PLC WORLD

风机手册

续魁昌 主编

机械工业出版社

PLC WORLD

风 机 手 册

续魁昌　主编

机 械 工 业 出 版 社

PLC WORLD

通风机、透平鼓风机、透平压缩机、罗茨鼓风机(以下统称风机)，是广泛应用于国民经济各个行业的一种通用机械。本手册是一本全面介绍风机及其在系统中应用、安装、使用、维护、检修、故障排除、现场性能测试等方面的工具书。

全书共17章，第1～5章介绍风机的概念、分类、主要性能参数、风机的无因次参数、风机及其系统设计选型方法；第6～9章介绍风机的安装、使用、维护、故障排除及常用配套电动机的选择；第10章介绍风机的现场性能测试；第11章介绍罗茨鼓风机的应用，包括性能与选择、安装、调试、使用与维护、故障及排除以及常用配套消声器；第12～13章列举了常用通风机、鼓风机、压缩机的主要性能参数；第14～17章介绍了风机噪声、风机应用实例以及风机连接管道设计及重点风机生产企业及其产品。

本手册适用于风机使用单位、风机制造厂及有关设计院、研究院、成套公司，可作为设计、制造、安装、使用维护检修、选型的实用工具书，也可作为大中专院校有关专业的教学参考书。

风 机 手 册

续魁昌 主编

*

责任编辑：俞逢英 版式设计：冉晓华

封面设计：方 芬 责任校对：张 佳

责任印制：路 琳

*

机械工业出版社出版（北京市百万庄大街22号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 新华书店经售

*

开本 787mm×1092mm 1/16 · 印张 52.25 · 插页 2 · 字数 1350千字

1999年5月第1版第1次印刷

印数 0 001—4 000 定价：98.00元

*

ISBN 7-111-01758-7/TH · 926

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

PLC WORLD

《风机手册》编者名单

主　　编　续魁昌

编写人员　续魁昌　历秉仁　续晓钟　卞世传
周立新　姜宝忱　沈　冰　刘汉杰
范中伟　宋　波　王洪强　刘传恒
盖京方　耿希山　李西海　杨秋生
李　涛　王谋怡　王行泉　张　轸

审　　校　王洪强　宁宣绥

PLC WORLD

前　言

随着国民经济的快速发展，风机的应用日趋广泛。在火力发电、钢铁、化工、炼油、轻纺、水泥、污水处理、矿山、隧道施工、实验研究等各领域以及各类厂房、大厦中，风机都起着重要的作用。在应用过程中，风机的使用、制造及有关人员需要一本有关风机作用原理、选型、安装、选用、调节、现场试验及故障排除等方面的综合性工具书，本手册就是为满足这一需求而编纂的。

本手册由程良猷主持编写工作，续魁昌任主编。具体分工如下：沈阳鼓风机研究所续魁昌编写第1章、第6章的第1节、第8章的第3节、第9章的第2节；沈阳鼓风机研究所的历秉仁编写第8章的第1节；北京鼓风机厂续晓钟编写第5章，第7章的第7节，附录A～附录C；沈阳八达能源技术研究所卞世传编写第15章；沈阳市长城风机厂刘汉杰编写第2章；山东临沂风机研究所宋波编写第3章；大连陆军学院姜宝忱编写第4章；武汉鼓风机厂张轸编写第6章第2～4节；浙江省上虞市卧龙电机工业公司周立新编写第7章的第1～6节；沈阳鼓风机厂范中伟编写第8章的第2节；沈阳高等电力专科学校沈冰编写第10章；山东省临沂市风机厂王洪强编写第11章的第1、2节；山东省临沂市风机厂刘传恒编写第11章的第3、4节；山东临沂风机研究所盖京方编写第13章，山东省临沂市风机厂耿希山、李西海编写第14章；沈阳鼓风机厂王行泉、沈阳八达能源技术所卞世传编写第16章；山东淄博风机厂王谋怡、沈阳市长城风机厂李涛编写第17章；四平鼓风机厂杨秋生编写第12章、第9章的第1节。

全书由临沂风机厂高工王洪强、沈阳鼓风机研究所高工宁宣绥审稿。

本手册集中了我国风机工业40多年以来在使用、设计、选型多方面所积累的经验，也适当反映了当前风机工业的水平。在编写过程中，参考了一些中外著作及文献资料，在此谨向这些作者致以真挚的感谢。

在手册的编写过程中，商景泰、孙研、孙维汉、汪景昌、金元英、徐德林、常继福、冯书化、王瑞卿、王军霞、马立来、邓涛、王洪义、阎国文、王晓云、陈建成、沈建尧、吴启农、李大宏、黄振华、续菲、刘士异、任长林、宋景光、肖巍、李方贵、齐志发、马淑娟、王志清、麻立等同志提供了大量资料并进行了标准统一工作，在此一并表示感谢！

衷心感谢程良猷、金元英同志的大力支持。

对于本手册中尚存在的错误和不足之处，敬希读者惠予指正。

编　者

PLC WORLD

目　录

前言

第一章　综述 …… 1

第一节　风机的分类 …… 1

一、按工作原理分类 …… 1

二、按气体出口压力(或升压)分类 …… 1

第二节　风机的型号与规格 …… 1

一、离心式通风机型号编制规则 …… 1

二、轴流式通风机型号编制规则 …… 3

三、离心式鼓风机和压缩机型号编制规则 …… 4

第三节　常用风机型号 …… 8

一、通风机型号 …… 8

二、鼓风机型号 …… 12

三、压缩机型号 …… 12

四、罗茨鼓风机型号 …… 13

第二章　风机的主要性能参数 …… 14

第一节　性能参数的确定 …… 14

一、主要性能参数的确定 …… 14

二、风机应用环境的确定 …… 14

第二节　流量 …… 14

一、流量的换算 …… 14

二、排气量、送风量 …… 15

三、管道内的风速 …… 17

第三节　压力与功率 …… 18

一、压力 …… 18

二、全压、静压、动压、风机的全压及静压 …… 18

三、压力损失 …… 19

四、气体的物理性质及主要混合气体的成分 …… 23

五、湿度的影响 …… 24

六、压力和能量头 …… 25

七、压力和出气温度 …… 26

八、轴功率和电动机输出功率 …… 26

第三章　风机的无因次参数 …… 27

第一节　风机的主要无因次参数 …… 27

一、流量系数 φ …… 27

二、全压系数 ψ_t …… 27

三、静压系数 ψ_s …… 27

四、功率系数 λ …… 27

五、无因次参数特性线 …… 27

六、比转速 n_s …… 27

第二节　由无因次参数转化为有因次参数的实例 …… 28

一、由无因次参数转化为有因次参数 …… 28

二、影响风机相似设计和计算公式的主要因素 …… 30

第三节　常用风机的空气动力学略图 …… 45

一、风机的通用型空气动力学略图 …… 45

二、风机的专用型空气动力学略图 …… 64

三、轴流式风机的空气动力学略图 …… 83

第四章　风机及其系统 …… 91

第一节　概况 …… 91

一、定义和术语 …… 91

二、风机定律 …… 93

三、不同转速的效应 …… 94

四、密度变化的效应 …… 94

五、尺寸增加的效应 …… 94

六、风机的性能曲线 …… 94

七、典型性能表 …… 95

第二节　空气系统 …… 96

一、系统 …… 96

二、组件的损失 …… 96

三、系统曲线 …… 96

四、系统曲线与风机性能曲线的相互影响 …… 96

五、风机转速变化的效应 …… 97

六、密度对管网系统阻力的效应 …… 97

七、风机与系统的相应关系 …… 98

PLC WORLD

八、计算系统阻力中的误差的效应 …… 98
九、安全系数 …… 98
十、风机系统性能不佳的原因 …… 98
十一、防止性能不佳的措施 …… 99
十二、系统附加阻力 …… 99
第三节 系统附加阻力系数 …… 100
一、系统附加阻力曲线 …… 100
二、出口扩散器 …… 100
三、出口管路 …… 101
四、出口管路的弯管 …… 101
五、导向叶片 …… 102
六、风量调节风门 …… 102
七、管路的支管 …… 103
第四节 进口工况 …… 103
一、进口管路 …… 104
二、进口弯管 …… 104
三、进口涡流(旋流或紊流) …… 106
四、进口导向叶片 …… 106
五、整流格栅 …… 107
六、进气箱(进气室和风室效应) …… 107
七、有障碍的进口 …… 108
第五节 成套供应设备的效应 …… 108
一、风机进口处的轴承和轴承座 …… 108
二、阻碍进口的驱动机构护罩 …… 108
三、轴流式风机进口或出口的带式护管 …… 109
四、进气箱的“系统附加阻力” …… 109
五、进气箱调节风门 …… 109
六、进口导叶控制 …… 109
第六节 串联和并联风机 …… 110
一、串联运行的风机 …… 110
二、并联运行的风机 …… 110
第七节 从动压到静压的能量转换实例 …… 111
一、应用在管网系统的以无障碍的进出口试验的风机实例 …… 111
二、进口无障碍、出口管路紧接风室再接管网系统的风机实例 …… 111
三、进口无障碍、无出口管路、直接排入风室，再排入管网的风机实例 …… 112
四、进口有障碍、有进口弯管、进口管路、无出口管路的风机实例 …… 112
第五章 风机的用途、结构、材料、强度 …… 114
第一节 各种不同用途风机的特点及典型结构 …… 114
一、各种不同用途风机的特点 …… 114
二、风机典型结构 …… 117
第二节 风机常用材料 …… 153
一、常用金属材料的化学成分与力学性能 …… 153
二、常用非金属材料的性能 …… 159
三、风机主要零部件常用材料 …… 163
第三节 风机强度计算 …… 164
一、通风机的强度计算 …… 164
二、涡轮鼓风机、涡轮压缩机的强度计算 …… 186
第六章 风机的安装、运转与维护 …… 189
第一节 C、D型离心式鼓风机 E型离心式压缩机的安装、调试与维护 …… 189
一、机组安装前的施工准备 …… 189
二、机组的就位与找正 …… 192
三、机组的组装与检验 …… 198
四、机组的试运转 …… 204
五、离心式鼓风机的维护 …… 206
六、离心式鼓风机的大修与备件准备 …… 210
第二节 通风机的安装、运转与维护 …… 212
一、安装前须知 …… 212
二、对风机安装基础的要求 …… 213
三、机组安装 …… 214
四、安装或检修带式传动的风机及对装配带轮的基本要求 …… 219
五、安装或检修风机、清洗滚动轴承方法 …… 219
六、轴承箱的找正、调平 …… 220
七、组装机壳时的注意事项 …… 221
八、电动机与通风机的同轴度找正 …… 221
九、动叶可调轴流风机安装注意事项 …… 221
十、驱动风机的电动机的试运转 …… 222

PLC WORLD

十一、保证轴流式通风机安全运行的措施 …… 222
十二、轴流式风机试运转前的要求 …… 223
十三、轴流式风机试运转时的要求 …… 223
十四、风机安装后的试车步骤 …… 223
十五、风机安装后的试车操作程序 …… 224
十六、离心式通风机起动前的检查工作 …… 224
十七、离心式通风机在运行中必须注意的事项 …… 224
十八、锅炉引风机、高温通风机在起动时应注意的事项 …… 224
十九、锅炉引风机在运行中必须注意改善运行条件 …… 224
二十、风机在安装试车中的紧急停车 …… 225
二十一、停车时的注意事项 …… 225
二十二、长期停车时的注意事项 …… 225
二十三、通风机的维修保养 …… 225
二十四、通风机的定期维护和检查 …… 226
二十五、锅炉通风机和煤粉排风机的维护检查及防磨措施 …… 226
二十六、检查风机叶片损伤的常用方法 …… 232
二十七、通风机检修的基本项目 …… 232
二十八、离心式风机叶轮检修方法和精度要求 …… 233
二十九、检修风机的滑动轴承 …… 234
三十、联轴器的检修 …… 234
三十一、风机常用的密封种类及检修程序 …… 234
三十二、通风机装置主要部件、故障及排除方法 …… 235
第三节　电动机的选择和转子起动时间的计算 …… 241
一、电动机形式的选择 …… 241
二、电压选择 …… 241
三、电力负荷分级要求 …… 242
四、风机转子的飞轮矩 …… 242
五、风机转子起动时间的计算 …… 243
第四节　风机的减振 …… 244
一、减振器的种类选择 …… 244
二、减振器的配置 …… 244
三、减振联轴器 …… 248
第七章　风机配套用电动机 …… 249
第一节　风机配套专用电动机 …… 249
一、YSF、YT 系列节能三相异步电动机 …… 249
二、YBF 系列风机用隔爆型三相异步电动机 …… 251
三、YCF 系列风机用异步电动机 …… 254
四、YCL 系列低噪声冷却塔专用三相异步电动机 …… 257
五、YSD 系列小功率多速三相异步电动机 …… 260
六、YCT 系列电磁调速电动机 …… 262
七、YTC 系列齿轮减速电动机 …… 264
第二节　风机配套特殊用途电动机 …… 266
一、YDW 系列低噪声外转子三相异步电动机 …… 266
二、YXF、YDXF 系列高温消防排烟风机用三相异步电动机 …… 269
三、YC、YY 系列单相异步电动机 …… 271
四、YS、YU 系列单相、三相异步电动机 …… 273
五、YYW 系列单相电容运转塑封空调用电动机 …… 276
六、YF 系列风机用异步电动机 …… 277
七、YD 系列多速三相异步电动机 …… 278
八、YL 系列双相电容异步电动机 …… 278
第三节　风机配套常用电动机 …… 287
一、Y 系列三相异步电动机(一) …… 287
二、Y 系列三相异步电动机(二) …… 287
三、YB 系列隔爆型三相异步电动机 …… 292
第四节　电动机的选择 …… 296
一、电动机选择程序与内容 …… 296
二、电动机功率的选择 …… 296
三、电动机的机械特性 …… 299
四、电动机的发热校验 …… 299
五、电动机类型的选择 …… 299
六、电动机结构形式的选择 …… 299
七、电动机的电压选择 …… 300

PLC WORLD

第五节 电动机的起动 …… 300
一、全压起动 …… 300
二、降压起动 …… 301
第六节 电动机的调速与节能 …… 301
一、变极调速与节能 …… 301
二、变频调速与节能 …… 302
三、改变电动机的转差率进行调速 …… 303
第七节 Y系列三相异步电动机使用与维护 …… 303
一、概况 …… 303
二、安装前的准备 …… 304
三、电动机的安装 …… 304
四、电动机的运转 …… 305
五、电动机的维护、修理 …… 305
六、电动机的贮存、运输 …… 306
第八章 风机的故障排除 …… 307
第一节 故障的检查准备工作 …… 307
一、安全保护措施 …… 307
二、影响系统性能的原因 …… 307
三、系统检查表程序 …… 307
第二节 故障的表现形式、判定及其排除 …… 309
一、故障的表现形式及其判定 …… 309
二、故障排除 …… 311
第三节 常用备件及选用件 …… 313
一、常用备件 …… 313
二、常用选用件 …… 314
第九章 风机的修理及装配 …… 328
第一节 风机的修理 …… 328
一、风机的拆卸程序 …… 328
二、叶轮的修理 …… 328
三、主轴的修理 …… 330
四、联轴器的修理 …… 331
五、转子的装配 …… 332
六、密封装置的修理 …… 333
七、机壳漏气的修理 …… 335
八、轴承的修理 …… 336
九、压力给油润滑装置的修理 …… 336
第二节 风机的装配及工装 …… 337
一、总装的技术要求 …… 337
二、离心式鼓风机总装配实例 …… 339
三、离心式鼓风机转子装配实例 …… 341
四、风机串油工艺 …… 342
五、油冷却器装配工艺 …… 343
六、常用件工装 …… 345
七、单板叶片叶轮工装 …… 345
第十章 风机的现场性能测试 …… 350
第一节 概况 …… 350
一、现场测试遵循的标准 …… 350
二、风机的现场测试类型、测量平面及系统效应 …… 350
第二节 进口不带接管和出口带接管的风机测试 …… 351
一、离心式鼓风机 …… 351
二、带有进口消声器的离心式鼓风机 …… 354
三、带有进口消声器的轴流式鼓风机 …… 357
四、并联离心式风机 …… 360
第三节 进出口均带接管的风机测试 …… 365
一、通风系统中的公用设施风机 …… 365
二、锯屑运送系统中的离心式风机 …… 368
三、干燥系统中的轴流式风机 …… 372
四、吸尘系统中的离心式风机 …… 375
五、处理系统中的离心式风机 …… 378
六、通风系统中的轴流式风机 …… 382
七、串联高压离心式风机 …… 385
第四节 带进口接管和不带出口接管的风机测试 …… 389
一、引风系统中的离心式风机 …… 389
二、引风系统中的轴流式风机 …… 392
三、吸尘系统中的离心式风机 …… 396
四、带进口管路的离心式屋顶风机 …… 398
第五节 空气输送装置 …… 401
一、组合式空调装置的离心式风机装置 …… 401
二、工厂安装的引风型中心站空调装置 …… 405
三、成套空调装置 …… 409
四、整体空调装置 …… 412

PLC WORLD

五、工厂安装的鼓风型中心站空调装置 …… 416
第六节 不带接管的风机测试 …… 419
一、顶部无连接风筒的通风装置 …… 419
二、未接风筒的螺旋桨式风机 …… 421
第七节 绝热效率和叶轮直径 …… 423
一、绝热效率 …… 423
二、叶轮直径 …… 423
第十一章 罗茨鼓风机的应用 …… 424
第一节 概况 …… 424
一、用途 …… 424
二、性能 …… 425
第二节 罗茨鼓风机的安装、调试、使用与维护 …… 436
一、外形及安装尺寸 …… 436
二、装配间隙及调整 …… 444
三、润滑 …… 446
四、安装 …… 446
五、使用 …… 446
六、维护与检修 …… 447
七、故障及排除方法 …… 448
八、主要生产厂家 …… 449
第三节 常用罗茨鼓风机的选型与应用 …… 449
一、选型原则 …… 449
二、水泥行业的选型与应用 …… 450
三、化肥行业的选型与应用 …… 450
四、炼铁与铸造行业的选型与应用 …… 451
五、化工行业的选型与应用 …… 452
六、污水处理行业的选型与应用 …… 452
七、其它行业的选型与应用 …… 452
第四节 ZLX 系列消声器 …… 453
一、简介 …… 453
二、产品名称 …… 453
三、主要性能参数 …… 453
四、性能及外形尺寸 …… 454
五、安装、使用与维护 …… 454
六、消声装置用电动执行器 …… 456
第十二章 常用离心式通风机的性能 …… 457
第一节 常用离心式通风机的形式、型号 …… 457
一、离心式通风机的主要结构形式 …… 457
二、常用离心式通风机的型号 …… 458
第二节 离心式通风机的性能 …… 459
一、一般用途离心式通风机性能参数 …… 459
二、特殊用途离心式通风机性能参数 …… 487
第十三章 常用轴流式通风机、离心式鼓风机、离心式压缩机和轴流式压缩机的性能 …… 533
第一节 轴流式通风机的性能 …… 533
一、矿井轴流式通风机的性能参数 …… 533
二、冷却塔轴流式通风机性能参数 …… 536
三、一般轴流式通风机性能参数 …… 537
第二节 离心式鼓风机、离心式压缩机和轴流式压缩机的性能 …… 545
一、离心式鼓风机性能参数 …… 545
二、离心式压缩机性能参数 …… 562
三、轴流式压缩机性能参数 …… 562
第三节 钢板机壳鼓风机的性能 …… 563
一、用途 …… 563
二、风机的结构特征 …… 563
三、单机成套供应范围 …… 564
第十四章 风机连接管道设计 …… 573
第一节 管道设计的基本知识 …… 573
一、管道设计的基本内容 …… 573
二、管道的统一规格 …… 573
三、管道设计的注意事项 …… 575
第二节 管道的沿程压力损失 …… 576
一、沿程损失的计算 …… 576
二、单位长度摩擦损失的计算 …… 576
三、摩擦损失计算图表 …… 577
四、摩擦压力损失的修正 …… 586
五、摩擦损失计算的简化公式 …… 587
第三节 管道的局部压力损失 …… 589
一、局部损失 …… 589
二、部分管件的局部阻力系数 …… 589
三、局部阻力系数的选用 …… 630

PLC WORLD

四、管道内的压力分布 …… 631
五、典型风机连接管道参数 …… 632
第十五章 风机噪声及其控制 …… 633
第一节 风机噪声特性 …… 633
一、风机噪声的主要物理量 …… 633
二、声压级的计算 …… 634
三、风机噪声源的部位和指向性 …… 635
四、A 声级和比 A 声级 …… 636
五、风机噪声测量方法和噪声限值 …… 637
六、风机的频谱特性 …… 638
七、通风机噪声特性预算方法 …… 643
八、风机的噪声源及其测量 …… 645
九、风机噪声的测量技术 …… 646
第二节 风机降噪吸声 …… 651
一、降低风机空气动力噪声方法 …… 651
二、消声器种类及设计 …… 658
第三节 消声器的选用实例 …… 664
第十六章 风机应用例题 …… 686
第十七章 企业及主要产品介绍 …… 723
第一节 企业简介 …… 723
第二节 主要产品介绍 …… 789
附录 A 估算风机三相电动机输出功率的相位电流法 …… 806
附录 B 带驱动损失 …… 807
附录 C 密度的测定 …… 808
附录 D 风机性能计算程序 …… 817
参考文献 …… 823

PLC WORLD

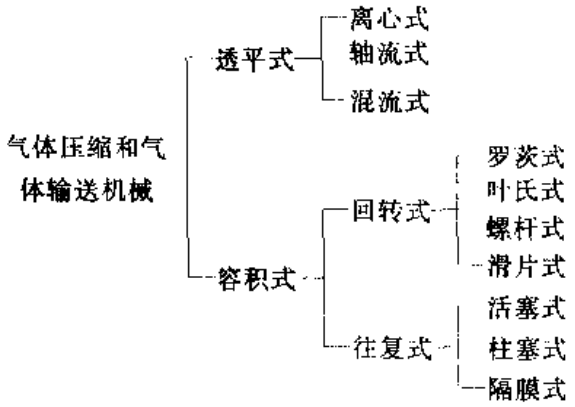
第一章 综 述

第一节 风机的分类

风机是我国对气体压缩和气体输送机械的习惯简称。通常所说的风机包括通风机、鼓风机、压缩机以及罗茨鼓风机，但是不包括活塞压缩机等容积式鼓风机和压缩机。

气体压缩和气体输送机械是把旋转的机械能转换为气体压力能和动能，并将气体输送出去的机械。

一、按工作原理分类



二、按气体出口压力(或升压)分类

1. 通风机　指其在大气压为 0.101MPa 气温为 20℃时，出口全压值低于 0.015MPa。
2. 鼓风机　指其出口压力为 0.115～0.35MPa。
3. 压缩机　指其出口压力大于 0.35MPa。

第二节 风机的型号与规格

一、离心式通风机型号编制规则

1. 离心式通风机系列产品的型号　用形式表示，单台产品型号用形式和品种表示。型号组成的顺序关系见表 1-1。

表 1-1　型号组成的顺序关系

形　　式	品　　种
□ □ - □ - □ 用途 压力系数乘 5 后化整数 比转速 设计序号	No □ 机号

PLC WORLD

1）风机产品用途代号按表 1-2 规定。

2）压力系数的 5 倍化整后采用一位数。个别前向叶轮的压力系数的 5 倍化整后大于 10 时，亦可用二位整数表示。

3）比转速采用两位整数。若用二叶轮并联结构，或单叶轮双吸入结构，则用 2 乘比转速表示。

4）若产品的型式中产生有重复代号或派生型时，则在比转速后加注序号，采用罗马数字体Ⅰ、Ⅱ等表示。

5）设计序号用阿拉伯数字“1”，“2”等表示，供对该型产品有重大修改时用。若性能参数、外形尺寸、地基尺寸，易损件没有更动时，不应使用设计序号。

6）机号用叶轮直径的分米(dm)数表示。

2. 离心式通风机的名称型号表示 举例如表 1-3 所示。

表 1-2 风机产品用途代号

序号	用途类别	代号		序号	用途类别	代号	
		汉字	简写			汉字	简写
1	工业冷却水通风	冷却	L	18	谷物粉末输送	粉末	FM
2	微型电动吹风	电动	DD	19	热风吹吸	热风	R
3	一般用途通风换气	通用	T(省略)	20	高温气体输送	高温	W
4	防爆气体通风换气	防爆	B	21	烧结炉烟气	烧结	SJ
5	防腐气体通风换气	防腐	F	22	一般用途空气输送	通用	T(省略)
6	船舶用通风换气	船通	CT	23	空气动力	动力	DL
7	纺织工业通风换气	纺织	FZ	24	高炉鼓风	高炉	GL
8	矿井主体通风	矿井	K	25	转炉鼓风	转炉	ZL
9	矿井局部通风	矿局	KJ	26	柴油机增压	增压	ZY
10	隧道通风换气	隧道	CD	27	煤气输送	煤气	MQ
11	锅炉通风	锅通	G	28	化工气体输送	化气	HQ
12	锅炉引风	锅引	Y	29	石油炼厂气体输送	油气	YQ
13	船舶锅炉通风	船锅	CG	30	天燃气输送	天气	TQ
14	船舶锅炉引风	船引	CY	31	降温凉风用	凉风	LF
15	工业用炉通风	工业	GY	32	冷冻用	冷冻	LD
16	排尘通风	排尘	C	33	空气调节用	空调	KT
17	煤粉吹风	煤粉	M	34	电影机械冷却烘干	影机	YJ

表 1-3 型号表示举例

序号	名称	型号		说明
		形式	品种	
1	(通用)离心式通风机	4-72	№20	一般通风换气用，压力系数乘 5 后的化整数为 4，比转速为 72，机号为 20 即叶轮直径 2000mm
2	(通用)离心式通风机	4-2×72	№20	示叶轮是双吸入形式，其它参数同第 1 条
3	矿井离心式通风机	K4-2×72	№20	矿井主扇通风用，其它参数同 2 条
4	防爆离心式通风机	B4-72	№20	防爆通风换气用，其它参数同 1 条
5	(通用)离心式通风机	4-721	№20	与 4-72 型相同的另一(系列)产品。其它参数同 1 条
6	锅炉离心式通风机	G4-72	№20	用在锅炉通风上，其它参数同 1 条

PLC WORLD

（续）

序号	名　　称	型　　号		说　　明
		形　式	品　种	
7	锅炉离心式引风机	Y4-72	№20	用在锅炉引风上，其它参数同1条
8	（通用）离心式通风机	4-72-1	№20	某厂对原4-72型产品有重大修改，为便于区别加用“-1”设计序号表示其它参数同1条
9	空调离心式通风机	KT11-74	№5	用于空调通风上，压力系数乘5后的化整数11，比转速74，机号为5即叶轮直径500mm
10	空调离心式通风机	KT11-2×74	№5	叶轮为并联形式，其它参数同9条

二、轴流式通风机型号编制规则

1. 轴流式通风机系列产品的型号　用形式表示，单台产品的型号用形式和品种表示，型号组成的顺序关系见表1-4。

表1-4　型号组成

形　　式	品　　种
□-□-□-□-□ 示叶轮数 示用途 示叶轮毂比 示转子位置 示设计序号	№□-□ 示机号

1）叶轮数代号，单叶轮可不表示，双叶轮用“2”表示。

2）用途代号按表1-2规定。

3）叶轮毂比为叶轮底径与外径之比，取二位整数。

4）转子位置代号卧式用“A”表示，立式用“B”表示。产品无转子位置变化可不表示。

5）若产品的形式中产生有重复代号或派生型时，则在设计序号前加注序号。采用罗马数字体Ⅰ、Ⅱ等表示。

6）设计序号表示方法与离心通风机型号编制规则相同。

2. 轴流式通风机的名称型号表示举例　见表1-5。

表1-5　轴流式通风机的名称型号表示举例

序号	名　　称	型　　号		说　　明
		形　式	品　种	
1	矿井轴流式引风机	K70	№18	矿井主扇引风用叶轮毂比为0.7，机号为18，即叶轮直径1800mm
2	矿井轴流式引风机	2K70	№18	两个叶轮结构，其它参数同1条
3	矿井轴流式引风机	2K70I	№18	该型式产品的派生型（如有反风装置）用I代号区分。其他参数同2条
4	矿井轴流式引风机	2K70-1	№18	某厂对原2K70型产品有重大修改为便于区别用“-1”设计序号表示。其它参数同2条

PLC WORLD

（续）

序号	名 称	型 号		说 明
		形 式	品 种	
5	(通用)轴流式通风机	T30	No 8	一般通风换气用，叶轮毂比为 0.3，机号 8 即叶轮直径 800mm
6	(通用)轴流式通风机	T30B	No 8	该形式产品转子为立式结构，其他参数与 5 条相同
7	化工气体排送轴流式通风机	HQ30	No 8	该形式产品用在化工气体排送，其他参数与 5 条相同
8	冷却轴流式通风机	L30B	No 80	工业用水冷却用，叶轮毂比为 0.3，机号 80，即叶轮直径为 8000mm，转子为立式结构

三、离心式鼓风机和压缩机型号编制规则

透平鼓风机和透平压缩机包括离心式和轴流式两种基本形式。

离心式鼓风机和离心式压缩机的名称型号表示方法有新旧两种，各有不同，现在风机产品样本中均有介绍，下面分别叙述。

1. 新名称型号表示方法

（1）名称 离心式鼓风机和离心式压缩机产品名称组成如下：

□ (□) □ □

- □ 示管网中作用和压力高低
- □ 示叶轮作用原理
- □ 示用途(输送介质)

（2）型号 离心式鼓风机和离心式压缩机产品型号组成见表 1-6。

表 1-6 离心式鼓风机和离心式压缩机产品型号

型 号	品 种
□ □ (□) □ 示输送介质 □ 示结构系列或用途系列 □ 示叶轮作用原理	□ □ □ □ □ 示设计序号 □ 示进气口绝对压力(0.1MPa) □ 示出气口绝对压力(0.1MPa) □ 示进气口名义流量(m^3/min)

注：1. 叶轮作用原理，离心式不表示，静叶可调轴流压缩机用 AV 表示。

2. 结构系列系按表 1-8，用途代号系按离心通风机表 1-2 规定。

3. 输送介质为空气的代号来表示，其它介质用汉语拼音字头表示。如氨(A)、丙烯(P)、氟里昂(F)、氧(Q)、氧(Y)、混合气(H)等，重复时用两位字头表示。

4. 进气口名义流量系按系列化统一规定。

5. 进气口绝对压力差为 0.1MPa，则未表示。

6. 设计序号用阿拉伯数字“1”、“2”等表示，该型产品有重大修改时则用之。若性能参数、外形尺寸、地基尺寸、易损件没有更改时，则未用此序号。

7. 多缸机组的型号，为了便于区分，给出了缸的型号。

8. 产品名称首先系按结构形式(系列)代号命名。

（3）离心式鼓风机、压缩机的名称型号及结构形式代号见表 1-7 及表 1-8。

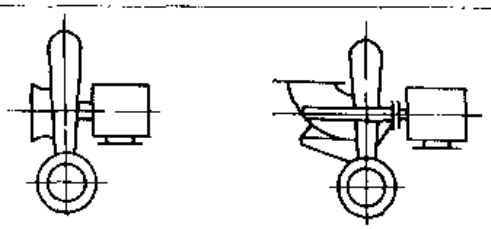
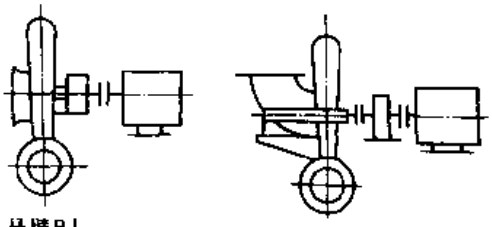
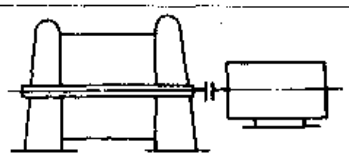
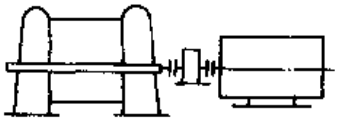
PLC WORLD

表 1-7　离心式鼓风机和压缩机的名称型号表示举例

名　称	型　号		说　明
	形　式	品　种	
1. 离心式鼓风机	AⅠ	300-1.09	示单级叶轮转速 3000r/min，悬臂支承，流量 300m³/min，出口压力 0.109MPa（绝）进口压力 0.1MPa（绝）
2. 离心式鼓风机	AⅡ	450-1.065/0.985	示单级叶轮，转速 3000r/min，双支承，流量 450m³/min，出口压力 0.1065MPa（绝），进口压力 0.0985MPa（绝）
3. 离心式鼓风机	BⅠ	50-2.42/2.1	示单级叶轮，转速大于 3000r/min，流量 50m³/min，出口压力 0.242MPa（绝），进口压力 0.21MPa（绝）
4. 离心式鼓风机	D	300-3	示多级叶轮，转速大于 3000r/min，流量 300m³/min，出口压力 0.3MPa（绝），进口压力 0.1MPa（绝）
5. 烧结鼓风机	SJ	1600-1.0/0.915	示用在烧结机上，流量 1600m³/min，出口压力 0.1MPa（绝），进口压力 0.0915MPa（绝）
6. 离心式压缩机	E	150-6/0.865	示多级叶轮，转速大于 3000r/min，流量 150m³/min，出口压力 0.6MPa（绝），进口压力 0.0865MPa（绝）

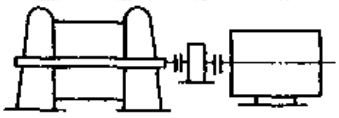
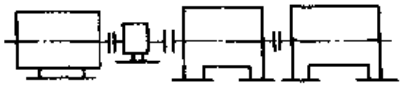
注："绝"表示绝对压力，下同。

表 1-8　离心式鼓风机和压缩机结构形式(系列)代号

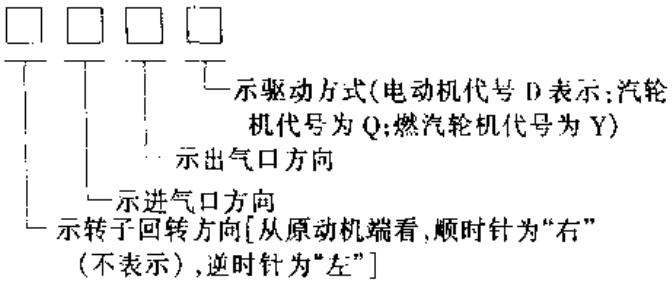
形式(系列)	结　构　特　征	示　意　图
A	单级低速离心式鼓风机 主轴转速≤3000r/min 升压≤30kPa	 悬臂AⅠ　　双支承AⅡ
B	单级高速离心鼓风机 主轴转速＞3000r/min 升压≤50kPa	 悬臂BⅠ　　双支承BⅡ
C	多级低速离心式鼓风机 主轴转速≤3000r/min 升压＜110kPa	
D	多级高速离心式鼓风机　　DL为双H型 主轴转速＞3000r/min 出口压力＜0.35MPa（绝）	

PLC WORLD

（续）

形式(系列)	结 构 特 征	示 意 图
E	多级高速离心式压缩机 单缸为EⅠ 主轴转速 > 3000r/min 双缸为EⅡ 出口压力 > 0.35MPa(绝) (有冷却器)	
F	多级高速离心式压缩机 (无冷却器) 主轴转速出口压力同E型	
G	多级高速筒体离心式压缩机 主轴转速 > 3000r/min 出口压力 > 0.35MPa(绝)	

(4) 离心式鼓风机和压缩机的规格内容组成顺序



鼓风机、压缩机型号举例

EIP100—3.7离心式压缩机
- 出口压力(绝),进口压力为大气压力
- 进口体积流量
- E型系列离心压缩机(水平剖分型、1# 机壳、中间冷却)

EI370—9/0.97离心压缩机
- 出口压力(绝)/进口压力(绝)
- 进口体积流量
- E型系列离心压缩机,水平剖分(有垂直立分面)机壳、中间冷却

DL125—6.35/0.97离心压缩机
- 出口压力(绝)/进口压力(绝)
- 进口体积流量
- DL型(即双H型)等温型离心式压缩机,逐级冷却

D900—2.8/0.98离心式鼓风机
- 出口压力(绝)/进口压力(绝)
- 进口体积流量
- 高速多级离心式鼓风机

B125—3.25/3.05离心式鼓风机
- 出口压力(绝)/进口压力(绝)
- 进口体积流量
- 高速单级离心式鼓风机

C260—1.8离心式鼓风机
- 出口压力(绝)/进口压力为大气压力
- 进口体积流量
- 低速多级离心式鼓风机

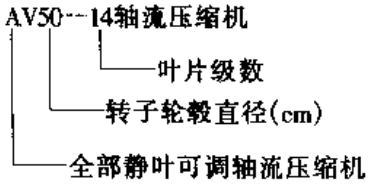
AI750—3.12/3.031离心式鼓风机
- 出口压力(绝)/进口压力(绝)
- 进口体积流量
- 低速单级离心式鼓风机

TP2180/2.4—1.12透平式膨胀机
- 进口体积流量/进口压力(绝)—出口压力(绝)
- 透平膨胀机

PLC WORLD

另外还有按用途分类的 SJ 系列—烧结鼓风机、W 系列和 R 系列—高温鼓风机。

轴流压缩机的产品型号为：



2. 旧名称型号表示方法

离心式鼓风机和压缩机的型号由基本型号和补充型号组成，分成二组，中间用短横线隔开。基本型号用风机进口的吸入形式(表 1-9)和每分钟吸入体积流量的米^3 数表示。

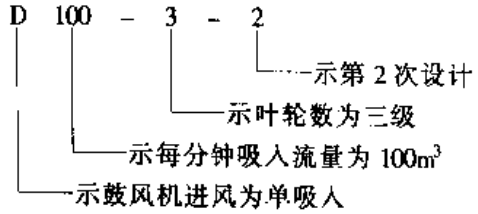
表 1-9　风机进口吸入形式

代　　号	吸 入 形 式
D(DAN　单)	单侧吸入
S(SHUANG　双)	双侧吸入

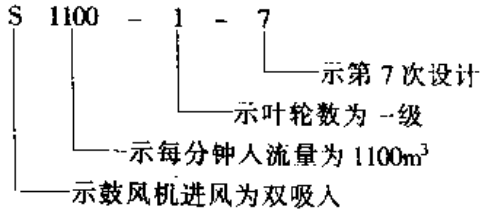
在基本型号中的“D”或“S”后面增添一“A”字(即压 YA)者即为离心式压缩机的型号。凡在“A”字前面添有“Z”字者(如 ZA)，即为轴流式压缩机型号。

型号举例：

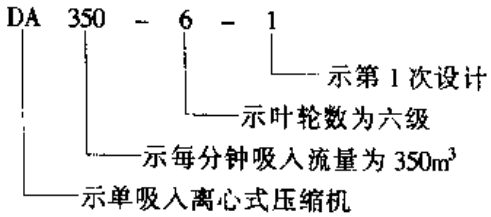
(1) 离心式鼓风机 D100-32 型



(2) 离心式鼓风机 S1100-17 型



(3) 离心式压缩机 DA350-61 型



根据气体分子运动理论，气体的压力是由于大量分子对容器内壁撞击的总效果。它以单位面积 A 上所受的力 F 来度量，故亦称压强。用 p 表示，其单位为 Pa。现有的通风机工程中还有使用非法定计量单位：mmH_2O 或 kgf/m^2 作为压力单位[$1mmH_2O$ (4℃时) = 1kg f/m^2，但在工程实用中 4℃的条件常忽略，即令 $1mmH_2O = 1kgf/m^2$]。此外尚有 mmHg、bar、mbar，物理大气压 atm 和工程大气压 at 等，其单位换算列于表 1-10。

PLC WORLD

表 1-10 压力单位换算

Pa(或 N/m^2)	mbar	bar	mmH_2O (或 kgf/m^2)	mmHg	atm	at
1	0.01	10^{-5}	0.102	0.0075	0.99×10^{-5}	1.02×10^{-5}
100	1	0.001	10.2	0.7501		
10^5	1000	1	10197	750.1	0.9869	1.02
9.807	0.0981		1	0.0736	0.9678×10^{-4}	10^{-4}
133.32	1.333		13.6	1	0.00132	0.00136
101325	1013	1.013	10332	760	1	1.0332
98067	980.7	0.9807	10^4	735.6	0.9678	1

压力可用压力计测量，但压力计上所读出的压力数值为测量处气体的压力与外界大气压 p_a 的差值，称为表压，用 p 表示。测量处气体的实际压力为绝对大气压，用 p_b 表示。且

$$p_b = p_a + p$$

说明：本型号与规格的编制方法，不适用于引用外国技术或引进的技术制造的风机。

第三节 常用风机型号

我国常用风机型号如下：

一、通风机型号

1. 一般低中高压离心通风机

4-68 型离心通风机

4-70 型离心通风机

B4-72 / F4-72 型离心通风机

T4-72 / T4-72-12 型离心通风机

S4-72 型离心通风机

4-2×72 型离心通风机

4-2×72 №22 离心通风机

4-75-11 离心通风机

4-79 / 4-2×79 型离心通风机

TS4-79 调速节能离心通风机

5-48-11 型离心通风机

DZ6-16 №6.75 低噪声离心通风机

8-09、9-12 型高压离心通风机

9-11 型高压节能离心通风机

9-19 / 9-26 型高压离心通风机

9-20-11 型离心通风机

G9-26 型低噪声离心通风机

9-28Ⅰ型离心通风机

10-08-31 №8C 离心通风机

10-16 型高压离心通风机

10-18、9-18、9-16 型高压离心通风机

10-20 型高压离心通风机

10-24 型高压离心通风机

11-62 型离心通风机

CAS 型离心通风机

CPE 型离心通风机

CPC 型离心通风机

2. 工业锅炉用离心通、引风机

G4-32-11 型锅炉离心式鼓风机

G / Y 4-68 型离心通、引风机

Y4-70 型离心引风机

Y4-70Ⅱ型锅炉引风机

Y4-72-11 锅炉引风机

G / Y 4-73 锅炉离心通、引风机

Y4-73-14（单板叶片）耐磨离心锅炉引风机

G / Y 4-73 №20－31½F 锅炉鼓、引风机

Y4-2×73 №28½、37F 锅炉离心引风机

Y5-42 离心风机

Y5-47Ⅱ型高效低噪声锅炉离心引风机

Y5-48 锅炉离心引风机

Y 6/10-11 型离心引风机

PLC WORLD

Y　6-25 锅炉引风机
Y6-30-12 型锅炉引风机
G6-30、G5-47 锅炉鼓风机
$\begin{matrix}G\\Y\end{matrix}$6-41 系列锅炉通、引风机
YS6-45-11 型锅炉离心引风机
Y6-52 锅炉离心引风机
Y7-45 锅炉引风机
$Y\begin{matrix}8\text{-}39\\9\text{-}38\end{matrix}$型锅炉引风机
Y9-19、Y9-26 锅炉引风机
XY9-35-12 型锅炉引风机
YX9-35 锅炉离心引风机
L9-10 No 7.5 高压、小流量、火探专用冷却风机
LQ9-13 火探专用风机及其装置
$\begin{matrix}9\text{-}35\\Y9\text{-}35\end{matrix}$型锅炉通、引风机
Y10-21、Y8-24、Y10-24 型高效低噪声引风机
SGG、SGY1～10t/h 工业锅炉通、引风机
$\begin{matrix}GC\\GY\end{matrix}$2～6-1t/h 工业锅炉配套离心通、引风机
GG0.5-15～GG20-15
GY0.5-15～GY20-15锅炉通、引风机

3. 高温通风机

W4-57-11 型高温风机
W4-62 型高温风机
W4-68 型高温风机
W4-70-11 高温风机
W4-70 型No 6.2D 高温气体循环风机
W4-72 型高温风机
W4-72 型No 6.3 高温离心通风机
W4-73 型高温风机
W4-80-$\begin{matrix}11\\12\end{matrix}$罩式炉炉台风机
W5-40-11 型高温风机
W5-47 型高温风机
W5-47、W9-19、W4-73 型高温风机
W5-48 型高温风机
W6-29、W6-39 系列高温风机
W7-29-11 型高温风机
W8-35-101 型高温风机
W9-19 型高温风机
W9-26 型高温风机
W9-26 型No 12.5C、12.5D、12.5F 高温风机 FW9-26 型No 15.5 防腐高温风机
R9-26 型No 22 热风机
W9-28 型高温风机
W9-35-03 型高温风机
W9-55 型高温风机
W9-11 系列高温离心通风机
BB50、BB24 型高温风机
W50B-1 型No 15、24C 高温轴流风机
W63 $\begin{matrix}A\\B\end{matrix}$-1 系列高温可逆轴流风机
HTF 系列消防高温排烟风机

4. 煤粉离心通风机

M6-29 型煤粉离心通风机
$\begin{matrix}M6\text{-}31\\M7\text{-}16\end{matrix}$型煤粉通风机
M7-29 型煤粉离心通风机
M9-26 型煤粉离心通风机

5. 排尘离心式通风机

C4-73 型离心通风机
4-2×68 型No 23 离心除尘风机
C6-46 型排尘离心通风机
C6-48 型排尘离心通风机
FC6-48 型纺织排尘通风机
CBS 型离心通风机
SFF232-21 型双吸离心通风机
SFF233-11 型纺织除尘通风机

6. 化铁炉、水泥窑、烧结、小化肥用风机

化铁炉专用 H10-13-11 型高压离心通风机
$\begin{matrix}HTD12\text{-}11\sim HTD50\text{-}14\\HTD85\text{-}21\sim HTD300\text{-}21\end{matrix}$型离心鼓风机
10-19 型造气鼓风机
SNL-11 型水泥立窑专用高压离心通风机
LYF_1 系列水泥机械立窑风机
AF 系列烧结离心风机
JY5-44 型冶炼排烟引风机
FG 型沸腾锅炉通风机
LZ2 型轮窑专用轴流通风机

7. 防腐离心通风机

FC3-49 型No 16F 防腐、湿式除尘离心通风机
F4-57 型耐腐蚀离心风机
F4-62 型防腐离心通风机

PLC WORLD

F4-65 型№9.6D
F4-62 型№10C 防腐风机

8. 卷烟风机

MK9、MK9-5 型卷烟机风机
YJ13B 型卷烟机风机
YJ14 型卷烟机风机
YJ22 型烟支过滤嘴接装机风机
PROTOS 卷烟风机

9. 谷物粉末输送风机

XS 型纤维物送料风机
5-42-11 型籽棉输送风机
SL5-45 型物料输送风机
5-64-11 型输送棉籽离心风机
6-23、6-30 型离心通风机
SM7-31-11 型输棉风机
φ11-3E 型粮食烘干风机

10. 影机化工通风机

5-32
5-34 型离心通风机
5-27
5-35 型离心通风机
6-27
7-10 型离心通风机

11. 空调用风机

DW 系列空调风机
KDF 型离心通风机
DFZ 系列纺织空调风机
4-90-21、14-65-21、12-2×35 型低噪声空调风机
KT4-2×68 型离心空调风机
13-2×35 型离心通风机
JDF 型建筑物用低噪声离心通风机
CNA 和 CNB 型离心通风机
C2NA 和 C2NB 型离心通风机
LDF1.40 型风机盘管空调器专用风机
LDF 系列低噪声离心通风机
LDF-2.24 型低噪声离心通风机

12. 矿井离心、轴流通风机

K4-73-01 №32F 矿用离心通风机
K4-2×73 型矿井离心通风机
2K56 系列矿井轴流通风机
K58 型矿井轴流通风机
K55、K61、K65 系列矿井轴流通风机
2K60 系列矿井轴流通风机
KZS 型矿井轴流通风机

13. 矿井局部离心、轴流通风机

BK4-72 型防爆、矿用离心通风机
KJA
BKJA 型矿用局部风扇
BKJ(KJ)66-11 型№4.5 轴流通风机
BDJ67-12 型矿井低噪声局部轴流通风机
YBT 型煤矿用局扇轴流风机
DSF_A-5
DSF-6.3 型低噪声对旋局部轴流式通风机
DSF_A、JZD 型低噪声、高效率对旋局部轴流式通风机

14. 纺织轴流式通风机

1F50 系列纺织轴流通风机
6-40 型离心通风机
6-60-12 型№0.95A
6-71-11 型№1.05A 离心通风机
XWF 旋涡风机
WF1 型、WF2 型微型离心通风机
Y34-5.5-11 №3.3A 旋流通风机
FZ $\frac{40}{35}$-11 型轴流通风机
50A11 型轴流通风机
SFF131-11 型低噪声轴流通风机

15. 冷却塔轴流通风机

30E2-11 型№47 冷却塔轴流通风机
30A9-11 型№20 轴流通风机
30A9-13 型№47、50 轴流通风机
L30I 型№36 $\frac{1}{2}$ 轴流通风机
JT20 型轴流通风机
SL60A2-13 型№16 轴流通风机
DW50 型低温可逆轴流通风机
WJ36-11 型№8 轴流通风机
HF-LTF 型冷却塔专用风机

16. 降温凉风用轴流通风机

LF40Ⅱ型喷雾降温风机

PLC WORLD

035-11 型喷雾降温风机

LF30 型移动式喷雾冷风机

LF35Ⅰ型№6 移动式轴流通风机

LF38 型轴流通风机

F035-11 型防腐喷雾风机、035-11 型普通喷雾风机

038-11 / F038-12 型喷雾风机

PWF40/45-11 型喷雾轴流通风机

FMY-6 高效率、低噪声节能型轴流通风机

17. 电站风机

大型电站用动叶可调轴流通风机

动叶可调轴流通风机

MPS 系列磨煤机用密封风机装置

WF-11 型电站锅炉专用离心引风机

AL 系列离心送、引风机

75t/h 循环流化床锅炉引风机

18. 船用离心轴流通风机

CQ 型离心通风机

CLZ-Z/J 型船用立式轴流通风机

HGC 型防爆轴流通风机

CT54 / 2CT47 型船用可逆式轴流通风机

19. 屋顶通风机

DW3-88-11 / DW4-75-11 系列屋顶离心通风机

FDW3-88 型屋顶离心通风机

FBW3-90 系列玻璃钢屋顶离心通风机

WD4-72-11 型屋顶离心通风机

F/B DW4-75-12 型玻璃钢屋顶离心通风机

WT4-85-11 型普通屋顶离心通风机

BDW4-87-11 型防爆低噪声屋顶离心通风机

FWS-85-6 型屋顶离心通风机

DWF 系列屋顶式通风机

WFSHR4-85-11 型高温高湿型屋顶离心通风机

FW-L 型屋顶离心通风机

SW35-11 / SW4-85-11 型耐温、耐湿、耐腐屋顶通风机

WT35/40-11 型屋顶轴流通风机

W40-12 型屋顶轴流通风机

DT / BDT 40-12 型屋顶轴流通风机

FBWT40Ⅰ型玻璃钢屋顶轴流通风机

WMF-T38 低噪声节能屋顶风机

YW60 系列消防排烟屋顶风机

FLX-Z1 型玻璃钢屋顶轴流通风机

DZWS-1 系列低噪声屋顶轴流送风机

ZI-Ⅱ / BZI-Ⅱ 型屋面通风器

WDZ 低噪声屋顶轴流通风机

DT-Ⅰ(Ⅱ)型屋顶轴流风机

FW-Z 型屋顶轴流通风机

20. 一般轴流通风机

T35-11、BT35-11、BFT35-11 型轴流通风机

T40 轴流通风机

GD 系列管道轴流通风机

GD30K2-12 型轴流通风机

JS20-11 型低噪声轴流通风机

CZL-11 型长轴轴流通风机

XT17 型轴流通风机

SF 系列低噪声节能轴流通风机

AVP 型轴流通风机

AVN 型轴流通风机

ADN、ADA 型轴流通风机

PVB 型螺旋桨式通风机

φ400 手提式轴流通风机

600mm 轴流式排气通风机

DZ 系列低噪声轴流通风机

21. 其它用途风机

X45·25 型混流风机

XF45·25-12 混流风机

SWF 系列混流式通风机

高效、节能、低噪声 SJG 系列斜流式(混流式)管道风机

SF75 型№3 离心通风机

FT 玻璃钢通风器、玻璃钢排气扇

通风机配套用 YS 系列三相异步电动机

通风机配套用 Y 系列三相异步电动机

YCL 系列冷却塔专用三相异步电动机

轴流风机配套用 YSF 系列节能三相异步电动机

轴流风机配套用 YBF 系列隔爆型三相异步电动机

PLC WORLD

低噪声轴流风机专用 YF、YCF 系列三相异步电动机

二、鼓风机型号

C-HQ18-1.18 离心鼓风机

低速多级 C 型系列离心鼓风机

C20-1.2～1.5

C40-1.2～1.5 型离心鼓风机

C60-1.2～1.5

C80-1.5～C400-1.5 型离心鼓风机

C-HQ87-1.30 离心鼓风机

C100-1.245 型离心鼓风机

D20-61～D250-51 离心鼓风机

$D\frac{75}{80}$-41 型离心鼓风机

D80-2 型离心鼓风机

D100-32 型离心鼓风机

D80-41、D100-41、D125-31、D160-31、D250-21 离心鼓风机

D80-51 型离心鼓风机

D100-2.171 型离心鼓风机

D100-42 型离心鼓风机

D100-51 型离心鼓风机

D150-21 型离心鼓风机

D125-41 型离心鼓风机

D150-31 型离心鼓风机

D150-41 型离心鼓风机

D190-31 型离心鼓风机

D200-11 型离心鼓风机

BI200-2.4/2.1 型离心鼓风机

D200-21～D400-21
D500-11～D700-11 型离心鼓风机

D200-41 型离心鼓风机

D200-1.48 型离心鼓风机

D250-21、D250-22 型离心鼓风机

D250-1.35 型离心鼓风机

D210-41、D300-43 型离心鼓风机

AⅠ250-AⅠ500 型离心鼓风机

D250-31 型离心鼓风机

D300-42 型离心鼓风机

C(A)315-4.2/2.75-3 型离心鼓风机

CI400-2-2 型离心鼓风机

MQ400-1.46/1.02 型离心鼓风机

AⅡ(H)450-1.065/0.985 型离心鼓风机

D450-21 型离心鼓风机

D460-11、D460-12 型离心鼓风机

D550-31 型离心鼓风机

D630-21、D630-22、D750-23、D750-24、D750-25 型离心鼓风机

D700-11、D700-12、D700-13、D750-15、D800-11 型离心鼓风机

AⅠ700-1.29/1-3 型离心鼓风机

D750-1.3/0.95 型离心鼓风机

D750-24、D750-25 型离心鼓风机

D700-31、D800-31、D800-32、
D800-33、D800-34、D800-35、
D800-36、D900-31、D900-32、
D900-34、D1000-31 型离心鼓风机

AⅠ800-1.18 型离心鼓风机

D900-21、D900-22 型离心鼓风机

D1200-2.2/0.98 型离心鼓风机

D1250-21、D1250-22 型离心鼓风机

D1250-31 型离心鼓风机

D1600-11、D2000-11、D2000-12 型离心鼓风机

D2000-11、D2100-11、D2300-11、D2500-11 离心鼓风机

$\frac{S1000\text{-}11}{S1200\text{-}11}$型离心鼓风机

S1100-17、S1100-18、S1400-16 型离心鼓风机

MQ1500-1.08/0.84 型离心鼓风机

SJ1600-1/0.915 型离心鼓风机

S6500-11 型离心鼓风机

烧结抽烟 SJ 型系列离心鼓风机

高温 W 型、R 型系列离心鼓风机

单级悬臂 AⅠ型、B 型系列离心鼓风机

单级双支承 AⅡ型系列离心鼓风机

三、压缩机型号

DH 型离心压缩机

DL 系列离心压缩机

高速多级 D 型系列离心鼓风机、压缩机

高速多级 E 型、EP 型、EI 型系列离心压缩机

MQ150-4/1.037 型离心压缩机

EI150-6/0.865 型离心压缩机

MCL303、MCL353 型离心压缩机

MCL405+MCL355 型离心压缩机

BCL407+2BCL408 型离心压缩机

2MCL607+2MCL306 型离心压缩机

2MCL705 型离心压缩机

PLC WORLD

MCL1003、MCL1004 型离心压缩机
A 型系列轴流压缩机(静叶不可调)、
AV 型系列轴流压缩机(全静叶可调)
高炉煤气余压发电用透平膨胀机

四、罗茨鼓风机型号

L13LD～L64LD
L21WD～L105WDA　罗茨鼓风机
FR22 型罗茨鼓风机
FR60 型罗茨鼓风机
煤气专用系列罗茨鼓风机
密集成套系列罗茨鼓风机
ZLX 系列消声器
Z、T、J、C、K 型消声器

注：包括利用外国技术或引进的技术制造的风机

PLC WORLD

第二章　风机的主要性能参数

第一节　性能参数的确定

一、主要性能参数的确定

风机的主要性能参数包括流量(可分为排气与送风量)、压力、气体介质、转速、功率。参数的确定项目见表 2-1。

表 2-1　参数的确定项目

项　目		单　位	备　注
流　量	风　量	m^3/min、m^3/h、kg/s	最大、最小风量喘振点
	标准风量	m^3/min(NTP)、m^3/h(NTP)	
压　力	进气及出气静压、风机静压、全压、升压	Pa、MPa	
气体介质	温　度	℃	最高、最低温度
	湿　度	%、kg/h	
	密　度	kg/m^3(NTP)	
	灰尘量及灰尘的种类	g/m^3、g/m^3(NTP)、g/min	附着性、磨损性、腐蚀性
	气体的种类		腐蚀性、有毒性、易爆性
转　速		r/min	滑动 定速、变速(转速范围)
功　率	输出功率	kW	驱动机(电动机、蒸汽透平、发动机) 驱动方法(带轮、直联、液力联轴器)

注：NTP 表示标准工况

二、风机应用环境的确定

在设计制造风机时，应明确标明风机应用环境的大气压力、环境温度、气体成分。

第二节　流　　量

一、流量的换算

所说的风机的流量是用出气流量换算成其进气状态的结果来表示的，通常以 m^3/min、m^3/h 表示。但在压比为 1.03 以下时，也不妨将出气风量看作为进气流量。在化学工业等领域中，以 m^3/h(常温常压)来表示的情况居多，它是将流量换算成标准状态，即 0℃、0.1MPa 干燥状态。另外有时还以质量 m 按 kg/s 来表示的。

PLC WORLD

流量亦称气体量或空气量。将出气流量 q_{Vd}换算成进气流量 q_{VS}，可按下式计算

$$q_{VS} = q_{Vd}\frac{\rho_d}{\rho_s} \tag{2-1}$$

式中 ρ_d——出气气体的密度(kg/m³)；

ρ_s——进气气体的密度(kg/m³)。

将标准状态的流量 q_{VN}[m³/min (常温常压)]换算成进气流量 q_{VS}(m³/min)，可按下式计算

$$q_{VS} = q_{VN}\frac{p_{b1}}{p_{b1} - \varphi p_s} \times \frac{T_1}{273} \tag{2-2}$$

式中 T_1——进气气体的热力学温度(K)；

p_{b1}——进气绝对压力(kPa)；

p_s——水蒸气的饱和压力(kPa)；

φ——相对湿度。

二、排气量、送风量

1. 空调的换气量

1）换气量虽说越多越好，可是它将导致设备的增大，特别是既要处理外部大气，又要进行采暖或制冷时，在经济上将造成很大的负担。所以，其换气量应限定在最低需要量上。在无作业污染，仅有作业者人为污染的情况下，换气量与吸烟有很大关系。如果吸烟量为每人每小时0.5支以内或“偶尔有人吸烟”的程度，其换气量为10～15m³/(h·人)，稍多点为20～25m³/(h·人)，象娱乐及集会场所每人每小时吸2支以上时，则40～50m³/(h·人)的换气量为最低需要量，以其1.5倍左右的换气量为适宜。一般情况下是以35m³/(h·人)为标准。

2）室内人员不确定时，取表2-2中每平方米地面面积换气量[m³/(h·m²)]的值。

表2-2 每平方米地面面积的换气量 [m³/(h·m²)]

房间名称	换气量	房间名称	换气量	房间名称	换气量	房间名称	换气量
住宅室	8	娱乐休息室	15	非营业厨房	35	家用厕所	20
办公室	10	吸烟室	20	厨房菜案	15	洗澡间	10
工作人员执勤室	12	小会议室	25	热水房	15	放映室	20
陈列室	12	营业食堂	25	更衣室	10	尘埃臭气室	30
化妆室	12	营业厨房	60	公用浴室	30	有毒、可燃性气体室	35
小卖店	15	厨房菜案	25	家用浴室	20	照相暗室	20
工作室	15	非营业食堂	20	公共厕所	30	机械电器室	10

2. 民用建筑的通风换气次数和最小新流量

（1）民用建筑最小新流量 见表2-3。

表2-3 民用建筑最小新流量

序号	房间名称	最小新流量/(m³/h·人)	序号	房间名称	最小新流量/(m³/h·人)
1	电影院、剧场、体育馆、图书馆阅览室、商店、博物馆、卧室、起居室、教室	8.5	3	特护病房、手术室	30
2	办公室、会议室、餐厅、医师诊室、普通病房	17	4	高级旅馆客房	30

注：1. 对于高级旅馆客房等，当其卫生间的排风量大于按本表所列数值时，则新风量应按排风量采取，卫生间的换气次数宜按5～8次/h计算。

2. 公共建筑和公共用房一般均为禁止抽烟；高级旅馆客房考虑有少量间歇性抽烟。

PLC WORLD

（2）中小学校通风换气次数　见表 2-4。

表 2-4　中小学校通风换气次数

序号	房间名称	换气次数/(次/h)	备注	序号	房间名称	换气次数/(次/h)	备注
1	小学教室 初中教室 高中教室	2.5 4 6	各类教室、物理、生物实验室	3	厕所、盥洗室、淋浴室	10	
				4	健身房	10	
				5	保健室	2	
2	化学实验室	10		6	学生宿舍	2.5	

注：各类教室的换气次数系按多数学校环境卫生规定每名学生每小时需要的换气量折算求得　该规定的换气量(m^3/h·人)为：小学生——9；初中生——14.4；高中生——21.6

对于设置集中采暖的寒冷和严寒地区，供暖期间的通风换气次数可参考表 2-5

表 2-5　集中供暖的通风换气次数

序号	房间名称	换气次数/(次/h)	序号	房间名称	换气次数/(次/h)
1	教室	1～1.5	4	健身房	3
2	化学试验室	3	5	保健室	1
3	厕所	5			

（3）托儿所、幼儿园的通风换气次数　见表 2-6。

表 2-6　托儿所、幼儿园通风换气次数

序号	房间名称	换气次数/(次/h)	序号	房间名称	换气次数/(次/h)
1	音体室、活动室、生活室、寝室、办公室	1.5	4	医务室、隔离室	1
2	盥洗室、厕所	3	5	厨房	3
3	浴室	1.5	6	洗衣房	5

（4）剧场、电影院

1）观众厅最小新风量可按 7～10m^3/(h·人)选用　当室外空气中 CO_2 含量低时可取下限，含量高时取上限[按室内稳定状态下的 CO_2 允许浓度应小于 0.0025m^3/m^3，人体散发的 CO_2 量按 0.02m^3/(h·人)计算]。

当作为会场用，持续使用时间较长时，应不小于 10m^3/h·人；若为一般文艺活动，且为间歇使用时可取 7m^3/h·人。

2）电影放映机的排风量按下值选用：

700m^3/h·台(弧光灯)

600m^3/h·3kW(氙灯)

800m^3/h·5kW(氙灯)

放映室换气次数应不低于 15 次/h。

（5）疗养院、综合医院通风换气次数　见表 2-7。

PLC WORLD

表 2-7 疗养院、综合医院通风换气次数

序号	房间名称	换气次数/(次/h)		序号	房间名称	换气次数/(次/h)	
		进气	排气			进气	排气
1	疗养卧室	+3	-1	12	西药房、调剂室	+2	-2
2	治疗(诊断室)	—	-1.5	13	中药房、煎药室	+1	-3
3	X光室	+4	-5	14	蒸汽消毒室:污部	-	-4
4	体疗室	50~60m³/h·人			洁部	+2	—
5	电疗、光疗、水疗室	+4	-5	15	洗衣房、洗衣分类、洗涤、烘衣室	+3	-5 -3
6	泥疗室	+3	-5	16	疗养员食堂:200座位以下	夏 40m³/h·人	冬 20m³/h·人
7	泥库及配泥室	—	-3		200座位以上		
8	按摩、针灸室	+1	-2	17	烹饪室		-4
9	包扎室	+2	-3	18	食具厨具洗涤室		-1.5
10	一般手术室	+5	-6	19	配餐室		-1
11	X光的操纵室及暗室	+2	-3	20	疗养院浴室:盆、淋、池浴		-5

注:1. 一般房间及走廊、楼梯间等,应用自然通风。

2. 理疗科的静电治疗室,光疗的紫外线室,蜡疗的溶蜡室,泥疗室,针灸室,西药房,制剂室;中心供应室的敷料制作室,消毒室;放射科的机房和暗室;营养厨房;中药房的煎药室等,应有机械排风装置。

3. 200座位以上的疗养员食堂应有机械排风装置。

三、管道内的风速

确定复杂管路管径的普遍做法是,首先确定标准管道内的风速。并将此作为大致的指标。这些标准风速见表 2-8。

表 2-8 标准风速 (m/s)

气体	风机	进气管	7~15	气体	风力输送	谷物 15~30
		出气管	10~30			煤粉 20~40
	压缩机	进气管	10~20			水泥 20~40
		出气管(低压)	20~30			氧化铝 30~40
		出气管(高压)	10~15			砂 30~45
	氨	进气管	5.5~10			橡胶粉末 15
		出气管	7~13			纱屑 7.5
	二氧化碳	进气管	1.25~4			金属屑 18
		出气管	2.7~8			锯末 15
	通风管道	低速管道 主管道	住宅 3.5~4.5			
			工厂 6~9			
		分管道	住宅 3			
			工厂 4~5			
		分上升管道	住宅 2.5			
			工厂 4			
		大气进气口	2.5			
		高速管道——主管道	20~30			

在通风及空调用空气配管中,将风速低于 15m/s 的管道称为低速管道,将风速在此以上或静压超过 490Pa 的管道称为高速管道。

空气输送固体时,空气速度要留有充分的余量,这是由于不同的固体所确定的下降速度所要

PLC WORLD

求的。如果加大空气速度，则会相应增加动力费用，然而若以低速输送，则有引起阻塞的危险。

第三节　压力与功率

一、压力

为进行正常通风，需要有克服管道阻力的压力，风机则必须产生出这种压力。风机的压力分为静压、动压、全压三种形式。其中，克服前述送风阻力的压力为静压；把气体流动中所需动能转换成压力的形式为动压，实际中，为实现送风目的，就需有静压和动压。

二、全压、静压、动压、风机的全压及静压

(1) 静压、动压、全压

静压 p_s 为气体对平行于气流的物体表面作用的压力，它是通过垂直于其表面的孔测量出来的。

动压 p_d 以下式表示：

$$p_d = \frac{\rho v^2}{2} \tag{2-3}$$

式中　p_d——动压(Pa)；

ρ——气体的密度(kg/m³)；

v——气体的速度(m/s)。

全压 p_t 为动压和静压的代数和，即：

$$p_t = p_s + p_d \tag{2-4}$$

(2) 风机的全压、静压

所谓风机的全压是指由风机所给定的全压增加量，即风机的出口和进口之间的全压之差。若注脚 2 表示出口，1 表示进口，则

$$\begin{aligned} p_{tF} &= p_{t2} - p_{t1} = \\ &(p_{s2} + p_{d2}) - (p_{s1} + p_{d1}) = \\ &(p_{s2} - p_{s1}) + (p_{d2} - p_{d1}) \end{aligned} \tag{2-5}$$

所谓风机的静压是指由风机的全压减去风机出口处的动压，即：

$$\begin{aligned} p_{sF} &= (p_{t2} - p_{t1}) - p_{d2} = \\ &(p_{s2} - p_{s1}) + (p_{d2} - p_{d1}) - p_{d2} = \\ &(p_{s2} - p_{s1}) - p_{d1} \end{aligned} \tag{2-6}$$

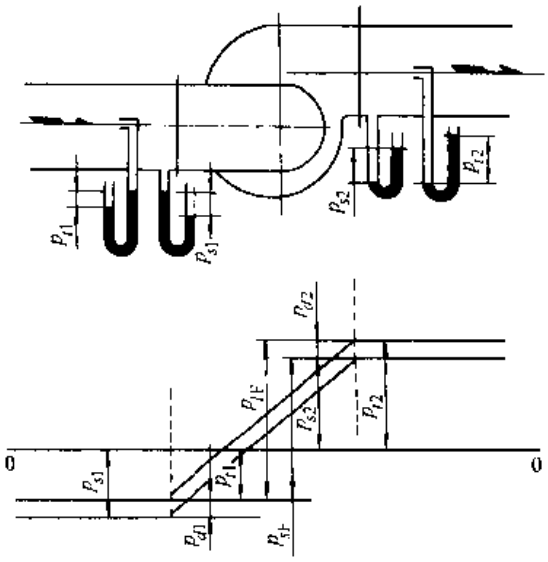


图 2-1　风机的压力

式中　p_{tF}——风机的全压(Pa)；

p_{sF}——风机的静压(Pa)；

p_{t1}——风机进口全压(Pa)；

p_{t2}——风机出口全压(Pa)；

p_{d1}——风机进口处动压(Pa)；

p_{d2}——风机出口处动压(Pa)；

PLC WORLD

p_{s1}——风机进口处静压(Pa)；

p_{s2}——风机出口处静压(Pa)。

如果风机的进口和出口的面积相等，则动压也可看作大致相等($p_{d2}=p_{d1}$)，对于全压及静压可归纳如下：

1）在使用状态下，如图 2-1 所示，在同时带有进气管和出气管的风机中，出口静压与进口静压之差中，再减去进口动压，即，根据式(2-5)，$p_{d2}=p_{d1}$，则

风机的全压　　$p_{tF}=p_{s2}-p_{s1}$

此外，风机的静压由式(2-6)可知。

2）在使用状态下，仅具有出气管，进口朝大气开放时的风机全压为出口静压与出口动压之和。此外，风机的静压可用出口静压表示，即，因 $p_{s1}=0$、$p_{d1}=0$，根据式(2-5)，式(2-6)

风机的全压　　$p_{tF}=p_{s2}+p_{d2}$

风机的静压　　$p_{sF}=p_{s2}$

3）在使用状态下，仅具有进气管，出口朝大气开放时的风机全压可用进口静压表示，风机的静压可以在进气静压(负压)上加上进口动压表示。即

风机的全压　　$p_{tF}=-p_{s1}$

风机的静压　　$p_{sF}=-p_{s1}+p_{d1}$

压力单位，在通风机中，可用 Pa 表示；在鼓风机中，可用 kPa 或 MPa 表示。

上述压力均是以表压表示出来的，需要更清楚地表示时，应写成 p（表压）。绝对压力为表压加外界大气压力，写成 p_b（绝对压力）。通常，绝对压力是以 p_b 表示，表压是以小写 p 表示，用 p 表示绝对压力时，应特殊注明。

三、压力损失

流过某一风量时的压力损失取决于管道长度、表面粗糙度、弯度、截面积变化程度等、管道本身所具有的性质和通过其内部的空气速度。将其用公式表示如下

$$p=\frac{\xi v^2\rho}{2} \tag{2-7}$$

式中　p——压力损失(Pa)；

v——流速(m/s)；

ρ——气体的密度(kg/m^3)；

(20℃大气压的空气 $\rho=1.2$)

ξ——管道固有的阻力系数。

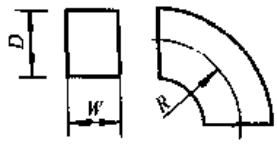
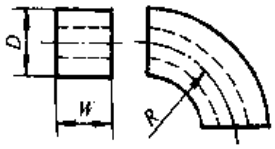
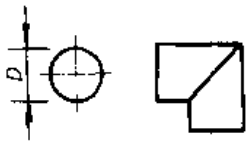
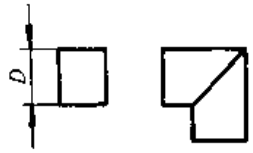
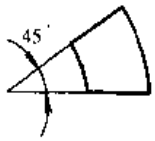
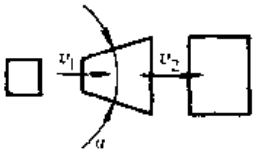
由上式(2-7)可知，压力损失与风量的二次方成正比。也就是说，为使同一管道中流动的风量达到 2 倍，则必须加给 4 倍的压力。

如果知道管道的阻力系数 ξ，则可计算压力损失，即可计算为输送所需风量需要达到的静压。表 2-9 列出各种管道的阻力系数。其压力损失的计算例如下。

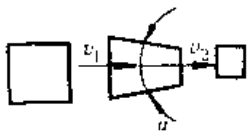
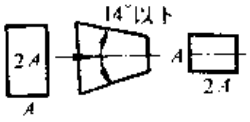
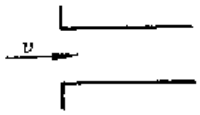
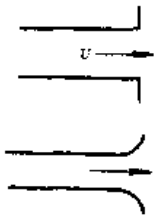
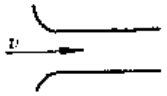
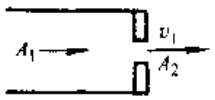
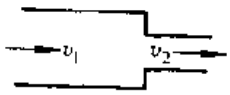
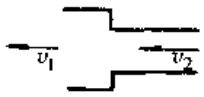
表 2-9　管道的阻力系数

风管部分	形　状　图	条　件	ξ 值
(1) 直管			$0.02\times\frac{L}{D}$

（续）

风管部分	形　状　图	条　件		ξ值
(2) 圆形弯管		$R/D=0.5$ $=0.75$ $=1.0$ $=1.5$ $=2.0$		0.75 0.33 0.26 0.17 0.15
(3) 矩形截面弯管		W/D	R/D	
		0.5	0.5 0.75 1.0 1.5	1.00 0.47 0.28 0.15
		1～3	0.5 0.75 1.0 1.5	0.95 0.33 0.20 0.13
(4) 矩形截面弯管带导叶		W/D	R/D	
		1	0.5 0.75 1.0 1.5	0.70 0.16 0.13 0.12
		2	0.5 0.75 1.0 1.5	0.45 0.12 0.10 0.15
(5) 圆管的对接接头		导叶片		0.87
(6) 矩形管的对接接头				1.25
(7) 45°弯管		有、无矩形圆形导叶片		90°弯管的1/2
(8) 扩散管		$\alpha=5°$ $\alpha=10°$ $\alpha=20°$ $\alpha=30°$ $\alpha=40°$		0.17 0.28 0.45 0.59 0.73
		ξ为相对于$\xi\times\frac{\rho}{2}(v_1^2-v_2^2)$的值		

（续）

风管部分	形　状　图	条　件	ξ值
(9) 收敛管		$\alpha = 20°$ $\alpha = 45°$ $\alpha = 60°$	0.02 0.04 0.07
		ξ为相对于$\xi \times \frac{\rho v_d^2}{2}$的值	
(10) 变形管			0.15
(11) 急收进口			0.50
(12) 急收出口 （包括喇叭口）			1.0
(13) 带喇叭口进口			0.03
(14) 节流孔板		$A_2/A_1 = 0$ $= 0.25$ $= 0.50$ $= 0.75$ $= 1.0$	2.8 2.4 1.9 1.5 1.0
(15) 急收		$v_2/v_1 = 0$ $= 0.25$ $= 0.50$ $= 0.75$	0.5 0.47 0.32 0.18
		ξ为相对于$\xi \times \frac{\rho v_d^2}{2}$的值	
(16) 急扩		$v_1/v_1 = 0$ $= 0.20$ $= 0.40$ $= 0.60$ $= 0.80$	1.0 0.64 0.36 0.16 0.04
		ξ为相对于$\xi \times \frac{\rho v_d^2}{2}$的值	

注：$v_d = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$，下同。

PLC WORLD

例(2-1)

按图 2-2 布置配管，进行喷涂车间的通风换气。其所需风量为 500m³/min，并计算得出需要哪种静压，其配管的截面为边长 0.6m 的正方形。

计算

(1) 将管路重新绘制成线路图　并在各部标上编号(图 2-3)。

(2) 按不同形状整理各编号部分　求出合计阻力系数见表 2-10。

表 2-10　阻力系数

形　状	直管代号	弯管代号	出气代号
部分编号(图 2-3)	① ③ ⑤ ⑦	② ④ ⑥	⑧
阻力系数	表 2-9-(1)	表 2-9-(3)	表 2-9-(12)

条件……

$$R_2/D = 0.6/0.6 = 1$$

$$R_1/D = 0.6/0.6 = 1$$

$$\xi\begin{cases} L = 3+6+3+8 = 20\text{m} \\ D = 0.6\text{m} \\ \xi_1 = 0.02\times 20/0.6 = 0.667\ (\text{直管}) \quad \xi_2 = 0.2\times 3 = 0.6\ (\text{弯管}) \\ \xi_3 = 1.0\ (\text{出气}) \end{cases}$$

总计　$\zeta = 0.667 + 0.6 + 1.0 = 2.267$

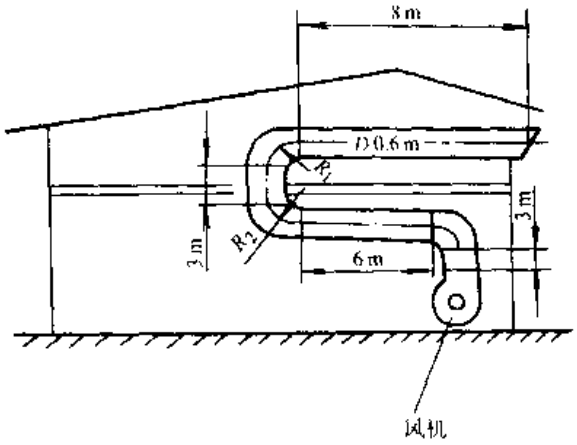


图 2-2　通风配管图

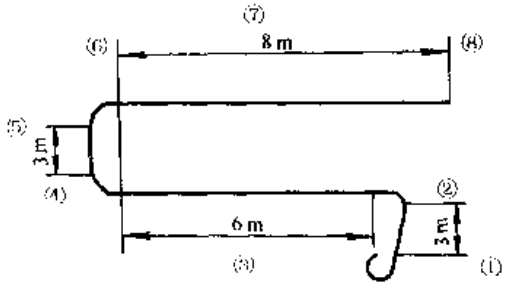


图 2-3　通风配管线路图

(3) 求风速

$$v = q_v/60\times A$$

$$A = 0.6^2 = 0.36\text{m}^2$$

$$v = 500/(60\times 0.36) = 23.2\text{m/s}$$

用于直管损失计算的 D 值：　$D = 4\times\dfrac{A}{S}$

式中　A——截面积(m²)；

S——周围长度(m)；(截面为圆时，D 为直径；截面为正方形时，D 为边长)。

PLC WORLD

（4）求静压

$$p_s = \frac{\xi \cdot \rho v^2}{2}$$

在常温大气压的空气中，$\rho = 1.2\text{kg/m}^3$

$$p_s = \frac{2.267 \times 1.2\text{kg/m}^3 \times (23.2\text{m/s})^2}{2} = 732\text{Pa}$$

即需要具有 732Pa 静压的风机。例题中所需风机的规格为：风量 = 500m³/min、静压 = 732Pa、温度 = 20℃。

四、气体的物理性质及主要混合气体的成分

表 2-11 中列出了气体的物理性质，表 2-12 列出了主要混合气体的成分。这些是确定风机规格所必须的资料。

表 2-11　气体的物理性质

气　体	分　子　式	摩尔质量 M/(kg/kmol)	气体常数 R/kg/(kg·k)	密度(1atm[①],0℃) ρ_0/(kg/m³)	质量热容/(kJ/kg·K)		绝热指数 $K = C_p/C_v$
					C_p	C_v	
干燥空气	—	28.967	0.28713	1.293	1.005	0.716	1.40
氧气	O_2	31.889	0.26083	1.429	0.914	0.654	1.40
氮气	N_2	28.013	0.29691	1.250	1.021	0.721	1.42
氢气	H_2	2.016	4.1264	0.0898	14.248	10.119	1.41
氦气	He	4.003	2.0780	0.1785	5.233	3.182	1.64
氩气	Ar	39.948	0.20821	1.7838	0.523	0.318	1.64
CO	CO	28.011	0.29693	1.2505	1.041	0.743	1.40
CO_2	CO_2	44.010	0.18899	1.977	0.820	0.630	1.30
NO	NO	30.006	0.27719	1.340	0.998	0.721	1.38
氯化氢	NCl	36.461	0.22812	1.639	0.800	0.569	1.41
一氧化二氮	N_2O	44.013	0.18898	1.980	0.892	0.703	1.27
二氧化硫	SO_2	64.063	0.12983	2.926	0.608	0.479	1.27
氨	NH_3	17.031	0.48838	0.771	2.056	1.566	1.31
水蒸气	H_2O	18.015	0.46170	—	—	—	—
乙炔	C_2H_2	26.038	0.31943	1.179	1.513	1.216	1.24
甲烷	CH_4	16.043	0.51846	0.7168	2.156	1.633	1.32
甲基氯	CH_3Cl	50.488	0.16474	2.375	0.737	0.574	1.28
乙烯	C_2H_4	28.054	0.29648	1.2604	1.612	1.290	1.25
乙烷	C_2H_6	30.070	0.27660	1.356	1.729	1.444	1.20
乙基氯	C_2H_5Cl	64.515	0.12887	2.880	1.340	1.156	1.16
丙烷	C_3H_8	44.09	0.19031	1.97	1.671	1.478	1.13
氯	Cl_2	71.00	0.11331	3.167	0.477	0.352	1.36
氟	F_2	38.00	0.21778	1.710	0.825	—	—

① 1atm≈101.325kPa，下同。

PLC WORLD

表 2-12　主要混合气体的成分表

气体燃料	成分(体积分数)/%							发热量/(J/m³)	产气量/(m³/t)	主要用途
	CO_2	C_mH_n	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2			
煤气 蒸馏气体	2.6	3.0	0.3	6.9	51.9	30.2	5.1	21348.6×10^3	300	城市煤气
煤气 焦炉煤气	2.5	3.0	0.7	9.9	52.1	27.3	4.5	20930×10^3	350	城市窑炉
发生炉煤气 使用煤	3.5	—	—	26.7	10.2	3.8	55.8	6195.3×10^3	2940	窑炉
发生炉煤气 使用焦炭	5.0	—	—	27.1	10.9	1.1	55.9	5274.4×10^3	3790	城市煤气用窑炉
水煤气	8.0	—	0.2	35.0	49.0	1.0	6.8	11093×10^3	1500	原料气
增碳	4.5	10.0	0.3	32.0	35.0	13.0	5.3	21348.6×10^3	—	城市煤气
混合气	5.2	1.6	0.8	31.2	42.3	7.8	11.1	14023.1×10^3	1200	城市煤气
高炉气	1.2	—	—	27.0	2.0	—	60.0	3767.4×10^3	—	窑炉锅炉
木炭煤气	0.8	—	0.4	30.0	10.0	—	58.8	5065.1×10^3	4000	
木柴煤气	13.0	0.3	0.6	20.0	15.0	1.5	50.6	5441.8×10^3	—	小工业用机车
石油气	2.7	35.3	2.1	1.2	20.3	29.0	4.4	46046×10^3	500m³/t 重油	城市煤气用
天然气 湿性气体	0.3	—	—	—	—	C_nH_{2n+1} 99.7	—	49185.5×10^3		机车、城市煤气用、窑炉用
天然气 干式气体	—	0.0～0.2	0.1～0.8	—	—	74.6～92.5	0～5.5	30264.7×10^3～36208.9×10^3		
液化气								57766.8×10^3		
乙炔气									300～350 L/kg 电石	

表 2-13 列出了气体的蒸汽参数

表 2-13　蒸汽参数表

温度/℃	水蒸气压力 p_s/kPa	温度/℃	水蒸气压力 p_s/kPa	温度/℃	水蒸气压力 p_s/kPa	温度/℃	水蒸气压力 p_s/kPa
0	0.6108	16	1.816	35	5.623	65	25.01
4	0.8129	20	2.337	36	5.940	70	31.17
5	0.8719	24	2.982	40	7.377	75	38.55
8	1.072	25	3.167	45	9.584	80	47.36
10	1.227	28	3.778	50	12.34	85	57.81
12	1.401	30	4.242	55	15.74	90	70.11
15	1.704	32	4.753	60	19.92	100	101.3

五、湿度的影响

湿空气的全压 p 等于空气中水蒸气的分压 p_u 与空气的分压 p_a 之和。该 p_u 等于相当于空气湿度的水蒸气饱和压力 p_m 时，此空气即称为饱和状态。当 $p_u < p_s$ 时，未达到饱和状态，所以可进一步含有水蒸气。p_s 可从蒸气表(表 2-13)中查得。则将含有 1 千克湿空气的水蒸气量 x (kg)称为绝对湿度，并将 1 立方米湿空气中的水蒸气量 ρ_u 与饱和空气中的水蒸气量 ρ_s 之比称为相对湿度 φ，即

$$\varphi=\frac{\rho_u}{\rho_s} \tag{2-8}$$

PLC WORLD

此外将1千克湿空气中的水蒸气量 x (kg)与对应于其温度的1千克湿空气中可含的饱和水蒸气量 x_s (kg)之比称为饱和度 Ψ，它们之间存在下式关系

$$\Psi = \frac{\varphi(p - p_s)}{(p - \varphi p_s)} \tag{2-9}$$

$$x_s = \frac{0.622 p_s}{p - p_s} \tag{2-10}$$

温度为 t (℃)、绝对湿度 X 的湿空气的气体常数 R_w 为

$$R_w = \frac{29 \times 27}{1 - 0.378 \dfrac{p_w}{p}} = \frac{47.05(0.622 + x)}{1 + x} \tag{2-11}$$

该湿空气每平方米的质量(kg)为

$$\rho = \rho_w + \rho_a = \frac{2.168(1 + x)p}{(273 + t)(0.622 + x)} = 3.49 \frac{p - 0.378\varphi p_s}{T} \tag{2-12}$$

式中　p——湿空气的全压(kPa)；

ρ_a——每立方米干空气的质量(kg/m^3)。

风机试验及检查方法中所规定的标准进气状态的空气($t = 20$℃，$p = 101.3$kPa、$\varphi = 65\%$)的密度 $\rho = 1.20$kg/m^3，此时的气体常数 $R = 287$

例如，求 $t = 50$℃，$p = 101.3$kPa，$\varphi = 50\%$ 的空气的密度 ρ 时，由蒸气表得知 $p_s = 12.33$kPa 经计算，$X_s = 0.0868$kg/kg，则代入式(2-9)得：

$$\Psi = \frac{0.5 \times (101.3 - 12.33)}{101.3 - 0.5 \times 12.33} = 0.467$$

$$x = 0.467 \times 0.0868 = 0.0405$$

$$\rho = \frac{2.168\ (\text{kg/m}^3)\text{kPa}^{-1} \times \text{℃} \times (1 + 0.0405) \times 101.3\text{kPa}}{(273\text{℃} + 50\text{℃})(0.622 + 0.0405)} = 1.068\text{kg/m}^3$$

六、压力和能量头

由风机所取得的压力与气体的密度成正比，所以，即使叶轮以相同转速运转，若气体密度小，所得的压力则低；若气体密度大，所得的压力就高。在计算 u_2 (叶轮圆周速度)、n_s (比转数)等时，则采用以 $p/\rho \cdot g$ 代替压力 p 的能量头 h (气柱 m)。例如，若取 $\rho = 1.2$kg/m^3，则 9806Pa 的能量头 $h = 9806/9.8 \times 1.2 = 838$m。

在压力比约为1.1以下的风机中，无论是进气压力 p_1 的气体密度还是出气压力 p_2 的气体密度均视为不变，由风机所给出的能量头(m)以式(2-13)表示

$$h = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} \tag{2-13}$$

在压力比为1.1～1.2的范围内，用进气和出气口处的气体密度平均值用 ρ_m 表示为

$$h = \frac{p_2 - p_1}{\rho_m g} \tag{2-14}$$

从 p_1 向 p_2 进行绝热压缩时的能量头可以下式表示

$$h = \frac{K}{K - 1} \frac{p_1}{\rho_1 g} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right] \tag{2-15}$$

式中　K——绝热指数，空气时1.40；

p_1——进气绝对全压(Pa)；

PLC WORLD

p_2——出气绝对全压(Pa)。

列出特性曲线时，一般常以 p-q_V 曲线表示，可是当压力比高时，在进行转速换算和进气气体密度换算中，并非以压力进行换算而必须以能量头进行换算，因此有时也有 h-q_1 曲线表示。

七、压力和出气温度

随着压力比的增大，进气温度与出气温度之差亦相应变大。图 2-4 列出压力和出气温度之间的关系。

八、轴功率和电动机输出功率

风机的压缩过程可近似为绝热压缩，则理论有效功率为 P_A，可由下式计算

1. 当压力比 > 1.2 不冷却时

$$P_A = \frac{K}{K-1}\frac{q_V p_1}{6\times 10^4}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}} - 1\right] \qquad (2\text{-}16)$$

2. 当 1.03 < 压力比 < 1.2 时，可以下式近似计算

$$P_A = \frac{q_1}{6\times 10^4}\left[(p_{s2}-p_{s1})\times\left(1+\frac{p_{s2}-p_{s1}}{2Kp_{s1}}\right)+(p_{d2}-p_{d1})\right] \qquad (2\text{-}17)$$

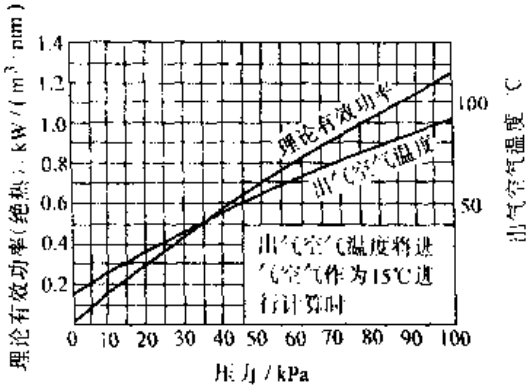


图 2-4　压力、理论有效功率及出气温度

3. 当压力比 < 1.03 时，可以下式近似计算

$$P_1 = \frac{q_V}{6\times 10^4}\left[(p_{s2}-p_{s1})+(p_{d2}-p_{d1})\right] \qquad (2\text{-}18)$$

式中　p_{s1}，p_{s2}——进口、出口绝对静压(Pa)；

q_V——风量(m^3/min)；

K——绝热指数；

p_{d1}，p_{d2}——进口、出口的动压(Pa)。

驱动机所要求的轴功率与上述理论有效功率之比应根据叶轮的形式、大小、结构及驱动方式来确定。该比值称之为总绝热效率(η_{tad})。因而，轴功率(kW)可以下式表示

$$P_{sh} = P_1/\eta_{tad} \qquad (2\text{-}19)$$

理论有效功率亦可根据与图 2-4 中它与压力之间的关系图求得。

例 (2-2)

已知　$q_n = 60m^3/min$　压力比 1.5　　$p_1 = 98000Pa$

计算

(1) $P_A = \frac{K}{K-1}\frac{60\times 98000}{6\times 10^4}\left[1.5^{\frac{K-1}{K}}-1\right] = 42kW$

查图 2-4　理论有效功率（绝热）为 0.7kW/（m^3/min）

(2) $P_A = 60m^3/min \times 0.7kW/(m^3/min) = 42kW$

PLC WORLD

第三章　风机的无因次参数

第一节　风机的主要无因次参数

我国目前生产的风机系列产品，是利用一台研制好的模型样机，然后按几何相似原理放大或缩小尺寸，生产出各种不同机号的风机。因此，某一系列的风机，各种机号的性能均可用下面所述的无因次性能参数表示。

一、流量系数 φ

$$\varphi = \frac{q_V}{\frac{\pi D_2}{4} u_2} \tag{3-1}$$

式中　q_V——流量(m^3/s)；

D_2——叶轮外径(m)；

u_2——叶轮外缘圆周速度(m/s)。

二、全压系数 ψ_t

$$\Psi_t = \frac{p_{tF}}{\frac{1}{2}\rho u_2^2} \tag{3-2}$$

三、静压系数 Ψ_s

$$\Psi_s = \frac{p_{sF}}{\frac{1}{2}\rho u_2^2} \tag{3-3}$$

四、功率系数 λ

$$\lambda = \frac{\Psi_t \cdot \varphi}{\eta_{tF}} = \frac{p_{tF} q_V}{\frac{\pi}{8} D_2^2 \rho u_2^3 \eta_{tF}} \tag{3-4}$$

五、无因次参数特性线

图3-1 为 4-72 离心式通风机的无因次特性线，横坐标为流量系数 φ，纵坐标为全压系数 Ψ_t，静压系数 Ψ_s，功率系数 λ。效率本身就是无因次参数，故图 3-1 中也画出了全压效率 η_{tF}。

六、比转速 n_s

比转速的概念，最早在研究水轮机引入，以后又广泛应用于水泵与通风机。

比转速可以作为通风机的分类、系列化和相似设计的依据，因而是通风机的一个非常重要的参数，用 n_s 表示。

通风机的比转速用下式确定

$$n_s = 5.54 n \frac{\sqrt{q_V}}{\sqrt[4]{\left(\frac{1.2}{\rho} p_{tF}\right)^3}} \tag{3-5}$$

式中　q_V——流量(m^3/s)；

p_{tF}——全压(Pa)；

n——转速(r/min)；

ρ——通风机进口的气体密度(kg/m^3)。

当通风机进口处为标准进气状况，且气体介质为空气时，式(3-5)中的 $\rho = 1.2 kg/m^3$，故式(3-5)可以写成

PLC WORLD

$$n_s = 5.54n\frac{\sqrt{q_V}}{\sqrt[4]{p_{tF}^3}} \tag{3-6}$$

一般离心式通风机的比转速 $n_s = 15 \sim 80$；混流通风机 $n_s = 80 \sim 120$；轴流通风机 $n_s = 100 \sim 500$。

对于标准进气状态 $\rho = 1.2\text{kg/m}^3$，式(3-6)还可写成

$$n_s = 138\frac{\varphi^{\frac{1}{2}}}{\Psi_t^{\frac{3}{4}}} \tag{3-7}$$

对于某一风机，当工况变化时，流量和压力(或流量系数和压力系数)都在变化。因此，一般每一个工况点都可以计算出一个比转速，即一台风机有很多的比转速。但是，为了便于比较，规定为：风机最高效率点的比转速，作为该风机的比转速。如 4-72 风机最高效率点的比转速为 72。

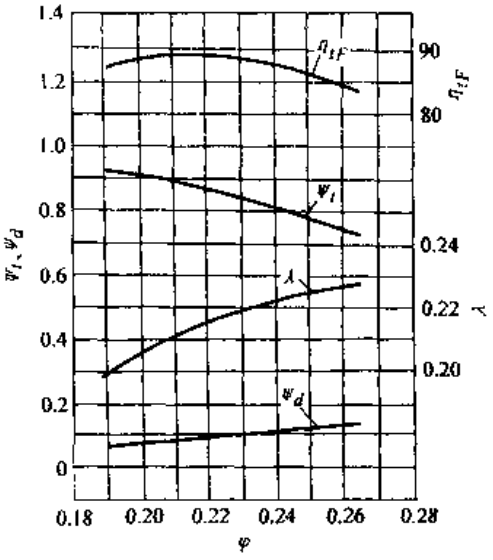


图 3-1 4-72 风机无因次特性曲线

φ—流量系数 Ψ_d—动压系数 λ—功率系数 Ψ_t—全压系数 η_{tF}—全压效率

另外通风机的比转速都是指单级单吸入时的比转速。故对双吸入单级通风机，式(3-6)初步计算时可写成如下形式

$$n_s = 5.54n\frac{\sqrt{\frac{q_V}{2}}}{p_{tF}^{3/4}} \tag{3-8}$$

双级单吸入风机

$$n_s = 5.54n\frac{\sqrt{q_V}}{\left(\frac{p_{tF}}{2}\right)^{3/4}} \tag{3-9}$$

例(3-1) 某双吸入风机，流量为 $650512\text{m}^3/\text{h}$，全压为 6527Pa，转速为 730r/min。试求其比转速。

解 由式(3-8)得

$$n_s = 5.54 \times 730\text{r/min}\frac{\sqrt{\frac{650512\text{m}^3/\text{h}}{2}}}{\frac{3600\text{s/h}}{(6527\text{Pa})^{3/4}}} = 52.94$$

例(3-2) 某双级鼓风机，流量为 $19780\text{m}^3/\text{h}$，全压为 31617Pa，转速为 2900r/min。试求其比转速。

解 由式(3-9)得

$$n_s = 5.54 \times 2900\text{r/min}\frac{\sqrt{\frac{19780\text{m}^3/\text{h}}{3600\text{s/h}}}}{\left(\frac{31617\text{Pa}}{2}\right)^{3/4}} = 26.7$$

第二节 由无因次参数转化为有因次参数的实例

一、由无因次参数转化为有因次参数

其实例见图 3-2～图 3-10 及表 3-1～表 3-15。

PLC WORLD

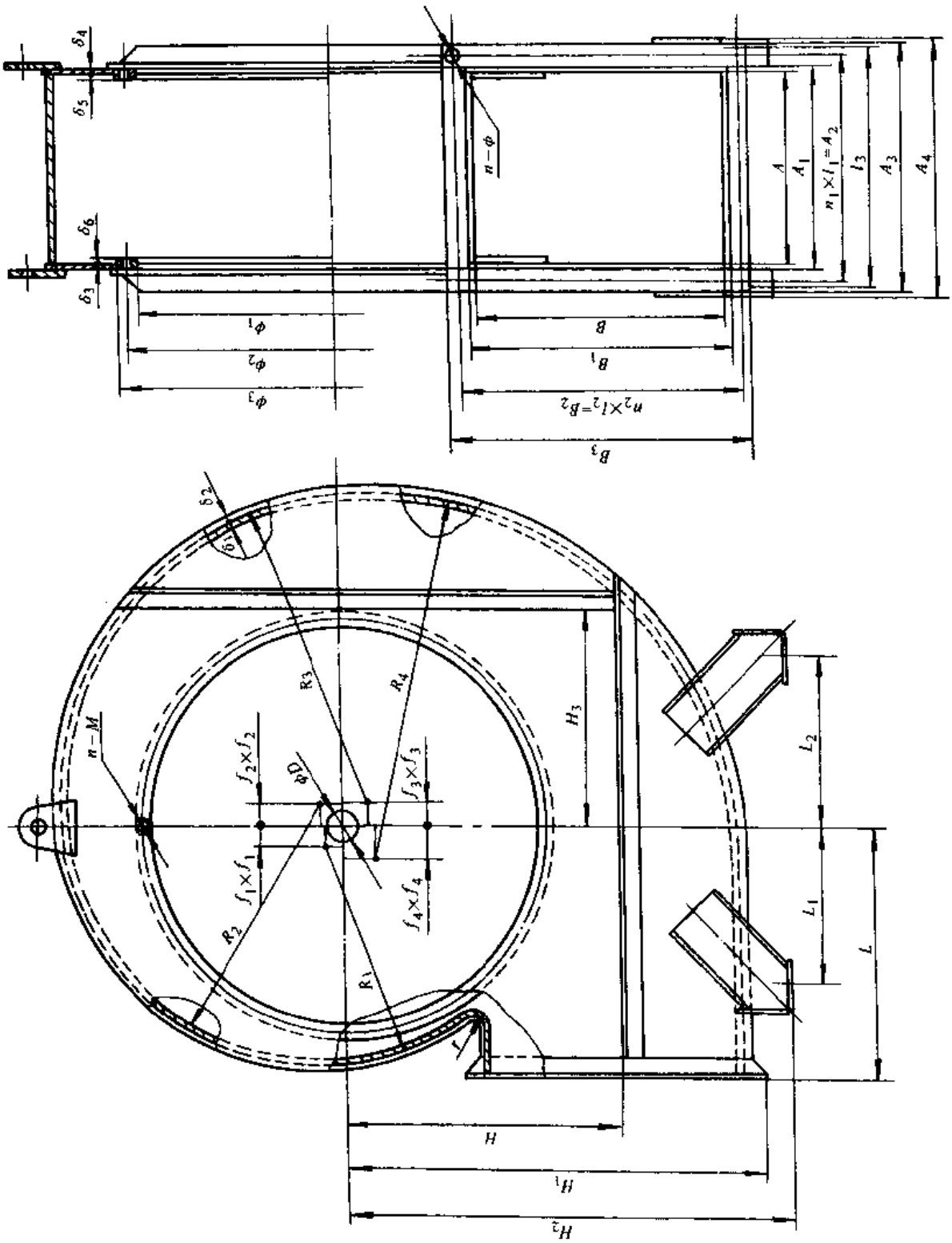


图 3-2　4-68、5-48、6-48 离心式通风机机壳图

PLC WORLD

二、影响风机相似设计和计算公式的主要因素

鼓风机压缩机性能转换时，必需加以考虑：

1）气体可压缩性

2）雷诺数 *Re*

3）尺寸效应

这些主要因素可参阅相应的手册资料

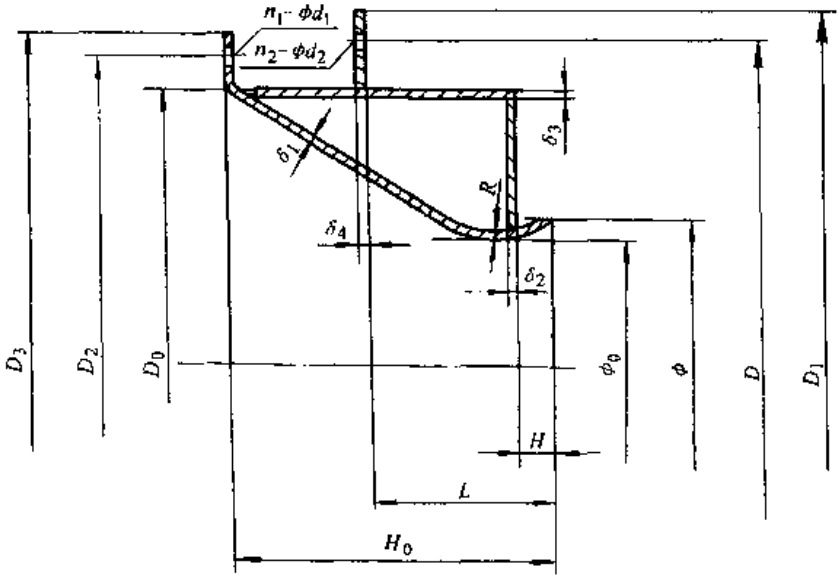


图 3-3 4-68、5-48、6-48 型离心式通风机进风口

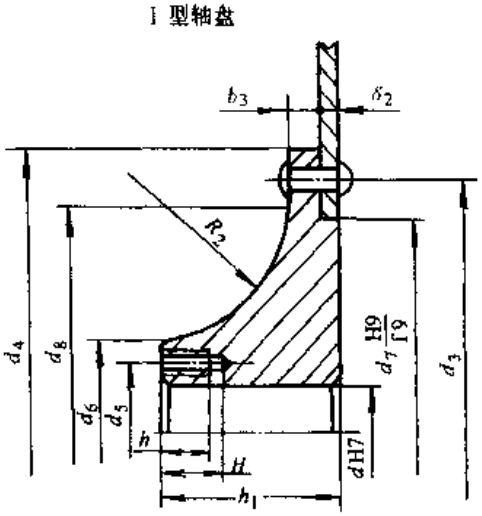


图 3-4 4-68、C4-68 叶轮用Ⅰ型轴盘（尺寸见表 3-12）

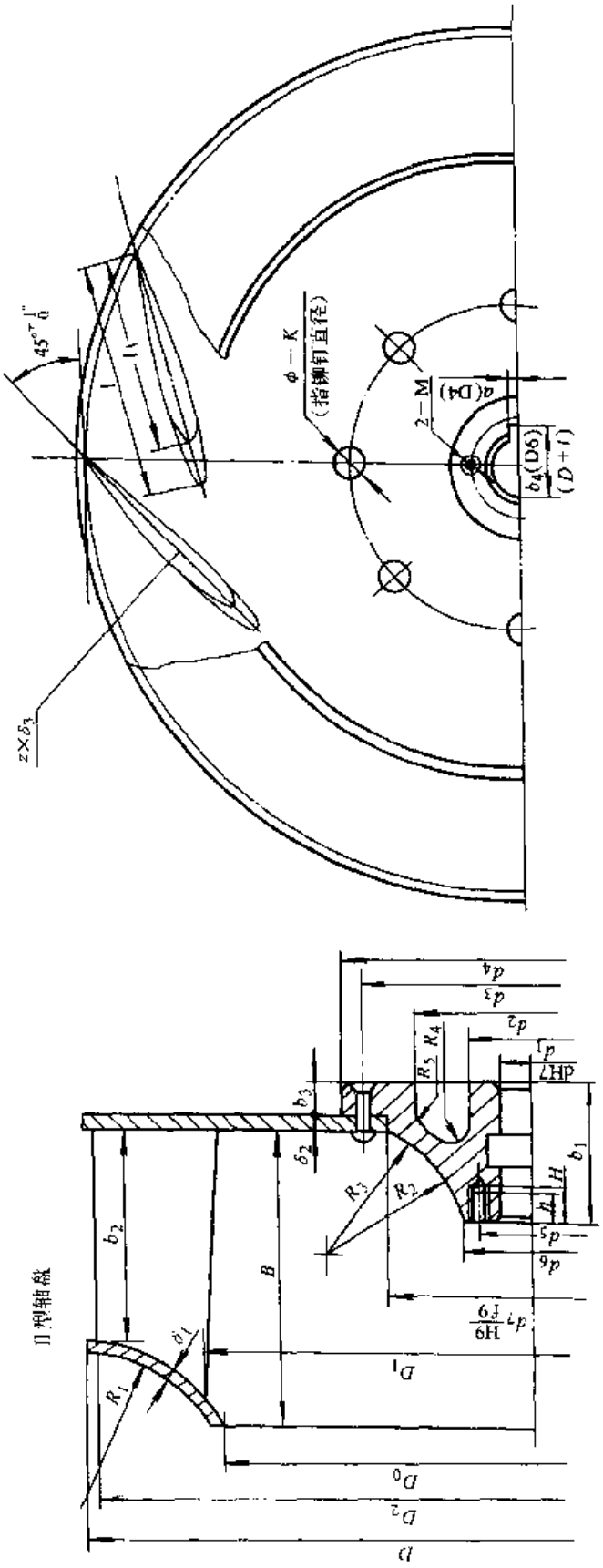


图 3-5　4-68、C4-68 叶轮

表 3-1 6-48、5-48 离心式通风机机壳尺寸(一) (mm)

图 号	机号	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	H	H_1	H_2	H_3	L	L_1	L_2	L_3	r	R_1	R_2	R_3	R_4	$f_1 \times f_1$	$f_2 \times f_2$	$f_3 \times f_3$	$f_4 \times f_4$
S1057.01	No3.15	335	355	375	211.7	341	–	–	–	–	–	–	10.6	174.3	207.5	245	290.5	15.7×15.7	17.3×17.3	20.4×20.4	25.1×25.1
S1058.01	No4	420	450	480	268.4	424.6	–	–	–	–	–		14	220.1	262.5	310.2	367.8	19.9×19.9	21.9×21.9	25.8×25.8	31.8×31.8
S1059.01	No5	520	560	580	340	531	–	–	–	–	–	–	18	279.2	332.1	342.6	465.7	25.2×25.2	27.7×27.7	32.8×32.8	40.3×40.3
S1060.01	No6.3	650	690	715	425.4	658.2	–	–	–	–	–	–	19.2	352.2	418.7	494.4	585.8	31.5×31.5	34.7×34.7	41×41	50.4×50.4
S1061.01	No8	820	860	900	540	853	900	–	495	350	400	479	26	446	530	626	742	40×40	44×44	52×52	64×64
S1062.01	No10	1020	1070	1110	680.5	1065.8	1120	575	623	450	500	583	32.5	562.4	668.2	789.1	435.2	50.4×50.4	55.4×55.4	65.5×65.5	80.6×80.6
S1063.01	No12.5	1275	1320	1385	846.7	1314.5	1370	715	774	600	600	737	40.4	700	831.7	982.2	1164.1	62.7×62.7	69×69	81.5×81.5	100.4×100.4

表 3-2 6-48、5-48 离心式通风机机壳尺寸(二) (mm)

图 号	机 号	$n_1 \times l_1$	$n_2 \times l_2$	n-M	n-ϕ	A	A_1	A_2	A_3	A_4	B	B_1	B_2	B_3	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5	δ_6	ϕD	出口角钢
S1057.01	No3.15	3×61	4×59	8-M8	14-ϕ7	157	162	189	212		202	208	236	258	3	4	2.5	2.5		4	40	∠25
S1058.01	No4	3×77	4×72.5	8-M10	14-ϕ7	199	204	231	254		256	262	290	312	4	4	2.5	2.5		4	50	∠25
S1059.01	No5	4×71	5×72	12-M10	18-ϕ7	252	258	284	308		324	332	360	382	4	4	3	3		5	50	∠25
S1060.01	No6.3	4×87	5×88.6	12-M10	18-ϕ7	315	321	348	371		409.5	415.5	443	465.5	6	5	3	3		5	60	∠25
S1061.01	No8	4×115.5	5×116	2×16-M10	18-ϕ15	400	409	462	309	537	520	532	580	626	6	5	4.5	4.5	6	6	82	∠50
S1062.01	No10	5×114	7×104	2×16-M12	24-ϕ15	504	513	570	613	641	655	671	728	771	8	5	4.5	4.5	6	6	82	∠50
S1063.01	No12.5	6×115	8×111	2×20-M12	28-ϕ15	627	637	690	737	765	815	835	888	935	10	6	5	5	8	8	102	∠50

表 3-3 4-68 离心式通风机机壳尺寸(一)

(mm)

图 号	机号	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	H	H_1	H_2	H_3	L	L_1	L_2	L_3	r	R_1	R_2	R_3	R_4	$f_1\times f_1$	$f_2\times f_2$	$f_3\times f_3$
S1027.01	№2.8	300	320	340	211.7	341	–	–	197	–	–	–	10.6	174.3	207.5	245	290.5	15.1×15.1	17.3×17.3	20.4×20.4
S1028.01	№3.15	335	355	375	238.7	379.6	–	–	220.6	–	–	–	12.5	196	233	275.3	326.4	17.6×17.6	19.4×19.4	22.9×22.9
S1029.01	№3.55	375	395	425	268.4	424.6	–	–	248	–	–	–	14	220.7	262.5	310.2	367.8	19.9×19.9	21.9×21.9	25.8×25.8
S1030.01	№4	420	450	480	302.5	475	–	–	278	–	–	–	16	248.6	295.4	349.1	414	22.4×22.4	24.6×24.6	29.1×29.1
S1031.01	№4.5	470	500	530	340	531	–	–	312	–	–	–	18	279.2	332.1	392.6	465.7	25.2×25.2	27.7×27.7	32.8×32.8
S1032.01	№5	520	560	580	378	587.5	–	–	347	–	–	–	20	310.5	269.3	436.5	517.5	28×28	30.8×30.8	36.4×36.4
S1033.01	№6.3	650	690	710	476.3	733.5	–	–	436	–	–	–	25	391	465.1	549.8	652.1	33.3×33.3	38.8×38.8	45.9×45.9
S1034.01	G4-68 №8	820	860	900	604.8	954.2	1000	–	556	400	400	527	28	501	595.1	702.6	832.5	44.8×44.8	49.3×49.3	58.2×58.2
S1044.01	№9	920	970	1010	680.5	1065.8	1120	–	623	450	500	583	32.5	562.4	668.2	789.1	935.2	50.4×50.4	55.4×55.4	65.5×65.5
S1035.01	№10	1020	1070	1110	756	1178	1220	575	690	500	550	639	37	624	741.6	876	1038.4	56×56	61.6×61.6	72.8×72.8
S1046.01	№11.2	1145	1190	1250	846.7	1314.5	1370	650	774	600	600	707	40.4	700	831.7	982.2	1164.1	62.7×62.7	69×69	81.5×81.5
S1036.01	№12.5	1275	1320	1385	945	1460	1515	720	861	660	660	780	46	780	927	1095	1298	70×70	77×77	91×91
S1048.01	№14	1440	1470	1530	1058.5	1640.8	1685	900	966	740	800	896	53	812.4	1037	1225.1	1452.4	78.4×78.4	86.2×86.2	101.9×101.9
S1041.01	№16	1640	1680	1740	1210	1865.2	1910	1050	1091.2	850	900	1008	62	995.6	1183.8	1398.9	1658.8	89.6×89.6	98.6×98.6	116.5×116.5
S1042.01	№20	2040	2080	2140	1512		2350		1348.5	1000	1000	1250	85.5	1236.5	1471.7	740.5	2065.3	112×112	123.2×123.2	145.6×145.6
S1050.01	Y4-68 №8	820	860	900	604.8	954.2	1000		556	400	400	527	28	501	595.1	702.6	832.5	44.8×44.8	49.3×49.3	58.2×58.2
S1051.01	№9	920	970	1010	680.5	1065.8	1120	575	623	450	500	583	32.5	562.4	668.2	789.1	935.2	50.4×50.4	55.4×55.4	65.5×65.5
S1052.01	№10	1020	1070	1110	756	1178	1220	575	690	500	550	639	37	624	741.6	876	1038.4	56×56	61.6×61.6	72.8×72.8
S1053.01	№11.2	1145	1190	1250	846.7	1314.5	1370	660	174	600	600	707	40.4	700	831.7	982.2	1164.1	62.7×62.7	69×69	81.5×81.5
S1054.01	№12.5	1275	1320	1385	945	1460	1515	720	861	650	660	780	46	780	927	1095	1298	70×70	77×77	91×91
S1055.01	№14	1440	1470	1530	1058.5	1640.8	1685	900	966	740	800	896	53	872.4	1037	1225.1	1452.4	78.4×78.4	86.2×86.2	101.9×101.9
S1056.01	№16	1640	1680	1740	1210	1865.2	1910	1050	1091.8	850	900	1008	62	995.6	1183.8	1398.9	1658.8	89.6×89.6	98.6×98.6	116.5×116.5

表 3-4 4-68 离心式通风机机壳尺寸(二)

(mm)

图 号	机号	$f_4 \times f_4$	$n_1 \times l_1$	$n_2 \times l_2$	n-M	n-ϕ	A	A_1	A_2	A_3	A_4	B	B_1	B_2	B_3	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5	δ_6	ϕD	出口角钢
S1027.01	№2.8	25.1×25.1	3×63	4×59	8-M8	14-φ7	157	162	189	212	–	204	208	236	258	2	2	2.5	2.5	4	4	130F8	∠25
S1028.01	№3.15	28.2×28.2	3×69	4×65	8-M8		176	181	207	231	–	229	233	260	283		4					130F8 180F8	
S1029.01	№3.55	31.8×31.8	3×77	4×72.5	8-M8		199	204	231	254	–	258	262	290	312							130F8 180F8	
S1030.01	№4	35.8×35.8	3×85	4×80.5	8-M10		224	229	255	219	–	291	295	322	345							130F8 180F8 230F8	
S1031.01	№4.5	40.3×40.3	4×71	5×72	8-M10	18-φ7	252	258	284	308	–	328	332	360	382			3	3	5	5	180F8 230F8	
S1032.01	№5	44.8×44.8	5×63	6×66	12-M10	20-φ7	280	286	315	336	–	364	369	396	419	2.5	5					180F8 250F8	
S1033.01	№6.3	56.4×56.4	5×77	6×82	12-M10	22-φ7	353	359	385	409	–	458.6	464.6	492	514.6					—		58	
S1034.01	G4-68 №8	71.7×71.7	5×103	6×109	2×16-M10	22-φ12	448	457	515	557	585	592	598	654	698	3		4.5	4.5	6	6	82	∠50
S1044.01	№9	80.6×80.6	5×114	7×104	2×16-M12	24-φ15	504	513	570	613	641	665	671	728	771								
S1035.01	№10	89.6×89.6	5×125	6×133	2×16-M12	22-φ15	560	569	625	669	697	738	744	798	844								
S1046.01	№11.2	100.4×100.4	6×115	8×111	2×20-M12	28-φ15	627	637	690	737	765	826	835	888	935	4.5	6	5	5	8	8	102	
S1036.01	№12.5	112×112	7×109	8×123	2×20-M12	30-φ15	700	710	763	810	838	921	930	984	1030								
S1048.01	№14	125.4×125.4	6×114	8×137	20-M12	28-φ15	784	796	86.4	922	996	1038	1039	1104	1165			6	6	–		130	∠63
S1041.01	№16	143.4×143.4	7×139	9×139	24-M16	32-φ15	896	908	973	1034	1108	1176	1185	1251	1311								
S1042.01	№20	179.2×179.2	10×120	12×128	24-M16	44-φ15	1120	1132	1200	1258	–	1456	1465	1536	1591		–						
S1050.01	Y4-68 №8	71.7×71.7	5×103	6×109	2×16-M10	22-φ12	448	457	515	557	585	582	598	654	698	8	5	4.5	4.5	6	6	82	∠50
S1051.01	№9	80.6×80.6	5×114	7×104	2×16-M12	24-φ15	504	513	570	613	641	655	671	728	771								
S1052.01	№10	89.6×89.6	5×125	6×133	2×16-M12	22-φ15	560	569	625	669	697	728	744	798	844								
S1053.01	№11.2	100.4×100.4	6×115	8×111	2×20-M12	28-φ15	627	637	690	737	765	815	835	888	935	10	6	5	5	8	8	102	
S1054.01	№12.5	112×112	7×109	8×123	2×20-M12	30-φ15	700	710	763	810	910	921	930	984	1030								
S1055.01	№14	125.4×125.4	6×114	8×137	20-M12	28-φ15	784	796	864	922	996	1019	1039	1104	1165			6	6	–		130	∠63
S1056.01	№16	143.4×143.4	7×139	9×139	24-M16	32-φ15	896	908	973	1034	1108	1165	1185	1251	1311								

PLC WORLD

表 3-5　4-68、5-48、6-48 离心式通风机进风口尺寸(一)　(mm)

代　号	D_0	D_2	D_3	ϕ_0	ϕ	H_0	H	R	δ_1	δ_2
ST0701×01	250	280	310	170	$183^{-0.5}_{-1.0}$	95	15	25	2	2
ST0701×02	280	320	350	191	$205^{-0.5}_{-1.2}$	95	17	28	2	2
ST0701×03	315	355	385	215	$230^{-0.5}_{-1.5}$	115	19	31.5	2	2
ST0701×04	355	395	425	241	258 ± 0.5	115	21	35.5	2	2
ST0701×05	400	450	490	272	290 ± 0.5	140	24	40	2.5	2.5
ST0701×06	450	500	540	305	$325-1.5$	145	27	45	2.5	2.5
ST0701×07	500	560	610	340	$365^{-1.0}_{-2.0}$	162	30	50	3	2.5
ST0701×08	560	620	670	382	$410^{-0.5}_{-2.0}$	182	34	56	3	2.5
ST0701×09	630	690	740	428	$460^{-0.5}_{-2.5}$	204	38	63	3	2.5
ST0701×10	710	770	820	484	$515^{0.5}_{-1.5}$	228	42	71	3	3
ST0701×11	800	860	910	544	580 ± 10	258	48	80	3	3
ST0701×12	900	970	1030	612	$650^{-10}_{-2.5}$	290	54	90	4	3
ST0701×13	1000	1070	1130	680	$725_{-1.5}$	324	60	100	4	3
ST0701×14	1120	1190	1250	762	$813^{-10}_{-3.0}$	362	67	112	4	3
ST0701×15	1250	1320	1380	850	$912^{-1.0}_{-4}$	404	75	125	4	3
ST0701×16	1400	1470	1530	952	$1022^{-2.0}_{-4.5}$	452	84	140	4.5	3
ST0701×17	1600	1680	1750	1088	$1168^{-2.0}_{-5.0}$	516	96	160	4.5	3
ST0701×18	1800	1880	1950	1224	$1314^{-2.0}_{-5.0}$	580	108	180	4.5	3
ST0701×19	2000	2080	2150	1360	$1460^{-2.5}_{-6.0}$	646	120	200	4.5	3

表 3-6　4-68、5-48、6-48 离心式通风机进风口尺寸(二)　(mm)

代　号	δ_3	δ_4	n_1-ϕd_1	n_2-ϕd_2	$D\times L$	D_1	配用机号		
							4-68	5-48	6-48
ST0701×01	2	3	8-ϕ10	8-ϕ10	355×71	385			3.15
ST0701×02	2	3	8-ϕ10	8-ϕ10	320×55	350	2.8		
ST0701×03	2	3	8-ϕ10	8-ϕ10 8-ϕ12	355×61 450×89	385 490	3.15		4

PLC WORLD

（续）

代号	δ_3	δ_4	n_1-ϕd_1	n_2-ϕd_2	$D \times L$	D_1	配用机号		
							4-68	5-48	6-48
STO701×04	2	3	8-φ10	8-φ10 8-φ12	395×68 450×89	425 490	3.55	4	
STO701×05	2	4	8-φ12	8-φ12 12-φ12	450×77 560×111	490 610	4		5
STO701×06	2	4	8-φ12	8-φ12 12-φ12	500×86 560×111	540 610	4.5	5	
STO701×07	2.5	4	12-φ12	12-φ12	500×95 690×138	610 740	5		6.3
STO701×08	2.5	4	12-φ12	12-φ12	690×138	740		6.3	
STO701×09	2.5	4	12-φ12	12-φ12 16-φ12	690×118 860×178	740 910	6.3		8
STO701×10	2.5	5	16-φ12	16-φ12	860×178	910		8	
STO701×11	2.5	5	16-φ12	16-φ12 16-φ15	860×152 1070×220	910 1130	8		10
STO701×12	2.5	5	16-φ15	16-φ15	970×170 1070×220	1030 1130	9	10	
STO701×13	2.5	5	16-φ15	16-φ15 20-φ15	1070×188 1320×272	1130 1380	10		12.5
STO701×14	3	6	20-φ15	20-φ15	1190×209 1320×272	1250 1380	11.2	12.5	
STO701×15	3	6	20-φ15	20-φ15	1320×233	1380	12.5		
STO701×16	3	6	20-φ15	20-φ15	1470×261	1530	14		
STO701×17	3	6	24-φ19	24-φ19	1680×297	1750	16		
STO701×18	3	6	24-φ19	24-φ19	1880×333	1950	18		
STO701×19	3	6	24-φ19	24-φ19	2080×369	2150	20		

表 3-7 4-68、G4-68 叶轮尺寸(一)

(mm)

机号	代号	传动方式	D	D_2	D_0	D_1	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7 $\frac{H9}{f9}$	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	b_1	b_2	b_3
2.8	S1027.25	A	285	280	$205^{+1.2}_{+0.5}$	207.2	18G7 22G7 28G7	–	–	125	150	46	60	90	51	40	–	–	–	45 45 56	70	8
3.15	S1028.25	A	320	315	$230^{+1.5}_{+0.5}$	233.1		–	–	125	150	46	60	90	57	40	–	–	–		79	8
3.55	S1029.25	A	360	355	$260^{\pm 0.5}$	262.7		–	–	125	150	46	60	90	64	40	–	–	–		89	8
4	S1030.25	A	405	400	$292^{\pm 0.5}_{0}$	296	JO_2 / Y 18G7 / 19G7 22G7 / 24G7 28G7 / 28G7 32G7 / 38G7 38G7 / 42G7	–	–	165	200	56	76	130	72.5	50	–	–	–	JO_2 / Y 45 / 45 45 / 45 55 / 55 75 / 75 76 / 95	100	10
4.5	S1031.25	A	455	450	$326^{+1.5}_{0}$	333		–	–	165	200	56	76	130	81	50	–	–	–		112.5	10
5	S1032.25	A	505	500	365^{+2}_{0}	370		–	–	165	200	56	76	130	90	50	–	–	–		125	10
6.3	S1033.25	C、D	640	630	$460^{+2.5}_{+0.5}$	466.2	ϕ48H7	–	–	190	240	75	100	150	114	75	–	–	–	90	157.5	13
8	S1034.25	C、D	810	800	$585^{\pm 1}$	592	ϕ65H7	145	260	370	440	110	145	320	145	100	185	20	10	130	200	23
9	S1044.25	D	910	900	$652^{+2.5}_{+1}$	666	ϕ65H7	145	260	370	440	110	145	320	162	160	185	20	10	130	225	23
10	S1035.25	C、D	1010	1000	$730^{+1.5}_{-1}$	740	ϕ65H7	145	260	370	440	110	145	320	180	160	185	20	10	150	250	25
11.2	S1046.25	D	1150	1120	815^{+3}_{+1}	829	ϕ85H7	170	340	470	530	130	170	420	201.6	170	205	20	12	150	280	25
12.5	S1036.25	C、D	1260	1250	912^{+4}_{+2}	925	ϕ85H7	170	340	470	530	130	170	420	225	170	205	20	12	170	312.5	25
14	S1048.25	D	1420	1400	$1022^{+4.5}_{+2}$	1035	ϕ105H7	200	460	600 ~ 650	710	150	200	560	252	250	285	40	15	200	350	25
16	S1041.25	B	1620	1600	1168^{+5}_{+2}	1184	ϕ105H7	200	460	600 ~ 650	710	150	200	560	288	250	285	40	15	200	400	25
20	S1042.25	B	2020	2000	$1460^{+6}_{+2.5}$	1480	ϕ105H7	200	460	600 ~ 650	710	150	200	560	360	250	285	40	15	200	500	25

表 3-8 4-68、G4-68 叶轮尺寸(二)

(mm)

机号	代号	传动方式	d + t		B	h	H	d (D_4)		$Z \times \delta_3$	2-M	ϕ-K	δ_1	δ_2	l	l_1	d_8	轴盘选用型号	附注
2.8	S1027.25	A	20.1 24.6 31.1		98	14	16	5 6 8		12×1.5	2-M6	8-ϕ6	1.5	3.5	78.4	70	110	Ⅰ型	No9、112、14 系指 G4—68 所具有 4-68 无此机号
3.15	S1028.25	A			110	14	16			12×1.5	2-M6	8-ϕ6	1.5	3.5	88.2	78.75	110	Ⅰ型	
3.55	S1029.25	A			124	14	16			12×1.5	2-M6	8-ϕ6	1.5	3.5	99.4	88.75	110	Ⅰ型	
4	S1030.25	A	JO_2	Y	140	16	18	JO_2	Y	12×1.5	2-M8	8-ϕ8	1.5	4.5	112	100	140	Ⅰ型	
4.5	S1031.25	A	20.4 24.6 31.1	21.7 27.2 31.2	157.5	16	18	5 6 8	6 8 8	12×2	2-M8	8-ϕ8	2	4.5	126	112.5	140	Ⅰ型	
5	S1032.25	A	35.5 41.6	41.2 45.2	175	16	18	10 12	10 12	12×2	2-M8	8-ϕ8	2	4.5	140	125	140	Ⅰ型	
6.3	S1033.25	CD	51.8		220.5	20	25	14		12×2	2-M12	8-ϕ10	2	5	176.4	157.5	160	Ⅰ型	
8	S1034.25	CD	70.6		280	30	35	18		12×4.5	2-M16	12-ϕ14	4.5	6	224	200		Ⅱ型	
9	S1044.25	CD	70.6		315	30	35	18		12×4.5	2-M16	12-ϕ14	4.5	6	252	225			
10	S1035.25	CD	70.6		350	30	35	18		12×4.5	2-M16	12-ϕ14	4.5	6	280	250		Ⅱ型	
11.2	S1046.25	D	–		392	30	35	24		12×4.5	2-M16	12-ϕ14	4.5	8	314	280			
12.5	S1036.25	CD	92.2		437	30	35	24		12×4.5	2-M18	12-ϕ14	4.5	8	350	312.5		Ⅱ型	
14	S1048.25	D	113.2		490	30	35	28		12×4.5	2-M20	两排 24-ϕ14	6	12	392	350			
16	S1041.25	B	113.2		560	30	35	28		12×4.5	2-M20	两排 24-ϕ14	6	12	4.48	400		Ⅱ型	
20	S1042.25	B	113.2		700	30	35	28		12×4.5	2-M20	两排 24-ϕ14	8	14	560	500		Ⅱ型	

PLC WORLD

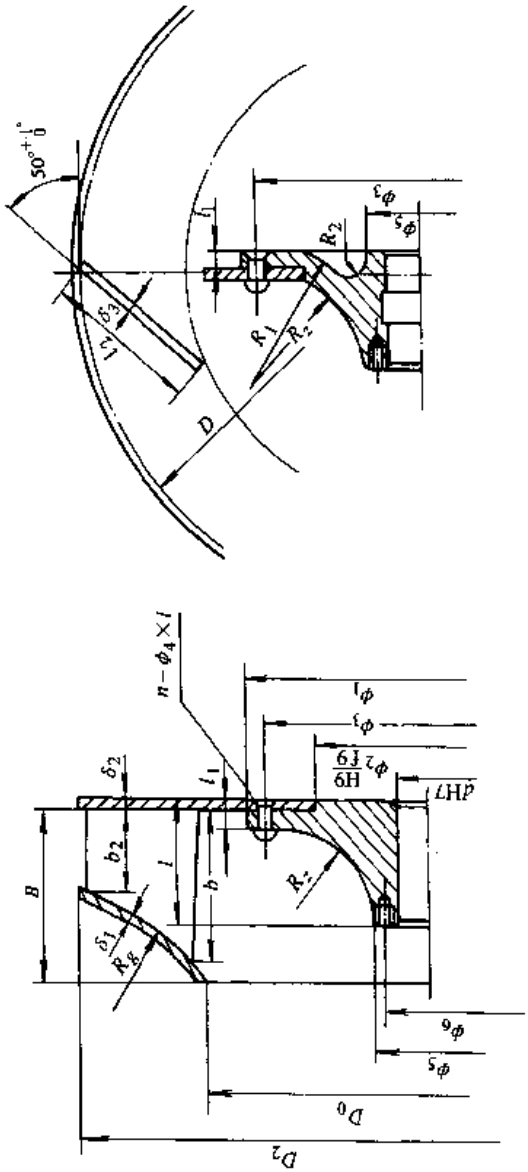


图 3-6　Y5-48 叶轮

表 3-9　Y5-48 叶轮一览表

（mm）

机号	代　号	D	D_2	D_0	B	b_2	b	δ_1	δ_2	δ_3	R_g	R_1	R_2	ϕ_1	$\phi_2\left(\frac{H9}{f9}\right)$	ϕ_3	ϕ_5	ϕ_6	d (H7)	L	L_1	L_2	n-$\phi_4\times l$
4	S1064.25	400	405	$260^{+0.5}$	104	64	100	3	4.5	3	9.6	–	–	200	130	165	76	56	32	65	10	141	8-8×26
5	S1065.25	500	505	$326^{+1.5}_{0}$	130	80	125	3	4.5	4	12	–	–	200	130	165	76	56	32	65	10	176.5	8-8×26
6.3	S1066.25	630	640	$410^{+2}_{+0.5}$	164	101	158	3	5	4	15.12	–	–	240	150	190	100	75	50	90	13	222	8-10×34
8	S1067.25	800	810	$518^{+1.5}$	208	128	200	4	6	4.5	19.2	160	20	440	320	370	145	110	65	150	23	282	12-14×52
10	S1068.25	1000	1010	$652^{+2.5}_{+0.5}$	260	160	250	4.5	6	4.5	24	160	20	440	320	370	145	110	65	150	23	353	12-14×52
12.5	S1069.25	1250	1260	815^{+3}_{+1}	325	200	313	4.5	8	4.5	30	170	20	530	420	470	170	130	85	170	25	441	12-14×58

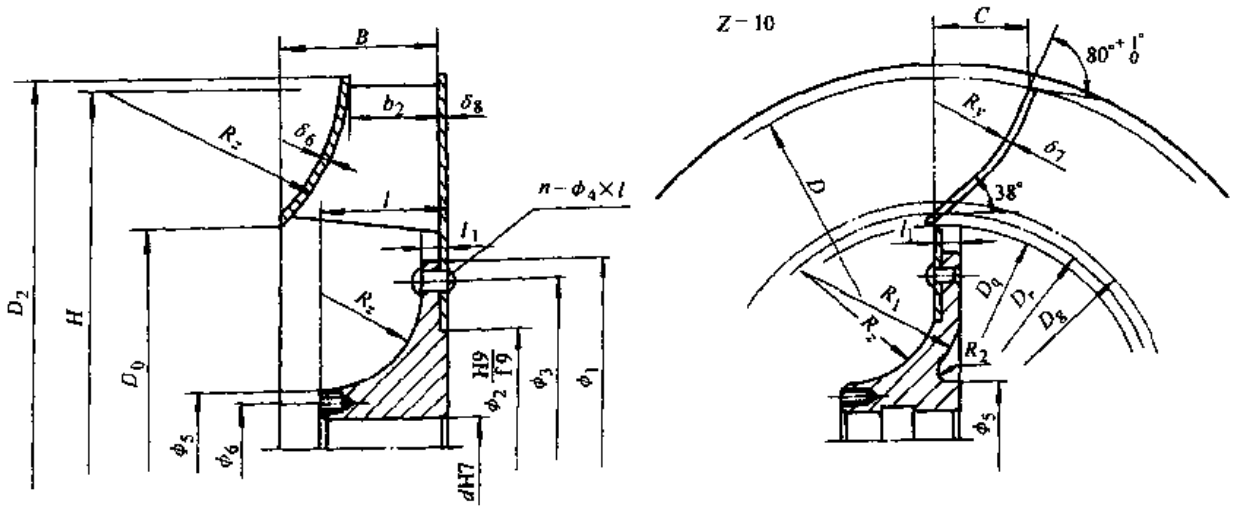


图 3-7 6-48 叶轮

表 3-10 6-48 叶轮一览表 (mm)

机号	图 号	D	D_1	D_0	D_2	D_p	D_g	B	b_2	δ_6	δ_7	δ_8	C	H	R_y	R_g	ϕ_1	$\phi_2\frac{H9}{f9}$	ϕ_3	ϕ_5	ϕ_6	d (H7)	n-$\phi_4\times l$	L	L_1	R_z	R_1	R_2
3.15	S1057.25	315	189	$183^{+1}_{+0.5}$	320	181	195	82	50	1.5	2	3.5	50	154	93	79	150	90	125	45	34 M6×14	$32^{+0.025}_{0}$	8-6×22	35	8	30		
4	S1058.25	400	240	232 ± 1	405	230	248	104	64	1.5	2	4.5	64	195	118.5	100	200	130	165	76	56 M8×16	$32^{+0.025}_{+0}$	8-8×26	65	10	50		
5	S1059.25	500	300	$290^{+2.5}_{+0.5}$	505	287.5	310	130	80	2	4	4.5	80	244	148	125	200	130	165	76	56 M8×16	$32^{+0.025}_{0}$	8-8×28	65	10	50		
6.3	S1060.25	630	378	365^{+2}_{+1}	640	362	390.6	164	101	2	4	5	101	307.5	185.5	157.5	240	150	190	100	75 M12×25	$50^{+0.025}_{0}$	8-10×34	90	13	75		
8	S1061.25	800	480	$462^{+1.5}_{-0.5}$	810	460	496	208	128	4.5	5	6	128	390.5	237	200	440	320	370	145	110 M16×30	$65^{+0.03}_{0}$	12-14×55	150	23	160	185	20
10	S1062.25	1000	600	580^{+5}_{+3}	1010	575	620	250	160	4.5	5	6	160	488	296	250	440	320	370	145	110 M16×30	$65^{+0.03}_{0}$	12-14×55	150	23	160	185	20
12.5	S1063.25	1250	750	$725^{+4.5}_{+2}$	1260	719	775	325	200	4.5	5	8	200	610	370	312.5	532	420	470	170	130 M16×30	$85^{+0.035}_{0}$	12-14×58	170	25	170	205	20

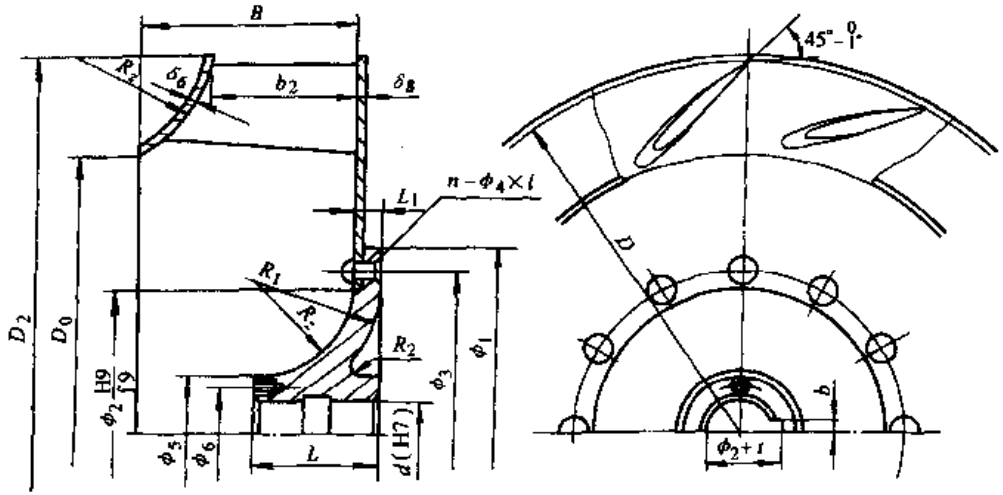


图 3-8 $\frac{G}{Y}$4-68 叶轮

表 3-11 $\frac{G}{Y}$4-68 叶轮 (mm)

机号	图 号	D	D_0	D_2	B	b_2	δ_6	δ_8	R_s	ϕ_1	$\phi_2\left(\frac{H9}{f9}\right)$	ϕ_3	ϕ_5	$\frac{\phi_6}{M}$	d (H7)	n-$\phi_4\times l$	L	L_1	R_s	R_1	R_2	ϕ_2+t H11	b H9
8	S1034.25	800	585 ± 1	810	280	200	4.5	6	145	440	320	370	145	110 M16×30	$65^{+0.03}_{0}$	12-14×52	150	23	160	185	20	–	–
9	S1044.25	900	$652^{+2.5}_{+1}$	910	315	225	4.5	6	162	440	320	370	145	110 M16×30	$65^{+0.03}_{0}$	12-14×52	150	23	160	185	20	–	–
10	S1035.25	1000	$730^{+1.5}_{-1}$	1010	350	250	4.5	6	180	440	320	370	145	110 M16×30	$65^{+0.03}_{0}$	12-14×52	150	23	160	185	20	70.6	18
11.2	S1046.25	1120	815^{+3}_{+1}	1130	392	280	4.5	8	201.6	530	420	470	170	130 M16×30	$85^{+0.035}_{0}$	12-14×58	170	25	170	205	25	–	–
12.5	S1036.25	1250	912^{+5}_{+3}	1260	437.5	312.5	4.5	8	225	530	420	470	170	130 M16×30	$85^{+0.035}_{0}$	12-14×58	170	25	170	205	25	–	–
14	S1048.25	1400	$1022^{+4.5}_{+2}$	1420	490	350	6	12	252	710	560	650/600	180	140 M16×30	$85^{+0.035}_{0}$	24-14×62	200	25	220	255	40	92.2	24
16	S1041.25	1600	1168^{+5}_{+2}	1620	560	400	6	12	288	710	560	650/600	200	150 M16×30	105	24-14×62	200	25	250	285	40	113.2	28

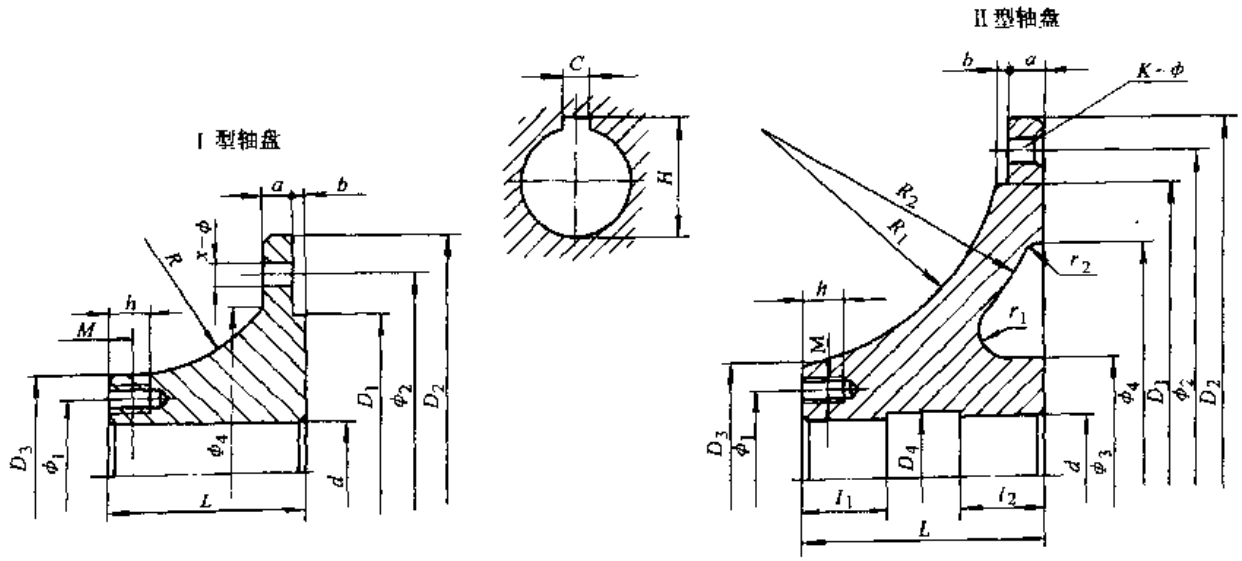


图 3-9 4-68、5-48、6-48 离心式通风机轴盘

表 3-12 轴盘尺寸参数表(一)(图 3-5)

(mm)

图号	机号	选用轴承	d(H7)	D_1(f9)	L	a	b	D_2	D_3	ϕ_1	ϕ_2	n-ϕ	h	M	ϕ_4	C(D_4)	H(D_6)	R	质量
S1057.25-02	3.15C	308	$22^{+0.025}_{0}$	$90^{-0.034}_{-0.123}$	35	8	3.5	150	45	34	125	8-φ6.5	14	6	110	$6^{+0.025}_{0}$	$24.6^{+0.14}_{0}$	30	3kg
S1058.25-02	4C, 4.5C, 5C	310	$32^{+0.025}_{0}$	$130^{-0.015}_{-0.145}$	65	10	4.5	200	76	56	165	8-φ8.5	16	8	140	$10^{+0.030}_{0}$	$35.6^{+1.17}_{0}$	50	4kg
S1033.25-02	6.3C	312	$48^{+0.025}_{0}$	$150^{-0.013}_{-0.143}$	90	13	5	240	100	75	190	φ10.5	25	13	160	$14^{+0.030}_{0}$	$51.8^{+0.2}_{0}$	75	10kg

表 3-13 轴盘尺寸参数表(二)(图 3-6)

(mm)

图号	机号	选用轴承	d(H7)	D_1(f9)	L	D_2	D_3	a	b	f_1	f_2	D_4	ϕ_1	ϕ_2	M	C(D_4)	H(D_6)	ϕ_3	ϕ_4	R_1	R_2	r_1	r_2	h	n-ϕ	质量/kg
S1034.25-02	8, 9, 10	3616	$65^{+0.030}_{0}$	$320^{-0.042}_{-0.202}$	150	440	145	23	6	–	–	–	110	370	16	$18^{+0.035}_{0}$	$70.6^{+0.20}_{0}$	145	260	160	185	20	10	30	12-φ14.5	60
S1036.25-02	11.2, 12.5	3620	$85^{+0.035}_{0}$	$420^{-0.068}_{-0.225}$	170	530	170	25	8	60	60	90	130	470	16	$24^{+0.045}_{0}$	$92.2^{+1.23}_{0}$	170	340	170	205	20	12	30	12-φ14.5	85
S1041.25-02	14, 16, 20	3624	$105^{+0.035}_{0}$	$560^{-0.076}_{-0.251}$	200	710	200	25	12	60	80	107	150	650/600	16	$28^{+0.045}_{0}$	$113.2^{+0.23}_{0}$	200	460	250	285	40	15	30	24-φ14.5	170

PLC WORLD

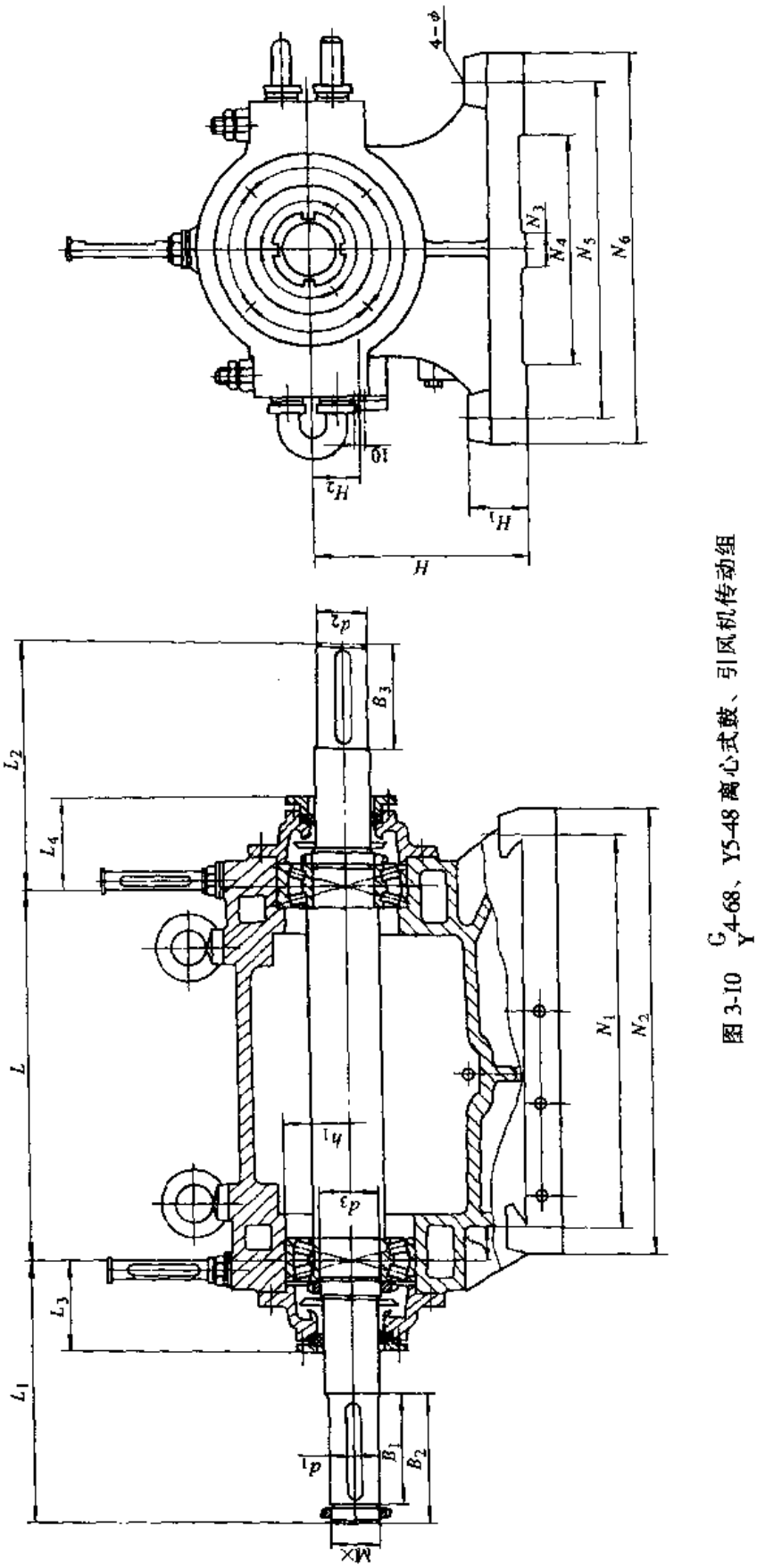


图 3-10　$\frac{G}{Y}$4-68、Y5-48 离心式鼓、引风机传动组

表 3-14 传动组参数 (mm)

配用机号	传动组编号	轴承箱编号	配用轴承	n_1	L	L_1	L_2	L_3	L_4	d_1	d_2	d_3	B_1	B_2	B_3	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	H	H_1	H_2	4-ϕ	f	$M\times$
$\frac{Y}{G}$4-68№8,9,10 Y5-48№8,10	S1043.28	S70402×01	3616	170	490	340	300	114.5	108.5	ϕ65	ϕ65	ϕ80	145	165	140	520	590	50	300	440	510	280	75	62	4-ϕ30	45	$M65\times2$
$\frac{Y}{G}$4-68№11.2,12.5 Y5-4 8№12.5	S1046.28	S70402×02	3620	215	650	395	325	135	128	ϕ85	ϕ75	ϕ100	165	190	140	700	780	70	400	620	700	375	100	79	4-ϕ40	61.5	$M85\times2$
$\frac{Y}{G}$4-68№14, 16	S1048.28	S70402×03	3624	260	820	505	450	151.5	143.5	ϕ105	ϕ95	ϕ120	195	225	170	900	1000	100	600	900	1000	500	120	95	4-ϕ50	71	$M105\times2$

表 3-15 传动组参数 (mm)

配用机号	传动组编号	轴承箱编号	配用轴承	n_1	配用轴承的极限转速 r/min（稀油润滑）			不通水轴承
$\frac{Y}{G}$4-68№8, 9, 10 Y5-48№8, 10	S1043.28	S70402×01	3616	170	3616 80×170×58 2600	316 80×170×39 4800	42616 80×170×58 4300	4-68 6-48№8.10
$\frac{Y}{G}$4-68№11.2, 12.5 Y5-48№12.5	S1046.28	S70402×02	3620	215	3620 100×215×73 1800	320 100×215×47 3600	42620 100×215×73 3200	4-68 6-48№12.5
$\frac{Y}{G}$4-68№14, 16	S1048.28	S70402×03	3624	260	3624 120×240×86 1500	（采用上述轴承时，主轴、轴承箱应作相应修改）		

PLC WORLD

第三节　常用风机的空气动力学略图

一、风机的通用型空气动力学略图

常用的通用型风机空气动力学略图见图 3-11～图 3-48，无因次性能参数见表 3-16。

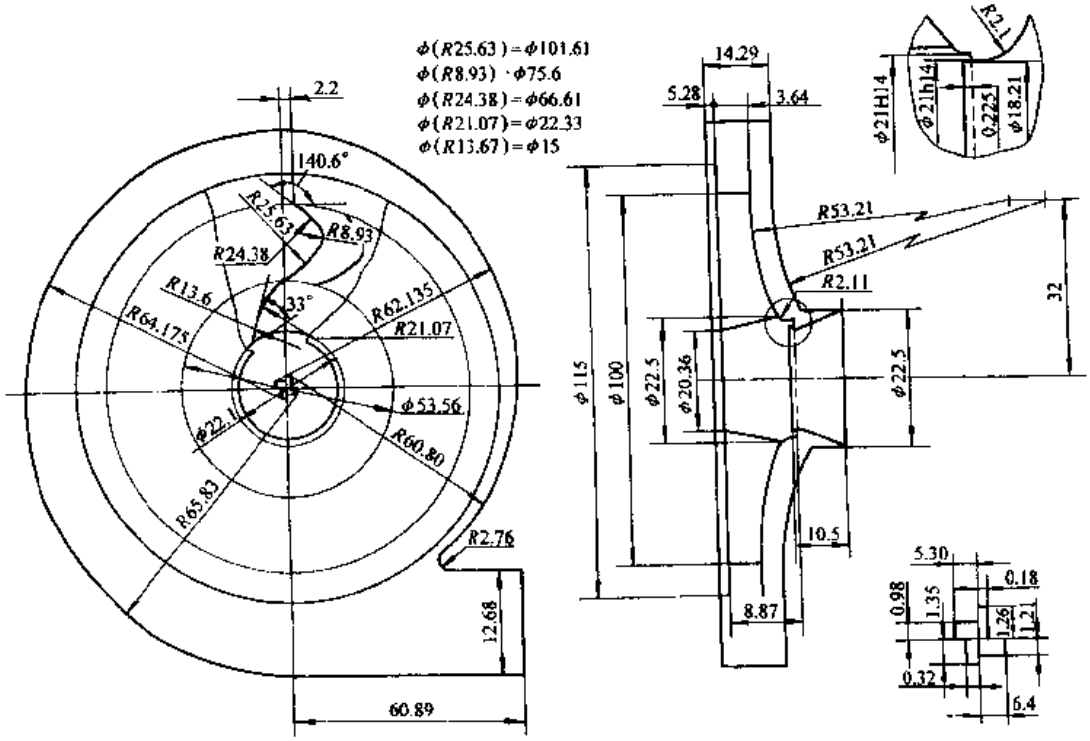


图 3-11　T8-09 型离心式通风机空气动力学略图

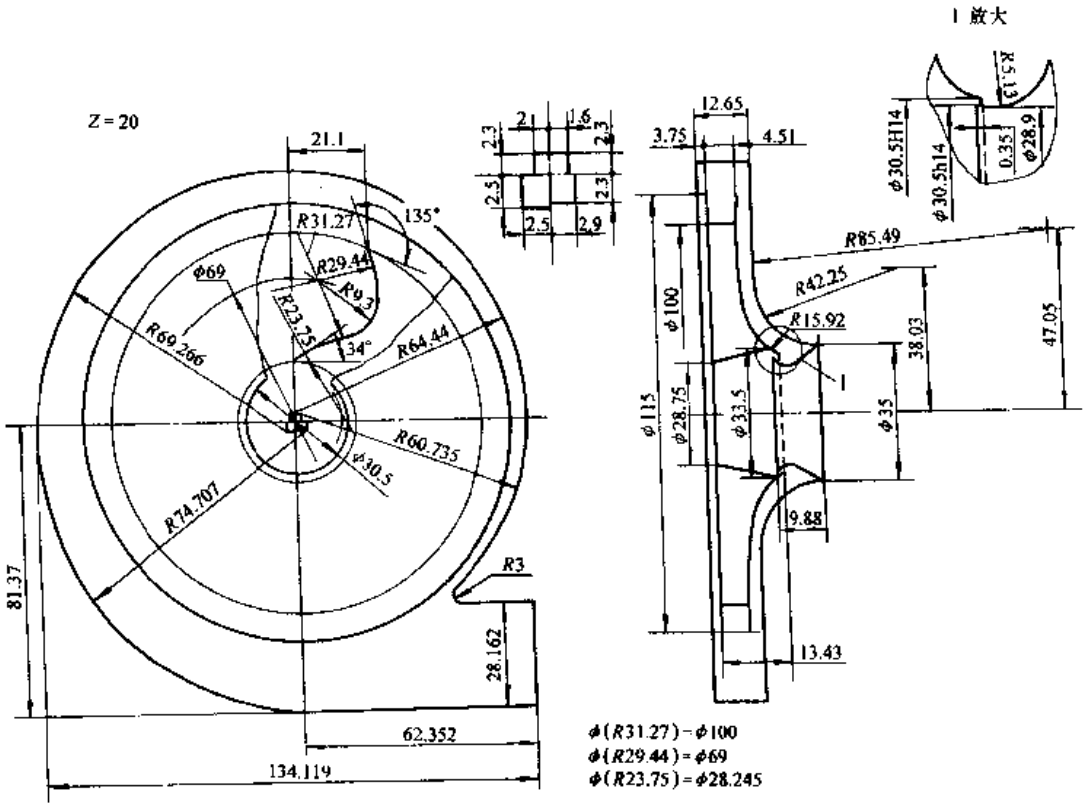


图 3-12　T9-12 型离心式通风机空气动力学略图

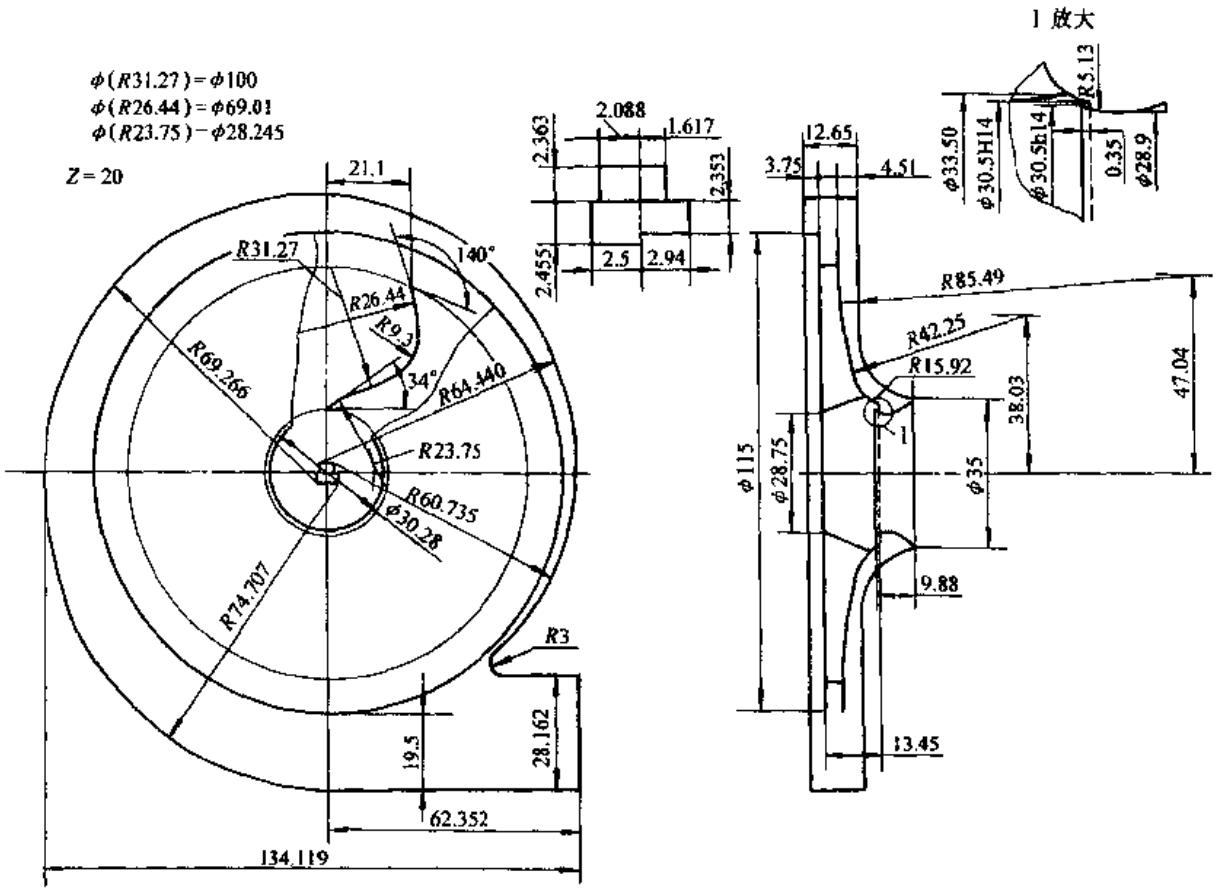


图 3-13　T10-14 型离心式通风机空气动力学略图

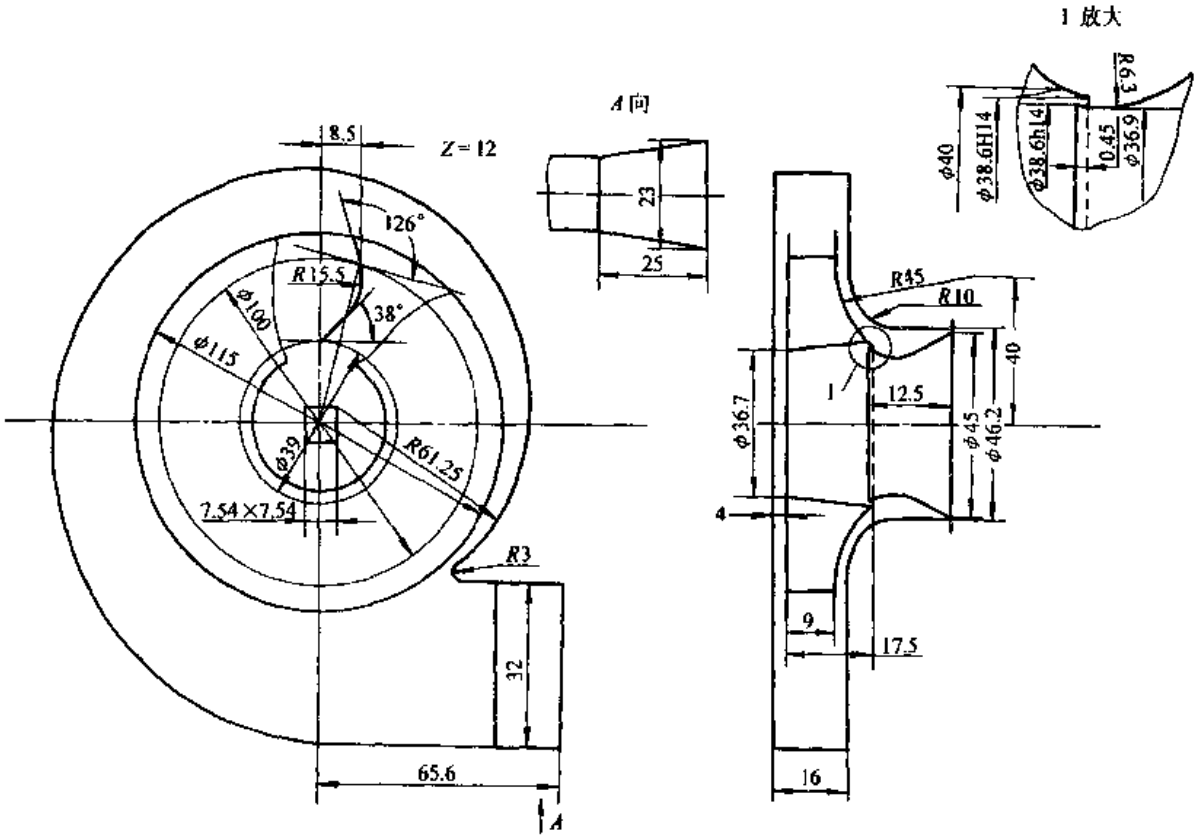


图 3-14　T9-19 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

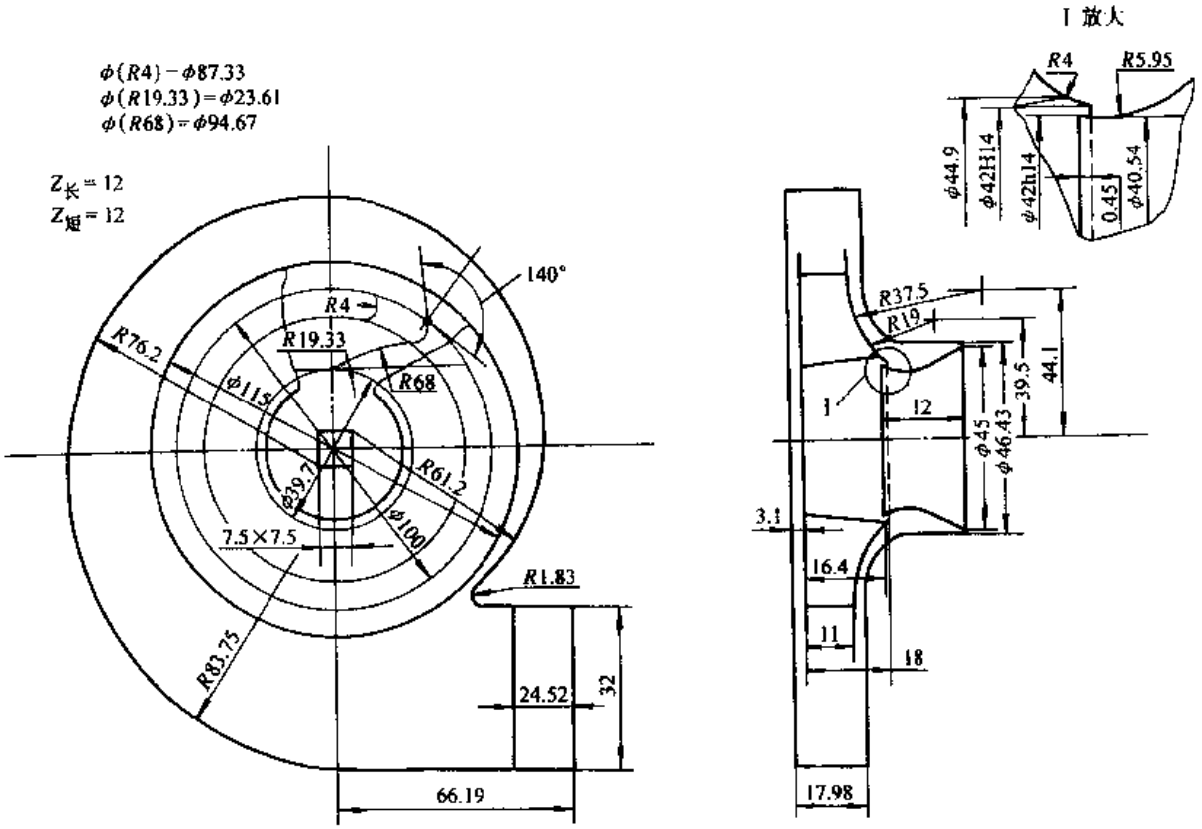


图 3-15　T10-19 型离心式通风机空气动力学略图

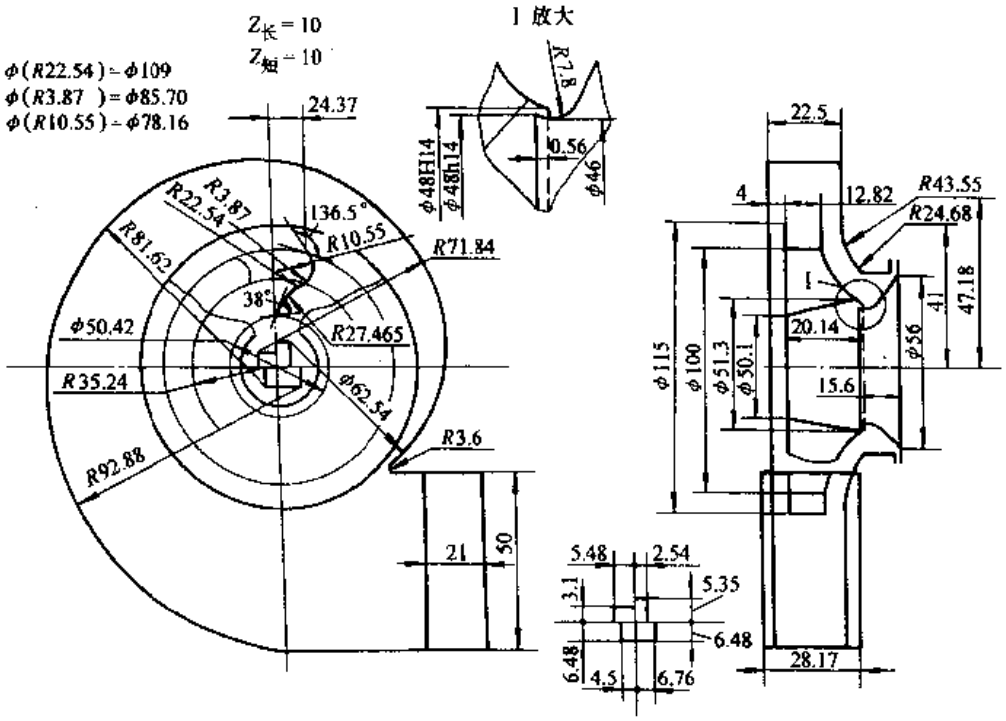


图 3-16　T10-24 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

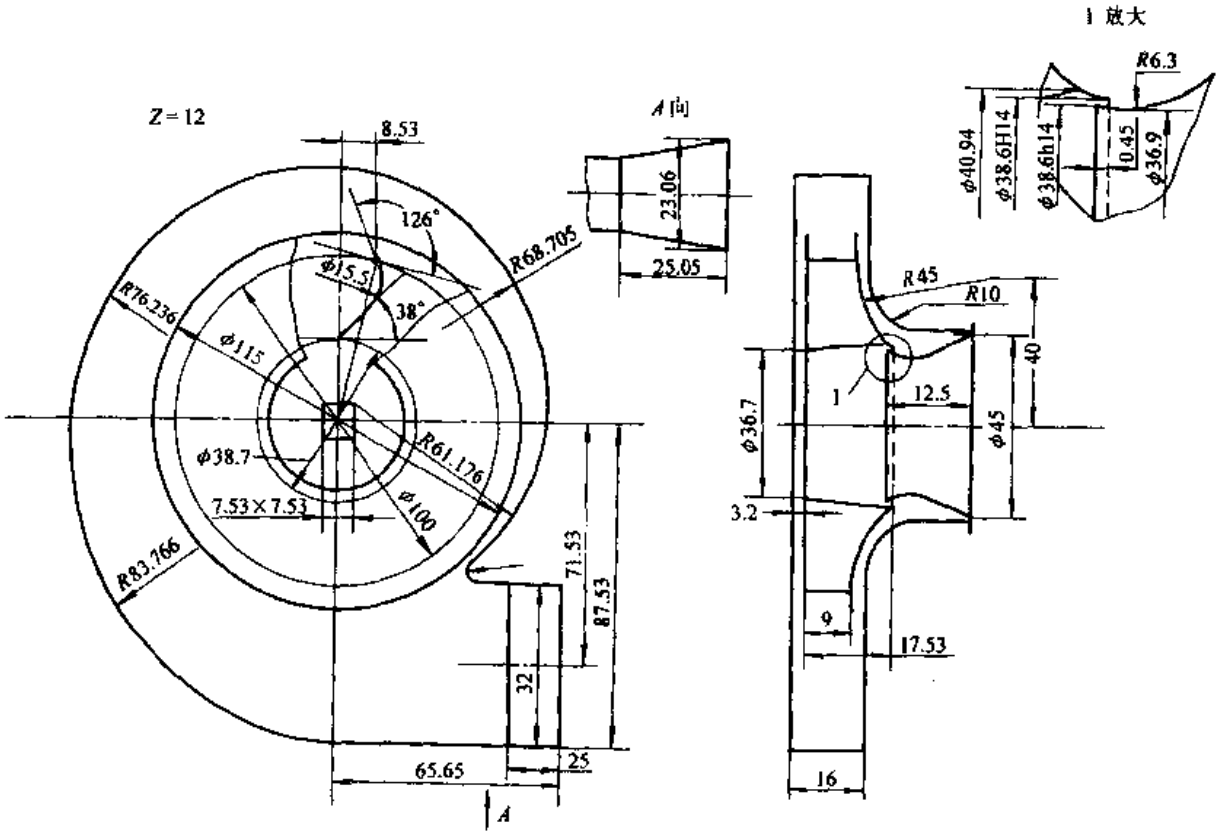


图 3-17 T9-20 型离心式通风机空气动力学略图

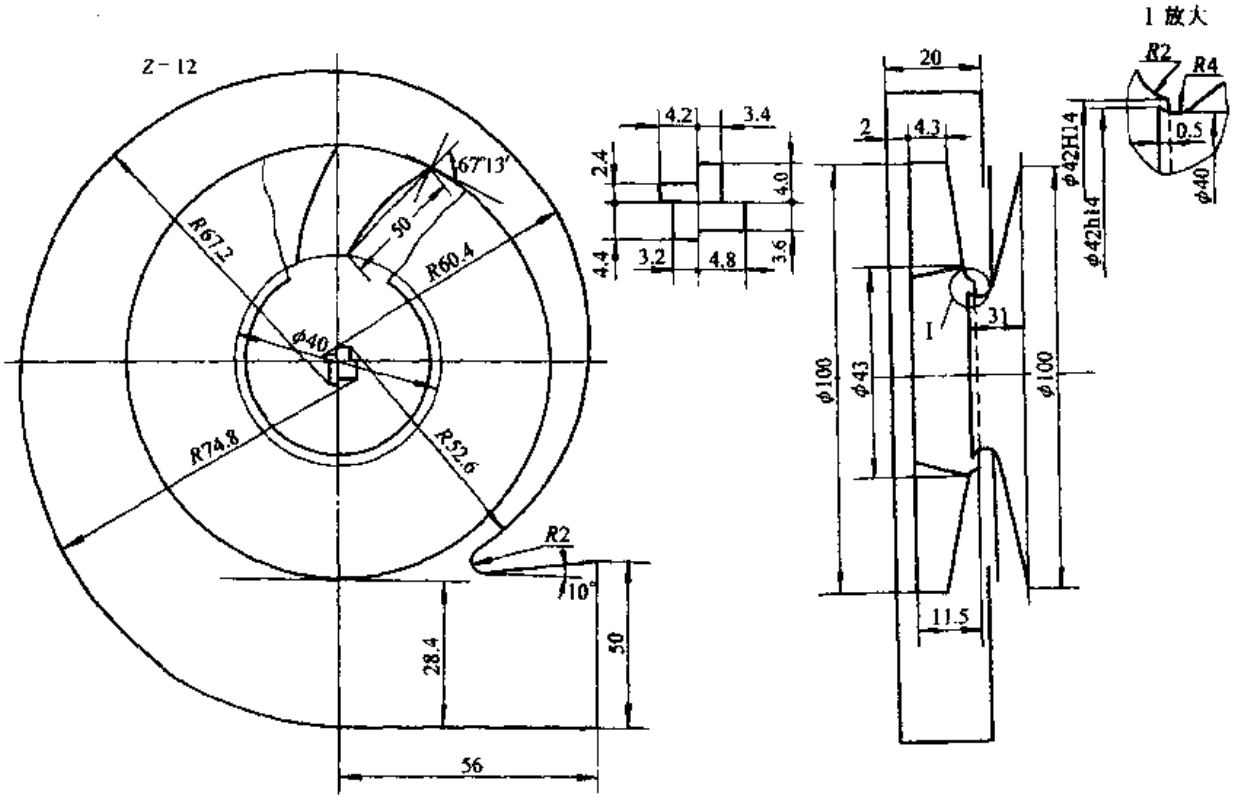


图 3-18 T6-23 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

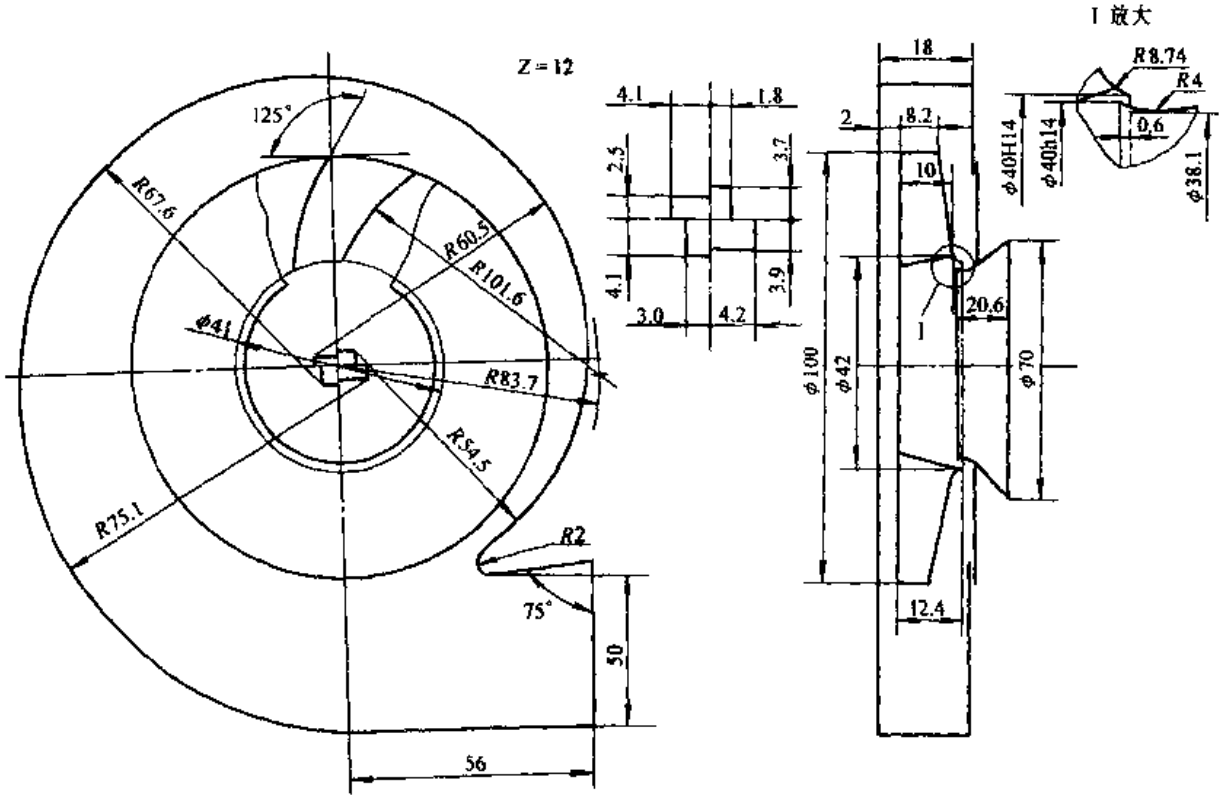


图 3-19　T5-25 型离心式通风机空气动力学略图

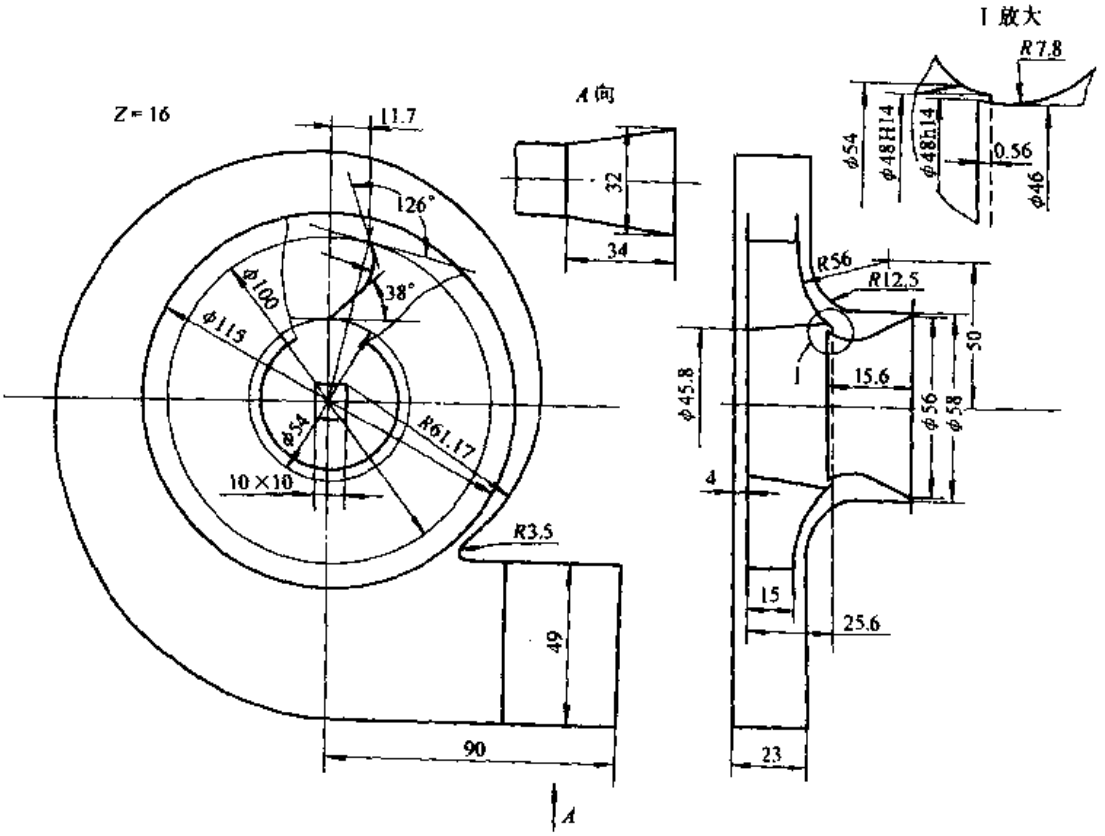


图 3-20　T9-26 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

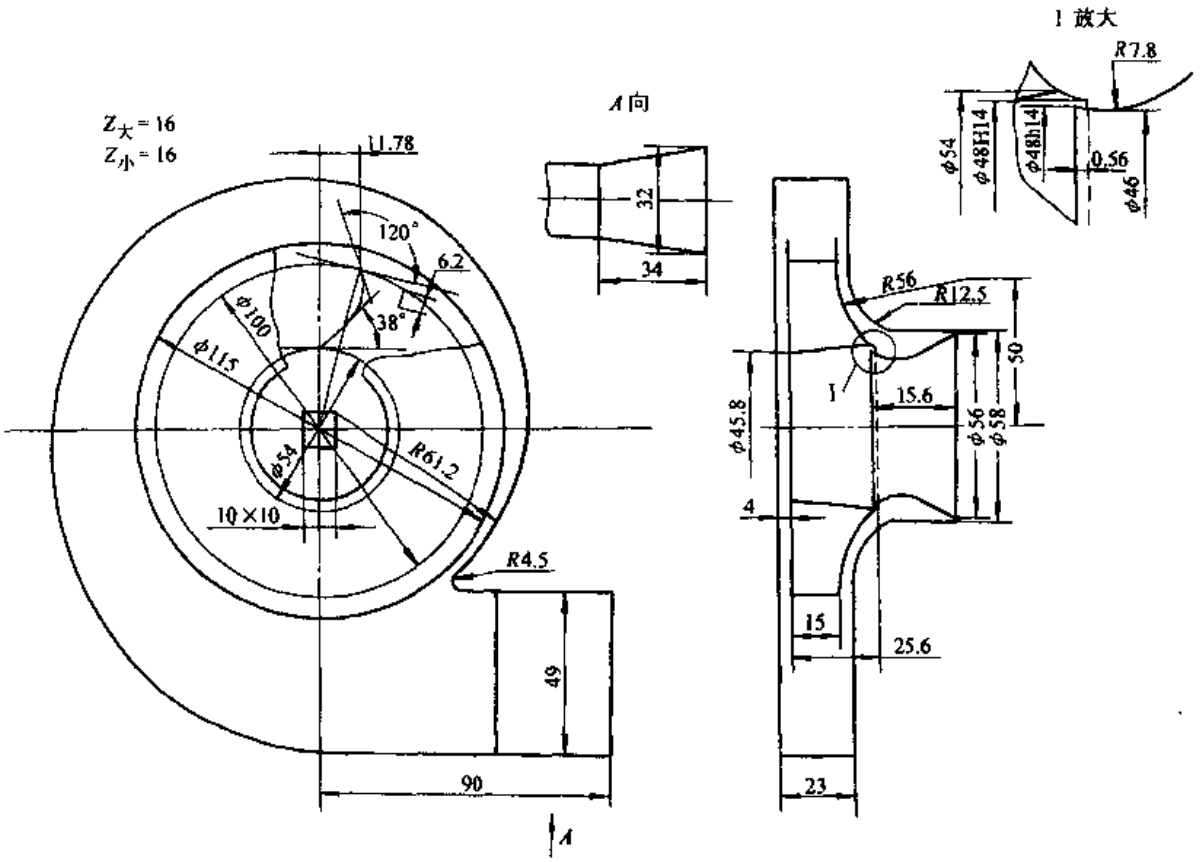


图 3-21 T9-28 型离心式通风机空气动力学略图

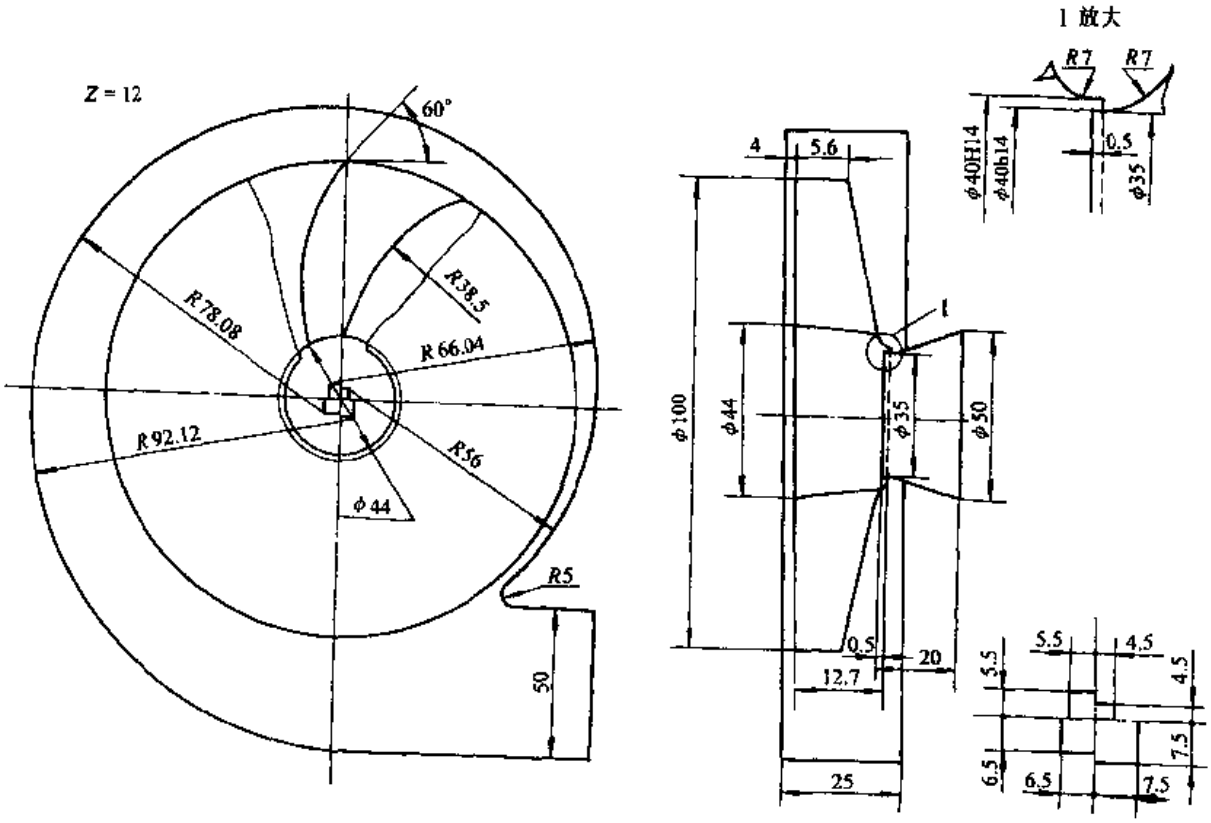


图 3-22 T5-29 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

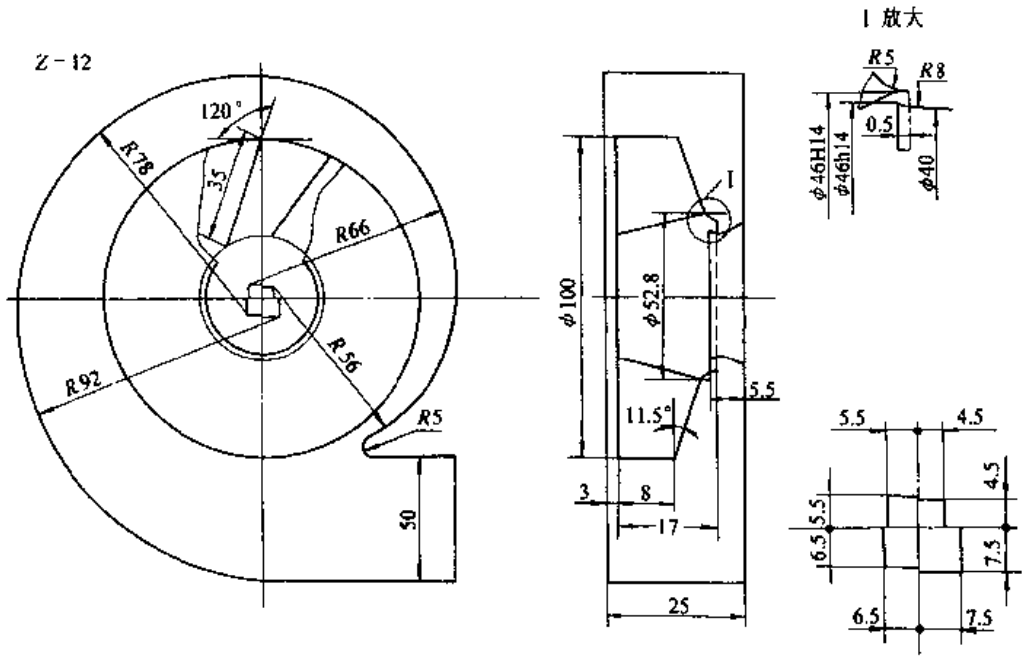


图 3-23　T6-30 型离心式通风机空气动力学略图

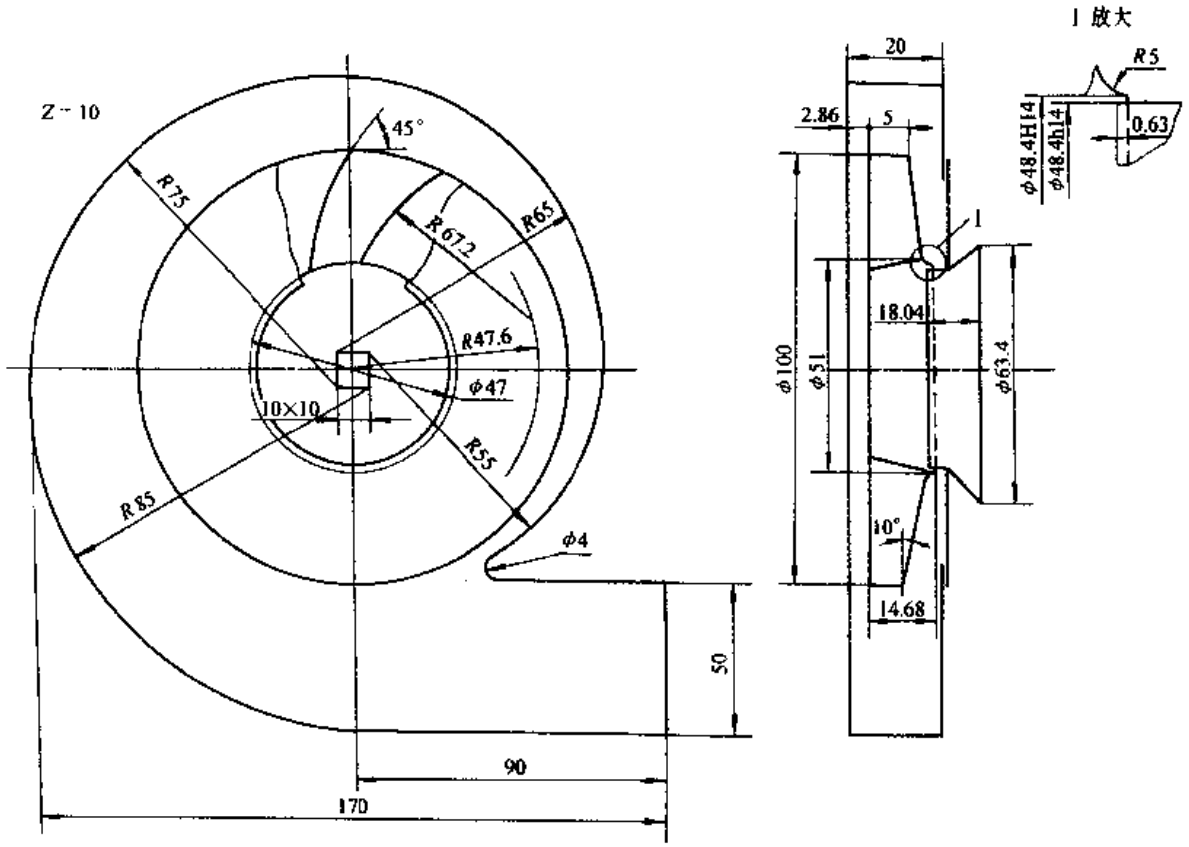


图 3-24　T5-31 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

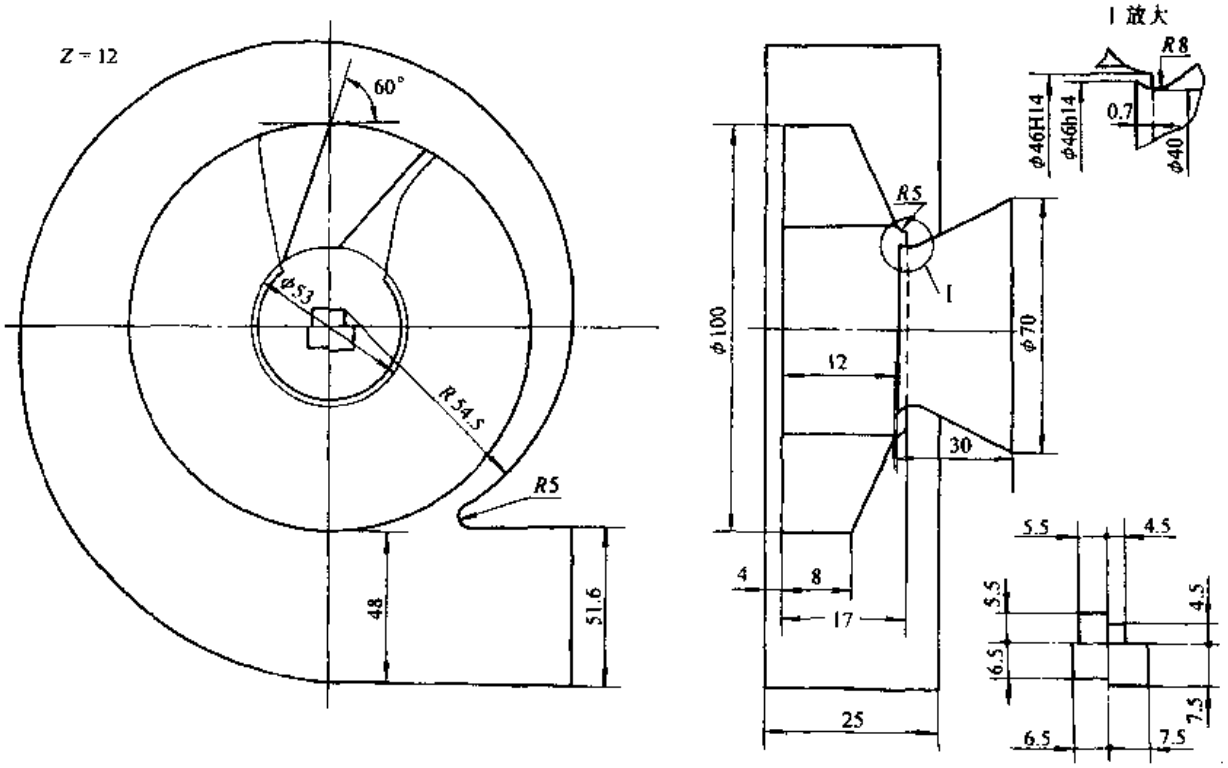


图 3-25　T6-31 型离心式通风机空气动力学略图

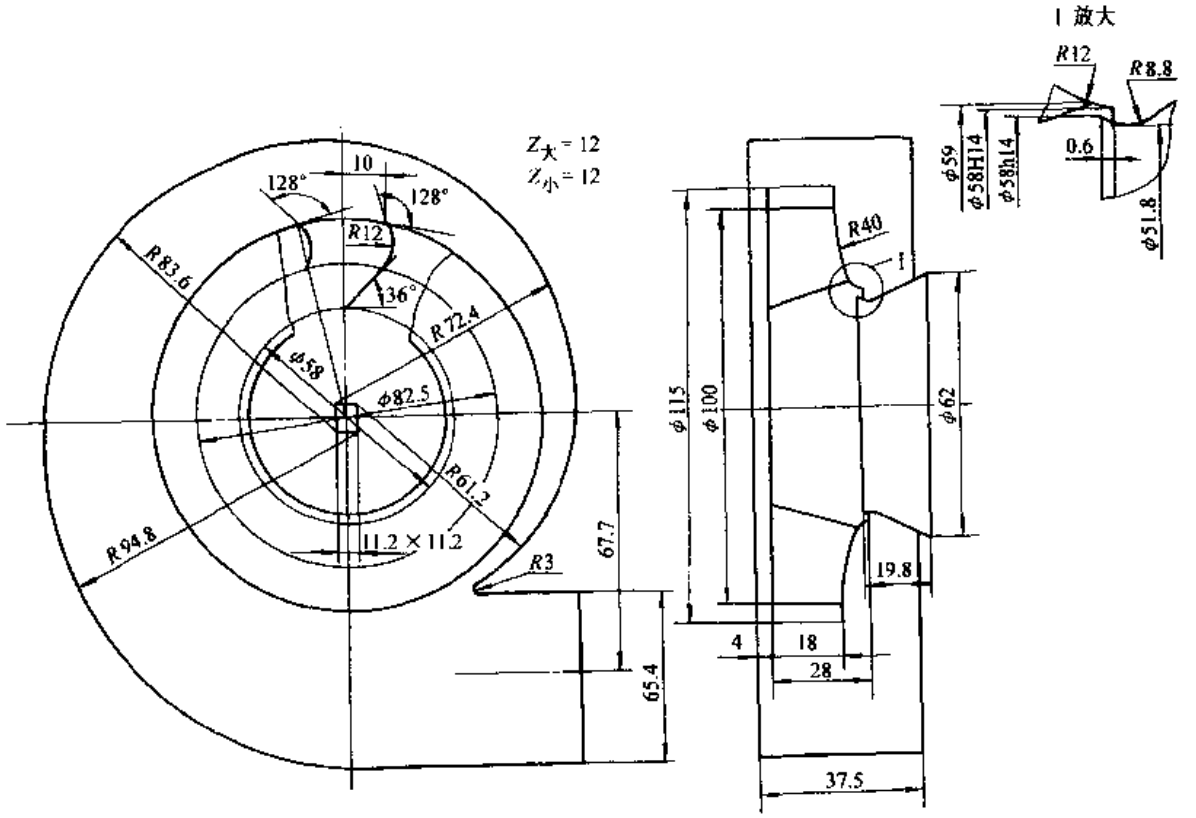


图 3-26　XY9-35 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

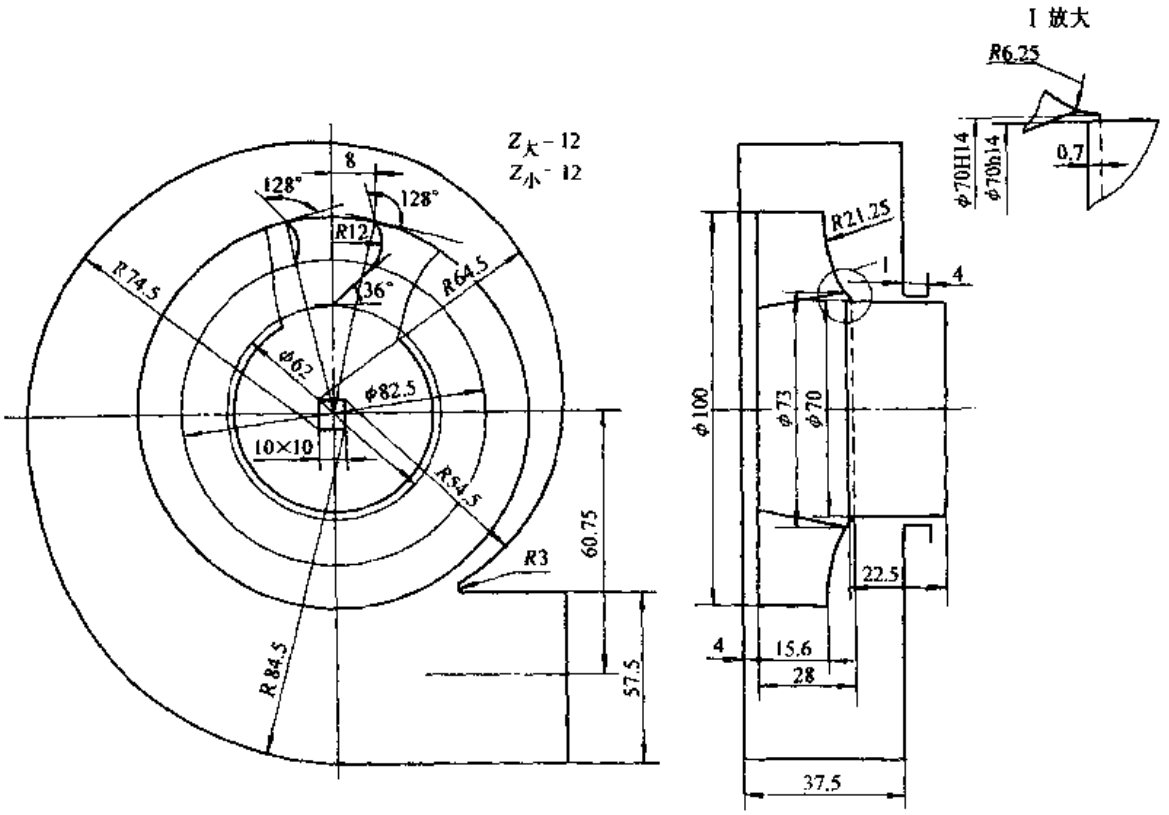


图 3-27　T9-3S-1 型离心式通风机空气动力学略图

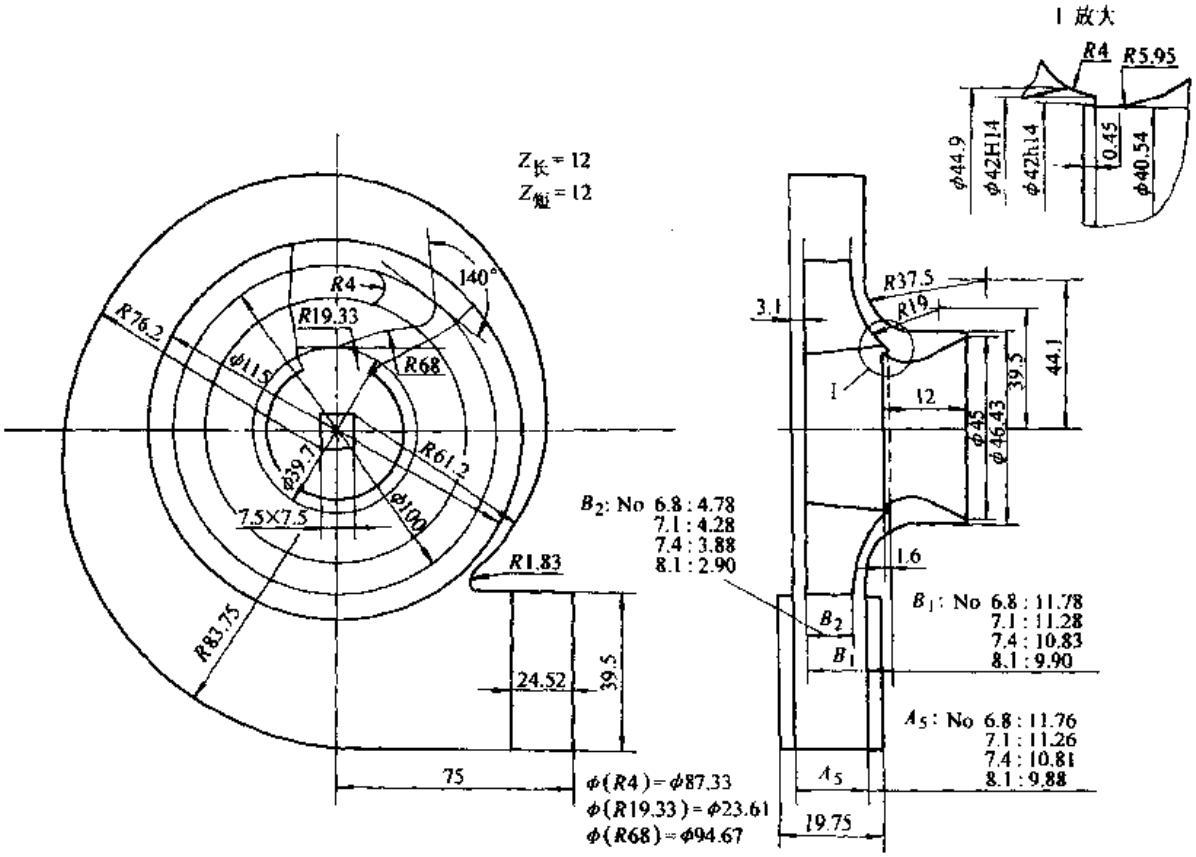


图 3-28　T9-37 型离心式通风机空气动力学略图

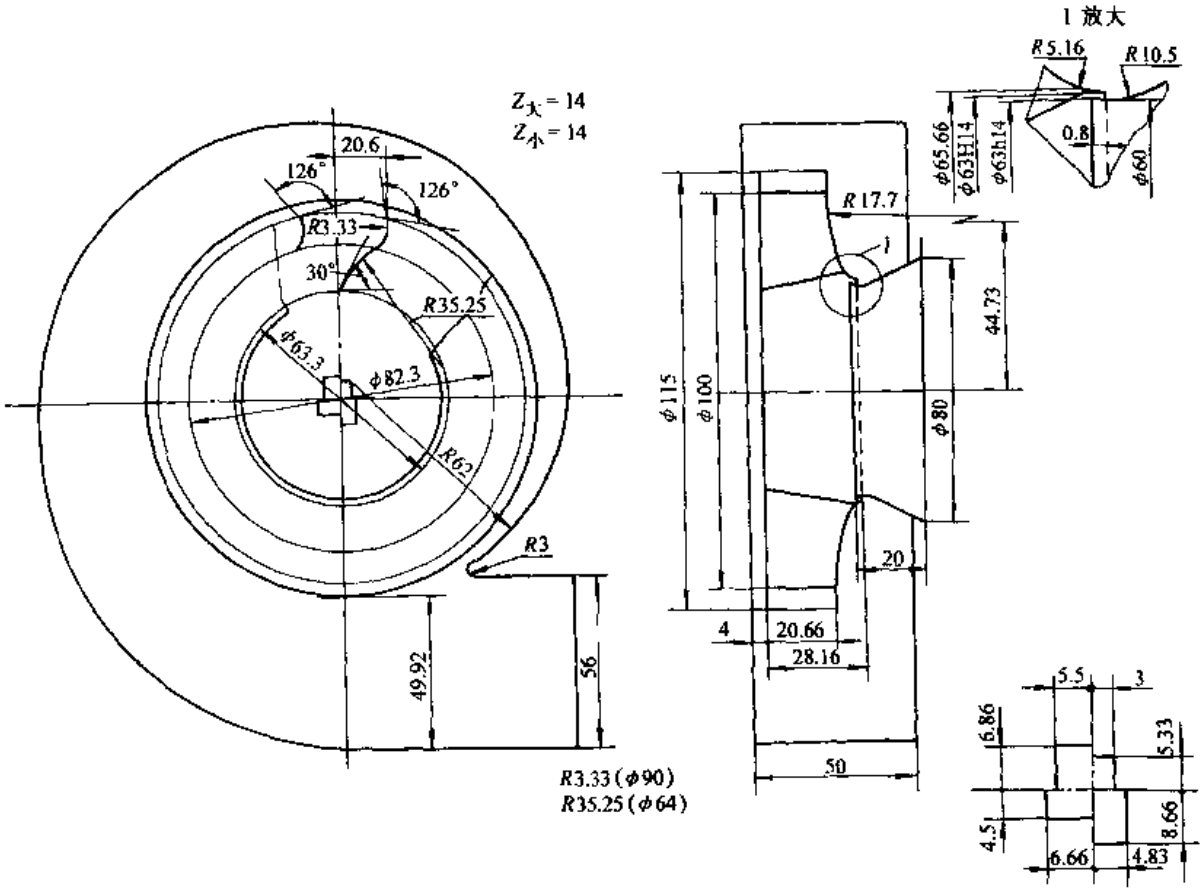


图 3-29 T9-38 型离心式通风机空气动力学略图

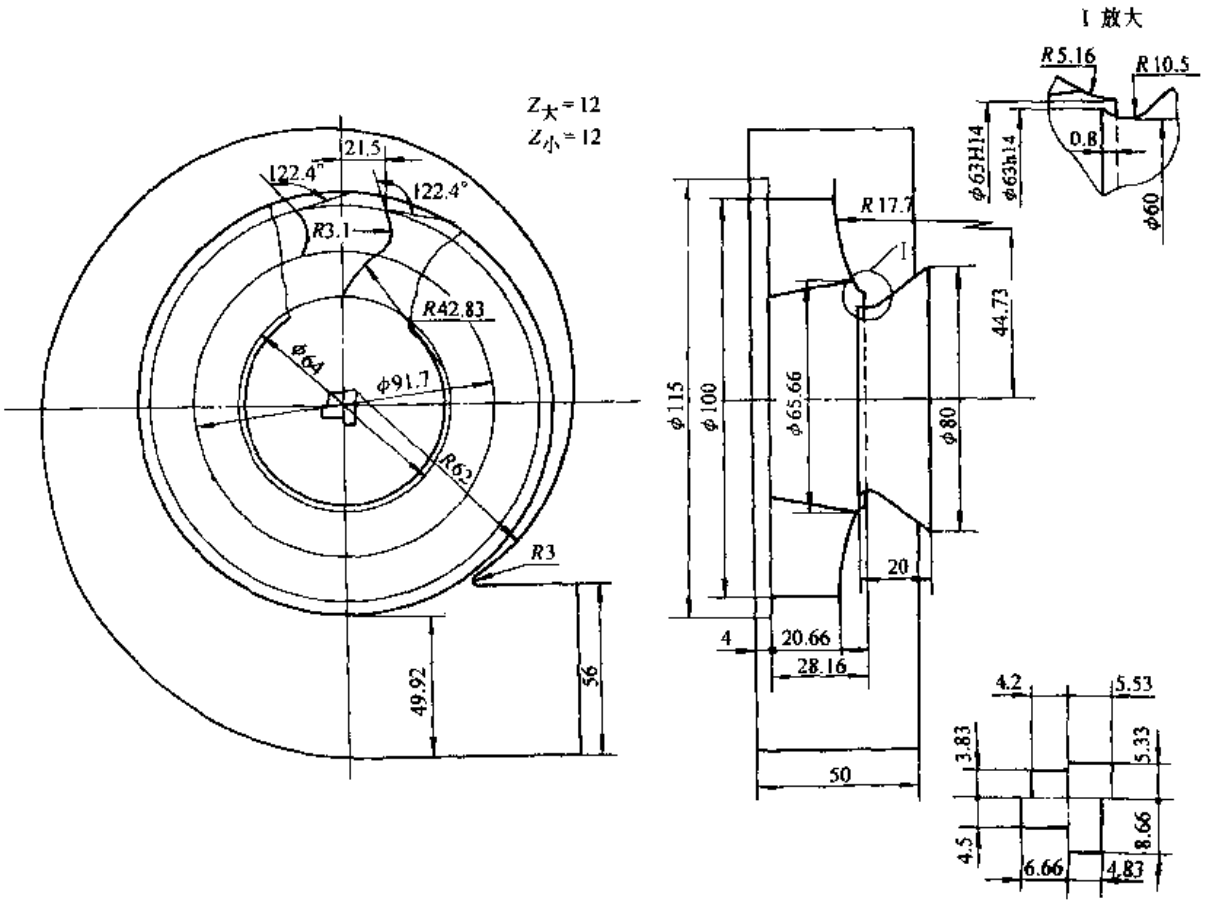


图 3-30 Y8-39 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

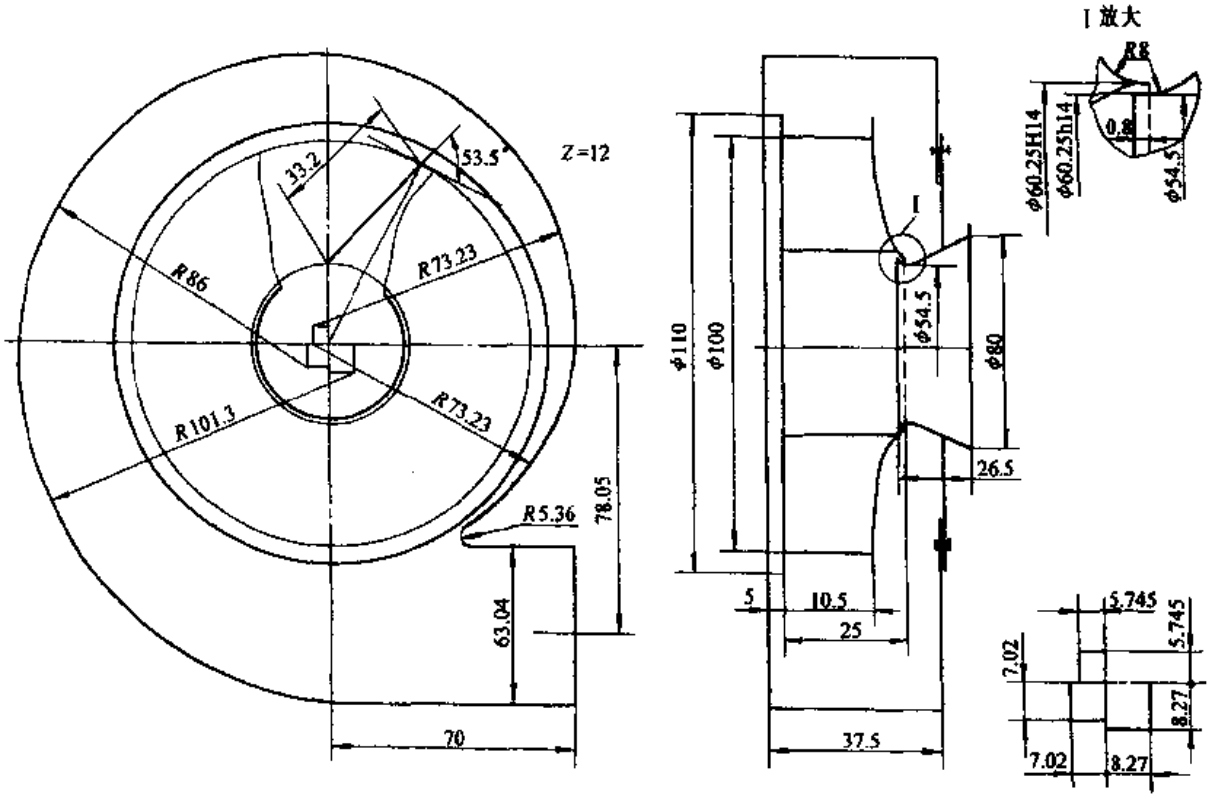


图 3-31　T6-40 型离心式通风机空气动力学略图

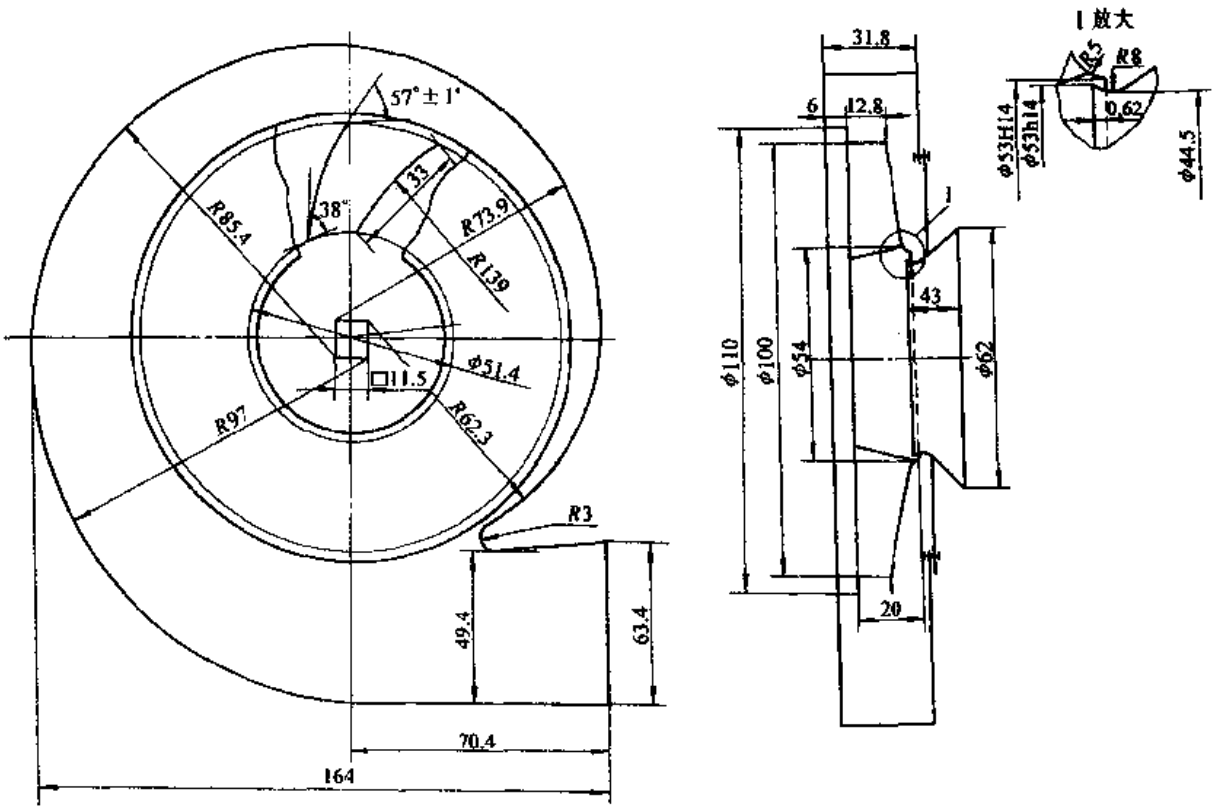


图 3-32　T6-41 型离心式通风机空气动力学略图

（叶片数取 17 和 19）

PLC WORLD

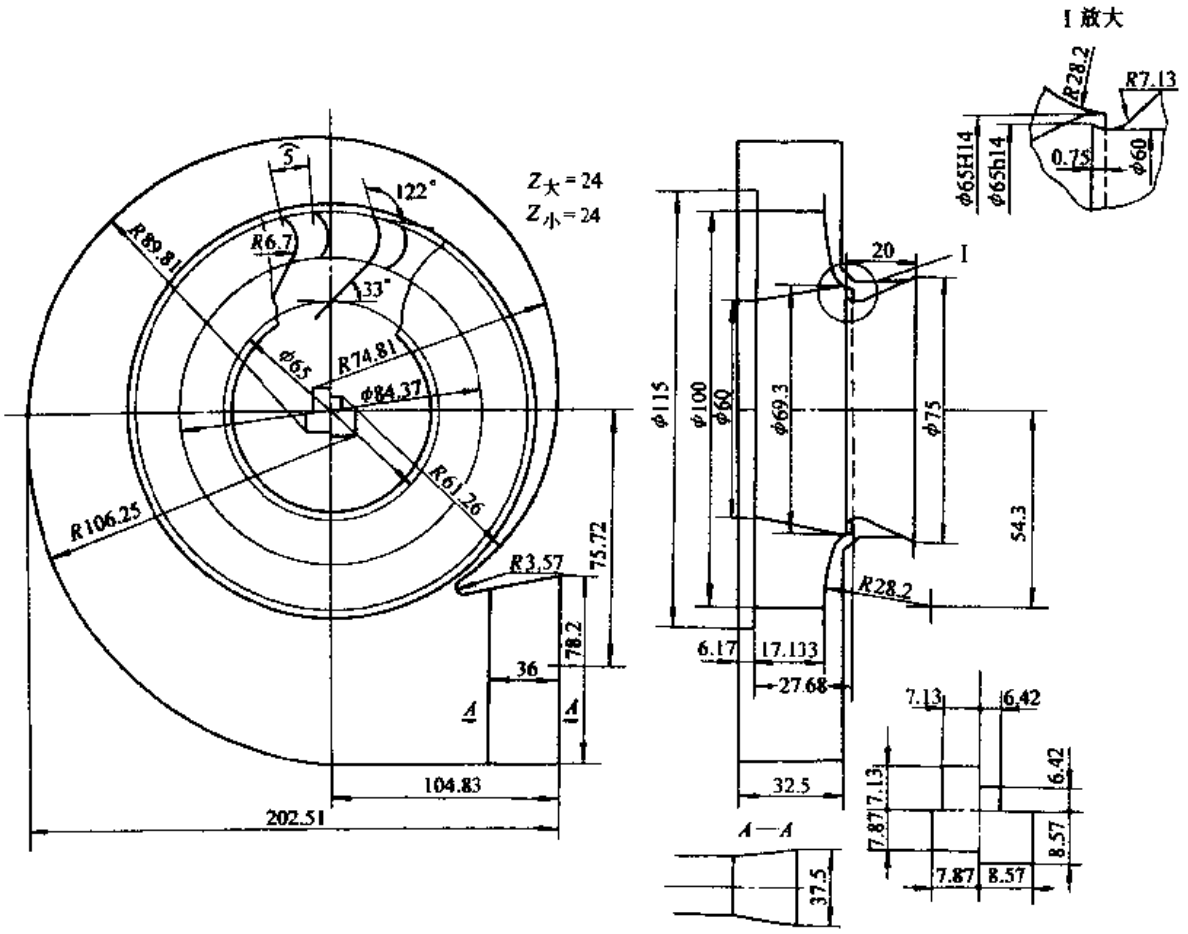


图 3-33 T9-42 型离心式通风机空气动力学略图

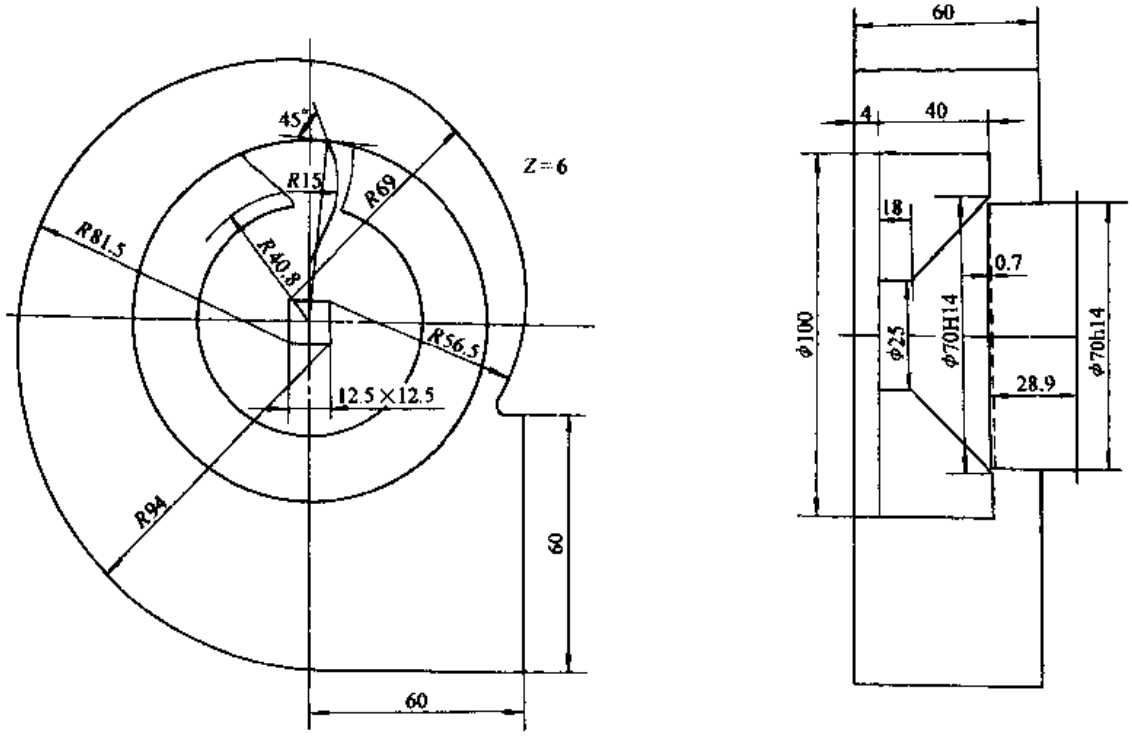


图 3-34 C6-46 型离心式通风机空气动力学略图

注：该产品无前盘

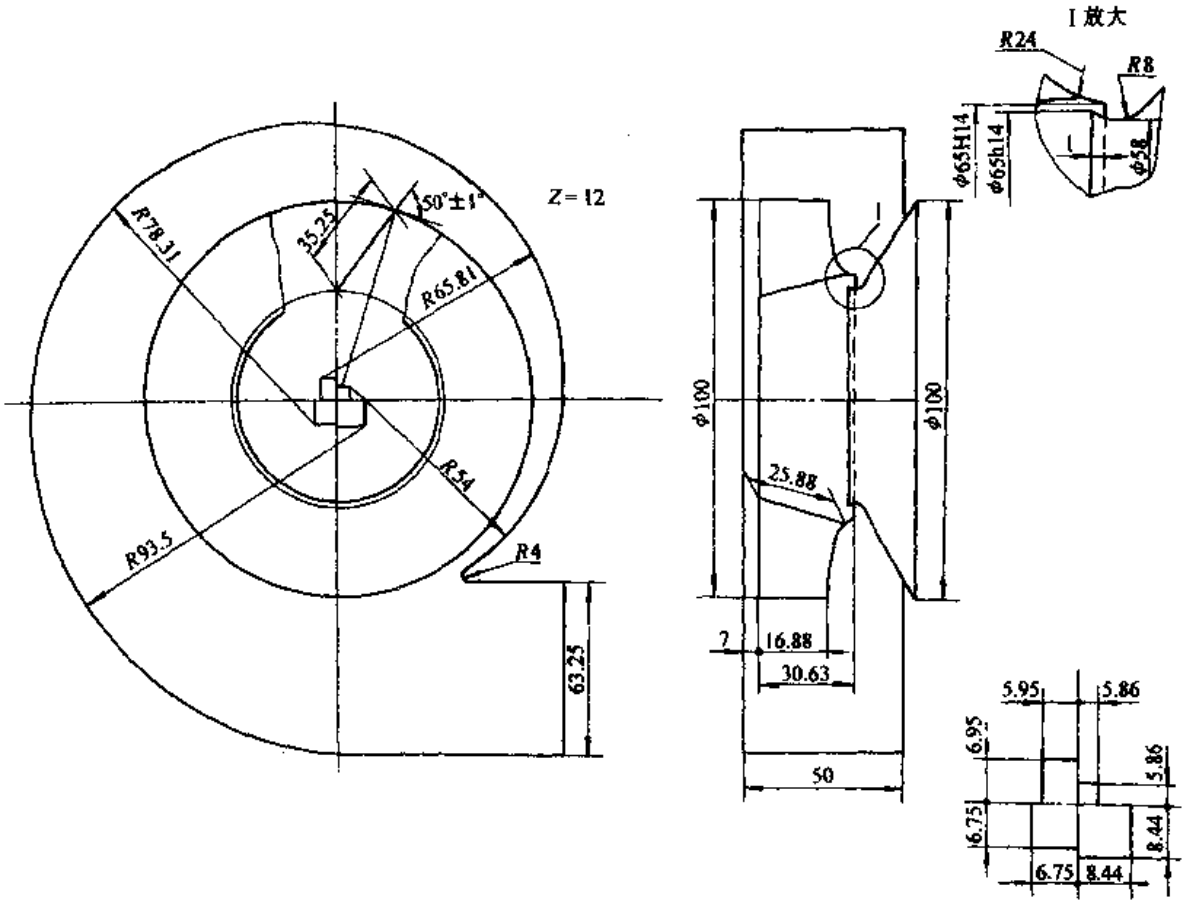


图 3-35　Y5-47 型离心式通风机空气动力学略图

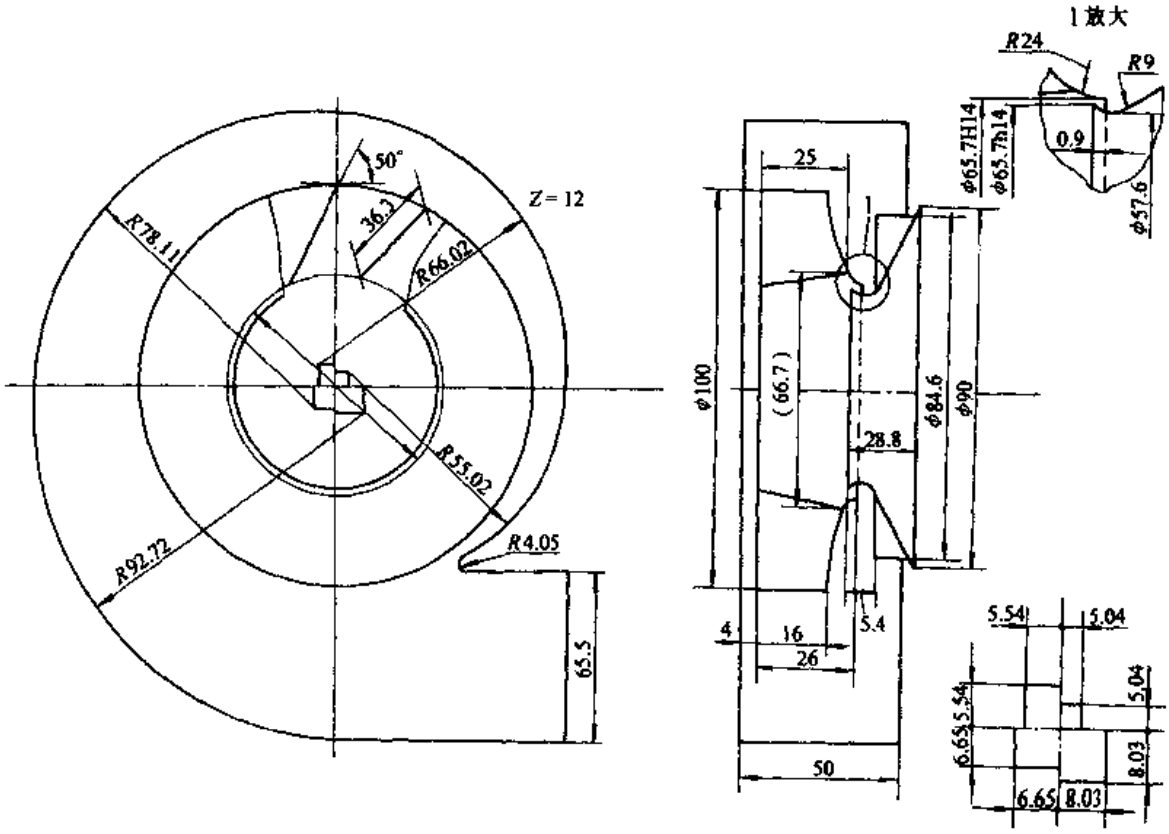


图 3-36　Y5-48 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

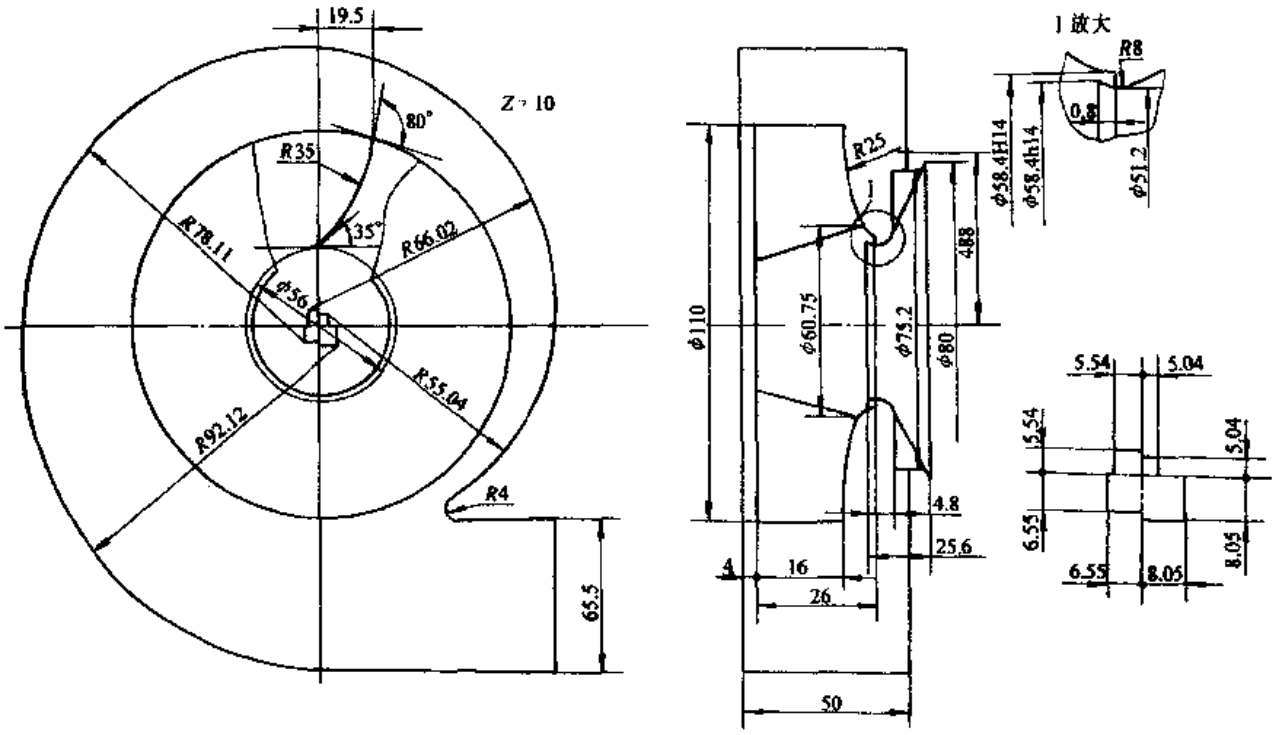


图 3-37 C6-48 型离心式通风机空气动力学略图

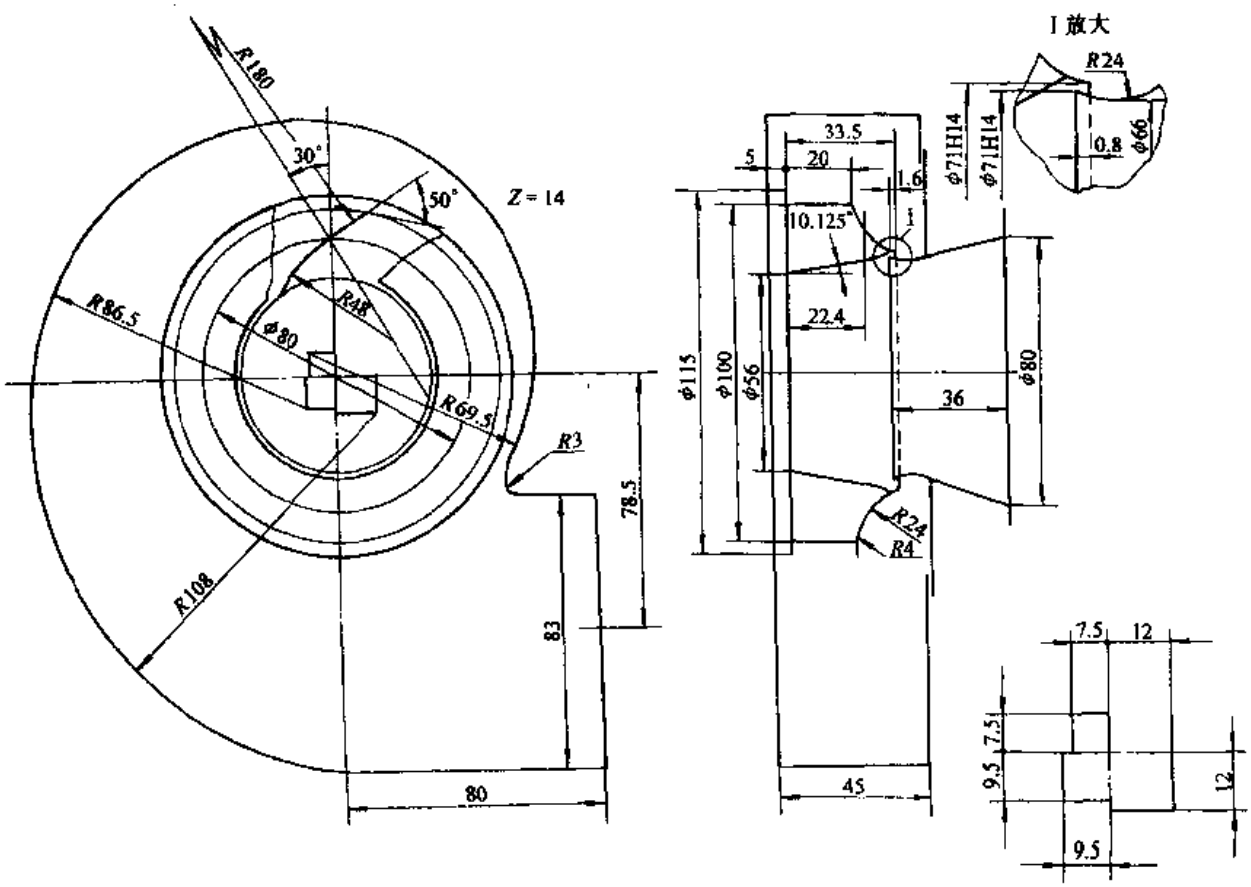
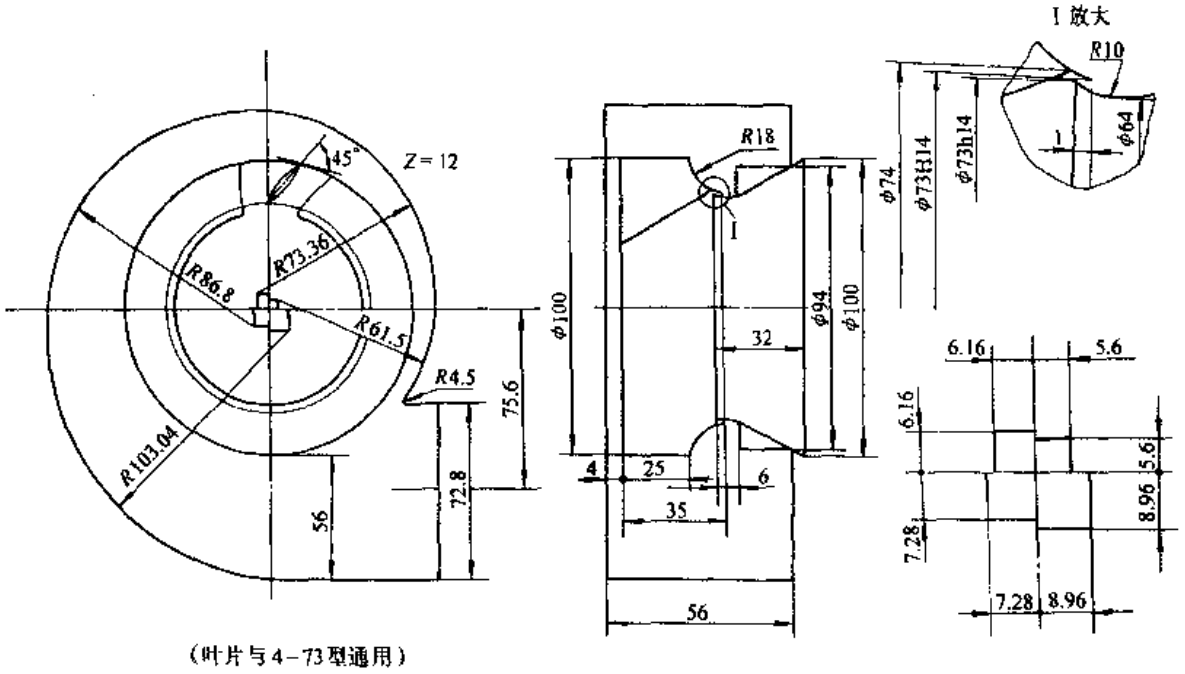


图 3-38 T5-58 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD



（叶片与4－73型通用）

图 3-39　T4-68 型离心式通风机空气动力学略图

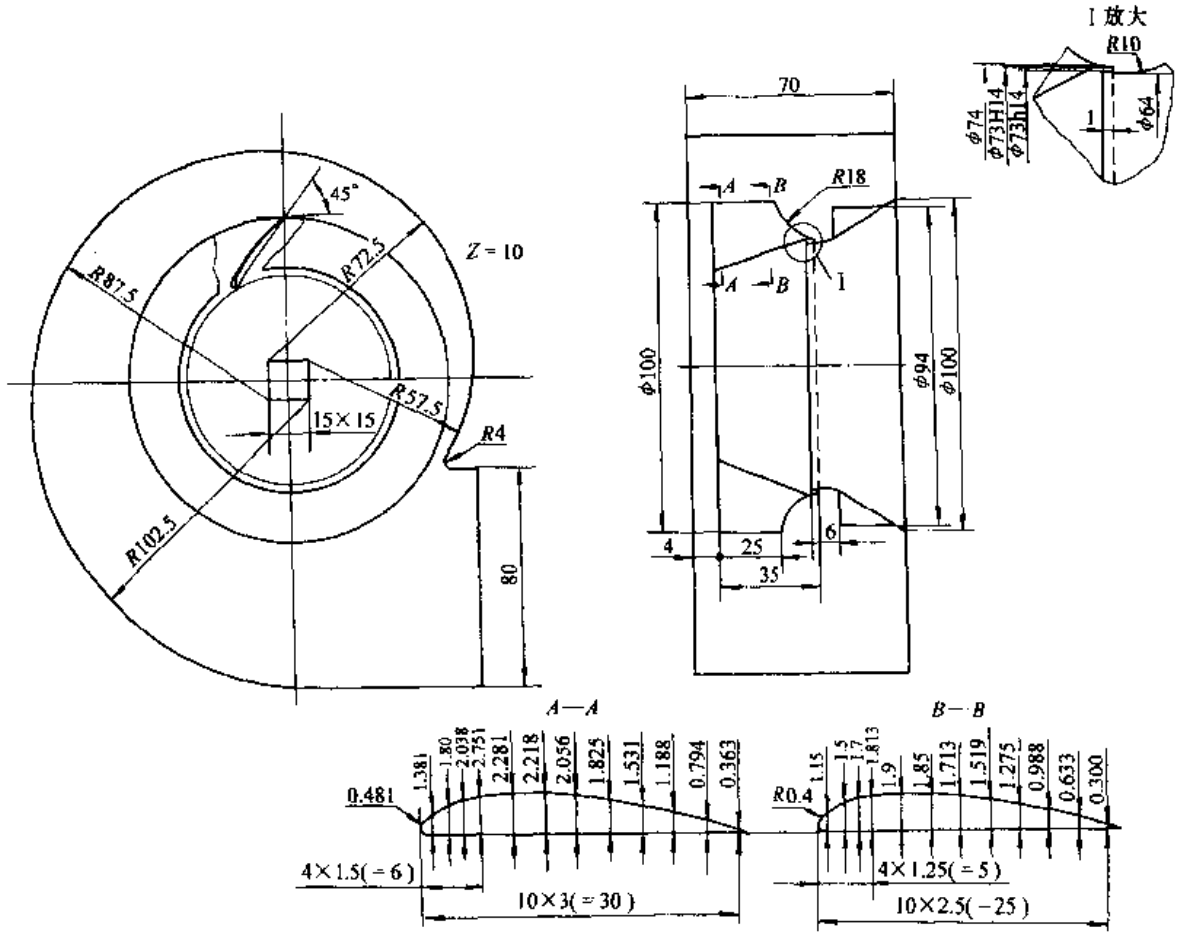


图 3-40　4-72 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

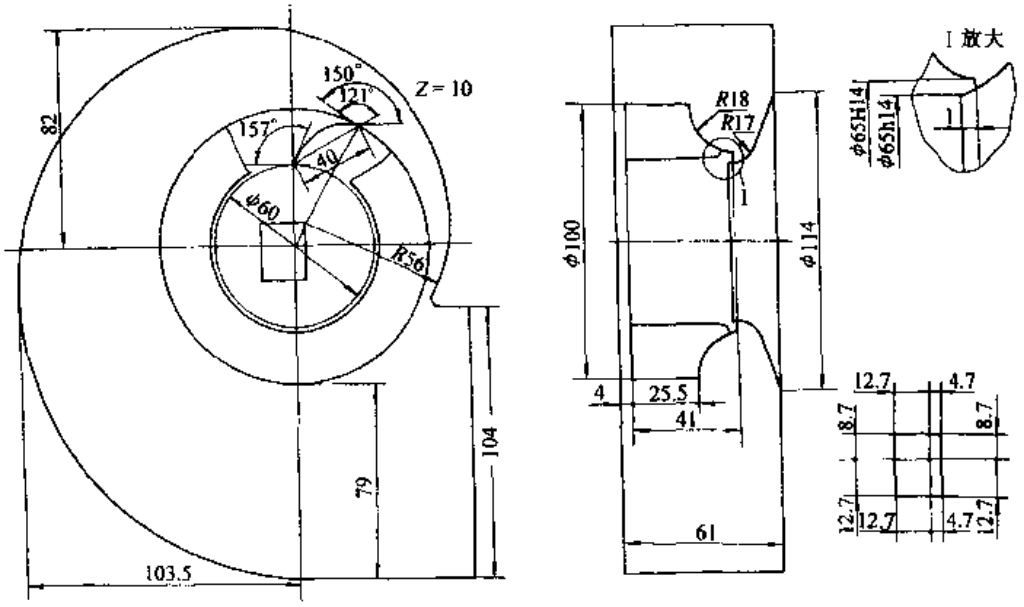


图 3-41 T4-72 型离心式通风机空气动力学略图

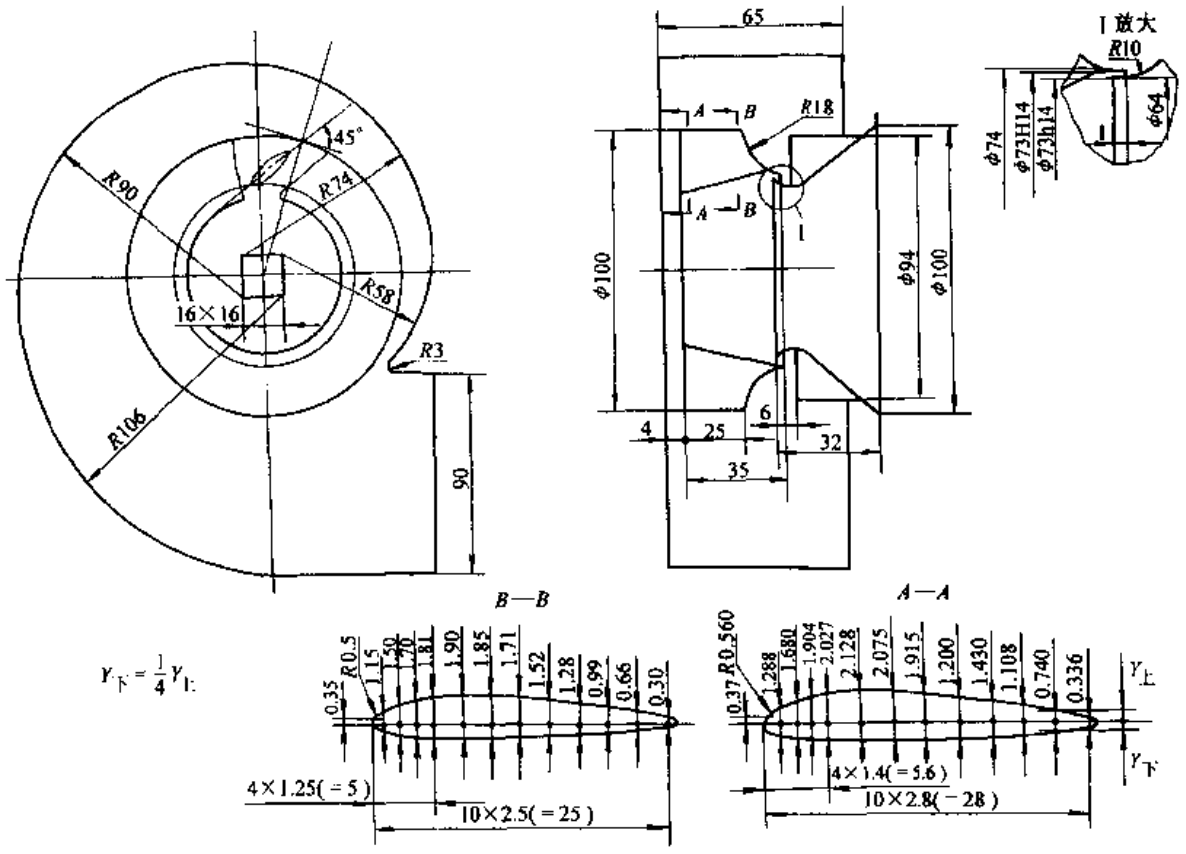


图 3-42 4-73 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

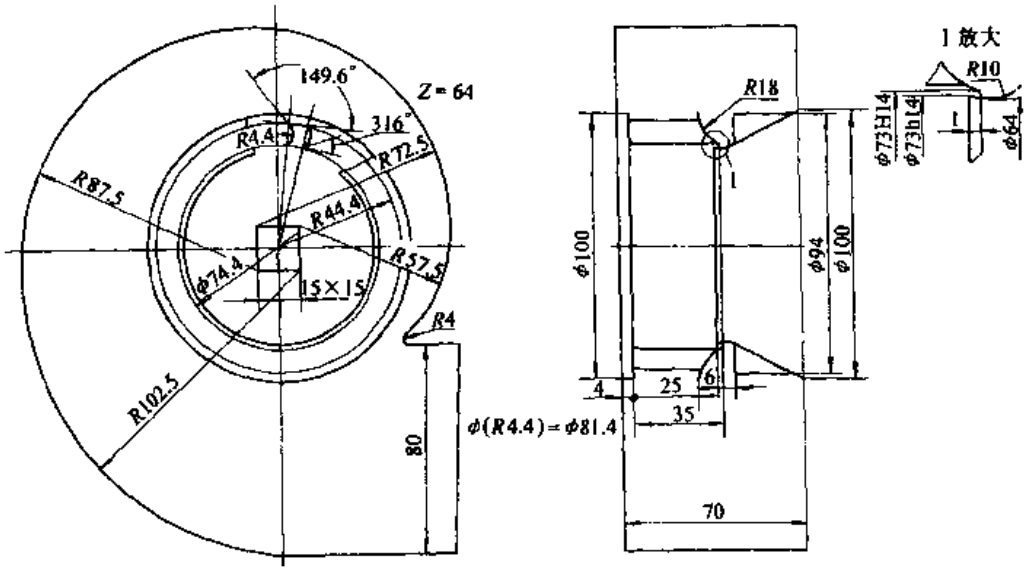


图 3-43　T8-72 型离心式通风机空气动力学略图

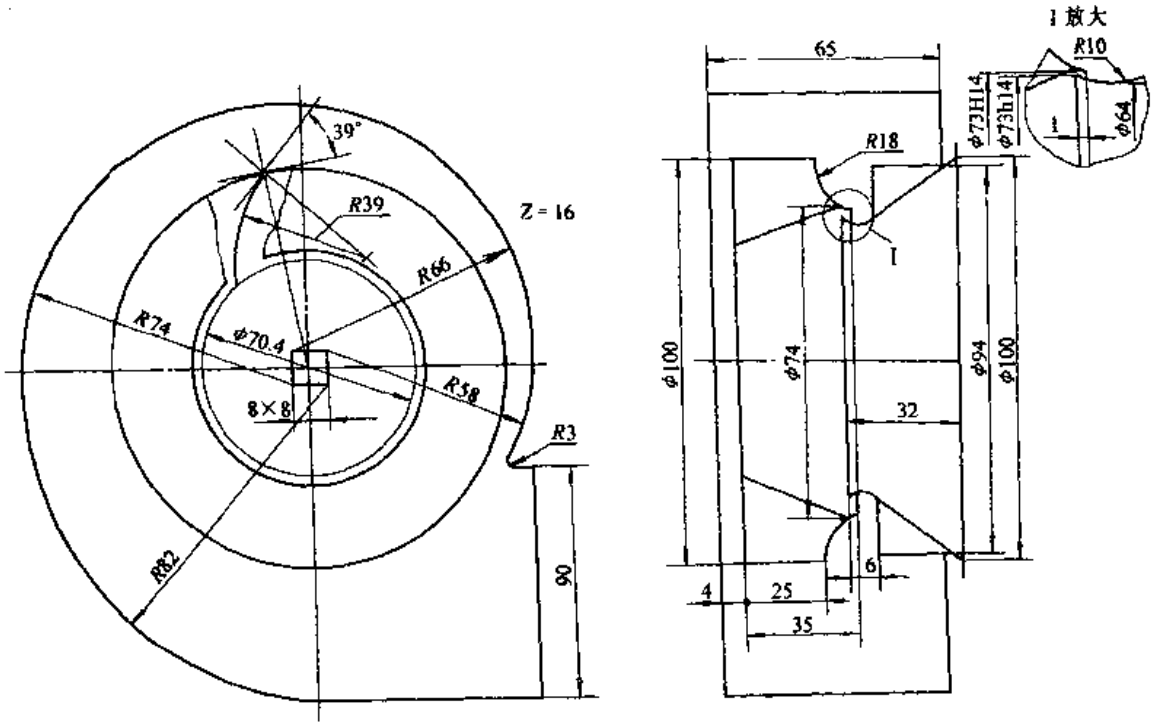


图 3-44　T4-79 型离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

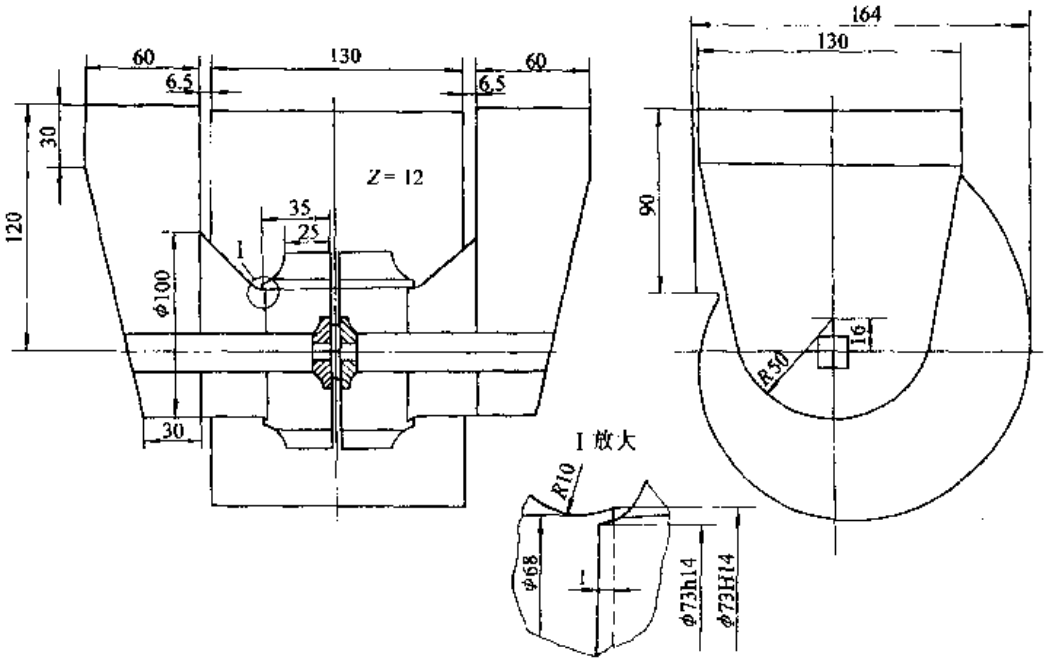
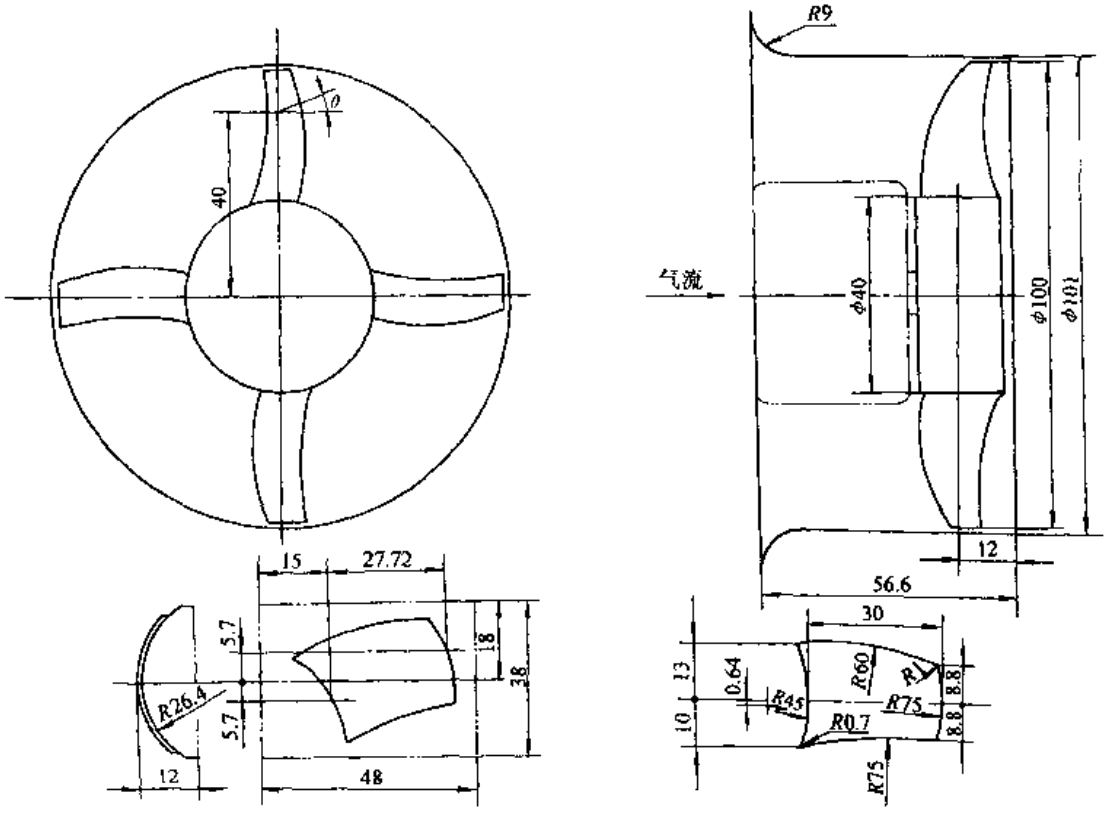


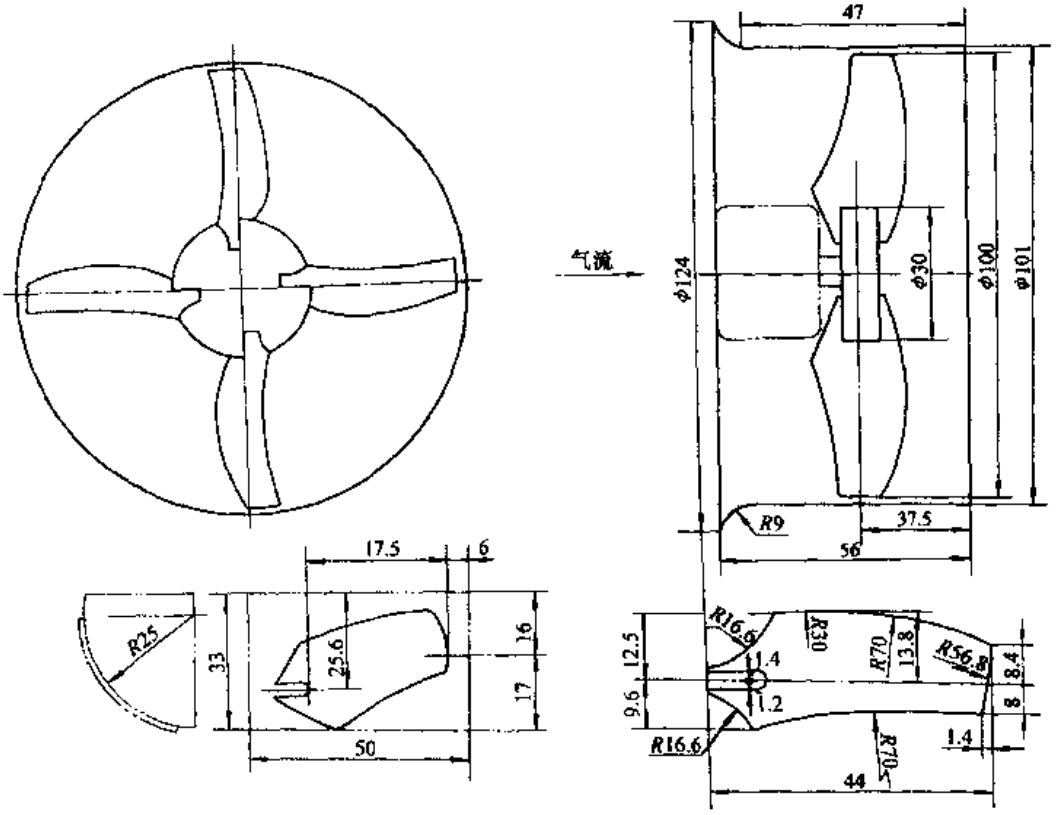
图 3-45 4-2×73 型离心式通风机空气动力学略图



叶片成型图　　叶片展开图

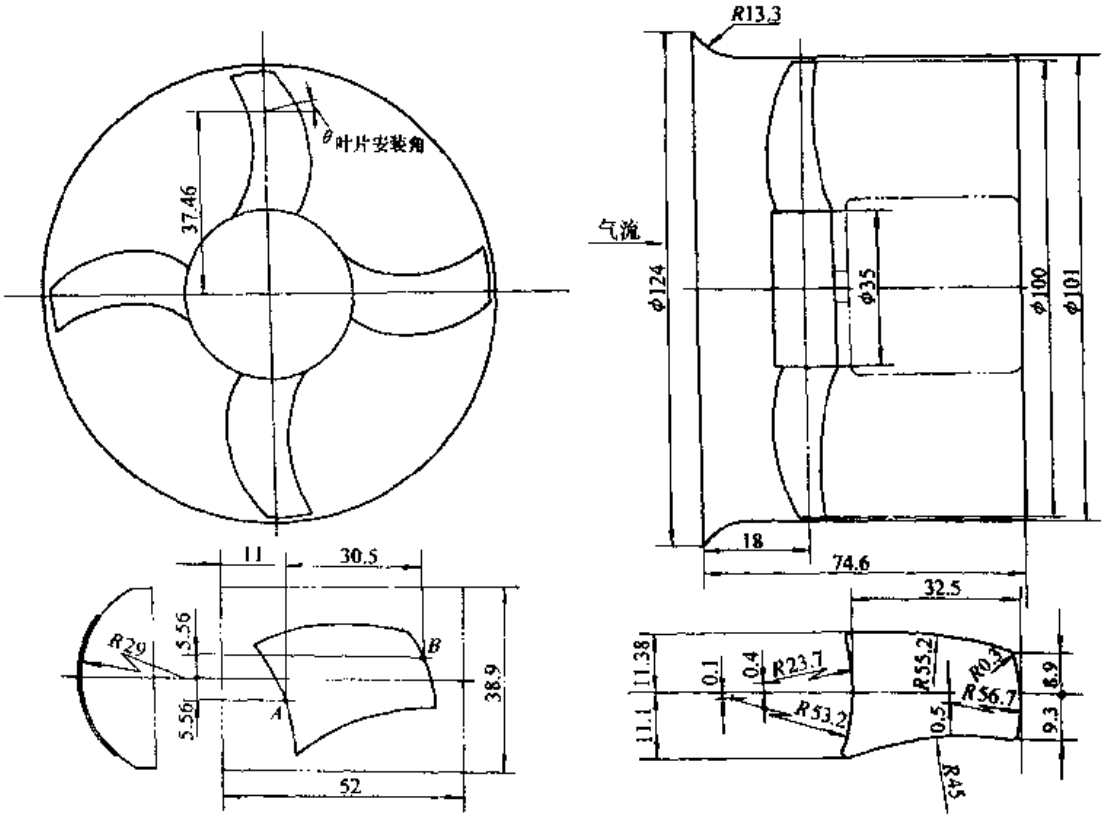
图 3-46 T40 型轴流式通风机空气动力学略图

PLC WORLD



叶片成形图　　叶片展开图

图 3-47　T30 型轴流式通风机空气动力学略图



叶片成形图　　叶片展开图

图 3-48　T35 型轴流式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

表 3-16 最高效率点的无因次性能参数(一)

序号	型号	流量系数 φ	全压系数 ψ_{tf}	比转速 n_s	功率系数 λ	最高全压内效率 $\eta_{in.tf.max}$/%	备注
1	T8-09	0.011	1.873	9.040	0.0257	80	
2	T9-12	0.029	1.868	13.66	0.0665	76.8	
3	T10-14	0.027	1.878	14.13	0.0638	79.5	LYF9.5、10
4	T9-19	0.044	1.728	19.2	0.093	81.5	
5	T10-19	0.0575	1.928	20.22	0.126	88	
6	T10-24	0.059	1.915	20.6	0.1468	76	
7	T9-20	0.048	1.6636	20.65	0.102	77.7	SGY1-2
8	T6-23	0.037	1.066	25.3	0.048	82	
9	T5-25	0.04	1.14	25	0.054	84.5	
10	T9-26	0.10	1.734	28.8	0.2156	80.4	
11	T9-28	0.11	1.704	30.69	0.224	82	
12	T5-29	0.05	1.09	28.9	0.072	76	
13	T6-30	0.062	1.2	29.97	0.0907	82	
14	T5-31	0.050	1.039	29.98	0.0628	82.2	SGG1-2
15	T6-31	0.07	1.13	33.31	0.096	82	
16	XY9-35	0.145	1.77	34.2	0.3046	84.24	
17	T9-35-1	0.140	1.69	34.8	0.348	68	
18	T10-16	0.033	1.86	15.7	0.0787	78	
19	T9-38	0.186	1.8	38.3	0.431	78	81
20	T8-39	0.158	1.67	37.3	0.332	79.5	
21	T6-40	0.965	1.132	39.03	0.1334	82.05	SGG2-1 SGY1-1
22	T6-41I	0.11	1.16	40.9	0.156	81.5	
23	T9-42	0.212	1.712	42.40	0.4536	80	SGG6、8
24	C6-46	0.165	1.273	46.7	0.336	62.5	
25	Y5-47	0.148	1.046	51.33	0.174	89	
26	Y5-48	0.1265	1.112	45.3	0.164	85.5	
27	C6-48	0.173	1.08	54.0	0.236	79.2	
28	T5-58	0.1754	1.0026	57.64	0.2106	83.5	SGY2-1
29	T4-68	0.215	0.89	69.8	0.209	91.5	
30	4-72	0.222	0.876	71.8	0.218	89	
31	T4-72	0.215	0.79	76.36	0.1950	86.8	
32	4-73	0.224	0.864	73	0.223	87	
33	T8-72	0.49	1.49	72	1.169	63	
34	T4-79	0.26	0.86	78.8	0.254	88	
35	4-2×70	0.40	0.88	94	0.47	75	
36	T40	0.277	0.194	248	0.064	88	$\theta=25°$
37	T30	0.20	0.145	262	0.044	66	$\theta=15°$
38	T35	0.215	0.144	274	0.035	88	$\theta=20°$

注：1. 由无因次性能参数转化有因次性能参数见本书第 12 章、13 章及 1996 年机械工业出版社出版的《风机产品样本》。

2. 该表按比转数由小到大排列。

3. 表中 $n_s=138\times\phi^{0.5}/\psi^{0.75}$。

4. 表中 $\lambda=\phi\times\psi_{tf}/\eta_{in.tf.max}$。

5. 全部离心式通风机略图的左侧图场系将进风口去掉后绘制。

二、风机的专用型空气动力学略图

常用的专用型风机空气动力学略图见图 3-49～图 3-98。

常用的专用型风机最高效率点的无因次性能参数见表 3-17。

PLC WORLD

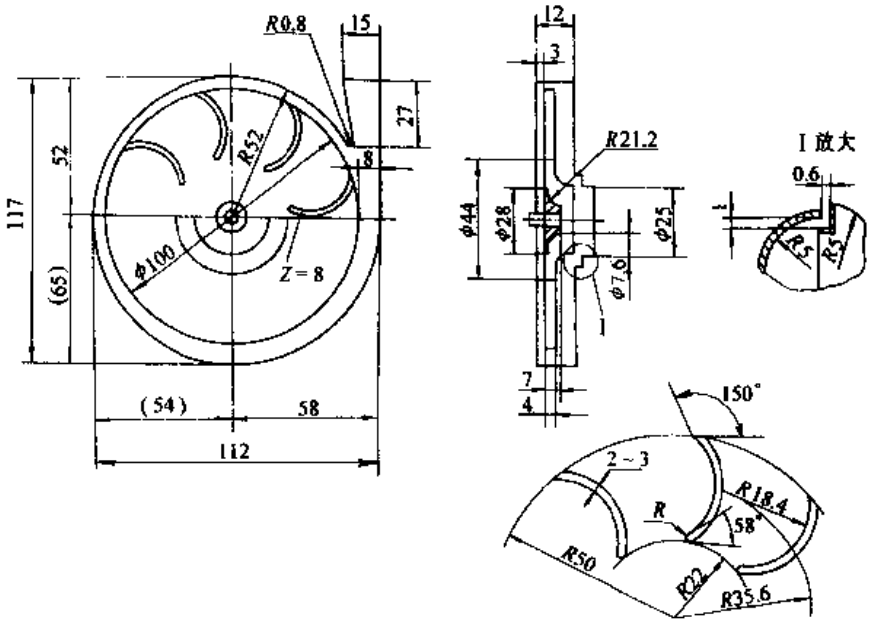


图 3-49　L8-11 离心式通风机空气动力学略图

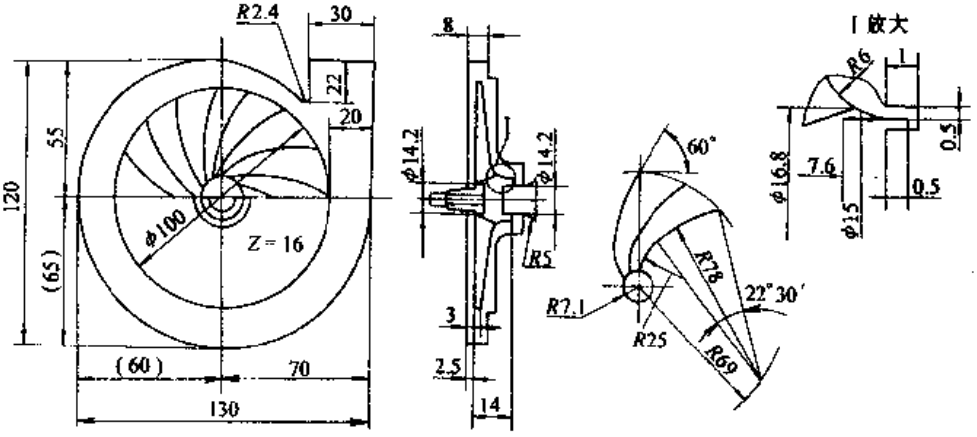


图 3-50　L6-12 离心式通风机空气动力学略图

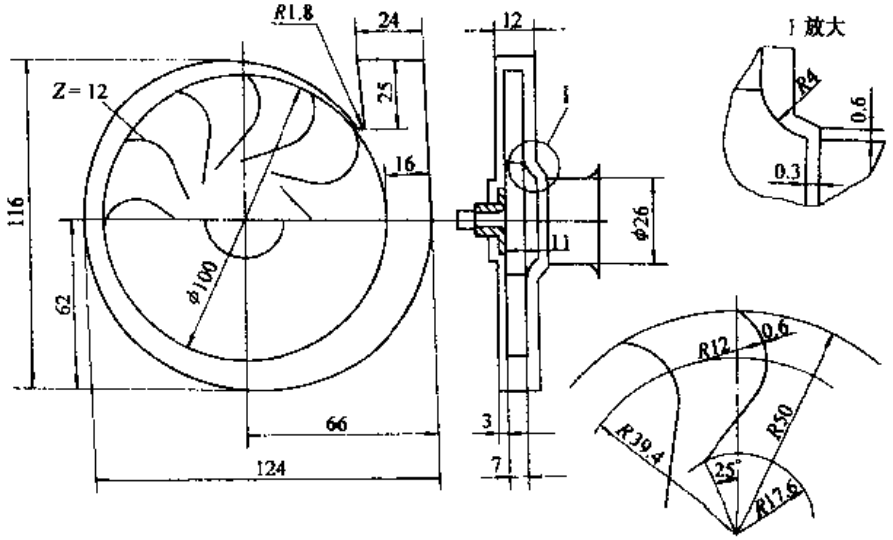


图 3-51　L8-13 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

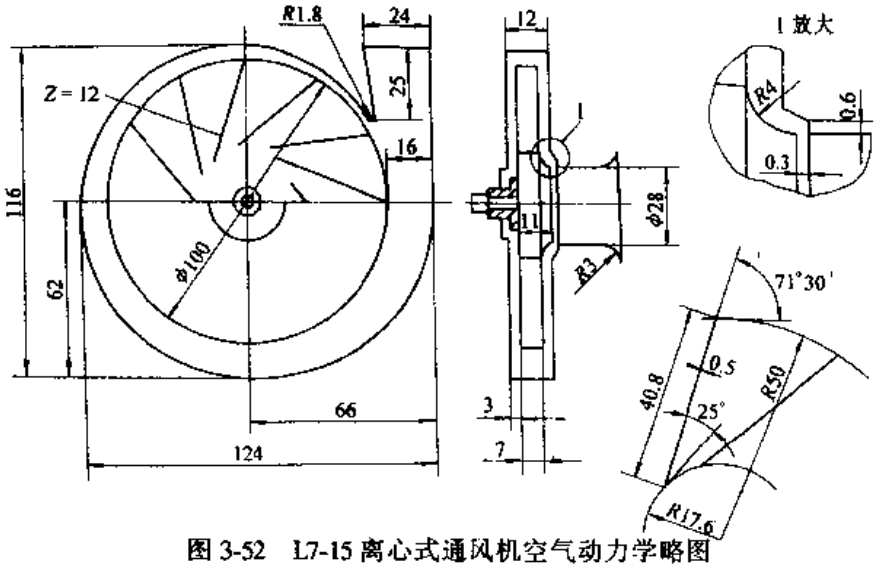


图 3-52 L7-15 离心式通风机空气动力学略图

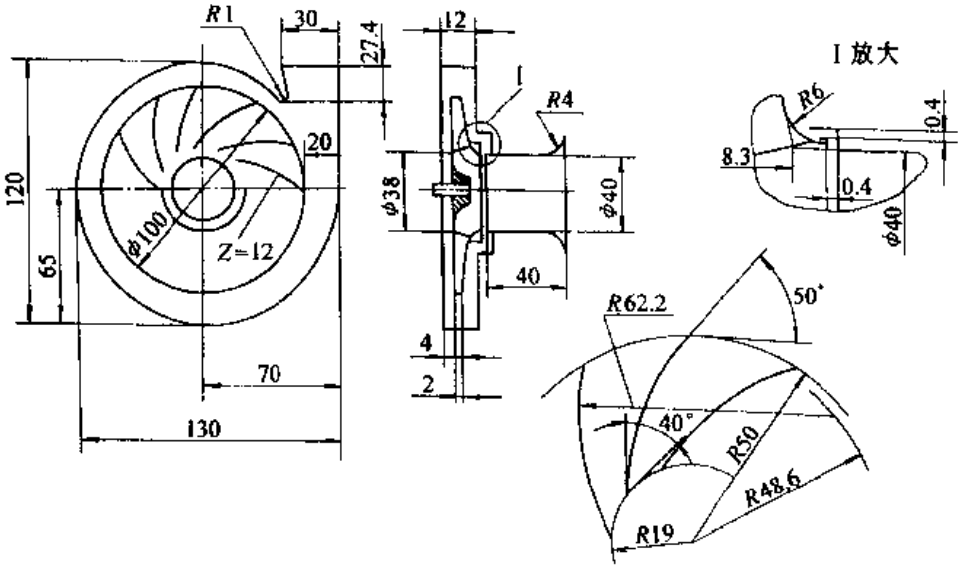


图 3-53 L6-18 离心式通风机空气动力学略图

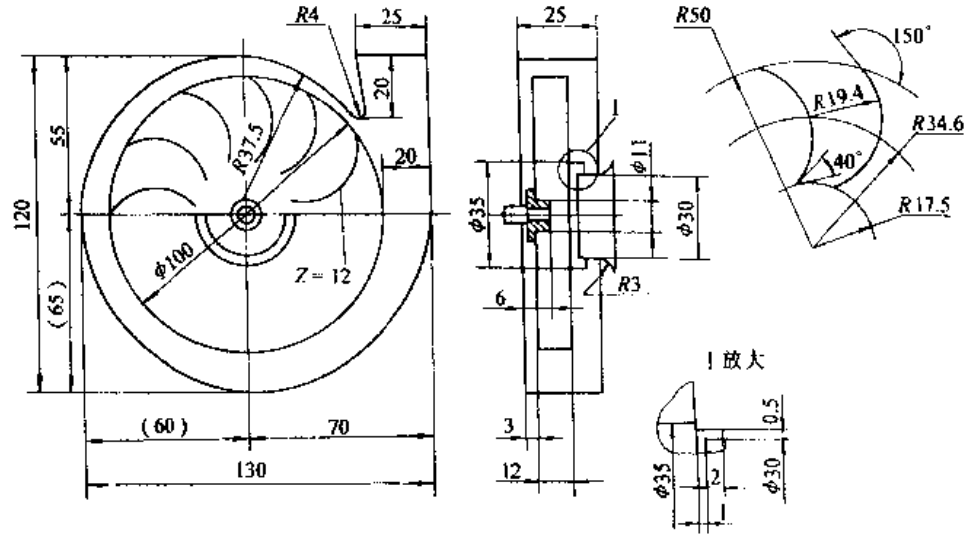


图 3-54 L8-18 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

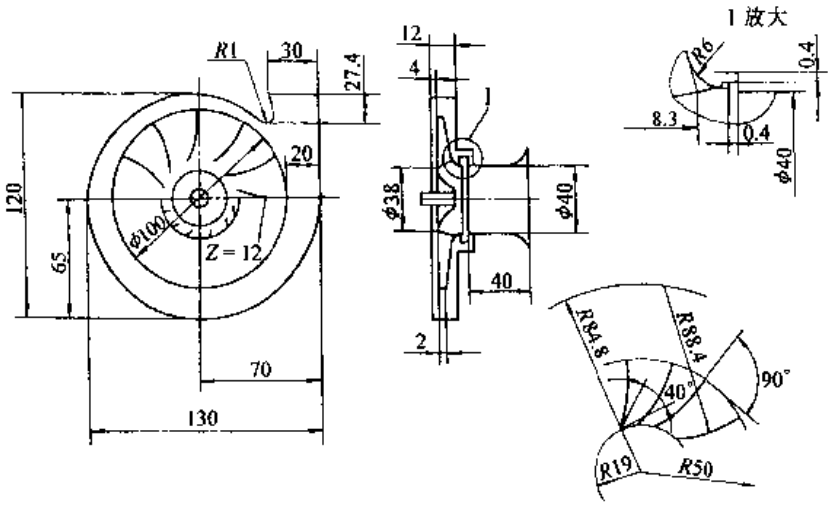


图 3-55　L6-19 离心式通风机空气动力学略图

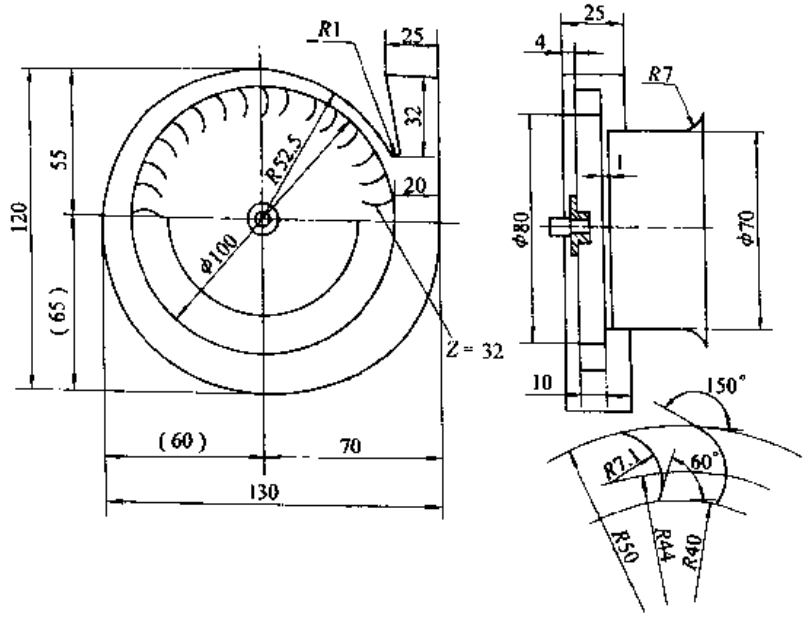


图 3-56　L10-20 离心式通风机空气动力学略图

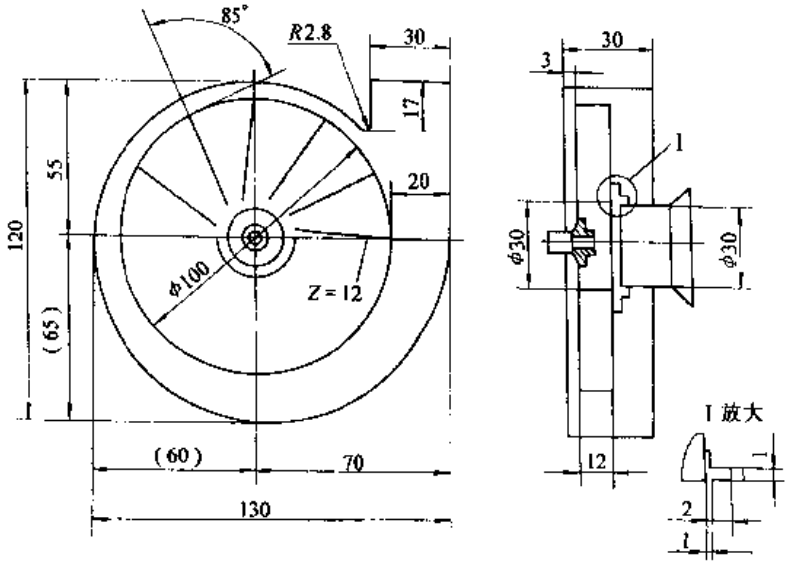


图 3-57　L7-22 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

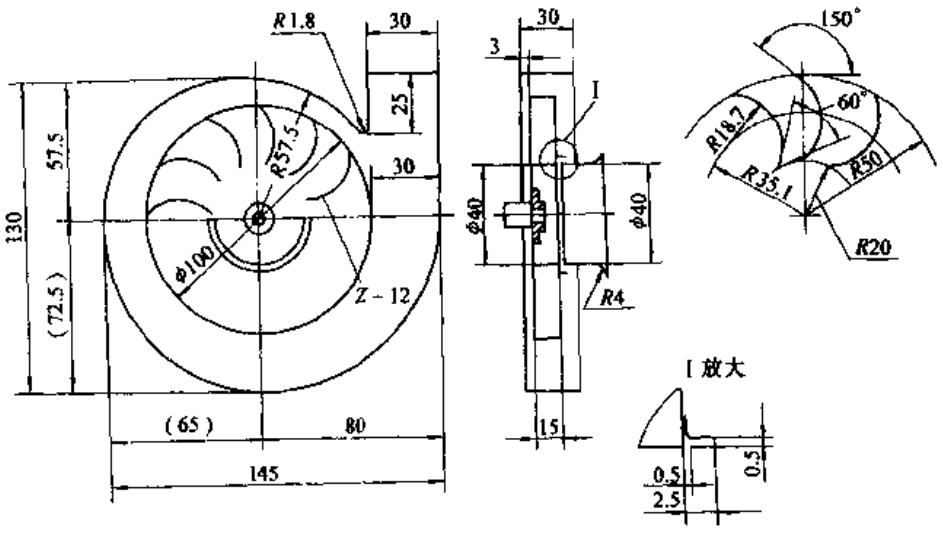


图 3-58 18-23 离心式通风机空气动力学略图

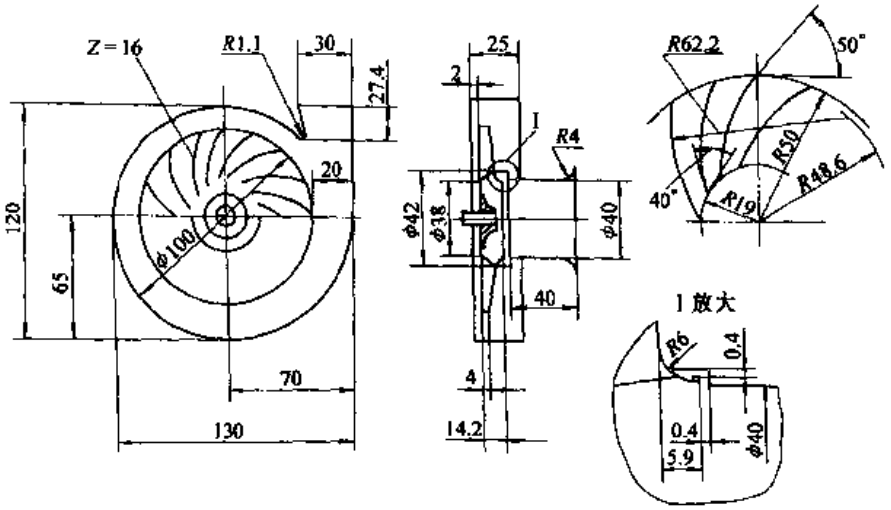


图 3-59 16-24 离心式通风机空气动力学略图

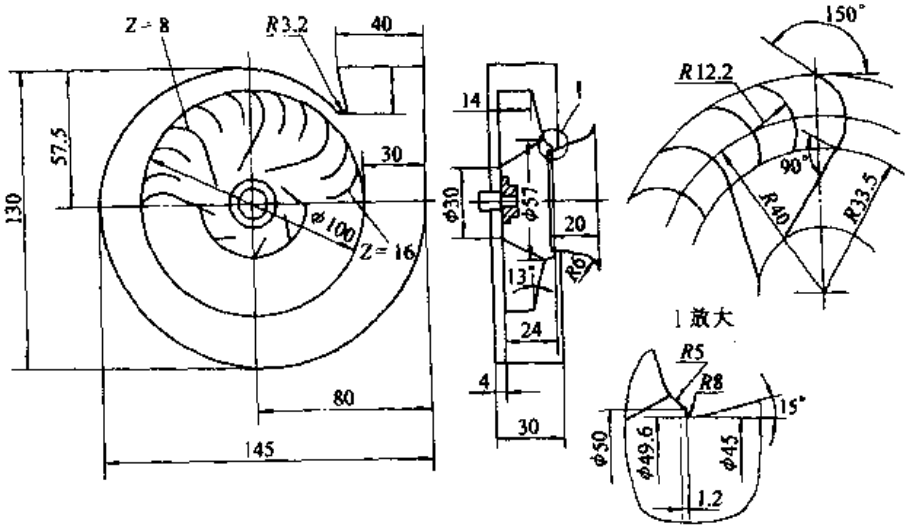


图 3-60 19-25 离心式通风机空气动力学略图

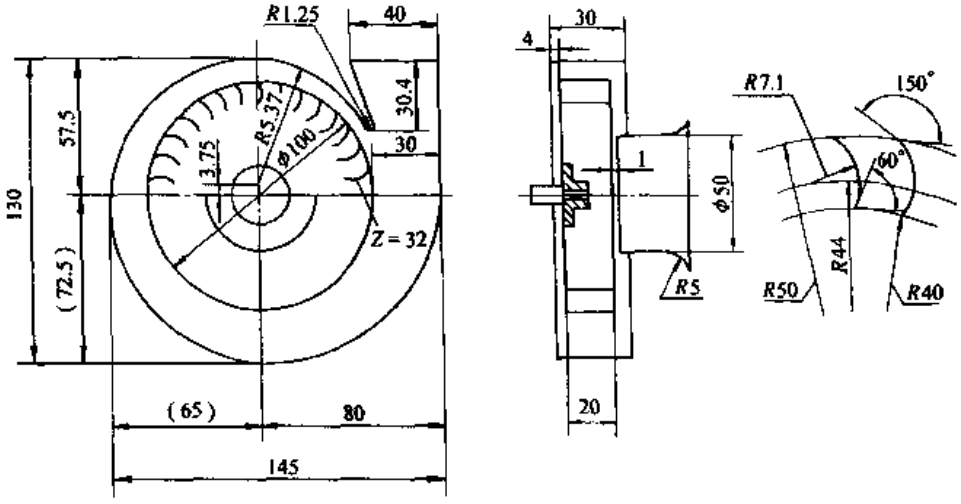


图 3-61　L11-26 离心式通风机空气动力学略图

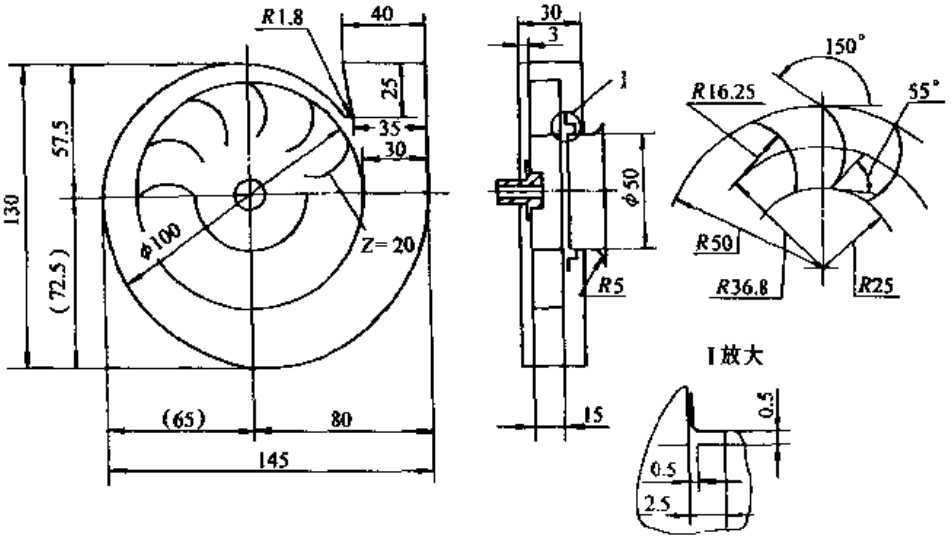


图 3-62　L9-27 离心式通风机空气动力学略图

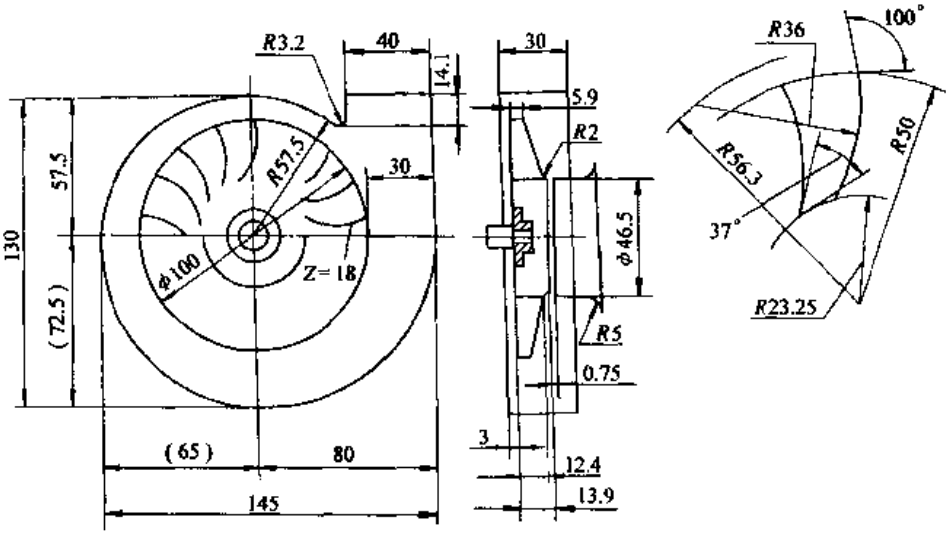


图 3-63　L7-28 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

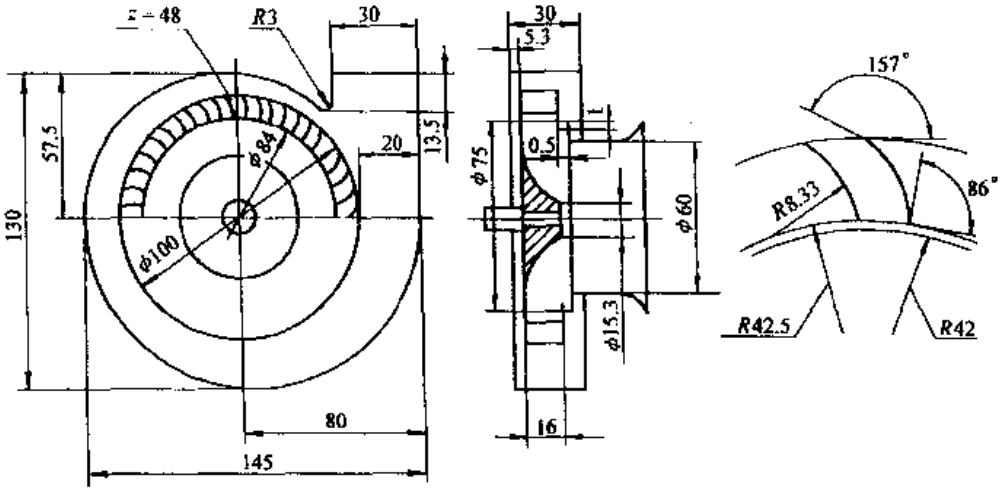


图 3-64 L10-28 离心式通风机空气动力学略图

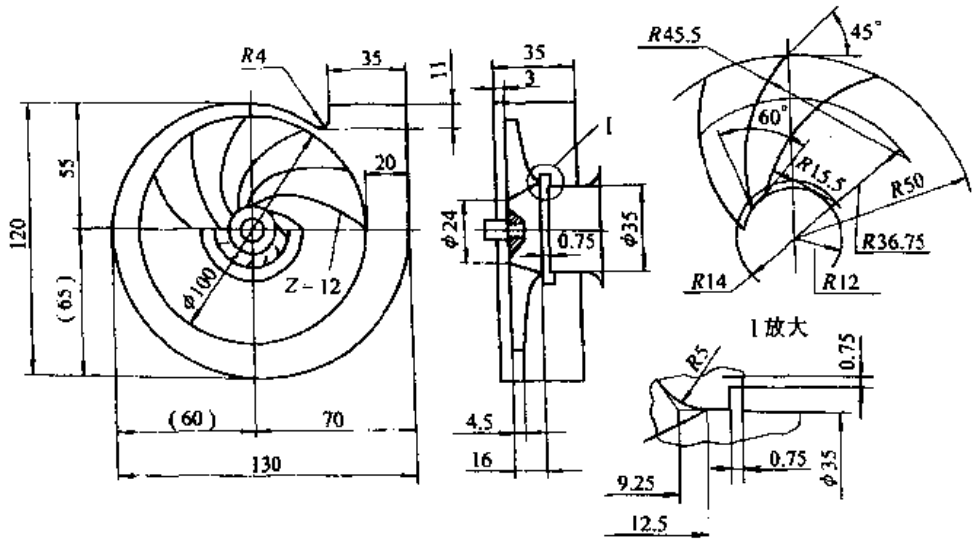


图 3-65 L5-29 离心式通风机空气动力学略图

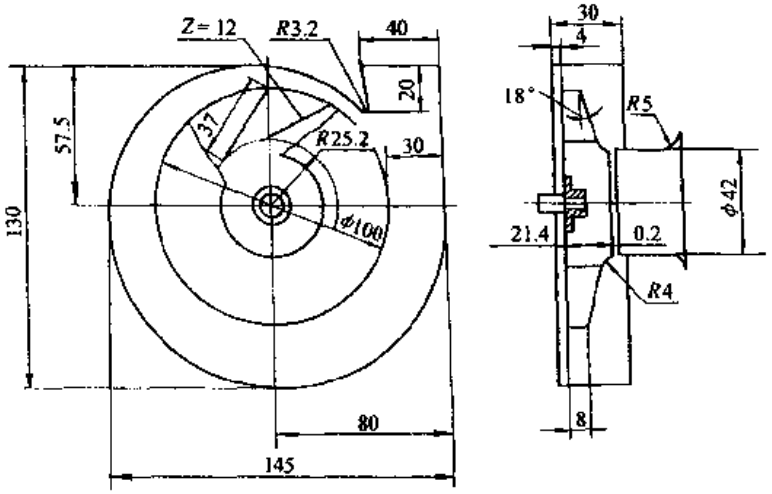


图 3-66 L6-29 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

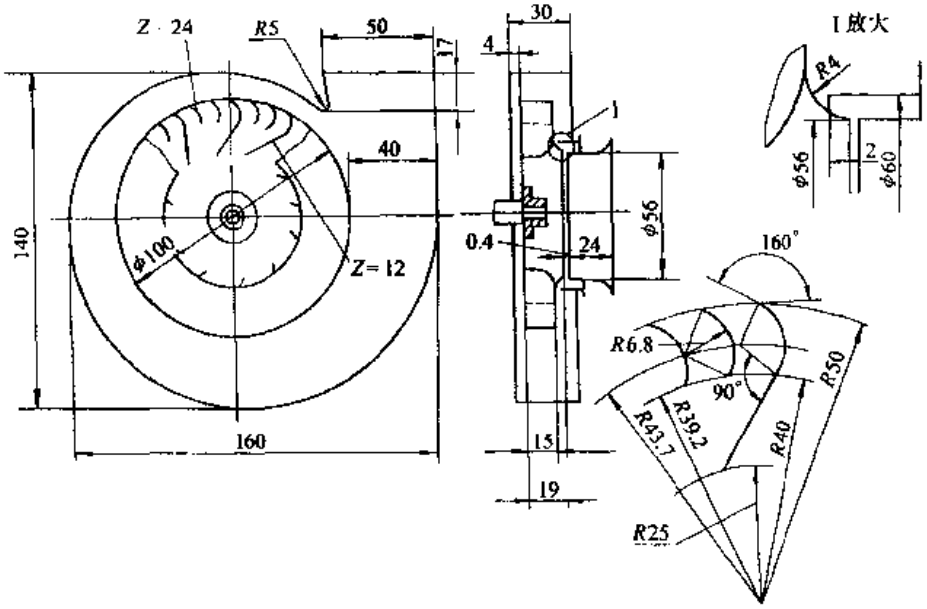


图 3-67　L10-29 离心式通风机空气动力学略图

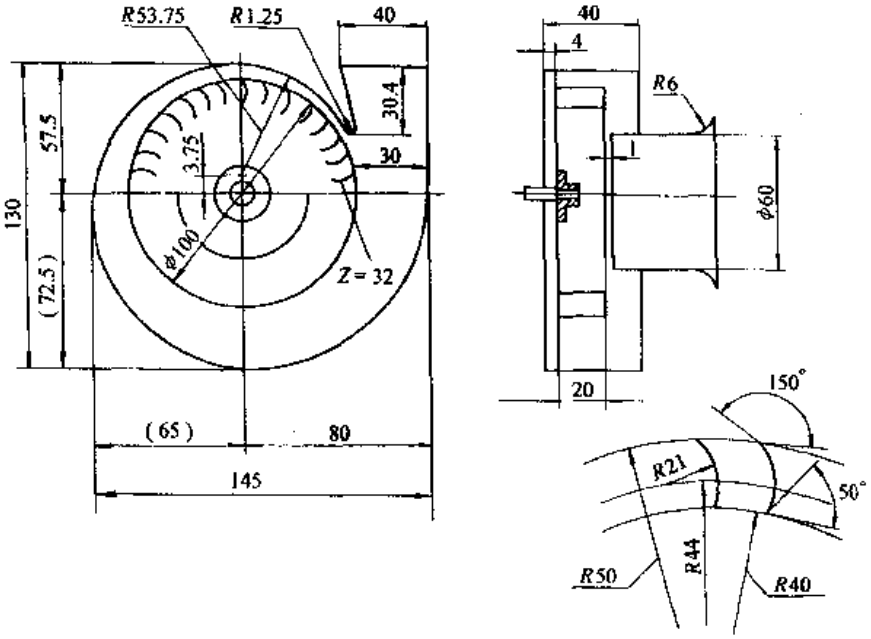


图 3-68　L11-30 离心式通风机空气动力学略图

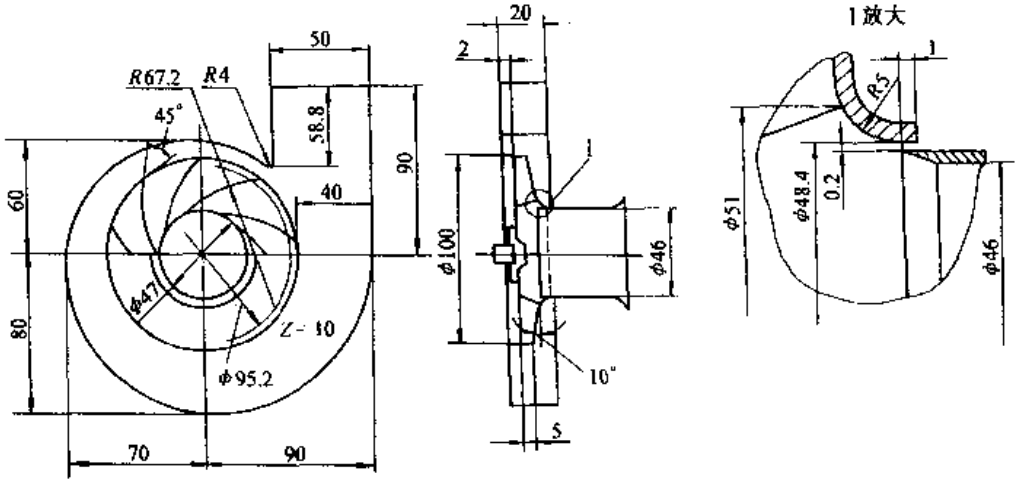


图 3-69　L5-31 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

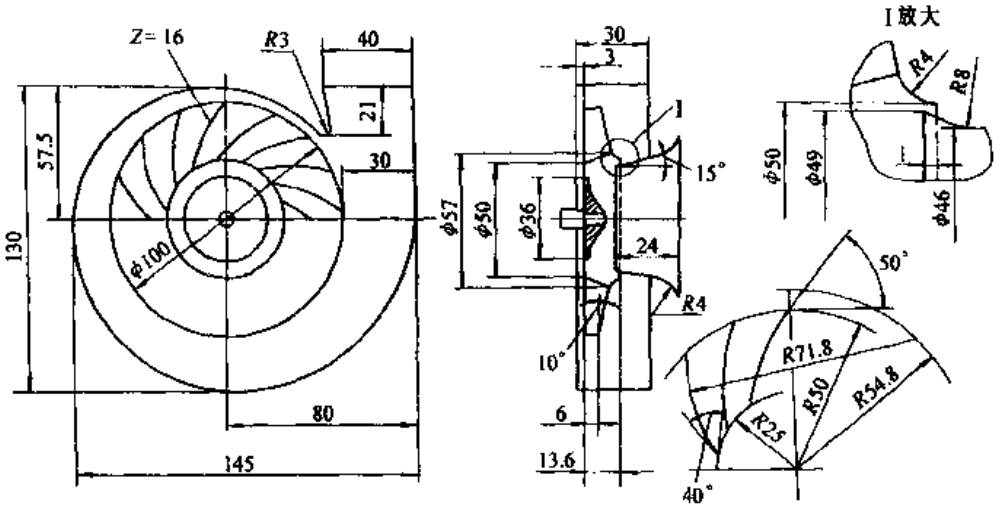


图 3-70　L5-34 离心式通风机空气动力学略图

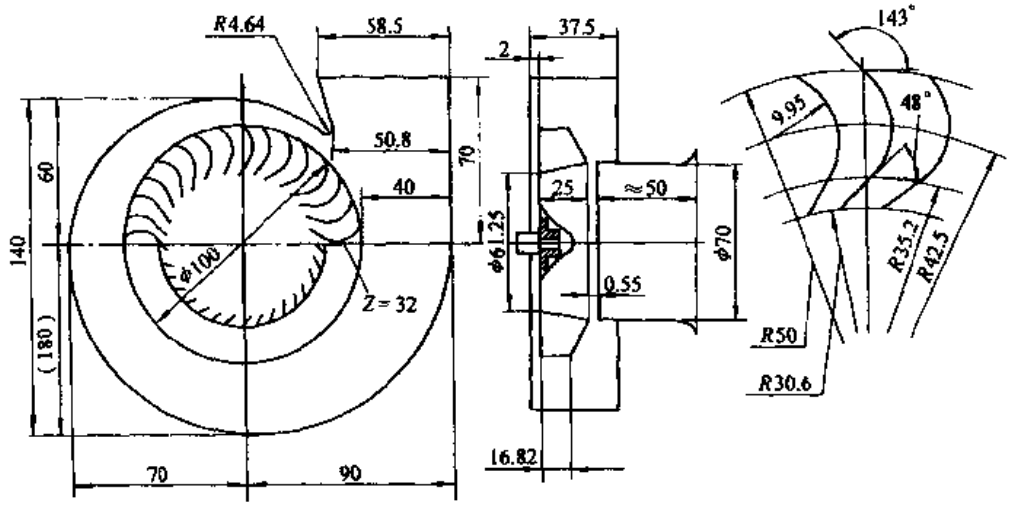


图 3-71　L8-35 离心式通风机空气动力学略图

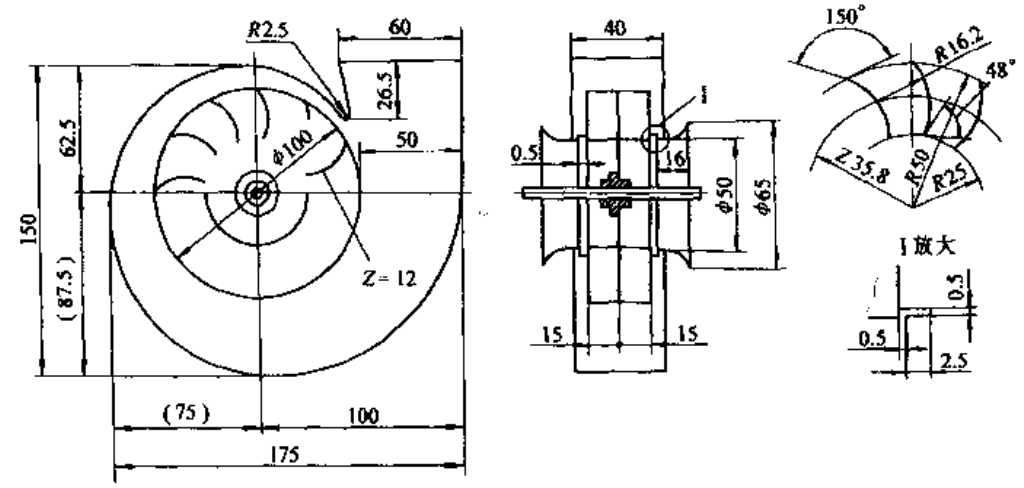


图 3-72　L9-2-27 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

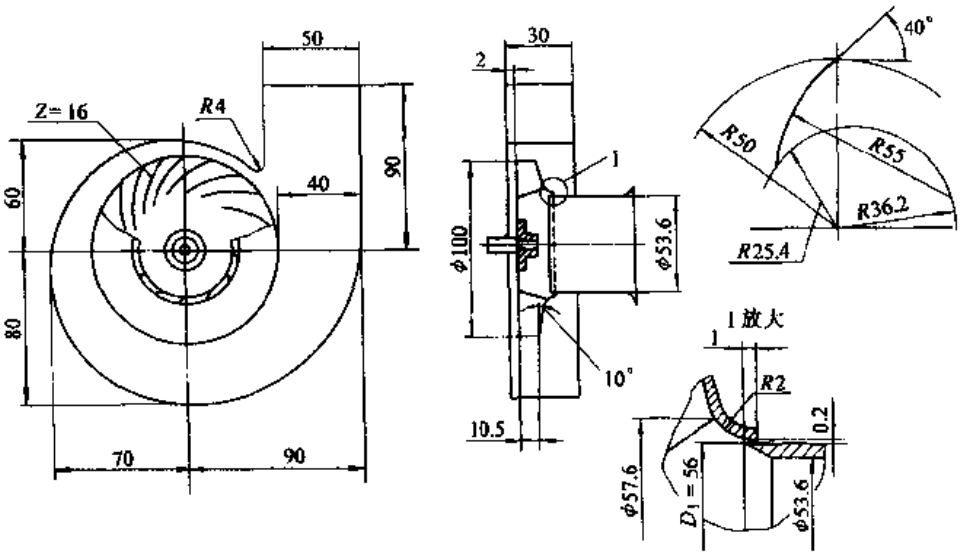


图 3-73　L5-36 离心式通风机空气动力学略图

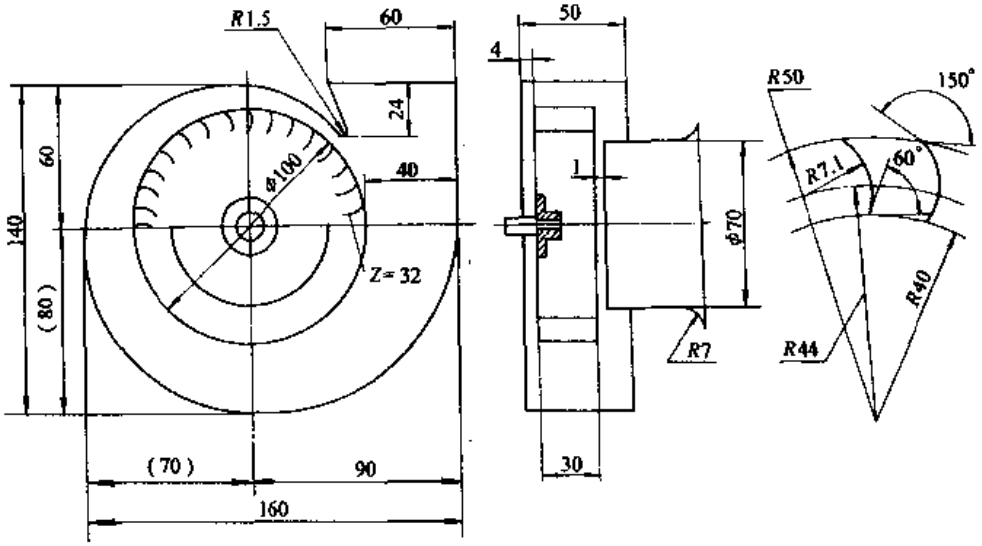


图 3-74　L11-38 离心式通风机空气动力学略图

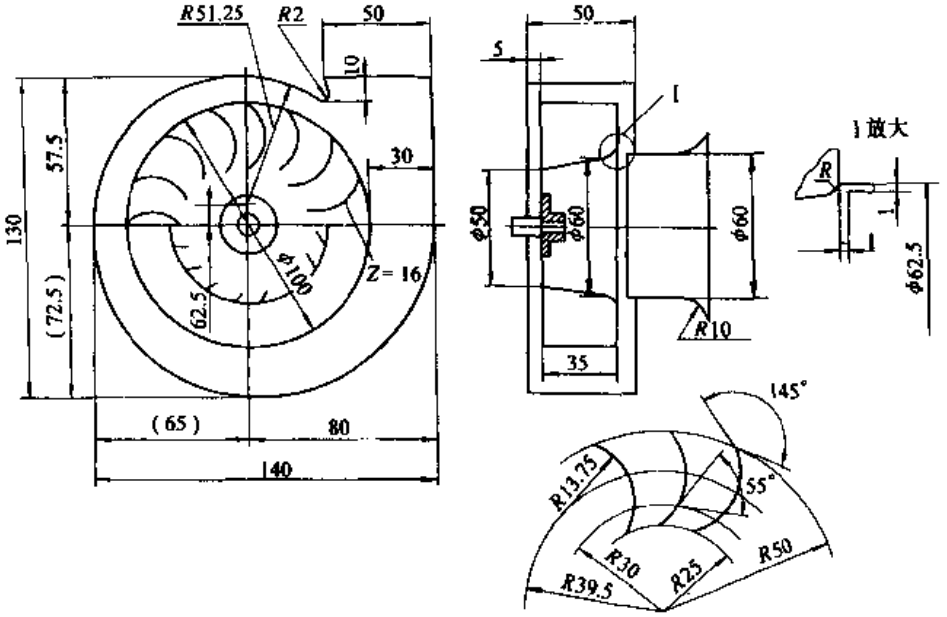


图 3-75　L8-39 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

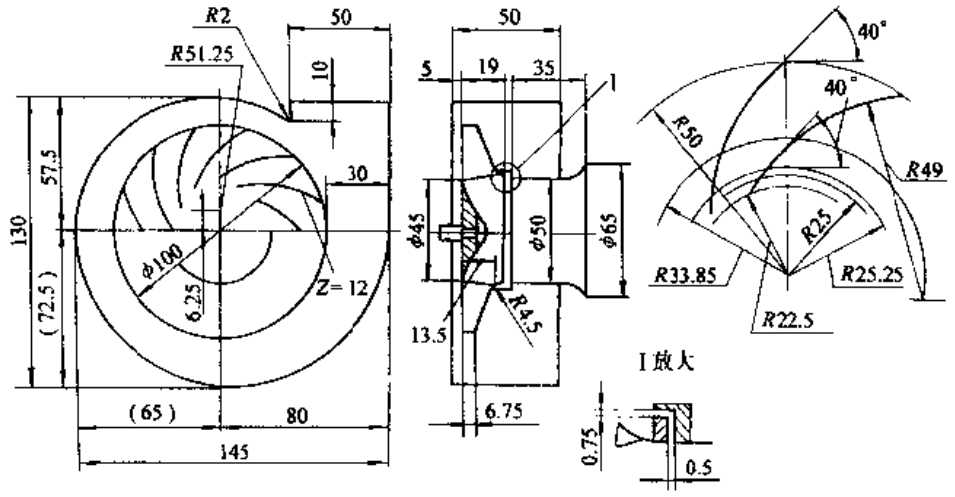


图 3-76　L5-40 离心式通风机空气动力学略图

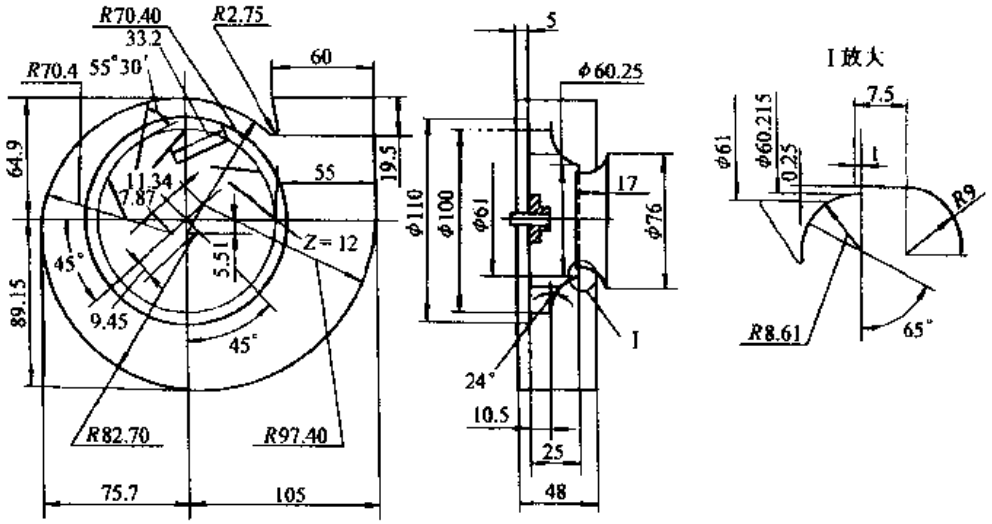


图 3-77　L6-40 离心式通风机空气动力学略图

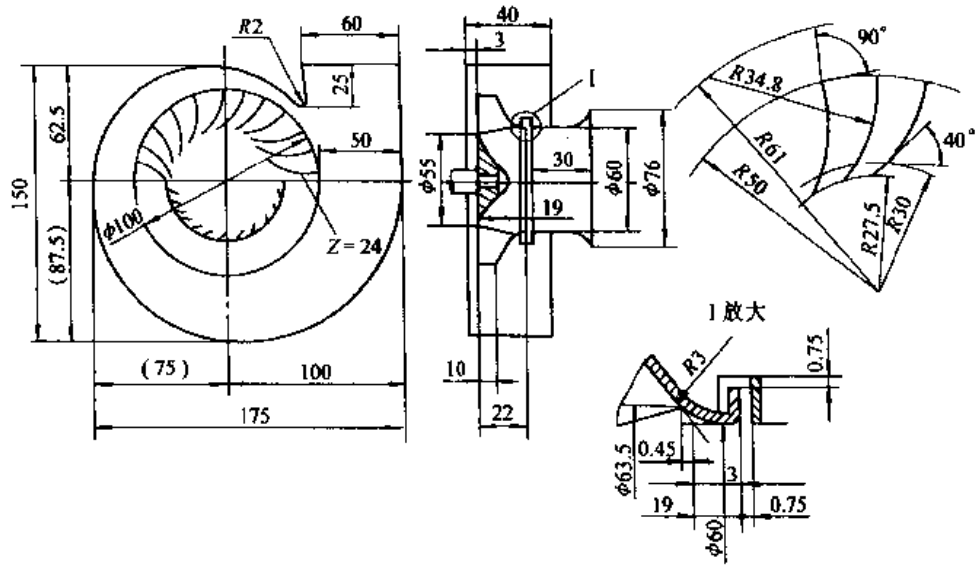


图 3-78　L7-42 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

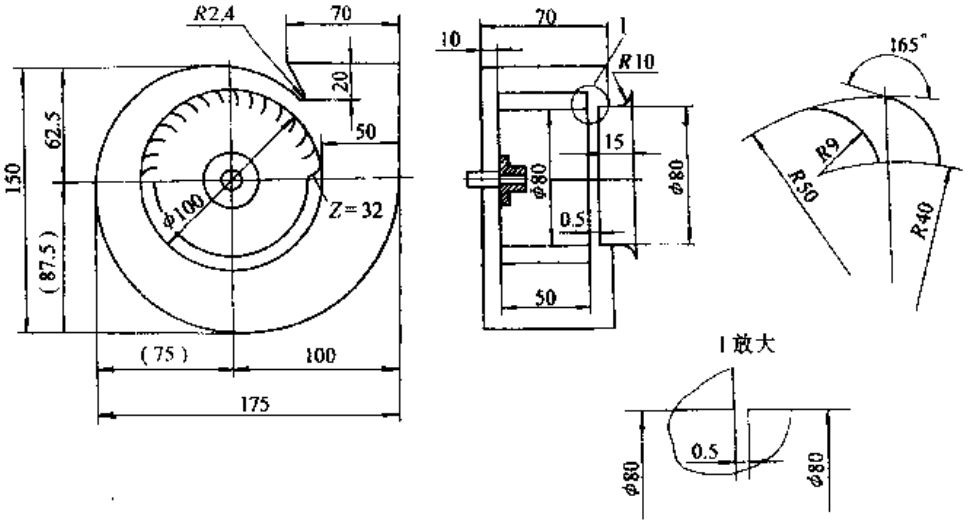


图 3-79　L14-46 离心式通风机空气动力学略图

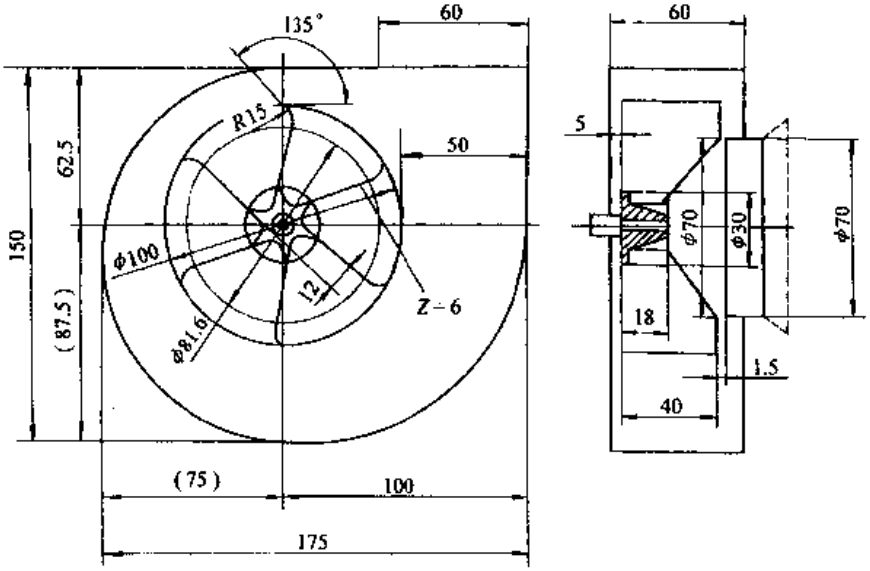


图 3-80　L6-46 离心式通风机空气动力学略图

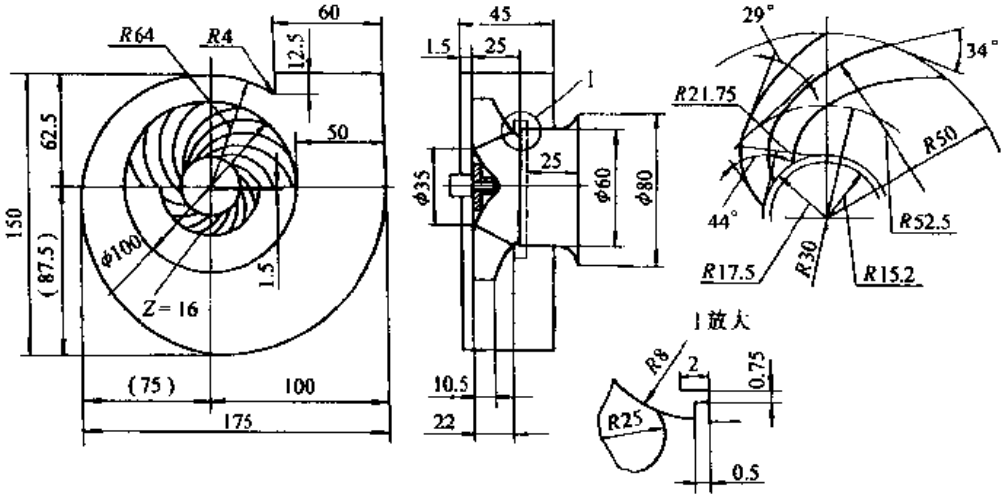


图 3-81　L4-50 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

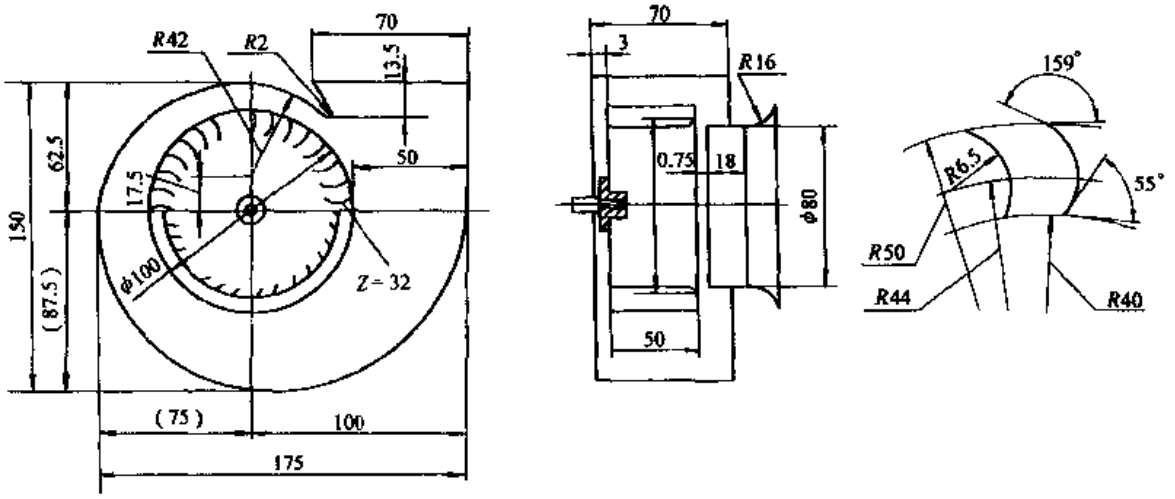


图 3-82 L12-50 离心式通风机空气动力学略图

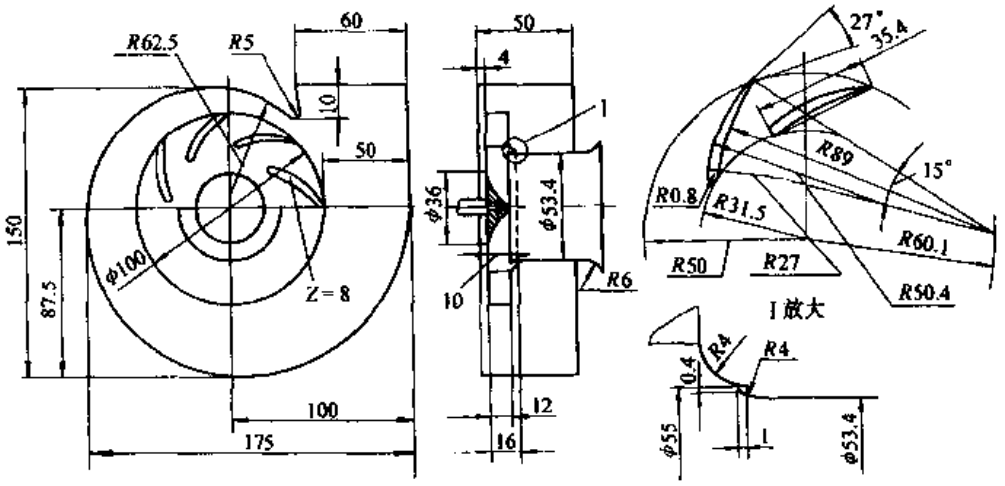


图 3-83 L4-52 离心式通风机空气动力学略图

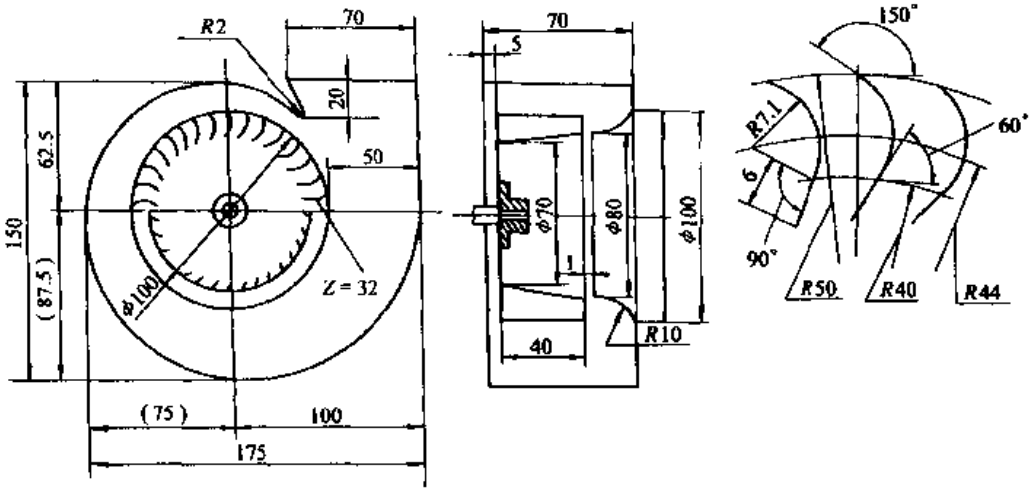


图 3-84 I9-55 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

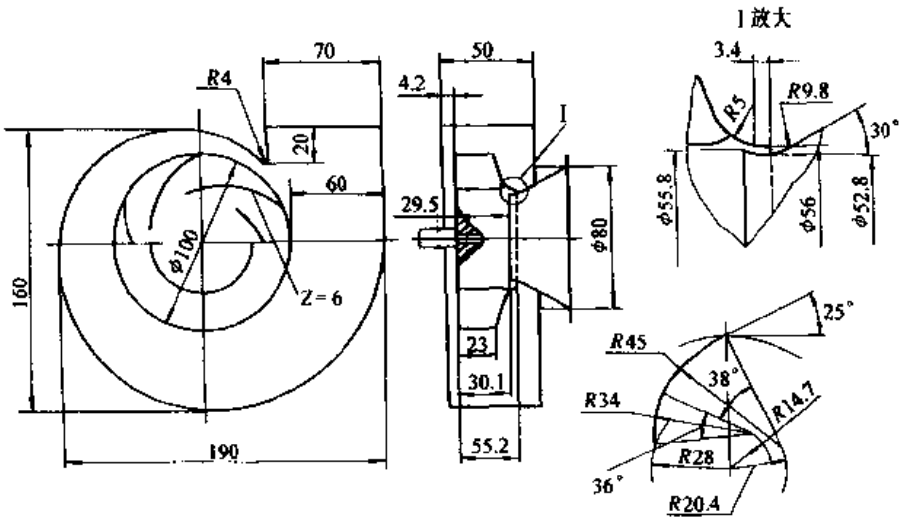


图 3-85　L4-57 离心式通风机空气动力学略图

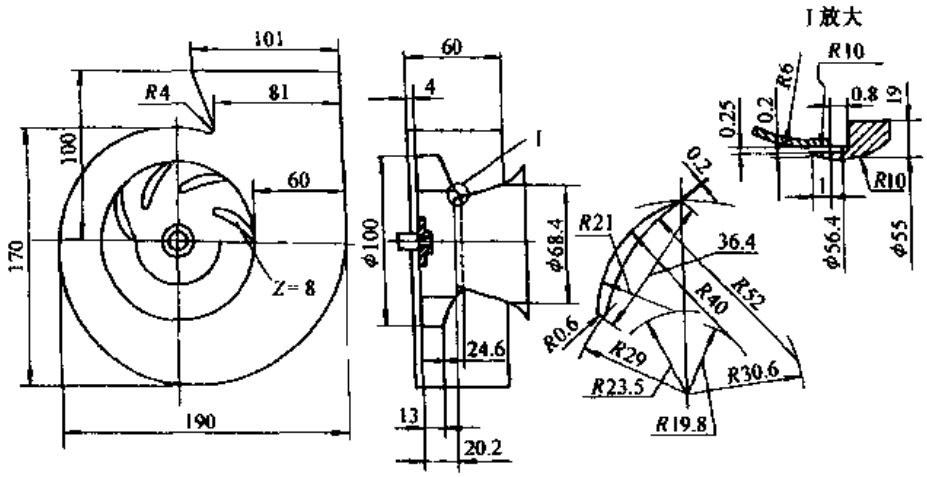


图 3-86　L4-59 离心式通风机空气动力学略图

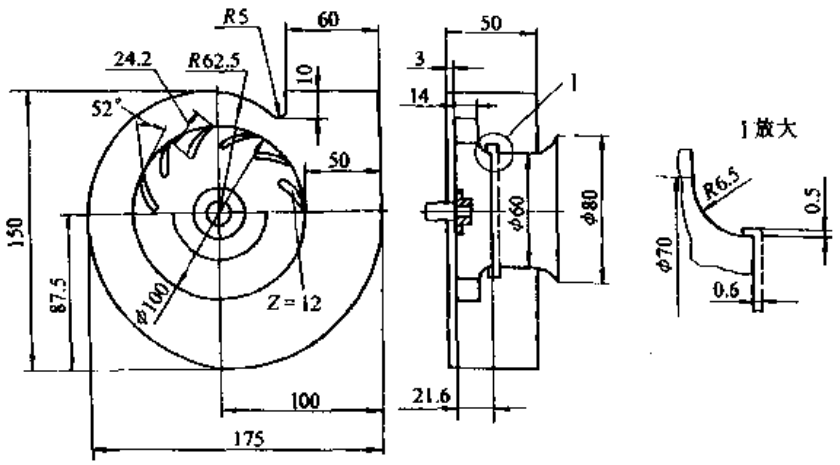


图 3-87　L4-60 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

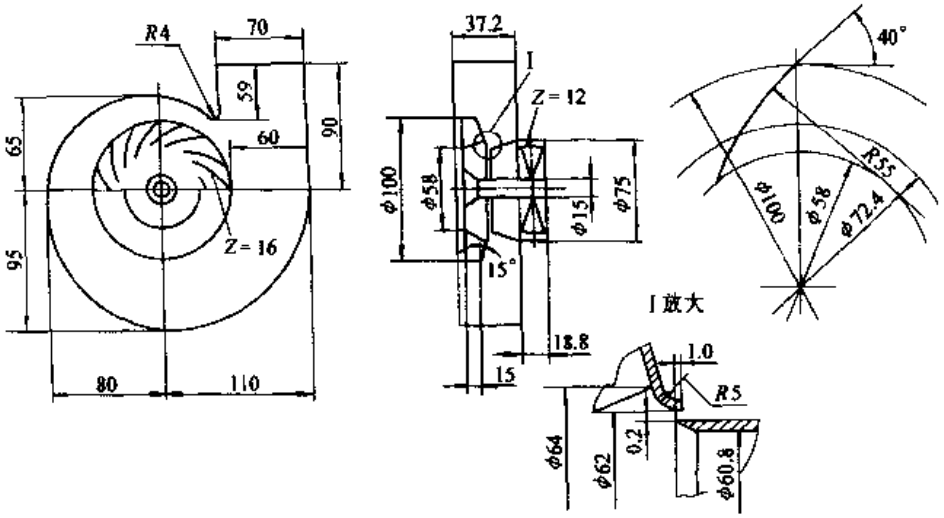


图 3-88 L4-61 离心式通风机空气动力学略图

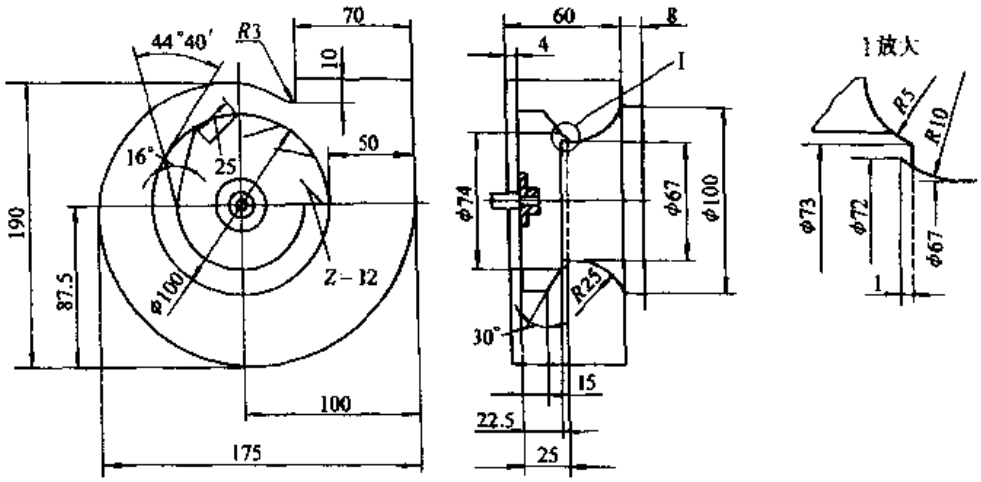


图 3-89 L4-62 离心式通风机空气动力学略图

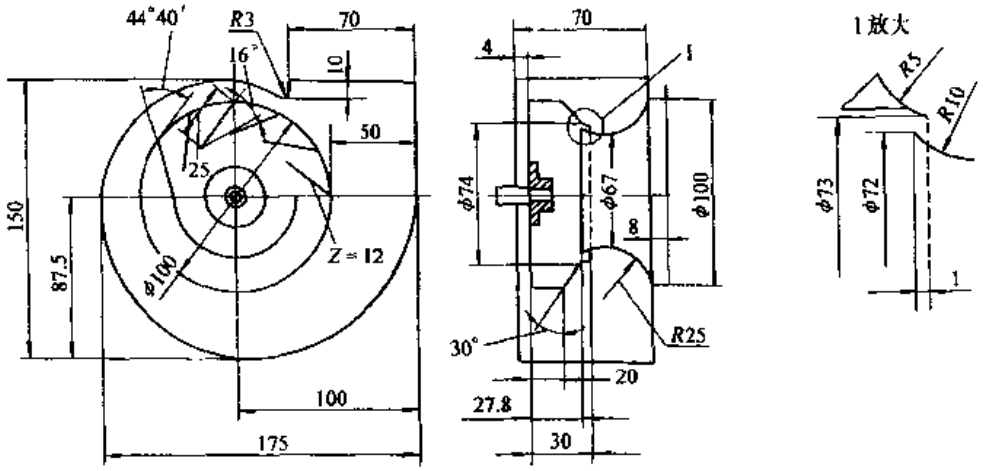


图 3-90 L4-66 离心式通风机空气动力学略图

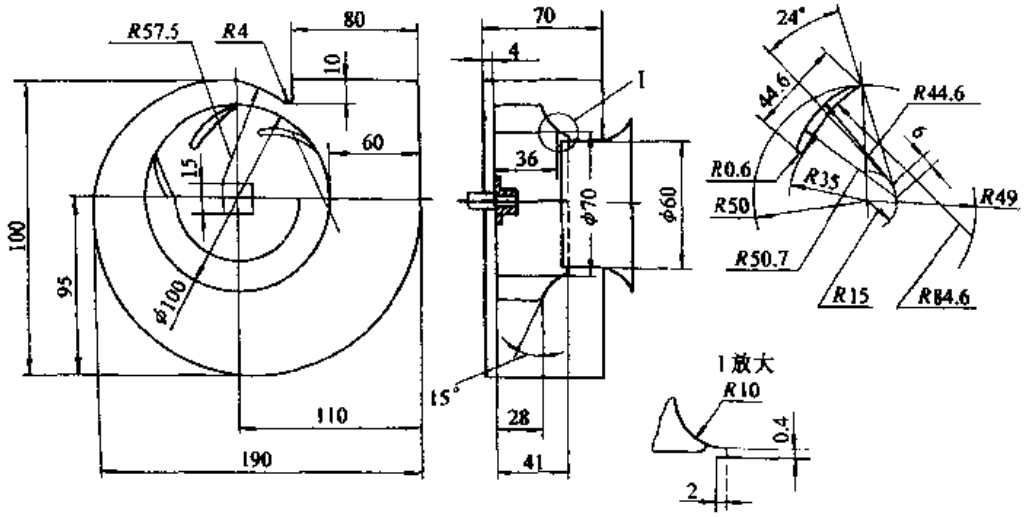
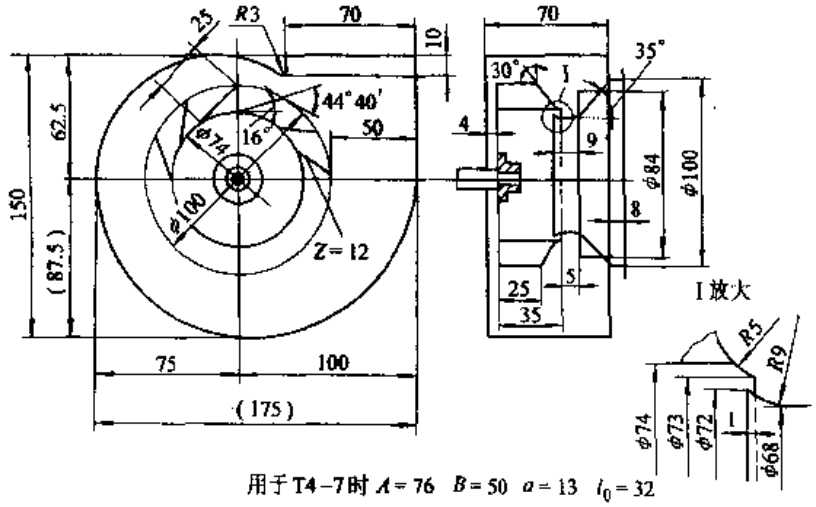
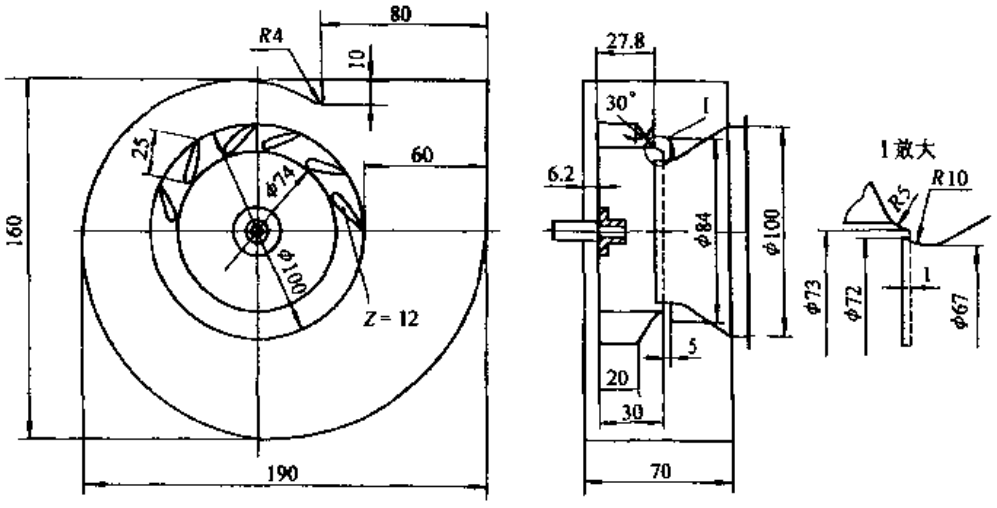


图 3-91　L4-67 离心式通风机空气动力学略图



用于 T4-7 时 $A=76$　$B=50$　$a=13$　$l_0=32$

图 3-92　L4-70 离心式通风机空气动力学略图



叶型见原略图

图 3-93　L4-72 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

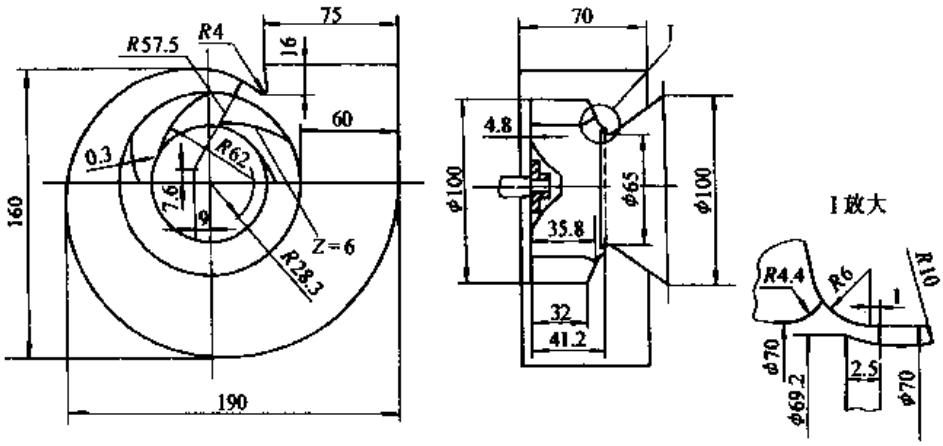


图 3-94 L4-73 离心式通风机空气动力学略图

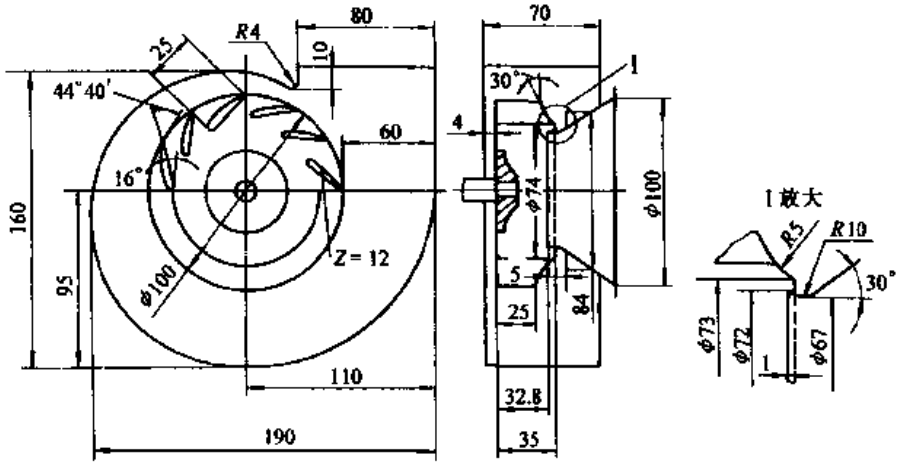


图 3-95 L4-76 离心式通风机空气动力学略图

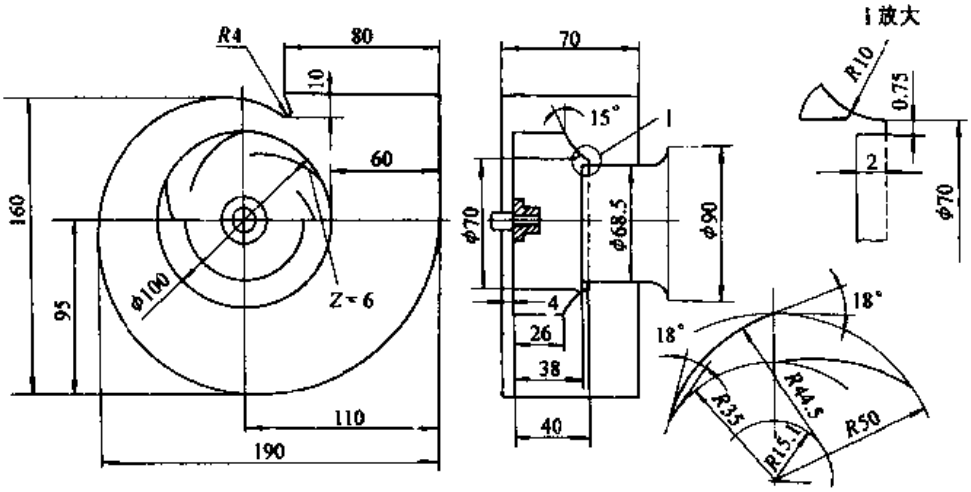


图 3-96 L3-81 离心式通风机空气动力学略图

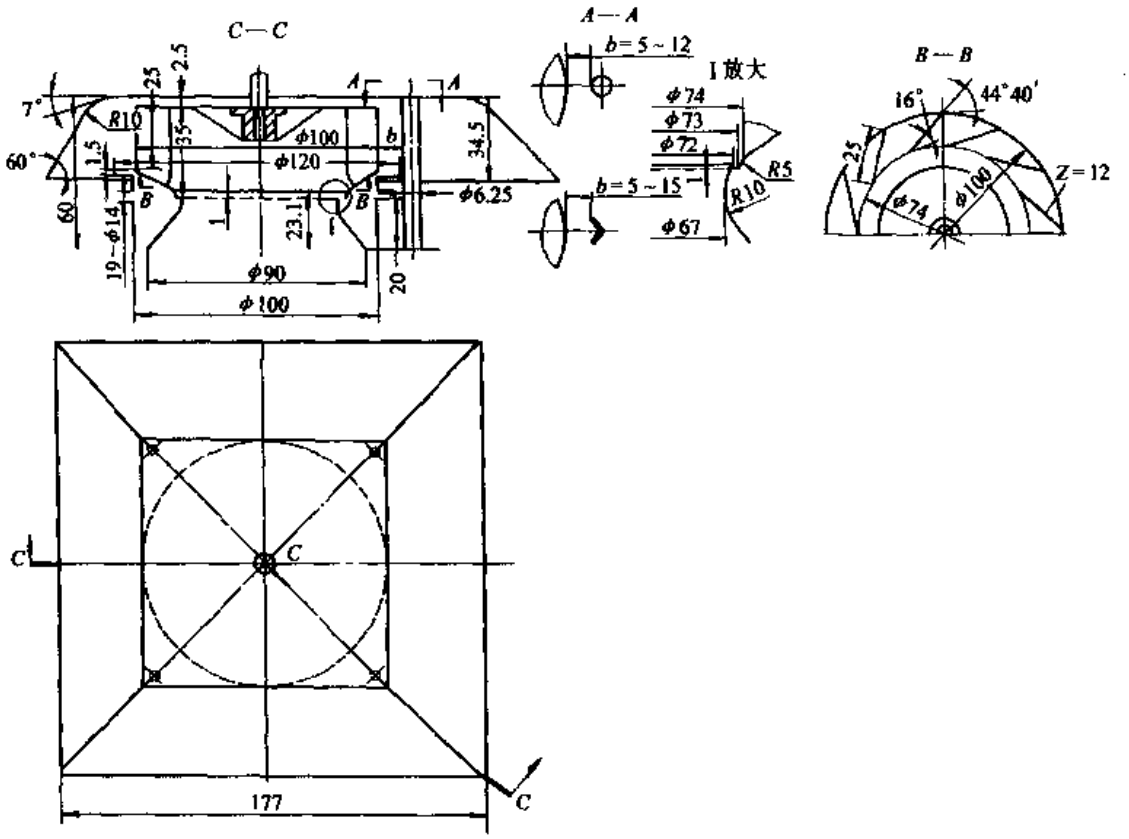


图 3-97　14-84 离心式通风机空气动力学略图

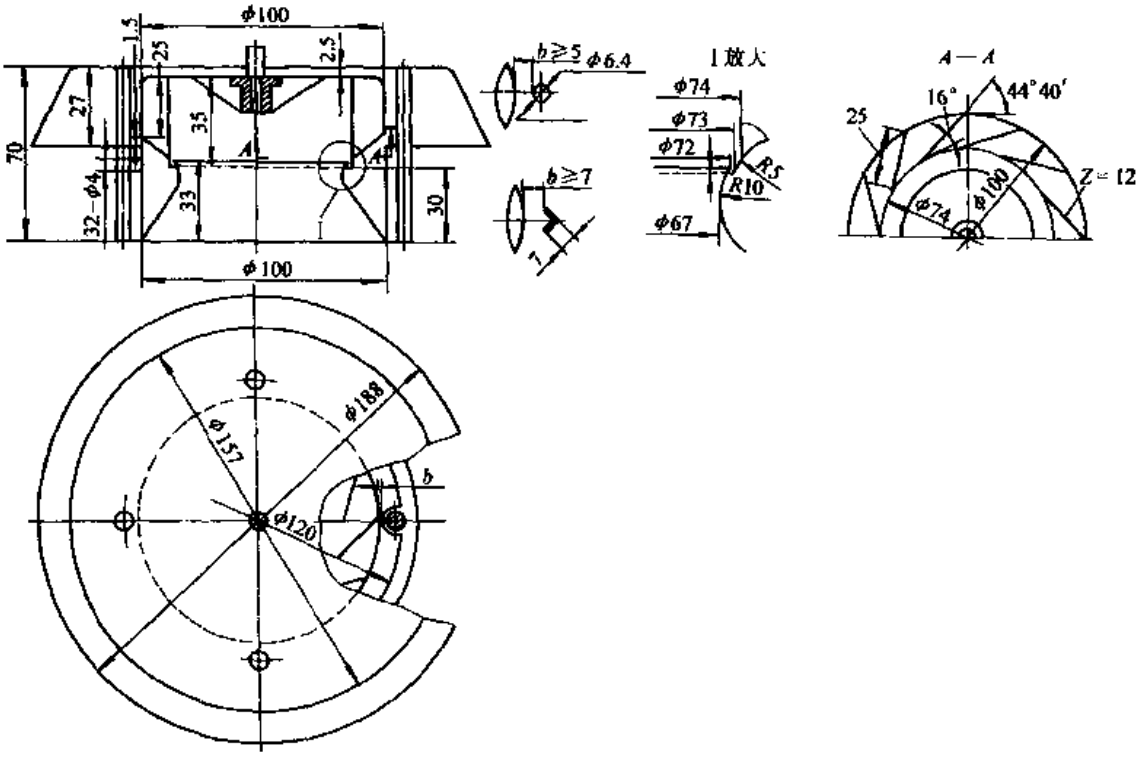


图 3-98　I3-90 离心式通风机空气动力学略图

PLC WORLD

表 3-17 最高效率点的无因次性能参数

序号	型 号	流量系数 φ	全压系数 ψ_{tf}	比转速 n_s	功率系数 λ	最高全压内效率 $\eta_{in.tf.max}$/%	备 注
1	L8-11	0.0125	1.54	11	0.0832	58	图 3-49
2	L6-12	0.01	1.28	12	0.0194	66	图 3-50
3	L8-13	0.02	1.65	13	0.0471	70	图 3-51
4	L7-15	0.019	1.4	15	0.0369	72	图 3-52
5	L6-18	0.02	1.11	18	0.0322	69	图 3-53
6	L8-18	0.038	1.67	18	0.0976	65	图 3-54
7	L6-19	0.024	1.18	19	0.0423	67	图 3-55
8	L10-20	0.065	2.06	20	0.216	62	图 3-56
9	L7-22	0.038	1.32	22	0.0784	64	图 3-57
10	L8-23	0.063	1.68	23	0.160	66	图 3-58
11	L6-24	0.037	1.16	24	0.0572	75	图 3-59
12	L9-25	0.075	1.76	25	0.1783	74	图 3-60
13	L11-26	0.112	2.16	26	0.378	64	图 3-61
14	L9-27	0.091	1.8	27	0.248	66	图 3-62
15	L7-28	0.065	1.38	28	0.128	70	图 3-63
16	L10-28	0.125	2.07	28	0.411	63	图 3-64
17	L5-29	0.043	1.01	29	0.0579	75	图 3-65
18	L6-29	0.06	1.22	29	0.0976	75	图 3-66
19	L10-29	0.13	2.05	29	0.381	70	图 3-67
20	L11-30	0.155	2.28	30	0.527	67	图 3-68
21	L5-31	0.052	1.01	31	0.0640	82	图 3-69
22	L5-34	0.065	1.03	34	0.088	76	图 3-70
23	L8-35	0.14	1.69	35	0.348	68	图 3-71
24	L9-2 * 27	0.18	1.98	35	0.495	72	图 3-72
25	L5-36	0.08	1.13	36	0.113	80	图 3-73
26	L11-38	0.255	2.26	38	0.886	65	图 3-74
27	L8-39	0.17	1.66	39	0.421	67	图 3-75
28	L5-40	0.072	0.92	40	0.089	74	图 3-76
29	L6-40	0.1	1.13	40	0.136	83	图 3-77
30	L7-42	0.135	1.3	42	0.251	70	图 3-78
31	L14-46	0.55	2.9	46	2.215	72	图 3-79
32	L6-46	0.165	1.3	46	0.352	61	图 3-80
33	L4-50	0.1	0.85	50	0.113	75	图 3-81
34	L12-50	0.475	2.4	50	1.652	69	图 3-82
35	L4-52	0.095	0.75	52	0.0858	83	图 3-83
36	L9-55	0.41	1.98	55	1.194	68	图 3-84
37	L4-57	0.137	0.82	57	0.129	87	图 3-85
38	L4-59	0.12	0.754	59	0.108	84	图 3-86
39	L4-60	0.13	0.76	60	0.125	79	图 3-87
40	L4-61	0.15	0.86	61	0.165	78	图 3-88

PLC WORLD

（续）

序号	型　号	流量系数 φ	全压系数 ψ_{tF}	比转速 n_s	功率系数 λ	最高全压内效率 $\eta_{in.tF.max}/\%$	备　注
41	L4-62	0.16	0.84	62	0.170	79	图 3-89
42	L4-66	0.18	0.88	66	0.203	78	图 3-90
43	L4-67	0.15	0.75	67	0.129	87	图 3-91
44	L4-70	0.23	0.89	70	0.253	81	图 3-92
45	L4-72	0.18	0.764	72	0.167	82	图 3-93
46	L4-73	0.19	0.77	73	0.168	87	图 3-94
47	L4-76	0.232	0.534	76	0.147	84	图 3-95
48	L3-81	0.17	0.634	81	0.131	82	图 3-96
49	L4-84	0.24	0.75	84	0.265	68	图 3-97
50	L3-90	0.234	0.76	90	0.265	67	图 3-98

注：1. 由无因次性能参数转化有因次性能参数见本书第 12 章、13 章及机械工业科技情报网出版的《通风机气动略图和特性曲线》(包括表 3-16)。

2. 该表按比转数由小到大排列。

3. 表 $\Psi n_s = 138 \times \phi^{0.5}/\psi^{0.75}$。

4. 表中 $\lambda = \Phi \times \Psi_{tF}/\eta_{in.tF.max}$。

5. 离心式通风机略图的左侧图场系将进风口去掉后绘制。

三、轴流式风机的空气动力学略图

常用的轴流式风机空气动力学略图见图 3-99。

常用的轴流式风机最高效率点的无因次性能参数见表 3-18～表 3-28。

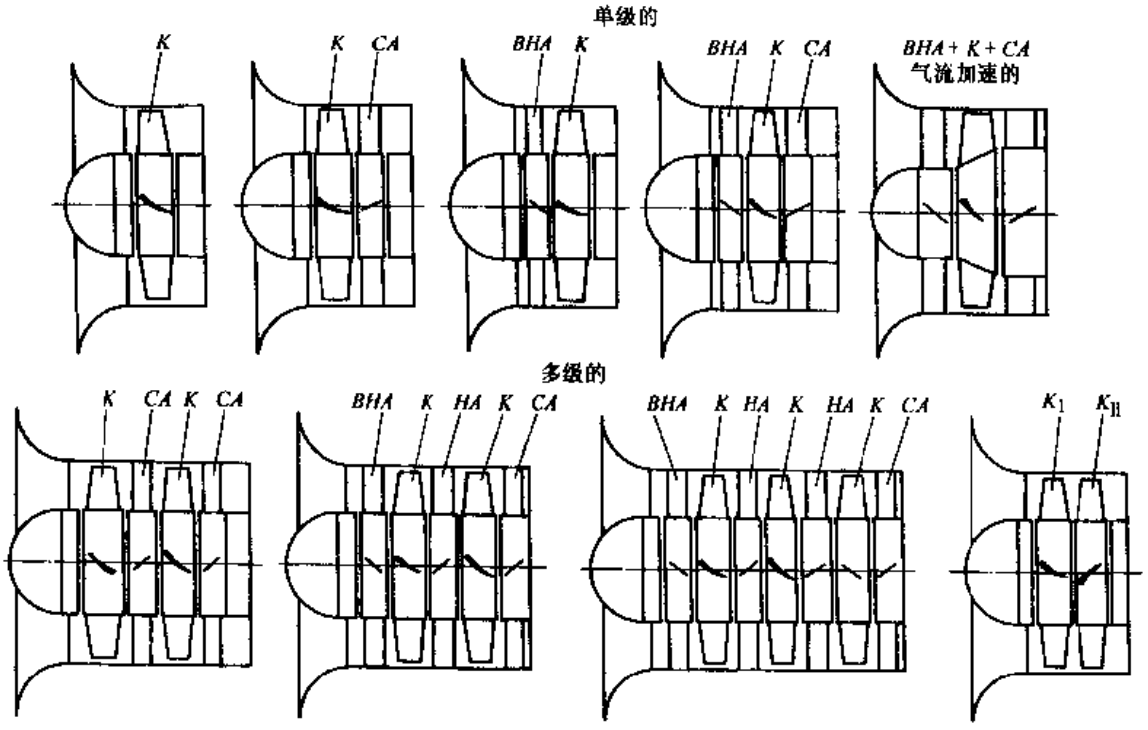


图 3-99　轴流式风机空气动力学略图

K—工作轮　*CA*—整流器　*HA*—导流器　*BHA*—进口导流器

表 3-18 普通略图单级通风机

n_y	D_y	ψ	η	$\overline{d}$	z_K	θ_K	略图	型号	图号	注释
86	1.01	0.78	0.83	0.7	20	40°	*BHA + K + CA*	OB-8	2.36	$\theta_K = 20° \sim 45°$时的特性曲线
87	0.97	0.84	0.82	0.7	28	42°	*BHA + K + CA*	OB-5	2.1	$\theta_{BHA} = 103°$。用进口导流器叶片调节，$\theta_{BHA} = 70° \sim 120°$
91	1.04	0.67	0.81	0.7	20	36°	*BHA + K + CA*	OB-12	2.36	$\theta_K = 20° \sim 45°$时的特性曲线
96	1.00	0.66	0.84	0.7	28	43°	*K + CA*	OB-15	2.5	$\theta_K = 30° \sim 50°$时的特性曲线
98	0.905	0.77	0.87	0.6	20	40°	*BHA + K + CA*	OB-62	2.37	$\theta_K = 35° \sim 45°$时的特性曲线
99	0.92	0.73	0.87	0.7	28	49°	*BHA + K + CA*	OB-15	2.6	$\theta_{BHA} = 100°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 115°$时用进口导流器襟翼调节
100	0.89	0.74	0.86	0.6	20	40°	*BHA + K + CA*	OB-62	2.39	$\Delta\theta_{BHA} = 0$。$\Delta\theta_{BHA} = -50° \sim +15°$时亦然
104	0.90	0.68	0.72	0.6	16	32°10′	*BHA + K*	OB-35	2.24	$\theta_{BHA} = 108°$。$\theta_{BHA} = 108°$、116°30′时的特性曲线
106	0.91	0.64	0.86	0.7	28	49°	*BHA + K + CA*	OB-15	2.6	$\theta_{BHA} = 90°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 115°$时用进口导流器襟翼调节
108	0.78	0.85	0.75	0.6	16	40°	*BHA + K*	OB-35	2.24	$\theta_{BHA} = 108°$。$\theta_{BHA} = 108°$、116°30′时的特性曲线
108	0.87	0.67	0.86	0.7	20	49°	*BHA + K + CA*	OB-15	2.7	$\theta_{BHA} = 100°$。$\theta_{BHA} = 65° \sim 115°$时用进口导流器襟翼调节
110	0.93	0.57	0.85	0.7	20	40°	*BHA + K + CA*	OB-15	2.8	θ_{BHA}100°。$\theta_{BHA} = 60° \sim 115°$时用进口导流
111	0.83	0.7	0.87	0.6	16	50°	*BHA + K + CA*	OB-78	2.60	$\theta_{BHA} = 90°$。$\Delta\theta_{BHA} = -30° \sim +20°$时用进口导流
113	0.84	0.67	0.84	0.6	20	37°20′	*BHA + K*	OB-62	2.41	—
114	0.88	0.595	0.85	0.7	20	49°	*BHA + K + CA*	OB-15	2.7	$\theta_{BHA} = 90°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 115°$时用襟翼调节
116	0.93	0.51	0.85	0.7	20	40°	*BHA + K + CA*	OB-15	2.8	$\theta_{BHA} = 90°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 115°$时用襟翼调节
119	0.89	0.535	0.88	0.6	16	35°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.26	$\theta_{BHA} = 100°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 110°$时用襟翼调节
122	0.845	0.56	0.88	0.6	16	40°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.27	$\theta_{BHA} = 100°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 110°$时用襟翼调节
123	0.805	0.61	0.86	0.6	16	45°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.28	$\theta_{BHA} = 100°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 110°$时用襟翼调节
128	0.86	0.49	0.86	0.6	10	40°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.52	$\Delta\theta_{BHA} = +10°$。$\Delta\theta_{BHA} = -30° \sim +25°$时用襟翼调节
129	0.89	0.46	0.86	0.6	16	35°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.62	$\theta_{BHA} = 90°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 110°$时用襟翼调节
129	0.9	0.44	0.88	0.6	10	30°	*K + CA*	OB-76π	2.56	$\theta_K = 27° \sim 33°$时的特性曲线
130	0.925	0.41	0.86	0.6	10	30°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.51	$\Delta\theta_{BHA} = +10°$。$\Delta\theta_{BHA} = -30° \sim +25°$时用进口导流器襟翼调节
134	0.8	0.51	0.84	0.6	16	45°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.28	$\theta_{BHA} = 90°$。$\theta_{BHA} = 60° \sim 110°$时用进口导流器襟翼调节
134	0.93	0.38	0.85	0.6	10	30°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.51	$\Delta\theta_{BHA} = 0$。$\Delta\theta_{BHA} = -30° \sim 25°$时用进口导流器襟翼调节
135	0.817	0.47	0.85	0.6	16	40°	*K + CA*	OB-42	2.25	$\theta_K = 30° \sim 45°$时的特性曲线

（续）

n_y	D_y	ψ	η	$\overline{d}$	z_K	θ_K	略图	型号	图号	注释
135	0.825	0.48	0.86	0.6	16	40°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.27	$\theta_{BHA}=90°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
138	0.86	0.42	0.86	0.6	16	35°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.20	$\theta_{BHA}=100°$。$\theta_{BHA}=60°\sim115°$时用进口导流器襟翼调节
138	0.915	0.375	0.85	0.6	8	30°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.53	$\Delta_{BHA}=10°$。$\Delta\theta_{BHA}=-30°\sim+25°$时用进口导流器襟翼调节
140	0.845	0.43	0.86	0.6	12	35°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.29	$\theta_{BHA}=100°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
141	0.88	0.385	0.89	0.6	14	32°	*K + CA*	OB-84	2.61	$\theta_K=29°\sim35°$时的特性曲线
141	0.89	0.37	0.87	0.6	10	30°45′	*K + CA*	OB-76	2.49	$\theta_K=27°45'\sim33°451$ 时的特性曲线
142	0.76	0.51	0.86	0.6	12	45°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.30	$\theta_{BHA}=100°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时的进口导流器襟翼调节
142	0.77	0.49	0.87	0.6	16	45°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.21	$\theta_{BHA}=100°$。$\theta_{BHA}=60°\sim115°$时用进口导流器襟翼调节
143	0.825	0.43	0.85	0.6	8	40°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.54	$\Delta_{BHA}=10°\Delta\theta_{BHA}=-30°\sim+20°$时用进口导流器襟翼
143	1.0	0.29	0.8	0.5	8	21°30′	*K + CA*	OB-115	2.84	调节
144	0.915	0.345	0.84	0.6	8	30°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.53	$\Delta\theta_{BHA}=0$。$\Delta\theta_{BHA}=-30°\sim+25°$时用襟翼调节
145	0.78	0.465	0.84	0.6	12	45°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.30	$\theta_{BEA}=90°$。$\theta_{BEA}=60°\sim115°$时用襟翼调节
145	0.835	0.41	0.84	0.6	16	40°	*K + CA*	OB-29	2.19	$\theta_K=15°\sim45°$时的特性曲线
147	0.84	0.39	0.84	0.6	12	35°	*BHA + K + CA*	OB-42	2.29	$\theta_{BHA}=90°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
148	0.81	0.415	0.87	0.6	10	40°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.52	$\Delta\theta_{BHA}=0$。$\Delta\theta_{BHA}=-30°\sim+25°$时用进口导流器襟翼调节
148	0.89	0.35	0.87	0.6	14	30°45′	*K + CA*	OB-76	2.49	$\theta_K=27°45'\sim33°45'$时的特性曲线
150	0.845	0.372	0.86	0.6	16	35°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.20	$\theta_{BHA}=90°$。$\theta_{BHA}=60°\sim115°$时用襟翼调节
152	0.77	0.44	0.87	0.6	16	45°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.21	$\theta_{BHA}=90°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用襟翼调节
155	0.8	0.38	0.85	0.6	8	40°	*BHA + K + CA*	OB-76	2.54	$\Delta\theta_{BHA}=0°$。$\Delta\theta_{BHA}=-30°\sim+20°$时用襟翼调节
155	0.815	0.37	0.86	0.6	12	35°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.22	$\theta_{BHA}=100°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
161	0.824	0.34	0.87	0.6	12	35°	*K + CA*	OB-111	2.78	$\theta_K=10°\sim45°$时的特性曲线
165	0.725	0.42	0.85	0.6	12	45°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.23	$\theta_{BHA}=100°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
166	0.75	0.39	0.85	0.6	12	45°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.23	$\theta_{BHA}=90°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
167	0.805	0.33	0.85	0.6	12	35°	*BHA + K + CA*	OB-29	2.22	$\theta_{BHA}=90°$。$\theta_{BHA}=60°\sim110°$时用进口导流器襟翼调节
195	0.8	0.242	0.78	0.5	10	24°	*BHA + K*	OB-74	2.46	
203	0.794	0.23	0.73	0.4	6	24°	*K*	OB-109	2.73	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线

（续）

n_y	D_y	ψ	η	$\overline{d}$	z_K	θ_K	略图	型号	图号	注释
212	0.678	0.29	0.86	0.4	6	35°	$K+CA$	OB-109	2.72	θ_K = 10° ~ 45°时的特性曲线
212	0.735	0.245	0.81	0.6	12	35°	K	OB-111	2.79	θ_K = 10° ~ 45°时的特性曲线
212	0.755	0.235	0.81	0.4	6	25°	$K+CA$	OB-109	2.72	θ_K = 20° ~ 40°时的特性曲线
224	0.68	0.26	0.73	0.4	6	35°	K	OB-109	2.73	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
224	0.82	0.18	0.75	0.4	4	20°	K	OB-109	2.74	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
240	0.713	0.205	0.76	0.4	4	30°	K	OB-109	2.74	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
252	0.645	0.225	0.9	0.35	10	35°	$K+CA$	OB-23	2.14	θ_K = 20° ~ 45°时的特性曲线
260	0.78	0.148	0.76	0.4	3	20°	K	OB-109	2.75	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
303	0.655	0.152	0.86	0.35	6	30°	$K+CA$	OB-23M	2.16	θ_K = 10° ~ 40°时的特性曲线
309	0.62	0.164	0.8	0.35	10	30°	K	OB-23	2.13	θ_K = 29° ~ 37°时的特性曲线
309	0.625	0.16	0.82	0.35	10	29°	K	OB-23M	2.15	θ_K = 29° ~ 37°时的特性曲线
312	0.785	0.1	0.75	0.4	2	15°	K	OB-109	2.76	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
314	0.66	0.14	0.8	0.35	8	25°	K	OB-23	2.12	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
317	0.7	0.12	0.78	0.4	3	22°	K	OB-143	2.92	θ_K = 12° ~ 22°时的特性曲线
317	0.74	0.11	0.75	0.4	2	20°	K	OB-109	2.76	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
344	0.645	0.12	0.79	0.35	6	25°	K	OB-23	2.11	θ_K = 10° ~ 35°时的特性曲线
358	0.68	0.102	0.82	0.35	6	20°	K	OB-121	2.88	θ_K = 5° ~ 30°时的特性曲线
363	0.66	0.105	0.81	0.35	6	22°	K	OB-120	2.86	θ_K = 19° ~ 27°时的特性曲线
366	0.73	0.084	0.8	0.35	6	15°	K	OB-101	2.71	θ_K = 5° ~ 25°时的特性曲线
370	0.635	0.11	0.8	0.35	5	25°	K	OB-23	2.10	θ_K = 10° ~ 30°时的特性曲线
400	0.71	0.075	0.8	0.35	6	15°	K	OB-100	2.68	θ_K = 5° ~ 20°时的特性曲线
406	0.66	0.084	0.81	0.35	4	20°	K	OB-23	2.9	θ_K = 10° ~ 25°时的特性曲线
434	0.61	0.086	0.82	0.35	4	25°	K	OB-120	2.85	θ_K = 20° ~ 30°时的特性曲线
453	0.685	0.062	0.81	0.35	4	15°	K	OB-101	2.70	θ_K = 5° ~ 25°时的特性曲线
465	0.92	0.072	0.84	0.35	4	20°		OB-121	2.87	θ_K = 5° ~ 30°时的特性曲线
486	0.67	0.0565	0.82	0.35	4	15°30′	K	OB-100	2.67	θ_K = 5° ~ 20°时的特性曲线

注："θ"表示叶片按装角。

PLC WORLD

表 3-19　附有连接部件的普通略图单级通风机

n_y	D_y	ψ_x'	η_s'	$\overline{d}$	z_K	θ_K	略　图	型　号	图号	注　　释
124	0.91	0.44	0.81	0.6	10	30°	*K + CA*	OB-76л	2.57	带扩压器，$\zeta=0.3$ $\theta_K=27°\sim33°$时的特性曲线
124①	0.95	0.42	0.83	0.6	14	32°	*K + CA*	OB-84	2.62	带扩压器，$\zeta=0.3$ $\theta_K=29°\sim35°$时的特性曲线
130	0.96	0.39	0.78	0.6	10	30°45′	*K + CA*	OB-76	2.50	带扩压器，$\zeta=0.3$
132	0.96	0.375	0.79	0.6	14	30°45′	*K + CA*	OB-76	2.48	带扩压器，$\zeta=0.3$
300①	0.66	0.152	0.81	0.35	6	30°	*K + CA*	OB-23M	2.18	带进口管道 $\theta_K=30°\sim40°$时的特性曲线
325	0.81	0.09	0.65	0.35	6	15°	*K*	OB-121	2.90	带扩压器，$\zeta=0.5$ $\theta_K=10°\sim25°$时的特性曲线
345	0.795	0.08	0.66	0.35	6	15°	*K*	OB-100	2.69	带扩压器，$\zeta=0.5$ $\theta_K=10°\sim20°$时的特性曲线
346	0.765	0.084	0.65	0.35	4	20°	*K*	OB-121	2.89	带扩压器，$\zeta=0.5$ $\theta_K=10°\sim25°$时的特性曲线
376	0.815	0.064	0.67	0.35	4	15°	*K*	OB-100	2.67	带扩压器，$\zeta=0.5$ $\theta_K=10°\sim20°$时的特性曲线

① 按全压，即根据 ψ' 和 η' 值。

表 3-20　普通略图两级通风机

n_y	D_y	ψ	η	$\overline{d}$	$z_{K1\cdot2}$	θ_K	略　图	型号	图号	注　　释
47①	1.19	1.95	0.84	0.6	20	37°20′	*BHK + K + HA + K + HA + K + CA*	OB-62	2.43	$\Delta\theta_{BHA,HA}=0$。$\Delta\theta_{BHA,HA}=-40°\sim+15°$时用进口导流器襟翼调节
53	1.15	1.58	0.8	0.7	20	40°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-12	2.3	$\theta_K=25°\sim45°$时的特性曲线
60	1.07	1.46	0.82	0.6	20	40°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-8	2.42	$\theta_K=25°\sim45°$时的特性曲线
85	0.96	0.88	0.86	0.6	16	40°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-42	2.32	$\Delta\theta_{BHA,HA}=0$。$\Delta\theta_{BHA,HA}=-20°\sim+25°$时的特性曲线
86	0.96	0.87	0.87	0.6	16	40°	*K + CA + K + CA*	OB-42	2.31	$\theta_K=35°\sim45°$时的特性曲线

① 三级通风机。

表 3-21　附有连接部件的普通略图两级通风机

n_y	D_y	ψ_x'	η_s'	$\overline{d}$	z_K	θ_K	略　图	型号	图号	注　　释
46①	1.21	1.92	0.8	0.6	20	37°20′	*BHA + K + HA + K + HA + K + CA*	OB-62	2.45	$\Delta\theta=0$。$\Delta\theta=-40°\sim+15°$时用导流器调节，$\zeta=0.4$
55	1.18	1.42	0.77	0.7	20	40°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-8	2.44	$\theta_x=20°\sim45°$时的特性曲线，$\zeta=0.35$
77	1.31	0.58	0.74	0.6	12	18°30′	*BHA + K + CA + K + CA*	OB-111	2.81	$\theta_{HA}=93°$。$\theta_{HA}=53°\sim123°$时用导流器襟翼调节
78	1.1	0.8	0.8	0.6	10	30°	*K + CA + K + CA*	OB-76л	2.58	带进口管道和扩压器，$\zeta=0.35$。$\theta_K=15°\sim45°$时的特性曲线

PLC WORLD

（续）

n_y	D_y	ψ_t'	η_t'	$\bar{d}$	z_K	θ_K	略图	型号	图号	注释
79	1.08	0.82	0.82	0.6	14	35°	*K + CA + K + CA*	OB-84	2.64	带进口管道和扩压器，$\zeta = 0.35$。$\theta_K = 15° \sim 45°$时的特性曲线
79	1.08	0.81	0.82	0.6	14	35°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-84	2.65	$\theta_{BHA} = 90°$，$\theta_{HA} = 78°$。$\Delta\theta_{BHA,HA} = -40° \sim +20°$时用襟翼调节，$\zeta = 0.35$
80	1.05	0.84	0.815	0.6	10	35°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-76л	2.59	带进口管道和扩压器，$\zeta = 0.35$。用进口导流器和导流器襟翼调节，$\Delta\theta = -40° \sim +30°$
80	1.2	0.64	0.75	0.6	12	23°30′	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-111	2.82	$\theta_{HA} = 93°$。$\theta_{HA} = 53° \sim 123°$时用襟翼调节
81	1.13	0.72	0.74	0.6	12	28°30′	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-111	2.83	$\theta_{HA} = 93°$。$\theta_{HA} = 53° \sim 123°$时用导流器襟翼调节
85①	0.99	0.85	0.8	0.6	16	40°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-42	2.34	带进口管道和扩压器，$\zeta = 0.25$。$\theta_{BHB,HA} = 0$。$\Delta\theta_{BHA,HA} = -30° \sim +30°$时用导流器调节
86①	0.94	0.90	0.8	0.6	16	45°	*BHA + K + HA + K + CA*	OB-42	2.35	带进口管道和扩压器，$\zeta = 0.25$。$\Delta\theta_{BHA,HA} = 0$。$\Delta\theta_{BHA,HA} = -30° \sim +22°30'$时用导流器调节

① 按全压，即根据 ψ' 和 η' 值。

表 3-22 对旋式通风机。$K_{\text{I}} + K_{\text{II}}$ 略图

n_y	D_y	ψ	η	$\bar{d}$	$z_{K\text{I}}/z_{K\text{II}}$	$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}}$	型号	图号	注释
66	1.21	0.94	0.85	0.6	10/8	30°/18°	ОВВ-79л-61	2.97	$n_{\text{II}}/n_{\text{I}} = 1$。$n_{\text{II}}/n_{\text{I}} = 0.718 \sim 1.54$时调节
74	1.1	0.89	0.85	0.6	10/8	30°/22°40′	ОВВ-76л-91	2.96	
75	1.14	0.82	0.85	0.6	16/11	31°/22°	ОВВ-79-80	2.93	
77	1.12	0.8	0.85	0.6	12/10	32°/24°	ОВВ-84-84В	2.98	$\theta°_{K\text{I}}/\theta°_{K\text{II}} = 16°/12° \sim 45°/36°$时的特性曲线
79	0.975	1.0	0.86	0.6	12/10	43°/36°	ОВВ-84-84В	2.98	$\theta°_{K\text{I}}/\theta°_{K\text{II}} = 16°/12° \sim 45°/36°$时的特性曲线
79	1.04	0.89	0.86	0.6	10/8	33°/25°40′	ОВВ-76л-91	2.96	
79	1.06	0.86	0.85	0.6	10/8	30°/25°40′	ОВВ-76л-91	2.96	

表 3-23 附有连接部件的对旋式通风机①

n_y	D_y	ψ	η	$\bar{d}$	$z_{K\text{I}}/z_{K\text{II}}$	$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}}$	型号	图号	注释
78	1.17	0.685	0.8	0.6	16/11	27°/18°	ОВВ-79-80	2.95	带扩压器，$\zeta = 0.35$。$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}} = 17°/18° \sim 42°/33°$时的特性曲线
81	1.06	0.8	0.79	0.6	12/10	35°/27°	ОВВ-84-84В	2.99	带进口管道和扩压部分，$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}} = 15°/12° \sim 44°/36°$　$\zeta = 0.35$
81.5	1.1	0.75	0.805	0.6	16/11	32°/23°	ОВВ-79-80	2.95	带扩压器，$\zeta = 0.35$。$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}} = 17°/18° \sim 42°/33°$时的特性曲线
88	1.0	0.78	0.8	0.6	16/11	37°/28°	ОВВ-79-80	2.95	

① 表中指出的是 ψ'_t 和 η'_t 值。

PLC WORLD

表 3-24　子午加速通风机

n_y	D_y	ψ	η	$\overline{d}_1/\overline{d}_2$	z_K	略　图	型　号	图号	注　释
80	1.0	0.94	0.87	0.55/0.7	14	*BHA* + *K* + *CA*	OB-70	2.107	$\theta_{BHA}=97°30'$。$\Delta\theta_{BHA}=-60°\sim+30°$时的调节特性曲线
86	0.92	0.97	0.86	0.38/0.6	12	*BHA* + *K* + *CA*	OB-71	2.114	$\theta_{BHA}=115°$。$\Delta\theta_{BHA}=-50°\sim+10°$时的调节特性曲线
88	1.1	0.63	0.84	0.38/0.6	6	*BHA* + *K* + *CA*	OB-51	2.102	$\Delta\theta_{BHA}=115°30'$。$\theta_{BHA}=-15°\sim+15°$时的调节特性曲线

表 3-25　附有连接部件的子午加速通风机

n_y	D_y	ψ	η'	$\overline{d}_1/\overline{d}_2$	z_K	略　图	型　号	图号	注　释
83	1.0	0.88	0.8	0.55/0.7	14	*BHA* + *K* + *CA*	OB-70	2.112	$\theta_{BHA}=97°30'$。$\Delta\theta_{BHA}=-60°\sim+30°$时的调节特性曲线。带进口管道和扩压器，$\zeta=0.25$
93	0.88	0.89	0.8	0.38/0.6	12	*BHA* + *K* + *CA*	OB-71	2.119	$\theta_{BHA}=115°$。$\Delta\theta_{BHA}=-50\sim+10°$时的调节特性曲线。带进口管道和扩压器，$\zeta=0.25$
96	1.08	0.55	0.71	0.38/0.6	6	*BHA* + *K* + *CA*	OB-51	2.103	按通风机的静压，即根据 $\zeta=1.0$ 和 ψ_s 和 η_s 值

表 3-26　可反风的通风机

n_y	D_y	ψ	η	$\overline{d}$	z_K	θ_K	Q_{PB}/Q_{NP} %	略　图	型　号	图号	注　释
85	1.05	0.76	0.83	0.6	10/8	35°/25°	82	$K_{\text{I}}+K_{\text{II}}$	OBB-103 -108	2.131	$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}}=25°/15°$，35°/25°，45°/35°时的特性曲线
90	1.1	0.6	0.82	0.6	10	25°	85	*K* + *CA* + *K* + *CA*	OB-103	2.124	$\theta_K=15°\sim45°$时的特性曲线
91	0.92	0.86	0.83	0.6	10/8	45°/25°	78	$K_{\text{I}}+K_{\text{II}}$	OBB-103 -108	2.131	$\theta_{K\text{I}}/\theta_{K\text{II}}=25°/15°$，35°/25°，45°/35°时的特性曲线
92	0.92	0.825	0.84	0.6	10	45°	78	*K* + *CA* + *K* + *CA*	OB-103	2.124	$\theta_K=15°\sim45°$时的特性曲线
93	0.99	0.71	0.84	0.6	10	35°	83	*K* + *CA* + *K* + *CA*	OB-103	2.124	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
133	1.12	0.27	0.76	0.6	10	15°	83	*K* + *CA*	OB-103	2.120	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
142	0.87	0.39	0.85	0.6	10	15°	80	*K* + *CA*	OB-103	2.120	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
147	0.94	0.315	0.84	0.6	10	25°	87	*K* + *CA*	OB-103	2.120	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
149	1.05	0.24	0.71	0.6	10	15°	82	*K*	OB-103	2.122	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
168	0.89	0.27	0.76	0.6	10	25°	83	*K*	OB-103	2.122	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
184	0.775	0.295	0.75	0.6	10	35°	83	*K*	OB-103	2.122	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
212	0.76	0.23	0.72	0.6	5	35°	82	*K*	OB-103	2.123	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
214	0.83	0.19	0.74	0.6	5	25°	85	*K*	OB-103	2.123	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
230	0.91	0.136	0.5	0.5	8	20°	100	*K*	OBP-1	2.136	$\theta_K=15°\sim25°$时的特性曲线
233	0.98	0.114	0.56	0.5	8	15°	100	*K*	OBP-1	2.136	$\theta_K=15°\sim25°$时的特性曲线
248	0.71	0.195	0.62	0.5	12	35°	100	*K*	OBP-2	2.140	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
279	0.72	0.15	0.56	0.5	6	35°	100	*K*	OBP-2	2.139	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
280	0.74	0.14	0.58	0.5	12	25°	100	*K*	OBP-2	2.140	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线
316	0.74	0.11	0.56	0.5	6	25°	100	*K*	OOP-2	2.139	$\theta_K=15°\sim35°$时的特性曲线

PLC WORLD

表 3-27 附有连接部件的可反风的通风机

n_y	D_y	ψ_S'	η_S'	$\bar{d}$	z_K	θ_K	Q_{PB}/Q_{NP} %	略图	型号	图号	注释
84	1.16	0.64	0.78	0.6	10	25°	80	*K* + *CA* + *K* + *CA*、*CA*：*C*-44	OB-103	2.126	θ_K = 15° ~ 45°时的特性曲线；带二个扩压器，ζ = 0.35
89	1.96	0.82	0.72	0.6	10	45°	75	*K* + *CA* + *K* + *CA*、*CA*：*C*-44	OB-103	2.126	
89	1.02	0.73	0.78	0.6	10	35°	81	*K* + *CA* + *K* + *CA*、*CA*：*C*-14	OB-103	2.126	
96	1.09	0.54	0.73	0.6	10	25°	87	*K* + *CA* + *K* + *CA*、*CA*：*C*-54	OB-103	2.129	
99	1.11	0.5	0.66	0.6	10	25°	100	*K* + *CA* + *K* + *CA*、相反	OB-103	2.130	
101	0.98	0.61	0.73	0.6	10	35°	87	*K* + *CA* + *K* + *CA*、*CA*：*C*-54	OB-103	2.129	θ_K = 25° ~ 45°时的特性曲线
110	0.96	0.54	0.66	0.6	10	35°	100	*K* + *CA* + *K* + *CA*、相反	OB-103	2.130	
118	0.86	0.58	0.6	0.6	10	45°	100	*K* + *CA* + *K* + *CA*、相反	OB-103	2.130	

表 3-28 低噪声通风机

n_y	D_y	ψ	η	$\bar{d}$	z_K	θ_K	略图	L_{wb}	型号	图号	注释
154	0.93	0.285	0.78	0.6	3	25°	*K* + *CA*	–	OB-114	2.164	θ_K = 10° ~ 35°时的特性曲线
164	0.88	0.29	0.78	0.6	3	29°	*K* + *CA*	–	OB-114	22.16	θ_K = 10° ~ 35°时的特性曲线
166	0.84	0.31	0.76	0.6	3	35°	*K* + *CA*	–	OB-114	2.164	θ_K = 10° ~ 35°时的特性曲线
226	0.76	0.2	0.55	0.4	3	31°30′	*K*	78	OB-95	2.144	*D* = 400mm 时，*n* = 1350r/min
232	0.72	0.214	0.69	0.4	3	31°30′	*K*	76	OB-95a	2.153	*D* = 400mm。*n* = 1350r/min，θ_K = 14° ~ 29°时的特性曲线
234	0.84	0.145	0.61	0.6	3	17°	*K*	69	OB-114	2.158	
250	0.77	0.16	0.61	0.6	3	92°	*K*	69	OB-114	2.158	*D* = 400mm。*n* = 1350r/min，θ_K = 14° ~ 29°时的特性曲线

注：1. 由无因次性能参数转化有因次性能参数见本书第 12 章、13 章，以及煤炭工业出版社出版的《通风机气动略图和特性曲线》一书。

2. 表中按比转数由小到大排列。

3. 表中 $n_y = 138\varphi^{0.5}/\varphi^{0.75}$。

4. 表中 $D_y = \dfrac{(p_{tF}/9.8)^{1/4}}{q_{VS}^{1/2}} D_2$ 或 $D_y = 0.56\dfrac{\varphi^{1/4}}{\phi^{1/2}}$

Q_{PB}/Q_{HP}为返风率（θ 叶片安装角）。图号为原书图号。

PLC WORLD

第四章　风机及其系统

第一节　概　　况

一、定义和术语

1. 空气

大气压

大气压 p_b　是由大气的质量产生的压力，其单位为 Pa。

温度

温度是表征物体冷热程度的物理量。

干球温度 t_d　是指在规定的观测点上的温度，其单位为℃。

与空气密度有关的温度通常指风机进口的温度。

湿球温度 t_w　指的是在同一的观测点上的温度℃。如果使用水湿的包有棉纱的温度计球，应在保证通过湿球的气流速度为 3.5～10m/s 的情况下和只能在达到蒸发平衡有足够的时间之后才能测取读数。

干湿球温差是指干球和湿球温度之差，$t_d - t_w$。

标准空气密度 ρ　为 1.2kg/m^3。这近似等于 20℃下和 101kPa 的干空气。

静压　气流某一点的静压是，指根据空气密度和压缩程度得出的与空气的运动速度无关的压力。

某个平面的静压 p_{sx}　是指在平面横向的某些点测定的表压算术平均值。

空气速度　气流的速度是指用 m/s 表示的气流运动速度。

某一平面速度 v_x 是指通过整个平面面积的平均速度。

空气的体(容)积流量　某个平面的体(容)积流量 q_{vs} 是用 m^3/s 表示，即为该平面速度与其平面面积之积。

动压　气流某一点的动压是根据空气密度和运动速度而定的压力。

某个平面的动压 p_{dx}　是指在平面横向位置的某些点测定的动压的平方根的算术平均值的平方。

总压　气流某一点的总压是根据空气密度、压缩程度和空气的运动速度而定的压力。气流某一点的总压是指该点静压和动压的代数和。

某一平面的总压 p_{tx}　是指该平面静压和动压的代数和。

2. 风机　风机是指将旋转的机械能转换成流动空气总压增加而使空气连续流动的动力驱动机械，能量转换是通过改变流体动量实现的。

风机的体(容)积流量 q_{VS}　是指在风机进口工况的流量，用 m^3/s 表示。

风机总压 p_{tF}　是指风机进口至出口的总压升。$p_{tF} = p_{t2} - p_{t1}$(代数运算)。

在图 4-1、图 4-2 和图 4-3 中将测量某个横向平面位置与风机之间的总压损失忽略不计，示出三种基本布置的其机壳与外部系统相接的风机的总压。

PLC WORLD

如果风机的进口与大气相通，或图 4-1 所示的喇叭型进口用来模拟进口风筒，那么进口的总压应视为与进口附近区域的总压 p_t 相同。这个区域是“静止空气”的位置。于是为

$$p_{t1} = p_a = 0$$

$$p_{tF} = p_{t2} - p_{t1}$$

$$p_{tF} = p_{t2}$$

如果风机进口与大气相通，或其长度为 3 倍直径(或小于 3 倍)的出口风筒用来模拟带有出口风筒的风机，出口风筒通向大气，那么风机出口的总压就等于风机的动压(p_{dF})。

$$p_{tF} = p_{t2} - p_{t1}$$

$$p_{t2} = p_{dF}$$

$$p_{t1} = 0$$

$$p_{tF} = p_{dF}$$

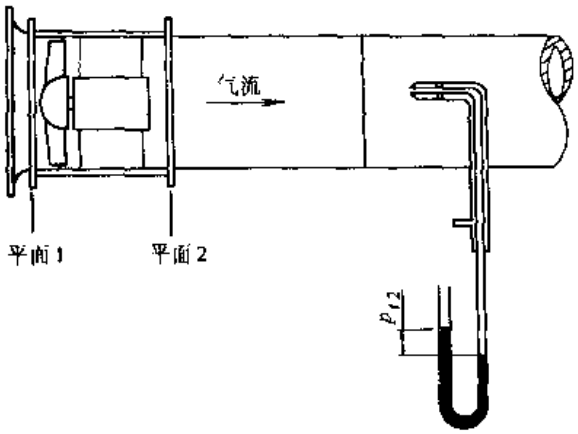


图 4-1　进口接大气和有出口风筒布置的风机总压

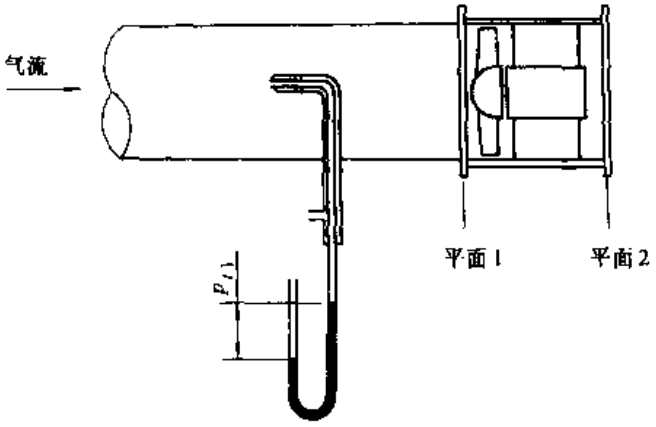


图 4-2　进口接风筒出口接大气的风机总压

风机的动压 p_{dF}　是与风机出口处的平均空气速度相对应的压力。

图 4-4 示出了风机的动压，假定空气密度或测定平面与风机出口之间的面积不变。

风机的静压 p_{SF}　为风机的总压 p_{tF}减去风机的动压(p_{dF})。

风机的进口面积 A_1　是指风机进口的内面积。(见图 4-40 和图 4-41)。

风机的出口面积 A_2　是指风机出口的内面积。(见图 4-5 及图 4-6)。

通风面积　是指风机的出口面积减去涡舌处的投影面积(见图 4-5)。

风机的叶轮直径　是指通过叶轮叶片所测得的最大直径。

3. 系统　指从一处或多处向另一处或多处输送空气、气体或蒸气而设计的一系列风筒、管路、弯管和支管的总称。风机提供了克服系统气流阻力必要的能量，并使空气或气流通过系统。

典型系统的一些组件有：通风窗、格栅、扩散器、过滤器、加热和冷却盘管、空气污染控制装置、燃烧装置、体(容)积流量控制调节风门、混流箱、消声器、管网和有关配件。

系统曲线　是指某个系统的压力对体(容)积流量特性的图解。

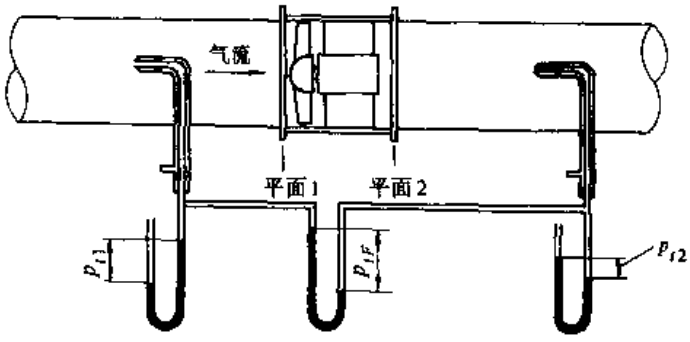


图 4-3　进口与出口均有风筒布置的风机总压

PLC WORLD

系统附加阻力系数 表示安装在系统内的风机进口限制、风机出口限制或影响风机性能的其它工况的效应的压力损失系数。

风机性能 是指在给定进口密度条件下的空气体(容)积流量、静压或总压、转速和功率输入的说明，也可包括机械效率和静效率。

风机性能曲线 有多种形式，一般所带的资料足以确定风机性能。本手册所说的风机性能曲线是指恒定转速的性能曲线。这是在一定进口密度和转速下的空气容积流量范围内的静压或总压以及输入功率的图解。也可包括静效率和机械效率曲线。体(容)积流量的范围通常是从全闭(容积流量为零)到自由排气(风机静压为零)，所示的压力曲线，即压力-流量曲线，见图 4-7。

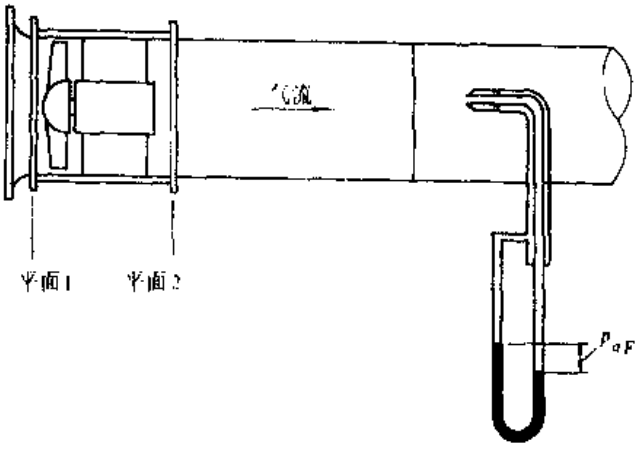


图 4-4 风机动压

标准风机曲线 它是用百分比表示风机性能值的恒定转速曲线，自由排气时体(容)积流量为 100%，关闭时风机静压为 100%，最大输入功率点的功率为 100%，见图 4-8。

额定点 表示与风机压力——流量曲线上的某个特定点相对应的风机性能值。

工作点 表示一定密度下的空气体(容)积流量和静压或总压，它是用来规定风机运行的系统曲线上的那一点。

操作点 用来表示与系统曲线和风机压力流量曲线的交点相对应的一组风机的性能值。

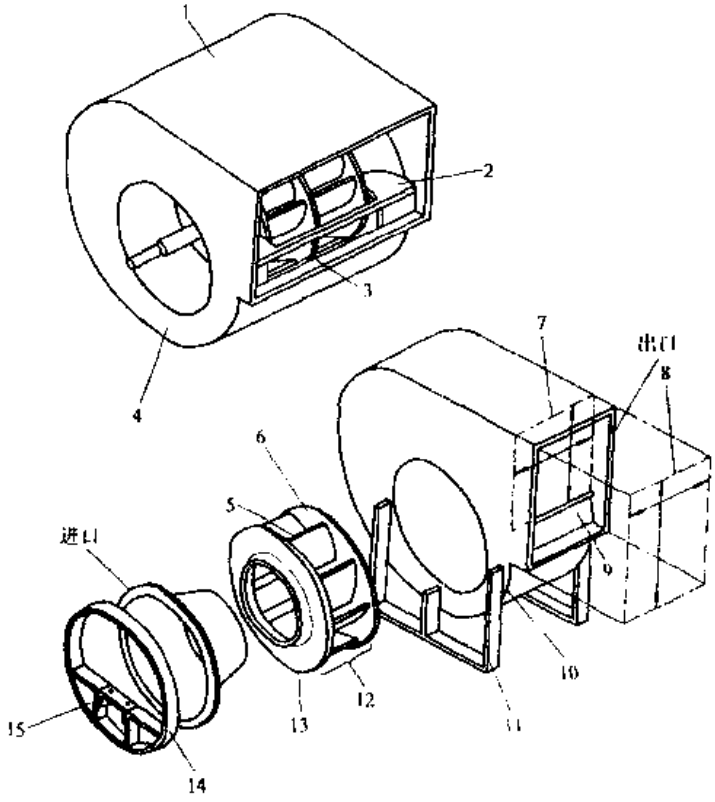


图 4-5 离心风机部件

1—蜗壳 2—蜗流缓冲器 3—分流板 4—侧板 5—叶轮 6—后盘 7—通风面积 8—出口面积 9—蜗舌 10—蜗壳板 11—支架 12—叶片 13—盖盘 14—进口环 15—轴承支座

当量管路直径 边长为 a 和 b 的矩型管路的当量管路直径是 $\sqrt{\frac{4ab}{\pi}}$。

二、风机定律

风机的相似关系如下式

$$\frac{q_{VC}}{q_V}=\frac{n_C}{n}\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^3 \tag{4-1}$$

$$\frac{p_{tFC}}{p_{tF}}=\frac{p_{dFC}}{p_{dF}}=\frac{p_{sFC}}{p_{sF}}=\left(\frac{n_C}{n}\right)^2\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^2\times\frac{\rho_C}{\rho} \tag{4-2}$$

PLC WORLD

$$\frac{P_{inC}}{P_{in}}=\left(\frac{n_C}{n}\right)^3\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^5\times\frac{\rho_C}{\rho} \tag{4-3}$$

这些方程式起源于流体力学的经典理论，所得结果的精确度对于大多数应用是足够的，对于鼓风机、压缩机则需要考虑雷诺数、马赫数、运动粘度、表面粗糙度、叶轮叶片厚度以及相对间隙等影响。

三、不同转速的效应

风机尺寸和气体密度保持不变时。

对于相同尺寸的风机，$D_C=D$，所以 $D_C/D=1$，风机的方程式只是简单的关系式，若气体密度不变，则 $\rho_C=\rho$，密度比$(\rho_C/\rho)=1$。

$$q_{VC}=q_V\times\frac{n_C}{n}\qquad p_{sFC}=p_{sF}\times\left(\frac{n_C}{n}\right)^2 \tag{4-4}$$

$$p_{tFC}=p_{tF}\times\left(\frac{n_C}{n}\right)^2\qquad p_{dFC}=p_{dF}\times\left(\frac{n_C}{n}\right)^2 \tag{4-5}$$

$$P_{inC}=P_{in}\times\left(\frac{n_C}{n}\right)^3 \tag{4-6}$$

四、密度变化的效应

风机尺寸和转速保持不变时。

如果风机的转速不变，可按$(n_C=n)$和$(n_C/n)=1$来计算性能。当$(D_C/D)=1$时，风机尺寸也固定不变。

$$q_{VC}=q_V\qquad p_{sFC}=p_{sF}\times\frac{\rho_C}{\rho} \tag{4-7}$$

$$p_{tFC}=p_{tF}\times\frac{\rho_C}{\rho}\qquad p_{dFC}=p_{dF}\times\frac{\rho_C}{\rho}\qquad P_{inC}=P_{in}\times\frac{\rho_C}{\rho} \tag{4-8}$$

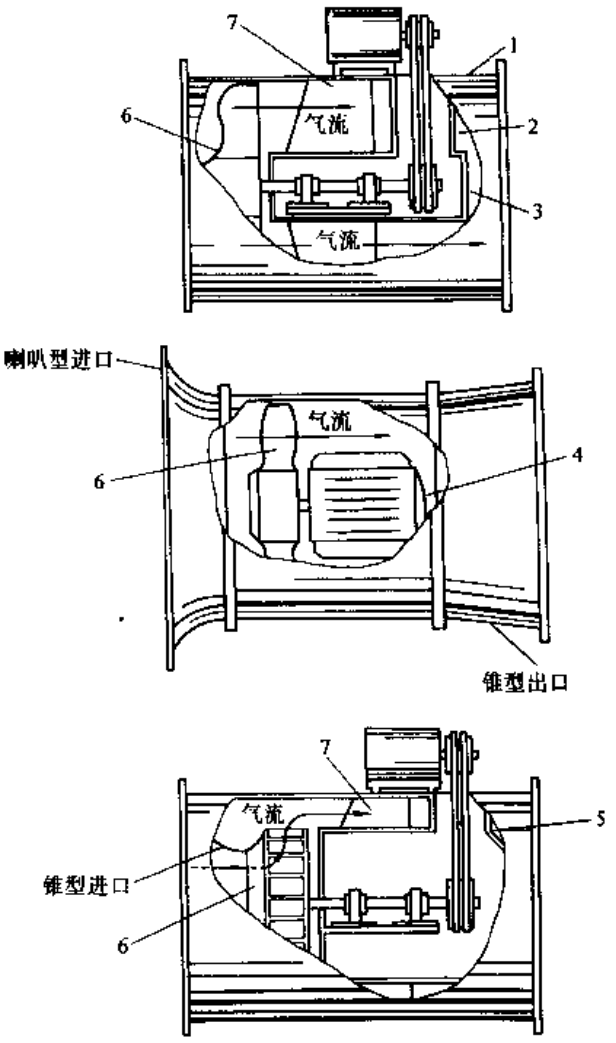


图 4-6 轴流和筒型离心风机部件

1—机壳 2—带式护管 3—轴承套 4—电动机 5—轴承套 6—叶轮 7—导叶

五、尺寸增加的效应

在风机转速和气体密度都不变的情况下，计算尺寸可以较大，但几何形状相似的风机性能，或者令 $n_C/n=1$ 和 $\rho_C/\rho=1$ 时，由此确定这些变量，并产生下列方程式

$$q_{VC}=q_V\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^3 \tag{4-9}$$

$$p_{tFC}=p_{tF}\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^2 \tag{4-10}$$

$$p_{sFC}=p_{sF}\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^2 \tag{4-11}$$

$$p_{dFC}=p_{dF}\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^2 \tag{4-12}$$

$$P_{inC}=P_{in}\times\left(\frac{D_C}{D}\right)^5 \tag{4-13}$$

式(4-13)中下标“C”表示指定状态或换算值。式(4-12)中下标“F”指风机。

六、风机的性能曲线

PLC WORLD

风机的性能曲线是风机性能的图解。通常包括从自由排气(对气流无障碍)到无排气(零流量)的整个范围的曲线。

可以按体积流量(q_V)画出下列一个或多个的风机性能特性曲线。

风机静压(p_{sF})

风机总压(p_{tF})

风机内功率(P_{in})

风机静效率(η_{sF})

风机全压效率(η_{tF})

气体密度、叶轮尺寸和转数(n)对于整个曲线通常是不变的，应当予以说明。

典型的风机性能曲线示于图 4-7。图 4-8 和图 4-9 是以标准的百分比为基础画出了离心风机和轴流风机性能曲线。

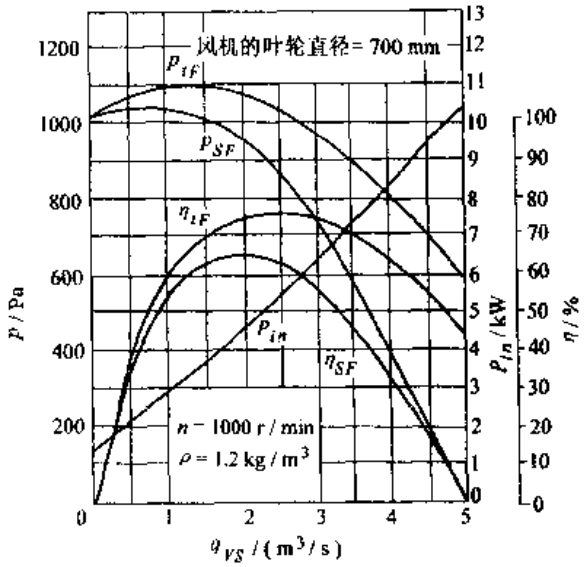


图 4-7 风机的性能曲线

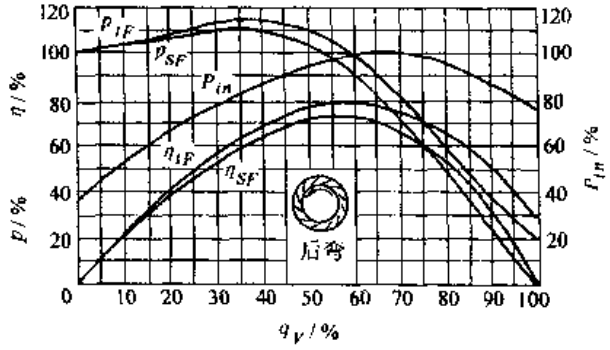


图 4-8 离心式风机性能曲线(后弯叶片)

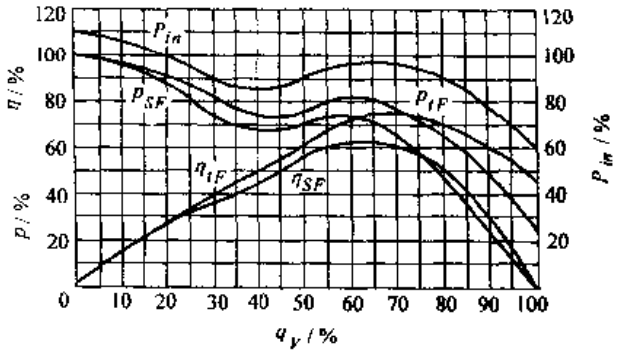


图 4-9 轴流式风机性能曲线

七、典型性能表

风机的多数性能表不包括从无排气到自由排气的整个范围，只包括最有效的运行范围。图 4-10 画出了一种离心式风机的推荐的性能范围。性能表则是根据这一范围而制定的。

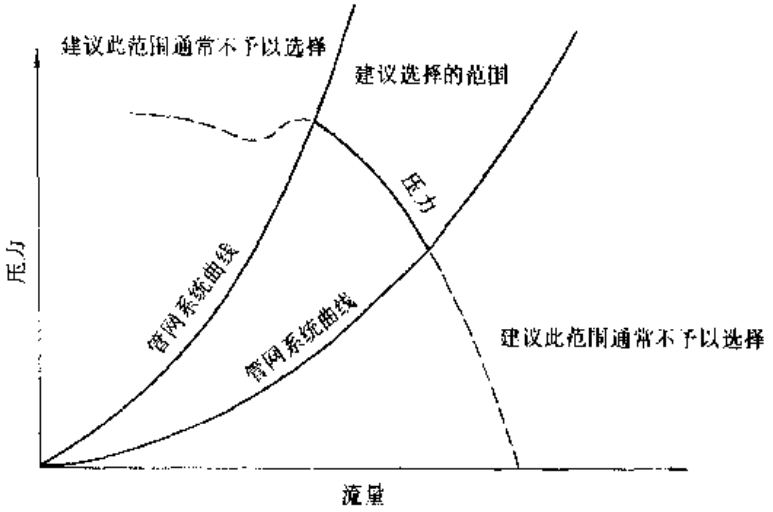


图 4-10 离心式风机推荐的性能范围

PLC WORLD

第二节 空 气 系 统

一、系统

空气系统简单地说，包括风机及与其进口或出口或两者都连接的管路。较为复杂的空气系统包括风机、管网、空气控制调节风门、冷却管、加热管、过滤器、扩散器、消声器和导向叶片等。风机是本系统内给气体以能量，用以克服其它部件的流动阻力的一个组成部分。

二、组件的损失

每个空气系统对气流都有一个附加阻力，通常与其它系统不同，而且该阻力与本系统内的各个组件有关。

下面将讨论某些组件和风机附属装置对风机性能的影响，并给出空气系统附加阻力系数，这会帮助系统工程师估算这些附加阻力。

三、系统曲线

在通过给定空气系统的一个固定的体(容)积流量 q_V 下，会产生相应的压力损失或流阻。如流量变化了，所产生的压力损失和流阻将随之变化。对于大多数系统决定这种变化的关系式如下

$$\frac{\text{阻力}_C}{\text{阻力}} = \frac{\text{压力}_C}{\text{压力}} = \left(\frac{q_{VC}}{q_V}\right)^2$$

一个典型的“固定系统”的特性曲线按上述关系式画成一个抛物线。三个不同的任意系统(管网系统 A、管网系统 B 和管网系统 C)的气流阻力对于体(容)积流量的典型曲线见图 4-11。一个固定系统的阻力增大或减少仅取决于沿着该系统曲线的体(容)积流量的增大或减少。

参考图 4-11 中的管网系统曲线 A，假定在体(容)积流量为 100%、阻力为 100% 的情况下确定一个系统设计点。如果体(容)积流量增至设计容量的 120% 时，按系统的方程式得出，系统阻力会增至设计阻力的 144%，流量进一步增加会导致系统压力的相应增加。体(容)积流量减至设计体(容)积流量的 50%，则会使阻力减小至设计阻力的 25%。

应注意，在百分比基础上，同样的关系式也适用于管网系统曲线 B 和管网系统曲线 C。这些关系式是典型的固定系统的特定曲线。

四、系统曲线与风机性能曲线的相互影响

如果由系统的气流阻力和适当的“系统附加阻力系数”组成的系统特性曲线，已经精确地确定了系统阻力两者的关系，那么选择的风机会达到相当和必要的压力以满足系统的要求，当风机安装在系统时，风机会产生设计的流量 q_V。

系统曲线和风机性能曲线的交叉点确定了实际的体(容)积流量。如果已精确地确定了系统阻力并适当地选择了风机，那么其性能曲线会在设计流量 q_V 点 1、2、3 处相交。参见图

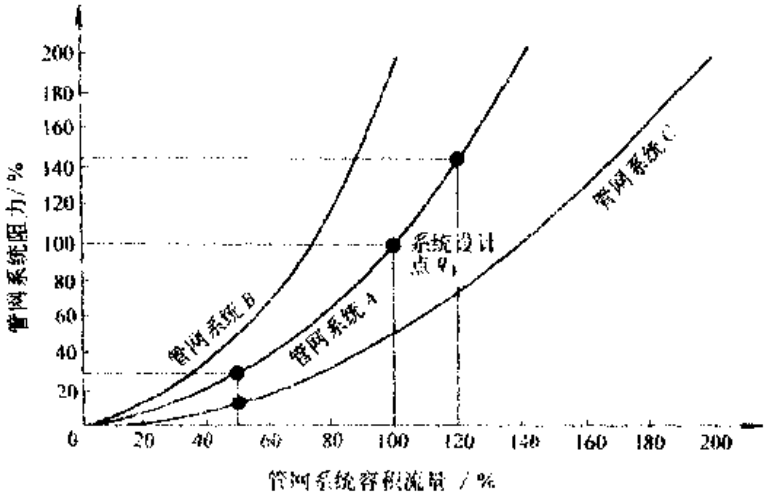


图 4-11 标准的管网系统曲线

PLC WORLD

4-12。图 4-11 的标准管网系统曲线 A 是通过风机性能曲线上的高效点性能划出的。管网系统曲线的 100% 的设计流量 q_V，相当于在风机的自由排出流量 q_V 的 60%处。

使用风机调节风门、管路调节风门、混流箱和终端装置等通常会改变系统阻力，随之会改变装置中通过系统的体(容)积流量，参见图 4-12。

图 4-12 中体(容)积流量可以通过增加气流阻力，从 100%的设计流量 q_V (图 4-12 中点 1、管网系统曲线 A)变化到 80%的设计流量 q_V，从而使系统的特性曲线改变成管网系统曲线 B。这导致了风机在图 4-12 中点 2 处运行，(图 4-12 中风机曲线和管网系统曲线 B 的交点2)。同样，减少了气流阻力，会使体(容)积流量增至设计流量 q_V 的 120%左右，从而将系统特性曲线变成管网系统曲线 C。这导致了风机在点 3 处运行(图 4-12 中的风机曲线和管网系统曲线 C 的交点 3)。

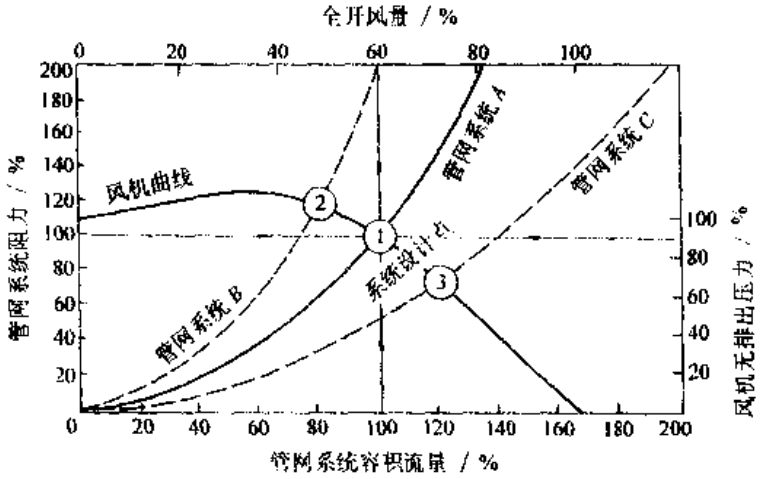


图 4-12 系统曲线和风机曲线的相互影响

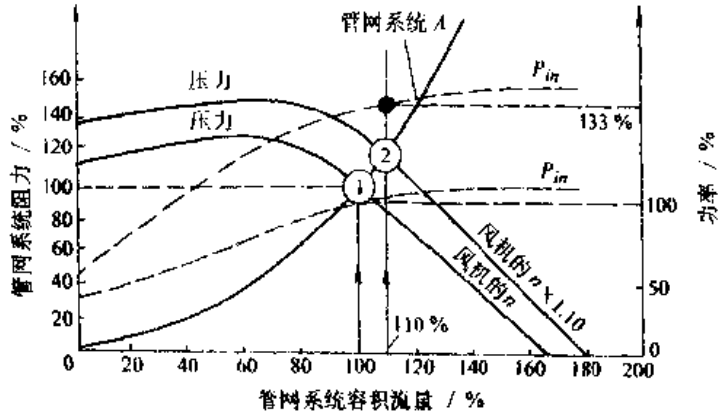


图 4-13 风机转速增加 10%的效应

五、风机转速变化的效应

增大和减少风机转速会改变通过系统的体(容)积流量。图 4-13 示出，当风机转速增加 10%至图 4-13 中点 2 时，q_V 也随之增加。q_V 增加为 10%，这就会引起严重的功率消耗，按风机定律，功率需增加 33%。仅需要流量增加 10%，这时所连接的电动机功率将增加 33%。(注意，增加所做的功会要求功率增加。风机所输送的空气克服系统所产生较高的气流阻力的容积流量应较大些，这是增加所做功的措施)。在相同的系统中，P_{in} 是作为转数比的三次方增加的，而在相同系统曲线的所有点风机效率保持不变。

改变风机的体(容)积流量的另一个方法是可改变风机的进口导叶。

六、密度对管网系统阻力的效应

管网系统的阻力取决于流经系统的气体的密度。风机工业的标准气体密度为 1.20kg/m³。图 4-14 为与标准值不同的气体密度对风机性能的影响。

压力和功率的变化直接按风机进口的气体密度

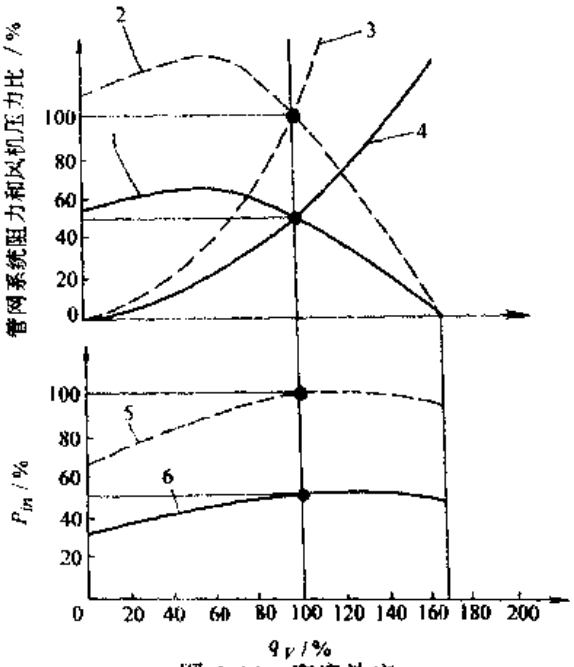


图 4-14 密度效应

1—密度为 0.6kg/m³ 的风机压力曲线 2—密度为 1.2kg/m³ 的风机压力曲线 3—密度为 1.2kg/m³ 的管网系统曲线 A 4—密度为 0.6kg/m³ 的管网系统曲线 A 5—密度为 1.2kg/m³ 的风机内功率 6—密度为 0.6kg/m³ 的风机内功率

PLC WORLD

与标准密度之比而变化时，若通过制造厂的产品样本或风机压力曲线选择风机时，通常需考虑该密度比。

七、风机与系统的相应关系

如图 4-15 所示，如果精确地确定了系统压力损失，并提供了理想的进出口工况，那么就可以计算设计体(容)积流量。

如果没有精确地计算系统压力损失或进出口工况不理想，那么就不能得到理想的设计性能，见图 4-16 和图 4-17。应再次注意，实际系统曲线和风机曲线的相应关系，将会决定着风机的实际的体(容)积流量。

从图 4-17 中可看出，由于不计系统附加阻力，导致性能下降。

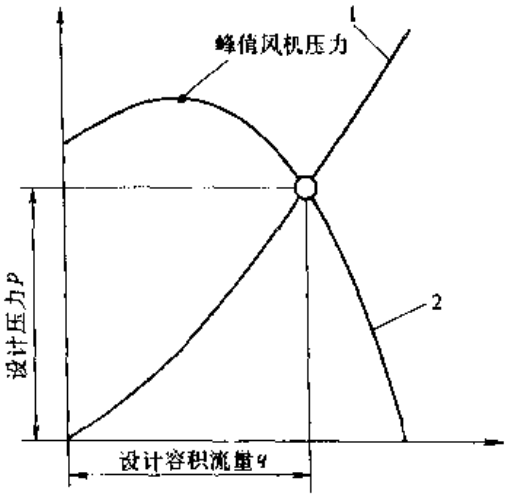


图 4-15　在设计点的管网系统曲线

1—计算的管网系统曲线

2—风机压力-流量曲线

八、计算系统阻力中的误差的效应

图 4-16 曲线 1 示出了实际管网系统的气流阻力比预计的要大的一种情况。风机以实际状态运行，这种状况一般是没有精确计算系统阻力的结果。计算系统压力损失时应考虑所有损失，否则最终系统会比设计的更有局限性，且实际流量会不足(图 4-16 中点 2)。

在实际系统中，如果压力损失大于设计值，如图 4-16 中曲线 1，风机转速增加可能会在图 4-16 中的点 5 达到设计体积流量。在打算增加风机转速之前，应与风机制造厂检查确定转速是否可安全地增大，并确定预期增加的功率，所连接的电动机应能承受增大的风机功率。

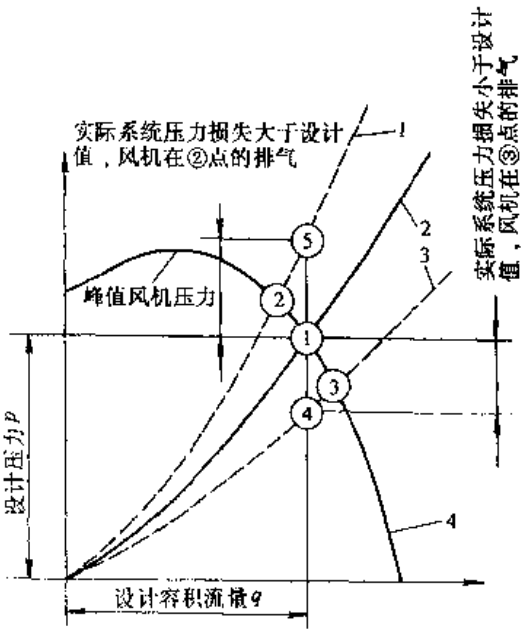


图 4-16　不在设计点的管网系统曲线

1—实际管网系统 B　2—计算的管网系统 A

3—实际管网系统 C　4—风机压力-流量曲线

九、安全系数

有时在系统设计估算系统阻力时，加进安全系数这一因素以调整不精确的估算值。偶而这些安全系数会补偿忽略了的阻力损失，而实际系统会输送设计流量(图 4-16 中点 1)，但通常的结果是包括安全系数在内的估算的系统阻力会超过实际的系统阻力。由于风机是按设计工况制造的(图 4-16 中点 1)，而实际将会输送更多的空气(图 4-16 中点 3)，因为设计流量时的实际系统阻力小于设计值(图 4-16 中点 4)。这种结果不一定是一个优点，因为风机通常在性能曲线的效率不高的一点运行，并且会需要比设计流量大的功率。在这些条件下，有必要降低风机的转速或调节调节风门，以将实际的系统阻力(图 4-16 中曲线③)增加到原来的设计特性曲线(图 4-16 中曲线 2)

十、风机系统性能不佳的原因

风机系统性能不佳的三个最普通的原因是：

一是出口连接不当；二是进口气流不均；其次是风机进口处产生涡流。

这些情况改变了风机的空气动力学特性，从而不能发挥其全部气动的潜力。如风机的进口或出口处连接设计不当或安装不当，就会出现这些状况。出口处连接不好会降低风机的性能，

PLC WORLD

使其大大低于风机样本中介绍的额定值。

性能不佳的其它主要原因如下：

实际管网系统的空气性能特性曲线(图4-16中曲线1、曲线3)与计算的管网系统曲线(图4-16中曲线2)相差甚大。

系统设计计算没有给附件和附属设备的效应(即系统附加阻力)留有足够的余量，或者风机选型时没有考虑附属设备对风机性能的影响。

系统的性能是由现场测量技术确定，受测量误差的影响将会得出不精确的结果(见本书现场性能测试一章)。

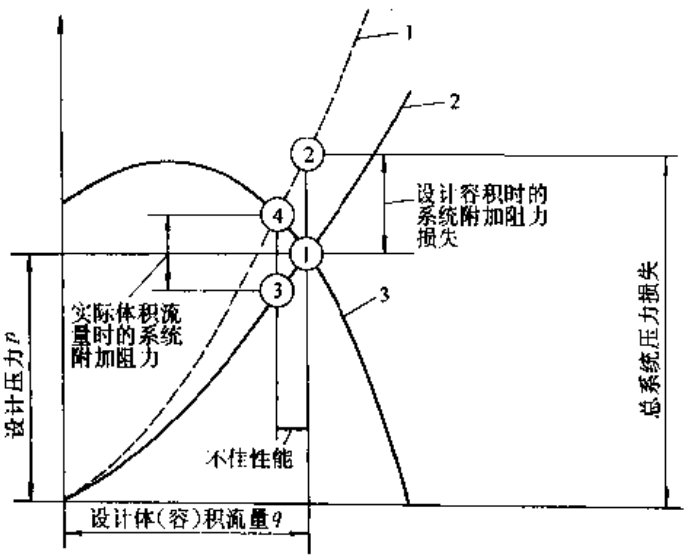


图4-17 不佳的管网系统

1—实际管网系统曲线 2—无系统附加阻力裕度的计算管网系统曲线 A 3—风机压力-流量曲线

十一、防止性能不佳的措施

当空间或其它因素要求风机的出口和进口处的连接采用不良布置时，在设计计算中需考虑适当的余量。

设计风机系统间的连接时，应尽可能地在风机的出口和进口处提供均匀而直的气流状态。为所有附件和附属设备对系统和风机性能的效应留有足够的余量。

究竟使用那些有效的用于某个系统的现场测试技术，要注意采用对此有影响的测量精度和条件(详见本书现场性能测试一章)。

十二、系统附加阻力

图4-17示出了在前面所述的一些不理想的气流条件下，产生的不良的风机系统性能。

假定系统的压力损失已经精确地确定(图4-17中曲线2的点1)，在为该点运行选好了适当的风机。但是系统连接对于风机性能的效应没有留有余量。为了补偿这个“系统附加阻力”，有必要对计算的系统压力损失增加一个“系统附加阻力系数”，以确定实际的系统曲线。任何给定布置的系统附加阻力系数是与速度相关的，所以会在风机的整个气流流量的范围内变化(见图4-18)。

如图4-17所示的实例中，风机样本中的压力—流量曲线和实际管网系统曲线1交叉点是点4。所以实际的气流体积会不足，相差点1～点4的压差。为达到设计的气流容积，相当于点1和点2间的压差的

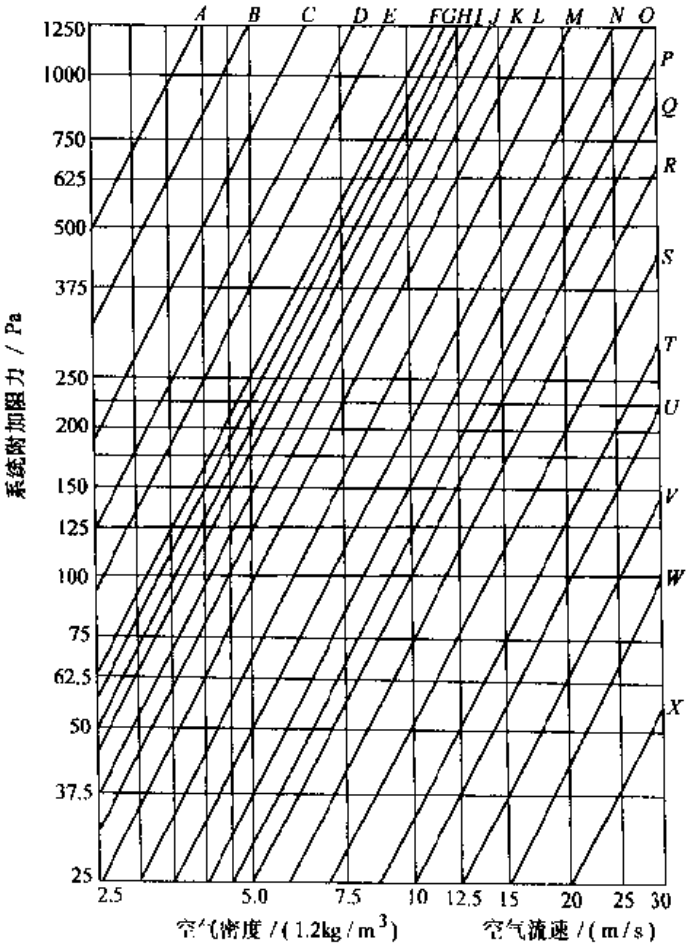


图4-18 系统附加阻力曲线

PLC WORLD

系统附加阻力系数，所计算的压差应加到计算的系统压力损失中，而所选择的风机在点 2 运行。但应注意，因为系统附加阻力与速度有关，所以点 1 和点 2 间所表现出来的压差大于点 3 和点 4 之间的压差。

第三节 系统附加阻力系数

一、系统附加阻力曲线

图 4-18 示出一个系列的 24 条系统附加阻力曲线。从图 4-18 的某个空气流速(横坐标)开始，顺着纵坐标的任何曲线，即可读出相应布置的“系统附加阻力系数”。

系统附加阻力系数是以表压为单位，系统设计时应加在图 4-17 所示的总系统压力损失上。

图 4-18 中的空气流速是风机的进口或出口速度。这取决于系统的布置是与风机进口还是与出口相关。

在本节的后面，画出了(图 4-23～图 4-41)介绍典型的进出口布置的系统情况，对每种布置都列出了适当的系统附加阻力曲线。如果一个系统包括一个以上布置，那么每个布置的系统附加阻力系数则应分别确定，而总的系统附加阻力应加到总的系统压力损失中。

系统附加阻力曲线是按 1.2kg/m^3 的标准空气密度绘出的。由于系统附加阻力与密度成正比，其它密度的效应可这样计算：

实际系统附加阻力系数 = 标准系统附加阻力系数 ×(实际密度/标准密度)

应当注意，系统附加阻力系数只包括系统布置对风机性能的影响。其它管路的额外摩擦损失应加在计算的系统压力损失上。

二、出口扩散器

在出口管路发生的流动过程常常称为“静压回收”。离开风机流速较高的气流逐渐膨胀，充满了管路。动能(动压)减小，势能(静压)增大。

在很多系统里采用比风机出口大得多的出口管路是可行的。这时，可以增大克服系统阻力所具备的静压。

当所有应用的“系统附加阻力系数”已经加到计算的系统压力损失时，风机样本所示的实际操作点的功率(图 4-17 中，点 2)可以不加调节地使用。

不同出口管路的系统附加阻力系数见表 4-1。

表 4-1 不同出口管路的系统附加阻力系数

面积比 \ 阻力曲线 \ 管长	无管路	有效管长 12%	有效管长 25%	有效管长 50%	有效管长 100%
压力回收	0%	50%	80%	90%	100%
通风面积/出口面积	系统附加阻力曲线(图 4-18 中)				
0.4	*P*	*R*—*S*	*U*	*W*	
0.5	*P*	*R*—*S*	*U*	*W*	
0.6	*R*—*S*	*S*—*T*	*U*—*V*	*W*—*X*	
0.7	*S*	*U*	*W*—*X*	—	
0.8	*T*—*U*	*V*—*W*	*X*	—	
0.9	*V*—*W*	*W*—*X*	—	—	
1.0	—	—	—	—	

注：有效管路长(m)是经计算求得的，计算方法见本书第 10 章例题，通常可取 2.5～3 倍管路的当量直径长。

PLC WORLD

三、出口管路

如前面所述，主要用在有管路系统的风机通常带有出口管路。在大多数情况下要求风机制造厂将这段管路作为风机的一部分来提供是不现实的，但是如果系统设计不包括这样的管路，那么额定性能是不能达到的。

某些标准规定了出口管路的当量直径，既不大于风机出口面积的 110%，也不小于出口面积的 85%。同时要求收敛连接件的斜度不超过 15°，扩散连接件的斜度不超过 7°。

图 4-19 示出距风机出口距离不同的速度分布的变化。要想达到 100% 的有效管路长度，即无系统附加阻力时，应包括过渡段的管路至少延长两个半管路的当量直径长，而在 30m/s 以上的出口速度下，直管路的长度应是 6 个当量管路的直径，而当每增加 5m/s 时，应加一当量管路的直径长度。

如果不可能使用 100% 的有效管路长度，那么系统附加阻力系数应加在系统阻力损失上。

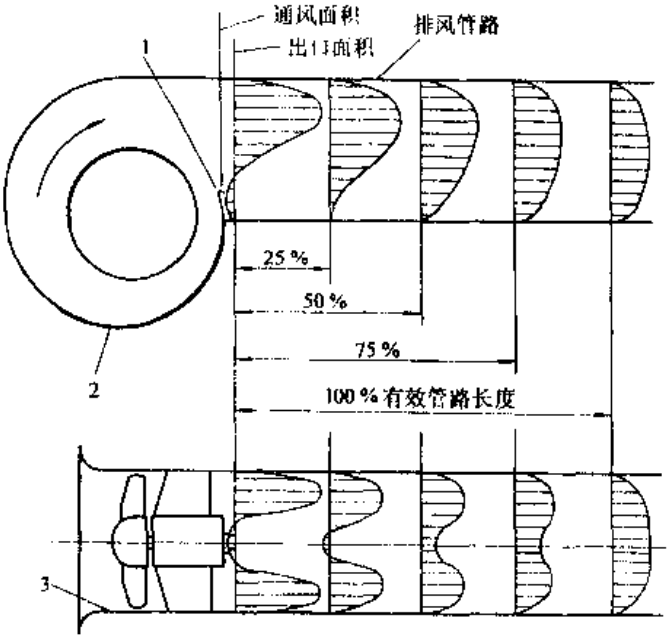


图 4-19　出口直管路的速度分布

1—蜗舌　2—离心风机机壳　3—轴流风机机壳

要想确定所应用的系统附加阻力系数，应计算出口管路的平均速度，并在此速度查到系统附加阻力曲线(图 4-18)。可从表 4-1 选择合适的系统附加阻力。

为了使这种转换更为有效，有必要在风机出口和管路间使用一段连接管，使气流逐渐膨胀。这个接管称为“扩散器”。

转换效率取决于扩散角和扩散器段的长度与风机通风面积和出口面积之比。

四、出口管路的弯管

在有些手册和教材书中所介绍的通过弯管的压力损失值，主要取决于接近弯管的平均速度分布。弯管前的速度分布不均将会造成压力损失大于分布的压力损失值。

在尽可能的情况下，在风机的出口处应安装一段直管路，以便在管路连接一个弯管之前使不均匀的气流分布扩散和展开。如果弯管位于风机的出口附近，那么这段弯管的最小半径对管路的直径比应为 1.5，而且其布置有利于输送尽可能均匀的气流，出口管道弯管的连接位置见图 4-20。表 4-2 为用来估算风机出口处的弯管效应的系统附加阻力系数，还示出了由于使用直的出

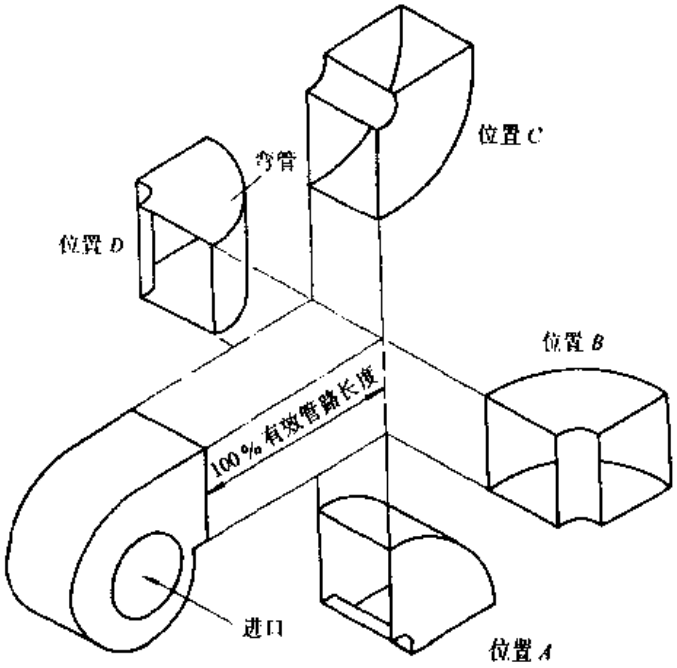


图 4-20　出口管道弯管的连接位置

PLC WORLD

口管路而减少的压力损失。

表 4-2 出口弯管的系统阻力系数

通风面积 出口面积	出口弯管位置	无出口管路	有效管长 12%	有效管长 25%	有效管长 50%	有效管长 100%
0.4	A B C D	N M L—M L—M	O M—N M M	P—Q O N N	S R Q Q	无系统附加阻力
0.5	A B C D	P N—O M—N M—N	Q O—P N—O N—O	R P—Q O—P O—P	T S R—S R—S	
0.6	A B C D	Q P N—O O	Q—R Q O—P P	R—S R P—Q Q—R	U T S S—T	
0.7	A B C D	S—T R—S — Q—R	T S R R—S	U T S S—T	W V U—V U—V	
0.8	A B C D	S R Q Q—R	S—T R—S Q—R R	T—U S—T R—S S	V—W U—V U U—V	
0.9	A B C D	S—T R—S R R—S	T S R—S S	U T S—T T	W V U—V V	
1.0	A B C D	R—S S—T R—S R—S	S T S S	T U T T	V W V V	

对于双宽双进口风机，用单宽单进口风机所用的表 4-2 确定系统附加阻力系数，再用图 4-18 中确定系统附加阻力值(Δp)，然后用下面所列的对应因数：

弯管位置 $B = \Delta p \times 1.25$

弯管位置 $D = \Delta p \times 0.85$

弯管位置 A 和 $C = \Delta p \times 1.00$

五、导向叶片

导向叶片通常能减少通过弯管的压力损失，但在像风机出口处这样的通道产生不均匀的气流速度分布的情况下，这种叶片实际上可起到延续弯管外侧的不均匀速度分布的作用。这种情况会在弯管下游的其它系统组件内增大损失。

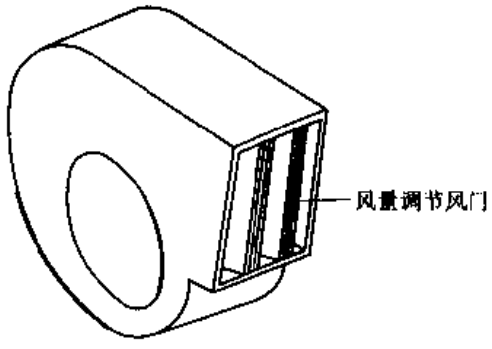


图 4-21 风量调节风门

六、风量调节风门

风机制造厂通常提供调节风门，以作为必备的设备(图 4-21)但在很多系统中，风量控制调节风门位于或靠近风机出口的管路中。风量控制调节风门一般制成“对置式”或“平行式”两

PLC WORLD

种叶片。当调节风门部分被关闭时，平行式叶片调节风门，就能把气流分流到管路的一侧。这会在调节风门处产生不均匀的速度分布，而接近下游的旁通管路的气流会受到严重的影响。

图 4-22 为平行和对置的调节风门。

离心风机安装的调节风门的叶片应与风机轴垂直，这样才能保证最佳空气性能。

调节风门的压力损失取决于均匀的进气速度分布，若将调节风门安装在接近于风机的出口处，那么进气速度分布就会不均，通过调节风门的压力损失就会提高。表 4-3 列出了一些风量调节门的压力损失因数，当离心风机的出口处安装调节风门时，这些因数可以用于计算调节风门制造厂样本中所列的压力损失。

表 4-3 风量调节风门的压力损失因数

通风面积/出口面积	Δ静压因数	通风面积/出口面积	Δ静压因数
0.4	7.5	0.8	1.9
0.5	4.8	0.9	1.5
0.6	3.3	1.0	1.2
0.7	2.4		

七、管路的支管

设计管路系统的标准步骤是：在整个假定系统内有均匀的气流分布的基础上进行的(图 4-23)。如果支管出口或分流位于风机的出口处，则就会存在不均匀的气流条件，压力损失和空气气流可能与设计意图大有不同。在一切可能的情况下，风机出口和任何分流或支管之间应安装一段直的管路。

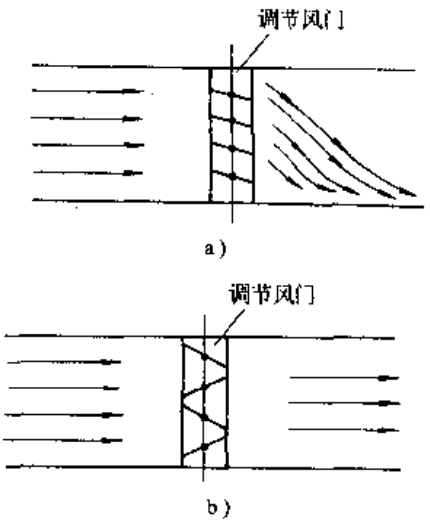


图 4-22 平行和对置式的调节风门
a)平行式 b)对置式

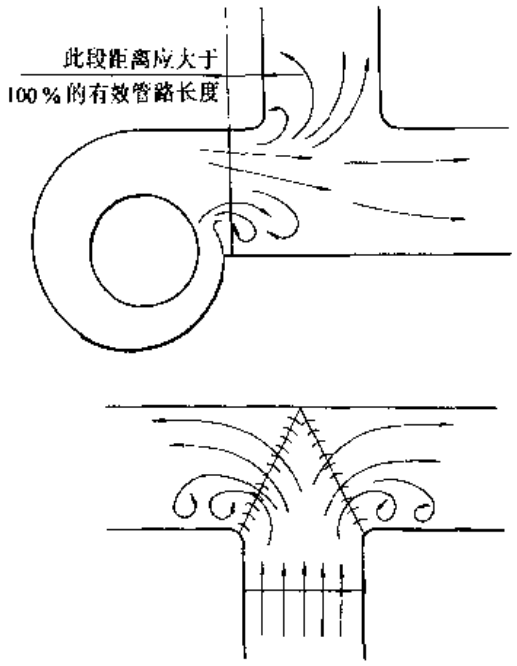


图 4-23 支管离风机太近时的气流分布情况

第四节 进口工况

风机进口处产生的涡流和不均匀进口气流，经常可用进口整流叶片或导叶来消除。风机进口距墙壁或障碍物太近或进气室引起的节流都会降低风机的性能。风室的间隙效应或进气室的

PLC WORLD

效应也视为整个系统的一个组成部分，在确定系统的特性曲线时，通过风室或进气室的压力损失应视为系统附加阻力。

一、进口管路

主要用作引风用的一些风机，带有进口管路。离心式和轴流式风机的典型进口工况见图4-24。图4-24a表示带管路的进口条件，图4-24b表示不带管路的条件，图4-24c表示带喇叭状进风口的条件。图4-24d表示进入边缘锐利的管路气流，在那里形成气流收缩。气流收缩引起气流面积的减少继而迅速扩散又会产生损失，这种损失可以视为系统附加阻力。在风筒或风机进口安装一个圆形集流器就会大大消除这种损失。如安装这种光滑的集流器不太可能，一个收敛的锥形接头也会显著地减小能量损失，甚至在风筒端部安装一个简单的扁平法兰也会使通过不带法兰的集流器的损失减小一半。图4-24e为理想而光滑的风筒进口。图4-24f为喇叭式进口产生进入风机的饱满气流。

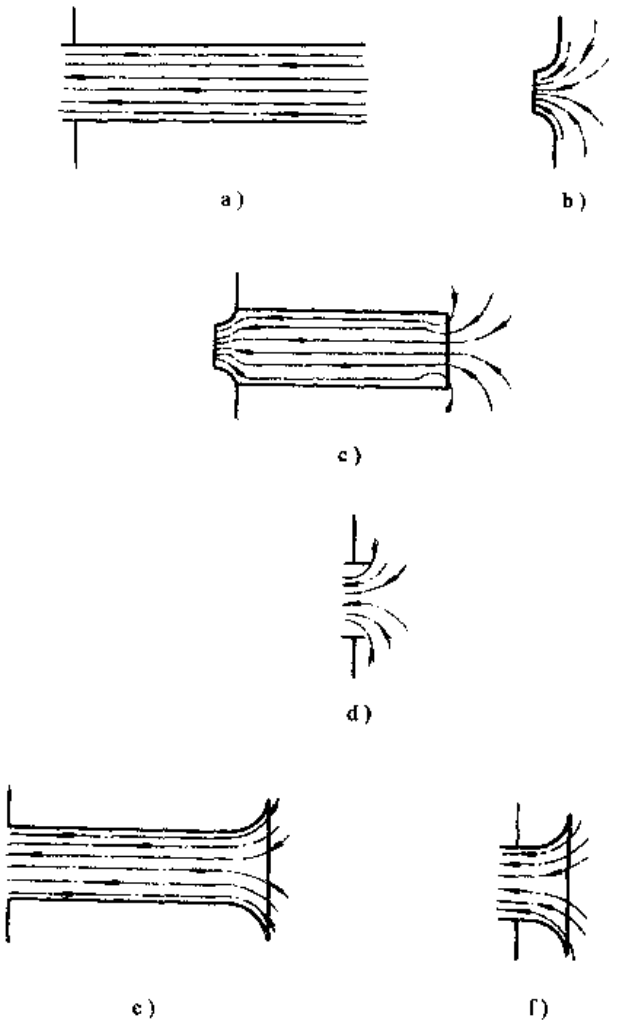


图4-24　离心和轴流风机的典型进口工况
a)进口均匀气流　b)进口光滑的均匀气流
c)进口收敛气流　d)进口急趋收敛气流
e)理想的光滑进口气流　f)进口平缓收敛气流

标准中规定进口风筒的横截面既不得大于风机进口面积的112%，又不得小于风机进口面积的92%。连接件的斜度规定为收敛15°，扩散7°。

二、进口弯管

流入进口的气流不均匀是影响风机性能不佳的最常见的原因之一。风机进口处的弯管特别是90°的弯管不会使空气均匀地进入，因而风机的叶轮处，便产生涡流和气流分布不均。空气有质量，流动的气流会产生动量，如图4-25和图4-26所示的结构会阻止气流在弯管内的方向变化。

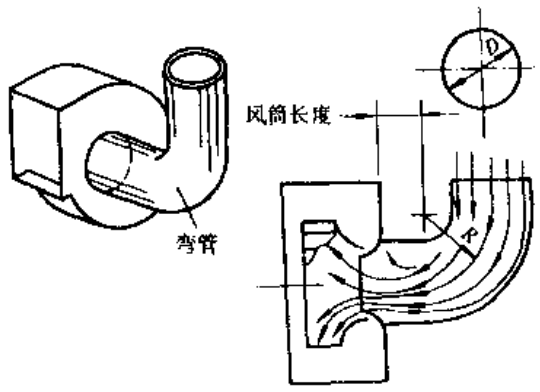


图4-25　90°圆形弯管(无导叶)导致风机进口产生不均匀气流

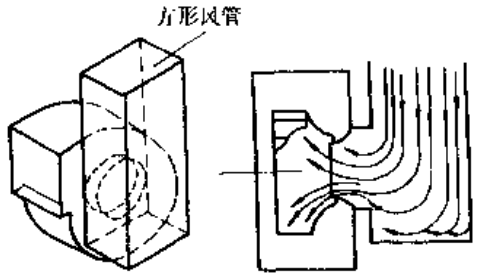


图4-26　长方形风筒进口(无导叶)导致风机进口产生不均匀气流

PLC WORLD

表 4-4 列出了给定半径与直径比的圆形弯管系统附加阻力曲线。图 4-18 的平均风机进口速度和列入系统附加阻力曲线的交点便是一个特定弯管的系统附加阻力系数。附加阻力系数应加在这个特定弯管已经确定的摩擦和动态损失上(图 4-25)，只有当弯管位于风机进口时，这个损失才适用。

关于系统附加阻力曲线或产生不均匀进口气流的其它进口 90°弯管，可参考图 4-27～图 4-32 及表 4-5～表 4-9。应注意，风机进口和弯管之间使用风筒导叶或长度适当的风筒(3～8 个风筒直径长，根据速度而定)时，系统附加阻力系数是不大的。这些改进会有助于流入风机进口的气流保持均匀，因而可以接近试验室试验装置的气流条件。对于特定气流和进口工况的特殊进气箱，大多数风机制造厂可以提供其设计和系统附加阻力的资料。

表 4-4 90°圆形弯管(无导叶)系统附加阻力系数

R/D	无风筒	2D 风筒	5D 风筒	R/D	无风筒	2D 风筒	5D 风筒
0.75	Q—R	S	U	2.0	R—S	T	U—V
1.0	R	S—T	U—V	3.0	S—T	U	V—W

对于这种风机进口工况的流量和压力的减少状况不可能用表格的形式列出。由于风筒的宽度和高度有很大变化，因而不同程度地会影响和降低风机的性能，所以应当避免使用这种风机进口。经观察，流量损失高达 45%。将这些装置配上导叶或换成带有方形导叶或 45°角的弯管，就会大大改进这些装置，见图 4-27 及表 4-5。

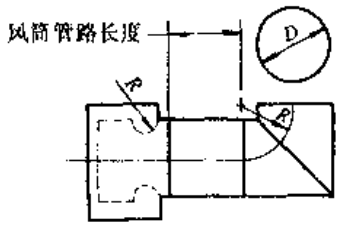


图 4-27 两段 45°斜接的 90°圆形弯管(无导叶)

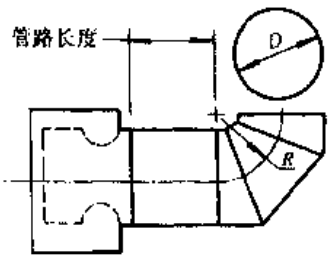


图 4-28 三段斜接的 90°圆形弯管(无导叶)

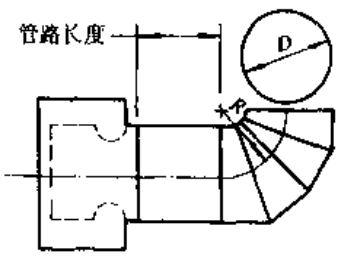


图 4-29 四段以上斜接的 90°圆形弯管(无导叶)

表 4-5 两段 45°斜接的 90°圆形弯管(无导叶)系统附加阻力系数

R/D	无风筒	2D 风筒	5D 风筒
1	N	P	R—S

表 4-6 三段斜接的 90°圆形弯管(无导叶)系统附加阻力系数

R/D	无风筒	2D 风筒	5D 风筒
0.5	O	Q	S
0.75	Q	R—S	T—U
1.0	R	S—T	U—V
2.0	R—S	T	U—V
3.0	S	T—U	V

表 4-7 四段以上斜接的 90°圆形弯管(无导叶)系统附加阻力系数

R/D	无风筒	2D 风筒	5D 风筒
0.5	P—Q	R—S	T
0.75	Q—R	S	U
1.0	R	S—T	U—V
2.0	R—S	T	U—V
3.0	S—T	U	V—W

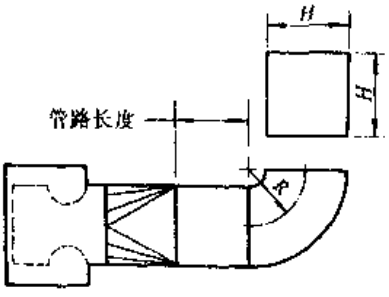


图 4-30 带进口接管的方形弯管(无导叶)

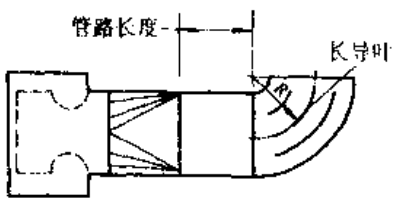


图 4-31 带进口接管的方形弯管(3 个长导叶)

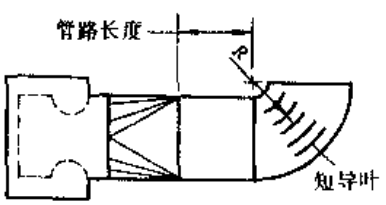


图 4-32 带进口接管的方形弯管(短导叶)

PLC WORLD

表 4-8 带进口接管的方形弯管(无导叶)系统附加阻力系数

R/H	无风筒	2D 风筒	5D 风筒
0.5	O	Q	S
0.75	P	R	S—T
1.0	R	S—T	U—V
2.0	S	T—U	V

表 4-9 带进口接管的方形弯管(3 个长导叶,短导叶)的系统附加阻力系数

R/H	无风筒	2D 风筒	5D 风筒
0.5	S	T—U	V
1.0	T	U—V	W
2.0	V	V—W	W—X

表 4-7、表 4-8 中 $D=\frac{2H}{\sqrt{\pi}}$。

方形弯管的内部面积($H\times H$)等于风机进口环相接的内部面积。连接管的收敛部件最大许用角度为 15°,扩散部件为 7.5°。

三、进口涡流(旋流或紊流)

风机性能降低的另外一个主要原因是,由于导致进入风机进口的气流产生涡流或紊流的进口风筒工况。图 4-33 为强制形成的进口涡流(旋流或紊流)。

理想的进口工况是允许气流以轴向均匀地进入,并任意方向均无紊流的工况。与叶轮旋转方向相同的旋流会减少压力流量损失,其减少量取决于涡流的强度。这种效应与装在风机进口的导叶产生的压力——流量曲线的变化相似,这种变化可以控制涡流,因而改变了系统体(容)积流量。进口处的方向相反的涡流会轻微地增加压力——流量数值,但功率会大大增加。

各种各样的近似工况也会产生进口涡流。但有时产生涡流的原因并不明显,有些常用的管接头会产生进口涡流(图 4-34),但由于管接头种类繁多,故没有列入系统附加阻力系数。建议避免使用这些管接头。但如不可能,可采用导叶和分流板来改善进口工况,并消除旋流。

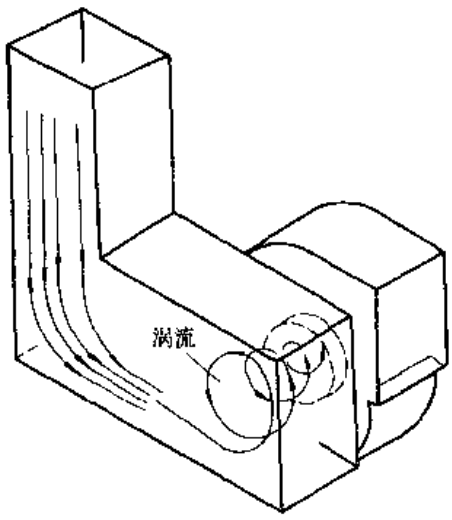


图 4-33 强制形成的进口涡流(旋流或紊流)

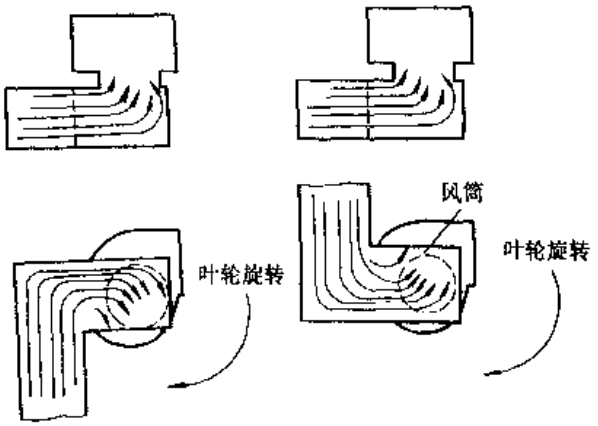


图 4-34 引起进口涡流的进口风筒接头

四、进口导向叶片

在空间有限,不能使用最佳进口接管的情况下,进口弯管可采用导向叶片,会使气流更加均匀。进口涡流的消除如图 4-35 所示。

通过这些装置的压降应加在系统的压力损失上。这些损失由制造厂公布,但应注意,风机产品样本上的压力损失是根据弯管进口均匀气流提出的。如果由于系统的上游存在干扰而接近

PLC WORLD

弯管的气流很不均匀时，那么通过弯管的压力损失会比公布的数值高。在弯管中，也会降低导叶的效率。

五、整流格栅

经常采用气流整流格栅（小格栅）来消除和减小风筒里的旋流或涡流。图 4-36 为一种小型标准的整流格栅。

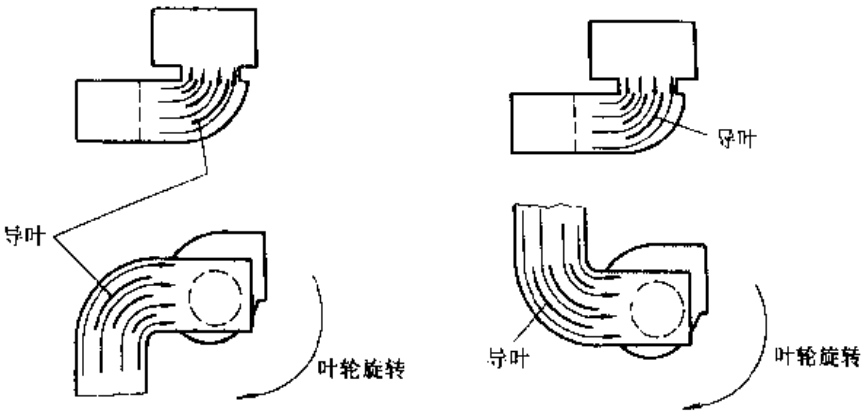


图 4-35 进口涡流的消除

六、进气箱（进气室和风室效应）

进气箱和风室或紧接墙壁的风机的安装定位，应使气流能毫无障碍地流入进口。风机进口和进气箱之间的空间如果太受限制，风机的性能就会降低。进气箱壁面和风机进口之间至少留有半个叶轮直径的位置。要想达到最佳性能，位于一般进气箱的多级双宽离心风机的进口和进口间至少相距一个叶轮直径的距离。图 4-37 为装于进气箱内风机进口与壁面的对应尺寸，并列出了装于进气箱内风机进口与壁面对应尺寸的系统附加阻力曲线，见表 4-10。

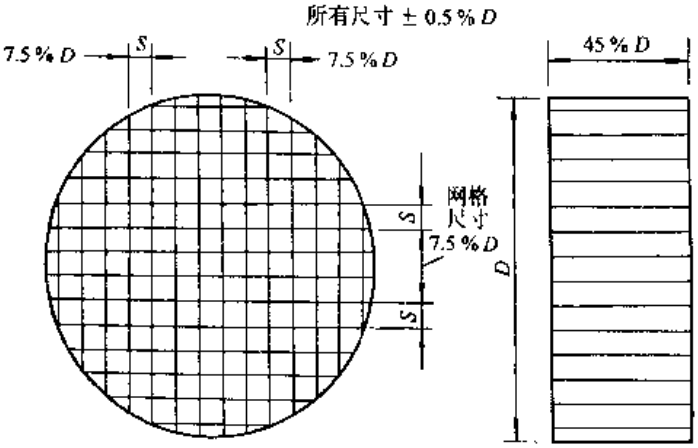


图 4-36 标准的整流格栅

气流进入相对于风机进口的进气箱的方法，对风机的性能也会有影响。与风机进口不对称的进气箱或进气箱的进口，或墙壁会形成不均匀的气流或进口涡流。图 4-38 为进气箱入口与风机进口不对称产生的涡流工况，欲达到最佳的风机性能，应避免这种工况。如不可能的话，可安装一个分流板，以消除进口涡流，改善进口工况，如图 4-39 所示。

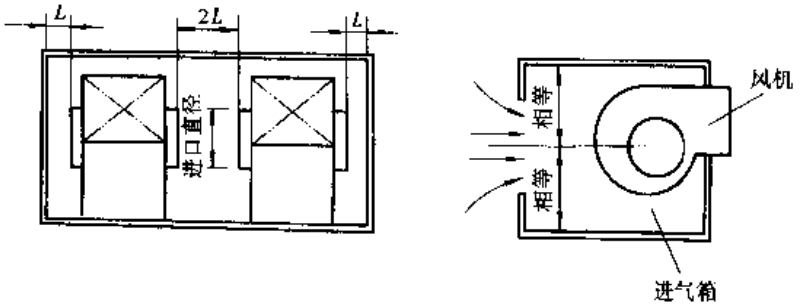


图 4-37 装于进气箱内风机进口与壁面的对应尺寸图

表 4-10 装于进气箱内风机进口与壁面对应尺寸系统附加阻力系数

进口距墙壁的距离/mm	系统附加阻力系数
0.75×进口直径	*U*—*W*
0.5×进口直径	*U*
0.4×进口直径	*T*
0.3×进口直径	*S*
0.2×进口直径	*R*

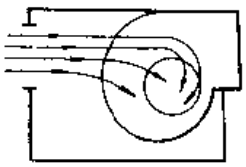


图 4-38 进气箱入口与风机进口不对称产生的涡流工况

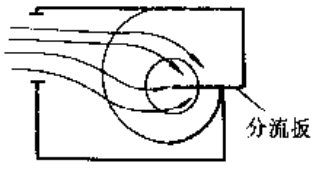


图 4-39 安装一块分流板改善进口工况

PLC WORLD

七、有障碍的进口

当位于风机进口平面的气流受到障碍时，就会引起风机性能的降低。常常遇到的进口障碍有结构件、立柱、蝶型阀、风门和管线等。风机轴承、轴承座、进口导叶、进口调节风门、驱动机构护罩和电动机等附属设备也会形成进口障碍。

风机进口的障碍可用进口平面面积的不受障碍的百分比来表示，这样做比较方便。由于很多风机的进口锥形接头的形状不同，所以规定风机进口平面面积有时是困难的。为克服这一困难所采取的常规作法有：如提供进口环(图 4-40)，风机进口的平面面积可通过此环的内径来计算。若没有提供进口环时，那么风机进口的平面面积由以风机的进口锥形接头为半径的风机机壳的切线点来确定，图 4-41 为自由进口区平面不带进口环的风机。

将有障碍的剖面图投影在进口的剖面上，即可计算出进口面积不受障碍的百分比。然后用得出的修正进口速度在系统附加阻力曲线图上查找，继而从那个进口面积无障碍的百分比所列的曲线上可确定系统附加阻力系数。见表 4-11。

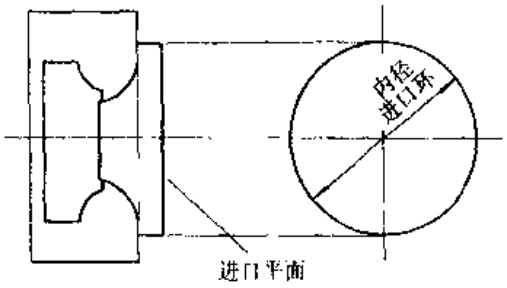


图 4-40 自由进口区平面带进口环的风机

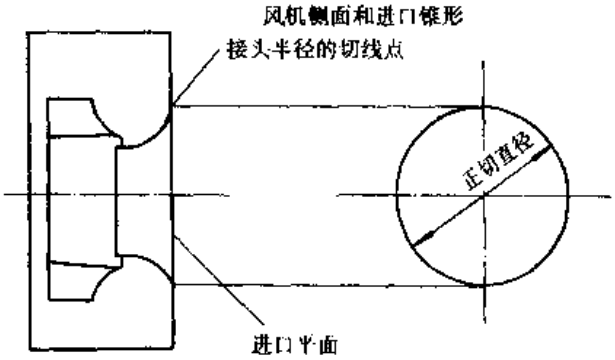


图 4-41 自由进口区平面不带进口环的风机

表 4-11 进口障碍的系统附加阻力系数

不受障碍的进口平面面积/%	系统附加阻力系数	不受障碍的进口平面面积/%	系统附加阻力系数
100	无损失	75	*S*
95	*V*	50	*Q*
90	*U*	25	*P*
85	*T*		

第五节 成套供应设备的效应

一、风机进口处的轴承和轴承座

有些风机的轴由风机进口或紧靠风机进口处的轴承和轴承座来支撑的。

这些部件会对风机进口的气流有所影响，继而影响风机的性能，影响的大小取决于与风机进口相关的轴承及轴承座的大小。轴承和轴承座的位置，也会对风机进口的气流造成影响。

二、阻碍进口的驱动机构护罩

有些风机要求在其进口区域有一个带式传动护罩。在任何情况下，根据护罩的位置、进口

PLC WORLD

速度和风机的性能可能受这一障碍的影响很大。

安装在风机的进口区域位置的传动护罩，应配有尽可能大的开口，以使进入风机进口的气流处于最大状态，这是理想的。但护罩的设计应符合职业卫生和安全条例的要求。

用表 4-11 可近似算出位于风机进口的传动护罩障碍的系统附加阻力系数。

如可能的话，建议采用开式结构的护罩，以便于气流通畅地进入进口。护罩和带轮的设计应使进口的障碍越小越好，在任何情况下，障碍部分不得超过进口面积的 1/3。

三、轴流式风机进口或出口的带式护管

带式传动的轴流式风机，常常将电动机安装在风机机壳之外。

为了在空气气流中保护好带传动的轴流式风机及其防止机壳泄漏，制造厂通常提供一个带式护管。

多数制造厂在其额定值表中也包括了这种带式护管的效应。但在没有反映出这个效应的情况下，可使用表 4-11 所示的系统附加阻力系数。

四、进气箱的“系统附加阻力”

风机进气箱的“系统附加阻力”可根据设计情况，其变化也很大。一个设计很好的进气箱应接近图 4-18 中所示的“*S*”或“*T*”系统附加阻力系数。

五、进气箱调节风门

进气箱调节风门叶片可用来控制通过系统的气流流量。可采用平行或对置式叶片形的调节风门。

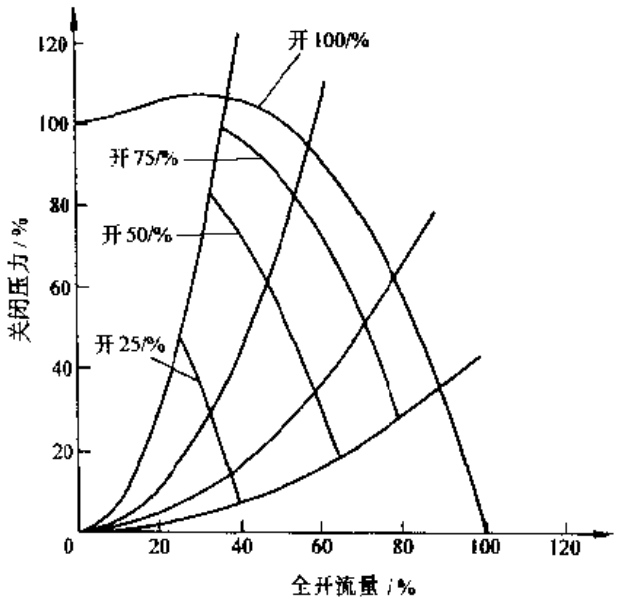


图 4-42　典型的标准的带进口导叶性能曲线

安装平行式叶片时应使叶片与风机轴平行，因而在部分闭合的位置会产生强制性的进口涡流。对风机特性曲线产生的效应与进口导叶控制的效应类似。

对置式叶片是通过增加调节风门在局部关闭位置所产生的压力损失来改变系统，借以控制空气流量的。

如有可能，应从风机制造厂得到整套数据，包括整个应用范围的进气箱和调节风门的“系统附加阻力”。如果得不到数据，在选择风机时应当使用图 4-18 中“*S*”和“*T*”的系统附加阻力曲线。

六、进口导叶控制

为了在流量减小的情况下保持风机的效率，可经常使用安装在风机进口的可变导叶来控制风量。

但安装这些导叶也会产生旋转方向与风机叶轮相同的强制性进口涡流(预旋)。

进口导叶有整体式(内装)和圆筒式(外装)两种不同的基本形式。

在最初选择风机的时候，应考虑全开式进口导叶的“系统附加阻力”。风机制造厂应提供这方面数据。如没有，选择风机时，可应用图 4-42 的系统附加阻力曲线进行选择。

叶片型式(全开时)—系统附加阻力曲线

1. 整体式(内装)　“*Q*”或“*R*”

PLC WORLD

2. 圆筒式(外装) "S"

第六节 串联和并联风机

一、串联运行的风机

有时需要在同一个系统"串联"安装两台或多台风机。如果风机由单一装置组成，该装置通常称为"多级"风机。这种装置很少用于普通的通风和空调系统，但在一些特殊的工业系统中还是经常使用的。

在理论上，两台串联运行的风机的组合流量——压力曲线是在同一体(容)积流量时将风机压力相加而得出的(图 4-43)。实际上，由于后面级的空气密度的增加，体(容)积流量有些减少。由于不均匀的气流进入第二级风机进口，性能损失通常很大。

建议要求风机制造厂审查所提出的系统设计，并对安装的性能进行一些估算。

二、并联运行的风机

风机经常并联地安装和运行在同一个系统中，尤其是要求大风量时更是如此。在此情况下组合的流量-压力曲线是，通过将相同压力下的每个风机的体(容)积流量相加而得出的(图 4-44)。

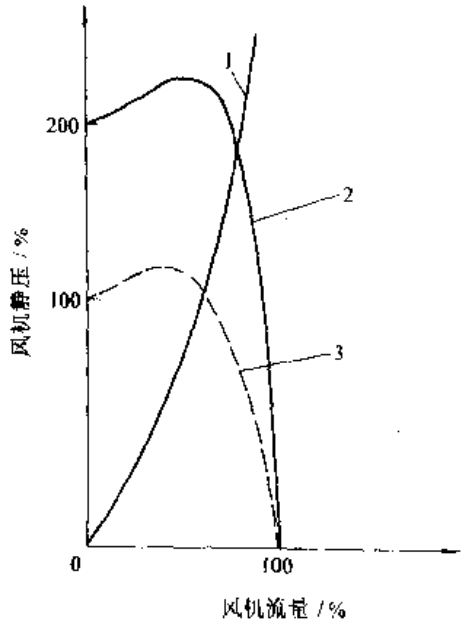


图 4-43 两台串联工作的风机的典型特性曲线

1—管网系统 2—串联风机的组合特性曲线 3—单个风机的特性曲线

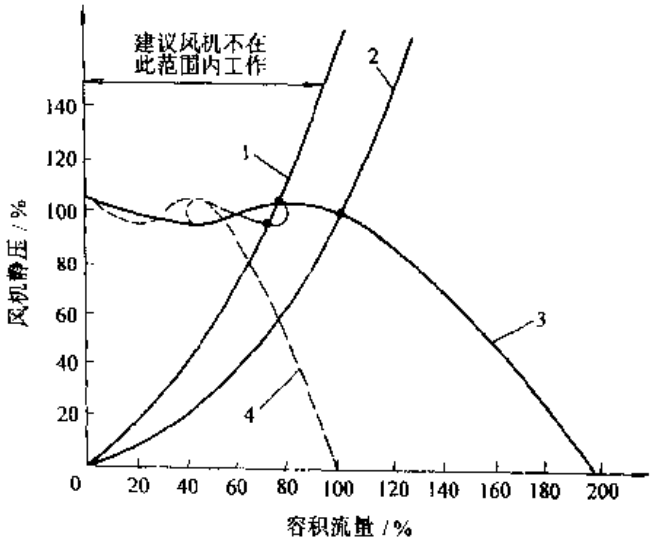


图 4-44 并联风机的组合流量—压力曲线

1—不稳定系统 2—稳定系统 3—并联风机曲线 4—单个风机曲线

如进口工况受到限制或流入进口的气流不均匀时，则多台风机的总性能会比理论上计算的总和要小。

有些风机在靠近峰值压力点左侧的压力流量曲线上有着"正"斜率。

如果选择并联运行的风机在这个"正的"斜率范围，那么风机的运行就不会平稳。图 4-44 示出了这种并联工作的两台风机的组合流量——压力曲线。在峰值压力点左侧的闭合回路就是给出每个压力下所有的容积流量的总和。如果系统曲线与这个回路封闭的区域内的总和流量—压力曲线相交，那么有可能不止一个操作点。这就可能引起其中一台风机风量过多，如果风机

PLC WORLD

都是单独驱动的话，则就有可能使某个电动机过载。这种不平衡的气流状态会反复无常，造成风机间断的有负载和无负载。

风机出口的副翼控制器或进口、出口的调节风门可以用来消除不平衡气流或消除脉冲和反向运行，以及管网或驱动系统的损坏。

第七节　从动压到静压的能量转换实例

一、应用在管网系统的以无障碍的进出口试验的风机实例

如图 4-45 所示，管网系统的总摩擦损失在 1.42m³/s 流量时产生 750Pa 的压降。

风机出口(*C*)所需要的静压(p_s)等于对应一定流量时的管网摩擦阻力。由于没有进口障碍而且风机出口附近的管路与试验装置使用的一样，使用公布的风机性能时，可以不用其它的系统附加阻力。图 4-45 中 *C*—*D* 为管路摩擦阻力损失 750Pa；*A* 为进口无障碍，即无系统附加阻力；*B*—*C* 为带直管路的出口。

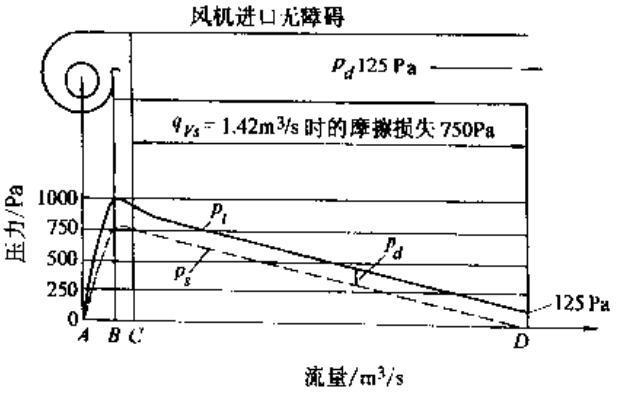


图 4-45　试验用风机的压力梯度

与两倍以上管路直径相连的无系统附加阻力管路

所需要的静压 p_s 为 750Pa

选择风量为 1.42m³/s 和静压为 750Pa 的风机即可满足需要。

二、进口无障碍、出口管路紧接风室再接管网系统的风机实例

此例的管网系统与试验的风机实例中所述的管网系统一样。但风机有个短的出口管路，紧接一个风室，其横截面积比管路面积大 10 倍，图 4-46 为压力梯度-风室效应图。

图 4-46 中管路 *E*—*F* 的速度为 14.43m/s，相当于 125Pa 的动压(p_d)。点“*F*”的动压为 125Pa，静压 0.0Pa，总压为 125Pa。管路摩擦会引起静压和总压逐渐增加，使之回到 *E* 点。如果管路的横截面积均匀，那么该系统中部分的动压就会不变。

由于从风室到管路的压力突然收缩造成 50Pa 的能量损失，所以风室的总压为 875Pa。管路入口的总压加 50Pa 的收缩损失成为 925Pa 的总压。

通过风室 *D* 到 *E* 的气流的速度比较低，风室的动压为 0.0Pa，因此这个速度可以忽略不计。

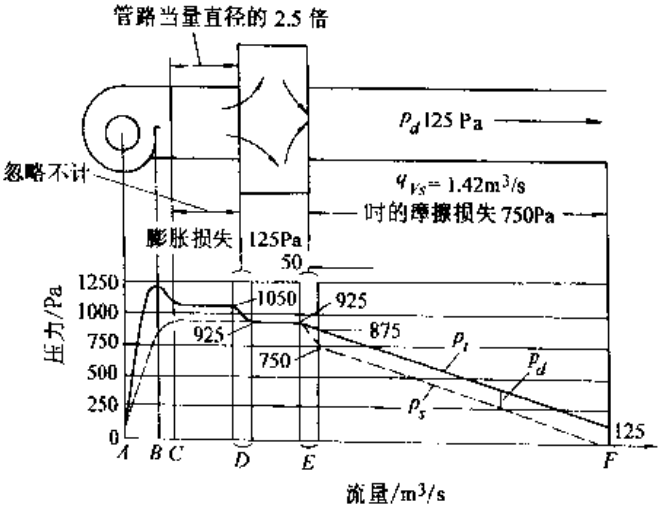


图 4-46　压力梯度-风室效应图

D 点有个突然扩大的能量损失，它等于排至风室的管路的整个动压(即 125Pa)。

风机和风室间的出口管路为 2.5 个当量直径长，与风机额定试验所用的管路相同。出口管路(与风室)的静压是额定试验中测定的静压。

PLC WORLD

此例要求选择的风机静压为925Pa，流量为1.42m³/s，将这种风机与前面选择的静压750Pa和流量1.42m³/s的风机进行比较，显然风机的静压将增大。

E—*F* 流量为1.42m³/s时的管路摩擦损失750Pa。

E 为风室至管路的收缩损失50Pa(管网部分)。

E 为风室形成 *E* 点速度所需要的静压能量为125Pa(管网部分)。

D 为空气速度减小所引起的 *D* 点的动压损失(也是总压损失)125Pa。

在 *D* 处管路到风室的静压不变，静压差为0.0Pa。

C—*D* 为试验风机的出口管路，静压差为0.0Pa。

所需要的风机总静压为925Pa。

选择流量为1.42m³/s和静压925Pa的风机是合适的。

显然新风机与前例选择的风机进行比较时，可发现新风机静压将增加175Pa。

三、进口无障碍、无出口管路、直接排入风室，再排入管网的风机实例

此种情况的风机出口会突然扩大。它除了略去风机出口管路之外，与风室效应的实例类似。风机可直接排气到风室里(图4-47)。

带有蜗舌的风机，在蜗舌截面(通风面积)产生的速度比出口管路(出口面积)的速度要高。这个较高的速度(在蜗舌处)，当出口管路用于风机试验时会部分地转换成静压。带蜗舌的风机如果通过“墙壁”通向风室或像排风机一样直接排进大气，那么，所有动能都会失去。在这些应用中，能量损失和系统附加阻力系数将会超过用“风机出口面积”表示的风机出口的动压。

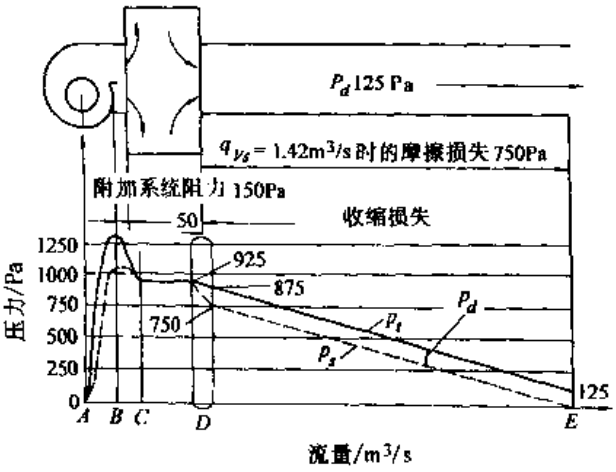


图4-47　压力梯度——风机出口的突然扩大

无出口管路的风机的系统附加阻力系数由下列方法求出

令风机的通风面积/出口面积=0.6

风机出口速度=14.43m/s时

无出口管路

查表4-1系统附加阻力系数=*R*—*S*；通过图4-18查出14.43m/s速度和系统曲线 *R*，系统附加阻力为150Pa。

D—*E* 为风机在1.42m³/s时的管路摩擦损失为750Pa。

D 为风室至管路的收缩损失，管网部分为50Pa。

D 为在 *D* 点产生速度所需要的静压能量，管网部分为125Pa。

B—*C* 为无出口管路的膨胀部分的系统附加阻力，查表4-1和图4-18，系统附加阻力为150Pa。

所需要的风机静压为1075Pa

选择流量为1.42m³/s和静压1075Pa的风机是合适的。

四、进口有障碍，有进口弯管、进口管路、无出口管路的风机实例

此例是一个引风系统，一般用于引风。注意 *A* 点的进口损失。如果采用喇叭形进口将会降低这一损失(图4-48)。

在风机的吸气端，静压是负值，但动压永远是正值。

PLC WORLD

通风机动压为 125Pa。

此例示出了系统附加阻力。

图 4-28 中，半径与直径比为 1 的进口弯管和弯管与风机进口之间无管路的情况下，系统附加阻力为 R。

对于风机进口有 10% 障碍的轴承，系统附加阻力 U。见表 4-11。

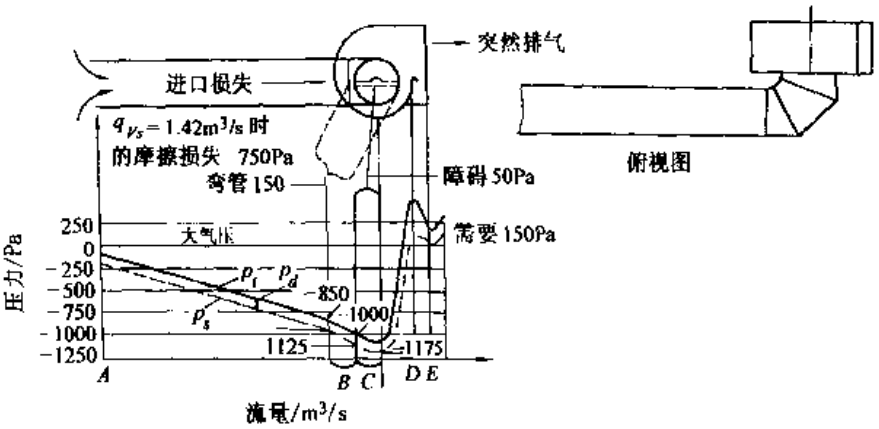


图 4-48　压力梯度—引风系统

对于排入大气而无出口管路的风机，系统附加阻力 R，见表 4-1。

A 为锐边管路的进口阻力损失为 100Pa。

A—B 流量为 1.42m³/s 的管路阻力损失为 750Pa。

B 为进口弯管，系统附加阻力 R，系统附加阻力为 150Pa。

C 为进口轴承，系统附加阻力系数 U，系统附加阻力为 50Pa。

E 为风机动压为 125Pa。

E 为无出口管路的膨胀段，系统附加阻力 R，系统附加阻力为 150Pa。

所需风机的总压为 1320Pa。

风机静压 = 风机总压 − 风机动压

风机静压 = 1320Pa − 125Pa = 1195Pa

选择流量为 q_{V_s}为 1.42m³/s、静压为 1195Pa 的风机是合适的。

PLC WORLD

第五章　风机的用途、结构、材料、强度

第一节　各种不同用途风机的特点及典型结构

一、各种不同用途风机的特点

风机的用途遍及国民经济各个领域。因而，按照各自的用途和所处理气体的种类、风量、压力(升压)的不同，则其应用形式均各有所异。在此，汇总了主要用途风机的种类、风量、压力以及其特点，列表予以说明。表 5-1～表 5-13 为各种不同用途风机的特点。

表 5-1　炼钢炼铁用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
烧结炉鼓风机	离心	排气	10000～40000 (12～17)	由于灰尘较多，应对叶轮、机壳采取耐磨措施。而在不断提高了集尘风机性能的今天，均采用高效后向叶片、机翼型叶片
烧结炉冷却通风机	轴流、离心	空气	6500～16000 (0.6～1.4)	在强制式通风中，采用效率高的轴流式为好，但噪声较大 在排气式通风中，由于磨损严重，可采用具有耐磨结构的离心式风机
高炉气体升压鼓风机	离心	高炉气(B 气体)	300～8000 (200～600)	为防止轴封部分的气体漏泄，采用水封；因叶轮附着灰尘会引起不平衡，为洗净灰尘，可装设喷水装置
转炉气体鼓风机	离心	转炉气体	3000～7000 (13～20)	叶片使用有耐蚀性的材料，因会附着灰尘，可以水喷射予以清洗，并装备有手动盘车装置

表 5-2　矿山、隧道、地下铁用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
矿山主排风机	轴流离心	矿井内气体	2400～13000 (0.8～3.6)	对于大风量，轴流式较好，以动叶可调进口导叶来调节风量，可提高运行效率
局扇	轴流离心	矿井内气体		矿井内局部辅助通风用，它为小型、轻量直动式风机
隧道给排气通风机	轴流	空气	4800～13000 (0.3～2)	根据隧道内烟尘的浓度可自动运转。以动叶可调式可提高运行效率，并在发生火灾时能够逆转，使之排烟
喷流式通风机	轴流	空气	500 (0)	短隧道以及辅助通风用，它是吊在天棚上使用 因噪声大，需加消声罩，并可根据风向使之逆转
地下铁用给排气通风机	离心、轴流	空气	1200～3500 (0.3～2)	由于设于地下隧道内，最好为小型，并根据装入口的大小分成几部分。由于给排气口处于市内的地上，在规定严格的地方可特殊要求使用低噪声通风机

PLC WORLD

表 5-3　下水道污水处理用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
曝气鼓风机	离心、混流	空气	40～700 (50～75)	由于进气压力高，可采用多级离心鼓风机或齿轮增速型混流式风机。根据负荷的变化选择运转台数，并联运转，可节省功率。用进口阀防止喘振

表 5-4　城市煤气用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
焦炉煤气鼓风机	离心	焦炉煤气	150～2000 (18～100)	由于气体密度小，需要齿轮增速，因此，要求叶轮具有较高的强度。为防止停车时的焦油凝结，须不断盘车，并进一步用吹入蒸汽进行清扫
回气式鼓风机	离心	液化天然气	100～200 (10～30)	为使液化天然气储存罐内保持一定压力，可采用这种风机，为保持超低温，可选用特殊材料

表 5-5　发电设备用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
引风用通风机	离心	锅炉排气	7600～21000 (5.2～6.4)	可用于平衡式通风方式，燃烧重油时，须注意由排气中硫的成分所造成的低温腐蚀；燃烧煤炭时，须注意由灰尘所致的磨损。为进一步加大风量，最好使用高效风机
鼓风用通风机	离心、轴流	空气	1600～27300 (3.8～15)	在离心式中，选用机翼型叶片，采用进口导叶调节方式，大型机种可选用动叶可调轴流式。在鼓风用通风方式中，因压力较高致使噪声大，须加消声装置
气体循环通风机	离心	锅炉排气	4600～16000 (1.7～4)	由于抽吸高温的锅炉排气，则要求一定的耐热强度和结构。为防止停车时的热变形，往往装设盘车装置
排烟脱硫通风机	离心	锅炉排气		它装于脱硫装置的前面，与引风机相同，装于其后面时，由于往往抽吸的是腐蚀性气体，故采用耐蚀材料
原子能发电炉用通风机	离心、轴流		850～1400 (2.4)	考虑到原子能发电炉的安全运转，为不产生故障，特别将重点放在质量管理上

表 5-6　空调用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
冷却塔用通风机	轴流、离心	空气	100～10000 (0.1)	压力低、风量大，由于装于冷却塔的顶部或侧面，适于使用轻量的轴流通风机。抽吸式中，因吸入湿空气，则应注意耐蚀性
屋顶风机	轴流	空气	～180	装于建筑物的屋顶上，采用重量轻，且不受雨水浸袭的结构
一般空调用通风机	离心、轴流	空气		在通风及空调用途中，各种风机可单独或组装于其它机器之上使用。一般为低压式，多采用多翼式或横流式的紧凑结构
空气幕	横流	空气	20～90	

PLC WORLD

表 5-7 水泥窑用

名 称	形 式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特 点
水泥窑尾引风机	离心	排气	9000～12000 (7～10)	抽吸高温排气，则应注意耐热强度。因燃料陆续由石油改成煤炭，须注意磨损问题。因功率消耗大，多采用高效的涡轮式机种
冷却器用通风机	离心	空气排气	1000～5500 (2～7)	介质差时，往往会磨损，可采用机翼型通风机，并以进口导叶调节；因抽气通风机输送气体中含有煤渣及灰尘，故须采取防磨损措施
集尘风机	离心	各种气体	100～13000 (1～3.5)	可用各种集尘风机，并按各自输送气体确定结构

表 5-8 垃圾焚烧用

名 称	形 式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特 点
引风用通风机	离心	排气	1000～3500 (1.5～3)	往往会因焚烧物而使腐蚀性加大，且附着灰尘
鼓风机通风机	离心	空气	400～1500 (2～4.5)	抽吸空气往往有污染或磨损，其风量调节多采用进口导叶调节

表 5-9 输送物体用

名 称	形 式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特 点
抽吸通风机	离心	空气	100～500 (1～3)	输送物体直接通过通风机内，因附着、磨损严重，可选用径向型，且叶片可更换的叶轮结构
压送通风机	离心	空气	200～800 (3～5)	输送物体不直接通过通风机内，因此无磨损。输送距离长时，须用高压机种

表 5-10 船舶用

名 称	形 式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特 点
鼓风用通风机	离心、轴流	空气	30～100 (0.1～1)	因装于船舶上，则要求小型、量轻、坚固而且节能，用机翼型叶片，采取进口导叶的调节方式。大容量机种中，用变极电动机，同时采用速度调节方式
惰性气体通风机	离心	惰性气体	10～50 (0.6～2)	用于压送为防止油船油槽爆炸的惰性气体的，它抽吸着经海水清洗器洗涤过锅炉排气的气体，故腐蚀严重 叶轮采用铝青铜或特殊不锈钢，机壳进行环氧涂敷
各种通风换气用通风机	轴流离心	空气	40～400 (0.2～0.8)	船上各处通风用的风机，多数使用轴流式。为防止海水腐蚀，也有进行镀锌处理的

PLC WORLD

表 5-11　工业炉用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
循环通风机	离心、轴流		300～2000 (1～4)	各种工业用炉中，为确保炉内温度均匀，可采用循环用通风机，接触热风的叶轮按耐高温蠕变的要求，采用加钼材料或高镍材料，并制成用绝热材料隔热，以保护轴承的结构

表 5-12　化工用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
各种通风机	离心、轴流		100～700 (0.5～80)	在化学装置中，强制流动用及冷却、集尘等各种领域内，广泛采用这种通风机，但应选用能耐各自气体性质的材料
亚硫酸气鼓风机	离心	亚硫酸气	600～3000 (23～48)	叶轮采用耐腐蚀材料
氯气鼓风机	离心	氯气	25～60 (40～80)	由于采用干燥气体，故用普通碳素钢，又因温升受到限制，则应装设中间冷却器

表 5-13　风洞用

名　称	形　式	输送气体	风量/(m^3/min) (压力/kPa)	特　点
通风机风洞用	轴流、离心	空气	450～120000 (1～2.5)	可用于在各方面进行各种实验研究的目的，其主要形式为轴流式

二、风机典型结构

1．4-72、B4-72 型离心式通风机　该通风机适用于工矿厂房、科研机关及大型公共建筑物通风换气，即可用作输入气体，也可用作输出气体。这类通风机有№2.8、№3.2、№3.6、№4、№4.5、№5、№6、№8、№10、№12、№16、№20 等共 12 个型号。其中№2.8、…、№26 风机主要由叶轮、机壳、进风口等部分配直联电动机而组成。№8、…、20 除具有上述部分外，还有传动部分等。叶轮由 10 个后倾的机翼形叶片、曲线形前盘和平板后盘组成。均用钢板制造，并经过静、动平衡校正，运转平稳。机壳作成两种不同形式，№2.8、…、№12 机壳作成整体，不能拆开。№16、№20 的机壳制成三开式，除沿中分水平面分为二半外，上半部再沿中心垂直分为二半，用螺栓联接。进风口制成整体，装于风机的侧面，与轴向水平的截面为曲线形状，能使气体顺利地进入叶轮，且损失较小。传动部分由主轴、轴承箱、滚动轴承、带轮或联轴器组成。

B4-72 型离心式通风机，又称防爆离心通风机(以“B”表示)，作为易燃挥发气体的进风换气之用，但不适于工艺流程中使用。输送气体的温度亦不得超过 80℃。这类通风机有№2.8、…、№12 共 10 个机号。它的空气性能和外形结构与 4-72 型相应机号的风机完全相同。除电动动机采用防爆型电动机外，均可按 4-72 型通风机性能与选用件表选择使用。

本型风机采用了“中空机翼型”的叶片，叶轮坚固耐用，经过静、动平衡校正，保证运转平稳，安全可靠，风机噪声也较低。

PLC WORLD

机号№2.8～№6共7种通风机，全部采用电动机直联结构。风机的叶轮、机壳直接固定在电动机轴和法兰盘上。

机号8、10、12等3种通风机，在轴承上安有温度计和油标。带轮(联轴器)在通风机轴承的外侧，维护检修、更换零件都很方便。

B4-72-11型№5A离心式通风机(图5-1)

流量	11830	m^3/h
全压	2844	Pa
转速	2900	r/min
电动机功率	13	kW

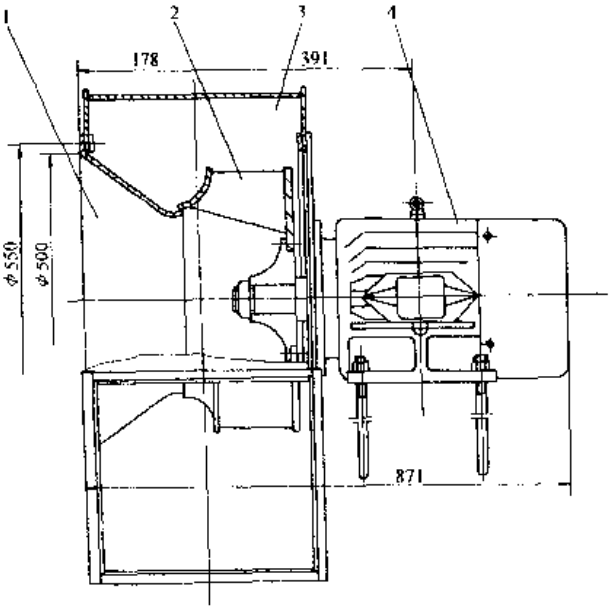


图5-1　B4-72-11型№5A型离心式通风机结构图
1—进风口　2—叶轮　3—机壳　4—电动机

B4-72-11型№10D离心式通风机(图5-2)

流量	47520	m^3/h
全压	2991	Pa
转速	1450	r/min
电动机功率	55	kW

4-72-11型№20B离心式通风机(图5-3)

流量	185500	m^3/h
全压	2844	Pa
转速	710	r/min
电动机功率	210	kW

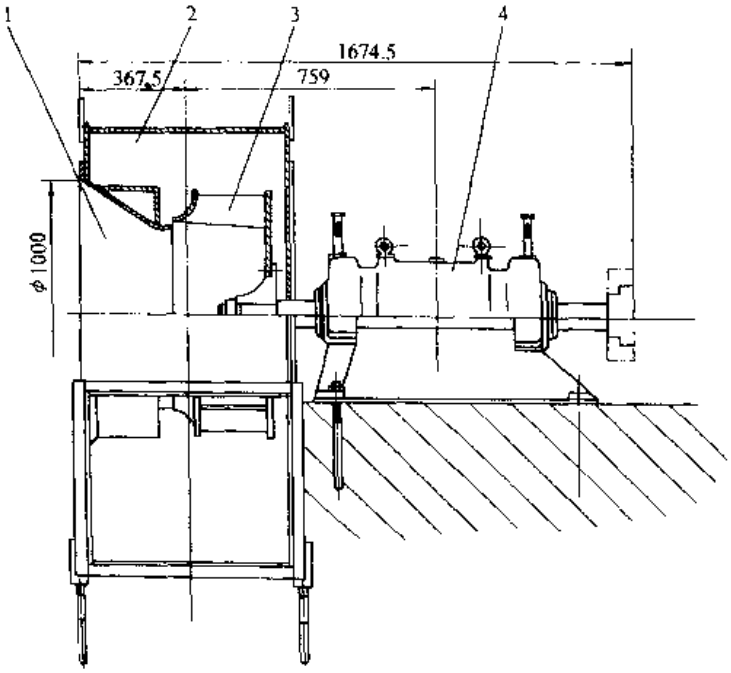


图5-2　B4-72-11型№10D离心式通风机结构图
1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—传动组

2．4-72Ⅰ型离心式通风机　可作为一般工厂及大型建筑物的通风换气用，即可用作输入气体，也可用作输出气体。输送气体应为空气和其它不自燃的、对人体无害的、对钢铁材料无腐蚀性的气体，气体内不允许有粘性物质，所含尘土及硬质颗粒物不大于150mg/m^3，气体温度不得超过80℃。

4-72Ⅰ型风机中的№3.2、…、№6风机主要由叶轮、机壳、进风口等部分配直联电动机而组成。

№8、…、№12除具有上述部分外，还有传动部分等。

叶轮由10个后倾的圆弧薄板型叶片，曲线型前盘和平板后盘组成，均用钢板制造，并经过静、动平衡校正，空气性能良好，效率高，噪声低，运转平稳。

机壳制成两种不同形式，№3～12机壳制成整体不能拆开；№16、…、№20的机壳制成二开式，沿中分为二半，由螺栓联接。

PLC WORLD

进风口制成整体，装于风机的侧面，与轴向平行的截面为曲线形状，能使气体顺利进入叶轮，且损失较小。

传动部分由主轴、轴承箱、滚动轴承、带轮组成。

4-2×72Ⅰ型№10E离心式通风机(图5-4)

流量　82600　m^3/h

全压　2216　Pa

转速　1300　r/min

电动机功率　75　kW

3. 11-62型离心式通风机

这是一种高效率、可变转速、低噪声离心通风机，它是由先进的气动力结构的叶轮、对数螺旋形

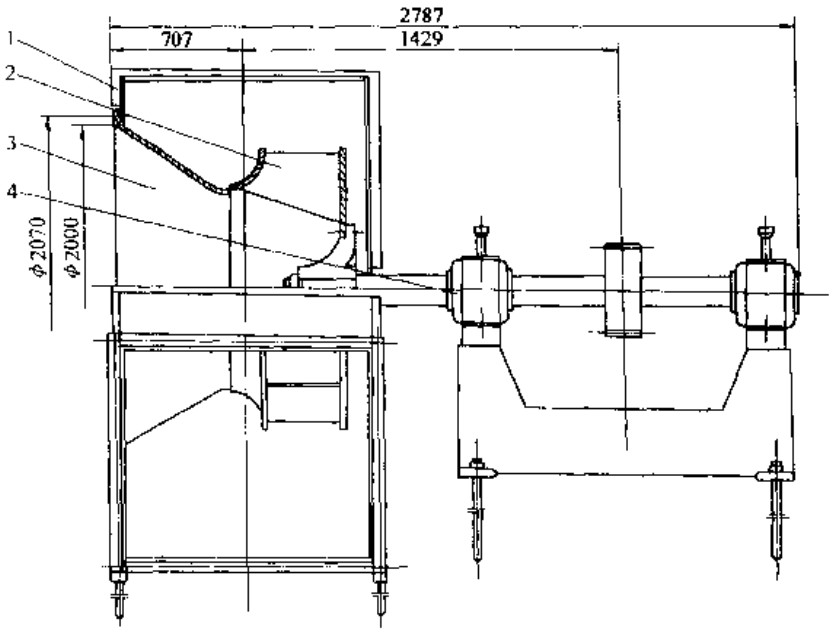


图5-3　4-72-11型№20B离心式通风机结构图

1—机壳　2—叶轮　3—进风口　4—传动组

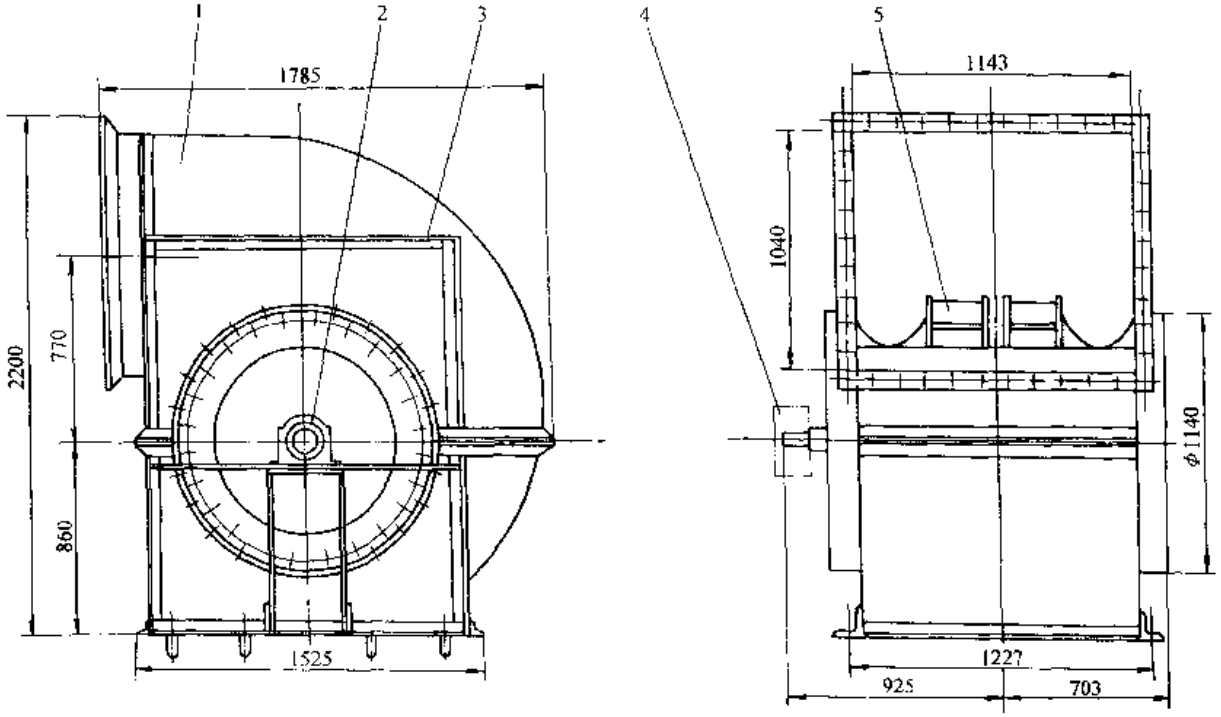


图5-4　4-2×72Ⅰ型№10E离心式通风机结构图

1—机壳　2—支承轴承　3—支架　4—带轮　5—叶轮

机壳、可调速的内装外旋电机、圆弧形进风口等部件组成。机组能实现全程无级变速，并具有结构新颖紧凑、振动小、使用调节方便等特点。

本型风机可作为一般工厂及建筑物的室内通风换气，既可输入气体，也可输出气体。对变风量系统更为适用。

离心通风机主要由叶轮、机壳、进风口和电机等部分组成。

叶轮　叶轮由72个前向薄板圆弧形叶片与轮盘、轮盖铆接而成，均用铝板制造，并经过

PLC WORLD

动、静平衡校正，空气性能良好，效率高、噪声低运转平稳。

机壳　采用钢板焊接式整体结构，机组安装方便。

进风口　装于风机二侧，与轴向平行的截面呈流线形截面，能使气流顺利地进入叶轮，损失较小。

电动机　电动机轴固定，风机叶轮直接固定在电动机的外壳上。由于电动机采用软特性，能借助于三相调压器，均匀的调节风机的转速，以适应系统负荷多变的要求。

11-62 型No3.5 离心式通风机(图 5-5)

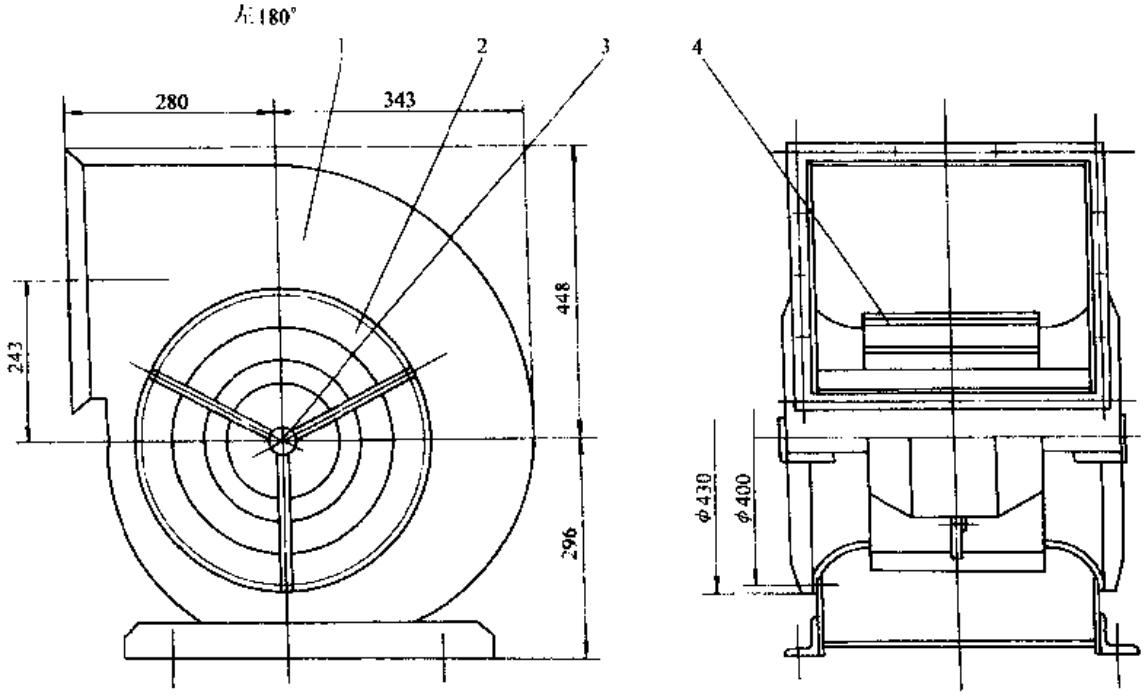


图 5-5　11-62 型No3.5 离心式通风机结构图

1—机壳　2—进风口　3—电动机　4—叶轮

流量	4000　m^3/h
全压	343.2　Pa
转速	860　r/min 全程无级调速
电动机功率	0.8　kW

4. 9-19、9-26 型离心式通风机　适用于一般锻冶炉，物料输送及其它高压强制通风的场合。输送介质为空气或无腐蚀性、不自然、不含有粘性物质的气体。

该两种风机均为单吸入进气。型号有No4、No4.5、No5、No5.6、No6.3、No7.1、No8、No9、No10、No11.2、No12.5、No14、No16 等共 13 个。

两种风机系列的No4、No4.5、No5、No5.6、No6.3 主要由叶轮、机壳进风口、支架组成。No7.1、No8、No9、No10、No11.2、No12.5、No14、No16 主要由叶轮、机壳、进风口和传动组等部件组成。

叶轮　9-19 型各机号的叶轮由 12 个叶片组成；9-26 型各机号的叶轮由 16 个叶片组成；叶型均为前向弯曲，叶轮成形后经过静、动平衡校正，保证运转平稳。

机壳　用普通碳素钢板焊接成蜗壳形整体。

进风口　为收敛式、流线形的整体结构，并用螺栓与前盖板组固定。

传动组　由主轴、轴承箱、联轴器等组成，主轴由优质碳素钢制成；轴承箱为铸铁整体结

PLC WORLD

构，采用滚动轴承，润滑脂润滑。

9-19 型No5A 离心式通风机(图 5-6)

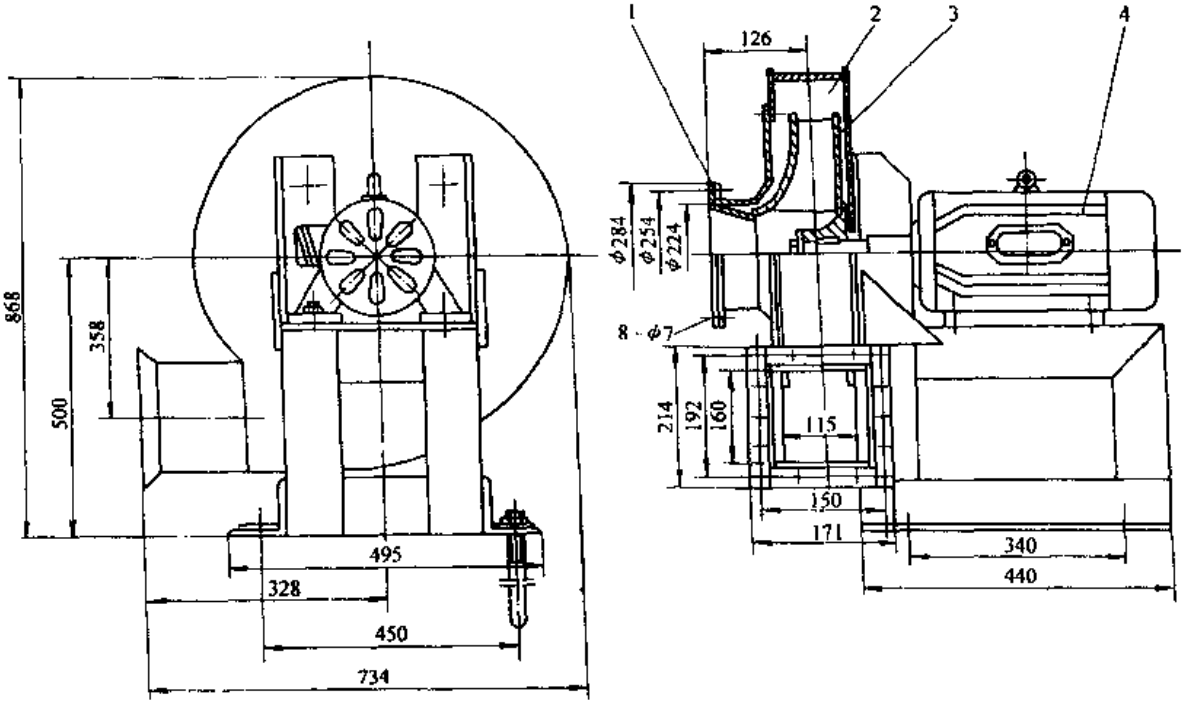


图 5-6　9-19 型No5A 离心式通风机结构图

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—电动机

流量　　2361　m^3/h

全压　　5825　Pa

转速　　2900　r/min

电动机功率　　7.5　kW

9-26 型No10D 离心式通风机(图 5-7)

流量　　9445　m^3/h

全压　　5972.5　Pa

转速　　1450　r/min

电动机功率　　30　kW

5. T35 型轴流式通风机　可用作一般工厂、仓库、办公室、住宅内通风换气或加强暖气散热之用，若将机壳去掉，则可作自由风扇用。也可在较长的排气管道内间隔串联安装，以提高管道中的风压。

该系列产品按叶轮直径不同共分为 13 种机号，依次排列为No2.8、No3.15、No3.55、No4、No4.5、No5、No5.6、No6.3、No7.1、No8、No9、No10、No11.2 等。

该风机主要由叶轮、机壳、集风器等三部分组成。

叶轮部　由叶片和轮毂组成，均采用薄钢板制成，且按选定之安装角焊于轮毂上。

机壳部　由风筒，支架组成、均采用薄钢板及型材制成，风筒为圆筒型与叶轮之间有一定间隙。

集风器部　由集风器法兰、集风器组成，集风器为圆弧流线型，可减少气流入口的损失，由薄钢板制成。

PLC WORLD

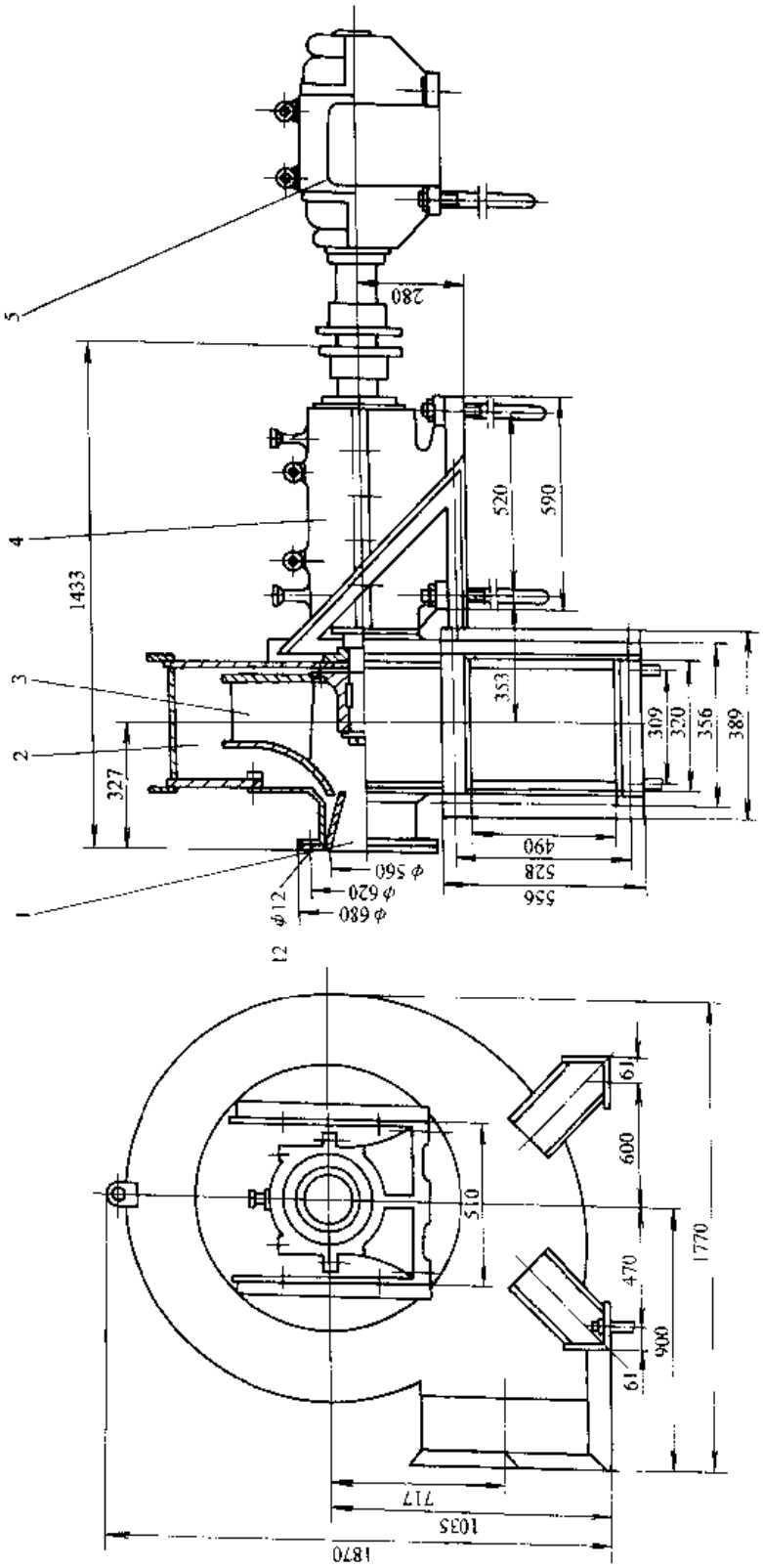


图 5-7　9-26 型 No10D 离心式通风机

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—传动机　5—电动机

PLC WORLD

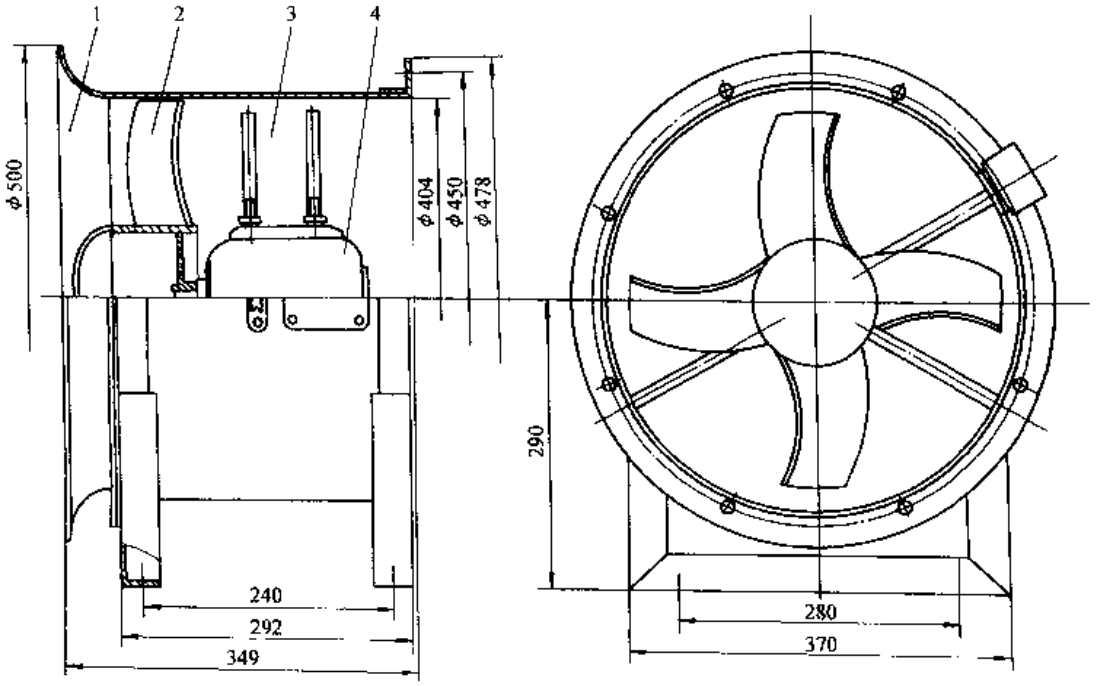


图 5-8　T35 型№4 轴流式通风机结构图

1—集风器　2—叶轮　3—机壳　4—电动机

T35 型№4 轴流式通风机(图 5-8)

流量　　6999　m^3/h

全压　　305.1　Pa

转速　　2900　r/min

电动机功率　　1.1　kW

6. T30D 型轴流式通风机　它是将电动机设置在机壳外部，而使电动机不和被输送介质相接触，因此可用以输送含有较多水蒸气或其它对电动机工作不利的介质。

该风机分为№3、№3½、№4、№5、№6、№7 等 6 种机号。

该风机采用长轴及联轴器直联传动，由转子，机壳-支架、进风室三部分组成。

转子部分　包括叶轮、传动轴、支承轴承和联轴器。支承轴承采用滚动轴承，在电动机端看叶轮为逆时针方向旋转。

机壳-支架部分　支架为型材构件，机壳呈直筒形，直接焊接在支架上，并在支架上直接装配进风室和转子。

进风室部分　进风室系改变气流方向和连接管道用。采用钢板和型材焊接而成。

T30D 型№4 轴流式通风机(图 5-9)

流量　　6300　m^3/h

全压　　275　Pa

转速　　2900　r/min

电动机功率　1.5　kW

7. 40A2-11 型屋顶轴流式通风机　主要作为石油、化工、纺织、冶金、机械厂房、办公室、试验室、仓库等建筑物室内通风换气，它能适应建筑物的不同结构型式和使用需要，可安装在屋顶或墙壁上。

该型风机有№4、№5、№6 共 3 种机号。又分防爆和非防爆两种。风机主要由叶轮、机

PLC WORLD

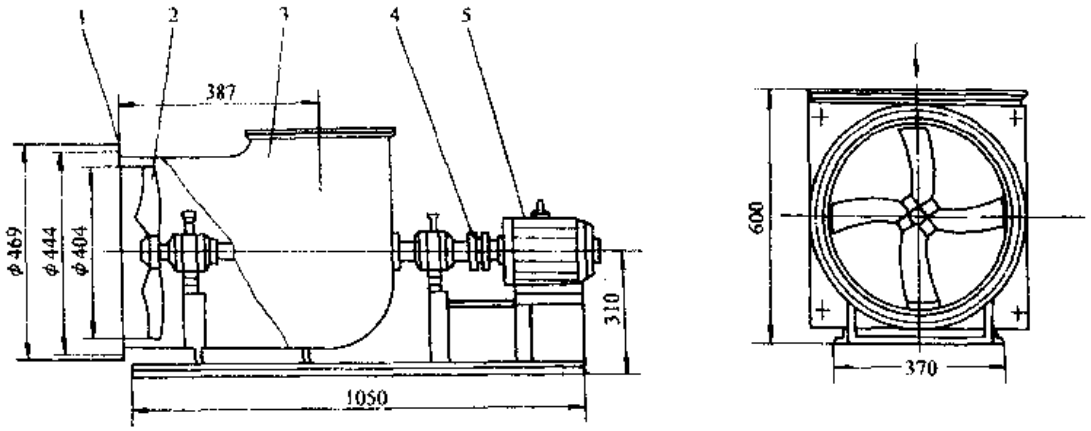


图 5-9　T30D 型No4 轴流式通风机结构图

1—机壳-支架　2—转子　3—进风口　4—联轴器　5—电动机

壳、蘑菇形风帽、集风器等部分组成。叶轮由 6 个叶片与轮毂焊铆而成，叶轮系单级，在稳定范围内可任意调整叶片安装角以改变流量和压力的大小。叶轮直接装于电动机轴上，机壳为 Q235A 钢板滚压焊接而成，风帽系用防锈铝板压制焊接而成，集风器与安装底座联成一体，由 Q235A 钢板压制而成。

40A2-11 型No5 屋顶轴流式通风机(图 5-10)

流量　　7400　m^3/h

全压　　98.1　Pa

转速　　1450　r/min

电动机功率　1.1　kW

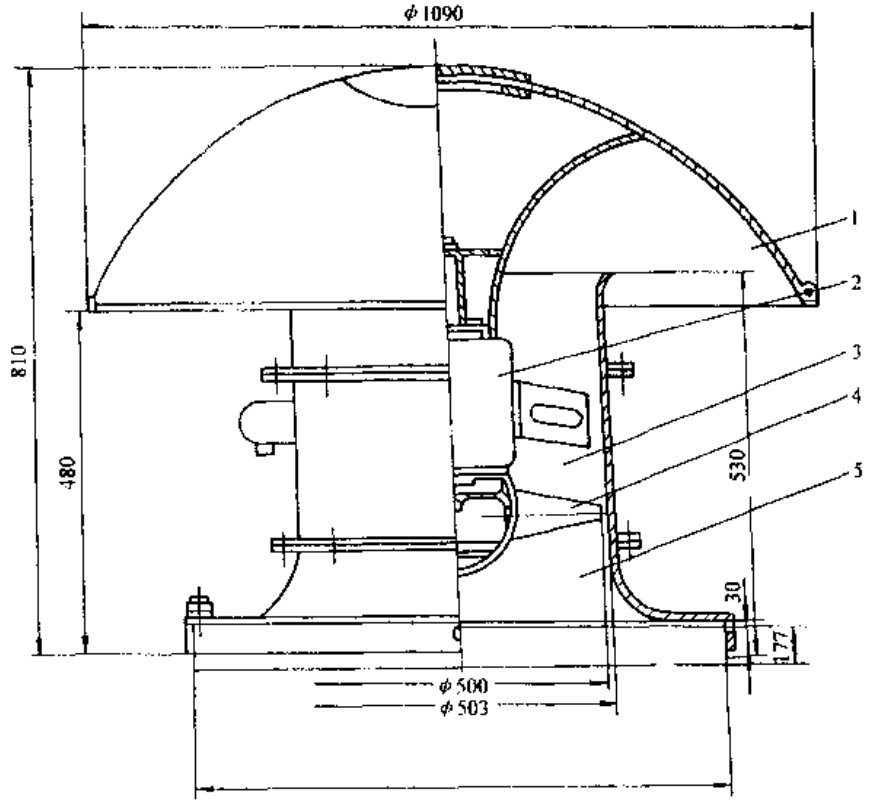


图 5-10　40A2-11 型No5 屋顶轴流式通风机结构图

1—蘑菇形风帽　2—电动机　3—机壳　4—叶轮　5—集风器

PLC WORLD

8. LF30 型轴流式通风机　适用于冶炼、机械、化工、石油、煤气站、电站,…等高温作业场所的吹风降温,使操作区的空气状态(温度、湿度、流速)不同于厂房其它地带,从而有效地改善工人劳动条件和提高生产率。在停止喷雾时,亦可作为风扇使用。

该型风机由轴流通风机、喷雾器及支架等部分组成。为了使该风机吹出的气流平稳和增加气流喷射的距离,在通风机叶轮后面装有钢板制成的后导叶片和一个锥形稳流器。喷雾器部分装有喷水嘴,支架下部分装有三个滚轮,可移向需要吹风的地点。

LF30 型№7 轴流式通风机(图 5-11)

流量	13000　m^3/h
喷水压力	见说明书
转速	1450　r/min
电动机功率	3　kW

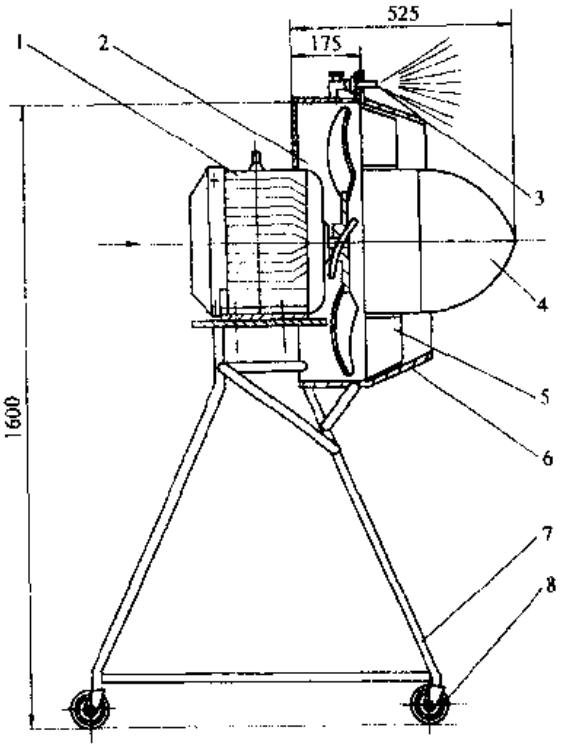


图 5-11　LF30 型№7 轴流式通风机结构图

1—电动机　2—轴流通风机　3—喷嘴　4—稳流器　5—后导叶　6—风筒　7—支架　8—滚轮

9. WJ36-11 型轴流式通风机　WJ36-11 型№8 轴流通风机为 12m^3 挖掘机机仓冷却专用风机,也可用于工厂、矿山及大型设备上之通风。

该型风机由叶轮、机壳、集风器、出风口、电动机等组成,叶轮有 6 个焊接在锥形的轮毂上的中空机翼型叶片,集风器为圆弧流线型,可减少气流入口损失。出风口与机壳连接处加有减振装置,可减少风机在运行中的振动。该通风机为立式安装,不得吊装使用。

WJ36-11 型№8 轴流式通风机(图 5-12)

流量	23500　m^3/h
全压	470.7　Pa
转速	1450　r/min
电动机功率	11　kW

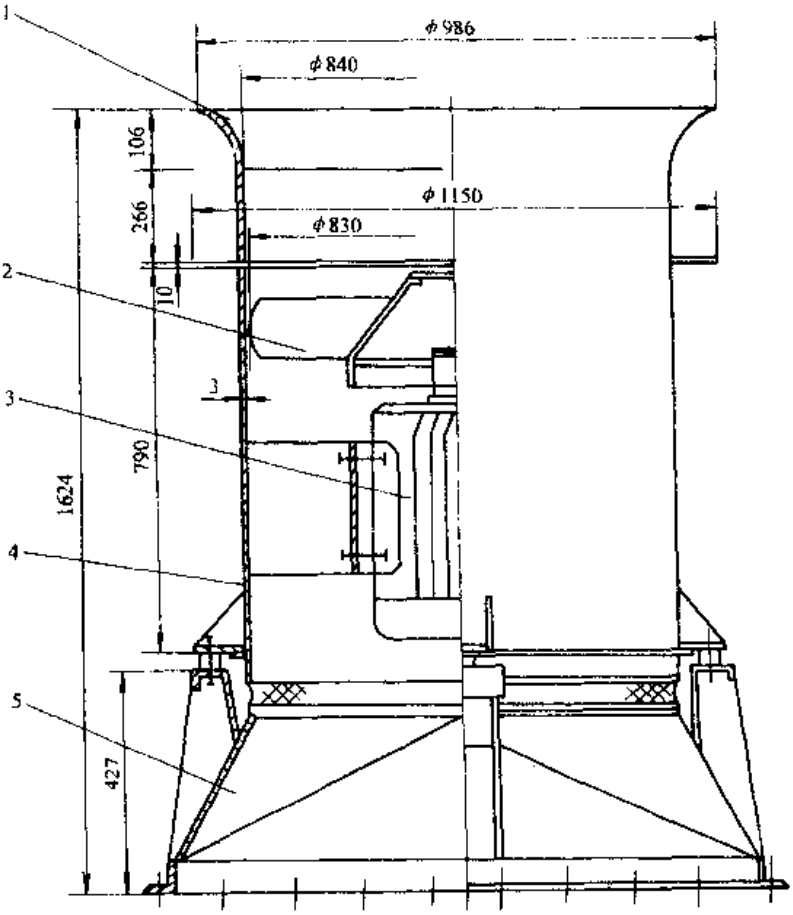


图 5-12　WJ36-11 型№8 轴流式通风机结构图

1—集风器　2—叶轮　3—电动机　4—机壳　5—出风口

10. 锅炉离心式通、引、排粉风机

(1) G4-73、Y4-73 型离心通、引风机　这种型号锅炉通、引风机适用于火力发电厂中 2-670t/h 蒸汽锅炉的通、引风机系统。在无其它特殊要求时,G4-73 型亦可用于矿井通风及一般通风。

在引风机前,必须加装除尘装

PLC WORLD

置，以保证进入风机的烟气中含尘量尽量少，根据一般电厂使用情况，除尘效率不得低于85%。

风机主要由叶轮、机壳、进风口、调节门及传动部分等组成。

叶轮　由12片后倾机翼斜切的叶片焊接于弧锥形的轮盖与平板形的轮盘中间。风机具有高效率、低噪声、高强度等优点。同时叶轮又经过静、动平衡校正，保证运转平稳。同一机号的通、引风机叶轮结构全同。

机壳　用普通碳素钢板焊接而成的蜗形体。单吸入风机的机壳制成三种不同形式：№8、…、№12机壳制成整体结构，不能上下拆开；№14、…、№16机壳制成两开式；№18、…、№28机壳制成三开式。对于引风机，蜗形板做了适当的加厚处理以防磨。

进风口　收敛式流线的进风口制成整体结构，用螺栓固定在风机入口侧。

调节门　用以调节风机流量的装置，轴向安装在进风口前面，由9片花瓣形叶片组成。

传动部分　由主轴、轴承箱、联轴器等组成，主轴由优质碳素钢制成。轴承箱采用滚动轴承，并有两种形式，№8、…、№16为整体的筒形轴承箱；№18-29½为两个独立的枕式轴承箱。轴承箱上装有温度计和油位指示器。引风机备有水冷却装置，耗水量随气温高低而异，一般按0.5～1m^3/h考虑。润滑油采用L-AN46全损耗系统用油。

G4-73-11型№10D离心式通风机(图5-13)

流量　49400　m^3/h

全压　3010　Pa

转速　1450　r/min

电动机功率　55　kW

Y4-73-11型№10D离心式引风机(图5-13)

流量　49400　m^3/h

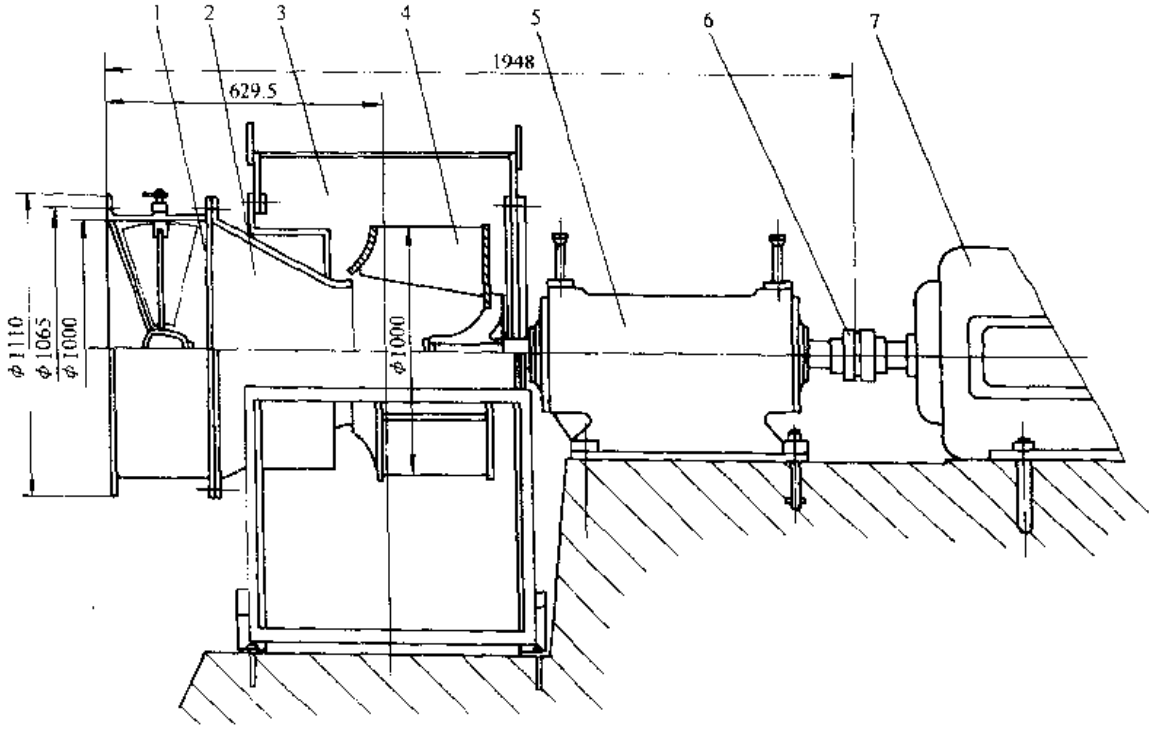


图5-13　$\begin{matrix}G\\Y\end{matrix}$4-73-11型№10离心式通、引风机结构图

1—调节门　2—进风口　3—机壳　4—叶轮　5—传动组　6—联轴器　7—电动机

PLC WORLD

全压　　1863　Pa

转速　　1450　r/min

电动机功率　40　kW

(2) Y4-2×73 型№28½F 锅炉离心式引风机　这种型号锅炉离心引风机适用于火力发电厂中 30 万 kW 发电机组蒸汽锅炉引风系统，亦可作为温度不超过 200℃的气体排送之用。

引风机采用了双侧进气，双支撑结构形式，整个风机由下列各部分组成：

转子组、机壳、进风口、进气箱、调节门、联动组、滑动轴承、盘车装置，及强制润滑油系统等。

叶轮、叶片考虑了耐磨措施，延长了风机使用寿命，主轴材料为合金钢并采用了斜锥式进风口，机壳有很好的刚性，并配套双速电动机，配制了强制供油润滑系统，因而风机能够长期稳定地运行。

Y4-2×73 型№28½F 锅炉离心式引风机(图 5-14)

流量　　1000000　m^3/h

全压　　4393　Pa

转速　　730　r/min

双速电动机功率　2000/1000　kW

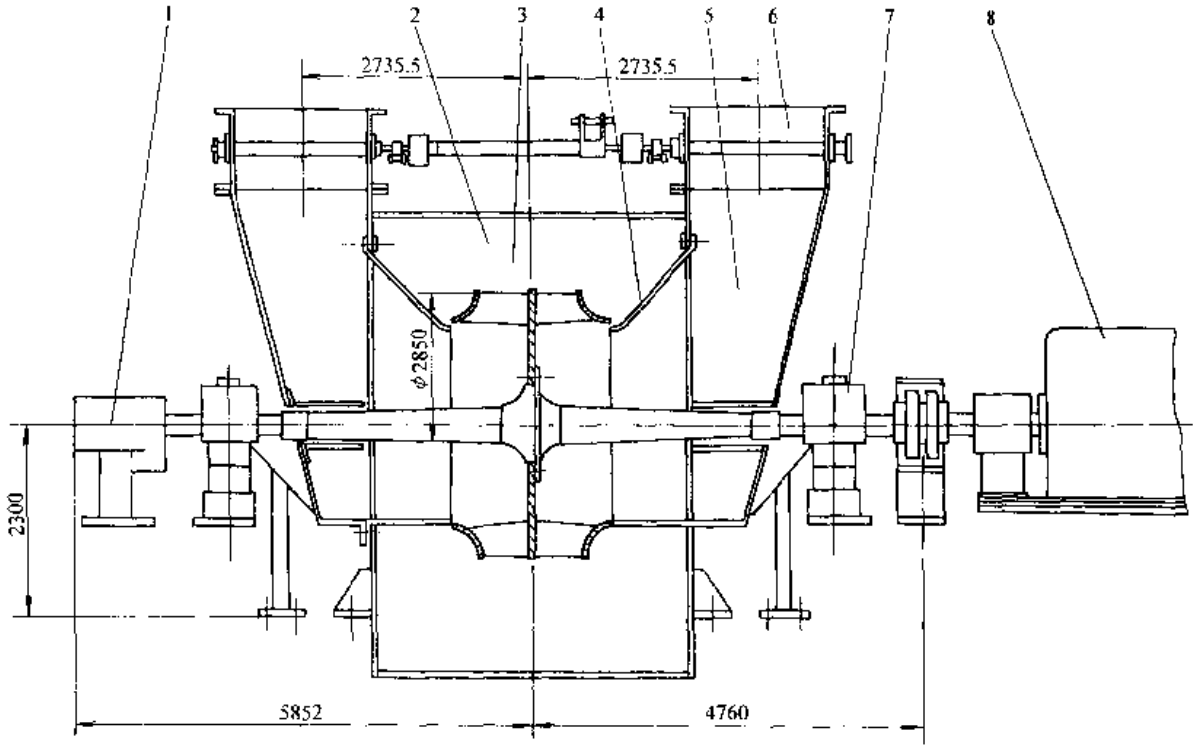


图 5-14　Y4-2×73 型№28½F 锅炉离心式引风机结构图

1—盘车装置　2—机壳　3—转子组　4—进风口　5—进气箱　6—调节门　7—滑动轴承　8—电动机

(3) M9-26 型离心式通风机　该离心通风机由№13、№14、№15 和№16½等 4 个机号组成，适用于热电站锅炉燃烧系统输送煤粉(煤粉不直接经过叶轮)。主机主要由机壳、叶轮和传动部分组成。

机壳　由两部分组成，拆开后，可向上吊出转子，便于检修，其中蜗壳板采用 Q345 (16Mn 钢)钢板，提高了耐磨性能。

叶轮　采用 Q345 (16Mn 钢)钢板焊接结构，叶片系前向叶型，叶片工作面上堆焊耐磨焊

PLC WORLD

条，提高耐磨寿命。

传动部分　为悬臂式，采用滚动轴承支撑运转，借弹性联轴器直接与电动机连接传动。轴承箱内存有稀润滑油，供轴承散热，并装有冷却水管冷却润滑油。

M9-26 型№15D 离心式通风机(图 5-15)

流量　　65140　m^3/h

全压　　11788　Pa

转速　　1450　r/min

电动机功率　　350　kW

11. 矿井离心式通风机　K4-73-02 型离心通风机共分 4 个机号：№25、№28、№32、№38，可供年产量最高达 500 万 t 矿井作主扇通风之用，通风机输送的介质为空气，具有效率高的特点。

K4-73-02 型离心通风机系双侧进风，主轴采用实心长轴大偏进风口及调心滑动轴承传动结构，并采用压力循环润滑系统。该风机主要由转子组、机壳、进风口、进气箱、稀油站等部分组成。

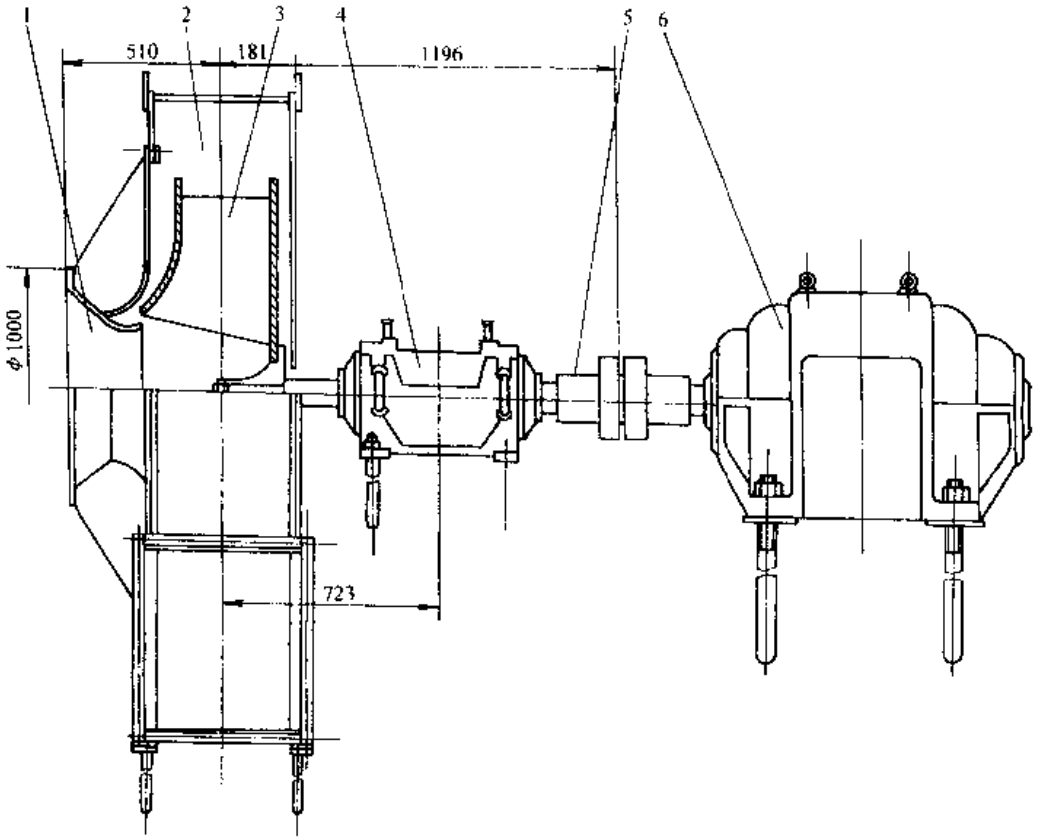


图 5-15　M9-26 型№15D 离心式通风机

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—传动组　5—联轴器　6—电动机

转子组　由叶轮　实心长轴　调心滑动轴承　弹性联轴器等组成。

叶轮　由叶片、前盘及中盘组成。每侧有后倾机翼型叶片 12 个，保证了风机高效率(最高全压效率点为 85.5)。采用了高强度材质、保证了叶轮强度。采用铸钢轮毂并与中盘用螺栓联接，便于更换。叶轮经过静、动平衡校正，运转平稳。主轴由优质碳素钢制成，经热处理后探伤检查，保证强度运转可靠，主轴为双轴伸。

采用调心滑动轴承和独立的压力稀油润滑系统，保证风机安全运转及延长使用寿命。稀油

PLC WORLD

站有两台电动液压泵冷却器及油过滤器与油箱装在一起，油过滤器为双连式(工作期间可将其中之一卸下清洗)并设有高位油箱，用以在突然停电时保护轴承。

机壳　两开机壳上部是用钢板和肋板焊接而成，下部用水泥浇注而成(下壳用户自行制作)。

K4-73-02 型№28F 离心式通风机(图 5-16)

流量　　152～282　m^3/s

全压　　4267～2835　Pa

转速　　600、750　r/min

电动机功率　　1250、2500　kW

12. 船用离心式通风机　CQ 型离心式通风机，适用于船舶机仓室通风换气，亦可用于民用建筑的通风。被输送的空气可含有海洋空气所具有的盐分以及蓄电池自然蒸发所形成的少量酸蒸气。空气的温度不超过50℃，空气中所含尘土及细粒硬物的重度不大于$1.47\times10^{-3}N/m^3$。该产品不适于输送自燃气体。该风机有交流电动机传动的 CQ-J 型和直流电动机传动的 CQ-Z 型两种。

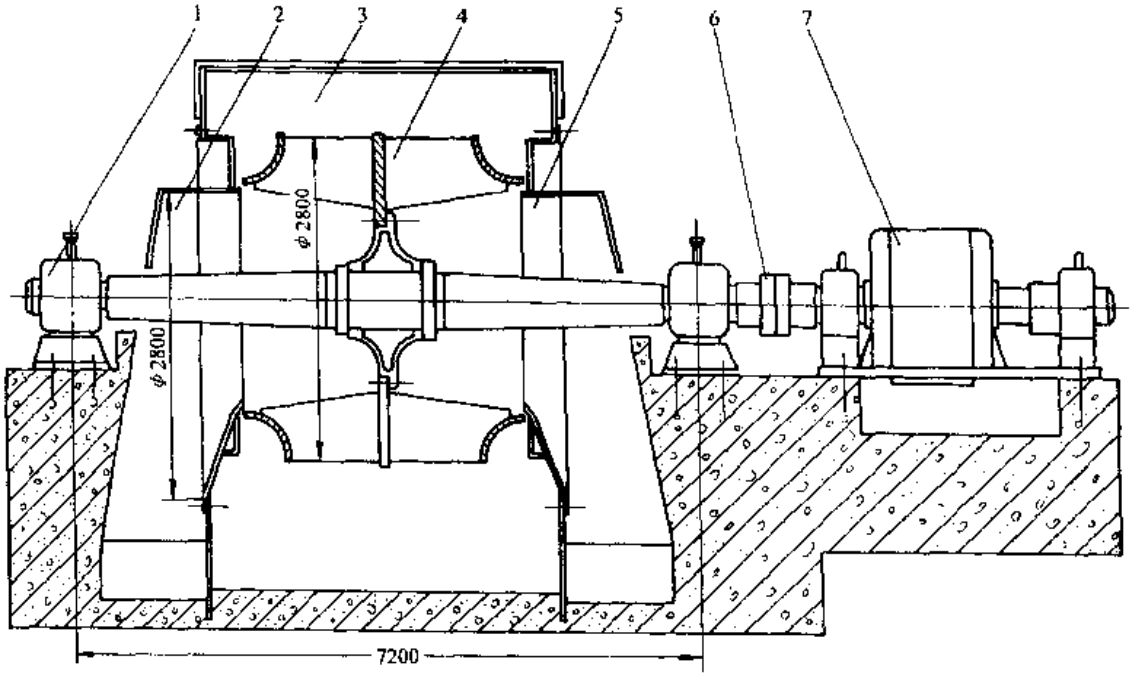


图 5-16　K4-73-02 型№28F 离心式通风机结构图

1—止推轴承　2—进风箱　3—机壳　4—转子组　5—进风口　6—联轴器　7—电动机

该风机的型号表示与一般通风机的不同，它是以汉语拼音字母和阿拉伯字母组成。

例如：CQ2-J(Z)型，其中：C—船用；Q—前向叶片；2—风机机号；J(Z)交流电动机(或直流电动机)。

该风机叶轮直联安装在电机轴上，机壳用螺栓与电动机凸缘联接所组成。机壳是用薄钢板焊接而成，气密性良好；进风口和出风口的末端均接有法兰(出风口为矩形，进风口为圆形)，以便和空气管道连接，机壳结构不论从电动机侧或从进风口侧皆可拆出叶轮，在机壳下部并装有排水塞以便排除积水。风机的叶轮均为合金铝板模压的前向叶片，与前后盘铆接而成，并经过静平衡校正，保证运转平稳。

CQ12—$\frac{J}{Z}$型离心式通风机(图 5-17)

流量　　2200　m^3/h

PLC WORLD

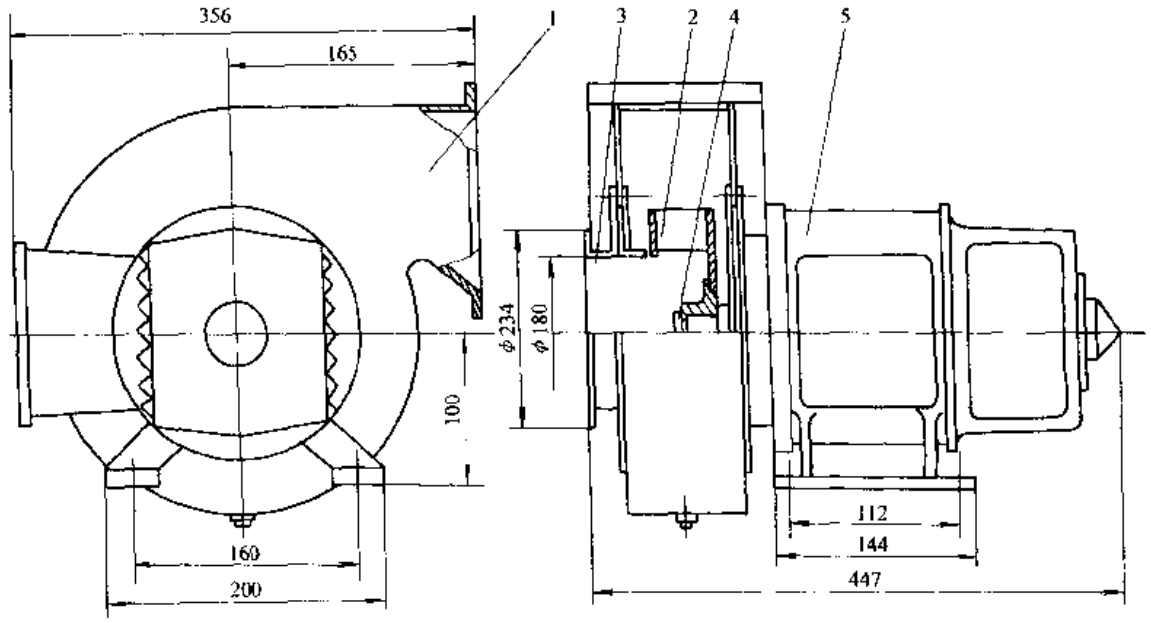


图 5-17　CQ 型离心式通风机结构图

1—机壳　2—叶轮　3—进风口　4—轴端圆盘部　5—电动机

全压　　1177　Pa

转速　　2900　r/min

电动机功率　　1.5　kW

13. 炉用离心式通风机　H10-13-11 型离心式通风机是按新型化铁炉的卡腰冲天炉所需性能而设计的高压风机。该风机主要适用于化铁率 5t/h 以下卡腰冲天炉的鼓风机，也适用于其它炉型的冲天炉鼓风，以及其它高压强制通风及物料输送等。

该风机主要由叶轮、机壳、进风口、支架等组成。叶轮全部由优质钢板焊接而成。采用前向弯曲叶片，经静、动平衡校正，保证运转平稳可靠。机壳由普通碳素钢板焊接制成螺旋型整体机壳。进风口采用收敛式流线型整体结构，用螺栓与前盖板组联接。

机号按化铁炉要求分为№6、№6.3、№6.9、№7.5 共 4 个机号。均采用电动机与叶轮直联（A 式）。

H10-13-11 型№6.3A（图 5-18）

流量　　2885　m^3/h

全压　　10640　Pa

转速　　2940　r/min

电动机功率　　15　kW

14. 防腐、高温离心式通风机

（1）F4-62 型离心通风机　适于输送体积分数不大于 65% 的硝酸，或体积分数不大于 60% 的磷酸以及体积分数不大于 20% 的硫酸的酸性腐蚀气体。风机主要由叶轮、机壳、进风口、传动组等组成。

叶轮　F4-62 型由 12 片后向直板叶片组成，叶轮成形后经过静、动平衡校正，运转平稳可靠。

机壳　用耐腐钢板焊接成蜗形壳整体。

进风口　进风口与前盖板做成一体，整体结构与蜗壳固定。

PLC WORLD

传动组　由主轴、轴承箱、联轴器等组成。主轴由优质钢制成，主轴上加有防腐套，后侧板上加有防漏盖，以防腐蚀气体传入轴承体，以保证传动组的正常工作。采用滚动轴承支撑，采用润滑脂润滑。

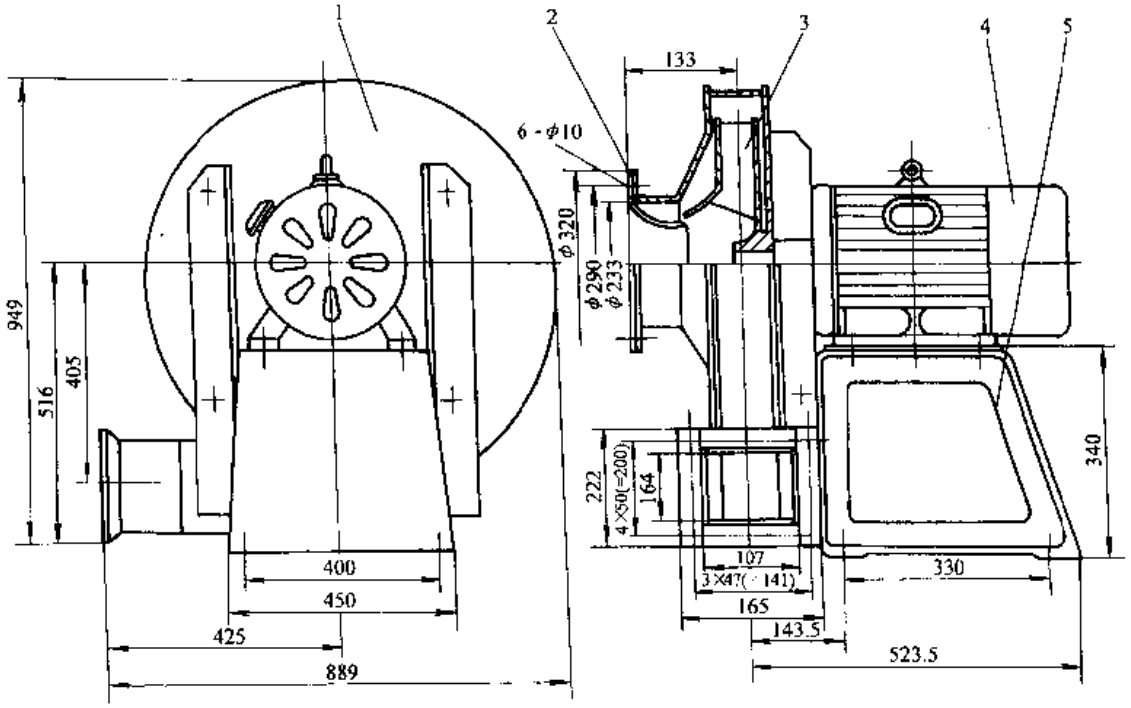


图 5-18　H10-13-11 型№6.3A 离心式通风机结构图

1—机壳　2—进风口　3—叶轮　4—电动机　5—支架

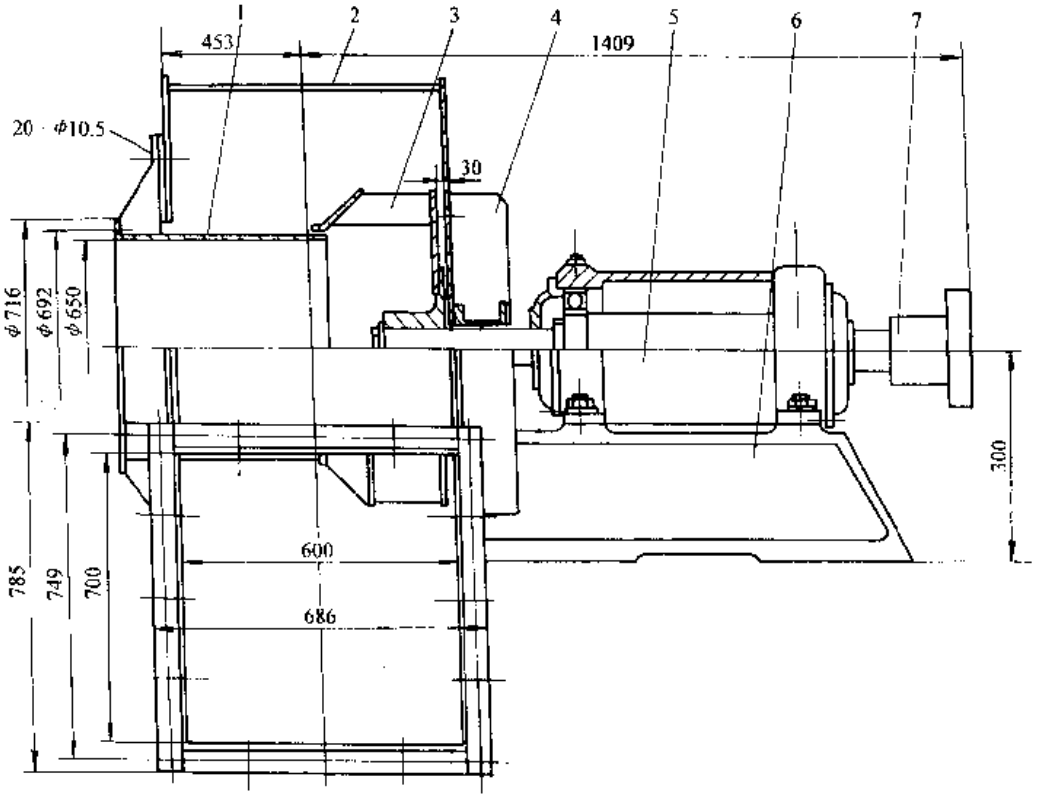


图 5-19　F4-62 型№10D 离心式通风机结构图

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—连接角钢　5—传动组　6—支架　7—联轴器

PLC WORLD

F4-62 型№10D 型离心式通风机(图 5-19)

流量	37500	m^3/h
全压	2648	Pa
转速	1450	r/min
电动机功率	55	kW

(2) W5-47 型离心式通风机　这种高温离心通风机，是余热利用、节约能源和高温气体输送的关键设备。用于冶金、建材、陶瓷、化工、食品加工，以及其它工业性试验等做高温气体输送用。目前已形成较为完整的体系，工作温度分 350～500℃、500～750℃两档，可适用于工作温度相应的各种场所。

W5-47 型高温风机主要由叶轮、机壳、进风口、后盖板、传动组、冷却装置等组成，结构简单紧凑，安全可靠维修方便。根据不同的使用温度，冷却方式分风冷与水冷(单水冷、双水冷)两种，以保证风机在高温状态下安全可靠运转。传动部件根据温度情况分别用各种高强度耐热钢制造。采用滚动轴承支撑，工作温度超过 500℃时采用高温润滑脂或稀油加水冷却。

W5-47-11 型№5C 离心式通风机(图 5-20)

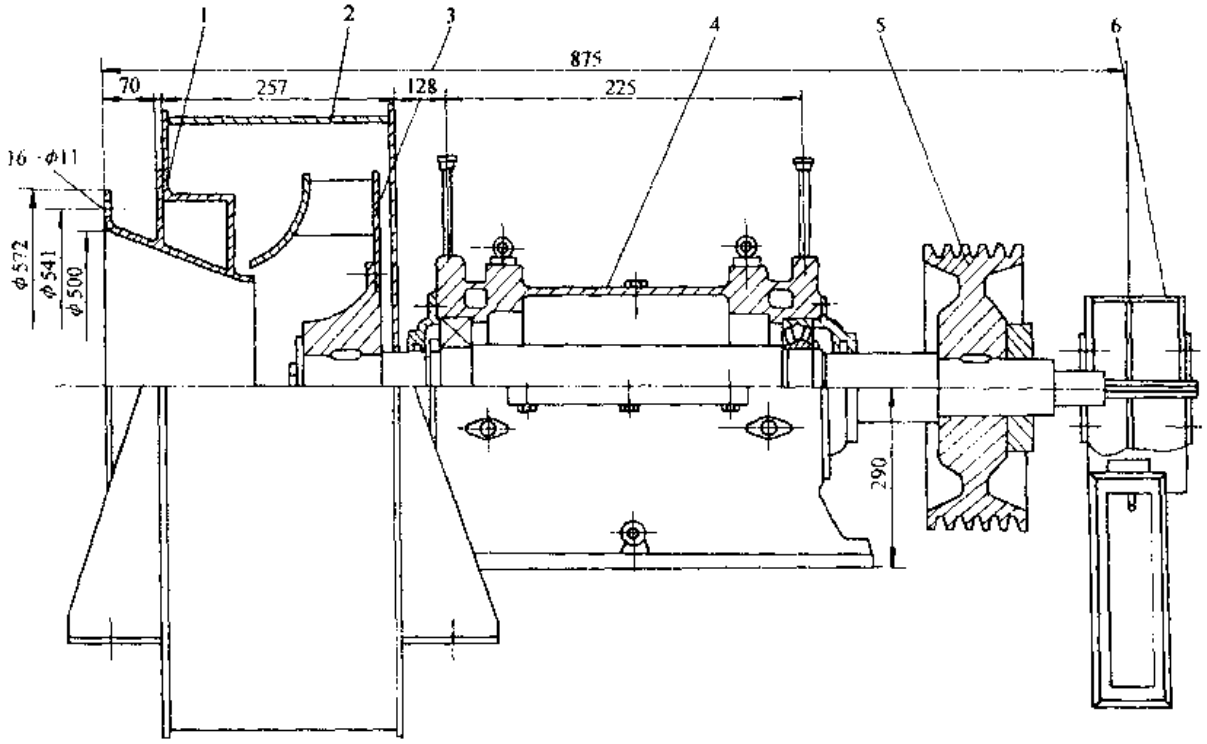


图 5-20　W5-47－11 型№5C 离心式通风机结构图

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—传动组　5—带轮　6—进排水箱

流量	7940	m^3/h
全压	1481	Pa
转速	2900	r/min
电动机功率	5.5	kW

(3) BB24 和 BB50 系列高温引风机　该系列产品不仅为水泥行业提供高效节能设备，而且也可供其它用途的通风换气之用。该系列产品具有运行可靠，效率高，噪声低性能曲线平坦，流量调节范围大，高效宽广等特点。

1) 主机部分

PLC WORLD

机壳(进气箱)　由低合金结构钢板焊接而成，并且有适当的补强。

机壳支架　采用低合金结构钢槽钢组合而成，底面与地基基础相吻合，上面与机壳(进气箱)相连接，其间夹持的锥形弹簧垫圈起减振作用。支架本身用螺栓联接，便于调整水平。

叶轮　采用高强度低合金结构钢，在500℃以内具有很高强度。

风机轴承　是双列向心鼓形圆柱轴承，轴承箱结构简单，密封性好。甩油环随轴旋转，带起润滑油，飞溅润滑轴承，轴承箱的两侧各有一个玻璃油位指示器。

轴承箱支架　采用板材焊接形成，与机壳支架用螺栓联接，与机壳进气箱联接采用扩展支架，扩展支架的作用，是控制机壳与进气箱膨胀方向的，仅允许往非固定端方向膨胀。

2) 辅机部分　由液力偶合器、电动执行器、冷却器、三相异步电动机、稀油站、电控设备、测量仪表、盘车机构等部分组成。

BB24型№20水泥窑尾引风机(图5-21)

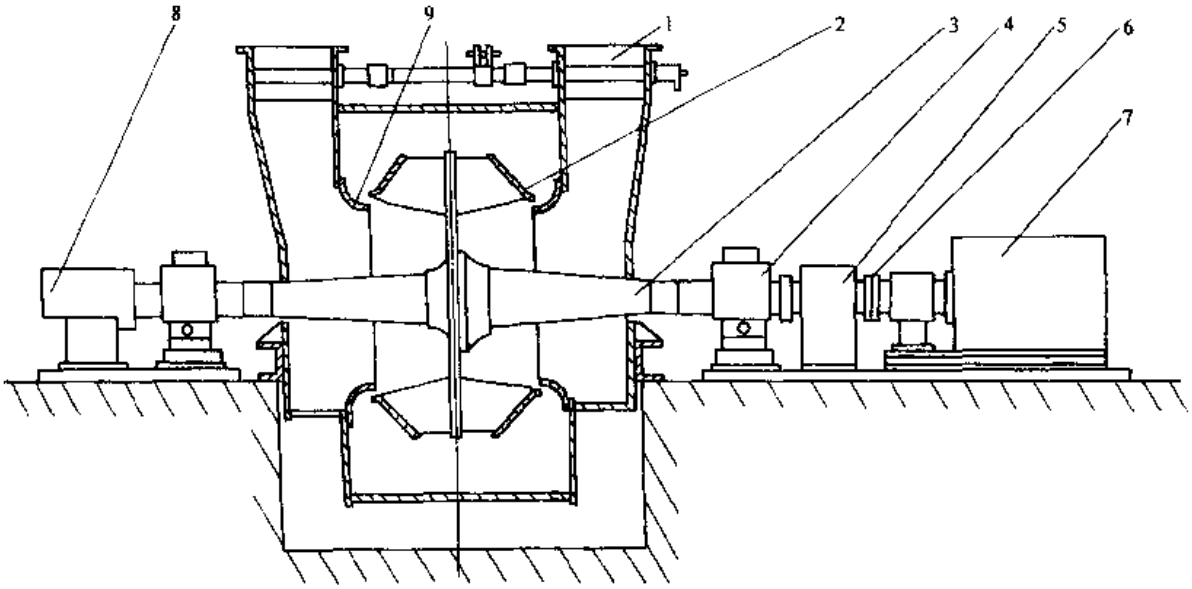


图5-21　BB24型№20水泥窑尾引风机结构图

1—进气箱　2—叶轮　3—主轴　4—轴承箱　5—液力偶合器　6—联轴器　7—电动机　8—盘车机构　9—进风口

流量	200000	m^3/h
全压	6376	Pa
转速	1430	r/min
电机功率	553	kW

(4) W4-80-$\frac{11}{12}$罩式炉炉台风机　该风机是为冷轧钢板卷罩式退火炉配套设计的产品，用于强制内罩中保护气体定向流动，加强炉内热交换，改善温度均匀性，是提高热处理产品质量，缩短热处理周期的一种关键设备，一般情况下，较气体自然循环可提高产量20%～30%。

炉台风机用于罩式炉。最高运行温度800℃，风机运行温度为750℃。

该系列风机是由№5、№6、№7、№7.5等4个机号组成，旋转方向均为左旋，又根据使用条件分为W4-80-11系列和W4-80-12系列，11系列为脂润滑，12系列为油雾润滑。风机的传动方式为D式传动，电动机立式、轴伸向上使用。该风机为无壳风机。风机采用离心式，电动机直联传动。上部轴承座通水冷却，具有结构紧凑，传动效率高，安装方便等特点。风机主要由叶轮、水冷轴承座、立式轴承座、底座与电动机等组成。12系列风机又有一套油雾润滑系统。

PLC WORLD

叶轮　由40片弧型叶片焊接于锥前盘和锥后盘中间，前盘又增加补强环。后盘与轮毂采用对接形式焊接，焊成一体成流线形。并经静、动平衡校正，效率高，节省传递功率，噪声低、运转平稳。

水冷轴承座　采用铸钢与钢板焊接，并经4kg/cm² 水压试验，能保证风机在高温运转情况下轴承温升不超过规定值。

立式轴承座、底座　均采用铸钢件，同轴度比较高。

炉台风机与炉台上的分流盘和钢卷及其中间和顶部的对流板，再加上内罩构成保护气体强制循环系统。炉台风机叶轮装在分流盘内。分流盘内导向肋板的形状和分布对风机效率影响很大。风机的风量，风压与钢卷装炉情况有关。

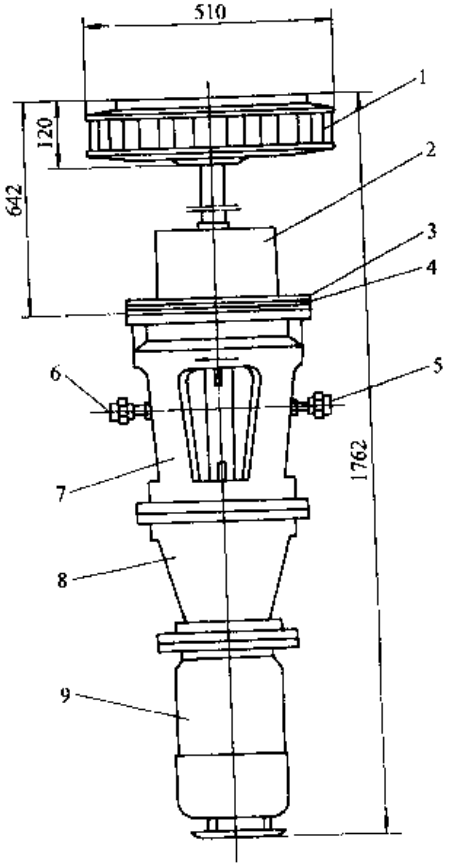


图5-22　W4-80-$\frac{11}{12}$型№5D罩式炉炉台风机结构图

1—叶轮　2—水冷轴承座　3—橡胶石棉板　4—耐热橡胶板　5—进水管　6—出水管　7—立式轴承座　8—底座　9—电动机

W4-80-$\frac{11}{12}$型№5D罩式炉炉台风机(图5-22)

流量	7110	m^3/h
静压	133.4	Pa
转速	1460	r/min
电动机功率	7.5	kW

(5) FW4-68型№10离心式通风机　主要用于有色金属冶炼时抽排高温转炉的烟气，烟气温度允许介于450～180℃之间，含尘量不超过150mg/m³，并允许有一定的酸腐蚀性，二氧化硫的体积分数不超过50%。

该型号风机为双吸入进气，双支承结构。主要由叶轮、机壳、进气箱、进风口、传动组、冷却系统等组成。风机的传动为主轴通过联轴器与电动机直联，出风口方向为90°。叶轮、主轴、机壳、进气箱、进风口均采用耐热、耐蚀不锈钢制成。叶轮采用后向机翼型叶片。

轴承采用自动调心滚动轴承，轴承侧盖为剖分式，便于维修。轴承的内外圈均采用循环冷却水冷却，保证轴承在常温下运转。轴承采用油脂润滑。叶轮与主轴采用锥度配合，便于更换叶轮。机壳上有清灰门，便于定期清理积灰。

FW4-68型№10离心式通风机(图5-23)

流量	100000	m^3/h
全压	1667	Pa
转速	1480	r/min
电动机功率	155	kW

15. 排尘离心式通风机　C6-48型离心通风机适用于排送含有木质碎纤维和尘土等的空气混合物。风机主要由叶轮、机壳、进风口、传动组等组成。

叶轮　有10片钢制的后倾圆弧叶片，焊接于弧锥形轮盖与平板形轮盘中间，经过静、动平衡校正，保证运转平稳。

机壳　用普通钢板焊接成蜗壳形整体。

进风口　为收敛式流线形的整体结构，用螺栓固定在机壳入口侧。

传动组　由主轴、轴承箱、带轮等组成。主轴由优质碳素结构钢制成，轴承箱整体结构，

PLC WORLD

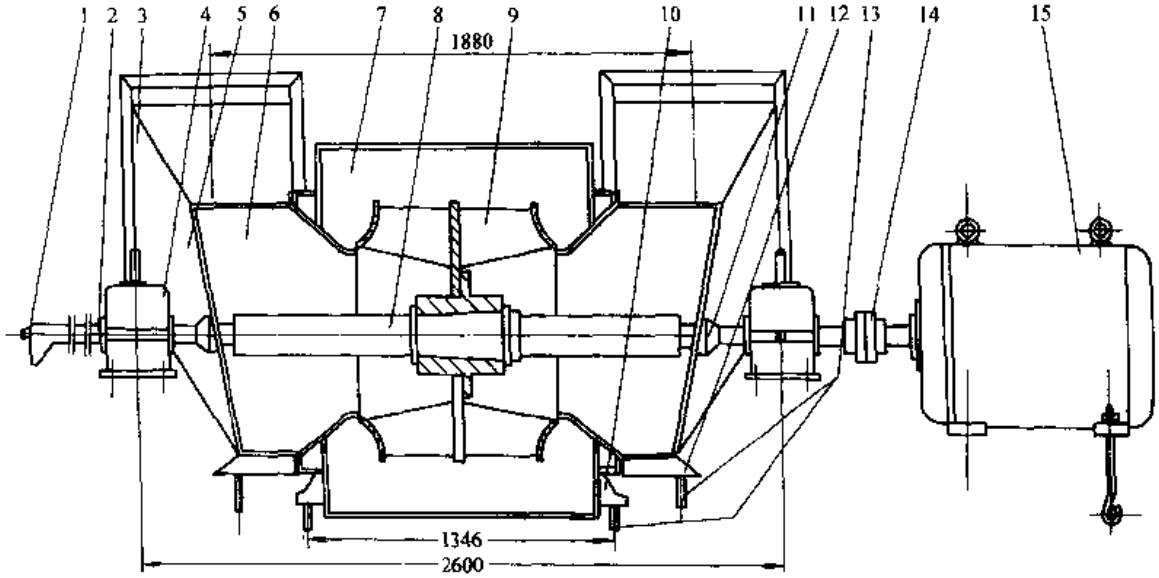


图 5-23　FW4-68 型№10 离心式通风机结构图

1—冷却水管　2—冷却系统　3—温度计　4—轴承　5—进气箱　6—进风口　7—机壳　8—主轴　9—叶轮　10—机壳脚　11—梳齿密封　12—进气箱支承架　13—地脚螺栓　14—联轴器　15—电动机

采用滚动轴承，滚动轴承用轴承润滑脂润滑。

C6-48 型№5C 离心式通风机(图 5-24)

流量　　5996　m^3/h

全压　　1863　Pa

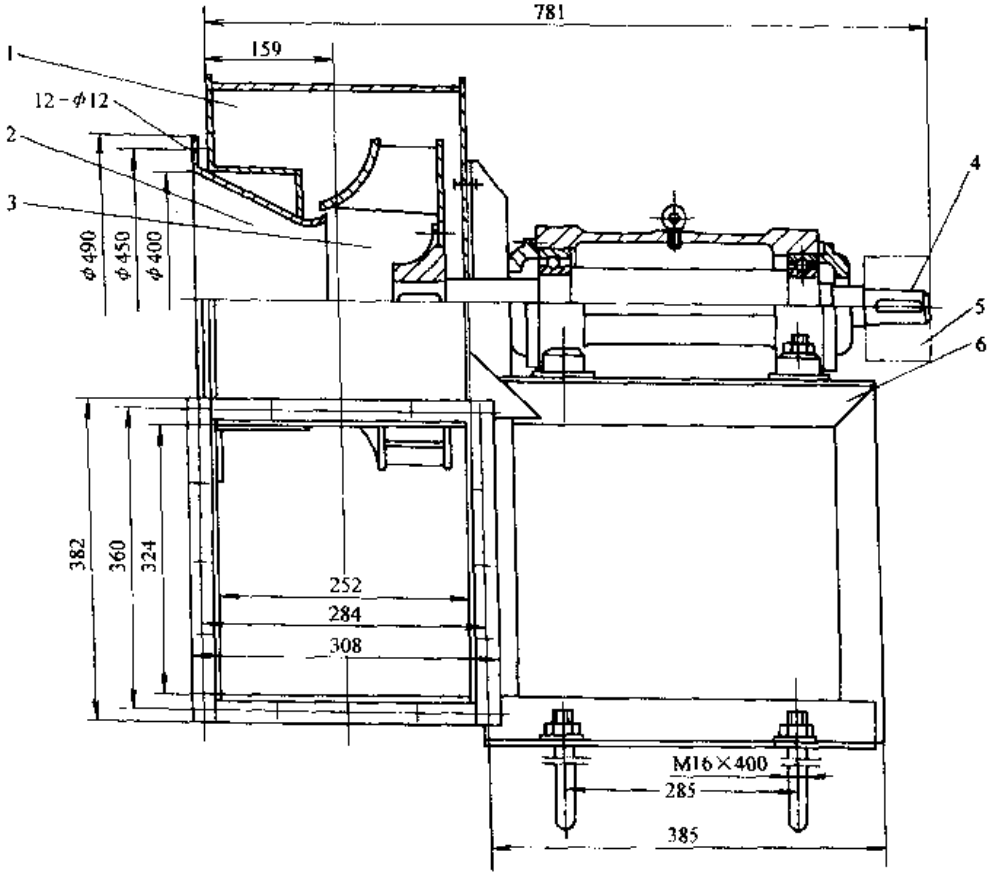


图 5-24　C6-48 型№5C 离心式通风机结构图

1—机壳　2—进风口　3—叶轮　4—传动组　5—带轮　6—支架

PLC WORLD

转速 2000 r/min

电动机功率 5.5 kW

16. 防爆离心式通风机 BK4-72 型防爆、矿用离心通风机为中、小型矿用主通风机，特别适用于井下含有高浓度瓦斯的煤矿主通风换气用，为石油、化工系统厂房、车间的易燃挥发性气体通风换气用专用设备。

BK4-72 型风机中，№8、…、№12 机号采用滚动轴承支承，分为 C 式和 D 式两种传动；№16、…、№20 机号采用滚动轴承支撑，为 B 式传动型式。BK4-72 型风机主要由叶轮、机壳、进风口、传动部分、防爆装置组成。

叶轮 由 10 个后倾的机翼型叶片、曲线型前盘和平板后盘组成。经过动、静平衡校正，空气性能良好。效率高，运转平稳。

机壳 作成两种不同形式。№8、…、№12 机壳作成整体，不能拆开。№16、№20 的机壳制成三开式，除沿中分水平面分为二半外，上半部再沿中心线垂直分为二半，用螺栓联接。

进风口 制成整体，装于风机的侧面，与轴向平行的截面为曲线形状，能使气体顺利进入叶轮，且损失较小。

传动部分 由主轴、轴承箱、滚动轴承、带轮或联轴器组成。

为防止高速旋转的叶轮与静止通流部件产生静电火花，在主轴处安装了导电的电刷。电刷应接地(导线等用户自备)。

进风口插入叶轮部分，采用黄铜板制成，以防止因摩擦而起火爆炸。

机壳底脚、轴承箱处备有随机附带的黄铜制螺栓、螺母、垫圈，用户使用时应自行接地。

为防止机壳内易爆气体泄漏，在机壳后盖板(№8、№10、№12)、后侧板(№16、№20)上装有黄铜制密封，通过用户自备连接管(ϕ10mm × 2mm)与进口管路相连接(焊接)，利用进口负压将泄漏的气体再次循环吸入机壳内，达到防泄漏目的。

BK4-72 型№10D 离心式通风机(图 5-25)

流量 47611 m^3/h

全压 3032 Pa

转速 1450 r/min

电动机功率 55 kW

BK4-72 型№16B 离心通风机(图 5-26)

流量 107590 m^3/h

全压 2357 Pa

转速 800 r/min

电动机功率 110 kW

17. 密封离心通风机装置 MF9-11 磨煤机用密封离心通风机装置是火力发电厂锅炉系统中速磨煤的专用设备，也可用于其它高压小流量场合。具有配套齐全、压力高、噪声较低、性能曲线平坦等优点。

密封离心通风机装置由空气过滤器、进口消声器、进口软连接、主通风机、出口软连接管道及出口消声器等组成。空气过滤器由金属网、疏松海绵等组成。进口、出口消声器为阻性消声器，内装消声片。消声片由框架、吸声材料、玻璃布等组成。

主通风机由传动组、联轴器、叶轮、机壳、及电动机、整体式底座和减振器等组成。主通风机的工作轮经静、动平衡校正，运转平稳可靠。机壳为双层，半开式结构，外层充填矿棉，

PLC WORLD

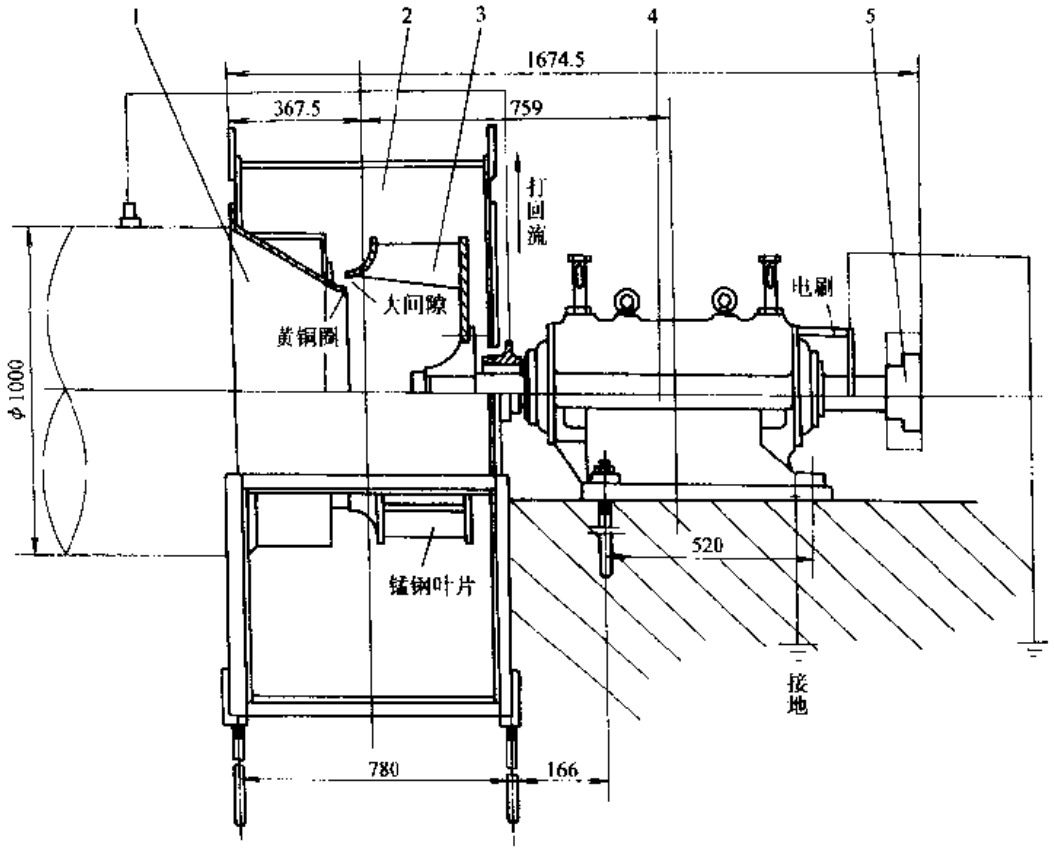


图 5-25　BK4-72 型№10D 离心式通风机结构图

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—传动组　5—联轴器(带轮)

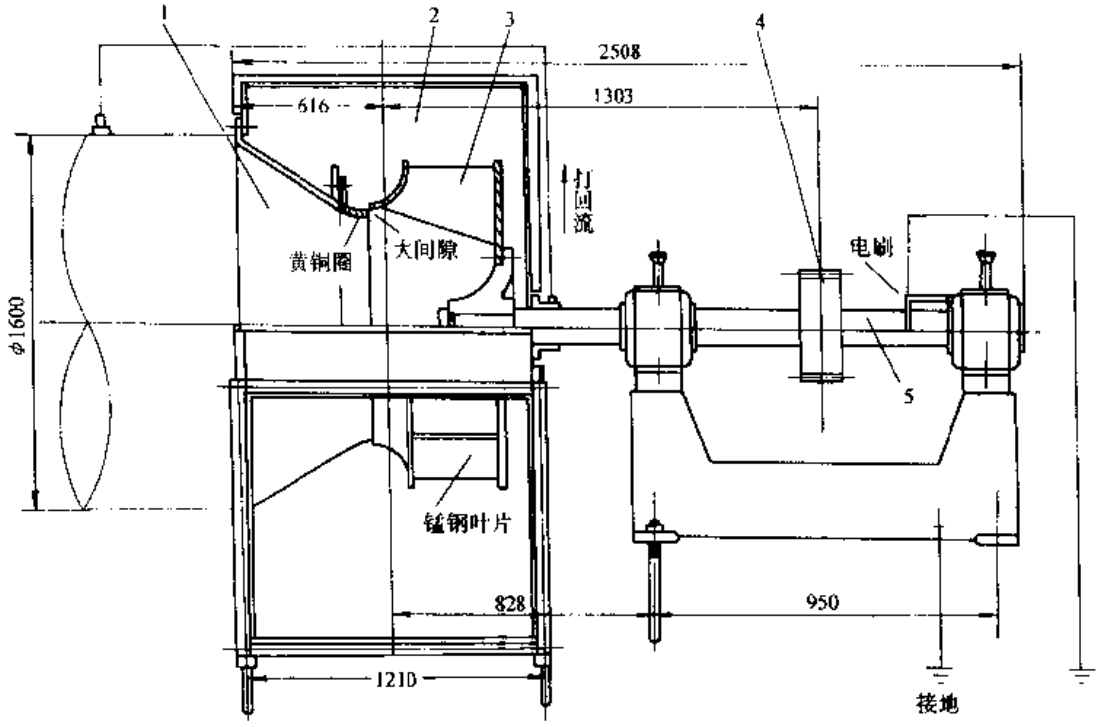


图 5-26　BK4-72 型№16B 离心式通风机结构图

1—进风口　2—机壳　3—叶轮　4—传动组　5—带轮

可有效地降低噪声。

MF9-11 型磨煤机用密封离心式通风机(图 5-27)

PLC WORLD

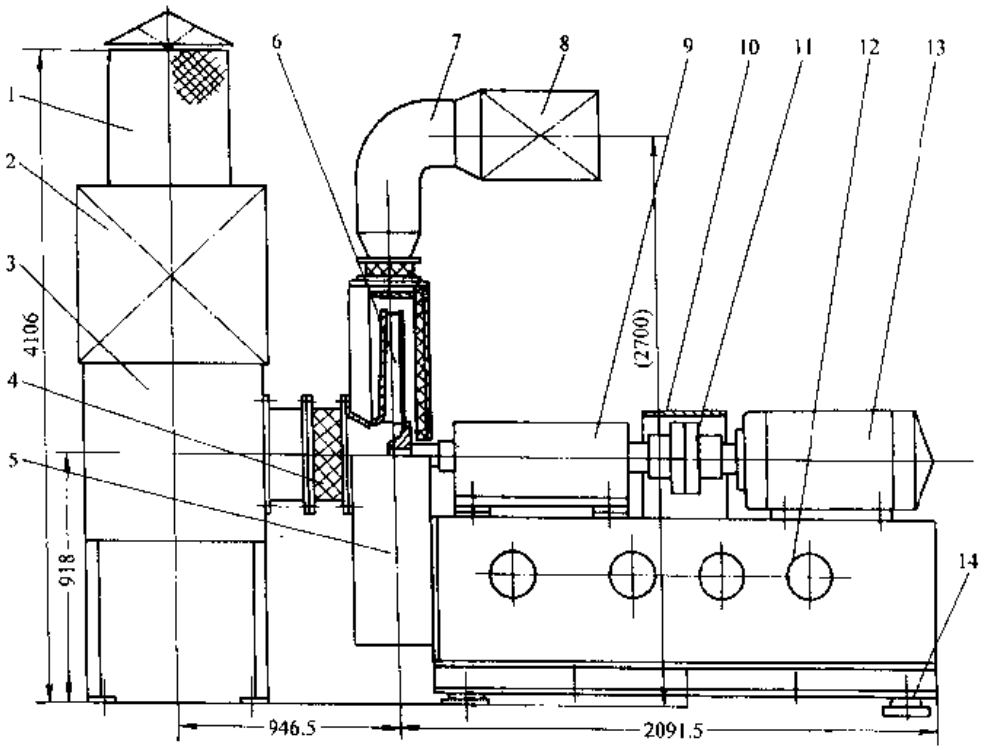


图 5-27　MF9-11 型磨煤机用密封离心式通风机装置

1—过滤器　2—进口消声器　3—进气箱　4—进口软连接　5—机壳　6—叶轮　7—管道　8—出口消声器　9—传动组　10—联轴器罩　11—联轴器　12—底座　13—电动机　14—弹性垫

流量　　4230　m^3/h

全压　　17000　Pa

转速　　2970　r/min

电动机功率　　75　kW

18. 造纸工艺用风机　10-31 型吹浆工艺用离心通风机为造纸厂纸张表面喷塑工艺专用风机，也可用于其它高压小流量场合。该风机为三级叶轮结构，由三组机壳、三级叶轮、进风口、传动轴、轴承座、带轮、带等组成。

叶轮　三级叶轮均为铝制铆接叶轮。

机壳　由普通碳素结构钢板制成，前两组机壳带有导流器。

10-31 型吹浆工艺用离心式通风机(图 5-28)

流量　　33　m^3/min

全压　　31920　Pa

转速　　4300　r/min

电动机功率　　37　kW

19. 矿井轴流式通风机　1K62 型轴流通风机系属中压轴流通风机，适用于煤矿、金属矿通风，亦可用作其它通风换气用。该风机设计为卧式结构，从电动机一端看叶轮为逆时针方向(左)旋转。风机通过弹性联轴器用电动机直接驱动。轴承支架、主风筒用灰铸铁制成。叶片用铸造铝合金制成。其它部件用型材制成。风机主要由进风口、主风筒、叶轮、传动组、刹车等部组成。

进风口包括集风器、流线体，其作用是使空气均匀沿轴向流入风筒内减少气流冲击。主风筒内孔经过加工与转子保持一定间隙。17 个后导叶片装于扩散筒内是为了把出口气流校直。

PLC WORLD

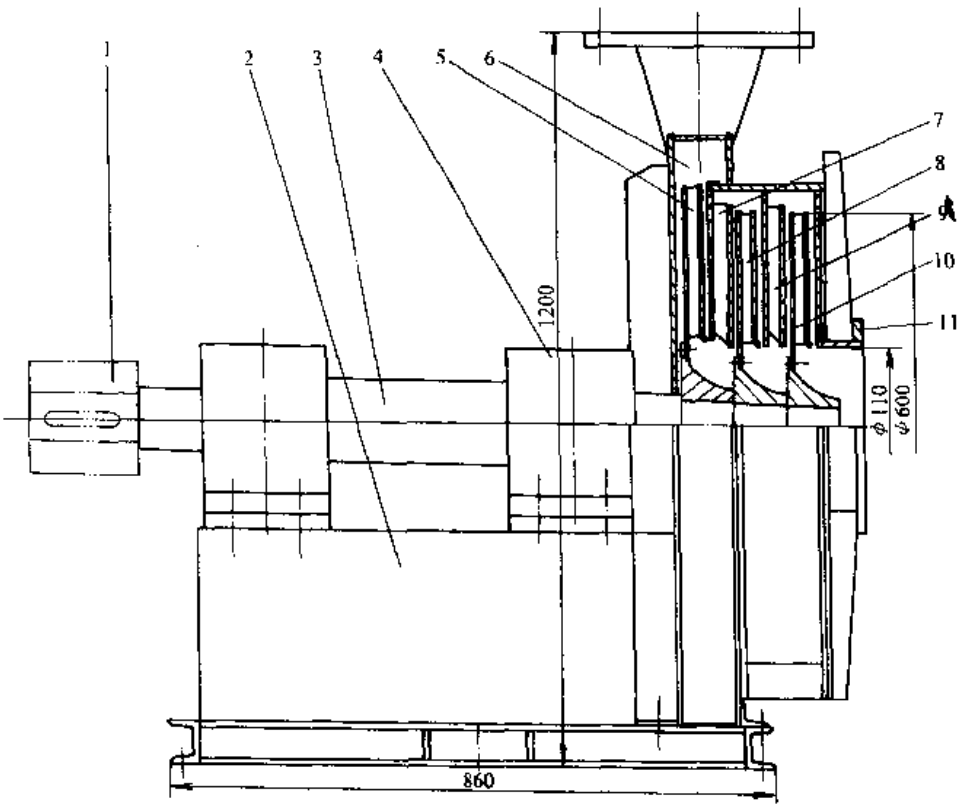


图 5-28　10-31 型吹浆工艺用离心式通风机

1—带轮　2—底座　3—传动轴　4—轴承座　5—三级叶轮　6—三级机壳　7—二级机壳　8—二级叶轮　9—一级机壳　10—一级叶轮　11—进风口

扩散筒的作用是将风机出口流出气体的部分动压转变为静压，从而提高风机的流量。芯筒用钢板制成，外筒壁可用砖或水泥制成并用拉肋板与芯筒相连接。叶轮由 16 个叶片与轮毂组成，用半圆对开的压盖将叶片固定在轮毂上。根据需要也可以等分取其 8 个叶片。用 8 个叶片时其余空位可用支杆芯补上，叶片可用 15°、20°、25°、30°、35°、40°、45°等 7 个安装角度。

叶轮的轮毂比为 0.625，轮毂用型材焊接制成。传动部分有轴承、支架、传动组三部分组成。主轴采用优质碳素结构钢制造。滚动轴承用油脂润滑。两轴承箱内装有固定式表面铂热电阻温度计，并用二次仪表遥测轴承温度，轴承箱由铸铁支架支承与主体风筒连接成一体，并与两根导轨连接，导轨与地基连接。传动轴为空心轴，两端有弹性联轴器分别与电动机、主轴相联。

1K62 型№24 轴流式通风机(图 5-29)

流量　　234000　m^3/h

全压　　1373　Pa

转速　　750　r/min

电动机功率　　200　kW

20. 矿井局部轴流式通风机　BKJ66-11 型局部轴流通风机配用 KB 型矿井隔爆电动机，适用于矿山井下局部及其它工业部门输送含有瓦斯、煤尘或其它无腐蚀气体。如配用普通三相交流异步电动机时，则该风机为 KJ66-11 型，可用于矿山井下及其它部门排送无爆炸性气体和无腐蚀性气体。本风机的结构件均用铆焊连接，电动机与风机由法兰用螺栓联接，其结构完整紧凑，维修方便。风机主要由前风筒、叶轮、后风筒、电动机、滑架等组成。

前风筒　用数根肋板将收敛式流线型集流器和流线体连为整体用螺栓与主风筒固定。

主风筒　由主风筒和法兰组为整体与前风筒和后风筒用螺栓固定。

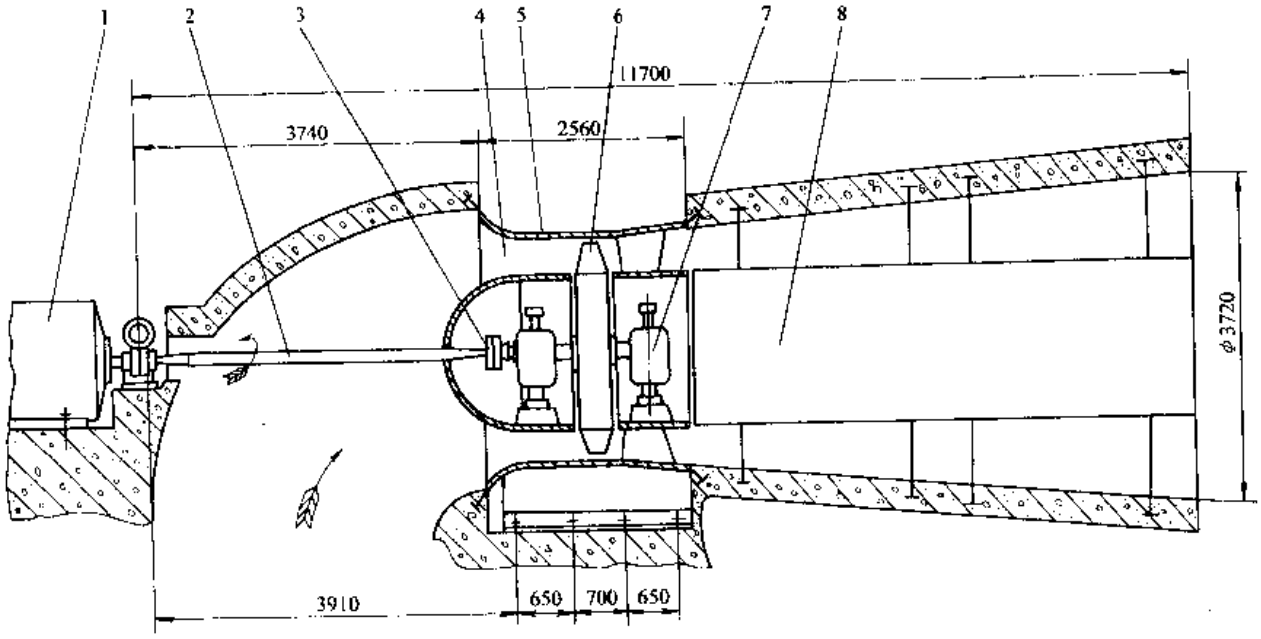


图 5-29　1K62 型№24 矿井轴流式通风机结构图

1—电动机　2—传动轴　3—联轴器　4—进风口　5—主风筒　6—叶轮　7—轴承　8—芯筒

叶轮　由数个机翼形叶片与锥型轮壳组为整体，用键与电动机直联。

后风筒　用数片肋板将后风筒与电动机法兰连为整体，用螺栓与主风筒固定。

滑架　用平钢板扭曲成滑架后和两肋板组为一体与主风筒和后风筒固定。

电动机　用螺栓固定在后风筒法兰上，轮毂与叶轮用键联接。

$\frac{KJ}{BKJ}$66-11 型№5 轴流式通风机(图 5-30)

流量	16926	m^3/h
全压	2207	Pa
转速	2900	r/min
电动机功率	15	kW

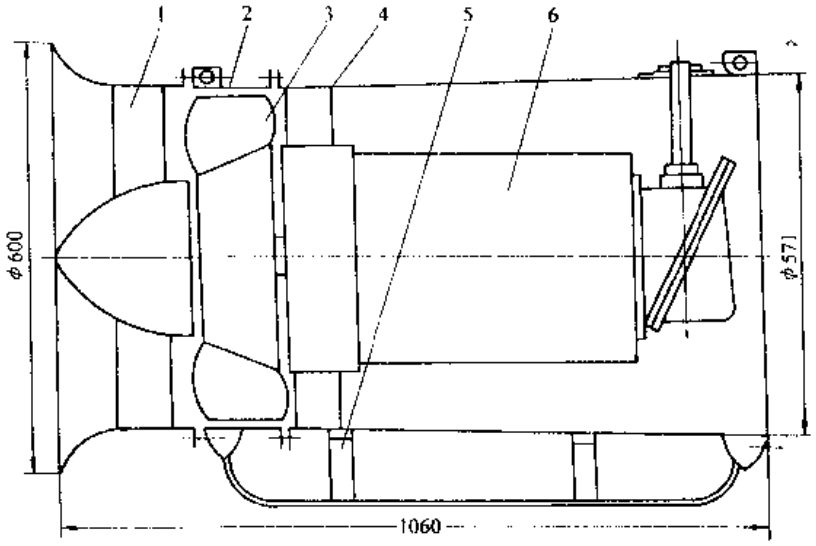


图 5-30　$\frac{KJ}{BKJ}$66-11 型№5 局部轴流式通风机结构图

1—前风筒　2—主风筒　3—叶轮　4—后风筒　5—滑架　6—电动机

21、2KJ66-12 型矿井局部轴流式通风机　适合于矿井及其它场所的通风换气之用。风机主要由主风筒、两级叶轮、前风筒、后风筒组成。两级叶轮的叶片分别为机翼形叶片。前风筒由导叶、集流帽组成。该风机工作转速低，因而运转可靠，噪声低，是矿井及其它场所通风换气较为理想风机。

2KJ66-12 型№6.3 矿井局部轴流式通风机(见图 5-31)

流量	18711	m^3/h
全压	1667	Pa
转速	1450	r/min
电动机功率	11	kW

PLC WORLD

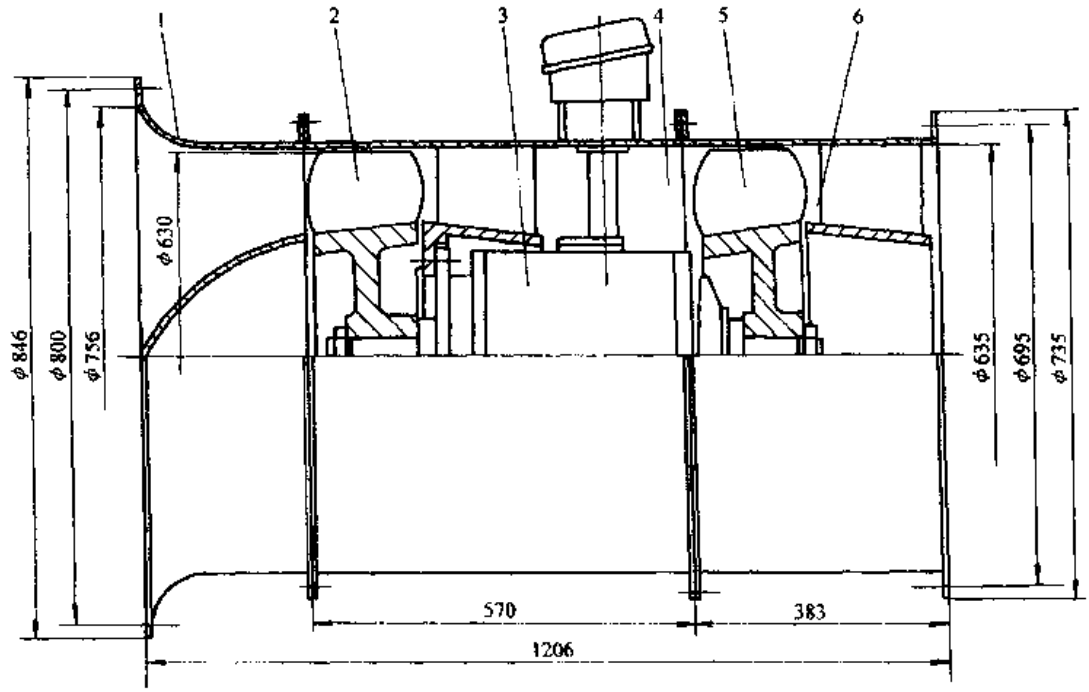


图 5-31　2KJ66-12 型№6.3 轴流式通风机结构图

1—前风筒　2—叶轮部　3—电动机　4—主风筒　5—叶轮部　6—后风筒

22. 纺织轴流式通风机　FZ40-11 型、FZ35-11 型轴流通风机主要用于纺织厂空调室、亦可用作其它无腐蚀气体的通风换气。

FZ40-11 型通风机的机号有№8、№9、№10、№11.2、№12.5、№14、№16 共 7 个。FZ35-11 型通风机的机号有№18、№20、№22 共 3 个，不同的机号叶片数有 5、8、10 个共 3 种。风机主要由叶轮、机壳、集风器、调节门、扩散筒等部分组成。

叶轮　由叶片、轮壳、轴套、瓦块、盖板、罩壳等组成。叶片为机翼形扭曲叶片、叶片固定在盖板上并由两半瓦块联接，只要松动瓦块上两螺钉，叶片角度可根据用户需要进行调节。轴套上开有槽和螺钉孔，因此，便于叶轮的拆卸和安装。罩壳材料为防腐铝板，由螺钉固定在瓦块上，使罩壳装卸方便。叶轮与电动机为直联、电动机经过防潮、防霉、防盐雾处理。

集风器、机壳扩散筒均为薄钢板及型材制成，安装使用方便。调节门由 23 个叶片、气动连杆及球心体等组成。

FZ40-11 型№10 轴流式通风机(图 5-32)

流量　47500　m^3/h

全压　490　Pa

转速　1450　r/min

电动机功率　11　kW

FZ40-11 型№12.5 轴流通风机(图 5-33)

流量　61000　m^3/h

全压　319　Pa

转速　1000　r/min

电动机功率　11　kW

FZ35-11 型№20 轴流通风机(图 5-34)

流量　270000　m^3/h

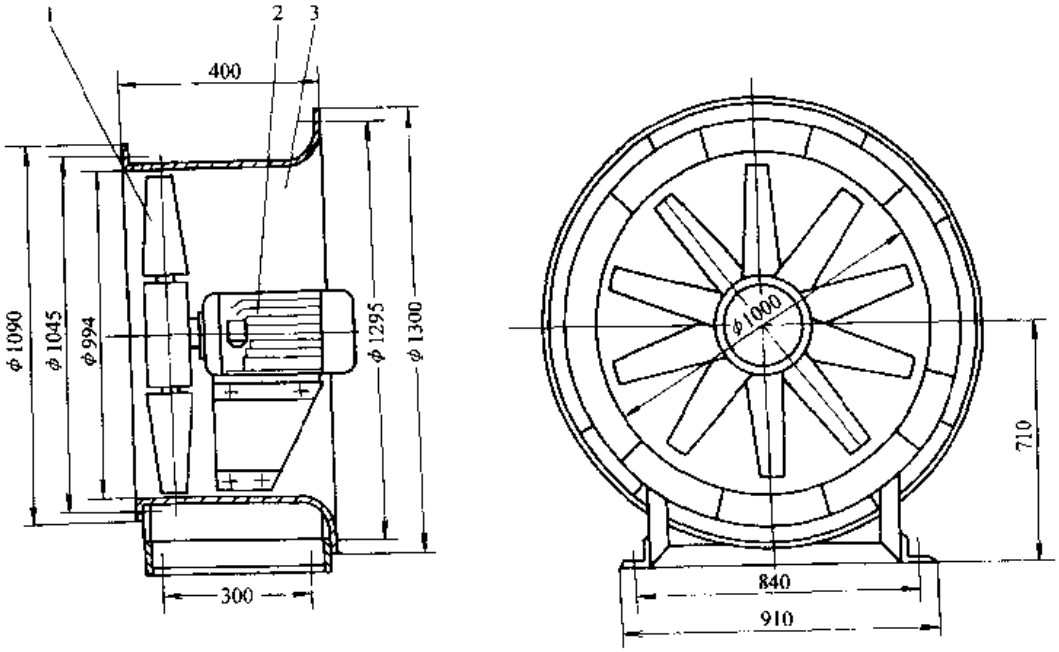


图 5-32　FZ40-11 型№10 轴流式通风机结构图

1—叶轮　2—电动机　3—机壳

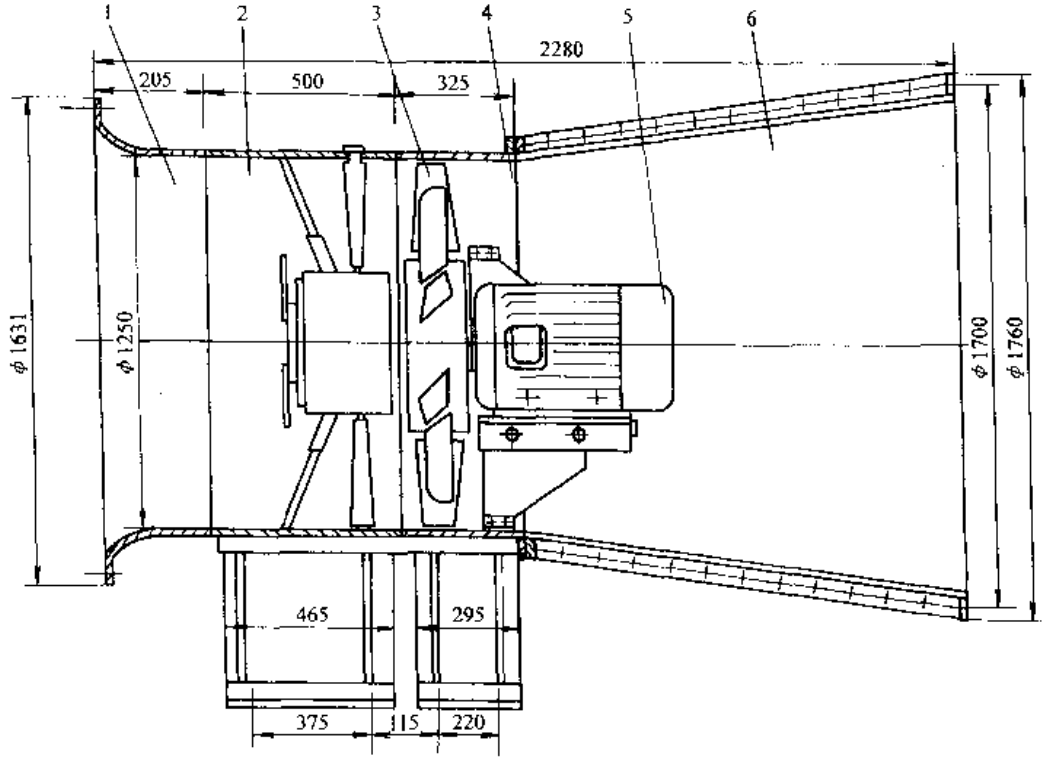


图 5-33　FZ40-11 型№12.5 轴流式通风机结构图

1—集风器　2—调节门　3—叶轮　4—机壳　5—电动机　6—扩散筒

全压　　667　Pa

转速　　1000　r/min

电动机功率　　75　kW

23、冷却轴流式通风机

L30Ⅱ-1 型轴流式通风机系冷却塔专用风机，主要用于电站、制氧站及各种冷却塔抽风。

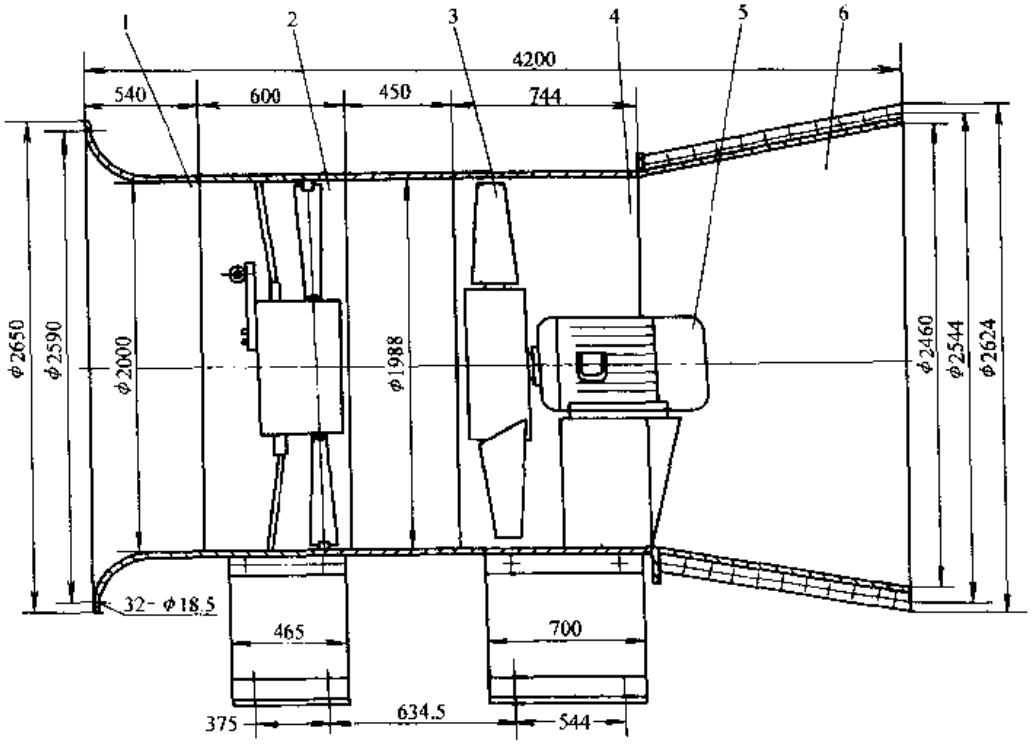


图 5-34　FZ35-11 型№20 轴流式通风机结构图

1—集风器　2—调节门　3—叶轮　4—机壳　5—电动机　6—扩散筒

风机的叶轮直径均为 4.7m，叶片数为 4 个，主要特点是叶片采用玻璃纤维增强塑料(俗称玻璃钢)制造，风机系露天安装，电动机须作一个保护罩。叶片安装角可在 22°内调整，调整时只要松一下压盖上的 6 只螺栓，使叶片拨转一安装角度后，再扳紧螺栓，上好保险钢丝即可。该风机齿轮箱之传动系采用弧齿锥齿轮传动，结构采用空心传动轴与二对万向联轴器组成，叶轮毂进行过动平衡，叶片按重量对称装上叶轮毂后，再进行静平衡。传动轴也进行过静平衡，保证运转平稳可靠。

L30Ⅱ-1 型№4.7 轴流式通风机(图 5-35)

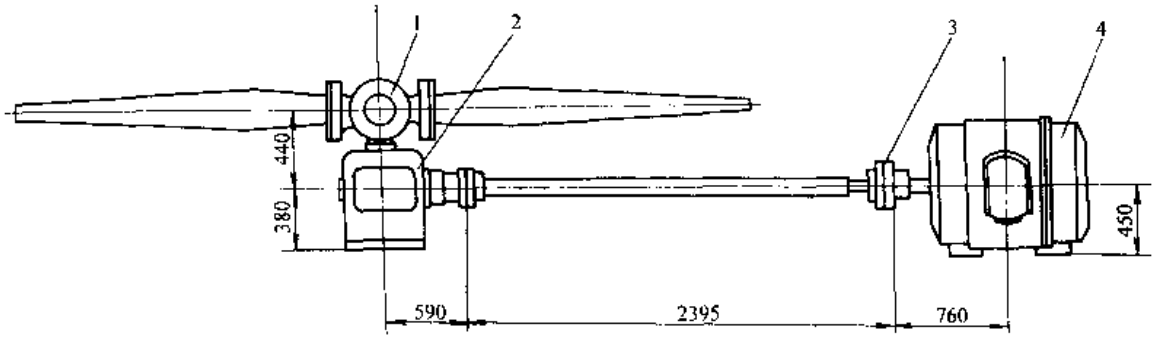


图 5-35　L30Ⅱ-1 型№4.7 轴流式通风机结构图

1—叶轮部　2—齿轮箱部　3—传动轴万向节部　4—电动机

流量	800000　m^3/h
全压	245　Pa
转速	300　r/min
电动机功率	95　kW

24. 防爆屋顶轴流式通风机　BDT40 型屋顶轴流通风机主要作为石油、化工、冶金、机械、

PLC WORLD

国防、仓库、影剧院大型建筑以及饭店的室内通风排气之用。输送的气体不许含有粘性物质，所含的尘土颗粒不大于 150mg/m³，其温度不得超过 45℃。

BDT40 型屋顶轴流通风机为防爆式，风筒内有铝衬，采用防爆电动机。屋顶轴流通风机，传动形式为 A 式(电动机直联)传动　风机由叶轮、风筒、顶帽、电动机、防雨盖部分等组成。

BDT40 型No5 屋顶轴流式通风机(图 5-36)

流量	7300	m³/h
静压	34.3	Pa
转速	1450	r/min
电动机功率	1.5	kW

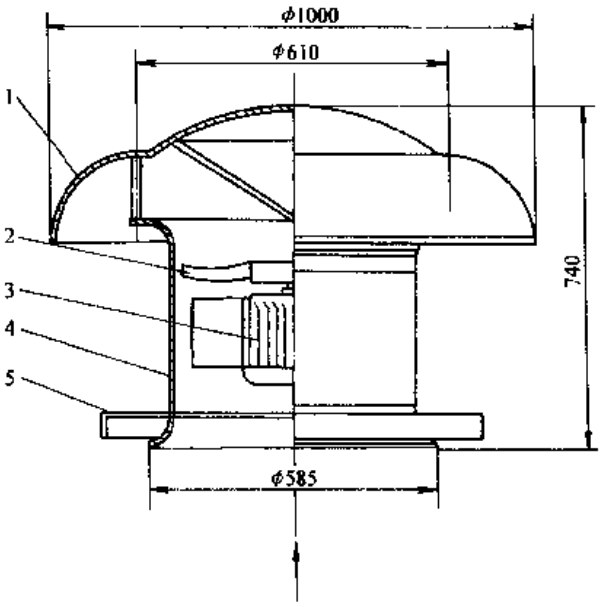


图 5-36　BDT40 型No5 屋顶轴流式通风机结构图

1—顶帽　2—叶轮　3—电动机　4—风筒　5—防雨盖

25. 防爆轴流式通风机　B30 型轴流通风机适用于含有可燃性气体场所的通风换气。共分为No4、No5、No6、No7 等 4 种机号。风机由叶轮、机壳、集风器等三部分组成。

叶轮　由叶片、轮盘和轮毂组成，叶片为铝合金材质。

机壳　即风机外壳，呈直筒形，用钢板和型材制成，并与支架焊接在一起。机壳与叶轮之间有一定间隙。

集风器　安装在机壳的进风口端，对风机性能作用很大。

B30 型No5 轴流式通风机(图 5-37)

流量	5850	m³/h
全压	88.3	Pa
转速	1450	r/min
电动机功率	0.55	kW

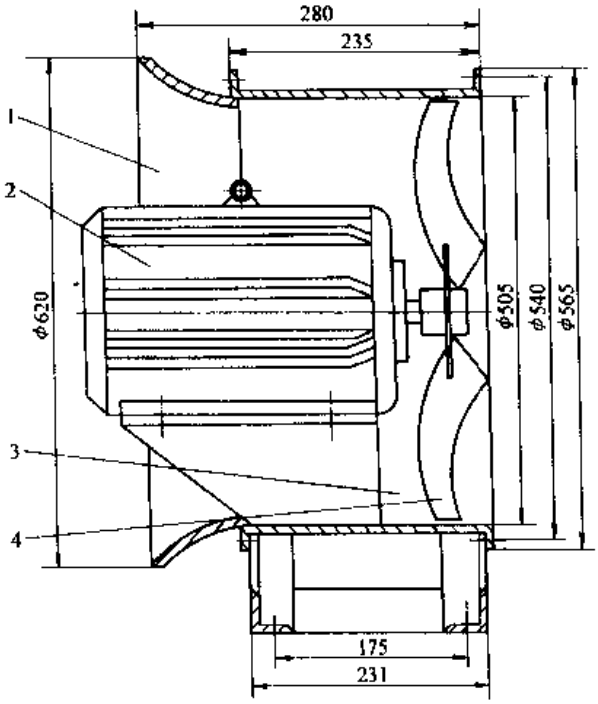


图 5-37　B30 型No5 轴流式通风机结构图

1—电动机　2—集风器　3—机壳　4—叶轮

26. 冷却循环轴流式通风机　2T60-1 型No9A 轴流通风机系专门为大型机电设备冷却循环通风之用，可用于气体输入、也可用于气体输出、亦可用于工厂、矿山、电力等部门的气体输送。风机由第一级风机、第二级风机、进出口网罩调节门等部件组成，其中两级叶轮分别采用机翼型扭曲叶片，用铸铝合金制造，两级机壳分别做成整体钢板焊接结构，机壳内采取消声措施，具有降噪作用。中间结合面由螺栓联接，风机出口安置调节门。

2T60-1 型No9A 轴流式通风机(图 5-38)

流量	3600～5400	m³/h
全压	1177～4266	Pa

PLC WORLD

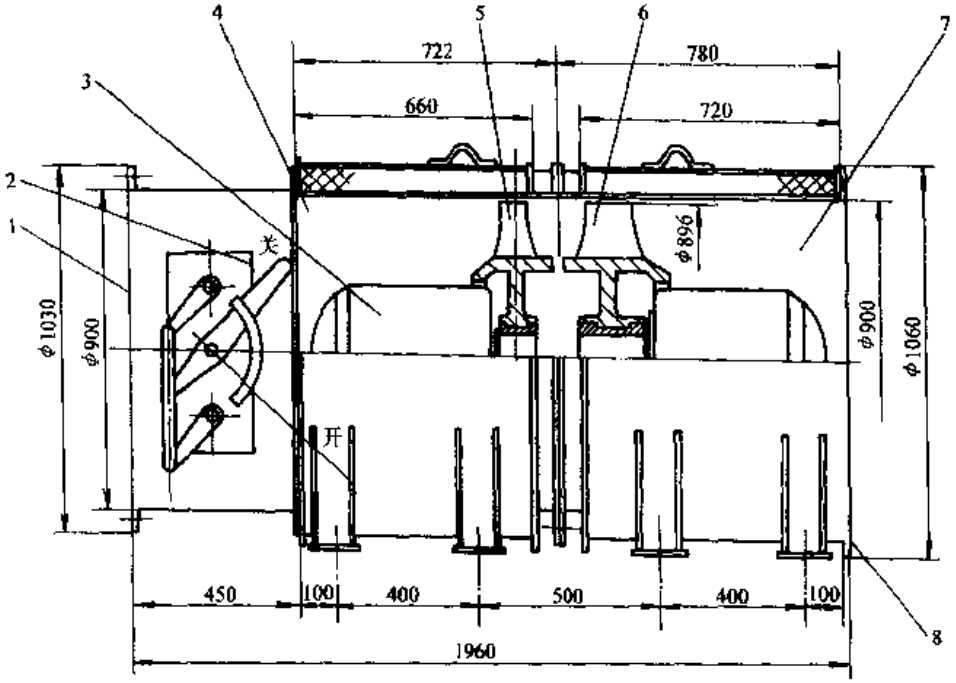


图 5-38　2T60-1 型№9A 轴流式通风机结构图

1—出口网　2—调节门　3—电动机　4—二级机壳　5—二级叶轮
6—一级叶轮　7—一级风筒　8—进口网

转速　　960　r/min

电动机功率　　1.8～4　kW

27. VARIAX 型可变节距电站轴流式风机　该型号风机采用有限元分析，完善的机械和气动试验设计使产品具有高水平。VARIAX 型风机主要用在燃油、燃煤电厂中，具有高效率、可靠性、耐磨性、精确性等技术特点。它分单级、双级两种。

该风机传动部分由主轴承部、叶轮部和调节系统组成。主轴承部有一个结构非常坚固的壳体，设计得可承受全部轴向载荷和径向载荷。

叶轮部的主要构件是轮毂和叶片。大型通风机的轮毂采用焊接结构，其它的则为球墨铸铁铸造而成，叶片可以是铸造铝合金、锻造铝合金或铸钢的。叶片和叶片轴相连接，后者由球推力轴承支承。通风机叶片的调节是通过装在下游轮毂中的液压缸来控制。

VARIAX 型引风机在输送高含尘浓度的烟气时采取了耐磨措施。在叶片前缘装有可更换的覆以硬铬层的不锈钢防磨板。

静止件由进气箱、主体风筒和扩散器导轨组成，均为板材焊接结构，牢固补强以防变形，既提供了对旋转部件的坚实支承，又减轻了质量。

2660/1400VARIAX 型可变节距电站轴流式风机(图 5-39)

流量　　230　m^3/s

压力　　9200　Pa

转速　　990　r/min

电动机功率　　3000　kW

28. 横流式通风机　广泛用于气帘、车辆、公共汽车等的通风、冷暖气、环卫用机器、冷冻、家用电扇以及其它各种干燥器、燃烧器等。

风机叶轮直径为 30～300mm，叶片宽度是外径的 1～6 倍，风量在 500m^3/min 左右，压力为

PLC WORLD

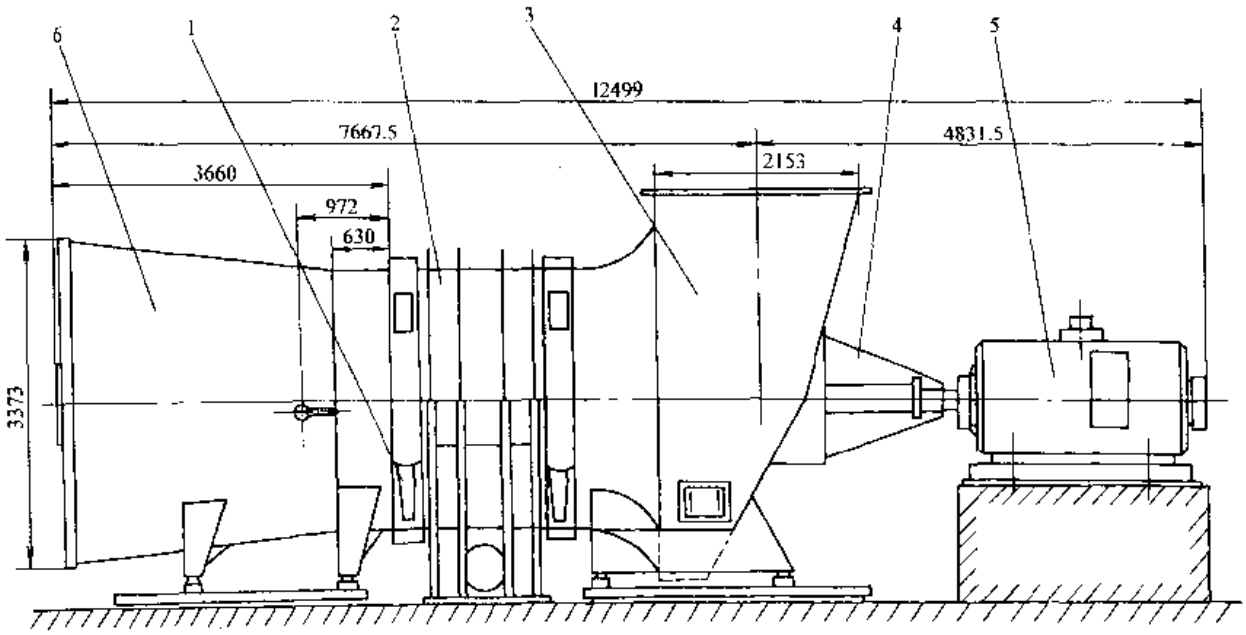


图 5-39　2660/1400VARIAX 型可变节距电站轴流式风机结构图

1—叶轮　2—主体风筒　3—进气箱　4—传动组　5　电动机　6　扩散器

1000Pa 左右。为了满足风量及使用的需要而采用单轴及双轴形的结构。

该通风机的特征可简单地归纳为：因气流在对转子垂直面内通过叶轮，故可随意增加叶轮的宽度，能够得到细长而扁平的通风更适合具有薄而细长的排气口的设备所用。另外，排出流中不包括成为噪声、降低效率因素的气流。与其它通风机相比，因动压高，可以获得无紊流的、扁平而高速的气流，工况范围长，作为气帘是最为合适的。其功率、噪声等居于多叶通风机及轴流通风机之间。

涡壳由上涡板和下涡板组成，根据其用途及使用特点作成各种各样的形状。材料以钢板制居多，也有用合成树脂制造的。叶轮由叶片、轮盖、连接板组成，大多是钢板及铝板的铆接或焊接。小形叶轮用合成树脂制造的占多数，叶片为与多叶通风机一样的前向叶片，叶数一般为 20～40 叶。合成树脂制造的叶片为翼型。叶轮通常是两端支承。

φ90 双轴形风帘用横流式通风机(图 5-40)

流量　　840　m^3/h

静压　　20　Pa

转速　　1400　r/min

电动机功率　　35　kW

29．C40-1.5 型离心式鼓风机　该型号鼓风机系 1983 年正式生产产品，主要用于污水处理曝气鼓风，亦可用于其它装置上输送空气或无毒、无腐蚀性气体，具有效率高，噪声低，运行平稳，易损件少和安装、操作、维护简便等特点。

该风机系多级，单吸入、双支承结构，电动机和鼓风机安装在同一底座上，两者之间通过弹性联轴器直联驱动。从电动机端看，鼓风转子为逆时针方向旋转。机壳用铸铁制成，由进气室中间机壳和排气蜗壳组成，彼此间用螺栓紧固联接。轴承箱与机壳分开铸成，用螺栓紧固联接在进气室和排气蜗壳上。进出风口方向皆垂直向上。转子主轴用高强度合金钢制成，叶轮用铸造铝合金精密铸造而成。转子经过静、动平衡校正，保证运转平稳。轴承采用滚动轴承，定

PLC WORLD

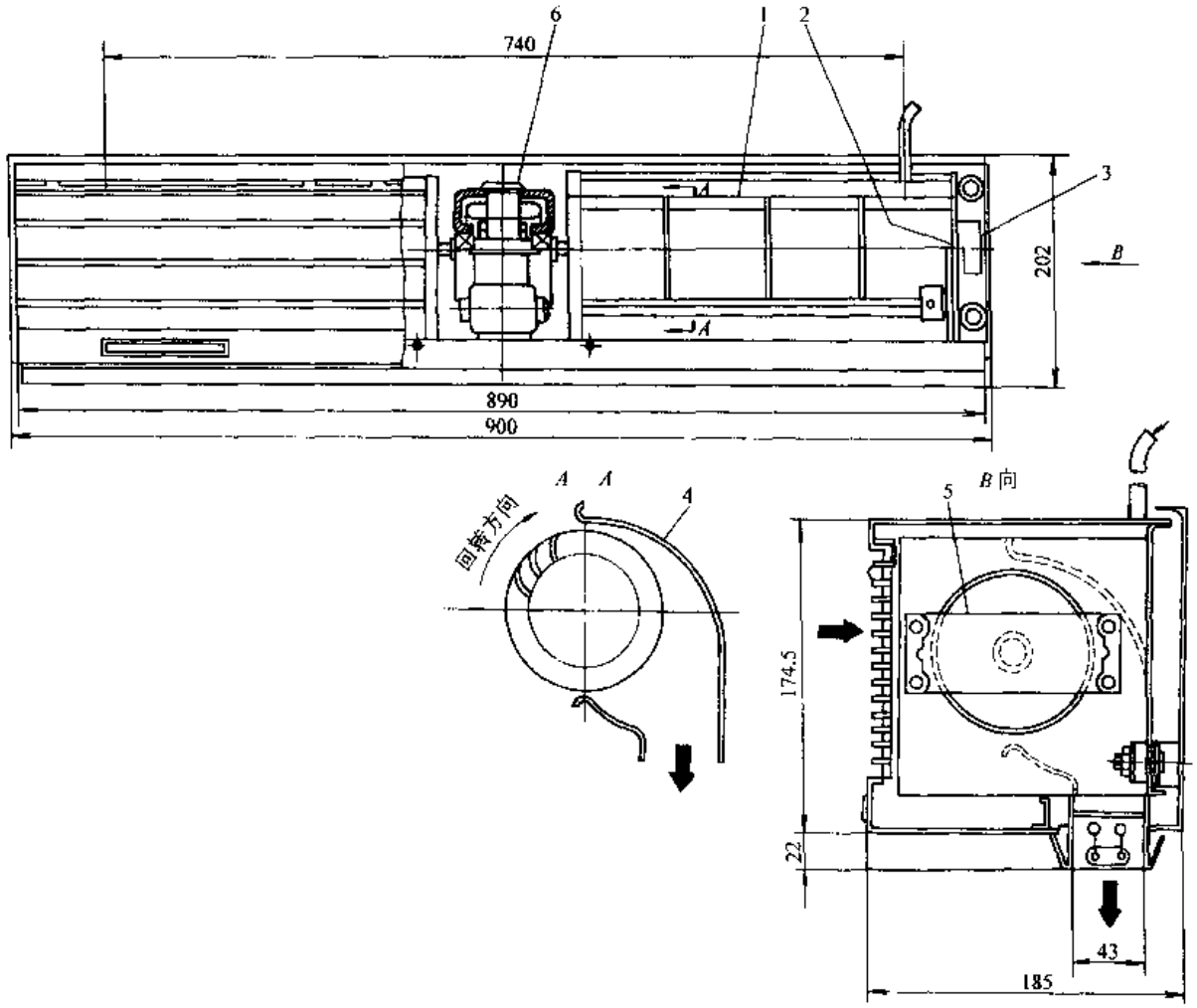


图 5-40　φ90 双轴形风帘用横流式通风机结构图

1—叶轮　2—主轴　3—轴承　4—机壳　5—轴承支承板　6—电动机

期注油润滑，机壳两端孔处设有环槽形密封，以防气体泄漏。

该风机经前机械工业部矿山局在洛阳组织的鉴定，整机性能超过美国同类风机水平。噪声为 65dB，比美国机组低 5dB。电流 96A，比美国机组低 10A。

C40-1.5 型离心式鼓风机结构见图 5-41，性能参数见表 5-14。

表 5-14　40-1.5 型离心式鼓风机的性能参数

性　能	参　数	性　能	参　数
输送介质	空气	外形尺寸/mm（长×宽×高）	2540×1006×1140
进口介质重度/(N/m³)	11.4	鼓风机质量（不包括电动机）/kg	1800
进口流量/(m/min)	40	电动机：	
进口压力/MPa	1	型号	JO2-91-2
进口温度/℃	120	功率/kW	55
出口压力/MPa	0.15	电压/V	380
需用功率/kW	40	质量/kg	556
主轴转速/(r/min)	2950	最大起重件质量（全机组）/kg	2354
转子转动惯量/(kg·m²)	9.4		

PLC WORLD

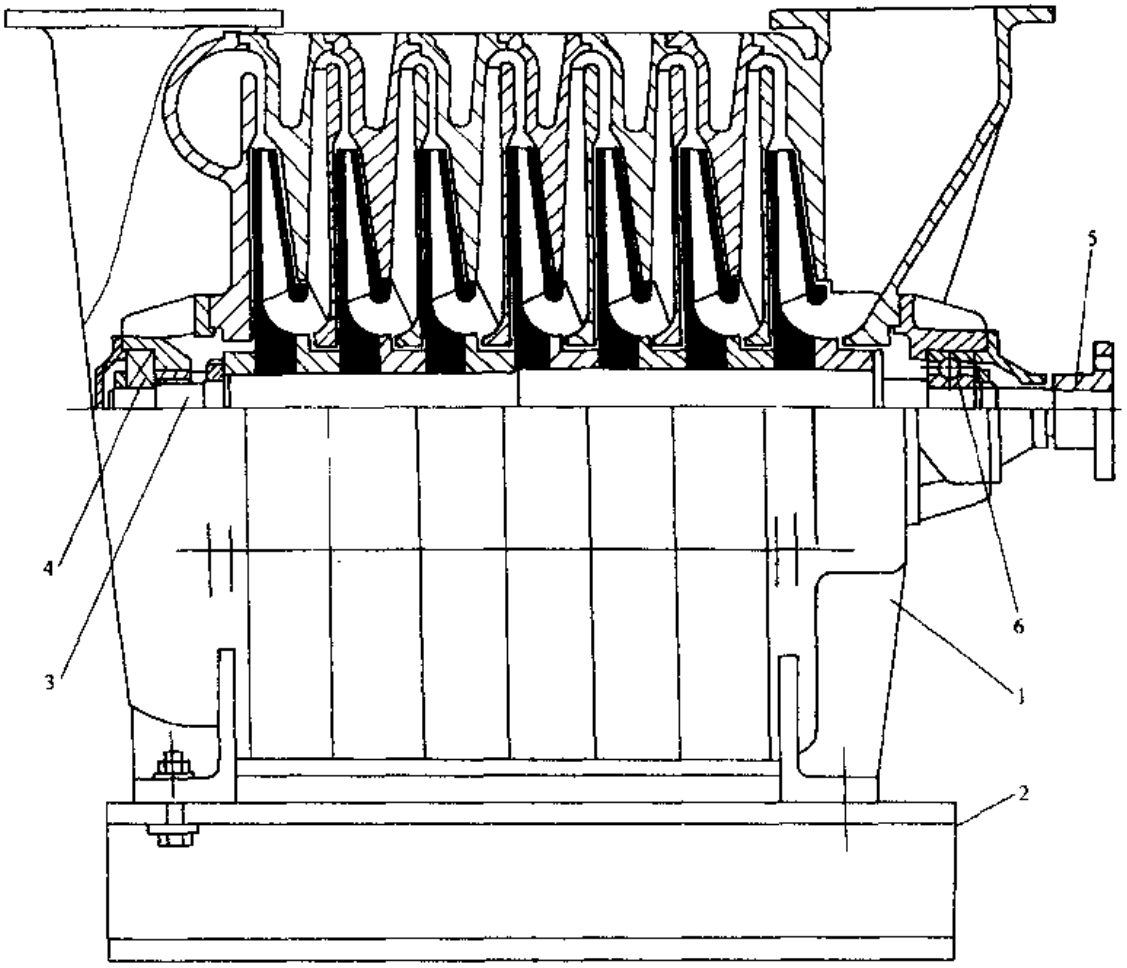


图 5-41 C40-1.5 型离心式鼓风机结构图

1—定子 2—底架 3—转子 4、6—滚动轴承 5—联轴器

30. D700-11、D700-12、D700-13、D750-15、D800-11 型离心式鼓风机 用作输送空气、煤气或其它无腐蚀性气体，适用于冶金、化工等工业气体的排送。

该五种型号除叶轮大小不同外，其余结构及尺寸均相同，均为单级单吸入悬臂式结构。采用感应电动机直接连接驱动，由电动机一端正视，转子向逆时针方向旋转。

机壳由铸铁制成，其水平剖分为上下两半，用螺栓安装在轴承箱下体一侧，附有轴向进气的吸入口，可使气体均匀地吸入叶轮。出风口位置为上部水平方向，并附有锥形扩散管。

转子由主轴及叶轮组成。主轴用优质碳素结构钢制造，叶轮采用优质碳素结构钢或合金钢制造。转子装配后均经静、动平衡校正，因此运转平稳可靠。

轴承有支撑轴承和推力轴承两部分。支撑与推力轴承均采用强制压力供油润滑的滑动轴承，轴承箱为水平剖分的整体结构，箱体下半为贮油箱。

润滑系统包括主油泵、手摇油泵、过滤器及冷油器等，分别装在轴承箱上或箱体内。主油泵通过由主轴带动的塑料齿轮驱动。

该系列离心式鼓风机的性能参数见表 5-15，其典型结构图见图 5-42。

31. D170、…、D550 型系列离心式鼓风机 该系列造气离心鼓风机是我国 1994 年最新开发的鼓风机产品，它可配用于氮肥厂的煤气发生炉上，也可以根据性能选作它用，但仅限于排

PLC WORLD

表 5-15　D700-x 型离心式鼓风机的性能参数

项　　目		单位	D700-11 型	D700-12 型	D700-13 型	D800-11 型	D750-15 型
进口体积流量		m^3/min	700			800	750
进口压力		MPa（绝）	0.095			0.10	0.1003
进口温度		℃	50			20	40
进口介质重度		N/m^3	10.02			11.4	9.8
升压		MPa	0.022	0.019	0.026	0.018	0.012
主轴转速		r/min	2950	2950	2950	2975	2950
需用功率		kW	320	290	370	350	240
电动机	型　　号		JK133-2	JK133-2	JK500-2	JK500-2	
	电　　压	V	3000	3000	6000	6000	3000
	额定容量	kW	360	360	500	500	290
	转　　速	r/min	2950	2950	2975	2975	2950
转子转动惯量		$kg·m^2$	181	166	212	185	212
鼓风机质量（不包括电动机）		kg	4850	4850	4890	4880	4890
最大起重件质量		kg	2800	2800	2800	2800	2800
最小起升高度		m	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
主油泵	输出油量	L/min	30	30	30	30	30
	输出油压	MPa（表）	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	工作转速	r/min	1470	1470	1470	1470	1470
手摇油泵	输出油量	L/min	15	15	15	15	15
	输出油压	MPa（表）	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	冲　　程	min	30	30	30	30	30
冷却器	冷却面积	m^2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	冷却水消耗量	m^3/h	2	2	2	2	2
	冷却水进口温度	℃	25	25	25	25	25
油箱	公称堆密度（轴承箱下腔）	m^3	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215

送空气及无腐蚀性、不自燃、不含有粘性物质的气体，排送气体的温度不得超过 80℃，气体所含尘土及硬质颗粒不大于 $150mg/m^3$，在煤气发生炉上使用该风机具有压力高、流量大、耗电省、噪声小等特点，该系列风机的压力系指静压，在使用过程中的实际效率高于其它类型的造气炉离心鼓风机。

该风机为铸铁机壳，为方便加工和维护，有一个水平中分面和一个垂直中分面，叶轮采用 Q34.5（16Mn 钢）合金钢钢板焊接结构，轮毂为 ZG230—450 铸造碳钢，密封零件为铸造铝合金制成，转子为双支承结构，风机两侧各有一个轴承箱，选用双列滚珠球面调心轴承，以电动机——弹性联轴器传动。

从电动机一端正视，叶轮为逆时针方向转动（左旋），叶轮转向可参见机壳上的转向标牌，不得反向使用。进、出风口方向均垂直向上。该型风机型号举例说明如下

型号举例说明

PLC WORLD

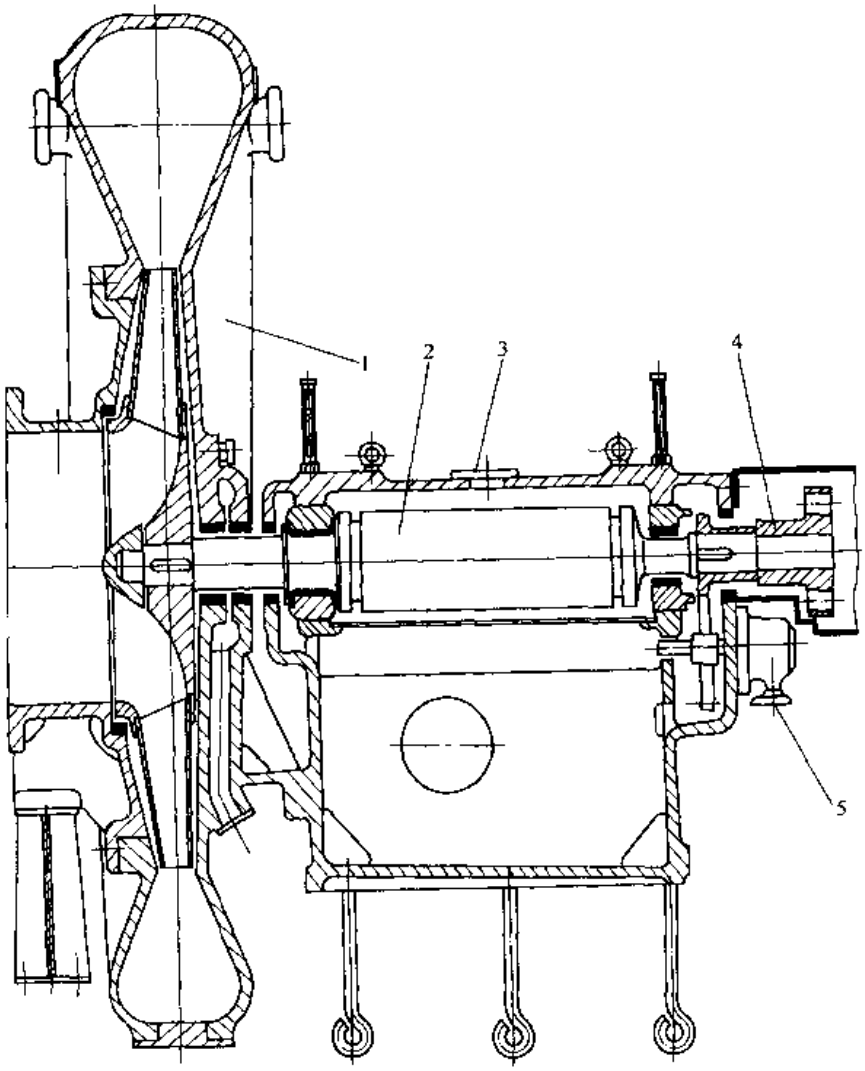


图 5-42　D700-11　型离心式鼓风机结构图

1—定子　2—转子　3—轴承箱　4—联轴器　5—主油泵

D　300--2　1

设计顺序，即第一次设计

叶轮的个数(即级数)，2 级

标准状态下的进口流量值　即 300m³/min

单面进气的鼓风机代号

该系列离心式鼓风机的性能参数见表 5-16，其典型结构见图 5-43。

表 5-16　造气离心式鼓风机性能参数表

型　号	进口				出口压力(升压)/(MPa)	主轴转速/(r/min)	轴功率/kW	配套电动机功率/kW
	流量/(m³/min)	温度/℃	密度/(kg/m³)	压力/(MPa)				
D170-22	170	20	1.2	0.1	0.024	2970	88.5	110
D200-21	200				0.024		104	132
D250-21	250				0.023		125	160

PLC WORLD

（续）

型　号	进　口				出口压力（升压）/(MPa)	主轴转速/(r/min)	轴功率/kW	配套电动机功率/kW
	流量/(m^3/min)	温度/℃	密度/(kg/m^3)	压力/(MPa)				
D280-21	280				0.024		146	160
D300-21	300				0.025		163	185
D350-21	350				0.024		183	200
D400-21	400	20	1.2	0.1	0.025	2970	217	250
D450-21	450				0.025		245	275
D500-21	500				0.025		272	315
D500-22	500				0.026		283	315
D550-21	550				0.025		300	350

32. DA135-81 型氢气循环离心式压缩机　该压缩机是，年处理石油 500 万 t 炼油厂中每年 30 万 t 铂铼重整流程中的设备。

结构为筒式单壳体，八级、双层排列，无中间冷却器。压缩机利用齿轮联轴器（旁路送油润滑）与汽轮机直联驱动。压缩机进出口均垂直向下，形状均为圆形。从汽轮机方向看压缩机，转子为顺时针方向旋转。高压气体之密封依靠浮环密封装置。定子组由筒体、前后盖、隔板、前后盖压盖、梳齿密封等组成。筒体由 25 钢锻制而成，进出口法兰，前后盖均用 ZG230-450 铸造碳钢制成，进出口隔板用 ZG230-450 铸造碳钢和 ZL111 铸造铝合金制成，其余隔板用 ZL111 制成，前后盖压盖用 35 钢锻制而成，双头螺栓螺母为 45 钢锻制而成。

每个叶轮的前盘进口圈外缘处及每个隔板与后盘接触处均装有梳齿密封，以减少损失。前后盖压盖与筒体及前后盖接触处装有铝垫片压紧封气，以防气体外漏。为防止油气混合，尚加有梳齿密封配合油封。

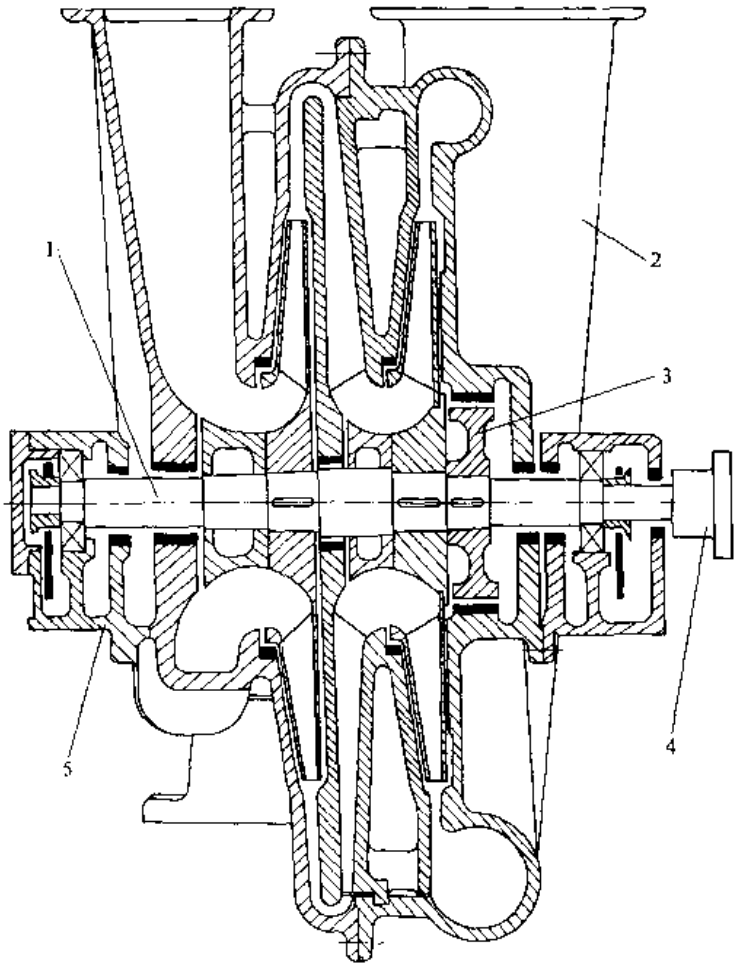


图 5-43　D170-22 型离心式鼓风机结构图

1—转子组　2—定子组　3—平衡盘　4—联轴器　5—轴承箱

PLC WORLD

转子组由 8 个叶轮、主轴、平衡盘、轴套、推力盘等组成。叶轮叶片为后向型式，材料为 35CrMoV，前 4 级为焊接叶轮，后 4 级叶片为铣制铆接叶轮。叶轮经过静平衡校正，并经超速试验。整个转子组装配后又经过动平衡校正，保证运转平稳。

轴衬组由 ZG230-450 制成的轴衬体与巴氏合金浇注而成。轴衬的润滑是依靠汽轮机主油泵强力供油进行的。调节汽轮机油箱通往轴衬进油口处的节流圈孔径，可调节轴衬进油量。DA135-81 型氢气循环离心式压缩机的性能参数见表 5-17。

表 5-17　压缩机性能参数

性　能		参　数	性　能	参　数
进口流量/(m^3/min)		135	转速/(r/min)	正常情况为 10000
进口压力	MPa	1.1		最高为 11000
出口压力	MPa	1.8	出口温度/℃	103
进口温度/℃		40	传动方式	采用 B722,3000kW 背压式汽轮机直接传动
进口介质重度/(N/m^3)		19.6		
介质含量(体积分数)/%		H_2=90%，CH_4=4%，C_2H_6=3%，C_3H_8=2%，C_4H_{10}=1%	第一临界转速/(r/min)	4477
			第二临界转速/(r/min)	16000
所需功率/kW		1863	全机质量/t	10.5
转向		从联轴器方向看压缩机转子为顺时针旋转	外形尺寸/mm(长×宽×高)	2175×1170×1310

DA135-81 型氢气循环离心式压缩机结构，见图 5-44。

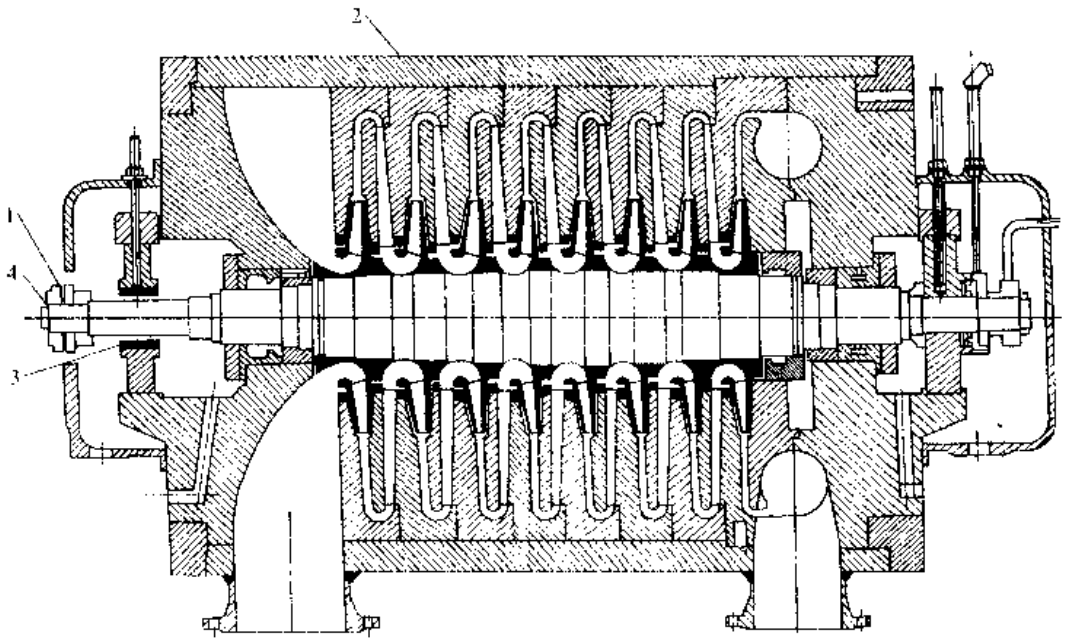


图 5-44　DA135-81 型氢气循环离心式压缩机结构图

1—联轴器组　2—定子组　3—轴衬组　4—转子组

PLC WORLD

第二节　风机常用材料

一、常用金属材料的化学成分与力学性能(表 5-18 ~ 表 5-36)

表 5-18　碳素结构钢的化学成分

牌　号	等　级	化学成分质量分数/%					脱氧方法
		C	Mn	Si	S	P	
				不　大　于			
Q215	A	0.09 ~ 0.15	0.25 ~ 0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q235	A	0.14 ~ 0.22	0.30 ~ 0.65[①]	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B	0.12 ~ 0.20	0.30 ~ 0.70[②]		0.045		
	C	≤0.18	0.35 ~ 0.80		0.040	0.040	Z
	D	≤0.17			0.035	0.035	TZ
Q255	A	0.18 ~ 0.28	0.40 ~ 0.70	0.30	0.050	0.045	Z
	B				0.045		

①、②　Q235A、B 级沸腾钢锰含量上限为 0.60%。

表 5-19　碳素结构钢的力学性能

牌号	等级	拉伸试验													冲击试验	
		屈服点 σ_s/(N/mm²)						抗拉强度 σ_b /(N/mm²)	伸长率 δ_5/%						温度/℃	V 形冲击吸收功(纵向) A_{kV}/J
		钢材厚度(直径)/mm							钢材厚度(直径)/mm							
		≤16	>16 ~40	>40 ~60	>60 ~100	>100 ~150	>150		≤16	>16 ~40	>40 ~60	>60 ~100	>100 ~150	>150		
		不　小　于							不　小　于							不小于
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335 ~ 410	31	30	29	28	27	26	—	—
	B														20	27
Q235	A	235	225	215	205	195	185	375 ~ 460	26	25	24	23	22	21	—	—
	B														20	27
	C														0	
	D														-20	
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410 ~ 510	24	23	22	21	20	19	—	—
	B														20	27

表 5-20　优质碳素结构钢的化学成分

牌　号	化学成分质量分数/%							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
				不　大　于				
20	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25
25	0.22 ~ 0.30	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25
35	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25
45	0.42 ~ 0.50	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25
65Mn	0.62 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25

PLC WORLD

表 5-21 优质碳素结构钢的力学性能

牌号	试样毛坯尺寸/mm	推荐热处理/℃			力学性能					钢材交货状态硬度(HBS)	
		正火	淬火	回火	σ_b/(N/mm²)	σ/(N/mm²)	σ_5/%	ψ/%	A_K/J	不大于	
					不小于					未热处理	退火钢
20	25	910			410	245	25	55		156	
25	25	900	870	600	450	275	23	50	71	170	
35	25	870	850	600	530	315	20	45	55	197	
45	25	850	840	600	600	355	16	40	39	229	197
65Mn	25	810			735	430	9	30		285	229

表 5-22 低合金高强度结构钢的化学成分(摘自 GB/T1591-94)

牌号	质量等级	化学成分质量分数/%										
		C≤	Mn	Si≤	P≤	S≤	V	Nb	Ti	Al≥	Cr≤	Ni≤
Q295(09MnV、09MnNb、09Mn2、12Mn)	A	0.16	0.80~1.50	0.55	0.045	0.045	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20			
	B	0.16	0.80~1.50	0.55	0.040	0.040	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20			
Q345(12MnV、14MnNb、16Mn、16MnRE、18Nb)	A	0.20	1.00~1.60	0.55	0.045	0.045	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20			
	B	0.20	1.00~1.60	0.55	0.040	0.040	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20			
	C	0.20	1.00~1.60	0.55	0.035	0.035	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015		
	D	0.18	1.00~1.60	0.55	0.030	0.030	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015		
	E	0.18	1.00~1.60	0.55	0.025	0.025	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015		
Q390(15MnV、15MnTi、16MnNb)	A	0.20	1.00~1.60	0.55	0.045	0.045	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.30	0.70
	B	0.20	1.00~1.60	0.55	0.040	0.040	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.30	0.70
	C	0.20	1.00~1.60	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
	D	0.20	1.00~1.60	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
	E	0.20	1.00~1.60	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
Q420(15MnVN、14MnV-TiRE)	A	0.20	1.00~1.70	0.55	0.045	0.045	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.40	0.70
	B	0.20	1.00~1.70	0.55	0.040	0.040	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.40	0.70
	C	0.20	1.00~1.70	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
	D	0.20	1.00~1.70	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
	E	0.20	1.00~1.70	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
Q460	C	0.20	1.00~1.70	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70
	D	0.20	1.00~1.70	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70
	E	0.20	1.00~1.70	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70

PLC WORLD

表 5-23　低合金结构钢的力学性能

牌　号	钢材厚度和直径/mm	抗拉强度/σ_b/(N/mm²)	屈服点 σ_s/(N/mm²)	伸长率 δ_5/%	180°弯曲试验 d=弯心直径 a=试样厚度	冲击试验	
						温度/℃	V形冲击吸收功 A_{kV}(纵向)/J
			不小于				不小于
Q345(16Mn)	≤16	510~660	345	22	$d=2a$	20	27
	>16~25	490~640	325	21	$d=3a$		
	>25~36	470~620	315	21	$d=3a$		
	>36~50	470~620	295	21	$d=3a$		
	>50~100 方、圆钢	470~620	275	20	$d=3a$		
Q390(15MnV)	≤4	550~700	410	19	$d=2a$	20	27
	>4~16	530~680	390	18	$d=3a$		
	>16~25	510~660	375	18	$d=3a$		
	>25~36	490~640	355	18	$d=3a$		
	>36~50	490~640	335	18	$d=3a$		
Q420(15MnVN)	≤10	590~740	440	19	$d=2a$	20	27
	>10~25	570~720	420	19	$d=3a$		
	>25~38	550~700	410	18	$d=3a$		
	>38~50	530~680	390	18	$d=3a$		

表 5-24　合金结构钢、不锈钢、耐热钢的化学成分

牌　号	化学成分质量分数/%								
	C	Si	Mn	Mo	Cr	Ni	Ti	P	S
								≤	
40Cr	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80		0.80~1.10			0.035	0.035
35CrMo	0.32~0.4	0.17~0.37	0.40~0.70	0.15~0.25	0.8~1.10			0.035	0.035
1Cr13	≤0.15	≤1.00	≤1.00		11.50~13.50			0.035	0.030
2Cr13	≤0.16~0.25	≤1.00	≤1.00		12.00~14.00			0.035	0.030
1Cr18Ni9Ti	≤0.12	≤1.00	≤2.00		17.00~19.00	8.00~11.00	5×(c%)−0.02~0.8	0.035	0.030
00Cr17Ni14Mo2	≤0.030	≤1.00	≤2.00		16.00~18.00	12.00~15.00		0.035	0.030

表 5-25　合金结构钢的力学性能

牌　号	试样毛坯尺寸/mm	热处理				力学性能					钢材退火或高温回火供应状态布氏硬度(HBS)
		淬火		回火		抗拉强度 σ_b/(N/mm²)	屈服点 σ_s/(N/mm²)	伸长率 δ_5/%	断面收缩率 Ψ/%	冲击吸收功(冲击值) A_K/J	
		温度/℃ 第一次淬火	冷却剂	温度/℃	冷却剂						
						不小于					不大于
40Cr	25	850	油	520	水、油	980	785	9	45	47	207
35CrMo	25	850	油	550	水、油	980	835	12	45	63	229

表 5-26 不锈钢、耐酸钢、耐热钢的力学性能

牌号	热处理				力学性能						
	固溶处理/℃	退火/℃	淬火/℃	回火/℃	$\sigma_{0.2}$ (N/mm²)	σ_b (N/mm²)	δ_5 或(δ) (%)	ψ (%)	a_K/(J/cm²)	HBS	退火 HBS
1Cr13		800～900 缓冷或约 750 快冷	950～1000 油冷	700～750 快冷	≥350	≥550	(≥25)	≥55	≥100	≥159	≤200
2Cr13		800～900 缓冷或约 750 快冷	920～980 油冷	600～750 快冷	≥450	≥650	(≥20)	≥50	≥80	≥192	≤223
1Cr18Ni9Ti	1000～1100 快冷				≥210	≥550	≥40	≥55		≤187	
00Cr17Ni14Mo2	1010～1150 快冷				≥180	≥490	≥40	≥60		≤187	

表 5-27 不锈钢、耐酸钢、耐热钢的高温力学性能

牌号	高温力学性能/(N/mm²)															
	材料状态	高温短时力学性能						蠕变极限					持久极限				
1Cr13	1030～1050℃油淬，750℃回火		20℃	200℃	400℃	500℃	600℃		400℃	450℃	500℃	593℃		470℃	500℃	530℃	
		σ_b	603	530	490	363	225	$\sigma_1/10^4$	—	—	93	—	$\sigma_b/10^4$	255	216	186	
		$\sigma_{0.2}$	407	368	363	275	177	$\sigma_1/10^5$	121	103	56	34	$\sigma_b/10^5$	216	186	157	
2Cr13	1000～1020℃空冷、720～750℃回火		20℃	300℃	400℃	500℃	550℃		450℃	475℃	500℃	550℃		450℃	470℃	500℃	530℃
		σ_b	709	544	520	431	343	$\sigma_1/10^4$	—	—	157	69	$\sigma_b/10^4$	284	206	186	98
		$\sigma_{0.2}$	510	392	397	358	280	$\sigma_1/10^5$	127	78	49	30	$\sigma_b/10^5$	255	176	157	75
1Cr18Ni9Ti	1050℃水淬或空冷(棒料)，持久极限经800℃时效		20℃	400℃	600℃	700℃	800℃		482℃	593℃	704℃	815℃		550℃	600℃	650℃	700℃
		σ_b	608	441	392	275	177	$\sigma_1/10^4$	173	89	32	6	$\sigma_b/10^4$	186～235	127～167	59～98	49～69
		$\sigma_{0.2}$	274	177	177	157	98	$\sigma_1/10^5$	—	86	19	—	$\sigma_b/10^5$	137～196	88～127	39～69	29～49

注：表中所列均为单个试样数据，仅供参考。

PLC WORLD

表 5-28　一般工程用铸造碳钢

牌号	元素成分最高质量分数/%					铸件厚度/mm	室温下试样力学性能(最小值)					
	C①	Si①	Mn	S	P		σ 或 $\sigma_{0.2}$ (N/mm²)	σ_b (N/mm²)	δ/%	根据合同选择 ψ/%	冲击韧度 A_{KV}/J	冲击韧度 a_K/(J/cm²)
ZG230-450	0.30	0.50	0.90	0.04	0.04	<100	230	450	22	32	25	45
ZG270-500	0.40						270	500	18	25	22	35
ZG310-570	0.5	0.60					310	570	15	21	15	30

注：1. 当铸件厚度超过100mm时，仅表中规定的 $\sigma_{0.2}$ 屈服强度可供设计使用。

2. 当需从经过热处理的铸件上切取或从代表铸件的大型试块上取样时，性能指标由供需双方商定。

3. 表中力学性能为铸态的力学性能。

① 表示对上限每减少质量分数0.01%的碳，允许增加质量分数0.04%的锰。锰的质量分数最高可到1.20%。

表 5-29　灰铸铁件力学性能

牌号	预计的铸件力学性能			附铸试棒(块)的力学性能						
	铸件壁厚/mm		抗拉强度 σ_b/(N/mm²) ≥	铸件壁厚(mm)		抗拉强度 σ_b/(N/mm²) ≥				
						附铸试棒		附铸试块		铸件
	>	≤		>	≤	φ30mm	φ50mm	R15mm	R25mm	(仅供参考)
HT150	2.5	10	175	20	40	130		(120)		120
	10	20	145	40	80	115	(115)	110		105
	20	30	130	80	150		105		100	90
	30	50	120	150	300		100		90	80
HT200	2.5	10	220	20	40	180		(170)		165
	10	20	195	40	80	160	(155)	150		145
	20	30	170	80	150		145		140	130
	30	50	160	150	300		135		130	120
HT250	4	10	270	20	40	220		(210)		205
	10	20	240	40	80	200	(190)	190		180
	20	30	220	80	150		180		170	165
	30	50	200	150	300		165		160	150

注：1. 上表适用于在砂型中或导热性与砂型相当的铸型中铸造的片状石墨的灰铸铁。

2. 表中分级系根据单铸试棒切削加工成的试样所测定的力学性能进行分级的。

3. 力学性能也可由铸件的附铸试棒(块)所切取加工成的试样来进行测定，在一般情况下，附铸试棒(块)的力学性能比单铸试棒的力学性能更接近铸件材质的性能。本表未列出单铸试棒的力学性能。

4. 同一牌号的灰铸铁件不同壁厚处会得到不同的力学性能，为便于设计使用，本表给出了不同壁厚的灰铸铁铸件予计能达到的力学性能参考值。

5. 力学性能系铸态情况下的力学性能。方括号内的数值仅适用于铸件壁厚大于试样直径时使用。

6. 如果需方所关心的主要是灰铸铁件材质的硬度，则可按硬度分级表选取(见下表)。

硬度分级	H145	H175	H195	H215	H235	H255
铸件上的硬度范围 HBS	最大不超过170	150～200	170～220	190～240	210～260	230～280

PLC WORLD

表 5-30 以单铸试块力学性能分级的球墨铸铁

牌号	σ_b/MPa	$\sigma_{0.2}$/MPa	δ/%	a_k/(J/cm²)	硬度(HBS)	基体
	≥					
QT400-15	400	250	15	30～150	130～180	铁素体
QT450-10	450	320	10	30～150	160～210	
QT500-7	500	320	7	20～80	170～230	铁素体+珠光体

注：10mm×10mm×55mm 无缺口试样，a_k 值给出的是铸态性能。

表 5-31 铸造铝合金的化学成分和力学性能

合金牌号	合金代号	主要成分元素(质量分数)/%				铸造方法	合金状态	力学性能≥		
		Si	Mg	Mn	Al			σ_b/(MPa)	σ_5/%	HBS
ZAlSi7Mg	ZL101	6.5～7.5	0.25～0.45		余量	S、R、J、K	F	153	2	50
						S、R、J、K	T2	133	2	45
						JB	T4	182	4	50
						S、R、K	T4	173	4	50
						J、JB	T5	202	2	60
						S、R、K	T5	192	2	60
						SB、RB、KB	T5	192	2	60
						SB、RB、KB	T6	222	1	70
						SB、RB、KB	T7	192	2	60
						SB、RB、KB	T8	153	3	55
ZAlSi9Mg	ZL104	8～10.5	0.17～0.3	0.2～0.5	余量	S、J、R、K	F	143	2	50
						J	T1	192	1.5	70
						SB、RB、KB	T6	222	2	70
						J、JB	T6	231	2	70

注：表中力学性能系在试样直径为 12±0.25mm，标距为五倍直径经热处理的条件下测出。材料截面大于试样尺寸时，其力学性能一般比表中低，设计时根据具体情况考虑。

表 5-32 有色合金铸造方法和热处理状态名称及其代号

名称	代号	名称	代号
砂型铸造	S	人工时效	T1
金属型铸造	J	退火	T2
熔模铸造	R	固溶处理加自然时效	T4
壳型铸造	K	固溶处理加不完全人工时效	T5
压铸	Y	固溶处理加完全人工时效	T6
变质处理	B	固溶处理加稳定化处理	T7
铸态	F	固溶处理加软化处理	T8

表 5-33 常用铝及铝合金加工产品的化学成分

类别	代号	主要化学成分质量分数/%				
		Cu	Mg	Mn	Zn	Al
工业纯铝	L2	0.01				≥99.6
防锈铝	LF2	0.10	2.0～2.8	或 Cr 0.15～0.4		余量
硬铝	LY12	3.8～4.9	1.2～1.8	0.3～0.9	0.3	余量

PLC WORLD

表 5-34　铝及铝合金加工产品的力学性能

冷轧板(GB$_n$168～82)					棒(GB3191—82)					
牌　号	材料状态	厚度/mm	σ_b/N/mm^2 ≥	δ_{10}/% ≥	牌　号	材料状态	直径/mm	σ_b/(N/mm^2) ≥	$\sigma_{0.2}$/(N/mm^2) ≥	δ_5/% ≥
L2	Y	0.3～0.4	140	3	LY12	CZ	≤22	400	260	12
		>4～6	130	4			23～160	430	280	10
LF2	Y	0.3～1.0	270	3			>160	420	260	8
		>1.0～4.0		4						

注：材料状态 Y—硬，CZ—淬火(自然时效)

表 5-35　常用铜及铜合金板(带)、管、棒的化学成分和力学性能

牌号		主要化学成分(质量分数)/%					制造方法	力学性能									
								板(带)			管			棒			
		Cu	Sn	Pb	P	Zn		材料状态	σ/(N/mm^2)	δ/% $L_0=11.3\sqrt{F_0}$	材料状态	σ_b/(N/mm^2)	δ_{10}/(%)	材料状态	直径/mm	σ_b/(N/mm^2)	δ_{10}/%
									≥			≥			≥		
纯铜	T2	≥99.9	≤0.002	≤0.005		≤0.005	冷轧或拉制	Y	300	3	Y	300		Y	5～40	280	5
															>40～60	250	8
															>60～80	210	13
	T3	99.7	0.05	0.01			热轧或挤制	R	200	30	R	190	35	R	30～120	190	30
黄铜	H62	60.5～63.5		≤0.08	≤0.01	余量	冷轧或拉制	M	300	δ_{10}:40	M	300	38		5～40	380	15
								Y2	350	δ_{10}:20							
								Y	420	δ_{10}:10	Y2	340	30		>40～80	340	20
								T	600	δ_{10}:2.5							
							热轧或挤制	R	300	δ_{10}:30	R	300	38	R	10～160	300	30

注：材料状态 Y—硬，R—热加工，M—退火，Y2—半硬，T—特硬。

表 5-36　风机专用耐磨焊条的化学成分和性能①

牌　号	堆焊层金属化学成分(质量分数)/%							堆焊层硬度(HRC)
	C	Cr	W	Mo	V	Mn	Si	
FNM-1	0.3～0.6	～5	7～10	～2.5	～1.5	—	—	≥55
FNM-2	1.5～3.0	22.00～32.00	—	—	—	≤1.0	≤1.5	≥56

注：生产焊条的单位：沈阳市高技术焊接试验厂。

① 沈阳鼓风机研究所提供。

二、常用非金属材料的性能(表 5-37～表 5-47)

PLC WORLD

表 5-37 工业用硫化橡胶板的性能

橡胶板类型	橡胶板代号	扯断强度/(N/mm^2) ≥	扯断伸长率/% ≥	扯断永久变形/% ≤	硬度(邵尔 A)	老化系数(70℃×72h 按抗张积) ≥	耐变压器油(70℃×24h 质量变化) ≤	$\varphi_{汽油}$75% + $\varphi_{苯}$25%(23±2℃×24h 质量变化) ≤
普通橡胶板	1704(1120,1125,1130)	4	280	35	60~70	0.65	—	—
普通橡胶板	1804(1120,1125,1130)	4	280	35	70~80	0.65	—	—
普通橡胶板	1608(1140)	8	350	35	50~60	0.75	—	—
普通橡胶板	1708(1140)	8	350	35	60~70	0.75	—	—
普通橡胶板	1613(1250)	13	400	30	50~60	0.80	—	—
普通橡胶板	1615(1260)	15	500	30	45~60	0.80	—	—
耐油橡胶板	3707(3001)	7	250	25	60~70	0.75	+8	+20
耐油橡胶板	3807(3001)	7	250	25	70~80	0.75	+8	+20
耐油橡胶板	3709(3002)	9	250	25	60~70	0.75	+20	+35
耐油橡胶板	3809(3002)	9	250	25	70~80	0.75	+20	+35

表 5-38 衬里用未硫化橡胶板的性能

胶种	衬里用橡胶板的物理力学性能							耐酸碱系数(室温×240 时)≥			
	抗折断/(N/mm^2) ≥	冲击韧度/(J/cm^2) ≥	马丁耐热/℃ ≥	扯断强度/(N/mm^2) ≥	扯断伸长率/% ≥	扯断永久变形/% ≤	硬度(邵尔 A)	体积分数/% 硫酸 60	体积分数/% 硫酸 50	体积分数/% 盐酸 30	体积分数/% 氢氧化钠 40
硬胶	65	2	55				98~100	0.9		0.9	0.8
软胶				9	500	50	50~60		0.85	0.9	0.8

表 5-39 衬里用橡胶板的耐腐蚀性能

介质名称		盐酸	硫酸	氢氟酸	氢氧化钠	氢氧化钾	中性盐水溶液	次氯酸钠	氨水
允许最高温度/℃		65 间歇 80	65	室温	65	65	65	65	50
允许介质最大浓度(质量分数)/%	硬胶	任意浓度	60 以下	40 以下	任意浓度	任意浓度	任意浓度	10 以下	任意浓度
	软胶	不耐	50 以下	不耐	任意浓度	任意浓度	任意浓度		任意浓度

PLC WORLD

表 5-40　常用塑料的性能

名　　称	缩写代号	相对密度	拉伸强度/(N/mm^2)	弹性模量/GPa	伸长率/%	弯曲强度/(N/mm^2)	冲击韧度(无缺口)/(J/cm^2)	硬　度(HBS)
聚乙烯(低密度/高密度)	PE	0.91～0.925 0.941～0.965	7～24	0.12～0.95	60～650	25～29	不断	40～70(HD)
聚丙烯	PP	0.90～0.91	35～40	1.1～1.6	200	42～56	不断	50～102(HRR)
聚氯乙烯(硬质)	PVC	1.30～1.58	45～50	3.3	20～40	80～90	3～4	14～17
聚氯乙烯(软质)		1.16～1.35	10～18	—	180～320	—	—	50～75(HA)
丙烯腈－丁二烯－苯乙烯	ABS	1.03～1.06	34	2.3～2.9	60	64～68	13～18	8～10
聚四氟乙烯	PTFE	2.1～2.2	14～25	0.4	250～500	18～20	—	4.5
聚三氟氯乙烯	PCTFE	2.1～2.2	31～42	1.1～2.1	50～190	52～65	—	9～13
四氟乙烯-六氟丙烯	FEP	2.1～2.2	19～22	0.35	250～330	—	—	60～65(HD)
聚苯硫醚	PPS	1.36	50～70	1.9	2～4	67	—	124(HRR)
酚醛	PF	1.34～2.00	32～63	5.6～35	0.2～0.8	50～100	0.25～0.6	30

表 5-41　常用塑料的耐化学性能

名　　称	耐　酸　性		耐　碱　性	
	弱　酸	强　酸	弱　碱	强　碱
聚乙烯(低密度及高密度)	A	D	A	A
聚丙烯	A	D	A	A
聚氯乙烯(硬质)	A	A-B	A	A
聚氯乙烯(软质)	A	A-B	A	A
ABS	A	D(浓)	A	A
聚四氟乙烯	A	A	A	A
聚三氟氯乙烯	A	A	A	A
四氟乙烯-六氟丙烯	A	A	A	A
聚苯硫醚	A	D	A	A
酚醛	A～B	A～B,D	B-C	C

注：A—试样完全无变化，或变化极微；B—试样略受侵蚀，或表面受侵蚀，或侵蚀较慢；C—试样溶解、分解或侵蚀严重，或不耐大部分试剂；D—不耐氧化性酸或强碱(浓、高浓)。

表 5-42　玻纤增强聚酯树酯的性能

性　　能	布	短切无捻粗纱	模压制品(片状)
相对密度	1.5～2.1	1.35～2.30	1.65～2.60
弯曲强度/(N/mm^2)	282～561	70～282	70～253
弯曲弹性模量/GPa	—	70～211	70～107
压缩强度/(N/mm^2)	175～351	105～210	105～210
拉伸强度/(N/mm^2)	210～351	105～210	56～141
伸长率/%	0.5～2.0	0.5～5.0	—

PLC WORLD

（续）

性能		布	短切无捻粗纱	模压制品(片状)
拉伸弹性模量/GPa		105～316	50～141	—
冲击韧度/(J/cm²)		7.71	—	40
体积电阻率(*RH*50%、23℃)/(Ω·cm)		10^{14}	10^{14}	10^{14}～10^{15}
介电常数/Hz	60	4.1～5.5	3.8～6.0	4.4～6.3
	10^3	4.2～6.0	4.0～6.0	4.4～6.1
	10^6	4.0～5.5	3.5～5.5	4.2～5.8

表 5-43 纤维增强环氧树脂的性能

性能	玻纤/不同牌号的环氧树脂				碳纤/环氧树脂		芳纶-14纤维
	618	634	6101	6207	高强度型	高模量型	环氧树脂
拉伸强度/(N/mm²)	245	220～290	224～322	200～240	1397	999	1020
拉伸弹性模量/GPa	13	—	—	—	130	190	62
弯曲强度/(N/mm²)	470	377	249～463	300～400	1306～1408	1127	—
弯曲弹性模量/GPa	16	—	—	25	122～133	143	—
压缩强度/(N/mm²)	300	—	351～374	230～280	908～1010	918	204
压缩弹性模量/GPa	11	—	—	—	141	214	—
抗剪强度/(N/mm²)	12.7	—	—	30～58	51～82	41～51	—
冲击韧度/(J/cm²)	26.5	—	20～35.3	14～17	11	—	32.1

表 5-44 有机玻璃板的尺寸规格

板材	厚度/mm	尺寸	1,1.5	2,3	4,5	6,7	8	10
		偏差/mm	±0.2	±0.35	±0.5	±0.6	±0.7	±1.0
	外形尺寸/mm（长×宽）		900×1000	1000×1300				

表 5-45 有机玻璃板的性能

	物理力学性能	指标			物理力学性能	指标	
		无色	有色			无色	有色
板材	布氏硬度/MPa≥	176	137	板材	抗溶剂银纹性	合格	—
	冲击韧度/(kJ/m²)≥	15.6	13.7		透光率/%		
	拉伸强度/MPa≥	61.7	53.9		厚度≤15mm	91	—
	热变形温度/℃≥	78	—		厚度＞15mm	90	—

表 5-46 工业用毛毡的规格及性能

毛毡分类	厚度/mm	密度/(g/cm³)	断裂强度/kPa	断裂时伸长率/%
细毛	1.5～25	0.09～0.44	≥2450～4900	≤90～120
半粗毛		0.34～0.38	≥2450～4900	≤90～125
粗毛		0.23～0.36	≥2450～2940	≤110～130

PLC WORLD

表 5-47　软钢纸板的规格及技术性能

软钢纸板定义	纸板规格/mm		技术性能	
	长度×宽度	厚度	性能	指标
纸类经氯化锌及甘油，蓖麻油处理而成的软性纤维纸板	920×650 650×490 650×400 400×300	0.5～0.8 0.9～1.0 1.1～2.0 2.1～3.0	密度/(g/cm³)	≥1.1～1.4
			单位横截面抗拉强度/MPa（横向）	≥29.4
			$w(H_2O)$/%	6～10

三、风机主要零部件常用材料

1. 通风机主要零部件常用材料(表 5-48)

表 5-48　通风机主要零部件常用材料

零部件	材料		使用条件
	名称	牌号	
叶轮、叶片	铸铝	ZL104	叶轮外缘圆周速度 $v \leq 60m/s$
	普通碳素结构钢	Q235-A	—
	低合金结构钢	Q345（16Mn）	耐磨
	硬铝合金	LY12	防爆
	镍铬钛钢	1Cr18Ni9Ti	耐高温(600～700℃)、耐腐蚀
前、中、后盘	普通碳素结构钢	Q235-A	—
	低合金结构钢	Q345（16Mn）	耐磨
	硬铝合金	LY12	防爆
	镍铬钛钢	1Cr18Ni9Ti	耐高温(600～700℃)、耐腐蚀
轴盘(轮毂)	普通碳素结构钢	Q235-A	轴盘外缘圆周速度 $v > 45m/s$
	铸钢	ZG270-500	
	灰铸铁	HT250	轴盘外缘圆周速度 $v < 45m/s$
	球墨铸铁	QT500-7	
轴	优质碳素结构钢	35、45	—
铆钉	普通碳素结构钢	Q235-A	—
	硬铝合金	LY1	防爆
机壳、侧板	普通碳素结构钢	Q235-A	—
	低合金结构钢	Q345(16Mn)	耐磨
轴承箱、半联轴节	灰铸铁	HT150	—
		HT200	—
支架、拉杆	优质碳素结构钢	25	—
	铸铝	ZL104	—
齿轮	合金钢	35CrMo	—
	优质碳素结构钢	45	—
	灰铸铁	HT250	—
带轮	灰铸铁	HT150	带轮外缘圆周速度 $v \leq 40m/s$
		HT200	按带轮外缘圆周速度大小选用材料等级
滑轨、地脚垫板等铸件	灰铸铁	HT150	—
		HT200	—

2. 离心鼓风机、压缩机主要零部件常用材料(表 5-49)

PLC WORLD

表 5-49 离心鼓风机、压缩机主要零部件常用材料

零部件			材料种类	材料牌号	零部件			材料种类	材料牌号
机壳	水平剖分型	铸造	灰铸铁 球墨铸铁 铸造碳钢	HT200,HT250 QT400-18 ZG230-450	机壳	水平剖分型	焊接	钢板	20,25 Q345(16Mn) 1Ni9
	垂直剖分型		锻钢 钢板 铸造碳钢	20,25,25Mn 20,25,Q345(16Mn) ZG200-400,ZG230-450	主轴			锻钢	45,42CrMo 40NiCrMo7 1Cr13,1Ni9
叶轮	铸造		铸造铝合金 不锈耐蚀钢铸件 铸钛	ZL104 ZG1Cr13 ZTA2,ZTA3	隔板导叶			灰铸铁 球墨铸铁 铸铝 铸钢 钢板 钢板	HT250 QT400-18 ZL104 ZG25,ZG1Cr13 Q235-A 20,Q345(16Mn)
	机械加工	轮盘、轮盖	锻钢	35CrMo 35CrMoV 40NiCrMo7 1Cr13 1Ni9 FV520(B)	轴套			锻钢	35CrMo 1Cr13,1Ni9
		叶片	钢板	35CrMo,1Cr13 40NiCrMo7 1Ni9 FV520(B)	平衡盘			锻钢	35,35CrMo 1Cr13,1Ni9 FV520(B)
					级间密封			铸铝 铸巴氏合金 锻钢、钢板 蜂窝状不锈钢 非金属	ZL104,ZL102 巴氏合金 1Cr18Ni9 1Cr18Ni9 石墨,聚四氟乙烯

注：参照 GB2100-80、GB5613-85、GB1173-86、GB699-88、GB1348-88、GB/T1591-94、GB6614-93、GB/T5613-1995 等。

3. 轴流压缩机主要零部件常用材料(表 5-50)

表 5-50 轴流压缩机主要零部件常用材料

零部件	材料种类	材料牌号	零部件	材料种类	材料牌号
机壳	灰铸铁	HT250	调节缸	优质碳素结构钢	Q235-A
	铸造碳钢	ZG230-450	叶片	不锈耐酸钢	2Cr13
	优质碳素结构钢	25	转轴	优质合金钢	25Cr2Ni4MoV 34CrNi3Mo
静叶承缸	球墨铸铁	QT400-15			

第三节 风机强度计算

一、通风机的强度计算

1. 离心通风机叶轮的强度计算

(1) 离心通风机叶轮的结构 离心通风机的叶轮主要由叶片、前盘、后(中)盘、轴盘等零件组成，其中，除轴盘用铸铁或铸钢制成外，其它件一般都是用钢板制成。叶片有平板，圆

弧，中空机翼型等形状；前盘有平的，圆锥的，圆弧等形状；后(中)盘则是平的圆盘。

前后(中)盘与叶片的连接一般采用焊接，或者由铆钉铆接，而后(中)盘与轴盘，一般都采用铆钉铆接。

在叶轮强度计算中，叶轮的结构形式可按图 5-45 分类。

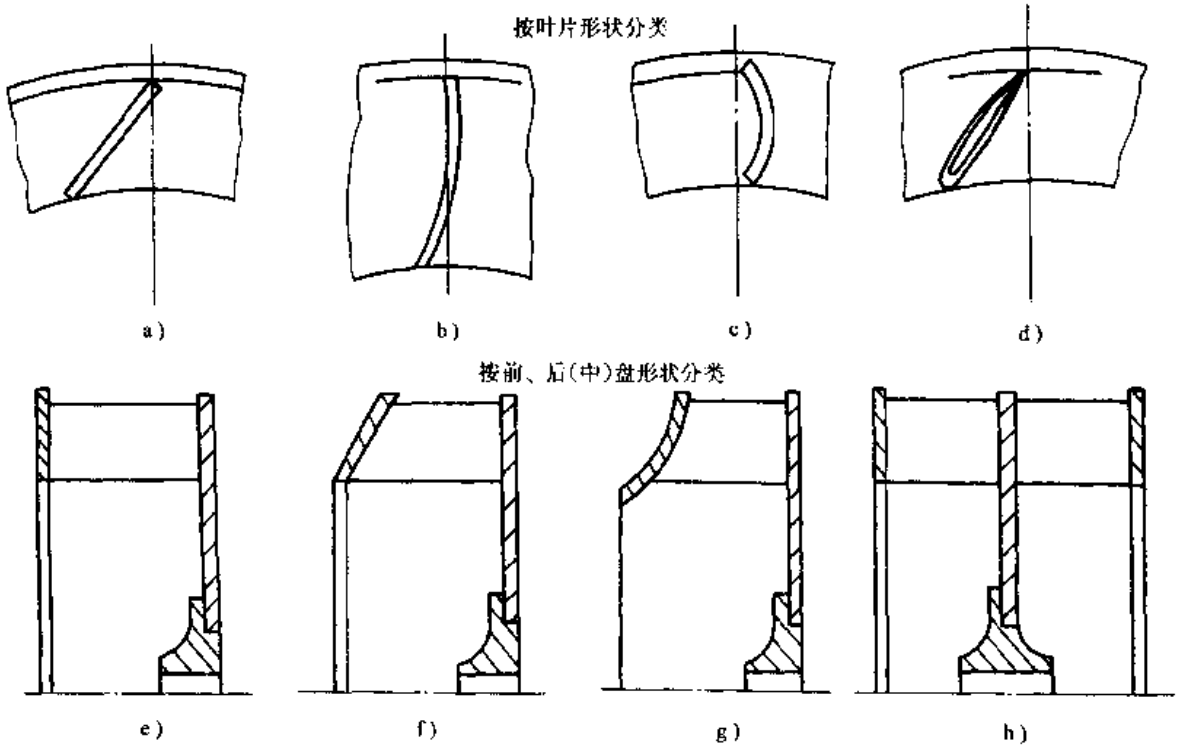


图 5-45　各种不同结构形式叶轮简图

a)平板叶片　b)圆弧窄叶片　c)圆弧宽叶片　d)中空(机翼型)叶片　e)平行盘叶轮
f)圆锥前盘叶轮　g)圆弧前盘叶轮　h)具有中盘的叶轮

(2) 叶片强度计算　在计算叶片强度时，叶片与前、后(中)盘的连接如为铆钉结构，则假定叶片为一简支梁；如为焊接结构，则假定叶片为一固定梁。叶片因本身质量产生的离心力，则假定为均布在梁上的载荷。

根据假定条件，简支梁承受均布载荷(图 5-46)时，最大弯矩产生在梁的中央。设均布载荷在梁的单位长度上的质量为 q，梁的长度为 l，则最大弯矩

$$M_{max}=\frac{ql^2}{8}$$

固定梁承受均布载荷(图 5-46)时，最大弯矩产生在梁的两端，其最大弯矩

$$M_{max}=\frac{ql^2}{12}$$

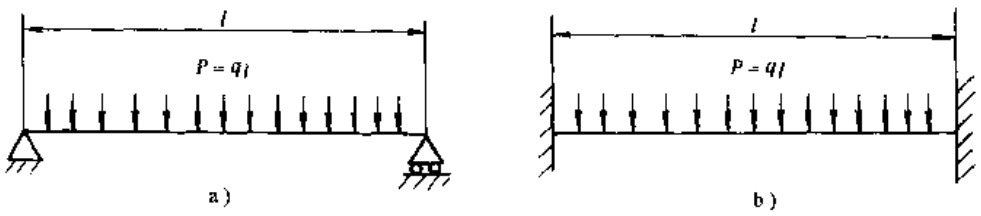


图 5-46　均布载荷的简支梁与固定梁

a)简支梁　b)固定梁

PLC WORLD

ql 为梁承受的总载荷。在叶片强度计算中，单个叶片的离心力 F 就是 ql。

根据叶片不同的截面形状，计算出抗弯截面模量 W，则叶片的最大弯曲应力即可求得

$$\sigma_{max}=\frac{M_{max}}{W}$$

1）平板叶片的强度计算　平板叶片在强度计算时，把整个叶片看做承受均布载荷的梁。

当叶轮以角速度 ω 旋转时，单个叶片因本身质量产生的离心力 F（N）

$$F=\rho\omega^2 bl\delta R=Cbl\delta R$$

式中　ρ——叶片材料的密度(kg/m^3)；钢的密度 $\rho=7.85\times10^3$kg/m^3；

ω——叶轮角速度(1/s)；

b——叶片长度(m)；

l——叶片平均宽度(m)；

δ——叶片厚度(m)；

R——叶轮中心至叶片重心的半径(m)；

C——补助计算系数；

$$C=\rho\omega^2$$

钢的补助计算系数：

$$C=86.08n^2$$

n——叶轮转数(r/min)。

如图 5-47 叶片重心近似假定在叶片工作面的 O 点上，将 F 分解成沿叶片的法向力 F_1 和切向力 F_2。

叶片在 F_1 和 F_2 力的作用下，在相应的方向发生弯曲。由 F_2 产生的弯曲应力，因叶片的抗弯截面模量较大，实际上，可以忽略不计。而只计算由 F_1 产生的弯曲应力。

$$F_1=F\sin\varphi=Cbl\delta R\sin\varphi=Cbl\delta e$$

式中　F_1——弯曲应力(N)；

e——叶轮中心至叶片工作面的垂直距离(m)；

$$e=R\sin\varphi$$

φ——F 方向与 F_2 方向之夹角(°)。

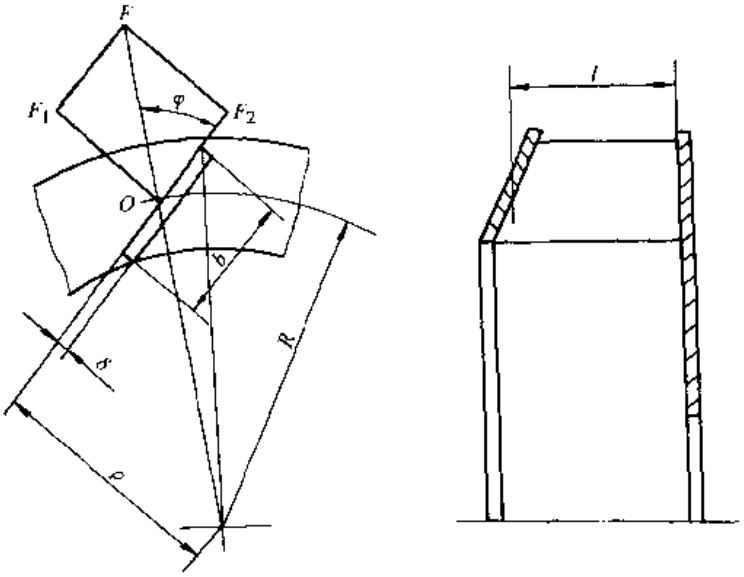


图 5-47　平板叶片的离心力及其分力图

叶片的抗弯截面模量可用下式求出

$$W=\frac{b\delta^2}{6}$$

按简支梁计算时：

叶片最大弯曲应力 σ_{max}(N/m^2 或 Pa)

PLC WORLD

$$\sigma_{max}=\frac{M_{max}}{W}=\frac{3}{4\delta}Cl^2e \tag{5-1}$$

其中叶片最大弯矩 M_{max}(N·m)

$$M_{max}=\frac{F_1l}{8}$$

按固定梁计算时：

叶片最大弯曲应力

$$\sigma_{max}=\frac{M_{max}}{W}=\frac{1}{2\delta}Cl^2e \tag{5-2}$$

其中叶片的最大弯矩(N·m)

$$M_{max}=\frac{F_1l}{12}$$

例(5-1)　求 4-62-11 型№5 叶轮的叶片最大弯曲应力。叶片与前、后盘的连接为焊接结构(参看图 5-47)。

已知

叶片平均宽度 $l=0.0935$m

叶片厚度 $\delta=0.003$m

叶轮中心到叶片工作面的垂直距离 $e=0.175$m

叶轮最大转数 $n=2910$r/min

解　叶片最大弯曲应力，按式(5-2)计算

$$\sigma_{max}=\frac{1}{2\delta}Cl^2e=\frac{1}{2\times0.003\text{m}}\times86.08\text{N}\times(\text{r/min})^{-2}\times\text{m}^{-4}\times(2900\text{r/min})^2\times$$

$$(0.0935\text{m})^2\times0.175\text{m}=1.86\times10^8\text{N/m}^2=1.86\times10^8\text{Pa}^{\ominus}$$

2) 圆弧窄叶片的强度计算　这种叶片的特点是叶片的径向尺寸大于轴向尺寸。计算叶片最大弯曲应力的方法是假设在叶片上沿轴向截取一长度为 l，宽度 b 为一单位长度的一个小窄条(取 $b=1$mm)，将这个小窄条看做是承受均布载荷的梁，叶片重心近似假定在叶片工作面的 O 点上，如图 5-48 所示。

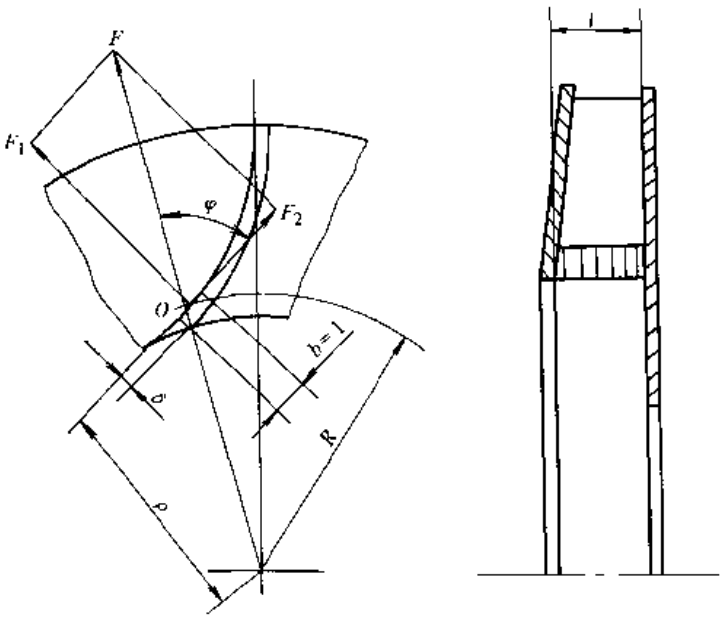


图 5-48　圆弧窄叶片的离心力及其分力图

很明显，这个小窄条就相当于一个平板叶片。因而其最大弯曲应力可根据叶片与前、后盘的连接是铆接结构或焊接结构，按简支梁或固定梁采用式(5-1)或式(5-2)计算。

由计算公式式(5-1)、式(5-2)可知，最大弯曲应力 σ_{max} 与 el^2 成正比例，而

⊖　$1\text{N/mm}^2=1\text{MPa}$，或 $1\text{N/m}^2=1\text{Pa}$，下同。

PLC WORLD

el^2 值随截取小窄条的位置不同而改变。因此，在强度计算时，应视具体情况选定小窄条的位置，使计算出的弯曲应力为最大值。或取几个不同位置进行验算，而取其较大者(一般情况下，叶轮进口处叶片受弯曲应力最大)。

例(5-2)　求 7-29-12 型No 16 叶轮的叶片最大弯曲应力。叶片与前、后盘的连接为焊接结构(参看图 5-48)。

已知

叶轮中心至小窄条的垂直距离 $e = 0.35\text{m}$

叶轮最大转数 $n = 1450\text{r/min}$

叶片厚度 $\delta = 0.008\text{m}$

叶片宽度 $l = 0.198\text{m}$

解　在叶片进口处取一小窄条，叶片最大弯曲应力，按式(5-2)计算

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2\delta}Cl^2e = \frac{1}{2\times 0.008}\times 86.08\text{N}\times(\text{r/min})^{-2}\times\text{m}^{-4}\times(1450\text{r/min})^2\times$$
$$(0.198\text{m})^2\times 0.35\text{m} = 1.55\times 10^8\text{N/m}^2 = 1.55\times 10^8\text{Pa}$$

3) 圆弧宽叶片的强度计算

这种叶片的特点是叶片的径向尺寸小于轴向尺寸，在强度计算时，把整个叶片看做承受均布载荷的梁。

当叶轮以角速度 ω 旋转时，单个叶片因本身质量产生的离心力 F (N)如下

$$F = Cl\rho\delta 2\alpha R$$

式中　l——叶片宽度(m)；

r——叶片圆弧半径(m)；

δ——叶片厚度(m)；

2α——叶片圆弧中心角(rad)；

R——叶轮中心至叶片重心的半径(m)；

C——补助计算系数，$C = 86.08n^2$；

n——叶轮转数(r/min)。

如图 5-49 所示，圆弧叶片的重心近似假定在叶片工作面的 O 点上，通过 O 点将 F 分解成沿叶片的法向力 F_1 和切向力 F_2。

$$F_1 = F\sin\varphi = Cb\rho\delta 2\alpha R\sin\varphi$$
$$F_2 = F\cos\varphi = Cb\rho\delta 2\alpha R\cos\varphi$$

式中　φ——F 方向与 F_2 方向之夹角 $\varphi°$。

当将叶片看做承受均布载荷的简支梁时，因 F_1 和 F_2 的作用，使叶片产生的最大弯矩 M (N·m)分别为

$$M_1 = \frac{F_1 l}{8}$$

$$M_2 = \frac{F_2 l}{8}$$

当将叶片看做承受均布载荷的固定梁时，因 F_1 和 F_2 的作用，使

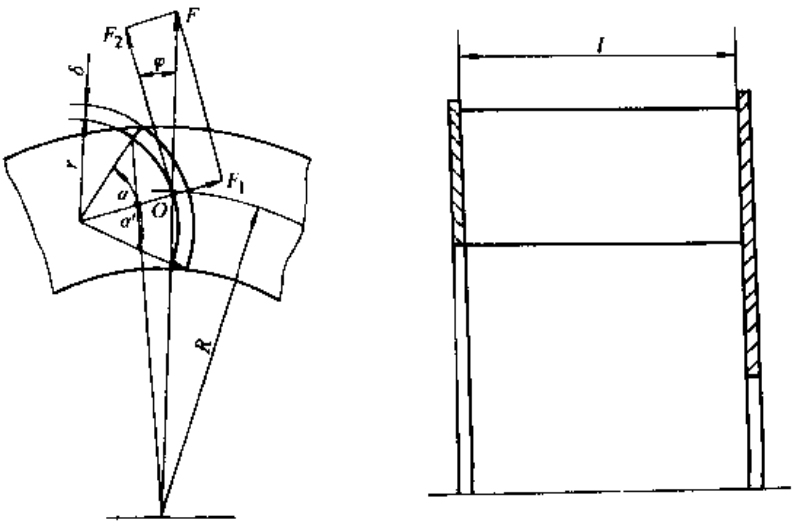


图 5-49　圆弧宽叶片的离心力及其分力图

PLC WORLD

叶片产生的最大弯矩分别为

$$M_1 = \frac{F_1 l}{12}$$

$$M_2 = \frac{F_2 l}{12}$$

这里，我们可用下式求出叶片相应的抗弯截面模量：

$$W_1 = r^2 \delta k_1$$

$$W_2 = r^2 \delta k_2$$

式中　k_1、k_2，可根据 α 的大小，按表 5-51 查出。

由于 F_1 和 F_2 的作用，使叶片产生的最大弯曲应力分别为

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_2}$$

总的叶片最大弯曲应力 σ_{max}(N/m^2 或 Pa)为

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} = \frac{Cl^2 2\alpha R}{8\gamma}\left(\frac{\sin\varphi}{k_1} + \frac{\cos\varphi}{k_2}\right) \tag{5-3}$$

表 5-51　k_1、k_2 系数表

rad	k_1	k_2	α°	k_1	k_2
25	0.0109	0.126	46	0.0668	0.422
26	0.0124	0.137	47	0.0714	0.440
27	0.0138	0.147	48	0.0761	0.458
28	0.0154	0.158	49	0.0810	0.478
29	0.0171	0.169	50	0.0859	0.497
30	0.0189	0.181	51	0.0910	0.516
31	0.0212	0.194	52	0.0960	0.536
32	0.0230	0.206	53	0.102	0.555
33	0.0247	0.219	54	0.107	0.578
34	0.0274	0.231	55	0.113	0.599
35	0.0293	0.246	56	0.120	0.620
36	0.0318	0.260	57	0.126	0.641
37	0.0357	0.274	58	0.133	0.664
38	0.0383	0.289	59	0.140	0.685
39	0.0410	0.304	60	0.147	0.710
40	0.0444	0.320	61	0.154	0.733
41	0.0483	0.336	62	0.162	0.757
42	0.0514	0.353	63	0.169	0.780
43	0.0541	0.369	64	0.177	0.805
44	0.0584	0.387	65	0.184	0.829
45	0.0619	0.404	66	0.193	0.855

当按固定梁计算时

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} = \frac{Cl^2 2\alpha R}{12r}\left(\frac{\sin\varphi}{k_1} + \frac{\cos\varphi}{k_2}\right) \tag{5-4}$$

PLC WORLD

例(5-3)　求 9-56-11 型№8 叶轮的叶片最大弯曲应力，叶片与前、后盘的连接为焊接结构(参看图 5-49)。

已知

叶片宽度　$l=0.4\text{m}$

叶片圆弧半径　$r=0.054\text{m}$

叶轮中心至叶片重心的半径　$R=0.354\text{m}$

叶轮最大转数　$n=1180\text{r/min}$

叶片圆弧中心角　$2\alpha=1.745\text{rad}$，$\alpha=50^\circ$

由表 7-1 查出 $k_1=0.0859$，$k_2=0.497$

F 方向与 F_2 方向之夹角 $\varphi=6^\circ$

解　叶片最大弯曲应力 σ_{max}(N/m² 或 Pa)，按式(5-4)计算

$$\sigma_{max}=\frac{86.08\text{N}\times(\text{r/min})^{-2}\times\text{m}^{-4}\times(1180\text{r/min})^2\times(0.4\text{m})^2\times1.745\text{rad}\times0.354\text{m}}{12\times0.054\text{m}}$$

$$\left(\frac{\sin6^\circ}{0.0859}+\frac{\cos6^\circ}{0.497}\right)=5.88\times10^7\text{N/m}^2=5.88\times10^7\text{Pa}$$

4) 机翼形叶片的强度计算　离心通风机的机翼形叶片，常用弧形作为压力面，除小型叶片以外，一般用钢板做成中空。为了增加叶片刚性，经常在叶片内部增加肋板，这对于大型通风机的叶片尤为必要。但在强度计算时可不考虑肋板的有利影响。

机翼叶片在强度计算时，把整个叶片看作承受均布载荷的梁。

当叶轮以角速度 ω 旋转时，单个叶片因本身质量产生的离心力如下：

$$F=mR\omega^2 \tag{5-5}$$

式中　m——单个叶片的质量(kg)；

R——叶轮中心至叶片重心的半径(m)；

ω——叶轮角速度(1/s)；

$$\omega=\frac{\pi n}{30}$$

n——叶轮转数(r/min)。

如图 5-50 所示，我们将叶片形状近似按椭圆形考虑，叶片的重心就是椭圆形的形心 O，通过 O 点将叶片离心力 F 分解为沿叶片的法向力 F_1 和切向力 F_2。

由图 5-50 可知

$$F_1=F\sin\varphi$$

式中　φ——F 方向与 F_2 方向之夹角 φ°。

叶片的抗弯截面模量可用下式求出

$$W_1=\frac{\pi(a_1^3b_1-a_2^3b_2)}{4a_1} \tag{5-6}$$

按简支梁计算时，叶片的最大弯矩

$$M_1=\frac{F_1l}{8}=\frac{Fl\sin\varphi}{8} \tag{5-7}$$

按固定梁计算时，叶片的最大弯矩：

$$M_1=\frac{F_1l}{12}=\frac{Fl\sin\varphi}{12} \tag{5-8}$$

PLC WORLD

叶片最大弯曲应力按下式计算

$$\sigma_{max}=\frac{M_1}{W_1} \tag{5-9}$$

例(5-4)　求 4-73-11 型№14 叶轮的叶片最大弯曲应力，叶片与前、后盘的连接为焊接结构(参看图 5-50)。

已知

叶片平均宽度　$l=0.42\text{m}$

叶轮中心至叶片重心的半径　$R=0.608\text{m}$

有关方面的尺寸

$a_1=0.0176\text{m}$　　$a_2=0.0131\text{m}$

$b_1=0.371\text{m}$　　$b_2=0.3665\text{m}$

叶片质量　$m=13\text{kg}$

F 方向与 F_2 方向之夹角　$\varphi=60°$

叶轮最大转数　$n=1450\text{r/min}$

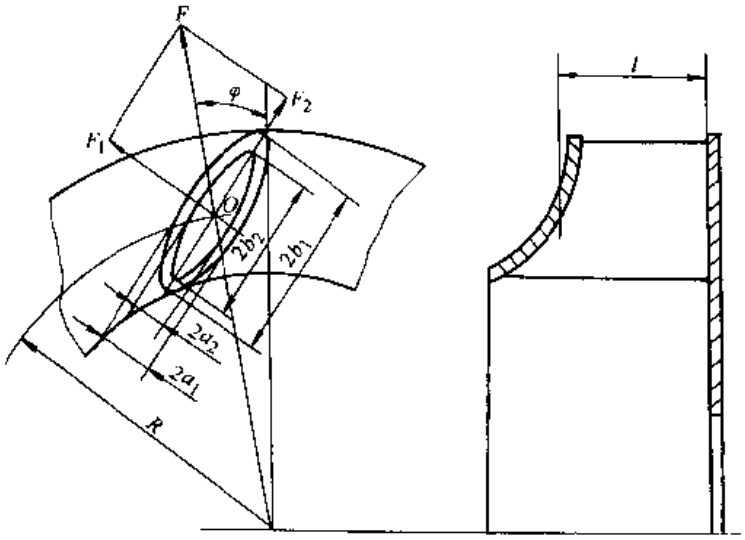


图 5-50　机翼形叶片的离心力及其分力图

解　单个叶片的离心力，按式(5-5)计算

$$F=mR\omega^2=13\times0.608\times\left(\frac{\pi\times1450}{30}\right)^2=182239\text{N}$$

叶片的抗弯截面模量，按式(5-6)计算

$$W_1=\frac{\pi\left(a_1^3b_1-a_2^3b_2\right)}{4a_1}=\frac{\pi\left(0.0176^3\times0.371-0.0131^3\times0.3665\right)}{4\times0.0176}=5.35\times10^{-5}\text{m}^3$$

叶片的最大弯矩，按式(5-8)计算

$$M_1=\frac{Fl\sin\varphi}{12}=\frac{182239\times0.42\times\sin60°}{12}=5524\text{N}\cdot\text{m}$$

叶片最大弯曲应力，按式(5-9)计算

$$\sigma_{max}=\frac{M_1}{W_1}=\frac{5524\text{N}\cdot\text{m}}{5.35\times10^{-5}\text{m}^3}=1.03\times10^8\text{N/m}^2=1.03\times10^8\text{Pa}$$

(3) 等厚圆盘的强度计算

1) 无附加载荷的等厚圆盘内孔处最大切应力　一个内径为 D_1，外径 D_2 的等厚圆盘，当以角速度 ω 旋转时，因本身离心力而产生的最大切向应力发生在内圆直径 D_1 上。而此最大切向应力大于最大径向应力，故计算圆盘强度时，均按最大切向应力计算。

对离心通风机来说，叶轮的后盘，平前盘、圆锥前盘，圆弧前盘等，在计算其强度时，均按等厚圆盘处理(如图 5-51)。

圆盘因本身离心力而产生的最大切应力按下列公式计算

$$\sigma_{t1}=\rho u_2^2\frac{3+\mu}{4}\left[1+\frac{1-\mu}{3+\mu}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right] \tag{5-10}$$

式中　σ_{t1}——最大切应力(N/m^2 或 Pa)；

ρ——圆盘材料密度(kg/m^3)；

μ——泊松比，钢的泊松比 $\mu=0.3$；

PLC WORLD

D_1——圆盘内直径(m)；

D_2——圆盘外直径(m)；

u_2——圆盘外直径 D_2 处的线速度(m/s)。

如果是钢板制成的圆盘，则将 $\rho = 7.85\times10^3 kg/m^3$，$\mu = 0.3$ 代入(5-10)式得

$$\sigma_{t1} = 6476u_2^2\left[1+0.212\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right] \tag{5-11}$$

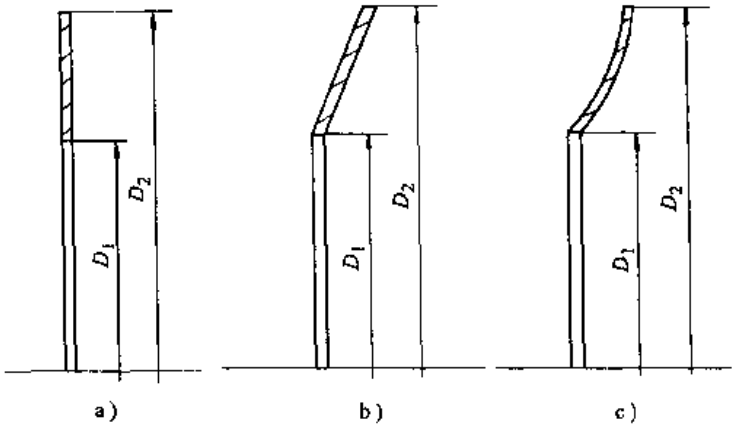


图 5-51　等厚圆盘

a)后(中)盘、平前盘　b)圆锥前盘　c)圆弧前盘

2）叶片离心力在圆盘中产生的切应力　固定在轮盘上的叶片，同样受离心力的作用。由此引起的轮盘附加应力可按下式计算

$$\sigma_{t2} = \sigma_{t1}\frac{F_t}{F_f}$$

式中　F_f——半圆盘的离心力(N)；

F_t——半圆盘上叶片的总离心力(N)；

σ_{t1}——不考虑叶片离心力时轮盘的应力(N/m^2 或 Pa)。

如图 5-52 所示，半圆盘的质量为

$$m = \frac{\pi}{8}(D_2^2 - D_1^2)\delta\rho$$

半圆盘重心所在半径为

$$R_c = \frac{2}{3\pi}\times\frac{D_2^3 - D_1^3}{D_2^2 - D_1^2}$$

半圆盘的离心力为

$$F_f = mR_c\cdot\omega^2 = \frac{\delta\rho\omega^2}{12}(D_2^3 - D_1^3) = 654\delta\omega^2(D_2^3 - D_1^3) \tag{5-12}$$

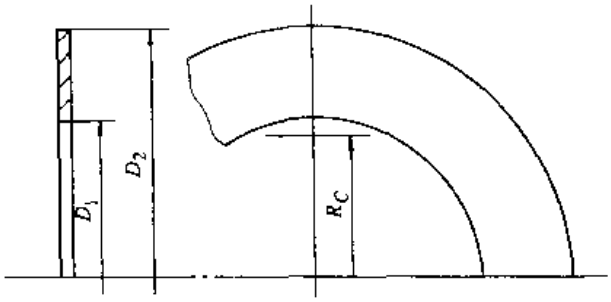


图 5-52　圆盘重心示意图

式中　δ——圆盘厚度(m)；

ρ——材料密度(kg/m^3)，钢板 $\rho = 7.85\times10^3 kg/m^3$；

ω——圆盘旋转角速度(rad/s)。

设一个叶片的质量为 m_1，叶片重心所在半径为 R_c，则一个叶片的离心力为

$$F = m_1R_c\omega^2 \tag{5-13}$$

图 5-53 示一个叶片转半圈所产生的离心力的平均垂直分力 F_m。其计算式如下

$$F_m = \frac{2\int_0^{\frac{\pi}{2}}F\sin\varphi d\varphi}{\pi} = \frac{2F}{\pi}$$

半圆盘上 $\frac{Z}{2}$ 个叶片离心力的总垂直分力为

$$F_t = k\frac{Z}{2}F_m = \frac{kZF}{\pi}$$

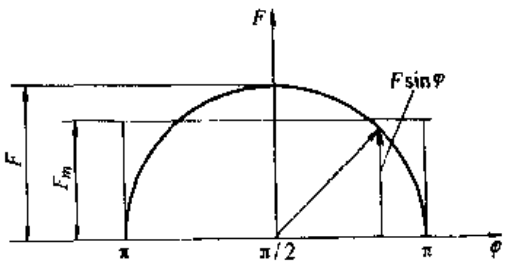


图 5-53　叶片离心力示意图

PLC WORLD

式中　k——叶片离心力的分配系数；前盘取 $k=0.5$，后盘取 $k=1$，中盘取 $k=2$；

Z——叶片数。

因此，叶片离心力引起的轮盘附加应力可按下式计算

$$\sigma_{t2}=\sigma_{t1}\frac{FZk}{\pi S} \tag{5-14}$$

3）圆盘最大切应力　圆盘在本身的离心力和叶片离心力的作用下，所产生的最大切应力为

$$\sigma_{max}=\sigma_{t1}+\sigma_{t2} \tag{5-15}$$

例(5-5)　4-72-11 型No 10 离心通风机叶轮后盘为钢板制成的等厚圆盘，圆盘厚度 $\delta=0.006$m，圆盘外径 $D_2=1.010$m，圆盘内径 $D_1=0.320$m，叶轮最大转速 $n=1450$r/min，单个叶片质量 $m_1=3.5$kg，叶轮中心至叶片重心的半径 $R_c=0.419$m，叶片数量：$Z=10$。

求　叶轮后盘的最大切应力。

解

1）后盘因本身离心力在内孔处的最大切应力，按式(5-11)计算

$$\sigma_{t1}=6476\times u_2^2\left[1+0.212\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]=$$

$$6476\times\left(\frac{\pi\times1.010\times1450}{60}\right)^2\left[1+0.212\left(\frac{0.320}{1.010}\right)^2\right]=$$

$$3.89\times10^7\text{N/m}^2=3.89\times10^7\text{Pa}$$

2）后盘本身离心力，按式(5-12)计算

$$F_f=654\delta\omega^2(D_2^3-D_1^3)=$$

$$654\times0.006\times\left(\frac{\pi\times1450}{30}\right)^2(1.010^3-0.32^3)=$$

$$90250\text{N}$$

单个叶片的离心力，按式(5-13)计算

$$F=m_1R_c\omega^2=3.5\times0.419\times\left(\frac{\pi\times1450}{30}\right)^2=33812\text{N}$$

后盘因叶片离心力产生的切应力，按式(5-14)计算

$$\sigma_{t2}=\sigma_{t1}\frac{FZk}{\pi S}=3.89\times10^7\text{Pa}\times\frac{33812\text{N}\times10\times1}{\pi\times90250\text{N}}=$$

$$4.64\times10^7\text{N/m}^2=4.64\times10^7\text{Pa}$$

4)后盘最大切应力，按式(5-15)计算

$$\sigma_{max}=\sigma_{t1}+\sigma_{t2}=3.89\times10^7\text{N/m}^2+4.64\times10^7\text{N/m}^2=8.53\times10^7\text{N/m}^2=8.53\times10^7\text{Pa}$$

（4）轴盘材料选用的计算　轴盘在选择材料时，可根据轴盘最大直径 d 处的线速度 u_i 来确定(如图 5-54)。

$$u_i=\frac{\pi nd}{60} \tag{5-16}$$

式中　u_i——线速度(m/s)；

d——轴盘最大直径(m)；

n——叶轮转速(r/min)。

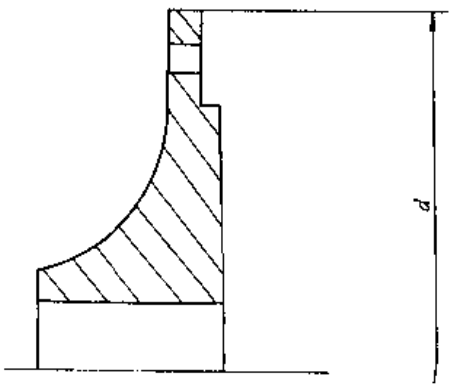


图 5-54　轴盘示意图

当 u_i 小于 30m/s 时，可选用一般灰铸铁，如 HT250；当 u_i 大于 30m/s 小于 40m/s 时，可选用较高级的灰铸铁；如 HT350；当 u_i 大于40m/s 时，应选用铸造碳钢，如 ZG230

PLC WORLD

－450，亦可选用经热处理后韧性较高的球墨铸铁，如 QT450－10。

例(5-6)　试确定 4-73-11 型№ 14 叶轮的轴盘材质，轴盘外径 $d=0.7\text{m}$、最大转速 $n=1450\text{r/min}$。

解　轴盘最大直径 d 处的线速度，按式(5-16)计算

$$u_t=\frac{\pi nd}{60}=\frac{\pi\times 1450\text{r/min}\times 0.7\text{m}}{60\text{s/min}}=53.2\text{m/s}$$

故选用材料为铸造碳钢(ZG230－450)

(5) 叶轮用铆钉的强度计算

1) 叶片与前、后(中)盘连接铆钉的最大切应力　当叶轮旋转时，叶片与前、后(中)盘的连接铆钉，承受叶片离心力。在计算铆钉应力时，假定叶片与前盘相连接的铆钉承受 50% 的叶片离心力；叶片与后(中)盘相联接的铆钉承受 100% 的叶片离心力。

铆钉的最大切应力 τ (N/m^2 或 Pa)

$$\tau=\frac{kF}{\frac{\pi}{4}d^2Z}\tag{5-17}$$

式中　F——单个叶片离心力(N)；

d——铆钉直径(m)；

Z——铆钉数量(个)；

k——分配系数，对前盘取 $k=0.5$ 对后(中)盘时取 $k=1.0$。

例(5-7)　9-56-11 型№ 5 叶轮的单个叶片离心力：$F=1815\text{N}$；前后盘各用两个 ϕ6mm 的铆钉连接，求铆钉的切应力。

解　叶片与前盘连接铆钉之切应力，按式(5-17)计算；且 $k=0.5$，$Z=2$

铆钉的最大切应力 τ (N/m^2 或 Pa)

$$\tau=\frac{kF}{\frac{\pi}{4}d^2Z}=\frac{0.5\times 1815\text{N}}{\frac{\pi}{4}\times(0.006\text{m})^2\times 2}=1.6\times 10^7\text{N/m}^2=1.6\times 10^7\text{Pa}$$

叶片与后盘连接铆钉之切应力，同样按式(5-17)计算，这里 $k=1.0$，$Z=2$

$$\tau=\frac{kF}{\frac{\pi}{4}d^2Z}=\frac{1.0\times 1815\text{N}}{\frac{\pi}{4}\times(0.006\text{m})^2\times 2}=3.2\times 10^7\text{N/m}^2=3.2\times 10^7\text{Pa}$$

2) 后(中)盘与轴盘连接铆钉的最大切应力　当离心通风机的叶轮转速为 n (r/min)，且通风机功率为 P (kW)时，其转矩 M_n (N·m)为

$$M_n=9551\frac{P}{n}\tag{5-18}$$

在圆周半径 R 上，固定后盘(中盘)与轴盘的铆钉所受之力为

$$F=\frac{M_n}{R}$$

式中　R——固定后盘(中盘)与轴盘的铆钉所在的圆周半径(m)。

如果在圆周半径 R 上，有 Z 个直径为 d 的铆钉，则铆钉所承受的平均切应力为

$$\tau=\frac{F}{\frac{\pi}{4}d^2Z}=\frac{\frac{M_n}{R}}{\frac{\pi}{4}d^2Z}=\frac{9551\frac{P}{n}}{\frac{\pi}{4}d^2ZR}=12161\times\frac{P}{d^2ZnR}\tag{5-19}$$

PLC WORLD

当通风机所需功率为最大时，即 $N = N_{max}$ 时，铆钉承受最大切应力。

式中　P——通风机所需功率(kW)；

n——通风机转数(r/min)；

d——铆钉直径(m)；

Z——铆钉数量(个)；

R——固定后(中)盘与轴盘的铆钉所在的圆周半径(m)。

例(5-8)　求 4-73-11 型№10 叶轮后盘与轴盘连接铆钉之切应力。

已知

叶轮最大转数　$n = 1450\text{r/min}$

通风机最大需用功率　$P = 47.8\text{kW}$

铆钉直径 $d = 0.013\text{m}$，铆钉数量 $Z = 12$

固定后盘与轴盘的铆钉所在圆周半径　$R = 0.185\text{m}$

解　铆钉之切应力，按式(5-19)计算

$$\tau = 12161 \times \frac{P}{d^2 ZnR} = 12161\text{r/min} \times \text{m} \times \frac{47.8\text{N}}{(0.013\text{m})^2 \times 12 \times 1450\text{r/min} \times 0.185\text{m}} =$$

$$1.07 \times 10^6 \text{N/m}^2 = 1.07 \times 10^6 \text{Pa}$$

2. 轴流通风机叶轮、叶片强度计算　主要介绍轴流通风机叶轮叶片强度计算及强度校验。

轴流通风机的叶轮在旋转时，叶片上受到离心力和气流流动压力；前者造成拉伸，后者导致弯曲。在扭曲叶片中，离心力也会造成弯曲。离心力和由它所引起的应力在叶片顶端为零，向叶根逐步增大，到叶片根部时达到最大值。作用在叶片上的总离心力 F_c（见图 5-55）为：

$$F_c = m\omega^2 r_c \tag{5-20}$$

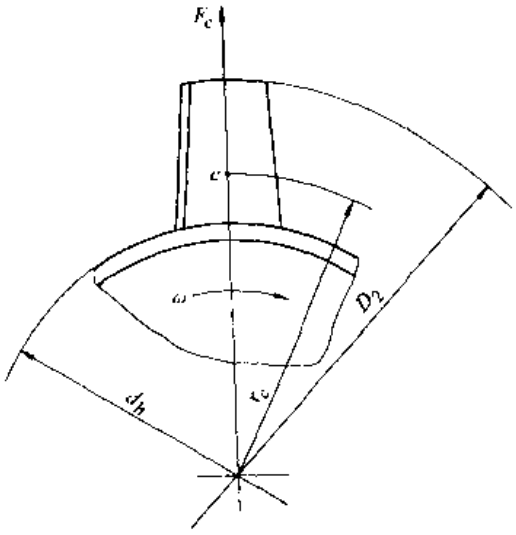


图 5-55　轴流通风机叶片拉伸计算图

式中　m——叶片质量(kg)；

r_c——叶片重心至叶轮中心之距离(m)；

ω——叶轮角速度(1/s)。

$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

叶片根部的拉伸应力 σ_c (Pa)为：

$$\sigma_c = \frac{F_c}{S} \tag{5-21}$$

式中　S——对于叶片焊接在轮毂上的叶轮，S 为焊缝面积；对于叶片通过叶柄固定在轮毂上的叶轮，S 指叶柄的横截面积(m^2)。

气流流动压力引起的荷载力 F_h 可以分解为切向力 F_u 和轴向力 F_z（见图 5-56）计算中假设荷载力作用在叶片平均半径的位置上。

切向力 p_u (N)决定于传动功率、叶片数和叶片平均半径处的圆周速度：

$$p_u = \frac{1000 P_{sh}}{Z u_m} \tag{5-22}$$

式中　P_{sh}——轴功率(kW)；

PLC WORLD

Z——叶片数(个)；

u_m——叶片平均半径处的圆周速度(m/s)。

轴向力 F_z(N)决定于叶轮产生的静压差、叶片长度和叶片平均半径圆周上的节距

$$F_z = \Delta P_{st} l t \tag{5-23}$$

式中　ΔP_{st}——叶轮产生的静压差(N/m² 或 Pa)；

l——叶片全长(m)；

t——叶片平均半径圆周上的节距。

荷载力 F_h(N)就等于切向力 F_u 和轴向力 F_z 的合力为

$$F_h = \sqrt{F_u^2 + F_z^2} \tag{5-24}$$

为了求得气流荷载力 F_h 引起的弯矩，先要根据叶轮图确定叶片根部截面的法线与圆周切线之间的夹角 θ_h，以及荷载力 F_h 与圆周切线之夹角 θ_p，如图 5-56 所示。在叶片长度 l 方向上受到的弯矩为

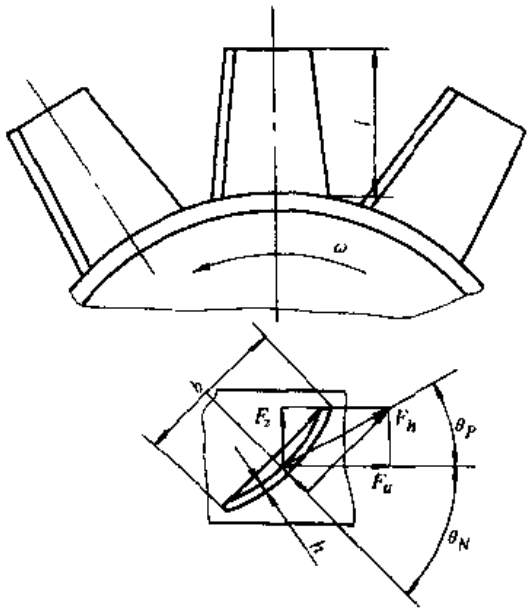


图 5-56　轴流通风机叶片上的气流流动压力

$$M_h = F_h \frac{1}{2} \cos(\theta_h + \theta_p) \tag{5-25}$$

最大弯曲应力 σ_h 出现在叶片根部，它等于

$$\sigma_h = \frac{M_h}{W} \tag{5-26}$$

式中　W——叶片根部断面的弯曲断面系数(m³)。

于是，叶片根部总的应力为拉伸应力 σ_c 和弯曲应力 σ_h 之和

$$\sigma_y = \sigma_c + \sigma_h \tag{5-27}$$

强度校验是根据安全系数 n 来判定

安全系数

$$n = \frac{\sigma_s}{\sigma_y} \geqslant [n] \tag{5-28}$$

当安全系数 n 满足上式时，满足强度要求。

式中　σ_s——屈服点(N/m² 或 Pa)；

σ_y——叶片所受总应力(N/m² 或 Pa)；

$[n]$——取 $[n]=5$ 即许用安全系数。

例(5-9)　求某轴流通风机叶轮、叶片(图 5-55 和图 5-56)根部的最大应力。

已知

叶轮直径 $D_2 = 2.4\text{m}$，$d_h = 1.5\text{m}$，叶片数 $Z = 12$，$\Delta p_{st} = 2500\text{Pa}$，功率 $P = 400\text{kW}$，气体密度 $\rho = 1.2\text{kg/m}^3$，转速 $n = 750\text{r/min}$，$b = 0.13\text{m}$，$h = 0.05\text{m}$，$l = 0.45\text{m}$，$t = 0.37$，$r_c = 0.93\text{m}$，叶片根部气流安装角 $\theta = 42.5°$，叶片部单个叶片质量 $m = 54\text{kg}$，材料为 ZG270－500

解

1)作用在叶片上总离心力 F_c(N)按式(5-20)计算

$$F_c = m\omega^2 r_c = 54 \times \left(\frac{\pi \times 750}{30}\right)^2 \times 0.93 = 309782\text{N}$$

PLC WORLD

2）叶片根部拉伸应力 σ_c（N/m² 或 Pa）按式(5-21)计算

$$\sigma_c = \frac{F_c}{s} = \frac{F_c}{bh} = \frac{309782}{0.13 \times 0.05} = 0.04766 \times 10^9 \text{N/m}^2 = 0.04766 \times 10^9 \text{Pa}$$

3）气流流动压力引起的切向力 F_u（N）按式 5-22 计算

$$p_u = \frac{1000 P_{sh}}{Z u_m} = \frac{1000 \times 400}{12 \times \frac{\pi (0.75 + 0.225)}{60} \times 750} = 871\text{N}$$

4）气流流动压力引起的轴向力 F_z（N）按式 5-23 计算

$$F_z = \Delta p_{st} l t = 2500 \times 0.45 \times 0.37 = 416.3\text{N}$$

5）荷载力 F_h（N）按式 5-24 计算

$$F_h = \sqrt{F_u^2 + F_z^2} = \sqrt{871^2 + 416.3^2} = 965.4\text{N}$$

6）荷载力引起的弯矩 M_h（N·m）按式(5-25)计算

$$M_h = F_h \frac{l}{2} \cos(\theta_h + \theta_p)$$

式中

$$\theta_h = 90° - \theta = 90° - 42.5 = 47.5°$$

$$\theta_p = \arccos \frac{F_u}{F_h} = \arccos \frac{871}{965.4} = 25.55°$$

则

$$M_h = 965.4 \times \frac{0.45}{2} \times \cos(47.5 + 25.55) = 63.33\text{N·m}$$

7）在叶片根部的最大弯曲应力 σ_h（N/m² 或 Pa）按式(5-26)计算

$$\sigma_h = \frac{M_h}{W}$$

式中

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0.13 \times 0.05^2}{6} = 0.0000542$$

则　$\sigma_h = \frac{63.3}{0.0000542} = 1.168 \times 10^6 = 0.001168 \times 10^9 \text{N/m}^2 = 0.001168 \times 10^9 \text{Pa}$

8）叶片根部总的应力 σ_y（N/m² 或 Pa）按式(5-27)计算

$$\sigma_y = \sigma_c + \sigma_h = 0.04766\text{Pa} \times 10^9 + 0.001168 \times 10^9 \text{Pa} =$$
$$0.0488 \times 10^9 \text{N/m}^2 = 0.0488 \times 10^9 \text{Pa}$$

9）强度校验

总应力与强度点(取屈服极限)的安全系数 n 按式(5-28)计算

$$n = \frac{\sigma_s}{\sigma_y} = \frac{0.255 \times 10^9 \text{Pa}}{0.0488 \times 10^9 \text{Pa}} = 5.2 \geqslant [n]$$

式中　$[n] = 5$。

因此叶片满足强度要求。

3. 主轴的强度计算

离心和轴流通风机的主轴在运转过程中，同时承受弯矩和转矩，因而在强度计算时，先分别求出主轴承受的最大弯矩和转矩，然后求出二者所引起的合成应力。

（1）轴的最大弯矩

1）叶轮重力与其不平衡力　叶轮经过平衡以后，仍有允许的残余不平衡重力。该重力造

PLC WORLD

成叶轮重心与主轴旋转中心线有一定距离。此距离一般为 $1.0\times10^{-5}\sim1.5\times10^{-5}$m，为了安全起见，计算时取 2.0×10^{-5}m。因此，由于叶轮重心与主轴旋转中心线不一致而产生的不平衡力 F_1(N)为

$$F_1 = 2.0\times10^{-5}\cdot\omega^2\cdot m_1 = \left(\frac{n}{2135}\right)^2 m_1 \tag{5-29}$$

式中 ω——叶轮角速度，$\omega=\frac{\pi n}{30}(s^{-1})$；

n——叶轮最大转速(r/min)；

m_1——叶轮质量(kg)。

叶轮重力与其不平衡力之和 G_1(N)

$$G_1 = m_1 g + F_1 = \left[g+\left(\frac{n}{2135}\right)^2\right] m_1 \tag{5-30}$$

2) 带轮重力与带拉力之和 当离心通风机用 V 带传动时，带拉力 F_2(N)可用下式计算

$$F_2 = \frac{28653P}{nD} \tag{5-31}$$

式中 n——主轴最大转速(r/min)；

P——通风机最大需用功率(kW)；

D——带轮节圆直径(m)。

带轮重力与带拉力之和 G_2(N)

$$G_2 = m_2 g + F_2 = m_2 g + \frac{28653P}{nD} \tag{5-32}$$

式中 m_2——带轮质量(kg)；

g——重力加速度(m/s²)。

3) 轴的最大弯矩 离心通风机一般采用的传动方式，除电动机直联传动的 A 式外，其它传动方式如图 5-57 所示。轴流通风机计算与离心通风机中对应的传动方式计算相似。

图 5-57 中 A 及 B 两个支撑点的反作用力为 F_A(N)、F_B(N)，以及 A、B、C 处的弯矩 M_A(N·m)、M_B(N·m)和 M_C(N·m)分别用下列公式求出

对于 B 式

$$F_A = \frac{(G_1+G_5)(l+l_1)+(G_2+G_4)l_2}{l}$$

$$F_B = G_1+G_2+G_4+G_5-F_A$$

$$M_A = (G_1+G_5)l_1$$

$$M_C = F_B l_2$$

对于 C 式

$$F_A = \frac{(G_1+G_5)(l+l_1)+G_4 l_4-(G_2+G_6)l_2}{l}$$

$$F_B = G_1+G_2+G_4+G_5+G_6-F_A$$

$$M_A = (G_1+G_5)l_1$$

$$M_B = (G_2+G_6)l_2$$

对于 D 式

$$F_A = \frac{(G_1+G_5)(l+l_1)G_4 l_4-(G_3+G_6)l_3}{l}$$

$$F_B = G_1+G_3+G_4+G_5+G_6-F_A$$

PLC WORLD

$$M_A = (G_1 + G_5) l_1$$
$$M_B = (G_3 + G_6) l_3$$

对于 F 式

$$F_A = \frac{(G_1 + G_4)(l - l_1) - (G_3 + G_6) l_3}{l}$$
$$F_B = G_1 + G_3 + G_4 + G_6 - F_A$$
$$M_C = R_A l_1$$
$$M_B = (G_3 + G_6) l_3$$

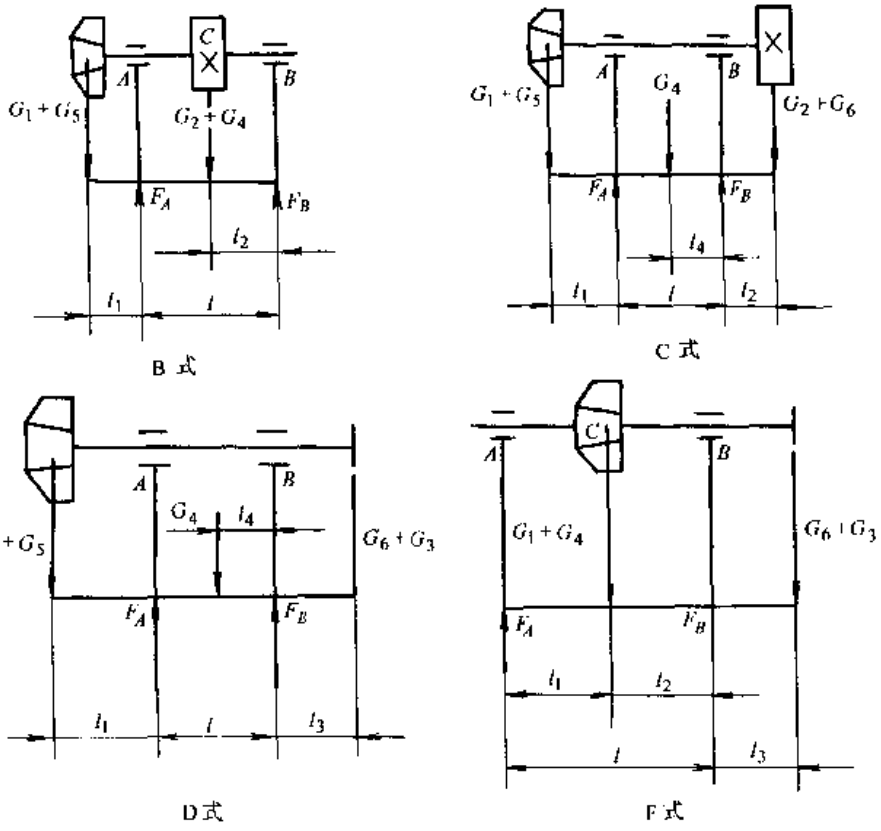


图 5-57　离心通风机传动方式示意图

式中　G_1——叶轮重力与其不平衡力之和(N)；

G_2——带轮重力与带拉力之和(N)；

G_3——联轴器重力(N)；

G_4——两支承间轴的重力(N)；

G_5——悬臂轴，叶轮端轴的重力(N)；

G_6——悬臂轴，带轮或联轴器端轴的重力(N)；

l——两支承间轴的跨距(m)；

l_1——支承点 A 至叶轮重心的距离(m)；

l_2——支承点 B 至带轮重心的距离(m)；

l_3——支承点 B 至联轴器重心的距离(m)；

l_4——支承点 B 至支承间轴重心的距离(m)。

在计算轴的最大弯曲应力时，应从 M_A、M_B 和 M_C 中取最大弯矩 M_{max}。

(2) 轴的转矩和复合应力　轴的转矩 M_n 可按式(5-18)计算，主轴受弯矩和转矩联合作用

PLC WORLD

时(如图 5-58)复合应力应为扭转切应力与最大弯曲应力的合应力，计算方法如下

扭转切应力 τ (Pa)

$$\tau = \frac{M_n}{W_1} = \frac{M_n}{\frac{\pi}{16}d^3} = \frac{M_n}{0.2d^3} \tag{5-33}$$

式中　d——安装叶轮处的轴径(m)。

最大弯曲应力 σ (Pa)

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_1} = \frac{M_{max}}{\frac{\pi}{32}d^3} = \frac{M_{max}}{0.1d^3} \tag{5-34}$$

故轴的最大复合应力 σ_{max}(Pa)

$$\sigma_{max} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{M_{max}}{0.1d^3}\right)^2 + \left(\frac{2M_n}{0.2d^3}\right)^2} = \frac{\sqrt{M_{max}^2 + M_n^2}}{0.1d^3} \tag{5-35}$$

例(5-10)　已知：4-72-11 型No 16B 离心通风机的主轴最大转速 $n = 900$r/min，通风机最大需用功率 $P = 140$kW，带轮节圆直径 $D = 0.64$m，叶轮质量 $m_1 = 459$kg，带轮质量 $m_2 = 201$kg，两支承间轴的重力 $G_4 = 1197$N，悬臂轴、叶轮端轴的重力 $G_5 = 373$N，两支承间轴的跨距 $l = 0.945$m，支承点 B 至带轮重心的距离 $l_2 = 0.473$m，计算轴径即安装叶轮处的轴径 $d = 0.09$m，$l_1 = 0.423$m。

求　主轴的最大复合应力。

解

1) 叶轮重力与其不平衡力 G_1 之和，按式(5-30)计算

$$G_1 = \left[g + \left(\frac{n}{2135}\right)^2\right] m_1 = \left[9.81 + \left(\frac{900}{2135}\right)^2\right] \times 459 = 4585\text{N}$$

2) 带轮重力与带拉力 G_2 之和按式(5-32)计算

$$G_2 = m_2 g + \frac{28653N}{nD} = 201 \times 9.81 + \frac{28653 \times 140}{900 \times 0.64} = 8936\text{N}$$

3) 轴的最大弯矩(见图 5-58)

$$F_A = \frac{(G_1 + G_5)(l + l_1)(G_2 + G_4)l_2}{l} =$$

$$\frac{(4585 + 373)(0.945 + 0.423) + (8936 + 1197) \times 0.473}{0.945} =$$

$$12249\text{N}$$

$$F_B = G_1 + G_2 + G_4 + G_5 - F_A =$$

$$4585 + 8936 + 1197 + 373 - 12245 =$$

$$2846\text{N}$$

$$M_A = (G_1 + G_5)l_1 = (4585 + 373) \times 0.423 =$$

$$2097\text{N}\cdot\text{m}$$

$$M_C = R_B l_2 = 2846 \times 0.473 = 1346\text{N}\cdot\text{m}$$

$$M_{max} = M_A = 2097\text{N}\cdot\text{m}$$

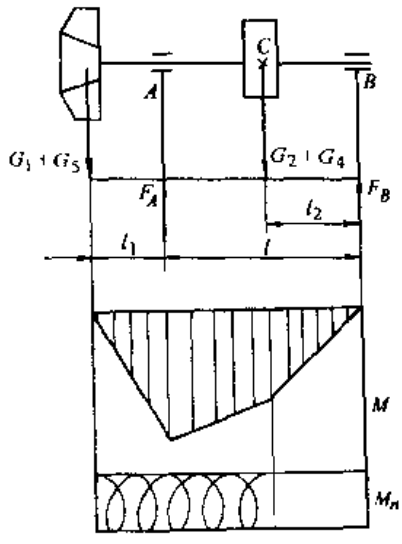


图 5-58　主轴受力分析

4) 轴的转矩按式(5-18)计算

PLC WORLD

$$M_n = 9551\frac{P}{n} = 9551\times\frac{140}{900} = 1486\text{N}\cdot\text{m}$$

5）轴的最大复合应力　按计算结果，A处弯曲应力最大，则最大复合应力按式(5-35)计算

$$\sigma_{max} = \frac{\sqrt{M_{max}^2 + M_n^2}}{0.1d^3} = \frac{\sqrt{(2097\text{N}\cdot\text{m})^2 + (1486\text{N}\cdot\text{m})^2}}{0.1\times(0.09\text{m})^3} =$$

$$3.53\times10^7\text{N/m}^2 = 35.3\text{MPa}$$

4. 主轴的临界转速

(1) 临界转速的基本概念　离心风机和其它涡轮机械一样，当转子转到一定转速，使周期性干挠力的频率与转子固有振动频率重合时，运行着的转子会发生强烈振动。如在该转速下继续运行下去，必将导致转子损坏，这个转速称为临界转速，以符号 n_c 表示。

图 5-59 为某离心风机转子的示意图。设通风机两轴承的跨度为 l (cm)，叶轮位于中央，叶轮与轴之总质量为 m，转子重心 s 与轴中心线的偏差为 e (cm)，如轴中央的挠度为 f (cm)，则转子以角速 ω 旋转时所产生的离心力 F (N)为

$$F = m(e+f)\omega^2$$

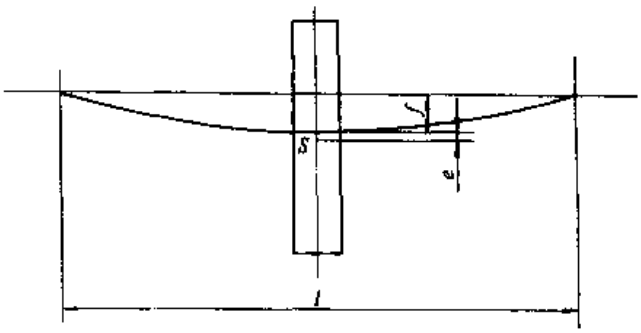


图 5-59　离心风机转子示意图

为使轴中央产生 0.01m 挠度所需的外力 C 称为轴的刚度系数。于是，$F = Cf$ 故

$$Cf = m(e+f)\omega^2$$

$$f = \frac{e}{\frac{C}{m\omega^2} - 1} \tag{5-36}$$

对于一个既定转子，m 和 C 都是已知值。因此当角速度为某一个数值时，即设 $C = m\omega^2$，则式(5-36)分母可等于零。此时轴的挠度 f 将达到无穷大，轴将遭到损坏。使式(5-36)分母为零的角速度，叫做轴的临界角速度，用 ω_c 表示，则

$$\frac{C}{m\omega_c^2} - 1 = 0$$

$$\omega_c = \sqrt{\frac{C}{m}} \tag{5-37}$$

但

$$\omega_c = \frac{\pi n_c}{30}$$

结果，轴的临界转速 n_c (r/min)为

$$n_c = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{gC}{gm}} = 299\sqrt{\frac{C}{gm}} \tag{5-38}$$

式中　g——重力加速度，$g = 981\text{cm/s}^2$；

mg/C——轴中央的静挠度，可用 f_s (cm)表示。

即

$$f_s = \frac{mg}{C}$$

故轴的临界转速又可用式(5-39)表示

$$n_c = 299\sqrt{\frac{1}{f_s}} \tag{5-39}$$

PLC WORLD

因为式(5-37)中的 ω_c 即为转子的固有振动频率，这就证明了转子在临界转速下运转时，周期性干扰力的频率与转子的固有振动频率是相等的。

将式 $C = m\omega_c^2$ 代入式(5-36)得

$$f = \frac{e}{\left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^2 - 1} \tag{5-40}$$

式(5-40)表明，当 $\omega = \omega_c$ 时，f 趋于无限大。

实际上转子的临界转速有若干个，叫做一阶临界转速，二阶临界转速等。由式(5-38)和式(5-39)计算出的临界转速，即为一阶临界转速，它是各临界转速中转速最低的一个。当通风机的转速低于一阶临界转速，即 $\omega < \omega_c$ 时，由式(5-40)可知，挠度 f 与偏心距 e 有相同符号，且 f 值随着 ω 的增加而增大。但是只要 ω 不接近 ω_c，轴不致产生大的振动，这样的轴称为刚性轴。当通风机的转速大于一阶临界转速，即：$\omega > \omega_c$ 时，挠度 f 与偏心距 e 有不同符号，且 f 值随着 ω 的增大而减小。f 与 e 异号，说明图 5-59 中的重心 S 已跑到轴中心线的内侧，这时轴的运行也是平稳的。这样的轴称为柔性轴。举例来说，某转子的临界转速 $n_c = 4000\text{r/min}$，当转子的转速 $n = 3000\text{r/min}$ 时，则该轴称为刚性轴；当 $n = 5000\text{r/min}$ 时，则称该轴为柔性轴。通风机的转速一般较低，在设计时均采用刚性轴。使用柔性轴转子，运转时要求转子尽快越过临界转速 n_c，以免使轴遭到损坏。不允许转子在接近临界转速下长时间运行，以免发生事故。

当通风机为悬臂式结构或为双支承式结构，而叶轮至两支承点的距离又相差较大时，轴的挠度使叶轮产生倾斜。由于这种倾斜造成的对临界转速的影响，称为回转效应。因为通风机的转速低，转子的回转效应对临界转速的影响不大，故一般不考虑。

根据以上分析，为了保证通风机的安全运行，要求工作转速 n 离开临界转速 n_c 一定的范围，一般要求如下：

刚性轴　　$n < 0.75n_c$

柔性轴　　$n > 1.3n_c$

(2) 传动方式为 B 式的轴的临界转速　在计算 B 式传动的离心通风机轴的临界转速时，一般略去轴的质量。另外，根据一阶临界转速轴的挠度线形状，假定 W 的方向向上(图 5-60)。

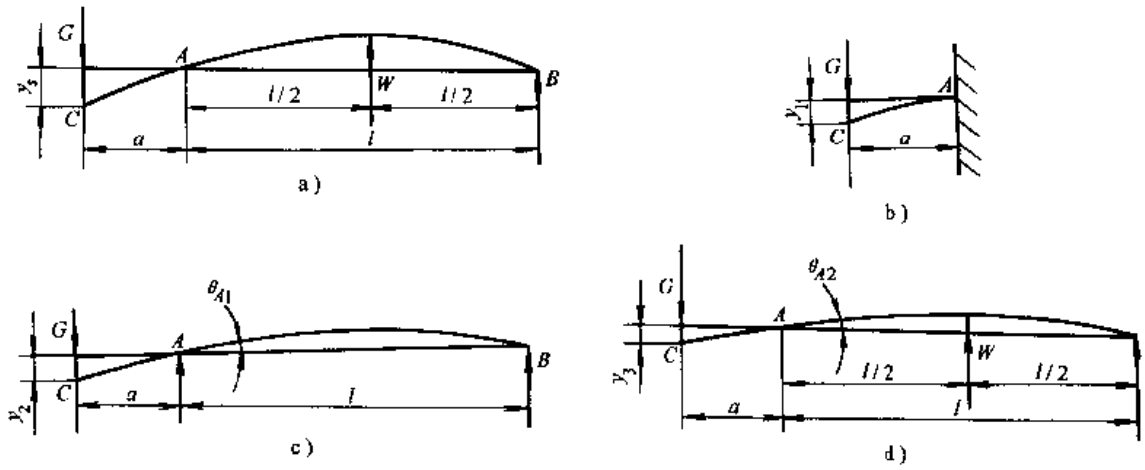


图 5-60　B 式传动轴的挠度示意图

a)复合挠度　b)轴端挠度　c)转角挠度　d)带轮挠度

PLC WORLD

设两支承点分别为 A 及 B，叶轮重心 C 与支承点 A 的距离为 a (cm)，带轮重心在两支承点中央，两支承间轴的跨距为 l (cm)，叶轮的重力为 $G=mg$ (N)，带轮重力 $W=m_1g$ (N)，悬臂端 AC 间轴的直径为 d_1 (cm)，支承 AB 间轴的直径为 d_2 (cm)。

按挠度叠加的原理，将 C 点的挠度 f_s (cm)分解为由于叶轮重力 G 引起的挠度 f_1 (cm)、f_2 (cm)和由于带轮重力引起的挠度 f_3 (cm)(如图 5-60)。

由于叶轮重力 G 引起 AC 段轴在 C 点的挠度为：

$$f_1=\frac{Ga^3}{3EJ_1}=\frac{mga^3}{3EJ_1}$$

由于叶轮重力 G 引起的 A 点的转角为：

$$\theta_{A_1}=\frac{Gal}{3EJ_2}$$

因 θ_{A_1} 很小，故引起 C 点的挠度为：

$$f_2=a\operatorname{tg}\theta_A\approx a\theta_{A1}=\frac{Ga^2l}{3EJ_2}=\frac{mga^2l}{3EJ_2}$$

由于带轮重力 m_1g 引起的 A 点的转角为：

$$\theta_{A_2}=\frac{Wl^2}{16EJ_2}=\frac{m_1gl^2}{16EJ_2}$$

因 θ_{A_2} 很小，故引起 C 点的挠度为：

$$f_3=a\operatorname{tg}\theta_{A_2}=a\theta_{A_2}=\frac{m_1gl^2a}{16EJ_2}$$

因而在 C 点的挠度，应是以上三个挠度的总和：

$$f_s=f_1+f_2+f_3=\frac{mga^3}{3EJ_1}+\frac{mga^2l}{3EJ_2}+\frac{m_1gl^2}{16EJ_2}=$$

$$\frac{mga^3}{3EJ_2}\left[\frac{J_2}{J_1}+\frac{l}{a}+\frac{3}{16}\left(\frac{l}{a}\right)^2\frac{m_1}{m}\right]$$

将上式中的 f 代入式(5-39)得

$$n_c=299\sqrt{\frac{1}{f_s}}=299\sqrt{\frac{3EJ_2}{mga^3\left[\frac{J_2}{J_1}+\frac{l}{a}+\frac{3}{16}\left(\frac{l}{a}\right)^2\frac{m_1}{m}\right]}}\qquad(5\text{-}41)$$

式中　G——叶轮重力(N)；

m——叶轮质量(kg)；

W——带轮重力(N)；

m_1——带轮质量(kg)；

E——主轴材料的弹性模量，钢的弹性模量　$E=2.06\times10^7\text{N/cm}^2$；

J_1——悬臂端 AC 段轴的截面惯性矩(cm^4)，$J_1=\dfrac{\pi d_1^4}{64}$；

J_2——两支承 A、B 间轴的截面惯性矩(cm^4)，$J_2=\dfrac{\pi d_2^4}{64}$；

a——支点 A 到叶轮重心处距离(cm)；

l——A、B 支承间跨距(cm)；

d_1——悬臂端 AC 间轴的直径(cm)；

d_2——支承 AB 间轴的直径(cm)。

PLC WORLD

将 $J_1=\pi d_1^4/64$，$J_2=\pi d_2^4/64$ 代入式(5-41)得

$$n_c=\frac{520775d_2^2}{\sqrt{mga^3\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4+\frac{l}{a}+\frac{3m_1}{16m}\left(\frac{l}{a}\right)^2\right]}} \tag{5-42}$$

式中　g——重力加速度，$g=9.81\text{m/s}^2$。

例(5-11)　已知 4-72-11 型№16B 离心通风机(如图 5-57B 式)叶轮质量 $m=459\text{kg}$，带轮质量：$m_1=201\text{kg}$，两支承间轴的跨距 $l=94.5\text{cm}$，叶轮重心至支承点 A 的距离 $a=42.3\text{cm}$，悬臂端轴的直径 $d_1=9\text{cm}$，两支承间轴的直径 $d_2=15\text{cm}$，通风机最大转速 $n=900\text{r/min}$，带轮重心在两支承点中央。

求　通风机轴的临界转速 n_c (r/min)。

解　轴的临界转速，按式(5-42)计算

$$n_c=\frac{520775d_2^2}{\sqrt{mga^3\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4+\frac{l}{a}+\frac{3m_1}{16m}\left(\frac{l}{a}\right)^2\right]}}=$$

$$\frac{520775\text{r/min}\times\left(\sqrt{\text{kg}\times(\text{m/s}^2)\times\text{cm}^3}\right)^{\frac{1}{2}}\times\frac{1}{\text{cm}^2}\times(15\text{cm})^2}{\sqrt{459\text{kg}\times9.81\text{m/s}^2\times(42.3\text{cm})^3\left[\left(\frac{15\text{cm}}{9\text{cm}}\right)^4+\frac{94.5\text{cm}}{42.3\text{cm}}+\frac{3\times201\text{kg}}{16\times459\text{kg}}\left(\frac{94.5\text{cm}}{42.3\text{cm}}\right)^2\right]}}\approx$$

$$2000\text{r/min}$$

临界转速 n_c 与最大工作转速 n 之比为

$$\frac{n_c}{n}=\frac{2000\text{r/min}}{900\text{r/min}}=2.22$$

n_c/n 已超过 1.6 倍，可使通风机安全运行。

(3) 传动方式为 C、D 式轴的临界转速　在计算 C、D 式传动的离心通风机轴的临界转速时，将轴和带轮(或联轴器)的质量忽略不计，如图 5-61 所示。

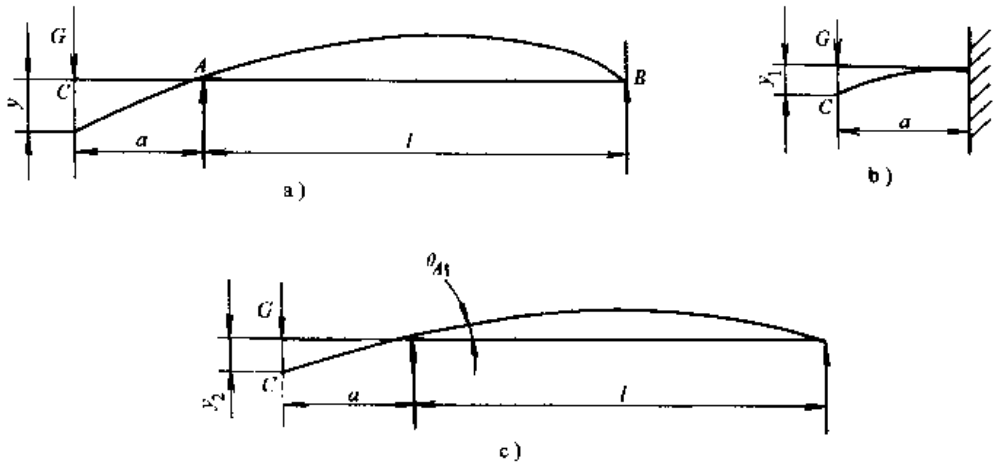


图 5-61　C、D 式传动轴的挠度示意图

a)复合挠度　b)轴端挠度　c)转角挠度

很明显，这里和 B 式传动比较，除未考虑带轮质量以外，其它条件完全相同，因而，只要使式(5-42)中带轮重力 $W=m_1g=0$，便可得 C、D 式传动轴的临界转速的公式

PLC WORLD

$$n_c = \frac{520775 d_2^2}{\sqrt{mga^3\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 + \frac{l}{a}\right]}} \tag{5-43}$$

(4) 传动方式为F式轴的临界转速　在计算 F 式离心通风机轴的临界转速时，将联轴器质量忽略不计，如图5-62所示。

设两支承点分别为 A 及 B，叶轮重心与支承点 A 的距离为 a (cm)，叶轮与轴的总重力为 $G = mg$ (N)，两支承间的跨距为 L (cm)；轴的计算直径为 d (cm)。主轴在重力 G 的作用下产生的静挠度为

$$f_s = \frac{G(l-a)^2a^2}{3EJL} = \frac{mg(l-a)^2a^2}{3EJL}$$

将上式代入式(5-39)得

$$n_c = 299\sqrt{\frac{1}{f_s}} = 299\sqrt{\frac{3EJL}{mga^2(l-a)^2}}$$

将 $J = \frac{\pi d^4}{64}$，$E = 2.06 \times 10^7 \text{N/cm}$ 代入上式

$$n_c = \frac{520775 d^2}{a(l-a)\sqrt{\frac{mg}{l}}} \tag{5-44}$$

当叶轮重心在轴中央，即 $a = \frac{l}{2}$ 时

$$n_c = \frac{2083100 d^2}{\sqrt{mgl^3}} \tag{5-45}$$

式中　d——计算直径(cm)；

l——两支承间的跨距(cm)；

m——叶轮与轴的总质量(kg)；

g——重力加速度(m/s^2)，$g = 9.81\text{m/s}^2$。

对于直径相等的轴的直径即为计算直径 d。

对于有圆柱形节段轴，轴的计算直径 d 按下列近似公式计算(图5-63)

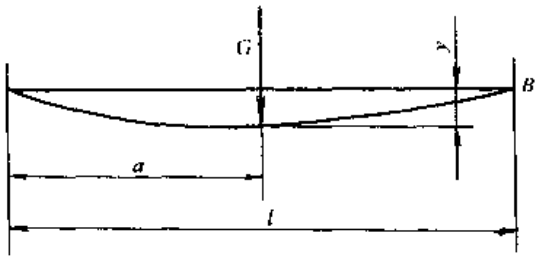


图5-62　F式传动轴的挠度图

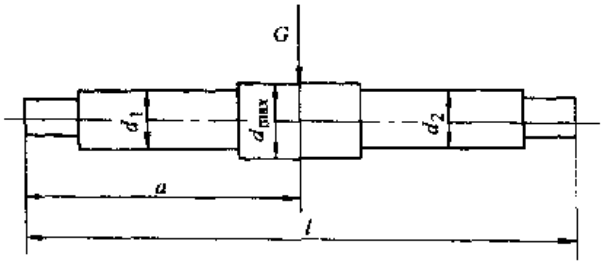


图5-63　圆柱形节段轴的示意图

$$d = \frac{d_1 + 2d_{max} + d_2}{4} \tag{5-46}$$

式中　d_{max}——轴的最粗直径(cm)；

d_1 和 d_2——分别与 d_{max} 两端相邻段轴直径(cm)。

对于圆锥形节段轴的计算直径 d，按下列近似式(5-47)计算(图5-64)。

$$d = \frac{3d_{max} + d_1}{4} \tag{5-47}$$

PLC WORLD

式中　d_{max}——轴的最粗直径(cm)；

d——两端轴承处轴的直径(cm)。

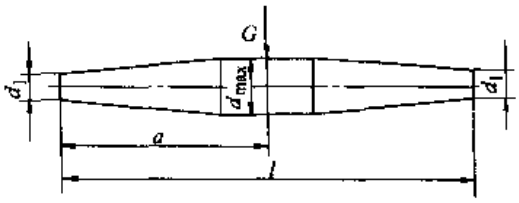


图 5-64　圆锥形节段轴的示意图

例(5-12)　已知 8-19-12 型№ 12F 离心通风机(图 5-64F 型)，叶轮与轴的总质量 $m=274\text{kg}$，两支承间轴的跨距 $l=107\text{cm}$，叶轮重心至支承点 A 的距离 $a=35.6\text{cm}$，轴的最粗直径 $d_{max}=11\text{cm}$，与 d_{max} 两端相邻段轴的直径 $d_1=d_2=9\text{cm}$，通风机最大使用转速 $n=1450\text{r/min}$。

求　轴的临界转速 n_c。

解　轴的计算直径，按式(5-46)计算

$$d=\frac{d_1+2d_{max}+d_2}{4}=\frac{9+2\times11+9}{4}=10$$

轴的临界转速，按式(5-44)计算

$$n_c=\frac{520775d^2}{a(l-a)\sqrt{\frac{mg}{l}}}=\frac{520775\text{r/min}\times\left(\sqrt{\text{kg}\times(\text{m/s}^2)\times\text{cm}^3}\right)^{\frac{1}{2}}\times\frac{1}{\text{cm}^2}\times(10\text{cm})^2}{35.6\text{cm}\,(107\text{cm}-35.6\text{cm})\sqrt{\frac{274\text{kg}\times9.81\text{m/s}^2}{107\text{cm}}}}\approx4087\text{r/min}$$

临界转速 n_c 与最大工作转速 n 之比

$$n_c/n=4080\text{r/min}/1450\text{r/min}=2.81$$

即 n_c/n 已超过 1.6 倍，可使通风机安全运行。

本节离心通风机主轴的临界转速计算同样也适用于轴流通风机主轴临界转速的计算。

二、涡轮鼓风机、涡轮压缩机的强度计算

1. 叶轮的强度计算

(1) 叶轮应力的有限元法求解　叶轮强度计算模型的简化过程见图 5-65，叶轮强度计算步骤见图 5-66。

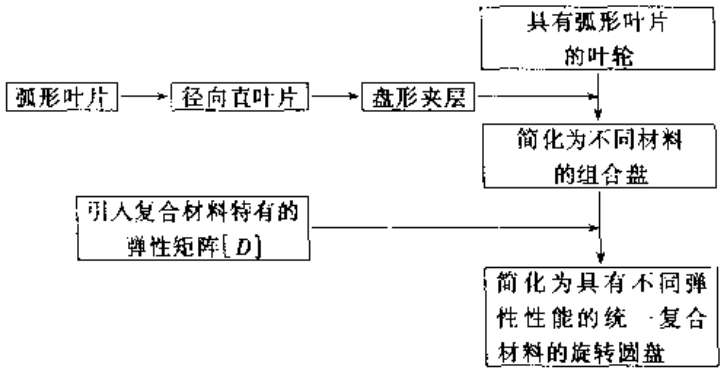


图 5-65　叶轮强度计算模型的简化过程

(2) 松动转速和摩擦力矩　叶轮内孔和轴表面的径向压紧力等于零时的转子旋转速度为松动转速 n_0。

$$n_0=n\sqrt{\frac{\delta}{y_1-v_s}}\tag{5-48}$$

式中　n_0——松动转速(r/min)；

n——工作转速(r/min)；

δ——半径过盈量(mm)；

y_1——运行时轮毂的径向位移(mm)；

v_s——运行时主轴表面的径向位移(mm)。

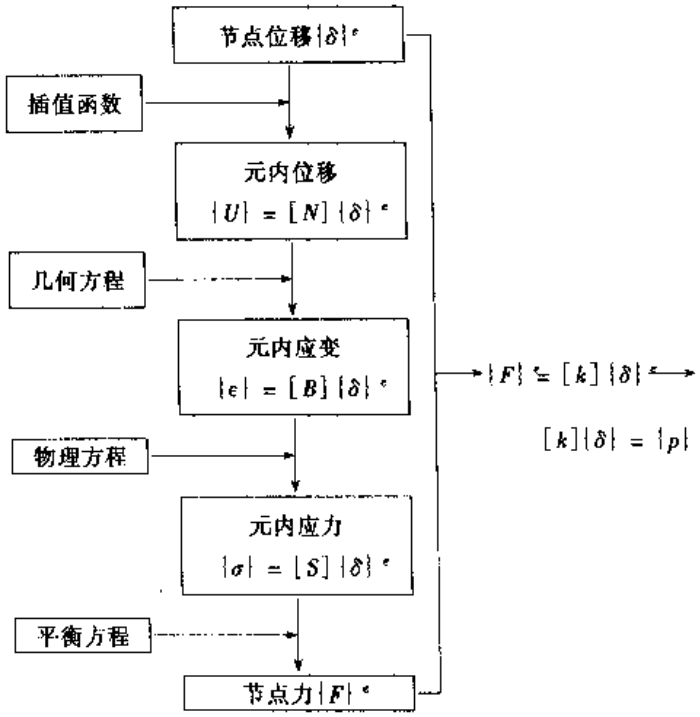


图 5-66　叶轮强度计算步骤

[N]—形状函数形成的矩阵　[B]—转换矩阵　[S]—应力矩阵　[k]—单元刚度矩阵

轮毂与主轴过盈产生的摩擦力所能传递的转矩 M_f

$$M_f = \sum_{i=1}^{n} \bar{p}_i c_f r \tag{5-49}$$

式中　$\bar{p}_i$——紧配合边界上各节点的紧配合压力(N)；

M_f——转矩(N·m)；

c_f——摩擦系数，取 0.13～0.15；

r——轴配合边界的半径(m)。

2. 主轴强度计算　只要轴的刚度满足要求，其强度是足够的。

但通常还要做验算。转矩 M_τ

$$M_\tau = 9560 \frac{P}{n} \tag{5-50}$$

式中　P——原动机额定功率(kW)；

n——压缩机转速(r/min)；

M_τ——转矩(N·m)。

由转矩引起的切应力 τ

$$\tau = 100 \frac{M_\tau}{W_P} \tag{5-51}$$

$$W_P = \frac{\pi d^3}{16}$$

PLC WORLD

式中　W_P——轴的抗扭截面系数(cm^3)；

τ——切应力(N/cm^2 或 10^4Pa)。

由于转子本身质量产生的弯矩(不计转子轴向拉伸引起的法向应力)，产生的弯曲应力 σ

$$\sigma = 100\frac{M_u}{W} \tag{5-52}$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32}$$

式中　M_u——某截面的弯矩(N·m)；

W——轴的抗弯截面系数(cm^3)；

σ——弯曲应力(N/cm^2 或 10^4Pa)。

按照第三强度理论，轴的最大合成应力(N/cm^2 或 10^4Pa)

$$\sigma_{max} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \tag{5-53}$$

3. 转子的临界转速计算　第一阶临界转速 n_{cr1}

$$n_{cr1} = 299\sqrt{\frac{\Sigma F f_i}{\Sigma F f_i^2}} \tag{5-54}$$

式中　F_i——各集中载荷(N)；

f_i——各集中载荷作用点挠度(cm)；

n_{cr1}——转子第一阶临界转速(r/min)。

在实际计算时，用静弹性线代替真实弹性线。静弹性线利用材料力学的虚梁法求取。

在第二阶临界转速时，转子振型有一个节点。节点将转子分成两段，每段都按照计算第一阶临界转速的方法计算。

转子的第二阶临界转速 n_{cr2}

$$n_{cr2} = n_{01}\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^{3/2} \tag{5-55}$$

式中　n_{01}——假设的节点至其左侧支点间转子轴段的第一阶临界转速(r/min)；

l_1、l_2——计算的节点位置至左右两侧支点轴段的长度(cm)。

n_{01}就是 l_1 轴段对应的第一阶临界转速的计算值；

n_{cr2}——转子第二阶临界转速(r/min)。

此外，必要时应进行转子的弯振、扭振临界转速、动力学、轴向推力与平衡盘的计算。

PLC WORLD

第六章　风机的安装、运转与维护

第一节　C、D 型离心式鼓风机 E 型离心式压缩机的安装、调试与维护

离心式鼓风机(含压缩机)是一种高速旋转机械、装配精度要求严格。同时，又是各种工业流程中压送气体的关键设备，称之为“工业装置的心脏”，因此必须安全、稳定地运行。所以从鼓风机的本身和使用要求出发，都要求鼓风机在安装施工过程中，必须严格按照随机技术文件和工业流程的工艺要求精心地操作，确保安装质量。

离心鼓风机机组在安装完毕后必须保证：

1）机组各机器牢固而不变形地固定在设计的空间坐标位置上。

2）调整机组各机器，使之符合各自的出厂检验要求(清洁度、同轴度、间隙值、跳动值、接触痕迹、密封性、可调性和可靠性等)。

3）机组各转子的轴心线在运转中能形成一条连续光滑的曲线。

4）机组和管道的热胀冷缩应不影响机组的正常运行。

5）在规定的连续运转时间内，运行稳定、安全可靠、性能符合设计要求。

只有达到了上述的安装质量要点，才能使机组长期稳定安全地运行，发挥生产效能。否则，将无法投入生产运行或者造成严重事故。因此，离心式鼓风机机组的安装是一项细致复杂、技术性很高的施工工程。

由于机组的组成不同，精度要求不一，施工人员的经验和方法不同，所以机组安装工艺也不尽相同。但是，概括起来，一台离心式鼓风机机组从设备运抵安装现场到投入生产都必须经过：人员、机具、材料的准备——机器开箱检查——基础放线和处置——设备就位——初步找平找正——(死地脚螺栓灌浆)——设备拆卸清洗、装配和检验——精确找平找正——底座二次浇灌——设备配套(风、水、油)——最终校验找平找正——油系统冲洗——机器单元调试——机组试车——交工验收等基本安装工艺过程。

在整个安装过程中，安装钳工起主导作用，是机组安装过程中的主要工程。鼓风机安装钳工必须能根据不同类型的鼓风机机组，确定合理的、切实可行的安装工艺，能够熟练运用各种安装操作技术，完成各工序的施工，并且要保证质量；安装钳工必须严格地按照图样、技术资料、安装规范进行施工，才能顺利进行安装工作；安装钳工必须能够正确地使用和维护各种工具、量具以及仪器和仪表，以便对机械设备进行检查、测量或精确定位。

在离心式鼓风机机组安装过程中，必须按照随机图样和技术文件的规定、依据国家行业标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》和各工业部的有关安装规范。

一、机组安装前的施工准备

机组正式安装前，用户和施工单位必须作好充分的准备工作，以保证施工质量和施工进度。准备工作主要包括：施工技术资料的准备、施工现场准备、机具材料和人员的准备；设备

PLC WORLD

的开箱、检查和清洗；基础的验收和放线；垫铁的准备和安置；地脚螺栓的检查处理等。

1. 设备的开箱、检查和清洗　机器在出厂时，大多是经过良好的防锈处理包装的，包装箱运抵现场后由用户交给安装施工单位，其中就有开箱检查的交接手续。这里的开箱检查与用户收货后的开箱检查内容相似，但其目的不同。开箱检查的具体内容有：

1）根据设备装箱单清点检查机器零部件是否齐全。

2）根据随机技术文件核对叶轮、机壳和其它部件的主要安装尺寸(如地脚螺栓的孔距、进排气口法兰孔径和位置尺寸、轴线中心高度等)是否符合设计要求。

3）叶轮旋转方向和定子导流叶片的导流方向是否符合随机技术文件的规定。

4）检查鼓风机外露各加工表面的防锈情况和主要零部件是否碰伤和明显的变形。必须重点检查转子的叶轮和轴颈、大小齿轮的齿面和轴颈等关键部位。

5）整体出厂的鼓风机，进排气口应有盖板严密遮盖。

上述检查内容都是规范所规定的，这不仅是安装单位预先发现问题、缩短工期的需要，而且也是对设备出厂状态和铁路运输的宏观检验。

设备的吊运、清洗，主要需注意吊运应平稳安全，不得损伤加工表面；在清洗时，转动部件(如转子、齿轮)应彻底清理干净，以免影响平衡。

2. 基础的检验和放线　为了保证安装工作顺利进行，安装单位一般应会同土建单位对基础的外形尺寸、与安装有关的尺寸以及基础表面的质量进行检查。基础检验包括：基础的轴线、标高和各部分尺寸必须符合建筑图样要求，平面标高误差不大于0～20mm，地脚螺孔的垂直度误差不大于1/100；基础表层不得有空腔、疏松、夹层和脏杂物。

基础放线是正确地找出并划出设备安装基准线和施工线，以便将设备座落在正确的空间位置上。安装基准线是指平面基准线(纵轴线和横向线)和标高基准线。安装施工线是指地脚螺孔中心线、设备底座边框线和安装垫铁的位置线。

基础的检验、定位的方法，一般采用拉钢丝挂线坠法和墨斗弹线法。如图6-1所示，单台基础可按现有孔位定轴线，按轴线固定标靶和钢丝固定架，再通过钢丝和线坠对基础进行检验和放线。标靶可用一块钢板埋设在基础上，然后打上洋冲眼。标高座是机器标高的标准，其结构如图6-3所示；钢丝固定架的结构如图6-2所示。

对于多台基础可按基础制作时的坐标为基准设置和确定标靶和标高座，然后以标靶中心拉钢丝挂线坠和以标高座为基准，对基础进行检验和放线。当然，根据多数尺寸的误差情况，适

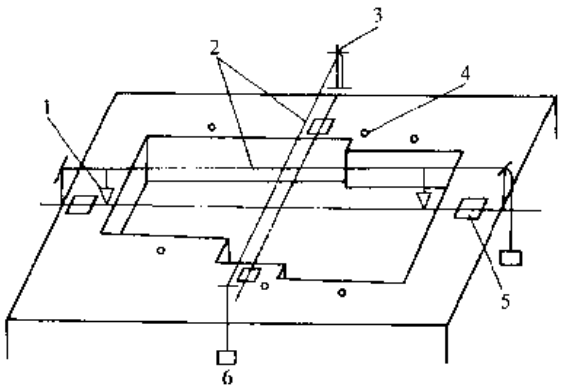


图6-1　基础的定位与测量
1—线锤　2—0.5mm钢丝　3—固定架
4—标高座　5—标靶　6—重物

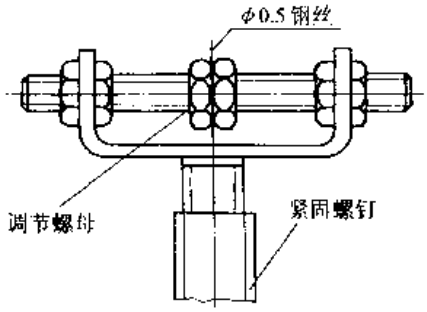


图6-2　固定架

图6-3
标高座

PLC WORLD

当调整标靶中心，也是允许的。

3. 垫铁的安装　垫铁是调整机器高低、水平、承担机器质量和地脚螺栓紧力，传递振动的主要途径，它对设备运行的平稳性影响很大。

机器安装有无垫铁安装法和有垫铁安装法。垫铁安装法采用垫铁组，一般由一平二斜共三件组成，如图 6-4 所示。三件的 A、B、C 铁各个平面均需加工，两件斜铁的斜度应一致，结合面 B、C 的局部间隙不大于 0.05mm。无垫铁法常采用调整螺栓加平垫铁的结构，如图 6-5 所示，调整螺栓有两个，也有三个的，平垫铁的上表面也应加工。对于两种安装法，其中平垫铁的安置是很关键的工作。

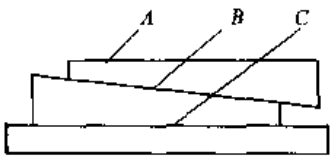


图 6-4　垫铁组

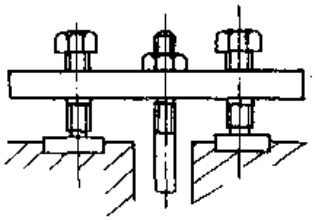


图 6-5　无垫铁调整组

有垫铁安装法　垫铁的数量和位置由机器的结构决定。其原则是每个地脚螺栓配备两组垫铁(左右各一)；地脚螺栓之间视距离可增设辅助垫铁；垫铁长度(位置)必须超过地脚螺栓中心。

平垫铁的安置有三种方法：座浆法、压浆法和铲研法。其中最常用的是座浆法在座浆法施工中，首先在混凝土基础上按前面所划定的垫铁位置，铲除该处的表面混凝土灌浆层达到 20～40mm，如图 6-6 和如图 6-7 所示。然后，冲洗浸泡、吸干，安放固定好模板，浇灌捣实混凝土砂，再压入并调平垫铁，使其水平度和标高都符合要求。

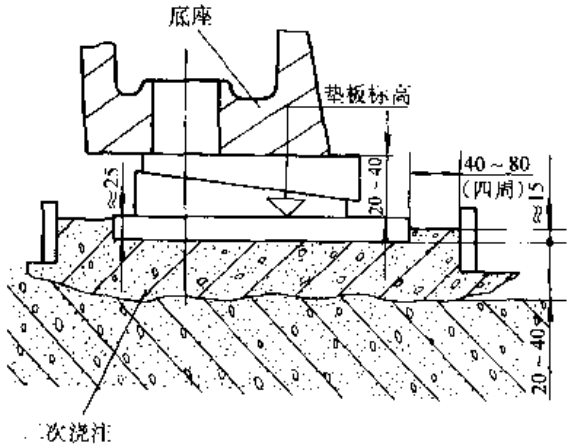


图 6-6　有垫铁安装法

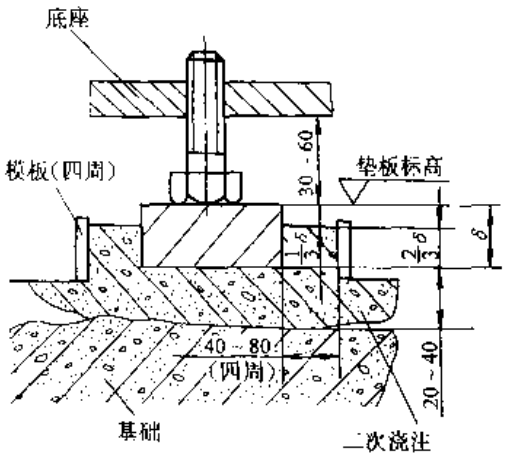


图 6-7　无垫铁安装法

平垫铁的安置要求为：

1）平垫铁与基础接触稳固，不摇摆。

2）平垫铁上表面应保持水平，水平度误差不大于 0.10/1000。

3）平垫铁上表面的标高符合要求，偏差不大于 ±1mm。

4）无垫铁安装法的垫板水平度误差应不大于 0.20/1000，标高偏差应不大于 ±2mm。

4. 地脚螺栓的准备　地脚螺栓有死地脚螺栓、活地脚螺栓和锚固式地脚螺栓三种类型。

死地脚螺栓通常用来固定工作时没有强烈振动和冲击的各种设备，它与基础浇灌在一起。中小型鼓风机、辅助机械、塔罐类设备常用这种地脚螺栓。施工中有一次灌浆法和两次浇灌法。二次浇灌法要求有预留孔，施工方便，但牢固程度较一次法稍差。

活地脚螺栓一般用于工作时有强烈振动、冲击或者有较大扰力值的重型设备，大中型鼓风机、变速器、大型电动机等均采用这种地脚螺栓。活地脚螺栓孔内一般不填充混凝土，而是填

PLC WORLD

充干砂或塑料颗粒或什么都不填，其目的主要是当地脚螺栓振断、振松后易于更换或调整。

锚固式地脚螺栓又称为膨胀螺栓，一般用于无振动的小型设备和一些电器仪表柜，具有施工简单、定位准确的优点。

在安装施工前，应根据设计要求准备好地脚螺栓，并要求各地脚螺栓孔垂直并有调整的余地，同时要求螺栓安放垂直，不得歪斜，否则应予修整。

5. 机组的准备　机组在就位之前，除了开箱检查清洗之外，还应作一些检查和修整工作，以防返工。

(1) 增速器　增速器解体，清理干净，保证油畅通；箱体与底座之间应贴合，自由间隙不应大于0.04mm，箱体中分面自由间隙不应大于0.06mm。

(2) 鼓风机　鼓风机按组件解体，清理干净；轴承座与底座之间、机壳锚爪与底座(支撑)之间，自由间隙应不大于0.05mm；机壳或轴承与底座之间的导向键应符合图样文件要求，如图6-8所示。图6-8中 $C_1+C_2=0.03\sim0.06$mm；$C=0.5\sim1.0$mm；δ_1 和 $\delta_2>3\sim5$mm，G 为0~0.03mm过盈配合。

(3) 电动机　按电动机出厂随机技术文件要求进行。除将其清理干净外，还有装配半联轴器的工作。由于电动机是由厂直发用户的，所以鼓风机制造厂配套的电动机端半联轴器也发至用户，在安装时装配，应在电动机就位前完成。联轴器的装配关键在于测量相关配合尺寸公差、修整键和键槽和控制热装时的加热温度。

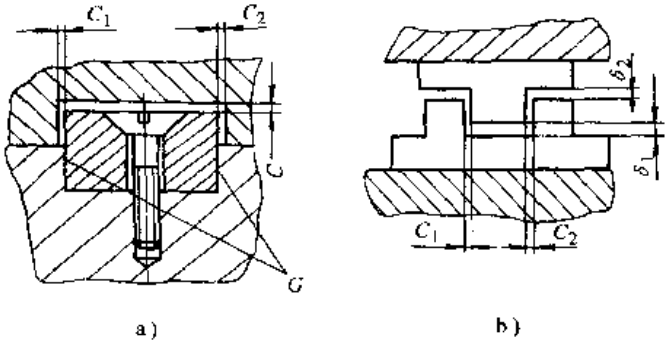


图6-8　导向键安装间隙示意图

a)水平导向键　b)垂直导向键

二、机组的就位与找正

1. 机组中心线的确定　机组的每个机器的转子都是被支撑在两个轴承上进行旋转的。转子受地球引力(即重力)的作用，在静态和动态下都要产生一个挠度。所以每个转子的实际中心线就不是一条直线，而是如图6-9、图6-10所示，这可在轴端测量水平度得到验证。例如AV80轴流式压缩机的转子，每端可达0.27/1000，分别向两端扬起，称之为该点的扬度为0.27mm/m。

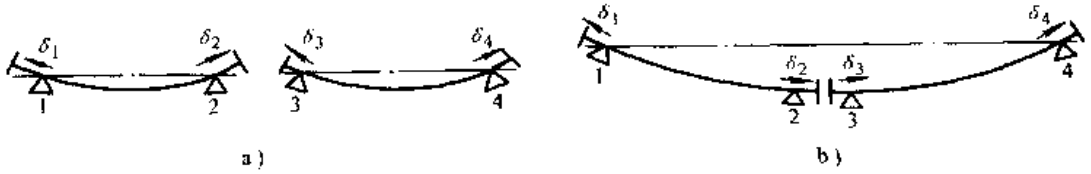


图6-9　二个转子串联实际轴心位置示意图

a)各轴承在同一水平线上　b)各轴承不在同一水平线上

机组是由多个转子轴通过联轴器联接起来的，如果使每个轴承都处在同一水平线上，则机组轴心线就成为波浪线，联轴器呈上开口状态，如图6-9a所示。在这种情况下，每转动一周，两半联轴器就要相对位移一次。摩擦加剧，同时产生一个附加的交变轴向力，影响平衡转动。如果联轴器端面不平行(图6-11)，图6-11中即 $A\neq B$，则每旋转一周，a_1a_2 和 b_1b_2 各自距离就

图6-10　转子中心线示意图

PLC WORLD

要在 A 和 B 之间改变一次，距离变化就意味着与连接件之间的摩擦变化，A、B 相差越大，摩擦就越严重。要改变这种状态，只有将图 6-9a 中的第 2、3 号轴承降低，下降到两个半联轴器既平行又同轴，如图 6-9b 所示的状态，这条轴心线就是所要求的连续光滑的弹性曲线。这条曲线就是通过两个半联轴器的相互找正来实现的，也就是说，只要两个半联轴器既平行又同心，这就会自然地形成这条曲线。

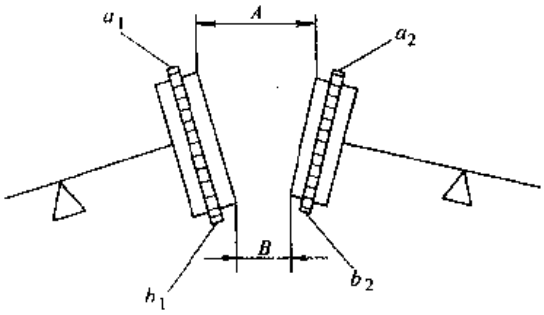


图 6-11　联轴器端面不平行

对于多转子轴系，一般要求这条曲线的两端扬度相当，中间部位呈水平。在图 6-12 中列举了几种机组中心线的确定方式。图 6-12a 为常见的单缸离心鼓风机机组(由电动机通过增速器拖动)的轴系图。本文主要就是以这种机组为对象来叙述安装技术的。

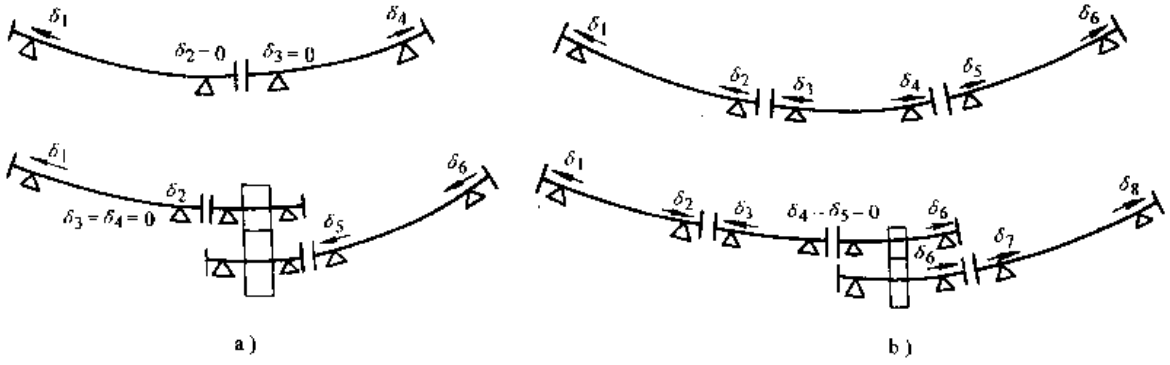


图 6-12　单、双缸离心压缩机机组中心线的确定

a)单缸机组转子的安装方式　b)双缸机组转子的安装方式

假如机组在冷态安装找正后，已经达到了光滑曲线的要求，但在运转后经常会遇到下述问题：

1）各支撑部位的膨胀不一致。

2）由于轴承的类型和参数不同，各轴承的油膜厚度不相同。

3）齿轮对的啮合力使轴心偏移。

由于这些因素使机组运转时各轴颈的位移不相同，使原来的光滑曲线遭到破坏。为了保证机组在运行时的中心线仍为光滑的连续曲线，就必须将上述诸因素的影响量值计算出来，并在冷态安装找正时，就将影响值在其相反的方向预留出来，以便在热态运行时达到同轴或者近似同轴的程度。在产品说明书中都给出了该机器的影响量值和找正要求。例如，图 6-13 中所示的简单机组，它的轴心位置在垂直方向的变化量计算结果列于表 6-1 中。

在机组安装找正时，就要把轴系变化量差值预留出来，即通过找正使轴系达到图 6-14 找

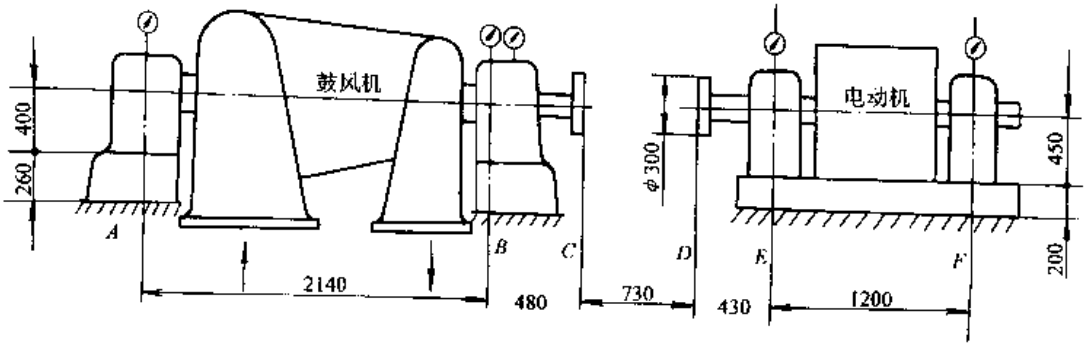


图 6-13　机组安装图

PLC WORLD

正曲线的状态。

2. 机组就位与调平找正　机组轴系的找正应首先选择位于轴系中间的机器作为基准进行调平，然后其余非基准机器再以基准机器进行找正调平，这样就使轴心线自然地成为两端扬度相当的连续曲线。有时，也以质量大、难度大的机器作为基准机器首先调整到估算的水平状态，这样可简化施工难度。

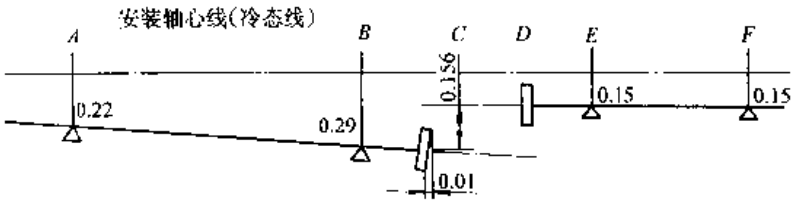


图 6-14　机组垂直方向的找正曲线

表 6-1　机组轴心在垂直方向的冷热态变化量示例　(mm)

轴承号	轴承种类	轴承孔径	轴承间隙	支承高度	温升 Δt /℃	温升引起的变量 ($\alpha = 1.1 \times 10^{-5}$)	油膜变量	轴颈总变量	联轴器差值
A	椭圆轴承	φ80	0.16	400 260	30 10	0.13 0.16 0.03	0.06	0.22	联轴器 C 比电动机轴低 0.156 下开口 0.01
B	椭圆轴承	φ100	0.20	400 260	45 15	0.18 0.22 0.04	0.07	0.29	
E	滚珠轴承	φ80	0.06	450 200	20 10	0.10 0.12 0.02	0.03	0.15	
F	滚珠轴承	φ80	0.06	450 200	20 10	0.10 0.12 0.02	0.03	0.15	

(1) 增速器的就位与初找正　设备安装前的准备工作完成以后，就可分别将增速器的下箱体、鼓风机下机壳以及与之相连的支承底座和电动机等穿上地脚螺栓，并分别吊装在基础的各自位置上。假如整个机组是以中间位置的增速器作为基础的。机组就位后，应首先进行增速器的位置找正及其调平工作。位置找正是指三坐标中的空间位置。要求增速器纵横向中心线与基础中心线重合，其误差不大于2mm；增速器中分面的标高，允许误差不大于2～4mm。调平时，纵横向水平均以下箱体中分面为准(精平时，横向以中分面为准，纵向水平以大齿轮轴颈水平为准)，水平仪置于下箱体的纵横两个方向上，使水平度误差调整到 0.05/1000 以内。水平仪的测量点位置如图 6-15 所示。如果箱体中分面的平面度和粗糙度稍差，则下箱体的水平度就很难测准(水平仪移动一点，水平度就有较大的变化，或者几处水平度相互矛盾)，这时，就应采用等高块架平尺测水平的方法。

当箱体水平度达到要求后，还应松开箱体与底坐之间的螺栓，再检查两体之间的自由间隙，不应大于 0.05mm。

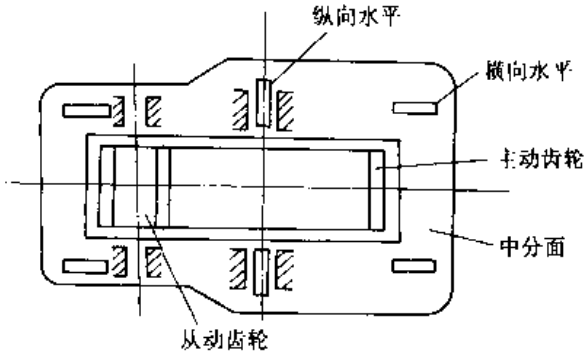


图 6-15　增速器下箱体水平仪测量点位置图

(2) 鼓风机和电动机的就位与初找正　以增速器下箱体为基准，对鼓风机、电动机进行整个机组的初步调平和找正。鼓风机与增速器的中心找正，可采用拉钢丝法(当轴承座与机壳分开时，还应同时找正轴承座中心)。机壳的位置以增速器高速轴轴承洼窝中心线为基准进行测量，机壳的中心线也应在其两端轴承洼窝处测量。在校正机壳中心位置时，应同时校正机壳横向水平度，符合要求后就可以初步固定地脚螺栓。

PLC WORLD

机壳中心找正时，除上述拉钢丝法以外，实际上往往更多采用的还是把真实转子安装后，通过联轴器之间用百分表测量径向位移和端面倾斜来确定的，即联轴器打表法。该测量找正法在初找时，只需将轴承和转子按原出厂状态安装好(无需精密组装)，就可进行测量。联轴器打表法具有如下优点：

1）每个转子的挠度是真实的，可以避免其它方法的挠度误差。

2）转子之间的距离可以实测，不需划线测量计算等过程。

3）有些转子轴心不一定在机壳轴承洼窝中心，所以按拉钢丝法测量洼窝中心有可能引起更大的误差。

4）有些鼓风机和电动机是整体组装型的，不必拆卸，所以无法在轴承洼窝处测量。

鼓风机与增速器找正时，其纵向水平随增速器确定，同时还应调整自身的横向水平。横向水平以机壳中分面为准，用水平仪在每端两侧横向测量，也可借助等高块架平尺在中间横向测量，横向水平度(包括两端的扭曲度)误差为0.1/1000。如果以鼓风机为基准机器，则其横向水平度误差为0.05/1000，在主轴上测量。

电动机与增速器找正时，其横向水平也是随增速器确定，横向水平以两端轴承箱中分面为准，用水平仪横向测量。

无论是横向还是横向水平的调平，都是通过调整底座下的垫铁或顶丝，使之符合要求的。机组在找正调平时，水平仪测点的位置如图6-16所示。

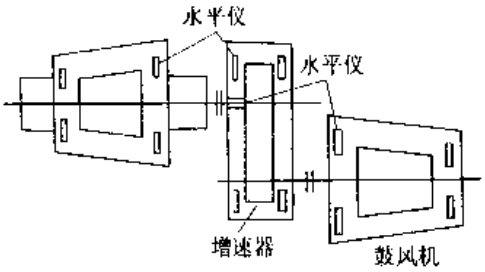


图6-16　机组找正时水平仪测点位置图

(3) 鼓风机、电动机就位找正时注意事项

1）联轴器之间的距离，必须按联轴器或者总装布置图的尺寸要求执行。

2）在测量联轴器间距时，鼓风机转子应紧靠主推力轴承侧，电动机转子应位于磁力中心位置上。

3）鼓风机轴承箱与底座之间或机壳锚爪与底座之间应贴合，局部间隙应不大于0.05mm。

4）有导向键的轴承座或机壳锚爪与底座之间(即滑动支撑)的限位螺栓应正确固定，有利于热膨胀，一般应达到如图6-17所示的要求。

3. 机组的找正　所谓机组的找正是指机组同轴度的找正。在安装过程中，机组的找正是非常关键的工序，它贯穿安装工作的始终。机组的找正按程序可分为初找正、精找正和终找正三个阶段，无论哪个阶段，找正方法和精度要求都是相同的。

(1) 机组找正的测量方法

1）单表法　单表法是通过找正架用一块百分表固定于其中一端半联轴器上，径向测量另一半联轴器的同轴度。如图6-18所示的联轴器找正及其工具图中，仅用 a 百分表测量，b、c 百分表不安装。测量一端后再调头测量另一端，这样就测得两组径向值，如图6-19所示。这种测量方法精度高，适用于两

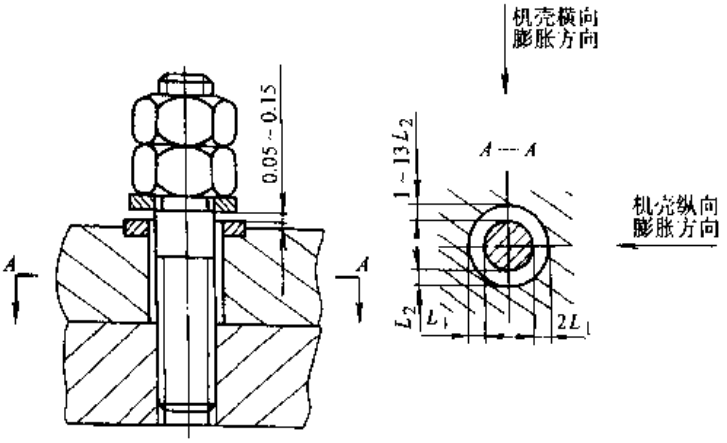


图6-17　限位螺栓的间隙示意图

PLC WORLD

半联轴器距离较大的两轴的找正。

2）两表法　两表法是利用两块百分表固定于一个半联轴器上，测量另一半联轴器的径向位移和端面平行度。在图 6-18 中，仅安装有 a 和 b 两块百分表进行测量，同时，在测量时还必须使轴不发生轴向窜动。但由于控制窜动比较麻烦，又容易造成误差，所以一般用在滚动轴承机器的找正或者找正精度要求较低的机器安装上。

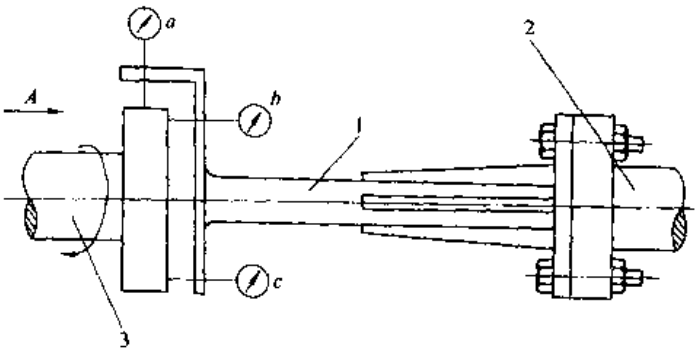


图 6-18　联轴器找正及其工具

1—找正轴　2—鼓风机轴（轴Ⅱ）　3—增速器轴（轴Ⅰ）

3）三表法　三表法是利用三块百分表固定于一端联轴器上，测量另一半联轴器上的径向位移和端面平行度，如图 6-18 用 a、b、c 三块百分表的测量方式。其中 a 表值表示径向位移；b、c 两块表值的平均值表示端面平行度。在图 6-20 中给出了测量记录值的示例。三表法最适用于短距离的联轴器，也适用于较长距离的联轴器。但必须调头测量，以消除找正架的挠度误差。三表法是最常用的测量方法。

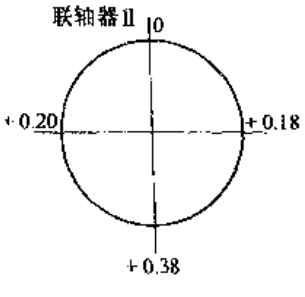


图 6-19　单表法测量记录值

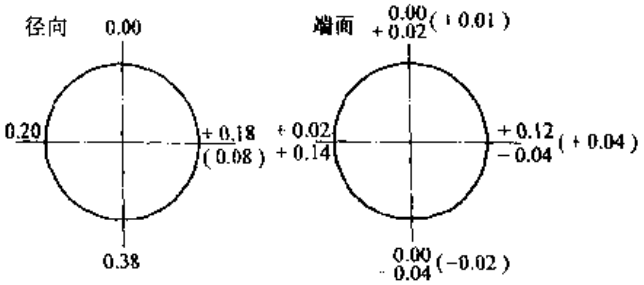


图 6-20　三表法测量记录值

以上三种方法的共同点都是每转 90°测量记录一次数值，同时为了提高找正准确度，都要求两轴同步转动。

4）光学准直仪找正法　为了适应特长联轴器找正的需要，利用光的直线性（没有挠度误差）而设计制造的一种光学找正仪，称之为光学准直仪。其特点是找正精度非常高，但由于其价格昂贵、操作复杂，所以一般很少采用。

（2）理论找正值的表示法

1）找正曲线　在轴系图中，直观的表示出轴与轴之间的相对位置关系，一般由垂直方向和水平方向两种示图组成，找正曲线图如图 6-21 所示。找正曲线直观明了，不易搞错左右方向，在安装找正时，可根据曲线图中的找正要求，选择不同的找正方法。

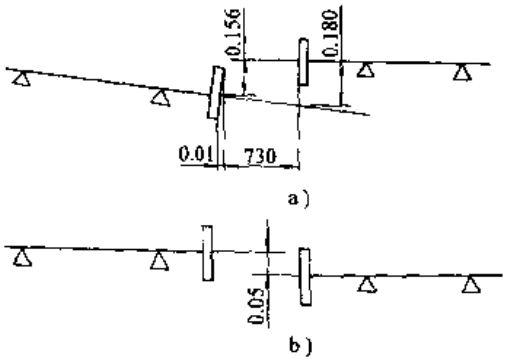


图 6-21　找正曲线图

a）垂直方向　b）水平方向

2）单表找正图　根据两轴线在联轴器部位的相互位置关系，结合单表法所画出的单表找正图，如图 6-22 所示。单表找正图是目前国际上较为流行的表示法，它与实际操作结合较好，但只适用于单表法找正，而且容易把左右方向搞错。如果用于三表法，则 b、c 两百分表的示值也可作为参考，进一步验证 a 百分表的准确性。

PLC WORLD

3）轴心坐标图　两轴之间的找正关系用一轴心在另一轴头上的投影坐标来表示，如图6-23所示。从轴心坐标图可看出两轴之间找正关系一目了然。

为了使左右方向不搞混，国内和国际上都有一个基本的规定：即观察方向都要从原动机端看机组。

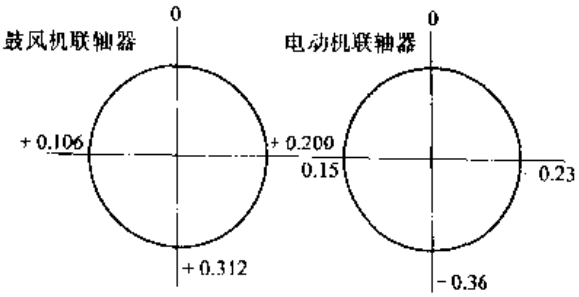


图6-22　单表找正图

（3）找正公差　是指实际找正值相对于理论找正值的所允许的误差。找正公差目前在国内尚没有一个统一的标准，产品说明书中也只给出理论找正值，而不给找正公差。找正公差由安装单位根据有关规范或者经验数据确定。

找正公差与联轴器的结构形式、长短大小以及转速的高低有关，在图6-24中给出的经验找正公差中，图6-24a为径向找正公差，这与端面距离有关；图6-24b为端面找正公差，这与联轴器端面直径有关。在机组找正时，两者皆应满足要求。该经验找正公差适用于柔性连接的联轴器，对于刚性连接的联轴器均按图6-24中 $n>3000$r/min 的要求执行。

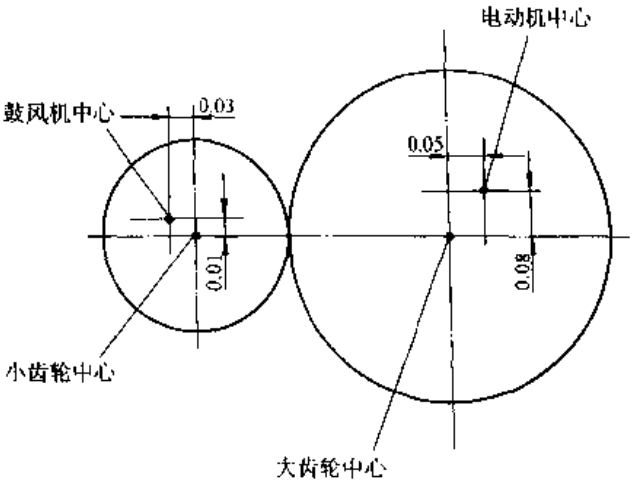


图6-23　轴心坐标图

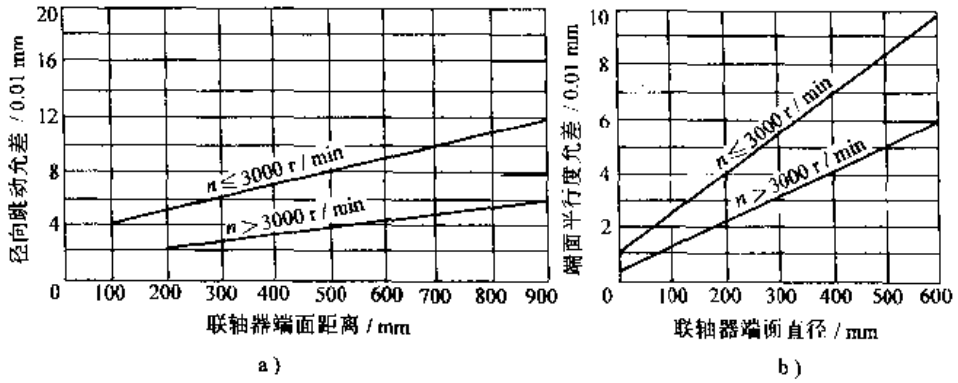


图6-24　经验找正公差

a)径向找正公差　b)端面找正公差

（4）找正误差的计算和校正

1）找正测量　以图6-25所示的三表法为例，并假定没有预偏移量的要求，方向是从增速器端看鼓风机，工作转速为5000r/min测量单位为0.01mm。

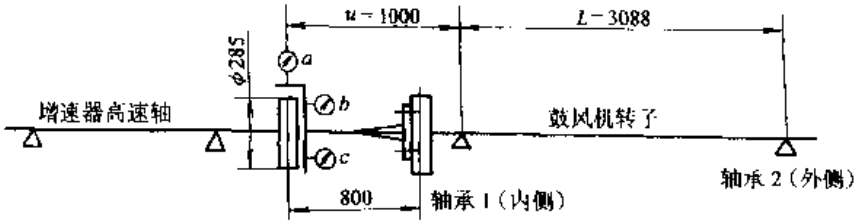


图6-25　找正举例

PLC WORLD

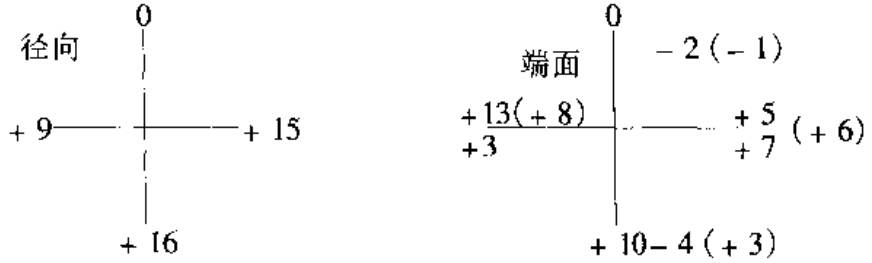
在原位，将 a、b、c 三个百分表对零(也可以不对零,将原值记录下来)。如 $a_1=0$　$b_1=0$　$c_1=+10$

每转 90°，又测得：$a_2=+15$　$b_2=+5$　$c_2=+13$

$a_3=+16$　$b_3=-4$　$c_3=-2$

$a_4=+9$　$b_4=+3$　$c_4=+7$

—画记录图



2) 误差计算　径向误差(垂直方向)R_V

$$R_V=\frac{上-下}{2}=\frac{0-16}{2}=-8$$

即鼓风机轴(轴Ⅰ)中心比增速器轴(轴Ⅱ)偏上 0.08mm。

径向误差(水平方向)R_H

$$R_H=\frac{左-右}{2}=\frac{9-15}{2}=-3$$

即鼓风机轴(轴Ⅰ)中心比增速器轴(轴Ⅱ)偏左 0.03mm。

—端面平行度误差(垂直方向)p_V

$$p_V=上-下=(-1)-(+3)=-4$$

即两半联轴器端面上开口 0.04mm。

端面平行度误差(水平方向)p_H

$$p_H=左-右=(+8)-(+6)=+2$$

即两半联轴器端面右开口 0.02mm。

—结论：对照图 6-24 经验公差，R_H 和 R_H 合格，R_V 和 R_V 不合格，应予校正。

3) 误差校正(以校正鼓风机为例)　两半联轴器之间径向和端面找正误差的校正原理，就是利用相似三角形的比例关系，其校正程序是先端面，后径向。现以上述举例，校正 R_V 和 P_V

垂直方向端面误差的校正(首先使两半联轴器端面平行)

轴承 1 应上移　$S'_1=\frac{P_V}{\varphi}\times U=\frac{0.04}{285}\times 1000=0.14\text{mm}$

轴承 2 应上移　$S'_2=\frac{P_V}{\varphi}\times(U+L)=\frac{0.04}{285}4088=0.57\text{mm}$

—垂直方向径向误差的校正(使径向方向同轴)

由于鼓风机原上偏 $R_V=0.08$，所以在轴承 1 和轴承 2 的校正值中还应减去 0.08mm。

—综合校正值

轴承 1　上移 $S_1=S'_1-0.08=0.14-0.08=0.06\text{mm}$

轴承 2　上移 $S_2=S'_2-0.08=0.57-0.08=0.49\text{mm}$

水平方向的校正计算与垂直方向相同。

三、机组的组装与检验

PLC WORLD

在机组就位、调平、找正之后，进行各单机的组装、检验和调整工作，这是保证内在安装质量的重要环节。其中可能会发现一些质量疑问，有些是检验方法的差异造成的，有些是制造车间与安装现场的情况不同造成的，有些是需要在现场调配的。所以，在发现问题时应分析原因采取必要的措施进行调整。

1. 齿轮增速器的组装与检验 齿轮增速器的组装内容包括：增速器的精平、轴承的安装、齿轮的啮合调整、轴承的检查与修正。

(1) 增速器精平 齿轮增速器在正式组装前，应首先复查增速器的水平状态，纵横向水平度误差为0.05/1000。由于离心鼓风机对轴线的找平找正要求是轴线呈连续光滑的曲线，有时尽管箱体找平了，但齿轮轴的水平误差较大，造成整个轴线的误差，所以，在箱体精平时，应同时放入轴承和大小齿轮轴，检查大小齿轮轴的水平，并以大齿轮轴的水平为准调整增速器的纵向水平；横向水平仍以中分面为准。

增速器精平的最终要求是：纵横向水平度允差均为0.05/1000，横向在箱体中分面上测量、纵向在大齿轮上测量。有时在中分面测量水平时，由于中分面的平面度或者粗糙度差，测量水平度的重复性很差。这时，可以采用等高块架平尺，在平尺上测水平的方法来测量水平度。

(2) 齿轮对啮合的检查与调整 齿轮对啮合检查之前，应首先确认各轴衬下瓦是否安装合格(主要项目是轴衬对号入坐、瓦背接触和瓦面接触等)。

齿轮对两轴的中心距和水平方向的平行度是用量块测量的，其调整应视轴承结构而定，采取刮瓦或者更换调整垫片。

齿轮对两轴在垂直方向的平行度，可采用轴颈高度打表法或者水平仪测量法进行测量，其调整也应视轴承结构而定。上述两个方向的平行度仅指齿轮宽度范围内的平行度值，在计算时应注意这一点。

齿轮对的圆周侧隙是指一个齿轮相对于另一个齿轮的圆周晃动量，所以应用打表法进行测量；齿轮对的法向侧隙是指工作齿面接触时，非工作齿面之间的最小距离，一般采用压铅丝法测量。在没有明确哪种侧隙时，可采用打表法测量。侧隙的调整只能通过齿轮副中心距的改变作微量的调整。

齿轮副的啮合要求是通过着色法检查的，它的调整涉及到中心距、平行度，调整时应综合考虑各个因素。

齿轮副的接触迹线和接触斑点是增速器组装的最重要的技术要求，必须充分保证，其检验和调整应按下述程序进行：

1) 大小齿轮擦洗干净，在大齿轮的若干齿面上均匀涂上红色印泥，给小齿轮施加一定阻力，转动大齿轮数次，被印在小齿轮上的色迹，即为静态接触迹线，再用透明胶带纸粘揭色迹，该迹线应符合要求。

2) 试运转前，在大齿轮的若干齿面上涂上一层不溶于油的颜色试运转后，根据颜色脱落痕迹测得动态接触斑点，该斑点必须符合有关技术要求。

3) 对于高速圆弧齿轮，其静态接触迹线应不少于齿长的70%，动态接触斑点不少于90%，接触位置离齿顶的高度为 $h_{凸齿}=0.45\pm0.2mn$，$h_{凹齿}=0.75\pm0.2mn$ (其中mn为法向模数)，在图6-26中表示了圆弧齿轮的正确啮合位置。对于渐开线齿轮增速器，其接触斑点长度应不少于齿长的70%，

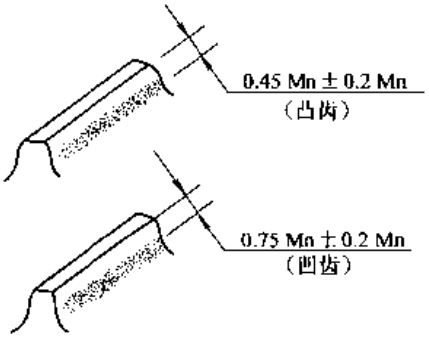


图6-26 圆弧齿轮正确啮合的位置

PLC WORLD

高度应不少于齿高的 50%。

4）对于小齿轮刚性较差的齿轮副，其接触斑迹线应偏向于动力输入端较好些。

5）当轮齿接触斑点不符合要求时，可通过更换瓦背调整垫或者刮瓦来改善，有时可通过调整箱体水平调整其啮合位置(也可以说有些不正常啮合有可能是箱体强制变形造成的)。这种修正是一个综合性的调整，一般要先研究一个修正方案，并有可能要经多次调整才能合格。在图 6-27 中列举了圆弧齿轮可能发生的不正常啮合的现象及其调整办法，可供参考。

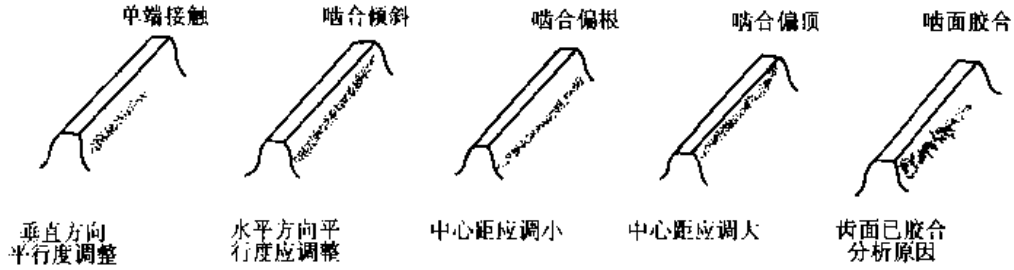


图 6-27　圆弧齿(凸齿)的不正常啮合及其调整

(3) 轴承的检查和修整　在齿轮接触符合要求后，这就要求下瓦不再进行影响到轴心位置的调整，否则前功尽弃。轴承的检查与修整包括下列内容：

1）轴承背与轴承箱孔的接触，用着色法检查，这应根据轴承结构确定其要求和相应的修正方法。

2）轴承钨金表面与轴颈的接触，用着色法检查。一般对接触长度有要求，不少于 80%为合格，接触宽度是自然形成的(指不刮瓦的轴承)。对于研瓦的轴承，其接触角一般不大于 60°，并且在两侧间隙与底部接触之间不能有明显的界线，如图 6-28 所示。图 6-28b 为一种不正确的侧向间隙和不正确的接触。

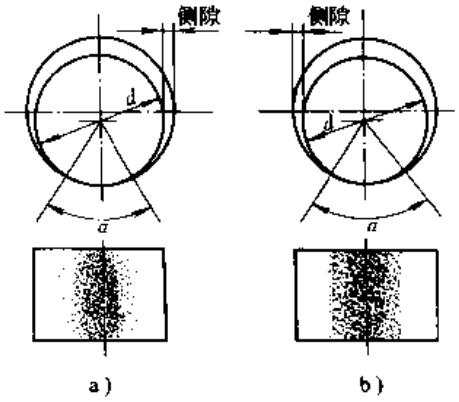


图 6-28　轴承的间隙与接触
a)正确　b)不正确

上述两项(轴承内外的接触)应在齿面啮合调整前进行检查和调整，因为它将直接影响到齿面的啮合情况。

轴承侧间隙用塞尺检查。应注意的是塞尺的插入深度不宜太深，插入深度一般为轴承孔径的 1/10，否则就不准了。如果侧隙不合格时，允许适当修刮。

轴承顶间隙用压铅丝法检查。应注意的是铅丝的直径不能太粗，太粗了就将产生误差，同时可能损坏轴承表面。铅丝的压缩量一般应为 1/3 左右，并以此选择铅丝直径。轴承压盖的过盈量最佳值为0.02～0.05，薄壁瓦取小值，不合格时，按轴承结构调整。轴承压盖的过盈(紧力)用压铅丝法测量，为了测量准确应在压盖中分面垫以0.20～0.30mm 的铜片，铅丝的压缩量同样应为 1/3 左右，并以此选择铅丝直径。

推力轴承的接触面积与增速器的结构有关。对于轴向内力式齿轮，接触面积达 40%以上即可；对于轴向外力式齿轮，推力面接触面积应达 80%以上。否则应刮研并达到规定间隙要求。

增速器在完成上述工作后，即可扣合增速器箱盖，为了防止渗漏油，可在中分面涂以 0.2mm 厚、10～15mm 宽的密封胶。

2. 鼓风机的组装与检验　鼓风机的组装包括：轴承的安装、隔板和密封的安装、转子的打表和定位、机壳的扣合等。

PLC WORLD

（1）轴承的安装　轴承的安装是一个十分重要的工作，轴承安装质量会直接影响到鼓风机组运转的平稳性和可靠性。轴承安装应达到的要求是：

1）轴承本身各零件之间配合严密。

2）轴承在轴承箱孔中安置稳固。

3）转子在轴承中具有良好的润滑和冷却的条件。

4）保证转子在定子中的位置符合要求。

轴承在出厂前已经装配调整，并且经过了试车的考验。但在鼓风机现场安装时，还须对轴承进行全面检验和修整。

首先应对轴承本身各零部件进行下述的检验和修整：

1）轴承合金与轴承体之间的结合面是否有脱壳现象，瓦面有无裂纹。

2）轴承的调整块与轴承体之间的结合面是否平整，垫片是否平直，调整块是否到位。

3）轴承的中分面是否贴合。

4）轴承的上下半是否错位，定位销是否起作用。

如果在检验中发现问题，应在现场加以整修。

轴承在轴承箱孔中安装时总的要求是稳固，稳就是接触良好；固就是要有两个方向的过盈。以往有许多实例表明：由于轴承在轴承箱孔中松动，而造成机组的振动。对于无调整块的轴承，瓦背与轴承箱孔的接触面积应达70%以上，而且要求接触均匀；对于调整块轴承应根据调整块的结构，达到产品说明书的接触要求，有的轴承调整块只要求局部接触并由加工保证的。轴承的安装过盈是与轴承结构型式有关的，水平方向过盈一般由手感确定或者测量算出的，一般为0.01～0.03mm；垂直方向的过盈是用压铅丝法测得的，一般为0.02～0.05mm。

轴承的润滑条件包括：

1）轴颈与瓦面接触长度应在80%以上。

2）轴承间隙达到设计要求，由于轴承的结构形式不同，间隙相差较大，径向轴承间隙一般为轴颈直径的1.5‰～2.5‰；止推轴承间隙一般为0.25～0.5mm。

3）瓦面的粗糙度达到 R_a1.6μm 以上。

4）进排油流道畅通，各部位进油量分配合理。在安装轴承时，应认真检查和整修以上各项要求，这是保证机组安全运转最重要的条件。

转子的位置是指转子在定子中的径向位置和轴向位置。径向位置是指转子应与轴承箱孔保持同轴，同轴度为0.06mm。对于瓦背可调型轴承这是容易实现的；而对于瓦背不可调型轴承只能靠加工保证或者刮瓦来达到。轴向位置的确定主要取决于叶轮出口宽度 b_2，与扩压器宽度 b_3 之间的相对位置要求，如图6-29所示，一般要求 b_2 与 b_3 的中心对齐；有些小流量的离心压缩机要求 b_3 与 b_2 的叶轮轴盘面对齐。对于多级鼓风机还应兼顾到各级叶轮的 b_2 与 b_3 的关系，同时还要兼顾各级叶轮与隔板之间的间隙 c_1 与 c_2。转子轴向位置的调整是由推力轴承向调整垫的增减来实现的。

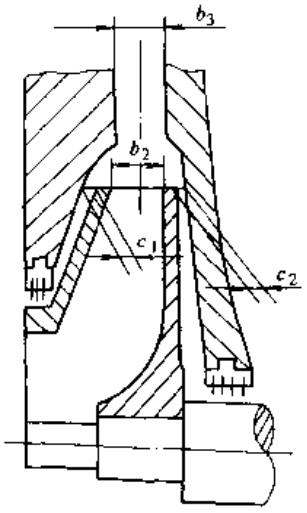


图6-29　叶轮的轴向位置

（2）隔板和密封的安装　隔板在安装前应进行清洗和检查，消除磕碰和堆起，在配合面涂以二硫化钼油，既润滑又可防锈。

上、下半隔板放入机壳后，在垂直方向相对机壳有0.05～0.15mm的间隙，以利隔板的热膨胀。为了使这个间隙不出现在隔板的中分面

PLC WORLD

(中分面有间隙将造成鼓风机的内漏)，而留在隔板的顶部，所以要求在上半隔板固定于上机壳后，有0.4～0.6mm的垂直窜量。

隔板与转子应同轴，以达到密封间隙均匀。隔板同轴度的调整，有的鼓风机是由加工保证的；有的是通过径向调整螺钉或径向支承销钉进行调整的。所以在放置隔板时，应当保持调整螺钉和支承销钉的完好性。

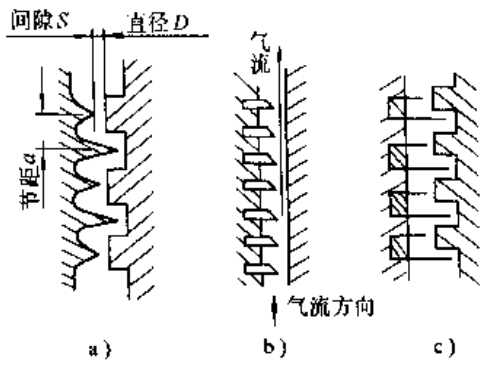


图 6-30　梳齿型密封结构顺序

密封元件的安装，首先要确认密封齿的方向，必须把密封齿的直面朝着高压方向，如图 6-30 所示的 b 型密封的直面应逆气流方向，其余两种类型的密封则没有方向要求。密封元件与隔板、机壳应配合良好，既贴合而又不紧。密封的上下半间隙是成对加工的，不能搞混。

密封间隙的测量方法是：左右侧间隙用塞尺检查，底部间隙用压铅丝法或者用长塞尺检查，上半密封间隙用压铅丝或塞尺检查。为保证圆周间隙，有时也用电工胶布贴在叶轮上，在密封齿上涂红丹色，再转动叶轮，按胶布的接触和摩擦情况进行判定。间隙小时，可适当修刮密封齿尖。密封间隙 S (图 6-30)一般可用下式计算

$$S = 0.2 + (0.3 \sim 0.6)D/1000$$

式中　D——密封直径(mm)。

(3) 转子打表和定位　转子在出厂时已经作了径向跳动的检查，并记录在产品证明书中。但是从工厂试车后一直到现场运转前这段时间内，可能会有些时效变化，同时为了给下次检修留一依据，所以在安装时，应对转子的重要部位的跳动作一次准确的检查。检查的主要部位是：转子的中部和两端、叶轮的进口圈和联轴器等部位的径向跳动，轴颈推力盘和联轴器端面等部位的轴向跳动。记录值应有角度和数值两项内容。

转子在定子中位置确定之后，应把转子相对于轴承箱孔的位置值(径向和轴向)记录下来，以供检修时参考。

(4) 机壳的扣合　鼓风机在组装合格后，应复测并校正与增速器齿轮的同轴度，然后就可以扣合机壳上半，要求上下机壳结合面应贴合，在未把紧中分面螺栓拧紧前，中分面的自由间隙一般应不大于0.12～0.16mm。对于超过部位，应查找原因消除(如隔板、密封有了过盈、定子各部件的局部磕碰而产生的堆高隆起等)。如果确定由于机壳变形而引起的误差，在拧紧螺栓后又能清除间隙，在不影响机器装配精度的情况下，则可以不作修整。

为了防止在机壳中分面处漏气，可在中分面上均匀涂一层厚度为 0.2mm，宽度为10～15mm 的密封涂料，涂在螺栓的内侧和外侧。

机壳中分面在打紧定位销钉后方可拧紧螺栓，并按规定的力矩和顺序拧紧。总的顺序是：先中间，后两端，左右对称，两轮拧紧，如图 6-31 所示。

3. 电动机的组装与检验　对于滚动轴承的电动机，只需要清洗轴承、加注润滑脂和进行绝缘检查。

对于滑动轴承的电动机，需要对轴承的安装进行检验和调整，同时还要对气隙和转子的绝缘值进行检测和调整。

电动机滑动轴承的径向间隙可按图 6-32 查取，并允许实际相对于查表值有 ±0.05mm 的偏差。

PLC WORLD

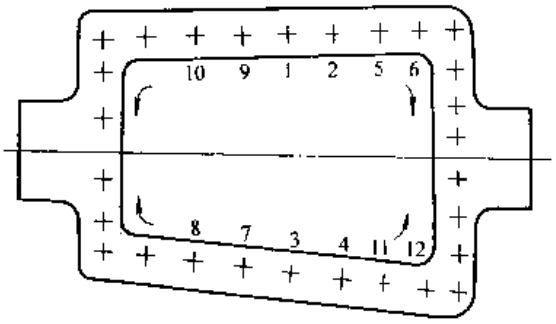


图 6-31　机壳螺栓拧紧的顺序

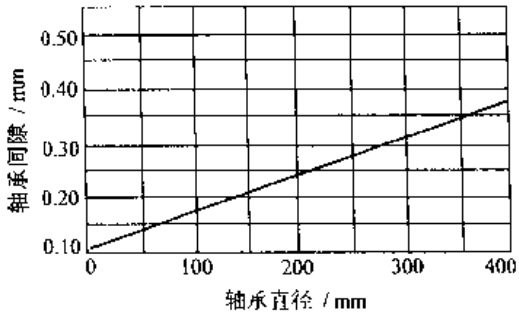


图 6-32　电动机轴承的径向间隙

4. 其它辅机的安装　机组在精确找正之后，就可进行润滑油系统、气体管道系统的配管和连接。这两个系统应注意的问题是：清洁、无泄漏、与主机的连接部位无过大的应力、管道的热胀冷缩不影响机组的正常运行。

管道无应力连接的具体要求是：管道与鼓风机连接时，法兰面应对中贴平，即螺栓能够自由地穿入螺栓孔，相连接的两个法兰端面平行度误差不大于0.2mm，管道连接后机器的跑位位移不得大于0.025mm注意避免配管中的假象，例如，有时从配管外表看，好象做到了对中贴平，但是管道消声器等重物是在临时支撑的情况下与鼓风机连接的，当支撑一撤掉，这些重物的重量就全部落在鼓风机上了。润滑油系统的总回油管的坡度不得小于4%，轴承箱的排油管的坡度一般为6%～8%，同时要注意油管应便于拆卸和清洗。

在油管路配制后，就可进行一次仪表的安装工作和自控系统的调校工作。

离心鼓风机、压缩机组自控系统的设计、调校和整定，通常包括表6-2中所列的项目和数值。可以根据用户的要求进行增减项目。

表 6-2　离心式鼓风机、压缩机组自控系统因果图

项	序	原　　因	数　　值	结　　果
起动	1	润滑油最远点压力低	$p \leqslant 0.1$MPa	电动机起动联锁
	2	润滑油温度低	$t \leqslant 20$℃	电动机联锁，电加热器工作
联锁	3	放空阀未打开		电动机联锁
	4	气体冷却器没给水	$p_{水} \leqslant 0.1$MPa	电动机联锁
起动	5	满足1～4项		允许电动机起动
	6	主油泵投入工作	$p \geqslant 0.2$MPa	报警、联锁停辅助油泵
运行	7	油压低	$p \leqslant 0.08$MPa	报警、起动辅助油泵
	8	过滤器压差高	$\Delta p \geqslant 0.05$MPa	报警
	9	油箱油位低(距箱盖)	$h \geqslant 400$mm	报警
	10	冷油器后油温度高	$t \geqslant 45$℃	报警
	11	冷油器后油温度低	$t \leqslant 25$℃	报警
	12	气体冷却器出气温度高	$t \geqslant 40$℃	报警
	13	轴承温度高	$t \geqslant 70$℃	报警
	14	轴承振动大	$b \geqslant \frac{6750}{\sqrt{n}}\mu$	报警
	15	转子轴向位移大	$s \geqslant 0.4$mm	报警
	16	进入喘振或逆流工况		报警、自动开启放空阀
	17	空气过滤器压差高	$\Delta p \geqslant 3 \times 10^{-4}$MPa	报警、自动开卷帘

PLC WORLD

（续）

项	序	原　　因	数　　值	结　　果
急停	18	润滑油压力太低	$p \leqslant 0.05$MPa	声光报警、联锁停机
	19	轴向位移太大	$s \geqslant 0.6$mm	声光报警、联锁停机
其它	20	油箱油温度	$t \leqslant 20$℃	加热器工作
	21	油箱油温度	$t \geqslant 25$℃	加热器停止工作

四、机组的试运转

机组试运转的目的是：考核、调整机组的技术性能；检验安装的质量、消除缺陷；保证投产后能稳定可靠地运行。

在机组试运转前，首先要完成润滑油系统的冲洗、调试和电动机的试运转。

润滑油系统冲洗的要求是：整个管路系统必须冲洗干净。冲洗时间不得少于24h，尔后用0.071mm（200目）的滤网检查回油和滤油器，网片上不得留有硬质颗粒，并在油温相同的条件下，过滤器前后压差在5h内应保持稳定。在冲洗过程中，检查润滑油系统各单元的功能和动作的准确和可靠性。

电动机的试运转主要是检验电动机的转动方向是否正确和电动机的一般力学性能。

1. 机组试运转前的准备工作

1）检查油、水、气各个系统管道的连接，是否达到了使用条件，管道是否已经清理干净。

2）检查仪表阀门的开启情况，仪表的灵敏度是否合格，尤其是油压低报警、低低联锁和轴承温度高报警、高高联锁，以及轴位移显示，这是安全试运转的关键。

3）盘动转子应无碰擦声响，联轴器及其护罩皆已连接就位。

4）进口节流阀（蝶阀）应开至便于起动的位置（一般应开至15°～20°），开启放空阀和旁通阀。

5）对于具有浮环密封的鼓风机，当用空气进行试运转时，应取出浮环座和内外浮环，换上预先准备的梳齿型试运转密封。进油管（浮环密封油的）和高位罐液面参考气管应通大气。

6）气体冷却器的冷却水应先打开，冷油器的冷却水在开车时不必打开，待开车后视供油温度而定。

2. 机组的试运转

（1）起动润滑系统　使之符合各项要求：

1）进入轴承润滑油的温度一般应控制在40±5℃的范围内。

2）起动时的油温一般不低于25℃。

3）轴承的进油压力一般应控制在0.1～0.15MPa。当进油压力低于0.08MPa时，则应报警，并起动辅助油泵；当油压下降到0.05MPa时，则应联锁停机。

4）备用冷油器、过滤器均须充满油，作好应急切换准备。高位油箱已充满油。

5）轴承回油温度正常。

（2）起动密封油系统（指浮环密封参与试运转的场合）　使之达到下列要求：

1）油温应控制在40±5℃的范围内，起动时最低油温不低于25℃。

2）冷油器、过滤器应充满油，排尽空气。

PLC WORLD

3）辅助油泵起动准确。

4）高位液罐液位符合要求，液位超限报警、联锁准确。

(3) 机组起动 用电动机拖动的机组，应先点动起动，以检查转子与定子之间有无不正常的摩擦和碰刮现象。

用汽轮机拖动的机组的起动，按产品说明书的规定分阶段升速。

(4) 机组的跑合运行 机组起动后，在不改变进口节流阀开度的状态下运行30～60min，使增速器齿轮、轴承的轴颈在小载荷下进行跑合运行。然后，停机检查轴承、轴颈的润滑情况，如有摩损情况应及时修整。对于增速器还要检测齿轮的接触斑点，不符合要求时应及时调整。

(5) 机组的低负荷运转 机组的低负荷运转是为了进一步跑合机械摩擦表面，同时考核机械运转性能。低负荷运转的时间一般为：工作转速小于或等于3000r/min的机组为4h；工作转速大于3000r/min的机组为8h。

(6) 机组的满负荷运转 机组满负荷运转主要是考核机组的空气动力性能，如：流量、压力、功率消耗、效率、气体冷却器效果、噪声等是否达到设计要求。

在机组低负荷运转合格后，可以不停机直接进行满负荷运转，即打开进口节流阀，逐渐关小放空阀和排气阀，应注意是排气升压应当缓慢进行，每5分钟升压不得高于0.1MPa，逐步达到设计工况。满负荷运转时间一般不少于24h。

(7) 机组试运转中的监测 机组在试运转过程中应定期进行下列各项的监测：润滑油温度和压力；轴承或转轴的振动；转子的轴向位移；进排气温度和压力；冷却水温度和压力；电动机的电压、电流和功率等。有密封油系统的机组还应监测其油压、油温、参考气体压力和高位液罐的液位等。

表6-3 透平鼓风机、压缩机振动的评价

测量方法	界限值 \ 机型	鼓风机	压缩机
轴承箱盖上测得的振动速度有效值/mm/s	优良值	≤4.0	≤2.5
	合格值	≤6.3	≤4.0
在轴承附近测得的轴振动双幅值/μm	优良值	$b_A \leqslant 4500/\sqrt{n}$	
	合格值	$b_a < 6750/\sqrt{n}$(离心)、$b_B < 6500/\sqrt{n}$(轴流)	
	报警值	$b_c \geqslant 6750/\sqrt{n}$(离心)、$b_C \geqslant 6500/\sqrt{n}$(轴流)	
	跳闸值	$b_d \geqslant 9900/\sqrt{n}$(离心)、$b_D > 8000/\sqrt{n}$(轴流)	

注：式中 n 为工作转速。

(8) 机组的工业运行 机组在试运转中和工业运行中，力学性能的有关要求列于表6-3、表6-4和表6-5中。

表6-4 离心鼓风机、压缩机轴位移界限

轴位移报警值 0.40mm	轴位移跳闸值 0.60mm

PLC WORLD

表 6-5　离心鼓风机、压缩机轴承温度界限

界限值 / 轴承型式 / 测温部位		滚动轴承		滑动轴承	
		报警值	跳闸值	报警值	跳闸值
轴承体温度	℃	环境温度 + 40	环境温度 + 50	70	80
轴承排油温度	℃	—		进油温度 + 28	进油温度 + 38
轴承合金层温度	℃	—		进油温度 + 50	进油温度 + 60

3. 机组的停车

(1) 紧急停机　在机组的试运转过程中，遇有下列情况之一时，应立即紧急停机。紧急停机的操作就是按动主电动机的停车按钮，然后再进行停机后的善后处理工作。

1) 机组突然发生强烈振动，并已超过跳闸值。

2) 机体内部有碰刮或者不正常摩擦声音。

3) 任一轴承或密封处出现冒烟的现象，或者某一轴承温度急剧上升到报警值。

4) 油压低于报警值并无法恢复正常时。

5) 油箱液位低，已有吸空现象。

6) 轴位移值出现明显的持续增长，达到报警值时。

(2) 正常停机　机组正常停机按如下程序进行操作：

1) 逐步打开放空阀(或出口旁通阀)，同时逐步关闭排气阀。

2) 逐步关小进气节流门至20°～25°。

3) 按动停车按钮，并注意停机过程中有无异常的现象。

4) 机组停止5～10min 后，切断气体冷却器和冷油器冷却水。

5) 机组停止 20min 以后，或者轴承温度降到 45℃以下时方可停止供油。对于具有浮环密封的机组，密封油泵必须继续供油，直至机体温度低于 80℃为止。

机组停止后，在 2～4h 内应定期盘动转子 180°。

五、离心式鼓风机的维护

离心鼓风机、压缩机通常用于生产流程中的气体压缩和输送，尽管它仅是整个装置的一个机器，但是它却始终被认为是装置的核心。因此，不仅要求操作者能正确地使用和操作，而且还要求维修人员能正确认真的进行维护，以保持机组长期稳定、安全运行。

机组的维修分为预防性维修和损坏后的维修。

预防性维修又分为日常维护和定期检修(分为小修、中修和大修)。

损坏后维修根据具体情况，决定采取维修的规模和零部件的更换。

1. 维护工作计划　为了有条理的做好维护工作，在此列出机组维护的一般性工作计划，表 6-6 为机组检查计划一览表。维护的对象包括机组及其附属设备。表 6-6 中所检查项目和检查时间间隔，现场可根据操作人员的经验和平时所发现的问题，进行调整，制定适合现场实际情况的维护计划。

PLC WORLD

表 6-6 机组检查计划一览表

检查项目	检查时间间隔				检查目的
	运行期间	停车期间	一年周期	一年以上	
一、离心鼓风机压缩机					
1. 支撑轴承和止推轴承	×				轴承温度检查
			×		轴承磨损及过热检查，合金脱壳检查
	×		×		转子轴向位移检查
2. 轴承挡油环			×		磨损及过热检查
3. 轴承箱油封	×				漏油情况检查
			×		油封间隙检查
4. 进口导叶控制			×		调整
5. 转子				×	1～3年以后检查叶轮积垢、腐蚀、裂纹和铆钉松动
				×	推力盘和轴颈磨损检查
	×				转子的振动
				×	转子的跳动检查和必要的动平衡校验
6. 隔板				×	1～3年以后检查积垢、腐蚀、固定螺栓是否松动
				×	与转子同轴度的状况检查
7. 梳齿型气体密封				×	密封间隙和磨损检查
8. 浮环气体密封	×				浮环工作温度、气液压差检查
			×		浮环的磨损和过热检查
9. 机壳、端法兰				×	1～3年以后检查积垢、腐蚀、平衡管的积垢
10. 进口导叶			×	×	1～3年以后检查积垢、腐蚀检查和调整
11. 转子间找正					
二、齿轮增速器					
1. 盘车装置				×	拆卸检查离合器
2. 支撑和止推轴承	×				轴承温度检查
	×				轴承磨损和过热检查、合金脱壳检查
3. 齿轮	×				齿轮啮合声音是否正常
			×		齿轮轴的振动检查
			×		齿面的磨损检查
		×	×		齿轮副推力环间隙检查、松动和裂纹检查
					齿轮的啮合检查
			×		齿轮喷油嘴的清洁度检查
4. 主油泵联轴器		×			联轴器磨损情况检查
三、机组联轴器					
1. 齿部件	×				齿轮传动声音是否正常
			×		齿间积垢检查和清洗
			×		齿间接触和腐损检查
2. 轴向定位部件			×		轴向位移检查
3. 喷油嘴			×		喷油嘴方向和清洁度检查

PLC WORLD

（续）

检查项目	检查时间间隔				检查目的
	运行期间	停车期间	一年周期	一年以上	
4. 充填油			×		更换新油
5. 连接螺栓			×		螺栓松动检查
6. 弹性联轴器			×		弹性件(牛皮圈)老化检查
四、润滑密封油系统					
1. 油性质	×				物理化学性质检查
2. 主油箱和高位油箱			×		箱内壁涂漆状况检查
			×		油箱底部沉积物检查、每次排油时应清洗干净
3. 油泵		×			联轴器状况检查
			×		入口过滤器检查
			×		泵的功能检查
				×	1～3年以后检查泵的内部零件情况
4. 过滤器	×				当滤油泵的压力降高于规定值时，应切换滤油、清洗或更换滤芯
				×	检查清洗
5. 冷油器		×			切换操作试验是否顺利
		×			切换操作试验是否顺利
			×		水侧积垢清洗、腐蚀检查和耐压试验
6. 安全阀和调节阀			×		功能检查和调定
7. 油管路			×		管内壁锈蚀检查
8. 蓄能器		×			充氮压力检查
9. 阀门				×	灵活性检查
五、气路系统					
1. 气体冷却器和水分离器			×		水侧结垢清洗和腐蚀检查、耐压试验
2. 安全阀、放空阀			×		调定
3. 调节阀、止回阀		×			适当的操作和灵活性检查
				×	1～3年以后检查内部件损伤情况
4. 空气过滤器	×	×			过滤器阻力损失检查或者更换滤网
5. 消声器		×			检查积垢和腐蚀情况、消声片孔板有无脱落现象
六、仪表					
1. 传感器、指示器			×		检查和调定
2. 温度、压力和液位开关		×	×		检查灵敏度和联锁动作
3. 停车控制按钮		×	×		操作试验

2. 机组常见故障排除　从机组运行计划可以知道，离心鼓风机组在运行中应定期检查转子的振动、轴承温度、润滑油和密封油系统等项目，在检查中将会遇到一些问题。现就有关离心鼓风机组常见故障的原因分析、排除故障的方法列于表6-7中，供现场操作和维护人员参照使用。如果有的故障仍得不到解决，则应尽快与机组制造厂家联系，协助处理。

PLC WORLD

表 6-7 机组常见故障的原因及其排除方法

故障现象	引起故障的原因	排除故障的方法
振动过大	轴系找正偏差过大	检查热对中情况，调整符合要求
	转子不平衡	检查是否由于叶轮积垢或者磨损不均匀而引起的，应清除后重校验动平衡 检查转子的跳动，判断是否弯曲变形，若变形较小可重校验动平衡，若变形大，则应更换备件转子，将原转子进行全面检查，确定修正调直方案 检查转子热装配合的零部件有无松动 平衡块是否移位，如果移位，应纠正复位
	轴承安装不当或轴承磨损	检查轴承安装状态和轴承的润滑状态，必要时应予修正或更换
	气体管路给机壳以大的附加应力	检查和校正管路与机壳的无应力连接；选择合理的支撑固定管路的方法，避免管路由于冷热变化使机壳产生较大的变形和位移
	联轴器不平衡	卸下联轴器的转动件，检查其动平衡质量，检查联轴器与转子的同轴度
	轴承油膜振荡 鼓风机喘振 邻近机器的影响	改变轴承参数或者更换抗振性高的轴承 改变鼓风机运行工况，迅速离开喘振区 相关的基础要彼此分开，并增加连接管线的弹性
支撑轴承故障	润滑油不合格，造成轴承磨损和温度过高	定期检查润滑油的性能指标，严格控制润滑油中的水分和脏物的含量
	轴承安装不恰当，松动或接触不良而造成振动和局部磨损	检查轴承安装状态，必要时进行调整
	轴承间隙不符合要求，造成磨损、振动	检查轴承间隙，必要时进行调整或者更换轴承
	润滑油量小，温度高	加大润滑油量，检查进油管路有无阻塞
	轴承质量差或者挤压造成合金脱壳	找出原因。更换轴承
	转子振动造成轴承的磨损和裂纹	检查转子振动原因，采取相应措施消除
止推轴承故障	轴向推力过大造成磨损或温度高	检查和调整轴承的接触情况，保证符合要求 检查鼓风机平衡盘密封间隙，使之符合要求
	润滑油不合格造成磨损或温度高	定期检查润滑油的性能指标
	进油量小、排油不畅，造成温度高	加大进油量和排油量
浮环密封故障	安装偏差和振动造成不均匀磨损、泄漏量大油脏造成磨损和温度过高	重新检查和找正浮环密封的安装状态 采取措施减小转子的振动 检查过滤器，更换过滤器芯子 检查油管路是否清洁
	浮环间隙不符合规定造成磨损或泄漏量大	检查浮环间隙，必要时进行调整
	油压不足	检查参考气压力，使其不小于最低值
润滑系统故障	油泵内漏或过滤器脏堵，造成油压降低	检修油泵 清洗滤油器
	润滑油管路阀门系统振动	校正油泵与电动机的对中 定期排放油管路中的空气
齿轮增速器故障	齿轮单端啮合，出现齿面脱落现象	安装精度差或者箱体变形，应重新校正调整达到要求
	油脏或油量不足，使齿面产生划痕或胶合	检查油质、清洗油管路 保证齿面有足够的润滑油
鼓风机性能下降	机体内流道积垢太多，使流通面积减小	清理流道积垢 进气管路应设置空气过滤器
	气体密封间隙过大，而使鼓风机内泄漏量过大	检查气体密封间隙，并更换不合格的密封

PLC WORLD

六、离心式鼓风机的大修与备件准备

离心式鼓风机、压缩机在运行一段时间以后(首次运行8～10个月,以后运行1～2年之后)应进行全面的检修(现场称之为大修)。大修是预防性维修的一种方式，其目的是：

1) 发现和清除机组运行后所产生的磨损件和报废件。

2) 检查和排除对机器性能、机械运转有危害的隐患。为此，需要对机组进行全面的解体、检查、核正、修理。大修的内容就是表6-8中的一年周期和一年以上的项目。

1. 机组大修前应了解的检修重点 为了顺利的有重点的进行大检修、检修人员应事先了解和掌握从上次大修到这次停机之间机组的运行情况，对于已经暴露的问题要进行充分地分析研究，制定出适宜的大检修方案。大修前所需了解的主要内容及项目列于表6-8中。

表6-8 大修前应了解的主要内容

序号	项 目	了 解 的 主 要 内 容
1	机组运行中的振动情况	同轴度、轴承间隙、轴承接触、转子平衡、齿轮磨损、振动值
2	运行中漏气情况	泄漏点、紧固件老化情况、拧紧程度、气密间隙
3	运行中轴承温度	轴承磨损情况、轴承压盖过盈量、油压、油量、轴承间隙
4	运行中漏油情况	油封间隙、轴承挡油环间隙、回流畅通情况
5	漏水情况	泄漏点、密封垫损坏和冷却管破裂情况
6	鼓风机性能是否下降	流道(空气过滤器、叶轮、隔板等)是否结垢 气密间隙情况、气体冷却器冷却结果
7	气体冷却器和冷油器情况	水侧、气侧是否脏，冷却水管是否结垢，渗漏情况
8	检测控制仪表	各测点(温度、压力、振动、轴位移等)探头和显示仪表是否完好、准确
9	齿轮增速器	齿轮啮合斑迹、齿侧间隙
10	其 它	

2. 检修对主要零部件存在问题的判定

(1) 转子

1) 发现叶片、叶轮有裂纹，则应更换。

2) 转子径向跳动增大，超过0.10mm以上，则应查找原因，进行修正。

3) 转子轴颈有划痕，可用金相砂纸抛光。

4) 转子振动增大并已超过报警值的30%，或者振动值已超过了报警值，则应校验转子的动平衡。

5) 只要重新修磨轴颈、更换叶片、叶轮，就必须对转子动平衡校验。

6) 只要发生损坏(如浸蚀、腐蚀、外来物体的撞击等)，就应对损坏的零件进行检查，并把损坏的程度记录下来。

7) 对于轴流压缩机在大修时，应进行叶片的裂纹检验(由于喘振引起的裂纹或叶片振动疲劳产生的裂纹)，检验范围为转子的最前两级和最后两级叶片。

(2) 轴承

1) 发现轴承合金有裂纹、脱壳，则应更换轴承。

2) 轴承合金表面出现点蚀、腐蚀，则应检查轴承的绝缘性和润滑油的酸值。如果点蚀不严重，轴承经过刮研修整，可继续使用。

3) 轴承合金表面划痕(小于0.5mm×0.5mm)时，可用刮刀刮平，可继续使用。

PLC WORLD

4）轴承表面出现巴氏合金流动和磨损，则应检查轴承间隙的瓦面的型线，不符合要求者应更换轴承，同时还须校验转子的平衡精度。

（3）梳齿型密封　由于密封的同轴度、转子的热膨胀或者振动都有可能使梳齿型密封磨损。如果密封间隙超过设计值，将使气体泄漏量增加，鼓风机的排气量减小，同时也将使转子的轴向力增大。在图6-33中给出了平衡盘密封间隙对鼓风机流量降低的影响规律。由图6-33中两条曲线可以看出：当平衡盘密封间隙加倍时，流量的降低几乎增加了一倍。同样，叶轮密封间隙引起的内泄漏也同样会影响鼓风机的流量。

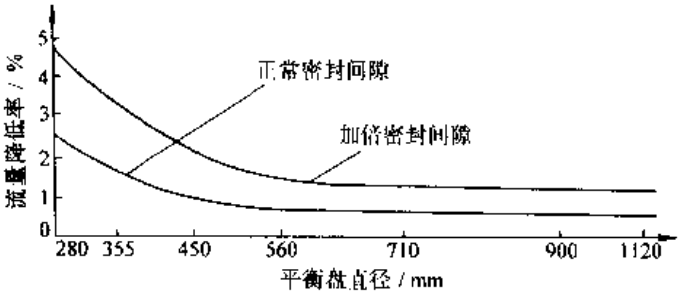


图6-33　平衡盘密封间隙对流量降低的影响

叶轮和平衡盘密封间隙的变化同时也影响着转子的轴向力。表6-9中给出了一台出口压力为0.9MPa的离心压缩机叶轮密封在平衡盘密封间隙增大时，对轴向力的影响。从表6-9表格中数值可知：密封间隙增大，轴向力将大大增加，对于多级高压离心压缩机更是如此。

因此，无论从增加泄漏，还是从增大轴向力的角度，密封间隙超差时，及时更换密封是完全必要的。

表6-9　密封间隙对轴向力影响的实例

实际间隙与额定值之比	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0
转子的轴向力/N	10470	33760	61730	81740	6030
轴向力之比值	1.00	3.22	5.89	7.80	9.16
只考虑叶轮密封的轴向力/N	10470	31570	56620	75930	88190

（4）机械密封或油膜密封　密封元件的任何超差(如浮环内孔直径、椭圆度、端面跳动、浮环间隙等)都应更换。

（5）增速器齿轮对

1）齿面动态啮合斑迹位置不符合要求，应及时调整齿轮的平行度。

2）齿面出现拉毛或者胶合现象。前者应找出原因，并对齿面进行精心抛光；对于后者应予报废。

3）大齿轮与主油泵之间找正不好，造成大齿轮轴端十字滑块和轴槽的加剧磨损，传动噪声增大。可以在轴端重新铣槽，并在精确找正主油泵使之保持同轴。

4）使用多年后，齿啮间隙将增大，若齿侧间隙增大到设计值的一倍时，应考虑更换齿轮对。

（6）联轴器

1）齿面接触不良(接触位置不正常或者仅少数几个齿接触)这是由于联轴器制造误差和找中误差大而引起的，应进行检查和调整。

2）齿面磨损使齿侧间隙增大，不正常磨损一般是由于找中误差和油脏造成的。轻微磨损可以继续使用，当齿侧间隙增加到设计值的两倍时，则应更换。

3）齿面点蚀大多是由于转子电流造成的，可通过对点蚀部位的修磨和转子的接地来解决。

4）充电式联轴器漏油，这是不允许的，必须彻底解决。

5）弹性联轴器中牛皮圈或橡胶圈老化或油浸变质时，应及时更换。

6）十字滑块联轴器滑槽间隙过大时，应检查找中和更换。

PLC WORLD

(7) 油系统　油质不符合要求(杂质和变质)。杂质一般是油系统本身产生的，例如回油管经常处于未充满状态，未充满部分的油管就会锈蚀，另外，油漆脱落零件表面也会锈蚀，特别是当油雾排风机从外界吸入一些水蒸汽或腐蚀性气体时，将使油管锈蚀加剧，传动系统工作摩擦产生的金属微粒也将进入油中而增加油中的杂质。

变质主要是外来物质污染的，例如润滑油可以被进入的氨水、海水和冷却器漏入油中的水所腐蚀，同时由于长期加温，也会加速润滑油的变粘和老化。

润滑油不符合要求时，应及时更换新油，并且要找出原因，采取相应措施。

下面介绍一种润滑油质的简单检验方法，可用于定期的标准的试验室化验的中间检验。

在机组运转时，用高壁圆柱形量杯取出油样，并且要完全充满，静置1~2天，就会出现如图6-34所示的结果：杯中上部是空气，在润滑油中存在一定比例的空气是正常的，但空气的比例不应超过2%~3%。中间部分是油，新油是清亮的，而用过的油逐渐变成棕色，当然深色的油仍能满足使用要求。但是，如果从下一次样品看到有较大的变化，这就证明润滑油开始明显变质了，则必须更换新的润滑油。杯底部是水和杂质，若油中有硬颗粒杂质肯定是不允许存在的，有水也是不行的。但如短期有百分之几的清洁水不会直接影响机组运行的可靠性，受影响的是油的工作寿命(使油乳化)和停机后的机器锈蚀。

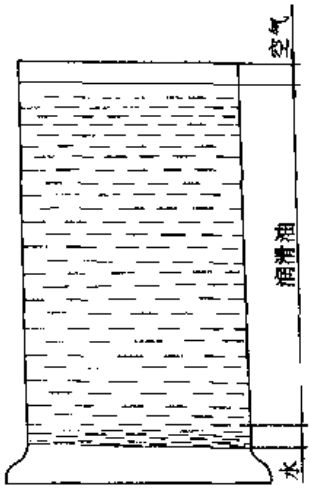


图6-34　润滑油质简单检验方法

(8) 轴线找中误差　检修时经常发现轴线对中值与安装时的记录值有很大变化，这主要是底座安装不平和管道作用力引起的(两者也影响到鼓风机内部的间隙要求)。应当查明原因，根据现场的实际情况，以最少的修正达到良好的效果。

(9) 辅机问题

1) 冷却器冷却效果下降。这应该从三个方面来检查和处理。冷却管束的积垢，降低了热导率；水侧(或油侧)存在气体，减少了热交换面积；冷却水水温偏高。

2) 逆止阀卡住。轴承的锈蚀和积垢是主要原因，应彻底解决。

3) 电动机定子绕组吸附大量油泥。这主要是电动机工作环境存在油雾和灰尘所造成的，应在改变工作环境上采取措施。

第二节　通风机的安装、运转与维护

一、安装前须知

保证安装质量，提高工作效率，需做好安装前的准备工作

1) 熟悉安装对象的设计图样、资料、说明书等设计文件。包括：熟悉通风机本体的安装图样，掌握通风机的结构特征；熟悉通风机工作的通风系统图样，熟知通风机在系统中的工作状况和作用；熟悉通风机基础验收规范及其施工情况，按设计图样查对通风机的规格、型式、叶轮的旋转方向、配用原动机的动力要求、地脚螺栓孔中心距、进出风口法兰孔径和方位及中心距，轴的中心标高等是否符合设计要求。

2) 按装箱单清点通风机的附件、配件、零件的规格、数量，然后进行外观检查，如外壳是否有锈蚀、凹陷伤损、转子是否有变形和碰伤等。

3) 对检查出的问题，包括设计、设备、施工等问题，应立即提交有关部门解决，否则不

PLC WORLD

能进行安装工作。

4）检查清单，应由专人负责保管，小型零件用原箱钉好保管，通风机、电动机应设防雨棚，产品底部设垫木，严防产品露天放置，或沉陷在泥水中。

5）注意，以上工作应与负责设备供应主管部门共同进行，并做好检查核对详细记录。

二、对风机安装基础的要求

1）满足风机在安装、使用与维修方面的方便，基础上半部的外形和尺寸(如沟、坑、洞与螺栓等)应按生产厂所提供的安装图设计。

2）基础应具有足够的强度、稳定性和耐久性。

3）在静力作用下，沉降和倾斜应在允许范围之内以保证机器正常使用。

4）基础的振动应在允许范围内，以保证风机正常工作和操作者的正常工作条件。对附近的机器和仪表的不利影响，应采用合适隔振措施。基础的振动应满足下列规定：

① 基础装置的自振频率不得大于电动机和风机转速的0.3倍。

② 风机运转时的振动速度与风机静止时的振动速度的差须大于3倍以上，当差数小于此值时风机需采取避免外界影响措施。

5）构架式或墙式基础都采用钢筋混凝土，混凝土标号为150号和200号，按内力大小通过计算配置钢筋，或按土建规范配置构造钢筋。

6）风机和其动力的支座边缘到基础侧面的净距一般不小于100mm。基础图样上应标明二次浇灌的找平层或灌浆层的位置和尺寸，其厚度不小于25mm。

7）地脚螺栓的形式和大小尺寸及安装位置按安装图采用。其埋入混凝土内的最小深度按实际受力大小确定；如无法确定其受力大小时，可按螺栓拔断而不拔出的原则考虑。

8）地脚螺栓的形式、埋置深度和基础边缘距离可根据风机本身安装要求确定，也可参考图6-35和图6-36选用。

9）设计基础本身质量和基础埋置深度应根据安装对象要求确定，以设备开车使用其扰力不迫至基础撼动为原则。风机是有规律运动的匀速旋转机械，动力源小于150kW时其每0.746kW的基础重为0.12～0.4t；大于150kW时为0.075～0.12t。也可按JB/TQ334—87通风机振动精度的规定：被测风机须装在大于10倍风机质量的底座或试车台上。

10）机器基础的允许振动量有三种表达方式，即振幅、振动速度和振动加速度。按各专业的自行规范规定的标准：锻锤采用振幅和振动加速度作为允许值；而破碎机和电动机则采用振幅为允许值；压缩机和通风机在低转速时以振幅控制，中高转速时，则以振动速度为控制标准。

11）基础的高度满足构造要求，即保证螺栓埋设件底部有足够混凝土保护层，坑底有一定厚度(保证强度)的条件下，应尽可能薄一些，这对于有水平扰力的压缩机和通风机基础可以减少扰力矩，使水平摇摆耦合振动产生的振幅降低。其基本要求见图6-35和图6-36。

12）基础应按构造要求配置钢筋。为了防止温度和收缩应力，不均匀沉降或振动所引起的裂纹，基础要求配置钢筋，一般配直径ϕ10～16mm的钢筋，间距为200～400mm。对于体

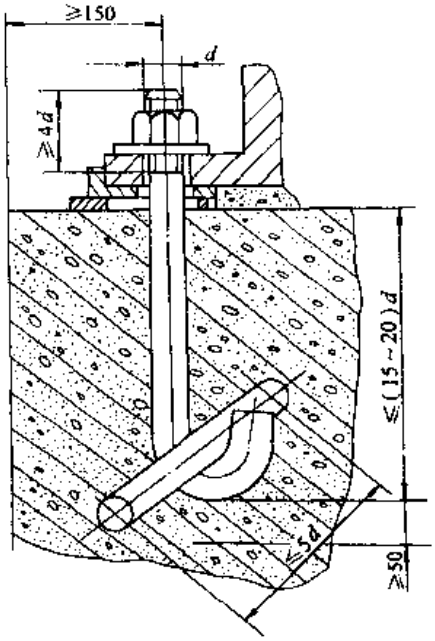


图6-35　地脚螺栓直接埋置位置尺寸

PLC WORLD

积小于 40m³ 的大块式基础也可不配构造筋，但开孔或切口尺寸大于 600mm 时，应沿孔或切口周围局部配肋，对于底板或基础周边可以结合具体情况适当配筋。对于体积大于 40m³ 的大块式基础除按上述配置钢筋外，还应沿周边配置钢筋。墙式基础的墙应配置钢筋网，其垂直钢筋的直径宜大于水平钢筋，顶板、梁、水平框架的配置筋按计算配置，并符合构造要求，连接处适当增加钢筋，底脚螺栓孔四周也要配置钢筋，详见现行《动力机器基础设计规范》。

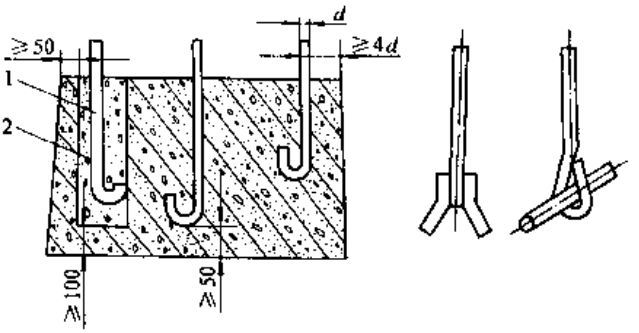


图 6-36　基础与地脚螺栓的位置及螺栓形式
1—螺栓　2—螺栓预留孔

三、机组安装

1）清扫基础混凝土表面，按表 6-10 检查基础是否合乎精度要求。

2）将通风机底座放到基础上，在基础表面和底座底面之间插上垫铁，通过调整垫铁的厚度，使安装的设备达到设计水平度和标高；增加设备的稳定性和便于二次灌浆。注意垫铁要放置在地脚螺栓的两侧，若只垫螺栓一侧，则应按地脚螺栓的直径选用大一号的垫铁。所有垫铁应与地脚螺栓中心相距(1～2)d 的距离，见图 6-37。

表 6-10　通风机基础允许偏差

项次	偏差名称	偏差值/mm	项次	偏差名称	偏差值/mm
1	基础坐标位置(纵、横中心线)	±20	6	中心距(在根、顶部两处测量)	±2
2	基础各不同平面的标高	+0，−20	7	预留的地脚螺栓孔：	
3	基础上平面外形尺寸	±20		中心位置	±10
	凸台平面外形尺寸	−20		深度	±20，−0
	凹穴尺寸	+20		孔壁的铅垂直度	10
4	基础平面不水平度(全长)	10	8	预埋地脚螺栓的埋没件：	
5	基础竖向偏差(全高)	20		标高	
6	预埋的地脚螺栓：			中心位置	±5
	标高(顶端)	+20，−0		不水平度	5

垫铁的面积、组数和放置方法、垫铁尺寸，应根据设备的质量和设备底座面积大小而定。如图 6-38、表 6-11、表 6-12 所示。

斜垫铁必须成对使用。垫铁的表面必须平整，每组垫铁数一般不超过 3～4 块，厚垫铁放在下层，而最薄的应夹在中间，以免产生翘曲变形，同一组垫铁放置必须整齐。设备调整好水平和方位，再将每组垫铁焊接固定好。在调整水平过程中应结合地脚螺栓同时进行。

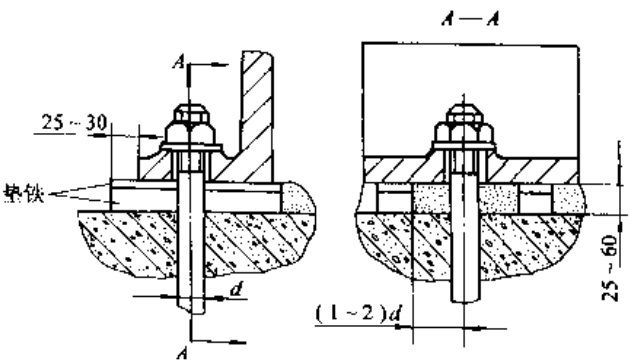


图 6-37　垫铁与地脚螺栓的相对方位

3）地脚螺栓埋入基础上的预留孔，复校其方位精度是否准，然后将机身底座和基础混凝土间的间隙灌入足够的灰浆，以形成混凝土结构件。地脚螺栓的预留孔的孔口大小，按螺栓直径而定。对直径为 20～30mm 的螺栓，预留孔的口子应为 100mm × 100mm，相应的孔底是

PLC WORLD

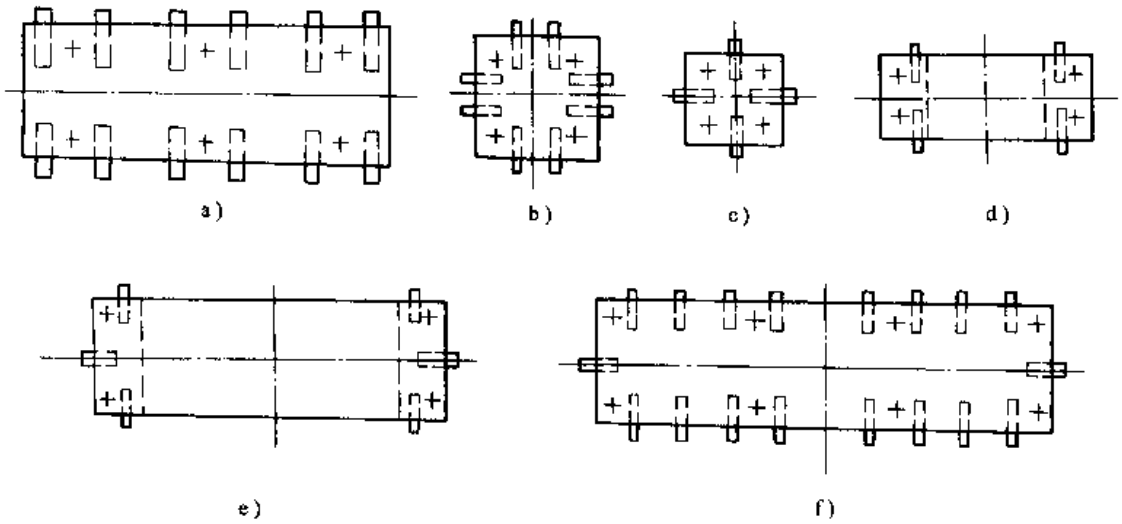


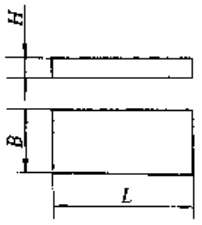
图 6-38　垫铁的放置方法

a)标准垫法　b)井字垫法　c)十字垫法　d)单侧垫法　e)三角垫法　f)辅助垫法

110mm × 110mm；对直径大于 30mm 的地脚螺栓，预留孔的口子是 200mm × 200mm，其相应孔底是 220mm × 220mm。以上两种的孔深由螺栓长度规范决定。孔的纵切面是梯形即可。

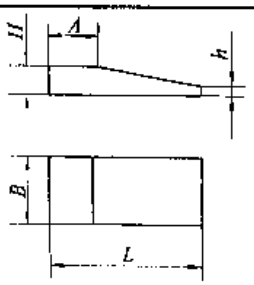
4）灰浆的配方比，多用 400 号水泥配 1 比 2 到 3 的砂。应特别注意收缩性、龟裂以及施工有关规范。待灰浆充分硬化后，才能拧紧地脚螺栓的螺母。

表 6-11　平垫铁的尺寸　(mm)



L	W	H	使　用　说　明
110	70	3、6、9、12、15、25、40	5t 以下的机器及设备，20 ~ 35mm 直径的地脚螺栓
135	80	3、6、9、12、15、25、40	5t 以上的机器及设备，35 ~ 50mm 直径的地脚螺栓
150	100	25、40	5t 以上的机器及设备，35 ~ 50mm 直径的地脚螺栓

表 6-12　斜垫铁的尺寸　(mm)



L	W	H	B	A	使　用　说　明
100	60	13	5	5	5t 以下的机器、设备，20 ~ 30mm 直径的地脚螺栓
120	75	15	6	10	5t 以上的机器、设备，30 ~ 50mm 直径的地脚螺栓

5）在大型通风机中，机壳与底座是分开的，机壳本身也往往分成几部分。此时，应先将机体底座、轴承座按上述方法安装后，按下机壳、转子、上机壳的顺序，边调整定子和转子间的间隙边组装。组装前，应搞清重要部位是否有毛刺、卷边、变形等，组装时注意不弄脏、不撞击研合面，精心施工。

6）安装建筑设施用通风机时，应将通风机安装于带防振橡胶或防振弹簧等的防振材料上。防振材料应以通风机整机的重心位置为中心进行布置。采用防振材料虽可防止基础上的振动，

PLC WORLD

但通风机本身的振动却略有增加。为此，通风机与管路的连接，应采用帆布或橡胶制成的挠性接头。

7）通风机安装于楼板、平台时，应做好如下工作。

① 直接设置通风机的楼板或平台，应采用现浇钢筋混凝土板，板厚不宜小于80mm，不宜采用冷轧钢筋。

② 厂房梁的跨度不宜大于6m。

③ 通风机所产生的水平惯性力应作用在结构刚度较强的方向上。

④ 不应把干扰力大于3000N的通风机直接安装在楼板上，应由梁来支承。

⑤ 要求干扰频率与楼板自振频率相差不小于30%，以避免产生共振而增加楼层结构振动。

⑥ 楼板、平台严禁采用悬臂结构。

8）离心通风机的安装程序和形式

① 大、中型通风机的轴和电动机轴是分开的，安装时一般可按下列程序进行（以图6-39b为例）：

a. 把机壳、轴承座吊放在基础上，穿上地脚螺栓，摆正机壳，暂不固定。

b. 将叶轮穿入机壳，装好机壳侧盖板，再将电动机吊放在基础上。

c. 安装调整带轮。用吊线法调整带轮较简便。将铅锤线挂在轮外侧，如图6-40所示，在轮外侧的正上方选定一点，用塞尺测量此点与铅锤线之间的间隙 a，再将轮转动180°，将此点位于正下方，再用塞尺测量此点与锤线间的间隙 a_1，使 a 等于 a_1。

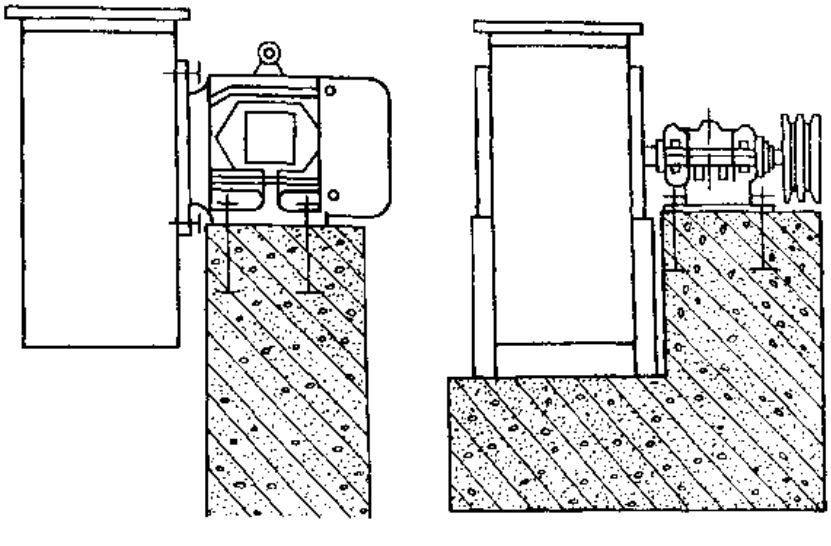


图6-39 通风机安装基础示意图
a）小型通风机 b）大、中型通风机

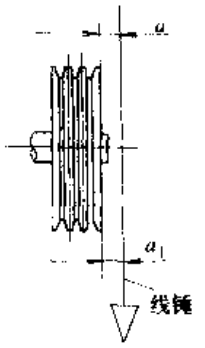


图6-40 调整带轮的吊线锤法
a—带轮上一点与垂线之间的距离
a_1—带轮上同一点转动180°后与垂线之间的距离

d. 轴承座的校正校平。校正可用大平尺按中心线量取平行线进行检查，偏斜可用撬杠拔正；校平用水平仪进行，把水平仪放在主轴上或带轮上检查，使轴承座的纵向不水平度不应超过0.1/1000；把水平仪放在轴承座的水平中分面上检查，使轴承座的横向不水平度不应超过0.2/1000。因为轴承座要当作机壳、电动机的校正校平标准，所以，轴承座的轴心不能低于机壳中心，联轴器的轴心不能低于电动机中心。轴承座校正校平以后，最好先灌浆进行固定。

e. 通风机叶轮按联轴器校正中心，机壳即以叶轮为标准进行校平校正。要求机壳的壁面和叶轮后盘或中盘平面平行，平行精度按图样设计要求进行，机壳轴孔中心和叶轮中心重合。

PLC WORLD

② 离心通风机的安装形式　安装在墙上及柱上的通风机，一般只限于A式传动通风机采用钢结构支架。其安装形式如图6-41所示。

A式通风机在墙上安装的形式如图6-42所示的四种。

A式通风机在柱上安装的四种形式如图6-43。

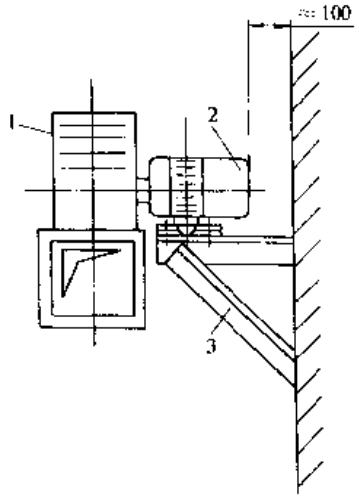


图6-41　A式通风机在墙上柱上安装示意图
1—通风机　2—电动机　3—安装支架

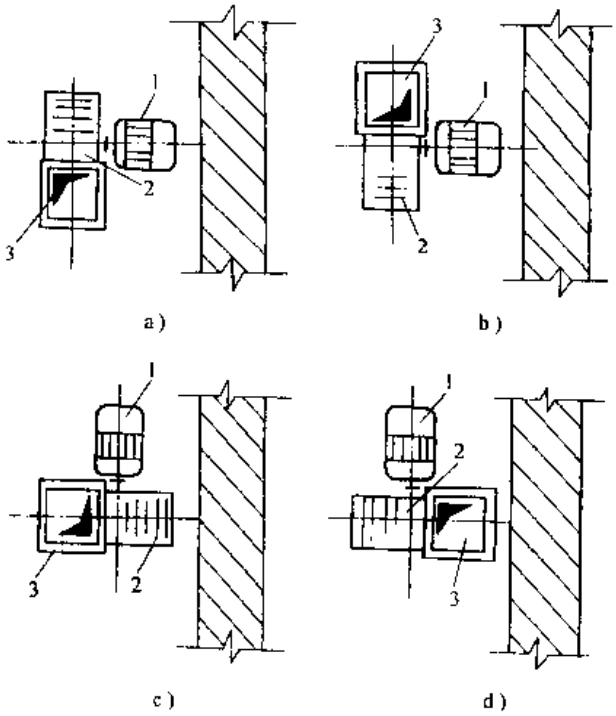


图6-42　A式通风机在墙上安装的四种形式
a)卧式　出口方向右0°　b)卧式　出口方向左180°
c)立式　出口方向左180°　d)立式　出口方向右0°
1—电动机　2—通风机　3—出风口

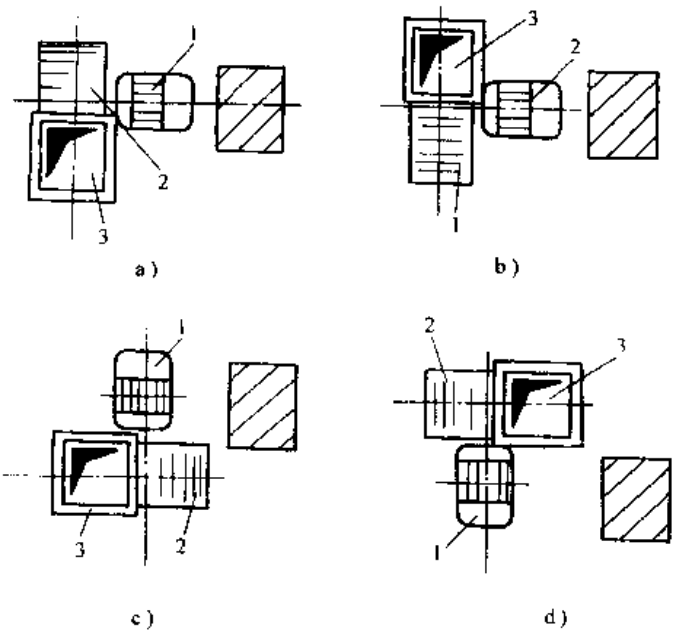


图6-43　A式通风机在柱上安装的四种形式
a)卧式　出口方向右0°　b)卧式　出口方向左180°
c)立式　出口方向左180°　d)立式　出口方向左90°
1—电动机　2—通风机　3—出风口

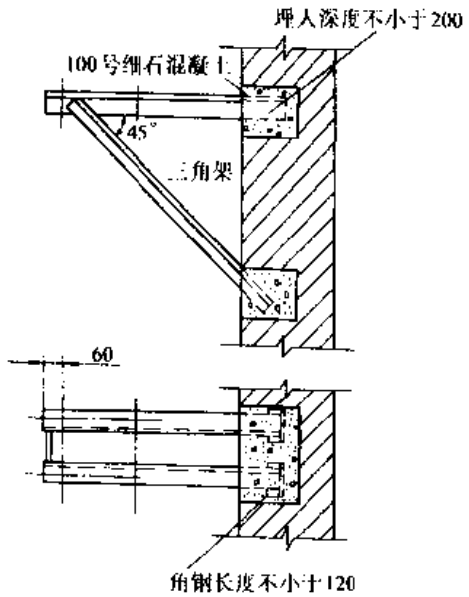


图6-44　A式通风机在砖墙上的安装支架

PLC WORLD

安装支架一般采用角钢制作的三角架，其结构形式如图 6-44 和图 6-45 所示。

A 式通风机在钢筋混凝土柱上和在钢柱上的安装支架如图 6-46 和图 6-47 所示。

9）轴流式风机的安装　轴流式通风机除有与离心式通风机相同的安装形式外，轴流式通风机还可在墙内或管道内安装，也可卧式或立式安装。其安装形式如图6-48～图 6-54 所示。

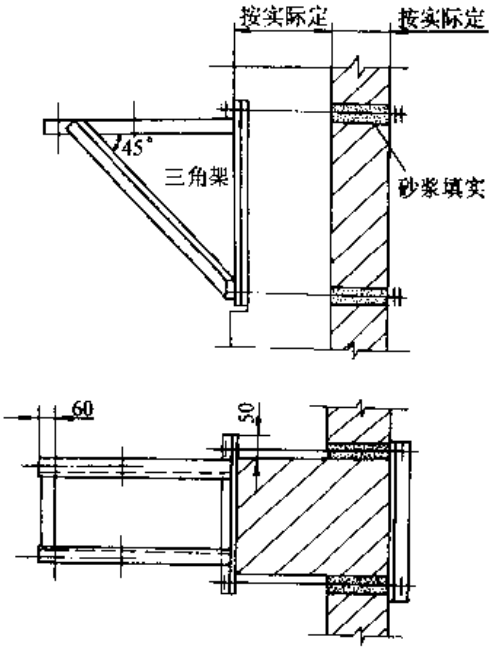


图 6-45　A 式通风机在砖柱上的安装支架

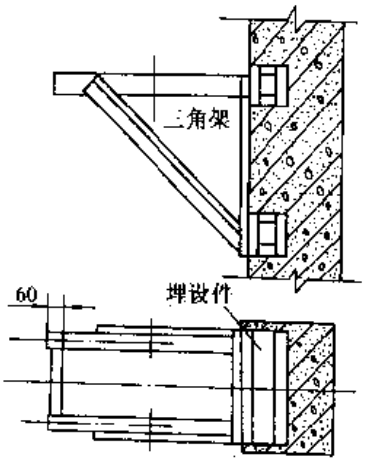


图 6-46　A 式通风机在钢筋混凝土柱上的安装支架

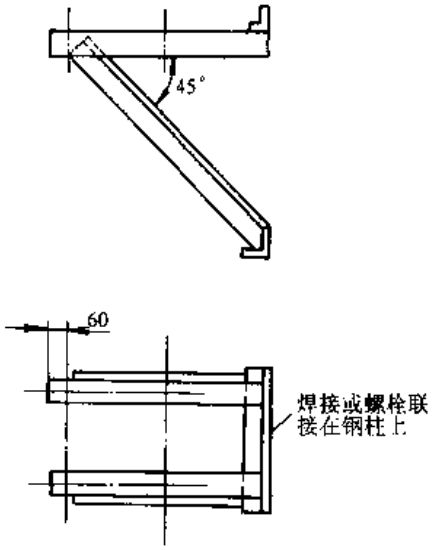


图 6-47　A 式通风机在钢柱上的安装支架

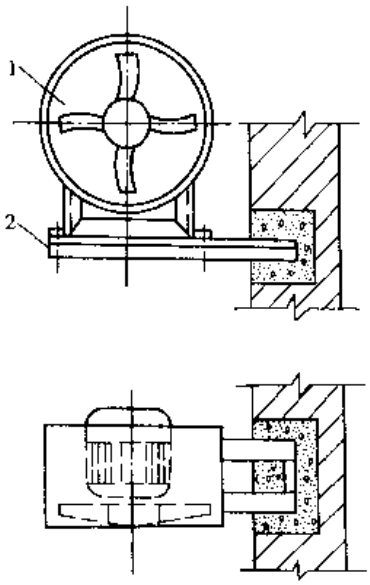


图 6-48　轴流式通风机墙上安装示意图

1—通风机　2—安装支架

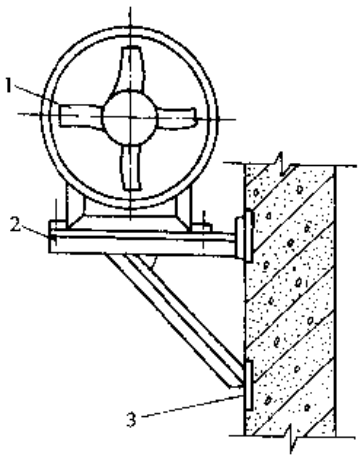


图 6-49　轴流式通风机柱上安装示意图

1—通风机　2—安装支架　3—埋设件

PLC WORLD

四、安装或检修带式传动的风机及对装配带轮的基本要求

1）电动机轴和风机轴必须严格地平行，不许带轮有歪斜和摆动；倾斜度不超过0.2/1000。

2）当两带轮宽度相同时，它们的端面应该位于同一平面上；若是不同宽度的两带轮，则两带轮的垂直轴中心线的中间平面应该重合。

3）注意带旋转的合理方向，带的紧边在下，松边在上。这样旋转，可以增大松边带与槽轮的接触面，保证其接触表面有足够的摩擦力。这样便可获得较高的传动效率、延长带使用寿命。

4）全部表面都加工的带轮可不做平衡试验，否则应按 JB/TQ337—84 通风机转子平衡要求进行。

5）带轮与轴是过盈配合，装配时需沿轴中心线方向加压力，加压之前在孔和轴表面须加润滑油。应注意，在过盈配合中，包容面和被包容面的材质不同(如不锈钢)，应使用不同的清洗剂和润滑剂，同时也应选用不同的过盈公差等级压入。这样才能保证装配质量。

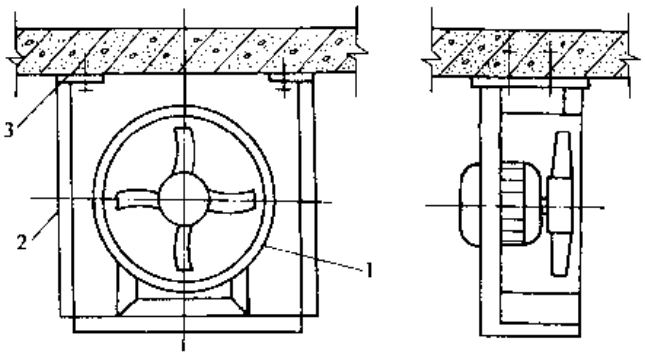


图 6-50　轴流式通风机楼板下安装示意图

1—通风机　2—安装支架　3—预埋螺栓

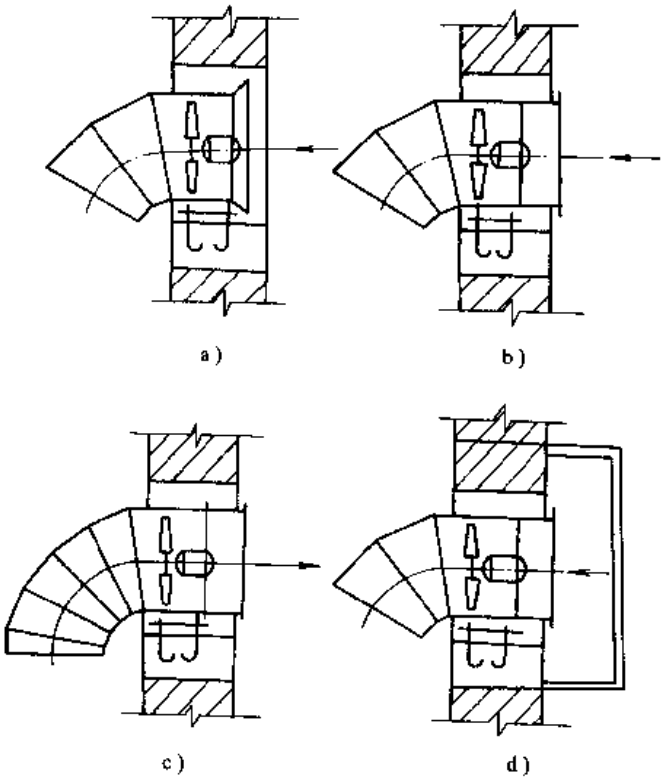


图 6-51　轴流式通风机墙内安装示意图

a)出风侧装有出风弯管

b)进风侧连接短管及盖，以便关闭

c)出风侧装有遮光出风弯管

d)进风侧墙装有防寒装置

五、安装或检修风机、清洗滚动轴承方法

滚动轴承是精密的配合零部件，要用汽油和布擦洗干净，严禁用棉纱擦洗。在轴上清洗时，如是双列锥形滚柱，可用喷油枪打入热油，使旧的干油被热油冲去。旧油除去后，可喷一次汽油，使内部余油完全除净，若用压缩空气在喷汽油之前先吹一遍，把余油吹掉，可节省汽油。已被硬化或较难清洗的滚珠轴承，可用温度70～80℃的机油冲洗后，再用煤油清洗，最后用汽油洗净。轴承洗后，应换上新油。

有时由于设备保护不好，内部存有水分，加工表面上生有一层锈，滚动轴承虽然是合金钢，还是会有生锈现象。在清洗时可以用粉笔灰混合机油，涂在绒布或柔性皮革上，擦拭有锈的地方；或者用零号砂布，把表面上的粗砂去掉，或蘸稀机油往生锈的地方擦抹。但要注意，不得使加工面上擦有纹路，更不得用粗糙工具去磨，以免影响轴承的精度。

如果风机轴或电动机轴上的轴承没有其它的检修项目，就不必将轴承拆下。但清洗装在轴上的轴承是比较困难，不容易把内部清洗得很干净。下面介绍一种用热油清洗的方法和步骤：

1）用油温为 90～100℃的热机器油淋烫轴承部位，使轴上旧的干油容易熔化，一方面慢慢

PLC WORLD

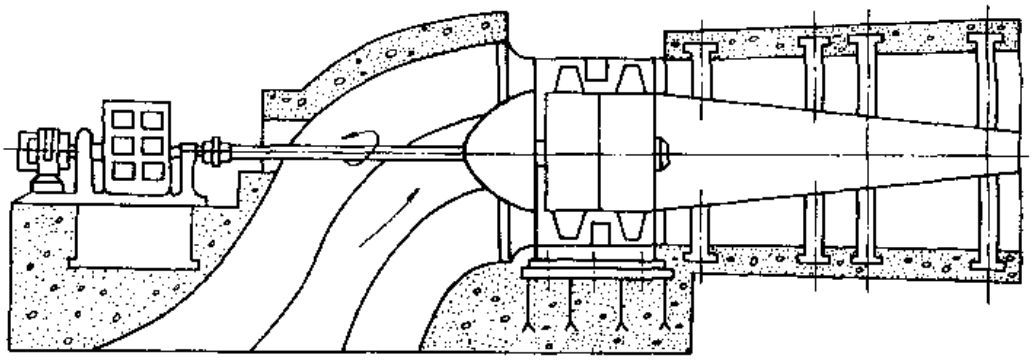


图 6-52　K66 型矿井轴流式通风机安装图

地转动轴承，一面用铁钩或小匙把轴承内的旧油挖出，如此继续用热油淋烫 5min 左右，轴承就基本上清洗干净。

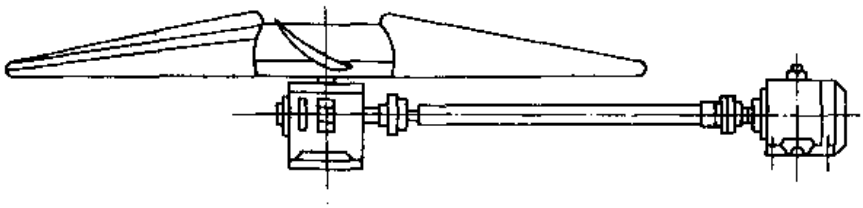


图 6-53　L30Ⅱ型轴流式通风机安装图

2）用煤油冲刷轴承内已熔化的干油，轴承就显得干净了。用煤油清洗时，可以用油枪喷射冲洗，轴承更容易干净。

3）用煤油清洗之后，再用汽油清洗一遍。因为煤油中含有水分，不容易挥发，会使轴承生锈，所以最后一定要用汽油清洗一遍。再用干净的布把轴承擦干。

六、轴承箱的找正、调平

轴承箱的找正、调平应符合下列要求：

1）轴承箱与底座应紧密结合。

2）整体安装的轴承箱找正、调平时，纵横向水平度用水平仪在轴承箱中分面上测量，纵向水平度也可在主轴上测量，其纵横向水平度允差均应不超过0.10/1000。

3）左右分开式轴承箱找正、调平时，纵横向水平度用水平仪在其中分面上测量，主轴水平度在主轴上测量，水平度允差应符合下列要求：

① 每个轴承箱纵向水平度误差应不超过 0.04/1000。

② 每个轴承箱横向水平度误差不超过 0.08/1000。

③ 主轴水平度误差应不超过 0.04/1000。

④ 主轴与轴承箱孔轴线在水平方向的同轴度误差不超过 ϕ0.06mm。

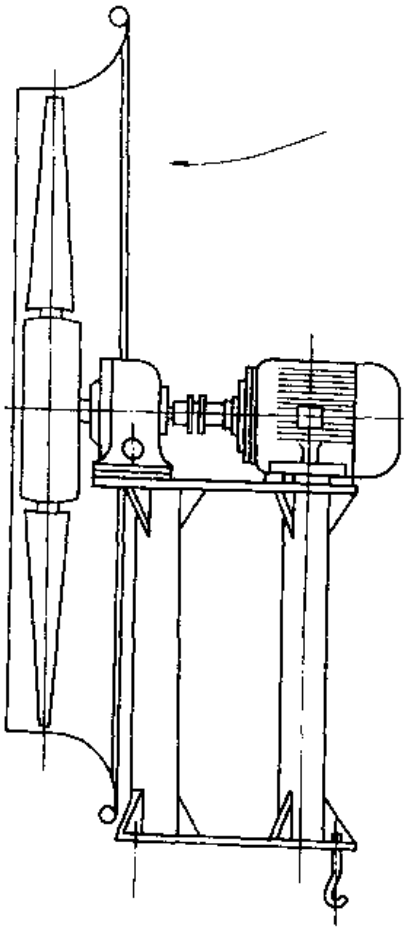


图 6-54　L30A 型轴流式通风机安装图

4）对具有滑动轴承的通风机，还应检查轴瓦与轴颈的接触情况，轴承间隙和压盖过盈，如不合格时，应进行修刮和调整。检查时，应按下列要求进行：

① 轴瓦表面与轴颈接触应均匀，接触弧面不应小于 60°，接触面与非接触面之间不应有明显的界限。轴向接触长度应不小于 80%。

② 轴承推力瓦与主轴推力盘的接触应均匀，接触面积应不小于 70%。

PLC WORLD

③ 轴瓦与轴颈之间的径向总间隙一般为轴颈直径的 0.002～0.003 倍，顶间隙应用压铅法测量，测间隙应用塞尺测量。

④ 轴瓦与压盖之间的过盈量为 0.03～0.06mm，用压铅法测量。

⑤ 对具有滚动轴承的通风机，轴承外圈与轴承箱内孔之间为基轴制过渡配合。

⑥ 彻底清理轴承箱；经检查合格后，方可加注润滑油。

七、组装机壳时的注意事项

组装机壳时，应以转子轴线为基准找正机壳的位置。机壳进风口或密封圈与叶轮进口圈的轴向插入深度和径向间隙，应调整到随机文件规定的范围内。离心通风机叶轮与进风口的交接结构有对口和套口两种形式。对口形式的轴向间隙一般小于叶轮直径的 1%，叶轮直径越大，小得越多。套口形式的轴向伸进重叠段多半小于或等于叶轮直径的0.008～0.012 倍，但其径向单面间隙不大于叶轮直径的0.0015～0.0040 倍。机壳后侧板轴孔应与主轴同轴，不得相互碰刮。

八、电动机与通风机的同轴度找正

电动机与通风机进行同轴度找正，应符合下列要求：

1. 两半联轴器之间距离应符合规定，对具有滑动轴承的电动机，应在测定电动机转子的磁力中心[○]位置后再确定联轴器间的距离。磁力中心一般为转子轴向可窜动量的中间位置，也可起动电动机实测确定。

2. 电动机与风机的同轴度允差：径向位移应不大于 0.05mm，轴线倾斜应不大于0.2/1000。

九、动叶可调轴流风机安装注意事项

1）叶片根部无损伤，检查叶片上螺母应无松动，可调叶片的安装角度应符合要求。

2）立式机组应清洗变速箱、齿轮组或蜗轮蜗杆。

3）整体出厂机组的安装宜直接放置在基础上，用成对斜垫铁调平。水平度和垂直度在底座和风筒上测量，其误差应不超过1/1000。

4）解体出厂的机组组装时应符合下列要求：

① 水平剖分机组应将主体风筒上部和转子拆下，并将主体风筒下部、轴承座和底座等在基础上组装后再调平。

② 垂直剖分机组应将进气室安放在基础上，用成对斜铁调平，再安装轴承座，且轴承座与底座上平面均匀接触，将主轴装入轴承中，将划针固定在主轴轴头上，以进气室密封圈为基准测量主轴和进气室的同轴度，允差应不超过 2mm；再依次装上叶轮、机壳、扩压器等部件。

③ 水平剖分机组和垂直剖分机组的纵、横向水平度误差均应不超过0.1/1000；测量时，应在主轴和轴承中分面上测量；对左右分开式轴承座的风机，两轴承孔与主轴颈的同轴度应不大于 ϕ0.1mm。

④ 立式机组的水平度误差应不超过0.2/1000，在轮毂上测量；对具有减速器的立式机组，水平度误差应不超过0.1/1000，在减速器加工面上测量。

⑤ 叶片应按随机文件的规定进行复查和校正，各叶片和安装角度偏差不得超过 ±2°，并应锁紧固定叶片的螺母，拆装叶片应按标记对号入座，更换叶片应按随机文件的规定执行。

⑥ 动叶片在关闭位置与机壳间的径向间隙应符合随机文件规定。无规定时，其间隙的算术平均值为转子直径的0.001～0.002 倍。最小间隙应不小于转子直径的 0.001 倍。

5）电动机轴与风机轴找正时应符合下列要求

○ 所谓磁力中心是指电动机运转时，转子在定子磁场中应有的轴向位置。

PLC WORLD

① 无中间传动轴的机组的同轴度允差：径向位移应不超过 0.05mm，两轴线倾斜应不超过 0.2/1000。

② 具有中间传动轴的机组找正时应符合下列要求：

a. 计算并留出中间轴的热膨胀量，使机组在运行状态下的电动机转子位于电动机所要求的磁力中心位置上。

b. 同轴度找正只需同时转动轴系，测量中间轴两端每对半联轴器两端面之间的间隙差，其差值应不超过图 6-55 的规定，测量找正方法见图 6-56。

6）应在静态下检验可调叶片及其调节装置的调节功能、调节角度范围、安全限位的可靠性和角度指示的可靠性。同时应检验各供油系统、液压控制系统的严密性，不应有泄漏。

7）进气室、扩压器与机壳之间，进气室、扩压器与前后风筒之间的连接应对中、贴平。各部分的连接不得使机壳（主风筒）产生叶顶间隙改变而变形。

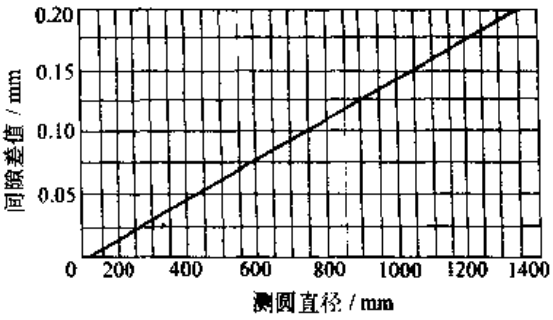


图 6-55　半联轴器两端面间隙差

十、驱动风机的电动机的试运转

通常叶轮装在电动机轴上，叫直联传动，电动机与叶轮一起作运转试验，电动机不单独进行试运转。

为了运转安全起见，对其它传动形式的风机的驱动电动机，均应作单体试运转，并要进行三次。

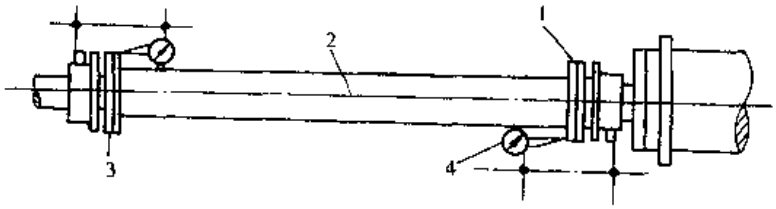


图 6-56　中间轴同轴度找正的测量方法

1、3—半联轴器　2—中间轴　4—千分表

第一次起动，达到全速（额定转速）即停车，检查电动机的转向是否正确，有无异常声音。

第二次运转 5～10min 后，停机检查：

1）电流电压指示值。

2）振动值不大于 0.04mm。

3）电动机定子温度低于 75℃，轴承温度应低于 65℃。

4）检查电刷及电环摩擦情况。

第三次连续运转 8h，全面检查合格后即可。

在试运转过程中，油温应控制在 30～40℃范围内。

对装有变速器的风机，电动机试运转合格后应复核电动机与变速器齿轮轴的同轴度。核对符合要求，即可进行变速器的试运转。

十一、保证轴流式通风机安全运行的措施

要保证轴流通风机的安全运行，除风机的结构必须合理，制定和安装质量应符合要求外，还要保证所有的运行工况点，都不会落在不稳定工况区内。为此，必须做到适当地选择风机参数，采用合理的调节方法和起动措施。

1）动叶可调轴流通风机的参数选择，应使额定工况点位于最高效率区的中心，保证满负荷时高效运行，低负荷时也不致进入不稳定区。此外，在控制室应可以看到风压和风量或动叶的角度指示，这是保证风机安全运行的首要条件。

PLC WORLD

2）动叶调节、前导叶调节和转速调节等三种方法。在风量减少时，不稳定区边界逐渐向风量小的方向移动，若风机参数选择恰当，就可避免风机在不稳定区内运行。

3）两台风机并联运行时，应避免“抢风”现象。

4）由于轴流通风机所消耗的功率在动叶安装角不变的情况下，大风量比小风量耗功小。因此，为了缩短起动时间和保护电动机，对于采用动叶、转速和前导叶调节的风机，应将动叶角度、转速和前导叶角度调到最小，并全开风机出口的隔离挡板后才能起动。对于采用节流挡板调节的风机，节流挡板也应开到适当位置起动，以避免起动后即落入不稳定工况区内运行。

十二、轴流式风机试运转前的要求

1）电动机转向应正确；油位、叶片数量、安装角和电动机功率应符合随机文件的规定；叶顶间隙、叶片调节装置功能、调节范围均应符合随机文件的规定；风机管道内不得留有任何污染物。

2）叶片可调的风机，应将动叶片调到“关闭”位置；叶片不可调的，则调节挡板全开。

3）手动盘车，关闭所有人孔门。

4）起动供油装置运转2h；油温和油压均应符合随机文件的规定。

十三、轴流式风机试运转时的要求

1）风机起动时，应监视各部位有无异常现象，如有异常现象，应立即停车。

2）风机起动时，严禁进入喘振工况。

3）风机起动后调节叶片时，电流不得超过电动机的额定值。

4）滚动轴承正常工作温度应不超过70℃，最高温度应不超过95℃，温升最高应不超过环境温度55℃，滑动轴承的正常工作温度应不超过75℃。

5）风机轴承的均方根振动速度值应不大于6.3mm/s。对轴承箱安装在机壳内的风机，其振动值可在机壳上测量。

6）主轴承温升稳定后，试运转时间不得少于8h。停机后应检查管道的密封性和叶顶间隙。

十四、风机安装后的试车步骤

试车分为无负荷试车和负荷试车两个步骤进行：

1. 无负荷试车　风机出口的气体，在无任何阻力的条件下进行空运转。一般是将出风管道拆开。无负荷试车，一般为4h。

2. 负荷试车　风机出口的气体，在有阻力的条件下运转，根据风机出厂技术说明书，逐渐达到规定的技术性能，负荷试车时间一般为8h。若为高压高速的透平压缩机和鼓风机，还要延长时间，应在24h以上。

3. 风机在试车中要进行下列项目检查

1）倾听转子运转声音是否正常，有无摩擦现象。

2）检查联接螺栓有无松动。

3）轴承温度是否符合技术文件规定。

4）冷却水是否畅通。

5）轴封装置部位有无漏气现象。

6）传动齿轮或齿轮变速器运转声音是否良好。

7）停车后，应检查转子有无轴向位移，两转子之间（罗茨鼓风机）或转子与机壳之间的间隙、叶轮与进风口的间隙等，与试车前比较有无变化。

8）检查电气与仪表装置，有无损坏或失灵。

PLC WORLD

十五、风机安装后的试车操作程序

1) 用手或工具扳动联轴器或带轮 2~3 转，检查风机转子转动是否灵活，有无“蹩劲”或“卡住”现象；

2) 打开进、出口阀门(离心式风机先关闭进口阀门，风机起动后逐渐打开)。

3) 点动合上电源开关，电动机起动后，扳动电阻箱手轮，使风机达到正常转速，同时，将电动机滑环扳手扳到运行位置。

4) 根据风机技术性能规定，进行负荷试验，测量风量和风压。

十六、离心式通风机起动前的检查工作

1) 关闭进风调节门，出风调节门稍开。

2) 检查风机机组各部分的间隙大小，转动部分不允许有碰撞，所有固定零件的螺栓应拧紧。

3) 检查轴承润滑油是否充足和完好。

4) 对联轴器或带传动的风机，要检查联轴器或带轮、带是否安装得可靠，风机轴与电动机轴的同轴度是否符合技术规定。

5) 对有水冷却轴承的风机，要检查冷却水管的供水情况是否良好。

6) 检查电气线路及仪表安装是否正确和好用。

7) 在电动机起动过程中，应严格检查机组的运转情况，发现有强烈的噪声或剧烈的振动，应立即停机，检查其原因，然后消除。

8) 当风机起动特性达到正常状态时，逐渐开大进口调节门，直到满足规定负荷为止。

十七、离心式通风机在运行中必须注意的事项

1) 时刻注意轴承的润滑、冷却情况及温度变化，见表 6-13 中的规定。

表 6-13 轴承温度的规定 (℃)

轴承及润滑类别	轴承温度		入口油温	出口油温	温升
	正常	允许			
滚动轴承压力给油润滑	<60	<70	35~45	55~65	<40
滚动轴承油脂润滑	<70	<80			
滑动轴承	<65	<70			<35

2) 注意机组的振动、噪声及撞击杂声的情况。

3) 用电流表监视电动机负荷，不允许长时间在超负荷状态下运行。

4) 对排尘、煤粉等风机，要检查粉尘、灰粒的变化是否符合风机使用要求。

5) 对耐温风机，要注意气体温度的变化，是否有超过风机允许的最高温度。

十八、锅炉引风机、高温通风机在起动时应注意的事项

锅炉引风机和高温通风机，均系按输送气体介质的最高温度(140℃或更高)来计算所需功率和选定电动机。气体介质温度高时，密度 ρ 小，产生的压力低，所需的功率就小。锅炉引风机或高温通风机选用的电动机功率比常温下的通风机的功率小很多。这类通风机的起动更要特别注意。因为在通风机起动前，气体介质的温度很难达到工作温度的要求，有时甚至需要通风机在常温下转动起来以后，才能生炉加热。在这种情况下，(离心风机)将闸门全闭起动以外，还要注意电动机的超载情况。如果通风机工作时的气体温度，和通风机起动时的气体温度相差很大时，是否能够直接起动，须按当时实际情况而定。如不认真对待，电动机就有烧毁的危险。

十九、锅炉引风机在运行中必须注意改善运行条件

PLC WORLD

任何一台引风机在运行条件改变时，都会使其出力受到影响。例如烟道、除尘器、预热器内积有灰尘或堵灰，就会使引风机的出力降低。这是因为积灰或堵灰使烟气通道相应缩小，增加了气流阻力。同样，管道上的漏风(包括通风机出口至炉膛风道上往外漏的空气和炉膛至引风机烟道上往里收入的空气)也会影响风机的工作。因为漏入的空气对燃烧不起作用，但它由引风机来输送，在这种情况下，风机必须有更大的出力才能保证锅炉正常运行。

风机流道的磨损，也是降低风机出力的因素。对于任一台风机来说，由于它的转速、尺寸和叶片的几何形状都已固定，它的运行性能应该是不变的。但引风机在运行了一段时间后，因受到烟气中灰粒的作用，叶片的进出口，进气口与叶轮相接处的气封装置受到了磨损，就会影响风机的性能，在同样的管道阻力特性曲线下，受磨损影响的风机流量降低，因而可能造成出力不足。同样，引风机的叶片在运行中粘上了细灰垢，改变了叶片间气流的通道形状，使叶片的进出口角度发生变化，这种变化也会使风机的压力降低，因而降低了引风机的出力。

二十、风机在安装试车中的紧急停车

风机在安装试车中，发现下列情况之一时，应紧急停车

1）转子与机壳摩擦。

2）机体振动突然增加并强烈。

3）轴承温度超过规定并继续上升。

4）输送的有害气体泄漏较大。

5）电流突然升高，在 1～2min 不返回原位。

6）油泵管路堵塞或其它原因造成供油中断。

7）冷却水突然中断。

8）在其它情况下，发生的情况具有严重的危害。

二十一、停车时的注意事项

1）通常，是以轻载荷使通风机停车，停车后进气阀、排气阀处于全闭。

2）有强制供油轴承时，轴直至完全停止为止，均应连续向轴承供油。

3）使用冷却水时，停车后，再关闭冷却水阀。

4）输送有害气体的通风机、应注意从轴封部分向外漏气。

5）输送高温气体的通风机中，直至机壳内的气体温度降到 100℃以下为止，应连续运转为宜。

二十二、长期停车时的注意事项

1）长期停车时，应在容易锈蚀的各部分适当涂上防锈剂。

2）轴承箱等需通冷却水的部分，应放掉冷却水，以防冬季结冰而冻裂。

3）充分注意防止电机及其它电气部件受潮。

4）转子每隔一定时间，旋转 180°，以防主轴静态变形弯曲。

5）即使长期停车，也需进行定期维修保养。

二十三、通风机的维修保养

1. 通风机的检修　分为运行中的检修和停车检修。检修形式和检修周期，根据通风机的用途、所用于与设备配套等运行条件、重要性、可靠性等的不同、存在着相当大的差异，故应确定适宜的检修周期。无论哪种通风机，最好至少一年进行一次定期检修。

2. 通常进行的定期检修　分为每日、每周、每月、每 3 个月、每半年、每年检修一次等几种。其中，检修结果也是确定下次检修周期的重要资料和依据。

3. 通风机安装使用后，每台风机都应建立保养帐目　以此为基础进行定期检修。保养帐

PLC WORLD

目上应注明通风机及其原动机的保养符号、主要规格、制造厂名、进货日期等主要项目，同时还应记入每次定期维修保养时的检修记录。

二十四、通风机的定期维护和检查

通风机应定期进行下列维护和检查工作

1）风机连续运行3~6个月，进行一次滚动轴承的检查，检查滚柱和滚道表面的接触情况及内圈配合的松紧度。

2）风机连续运转3~6个月，更换一次润滑脂，以装满轴承空间的⅔为宜。

3）风机定期维护保养，消除风机内部的灰尘，污垢等。

4）检查各种仪表的准确度和灵敏度。

5）对于未使用的备用风机，或停机时间过长的风机，应定期将转子旋转120°~180°，以免主轴弯曲。

二十五、锅炉通风机和煤粉排风机的维护检查及防磨措施

由于烟气中飞灰或制粉系统燃料颗粒的浓度过大，叶轮和机壳的材料不耐磨，转子的平衡精度不高或者在运行中失去平衡，或者叶轮制造质量低劣等因素，致使风机特别是引风机和排粉风机产生严重磨损、振动、轴承温升过高和泄漏等问题。因此，从以下几方面对风机进行仔细的检查是很必要的。

1. 磨损的检查　风机的磨损主要是由于随空气及烟气一起进入通、引风机和排粉风机的飞灰及燃料颗粒的磨擦而引起。转速越高，飞灰和燃料颗粒及浓度越大时，磨损越严重；若风机的叶轮和机壳使用不耐磨的材料或低劣的材料，会加重磨损，见表6-14。一般磨损最严重的部位是离心风机叶轮叶片的根部和叶尖，叶片根部区域靠近正面的后盘一侧或中盘的两侧，见图6-57；机壳是出风道蜗舌部顶部及其蜗舌部附近的机壳部分，见图6-58。

表6-14　材料耐磨性的试验比较

种　类	化学成分(质量分数)/%							寿命/d	磨耗量/g
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr		
低碳钢	0.15	0.02	0.58	0.018	0.02	—	—	20	2.25
中碳钢	0.27	0.33	0.62	0.020	0.015	—	—	45	1.00（基准）
高锰铸钢	0.18	0.54	12.5	0.054	0.010	—	—	120	0.37
Ni-Nard铸铁	3.03	0.58	0.88	0.143	0.021	5.85	1.72	300	0.15

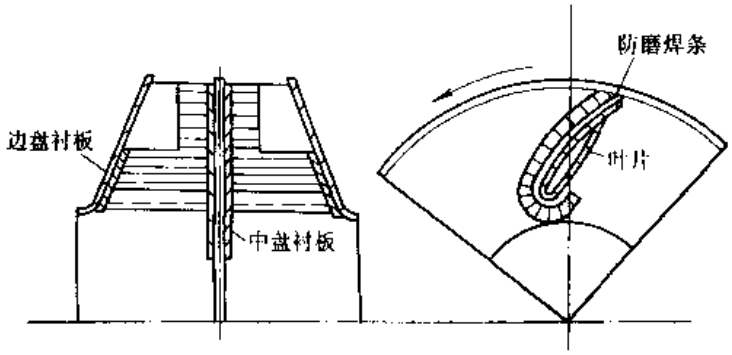


图6-57　磨损部位喷镀位置示意图

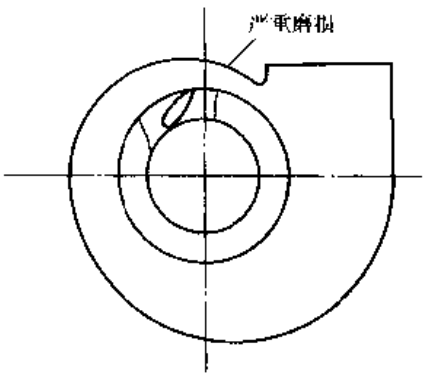


图6-58　蜗壳磨损部位
自蜗舌起，长为⅙~¼的蜗线长，磨损严重

PLC WORLD

（1）影响风机流道磨损的主要因素　是指风机所输送气体含尘浓度和叶片的圆周速度。通过排粉通风机的实际使用寿命，使用单位提出了经验公式，其比例关系式为

$$T \propto \frac{\delta g}{cu^3}$$

式中　c——气体中的含尘浓度；

g——重力加速度；

u——叶片圆周速度；

δ——叶片厚度。

此式是对径向直板开式叶轮排粉机的实际调查和实验得出。从式中看出，风机的磨损与输送气体中含微粒的浓度成正比；与圆周速度的三次方成正比。

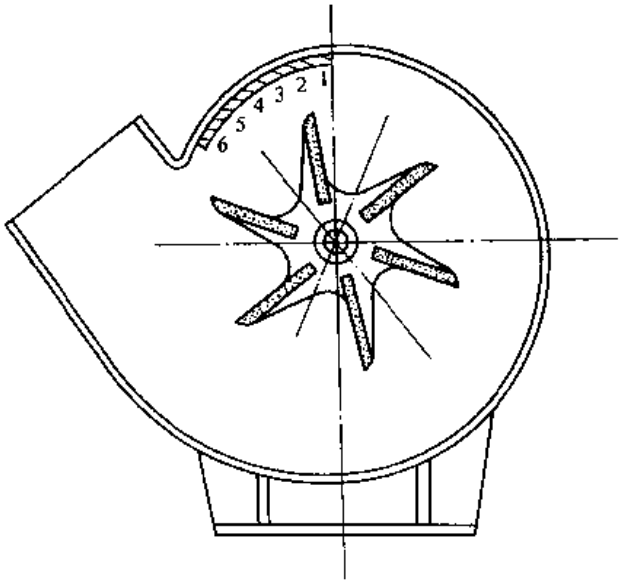


图 6-59　磨损试验布置示意图

1）试验装置及试验材料布置位置如图 6-59 所示。

2）试验耐磨材料的成分和性质见表 6-15。

3）试验结果见表 6-16。

4）另一试验是在某电厂用的 5-53 型引风机上做的耐磨性试验，不同试验材料和 Q235A 钢比较的试验，其方法是在同一个叶轮上的 12 个叶片中，每隔一个叶片改变一种材料。由表 6-17 看出 15MnMoCuVSiRE 钢的耐磨性比 Q235A 钢提高不大。

5）用与第 4)条相同的试验方法，不同材料的试验结果见表 6-16。从表 6-16 中可看出 Ni-Cr 铸铁的耐磨性比高锰铸钢高2～3 倍多。

表 6-15　耐磨材料性能

材料名称		成分(质量分数)/%	密度 ρ/(g/cm³)	硬度(HV)
碳化钨钢	A	碳化钨 60	10.79	1055
	B	碳化钨 60	11.95	1383
	C	碳化钨 70	9.94	679
	D	碳化钨 90	11.81	1128
硼系钢		C = 0.70 Cr = 16.0 Ni = 70 B = 4.0	7.63	—
Ni-Cr 铸铁		—	7.36	786

表 6-16　各种材料磨损比较

安装位置(图 17-25)	材料名称	试验片质量/g			磨耗率①	W/G②	$W/Gu^2$③
		试验前	试验后	磨耗量	W(g/min)		
1	碳化钨系钢 A	2110	1600	510	15.5×10^{-8}	7.0×10^{-8}	0.76×10^{-11}
2	碳化钨系钢 B	2110	1980	130	3.9×10^{-8}	1.8×10^{-8}	0.19×10^{-11}
3	碳化钨系钢 C	2110	1250	860	26.8×10^{-8}	11.8×10^{-8}	1.27×10^{-11}
4	碳化钨系钢 D	2110	1720	390	44.6×10^{-8}	5.3×10^{-8}	0.58×10^{-11}
5	硼系钢	2107	1470	637	19.3×10^{-8}	8.7×10^{-8}	0.94×10^{-11}
6	Ni-Cr 铸铁	2107	1365	742	22.5×10^{-8}	10.2×10^{-8}	1.10×10^{-11}

① 磨耗率系按运转 549.7h 计算。

② W/G 为单位煤耗量的磨耗，按 $G\approx13.3t/h=2.22\times10^5g/min$ 计算。

③ W/Gu^2 中，叶片周速 u 按 96m/s 计算。

PLC WORLD

表 6-17　处理不同的材料磨损比较

材料种类	15MnMoCuVSiRE		Q235A
	未经退火处理	经退火处理	
运转时间/d	79	79	79
平均磨损量/mm	1.95	3.0	3.5
材料成分(质量分数)/%	C=0.13 Mn=1.15 Mo=0.94 Cu=0.95 V=0.28 Si=0.63 RE=0.04		

(2) 各种通风机的磨损部位　根据电厂使用通风机反映，磨损部件是叶片、蜗壳和风机进出口管接头拐弯处。

叶片不同形式的叶轮其叶片磨损部位有差异。如图 6-57、图 6-58、图 6-60、图 6-61、图 6-62、图 6-63、图 6-64 所示。

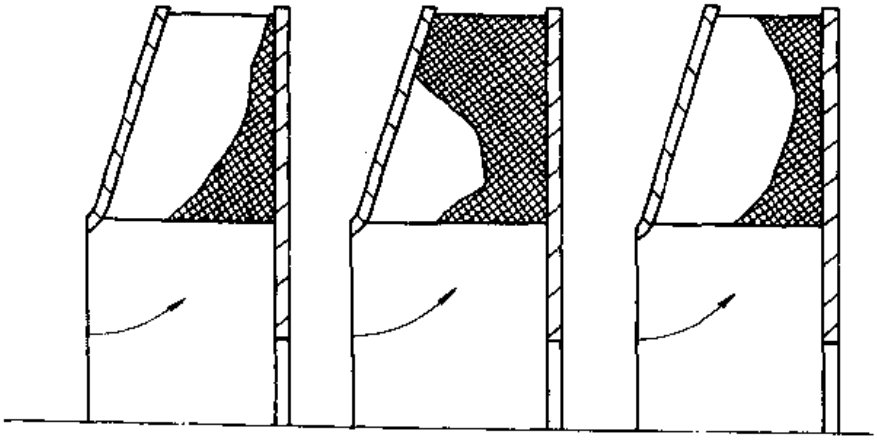


图 6-60　前向叶片磨损部位

a)进口磨损　b)出口磨损　c)根部磨损

(3) 风机的防磨措施

1) 风机装置系统，靠近风机进口处采用高效除尘设备：电除尘器、布袋除尘器、旋风除尘器、水浴除尘器、水膜除尘器、冲激式除尘器、泡沫除尘器等；

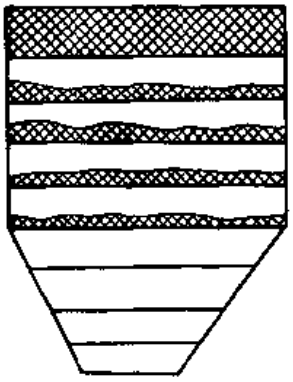


图 6-61　径向直板叶片磨损部位

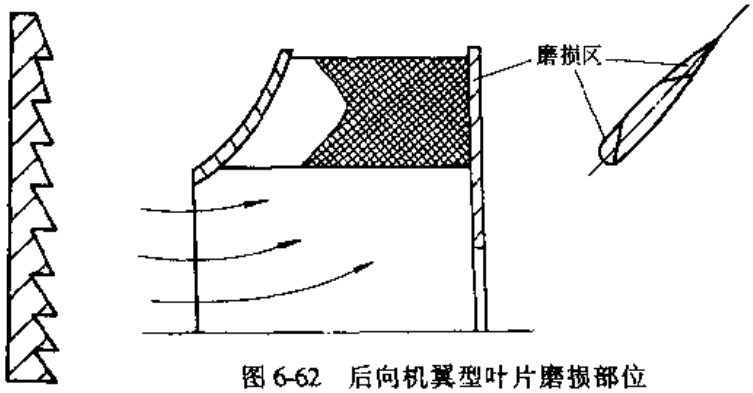


图 6-62　后向机翼型叶片磨损部位

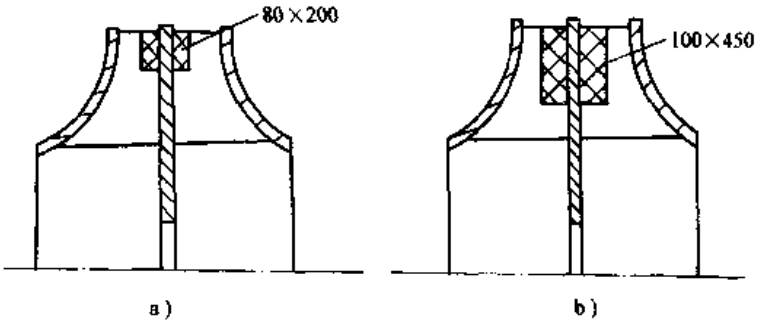


图 6-63　后向直板叶片磨损焊补部位

a)第一次焊补　b)第二次焊补

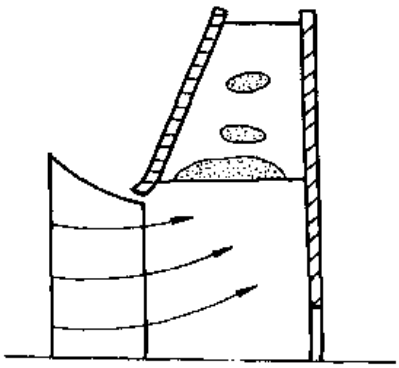


图 6-64　7-29 型通风机装有喇叭型进风口时叶片磨损情况

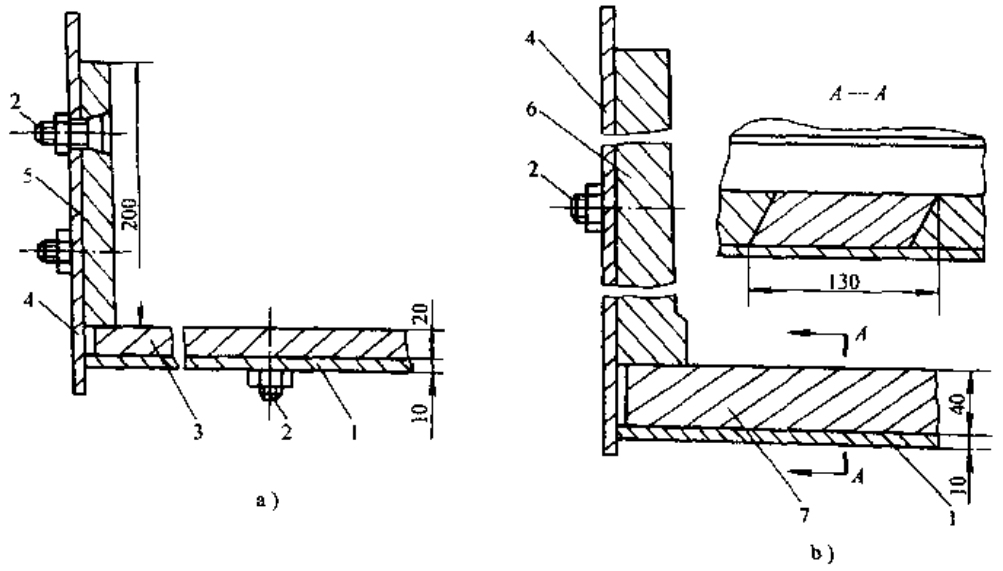


图 6-65　风机机壳防磨措施

a)钢材衬板　b)钢材铸石衬板

1—蜗壳　2—锁紧螺栓　3—衬板(耐磨钢板或铸铁)　4—机壳侧板　5—侧衬板(耐磨钢板或铸铁)　6—侧衬板(铸石或铸铁)　7—衬板(铸石或铸铁)

2) 机壳和管道易磨损部位，增加铸石或铸铁衬板，见图 6-65；

3) 叶片进出口角尽量小，圆周速度也应适当选择，叶片材质加厚，采用后向式。总之，合理选用几何参数和材质；

4) 易磨处喷镀或堆焊硬质合金，加焊防磨块，见图 6-66；

5) 叶片渗碳，渗碳层越深，防磨效果越好，但应防止表面层含碳过高而出现脆性；

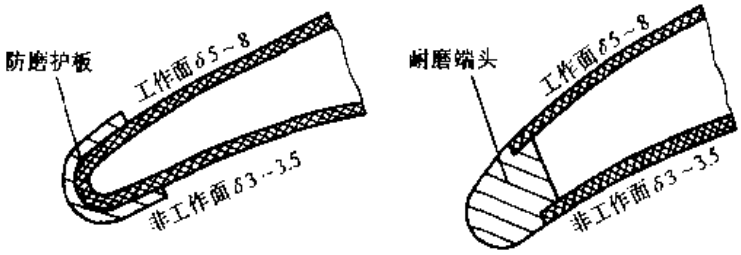
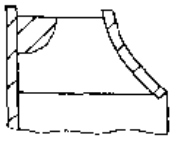
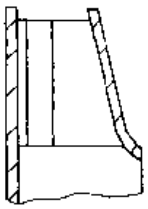


图 6-66　引风机叶片头部防磨措施

a)防磨护板　b)耐磨端头

6) 采用不同的防磨措施和选用不同形式的通风机，耐磨效果各有不同。见表 6-18 和表 6-19。

表 6-18　采用焊补措施提高耐磨情况的比较

风机形式	防磨措施	使用效果		运行条件
		采取措施后	采取措施前	
4-72 型吸风机	 在叶片出口靠后盘处，加焊 8～10mm 厚的扇形钢板	叶轮可用 2.5～3 年	只能用 1.5 年	多管式除尘器
前苏联 П-20 型吸风机	 在叶片靠后盘侧及后盘的易磨部，堆焊 6～8mm 厚的 16 锰钢板	叶轮使用寿命比原来延长 2～3 倍		无除尘器

PLC WORLD

（续）

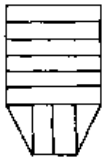
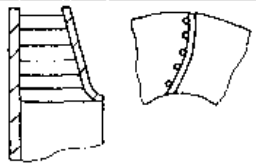
风机形式	防磨措施	使用效果		运行条件
		采取措施后	采取措施前	
前苏联 0.4-90 型排粉风机	 在叶片上补加焊条粗细的铁棍	叶片可用半年	只能用 2 个月	鼓形球磨直吹系统
前苏联 0.4-90 型排粉通风机	在普通钢板叶片表面渗碳并淬火	叶片可用2～3 个月	只能用一个月	鼓形球磨直吹系统
7-29 型排粉通风机	 在叶片上加焊直径 16～18mm 圆钢 20 根	叶片使用 6 个月	只能用 2 个月	球磨直吹系统
其它形式通风机	使用前或检修时，在容易磨损部位堆焊耐磨焊条或普通焊条	一般使用寿命比原来延长 3～4 个月，有的延长半年		

表 6-19 不同形式的通风机耐磨情况比较表

风机用途	改形前		改形后		运行条件
	形式	使用情况	形式	使用情况	
吸风机	前苏联 0.7-160 型	0.5～1 个月检修补焊一次	5-48 型	每 8 个月焊补一次	前苏联 1315-240/39 型锅炉多管式除尘器
	4-73 型	每隔 10～30 天焊补一次	5-53 型	运行 2 个月后检查磨损轻微	前苏联 811-120/39 型锅炉多管式除尘器
	9-35 型	半年左右补焊一次	5-53 型	运行一年，检查磨损轻微	前苏联 ПК-10-1 型锅炉水膜式除尘器
排粉风机	7-29 型	运行半年后焊补	6-30 型	半年后检查叶片工作面光亮，基本完好	中间储仓式制粉系统
	前苏联 BM50/1000	叶轮使用 2 年左右	德国 IDM 型	运行 5 年后检查，磨损轻微	
		叶轮使用2～3 年	IDM 型	运行 5 年未换叶轮	
	BM50/1000-1	磨损十分严重	6-30 型	运行半年后工作面完整，无集中磨损痕迹、表面光亮；前后盘无磨损；蜗壳衬板、机壳侧板及蜗舌有轻微磨损	球磨煤机中间储仓式制粉系统

2. 轴承的检查 风机的轴承磨损和腐蚀，主要由以下原因造成：润滑剂不足或变质，转子振动、轴承错装，轴承架损坏等。润滑剂不足往往是由于操作人员疏忽大意和定期检查不周造成的；而润滑剂变质则是由于对油种选用不当，在风机运行中轴承因受高温介质的作用温度升高；

PLC WORLD

超过油种使用温度而引起的;转子振动、轴承错装及轴承架损坏等因素均会使轴承运转时的磨擦力增大,从而引起润滑剂温度升高,以至变质失去应有的润滑能力,使轴承发生磨损和腐蚀。

(1) 对滚动轴承，进行下列检查:

1) 轴承内、外圈及滚珠或滚柱，应无裂纹和腐蚀痕迹。

2) 滚珠架应无磨损、脱落现象。

3) 用塞尺检查滚珠间隙，应符合要求。

4) 轴承在轴上安装后，滚珠下方应在120°角度的范围内与外套接触良好。

(2) 对滑动轴承，进行下列检查:

1) 目测轴瓦的浇铸质量，表面有无砂眼和气孔，轴瓦巴氏合金与瓦胎接合是否牢靠，不得有脱胎现象。

2) 检查轴颈表面是否光滑，不得有腐蚀麻点，磨损痕迹和突起。

3) 轴颈与轴承瓦的接触情况，可在轴颈表面上涂一层红丹油，再把轴瓦放到轴颈上经研磨后，其接触点应均匀，接触角应在70°～90°的范围内。

4) 轴承温度见表6-14。

5) 轴承油压的控制及挽救办法：轴承润滑进口处油压控制在0.08～0.15MPa，高速低负荷时，若轴承油压低于0.07MPa应报警，低于0.05MPa应停车；低速运转时，轴承油压低于0.05MPa时应报警，低于0.03MPa应停车。挽救办法是：当油压下降到上述数值的上限时，应立即开动油泵，同时查明油压不足的原因，及时消除。

3. 焊接质量、铆接质量及变形检查　风机叶轮和机壳，由于磨损，使原有的焊缝的焊接质量会逐渐下降，而叶轮的叶片、前后盘便会由于磨损减薄使其强度下降，这样都会使叶轮产生变形。若是铆接叶轮，由于铆钉松动，也会使叶轮产生变形。变形的叶轮摆动较大，会造成与两侧密封间的磨擦。

4. 调节门灵活性检查　风机的调节门不但应严密不漏，应始终保持开关灵活，而且还应注意调节挡板的开度方向要与叶轮旋转同一方向。两头小轴与装配孔的间隙大小要合乎精度要求，密封填料不要过紧，用手推拉调节环连杆时感觉灵活自如。

5. 转子的平衡检查　为了保证风机在运转中振动不超过允许值，在风机安装或检修后，一般都进行平衡检查。当转子上留有不平衡质量时，在运转时，转子就会产生由于不平衡质量引起的扰动力，失去平衡而产生强烈振动，严重时会使叶片脱落，打穿机壳，飞出伤人，甚至损坏整个机组，转子有静不平衡、动不平衡和静动混合不平衡三种:

(1) 静不平衡　具有静平衡的转子其重心必然在旋转轴线上，在运转时，转子各质点所产生的离心力相互抵消，使整个转子保持平衡。

但是，由于材料厚薄不均匀、加工有误差等原因的影响，转子的重心移至轴心线外 O'，如图6-67中 O 为转子的轴心，两者之间有一距离 r。当转子静止时，由于受地心引力的作用。重心必然向最低位置转向。此时若无轴承摩擦等阻力存在，转子是不可能在其位置停留或保持静止。这种现象叫做静不平衡。引起静不平衡的平衡质量，可利用在其同一平面内与轴心线相对称的位置上试加一质量的方法消除。

(2) 动不平衡　当转子旋转时，若转子的不平衡质量造成两个相对方向的离心力，并且其位置不在与转子中心线相垂直的同一平面上时，产生的振动现象，称为动不平衡。

动不平衡是在静平衡检查后，转子的轴心线和转子的重心虽然重合，但并未使转子的每一段重心达到完全对称而引起的，如图6-68中 O_1、O_2 为转子的轴心线，两点相距为 L，不平衡

PLC WORLD

质量 G_1 位于 O_1 的上方，距轴心为 r_1 处，转动后产生的离心力为 $F_1\left(\frac{G_1}{g}\right)\omega^2 r_1$，不平衡质量 G_2 位于 O_2 的下方，距轴心为 r_2 处，转动面产生的离心力 $F_2\left(\frac{G_2}{g}\right)\omega^2 r_2$ 当 $F_1 = F_2$，即两个不平衡质量产生的离心力恰好相平衡时，不会构成静不平衡。但是，当转子运转以后，F_1 和 F_2 将以一力偶的形式出现，作用于转子的轴承上而引起振动。对于动不平衡，只有采用再加两个重量，以其产生的力偶来抵消引起振动的力偶，转子才会保持在运转工况下的平衡，即动平衡。

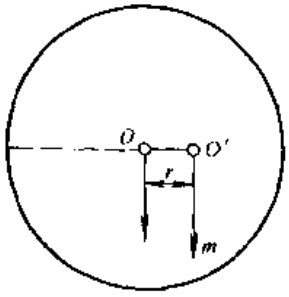


图 6-67　转子的静不平衡

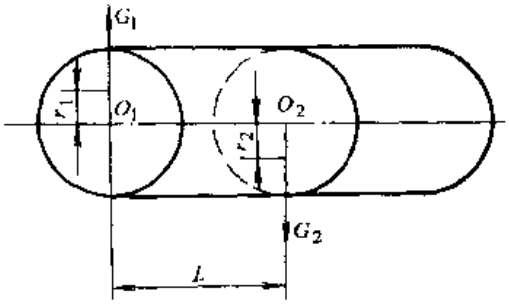


图 6-68　转子的动不平衡

(3) 动、静混合不平衡　如果上述两种不平衡情况同时存在，转子就会产生动、静混合不平衡，实际上转子一般都存在这种不平衡现象。消除这种不平衡现象必须在进行静平衡校正后再校正动平衡。

二十六、检查风机叶片损伤的常用方法

检查叶片损伤的方法，最简单而有效的办法是肉眼观察，在 10 倍以上的放大镜下用肉眼检查叶片有无裂纹及伤痕，如用这种方法检查不出叶片的伤痕时，还可用着色探伤、磁粉探伤、荧光粉探伤等方法。其中以着色法最方便，费用也少，使用广泛。

1. 着色探伤法　将叶片擦净积垢后，将需要检查部位涂上红色渗透液，渗透液由质量分数为 1% 的苏丹红溶解于质量分数为：60% 的煤油、10% 的松节油、30% 的水和酸中酯混合液中，稍待片刻后，用清洁纱布擦净，再涂上白色显像液(质量分数为 5% 的锌白拌匀于质量分数为 30% 的胶棉液，然后再加入质量分数为 20% 的苯、质量分数为 50% 的丙酮稀释)，待干燥后，如有裂纹即会在白色底色上显示出明显红色纹路。

2. 磁粉探伤法　将风机转子或叶轮绕上电线，通入直流电使叶轮或转子产生磁场。各个叶片顶部成为一个磁极，然后涂上铁粉。如果叶片有裂纹，在裂纹的缺口处产生两个不同的极性，因而将铁粉吸住。这样可查出受伤叶片的伤痕所在。

3. 荧光粉探伤　将叶片涂上荧光粉，然后擦去。将转子或叶轮移动到暗室中察看，有裂纹处，荧光粉擦不掉而会发光。

二十七、通风机检修的基本项目

通风机检修工作项目取决于它们的形式和损坏程度、工作条件及其它一些因素。但对下面一些基本项目，则是各种不同形式通风机都应注意进行：

1) 清理与检修机壳，如有漏气之处，必须堵漏。

2) 机壳有内衬板，必须更换已磨损的衬板，或焊补与更换部分衬板。

3) 检查主轴是否弯曲和轴颈是否磨损或划伤，弯曲少的要校直，弯曲大的必须更换。

4) 修理转子，补焊叶片，必要时更换损坏的叶轮或叶片；引、排粉尘及烟气的耐磨通风机，需用耐磨焊条焊补叶片。

PLC WORLD

5）检查与清理轴承，或重新浇铸滑动轴承的巴氏合金或更换滚动轴承。

6）清理并检查轴承的水冷却系统，如水管有堵塞或破裂现象，要清理或检修好。

7）检查联轴器的装配情况或更换，修理联轴器的弹性连接装置及其销孔。

8）按联轴器对正通风机与电动机的中心。

9）检修轴的防护装置。

10）清理检修风机的调节门及其调节机构。

11）检查带轮的装配情况或更换。

12）检查电动机、起动开关等电器设备有无损坏并检修好。

13）检查地基有无损坏并补修好。

14）重新涂刷风机外壳的防护油漆。

15）通风机检修后，需做运转试验。

二十八、离心式风机叶轮检修方法和精度要求

1）更换新叶片的材料应与原叶片材料一致。剪切叶片时，叶片出口端的边缘应与新叶片的钢板压延纹路方向一致。叶片最好用成形胎压成，如果用锤击敲成，应注意要保持叶片表面光滑。表面弯曲半径大小，应与原叶片一致。对铆接叶轮的叶片翻边有困难时，可根据具体情况改为焊接叶片，必须要保证焊接质量。

2）装配叶轮上的叶片时，应先将叶片逐个过秤，将质量最小的叶片，放在叶轮圆盘的对称位置上，减少叶轮的不平衡度。安装叶轮的一般技术要求见表 6-20，叶轮的不平衡精度，参看有关规定。

表 6-20　叶轮精度一般要求

误差名称		符号	单位	偏差不大于
叶轮叶片安装角度允差	入口角	β_1	度	±1°
	出口角	β_2	度	±1°
叶片垂直度允差		δ_1	mm	$0.01B$①
叶轮上任意两相邻叶片间弦长允差		δ_2	mm	$0.1\sqrt{D}$②

① B 为叶片最大宽度(mm)；

② D 为叶轮外圆直径(mm)。

3）离心式风机检修中，在装配转子时，要严格达到表 6-21 中规定的技术要求。

新制成的或检修的带轮、叶轮，在装入轴前，应作静平衡校正，以减少转子的动不平衡度。

通风机的叶轮与轴一般用过渡配合，最好改为锥形轴头，便于拆卸。装配时，一般用压力机或大锤垫铜块打入，最好用加热法装配。

注意，气体介质温度超过常温时，依据其温度高低，装在风机主轴上任何两个零件的接触面之间，均应留有规定的膨胀间隙。装配完毕的转子要做静、动平衡校正。

表 6-21　转子装配的技术要求

误差部位	误差名称	符号	允差不大于/mm	误差部位	误差名称	符号	允差不大于/mm
叶轮的外缘	径向跳动	a_1	$0.07\sqrt{D}$	叶轮的外缘两侧	径向跳动	b_1	$0.1\sqrt{D}$
联轴器的外缘		a_2	0.05	联轴器的外缘端面	端面跳动	b_2	0.05
主轴的轴承轴颈	端面跳动	a_3	0.01	推力盘的推力面		b_3	0.01

注：D 为叶轮的最大外缘直径。

PLC WORLD

二十九、检修风机的滑动轴承

轴承损坏时，除更换新轴承外，还应检查其润滑情况及其它原因。如果轴衬合金与轴衬的脱壳面积大于该半个轴衬面积的20%，或轴衬合金表面的磨损、擦伤、剥落与熔化等，大于轴衬接触面的25%时，应重新浇铸轴承合金，低于上述数值时可予补焊。如果出现裂纹或破损时，必须重新浇铸。补焊巴氏合金时必须与轴衬上的旧巴氏合金牌号完全相同。

下面表6-22是轴瓦材料的[p]及[pV]值。

表6-22　轴瓦材料的[p]①及[pV]②值

轴瓦材料	[p]/MPa	[pV]/[kg·m/(cm²·s)]
ZQAl9-4	30	600
ZQSn6-6-3	8	120

① [p]——许用比压(kgf/cm²)。

② [pV]——许用发热特殊性系数[kg·m/(cm²·s)]。

三十、联轴器的检修

离心式风机的联轴器，通常采用标准橡胶弹性圈柱销联轴器，弹性圈容易磨损，如果磨损过多，应更换。如果无橡胶圈时，也可用皮革圈代替。皮革圈的制法是：将优质皮革制成比销钉外径稍大的圆圈，套在销钉上压紧，并在砂轮上磨到规定的尺寸。更换弹性圈时，应将联轴器上的全部弹性圈同时换掉，并将重量相等或接近的销钉装入对称的位置，否则会使销钉受力不均，转子平衡精度受到破坏，从而使转动情况变坏。

联轴器两轴的不同轴度允差要求见表6-23。

表6-23　联轴器的不同轴度允许偏差

联轴器的最大外径/mm	两轴不同心度允许偏差	
	径向位移/mm	倾斜度
<300	0.1	0.8/1000
>300~800	0.2	1.2/1000

三十一、风机常用的密封种类及检修程序

1. 风机用的密封种类　常用的密封种类见表6-24。

表6-24　常用密封种类及用途

类别		名称	用途
封气装置	机械封气装置	迷宫式	通用形式
		涨圈式	用于小型整体机壳
	联合封气装置	气封油封式	用于输送空气及不易爆炸气体
封油装置		迷宫式	用于滑动轴承
		毛圈式	用于滚动轴承

2. 常用密封装置主要缺陷

1）由于磨损或损坏使间隙过大。

2）修刮水平中分面使间隙过小，再刮是可修复。

PLC WORLD

3）修刮轴瓦使密封下部间隙过小使上部间隙过大。

4）间隙过大或已损坏，应予换新。

3. 常用迷宫式气封更换和修刮程序

1）将软铝板按半密封圈尺寸切割，镶入密封槽内，镶入后密封圈应平直，根部应夹紧，不能有弯曲和松动现象。然后经过车床加工，留出0.1～0.5mm的刮研余量。

2）将下半密封圈体沿槽口滑入下半机壳内。

3）在转子密封套上的与密封圈对应的位置上，用尖铲铲出凸齿（凸齿高度应小于密封间隙），然后压住密封体两端面，用力扳动转子，使转子朝着凸齿刃口方向转动，由凸齿刃口将密封圈的尖棱割掉。

4）用塞尺测量出密封圈的间隙，如果仍有不足，应再把凸齿铲掉一点，并进行切割，如此重复操作至合格为止。

5）将上半密封体合在下半密封体上，对正位置用力压住，然后扳动转子，使转子凸齿对着上下密封进行切割。扳动转子时，如发现人力扳不动，可在上半和下半两密封体的任一端接触面之间，放入若干层纸垫，每转一圈抽出一部分纸片，直到全部纸片抽出，转子转动最后一圈后，再用压铅丝的方法测量密封圈间隙，直到密封圈所要求的间隙为止。

6）取出上半和下半密封体，用刮刀刮出密封圈的坡口，其斜度为20°，坡口尖端保持0.2mm宽，不宜过大或过小。并注意斜坡口的尖端朝向压力较高的一侧，如果弄反了会影响密封圈的效果。

7）将上半密封圈固定在机壳内。

三十二、通风机装置主要部件、故障及排除方法（表6-25）

表6-25　主要故障及排除方法

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
1. 轴承温度升高10～15℃	润滑油过多（常常伴随润滑油通过密封流出的现象）	将机器运行时的油位降到油位计上的较低刻度线。减少供油量
	径向轴承在机壳的轴孔中夹得过紧，因而在轴因受热长度变化时，它在轴向上不能移动	检查轴承
	润滑油型号不符合要求	换油
2. 同时出现端盖局部非常热的现象	密封过紧。端盖磨轴	放松弹簧和固定密封。拆下端盖，刮研接触部位
3. 轴承温度升高，并伴随着振动和随着振动频率偶尔出现的金属碰撞声	轴承或轴头锥形轴套转动，轴承疲劳磨损（出现麻点）	检查轴承 检查并更换轴承
4. 轴承温度急剧升高	轴承保持器（架）损坏。沿轴承套剖分面外环过紧，外来尘粒脏污了轴承套接合面	更换轴承。检查轴承的椭圆度、轴承套轴孔锥度、结合面和外环里面与轴承套的接触面
	轴承或锥形轴套在轴上转动（伴随特殊噪声）	检查、重新安装或更换轴承
	润滑油不足或润滑油不干净	补充润滑油，清洗轴承、更换润滑油
	轴承或轴套安装过紧	检查并重新安装轴承
5. 轴承内发出啸声（伴随温度升高现象）	润滑油不足	当油位指示器刻度盘上指针下降到较低位置时，注满润滑油

PLC WORLD

（续）

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
6. 轴承振动并在内部有轻微碰撞声	锥形轴套在轴上转动	检查并重新安装轴承
	润滑油过多	运行中把润滑油量减至油位计刻度下限
漏油	轴密封不紧	用盖或弹簧拉紧。刮研端盖结合面
	轴承套与轴承盖结合不严密 轴承套上有裂纹或沙眼	刮研结合面，用密封胶粘合拆下轴承套，用压缩空气检查其气密性。用铜焊补
	轴承套与轴承盖的垂直结合面上没有垫片或垫片损坏	装上石棉橡胶垫片或浸过密封胶的石棉绳
	轴承套与轴承盖连接的螺栓孔钻透了，油顺着螺纹流出	从油池侧用环氧树脂，封住透孔或将用浸过密封胶的塞子堵死
	轴承盖固定螺栓松动	拧松轴承套与轴承盖的固定螺栓，再重新拧紧
	端盖沿法兰没拧紧（结合面可插入塞尺）	结合面上涂盖密封胶
7. 风机内有金属碰撞声	径向推力轴承壳体上没有止推垫圈或者轴头锥形轴套的螺母未拧紧，因此出现转子轴向位移并伴随工作轮迷宫密封环与定子圆锥壳套碰撞	检查径向推力轴承。安装与轴承套轴孔相应的开口止推垫圈。当螺母松动和轴承沿轴套位移时，应完全重新安装轴承，以保证必要的紧度
	径向止推双轴承安装得不正确	重新安装轴承，并检查端面的接触情况
	工作轮与定子圆锥形进风口共轭的迷宫密封间隙没调整好	用手转动工作轮，在其转动时检查迷宫密封间隙，利用沿圆锥形进风口的法兰安装垫圈保证间隙均匀
	导流器叶片支撑松动	更换支撑轴套，保证轴套与轴颈之间的间隙0.2～0.3mm
	叶片支撑轴承损坏	在静止风机上检查每个叶片的间隙，找出有毛病的轴承，并更换它
	导流器叶片在轴颈处的焊接处出现裂缝	更换损坏的叶片
	叶片轴颈处的拉杆固定件松动	检查拉杆的固定件。拧紧拉杆的螺栓，拧紧侧面螺钉
8. 随风机振动出现振耳的金属碰撞声	工作轮轴盘与轮毂或整流罩与基盘的固定螺栓没拧好	拧紧螺栓和进行仔细检查
9. 各种声调的噪声定了和转子振动，随压力升高所需功率亦增大	导流器安装角为负值	检查叶片安装的正确性和在所有叶片安装角情况下吹向叶片的空气流的旋绕方向。把叶片位置安装正确
10. 同上在所需功率明显增大的情况下压力仍然下降	在机壳内的工作轮出口没有清除运输用的延长部分	切掉延长部分，清理机壳侧板表面，使之平齐
11. 通风机和电动机振动	由于不均匀磨损，水和煤粉落入工作轮空心叶片或整流罩里，煤粉粘着在工作轮上，以及整流罩内有水等原因，工作轮不平衡	检查通流部分清除工作轮上的铁锈和煤粉。假如水或煤粉落入叶片内，可在叶片外缘钻直径为10mm孔排出水。工作轮涂漆并进行动平衡
	转子轴弯曲。在更换部分或全部叶片后，由于叶片力矩选取不当，工作轮不平衡	重新磨轴承下的轴颈和齿轮联轴器，重新安装叶片。进行动平衡
	电机转子不平衡或同步电机磁极绕组松动	转子找平衡，将其安装在规定位置上并将绕组固定

PLC WORLD

（续）

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
11. 通风机和电动机振动	通风机和电动机转子不同轴	进行定心
	齿轮联轴器的齿牙报废(磨损超过15%)	更换联轴器
	半联轴器之一在轴上安装时有间隙(伴随碰撞声)	更换联轴器，保证它在轴上有一定紧度
	轴承下的底座摆放和浇灌得不好，底座和基础之间的安装楔铁放得不对	打碎底座旁的水泥，安装底垫和楔铁，底座进行二次浇灌
	基础硬度不够并破坏	加强基础
	地脚螺栓或将轴承固定在底座上的螺栓没拧牢	检查所有螺栓的紧度
12. 振动增大，断续噪声	通风机在不稳定工况下工作	换上低速电动机
13. 电动机振动	异步电动机转子绕组中瞬时短路，机器以转差频率振动	更换损坏线圈(绕组)
	绕组的导线间短路或者同步电动机励磁绕组有两处与机壳接触形成短路	修理励磁绕组损坏部分
	转子与定子间的间隙不均匀	调整好转子与定子之间的间隙
14. 驱动电机转子轴向位移和轴向振动	由于定子安装不正确，转子和定子的电磁轴线不吻合。在起动时，电动机转子向一侧移动，而在惯力运转时，轴向振动消失	将定子向转子移动的反向挪动，使其磁轴线相吻合
15. 与气动特性曲线相比压力下降	导流器叶片不匹配	将叶片安装角调至90°，使其完全遮盖吸入截面，并在这个位置上将叶片固定。将叶片调整至45°，并用样板检查
	第一级或第二级工作轮叶片自发转动	停转通风机，将叶片安装在相同角度
	由于工作轮和机壳圆锥形进风口之间的迷宫密封中间隙大而造成空气泄漏	在定了圆锥形进风口上加垫圈或薄铜板条，并将其用螺钉固定，以此调节间隙
	空气通过密封凹处泄漏	检查通过间断凹处密封和备用通风机扩压器凹处，以及进风口凹处，特别是悬挂处是否有泄漏。更换密封并调节好悬挂橡胶“围裙”
16. 通风机起动时电动机过载，电动机不同步	由于电路图上有误差，传动装置的减速器没校正好，以及叶片上的拉杆固定不牢，导流器叶片在风机启动时没有进入“关闭”位置(90°)	检查电路图，校正导流器
	卸荷装置中，传动联轴器的固定键切断	更换固定键
	环形减速器中，伞形齿轮脱离啮合	使伞形齿轮啮合
17. 导流器传动装置减速器的电机反转，叶片不转动	导流器叶片转动轴轴颈支撑轴套胀大	换上青铜轴套，轴套与轴颈之间的间隙为0.2～0.3mm
	导流器传动装置的转动环上小轴过紧	检查下面小轴与转轴环或者小轴与导流器轴套表面之间的间隙，将间隙调节到不小于3mm
	导流器传动环严重不平“8字形”	制造厂有责任调换有毛病的环
	导流器传动装置的减速器发生故障	检查减速器，更换蜗杆轮

PLC WORLD

（续）

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
17. 导流器传动装置减速器的电机反转，叶片不转动	导流器传动装置的减速器中润滑油不足	注入润滑油
18. 导流器传动装置减速器的电动机反转，叶片不转动	叶片楔住	检查并保证每个叶片自由转动
导流器传动装置的减速器不能保证整个叶片转角范围	减速器的螺杆长度不均匀，螺母或环的传动拉杆的尺寸过大	制造厂应负责调换有缺陷的部件或零件
19. 导流器叶片安装角范围变动，叶片达不到靠边的位置(其中一边)	传动装置的减速器的安装高度不正确	提高或降低减速器的位置，使传动螺母位于传动螺杆高度中间时，保证叶片处于中间位置
20. 齿轮联轴器中有敲击声	润滑油不足，或完全没有	停下通风机，往联轴器中补充润滑油
21. 润滑系统，管道上机件损坏或失效	管道法兰螺栓未拧紧，法兰间垫片破坏，油管破裂或管道堵塞，积垢过多	拧紧螺栓，更换破坏件，清洗管路通道
	逆止阀开度不足、卡住、堵塞或漏油	进行修理和调整
	安全阀卡住或漏油	进行修理和调整
	油过滤器或过滤网太密、堵塞或安装不当	更换或重新安装油过滤器，进行清洗
	油压表由于导管堵塞或表内机件损坏而指示不准或失灵	清洗污垢，修理或更换油压表
	温度计损坏或失效	更换温度计
22. 油压过低，供油量减少或中断，轴承油温升高	油环轴承箱内油量过多或过少，或油环制造质量过劣，使油环不能转动或带油过小	调节油量，修理或更换油环
	油箱内油面下降，低于最低油位	立即加油，使油面升高
	油泵或油管中的润滑油在停车过程中冻结	更换和清洗冻结的润滑油
	安装时将轴衬给油口方向弄反或未对正，轴承润滑油进口节流圈孔径过小或堵塞	安正轴时，适当加大节流圈孔径，清除污垢
	油泵或管道上机件发生故障	检修油泵或管道上的机件，排除故障
23. 润滑系统不良；轻微振动；在运转中带有噪声，且振动频率与转速不相符合	油膜不良，给油不足或完全停止，轴承密封不良	查明原因进行清洗和修理，加润滑油
	轴承润滑油的入口油温过低(水冷却过度)	调节冷却水量，使油温升高到规定范围内
	润滑油质量不良，或不适宜于转速的要求	调换润滑油，较优质的，并定期化验
24. 压力偏高流量减小	气体成分改变，气体温度过低或气体所含固体杂质增加使气体密度增大	测定气体密度，消除密度增大的原因
	出气管或风门被尘土烟灰和杂质堵塞	开大出风门或进行清扫
	进气管道，风门或网罩被尘土、烟灰杂物堵住	开大进气门或进行清扫
	出气管破裂或其管道法兰不严密	焊补裂口或更换法兰垫片
	叶轮入口间隙过大或叶轮叶片严重磨损	修理更换或加装密封圈，焊补或更换叶片或叶轮
25. 压力偏低，流量增大	气体密度改变，气体温度过高或气体所含固体杂质减少使气体密度减少	测定气体密度消除密度减小的原因
	进风管道破裂或其法兰不严	焊补裂口或更换法兰垫片

PLC WORLD

（续）

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
26. 通风系统调节失灵	风压表失灵　风门失灵或卡住以致不能根据需要来进行流量和压力的调节	修理或更换风压表，修复风门
	由于流量减少；管道堵塞，流道急剧减小或停止使用风机在不稳定区工作	如需要流量减小，应关小风门或打开旁通门或降低转速，如系管道堵塞应进行清扫
27. 轴的安装不良（振动为不定性的，空转时轻，满载时大，可用减低转速的方法查出）	联轴器安装不正，风机轴和电动机轴未对正，基础下沉	进行调整，重新找正
	皮带轮安装不正，两带轮轴不平行	进行调整，重新找正
	减速机轴与风机轴和电动机在找正时未考虑运转时位移的补偿量或虽考虑但不符合要求	进行调整，留出适当的位移补偿余量
28. 转子固定部分松弛（发生局部振动现象，主要在轴承箱等活动部分机体振动不显著与转速无关，偶有尖锐的敲击或杂音）	轴衬或轴颈磨损，使间隙过大。轴衬与轴承箱之间的紧力过小或有间隙而松动	焊补轴衬合金，调整垫片或刮研轴承箱中分面
	转子的叶轮，联轴器或带轮与轴松动	修理轴和叶轮，重新配键
	联轴器的螺栓松动，滚珠轴承的固定圆螺母松动	拧紧螺母
29. 转子静不平衡与动不平衡，通风机和电动机发生同样的振动，振动频率与转速相符合	轴与密封圈发生强烈摩擦，产生局部高热，使轴弯曲	应换新轴，并须同时修复密封圈
	叶片质量不对称，或一侧部分叶片被腐蚀或部分磨损严重	更换坏的叶片，或调换新叶轮，并找平
	叶片附有不匀均的附着物，如铁锈，积灰或沥青等	清扫和擦净叶片上的附着物
	平衡块质量与位置不对，或位置移动，或检修后未找平衡	重找平衡，并将平衡块固定牢固
	双级通风机的两侧进气量不等（由于管道堵塞或两侧进气口挡板调整不够）	清扫进气管道灰尘，并调整挡板，使两侧进气口负压相等
30. 带轮的带跳动	两带轮位置没有找正，彼此不在一条中心线上	重新找正带轮
	两带轮距离较近，或带过长	调整带的松紧度，即调整两轮的间距，或更换适当长度带
31. 机壳过热	阀门关闭后，风机运转时间过长	停车，待冷却后再开车
32. 基础或基座的刚度不够或不牢固（产生机房近处的共振现象，电动机和风机整体振动，而且在各种负荷情况时都是一样）	基础灌浆不良，地脚螺母松动、垫片松动、机座连接不牢固、联接螺母松动	查明原因后施以适当的补修和加固，拧紧螺母，填充间隙
	基础或机座的刚度不够，促使转子不平衡度引起剧烈的强制共振	查明原因后施以适当的补修和加固，拧紧螺母，填充间隙
	管道未留膨胀余地与风机连接处的管道未加支持或安装固定不良	进行调整和修理，加装支持装置
33. 风机内部有摩擦现象	叶轮歪斜与机壳内壁相碰撞或机壳刚度不够，左右晃动	修理叶轮和推力轴衬
	叶轮歪斜与进气口圈相碰	修理叶轮和进气口圈

PLC WORLD

（续）

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
34. 润滑系统不良（轻微振动在运行中带有噪声且振动频率与转速不相符合）	油膜不良，给油不足，轴承密封不良	查明原因、进行清洗，和修理加润滑油
	轴承润滑油的入口油温过低（水冷却过度）	调节冷却水量，使油温升高到规定范围内
	润滑油质量不好或不适宜于转速的要求，引起振动	调换优质油，并定期化验
35. 轴承安装不良或损坏，引起机械振动	轴与轴承歪斜，主轴与直联电动机轴不同轴，推力轴承与支承不垂直，使磨损过多，顶隙、侧隙和端隙过大，引起振动	进行焊补或重新浇注
	刮研不良，使接触弧度过小或接触不良，上方及两侧有接触痕迹，间隙过大或过小，下半轴衬中分面处的存油沟斜度太小，引起振动	重新刮研找正
	表面出现裂纹、破损，夹杂，擦伤，剥落，溶化磨纹及脱壳等缺陷	重新浇注或补焊
	合金成分不良或浇注不良	重新浇注
36. 轴衬安装不良或损坏	轴承与轴的安装位置不正使轴衬磨损或损坏，使轴承过热	重新找正
	轴承与轴承箱孔之间的过盈太小或有间隙而松动，或轴承箱螺栓过紧或过松，使轴衬与轴的间隙过小或过大	调整轴承与轴承箱孔间的垫片和轴承箱盖与座之间的垫片
	滚珠轴承损失，轴承保护架与其它机件相碰撞引起轴承过热	修理或更换滚动轴承
37. 油脂质量过劣	油脂质量过劣或变质粘度过大或过小，或杂质过多，使轴承过热	更换润滑油脂
	润滑油含有过多水或抗乳化度较差，使轴承过热	更换润滑油脂
38. 主轴弯曲过大	由于基础下沉不均，使轴与轴衬因摩擦过热而弯曲，或由于振动使轴受撞击处金属松弛而弯曲 焊补或焊接（焊接轴）由于局部急热而弯曲 由于运输和长期保管时搁置不当（如轴部分着地或搁置的地方不平）由本身质量而产生弯曲	轴弯曲度如超过 0.5～1mm 时应进行校正或更换新轴
39. 轴颈表面磨损	因润滑不良而磨损过多 轴承安装歪斜，轴承螺栓松弛，轴弯曲或转子的动不平衡过大等，使轴颈受不均匀的摩擦损失而产生椭圆度和圆锥度 润滑油带进金属砂屑，使轴颈被擦伤和磨出沟槽	磨损量大于 1mm 时，可进行车削或磨削，并利用修补巴氏合金来补偿，如大于 1mm 时，则应焊补，然后切削修复

PLC WORLD

（续）

故障特征	故障原因	故障识别和排除方法
40. 主轴表面受伤或损坏	外露表面受撞击和刻划，出现碰痕、划痕和磨痕等缺陷	用细油锉锉去，并用浸过油的砂布打光，如伤痕严重，或深度大于1～2mm，面积大于10mm^{2}时，应更换新轴
	外露表面未妥善维护出现锈迹	用细油锉锉去，并用浸过油的砂布打光，如伤痕严重(同上情况)应更换新轴
	风机长期振动使轴的阶梯断面处产生龟裂或表面产生裂纹	如情况严重时，更换新轴
41. 密封圈磨损或损坏	密封圈与轴套不同轴，在正常运转中磨损 机壳变形，使密封圈一侧磨损 转子振动过大，其径向振幅之半大于密封圈径向间隙 密封齿内进入硬质杂物，如金属屑，焊渣等 推力轴衬溶化，使密封圈与密封齿接触面磨损	先消除外部影响因素，然后更换密封圈，重新调整和找正密封圈的位置
42. 叶轮损坏或变形	叶片磨损，空心机翼形叶片被磨穿，灰粒进入叶片内，使叶轮失去平衡，产生振动	补焊或更换
	叶片表面或铆钉头腐蚀或磨损	如系个别损坏，更换个别零件，若过半损坏，则更换整个叶轮
	叶轮变形后歪斜过大，使叶轮径向跳动或端面跳动超差	卸下叶轮后，用铁锤校正，或将叶轮平放，压叶轮某侧边缘
	轴盘铆钉松动	用冲子紧住，如仍无效，则应更换铆钉

第三节　电动机的选择和转子起动时间的计算

一、电动机形式的选择

风机所匹配的原动机，在一般情况下，多数是采用电动机带动，根据风机的用途或使用环境来选用不同形式的电动机。最常用的电动机，有防护式、封闭式、防爆式以及特殊用途的三相交流笼型转子异步电动机。其基本各自的特点是：防护式电动机，能防止水滴或其它杂物从90～45°以内的方向落入电动机的内部；封闭式电动机能防止灰尘、铁屑或其它杂物侵入电动机内部；防爆式电动机，则根据使用场地的易燃易爆的混合物气体的防爆等级、组别来选用。防爆电动机，必须严格符合GB3836.1—3836.8《爆炸性环境用防爆电气设备》的要求。当场所中含有多种易爆炸性混合物时，须根据级别与组别最高者作为选用依据。

选择时必须根据下面三个原则：

1）电动机工作时，其发热应接近其许可温升，但不得超过；

2）电动机必须具有一定的过载能力，以保证在短时过载情况下能正常运行；

3）电动机应具有被拖动对象所需要的起动转矩，只能大，不能小。

二、电压选择

PLC WORLD

1. 电压选择　电源电压由工厂电源系统决定，高压一般为 6000V（或 3000V）低压为 380V。目前规定：

当高压为 6000V 时：
- ≥200kW 电动机选用 6000V
- <200kW 电动机选用 380V

当高压为 3000V 时：
- ≥100kW 电动机选用 3000V
- <100kW 电动机选用 380V

2. 电压波动影响　一般电动机在额定电压变化 ±5% 以内时，可在额定功率下连续运行。电动机在额定输出功率运行时，各相电压的最大容许不平衡值为 5%。

电动机需要功率计算，参看本书第 2 章。

三、电力负荷分级要求

根据用电设备对供电可靠性的要求，电力负荷分为下列三级：

1）一级负荷：突然停电，将造成人身伤亡危险，或重大设备损坏且难以修复，或给国民经济带来重大损失者。

2）二级负荷：突然停电将产生大量废品、大量原材料报废、大量减产、或将发生重大设备损坏事故，但采取适当措施能够避免者。

3）三级负荷：不属于一级及二级负荷的用电设备。

四、风机转子的飞轮矩

飞轮矩和转动惯量一样，是代表物体惯性大小的量。计算通风机的飞轮矩，必须把风机转子上所有的转动部件包括在内，如叶轮、主轴、联轴器、传动轴，带轮等，然后求其总和。

1）计算各零、部件的飞轮矩时，先求出各零、部件的质量 G 和回转直径 D 的平方，即 D^2，由二者相乘而得 GD^2。

回转直径的平方 D^2 视各零、部件具体尺寸而定。对于外径为 D_2，内径为 D_1 的等厚圆盘，其回转直径的平方 D^2 可按下式计算

$$D^2 = \frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \tag{6-1}$$

其飞轮矩为

$$GD^2 = G\frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \tag{6-2}$$

属于此类的零件有：叶轮的平前盘、锥前盘、后盘等。另外，弧前盘、轮毂等亦可按此公式近似计算。而对于叶片则视为质量均匀分布的有内孔等厚圆盘，其重量为所有叶片的总重量，也按此公式计算。但弧形和锥形圆盘计算出的转动惯量比实际的偏大，约大 0.05 倍。

2）计算叶片的飞轮矩，是从圆盘的飞轮矩推论，也用近似计算，但偏差较大。其实际的转动惯量应为计算的0.75～0.80 倍，平前盘用上限，锥前盘用下限。其计算公式为

$$GD^2 = ZG_1\frac{D_2^2 + D_1^2}{2}K \tag{6-3}$$

式中　D_2、D_1——分别为叶片出口、进口直径(m)；

PLC WORLD

Z——叶片数量；

K——偏差系数；

G_1——每片叶片重量(kg)。

若计算没有内孔的圆柱(如轴类)的飞轮矩时，则使公式中 $D_1=0$，即

$$GD^2=G\frac{D_2^2}{2} \tag{6-4}$$

3）综上所述，故风机转子的飞轮矩按下式计算

$$GD_m^2=\sum_1^i(GD^2)=$$
$$[(GD_{叶片}^2+GD_{后}^2+GD_{前}^2+GD^2)K_1]+GD_{轴}^2+GD_{联}^2=$$
$$GD_{轮}^2+GD_{轴}^2+GD_{联}^2 \tag{6-5}$$

式中，系数 $K_1=1.02\sim1.05$。是考虑叶轮轮毂上的铆钉，焊缝金属等产生的飞轮矩，对焊缝多或铆钉多者 K_1 取大值。

4）当电动机和风机的转速不同时，应将风机轴上的飞轮矩，换算成电动机轴上的飞轮矩，其换算式为

$$GD_R^2=\left(\frac{n_f^2}{n_r^2}\right)GD_f^2 \tag{6-6}$$

式中　n_f——风机轴转速(r/min)；

n_r——电动机轴转速(r/min)；

GD_f^2——风机转子飞轮矩(kg·m²)；

GD_R^2——电动机转子飞轮矩(kg·m²)；(查电动机样本)。

五、风机转子起动时间的计算

大型风机经常按风机转子的转动惯量算出的起动时间来选择电动机的容量和结构形式。电动机起动时间的允许范围，是按其结构形式和绝缘等级的不同而有所不同。如一般大型感应电动机，允许起动时间最好在 20s 以内。有时也按电动机温升程度决定。

1. 起动时间计算

$$t=\frac{GD_m^2n}{38.2(M_d-M_z)} \tag{6-7}$$

其中　$M_d=\dfrac{9552P_{sh\cdot m}}{n}$；$M_z=\dfrac{9552P_{sh}}{3n}$；$P_{sh}=\dfrac{0.2q_vp_{tF}}{1000\times3600\eta_{uF}}$；$P_{tF}=\dfrac{\psi_t}{2}\rho u_2^2$

式中　t——风机转子的起动时间(s)；

GD_m^2——风机转子的飞轮矩(kg·m²)；

n——风机叶轮转速(r/min)；

M_d——电动机的额定力矩(N·m)；

$P_{sh\cdot m}$——电动机的额定轴功率(kW)；

M_z——风机起动过程中由气动性能引起的平均阻力矩(N·m)；

P_{sh}——风机起动时，因调节门关闭不严(一般按漏风 20%～30%计算)而消耗的轴功率(kW)；

q_v——风机设计流量(m³/h)；

p_{tF}——风机起动过程中产生的压力(Pa)；

PLC WORLD

ψ_t——所选用的风机特性曲线上的最高效率点的压力系数；

ρ——气体的密度(kg/m^3)；

u_2——风机叶轮的圆周速度(m/s)；

η_{stF}——风机在起动过程中的效率。此时风机效率为最低，一般 $\eta_{stF\cdot i}=25\%\sim30\%$。

计算出的时间若小于20～25s，则可认为满足起动要求。用上述公式计算出的起动时间比实际起动时间偏大1～2s左右；

2. 注意事项

锅炉引风机或高温风机，系按输送气体介质的温度(200℃或更高温度)来计算功率和选定电动机，比常温下通风机的功率小很多。在这种情况下，离心式风机除将调节门全闭起动以外，(轴流风机应全开起动)，还要注意电动机超载情况，能否直接起动，须按当时实际情况决定采用对策。

第四节　风机的减振

在风机的设计和制造的过程中，为了将振动量控制在允许的范围，风机专业标准：JB/TQ334—87《通风机振动精度》和ISO—2372《振动烈度分级》等已规定了风机无减振装置时轴承部位的允许振幅值与叶轮允许的最大跳动量。

机器的振动烈度与机器的尺寸、刚度、支承条件、运转情况、工作条件等都有关系，不同的机器有不同的振动烈度的允许值，即使同一类机器，根据不同的要求也有所不同。风机的振动烈度测定是以轴承处测量的振动速度的有效值为依据。我国风机专业标准《JB/TQ334—87》规定的通风机振动烈度范围。国际标准〔ISO2372—1974(E)〕对振动烈度分级及其适用范围作了规定。

风机在通风系统中，风机运转时所产生的振动可直接传给基础，并以弹性波的形式从机器基础沿建筑结构传到其它位置去，又以噪声的形式出现，称为固体声。若在风机附近安装有精密机器、仪表和实验设备，或对防振有严格要求的某些生产工艺过程，当风机的振动危及建筑物的安全时如安装在楼层上，都要考虑对风机采取适当减振措施。

风机的减振是在振源和它的基础之间要设防振器。对于本身是振源的通风机，为了降低它对周围的影响，减小它传给支承的力，使支承的振动小于风机的振动，常常采用主动隔振法。所谓主动隔振法就是在通风机组与欲防振的设备或建筑结构物之间安装具有弹性性能的隔振装置，实现软连接，使风机组所产生的振动大部分被隔振装置所吸收，以减小风机振动的干扰(见图6-71)。

一、减振器的种类选择

在要求减振传递率相同的条件下，通风机振动频率越低所需减振器中的静态形变值越大，反之越小。在常用的减振器中，弹簧减振器静态形变值较大，因此弹簧减振器多用在振动频率较低的场合；金属橡胶减振器，一般多用在振动频率较高的场合，如必须用在振动频率较低的情况可组合使用。

二、减振器的配置

阻尼弹簧减振器配置计算和选用参数

1. 名词说明

(1) 积极隔振　减小机械振动对外界的不利影响的隔振，叫积极隔振。

PLC WORLD

(2) 消极隔振　减小外界振动对精密仪表、设备不利影响的隔振，叫消极隔振。

(3) 减振系数 η

1) 积极隔振

$$\eta = \frac{\text{隔振后振动设备传给支承结构的振动力}}{\text{不隔振时振动设备传给支承结构的振动力}}$$

2) 消极隔振

$$\eta = \frac{\text{隔振后精密仪表、设备的振动幅值}}{\text{不隔振时精密仪表、设备的振动幅值}}$$

不考虑阻尼影响时，积极隔振与消极隔振的减振系数 η

$$\eta = \frac{1}{\left|1 - \frac{\omega_o^2}{\omega^2}\right|} \tag{6-8}$$

式中　ω_o——振动设备或地面干扰的振动圆频率；

ω——隔振体系的固有圆频率。

2. 积极隔振设计要点　已知振动设备重量为 Q_1 (kg)，干扰力幅值为 F_o (N)转速为 n_o (r/min)，隔振体系允许振幅为〔Y〕(mm)，减振系数为〔η〕。隔振设计步骤如下：

(1) 确定隔振体系总重量 Q

$$Q \geqslant \frac{F_o}{[Y]} \frac{1}{\omega_o^2} \times 1000 \tag{6-9}$$

式中

$$\omega_o = 2\pi \frac{n_o}{60}$$

隔振台座重 Q_2 为隔振体系总重 Q 减去振动设备重 Q_1，即：

$$Q_2 = Q - Q_1 \tag{6-10}$$

如 Q_2 小于零，可仅根据构造要求设计隔振台座。

(2) 确定隔振体系的固有圆频率 ω

$$\omega = \frac{\omega_o}{\sqrt{\frac{1}{[\eta]} + 1}} \tag{6-11}$$

(3) 隔振体系总刚度 K

$$K = \frac{Q}{1000}\omega^2 \tag{6-12}$$

(4) 考虑减振器数量及减振器布置

1) 减振器数量 n 应尽量采用偶数。

2) 减振器的总竖向刚度中心与隔振体系总重心应在同一铅垂线上。

3) 隔振体系支架平面尺寸除应满足设备安装要求外，尚应满足尽量减小隔振体系回转振动的要求。设 L 为与振动设备干扰力平面平行的支架尺寸，h 为干扰力作用点的高度(见图 6-69) L 应满足下面条件。

$$L \geqslant 2.0h \tag{6-13}$$

(5) 每个减振器承受的静载荷 p_i

$$p_i \geqslant \frac{Q}{n} \times 9.807 \tag{6-14}$$

n——减振器数量。

PLC WORLD

(6) 每个减振器的刚度 K_i

$$K_i \leqslant \frac{K}{n} \tag{6-15}$$

(7) 根据 p_i 及 K_i 按表 6-26 选用减振器。

(8) 根据最后选用的减振器刚度 K_i，验算隔振体系的减振系数 η 及隔振体系的振幅 Y。

$$\eta = \frac{1}{\left|1 - \frac{\omega_o^2}{\omega_1^2}\right|} \leqslant [\eta] \tag{6-16}$$

$$\omega_1^2 = \frac{nK_{i1}}{Q} \times 1000 \tag{6-17}$$

式中　K_{i1}——选用的减振器刚度。

$$Y = \frac{P_o}{nK_{i1}}\ \eta \leqslant [Y] \tag{6-18}$$

(9) 减振器受荷后变形量 $\lambda = P_i/K_i$

(10) 减振器工作状态高度 $H_i = H + \lambda_1 - \lambda$

3. 积极隔振设计实例

某风机组重 $Q_1 = 1600\text{kg}$，干扰力幅值 $P_o = 392.3\text{N}$，转速 $n_o = 1450\text{r/min}$，隔振台允许振幅 $[Y] = 0.1\text{mm}$，体系减振系数 $[\eta] = 1/20$，要求选择 CJT 型阻尼弹簧减振器。

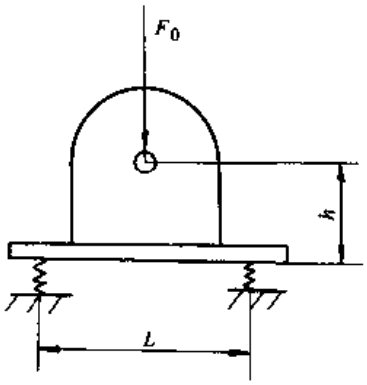


图　6-69

1) 按式(6-9)计算隔振体系总质量 Q

$$Q = \frac{392.3 \times 1000}{0.1} \times \frac{(60)^2}{(2\pi \times 1450)^2} = 170.2\text{kg}$$

$$Q_2 = Q - Q_1 < Q$$

隔振体系支架按构造要求，设 $Q_2 = 200\text{kg}$，则隔振体系总质量 $Q = 200\text{kg} + 1600\text{kg} = 1800\text{kg}$。

2) 确定隔振体系的固有圆频率 ω

$$\omega = \frac{2\pi \times 1450\text{r/min}/60\text{s/min}}{\sqrt{20+1}} = 33.4\text{rad/s}$$

3) 隔振体系总刚度 K

$$K = \frac{1800\text{kg}}{1000} \times (33.4\text{rad/s})^2 = 1976.2\text{N/mm}$$

4) 采用 6 个减振器，每个减振器承受的荷重 p_i 及刚度 K_i 为

$$p_i \geqslant \frac{1800\text{kg} \times 9.807\text{m/s}^2}{6} = 2942\text{N}$$

$$K_i \leqslant \frac{1976.2\text{N/mm}}{6} = 329.4\text{N/mm}$$

5) 由表 6-26 选用 6 个 CJT-13 型减振器，每个减振器的承载能力 L_1 为 275.85N，刚度为 66.69N/mm。

6) 隔振体系实际的减振系数 η 及隔振体系振幅 Y 验算如下。隔振体系的固有圆频率为 ω_1。

$$\omega_1^2 = \frac{6 \times 66.69\text{N/mm}}{1800\text{kg}} \times 1000\ \frac{\text{kg} \cdot \text{rad}^2}{\text{N/mm} \times \text{s}^2} = 222.3\text{rad}^2/\text{s}^2$$

$$\omega_o^2 = \left(\frac{2\pi \times 1450\text{r/min}}{60\text{s/min}}\right)^2 = 23056.5\text{rad}^2/\text{s}^2$$

PLC WORLD

$$\eta = \frac{1}{\frac{23056.5\text{rad}^2/\text{s}^2}{222.3\text{rad}^2/\text{s}^2} - 1} = \frac{1}{102} < [\eta] = \frac{1}{20}$$

$$Y = \frac{392.3\text{N}}{6 \times 66.69\text{N/mm}} \times \frac{1}{102} = 0.0096\text{mm} < [Y] = 0.1\text{mm}$$

7）减振器受荷后变形量 $\lambda = p_i / K_{i1} = 2942\text{N}/66.69\text{N/mm} = 44\text{mm}$。

8）减振器工作状态高度

$$H_i = H + \lambda_1 - \lambda = 222\text{mm} + 16\text{mm} - 44\text{mm} = 194\text{mm}$$

4. CJT 型系列阻尼弹簧减振器参数　见表 6-26 和图 6-70。

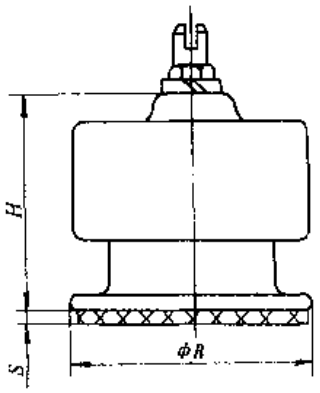
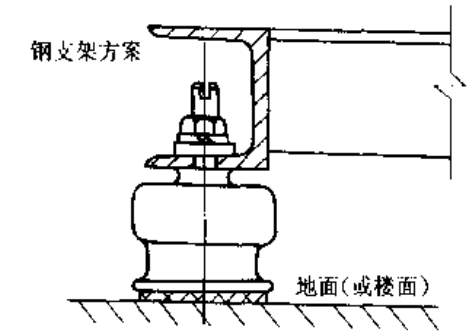


图 6-70　阻尼弹簧减振器

5. 阻尼弹簧减振器使用安装说明

1）减振器与隔振体系支架的联接。

2）安装减振器位置的地面(或楼面)易积水时，减振器应适当垫高或筑成围圈(如图 6-72)防止减振器常年浸水。



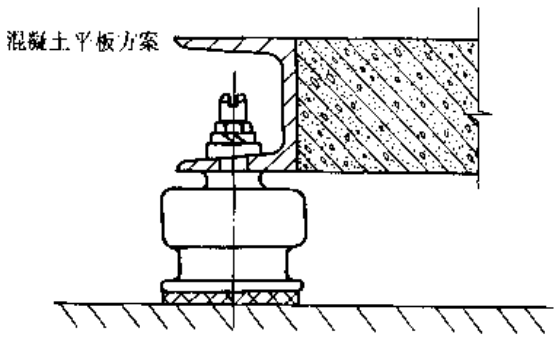
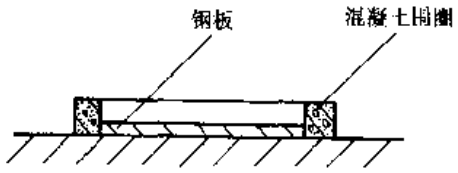
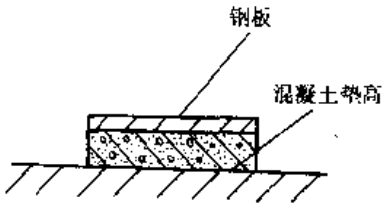


图 6-71　减振器与隔振体高支架的联接安装示意图



a)



b)

图 6-72　减振器在地面易积水时的安装示意图
a)包覆式　b)平台式

表 6-26　CJT 型系列

型　号	外形尺寸		减振器预压缩量 λ_1/mm	减振器竖向刚度/(N/mm)	减振器最大使用载荷/N	减振器阻尼比
	H	B				
CJT-1	108	124	13	6.77	156.91	0.035
CJT-2	123	124	14	8.92	284.40	0.035
CJT-3	137	134	15	11.18	441.32	0.035
CJT-4	147	144	16	15.99	666.88	0.035
CJT-5	147	144	16	24.52	902.24	0.035
CJT-6	156	169	16	25.50	1255.30	0.035

PLC WORLD

（续）

型号	外形尺寸		减振器预压缩量 λ_1/mm	减振器竖向刚度/(N/mm)	减振器最大使用载荷/N	减振器阻尼比
	H	B				
CJT-7	156	169	16	30.60	1500.47	0.035
CJT-8	156	189	16	36.68	1677	0.035
CJT-9	180	179	16	38.74	2049.66	0.035
CJT-10	180	179	16	46.19	2441.94	0.035
CJT-11	204	199	16	46.49	2961.71	0.035
CJT-12	204	199	16	55.51	3530.52	0.035
CJT-13	222	209	16	66.69	4275.85	0.035
CJT-14	160	294	6	101.99	4981.96	0.035
CJT-15	185	304	4	116.21	6148.99	0.035
CJT-16	185	304	4	138.28	7325.83	0.035
CJT-17	185	324	4	154.95	8198.65	0.035
CJT-18	210	334	3	139.74	8885.14	0.035
CJT-19	210	334	3	166.23	10562.14	0.035
CJT-20	210	370	3	186.33	11846.86	0.035
CJT-21	231	360	3	196.14	12798	0.035
CJT-22	210	370	3	215.75	14083	0.035
CJT-23	236	394	2	266.75	17064	0.035

注：减振器的最小使用荷载应大于最大使用荷载的 1/2。

三、减振联轴器（表 6-27）

表 6-27 减振联轴器性能参数

型号 LYF2532	最大转矩 M_t/N·m	最大转速 n/r/min	功率/kW 电动机同期转速/r/min		轴孔直径/mm	
			3000	1500	最小	最大
1	277	6750	85.2	42.6	40	50
2	805	4995	248	124	50	70
3	1680	4090	516	258	65	85
4	2600	3470	800	400	80	120
5	3620	3275	1130	565	85	120

PLC WORLD

第七章　风机配套用电动机

风机配套用电动机的特点是型号规格多、结构复杂，功率范围变化大，额定功率从0.1～10000kW、电压由低(220V、380V)到高(10000V、6000V、3000V)、电动机环境温度由常温(20℃)到120℃、可由单速到多速(或变速)。电源可以是交流或直流、除卧式与立式外、还有端盖连接、底脚安装结构。本章采用的风机配套用电动机的型号规格、技术数据、电动机的安装尺寸，主要根据浙江卧龙集团公司电动机产品说明书。

该集团公司是机械部定点生产各类用途电机的国家一级企业。多年来与沈阳鼓风机研究所、广州电器科学研究所、上海电机科学研究所、南阳防爆电气研究所、浙江大学合作，研制成多种风机配套用电动机，满足了风机行业的需要，该公司已通过ISO9000认证。其产品多次出口销往世界各地。

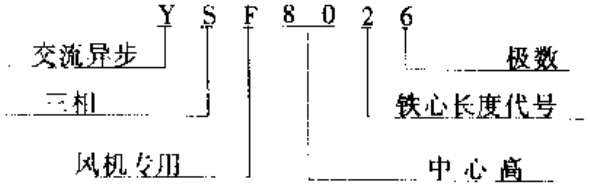
第一节　风机配套专用电动机

一、YSF、YT系列节能三相异步电动机

该系列电动机按照国家新标准，并吸收国际上同类产品的优点进行设计制造，具有体积小、效率高、噪声低、起动和运行性能好等特点。用于T35系列轴流风机配套。本系列电动机符合IEC推荐标准中的有关规定。

本系列电动机防护等级为IP44，绝缘等级为E或B，冷却方式为IC0141，额定电压为380V，安装形式为IMB30，额定频率为50Hz。

型号说明



安装及外形尺寸见图7-1及表7-1，技术数据见表7-2。

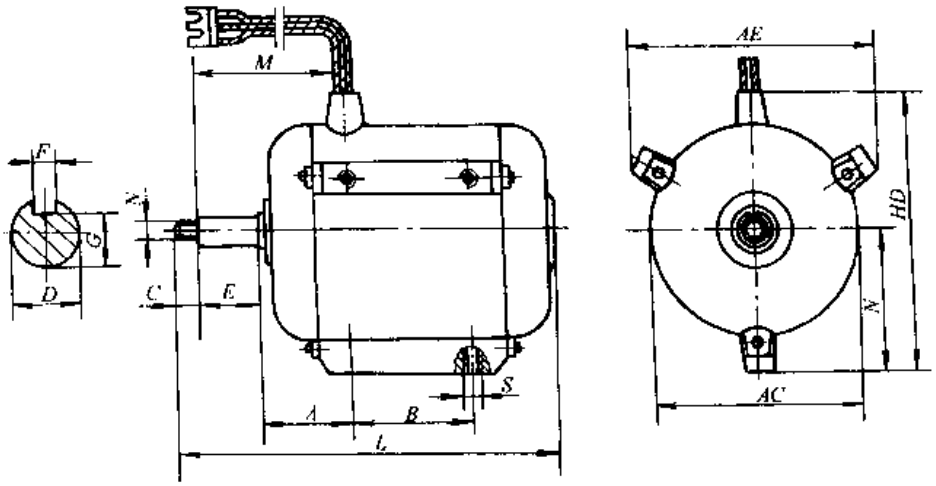


图7-1　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-1 安装及外形尺寸 (mm)

机座号	安装尺寸											外形尺寸				备注
	A	B	C	D	E	F	G	H	M	N	S	AC	AE	HD	L	
50	47	35	10	9	20	3	7.2	62	57	M8	M8	100	120	125	175	C尺寸为外螺纹长度
56	49	50	10	9	20	3	7.2	65	61	M8	M8	104	122	130	175	
63	51	65	10	11	23	4	8.5	69	71	M8	M8	108	130	138	202	
71	55	70	12	14	30	5	11	75	74	M8	M8	120	140	150	226	
80	60	85	12	19	40	6	15.5	86	95	M10	M8	142	160	172	259	
90S	60	86	12	24	50	8	20	100	107	M8	M12	150	175	200	270	C尺寸为内螺纹长度
90L	60	115	12	24	50	8	20	100	107	M8	M12	150	175	200	295	
100L	73	130	16	28	60	8	24	105	140	M10	M12	169	192	218	325	
112M	80	130	16	28	60	8	24	115	145	M10	M12	185	210	238	340	
132S	100	130	16	38	80	10	33	135	185	M10	M14	225	240	275	395	
132M	100	168	16	38	80	10	33	135	185	M10	M14	225	240	275	435	

表 7-2 技术数据

型号	功率/W	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩
YSF-5014	25	0.17	1400	43	0.53	1.8	6.5	2
YSF-5024	40	0.22	1400	51	0.54	1.8	6.5	2
YSF-5612	90	0.31	2800	64	0.69	1.8	7	2
YSF-5622	120	0.38	2800	68	0.72	1.8	7	2
YSF-5632	180	0.53	2800	69	0.75	1.8	7	2
YSF-5614	60	0.27	1400	58	0.58	1.8	6.5	2
YSF-5624	90	0.38	1400	59	0.61	1.8	6.5	2
YSF-6312	180	0.53	2800	69	0.75	1.8	7	2
YSF-6322	250	0.68	2800	72	0.78	1.8	7	2
YSF-6332	370	0.96	2800	73.5	0.80	1.8	7	2
YSF-6314	120	0.47	1400	62	0.63	1.8	6.5	2
YSF-6324	180	0.69	1400	64	0.67	1.8	6.5	2
YSF-7112	370	0.96	2800	73.5	0.80	1.8	7	2
YSF-7122	550	1.35	2800	75.5	0.82	1.8	7	2
YSF-7132	750	1.76	2800	76.5	0.85	1.8	7	2
YSF-7114	250	0.82	1400	68	0.68	1.8	6.5	2
YSF-7124	370	1.10	1400	70	0.73	1.8	6.5	2
YSF-7116	180	0.65	910	64	0.66	1.7	6	1.9
YSF-7126	250	0.94	910	65	0.67	1.7	6	1.9
YSF-7128	90	0.49	680	51	0.55	1.5	5.5	1.8
YSF-7138	120	0.63	680	51	0.57	1.5	5.5	1.8

PLC WORLD

（续）

型　　号	功率/W	电流/A	转　速 /(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩
YSF-8012	750	1.76	2800	76.5	0.85	1.8	7	2
YSF-8022	1100	2.53	2800	77	0.86	1.8	7	2
YSF-8014	550	1.54	1400	73.5	0.74	1.8	6.5	2
YSF-8024	750	1.99	1400	75.5	0.76	1.8	6.5	2
YSF-8026	370	1.15	910	71	0.69	1.7	6	1.9
YSF-8036	550	1.66	910	72	0.70	1.7	6	1.9
YSF-8028	180	0.75	680	60	0.61	1.5	5.5	1.8
YSF-8038	250	0.98	680	62	0.63	1.5	5.5	1.8
YT-90S-2	1500	3.38	2800	78.5	0.86	1.8	7	2
YT-90L-2	2200	4.83	2800	80.5	0.86	1.8	7	2
YT-90S-4	1100	2.79	1400	77	0.78	1.8	6.5	2
YT-90L-4	1500	3.61	1400	79	0.80	1.8	6.5	2
YT-90S-6	750	2.20	935	73	0.71	1.7	6	1.9
YT-90L-6	1100	3.10	935	74	0.73	1.7	6	1.9
YT-90S-8	370	1.33	680	68	0.63	1.5	5.5	1.8
YT-90L-8	550	1.90	680	69	0.64	1.5	5.5	1.8
YT-100L-2	3000	6.39	2820	82	0.87	1.8	7	2
YT-100L_1-4	2200	5.01	1420	81	0.825	1.8	6.5	2
YT-100L_2-4	3000	6.78	1420	82.5	0.815	1.8	6.5	2
YT-100L-6	1500	3.90	940	78	0.75	1.7	6	1.9
YT-112M-2	4000	8.17	2840	85.5	0.87	1.3	7	2
YT-112M-4	4000	8.77	1410	84.5	0.82	1.8	7	2
YT-112M-6	2200	5.47	940	80.5	0.76	1.7	6	1.9
YT-132S-4	5500	11.64	1440	85.5	0.84	1.8	7	2
YT-132M-4	7500	15.41	1440	87	0.85	1.8	7	2
YT-132S-6	3000	7.23	960	83	0.76	1.7	6.5	1.9
YT-132M_1-6	4000	9.40	960	84	0.77	1.7	6.5	1.9
YT-132M_2-6	5500	12.56	960	85.3	0.78	1.7	6.5	1.9

二、YBF 系列风机用隔爆型三相异步电动机

本系列电动机系防爆轴流式通风机配套的专用电动机，防爆性能符合 GB3836.2-83《爆炸性环境用防爆型电气设备"d"》的规定，并吸收国际上同类产品的优点自行设计制造，具有体积小，效率高，温升裕度大、噪声低、起动及运行性能好等优点。

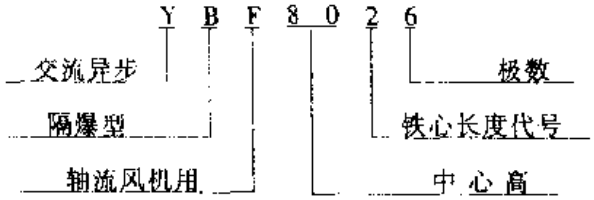
本系列电动机制成隔爆型，防爆标志为 dⅠ、dⅡAT4、dⅡBT4，分别适用于煤矿井下及工厂ⅡA 级、ⅡB 级，温升组别为 T1～T4 组的可燃性气体或蒸汽与空气形成爆炸性混合物的场所。

本系列电动机防护等级主体外壳为 IP44、接线盒为 IP54，绝缘等级为 B，冷却方式为

PLC WORLD

IC0141，额定电压为 380V，安装形式为 IMB30，额定频率为 50Hz。

型号说明



安装及外形尺寸见图 7-2 及表 7-3，技术性能数据见表 7-4。

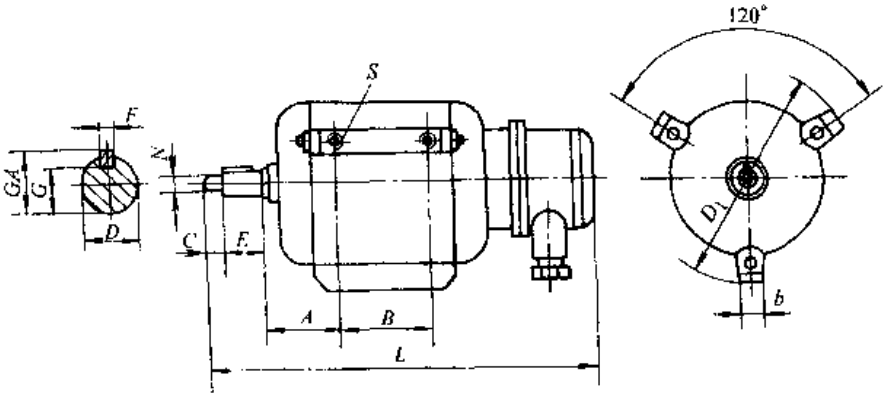


图 7-2　安装及外形尺寸示意图

表 7-3　安装及外形尺寸　　(mm)

机座号	安装尺寸											外形尺寸		备注
	A	B	C	D	E	F	G	GA	N	S	L	D_1	b	
63	60	65	10	11	23	4	8.5	12.5	M8	M8	332	148	20	C 尺寸为外螺纹长度
71	65	70	12	14	30	5	11	16	M8	M8	367	160	20	
80	67	85	12	19	40	6	15.5	21.5	M10	M8	400	180	25	
90S	76	86	20	24	50	8	20	27	M6	M12	415	195	25	C 尺寸为内螺纹长度
90L	76	115	20	24	50	8	20	27	M6	M12	440	195	25	
100L	76	130	20	28	60	8	24	31	M6	M12	525	220	25	
112M	80	130	20	28	60	8	24	31	M6	M12	545	240	25	
132S	100	130	20	38	80	10	33	41	M6	M14	600	290	30	
132M	100	168	20	38	80	10	33	41	M6	M14	645	290	30	
160M	120	200	25	42	100	12	37	45	M8	M16	750	350	28	
160L	120	244	25	42	100	12	37	45	M8	M16	800	350	28	

表 7-4　技术数据

型号	功率/W	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩
YBF6312	180	0.53	2800	69	0.75	1.8	7	2
YBF6322	250	0.68	2800	72	0.78	1.8	7	2
YBF6314	120	0.47	1400	62	0.63	1.8	6.5	2
YBF6324	180	0.69	1400	64	0.67	1.8	6.5	2

PLC WORLD

（续）

型　　号	功率/W	电流/A	转　速 /(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩
YBF7112	370	0.96	2800	73.5	0.80	1.8	7	2
YBF7122	550	1.35	2800	75.5	0.82	1.8	7	2
YBF7114	250	0.82	1400	68	0.68	1.8	6.5	2
YBF7124	370	1.10	1400	70	0.73	1.8	6.5	2
YBF7116	180	0.65	910	64	0.66	1.7	6	1.9
YBF7126	250	0.94	910	65	0.67	1.7	6	1.9
YBF7128	90	0.49	680	51	0.55	1.5	5.5	1.8
YBF7138	120	0.63	680	51	0.57	1.5	5.5	1.8
YBF8012	750	1.76	2800	76.5	0.85	1.8	7	2
YBF8022	1100	2.53	2800	77	0.86	1.8	7	2
YBF8014	550	1.54	1400	73.5	0.74	1.8	6.5	2
YBF8024	750	1.99	1400	75.5	0.76	1.8	6.5	2
YBF8026	370	1.15	910	71	0.69	1.7	6	1.9
YBF8036	550	1.66	910	72	0.70	1.7	6	1.9
YBF8028	180	0.75	680	60	0.61	1.5	5.5	1.8
YBF8038	250	0.98	680	62	0.63	1.5	5.5	1.8
YBF90S-2	1500	3.38	2800	78.5	0.86	1.8	7	2
YBF90L-2	2200	4.83	2800	80.5	0.86	1.8	7	2
YBF90S-4	1100	2.79	1400	77	0.78	1.8	6.5	2
YBF90L-4	1500	3.61	1400	79	0.80	1.8	6.5	2
YBF90S-6	750	2.20	935	73	0.71	1.7	6	1.9
YBF90L-6	1100	3.10	935	74	0.73	1.7	6	1.9
YBF90S-8	370	1.33	680	68	0.63	1.5	5.5	1.8
YBF90L-8	550	1.90	680	69	0.64	1.5	5.5	1.3
YBF100L-2	3000	6.39	2820	82	0.87	1.8	7	2
YBF100L_1-4	2200	5.01	1420	81	0.825	1.8	6.5	2
YBF100L_2-4	3000	6.78	1420	82.5	0.815	1.8	6.5	2
YBF100L-6	1500	3.90	940	78	0.75	1.7	6	1.9
YBF112M-2	4000	8.17	2840	85.5	0.87	1.8	7	2
YBF112M-4	4000	8.77	1440	84.5	0.82	1.8	7	2
YBF112M-6	2200	5.47	940	80.5	0.76	1.7	6	1.9
YBF132S_1-2	5500	11	2900	85.5	0.88	2.0	7	2.2
YBF132S_2-2	7500	15	2900	86.2	0.88	2.0	7	2.2
YBF132S-4	5500	12	1440	85.5	0.84	2.2	7	2.2
YBF132M-4	7500	15	1440	87	0.85	2.2	7	2.2
YBF132S-6	3000	7.2	960	83	0.76	2.0	6.5	2.0

PLC WORLD

（续）

型号	功率/W	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩
YBF13M_1-6	4000	9.4	960	84	0.77	2.0	6.5	2.0
YBF132M_2-6	5500	13	960	85.3	0.78	2.0	65	2.0
YBF132S-8	2200	5.8	710	81	0.71	2.0	5.5	2.0
YBF132M-8	3000	7.7	710	82	0.72	2.0	5.5	2.0
YBF160M_1-2	11000	21.78	2930	87.2	0.88	2.0	7	2.2
YBF160M_2-2	15000	29.36	2930	88.2	0.88	2.0	7	2.2
YBF160L-2	18500	35.49	2930	89	0.89	2.0	7	2.2
YBF160M-4	11000	22.60	1460	88	0.84	2.2	7	2.2
YBF160L-4	15000	30.30	1460	88.5	0.85	2.2	7	2.2
YBF160M-6	7500	17.00	970	86	0.78	2.0	6.5	2.0
YBF160L-6	11000	24.63	970	87	0.78	2.0	6.5	2.0
YBF160M_1-8	4000	9.91	720	84	0.73	2.0	6.0	2.0
YBF160M_2-8	5500	13.29	720	85	0.74	2.0	6.0	2.0
YBF160L-8	7500	17.67	720	86	0.75	2.0	5.5	2.0

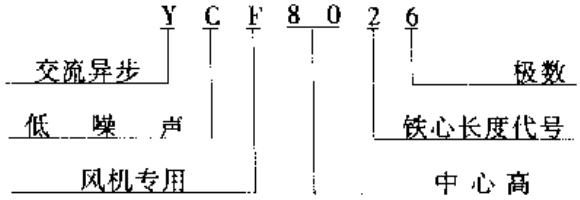
三、YCF 系列风机用异步电动机

低噪声专用三相异步电动机以降低噪声为目的，按照我国最新标准并吸收国际上同类产品的优点设计制造。具有噪声低、振动小、体积小、重量轻、运行可靠、维护方便等特点。

YCF 系列电动机适用于轴流风机。

本系列电动机防护等级为 IP44，绝缘等级为 E 或 B，冷却方式为 IC0041，额定电压为 330V，安装型式为 IMB3 或 IMB30，额定频率为 50Hz。

型号说明



安装及外形尺寸见图 7-3 及表 7-5，技术数据见表 7-6。

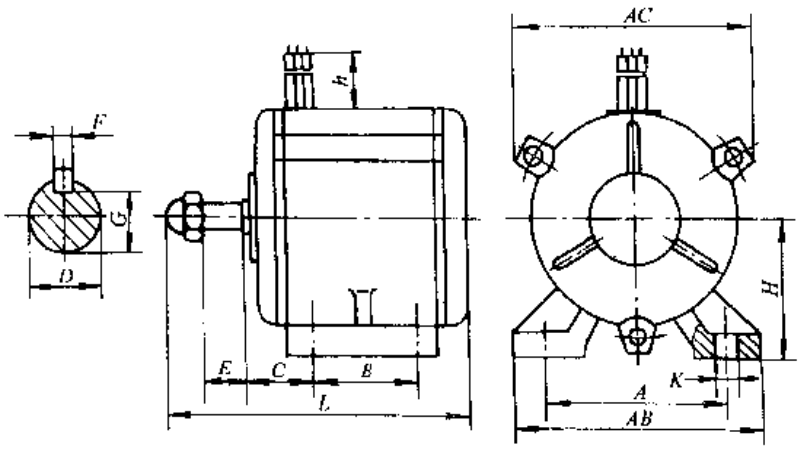
表 7-5 安装及外形尺寸 （mm）

机座号	安装尺寸												外形尺寸				
	A	B	B′	C	C′	D	E	F	G	H	K	S	AB	AC	引出线 h	H′	L
56	90	71	55	46	54	9	20	3	7.2	56	5.8	M5	115	120	500	63	108
63	100	80	60	50	60	11	23	4	8.5	63	7	M5	130	130	600	68	236
71	112	90	70	60	70	14	30	5	11	71	7	M6	145	145	700	74	260
80	125	100	80	70	80	19	40	6	15.5	80	10	M6	160	165	800	86	300
90S	140	100	90	76	81	24	50	8	20	90	10	M8	180	185	1000	98	320
90L	140	125	110	76	84	24	50	8	20	90	10	M8	180	185	1000	98	355

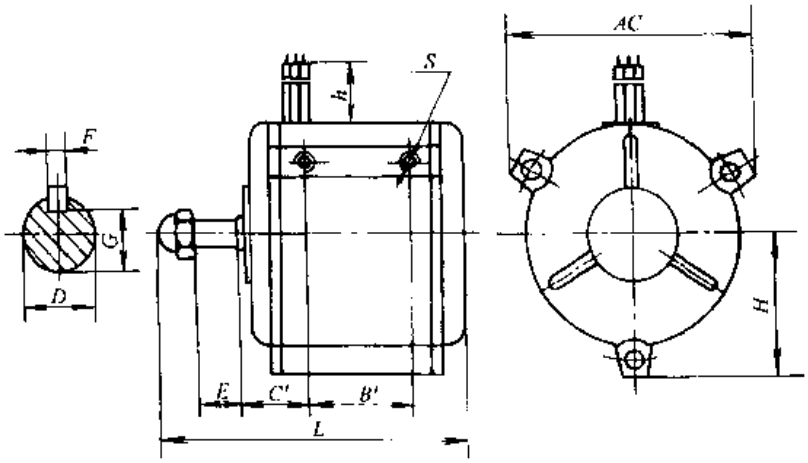
PLC WORLD

（续）

机座号	安装尺寸												外形尺寸				
	A	B	B′	C	C′	D	E	F	G	H	K	S	AB	AC	引出线 h	H′	L
100L	160	140	110	66	81	28	60	8	24	100	12	M10	205	215	—	—	380
112M	190	140	110	69	84	28	60	8	24	112	12	M12	245	240	—	—	400
132S	216	140	150	72	88.5	38	80	10	33	132	12	M12	280	275	—	—	475
132M	216	178	150	75	107.5	38	80	10	33	132	12	M12	280	275	—	—	513



B3型



B30型

图 7-3　安装及外形尺寸示意图

表 7-6　技术数据

型　　号	功率/W	电流/A	转　速 /(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩 / 额定转矩	堵转电流 / 额定电流	最大转矩 / 额定转矩	噪声 /dB(A)
5614	60	0.28	1400	56	0.58	1.8	6	1.8	55
5624	90	0.39	1400	58	0.61	1.8	6	1.8	55
6314	120	0.48	1400	60	0.63	1.8	6	1.8	55
6324	180	0.69	1400	64	0.66	1.8	6	1.8	55
7112	370	0.96	2800	73.5	0.80	1.8	6	1.8	65

PLC WORLD

（续）

型号	功率/W	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	噪声/dB(A)
7122	550	1.35	2800	75.5	0.82	1.8	6	1.8	65
7114	250	0.84	1400	67	0.68	1.8	6	1.8	60
7124	370	1.13	1400	69.5	0.72	1.8	6	1.8	60
7116	180	0.65	910	64	0.66	1.5	6	1.8	53
7126	250	0.94	910	65	0.68	1.5	6	1.8	58
7128	90	0.45	680	51	0.55	1.5	6	1.5	50
7138	120	0.64	680	52	0.55	1.5	6	1.5	50
8012	750	1.76	2800	76.5	0.85	1.8	6	1.8	65
8022	1100	2.53	2800	77	0.80	1.8	6	1.8	65
8014	550	1.56	1400	73.5	0.73	1.8	6	1.8	60
8024	750	2.01	1400	75.5	0.75	1.8	6	1.8	60
8026	370	1.18	910	70	0.68	1.5	6	1.8	58
8036	550	1.09	910	72	0.69	1.5	6	1.8	58
8028	180	0.75	680	60	0.61	1.5	6	1.5	50
8038	250	0.97	680	62	0.63	1.5	6	1.5	55
90S-8	370	1.38	700	65	0.63	1.5	6	1.5	55
90L-8	550	1.95	700	67	0.64	1.5	6	1.5	55
90S-2	1.5	3.4	2840	78	0.85	2.2	7	2.3	65
90L-2	2.2	4.8	2840	80.5	0.86	2.2	7	2.3	68
90S-4	1.1	2.8	1400	78	0.78	2.3	6.5	2.3	61
90L-4	1.5	3.7	1400	79	0.79	2.3	6.5	2.3	62
90S-6	0.75	2.3	910	72.5	0.70	2.0	5.5	2.2	66
90L-6	1.1	3.2	910	73.5	0.72	2.0	5.5	2.2	56
100L-2	3	6.4	2870	82	0.87	2.2	7	2.3	68
$100L_1$-4	2.2	5.0	1430	81	0.82	2.2	7	2.3	65
$100L_2$-4	3	6.8	1430	82.5	0.81	2.2	7	2.3	65
100L-6	1.5	4.0	940	77.5	0.74	2.0	6	2.2	62
$100L_1$-8	0.75	2.6	710	70	0.64	2.0	5.5	2.0	54
$100L_2$-8	1.1	3.7	710	70	0.65	2.0	5.5	2.0	55
112M-2	4	8.2	2890	85.5	0.87	2.2	7	2.3	70
112M-4	4	8.8	1440	84.5	0.82	2.2	7	2.3	68
112M-6	2.2	5.6	940	80.5	0.74	2.0	6	2.2	62
112M-8	1.5	4.8	710	73	0.66	2.0	5.5	2.0	57
$132S_1$-2	5.5	11.1	2900	85.5	0.88	2.0	7	2.3	72
$132S_2$-2	7.5	15.0	2900	86.2	0.88	2.0	7	2.3	73
132S-4	5.5	11.7	1440	85.5	0.84	2.2	7	2.3	69

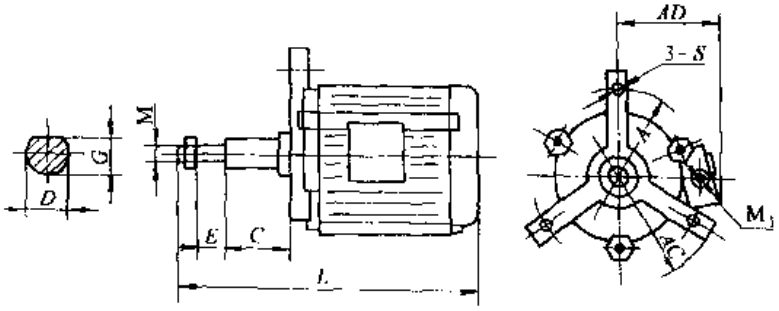
PLC WORLD

（续）

型　　号	功率/W	电流/A	转　速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	噪声/dB(A)
132M-4	7.5	15.4	1440	87	0.85	2.2	7	2.3	70
132S-6	3	7.3	960	83	0.76	2.0	6.5	2.2	63
$132M_1$-6	4	9.4	960	84	0.77	2.0	6.5	2.2	63
$132M_2$-6	5.5	12.6	960	85.3	0.78	2.0	6.5	2.2	63
132S-8	2.2	5.9	710	80.5	0.71	2.0	5.5	2.0	58
132M-8	3	7.8	710	82	0.72	2.0	5.5	2.0	59

四、YCL系列低噪声冷却塔专用三相异步电动机

低噪声冷却塔专用三相异步电动机以降低噪声为目的，为配套冷却塔风机上使用，对外形、安装尺寸和密封防水方面作了进一步改进设计。该系列电动机具有低噪声、小振动、小体积、重量轻、运行可靠和维护方便等特点。

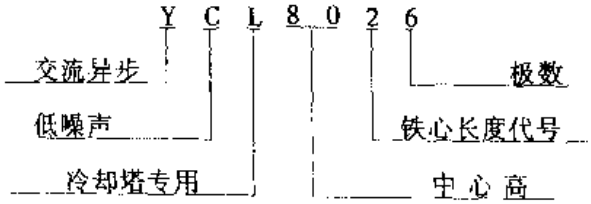


V18型

图7-4　安装及外形尺寸示意图

该系列电动机防护等级为IP44，绝缘等级为E和B，冷却方式为IC0041，额定电压为380V，安装形式为IMB30 V1及V18额定频率为50Hz。

型号说明

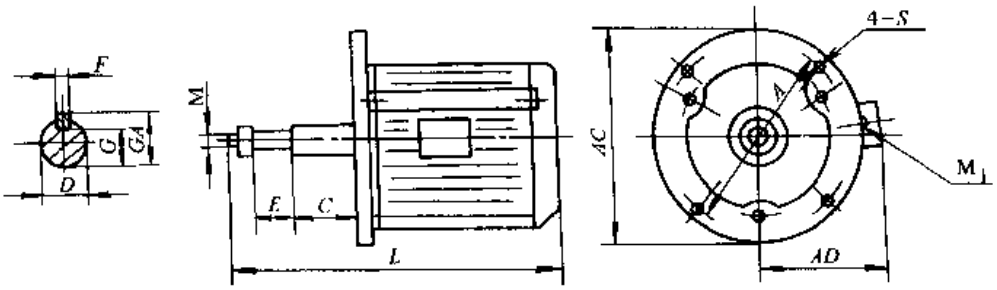


安装及外形尺寸见图7-4、图7-5、图7-6及表7-7、表7-8、表7-9，技术性能数据见表7-10

表7-7　安装及外形尺寸　（mm）

机座号	安装尺寸								外形尺寸		
	A	*C*	*D*	*E*	*G*	*S*	*M*	*M1*	*AD*	*AC*	*L*
63	φ168	61.5	φ11	35	9.5	M10	M8	G 3/4[①]	125	φ198	271
71	φ182	66.5	φ19		17		M12		135	φ212	304
80	φ210	58.5	φ24	45	22	M12	M16		144	φ240	315
90S		52							153		320
90L	φ230			60						φ260	351
100L									165		407

① 1in = 25.4mm，下同。

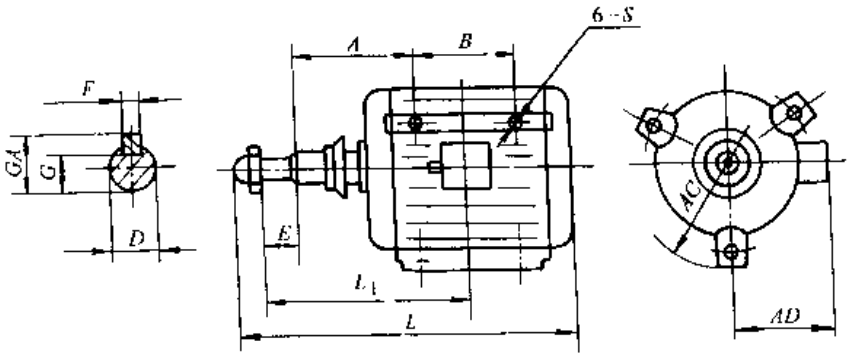


V1型

图 7-5　安装及外形尺寸示意图

表 7-8　安装及外形尺寸　(mm)

机座号	安装尺寸										外形尺寸		
	A	C	D	E	F	G	S	GA	M	M1	AD	AC	L
100L	φ215	80	φ28	60	7	24	φ15	31	M24	G 3/4"	165	φ250	435
112M	φ265	94	φ28	60	7	24	φ15	31	M24	G 3/4"	177	φ300	455
132S	φ265	84	φ32	60	10	27.5	φ15	35.5	M24	G 1"	200	φ300	488
132M	φ265	84	φ32	60	10	27.5	φ15	35.5	M24	G 1"	200	φ300	536
160M	φ300	128	φ38	102	10	33.5	φ15	41.5	M30	G 1"	265	φ350	720
160L	φ300	128	φ38	102	10	33.5	φ15	41.5	M30	G 1"	265	φ350	764



V30型

图 7-6　安装及外形尺寸示意图

表 7-9　安装及外形尺寸　(mm)

机座号	安装尺寸									外形尺寸		
	B	L1	D	E	F	G	S	GA	A	AD	AC	L
63	65	162.5	φ11	26	4	8.5	M8	12.5	104	125	φ118	255.5
71	70	148.5	φ14	30	5	11	M8	16	87	135	φ170	274
80	75	170.5	φ19	40	6	15.5	M8	21.5	100	144	φ186	290
90S	85	200	φ24	50	8	20	M8	27	107.5	153	φ210	346
90L	85	212.5	φ24	50	8	20	M8	27	107.5	153	φ210	371
100L	110	235	φ28	60	8	24	M10	31	120	184	φ232	415
112M	110	238	φ28	60	8	24	M10	31	123	190	φ240	425

PLC WORLD

（续）

机座号	安装尺寸									外形尺寸		
	B	L1	D	E	F	G	S	GA	A	AD	AC	L
132S	150	303.5	φ38	80	10	33.5	M12	41.5	148.5	210	φ275	525
132M		322.5							167.5			563
160M		377	φ42	110	12	37	M16	45	192	265	φ335	658
160L		399							214			702
180L		419.5	φ48		14	42.5	M20	51.5	234.5	285	φ370	730
200L		446	φ55		16	49	M24	59	261	315	φ410	778

表 7-10　技术数据

机座号	功率/kW	电流/A	频率/Hz	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	起动电流/额定电流	噪声/dB(A)
6326	0.12	0.52	50/60	910/1100	60	0.63	6.0	57
7116	0.18	0.81			61			
7126	0.25	1.16			63	0.64		59
8016	0.37	1.51			68			
8026	0.55	1.79			71	0.65		
90S-6	0.75	2.4		910/1140	73	0.71		
90L-6	1.1	3.3			74	0.73		61
100L-6	1.5	4.0		940/1140	78	0.75		
112M-6	2.2	5.6			80.5	0.76		
132S-6	3	7.2		960/1140	83		6.5	63
132M1-6	4	9.4			84	0.77		
132M2-6	5.5	12.5			85.3	0.78		
160M-6	7.5	16.9		970/1145	86			73
160L-6	11	24.6			87			
180L-6	15	31.5			89	0.81		76
200L1-6	18.5	37.6			89.8	0.83		
200L2-6	22	44.5			90.2			
8018	0.18	0.77		700/830	60	0.63		53
8028	0.25	0.97			62			
90S-8	0.37	1.5			68	0.63	5.5	58
90L-8	0.55	2.0			69	0.64		
100L1-8	0.75	2.7			71	0.606		60
100L2-8	1.1	3.81		700/830	73	0.65		
112M-8	1.5	5.43				0.66		
132S-8	2.2	6.47		710/850	81	0.71		63
132M-8	3	7.7			82	0.72		
160M1-8	4	9.9		720/860	84	0.73	6.0	67
160M2-8	5.5	13.3			85	0.74		
160L-8	7.5	17.6			86	0.75	5.5	70
180L-8	11	25.0		730/865	86.5	0.76	6.0	
200L-8	15	34.0			88	0.76		73

PLC WORLD

（续）

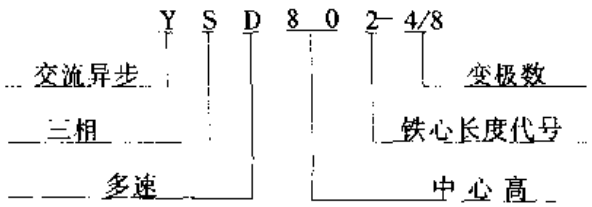
机座号	功率/kW	电流/A	频率/Hz	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	起动电流额定电流	噪声/dB(A)
100L1-10	0.55	1.95	50/60	570/690	60	0.63	5.0	58
100L2-10	0.75	2.60			61	0.63		
112M-10	1.1	3.9			65	0.68		60
132S-10	1.5	5.1			73			
132M1-10	2.2	7.2			74	0.69		62
132M2-10	3	9.0			74.5	0.67		
132M-10	4	12.1			75	0.68		
160M-10	4	10.0			80	0.65		65
160L-10	5.5	15.8				0.68		
100L1-12	0.55	2.58		450/530	59	0.49		59
100L2-12	0.75	3.0			60	0.50		
112M-12	1.1	4.2			61	0.56		
132S-12	1.5	5.5			66	0.58		61
132M-12	2.2	7.7			70	0.60		63
160M-12	3	9.6		460/540	76	0.625		
160L1-12	4	12.5			77	0.63		65
160L2-12	5.5	16.7			78	0.64		
180L-12	7.5	22.1			79	0.65		67
132M-14	1.5	5.1		390/470	60	0.54		57
160M1-14	2.2	9.4		395/475	68	0.55		65
160M2-14	3	12.1			70			
160L-14	4	13			73			
160M1-16	1.5	6.2		315/390	64			61
160M2-16	2.2	8.7			67			63
160L-16	3	11.1			68	0.56		
180L-16	4	14.2		325/395	70	0.61		65
200L-16	5.5	18.7		335/400	72	0.62		
180L-20	3	13.5		240/290	64	0.51		62
200L-20	4	15.1			68	0.52		63

五、YSD 系列小功率多速三相异步电动机

该系列电动机采用绕组变极方法实现速度变换。按风机负载特性：转矩与转速平方成正比关系，根据转速配套相应的功率，合理匹配从而节约大量的能源。该系列电动机还具有体积小、质量轻、噪声低、起动性能好、运行可靠及维护方便等特点。主要技术指标达到国际标准。

该系列电动机防护等级为 IP44，绝缘等级为 E 或 B，冷却方式为 IC0141，额定电压为 380V，安装形式为 IMB3 等，额定频率为 50Hz。

型号说明



安装及外形尺寸见图 7-7 及表 7-11，技术性能数据见表 7-12。

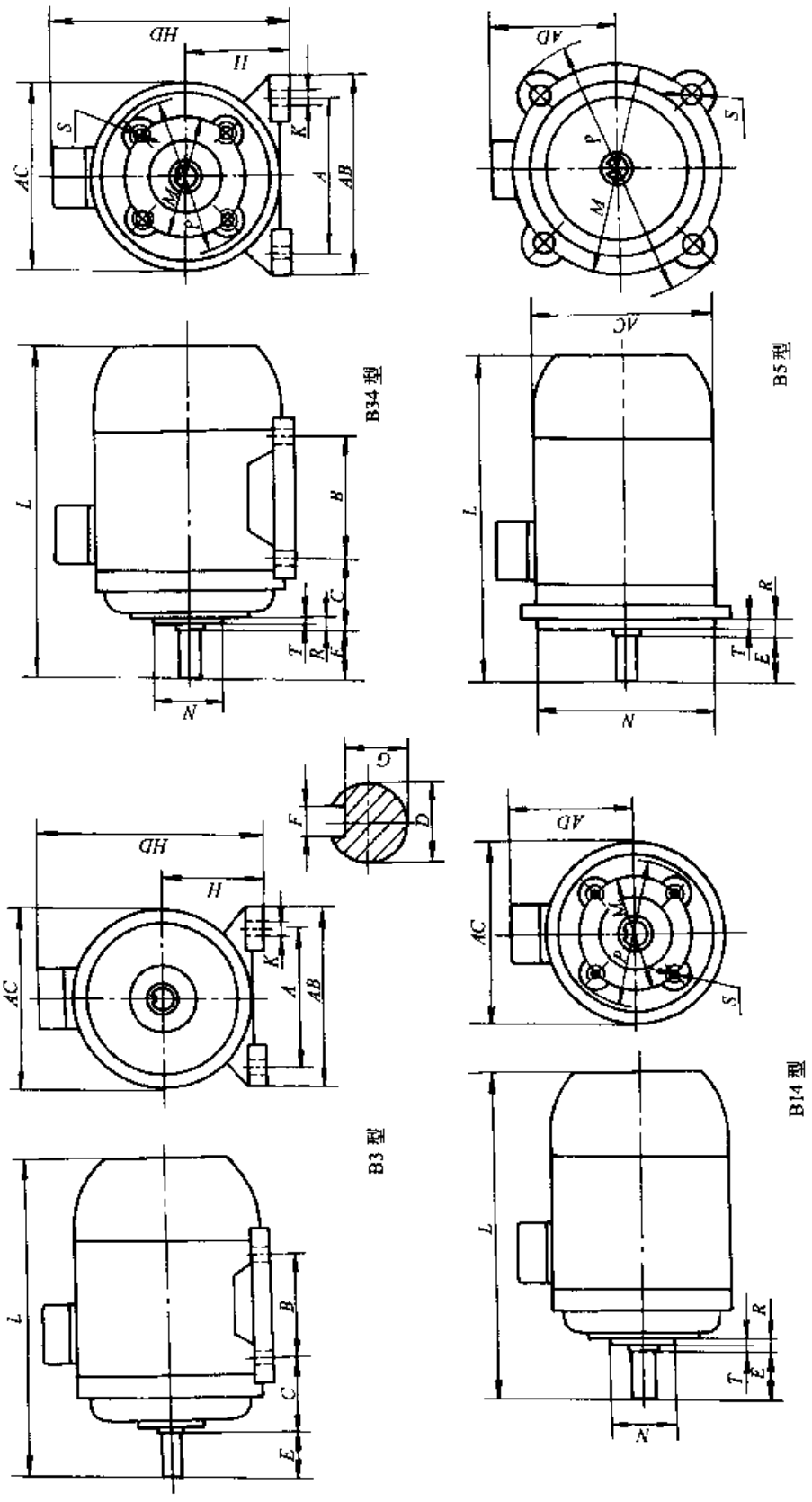


图 7-7　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-11 安装及外形尺寸 (mm)

机座号	安装尺寸									1MB14,1MB34						1MB5						外形尺寸							
																						1MB3,1MB14,1MB34					1MB5		
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	HD	L	AC	AD	L
71	112	90	45	14	30	5	11	71	7	85	70	105	0	M6	2.5	130	110	160	0	10	3.5	145	145	110	180	255	145	110	275
80	115	100	50	19	40	6	15.5	80	10	100	80	120	0	M6	3	165	130	200	0	12	3.5	165	165	120	200	295	175	120	300
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3.5	165	130	200	0	12	3.5	185	185	130	210	310	185	130	335
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3.5	165	130	200	0	12	3.5	185	185	130	210	335	185	130	360
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12							215	180	250	0	15	4	205	215	180	220	380	215	180	380

表 7-12 技术数据

型号		功率/W	转速/(r/min)	电流/A	效率/%	功率因数	型号		功率/W	转速/(r/min)	电流/A	效率/%	功率因数
YSD711	2	250	2700	0.77	62	0.80	YSD90S	4	1100	1400	3.14	72	0.74
	4	180	1360	0.68	61	0.66		6	750	900	2.54	67	0.67
YSD712	2	370	2800	1.67	64	0.82	YSD90L	4	1500	1400	4.11	74	0.75
	4	250	1400	0.90	63	0.67		6	1100	900	3.51	69	0.69
YSD801	2	550	2800	1.55	65	0.83	YSD801	4	250	1360	0.80	66	0.72
	4	370	1400	1.24	65	0.70		8	180	690	0.83	55	0.60
YSD801	6	180	890	0.66	66	0.63	YSD802	4	370	1400	1.13	68	0.73
	8	120	690	0.63	55	0.53		8	250	700	1.11	56	0.61
YSD802	6	250	890	0.84	68	0.67	YSD90S	4	550	1400	1.53	70	0.78
	8	180	690	0.91	57	0.53		8	370	700	1.56	60	0.60
YSD802	2	750	2800	2.03	67	0.84	YSD90L	4	750	1400	1.98	72	0.80
	4	550	1400	1.73	67	0.72		8	550	700	2.25	62	0.60
YSD90S	2	1100	2800	2.85	69	0.85	YSD90S	6	370	900	1.18	68	0.70
	4	750	1400	2.17	71	0.74		8	250	700	1.15	60	0.55
YSD90L	2	1500	2800	3.73	72	0.85	YSD90L	6	550	900	1.73	68	0.71
	4	1100	1400	2.97	74	0.76		8	370	700	1.65	62	0.55
YSD711	4	250	1360	0.83	64	0.72	YSD90S	2	550	2800	1.55	66	0.82
	6	180	890	0.76	57	0.63		4	370	1400	1.22	67	0.69
YSD712	4	370	1400	1.19	65	0.73		6	250	890	0.90	63	0.67
	6	250	900	1.01	59	0.64							
YSD801	4	550	1400	1.66	67	0.75	YSD90L	2	1100	2800	2.96	68	0.83
	6	370	900	1.27	65	0.68		4	750	1400	2.26	69	0.73
YSD802	4	750	1400	2.33	68	0.72		6	550	900	1.81	66	0.70
	6	550	900	1.81	66	0.70							

六、YCT 系列电磁调速电动机

该系列电动机由异步电动机、电磁滑差离合器、测速发电机组成，配以控制装置后，组成一套具有速度负反馈环节的交流无级调速系统，能在比较宽广的速度范围内进行平滑的无级变速。可用于恒转矩负载场合，特别适宜于风机等递减转矩负载的场合，有较明显的节能效果，并且具有高效、小型、轻量化等优点。还具有以下特点：

PLC WORLD

1）调速范围广，速度调节平滑。

2）无失控区域，能空载调速。

3）转速变化率小。

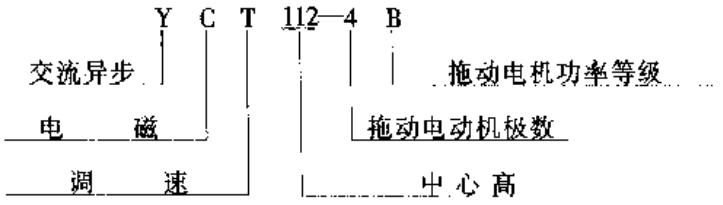
4）起动平滑，起动转矩大。

5）结构简单，运行可靠，维护方便。

6）控制器简单、可靠、能手控、自控和遥控。

本系列电动机的防护等级为 IP21，绝缘等级为 B，冷却方式为 IC01，额定电压为 380V（控制器为单相 220V），安装形式为 IMB3，额定频率为 50Hz。

型号说明



安装与外形尺寸见图 7-8 及表 7-13，技术性能数据见表 7-14。

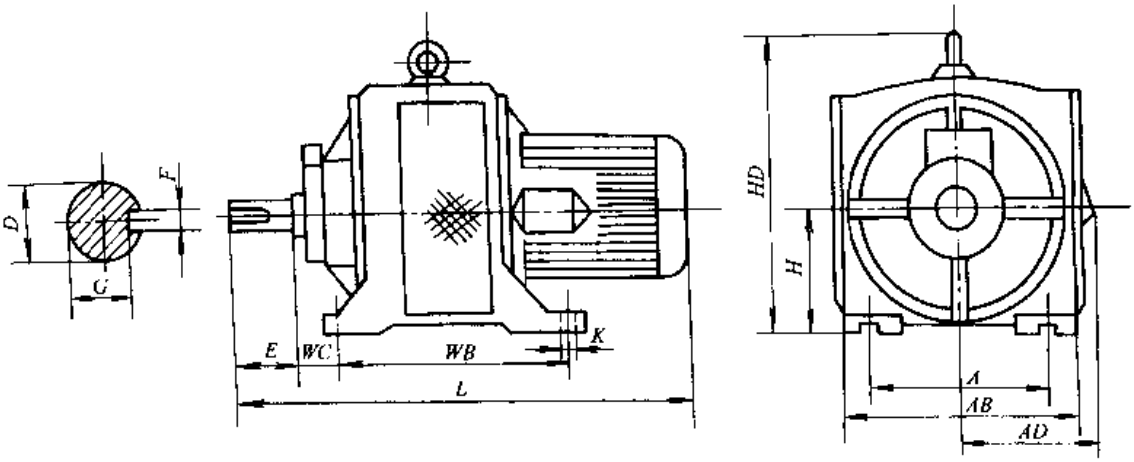


图 7-8　安装及外形尺寸示意图

表 7-13　安装与外形尺寸　(mm)

型　号	安装尺寸									外形尺寸			
	A	*WB*	*WC*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*AB*	*AD*	*HD*	*L*
YCT112-4A	190	210	40	19	40	6	15.5	112	12	273	150	275	520
YCT112-4B													
YCT132-4A	216	241	40	24	50	8	20	132	12	305	158	330	550
YCT132-4B													575
YCT160-4A	254	267	45	28	60	8	24	160	15	340	185	385	645
YCT160-4B													665
YCT180-4A	279	305	45	28	60	8	24	180	15	375	188	430	685
YCT200-4A	318	365	50	38	80	10	33	200	19	420	230	485	805
YCT200-4B													845

PLC WORLD

表 7-14　技术数据

型　号	标准功率/kW	额定转矩/(N·m)	调速范围/(r/min)	转速变化率/%	净重/kg
YCT112-4A	0.55	3.6	1250～125	<3	50
YCT112-4B	0.75	4.9			50
YCT132-4A	1.10	7.13			75
YCT132-4B	1.50	9.72			77
YCT160-4A	2.20	14.1			112
YCT160-4B	3.00	19.2			117
YCT180-4A	4.00	25.2			157
YCT200-4A	5.50	35.1			224
YCT200-4B	7.50	47.7			244

七、YTC 系列齿轮减速电动机

YTC 系列齿轮减速电动机，是由三相异步电动机和齿轮减速箱合为一体的一种输出大转矩直接驱动低速机械的新一代产品，本产品与国内同类产品相比具有以下优点：

1）传动效率高、输出转速范围宽。

2）结构先进、高效、节能。

3）起动性能好，运转平稳，噪声小。

4）体积小、质量轻、使用维护方便等。

本产品广泛适用于建材冶金、工业除尘、粮食加工、轻工、制茶、制糖、制药、纺织、印染、化工、电子等行业，并可替代部分进口产品。

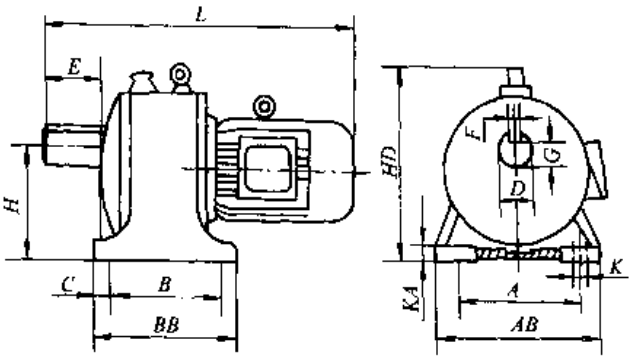
外壳防护等级：IP44

冷却方式：ICO141

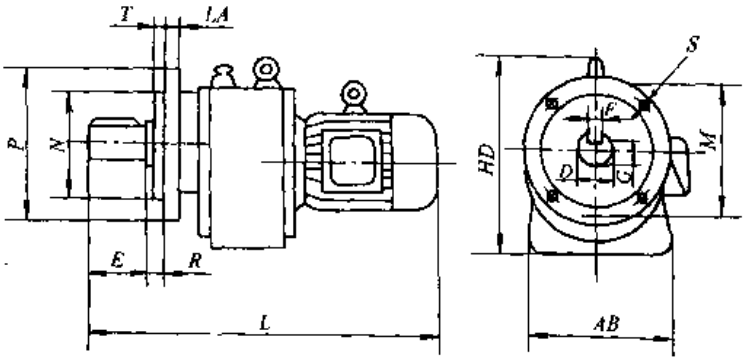
工作方式：SI

绝缘等级：B

电源：三相 380V　50Hz



基本结构形式 B3



基本结构形式 B5

图 7-9　安装及外形尺寸示意图

安装与外形尺寸见图 7-9 及表 7-15，技术性能数据见表 7-16、表 7-17。

表 7-15　安装及外形尺寸　(mm)

型　号	安装尺寸																外形尺寸				
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	KA	M	N	P	R	S	LA	T	AB	BB	HD	L
YTC112	160	124	26	24	50	8	20	112	4—φ11	12	165	130	200	6	4—φ12	12	3.5	195	160	175	415
YTC112A	160	124	26	24	50	8	20	112	4—φ11	12	165	130	200	6	4—φ12	12	3.5	195	160	180	445
YTC170	216	180	22	45	110	14	39.5	170	4—φ16	20	215	180	250	6	4—φ15	14	4	265	225	315	550

PLC WORLD

（续）

型　号	安　装　尺　寸																外　形　尺　寸				
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*KA*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*LA*	*T*	*AB*	*BB*	*HD*	*L*
YTC205	270	224	1	55	110	16	49	205	4—φ20	26	265	230	300	6	4—φ15	16	4	360	290	375	720
YTC250	300	284	3	70	140	20	62.5	250	4—φ25	40	300	250	350	6	4—φ19	18	5	410	360	450	820
YTC280	450	280	32	85	170	22	76	280	8—φ28	48	400	350	450	6	8—φ19	20	5	520	340	525	1080

型号说明

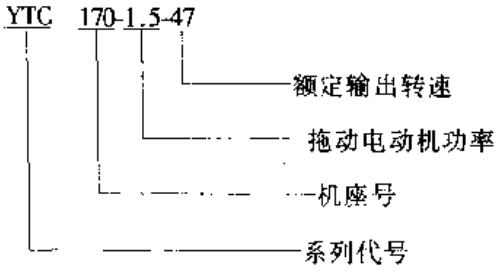


表 7-16　技术数据

型　号	拖动电动机功率/kW	额定输出转速/(r/min)	净重/kg
YTC112	0.12	25 31 35 40 46 50 60 65 71 93 100 114 120 135	19
	0.18	25 31 35 40 46 50 60 65 71 93 100 114 120 135	19
	0.25	25 31 35 40 46 50 60 65 71 93 100 114 120 135	20
	0.37	46 50 60 65 71 93 100 114 120 135	21
	0.55	46 50 60 65 71 93 100 114 120 135	24
	0.75	65 71 93 100 110 114 120 135	26
YTC112A	0.12	10 12.5 15 20	25
	0.18	10 12.5 15 20	25
	0.25	12.5 15 20	25
	0.37	15 20 25 31 35 40	26
	0.55	20 25 31 35 40	28
YTC170	0.75	25 31 35 40 46 50 60	30
	0.75	25 31 35 40 46 50 60	52
	1.1	25 31 35 40 47 50 56 60 65 71 75 80 93 96 110 120 135 165 228	56
	1.5	47 50 56 60 65 71 75 80 93 96 110 120 135 165 228	60
YTC205	1.5	31 35 40	97
	2.2	31 35 40 47 50 56 60 67 71 75 80 93 96 110 114 130 150 170 228	105
	3	47 50 56 60 67 71 75 80 93 96 110 114 130 150 170 228	105
YTC250	3	31 35 40	180
	4	31 35 40 47 60 67 75 80 93 96 120	180
	5.5	31 35 40 47 60 67 75 80 93 96 120	190
	7.5	47 60 67 75 80 93 96 120	195
YTC280	5.5	20 25	325
	7.5	25 31 35 40	330
	11	31 35 40 47 50 60 67 71 75 80	345
	15	47 50 60 67 71 75 80	300
	18.5	60 67 71 75 80	400
	22	67 71 75 80	420

PLC WORLD

第二节　风机配套特殊用途电动机

一、YDW 系列低噪声外转子三相异步电动机

YDW 系列低噪声外转子三相异步电动机，是根据有关风机结构的特点，自行设计制造，并采用有关国际标准和国家标准，是新一代节能型产品(平均每单位风量可降低能耗 7% ~ 12%)，外转子结构、外壳可直接与风机叶轮连接，简化风机结构，并可与三相调压器连接，实行无级调速(当电压为 100V 时，最大转差率≥45%)。

该系列电动机具有结构简单、安装方便、轴向尺寸小、噪声低、振动小等优点。

该系列电动机可与双进风离心式风机配套，适用于风机管盘空调、机房空调、净化空调及各类净化设备，广泛应用于工矿企业车间、宾馆、饭店、影剧院、地下室等对噪声有一定要求的地方。该系列电动机是通风机、空调机、净化除尘设备、屋顶通风设备等机械的理想配套动力。

防护等级：IP×4

冷却方式：基本同于 IC0141

绝缘等级：B

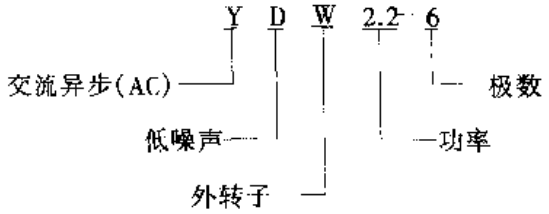
安装形式：卧装式(B3)

　　吊装式(V3)

额定频率：50Hz

额定电压：380V

型号说明



低噪声外转子三相异步电动机的安装及外形尺寸见图 7-10，及表 7-17，技术性能数据见表 7-18。

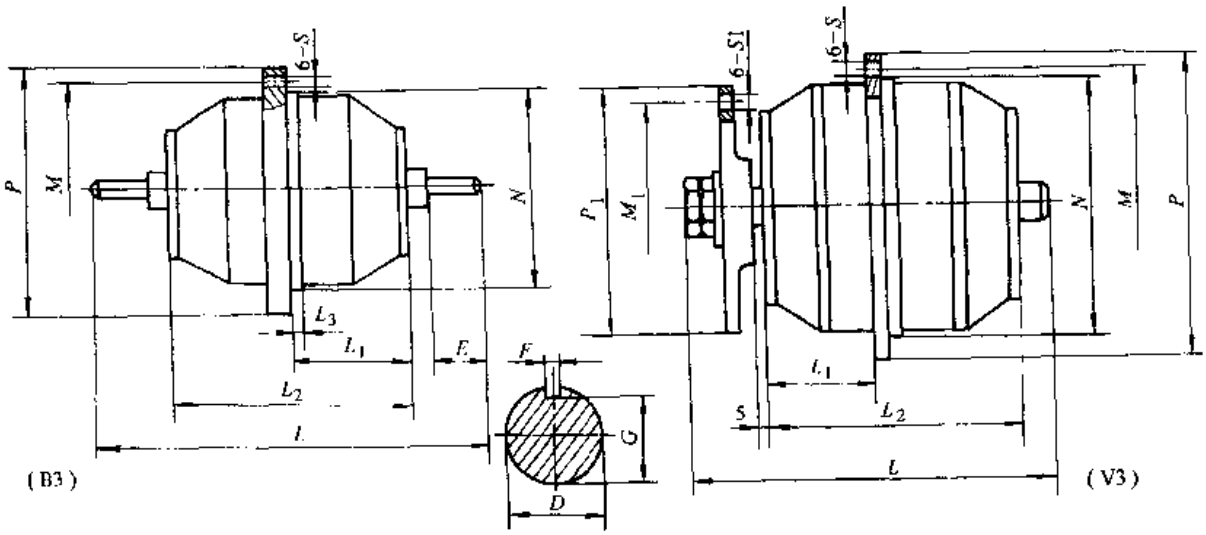


图 7-10　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-17　安装及外形尺寸　(mm)

型　号	安装尺寸									IMV$_3$			外形尺寸		
	D	E	F	G	L_1	M	N	S	L_3	P_1	M_1	S_1	P	L_2	L
YDW0.12-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	63	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	126	188
YDW0.18-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	63	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	126	188
YDW0.18-6	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	63	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	126	188
YDW0.25-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	63	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	126	188
YDW0.25-6	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	70	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	140	202
YDW0.32-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	70	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	140	202
YDW0.37-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	70	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	140	202
YDW0.45-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	30	6	15.5	75	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	150	202
YDW0.32-6	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	40	6	15.5	82	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	164	258
YDW0.37-6	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	40	6	15.5	82	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	164	258
YDW0.45-6	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	40	6	15.5	82	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	164	258
YDW0.55-4	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	40	6	15.5	82	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	164	258
YDW0.55-6	$\phi19^{+0.009}_{-0.004}$	40	6	15.5	90	165	$\phi140^{-0.043}_{-0.106}$	M6	10	150	120	$\phi10$	190	180	278
YDW0.8-4	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	102	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	198	380
YDW0.8-6	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	102	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	198	380
YDW1.1-4	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	102	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	198	380
YDW1.1-6	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	108	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	208	390
YDW1.5-4	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	108	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	208	390
YDW1.8-4	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	117	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	228	410
YDW2.2-4	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	125	230	$\phi200^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	210	180	$\phi12$	250	243	425
YDW1.5-6	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	111	250	$\phi215^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	230	220	$\phi12$	275	218	390
YDW1.8-6	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	116	250	$\phi215^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	230	220	$\phi12$	275	228	400
YDW2.2-6	$\phi28^{+0.015}_{+0.002}$	60	8	24	126	250	$\phi215^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi12$	10	230	220	$\phi12$	275	248	420

PLC WORLD

（续）

型　号	安　装　尺　寸												外形尺寸		
										IMV$_3$					
	D	E	F	G	L_1	M	N	S	L_3	P_1	M_1	S_1	P	L_2	L
YDW3-6	$\phi38^{+0.018}_{+0.002}$	80	10	33	136	275	$\phi238^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi14$	10	230	220	$\phi12$	300	265	470
YDW4-6	$\phi38^{+0.018}_{+0.002}$	80	10	33	156	275	$\phi238^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi14$	10	230	220	$\phi12$	300	310	540
YDW4-4	$\phi38^{+0.018}_{+0.002}$	80	10	33	156	275	$\phi238^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi14$	10	230	220	$\phi12$	300	310	490
YDW3-4	$\phi38^{+0.018}_{+0.002}$	80	10	33	143	275	$\phi238^{-0.050}_{-0.122}$	$\phi14$	10	230	220	$\phi12$	300	281	460
YDW5.5-6	$\phi38^{+0.018}_{+0.002}$	80	10	33	171	310	$\phi275^{-0.056}_{-0.137}$	$\phi14$	10	230	220	$\phi12$	340	335	575

表 7-18　技术数据

型　号	功　率 /kW	电　流 /A	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 / 额定转矩	最大转矩 / 额定转矩	噪　声 /dB(A)	振　动 /(mm/s)
YDW0.12-4	0.12	0.44	65	0.64	2.0	2.0	48	0.7
YDW0.18-4	0.18	0.66	65	0.64	2.0	2.0	48	0.7
YDW0.18-6	0.18	0.79	62	0.56	1.4	1.6	43	0.7
YDW0.25-4	0.25	0.88	65	0.66	1.2	1.4	50	0.7
YDW0.25-6	0.25	0.99	64	0.60	1.6	1.8	47	0.7
YDW0.32-4	0.32	1.10	65.5	0.68	1.8	1.8	51	0.7
YDW0.37-4	0.37	1.25	66	0.68	1.8	1.8	51	0.7
YDW0.45-4	0.45	1.44	68	0.70	1.8	2.0	52	0.7
YDW0.32-6	0.32	1.13	65	0.65	1.6	1.8	49	0.7
YDW0.37-6	0.37	1.23	68	0.67	1.6	1.8	49	0.7
YDW0.45-6	0.45	1.48	69	0.67	1.8	2.0	51	0.7
YDW0.55-4	0.55	1.59	70	0.75	1.8	2.0	52	0.7
YDW0.55-6	0.55	1.68	71	0.70	1.6	2.0	51	0.7
YDW0.8-4	0.80	2.25	72	0.75	1.6	2.0	54	1.12
YDW0.8-6	0.80	2.33	73	0.72	1.6	2.0	53	1.12
YDW1.1-4	1.1	3.05	74	0.74	2.2	2	57	1.12
YDW1.1-6	1.1	3.18	73	0.72	1.6	2	56	1.12
YDW1.5-4	1.5	4.16	74	0.74	2.2	2	59	1.12
YDW1.8-4	1.8	4.93	75	0.74	2.2	2	63	1.12
YDW2.2-4	2.2	5.86	75	0.75	1.8	2	65	1.12
YDW1.5-6	1.5	4.16	75	0.73	1.8	2	60	1.12
YDW1.8-6	1.8	4.99	75	0.73	1.8	2	61	1.12
YDW2.2-6	2.2	5.94	76	0.74	1.8	2	63	1.12

PLC WORLD

（续）

型　号	功　率 /kW	电　流 /A	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	噪　声 /dB(A)	振　动 /(mm/s)
YDW3-6	3.0	7.59	79	0.76	1.6	1.8	64	1.8
YDW4-6	4.0	9.38	82	0.79	1.6	1.8	65	1.8
YDW4-4	4.0	10.25	78	0.76	1.8	2.0	67	1.12
YDW3-4	3	7.8	78	0.75	1.8	2.0	66	1.12
YDW5.5-6	5.5	12.44	84	0.80	1.6	1.8	67	1.8

二、YXF、YDXF 系列高温消防排烟风机用三相异步电动机

YXF、YDXF 系列电动机是 Y 系列电动机的派生系列，在吸收国际上同类产品优点的同时，自行设计制造，耐高温性能符合消防高温排烟的要求，其它符合 IEC 标准的有关规定。

YXF、YDXF 系列电动机具有体积小、效率高、噪声低、耐高温、起动和运行性能好等特点。

防护等级：IP44

冷却方式：IC0141

绝缘等级：F 级

额定电压：380V

安装型式：IMB5

额定频率：50Hz

安装及外形尺寸见图 7-11 及表 7-19，技术性能数据见表 7-20。

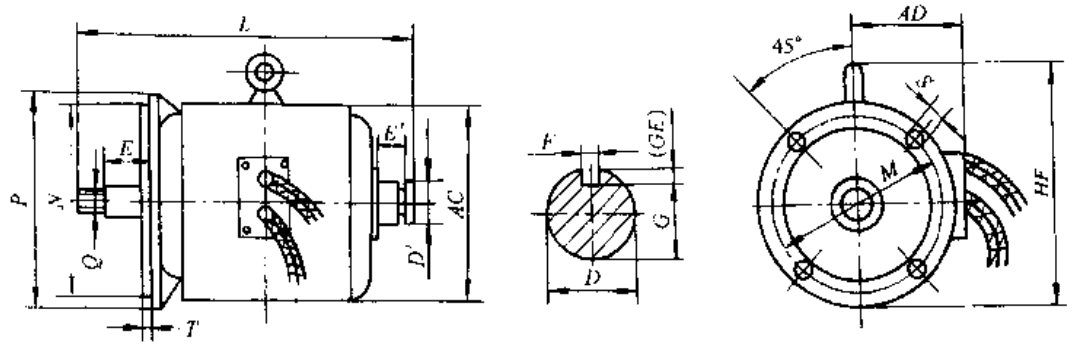


图 7-11　安装及外形尺寸示意图

表 7-19　安装及外形尺寸　（mm）

机　座　号	安　装　尺　寸												外　形　尺　寸			
	D	D'	E	E'	F	G	N	S	T	M	P	Q	AC	HF	AD	L
100	28	28.2	60	26.3	8	24	180	15	4	215	250	M10	215	245	115	385
112	28	28.2	60	31.3	8	24	180	15	4	215	250	M10	240	265	125	405
132	38	38.2	80	36.7	10	33	230	15	4	265	300	M12	275	315	150	S:470 M:510
160	42	43	110	41.7	12	37	250	19	5	300	350	M16	335	385	175	M:605 L:650

PLC WORLD

（续）

机座号	安装尺寸												外形尺寸			
	D	D'	E	E'	F	G	N	S	T	M	P	Q	AC	HF	AD	L
180	48	52	110	37.2	14	42.5	250	19	5	300	350	M16	380	430	190	M:650 L:695
200	55	58	110	42.2	16	49	300	19	5	400	400	M20	420	480	210	750

表 7-20 技术数据

型号	功率/kW	电流/A	电压/V	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩
YXF100L-2	3	6.4	380	2870	82	0.87	2.2	7	2.3
YXF100L2-4	3	6.8		1430	82.5	0.81	2.2	7	23
YXF112M-2	4	8.2		2890	85.5	0.87	2.2	7	2.3
YXF112M-4	4	8.8		1440	84.5	0.82	2.2	7	2.3
YXF132S_1-2	5.5	11.1		2900	85.5	0.88	2.0	7	2.3
YXF132S_2-2	7.5	15.0		2900	86.2	0.88	2.0	7	2.3
YXF132S-4	5.5	11.7		1440	85.5	0.84	2.2	7	2.3
YXF132M-4	7.5	15.4		1440	87	0.85	2.2	7	2.3
YXF132S-6	3	7.3		960	83	0.76	2.0	6.5	2.2
YXF132M_1-6	4	9.4		960	84	0.77	2.0	6.5	2.2
YXF132M_2-6	5.5	12.6		960	85.3	0.78	2.0	6.5	2.2
YXF132M-8	3	7.8		710	82	0.72	2.0	5.5	2.0
YXF160M_1-2	11	21.8		2930	87.2	0.88	2.0	7	2.2
YXF160M_2-2	15	29.4		2930	88.2	0.88	2.0	7	2.2
YXF160L-2	18.5	35.5		2930	89	0.89	2.0	7	2.2
YXF160M-4	11	22.6		1460	88	0.84	2.2	7	2.2
YXF160L-4	15	30.3		1460	88.5	0.85	2.2	7	2.2
YXF160M-6	7.5	17.0		970	86.0	0.78	2.0	6.5	2.0
YXF160L-6	11	24.6		970	87.0	0.78	2.0	6.5	2.0
YXF180M-2	22	42.2		2940	89	0.89	2.0	7	2.2
YXF180M-4	18.5	35.9		1470	91	0.86	2.0	7	2.2
YXF180L-4	22	42.5		1470	91.5	0.86	2.0	7	2.2
YXF180L-6	15	31.4		970	89.5	0.81	1.8	6.5	2.0
YXF200L_1-6	18.5	37.7		970	89.8	0.83	1.8	6.5	2.0
YXF200l_2-6	22	44.6		970	90.2	0.83	1.8	6.5	2.0
YDXF100L2-4/2	2.4/3.0	5.6/6.7		1430/2850	79/77	0.83/0.89	1.6/1.7	6.5/7	1.8
YDXF112M-4/2	3.3/4.0	7.4/8.6		1450/2890	82/79	0.83/0.89	1.9/2	6.5/7	1.8
YDXF132S-4/2	4.5/5.5	9.8/11.9		1450/2860	83/79	0.84/0.89	1.7/1.8	6.5/7	1.8
YDXF132M-4/2	6.5/8.0	13.8/17.1		1450/2880	84/80	0.85/0.89	1.7/1.8	6.5/7	1.8
YDXF160M-4/2	9/11	18.5/22.9		1460/2920	87/82	0.85/0.89	1.6/1.8	6.5/7	1.8
YDXF160L-4/2	11/14	22.3/28.8		1460/2920	87/82	0.86/0.9	1.7/1.9	6.5/7	1.8
YDXF180M-4/2	15/18.5	29.4/36.7		1470/2940	89/85	0.87/0.9	1.8/1.9	6.5/7	1.8
YDXF180L-4/2	18.5/22	35.9/42.7		1470/2940	89/86	0.88/0.91	1.6/1.8	6.5/7	1.8
YDXF132S-6/4	3.0/4.0	7.7/9.5		970/1440	79/78	0.75/0.82	1.8/1.7	6/6.5	1.8
YDXF132M-6/4	4.0/5.5	9.8/12.3		970/1440	82/80	0.76/0.85	1.6/1.4	6/6.5	1.8
YDXF160M-6/4	6.5/8	15.1/17.4		970/1460	84/83	0.78/0.84	15/1.5	6/6.5	1.8
YDXF160L-6/4	9/11	20.6/23.4		970/1460	85/84	0.78/0.85	1.6/1.7	6/6.5	1.8

PLC WORLD

（续）

型　号	功　率 /kW	电　流 /A	电　压 /V	转　速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩
YDXF180M-6/4	11/14	25.9/29.8	380	980/1470	85/84	0.76/0.85	1.6/1.7	6/6.5	1.8
YDXF180L-6/4	13/16	29.4/33.6		980/1470	86/85	0.78/0.85	1.7/1.7	6/6.5	1.8
YDXF132S-8/4	2.2/3.3	7/7.1		720/1440	75/80	0.64/0.88	1.5/1.7	5.5/6.5	1.8
YDXF132M-8/4	3.0/4.5	9.0/9.4		720/1440	78/82	0.65/0.89	1.5/1.6	5.5/6.6	1.8
YDXF160M-8/4	5.0/7.5	13.9/15.2		730/1450	83/84	0.66/0.89	1.5/1.6	5.5/6.5	1.8
YDXF160L-8/4	7/11	19/21.8		730/1450	85/86	0.66/0.89	1.5/1.6	5.5/6.5	1.8
YDXF180L-8/4	11/17	26.7/32.6		730/1470	87/88	0.72/0.91	1.5/1.5	6/7	1.8
YDXF132M-8/6	2.6/3.7	8.2/9.4		730/970	78/82	0.62/0.73	1.9/1.9	5/6	1.8
YDXF160M-8/6	4.5/6	13.3/14.7		730/980	83/85	0.62/0.73	1.6/1.9	5/6	1.8
YDXF160L-8/6	6/8	17.5/19.4		730/980	84/86	0.62/0.73	1.6/1.9	5/6	1.8
YDXF180M-8/6	7.5/10	21.9/24.2		730/980	84/86	0.62/0.73	1.9/1.9	5/6	1.8
YDXF180L-8/6	9/12	24.7/28.3		730/980	85/86	0.65/0.75	1.8/1.8	5/6	1.8

三、YC、YY 系列单相异步电动机

该系列异步电动机符合 IEC 标准的有关规定，广泛使用于各种小型机械、医疗器械、家用电器、鼓风机，以及化工、纺织、农机等部门的机械、仪器、仪表设备，具有良好的起动和运行功能，结构简单、维护方便等特点。

YC 系列电动机是单相电容起动异步电动机。

YY 系列电动机是单相电容运转异步电动机。

额定频率为 50Hz。

安装及外形尺寸见图 7-12 及表 7-21，技术性能数据见表 7-22。

表 7-21　安装及外形尺寸　（mm）

机座号	安装尺寸									1MB14,1MB34						1MB5						外形尺寸						1MB5			
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	AE	HD	L	AC	AD	AE	L
56	90	71	36	9	20	3	7.2	56	5.8	65	50	80	0	M5	2.5	—	—	—	—	—	—	115	120	80	—	135	165	—	—	—	—
63	100	80	40	11	23	4	8.5	63	7	75	60	90	0	M5	2.5	115	95	140	0	10	3	130	130	100	—	165	230	130	100	—	250
71	112	90	45	14	30	5	11	71	7	85	70	105	0	M6	2.5	130	110	160	0	10	3.5	145	145	110	95	180	255	145	110	95	275
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	100	80	120	0	M6	3	165	130	200	0	12	3.5	165	165	120	110	200	295	175	120	110	300
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3	165	130	200	0	12	3.5	180	185	130	120	220	310	185	130	120	335
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3	165	130	200	0	12	3.5	180	185	130	120	220	335	185	130	120	360
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	—	—	—	—	—	—	215	180	250	0	15	4	205	200	180	130	260	430	220	180	130	435

PLC WORLD

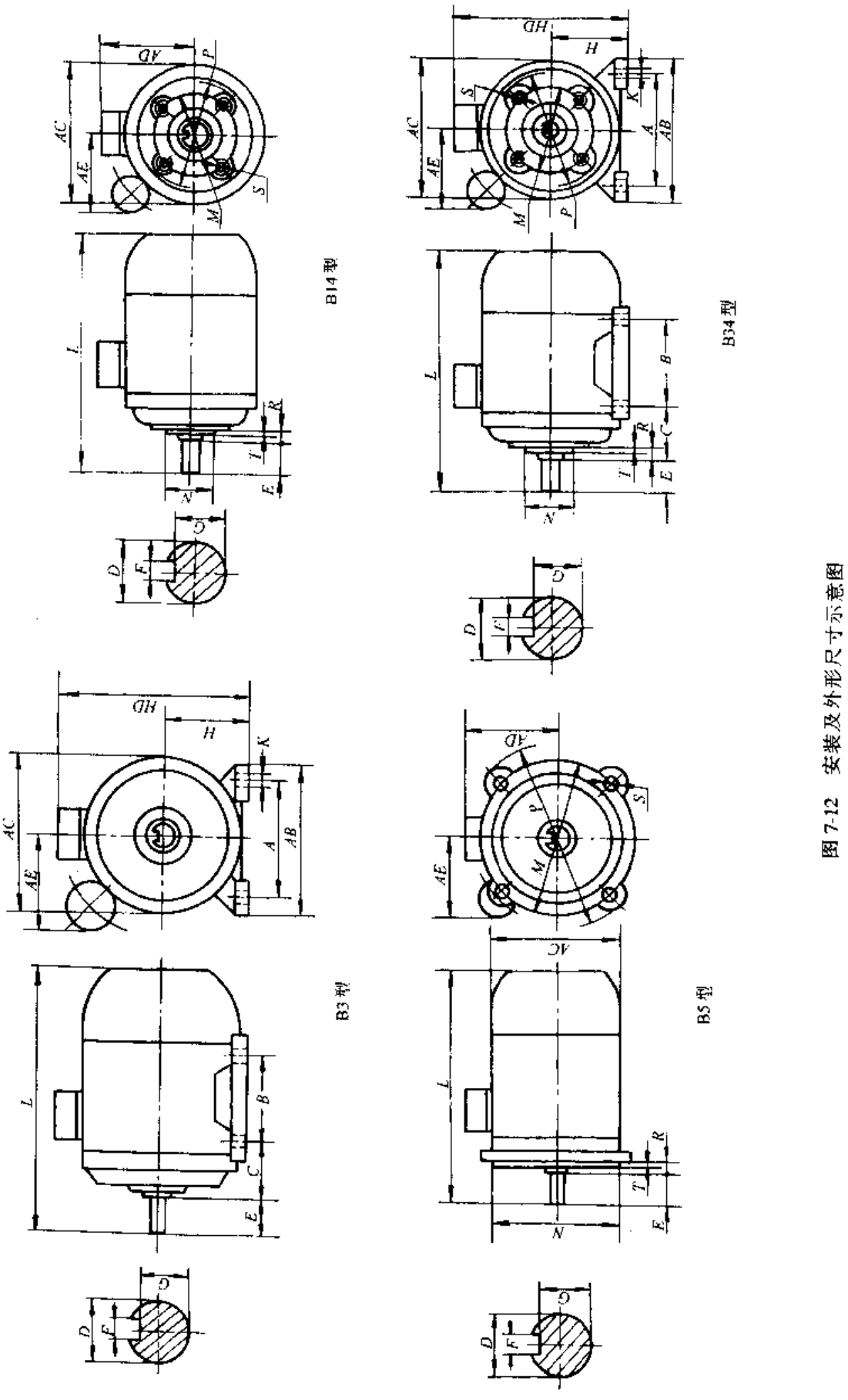


图 7-12　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-22　技术数据

型　号	功　率 /W	电　流 /A	电　压 /V	转　速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 /A	最大转矩 额定转矩
YC-7112	180	1.89	220	2800	60	0.72	3	12	1.8
YC-7122	250	2.40		2800	64	0.74	3	15	1.8
YC-7114	120	1.88		1400	50	0.58	3	9	1.8
YC-7124	180	2.49		1400	53	0.62	2.8	12	1.8
YC-8012	370	3.36		2800	65	0.77	2.8	21	1.8
YC-8022	550	4.65		2800	68	0.79	2.8	29	1.8
YC-8014	250	3.11		1400	58	0.63	2.8	15	1.8
YC-8024	370	4.24		1400	62	0.64	2.5	21	1.8
YC-90S2	750	5.94		2800	70	0.82	2.5	37	1.8
YC-90L2	1100	8.68		2800	72	0.80	2.5	60	1.8
YC-90S4	550	5.49		1400	66	0.69	2.5	29	1.8
YC-90L4	750	6.87		1400	68	0.73	2.5	37	1.8
YC-100L1-2	1500	11.38		2800	74	0.81	2.5	80	1.8
YC-100L2-2	2200	16.46		2800	75	0.81	2.2	120	1.8
YC-100L1-4	1100	9.52		1400	71	0.74	2.5	60	1.8
YC-100L2-4	1500	12.45		1400	73	0.75	2.5	80	1.8
YC-100L1-6	550	6.95		910	60	0.60	2.5	35	1.8
YC-100L2-6	750	9.02		910	61	0.62	2.2	45	1.8
YY-5612	90	0.80		2800	56	0.92	0.5	2.5	1.7
YY-5622	120	1.00		2800	60	0.92	0.5	3.5	1.7
YY-5614	60	0.62		1400	50	0.90	0.45	2.0	1.7
YY-5624	90	0.88		1400	52	0.90	0.45	2.5	1.7
YY-6312	180	1.38		2800	65	0.92	0.40	5.0	1.7
YY-6322	250	1.88		2800	66	0.92	0.40	7.0	1.7
YY-6314	120	1.16		1400	57	0.90	0.40	3.5	1.7
YY-6324	180	1.56		1400	59	0.90	0.40	5.0	1.7
YY-7112	370	2.73		2800	67	0.92	0.35	10.0	1.7
YY-7122	550	3.90		2800	70	0.92	0.35	15	1.7
YY-7114	250	2.03		1400	61	0.92	0.35	7.0	1.7
YY-7124	370	3.04		1400	62	0.92	0.35	10.0	1.7
YY-8012	750	5.24		2800	72	0.92	0.33	20.0	1.7
YY-8022	1100	7.11		2800	75	0.95	0.33	30.0	1.7
YY-8014	550	4.34		1400	64	0.92	0.35	15.0	1.7
YY-8024	750	5.54		1400	68	0.92	0.32	20.0	1.7
YY-90S2	1500	9.54		2800	76	0.95	0.30	45	1.7
YY-90L2	2200	13.77		2800	77	0.95	0.30	65	1.7
YY-90S4	1100	7.51		1400	71	0.95	0.32	30	1.7
YY-90L4	1500	9.93		1400	73	0.95	0.30	45	1.7

四、YS、YU 系列单相、三相异步电动机

该系列异步电动机符合 IEC 标准的有关规定，广泛使用于各种小型机械、医疗器械、家用电器、鼓风机，以及化工、纺织、农机等部门的机械、仪器、仪表设备，具有良好的起动和运行性能，结构简单、维护方便等特点。

YS 系列电动机是三相异步电动机。

YU 系列电动机是单相电阻起动异步电动机。

额定频率为 50Hz。

安装及外形尺寸见图 7-13 及表 7-23，技术性能数据见表 7-24。

PLC WORLD

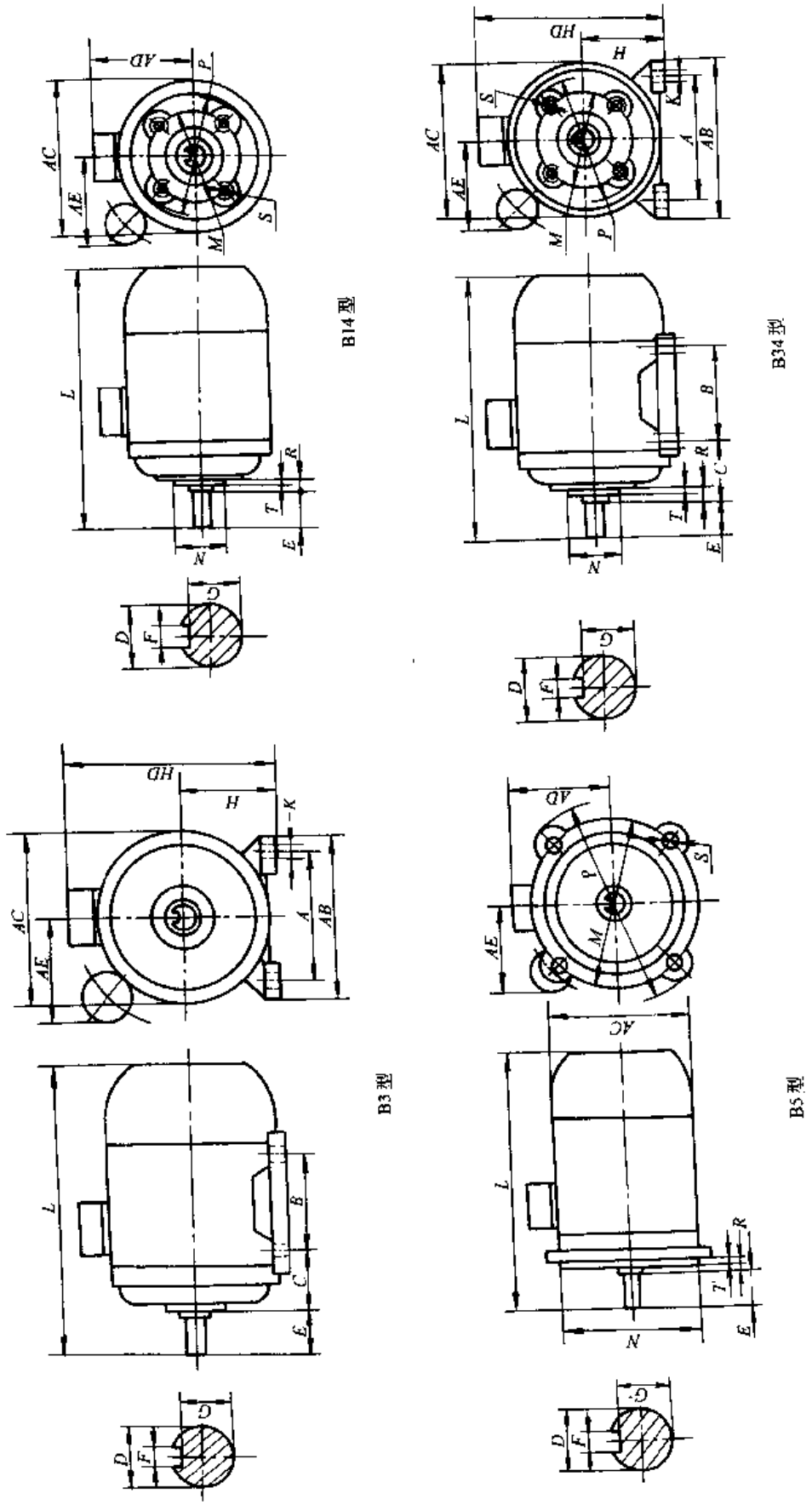


图 7-13　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-23　安装及外形尺寸　　(mm)

机座号	安装尺寸																				外形尺寸									
										1MB14,1MB34						1MB5						1MB3,1MB14,1MB34						1MB5			
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*AB*	*AC*	*AD*	*AE*	*HD*	*L*	*AC*	*AD*	*AE*	*L*
56	90	71	36	9	20	3	7.2	56	5.8	65	50	80	0	M5	2.5							115	120	80		135	165				
63	100	80	40	11	23	4	8.5	63	7	75	60	90	0	M5	2.5	115	95	140	0	10	3	130	130	100		165	230	130	100		250
71	112	90	45	14	30	5	11	71	7	85	70	105	0	M6	2.5	130	110	160	0	10	3.5	145	145	110	95	180	255	145	110	95	275
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	100	80	120	0	M6	3	165	130	200	0	12	3.5	165	165	120	110	200	295	175	120	110	300
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3	165	130	200	0	12	3.5	180	185	130	120	220	310	185	130	120	335
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3	165	130	200	0	12	3.5	180	185	130	120	220	335	185	130	120	360

表 7-24　技术数据

型　号	功　率 /W	电　流 /A	电　压 /V	转　速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩
YS-5612	90	0.32		2800	62	0.68	2.3	6	2.4
YS-5622	120	0.38		2800	67	0.71	2.3	6	2.4
YS-5614	60	0.28		1400	56	0.58	2.4	6	2.4
YS-5624	90	0.38		1400	58	0.61	2.4	6	2.4
YS-6312	180	0.53		2800	69	0.75	2.3	6	2.4
YS-6322	250	0.67		2800	72	0.78	2.3	6	2.4
YS-6314	120	0.48		1400	60	0.63	2.4	6	2.4
YS-6324	180	0.65		1400	64	0.66	2.4	6	2.4
YS-7112	370	0.95		2800	73.5	0.80	2.3	6	2.4
YS-7122	550	1.35		2800	75.5	0.82	2.3	6	2.4
YS-7114	250	0.83		1400	67	0.68	2.4	6	2.4
YS-7124	370	1.12		1400	69.5	0.72	2.4	6	2.4
YS-8012	750	1.75		2800	76.5	0.85	2.2	6	2.4
YS-8022	1100	2.53		2800	77	0.85	2.2	7	2.4
YS-8014	550	1.55	380	1400	73.5	0.73	2.4	6	2.4
YS-8024	750	2.01		1400	75.5	0.75	2.3	6	2.4
YS-7116	180	0.74		910	59	0.63	2.0	5.5	2.0
YS-7126	250	0.94		910	63	0.64	2.0	5.5	2.0
YS-8016	370	1.29		910	68	0.64	2.0	5.5	2.0
YS-8026	550	1.81		910	71	0.65	2.0	5.5	2.0
YS-7118	90	0.50		680	49	0.55	1.8	4.5	1.9
YS-7128	120	0.63		680	52	0.55	1.8	4.5	1.9
YS-8018	180	0.75		680	58	0.55	1.8	4.5	1.9
YS-8028	250	1.09		680	62	0.56	1.8	4.5	1.9
YS-90S2	1500	3.44		2840	78	0.85	2.2	7	2.4
YS-90L2	2200	4.83		2840	80.5	0.86	2.0	7	2.4
YS-90S4	1100	2.75		1400	78	0.78	2.3	6.5	2.4
YS-90L4	1500	3.65		1400	79	0.79	2.3	6.5	2.4
YS-90S6	750	2.19		910	73	0.69	2.0	5.5	2.1
YS-90L6	1100	3.18		910	74	0.71	2.0	6	2.1
YS-90S8	370	1.38		700	68	0.60	1.8	4.5	1.9
YS-90L8	550	1.95		700	69	0.62	1.8	4.5	1.9

PLC WORLD

（续）

型　号	功　率 /W	电　流 /A	电　压 /V	转　速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩
YU-6312	90	1.09	220	2800	56	0.67	1.5	12	1.8
YU-6322	120	1.36		2800	58	0.69	1.4	14	
YU-6314	60	1.23		1400	39	0.57	1.7	9	
YU-6324	90	1.64		1400	43	0.58	1.5	12	
YU-7112	180	1.89		2800	60	0.72	1.3	17	
YU-7122	250	2.40		2800	64	0.74	1.1	22	
YU-7114	120	1.88		1400	50	0.58	1.5	14	
YU-7124	180	2.49		1400	53	0.62	1.4	17	
YU-8012	370	3.36		2800	65	0.77	1.1	30	
YU-8022	550	4.66		2800	68	0.79	1.0	42	
YU-8014	250	3.11		1400	58	0.63	1.2	22	
YU-8024	370	4.24		1400	62	0.64	1.2	30	
YU-90S2	750	6.09		2800	70	0.80	0.8	55	
YU-90L2	1100	8.68		2800	72	0.80	0.8	90	
YU-90S4	550	5.49		1400	66	0.69	1.0	42	
YU-90L4	750	6.87		1400	68	0.73	1.0	55	

五、YYW 系列单相电容运转塑封空调用电动机

该电动机采用特殊的结构设计和工艺技术，用具有散热快，绝缘性能好，且阻燃的塑封材料，整体塑封而成。因此，电动机具有密封、防潮、体积小、噪声低、振动小、温升低、寿命长等优点，质量性能稳定可靠，使用方便安全，是家用空调器理想的配套产品。

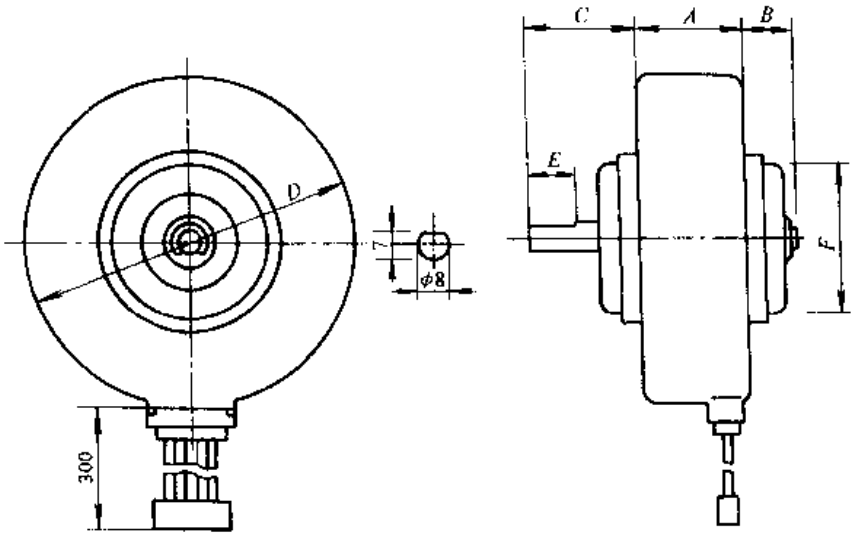


图 7-14　安装及外形尺寸示意图

安装及外形尺寸见图 7-14 及表 7-25（左部）技术性能数据见表 7-25（右部）

表 7-25　技术数据及安装外形尺寸

技术参数 / 型号	功率 /W	电　压 /V	转　速/ (r/min)	起动力矩 /N·cm	最大力矩 /N·cm	电容 /μF	尺　寸/mm A	B	C	D	E	F	备注
YYW7-4	7	220/50	1350/1200/1000	4.0	7.0	0.75	39	14.5	39.5	φ92	19	40	
YYW11-4	11		1380	5.0	11.0	1.2	49	14.5	50.5		19	40	
YYW12-4	12		1340/1260/1080	6.0	11.0	1.25	49	12	50.5		19	46.8	
YYW22-4	22		1350	12.0	20.0	1.5	41	14	37		11.5	41.5	带 PG
YYW18-4	18		1250/1185/1125	9.0	15.0	1.5	49	12	46		15	46.5	
YYW12-2	12		1700/1500/1400	2.0	5.0	1.0	49	12	71		15	46.5	

PLC WORLD

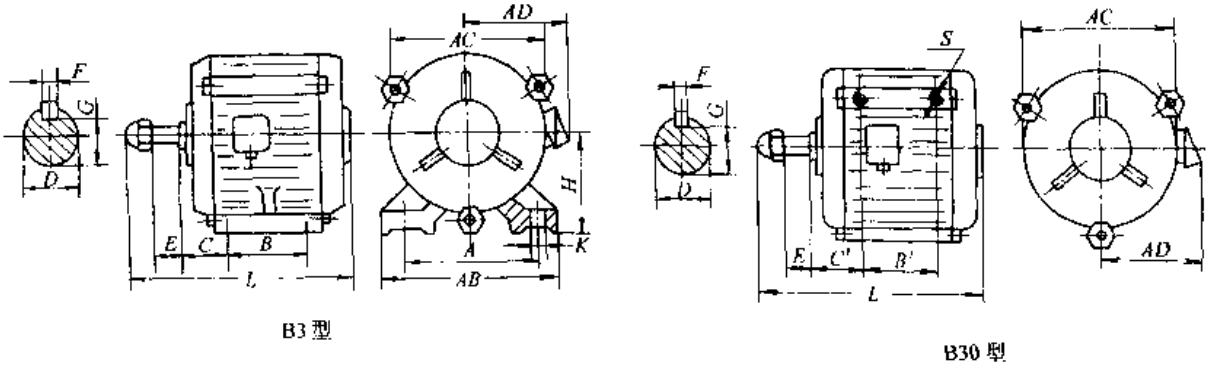
（续）

技术参数 / 型号	功率 /W	电压 /V	转速/(r/min)	起动力矩 /N·cm	最大力矩 /N·cm	电容 /μF	尺寸/mm A	B	C	D	E	F	备注
YYW10-2	10	220/50	2400	5.0	7.0	4	39	14	35	φ92	21	40	
YYW20-2	20		2400	7.0	10	4	39	14	35		21	40	
YYW25-2	25		2400	10	13	6	49	14	35		21	40	
YYW12-2	12		2400	2.0	5.0	1	49	12	73		30	40	带 PG

六、YF 系列风机用异步电动机

该系列专用电动机是专门为轴流风机配套而设计的，是 Y 系列三相异步电动机的派生产品。具有噪声低、质量轻、经久耐用等特点。

安装及外形尺寸见图 7-15 及表 7-26，技术性能数据见表 7-27。



B3 型　　B30 型

图 7-15　安装及外形尺寸示意图

表 7-26　安装及外形尺寸　　（mm）

机座号	安装尺寸 A	B	B'	C	C'	D	E	F	G	H	K	S	外形尺寸 AB	AC	AD	L
90S	140	100	85	61	68.5	24	50	8	20	90	10	M8	180	195	160	315
90L	140	125	110	61	68.5	24	50	8	20	90	10	M8	180	195	160	340
100L	160	140	110	66	81	28	60	8	24	100	12	M10	205	215	180	380
112M	190	140	110	69	84	28	60	8	24	112	12	M12	245	240	190	400
132S	216	140	150	72	88.5	38	80	10	33	132	12	M12	280	275	210	475
132M	216	178	150	75	107.5	38	80	10	33	132	12	M12	280	275	210	513

表 7-27　技术数据

型号	功率 /kW	电流 /A	电压 /V	频率 /Hz	转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数	噪声 /dB(A)
90S-6	0.75	2.25	380	50	910	72.5	0.70	56
100L1-8		2.55			710	70	0.64	54
90S-4	1.1	2.75			1400	78	0.78	61
90L-6		3.16			910	73.5	0.72	56
100L2-8		3.68			710	70	0.65	55

PLC WORLD

（续）

型号	功率/kW	电流/A	电压/V	频率/Hz	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	噪声/dB(A)
90S-2	1.5	3.44	380	50	2840	78	0.85	65
90L-4		3.65			1400	79	0.79	62
100L-6		3.98			940	77.5	0.74	62
112M-8		4.73			710	73	0.66	57
90L-2	2.2	4.83			2840	80.5	0.86	68
100L1-4		5.03			1430	81	0.82	65
112M-6		5.61			940	80.5	0.74	62
132S-8		5.85			710	80.5	0.71	58
100L-2	3	6.39			2870	82	0.87	68
100L2-4		6.82			1430	82.5	0.81	65
132S-6		7.23			960	83	0.76	63
132M-8		7.72			710	82	0.72	59
112M-2	4	8.17			2890	85.5	0.87	70
112M-4		8.77			1440	84.5	0.82	68
132M1-6		9.40			960	84	0.77	63
132S1-2	5.5	11.11			2900	85.5	0.88	72
132S-4		11.64			1440	85.5	0.84	69
132M2-6		12.56			960	85.3	0.78	63
132S2-2	7.5	15.02			2900	86.2	0.88	73
132M4		15.41			1440	87	0.85	70

七、YD 系列多速三相异步电动机

该系列电动机是吸收国际上同类产品的优点设计制造的，符合 IEC 国际标准中的有关规定。它是采用单绕组变极方法实现速度变换的。具有体积小、质量轻、噪声低、起动性能好、运行可靠、维护方便等特点。主要技术指标达到国际标准。

该系列电动机广泛用作各类需要有级调速的机械设备，能使整机结构紧凑，噪声降低，节约能量。

同时，可以根据用户需要，设计和生产特殊规格的多速电动机，如 YDT 风机、泵类负载多速三相异步电动机等。

防护等级：IP44 IP54 IP55

额定电压：380V

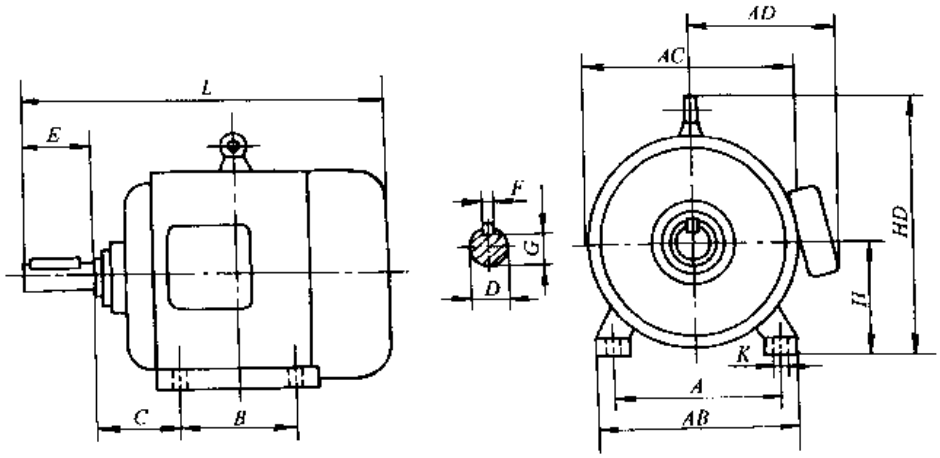
额定频率：50Hz

安装及外形尺寸见图 7-16 及表 7-28，技术性能数据见表 7-29。

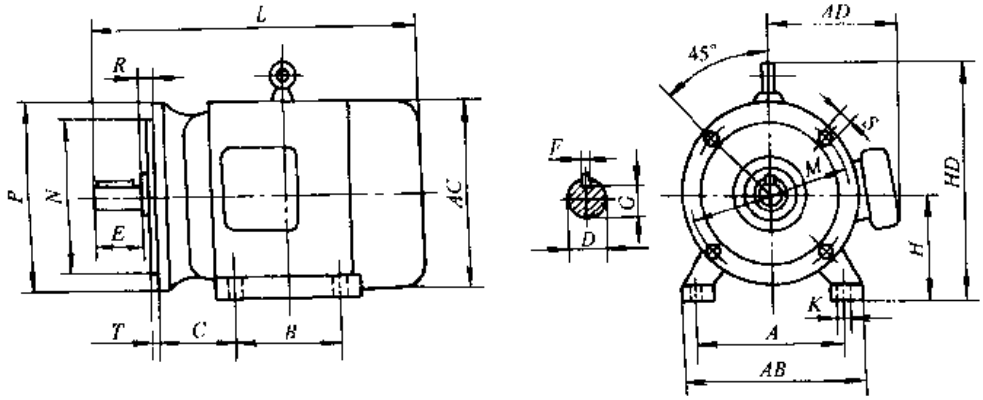
八、YL 系列双相电容异步电动机

YL 系列双相电容异步电动机按照国家标准设计、制造，具有起动和运行性能好、噪声低、体积小、质量轻、维护方便等特点。

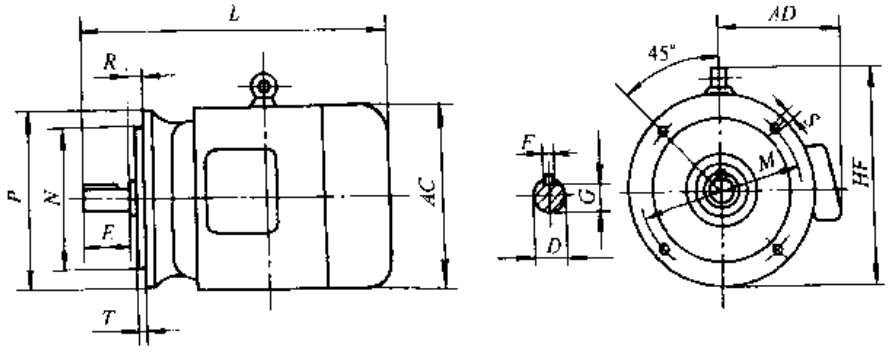
PLC WORLD



B3型



B35型



B5型

图 7-16　安装及外形尺寸示意图

表 7-28　安装及外形尺寸　（mm）

机座号	安装尺寸															外形尺寸					
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*AB*	*AC*	*AD*	*HD*	*HF*	*L*
Y80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	165	130	200	0	12	3.5	165	175	150	175	185	290
Y90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	195	160	195	195	315
Y90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	195	160	195	195	340
Y100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	215	180	250	0	15	4	205	215	180	245	245	380
Y112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	215	180	250	0	15	4	245	240	190	265	265	400

PLC WORLD

（续）

机座号	安装尺寸														外形尺寸					
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	HD	HF	L
Y132S	216	140	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4	280	275	210	315	315	475
Y132M	216	178	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4	280	275	210	315	315	515
160M	254	210	108	42	110	12	37	160	15	300	250	350	0	19	5	330	325	255	385	485	600
160L	254	254	108	42	110	12	37	160	15	300	250	350	0	19	5	330	325	255	385	485	645
180M	279	241	121	48	110	14	42.5	180	15	300	250	350	0	19	5	355	360	285	430	430	670
180L	279	279	121	48	110	14	42.5	180	15	300	250	350	0	19	5	355	360	285	430	430	710
200L	318	305	133	55	110	16	49	200	19	350	300	400	0	19	5	395	400	310	475	480	775
225S	356	286	149	2P:55 60	140	18	53	225	19	400	350	450	0	19	5	435	450	345	530	535	820
225M	356	311	149	2P:55 60	2P:110 140	2P:16 18	2P:49 53	225	19	400	350	450	0	19	5	435	450	345	530	535	845
250M	406	349	168	2P:60 65	140	18	2P:53 58	250	24	500	450	550	0	19	5	490	495	385	575	—	930
280S	457	368	190	2P:65 75	140	2P:18 20	2P:58 67.5	280	24	500	450	550	0	19	5	550	555	410	640	—	1000
280M	457	419	190	2P:65 75	140	2P:18 20	2P:58 67.5	280	24	500	450	550	0	19	5	550	555	410	640	—	1050

表 7-29 技术数据

型号		功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	净重(B_3 B_5)/kg
YD801	4	0.45	1.4	1420	66	0.74	1.5	6.5	1.8	17
	2	0.55	1.5	2860	65	0.85	1.6	7		
YD802	4	0.55	1.7	1420	68	0.74	1.5	6.5		18
	2	0.75	2.0	2860	66	0.85	1.6	7		
YD90S	4	0.85	2.3	1430	74	0.77	1.5	6.5		22
	2	1.1	2.8	2850	72	0.84	1.6	7		
YD90L	4	1.3	3.3	1430	76	0.78	1.5	6.5		27
	2	1.8	4.3	2850	74	0.84	1.6	7		
YD100L1	4	2	4.8	1430	78	0.81	1.5	6.5		33
	2	2.4	5.6	2850	76	0.86	1.6	7		
YD100L2	4	2.4	5.6	1430	79	0.83	1.5	6.5		38
	2	3.0	6.7	2850	77	0.89	1.6	7		
YD112M	4	3.3	7.4	1450	81	0.83	1.5	6.5		51
	2	4.0	8.6	2860	80	0.88	1.6	7		
YD132S	4	4.5	9.8	1450	83	0.84	1.5	6.5		68
	2	5.5	11.9	2860	79	0.88	1.6	7		
YD132M	4	6.5	13.8	1450	84	0.85	1.5	6.5		78
	2	8	17.1	2880	80	0.89	1.6	7		
YD160M	4	9	18.5	1460	87	0.85	1.5	6.5		123
	2	11	22.9	2920	82	0.89	1.6	7		
YD160L	4	11	22.3	1460	87	0.86	1.5	6.5		144
	2	14	28.8	2920	82	0.90	1.6	7		

PLC WORLD

（续）

型号		功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	净重(B_3 B_5)/kg
YD180M	4	15	29.4	1470	89	0.87	1.5	6.5		182
	2	18.5	36.7	2940	85	0.9	1.6	7		
YD180L	4	18.5	35.9	1470	89	0.88	1.5	6.5		190
	2	22	42.7	2940	86	0.91	1.6	7		
YD200L	4	26	49.9	1470	89	0.89	1.4	6.5		270
	2	30	58.3	2950	85	0.92	1.4	7		
YD225S	4	32	60.7	1480	90	0.89	1.4	6.5		318
	2	37	71.7	2960	86	0.92	1.4	7		
YD225M	4	37	69.4	1480	91	0.89	1.4	6.5		354
	2	45	86.4	2960	87	0.92	1.4	7		
YD250M	4	45	84.4	1480	91	0.89	1.4	6.5		427
	2	55	103.2	2960	88	0.92	1.4	7		
YD280S	4	60	111.3	1480	91	0.90	1.4	6.5		597
	2	72	135.1	2970	88	0.92	1.4	7	1.8	
YD280M	4	72	133.6	1480	91	0.90	1.4	6.5		667
	2	82	152.2	2970	88	0.93	1.4	7		
YD90S	6	0.65	2.2	920	64	0.70	1.4	6		23
	4	0.85	2.3	1420	70	0.79	1.3	6.5		
YD90L	6	0.85	2.8	930	66	0.70	1.4	6		25
	4	1.1	3.0	1420	71	0.79	1.3	6.5		
YD100L1	6	1.3	3.8	940	74	0.70	1.4	6		34
	4	1.8	4.4	1440	77	0.80	1.3	6.5		
YD100L2	6	1.5	4.3	940	75	0.70	1.4	6		38
	4	2.2	5.4	1440	77	0.80	1.4	6.5		
YD112M	6	2.2	5.7	960	77	0.75	1.4	6		49
	4	2.8	6.7	1440	77	0.82	1.3	6.5		
YD132S	6	3	7.7	960	79	0.75	1.4	6		63
	4	4	9.5	1440	80	0.82	1.3	6.5		
YD132M	6	4	9.8	960	81	0.76	1.4	6		80
	4	5.5	12.3	1440	80	0.85	1.3	6.5		
YD160M	6	6.5	15.1	970	84	0.78	1.4	6		119
	4	8	17.4	1460	83	0.85	1.3	6.5		
YD160L	6	9	20.6	970	85	0.78	1.4	6		147
	4	11	23.4	1460	84	0.85	1.3	6.5		
YD180M	6	11	25.9	980	85	0.78	1.4	6		192
	4	14	29.8	1470	85	0.85	1.3	6.5		
YD180L	6	13	29.4	980	86	0.78	1.4	6		224
	4	16	33.6	1470	85	0.85	1.3	6.5		
YD200L	6	18.5	41.4	980	87	0.78	1.4	6.5		250
	4	22	44.7	1460	87	0.86	1.3	7		
YD225S	6	22	44.2	980	88	0.86	1.4	6.5		330
	4	28	56.2	1470	87	0.87	1.3	7		
YD225M	6	26	52.2	980	88	0.86	1.4	6.5		340
	4	34	66.0	1470	87	0.90	1.3	7		
YD250M	6	32	62.1	980	90	0.87	1.4	6.5		479
	4	42	74.7	1470	88	0.91	1.3	7		
YD280S	6	42	81.5	980	90	0.87	1.4	6.5		614
	4	55	104.2	1470	89	0.90	1.3	7		

PLC WORLD

（续）

型号		功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	净重(B_3 B_5)/kg
YD280M	6	55	106.7	990	90	0.87	1.4	6.5		710
	4	72	138.1	1480	89	0.89	1.3	7		
YD90L	8	0.45	1.9	680	58	0.63	1.5	5.5		25
	4	0.75	1.92	1420	72	0.87	1.5	6.5		
YD100L	8	0.85	3.1	700	68	0.63	1.5	5.5		38
	4	1.5	3.5	1420	75	0.88	1.5	6.5		
YD112M	8	1.5	5.0	700	72	0.63	1.5	5.5		49
	4	2.4	5.3	1420	78	0.88	1.5	6.5		
YD132S	8	2.2	7.0	720	75	0.64	1.5	5.5		63
	4	3.3	7.1	1440	80	0.88	1.5	6.5		
YD132M	8	3	9.0	720	78	0.65	1.5	5.5		80
	4	4.5	9.4	1440	82	0.88	1.5	6.5		
YD160M	8	5	13.9	730	83	0.66	1.5	5.5		119
	4	7.5	15.2	1450	84	0.89	1.5	6.5		
YD160L	8	7	19.0	730	85	0.66	1.5	5.5		147
	4	11	21.8	1450	86	0.89	1.5	6.5		
YD180L	8	11	26.0	730	86	0.74	1.5	6		254
	4	17	31.9	1470	87	0.92	1.5	7		
YD200L1	8	14	33.0	740	86	0.74	1.5	6		270
	4	22	41.3	1470	88	0.92	1.5	7		
YD200L2	8	17	40.1	740	87	0.74	1.5	6		301
	4	26	48.8	1470	88	0.92	1.5	7		
YD225M	8	24	53.2	740	89	0.77	1.4	6		340
	4	34	66.7	1470	88	0.88	1.3	7		
YD250M	8	30	64.9	740	90	0.78	1.4	6		479
	4	42	78.8	1480	89	0.91	1.3	7		
YD280S	8	40	83.5	740	91	0.80	1.4	6		585
	4	55	102	1480	90	0.91	1.3	7		
YD280M	8	47	96.9	740	91	0.81	1.4	6		730
	4	67	122.9	1480	90	0.92	1.3	7		
YD90S	8	0.35	1.6	680	56	0.60	1.5	5		23
	6	0.45	1.4	930	70	0.72	1.5	6		
YD90L	8	0.45	1.9	680	59	0.60	1.5	5		25
	6	0.65	1.9	930	71	0.73	1.5	6		
YD100L	8	0.75	2.9	710	65	0.60	1.5	5		38
	6	1.1	3.1	950	75	0.73	1.5	6	1.8	
YD112M	8	1.3	4.5	710	72	0.61	1.5	5		51
	6	1.8	4.8	950	78	0.73	1.5	6		
YD132S	8	1.8	5.8	730	75	0.62	1.5	5		63
	6	2.4	6.2	970	80	0.73	1.5	6		
YD132M	8	2.6	8.2	730	78	0.62	1.5	5		80
	6	3.7	9.4	970	82	0.73	1.5	6		
YD160M	8	4.5	13.3	730	83	0.62	1.5	5		119
	6	6	14.7	980	85	0.73	1.5	6		
YD160L	8	6	17.5	730	84	0.62	1.5	5		147
	6	8	19.4	980	86	0.73	1.5	6		
YD180M	8	7.5	21.9	730	84	0.62	1.5	5		195
	6	10	24.2	980	86	0.73	1.5	6		

PLC WORLD

（续）

型号		功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	净重(B_3 B_5)/kg
YD180L	8	9	24.8	730	85	0.65	1.5	5	1.8	224
	6	12	28.3	980	86	0.75	1.5	6		
YD200L1	8	12	32.5	730	86	0.65	1.5	5		250
	6	17	39.1	980	87	0.76	1.5	6		
YD200L2	8	15	40.3	730	87	0.65	1.5	5		301
	6	20	45.4	980	88	0.76	1.5	6		
YD250M	8	30	58.5	730	90	0.86	1.5	5		451
	6	15	33.1	980	88	0.78	1.5	6		
YD160M	12	2.6	11.6	480	75	0.46	1.2	4		119
	6	5	11.9	970	84	0.78	1.3	6		
YD160L	12	3.7	16.4	480	77	0.46	1.2	4		147
	6	7.0	15.8	970	85	0.79	1.3	6		
YD180L	12	5.5	19.6	490	79	0.54	1.2	4		224
	6	10	20.5	980	86	0.86	1.3	6		
YD200L1	12	7.5	25.1	490	82	0.56	1.2	4		270
	6	13	26.4	980	87	0.86	1.3	6		
YD200L2	12	9	28.9	490	83	0.57	1.2	4		301
	6	15	30.4	980	87	0.87	1.3	6		
YD225M	12	12	35.8	490	85	0.61	1.2	4		292
	6	20	39.7	980	88	0.87	1.3	6		
YD250M	12	15	42.9	490	86	0.63	1.2	4		408
	6	24	47.6	980	88	0.87	1.3	6		
YD280S	12	20	54.8	490	88	0.63	1.2	4		536
	6	30	58.9	990	89	0.87	1.3	6		
YD280M	12	24	63.7	490	88	0.65	1.2	4		585
	6	37	72.6	990	89	0.87	1.3	6		
YD100L	6	0.75	2.6	950	67	0.65	1.3	5.5		38
	4	1.3	3.7	1440	72	0.75	1.3	6		
	2	1.8	4.5	2900	71	0.85	1.3	7		
YD112M	6	1.1	3.5	960	73	0.65	1.3	5.5		51
	4	2.0	5.1	1450	73	0.81	1.3	6		
	2	2.4	5.8	2920	74	0.85	1.3	7		
YD132S	6	1.8	5.1	970	75	0.71	1.3	5.5		68
	4	2.6	6.1	1460	76	0.83	1.3	6		
	2	3	7.4	2910	71	0.87	1.3	7		
YD132M1	6	2.2	6.0	970	77	0.72	1.3	5.5		72
	4	3.3	7.5	1460	80	0.84	1.3	6		
	2	4	8.8	2910	76	0.91	1.3	7		
YD132M2	6	2.6	6.9	970	80	0.72	1.3	5.5		84
	4	4	9.0	1460	80	0.84	1.3	6		
	2	5	10.8	2910	77	0.91	1.3	7		
YD160M	6	3.7	9.5	980	82	0.72	1.3	5.5		124
	4	5	11.2	1470	81	0.84	1.3	6		
	2	6	13.2	2930	76	0.91	1.3	7		
YD160L	6	4.5	11.4	980	83	0.72	1.3	5.5		147
	4	7	15.1	1470	83	0.85	1.3	6		
	2	9	18.8	2930	77	0.91	1.3	7		

PLC WORLD

（续）

型号		功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	净重(B_3 B_5)/kg
YD112M	8	0.65	2.7	700	59	0.63	1.3	4.5		51
	4	2	5.1	1450	73	0.81	1.3	6		
	2	2.4	5.8	2920	74	0.85	1.3	7		
YD132S	8	1	3.6	720	69	0.61	1.3	4.5		68
	4	2.6	6.1	1460	78	0.83	1.3	6		
	2	3	7.1	2910	74	0.87	1.3	7		
YD132M	8	1.3	4.6	720	71	0.61	1.3	4.5		78
	4	3.7	8.4	1460	80	0.84	1.3	6		
	2	4.5	10	2910	75	0.91	1.3	7		
YD160M	8	2.2	7.6	720	75	0.59	1.3	4.5		124
	4	5	11.2	1440	81	0.84	1.3	6		
	2	6	13.2	2910	75	0.91	1.3	7		
YD160L	8	2.8	9.2	720	77	0.60	1.3	4.5		145
	4	7	15.1	1440	83	0.85	1.3	6		
	2	9	18.8	2910	79	0.92	1.3	7		
YD112M	8	0.85	3.7	710	62	0.56	1.3	5.5		51
	6	1	3.1	950	67	0.73	1.3	6.5		
	4	1.5	3.5	1440	75	0.86	1.4	7		
YD132S	8	1.1	4.1	730	67	0.60	1.3	5.5		68
	6	1.5	4.2	970	74	0.74	1.3	6.5		
	4	1.8	4.0	1460	78	0.87	1.4	7		
YD132M1	8	1.5	5.2	730	71	0.62	1.3	5.5		78
	6	2	5.4	970	77	0.73	1.3	6.5		
	4	2.2	4.9	1460	79	0.87	1.4	7		
YD132M2	8	1.8	6.3	730	72	0.62	1.3	5.5		80
	6	2.6	6.8	6.5	78	0.74	1.3	6.5		
	4	3	6.5	7	80	0.87	1.4	7		
YD160M	8	3.3	10.2	720	79	0.62	1.6	5.5		120
	6	4	9.9	960	81	0.76	1.5	6.5	1.8	
	4	5.5	11.6	1440	83	0.87	1.4	7		
YD160L	8	4.5	13.8	720	80	0.62	1.6	5.5		147
	6	6	14.5	960	83	0.76	1.5	6.5		
	4	7.5	15.6	1440	84	0.87	1.4	7		
YD180L	8	7	18.5	740	81	0.71	1.6	6.5		254
	6	9	20.6	980	83	0.80	1.5	7		
	4	12	24.1	1470	84	0.90	1.4	7		
YD200L	8	10	25.8	740	83	0.71	1.6	6.5		301
	6	13	28.7	980	85	0.81	1.5	7		
	4	17	33.4	1470	86	0.90	1.4	7		
YD225S	8	14	34.8	740	86	0.71	1.6	6.5		330
	6	18.5	39.9	990	87	0.81	1.5	7		
	4	24	46.6	1480	87	0.90	1.4	7		
YD225M	8	17	42.4	740	87	0.70	1.6	6.5		360
	6	22	45.2	980	87	0.85	1.5	7		
	4	28	54.3	1480	87	0.90	1.4	7		
YD250M	8	24	55.3	740	88	0.75	1.2	6.5		479
	6	26	52.8	990	88	0.85	1.5	7		
	4	34	63.1	1480	89	0.92	1.4	7		

PLC WORLD

（续）

型号		功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩	净重(B_3 B_5)/kg
YD280S	8	30	68.3	740	89	0.75	1.2	6.5		650
	6	34	67.5	990	89	0.86	1.5	7		
	4	42	77.9	1480	89	0.92	1.4	7		
YD280M	8	34	77.4	740	89	0.75	1.2	6.5		730
	6	37	73.4	990	89	0.86	1.5	7		
	4	50	91.8	1480	90	0.92	1.4	7		
YD180L	12	3.3	13	480	72	0.55		5		254
	8	5	16	740	79	0.62		6		
	6	6.5	14	970	82	0.88		6		
	4	9	19	1470	83	0.89		7		
YD200L1	12	4.5	17	490	73	0.56		5		285
	8	7	20	740	81	0.67		6		
	6	8	17	980	83	0.88		6		
	4	11	23	1480	84	0.88		7		
YD200L2	12	5.5	20	490	74	0.56		5		301
	8	8	22	740	81	0.67		6		
	6	10	21	980	83	0.88		6		
	4	13	27	1480	84	0.88		7		
YD225M	12	7	21	490	81	0.63		5		340
	8	11	27.6	740	85	0.72	1.3	6	1.8	
	6	13	26	980	85	0.88		6		
	4	20	39	1480	86	0.90		7		
YD250M	12	9	26	490	82	0.63		5		479
	8	14	34	740	85	0.73		6		
	6	16	33	990	85	0.88		6		
	4	26	49	1480	87	0.92		7		
YD280S	12	11	32	490	83	0.63		5		650
	8	18.5	43	740	87	0.75		6		
	6	20	41	990	85	0.88		6		
	4	34	65	1490	87	0.92		7		
YD280M	12	13	37	490	84	0.63		5		730
	8	22	51	740	87	0.75		6		
	6	24	49	990	85	0.88	1.3	6		
	4	40	75	1490	88	0.92		7		

注：转速、功率、电压、频率等有特殊要求的，须在订货时说明。

广泛应用于空气压缩机、水泵、风机、制冷、医疗器械及小型机械等。对只有单相电源的场合尤为适用。

防护等级：IP44

冷却方式：IC 0141

绝缘等级：B

工作方式：连续

额定电压：220V

额定频率：50Hz

安装及外形尺寸见图 7-17 及表 7-30，技术性能数据见表 7-31。

PLC WORLD

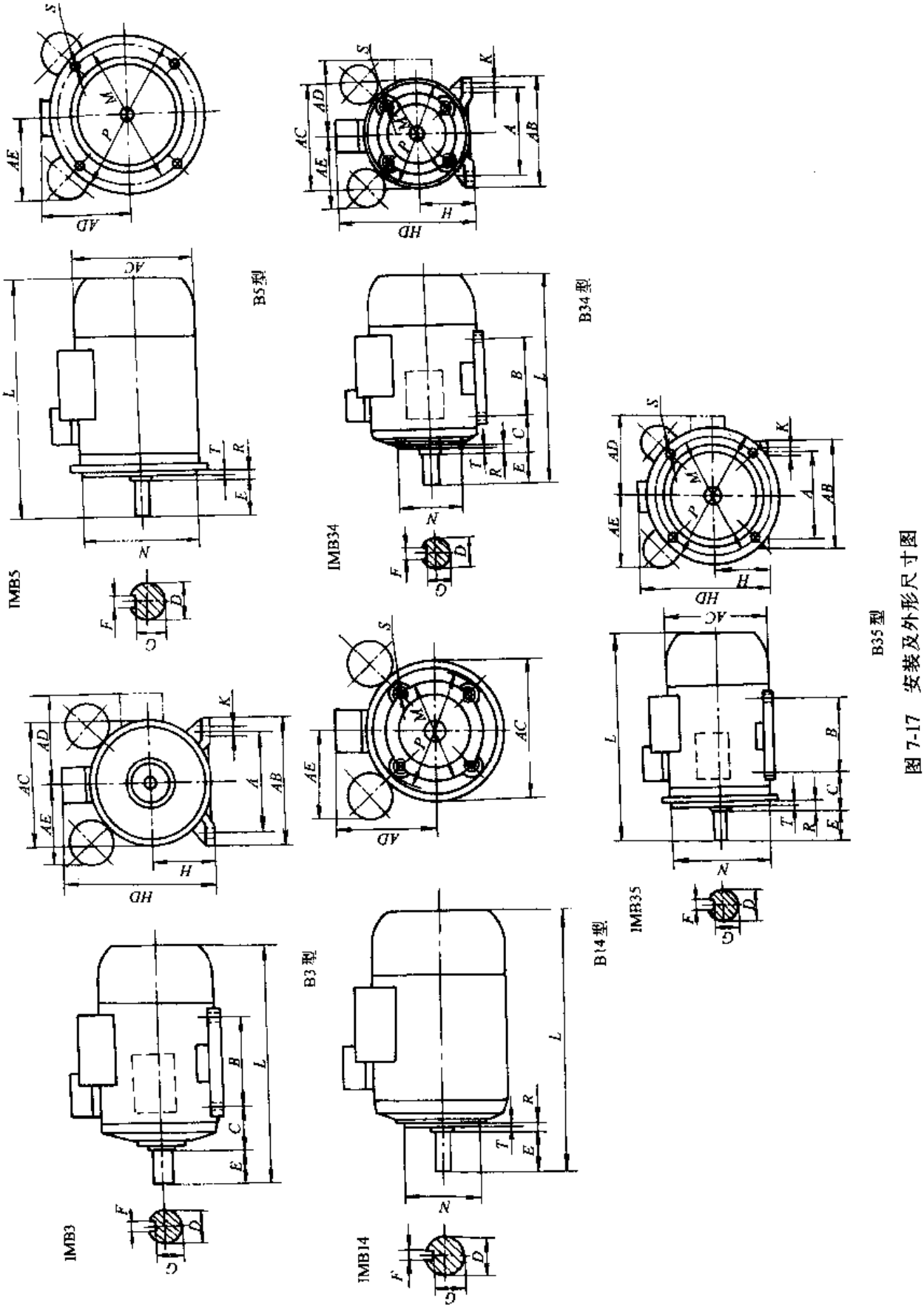


图 7-17　安装及外形尺寸图

PLC WORLD

表 7-30　安装及外形尺寸　(mm)

机座号	安装尺寸									1MB14,1MB34						1MB5,1MB35						外形尺寸					
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	AE	HD	L
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	130	240	370
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	130	240	400
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12							215	180	250	0	15	4	205	220	180	140	260	430

表 7-31　技术数据

型　号	功　率 /kW	电　流 /A	转　速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 / 额定转矩	堵转电流 /A	最大转矩 / 额定转矩
YL90S-2	1.5	9.44	2800	76	0.95	1.7	55	1.7
YL90S-4	1.1	7.21	1400	73			40	
YL90L-2	2.2	13.67	2800	77			80	
YL90L-4	1.5	9.57	1400	75			55	
YL100L-2	3	18.17	2800	79			110	
YL100L1-4	2.2	13.85	1400	76			80	
YL100L2-4	3	18.64	1400	77			110	

第三节　风机配套常用电动机

一、Y 系列三相异步电动机(一)

Y 系列电动机是全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机，是最新设计的基本系列，符合 IEC 标准的有关规定。

Y 系列电动机具有高效、节能，起动转矩大，噪声低，振动小，可靠性高，使用维护方便等特点。

Y 系列电动机广泛应用于不含易燃、易爆或腐蚀性气体的一般场合和特殊要求的机械设备上，如金属切削机床、泵、风机、运输机械、搅拌机、农业机械和食品机械等。

防护等级：IP44

冷却方式：IC0141

绝缘等级：B

额定频率：50Hz

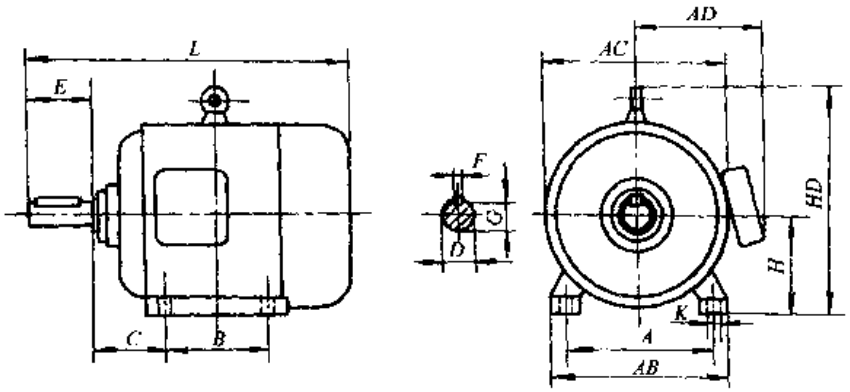
安装及外形尺寸见图 7-18 及表 7-32，技术性能数据见表 7-33。

二、Y 系列三相异步电动机(二)

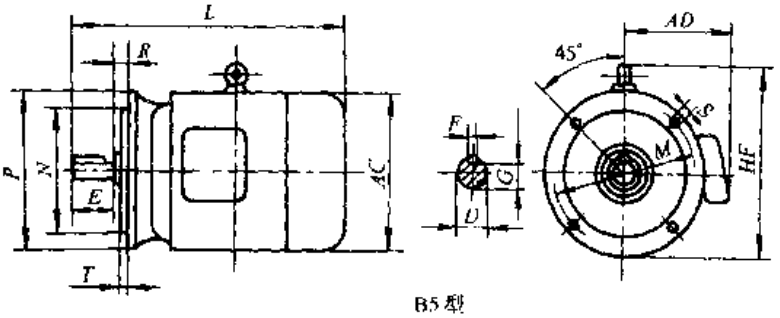
Y 系列电动机是全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机，是最新设计的基本系列，符合 IEC 标准的有关规定。

Y 系列电动机具有高效、节能、起动转矩大，噪声低，振动小，可靠性高，使用维护方便等特点。

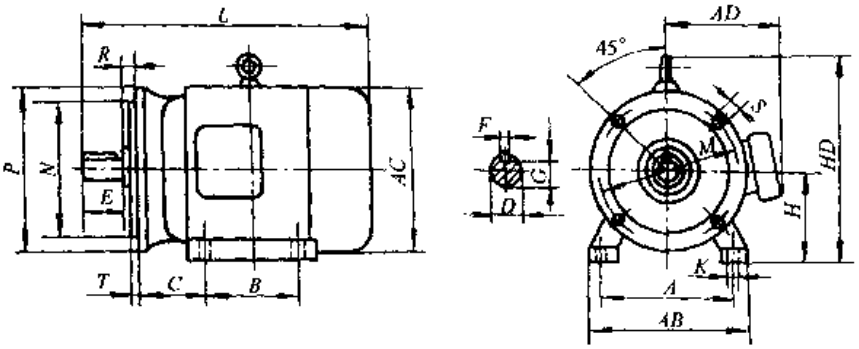
PLC WORLD



B3型



B5型



B35型

图 7-18　安装及外形尺寸示意图

表 7-32　安装及外形尺寸　(mm)

机座号	安装尺寸															外形尺寸					
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*AB*	*AC*	*AD*	*HD*	*HF*	*L*
Y80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	165	130	200	0	12	3.5	165	175	150	175	185	290
Y90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	195	160	195	195	315
Y90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	195	160	195	195	340
Y100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	215	180	250	0	15	4	205	215	180	245	245	380
Y112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	215	180	250	0	15	4	245	240	190	265	265	400
Y132S	216	140	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4	280	275	210	315	315	475
Y132M	216	178	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4	280	275	210	315	315	515

PLC WORLD

表 7-33　技术数据

型　号	功　率 /kW	电　流 /A	电　压 /V	转　速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩
Y801-2	0.75	1.8		2830	75	0.84	2.2	6.5	2.3
Y802-2	1.1	2.5		2830	77	0.86	2.2	7	2.3
Y801-4	0.55	1.5		1390	73	0.76	2.4	6	2.3
Y802-4	0.75	2.0		1390	74.5	0.76	2.3	6	2.3
Y90S-2	1.5	3.4		2840	78	0.85	2.2	7	2.3
Y90L-2	2.2	4.8		2840	80.5	0.86	2.2	7	2.3
Y90S-4	1.1	2.8		1400	78	0.78	2.3	6.5	2.3
Y90L-4	1.5	3.7		1400	79	0.79	2.3	6.5	2.3
Y90S-6	0.75	2.3		910	72.5	0.70	2.0	5.5	2.2
Y90L-6	1.1	3.2		910	73.5	0.72	2.0	5.5	2.2
Y100L-2	3	6.4		2870	82	0.87	2.2	7	2.3
Y100L1-4	2.2	5.0		1430	81	0.82	2.2	7	2.3
Y100L2-4	3	6.8		1430	82.5	0.81	2.2	7	2.3
Y100L-6	1.5	4.0	380	940	77.5	0.74	2.0	6	2.2
Y100L1-8	0.75	2.6		710	70	0.64	2.0	5.5	2.0
Y100L2-8	1.1	3.7		710	70	0.65	2.0	5.5	2.0
Y112M-2	4	8.2		2890	85.5	0.87	2.2	7	2.3
Y112M-4	4	8.8		1440	84.5	0.82	2.2	7	2.3
Y112M-6	2.2	5.6		940	80.5	0.74	2.0	6	2.2
Y112M-8	1.5	4.8		710	73	0.66	2.0	5.5	2.0
Y132S1-2	5.5	11.1		2900	85.5	0.88	2.0	7	2.3
Y132S2-2	7.5	15.0		2900	86.2	0.88	2.0	7	2.3
Y132S-4	5.5	11.7		1440	85.5	0.84	2.2	7	2.3
Y132M-4	7.5	15.4		1440	87	0.85	2.2	7	2.3
Y132S-6	3	7.3		960	83	0.76	2.0	6.5	2.2
Y132M1-6	4	9.4		960	84	0.77	2.0	6.5	2.2
Y132M2-6	5.5	12.6		960	85.3	0.78	2.0	6.5	2.2
Y132S-8	2.2	5.9		710	80.5	0.71	2.0	5.5	2.0
Y132M-8	3	7.8		710	82	0.72	2.0	5.5	2.0

Y 系列电动机广泛应用于不含易燃、易爆或腐蚀性气体的一般场合和特殊要求的机械设备上，如金属切削机床、泵、风机、运输机械、搅拌机、农业机械和食品机械等。

防护等级：IP44

冷却方式：IC0141

绝缘等级：B

额定频率：50Hz

安装及外形尺寸见图 7-19 及表 7-34，技术性能数据见表 7-35。

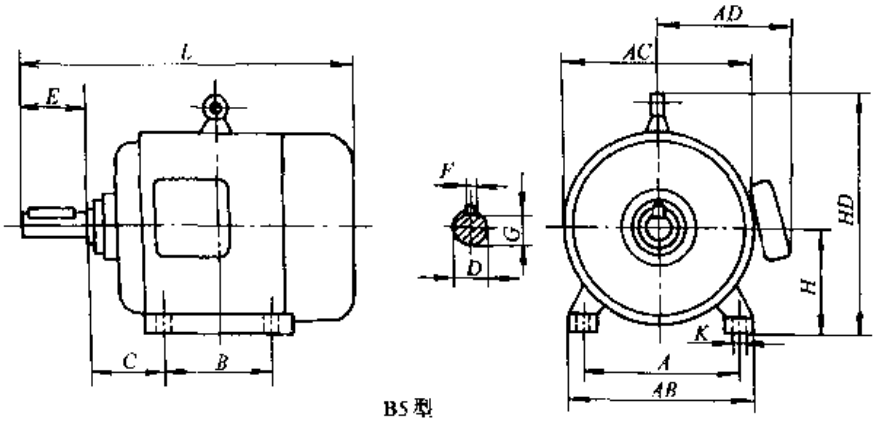
表 7-34　安装及外形尺寸　(mm)

机座号	安装尺寸															外形尺寸					
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*AB*	*AC*	*AD*	*HD*	*HF*	*L*
160M	254	210	108	42	110	12	37	160	15	300	250	350	0	19	5	330	325	255	385	485	600
160L	254	254	108	42	110	12	37	160	15	300	250	350	0	19	5	330	325	255	385	485	645
180M	279	241	121	48	110	14	42.5	180	15	300	250	350	0	19	5	355	360	285	430	430	670
180L	279	279	121	48	110	14	42.5	180	15	300	250	350	0	19	5	355	360	285	430	430	710
200L	318	305	133	55	110	16	49	200	19	350	300	400	0	19	5	395	400	310	475	480	775

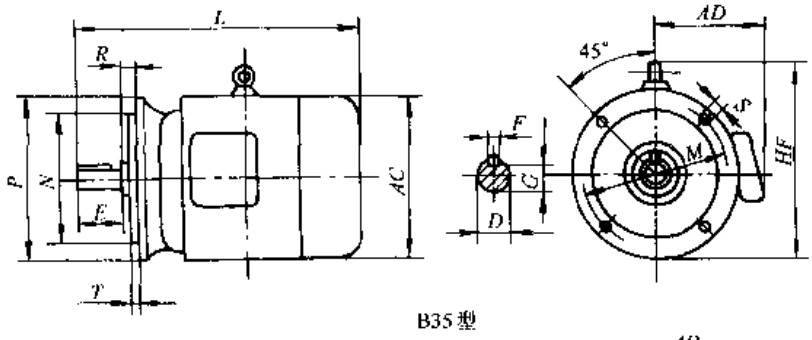
PLC WORLD

（续）

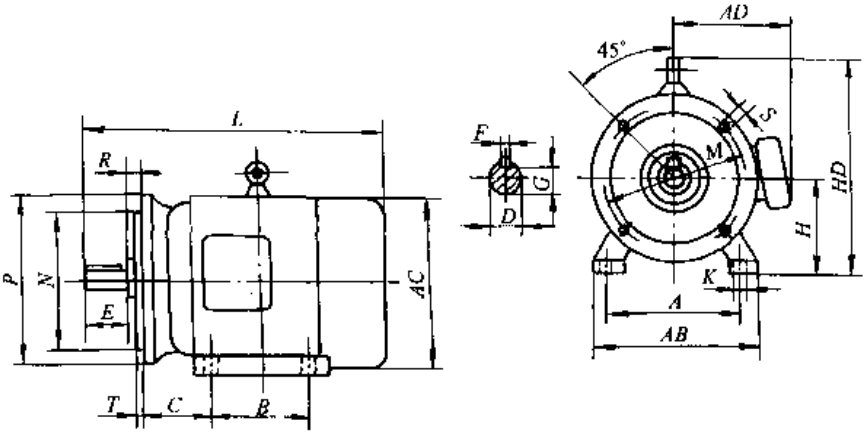
机座号	安装尺寸															外形尺寸					
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	HD	HF	L
225S	356	286	149	2P:55 60	140	18	53	225	19	400	350	450	0	19	5	435	450	345	530	535	820
225M	356	311	149	2P:55 60	2P:110 140	2P:16 18	2P:49 53	225	19	400	350	450	0	19	5	435	450	345	530	535	845
250M	406	349	168	2P:60 65	140	18	2P:53 58	250	24	500	450	550	0	19	5	490	495	385	575	—	930
280S	457	368	190	2P:65 75	140	2P:18 20	2P:58 67.5	280	24	500	450	550	0	19	5	550	555	410	640	—	1000
280M	457	419	190	2P:65 75	140	2P:18 20	2P:58 67.5	280	24	500	450	550	0	19	5	550	555	410	640	—	1050
315S	508	406	216	2P:65 80	2P:140 170	2P:18 22	2P:58 71	315	28	600	550	660	0	24	6	744	645	576	865	—	1220
315M	508	457	216	2P:65 80	2P:140 170	2P:18 22	2P:58 71	315	28	600	550	660	0	24	6	744	645	576	865	—	1270



B5型



B35型



B35型

图 7-19　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-35　技术数据

型　号	功　率 /kW	转　速 /(r/min)	电　流 /A	电　压 /V	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩	净　重 /kg
Y160M1-2	11	2930	21.8		87.2	0.88	2.0	7.0	2.2	118
Y160M2-2	15	2930	29.4		88.2	0.88	2.0	7.0	2.2	128
Y160L-2	18.5	2930	35.5		89	0.89	2.0	7.0	2.2	150
Y180M-2	22	2940	42.2		89	0.89	2.0	7.0	2.2	178
Y200L1-2	30	2950	56.9		90	0.89	2.0	7.0	2.2	230
Y200L2-2	37	2950	69.8		90.5	0.89	2.0	7.0	2.2	250
Y225M-2	45	2970	83.9		91.5	0.89	2.0	7.0	2.2	319
Y250M-2	55	2970	102.9		101.5	0.89	2.0	7.0	2.2	403
Y280S-2	75	2970	140.1		91.5	0.89	2.0	7.0	2.2	549
Y280M-2	90	2970	167		92	0.89	2.0	7.0	2.2	595
Y315S-2	110	2980	204		92.5	0.89	1.8	7.0	2.2	980
Y315M1-2	132	2980	245		93	0.89	1.8	7.0	2.2	1080
Y135M2-2	180	2980	295		93.5	0.89	1.8	7.0	2.2	1160
Y160M-4	11	1460	22.6		88	0.84	2.2	7.0	2.2	124
Y160L-4	15	1460	30.3		88.5	0.85	2.2	7.0	2.2	147
Y180M-4	18.5	1470	35.9		91	0.86	2.0	7.0	2.2	173
Y180L-4	22	1470	42.5		91.5	0.86	2.0	7.0	2.2	197
Y200L-4	30	1470	56.8		92.2	0.87	2.0	7.0	2.2	255
Y225S-4	37	1480	69.8		91.8	0.87	1.9	7.0	2.2	305
Y225M-4	45	1480	84.2		92.3	0.88	1.9	7.0	2.2	333
Y250M-4	55	1480	102.5		92.6	0.88	2.0	7.0	2.2	400
Y280S-4	75	1480	139.7		92.7	0.88	1.9	7.0	2.2	560
Y280M-4	90	1480	164.3	380	93.5	0.89	1.9	7.0	2.2	660
Y315S-4	110	1480	201		93.5	0.89	1.8	7.0	2.2	1100
Y315M1-4	132	1490	241		94	0.89	1.8	7.0	2.2	1100
Y315M2-4	160	1490	291		94.5	0.89	1.8	7.0	2.2	1140
Y160M-6	7.5	970	17.0		86.0	0.78	2.0	6.5	2.0	121
Y160L-6	11	970	24.6		87.0	0.78	2.0	6.5	2.0	146
Y180L-6	15	970	31.4		89.5	0.81	1.8	6.5	2.0	186
Y200L1-6	18.5	970	37.7		89.8	0.83	1.8	6.5	2.0	235
Y200L2-6	22	970	44.6		90.2	0.83	1.8	6.5	2.0	260
Y225M-6	30	980	59.5		90.2	0.85	1.7	6.5	2.0	302
Y250M-6	37	980	72.0		90.8	0.86	1.8	6.5	2.0	400
Y280S-6	45	980	85.4		92.0	0.87	1.8	6.5	2.0	533
Y280M-6	55	980	104.0		92.0	0.87	1.8	6.5	2.0	590
Y315S-6	75	990	141.0		92.8	0.87	1.6	6.5	2.0	990
Y315M1-6	90	990	168.0		93.2	0.87	1.6	6.5	2.0	1050
Y315M2-6	110	990	205.0		93.5	0.87	1.6	6.5	2.0	1110
Y315M3-6	132	990	246.0		93.8	0.87	1.6	6.5	2.0	1190
Y160M1-8	4	720	9.9		84	0.73	2.0	6.0	2.0	110
Y160M2-8	5.5	720	13.3		85	0.74	2.0	6.0	2.0	121
Y160L-8	7.5	720	17.7		86	0.75	2.0	5.5	2.0	147
Y180L-8	11	730	25.1		86.5	0.77	1.7	6.0	2.0	182
Y200L-8	15	730	34.1		88	0.76	1.8	6.0	2.0	290
Y225S-8	18.5	730	41.3		89.5	0.76	1.7	6.0	2.0	376
Y225M-8	22	730	47.6		90.0	0.78	1.8	6.0	2.0	303
Y250M-8	30	730	63.0		90.5	0.80	1.8	6.0	2.0	400
Y280S-8	37	740	78.2		91.0	0.79	1.8	6.0	2.0	522

PLC WORLD

（续）

型　号	功　率 /kW	转　速 /(r/min)	电　流 /A	电　压 /V	效　率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩	净　重 /kg
Y280M-8	45	740	93.2	380	91.7	0.80	1.8	6.0	2.0	578
Y315S-8	55	740	111		92.0	0.80	1.6	6.5	2.0	830
Y315M1-8	75	740	150		92.5	0.81	1.6	6.5	2.0	990
Y315M2-8	90	740	179		93.0	0.82	1.6	6.5	2.0	1030
Y315M3-8	110	740	219		93.3	0.82	1.6	6.5	2.0	1200

三、YB 系列隔爆型三相异步电动机

该系列电动机的防爆性能，符合 GB3836.1—83《爆炸性环境用防爆电气设备——通用要求》、GB3836.2—83《爆炸性环境用防爆电气设备——隔爆型电气设备"d"》及 IEC 79-1《电气设备隔爆外壳的结构与试验》等标准的规定。

该系列电动机符合部标准 JB3225—83《隔爆型三相异步电动机技术条件(机座号 80～280)》的要求，其功率等级与安装尺寸的对应关系与德国 DIN2673 标准相同；有效率高、起动转矩大、噪声低、振动小、温升裕度大、性能良好、隔爆结构合理、使用安全可靠、体积小、重量轻、外形美观等优点，具有国际先进水平。

该系列电动机制成隔爆型，防爆标志为 d Ⅰ(kB)，d Ⅱ AT4 (B2d)，d Ⅱ BT4 (B3d)，分别适用于煤矿井下及工厂Ⅱ A 级、Ⅱ B 级，温度组别为 T1～T4 组爆炸性混合物的场所。广泛用于煤炭、石油、化工、纺织、国防等行业作为拖动压缩机、水泵、风机等各种机械设备的动力。

防护等级：主体外壳 IP44

接线盒：IP54

冷却方式：IC0141

绝缘等级：B

额定电压：按用户需要制成 220V、380V、660V、220/380V、380/660V

额定频率：50Hz

安装及外形尺寸见图 7-20 及表 7-36，技术性能数据见表 7-37。

型号说明

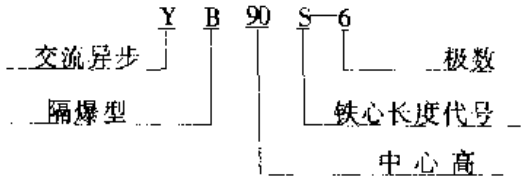


表 7-36　安装及外形尺寸　（mm）

机座号	安装尺寸																	外形尺寸					
										IMB5 IMB35													
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	C_1	M	N	P	R	S	T	S×4	AB	AC	AD	AD'	HD	L
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	50	165	130	200	0	12	3.5	4	165	165	225	260	340	330
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	56	165	130	200	0	12	3.5	4	180	180	225	265	355	360
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	56	165	130	200	0	12	3.5	4	180	180	225	265	355	385
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	63	215	180	250	0	15	4	4	200	205	225	280	380	430
112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	70	215	180	250	0	15	4	4	225	230	225	288	400	460
132S	216	140	89	38	80	10	33	132	12	89	265	230	300	0	15	4	4	280	270	240	338	470	510

PLC WORLD

（续）

机座号	安装尺寸																外形尺寸					
										1MB5 1MB35												
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	C_1	M	N	P	R	S	T	S×4	AB	AC	AD	AD'	HD	L
132M	216	178	89	38	80	10	33	132	12	89	265	230	300	0	15	4	4	280	270	240	338	470	550
160M	254	210	108	42	110	12	37	160	15	108	300	250	350	0	19	5	4	330	325	240	370	530	655
160L	254	254	108	42	110	12	37	160	15	108	300	250	350	0	19	5	4	330	325	240	370	530	695
180M	279	241	121	48	110	14	42.5	180	15	121	300	250	350	4	19	5	4	355	360	240	385	565	730
180L	279	279	121	48	110	14	42.5	180	15	121	300	250	350	4	19	5	4	355	360	240	385	565	750
200L	318	305	133	55	110	16	49	200	19	133	350	300	400	4	19	5	4	390	400	290	425	625	805
225S	356	286	149	60	140	18	53	225	19	149	400	350	450	8	19	5	8	435	450	290	445	670	845
225M-2P	356	311	149	55	110	16	49	225	19	149	400	350	450	8	19	5	8	435	450	290	445	670	840
225M-4.6.8P				60	140	18	53																870

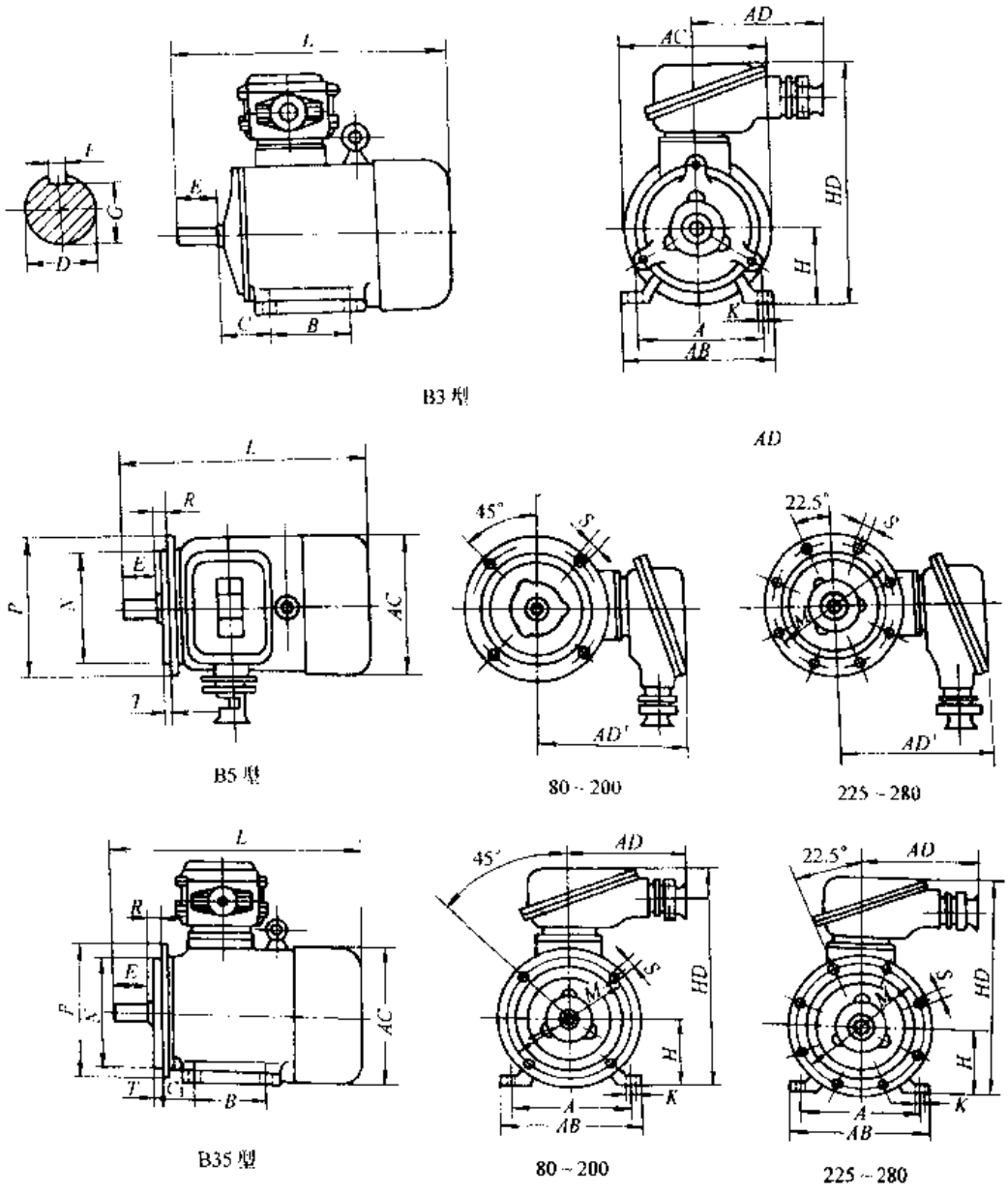


图 7-20　安装及外形尺寸示意图

PLC WORLD

表 7-37 技术数据

型号	功率/kW	转速/(r/min)	电流/A			效率/%	功率因数	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	最大转矩/额定转矩
			220V	380V	660V					
YB801-2	0.75	2800	3.12	1.81	1.04	75.0	0.84	2.2	7.0	2.2
YB802-2	1.1	2800	4.35	2.52	1.45	77.0	0.86	2.2	7.0	2.2
YB801-4	0.55	1400	2.61	1.51	0.87	73.0	0.76	2.2	6.5	2.2
YB802-4	0.75	1400	3.45	2.00	1.15	74.5	0.76	2.2	6.5	2.2
YB90S-2	1.5	2840	5.94	3.44	1.98	78.0	0.85	2.2	7.0	2.2
YB90L-2	2.2	2840	8.19	4.74	2.73	82.0	0.86	2.2	7.0	2.2
YB90S-4	1.1	1400	4.75	2.75	1.58	78.0	0.78	2.2	6.5	2.2
YB90L-4	1.5	1400	6.30	3.65	2.10	79.0	0.79	2.2	6.5	2.2
YB90S-6	0.75	910	3.89	2.25	1.30	72.5	0.70	2.0	6.0	2.0
YB90L-6	1.1	910	5.46	3.16	1.82	73.5	0.72	2.0	6.0	2.0
YB100L-2	3.0	2880	11.04	6.39	3.68	82.0	0.87	2.2	7.0	2.2
YB100L1-4	2.2	1400	8.69	5.03	2.90	81.0	0.82	2.2	7.0	2.2
YB100L2-4	3.0	1400	11.78	6.82	3.93	82.5	0.81	2.2	7.0	2.2
YB100L-6	1.5	940	6.86	3.97	2.86	77.5	0.74	2.0	6.0	2.0
YB100L1-8	0.75	710	4.49	2.60	1.50	70.0	0.64	2.0	5.5	2.0
YB100L2-8	1.1	710	6.39	3.70	2.13	70.0	0.65	2.0	5.5	2.0
YB112M-2	4.0	2890	14.11	8.17	4.70	85.5	0.87	2.2	7.0	2.2
YB112M-4	4.0	1440	15.15	8.77	5.05	84.5	0.82	2.2	7.0	2.2
YB112M-6	2.2	940	9.69	5.61	3.23	80.5	0.74	2.0	6.0	2.0
YB112M-8	1.5	710	8.29	4.80	2.76	73.0	0.66	2.0	5.5	2.0
YB132S1-2	5.5	2900	19.17	11.10	6.39	85.5	0.88	2.0	7.0	2.2
YB132S2-2	7.5	2900	25.91	15.00	8.64	86.2	0.88	2.0	7.0	2.2
YB132S-4	5.5	1440	20.10	11.64	6.70	85.5	0.84	2.2	7.0	2.2
YB132M-4	7.5	1440	26.60	15.40	8.87	87.0	0.85	2.2	7.0	2.2
YB132S-6	3.0	960	12.49	7.23	4.16	83.0	0.76	2.0	6.5	2.0
YB132M1-6	4.0	960	16.24	9.40	5.41	84.0	0.77	2.0	6.5	2.0
YB132M2-6	5.5	960	21.69	12.56	7.23	85.3	0.78	2.0	6.5	2.0
YB132S-8	2.2	710	10.04	5.81	3.35	81.0	0.71	2.0	5.5	2.0
YB132M-8	3.0	710	13.33	7.72	4.44	82.0	0.72	2.0	5.5	2.0
YB160M1-2	11.0	2930	37.62	21.78	12.54	87.2	0.88	2.0	7.0	2.2
YB160M2-2	15.0	2930	50.71	29.36	16.90	88.2	0.88	2.0	7.0	2.2
YB160L-2	18.5	2930	61.30	35.49	20.43	89.0	0.89	2.0	7.0	2.2
YB160M-4	11.0	1460	39.04	22.60	13.01	88.0	0.84	2.2	7.0	2.2
YB160L-4	15.0	1460	52.34	30.30	17.45	88.5	0.85	2.2	7.0	2.2
YB160M-6	7.5	970	29.36	17.00	9.79	86.0	0.78	2.0	6.5	2.0
YB160L-6	11.0	970	42.54	24.63	14.18	87.0	0.78	2.0	6.5	2.0

PLC WORLD

（续）

型　号	功　率 /kW	转　速 /(r/min)	电　流/A			效率 /%	功率因数	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩
			220V	380V	660V					
YB160M1-8	4.0	720	17.12	9.91	5.71	84.0	0.73	2.0	6.0	2.0
YB160M2-8	5.5	720	22.96	13.29	7.65	85.0	0.74	2.0	6.0	2.0
YB160L-8	7.5	720	30.52	17.67	10.17	86.0	0.75	2.0	5.5	2.0
YB180M-2	22.0	2940	72.89	42.20	24.30	89.0	0.89	2.0	7.0	2.2
YB180M-4	18.5	1470	62.01	35.90	20.67	91.0	0.86	2.0	7.0	2.2
YB180L-4	22.0	1470	73.37	42.48	24.46	91.5	0.86	2.0	7.0	2.2
YB180L-6	15.0	970	54.31	31.44	18.10	89.5	0.81	1.8	6.5	2.0
YB180L-8	11.0	730	43.35	25.10	14.45	86.5	0.77	1.7	6.0	2.0
YB200L1-2	30.0	2940	98.28	56.90	32.76	90.0	0.89	2.0	7.0	2.2
YB200L2-2	37.0	2950	120.56	69.80	40.19	90.5	0.89	2.0	7.0	2.2
YB200L-4	30.0	1470	98.16	56.83	32.72	92.2	0.87	2.0	7.0	2.2
YB200L1-6	18.5	970	65.14	37.71	21.71	89.8	0.83	1.8	6.5	2.0
YB200L2-6	22.0	970	77.12	44.65	25.71	90.2	0.83	1.8	6.5	2.0
YB200L-8	15.0	730	58.87	34.08	19.62	88.0	0.76	1.8	6.0	2.0
YB225M-2	45.0	2950	145.02	83.96	48.34	91.5	0.89	2.0	7.0	2.2
YB225S-4	37.0	1480	121.58	70.39	40.53	91.8	0.87	1.9	7.0	2.2
YB225M-4	45.0	1480	145.40	84.18	48.47	92.3	0.88	1.9	7.0	2.2
YB225M-6	30.0	980	102.69	59.45	34.23	90.2	0.85	1.7	6.5	2.0
YB225S-8	18.5	730	71.37	41.32	23.79	89.5	0.76	1.7	6.0	2.0
YB225M-8	22.0	730	82.22	47.60	27.41	90.0	0.78	1.8	6.0	2.0

风机配套用电动机见表 7-38。

表 7-38　风机配套用电动机

序号	系　列　名　称	序号	系　列　名　称
1	YSF、YT 系列节能三相异步电动机	12	YYW 系列单相电容运转带封空调用电动机
2	YBF 系列风机用隔爆型三相异步电动机	13	YF 系列风机用异步电动机
3	YCF 系列风机用异步电动机	14	YD 系列多速三相异步电动机
4	YCL 系列低噪声冷却塔专用三相异步电动机	15	YL 系列双值电容异步电动机
5	YSD 系列小功率多速三相异步电动机	16	Y 系列三相异步电动机(一)(中心高≤132mm)
6	YCT 系列电磁调速电动机	17	Y 系列三相异步电动机(二)(中心高≥160mm)
7	YTC 系列齿轮减速电动机	18	YB 系列隔爆型三相异步电动机
8	YDW 系列低噪声外转子三相异步电动机	19	
9	YXF、YDXF 系列高温消防排烟用三相异步电动机	20	
10	YC、YY 系列单相异步电动机	21	
11	YS、YU 系列单、三相异步电动机	22	

PLC WORLD

第四节　电动机的选择

电动机的选择内容应包括：电动机的类型、安装方式及外形安装尺寸、额定功率、额定电压、额定转速、各项性能经济指标等，其中以选择额定功率最为重要。

选择电动机功率的原则，是在电动机能够满足各种不同风机要求的前提下，最经济最合理地确定电动机功率的大小。如果功率选得过大，会出现“大马拉小车”现象，这不仅使风机投资费用增加，而且因电动机经常轻载运行，其运行功率因数降低；反之，功率选得过小，电动机经常过载运行，使电动机温升过高，绝缘易老化，会缩短电动机的使用寿命，同时还可能造成起动困难。因此，选择电动机时，首先应是在各种工作方式下选择电动机的额定功率。

一、电动机选择程序与内容

选择电动机的基本步骤包括：从风机的要求出发，考虑使用场所的电源、工作环境、防护等级及安装方式、电动机的效率、功率因数，过载能力、产品价格、运行和维护费用等情况来选择电动机的电气性能和力学性能，使被选的电动机能达到安全、经济、节能和合理使用之目的。

二、电动机功率的选择

决定电动机的功率就是正确选择电动机的额定功率。其原则是在电动机能够胜任风机负载要求的前提下，最经济、最合理地决定电动机的功率。

1. 决定电动机功率的主要因素　决定电动机功率时，要考虑电动机的发热、允许过载能力与起动性能三方面的因素。其中，以发热问题最重要。

(1) 电动机的发热　在实现能量转换过程中，电动机内部产生损耗并变成热量使电动机的温度升高。在电动机中，耐热最差的是绕组的绝缘材料。不同的绝缘等级，其最高允许温度和温升(电动机温度与环境温度之差)见表 7-39。

表 7-39　电动机的绝缘等级和允许温度　(℃)

绝缘等级	A	E	B	F	H
允许最高温度	105	120	130	155	180
环境温度为 40℃时最高温升	65	80	90	115	140

绝缘材料的最高允许温度，是一台电动机所带负载能力的限度，而电动机的额定功率就是这一限度的代表参数。电动机铭牌上所标的额定功率，从发热的观点来看，即指环境温度(或冷却介质温度)为 40℃(对于干热带电动机或船用电动机为 50℃)的情况下，电动机各部件因发热而提高的温升不得超过该绝缘等级的温升限值(见表 7-39)，而决定绝缘材料寿命的因素是温度而不是温升，因此只要电动机运行中的实际工作温度不超出所采用的绝缘等级的最高允许工作温度，绝缘材料就不会发生本质的变化，其寿命可达 15～20 年。反之，则绝缘材料容易老化，变脆、缩短电动机寿命；在严重情况下，绝缘材料将碳化变质，失去绝缘性能，使电动机烧坏。

所选电动机应有适当的备用功率，使电动机的负载率一般为 0.75～0.9 左右，过大的备用功率会使电动机运行效率降低，对于异步电动机，其功率因数也将变坏。

(2) 允许过载能力　选择电动机功率时，除考虑发热外，有时还要考虑电动机的过载能

PLC WORLD

力，因为各种电动机的瞬时过载能力都是有限的。交流电动机受临界转矩的限制，直流电动机受换向器火花的限制。电动机瞬时过载一般不会造成电动机过热，故不考虑发热问题。

电动机的过载能力是以允许转矩过载倍数 K_T 来衡量，其数据见表 7-40 和表 7-41。直流电动机常以允许电流过载倍数 K_I 来衡量，一般型直流电动机允许电流过载倍数 K_I 为 1.5～2.0 倍。

表 7-40　电动机转矩过载倍数 K_T

电动机类型	工　作　制	K_T	电动机类型	工　作　制	K_T
笼型异步电动机	连续工作制(S1)	≥1.65	直流电动机（额定励磁下）	连续工作制(S1)	≥1.5
	断续周期性工作制(S3～S5)	≥2.5		断续周期性工作制(S3～S5)	≥2.5
绕线转子异步电动机	连续工作制(S1)	≥1.8	同步电动机	$\cos\varphi=0.8$(超前)	≥1.65
	断续周期性工作制(S3～S5)	≥2.5		强励时	3～3.5

表 7-41　断续工作制直流电动机转矩过载倍数 K_T（220V $FC=25\%$）

电动机励磁方式	额定电压下		起动或转速≤20% n_N	
	50kW(≤)	50kW(>)	50kW(≤)	50kW(>)
串励电动机	4.5	4.5	5.0	5.5
复励电动机	3.0	4.0	4.5	5.0
他励电动机(二倍强励)	3.0	3.3	3.6	4.0
他励电动机(额定励磁)	2.5	2.8	3.0	3.3

注：当电压为 440V 时，K_T 值应减少 20%。

电动机过载倍数校验公式

直流电动机　$I_{max}\leqslant KK_II_N$　(7-1)

异步电动机　$T_{max}\leqslant KK_U^2K_TT_N$　(7-2)

同步电动机　$T_{max}\leqslant KK_TT_N$　(7-3)

式中　I_{max}——瞬时最大负载电流(A)；

T_{max}——瞬时最大负载转矩(N·m)；

K_I——允许电流过载倍数；

K_T——允许转矩过载倍数；

I_N——电动机额定电流(A)；

T_N——电动机额定转矩(N·m)；

K_U——电压波动系数(取 0.85)；

K——余量系数(直流电动机取 0.9～0.95；交流电动机取 0.9)。

(3) 电动机的平均起动转矩　电动机的起动过程转矩常用堵转转矩 T_K、最小转矩 T_{min}和最大转矩 T_{max}三个指标表示。因为异步电动机在起动过程中，其机械特性为非线性，加速转矩是一变量，所以用平均起动转矩供初步计算与选用电动机较为方便。表 7-42 所列电动机平均起动转矩为概略值，表 7-42 中系数较大者用于要求快速起动的场合。

2. 电动机的温升与冷却　电动机长期运行中的能量损耗，分为固定损耗和可变损耗两种。固定损耗包括铁耗、机械损耗及空载铜损耗，它们与负载大小无关，一般电动机的此项数值较

PLC WORLD

表 7-42　电动机平均起动转矩 Ts_{tav}

电动机类型	平均起动转矩	说明
直流电动机	$Ts_{tav}=(1.3\sim1.4)T_N$	Ts_{tav}—平均起动转矩(N·m) T_K—堵转转矩(N·m) T_{max}—最大转矩(N·m) T_{m25}—当 FC 为 25%时的额定转矩为 N·m
笼型异步电动机	$Ts_{tav}=(0.45\sim0.5)(T_K+T_{max})$ $Ts_{tav}=0.9T_K$	
绕线转子异步电动机	$Ts_{tav}=(1\sim2)T_{m25}$	

小。可变损耗主要是定子铜损耗和转子铝损耗，它们与负载电流的平方成比例。

电动机的发热是由于工作时在其内部产生功率损耗造成的，因而也就造成电动机的温升，随着时间的增加而逐渐趋于稳定值。

有关电动机的发热、温升、冷却的计算可参阅电动机的相关标准。

3. 电动机的工作制　电动机运行分为 8 类工作制(S1～S8)，从发热角度又将电动机分为连续定额、短时定额和周期工作定额三种。电动机制造厂按此三种不同的发热情况规定出电动机的额定功率和额定电流。

连续工作制(S1)：长期运行时，电动机达到的稳定温升不超过该电动机绝缘等级所规定的温升限值。在接近而又未超过温升限值下运行的电动机，一般不允许长期过载。风机电动机一般为连续工作制。

短时工作制(S2)：负载运行时间短，电动机未达到稳定温升；停机和断能时间长，电动机能完全冷却到周围环境的温度。在不超过温升限值下，允许有一定的过载。我国规定的短时工作的优先时限有 10min、30min、60min 及 90min 四种。

周期性工作制(S3～S8)：工作周期中的负载(包括起动与电制动在内)持续时间与停机和断能时间相交替，周期性重复。负载持续时间较短，电动机温升未达到稳定值；停机和断能时间不长，电动机也未完全冷却到周围环境的温度。

不同工作制下电动机功率选择及选择后的校验方法不同，一般按发热校验电动机的功率，并根据负载性质、电动机类型作过载能力校验，如果采用笼型异步电动机，则尚需作起动能力校验。

4. 电动机的负载率校算　为防止出现“大马拉小车”现象，避免不必要的经济损失，在选择电动机时，有必要进行负载率的校算，一般电动机的负载率在 0.75～0.9 左右。

用电流表测定电动机的空载电流 I_0 和负载电流 I_1，然后按下式计算电动机带负载时的实际输出功率 P_2

$$P_2=P_N\sqrt{\frac{I_1^2-I_0^2}{I_N^2-I_0^2}} \tag{7-4}$$

式中　P_N——电动机的额定功率，(kW)；
　　I_N——电动机的额定电流，(A)；
　　P_2——电动机带负载时实际输出功率(kW)。

负载率

$$R_L=\frac{P_2}{P_N} \tag{7-5}$$

对于常用的 Y(IP44)系列的空载电流 I_0，可从表 7-43 查取。

PLC WORLD

表 7-43　Y(IP44)系列空载电流 I_0　　(A)

功率/kW / 极数	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
2 极	—	0.82	1.06	1.5	1.9	2.6	2.9	3.4	4.0	6.4	7.3	8.2	12	16.9	18.6	18.7	28.5	37.4	43.1
4 极	1.02	1.3	1.49	1.8	2.5	3.5	4.4	4.7	5.96	8.4	10.4	13.4	15	19.5	19	22	28.6	39.4	43.8
6 极	—	1.6	1.93	2.71	3.4	3.8	4.9	5.3	8.65	12.4	13.8	14.9	17.7	18.7	19.4	23.3	25.5	—	—
8 极	—	—	—	—	3.71	4.45	6.2	7.5	9.1	13	16.2	17.9	19.9	26	28.6	32.1	—	—	—

例(7-1)　Y100L-2，从铭牌和技术条件查得：$P_N = 3.0\text{kW}$、$I_N = 6.39\text{A}$ 从表 7-43 查得 $I_0 = 2.6\text{A}$，用电流表测得在风机运行时定子电流 $I_1 = 5.5\text{A}$，

求　电动机实际输出功率和负载率。

解　输出功率　$P_2 = P_N\sqrt{\dfrac{I_1^2 - I_0^2}{I_N^2 - I_0^2}} = 3\text{kW}\sqrt{\dfrac{(5.5\text{A})^2 - (2.6\text{A})^2}{(6.39\text{A})^2 - (2.6\text{A})^2}} = 2.49\text{kW}$

负载率　$K_L = \dfrac{P_2}{P_N} = \dfrac{2.49\text{kW}}{3\text{kW}} = 0.83$

此电动机的实际输出功率为 2.49kW，其负载率为 0.83。

三、电动机的机械特性

电动机的机械特性是指电动机转矩与转速之间的函数关系，它表示电力传动的性能和特点。一般，负载阻转矩的增加都将导致电动机转速的下降。由于转速下降程度的不同，电动机的机械特性分为硬特性和软特性两类。

1. 硬特性　电动机负载转矩在允许范围内变化时，电动机转速变化不大，即机械特性的斜率不大。对于同步电动机，当负载转矩在允许限度内变化时，其转速保持恒定，即机械特性的斜率等于零。

2. 软特性　随负载转矩的增加，电动机转速下降越显著，机械特性的斜率也越大，但是它们的起动转矩较大。

四、电动机的发热校验

电动机的发热校验有平均损耗法和等效法两种，其计算公式及限值，可按电动机相关标准及电动机生产厂家提供数据进行。

五、电动机类型的选择

对无调速要求的机械，包括连续、短时、周期工作等工作制的机械，应尽量采用交流异步电动机；对起动和制动无特殊要求的连续运行的风机，宜优先采用普通笼型异步电动机。如果功率较大，为了提高电网的功率因素，可采用同步电动机，某些周期性工作制风机，若采用交流电动机在发热、起动、制动特性等方面不能满足需要，宜采用直流电动机。

只要求几种转速的小功率机械，可采用变极多速(双速、三速、四速)笼型电动机；对调速平滑程度要求不高，且调速比不大时，宜采用绕线转子电动机或电磁调速电动机；当调速范围在 1:3 以上，且需连续稳定平滑调速的机械宜采用直流电动机或变频调速电动机。

六、电动机结构形式的选择

电动机安装形式按其安装位置的不同，可分为卧式和直式两种。风机电动机应按照风机结构的不同，合理地选择电动机的结构形式。

为了防止电动机被周围的媒介质所损坏，或因电动机本身的故障引起灾害，必须根据不同

PLC WORLD

的环境选择适当的防护形式。

1. 开启式 电动机外表有很大的通风口，散热条件好，价格便宜，但水气、灰尘、铁屑或油液容易侵入电动机内部，因此只能用于干燥及清洁的工作环境。

2. 防护式 电动机的通风口朝下，且有防护网遮掩，通风冷却条件较好。它一般可防滴、防雨、防溅，以及防止外界杂物从与垂直方向成小于45°角的方向落入电机内部，但不能防止潮气及灰尘的侵入，所以适用于比较干燥、灰尘不多、无腐蚀性和爆炸性气体的场所。

3. 封闭式 封闭式电动机又分自冷式、强迫通风式和密闭式三种。前两种结构形式的电动机，潮气和灰尘等不易进入电动机内部，能防止从任何方向飞溅来的水滴和其它杂物侵入，适用于有潮湿、尘土多、易受风雨侵蚀、易引起火灾、有腐蚀性蒸汽和气体的各种地方。密闭式电动机一般用在水中，风机很少选用。

4. 防爆式 在封闭式结构基础上制成隔爆型、增安型、正压型和无火花型，适用于有可燃性气体和空气混合物的危险环境，如油库、煤气站或矿井等场所。

在湿热带地区，应采用湿热带(TH)型电动机，采取适当的防潮；防霉措施；在干热带地区，应采用干热带(TA)型电动机；在高海拔地区，应采用高原型电动机；在船舶及舰艇上，应尽量采用有特殊结构和防护要求的船用或舰用电动机。装在露天场所，宜选用户外型电动机；如有防止日晒、雨雪、风沙等措施，可采用封闭式或防护式电动机。

七、电动机的电压选择

电动机的电压选择，取决于电力系统对企业的供电电压，中小型异步电动机均是低电压的，额定电压一般为380V（Y接法或△接法）、220V/380V（△/Y接法），及380V/660V（△/Y接法）三种；在矿山及选煤厂或大型化工厂等联合企业，越来越要求使用额定电压为660V（△接法）或660/1140V（△/Y接法）的电动机。

电源电压的三相平衡对电动机的运行关系尤为重要，如电压有3.5%的不平衡就会使电动机损耗增加约20%，因此接到三相电源上的单相负载应仔细分配，以便尽量减小电压的不平衡度。

直流电动机额定电压一般为110V、220V和440V。其中以220V为最常用的电压等级。

第五节 电动机的起动

在选择电动机时，总希望电动机能带动叶轮很快地达到额定转速而正常地工作。电动机的起动包括通电起动和加速全过程。其起动方法分为全压起动和降压起动。

合理地选择电动机的起动方法，必须根据供电电网的容量、机械负载对起动转矩的要求、电动机本身的特点等因素，进行具体的分析，以求获得规定的起动时间。例如，电网的容量很大，电动机的起动电流不会在电网上引起显著的电压降落，此外，电网的控制线路和设备允许短时通过足够大的起动电流，就可采用全压起动；如果风机在起动时所要求的转矩不大，并且电网容量相对电动机而言又不很大，则主要考虑如何减少起动电流而采用降压起动。

一、全压起动

全压起动又称直接起动。起动时，电动机定子绕组直接承受额定电压，这种起动方法最简便，不需要复杂的起动设备，但起动电流较大，一般可达额定电流的4～7倍。过大的起动电流对电网电压的波动和电动机本身均会带来不利影响。一般直接起动只允许在小容量电动机中使用。在一般电网容量下，7.5kW的电动机就认为是小容量，所以 $P_N \leqslant 7.5$kW 的异步电动机可以直接起动。但是，所谓小容量也是相对的。如果电网容量大，就可以允许容量较大的电动

PLC WORLD

机直接起动。因此对容量较大的电动机，若能满足下式要求，也可允许直接起动。

$$\frac{I_K}{I_N} \leqslant \frac{3}{4} + \frac{\text{电源总容量(kV·A)}}{4 \times \text{电动机功率(kW)}} \tag{7-6}$$

式中　I_K——电动机的堵转电流(A)；

I_N——电动机的额定电流(A)。

这个经验公式只作参考。

二、降压起动

对于笼型异步电动机，因其本身不能接任何阻抗，因此对于不允许直接起动的笼型异步电动机，为限制其起动电流，只能在定子电路中采取措施，一般采用三种方式，即：电阻减压或电抗减压起动、自耦变压器减压起动、“星-三角”(Y-△)起动。其中以“星-三角”起动最为常见及简单。

对于绕线转子异步电动机，其转子串入适当的电阻起动时，既可增大起动转矩，又可限制起动电流。绕线转子异步电动机起动有转子串接频敏变阻器和转子串接电阻两种起动方法。

对于直流电动机起动性能的要求与交流电动机一样，即保证必须的起动转矩和电动机的加速条件；不允许有过大的起动电流危及电枢绕组、换向器和电刷。直流电动机起动方法除了全压起动外，还有电枢回路串接电阻起动和降压起动。

第六节　电动机的调速与节能

风机的变速拖动，大体上可分为两类：一类是电动机的转速不变，而在它与风机之间加装可以变速的偶合器。第二类是由电动机变速带动风机一起变速。电动机变速，过去多采用直流电动机，因其价格昂贵。目前已普遍被可以变速的交流异步电动机所取代。

根据异步电动机的转速表达式

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = \frac{60 f_1}{P}(1 - S) \tag{7-7}$$

故要实现异步电动机的速度调节有三种方法：

1）改变定子极对数 P，进行变极调速。

2）改变供电电源的频率 f_1，进行变频调速。

3）改变电动机的转差率 S 进行调速——如定子调压调速、绕线转子电动机转子串电阻调速，串级调速及电磁离合器调速等。

本节主要就以上调速方法分别叙之。

一、变极调速与节能

变极调速的电动机一般称为多速电动机，该方法一般适用于笼型异步电动机。改变极对数有两种方法。一种是在定子槽内安排两套(或三套)互相独立的绕组，每套绕组对应一种极对数及转速，但必须要求槽形较大，才能容得下两、三套绕组，显然这些单独的绕组利用率不高，价格昂贵。另一种方法是采用单绕组变极数的多速电动机，即通过绕组端部接线的改接，以获得不同的极对数及转速，一般是双速或三速电动机。前面几节中所列的 YSD、YD 系列电动机就是采用这种方法的。

用多速电动机调速来调节风机流量，可节约大量电能。因为风机的耗电量是与转速的立方成正比，与其它因素无关，因此在调节流量的过程中没有节流损失，调节效率最高，接近于理

PLC WORLD

想的调节。上海某电厂125MW机组锅炉吸风机采用双速电动机后，比使用风门节流调节，每年可节电约 105×10^4kW·h。

二、变频调速与节能

异步电动机的变频调速是通过改变定子的供电电源频率来改变旋转磁场的同步转速，从而改变转子的转速。交流变频变压调速是80年代迅速发展起来的一种新型电力传动调速技术。它由半导体电子元器件构成的电子变换器和三相交流电动机组成。其系统示意图见图7-21。

对于交流电动机，转速 n 与频率 f 成正比，所以，连续调节电动机的频率能相应改变电动机的转速。笼型三相异步电动机采用变频方法可以实现无级调速。

变换器由主回路和控制回路两部分组成。在主回路中，输入变换器的工频电源经过整流，变为直流电，再通过脉冲控制，逆变为频率和电压均可调节的交流电，故称交-直-交系统，美国土雷杜爱迪生公司海岸电厂，就已采用西屋公司提供的四套微处理机控制的数控可调频率的3500kW交流电动机，分别拖动四台离心式吸风机，不但减少了风机叶片磨蚀，延长了使用寿命，而且所需功率仅为定速、进口导叶调节的吸风机消耗功率的70%，每年节电 16×10^6kW·h 设备投资在2～4年内回收。

变频调速具有以下几个优点：

1）调节效率高、调速范围广，接近于理想的调节和调速。调速比可达1:10、1:20，如果采用专用电动机，调速比高达1:133。

2）若传动效率高，可采用变换器变频调速，电动机转差率变化小，从高速到低速都能保持低转差率运行。与变极调速、变转差率调速等方法相比，电动机的损耗小，效率高，变换器的变极效率也较高，通常在95%以上。

3）改造设备时，不涉及电动机及所驱动的风机本身，停机改造的时间短，影响生产少。

4）变频装置万一出现故障，可以退出运行改由电网直接供电，则不会影响风机的连续运行。

5）拖动风机，可以按负荷(风量或流量)的大小自动调节频率和转速，达到最经济运行，避免了靠调节风门或阀门所造成能量的极大浪费。通常，采用这种调速系统可节约用电30%～40%。表7-44列出了各种调节方法下，风机的风量与电动机效率的变化关系。

变频装置目前造价较高，但随着电子工业的发展价格可望大幅度地下降，以便更广泛地应用于风机的调速节能。

表7-44　各种调节方法下风机的风量与电动机效率的变化关系　(%)

风机风量%	轴功率%	调节方法														
		控制出风口风门			控制进风口风门			绕线式电动机串电阻			变频调速			变极调速		
		电输入	总损耗	效率	电输入	总损耗	效率	电输入	总损耗	效率	电输入	总损耗	效率	电输入	总损耗	效率
30	2.7	71	68.3	3.8	52	49.3	5.2	15	12.3	18	5	2.3	54	—	—	—
40	6.4	77.5	71.1	8.3	56	49.6	11.4	21	14.6	30.4	9	2.6	71.1			
50	12.5	84	71.5	14.9	60	47.5	20.8	29	16.5	43.1	15	2.5	83.3	31.3	18.8	40
60	21.6	89.5	67.9	24.1	64	42.4	33.8	39	17.4	55.4	2.5	3.4	86.4	—	—	—
70	34.3	95	60.7	36.1	68	33.7	50.4	52	17.7	66	38	3.7	90.3			
80	51.2	99.5	48.3	51.5	72.5	21.3	70.6	68	16.8	75.3	56	4.8	91.4			
90	72.9	103.5	30.6	70.4	84	11.1	86.8	86	13.1	84.8	79	6.1	92.3			
100	100	107	7	93.5	106	6	94.3	108	8	92.6	108	8	92.6	116	16	86.2

注：以风机风量额定值100%时的电动机轴功率定为100%。

PLC WORLD

三、改变电动机的转差率进行调速

改变电动机转差率 S 进行调速，有四种方法：1）调节转子电阻调速；2）改变定子电压调速；3）电磁转差离合器调速；4）串级调速。

调节转子电阻调速是有级调速方法，仅适用于绕线转子异步电动机，当转子回路串入电阻，电动机的最大转矩和同步转速不变，但临界转差率随转子电阻的增大而增加，当负载一定时，电动机的转速与串入转子回路中的电阻有关，串入的电阻越大，机械特性越软；电动机的转速越低。这种调速方法在通风机中很少应用。

改变电子调压调速方法一般通过有耦变压器进行。这种调速方法存在着效率差、功率因数低和电动机发热严重等缺点。所以，这种方法一般适用于高转差笼型感应电动机，也可用于绕线转子感应电动机，在其转子电路中可串接一段电阻。该方法较适用于通风机负载。

串级调速方法可分为电气式串级调速和晶闸管串级调速两种。它是用其它辅助电动机或电子设备代替电阻串入转子回路，使原来消耗于电阻的电能或者转化为机械能，或者送回电网，既达到平滑调速的目的，又获得较高的效率。其优点是在调速中，机械特性硬度基本不变，稳定性较好，调速范围较宽，可平滑无级调速，效率高。适用于大功率绕线转子异步电动机拖动通风机负载，但投资费用较高，技术上比较复杂，设备比较庞大。

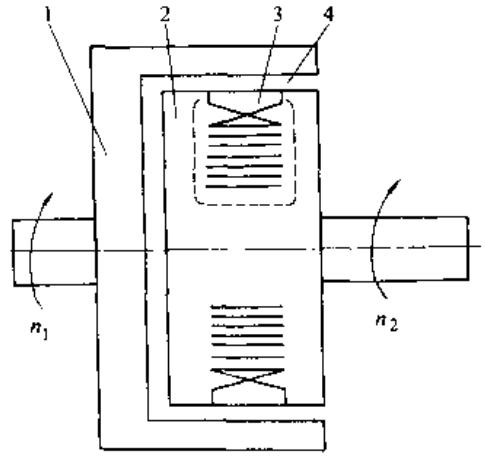


图 7-21　电磁转差离合器示意图

1—电枢　2—磁极　3—励磁绕组　4—工作气隙

n_1—拖动电机的转速　n_2—输出转速

电磁转差离合器调速方法，主要由电枢和磁极两部分组成，本章第 1 节 YCT 系列就是属于这种调速方法。其工作原理如图 7-21 所示，在电枢和磁极均为静止时，如励磁绕组通以直流，则沿间隙圆周的各爪极将形成若干对 N、S 极性交替的磁极，其磁路如图 7-21 中虚线所示。当离合器的电枢随着拖动电机旋转时，由于电枢和磁极间作相对运动，因而使电枢感应产生涡流，此涡流与磁通相互作用，产生转矩，带动有磁极的转子按同一方向旋转，但其转速恒低于电枢的转速，这是一种转差调速方式，改变离合器的励磁电流，便可方便地调节离合器的输出转矩和转速。励磁电流越大，输出转矩也越大；在负载转矩为定值时，转速也越高。

第七节　Y系列三相异步电动机使用与维护

一、概况

Y 系列为一般用途小型笼型式三相异步电动机，外壳防护等级为 IP44，冷却方式为 IC0141。

Y 系列电动机的结构及安装形式见表 7-45 及表 7-46。

Y 系列电动机在下列条件㊀下使用：

环境空气温度：随季节而变化，但不超过 40℃

海拔：不超过 1000m。

㊀ 对分口或特殊订货电动机，频率、电压、接法可不同于上述条件值。

PLC WORLD

频率：50Hz。

表 7-45　结构及安装形式(一)

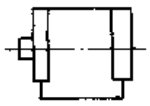
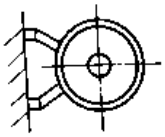
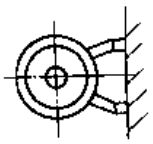
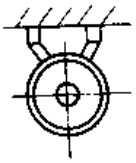
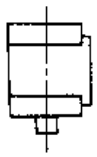
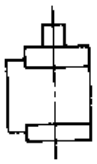
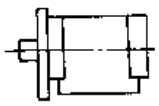
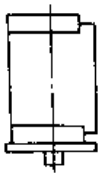
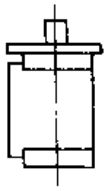
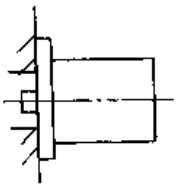
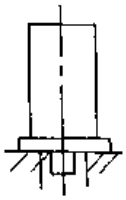
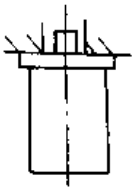
代　号	B_3	B_6	B_7	B_8	V_5	V_6
示意图						
制造范围(机座号)	80—280	80—160				

表 7-46　结构及安装形式(二)

代　号	B_{35}	V_{15}	V_{36}	B_5	V_1	V_3
示意图						
制造范围(机座号)	80—280	80—160		80—225	80—280	80—160

电压：380V。

接法：3kW 以下“Y”接法，4kW 及以上“△”接法。

工作方式：S1(连续)。

定子绕组温升限值(电阻法)：不超过 80K。

二、安装前的准备

1) 电动机开箱前应检查包装是否完整无损，有无受潮的迹象。

2) 电动机开箱后应小心，清除电动机上的尘土及防锈层。

3) 检查电动机的名牌数据是否符合要求。

4) 仔细检查电动机在运输过程中，有无变形或损坏。紧固件是否松动或脱落。试用手转动电动机是否灵活。

5) 用 500VMΩ 表测量绝缘电阻，其值不应低于 0.5MΩ，否则应对定子绕组进行干燥处理。干燥处理时的温度不允许超过 120℃。

三、电动机的安装

1) 电动机允许用联轴器、直齿圆柱齿轮及带轮传动，但对 4kW 以上的 2 极电动机和 30kW 以上的 4 极电动机不宜采用带传动。如选用小带轮，可扩大 V 带的传动范围。双轴伸电动机的风扇端，仅允许用联轴器传动。

2) 采用带传动时，电动机轴中心线与负载轴中心线平行且要求带中心线与轴中心线垂直；采用联轴器传动时，电动机轴中心线与负载轴中心线应重合。

3) 对立式安装的电动机，轴伸除带轮(或相当于普通带轮负荷)外不允许再带其它任何轴向负荷装置。

PLC WORLD

4）电动机的安装应保证其良好的通风冷却条件。

四、电动机的运转

1）电动机应妥善接地，接线盒内右下方有接地装置。必要时，亦可利用电动机的底脚或法兰盘紧固螺栓接地。

2）电动机的接线板上有6个接线柱，分别标有下列标志，见表7-47。

表7-47　标志

相　序	A	B	C
头	U_1	V_1	W_1
尾	U_2	V_2	W_2

3）按照名牌上规定的接法接成“△”或“Y”，见图7-22。

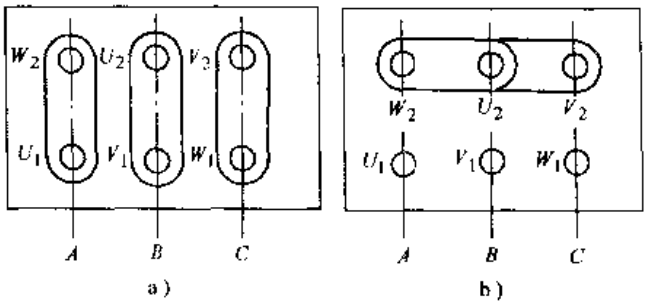


图7-22　电动机电源接法

a）△接法　b）Y接法

当电源相序 *ABC* 分别与接线柱标志、U_1、V_1、W_1 相对应时，电动机的转向，从主轴伸端视之为顺时针，更换电源相序，电动机的转向也就与原来的相反。

4）电动机允许满压起动或降压起动（用电抗器或Y-△起动器），但应注意，满压起动时有约5～7倍额定电流的起动电流；降压起动时，转矩与电压平方成正比。当电网容量不足时，宜降压起动；而当静负荷相当大时，只能满压起动。

5）电动机一般应有热保护与短路保护装置，并应根据电动机的名牌电流调整保护装置的整定值。

6）当电源的频率与名牌上的数值偏差超过1%或电压偏差超过5%时，电动机不能保证连续输出额定功率。连续工作的电动机，不允许过载。

7）电动机空载或负载运行不应有断续的或异常的声响或振动，轴承温度不应超过95℃。

五、电动机的维护、修理

1）使用环境应经常保持干燥，电动机表面应保持清洁，进风口不应受尘土、纤维等的阻碍。

2）当电动机的热保护及短路保护连续发生动作时，应查明故障来自电动机还是超负荷或保护装置整定值太低。排除故障后，方可投入运动。

3）应保证电动机在运行过程中良好的润滑。一般电动机运行5000h左右即应补充或更换润滑脂（封闭轴承在使用寿命期内不必更换润滑脂），运行中发现轴承过热或润滑脂变质时，应及时更换润滑脂。

更换润滑质时，应清除旧润滑脂，并用汽油洗净轴承及轴承盖的油槽，然后将ZL-3锂基润滑脂填充轴承内外圈之间空腔的1/2（对2极）或2/3（对4、6、8极）。

4）当轴承的寿命终了时，电动机运行时的振动及噪声将明显增大，检查轴承的径向游隙达到下列数值时，即应更换轴承，径向游隙见表7-48。

电动机的轴承规格见表7-49。

PLC WORLD

表 7-48 径向游隙 (mm)

轴承内径	20～30	35～50	55～80	85～120
极限磨损游隙	0.10	0.15	0.20	0.30

表 7-49 电动机轴承规格

机座号	极数	轴承规格		轴承尺寸/mm（内径×外径×宽度）
		主轴伸端	风扇端	
80	2.4	180204 Z_1	180204 Z_1	20×47×14
90	2.4.6	180205 Z_1	180205 Z_1	25×52×15
100	2.4.6	180206 Z_1	180206 Z_1	30×62×16
112	2.4.6	180306 Z_1	180306 Z_1	30×72×19
132	2.4.6	180308 Z_1	180308 Z_1	40×90×23
160	2	309 Z_1	309 Z_1	45×100×25
	4.6.8	2309		
180	2	311 Z_1	311 Z_1	55×120×29
	4.6.8	2311		
200	2	312 Z_1	312 Z_1	60×130×31
	4.6.8	2312		
225	2	313 Z_1	313 Z_1	65×140×33
	4.6.8	2313		
250	2	314 Z_1	314 Z_1	70×150×35
	4.6.8	2314		
280	2	314 Z_1		
	4.6.8	2317	317 Z_1	85×180×41

5）拆卸电动机时，从轴伸端或非轴伸端取出转子都可以。如果没有必要卸下风扇，还是从非轴伸端取出转子较为便利。从定子中抽出转子时，应防止损坏定子绕组或绝缘。

6）更换绕组时必须记下原绕组的形式、尺寸及匝数、线规等。当失落了这些数据时，应向制造厂索取。随意更改原设计绕组，常使电动机的某项或几项性能变坏，甚至根本无法使用。

六、电动机的贮存、运输

1）电动机贮存中应保持干燥，避免周围环境温度的急剧变化。

2）电动机贮存中不宜堆放太高，以免损坏下层电动机的包装。

3）贮存及运输中应防止电动机的倾倒或倒置。

PLC WORLD

第八章　风机的故障排除

第一节　故障的检查准备工作

一、安全保护措施

在检查风机和系统前应把风机停下。在检查期间，风机必须断电，所有切断开关和其它控制机构电源开关都要按在“停止”位置上。如果这些设备不在风机旁边，则应在其现场放上写有“不要起动”的显眼的标牌。

二、影响系统性能的原因

1）风机安装不良。

2）在搬运或运输中碰坏。

3）系统设计有问题。

4）系统损坏。

5）控制机构有毛病。

6）风机选择不当。

7）多种因素的综合影响。

三、系统检查表程序

1）当风机叶轮按贯性运动停止时，看看该叶轮运转方向是否正确(图 8-1 和图 8-2)。

2）要确保风机叶轮相对机壳的运转方向正确，并且不要装反了(图 8-1 和图 8-2)。

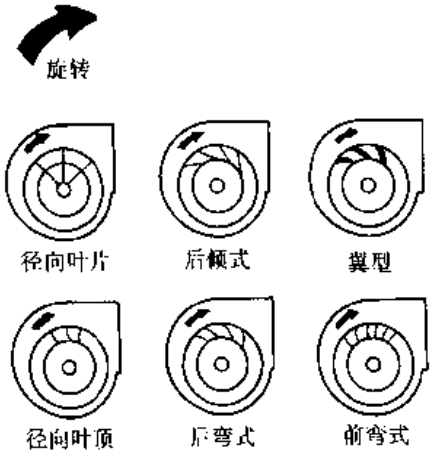


图 8-1　离心式风机叶轮形式

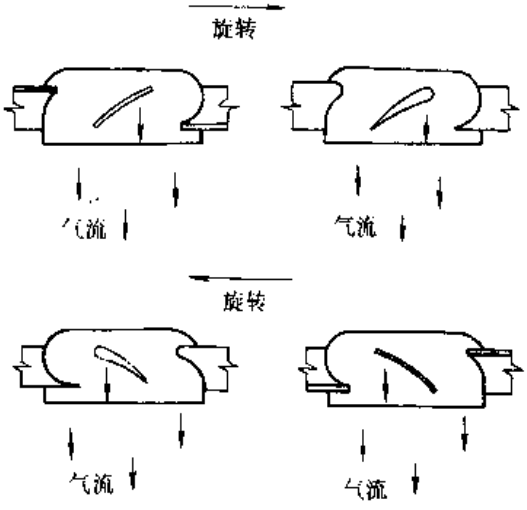


图 8-2　轴流式风机叶轮的旋转方向

3）对于带拖动的风机

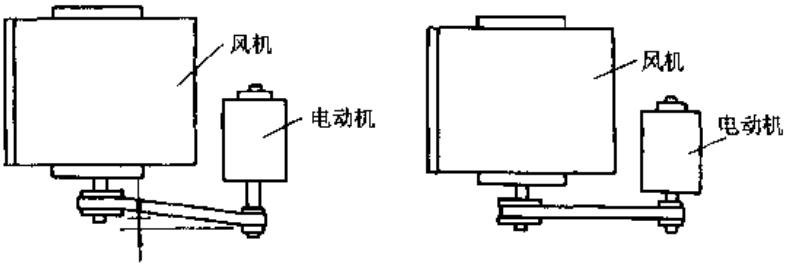
① 驱动轮和从动轮是否保持同轴？带轮的同轴不好会产生功率过大(电流值大)并使带轮发出尖叫声(图 8-3)。

② 带是否松动？带松动能产生滑动导致噪声，并使其速度降低造成带轮、轴承、轴和电动机发热。带应拉紧，在运转 48 个 h 后，将使驱动带变松应调整一下。带绷的过紧会降低风

PLC WORLD

机和电动机轴承的使用寿命。

③ 检查带、带轮是否已被磨损？如果磨损，要更换一套新的匹配的带。



a）带轮对中不好　　b）带轮正确对中

图 8-3　带轮的对中

4）检查气流表面（进风口、叶轮、叶片和机壳内之间的流道）的清洁度，气流表面如积存厚的灰尘，风机性能就会受到影响。

5）检查在叶轮叶片、轮缘或轮盘处，以及入口或机壳中是否有擦伤、破损、孔、水点腐蚀或锈蚀？若有，应及时处理。

6）是否有外来杂质，积存在叶轮、壳体或管网中（松散的绝缘纸片、冰块等）？如有应及时除掉。

7）盘管、加热器、过滤器、风筒等是否积满了很多灰尘？若有，应除净或更换。在弯管、挡风板、过渡管路、调节风门、防护网中除掉无关的气流障碍物。

8）与风进一起提供的全部部件是否已安装？

9）在风机进口处是否存在气流障碍物？

10）风机出口处的连接是否设计和安装得正确？风机出口障碍物或风筒舌头能对风机的排风量所产生的影响。

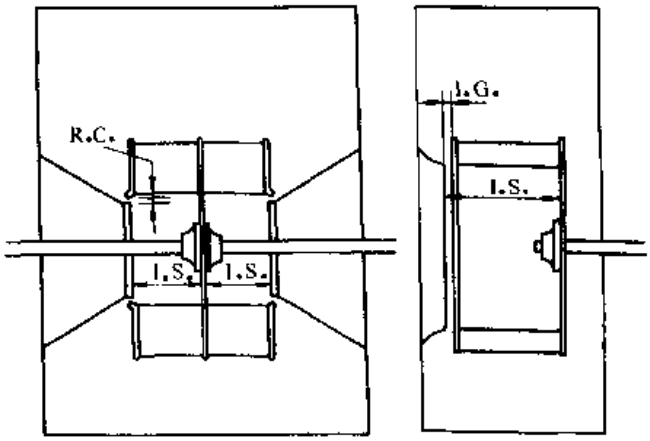


图 8-4　典型的风机进口与叶轮的相互关系

I.S—进口跨距　I.G—进口间隙　R.C—运行间隙

11）图8-4 为典型的风机进口与叶轮的相互关系。在图 8-4 中表示的几种简单测量，可知道在这个区域中是否存在问题。

12）在一台双吸入风机上，两个进口情况是否相同？气流在风机壳体中心线上应是均匀的，均匀的进口气流见图 8-5。气流不均匀会降低空气性能。带驱动机构、带护罩及电动机之间的距离，如果太近，会使风机进口处产生不均匀气流。

13）安装在弯管里的旋转叶片是否过于接近风机进口或出口处？

14）如果风机备有各种可调进口导叶，或进口调节门时，应检查下面的操作：

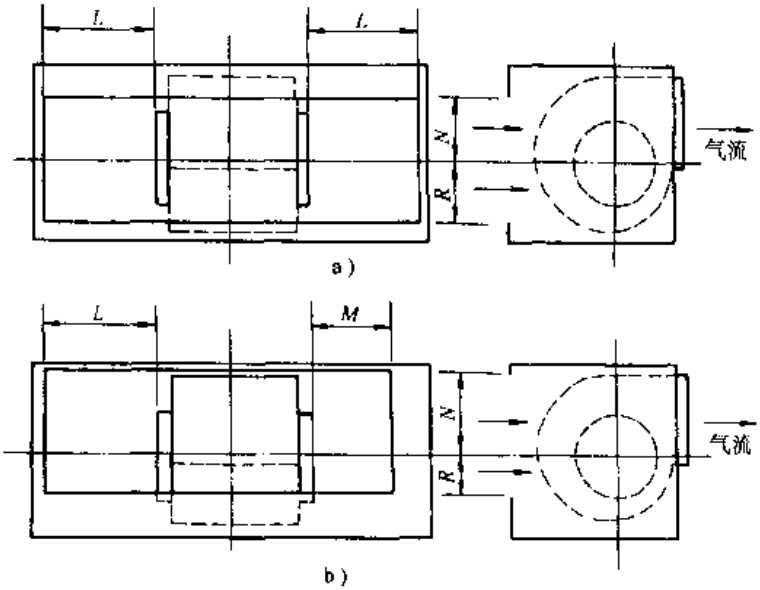


图 8-5　均匀的进口气流

a）正确　b）不正确　$L \neq M$　$N \neq R$

① 不要仅依赖操纵杆位置来确定导叶片风门的位置。

② 如果该装置备有各种进口导叶，或风门控制机构的双吸风机的话，那么进口导叶和风

PLC WORLD

门必须要同步操作。如果进口导叶风门不同步的话，那么就会在进口之间产生不平衡气流，引起空气性能不佳，使轴承上的推力不平衡或在风机里产生喘振现象。

③ 要确保各进口导叶相对叶轮的旋转方向正确。调节导叶时，应使进入的空气能与叶轮沿相同的方向旋转，而不要逆向旋转。

④ 进口导叶风门的安装位置是否正确？典型的调节特性曲线见图 8-6。

15）检查接近风机进口处的管网，或进气室是否有可能把空气涡流引入进口，典型的强制进口涡流情况见图 8-7。在完成上面几个系统检查步骤，并把风机紧固后，在切断开关和补偿系统上拿掉全部“停止”标志，并使该装置重新投入运行。

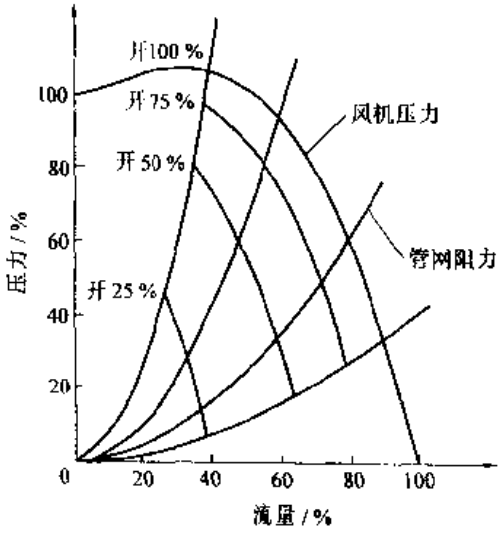


图 8-6　典型的调节特性曲线

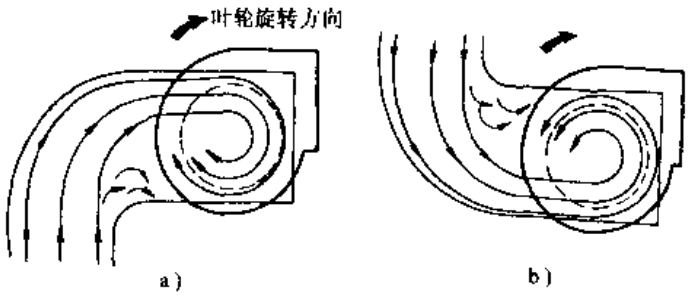


图 8-7　典型的强制进口涡流情况
a)预旋(空气涡流同叶轮旋转方向相同)
b)反向旋转(空气涡流同叶轮旋转方向相反)

16）检查整个系统，包括风机、风机进气室及所有管网的泄漏情况。可根据声音、烟、感觉、肥皂水等情况检查泄漏。常出现的泄漏部位有检修门、盘管、风筒接缝及风机出口处的连接等，对这些部位必须要密封好。

第二节　故障的表现形式、判定及其排除

一、故障的表现形式及其判定(表 8-1)

表 8-1　故障的表现形式及其判定

序号	故障的表现形式	故障的部位及其判定	序号	故障的表现形式	故障的部位及其判定
1	噪声过大	1. 叶轮碰到进风口	1	噪声过大	3. 驱动机构
		1）叶轮和进风口不同轴			1）带轮在轴上没固定住(电动机、风机)
		2）进风口损坏			2）带碰到带罩
		3）叶轮弯曲或损坏			3）带太松，运行 48h 后应再调整带
		4）轴与轴承松动			4）带太紧
		5）叶轮在轴上松动			5）带型不对
		6）轴承在轴承支架上松动			6）带轮不同轴
		2. 叶轮碰到蜗舌			7）带磨损
		1）蜗舌在机体上没固定			8）电动机、电动机底座或风机没有固定牢
		2）蜗舌损坏			9）带油过脏、过多
		3）蜗舌定位不好			

PLC WORLD

（续）

序号	故障的表现形式	故障的部位及其判定
1	噪声过大	10）驱动机构选择的不合适 11）联轴器不平衡、不同轴、松动或需润滑 4. 轴承 1）轴承有缺陷 2）轴承需要润滑 3）轴承架松动，双列轴承架互撞 4）轴承在轴上松动 5）密封没调好 6）轴承里有外来杂质 7）轴承磨损 8）滚动轴承内底圈和轴之间磨损腐蚀 5. 轴密封尖叫 1）需要润滑 2）密封间隙没调好 6. 叶轮 1）叶轮在轴上松动 2）叶轮有缺陷 3）叶轮不平衡 4）涂漆脱落 5）由于磨料和腐蚀性材料通过了通道而造成的磨损 7. 机壳 1）机壳中有外来的杂质 2）蜗舌或其它部件松动(在操作中有咔嗒声) 8. 电器方面 1)引入电缆没固定好 2)电动机或继电器中有电流声 3)启动继电器发出咔咔声 4)电动机轴承有噪声 5)三相电动机缺相运转 9. 轴 1)轴发生变形 2)在轴上的两个或两个以上轴承不同轴 10. 气流速度过高 1)使用的管网太小 2)风机选择的太小 3)使用的调节门和格栅太小 4)使用的加热和冷却盘管表面积不够 11. 高速气流阻碍会产生咔嗒声或纯音响 1)调节风门 2)节流门 3)格栅 4)管道转弯太突然 5)管网突然膨胀 6)管网突然收缩 7)导叶
1	噪声过大	12. 脉冲或喘振 1)风机在非有效经济区运行 2)使用的风机太大 3)管路与风机振动频率相同 13. 穿过裂口、孔或通过障碍的气体速度 1)管网泄漏 2)盘管上有翅片 3)调节门或格栅 14. 咔嗒声或隆隆声 1)管网振动 2)进气箱部件振动 3)振动部件没有和厂房隔开
2	气体流量不够	1. 风机 1)前弯式叶轮安成后弯式 2)风机反向转动 3)叶轮与进口圈不同轴 4)蜗舌没装好 5)风机速度太低 6)叶轮直径太小 2. 管网系统 1)系统阻力过大 2)风门关闭了 3)调节门关闭 4)进气管泄漏 5)保温风筒衬松动 3. 过滤器　有灰尘或被堵塞 4. 盘管　有灰尘或被堵塞 5. 气体循环短路　分隔风机出口(压力区)和进口(吸入区)隔板上的气室泄漏，造成气流短路 6. 风机出口处无直风筒　通常在管网系统中使用的风机是在风机出口处用一段直风筒试验。如在风机出口处无直风筒，就会降低性能。如在风机出口处不能安装一段直风筒，那么提高风机的转速就可克服这个压力损失 7. 风机进口阻力过大　弯管、箱壁或其它障碍物阻碍了空气流动，进口阻碍物使系统受限制 8. 高速空气流的障碍 1）风机出口处附近有障碍 2）风机出口处附近有突然转弯的弯管 3）转向叶片设计的不好 4）在空气速度高的部分系统中有突出物，风门或其它障碍物
3	气体流量太大	1. 系统 1）管网尺寸大 2）检修门打开

PLC WORLD

（续）

序号	故障的表现形式	故障的部位及其判定
3	气体流量太大	3）没安装调节门或格栅 4）调节风门放到旁通管路 5）过滤器没就位 2. 风机 1）后倾叶轮装反(功率变大) 2）风机转速太快
4	风机静压超限	任意测量点的动压都是空气及气体速度与其密度的函数 该系统某个测量点的静压都是系统设计(气流阻力)，空气密度和流经该系统的风量的函数 在一个“松的”或过大系统中所测量的静压会小于同样流量在“紧的”或超小系统中所测量的静压。在多数系统中，压力测量可以表示出该装置是如何运行的。这些测量都是气流的测定结果，因此可用来给系统特性下定义 1. 系统、风机及其测量结果　如风机装置的进口和出口工况和试验室的进口和出口工况不一致的话，现场静压测量很少与试验室静压测量相一致。因此必须考虑系统效应 2. 系统中风机静压低流量偏高　系统所具有的气流阻力比预期的小，这是常见的以降低风机转速来获得理想的流量，这就会减少功率消耗 3. 气体密度　在海拔高或气体温度高时压力就变小 4. 风机 1）后倾叶轮装反了。功率就会升高 2）风机转速过高
4	风机静压超限	5. 系统静压低　风机进口或出口条件和试验时的不一样 6. 系统静压高 1)系统中有障碍物 2)过滤器太脏 3)盘管有灰尘 4)系统阻力过大
5	功率超限	1. 风机 1)后倾叶轮装反了 2)风机转速过高 2. 系统 1)管网过大，阻力偏小 2)过滤器遗漏了 3)检修门没关 3. 气体密度　根据轻气体(高温的)计算需要的功率值，但实际气体是重的(冷态开车) 4. 风机的选择　风机没有在高效率额定点上运行。风机尺寸或型号可能不是最好的
6	风机不能运行	机械、电器故障 1）熔断器烧断了 2）带断了 3）带轮松了 4）断电 5）叶轮碰到了蜗壳 6）电压不对 7）电动机功率太小，且超载保护器已切断电源

二、故障排除

离心式通风机、轴流式通风机、离心式鼓风机和压缩机的性能故障、机械故障、机械振动、润滑系统故障和轴承故障等产生的原因和消除方法见表 8-2～表 8-4。

表 8-2　性能故障分析及其消除方法

序号	故障名称	产生故障的原因	消除方法
1	压力过高，排出流量减小	1. 气体成分改变，气体温度过低，或气体所含固体杂质增加，使气体的密度增大 2. 出气管道和阀门被尘土、烟灰和杂物堵塞 3. 进气管道、阀门或网罩被尘土、烟灰和杂物堵塞 4. 出气管道破裂，或其管法兰密封不严密 5. 密封圈磨损过大，叶轮的叶片磨损	1. 测定气体密度，消除密度增大的原因 2. 开大出气阀门，或进行清扫 3. 开大进气阀门，或进行清扫 4. 焊接裂口，或更换管法兰垫片 5. 更换密封圈、叶片或叶轮
2	压力过低，排出流量过大	1. 气体成分改变，气体温度过高，或气体所含固体杂质减少，使气体的密度减小 2. 进气管道破裂，或其管法兰密封不严密	1. 测定气体密度，消除密度减小的原因 2. 焊接裂纹，或更换管法兰垫片

PLC WORLD

（续）

序号	故障名称	产生故障的原因	消除方法
3	通风系统调节失灵	1. 压力表失灵，阀门失灵或卡住，以致不能根据需要对流量和压力进行调节 2. 由于需要流量减小，管道堵塞，流量急剧减小或停止，使风机在不稳定区（飞动区）工作，产生逆流反击风机转子的现象	1. 修理或更换压力表，修复阀门 2. 如系需要流量减小，应打开旁路阀门，或减低转速，如系管道堵塞应进行清扫
4	风机压力降低	1. 管道阻力曲线改变，阻力增大，通风机工作点改变 2. 通风机制造质量不良，或通风机严重磨损 3. 通风机转速降低 4. 通风机在不稳定区工作	1. 调整管道阻力曲线，减小阻力，改变通风机工作点 2. 检修通风机 3. 提高通风机转速 4. 调整通风机工作区
5	噪声大	1. 无隔音设施 2. 管道、调节阀安装松动	1. 加设隔音设施 2. 紧固安装

表 8-3 机械故障分析及其消除方法

1	叶轮损坏或变形	1. 叶片表面或钉头腐蚀或磨损 2. 铆钉和叶片松动 3. 叶轮变形后歪斜过大，使叶轮径向跳动或端面跳动过大	1. 如系个别损坏，应更换个别零件如损坏过半，应更换叶轮 2. 用小冲子紧住，如仍无效，则需更换铆钉 3. 卸下叶轮后，用铁锤矫正，或将叶轮平放，压轮盘某侧边缘
2	机壳过热	在阀门关闭的情况下，风机运转时间过长	停车，待冷却后再开车
3	密封圈磨损或损坏	1. 密封圈与轴套不同轴，在正常运转中被磨损 2. 机壳变形，使密封圈一侧磨损 3. 转子振动过大，其径向振幅之半大于密封径向间隙 4. 密封齿内进入硬质杂物，如金属、焊渣等 5. 推力轴衬溶化，使密封圈与密封齿接触而磨损	先清除外部影响因素，然后更换密封圈，重新调整和找正密封圈的位置
4	带滑下或带跳动	1）两带轮位置没有找正，彼此不在同一条中心线上 2）两带轮距离较近或带过长	1）重新找正带轮 2）调整带的松紧度，其方法，或者调整两带轮的间距，或更换适合的带

表 8-4 机械振动分析及其消除方法

序号	原因	特征	振动的因素分析	消除方法
1	转子静不平衡与动不平衡	风机和电动机发生同样一致的振动，振动频率与转速相符合	1. 轴与密封圈发生强烈的摩擦，产生局部高热，使轴弯曲 2. 叶片质量不对称，或一侧部分叶片被腐蚀或磨损严重 3. 叶片附有不均匀的附着物，如铁锈、积灰或焦油等 4. 平衡块质量与位置不对，或位置移动，或检修后未找平衡 5. 风机在不稳定区（即飞动区）的工况下运转，或负荷急剧变化 6. 双吸风机的两侧进气量不等（由于管道堵塞或两侧进气口挡板调整不当）	1. 应换新轴，并须同时修复密封圈 2. 更换坏的叶片，或调换新的叶轮，并找平衡 3. 清扫和擦净叶片上的附着物 4. 重找平衡，并将平衡块固定牢固 5. 开大闸阀或旁路阀门，进行工况的调节 6. 清扫进气管道灰尘，并调整挡板使两侧进气口负压相等

PLC WORLD

（续）

序号	原　因	特　征	振动的因素分析	消　除　方　法
2	轴安装不良	振动为不定性的，空转时轻，满载时大（可用减低转速方法查出）	1. 联轴器安装不正，风机轴和电动机轴中心未对正，基础下降 2. 带轮安装不正，两带轮轴不平行 3. 减速机轴与风机轴和电动机轴在找正时，未考虑运转时位移的补偿量，或虽考虑但不符合要求	1. 进行调整，重新找正 2. 进行调整，重新找正 3. 进行调整，留出适当的位移补偿余量
3	转子固定部分松弛，或活动部分间隙过大	发生局部振动现象，主要在轴承箱等活动部分，机体振动不明显，与转数无关，偶有尖锐的破击声或杂音	1. 轴衬或轴颈被磨损造成油间隙过大，轴衬与轴承箱之间的紧力过小或有间隙而松动 2. 转子的叶轮，联轴器或带轮与轴松动 3. 联轴器的螺栓松动，滚动轴承的固定圆螺母松动	1. 焊补轴衬合金，调整垫片，或刮研轴承箱中分面 2. 修理轴和叶轮，重新配键 3. 拧紧螺母
4	基础或机座的刚度不够或不牢固	产生邻近机房的共振现象，电动机和风机整体振动，而且在各种负荷情形时都一样	1. 机房基础的灌浆不良，地脚螺母松动，垫片松动，机座连接不牢固，联接螺母松动 2. 基础或基座的刚性不够，促使转子的不平衡度引起强烈的共振 3. 管道未留膨胀余地，与风机连接处的管道未加支持或安装和固定不良	1. 查明原因后，施以适当的修补和加固，拧紧螺母，填充间隙 2. 进行调整和修理，加装支撑装置
5	风机内部有摩擦现象	发生振动不规则，且集中在某一部分。噪声和转数相符合，在起动和停车时，可以听见风机内金属刮碰声	1. 叶轮歪斜与机壳内壁相碰，或机壳刚度不够，左右晃动 2. 叶轮歪斜与进气口圈相碰 3. 推力轴衬歪斜、不平或磨损 4. 密封圈与密封齿相碰	1. 修理叶轮和推力轴衬 2. 修理叶轮和进气口圈 3. 修补推力轴衬 4. 更换密封圈，调整密封圈与密封齿间隙

第三节　常用备件及选用件

一、常用备件

无论是预防性维修还是损坏后维修，都必须事先准备好足够的备件，以保证维修工作顺利进行，使机组尽快地投入生产运行。为了使用户在制定备件计划时有个参考依据，在表 8-5 中给出了通风机、鼓风机、压缩机常用备件明细表，制造厂的备件生产是按合同安排的，并且需要一定的周期。因此，用户应根据现场实际情况预先签订备件合同。

表 8-5　通风机、鼓风机、压缩机常用备件明细表

序　号	备　件　名　称	数量/台	级　别	备　注
1	风机径向轴承(或瓦块)	2 套	A	A 为必须有的备件
2	风机推力轴承(或瓦块)	1 套	A	
3	增速器轴承	4 套	A	
4	电动机轴承	2 套	A	
5	轴承用温度计	各 2 套	A	
6	推力轴承浮动油封和弹簧	2 套	A	
7	梳齿型密封	1 台套	A	

PLC WORLD

（续）

序　号	备　　件　　名　　称	数量/台	级　别	备　　注
8	浮环油膜密封	2套	A	
9	轴承箱油封	1台套	A	
10	弹性联轴器销(带橡胶圈)	1套	A	
11	刚性联轴器拉伸螺栓螺母	1套	A	
12	十字滑块	1件	A	
13	伺服马达的密封圈	2套	A	
14	伺服马达油缸活塞环	4套	A	
15	调节缸支承中的DU板和DU套	1台套	A	
16	可调静叶片用的“O”型密封圈	1台套	A	
17	静叶气缸排气端用密封管	1套	A	
18	伺服马达用电流伺服阀(莫克阀)	2套	A	
19	可调静叶用石墨轴承	1台套	B	B为最好有的备件
20	伺服马达用移位传感器	1套	B	
21	齿式主油泵	1套	B	
22	齿式联轴器	1套	B	
23	增速器齿轮对	1对	B	
24	过滤器网片	1台套	B	
25	静叶片传动用曲柄滑块	1台套	B	
26	整套备用转子(或动叶片)	1套	B	
27	整套静叶承缸(或静叶片)	1套	C	C为尽可能有的备件
28	刚性联轴器的中间轴	1件	C	
29	冷油器(或冷油器芯子)	1套	C	
30	气体冷却器(或冷却器芯子)	1套	C	

二、常用选用件

1. 联轴器　风机常用的联轴器是参照弹性套柱销联轴器(GB4323—84)，结合风机产品的具体情况制定的，选择了其中的TL4～TL3共计10个型号。它适用于*D*、*F*式传动的风机。

(1) 选用说明

1) 在能满足传递转矩和轴孔直径的条件下，尽量选用较小型号的联轴器，并注意不要超过许用的最大转速。

2) 联轴器型号的表示方法可按GB4323—84规定表示。

例(8-1)　TL4型弹性套柱销联轴器

主动端，轴孔直径　$d=20$mm，$L=52$mm

从动端，轴孔直径　$d=25$mm，$L=62$mm

可表示为：TL4联轴器　$\dfrac{20\times52}{25\times62}$

另一种表示方法以其最大外圆直径*D*表示，具体选用时，应同时给出半联轴器Ⅰ的轴孔直径dⅠ和半联轴器Ⅱ的轴孔直径dⅡ。

例(8-2)　TL4型弹性套柱销联轴器，最大外径$D=106$mm，半联轴器Ⅰ的轴孔dⅠ$=25$mm，半联轴器Ⅱ的轴孔dⅡ$=30$mm时，其表示方法为

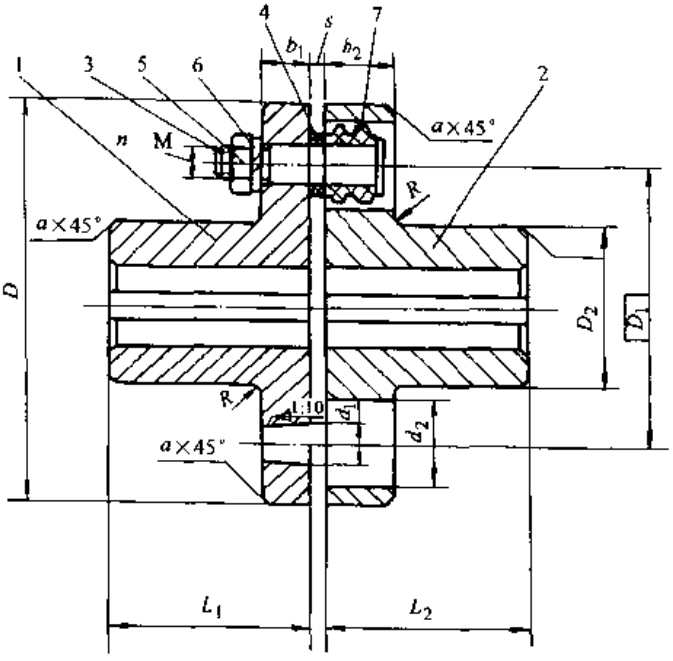


图8-8　联轴器外形图

1、2—半联轴器　3—柱销　4—挡圈　5—螺母　6—垫圈　7—弹性套

PLC WORLD

联轴器　106－25×30

若两个半联轴器的轴孔相等，例如：$d_{\text{Ⅰ}}=d_{\text{Ⅱ}}=30$mm，其表示方法为

联轴器　106－30

(2) 联轴器外形　见图 8-8，有关数据见表 8-6～表 8-9。

表 8-6　联轴器零件明细表

序号	代号	名称	联轴器型号 TL4 规格	TL4 数量	TL5 规格	TL5 数量	TL6 规格	TL6 数量	TL7 规格	TL7 数量	TL8 规格	TL8 数量	TL9 规格	TL9 数量
1		半联轴器Ⅰ	106×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	130×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	160×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	190×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	224×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	250×$d_{\text{Ⅰ}}$	1
2		半联轴器Ⅱ	106×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	130×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	160×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	190×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	224×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	250×$d_{\text{Ⅱ}}$	1
3		柱销	10	6	14	6	14	8	14	10	18	10	18	12
4		挡圈	10	6	14	6	14	8	14	10	18	10	18	12
5	GB6170—86	螺母	M8	6	M10	6	M10	8	M10	10	M12	10	M12	12
6	GB96—85	垫圈	8	6	10	6	10	8	10	10	12	10	12	12
7		弹性套		6		6		8		10		10		12

序号	代号	名称	联轴器型号 TL10 规格	TL10 数量	TL11 规格	TL11 数量	TL12 规格	TL12 数量	TL13 规格	TL13 数量	材料	备注
1		半联轴器Ⅰ	315×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	400×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	475×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	600×$d_{\text{Ⅰ}}$	1	HT200	也可选 ZG310—570
2		半联轴器Ⅱ	315×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	400×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	475×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	600×$d_{\text{Ⅱ}}$	1	HT200	
3		柱销	24	12	30	12	38	12	45	12	35	
4		挡圈	24	12	30	12	38	12	45	12	Q235-A·F	
5	GB6170—86	螺母	M16	12	M24	12	M30	12	M36	12	Q235-A·F	
6	GB96—85	垫圈	16	12	24	12	30	12	36	12	65Mn	
7		弹性套		12		12		12		12	橡胶	也可用合成胶或天然胶见 GB4323—84

表 8-7　联轴器基本尺寸表　(mm)

型号	D	D_1	D_2	d_1(H9)	d_2(H9)	b_1	b_2	n	M	a	R	s
TL4	106	76	50	10	20	15	19	6	8	1.5	1.5	4
TL5	130	90	60	14	27	17	32		10	2	1.5	5
TL6	160	112	78					8			3	
TL7	190	140	100					10			5	
TL8	224	170	120	18	36	19	42		12			6
TL9	250	190	140					12			6	
TL10	315	240	180	24	46	22	50		16	3		8
TL11	400	300	220	30	58	30	62		24			10
TL12	475	375	220	38	73	38	82		30		8	12
TL13	600	450	280	45	87	44	110		36		10	14

PLC WORLD

表 8-8 联轴器的毂长与轴孔直径范围表 (mm)

轴孔直径	半联轴器的毂长		联轴器型号																			
			TL4		TL5		TL6		TL7		TL8		TL9		TL10		TL11		TL12		TL13	
			半联轴器的轴孔直径范围																			
d	L_1	L_2	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ	d Ⅰ	d Ⅱ
18	42	42																				
19	42	42																				
20	52	52																				
22	52	52																				
24	52	52																				
25	62	62																				
28	62	62																				
30	62	62																				
32	82	82																				
35	82	82					选															
38	82	82																				
40	112	112																				
42	112	112																				
45	112	112								用												
48	112	112																				
50	112	112																				
55	112	112																				
60	142	142																				
65	142	142												范								
70	142	142																				
75	142	142																				
80	175	175																				
85	175	175																				
90	175	175															围					
95	175	175																				
100	215	215																				
105	215	215																				
110	215	215																				
115	215	215																				
120	215	215																				
130	255	255																				
140	255	255																				
150	305	305																				
160	305	305																				

PLC WORLD

表 8-9　联轴器传递最大转矩、转速与功率对照表

联轴器型号	公称转矩/N·m	许用转速/(r/min)	功率/kW 电动机同步转速/(r/min)					轴孔直径/mm	
			3000	1500	1000	750	600	最小	最大
TL4	63	5400	16.5	8.3	5.5	4.1	3.3	18	32
TL5	125	4400	32.7	16.4	11	8.2	6.5	25	40
TL6	250	3580	65.4	34	21.8	16.4	13	25	50
TL7	500	3000	130	65.5	43.6	32.7	26.2	32	60
TL8	710	2560 (2900)	(185)	93	62	46.5	37.2	32	75
TL9	1000	2300	—	131	87.3	65.5	52.4	42	85
TL10	2000	1800	—	262	174.5	131	105	60	105
TL11	4000	1430	—	523.5	349	262	210	80	130
TL12	8000	1200 (1450)	—	(1047)	698	523.5	418.8	80	130
TL13	16000	950	—	—	1396	1047	837.6	100	160

注：括号内的数字尽量不采用。

2. 底脚垫板　对于用联轴器传动的风机，在其选用电动机的四个底脚孔下有时设置四个底脚垫板，放置底脚垫板的位置须有预留的方孔，待风机轴与电动机轴找正后再二次灌浆。

如果在风机性能表中有底脚垫板的代号，则说明风机生产厂除产品和电动机外，还随机带有底脚垫板。本书是按沈阳鼓风机厂的资料给出的。

图 8-9 是底脚垫板和预留方孔的外形图，表 8-10 给出了各不同代号底脚垫板和预留方孔的具体尺寸。

3. V 带与带轮　对小型风机和非关键场所使用的风机，经常采用 V 带和带轮传动(B、C、E)，这是因为此种传动方式较之联轴器传动(D、F)虽然容易发生故障，但它的最大优点，是能很容易变换通风机的转速，达到改变风机性能参数的目的，因而仍被广泛采用。

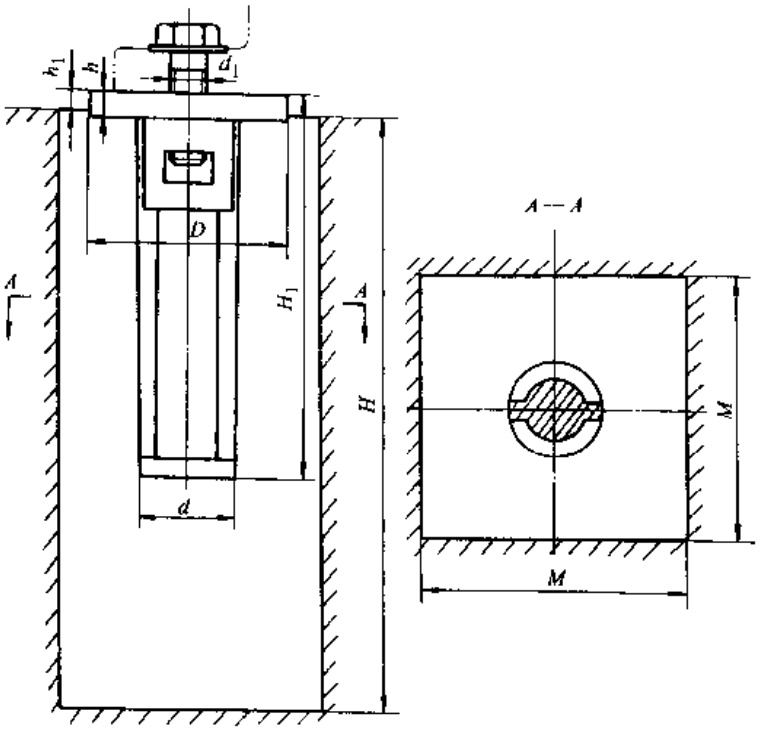


图 8-9　底脚垫板外形图

下面分别对 V 带、带轮以及计算选用方面做一简单介绍。

(1) V带的规格　V 带的截面形状见图 8-10，截面尺寸见表 8-11，V 带长度见表 8-12。

PLC WORLD

表 8-10　底脚垫板尺寸表　(mm)

代　号	D	d	d_1	H_1	h	h_1	H	M
3912-001	φ56	φ36	M10	125	8	8	200	90
3912-002	φ72	φ40	M12	150	10	8	220	110
3912-003	φ85	φ45	M16	180	12	10	250	120
3912-004	φ95	φ50	M16	200	14	10	270	140
3912-005	φ110	φ55	M20	220	16	10	300	160
3912-006	φ125	φ65	M24	250	18	15	330	170
3912-007	φ135	φ70	M24	280	20	15	360	190
3912-008	φ145	φ75	M20	320	24	15	400	200
3912-009	φ155	φ80	M27	350	26	15	440	220
3912-010	φ165	φ85	M27	380	26	15	480	230
3912-011	φ175	φ90	M36	420	28	15	520	240
3912-012	φ185	φ95	M36	450	30	20	550	250

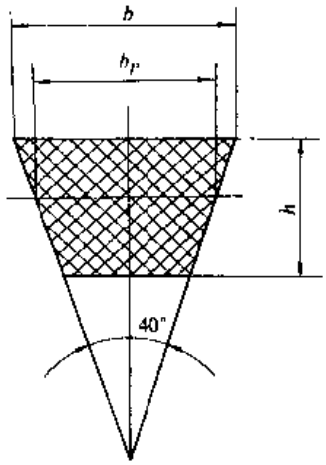


图 8-10　V 带截面图

表 8-11　V 带的截面尺寸(GB1171—74)

名　称			型别						
			O	A	B	C	D	E	F
截面尺寸	b	/mm	10	13	17	22	32	38	50
	b_p		8.5	11	14	19	27	32	42
	h		6	8	10.5	13.5	19	23.5	30
截面积 A/cm^2			0.47	0.81	1.38	2.30	4.76	6.92	11.70
重量 W/(kg/m)			0.06	0.10	0.17	0.30	0.62	0.90	1.52

注：1. V 带分为帘布结构和线绳结构两种。目前国内生产的线绳结构 V 带仅有 O、A、B、C 四种。

2. 表中 b_p、A 和 W 值标准中未规定，供设计计算时参考。

表 8-12　V 带长度系列　(mm)

周　长　度	型别						
	O	A	B	C	D	E	F
L_1	节　线　长　度　L_p						
450	475						
500	525						
560	585	593					
630	655	663	670				
710	735	743	750				
800	825	833	840				
900	925	933	940				
1000	1025	1033	1040				
1120	1145	1153	1160				
1250	1275	1283	1290	1309			
1400	1425	1433	1440	1459			
1600	1625	1633	1640	1659			
1800	1825	1833	1840	1859			
2000	2025	2033	2040	2059			
2240		2273	2280	2299			
2500		2533	2540	2559			
2800		2833	2840	2859			
3150		3183	3190	3209	3226		

（续）

周长度 L_1	型别 O	A	B	C	D	E	F
	节线长度 L_p						
3550		3583	3590	3609	3626		
4000		4033	4040	4059	4076		
4500			4540	4559	4576	4596	
5000			5040	5059	5076	5096	
5600			5640	5659	5676	5696	
6300				6359	6376	6396	6419
7100				7159	7176	7196	7219
8000				8059	8076	8096	8119
9000				9059	9076	9096	9119
10000					10076	10096	10119
11200					11276	11296	11319
12500						12596	12019
14000						14096	14119
16000						16096	16119

注：1. 内周长度 L_1 系列按 GB1171—74。

2. 节线长度 L_p 系通过截面形心的周长。

3. 标记示例：V带（帘布或线绳）A—1000　三根 GB1171—74。
　　型别　内周长度

（2）V带带轮　带轮应满足以下要求：质量轻、质量分布均匀、消除制造中产生的内应力，在 $v>5m/s$ 时，应进行静平衡校正。

风机使用带轮的材料为 HT200。

带轮轮槽的截面形状见图 8-11，轮槽尺寸见表 8-13，带轮结构图例见图 8-12，V带选型参考图见图 8-13，结构形式和辐板厚度见表 8-14。

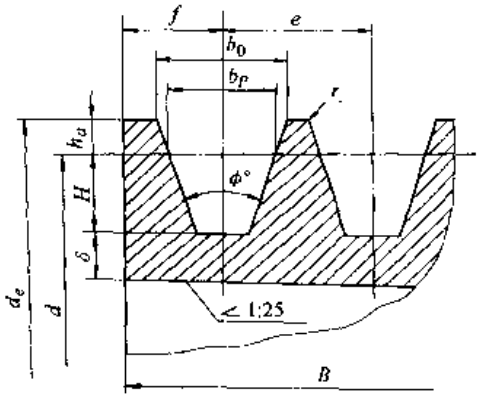


图 8-11　带轮轮槽截面图

对图 8-12 的说明如下：

1）轮槽尺寸见图 8-11 和表 8-13。

2）带轮结构形式和辐板厚度 S 见表 8-14。

3）尺寸 $D_1\approx(1.8\sim2)D$

表 8-13　带轮轮槽尺寸　（mm）

槽型截面	型别 O	A	B	C	D	E	F
b_p	8.5	11	14	19	27	32	42
H_{min}	10	12.5	16	21	28.5	34	43
h_a	2.5	3.5	5	6	8.5	10	12.5
e	12	16	20	26	37.5	44.5	58
f	8	10	12.5	17	24	29	38
δ	5.5	6	7.5	10	12	16	18
r	0.2～0.5						
B	$B=(Z-1)e+2f$　　Z—轮槽数						
d_e	$d_e=d+2h_a$						

（续）

槽型截面			型别						
			O	A	B	C	D	E	F
φ_0	34°	d	63～80	90～112	125～180				
		b_0	10.0	13.1	17.1				
	36°	d				200～280	315～475	500～600	
		b_0				22.9	32.5	38.5	
	38°	d	≥90	≥125	≥200	≥300	≥500	≥630	≥800
		b_0	10.2	13.4	17.4	23.1	32.9	38.9	50.6

注：1. 尺寸 b_0 的偏差按 h12。

2. 槽角 φ_0 的偏差对 O、A、B 型为 ±1°，C、D、E、F 型为 ±30′。

3. 轮槽工作表面粗糙度 R_a1.6μm（d > 300mm）或 R_a1.6μm（d ≤ 300mm）。

4. 对于活络 V 带为使螺钉头不与槽底相碰，H 应适当加大。

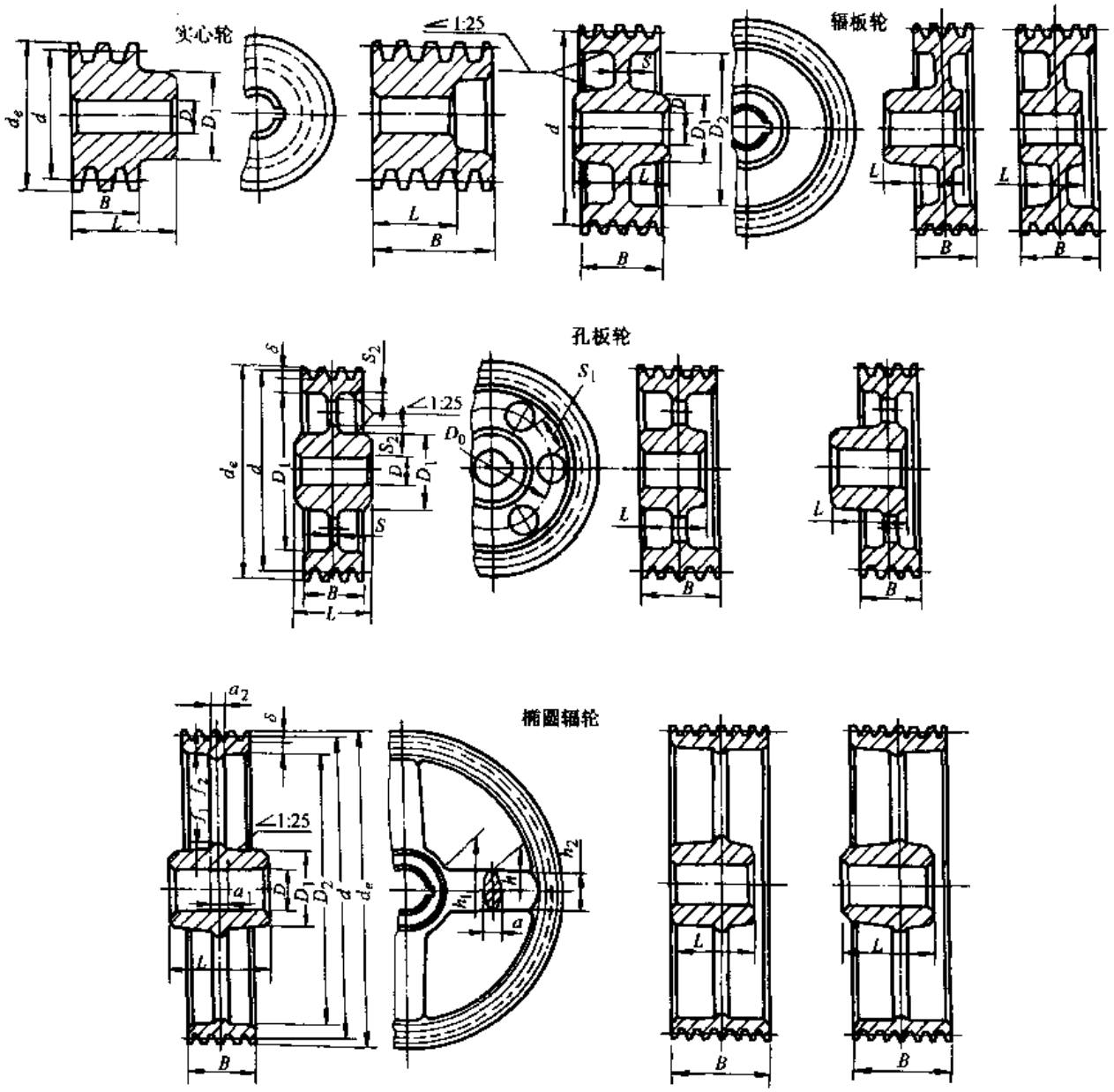
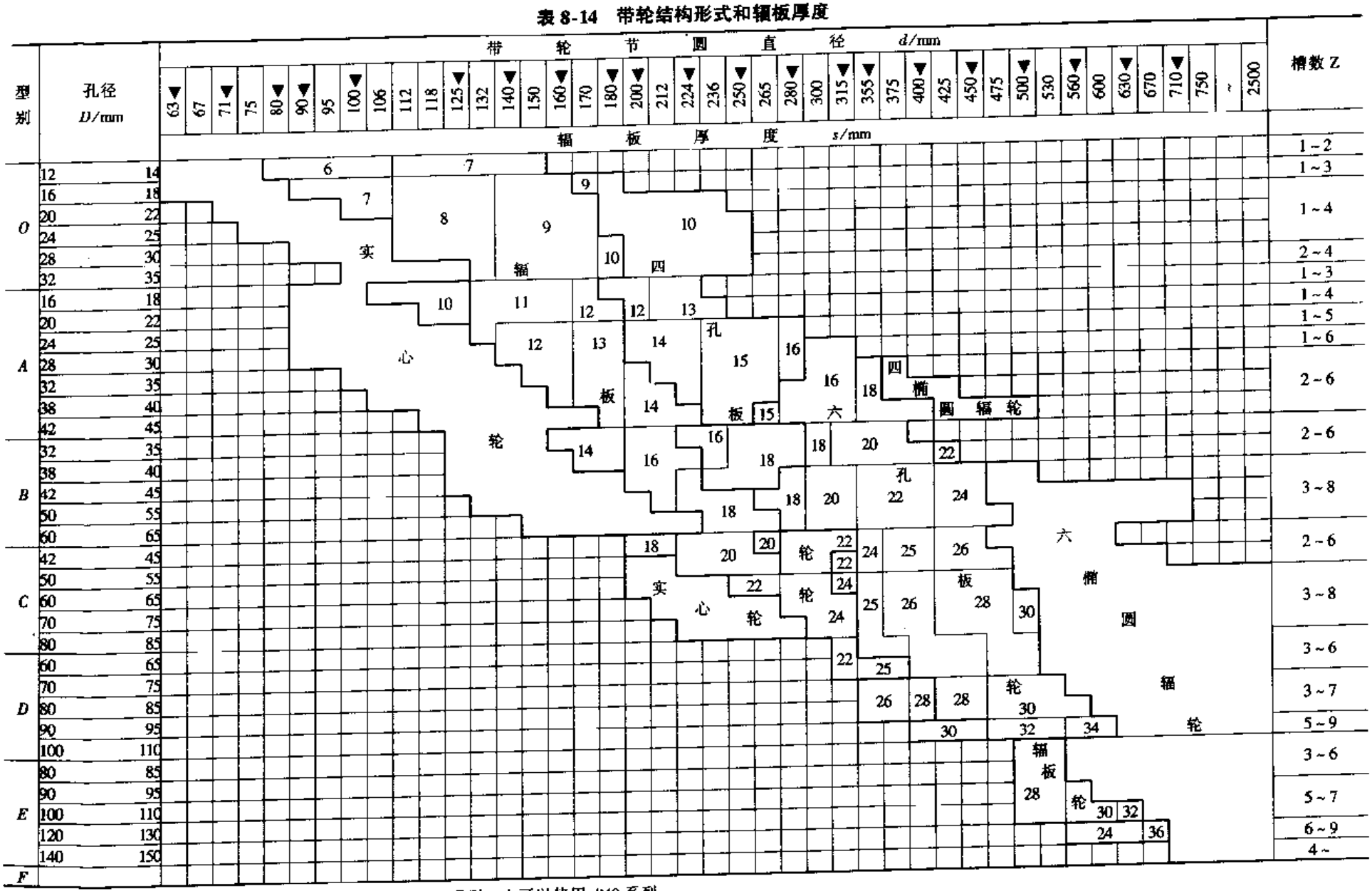


图 8-12　带轮结构图例

表 8-14 带轮结构形式和辐板厚度



注：有▼者，优先使用。$d > 750mm$ 者，优先使用 $R20$ 系列，也可以使用 $R40$ 系列。

PLC WORLD

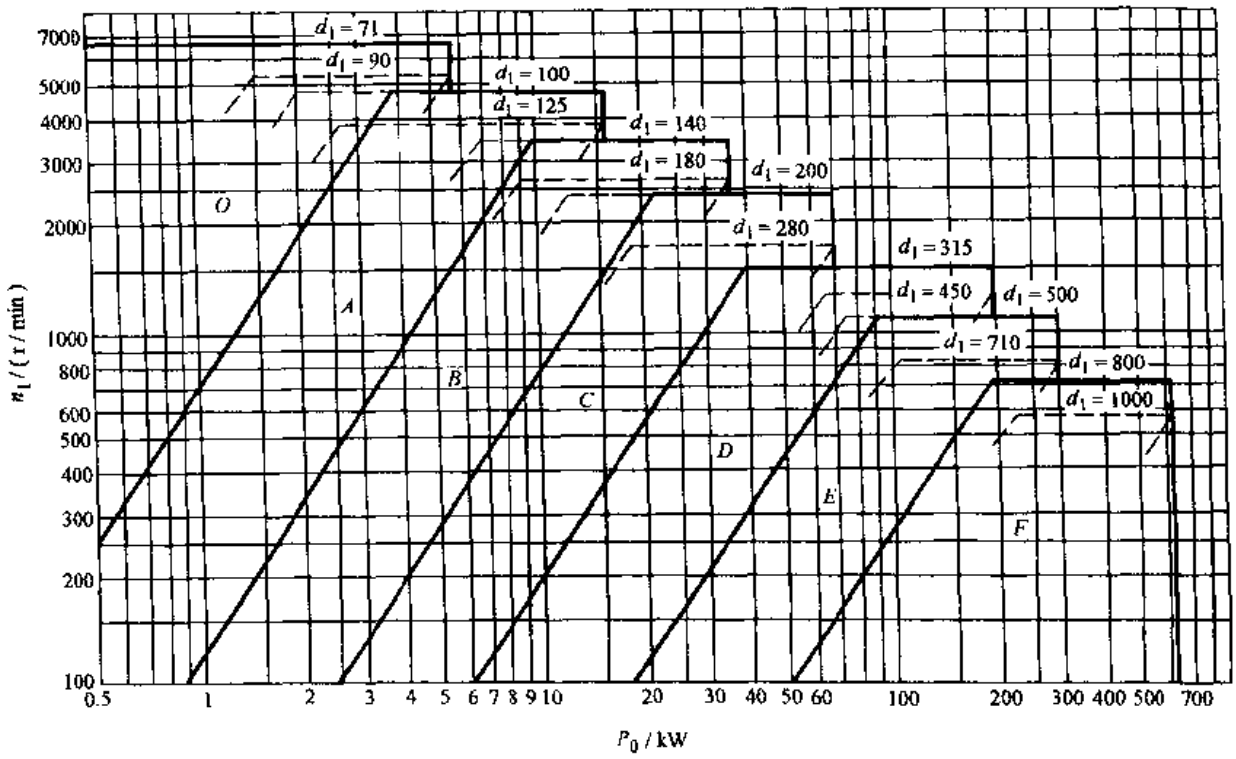


图 8-13　V带选型参考图

4）尺寸 $L\approx(1.5\sim2)D$，或参照电动机轴长或风机轴长的规定

5）尺寸　　$D_2=de-Z(H+\delta)$

尺寸　　$D_0=(D_1+D_2)/2$

6）尺寸 $S_1\geqslant1.5S$，尺寸 $S_2\geqslant0.5S$

7）尺寸　　$h_1=290\left(\dfrac{P_s}{n\cdot m}\right)$　(mm)

式中　P_s——通风机所需功率(kW)；

n——带轮转速(r/min)；

m——轮辐数。

8）尺寸 $h_2=0.8h_1$

9）尺寸 $a_1=0.4h_1$，尺寸 $a_2=0.8a_1$

10）尺寸 $f_1=0.2h_1$，尺寸 $f_2=0.2h_2$

(3) V带传动设计计算

V带传动设计计算除用到以上所列的图和表外，尚须用表 8-15～表 8-18 中的值。

表 8-15　小带轮包角系数 K_α

包　角　α/°	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
K_α	1.00	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.82	0.78	0.73	0.68

PLC WORLD

表 8-16　长度系数 K_1

内周长度 L_1/mm	型别 O	A	B	C	D	E	F	内周长度 L_1/mm	型别 O	A	B	C	D	E	F
	K_1								K_1						
450	0.89							2800		1.11	1.05	0.95			
500	0.91							3150		1.13	1.07	0.97	0.86		
560	0.94	0.80						3550		1.17	1.10	0.98	0.89		
630	0.96	0.81	0.78					4000		1.19	1.13	1.02	0.91		
710	0.99	0.82	0.79					4500			1.15	1.04	0.93	0.90	
800	1.00	0.85	0.80					5000			1.18	1.07	0.96	0.92	
900	1.03	0.87	0.81					5600			1.20	1.09	0.98	0.95	
1000	1.06	0.89	0.84					6300				1.12	1.00	0.97	0.91
1120	1.08	0.91	0.86					7100				1.15	1.03	1.00	0.94
1250	1.11	0.93	0.88	0.80				8000				1.18	1.06	1.02	0.97
1400	1.14	0.96	0.90	0.81				9000				1.22	1.08	1.05	1.00
1600	1.16	0.99	0.93	0.84				10000					1.11	1.07	1.03
1800	1.18	1.01	0.95	0.85				11200					1.14	1.10	1.06
2000	1.20	1.03	0.98	0.88				12500						1.12	1.09
2240		1.06	1.00	0.91				14000						1.15	1.13
2500		1.09	1.03	0.93				16000						1.18	1.16

表 8-17　小带轮最小节圆直径　(mm)

型别	O	A	B	C	D	E	F
d_{min}	71 (63)	100 (90)	140 (125)	200	315	500	800

表 8-18　单根 V 带所能传递的功率 P_0

($i=1$; $\alpha_1=\alpha_2=180°$; 特定带长; 平稳载荷)　(kW)

型别	小带轮节圆直径 d_1/mm	带速 v/(m/s) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
O	(63)	0.10	0.17	0.23	0.29	0.35	0.41	0.45	0.50	0.54	0.59	0.62	0.64	0.68	0.70	0.72
	71	0.11	0.19	0.26	0.33	0.40	0.47	0.52	0.58	0.63	0.68	0.73	0.76	0.80	0.84	0.87
	80	0.11	0.21	0.29	0.37	0.44	0.52	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.86	0.92	0.96	1.01
	≥90	0.12	0.23	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.71	0.78	0.85	0.91	0.95	1.01	1.07	1.12
A	(90)	0.17	0.31	0.42	0.53	0.63	0.73	0.81	0.89	0.98	1.04	1.11	1.17	1.22	1.27	1.31
	100	0.19	0.34	0.47	0.60	0.71	0.83	0.92	1.03	1.12	1.21	1.29	1.37	1.43	1.49	1.55
	112	0.20	0.37	0.52	0.66	0.80	0.92	1.04	1.15	1.26	1.37	1.46	1.55	1.64	1.72	1.79
	≥125	0.22	0.40	0.56	0.71	0.86	1.00	1.13	1.26	1.39	1.50	1.61	1.72	1.82	1.91	2.00
B	(125)	0.29	0.51	0.71	0.89	1.02	1.20	1.34	1.47	1.60	1.71	1.82	1.91	1.99	2.06	2.12
	140	0.32	0.58	0.80	1.01	1.19	1.40	1.57	1.73	1.89	2.03	2.17	2.30	2.41	2.51	2.61
	160	0.35	0.65	0.91	1.15	1.35	1.60	1.81	2.00	2.20	2.37	2.54	2.70	2.85	2.99	3.11
	≥180	0.38	0.70	0.98	1.25	1.49	1.76	1.99	2.21	2.43	2.64	2.84	3.02	3.20	3.35	3.51
C	200		1.01	1.40	1.76	2.09	2.40	2.69	2.96	3.23	3.47	3.68	3.89	4.07	4.24	4.38
	224		1.13	1.57	1.99	2.38	2.75	3.10	3.43	3.75	4.04	4.32	4.58	4.82	5.04	5.24
	250		1.22	1.72	2.18	2.63	3.05	3.44	3.83	4.20	4.54	4.87	5.18	5.47	5.74	5.99
	≥280		1.31	1.86	2.37	2.85	3.32	3.77	4.20	4.61	5.00	5.37	5.74	6.07	6.38	6.68
D	315		2.03	2.80	3.50	4.15	4.76	5.31	5.84	6.34	6.80	7.21	7.59	7.93	8.23	8.48
	355		2.30	3.20	4.05	4.83	5.57	6.27	6.94	7.58	8.01	8.71	9.23	9.7	10.1	10.5
	400		2.54	3.56	4.52	5.43	6.29	7.12	7.89	8.66	9.37	10.0	10.7	11.3	11.8	12.3
	≥450		2.75	3.89	4.96	5.96	6.93	7.86	8.79	9.61	10.4	11.2	11.9	12.7	13.3	13.9

PLC WORLD

（续）

型别	小带轮节圆直径 d_1/mm	带速 v/(m/s)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
E	500					7.64	8.84	9.98	11.1	12.1	13.1	14.0	14.9	15.7	16.4	17.1
	560					8.40	9.76	11.1	12.3	13.5	14.6	15.7	16.7	17.7	18.6	19.4
	630					9.11	10.6	12.0	13.4	14.8	16.1	17.3	18.4	19.5	20.6	21.5
	≥710					9.74	11.4	12.9	14.4	15.9	17.3	18.6	20.0	21.2	22.3	23.4
F	800					13.9	16.1	18.2	20.2	22.1	24.1	25.8	27.4	28.9	30.3	31.8
	900					15.1	17.6	20.0	22.3	24.4	26.6	28.6	30.4	32.3	33.9	35.6
	≥1000					16.2	18.8	21.4	23.9	26.2	28.6	30.8	32.8	34.9	36.6	38.7

型别	小带轮节圆直径 d_1/mm	带速 v/(m/s)														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q	(63)	0.74	0.76	0.77	0.77	0.77	0.78	0.77	0.75	0.72	0.71					
	71	0.90	0.92	0.95	0.95	0.97	0.98	0.98	0.98	0.95	0.95					
	80	1.04	1.07	1.10	1.12	1.15	1.17	1.18	1.18	1.17	1.17					
	≥90	1.16	1.20	1.24	1.26	1.30	1.33	1.34	1.35	1.35	1.36					
A	(90)	1.34	1.37	1.40	1.40	1.41	1.40	1.40	1.38	1.35	1.31					
	100	1.61	1.65	1.69	1.71	1.74	1.75	1.76	1.76	1.74	1.72					
	112	1.86	1.92	1.97	2.01	2.06	2.08	2.10	2.12	2.12	2.12					
	≥125	2.07	2.15	2.21	2.27	2.33	2.37	2.40	2.42	2.45	2.45					
B	(125)	2.16	2.21	2.24	2.24	2.24	2.22	2.20	2.15	2.09	2.03					
	140	3.68	2.75	2.81	2.86	2.90	2.91	2.91	2.90	2.87	2.84					
	160	3.23	3.33	3.42	3.50	3.57	3.62	3.66	3.68	3.69	3.68					
	≥180	3.65	3.78	3.90	4.00	4.10	4.17	4.24	4.28	4.32	4.34					
C	200	4.50	4.61	4.70	4.75	4.79	4.79	4.77	4.73	4.67	4.57					
	224	5.43	5.59	5.73	5.84	5.95	6.01	6.05	6.07	6.05	6.02					
	250	6.23	6.44	6.62	6.79	6.94	7.05	7.14	7.21	7.25	7.26					
	≥280	6.95	7.21	7.46	7.67	7.86	8.01	8.15	8.26	8.33	8.40					
D	315	8.70	8.87	9.00	9.08	9.14	9.08	9.02	8.90	8.71	8.49					
	355	10.9	11.2	11.5	11.7	11.9	11.9	12.0	12.1	12.0	11.9	11.8	11.5	11.2	10.9	
	400	12.8	13.2	13.6	14.0	14.3	14.5	14.7	14.8	14.9	14.9	14.9	14.8	14.6	14.3	14.0
	≥450	14.5	15.0	15.5	16.0	16.4	16.7	17.0	17.2	17.4	17.6	17.6	17.6	17.6	17.4	17.1
E	500	17.7	18.3	18.8	19.2	19.6	19.9	20.1	20.2	20.3	20.2	20.1	19.9	19.6	19.1	
	560	20.2	20.9	21.6	22.1	22.7	23.1	23.5	23.7	23.9	24.0	24.1	24.0	23.9	23.6	23.2
	630	22.5	23.3	24.1	24.8	25.5	26.1	26.6	27.0	27.3	27.6	27.8	27.9	27.8	27.6	27.5
	≥710	24.5	25.5	26.4	27.3	28.1	28.7	24.4	29.9	30.4	30.8	31.1	31.3	31.4	31.4	31.3
F	800	33.0	34.1	35.2	36.1	36.9	37.6	38.1	38.5	38.7	38.8	38.6	38.3	37.8	37.2	36.3
	900	37.1	38.4	39.8	40.9	42.0	43.0	43.7	44.3	44.8	45.0	45.2	45.2	45.0	44.7	44.3
	≥1000	40.4	41.9	43.5	44.8	46.0	47.2	48.2	49.0	49.7	50.2	50.5	50.8	50.8	50.7	50.4

V 带传动设计计算示例

为减少篇幅，计算公式和选用依据一并在例题中给出

例(8-3) 某离心通风机根据性能要求所需功率 $P_C = 20\text{kW}$，主轴转速 $n = 1000\text{r/min}$，选用电动机型号 Y180L-4，额定功率 $P = 22\text{kW}$，转速 $n = 1470\text{r/min}$，试求 V 带和带轮的主要数据。

解 见表 8-19。

根据表 8-19 计算结果，再按图 8-11 和表 8-13 确定出小带轮和大带轮的尺寸，供设计工作图使用，见表 8-20。

PLC WORLD

表 8-19　计算过程及结果

计　算　项　目	公式及计算或选用数据	计算结果 数据
所需功率 P_0/kW	题中给出	20
电动机转速 n_1/(r/min)	题中给出	1470
通风机转速 n_2/(r/min)	题中给出	1000
胶带型别	按 P_0 和 n_1 由图 8-13 初选	C
小带轮(电动机用)节圆直径 d_1/mm	按表 8-17 和表 8-14 初选尽量取大值	280
弹性滑动系数 ϵ	帘布结构 $\epsilon=0.02$，线绳结构 $\epsilon=0.05\sim0.08$	0.02
大带轮(风机用)节圆直径 d_2/mm	$d_2=d_1(1-\epsilon)n_1/n_2=280\text{mm}\times0.98\times1470\text{r/min}/1000=403$ 按表 8-14 圆整	400
带速 v/(m/s)	$V=\pi d_1 n_1/(60\times1000)=\pi\times280\text{mm}\times1470\text{r/min}/(60\text{s/min}\times1000)=21.5$ 一般不超过表 8-18 规定范围	21.5
初定中心距 a_0/mm	根据风机、电动机、滑轨等的尺寸及安装要求等因素，综合考虑决定 $a_{min}=0.55(d_1+d_2)+h$ $a_{max}=2(d_1+d_2)$ 式中：h 为胶带的高(见表 8-11)	700
初定胶带节线长度 L_{op}/mm	$L_{op}=2a_0+0.5\pi(d_1+d_2)+\frac{(d_2-d_1)^2}{4a_0}=$ $2\times700\text{mm}+0.5\pi(280\text{mm}+400\text{mm})+\frac{(400\text{mm}-280\text{mm})^2}{4\times700\text{mm}}=2473$	2473
选定胶带节线长度 L_p/mm	参照 L_{op} 按表 8-12 选定	2559
选定胶带内周长度 L_i/mm	按 L_p 和表 8-12 选定	2500
计算中心距 a/mm	$a=a_0+(L_p-L_{OP})/2=700\text{mm}+(2559\text{mm}-2473\text{mm})/2=743$	743
小带轮包角 α_1	$\alpha_1=180°-(d_2-d_1)\times60°/a_0=180°-(400\text{mm}-280\text{mm})\times60°/700\text{mm}=$ 170°	170°
特定条件下单根胶带传递的功率 P_0/kW	按 d_1 和 v 由表 8-18 选定	8.08
小带轮包角系数 K_a	按 α_1 由表 8-15 选定	0.98
长度系数 K_L	根据胶带内周长 L_i 由表 8-16 选定	0.93
胶带根数 Z(根)	$Z=\frac{P_c}{K_a K_L P_0}=\frac{20\text{kW}}{0.98\times0.93\times8.08\text{kW}}=2.71$ 取 $Z=3$	3

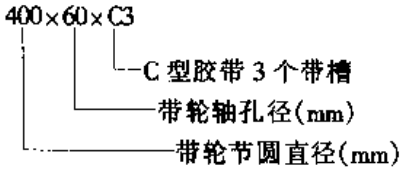
表 8-20　带轮尺寸

带轮中心距/mm	带轮	带轮尺寸/mm											φ/(°)	胶带型号和根数
		d	d_e	b_p	b_a	H	h_a	e	f	δ	r	B		
743	小带轮	280	292	19	22.9	21	6	26	17	10	0.3	86	36°	C—2500，3 根 GB1171—74
	大带轮	400	412	19	23.1	21	6	26	17	10	0.4	86	38°	

PLC WORLD

带轮工作图的绘制，可根据轴孔直径(D)和节圆直径(d)的大小，参照图 8-15 和表 8-14 进行。

(4) 带轮的表示方法　按通风机三化设计组规定的带轮规格表示方法如下



4. 电动机导轨　对于用 V 带和带轮传动(B、C 式)的通风机，在其选用电动机的底脚下经常设置两根导轨，使电动机能在导轨上滑动，从而调节 V 带的松紧度。

如果在通风机的性能表中有选用导轨的代号，则说明风机生产厂除产品和电动机外，还随机带有导轨。本书给出了按通风机三化设计组设计的导轨尺寸便于读者查找。至于各厂自行设计的导轨，此处不予介绍。

电动机导轨的外形及安装尺寸，见图 8-14 和表 8-21。

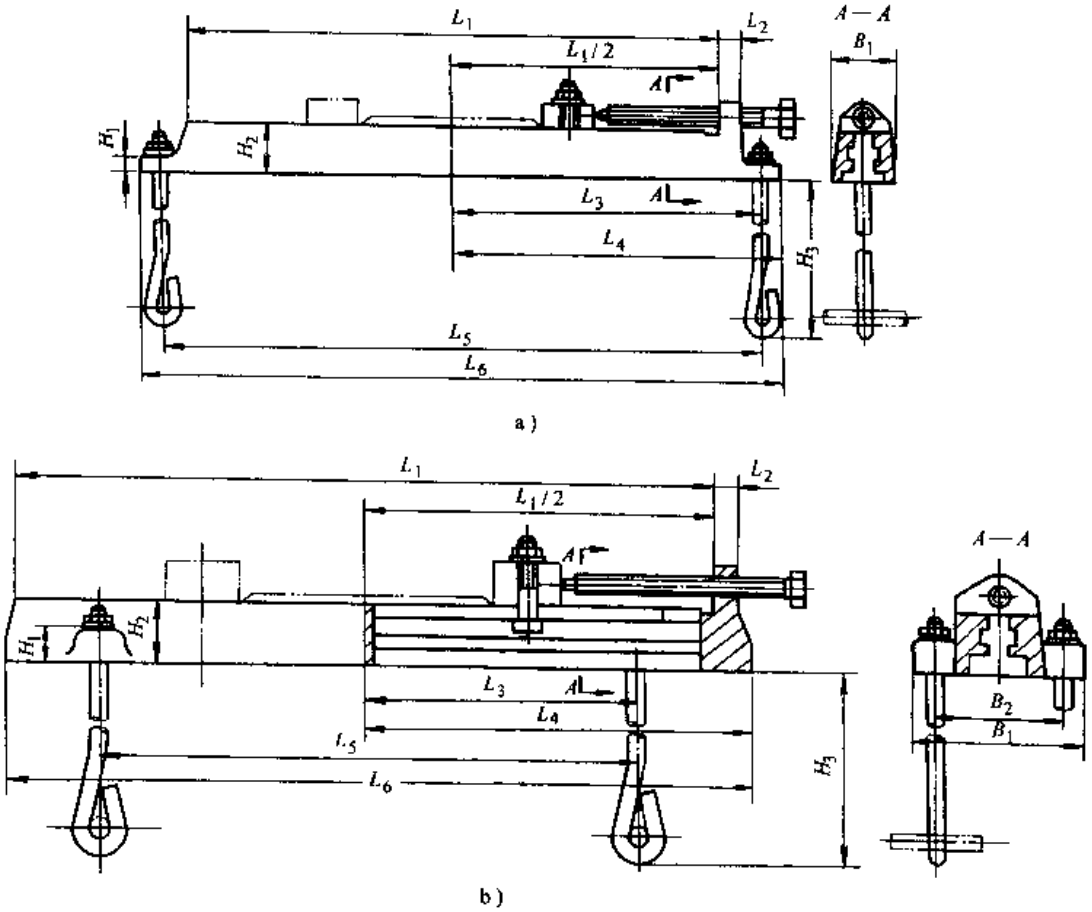


图 8-14　电动机导轨

a)两个地脚螺栓的导轨　b)四个地脚螺栓的导轨

PLC WORLD

表 8-21　电动机导轨尺寸表

导轨代号	外形及安装尺寸/mm										
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	B_1	B_2	H_1	H_2	H_3
ST0201×01	300	20	190	205	360	390	40	—	15	34	200
ST0201×02	400	20	240	255	460	490	42	—	15	36	200
ST0201×03	520	20	300	320	500	620	50	—	18	45	280
ST0201×04	640	25	375	405	725	785	75	—	26	60	350
ST0201×05	820	30	490	520	950	1010	105	—	30	70	440
ST0202×01	940	35	372.5	535	745	1035	260	190	40	85	560
ST0202×02	1100	40	445	625	890	1210	300	230	50	90	560
ST0202×03	1400	45	572.5	785	1145	1525	320	240	60	100	700

5. 地脚螺栓　通风机使用的地脚螺栓一般均按国家标准(GB799—88)选用，并与螺母(GB6170—86)、垫圈(GB96—85)联合使用。

为方便查找，此处列出了该标准的部分内容。

图 8-15 和表 8-22 给出了地脚螺栓的外形尺寸。

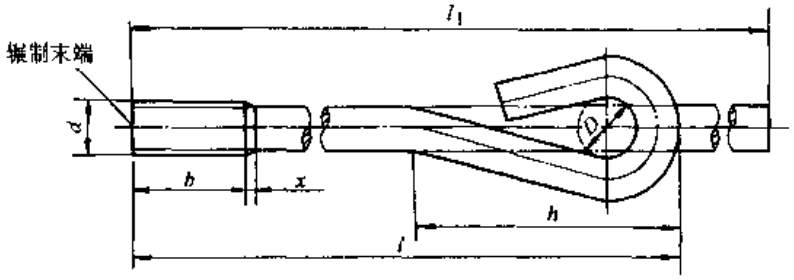


图 8-15　地脚螺栓

表 8-22　地脚螺栓的外形尺寸　(mm)

螺纹规格 d		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
b	max	27	31	36	40	50	58	68	80	94	106	118
	min	24	28	32	36	44	52	60	72	84	96	108
D		10	10	15	20	20	30	30	45	60	60	70
h		41	46	65	82	93	127	139	192	244	261	302
l_1		$l+37$	$l+37$	$l+53$	$l+72$	$l+72$	$l+110$	$l+110$	$l+165$	$l+217$	$l+217$	$l+255$
x_{max}		2.5	3.2	3.8	4.2	5.0	6.3	7.5	8.8	10.0	11.3	12.5
l												
公称直径	min	max										
80	72	88										
120	112	128										
160	152	168										
220	212	228										
300	292	308										
400	392	408										
500	488	512										
600	618	642										
800	788	812										
1000	988	912										
1250	1238	1262										
1500	1488	1512										

产品规格范围

PLC WORLD

第九章　风机的修理及装配

第一节　风机的修理

一、风机的拆卸程序

由于风机结构不同，拆卸程序差异很大，在风机说明书中一般均有说明，故在这里不予介绍，下面只就拆卸时需注意的几点加以说明：

1）在拆卸前，除了将拆卸用工具和材料准备齐全外，对于输送煤气或其它有害气体的风机，还须先将进口和出口管道中的闸门关闭严密，必要时需堵上盲板。若进口和出口为向下时，可用水灌入下部管道内进行水封。灌入的水位高度应保证管道中的有害气体不漏入工作场所。

2）拆卸压力给油润滑的风机时，应首先将润滑油在没有冷却前放净并过滤，然后将油管与机体相连接的法兰脱开。

3）吊起上机壳或转子时应保持水平位置，以免撞坏机件。多级鼓风机的机壳纵向接合面不应拆开。

如系排送热气体的铸铁机壳，必须等到机壳内部冷却后，才能吊起上机壳。

4）拆卸滑动轴承前应先测量轴衬间隙和推力面间隙。拆卸密封前应先测量密封间隙。

5）拆卸时应检查所拆卸的机件是否有打印的标志。对于某些需要打印而没有打印的机件，必须补打印，便于装配时装还原位置。

需要打印的机件包括不许装错位置或方向以及影响平衡度等的机件，如键、盖、轴衬及其垫环、联轴器及其销钉、离心通风机的进气口、轴流通风机的可拆叶片等。

6）拆卸后，应将所拆卸的机件进行清洗，除掉尘垢。

二、叶轮的修理

离心式通风机和低压离心式鼓风机的叶轮结构图见图 9-1。根据进气口数的不同叶轮分为单吸和双吸两种；还可根据轮盘与轴盘的结合不同，分为铆盘和锻盘（轮盘与轴盘锻成一体）。轴流式通风机的叶轮型结构图见图 9-2。图 9-2 中 θ 为安装角。

离心式通风机和低压离心式鼓风机的叶片结构图见图 9-3，轴流式通风机的叶片见图 9-4。

叶轮是转子中较易磨损的机件。它所输送的气体中含硬性颗粒越多，则磨损越快。如排送烟气或煤粉的叶轮，常在短期内就被磨损报废。如果磨损过多时，不仅会引起风机的剧烈振动，还可能发生事故。故叶轮不仅要定期检修，有时还要更换新叶轮。

离心式通风机叶轮的缺陷及其检查与修理方法，见表 8-3 中的“叶轮损坏或变形”一栏（序号 1）。

更换个别叶片或制造新叶轮的叶片时，需注意叶片的材料。一般叶片是用普通碳素钢板制成，有特殊要求的风机叶片有用铝板制成。当鼓风机叶轮圆周速度较高时，常采用优质碳素钢板或合金结构钢板等制成。

在剪切叶片时，注意叶片的出口端边缘应与制造叶片的钢板压延纹路方向相一致，见图 9-5。

叶片通常是由压型胎压成。若由锤击而成时，必须注意保持叶片表面的光滑和表面弯曲半

PLC WORLD

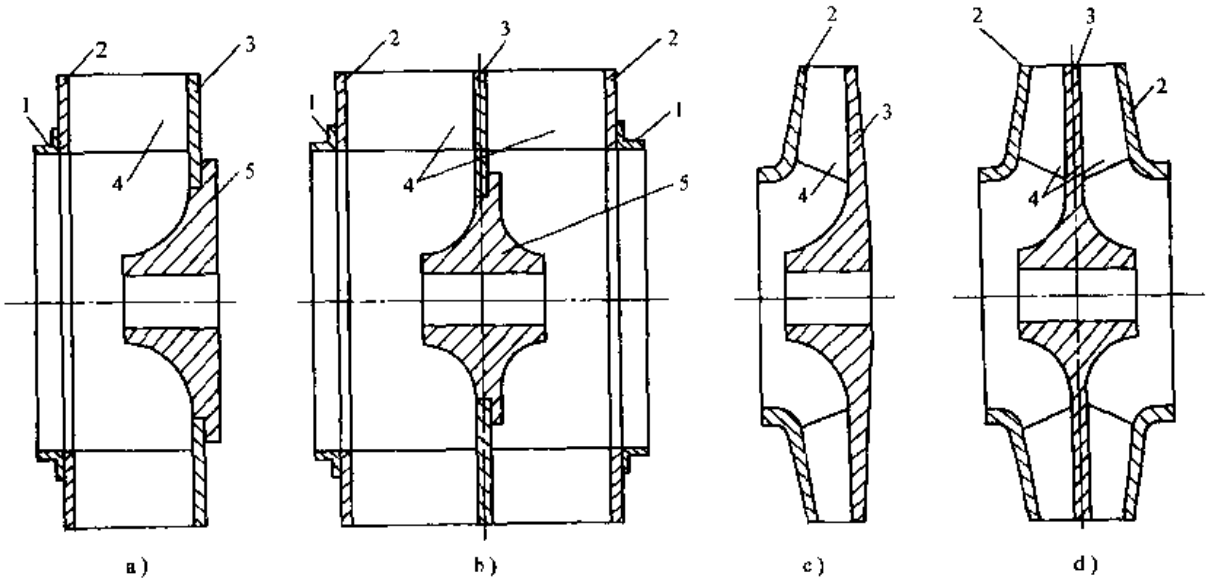


图 9-1　离心式通风机的叶轮结构图

1—进口圈　2—轮盖　3—轮盘　4—叶片　5—轴盘

径的大小。对于铆接叶轮，若制造叶片折边有困难，则可酌情改为焊接叶轮。

装配叶轮上的叶片时，应先将叶片逐一秤过，将质量相等或相差较少的叶片安放在叶轮轮盘的对称位置上，借以减小叶轮的偏心，从而减小叶轮的不平衡度。铆接叶轮的叶片与轮盖和轮盘(轴盘)的对应孔，最好配钻或配铰。

叶片位置安装正确与否，对风机性能影响较大，故在安装叶片时必须符合下列各项规定。

1）离心式通风机的叶轮出口端相对气流角 β_2 允差为 +1°(后向叶轮 $\beta_2<90°$)，−1°(前向叶轮 $\beta_2>90°$)。

2）离心式通风机叶片的垂直度允差为 1:100。两相邻叶片出口端弦长之差不应超过表 9-1 中的规定。

表 9-1　相邻两叶片弦长的允差　(mm)

叶轮直径	≥200～600	>600～1000	>1000～1400	>1400～2000	>2000～2600	>2600～3200
弦长之差	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0

3）轴流式通风机叶片成形后，扭曲角度允差为 +1°两相邻叶片间外圆弦长之差不应超过表 9-2 中的规定。

表 9-2　轴流式风机两相邻叶片间外圆弦长的允差

叶轮直径/mm		≤600	>600～800	>800～1200	>1200～2000	>2000～3000	>3000～5000	>5000～8000	>8000
弦长之差/mm	叶片数>10h	3	4	6	8	10	12	—	—
	叶片数≤10h	5	7	10	13	16	22	30	40

对于制成的叶轮，需将叶片的进口和出口处的毛刺除掉，清扫叶道，并进行修整，然后根据叶轮结构及需要来进行动、静平衡校正。离心通风机叶轮的表面形状和位置公差不应超过表 9-3 中的规定。

PLC WORLD

表 9-3 叶轮表面形状公差 (mm)

叶轮直径/mm	≥200～600	>600～1000	>1000～1400	>1400～2000	>2000～2600	>2600～3200
轮盘轮盖径向跳动	1.5	2.0	3.0	3.5	4.0	5.0
轮盘端面跳动	1.5	2.5	3.5	4.5	5.0	6.0
轮盖端面跳动	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
轮盘平面度	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0

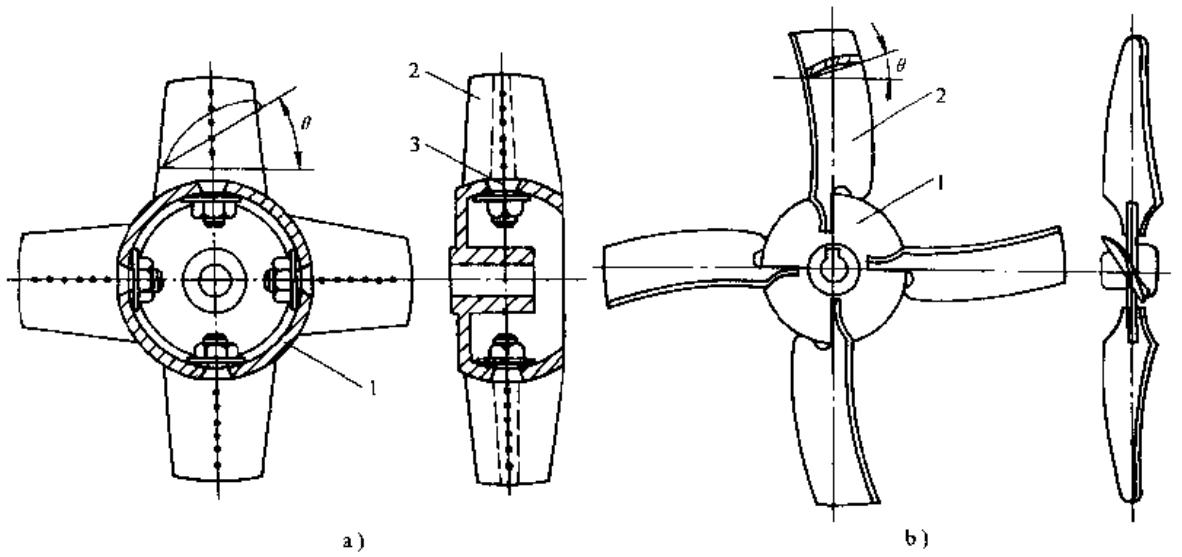


图 9-2 轴流通风机的叶轮结构图

a)叶片角度能调节的叶轮 b)叶片角度不能调节的叶轮

1—轮毂 2—叶片 3—支杆

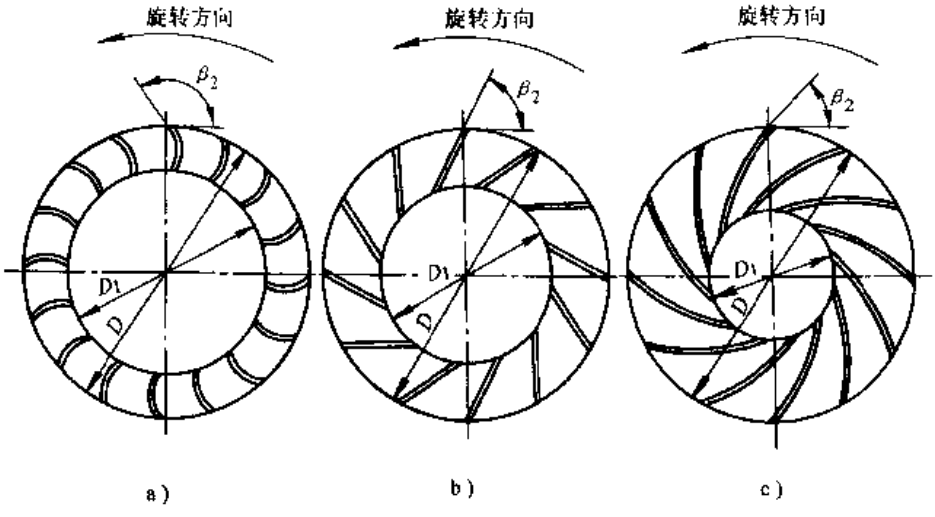


图 9-3 离心通风机叶片

a)前向弯曲叶片($\beta_2>90°$) b)后向直叶片($\beta_2<90°$) c)后向弯曲叶片($\beta_2<90°$)

三、主轴的修理

制作主轴的材料，除了有特殊要求的需要用合金钢材料外，一般都用 35 或 45 优质碳素结构钢制成。不能用 Q275 等普通碳素结构钢来代替。

主轴的损坏及修理方法见表 9-4。

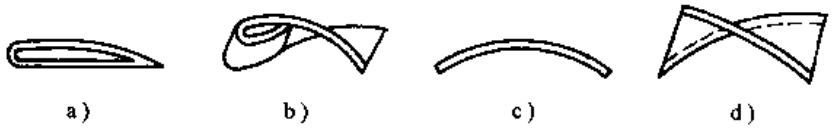


图 9-4　轴流式通风机叶片

a)非扭机翼型叶片　b)扭曲半机翼形叶片　c)非扭板型叶片　d)扭曲板形叶片

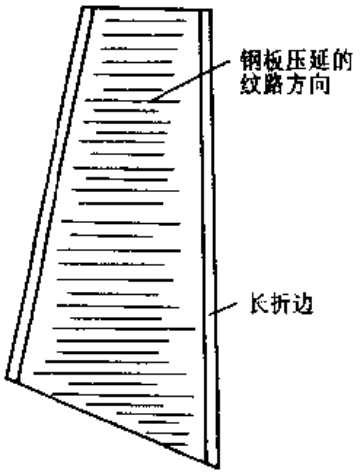


图 9-5　叶片出口边与钢板纹路

表 9-4　主轴的表面损坏及其修理方法

序号	缺陷名称	产生缺陷的原因	修理方法
1	表面受伤或损坏	1. 外露表面受撞击和刻划，出现碰痕、划痕和磨痕等缺陷 2. 外露表面未妥善维护，出现锈迹 3. 风机长期振动使轴的阶梯断面处产生龟裂，或表面产生裂纹	1. 用锉刀锉去，并用浸过油的砂布打磨光。如伤痕严重，或深度大于 1～2mm、面积大于 10mm² 时，应更换新轴 2. 用锉刀锉去，并用浸过油的砂布打磨光。如伤痕严重，或深度大于 1～2mm、面积大于 10mm² 时，应更换新轴 3. 如情况严重时应更换新轴
2	轴颈表面磨损	1. 因润滑不良而磨损过多的 2. 轴承安装歪斜，轴承螺栓松弛，轴弯曲或转子的动不平衡过大等使轴颈受不均匀的磨损而产生椭圆度和圆锥度 3. 润滑油带进金属砂屑，使轴颈被擦伤和磨出沟槽	磨损量不大于 1mm² 时，可进行车削或磨削，并利用修补巴氏合金来补偿。如大于 1mm² 时，则应进行焊补，然后切削修复
3	轴弯曲过大	1. 由于安装不正使轴与密封圈之间间隙过小，因摩擦过热而弯曲 2. 由于基础下沉不匀使轴与轴衬因摩擦过热而弯曲，或由于振动使轴受撞击处金属松弛而弯曲 3. 补焊时，由于局部急热而弯曲	轴弯曲度如超过 0.5～1mm 时，应行进矫正或更换新轴

新制的主轴上不能有裂纹、凹痕和毛刺等缺陷。装滚动轴承的轴颈表面粗糙度不低于 $R_a0.8\mu m$，装滑动轴承的轴颈表面粗糙度不低于 $R_a0.4\mu m$。轴上各个配合表面上的椭圆度允差和圆锥度允差均不大于公差之半。其碰伤及擦伤的深度不大于 0.05～0.1mm。

四、联轴器的修理

离心式通风机和轴流式通风机的联轴器常采用标准的橡胶弹性圈柱销联轴器。鼓风机的联轴器除采用标准的联轴器外，也常用锻钢制的皮革弹性圈柱销联轴器，它与标准的联轴器只是材料不同，而结构和形式相差不大。

两种联轴器的弹性圈均易磨损。如磨损过多应予更换。皮革圈可以自制，制法是将优质皮革制成外径稍大的圈，一个个套在销钉上压紧，再在砂轮上磨小到规定尺寸即可。橡胶圈如一

PLC WORLD

时买不到成品时，可用皮革圈来代替。

更换弹性圈时，应将同一联轴器的全部弹性圈同时换掉，并将质量相等或接近的销钉装入对称的位置。否则，就会使销钉受力不匀，破坏转子平衡精度，从而使传动情况变坏。

五、转子的装配

通风机和离心式鼓风机的转子通常有两种形式，即悬臂式(图 9-6a)和双支承式(图 9-6b)两种。

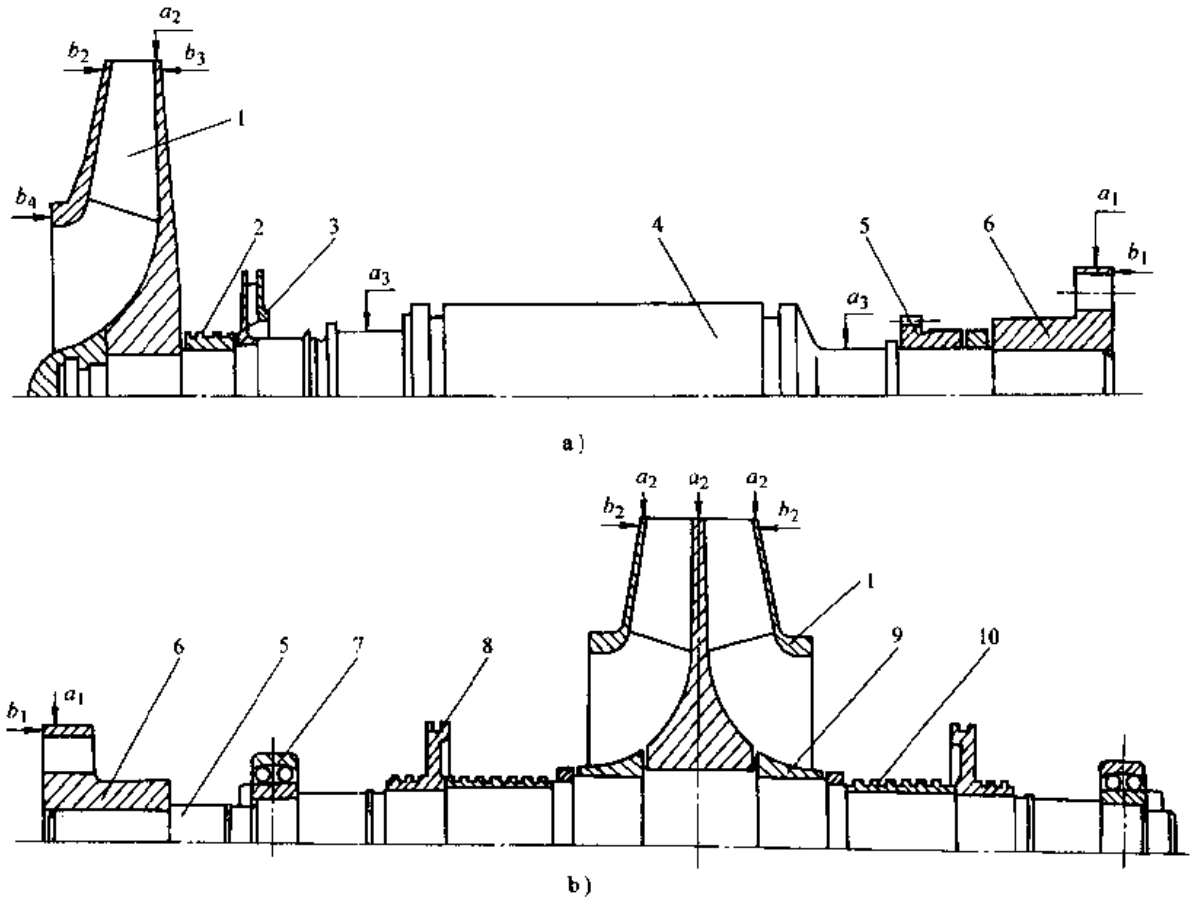


图 9-6　离心式鼓风机的转子

a)离心式鼓风机的悬臂式转子　b)离心式鼓风机的双支承式转子

1—叶轮　2、10—密封套　3—排气轮　4—主轴　5—主液压泵减速齿轮

6—联轴器　7—滚动轴承　8—平衡盘　9—轴套

表 9-5　转子技术要求　(mm)

部　位	径向尺寸	径向圆跳动	端面圆跳动
主轴与轴承配合的轴颈	≤100 ≤200 >200	≤0.01 a_3≤0.015 ≤0.02	—
叶轮外圆	≤500 ≤1000 >1000	≤0.15 a_2≤0.20 ≤0.25	—
齿式联轴器内套的外圆	≤150 ≤250 >250	≤0.01 ≤0.015 ≤0.02	≤0.01 ≤0.015 ≤0.02

PLC WORLD

（续）

部　　位	径向尺寸	径向圆跳动	端面圆跳动
轮盖进口端面	≤300	—	≤0.10
	≤700		b_4≤0.15
	>700		≤0.20
轮盖、轮盘的外圆处端面	≤500	—	≤0.40
	≤1000		b_2≤0.50
	>1000		≤0.60

注：滚动轴承、联轴器与带轮等与轴的装配见《机械设备安装工程施工及验收技术规范》。

离心式鼓风机、压缩机转子各部位表面位置公差应符合表 9-5 中的规定。

新制成的或经过修理的带轮或叶轮在装入轴上之前，必须作静平衡校正或动平衡校正，以减少转子的动不平衡度。

通风机的叶轮与轴的配合一般采用过渡配合，在装配时通常用压力机压入或大锤打入，但也有采用加热法来进行装配的。

离心式鼓风机的叶轮与轴常采用静配合，故装配时采用加热法。加热的温度一般应略低于轴盘材料的低温退火温度，最好不大于 180～220℃，以免表面氧化。对于高温用鼓风机，它的轴盘未经热处理，故可将加热温度提高到 350℃或更高些，但不应高于鼓风机输送的介质温度。

装在鼓风机主轴上的任何两个互相接触的零件的接触面之间，均应留有规定的膨胀间隙。

装配完的转子要作动平衡校正，以保证转子在工作时能稳定地正常运转。

六、密封装置的修理

密封装置的形式很多，其常用的形式见表 9-6 和图 9-7～图 9-9。

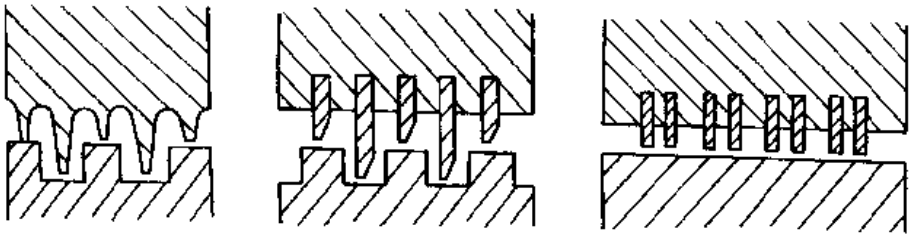


图 9-7　迷宫式气封

a）整体气封　b）镶片气封　c）梳齿气封

密封装置的缺陷主要有：由于损坏或磨损使间隙过大、修刮水平中分面使间隙过小、修刮轴瓦使间隙下部过小和上部过大。间隙过小，只须加以刮研，即可修复。如间隙过大或已损坏时，就需要更换新的。

迷宫式气封的更换和修刮程序如下：

1）将软铝板按半密封圈尺寸切割好，镶入密封槽内。镶入后密封圈应平直，根部应捻紧，不许有弯曲和松动现象。然后经过车床加工，并留出 0.1～0.5mm 的刮研余量。

2）将下半密封体沿榫口滑入下半机壳内。

3）在转子密封套上的与密封圈对应的位置上，用尖铲铲出凸齿（凸齿高度应小于密封间隙），然后压住密封

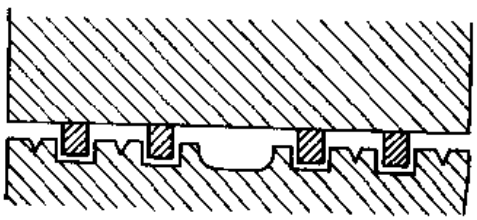


图 9-8　涨圈式气封

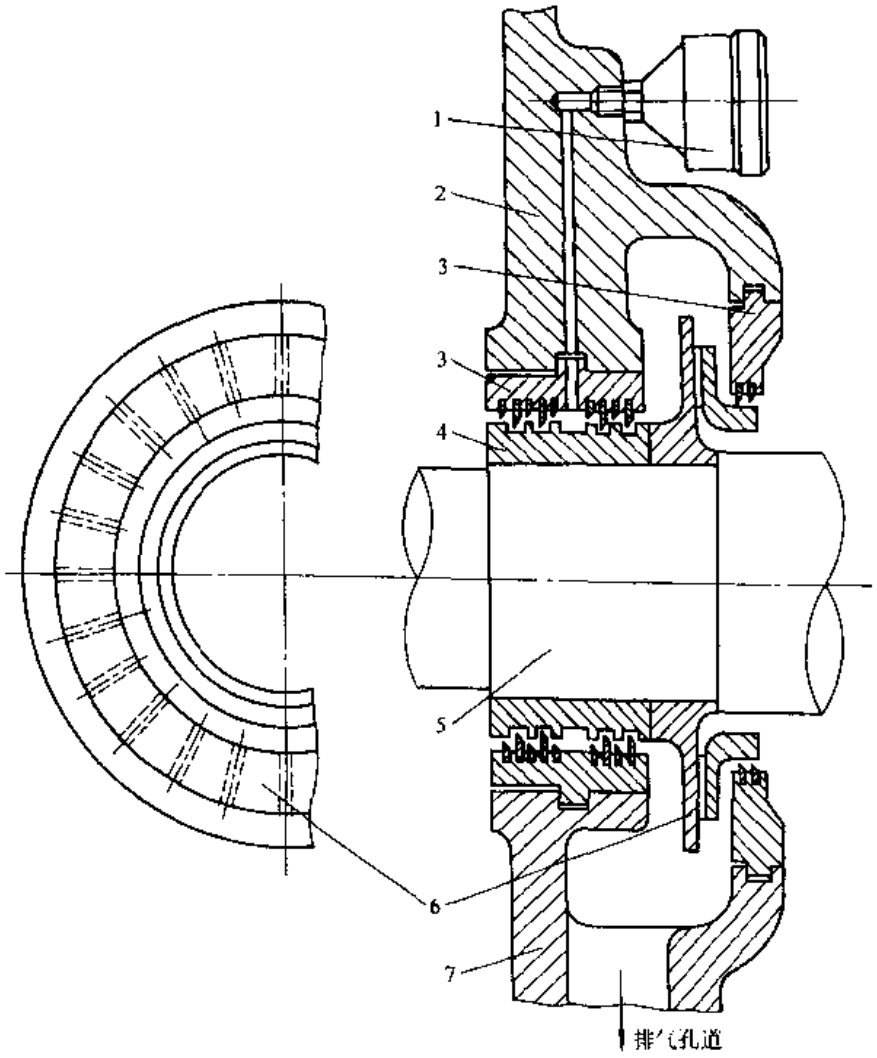


图 9-9　排气轮和油封联合装置

1—油杯　2—上机壳后壁　3—密封体　4—密封套

5—轴　6—排气轮　7—下机壳后壁

体两端面，并用力扳动转子，使转子朝着凸齿刃口方向转动，由凸齿刃口将密封圈的尖棱割去。

表 9-6　密封装置的形式

类　别		名　称	用　途
封气装置	机械封气装置	迷宫式(图 9-7)	通用形式
		涨圈式(图 9-8)	用于小型整体机壳
	联合封气装置	气封油封式——由迷宫气封、排气轮气封和油封联合组成(图 9-9)	用于输送空气及不易爆炸的鼓风机
		气封水封式——由迷宫气封和水封联合组成(图 9-10 及图 9-11)	用于输送易爆炸的煤气鼓风机
封油装置		迷宫式(图 9-12)	用于滑动轴承
		毡圈式	用于滚动轴承

4）用塞尺测量密封圈的间隙如仍不足时，应把凸齿再铲高一些，并进行切割。如此重复操作，一直到密封圈符合所要求的间隙为止。

PLC WORLD

5）将上半密封体扣在下半密封体上，对正位置后用力压住，继续扳动转子，使转子的凸齿对上半密封圈进行切割即成。

在扳动转子时，如发生用人力扳不动的情况时，可在上半和下半两密封体的任一端的接触面间放入若干层纸片，每转一圈，撤去一部分纸片，直到全部纸片都撤去，转子转动最后一圈后，再用压铅丝法测量密封圈间隙，直到密封圈符合所要求的间隙为止。

6）取出上半和下半密封体，用刮刀刮削密封圈的坡口，使坡口斜角为20°，坡口尖端保持0.2mm宽，不宜过大或过小。并应注意斜坡口的尖端朝向压力较高的一侧，如果弄反了，就会减小密封的效果。

7）将上半密封圈固定在上机壳内。

图9-13是D80-12型煤气离心式鼓风机的密封装置剖面图，叶轮前后均用迷宫式密封，为防止煤气外泄，在机壳与电动机轴之间采用涨圈加油脂密封。

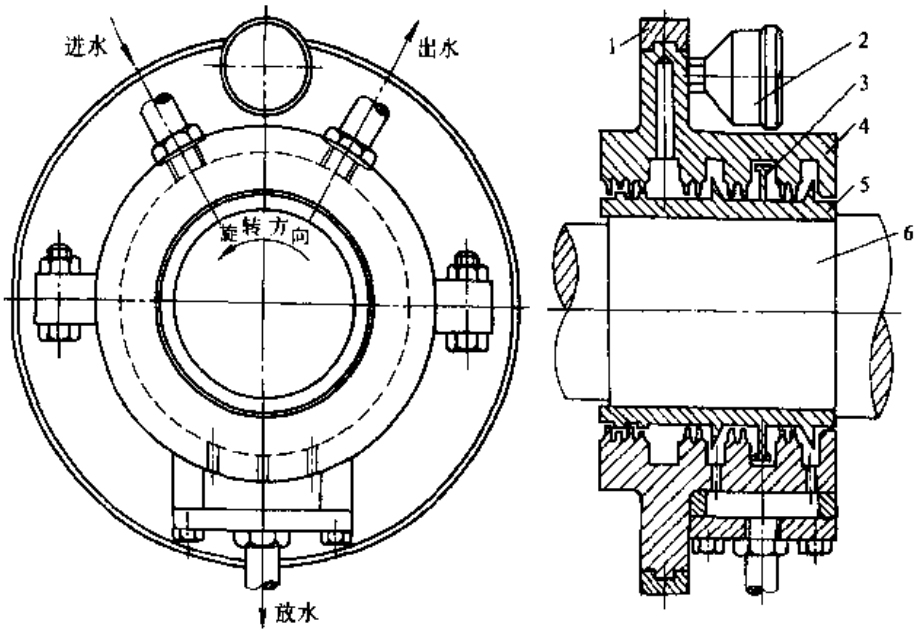


图9-10　气封和水封联合装置

1—机壳　2—油杯　3—水封环　4—密封体　5—密封套　6—主轴

七、机壳漏气的修理

离心式鼓风机的铸铁机壳水平中分接合面漏气时，应用塞尺或压铅丝法进行该接合面间隙的检查。如自由间隙（未拧紧螺栓时的间隙）不大于0.08mm时，可用亚麻仁混合膏或洋干漆抹在接合面上；如间隙为大于0.08mm时而不大于0.15mm时，应垫上0.05～0.1mm的铅丝或直径为0.25mm的软铜丝，然后加涂上述填料；如间隙大于0.15mm时应进行刮研，同时找好密封间隙，然后按上述方法加涂填料，以防漏气。

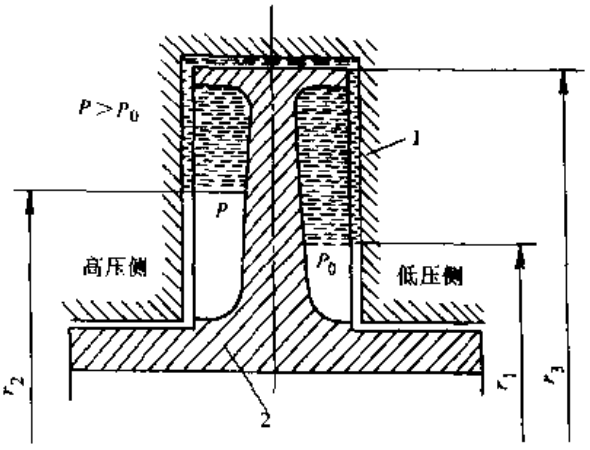


图9-11　水封装置

1—水封壳　2—水封环

亚麻仁混合膏组成物的质量分数为：1亚麻仁油50%；2黑铅粉20%；3红铅粉20%；4白铅油10%。制法是先将亚麻仁油用温火熬煎约3h左右，待其形成粘糊状再将其它成分加入搅拌

PLC WORLD

即成。

通风机钢板机壳的漏气情况严重时，应在中分面上更换密封垫或加上密封垫。密封垫一般可用石棉板或石棉绳，也可用其它垫用材料。

八、轴承的修理

滚动轴承的损坏往往由于质量不好和油脂润滑不良。滚动轴承损坏时，除应更新轴承外，还应检查润滑情况及其它原因。

滑动轴承的损坏往往是润滑系统的故障所引起，有时也是振动过大及安装不良所形成的。一般说来，如果轴衬合金与轴衬的脱壳面积大于该半个轴衬面积的20%，或轴衬合金表面的磨损、擦伤、剥落和熔化等部位大于轴衬接触面积的25%，应重新浇注轴承合金，低于上述数字时可予焊补。而如果出现裂纹或破损，必须进行重新浇注。

焊补轴承合金时，所用的轴承合金必须同轴衬上轴承合金的牌号完全相同。常用轴承合金牌号及主要成分见表9-7。

九、压力给油润滑装置的修理

压力给油润滑装置是使油强制喷出的一种装置。润滑油的公称油压为0.07MPa。这种润滑装置的典型图例之一示于图9-14。

从图9-14可以看出，润滑油是从油箱16经过过滤器15、止回阀12被吸入油泵内，然后由齿轮油泵11或手动油泵14将油压入压油管中，经冷却器2和节流圈4流入支承轴承和推力轴承中。压油管中的油压过大时，部分油从安全阀流出经回油管流入油箱16中，以降低油压。

在两轴承中完成润滑作用的润滑油被挤出后，自动地沿回油管流入油箱内。在回油管中装有检视接头6，以便检视回油流动情况。在油箱底部装有旋塞阀9，以便在定期更换润滑油时放出润滑油或其它杂质。

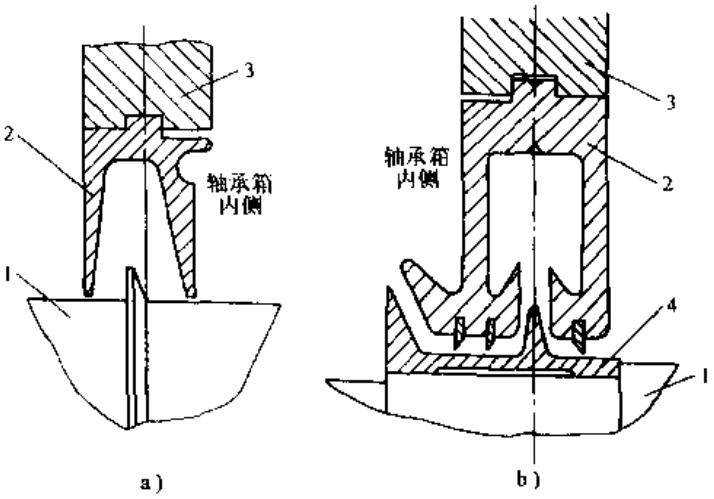


图9-12　迷宫式封油装置

a)平式　b)导筒式

1—主轴　2—密封　3—轴承箱　4—密封套

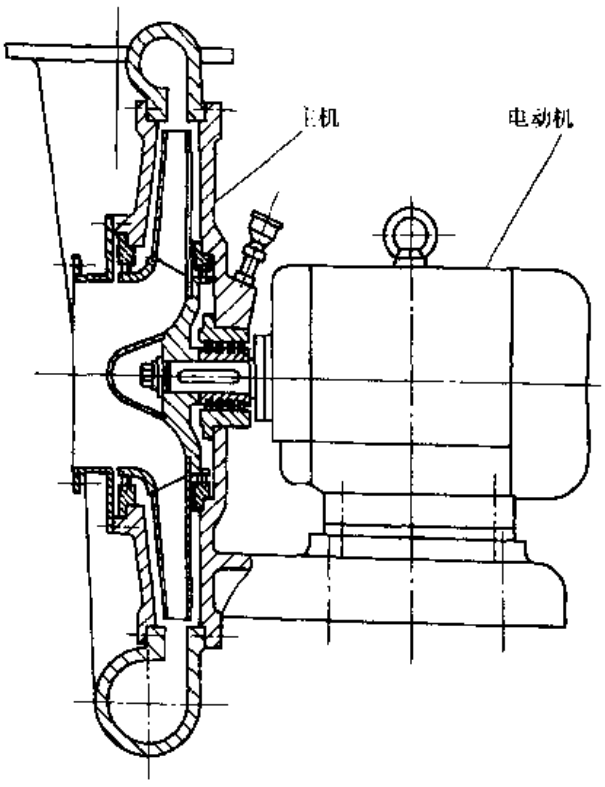


图9-13　D80-12离心式鼓风机的密封装置剖面图

表9-7　轴承合金的牌号及主要成分

牌　号	主要成分(质量分数)/%			
	Sb	Cu	杂质	Sn
ZChSnSb11-6	10～12	5.5～6.5	≤0.55	余量

PLC WORLD

油泵是压力给油润滑装置中的主要机件。油泵的齿轮又是较易损坏的机件，坏了就需要更换，但两齿轮的牙齿间的侧隙稍大并不影响使用。液压泵齿轮牙齿间的侧隙在较一般传动齿轮的规定侧隙大2～3倍的情况下仍然可以有效地工作。

油箱如发现漏油时应进行焊补或堵塞。油过滤网或过滤器堵塞时应进行清洗。清洗时每次只许取出其中的一层或一个，让另一层或另一个继续担负过滤工作，清扫完毕并装上后，再清洗另一层或另一个。

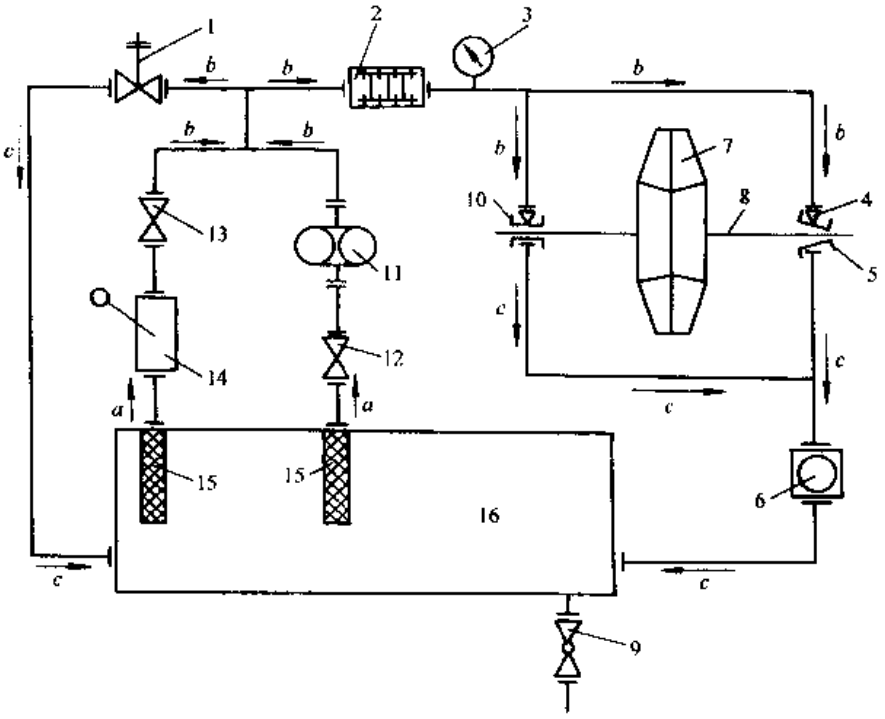


图 9-14　润滑装置

1—安全阀　2—油冷却器　3—压力表　4—节流圈　5—推力轴承　6—检视接头　7—叶轮　8—主轴　9—旋塞　10—支承轴承　11—齿轮液压泵　12、13—止回阀　14—手动液压泵、15—油过滤器　16—油箱

（箭头表示润滑油流动方向，箭头上的"a"表示吸油管，"b"表示压油管，"c"表示回油管）

油冷却器污塞时应进行清洗。清洗铜管内壁水垢时，可先用铁丝扎布条来回串通，然后将质量分数为25%～30%的盐酸溶液灌入管内泡过12～24h（切忌用明火接近管口），待水垢溶解后，再用苏打溶液清洗，之后用高压水流冲洗并擦干。清洗铜管外壁油垢时，不许用酸和碱等，可用热水清洗或用温度不高的高速蒸汽进行清扫。如果有氯化乙烷（$2ClH_2$）时，用它来进行清洗，效果更好。每次约需25～50kg。

油冷却器漏水或漏油时，经检查如系法兰表面有砂眼、裂纹及破损等缺陷而泄漏时，应进行补焊或更换；如系铜管破裂，可进行焊补或更换；如系铜管端部漏水，可用涨管器修理；如用涨管器修理无效，可将管端部与法兰盘焊住。

第二节　风机的装配及工装

一、总装的技术要求

1. 风机的各个组成部分在进行装配时，应符合下列技术要求：

1）离心式通风机叶轮与进风口处端面间隙与径向间隙，均不能大于图样上规定的尺寸。

2）叶片可拆卸的轴流式风机，如冷却塔风机等，在叶片及轮毂上都设有专用的对号标牌，装配时一定要将对号标牌上所标注的产品编号和叶片安装对号的数字找准，做到对号入座。如果对号标牌脱落或数字辨认不清，则叶轮装配后必须按本书第6章有关内容讲述的（或其它）方法进行静平衡校正。

3）离心式鼓风机的各密封间隙，除输送煤气及其它有害气体有特殊要求之外，一般可按照表9-8的规定。

PLC WORLD

4）离心式鼓风机的压力给油的滑动轴承的轴衬与轴承座的接合面应紧密贴合，其压紧公盈为0.03～0.07mm。轴衬与轴颈间之顶隙a（图9-15）和推力面的两侧间隙总和b（$=b_1+b_2$）均应符合表9-9的规定。

轴衬与轴颈之间的左侧或右侧间隙（a_1或a_2）应等于或略大于顶隙（a）的一半（图9-15），且两侧间隙最好相等（$a_1=a_2$）。

5）离心式鼓风机的主轴与电动机轴的安装同轴度允差为0.04mm。

6）联轴器上的销钉和螺母最好称过，质量相差较小的放在对称位置上，以免增加转子的不平衡度。

表9-8　离心式鼓风机的密封间隙　（mm）

密封间隙	密封每侧间隙	
	安装时	磨损后
滑动轴承箱内的密封	0.15～0.25	≤0.35
机壳内的密封	0.20～0.40	≤0.50

表9-9　压力给油润滑的滑动轴衬间隙　（mm）

偏差部位代号	转速/(r/min)	轴颈直径		
		>50～80	>80～120	>120～180
		间隙		
a	>1000～3000	0.15～0.25	0.20～0.32	0.25～0.40
b	>1000～3000	0.18～0.25	0.22～0.30	0.25～0.35

7）其它未予规定的要求详见《机械设备安装工程施工及验收规范》。

2. 动转试验　风机安装完毕，在提交正式生产运转前，应进行机械动转试验，以消除动转中可能出现的故障。

如属离心式通风机和轴流式通风机的叶轮，更换的新叶轮或大修后的叶轮，均应以超过叶轮的最大工作转速的10%的转速，进行超转试验。试验时间不少于1min。

在安装转子以前，对于压力给油润滑的风机，应首先将润滑系统进行窜油工作，以清除输油系统中的残留污垢。

窜油的操作程序如下：

1）将过滤好的新油加入油箱。

2）开动手动油泵，新油经过10～30min左右的循环，使油管通路中残存的污垢经循环后流到油箱内。

3）将油箱中的油经过特备的过滤器过滤，并清扫油箱，然后将过滤好的油再放入油箱内。滤油时应注意，同一过滤器和油管不应过滤不同牌号的油。否则，必须进行彻底清扫。

机械动转试验的开车和停车操作规程可按产品说明书或有关文件的规定进行。开车后应先在无载荷（关闭进气口阀门）时转动，如情况良好，即进行满载荷（在正常工况下）转动，如情况良好，可提交正式生产转动。

连续运转的时间：无载荷时不宜多于10min；满载荷时不宜少于1h（对于新安装的风机不宜少于4～8h）。

PLC WORLD

机械运转试验时应符合下列规定：

1）轴承温度应符合表 9-10 的规定。

2）轴承振动的振幅应符合表 9-11 的规定。

3）转子的窜动量不应超过表 9-9 的 b 值。如由于磨损使窜动量大于 $2b$ 时，应立即停车，更换新轴衬。

表 9-10　轴承温度及油温

轴承及润滑的类别	轴承温度		入口油温	出口油温
	正常	允许		
滑动轴承压力给油润滑	≤60	≤70	35～45	55～65
滚动轴承油脂润滑	≤70	≤80	—	—

表 9-11　轴承振动的振幅

转子的转速(r/min)	≤500	>500～750	>750～1000	>1000～1500	>1500～3000
振动的正常振幅/mm	≤0.20	≤0.14	≤0.10	≤0.08	≤0.05

注：如果振幅超过表中数值，但不超过 50%时仍被允许，如果超过 50%但不超过 100%时，那末 -当风机停车后，就必须采取措施消除产生过大振动的原因，如果超过 100%时，应立即停车，进行检修。

4）压力给油润滑系统中压力管上的表压应保持在 0.05～0.07MPa 的范围内。当油压降低到小于 0.03MPa 时，应立即停车，进行检修。

5）油冷却器的水压最好低于油压，或符合产品证明书的规定。水管出口水温不应大于 25～30℃，出口和进口的水温差不大于 5℃。

在运转试验合格后，如有必要，大修后的叶轮，或更换的新叶轮还应进行气体性能试验。性能试验方法和性能允差应符合有关标准的规定。

风机的允许振幅值见表 9-11。如振幅超过该表中数值的 50%，但未超过 100%，且未发生危险现象时，则须采取下列措施：1）稍关风机进气阀门；2）若有变速装置时，可暂降低转速不少于 5min 后再恢复到原来的转速；3）如采用上述方法或其它方法均无效时，应停车检查修理。如突然发生剧烈振动，并继续增大超过允许振幅值的 100%时，应立即停车，进行抢修。

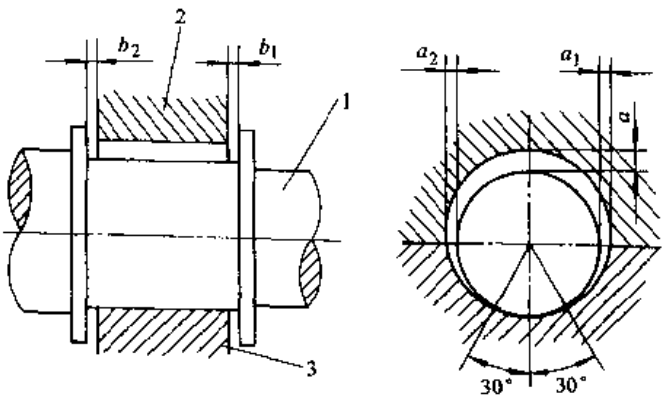


图 9-15　滑动轴承的轴衬间隙

1—轴　2—上轴衬　3—下轴衬

轴承过热，如温升超过表 9-10 规定值温升又上升很快时，应立即停车检修。如温升超过规定值，但不多于 2～3℃并且稳定时，则须采取下列措施：1）加强润滑，将轴略为放松；2）如上述方法无效，可在润滑油中加少量石墨或滑石粉；3）如采取上述方法或其它方法均然无效，应停车检修。

在任何情况下，对于轴承过热均不许采用以冰或冷水来冷却轴承，以免使轴衬弯曲。

二、离心式鼓风机总装配实例

1. 准备工作

PLC WORLD

1）熟悉图样及工艺。

2）准备好工作场地及工艺装备和测量器具。

3）对零部件的加工质量及外观质量进行检查。并清理油污、铁屑、锈蚀等及修光毛刺、飞边等。如存在质量问题，应与有关部门研究解决后，方能进行下一道工序。

2. 机壳装配

1）刮研机壳与底坐接合面，接合面应均匀。自由间隙应小于0.05mm。

2）按配键工艺守则配研滑动键。键与底座槽有过盈，过盈量为0.01～0.03mm。键与机座两侧间隔不小于0.5mm。

3）用螺钉将键固定在底座槽内。

4）清理机壳结合面毛刺，各接合面涂上润滑油。

5）用螺栓将左右机壳把合在一起，然后拧紧各螺栓。

6）钻铰垂直中分面销孔，清除切屑，销钉蘸上少许油脂，打入销孔。左右机壳中分面两侧应一致，以下机壳为基准调整上机壳。中分面自由间隙不应超过0.05mm。

3. 研轴衬及压公盈

1）将轴衬固定板拆下，修光毛刺，然后按原位安装好，拧紧螺钉。

2）调整底瓦垫块，用假轴测量轴瓦中心高度。轴瓦中心高于机壳中心0.03～0.05mm。

3）按轴承箱孔配研轴衬垫块弧面，压公盈。

固定垫板接触面接触75%以上。采用0.3mm直径的铁丝检查，轴衬与轴承箱配合应有0.03～0.07mm的过盈。

4. 刮瓦 采用红铅粉检查轴衬与轴的接触情况，用不大于轴瓦与轴间隙允许值2倍的铁丝检查轴瓦间隙，必要时修刮轴瓦瓦面。

保证轴衬与轴接触角为60°。接触面为2～3点/cm^2。轴与瓦孔顶间隙为0.15～0.20mm。两侧间隙均为0.15～0.20mm。

5. 刮研推力面

1）将推力块按在平台上研推力面。

2）用块规测量轴台与轴衬推力面轴向尺寸，配磨。推力块厚度允差为0.02mm。测量前须将轴衬推力面刮研70%。

3）刮研轴衬推力块工作面。接触面达到2～3点/cm^2。推力面两侧间隙和为0.2～0.3mm，在刮研时，应按下限进行。

6. 装回流室及密封

1）将回流室两半分别装入机壳，配圆柱销尺寸。圆柱销打入销孔，必须装到底，并且不允许有松动现象。

2）将圆柱销打入隔板销孔内，配研销端面。

3）将回流室吊入机壳内。回流室中心偏差不大于0.05mm。圆柱销端面与机壳接触不小于应接触面的50%。

4）按密封体凸台研回流室凹槽，用假轴和轴套测量密封和回流室的同轴度。

在下密封过程中，应将密封下到底。

密封在槽内应能推动。同轴度公差不能大于0.05mm。密封、隔板与机壳的最大的间隔应保证在允许范围内，不得有过盈配合。

5）中分面打表找正。

PLC WORLD

6）锪钻，攻固定环窝及螺孔，清除切屑，将固定环用螺钉固定。

7）清理下机壳，吊入转子，测量转子与下机壳的轴向尺寸，确定转子的轴向位置，配推力瓦调整垫。

8）检查各密封间隙并修刮间隔。

7. 试车

1）熟悉试车布置图及技术要求，熟悉试车内容及试车大纲。

2）按试车布置图及试车大纲进行风机、电动机与增速机的中心找正。

3）联接油管路，联接冷却水管路，试电机动转向。管路在安装之前，清洁度应符合试车要求。

4）按试车大纲进行试车。

5）试车合格后，按安装反顺序进行拆卸。

8. 涂漆

1）按高温油漆工艺守则进行高温漆的涂刷。

2）不需高温漆的风机，按油漆工艺守则进行涂刷。

三、离心式鼓风机转子装配实例

1. 准备工作

1）熟悉图样及工艺文件。

2）准备测量工具及工装。

3）检查零部件外观质量，检查是否有磕碰划伤现象，并清理干净。如发现质量问题应及时进行处理。

2. 转子装配

1）将叶轮、主轴进行配合面实际尺寸测量并做记录。

2）按配键工艺守则装配转子组各键，测量时要对称测量两个位置。

3）根据实际尺寸计算叶轮与轴的过盈值。

4）根据过盈值计算叶轮加热温度。加热温度计算按下式进行：

$$t = [i + a]/[D \times \alpha] + t_0$$

式中　t——需要加热温度(℃)；

i——实际过盈(mm)；

a——需要的装配间隙(mm 需要的装配间隙根据直径一般取 1.5～2i)；

D——叶轮内孔名义尺寸(mm)；

α——材料线膨胀系数(1/℃)；

t_0——室内温度(℃)。

5）根据加热所需的温度以及叶轮直径、厚度来选择加热设备。适用于鼓风机叶轮加热的设备主要有电炉、电感加热器、乙炔喷枪，一般尽可能地选用电炉加热器。加热温度一般不大于 250℃。

6）如果采用电炉加热，则应将叶轮吊放在电炉中，叶轮不得与四壁接触，将盖扣严，定好加热温度，保温时间不得少于 1h。

如果采用电感加热器，将叶轮吊入加热器中部，使磁芯柱在叶轮内孔中间，定好加热温度与加热时间。

如果采用乙炔枪加热，将叶轮吊在转盘上，放平，先使叶轮均匀受热，然后着重加热轴盘

PLC WORLD

里侧，加热时要不停地转动转盘。并采用测温计测叶轮表面温度。

7）叶轮加温后应用内径千分表测量内孔实际尺寸，检查尺寸是否胀到予计尺寸。

8）叶轮与主轴装配，将叶轮迅速吊放到装配场地放平，然后吊起主轴稳、准、快地将主轴装人叶轮中。也可采用竖轴吊轮的装配方法。

9）待叶轮自然冷却到小于50℃之后方可进行打表检查，或装下一个另件及叶轮。

多级鼓风机转子装配必须采用奇偶法进行，打表、平衡等其它的工艺过程及要求，均应按转子组热装工艺守则及转子装配典型工艺过程卡片执行。

例(9-1)　有一转子，其主轴轴径设计尺寸为 $\phi100^{+0.140}_{+0.100}$mm，叶轮孔径为 $\phi100^{+0.03}_{0}$mm，材料为35CrMo钼，线膨胀系数为0.000012 1/℃，室内温度为20℃，问热装时需要加热到多少温度?

解：已知：

实测主轴轴径　$D=\phi100^{+0.120}_{0}$mm

实测叶轮孔径　$\phi100^{+0.02}_{0}$mm

实际过盈　$i=0.100$mm

代人公式，可得

$$T=[0.100\text{mm}+(1.5\sim2)1\text{mm}]/(100\text{mm}\times0.000012\ 1/℃)+20℃=$$
$$(208.3\sim250℃)+20℃=$$
$$228.3\sim270℃$$

因加热后装配前有一段时间，加热件有散热损失，故热装时取温度上限为270℃。由于套装件的几何形状、材料成分等不同，故计算的线膨胀数值与实际线膨胀数值有些出人，因此在热装时除了用温度计测量加热件温度外，还应测量热状态下孔径实际尺寸(即孔径比轴径大1.5～2.5倍公盈时才能进行热装)。

四、风机串油工艺

1. 准备工作

1）熟悉产品图样及工艺文件。

2）检查油路系统、产品轴承、各油腔有无损伤、缺陷。

3）准备好干净木箱、木板、橡胶、棉纱、泡沫、手套等各种工具。

4）准备好必需的清洗用油、用具等。

5）轴瓦的清洗。将轴瓦放置于煤油或汽油中用毛刷刷干净，对进出油孔螺孔进行冲洗并用干净布擦干净，再用干净的空气吹干，使其露出金属及钨金本色，然后放置于干净的橡胶或干净的布上，用塑料布盖好。

6）轴承箱、齿轮箱的清洗。将箱体的铸造型砂、焊瘤、焊渣锈蚀等用钢丝绳及偏铲等彻底清除干净，再浸上煤油浸泡一段时间进行刷洗，然后放掉，擦干净，用干净风吹干，再用面团(食用面粉)粘干净。

进油孔、回油孔、油管路清洗：首先根据图纸校对各进油、回油油孔方向，并检查是否通畅。油孔、长油孔、螺孔、油管路清洗时用钢丝带着布条或钢丝刷拉擦多次，将内壁锈蚀、铁屑氧化皮、焊渣脏物等清除掉，再用汽油进行冲洗，然后用干净空气吹净。清洗后内壁应露出金属本色，并立即涂上透平油，以防锈蚀，同时将两端通孔用干净布或塑料挡好，以防落入灰尘。

7）串油油站本身必须清理干净，对其油箱、冷却器、过滤器、管路、阀门开关等均应达

PLC WORLD

到油站制造工艺要求，串油后清洁度经检查，合格后方可使用。

2. 串油程序及方法

1）将可移动串油油站吊到要试车的机组附近合适的位置，油箱中注入适量的透平油。

2）将油箱中的透平油加热，至温度 20～80℃之间。

3）串油油站与机组之间采用软管或钢管连接，注意管内不得进入脏物。

4）将轴瓦分别装入轴承箱内，操作者应注意不得将脏物等带入箱内。

5）起动串油油站主油泵，调节油压使其在 0.1～0.2MPa 进行串油，时间为 1h。

3. 串油检查

1）各轴承进口装上 0.154～0.125mm（100～120 目）过滤网，回油孔装上 0.18mm（80 目）过滤网。

2）30min 后方可拿下过滤网进行检查，如不合格，装上过滤网继续进行串油，直到合格为止。

3）过滤网拿下后如果检查不合格，将过滤网用汽油冲洗干净后再装上。

4. 试车供油

1）串油油站串油合格后将串油油站拆下。

2）试车油站与风机进行连接，操作者注意异物不得进入管内。

3）机组试车与工艺文件要求相同。

5. 试车后轴瓦与轴颈检查

1）轴颈、轴瓦表面出现微小划伤或刮痕时允许修磨，修后不再试车。

2）修后的轴颈、轴瓦必须经检查认定后方可运转。

五、油冷却器装配工艺

1. 油冷却器结构

1）鼓风机和压缩机的轴承绝大部分是滑动轴承，变速箱齿轮轴承则全部采用滑动轴承。而油冷却器是用来降低油温维持润滑油在正常油温的装置，因此它是轴承油路系统中必不可少的部分，它的损坏会使整台风机不能安全运转，为此应严格控制装配质量。

2）油冷却器的结构形式很多，但就其装配过程来说大体上都是相同的，一般是按如图 9-16 所示之油冷却器结构形式制订的。

图 9-16 中水管部 2 靠螺钉 8 将外盖 1 和外壳 3 相互固定。为防止后结合处漏油漏水，结合面都垫以表面涂有白铅油的橡胶石棉板 9。内盖 4 及螺钉 6 固定在水管上。5 为放出冷却器内油中之水的闸阀，10 为起重用吊环螺钉，为了解冷却器是否工作正常，在冷却器的进出口各安装一个水银温度计 7 测量油温。

3）其它形式之油冷却器，如有特殊要求时应按其图样或文件中的要求操作。

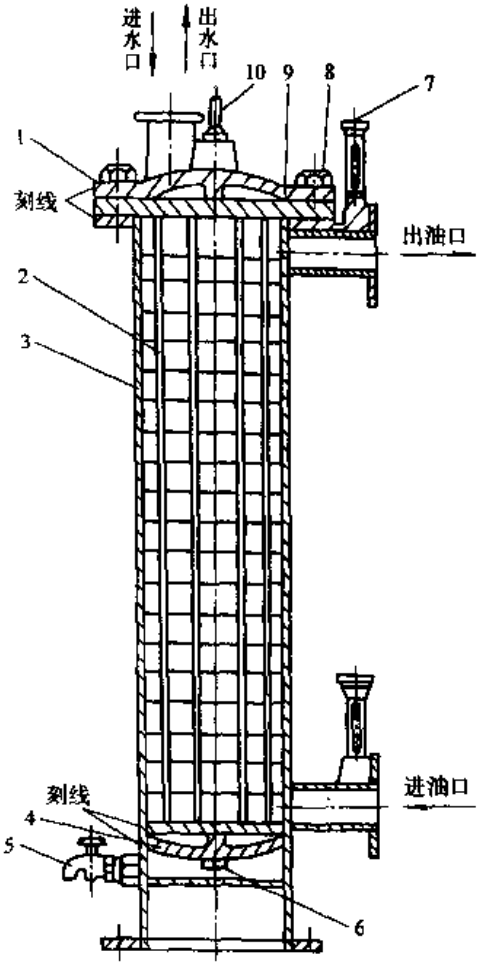


图 9-16　油冷器结构

1—外盖　2—水管部　3—外壳　4—内盖盘　5—放水闸阀　6—螺钉　7—温度计　8—螺钉　9—橡胶石棉板　10—吊环螺钉

PLC WORLD

2. 装配前的准备工作

1）将外壳部、内盖、外盖的内部表面彻底打扫干净并刷一层铁红底漆。

2）将前后孔板及隔板去掉毛刺，并用砂纸将表面打光到无锈迹为止。

3）将水管用锯切成按图样要求的长度尺寸再加上 3～5mm 余量，以备装后在端面修齐。再将水管用焊炬或加热炉加热到 500～700℃，然后在空气中冷却作退火处理。

4）用木锤在平台上将退火后之水管校直，直线度公差不得超过 0.5mm。

5）用砂纸将水管的表面打光，并检查水管表面是否有裂纹或孔洞存在。

3. 冷却器的装配

1）把前孔盘放在平台上，如图 9-17 所示。先不装水管只将三根支杆及所有支管、隔板、后孔盘依次装好，在装配中应保持前后孔盘的刻线必须在同一平面、同一方向上。通过锉研支管 3 使尺寸 L 保持在 ±1mm 的公差范围内，两块隔板间的平行度公差不得大于 1mm，隔板分大小两种应交叉安装。

2）将水管从后孔盘方向插入各隔板孔中，先插靠孔盘中心附近的水管，再插靠外面的水管，插入时如遇阻力较大允许用木锤轻轻敲打，徐徐装入。如仍无法装入应检查水管外径的公差是否保持在下列范围内：当外径为 8～13mm 时公差应在 0～0.2mm，外径为 14～19mm 时公差应在 0～0.24mm，直线度公差不得大于 0.5mm，前后孔盘孔径应较名义尺寸大 0.2～0.3mm，隔板孔径应较名义尺寸大 0.4～0.6mm，表面粗糙度不低于 R_a3.2μm 并检查在装之前后孔盘及隔板是否在同一胎具上进行钻孔的，不合格的应退回修理。

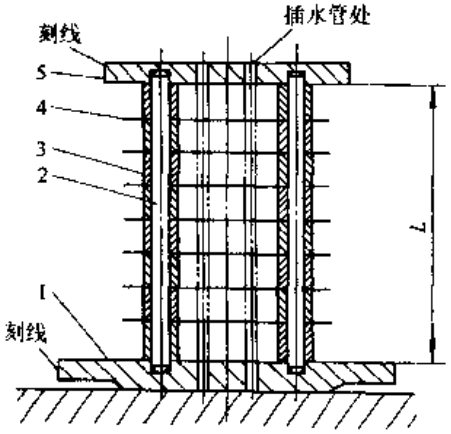


图 9-17　油冷却器芯子(水管组)
1—前孔盘　2—支管　3—支杆
4—隔板　5—后孔盘

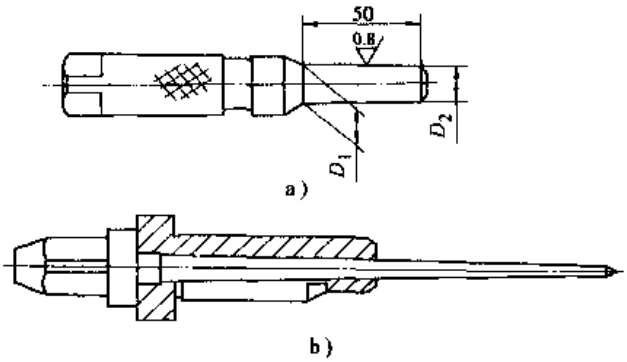


图 9-18　胀管器

3）用如图 9-18a 所示涨管器进行涨管，在涨管器的锥面上涂些黄干油或机械油，将全部已插入水管的水管部按垂直方向把前孔盘端面放在平台上，涨管器放入水管中借锤子敲打使其水管与后孔盘涨紧。取出涨管器时先用锤子横向四周轻轻敲打，后用活搬手将涨管器拧出来，为了提高涨管的质量，尽量采用图 9-18b 所示的涨管工具，这种工具可用手动涨紧，也可用机动进行水管涨紧工作。

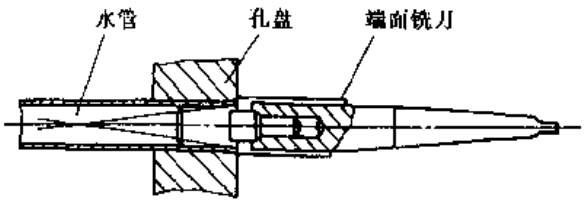


图 9-19　端面铣刀

4）把水管部调头后，后孔盘放在平台上，用上述同样方法将水管与前孔盘涨紧。

PLC WORLD

5）用如图 9-19 所示端面铣刀，在钻床上将凸出在前后孔盘外的水管部分铣去，再用平锉刀修去毛刺，使平面的平面公差不大于 0.2mm

6）将水管组如图 9-20 所示的装在试压筒内进行水压试验，用手摇水泵加压到 0.25MPa，观察前后孔盘处的情况。如发现从孔盘与水管之间漏水，应重新用涨管器涨紧，如从管内流出水说明水管可能有裂纹或孔洞，应更换水管，重新插入另一水管直到整个水管部在 0.25MPa 下保持 5min 不漏为止。经检查合格的水管组应立即拆出，并用压缩空气将水吹净。

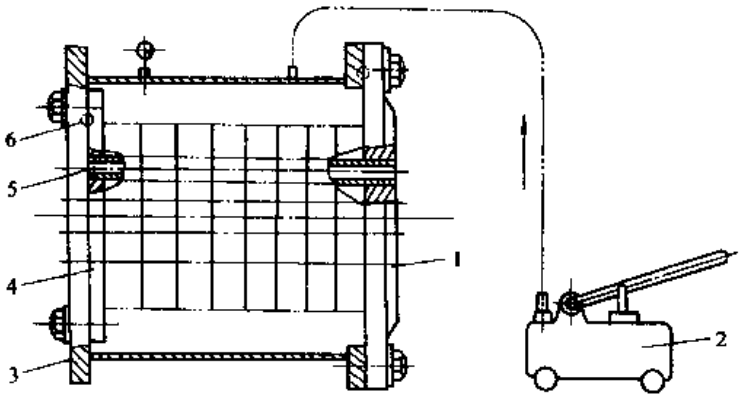


图 9-20　试压设备

1—前孔盘　2—手摇水泵　3—试压筒(工装)
4—后孔盘　5—水管　6—密封

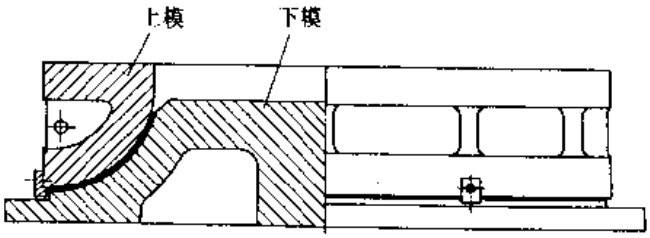


图 9-21　轮盖压型模(正体)工装图

7）按后孔盘与内盖盘外圆刻线如图 9-16 所示，再装入拧紧内盖盘之联接螺栓。

8）按前孔盘外盖与外壳部法兰外圆刻度对准位置如图 9-16 所示，并在中间加入涂上白铅油的橡胶石棉垫圈，后用螺钉将外盖水管部和外壳部一起固定。

9）将起重吊环螺钉、温度计及水闸阀等零件装在外壳部上。

10）冷却器在总装后必须把冷却器内的水放净，防止生锈或冬季结冰。

11）将进出水孔进出油孔用干净棉纱塞住，防止尘土和铁屑进入。

12）在钻床上钻铰水管部与外盖、外壳部之联接销钉孔，并打入销钉成为完整部件等待总装。

13）冷却器在试车完后，应先把内部水放净方能允许包装。

六、常用件工装

1. 轮盖压型模(正体)工装　(图 9-21)。
2. 单板叶片压型模工装图　(图 9-22)。
3. 机壳蜗舌压型模　(图 9-23)。
4. 正体机翼形叶片压型模　(图 9-24)。
5. 分体式机翼形叶片压型模　(图 9-25)。
6. 加强式机翼形叶片拼装模　(图 9-26)。
7. 进风口口圈压型模　(图 9-27)。
8. 锥形筒正体压型模　(图 9-28)。
9. 锥形筒分段压型模　(图 9-29)。
10. 法兰圈或槽钢圈热压模　(图 9-30)。

七、单板叶片叶轮工装

Y4-73№29 1/2 锅炉离心式引风机，采用中空机翼型叶片叶轮，经磨损后，叶片内部积灰，导致转子不平衡，造成叶轮损坏。改成单板叶片叶轮后(Y4-73-14 型)则可提高使用寿命 2～3

PLC WORLD

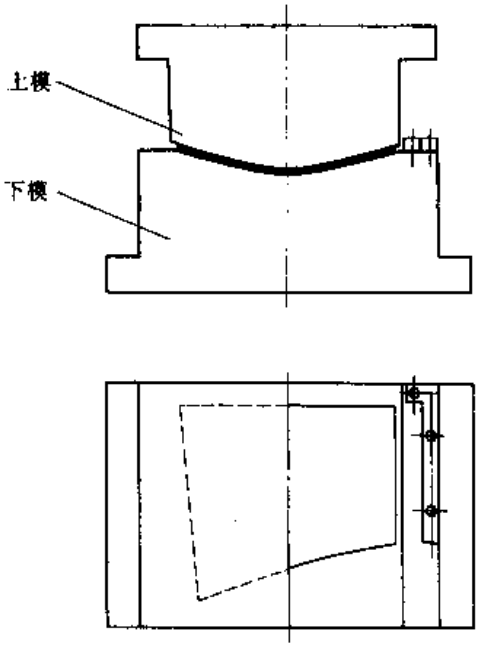


图 9-22　单板叶片压型模

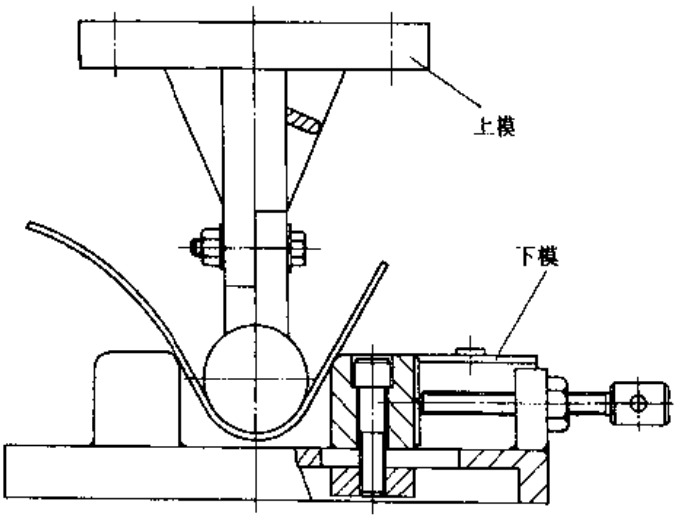


图 9-23　机壳蜗舌压型模

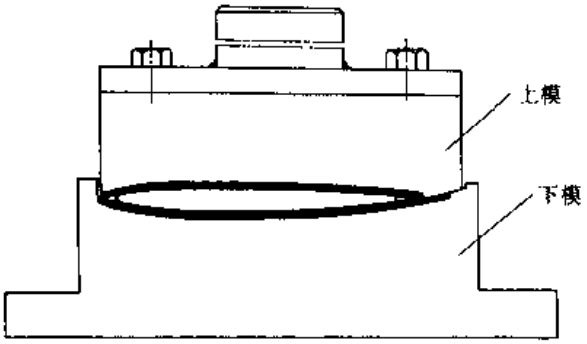


图 9-24　正体机翼形叶片压型模

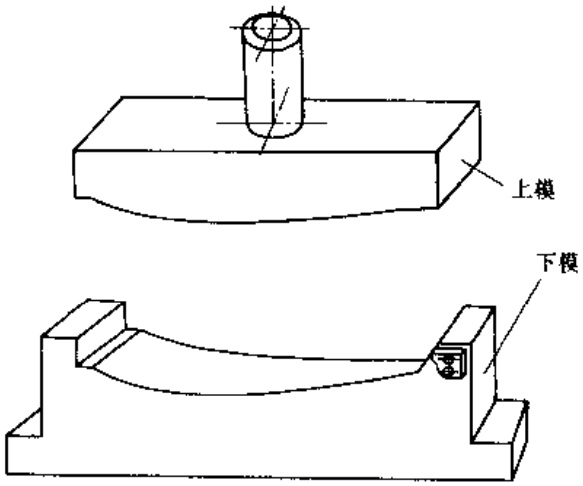


图 9-25　分体式机翼形叶片压型模

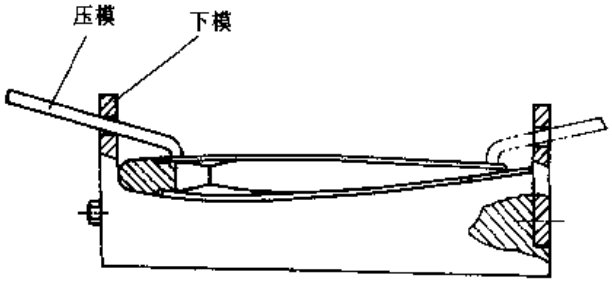


图 9-26　加强式机翼形叶片拼装模

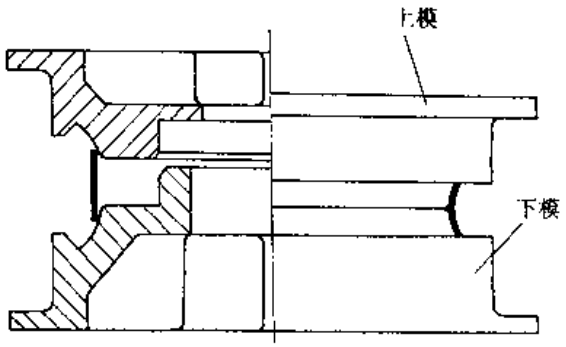


图 9-27　进风口口圈压型模

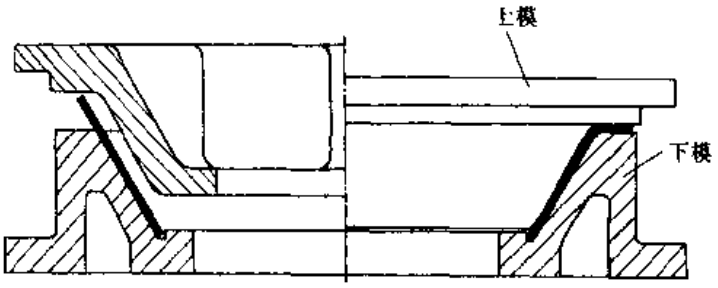


图 9-28　锥形筒正体压型模

倍。其结构见图 9-31、图 9-32 和图 9-33。

在叶轮圆周速度小于 76m/s 时，图 9-31 中的中盘 4 可不加。叶轮刚度为

叶轮刚度计算公式为：

$$\frac{D_2}{1000\times\delta}\times\left(\frac{B_2\times n}{2\times 1000\times 10}\right)^2 \leqslant 250$$

式中　D_2——叶轮出口处直径(mm)；

δ——叶片厚度(mm)；

B_2——叶轮出口宽度(mm)。

Y4-73-14　№29 1/2　锅炉离心式引风机叶轮刚度计算为

$$\frac{2950}{1000\times 12}\times\left(\frac{737.5\times 750}{2\times 1000\times 10}\right)^2 = 188$$

因为 188 < 250　则认为该叶轮是可靠的。

叶轮焊缝成形应均匀、光滑，经喷砂处理后应进行着色探伤检查，采用 FNM (沈鼓型)耐磨焊条堆焊。

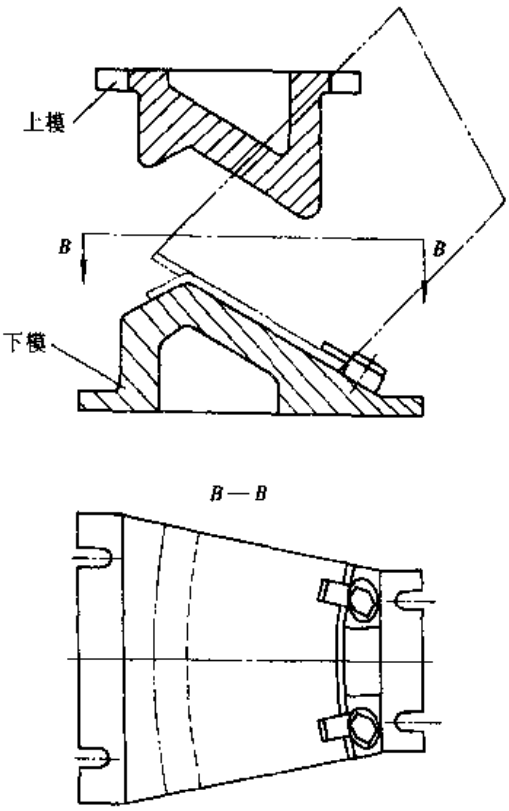


图 9-29　锥形筒分段压型模

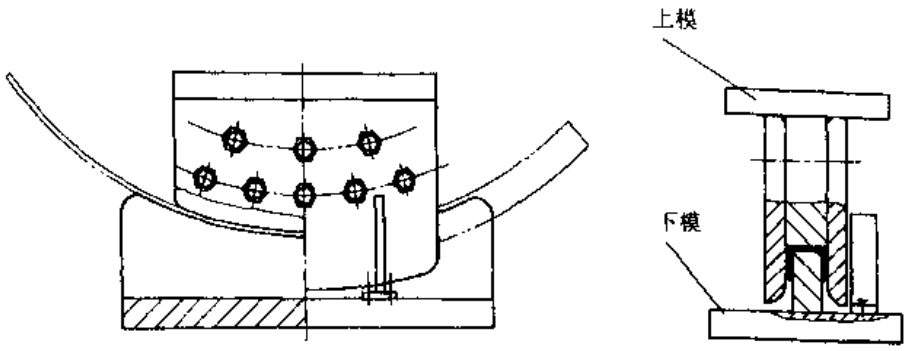


图 9-30　法兰圈或槽钢圈热压模

PLC WORLD

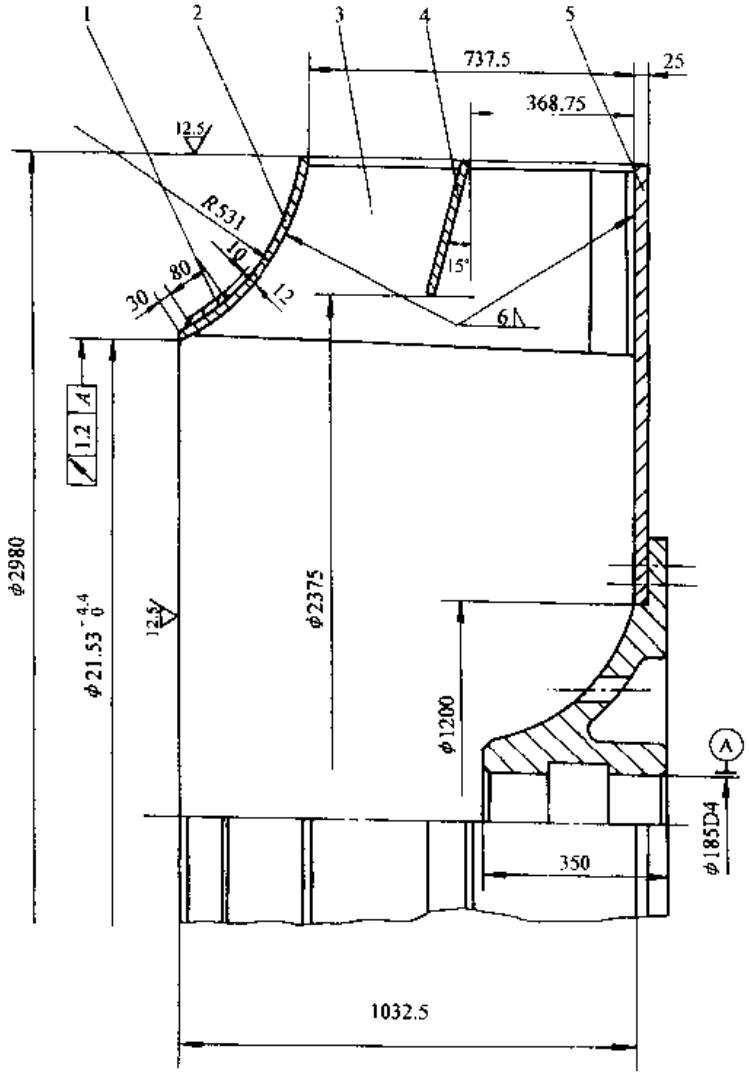


图 9-31　有中盘的单板叶片叶轮

1—补强圈　2—盖盘　3—单板叶片　4—中盘　5—轮盘

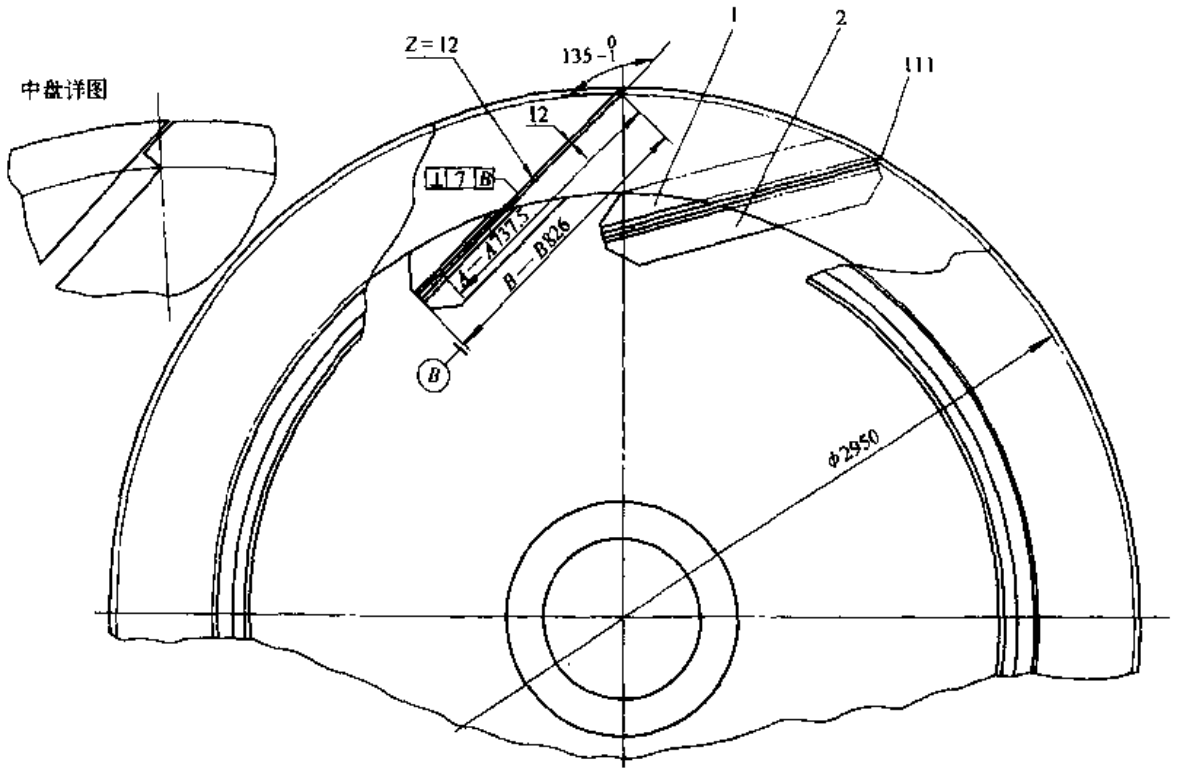


图 9-32　有补强肋板的单板叶片叶轮

1—前补强肋板(短)　2—后补强肋板(长)

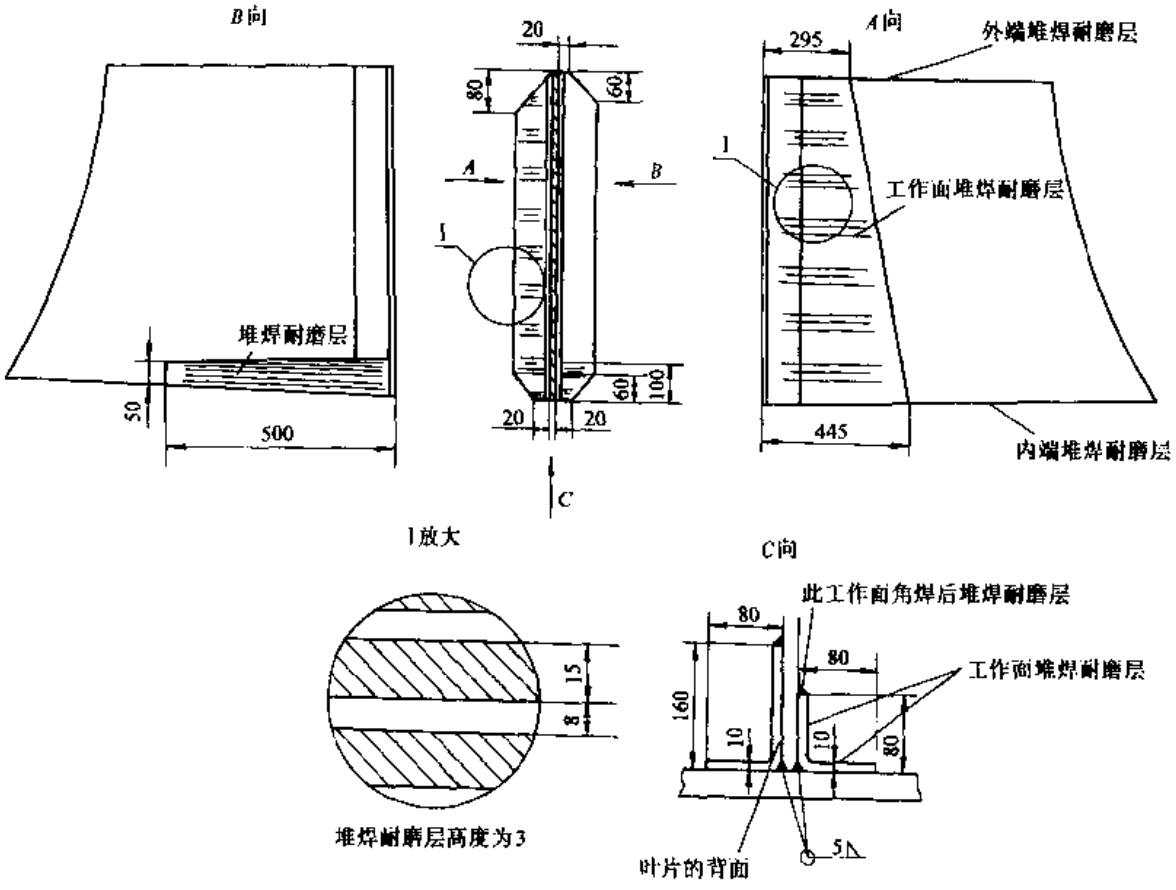


图 9-33　有耐磨堆焊层的单板叶片叶轮

PLC WORLD

第十章　风机的现场性能测试

第一节　概　　况

一、现场测试遵循的标准

本章详细地介绍了现场试验的实例。实例包括若干类型风机系统的测试组合装置，以及适用于大多数风机及鼓风机系统的测试装置，对于压缩机的现场测试则还应考虑雷诺数、马赫数、气体可压缩性、不同成分气体、热交换等因素的影响。

本章中有关风机现场试验的试验条件、试验装置和仪器仪表、试验程序、试验结果的计算，皮托静压管(结构、连接、管座)、孔板、横向截面试点的分布、静压测孔、管座结构、以及不同成分气体的密度测定、误差分析等应符合下列标准要求：

GB　1236—85　通风机空气动力性能试验方法

GB　10178—88　通风机现场试验

ZB　J72030—89　一般用途罗茨鼓风机性能试验方法

JB　3165—82　离心和轴流式鼓风机压缩机热力性能试验

AMCA　203　美国通风与空调协会标准

本章引用上述这些标准时，统称为相关标准。

附录 A 中，方程式(附 A-1)及(附 A-2)是用以估算风机用三相电动机输出功率的相位电流法

附录 B 中，图 B-1 是用以估算带驱动损失

附录 C 中，图 C-1 及表 C-1 用以确定常见温度、压力下空气的密度

附录 C 中，表 C-2 是用以确定不同高度下，空气相对密度及大气压力

附录 C 中，表 C-3 是用以确定饱和水蒸汽压力

附录 C 中，表 C-4 是饱和空气的特性参数

附录 C 中，表 C-5 是各种含烟气体的典型密度

二、风机的现场测试类型、测量平面及系统效应

1. 进口不带接管和出口带接管的风机　离心式鼓风机、带进口消声器的离心式鼓风机、带进口消声器的轴流式鼓风机和并联离心风机。

2. 进出口均带接管的风机　通风系统中的公用风机、锯屑运送系统中的离心式风机、干燥器系统中的轴流式风机、吸尘器系统中的离心式风机、流程系统中的离心式风机、通风系统中的轴流式风机和串联高压离心式风机。

3. 带进口接管和不带出口接管的风机　引风系统中的离心式风机、引风系统中的轴流式风机、吸尘系统中的离心式风机和带进口接管的离心式屋顶风机。

4. 空气输送装置　组合式空调装置中的离心式风机、工厂安装的引风式中心站空调装置、成套的空调装置、整体式空调装置和工厂安装的鼓风式中心站空调装置。

5. 不带接管的风机　不接带管屋顶通风装置和不接管螺旋桨式风机。

PLC WORLD

6. 推荐的测量平面　在风机系统装置中的某一位置，对于现场性能试验均是有效的。这些位置特作以下规定：

平面 1：风机进口平面

平面 2：风机出口平面

平面 3：用以确定流量的皮托静压管排的平面

平面 4：测量风机上游静压的平面

平面 5：测量风机下游静压的平面

角注数字用以标志有关诸平面的数值。

7. 系统效应系数(系统附加阻力系数)　指根据风机进口或出口的回流条件所引起风机的性能损失。这些回流条件可能是由于障碍物或在风机最近区域内所用系统部件的布置而造成的。系统效应(Δp_{sY})应与系统阻力特性在风机选择过程中一并选用。Δp_{sY}也可用于现场试验结果计算。因计算后就可以将试验结果与风机的额定性能特性直接进行比较。因此，现场试验的风机静压即可按下式确定

$$p_{sF} = p_{s2} + p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} + \cdots + \Delta p_{sY}$$

式中　p_{sF}——风机静压(Pa)；

p_{s1}——风机进口平面 1 处静压(Pa)；

p_{s2}——风机出口平面 2 处静压(Pa)；

p_{d1}——风机进口平面 1 处的动压(Pa)；

Δp_{sY1}、Δp_{sY2}——系统附加阻力(Pa)。

由于现场与实验室条件(进、出口均为平直段，并没有附加部件影响)不同，现场实验中引起的风机静压、全压的下降，对风机内特性是系统效应，对管网外特性则是系统附加阻力。

第二节　进口不带接管和出口带接管的风机测试

一、离心式鼓风机(图 10-1)

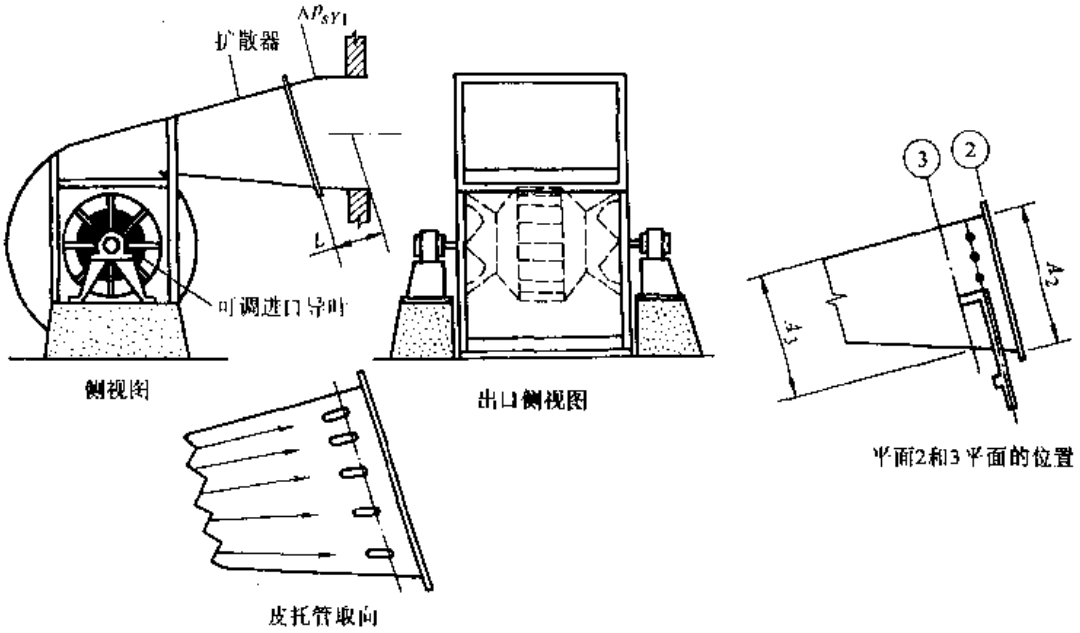


图 10-1　离心式鼓风机

PLC WORLD

1. 说明

1）可变进口导叶视为风机的组成部分。带有进口导叶风机的特性参数，包括导叶处于全开位置时的运行状态。为了能够将试验结果与风机特性参数加以比较，试验过程中应将导叶固定在全开位置。

2）在位于风机扩散器端部附近的平面 3 上测出动压值并求出其均方根，用该均方根确定 p_{d3}。求在同一平面上测得静压数据的平均值，从而确定 p_{s3}。相关标准叙述了取横断面的方法。这些动压值和静压值容易出现误差，因为在风机出口区域内存在紊流。将平面 3 确定在扩散风道内并不是理想的，然而，此例中除平面 3 外找不出其它更合适的位置。皮托静压管应按图 10-1 中所示取向，以便使其顶部方向与预想气流方向成一线，尤其是在扩散器壁附近更是如此。确定横截面的 A_3 面积，该面的位置是在皮托静压管的顶部，而不是在扩散器内皮托静压管的进入孔处。

3）在风机进口气流流道内测量 t_{d1} 和 t_{w1}。确定风机附近的 p_b。在平面 3 内测量 t_{d3}。所有这些测量数据均用于确定各有关平面处的气流密度。

4）测量风机转速和电动机的安培值、伏特值和瓦特值(如果可能)。记录电动机所有有关的标牌数据，包括电压值和额定负荷(I_{NOM})电流值。如果采用附录 A 中所述的三相电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的功率。假如电动机不是在额定负荷点上而在较远处运行，有可能需要断开驱动装置并测量无负荷安培值(I_0)。参看附录 A。

5）由于风机出口侧风筒的长度不够，会产生系统附加阻力(Δp_{sY1})。为了计算 Δp_{sY1} 的值，需要测量出口风筒的长度 L、风机出口的面积 A_2 和风机的送风面积(风机蜗舌处)。

6）对于进口不受限制的风机，在其进口处得到的静压 p_{s1} 和动压 p_{d1} 之和可以认为等于静压 p_{sx} 和动压 p_{dx} 之和；p_{sx} 和 p_{dx} 是在距风机进口足够远的一点上测得的，在该点上静压为零，静止空气中的动压也为零。如同在静止空气中一样。

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{sx} + p_{dx} = 0 \tag{10-1}$$

这种想法考虑到了在使空气加速进入风机进口时引起的风机损失，并消除了为在风机进口测量动压和静压引起的误差。在试验确定风机特性额定值的方法中也作了同样的考虑。计算风机静压时，

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} = p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) + \Delta p_{sY1} \tag{10-2}$$

因为 $$p_{s1} + p_{d1} = 0$$

故 $$p_{sF} = p_{s2} + \Delta p_{sY1}$$

7）为了将试验结果与在 1480r/min 和 1.123kg/m^3 条件下(规定条件)画出的风机运行曲线加以比较，需要将结果换算成上述规定的条件。试验条件与规定条件相同，则不需换算。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 97900$Pa　$t_{d1} = 29.44$℃　$t_{w1} = 17.22$℃　$t_{d3} = 35.56$℃　$p_{s3} = 3586.8$Pa　$p_{d3} = 378.6$Pa

风机转速 $n = 1480$r/min

$A_2 = 1.11$m^2　$A_3 = 1.05$m^2

通风面积 $A = 0.721$m^2；

$L = 0.915$m

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 377　375　373　375 (平均)

PLC WORLD

安培值(A) = 245　　251　　257　　251 (平均)

(3) 电动机的标牌数据　Y315L1-4

160kW　　3 相　　50Hz

380V　　1490r/min　　I_{NOM} = 291A

总要求

可变进口的导叶处于全开位置。

风机与电动机直接联接

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，得 $\rho_1 = 1.123 kg/m^3$，其风机进口条件如下

$t_{d1} = 29.44℃$　$t_{w1} = 17.22℃$

$p_1 = p_b = 97900Pa$

平面 3 上的密度为

$$\rho_3 = \rho_1\left(\frac{p_{s3} + p_b}{p_b}\right)\left(\frac{t_{d1} + 273}{t_{d3} + 273}\right) =$$

$$1.123\left(\frac{3586.8 + 97900}{97900}\right) \times \left(\frac{302.44}{308.56}\right) =$$

$1.141 kg/m^3$

这时，认为 $\rho_2 = \rho_3$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{378.6 \times 2}{1.141}} = 25.76 m/s$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 25.67 \times 1.05 = 27 m^3/s$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 27 \times \frac{1.141}{1.123} = 27.43 m^3/s$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{251}{291} \approx 0.86\% = 86\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)可较精确地估算出 160kW 的电动机以 86% I_{NOM}运行时的功率输出。

$$P_{MO} = 160\left(\frac{251}{291}\right) \times \left(\frac{375}{380}\right) \approx 136kW$$

P_{MO}为电动机输出功率 kW

因风机直接与电动机相联，轴功率 p_{sh}(风机输出功率)为

$$p_{sh} = p_{MO} = 136kW$$

(5) 系统附加阻力　参考本书第 4 章中的图 4-18、图 4-19、表 4-1，写出下列算式

$$q_{v2} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 27 \times \frac{1.141}{1.141} = 27 m^3/s$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{27}{1.11} = 24.3 m/s$$

扩散器出口面积的风筒当量直径

$$D_c = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.11}{\pi}} = 1.188m$$

风筒 100%有效长度为

PLC WORLD

$$D_e \frac{v_2}{5} = 1.188 \times \frac{24.3}{5} = 5.77\text{m}$$

标准风速为 5m/s、风管直径为 1.188m、风管长度为 5.77m 时，系统附加阻力为零。

以 $L\%$ 表示的风筒有效长度为

$$\frac{100L}{5.77} = \frac{100 \times 0.915}{5.77} \approx 16\%$$

$$\text{通风面积比} = \frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.721}{1.11} = 0.65$$

在通风面积比为 0.65、速度为 24.3m/s、风管有效长度为 16% 的条件下，系统附加阻力曲线 U 适用。在 1.2kg/m^3 条件下 $\Delta p_{sY1} = 150\text{Pa}$。在 1.141kg/m^3 条件下，

$$\Delta p_{sY1} = 150 \times \frac{1.141}{1.2} = 142\text{Pa}$$

(6) 风机静压　由于 A_2 大于 A_3，因此可能需要在平面 3 和 2 之间将动压换算成静压。但是换算值相对于平面 3 上测得的静压值要很小，忽略从平面 3 到平面 2 的静压变化对试验结果无明显影响。故认为 $p_{s2} = p_{s3}$。

$$p_{sF} = p_{s2} + \Delta p_{sY1}$$

$$p_{sF} = 3586.8 + 142 = 3728.8\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = q_V = 27.43\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = p_{sF} = 3728.8\text{Pa}$$

$$p_{shC} = p_{sh} = 136\text{kW}$$

风机流量是指进口条件 ρ_1 时。

风机静压是指出口条件 ρ_2 时。

二、带有进口消声器的离心式鼓风机

1. 说明

1) 此类风机是由制造厂提供并确定其额定值，它包括进口可调导叶和进气箱，不包括消声器。对于带进口导叶的风机，其性能额定值包括进口导叶在全开位置时的运行参数。为了能将试验结果与风机性能额定值加以比较，在试验中必须将进口导叶置于全开位置。

2) 在平面 3a 和 3b 上测量动压并求其均方根，从而确定 p_{d3a} 和 p_{d3b}。如果测得的动压与消声器内的气流值差异很大，则应求出各风道内的流量，以便确定消声器内的总流量。为此，要求出每个风道的动压平均值(测得的风道的速度压力均方根)和风道的横截面积。在此例中，假设测得的所有风道内的压力值均相同。p_{d3a} 和 p_{d3b} 为在两个消声器内测得的动压的均方根，A_{3a} 和 A_{3b} 为横截面的总和。求在各自截面上测得的两组静压值中每组的平均值，从而得出 p_{s3a} 和 p_{s3b}。相关标准说明了取截面的方法。p_{s3a} 和 p_{s3b} 用于确定截面处的密度。风机进口侧消声器内的流道为在平面 3 上测量提供了合适的位置。如图 10-2 所示，在每个消声器的进口侧安装一段风筒，这样可得到在平面 3 上测量的备用位置。风筒的长度最少要达到直径长，进口呈喇叭状以便减少进口损失，并在压力测量面上提供较均匀的速度分布。

3) 测量 p_{s1a} 和 p_{s1b} 的位置是靠近进气箱入口附近的平面内，这些平面的面积与进气箱入口面(平面 1)的面积大致相同。4 个静压测量孔的位置在风机扩散器附近，求在每个孔测得的压力的平均值，借此确定 p_{s2}。有关静压测量孔的详细情况，参见相关标准。

4) 在横截面上测量 t_{d3a}、t_{d3b}、t_{w3a} 和 t_{w3b}。确定风机周围的 p_b。在平面 2 内测量 t_{d2}。所

PLC WORLD

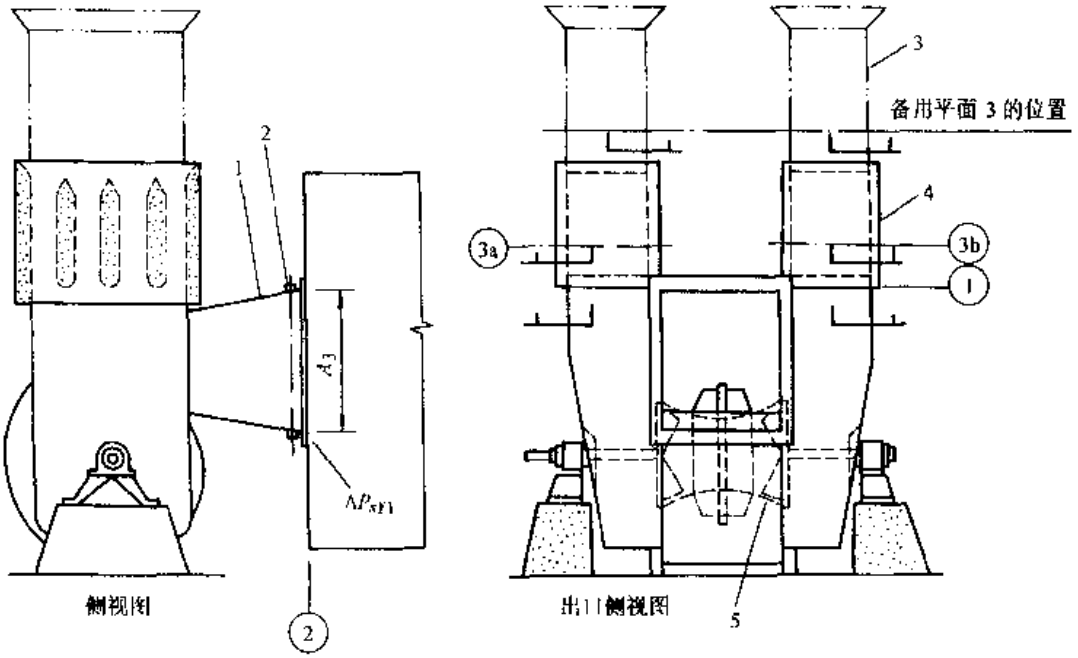


图 10-2　带有进口消声器的离心鼓风机

1—扩散器　2—静压测量孔　3—临时备用短风筒　4—可调进口导叶　5—叶片

有这些测量数据均用于确定各有关平面的气体密度。

5）测量风机转速和电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测量瓦特值，记录电动机所有有关的标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。假如用附录 A 所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。如果电动机不在其额定负荷点运行，可能需要断开驱动装置并测量无负荷安培值(I_0)，参见附录 A。

6）Δp_{sY1}是用来修正因风机出口不带接管所产生的影响。为了计算 Δp_{sY1}的值，需要测量风机出口面积 A_2 和通风面积。

7）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} \tag{10-3}$$

其中

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \times \frac{\rho_1}{2} \tag{10-4}$$

8）给出的风机曲线，反映风机在 980r/min 和 1.2kg/m^3 密度下(规定条件)的运行情况，为了将试验结果与其进行比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 99255\text{Pa}$　$t_{d2} = 33.89℃$　$t_{d3a} = 29.44℃$　$t_{w3a} = 14.44℃$　$p_{s1a} = -298.9\text{Pa}$　$p_{s1b} = -323.82\text{Pa}$　$p_{s2} = 2515.8\text{Pa}$　$p_{s3a} = -672.54\text{Pa}$　$p_{s3b} = -697.45\text{Pa}$　$p_{d3a} = 513.12\text{Pa}$　$p_{d3b} = 535.54\text{Pa}$

风机转速 $n = 980\text{r/min}$

$A_{1a} = A_{1b} = 1.16\text{m}^2$　$A_2 = 1.672\text{m}^2$

$A_{3a} = A_{3b} = 0.63\text{m}^2$

通风面积 $A = 1.25\text{m}^2$

(2) 测得的电动机数据

PLC WORLD

伏特值 = 380 375 385 380 (平均)

安培值 = 270 269 271 270 (平均)

(3) 电动机的标牌数据 JS127-6

185kW 3 相 50Hz

380V 980r/min I_{NOM} = 337A

总要求

可调整进口导叶处于全开位置。风机与电动机直接联接。电动机制造厂提出当功率因数大约为 0.90 时该型电动机的最高效率为 93%。

(4) 计算数据

密度 利用附录 C 中图 C-1，得 $\rho_3 = 1.134 kg/m^3$，在平面 3 处的条件为

$$t_{d3} = 29.44℃$$

$$t_{w3} = 14.44℃$$

$$p_{s3} = \frac{p_{s3a} + p_{s3b}}{2} = -685Pa$$

$$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 99255 - 685 = 98570Pa$$

$$p_{s1} = \frac{-(p_{s1a} + p_{s1b})}{2} = -311.36Pa$$

假设在平面 1 处的温度与平面 3 处的相同。平面 1 处的气体密度为

$$\rho_1 = \rho_3\left(\frac{p_{s1} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d1} + 273}\right) =$$

$$1.134\left(\frac{-311.36 + 99255}{98570}\right) \times \left(\frac{302.44}{302.44}\right) =$$

$$1.138 kg/m^3$$

平面 2 处的气体密度为

$$\rho_2 = \rho_3\left(\frac{p_{s2} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d2} + 273}\right) =$$

$$1.134\left(\frac{2515.8 + 99255}{98570}\right) \times \left(\frac{302.44}{306.89}\right) = 1.154 kg/m^3$$

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{513.12 \times 2}{1.134}} = 30.08 m/s$$

$$q_{v3a} = v_{3a}A_{3a} = 30.08 \times 0.63 = 18.95 m^3/s$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{535.54 \times 2}{1.134}} = 30.73 m/s$$

$$q_{v3b} = V_{3b}A_{3b} = 30.73 \times 0.63 = 19.36 m^3/s$$

$$q_{v3} = q_{v3a} + q_{v3b} = 18.95 + 19.36 = 38.31 m^3/s$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 38.31 \times \frac{1.134}{1.138} = 38.18 m^3/s$$

风动机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{270}{337} = 0.8 = 80\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)可较精确地估算出 185kW 电动机以 80%运行时的输出功率。

$$P_{MO} = 185 \times \left(\frac{270}{337}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 148.2kW$$

PLC WORLD

为了验证该值，利用电动机效率数据和有关的方程得

$$P_{MO}=\frac{\sqrt{3}\times 270\times 380\times 0.9\times 0.93}{1000}=148.74\text{kW}$$

由于电动机不是满负荷运行，功率因数和效率可能低一些，按第二种方法计算，这可能会降低 P_{MO}。但这一验证结果合理，所选择的 P_{MO} 值是两次试验的平均值为

$$P_{MO}=148.5\text{kW}$$

风机与电动机直接联接，故无驱动损失，风机轴功率(风机输出功率)为

$$P_{sh}=P_{MO}=148.5\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力

参考本书第 4 章中的图 4-18、图 4-19、表 4-1，写出下列算式

$$q_{v2}=q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2}=38.31\times\frac{1.134}{1.154}=37.78\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2=\frac{q_{v2}}{A_2}=\frac{37.78}{1.672}\approx 22.60\text{m/s}$$

$$\text{通风面积比率}=\frac{\text{通风面积}}{A_2}=\frac{1.25}{1.672}=0.75$$

对于通风面积比率为 0.75、速度为 22.60m/s 和无风筒的运行条件，系统附加阻力曲线 *T* 适用，在 1.2kg/m³ 时，$\Delta p_{sY1}=161.9\text{Pa}$。在 1.153kg/m³ 时

$$\Delta p_{sY1}=161.9\times\frac{1.153}{1.2}=155.57\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d1}=\left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2\frac{\rho_1}{2}=\left(\frac{38.18}{2.32}\right)^2\times\frac{1.138}{2}=154.1\text{Pa}$$

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}\approx$$
$$2515.8-(-311.36)-154.1+155.57=2828.6\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{vC}=q_v=38.18\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC}=2828.6\text{Pa}\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.138\text{kg/m}^3}=2982.7\text{Pa}$$

$$P_{shC}=148.5\text{kW}\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.138\text{kg/m}^3}=156.6\text{kW}$$

三、带有进口消声器的轴流式鼓风机

1. 说明

1) 此类风机是叶片可调轴流式风机，是成套提供并确定其额定值。风机包括进气箱和扩散器段，不包括消声器(图 10-3)。试验期间必须确定叶片的安装角度。叶片角度应由所有有关方面协商确定。

2) 在横截面上测量动压值并求其均方根，借此确定 p_{d3}。如果动压测量值与消声器中所有气流数据差异很大，则应求出每个流道中的流量，从而确定总流量。为此需要确定每个流道内的动压平均值(该流道内动压测量数据的均方根)及流道的横截面积。例中，假设所有流道的动压测量值均相同。p_{d3} 为消声器内测得的动压值的均方根，A_3 为总的横截面积。求同截面上测得的静压的平均值，从而确定 p_{s3}。相关标准说明了选择横截面的方法。p_{s3} 用于确定横截面上

PLC WORLD

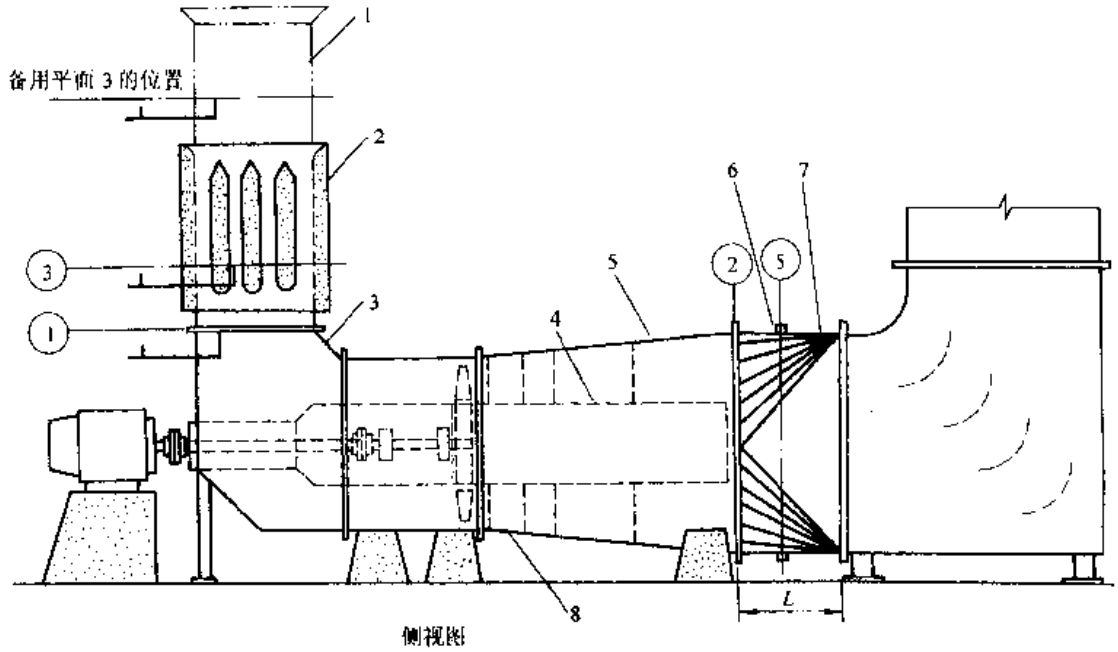


图 10-3 带进口消声器的轴流式鼓风机

1—临时备用短风筒 2—消声器 3—进气箱 4—芯筒

5—扩散器段 6—静压测量孔 7—过渡段 8—整流叶片

气体的密度。风机进口侧消声器内的流道为在平面 3 上测量提供了合适的位置。如图 10-3 所示，在消声器进口处安装一段风筒，可获得在平面 3 上测量和备用位置。风筒长度至少等于直径，其进口呈喇叭状以便减少进口损失并在压力测量面上提供较均匀的速度分布。

3）在靠近进气箱的位置上和一个平面上测量 p_{s1}，平面的面积与进气箱进口面积(平面 1)相同。4 个静压测量孔置于风机扩散器端附近，求出在每个孔测得的压力的平均值，从而确定 p_{s5}。有关静压孔的详细资料见相关标准。例中认为 $p_{s2}=p_{s5}$。

4）在横截面上测量 t_{d3}和 t_{w3}。确定风机周围的 p_b。在平面 5 上测量 t_{d5}。所有这些测量数据均用于确定各有关平面处气体的密度。

5）测量风机的转速和电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测出其瓦特值。记录所有有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。假如用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。假如电动机不是在额定负荷点上，而在较远处运行，则可能需要断开驱动装置，并测出无负荷安培值(I_0)。例中，由电动机制造厂提供的电动机性能数据用于确定电动机的输出功率。

6）扩散器出口与扩散器下游的弯管间的风筒长度不够，因而用 Δp_{sY1}修正其影响。为了计算 Δp_{sY1}值，需要测量过渡风筒的长度 L、扩散器出口面积 A_2 和芯筒 $A_{芯筒}$的横截面积。

7）计算风机静压

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}$$

其中 $$p_{d1}=p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_1}$$

8）通常以全压作为轴流风机的额定值。风机全压的计算方法示于本例的计算数据一节中。

9）给出的风机曲线反映风机在 880r/min 和 1.185kg/m^3 密度下(规定条件)的运行情况。为了将试验结果与曲线进行比较，需将结果换算成上述规定的条件。试验条件与规定条件相同，不必进行换算。

PLC WORLD

观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 100914.42\text{Pa}$　$t_{d3} = 20℃$　$t_{w3} = 16.67℃$　$t_{d5} = 31.11℃$　$p_{s1} = -448.36\text{Pa}$　$p_{s3} = -1270.35\text{Pa}$　$p_{s5} = 5181\text{Pa}$　$p_{d3} = 1195.63\text{Pa}$

风机转速 $n = 880\text{r/min}$

$A_1 = 15.82\text{m}^2$　$A_3 = 8.36\text{m}^2$　$A_2 = A_5 = 16.35\text{m}^2$

芯筒面积 $A_{芯筒} = 3.92\text{m}^2$

$L = 4.572\text{m}$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 4000　4000　4100　4033 (平均)

安培值(A) = 450　445　448　448 (平均)

(3) 电动机的标牌数据

3000kW　3 相　50Hz

4000V　900r/min　$I_{NOM} = 520\text{A}$

总要求

电动机与风机直接联接。带负荷运行时电动机的性能数据，按电动机制造厂提供的数据。功率因数为 0.88，效率为 95%。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，得平面 3 上的 $\rho_3 = 1.176\text{kg/m}^3$，平面 3 的条件如下

$$t_{d3} = 20℃$$

$$t_{w3} = 16.67℃$$

$$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 100914.42 - 1270.35 = 99644.07\text{Pa}$$

假设 $t_{d1} = t_{d3}$，平面 1 处的气体密度

$$\rho_1 = \rho_3\left(\frac{p_{s1} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d1} + 273}\right) =$$

$$1.176\left(\frac{-448.36 + 100914.42}{99644.07}\right) \times \left(\frac{293}{293}\right) = 1.185\text{kg/m}^3$$

平面 2 上气体的密度

$$\rho_2 = \rho_5 = \rho_3\left(\frac{p_{s5} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d5} + 273}\right) =$$

$$1.176\left(\frac{5181 + 100914.42}{99644.07}\right) \times \left(\frac{293}{304.11}\right) = 1.2062\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{1195.63 \times 2}{1.176}} = 45.09\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 45.09 \times 8.36 = 376.98\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 376.98 \times \frac{1.176}{1.185} = 374.12\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$P_{MO} = \frac{\sqrt{3} \times 伏特值 \times 安培值 \times 功率因数 \times 效率}{1000} =$$

$$\frac{\sqrt{3} \times 4033 \times 448 \times 0.88 \times 0.95}{1000} = 2616\text{kW}$$

PLC WORLD

风机与电动机直接联接，无驱动损失

$$P_{sh} = P_{MO} = 2616\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力 参考本书第4章中的图4-18、图4-19、表4-1，写出下列算式

$$q_{v2} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 376.98 \times \frac{1.176}{1.2062} = 367.54\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{367.54}{16.35} = 22.48\text{m/s}$$

扩散器出口面积的风筒当量直径

$$D_C = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 16.35}{\pi}} = 4.56\text{m}$$

100%风筒有效长度

$$L = D_c\frac{v_2}{5} = 4.56 \times \frac{22.48}{5} = 20.5\text{m}$$

L%风筒有效长度为

$$\frac{100L}{20.5} = \frac{100 \times 4.572}{20.5} = 22.3\%$$

有效面积之比为

$$1 - \frac{\text{芯筒面积}}{A_2} = 1 - \frac{3.92}{16.35} = 0.76$$

对于有效面积之比为0.76、流速为22.48m/s、风筒有效长度为22.3%、弯管位置在 C 处这些条件，系统附加阻力曲线 S 适用，在1.2kg/m^3 时，$\Delta p_{sY1} = 250\text{Pa}$。在1.206kg/m^3 下，

$$\Delta p_{sY1} = 250 \times \frac{1.206}{1.2} = 250\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d1} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_1} = 1195.63 \times \left(\frac{8.36}{15.82}\right)^2 \times \frac{1.176}{1.185} = 331\text{Pa}$$

$$p_{s2} = p_{s5} = 5181\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} = 5181 - (-448.4) - 331 + 250 = 5548.4\text{Pa}$$

(7) 风机总压

$$p_{t1} = p_{s1} + p_{d1} = -448.4 + 331 = -117.4\text{Pa}$$

$$p_{d2} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_2}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_2} = 1195.63 \times \left(\frac{8.36}{16.35}\right)^2 \times \frac{1.176}{1.206} = 304.7\text{Pa}$$

$$p_{t2} = p_{s2} + p_{d2} = 5181 + 304.7 = 5485.7\text{Pa}$$

$$p_{tF} = p_{t2} - p_{t1} + \Delta p_{sY1} = 5485.7 - (-117.4) + 250 = 5853.1\text{Pa}$$

且

$$p_{tF} = p_{sF} + p_{dF}$$

$$p_{dF} = p_{d2} = 304.7\text{Pa}$$

风机总压 $p_{tF} = 5548.4 + 304.7 = 5853.1\text{Pa}$

(8) 换算成规定条件

$q_{vC} = q_v = 374\text{m}^3/\text{s}$ $p_{sFC} = p_{sF} = 5548.4\text{Pa}$ $p_{tFC} = p_{tF} = 5853.1\text{Pa}$ $P_{shC} = P_{sh} = 2616\text{kW}$

四、并联离心式风机(见图10-4)

PLC WORLD

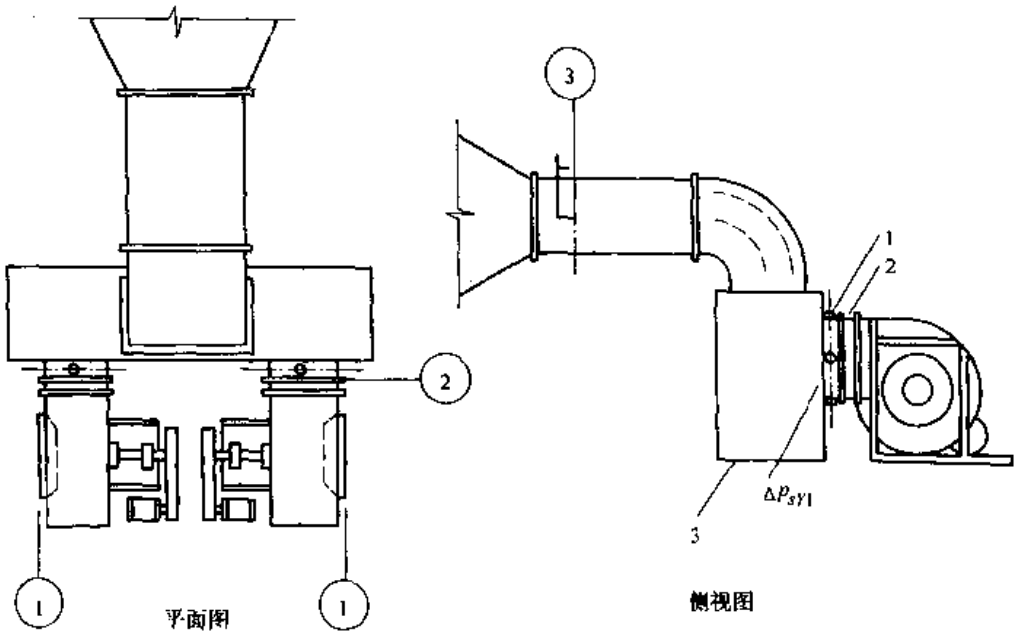


图 10-4　并联离心式风机

1—静压测量孔　2—出口调节风门　3—排气室

1. 说明

1）每台风机均由制造厂提供并确定其额定值，风机包括调节风门。这种带出口调节风门的风机的性能额定值，亦能反映出调节风门的叶片处于全开位置时的运行情况。为了能将试验结果与风机的性能额定值加以比较，试验期间必须将出口调节风门的叶片置于全开位置。

2）举例中，无合适的横截面可直接用于确定每台风机的流量，其替代方法是确定总流量，且由于风机间及其转速间均很相似，故假设每台风机输送的流量与其实际转速成正比。如图 10-4 所示，平面 3 位于直风筒的端部附近，求在该面上测出的动压值的均方根，借此确定 p_{d3}。通过求在同一横截面上测得的静压的平均值来确定 p_{s3}。相关标准叙述了取横截面的方法。p_{s3} 用于确定横截面处气流的密度。平面 3 位于皮托静压管的端部，测出该面的面积。

3）4 个静压测量孔位于出口调节风门和排气室之间的短风筒上，求在每个孔上测出的压力的平均值，借以确定每台风机的 p_{s2}。关于静压测量孔的详细情况见相关标准。在平面 2 上测量每台风机的 t_{d2}。

4）在风机进口流道内测量每台风机的 t_{d1} 和 t_{w1}。确定风机周围的 p_b。在平面 3 上测量 t_{d3}。所有这些测量数据均用于确定在各有关平面处气流的密度。

5）测出各台风机的转速及电动机的安培值、伏特值，如果可能还需测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值（I_{NOM}）。假如采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。如果电动机远离其额定负荷点运行，可能需要断开驱动装置并测出无负荷安培值（I_O）。参见附录 A。

6）每台风机的出口与排气室间的风筒长度不够，故可用 Δp_{sY1} 修正其影响。在这种情况下，这段风筒长度很短，可视为根本无这段风筒。为了计算 Δp_{sY1} 的值，需测量风机的出口面积 A_2 及其通风面积。

7）对于进口不受限制的风机，进口处静压 p_{s1} 与动压 p_{d1} 的和可视为等于静压 p_{sx} 和动压 p_{dx} 的和，p_{sx} 和 p_{dx} 是在距风机进口足够远的一点上测得的，该点状态相当于静止空气。在该点处，静压为零，在静止空气中动压为零。

PLC WORLD

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{sx} + p_{dx} = 0$$

这种想法考虑到了在使空气加速进入风机进口时引起的风机损失，并消除了为在风机进口测量动压和静压引起的误差。在试验确定风机特性额定值的方法中也作了同样的考虑。计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} =$$

$$p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) + \Delta p_{sY1}$$

因

$$p_{s1} + p_{d1} = 0$$

故

$$p_{sF} = p_{s2} + \Delta p_{sY1}$$

8）为了将试验结果与在 1900r/min 和 1.2kg/m^3 密度下（规定条件）得出的风机运行曲线加以比较，需要将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$p_b = 98374\text{Pa}$　$t_{d3} = 25.5℃$　$p_{s3} = 1395\text{Pa}$　$p_{d3} = 117\text{Pa}$　$A_3 = 0.6875\text{m}^2$

左旋风机

$t_{d1} = 24℃$　$t_{w1} = 14℃$　$t_{d2} = 26℃$　$p_{s2} = 1594\text{Pa}$

风机转速 $n = 1910\text{r/min}$

$$A_2 = 0.3\text{m}^2$$

通风面积 $A = 0.21\text{m}^2$

右旋风机

$t_{d1} = 24℃$　$t_{w1} = 14℃$　$t_{d2} = 26℃$　$p_{s2} = 1594\text{Pa}$

风机转速 $n = 1890\text{r/min}$

$$A_2 = 0.3\text{m}^2$$

通风面积 $A = 0.21\text{m}^2$

（2）测得的电动机数据

左旋风机

伏特值(V) = 380	377	383	380（平均）
安培值(A) = 25	26.5	26.5	26（平均）

$I_0 = 10.1\text{A}$

右旋风机

伏特值(V) = 380	378	379	379（平均）
安培值(A) = 23.5	25	25	24.5（平均）

$I_0 = 10.1\text{A}$

（3）电动机的标牌数据　Y180M-4

左旋风机

18.5kW	3 相	50Hz
380V	1470r/min	$I_{NOM} = 35.9\text{A}$

右旋风机

18.5kW	3 相	50Hz
380V	1470r/min	$I_{NOM} = 35.9\text{A}$

总要求

PLC WORLD

出口调节风门的叶片处于全开位置。风机通过带与电动机联接。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，得 $\rho_1 = 1.15\text{kg/m}^3$，这时两风机的进口条件为

$$t_{d1} = 24℃$$

$$t_{w1} = 14℃$$

$$p_{b1} = p_b = 98374\text{Pa}$$

平面 2 处的气体密度

$$\rho_2 = \rho_1\left(\frac{p_{s2} + p_b}{p_{b1}}\right)\left(\frac{t_{d1} + 273}{t_{d2} + 273}\right) =$$

$$1.15\left(\frac{1594 + 98374}{98374}\right) \times \left(\frac{24 + 273}{26 + 273}\right) =$$

$$1.16\text{kg/m}^3$$

平面 3 处的气体密度

$$\rho_3 = \rho_1\left(\frac{p_{s3} + p_b}{p_{b1}}\right)\left(\frac{t_{d1} + 273}{t_{d3} + 273}\right) =$$

$$1.15\left(\frac{1395 + 98374}{98374}\right) \times \left(\frac{24 + 273}{25.5 + 273}\right) = 1.16\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{117 \times 2}{1.16}} = 14.2\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 14.2 \times 0.6875 = 9.76\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 9.76 \times \frac{1.16}{1.15} = 9.85\text{m}^3/\text{s}$$

假设每台风机的流量均与其转速成正比。

左旋风机

$$q_v = q_{v1} = 9.85\,\frac{1910}{1910 + 1890} = 4.95\text{m}^3/\text{s}$$

右旋风机

$$q_v = q_{v1} = 9.85\,\frac{1890}{1910 + 1890} = 4.90\text{m}^3/\text{s}$$

风机的输入功率

左旋风机

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{26}{35.9} = 0.724 = 72.4\%$$

右旋风机

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{24.5}{35.9} = 0.682 = 68.2\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)和(附 A-2)的结果平均值较精确地估算出 18.5kW 电动机以约为 70%运行时的输出功率。

左旋风机

$$P_{MOA} = 18.5\left(\frac{26}{35.9}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 13.4\text{kW}$$

PLC WORLD

$$P_{MOB} = 18.5\left(\frac{26-10.1}{35.9-10.1}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 11.4\text{kW}$$

$$P_{MO} = \frac{13.4+11.4}{2} = 12.4\text{kW}$$

右旋风机

$$P_{MOA} = 18.5\left(\frac{24.5}{35.9}\right) \times \left(\frac{379}{380}\right) = 12.6\text{kW}$$

$$P_{MOB} = 18.5\left(\frac{24.5-10.1}{35.9-10.1}\right) \times \left(\frac{379}{380}\right) = 10.3\text{kW}$$

$$P_{MO} = \frac{12.6+10.3}{2} = 11.45\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出估算的每台风机的带驱动损失为 5.5%。

左旋电动机

$$\Delta P_{MO} = 0.055 P_{MO} = 0.055 \times 12.4 = 0.682\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 12.4 - 0.682 = 11.7\text{kW}$$

右旋电动机

$$\Delta P_{MO} = 0.055 P_{MO} = 0.055 \times 11.45 = 0.63\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 11.45 - 0.63 = 10.8\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　参考本书第 4 章中的图 4-18、图 4-19、表 4-1，写出下列算式

左旋风机

$$q_{v2} = q_{v1}\frac{\rho_1}{\rho_2} = 4.95 \times \frac{1.15}{1.16} = 4.9\text{m/s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{4.9}{0.3} = 16.36\text{m/s}$$

通风面积比率为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.21}{0.3} = 0.70$$

右旋风机

$$q_{v2} = q_{v1}\frac{\rho_1}{\rho_2} = 4.9 \times \frac{1.15}{1.16} = 4.86\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{4.86}{0.3} = 16.2\text{m/s}$$

通风面积比率为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.21}{0.3} = 0.70$$

对于通风面积比率为 0.7、无风筒、速度 16.36m/s 和 16.2m/s 这些条件，系统附加阻力曲线 S 适用。每台风机在 1.2kg/m^3 条件下 $\Delta p_{sY1} = 125\text{Pa}$。在 1.16kg/m^3 条件下

$$\Delta p_{sY1} = 125 \times \frac{1.16}{1.2} = 121\text{Pa}$$

风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} + \Delta p_{sY1}$$

左旋风机

PLC WORLD

$$p_{sF} = 1594 + 121 = 1715\text{Pa}$$

右旋风机

$$p_{sF} = 1594 + 121 = 1715\text{Pa}$$

换算成规定条件

左旋风机

$$q_{VC} = 4.95\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1900\text{r/min}}{1910\text{r/min}} = 4.9\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 1715\text{Pa} \times \left(\frac{1900\text{r/min}}{1910\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.15\text{kg/m}^3} = 1770\text{Pa}$$

$$P_{MOC} = 11.7\text{kW} \times \left(\frac{1900\text{r/min}}{1910\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.15\text{kg/m}^3} = 12.4\text{kW}$$

右旋风机

$$q_{VC} = 4.9\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1900\text{r/min}}{1890\text{r/min}} = 4.93\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 1715\text{Pa} \times \left(\frac{1900\text{r/min}}{1890\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.15\text{kg/m}^3} = 1808\text{Pa}$$

$$P_{MOC} = 10.8\text{kW} \times \left(\frac{1900\text{r/min}}{1890\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.15\text{kg/m}^3} = 11.45\text{kW}$$

第三节　进出口均带接管的风机测试

一、通风系统中的公用设施风机

1. 说明

1）如图 10-5 所示，平面 3 位于直风筒的端部附近，求在该面上测得的动压值的均方根，从而确定 p_{d3}。求在同一横截面上测得的静压的平均值，借此确定 p_{s3}。相关标准给出选取横截面的方法。p_{s3}用于确定在横截面处气流的密度。平面 3 的位置在皮托静压管的端部，测量其面积。

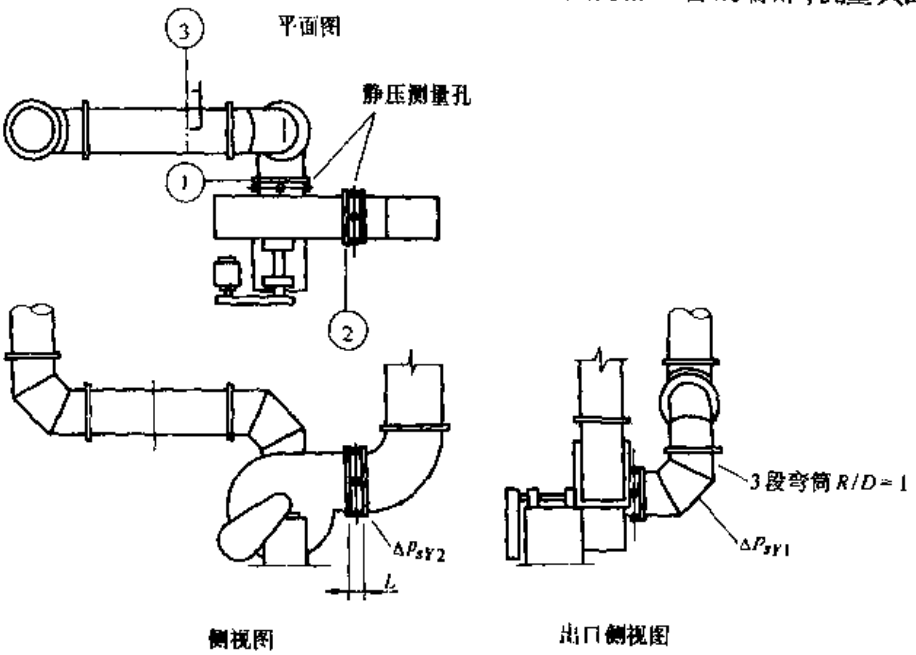


图 10-5　通风系统中的公用设施风机

PLC WORLD

2）4个静压测量孔位于风机进口处的法兰接口上，求在每个孔上测得的压力的平均值，从而得到 p_{s1}。风机出口附近也安有4个孔，求每个孔上测得的压力的平均值，从而确定 p_{s2}。

3）在横截面上测量 t_{d3}和 t_{w3}。假设 $t_{d1}=t_{d3}$。确定风机附近的 p_b。在平面2上测量 t_{d2}。所有这些测量数据均用于确定各有关平面处气体的密度。

4）测量风机的转速和电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。假如采用附录 A 中所述的相位电流法，估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。但是，如电动机远离其额定负荷点运行，有可能需要断开驱动装置并测出其无负荷安培值(I_0)。参见附录 A。

5）弯管置于风机进口处，故用 Δp_{sY1}修正其影响。风机出口处与其下游的弯管间的风筒长度不够，可用 Δp_{sY2}修正其影响。为了计算出系统附加阻力，需要测量出风机的进出口面积 A_1和 A_2，出口风筒长度 L 和通风面积。

6）计算风机静压

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}+\Delta p_{sY2}$$

其中　$p_{d1}=p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_1}$

7）为了将试验结果与在1880r/min和1.2kg/m^{3}密度下(规定条件)得出的风机运行曲线进行比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b=98882$Pa　$t_d=22$℃　$t_{d3}=22$℃　$t_{w3}=19$℃　$p_{s1}=-543$Pa　$p_{s2}=87$Pa　$p_{s3}=-485.72$Pa　$p_{d3}=112.09$Pa

风机转速 $n=1730$r/min

$A_1=0.1$m^2　$A_2=0.11$m^2　$A_3=0.1$m^2

通风面积 $A=0.065$m^2

$L=0.253$m

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V)=	374	376	375	375(平均)
安培值(A)=	6.4	6.5	6.6	6.5(平均)

$I_0=4.46$A

(3) 电动机的标牌数据　Y112M-4

4kW	3相	50Hz
380V	1440r/min	$I_{NOM}=8.8$A

总要求

风机通过带与电动机相联。

(4) 计算数据

密度　利用附录C中图C-1，得平面3上的 $\rho_3=1.1517$kg/m^3，这时平面3上的条件为

$t_{d3}=22$℃

$t_{w3}=19$℃

$p_{b3}=p_b+p_{s3}=98882+(-485.7)=98396.3$Pa

假设　$t_{d1}=t_{d3}$

PLC WORLD

平面 1 处的气体密度

$$\rho_1 = \rho_3\left(\frac{p_{s1}+p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3}+273}{t_{d1}+273}\right) =$$

$$1.1517\left(\frac{-543+98882}{98396.3}\right)\times\left(\frac{295}{295}\right) = 1.15\text{kg/m}^3$$

平面 2 处的气体密度

$$\rho_2 = \rho_3\left(\frac{p_{s2}+p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3}+273}{t_{d2}+273}\right) =$$

$$1.1517\left(\frac{87+98882}{98396.3}\right)\left(\frac{295}{295}\right) = 1.158\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3}\times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{112.09\times 2}{1.1517}} = 13.946\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 13.946\times 0.1 = 1.3946\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 1.3946\times\frac{1.1517}{1.15} = 1.3967\text{m}^3/\text{s}$$

风动机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{6.5}{8.8} = 0.74 = 74\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)和方程式(附 A-2)的结果平均值，较精确地估算出 4kW 电动机以 74%运行时的输出功率。

$$P_{MOA} = 4\left(\frac{6.5}{8.8}\right)\times\left(\frac{375}{380}\right) = 2.92\text{kW}$$

$$P_{MOB} = 4\left(\frac{6.5-4.46}{8.8-4.46}\right)\times\left(\frac{375}{380}\right) = 1.856\text{kW}$$

$$P_{MO} = \frac{2.92+1.856}{2} = 2.387\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出估算出的带驱动损失占 9.5%。

$$\Delta P_{MO} = 0.095 P_{MO} = 0.095\times 2.387 = 0.226\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 2.387 - 0.226 = 2.161\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　在求 Δp_{sY1} 值时，得到风机进口处的速度

$$v_1 = \frac{q_{v1}}{A_1} = \frac{1.3967}{0.1} = 13.967\text{m/s}$$

参考本书图 4-18、图 4-28，示出由 3 段组成的弯管其半径与直径之比为 1、弯管与风机进口处之间无风筒、速度为 13.967m/s，在这样的条件下系统附加阻力曲线 R 适用，在 1.2kg/m^3 时，$\Delta p_{sY1} = 137\text{Pa}$。在 1.15kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY1} = 137\times\frac{1.15}{1.2} = 131\text{Pa}$$

至于 Δp_{sY2} 参考图 4-18、图 4-29 可得出下列运算

$$q_{V2} = q_{V3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 1.3946\times\frac{1.1517}{1.158} = 1.387\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{1.387}{0.11} = 12.61\text{m/s}$$

数值等于风机出口面积的风筒直径

PLC WORLD

$$D_C = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\times 0.11}{\pi}} = 0.374\text{m}$$

至于速度为 12.61m/s 或低于该值时，100%有效出口风筒长度是风筒直径的 2.5 倍或为 0.935m (2.5×0.374 = 0.935m)。

L%有效风筒长度为

$$\frac{100L}{0.935} = \frac{100\times 0.253}{0.935} = 27\%$$

通风面积比率为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.065}{0.11} = 0.6$$

至于通风面积比为 0.6、速度为 2494r/min、有效风筒长度为 27%、弯管位置为 C 这些条件，系统附加阻力曲线 P-Q 适用，在 1.2kg/m^3 时，$\Delta p_{sY2} = 175$Pa。在 1.158kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY2} = 175\times\frac{1.158}{1.2} = 168.8\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d1} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_1} = 112.09\left(\frac{0.1}{0.1}\right)^2\times\frac{1.1517}{1.15} = 112.26\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$
$$87 - (-543) - 112.26 + 131 + 168.8 = 817.54\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 1.3967\text{m}^3/\text{s}\times\frac{1880\text{r/min}}{1730\text{r/min}} = 1.5178\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 817.54\text{Pa}\times\left(\frac{1880\text{r/min}}{1730\text{r/min}}\right)^2\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.15\text{kg/m}^3} = 1007.4\text{Pa}$$

$$P_{shC} = 2.161\text{kW}\times\left(\frac{1880\text{r/min}}{1730\text{r/min}}\right)^3\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.15\text{kg/m}^3} = 2.894\text{kW}$$

二、锯屑运送系统中的离心式风机

1. 说明

1) 如图 10-6 所示。平面 3 位于直风筒的端部附近，求在该面上测得的动压值的均方根，从而确定 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压的平均值，得 p_{s3}。相关标准给出选取截面的方法。p_{s3}用于确定截面处气流的密度。平面 3 位于皮托静压管的顶端，测出该面的面积。

2) 利用风机进口侧风筒连接处的皮托静压管或静压测量孔确定 p_{s1}。如图 10-6 中所示，若采用了皮托静压管，则不应将其伸到上游的弯管内，而应将其置于连接风筒中。假设短出口风筒内的摩擦损失可忽略不计，且认为 p_{s2}等于风筒出口处的静压。以风筒出口区域内的大气压力为参照值，风筒出口处的静压为零表压。在类似此例的情况下，出口区的大气压力值可能与所有其它测量值所参照的大气压力值略有差异。当存在这种可能性时，应与所有其它测量值参照同一大气压值来测量出口处的静压。在这种情况下测得的压力为 24.9Pa。

3) 在横截面上测出 t_{d3}和 t_{w3}。确定风机周围的 p_b。测出 t_{d1}和 t_{d2}。所有这些测量数据均用于确定各有关平面处气流的密度。

4) 测出风机转速和电动机的安培值、伏特值，如果可能还需测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。假如用附录 A 中所述的相位电流法

PLC WORLD

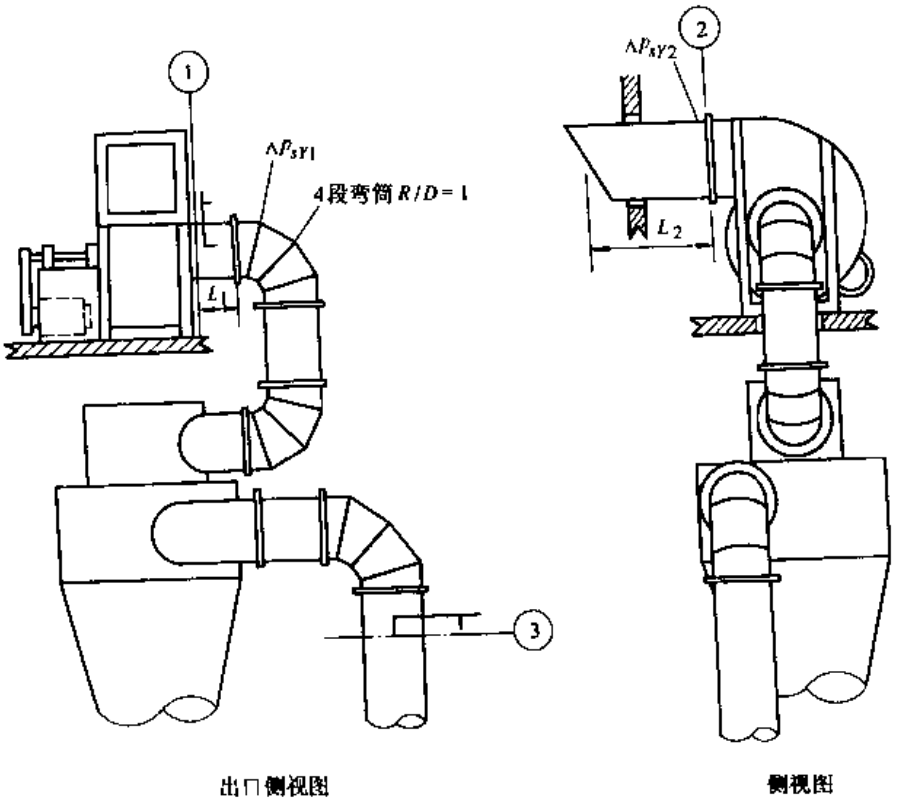


图 10-6　锯屑运送系统中的离心式风机

估算电机的输出功率，则可不必测量瓦特值。如果电动机远离其额定负荷点运行，可能需要断开传动装置，并测出无负荷安培值(I_0)。参见附录 A。

5）风机进口与风机上游弯管间的风筒长度不够，故需用 Δp_{sY1}修正其影响。Δp_{sY2}修正风机出口风筒长度不够的影响。为了计算出 Δp_{sY}的值，需测出风机的进口面积 A_1 和出口面积 A_2。进口连接风筒的长度 L_1、出口风筒长度 L_2 和风机的通风面积。

6）计算风机静压力

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2}$$

其中

$$p_{d1} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_1}$$

7）为将试验结果与在 2075r/min 和 1.2kg/m^3 密度下(规定条件)得出的风机运行曲线加以比较，需将试验结果换算成上述规定条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 100982\text{Pa}$　$t_{d1} = 30.33℃$　$t_{d2} = 33℃$　$t_{w2} = 21.5℃$　$t_{d3} = 30℃$　$p_{s1} = -2840\text{Pa}$　$p_{s2} = 25\text{Pa}$　$p_{s3} = -2217\text{Pa}$　$p_{d3} = 309\text{Pa}$

风机转速 $n = 2120\text{r/min}$

$A_1 = 0.13\text{m}^2$　$A_2 = 0.13\text{m}^2$　$A_3 = 0.146\text{m}^2$

通风面积 $A = 0.117\text{m}^2$

$L_1 = 0.405\text{m}$

$L_2 = 0.9144\text{m}$

(2) 测得的电动机数据

PLC WORLD

伏特值(V) = 380　380　379　380 (平均)

安培值(A) = 31　30.4　30.7　30.7 (平均)

$$I_0 = 13.3\text{A}$$

(3) 电动机的标牌数据　Y180L-4

22kW　3 相　50Hz

380V　1470r/min　$I_{NOM} = 42.5\text{A}$

总要求

风机经带传动装置与电动机相连。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，获得平面 2 处的 $\rho_2 = 1.1437\text{kg/m}^3$，横截面上的条件为

$$t_{d2} = 32.94℃$$

$$t_{w2} = 21.33℃$$

$$p_{b2} = p_b + p_{s2} = 100982 + 25 = 101007\text{Pa}$$

平面 1 处气体密度

$$\rho_1 = \rho_2\left(\frac{p_{s1} + p_b}{p_{b2}}\right)\left(\frac{t_{d2} + 273}{t_{d1} + 273}\right) =$$

$$1.1437 \times \left(\frac{-2840 + 100982}{101007}\right) \times \left(\frac{306}{303.33}\right) = 1.121\text{kg/m}^3$$

平面 3 处的气体密度

$$\rho_3 = \rho_2\left(\frac{p_{s3} + p_b}{p_{b2}}\right)\left(\frac{t_{d2} + 273}{t_{d3} + 273}\right) =$$

$$1.1437 \times \left(\frac{-2217 + 100982}{101007}\right) \times \left(\frac{306}{303}\right) = 1.129\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{309 \times 2}{1.129}} = 23.39\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 23.39 \times 0.146 = 3.415\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 3.415 \times \frac{1.129}{1.121} = 3.443\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{30.7}{42.5} = 0.72 = 72\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)、(附 A-2)的结果平均值，较精确地估算出 22kW 的电动机以 72% I_{NOM}运行时的输出功率。

$$P_{MOA} = 22 \times \left(\frac{30.7}{42.5}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 15.89\text{kW}$$

$$P_{MOB} = 22 \times \left(\frac{30.7 - 13.3}{42.5 - 13.3}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 13.1\text{kW}$$

$$P_{MO} = \frac{15.89 + 13.1}{2} = 14.5\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出估算出的带传动装置的损失为 5%。

PLC WORLD

$$\Delta P_{MO} = 0.05 P_{MO} = 0.05 \times 14.5 = 0.725\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 14.5 - 0.725 = 13.775\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　确定 Δp_{sY1} 的数据时，风机进口处的速度

$$v_1 = \frac{q_{v1}}{A_1} = \frac{3.443}{0.13} = 26.48\text{m/s}$$

风机进口直径

$$D_1 = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.13}{\pi}} = 0.407\text{m}$$

弯筒和风机进口间风筒长度相对于 D 的值

$$D = \frac{L_1}{D_1} = \frac{0.405}{0.407} \approx 1$$

参考图 4-18、图 4-29，示出了由 4 段组成的弯筒其半径与直径之比为 1，弯筒与风机进口间的风筒长度等于直径，速度 26.48m/s，在这种情况下系统附加阻力曲线 S 适用。在 1.2kg/m^3 时，$\Delta p_{sY1} = 323.8$Pa。在 1.12kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY1} = 323.8 \times \frac{1.12}{1.2} = 302.3\text{Pa}$$

至于 Δp_{sY2}，参考图 4-18、图 4-19、表 4-1 给出下列运算

$$q_{v2} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 3.415 \times \frac{1.129}{1.1437} = 3.372\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{3.372}{0.13} = 25.94\text{m/s}$$

根据风机出口面积得出的风筒直径

$$D_C = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.13}{\pi}} = 0.407\text{m}$$

L100%有效风筒长度为

$$L = D_C \frac{V_2}{5} = 0.407 \times \frac{25.94}{5} = 2.112\text{m}$$

相对于有效风筒长度占出口风筒长度的%为

$$\frac{100L_2}{2.112} = \frac{100 \times 0.9144}{2.112} = 43.3\%$$

通风面积比为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.117}{0.13} = 0.9$$

在通风面积比为 0.9、有效风筒长度为 43.3%条件下，无系统附加阻力曲线适用，$\Delta p_{sY2} = 0$。

(6) 风机静压

$$p_{d1} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_1} = 309 \times \left(\frac{0.146}{0.13}\right)^2 \times \frac{1.129}{1.121} = 392.6\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$

$$25 + 2840 - 392.6 + 302.3 + 0 = 2774.7\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

PLC WORLD

$$q_{VC} = 3.443\text{m}^3/\text{s} \times \frac{2075\text{r/min}}{2120\text{r/min}} = 3.37\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 2774.7\text{Pa} \times \left(\frac{2075\text{r/min}}{2120\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.12\text{kg/m}^3} = 2844.7\text{Pa}$$

$$P_{shC} = 13.775\text{kW} \times \left(\frac{2075\text{r/min}}{2120\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.12\text{kg/m}^3} = 13.823\text{kW}$$

三、干燥系统中的轴流式风机(图 10-7)

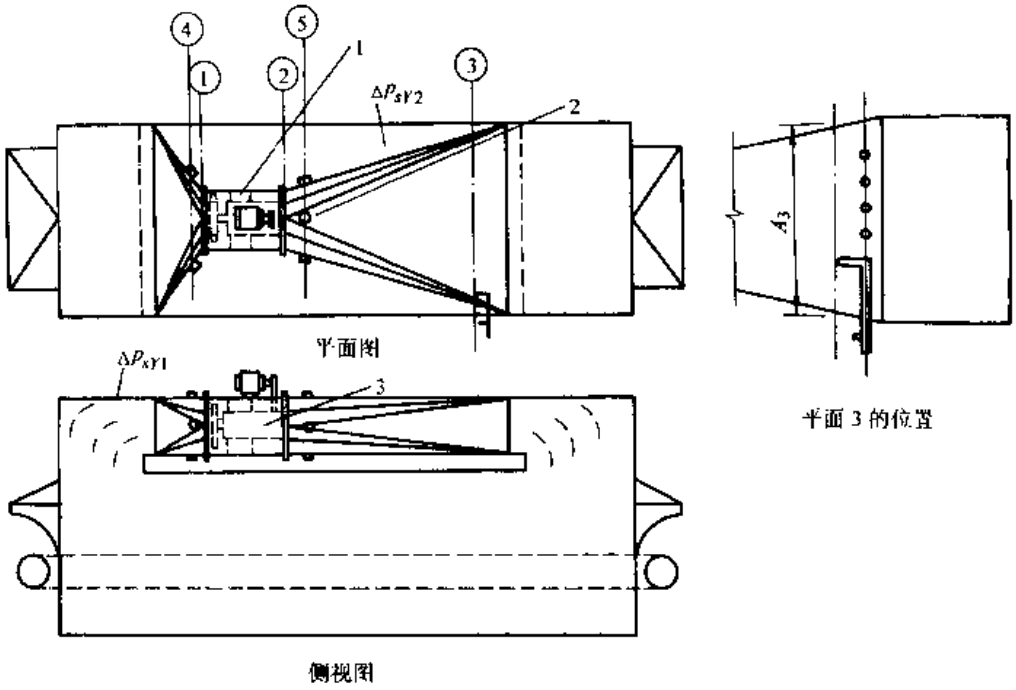


图 10-7　干燥系统中的轴流式风机

1—整流叶片　2—静压测量孔　3—芯筒

1. 说明

1) 此类装置无法进行正常的令人满意的试验。由于流道布置的原因，没有供精确测量压力的位置。确定 Δp_{sY} 中需要的判别法亦容易产生误差。介绍此例的目的是要给出一般性例子，例中为提供性能数据而必须进行试验，即使试验结果的误差程度通常是不能接受的。

2) 求出在图 10-7 所示横截面上测出的动压值的均方根，从而确定 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压的平均值，得出 p_{s3}。相关标准示出选取截面的方法。由于在风机出口区域内存在紊流，故测得的这些动压和静压易存在误差。而且，平面 3 位于扩张流道内是不理想的。但是在此例中不存在供平面 3 选择的其它较合适的位置。皮托静压管应按图所示取向，以便使其顶部方向与预想气流方向成一线，尤其是在扩散器壁附近更是如此。如图 10-7 中，确定平面 3 的面积，该面的位置是在皮托静压管的顶部，而不是在扩散器内皮托静压管的进入孔处。

3) 4 个静压测量孔位于风机的进口处附近，求在每个孔处测出的压力的平均值。同样在风机出口处附近一个位置上确定 p_{s5}。压力测量平面位于收敛和扩张流道内是不理想的，但在该装置中没有其它更合适的位置。在平面 4 和 5 处测量 A_4、A_5 和流道的横截面积。

4) 测出 t_{d3} 和 t_{w3} 及 t_{d4}。确定风机周围的 p_b。这些测量值用于求得在各有关平面处气体的密度。

5) 测出风机转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测量瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。假如用附录 A 中所述的相位电流法估

PLC WORLD

算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。如果电动机在远离其额定负荷点运行，则需要断开传动装置，并测出无负荷安培值(I_0)参见附录 A。

6）虽然弯管距入口很近，但由于装有导流叶片及通过弯管的气流的平均速度因其截面积很大而比较低，故认为弯筒没有系统附加阻力损失。因此 $\Delta p_{sY1}=0$。在判断 Δp_{sY2}时，由于风机下游的风筒的过渡段扩张角度很大，可认为该过渡段等于风机出口无风筒。为了计算 Δp_{sY2} 的值，需测出风机出口面积 A_2 和芯筒的横截面积。

7）计算风机静压

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}+\Delta p_{sY2}$$

其中

$$p_{d1}=p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_1}$$

利用平面 1、2、4、5 处计算的动压和静压 p_{s4}、p_{s5}，并根据总压求出 p_{s1}和 p_{s2}。

8）为了将试验结果与在 1580r/min 和 1.1053kg/m^3 密度下(规定条件)得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b=97867$Pa　$t_{d3}=30.20$℃　$t_{w3}=24.26$℃　$t_{d4}=29.50$℃　$p_{s3}=373.6$Pa　$p_{d3}=10.96$Pa　$p_{s4}=-391$Pa　$p_{s5}=303.9$Pa

风机转速 $n=1590$r/min

$A_1=A_2=0.7432$m^2　$A_3=2.7685$m^2　$A_4=1.1520$m^2　$A_5=0.8918$m^2

芯筒面积 $A_{芯筒}=0.22$m^2

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V)=372　371　370　371(平均)

安培值(A)=28.2　28.7　29.2　28.7(平均)

$$I_0=10.9\text{A}$$

(3) 电动机的标牌数据　Y180M-4

18.5kW　3 相　50Hz

380V　1470r/min　$I_{NOM}=35.9$A

总要求

风机通过带与电动机相联。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，获得平面 3 处的 $\rho_3=1.1165$kg/m^3，在该平面处的条件为

$$t_{d3}=30.20℃$$

$$t_{w3}=24.2℃$$

$$p_{b3}=p_b+p_{s3}=97866+373.6=98239.6\text{Pa}$$

平面 4 处的密度

$$\rho_4=\rho_3\left(\frac{p_{s4}+p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3}+273}{t_{d4}+273}\right)=$$

$$1.1165\times\left(\frac{-391+97866}{98239.6}\right)\left(\frac{303.2}{302.5}\right)=1.1104\text{kg/m}^3$$

PLC WORLD

假设 $t_{d1}=t_{d4}$。在平面 1 和 4 存在的低压区，这些压力之间的差值很小，假设 $\rho_1=\rho_4$ 所产生的误差可忽略不计。由于类似原因，假设 $\rho_5=\rho_2=\rho_3$。

流量

$$v_3=\sqrt{\frac{p_{d3}\times 2}{\rho_3}}=\sqrt{\frac{10.96\times 2}{1.1165}}=4.432\text{m/s}$$

$$q_{v3}=v_3A_3=4.432\times 2.7685=12.27\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v=q_{v1}=q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1}=12.27\times\frac{1.1165}{1.1104}=12.338\text{m}^3/\text{s}$$

风动机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}}=\frac{28.7}{35.9}=0.8=80\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)、(附 A-2)的结果平均值，较精确地估算出 18.5kW 的电动机以 80% I_{NOM}运行时的输出功率。

$$P_{MOA}=18.5\times\left(\frac{28.7}{35.9}\right)\left(\frac{371}{380}\right)=14.44\text{kW}$$

$$P_{MOB}=18.5\times\left(\frac{28.7-10.9}{35.9-10.9}\right)\left(\frac{371}{380}\right)=12.86\text{kW}$$

$$P_{MO}=\frac{14.44+12.86}{2}=13.65\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出所估算的带传动损失为 5.2%。

$$\Delta P_{MO}=0.052P_{MO}=0.052\times 13.65=0.71\text{kW}$$

$$P_{sh}=P_{MO}-\Delta P_{MO}=13.65-0.71=12.94\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力 $\Delta p_{sY1}=0$，见说明中的 6)项。

为了确定 Δp_{sY2}的值，参考图 4-18、图 4-19 和表 4-1 示出下列运算

$$q_{v2}=q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2}=12.27\times\frac{1.1165}{1.1165}=12.27\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2=\frac{q_{v2}}{A_2}=\frac{12.27}{0.7432}=16.51\text{m/s}$$

有效面积比为

$$1-\frac{\text{芯筒面积}}{A_2}=1-\frac{0.22}{0.7432}=0.70$$

对于有效面积比为 0.7，不带风筒、速度为 16.51m/s 这种条件，系统附加阻力曲线 S 适用。在 1.2kg/m^3 时，Δp_{sY2}为 125Pa。在 1.1165kg/m^3 时，

$$\Delta p_{sY2}=125\times\frac{1.1165}{1.2}=116.3\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d4}=p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_4}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_4}=10.96\times\left(\frac{2.7685}{1.152}\right)^2\times\frac{1.1165}{1.1104}=63.65\text{Pa}$$

$$p_{d1}=p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_1}=10.96\times\left(\frac{2.7685}{0.7432}\right)^2\times\frac{1.1165}{1.1104}=153\text{Pa}$$

$$p_{s1}+p_{d1}=p_{s4}+p_{d4}$$

PLC WORLD

$$p_{s1} = p_{s4} + p_{d4} - p_{d1} = -391 + 63.65 - 153 = -480.35\text{Pa}$$

$$p_{d5} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_5}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_5} = 10.96 \times \left(\frac{2.7685}{0.8918}\right)^2 \times \frac{1.1165}{1.1165} = 105.6\text{Pa}$$

$$p_{d2} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_2}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_2} = 10.96 \times \left(\frac{2.7685}{0.7432}\right)^2 \times \frac{1.1165}{1.1165} = 152\text{Pa}$$

$$p_{s2} + p_{d2} = p_{s5} + p_{d5}$$

$$p_{s2} = p_{s5} + p_{d5} - p_{d2} = 303.9 + 105.6 - 152 = 257.5\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$

$$257.5 - (-480.35) - 153 + 0 + 116.3 = 701\text{Pa}$$

平面 1 与 4、2 与 5 间的损失可忽略不计。

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 12.338\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1580\text{r/min}}{1590\text{r/min}} = 12.26\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 701\text{Pa} \times \left(\frac{1580\text{r/min}}{1590\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.1053\text{kg/m}^3}{1.1104\text{kg/m}^3} = 689\text{Pa}$$

$$P_{sh} = 12.94\text{kW} \times \left(\frac{1580\text{r/min}}{1590\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.1053\text{kg/m}^3}{1.1104\text{kg/m}^3} = 12.64\text{kW}$$

四、吸尘系统中的离心式风机(图 10-8)

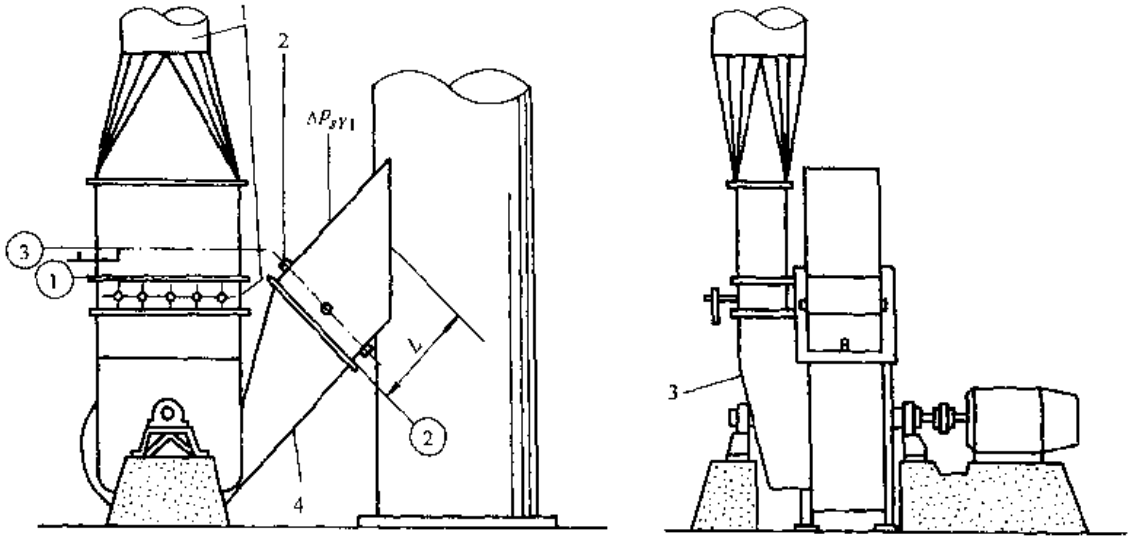


图 10-8　吸尘系统中的离心式风机

1—进气箱调节风门　2—静压测量孔　3—进气箱　4—扩散器

1. 说明

1) 该风机由制造厂提供并确定其额定值，它包括进气箱调节风门和进气箱。带有进气箱调节风门的风机的性能额定值，也反映调节风门处于全开位置时的运行情况。为了能够将试验结果与风机性能额定值加以比较，试验期间必须将调节风门的叶片固定在全开位置上。吸尘系统中的离心式风机见图 10-8。

2) 平面 3 距进口调节风门的入口很近，求在该面上测出的动压值的均方根，从而确定 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压的平均值，得出 p_{s3}。相关标准给出选取横截面的方法。平面 3 位于皮托静压管的顶部，测出该面的面积及调节风门进口的面积。

PLC WORLD

3) 4 个静压测量孔位于风机出口端部附近，求在每个孔处测出的压力的平均值，从而得出 p_{s2}。至于静压测量孔的详情见相关标准。

4) 在横截面上测出 t_{d3}和 t_{w3}。确定风机周围的 p_b。在平面 2 处测出 t_{d2}。这些测量数据用于确定各有关平面处气体的密度。

5) 测出风机转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测量瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。假如采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。如果电动机在远离其额定负荷点运行，有可能需要断开传动装置，并测出无负荷安培值(I_0)，参见附录 A。

6) Δp_{sY1}用于修正因风机出口风筒长度不够带来的影响。为了计算出 Δp_{sY1}的值，需测出出口风筒的长度 L、风机出口面积 A_2 和风机通风面积。

7) 计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1}$$

平面 3 位于截面条件均匀的流道内，而平面 1 在平面 3 下游相距很近($A_1 = A_3$)，故假设两个面上的条件相同。且 $p_{s1} = p_{s3}$，$p_{d1} = p_{d3}$。

8) 为了将试验结果与在 1475r/min 和 0.9451kg/m^3 密度下(规定条件)得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 99695$Pa　$t_{d2} = 36$℃　$t_{d3} = 17.2$℃　$t_{w3} = 16.6$℃　$p_{s2} = 274$Pa　$p_{s3} = -17486$Pa　$p_{d3} = 159.4$Pa

风机转速 $n = 1485$r/min

$A_1 = 0.6039$m^2　$A_2 = 0.4942$m^2　$A_3 = 0.6039$m^2

通风面积 $A = 0.1756$m^2

风筒有效长度 $L = 0.762$m

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) =	3005	2985	2995	2995 (平均)
安培值(A) =	76	77	78	77 (平均)

(3) 电动机的标牌数据　JS138-4

410kW	3 相	50Hz
3000V	1475r/min	$I_{NOM} = 94$A
$\eta = 93.2\%$		$\cos\Phi = 90\%$

总要求

进气箱调节风门开关置于全开位置上。风机直接与电动机联接。

(4) 计算数据

密度　利用相关标准推荐的方程和附录 C 中表 C-3 示出的数据，计算出平面 3 处的密度。

$t_{d3} = 17.2$℃

$t_{w3} = 16.6$℃

$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 99695 - 17486 = 82209$Pa

p_e：饱和蒸气压力　　p_p：分蒸汽压力

PLC WORLD

$$p_e = 1896.2\text{Pa}\ (\text{查表 C-3})$$

$$p_p = p_e - \frac{p_{b3}(t_{d3} - t_{w3})}{2700} \times \frac{9}{5} =$$

$$1896.2 - \frac{82209 \times (17.2 - 16.6)}{2700} \times \frac{9}{5} = 1864\text{Pa}$$

$$\rho_3 = \frac{0.003478\ (p_{b3} - 0.378p_p)}{t_{d3} + 273} =$$

$$\frac{0.003478\ (82209 - 0.378 \times 1864)}{17.2 + 273} = 0.9768\text{kg/m}^3$$

设 $\rho_1 = \rho_3$。

平面 2 处的气体密度

$$\rho_2 = \rho_3\left(\frac{p_{s2} + p_b}{p_{b3}}\right) \times \left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d2} + 273}\right) =$$

$$0.9678 \times \left(\frac{274 + 99695}{82209}\right) \times \left(\frac{17.2 + 273}{36 + 273}\right) = 1.1156\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{159.4 \times 2}{0.9768}} = 18.07\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 18.07 \times 0.6039 = 10.91\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3} = 10.91\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得安培值}}{I_{NOM}} = \frac{77}{94} = 0.82\% = 82\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)较精确地估算出 410kW 的电动机以 82% I_{NOM}运行时的输出功率。

$$P_{MO} = 410\left(\frac{77}{94}\right) \times \left(\frac{2995}{3000}\right) = 335.3\text{kW}$$

风机与电动机直接联接，无传动损失且电动机输出功率 P_{MO}与电动机输出功率 P_{sh}相等

$$P_{sh} = P_{MO} = 335.3\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　参考图 4-18、图 4-19、表 4-1 示出下列计算

$$q_{v2} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 10.91 \times \frac{0.9768}{1.1156} = 9.5702\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{9.5702}{0.4942} = 19.365\text{m/s}$$

根据扩散器面积计算出的风筒直径

$$D_C = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.4942}{\pi}} = 0.79325\text{m}$$

风筒的绝对等效长度

$$D_C\frac{v_2}{5} = 0.79325 \times \frac{19.365}{5} = 3.072\text{m}$$

L 以%表示的相对等效风筒长度为

$$\frac{100L}{3.072} \times 100\% = \frac{100 \times 0.762}{3.072} \times 100\% = 25\%$$

PLC WORLD

通风面积比为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2}=\frac{0.1756}{0.4942}=0.36$$

对于通风面积比为 0.36、速度为 19.365m/s、等效风筒长度为 25%这种情况，系统附加阻力曲线 U 适用。在 1.2kg/m³ 时，$\Delta p_{sY1}=89.67\text{Pa}$。在 1.1156kg/m³ 时，

$$\Delta p_{sY1}=89.67\times\frac{1.1156}{1.2}=83.365\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{s1}=p_{s3}=-17486\text{Pa}$$

$$p_{d1}=p_{d3}=159.4\text{Pa}$$

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}=274-(-17486)-159.4+83.365=17684\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC}=10.91\text{m}^3/\text{s}\times\frac{1475\text{r/min}}{1485\text{r/min}}=10.837\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC}=17684\text{Pa}\times\left(\frac{1475\text{r/min}}{1485\text{r/min}}\right)^2\times\frac{0.9451\text{kg/m}^3}{0.9768\text{kg/m}^3}=16880.4\text{Pa}$$

$$P_{shC}=335.3\text{kW}\times\left(\frac{1475\text{r/min}}{1485\text{r/min}}\right)^3\times\frac{0.9451\text{kg/m}^3}{0.9768\text{kg/m}^3}=317.9\text{kW}$$

五、处理系统中的离心式风机

1. 说明

1) 如图 10-9 所示，此风机由制造厂提供并确定其额定值，它包括进气箱调节风门和进气箱，而不包括出口调节风门。带有进气箱调节风门的风机的性能额定值是反映调节风门处于全开位置时的运行情况。而且性能额定值还包括出口调节风门处于全开状态时的运行情况。为能将试验结果与风机性能额定值加以比较，必须将进、出口调节风门的叶片置于全开位置上。

2) 求在平面 3a 和 3b 上测出的动压值的均方根，从而确定 p_{d3a} 和 p_{d3b}。求在同一截面上

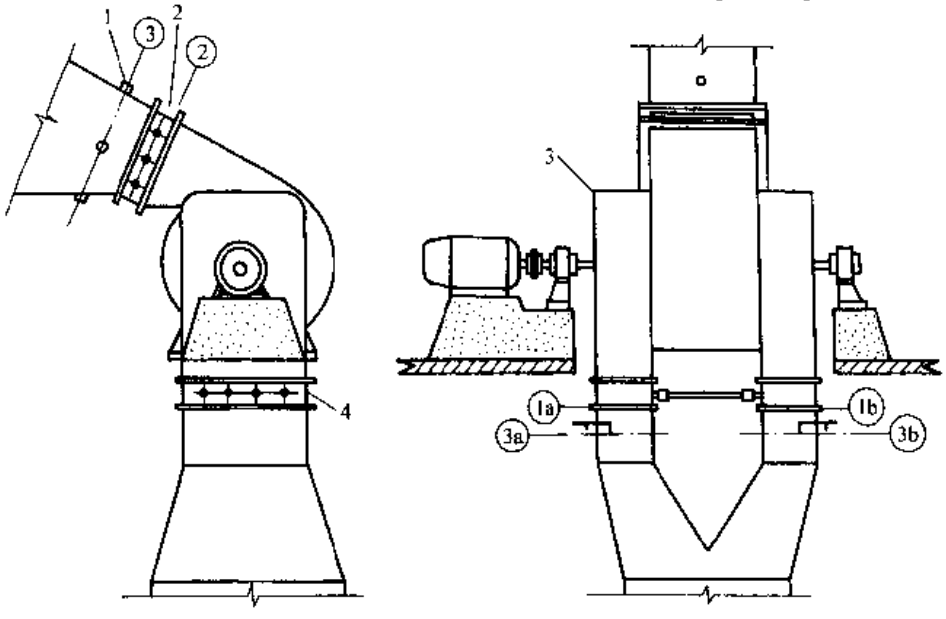


图 10-9　处理系统中的离心式风机

1—静压测量孔　2—出口调节风门　3—进气箱　4—进气箱调节风门

PLC WORLD

得到的两组静压值中每组的平均值，从而确定 p_{s3a} 和 p_{s3b}。相关标准给出选取横截面的方法。测出横截面 A_{3a} 和 A_{3b}，进口调节风门入口面积 A_{1a} 和 A_{1b}。

3）4 个静压测量孔位于出口调节风门的下游，求在每个孔处得到的压力的平均值，从而确定 p_{s5}。

4）测出 t_{d3a}、t_{d3b} 和 t_{d5}。由于含烟气体经风机输送，因而由操作人员使用烟气分析器确定气体密度。确定风机附近的 p_b。这些数据用于确定各有关平面处气体的密度。

5）测出风机转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测量瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值（I_{NOM}）。假如采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。如果电动机在远离其额定负荷点运行，则可能需要断开传动装置并测出无负荷安培值（I_0）。电动机的性能数据由电动机制造厂提供，用于确定此例中电动机的功率。

6）利用制造厂提供的性能额定值确定出口调节风门的压力损失和图 4-41 及表 4-3 中的压力损失因数数据。因调节风门直接安装在风机的出口处，因数的作用是显而易见的。为了选择合适的因数，需测出风机出口面积 A_2 和风机的通风面积。

7）例中，风机调节风门下游的风筒的长度充裕，不用计算系统附加阻力。

8）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1}$$

用 p_{s5} 出口调节风门的压力损失和在平面 2 及 5 处算出的动压，利用总压方法计算出 p_{s2}。横截面（$3a$ 和 $3b$）位于截面均匀的流道内，在该面的下游，进口调节风门入口相距很近，故假设截面和入口的条件相同

$$p_{s1} = p_{s3} = \frac{p_{s3a} + p_{s3b}}{2}$$

用进口调节风门入口处的总流量和总面积计算出 p_{d1}。

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \times \frac{\rho_1}{2}$$

9）为了将试验结果与在 880r/min 和 0.785kg/m^3 密度下（规定条件）得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

p_b = 101998Pa　t_{d3a} = 174℃　t_{d3b} = 182℃　t_{d5} = 184℃　p_{s3a} = −4682.9Pa　p_{s3b} = −4558.3Pa　p_{d3a} = 511.38Pa　p_{d3b} = 505.15Pa　p_{s5} = −398.5Pa

风机转速 n = 892r/min

$A_{1a} = A_{1b}$ = 5.64m^2　A_2 = 10.68m^2　$A_{3a} = A_{3b}$ = 5.64m^2　A_5 = 13m^2

通风面积 A = 7.43m^2

（2）测得的电动机数据

伏特值（V）= 4300　4250　4200　4250（平均）

安培值（A）= 378　376　380　378（平均）

电动机输入功率为 2519kW

用烟气分析方法得出气体密度为 1.1613kg/m^3，其条件是在 101320Pa 和 21℃情况之下。

（3）电动机的标牌数据

PLC WORLD

2500kW 3相 50Hz

4000V 880r/min I_{NOM} = 385A

总要求

进气箱调节风门和出口调节风门处于全开状态。风机与电动机直接联接。由电机制造厂提供电动机效率数据。由出口调节风门制造厂提供压力损失数据。

(4) 计算数据

密度 平面 3a 和 3b 处的气体密度

$$\rho_{3a} = 1.1613\left(\frac{p_{s3a} + p_b}{101320}\right) \times \left(\frac{21 + 273}{t_{d3a} + 273}\right) =$$

$$1.1613 \times \left(\frac{-4682.9 + 101998}{101320}\right) \times \left(\frac{294}{447}\right) = 0.7336\text{kg/m}^3$$

$$\rho_{3b} = 1.1613\left(\frac{p_{s3b} + p_b}{101320}\right) \times \left(\frac{21 + 273}{t_{d3b} + 273}\right) =$$

$$1.1613 \times \left(\frac{-4558.3 + 101998}{101320}\right) \times \left(\frac{294}{455}\right) =$$

$$0.72164\text{kg/m}^3$$

假设 $\rho_{1a} = \rho_{3a}$ 且 $\rho_{1b} = \rho_{3b}$。

平面 5 处的气体密度

$$\rho_3 = 1.1613\left(\frac{p_{s3} + p_b}{p_b}\right) \times \left(\frac{21 + 273}{t_{d5} + 273}\right) =$$

$$1.1613 \times \left(\frac{-398.5 + 101998}{101998}\right) \times \left(\frac{294}{457}\right) =$$

$$0.7446\text{kg/m}^3$$

假设 $\rho_2 = \rho_3$。

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a} \times 2}{\rho_{3a}}} = \sqrt{\frac{511.38 \times 2}{0.7336}} = 37.34\text{m/s}$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b} \times 2}{\rho_{3b}}} = \sqrt{\frac{505.15 \times 2}{0.72164}} = 37.41\text{m/s}$$

$$q_{v3a} = v_{3a}A_{3a} = 37.34 \times 5.64 = 210.6\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v3b} = v_{3b}A_{3b} = 37.41 \times 5.64 = 211\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v3} = q_{v3a} + q_{v3b} = 210.6 + 211 = 421.6\text{m}^3/\text{s}$$

因空气均匀地被两个进气箱分开

$$\rho_1 = \rho_3 = \frac{\rho_{3a} + \rho_{3b}}{2} =$$

$$\frac{0.7336 + 0.72164}{2} = 0.72762\text{kg/m}^3$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} =$$

$$421.6 \times \frac{0.72762}{0.72762} = 421.6\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

PLC WORLD

$$\frac{\text{测得安培值}}{I_{NOM}}=\frac{378}{385}=0.98=98\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)较精确地估算出 2500kW 的电动机以 98% I_{NOM}运行时的电机输出功率。

$$P_{MO}=2500\left(\frac{378}{385}\right)\times\left(\frac{4250}{4000}\right)=2608\text{kW}$$

电机制造厂提供的数据说明，测得的输入功率为 2519kW 时，电动机的效率为 94%。利用这一数据，可求得

$$P_{MO}=2519\times0.94=2368\text{kW}$$

假设后一种方法能较精确地估算出电动机的输出功率。由于风机与电动机直接联接、无传动损失且

$$p_{sh}=P_{MO}=2368\text{kW}$$

出口调节风门的损失

出口调节风门制造厂提供的数据说明，调节风门的压力损失 Δp_s，当流量达 433m³/s 时为 125Pa，而上述流量的密度条件为 1.2kg/m³。

风机通风面积比

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2}=\frac{7.43}{10.68}=0.70$$

对于直接安装在风机(其通风面积比为 0.7)出口处的调节风门，图 4-41 及表 4-3 给出 Δp_s 因数。

出口调节风门损失为

$$\Delta p_s\times2.4\times\frac{\rho_2}{1.2}=$$

$$125\times2.4\times\frac{0.7446}{1.2}=186\text{Pa}$$

(5) 风机静压

$$p_{d1}=\left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2\frac{\rho_1}{2}=\left(\frac{421.6}{11.28}\right)^2\times\frac{0.72762}{2}=508.2\text{Pa}$$

$$p_{d2}=p_{d1}\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2\frac{\rho_1}{\rho_2}=508.2\times\left(\frac{11.28}{10.68}\right)^2\times\frac{0.72762}{0.7446}=554.4\text{Pa}$$

$$p_{d5}=p_{d1}\left(\frac{A_1}{A_5}\right)^2\frac{\rho_1}{\rho_5}=508.2\times\left(\frac{11.28}{13}\right)^2\times\frac{0.72762}{0.7446}=374.2\text{Pa}$$

$$p_{s2}+p_{d2}=p_{s5}+p_{d5}+\text{调节风门的损失}$$

$$p_{s2}=p_{s5}+p_{d5}+\text{调节风门的损失}-p_{d2}=$$

$$-398.5+374.2+186-554.4=-392.7\text{Pa}$$

$$p_{s1}=p_{s3}=\frac{p_{s3a}+p_{s3b}}{2}=\frac{-4682.9-4558.3}{2}=-4620.6\text{Pa}$$

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}=$$

$$-392.7-(-4620.6)-508.2=3719.7\text{Pa}$$

(6) 换算成规定条件

$$q_{VC}=421.6\text{m}^3/\text{s}\times\frac{880\text{r/min}}{892\text{r/min}}=416\text{m}^3/\text{s}$$

PLC WORLD

$$p_{sFC} = 3719.7\text{Pa} \times \left(\frac{880\text{r/min}}{892\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{0.785\text{kg/m}^3}{0.72762\text{kg/m}^3} = 3905.8\text{Pa}$$

$$P_{shC} = 2368\text{kW} \times \left(\frac{880\text{r/min}}{892\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{0.785\text{kg/m}^3}{0.72762\text{kg/m}^3} = 2453\text{kW}$$

六、通风系统中的轴流式风机

1. 说明

1）例中这种奇特的风筒布置很难获得精确的压力测量数据，这一事实在试验开始之前应得到理解。而且，风机采用扩张进口装置和收缩出口装置也可能会产生问题。除非像例中这样——扩张和收缩角度适度，否则风机性能会受到不良影响。

2）如图 10-10 所示，平面 3 位于直风筒的下游，求在该面上测出的速度压力值的均方根，从而得出 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压平均值，以此确定 p_{s3}。相关标准给出选取横截面的方法。p_{s3}用于确定横截面和气体的密度。横截面位于皮托静压管的顶部，测量出该截面的面积 A_3。

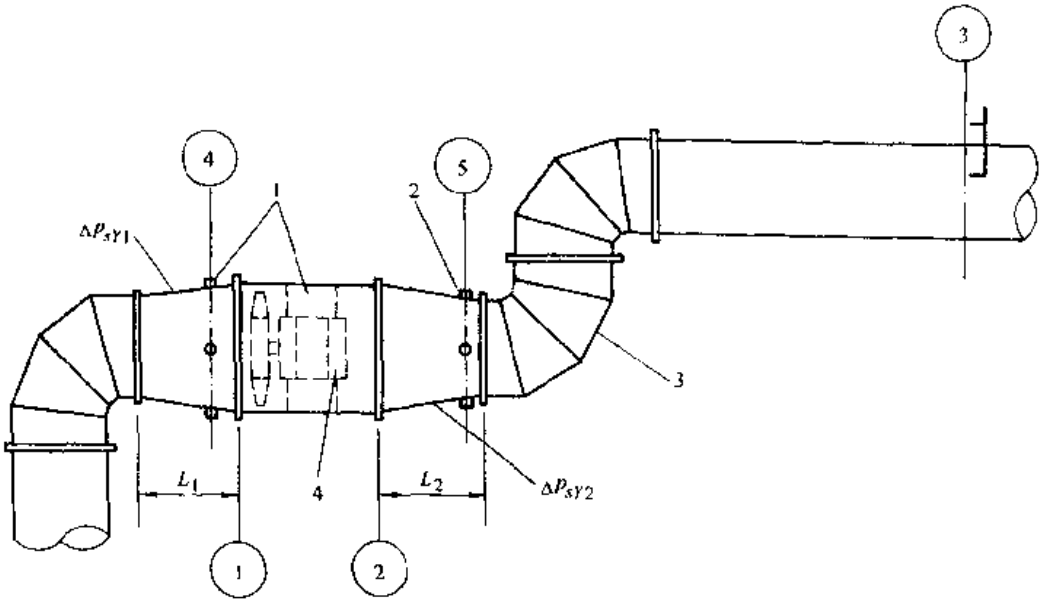


图 10-10　通风系统中的轴流式风机

1—整流叶片　2—静压测量孔　3—4 段弯筒 $R/D = 1$（典型的）　4—芯筒

3）4 个静压孔位于风机出口风筒接口的端部附近，求在每个孔测得的压力的平均值，从而得出 p_{s5}。在风机进口风筒接口处利用皮托静压管或静压孔确定 p_{s4}。如果采用皮托静压管，则不能将其伸到上游弯筒内，而应置于风筒接口这段流道内。测出风筒接口在静压测量孔的横截面积 A_4 和 A_5。

4）在横截面上测出 t_{d3}和 t_{w3}。确定风机周围的 p_b。测出 t_{d4}。这些测得的数据用于确定各有关平面处气体的密度。

5）测出风机的转速和电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值（I_{NOM}）。假如采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则不必测量电动机的瓦特值，如果电动机远离其额定负荷点运行，则可能需要断开传动装置，并测出无负荷安培值（I_0）。例中采用电动机制造厂提供的电动机性能数据确定电动机的输出功率。

6）Δp_{sY1}用于修正风机进口与风机上游弯管间的风筒的长度不足所产生的影响。Δp_{sY2}用于修正风机出口与风机下游弯管间的风筒的长度不足所产生的影响。为了计算出 Δp_{sY}的值，需

PLC WORLD

测出风机的进出口面积 A_1 和 A_2、进出口风筒接口的长度 L_1 和 L_2、芯筒的横截面积。

7）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2}$$

其中

$$p_{d1} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_1}$$

利用测得的静压值和总压不变的方法计算出 p_{s2}和 p_{s1}。

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{s4} + p_{d4}$$

$$p_{s2} + p_{d2} = p_{s5} + p_{d5}$$

其中每一动压的计算方法与上述 p_{d1}的计算法类似。

8）为了将试验结果与在 1750r/min 和 1.2kg/m^3 密度下(规定条件)得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 100778.9$Pa　$t_{d3} = 28.22$℃　$t_{w3} = 14$℃　$t_{d4} = 26.67$℃　$p_{s3} = 124.5$Pa　$p_{d3} = 195$Pa　$p_{s4} = -274$Pa　$p_{s5} = 204.2$Pa

$A_1 = A_2 = 0.66$m^2　$A_3 = A_5 = 0.456$m^2　$A_4 = 0.576$m^2　$L_1 = 0.9144$m　$L_2 = 1.0668$m

芯筒面积 $A_{芯筒} = 0.195$m^2

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 380	381	379	380 (平均)
安培值(A) = 30.8	30.8	30.6	30.7 (平均)

电动机输入功率：18.0kW

(3) 电动机的标牌数据　Y160L-4

15kW	3 相	50Hz
380V	1460r/min	$I_{NOM} = 30.3$A

总要求

风机直接与电动机联接。电动机效率由电机制造厂提供。由于在风机两侧均采用封闭的风筒布置，故测不到风机的转速值。从测得的安培值说明，电动机运行点非常接近额定负荷状态，因此假设电动机转速为电动机标牌值 1460r/min。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1 得平面 3 处的 $\rho_3 = 1.166$kg/m^3，平面上的条件为

$$t_{d3} = 28.22℃$$

$$t_{w3} = 14℃$$

$$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 100778.9 + 124.5 = 100903.5\text{Pa}$$

假设 $\rho_2 = \rho_3 = \rho_5$。

平面 1 和 4 处的气体密度

$$\rho_1 = \rho_4 = \rho_3\left(\frac{p_{s4} + p_b}{p_{b3}}\right) \times \left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d4} + 273}\right) =$$

$$1.166 \times \left(\frac{-274 + 100778.9}{100903.5}\right) \times \left(\frac{301.22}{299.67}\right) = 1.167\text{kg/m}^3$$

PLC WORLD

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{195 \times 2}{1.166}} = 18.29\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 18.29 \times 0.456 = 8.34\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 8.34 \times \frac{1.166}{1.167} = 8.33\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

电机制造厂提供的数据说明测得的输入功率为 18kW 时电动机的效率为 87.5%。利用该数据，电动机输出功率为

$$P_{MO} = 18.0 \times 0.875 = 15.75\text{kW}$$

由于风机与电动机直接联接，因而无传动损失且 $P_{sh} = P_{MO} = 15.75\text{kW}$

(5) 系统附加阻力　在确定 Δp_{sY1} 值时，风机进口处的气流速度

$$v_1 = \frac{q_{v1}}{A_1} = \frac{8.33}{0.66} = 12.623\text{m/s}$$

风机进口的直径

$$D_1 = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.66}{\pi}} = 0.9167\text{m}$$

弯筒与风机进口间的风筒长度相对于风机进口直径

$$\frac{L_1}{D_1} = \frac{0.9144}{0.9167} = 0.997$$

根据图 4-18 和图 4-29 示出 4 段弯筒的半径与直径之比为 1，弯筒与风机进口间的风筒长度为直径的 0.997 倍，速度为 12.623m/s，在这种条件下系统附加阻力曲线 S 适用。在 1.2kg/m^3 时。$\Delta p_{sY1} = 79.7\text{Pa}$。在 1.1672kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY1} = 79.7 \times \frac{1.1672}{1.2} = 77.5\text{Pa}$$

至于 Δp_{sY2}，根据图 4-18、图 4-19、表 4-1，示出下列计算

$$q_{v2} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 8.34 \times \frac{1.166}{1.166} = 8.34\text{m}^3/\text{s}$$

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{8.34}{0.66} = 12.636\text{m/s}$$

风机出口直径

$$D_2 = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.66}{\pi}} = 0.9167\text{m}$$

至于 12.5m/s 或更低的速度，绝对有效风筒长度为直径的 2.5 倍或

$$2.5 \times 0.9167 = 2.3\text{m}$$

相对于有效风筒长度的出口风筒长度为

$$\frac{100L_2}{2.3} = \frac{100 \times 1.0668}{2.3} = 46\%$$

有效面积比

$$1 - \frac{\text{芯筒面积}}{A_2} = 1 - \frac{0.195}{0.66} = 0.70$$

PLC WORLD

对于有效面积比为0.70、速度为12.623m/s、相对有效风筒长度为46%、弯管位置为 C 这种条件，系统附加阻力曲线 U 适用。当密度为 1.2kg/m^3 时，Δp_{sY2} = 39.85Pa。当密度为 1.166kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY2} = 39.85 \times \frac{1.166}{1.2} = 38.72\text{Pa}$$

(6) 风机动压

$$p_{d5} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_5}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_5} = 195 \times \left(\frac{0.456}{0.456}\right)^2 \times \frac{1.166}{1.166} = 195\text{Pa}$$

$$p_{d2} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_2}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_2} = 195 \times \left(\frac{0.456}{0.66}\right)^2 \times \frac{1.166}{1.166} = 93\text{Pa}$$

$$p_{s2} + p_{d2} = p_{s5} + p_{d5}$$

$$p_{s2} = p_{s5} + p_{d5} - p_{d2} =$$

$$204.2 + 195 - 93 = 306.2\text{Pa}$$

$$p_{d4} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_4}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_4} = 195 \times \left(\frac{0.456}{0.576}\right)^2 \times \frac{1.166}{1.167} = 122.1\text{Pa}$$

$$p_{d1} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_1} = 195 \times \left(\frac{0.456}{0.66}\right)^2 \times \frac{1.166}{1.167} = 93\text{Pa}$$

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{s4} + p_{d4}$$

$$p_{s1} = p_{s4} + p_{d4} - p_{d1} =$$

$$274 + 122.1 - 93 = -245\text{Pa}$$

(7) 风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$

$$306.2 - (-245) - 93 + 77.50 + 38.72 = 574.4\text{Pa}$$

(8) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 8.33\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1750\text{r/min}}{1760\text{r/min}} = 8.283\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFc} = 574.4\text{Pa} \times \left(\frac{1750\text{r/min}}{1760\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.167\text{kg/m}^3} = 584\text{Pa}$$

$$P_{shC} = 15.75\text{kW} \times \left(\frac{1750\text{r/min}}{1760\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.167\text{kg/m}^3} = 15.9\text{kW}$$

七、串联高压离心式风机

1. 说明

1) 该例中两台采用同一进口的风机，是由制造厂作为一台两级装置确定其额定值的。虽然作为一台装置确定额定值，但为了提供每台风机的性能数据需测出充分的数据。第二台风机下游的调节风门不作为额定装置的组成部分。在系统中包括气流控制调节风门的(如图 10-11 所示的一种情况)所有这些情况下，风机的选择标准是使主要运行点处于最大流量状态。此例也不例外。因此，试验期间要将调节风门的叶片固定在全开位置上。

2) 求在平面 3 处测出的动压值的均方根，借此确定 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压平均值，从而确定 p_{s3}。相关标准给出选取截面的方法。p_{s3}用于确定截面处气体的密度。横截面位于皮托静压管的顶部，求该面的面积。

3) 确定平面1a、1b和2a、2b处的静压。如图10-11所示，这些重要平面在风机进出口的

PLC WORLD

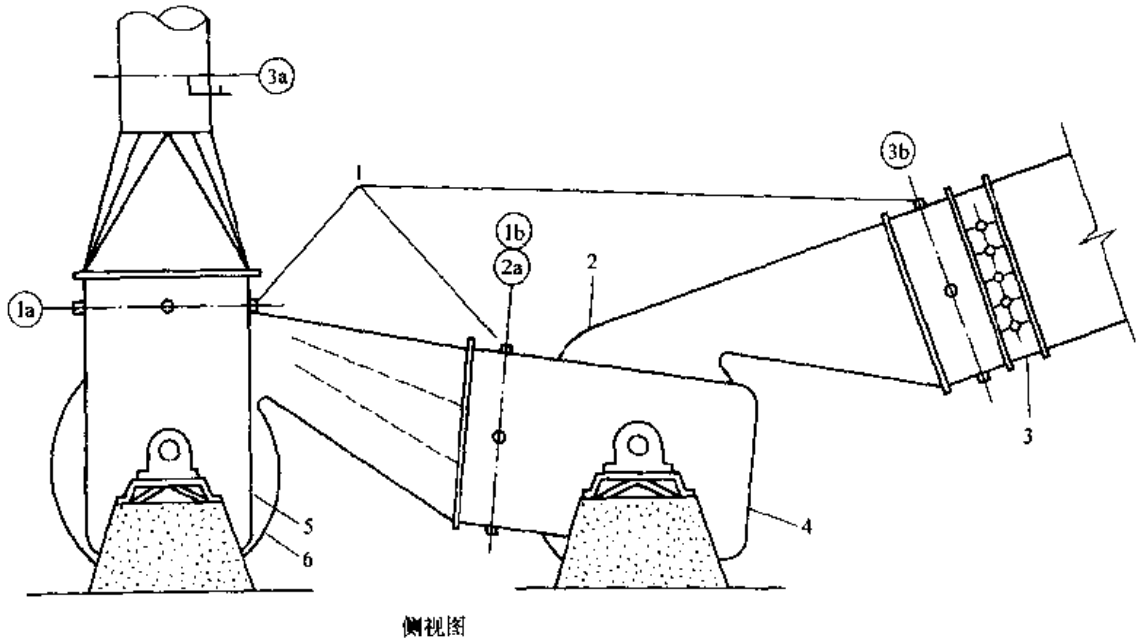


图 10-11　串联高压离心式风机

1—静压测量孔　2—风机 B　3—出口调节风向　4、5—进气箱　6—风机 A

下游，距进出口很近。在每种情况下，由于截面之间距离很近且面积相同，因此假设各面上的条件相同。求在 4 个静压测量孔中每一个孔所测得的静压的平均值或求在皮托静压管截面上得到的静压的平均值，这样可以确定每个截面处的静压。然而，在风机的出口区内存在紊流，应在平面 1b—2a 和 2b 处使用静压测量孔。

4）测出 t_{d3}、t_{w3}、t_{d1b}和t_{d2b}，假设 t_{d1a}等于 t_{d3}，确定风机周围的 p_b。这些测得数据用于确定各有关平面处气体的密度。

5）测量风机的转速和电动机的安培值和伏特值，如可能还要测出每台风机的瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})，如果采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。假如电动机远离其额定负荷点运行，则可能需要断开传动装置并测出无负荷安培值。例中，测出每台电动机的输入瓦特值，由电机制造厂提供的电动机性能数据用于确定电动机的输出功率。

6）Δp_{sY}通常用于修正第一级风机出口处风筒的长度不足所造成的影响。该例中，由于两台风机作为一台装置确定额定值，故 Δp_{sY}不再适用这种情况。

7）计算两级装置的静压，

$$p_{sF} = p_{s2b} - p_{s1a} - p_{d1a}$$

其中

$$p_{d1a} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_{1a}}\right)^2 \frac{\rho_3}{\rho_{1a}}$$

8）为了将试验结果与在 1780r/min 和 0.71282kg/m^3 密度下(规定条件)得出的两级装置的运行性能加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$$p_b = 96986\text{Pa}$$

$$t_{d3} = 1.6℃$$

PLC WORLD

$t_{w3}=0.55℃$

$t_{d1b}=t_{d2a}=35℃$

$t_{d2b}=63.89℃$

$p_{d3}=185.6\text{Pa}$

$p_{s3}=-37363\text{Pa}$

$p_{s1b}=p_{s2a}=-19802\text{Pa}$

$p_{s2b}=124.5\text{Pa}$

首级风机的转速：$n=1790\text{r/min}$

第二级风机的转速：$n=1790\text{r/min}$

$$A_{1a}=A_{2a}=A_{1b}=A_{2b}=0.52\text{m}^2$$

$$A_3=0.457\text{m}^2$$

(2) 测得的电动机数据

首级

伏特值(V)=4000　4040　4080　4040(平均)

安培值(A)=44.5　45　45.5　45(平均)

电动机输入功率：278kW

第二级

伏特值(V)=4080　4040　4020　4047(平均)

安培值(A)=44　44.5　45　44.5(平均)

电动机输入功率：272kW

(3) 电动机的标牌数据　Y160L-4

各级数据相同

260kW	3 相	60Hz
4000V	1790r/min	$I_{NOM}=44.5\text{A}$

总要求

风机与电动机直接联接。电动机的效率数据由电机制造厂提供。

(4) 计算数据

密度　相关标准中叙述了因局部蒸汽压力而修改的方程和以理想气体关系为基础的密度方程，利用这两个方程和附录 C 中的表 C－3 内的数据计算出平面 3 处的气体密度。

$t_{d3}=1.67℃$

$t_{w3}=0.56℃$

$p_{b3}=p_b+p_{s3}=96986-37363=59623\text{Pa}$

p_{b3}：绝对静压

$p_e=636\text{Pa}$

p_e：饱和蒸气压力　p_p：分蒸气压力

$$p_p=p_e-\frac{p_{b3}(t_{d3}-t_{w3})}{2700}\times\frac{9}{5}=636-\frac{59623\,(1.6-0.55)}{2700}\times\frac{9}{5}=594.3\text{Pa}$$

$$\rho_3=\frac{0.003478\,(p_{b3}-0.378p_p)}{t_{d3}+273}=$$

$$\frac{0.003478\,(59623-0.378\times594.3)}{1.6+273}=0.75232\text{kg/m}^3$$

PLC WORLD

平面 3 和 1a 之间可能出现的动压与静压的任何转换均可忽略，因为这对试验结果的精确性无重大影响。故

$$p_{s1a} = p_{s3} = -37363\text{Pa}$$

假设平面 3 和 1a 之间温度无变化，

$$\rho_{1a} = \rho_3 = 0.75232\text{kg/m}^3$$

为了提供有关级间流量和经过第二级的流量方面的数据，现将其它密度值计算如下

$$\rho_{1b} = \rho_{2a} = \rho_3\left(\frac{p_{s1b} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d1b} + 273}\right) =$$

$$0.75232 \times \left(\frac{-19802 + 96986}{59623}\right) \times \left(\frac{1.6 + 273}{35 + 273}\right) = 0.8683\text{kg/m}^3$$

$$\rho_{2b} = \rho_3\left(\frac{p_{s2b} + p_b}{p_{b3}}\right) \times \left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d2b} + 273}\right) =$$

$$0.75232 \times \left(\frac{124.5 + 96986}{59623}\right) \times \left(\frac{1.6 + 273}{63.89 + 273}\right) = 1.0\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{185.6 \times 2}{0.75232}} = 22.21\text{m/s}$$

$$q_{v3} = V_3 A_3 = 22.21 \times 0.457 = 10.15\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1a} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_{1a}} = 10.15 \times \frac{0.75232}{0.75232} = 10.15\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v1b} = q_{v2a} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_{1b}} = 10.15 \times \frac{0.75232}{0.8683} = 8.794\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v2b} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_{2b}} = 10.15 \times \frac{0.75232}{1.0} = 7.636\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

电机制造厂提供的数据说明，当测得的输入功率为 278kW 和 272kW 时，每台电动机的效率为 95%。

$$P_{MOA} = 278 \times 0.95 = 264.1\text{kW}$$

$$P_{MOB} = 272 \times 0.95 = 258.4\text{kW}$$

因每台风机均与电动机直接联接，而没有传动损失且

$$P_{sha} = P_{MOa} = 264.1\text{kW}$$

$$P_{shb} = P_{MOb} = 258.4\text{kW}$$

(5) 风机静压

$$p_{d1a} = p_{d3}\left(\frac{A_3}{A_{1a}}\right)^2\frac{\rho_3}{\rho_{1a}} =$$

$$185.6 \times \left(\frac{0.457}{0.52}\right)^2 \times \frac{0.75232}{0.75232} = 143.35\text{Pa}$$

(6) 两级装置的静压

$$p_{sF} = p_{s2b} - p_{s1a} - p_{d1a} =$$

$$124.5 - (-37363) - 143.35 = 37344\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 10.15\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1780\text{r/min}}{1790\text{r/min}} = 10.093\text{m}^3/\text{s}$$

PLC WORLD

$$p_{SFC} = 37344\text{Pa} \times \left(\frac{1780\text{r/min}}{1790\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{0.71282\text{kg/m}^3}{0.75232\text{kg/m}^3} = 34989\text{Pa}$$

$$P_{ac} = 264.1\text{kW} \times \left(\frac{1780\text{r/min}}{1790\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{0.71282\text{kg/m}^3}{0.75232\text{kg/m}^3} = 247.5\text{kW}$$

$$P_{bc} = 258.4\text{kW} \times \left(\frac{1780\text{r/min}}{1790\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{0.71282\text{kg/m}^3}{0.75232\text{kg/m}^3} = 242.1\text{kW}$$

第四节　带进口接管和不带出口接管的风机测试

一、引风系统中的离心式风机(图 10-12)

1. 说明

1）该风机由制造厂提供并确定其额定值，它不包括回流调节风门。

2）动压值的测量通常只在一个面上进行，该面位于通往各支路的风筒内。例中提供令人满意的速度分布的测量面，不能选在支路风筒连接点与风机进口间的短风筒内。如图 10-12 所示，替代的方法是在每一支路风筒中，并且距风机的入口最远处选择一动压测量横截面。求在该截面上测得的动压值的均方根，从而得出每个支路内的动压。求在同一截面处测得的静压平均值，从而确定出每个截面处的静压。这些静压值用于确定截面处气体的密度。相关标准给出选取横截面的方法。为了得到流量值，需测出每个截面的面积。

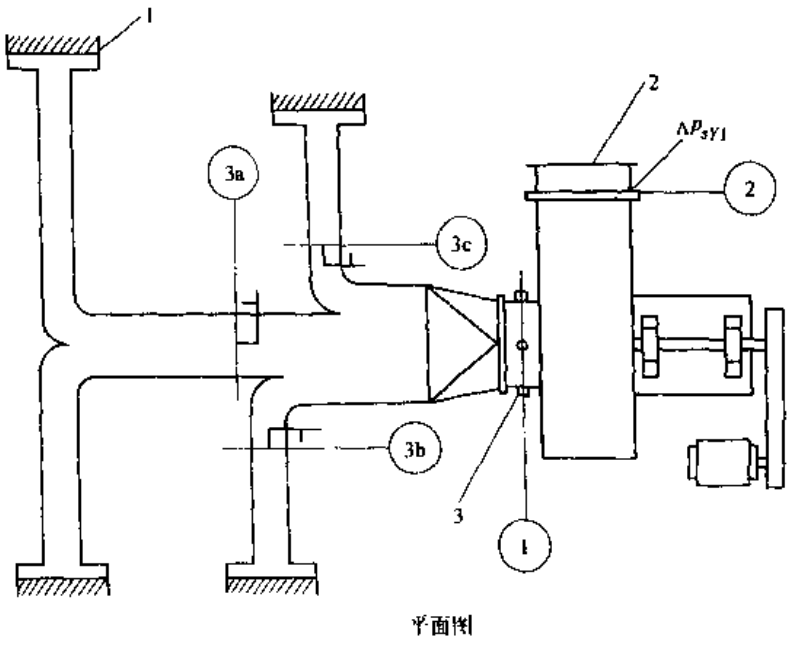


图 10-12　引风系统中的离心式风机

1—进气口　2—回流调节风门　3—静压测量孔

3）求在 4 个静压测量孔中每处测得的静压平均值，或求在平面 1 用皮托静压管测得的静压平均值，这样可确定出风机进口处的静压 p_{s1}，如果采用皮托静压管，应将其固定在平面 1 所在处的进口圈内。测出平面 1 的面积以供计算 p_{s1}所用。参照回流调节风门出口处的大气压力，该处的静压为零表压。在类似情况下调节风门出口处的大气压力可能与其它所有测量值所参照的大气压力略有不同。当存在这种可能性时，出口处的静压要参照其它所有测量值所采用的大气压力。

4）测出每一速度横截面处的干球温度和湿球温度及平面 1 处的干球温度。例中假设 $t_{d2} = t_{d1}$，确定风机周围的 p_b。这些测量值用于确定各有关平面处的气体的密度。

5）测出风机转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。如果采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。假如电动机远离其额定负荷点运行，可能需断开传动装置，并测出无负荷安培值(I_0)，参照附录 A。

6）Δp_{sY1}用于修正因风机出口处无风筒所带来的影响。为了计算 Δp_{sY1}的值，需测出风机出口面积和风机的通风面积。

PLC WORLD

7）利用制造厂提供的性能额定值和图 4-21 中的压力损失因数，确定回流调节风门的压力损失。因调节风门与风机出口直接连接，其作用是显而易见的。

8）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sV1}$$

其中

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_1}{2}$$

$$q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1} + q_{v3c}\frac{\rho_{3c}}{\rho_1}$$

以前测出的调节风门出口区域内的静压为零，p_{s2}为现在测出的静压与回流调节风门压力损失的和。

9）为了将试验结果与在 810r/min 和 1.2kg/m^3 密度下（规定条件）得到的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$p_b = 100914\text{Pa}$
$t_{d1} = 22.22℃$
$t_{w1} = 16.67℃$
$t_{d3a} = 25℃$
$t_{w3a} = 19.5℃$
$t_{d3b} = 18.3℃$
$t_{w3b} = 13.33℃$
$t_{d3c} = 21.11℃$
$t_{w3c} = 16.67℃$
$p_{s1} = -249\text{Pa}$
$p_{s3a} = -200\text{Pa}$
$p_{s3b} = -112.1\text{Pa}$
$p_{s3c} = -99.6\text{Pa}$
$p_{d3a} = 190.55\text{Pa}$
$p_{d3b} = 219.2\text{Pa}$
$p_{d3c} = 214.2\text{Pa}$

风机转速 $n = 800\text{r/min}$

$A_1 = 1.56\text{m}^2$
$A_2 = 1.28\text{m}^2$
$A_{3a} = 0.5\text{m}^2$
$A_{3b} = A_{3c} = 0.279\text{m}^2$

通风面积 $A = 1.022\text{m}^2$

（2）测得的电动机数据

伏特值(V) = 380　378　382　380（平均）
安培值(A) = 31.3　30.3　29.3　30.3（平均）

PLC WORLD

电动机空载电流：$I_0 = 16.5A$

(3) 电动机的标牌数据　Y180M-4

18.5kW	3 相	50Hz
380V	1470r/min	$I_{NOM} = 35.9A$

总要求

风机通过带传动装置与电动机联接。压力损失数据由回流调节风门制造厂提供。

(4) 计算数据

密度　平面 1、3a、3b 和 3c 处的静压值很低，故在确定密度的各平面上采用大气绝对压力不会产生明显的误差。可利用附录 C 中图 C-1 得到在这些平面处的气体密度值为

$$\rho_1 = 1.184 kg/m^3$$

$$\rho_{3a} = 1.171 kg/m^3$$

$$\rho_{3b} = 1.201 kg/m^3$$

$$\rho_{3c} = 1.187 kg/m^3$$

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a} \times 2}{\rho_{3a}}} = \sqrt{\frac{190.55 \times 2}{1.171}} = 18 m/s$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b} \times 2}{\rho_{3b}}} = \sqrt{\frac{219.2 \times 2}{1.201}} = 19.1 m/s$$

$$v_{3c} = \sqrt{\frac{p_{d3c} \times 2}{\rho_{3c}}} = \sqrt{\frac{214.2 \times 2}{1.187}} = 19 m/s$$

$$q_{v3a} = V_{3a}A_{3a} = 18 \times 0.5 = 9 m^3/s$$

$$q_{v3b} = V_{3b}A_{3b} = 19.1 \times 0.279 = 5.329 m^3/s$$

$$q_{v3c} = V_{3c}A_{3c} = 19 \times 0.279 = 5.301 m^3/s$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1} + q_{v3c}\frac{\rho_{3c}}{\rho_1} =$$

$$9 \times \frac{1.171}{1.184} + 5.329 \times \frac{1.201}{1.184} + 5.301 \times \frac{1.187}{1.184} =$$

$$8.9 + 5.4 + 5.31 = 19.61 m^3/s$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{30.3}{35.9} = 0.84 = 84\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)和(附 A-2)的结果平均值，较精确地估算出 18kW 电动机以 84% I_{NOM}运行时的输出功率。

$$P_{MOA} = 18.5 \times \left(\frac{30.3}{35.9}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 15.61 kW$$

$$P_{MOB} = 18.5 \times \left(\frac{30.3 - 16.5}{35.9 - 16.5}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 13.16 kW$$

$$P_{MO} = \frac{15.61 + 13.16}{2} = 14.385 kW$$

参考附录 B 中图 B-1，示出所估算的带传动损失为 5.2%。

$$\Delta P_{MO} = 0.052 \times 14.385 = 0.748 kW$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 14.385 - 0.748 = 13.637 kW$$

PLC WORLD

(5) 系统附加阻力　参考图 4-18、图 4-19、表 4-1，示出下列运算

$$q_{V_2} = q_{V_1} = 19.61\text{m}^3/\text{s}$$

假设 $\rho_2 = \rho_1$

$$v_2 = \frac{q_{V2}}{A_2} = \frac{19.61}{1.28} = 15.32\text{m/s}$$

通风面积比

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{1.022}{1.28} = 0.80$$

对于通风面积比为 0.8，无风筒和速度为 15.32m/s 这种条件，系统附加阻力曲线 T 适用。当密度为 1.201kg/m³ 时，$\Delta p_{sY1} = 75\text{Pa}$。当密度为 1.1838kg/m³ 时为

$$\Delta p_{sY1} = 75 \times \frac{1.1838}{1.201} = 74\text{Pa}$$

回流调节风门的压力损失

由调节风门制造厂提供的数据说明，当流量为 19.61m³/s 时调节风门的压力损失 Δp_s 为 100Pa，而在达到上述流量时的密度条件为 1.201kg/m³。如图 4-21 所示。对于直接安装到通风面积比为 0.8 的风机出口的调节风门，其 Δp_s 的因数是 1.9。

回流调节风门的压力损失为

$$\Delta p_s \times 1.9 \times \frac{\rho_2}{1.201} = 100 \times 1.9 \times \frac{1.1838}{1.201} = 187\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{V1}}{A_1}\right)^2 \times \frac{\rho_1}{2} = \left(\frac{19.6}{1.56}\right)^2 \times \frac{1.1838}{2} = 93.5\text{Pa}$$

p_{s2}等于调节风门出口处的静压(为零)加调节风门压力损失。

$$p_{s2} = 0 + \text{调节风门压力损失} = 0 + 187 = 187\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} =$$
$$187 - (-249) - 93.5 + 74 = 416.5\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 19.61\text{m}^3/\text{s} \times \frac{810\text{r/min}}{800\text{r/min}} = 19.855\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 416.5\text{Pa} \times \left(\frac{810\text{r/min}}{800\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.1838\text{kg/m}^3} = 433.18\text{Pa}$$

$$P_{shc} = 13.637\text{kW} \times \left(\frac{810\text{r/min}}{800\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.1838\text{kg/m}^3} = 14.36\text{kW}$$

二、引风系统中的轴流式风机

1. 说明

1) 如图 10-13 所示，平面 3 位于直风筒的端部附近，求在该面上测出的动压值的均方根，从而确定 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压平均值，得出 p_{s3}。相关标准叙述了选取横截面的方法。p_{s3}用于确定横截面处气体的密度。平面 3 位于皮托静压管的顶部，测出该面的面积。

2) 4 个静压测量孔位于风机出口处风筒接口的端部附近，求在每个孔测出的压力的平均值，从而确定 p_{s5}。利用皮托静压管或风机进口处风筒接口内的静压测量孔确定 p_{s1}。如果采用皮托静压管，不将其伸入上游弯管内，而应置于风筒接口段内。

3) 测出横截面上的 t_{d3}和 t_{w3}。假设 $t_{d1} = t_{d3}$，确定风机周围的 p_b，测出 t_{d5}。这些测量值用于确定各有关平面处的气体密度。

PLC WORLD

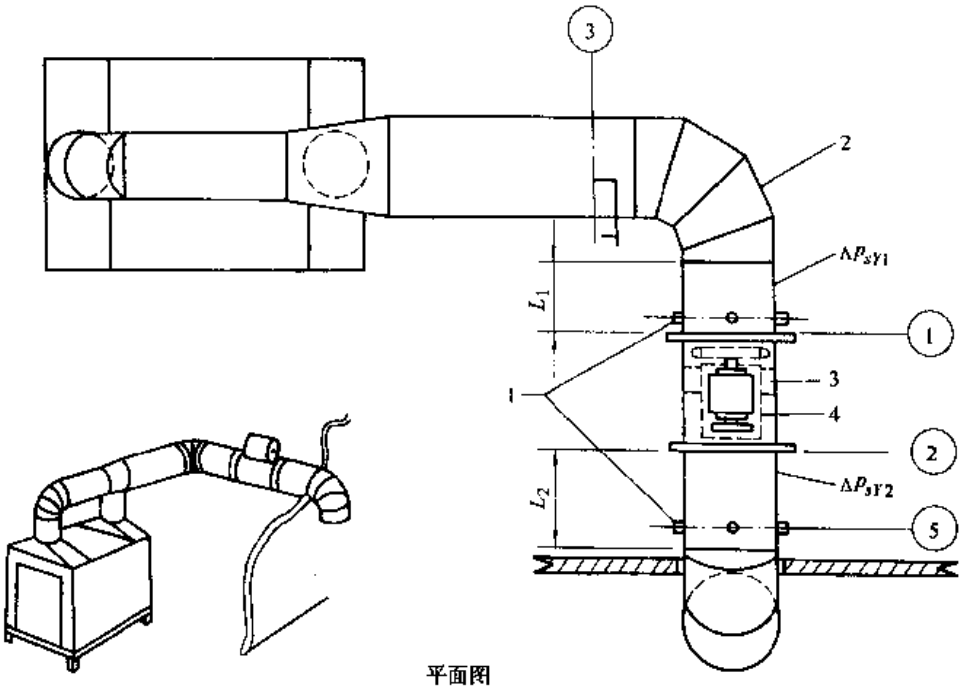


图 10-13　引风系统中的轴流式风机

1—静压测量孔　2—4 段弯筒 $R/D=1$　3—整流叶片　4—芯筒

4）测出风机的转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。如果采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不需测量电动机的瓦特值。假如电动机远离其额定负荷点运行，则需断开传动装置并测出无负荷安培值(I_0)，参见附录 A。

5）Δp_{sY1}用于修正因风机进口与风机上游弯筒间风筒长度不够所产生的影响。Δp_{sY2}用于修正因风机出口与风机下游弯筒间风筒长度不够所产生的影响。为了计算出 Δp_{sY}值，需测出风机进出口的面积 A_1 和 A_2，进出口接口风筒的长度 L_1 和 L_2，芯筒的横截面积 $A_{芯筒}$。

6）计算风机的静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2}$$

其中

$$p_{d1} = p_{d3} \quad 因为\ A_1 = A_3 \quad 且\ \rho_1 = \rho_3$$

由于平面 2 与平面 5 相距很近，且两面之间的面积无变化，故假设平面 5 与平面 2 上的所有条件均相同。

因而

$$p_{s2} = p_{s5}$$

7）为了将试验结果与在 1730r/min 速度和 1.2kg/m^3 密度下(规定条件)得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$$p_b = 98882\text{Pa}$$

$$t_{d3} = 22.22℃$$

$$t_{w3} = 18.8℃$$

$$t_{d5} = 22.8℃$$

PLC WORLD

$$p_{s1} = -503\text{Pa}$$

$$p_{s3} = -478\text{Pa}$$

$$p_{d3} = 87\text{Pa}$$

$$p_{s5} = 24.9\text{Pa}$$

风机转速 $n = 1710\text{r/min}$

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_5 = 0.245\text{m}^2$$

$$L_1 = 0.4572\text{m}$$

$$L_2 = 0.6858\text{m}$$

芯筒面积 $A_{芯筒} = 0.0743\text{m}^2$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 376 378 377 377 (平均)

安培值(A) = 7.6 7.7 7.8 7.7 (平均)

电动机空载电流：$I_0 = 4.4\text{A}$

(3) 电动机的标牌数据 Y112M-4

4kW 3 相 50Hz

380V 1440r/min $I_{NOM} = 8.77\text{A}$

总要求

风机与电动机通过带传动装置联接。

(4) 计算数据

密度 利用附录 C 中图 C-1，得平面 3 处的 $\rho_3 = 1.1517\text{kg/m}^3$

平面 3 上的条件为

$$t_{d3} = 22.22℃$$

$$t_{w3} = 18.8℃$$

$$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 98882 + (-478) = 98404\text{Pa}$$

绝对静压 p_{b3}

假设 $t_{d1} = t_{d3}$。

$$\rho_1 = \rho_3\left(\frac{p_{s1} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d1} + 273}\right) =$$

$$1.1517 \times \left(\frac{-503 + 98882}{98404}\right) \times \left(\frac{295.22}{295.22}\right) = 1.1514\text{kg/m}^3$$

假设 $t_{d2} = t_{d5}$，$p_{s2} = p_{s5}$

$$\rho_2 = \rho_5 = \rho_3\left(\frac{p_{s5} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d5} + 273}\right) =$$

$$1.1517 \times \left(\frac{24.9 + 98882}{98404}\right) \times \left(\frac{295.22}{295.8}\right) = 1.155\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{87 \times 2}{1.1517}} = 12.29\text{m/s}$$

$$q_{v3} = V_3 A_3 = 12.29 \times 0.245 = 3.01\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 3.01 \times \frac{1.1517}{1.1514} = 3.01\text{m}^3/\text{s}$$

PLC WORLD

$$q_{v2}=q_{v5}=q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_5}=3.01\times\frac{1.1517}{1.155}=3\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得安培值}}{I_{NOM}}=\frac{7.7}{8.77}\times100\%=0.88\times100\%=88\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)和(附 A-2)的结果平均值，较精确地估算出 4kW 电动机以 88% I_{NOM} 运行时输出的功率。

$$P_{MOA}=4\times\left(\frac{7.7}{8.77}\right)\times\left(\frac{377}{380}\right)=3.48\text{kW}$$

$$P_{MOB}=4\times\left(\frac{7.7-4.4}{8.77-4.4}\right)\times\left(\frac{377}{380}\right)=3\text{kW}$$

$$P_{MO}=\frac{3.48+3}{2}=3.24\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出所估算的带传动损失为 8.5%。

$$\Delta P_{MO}=0.085\times3.24=0.275\text{kW}$$

$$P_{sh}=P_{MO}-\Delta P_{MO}=3.23-0.275\approx2.965\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　在确定 Δp_{sY1} 的值时，得出风机出口处的速度

$$v_1=\frac{q_{V1}}{A_1}=\frac{3.01}{0.245}=12.29\text{m/s}$$

风机进口的直径

$$D_1=\sqrt{\frac{4A_1}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\times0.245}{\pi}}=0.5586\text{m}$$

弯管与风机进口间的风筒的长度与进口直径之比

$$\frac{L_1}{D_1}=\frac{0.4572}{0.5586}=0.82$$

参考图 4-18 和图 4-29，示出对于半径与直径比为 1 的 4 段弯管、弯管与风机进口间的风筒的长度为直径的 0.8 倍、速度为 12.29m/s 的这种条件，系统附加阻力曲线 S 适用。当密度为 1.2kg/m^3 时，$\Delta p_{sY1}=75\text{Pa}$。当密度为 1.1514kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY1}=75\times\frac{1.1514}{1.2}=72\text{Pa}$$

对于 Δp_{sY2}，参考图 4-18、图 4-19 和表 4-1，示出下列运算

$$v_2=\frac{q_{V2}}{A_2}=\frac{3}{0.245}=12.25\text{m/s}$$

风机出口直径

$$D_2=\sqrt{\frac{4A_2}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\times0.245}{\pi}}=0.5585\text{m}$$

对于 12.7m/s 或低于此值的速度，100%有效风筒长度为直径的 2.5 倍或

$$0.5585\times2.5=1.4\text{m}$$

相对有效风筒长度为

$$\frac{100L_2}{1.4}=\frac{100\times0.6858}{1.4}=49\%$$

有效面积比为

$$1-\frac{\text{芯筒面积}}{A_2}$$

PLC WORLD

$$1-\frac{0.0743}{0.245}=0.70$$

对于有效面积比为0.70、速度为12.25m/s，相对有效管路长度为49%，弯管位置为 C 的这些条件，系统附加阻力曲线 U 适用。当密度为 1.2kg/m³ 时，$\Delta p_{sY1}=37.36$Pa。当密度为 1.1549kg/m³ 时

$$\Delta p_{sY2}=37.36\times\frac{1.1549}{1.2}=36\text{Pa}$$

(6) 风机静压

因 $A_1=A_3$，且 $\rho_1=\rho_3$，$p_{d1}=p_{d3}$

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}+\Delta p_{sY2}=$$
$$24.9-(-503)-87+72+36=548.9\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC}=3.01\text{m}^3/\text{s}\times\frac{1730\text{r/min}}{1710\text{r/min}}=3.045\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC}=548.9\text{Pa}\times\left(\frac{1730\text{r/min}}{1710\text{r/min}}\right)^2\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.1517\text{kg/m}^3}=585.4\text{Pa}$$

$$P_{shc}=2.965\text{kW}\times\left(\frac{1730\text{r/min}}{1710\text{r/min}}\right)^3\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.1517\text{kg/m}^3}=3.2\text{kW}$$

三、吸尘系统中的离心式风机

1. 说明

1) 如图 10-14 所示。平面 3 位于风机进口的管路接口内，求在该面上测得的动压值的均方根，从而确定出 p_{d3}。求在同一截面上测得的静压平均值，得 p_{s3}。相关标准给出选取横截面的方法。横截面 A 位于皮托静压管的顶部，求该面的面积。选择吸尘器下游的平面 3 时，为了确定风机的流量适当地考虑了因吸尘器作用使空气成分发生的变化。由于平面 1 与平面 3 相距很近，且面积无变化，故假设平面 1 与平面 3 上的条件完全相同。

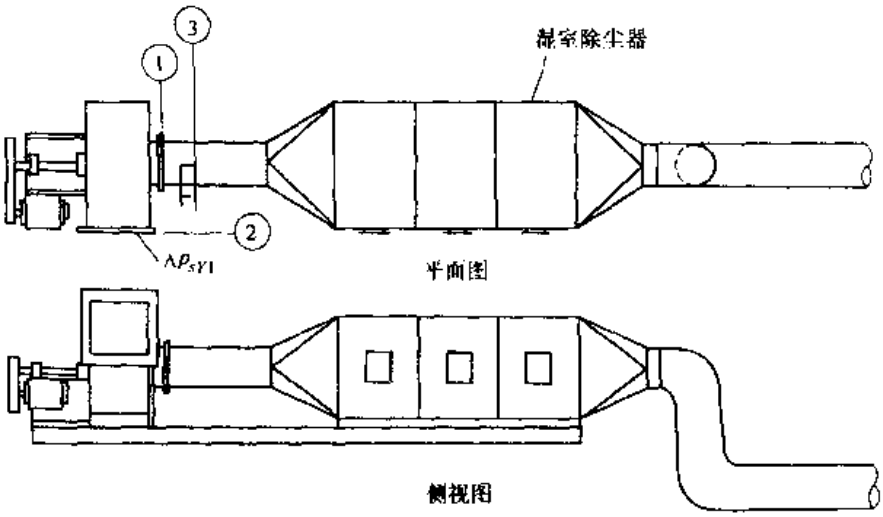


图 10-14　吸尘系统中的离心式风机

2) 风机出口处的静压 p_{s2} 为零。

3) 测出横截面处的 t_{d3} 和 t_{w3}。确定风机附近的 p_b，测出 t_{d2}。这些测量数据用于确定有关平面处气体的密度。

4) 测出风机的转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值(I_{NOM})。如果采用附录 A 中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则可不必测量电动机的瓦特值。假如电动机远离其额定负荷点运行，则可能需要断开传动装置，并测出无负荷安培值(I_0)。参见附录 A。

5) Δp_{sY1} 用于修正因风机出口处无管路所产生的影响。为了计算 Δp_{sY1} 的值，需测出风机出口面积 A_2 和通风面积。

PLC WORLD

6）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1}$$

其中

$$p_{d1} = p_{d3},\ p_{s1} = p_{s3},\ p_{s2} = 0$$

7）为了将试验结果与在1700r/min转速和1.137kg/m^{3}密度下（规定条件）得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$p_b = 100914.4\text{Pa}$

$t_{d3} = 18.33℃$

$t_{w3} = 17.78℃$

$t_{d2} = 21.11℃$

$p_{s3} = -1993\text{Pa}$

$p_{d3} = 84\text{Pa}$

风机转速 $n = 1672\text{r/min}$

$A_1 = A_3 = 0.656\text{m}^2$

$A_2 = 0.478\text{m}^2$

通风面积 $A = 0.341\text{m}^2$

（2）测得的电动机数据

伏特值（V）= 380　378　382　380（平均）

安培值（A）= 51　52　51.5　51.5（平均）

（3）电动机的标牌数据　Y200L-4

30kW　　3相　　50Hz

380V　　1470r/min　　$I_{NOM} = 56.8\text{A}$

总要求

风机通过带与电动机联接

（4）计算数据

密度

利用附录C中图C-1，得平面3处的 $\rho_3 = 1.17\text{kg/m}^3$，

截面上的条件为：

$t_{d3} = 18.33℃$

$t_{w3} = 17.78℃$

$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 100914.4 - 1993.0 = 98921.4\text{Pa}$

假设 $t_{d1} = t_{d3},\ p_{s1} = p_{s3},\ \rho_1 = \rho_3$

$$\rho_2 = \rho_3\left(\frac{p_{s2} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d2} + 273}\right) =$$

$$1.17 \times \left(\frac{0 + 100914.4}{98921.4}\right) \times \left(\frac{291.33}{294.11}\right) = 1.182\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{84 \times 2}{1.17}} = 11.98\text{m/s}$$

PLC WORLD

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 11.98 \times 0.656 = 7.86\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 7.86 \times \frac{1.17}{1.17} = 7.86\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v2} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_2} = 7.86 \times \frac{1.17}{1.182} = 7.78\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} \times 100\% = \frac{51.5}{56.8} \times 100\% = 0.91\% = 91\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)较精确地估算出 30kW 的电动机以 91% I_{NOM} 运行时输出的功率。

$$P_{MO} = 30 \times \left(\frac{51.5}{56.8}\right) \times \left(\frac{380}{380}\right) = 27.2\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出所估算的带传动损失为 4.5%。

$$\Delta P_{MO} = 0.045 P_{MO} = 0.045 \times 27.2 = 1.224\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 27.2 - 1.224 = 25.976\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　参考图 4-18、图 4-19 和表 4-1，示出下列运算

$$v_2 = \frac{q_{V2}}{A_2} = \frac{7.78}{0.478} = 16.28\text{m/s}$$

通风面积比

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.341}{0.478} = 0.71$$

对于通风面积比为 0.7、无管路、速度为 16.28m/s 这种条件，系统附加阻力曲线 S 适用。当密度为 1.2kg/m³ 时，$\Delta p_{sY1} = 125\text{Pa}$。当密度为 1.1854kg/m³ 时

$$\Delta p_{sY1} = 125 \times \frac{1.1854}{1.2} = 123.5\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d1} = p_{d3} = 84\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} =$$
$$0 - (-1993) - 84 + 123.5 = 2032.5\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 7.86\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1700\text{r/min}}{1672\text{r/min}} = 7.992\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 2032.5\text{Pa} \times \left(\frac{1700\text{r/min}}{1672\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.137\text{kg/m}^3}{1.17\text{kg/m}^3} = 2041.88\text{Pa}$$

$$P_{shc} = 25.976\text{kW} \times \left(\frac{1700\text{r/min}}{1672\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.137\text{kg/m}^3}{1.17\text{kg/m}^3} = 26.53\text{kW}$$

四、带进口管路的离心式屋顶风机

说明

1) 此种离心式屋顶风机是由制造厂提供并确定其额定值的，它不包括回流调节风门。重要的是要将回流调节风门的叶片置于全开位置，否则会在通风装置的出口出现不均匀的速度分布，结果影响其性能。

2) 通常，仅在一个面上测量动压值，该面位于通向各支路的管路内。此例中，提供令人满意的速度分布的测量面不可能选在支管道连结点与通风装置进口间的短管路段内。如图 10-15 所示，替代的方法是在每一支路内选择一动压测量截面。求在截面处测得的动压值的均方

PLC WORLD

根，从而得出各支路内的动压值。求在同一截面上测得的静压平均值，得出各截面处的静压。这些静压值用于确定各截面处的气体的密度。相关标准给出选取横截面的方法。为了计算空气流量，要测出各截面的面积。

3）求在4个静压测量孔中每个孔测出的静压的平均值，或求在皮托静压管平面4上测出的静压平均值，可以得出 p_{s4}。如果采用皮托静压管，应将其固定在平面4所处的管路内，而不能伸入上游弯管中。测出平面1的面积，以便计算 p_{d1}。例中，$A_4 = A_1$。参照通风装置出口区域内的大气压力值，通风装置出口处的静压为零表压。在类似例中这些情况下，通风装置出口区域内的大气压力值可能与所有其他压力测量值所参照的大气压力值略有不同。当存在这种可能性时，要以所有其它压力测量值所参照的大气压力值为准。共同参照该大气压力值。这时，p_{s2} 测得为零。

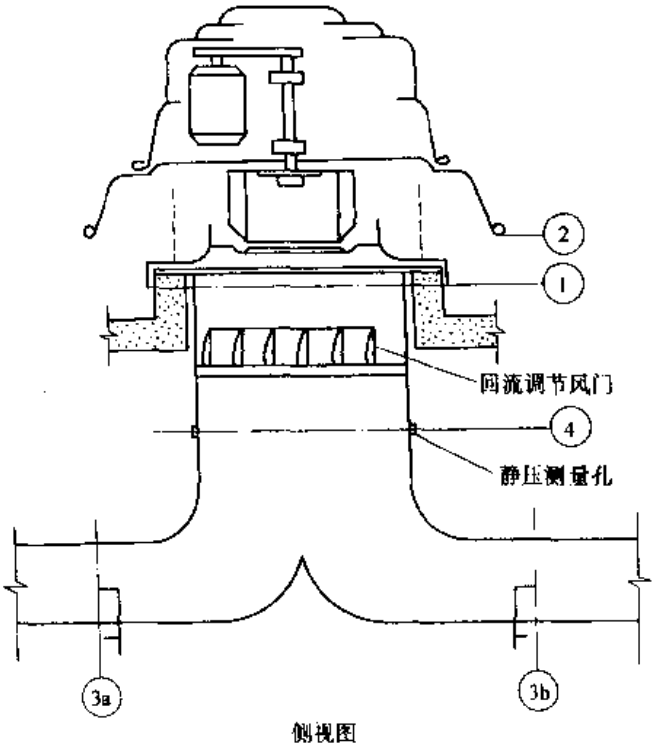


图 10-15　带进口管路的离心式屋顶风机

4）测量每一速度截面处的干球和湿球温度。例中，假设 t_{d1} 和 t_{d4} 等于 t_{d3a}。确定风机周围的 p_b。这些测量值用于确定各有关平面处的气体密度。

5）测量风机的转速和电动机的安培值、伏特值，如可能还要测出瓦特值。记录全部有关的电动机标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值（I_{NOM}）。如果采用附录A中所述的相位电流法估算电动机的输出功率，则不必测量电动机的瓦特值。假如电动机远离其额定负荷点运行，有可能需要断开传动装置，并测出无负荷安培值（I_0）。参见附录A。

6）利用制造厂提供的性能额定值，确定回流调节风门的压力损失。

7）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1}$$

其中

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_1}{2}$$

$$q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1}$$

$$p_{s1} = p_{s4} - \text{回流调节风门的压力损失}$$

$$p_{s2} = 0$$

8）为将试验结果与在620r/min转速和1.2kg/m^{3}密度下（规定条件）得出的风机运行曲线加以比较，需将结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$$p_b = 98883\text{Pa}$$

$$t_{d3a} = 22.22℃$$

$$t_{w3a} = 18.89℃$$

PLC WORLD

$$p_{s2} = 0\text{Pa}$$

$$p_{s4} = -219.2\text{Pa}$$

$$p_{s3b} = p_{s3a} = -211.7\text{Pa}$$

$$p_{d3a} = 67.2\text{Pa}$$

$$p_{d3b} = 68.5\text{Pa}$$

风机转速 $n = 625\text{r/min}$

$$A_1 = A_4 = 0.734\text{m}^2$$

$$A_{3a} = 0.316\text{m}^2$$

$$A_{3b} = 0.307\text{m}^2$$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 371　376　381　376 (平均)

安培值(A) = 8.45　8.60　8.66　8.58 (平均)

(3) 电动机的标牌数据　Y112M-4

4kW　　3 相　　50Hz

380V　　1440r/min　　$I_{NOM} = 8.77\text{A}$

总要求

风机通过带传动装置与电动机联接。压力损失数据由回流调节风门制造厂提供。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，得平面 3a 和 3b 处的 $\rho_{3a} = \rho_{3b} = 1.155\text{kg/m}^3$，面 3 上的条件为

$$t_{d3a} = t_{d3b} = 22.22℃$$

$$t_{w3a} = t_{w3b} = 18.89℃$$

$$p_{s3a} = p_{s3b} = p_b + p_{s3a} = 98883 - 211.70 = 98671.3\text{Pa}$$

假设 $t_{d1} = t_{d4} = t_{d3a}$。由于平面 1、3a 和 4 之间静压值的差别很小，假设 $\rho_1 = \rho_4 = \rho_{3a}$ 不会产生明显的误差。

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a} \times 2}{\rho_{3a}}} = \sqrt{\frac{67.2 \times 2}{1.155}} = 10.79\text{m/s}$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b} \times 2}{\rho_{3b}}} = \sqrt{\frac{68.5 \times 2}{1.155}} = 10.89\text{m/s}$$

$$q_{v3a} = V_{3a}A_{3a} = 10.79 \times 0.316 = 3.41\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v3b} = V_{3b}A_{3b} = 10.89 \times 0.307 = 3.34\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1} =$$

$$3.41 \times \frac{1.155}{1.155} + 3.34 \times \frac{1.155}{1.155} = 6.74\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测得的安培值}}{I_{NOM}} = \frac{8.58}{8.77} = 0.98 = 98\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)较精确地估算出 4kW 电动机以 98% I_{NOM} 运行时输出的功率。

PLC WORLD

$$P_{MO}=4\times\left(\frac{8.58}{8.77}\right)\times\left(\frac{376}{380}\right)=3.87\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出估算带传动损失为 8%。

$$\Delta P_{MO}=0.08P_{MO}=0.08\times3.87=0.31\text{kW}$$

$$P_{sh}=P_{MO}-\Delta P_{MO}=3.87-0.31=3.56\text{kW}$$

回流调节风门的压力损失

调节风门制造厂提供的数据说明，当流量为 6.74m³/s 时，调节风门的压力损失 Δp_s 为 54.8Pa，上述流量的密度条件为 1.2kg/m³。

回流调节风门的压力损失

$$\Delta p_s\frac{\rho_4}{1.2}=$$

$$54.8\times\frac{1.155}{1.2}=52.74\text{Pa}$$

(5) 风机静压

$$p_{d1}=\left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2\frac{\rho_1}{2}=$$

$$\left(\frac{6.74}{0.734}\right)^2\times\frac{1.155}{2}=48.7\text{Pa}$$

$$p_{s1}=p_{s4}-\text{调节风门的压力损失}=$$

$$-219.19-52.74=-272.93\text{Pa}$$

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}=$$

$$0-(-271.93)-48.7=223.23\text{Pa}$$

(6) 换算成规定条件

$$q_{vc}=6.74\text{m}^3/\text{s}\times\frac{620\text{r/min}}{625\text{r/min}}=6.686\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC}=223.23\text{Pa}\times\left(\frac{620\text{r/min}}{625\text{r/min}}\right)^2\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.155\text{kg/m}^3}=228.23\text{Pa}$$

$$P_{shc}=3.56\text{kW}\times\left(\frac{620\text{r/min}}{625\text{r/min}}\right)^3\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.155\text{kg/m}^3}=3.61\text{kW}$$

第五节　空气输送装置

一、组合式空调装置的离心式风机装置

1. 说明

1）图10-16 为已安装于现场的空调装置。其试验对象为风机，该风机由制造厂作为独立装置确定额定值，安装于机室内，不受机室的影响。风机的额定性能值是根据风机接有风筒运行而定。在进行试验之前，最重要的是各种调节风门(外部空气、回气、混合箱、多段的表面及旁路或流量控制等调节风门)由有关部门协商，固定在适合安装的位置上。另外，加热盘管的加热温度必须在整个试验期间保持恒定。为了防止试验期间调节风门的位置及加热盘管的加热温度发生变化，有必要将其关闭、断开或用其它方法修改自动控制装置。

2）通常，动压应在与各支管相连的管路中的单一平面测定。该例中，提供一理想的速度分布的测试面不能定位于风机的上游或支管及风机出口的连接点处。如图 10-16 所示。另一种方法是在每个支管横向位置测试动压。每个支管的动压利用在横截面所进行的动压测试的均方

PLC WORLD

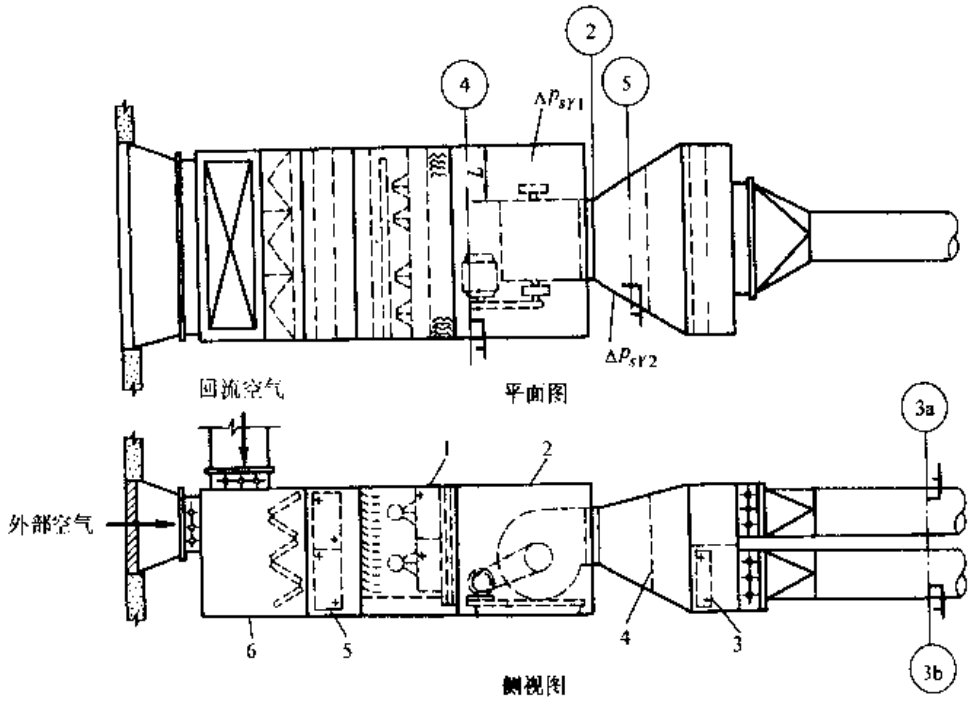


图 10-16　组合式空调装置的离心式风机装置

1—喷气段　2—通风机段　3—再加热盘管　4—扩散段　5—预热盘管　6—过滤器段

根来测定。每个横截面的静压由相同横截面所测试的静压平均值来确定。这些静压平均值用来测定横截面的密度。对于横截面的测试程序相关标准已有叙述。为了测定空气流量，有必要测试每个横截面的面积。

3）由平面 4 的横截面所测试的静压平均值确定 p_{s4}。用类似的方法测定 p_{s5}。皮托静压管排是用来测定这些静压的，因为带有压力孔的这种装置，通常是由该类型设备所接触到的绝缘材料来进行防护。由于平面 2 至平面 5 的界面内突然扩大，因此，可假设由平面 2 的动压到平面 5 的静压无换算值。因而假定 $p_{s2} = p_{s5}$。测量平面 4 的面积以计算 p_{d4}。

4）在平面 4 测定干球和湿球温度，在 3a、3b 及平面 5 处测定干球温度。测定临近空调机处的 p_b。这些测量值均用来测定有关截面的空气密度。

5）测定风机速度及电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测定瓦特值。记录各种有关电动机标牌的数据，包括伏特值及额定负荷安培值(I_{NOM})。如果电动机输出功率要用相位电流法进行估算的话，参见附录 A 中的说明。不必测定电动机瓦特值，但是，如果电动机远离其额定负荷点运行的话，有必要断开传动装置，测定无负荷安培值(I_0)见附录 A。

6）Δp_{sY1}是用来修正由于风机进口与风机室侧壁间距离的不足。Δp_{sY2}是用来修正风机出口的过渡段角度太大的影响。这种配合所产生的影响，认为等于风机出口无连接风筒所产生的影响。为了确定 Δp_{sY}的值，有必要测定风机进口的直径、风机进吸风机室一侧壁之间的距离、风机出口面积及通风面积。

7）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$
$$p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2}$$

式中

$$p_{s2} = p_{s5}$$

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{s4} + p_{d4}$$

PLC WORLD

$$p_{d4}=\left(\frac{q_{v4}}{A_4}\right)^2\frac{\rho_4}{2}$$

$$q_{v4}=q_{v1}=q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1}+q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1}$$

由于计算的 p_{d4}值相对小，将其忽略不计不会对此试验结果影响太大，因而 p_{d4}的计算值在与此类似的情况下可常常忽略不计。

8）为了把试验结果与所引用的在 1170r/min 及 1.204kg/m^3 密度下（规定条件）风机运行曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$p_b=97257.1\text{Pa}$

$t_{d3a}=15℃$

$t_{d3b}=32.22℃$

$t_{d4}=13.33℃$

$t_{w4}=12.22℃$

$t_{d5}=14.44℃$

$p_{s4}=-435.9\text{Pa}$

$p_{s3a}=909.2\text{Pa}$

$p_{s3b}=859.4\text{Pa}$

$p_{d3a}=149.5\text{Pa}$

$p_{d3b}=117.1\text{Pa}$

$p_{s5}=939.1\text{Pa}$

风机转速 $n=1160\text{r/min}$

$A_2=1.756\text{m}^2$

$A_{3a}=0.669\text{m}^2$

$A_{3b}=0.901\text{m}^2$

$A_4=8.658\text{m}^2$

通风面积 $A=1.236\text{m}^2$

风机进口直径 $D_L=1.1948\text{m}$

$L=0.8626\text{m}$

（2）测得的电动机数据

伏特值(V)=381　384　384　383（平均）

安培值(A)=93.5　92.5　94.5　93.5（平均）

（3）电动机的标牌数据　Y250M-4

55kW　　3 相　　50Hz

380V　　1480r/min　　$I_{NOM}=103\text{A}$

总要求

风机通过带与电动机相联接。

（4）计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，对平面 4 来说可得出 $\rho_4=1.171\text{kg/m}^3$，其条件为

PLC WORLD

$$t_{d4} = 13.33℃$$

$$t_{w4} = 12.22℃$$

$$p_{b4} = p_b + p_{s4} = 97257.1 - 435.9 = 96821.2\text{Pa}$$

假定 $\rho_1 = \rho_4$ 的话

$$\rho_5 = \rho_4\left(\frac{p_{s5} + p_b}{p_{b4}}\right)\left(\frac{t_{d4} + 273}{t_{d5} + 273}\right) =$$

$$1.171 \times \left(\frac{939.1 + 97257.1}{96821.2}\right) \times \left(\frac{286.33}{287.44}\right) = 1.183\text{kg/m}^3$$

假定 $t_{d2} = t_{d5}$和由于突然发生膨胀，在平面 2 和平面 5 之间没有动压至静压转换

那么，$p_{s2} = p_{s5}$及 $\rho_2 = \rho_5$

$$\rho_{3a} = \rho_4\left(\frac{p_{s3a} + p_b}{p_{b4}}\right)\left(\frac{t_{d4} + 273}{t_{d3a} + 273}\right) =$$

$$1.171 \times \left(\frac{909.2 + 97257.1}{96821.2}\right) \times \left(\frac{286.33}{288}\right) = 1.18\text{kg/m}^3$$

$$\rho_{3b} = \rho_4\left(\frac{p_{s3b} + p_b}{p_{b4}}\right)\left(\frac{t_{d4} + 273}{t_{d3b} + 273}\right) =$$

$$1.171 \times \left(\frac{859.4 + 97257.1}{96821.2}\right) \times \left(\frac{286.33}{305.22}\right) = 1.113\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a} \times 2}{\rho_{3a}}} = \sqrt{\frac{149.5 \times 2}{1.18}} = 15.92\text{m/s}$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b} \times 2}{\rho_{3b}}} = \sqrt{\frac{117.1 \times 2}{1.113}} = 14.5\text{m/s}$$

$$q_{v3a} = v_{3a}A_{3a} = 15.92 \times 0.669 = 10.65\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v3b} = v_{3b}A_{3b} = 14.5 \times 0.901 = 13.06\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1} =$$

$$10.65 \times \frac{1.18}{1.171} + 13.06 \times \frac{1.113}{1.171} = 23.14\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v2} = q_{v1}\frac{\rho_1}{\rho_2} = 23.14 \times \frac{1.171}{1.183} = 22.91\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测定的安培}}{I_{NOM}} = \frac{93.5}{103} = 0.91 = 91\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)对于 55kW 电动机在 91%额定负荷安培运行，提供了电动机输出功率的精确估算。

$$P_{MO} = 55\left(\frac{93.5}{103}\right) \times \left(\frac{383}{380}\right) = 50.32\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出所估算的 3.6%带驱动损失。

$$\Delta P_{MO} = 0.036P_{MO} = 0.036 \times 50.32 = 1.81\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 50.32 - 1.81 = 48.51\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力 Δp_{sY1}用于修正风机入口和风机压力系统侧壁之间的距离不足的影响。其距离为 0.8626m

$\frac{0.8626}{1.1948} = 0.72 = 72\%$的风机入口直径。风机入口面积为

PLC WORLD

$$A_1 = 2 \times \frac{\pi D_1^2}{4} = 2 \times \frac{\pi \times 1.948^2}{4} = 2.24\text{m}^2$$

风机进口速度

$$v_1 = \frac{q_{v1}}{A_1} = \frac{23.14}{2.24} = 10.33\text{m/s}$$

参考图 4-18 及图 4-37，示出对于跨距为风机进口直径 72% 的风机进气室的壁，及进口速度为 10.33m/s，系统附加阻力曲线 V 是适用的。并且在密度为 1.2kg/m³ 时，Δp_{sY1} 估算为 15Pa。在密度为 1.171kg/m³ 时

$$\Delta p_{sY1} = 15 \times \frac{1.171}{1.2} = 14.6\text{Pa}$$

对于 Δp_{sY2}，参考图 4-18 及图 4-19、表 4-1，示出下述计算公式

$$v_2 = \frac{q_{v_2}}{A_2} = \frac{22.91}{1.756} = 13.05\text{m/s}$$

通风面积比为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{1.236}{1.756} = 0.70$$

对于 0.7 的通风面积比，无风筒连接及速度为 13.05m/s，系统附加阻力曲线 S 是适用的，而 Δp_{sY2} 在密度为 1.2kg/m³ 时等于 82.2Pa，在密度为 1.183kg/m³ 时

$$\Delta p_{sY2} = 82.2 \times \frac{1.183}{1.2} = 81.0\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d4} = \left(\frac{q_{v4}}{A_4}\right)^2 \frac{\rho_4}{2}$$

既然 $\rho_4 = \rho_1$，$q_{v4} = q_{v1}$

$$p_{d4} = \left(\frac{23.14}{8.658}\right)^2 \times \frac{1.171}{2} = 4.2\text{Pa}$$

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{s4} + p_{d4} = -435.9 + 4.2 = -431.7\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$

$$p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) + \Delta p_{sY1} + \Delta p_{sY2} =$$

$$939.1 - (-431.7) + 14.6 + 81.0 = 1466.4\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{vc} = 23.14\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1170\text{r/min}}{1160\text{r/min}} = 23.34\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 1466.4\text{Pa} \times \left(\frac{1170\text{r/min}}{1160\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.204\text{kg/m}^3}{1.171\text{kg/m}^3} = 1533.83\text{Pa}$$

$$P_{shc} = 48.51\text{kW} \times \left(\frac{1170\text{r/min}}{1160\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.204\text{kg/m}^3}{1.171\text{kg/m}^3} = 51.18\text{kW}$$

二、工厂安装的引风型中心站空调装置

1. 说明

1) 图10-17 为工厂安装的引风型中心站空调装置。试验对象是风机段。该风机段由制造厂作为风机和安装风机的机室的装置确定其额定值。作为引风型装置，风机段的性能额定值取决于接有风机出口风筒的运行状况。在进行试验之前，最重要的是各种调节风门(外部空气、回气、混合箱、多区的、表面及旁路或容积控制等调节风门)应由各有关部门一致同意固定在适合安装的位置上。另外，加热与冷却盘管的温度在整个试验期间必须保持恒定。为了防止试验期间

PLC WORLD

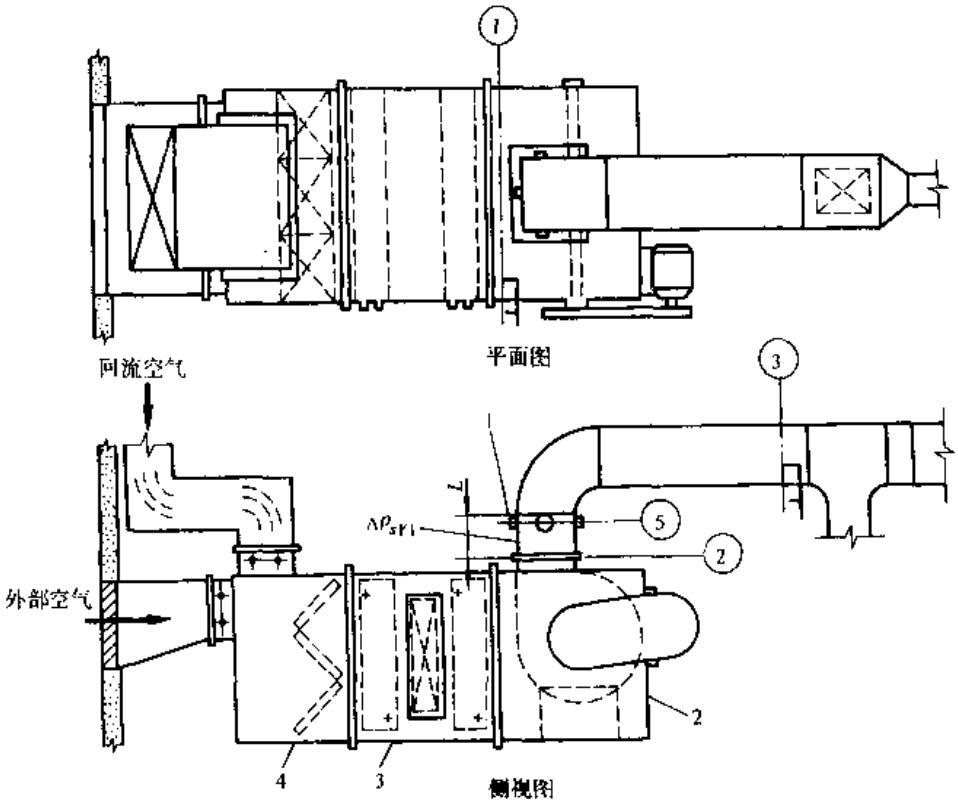


图 10-17 中心站空调装置

1—静压测量孔 2—通风机段 3—预热盘管段 4—过滤器段

调节风门的位置和盘管温度的变化，有必要关闭、断开或用其它方法修改自动控制装置。

2) 利用在平面 3 的横截面处所进行的动压测量值的均方根来确定 p_{d3}的值。如图 10-17 所示，平面 3 定位于靠近直风筒的一端。用在相同横截面所进行的静压测量平均值来测定 p_{s3}。该静压值是用来确定横截面密度的。横截面的测量程序在相关标准中予以说明。为了测定空气流量，有必要测量横截面的面积。

3) 用平面 1 的横截面所得的静压平均值确定 p_{s1}值。p_{s5}可用类似方法或 4 个静压测孔的每个孔的静压测量的平均值确定。如果可能安装相应的测压孔的话，最好将其用在风机出口处。由于平面 2 和平面 5 非常邻近且两个平面间的面积无变化，可以假定平面 2 与平面 5 具有相同的条件。测定平面 1 的面积则以计算 p_{d1}。

4) 在平面 3 测定干球和湿球温度，而在平面 1 和平面 5 测定干球温度。测定空调装置邻近的 p_b。这些测量值是用来确定有关平面密度。

5) 测定风机速度及电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测定瓦特值。记录各有关电动机标牌的数据，包括电压及额定负荷安培值(I_{NOM})。如果电动机输出功率用附录 A 中所述的相位电流法来估算的话，就没有必要测定电动机瓦特值，但是，电动机远离其额定负荷点运行的话，就有必要断开传动装置并测出无负荷安培值(I_0)。参见附录 A。

6) Δp_{sY1}用于修正风机出口与风机弯管处下游间风筒长度不足的影响。为了确定 Δp_{sY1}的值，有必要测定风机的出口面积 A_2、风筒长度 L 及风机的通风面积 A。

7) 计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1}$$

式中

PLC WORLD

$$p_{s2} = p_{s5}$$

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \times \frac{\rho_1}{2}$$

由于 p_{d1}所计算的值相对小，在类似该实例的情况下，p_{d1}的计算值常被忽略，这样对试验结果影响不大。

8）为了把试验结果与所引用的在 1430r/min 及 1.2kg/m³ 密度下(规定条件)风机运行曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 99119.6\text{Pa}$

$t_{d1} = 8.61℃$

$t_{d3} = 9.61℃$

$t_{w3} = 8.5℃$

$t_{d5} = 9.44℃$

$p_{s1} = -210.98\text{Pa}$

$p_{s3} = 326.31\text{Pa}$

$p_{d3} = 73.23\text{Pa}$

$p_{s5} = 346.23\text{Pa}$

风机转速 $n = 1402\text{r/min}$

$A_1 = 13.675\text{m}^2$

$A_2 = A_3 = A_5 = 1.433\text{m}^2$

通风面积　$A = 0.873\text{m}^2$

$L = 0.6096\text{m}$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 380　384　382　382 (平均)

安培值(A) = 54.2　54.5　54.8　54.5 (平均)

(3) 电动机的标牌数据　Y200L-4

30kW	3 相	50Hz
380V	1470r/min	$I_{NOM} = 56.8\text{A}$

总要求

通过带传动联接电动机与风机。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，取得平面 3 的 $\rho_3 = 1.2206\text{kg/m}^3$，其条件为

$t_{d3} = 9.61℃$

$t_{w3} = 8.5℃$

$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 99119.6 + 326.31 = 99445.91\text{Pa}$

$$\rho_1 = \rho_3\left(\frac{p_{s1} + p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3} + 273}{t_{d1} + 273}\right) =$$

$$1.2206 \times \left(\frac{-210.98 + 99119.6}{99445.91}\right) \times \left(\frac{282.61}{281.61}\right) = 1.2183\text{kg/m}^3$$

PLC WORLD

$$\rho_5 = \rho_3\left(\frac{p_{s5}+p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3}+273}{t_{d5}+273}\right) =$$

$$1.2206\times\left(\frac{346.23+99119.6}{99445.91}\right)\times\left(\frac{282.61}{282.44}\right) = 1.2215\text{kg/m}^3$$

假定 $\rho_2 = \rho_5$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3}\times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{73.23\times 2}{1.2206}} = 10.95\text{m/s}$$

$$q_{v3} = v_3 A_3 = 10.95\times 1.433 = 15.69\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_1} = 15.69\times\frac{1.2206}{1.2183} = 15.72\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v2} = q_{v5} = q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_5} = 15.69\times\frac{1.2206}{1.2215} = 15.68\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测定的安培}}{I_{NOM}} = \frac{54.5}{56.8} = 0.96 = 96\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)对于 30kW 电动机在 96%额定负荷安培运行提供一合理的电动机输出功率的精确估算。

$$P_{MO} = 30\left(\frac{54.5}{56.8}\right)\times\left(\frac{382}{380}\right) = 28.94\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出所估算的 4.2%带驱动损失

$$\Delta P_{MO} = 0.042\times 28.94 = 1.22\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 28.94 - 1.22 = 27.72\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力 测定 Δp_{sY1}的值，参考图 4-18、图 4-19 和表 4-1，示出下述计算公式

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{15.68}{1.433} = 10.94\text{m/s}$$

风筒直径与风机出口面积相等时

$$D_2 = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\times 1.433}{\pi}} = 1.3511\text{m}$$

对于速度为 12.7m/s 或小于 12.7m/s，100%有效出口风筒长度为 2.5mm 风筒直径，或为

$$2.5\times 1.3511 = 3.378\text{m}$$

L 以%计有效的出口风筒长度

$$\frac{100L}{3.378} = \frac{100\times 0.6096}{3.378} = 18\%$$

通风面积比

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{0.873}{1.433} = 0.61$$

对于通风面积比 0.6、速度 10.94m/s、有效风筒长度 18%、风筒弯管位置 A，系统附加阻力曲线 R 是适用的。当密度为 1.2kg/m^3 时，Δp_{sY1}为 84.7Pa。当密度为 1.2206kg/m^3 时

$$\Delta p_{sY1} = 84.7\times\frac{1.2206}{1.2} = 86.154\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2\times\frac{\rho_1}{2} = \left(\frac{15.72}{13.675}\right)^2\times\frac{1.2183}{2} = 0.805\text{Pa}$$

PLC WORLD

假定 $p_{s2}=p_{s5}$

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}+\Delta p_{sY1}=$$
$$346.23-(-210.98)-0.805+86.154=642.56\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{vc}=15.72\text{m}^3/\text{s}\times\frac{1430\text{r/min}}{1402\text{r/min}}=16.03\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC}=642.56\text{Pa}\times\left(\frac{1430\text{r/min}}{1402\text{r/min}}\right)^2\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.2183\text{kg/m}^3}=658.44\text{Pa}$$

$$P_{shc}=27.72\text{kW}\times\left(\frac{1430\text{r/min}}{1402\text{r/min}}\right)^3\times\frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.2183\text{kg/m}^3}=27.89\text{kW}$$

三、成套空调装置

1. 说明

1) 如图 10-18 所示该实例试验对象为空调装置。该装置不包括进气室，整个装置的额定性能值取决于接有风机出口风筒的运行。在进行试验前，最重要的是各系统调节风门叶片应由各有关部门一致同意，固定在适于安装的位置上。另外，冷却盘管的制冷温度在整个试验期间一定要保持恒定。为防止调节风门叶片在试验期间位移及冷却温度变化，有必要关闭、断开或用其它方式修改自动控制装置。

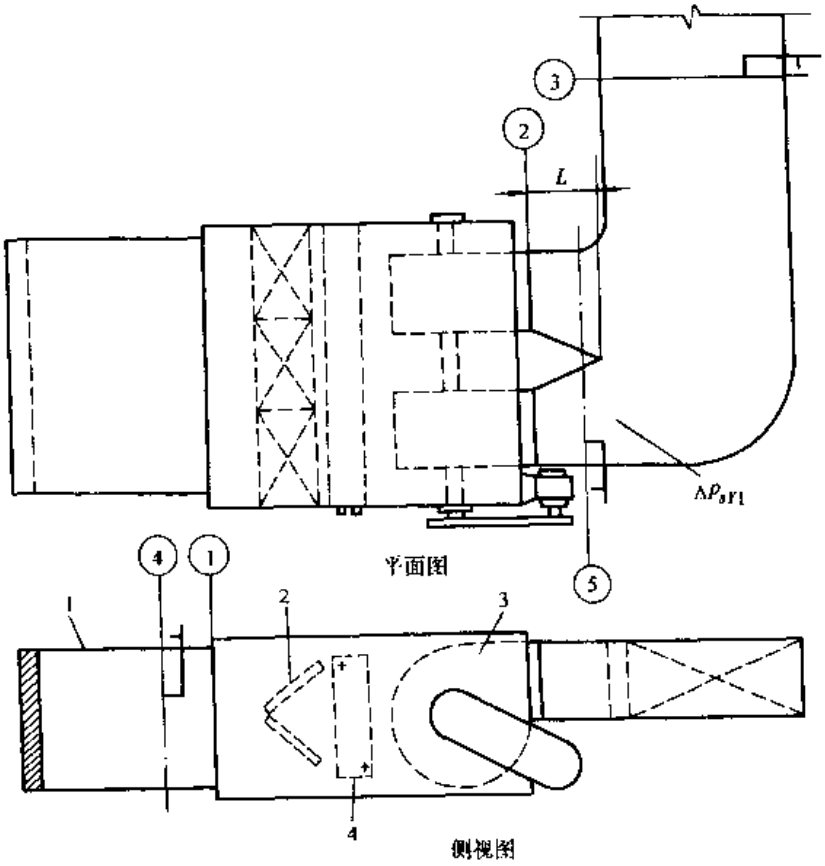


图 10-18　成套的空调装置

1—空气室　2—过滤器　3—通风机　4—冷却盘管

2) 用平面 3 横截面所测动压的均方根确定 p_{d3}。按图 10-18 所示平面 3 位于接近直风筒一端。用在相同的横截面所测定的静压平均值确定 p_{s3}。该静压值用来确定横截面的密度。横截面的测试程序在相关标准中予以说明。为了测定空气流量有必要测量横截面面积。

3) 可用 4 个静压测孔的每个孔的静压测量的平均值确定 p_{s4}或用平面 4 的皮托静压管横截面所定的静压平均值确定。用类似的方法测定 p_{s5}。然而，如果可能安装几个适用的静压测孔的话，最好将其用在风机出口处。由于平面 1 与平面 4 非常邻近且两个平面的面积无变化，可以假定平面 4 具有的条件平面 1 也具备。虽然平面 5 面积大于平面 2，而扩散度却相对地小。根据 p_{s5}并假定平面 1 至平面 5 的总压不变，由此计算出 p_{s2}。

4) 在平面 4 测定干球及湿球温度，而在平面 3 和平面 5 上仅测定干球温度。在该实例中，为保持试验期间空气温度恒定，通常把在盘管中循环的冷却介质关闭。由于以前在盘管冷凝水分蒸发了，结果使空气增加了水分。为了考虑这些水分，应在平面 3 测定干球温度。测定邻近

PLC WORLD

空调机处的 p_b。这些测定值用来确定有关平面的密度。

5）测定风机速度及电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测定瓦特值。记录各有关电动机的标牌数据，包括伏特值和额定负荷安培值。如果电动机输出功率是用附录 A 所述的相位电流法估算的话，就可不必测定电动机的瓦特值，但是，如果电动机远离其额定负荷点运行的话，有必要断开传动装置并测定无负荷安培值，参见附录 A。

6）虽然一弯管位于风机下游附近，但可以确定 Δp_{sY1} 更能修正由于风机出口风筒长度不足所产生的影响。为了确定 Δp_{sY1} 的值，有必要测定风机出口面积、通风面积及出口风筒长度。

7）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1}$$

$$p_{s1} = p_{s4}$$

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \times \frac{\rho_1}{2}$$

$$p_{s2} = p_{s5} + p_{d5} - p_{d2}$$

p_{d2} 及 p_{d5} 按类似 p_{d1} 的计算方法计算

8）为了把试验结果与所引用的在 1050r/min 及 1.2kg/m^3 密度情况下（规定条件）运行所绘制的风机性能曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$p_b \approx 100406.5\text{Pa}$

$t_{d3} = 23.89℃$

$t_{w3} = 15.28℃$

$t_{d4} = 22.5℃$

$t_{w4} = 14.72℃$

$t_{d5} = 23.61℃$

$p_{s3} = 503.16\text{Pa}$

$p_{d3} = 87.18\text{Pa}$

$p_{s4} = -79.71\text{Pa}$

$p_{s5} = 525.58\text{Pa}$

风机速度 $n = 1025\text{r/min}$

$A_1 \approx A_4 = 2.945\text{m}^2$

$A_2 = 1.068\text{m}^2$

$A_3 = 1.524\text{m}^2$

$A_5 = 1.328\text{m}^2$

通风面积 $= 0.372\text{m}^2$

$L = 0.610\text{m}$

（2）测得的电动机数据

伏特值（V）= 380　375　385　380（平均）

安培值（A）= 34.7　34.5　34.4　34.5（平均）

（3）电动机的标牌数据　Y180M-4

18.5kW　　3 相　　50Hz

PLC WORLD

380V　　1470r/min　　$I_{NOM}=35.9A$

总要求

风机通过带传动与电动机联接

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，求得平面 3 的 $\rho_3=1.17896kg/m^3$，其条件为

$t_{d3}=23.89℃$

$t_{w3}=15.28℃$

$p_{b3}=p_b+p_{s3}=100406.5+503.16=100909.66Pa$

得出平面 4 的 $\rho_4=1.177kg/m^3$

$t_{d4}=22.5℃$

$t_{w4}=14.72℃$

$p_{b4}=p_b+p_{s4}=100406.5-79.71=100326.79Pa$

假定 $\rho_1=\rho_4$

$$\rho_5=\rho_3\left(\frac{p_{s5}+p_b}{p_{b3}}\right)\left(\frac{t_{d3}+273}{t_{d5}+273}\right)=$$

$$1.17896\times\left(\frac{525.58+100406.5}{100909.66}\right)\times\left(\frac{23.89+273}{23.61+273}\right)=1.18kg/m^3$$

假定 $\rho_2=\rho_5$

流量

$$v_3=\sqrt{\frac{p_{d3}\times 2}{\rho_3}}=\sqrt{\frac{87.18\times 2}{1.17896}}=12.16m/s$$

$$q_{v3}=V_3A_3=12.16\times 1.524=18.53m^3/s$$

$$q_{v2}=q_{v5}=q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_5}=18.53\times\frac{1.17896}{1.18}=18.514m^3/s$$

$$q_v=q_{v1}=q_{v4}=q_{v3}\frac{\rho_3}{\rho_4}=18.53\times\frac{1.17896}{1.177}=18.56m^3/s$$

风机功率

$$\frac{\text{测定的安培}}{I_{NOM}}=\frac{34.5}{35.9}=0.96=96\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)对 18.5kW 电动机在 96% 额定负荷安培运行时，提供一合理的电动机输出功率的精确估算。

$$P_{MO}=18.5\left(\frac{34.5}{35.9}\right)\times\left(\frac{380}{380}\right)=17.78kW$$

参考附录 B 中图 B-1，示出估算的带驱动损失为 4.8%

$$\Delta P_{MO}=0.048P_{MO}=0.048\times 17.78=0.85kW$$

$$P_{sh}=P_{MO}-\Delta P_{MO}=17.78-0.85=16.93kW$$

(5) 系统附加阻力

确定 Δp_{sY1} 值，参考图 4-18、图 4-19 及表 4-1，示出下列计算公式

$$v_2=\frac{q_{v2}}{A_2}=\frac{18.514}{1.068}=17.33m/s$$

风筒直径与风机出口面积相等时

$$D_c=\sqrt{\frac{4\times 1.068}{2\pi}}=0.825m$$

PLC WORLD

100%有效的风筒长度为

$$D_c \times \frac{v_2}{5} = 0.825 \times \frac{17.33}{5} = 2.86\text{m}$$

L 以%表示风筒长度为

$$\frac{100L}{2.86} = \frac{100 \times 0.61}{2.86} = 21.3\%$$

通风面积比为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{2 \times 0.372}{1.0684} = 0.70$$

对于 0.7 通风面积比、17.33m/s 速度及 21.3%有效风筒长度，系统附加阻力曲线 W 适用，而在密度为 1.2kg/m^3 时，$\Delta p_{sY1} = 32.38\text{Pa}$。在密度为 1.18kg/m^3 时则

$$\Delta p_{sY1} = 32.38 \times \frac{1.18}{1.2} = 31.84\text{Pa}$$

(6) 风机的静压

$$p_{d5} = \left(\frac{q_{v5}}{A_5}\right)^2 \times \frac{\rho_5}{2} = \left(\frac{18.514}{1.328}\right)^2 \times \frac{1.18}{2} = 114.67\text{Pa}$$

$$p_{d2} = \left(\frac{q_{v2}}{A_2}\right)^2 \times \frac{\rho_2}{2} = \left(\frac{18.514}{1.068}\right)^2 \times \frac{1.18}{2} = 177.17\text{Pa}$$

$$p_{s2} + p_{d2} = p_{s5} + p_{d5}$$

$$p_{s2} = p_{s5} + p_{d5} - p_{d2} =$$

$$528.58 + 114.67 - 177.17 = 463.08\text{Pa}$$

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \times \frac{\rho_1}{2} = \left(\frac{18.56}{2.945}\right)^2 \times \frac{1.177}{2} = 23.37\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} =$$

$$463.08 - (-79.71) - 23.37 + 31.84 = 551.26\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{VC} = 18.56\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1050\text{r/min}}{1025\text{r/min}} = 19.01\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 551.26\text{Pa} \times \left(\frac{1050\text{r/min}}{1025\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.177\text{kg/m}^3} = 589.78\text{Pa}$$

$$P_{shc} = 16.93\text{kW} \times \left(\frac{1050\text{r/min}}{1025\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.177\text{kg/m}^3} = 18.55\text{kW}$$

四、整体空调装置(图 10-19)

说明

1) 该实例的试验对象为空调机组。该装置包括过滤器段及进气窗部分。该空调机组的性能额定值取决于接有风筒的风机出口的运行。在进行试验之前，最重要的是系统各调节风门叶片应由各有关部门一致同意，固定在适于安装的位置上。另外，加热盘管的加热温度在整个试验期间一定要保持恒定。为了防止试验期间调节风门位移及加热盘管的温度变化，有必要关闭、断开或用其它方式修改自动控制装置。

2) 动压测量通常在单一平面内进行。该平面位于与其它支管相通的风筒处。提供理想的速度分布的某一测量平面不能位于风机的上游或支风筒的连接点与风机出口之间。如图 10-19 所示，另一种方法是在两个支管每一横截面内测定动压。每个支管动压用横截面所测量的动压均方根来确定。每个横截面静压用在相同横截面测量的静压平均值确定。这些静压值是用来确定横截面密度的。横截面测量程序在相关标准中予以说明。为了测定空气流量有必要测定每个

横截面的面积。

3）用4个测试静压测量孔的静压平均值确定 p_{s5}，该静压孔位于风机出口的风筒接头处。假定平面5具备的条件，包括静压，平面2也具备。这取决于两个平面接近程度和两个平面间的面积无变化的实际情况。如该实例的情况，重要的是所有压力测量都是参照相同的大气压。

4）在平面1测定干球及湿球温度，而在平面3a、3b和平面5仅测干球温度。测定邻近风机处的 p_b。这些测量值用于确定有关平面的密度。

5）测定风机速度及电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测量瓦特值。记录各有关电动机的标牌数据，包括伏特值及额定负荷安培值（I_{NOM}）。如果电动机输出功率要用附录A所述的相位电流法来估算的话，则可不必测定电动机的瓦特值。但是，如果电动机远离额定负荷点运行的话，就有必要断开传动装置，并测量无负荷安培值。由电动机制造厂提供的电动机性能数据来确定该实例中电动机的输出功率。

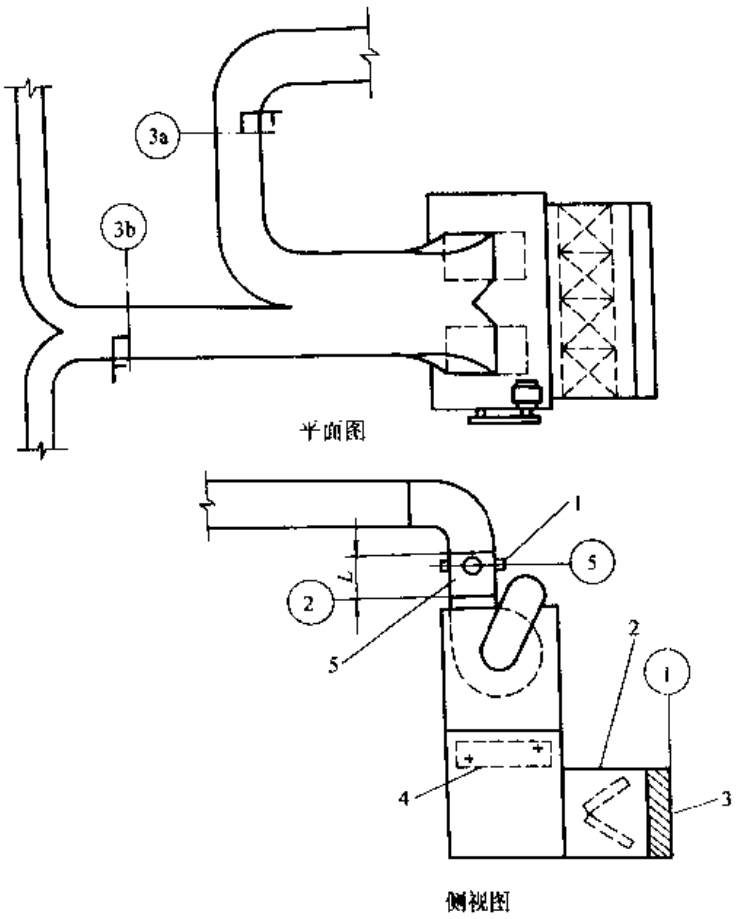


图10-19　整体空调装置

1—静压测孔　2—过滤器段　3—进气窗

4—加热盘管　5—风筒接头

6）Δp_{sY1}用来修正由于风机出口弯管下游间风筒长度不足的影响。为确定 Δp_{sY1} 的值，有必要测量风机出口面积、通风面积及风机与弯管间的风筒长度。

7）该装置入口处的静压 p_{s1} 及动压 p_{d1} 之和视为等于离入口处一定距离的一点所测的静压 p_{sx} 及动压 p_{dx} 之和，该点被认为静止空气。在这一点处，静压为零，而在静止空气中的动压也是零。

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{sx} + p_{dx} = 0$$

这种考虑与试验该装置并确定性能额定值的方法一样，将把空气加速输送至风机进口，所产生的装置损失计算在内，并且排除了在风机进口处测定动压及静压发生的不准确性。计算该装置的静压公式

$$\begin{aligned} p_{sF} &= p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} + \Delta p_{sY1} \\ &= p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) + \Delta p_{sY1} \end{aligned}$$

既然

$$p_{s1} + p_{d1} = 0$$

$$p_{sF} = p_{s2} + \Delta p_{sY1}$$

式中

$$p_{s2} = p_{s5}$$

PLC WORLD

8）为了把试验结果与引用的在 1720r/min 及 1.2kg/m³ 密度情况下(规定条件)运行所绘制的整个装置的性能曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 100406.46\text{Pa}$

$t_{d1} = 22.22℃$

$t_{w1} = 16.11℃$

$t_{d5} = 29.44℃$

$t_{d3a} = 28.06℃$

$t_{d3b} = 28.33℃$

$p_{s5} = 311.36\text{Pa}$

$p_{s3a} = 286.45\text{Pa}$

$p_{s3b} = 303.89\text{Pa}$

$p_{d3a} = 139.49\text{Pa}$

$p_{d3b} = 149.45\text{Pa}$

风机速度 $n = 1710\text{r/min}$

$A_2 = A_5 = 0.5239\text{m}^2$

$A_{3a} = 0.2879\text{m}^2$

$A_{3b} = 0.20438\text{m}^2$

通风面积 $A = 0.23225\text{m}^2$

$L = 0.2926\text{m}$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 380　378　382　380 (平均)

安培值(A) = 11.4　11.4　11.2　11.3 (平均)

(3) 电动机的标牌数据　Y132M-4

7.5kW	3 相	50Hz
380V	1440r/min	$I_{NOM} = 15.4\text{A}$

总要求

风机通过带传动与电动机联接，下述电动机性能数据是由电动机制造厂提供：

电动机效率

1/2 负荷为 82.5%

3/4 负荷为 84.5%

额定负荷为 84.5%

功率因数 = 0.85

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，求出平面 1 的 $\rho_1 = 1.17736\text{kg/m}^3$，其条件为

$t_{d1} = 22.22℃$

$t_{w1} = 16.11℃$

$p_{b1} = p_b = 100406.46\text{Pa}$

PLC WORLD

$$\rho_5 = \rho_1\left(\frac{p_{s5}+p_b}{p_{b1}}\right)\left(\frac{t_{d1}+273}{t_{d5}+273}\right) =$$

$$1.17736\times\left(\frac{311.36+100406.46}{100406.46}\right)\times\left(\frac{295.22}{302.44}\right) = 1.15282\text{kg/m}^3$$

假定 $\rho_2 = \rho_5$

$$\rho_{3a} = \rho_1\left(\frac{p_{s3a}+p_b}{p_{b1}}\right)\left(\frac{t_{d1}+273}{t_{d3a}+273}\right) =$$

$$1.17736\times\left(\frac{286.45+100406.46}{100406.46}\right)\times\left(\frac{295.22}{301.06}\right) = 1.1578\text{kg/m}^3$$

$$\rho_{3b} = \rho_1\left(\frac{p_{s3b}+p_b}{p_{b1}}\right)\left(\frac{t_{d1}+273}{t_{d3b}+273}\right) =$$

$$1.17736\times\left(\frac{303.89+100406.46}{100406.46}\right)\times\left(\frac{295.22}{301.33}\right) = 1.157\text{kg/m}^3$$

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a}\times 2}{\rho_{3a}}} = \sqrt{\frac{139.49\times 2}{1.1578}} = 15.52\text{m/s}$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b}\times 2}{\rho_{3b}}} = \sqrt{\frac{149.45\times 2}{1.157}} = 16.07\text{m/s}$$

$$q_{v3a} = V_{3a}A_{3a} = 15.52\times 0.2879 = 4.468\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v3b} = V_{3b}A_{3b} = 16.07\times 0.20438 = 3.284\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1} =$$

$$4.468\times\frac{1.1578}{1.17736} + 3.284\times\frac{1.157}{1.17736} = 7.62\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v2} = q_{v5} = q_{v1}\frac{\rho_1}{\rho_5} = 7.62\times\frac{1.17736}{1.15282} = 7.78\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测试的安培}}{I_{NOM}} = \frac{11.3}{15.4} = 0.73 = 73\%$$

由电动机制造厂提供的电动机数据表明功率系数为 0.85 而电动机在 73% 负荷运行的情况下电动机效率为 84.5%。根据有关方程得

$$P_{MO} = \frac{\sqrt{3}\times 11.3\times 380\times 0.85\times 0.845}{1000} = 5.34\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1 示出估算的 6.8% 带驱动损失公式为

$$\Delta P_{MO} = 0.068P_{MO} = 0.068\times 5.34 = 0.363\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 5.34 - 0.363 = 4.977\text{kW}$$

(5) 系统附加阻力　Δp_{sY1}用于修正由于风机出口及风机弯管下游之间风筒长度不足的影响，参考图 4-18、图 4-19 及表 4-1，示出下述计算公式

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{A_2} = \frac{7.78}{0.5239} = 14.85\text{m/s}$$

风筒直径与风机出口面积相等时

$$D_c = \sqrt{\frac{4A_2}{2\pi}} = \sqrt{\frac{4\times 0.5239}{2\pi}} = 0.5777\text{m}$$

100% 有效的风筒长度为

PLC WORLD

$$D_c \times \frac{v_2}{5} = 0.5777 \times \frac{14.85}{5} = 1.72\text{m}$$

L 以%表示风筒长度为

$$\frac{100L}{1.72} = \frac{100 \times 0.2926}{1.72} = 17\%$$

通风面积比为

$$\frac{\text{通风面积}}{A_2} = \frac{2 \times 0.23225}{0.5239} = 0.89$$

对于通风面积比为 0.89、速度 14.85m/s、风筒有效长度 17%、弯管位置 C 的情况下，系统附加阻力曲线 S 是适用的。而在密度为 1.2kg/m^3 时，Δp_{sY1}为 107Pa。在密度为 1.1533kg/m^3 时则

$$\Delta p_{sY1} = 107 \times \frac{1.1533}{1.2} = 102.84\text{Pa}$$

(6) 风机静压

$$p_{s2} = p_{s5} = 311.36\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} + \Delta p_{sY1} =$$

$$311.36 + 102.84 = 414.2\text{Pa}$$

(7) 换算成规定条件

$$q_{vc} = 7.62\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1720\text{r/min}}{1710\text{r/min}} = 7.665\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFC} = 414.2\text{Pa} \times \left(\frac{1720\text{r/min}}{1710\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.17736\text{kg/m}^3} = 427.12\text{Pa}$$

$$P_{shc} = 4.977\text{kW} \times \left(\frac{1720\text{r/min}}{1710\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.17736\text{kg/m}^3} = 5.13\text{kW}$$

五、工厂安装的鼓风型中心站空调装置

1. 说明

1) 图10-20 所示为一工厂安装的鼓风型中心站空调装置。试验对象为风机段。该段由制造厂做为风机与风机室的一个组装装置确定额定值。做为一鼓风型装置，风机段的性能额定值取决于不接有风机出口风筒的运行。在进行试验之前，最重要的是各种调节风门的叶片(外部空气、回流空气、混合箱、多区域的正面及旁通或容积控制风门等)应由各有关部门一致同意，固定在适合安装的位置上。另外，加热和冷却盘管的温度在整个试验期间一定要保持恒定。为了防止试验期间调节风门叶片位移和盘管温度的变化，有必要关闭、断开或用其它方式修改自动控制装置。如该实例所示冷却盘位于动压横截面与风机之间的情况下，冷却介质的流动应予以阻止，或者温度应达到足以阻止冷却盘管的冷凝程度，否则在确定风机的空气流量时，是不会考虑冷凝的水分。

2) 动压测量通常在单一平面内进行，该平面位于与其它支管相通的风筒处。实例中，提供了理想速度分布的某测量平面不能位于风机上游或支管连接点与风机出口处之间。另一种方法，如图 10-20 所示，是在每一支管横截面进行动压测量。各支管的动压用横截面所测定的动压均方根确定。每个横截面的静压用相同横截面所测定的静压的平均值确定。这些静压值用来确定横截面的密度。横截面的测试程序在相关标准中予以说明。为了测定空气流量有必要测量每个横截面的面积。

3) 用平面 1 的横截面所测定的静压平均值确定 p_{s1}。可用类似的方法测定 p_{s5}或用 4 个静压

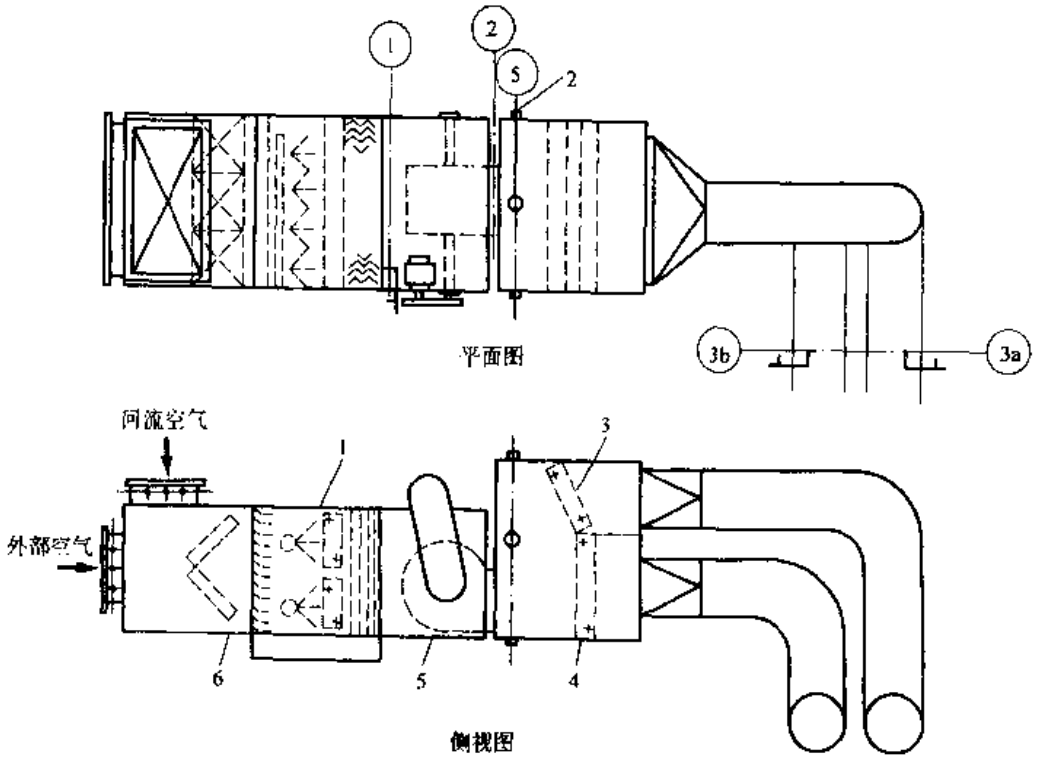


图 10-20　工厂安装的鼓风型中心站空调装置

1—喷气段　2—静压测量孔　3—加热盘管　4—冷却盘管　5—通风机段　6—过滤器段

孔逐个测定的压力平均值确定。如有可能安装几个相应的压力孔，最好将其用于风机出口处。由于从平面 2 到平面 5 的面积突然扩大，假定从平面 2 的动压到平面 5 的静压无换算值。故假定 $p_{s2}=p_{s5}$，测定平面 1 的面积用以计算 p_{d1}。

4）在平面 1　3a 及平面 1　3b 处测定干球及湿球温度，测定邻近于空调装置处的 p_b。用这些测定值确定有关平面的密度。该例测定其它湿球温度的目的是提供用来确定平面 1 和平面 3a 及平面 3b 间空气湿度是否有变化的数据。

5）测定风机速度及电动机的安培值、伏特值，如果可能还要测定瓦特值，记录各有关电动机的标牌数据，包括电压及额定负荷安培值(I_{NOM})。如果电动机输出功率要用附录 A 中所述的相位电流法来估算的话，则可不必测定电动机的瓦特值。如果电动机远离额定负荷点运行的话，就有必要断开传动装置并测定无负荷安培值(I_0)。参见附录 A。

6）由于风机段性能额定值取决于未接有风机出口风筒的运行，因此 Δp_{sY}不适用未接风筒的条件。

7）计算风机部分的静压力

$$p_{sF}=p_{s2}-p_{s1}-p_{d1}$$

式中　$p_{s2}=p_{s5}$

$$p_{d1}=\left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2\frac{\rho_1}{2}$$

$$q_{v1}=q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1}+q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1}$$

由于 p_{d1}所计算的值相对地小，对其忽略以后，对试验结果影响不大，故 p_{d1}的计算值在类似该实例的情况下常被忽略不计。

8）为了把试验结果与所引用的在 1650r/min 及 1.2kg/m^3 密度下(规定条件)运转所绘制的

PLC WORLD

风机部分的曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$$p_b = 97697.35\text{Pa}$$

$$t_{d1} = 18.33℃$$

$$t_{w1} = 15.56℃$$

$$t_{d3a} = 37.78℃$$

$$t_{w3a} = 21.94℃$$

$$t_{d3b} = 15.56℃$$

$$t_{w3b} = 14.44℃$$

$$p_{s1} = -605.28\text{Pa}$$

$$p_{s5} = 1631.53\text{Pa}$$

$$p_{s3a} = 1332.63\text{Pa}$$

$$p_{s3b} = 1270.35\text{Pa}$$

$$p_{d3a} = 132.02\text{Pa}$$

$$p_{d3b} = 149.45\text{Pa}$$

风机速度 $n = 1695\text{r/min}$

$$A_1 = 6.401\text{m}^2$$

$$A_{3a} = 0.499\text{m}^2$$

$$A_{3b} = 0.6299\text{m}^2$$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 377　382　372　377 (平均)

安培值(A) = 119.0　120　118.5　119.2 (平均)

(3) 电动机的标牌数据　Y280S-4

75kW	3 相	50Hz
380V	1480r/min	$I_{NOM} = 140\text{A}$

总要求

风机通过带传动装置与电动机联接

(4) 计算数据

密度　用附录 C 中图 C-1，得出平面 1 的 $\rho_1 = 1.1533\text{kg/m}^3$，其条件为

$$t_{d1} = 18.33℃$$

$$t_{w1} = 15.56℃$$

$$p_{b1} = p_b + p_{s1} = 97697.35 - 605.28 = 97092.07\text{Pa}$$

得出平面 3a 的 $\rho_{3a} = 1.10688\text{kg/m}^3$，其条件是

$$t_{d3a} = 37.78℃$$

$$t_{w3a} = 21.94℃$$

$$p_{b3a} = p_b + p_{s3a} = 97697.35 + 1332.63 = 99029.98\text{Pa}$$

得出平面 3b 的 $\rho_{3b} = 1.18697\text{kg/m}^3$，其条件是

$$t_{d3b} = 15.56℃$$

PLC WORLD

$$t_{w3b} = 14.44℃$$

$$p_{b3b} = p_b + p_{s3b} = 97697.35 + 1270.35 = 98967.7\text{Pa}$$

流量

$$v_{3a} = \sqrt{\frac{p_{d3a} \times 2}{\rho_{3a}}} = \sqrt{\frac{132.02 \times 2}{1.10688}} = 15.44\text{m/s}$$

$$v_{3b} = \sqrt{\frac{p_{d3b} \times 2}{\rho_{3b}}} = \sqrt{\frac{149.45 \times 2}{1.18697}} = 15.87\text{m/s}$$

$$q_{v3a} = v_{3a}A_{3a} = 15.44 \times 0.499 = 7.705\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v3b} = v_{3b}A_{3b} = 15.87 \times 0.6299 = 9.9965\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3a}\frac{\rho_{3a}}{\rho_1} + q_{v3b}\frac{\rho_{3b}}{\rho_1} =$$

$$7.705 \times \frac{1.10688}{1.1533} + 9.9965 \times \frac{1.18697}{1.1533} = 17.68\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

$$\frac{\text{测试的安培}}{I_{NOM}} = \frac{119.2}{140} = 0.85 = 85\%$$

参考附录 A，示出方程式(附 A-1)对 75kW 电动机在 85%额定负荷安培运转时提供了理想的电动机输出功率的精确估算

$$P_{MO} = 75 \times \left(\frac{119.2}{140}\right) \times \left(\frac{377}{380}\right) = 63.35\text{kW}$$

参考附录 B 中图 B-1，示出 3.4%的估算带驱动损失

$$\Delta P_{MO} = 0.034 \times 63.35 = 2.154\text{kW}$$

$$P_{sh} = P_{MO} - \Delta P_{MO} = 63.35 - 2.154 = 61.196\text{kW}$$

(5) 风机静压

$$p_{d1} = \left(\frac{q_{v1}}{A_1}\right)^2 \frac{\rho_1}{2} = \left(\frac{17.68}{6.401}\right)^2 \times \frac{1.1533}{2} = 4.4\text{Pa}$$

假定 $p_{s2} = p_{s5}$

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} =$$

$$1631.53 - (-605.28) - 4.4 = 2232.41\text{Pa}$$

(6) 换算成规定条件

$$q_{vc} = 17.68\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1650\text{r/min}}{1695\text{r/min}} = 17.21\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sfc} = 2232.41\text{Pa} \times \left(\frac{1650\text{r/min}}{1695\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.1533\text{kg/m}^3} = 2201.1\text{Pa}$$

$$P_{sh} = 61.196\text{kW} \times \left(\frac{1650\text{r/min}}{1695\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.1533\text{kg/m}^3} = 58.74\text{kW}$$

第六节　不带接管的风机测试

一、顶部无连接风筒的通风装置

1. 说明

1) 如图 10-21 所示该实例试验对象为屋顶风机装置。

2) 用平面 3 的横截面所测得的动压的均方根确定，该平面位于安装在风机入口一侧的风

PLC WORLD

筒处。用在相同横截面处所测定的静压平均值确定 p_{d3}。横截面的测试程序在相关标准中说明。测量位于皮托静压管接头处横截面 A_3 的面积。为了试验而安装的风筒的横截面是方形的。横截面选择的最大许用尺寸应适合安装在风机的安装垫铁的开口处。风机的长度为直径的两倍，为了减少入口损失，风筒入口段是扩散状的。这种规格的风筒装置及横截面布置对该实例中风机的性能不会产生重大影响。

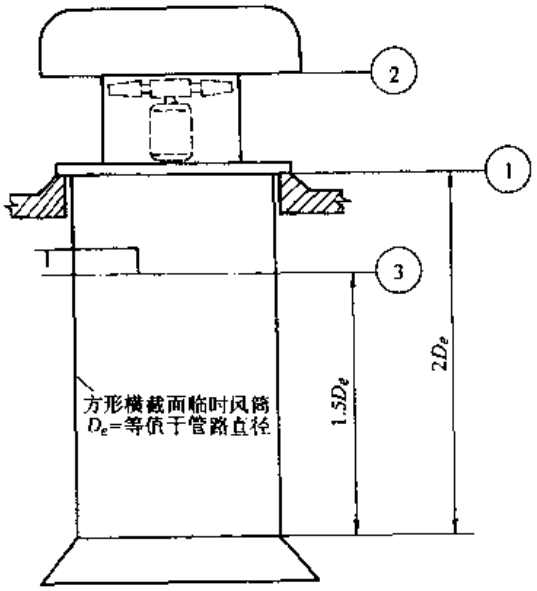


图 10-21　顶部无连接风筒的通风装置

3）风机出口处的静压 p_{s2}为零表压，指的是风机出口区的大气压。如在该实例的情况下，可把从风机中排出的空气注入到一个区域，该区域中的大气压与其他压力测量参照的大气压是有某些区别的。在这个可能性存在时，最重要的是测定在排出空气的区域中的静压，参照所有的其它压力测试中所用的相同大气压。该实例中测量的 p_{s2}，是参照在平面 3 测量静压时所用的相同大气压。

4）在速度横截面处测定干球和湿球温度。测定风机附近 p_b。这些测量用于确定有关平面的密度。

5）测量风机速度及电动机的安培值和伏特值，记录所有有关电动机标牌数据，对于该实例中电动机的功率额定值，建议风机输入功率用测定的输入到电动机的瓦特值及电动机性能数据来确定，电动机性能数据从电机制造厂获得。

6）计算风机静压力

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} = p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1})$$

式中　$p_{s1} + p_{d1} = p_{s3} + p_{d3}$

7）为把试验结果与引用的在 1450r/min 及 1.2kg/m^3 密度(规定条件)运行的情况下，所绘制的风机曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

(1) 现场测量数据

$p_b = 99458.27\text{Pa}$

$t_{d3} = 23.06℃$

$t_{w3} = 14.5℃$

$p_{s2} = 9.216\text{Pa}$　$p_{s3} = -21.173\text{Pa}$　$p_{d3} = 19.180\text{Pa}$

风机速度 $n = 1395\text{r/min}$

$A_3 = 0.5184\text{m}^2$

(2) 测得的电动机数据

伏特值(V) = 386　381　381　383 (平均)

电动机输入功率：0.755kW

(3) 电动机的标牌数据　Y802-4

0.75kW　　3 相　　50Hz

380V　　1390r/min　　$I_{NOM} = 2.01\text{A}$

总要求

PLC WORLD

风机直接连接电动机，电动机有效数据由电机制造厂提供。

(4) 计算数据

密度　利用附录 C 中图 C-1，得出平面 3 的 $\rho_3 = 1.1645\text{kg/m}^3$，其条件为

$$t_{d3} = 23.06℃$$

$$t_{w3} = 14.5℃$$

$$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 99458.27 - 21.173 = 99437.097\text{Pa}$$

假定 $\rho_1 = \rho_3$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{19.18 \times 2}{1.1645}} = 5.739\text{m/s}$$

$$q_v = q_{v1} = q_{v3} = V_3 A_3 = 5.739 \times 0.5184 = 2.975\text{m}^3/\text{s}$$

风机输入功率

在测定的输入功率值为 0.755kW，由电机制造厂所提供的数据表明电动机的效率为 61%时

$$P_{MO} = 0.755 \times 0.61 = 0.461\text{kW} = 0.461\text{kW}$$

既然风机是直接与电动机联接，就无驱动损失，因而 $P_{sh} = P_{MO} = 0.461\text{kW}$

(5) 风机静压力

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{s3} + p_{d3} = -21.173 + 19.18 = -1.993\text{Pa}$$

$$p_{sF} = p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) = 9.216 - (-1.993) = 11.2\text{Pa}$$

(6) 换算成规定条件

$$q_{vc} = 2.975\text{m}^3/\text{s} \times \frac{1450\text{r/min}}{1395\text{r/min}} = 3.09\text{m}^3/\text{s}$$

$$p_{sFc} = 11.2\text{Pa} \times \left(\frac{1450\text{r/min}}{1395\text{r/min}}\right)^2 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.164\text{kg/m}^3} = 12.47\text{Pa}$$

$$P_{shc} = 0.461\text{kW} \times \left(\frac{1450\text{r/min}}{1395\text{r/min}}\right)^3 \times \frac{1.2\text{kg/m}^3}{1.164\text{kg/m}^3} = 0.533\text{kW}$$

二、未接风筒的螺旋桨式风机

1. 说明

1) 该实例试验的对象为螺旋桨式风机组(图10-22)。

2) 用平面 3 的横截面所测定的动压的均方根测定 p_{d3}，平面 3 位于已安装在风机入口一侧的风筒处。用在同一截面上所测定静压的平均值确定 p_{s3}。横截面的测试程序在相关标准中说明。测量位于皮托静压管接头处的横截面 A_3 的面积。为了试验而暂时安装的风筒的横截面是方形的，每边尺寸为 $1.5D_2$。选择风筒横截面的形状和面积的原则是，把风筒对风机性能的影响减到最少，同时能提供可测量的动压读数。风筒的长度是直径的两倍，为了减少入口损失，要求风筒的入口段是扩散状的，风筒的安装对该实例的风机性能不产生重大影响。

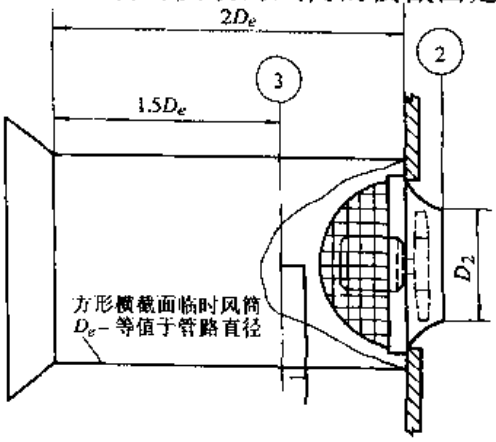


图 10-22　未接风筒的螺旋桨式风机

3) 风机出口处的静压 p_{s2}，为零表压，是指风机出口区域内的大气压。如在该实例的情况下，可把从风机排出的空气注入到一个区域，在该区域中的大气压与其它压力测量参照的大气压是有某些区别的。在这种可能性存在时，最重要的是测定排出空气的区域内的静压，

PLC WORLD

参照所有其它压力测试中用的相同大气压。该实例中测定 p_{s2} 是参照在平面 3 测量静压时所用的相同大气压。

4）在速度横截面处测定干球及湿球温度。测定风机附近的 p_b。这些测量用于确定有关截面的密度。

5）测定风机速度和电动机的安培值和伏特值，记录所有有关电动机标牌数据。对于该实例中电动机功率的额定值，建议用测定的电动机输入瓦特值及从电机制造厂获得的电动机性能数据来确定风机输入功率。

6）计算风机静压

$$p_{sF} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1} = p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1})$$

式中　$p_{s1} + p_{d1} = p_{s3} + p_{d3}$

7）为把试验结果与所引用的在 1450r/min 及 1.2kg/m^3 密度（规定条件）运行情况下，所绘制的风机曲线相比较，有必要把试验结果换算成上述规定的条件。

2. 观测数据

（1）现场测量数据

$p_b = 100406.46\text{Pa}$

$t_{d3} = 29.44℃$

$t_{w3} = 23.33℃$

$p_{s2} = 0\text{Pa}$

$p_{s3} = -6.725\text{Pa}$

$p_{d3} = 6.227\text{Pa}$

风机速度 $n = 1375\text{r/min}$

$A_3 = 0.470\text{m}^2$

（2）测得的电动机数据

伏特值(V) = 379　374　379　377（平均）

电动机输入功率：0.637kW

（3）电动机的标牌数据　Y801-4

0.55kW	3 相	50Hz
380V	1390r/min	$I_{NOM} = 1.51\text{A}$

总要求

风机直接与电动机联接。电动机效率数据由电机制造厂提供。

（4）计算数据

密度　用附录 C 中图 C-1，得出平面 3 的 $\rho_3 = 1.14532\text{kg/m}^3$，其条件为

$t_{d3} = 29.44℃$

$t_{w3} = 23.33℃$

$p_{b3} = p_b + p_{s3} = 100406.46 - 6.725 = 100399.73\text{Pa}$

假定 $\rho_1 = \rho_3$

流量

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_{d3} \times 2}{\rho_3}} = \sqrt{\frac{6.227 \times 2}{1.14532}} = 3.298\text{m/s}$$

PLC WORLD

$$q_v = q_{v1} = q_{v3} = v_3 A_3 = 3.298 \times 0.47 = 1.55 m^3/s$$

风机输入功率

在测试的电动机输入功率值为0.637kW，由电机制造厂所提供的数据表明电动机的效率为65%时

$$P_{MO} = 0.637 \times 0.65 = 0.414 kW$$

既然风机直接与电动机联接，因此无驱动损失，因 $P_{sh} = P_{MO} = 0.414 kW$

(5) 风机静压

$$p_{s1} + p_{d1} = p_{s3} + p_{d3} = -6.725 + 6.227 = -0.498 Pa$$

$$p_{sF} = p_{s2} - (p_{s1} + p_{d1}) = 0 - (-0.498) = 0.498 Pa$$

这样少的值被认为是风筒入口处损失的缘故，而通风则被认为是在自由传输情况下运行($p_s = 0$)。

(6) 换算成规定条件

$$q_{vc} = 1.55 m^3/s \times \frac{1450 r/min}{1375 r/min} = 1.635 m^3/s$$

$$p_{sFC} = 0 Pa$$

$$P_{shc} = 0.414 kW \times \left(\frac{1450 r/min}{1375 r/min}\right)^3 \times \frac{1.2 kg/m^3}{1.14532 kg/m^3} = 0.5087 kW$$

第七节　绝热效率和叶轮直径

一、绝热效率

绝热效率按下式确定

$$\eta_{ad} = \frac{26.3 + 14.4 l_n n_s}{100}$$

式中　η_{ad}——绝热效率；

n_s——比转速。

二、叶轮直径(表10-1)

表10-1　叶轮直径　(m)

代　　号	级				
	D20	D60	D100	D150	D400
$D_2 = \frac{q_s - q_i}{1000} \lg\alpha + D_{min}$	0.65	0.70	0.758	0.82	0.98
注：表中 q_v——公称流量(m^3/min)；	20	60	100	150	400
q_i——阶段流量(m^3/min)；	20	20	50	150	250
α——斜度(°)；	51.34	51.34	53.14	38.66	38.66
D_{min}——最小叶径(m)。	0.65	0.65	0.70	0.82	0.86
适用范围(m^3/min)	20～60		70～140	150～175	200～800

PLC WORLD

第十一章　罗茨鼓风机的应用

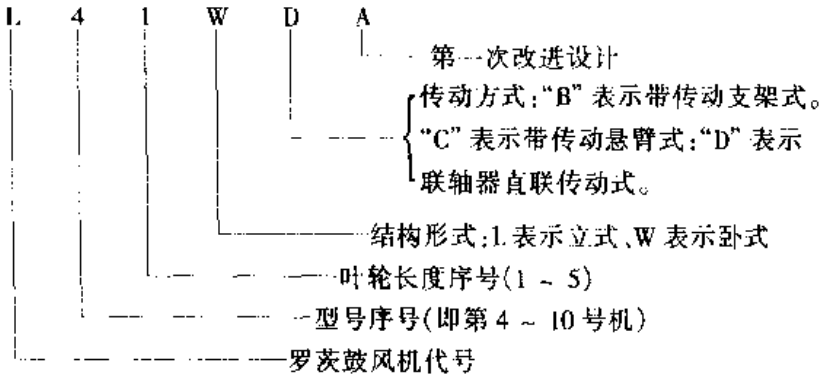
第一节　概　　况

一、用途

L13LD、L14LD、…、L64LD、L21WD、L22WD…、L105WDA 罗茨鼓风机(以下简称 L 型罗茨鼓风机)是全国联合设计的系列罗茨鼓风机，产品零部件通用性强、标准化程度高、结构合理、效率高、使用稳妥可靠。用户选型、安装维修配件更换都非常方便。

L 型号罗茨鼓风机输送介质为清洁空气、清洁煤气、二氧化碳及其它惰性气体。可广泛适用于冶金、化工、化肥、轻化、建材、石油、矿井、纺织、煤气站、气力输送，污水处理等各工业部门。

产品型号说明



WD 式为卧式联轴器转动，LD 式为立式联轴器传动。

卧式结构的进气口方向，如从强度角度考虑、以上进下排为好，罗茨鼓风机的工作过程如图 11-1 所示。其主动轴的旋转方向和进排气口方向系基本结构形式。用户若需更改进、排气口方向，应在订货时提出要求。

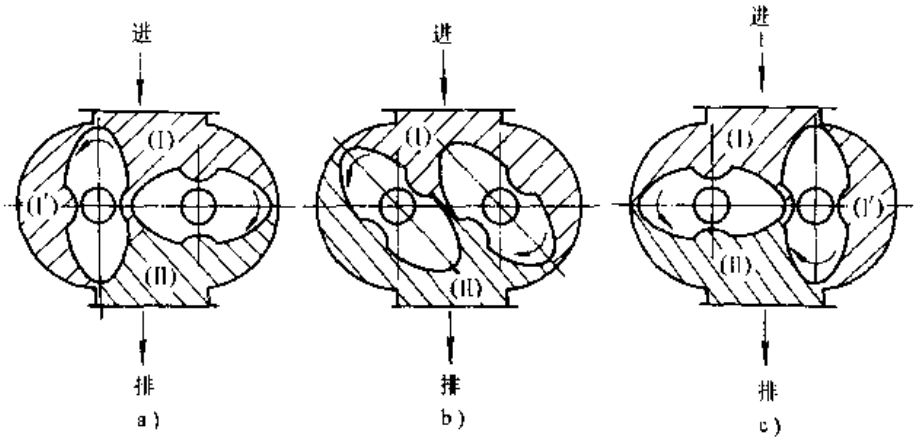


图 11-1　罗茨鼓风机工作过程图

a)、c)机体内的容积被叶轮分隔成三个区域　b)机体内的容积被叶轮分隔成两个区域

PLC WORLD

在鼓风机机体内通过同步齿轮的作用，使两转子相对地呈反方向旋转，由于叶轮相互之间和叶轮与机体之间皆具有适当的工作间隙，所以构成进气腔与排气腔相互隔绝(存在泄漏)，借助于叶轮旋转，形成无内压缩地将机体内的气体由进气腔推送至排气腔后排出机体，达到鼓风的作用，其工作过程图如图 11-1 所示。

图 11-1a 中，机体内的容积被叶轮分隔成三个区域，其中(Ⅰ)与进气口相通，其气体处于进口压力。(Ⅰ′)在尚未形成此位置以前，与进气口相通，现尚未与排气口相通，故其气体仍处于进口压力；(Ⅱ)与排气口相通故其气体处于排气口压力。

图 11-1b 中，机体内的容积被叶轮分隔成两个区域，其中(Ⅰ)与进气口相通其气体处于进气口压力；(Ⅱ)与排气口相通，其气体处于排气口压力。

图 11-1c 中，机体内的容积被叶轮分隔成三个区域(Ⅰ)、(Ⅰ′)、(Ⅱ)与图 11-1a 情况相同，仅是由于叶轮旋转 90°后，左右位置互换。

上述情况系是叶轮旋转 90°的工作过程，如此循环工作，则是罗茨鼓风机的工作过程。鼓风机的机壳采用灰铸铁，经时效处理，与前后墙板组成机体，用圆锥销定位，形成气室。墙板采用灰铸铁，经时效处理，前后墙板通用、置有密封座和轴承座。进排气口接管维修时，仅需拆卸接管，即能测量各部位间隙。叶轮采用强度高的灰铸铁，经时效处理，采用渐开线形线。主从动轴采用 45 优质碳素结构钢、与叶轮组装后校静动平衡。

同步齿轮由齿圈和齿毂组合而成，采用圆锥销定位，便于调整叶轮间隙。齿毂与轴采用圆锥配合，便于拆装维修。鉴于罗茨鼓风机同步齿轮既作传动又起叶轮定位的双重作用，其精度和磨损状况直接影响叶轮的啮合，故对同步齿轮的精度、耐磨性及表面工艺处理都有较高的要求，齿圈采用 40Cr 钢，齿型采用直齿(或斜齿，人字齿)。

定位端轴承，联轴器端轴承，选用 3000 型调心滚子轴承，以解决轴向定位之用。自由端轴承，齿轮端轴承，选用 32000 型圆柱滚子轴承，以解决主、从动轴热膨胀自由延伸所需。定位端轴承座可对叶轮与墙板之间的轴向间隙进行调整。

输送空气时选用迷宫式密封、输送煤气或二氧化硫时可选用其它密封。

联轴器采用标准弹性圈柱销联轴器。

罗茨鼓风机系属容积回转式鼓风机，其最大特点是，当压力在允许范围内加以调节时，流量变化甚微；压力的选择范围也很宽，具有强制输气的特征，输送介质不含油；结构简单，维修方便，使用寿命长，整机振动小。

二、性能

表 11-1～表 11-3 为罗茨鼓风机性能参数。

罗茨鼓风机性能参数表中，进口状况：进口压力 101325Pa，进口温度 20℃，相对湿度 50%。升压、进口压力为 101325Pa 时进排气口的静压差。

表 11-1 罗茨鼓风机性能参数表

型号	转速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	轴功率 /kW	配套电动机		主机质量 /kg (不包括电动机)
					型号	功率 /kW	
L13LD	1450	9800	1.25	0.30	Y801-4	0.55	107
		19600	1.04	0.60	Y90S-4	1.1	107
		29400	0.86	0.91	Y90L-4	1.5	107
		39200	0.69	1.21	Y90L-4	1.5	107

PLC WORLD

（续）

型号	转速/(r/min)	升压/Pa	进口流量/(m^3/min)	轴功率/kW	配套电动机		主机质量/kg（不包括电动机）
					型号	功率/kW	
L13LD	2950	9800	3.02	0.61	Y802-2	1.1	107
		19600	2.82	1.22	Y90S-2	1.5	107
		29400	2.66	1.84	Y90L-2	2.2	107
		39200	2.5	2.46	Y100L-2	3	107
		49000	2.38	3.07	Y112M-2	4	107
L14LD	1450	9800	1.68	0.39	Y802-4	0.75	110
		19600	1.44	0.78	Y90L-4	1.5	110
		29400	1.25	1.17	Y90L-4	1.5	110
		39200	1.06	1.56	Y100L1-4	2.2	110
		49000	0.87	1.94	Y100L2-4	3	110
	2950	9800	3.96	0.79	Y90L-2	1.5	110
		19600	3.73	1.58	Y90L-2	2.2	110
		29400	3.55	2.37	Y100L-2	3	110
		39200	3.39	3.16	Y112M-2	4	110
		49000	3.24	3.96	Y132S1-2	5.5	110
L21WD	1450	9800	2.64	0.58	Y90S-4	1.1	95
		19600	2.34	1.17	Y90L-4	1.5	95
		29400	2.10	1.75	Y100L1-4	2.2	95
		39200	1.88	2.33	Y100L2-4	3	95
		49000	1.66	2.92	Y112M-4	4	95
	2950	9800	6.06	1.19	Y90S-2	1.5	95
		19600	5.77	2.37	Y100L-2	3	95
		29400	5.54	3.56	Y112M-2	4	95
		39200	5.34	4.75	Y132S1-2	5.5	95
		49000	5.15	5.94	Y132S2-2	7.5	95
L22$^{L}_{W}$D	1450	9800	3.74	0.79	Y90L-4	1.5	175
		19600	3.40	1.59	Y100L1-4	2.2	175
		29400	3.13	2.38	Y100L2-4	3	175
		39200	2.89	3.17	Y112M-4	4	175
		49000	2.66	3.97	Y132S-4	5.5	175
	2950	9800	8.40	1.61	Y90L-2	2.2	175
		19600	8.07	3.23	Y112M-2	4	175
		29400	7.81	4.84	Y132S1-2	5.5	175
		39200	7.58	6.46	Y132S1-2	7.5	175
		49000	7.37	8.07	Y160M1-2	11	175
L23$^{L}_{W}$D	1450	9800	5.33	1.10	Y90L-4	1.5	190
		19600	4.93	2.19	Y100L2-4	3	190
		29400	4.62	3.29	Y112M-4	4	190
		39200	4.34	4.39	Y132S-4	5.5	190
		49000	4.08	5.49	Y132M-4	7.5	190
	2950	9800	11.8	2.23	Y100L-2	3	190
		19600	11.4	4.46	Y132S1-2	5.5	190
		29400	11.1	6.70	Y132S2-2	7.5	190
		39200	10.8	8.93	Y160M1-2	11	190

PLC WORLD

（续）

型号	转速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m³/min)	轴功率 /kW	配套电动机 型号	配套电动机 功率 /kW	主机质量 /kg（不包括电动机）
L32 L/W D	1450	9800	8.97	1.84	Y100L1-4	2.2	430
		19600	8.32	3.68	Y132S-4	5.5	430
		29400	7.81	5.52	Y132M-4	7.5	430
		39200	7.55	7.36	Y160M-4	11	430
		49000	6.91	9.20	Y160M-4	11	430
L33 L/W D	1450	9800	12.3	2.47	Y100L2-4	3	470
		19600	11.5	4.93	Y132S-4	5.5	470
		29400	10.9	7.40	Y160M-4	11	470
		39200	10.4	9.86	Y160M-4	11	470
		49000	9.89	12.3	Y160L-4	15	470

表 11-2 罗茨鼓风机性能参数表

型号	转速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m³/min)	配套电动机 型号	配套电动机 功率 /kW	配套电动机 电压 /V	配套电动机 质量 /kg	鼓风机质量 /kg（未计电动机）
L41 L/W D	980	9807	7.48	Y112M-6	2.2	380	44	
		19614	6.74	Y132M1-6	4	380	76	
		29421	6.13	Y132M2-6	5.5	380	85	
		39228	5.59	Y160M-6	7.5	380	122	
		49035	5.06	Y160L-6	11	380	144	
	1450	9807	11.88	Y100L2-4	3	380	38	
		19614	11.14	Y132S-4	5.5	380	67	
		29421	10.55	Y160M-4	11	380	125	
		39228	10.03	Y160M-4	11	380	125	
		49035	9.55	Y160L-4	15	380	147	
L42 L/W D	980	9807	11.74	Y132S-6	3	380	65	
		19614	10.86	Y132M2-6	5.5	380	85	
		29421	10.15	Y1602L-6	11	380	144	
		39228	9.52	Y160L-6	11	380	144	
		49035	8.93	Y180L-6	15	380	186	
	1450	9807	18.33	Y112M-4	4	380	50	
		19614	17.46	Y160M-4	11	380	125	
		29421	16.77	Y160L-4	15	380	147	
		39228	16.15	Y180M-4	18.5	380	183	
		49035	15.59	Y180L-4	22	380	197	
L43 L/W D	980	9807	14.93	Y132M1-6	4	380	76	
		19614	13.95	Y160M-6	7.5	380	122	
		29421	13.16	Y160L-6	11	380	144	
		39228	12.46	Y180L-6	15	380	186	
		49035	11.81	Y200L1-6	18.5	380	240	

PLC WORLD

（续）

型号	转速/(r/min)	升压/Pa	进口流量/(m^3/min)	配套电动机				鼓风机质量/kg（未计电动机）
				型号	功率/kW	电压/V	质量/kg	
L43$^{L}_{W}$D	1450	9807	23.18	Y132S-4	5.5	380	67	
		19614	22.20	Y160M-4	11	380	125	
		29421	21.42	Y160L-4	15	380	147	
		39228	20.74	Y180L-4	22	380	197	
		49035	20.12	Y200L-4	30	380	264	
L51LD	730	9807	10.63	Y132M-8	3	380		
		19614	9.44	Y160M2-8	5.5	380		
		29421	8.46	Y180L-8	11	380		
		39228	7.57	Y180L-8	11	380		
		49035	6.69	Y200L-8	15	380		
	980	9807	15.20	Y132M1-6	4	380		
		19614	14.02	Y160M-6	7.5	380		
		29421	13.06	Y160L-6	11	380		
	1450	9807	23.79	Y132S-4	5.5	380		
		19614	22.62	Y160M-4	11	380		
		29421	21.68	Y180M-4	18.5	380		
		39228	20.86	Y180L-4	22	380		
		49035	20.06	Y200L-4	30	380		
		58842	17.13	Y225S-4	37	380		
L52LD	730	9807	15.77	Y160M1-8	4	380		
		19614	14.39	Y160L-8	7.5	380		
	980	9807	22.26	Y132M2-6	5.5	380		
		19614	20.89	Y160L-6	11	380		
		29421	19.79	Y180L-6	15	380		
		39228	18.81	Y200L2-6	22	380		
		49035	17.91	Y225M-6	30	380		
		58842	14.32	Y225M-6	30	380		
	1450	9807	34.46	Y132M-4	7.5	380		
		19614	33.10	Y160L-4	15	380		
		29421	32.01	Y180L-4	22	380		
		39228	31.06	Y200L-4	30	380		
		49035	30.18	Y225S-4	37	380		
		58842	26.79	Y225M-4	45	380		
L53LD	730	9807	20.43	Y160M2-8	5.5	380		
		19614	18.88	Y180L-8	11	380		
		29421	17.62	Y200L-8	15	380		
	980	9807	28.66	Y160M-6	7.5	380		
		19614	27.11	Y180L-6	15	380		
		29421	25.87	Y200L-6	22	380		
		39228	24.78	Y220M-6	30	380		
		49035	23.77	Y250M-6	37	380		
		58842	19.81	Y250M-6	37	380		
	1450	9807	44.12	Y160M-4	11	380		
		19614	42.58	Y180L-4	18.5	380		
		29421	41.35	Y200L-4	30	380		
		39228	40.28	Y225S-4	37	380		
		49035	39.30	Y250M-4	55	380		
		58842	35.50	Y250M-4	55	380		

PLC WORLD

（续）

型号	转速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	配套电动机				鼓风机质量 /kg（未计电动机）
				型号	功率 /kW	电压 /V	质量 /kg	
L54LD	730	9807	25.83	Y160M-8	7.5	380		
		19614	24.06	Y200L-8	15	380		
		29421	22.65	Y225S-8	18.5	380		
		39228	21.39	Y250M-8	30	380		
	980	9807	36.06	Y160L-6	11	380		
		19614	34.31	Y200L1-6	18.5	380		
		29421	32.91	Y225M-6	30	380		
		39228	31.68	Y250M-6	37	380		
		49035	30.54	Y280S-6	45	380		
		58842	26.11	Y280M-6	55	380		
	1450	9807	55.30	Y160L-4	15	380		
		19614	53.56	Y200L-4	30	380		
		29421	52.17	Y225S-4	37	380		
		39228	50.96	Y250M-4	55	380		
		49035	49.85	Y280S-4	75	380		
		58842	45.57	Y280S-4	75	380		
						380		
L61LD	730	9807	23.40	Y160M2-8	5.5	380		
		19614	21.43	Y180L-8	11	380		
		29421	19.93	Y225S-8	18.5	380		
	980	9807	32.97	Y160M-6	7.5	380		
		19614	31.01	Y180L-6	15	380		
		29421	29.44	Y200L2-6	22	380		
		39228	28.04	Y225M-9	30	380		
		49035	26.75	Y250M-6	37	380		
		58842	22.32	Y280S-6	45	380		
	1450	9807	50.95	Y160M-4	11	380		
		19614	49.00	Y180L-4	22	380		
		29421	47.45	Y225S-4	37	380		
		39228	46.09	Y225M-4	45	380		
		49035	44.84	Y250M-4	55	380		
		58842	40.62	Y280S-4	75	380		
L62LD	730	9807	31.20	Y160L-8	7.5	380		
		19614	29.00	Y200L-8	15	380		
		29421	27.22	Y225M-8	22	380		
		39228	25.65	Y250M-8	30	380		
	980	9807	43.62	Y160L-6	11	380		
		19614	41.43	Y200L2-6	22	380		
		29421	39.68	Y225M-6	30	380		
		39228	38.14	Y280S-6	45	380		
		49035	36.71	Y280M-6	55	380		
		58842	31.87	Y315S-6/JS115-6	75	380		
	1450	9807	66.97	Y160L-4	15	380		
		19614	64.79	Y200L-4	30	380		
		29421	63.06	Y225M-4	45	380		
		39228	61.54	Y280S-4	75	380		
		49035	60.15	Y280S-4	75	380		
		58842	55.47	Y280M-4	90	380		

PLC WORLD

（续）

型号	转速/(r/min)	升压/Pa	进口流量/(m^3/min)	配套电动机				鼓风机质量/kg（未计电动机）
				型号	功率/kW	电压/V	质量/kg	
L63LD	730	9807	39.77	Y180L-8	11	380		
		19614	37.32	Y225S-8	18.5	380		
		29421	35.35	Y250M-8	30	380		
		39228	33.60	Y280S-8	37	380		
		49035	31.98	Y280M-8	45	380		
		58842	26.40	Y315S-8	55	380		
	980	9807	55.34	Y180L-6	15	380		
		19614	52.89	Y225M-6	30	380		
		29421	50.94	Y250M-6	37	380		
		39228	49.23	Y280M-6	55	380		
		49035	47.65	Y315S-6	75	380		
		58842	42.31	Y315S-6	75	380		
	1450	9807	84.59	Y180M-4	18.5	380		
		19614	82.16	Y225S-4	37	380		
		29421	80.22	Y250M-4	55	380		
		39228	78.53	Y280S-4	75	380		
		49035	76.99	Y280M-4	90	380		
		58842	71.79	Y315S-4	110	380		
L64LD	730	9807	47.96	Y180L-8	11	380		
		19614	45.26	Y225M-8	22	380		
		29421	43.10	Y280S-8	37	380		
		39228	41.19	Y280M-8	45	380		
		49035	39.42	Y315S-8	55	380		
		58842	33.37	Y315M-8	75	380		
	980	9807	66.52	Y180L-6	15	380		
		19614	63.83	Y225M-6	30	380		
		29421	61.69	Y280S-6	45	380		
		39228	59.81	Y315S-6	75	380		
		49035	58.09	Y315S-6	75	380		
		58842	52.25	Y315M-6	90	380		
	1450	9807	101.41	Y180L-4	22	380		
		19614	98.74	Y225M-4	45	380		
		29421	96.61	Y280S-4	75	380		
		39228	94.75	Y280M-4	90	380		
		49035	93.06	Y315S-4	110	380		
		58842	87.36	Y315M-4	132	380		
L71WD	730	9807	46	Y180L-8	11	380		
		19614	43	Y225M-8	22	380		
		29421	40.7	Y250M-8	30	380		
		39228	38.6	Y280M-8	45	380		
		49035	36.7			380		
		58842	30			380		
	980	9807	64	Y180L-6	15	380		
		19614	61.1	Y225M-6	30	380		
		29421	58.8	Y280S-6	45	380		
		39228	56.8	Y280M-6	55	380		
		49035	54.9	Y315S-6	75	380		
		58842	48.5	Y315M1-6	90	380		

PLC WORLD

（续）

型号	转速/(r/min)	升压/Pa	进口流量/(m^3/min)	配套电动机				鼓风机质量/kg（未计电动机）
				型号	功率/kW	电压/V	质量/kg	
L72WD	730	9807	64.2	Y200L-8	15	380		
		19614	60.9	Y250M-8	30	380		
		29421	58.3	Y280M-8	45	380		
		39228	55.9	Y315S-8	55	380		
		49035	53.8	Y315M1-8	75	380		
		58842	46.4	Y315M2-8	90	380		
	980	9807	88.8	Y200L2-6	22	380		
		19614	85.5	Y250M-6	37	380		
		29421	82.9	Y280M-6	55	380		
		39228	80.6	Y315S-6	75	380		
		49035	78.5	Y315M1-6	90	380		
		58842	71.4	Y315M2-6	110	380		
L73WD	730	9807	77.4	Y225S-8	18.5	380		
		19614	73.8	Y280S-8	37	380		
		29421	70.9	Y315S-8	55	380		
		39228	68.4	Y315M1-8	75	380		
		49035	66.1	Y315M2 8	90	380		
		58842	58.2	Y315M3-8	110	380		
	980	9807	106.8	Y200L2-6	22	380		
		19614	103.2	Y280S-6	45	380		
		29421	100.3	Y315S-6	75	380		
		39228	97.8	Y315M1-6	90	380		
		49035	95.6	Y315M2-6	110	380		
		58842	87.9	Y315M3-6	132	380		
L74WD	730	9807	93.1	Y225M-8	22	380		
		19614	89.2	Y280M-8	45	380		
		29421	86	Y315M1-8	75	380		
		39228	83.3	Y315M2-8	90	380		
		49035	80.8	Y315M3-8	110	380		
		58842	72.2	Y355M1-8	132	380		
	980	9807	128.1	Y225M-6	30	380		
		19614	124.2	Y280M-6	55	380		
		29421	121.1	Y315M1-6	90	380		
		39228	118.4	Y315M2-6	110	380		
		49035	115.9	Y315M3-6	132	380		
		58842	107.5	Y355M1-6	160	380		
L81WD	580	9807	74.6	Y315S-10	45	380		
		19614	70.2	Y315S-10	45	380		
		29421	66.7	Y315M1-10	55	380		
		39228	63.6	Y315M2-10	75	380		
		49035	60.7	Y355M1-10	90	380		
		58842	52.2	Y355M2-10	110	380		
		68649	48.8	Y355M3-10	132	380		
		78456	45.3	Y355M3-10	132	380		
		88263	41.7	JS137-10	155	380		
		98070	37.9	JS138-10	180	380		

PLC WORLD

（续）

型号	转速/(r/min)	升压/Pa	进口流量/(m^3/min)	配套电动机				鼓风机质量/kg（未计电动机）
				型号	功率/kW	电压/V	质量/kg	
L81WD	730	9807	96.6	Y225M-8	22	380		
		19614	92.2	Y280M-8	45	380		
		29421	88.7	Y315M1-8	75	380		
		39228	85.6	Y315M2-8	90	380		
		49035	82.8	Y315M3-8	110	380		
		58842	74.5	Y355M1-8	132	380		
		68649	71.4	Y355M2-8	160	380		
		78456	68.2	Y355M2-8	160	380		
		88263	65.1	Y355M3-8	200	380		
		98070	61.9	Y355M3-8	200	380		
	980	9807	133.1	Y225M-6	30	380		
		19614	128.7	Y280M-6	55	380		
		29421	125.3	Y315M1-6	90	380		
		39228	122.2	Y315M2-6	110	380		
		49035	119.4	Y355M1-6	160	380		
		58842	111.4	Y355M1-6	160	380		
		68649	108.4	Y355M2-6	200	380		
		78456	105.4	Y355M3-6	250	380		
		88263	102.5	Y355M3-6	250	380		
		98070	99.7	JS137-6	280	380		
L82WD	580	9807	95.6	Y315S-10	45	380		
		19614	90.7	Y315S-10	45	380		
		29421	86.8	Y315M2-10	75	380		
		39228	83.4	Y355M1-10	90	380		
		49035	80.2	Y355M2-10	110	380		
		58842	71.0	Y355M3-10	132	380		
		68649	67.4		155	380		
		78456	63.8		180	380		
		88263	60.2		180	380		
		98070	56.4		200	6000		
	730	9807	123.2	Y250M-8	30	380		
		19614	118.4	Y315S-8	55	380		
		29421	114.5	Y315M2-8	90	380		
		39228	111.1	Y315M3-8	110	380		
		49035	108.0	Y355M1-8	132	380		
		58842	99.0	Y355M2-8	160	380		
		68649	95.6	Y355M3-8	200	380		
		78456	92.2	Y355M3-8	200	380		
		88263	88.9		245	380		
		98070	85.5		280	6000		
	980	9807	169.3	Y250M-6	37	380		
		19614	164.4	Y315S-6	75	380		
		29421	160.6	Y315M2-6	110	380		
		39228	157.2	Y355M1-6	160	380		
		49035	154.2	Y355M2-6	200	380		
		58842	145.3	Y355M3-6	250	380		
		68649	142.2	Y355M3-6	250	380		
		78456	138.8		280	380		
		88263	135.7		310	6000		
		98070	132.6		380	6000		

PLC WORLD

（续）

型 号	转 速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	配套电动机				鼓风机质量 /kg（未计电动机）
				型 号	功率 /kW	电压 /V	质量 /kg	
L83WD	580	9807	123.0	Y315S-10	45	380		
		19614	117.5	Y315M1-10	55	380		
		29421	113.1	Y355M1-10	90/80	380		
		39228	109.3	Y355M2-10	110/115	380		
		49035	105.8	Y355M3-10	132/130	380		
		58842	95.5		155	380		
		68649	91.6		180	380		
		78456	87.7		200	6000		
		88263	83.8		260	6000		
		98070	79.9		260	6000		
	730	9807	158.1	Y280S-8	37	380		
		19614	152.6	Y315M1-8	75	386		
		29421	148.3	Y315M3-8	110	380		
		39228	144.5	Y355M1-8	132	380		
		49035	141.0	Y355M2-8	160	380		
		58842	130.9	Y355M3-8	200	380		
		68649	127.1		245	380		
		78456	123.4		280	6000		
		88263	119.8		320	6000		
		98070	116.2		320	6000		
	980	9807	216.5	Y280S-6	45	380		
		19614	211.6	Y315M1-6	90	380		
		29421	206.8	Y315M3-6	132	380		
		39228	203.0	Y355M2-6	200	380		
		49035	199.6	Y355M3-6	250	380		
		58842	189.7		280	380		
		68649	186.0		310	6000		
		78456	182.4		380	6000		
		88263	178.9		460	6000		
		98070	175.5		460	6000		
L84WD	580	9807	155.2	Y315S-10	45	380		
		19614	149.0	Y315M2-10	75	380		
		29421	144.1	Y355M2-10	110	380		
		39228	139.8	Y355M3-10	132	380		
		49035	135.8		180	380		
		58842	124.3		200	6000		
		68649	119.9		260	6000		
		78456	115.6		260	6000		
		88263	111.3		310	6000		
		98070	107.1		400	6000		
	730	9807	199.1	Y280M-8	45	380		
		19614	192.9	Y315M2-8	90	380		
		29421	188.0	Y355M1-8	132	380		
		39228	183.7	Y355M2-8	160	380		
		49035	179.8	Y355M3-8	200	380		
		58842	168.5		245	380		
		68649	164.2		280	6000		
		78456	160.1		320	6000		
		88263	156.0		380	6000		
		98070	152.0		475	6000		

PLC WORLD

（续）

型号	转速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	配套电动机 型号	功率 /kW	电压 /V	质量 /kg	鼓风机质量 /kg（未计电动机）
L84WD	980	9807	272.2	Y315S-6	75	380		
		19614	266.0	Y315M2-6	110	380		
		29421	261.1	Y355M2-6	110	380		
		39228	256.9	Y355M3-6	250	380		
		49035	253.0		280	380		
		58842	241.8		380	6000		
		68649	237.6		380	6000		
		78456	233.6		460	6000		
		88263	229.7		550	6000		
		98070	225.9		550	6000		

表 11-3 罗茨鼓风机性能参数表

型号	转速 /(r/min)	升压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	轴功率 /kW	配套电动机 型号	功率/kW
L93WDA	490	9.8	215640	41.81	Y355M1-12	90
		19.6	206290	83.62	Y355M1-12	90
		29.4	198840	125.43	Y355M3-12	132
		34.3	194760	146.34		165①
		39.2	192290	167.24		180
		49	186270	209.05		260①
		58.8	168550	250.86	Y500-1-12	280②
	580	9800	259.22	49.49	Y315M1-10	55
		19600	249.90	98.98	Y355M2-10	110 115
		29400	242.47	148.47		180
		34300	238.5	173.21		200①
		39200	235.97	197.95		260②
		49000	230.01	247.44		310②
		58800	212.82	296.93		400②
	730	9800	331.86	62.29	Y315M1-8	75
		19600	322.55	124.58	Y355M2-8	160
		29400	315.15	186.86	Y355M3-8	200
		34300	310.8	218		245
		39200	308.70	249.15		280②
		49000	302.81	311.44		380②
		58800	285.84	373.73		475②
L94WDA	490	9800	245.46	47.33	Y355M1-12	90
		19600	235.47	94.66	Y355M3-12	132
		29400	227.50	141.99		165①
		34300	223.4	165.66		210①
		39200	220.51	189.33		210①
		49000	214.10	236.06	Y500-1-12	280②
		58800	195.54	283.99		390①
	580	9800	294.8	56.02	Y315M2-10	75 65
		19600	284.83	112.05	Y355M3-10	132 130
		29400	276.88	168.07		180
		34300	272.56	196.0		230①
		39200	269.94	224.10		260②
		49000	263.60	280.12		310②
		58800	245.26	336.15		400②

PLC WORLD

（续）

型 号	转 速 /(r/min)	升 压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	轴功率 /kW	配套电动机 型 号	配套电动机 功率/kW
L94WDA	730	9800	377.04	70.51	Y315M1-8 Y355M2-8	75
		19600	367.08	141.03		160
		29400	359.17	211.54		245
		34300	354.6	246.8		280②
		39200	352.27	282.06		320②
		49000	345.98	352.57		380②
		58800	327.87	423.09		475②
L95WDA	490	9800	271.8	53.2		130
		19600	259.7	106		130
		29400	248	160		180
		34300	232.6	186.5		210①
		39200	239	213		260①
		49000	230	266		320①
		58800	205	319		390①
	580	9800	327	63		80
		19600	314	126		155
		29400	303	189		230①
		34300	297.6	220.5		280①
		39200	294	252		280①
		49000	286	315		350①
		58800	262	376		430①
	730	9800	412	78.6		110
		19600	398	157		180
		29400	387	235		310①
		34300	396.5	289		320②
		39200	377	314		370①
		49000	368	392		440①
		58800	341	471		570②
L102WDA	490	9800	343.6	66.3		130
		19600	329.2	132.7		180
		29400	317.8	199		210①
		39200	307.8	265		320①
		49000	298	331		390①
		58800	272	398		
	580	9800	412.7	78.6		95
		19600	398.5	157		180
		29400	387	235.7		280①
		39200	377	314		350①
		49000	368	392.8		430①
		58800	341.8	471		520①
L103WDA	490	9800	432.4	82.6		130
		19600	416.8	165		180
		29400	404	248		260①
		39200	393	330		390①
		49000	383	413		
		58800	353	496		
	580	9800	518	98		130
		19600	502	195		230①
		29400	490	293		350①
		39200	479	391		430①
		49000	469	489		520①
		58800	440	587		

PLC WORLD

（续）

型　号	转　速 /(r/min)	升　压 /Pa	进口流量 /(m^3/min)	轴功率 /kW	配套电动机 型　号	配套电动机 功率/kW
LI04WDA	490	9800	511	97		130
		19600	494	194		210①
		29400	480	291		320①
		39200	468	388		
		49000	457	485		
		58800	426	582		
	580	9800	612	115		130
		19600	595	230		280①
		29400	581	344		430②
		39200	569.7	459		520①
		49000	558.8	574		
		58800	527.7	689		
LJ05WDA	490	9800	596	112		130
		19600	578	225		320①
		29400	563	338		390①
		39200	550	450		
		49000	538	663		
		58800	504	676		
	580	9800	714	133		155
		19600	695	266		350①
		29400	680	400		430
		39200	667.9	533		
		49000	656	667		
		58800	622	800		

① 3000V 高压电动机。

② 6000V 高压电动机。

第二节　罗茨鼓风机的安装、调试、使用与维护

一、外形及安装尺寸

见图 11-2～图 11-9 及表 11-4～表 11-13。

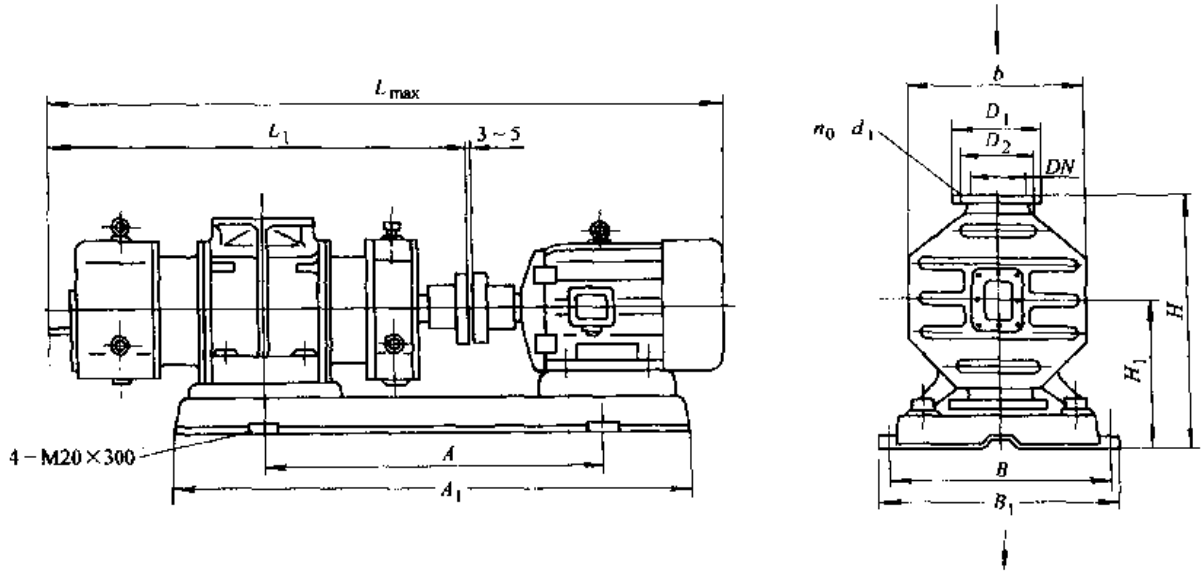


图 11-2　L2、…、L3WD 型罗茨鼓风机外形尺寸图

PLC WORLD

表 11-4　L2、…、L3WD 型罗茨鼓风机外形尺寸表　（mm）

风机型号	L_{max}	L_1	A_1	H	H_1	b	B_1	B	A	D_1	D_2	DN	n_0—d_1
L21WD	1104	625	774	432	260	312	490	452	474	160	130	65	4—ϕ13.5
L22WD	1274	670	937	444	260	312	533	495	573	190	150	80	4—ϕ17.5
L23WD	1339	735	1002	452	260	312	533	495	612	210	170	100	4—ϕ17.5
L32WD	1586	936	1191	545	355	665	605	405	691	240	200	125	8—ϕ18
L33WD	1671	1021	1275	545	355	665	605	405	775	265	225	150	8—ϕ18

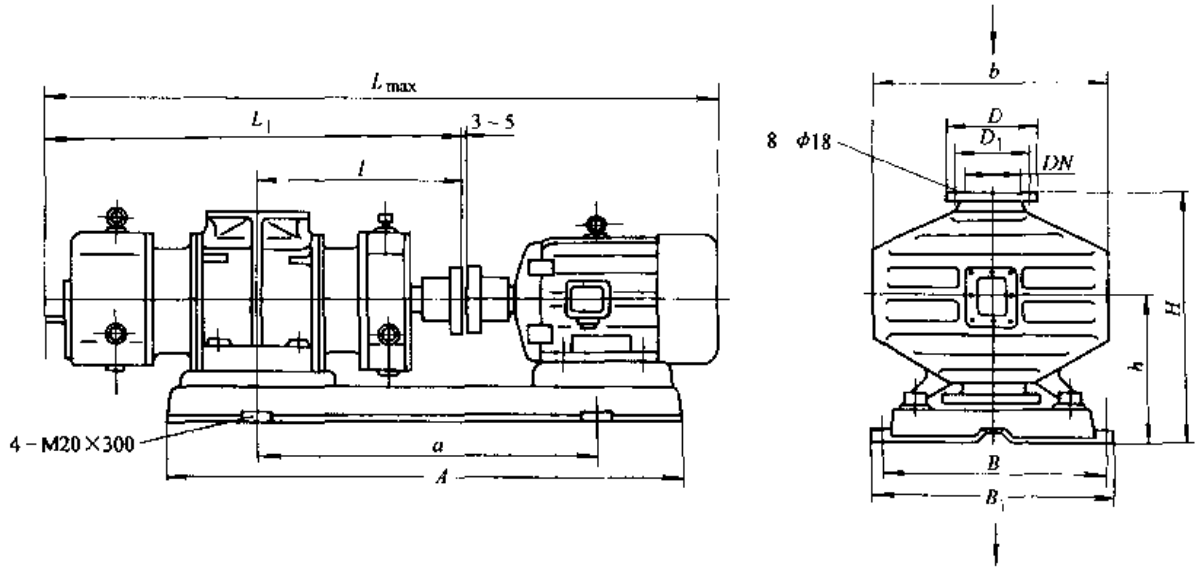


图 11-3　L41WD、L42WD、L43WD 罗茨鼓风机外形尺寸图

表 11-5　L41WD、L42WD、L43WD 罗茨鼓风机外形尺寸表　（mm）

风机型号	尺寸												
	DN	D	D_1	L_{max}	L_1	l	H	h	A	B_1	b	a	B
L41WD	125	240	200	1615	965	468			1142			812	
L42WD	150	265	225	1780	1065	518	635	410	1289	810	490	859	720
L43WD	200	320	280	1920	1140	556			1472			1027	

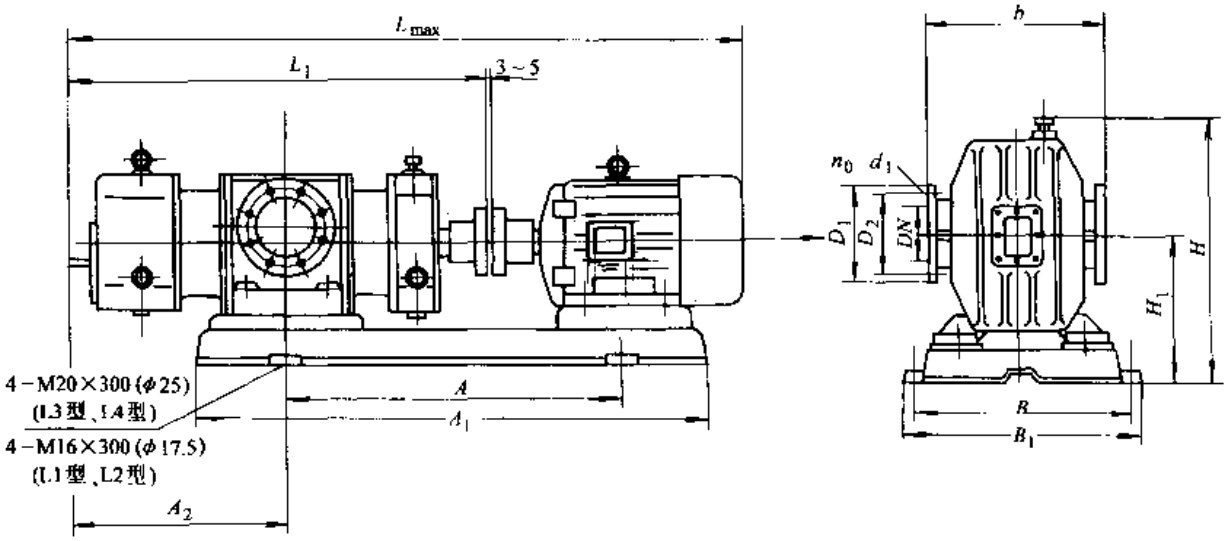


图 11-4　L13、…、L33LD 型罗茨鼓风机外形尺寸图

PLC WORLD

表 11-6　L13、…、L33LD 型罗茨鼓风机外形尺寸表　（mm）

风机型号	L_{max}	L_1	A_1	A_2	H	H_1	b	B_1	B	A	D_1	D_2	DN	n_0—d_1
L13LD	958	554	770	293	427	252	290	366	326	475	190	150	80	4—ϕ17.5
L14LD	1067	592	770	312	427	252	290	366	326	475	190	150	80	4—ϕ17.5
L22LD	1274	670	937	351.5	516	310	368	433	395	573	190	150	80	4—ϕ17.5
L23LD	1339	736.5	1002	385.5	516	310	384	433	395	612	210	170	100	4—ϕ17.5
L32LD	1586	936	1275	483	668	418	380	540	480	775	240	200	125	8—ϕ18
L33LD	1801	1021	1275	526	668	418	380	540	480	775	240	200	125	8—ϕ18

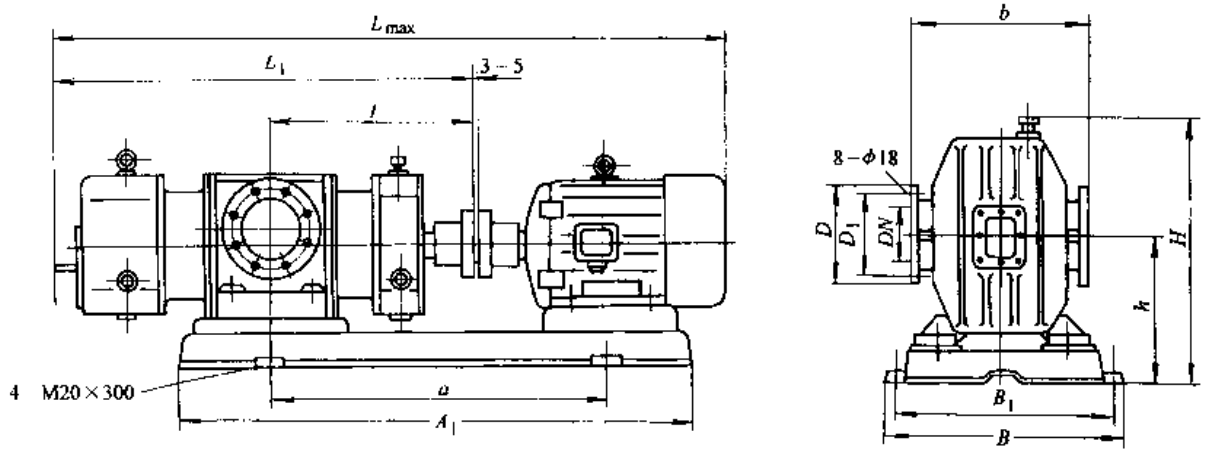


图 11-5　L41LD、L42LD、L43LD 罗茨鼓风机外形尺寸图

表 11-7　L41LD、L42LD、L43LD 罗茨鼓风机外形尺寸表　（mm）

风机型号	尺寸												
	DN	D	D_1	L_{max}	L_1	l	H	h	A	B	B_1	a	b
L41LD	125	240	200	1615	965	468			1142	625		812	535
L42LD	150	265	225	1780	1065	518	787	490	1289	630	450	859	540
L43LD	200	320	280	1920	1140	556			1472	650		1027	560

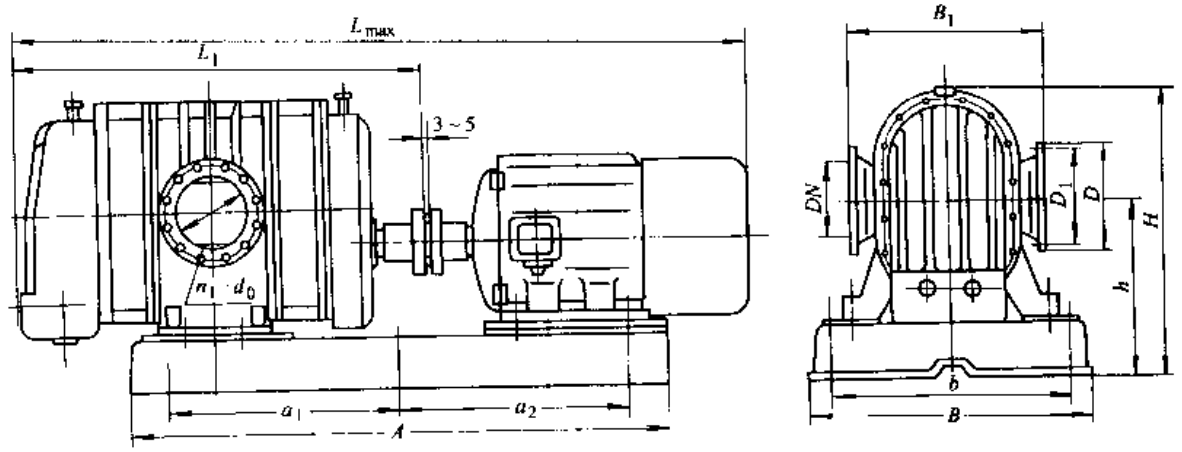


图 11-6　L51LD、…、L54LD
L61LD、…、L64LD 罗茨鼓风机外形尺寸图

PLC WORLD

表 11-8　L51LD、…、L54LD / L61LD、…、L64LD 罗茨鼓风机外形尺寸表　（mm）

风机型号	尺寸												
	DN	D	D_1	L_{max}	L_1	H	h	A	B	B_1	a_1	b	n_0—d_1
L51LD	125	240	200	2002	1177	854	530	1522	850	520	651	740	8—φ17.5
L52LD	200	320	280	2132	1282	854	530	1522	850	540	651	740	8—φ17.5
L53LD	250	375	335	2312	1377	854	530	1912	850	600	651	740	12—φ17.5
L54LD	250	375	335	2492	1487	854	530	1912	850	600	651	740	12—φ17.5
L61LD	200	320	280	2045	1361	1010	495	1900	980	660	850	880	8—φ17.5
L62LD	250	370	335	2340	1461	1010	495	1900	980	690	850	880	12—φ17.5
L63LD	300	440	395	2474	1571	1010	495	2170	980	720	965	880	12—φ17.5
L64LD	300	440	395	2655	1676	1010	495	2180	990	720	965	880	12—φ22

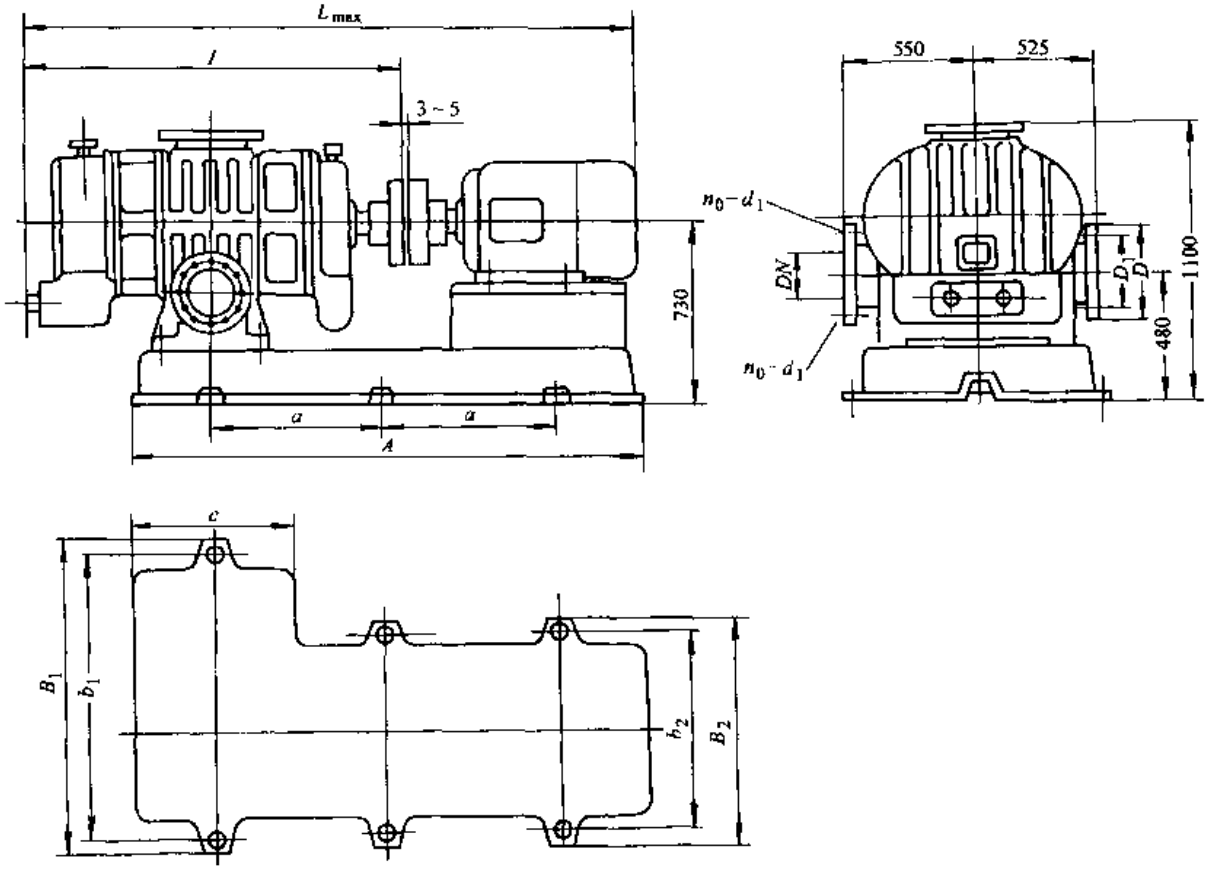


图 11-7　L71WD、…、L74WD 罗茨鼓风机外形图

表 11-9　L71WD、…、L74WD 罗茨鼓风机外形尺寸表　（mm）

产品型号	基础尺寸			进出口尺寸				外形尺寸						配套电动机系列
	a	b_1	b_2	D	D_1	DN	n_0—d_1	A	B_1	B_2	C	l	L_{max}	
L71WD	720	1095	780	φ375	φ335	250	12—φ18	2110	1165	850	670	1587	2860	Y 系列
L72WD	870	1215	900	φ440	φ395	300	12—φ22	2375	1295	980	730	1732	3032	Y JS 系列
L73WD	860	1335	1020	φ490	φ445	350	12—φ22	2520	1415	1100	800	1837	3152	Y JS 系列
L74WD	850	1335	1020	φ490	φ445	350	12—φ22	2635	1415	1100	920	1962	3377	Y JS 系列

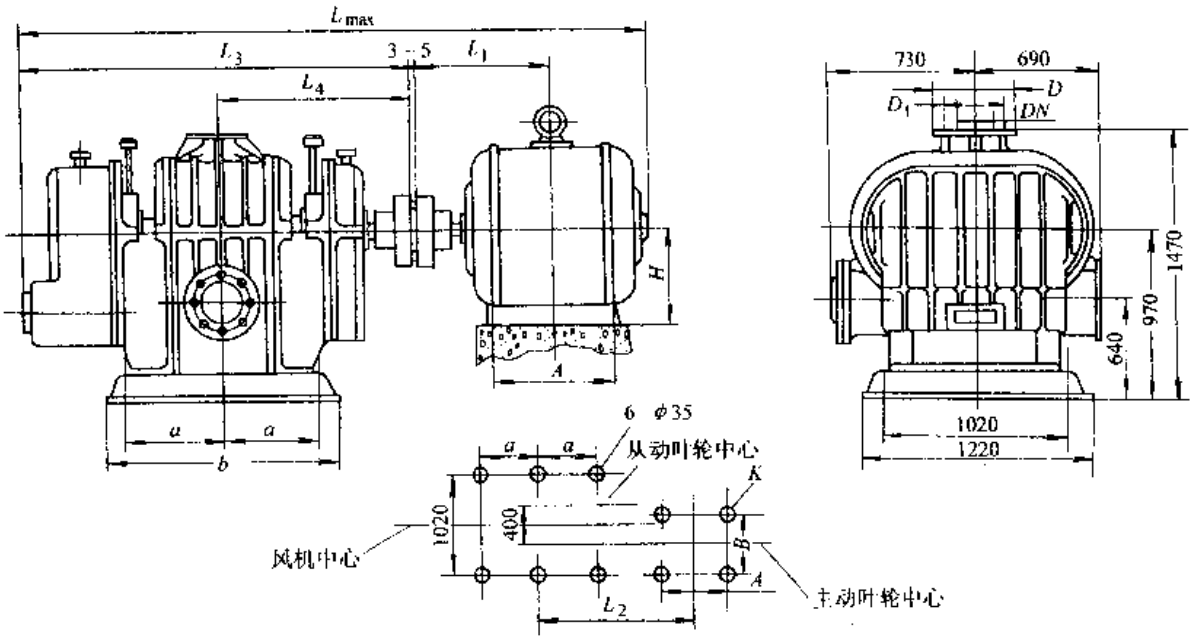


图 11-8　L81WD、…、L84WD 罗茨鼓风机外形图

表 11-10　L81WD、…、L84WD 罗茨鼓风机外形尺寸表　(mm)

风机型号	DN	D_1	D	L_3	L_4	L_{max}	a	b
L81WD	350	φ445	φ490	2080	970	3480	470	1140
L82WD	400	φ495	φ540	2210	1035	3615	535	1270
L83WD	450	φ550	φ595	2380	1120	3910	620	1440
L84WD	500	φ600	φ645	2580	1220	4470	720	1640

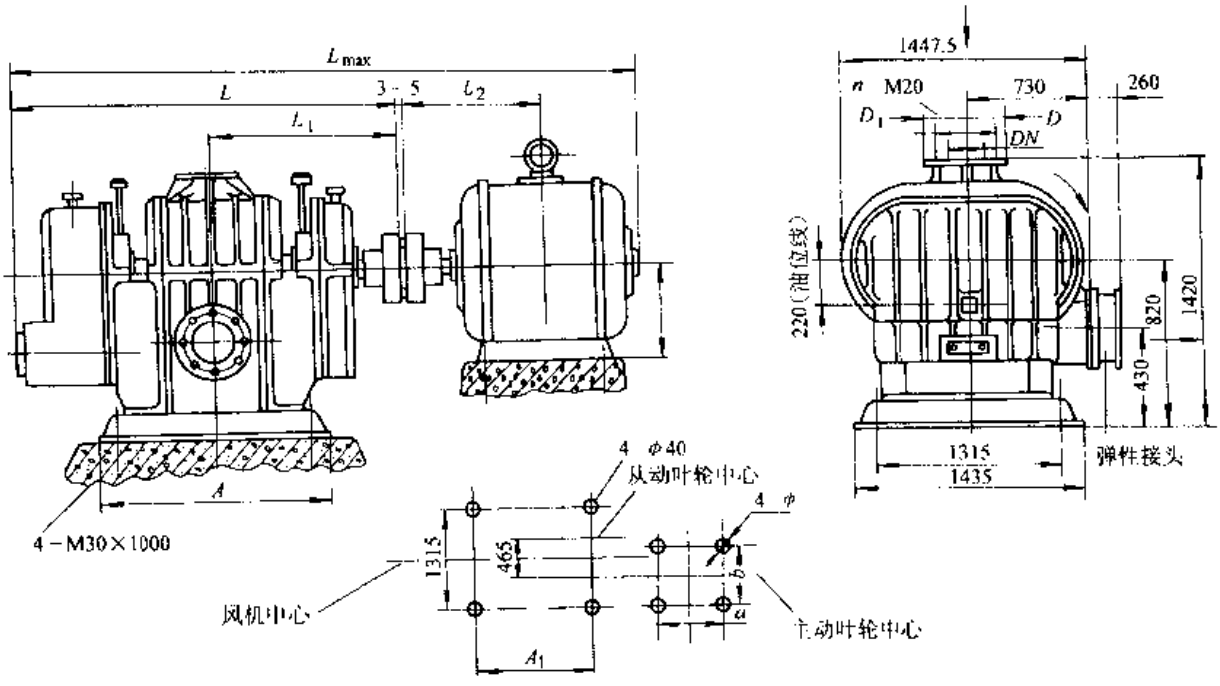


图 11-9　L9WDA 系列罗茨鼓风机外形安装尺寸图

PLC WORLD

表 11-11　L9WDA 系列罗茨鼓风机外形安装尺寸表　(mm)

风机型号	L_{max}	L	L_1	A	AA	D	DN	D_1	n—M20	主机重/kg
L93WDA	4745	2510	1185	840	960	755	685	600	24	6000
L94WDA	4865	2630	1245	960	1080	755	685	600	24	6500
L95WDA	5170	2750	1305	1080	1200	755	685	600	24	7000

尺寸 \ 电动机型号	Y315		Y355		Y400	Y450	Y500	JS		JS		JSQ		JSQ	
	M	S	M	L				125 126	127 128	136 137	138	1410 -10	1410 -8	151 158	1510 1512
a	457	406	560	630	1000	1120	1250	550	650	660	760	870	970	820	1020
b	508	508	610	610	710	800	900	710	710	790	790	940	940	1100	1100
ϕ	28	28	28	28	35	35	42	32	32	32	32	42	42	42	42
L_2	619.5	594	749	784	1055	1170	1355	770	820	840	890	1005	1005	950	1055
H	315		355		400	450	500	450		500		560		630	

表 11-12　L81WD、L82WD 罗茨鼓风机外形尺寸

风机型号	电动机型号	功率/kW	尺寸/mm					
			A	B	H	L_1	L_2	K
L81WD	Y225M-6	30	356	311	225	446.5	1421.5	19
	Y280M-6	55	457	419	280	541.5	1516.5	24
	Y315M1-6	90	508	457	315	619.5	1594.5	28
		95	620	590	375	760	1735	26
	Y315M2-6	110	508	457	315	619.5	1594.5	28
		115	620	590	375	760	1735	26
	Y355M1-6	160	610	560	355	709	1684	28
		155	710	550	450	770	1745	32
	Y355M1-6	160	610	560	355	709	1684	28
		185	710	650	450	820	1795	32
	Y225M-8	22	356	311	225	446.5	1421.5	19
	Y280M-8	45	457	419	280	541.5	1516.5	24
	Y315M-8	75	508	457	315	619.5	1594.5	28
		70	620	590	375	710	1685	26
	Y315M2-8	90	506	457	315	619.5	1594.5	28
		95	710	550	450	770	1745	32
	Y315M3-8	110	508	457	315	619.5	1594.5	28
		110	710	550	450	770	1745	32
	Y355M1-8	132	610	560	355	709	1684	28
		130	710	650	450	820	1795	32
	Y315S-10	45	508	406	315	594	1569	28
		45	620	490	375	660	1635	26
	Y315S-10	45	508	406	315	594	1569	28
		45	620	490	375	660	1635	26
	Y315M1-10	55	508	457	315	619.5	1594.5	28
		55	620	590	375	710	1685	26
	Y315M2-10	75	508	457	315	619.5	1594.5	28
		65	620	590	375	710	1685	26

PLC WORLD

（续）

风机型号	电动机型号	功率/kW	尺寸/mm					
			A	B	H	L_1	L_2	K
L81WD	Y355M1-10	90	610	560	355	709	1684	28
		80	710	550	450	770	1745	32
	Y355M2-10	110	610	560	355	709	1684	28
		95	710	550	450	770	1745	32
	Y250M-6	37	406	349	250	484.5	1524.5	24
	Y315S-6	75	508	406	315	594	1634	28
		75	620	490	375	710	1750	26
	Y315M2-6	110	508	457	315	619.5	1659.5	28
		115	620	590	375	760	1800	26
	Y355M1-6	160	610	560	355	709	1749	28
		155	710	550	450	770	1810	32
	Y355M2-6	200	610	560	355	709	1749	28
		185	710	650	450	820	1860	32
	Y355M3-6	250	610	560	355	709	1749	28
		215	710	650	450	820	1860	32
	Y250M-8	30	406	349	250	484.5	1524.5	24
	Y315S-8	55	508	406	315	594	1634	28
		60	620	490	375	660	1700	26
	Y315M2-8	90	508	457	315	619.5	1659.5	28
		80	620	590	375	710	1750	26
	Y315M3-8	110	508	457	315	619.5	1659.5	28
		110	710	550	450	770	1810	32
	Y355M1-8	132	610	560	355	709	1749	28
		130	710	650	450	820	1860	32
	Y355M2-8	160	610	560	355	709	1749	28
		155	710	650	450	820	1860	32
	Y315S-10	45	508	406	315	594	1654	28
		45	620	490	375	660	1700	26
	Y315S-10	45	508	406	315	594	1634	28
		45	620	490	375	660	1700	26
	Y315M2-10	75	508	457	315	619.5	1659.5	28
		65	620	590	375	710	1750	26
	Y355M1-10	90	610	560	355	709	1749	28
		95	710	550	450	770	1810	32
	Y355M2-10	110	610	560	355	709	1749	28
		115	710	650	450	820	1860	32
	Y355M3-10	132	610	560	355	709	1749	28
		130	710	650	450	820	1860	32

表 11-13 L83WD、L84WD 罗茨鼓风机外形尺寸表

风机型号	电动机型号	功率/kW	尺寸/mm					
			A	B	H	L_1	L_2	K
L83WD	Y280S-6	45	457	368	280	516	1641	24
	Y315M1-6	90	508	457	315	619.5	1744.5	28
		95	620	590	375	760	1885	26
	Y315M3-6	132	508	457	315	619.5	1744.5	28

PLC WORLD

（续）

风机型号	电动机型号	功率/kW	尺寸/mm					
			A	B	H	L_1	L_2	K
L83WD		130	710	550	450	770	1895	32
	Y355M2-6	200	610	560	355	709	1834	28
		185	710	650	450	820	1945	32
	Y355M3-6	250	610	560	355	709	1834	28
		215	710	650	450	820	1945	32
	JS137-6	280	790	760	500	890	2015	32
	Y280S-8	37	457	368	280	516	1641	24
	Y315M1-8	75	508	457	315	619.5	1744.5	28
		70	620	590	375	710	1835	26
	Y315M3-8	110	508	457	315	619.5	1744.5	28
		110	710	550	450	770	1895	32
	Y355M1-8	132	610	560	355	709	1834	28
		130	710	650	450	820	1945	32
	Y355M2-8	160	610	560	355	709	1834	28
		180	790	660	500	840	1965	32
	Y355M3-8	200	610	560	355	709	1834	28
		210	790	660	500	840	1965	32
	Y315S-10	45	508	406	315	594	1719	28
		45	620	490	375	660	1785	26
	Y315M1-10	55	508	457	315	619.5	1744.5	28
		55	620	590	375	710	1835	26
	Y355M1-10	90	610	560	355	709	1834	28
		80	710	550	450	770	1895	32
	Y355M2-10	110	610	560	355	709	1834	28
		115	710	650	450	820	1945	32
	Y355M3-10	132	610	560	355	709	1834	28
		130	710	650	450	820	1945	32
	JS138-1	160	790	660	500	840	1965	32
L84WD	Y315S-6	75	508	406	315	594	1819	28
		75	620	490	375	710	1935	26
	Y315M2-6	110	508	457	315	619.5	1844.5	28
		115	620	590	375	760	1985	26
	Y355M2-6	110	610	560	355	709	1934	28
		185	710	650	450	820	2045	32
	Y355M3-6	250	610	560	355	709	1934	28
		215	710	650	450	820	2045	32
		280	790	760	500	890	2115	32
		380	940	970	560	1055	2280	42
	Y280M-8	45	457	419	280	541.5	1766.5	24
	Y315M2-8	90	508	457	315	619.5	1844.5	28
		95	710	550	450	770	1995	32
	Y355M1-8	132	610	560	355	709	1934	28
		130	710	650	450	820	2045	32
	Y355M2-8	160	610	560	355	709	1634	28
		180	790	660	500	840	2065	32
	Y355M3-8	200	610	560	355	709	1934	28

PLC WORLD

（续）

风机型号	电动机型号	功率/kW	尺寸/mm					
			A	B	H	L_1	L_2	K
L84WD		210	790	660	500	840	2065	32
		245	790	760	500	860	2115	32
	Y315S-10	45	508	406	315	594	1819	28
		45	620	490	375	660	1885	26
	Y315M2-10	75	508	457	315	619.5	1844.5	28
		65	620	590	375	710	1935	26
	Y355M2-10	110	610	560	355	709	1934	28
		115	710	650	450	820	2045	32
	Y355M3-10	132	610	560	355	709	1934	28
		130	710	650	450	820	2045	32
		180	790	760	500	890	2115	32
		200	940	870	560	1005	2230	42

二、装配间隙及调整

1. 装配间隙　罗茨鼓风机的叶轮与叶轮之间及叶轮与机体之间存在的相对运动，处于非接触式的，故必须有合适的工作间隙，才能既达到密封作用又能保证风机正常运转。

装配间隙系 20℃时的理论静态间隙值，能保证在额定工况下满足动态时所需的工作间隙。为此，装配间隙乃是保证风机性能和安全运转的重要因素。每台风机出厂时，都已对装配间隙经运行调妥，用户不得随意变动。L 型罗茨鼓风机的装配间隙见表 11-14～表 11-18。

表 11-14　L4$^{L}_{W}$D 型罗茨鼓风机的装配间隙

部位和名称	代号	数值/mm
叶轮与叶轮之间的啮合间隙	δ_1	0.16～0.28
叶轮与机壳之间的径向间隙	δ_2	0.2～0.28
叶轮与前墙板之间的轴向间隙(定位端)	δ_3	0.16～0.22
叶轮与后墙板之间的轴向间隙(自由端)	δ_4	0.2～0.28
同步齿轮副侧隙	c_n	0.08～0.12

表 11-15　L5LD 型罗茨鼓风机的装配间隙

部位和名称	代号	数值/mm
叶轮与叶轮之间的啮合间隙	δ_1	0.23～0.37
叶轮与机壳之间的径向间隙	δ_2	0.2～0.3
叶轮与前墙板之间的轴向间隙(定位端)	δ_3	0.2～0.3
叶轮与后墙板之间的轴向间隙(自由端)	δ_4	0.3～0.4
同步齿轮副侧隙	c_n	—

PLC WORLD

表 11-16　L6LD 型罗茨鼓风机的装配间隙

部　位　和　名　称	代　号	数　值/mm
叶轮与叶轮之间的啮合间隙	δ_1	0.35～0.45
叶轮与机壳之间的径向间隙	δ_2	0.25～0.35
叶轮与前墙板之间的轴向间隙(定位端)	δ_3	0.30～0.40
叶轮与后墙板之间的轴向间隙(自由端)	δ_4	0.40～0.50
同步齿轮副侧隙	c_n	—

表 11-17　L7WD 型罗茨鼓风机的装配间隙

部　位　和　名　称	代　号	数　值/mm
叶轮与叶轮之间的啮合间隙	δ_1	0.35～0.55
叶轮与机壳之间的径向间隙	δ_2	0.25～0.35
叶轮与前墙板之间的轴向间隙(定位端)	δ_3	0.30～0.40
叶轮与后墙板之间的轴向间隙(自由端)	δ_4	0.40～0.60
同步齿轮副侧隙	c_n	0.10～0.18

表 11-18　L8WD 型罗茨鼓风机的装配间隙

部　位　和　名　称	代　号	数　值/mm
叶轮与叶轮之间的啮合间隙	δ_1	0.4～0.7
叶轮与机壳之间的径向间隙	δ_2	0.4～0.6
叶轮与前墙板之间的轴向间隙(定位端)	δ_3	0.45～0.55
叶轮与后墙板之间的轴向间隙(自由端)	δ_4	0.55～0.7
同步齿轮副侧隙	c_n	

在保证鼓风机性能及正常运行条件下，上述间隙值允许作适当调整。

2. 间隙 δ_1 的调整　拧松齿圈与齿毂紧固螺栓及拆下定位圆锥销、调节齿圈与齿毂的安装角度位置，即能达到调整间隙的效果。间隙调整后，必须修正定位销孔(或另置)，再以圆锥销定位，并紧固。在调整 δ_1 间隙时，应以叶轮旋转 360°来进行，如图 11-10 所示，A 点旋转 90° 时仅能测得 1/4 叶轮型线的啮合间隙。

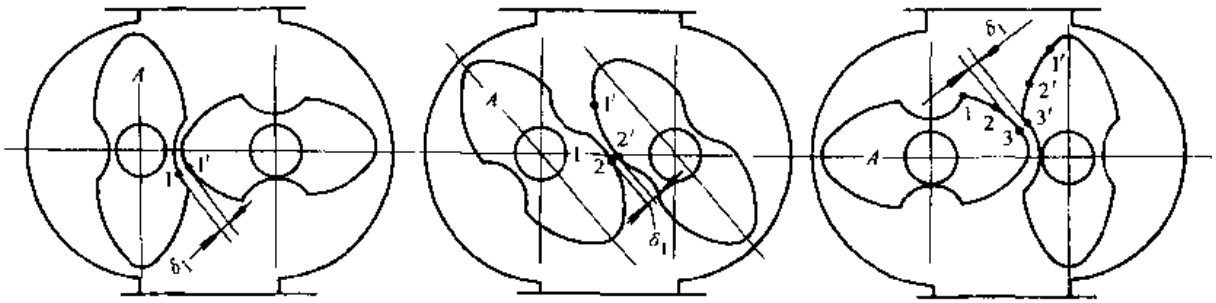


图 11-10　间隙 δ_1 的调整

3. 间隙 δ_2 的调整　拧松机壳与墙板的紧固螺栓，并拆下定位锥销，根据具体情况，调整机壳与墙板的相对位置，以达到调整叶轮与机壳的径向间隙。调整后，必须修正定位孔(或另

PLC WORLD

置)再以圆锥销定位。

4. 间隙 δ_3 和 δ_4 的调整 用定位端轴承座进行调整，至间隙 δ_3 与 δ_4 符合图样要求为止，然后在轴承座与墙板间垫上合适的垫片，最后紧固螺钉，即调整完毕。

间隙经调整后必须进行空负荷试运转。

三、润滑

采用飞溅润滑，润滑部位为同步齿轮和前后轴承

1. 主油箱 箱内置有冷却器和冷却润滑油。该油系提供同步齿轮和自由端轴承润滑之用。同步齿轮浸入规定油位的油池内，通过齿轮旋转以及甩油盘的作用形成飞溅供油系统。

2. 副油箱 油箱内的油系提供定位轴承润滑之用，通过甩油盘的作用，形成飞溅供油系统。

四、安装

L型鼓风机的安装，可参阅一般机械设备安装规范，除此以外尚需注意下列各项：

1）地脚螺栓孔采用二次灌浆法。

2）机组安装的基础面应浇成凸面并平整，根据进排气口的方向和维修需要，基础面四周应留有适当宽裕的地位。

3）安装时首先检查机体内并确认无杂物时，即封闭进排气口，彻底清除管道内的铁锈和焊渣等杂物，然后与风机接通；要求各法兰接合面不漏气，清洗主副油箱。

4）当输送空气介质，其含尘量超过100mg/m^{3}时，建议在进气口消声器前端装置空气滤清器。

5）消声器应设置于靠近鼓风机进排气口处(压力仪表之前)。

6）在靠近鼓风机进排气口的直管段上，应装置压力仪表，当风机处于超负荷运行时，仪表应能反映出或发出报警信号。

7）为了保证鼓风机安全运行，机器不允许承载管道、阀门、框架等外加负荷；此种负荷必须设法用支承承托。要求在进排气口管道上装置膨胀管(波纹管)以消除管道振动和热变形影响。

8）安装时必须找准风机与电动机的正确位置，允许底座与地面采用调整垫铁来进行调整水平，其允差为0.2mm/1000mm。

9）安装时绝对不允许破坏风机的装配间隙。安装后，盘动鼓风机转子，应转动灵活，无撞击和摩擦现象。

10）冷却水的进水口前需配置调节阀，但不应将调节阀装置在出水口端。

五、使用

1. 使用要求

1）进口气体温度不大于40℃。

2）气体中固体微粒含量不大于100mg/m^3、微粒最大尺寸应不大于装配间隙表中所规定的最小工作间隙之半。

3）煤气的含煤焦油指标应符合城市煤气设计规范的规定。

4）轴承温度最高不超过95℃。

5）润滑油温度最高不超过65℃。

6）不得超过标牌规定的升压范围。

2. 鼓风机起动前的准备工作

1）检查各紧固件和定位销的安装质量。

2）检查进、排气管道和阀门等安装质量。

PLC WORLD

3）检查鼓风机的装配间隙是否符合要求。

4）检查鼓风机与电动机的找中、找正质量。

5）检查机组的底座四周是否全部垫实，地脚螺栓是否紧固。

6）向油箱注入规定牌号的全损耗系统用油至二条油位线的中间，润滑油牌号随季节温度或工作环境温度的变化而定。

7）向冷却部通水，冷却水温度不高于25℃。

8）全部打开鼓风机进、排气口阀门、盘动转子，注意倾听各部分有无不正常的杂声。

9）检查电动机转向是否符合指向要求，把负载控制器调整到允许额定值。

3. 鼓风机空负载试运转

1）新安装或大修后的风机都应经过空负载试运转。

2）罗茨鼓风机空负载运转的概念是：在进排气口阀门全开的条件下投入运转。

3）试运转时应观察润滑油的飞溅情况是否正常，如过多或过少都应调整油量。

4）没有不正常的气味或冒烟现象及碰撞或摩擦声，轴承部位的径向振动速度不大于6.3mm/s。

5）空负载运行30min左右，如情况正常，即可投入带负载运转；如发现运行不正常，进行检查排除后仍需作空负载试运转。

4. 鼓风机正常带负载持续运转

1）要求逐步缓慢地调节，带上负载，直至额定负载，不允许一次调节至额定负载。

2）所谓额定负载，系指进、排气口之间的静压差，在排气口压力正常情况下，须注意进气口压力变化，以免超负载。

3）风机正常工作中，严禁完全关闭进、排气口阀门，也不准超负载运行。

4）由于罗茨鼓风机的特性，不允许将排气口气体长时间地直接回流入鼓风机的进气口(改变了进气口温度)，否则必将影响机器的安全。如需采取回流调节，则必须采用冷却措施。

5）鼓风机在额定工况下运行时，各滚动轴承的表面温度一般不超过95℃，油箱内润滑油温度不超过65℃，轴承部位的振动速度不大于6.3mm/s。

6）要经常注意润滑油的飞溅情况，及油量位置。

5. 停车　鼓风机不宜在满负载情况下突然停车，必须逐步卸负载后再停车，以免损坏机器，关于紧急停车原则，用户可另行拟定细则明确之。

六、维护与检修

鼓风机的安全运行及使用寿命，取决于正确而经常地维护和保养，除了要注意一般性的维修规程外，对下述各点要着重注意。

1）检查各部位的紧固情况及定位销是否有松动现象。

2）鼓风机机体内部无漏水、漏油现象。

3）鼓风机机体内部不能有结垢、生锈和剥落现象存在。

4）注意润滑和冷却情况是否正常，注意润滑油的质量、经常倾听鼓风机运行有无杂声，注意机组是否在不符合规定的工况下运行。

5）鼓风机的过载，有时不是立即显示出来的，所以要注意进、排气压力、轴承温度和电动机电流的增加趋势来判断机器是否运行正常。

6）拆卸机器前，应对机器各配合尺寸进行测量，作好记录，并在零部件上作好标记，以保证装配后维持原来配合要求。

PLC WORLD

7）新机器或大修后的鼓风机，油箱应加以清洗，并按使用步骤投入运行，建议运行 8h 后更换全部润滑油。

8）维护检修应按具体使用情况拟订合理的维修制度，按期进行，并作好记录；建议每年大修一次，并更换轴承和有关易损件。

七、故障及排除方法

由于罗茨鼓风机所发生故障的原因涉及使用条件和运行情况等多方面因素，难以阐明其原因和排除方法，需根据实际情况予以分析后排除，表 11-19 所列情况仅属一般常规故障及排除方法。

表 11-19 故障及排除方法

故障现象	发生原因	排除方法
风量不足	1. 叶轮与机体因磨损而引起间隙增大	更换磨损零件
	2. 配合间隙有所变动	按要求调整
	3. 系统有泄漏	检查后排除
电动机超载	1. 系统压力变化	
	1）进口过滤器堵塞或其它原因造成阻力增高，形成负压（在出口压力不变情况下，升压增高）	检查后排除
	2）出口系统压力增加	检查后排除
	2. 零部件不正常所引起	
	1）静、动件发生摩擦	调整间隙
	2）齿轮损坏	更换
	3）轴承损坏	更换
温度过高	1. 机体	
	1）由于压比值 $p_{出}/p_{进}$ 增大	检查后排除
	2）由于进口气体温度增高	检查后排除
	3）静、动件发生摩擦	调整间隙
	2. 轴承	
	1）轴承损坏	更换
	2）润滑油过多或不足	调整油量
	3）润滑油油温过高或油质欠佳	见“第 3 条润滑油”所述
	3. 润滑油	
	1）冷却水断路或水量不足	检查后排除或调节
	2）齿轮啮合不正常或损坏	检查后调整或更换
	3）轴承损坏	更换
	4）油质欠佳	更换
叶轮与叶轮之间发生撞击	1. 齿轮圈与齿毂紧固件松动，发生位移 δ_1 超值	调整间隙后定位并紧固
	2. 齿面磨损，因而齿隙增大，导致叶轮之间间隙变化	按间隙 δ_1 的调整方法
	3. 齿轮与叶轮键松动	更换键
	4. 主从动轴弯曲超限	校正或更换轴
	5. 机体内混入杂质或由于介质所形成之结垢	消除杂质或结垢
	6. 滚动轴承磨损、游隙增大	更换
	7. 超额定压力运行	检查超压原因后排除
叶轮与机壳径向发生摩擦	1. 间隙 δ_2 超值	按间隙 δ_2 的调整方法
	2. 滚动轴承磨损，游隙增大	更换
	3. 主从动轴弯曲超限	校直或更换
	4. 超额定压力运行	检查超压原因后排除

PLC WORLD

（续）

故障现象	发　生　原　因	排除方法
叶轮与墙板之间发生摩擦	1. δ_3、δ_4 间隙超允许值 2. 叶轮与墙板端面附粘着杂质或介质结垢 3. 滚动轴承磨损、游隙增大	按本章“二、装配间隙及调整”中的 δ_3 和 δ_4 的调整方法 消除杂质和结垢 更换
振动超限	1. 转子平衡精度过低 2. 转子平衡被破坏，如煤气结构 3. 轴承磨损或损坏 4. 齿轮损坏 5. 地脚螺栓或其它紧固件松动	按 G6.3 级要求校正 检查后排除 更换 更换 检查后紧固
齿轮损坏	1. 超负荷运行或承受不正常之冲击 2. 润滑油量油过少，或油质不佳 3. 齿轮磨损其侧隙超过叶轮间隙 1/3 时	更换 更换 更换
轴承损坏	1. 润滑油质量不佳或供油量不足 2. 由于气体密封失效，致使腐蚀性气体（煤气）接触，短时期内造成轴承损坏 3. 长期超负荷运行 4. 超过额定的使用期限	更换 更换轴承，修复气体密封 更换 更换

八、主要生产厂家

主要鼓风机生产厂家介绍如下：

山西鼓风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L41WD、…、L84WD 型鼓风机；山东省章丘鼓风机厂生产：L13LD、…、L64LD、L21WD、…、L94WD 型鼓风机；四川鼓风机厂生产：L21LD、…、L64LD、L41WD、…、L105WDA 型；天津市鼓风机总厂生产：L31LD、…、L64LD、L72WD、…、L84WD 型；福州鼓风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L81WD、…、L94WD 型；南通石油化工机械厂生产：L51LD、…、L64LD、L81WD、…、L84WD 型；浙江省浦江县鼓风机厂生产：L41WD、…、L83WD、L41LD、…、L43LD 型；武汉鼓风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L41WD、…、L84WD 型；河南省周口风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L41WD、…、L84WD 型；武汉通风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L41WD、…、L84WD 型；北海市风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L41WD、…、L84WD 型；广州风机厂生产：L41LD、…、L64LD、L41WD、…、L84WD；山东省临沂风机厂生产：L31、…、L94 型鼓风机。

第三节　常用罗茨鼓风机的选型与应用

一、选型原则

罗茨鼓风机在国民经济各行业广泛应用，我国生产国家推广的 L 系列罗茨鼓风机，机型由 L1～L10 各机号，流量为 0.6～800m^3/min，升压 9.8～98kPa（1000～10000mmH_2O），这些鼓风机广泛地应用于水泥、化工、化肥、冶炼、污水处理、水产养殖、电力、城市煤气、气力输送等行业，满足国民经济的发展需要。罗茨鼓风机与离心鼓风机相比，具有强制送风的特点，离心鼓风机在压力变化时，流量变化很大，而罗茨鼓风机在压力变化时，流量变化甚微，具有强制送风的特性。罗茨鼓风机与压缩机相比，又有经济耐用的特点，且风量较大。

PLC WORLD

风机选型应根据被输送介质的性质，工艺流程所需的流量和压力来确定，用户定货，必须说明输送介质、流量、压力三个参数，在确定压力和流量时要考虑到管网阻力造成的压力损失和系统泄漏造成的流量损失，可通过理论计算得到，也可从同类装置类比推算。

二、水泥行业的选型与应用

1. 立窑煅烧送风 用立窑煅烧水泥，具有热耗低、投资少、效率高等特点，是我国小水泥行业的主要形式。煅烧水泥送风，由于罗茨鼓风机具有硬排气特性和压力自适应性，因而得到广泛的应用。水泥立窑而言，由于窑内料层高度的变化，其所需风压经常变化，窑内料层越高，所需风压也应越高，所需风量越应加大，而罗茨风机的硬排气特性能较好的满足这种要求。而离心鼓风机，风压增大后，流量大幅度减少，这就不能满足立窑的生产需要。因此，在水泥行业，罗茨鼓风机是立窑送风的最佳设备，机械化立窑与罗茨鼓风机的匹配见表 11-20。

表 11-20 机械化立窑与罗茨鼓风机匹配表

窑体规格	选配罗茨鼓风机	
内径 m × 高 m	流量 /(m^3/min)	升压 /kPa
1.5×6	80	19.6～29.4 (2000～3000mmH_2O)
1.7×6.5	100	19.6～29.4 (2000～3000mmH_2O)
1.7×7	100	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
2×7	160	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
2×8	160	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
2.2×8	200	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
2.2×8.5	200	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
2.5×10	250	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
2.8×10	300	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
3×11	300 350	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)
3.2×10	360 400	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)

注：常用机型：L63、L64、L7、L83、L84、L93、L94、L102

2. 回转窑生料输送均化 采用回转窑生产水泥，罗茨鼓风机用于生料输送均化，对生产进行浮腾，达到均化生料，对于此类风机，升压较高，一般为：

升压≥58.8kPa

流量：5～160m^3/min

常用机型：

L52、L53、L62、L63 罗茨鼓风机

三、化肥行业的选型与应用

罗茨鼓风机在化肥行业用来输送半水煤气，生产氮肥(合成氨)和尿素，由于输送介质为半水煤气，因此对气体泄漏要求严格，以免发生人身事故。风机行业根据化肥行业特点，设计填料密封，密封效果好，满足了化肥行业的需要，得到了广大用户好评，氮肥厂合成氨年产量与罗茨风机匹配表见表 11-21。

PLC WORLD

表 11-21　氮肥厂合成氨年产量与罗茨风机匹配表

年产量 t/年	输送介质	选配罗茨鼓风机		
		流量 /(m^3/min)	压力 /(kPa)	机型
3000	半水煤气	30	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L53
6000	半水煤气	40	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L62
8000	半水煤气	60	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L63
15000	半水煤气	80	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L64、L72
25000	半水煤气	160	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L82、L83
40000	半水煤气	250	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L84
60000	半水煤气	300	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L93
80000	半水煤气	360	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L94、L102
100000	半水煤气	400-450	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L102、L103

焦化厂年产量与罗茨鼓风机匹配表见表 11-22。

表 11-22　焦化厂年产量与罗茨鼓风机匹配表

年产量 万 t/年	输送介质	选配罗茨鼓风机		
		流量/(m^3/min)	升压/(kPa)	机型
2	煤气	30	34.3 (3500mmH_2O)	L53、L54
4	煤气	60	34.3 (3500mmH_2O)	L63、L64
10	煤气	80	34.3 (3500mmH_2O)	L64、L72
20	煤气	250	34.3 (3500mmH_2O)	L84

四、炼铁与铸造行业的选型与应用

中小型炼铁炉，冲天炉都需要罗茨鼓风机送风。它以其比高压离心式通风机风压高、性能稳定和使用可靠等优点而成为冶金和铸造厂的关键设备。

1. 炼铁炉与罗茨鼓风机匹配　见表 11-23。

表 11-23　炼铁炉与罗茨鼓风机匹配表

炼铁高炉	选配罗茨鼓风机		
容积 /m^3	流量 /(m^3/min)	升压 /(kPa)	机型
6～8	60	39.2 (4000mmH_2O)	L63、L64
13	80	39.2～49.0 (4000～5000mmH_2O)	L64、L72
17	140	49.0 (5000mmH_2O)	L82、L83
28	200	49.0 (5000mmH_2O)	L83、L84
50	250	49.0 (5000mmH_2O)	L84

2. 铸造用冲天炉与罗茨鼓风机匹配　见表 11-24。

PLC WORLD

表 11-24 铸造用冲天炉与罗茨鼓风机匹配表

冲天炉	选配罗茨鼓风机		
熔化率 /(t/h)	流量 /(m^3/min)	升压 /(kPa)	机型
1	22	19.6～24.5 (2000～2500mmH_2O)	L43、L52
2	40	17.6～24.5 (2000～2500mmH_2O)	L53、L54
3	60	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)	L63、L64
5	86	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)	L72、L73
7	120	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)	L83、L82
10	150	29.4～34.3 (3000～3500mmH_2O)	L83、L84

五、化工行业的选型与应用

在化工行业，罗茨鼓风机在硫酸厂用作输送二氧化硫。在炸药厂输送硝烟气体。输送二氧化硫采用一般材质罗茨风机，输送硝烟等强腐蚀气体时，可选用耐腐蚀不锈钢风机。

硫酸厂的年产量与罗茨鼓风机匹配表见表 11-25。

表 11-25 硫酸厂的年产量与罗茨鼓风机匹配表

年产量 /(t/年)	输送介质	选配罗茨鼓风机		
		流量 /(m^3/min)	升压/(kPa)	机型
500	二氧化硫	40	34.3～49.0 (3500～5000mmH_2O)	L53、L54
1000	二氧化硫	80	34.3～49.0 (3500～5000mmH_2O)	L64、L72
1500	二氧化硫	120	34.3～49.0 (3500～5000mmH_2O)	L82、L83
2000	二氧化硫	160	34.3～49.0 (3500～5000mmH_2O)	L83
3000	二氧化硫	250	34.3～49.0 (3500～5000mmH_2O)	L84

六、污水处理行业的选型与应用

罗茨鼓风机用于污水自理厂是为生化反应充氧。在选用风机时，风压取决于水深，管道阻力和水的粘度，风量取决于水的体积，对于小型污水处理设备，罗茨风机的升压一般为 34.3～39.2kPa (3500～4000mmH_2O)，流量为 10m^3/min 以下。但现在也有较大的风机用于污水处理，流量达到 60m^3/min，相当于 L6 号机。常用的 10m^3/min 以下风机型号为 L1、L2、L3。

七、其它行业的选型与应用

1. 水产养殖行业　罗茨风机以其风量大，压力适宜和输出气体不含油污的优点，广泛用于水产养殖行业，进行充气除了可以增加水中溶解氧的含量之外，还可以加快水中某些有害物质的氧化分解，对净化水质有重要作用，对于育虾苗水体积每分钟的送气量应达到总水体积分数的 1.5%以上。压力的选取，应根据：

1）水深。

2）输气管长度和粗细。

3）气泡的局部损失。

一般情况：1m 水深　　升压　19.6kPa (2000mmH_2O)

1～1.5m　　升压　29.4kPa (3000mmH_2O)

PLC WORLD

1.5m 以上　　升压　39.2kPa 或更高(4000mmH_2O 以上)

2. 压力输送行业　目前生产的 L23WD 罗茨风机用于面粉厂压力输送面粉，罗茨风机由于具有压力自适应性，把面粉送入粮仓后，压力随之消失，这种特性是任何一种风机都无法比的。

压力的选取，根据：

1）管道长度。

2）阻力大小。

3）输送物料比。

具体型号由有关设计单位确定，一般为

升压　49.0～68.6kPa

流量　2～25m^3/min

3. 电力行业选型和应用

1）大型火力发电厂应用罗茨鼓风机，主要是 30 万 kW 火力发电机组的单位，采用负压除灰中灰斗气化风机和灰库气化风机，风机将灰浮腾，增加流动性。

一般灰斗气化风机性能参数为

升压　68.6kPa (7000mmH_2O)左右

流量　5～8m^3/min

2）电厂应用罗茨鼓风机另一个作用是负压吸收煤粉清洁卫生用，现在应用的型号多为 L63LD，流量 40～70m^3/min，升压 49.0kPa 左右。

4. 城市煤气管道行业　随着城市建设的发展，煤气管道逐步进入千家万户，罗茨风机以其压力高，密性能好等特点，可满足各场合应用。

一般输送煤气常用风机性能参数为

压力　68.6kPa (7000mmH_2O)

流量　40、60、80m^3/min，可选用 L71～L74WD 型风机。

第四节　ZLX 系列消声器

一、简介

ZLX 型罗茨鼓风机消声器，是为全国联合设计的 L 型罗茨鼓风机系列产品而研制的消声器，它采用带有中间吸声芯的阻性环形结构，用超细玻璃棉作为吸声材料，并且有压力损失小、消声效果好、结构简单、装拆方便等优点，可适配于更新的罗茨鼓风机 L 系列和旧的罗茨鼓风机进、出口出气口上，也可用于其它离心鼓风机、离心通风机。配用消声器后可获得消声值≥25dB(A)的消声效果。

二、产品名称

ZLX 型罗茨鼓风机系列消声器分为 ZLX-1、ZLX-2、…、ZLX-9 共九个机号。示例：ZLX-6

Z　表示阻性消声。

L　表示罗茨鼓风机。

X　表示消声器。

-6　表示第 6 号消声器。

三、主要性能参数

PLC WORLD

1. 消声器的消声量以倍频程消声值表如表 11-26 所示。

表 11-26　消声值　〔dB(A)〕

型号 \ 频率/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
ZLX-1	7	10	17	36	40	40	37	35
ZLX-2	10	12	30	34	31	37	40	34
ZLX-3	8	11	31	36	40	38	39	33
ZLX-4	14	18	40	43	41	40	44	34
ZLX-5	15	17	34	38	32	40	38	36
ZLX-6	9	15	38	39	36	40	38	32
ZLX-7	10	13	39	35	38	40	42	36
ZLX-8	12	16	36	40	40	38	39	34
ZLX-9	13	17	33	38	40	38	39	33

2. 消声器的阻力系数 $\xi \leqslant 1.0$

消声器压力损失　$\Delta p = \xi \frac{v^2}{2} \rho$

式中　v——消声器内气流平均速度(m/s)；

ρ——气体密度(kg/m^3)。

消声器总压力损失包括两端变径管，在 20m/s 风速以下为 134.14 (Pa)

3. 消声器允许使用范围：

消声器内平均气流速度　$v \leqslant 20$m/s

消声器内气体温度　≤200℃

消声器允许承受的最大气体静压　≤58842Pa

气体含尘量≤150mg/m^3

消声器不允许在有油雾、水雾、水蒸气雾的气体条件下工作，不允许腐蚀性气体通过。

对于有特殊使用要求时，应订货时说明。

四、性能及外形尺寸

消声器性能、外形尺寸及适配风机的选用见表 11-27 及附图 11-11。

五、安装、使用与维护

1) ZLX 型消声器直接安装于罗茨鼓风机敞开的进、出气口上，也可以串接在进、出气管道上，允许垂直或水平安装，但应以近风机安装为宜。

2) 安装时，消声器连接法兰面上应使用橡胶板等弹性垫以隔断固体传声，并保证气密。

3) 安装时，消声器本身的质量不应直接支承在风机上，以免引起变形，可以用适当的支架在消声器外壳或法兰部位支承其质量。

4) 在可能有杂物吸入消声器的环境下，消声器进气口应加装钢板网等必要的防护网罩。消声芯应定期检修。

5) 当消声器的法兰尺寸与连接管道不相适配时，允许通过变径管连接。

6) 消声器也可以安装在密闭的机房侧墙

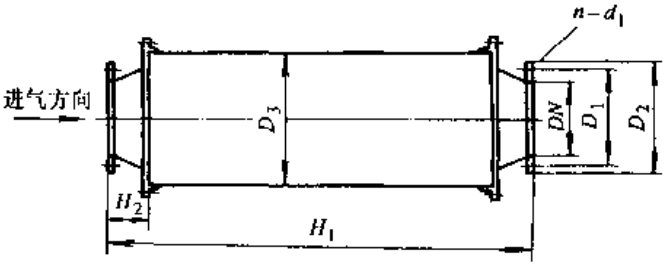


图 11-11　ZLX 系列消声器外形及安装尺寸图

表 11-27 ZLX型消声器外形尺寸及性能参数表

消声器型号	配用风机流量/(m^3/min)	消声器尺寸/mm						n_0—d_1	通道面积/m^2	片间流速/(m/s)	适配风机	消声器质量/kg	注
		DN	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2						
ZLX-1	5 ~ 20	80	150	190	470	1500	150	4—ϕ17.5	0.057	1.5 ~ 6		145	
		100	170	210	470	1500	150	4—ϕ17.5					
		125	200	240	470	1500	150	8—ϕ18			L41WD L41LD L51LD		
		150	225	265	470	1500	150	8—ϕ18			L42WD L42LD		
ZLX-2	20 ~ 43	150	225	265	510	1500	150	8—ϕ18	0.079	4.2 ~ 9.1	L42WD L42LD	215	
		200	280 〔289〕	320 〔300〕	510	1500	150	8—ϕ17.5			L43WD L43LD L52LD L52WD L61LD [D36:20m^3/min]〔D36:40m^3/min〕		
		250	335	375	510	1500	150	12—ϕ17.5			L53LD L54LD L62LD		
ZLX-3	40 ~ 65	250	335	375	540	1700	150	12—ϕ17.5	0.063	10.6 ~ 17	L71WD	267	
		300	395	440	540	1700	150	12—ϕ22			L63LD (730r/min) L64LD (730r/min)		
ZLX-4	60 ~ 90	300	395 〔386〕	440 〔430〕	650	1900	150	12—ϕ22	0.103	9.7 ~ 14.6	L63LD (980r/min) L64LD (980r/min) [D36:60m^3/min]〔D36:80m^3/min〕	357	
ZLX-5	90 ~ 127	350	445	490	700	2000	200	12—ϕ22	0.095	15.8 ~ 22.3	L73WD L74WD L81WD	419	
ZLX-6	120 ~ 170	400	495	540	800	2200	200	16—ϕ22	0.150	13.3 ~ 18.9	L82WD	551	
ZLX-7	160 ~ 217	450	550	595	850	2400	200	16—ϕ22	0.189	14.1 ~ 19.1	L83WD L91WD	829	
		500	600	645	850	2400	200	20—ϕ22			L84WD (580r/min)(730r/min)		
ZLX-8	200 ~ 272	500	600	645	900	2600	200	20—ϕ22	0.245	13.6 ~ 18.5	L84WD (980r/min) L92WD	941	
ZLX-9	250 ~ 360	550	655	705	1000	3000	200	20—ϕ26	0.285	14.6 ~ 21	L93WD	1273	
		600	705	755	1000	3000	200	20—ϕ26			L94WD		

PLC WORLD

或屋顶上，而不与风机直接连接，以达到密闭隔声及通风降温的目的，一般可以取得良好的效果。

7）安装消声器时应按具体情况采用相应的隔声、吸声等必要措施，以降低机壳辐射噪声，达到综合治噪的目的。

8）消声器使用、运输、储存过程中应避免雨水、油雾、水蒸气等直接进入消声器，并应避免大量含尘气体或腐蚀性气体进入消声器以延长使用寿命。

9）ZLX 型消声器除了与 L 型罗茨鼓风机配套外，也可以在本消声器允许使用范围内与其它风机配套使用。

10）本系列消声器两端采用平面对焊钢制管法兰（*p*N0.25MPa，GB9115.1—88）。也可根据用户要求另行制作。

六、消声装置用电动执行器（表 11-28）

表 11-28 DKJ 型电限位角行程电动执行器

输出力矩/（N·m） / 输入阻抗/Ω / 信号		100 N·m	250 N·m	600 N·m	1600 N·m	4000 N·m	6000 N·m
0～10/mA	200Ω	DKJ-220A	DKJ-320A	DKJ-420A	DKJ-520A	DKJ-620A	DKJ-720A
4～20/mA	250Ω						

注：生产厂家：天津仪器仪表公司。

PLC WORLD

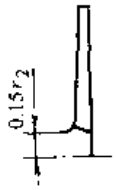
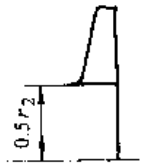
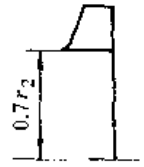
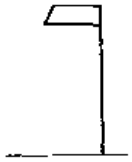
第十二章　常用离心式通风机的性能

第一节　常用离心式通风机的形式、型号

一、离心式通风机的主要结构形式(表 12-1)

表 12-1 绘出了不同形式离心通风机的结构示意图及其相应的 φ、ψ_t、n_s、σ、D_0 系数。表 12-1 也可看成是按比转速将叶轮进行分类的示意图表。表 12-1 中最后一项是贯流式通风机。

表 12-1　离心式通风机的主要形式和各种系数

叶轮形式	φ	ψ_t	$n_s=138\frac{\varphi^{\frac{1}{2}}}{\psi_t^{-\frac{1}{4}}}$	$\sigma^{①}=\frac{n_s}{138}$	$D_1^{②}$
	0.00185	1.1	5.52	0.04	23.64
	0.03	1.1	22.3	0.162	5.87
	0.13	1.0	49.8	0.361	2.75
	0.2	0.6	90.5	0.656	1.95
	0.3	0.75	93.8	0.68	1.69
	1	2～3	82～60.5	0.595～0.438	1.18～1.31

PLC WORLD

（续）

叶 轮 形 式	φ	ψ_t	$n_s=138\frac{\varphi^{\frac{1}{2}}}{\psi_t^{\frac{3}{4}}}$	$\sigma^{①}=\frac{n_s}{138}$	$D_s^{②}$
	1	2～4	82～48.8	0.6～0.35	1.18～1.4

① σ——转速系数。表示某通风机叶轮转速 n 与模型叶轮转速的比值，用 σ 表示，其表达式为

$$\sigma=\frac{n}{n^1}=\frac{\varphi^{\frac{1}{2}}}{\psi_t^{\frac{3}{4}}}$$

② D_s——比直径。为满足相同的流量和压力时，衡量不同类型的通风机叶轮直径大小的特征，可表示为

$$D_s=D\frac{(K_p p_{jF})}{q_v}$$

还可表示为

$$D_s=0.993\frac{\psi_t^{\frac{1}{4}}}{\varphi^{\frac{1}{2}}}$$

二、常用离心式通风机的型号（表 12-2）

表 12-2 常用离心式通风机型号

序 号	型 号	备 注
1	4-72B4-72 型离心式通风机	
2	T4-72 型离心式通风机	
3	4-79 型离心式通风机	
4	4-2×79 型离心式通风机	
5	11-62 型空调用离心式通风机	
6	DF3.5 型离心式通风机	
7	8-72 型民用低噪声离心式通风机（A 式）	
8	8-72 型民用低噪声离心式通风机（C 式）	
9	9-12 型高压离心式通风机	
10	9-19 型高压离心式通风机	
11	9-26 型高压离心式通风机	
12	10-19 型高压离心式通风机	
13	C6-46 型排尘离心式通风机	
14	C6-48 型排尘离心式通风机	
15	6-23 型粮食棉花输送离心式通风机	
16	6-30 型粮食棉花输送离心通风机	
17	SGG、SGY 型工业锅炉用离心通、引风机	
18	Y4-73 型锅炉离心引风机	
19	G4-73 型锅炉离心通风机	
20	Y4-70 型锅炉离心引风机	
21	Y5-47 型锅炉离心引风机	

PLC WORLD

（续）

序　号	型　　号	备　　注
22	Y5-48 型锅炉离心引风机	
23	Y4-73-14 型耐磨离心锅炉引风机(单板叶片)	
24	M9-26 型煤粉离心通风机	
25	HTD 型化铁炉专用离心通风机	
26	8-09 型化铁炉专用离心通风机	
27	9-12 型化铁炉专用高压离心通风机	
28	BB24、50 型高温风机	

第二节　离心式通风机的性能

一、一般用途离心式通风机性能参数

性能参数见表 12-3～表 12-13。

1. 中、低压离心式通风机性能参数

表 12-3　4-72、B4-72 型离心通风机

机号	转　速 /(r/min)	全风压 /Pa	风　量 /(m^3/h)	出风口方向	电　动　机		传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
					型　号	功率 /kW				
2.8	2900	994～606	1131～2356	0°～225° 间隔 45°	Y90S-2 (B35)	1.5	A	251×455×561	24.5	
3.2	2900	1300～792	1688～3517		Y90L-2 (B35)	2.2	A	279×519×637	31.3	见第十七章
3.2	1450	324～198	844～1758		Y90S-4 (B35)	1.1	A			
3.6	2900	1578～989	2664～5268		Y100L-2 (B35)	3	A	308×584×714	44.3	
3.6	1450	393～247	1332～2634		Y90S-4 (B35)	1.1	A		44.3	
4	2900	2014～1320	4012～7419	0°～225° 间隔 22.5°	Y132S1-2 (B35)	5.5	A	336×647×789	61.9	
4	1450	501～329	2006～3709		Y90S-4 (B35)	1.1	A		61.9	
4.5	2900	2554～1673	5712～10562		Y132S2-2 (B35)	7.5	A	371×728×885	82	
4.5	1450	634～416	2856～5281		Y90S-4 (B35)	1.1	A		82	
5	2900	3187～2019	7728～15455		Y160M2-2 (B35)	15	A	406×809×981	90	
5	1450	790～502	3864～7728		Y100L1-4 (B35)	2.2	A	406×809×981	90	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
6	1450	1139～724	6677～13353	0°～225°间隔22.5°	Y112M-4(B35)	4	A	476×969×1171	132	见第十七章
6	960	498～317	4420～8841		Y100L-6(B35)	1.5	A		132	
6	1450	1139～724	6677～13353		Y112M-4	4	D	1091.5×969×1243		
6	960	498～317	4420～8841		Y100L-6	1.5	D			
8	1450	2032～1490	15826～29344	0°～225°间隔45°	Y180M-4	18.5	D	1541.5×1291×1715	609	
8	960	887～651	10478～19428		Y132M2-6	5.5	D		609	
8	730	512～376	7968～14773		Y132M-8	3	D		609	
10	1450	3202～2532	40441～56605		Y250M-4	55	D	1674.5×1611×2095	817	
10	960	1395～1104	26775～37476		Y200L1-6	18.5	D		817	
10	730	805～637	20360～28497		Y160L-8	7.5	D		817	
12	960	2013～1593	46267～64759		Y280S-6	45	D	2021.5×1931×2475	1244	
12	730	1160～919	35182～49244		Y225S-8	18.5	D		1244	
6	2240	2734～1733	10314～20628	0°～225°间隔22.5°	Y160L-4	15	C	1091.5×969×1243		
6	2000	2176～1380	9209～18418		Y160M-4	11	C			
6	1800	1760～1116	8288～16576		Y132M-4	7.5	C			
6	1600	1389～881	7367～14734		Y132S-4	5.5	C			
6	1250	846～537	5756～11511		Y100L2-4	3	C			
6	1120	679～431	5157～10314		Y100L1-4	2.2	C			
6	1000	541～344	4605～9209		Y100L1-4	2.2	C			
6	900	438～278	4144～8288		Y90L-4	1.5	C			

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
6	800	346～220	3684～7367	0°～225°间隔22.5°	Y90S-4	1.1	C	1091.5×969×1243		见第十七章
8	1800	3143～2302	19646～36427		Y200L1-2 Y200L2-2	30 37	C	1541.5×1291×1715	609	
8	1600	2478～1816	17463～32380		Y180M-2 Y200L1-2	22 30	C			
8	1250	1507～1106	13643～25297		Y160M-4	11	C			
8	1120	1209～887	12224～22666		Y132M-4 Y160M-4	7.5 11	C			
8	1000	963～707	10914～20237		Y132S-4 Y132M-4	5.5 7.5	C			
8	900	779～572	9823～18213		Y112M-4 Y132S-4	4 5.5	C			
8	800	615～452	8732～16190		Y100L2-4	3	C			
8	710	485～356	7749～14368		Y100L1-4 Y100L2-4	2.2 3	C			
8	630	381～280	6876～12749		Y100L1-4	2.2	C			
10	1250	2373～1877	34863～48797	0°～225°间隔45°	Y225S-4	37	C	1674.5×1611×2095	817	
10	1120	1902～1505	31237～43722		Y200L-4	30	C			
10	1000	1514～1199	27890～39038		Y180M-4	18.5	C			
10	900	1225～970	25101～31534		Y160L-4	15	C			
10	800	967～766	22312～31230		Y160M-4	11	C			
10	710	761～603	19802～27717		Y132M-4	7.5	C	1674.5×1611×2095	817	
10	630	599～475	17571～24594		Y132S-4	5.5	C			
10	560	473～375	15618～21861		Y112M-4	4	C			
10	500	377～299	13945～19519		Y100L2-4	3	C			
12	1120	2746～2172	53978～75552		Y280S-4	75	C	2021.5×1931×2475	1244	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
12	1000	2185～1729	48195～67457	0°～225°间隔45°	Y225M-4 Y250M-4	45 55	C C	2021.5×1931×2475	1244	见第十七章
12	900	1767～1399	43375～60712		Y250M-6	37	C			
12	800	1395～1104	38556～53966		Y200L2-6 Y225M-6	22 30	C			
12	710	1097～869	34218～47895		Y200L1-6	18.5	C			
12	630	863～684	30362～42498		Y180L-6	15	C			
12	560	682～540	26989～37776		Y160M-6 Y160L-6	7.5 11	C			
12	500	543～430	24097～33728		Y160M-6	7.5	C			
12	450	440～348	21687～30356		Y132M1-6 Y132M2-6	4 5.5	C			
12	400	347～275	19278～26983		Y132S-6	3	C			
16	500	967～766	57120～79950	0°、90°、180°	Y225M-6	30	B	2508×2653×3226.5	2523	
16	450	783～620	51408～71955		Y200L1-6	18.5	B			
16	400	618～490	45696～63960		Y180L-6	15	B			
16	355	487～386	40555～56764		Y160L-6	11	B			
16	315	383～303	35985～50368		Y160M-6	7.5	B			
16	900	3157～2497	102810～143910		Y315L2-6 Y315M-6	132 160	B			
16	800	2489～1969	91392～127920		Y315L1-6	110	B			
16	710	1957～1549	81110～113520		Y315S-6	75	B			
16	630	1538～1218	71971～100730		Y280M-6	55	B			
16	560	1214～961	63974～89544		Y250M-6	37	B			
20	710	3069～2427	158410～221730		Y355-8	220	B	2787×3328×4009.5	3756	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
20	630	2411～1908	140560～196750	0°、90°、180°	Y355-8		B	2787×3328×4009.5	3756	见第十七章
20	560	1902～1505	124950～174890		Y31512-8	110	B			
20	500	1514～1199	111560～156150		Y315M-8	75	B			
20	450	1225～970	100400～140530		Y315S-8	55	B			
20	400	967～766	89250～124920		Y280S-8	37	B			
20	355	761～603	79209～110860		Y250M-8	30	B			
20	315	599～475	70284～98376		Y225M-8	22	B			
20	280	473～375	62475～87445		Y200L-8	15	B			
20	250	377～299	55781～78076		Y180L-8	11	B			

注：标况：p_b = 101325Pa　t_j = 20℃　Φ = 50%　ρ_j = 1.2kg/m^3 以下凡未标注的性能表，均指标况进口状态。

表 12-4　T4-72 型离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
3	2900	1142～716	1588～3049	0°～225°间隔45°	Y905-2（B35）	1.5	A	455×540×667	25.9	
3	1450	285～179	794～1524		Y802-4（B35）	0.75	A	455×540×667	25.9	见第十七章
3.5	2900	1556～976	2522～4841		Y100L-2（B35）	3	A	526×630×773 501×630×773	33.8	
3.5	1450	388～243	1261～2421		Y905-4（B35）	1.1	A	526×630×773 501×630×773	33.8	
4	2900	2036～1275	3764～7226		Y132S1-2	5.5	A	673×720×880 538×720×880	65	
4	1450	506～318	1882～3613		Y90S-4（B35）	1.1	A	673×720×880 538×720×880	65	
4.5	2900	2582～1616	5360～10288		Y132S2-2（B35）	7.5	A	703×810×986 568×810×986	74	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
4.5	1450	641～402	2680～5144	0°～225°间隔45°	Y90S-4（B35）	1.1	A	703×810×986 568×810×986	74	
5	2900	3195～1998	7352～14113		Y160M2-2（B35）	15	A	839×901×1103 669×901×1103	98	
5	1450	792～497	3676～7057		Y100L1-4（B35）	2.2	A	839×901×1103 669×901×1103	98	
6	1450	1142～716	6352～12194		Y112M-4（B35）	4	A	751×1081×1316 731×1081×1316	151	
6	960	499～313	4206～8073		Y100L-6（B35）	1.5	A	751×1081×1316 731×1081×1316	151	
7	1800	2406～1506	12521～24038	0°、90°180°	Y160?-4 Y180M-4	15 18.5	C	1359×1260×1557	425	
7	1600	1897～1189	11130～21367		Y160M-4	11	C	1359×1260×1557	425	
7	1250	1155～724	8696～16693		Y132S-4	5.5	C	1359×1260×1557	425	
7	1120	927～581	7791～14957		Y112M-4	4	C	1359×1260×1557	425	见第十七章
7	1000	738～463	6957～13354		Y100L2-4	3	C	1359×1260×1557	425	
7	900	598～375	6261～12019		Y100L2-4	3	C	1359×1260×1557	425	
7	800	472～296	5565～10683		Y100L1-4	2.2	C	1359×1260×1557	425	
7	710	372～233	4939～9482		Y90L-4	1.5	C	1359×1260×1657	425	
8	1800	3150～1970	18691～35882		Y200L-4 Y225S-4	30 37	C	1414×1438×1768	510	
8	1600	2483～1554	16614～31895		Y180L-4	22	C	1414×1438×1768	510	
8	1250	1511～947	12980～24918		Y160M-4	11	C	1414×1438×1768	510	
8	1120	1211～760	11630～22326		Y132M-4	7.5	C	1414×1438×1768	510	
8	1000	965～605	10384～19934		Y132S-4	5.5	C	1414×1438×1768	510	
8	900	781～490	9346～17941		Y112M-4	4	C	1414×1438×1768	510	
8	800	617～387	8307～15947		Y100L2-4	3	C	1414×1438×1768	510	

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
8	710	486～305	7373～14153	0°、90°、180°	Y100L1-4	2.2	C	1414×1438×1768	510	
8	630	382～240	6542～12558		Y100L-6	1.5	C	1414×1438×1768	510	
10	1300	2551～1621	37328～50807		Y225S-4	37	C	1675×1795×2200	880	
10	1170	2063～1311	24595～45726		Y200L-4	30	C	1675×1795×2200	880	
10	1040	1627～1035	21862～40645		Y180L-4	18.5	C	1675×1795×2200	880	
10	940	1328～845	19760～36737		Y160L-4	15	C	1675×1795×2200	880	
10	830	1034～658	17447～32438		Y160M-4	11	C	1675×1795×2200	880	见第十七章
10	740	822～523	15556～28921		Y132M-4	7.5	C	1675×1795×2200	880	
10	660	653～416	13874～25794		Y132M2-6	5.5	C	1675×1795×2200	880	
10	580	504～321	12192～22667		Y132M1-6	4	C	1675×1795×2200	880	
10	520	405～258	10931～20322		Y132S-6	3	C	1675×1795×2200	880	
12	1170	2980～1892	42500～79015		Y280S-4	75	C	1806×2152×2642	1150	
12	1040	2349～1493	37778～70236		Y250M-4	55	C	1806×2152×2642	1150	
12	940	1916～1218	34145～63482		Y225S-4	37	C	1806×2152×2642	1150	
12	830	1492～949	30150～56053		Y200L2-6	22	C	1806×2152×2642	1150	
					Y225M-6	30				
12	740	1185～754	26880～49975		Y200L1-6	18.5	C	1806×2152×2642	1150	
12	660	942～599	23974～44572		Y180L-6	15	C	1806×2152×2642	1150	
12	580	727～463	21068～39170		Y160L-6	11	C	1806×2152×2642	1150	
12	520	584～372	18889～35118		Y160M-6	7.5	C	1806×2152×2642	1150	
12	470	477～304	17072～31741		Y132M2-6	5.5	C	1806×2152×2642	1150	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
12	420	381～242	15256～28364	0°、90°、180°°	Y132M1-6	4	C	1806×2152×2642	1150	见第十七章

表 12-5 4-79 型离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
3	2900	1197～725	1970～3830	左、右 0°～225°，间隔 45°	Y90S-2	1.5	A	521×541×613	26	见第十七章
3	1450	204～176	990～1910		Y802-4	0.75	A	506×541×613	26	
3.5	2900	1628～891	3120～6070	左、右 0°～225°，间隔 22.5°	Y100L-2	3	A	620×631×707	31	
3.5	1450	412～245	1560～3040		Y90S-4	1.1	A	560×631×707	31	
4	2900	3138～1275	4670～9080		Y132S1-2	5.5	A	740×721×811	62	
4	1450	529～323	2330～4540		Y90S-4	1.1	A	605×721×811	62	
4.5	2900	2697～1618	6640～12920		Y160M1-2	1.1	A	874×810×907	75	
4.5	1450	676～402	3320～6450		Y90L-4	1.5	A	669×810×907	75	
5	2900	3335～2001	9100～17720		Y160M2-2	1.5	A	923×902×1016	97	
5	1450	833～500	4560～8860		Y100L1-4	2.2	A	753×902×1016	97	
6	1450	1196～706	7890～15320		Y132S-4	5.5	A	632×1082×1121	160	
6	960	529～313	5230～10100		Y100L-6	1.5	A	557×1082×112	160	
7	1800	2501～1481	15580～30200	左、右 0°，90°、180°	Y180L-4	2.2	C	1475×1261×143	427	
7	1600	1971～1167	13850～26850		Y160L-4	1.5	C	1475×1261×1435	427	
7	1250	1206～716	10820～20950		Y132M-4	7.5	C	1475×1261×1435	427	
7	1120	971～549	61650～18800		Y132S-4	5.5	C	1475×1261×1435	427	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
7	1000	774～461	8650～16800	左、右0°，90°、180°	Y112M-4	4	C	1475×1261×1435	427	
7	900	627～372	7780～15100		Y100L2-4	3	C		427	
7	800	500～294	6920～13440		Y100L1-4	2.2	C		427	
7	710	392～235	6110～11900		Y90L-4	1.5	C		427	
8	1600	2491～1481	21500～41700		Y200L-4	30	C	1544×1440×1629	514	
8	1270	1569～932	17100～33100		Y160L-4	15	C		514	
8	1120	1226～726	15050～29200		Y160M-4	11	C		514	
8	1000	971～578	13450～26050		Y132M-4	7.5	C		514	
8	900	785～471	12100～23500		Y132S-4	5.5	C		514	
8	800	618～372	10760～20850		Y112M-4	4	C		514	
8	710	490～394	9520～18800		Y100L2-4	3	C		514	
8	630	387～225	8450～16450		Y112M-6	2.2	C		514	
10	1300	2609～1775	38500～63500		Y250M-4	55	E	1156×1797×2096	892	
10	1170	2119～1707	34600～57100		Y225S-4	40	E		892	见第十七章
10	1000	1540～1049	29600～48800		Y180L-4	22	E		892	
10	940	1364～932	27850～45900		Y180L-4	18.5	E		892	
10	830	1059～726	24550～40500		Y160L-4	15	E		892	
10	740	844～579	21900～36100		Y180L-4	18.5	E		892	
10	660	667～461	19500～32200		Y160M-6	7.5	E		892	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
10	580	520～353	17160～28300	左、右 0°，90°、180°	Y132M2-6	5.5	E	1156×1797×2096	892	见第十七章
10	520	412～284	15400～25400		Y132M1-6	4	E		892	
12	1040	2394～1638	53300～87800		Y280S-4	75	E	1408×2154×2443	1366	
12	940	1952～1334	48200～79300		Y250M-4	55	E		1366	
12	830	1530～1040	42500～70100		Y250M-6	37	E		1366	
12	740	1216～824	37900～62400		Y200L2-6	22	E		1366	
12	660	961～657	33800～55700		Y200L1-6	18.5	E		1366	
12	580	755～510	29700～48900		Y250M-6	37	E		1366	
12	520	600～402	26650～43900		Y160M-6	7.5	E		1366	
12	470	490～334	24100～39700		Y132M2-6	5.5	E		1366	
12	420	381～265	21500～35450		Y132M1-6	4	E		1366	
14	830	2090～1422	67400～111000		Y315S-6	75	E	1715×2565×2851	2060	
14	740	1658～1128	60100～98900		Y280M-6	55	E		2060	
14	680	1403～952	55300～90900		Y250M-6	37	E		2060	
14	580	1020～687	47100～77500		Y200L2-6	22	E		2060	
14	520	814～549	42200～69500		Y200L1-6	18.5	E		2060	
14	460	638～432	37300～61500		Y180L-6	15	E		2060	
14	420	530～363	34050～56200		Y160L-6	11	E		2060	
14	370	412～275	30000～39400		Y160M-6	7.5	E		2060	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
14	330	324～226	26800～44100		Y132M2-6	5.5	E	1715×2565×2851	2060	
16	290	334～226	35100～58000		Y160L-6	7.5	E	1929×2922×3237	2474	
18	660	2188～1491	114000～187900		JS-117-6 Y315M2-6	115 110	E	1116×3280×3645	3853	
18	580	1687～1148	100200～165100		JS-116-8 Y315M1-8	70 75	E		3853	
18	520	1364～932	89900～148100		Y315S-8	55	E		3583	
18	470	1109～755	81200～133800		Y280M-8	45	E		3583	
18	420	883～598	72500～119500		Y280M-8	45	E		3583	
18	370	687～461	63800～105400		Y225M-8	22	E		3583	
18	330	549～363	56900～94000		Y200L-8	15	E		3583	
18	290	422～284	50400～82600		Y180L-8	11	E		3583	
18	260	343～226	44800～74100		Y160L-8	7.5	E		3583	
20	580	2080～1413	137500～226500		JS-127-8 Y355M1-8	630 132	E	2271×3649×4044	4301	
20	470	1373～932	111000～183500		JS-116-8 Y315M1-8	70 75	E E		4301	
20	420	1089～746	99600～163700	左、右0°，90°，180°	JQ3-280S-8 Y315S-8	55	E		4301	
20	370	844～579	87800～144100		JQ3-250S-8 Y280S-8	40 37	E		4301	
20	330	677～461	78300～128600		Y250M-8	30	E		4301	见第十七章
20	290	520～353	68800～113000		Y225S-8	18.5	E		4301	
20	260	422～284	61800～101400		Y200L-8	15	E		4301	

PLC WORLD

表 12-6 4-2×79 型离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
10	1300	2609～1776	77000～127000	左、右 0°，90°，180°	Y280M-4	90	E	1908×1797×2046	1346	见第十七章
10	1170	2119～1442	69200～114200		Y280S-4	75	E		1346	
10	1040	1668～1148	61500～102600		Y250M-4	55	E		1346	
10	940	1364～932	55700～91800		Y225S-4	37	E		1346	
10	830	1059～726	49100～81000		Y200L-4	30	E		1346	
10	740	844～579	43800		Y180M-4	18.5	E		1346	
10	660	667～461	39000～64400		Y180L-6	15	E		1346	
10	580	520～353	34320～56600		Y160L-6	11			1346	
10	520	412～284	30800～50800		Y160M-6	7.5	E		1346	
12	1040	2394～1638	106600～175600		Y315M1-4	132	E	2232×2154×2443	1606	
12	940	1952～1334	96400～158600		Y280M-4	90	E		1606	
12	830	1530～1040	85000～140200		Y315S-6	75			1606	
12	740	2197～824	75800～124800		Y280M-6	55	E		1606	
12	680	1040～697	69700～114800		Y250M-6	37			1606	
12	580	755～510	59400～97800		Y200L2-6	22	E		1606	
12	520	603～402	53300～87800		Y180L-6	15			1606	
12	470	491～334	48200～79400		Y160L-6	11	E	2032×2154×2443	1606	
12	420	387～265	43000～70900		Y160M-6	7.5	E		1606	
14	850	2188～1491	138300～227000		Y355M1-6	160	E	2670×2565×2851	2942	
14	740	1658～1128	120200～203600		Y315M1-6	90	E		2942	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
14	660	1403～952	94200～155000	左、右0°，90°，180°	Y315S-6	75	E	2670×2565×2851	2942	见第十七章
14	580	814～549	84400～139000		Y280M-6	55	E		2942	
14	520	814～549	84400～139000		Y225M-6	30	E		2942	
14	460	638～432	74600～112300		Y200L2-6	22	E		2942	
14	420	461～363	98800～112400		Y180L-6	18.5	E		2942	
14	370	412～275	600000～98800		Y180L-6	15	E		2942	
14	330	324～226	53600～88200		Y160L-6	11	E		2942	
16	740	2178～1481	171400～295600		Y355M2-6	200	E	2958×2722×3237	3866	
16	660	1727～1177	160200～263800		Y315M3-6	132	E		3866	
16	580	1334～903	140600～231800		Y315M1-6	95	E		3866	
16	510	1030～697	123400～263800		Y315S-6	75	E		3866	
16	470	873～598	113800～188000		Y280M-6	55	E		3866	
16	420	697～481	101600～168000		Y250M-6	37	E		3866	
16	370	540～373	89600～148400		Y225M-6	30	E		3866	
16	330	432～294	80000～132200		Y200L1-6	18.5	E		3866	
16	290	334～226	70200～116000		Y200L1-8	15	E		3866	
18	660	2188～1491	228000～375800	左、右0°，90°，180°	Y355M3-6	250	E	3347×3280×3645	5421	
18	580	1687～1148	200400～330200		Y355M2-8	160			5421	
18	520	1364～932	179800～296200		Y355M3-6	250	E		5421	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
18	470	1109～755	162400～267600	左、右 0°，90°，180°	Y315M2-8	90	E	3347×3280×3645	5421	见第十七章
18	420	883～598	145000～239000		Y315M1-8	75	E		5421	
18	360	647～432	124200～205000		Y280S-8	40	E		5421	
18	330	549～363	113800～188000		Y250M-8	30	E		5421	
18	290	422～284	100800～165200		Y225M-8	22	E		5421	
18	260	343～226	89600～148200		Y200L-8	15	E		5421	
20	560	1942～1315	265600～438000		JS-138-8	245	E	3632×3649×4044	6148	
20	520	1678～1138	246800～406000		JS-137-8 Y355M3-8	210 200	E		6148	
20	470	1373～932	222000～367000		JS-127-8 Y355M1-8	130 132	E		6148	
20	420	1089～746	199200～327400		JS-125-8 Y315M2-8	95 90	E		6148	
20	370	844～579	175600～288200		JS-116-8 Y315M1-8	70 75	E		6148	
20	330	677～461	156600～257200		Y315S-8	55	E		6148	
20	290	520～353	137600～226000		Y280S-8	37	E		6148	

表 12-7 11-62 型空调用离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
3.5	860（无级变速）	343	4000	左、右 0°，90°，180°	YDW0.8-6			440×560×744	69	上海通惠机器厂 临沂风机厂

注：以上进口条件均为标准工况。

表 12-8 8-72 型民用低噪声离心通风机(A 式)

(外形及安装尺寸同 4-72 型 A 式传动　　进口:标准工况)

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m^3/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号　功率/kW 电压/V　A 声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比 A 声级 /dB(A)	机组 A 声级 /dB(A)	附注
2.8	910	1	943	171	52	0.09	0.135	Y90S-6 0.75　56 380V 24×50×8 dB35	22	59	u_2≈13.3 K=1.5 v_0=6.6 p_{s0}=26
		2	1115	173	58	0.09	0.135		21	58.5	
		3	1286	169	62	0.10	0.15		20	58	
		4	1458	160	63	0.10	0.15		19	57	
		5	1630	142	60	0.11	0.165		20	57.5	
		6	1800	122	55	0.11	0.165		22	58.5	
2.8	1410	1	1461	412	52	0.32	0.48	CO2-90L4 0.75　62 220V 24×50×8 dB5(或 B3)	22	68.5	u_2≈20.7 K=1.5 v_0=10.2 p_{s0}=62.5 三种电动机可供选择
		2	1727	415	58	0.34	0.51		21	68	
		3	1993	406	62	0.36	0.55		20	67.5	
		4	2259	384	63	0.38	0.57		19	66.5	
		5	2525	341	60	0.40	0.6		20	67	
		6	2790	294	55	0.42	0.62		22	68	
						YL90S-4 1.1 220V　62 24×50×8 B35		Y90S-4 1.1 380V　61 24×50×8 dB35			

（续）

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m^3/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号 功率/kW 电压/V A声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比A声级 /dB(A)	机组A声级 /dB(A)	附注
3.2	910	1	1408	224	52	0.17	0.26	Y90S-6 0.75 380V 56 24×50×8 dB35	22	63	$u_2 \approx 15.3$ $K = 1.5$ $v_0 = 7.5$ $p_{d0} = 34$
		2	1664	226	58	0.18	0.27		21	63	
		3	1920	221	62	0.19	0.28		20	62	
		4	2176	209	63	0.20	0.03		19	61	
		5	2432	186	60	0.21	0.32		20	62	
		6	2688	160	55	0.22	0.33		22	52.5	
3.2	1410	1	2182	538	52	0.63	0.88	YL90S-4 1.1 220V 61 24×50×8 dB35 Y90S-4 1.1 380V 61 24×50×8 dB35	22	72.5	$u_2 \approx 23.6$ $K = 1.4$ $v_0 = 11.6$ $p_{d0} = 81.6$ 二种电动机可供选择
		2	2578	542	58	0.67	0.94		21	72	
		3	2975	530	62	0.71	1.00		20	72	
		4	3372	500	63	0.75	1.04		19	72	
		5	3768	445	60	0.78	1.10		20	71	
		6	4165	384	55	0.81	1.13		22	72	

（续）

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m^3/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号 功率/kW 电压/V A声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比A声级 /dB(A)	机组A声级 /dB(A)	附注
3.6	910	1	2005	284	52	0.31	0.46	Y90S-6 0.75 56 380V 24×50×8 dB35	22	66.5	$u_2 \approx 17$ $K = 1.5$ $v_0 = 8.46$ $p_{s0} = 43$
		2	2370	286	58	0.32	0.49		21	66.5	
		3	2734	284	62	0.34	0.51		20	66	
		4	3098	280	63	0.36	0.54		19	65	
		5	3463	235	60	0.38	0.57		20	65	
		6	3828	203	55	0.39	0.59		22	56	
3.6	1410	1	3106	681	52	1.13	1.47	YL100L-4 2.2 65 220V 28×60×8 dB35 $Y100L_1$-4 2.2 65 380V 28×60×8 dB35	22	76	$u_2 \approx 26.5$ $K = 1.3$ $v_0 = 13.1$ $p_{s0} = 10.3$ 二种电动机可供选择
		2	3671	687	58	1.21	1.57		21	76	
		3	4236	671	62	1.28	1.66		20	75.5	
		4	4800	634	63	1.34	1.75		19	75	
		5	5365	564	60	1.40	1.82		20	75	
		6	5930	486	55	1.46	1.90		22	75.5	

（续）

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m^3/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号 功率/kW 电压/V A声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比A声级 /dB(A)	机组A声级 /dB(A)	附注
4	710	1	2146	213	52	0.25	0.341	Y100L-8 0.75 380V 54 28×60×8 dB35	22	64.1	$u_2 \approx 15$ $K = 1.5$ $v_0 = 7.33$ $p_{s0} = 32$
		2	2536	215	58	0.26	0.366		21	64.0	
		3	2926	210	62	0.28	0.386		20	63.5	
		4	3316	198	63	0.29	0.406		19	62.55	
		5	3706	177	60	0.30	0.424		20	63	
		6	4096	152	55	0.31	0.441		22	63.7	
4	910	1	2750	350	52	0.514	0.7196	Y90L-6 1.1 380V 56 24×50×8 dB35	22	69.7	$u_2 \approx 19$ $K = 1.4$ $v_0 = 9.4$ $p_{s0} = 53$
		2	3250	353	58	0.550	0.77		21	69.5	
		3	3750	345	62	0.580	0.812		20	69.5	
		4	4250	326	63	0.611	0.8554		19	68	
		5	4750	290	60	0.638	0.8932		20	68.5	
		6	5250	250	55	0.663	0.9282		22	69.2	
4.5	710	1	3055	270	52	0.44	0.62	$Y100L_2$-8 1.1 380V 55 28×60×8 dB35	22	68	$u_2 \approx 16.7$ $K = 1.4$ $v_0 = 8.25$ $p_{s0} = 41$
		2	3610	272	58	0.47	0.66		21	67.5	
		3	4166	266	62	0.50	0.70		20	67	
		4	4721	251	63	0.53	0.73		19	66	
		5	5277	224	60	0.55	0.76		20	66.5	
		6	5832	193	55	0.57	0.80		22	67	

（续）

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m^3/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号 功率/kW 电压/V A声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比A声级 /dB(A)	机组A声级 /dB(A)	附注
4.5	910	1	3916	443	52	0.93	1.2	Y100L-6 1.5 380V 62 28×60×8 dB35	22	73.5	$u_2 \approx 21$ $K = 1.3$ $v_0 = 10.6$ $P_{d0} = 67$
		2	4627	447	58	1.00	1.3		21	73	
		3	5340	437	62	1.05	1.36		20	73	
		4	6051	413	63	1.10	1.43		19	71.5	
		5	6763	367	60	1.15	1.50		20	72	
		6	7475	316	55	1.19	1.56		22	73	
5	910	1	4190	333	52	0.745	1.05	Y112M-8 1.5 380V 57 24×60×8 dB35	22	71	$u_2 \approx 18.5$ $K = 1.4$ $v_0 = 9.2$ $P_{d0} = 51$
		2	4953	336	58	0.80	1.12		21	71	
		3	5715	328	62	0.84	1.18		20	70	
		4	6476	310	63	0.89	1.24		19	69	
		5	7238	276	60	0.93	1.30		20	70	
		6	8000	238	55	0.96	1.34		22	70.5	
5	910	1	5371	547	52	1.57	2.04	Y132S-6 3 380V 63 38×80×10 dB35	22	76.5	$u_2 \approx 24$ $K = 1.3$ $v_0 = 11.75$ $P_{d0} = 83$
		2	6348	552	58	1.68	2.19		21	76.5	
		3	7324	539	62	1.78	2.31		20	76	
		4	8300	509	63	1.87	2.43		19	75	
		5	9277	453	60	1.95	2.54		20	76	
		6	10254	391	55	2.02	2.63		22	76	

（续）

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m³/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号 功率/kW 电压/V A声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比A声级 /dB(A)	机组A声级 /dB(A)	附注
6	710	1	7241	480	52	1.85	2.4	Y132M-8 3 380V 59 38×80×10 dB35	22	70.5	$u_2 \approx 22.3$ $K = 1.3$ $v_0 = 11$ $p_{d0} = 72.6$
		2	8558	484	58	1.98	2.6		21	76.5	
		3	9875	473	62	2.09	2.7		20	76	
		4	11191	447	63	2.20	2.8		19	75	
		5	12508	397	60	2.30	3.0		20	76	
		6	13825	342	55	2.40	3.1		22	76	
6	910	1	9281	788	52	3.90	4.7	Y132M2-6 5.5 380V 63 38×80×10 dB35	22	82	$u_2 \approx 28.6$ $K = 1.2$ $v_0 = 14.1$ $p_{d0} = 119$
		2	10969	794	58	4.18	5.0		21	82	
		3	12656	776	62	4.40	5.28		20	81.5	
		4	14344	734	63	4.64	5.57		19	80	
		5	16031	652	60	4.85	5.81		20	81	
		6	17718	562	55	5.03	6.04		22	81.5	

注：u_2 为叶轮线速度(m/s)；K 为电动机容量设备系数；v_0 为风机进口速度(m/s)；p_{d0} 为风机进口动压(Pa)，下同。

表 12-9 8-72 型民用低噪声离心通风机(C式)

(外形及安装尺寸同 4-72 型 C 式传动　　进口条件:标准工况)

机号 No	转速 /(r/min)	序号 No	流量 /(m^3/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机 型号　功率 kW 电压/V　A 声级/dB(A) 轴头尺寸/mm (轴颈×轴伸×键槽宽)	机组比 A 声级 /dB(A)	机组 A 声级 /dB(A)	附注
8	500	1	12088	423	52	2.73	3.28	Y112M-4 4 380V 68 28×60×8 B3	22	78	$u_2 \approx 21$ $K = 1.2$ $v_0 = 10.3$ $p_{d0} = 64$
		2	14286	427	58	2.92	3.51		21	77.5	
		3	16484	417	62	3.08	3.70		20	77	
		4	18682	394	63	3.24	3.89		19	76	
		5	20879	350	60	3.39	4.07		20	76.5	
		6	23078	302	55	3.52	4.25		22	77	
8	630	1	15231	671	52	5.46	6.28	Y132M-4 7.5 380V 70 38×80×10 B3	22	83	$u_2 \approx 26.4$ $K = 1.15$ $v_0 = 13.0$ $p_{d0} = 102$
		2	18000	677	58	5.84	6.72		21	83	
		3	20770	661	62	6.16	7.08		20	82.5	
		4	23539	625	63	5.48	7.46		19	81	
		5	26307	559	60	6.85	7.80		20	81.5	
		6	29078	480	55	7.04	8.09		22	82	

注:生产厂家:山东临沂风机厂、沈阳市长城风机厂、沈阳市中联风机制造厂、四平金丰股份有限公司。

PLC WORLD

2. 高压离心通风机性能参数

表 12-10 9-12 型高压离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
6.8	2900	11327	1822	左：0°、90°、180° 右：0°、90°、180°	Y160M2-2	15	D	1154.5×938.5×1101	484	
		11612	2335							
		11827	2848		Y160M2-2	15		1154.5×938.5×1101		
		11945	3361		Y160L-2	18.5				
		11867	3874		Y180M-2	22				
		11690	4387		Y200L1-2	30				
		11366	4900							
7.1	2900	12347	2074		Y160M2-2	15	D	1161×458×1121	495	见第十七章
		12661	2658							
		12896	3242		Y160L-2	18.5				
		13024	3826		Y180M-2	22				
		12935	4410		Y200L1-2	30				
		12739	4994							
		12396	5578		Y200L2-2	37				
7.4	2900	13416	2349		Y160M2-2	15	D	1168×1019×1141	505	
		13749	3010		Y160L-2	18.5				
		14004	3671		Y180M-2	22				
		14142	4332		Y200L1-2	30				
		14053	4993							
		13838	5654		Y200L2-2	37				
		13465	6315		Y225M-2	45				

PLC WORLD

表 12-11　9-19 型高压离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
4	2900	3584	824	左、右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y90L-2	2.2	A	435×587×715	43	
		3665	970							
		3647	1116							
		3597	1264							
		3507	1410		Y100L-2	3				
		3384	1558							
		3253	1704							
4.5	2900	4603	1174		Y112M-2	4	A	449×661×782	54	
		4684	1397							
		4672	1616							
		4580	1839							
		4447	2062							
		4297	2281		Y132S1-2	5.5				
		4112	2504							
5	2900	5697	1610		Y132S2-2	7.5	A	549×734×868	66	见第十七章
		5768	1932							
		5740	2254							
		5639	2576							
		5517	2844							
		5323	3166							
		5080	3488		Y160M1-2	11				
5.6	2900	7182	2262		Y160M1-2	11	A	638×821×962	90	
		7273	2714							
		7236	3167							
		7109	3619							
		6954	3996		Y160L-2	18.5				
		6709	4448							
		6400	4901							
6.3	2900	9149	3220		Y160L-2	18.5	A	782×925×1085	138	
		9265	3865							
		9219	4509							
		9055	5153							
		8857	5690		Y200L1-2	30				
		8543	6334							
		8148	6978							
7.1	2900	11717	4610		Y200L2-2	37	D	1230×1042×1278	448	
		11868	5532							
		11807	6454							
		11596	7376							
		11340	8144		Y250M-2	55				
		10935	9066							
		10426	9988							

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
8	2900	15034 15229 15151 14877 14546	6594 7913 9232 10550 11649	左、右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y280S-2	75	D	1256×1173×1428	482	
		14021 13362	12968 14287		Y315S-2	110				
8	1450	2620 3665 3647	3297 3957 4616		Y132M-4	7.5	D	1256×1173×1428	482	
		3584 3507 3384 3231	5275 5825 6484 7144		Y160L-4	15				
9	1450	4597 4655 4632 4551	4695 5633 6572 7511		Y160L-4	15	D	1289×1318×1586	573	
		4453 4297 4101	8294 9233 10171		Y180-4	22				
10	1450	5840 5941 5891 5740 5495	6440 7942 9445 10947 12450		Y200L-4	30	D	1317×1464×1748	627	见第十七章
		5244 4958	13952 15455		Y225S-4	37				
11.2	1450	7364 7491 7428 7236	9047 11158 13269 15380		Y225M-4	45	D	1565×1641×1947	1037	
		6927 6609 6246	17491 19602 21713		Y280S-4	7.5				
11.2	960	3182 3237 3210 3128 2996	5990 7388 8785 10182 11580		Y180L-6	15	D	1565×1641×1947	1037	
		2860 2705	12978 14375		Y200L2-6	22				

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
12.5	1450	9229	12577	左、右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y280S-4	75	D	1603×1830×2156	1142	
		9390	15512							
		9310	18447							
		9068	21381		Y315S-4	110				
		8678	24316							
		8278	27251							
		7822	30186							
12.5	960	3975	8327		$Y200L_2$-6	22	D	1603×1830×2156	1142	
		4043	10270							
		4009	12213							
		3907	14156							
		3741	16099		Y250M-6	37				
		3571	18042							
		3377	19985							
14	1450	11668	17670		Y315M-4	132	D	2031×2050×2400	1979	
		11874	21793							
		11771	25916							见第十七章
		11464	30040		Y355M-4	220				
		10967	34163							
		10457	38286							
		9878	42409							
14	960	5004	11699		Y250M-6	37	D	2031×2050×2400	1979	
		5090	14428							
		5047	17158							
		4917	19888		Y315S-6	75				
		4709	22618							
		4494	25348							
		4249	28078							
16	1450	15425	26377		Y355M3-4	315	D	2091×2340×2735	2785	
		15700	32531							
		15563	38686							
		15151	44841							
		14488	50995							
		13808	57150		JS138-4	410				
		13035	63305							
16	960	6570	17463		Y315S-6	75	D	2091×2340×2735	2785	
		6683	21538							
		6627	25613							
		6456	29687		Y315L1-6	110				
		6180	33762							
		5898	37837							
		5575	41912							

PLC WORLD

表 12-12 9-26 型高压离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
					型号	功率/kW				
4	2900	3852	2198	左、右 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°	Y132S1-2	5.5	A	481×711×761	50	
		3820	2368							
		3765	2536							
		3684	2706							
		3607	2877							
		3502	3044							
		3407	3215							
4.5	2900	4910	3130		Y132S2-2	7.5	A	582×799×849	62	
		4863	3407							
		4776	3685							
		4661	3963		Y160M1-2	11				
		4545	4237							
		4412	4515							
		4256	4792							
5	2900	6035	4293		Y160M2-2	15	A	676×887×937	78	见第十七章
		5984	4706							
		5869	5114							
		5725	5527							
		5553	5941							
		5381	6349							
		5180	6762		Y160L-2	18.5				
5.6	2900	7610	6032		Y180M-2	22	A	823×993×1053	118	
		7546	6612							
		7400	7185							
		7218	7766		Y200L1-2	30				
		7000	8346							
		6781	8919							
		6527	9500							
6.3	2900	9698	8588		Y225M-2	45	A	976×1117×1167	170	
		9616	9415							
		9429	10230							
		9195	11056							
		8915	11883							
		8636	12699		Y250M-2	55				
		8310	13525							
7.1	2900	12427	12292		Y280S-2	75	D	1317×1259×1369	501	
		12321	13475							
		12078	14643							
		11776	15826		Y315S-2	110				
		11415	17009							
		11055	18177							
		10635	19360							

PLC WORLD

（续）

机号	转速 /(r/min)	全风压 /Pa	风量 /(m³/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
8	2900	15955 15818 15504	17584 19277 20947	左、右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y315M-2	132	D	1349×1418×1528	542	见第十七章
		15112 14644 14177 13634	22640 24332 26003 27695		Y315L2-2	200				
8	1450	3834 3802 3729 3638 3529	8792 9639 10473 11320 12166		Y180M-4	18.5	D	1349×1418×1528	542	
		3421 3294	13001 13848		Y200L-4	30				
9	1450	4869 4828 4736	12518 13723 14913		Y200L-4	30	D	1392×1594×1699	644	
		4620 4481 4343 4181	16118 17322 18512 19717		Y225M-4	45				
10	1450	6143 6056 5920	17172 19319 21465		Y250M-4	55	D	1433×1770×1870	687	
		5761 5560 5309 5065	23612 25758 27905 30052		Y230S-4	75				
11.2	1450	7747 7637 7464 7264 7009	24126 27142 30157 33173 36189		Y315S-4	110	D	1694×1983×2088	1150	
		6691 6382	39205 42221		Y315M-4	132				
11.2	960	3346 3299 3225 3140	15973 17969 19966 21963		Y225M-6	30	D	1694×1983×2088	1150	
		3031 2895 2763	23959 25956 27953		Y250M-6	37				

PLC WORLD

（续）

机号	转速 /(r/min)	全风压 /Pa	风量 /(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm （长×宽×高）	质量/kg （不带电动机）	生产厂
12.5	1450	9713	33540	左、右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y315L1-4	160	D	1755×2212×2312	1250	
		9575	37732							
		9356	41925							
		9103	46117		Y355M2-4	250				
		8782	50310							
		8381	54503							
		7993	58695							
12.5	960	4179	22206		Y280S-6	45	D	1755×2212×2312	1250	
		4121	24981							
		4028	27757							
		3921	30533		Y315S-6	75				
		3785	33309							
		3615	36084							
		3450	38860							
14	1450	12285	47121		Y355M2-4	250	D	2199×2481×2562	2110	见第十七章
		12109	53011							
		11830	58902		JS-138-4	410				
		11508	64792							
		11099	70682							
		10589	76572							
		10095	82463							
14	960	5262	31197		Y315S-6	75	D	2199×2481×2562	2110	
		5188	35097							
		5071	38997		Y315L1-6	110				
		4936	42897							
		4764	46796							
		4549	50696							
		4341	54596							
16	1450	16250	70339		JSQ-147-4 (3000V)	500	D	2271×2830×2945	2670	
		16014	79131							
		15640	87923		JSQ-158-4 (3000V)	850				
		15210	96716							
		14663	105500							
		13983	114300							
		13324	123090							
16	960	6911	46569		Y355M1-6	185	D	2271×2830×2945	2670	
		6813	52390							
		6659	58211							
		6481	64032							
		6254	69854							
		5971	75675		Y355M3-6	220				
		5696	81496							

PLC WORLD

表 12-13　10-19 型高压离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
8	2960	17266 17354 17432 17501 17550 17570 17570 17550 17501	8975 9535 10096 10657 11218 11779 12340 12901 13462	左、右 90°		55 75 100	D	819×1344×1224	538	北京风机厂 临沂风机厂
8.4	2960	19031 19130 19218 19296 19355 19375 19375 19345 19296	10389 11038 11688 12337 12986 13636 14285 14934 15584		JQ2-92-2 JQ2-93-2 JS2-355S-2	75 100 112	D	834×1411×1285	560	安徽省风机厂 北京风机厂 临沂风机厂
8.6	2960	19954 20052 20140 20218 20287 20307 20307 20287 20228	11149 11846 12543 13240 13936 14633 15330 16027 16724		JQ2-93-2 (Y315S-2) JS2-355S1-2 JS2-355S2-2 (Y315M1-2)	100 (110) 112 132 (132)	D	1495×1420×1291	934	北京风机厂 临沂风机厂
9	2960	21857 21965 22063 22151 22220 22239 22239 22210 22151	12778 13577 14375 15174 15973 16771 17570 18369 19167		JQ2-93-2 JS2-355S1-2 JS2-355S1-2 (Y315M1-2) JS2-355M1-2 (Y315M2-2)	100 112 132 (132) 160 (160)	D	1507×1486×1350	985	

二、特殊用途离心式通风机性能参数

其性能参数见表 12-14～表 12-52。

1. 排尘离心式通风机性能参数

表 12-14　C6-46 型排尘离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
2	2800	667～ 441	400～ 700	0°，45°， 90°，135°， 180°，225°	JW08A-2 JW08A-2 JW09B-2	0.25 0.25 0.4	A	275×300×319 275×300×319	6.5	见第十七章

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
3	2840 2880	1452～ 1207	1183～ 2891	0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y90S-2 Y100L-2	1.5 3	A	463×588×557	25	
4	1400	677～ 569	1401～ 3420		Y90L-4	1.5	A	563×525×730	38	
5	1420 1440	1118～ 932	2733～ 6660		Y100L2-4 Y112M-4	3 4	A	761×710×909 761×730×909	90	
6	1440 1460	1648～ 1344	4275～ 11522		Y132M-4 Y160M-4	7.5 11	A	961×800×1086 960×870×1086	135	
6	960	706～ 598	3130～ 7645		Y132S-6	3	A	961×800×1086	135	
3	2060	706～ 589	827～ 2017		Y90S-2	1.5	C	463×700×685	70	
3	3090	1648～ 1364	1260～ 2073		Y90L-2 Y100L-2	2.2 3	C		70	见第十七章
3	2700	1256～ 1050	1100～ 2682		Y90S-2 Y90L-2	1.5 2.2	C		70	
3	2510	1089～ 903	1021～ 2498		Y90S-2 Y90L-2	1.5 2.2	C		70	
3	2420	1010～ 844	985～ 2406		Y90S-2	1.5	C		70	
3	2320	932～ 775	945～ 2303		Y90S-2	1.5	C		70	
3	2120	775～ 647	863～ 2109		Y90S-2	1.5	C		70	
3	1930	638～ 530	785～ 1919	左、右、0°，90°，180°	Y90S-2	1.5	C		70	
4	2320	1736～ 1442	2240～ 5460		Y100L-2 Y112M-2 Y132S1-2	3 4 5.5	C	563×788×760	90	
4	2170	1521～ 1246	2093～ 5110		Y100L-2 Y112M-2 Y132S1-2	3 4 5.5	C		90	
4	2030	1334～ 1109	1962～ 4790		Y90L-2 Y100L-2 Y112M-2	2.2 3 4	C		90	
4	1880	1148～ 952	1815～ 4433		Y90L-2 Y100L-2	2.2 3	C		90	

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
4	1810	1059～883	1747～4260		Y90S-2 Y90L-2 Y100L-2	1.5 2.2 3	C		90	
4	1740	981～814	1678～4100	左、右 0°，90°，180°	Y90S-2 Y90L-2	1.5 2.2	C	563×788×760	90	
4	1665	893～746	1608～3918		Y90S-2 Y90L-2	1.5 2.2	C		90	
4	1595	824～687	1541～3760		Y90S-2 Y90L-2	1.5 2.2	C		90	
4	1520	746～618	1468～3582		Y90S-2	1.5	C		90	
4	1375	608～510	1327～3283		Y90S-2	1.5	C		90	
4	1305	549～461	1260～3080		Y90S-2	1.5	C		90	见第十七章
4	1230	491～402	1188～2896		Y90S-2	1.5	C		90	
5	1740	1609～1334	3280～8005		Y112M-4 Y132S-4 Y132M-4	4 5.5 7.5	C	763×863×939	158	
5	1620	1403～1158	3054～7450		Y112M-4 Y132S-4	4 5.5	C		158	
5	1510	1216～1010	2846～4948	左、右 0°，90°，135°，180°，225°	Y100L2-4 Y112M-4 Y132S-4	3 4 5.5	C		158	
5	1390	1030～853	2620～6400		Y100L1-4 Y100L2-4 Y112M-4	2.2 3 4	C		158	
5	1275	863～716	2402～5860		Y100L1-4 Y100L2-4	2.2 3	C		158	
5	1160	716～598	2183～5340		Y90L-4 Y100L1-4	1.5 2.2	C		158	
5	1040	579～481	1960～4781		Y90L-4	1.5	C		158	
6	1310	1403～1158	4398～10740		Y132S-4 Y132M-4	5.5 7.5	C	961×921×1110	230	
6	1255	1207～1001	4080～9960		Y112M-4 Y132S-4 Y132M-4	4 5.5 7.5	C		230	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
6	1160	1030～853	3780～9219	左、右 0°，90°，135°，180°，225°	Y100L2-4 Y112M-4 Y132S-4	3 4 5.5	C	961×921×1110	230	见第十七章
6	1060	863～716	3450～8427		Y100L1-4 Y100L2-4 Y112M-4	2.2 3 4	C		230	
6	965	716～589	3141～7670		Y100L1-4 Y100L2-4	2.2 3	C		230	
6	870	579～481	2836～6910		Y100L2-4	3	C		230	
8	1085	1609～1334	8375～20415		Y160M-4 Y160L-4 Y180M-4	11 15 18.5	C	1280×1350×1550	510	
8	1015	1403～1167	7840～19125		Y132M-4 Y160M-4 Y160L-4	7.5 11 15	C		510	
8	905	1118～922	6990～17070		Y132S-4 Y132M-4 Y160M-4	5.5 7.5 11	C		510	
8	864	1020～844	6655～16300		Y132S-4 Y132M-4 Y160M-2	5.5 7.5 11	C		510	
8	796	863～716	6150～15000		Y112M-4 Y132S-4 Y132M-4	4 5.5 7.5	C		510	
8	725	716～618	5600～13685		Y100L2-4 Y112M-4 Y132S-4	3 4 5.5	C		510	
8	652	579～481	5034～12300		Y100L1-4 Y100L2-4 Y112M-4	2.2 3 4	C		510	
10	1000	2168～1805	13660～36050		Y180M-4 Y200L-4 Y225S-4 Y225M-4	18.5 30 37 45	C	1515×1846×1840	560	
10	900	1756～1462	12300～32450		Y160L-4 Y180M-4 Y200L-4	15 18.5 30	C		560	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
10	800	1383～1158	10920～28850	左、右 0°，90°，135°，180°，225°	Y160M-4 Y160L-4 Y180M-4 Y180L-4	11 15 18.5 22	C	1515×1846×1840	560	
10	710	1099～912	9700～25600		Y132M-4 Y160M-4 Y160L-4	7.5 11 15	C		560	
10	630	863～716	8610～22670		Y132S-4 Y132M-4 Y160M-4	5.5 7.5 11	C		560	见第十七章
10	560	677～569	7650～20200		Y132S-4 Y132M-4	5.5 7.5	C		560	
8	960 730	1256～608	67410～13760			7.5 10 13 4 5.5	D	1682×1278×1508	353	

表 12-15　C6-48 型排尘离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
3.15	3150	1880～1376	1487～3323	0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y90L-2 Y100L-2	2.2 3	C	600×466×588	72.6	
3.15	2800	1483～1086	1322～2954		Y90S-2 Y90L-2	1.5 2.2	C	600×466×588	72.6	
3.15	2500	1181～865	1180～2637		Y802-2 Y90S-2	1.1 1.5	C	600×466×588	72.6	
3.15	2240	948～694	1057～2363		Y802-2	1.1	C	600×466×588	72.6	
3.15	2000	755～553	944～2110		Y801-2	0.75	C	600×466×588	72.6	
3.15	1800	611～448	850～1899		Y801-2	0.75	C	600×466×588	72.6	见第十七章
3.15	1600	483～354	755～1688		Y801-2	0.75	C	600×466×588	72.6	
4	2500	1933～1384	2369～5495		Y100L-2 Y112M-2	3 4	C	728×588×748	104	
4	2240	1550～1110	2122～4924		Y90L-2 Y100L-2	2.2 3	C	728×588×748	104	
4	2000	1234～884	1895～4396		Y90L-2	2.2	C	728×588×748	104	
4	1800	999～716	1705～3957		Y90S-2	1.5	C	728×588×748	104	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
4	1600	789～565	1516～3517	0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y802-2	1.1	C	728×588×748	104	
					Y90S-2	1.5				
4	1400	603～433	1326～3077		Y801-2	0.75	C	728×588×748	104	
4	1250	481～345	1184～2748		Y801-2	0.75	C	728×588×748	104	
5	2000	1953～1381	3553～8623		Y132 S1-2	5.5	C	781×741×924	144	
					Y132 S2-2	7.5				
5	1800	1580～1118	3198～7761		Y132 S-2	5.5	C	781×741×924	144	
5	1600	1247～882	2842～6899		Y100L-2	3	C	781×741×924	144	
5	1400	954～675	2487～6036		Y90L-2	2.2	C	781×741×924	144	见第十七章
5	1250	760～538	2221～5390		Y90S-2	1.5	C	781×741×924	144	
					Y90L-2	2.2				
5	1120	610～432	1990～4829		Y802-2	1.1	C	781×741×924	144	
					Y90S-2	1.5				
5	1000	486～344	1776～4312		Y801-2	0.75	C	781×741×924	144	
					Y802-2	1.1				
6.3	1600	1985～1403	5686～13799		Y160M1-2	11	C	1013×933×1218	296	
6.3	1400	1517～1073	4975～12074		Y132S1-2	5.5	C	1013×933×1218	296	
					Y132S2-2	7.5				

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
6.3	1250	1208～855	4442～10781	0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y112M-4 Y132S-4	4 5.5	C	1013×933×1218	296	
6.3	1120	969～686	3980～9660		Y100L2-4 Y112M-4	3 4	C	1013×933×1218	296	
6.3	1000	772～547	3554～8625		Y100L1-4 Y100L2-4	2.2 3	C	1013×933×1218	296	
6.3	900	625～443	3198～7762		Y90L-4 Y100L2-4	1.5 2.2	C	1013×933×1218	296	
6.3	800	494～350	2843～6900		Y90L-4	1.5	C	1013×933×1218	296	
8	1250	1953～1381	9096～22075	右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y160L-4	15	C	1404×1178×1574	684	见第十七章
8	1120	1566～1108	8150～19779		Y132M-4 Y160M-4	7.5 11	C	1404×1178×1574	684	
8	1000	1247～882	7276～17660		Y132M-4	7.5	C	1404×1178×1574	684	
8	900	1009～714	6549～15894		Y132 S-4 Y132 M-4	5.5 7.5	C	1404×1178×1574	684	
8	800	797～564	5821～14128		Y100L2-4 Y112M-4	3 4	C	1404×1178×1574	684	
8	710	627～444	5166～12539		Y100L2-4	3	C	1404×1178×1574	684	
8	630	494～350	4584～11126		Y100L1-4	2.2	C	1404×1178×1574	684	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
10	1000	2043～1381	14804～36417	右0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y180M-4 Y180L-4	18.5 22	C	1508×1483×1944	806	
10	900	1653～1118	13323～32776		Y160L-4 Y180M-4	15 18.5		1508×1483×1944	806	
10	800	1034～882	11843～29134		Y160M-4 Y160L-4	11 15		1508×1483×1944	806	
10	710	1026～695	10510～25856		Y132M-4 Y160M-4	7.5 11		1508×1483×1944	806	
10	630	807～547	9327～22943		Y132M-4	7.5		1508×1483×1944	806	
10	560	638～432	8290～20393		Y112M-4 Y132S-4	4 5.5		1508×1483×1944	806	见第十七章
10	500	508～344	7402～18208		Y112M-4	4		1508×1483×1944	806	
12.5	800	2043～1381	23131～56902		Y200L-4 Y225-4	30 37	C	1848×1844×2372	1311	
12.5	710	1607～1087	20528～50501		Y180L-4 Y200L-4	22 30	C	1848×1844×2372	1311	
12.5	630	1264～855	18215～44811		Y160L-4 Y180M-4	15 18.5	C	1848×1844×2372	1311	
12.5	560	997～675	16191～39832		Y160L-4	15	C	1848×1844×2372	1311	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
12.5	500	795～538	14457～35564	右 0°，45°，90°，135°，180°，225°	Y132M-4 Y160M-4	7.5 11	C	1848×1844×2372	1311	见第十七章
12.5	450	643～436	13011～32007		Y132S-4 Y132M-4	5.5 7.5	C	1848×1844×2372	1311	
12.5	400	508～344	11565～28451		Y112M-4 Y132S-4	4 5.5	C	1848×1844×2372	1311	

2. 棉花、粮食输送离心式通风机性能参数

表 12-16　6-23 型粮食、棉花输送离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
5		4091 3973 3953 3640 3434 3227 2992	1332 1566 1799 1982 2165 2348 2532	左、右 0°，90°，180°	Y112M-2	4	A	596×650×748	110	济南风机厂 临沂风机厂

表 12-17　6-30 型粮食、棉花输送离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
5	2900	4395～3218	2240～4776	左、右 0°，90°，180°	Y132S2-2	7.5	A	680×886×760	115	济南风机厂 临沂风机厂
6	2400	4326～3169	3204～6830		Y160M-4	11	C	789×887×1078.5	230	
6	2200	3640～2668	2937～6261		Y132M-4	7.5	C		230	
6	2000	3012～2207	2670～5962		Y132S-4	5.5	C		230	
6	1800	2443～1785	2403～5123		Y112M-4	4	C		230	

PLC WORLD

3. 锅炉离心式通引风机性能参数

SGG、SGY 型工业锅炉离心通引风机　SGG、SGY 型 1-10t/h 工业锅炉用离心通、引风机用模型级见表 12-18。

表 12-18　SGG、SGY1 型 10t/h 工业锅炉用离心通、引风机一览表

序号	代号名称	模型级	序号	代号名称	模型级
1	SK1017 SGG1	5-31-11№5.6A	13	SK1004 SGG4-1	5-49-11№6.3A
2	SK1009 SGY1	Y9-20-11№8D	14	SK1012 SGY4	Y9-28-11№9D
3	SK1019 SGY1-1	Y6-40-11№4.5D ◎	15	SK1020 SGY4-1	Y4-57-11№6.3D ◎
4	SK1021 SGY1-3	Y9-20-12№8C	16	SK1025 SGY4-3	Y9-28-12№9C
5	SK1022 SGY1-4	Y6-40-12№4.5C ◎	17	SK1026 SGY4-4	Y4-57-12№6.3C ◎
6	SK1018 SGG2	5-31-11№7.1A	18	SK1006 SGG6、8	9-42-11№6A
7	SK1002 SGG2-1	6-40-11№5.6A	19	SK1013 SGY6	Y9-28-11№9.5D ◎
8	SK1011 SGY2	Y9-20-11№8.5D	20	SK1027 SGY6-3	Y9-28-12№9.5D
9	SK1016 SGY2-1	Y5-58-11№5D ◎	21	SK1014 SGY8、10	Y9-37-11№9.5D
10	SK1023 SGY2-3	Y9-20-12№8.5C	22	SK1028 SGY8-3、10-3	Y9-37-12№9.5D ◎
11	SK1024 SGY2-4	Y5-58-12№5C ◎	23	SK1007 SGG10	9-37-11№9.5D
12	SK1005 SGG4	9-37-11№6A			

注：1. ◎表示双层机壳。

2. 引风机中 1、2、4t/h 用配 2P 电动机均为双层机壳。

3. 6、8、10t/h 用引风机各有单层机壳及双层机壳。

表 12-19　SGG1 型 1t/h、工业锅炉用通风机

（进口条件：$tj = 20\ ℃$ $\rho j = 1.2 kg/m^3$ 转速 1450r/min　电动机直联）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机(单速)			电磁调速电动机			双速电动机		
						型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm
1	1263	1200	78.39	0.537	0.70	Y90S-4	1.1							
2	1242.3	1440	82.82	0.6	0.78	Y90S-4	1.1							
△3	1174.2	1680	82.82	0.66	0.86	Y90S-4	1.1							
4	1071.2	1920	81.81	0.698	0.91	Y90S-4	1.1	f24	YCT 132-4B	1.5	24	YDTF112 M-4/6	2.2/0.75	28
5	978.5	2160	78.54	0.748	0.97	Y90S-4	1.1							
6	877	2400	74.86	0.781	1.02	Y90S-4	1.1							
7	777	2640	71.28	0.799	1.50	Y90L-4	1.5							

注：△表示设计点；LdB (A) = 71 (电动机 67)；单、双速和调速电动机可任选；1Pa = 0.102kgf/m^2 时，1Pa = 0.102mmH_2O 压力。

表 12-20 SGY1 型 1t/h 工业锅炉用引风机之一

（进口条件：$tj = 250℃$ $\rho j = 0.6723kg/m^3$ 转速 1450r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机			电动机轴 D/mm	联轴器			联轴器		
							型号	功率/kW		型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm
1	2028.1	3297.2	72.7	2.56	3.4	双速	YDTF132M1-4/6	4/1.4	38	200-38×65	65	38	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	38
						单速	Y112M-4	4	28	200-28×65		28			28
						调速	YCT200-4A	5.5	38	200-38×65		38			38
△2	2053.3	3956.7	76.2	2.96	3.93	双速	YDTF132M1-4/6	4/1.4	38	200-38×65	65	38	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	38
						单速	Y112M-4	4	28	170-28×65		28			28
						调速	YCT200-4A	5.5	38	200-38×65		38			38
3	2043.2	4616.1	78.2	3.35	4.44	双速	YDTF160M-4/6	7.5/2.5	42	200-42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						单速	Y132S-4	5.5	38	200-38×65		38			28
						调速	YCT200-4A	5.5	38	200-38×65		38			38
4	2007.9	5275.6	78.5	3.75	4.97	双速	YDTF160-4/6	7.5/2.5	42	200-42×48	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						单速	Y132S-4	5.5	38	200-38×65		38			38
						调速	YCT200-4A	5.5	38	200-38×65		38			38
5	1964.8	5825.1	77.2	4.12	5.46	双速	YDTF160M-4/6	7.5/2.5	42	200-42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						单速	Y132S-4	5.5	38	200-38×65		38			38
						调速	YCT200-4A	5.5	38	200-38×65		38			38
6	1895.9	6484.6	74.5	4.58	6.08	双速	YDTF160M-4/6	7.5/2.5	42	200-42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						单速	Y132M-4	7.5	38	200-38×65		38			38
						调速	YCT2F160-4B	7.5	38	200-38×65		38			38
7	1810.2	7144	70.5	5.09	6.76	双速	YDTF160M-4/6	7.5/2.5	42	200-42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						单速	Y132M-4	7.5	38	200-38×65		38			38
						调速	YCT2F160-4B	7.5	38	200-38×65		38			38

注：△表示设计点；该风机转速低；适于要求较低噪声场合；LdB (A) = 77 (74)；单、双速及调速电机可任选。

表 12-21 SGY1-1 型 1t/h 工业锅炉用引风机之二

（进口条件：$tj=250℃$ $\rho j=0.6723kg/m^3$ 转速 2930r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器		
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm
1	1986.3	2391.4	75.22	1.75	2.32	单速	Y100L-2	3	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132S-2/4	3/0.6	38	120-38×38		38			38
2	1982.2	2865.7	81.22	1.94	2.57	单速	Y100L-2	3	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132S-2/4	3/0.6	38	120-38×38		38			38
△2	1916.2	3340	82.57	2.15	2.85	单速	Y100L-2	3	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132S-2/4	3/0.6	38	120-38×38		38			38
4	1814	3814.4	82.05	2.34	3.10	单速	Y112M-2	4	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132M-2/4	5.5/1.1	38	120-38×38		38			38
5	1679	4288.7	80.27	2.49	3.30	单速	Y112M-2	4	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132M-2/4	5.5/1.1	38	120-38×38		38			38
6	1505	4763	76.59	2.60	3.45	单速	Y112M-2	4	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132M-2/4	5.5/1.1	38	120-38×38		38			38
7	1317.6	5237.3	71.53	2.68	3.56	单速	Y112M-2	4	28	120-28×38	38	28	TL5 $\frac{D\times L}{38\times 82}$	38	28
						双速	YDTF132M-2/4	5.5/1.1	38	120-38×38		38			38

注：△表示设计点；本风机转数高、结构紧凑；LdB(A)=82(79)；单、双电动机可任选用。

PLC WORLD

表 12-22　(电动机直联)SGG2 型 2t/h 工业锅炉用通风机之一

(进口条件：$\eta j = 20℃$ $\rho j = 1.2kg/m^3$ 转速 1450r/min　电动机直联)

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机(单速) 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	电动机(双速) 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	电磁调速电动机 型号	功率/kW	电动机轴直径/mm
1	2080	2298	79.8	1.66	2.16	Y100 L2-4	3.0	28				YCT 160-4B	3	28
2	1971	2809	82.3	1.87	2.43	Y100 L2-4	3.0	28				YCT 160-4B	3	28
△3	1858	3319	83.52	2.05	2.67	Y100 L2-4	3.0	28				YCT 160-4B	3	28
4	1730	3830	83.46	2.205	2.87	Y100 L2-4	3.0	28	YDTF132 M1-4/6	4.0/1.4	38	YCT 160-4B	3	28
5	1605	4340	82.3	2.35	3.06	Y112 M-4	4.0	28				YCT 180-4A	4	28
6	1464	4851	80.2	2.46	3.20	Y112 M-4	4.0	28				YCT 180-4A	4	28
7	1313	5361	76.5	2.55	3.32	Y112 M-4	4.0	28				YCT 180-4A	4	28

注：△表示设计点；LdB(A)=78(70)；该风机高压力适用于较高阻力系统；单双速和调速电动机可任选。

表 12-23　SGG2-1 型 2t/h 工业锅炉用通风机之二

(进口条件：$\eta j = 20℃$ $\rho j = 1.2kg/m^3$ 转速 1450r/min　电动机直联)

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机(单速) 型号	功率/kW	电动机轴 D/mm	电动机(双速) 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	电磁调速电动机 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm
1	1344.7	2280.8	75.22	1.13	1.47	Y100 L-4	2.2	28						
2	1341.9	2733.1	81.22	1.25	1.63	Y100 L1-4	2.2	28						
3	1297.2	3185.5	82.57	1.39	1.81	Y100 L1-4	2.2	28						
△4	1228	3637.9	82.05	1.51	1.97	Y100 L1-4	2.2	28	YDTF112 M-4/6	2.2/0.75	28	YCT 160-4A	2.2	28
5	1136.7	4090.3	80.27	1.61	2.09	Y100 L1-4	2.2	28						
6	1018.9	4542.7	76.59	1.68	2.18	Y100 L1-4	2.2	28						
7	892	4995	71.53	1.73	2.25	Y100 L2-4	3.0	28						

注：△表示设计点；LdB(A)=76(70)；该风机中等压力适用于一般阻力系统；单双速和调速电动机可任选。

表 12-24 SGY2 型 2t/h 工业锅炉用引风机之一

（进口条件：$tj = 220℃$ $\rho j = 0.713kg/m^3$ 转速 1450r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)
1	2428.1	3954.9	72.7	3.66	4.88	单速 双速 调速	Y132S-4 YCT2F160-4B YDTF160M-4/6	5.5 7.5 7.5/2.5	38 38 42	200—38×65 200—42×65	65	38 38 42	TL8 38×82/65×142 TL8 42×112/65×142
2	2458.3	4745.9	76.2	4.24	5.64	单速 双速 调速	Y132S-4 YCT2F160-4B YDTF160M-4/6	5.5 7.5 7.5/2.5	38 38 42	200—38×65 200—42×65	65	38 38 42	TL8 38×82/65×142 TL8 42×112/65×142
3	2466.1	5536.9	78.2	4.81	6.38	单速 双速 调速	Y132S-4 YCT2F160-4B YDTF160M-4/6	7.5 7.5 7.5/2.5	38 38 42	200—38×65 200—42×65	65	38 38 42	TL8 38×82/65×142 TL8 42×112/65×142
△4	2403.9	6327.9	78.5	5.38	7.14	单速 双速 调速	Y132M-4 YCT2F160-4B YDTF160M-4/6	7.5 7.5 7.5/2.5	38 38 42	200—38×65 200—42×65	65	38 38 42	TL8 38×82/65×142 TL8 42×112/65×142
5	2352.4	6987	77.2	5.92	7.85	单速 双速 调速	Y160M-4 YCT2F180-4A YDTF180M-4/6	11 11 14/4.5	42 42 48	200—42×65 200—42×65 200—48×65	65	42 42 48	TL8 42×112/65×142 TL8 42×122/65×142 TL8 48×112/65×142
6	2269.9	7778	74.5	6.57	8.73	单速 双速 调速	Y160M-4 YCT2F180-4A YDTF180-4/6	11 11 14/4.5	42 42 48	200—42×65 200—42×65 200—48×65	65	42 42 48	TL8 42×122/65×142 TL8 42×122/65×142 TL8 48×122/65×142
7	2167.2	8569	70.5	7.31	9.69	单速 双速 调速	Y160M-4 YCT2F180-4A YDTF180M-4/6	11 11 14/4.5	42 42 48	200—42×65 200—42×65 200—48×65	65	42 42 48	TL8 42×122/65×142 TL8 42×122/65×142 TL8 48×122/65×142

注：△表示设计点；本风机转数低、适于要求较低噪声场合；LdB(A)=(82)(78)；单、双速及调速电动机可任选。

表 12-25 SGY2-1 型 2t/h 工业锅炉用引风机之二

（进口条件：$tj = 220℃$ $\rho j = 0.713kg/m^3$ 转速 2930r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机			联轴器			联轴器		
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm
1	2201.8	6056	75.1	4.93	6.54	单速	$Y132S_2$-2	7.5	38	170—38×48	48	38	$TL_7\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	38
						双速	$YDTF132M_Q$-2/4	7/1.4							
△2	2178.8	7260	77.8	5.65	7.49	单速	$Y132S_2$-2	7.5	38	170—38×48	48	38	$TL_7\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	38
						双速	$YDTF132M_Q$-2/4	7/1.4							
3	2101.2	8462	79.2	6.24	8.28	单速	$Y160M_1$-2	11	42	170—42×48	48	42	$TL_7\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	42
						双速	YDTF160M-2/4	11/2.2	42	170—42×48		42			42
4	2028	9665	81.3	6.69	8.87	单速	$Y160M_1$-2	11	42	170—42×48	48	42	$TL_7\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	42
						双速	YDTF160M-2/4	11/2.2	42	170—42×48		42			42
5	1913.6	10868	80.3	7.19	9.54	单速	$Y160M_1$-2	11	42	170—42×48	48	42	$TL_5\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	42
						双速	YDTF160M-2/4	11/2.2	42	170—42×48		42			42
6	1764	12071	79.6	7.43	9.86	单速	$Y160M_1$-2	11	42	170—42×48	48	42	$TL_7\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	42
						双速	YDTF160M-2/4	11/2.2	42	170—42×48		42			42
7	1627.5	13274	75.6	7.94	10.53	单速	$Y160M_1$-2	11	42	170—42×48	48	42	$TL_7\frac{D\times L}{48\times 112}$	48	42
						双速	YDTF160M-2/4	11/2.2	42	170—42×48		42			42

注：△表示设计点；本风机转数高、结构紧凑；LdB(A)=83(70)；单、双速电动机可任意选用。

表 12-26 SGY4 型 4t/h 工业锅炉用引风机之一

（进口条件：$tj=200℃$ $\rho j=0.745kg/m^3$ 转速 1450r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器		
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm
1	2777.5	8089.5	75.32	8.28	10.98	单速	Y160M-4	11	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180M-4/6	14/4.5	48	200—48×65		48			48
						调速	YCT2F180-4A	11	48	200—48×65		48			48
2	2800	9503.3	78.5	9.42	12.5	单速	Y160L-4	15	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180M-4/6	14/4.5	48	200—48×65		48			48
						调速	YCT2F200-4A	18.5	48	200—48×65		48			48
3	2795	10917	80.6	10.52	13.96	单速	Y160L-4	15	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180M-4/6	14/4.5	48	200—48×65		48			48
						调速	YCT2F200-4A	18.5	48	200—48×65		48			48
△4	2755	12330.8	81.25	11.61	15.4	单速	Y160L-4	15	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180L-4/6	18.5/6	48	200—48×65		48			48
						调速	YCT2F200-4A	18.5	48	200—48×65		48			48
5	2668	13744.5	79	12.89	17.1	单速	Y180M-4	18.5	48	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF180L-4/6	18.5/6	48	200—48×65		48			48
						调速	YCT2F200-4A	18.5	48	200—48×65		48			48
6	2550	15158.3	75.7	14.22	18.86	单速	Y180M-4	18.5	48	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF180L-4/6	18.5/6	48	200—48×65		48			48
						调速	YCT2F200-4A	18.5	48	200—48×65		48			48
7	2450	16572	72.5	15.56	20.64	单速	Y180L-4	22	48	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF200L-4/6	20/6.5	55	200—55×65		55			55
						调速	YCT2F225-4A	22	55	200—55×65		55			55

注：△表示设计点；单、双速及调速电动机可任选。

PLC WORLD

表 12-27　(电动机直联)SGG4 型 4t/h 工业锅炉用通风机之一

(进口条件：t_j = 20℃ ρ_j = 1.2kg/m³　转速 1450r/min　电动机直联)

序号	全压/Pa	流量/(m³/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机(单速)			电动机(双速)			电磁调速电动机		
						型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm
1	2040	4730	77.2	3.47	3.99	Y132 S-4	5.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCTF 160-4B	7.5	38
2	2065	5550	79.81	3.99	4.59	Y132 S-4	5.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
3	2085	6370	81.10	4.55	5.23	Y132 S-4	5.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
△4	2095	7180	81.08	5.15	5.92	Y132 M-4	7.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
5	2078	8081	79.92	5.79	6.66	Y132 M-4	7.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
6	2030	8820	77.15	6.44	7.41	Y132 M-4	7.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
7	1963	9644	73.4	7.16	8.23	Y160 M-4	11	42	YDTF160 L-4/6	11/4	42	YCT2F 180-4B	11	42

注：△表示设计点；LdB(A) = 81(78)；该风机高压力适用于较高阻力系统。单、双速和调速电动机可任选。

表 12-28　SGG4-1 型 4t/h 工业锅炉用通风机之二

(进口条件：t_j = 20℃ ρ_j = 1.2kg/m³　转速 1450r/min　电动机直联)

序号	全压/Pa	流量/(m³/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机(单速)			电动机(双速)			电磁调速电动机		
						型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm
1	1644	4500	75.5	2.72	3.26	Y112 M-4	4	28	YDTF132 M1-4/6	4.0/1.4	38	YCT 180-4B	4	28
2	1635	5179.2	78.6	2.99	3.59	Y112 M-4	4	28	YDTF132 M1-4/6	4.0/1.4	38	YCT180-4B	4	28
3	1600	5858.3	81.6	3.19	3.83	Y112 M-4	4	28	YDTF132 M1-4/6	4.0/1.4	38	YCT180-4B	4	28
4	1531	6537	83.6	3.31	3.98	Y112 M-4	4	28	YDTF132 M1-4/6	4.0/1.4	38	YCT180-4B	4	28
△5	1435	7216.7	83	3.47	4.16	Y132 S-4	5.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT200-4A	5.5	38
6	1315	7895.8	80.8	3.57	4.28	Y132 S-4	5.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT200-4A	5.5	38
7	1165	8575	75.5	3.68	4.41	Y132 S-4	5.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT200-4A	5.5	38

注：△表示设计点；LdB(A) = 82(78)；本风机中等压力适用于一般阻力系统。单、双速及调速电动机可任选。

表 12-29 SGY4-1 型 4t/h 工业锅炉用引风机之二

（进口条件：$t_j = 200℃$ $\rho_j = 0.745kg/m^3$ 转速 2930r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器		
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm
1	3479.6	9923.2	78.3	12.25	17.12	单速	Y160L-2	18.5	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—48×65		48			48
2	3305.6	11595	83.5	12.75	17.82	单速	Y160L-2	18.5	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—48×65		48			48
△2	3096.8	13266.8	86	13.27	18.55	单速	Y160L-2	18.5	42	200—42×65	65	42	TL8 $\frac{D\times L}{65\times 142}$	65	42
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—48×65		48			48
4	2853.3	14938.6	87	13.61	19.02	单速	Y180M-2	22	42	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{48\times 110}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—60×65		48			48
5	2609.7	16610.4	86	14	19.57	单速	Y180M-2	22	48	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{48\times 110}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—60×65		48			48
6	2350	18282.2	84	14.21	19.86	单速	Y180M-2	22	48	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{48\times 110}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—60×65		48			48
7	2052.9	19945	78.3	14.53	20.31	单速	Y180M-2	22	48	200—48×65	65	48	TL8 $\frac{48\times 110}{65\times 142}$	65	48
						双速	YDTF180L-2/4	21/4.2	48	200—60×65		48			48

注： △表示设计点；该风机转数高、结构紧凑；LdB(A)=84(87、82)；单、双速电动机可任意选用。

表 12-30 SGYI-3 型 1t/h 工业锅炉用离心引风机性能与选用件表

（进口条件：$tj = 250℃$ $\rho j = 0.6723 kg/m^3$ V带传动）

转速/(r/min)	序号	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	电动机导轨部
							型号	功率/kW	型号	根数	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	代号(二套)
1800	1	4093	3125	72.7	4.89	6.69	Y160M-4	11	B	3	2800	280×65×B3	355×42×B3	STO201×03
	2	4912	3164	76.2	5.67	7.76								
	3	5730	3149	78.2	6.41	8.77								
	4	6549	3094	78.5	7.17	9.81								
	5	7231	3028	77.2	7.88	10.78								
	6	8050	2922	74.5	8.77	12.00	Y160L-4	15	B	4	2800	280×65×B4	355×42×B4	STO201×03
	7	8868	2790	70.5	9.75	13.34								
1600	1	3638	2469	72.7	3.43	4.69	Y132M-4	7.5	B	3	2800	280×65×B3	315×38×B3	STO201×02
	2	4366	2500	76.2	3.98	5.45								
	3	5094	2488	78.2	4.50	6.16								
	4	5821	2445	78.5	5.04	6.90								
	5	6428	2392	77.2	5.53	7.57	Y160M-4	11	B	3	2800	280×65×B3	315×38×B3	STO201×03
	6	7155	2308	74.5	6.16	8.43								
	7	7883	2204	70.5	6.85	9.37								
1400	1	3184	1891	72.7	2.30	3.15	Y132S-4	5.5	B	2	2800	280×65×B2	280×38×B2	STO201×02
	2	3820	1914	76.2	2.67	3.65								
	3	4457	1905	78.2	3.02	4.13								
	4	5094	1872	78.5	3.37	4.61								
	5	5624	1832	77.2	3.71	5.08								
	6	6261	1767	74.5	4.12	5.64	Y132M-4	7.5	B	2	2800	280×65×B2	280×38×B2	STO201×02
	7	6898	1688	70.5	4.59	6.28								
1250	1	2842	1507	72.7	1.64	2.24	Y112M-4	4.0	A	2	2800	280×65×A2	250×38×A2	STO201×02
	2	3411	1526	76.2	1.90	2.60								
	3	3979	1518	78.2	2.15	2.94								
	4	4548	1492	78.5	2.40	3.28								
	5	5022	1460	77.2	2.64	3.69								
	6	5590	1409	74.5	2.94	4.02	Y132S-4	5.5	B	2	2800	280×65×B2	250×38×B2	STO201×02
	7	6159	1345	70.5	3.26	4.46								

PLC WORLD

表 12-31 SGY1-4 型 1t/h 工业锅炉用离心引风机性能与选用件表

（进口条件：$tj = 250℃$ $\rho j = 0.6723kg/m^3$ V带传动）

转速/(r/min)	序号	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	电动机导轨部
							型号	功率/kW	型号	根数	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	代号(二套)
3550	1	2897	2916	75.22	3.12	4.27	Y132S1-2	5.5	A	3	1600	160×38×A3	200×38×A3	ST0201×02
	2	3472	2910	81.22	3.46	4.73								
	3	4047	2813	82.57	3.83	5.24								
	4	4622	2663	82.05	4.17	5.71	Y132S2-2	7.5	A	4	1600	160×38×A4	200×38×A4	ST0201×02
	5	5196	2465	80.27	4.43	6.06								
	6	5771	2209	76.59	4.62	6.32								
	7	6346	1934	71.53	4.77	6.53								
3150	1	2571	2296	75.22	2.18	2.98	Y112M-2	4.0	A	2	1600	160×38×A2	180×28×A2	ST0201×02
	2	3081	2291	81.22	2.41	3.30								
	3	3591	2215	82.57	2.68	3.66								
	4	4101	2097	82.05	2.91	3.98								
	5	4611	1941	80.27	3.10	4.24	Y132S1-2	5.5	A	3	1600	160×38×A3	180×38×A3	ST0201×02
	6	5121	1740	76.59	3.23	4.42								
	7	5631	1523	71.53	3.33	4.56								
2800	1	2285	1814	75.22	1.53	2.10	Y100L-2	3.0	A	2	1600	160×38×A2	160×28×A2	ST0201×02
	2	2739	1810	81.22	1.70	2.32								
	3	3192	1750	82.57	1.88	2.57								
	4	3645	1656	82.05	2.04	2.80								
	5	4098	1553	80.27	2.17	2.98								
	6	4552	1374	76.59	2.27	3.10	Y112M-2	4.0	A	2	1600	160×38×A2	160×28×A2	ST0201×02
	7	5005	1203	71.53	2.34	3.20								
2500	1	2040	1446	75.22	1.09	1.49	Y90L-2	2.2	A	2	1600	160×38×A2	140×24×A2	ST0201×01
	2	2445	1443	81.22	1.21	1.65								
	3	2850	1395	82.57	1.34	1.83								
	4	3255	1321	82.05	1.46	1.99								
	5	3659	1222	80.27	1.55	2.12								
	6	4064	1096	76.59	1.62	2.21	Y100L-2	3.0	A	2	1600	160×38×A2	140×28×A2	ST0201×02
	7	4469	956	71.53	1.66	2.28								

表 12-32 SGY2-3 型 2t/h 工业锅炉用离心引风机性能与选用件表

（进口条件：tj = 220℃ ρj = 0.713kg/m³ V 带传动）

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m³/h)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	电动机导轨部
							型号	功率 /kW	型号	根数	内周长 /mm	规格/mm	规格/mm	代号(二套)
1800	1	4910	3742	72.7	7.02	9.61	Y160L-4	15	C	3	3150	315×65×C3	400×42×C3	ST0201×03
	2	5892	3788	76.2	8.14	11.14								
	3	6873	3800	78.2	9.28	12.70								
	4	7855	3704	78.5	10.30	14.09								
	5	8674	3625	77.2	11.31	15.48	Y180M-4	18.5	C	3	3150	315×65×C3	400×48×C3	ST0201×03
	6	9655	3498	74.5	12.59	17.23								
	7	10637	3340	70.5	14.00	19.16								
1600	1	4364	3023	72.7	5.04	6.90	Y160M-4	11	C	2	3150	315×65×C2	355×42×C2	ST0201×03
	2	5237	2994	76.2	5.72	7.83								
	3	6110	3004	78.2	6.52	8.92								
	4	6983	2928	78.5	7.26	9.93								
	5	7710	2865	77.2	7.95	10.88								
	6	8583	2765	74.5	8.85	12.11	Y160L-4	15	C	2	3150	315×65×C2	355×42×C2	ST0201×03
	7	9455	2640	70.5	9.83	13.45								
1400	1	3810	2263	72.7	3.29	4.50	Y132M-4	7.5	B	2	3150	315×65×B2	300×38×B2	ST0201×02
	2	4582	2291	76.2	3.83	5.24								
	3	5346	2298	78.2	4.36	5.97								
	4	6110	2240	78.5	4.84	6.62								
	5	6746	2192	77.2	5.32	7.28								
	6	7510	2116	74.5	5.93	8.11	Y160M-4	11	C	2	3150	315×65×C2	300×42×C2	ST0201×03
	7	8274	2020	70.5	6.59	9.02								
1250	1	3409	1804	72.7	2.35	3.22	Y132S-4	5.5	B	2	3150	315×65×B2	280×38×B2	ST0201×02
	2	4091	1827	76.2	2.73	3.74								
	3	4773	1832	78.2	3.11	4.26								
	4	5455	1786	78.5	3.45	4.72								
	5	6023	1748	77.2	3.79	5.19								
	6	6705	1687	74.5	4.22	5.78	Y132M-4	7.5	B	2	3150	315×65×B2	280×38×B2	S10201×02
	7	7387	1610	70.5	4.69	6.42								

PLC WORLD

表 12-33 SGY2-4 型 2t/h 工业锅炉用离心引风机性能与选用件表

（进口条件：$tj = 220℃$ $\rho j = 0.713kg/m^3$ V 带传动）

转速/(r/min)	序号	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	电动机导轨部
							型号	功率/kW	型号	根数	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	代号(二套)
3550	1	7338	3232	75.1	8.77	12.00	Y160M2-2	15	B	5	1800	160×48×B5	200×42×B5	STD201×03
	2	8796	3199	77.8	10.05	13.75								
	3	10253	3085	79.2	11.09	15.18	Y160L-2	18.5	B	6	1800	160×48×B6	200×42×B6	STD201×03
	4	11710	2977	81.3	11.91	16.30								
	5	13160	2809	80.3	12.80	17.52								
	6	14625	2590	79.6	13.22	18.09								
	7	16083	2389	75.6	14.12	19.30								
3150	1	6511	2545	75.1	6.13	8.39	Y160M1-2	11	B	4	1800	160×48×B4	180×42×B4	STD201×03
	2	7805	2519	77.8	7.02	9.61								
	3	9097	2429	79.2	7.75	10.61								
	4	10391	2344	81.3	8.32	11.39	Y160M2-2	15	B	6	1800	160×48×B6	180×42×B6	STD201×03
	5	11684	2212	80.3	8.94	12.23								
	6	12977	2039	79.6	9.23	12.63								
	7	14271	1881	75.6	9.86	13.50								
2800	1	5787	2011	75.1	4.31	5.90	Y132S2-2	7.5	B	3	1800	160×48×B3	150×38×B3	STD201×02
	2	6938	1990	77.8	4.93	6.75								
	3	8087	1919	79.2	5.44	7.44								
	4	9236	1852	81.3	5.84	7.99	Y160M1-2	11	B	4	1800	160×48×B4	150×42×B4	STD201×03
	5	10386	1748	80.3	6.28	8.59								
	6	11535	1611	79.6	6.49	8.88								
	7	12685	1486	75.6	6.93	9.48								
2500	1	5167	1603	75.1	3.06	4.19	Y132S1-2	5.5	A	3	1800	160×48×A3	140×38×A3	STD201×02
	2	6195	1586	77.8	3.51	4.80								
	3	7220	1530	79.2	3.87	5.30								
	4	8247	1476	81.3	4.16	5.69	Y132S2-2	7.5	B	3	1800	160×48×B3	140×38×B3	STD201×02
	5	9273	1393	80.3	4.47	6.12								
	6	10300	1284	79.6	4.62	6.32								
	7	11326	1185	75.6	4.93	6.75								

PLC WORLD

表 12-34　SGY4-3 型 4t/h 工业锅炉用离心引风机性能与选用件表

（进口条件：$tj = 200℃$ $\rho j = 0.745 kg/m^3$　V 带传动）

转速/(r/min)	序号	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	电动机导轨部
							型号	功率/kW	型号	根数	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	代号(二套)
1600	1	8926	3382	75.32	11.133	15.23	Y180L-4	22	C	4	3150	315×65×C4	355×48×C4	ST0201×03
	2	10486	3409	78.5	12.65	17.31								
	3	12046	3403	80.6	14.13	19.33								
	4	13606	3354	81.25	15.60	21.35								
	5	15166	3249	79	17.33	23.71	Y200L-4	30	C	5	3150	315×65×C5	315×55×C5	ST0201×04
	6	16726	3115	75.7	19.12	26.16								
	7	18286	2983	72.5	20.90	28.60								
1400	1	7811	2589	75.32	7.46	10.20	Y160L-4	15	C	3	3150	315×65×C3	300×42×C3	ST0201×03
	2	9176	2610	78.5	8.47	11.59								
	3	10541	2606	80.6	9.47	12.96								
	4	11906	2568	81.25	10.45	14.30								
	5	13271	2487	79	11.61	15.89	Y180L-4	22	C	4	3150	315×65×C4	300×48×C4	ST0201×03
	6	14636	2385	75.7	12.81	17.53								
	7	16000	2284	72.5	14.00	19.16								
1250	1	6974	2064	75.32	5.31	7.27	Y160M-4	11	C	2	3150	315×65×C2	265×42×C2	ST0201×03
	2	7805	2081	78.5	5.75	7.87								
	3	9411	2077	80.6	6.74	9.22								
	4	10630	2047	81.25	7.44	10.11								
	5	11849	1983	79	8.26	11.30								
	6	13068	1901	75.7	9.12	12.48	Y160L-4	15	C	3	3150	315×65×C3	265×42×C3	ST0201×03
	7	14286	1821	72.5	9.97	13.64								

表 12-35 SGY4-4 型 4t/h 工业锅炉用离心引风机性能与选用件表

（进口条件：t_j = 200℃ ρ_j = 0.745kg/m³ V带传动）

转速/(r/min)	序号	流量/(m³/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	电动机导轨部
							型号	功率/kW	型号	根数	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	代号(二套)
3150	1	10668	4022	78.3	15.22	20.83	Y180M-2	22	B	6	1800	180×48×B6	200×48×B6	ST0201×03
	2	12466	3821	83.5	15.85	21.69								
	3	14263	3580	86	16.49	22.57	Y200L1-2	30	B	8	1800	180×48×B8	200×55×B8	ST0201×04
	4	16060	3298	87	16.91	23.14								
	5	17858	3017	86	17.40	23.81								
	6	19655	2717	84	17.66	24.17								
	7	21452	2373	78.3	18.06	24.71								
2800	1	9483	3177	78.3	10.69	14.63	Y160L-2	18.5	B	5	1800	180×48×B5	190×42×B5	ST0201×03
	2	11081	3018	83.5	11.13	15.23								
	3	12678	2827	86	11.58	15.85								
	4	14276	2605	87	11.87	16.24								
	5	15873	2383	86	12.22	16.72								
	6	17471	2146	84	12.40	16.97								
	7	19069	1874	78.3	12.68	17.35								
2500	1	8467	2533	78.3	7.61	10.41	Y160M2-2	15	B	4	1800	180×48×B4	150×42×B4	ST0201×03
	2	9893	2407	83.5	7.92	10.84								
	3	11320	2255	86	8.25	11.29								
	4	12746	2077	87	8.45	11.56								
	5	14173	1900	86	8.70	11.91								
	6	15599	1711	84	8.83	12.08								
	7	17026	1495	78.3	9.03	12.36								

表 12-36 SGY6 型 6t/h 工业锅炉用引风机

（进口条件：$tj=200℃$ $\rho j=0.745kg/m^3$ 转速 1450r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)
1	3397.8	11963.1	75.7	14.9	19.8	单速	Y200L-4	30	55	200—55×65	65	55	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF225M-4/6	27/8.5	60	200—60×65		60	
						调速	YCT2F250-4A	30	60	200—60×65		60	
2	3376.8	14429.3	78.8	17.2	22.8	单速	Y200L-4	30	55	200—55×65	65	55	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF225M-4/6	27/8.5	60	200—60×65		60	
						调速	YCT2F250-4A	30	60	200—60×65		60	
3	3319.5	16895.6	80.2	19.4	25.8	单速	Y200L-4	30	55	200—55×65	65	55	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF225M-4/6	27/8.5	60	200—60×65		60	
						调速	YCT2F250-4A	30	60	200—60×65		60	
△4	3272.9	19361.8	80	22	29.2	单速	Y200L-4	30	55	200—55×65	65	55	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF225M-4/6	27/8.5	60	200—60×65		60	
						调速	YCT2F250-4A	30	60	200—60×65		60	
5	3193.5	21828	79	24.5	32.5	单速	Y225S-4	37	60	200—60×65	65	60	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	200—65×65		65	
						调速	YCT2F250-4B	37	60	200—60×65		60	
6	3095.1	24294.3	76.7	27.2	36.1	单速	Y225S-4	37	60	200—60×65	65	60	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	200—65×65		65	
						调速	YCT2F250-4B	37	60	200—60×65		60	
7	2901.7	26760.5	74.4	29	38.5	单速	Y225M-4	45	60	200—60×65	65	60	TL_8 D×L/65×142
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	200—65×65		65	
						调速	YCT2F250-4B	37	60	200—60×65		60	

注：△表示设计点；LdB(A)=84；单、双速及调速电动机可任选；选用双速电动机时，性能按 1450/945r/min 进行换算。

表 12-37 SGG10 型 4t/h 工业锅炉用通风机之一

（进口条件：$t_j = 20℃$ $\rho_j = 1.2kg/m^3$ 转速 960r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器		
						型号		功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)	风机轴直径 D/mm	电动机轴直径 D/mm
1	2152.6	12428.9	73.39	10.1	11.65	单速 双速 调速	Y180L-6 YCT2F225-6A	15	48 55	200—48×65 200—55×65	65	48 55	$TL_8\frac{D\times112}{65\times142}$	65	48 55
2	2241.6	15012.2	78.04	12	13.78	单速 双速 调速	Y100L-6 YCT2F225-6A	15	48 55	200—48×65 200—55×65	65	48 55	$TL_8\frac{D\times112}{65\times142}$	65	48 55
△①	2307.8	17595.4	81.11	13.9	15.99	单速 双速 调速	Y200L1-6 YCT2F250-6B	22	55 60	200—55×65 200—60×65	65	55 60	$TL_8\frac{D\times L}{65\times142}$	65	55 60
4	2340.1	20170.7	81.08	16.2	18.63	单速 双速 调速	Y200L2-6 YCT2F250-6B	22	55 60	200—55×65 200—60×65	65	55 60	$TL_8\frac{D\times L}{65\times142}$	65	55 60
△②	2309.4	22762	79.71	18.3	21.1	单速 双速 调速	Y200L2-6 YCT2F250-6B	22	55 60	200—55×65 200—60×65	65	55 60	$TL_8\frac{D\times L}{65\times142}$	65	55 60
6	2239.4	25345.2	76.43	20.6	23.7	单速 双速 调速	Y225M-6 YCT2F280-6A	30	60 65	200—60×65 200—65×65	65	60 65	$TL_8\frac{D\times142}{65\times142}$	65	60 65
7	2143.6	27928.5	72.17	23	26.5	单速 双速 调速	Y225M-6 YCT2F280-6A	30	60 65	200—60×65 200—65×65	65	60 65	$TL_8\frac{D\times142}{65\times142}$	65	60 65

① △表示设计点；LdB(A)=83；单速及调速电动机可任选。

② 两种联轴器制造厂可任选。

表 12-38 SGY8 型 8t/h 工业锅炉用引风机 SGY10 型 10t/h 工业锅炉用引风机

（进口条件：$tj = 200℃$ $\rho j = 0.745kg/m^3$ 转速 1450r/min 联轴器传动）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机				联轴器			联轴器
							型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	型号(ST0102)	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	型号(GB4323)
1	3048.9	18772.8	73.39	21.7	28.7	单速	Y200L-4	30	55	240—55×75	75	55	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	240—65×75		65	
						调速	YCT2F250-4A	30	60	240—60×75		60	
2	3174.9	22674.7	78.04	25.6	34	单速	Y225S-4	37	60	240—60×75	75	60	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	240—65×75		65	
						调速	YCT2F250-4B	37	60	240—60×75		60	
3	3268.7	26576.5	81.11	29.8	39.5	单速	Y225M-4	45	60	240—60×75	75	60	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	240—65×75		65	
						调速	YCT2F280-4A	45	65	240—65×75		65	
△3	3318.7	30478.3	81.08	34.7	46	单速	Y225M-4	45	60	240—60×75	75	60	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF250M-4/6	45/14	65	240—65×75		65	
						调速	YCT2F280-4A	45	65	240—65×75		65	
5	3271	34380.1	79.71	39.2	52	单速	Y250M-4	55	65	240—65×75	75	65	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF280M-4/6	72/24	75	240—75×75		75	
						调速	YCT2F-315-4A	75	75	240—75×75		75	
6	3171.8	38281.9	76.43	44.1	58.5	单速	Y280S-4	75	75	240—75×75	75	75	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF280M-4/6	72/24	75	240—75×75			
						调速	YCT2F315-4A	75	75	240—75×75			
7	3036.1	42183.7	72.17	49.3	65.4	单速	Y280S-4	75	75	240—75×75	75	75	$TL_8\frac{D\times L}{75\times 142}$
						双速	YDTF280M-4/6	72/24	75	240—75×75			
						调速	YCT2F315-4A	75	75	240—75×75			

注：1. 生产厂家见附录 C。

2. △表示 SGY10 设计点；单、双速及调速电动机可任选。选用双速电动机时，性能按 1450/960r/min 进行换算。

3. 表示 SGY8 设计点。LdB (A) = 85。

PLC WORLD

表 12-39 SGG6 型 6t/h 工业锅炉用通风机 SGG8 型 8t/h 工业锅炉用通风机

（进口条件：$tj=20℃$ $\rho j=1.2kg/m^3$ 转速 1450r/min 电动机直联）

序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机(单速) 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	电动机(双速) 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm	电磁调速电动机 型号	功率/kW	电动机轴直径 D/mm
1	2032.4	6491.4	72.2	5.08	5.84	Y132 M-4	7.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
2	2103.6	7604.3	76.5	5.81	6.68	Y132 M-4	7.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
△①	2137	8717.1	79.4	6.52	7.49	Y132 M-4	7.5	38	YDTF160 M-4/6	7.5/2.5	42	YCT2F 160-4B	7.5	38
4	2131.5	9829.9	80	7.28	8.37	Y160 M-4	11	42	YDTF180 M-4/6	14/4.5	48	YCT2F 180-4A	11	42
5	2114.6	10942.7	78	8.24	9.48	Y160 M-4	11	42	YDTF180 M-4/6	14/4.5	48	YCT2F 180-4A	11	42
6②	2046.9	12055.5	74.8	9.16	10.54	Y160 M-4	11	42	YDTF180 M-4/6	14/4.5	48	YCT2F 180-4A	11	42
7	1953.5	13168.3	71.1	10.05	11.56	Y160 L-4	15	42	YDTF180 M-4/6	14/4.5	48	YCT2F 180-4A	11	42

① △表示 SGG6 设计点；单、双速及调速电动机可任选。双速电动机的低速按 945r/min 进行换算；LdB (A) = 82。

② * 表示 SGG8 设计点。LdB (A) = 82。

表 12-40 Y4-73 型锅炉离心引风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
8	1450	1303 ~ 868	16156 ~ 30993	0° ~ 270° 间隔 45°	Y160M-4 Y160L-4	11 15	D	1791.5 × 1323 × 1751	882	见第十七章
9	1450	1651 ~ 1100	23003 ~ 44128	0° ~ 270° 间隔 45°	Y180L-4 Y200L-4	22 30	D	1882 × 1487 × 1940	931	
9	960	721 ~ 481	15229 ~ 29219	0° ~ 270° 间隔 45°	Y160M-6	7.5	D	1882 × 1487 × 1940	931	
10	1450	2041 ~ 1359	31554 ~ 60533	0° ~ 270° 间隔 45°	Y225S-4 Y225M-4	37 45	D	1973.5 × 1651 × 2138	1082	
10	960	891 ~ 594	20891 ~ 40077	0° ~ 270° 间隔 45°	Y160L-6	11	D	1973.5 × 1651 × 2138	1082	
10	730	515 ~ 343	15886 ~ 30475	0° ~ 270° 间隔 45°	Y160M2-8	5.5	D	1973.5 × 1651 × 2138	1082	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
11	1450	2474～1646	41999～80570	0°～270°间隔45°	Y250M-4 Y280S-4	55 75	D	2274×1815×2240	1493	见第十七章
11	960	1079～719	27806～53343	0°～270°间隔45°	Y200L1-6	18.5	D	2274×1815×2240	1493	
11	730	623～415	21144～40562	0°～270°间隔45°	Y160L-8 Y180L-8	7.5 11	D	2274×1815×2240	1493	
12	1450	2949～1961	54526～104600	0°～270°间隔45°	Y280M-4 Y315S-4	90 110	D	2381.5×1979×2532	1787	
12	960	1285～856	36100～69253	0°～270°间隔45°	Y225M-6	30	D	2381.5×1979×2532	1787	
12	730	742～495	27451～52661	0°～270°间隔45°	Y180L-8 Y200L-8	11 15	D	2381.5×1979×2532	1787	
14	1450	4029～2676	86586～166100	0°～270°间隔45°	Y315M-4 Y315M-4	185 220	D	2939×2357×2913	2903	
14	960	1752～1167	57326～109970	0°～270°间隔45°	Y315S-6	75	D	2939×2357×2913	2903	
14	730	1010～674	43591～83624	0°～270°间隔45°	Y225M-8 Y250M-8	22 30	D	2939×2357×2913	2903	
16	960	2293～1526	85571～164150	0°～270°间隔45°	Y315L1-6 Y315L2-6	110 132	D	3132×2683×3277	3459	
16	730	1321～880	65069～124820	0°～270°间隔45°	Y280M-8 Y315S-8	45 55	D	3132×2683×3277	3459	
16	580	883～555	51699～99178	0°～270°间隔45°	Y315S-10	45	D	3132×2683×3277	3459	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
18	960	2908 ~ 2479	121830 ~ 201400	0°~270° 间隔45°	Y355-6 Y355-6	200 220	D	3595×3094×3736	4692	见第十七章
18	960	2225 1934	217980 233730	0°~270° 间隔45°	Y355-6	220	D	3595×3094×3736	4692	
18	730	1674 ~ 1115	92648 ~ 177730	0°~270° 间隔45°	Y315L1-8 Y315L2-8	90 11	D	3595×3094×3736	4692	
18	580	1055 ~ 703	73610 ~ 141210	0°~270° 间隔45°	Y315S-10 Y315L1-10	45 55	D	3595×3094×3736	4692	
20	960	3598 ~ 2392	167130 ~ 320610	0°~270° 间隔45°	* JSQ1410-6	380	D	3787.5×3380×4119.5	5047	
20	730	2070 ~ 1378	127080 ~ 243800	0°~270° 间隔45°	Y315M-8 Y355-8	132 160	D	3187.5×3380×4119.5	5047	
20	580	1303 ~ 868	100970 ~ 193700	0°~270° 间隔45°	Y375L2-10 Y315M-10	75 90	D	3787.5×3380×4119.5	5047	

注：p_k = 101325Pa　t_j = 200℃　ρ_j = 0.745kg/m^3。

表 12-41　G4-73 型锅炉离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
8	1450	2104 ~ 1400	16156 ~ 30993	0°~270° 间隔45°	Y180M-4	18.5	D	1791.5×1323×1751	795	见第十七章
9	1450	2668 ~ 1775	23003 ~ 44128	0°~270° 间隔45°	Y200L-4 Y225S-4	30 37	D	1882×1487×1940	822	
9	960	1163 ~ 775	15229 ~ 29216	0°~270° 间隔45°	Y160L-6	11	D	1882×1487×1940	822	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
10	1450	3301 ~ 2194	31554 ~ 60533	0°~270° 间隔45°	Y250M-4	55	D	1973.5×1651×2138	947	见第十七章
10	960	1437 ~ 958	20891 ~ 40077	0°~270° 间隔45°	Y200L1-6	18.5	D	1973.5×1651×2138	947	
10	730	829 ~ 553	15886 ~ 30475	0°~270° 间隔45°	Y160L-8	7.5	D	1973.5×1651×2138	947	
11	1450	4003 ~ 2659	41999 ~ 80570	0°~270° 间隔45°	Y280S-4 Y280M-4	75 90	D	2274×1815×2240	1338	
11	960	1741 ~ 1160	27806 ~ 53343	0°~270° 间隔45°	Y200L2-6 Y225M-6	22 30	D	2274×1815×2240	1338	
11	730	1004 ~ 669	21144 ~ 40562	0°~270° 间隔45°	Y180L-8	11	D	2274×1815×2240	1338	
12	1450	4777 ~ 3171	54526 ~ 104600	0°~270° 间隔45°	Y315M1-4 Y315M2-4	132 160	D	2381.5×1979×2532	1467	
12	960	2075 ~ 1381	36100 ~ 69253	0°~270° 间隔45°	Y250M-6 Y280S-6	37 45	D	2381.5×1979×2532	1467	
12	730	1196 ~ 797	27451 ~ 52661	0°~270° 间隔45°	Y200L-8 Y225S-8	15 18.5	D	2381.5×1979×2532	1467	
14	1450	6541 ~ 4333	86586 ~ 166100	0°~270° 间隔45°	Y355-4 Y355-4	280 315	D	2939×2357×2913	2647	
14	960	2831 ~ 1883	57326 ~ 109970	0°~270° 间隔45°	Y315S-6 Y315M1-6	75 90	D	2939×2357×2913	2647	
14	730	1630 ~ 1086	43591 ~ 83624	0°~270° 间隔45°	Y280S-8 Y280M-8	37 45	D	2939×2357×2913	2647	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
16	960	3709 ~ 2465	85571 ~ 164150	0°~270° 间隔 45°	Y355-6	185	D	3132×2683×3277	3126	见第十七章
16	730	2133 ~ 1420	65069 ~ 124820	0°~270° 间隔 45°	Y315M1-8	75	D	3132×2683×3277	3126	
16	580	1343 ~ 895	51699 ~ 99178	0°~270° 间隔 45°	Y315S-10	45	D	3132×2683×3277	3126	
18	960	4710 ~ 3126	121830 ~ 233730	0°~270° 间隔 45°	Y315-6 *JSQ148-6	280 310	D	3595×3094×3736	4158	
18	730	2705 ~ 1800	92648 ~ 177730	0°~270° 间隔 45°	Y315M-8	132	D	3595×3094×3736	4158	
18	580	1702 ~ 1133	73610 ~ 141210	0°~270° 间隔 45°	Y315L2-10	75	D	3595×3094×3736	4158	
20	960	5837 ~ 3870	167130 ~ 320610	0°~270° 间隔 45°	△JSQ148-6 △JSQ1410-6	430 520	D	3787.5×3380×4119.5	4331	
20	730	3347 ~ 2225	127080 ~ 243800	0°~270° 间隔 45°	Y355-8 Y355-8	220 250	D	3787.5×3380×4119.5	4331	
20	580	2104 ~ 1400	100970 ~ 193700	0°~270° 间隔 45°	Y355-10 Y355-10	110 132	D	3787.5×3380×4119.5	4331	

表 12-42 Y4-70 型锅炉离心引风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
4	2700	942 ~ 657	2430 ~ 5205	左、右 0°，90°，180°	Y100L-2	3	C	926×734×750	272	见第十七章
4¾	2250	991 ~ 697	3520 ~ 7640		Y100L-2	3	C	962×864×875	296	
4¾	2400	1128 ~ 795	3740 ~ 8100		Y112M-2	4	C	962×864×875	296	
6	1900	1128 ~ 795	6000 ~ 13000		Y132S1-2	5.5	C	1204×1078×1089	330	
6	2100	1383 ~ 971	6630 ~ 14360		Y132S2-2	7.5	C		330	
6	2240	1579 ~ 1109	7080 ~ 15300		Y160M1-2	11	C		330	

注：p_b = 101325Pa t_j = 200℃ ρ_j = 0.745kg/m^3。

PLC WORLD

表 12-43　Y5-47 型锅炉离心引风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
					型号	功率/kW				
4	4000	3051 ~ 2168	3942 ~ 6860	左、右 0°~315°	Y132S1-2 Y132S2-2	5.5 7.5	C	600×1126×796	228	见第十七章
4	3550	2403 ~ 1707	3498 ~ 6088		Y112M-2 Y132S1-2	4 5.5 5.5	C		228	
4	3150	1913 ~ 1344	3104 ~ 5402		Y100L-2	3	C		228	
4	2800	1501 ~ 1059	2759 ~ 4802		Y100L-2	3	C		228	
5	3150	2963 ~ 2099	6062 ~ 10551		Y132S2-2 Y160M1-2	7.5 11	C	747×1153×908	258	
5	2800	2335 ~ 1658	5389 ~ 9379		Y132S1-2 Y132S2-2	5.5 7.5	C			
5	2500	1864 ~ 1324	4811 ~ 8374		Y112M-2 Y132S1-2	4 5.5	C		258	
6	2950	3394 ~ 2325	9440 ~ 17350		Y160M2-2 Y160L-2	15 18.5	C	891×1153×1089	323	
6	2850	3149 ~ 2148	9110 ~ 16760		Y160M2-2 Y160L-2	15 18.5	C		323	
6	2620	2659 ~ 1825	8370 ~ 15410		Y160M1-2 Y160M2-2	11 15	C		323	
6.5	2500	3139 ~ 2148	10162 ~ 18699		Y160M2-2 Y160L-2	15 18.5	C	966×1280×1174	380	
8	1820	2531 ~ 1727	13780 ~ 25360			22	C	1701×1191×1485	750	
8	1980	2992 ~ 2050	15000 ~ 27600	左、右 0°，90°，180°		30	C		750	
9	1740	2923 ~ 2001	18780 ~ 34550			40	C	1791×1330×1661	950	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
9	1820	3198 ~ 2188	19640 ~ 36140	左、右 0°，90°，180°		40	C	1791×1330×1661	950	见第十七章
12	1450	3610 ~ 2472	37100 ~ 68250			75	D	2192×1777×2174	1400	
12.4	1450	3855 ~ 3689	40940 ~ 55680			100	D		1400	
8	1820	2531 ~ 2413	13780 ~ 18740	左、右 0°~315°		22	C	1701×1191×1485	750	

注：No 4、5、6 p_b = 101325Pa t_j = 250℃ ρ_j = 0.672kg/m^3。

No 6.5、8、9、12、12.4 p_b = 101325Pa t_j = 200℃ ρ_j = 0.745kg/m^3。

表 12-44 Y5-48 型锅炉离心引风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
4	3550	2221 ~ 1501	2932 ~ 5564	0°~225° 间隔 45°	Y132S1-2	5.5	C	868×588×748	127	见第十七章
4	3150	1746 ~ 1180	2602 ~ 4937		Y112M-2	4	C	868×588×748	127	
4	2800	1377 ~ 932	2313 ~ 4388		Y100L-2	3	C	868×588×748	127	
4	2500	1097 ~ 742	2065 ~ 3918		Y90L-2	2.2	C	868×588×748	127	
5	3150	2819 ~ 1913	5304 ~ 9851		Y160M1-2	11	C	940×741×924	173	
5	2800	2223 ~ 1509	4715 ~ 8757		Y132S2-2	7.5	C	940×741×924	173	
5	2500	1769 ~ 1202	4210 ~ 7818		Y132S1-2	5.5	C	940×741×924	173	
5	2240	1419 ~ 964	3772 ~ 7005		Y112M-2	4	C	940×741×924	173	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
6.3	2800	3545 ~ 2403	9432 ~ 17516	0°~225° 间隔45°	Y180M-2	22	C	1224×927×1218	334	见第十七章
6.3	2500	2819 ~ 1913	8421 ~ 15639		Y160M2-2	15	C	1224×927×1218	334	
6.3	2240	2259 ~ 1533	7546 ~ 14013		Y160M1-2	11	C	1224×927×1218	334	
6.3	2000	1798 ~ 1221	6737 ~ 12511		Y132S2-2	7.5	C	1224×927×1218	334	
8	2000	3323 ~ 2253	13794 ~ 25619		Y200L-4	30	C	1661×1178×1574	781	
8	1800	2686 ~ 1823	12415 ~ 23057		Y180L-4	22	C	1661×1178×1574	781	
8	1600	2118 ~ 1438	11035 ~ 20495		Y160L-4	15	C	1661×1178×1574	781	
8	1400	1619 ~ 1100	9656 ~ 17933		Y160M-4	11	C	1661×1178×1574	781	
10	1800	4483 ~ 2958	22250 ~ 44634		Y280S-4	75	C	1813×1483×1944	903	
10	1600	3531 ~ 2332	19778 ~ 39674		Y250M-4	55	C	1813×1483×1944	903	
10	1400	2696 ~ 1782	17305 ~ 34715		Y225S-4	37	C	1813×1483×1944	903	
10	1250	2145 ~ 1647 1419	15451 ~ 28405 30995		Y180L-4	22	C	1813×1483×1944	903	
12.5	1400	4234 ~ 2794	33800 ~ 67803		Y315S-4	110	C	2227×1844×2378	1127.37	
12.5	1250	3365 ~ 2223	30179 ~ 60538		Y280S-4	75	C	2227×1844×2378	1127.37	

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
12.5	1120	2696 ~ 1782	27040 ~ 54242	0°~225° 间隔45°	Y250M-4	55	C	2227×1844×2378	1127.37	见第十七章
12.5	1000	2145 ~ 1419	24143 ~ 48431		Y225S-4	37	C	2227×1844×2378	1127.37	

注：机号 №4、5、6.3　p_b = 101325Pa　t_j = 200℃　ρ_j = 0.745kg/m^3。

机号 №8、10、12.5　p_b = 101325Pa　t_j = 140℃　ρ_j = 0.85kg/m^3。

表 12-45　Y4-73-14 型耐磨离心锅炉引风机性能与选用件对照表

（进口条件：t_0 = 200℃　ρ_0 = 0.745kg/m^3　单板叶片）

机号	传动方式	转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机 型号	电动机 功率/kW	联轴器(1套) F2508A	联轴器(1套) 风机轴直径/mm	联轴器(1套) 电动机轴直径 D/mm	底脚垫板部(4套) 3912
⚠8	D	1450	13763 ~ 30586	1356 ~ 709	74.8 ~ 74.8	6.93 ~ 8.05	9.19 ~ 10.68	Y160 M-4	11	6-65×42	65	42	-002
								Y160 L-4	15	6-65×42	65	42	-002
9	D	1450	19596 ~ 43549	1716 ~ 898	74.8 ~ 74.8	12.48 ~ 14.51	16.56 ~ 19.25	Y180 L-4	22	5-65×48	65	48	-002
9	D	960	12974 ~ 28833	752 ~ 394	74.8 ~ 74.8	3.62 ~ 4.21	4.80 ~ 5.58	Y132 M2-6	5.5	5-65×42	65	42	-002
								Y160 M-6	7.5	5-65×42	65	42	-002
10	D	1450	26880 ~ 59738	2119 ~ 1108	74.8 ~ 74.8	21.14 ~ 24.58	28.05 ~ 32.60	Y225 S-4	37	5-65×60	65	60	-004
10	D	960	17796 ~ 39551	929 ~ 486	74.8 ~ 74.8	6.13 ~ 7.13	8.14 ~ 9.46	Y160 L-6	11	5-65×42	65	42	-002
10	D	730	13533 ~ 30075	537 ~ 281	74.8 ~ 74.8	2.69 ~ 3.13	3.58 ~ 4.16	Y160 M2-8	5.5	5-65×42	65	42	-002

PLC WORLD

（续）

机号 No	传动方式	转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		联轴器(1套)			底脚垫板部(4套)
								型　号	功率/kW	F250SA	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	3912
11	D	1450	35777 ~ 79512	2564 ~ 1341	74.8 ~ 74.8	34.06 ~ 39.58	45.18 ~ 52.51	Y250M-4 Y280S-4	55 75	5-75×65 5-75×75	75 75	65 75	-005 -005
11	D	960	23687 ~ 52642	1124 ~ 588	74.8 ~ 74.8	9.88 ~ 11.48	13.11 ~ 15.24	Y180L-6 Y200L1-6	15 18.5	5-75×48 5-75×55	75 75	48 55	-002 -004
11	D	730	18012 ~ 40030	650 ~ 340	74.8 ~ 74.8	4.34 ~ 5.05	5.76 ~ 6.70	Y160L-8	7.5	5-75×42	75	42	-002
12	D	1450	46449 ~ 103228	3051 ~ 1596	74.8 ~ 74.8	52.62 ~ 61.16	69.81 ~ 81.14	Y280 M-4	90	6-75×75	75	75	-006
12	D	960	30752 ~ 68344	1337 ~ 699	74.8 ~ 74.8	15.27 ~ 17.75	20.25 ~ 23.54	Y225 M-6	30	5-75×55	75	55	-004
12	D	730	23385 ~ 51970	773 ~ 404	74.8 ~ 74.8	6.71 ~ 7.80	8.90 ~ 10.35	Y180L-8	11	5-75×48	75	48	-002
14	D	1450	73759 ~ 163922	4153 ~ 2172	74.8 ~ 74.8	113.47 ~ 132.20	150.88 ~ 175.37	Y355 -4	220	7-105×100	105	100	-006
14	D	960	48833 ~ 108528	1820 ~ 952	74.8 ~ 74.8	33.01 ~ 38.36	43.78 ~ 50.89	Y280M-6	55	7-105×75	105	75	-005
14	D	730	37134 ~ 82526	1053 ~ 551	74.8 ~ 74.8	14.51 ~ 16.87	19.25 ~ 22.37	Y225 M-8 Y250 M-8	22 30	7-105×60 7-105×65	105 105	60 65	-005 -005
16	D	960	72894 ~ 162000	2378 ~ 1243	74.8 ~ 74.8	64.35 ~ 74.80	85.37 ~ 99.22	Y315M2-6	110	7-105×80	105	80	-008

PLC WORLD

（续）

机号 No	传动方式	转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		联轴器(1套)			底脚垫板部(4套)
								型号	功率/kW	F2508A	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	3912
16	D	730	55430 ~ 123188	1375 ~ 719	74.8 ~ 74.8	28.29 ~ 32.89	37.53 ~ 43.63	Y280M-8 Y315S-8	45 55	7-105×75 7-105×80	105 105	75 80	-008 -008
16	D	580	44040 ~ 97875	868 ~ 454	74.8 ~ 74.8	14.19 ~ 16.49	18.82 ~ 21.88	Y315S-10	30	7-105×80	105	80	-006
18	D	960	103789 ~ 230661	3009 ~ 1574	74.8 ~ 74.8	115.97 ~ 134.79	153.84 ~ 178.81	Y355-6	220	8-130×100	130	100	-006
18	D	730	78923 ~ 175398	1740 ~ 910	74.8 ~ 74.8	50.99 ~ 59.27	67.64 ~ 78.62	Y315M2-8	90	8-130×80	130	80	-006
18	D	580	62706 ~ 139358	1098 ~ 574	74.8 ~ 74.8	25.57 ~ 29.72	33.92 ~ 39.43	Y315S-10	45	8-130×80	130	80	-006
20	D	960	142371 ~ 316407	3715 ~ 1943	74.8 ~ 74.8	196.40 ~ 228.28	260.54 ~ 302.82	*Y400-6 *Y400-6	315 355	8-130×110 8-130×110	130 130	110 110	-006 -006
20	D	730	108261 ~ 240601	2148 ~ 1123	74.8 ~ 74.8	86.36 ~ 100.37	114.56 ~ 133.15	△JS186-8	145	8-130×100	130	100	-010
20	D	580	86016 ~ 191163	1356 ~ 709	74.8 ~ 74.8	43.31 ~ 50.34	57.45 ~ 66.78	Y315M3-10	75	8-130×80	130	80	-006
20	D	960	189486 ~ 421138	4495 ~ 2351	74.8 ~ 74.8	316.31 ~ 367.65	419.60 ~ 487.70	Y450-6 Y450-6	500 560	10-160×130 10-160×130	160 160	130 130	-010 -010
22	D	730	144096 ~ 320240	2599 ~ 1359	74.8 ~ 74.8	139.08 ~ 161.65	184.50 ~ 214.44	Y400-8 Y400-8	220 250	10-160×110 10-160×110	160 160	110 110	-010 -010

（续）

机号 No	传动方式	转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		联轴器(1套)			底脚垫板部(4套)
								型　号	功率/kW	F2508A	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	3912
22	D	580	114487 ~ 254437	1641 ~ 858	74.8 ~ 74.8	69.75 ~ 81.07	92.53 ~ 107.45			10-160×100	160	100	-010
22	D	480	94748 ~ 210589	1124 ~ 588	74.8 ~ 74.8	39.53 ~ 45.95	52.45 ~ 60.96			10-160×110 (F2508)	160	110	-012
25	D	730	211448 ~ 469924	3356 ~ 1755	74.8 ~ 74.8	263.55 ~ 306.32	349.60 ~ 406.34	Y450-8	450	10-160×130	160	130	-010
25	D	580	168000 ~ 373364	2119 ~ 1108	74.8 ~ 74.8	132.18 ~ 153.63	175.34 ~ 203.80	Y450-10	220	10-160×130	160	130	-010
25	D	480	139034 ~ 308991	1451 ~ 759	74.8 ~ 74.8	74.92 ~ 87.08	99.38 ~ 115.51			10-160×110 (F2508)	160	110	-012

机号 No	传动方式	转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		联轴器(1套)			底脚垫板部(4套)
								型　号	功率/kW	F2554	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	3912
28	D	730	297069 ~ 660210	4210 ~ 2202	74.8 ~ 74.8	464.46 ~ 539.84	616.13 ~ 716.11	Y1000-8/1180 6000V	1000	1-200×160	200	160	
28	D	580	236028 ~ 524550	2658 ~ 1390	74.8 ~ 74.8	232.95 ~ 270.75	309.02 ~ 359.17	Y500-10	400	1-200×140	200	140	
28	D	480	195333 ~ 331780	1820 ~ 1517	74.8 ~ 83.3	132.04 ~ 167.82	175.15 ~ 222.62	Y500-12	280	1-200×140	200	140	
28	D	480	365895 ~ 434110	1350 ~ 952	82.2 ~ 74.8	166.86 ~ 153.47	221.35 ~ 203.58	Y500-12	280	1-200×140	200	140	

PLC WORLD

（续）

机号 No	传动方式	转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	内效率/%	内功率/kW	所需功率/kW	电动机		联轴器(1套)			底脚垫板部(4套)
								型号	功率/kW	H2554	风机轴直径/mm	电动机轴直径 D/mm	3912
29.5	D	745	354555 ~ 787966	4867 ~ 2546	74.8 ~ 74.8	640.87 ~ 744.88	850.14 ~ 988.11	1250-8/1430	1250	1086×4	200	180	
29.5	D	596	283644 ~ 630372	3115 ~ 1629	74.8 ~ 74.8	328.13 ~ 381.38	435.27 ~ 505.91	Y630-10/1180	630	1086×3	200	150	

注：生产厂家：沈阳市长城风机厂、天津鼓风机厂、沈阳市中联风机制造厂、四平市金丰股份有限公司、山东临沂风机厂、北京风机二厂。

4. 煤粉风机性能参数

表 12-46 M9-26 型煤粉离心 通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机		传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
					型号	功率/kW				
13	1450	9339 ~ 7681	39910 ~ 69840	右 0°～225° 间隔 15°	JS-126-4	190	D	1799×2333×2339	2130	沈阳鼓风机厂 沈阳风机厂 临沂风机厂
					JS-126-4	190				
					JS-126-4	190				
					JS-126-4	225				
					JS-126-4	225				
					JS-127-4	260				
					JS-127-4	260				
14	1450	10418 ~ 8574	47080 ~ 82380		JS-127-4	230	D	1844×2486×2506	2272	
					JS-127-4	230				
					JS-136-4	300				
					JS-136-4	300				
					JS-136-4	300				
					JS-137-4	350				
					JS-137-4	350				
15	1450	11968 ~ 9839	57900 ~ 101330		JS-136-4	300	D	1854×2663×2683	2497	
					JS-137-4	350				
					JS-137-4	350				
					JS-138-4	410				
					JSQ-146-4	430				
					JSQ-147-4	500				
					JSQ-147-4	500				

PLC WORLD

（续）

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
16.5	1450	14480 ~ 11900	77060 ~ 134860	右 0° ~ 225° 间隔 15°	JSQ-147-4	500	D	1927×2928×2948	2998	沈阳鼓风机厂 沈阳风机厂 临沂风机厂
					JSQ-148-4	570				
					JSQ-148-4	570				
					JSQ-1410-4	680				
					JSQ-1410-4	680				
					JSQ-1510-4	850				
					JSQ-1510-4	850				
17①	1450	11674 ~ 10350	34300 ~ 102000		JS-126-4	225	D		2800	
					JS-127-4	260				
					JS-128-4	300				
					JS-137-4	350				
					JS-138-4	410				
					JSQ-147-4	500				
					JSQ-148-4	570				
					JSQ-148-4	570				

注：7-29-12 型煤粉离心通风机。

① p_b = 101325Pa　t_j = 70℃　ρ_j = 1.02kg/m^3。

5. 化铁炉配套离心通风机性能参数

表 12-47　HTD 型化铁炉专用离心通风机

机号	转速/(r/min)	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	出风口方向	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
12-11	5090	6867	720		Y132S1-2	5.5	带轮传动	1290×852×772		湖北风机厂 临沂风机厂
20-11	5750	10791	1200		Y132S2-2	7.5				
35-12	5600	11772	2100		Y160M2-2	15		1569×912×869		
50-11	5750	12753	3000		Y160L-2	18.5				
50-12	5600	14715	3000		Y180M-2	22				
85-21	2900	19620	5100		Y250M-2	55	联轴器传动			
120-21	2900	24525	7200		Y280S-2	75				

PLC WORLD

表 12-48 8-09 型化铁炉专用离心通风机

型号	机号 No	传动方式	转速 /(r/min)	全压 /Pa	流量 /(m^3/h)	所需功率 /kW	电动机 型号	电动机 功率 /kW	联轴器 GB4323—84	附件 地脚螺栓 GB799—88	附件 螺母 GB6170—86	附件 垫圈 GB96—85
8-09	7.1	D	2900	11472	768	5.53	Y132S1-2	5.5	Q5Y $\frac{38\times80}{50\times110}$	M20×500 (6个)	M20 (6个)	20 (6个)
				12021	1075	6.96	Y132S2-2	7.5				
				12371	1383	8.71	Y160M1-2	11	Q5Y $\frac{42\times110}{50\times110}$			
				12471	1690	10.42						
				12364	1997	12.30	Y160M2-2	15				
				12061	2304	14.35						
				11594	2612	16.61	Y160L-2	18.5				
				11016	2919	18.38						
8-90	8	D	2930	14867	1110	10.36	Y160M1-2	11	Q5Y $\frac{42\times110}{50\times110}$	M20×500 (6个)	M20 (6个)	20 (6个)
				15579	1554	13.04	Y160M2-2	15				
				16033	1998	16.31	Y160L-2	18.5				
				16163	2442	19.51	Y180M-2	22	Q5Y $\frac{48\times110}{50\times110}$			
				16023	2887	23.04	Y200L1-2	30	Q5Y $\frac{55\times110}{50\times110}$			
				15632	3331	26.88						
				15026	3775	31.11	Y200L2-2	37				
				14277	4219	34.43						
8-09	8.5	D	2950	17013	1341	14.32	Y160M2-2	15	Q5Y $\frac{42\times110}{55\times110}$	M20×500 (8个)	M20 (8个)	20 (8个)
				17828	1877	18.02	Y160L-2	18.5				
				18347	2414	22.54	Y200L1-2	30	Q5Y $\frac{55\times110}{55\times110}$			
				18496	2950	26.97						
				18338	3487	31.85	Y200L2-2	37				
				17888	4023	37.15	Y225M-2	45				
				17196	4560	43.00						
				(16339)	(5096)	47.59)						
8-09	9	D	2950	19073	1591	19.05	Y180M-2	22	Q5Y $\frac{48\times110}{55\times110}$	M12×300 (4个) M20×500 (4个)	M12 (4个) M20 (4个)	12 (4个) 20 (4个)
				19988	2228	23.98	Y200L1-2	30	Q5Y $\frac{55\times110}{55\times110}$	M16×400 (4个) M20×500 (4个)	M16 (4个) M20 (4个)	16 (4个) 20 (4个)
				20569	2865	30.00						
				20736	3502	35.90	Y200L2-2	37				
				20558	4138	42.37	Y225M-2	45				
				20054	4775	49.44	Y250M-2	55	Q5Y $\frac{60\times140}{55\times110}$	M20×500 (8个)	M20 (8个)	20 (8个)
				19278	5412	57.22	Y280S-2	75	Q5Y $\frac{65\times140}{55\times110}$			
				18318	6049	63.33						

PLC WORLD

表 12-49　9-12 型化铁炉专用高压离心风机性能表

型号	机号 No	传动方式	转速 /(r/min)	序号	全压 /Pa	流量 /(m^3/h)	所需功率 /kW	电动机 型号	电动机 功率 /kW	联轴器 GB4323—84	附件 地脚螺栓 GB799—88	附件 螺母 GB6170—86	附件 垫圈 GB96—85
9-12	6.8	A	2930	1	11590	1700	9.32	Y160S2-2	15		M16×400 (4个)	M16 (4个)	16 (4个)
				2	11820	2160	11.59						
				3	12000	2620	13.57						
				4	12140	3080	15.93	Y160L-2	18.5				
				5	12120	3540	18.27						
				6	11980	4000	20.55	Y180M-2	22				
				7	11740	4460	22.60						
9-12	7.1	A	2900	1	12347	2074	12.10	Y160M2-2	15		M16×400 (4个)	M16 (4个)	16 (4个)
				2	12661	2658	15.02						
				3	12807	3000	16.43	Y160L-2	18.5				
				4	12896	3242	18.02						
				5	13024	3826	21.14	Y180M-2	22				
				6	12935	4410	24.30	Y200L1-2	30				
				7	12739	4990	27.65						
9-12	7.7	A	2900	1	14543	2349	15.81	Y180M-2	22		M16×400 (4个)	M16 (4个)	16 (4个)
				2	14887	3010	19.60						
				3	15171	3671	23.52	Y200L1-2	30				
				4	15319	4332	27.59						
				5	15220	4993	31.72	Y200L2-2	37				
				6	14985	5654	36.07						
				7	14583	6315	40.40	Y225M-2	45				
9-12	8	D	2950	1	16216	2996	22.97	Y200L1-2	30	Q5Y 55×110/55×110	M16×400 (4个)	M16 (4个)	16 (4个)
				2	16528	3824	28.24						
				3	16931	4651	33.98	Y200L2-2	37				
				4	17096	5478	39.78	Y225M-2	45		M20×500 (4个)	M20 (4个)	20 (4个)
				5	16931	6306	45.52						
				6	16729	7133	51.83	Y250M-2	55	Q5Y 60×140/55×110	M20×500 (8个)	M20 (8个)	20 (8个)
				7	(16216)	(7960)	(57.84)						
9-12	9	D	2970	1	20803	4295	42.24	Y225M-2	45	Q5Y 55×110/65×140	M16×400 (4个) M20×500 (4个)	M16 (4个) M20 (4个)	16 (4个) 20 (4个)
				2	21202	5481	51.93	Y250M-2	55	Q5Y 60×140/65×140	M20×500 (8个)	M20 (8个)	20 (8个)
				3	21719	6667	62.48	Y280S-2	75	Q5Y 65×140/65×140			
				4	21931	7853	73.15						
				5	21719	9039	83.71	Y280M-2	90				
				6	(21461)	(10225)	(95.31)						
				7	(20808)	(11411)	(106.40)						

注：打括号者一般不选用。

6. 高温风机性能参数

表 12-50 BB24 系列(高温)单吸风机

风机型号	传动方式	性能参数								辅机						
		流量/(m^3/h)	压力/Pa	进口压力/Pa	工作温度/℃	最高温度/℃	含尘量/(g/m^3)	密度/(kg/m^3)	转速/(r/min)	电动机		液力偶合器	冷却器	电动执行器	稀油站	慢速机构
										型号	功率/kW					
950 SI BB24	D	20000	9388		150		30		2900	Y280-2	90	–	–			
1150 SI BB24	D	18527	1588		600		0.397		1460	Y200L-4	30	–	–			
1550 SI BB24	D	40000	7504		95	100	0.946		1450	YR355-4	185	–	–	DKJ-510		
1650 SI BB24	F	50000	6376		230	300	0.712		1470		155	–	–	DKJ-410-W	XHZ-6.3	
1650 SI BB24	F	46000	8252	-8252	100		0.891		1480		180	–	–	DKJ-510		
1683 SI BB24	F	39850	1999	-1999	375	450		0.51	960	Y250M-6	37	–	–	DKJ-510		ZP-11
1730 SI BB24	D	65000	7355	-7355	200	250	17.84	0.25	1480	YR355-4	220	–	–	DKJ-510G		
1930 SI BB24	F	75000	8826	-8826	200	300	9.02	0.738	1430	Y355-4	280	YOT56/15	BR0.2, 7m^2	DKJ-510		
1950 SI BB24	D	65000	7357	-7357	350	450	13.54	0.19	1430	Y355-4	220	YOT56/15	BR0.2, 5m^2			
2010 SI BB24	D	75750	3500	-3500	170	250	43.73	0.61	950	Z4-250-31	132	–	–	DKJ-410		
2443 SI BB24	F	115000	8602		95		50	0.91	980		460	–	–	DKJ-510		
3100 SI BB24	F	190000	6867	-6867	350	400	100 (20℃)			YS00-6	710	YOTGC875	BR0.2, 16m^2	DKJ-610G	XYZ-16	ZP-11

表 12-51 BB50 系列(高温)单吸风机

风机型号	传动方式	性能参数								辅机						
		流量/(m^3/h)	压力/Pa	进口压力/Pa	工作温度/℃	最高温度/℃	含尘量/(g/m^3)	密度/(kg/m^3)	转速/(r/min)	电动机		液力偶合器	冷却器	电动执行器	稀油站	慢速机构
										型号	功率/kW					
550 SI BB50	D	7000	5199	-5199	80	100	40	1.38	2900	Y160L-2	185					
1440 SI BB50	F	57600	5886	-4905	40			1.12	1480	Y315L-4	185					
1470 SI BB50	F	73100	6420	-6420	85		87	1.0	1480	Y355-4	220			DKJ-510G		
1500 SI BB50	F	73100	6420	-6420	85		87	1.0	1450	Z4-250-41	220			DKJ-510G		
1600 SI BB50	D	110000	6867	-6867	90		70	0.98	1480	YR400-4	315			DKJ-510G		
1971 SI BB50	F	180000	8436	-8420	170	250	56	0.791	1430		680	YOTGC650	BR0.2, 15m^2	DKJ-610G		
2000 SI BB50	F	180000	8436	-8436	250		48	0.67	1480	YR450-4	710 850			DKJ-610G	XYZ-16	
2050 SI BB50	F	135000	2545	-2545	430	500	37	0.53	950	Y400-6	200	YOTGC650	BR0.2, 5m^2	DKJ-610G	XYZ-16	ZP-11
2083 SI BB50	F	150000~170000	6867~8829	-6867~(-8829)	340~400	500	16.02	0.22	1350~1430	YR400-4	500	YOTGC650	ZLQF1W-10/19F	DKJ-610G	XYZ-16	ZP-11
											680	YOT63/15	BR0.2, 12m^2			
1350 SI BB50	D	52500	3924	-3924	250	300	34.74	0.987	1470	Y315S-4	110			DKJ-410G		
1550 SI BB50	D	83880	6258	-6258	85			0.805	1485	YR355-4	220			DKJ-510		

表 12-52 BB24 BB50系列(高温)双吸风机

风机型号 规格	传动方式	性能参数								辅机						
		流量 /(m^3/h)	压力 /Pa	进口压力 /Pa	工作温度 /℃	最高温度 /℃	含尘量 /(g/m^3)	密度 /(kg/m^3)	转速 /(r/min)	电动机 型号	电动机 功率 /kW	液力偶合器	冷却器	电动执行器	稀油站	慢速机构
1650 DI BB24	F	92000	8252	-8252	100		0.891		1480	YR400-4	355			DKJ-610G		
1825 DI BB24		187200	7534	-7534	170	200	17.90	0.799	1480		680			DKJ-610		
2000 DI BB24		168000	7036	-7036	350	450	14.87	0.568	1430	Y400-4	500	YOTGC650	2LQF1W-10/19	DKJ-610G	XYZ-16	ZP-11
		220000	6860	-6860			15.80				680	YDT71/15	BR0.2, 15m^2			
2010 DI BB24		115000	3924	-3924	250	400	1.74	0.65	980	YR400-6	355			DKJ-610	XYZ-16	ZP-11
2070 DI BB24		200000	8728	-8728	225	450	3.87	0.648	1430	YR450-4	710	YDT71/15	BR0.2, 16m^2	DKJ-610G	XYZ-16	
			7159	-7159	350		14.44				630	YDT63/15				
2700 DI BB24		280000	9786		95	120	78	0.924	960	YR560-6	1250			DKJ-610G		
2730 DI BB24		220000	6867	-6867	350	450		0.613	960	Y500-6	710	YDT100/10	BR0.2, 16m^2	DKJ-610G	XYZ-16	ZP-11
2888 DI BB24		320000	7848	-7848	350	450	9.04	0.65	950	YR1000-6/1180	1000	YDT100/10	BR0.2, 22m^2	DKJ-610G	XYZ-16	ZP-11
3050 DI BB24		367000	8044 PSt	-8044 PSt	350	450	40	0.594	962	Z99/25	1200			DKJ-710G	XYZ-16	ZP-11
3050 DI BB24		367000	8044 PSt	-8044 PSt	350	450	40	0.594	962	YR560-6	1250	YOTGC1000	BR0.2, 30m^2	DKJ-710G	XYZ-16	ZP-11
3222 DI BB24		480000	8338	-8338	350	500	9.07	0.563	950	YR1600-6/1430	1600	YOT100/10	BR0.2, 36m^2	DKJ-710G	XYZ-16	ZP-11
1858 DI BB24		150000	6033~6180	(-6033)~(6180)	350	450	50~70	0.576	1430		440	YOTGC650	2LQF1W-10/19F	DKJ-610	XYZ-16	ZP-11
1350 DI BB50		138800	2433	-2433	350	450	17	0.573	1470	YR355-4	220			DKJ-510	XYZ-16	ZP-11
1450 DI BB50		120000	6000~6500	-6000~(-6500)	90		70	0.993	1480	YR400-4	400			DKJ-510G		
1710 DI BB50		175000	9334	-9334	95	120	57	0.949	1450	YR450-4	710			DKJ-610G	XYZ-16	
2580 DI BB50		360000	2452	-2452	130	200	55.45	0.72	580	YR1250-6/1180	480	YOTGC1000	BR0.2, 30m^2	DKJ-610G	XYZ-16	
		400000	7848	-7848	150			0.24	940		1250					
3211 DI BB50		840000	8338	-8338	350	500	9.07	0.13	960	YR800-4-6	2800	YOTGC1150	BR0.2, 62m^2	B1+RS1200	XYZ-16	ZP-11
1524 DI BB50		160000	3433	-3433	450	600		0.474	1470	YR355-4	250			ZKJ-5100	XYZ-16	ZP-11

注：生产厂家：四平鼓风机厂。

PLC WORLD

第十三章　常用轴流式通风机、离心式鼓风机、离心式压缩机和轴流式压缩机的性能

第一节　轴流式通风机的性能

轴流式通风机的性能参数见表 13-1 ~ 表 13-12。

一、矿井轴流式通风机的性能参数

表 13-1　2K60-4、5、6 型矿井轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
№18	750 ~ 1000	14		2	491 ~ 4905	72000 ~ 324000			450		2500×2540×3000	11000 9000	沈阳鼓风机厂
№24	600 ~ 750				491 ~ 4905	108000 ~ 648000			800		3300×3000×3060	21000 20000	
№28	500 ~ 600				491 ~ 4415	180000 ~ 900000			900		4000×3730×3730	29000 26000	
№36	500				1030 ~ 5346	345600 ~ 1382400			1840			57000	
DS-2 №18	750 ~ 1000			1	2943 ~ 491	72000 ~ 324000			20 ~ 200		2500×2540×3000	11000	

表 13-2　KJ66-11、BKJ66-11 型矿井局部轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
3.2	2900	8		1	628	5682	1.21		2.2	A	680×400×400		沈阳鼓风机厂
					716	5366	1.23						
					814	4945	1.22						
					903	4437	1.21						
					912	4104	1.17						
					912	3682	1.14						
3.8					893	9515	2.88	Y112M-2	4		800×500×500		
					1010	8987	2.90	(B_5T)					
					1158	8282	2.91						
					1275	7430	2.86						
					1295	6872	2.79						
					1285	6167	2.68						

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
4.5	2900	8		1	1246	15802	6.66	DFB-8	8	A	955×600×600	129	沈阳鼓风机厂
					1422	14924	6.77	YBJM-2					
					1628	13754	6.80	YBZS3-2					
					1785	12339	6.65	（B5T）					
					1815	11413	6.50						
					1805	10242	6.26						
5					1540	21676	11.30		15	A	1060×650×650	150	
					1756	20472	11.47						
					2001	18867	11.46						
					2207	16926	11.27						
					2237	15656	10.98						
					2227	14049	10.59						
5	1400				363	10464	1.29		2.2	A		150	
					412	9883	1.30						
					471	9108	1.30						
					510	8171	1.26						
					520	7558	1.23						
					520	6782	1.19						
5.6	2900				1933	30454	19.92	YZF200LI-2	30	A	1000×800×800	180	
					2208	28762	20.26						
					2521	26507	20.28						
					2766	23780	19.85						
					2806	21995	19.36						
					2796	19738	18.68						
5.6	1400	8		1	451	14702	2.25		3	A	1000×800×800	180	
					510	13885	2.26						
					589	12796	2.29						
					647	11480	2.24						
					657	10618	2.19						
					647	9529	2.09						
6.3	2900	8		1	2453	43361	36.00		4.5	A		210	
					2786	40951	36.40						
					3188	37741	36.51						
					3502	33858	35.78						
					3561	31317	34.98						
					3541	28104	33.69						
6.3	1400	8		2	569	20933	4.03	Y160M-4	11		1400×800×800	230	
					647	19769	4.08						
					746	18220	4.12						
					814	16345	4.02						
					834	15119	3.95						
					824	13567	3.78						

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片 数量/个	叶片 角度/(°)	叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
7.1	1400	1		1	726	29963	7.36		11	A	1000×920×920	200	沈阳鼓风机厂
					824	28297	7.44						
					952	26080	7.53						
					1030	23396	7.27						
					1059	21641	7.18						
					1050	19420	6.90						
8	1400	1		1	942	42863	13.38	JO2-71-4 (A301)	18.5	A	1100×1050×1050	230	
					1050	40480	13.56						
					1207	37308	13.66						
					1305	33469	13.18						
					1344	30960	13.05						
					1334	27780	12.55						
9	1400				1167	61029	24.12	Y225S-4	37	A	1200×1220×1220	250	
					1324	57636	24.36						
					1530	53120	24.66						
					1658	47653	23.84						
					1707	44079	23.60						
					1687	39555	22.60						

表 13-3　K62-1 型轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片 数量/个	叶片 角度/(°)	叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
18～36	375～1000	8～16		1	245～1967	72000～1080000			10～1000			6500～15000	沈阳鼓风机厂

表 13-4　62A/4-11 型轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片 数量/个	叶片 角度/(°)	叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
24	1000	8			60～345	180000～7920000			200～800				沈阳鼓风机厂
	1000	16			853～4297	198000～756000			200～900				
	750	8			353～1864	136800～594000			100～300				
	750	16			540～2413	151200～622800			100～400				
	600	8			245～1236	108000～468000			40～160				
	600	16			392～1570	122400～486000			40～200				

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
24	500	8			147～785	86400～396000			25～100				沈阳鼓风机厂
	500	16			196～1079	104400～414000			25～125				

二、冷却塔轴流式通风机性能参数

表 13-5 L30A（30A9-11）型轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
20	610	4	14	1	168	80000	4.7			一般齿轮减速器	1075×560×2630	750	沈阳鼓风机厂
					137	100000	4.5						沈阳市风机厂
					108	115000	4						
			17		196	90000	6.2						
					168	110000	6.1						
					137	130000	5.7						
			21		245	90000	7.8						
					206	120000	8.2						
					177	145000	8.1						

表 13-6 L30B（30A9-11、12）型轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
80（30A9-12）	153	4	15	1	177	1380000	80	JOL-6P（立式）	155	行星齿轮减速器		3300	沈阳鼓风机厂
					147	1700000	82						
					118	2000000	75						
			18		206	1500000	108						
					186	1750000	108						
					157	2150000	106						
			21		234	1600000	134						
					206	2000000	136						
					177	2200000	128						
80（30A9-12）	153		15		177	1380000		JS128-8	155			3300	
					147	1700000							
					118	2000000							
			18		206	1500000							
					186	1750000							
					157	2150000							

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
80（30A9-12）	153	4	21		234	1600000		JS128-8	155	行星齿轮减速器		3300	沈阳鼓风机厂
					206	2000000							
					177	2300000							
125（30A9-11）	93		15		177	3000000	190	JSL15-10 6000V	400			20600	
					137	4000000	181						
					108	4600000	158						
			18		196	3400000	236						
					168	4300000	236						
					137	5200000	225						
			24		226	4400000	352						
					206	5100000	350						
					186	5800000	348						
200（30A9-11）	60		15		177	8200000	513	JSL-10P 6000V	1000			70000	
					147	10000000	486						
					118	12000000	450						

三、一般轴流式通风机性能参数

表 13-7　T35、BT35 型轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
2.8	2000	4	15	1	128	1224	0.078	YSF-5625	0.12		355×258×355		见第十七章
			20		141	1742	0.115	YSF-5632	0.180				
			25		143	2560	0.169	YSF-5632	0.180				
			30		165	2495	0.193	YSF-6322	0.350				
			35		186	2778	0.258	YSF-6332	0.370				
2.8	1150		15		32	613	0.0097	YSF-5014	0.025				
			20		35.2	873	0.015	YSF-5014	0.025				
			25		35.7	1133	0.019	YSF-5014	0.025				
			30		41.2	1251	0.024	YSF-5024	0.040				
			35		46.6	1392	0.032	YSF-5024	0.040				
3.15	2000		15		170.1	1944	0.137	YSF-6312	0.180		400×282×400		
			20		186.6	2681	0.196	YSF-6322	0.250				
			25		189.2	3418	0.250	YSF-6332	0.370				
			30		217.7	3753	0.320	YSF-7122	0.550				
			35		247	4155	0.425	YSF-7122	0.550				
3.15	1450		15		42.5	972	0.020	YSF-5014	0.025				
			20		46.6	1340	0.028	YSF-5024	0.040				
			25		47.2	1709	0.036	YSF-5024	0.040				
			30		54.9	1877	0.046	YSF-5614	0.060				
			35		61.7	2078	0.061	YSF-5624	0.090				

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
3.55	2900	4	15	1	216.1	2783	0.249	YSF-7112	0.370		450×327×450		
			20		237	3839	0.356	YSF-7122	0.550				
			25		240.3	4895	0.454	YSF-7132	0.750				
			30		279	5375	0.587	YSF-7132	0.750				
			35		313.6	5951	0.77	YSF-8022	1.1				
	1450		15		54	1394	0.031	YSF-5024	0.040				
			20		59.2	1923	0.045	YSF-5614	0.060				
			25		60.2	2452	0.057	YSF-5624	0.090				
			30		69.7	2692	0.074	YSF-5624	0.090				
			35		78.4	2981	0.095	YSF-6314	0.120				
4	2900		15		274.3	3980	0.521	YSF-7132	0.75				
			20		300.9	5489	0.743	YSF-8022	1.1				
			25		305.1	6999	0.948	YSF-8022	1.1				
			30		354	7685	1.224	YT90S-2	1.5				
			35		398.2	8500	1.592	YT90L-2	2.2				
	1450		15		68.6	1993	0.066	YSF-5624	0.090				见第十七章
			20		75.2	2749	0.093	YSF-6314	0.120				
			25		76.2	3050	0.118	YSF-6324	0.180				
			30		88.5	3849	0.162	YSF-6324	0.180				
			35		99.5	4261	0.169	YSF-7114	0.250				
4.5	1450		15		86.8	2838	0.117	YSF-6314	0.120		580×314×580		
			20		95.2	3914	0.168	YSF-6324	0.180				
			25		96.5	4991	0.214	YSF-7114	0.250				
			30		112	5480	0.276	YSF-7124	0.370				
			35		126	6067	0.364	YSF-7124	0.370				
5	1450		15	1	112.6	4289	0.217	YSF-7114	0.250		630×364×630		
			20		124.8	5763	0.306	YSF-7124	0.370				
			25		129.6	7273	0.389	YSF-8014	0.520				
			30		145.6	7907	0.490	YSF-8014	0.550				
			35		164.6	8712	0.645	YSF-8024	0.750				
	960		15		49.1	2839	0.035	YSF-8026	0.370				
			20		54.4	3815	0.089	YSF-8026	0.370				
			25		56.8	4792	0.112	YSF-8026	0.370				
			30		63.5	5235	0.141	YSF-8026	0.370				
			35		71.8	5768	0.186	YSF-8026	0.370				
5.6	1450	4	15	1	140.9	6025	0.382	YSF-7124	0.370		710×404×710		
			20		156.1	8097	0.538	YSF-8014	0.550				
			25		162.6	10168	0.686	YSF-8024	0.750				
			30		182.1	11110	0.861	YT90S-4	1.1				
			35		206	12239	1.137	YT90S-4	1.1				
	960		15		61.8	3989	0.110	YSF-8026	0.370				
			20		68.4	5361	0.156	YSF-8026	0.370				
			25		71.3	6732	0.199	YSF-8026	0.370				
			30		79.8	7355	0.241	YSK-8026	0.370				
			35		90.3	8103	0.329	YSF-8026	0.370				

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片 数量/个	叶片 角度/(°)	叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机 型号	电动机 功率/kW	传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
6.3	1450		15		178.3	8579	0.688	YSF-8024	0.750		800×474×800		
			20		197.6	11528	0.971	YT90S-4	1.1				
			25		205.8	14477	1.236	YT90S-4	1.5				
			30		230.5	15817	1.553	YT90L-4	1.5				
			35		260.7	17426	2.044	YT100L-4	2.2				
	960		15		78.2	5680	2.00	YSF-8026	0.370				
			20		86.6	7632	0.282	YSF-8026	0.370				
			25		90.2	9585	0.359	YSF-8026	0.370				
			30		101.0	10472	0.451	YT90S-6	0.750				
			35		114.3	11534	0.680	YT90S-6					
7.1	1450	4	15	1	226.5	12280	1.251	YT90L-4	1.5		900×494×900		
			20		250.9	16501	1.763	YT100L1-4	2.2				
			25		261.4	20722	2.247	YT100L2-4	3				
			30		292.7	22641	2.822	YT100L2-4	3				
			35		331.1	24944	3.715	YT112M-4	4				
	960		15		99.3	8130	0.363	YT90S-6	0.75				见第十七章
			20		110	10925	0.512	YT90S-6	0.75				
			25		114.6	17320	0.652	YT90S-6	0.75				
			30		128.4	14990	0.820	YT90L-6	1.75				
			35		145.2	16514	1.079	YT90L-6	1.1				
8	1450		15		287.6	17567	2.272	YT102L2-4	3		1000×579×1000		
			20		318.6	23605	3.203	YT112M-4	4				
			25		331.8	29644	4.081	YT132S-4	5.5				
			30		371.6	32389	5.127	YT132S-4	5.5				
			35		420.3	35682	6.747	YT132M-4	7.5				
	960		15		126.1	11630	0.660	YT90S-6	0.75				
			20		139.6	15628	0.929	YT90L-6	1.1				
			25		131.1	19626	1.067	YT90L-6	1.1				
			30		162.9	21444	1.488	YT100L-6	1.5				
			35		184.2	23624	1.958	YT112M-6	2.2				
9	960		15		159.5	16560	1.809	YT100L-6	1.8		1120×648×1120		
			20		176.7	22252	1.674	YT112M-6	2.2				
			25		184.1	27944	2.134	YT112M-6	2.2				
			30		206.2	30532	2.680	YT132S-6	3				
			35		233.2	33937	3.529	YT132M1-6	4				
10	960		15		197	22716	2.013	YT112M1-6	2.2		1250×753×1250		
			20		218.2	30524	2.837	YT132S-6	3				
			25		227.3	38333	3.615	YT132M1-6	4				
			30		254.5	41882	4.54	YT160M-6	7.5				
			35		287.9	46141	5.976	YT160M-6	7.5				
11.2	960		15		247	31914	3.548	YT132M1-6	4		1400×888×1400		
			20		273.7	42884	5.000	YT132M1-6	5.5				
			25		285.1	53855	6.370	YT160M-6	7.5				
			30		319.3	58841	8.002	YT160L-6	11				
			35		361.1	64825	10.532	YT160L-6	11				

注：要求防爆时请选用防爆电动机。

PLC WORLD

表 13-8 T401 (T40－11)型轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm (长×宽×高)	质量/kg (不带电动机)	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
2½	2900	4	15	1	126	1130	0.0502	$A_1$5622	0.18	A	196×300×325	7	
			20		138	1450	0.0681						
			25		140	1860	0.0862						
			30		149	2010	0.0995						
			35		184	2270	0.1440						
	1450		15		31	564	0.0063	$A_1$5614	0.09				
			20		34	723	0.0085						
			25		35	931	0.0108						
			30		37	1010	0.0124						
			35		46	1140	0.0180						
3	2900	4	15	1	181	1950	0.125	$A_1$7112 $A_1$7122	0.37 0.55	A	275×360×390	10	
			20		199	2500	0.170						
			25		202	3220	0.214						
			30		215	3480	0.248						
			35		266	3930	0.358						
	1450		15		45	975	0.0155	$A_1$7114	0.25				
			20		50	1250	0.0212						
			25		51	1610	0.0268						
			30		54	1740	0.0310						
			35		57	1960	0.0448						
3½	2900	4	15	1	245	3100	0.270	$A_1$7132	0.75	A	320×425×453	14	见第十七章
			20		272	3970	0.367						
			25		275	5120	0.463						
			30		292	5520	0.535						
			35		363	6240	0.775	Y802-X	1.1				
	1450		15		62	1550	0.0338	$A_2$7114	0.25				
			20		68	1980	0.0459						
			25		69	2560	0.0579						
			30		74	2760	0.0669						
			35		90	3120	0.0969						
4	2900	4	15	1	321	4630	0.526	Y802-2	1.1	A	374×500×530	17.5	
			20		355	5920	0.714						
			25		359	7640	0.903						
			30		38	8240	1.043	Y90S-2	1.5				
			35		47	9310	1.507	Y90L-2	2.2				
	1450		15		80	2320	0.0658	$A_1$7114	0.25				
			20		88	2960	0.0893						
			25		90	3820	0.1129						
			30		95	4120	0.1304						
			35		119	4660	0.1884						
5	1450	4	15	1	126	4520	0.201	Y802-4	0.75	A	354×620×650	29	
			20		138	5790	0.273						
			25		140	7450	0.344						
			30		149	8050	0.398						
			35		184	9090	0.576						

PLC WORLD

（续）

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
5	960	4	15	1	54	2990	0.0582	Y90S-6	0.75	A	354×620×650	29	
			20		61	3830	0.0790						
			25		62	4940	0.0999						
			30		66	5330	0.1153						
			35		81	6020	0.1670						
6	1450	4	15	1	181	7810	0.500	Y90S-4	1.1	A	437×730×785	42	见第十七章
			20		200	9990	0.678	Y90L-4	1.5				
			25		202	12900	0.857	Y100L1-4	2.2				
			30		215	13900	0.990						
			35		267	15700	1.433						
	960		15		79	5160	0.145	Y90S-6	0.75				
			20		87	6610	0.197						
			25		88	8510	0.249						
			30		94	9200	0.288						
			35		117	10400	0.416						
7	1450	4	15	1	245	12400	1.080	Y90L-4	1.5	A	477×855×898	59	
			20		272	15900	1.470	Y100L1-4	2.2				
			25		275	20500	1.850	Y100L2-4	3				
			30		294	22100	2.140	Y112M-4	4				
			35		363	25000	3.100						
	960		15		108	8200	0.314	Y90S-6	0.75				
			20		119	10500	0.462	Y90L-6	1.1				
			25		121	13500	0.538						
			30		129	14600	0.622						
			35		159	16500	0.900						
8	1450	4	15	1	321	18500	2.110	Y100L2-4	3	A	632×975×1038	97	
			20		355	23700	2.860	Y112M-4	4				
			25		359	30500	3.620	Y132S-4	5.5				
			30		382	33000	4.180	Y132M-4	7.5				
			35		474	37200	6.050						
	960		15		140	12300	0.611	Y90L-6	1.1				
			20		156	15700	0.829	Y100L-6	1.5				
			25		158	20200	1.048	Y112M-6	2.2				
			30		168	21800	1.210						
			35		208	24700	1.750						
9	960	4	15	1	178	17400	1.100	Y100L-6	1.5	A	616×1090×1155	113	
			20		197	22300	1.500	Y112M-6	2.2				
			25		196	28700	1.890						
			30		212	31100	2.190	Y132S-6	3				
			35		263	35100	3.160	Y132M1-6	4				
10	960	4	15	1	220	24000	1.870	Y112M-6	2.2	A	727×1210×1275	150	
			20		243	30700	2.530	Y132S-6	3				
			25		246	39500	3.200	Y132M1-6	4				
			30		262	42700	3.700	Y132M2-6	5.5				
			35		324	48200	5.350	Y160M2-6	7.5				

注：表中数值系上海彭江机械厂的，各生产厂均略有不同，以各厂的产品样本为准，下同。

PLC WORLD

表 13-9　DT40、BDT40 型屋顶轴流通风机

机号	主轴转速/(r/min)	叶片		叶轮级数	全风压/Pa	风量/(m^3/h)	轴功率/kW	电动机		传动方式	外形尺寸/mm（长×宽×高）	质量/kg（不带电动机）	生产厂
		数量/个	角度/(°)					型号	功率/kW				
4	1450	6	30	1	226	3800				A	655×800		沈阳人民风机厂
5	1450				343	7300		Y802-4	0.75		740×1000		临沂风机厂
6	1450				510	12500		Y90L-4	1.5		917×1200		
7	960				294	13400		Y905-6	0.75		947×1400		
8	960				392	20000		Y100L-6	1.5		1094×1600		
9	960				49	28000		Y132S-6	3.0		1254×1800		
10	960				62	38000		Y132M2-6	5.5		1438×2000		

表 13-10　GD30K2-12 型轴流通风机性能与选用件表

机号	主轴转速/(r/min)	叶片角度	4叶片		6叶片		电动机		带轮		V带
			全压/Pa	风量/(m^3/h)	全压/Pa	风量/(m^3/h)	型号	功率/kW	主轴	电动机	
6	1450	15°	167	7250	186	7800	Y90S-4	1.1	95×25A2	95×24A2	A1220
		20°	167	9500	210	9700	Y90S-4	1.1	95×25A2	95×24A2	
		25°	177	11300	221	12000	Y100L1-4	2.2	95×25A3	95×28A3	
		30°	185	13150	235	14000	Y100L1-4	2.2	95×25A3	95×28A3	
	960	15°	74	4800	83	5170	Y90S-6	0.75	95×25A2	95×24A2	
		20°	74	6300	93	6430	Y90S-6	0.75	95×25A2	95×24A2	
		25°	79	7500	101	7940	Y90S-6	0.75	95×25A3	95×24A2	
		30°	82	8700	104	9270	Y90S-6	0.75	95×25A3	95×24A2	
7	1450	15°	226	11500	255	12500	Y100L1-4	2.2	112×28-A2	112×30-A2	A1409
		20°	226	14100	284	15000	Y100L1-4	2.2	112×28-A2	112×30-A2	
		25°	235	18000	304	19000	Y112M-4	4.0	112×28-A4	112×30-A4	
		30°	245	20900	321	22500	Y112M-4	4.0	112×28-A4	112×30-A4	
	960	15°	93	7550	113	8270	Y90L-6	1.1	112×24-A2	112×30-A2	
		20°	93	10000	126	9930	Y90L-6	1.1	112×24-A2	112×30-A2	
		25°	98	12000	132	12600	Y90L-6	1.1	112×24-A2	112×30-A2	
		30°	103	13900	140	14900	Y90L-6	1.1	112×24-A2	112×30-A2	
8	1450	15°	294	17300	333	18000	Y132S-4	5.5	132×30-B3	132×38-B3	B1645
		20°	294	22000	375	22650	Y132S-4	5.5	132×30-B3	132×38-B3	
		25°	314	27000	397	29700	Y132M-4	7.5	132×30-B4	132×38-B4	
		30°	324	31300	419	33200	Y132M-4	7.5	132×30-B4	132×38-B4	
	960	15°	127	11400	147	12000	Y100L-6	1.5	132×30-B2	132×28-B2	
		20°	127	14900	162	15000	Y100L-6	1.5	132×30-B2	132×28-B2	
		25°	137	17800	172	18500	Y112M-6	2.2	132×30-B2	132×28-B2	
		30°	145	20600	181	22000	Y112M-6	2.2	132×30-B2	132×28-B2	
9	960	15°	157	12600	186	17500	Y112M-6	2.2	142×35-B2	142×28-B2	B1753
		20°	157	21200	206	21500	Y112M-6	2.2	142×35-B2	142×28-B2	
		25°	177	25200	216	26800	Y132M1-6	4.0	142×35-B3	142×38-B3	
		30°	183	29300	235	32000	Y132M1-6	4.0	142×35-B3	142×38-B3	
10	960	15°	206	22600	226	24000	Y132M1-6	4.0	165×35-B2	165×38-B2	B1956
		20°	206	29700	255	30000	Y132M1-6	4.0	165×35-B2	165×38-B2	
		25°	226	35400	275	36000	Y160M-6	7.5	165×35-B4	165×42-B4	
		30°	235	41000	284	43000	Y160M-6	7.5	165×35-B4	165×42-B4	

PLC WORLD

表 13-11　HTF-L Ⅰ型消防高温排烟专用风机(单速电动机)

型　号	叶轮直径/mm	工况点序号No	风　量/(m^3/h)	全　压/Pa	转　速/(r/min)	装机容量/kW	A声级/dB(A)	质　量/kg(不带电动机)	叶片安装角/(°)(叶片数)
5	500	1	10194	467	2900	3	≤81	93	33°(6)
		2	9255	553					
		3	8316	639					
		4	7377	691					
		5	6438	760					
6	600	1	10043	481	2900	5.5	≤85	124	33°(6)
		2	16381	570					
		3	14719	659					
		4	13057	712					
		5	11395	784					
7	700	1	23187	777	1450	7.5	≤87	243	52°(6)
		2	20459	802					
		3	17731	824					
		4	15003	831					
		5	12275	834					
8	800	1	31246	576	1450	7.5	≤88	290	45°(6)
		2	37601	647					
		3	23956	706					
		4	20310	752					
		5	16665	776					
9	900	1	33943	570	1450	11	≤90	370	40°(6)
		2	30857	686					
		3	27771	798					
		4	24686	869					
		5	21600	908					
10	1000	1	44543	462	1450	11	≤22	479	33°(8)
		2	40785	513					
		3	37029	608					
		4	33272	704					
		5	29516	761					
11	1100	1	63201	589	960	15	≤91	586	52°(7)
		2	55412	608					
		3	48024	625					
		4	40635	630					
		5	33246	633					
12	1200	1	75445	639	960	22	≤92	650	52°(8)
		2	65387	656					
		3	55326	661					
		4	45267	664					
		5	35208	666					

PLC WORLD

表 13-12 HTF-L Ⅱ型消防高温排烟风机配用双速电动机

型号	叶轮直径/mm	工况点序号 No	风量/(m^3/h)	全压/Pa	转速/(r/min)	装机容量/kW	A声级/dB(A)	质量/kg(不带电动机)	注
5	500	1	10194	467	2900	2.5/3	≤80	98	
		2	9255	553					
		3	9316	639					
		4	7377	691					
		5	6438	760					
		1	5097	117	1450		≤75		
		2	4627	136					
		3	4158	160					
		4	3688	173					
		5	3216	190					
6	600	1	18043	481	2900	4.5/5.5	≤86	125	
		2	16381	570					
		3	14719	659					
		4	13057	712					
		5	11395	784					
		1	9022	120	1450		≤72		
		2	8150	142					
		3	7360	165					
		4	6528	178					
		5	5697	196					
7	700	1	23187	777	1450	6.5/8	≤88	253	
		2	20459	802					
		3	17731	824					
		4	15003	831					
		5	12275	834					
		1	15351	340	960		≤80		
		2	13545	351					
		3	11740	361					
		4	9933	364					
		5	8127	365					
8	800	1	31246	576	1450	6.5/8	≤89	380	
		2	37601	647					
		3	23956	706					
		4	20310	752					
		5	16665	776					
		1	20687	252	960		≤80		
		2	18207	283					
		3	15860	309					
		4	13447	329					
		5	11026	340					

PLC WORLD

（续）

型　号	叶轮直径 /mm	工况点序号 No	风　量 /(m^3/h)	全　压 /Pa	转　速 /(r/min)	装机容量 /kW	A声级 /dB(A)	质　量/kg (不带电动机)	注
9	900	1	33943	570	1450	9/11	≤90	370	
		2	30857	686					
		3	27771	798					
		4	24686	869					
		5	21600	908					
		1	22472	250	960		≤81		
		2	20430	300					
		3	18386	350					
		4	16344	380					
		5	14300	398					
10	1000	1	44543	462	1450	9/11	≤88	485	
		2	40785	513					
		3	37029	608					
		4	33272	704					
		5	29516	761					
		1	29490	202	960		≤80		
		2	27002	225					
		3	24515	266					
		4	22028	308					
		5	19541	333					
11	1100	1	62801	589	960	8/17	≤92	596	
		2	55412	608					
		3	48024	685					
		4	40635	630					
		5	33246	633					
		1	47100	331	720		≤83		
		2	41560	342					
		3	36018	351					
		4	30476	354					
		5	24935	356					
12	1200	1	75445	639	960	10/20	≤93	655	
		2	65387	656					
		3	55326	661					
		4	45267	664					
		5	35208	666					
		1	56591	359	720		≤83.5		
		2	49040	369					
		3	41495	371					
		4	33950	373					
		5	24906	375					

注：生产厂家为吉林省四平市鼓风机制造厂、山东省临沂市风机厂、沈阳市长城风机厂、辽宁省消防风机厂。

第二节　离心式鼓风机、离心式压缩机和轴流式压缩机的性能

一、离心式鼓风机性能参数

常用离心式鼓风机的性能参数见表13-13；污水处理专用离心式鼓风机的性能参数见表13-14。

PLC WORLD

表 13-13 离心

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
B60-4.838/3.673	空气	57.2	360000	180	2.77	120000(升压)	194	11920	顺
B125-1.7	空气	12.5	98000	25	1.145	68700(升压)	156	14684	顺
B125-3.65/3.05	空气	130	299110	160	2.38	58850(升压)	163	9040	顺
B125-4.5/4.1	空气	125	402090	210	1.40	39230(升压)	136	7279	逆
B160-4.435/3.896	空气	160	382080	160	3.07	52860(升压)	190	6293	逆
B160-4.498/2.999	空气	160	294000	180	2.26	147000(升压)	156	11196	顺
B310-1.6315/1.0707	水蒸气	310	105000	105	0.597	55000(升压)	345	12378	顺
BI200-2.4/2.1	空气	200	206000~216000	120	1.88~1.97	235000~245000(升压)	111	6700	顺
C15-1.35	空气	15	98070	20	1.16	34330(升压)	14	2940	顺
C15-1.5	空气	15	98070	20	1.16	49040(升压)	18	2950	顺
C20-1.2		20				19614(升压)		2950	
C20-1.28		20				27460(升压)		2950	
C20-1.35		20				34325(升压)		2950	
C20-1.42		20				41190(升压)		2950	
C20-1.5		20				49035(升压)		2970	
C20-1.5	空气	20	98070	20	1.16	49040	22	2950	
C30-1.048(D30-12)	煤气	30	98067	30	1.112	4709(升压)	4	2900	顺
C40-1.2		40				19614(升压)		2950	
C40-1.28		40				27460(升压)		2950	
C40-1.35		40				34325(升压)		2950	
C40-1.42		40				41190(升压)		2950	
C40-1.5		40				49035(升压)		2970	
C40-1.5	空气	40	98070	20	1.16	49040	40	2970	顺
C40-1.5-1	空气	40	98070	20	1.16	49040	40	2970	顺
C40-1.5-2	空气	40	98070	20	1.16	49040	45.3	2970	顺
C60-1.2		60				19614(升压)		2950	
C60-1.28		60				27460(升压)		2970	
C60-1.35		60				34325(升压)		2970	
C60-1.42		60				41190(升压)		2970	
C60-1.5		60				49035(升压)		2970	
C60-1.5	空气	60	98070	20	1.16	49040(升压)	60	2970	顺
C60-1.5-1	空气	60	98070	20	1.16	49040(升压)	60	2970	顺
C80-1.35		80				34325(升压)		2970	
C80-1.35	空气	80	98070	25	1.14	34330	67.4	2970	逆

PLC WORLD

式鼓风机

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	级数	功率/kW	电压/V			
	JK134-2		350	6000	—		陕西鼓风机厂
	JK122-2		185	380	5705		
	JB0560S2-2		220	6000	4117		
	JK133-2		290	6000	6117		
	JK133-2		290	6000	6500		
	JB0710M1-2		630	6006	5705		
	JK134-2		440	6000	5763		
	JK113-2	2	150	6000	4300	2520×1475×1810	重庆通用机器厂
	Y180M-2		22	380	1753		陕西鼓风机厂
	Y200L1-2		30	380	1945		
电动机	Y180M-2		22			789×1003×960	湖北省风机厂
电动机	Y200L1-2		30			897×1003×960	
电动机	Y200L2-2		37			1005×1003×960	
电动机	Y200L2-2		37			1113×1003×960	
电动机	Y225M-2		45			1221×1003×960	
	Y200L1-2		30	380	1945		陕西鼓风机厂
电动机	Y132S1-2	2	5.5	380	1000	1205×838×853	上海鼓风机厂
电动机	Y180M-2		22			839×978×960	湖北省风机厂
电动机	Y200L2-2		37			947×978×960	
电动机	Y200L2-2		37			1055×978×960	
电动机	Y250M-2		55			1158×978×960	
电动机	Y250M-2		55			1261×978×960	
	Y250M-2		55	380	1901		陕西鼓风机厂
	Y250M-2		55	380	2024		
	Y250M-2		55	380	2022		
电动机	Y200L1-2		30			839×978×960	湖北省风机厂
电动机	Y250M-2		55			947×978×960	
电动机	Y250M-2		55			1055×978×960	
电动机	Y280S-2		75			1158×978×960	
电动机	Y280S-2		75			1261×978×960	
	Y280S-2		75	380	6340		陕西鼓风机厂
	Y280S-2		75	380	6490		
电动机	Y280S-2		75				湖北省风机厂
	Y280S-2		75	380	2969		陕西鼓风机厂

PLC WORLD

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
C80-1.5		80				49035(升压)		2980	
C80-1.5	空气	80	98070	20	1.16	49040	80	2950	顺
C80-1.5-1	空气	80	98070	20	1.16	49040	80	2950	顺
C80-1.65	空气	80	98040	20	1.138	63750	103	2960	顺
C80-1.65		80				63745(升压)		2980	
C100-1.235	空气	100	98070	20	1.16	23050	60	2970	逆
C100-1.35		100				34325(升压)		2970	
C100-1.4	空气	100	98040	20	1.16	39230	84	2950	逆
C100-1.5		100				49035(升压)		2980	
C100-1.7		100				68649(升压)		2960	
C110-1.076(D110-12)	煤气	110	98067	30	1.02	7456(升压)	28	9250	顺
C120-1.35	空气	120	98070	20	1.16	34330	90	2940	顺
C120-1.35		120				34325(升压)		2980	
C120-1.5		120				49035(升压)		2980	
C120-1.7		120				68649(升压)		2980	
C125-1.3	空气	125	98070	20	1.16	29430	75	2940	顺
C125-1.5	空气	125	98070	25	1.141	49040	140	2950	顺
C125-1.65	空气	125	98070	20	1.16	63750	151	2950	顺
C125-1.65-1	空气	125	98070	25	1.141	63750	180	2950	顺
C130-1.35		130				34325(升压)		2980	
C130-1.5		130				49035(升压)		2980	
C130-1.7		130				68649(升压)		2960	
C150-1.2/0.95	空气	150	93170	25	1.0814	24510	220	2950	顺
C150-1.35		150				34325(升压)		2980	
C150-1.4	空气	150	98070	25	1.141	39230	137	2982	顺
C150-1.5	空气	150	98070	25	1.141	49040	165	2950	顺
C150-1.5		150				49035(升压)		2960	
C150-1.5-1	空气	150	98070	20	1.16	49040	158	2950	顺
C150-1.7	空气	150	98070	25	1.141	68650	220	2960	顺
C150-1.7		150				68649(升压)		2960	

PLC WORLD

（续）

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	极数	功率/kW	电压/V			
电动机	Y315S-2		110				湖北省风机厂
	YK355S1-2 JK-111-2		100	380	6980		陕西鼓风机厂
	JK-111-2 YK355S1-2		100	380	6380		
	Y315M-2 YK355S1-2		132	380	7331		
电动机	Y315M-2		132				湖北省风机厂
	Y280S-2		75	380	2576		陕西鼓风机厂
电动机	Y280M-2		90				湖北省风机厂
	YK355S1-2 JK-111-2		100	380	6985		陕西鼓风机厂
电动机	Y315M-2		132				湖北省风机厂
电动机	Y315M1-2		185				
电动机	Y200L1-2	2	30	380	2000	1788×1126×1472	上海鼓风机厂
	JK-112-2		125	380	5338		陕西鼓风机厂
电动机	Y315S-2		110				湖北省风机厂
电动机	Y315L1-2		160				
电动机	Y315L2-2		200				
	JK-111-2		100	380	5452		陕西鼓风机厂
	YK355M-2		185	380	1157.2		陕西鼓风机厂
	JK123-2		220	380	8160		
	YK355M-2		220	380	12073		
电动机	Y315S-2		110				湖北省风机厂
电动机	Y315L1-2		160				
电动机	Y315M3-2		220				
	YK400M-2 JK133-2		290	6000	7107		陕西鼓风机厂
电动机	Y315M-2		132				湖北省风机厂
	YK315M12-2		160	380	10980		陕西鼓风机厂
	YK355M2-2		185	380	10767		
电动机	Y315M1-2		185				湖北省风机厂
	JK122-2		185	380	8470		陕西鼓风机厂
	YK400M-2		290	6000	11923		
电动机	Y315M4-2		250				湖北省风机厂

PLC WORLD

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
C160-1.26/0.91	空气	160	89240	20	1056	35000	137	2960	顺
C160-1.45		160				44132(升压)		2960	
C180-1.35		180				34325(升压)		2980	
C180-1.55		180				53939(升压)		2960	
C190-1.7		190				68649(升压)		2980	
C200-1.2/0.69	空气	200	67670	17.60	0.8076	50010	186	2960	顺
C200-1.35		200				34325(升压)		2960	
C200-1.5		200				49035(升压)		2960	
C200-1.7		200				68649(升压)		2970	
C250-1.35		250				34325(升压)		2960	
C250-1.35	煤气	250	98100	40	0.736	132000(升压)	185	2960	逆
C250-1.4	空气	250	98070	20	1.16	39230	195	2960	顺
C250-1.4	空气	250	98070	25	1.141	39230	220	2960	顺
C250-1.4-1	空气	250	98070	20	1.16	39230	195	2960	顺
C250-1.4-2	空气	250	98070	20	1.16	39230	212	2960	顺
C250-1.5		250				49035(升压)		2980	
C250-1.5	空气	250	98070	25	1.141	49040	243	2960	顺
C250-1.5	空气	250	98070	25	1.141	49040	243	2960	顺
C250-1.5	空气	250	98070	25	1.141	49040	243	2960	顺
C250-1.5-1	空气	250	98070	20	1.16	49040	245	2950	顺
C250-1.7		250				68649(升压)		2960	
C250-1.7	空气	250	98070	20	1.16	68650	342	2960	顺
C250-1.7-1	空气	250	98070	25	1.141	68650	326	2960	顺
C260-1.8	空气	260	98070	20	1.16	78460	422	2975	顺
C260-1.8		260				78456(升压)		2975	
C270-1.75		270				73553(升压)		2975	
C300-1.35		300				34325(升压)		2960	
C300-1.5		300				49035(升压)		2970	
C300-1.6	空气	300	98070	20	1.16	58850	386	2960	顺
C300-1.7		300				68649(升压)		2975	
C300-1.9		300				88263(升压)		2975	
C300-1.9	空气	300	98070	20	1.16	88260	580	2975	顺
C(A)315-4.2/2.75-3	氨气	315	270000	-11.9	2.22	412000(升压)	980	2985	逆
C400-1.18/0.96	SC_2混合气	400	94150	180	0.719	21570	203	2960	顺
C400-1.35		400				34325(升压)		2970	
C400-1.5		400				49035(升压)		2975	

PLC WORLD

（续）

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	极数	功率/kW	电压/V			
	YK355M1-2		160	380	11182		陕西鼓风机厂
电动机	Y315M1-2		185				湖北省风机厂
电动机	Y315L1-2		160				
电动机	Y315M4-2		250				
电动机	Y355L2-2		315				
	JK133-2		290	6000	12320		陕西鼓风机厂
电动机	Y315M1-2		185				湖北省风机厂
电动机	Y315M4-2		250				
电动机	Y315L1-2		355				
电动机	Y315M3-2		220				
电动机	JK133-2	2	290	6000	7801	2300×2025×1932	重庆通用机器厂
	JK133-2		290	6000	7337		陕西鼓风机厂
	JK132-2 YK400M-2		290	6000	10690		
	JK124-2		275	380	7337		
	JK133-2 YB400S2-2		290 220	6000	7424		
电动机	Y355L2-2		315				湖北省风机厂
	YK400L1-2		350	6000	10703		陕西鼓风机厂
	JK134-2 YK400L1-2		350	6000	10661		
	JK134-2 YK400L1-2		350	6000	10661		
	JK134-2		275	380	8772		
电动机	JK134-2		440	6000			湖北省风机厂
	JK134-2		440	6000	10185		陕西鼓风机厂
	JK400L2-2		440	6000	11988		
	JK500-2		500	6000	10145		
电动机	JK500-2		500	6000			湖北省风机厂
电动机	JK500-2		500	6000			
电动机	Y315M4-2		250				湖北省风机厂
电动机	Y355L1-2		355				
	JK134-2		440	6000	10121		陕西鼓风机厂
电动机	JK500-2		500	6000			湖北省风机厂
电动机	JK630-2		630	6000			
	JK630-2		630	6000	13063		陕西鼓风机厂
电动机	JKZ1250-2	2	1250	6000	12500	6800×2500×2500	重庆通用机器厂
	YK400L1-2		350	6000	15000		陕西鼓风机厂
电动机	Y355L1-2		355				湖北省风机厂
电动机	JK500-2		500	6000			

PLC WORLD

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
C400-1.5	空气	400	98070	25	1.141	49040	375	2960	顺
C400-1.7	空气	480	98070	25	1.141	68850	511	2960	顺
C400-1.7		400				68649(升压)		2975	
C400-2		400				98070(升压)		2975	
C400-2	空气	400	98070	20	1.16	98040	720	2975	顺
C400-2.15	空气	400	98040	20	1.16	112780	790	2975	顺
C400-2.15		400				112780(升压)		2975	
C400-2.15-1	空气	400	98070	20	1.16	112780	790	2975	顺
C400-2.15-1A、B、C	空气	400	98040	20	1.16	112780	790	2975	顺
C400-2.15-2	空气	400	98070	20	1.16	112780	740	2881	顺
C400-2.15-3	空气	400	98070	20	1.16	112780	790	2985	顺
C400-2.15-4	空气	400	98067	20	1.16	112780(升压)	740	2881	顺
C430-2.25	空气	430	98067	20	1.16	122630(升压)	135	2985	顺
C600-1.264/0.914	SO_2烧结烟气	600	89640	50	1.04	34320	452	2975	顺
C600-1.4/0.927	煤气	600	90910	40	0.712	46390(升压)	582		顺
C600-1.42	硫酸气	600				41190(升压)		2975	
C630-1.1123/0.7024	SO_2混合气	630	68900	50	0.795	40000(升压)	468	2970	顺
C650-1.1268/0.97	SO_2混合气	650	75500	50	0.807	35000(升压)	490	2975	
C750-1.286/1.061	焦炉煤气	750	10400	35	0.4284	22100(升压)	351	2980	顺
C3250-1.033/0.883	烧结烟气	3250	81690	60	0.886	101303	1290	1500	逆
D30-12		30		30	1.112	4704(升压)	4.2	2950	顺
D50-12	空气	50	20594	120	1.823	237322	65	9025	顺
D80-$^{12}_{13}$	煤气	80	98067	50	0.9	9400(升压)	22	2940	逆
D80-41	空气	80	98000	20	1.2	39200(升压)	69	2980	顺
D80-51	空气	80	98000	20	1.2	147000	87	2980	顺
D100-2.1/1	空气	100	98100	20	1.16	206000(升压)	200	12000	顺
D100-41	空气	100	98000	20	1.2	39200(升压)	85	2980	顺
D100-51	空气	100	98000	20	1.2	147000	109	2980	顺
D110-12		110		30	1.02	7445(升压)	28	2950	顺
D125-31	空气	125	98000	20	1.2	39200(升压)	108	2950	顺
D125-41	空气	125	98000	20	1.2	147000	136	2980	顺
D150-31	空气	150	98000	20	1.2	137000	131	2980	顺
D150-41		150				147000		2980	
D160-1.3/0.95	焦炉煤气	160	93170	35	0.428	34320	127	14050	顺
D160-2.25	焦炉煤气	150	98070	35	0.428	122590	101	13530	顺
D170-22		170				23537(升压)		2980	

PLC WORLD

（续）

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	极数	功率/kW	电压/V			
	YK400L2-2		440	6000	13063		陕西鼓风机厂
	YK450L1-2		560	6000	15264		
电动机	JK800-2		800	6000			湖北省风机厂
电动机	YK1000-2/990		1000	10000/6000			
	JK800-2		800	6000	18356		陕西鼓风机厂
	JKZ1000-2		1000	6000	19124		
电动机	YK1250-2/990		1250	10000/6000			湖北省风机厂
	YK1000-2/990		1000	6000	19124		陕西鼓风机厂
	YK1000-2/990		1000	6000	19124		
	YK1000-2/990		1000	6000	20804		
	YK1000-2/990		1000	6000	25100		
电动机	YK1000-2/990		1000	6000	20804		
	YK1000-2/990		1000	6000			
	JKZ630-2		630	6000	18958		
	YB710M3-2P		380	6000	40565		
电动机	JK-630-2		630				湖北省风机厂
	JK2630-2G		630	6000			陕西鼓风机厂
	JKZ630-2		630	6000	2975		
	JB0710S1-2P		500	6000	2980		
	T1600-4/1180	4	1600	6000	20480	6455×6755×5943	
电动机	Y132S1-2		5.5	220/380	440	1204×838×853	无锡市鼓风机厂
电动机	JKR100	2	100	380	3300		沈阳鼓风机厂
电动机	YB200L1-2	2	30	380	738	1118×1426×1265	沈阳鼓风机厂 山东省临沂市风机厂
电动机	Y280S-2		75	380	5200	1513×1372×1486	吉林市鼓风机厂
电动机	Y315S-2		110	380	6100	1666×1372×1486	
电动机	Y355M-2	2	280	380	5603	2550×1495×1290	重庆通用机器厂
电动机	Y315S-2		110	380	5500	1550×1370×1486	吉林市鼓风机厂
电动机	Y315M1-2		132	380	6200	1719×1372×1486	
电动机	Y200L1-2		30	220/380	760	1788×1126×1472	无锡市鼓风机厂
电动机	Y315M1-2		132	380	7000	1640×1790×1900	吉林市鼓风机厂
电动机	Y315M2-2		160	380	7590	1885×1790×1895	
电动机	Y315M2-2		160	380	7030	1655×1790×1895	
电动机	JK122-2		185		7920	1553×1372×1486	
	JK122-2 YK355M2-2		185	380	5000		陕西鼓风机厂
	JK122-2		185	380	6232		
电动机	Y315S-2		110				湖北省风机厂

PLC WORLD

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
D180-1.271/0.961	焦炉煤气	180	94240	32	0.3686	120000(升压)	11649		
D190-3.4/0.97	空气	190	95130	30	1.079	238310	695	12676	顺
D200-2.081/1.0455	煤气	200	102530	30	0.997	101550	371	10540	顺
D200-2.8/0.97	空气	200	95130	30	1.079	179470	573	12087	顺
D200-2.8/0.97	空气	200	95130	30	1.079	179470	573	12087	顺
D200-21		200				23537(升压)		2980	
D200-41	空气	200	98000	20	1.2	147000	218	2980	顺
D250-2.3/0.97	空气	250	95130	20	1.122	130430	510	10049	顺
D250-11-2	煤气	250	98067	30	1.01	26460(升压)	185	2950	逆
D250-21		250				22556(升压)		2980	
D250-21	空气	250	98000	20	1.2	39200(升压)	196	2960	顺
D250-31		250				147000		2950	
D280-21		280				21575(升压)		2980	
D280-22		280				23537(升压)		2980	
D300-1.337/0.967	水煤气	300	94830	35	0.6053	36290	228	7528	顺
D300-12		300	98067	30	1.01	8826(升压)	58	2970	顺
D300-21		300				24518(升压)		2960	
D300-22		300				29421(升压)		2960	
D320-2.25	焦炉煤气	300	98070	35	0.428	122590	200	9389	顺
D320-2.25	焦炉煤气	300	98070	35	0.428	122590	200	9389	顺
D350-21		350				23537(升压)		2960	
D400-21		400				24518(升压)		2960	
D500-2.168/0.9786	空气	500	95970	20	1.136	116630(升压)	984	2895	顺
D500-2.35/0.92	空气	500	90220	42	0.9811	140240	1230	5850	顺
D500-11		500				24518(升压)		2970	
D500-11-2	空气	500	98067	30	1.2	22540(升压)	290	2950	逆
D570-1.3/0.95	焦炉煤气	570	93170	35	0.428	34320	485	4320	顺
D570-1.3/0.95-1	焦炉煤气	570	95170	35	0.428	34320	485	4320	顺
D600-2.25/0.903	空气	600	88560	25	1.017	132100	1300	6122	顺
D600-2.25/0.979	空气	600	96010	35	1.16	124650	1418	6500	逆
D600-2.25/0.903		600			1.017	132100(升压)		6000	
D600-3.0/0.97	空气	600	95130	25	1.112	199080	2166	6723	顺
D600-11		600				24518(升压)		2970	
D700-1.25/0.94	焦炉煤气	700	92280	23	0.448	30340	439	5334	顺
D700-2.3/0.98	空气	700	96110	20	1.134	129450	1525	5116	顺

PLC WORLD

（续）

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	极数	功率/kW	电压/V			
	YB355S1-2		185	380	8813		陕西鼓风机厂
	JK800-2		800	6000	7099		
	JB710M1-2		630	6000	7165		
	JK630-2		630	6000	7100		
	JK630-2		630	6000	7100		
电动机	Y315M-2		132				湖北省风机厂
电动机	Y355-39-2		250	6000	8300	1930×1790×1895	吉林市鼓风机厂
	JK800-2		800	6000	7940		陕西鼓风机厂
电动机	JK123-2		220	380	3268	2996×1830×1844	无锡市鼓风机厂
电动机	Y315M-2		132				湖北省风机厂
电动机	Y355-43-2		280	3000	7300	1622×1870×1930	吉林市鼓风机厂
电动机	JK124-2		275		7100	2437×1850×1950	
电动机	Y315L1-2		160				湖北省风机厂
电动机	Y315L1-2		160				
	YB400M2-2		280	6000	12110		陕西鼓风机厂
电动机	Y315S-2		110	380	2000	1381×1675×1856	无锡市鼓风机厂
电动机	Y315M1-2		185				湖北省风机厂
电动机	Y315M3-2		220				
	JK134-2		350	6000	7959		陕西鼓风机厂
	JK134-2		350	6000	7959		
电动机	Y315M2-2		200				湖北省风机厂
电动机	Y351M4-2		250				
	YK1250.2/990		1250	6000	20785		陕西鼓风机厂
	YKS1600-2		1600	6000	24800		
电动机	Y355M3-2		315				湖北省风机厂
电动机	JK133-2		290	3000/6000	3882	1991×2026×2140	无锡市鼓风机厂
	H264-2		1250		19645		陕西鼓风机厂
	汽轮机						
	JKO1250-4		1250	6000	22545		
	YK1600-2/990		1600	6000	18732		
	H207 工业汽轮机		1500		13924		
	YK1600-2/990		1600	10000/6000			湖北省风机厂
	YK2200-2/1180		2200	6000	18700		陕西鼓风机厂
电动机	Y355L1-2		355				湖北省风机厂
	JK630-2		630	6000	10103		陕西鼓风机厂
	YK2000-2/1180		2000	6000	20012		

PLC WORLD

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
D700-2.3/0.98		700			1.134	129452(升压)		5000	
D700-11		700				24518(升压)		2960	
D700-11-2	硫化煤气	700	93164	50	1.16	23426(升压)	320	2975	逆
D700-12-2	硫化煤气	700	93164	50	1.16	18737(升压)	290	2975	逆
D700-13	硫化煤气	700	93164	50	1.04	25506(升压)	370	2950	逆
D700-13-2		700				27440(升压)	415	2975	
D700-13-2	硫化煤气	700	93164	50	1.16	27017(升压)	370	2975	逆
D700-14-2	空气	830	101303	20	1.2	17658(升压)	320	2975	逆
D700-31	空气	700	98067	20	1.16	274588	1900	5550	顺
D710-1.25/0.95	焦炉煤气	750	93100	22	0.3977	29400(升压)	5043	4750	顺
D750-1.3/0.95	焦炉煤气	750	93200	35	0.428	34300(升压)	480	5630	顺
D750-23	焦炉煤气	750	93164	35	0.428	34335(升压)	480	5630	顺
D800-3.4/0.98	空气	800	96100	20	1.1353	237900(升压)	2723	6295	顺
D800-3.4/0.98	空气	800	96110	20	1.1353	237330	2723	6296	顺
D800-11	空气	800	98067	20	1.16	17658(升压)	350	2950	逆
D800-31	空气	850	101009	20	1.20	274588	2160	5550	顺
D800-32	混合煤气	800	2942	20	0.977	297143	2330	6320	逆
D800-33	空气	800	96106	20	1.1427	333428	2800	6320	逆
D800-34	空气	800	96106	20	1.1427	333428	2800	6320	逆
D850-2.25/0.98	空气	850	96110	33	1.0765	124550	1780	5383	顺
D850-2.5/0.98	空气	850	96110	33	1.0769	149070	1985	5534	顺
D850-2.25/0.98		850			1.0765	124549(升压)		5400	
D900-2.5/0.97	空气	900	95130	20	1.1238	150050	2100	5534	顺
D900-2.8/0.98	空气	900	96110	20	1.135	178490	2340	5713	顺
D900-2.8/0.98		900			1.135	178487(升压)		5800	
D900-21	空气	900	96106	20	1.43	215747	1780	6130	逆
D900-31	空气	960	98067	20	1.46	304008	2885	5970	逆
D900-32	空气	875	98067	34	1.11	230457	2000	5400	逆
D950-2.327/0.831	空气	950	81500	14.6	0.989	146710	2200	5713	顺
D1000-1.08/0.835	转炉煤气	1000	81890	65	0.801	24030	630	2700	顺
D1000-1.116/0.766	煤气	1000	75120	35	0.3148	34320	750	4600	顺
D1000-2.8	空气	950	98070	25	1.13	176530	2808	5795	顺
D1000-2.8	空气	950	98067	20	1.16	274588	2808	7597	顺
D1000-3.0	空气	1000	98067	25	1.14	294201	3000	6397	顺
D1000-3.0	空气	1000	98070	25	1.14	196140	3000	6397	顺
D1000-11		1000				27468(升压)	600	2750	
D1000-11	转炉煤气	1000	82514	60	0.823	27468(升压)	600	2750	逆
D1000-22	烟气	1000	94144	250	0.645	21582(升压)	627	2950	顺
D1100-2.59/0.80	空气	1073	78460	15	0.943	175540	2990	4959	顺
D1100-2.75	空气	1106	98000	20	1.16	171500(升压)	3188	4600	顺
D1100-3.4/0.98	空气	1100	96000	20	1.1377	198000(升压)	3233	4800	
D1100-12	煤气	1100	80513	60	0.804	23544(升压)	566	2886	逆

PLC WORLD

（续）

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	极数	功率/kW	电压/V			
	YK2000-2/990		2000	10000/6000			湖北省风机厂
电动机	JK135-2		440	6000			
电动机	JK134	2	440	6000	35000	1808×2958×2326	上海鼓风机厂
电动机	JK134	2	440	6000	35000	1808×2178×2400	
电动机	JK500	2	500	6000	4900		沈阳鼓风机厂
电动机	JK134-2		440		4200	1975×2958×2291	无锡市鼓风机厂
电动机	JK134	2	440	6000	35000	1950×2958×2326	上海鼓风机厂
电动机	JK134	2	440	6000	35000	2081×2178×2400	
电动机	JK2500	2	2500	6000	19198		沈阳鼓风机厂
	JB710.M1-2		630	6000	21726		陕西鼓风机厂
	JK630-2	2	630	6000	13762	3380×1915×2130	重庆通用机器厂
电动机	JK630	2	630	6000	13762		沈阳鼓风机厂
	YKD33200-2		3200	6000	12069		陕西鼓风机厂
	YK3200-2/1180		3200	6000	12069		陕西鼓风机厂
电动机	JK500	2	500	6000	4880		沈阳鼓风机厂
电动机	YLG118	2	2500	10000	20109		
		2	2500	10000	19189		
电动机	TDG-32	2	3200	6000	19400		
汽轮机	B72I		3000		13040		
	YK2200-2/1180		2200	6000	21810		陕西鼓风机厂
	YK2500-2/1180		2500	6000	20014		
电动机	YK2240-2/990		2240	10000/6000			湖北省风机厂
	JKZ2500-2		2500	6000	20110		陕西鼓风机厂
	YK2500-2/1180						
	YK2500-2/1180		2500	6000	20110		
电动机	YK2500-2/990		2500	10000/6000			湖北省风机厂
电动机	JKZ2500	2	2500	6000	18090		
电动机	JKZ3200	2	3200	10000	23100		沈阳鼓风机厂
电动机	TDY2500	2	2500	6000	23000		
	YK2500-2/1180		2500	6000	20110		陕西鼓风机厂
	YK5500-2W		850	6000	14630		
	YK1000-2/990		1000	6000	26000		
	YK3200-2		3200	6000	30700		
电动机	YK320-2	2	3200	6000	34700	2305×1840×2090	
	YK320-2	2	3200	6000	34700	2628×1780×2090	
	JKZ3200-2		3200	6000	20263		
	YK3200-2/1180						
电动机	JK850-2		850		19300	2951×4220×3061	无锡市鼓风机厂
电动机	JK-850	2	850	6000	19300	2951×4220×3061	上海鼓风机厂
电动机	JK800	2	800	6000	13710		沈阳鼓风机厂
	YK3200-2/1180		3200	6000	22630		陕西鼓风机厂
	YK3200-2/1180		3200	6000	22630		
	YK3600-2/1250		3600	6000			
电动机	JK800	2	800	6000/3000	20830	3115×4572×3280	上海鼓风机厂

PLC WORLD

型号	输送介质	进口流量/(m^3/min)	进口压力/Pa	进口温度/℃	进口工况的介质密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)
D1150-1.3/0.95	焦炉煤气	1150	93170	25	0.428	34320	805	4320	顺
D1150-1.3/0.95-1	焦炉煤气	1150	93170	25	0.428	34320	805	4320	顺
D1200-1.0737/0.7799	焦炉煤气	1200	75900	25	0.330	29400(升压)	739	4480	逆
D1200-1.16/0.86	焦炉煤气	1200	84340	22	0.359	29420	739	4407	顺
D1200-2.2/0.98	空气	1200	96100	35	1.0871	215800(升压)	2592	4450	顺
D1200-2.5/0.924	空气	1200	90620	35	1.07	154560	2850	4588	顺
D1200-2.5	空气	1200	87280	20		245168			
D1200-2.546/0.994	空气	1200	94900	37.6	1.082	162000(升压)	3707	4720	顺
D1200-21	空气或无腐蚀性混合气体	1200	96106	350	0.0826	215747	2450	4350	逆
D1250-1.3/0.95	焦炉煤气	1250	93170	35	0.389	34320	860	4320	顺
D1250-1.3/0.95	煤气	1250	93170	35	0.447	34320	860	4320	顺
D1250-1.3/0.95	煤气	1250	93170	35	0.447	34320	860	4320	顺
D1250-1.3/0.95	煤气	1250	93170	35	0.389	34320	860	4350	顺
D1250-21	空气	1000	98067	20	1.16	225554	2517	4776	顺
D1250-22	煤气	1250	93164	35	0.428	29430(升压)	780	4525	顺
D1250-31	空气	1250	93164	35	0.428	313814	3670	4525	顺
D1300-2.6/0.843	空气	1300	82900	20	0.9752	172400(升压)	3312	5036	顺
D1600-12	烧结烟气	1600	89731	120	0.818	8339(升压)	334	1485	顺
D1800-3.2/0.98	空气	1800	96110	35	1.082	217710	5450	4510	逆
D1800-3.5	空气	1800	96106	25		343235	5800	4630	
D1850-11	转炉煤气	1850	69530	60	0.7173	22073	841	2865	逆
D2000-0.97/0.72	转炉煤气	2100	70480	55	0.783	24510(升压)	1275	2800	顺
D2000-1.1/0.85	转炉煤气	2000	83360	65	0.803	24520	1040	2700	顺
D2000-11	烧结烟气	2000	89241	120	1.27	981(升压)	442	1480	顺
D2030-0.9369/0.7419	煤气	2030	72760	60	0.7102	19120	930	2865	逆
D2300-11	烧结烟气	2300	89241	120	1.27	11772(升压)	582	1480	顺
D3350-11	转炉煤气	3350	66686	67	0.78	26153(升压)	2112	2800	逆

注：以上鼓风机生产厂均包括沈阳鼓风机厂。

PLC WORLD

（续）

原动机					质量/kg（不包括电动机）	外形尺寸/mm（主机长×宽×高）	生产厂
名称	型号	极数	功率/kW	电压/V			
	汽轮机		1250		18205 H264-2		陕西鼓风机厂
	JRO1250-4		1250	6000	21115		
	YB630-1000 KV-2P		1000	6000	24285		陕西鼓风机厂
	YK1000-2/990		1000	6000	24285		
	JK23000-2	2	3000	6000	15000	7663×2575×3795	重庆通用机器厂
	YK3200-2/1430		3200	10000	23221		陕西鼓风机厂
电动机	TDG-3200	2	3200	10000	36000		
	YK3600-2		3600	10000	23221		
电动机	JK3200	2	3200	6000	22000	2637×2570×3795	上海鼓风机厂
	YK1000-2/990		1000	6000/3000	26285		陕西鼓风机厂
	YK1000-2/990		1000	6000	18205		
	H270-2 汽轮机		1000		18205		
	YK1000-2/990		1000	6000/3000	26200		
电动机	JKZ3200	2	3200	6000	13710		沈阳鼓风机厂
电动机	JKZ1000	2	1000	6000	18450		
电动机	JKZ5000	2	5000	6000	21410		
	YK3600-2/1250		3600	6000	20200		陕西鼓风机厂
	JRQ-1410-4	4	500	6000	19280	3172.5×3675×3720	陕西鼓风铸铁壳机厂 沈阳鼓风机厂
	TP2180/2.4-1.12N411		4200/6000		30400		陕西鼓风机厂
汽轮机	N411		6400				
电动机	JKZ1000	2	1000	6000/3000	20880	3160×4572×3280	上海鼓风机厂
	YK1600-2/990		1600	10000	16083		陕西鼓风机厂
	YK1600-2/990		1600	10000	16083		
电动机	JSQ158（JRQ158）	4	680	6000	27000	3200×3800×3800	武汉鼓风机厂 上海鼓风机厂 沈阳鼓风机厂
	YK1000-2/990		1000	6000	29500		陕西鼓风机厂
	JSQ158（JRQ158）	4	680	6000	26200	3200×3800×3780	上海鼓风机厂
电动机	YK2500	2	2500	10000	18000	3440×2924×3535	

表 13-15 离心式压缩机

型号	输送介质	流量/(Nm^3/h)	进口压力/Pa	进口温度/℃	介质标准密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)	原动机					质量/kg(不带驱动机)	外形尺寸/mm(主机:长×宽×高)	生产厂	备注
										名称	型号	极数	功率/kW	电压/V				
BCL407 +2BCL408	合成气	138000	240264	37.8	0.388	14994444	17850	12630		汽轮机			21000				沈阳鼓风机厂	氨合成用
2MCL526 +2MCL406	氮气	14000	98067	15	1.249	2059407	2400	10678	逆	电动机			2500	6000	30000			化工厂用
2MCL705	二氧化碳	22000	83357	35	1.76	473664	2000	6650	顺	电动机	JKZ2500-2		2500	6000	31000			制碱用尿素
2MCL607 +2BCL306/A	三氧化碳	33000	152985	37	1.894	14857151	9343	6724/13534		汽轮机			9900		50000			合成用 250万t/a
MCL1004	空气	57000	79925	22	1.292	313814	4000	5091	顺	电动机			3500	6000	84400			炼油厂 催化用
2MCL457	空气	9600	79925	22	1.292	808072	1279	12014	顺	电动机	JK1600-2		1600	6000	2880		沈阳鼓风机厂	动力站用
MCL405 MCL355 H1	催化气	3600	12748	40	1.32	1569072	600	12230		汽轮机			800		14000			催化装置用
2MCL406 2MCL356 H2	氮气	120	137294	40	1.25	2451675	1230	12811		电动机			1500	6000	19000			分离装置用
2MCL457 H3	焦化气	5200	152004	40	1.357	1471005	682	11920		汽轮机			810		11000			焦化气用
2MCL457 H4	焦化气	5400	137294	40	13.25	1176804	755	11722		汽轮机			830		12000			

（续）

型号	输送介质	流量/(Nm^3/h)	进口压力/Pa	进口温度/℃	介质标准密度/(kg/m^3)	出口压力/Pa	轴功率/kW	主轴转速/(r/min)	旋转方向(从原动机端看)	原动机					质量/kg(不带驱动机)	外形尺寸/mm(主机:长×宽×高)	生产厂	备注
										名称	型号	极数	功率/kW	电压/V				
MCL303 H5	丙烷	15235	882603	15.5	0.998	1457276	350	8779	顺	电动机	JK1600-2		450	6000	7500		沈阳鼓风机厂	丙烯精制
2MCL456 MCL404 H6	氮气	10000	98067	30	1.25	1569072	1640	11686		电动机			2000	6000	20000			输入氮气
2MCL457 H7	催化气	19200	176521	40	2.788	1667139	2122	9357		背压汽			2334		12000			催化装置用
2MCL606 2MCL456 H8	空气	7200	137294	40	1.249	2451675	1300	12811		轮机 电动机			1600	6000	19500			气源用
2MCL457 H9	催化气	19200	176521	40	2.788	1765206	2197	9501		背压 汽轮机			2417		12000			催化装置用
2MCL456 2MCL406 H10	氮气	11055	102970	15	1.2045	2059407	1990	10891		电动机			2200	6000	24500			乙烯工程
2MCL456 2MCL406 H11	空气	8000	94929	20	1.285	2255541	1530	11684		电动机			1800	6000	20000			工艺气
2MCL356 H13	催化气	5400	14710	40	1.722	1471005	682	13191		汽轮机			810		9000			催化装置
MCL703 H14-H15	轻烃气	17892.3	137294	40	3.3964	1471005	1050	5219		电机 汽轮机			1250 1500		22500			

PLC WORLD

表 13-14　D20-61～D55-71 污水处理专用离心鼓风机

参数 / 型号	进口流量 /(m^3/min)	出口风压 /Pa	电动机				质量 /kg	法兰
			型号	转速 /(r/min)	功率 /kW	电压 /V		
D20-61	20	49000	$Y200L_1$-2W	2950	30	380	3900	p_N10
D20-81	20	68600	Y250M-2W	2970	55	380	5600	*DN*150
D30-62	30	49000	Y225M-2W	2970	45	380	4600	p_N10 *DN*175
D30-82	30	68600	Y280S-2W	2970	75	380	5600	
D40-61	40	49000	Y250M-2W	2970	55	380	4500	
D40-71	40	54000	Y280S-2W	2970	75	380	4700	
D40-81	40	68600	Y280S-2W	2970	75	380	4900	
D45-61	45	49000	Y250M-2W	2970	55	380	4700	
D45-81	45	68600	Y280S-2W	2970	75	380	5600	
D55-71	55	58800	Y280M-2W	2970	90	380	5400	

注：生产厂家：山东省临沂市临沂风机厂、天津市天鼓离心通风机厂、沈阳市长城风机厂、贵州市贵州鼓风机厂、四平市金丰股份有限公司(四平鼓风机厂)、沈阳 606 所鼓风机厂、山东省淄博鼓风机厂。

二、离心式压缩机性能参数

其性能参数见表 13-15（见上页）。

三、轴流式压缩机性能参数

其性能参数见表 13-16。

表 13-16　轴流式压缩机

型号	级数	压比	吸入流量 /($\times 10^3 m^3$/h)	功率/kW	转速 /(r/min)	输送介质	生产厂
A40	9-17	2.9～7.6	65～84	3300～8300	9549	空气	陕西鼓风机厂
A45	9-17	2.9～7.7	84～110	4500～10600	8488		
A50	9-17	2.9～7.7	110～132	5600～13500	7639		
A56	9-17	3～7.7	132～168	7200～18000	6821		
A63	9-17	3～7.7	168～230	9000～22000	6063		
A71	9-17	3～7.7	230～275	11500～27000	5380		
A80	9-17	3～7.7	275～350	14900～35000	4775		
A90	9-17	3～7.7	350～440	17000～44000	4244		
A100	9-17	3～7.7	440～550	24000～54000	3820		
A112			550～680	29000～69000	3410		
	9	2.7～3.2	70～85	3400～4000	8833		
AV40	18	6.5～7.2	70～85	6300～8000	8833		
AV45	9	2.7～3.2	85～110	4000～5100	7852		
	18	6.5～7.2	85～110	8000～10000	7852		

PLC WORLD

（续）

型　号	级　数	压　比	吸入流量 /($\times 10^3 m^3/h$)	功率/kW	转速 /(r/min)	输送介质	生　产　厂
AV50	9	2.7～3.2	110～135	5100～6200	7066	空气	
	18	6.5～7.2	110～135	1000～13000	7066		
AV56	9	2.7～3.2	135～165	6200～8000	6309		
	18	6.5～7.2	135～165	13000～16000	6309		
AV63	9	2.7～3.2	165～215	8000～10000	5608		陕西鼓风机厂
	18	6.5～7.2	165～215	16000～20000	5608		
AV71	9	2.7～3.2	215～275	10000～13500	4976		
	18	6.5～7.2	215～275	20000～27000	4976		
AV80	9	2.7～3.2	275～350	13500～17000	4417		
	18	6.5～7.2	275～350	27000～33000	4417		
AV90	9	2.7～3.2	350～425	17000～21000	3926		
	18	6.5～7.2	350～425	33000～41000	3926		
AV100	9	2.7～3.2	425～550	21000～27000	3533		
	18	6.5～7.2	425～550	41000～51000	3533		
AV112	9	2.7～3.2	550～680	27000～34000	3153		
	18	6.5～7.2	550～680	51000～65000	3153		
AV125	9	2.7～3.2	680～850	34000～40000	2827		
	18	6.5～7.2	680～850	65000～80000	2827		
AV140	9	2.7～3.2	850～1050	40000～50000	2524		
	18	6.5～7.2	850～1050	80000～90000	2524		

第三节　钢板机壳鼓风机的性能

一、用途

D60、D50、D30为常用的钢板机壳鼓风机，该系列鼓风机适用于金属冶炼、气体自动输送、中小型氮肥厂、纺织工业、水泥及轻化工业输送干净的空气、二氧化碳及各种惰性气体；也可用于污水处理，水产养殖等液体搅拌系统，还适用于各种颗粒物料的输送，港口吸粮，电报纸传递等负压设备。

各种型号出厂的新产品是根据用户所选择的风机性能来选配电动机的，因此风机的使用性能范围均不得超过使用性能，以免电动机过载而发生事故。

D60、D50、D30系列鼓风机可以代替L41、L42、L52、L53、L62、L63、L64、罗茨鼓风机，其性能(性能系指标准空气状态)为：

空气密度：1.2kg/m^3

进口温度：20℃

相对湿度：50%

进口大气压力：101325Pa

二、风机的结构特征

D60、D50、D30系列鼓风机由3个机号组成。各由3级叶轮悬臂串联套装于主轴一端，采

PLC WORLD

用通水冷却稀油润滑轴承，通过 V 带轮传动，电动机、传动组、机壳均置于一共同底座，出风口向上，风机作右旋转。整体结构轻，属高压小流量鼓风机，与同数罗茨鼓风机相比具有质量轻、噪声低，曲线平坦，安装使用维护简便可靠，配套齐全等优点。

该系列鼓风机可成套供应，专用配件有进口空气过滤器、进出口消声器和软连接。

系列辅助型号对应关系见表 13-17。

表 13-17　系列辅助型号对应关系

D60-31	10-08-31	№8C	D50-31	10-08-31	№6.9C	D30-31	10-08-31	№6.3C

三、单机成套供应范围

1）鼓风机 1 台

2）电动机 1 台

3）V 带轮 1 付

4）V 带 1 组

5）地脚螺栓 8 套

6）选用件(定货时需注明)　进出口消声器；空气过滤器；进出口软连接。

D60、D50、D30 离心式鼓风机性能与选用件见表 13-18 ~ 表 13-23，外形及安装尺寸见表 13-24。

图 13-1 为离心式鼓风机外形及安装尺寸图

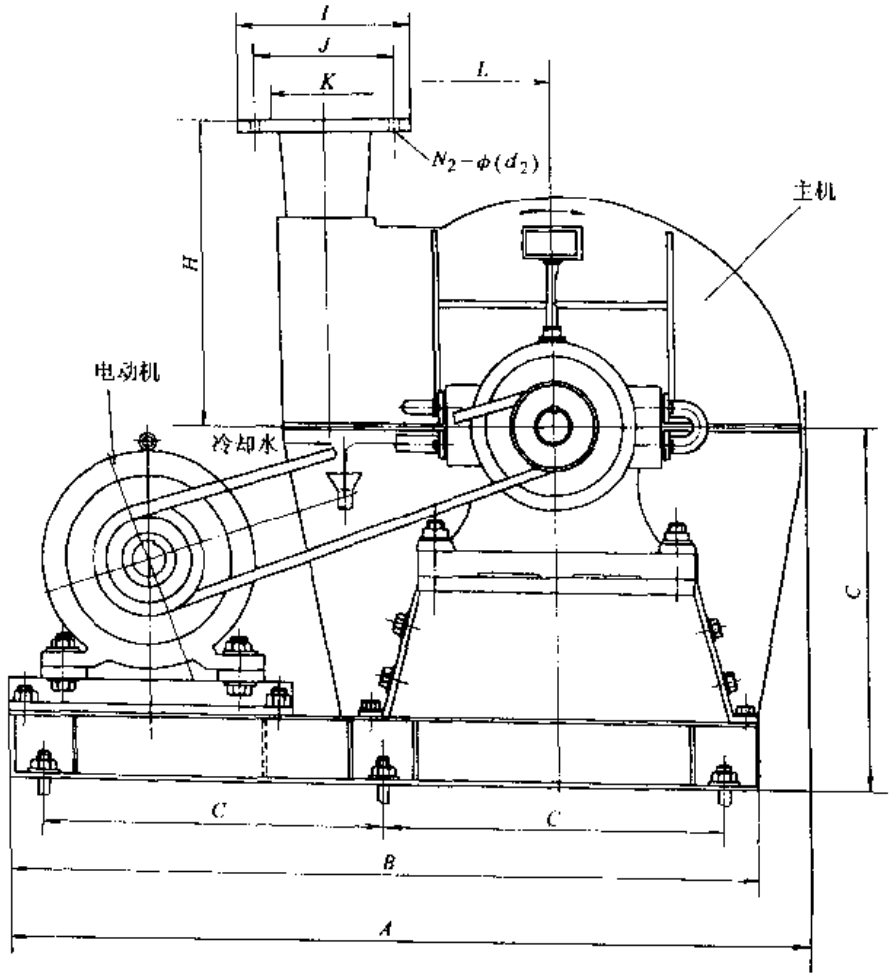


图 13-1　离心式鼓风机外形及安装尺寸图

表 13-18 离心鼓风机性能与选用件表

〔D30-31（$\beta_2=73°$）；10-08-31 N○6.3C（$\beta_2=73°$）〕

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m^3/min)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	注
							型号	功率/kW	型号	根数/根	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	
4300	1	17.39	28150	65.70	12.42	15.03	y160 L-2	18.5	B	5	2000	φ150×B5×φ60×18×114	φ225×B5×φ42×12×110	
	2	21.26	27520	70.00	13.93	16.86								
	3	25.12	26610	72.20	15.43	18.68							φ225×B5×φ55×16×110	
	4	27.63	25810	73.00	16.28	19.71	y200 L1-2	30						
	5	28.92	25330	72.50	16.84	20.38								
	6	32.88	23490	69.90	17.47	21.15								
	7	36.70	21630	65.70	20.14	24.38								
4000	1	16.17	24360	65.70	9.99	12.09	y160 M2-2	15	B	5	2000	--- ---	φ200×B5×φ48×12×110	
	2	19.77	23810	70.00	11.17	13.52								
	3	23.37	23030	72.20	12.42	15.03								
	4	25.70	22330	73.00	13.10	15.86	y160 L-2	18.5						
	5	26.91	21920	72.50	13.56	16.41								
	6	30.59	20320	69.90	14.82	17.94								
	7	34.13	18720	65.70	16.21	19.62								
3600	1	14.56	19730	65.70	7.29	8.82	y160 M1-2	11	B	5	2000	--- ---	φ190×B5×φ48×12×110	
	2	17.80	19280	70.00	8.17	9.89								
	3	21.03	18650	72.20	9.05	10.96								
	4	23.13	18090	73.00	9.55	11.56	y160 M2-2	15						
	5	24.21	17760	72.50	9.88	11.96								
	6	27.53	16460	69.90	10.80	13.07								
	7	30.71	15160	65.70	11.81	14.30								
2950	1	11.93	13250	65.70	4.01	4.85	y132 S1-2	5.5	B	5	2000	--- ---	φ155×B5×φ38×102×80	
	2	14.58	12950	70.00	4.50	5.45								
	3	17.23	12520	72.20	4.98	6.03	y132 S2-2	7.5						
	4	18.95	12150	73.00	5.26	6.37								
	5	19.84	11920	72.50	5.44	6.59								
	6	22.56	11050	69.90	5.94	7.19								
	7	25.17	10180	65.70	6.50	7.87								

表 13-19 离心鼓风机性能与选用件

〔D30-31 ($\beta_2=90°$)；10-08-31 N○6.3C ($\beta_2=90°$)〕

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m^3/min)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	注
							型号	功率/kW	型号	根数/根	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	
4300	1	17.38	30040	64.20	13.55	16.40	y180 M-2	22	B	5	2000	φ150×B5×φ60×18×114	φ225×B5×φ48×14×110	
	2	21.27	29630	67.50	15.56	18.84								
	3	24.55	29090	70.00	17.00	20.58								
	4	28.92	28230	71.50	19.03	23.04	y200 L1-2	30					φ225×B5×φ55×16×110	
	5	32.87	27310	70.40	21.25	25.72								
	6	36.68	26220	67.60	23.71	28.70								
	7	40.57	24590	64.20	25.90	31.35								
4000	1	16.17	26000	64.20	10.91	13.21	Y160 L-2	18.5	B	5	2000	--- ---	φ200×B5×φ42×12×110	
	2	19.79	25630	67.50	12.52	15.16								
	3	22.83	25180	70.00	13.69	16.57								
	4	26.91	24430	71.50	15.32	18.55		30					φ200×B5×φ55×16×110	
	5	30.58	23630	70.40	17.11	20.71								
	6	34.12	22680	67.60	19.08	23.10								
	7	37.74	21270	64.20	20.84	25.23								
3600	1	14.55	21060	64.20	7.95	9.62	Y160 m2-2	15	B	5	2000	--- ---	φ190×B5×φ42×12×110	
	2	17.81	20760	67.50	9.13	11.05								
	3	20.55	20390	70.00	9.98	12.08								
	4	24.21	19780	71.50	11.16	13.51								
	5	27.52	19140	70.40	12.47	15.10	LI60 L-2	18.5						
	6	30.71	18370	67.60	13.91	16.84								
	7	33.96	17230	64.20	15.19	18.39								
2950	1	11.93	14140	64.20	4.38	5.30	Y132 S2-2	7.5	B	5	2000	--- ---	φ155×B5×φ48×12×80	
	2	14.60	13950	67.50	5.03	6.09								
	3	16.84	13700	70.00	5.49	6.65								
	4	19.84	13290	71.50	6.15	7.44								
	5	22.55	12850	70.40	6.86	8.30	Y160 M1-2	11					φ155×B5×φ42×12×110	
	6	25.16	12340	67.60	7.65	9.26								
	7	27.84	11500	64.20	8.31	10.06								

表 13-20 离心鼓风机性能与选用件表

[D50-31 ($\beta_2 = 73°$)；10-08-31 N○6.9C ($\beta_2 = 73°$)]

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m^3/min)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	注
							型号	功率/kW	型号	根数/根	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	
4300	1	22.85	33770	65.70	19.57	23.69	y200 L2-2	37	B	5	2000	φ150×B5×φ60×18×114	φ225×B5×φ55×16×110	
	2	27.93	33010	70.00	21.95	26.57								
	3	33.00	31920	72.20	24.32	29.44								
	4	36.30	30960	73.00	25.66	31.06								
	5	38.00	30390	72.50	26.55	32.14								
	6	43.20	28180	69.90	29.03	35.14								
	7	48.21	25950	65.70	31.74	38.42								
4000	1	21.25	29220	65.70	15.57	19.07	y200 L1-2	30	B	5	2000	--- ---	φ200×B5×φ55×16×110	
	2	25.98	28560	70.00	17.65	21.39								
	3	30.70	27620	72.20	19.57	23.69								
	4	33.77	26790	73.00	20.66	25.01								
	5	35.35	26290	72.50	21.36	25.86								
	6	40.19	24380	69.90	23.36	28.28								
	7	44.84	22450	65.70	25.54	30.92								
3600	1	19.13	23670	65.70	11.49	13.91	Y180 M-2	22	B	5	2000	--- ---	φ190×B5×φ55×16×110	
	2	23.38	23130	70.00	12.88	15.59								
	3	27.63	22370	72.20	14.27	17.27								
	4	30.39	21700	73.00	15.06	18.23								
	5	31.81	21300	72.50	15.58	18.86								
	6	36.17	19750	69.90	17.03	20.62								
	7	40.35	18190	65.70	18.62	22.54								
2950	1	15.67	15890	65.70	6.32	7.65	y180 M-2	22	B	5	2000	--- ---	φ155×B5×φ55×12×110	
	2	19.16	15530	70.00	7.08	8.27								
	3	22.64	15020	72.20	7.85	9.50								
	4	24.90	14570	73.00	8.28	10.02								
	5	26.07	14300	72.50	8.75	10.37								
	6	29.64	13260	69.90	9.37	11.34								
	7	33.07	12210	65.70	10.24	12.40								

表 13-21 离心鼓风机性能与选用件表

〔D50-31 ($\beta_2 = 90°$)；10-08-31 N o 6.9C ($\beta_2 = 90°$)〕

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m^3/min)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	注
							型号	功率/kW	型号	根数/根	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	
4300	1	22.84	36040	64.20	21.37	25.87	y225 M-2	45	B	5	2000	ϕ150 × B5 × ϕ60 × 18 × 114	ϕ225 × B5 × ϕ55 × 16 × 110	
	2	27.95	35540	67.50	24.53	29.69								
	3	32.25	34900	70.00	26.80	32.443								
	4	38.00	33860	71.50	29.99	36.30								
	5	43.19	32760	70.40	33.50	40.55								
	6	48.19	31450	67.60	37.37	45.24								
	7	53.33	29500	64.20	40.82	49.41								
40003	1	21.25	31190	64.20	17.21	20.83	y200 L2-2	37	B	5	2000	--- ---	ϕ210 × B5 × ϕ55 × 16 × 110	
	2	26.00	30750	67.50	19.74	23.90								
	3	30.00	30200	70.00	21.57	26.11								
	4	35.35	29300	71.50	24.14	29.22								
	5	40.18	28350	70.40	26.97	32.65								
	6	44.83	27210	67.60	30.07	36.40								
	7	49.58	25520	64.20	32.85	39.77								
3600	1	19.12	25260	64.20	12.54	15.18	y200 L1-2	30	B	5	2000	--- ---	ϕ190 × B5 × ϕ55 × 16 × 110	
	2	23.40	24900	67.50	14.39	17.42								
	3	27.00	24460	70.00	15.72	19.30								
	4	31.81	23730	71.50	17.60	21.21								
	5	36.16	22960	70.40	19.66	23.80								
	6	40.35	22040	67.60	21.92	26.55								
	7	44.62	20670	64.20	23.94	28.98								
2950	1	15.67	16960	64.20	6.90	8.35	y160 L-2	18.5	B	5	2000	--- ---	ϕ155 × B5 × ϕ48 × 12 × 80	
	2	19.18	16730	67.50	7.92	9.59								
	3	22.13	16430	70.00	8.66	10.48								
	4	26.07	15940	71.50	9.69	11.73								
	5	29.63	15420	70.40	10.82	13.10								
	6	33.06	14800	67.60	12.06	14.60								
	7	36.57	13880	64.20	13.18	15.95								

表 13-22 离心鼓风机性能与选用件表

〔D60-31 ($\beta_2 = 73°$)；10-08-31 N o 8C ($\beta_2 = 73°$)〕

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m^3/min)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	注
							型号	功率/kW	型号	根数/根	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	
3800	1	31.47	35450	65.70	28.30	34.26	y225 M-2	45	B	5	2000	φ150×B5×φ60×18×114	φ200×B5×φ55×16×110	
	2	38.47	34650	70.00	31.74	38.42								
	3	45.46	33510	72.20	35.17	42.57								
	4	50.00	32500	73.00	37.10	44.91								
	5	52.34	31900	72.50	38.38	46.46								
	6	59.51	29580	69.90	41.97	50.81	y225 M-2	55					φ200×B5×φ55×16×110	
	7	66.40	27240	65.70	45.88	55.54								
3600	1	29.81	31820	65.70	24.06	29.13	y225 M-2	45	B	5	2000	--- ---	φ190×B5×φ55×16×110	
	2	36.45	31100	70.00	26.99	32.67								
	3	43.07	30070	72.20	29.90	36.19								
	4	47.37	29170	73.00	31.55	38.19								
	5	49.59	28630	72.50	32.63	39.50								
	6	56.38	26550	69.90	35.69	43.20								
	7	62.91	24450	65.70	39.01	47.22								
2950	1	24.43	21360	65.70	13.24	16.03	y200 L1-2	30	B	5	2000	--- ---	φ155×B5×φ55×16×110	
	2	29.86	20880	70.00	14.85	17.98								
	3	35.29	20200	72.20	16.45	19.91								
	4	38.82	19590	73.00	17.36	21.01								
	5	40.63	19230	72.50	17.96	21.74								
	6	46.20	17830	69.90	19.64	23.77								
	7	51.55	16420	65.70	21.47	25.99								

表 13-23 离心鼓风机性能与选用件表

〔D60-31 ($\beta_2 = 90°$)；10-08-31 N₀8C ($\beta_2 = 90°$)〕

转速 /(r/min)	序号	流量 /(m^3/min)	全压 /Pa	内效率 /%	内功率 /kW	所需功率 /kW	电动机		V带			主轴带轮	电动机带轮	注
							型号	功率/kW	型号	根数/根	内周长/mm	规格/mm	规格/mm	
3800	1	31.46	37840	64.20	30.90	37.41	y250 M-2	55	B	5	2000	φ150×B5×φ60×18×114	φ200×B5×φ60×18×140	
	2	38.50	37310	67.50	35.47	42.94								
	3	44.42	36640	70.00	38.75	46.91								
	4	52.34	35550	71.50	43.47	52.50								
	5	59.49	34390	70.40	48.43	58.63	y-280 S-2	75					φ200×B5×φ65×18×140	
	6	66.38	33010	67.60	54.02	65.39								
	7	73.41	30960	64.20	59.00	71.42								
3600	1	29.81	33960	64.20	26.28	31.81	y250 M-2	55	B	5	2000	--- ---	φ190×B5×φ60×18×140	
	2	36.47	33480	67.50	30.15	36.50								
	3	42.08	32800	70.00	32.94	39.87								
	4	49.58	31900	71.50	36.87	44.63								
	5	56.36	30870	70.40	41.19	49.86								
	6	62.88	29630	67.60	45.94	55.61								
	7	69.55	27790	64.20	50.18	60.74								
2950	1	24.43	22800	64.20	14.46	17.50	y200 L1-2	30	B	5	2000	--- ---	φ155×B5×φ55×16×110	
	2	29.89	22480	67.50	16.59	20.08								
	3	34.48	22080	70.00	18.13	21.95								
	4	40.36	21420	71.50	20.29	24.56								
	5	46.18	20730	70.40	22.66	27.43								
	6	51.53	19890	67.60	25.27	30.59								
	7	56.99	18660	64.20	27.61	33.42								

表 13-24　离心式鼓风机外形及安装尺寸　　(mm)

	A	B	C	N	P	G	H	S	Z	R	W	Y	N_1-ϕ (d_1)	K	J	I	N_2-ϕ (d_2)	质量/kg (不带电动机)
D60 (No8)	1500-1300	1323-1248	601-558	989	470	525	643.5	161	245	245	325	370	8 – ϕ21	172	270	310	8 – ϕ17.5	1069
D50 (No6.9)				976.5	465	525	555	134	212	210	280	320	8 – ϕ21	148	230	265	8 – ϕ17.5	950
D30 (No6.3)				970	460	525	491.5	137	212	193	256	291	8 – ϕ21	135.5	210	245	8 – ϕ17.5	900

注：以上参数仅供参考，使用时以正式安装图为准。

PLC WORLD

图 13-2 为离心式鼓风机剖面图。

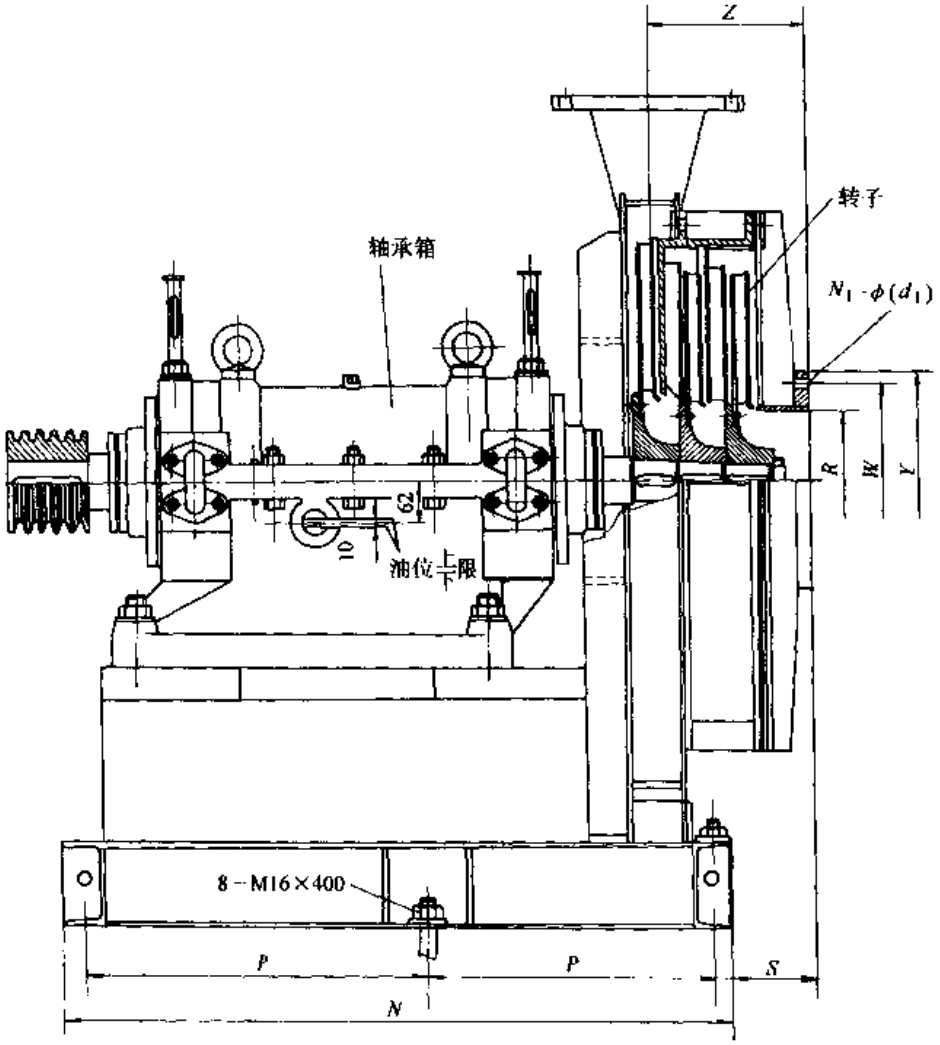


图 13-2　离心式鼓风机剖面图

PLC WORLD

第十四章　风机连接管道设计

第一节　管道设计的基本知识

一、管道设计的基本内容

通风管道的设计应在保证使用效果的前提下，使其初投资和运行费用为最低。同时，还应该和建筑设计密切配合，做到协调和美观。

管道设计的基本任务是：

1）确定管道的位置及选择管道的尺寸。管道的形状有圆形，矩形及配合建筑空间要求而确定的其它形状；管道的尺寸宜按我国制定的“通风管道定型化”的规定确定。

2）计算管道的压力损失，以供选择风机。管道的压力损失就是空气在管道中流动的压力损失，它等于沿程(摩擦)压力损失和局部压力损失之和。

3）送、吸风口的选择和计算。

二、管道的统一规格

圆形和矩形管道及其配件规格见表 14-1 ~ 表 14-10。

表 14-1　圆形通风管道规格　　(mm)

外径 D	钢板制风管		塑料制风管		外径 D	钢板制风管		塑料制风管	
	外径允许偏差	壁厚	外径允许偏差	壁厚		外径允许偏差	壁厚	外径允许偏差	壁厚
100	±1	0.5	±1	3.0	500	±1	0.75	±1	4.0
120					560		1.0	±1.5	
140					630				
160					700				5.0
180					800				
200					900				
220		0.75			1000				6.0
250					1120				
280					1250		1.2 ~ 1.5		
320					1400				
360				4.0	1600				
400					1800				
450					2000				

PLC WORLD

表 14-2　矩形通风管道规格　（mm）

外边长 $a \times b$	钢板制管道		塑料制管道		外边长 $a \times b$	钢板制管道		塑料制管道	
	外边长允许偏差	壁　厚	外边长允许偏差	壁　厚		外边长允许偏差	壁　厚	外边长允许偏差	壁　厚
120 × 120					630 × 500				
160 × 120					630 × 630				
160 × 160		0.5			800 × 320				
200 × 120					800 × 400				5.0
200 × 160					800 × 500		1.0		
200 × 200					800 × 630				
250 × 120				3.0	800 × 800				
250 × 160					1000 × 320				
250 × 200					1000 × 400				
250 × 250					1000 × 500				
320 × 160					1000 × 630				
320 × 200	−2		−2		1000 × 800				
320 × 250					1000 × 1000	−2		−3	6.0
320 × 320		0.75			1250 × 400				
400 × 200					1250 × 500				
400 × 250					1250 × 630				
400 × 320					1250 × 800				
400 × 400					1250 × 1000				
500 × 200				4.0	1600 × 500		1.2		
500 × 250					1600 × 630				
500 × 320					1600 × 800				
500 × 400					1600 × 1000				
500 × 500					1600 × 1250				8.0
630 × 250					2000 × 800				
630 × 320		1.0	−3	5.0	2000 × 1000				
630 × 400					2000 × 1250				

表 14-3　矩形管道法兰　（mm）

矩形管道大边长	≤630	800 ~ 1250	矩形管道大边长	1600 ~ 2000	
法兰用料规格	⌊ 25 × 3	⌊ 30 × 4	法兰用料规格	⌊ 40 × 4	

表 14-4　圆形管道法兰　（mm）

圆形管道直径	法兰用料规格		圆形管道直径	法兰用料规格	
	扁　钢	角　钢		扁　钢	角　钢
≤140	− 20 × 4		530 ~ 1250		⌊ 30 × 4
150 ~ 280	− 25 × 4		1320 ~ 2000		⌊ 40 × 4
300 ~ 500		⌊ 25 × 3			

PLC WORLD

表 14-5　硬聚氯乙烯板圆形法兰　（mm）

管道直径	法兰用料规格
100～180	-35×6
200～400	-35×8
450～500	-35×10
560～800	-40×10
900～1400	-45×12
1600	-50×15
1800～2000	-60×15

表 14-6　硬聚氯乙烯板矩形法兰　（mm）

管道大边长	法兰用料规格
120～160	-35×6
200～400	-35×8
500	-35×10
630～800	-40×10
1000～1250	-45×12
1600	-50×15
2000	-60×18

表 14-7　不锈钢板管道　（mm）

圆形管道直径或矩形管道大边长	不锈钢板厚度
100～500	0.5
560～1120	0.75
1250～2000	1.00

表 14-8　不锈钢法兰　（mm）

圆形管道直径或矩形管道大边长	法兰用料规格
≤280	-25×4
320～560	-30×4
630～1000	-35×6
1120～2000	-40×8

表 14-9　铝板管道　（mm）

圆形管道直径或矩形管道大边长	铝板厚度
100～320	1.0
360～630	1.5
700～2000	2.0

表 14-10　铝法兰　（mm）

圆形管道直径或矩形管道大边长	法兰用料规格	
	扁　铝	角　铝
≤280	-30×6	⌊30×4
320～560	-35×8	⌊35×4
630～1000	-40×10	
1120～2000	-40×12	

三、管道设计的注意事项

设计通风管道时，应考虑以下几个因素：

1）建筑提供的布置管道的空间和通风房间送、吸风口的布置及气流组织情况。

可用作管道的材料种类较多。通常，多数采用钢板制作，有时也采用铝板或不锈钢板制作。对于有防腐要求的场合，往往采用塑料板或玻璃钢制作。利用建筑空间兼作管道时，则多数采用混凝土或砖砌管道。

管道的形状很多。圆形管道的强度大，耗用材料少，但占用空间大，一般不易布置得美观，通常大都用于暗装管道。矩形管道易布置，弯头及三通均比圆管道的小，可用于明装或暗装在吊顶内，故采用较为普遍。有时为了利用建筑空间也可做成三角形或多边形。

2）管道设计中既要考虑便于施工，又要求保证严密不漏。整个系统的漏损要小，只有这样，才能保证末端风口有足够的风量。

3）为了减少通过管道壁的吸热和散热，必要时应考虑对管道作保温处理。

4）管道的初投资和运行费用要低。

5）噪声值应保持在允许的范围内。通风系统除设置必要的消声器外，还要求管道内的风速控制在一定的范围内，其具体数值见表 14-11。表 14-11 中建议的风速既考虑到系统的运行费用，也考虑到不要因风速太大而对周围环境产生干扰。

PLC WORLD

6）风量的平衡。管道设计中对管道内空气流动过程中的压力损失，应进行详细计算，以确保各支环路间的压力损失差值小于15%。当通过调整管道断面仍无法达到上述要求时，宜装设调节装置。若各支环路间的压力损失差值较大，则风量无法按设计值达到平衡，也无法达到设计要求状态。

表14-11 管道内的风速 (m/s)

管道部位	钢板和塑料管道	砖和混凝土管道
干 管	6~14	4~12
支 管	2~8	2~6

第二节 管道的沿程压力损失

由于空气本身有粘滞性而且与管壁间有摩擦，因而沿程将产生阻力。这部分阻力，通常称为沿程阻力或摩擦阻力。克服沿程阻力引起的能量损失，称为沿程压力损失或摩擦压力损失，一般简称为沿程损失或摩擦损失。

一、沿程损失的计算

空气在横断面不变的管道内流动时，沿程压力损失可按下式计算

$$\Delta p_m = \lambda \frac{1}{4R_s} \frac{v^2\rho}{2} l \tag{14-1}$$

式中 Δp_m——管道的沿程压力损失(Pa)；

λ——摩擦阻力系数；

v——管道内空气的平均流速(m/s)；

ρ——空气的密度(kg/m^3)；

l——管道的长度(m)；

R_s——管道的水力半径(m)；

$$R_s = \frac{A}{P}$$

A——管道的过流断面积(m^2)；

P——湿周，即管道的周长(m)。

二、单位长度摩擦损失的计算

1. 单位长度摩擦损失 通常也称为比摩阻，用符号 p_m 表示。从式(14-1)可得出

$$p_m = \lambda \frac{1}{4R_s} \frac{v^2\rho}{2} \tag{14-2}$$

按管道水力半径的计算式，对于圆形管道

$$R_s = \frac{D}{4}$$

则

$$p_{mr} = \frac{\lambda}{D} \frac{v^2\rho}{2} \tag{14-3}$$

对于矩形管道

$$R_s = \frac{ab}{2(a+b)}$$

则

$$p_{mf} = \frac{\lambda}{\frac{2ab}{a+b}} \times \frac{v^2\rho}{2} \tag{14-4}$$

PLC WORLD

对于其它形状的管道，也可按类似的方法先求出水力半径 R_s，再计算单位长度摩擦损失。

上面式子中：

p_m——单位长度摩擦损失(Pa/m)；

p_{mr}——圆形管道单位长度的摩擦损失(Pa/m)；

p_{mf}——矩形管道单位长度的摩擦损失(Pa/m)；

D——圆形管道的内径(m)；

a——矩形管道长边的内边长(m)；

b——矩形管道短边的内边长(m)；

$\frac{2ab}{a+b}$——矩形管道的流速当量直径(m)。

2. 摩擦阻力系数　对大部分通风和空调系统中的管道，空气的流动处于紊流状态，主要是在紊流过渡区。其摩擦阻力系数取决于雷诺数和管道内表面的相对粗糙度。圆管道的摩擦阻力系数可按下式计算

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{K}{3.71D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \tag{14-5}$$

式中　K——管道内表面的平均绝对粗糙度(m)；

Re——雷诺数；

$$Re = \frac{vD}{\nu} \tag{14-6}$$

ν——管道内的流体即空气的运动粘度(m^2/s)。

从式(14-5)可以看出，当所设计的管道的断面尺寸和所输送的空气温度确定后，摩擦阻力系数取决于管道内空气的流速和管道内表面的相对粗糙度。

公式(14-5)是通过大量的工业管道试验后归结出的适用于工业管道的半经验公式。它不仅适用于紊流过渡区，而且也可以用于整个紊流的三个阻力区，即光滑区、过渡区和粗糙区。该公式也可用于非圆形管道，式(14-5)中的 D 代表管道的当量直径。试验表明，对矩形、方形和三角形断面，使用当量直径原理，所获得的试验数据结果和圆管是很接近的。但对长缝形和星形断面，其差别就较大。

对于矩形管道，流速当量直径可按下式计算

$$D = \frac{2ab}{a+b} \tag{14-7}$$

摩擦阻力系数可按下式计算

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{K}{3.71\dfrac{2ab}{a+b}} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \tag{14-8}$$

三、摩擦损失计算图表

1. 圆形管道　按式(14-5)，根据已知的风量和管道直径，利用电子计算机进行迭代计算，可以求出其摩擦阻力系数，再按式(14-3)进行计算，就可求出圆管道的单位长度摩擦损失 p_{mr}。为了方便读者的使用，给出图 14-1 钢板管道的摩擦损失计算图和表 14-12 钢板圆形通风管道计算表。图表制作的具体条件如下：钢板管道，绝对粗糙度 $K=0.15$mm，标准状态空气，温度 $t=20$℃，密度 $\rho=1.204kg/m^3$，运动粘度 $\nu=15.06\times10^{-6}m^2/s$，标准大气压力 $p=101.3$kPa。

图 14-1 的纵坐标为风量，单位为 dm^3/s，横坐标为比摩阻，即单位长度管道的摩擦损失，

PLC WORLD

单位为 Pa/m。图 14-1 中的阴影低速部分是推荐采取的风速和比摩阻区域。风速或比摩阻太小时，初投资高；风速或比摩阻太大时，则运行费高，二者均不经济。

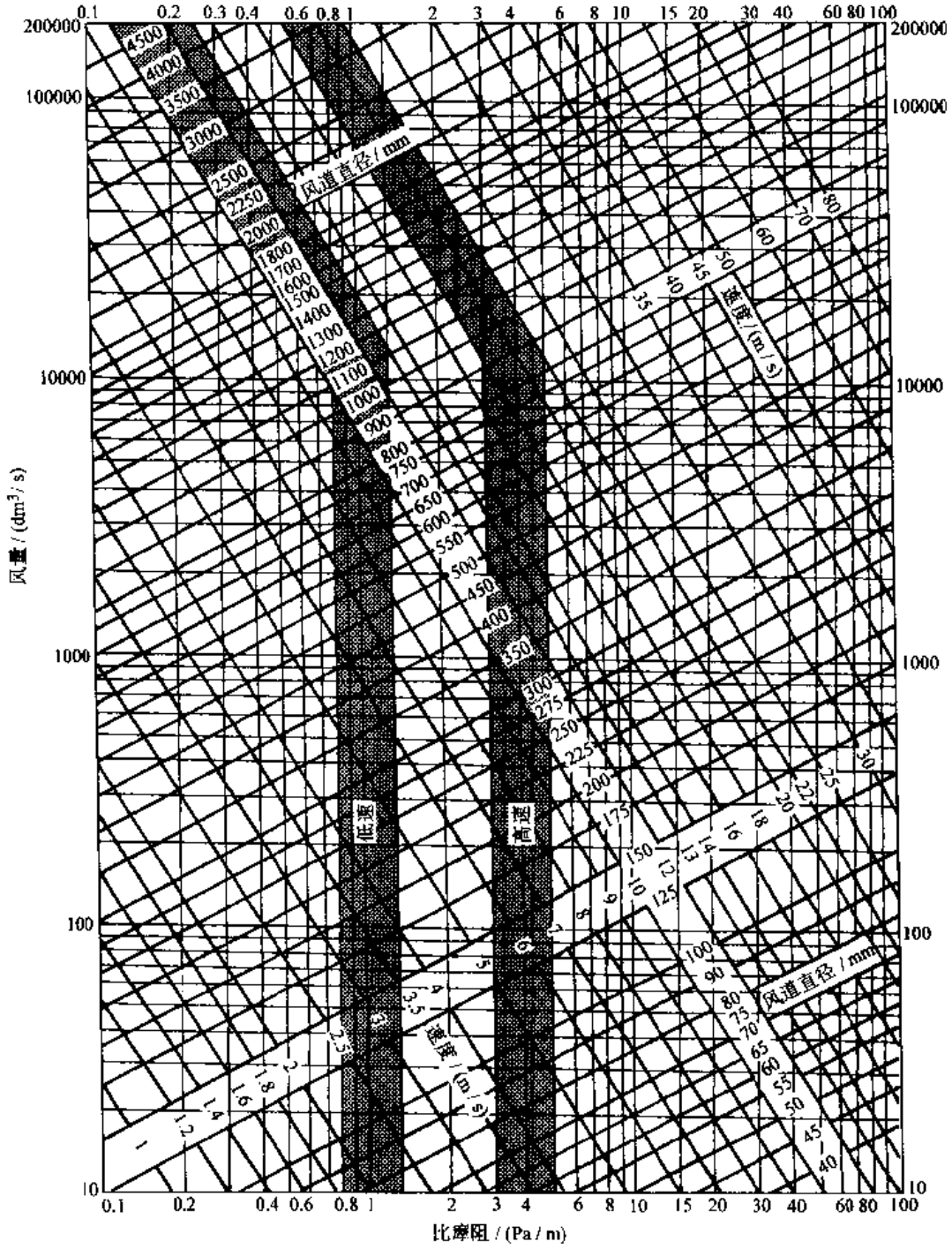


图 14-1　钢板管道的摩擦损失计算图

表 14-12　钢板圆形通风管道计算表

动压 /Pa	风速 /(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
0.602	1.0	28	40	55	71	91	112	135	175	219	287	363	449	569
		0.222	0.175	0.143	0.121	0.104	0.091	0.081	0.069	0.059	0.050	0.043	0.038	0.033
2.408	2.0	55	80	109	143	181	224	270	349	439	574	727	898	1137
		0.761	0.602	0.494	0.417	0.359	0.315	0.280	0.238	0.207	0.175	0.151	0.133	0.115

PLC WORLD

（续）

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
5.418	3.0	83 1.586	120 1.256	164 1.033	214 0.872	272 0.752	336 0.659	405 0.586	524 0.500	658 0.434	860 0.367	1090 0.318	1347 0.279	1706 0.241

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
0.602	1.0	703 0.029	880 0.025	1115 0.022	1378 0.019	1801 0.016	2280 0.014	2816 0.012	3534 0.011	4397 0.009	5518 0.008	7211 0.007	9130 0.006	11276 0.005
2.408	2.0	1405 0.101	1761 0.088	2230 0.076	2755 0.067	3601 0.057	4560 0.049	5632 0.043	7068 0.038	8793 0.033	11036 0.029	14422 0.024	18261 0.021	22552 0.019
5.418	3.0	2108 0.212	2641 0.185	3345 0.160	4133 0.140	5402 0.119	6840 0.103	8448 0.091	10602 0.079	13190 0.070	16554 0.061	21633 0.052	27391 0.045	33827 0.040

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
9.632	4.0	111 2.689	160 2.131	219 1.753	286 1.481	362 1.277	448 1.119	540 0.997	698 0.850	877 0.738	1147 0.625	1454 0.541	1796 0.475	2275 0.411
15.050	5.0	139 4.065	200 3.223	273 2.652	357 2.241	453 1.933	560 1.659	675 1.509	873 1.287	1097 1.118	1434 0.948	1817 0.819	2245 0.720	2844 0.623

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
9.632	4.0	2810 0.361	3521 0.315	4460 0.272	5510 0.240	7202 0.204	9120 0.177	11265 0.156	14136 0.136	17587 0.119	22072 0.104	28844 0.088	36521 0.077	45103 0.068
15.050	5.0	3513 0.548	4402 0.477	5575 0.413	6888 0.364	9003 0.309	11400 0.268	14081 0.236	17670 0.206	21983 0.181	27590 0.158	36056 0.134	45652 0.117	56379 0.103

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
21.672	6.0	166 5.711	240 4.530	328 3.728	429 3.151	544 2.719	672 2.384	810 2.123	1048 1.810	1316 1.573	1721 1.334	2180 1.153	2694 1.013	3412 0.877
29.498	7.0	194 7.626	280 6.050	382 4.980	500 4.210	634 3.633	784 3.185	945 2.837	1222 2.420	1535 2.103	2008 1.783	2544 1.542	3143 1.355	3981 1.173
38.528	8.0	222 9.809	320 7.783	437 6.407	572 5.418	725 4.675	896 4.099	1080 3.651	1397 3.115	1754 2.707	2295 2.296	2907 1.986	3592 1.745	4550 1.511

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
21.672	6.0	4216 0.771	5282 0.672	6691 0.582	8265 0.512	10803 0.436	13680 0.378	16897 0.333	21204 0.290	26380 0.255	33108 0.222	43267 0.189	54782 0.165	67655 0.145
29.498	7.0	4918 1.031	6163 0.899	7806 0.779	9643 0.686	12604 0.583	15960 0.506	19713 0.445	24739 0.389	30777 0.341	38626 0.298	50478 0.254	63913 0.220	78931 0.194
38.528	8.0	5621 1.328	7043 1.158	8921 1.004	11020 0.883	14404 0.751	18240 0.652	22529 0.574	28273 0.501	35173 0.439	44144 0.384	57689 0.327	73043 0.284	90207 0.251

PLC WORLD

（续）

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
48.762	9.0	249	360	492	643	815	1008	1215	1571	1974	2581	3270	4041	5119
		12.260	9.728	8.009	6.773	5.845	5.126	4.566	3.895	3.385	2.871	2.484	2.183	1.890
60.200	10.0	277	400	546	715	906	1120	1350	1746	2193	2868	3634	4490	5687
		14.977	11.885	9.786	8.276	7.143	6.264	5.580	4.761	4.138	3.509	3.036	2.668	2.310

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
48.762	9.0	6324	7923	10036	12398	16205	20520	25345	31807	39570	49662	64900	82173	101482
		1.662	1.449	1.256	1.105	0.940	0.816	0.718	0.627	0.550	0.480	0.409	0.356	0.314
60.200	10.0	7026	8804	11151	13775	18005	22801	28161	35341	43967	55180	72111	91304	112758
		2.031	1.771	1.535	1.351	1.150	0.997	0.878	0.767	0.673	0.587	0.501	0.435	0.384

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
72.842	11.0	305	440	601	786	997	1232	1485	1921	2412	3155	3997	4939	6256
		17.960	14.254	11.737	9.927	8.568	7.514	6.693	5.711	4.964	4.210	3.643	3.201	2.772
86.688	12.0	333	480	656	858	1087	1344	1620	2095	2632	3442	4361	5388	6825
		21.210	16.834	13.862	11.724	10.120	8.875	7.906	6.746	5.864	4.974	4.303	3.782	3.275
101.738	13.0	360	521	710	929	1178	1456	1755	2270	2851	3729	4724	5837	7394
		24.725	19.625	16.161	13.669	11.799	10.348	9.219	7.866	6.838	5.800	5.018	4.410	3.819

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
72.842	11.0	7729	9684	12266	15153	19806	25081	30977	38875	48364	60698	79322	100434	124034
		2.437	2.126	1.842	1.621	1.380	1.197	1.054	0.920	0.807	0.705	0.601	0.522	0.461
86.688	12.0	8431	10564	13381	16530	21606	27361	33794	42409	52760	66217	86533	109564	135310
		2.880	2.512	2.177	1.916	1.630	1.414	1.246	1.087	0.954	0.833	0.710	0.617	0.545
101.738	13.0	9134	11445	14496	17908	23407	29641	36610	45943	57157	71735	93744	118695	146586
		3.359	2.929	2.539	2.235	1.901	1.650	1.453	1.268	1.113	0.972	0.829	0.720	0.635

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
117.992	14.0	388	561	765	1001	1268	1568	1890	2444	3070	4015	5087	6286	7962
		28.506	22.627	18.634	15.761	13.605	11.932	10.630	9.071	7.885	6.688	5.787	5.086	4.404
135.450	15.0	416	601	819	1072	1359	1680	2025	2619	3290	4302	5451	6735	8531
		32.553	25.840	21.280	18.000	15.538	13.628	12.141	10.361	9.006	7.640	6.610	5.810	5.031

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
117.992	14.0	9837	12325	15611	19286	25207	31921	39426	49477	61554	77253	100956	127825	157862
		3.873	3.378	2.928	2.577	2.193	1.903	1.676	1.463	1.284	1.121	0.956	0.831	0.733
135.450	15.0	10539	13205	16726	20663	27008	34201	42242	53011	65950	82771	108167	136956	169137
		4.425	3.859	3.345	2.944	2.505	2.174	1.915	1.671	1.467	1.281	1.092	0.949	0.837

PLC WORLD

（续）

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
154.112	16.0	443	641	874	1144	1450	1792	2160	2794	3509	4589	5814	7184	9100
		36.864	29.264	24.101	20.386	17.598	15.435	13.751	11.735	10.201	8.653	7.487	6.581	5.699
173.978	17.0	471	681	929	1215	1540	1903	2295	2968	3728	4876	6178	7633	9669
		41.442	32.898	27.094	22.919	19.784	17.353	15.460	13.193	11.469	9.729	8.419	7.399	6.408
195.048	18.0	499	721	983	1287	1631	2015	2430	3143	3947	5163	6541	8082	10237
		46.284	36.743	30.261	25.598	22.098	19.382	17.268	14.737	12.811	10.867	9.404	8.265	7.158

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
154.112	16.0	11242	14086	17842	22041	28808	36481	45058	56545	70347	88289	115378	146086	180413
		5.012	4.372	3.789	3.335	2.838	2.463	2.169	1.894	1.662	1.451	1.237	1.075	0.949
173.978	17.0	11945	14966	18957	23418	30609	38761	47874	60079	74744	93807	122589	155216	191689
		5.635	4.915	4.261	3.750	3.191	2.769	2.440	2.129	1.869	1.632	1.391	1.209	1.067
195.048	18.0	12647	15846	20072	24796	32409	41041	50690	63613	79140	99325	129800	164347	202965
		6.295	5.491	4.759	4.189	3.565	3.094	2.725	2.379	2.088	1.823	1.554	1.351	1.192

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
217.322	19.0	527	761	1038	1358	1721	2127	2565	3317	4167	5450	6904	8531	10806
		51.392	40.798	33.602	28.425	24.538	21.522	19.176	16.365	14.226	12.068	10.443	9.179	7.949
240.800	20.0	554	801	1093	1430	1812	2239	2700	3492	4386	5736	7268	8980	11375
		56.764	45.065	37.116	31.398	27.104	23.774	21.182	18.077	15.714	13.331	11.536	10.140	8.781

动压/Pa	风速/(m/s)	外径 D/mm 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		500	560	630	700	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
217.322	19.0	13350	16727	21187	26173	34210	43321	53507	67147	83537	104843	137011	173477	214241
		6.991	6.098	5.286	4.653	3.961	3.436	3.027	2.642	2.319	2.025	1.726	1.500	1.324
228.911	19.5	13701	17167	21744	26862	35110	44461	54915	68914	85735	107602	140617	178042	219879
		7.353	6.413	5.559	4.893	4.164	3.613	3.183	2.779	2.439	2.129	1.816	1.578	1.392

表 14-12 的风速从 1.0m/s 算到 20.0m/s，按每 1m/s 为一格进行计算，管道的直径按表 14-1 给出的值采取。

表 14-12 中的风量按下式计算

$$q_v = 3600 \frac{\pi D^2}{4} v \tag{14-9}$$

式中 q_v——风量(m³/h)；

D——管道内径(m)。

例(14-1) 已知钢板制圆风道，风量为 4490m³/h，直径为 400mm，求其单位长度的摩擦损失。

解 利用图 14-1 可知

风量 $$q_v = 4490\text{m}^3/\text{h} = 4490\text{m}^3/\text{h} \times \frac{1000\text{dm}^3/\text{m}^3}{3600\text{s}/\text{h}} = 1247\text{dm}^3/\text{s}$$

由纵坐标上找到 1247dm³/s 的点，画平行于横坐标的直线和管道直径 400mm 的斜线相交，从交点垂直往下，在横坐标上查到其单位摩擦损失 $p_{mr} = 2.7\text{Pa/m}$。从交点处也可得出风速 $v = 10.02\text{m/s}$。

PLC WORLD

解二　从表 14-12 中，按管道直径 400mm 和风量为 4500m³/h，可查得

$q_v = 4490\text{m}^3/\text{h}$ 时

$$p_{mr} = 2.668\text{Pa/m}$$

$$v = 10\text{m/s}$$

2. 矩形管道　按式(14-5)和(14-4)，同样可以计算出矩形管道的摩擦阻力系数和单位长度摩擦损失 p_{mf}。为了方便读者的使用，给出表 14-13 钢板矩形通风管道计算表，(制表条件同表 14-12)可供读者直接查用。

表 14-13　钢板矩形通风管道计算表

动压/Pa	风速/(m/s)	外边长 $a \times b$/mm²　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		120×120	160×120	160×160	200×120	200×160	200×200	250×120	250×160	250×200	250×250	320×160	320×200	320×250
0.602	1.0	50 0.177	67 0.149	90 0.122	84 0.132	113 0.106	141 0.091	105 0.120	140 0.095	176 0.080	221 0.069	180 0.085	226 0.070	283 0.059
2.408	2.0	100 0.608	134 0.512	180 0.420	168 0.457	225 0.368	282 0.317	209 0.416	281 0.328	352 0.278	441 0.239	360 0.293	451 0.244	566 0.207
5.418	3.0	150 1.270	201 1.070	270 0.879	252 0.955	338 0.769	423 0.663	314 0.870	421 0.687	528 0.582	662 0.502	540 0.614	677 0.512	849 0.434
9.632	4.0	201 2.154	268 1.817	359 1.493	336 1.022	450 1.307	565 1.126	419 1.477	561 1.167	704 0.990	882 0.854	720 1.044	903 0.871	1132 0.739
15.050	5.0	251 3.257	336 2.748	449 2.259	421 2.454	563 1.978	706 1.705	523 2.235	702 1.766	880 1.499	1103 1.293	900 1.580	1129 1.319	1414 1.120
21.672	6.0	301 4.578	403 3.863	539 3.176	505 3.450	676 2.782	847 2.399	628 3.143	842 2.484	1056 2.109	1323 1.820	1080 2.222	1354 1.856	1697 1.575
29.498	7.0	351 6.114	470 5.160	629 4.244	589 4.609	788 3.717	988 3.205	733 4.199	982 3.319	1232 2.818	1544 2.432	1260 2.970	1580 2.481	1980 2.106
38.528	8.0	401 7.866	537 6.639	719 5.461	673 5.931	901 4.783	1129 4.125	838 5.403	1123 4.272	1408 3.627	1764 3.131	1440 3.823	1806 3.194	2263 2.711
48.762	9.0	451 9.832	604 8.299	809 6.827	757 7.414	1014 5.980	1270 5.158	942 6.755	1263 5.341	1584 4.535	1985 3.915	1620 4.780	2032 3.994	2546 3.390
60.200	10.0	501 12.012	671 10.140	899 8.341	841 9.059	1126 7.307	1411 6.303	1047 8.254	1403 6.527	1760 5.543	2205 4.785	1800 5.841	2257 4.881	2829 4.144
72.842	11.0	551 14.406	738 12.162	989 10.005	925 10.865	1239 8.765	1552 7.561	1152 9.900	1544 7.829	1936 6.649	2426 5.740	1980 7.007	2483 5.855	3112 4.971
86.688	12.0	602 17.013	805 14.363	1078 11.817	1009 12.833	1351 10.352	1694 8.931	1256 11.692	1684 9.248	2112 7.854	2646 6.780	2160 8.277	2709 6.917	3395 5.873
101.738	13.0	652 19.834	873 16.745	1168 13.777	1093 14.961	1464 12.070	1835 10.413	1361 13.632	1824 10.782	2288 9.157	2867 7.906	2340 9.651	2935 8.065	3678 6.848
117.992	14.0	702 22.868	948 19.307	1258 15.885	1178 17.251	1577 13.917	1976 12.007	1466 15.718	1965 12.433	2464 10.559	3087 9.116	2520 11.128	3160 9.300	3960 7.897
135.450	15.0	752 26.115	1007 22.049	1348 18.142	1262 19.701	1689 15.895	2117 13.713	1570 17.951	2105 14.199	2640 12.060	3308 10.412	2700 12.710	3386 10.622	4243 9.019
154.112	16.0	802 29.575	1074 24.971	1438 20.547	1346 22.312	1802 18.002	2258 15.531	1675 20.331	2245 16.082	2816 13.659	3528 11.793	2880 14.395	3612 12.031	4526 10.216
173.978	17.0	852 33.247	1141 28.073	1528 23.099	1430 25.084	1915 20.238	2399 17.461	1780 22.856	2386 18.080	2992 15.357	3749 13.259	3060 16.184	3838 13.526	4809 11.486
195.048	18.0	902 37.133	1208 31.354	1618 25.800	1514 28.016	2027 22.605	2540 19.503	1884 25.529	2526 20.195	3168 17.153	3969 14.810	3240 18.076	4063 15.109	5092 12.830
217.322	19.0	952 41.232	1275 34.816	1708 28.648	1598 31.109	2140 25.101	2682 21.657	1989 28.347	2666 22.425	3343 19.047	4190 16.446	3420 20.073	4289 16.777	5375 14.247

PLC WORLD

（续）

动压/Pa	风速/(m/s)	外边长 $a \times b$/mm² 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		120×120	160×120	160×160	200×120	200×160	200×200	250×120	250×160	250×200	250×250	320×160	320×200	320×250
240.800	20.0	1003 45.543	1342 38.457	1797 31.645	1682 34.362	2252 27.727	2823 23.923	2094 31.312	2807 24.771	3519 21.040	4410 18.167	3600 22.173	4515 18.533	5658 15.738

动压/Pa	风速/(m/s)	外边长 $a \times b$/mm² 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		320×320	400×200	400×250	400×320	400×400	500×200	500×250	500×320	500×400	500×500	630×250	630×320	630×400
0.602	1.0	363 0.050	283 0.064	354 0.053	454 0.044	569 0.038	354 0.058	443 0.048	569 0.039	712 0.033	891 0.029	558 0.044	716 0.035	896 0.030
2.408	2.0	726 0.176	565 0.221	708 0.185	909 0.154	1138 0.133	707 0.203	887 0.167	1137 0.137	1424 0.117	1782 0.101	1115 0.153	1431 0.124	1792 0.104
5.418	3.0	1089 0.369	848 0.464	1063 0.388	1363 0.324	1706 0.280	1061 0.426	1330 0.351	1706 0.288	2136 0.246	2673 0.212	1673 0.322	2147 0.261	2688 0.218
9.632	4.0	1452 0.628	1130 0.789	1417 0.659	1817 0.551	2275 0.476	1415 0.724	1773 0.597	2275 0.491	2848 0.418	3564 0.362	2230 0.548	2862 0.444	3584 0.372
15.050	5.0	1815 0.951	1413 1.195	1771 0.999	2272 0.835	2844 0.722	1769 1.097	2216 0.905	2843 0.745	3560 0.634	4455 0.549	2788 0.831	3578 0.673	4481 0.565
21.672	6.0	2177 1.339	1696 1.681	2125 1.406	2726 1.175	3413 1.016	2122 1.544	2660 1.274	3412 1.048	4272 0.893	5346 0.773	3345 1.170	4293 0.947	5377 0.795
29.498	7.0	2540 1.790	1978 2.247	2479 1.880	3180 1.572	3982 1.359	2476 2.064	3103 1.704	3980 1.402	4983 1.194	6237 1.034	3903 1.564	5009 1.267	6273 1.063
38.528	8.0	2903 2.304	2261 2.893	2833 2.420	3635 2.024	4551 1.750	2830 2.657	3546 2.193	4549 1.805	5695 1.538	7128 1.331	4460 2.014	5724 1.631	7169 1.369
48.762	9.0	3266 2.882	2544 3.617	3188 3.027	4089 2.531	5119 2.189	3184 3.323	3989 2.743	5118 2.258	6407 1.924	8019 1.666	5018 2.519	6440 2.040	8065 1.713
60.200	10.0	3629 3.523	2826 4.421	3542 3.700	4543 3.094	5688 2.676	3537 4.061	4433 3.353	5686 2.760	7119 2.352	8910 2.036	5575 3.079	7155 2.494	8961 2.094
72.842	11.0	3992 4.226	3109 5.304	3896 4.439	4998 3.712	6257 3.211	3891 4.872	4876 4.023	6255 3.311	7831 2.822	9801 2.443	6133 3.694	7871 2.993	9857 2.513
86.688	12.0	4355 4.993	3391 6.266	4250 5.244	5452 4.385	6826 3.794	4245 5.756	5319 4.753	6824 3.912	8543 3.334	10692 2.887	6690 4.364	8586 3.536	10753 2.969
101.738	13.0	4718 5.822	3674 7.306	4604 6.115	5906 5.114	7395 4.424	4598 6.712	5763 5.542	7392 4.562	9255 3.888	11583 3.367	7248 5.089	9302 4.124	11649 3.462
117.992	14.0	5081 6.714	3957 8.425	4958 7.051	6361 5.897	7964 5.102	4952 7.740	6206 6.391	7961 5.261	9967 4.484	12474 3.883	7805 5.869	10017 4.756	12546 3.993
135.450	15.0	5444 7.669	4239 9.623	5313 8.054	6815 6.736	8532 5.828	5306 8.840	6649 7.300	8530 6.009	10679 5.122	13365 4.435	8363 6.704	10733 5.432	13442 4.561
154.112	16.0	5806 8.686	4522 10.899	5667 9.122	7269 7.630	9101 6.601	5660 10.013	7092 8.268	9098 6.807	11391 5.802	14256 5.024	8920 7.594	11449 6.153	14338 5.167
173.978	17.0	6169 9.766	4805 12.254	6021 10.257	7724 8.578	9670 7.422	6013 11.258	7536 9.297	9667 7.653	12103 6.524	15147 5.649	9478 8.538	12164 6.918	15234 5.809
195.048	18.0	6532 10.909	5087 13.687	6375 11.457	8178 9.582	10239 8.291	6367 12.575	7979 10.384	10236 8.549	12815 7.288	16038 6.311	10036 9.537	12880 7.728	16130 6.489
217.322	19.0	6895 12.115	5370 15.199	6729 12.722	8633 10.641	10808 9.207	6721 13.964	8422 11.532	10804 9.494	13527 8.093	16929 7.008	10593 10.591	13595 8.582	17026 7.207
240.800	20.0	7258 13.382	5652 16.790	7083 14.054	9087 11.755	11376 10.171	7074 15.425	8865 12.739	11373 10.487	14238 8.940	17820 7.742	11151 11.699	14311 9.481	17922 7.961

PLC WORLD

（续）

动压/Pa	风速/(m/s)	外边长 $a \times b$/mm²　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		630×500	630×630	800×320	800×400	800×500	800×630	800×800	1000×320	1000×400	1000×500	1000×630	1000×800	1000×1000
0.602	1.0	1122	1415	910	1139	1426	1799	2287	1138	1425	1784	2250	2861	3578
		0.025	0.022	0.032	0.027	0.022	0.019	0.016	0.030	0.024	0.020	0.017	0.014	0.012
2.408	2.0	2244	2831	1819	2278	2852	3598	4574	2276	2850	3568	4501	5721	7157
		0.088	0.076	0.113	0.093	0.078	0.066	0.057	0.105	0.086	0.071	0.059	0.050	0.043
5.418	3.0	3365	4246	2729	3417	4278	5397	6860	3413	4275	5351	6751	8582	10735
		0.186	0.160	0.238	0.197	0.165	0.140	0.120	0.221	0.181	0.149	0.125	0.105	0.091
9.632	4.0	4487	5661	3638	4556	5704	7196	9147	4551	5700	7135	9002	11442	14314
		0.317	0.273	0.405	0.335	0.281	0.238	0.204	0.377	0.306	0.255	0.213	0.180	0.156
15.050	5.0	5609	7076	4548	5695	7130	8995	11434	5689	7125	8919	11252	14303	17892
		0.481	0.414	0.614	0.508	0.426	0.361	0.310	0.572	0.467	0.387	0.323	0.273	0.236
21.672	6.0	6731	8492	5457	6834	8556	10794	13721	6827	8549	10703	13503	17164	21471
		0.677	0.584	0.865	0.716	0.601	0.509	0.436	0.805	0.658	0.545	0.455	1.384	0.333
29.498	7.0	7853	9907	6367	7974	9982	12593	16007	7964	9974	12487	15753	20024	25049
		0.906	0.781	1.157	0.957	0.804	0.681	0.584	1.077	0.880	0.729	0.609	0.514	0.446
38.528	8.0	8975	11322	7276	9113	11408	14392	18294	9102	11399	14271	18003	22885	28627
		1.167	1.006	1.490	1.233	1.035	0.877	0.752	1.387	1.134	0.939	0.785	0.662	0.575
48.762	9.0	10096	12737	8186	10252	12834	16191	20581	10240	12824	16054	20254	25745	32206
		1.460	1.258	1.864	1.542	1.295	1.098	0.942	1.735	1.418	1.175	0.982	0.829	0.719
60.200	10.0	11218	14153	9095	11391	14260	17990	22868	11378	14249	17838	22504	28606	35784
		1.785	1.538	2.278	1.886	1.583	1.342	1.151	2.121	1.734	1.437	1.200	1.014	0.880
72.842	11.0	12340	15568	10005	12530	15686	19789	25154	12516	15674	19622	24755	31467	39363
		2.142	1.846	2.734	2.263	1.900	1.611	1.382	2.545	2.081	1.724	1.441	1.217	1.056
86.688	12.0	13462	16983	10914	13669	17112	21588	27441	13653	17099	21406	27005	34327	42941
		2.531	2.181	3.230	2.673	2.245	1.903	1.633	3.007	2.459	2.037	1.702	1.438	1.247
101.738	13.0	14584	18398	11824	14808	18538	23387	29728	14791	18524	23190	29256	37188	46520
		2.952	2.544	3.767	3.118	2.618	2.220	1.904	3.507	2.868	2.376	1.986	1.677	1.455
117.992	14.0	15706	19814	12734	15947	19964	25186	32015	15929	19949	24974	31506	40048	50098
		3.404	2.934	4.344	3.596	3.020	2.560	2.196	4.045	3.307	2.741	2.290	1.934	1.678
135.450	15.0	16827	21229	13643	17086	21390	26985	34301	17067	21374	26757	33756	42909	53676
		3.889	3.351	4.962	4.108	3.449	2.925	2.509	4.620	3.778	3.131	2.616	2.210	1.917
154.112	16.0	17949	22644	14553	18225	22816	28784	36588	18204	22799	28541	36007	45769	57255
		4.405	3.796	5.621	4.653	3.907	3.313	2.842	5.234	4.280	3.547	2.964	2.503	2.172
173.978	17.0	19071	24059	15462	19364	24242	30583	38875	19342	24224	30325	38257	48630	60833
		4.953	4.269	6.320	5.232	4.394	3.725	3.196	5.885	4.812	3.988	3.332	2.815	2.443
195.048	18.0	20193	25475	16372	20503	25668	32382	41162	20480	25648	32109	40508	51491	64412
		5.533	4.769	7.060	5.844	4.908	4.162	3.571	6.573	5.376	4.455	3.723	3.145	2.729
217.322	19.0	21315	26890	17281	21642	27094	34181	43448	21618	27073	33893	42758	54351	67990
		6.145	5.296	7.840	6.490	5.451	4.622	3.966	7.300	5.970	4.948	4.134	3.492	3.030
240.800	20.0	22437	28305	18191	22781	28520	35980	45735	22756	28498	35677	45009	57212	71569
		6.788	5.850	8.661	7.170	6.022	5.106	4.381	8.064	6.595	5.466	4.568	3.858	3.348

动压/Pa	风速/(m/s)	外边长 $a \times b$/mm²　上行—风量/(m³/h)　下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		1250×400	1250×500	1250×630	1250×800	1250×1000	1600×500	1600×630	1600×800	1600×1000	1600×1250	2000×800	2000×1000	2000×1250
0.602	1.0	1780	2229	2812	3575	4473	2854	3602	4579	5728	7165	5726	7163	8960
		0.023	0.019	0.015	0.013	0.011	0.017	0.014	0.011	0.009	0.008	0.010	0.009	0.007

PLC WORLD

（续）

动压/Pa	风速/(m/s)	外边长 $a \times b$/mm² 上行—风量/(m³/h) 下行—单位摩擦阻力/(Pa/m)												
		1250×400	1250×500	1250×630	1250×800	1250×1000	1600×500	1600×630	1600×800	1600×1000	1600×1250	2000×800	2000×1000	2000×1250
2.408	2.0	3560	4457	5624	7150	8945	5709	7203	9157	11456	14330	11452	14327	17921
		0.080	0.065	0.054	0.045	0.038	0.060	0.049	0.040	0.034	0.029	0.037	0.030	0.026
5.418	3.0	5340	6686	8436	10725	13418	8563	10805	13736	17185	21495	17177	21490	26881
		0.168	0.138	0.113	0.094	0.080	0.127	0.103	0.084	0.071	0.061	0.078	0.064	0.054
9.632	4.0	7119	8914	11248	14300	17890	11417	14406	18315	22913	28661	22903	28653	35841
		0.287	0.235	0.193	0.161	0.137	0.217	0.176	0.144	0.121	0.104	0.133	0.110	0.093
15.050	5.0	8899	11143	14060	17875	22363	14272	18008	22893	28641	35826	28629	35817	44801
		0.435	0.356	0.293	0.244	0.208	0.329	0.267	0.219	0.184	0.157	0.201	0.167	0.141
21.672	6.0	10679	13372	16872	21450	26835	17126	21609	27472	34369	42991	34355	42980	53762
		0.613	0.502	0.413	0.344	0.294	0.464	0.377	0.309	0.260	0.222	0.284	0.236	0.199
29.498	7.0	12459	15600	19684	25025	31308	19980	25211	32051	40098	50156	40080	50143	62722
		0.821	0.671	0.553	0.460	0.393	0.621	0.504	0.413	0.348	0.297	0.380	0.316	0.266
38.528	8.0	14239	17829	22496	28600	35780	22835	28812	36629	45826	57321	45806	57307	71682
		1.057	0.865	0.712	0.592	0.506	0.800	0.650	0.532	0.448	0.383	0.490	0.407	0.343
48.762	9.0	16019	20058	25308	32175	40253	25689	32414	41208	51554	64486	51532	64470	80642
		1.322	1.082	0.891	0.741	0.634	1.001	0.813	0.666	0.561	0.479	0.613	0.509	0.429
60.200	10.0	17798	22286	28120	35749	44725	28543	36015	45787	57282	71652	57258	71633	89603
		1.617	1.323	1.090	0.907	0.775	1.224	0.995	0.815	0.686	0.586	0.750	0.623	0.525
72.842	11.0	19578	24515	30932	39324	49198	31398	39617	50363	63010	78817	62983	78797	98563
		1.940	1.588	1.308	1.088	0.930	1.469	1.194	0.978	0.823	0.703	0.900	0.748	0.630
86.688	12.0	21358	26743	33744	42899	53670	34252	43219	54944	68739	85982	68709	85960	107523
		2.292	1.876	1.546	1.286	1.100	1.736	1.411	1.155	0.973	0.831	1.064	0.884	0.745
101.738	13.0	23138	28972	36556	46474	58143	37106	46820	59523	74467	93147	74435	93123	116483
		2.673	2.188	1.803	1.500	1.283	2.024	1.645	1.348	1.135	0.969	1.241	1.031	0.869
117.992	14.0	24918	31201	39368	50049	62615	39961	50422	64101	80195	100312	80161	100287	125444
		3.083	2.524	2.080	1.730	1.479	2.335	1.898	1.554	1.309	1.118	1.431	1.189	1.002
135.450	15.0	26698	33429	42180	53624	67088	42815	54023	68680	85923	107477	85887	107450	134404
		3.522	2.883	2.376	1.977	1.690	2.667	2.168	1.776	1.495	1.277	1.635	1.359	1.145
154.112	16.0	28478	35658	44992	57199	71560	45669	57625	73259	91651	114643	91612	114613	143364
		3.990	3.266	2.691	2.239	1.915	3.022	2.456	2.012	1.694	1.447	1.852	1.539	1.297
173.978	17.0	30257	37887	47805	60774	76033	48524	61226	77837	97380	121808	97338	121776	152324
		4.486	3.672	3.027	2.518	2.153	3.398	2.762	2.262	1.905	1.628	2.083	1.731	1.459
195.048	18.0	32037	40115	50617	64349	80505	51378	64828	82416	103108	128973	103064	128940	161285
		5.012	4.102	3.381	2.813	2.405	3.796	3.085	2.527	2.128	1.818	2.327	1.934	1.630
217.322	19.0	33817	42344	53429	67924	84978	54232	68429	86995	108836	136138	108790	136103	170245
		5.566	4.556	3.755	3.124	2.672	4.215	3.427	2.807	2.363	2.019	2.584	2.148	1.810
240.800	20.0	35597	44572	56241	71499	89450	57087	72031	91573	114564	143303	114515	143266	179205
		6.148	5.033	4.148	3.451	2.951	4.657	3.785	3.101	2.611	2.231	2.855	2.373	2.000

表 14-13 的风速从 1.0m/s 算到 20.0m/s，为了减少表格的篇幅，按每 1m/s 为一格进行计算，矩形管道的断面尺寸按表 14-2 的值采取。

表 14-13 中的风量按下式计算

$$q_v = 3600abv \tag{14-10}$$

式中，a 和 b 分别为矩形管道长边和短边的内边长，制表时的取值为管道的外边长减去外边长允许偏差的一半再减去壁厚值。

也可利用图 14-1 来求矩形管道的单位摩擦损失，知道管道断面尺寸后要先求出其当量直

PLC WORLD

径。

矩形管道的流速当量直径，可按式(14-7)计算。

矩形管道的流量当量直径按下式计算

$$D_L = 1.265\sqrt[5]{\frac{a^3b^3}{a+b}} \tag{14-11}$$

利用风速和流速当量直径，或风量和流量当量直径可从图 14-1 中查出单位长度摩擦损失。

例(14-2)　已知风量为 8961m³/h，矩形管道的外边尺寸为 630mm×400mm，试求该管道的单位长度摩擦损失。

求解可用三个方法。

解一　利用表 14-13，查矩形管道 630mm×400mm

当风量 $q_v = 8961\text{m}^3/\text{h}$ 时

$$v = 10\text{m/s}$$

$$p_{mf} = 2.094\text{Pa/m}$$

解二

流速　$$v = \frac{q_v}{3600ab} = \frac{8961}{3600\times 0.63\times 0.4} \approx 10\text{m/s}$$

流速当量直径：

$$D_v = \frac{2ab}{a+b} = \frac{2\times 0.63\text{m}\times 0.4\text{m}}{0.63\text{m}+0.4\text{m}} = 0.489\text{m} \approx 0.5\text{m}$$

利用图 14-1 从 $v = 10\text{m/s}$ 和 $D = 500\text{mm}$ 两条斜线的交点垂直向下，得出单位长度摩擦损失 $p_{mf} = 2.1\text{Pa/m}$

解三

风量　$$q_v = 8961\text{m}^3/\text{h} = 8961\times\frac{1000}{3600} = 2490\text{dm}^3/\text{s}$$

流量当量直径

$$D_L = 1.265\sqrt[5]{\frac{a^3b^3}{a+b}} = 1.265\sqrt[5]{\frac{(0.63\text{m})^3\times(0.4\text{m})^3}{0.63\text{m}+0.4\text{m}}} = 0.55\text{m} = 550\text{mm}$$

从图 14-1 纵坐标上查出风量为 2490dm³/s 的点，画平行横坐标的直线和 $D = 550\text{mm}$ 的斜线相交，查得 $v = 10\text{m/s}$，从交点垂直向下，在横坐标上可查得 $p_{mf} = 2.1\text{Pa/m}$。

四、摩擦压力损失的修正

图 14-1 和表 14-12、表 14-13 均是按钢板制管道，管道内表面的绝对粗糙度 $K = 0.15\text{mm}$ 和标准状态空气，在标准大气压的条件下编制的。当条件改变时，仍可用上述图表，但对查出的值要进行修正。

1. 绝对粗糙度的修正　管道可用各种材料制作，如钢板、铝板、塑料板、玻璃钢，混凝土和砖等，各种管道内表面的绝对粗糙度均不相同，有的相差很大。表 14-14 给出了部分管道内表面的平均绝对粗糙度。

当管道内表面的平均绝对粗糙度不同时，仍可利用图 14-1 和表 14-12 和表 14-13，但对所查得的单位长度摩擦损失值要进行修正，即应乘以管道粗糙度的修正系数 ε 值

$$p'_m = \varepsilon p_m \tag{14-12}$$

式中　p'_m——实际使用条件下的单位长度摩擦损失(Pa/m)；

p_m——从前述线算图和计算表中查得的单位长度摩擦损失值(Pa/m)。

PLC WORLD

表 14-14　管道内表面的平均绝对粗糙度

管　道　材　料	平均绝对粗糙度/mm	管　道　材　料	平均绝对粗糙度/mm
薄钢板、镀锌薄钢板	0.15	矿渣混凝土板	1.5
塑料板	0.01～0.03	混凝土板	1.0～3.0
铝板	0.03	表面光滑的砖管道	3.0～4.0
刚性玻璃纤维	0.90	墙内砖砌管道	5.0～10.0
胶合板、木板	1.0	铁丝网抹灰管道	10.0～15.0
矿渣石膏板	1.0	竹管道	0.8～1.2

ε 值可从图 14-2 查到。图 14-2a 为粗糙管道，$K=3.0$mm；图 14-2b 为中等粗糙管道，$K=0.9$mm；图 14-2c 为中等光滑管道，$K=0.09$mm；图 14-2d 为光滑管道，$K=0.03$mm。

2. 海拔高度和温度的修正系数

从管道的摩擦损失计算式中可以看出，管道的单位长度摩擦损失 p_m 与空气的密度及运动粘度有关。空气的密度是温度的函数，同时也受海拔高度的影响。而运动粘度又取决于温度和大气压力(海拔高度)。图 14-3 给出随温度和海拔高度变化的修正系数 ε_t 和 ε_h。

所以，使用条件下管道的实际单位长度摩擦损失，可按下式计算

$$p'_m=\varepsilon_t\varepsilon_h p_m \qquad (14\text{-}13)$$

修正系数分别按下式计算

$$\varepsilon_t=\left(\frac{293}{t'+273}\right)^{0.825} \qquad (14\text{-}14)$$

$$\varepsilon_h=\left(\frac{p'}{101.3}\right)^{0.9} \qquad (14\text{-}15)$$

式中　t'——管道中空气的实际温度(℃)；

p'——实际的大气压力(kPa)。

五、摩擦损失计算的简化公式

表 14-12 和表 14-13 是按式(14-5)确定管道的摩擦阻力系数的。

式(14-5)是隐函数形式，利用计算机通过迭代运算是可以求解的，但是比较麻烦和费时，为此在表 14-15 中给出了一组简化计算公式。

图 14-4 是按简化公式绘制的钢板管道的摩擦损失计算图。

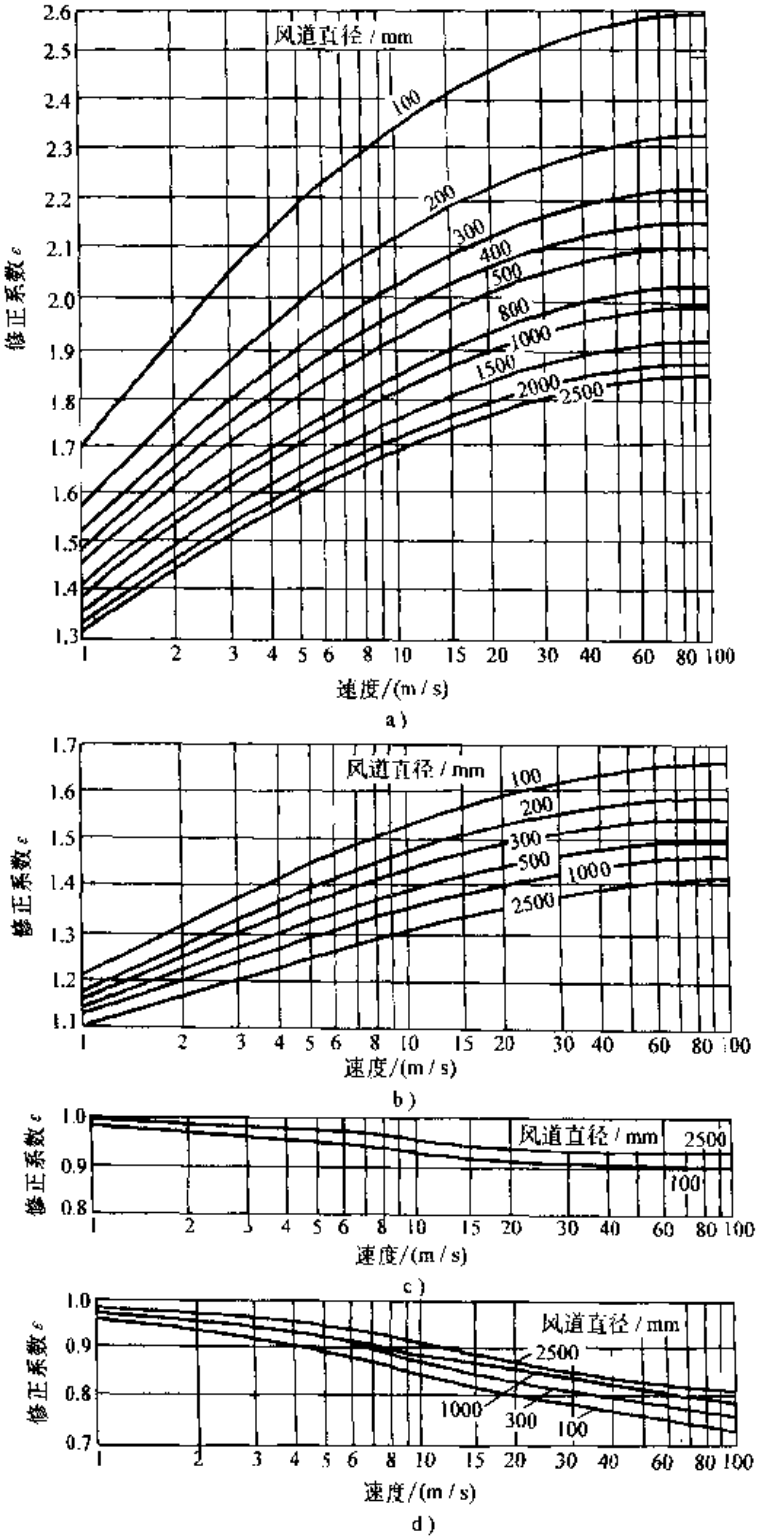


图 14-2　管道粗糙度的修正系数

a)粗糙管 $K=3.0$mm　b)中等粗糙管 $K=0.9$mm

c)中等光滑管 $K=0.09$mm　d)光滑管 $K=0.03$mm

PLC WORLD

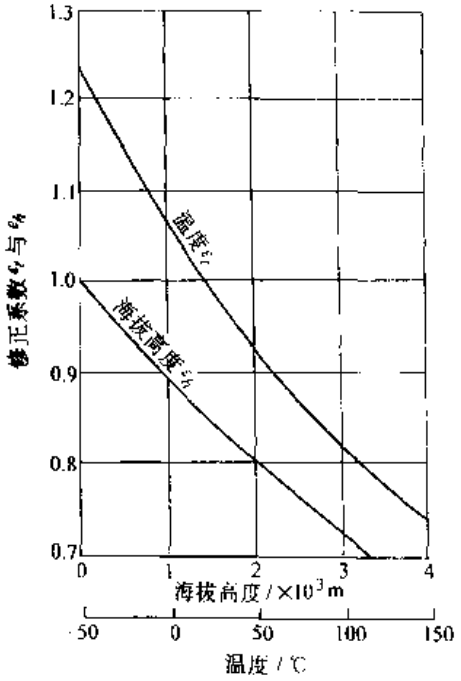


图 14-3　海拔高度和温度对摩擦损失的修正系数

表 14-15　管道摩擦阻力系数及单位长度摩擦损失的简化计算公式

序号	管道材料	摩擦阻力系数 λ 单位长度摩擦损失 p_m/(Pa/m)	适用条件
1	薄钢板 (K = 0.15mm)	$\lambda = 0.0175D^{-0.21}v^{-0.075}$ $p_m = 1.05\times10^{-2}D^{-1.21}v^{1.925}$	D = 0.2 ~ 2.0m v = 5 ~ 30m/s
2	塑料板 (K = 0.01mm)	$\lambda = 0.0188D^{-0.19}v^{-0.167}$ $p_m = 1.13\times10^{-2}D^{-1.19}v^{1.833}$	D = 0.2 ~ 2.0m v = 3 ~ 20m/s
3	光滑混凝土 (K = 1.0mm)	$\lambda = 0.02165D^{-0.23}v^{-0.03}$ $p_m = 1.30\times10^{-2}D^{-1.235}v^{1.97}$	D = 0.5 ~ 2.0m v = 3 ~ 12m/s
4	光滑砖管道 (K = 3.0mm)	$\lambda = 0.0272D^{-0.232}v^{-0.01}$ $p_m = 1.63\times10^{-2}D^{-1.282}v^{1.99}$	D = 0.5 ~ 2.0m v = 3 ~ 12m/s

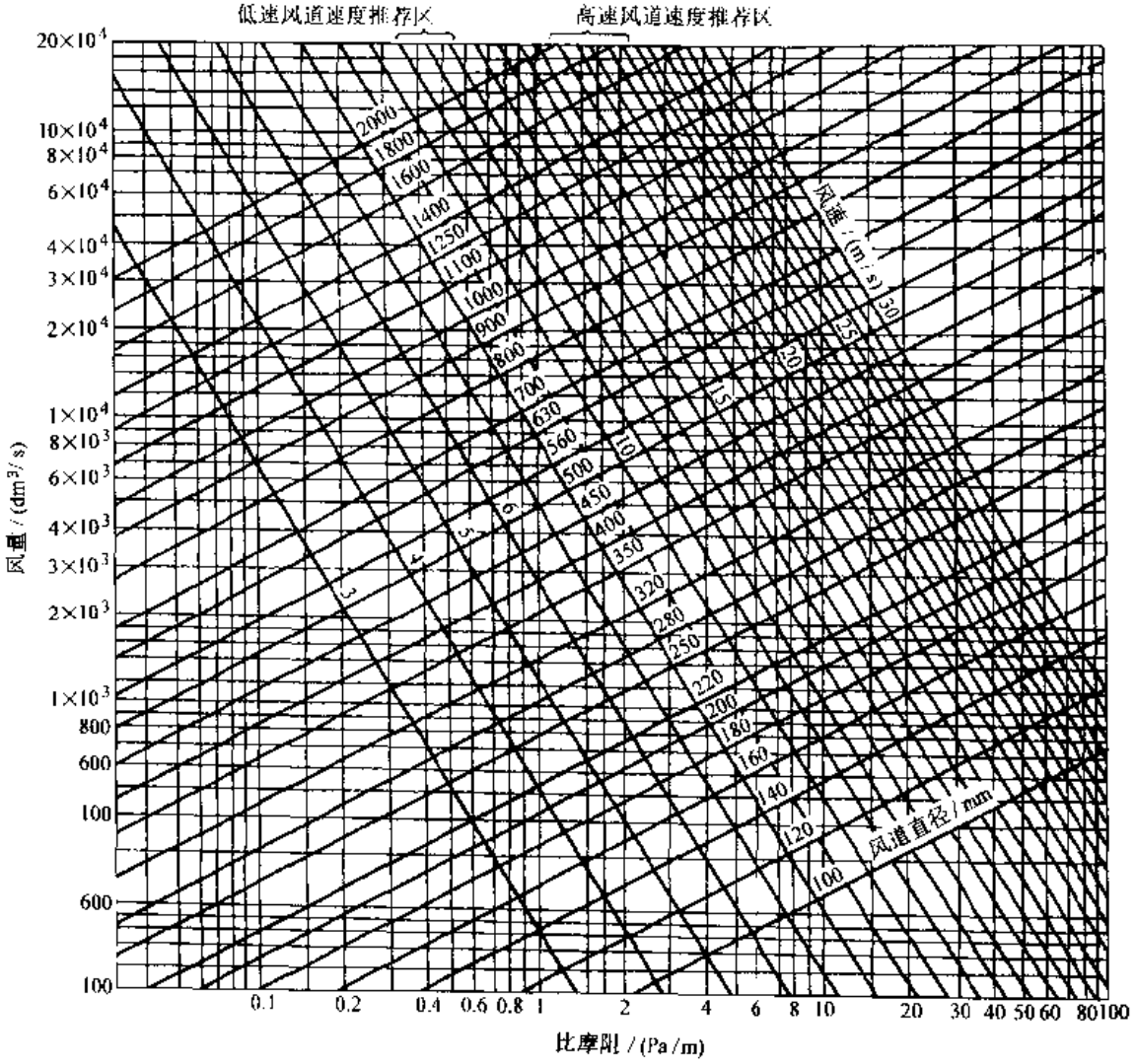


图 14-4　钢板管道的摩擦损失计算图(按简化计算公式绘制)

PLC WORLD

第三节　管道的局部压力损失

一、局部损失

当空气流经管道中的管件及设备时，由于在边界急剧改变的区域将出现旋涡区和速度的重新分布，从而使流动阻力大大增加，这种阻力称为局部阻力。克服局部阻力而引起的能量损失，一般称为局部压力损失，简称局部损失。

局部损失可按下式计算

$$\Delta p_j = \xi \frac{v^2 \rho}{2} \tag{14-16}$$

式中　Δp_j——局部压力损失(Pa)；

ξ——局部阻力系数。

在通风系统中，局部阻力所造成的能量损失经常占很大的比例，在计算中必须予以重视。局部阻力的种类繁多，形体各异，各种管件边壁变化又比较复杂，所以大多数局部损失只能按实验得来的经验公式和系数进行计算，本节综合有关资料，给出 7 大类 85 种管件的局部阻力系数。

为了适应计算机辅助设计的需要，我们给出了部分管件的局部阻力系数的函数拟合公式。由于二者系取自不同的资料，测定时的条件不尽相同，有些公式的计算值和表格给出的数值相差较大，但又找不到更合适的资料，只好先录出供参考。不过一般公式的计算值和表格上给出的值的平均误差不超过 5%～6%。拟合的局部阻力系数计算公式中所对应的动压分别为：三通均对应于支管动压、排出口对应于排风前风道的动压，其余的全部对应于管件下游风道中的动压。

严格地说，在管件处所造成的能量损失仅仅占局部损失的一部分，另一部分能量是在管件下游一定长度的管段上消耗掉的，而且除出风口这类管件外，局部阻力均发生在一段具有一定长度的管道上，因而无法和沿程损失分开。为了计算和分析上的方便，通常都是假定局部阻力集中在管件的一个断面上，并包含了它的摩擦阻力。所以本章局部阻力系数符号采用 ξ

二、部分管件的局部阻力系数

选用本节所给出的局部阻力系数时，遇到以下几种情况时必须进行修正：

1. 对于不等于 90°的弯头　要乘以系数 ε_θ（见表 14-16）。

表 14-16　非 90°弯头修正值

θ/(°)	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
ε_θ	0	0.31	0.45	0.60	0.78	0.90	1.0	1.13	1.20	1.28	1.40

2. 对于在管件处带有网格的管件　其局部阻力系数，应按下式进行计算

$$\xi_0 = \xi'_0 + \frac{\xi_s}{(A_1/A_0)^2} \tag{14-17}$$

式中　ξ_0——断面 0 处的管件和网格的综合局部阻力系数；

ξ'_0——断面 0 处的管件的局部阻力系数；

ξ_s——网格的局部阻力系数(见管件 G-8)；

PLC WORLD

A_1——网格所在的断面 1 处的面积(m^2)；

A_0——断面 0 处的面积(m^2)。

对于断面积不变的管件，$A_1 = A_0$，则式(14-17)可简化为下式

$$\xi_0 = \xi_0' + \xi, \tag{14-18}$$

3. 雷诺数较小时　应按表 14-17 进行修正。

表 14-17　雷诺数修正值

$Re \times 10^4$	1	2	3	4	6	8	10	≥14
ε_{Re}	1.40	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.0

关于雷诺数的计算，见式(14-6)。

管件 A　进风口的局部阻力系数(见表 14-18-1a～8a 及对应图 14-5-1a～7a)

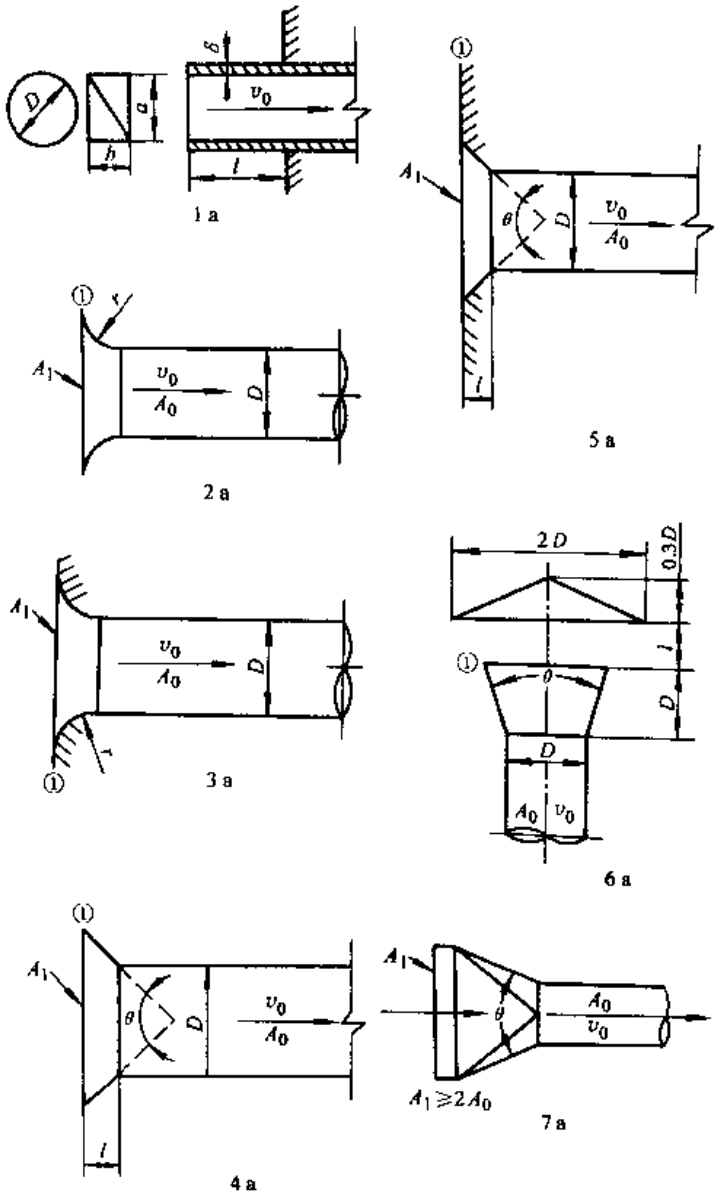


图 14-5　进风口的局部阻力系数用简图

A-1　安装在墙上的管道

PLC WORLD

表　14-18-1a

δ/D	ξ_0						
	l/D						
	0	0.002	0.01	0.05	0.2	0.5	≥1.0
≈0	0.50	0.57	0.68	0.80	0.92	1.0	1.0
0.02	0.50	0.51	0.52	0.55	0.66	0.72	0.72
≥0.05	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

矩形管道时 D 为流速当量直径。

当这种管件的入口处装有网格时，要进行修正。

边壁较薄，$\delta/D \leqslant 0.05$ 时：

$$\xi_0 = 1 + \xi_s$$

边壁较厚，$\delta/D > 0.05$ 时：

$$\xi_0 = \xi_0' + \xi_s$$

式中　ξ_0'——管件的局部阻力系数；

ξ_s——网格的局部阻力系数，见管件 G-8。

A-2 不在端墙上的光滑渐缩喇叭口

表　14-18-2a

r/D	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	≥0.20
ξ_0	1.0	0.87	0.74	0.61	0.51	0.40	0.32	0.20	0.15	0.10	0.06	0.03

当断面 1 处有网格时，按式(14-17)修正。

A-3　安装在端墙上带光滑渐缩的喇叭口

表　14-18-3a

r/D	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	>0.20
ξ_0	0.50	0.43	0.36	0.31	0.26	0.22	0.20	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03

当断面 1 处有网格时，按式(14-17)修正。

A-4　不安在端墙上的锥形渐缩喇叭口

表　14-18-4a

l/D	ξ_0								
	$\theta/(°)$								
	0	10	20	30	40	60	100	140	180
0.025	1.0	0.96	0.93	0.90	0.86	0.80	0.69	0.59	0.50
0.05	1.0	0.93	0.86	0.80	0.75	0.67	0.58	0.53	0.50
0.10	1.0	0.80	0.67	0.55	0.48	0.41	0.41	0.44	0.50
0.25	1.0	0.68	0.45	0.30	0.22	0.17	0.22	0.34	0.50
0.60	1.0	0.46	0.27	0.18	0.14	0.13	0.21	0.33	0.50
1.0	1.0	0.32	0.20	0.14	0.11	0.10	0.18	0.30	0.50

PLC WORLD

当断面 1 处有网格时，按式(14-17)修正。

拟合公式：$\xi_0 = 1 - \frac{\theta}{360} - 0.0013\theta^{0.3}(180-\theta)^{1.1}\left(\frac{l}{D}\right)^B$

当 $l/D < 0.05$ 时：$B = 0.5$

当 $l/D \geqslant 0.05$ 时：$B = 0.025\frac{D}{l}$

A-5　安在端墙上的锥形渐缩喇叭口

表　14-18-5a

l/D	ξ_0								
	$\theta/(°)$								
	0	10	20	30	40	60	100	140	180
0.025	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.42	0.45	0.50
0.05	0.50	0.45	0.41	0.36	0.33	0.30	0.35	0.42	0.50
0.075	0.50	0.42	0.35	0.30	0.26	0.23	0.30	0.40	0.50
0.10	0.50	0.39	0.32	0.25	0.22	0.18	0.27	0.38	0.50
0.15	0.50	0.37	0.27	0.20	0.16	0.15	0.25	0.37	0.50
0.60	0.50	0.27	0.18	0.13	0.11	0.12	0.23	0.36	0.50

当断面 1 处有网格时，按式(14-17)修正。

拟合公式：$\xi_0 = 0.5 - 6.5\times10^{-5}\theta^{0.6}(180-\theta)^{1.25}\left(10\frac{l}{D}\right)^B$

当 $l/D \leqslant 0.1$ 时：$B = 0.7$

当 $l/D > 0.1$ 时：$B = 0.1$

A-6　罩形进风口

表　14-18-6a

$\theta/(°)$	ξ								
	l/D								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	≥0.9
0	2.6	1.8	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
15	1.3	0.77	0.60	0.48	0.41	0.30	0.29	0.28	0.25

当断面 1 处有网格时，按式(14-17)修正。

A-7　带或不带凸边的渐缩型罩子

表 14-18-7a　圆形罩

$\theta/(°)$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
ξ_0	1.0	0.11	0.06	0.09	0.14	0.18	0.27	0.32	0.43	0.50

表 14-18-8a　矩形罩

$\theta/(°)$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
ξ_0	1.0	0.19	0.13	0.16	0.21	0.27	0.33	0.43	0.53	0.62

注：对于矩形罩，θ 系指大角。

PLC WORLD

管件 B　出风口的局部阻力系数(见表 14-19-2b_1～9b 及图 14-6-1b～9b)

B-1　直管出风口

$$\xi_0 = 1.0$$

当出口断面处有网格时，按式(14-18)修正。

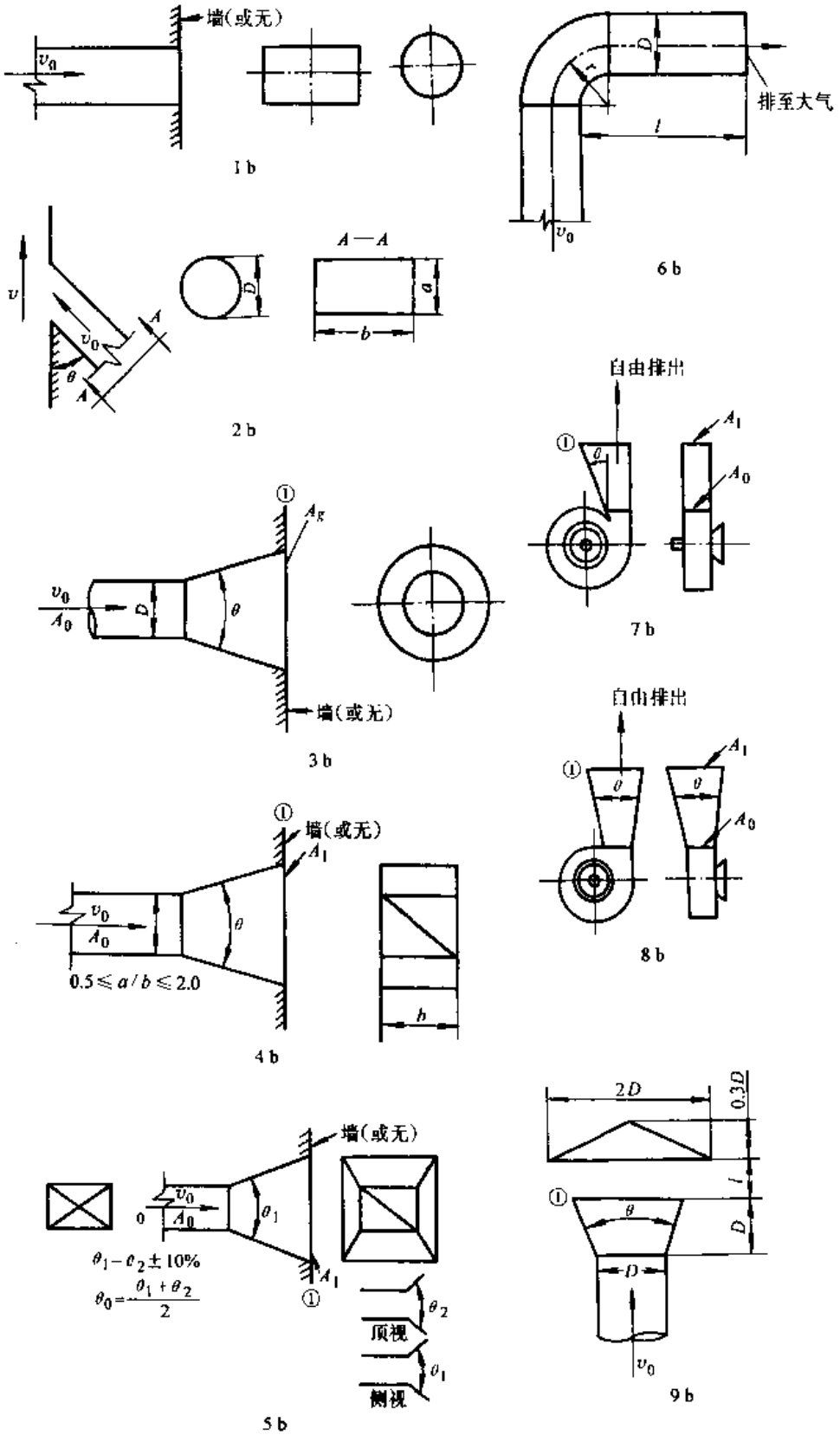


图 14-6　出风口的局部阻力系数用简图

PLC WORLD

B-2　风道与墙面平，气流沿墙面流动的出风口

当出口处有网格时，按式(14-18)修正。

表 14-19-2b$_1$　圆管道

θ/(°)	ξ_0				
	v/v_0				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
30～45	1.0	1.0	1.1	1.3	1.6
60	1.0	0.90	1.1	1.4	1.6
90	1.0	0.80	0.95	1.4	1.7
120	1.0	0.80	0.95	1.3	1.7
150	1.0	0.82	0.83	1.0	1.3

表 14-19-2b$_2$　矩形管道

a/b	θ/(°)	ξ_0				
		v/v_0				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
0.1～0.2	30～90	1.0	0.95	1.2	1.5	1.8
	120	1.0	0.92	1.1	1.4	1.9
	150	1.0	0.75	0.95	1.4	1.8
0.5～2.0	30～45	1.0	1.0	1.1	1.3	1.6
	60	1.0	0.90	1.1	1.4	1.6
	90	1.0	0.80	0.95	1.4	1.7
	120	1.0	0.80	0.95	1.3	1.7
	150	1.0	0.82	0.83	1.0	1.3
5～10	45	1.0	0.92	0.93	1.1	1.3
	60	1.0	0.87	0.87	1.0	1.3
	90	1.0	0.82	0.80	0.97	1.2
	120	1.0	0.80	0.76	0.90	0.98

B-3　锥形出风口，圆管道

当断面 1 处带有网格时，按式(14-17)修正。

当 $\theta = 14° \sim 45°$，$A_1/A_0 = 2 \sim 6$ 时，其拟合公式为

$$\xi_0 = 1 - 0.037\,(45 - \theta)^{0.8}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^{0.2}$$

表　14-19-3b

A_1/A_0	ξ_0						
	θ/(°)						
	14	16	20	30	45	60	≥90
2	0.33	0.36	0.44	0.74	0.97	0.99	1.0
4	0.24	0.28	0.36	0.54	0.94	1.0	1.0
6	0.22	0.25	0.32	0.49	0.94	0.98	1.0
10	0.19	0.23	0.30	0.50	0.94	0.72	1.0
16	0.17	0.20	0.27	0.49	0.94	1.0	1.0

PLC WORLD

B-4　矩形平面扩散出风口

当断面 1 处带有网格时，按式(14-17)修正。

当 $\theta = 14° \sim 45°$，$A_1/A_0 = 2 \sim 6$ 时，其拟合公式如下

$$\xi_0 = 0.005\theta^{\left[1.26-0.045\left(\frac{A_1}{A_0}\right)\right]}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^{0.73}$$

表　14-19-4b

A_1/A_0	ξ_0					
	θ/(°)					
	14	20	30	45	60	≥90
2	0.37	0.38	0.50	0.75	0.90	1.1
4	0.25	0.37	0.57	0.82	1.0	1.1
6	0.28	0.47	0.64	0.87	1.0	1.1

B-5　矩形锥形扩散出风口(靠墙或不靠墙)

当断面 1 处带有网格时，按式(14-17)修正。

表　14-19-5b

A_1/A_0	ξ_0					
	θ/(°)					
	10	14	20	30	45	≥60
2	0.44	0.58	0.70	0.86	1.0	1.1
4	0.31	0.48	0.61	0.76	0.94	1.1
6	0.29	0.47	0.62	0.74	0.94	1.1
10	0.26	0.45	0.60	0.73	0.89	1.0

B-6　通过 90°弯头排至大气的出风口

对于矩形管道，按表 14-19-6b_1。

表　14-19-6b_1

$\frac{r}{b}$	ξ_0									
	l/b									
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	12.0
0.5	3.0	3.1	3.2	3.0	2.7	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0
0.75	2.2	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
1.0	1.8	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
1.5	1.5	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

对于圆形管道($r/D = 1.0$)，按表 14-19-6b_2

表　14-19-6b_2

l/D	0.9	1.3
ξ_0	1.5	1.4

PLC WORLD

当出口处带有网格时，按式(14-17)修正。

B-7 不接管道，风机出口为不对称的扩散出风口

表 14-19-7b

θ/(°)	ξ_0					
	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.51	0.34	0.25	0.21	0.18	0.17
15	0.54	0.36	0.27	0.24	0.22	0.20
20	0.55	0.38	0.31	0.27	0.25	0.24
25	0.59	0.43	0.37	0.35	0.33	0.33
30	0.63	0.50	0.46	0.44	0.43	0.42
35	0.65	0.56	0.53	0.52	0.51	0.50

当断面 1 处带有网格时，按式(14-17)修正。

B-8 不接管道，风机出口为锥形扩散

表 14-19-8b

θ/(°)	ξ_0					
	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.54	0.42	0.37	0.34	0.32	0.31
15	0.67	0.58	0.53	0.51	0.50	0.51
20	0.75	0.67	0.65	0.64	0.64	0.65
25	0.80	0.74	0.72	0.70	0.70	0.72
30	0.85	0.78	0.76	0.75	0.75	0.76

当断面 1 带有网格时，按式(14-17)修正。

B-9 排气罩

表 14-19-9b

θ/(°)	ξ_0									
	l/D									
	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
0	4.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
15	2.6	1.2	1.0	0.80	0.70	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60

若断面 1 处带有网格时，按式(14-17)修正。

其拟合公式如下

当 $l/D<0.5$ 时，$\theta=0°$，$\xi_0=0.61\left(\frac{l}{D}\right)^{0.8}+0.06$

$\theta=15°$，$\xi_0=0.27\left(\frac{l}{D}\right)^{-0.94}$

管件 C 弯头的局部阻力系数(见表 14-20-1c ~ 13c 及对应图 14-7-1c ~ 13c)

PLC WORLD

C-1　90°圆形弯头

表　14-20-1c

r/D	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5
ξ_0'	0.71	0.33	0.22	0.15	0.13	0.12

表 14-20-1c 中 ξ_0' 为 90°弯头时的局部阻力系数，当弯头不是 90°时，则要乘上修正系数 ϵ_θ，其值见表 17-16。

C-2　3、4、5 节 90°圆弯头

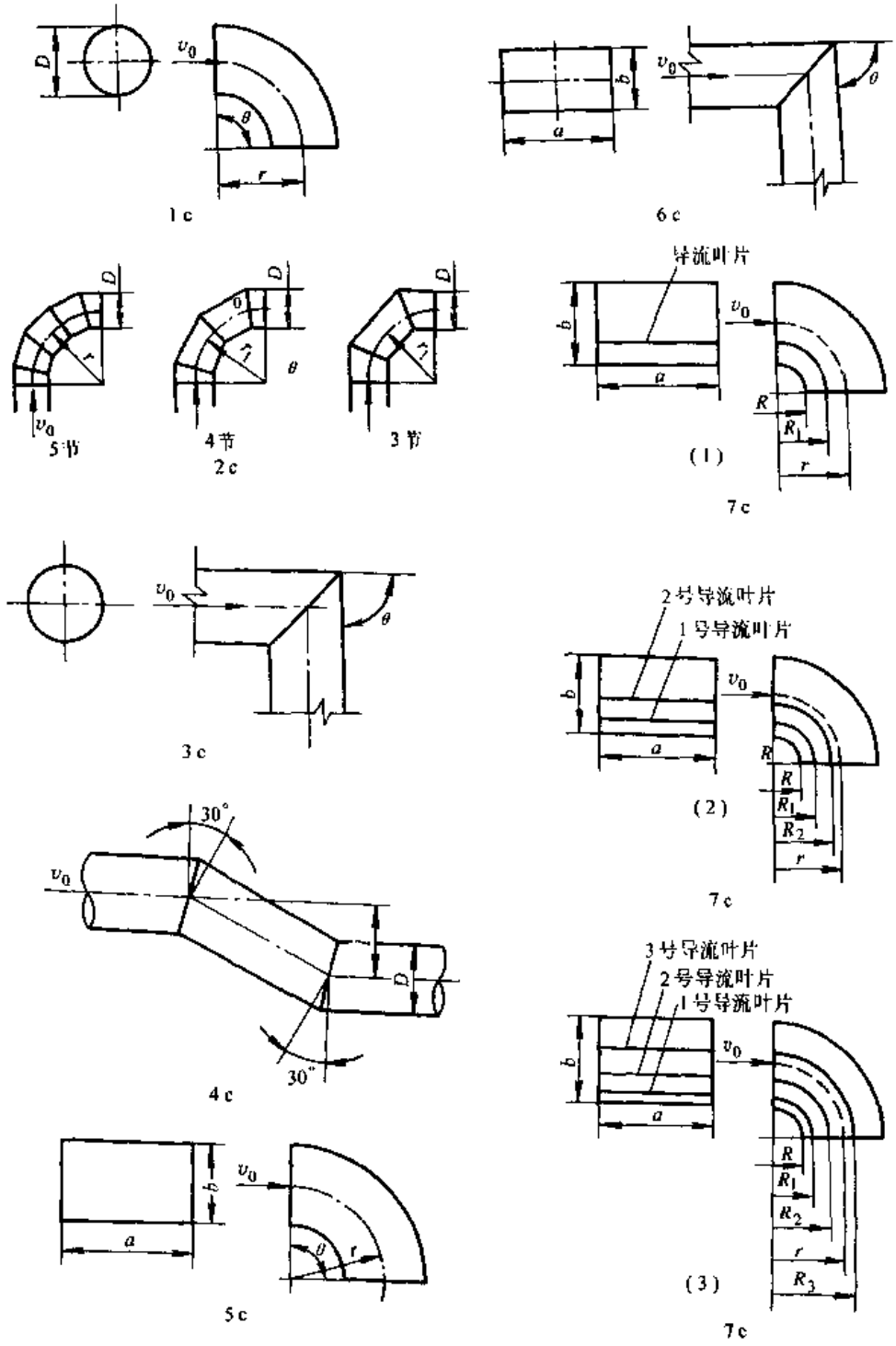
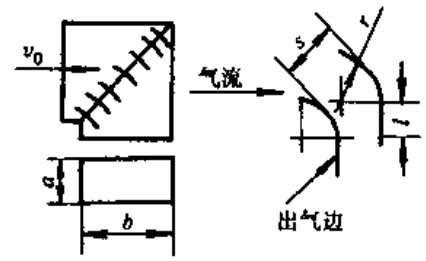
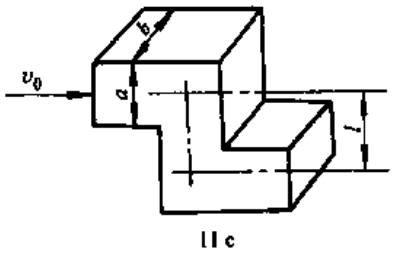
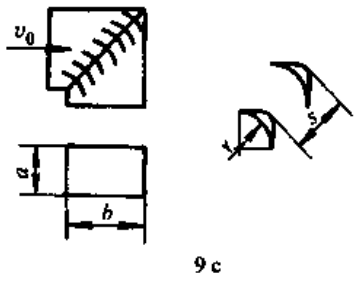


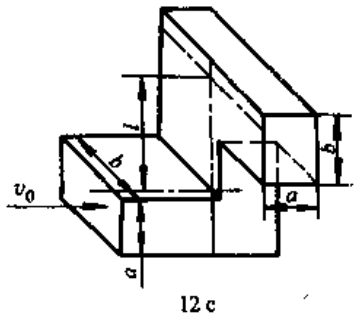
图 14-7　弯头的局部阻力系数用简图

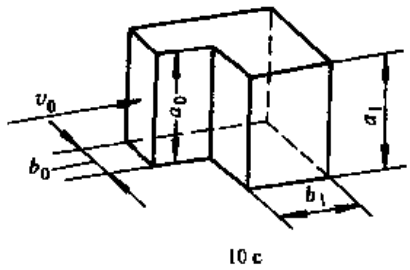
PLC WORLD











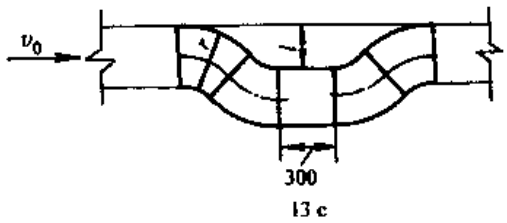


图 14-7 （续）

表 14-20-2c

节 数	ξ_0				
	r/D				
	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
5	—	0.46	0.33	0.24	0.19
4	—	0.50	0.37	0.27	0.24
3	0.98	0.54	0.42	0.34	0.33

其拟合公式如下

90°分节圆弯头（$r/D=0.75\sim2.0$，节数 $P=3\sim5$ 时）

$$\xi_0=0.55\left(\frac{D}{r}\right)^{0.5}-0.04P$$

小于 90°的分节圆弯头

$$\xi_0=\left[0.55\left(\frac{D}{r}\right)^{0.5}-0.16\right]\left(\frac{\theta}{90}\right)^{0.75}$$

C-3 圆管道斜接弯头

表 14-20-3c

$\theta/(°)$	20	30	45	60	75	90
ξ_0'	0.08	0.16	0.34	0.55	0.81	1.2

PLC WORLD

ξ_0'为雷诺数$Re \geqslant 14\times10^4$时的局部阻力系数，当$Re < 14\times10^4$时，应按下式计算

$$\xi_0 = \varepsilon_{Re}\xi_0'$$

ε_{Re}值见表 14-17。

其拟合公式为

$$\xi_0' = 0.0004\theta^{1.77}$$

C-4　30°Z 形圆管道弯头

表　14-20-4c

l/D	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
ξ_0'	0	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16

$$\xi_0 = \varepsilon_{Re}\xi_0'$$

ε_{Re}见表 14-17。

C-5　矩形管道不带导叶的弧形弯头

表　14-20-5c

ξ_0'

r/b	a/b										
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
0.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
0.75	0.57	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44
1.0	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.27	0.21
1.5	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17
2.0	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

ε_{Re}'

r/b	$Re\times10^4$								
	1	2	3	4	6	8	10	14	⩾20
0.5	1.40	1.26	1.19	1.4	1.09	1.06	1.04	1.0	1.0
⩾0.75	2.0	1.77	1.64	1.56	1.46	1.38	1.30	1.15	1.0

$$\xi_0 = \varepsilon_\theta\varepsilon_{Re}'\xi_0'$$

ε_θ值见表 14-16。Re值的计算见式(14-6)。

$a/b = 0.25 \sim 3.0$，$r/b = 0.5 \sim 2.0$时的拟合公式如下

当 $r/b \geqslant 1$ 时，　$\xi_0' = 0.1\left(\frac{a}{b}\right)^{0.15}\left[\left(\frac{b}{r}\right)^{3.3} + 1.4\right]$

当 $r/b < 1$ 时　$\xi_0' = 0.1\left(\frac{a}{b}\right)^{0.15}\left[\left(\frac{b}{r}\right)^{3.3} + 1.4\right]\left(1 - 0.12\frac{r}{b}\right)$

C-6　矩形管道斜接弯头

PLC WORLD

表 14-20-6c

θ/(°)	ξ_0										
	a/b										
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
20	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
30	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11
45	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24
60	0.60	0.59	0.57	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38
75	0.89	0.87	0.84	0.81	0.77	0.73	0.67	0.63	0.61	0.58	0.57
90	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	0.98	0.92	0.89	0.85	0.83

雷诺数的修正见表 14-17。

其拟合公式为

$$\xi_0 = 0.0004\theta^{1.77}\left(\frac{a}{b}\right)^{-0.12}$$

C-7 矩形管道带导流叶片光滑弯曲的弯头

(1) 一个导流叶片

$$\xi_0 = \varepsilon_\theta \xi_0'$$

$$R_1 = R/CR$$

式中 R——弯头的内半径(m);

R_1——导流叶片的弯曲半径(m);

CR——弯曲比值;

ε_θ——见表 17-16。

表 14-20-7c$_1$

R/b	r/b	CR	ξ_0'										
			a/b										
			0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
0.05	0.55	0.218	0.52	0.40	0.43	0.49	0.55	0.66	0.75	0.84	0.93	1.0	1.1
0.10	0.60	0.302	0.36	0.27	0.25	0.28	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	0.49	0.52
0.15	0.65	0.361	0.28	0.21	0.18	0.19	0.20	0.22	0.25	0.26	0.28	0.30	0.32
0.20	0.70	0.408	0.22	0.16	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21
0.25	0.75	0.447	0.18	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15
0.30	0.80	0.480	0.15	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12
0.35	0.85	0.509	0.13	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
0.40	0.90	0.535	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
0.45	0.95	0.557	0.10	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
0.50	1.00	0.577	0.09	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05

(2) 二个导流叶片

$$\xi_0 = \varepsilon_\theta \xi_0'$$

$$R_1 = R/CR$$

$$R_2 = R_1/CR = R/CR^2$$

式中 R——弯头的内半径(m);

PLC WORLD

R_1——1号导流叶片的弯曲半径(m)；

R_2——2号导流叶片的弯曲半径(m)；

CR——弯曲比值；

ε_θ——见表14-16。

表　14-20-7c$_2$

R/b	r/b	CR	ξ_0' a/b										
			0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
0.05	0.55	0.362	0.26	0.20	0.22	0.25	0.28	0.33	0.37	0.41	0.45	0.48	0.51
0.10	0.60	0.450	0.17	0.13	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21
0.15	0.65	0.507	0.12	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
0.20	0.70	0.550	0.09	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
0.25	0.75	0.585	0.08	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
0.30	0.80	0.613	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
0.35	0.85	0.638	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
0.40	0.90	0.659	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.45	0.95	0.677	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.50	1.00	0.693	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

(3) 三个导流叶片

$$\xi_0 = \varepsilon_\theta \xi_0'$$

图14-7的7c中，R_3为3号导流叶片的弯曲半径(m)；

其它符号说明同二个导流叶片。

表　14-20-7c$_3$

R/b	r/b	CR	ξ_0' a/b										
			0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
0.05	0.55	0.467	0.11	0.10	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.19	0.21	0.22	0.23
0.10	0.60	0.549	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09
0.15	0.65	0.601	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
0.20	0.70	0.639	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
0.25	0.75	0.669	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.30	0.80	0.693	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.35	0.85	0.714	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.40	0.90	0.731	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.45	0.95	0.746	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.50	1.00	0.760	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

C-8　矩形管道斜接弯头带单层导流叶片

表　14-20-8c

编　号	相　关　尺　寸　/mm			
	r	s	l	ξ_0
1	50	40	20	0.12
2	110	60	0	0.15
3	110	80	40	0.18

PLC WORLD

C-9 矩形管道斜接弯头带双层导流叶片

表 14-20-9c

编号	相关尺寸		ξ_0 速度/(m/s)				备注
	r	s	5	10	15	20	
1	2.0	1.5	0.27	0.22	0.19	0.17	导叶轨突出
2	2.0	1.5	0.33	0.29	0.26	0.23	导叶轨压入
3	2.0	2.13	0.38	0.31	0.27	0.24	导叶轨突出
4	4.5	3.25	0.26	0.21	0.18	0.16	导叶轨突出

C-10 缩小或扩大的弯头，矩形管道

表 14-20-10c

a_0/b_0	ξ_0' b_1/b_0					
	0.6	0.8	1.2	1.4	1.6	2.0
0.25	1.8	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1
1.0	1.7	1.4	1.0	0.95	0.90	0.84
4.0	1.5	1.1	0.81	0.76	0.72	0.66
∞	1.5	1.0	0.69	0.63	0.60	0.55

$$\xi_0 = \varepsilon_{Re}\xi_0'$$

ε_{Re}见表 14-17；ξ_0'见表 14-20-10c。

C-11 矩形管道 90°Z 形弯头

表 14-20-11c

l/a	0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_0'	0	0.62	0.90	1.6	2.6	3.6	4.0	4.2	4.2	4.2
l/a	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	7.0	9.0	10.0	∞
ξ_0'	3.7	3.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.3

$$\xi_0 = \varepsilon_{Re}\xi_0'$$

ε_{Re}见表 14-17。

当 $b/a=1$ 时，ξ_0'值见表 14-20-11c。

当 $b/a\neq1$ 时，应乘以下表的修正系数 ε。

b/a	0.25	0.50	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
ε	1.10	1.07	1.04	1.0	0.95	0.90	0.83	0.78

C-12 矩形管道不在同一平面的 2 个 90°弯头合在一起

表　14-20-12c

l/b	0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_0'	1.2	2.4	2.9	3.3	3.4	3.4	3.4	3.3	3.2	3.1
l/b	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	7.0	9.0	10.0	∞
ξ_0'	3.2	3.2	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3

$$\xi_0 = \varepsilon_{Re}\xi_0'$$

ε_{Re}见表 14-17。

当 $a = b$ 时，ξ_0'见表 14-20-12c。

当 $a \neq b$ 时，要乘上下表的修正值 ε。

a/b	0.25	0.50	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
ε	1.10	1.07	1.04	1.0	0.95	0.90	0.83	0.78	0.72	0.70

C-13　绕过一个突出物而布置的矩形管道 4 个 45°弧形弯头

当 $b/a = 4$、$r/a = 1.5$、$l = 1.5a$ 时，ξ_0 见表 14-20-13c。

表　14-20-13c

v_0/(m/s)	4	6	8	10	12
ξ_0	0.18	0.22	0.24	0.25	0.26

管件 D　渐扩变径管的局部阻力系数(见表 14-21-1d～9d 及对应图 14-8-1d～9d)

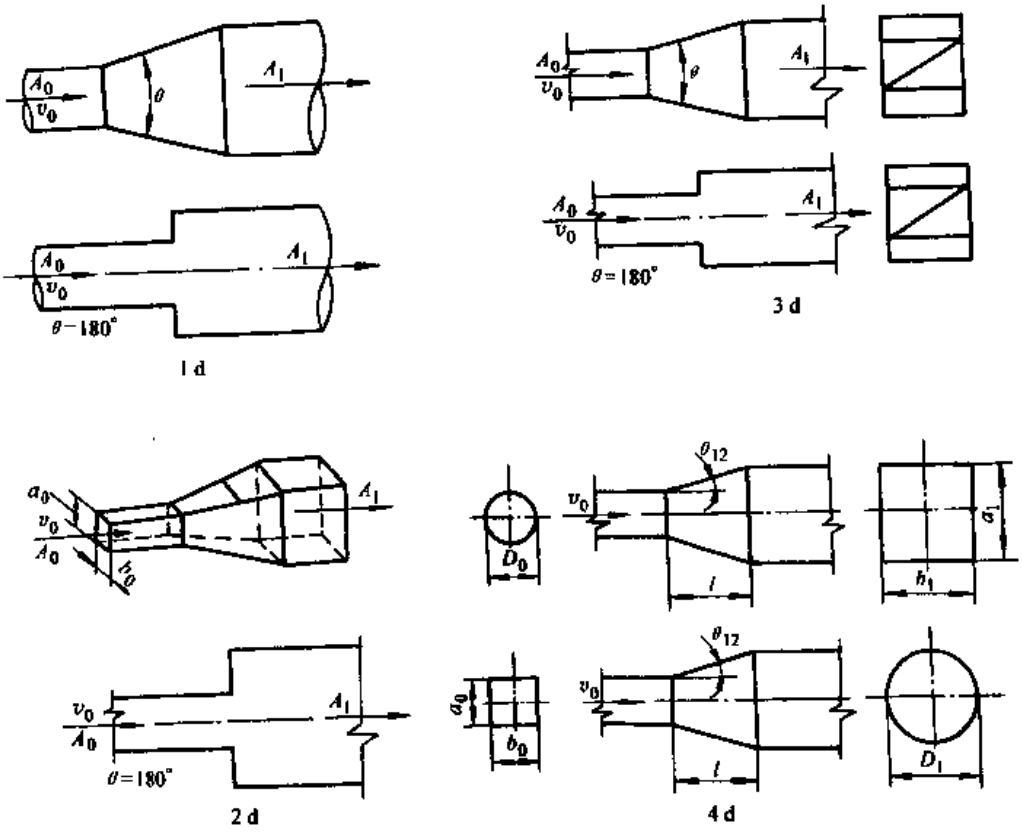


图 14-8　渐扩变径管的局部阻力系数用简图

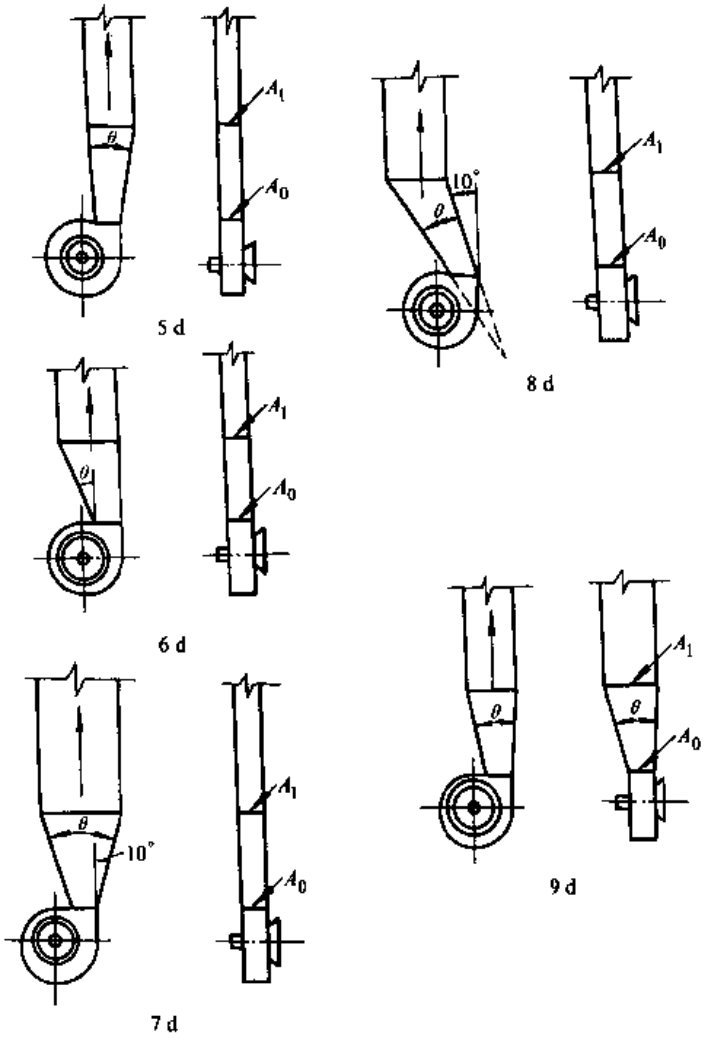


图 14-8 （续）

D-1　圆管道锥形扩散管

表　14-21-1d

Re	A_1/A_0	ξ_0							
		$\theta/(°)$							
		16	20	30	45	60	90	120	180
0.5×10^5	2	0.14	0.19	0.32	0.33	0.33	0.32	0.31	0.30
	4	0.23	0.30	0.46	0.61	0.68	0.64	0.63	0.62
	6	0.27	0.33	0.48	0.66	0.77	0.74	0.73	0.72
	10	0.29	0.38	0.59	0.76	0.80	0.83	0.84	0.83
	≥16	0.31	0.38	0.60	0.84	0.88	0.88	0.88	0.88
2×10^5	2	0.07	0.12	0.23	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26
	4	0.15	0.18	0.36	0.55	0.59	0.59	0.57	0.57
	6	0.19	0.28	0.44	0.90	0.70	0.71	0.71	0.69
	10	0.20	0.24	0.43	0.76	0.80	0.81	0.81	0.81
	≥16	0.21	0.28	0.52	0.76	0.87	0.87	0.87	0.87
≥6×10^5	2	0.05	0.07	0.12	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
	4	0.17	0.24	0.38	0.51	0.56	0.58	0.58	0.57
	6	0.16	0.29	0.46	0.60	0.69	0.71	0.70	0.70
	10	0.21	0.33	0.52	0.60	0.76	0.83	0.84	0.83
	≥16	0.21	0.34	0.56	0.72	0.79	0.85	0.87	0.89

PLC WORLD

在 $\theta=16°\sim180°$，$A_1/A_0=2\sim10$ 范围内，其拟合公式如下

当 $\theta<40°$时

$$\xi_0=0.021\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.1}$$

当 $\theta>40°$时

$$\xi_0=0.95\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.5}$$

D-2　矩形管道金字塔形扩散管

表　14-21-2d

A_1/A_0	ξ_0							
	$\theta/(°)$							
	16	20	30	45	60	90	120	180
2	0.18	0.22	0.25	0.29	0.31	0.32	0.33	0.30
4	0.36	0.43	0.50	0.56	0.61	0.63	0.63	0.63
6	0.42	0.47	0.58	0.68	0.72	0.76	0.76	0.75
≥10	0.42	0.49	0.59	0.70	0.80	0.87	0.85	0.86

其拟合公式如下

当 $\theta<40°$，$A_1/A_0=2\sim6$ 时

$$\xi_0=0.18\theta^{0.58}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left[1-\left(\frac{A_0}{A_1}\right)^{0.35}\right]$$

当 $\theta\geqslant40°$，$A_1/A_0=2\sim6$ 时

$$\xi_0=0.98\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.65}$$

D-3　矩形管道平面扩散管

表　14-21-3d

A_1/A_0	ξ_0						
	$\theta/(°)$						
	14	20	30	45	60	90	180
2	0.09	0.12	0.20	0.34	0.37	0.38	0.35
4	0.16	0.25	0.42	0.60	0.68	0.70	0.66
6	0.19	0.30	0.48	0.65	0.76	0.83	0.80

当 $\theta<45°$时，其拟合公式为

$$\xi_0=0.07\theta^{0.7}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.4}$$

当 $\theta\geqslant45°$时，其拟合公式为

$$\xi_0=1.07\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.5}$$

D-4　天圆地方

按下述办法求出当量角 θ，然后从管件 D-2 的表中查出 ξ_0 值。

(1) 从圆形变至矩形

$$\tan(\theta/2)=(1.13\sqrt{a_1b_1}-D_0)/2l$$

PLC WORLD

(2) 从矩形变至圆形

$$\tan(\theta/2) = (D_1 - 1.13\sqrt{a_0 b_0})/2l$$

D-5 风机出口接管道的平面对称扩散管

表 14-21-4d

ξ_0						
θ/(°)	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.05	0.07	0.09	0.10	0.11	0.11
15	0.06	0.09	0.11	0.13	0.13	0.14
20	0.07	0.10	0.13	0.15	0.16	0.16
25	0.08	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23
30	0.16	0.24	0.29	0.32	0.34	0.35
35	0.24	0.34	0.39	0.44	0.48	0.50

其拟合公式如下：

当 $\theta \leqslant 22.5°$ 时

$$\xi_0 = 0.05\theta^{0.5}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.1}$$

当 $\theta > 22.5°$ 时

$$\xi_0 = 0.05\theta^{0.5}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{1.1}(0.03\theta^{1.3}-0.74)$$

D-6 风机出口接管道的平面不对称扩散管

表 14-21-5d

ξ_0						
θ/(°)	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11
15	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15
20	0.12	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
25	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25	0.26
30	0.18	0.25	0.30	0.33	0.35	0.35
35	0.21	0.31	0.38	0.41	0.43	0.44

其拟合公式如下

当 $\theta \leqslant 20°$ 时

$$\xi_0 = 0.038\theta^{0.55}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{0.55}$$

当 $\theta > 20°$ 时

$$\xi_0 = 0.197\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^2\left(1-\frac{A_0}{A_1}\right)^{0.55} + 0.005(\theta-20)\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^3$$

D-7 风机出口接管道的表面对称扩散管

PLC WORLD

表　14-21-6d

$\theta/(°)$	ξ_0					
	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.05	0.08	0.11	0.13	0.13	0.14
15	0.06	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15
20	0.07	0.11	0.14	0.15	0.16	0.16
25	0.09	0.14	0.18	0.20	0.21	0.22
30	0.13	0.18	0.23	0.26	0.28	0.29
35	0.15	0.23	0.28	0.33	0.35	0.36

D-8　风机出口接管道的表面不对称扩散管

表　14-21-7d

$\theta/(°)$	ξ_0					
	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.11	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14
15	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18
20	0.19	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30
25	0.29	0.32	0.35	0.37	0.39	0.40
30	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	0.51
35	0.44	0.54	0.61	0.64	0.66	0.66

D-9　风机出口接管道的锥形扩散管

表　14-21-8d

$\theta/(°)$	ξ_0					
	A_1/A_0					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.10	0.18	0.21	0.23	0.24	0.25
15	0.23	0.33	0.38	0.40	0.42	0.44
20	0.31	0.43	0.48	0.53	0.56	0.58
25	0.36	0.49	0.55	0.58	0.62	0.64
30	0.42	0.53	0.59	0.64	0.67	0.69

其拟合公式如下

当$\frac{A_1}{A_0}<2$时

$$\xi_0=0.0441\theta^{0.2}(\theta-7.5)^{0.46}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^{2.4}$$

当$\frac{A_1}{A_0}\geqslant 2$时

PLC WORLD

$$\xi_0 = 0.098\,(\theta - 7.5)^{0.46}\left(\frac{A_1}{A_0}\right)^{2.4}$$

管件 E　渐缩变径管的局部阻力系数(见表 14-22-1e～3e 及对应图 14-9-1e～3e)

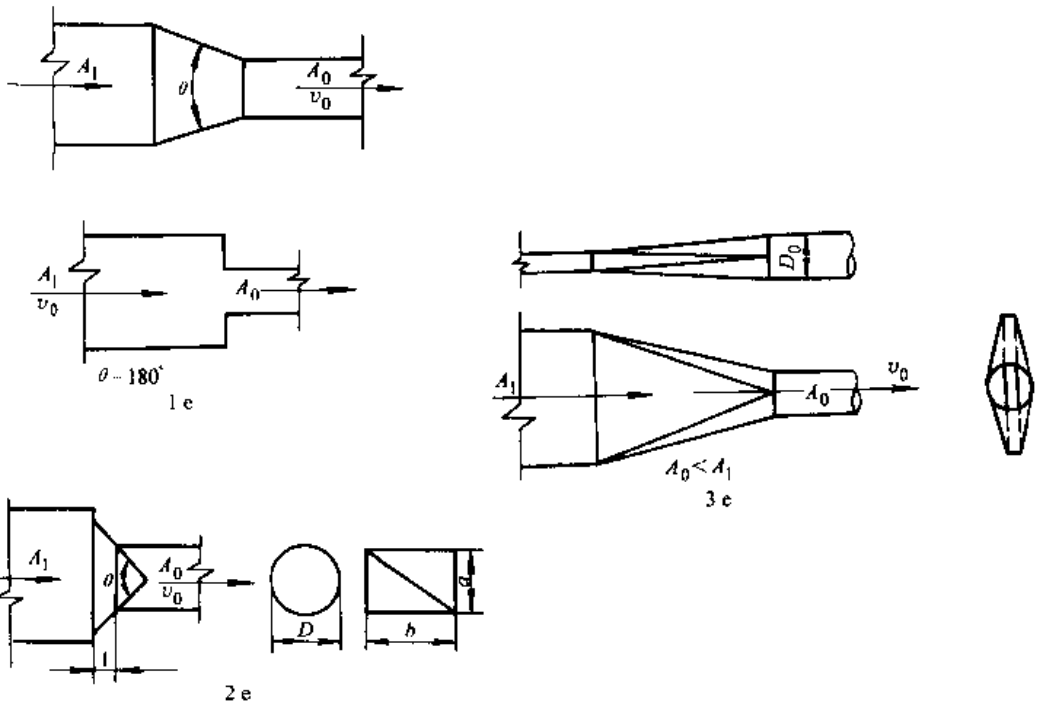


图 14-9　渐缩变径管的局部阻力系数用简图

E-1　圆管道和矩形管道的渐缩管

表　14-22-1e

A_1/A_0	ξ_0						
	θ/(°)						
	10	15～40	50～60	90	120	150	180
2	0.05	0.05	0.06	0.12	0.18	0.24	0.26
4	0.05	0.04	0.07	0.17	0.27	0.35	0.41
6	0.05	0.04	0.07	0.18	0.28	0.36	0.42
10	0.05	0.05	0.08	0.19	0.29	0.37	0.43

对圆管道渐缩管，当 $\theta > 50°$，$\frac{A_1}{A_0} = 2 \sim 6$ 时，其拟合公式为：

$$\xi_0 = 0.0014\theta^{1.15}\left(1 - \frac{A_1}{A_0}\right)$$

F-2　圆管道和矩形管道锥形渐缩管

$$\xi_0 = \epsilon\xi'_0$$

表　14-22-2e$_1$

l/D	ξ'_0								
	θ/(°)								
	0	10	20	30	40	60	100	140	180
0.025	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.42	0.45	0.50

PLC WORLD

（续）

l/D	ξ_0								
	$\theta/(°)$								
	0	10	20	30	40	60	100	140	180
0.05	0.50	0.45	0.41	0.36	0.33	0.30	0.35	0.42	0.50
0.075	0.50	0.42	0.35	0.30	0.26	0.23	0.30	0.40	0.50
0.10	0.50	0.39	0.32	0.25	0.22	0.18	0.27	0.38	0.50
0.15	0.50	0.37	0.27	0.20	0.16	0.15	0.25	0.37	0.50
0.60	0.50	0.27	0.18	0.13	0.11	0.12	0.23	0.36	0.50

表　14-22-2e$_2$

A_0/A_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0
s	1.0	0.85	0.68	0.50	0.30	0.18	0

E-3　扁管渐缩成圆形

表　14-22-3e

$Re\times10^4$	1	2	4	6	8	10	20	≥40
ξ_0	0.27	0.25	0.20	0.17	0.14	0.11	0.04	0

管件 F　三通的局部阻力(见表 14-23-1f～32f 及对应的图 14-10-1f～32f)

F-1　圆管道 Y 形合流三通

表　14-23-1f

支　通　道　ξ_{13}

v_3/v_1	A_3/A_1						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0
0.4	-0.56	-0.44	-0.35	-0.28	-0.15	-0.04	0.05
0.5	-0.48	-0.37	-0.28	-0.21	-0.09	0.02	0.11
0.6	-0.38	-0.27	-0.19	-0.12	0	0.10	0.18
0.7	-0.26	-0.16	-0.08	-0.01	0.10	0.20	0.28
0.8	-0.21	-0.02	0.05	0.12	0.23	0.32	0.40
0.9	0.04	0.13	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53
1.0	0.22	0.31	0.38	0.44	0.53	0.62	0.69
1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8
2.0	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3
2.5	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4
3.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

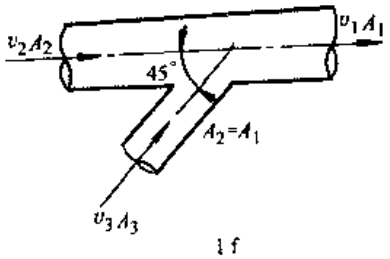
主　通　道　ξ_{12}

v_2/v_1	A_3/A_1						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0
0.1	-8.6	-4.1	-2.5	-1.7	-0.97	-0.58	-0.34
0.2	-6.7	-3.1	-1.9	-1.3	-0.67	-0.36	-0.18
0.3	-5.0	-2.2	-1.3	-0.88	-0.42	-0.19	-0.05
0.4	-3.5	-1.5	-0.88	-0.55	-0.21	-0.05	0.05

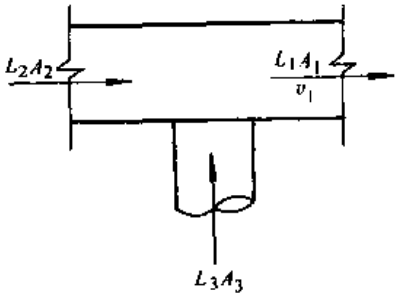
PLC WORLD

（续）

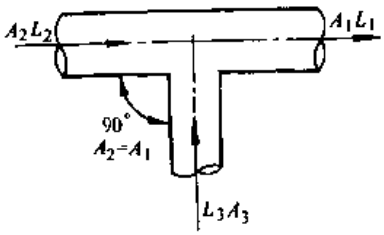
主 通 道 ξ_{t2}							
v_2/v_1	A_3/A_1						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0
0.5	-2.3	-0.95	-0.51	-0.28	-0.06	0.06	0.13
0.6	-1.3	-0.50	-0.22	-0.09	0.05	0.12	0.17
0.7	-0.63	-0.18	-0.03	0.04	0.12	0.16	0.18
0.8	-0.18	0.01	0.07	0.10	0.13	0.15	0.17
0.9	0.03	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13
1.0	-0.01	0	0	0.10	0.02	0.04	0.05



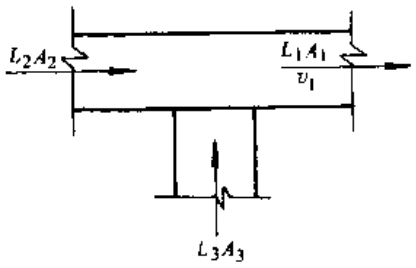
1 f



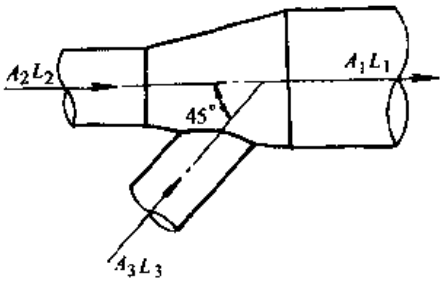
5 f



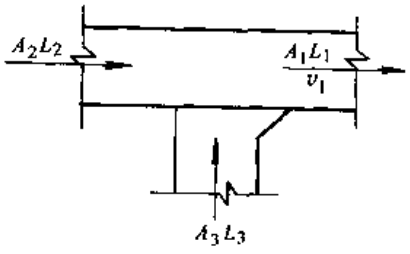
2 f



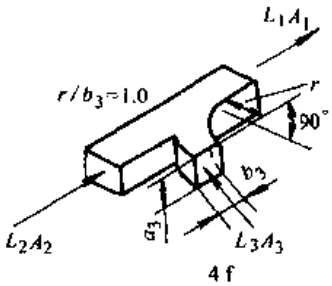
6 f



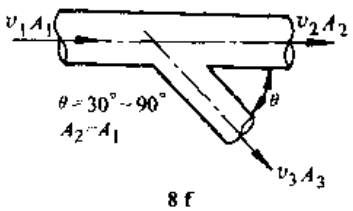
3 f



7 f

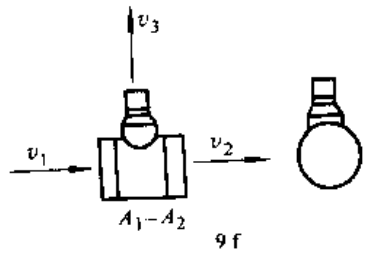


4 f

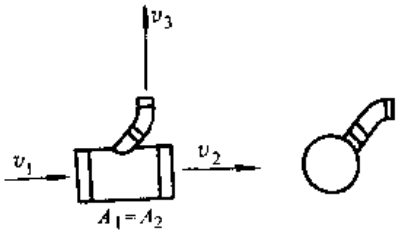


8 f

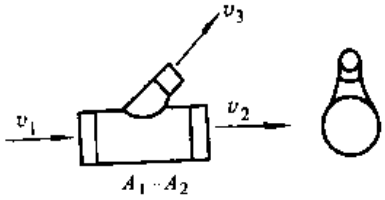
图 14-10 三通的局部阻力用简图



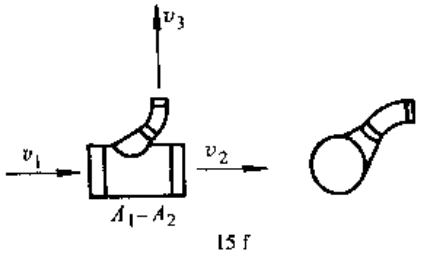
9 f



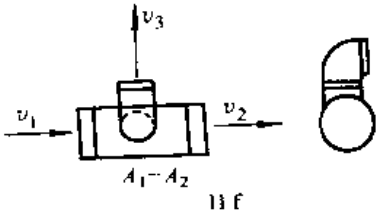
14 f



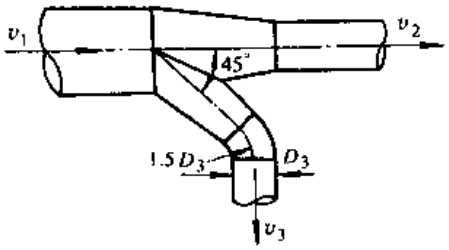
10 f



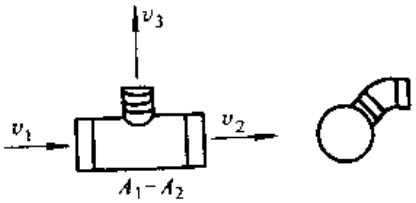
15 f



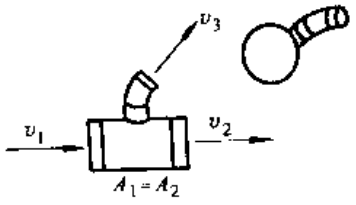
13 f



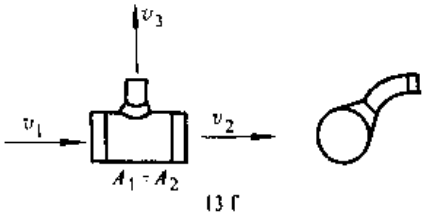
16 f



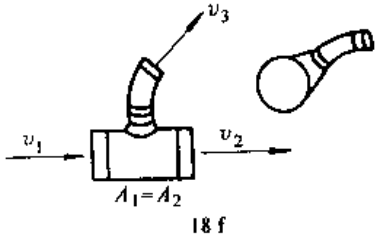
12 f



17 f



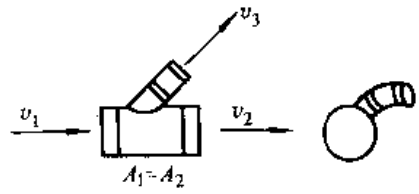
13 f



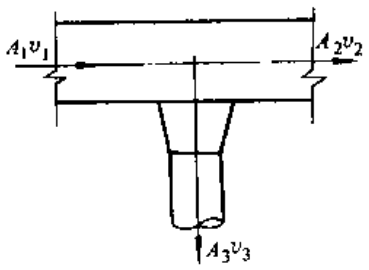
18 f

图 14-10　（续一）

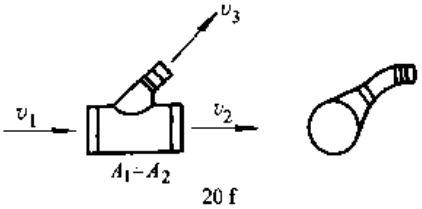
PLC WORLD



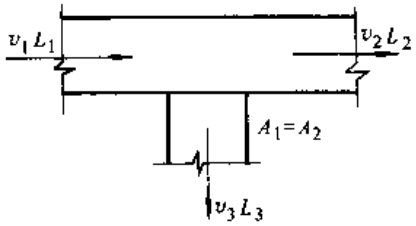
19 f



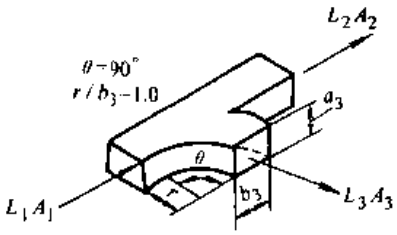
25 f



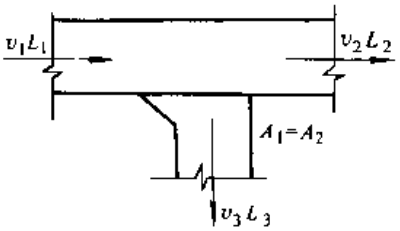
20 f



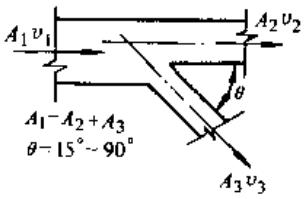
26 f



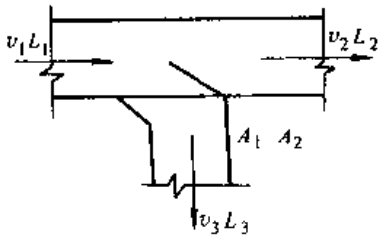
21 f



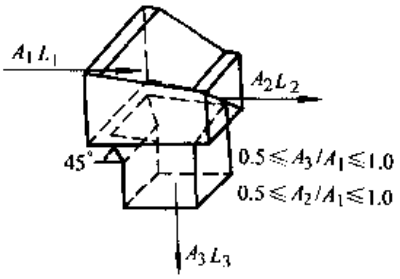
27 f



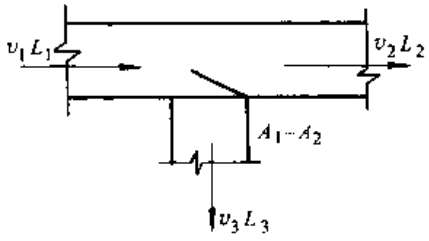
22 f



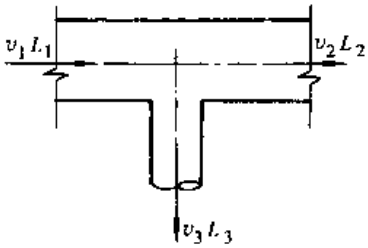
28 f



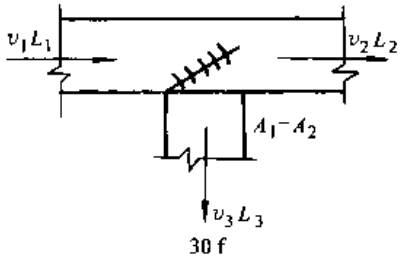
23 f



29 f

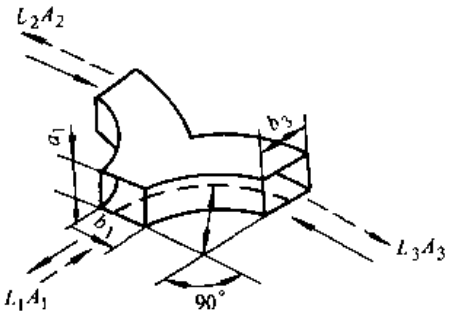


24 f



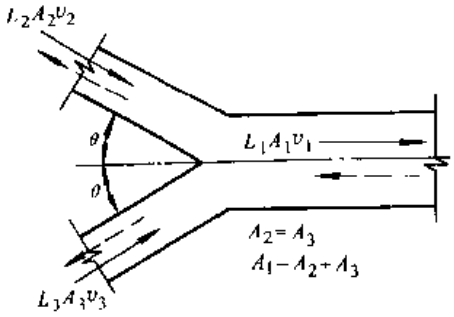
30 f

图 14-10 （续二）



$\frac{r}{b_1}$　$1.5\frac{L_2}{L_1}-\frac{L_3}{L_1}-0.5$

31 f



32 f

图 14-10　（续三）

F-2　圆管道 T 形合流三通

表　14-23-2f

支　通　道 ξ_{13}							
L_3/L_1	A_3/A_1						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0
0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
0.1	0.40	-3.7	-0.51	-0.46	-0.50	-0.51	-0.52
0.2	3.8	0.72	0.17	-0.02	-0.14	-0.18	-0.24
0.3	9.2	2.3	1.0	0.44	0.21	0.11	-0.08
0.4	16	4.3	2.1	0.94	0.54	0.40	0.32
0.5	26	6.8	3.2	1.1	0.66	0.49	0.42
0.6	37	9.7	4.7	1.6	0.92	0.69	0.57
0.7	43	13	6.3	2.1	1.2	0.88	0.72
0.8	65	17	7.9	2.7	1.5	1.1	0.86
0.9	82	21	9.7	3.4	1.8	1.2	0.99
1.0	101	26	12	4.0	2.1	1.4	1.1

主　通　道											
L_3/L_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ξ_{12}	0	0.16	0.27	0.38	0.46	0.53	0.57	0.59	0.60	0.59	0.55

F-3　圆管道锥形合流三通

表　14-23-3f

支　通　道　ξ_{13}											
A_2/A_1	A_3/A_1	L_3/L_2									
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.3	0.2	-2.4	-0.01	2.0	3.8	5.3	6.6	7.8	8.9	9.8	11
	0.3	-2.8	1.2	0.12	1.1	1.9	2.6	3.2	3.7	4.2	4.6
0.4	0.2	-1.2	0.93	2.8	4.5	5.9	7.2	8.4	9.5	10	11
	0.3	-1.6	-0.27	0.81	1.7	2.4	3.0	3.6	4.1	4.5	4.9
	0.4	-1.8	-0.72	0.07	0.66	1.1	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5
0.5	0.2	-0.46	1.5	3.3	4.9	6.4	7.7	8.8	9.9	11	12

PLC WORLD

（续）

支 通 道 ξ_{13}

A_2/A_1	A_3/A_1	L_3/L_2									
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.5	0.3	-0.94	0.25	1.2	2.0	2.7	3.3	3.8	4.2	4.7	5.0
	0.4	-1.1	-0.24	0.42	0.92	1.3	1.6	1.9	2.1	2.3	2.5
	0.5	-1.2	-0.38	0.18	0.58	0.88	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7
0.6	0.2	-0.55	1.3	3.1	4.7	6.1	7.4	8.6	9.6	11	12
	0.3	-1.1	0	0.88	1.6	2.3	2.8	3.3	3.7	4.1	4.5
	0.4	-1.2	-0.48	0.10	0.54	0.89	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
	0.5	-1.3	-0.62	-0.14	0.21	0.47	0.68	0.85	0.99	1.1	1.2
	0.6	-1.3	-0.69	-0.26	0.04	0.26	0.42	0.57	0.66	0.75	0.82
0.8	0.2	0.06	1.8	3.5	5.1	6.5	7.8	8.9	10	11	12
	0.3	-0.52	0.35	1.1	1.7	2.3	2.8	3.2	3.6	3.9	4.2
	0.4	-0.67	-0.05	0.43	0.80	1.1	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1
	0.6	-0.75	-0.27	0.05	0.28	0.45	0.58	0.68	0.76	0.83	0.88
	0.7	-0.77	-0.31	-0.02	0.18	0.32	0.43	0.50	0.56	0.61	0.65
	0.8	-0.78	-0.34	-0.07	0.12	0.24	0.33	0.39	0.44	0.47	0.50
1.0	0.2	0.40	2.1	3.7	5.2	6.6	7.8	9.0	11	11	12
	0.3	-0.21	0.54	1.2	1.8	2.3	2.7	3.1	3.7	3.7	4.0
	0.4	-0.33	0.21	0.62	0.96	1.2	1.5	1.7	2.0	2.0	2.1
	0.5	-0.38	0.05	0.37	0.60	0.79	0.93	1.1	1.2	1.2	1.3
	0.6	-0.41	-0.02	0.23	0.42	0.55	0.66	0.73	0.80	0.85	0.89
	0.8	-0.44	-0.10	0.11	0.24	0.33	0.39	0.43	0.46	0.47	0.48
	1.0	-0.46	-0.14	0.05	0.16	0.23	0.27	0.29	0.30	0.30	0.29

主 通 道 ξ_{12}

A_2/A_1	A_3/A_1	L_3/L_2									
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.3	0.2	5.3	-0.01	2.0	1.1	0.34	-0.20	-0.61	-0.93	-1.2	-1.4
	0.3	5.4	3.7	2.5	1.6	1.0	0.53	0.16	-0.14	-0.38	-0.58
0.4	0.2	1.9	1.1	0.46	-0.07	-0.49	-0.83	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7
	0.3	2.0	1.4	0.81	0.42	0.08	-0.20	-0.43	-0.62	-0.78	-0.92
	0.4	2.0	1.5	1.0	0.68	0.39	0.16	-0.04	-0.21	-0.35	-0.47
0.5	0.2	0.77	0.34	-0.09	-0.48	-0.81	-1.1	1.3	-1.5	-1.7	-1.8
	0.3	0.85	0.56	0.25	-0.03	-0.27	-0.48	-0.67	-0.82	-0.96	-1.1
	0.4	0.88	0.66	0.43	0.21	0.02	-0.15	-0.30	-0.42	-0.54	-0.64
	0.5	0.91	0.73	0.54	0.36	0.21	0.06	-0.06	-0.17	-0.26	-0.35
0.6	0.2	0.30	0	-0.34	-0.67	-0.96	-1.2	-1.4	-1.6	-1.8	-1.9
	0.3	0.37	0.21	-0.02	-0.24	-0.44	-0.63	-0.79	-0.93	-1.1	-1.2
	0.4	0.40	0.31	0.16	-0.1	-0.16	-0.30	-0.43	-0.54	-0.64	-0.73
	0.5	0.43	0.37	0.26	0.14	0.02	-0.09	-0.20	-0.29	-0.37	-0.45
	0.6	0.44	0.41	0.33	0.24	0.14	0.05	-0.03	-0.11	-0.18	-0.25
0.8	0.2	-0.06	-0.27	-0.57	-0.86	-1.1	-1.4	-1.6	-1.7	-1.9	-2.0
	0.3	0	-0.08	-0.25	-0.43	-0.62	-0.78	-0.93	-1.1	-1.2	-1.3
	0.4	0.04	0.02	-0.08	-0.21	-0.34	-0.46	-0.57	-0.67	-0.77	-0.85
	0.5	0.06	0.08	0.02	-0.06	-0.16	-0.25	-0.34	-0.42	-0.50	-0.57
	0.6	0.07	0.12	0.09	0.03	-0.04	-0.11	-0.18	-0.25	-0.31	-0.37

PLC WORLD

（续）

主　通　道　ξ_{12}

A_2/A_1	A_3/A_1	L_3/L_2									
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.8	0.7	0.08	0.15	0.14	0.10	0.05	-0.01	-0.07	-0.12	-0.17	-0.22
	0.8	0.09	0.17	0.18	0.16	0.11	0.07	0.02	-0.02	-0.07	-0.11
1.0	0.2	-0.19	-0.39	-0.67	-0.96	-1.2	-1.5	-1.6	-1.8	-2.0	-2.1
	0.3	-0.12	-0.19	-0.35	-0.54	-0.71	-0.87	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4
	0.4	-0.09	-0.10	-0.19	-0.31	-0.43	-0.55	-0.66	-0.77	-0.86	-0.94
	0.5	-0.07	-0.04	-0.09	-0.17	-0.26	-0.35	-0.44	-0.52	-0.59	-0.66
	0.6	-0.06	0	-0.02	-0.07	-0.14	-0.21	-0.28	-0.34	-0.40	-0.46
	0.8	-0.04	0.06	0.07	0.05	0.02	-0.03	-0.07	-0.12	-0.16	-0.20
	1.0	-0.03	0.09	0.13	0.13	0.11	0.08	0.06	0.03	-0.01	-0.03

F-4　矩形管道 Y 形合流三通

表　14-23-4f

支　通　道　ξ_{13}

A_3/A_2	A_3/A_1	L_3/L_1								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	-0.50	0	0.50	1.2	2.2	3.7	5.8	8.4	11
0.33	0.25	-1.2	-0.40	0.40	1.6	3.0	4.8	6.8	8.9	11
0.5	0.5	-0.50	-0.20	0	0.25	0.45	0.70	1.0	1.5	2.0
0.67	0.5	-1.0	-0.60	-0.20	0.10	0.30	0.60	1.0	1.5	2.0
1.0	0.5	-2.2	-1.5	-0.95	-0.50	0	0.40	0.80	1.3	1.9
1.0	1.0	-0.60	-0.30	-0.10	-0.04	0.13	0.21	0.29	0.36	0.42
1.33	1.0	-1.2	-0.80	-0.40	-0.20	0	0.16	0.24	0.32	0.38
2.0	1.0	-2.1	-1.4	-0.90	-0.50	-0.20	0	0.20	0.25	0.30

主　通　道　ξ_{12}

A_2/A_1	A_3/A_1	L_3/L_1								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.75	0.25	0.30	0.30	0.20	-0.10	-0.45	-0.92	-1.5	-2.0	-2.6
1.0	0.5	0.17	0.16	0.10	0	-0.08	-0.18	-0.27	-0.37	-0.46
0.75	0.5	0.27	0.35	0.32	0.25	0.12	-0.03	-0.23	-0.42	-0.58
0.5	0.5	1.2	1.1	0.90	0.65	0.35	0	-0.40	-0.80	-1.3
1.0	1.0	0.18	0.24	0.27	0.26	0.23	0.18	0.10	0	-0.12
0.75	1.0	0.75	0.36	0.38	0.35	0.27	0.18	0.05	-0.08	-0.22
0.5	1.0	0.80	0.87	0.80	0.68	0.55	0.40	0.25	0.08	-0.10

当 $A_1=A_2$，$A_3/A_1=0.5\sim1.0$，$L_3/L_1=0.1\sim0.9$ 时，其拟合公式如下

主通道　$$\xi_{12}=0.27\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^{0.7}-1.3\left[\frac{L_3}{L_1}-0.35\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^2\right]\left(\frac{A_3}{A_1}\right)^{0.16}\left(\frac{L_1A_2}{L_2A_1}\right)^2$$

支通道　$$\xi_{13}=\left\{3\left(\frac{L_3}{L_1}\right)-1+4.5\left(\frac{A_1}{A_3}\right)\left(\frac{L_3}{L_1}\right)^{2.5}\left[\left(\frac{A_1}{A_3}\right)^{0.5}-1.41\right]\right\}\left(\frac{L_1A_3}{L_3A_1}\right)^2$$

F-5　T 形合流三通，圆形支管道到矩形主管道

PLC WORLD

表 14-23-5f$_1$

A_3/A_2	A_2/A_1	A_3/A_1
0.5	1.0	0.5

表 14-23-5f$_2$

v_1 /(m/s)	支通道 ξ_{13} L_3/L_1									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<6	-0.63	-0.55	0.13	0.23	0.78	1.30	1.93	3.10	4.88	5.60
>6	-0.49	-0.21	0.23	0.60	1.27	2.06	2.75	3.70	4.93	5.95

主通道的 ξ_{12}见管件 F-2。

F-6 矩形管道合流三通

表 14-23-6f$_1$

A_3/A_2	A_2/A_1	A_3/A_1
0.5	1.0	0.5

表 14-23-6f$_2$

v_1 /(m/s)	支通道 ξ_{13} L_3/L_1									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<6	-0.75	-0.53	-0.03	0.33	1.03	1.10	2.15	2.93	4.18	4.78
>6	-0.69	-0.21	-0.23	0.67	1.17	1.66	2.67	3.36	3.93	5.13

主通道的局部阻力系数 ξ_{12}见管件 F-2。

F-7 矩形管道 45°接入的合流 T 形三通

表 14-23-7f$_1$

A_3/A_2	A_2/A_1	A_3/A_1
0.5	1.0	0.5

表 14-23-7f$_2$

v_1 /(m/s)	支通道 ξ_{13} L_3/L_1									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
<6	-0.83	-0.68	-0.30	0.28	0.55	1.03	1.50	1.93	2.50	3.03
>6	-0.72	-0.52	-0.23	0.34	0.76	1.14	1.83	2.01	2.90	3.63

主通道 ξ_{12}见管件 F-2。

F-8 圆管道 Y 形分流三通

PLC WORLD

支通道 ξ_{13}

(1) $\theta = 30°$

表　14-23-8f_1

A_3/A_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.75	0.55	0.40	0.28	0.21	0.16	0.15	0.16	0.19
0.7	0.72	0.51	0.36	0.25	0.18	0.15	0.16	0.20	0.26
0.6	0.69	0.46	0.31	0.21	0.17	0.16	0.20	0.28	0.39
0.5	0.65	0.41	0.26	0.19	0.18	0.22	0.32	0.47	0.67
0.4	0.59	0.33	0.21	0.20	0.27	0.40	0.62	0.92	1.3
0.3	0.55	0.28	0.24	0.38	0.76	1.3	2.0	—	—
0.2	0.40	0.26	0.58	1.3	2.5	—	—	—	—
0.1	0.28	1.5	—	—	—	—	—	—	—

(2) $\theta = 45°$

表　14-23-8f_2

A_3/A_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.78	0.62	0.49	0.40	0.34	0.31	0.32	0.35	0.40
0.7	0.77	0.59	0.47	0.38	0.34	0.32	0.35	0.41	0.50
0.6	0.74	0.56	0.44	0.37	0.35	0.36	0.43	0.54	0.68
0.5	0.71	0.52	0.41	0.38	0.40	0.45	0.59	0.78	1.0
0.4	0.66	0.47	0.40	0.43	0.54	0.69	0.95	1.3	1.7
0.3	0.66	0.48	0.52	0.73	1.2	1.8	2.7	—	—
0.2	0.56	0.56	1.0	1.8	—	—	—	—	—
0.1	0.60	2.1	—	—	—	—	—	—	—

(3) $\theta = 60°$

表　14-23-8f_3

A_3/A_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.83	0.71	0.62	0.56	0.52	0.50	0.53	0.60	0.68
0.7	0.82	0.69	0.61	0.56	0.54	0.54	0.60	0.70	0.82
0.6	0.81	0.68	0.60	0.58	0.58	0.61	0.72	0.87	1.1
0.5	0.79	0.66	0.61	0.62	0.68	0.76	0.94	1.2	1.5
0.4	0.76	0.65	0.65	0.74	0.89	1.1	1.4	1.8	2.3
0.3	0.80	0.75	0.89	1.2	1.8	2.6	3.5	—	—
0.2	0.77	0.96	1.6	2.5	—	—	—	—	—
0.1	1.0	2.9	—	—	—	—	—	—	—

PLC WORLD

(4) $\theta=90°$

表 14-23-8f$_4$

A_3/A_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.95	0.92	0.92	0.93	0.94	0.95	1.1	1.2	1.4
0.7	0.95	0.94	0.95	0.98	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
0.6	0.96	0.97	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.7	2.0
0.5	0.97	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.8	2.1	2.5
0.4	0.99	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	—	—
0.3	1.1	1.4	1.8	2.3	—	—	—	—	—
0.2	1.3	1.9	2.9	—	—	—	—	—	—
0.1	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—

主通道 ξ_{12}

表 14-23-8f$_5$

v_2/v_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
ξ_{12}	0.35	0.28	0.22	0.17	0.13	0.09	0.06	0.02	0

其拟合公式如下

主通道
$$\xi_{12}=0.35\left(\frac{L_1A_2}{L_2A_1}-1\right)^2$$

对支通道，假设 $c=\dfrac{L_3A_1}{L_1A_3}$

当 $\theta=45°$时，
$$\xi_{13}=\left[0.4+(c-0.81)^2\right]/c^2$$

当 $\theta=90°$时，
$$\xi_{13}=0.5+\frac{1}{c^2}$$

当 θ 为其它值时，分为两种情况：

$c<\cos\theta$ 时
$$\xi_{13}=\left[\sin^2\theta+(\cos\theta-c)^2\right]/c$$

$c\geqslant\cos\theta$ 时
$$\xi_{13}=\left[\sin^2\theta+0.5c\,(c-\cos\theta)\right]/c^2$$

F-9 圆管道 T 形 90°锥形分流三通

表 14-23-9f

	支 通 道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.85	0.74	0.62	0.52	0.42	0.36	0.32	0.32	0.37	0.52

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-10 圆管道 T 形 45°锥形分流三通

表 14-23-10f

	支 通 道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.84	0.61	0.41	0.27	0.17	0.12	0.12	0.14	0.18	0.27

PLC WORLD

主通道的局部阻力系数 ξ_{12}见管件 F-8。

F-11　圆管道 T 形 90°分流三通，转 90°接 90°弯头，支通道和主通道夹角为 90°

表　14-23-11f

	支　通　道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	1.03	1.08	1.18	1.33	1.56	1.86	2.2	2.6	3.0	3.4

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-12　圆管道 T 形分流三通，转 45°带 45°弯头，支通道 90°接至主通道

表　14-23-12f

	支　通　道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	1.32	1.51	1.60	1.65	1.74	1.87	2.0	2.2	2.5	2.7

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-13　圆管道 T 形 90°锥形分流三通，转 45°接 45°弯头，支管道 90°接自主管道

表　14-23-13f

	支　通　道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.94	0.88	0.84	0.80	0.82	0.84	0.87	0.90	0.95	1.02

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-14　圆管道 45°T 形分流三通，转 45°接 60°弯头，支管道 90°接自主管道

表　14-23-14f

	支　通　道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.88	0.77	0.68	0.65	0.69	0.73	0.88	1.14	1.54	2.2

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-15　圆管道 45°锥形分流三通，转 45°接 60°弯头，支管道 90°接自主管道

表　14-23-15f

	支　通　道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.82	0.63	0.52	0.45	0.42	0.41	0.40	0.41	0.45	0.56

主管道 ξ_{12}同管件 F-8。

F-16　T 形 45°分流三通，支通道和主通道为锥形，支通道带 45°弯头，支通道和主通道夹角为 90°。

PLC WORLD

表 14-23-16f

支 通 道									
v_3/v_1	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
ξ_{13}	0.76	0.60	0.52	0.50	0.51	0.52	0.56	0.6	0.68
v_3/v_1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
ξ_{13}	0.86	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.1	3.7	4.2

主 通 道										
v_2/v_1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{12}	0.14	0.06	0.05	0.09	0.18	0.30	0.46	0.64	0.84	1.0

F-17 圆管道 90°分流三通，转 45°接 60°弯头，支通道和主通道夹角为 45°

表 14-23-17f

支 通 道										
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.06	0.15	1.29	1.45	1.65	1.89	2.2	2.5	2.9	3.3

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-18 圆管道 90°T 形锥形三通，转 45°带 60°弯头，主通道和支通道夹角为 45°

表 14-23-18f

支 通 道											
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.95	0.90	0.86	0.81	0.79	0.79	0.81	0.86	0.96	1.10

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-19 圆管道 45°T 形分流三通，转 45°接 30°弯头，支通道和主通道夹角为 45°

表 14-23-19f

支 通 道											
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.84	0.72	0.62	0.54	0.50	0.56	0.71	0.92	1.22	1.66

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-20 圆管道 T 形 90°锥形分流三通，转 45°接 30°弯头，支通道和主通道夹角为 45°

表 14-23-20f

支 通 道											
v_3/v_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
ξ_{13}	1.0	0.93	0.71	0.55	0.44	0.42	0.42	0.44	0.47	0.54	0.62

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

PLC WORLD

F-21　矩形管道 Y 形分流三通

表　14-23-21f

支　通　道　ξ_{13}

A_3/A_2	A_3/A_1	L_3/L_1								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	0.55	0.50	0.60	0.85	1.2	1.8	3.1	4.4	6.0
0.33	0.25	0.35	0.35	0.50	0.80	1.3	2.0	2.8	3.8	5.0
0.5	0.5	0.62	0.48	0.40	0.40	0.48	0.60	0.78	1.1	1.5
0.67	0.5	0.52	0.40	0.32	0.30	0.34	0.44	0.62	0.92	1.4
1.0	0.5	0.44	0.38	0.38	0.41	0.52	0.68	0.92	1.2	1.6
1.0	1.0	0.67	0.55	0.46	0.37	0.32	0.29	0.29	0.30	0.37
1.33	1.0	0.70	0.60	0.51	0.42	0.34	0.28	0.26	0.26	0.29
2.0	1.0	0.60	0.52	0.43	0.33	0.24	0.17	0.15	0.17	0.21

主　通　道　ξ_{12}

A_3/A_2	A_3/A_1	L_3/L_1								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	-0.01	-0.03	-0.01	0.05	0.13	0.21	0.29	0.38	0.46
0.33	0.25	0.08	0	-0.02	-0.01	0.02	0.08	0.16	0.24	0.34
0.5	0.5	-0.03	-0.06	-0.05	0	0.06	0.12	0.19	0.27	0.35
0.67	0.5	0.04	-0.02	-0.04	-0.03	-0.01	0.04	0.12	0.23	0.37
1.0	0.5	0.72	0.48	0.28	0.13	0.05	0.04	0.09	0.18	0.30
1.0	1.0	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	0.06	0.13	0.22	0.30	0.38
1.33	1.0	0.10	0.01	-0.03	-0.03	-0.01	0.03	0.10	0.20	0.30
2.0	1.0	0.62	0.38	0.23	0.13	0.08	0.05	0.06	0.10	0.20

当 $A_1 = A_2$ 时，其拟合公式如下

主通道　$\xi_{12} = \left[-0.05 + 0.77\left(0.15 - \frac{L_3}{L_1}\right)^2 + 0.12\left(\frac{L_3}{L_1}\right)\left(0.5\frac{A_1}{A_3} - 1\right)^2 \right]\left(\frac{L_1 A_2}{L_2 A_1}\right)^2$

支通道　$\xi_{13} = \left[0.29\left(2 - \frac{A_3}{A_1}\right)^{0.9} + \left(0.7\frac{A_3}{A_1} - \frac{L_3}{L_1}\right)^2\left(\frac{A_1}{A_3}\right)^{1.6}\right]\left(\frac{A_3 L_1}{A_1 L_3}\right)^2$

F-22　矩形管道 Y 形分流三通

表　14-23-22f

支　通　道　ξ_{13}

$\theta/(°)$	v_3/v_1												
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
15	0.81	0.65	0.51	0.38	0.28	0.20	0.11	0.06	0.14	0.30	0.51	0.76	1.0
30	0.84	0.69	0.56	0.44	0.34	0.26	0.19	0.15	0.15	0.30	0.51	0.76	1.0
45	0.87	0.74	0.63	0.54	0.45	0.38	0.29	0.24	0.23	0.30	0.51	0.76	1.0
60	0.90	0.82	0.79	0.66	0.59	0.53	0.43	0.36	0.33	0.39	0.51	0.76	1.0
90	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

PLC WORLD

（续）

主通道 ξ_{12}						
	$\theta/(°)$	15～60		90		
v_2/v_1	A_2/A_1					
	0～1.0	0～0.4	0.5	0.6	0.7	≥0.8
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.1	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
0.2	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
0.3	0.50	0.50	0.52	0.52	0.50	0.50
0.4	0.36	0.36	0.40	0.38	0.37	0.36
0.5	0.25	0.25	0.30	0.28	0.27	0.25
0.6	0.16	0.16	0.23	0.20	0.18	0.16
0.8	0.04	0.04	0.17	0.10	0.07	0.04
1.0	0	0	0.20	0.10	0.05	0
1.2	0.07	0.07	0.36	0.21	0.14	0.07
1.4	0.39	0.39	0.79	0.59	0.39	—
1.6	0.90	0.90	1.4	1.2	—	—
1.8	1.8	1.8	2.5	—	—	—
2.0	3.2	3.2	4.0	—	—	—

F-23　T形分流三通，主通道为锥形和支通道45°斜口接出

表　14-23-23f

支通道											
L_3/L_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ξ_{13}	1.4	1.2	0.96	0.82	0.68	0.56	0.49	0.47	0.48	0.50	0.54
主通道											
L_2/L_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ξ_{12}	0.22	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.35	0.53

F-24　T形三通，矩形主通道至圆形支通道

表　14-23-24f

支通道 ξ_{13}									
v_3/v_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	1.00								
0.4	0.01	1.07							
0.6	1.14	1.10	1.08						
0.8	1.18	1.31	1.12	1.13					
1.0	1.30	1.38	1.20	1.23	1.26				
1.2	1.46	1.58	1.45	1.31	1.39	1.48			
1.4	1.70	1.82	1.65	1.51	1.56	1.64	1.71		
1.6	1.93	2.06	2.00	1.85	1.70	1.76	1.80	1.88	
1.8	2.06	2.17	2.20	2.13	2.06	1.98	1.99	2.00	2.07

PLC WORLD

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-25　T形分流三通，矩形主通道至圆形支通道

表　14-23-25f

	支　通　道					
v_3/v_1	0.40	0.50	0.75	1.0	1.3	1.5
ξ_{13}	0.80	0.83	0.90	1.0	1.1	1.4

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-26　T形分流三通，矩形主通道、支通道

表　14-23-26f

	支　通　道　ξ_{13}								
v_3/v_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	1.03								
0.4	1.04	1.01							
0.6	1.11	1.03	1.05						
0.8	1.16	1.21	1.17	1.12					
1.0	1.38	1.40	1.30	1.36	1.27				
1.2	1.52	1.61	1.68	1.91	1.47	1.66			
1.4	1.79	2.01	1.90	2.31	2.28	2.20	1.95		
1.6	2.07	2.28	2.13	2.71	2.99	2.81	2.09	2.20	
1.8	2.32	2.54	2.64	3.09	3.72	3.48	2.21	2.29	2.57

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-27　T形分流三通，矩形主通道、支通道，45°斜接

表　14-23-27f

	支　通　道　ξ_{13}								
v_3/v_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	0.91								
0.4	0.81	0.79							
0.6	0.77	0.72	0.70						
0.8	0.78	0.73	0.69	0.66					
1.0	0.78	0.98	0.85	0.79	0.74				
1.2	0.90	1.11	1.16	1.23	1.03	0.86			
1.4	1.19	1.22	1.26	1.29	1.54	1.25	0.92		
1.6	1.35	1.42	1.55	1.59	1.63	1.50	1.31	1.09	
1.8	1.44	1.50	1.75	1.74	1.72	2.24	1.53	1.40	1.17

主通道 ξ_{12}见管件 F-8。

F-28　T形分流三通，矩形主通道和支通道，45°斜接并带阀门。

PLC WORLD

表 14-23-28f

v_3/v_1	支通道 ξ_{13} L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	0.61								
0.4	0.46	0.61							
0.6	0.43	0.50	0.54						
0.8	0.39	0.43	0.62	0.53					
1.0	0.34	0.57	0.77	0.73	0.68				
1.2	0.37	0.64	0.85	0.98	1.07	0.83			
1.4	0.57	0.71	1.04	1.16	1.54	1.36	1.18		
1.6	0.89	1.08	1.28	1.30	1.69	2.09	1.81	1.47	
1.8	1.33	1.34	2.04	1.78	1.90	2.40	2.77	2.23	1.92

主通道 ξ_{12}见管件 F-30。

F-29 T形分流三通，矩形主通道和支通道并带阀门

表 14-23-29f

v_3/v_1	支通道 ξ_{13} L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	0.58								
0.4	0.67	0.64							
0.6	0.78	0.76	0.75						
0.8	0.88	0.98	0.81	1.01					
1.0	1.12	1.05	1.08	1.18	1.29				
1.2	1.49	1.48	1.40	1.51	1.70	1.91			
1.4	2.10	2.21	2.25	2.29	2.32	2.48	2.53		
1.6	2.72	3.30	2.84	3.09	3.30	3.19	3.29	3.16	
1.8	3.42	4.58	3.65	3.92	4.20	4.15	4.14	4.10	4.05

主通道 ξ_{12}见管件 F-30。

F-30 矩形管道T形分流三通带分流板

表 14-23-30f

v_3/v_1	支通道 ξ_{13} L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	0.60								
0.4	0.62	0.69							
0.6	0.74	0.80	0.82						
0.8	0.99	1.10	0.95	0.90					
1.0	1.48	1.12	1.41	1.24	1.21				

PLC WORLD

（续）

支　通　道　ξ_{13}									
v_3/v_1	L_3/L_1								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1.2	1.91	1.33	1.43	1.52	1.55	1.64			
1.4	2.47	1.67	1.70	2.04	1.86	1.98	2.47		
1.6	3.17	2.40	2.33	2.53	2.31	2.51	3.13	3.25	
1.8	3.85	3.37	2.89	3.23	3.09	3.03	3.30	3.74	4.11

主　通　道									
v_3/v_1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
ξ_{12}	0.03	0.04	0.07	0.12	0.13	0.14	0.27	0.30	0.25

F-31　矩形管道 Y 形对称三通

表　14-23-31f

合　流(→)			分　流(←)		
A_2/A_1 或 A_3/A_1	0.50	1.0	A_2/A_1 或 A_3/A_1	0.50	0.0
ξ_{12}或 ξ_{13}	0.23	0.07	ξ_{12}或 ξ_{13}	0.30	0.25

其拟合公式如下

对合流三通　　ξ_{12}或 $\xi_{13}=0.29\left(\dfrac{A_2}{A_1}\right)^{0.3}$

对分流三通　　ξ_{12}或 $\xi_{13}=\left(\dfrac{A_2}{A_1}\right)^{1.7}$

F-32　矩形或圆形管道 Y 形三通

表　14-23-32f

合　流(→)											
ξ_{12}或 ξ_{13}											
$\theta_2=\theta_3$ /(°)	L_2/L_1 或 L_3/L_1										
	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.0
15	-2.6	-1.9	-1.3	-0.77	-0.30	0.10	0.41	0.67	0.85	0.97	1.0
30	-2.1	-1.5	-1.0	-0.53	-0.10	0.28	0.69	0.91	1.1	1.4	1.6
45	-1.3	-0.93	-0.55	-0.16	0.20	0.56	0.92	1.3	1.6	2.0	2.3

分　流(←)													
ξ_{12}或 ξ_{13}													
$\theta_2=\theta_3$ /(°)	L_2/L_1 或 L_3/L_1												
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
15	0.81	0.65	0.51	0.38	0.28	0.20	0.11	0.06	0.14	0.30	0.51	0.76	1.0
30	0.84	0.69	0.56	0.44	0.34	0.26	0.19	0.15	0.15	0.30	0.51	0.76	1.0
45	0.87	0.74	0.63	0.54	0.45	0.38	0.29	0.24	0.23	0.30	0.51	0.76	1.0
60	0.90	0.82	0.79	0.66	0.59	0.53	0.43	0.36	0.33	0.39	0.51	0.76	1.0
90	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

PLC WORLD

设 $$c=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2\left(\frac{A_1}{A_2}\right)\cos\theta_2+\left(\frac{L_3}{L_1}\right)^2\left(\frac{A_1}{A_3}\right)\cos\theta_3$$

其拟合公式如下：

当 $c>1$ 时

$$\xi_{12}\text{或 }\xi_{13}=1-(2c-1)\left(\frac{L_1A_2}{L_2A_1}\right)^2$$

当 $c\leqslant 1$ 时

$$\xi_{12}\text{或 }\xi_{13}=1-(c^2+0.5c-0.5)\left(\frac{L_1A_2}{L_2A_1}\right)^2$$

管件 G 阻挡物的局部阻力系数(见表 14-24-1g～11g 及对应图 14-11-1g～12g)

G-1 圆形碟阀

表 14-24-1g

$\theta/(°)$	0	10	20	30	40	50	60
ξ_0	0.20	0.52	1.5	4.5	11	29	108

其拟合公式为： $$\xi_0=0.2e^{0.1\theta}$$

G-2 矩形碟阀

表 14-24-2g

$\theta/(°)$	0	10	20	30	40	50	60
ξ_0	0.04	0.33	1.2	3.3	9.0	26	70

其拟合公式为： $$\xi_0=0.131e^{0.105\theta}$$

G-3 圆形插板阀

表 14-24-3g

h/D	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
A_h/A_0	0.25	0.38	0.50	0.61	0.71	0.81	0.90	0.96
ξ_0	35	10	4.6	2.1	0.98	0.44	0.17	0.06

其拟合公式如下：

当 $h/D>0.4$ 时

$$\xi_0=400e^{-12.5\left(\frac{h}{D}\right)}+1.9$$

当 $h/D\leqslant 0.4$ 时

$$\xi_0=105e^{-7.8\left(\frac{h}{D}\right)}-0.033$$

G-4 矩形插板阀

表 14-24-4g

a/b	ξ_0						
	a'/a						
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.5	14	6.9	3.3	1.7	0.83	0.32	0.09

PLC WORLD

（续）

a/b	ξ_0						
	a'/a						
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1.0	19	8.8	4.5	2.4	1.2	0.55	0.17
1.5	20	9.1	4.7	2.7	1.2	0.47	0.11
2.0	18	8.8	4.5	2.3	1.1	0.51	0.13

其拟合公式如下：

当 $a/b<1$ 时

$$\xi_0=\left[132e^{-6.6\left(\frac{a'}{a}\right)}-0.2\right]\left(\frac{a}{b}\right)^{0.4}$$

当 $a/b\geqslant 1$ 时

$$\xi_0=132e^{-6.6\left(\frac{a'}{a}\right)}-0.2$$

G-5　矩形管道流线型叶片碟阀

表　14-24-5g

$\theta/(°)$	0	10	20	30	40	50	60
ξ_0	0.50	0.65	1.6	4.0	9.4	24	67

其拟合公式为

$$\xi_0=0.5e^{0.08\theta}-0.045\theta$$

G-6　矩形管道平行式多叶阀

表　14-24-6g

$\frac{l}{s}$	ξ_0								
	$\theta/(°)$								
	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.3	116	32	14	9.0	5.0	2.3	1.4	0.79	0.52
0.4	152	38	16	9.0	6.0	2.4	1.5	0.85	0.52
0.5	188	45	18	9.0	6.0	2.4	1.5	0.92	0.52
0.6	245	45	21	9.0	5.4	2.4	1.5	0.92	0.52
0.8	284	55	22	9.0	5.4	2.5	1.5	0.92	0.52
1.0	361	65	24	10	5.4	2.6	1.6	1.0	0.52
1.5	576	102	28	10	5.4	2.7	1.6	1.0	0.52

$$\frac{l}{s}=\frac{nb}{2(a+b)}$$

式中　l——合计的阀门叶片总长度(mm)；

s——管道的周长(mm)；

n——阀门叶片的数量；

b——平行于叶片轴的管道尺寸(mm)。

G-7　矩形管道对开式多叶阀

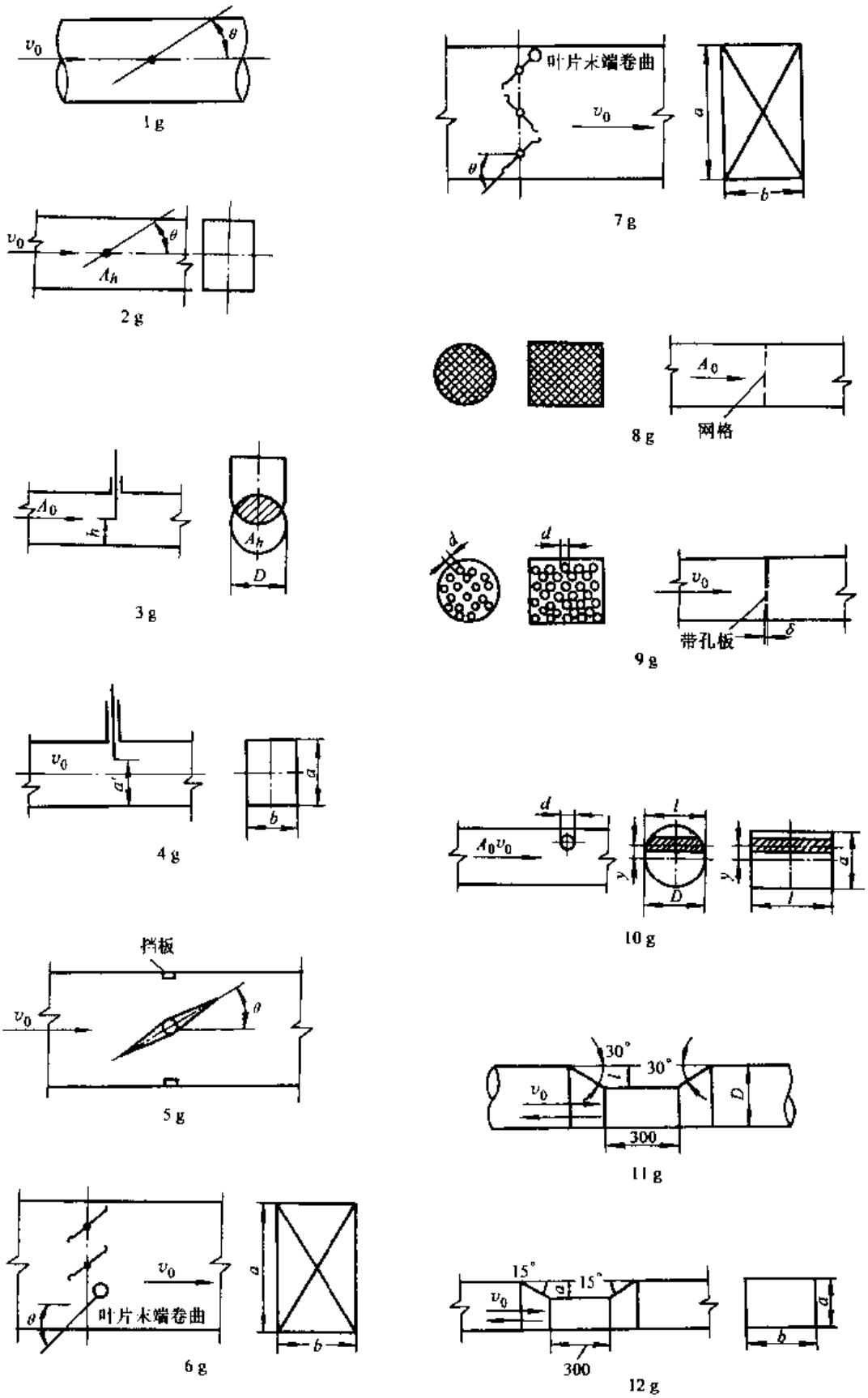


图 14-11 阻挡物的局部阻力系数用简图

l、s 的说明见管件 G-6。

其拟合公式如下

PLC WORLD

表　14-24-7g

$\frac{l}{s}$	ξ_0								
	$\theta/(°)$								
	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.3	807	284	73	21	9.0	4.1	2.1	0.85	0.52
0.4	915	332	100	28	11	5.0	2.2	0.92	0.52
0.5	1045	377	122	33	13	5.4	2.3	1.0	0.52
0.6	1121	411	148	38	14	6.0	2.3	1.0	0.52
0.8	1299	495	188	54	18	6.6	2.4	1.1	0.52
1.0	1521	547	245	65	21	7.3	2.7	1.2	0.52
1.5	1654	677	361	107	28	9.0	3.2	1.4	0.52

当 $\theta \leqslant 25°$ 时

$$\xi_0 = 0.52 + 0.01\left(\frac{l}{s}\right)^{0.36}\theta^{1.8}$$

当 $\theta = 25° \sim 55°$ 时

$$\xi_0 = 0.01\left(\frac{l}{s}\right)^{[0.36+0.015(\theta-20)]}\theta^{[1.8+0.014(\theta-20)]}$$

当 $\theta = 55° \sim 80°$ 时

$$\xi_0 = 0.98\times10^{-9}\theta^{6.4}\left(\frac{l}{s}\right)^{(2-0.019\theta)}$$

G-8　管道中安有网格的矩形和圆形管道

表　14-24-8g

n	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90	1.0
ξ_0	6.2	3.0	1.7	1.3	0.97	0.75	0.58	0.44	0.32	0.14	0

$$n = \frac{A_{0r}}{A_0}$$

式中　n——网格的过风面积比；

A_{0r}——网格的全部可流通面积(mm^2)；

A_0——管道面积(mm^2)。

G-9　矩形和圆形管道中的较厚的带孔板

$$\delta/d \geqslant 0.015$$

$$A_{0r} = \pi d^2/4$$

$$n = \Sigma A_{0r}/A_0$$

式中　A_0——管道面积$(mm)^2$；

A_{0r}——小孔面积$(mm)^2$；

d——孔洞的直径(mm)；

n——板的过风面积比；

δ——板的厚度(mm)。

PLC WORLD

表 14-24-9g

δ/d	ξ_0								
	n								
	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
0.015	52	30	18	8.2	4.0	2.0	0.97	0.42	0.13
0.2	48	28	17	7.7	3.8	1.9	0.91	0.40	0.13
0.4	46	27	17	7.4	3.6	1.8	0.88	0.39	0.13
0.6	42	24	15	6.6	3.2	1.6	0.80	0.36	0.13

G-10 矩形和圆形管道中有光滑的圆柱体

$$A'/A_0 < 0.3$$

$$A' = dl$$

$$\xi_0 = \varepsilon\xi_0'$$

表 14-24-10g$_1$

Re'	ξ_0'			
	A'/A_0			
	0.05	0.10	0.15	0.20
0.1	3.9	8.4	14	19
0.5	1.5	3.2	5.2	7.1
1	0.66	1.4	2.3	3.2
5	0.30	0.64	1.1	1.4
10	0.17	0.38	0.62	0.84
50	0.11	0.24	0.38	0.52
100	0.10	0.21	0.35	0.47
$(0.5\sim200)\times10^3$	0.07	0.15	0.24	0.33
3×10^5	0.07	0.16	0.26	0.35
4×10^5	0.05	0.11	0.19	0.25
5×10^5	0.04	0.09	0.14	0.19
$(6\sim10)\times10^5$	0.02	0.05	0.07	0.10

当圆柱体不在管道中心线时，按表 14-24-10g$_2$ 修正。

表 14-24-10g$_2$

y/D、y/a	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
ε	1.0	0.97	0.93	0.89	0.84	0.79	0.74	0.67	0.58

注：y 为圆柱体中心线到管道中心线的距离。

G-11 圆管道压低以避开阻挡物

$$l/D = 0.33$$

$$\xi_0 = 0.24$$

G-12 矩形管道压低以避开阻挡物

三、局部阻力系数的选用

有关各种管件的局部阻力系数，国内外学者发表了不少文章，提供了大量数据，本节推荐

PLC WORLD

表　14-24-11g

b/a	ξ_0			
	a'/a			
	0.125	0.15	0.25	0.30
1.0	0.26	0.30	0.33	0.35
4.0	0.10	0.14	0.22	0.30

了一批适用的局部阻力系数，供读者选用。有兴趣的读者可参考其它资料进行计算、分析和比较。

四、管道内的压力分布

本文分析单风机的通风系统管道内的压力分布。

图 14-12 表示一个单风机的通风系统，包括一个轴流式风机、送风道和回风道，以及该系统管道内的压力变化，画出全压值 p_q 和静压值 p_j 相对于室外大气压力的变化斜率。

从图 14-12 上分析可以得出，对于断面积不变的管道和弯头，全压和静压的损失是相等的。在断面不变的管道中，压力的损失完全是由于摩擦阻力所致。对于断面不变的管件如弯头，其压力损失则为摩擦阻力和局部阻力之和。

从图 14-12 扩张段③和⑦看，动压值 p_d 减小了，全压减小了，而静压可能增大，在这些管段上所表示的静压值的增加就是一般所知道的静压复得。

在图 14-12 收缩段②和⑥，沿着空气的流动方向，动压值加大了，而全压值和静压值都减小了，但它们减小的值是不等的。

在图 14-12 的出风口处⑧，全压的损失取决于出风口的形状和流动特性，从前面所给出的出风口的局部阻力系数可知，其值可大于 1、小于 1 或等于 1。对于局部阻力系数的这几种可能性，其全压和静压值的变化均在图中表出了。当局部阻力系数小于 1 时，在要离开出风口

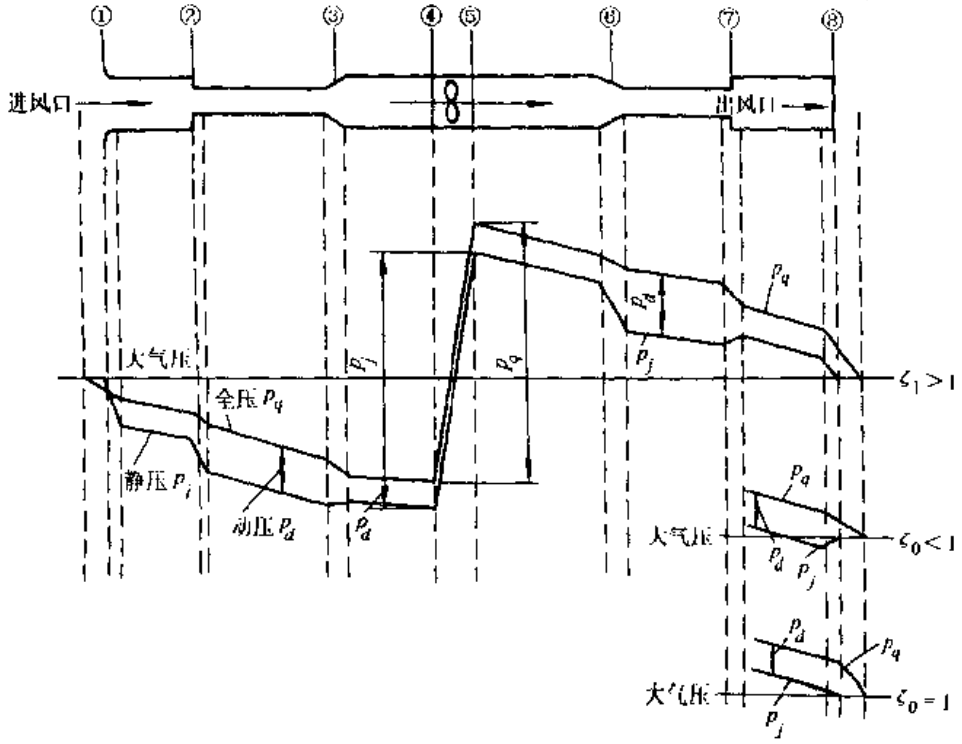


图 14-12　管道内的压力变化

PLC WORLD

前，其静压值小于大气压(即为负值)。该处的静压值可按其总压值减去动压值而计算得。

在图 14-12 的进风口①处，压力损失取决于进风口的形状。刚离开进风口处，其全压值为气流上方即进口处的大气压力(在这儿我们设定为零)和部件局部阻力之差。在进风口的进口处，静压值为零，刚离开进口处其静压为负值，其代数和等于全压值(在这儿为负值)和动压值之差。

从图 14-12 中可以看出，不论在管道的哪个断面上，全压值总是等于静压和动压之和(动压总是为正值)。

从图 14-12 中分析可知，系统的全压损失 $\Delta p_q = p_{q5} - p_{q4}$，系统的静压损失 $\Delta p_j = p_{j5} - p_{j4}$，但对于风机来说，其全压值应为 $p_q = p_{q5} - p_{q4}$，其静压值应为 $p_j = p_q - p_d = p_{q5} - p_{q4} - p_{d5}$。当风机的进口和出口的风速相等或相近时，则整个系统的全压损失和静压损失基本相等。

五、典型风机连接管道参数（表 14-25）

表 14-25 典型风机连接管道参数

序号	项 目	代 号	单位	数 值
1	进口流量	$q_{v\cdot e}$	m^3/min	20 60 100 150 150 400 400
2	升压	Δp_e	kPa	49 49 49 52.7 49 49 39.2
3	进口法兰直径	$DN_{\cdot S}$	m	0.15 0.25 0.30 0.30 0.30 0.50 0.50
4	出口法兰直径	$DN_{\cdot D}$	m	0.15 0.25 0.30 0.30 0.30 0.50 0.50
5	进口压力（绝）	$p_{B\cdot j}$	kPa	98
6	主轴转速	n	r/min	2950
7	进口密度	$\rho_j = \frac{p_{B\cdot j} \times 1000}{R\ (273 + t_j)}$	kg/m^3	1.16
8	级 数	N		6 6 6 5 5 3 3
9	进气温度	t_j	℃	20
10	轴径系数	N_{sh}		8 8 8 6 6 4 4
11	工作轮进口理论阻塞系数	$\tau_{1\cdot e}$		0.87
12	气体常数	R	$\frac{J}{kg \cdot K}$	287
13	大气压力（绝）	p_B	kPa	1.013
14	比热比	K		1.4
15	进口流量裕度	K_v		1.03
16	升压裕度	K_p		1.061

PLC WORLD

第十五章　风机噪声及其控制

第一节　风机噪声特性

轴流式风机工作时，动叶周期性地承受前面静叶出口的不均匀气流的脉动力作用，动叶后的静叶也同样承受动叶出口不均匀气流的作用，产生噪声；另一方面，由于叶片本身及叶片上压力的不均匀分布，转动时对周围气体及零件的扰动亦构成旋转噪声。离心式风机工作时也由于叶片尾迹，使气流的压力和速度不均匀地作用在它的固定元件上，产生旋转噪声。此外，由于气体流经叶片时产生湍流附面层、旋涡及旋涡脱离，引起叶片上压力分布的脉动而产生涡流噪声。机器的旋转噪声和涡流噪声合成了机器的气动噪声。通风机的转速较低，其噪声以低频宽带和中频宽带为主；鼓风机和压缩机的转速较高，其噪声以高频宽带为主。

本章将重点介绍了风机的噪声特性、降噪吸声措施及消声器的选用实例。

一、风机噪声的主要物理量

1. 声压和声压级

(1) 声压　是指疏密的声波使大气压力产生压强波动的大小称声压。

(2) 声压级 L_p

$$L_p = 20\lg\frac{p}{p_o}(\mathrm{dB}) \tag{15-1}$$

式中　p——声压(Pa)；

p_o——基准声压，$p_o = 2\times10^{-5}$Pa。

2. 声强和声强级

(1) 声强　是指在声波传播方向上单位时间内通过单位面积的声能，即单位面积上的声功率(W/m^2)，称为声强。

对平面波和球面波某处的声强(I)与该处声压的平方成正比。

即
$$I = \frac{p^2}{\rho_o c_o} \tag{15-2}$$

式中　p——有效声压(Pa)；

ρ_o——平衡状态时的空气密度(kg/m^3)；

c_o——空气中声速(m/s)。

(2) 声强级 L_I

$$L_I = 10\lg\frac{I}{I_o} \tag{15-3}$$

式中　I_o——基准声强，$I_o = 10^{-12}W/m^2$。

为了直观，图 15-1 绘出了声压与声压级，声强与声强级，声功率与声功率级的关系。

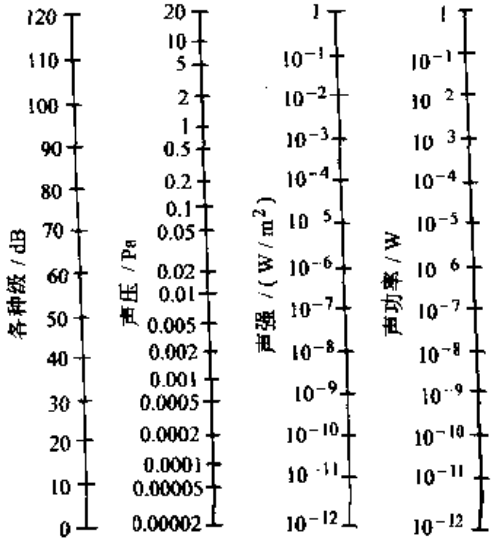


图 15-1　级的换算图

3. 声功率与声功率级

(1) 声功率　是指单位时间内声源向外辐射的总能

PLC WORLD

量(W)。

(2) 声功率级 L_W

$$L_W = 10\lg\frac{W}{W_o} \tag{15-4}$$

式中　W_o——10^{-12} W 为基准声功率；

L_W——声功率级(dB)。

4. 风机噪声频谱特性　频谱为声压级或声功率级随着频谱变化的图形。

< 500Hz 为低频噪声；

> 1000Hz 为高频噪声；

500 ~ 1000Hz 为中频噪声。

风机倍频程和 1/3 倍频程如图 15-2 所示。

风机的频谱用频谱分析器实测得到。

二、声压级的计算

总的 A 声级 L_{At}(dB)计算公式

$$L_{At} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n}10^{L_{Ai}/10}\right) \tag{15-5}$$

n 个 A 声功率级 L_{Wi}(dB)

$$L_{Wt} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n}10^{L_{Wi}/10}\right) \tag{15-6}$$

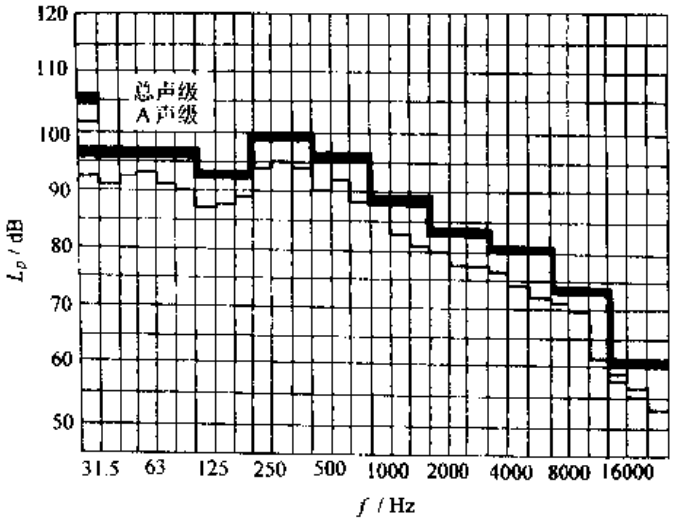


图 15-2　某风机倍频程与⅓倍频程频谱

例(15-1)　已知：一台机器的三个倍频声功率级 $L_{W1} = 100$dB　$L_{W2} = 103$dB　$L_{W3} = 106$dB

求　总的声功率级是多少?

解　按式(15-6)

$$L_{Wt} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n}10^{L_{Wi}/10}\right) =$$
$$10\lg\left(10^{100/10} + 10^{103/10} + 10^{106/10}\right) =$$
$$10\lg\left(10^{10} + 10^{10.3} + 10^{10.6}\right) =$$
$$108.4\text{dB}$$

例(15-2)　已知：有一个 100dB 和一个 98dB 的声音相加。

求　总声压级是多少?

解　1) 先求两个声压级的差值

$$L_{A1} - L_{A2} = 100 - 98 = 2\text{dB}$$

2) 利用图 15-3 找出与差值相对应的增值 $\Delta L = 2.1$dB

3) 将增值加在较大的声压级上便是总声压级

$$L_{At} = L_{A1} + \Delta L = 100 + 2.1 = 102.1\text{dB}$$

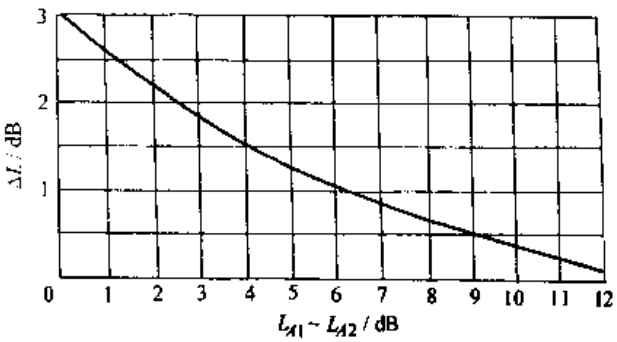


图 15-3　分贝差的增值图

在有周围环境噪声级(本底噪声级)情况下，应由总声压级 L_{At} 减去本底噪声级 L_{AB}

$$L_{As} = 10\lg\left(10^{L_{At}/10} - 10^{L_{AB}/10}\right) \tag{15-7}$$

PLC WORLD

或
$$L_{As}=10\lg\left[\left(\frac{p_{At}}{p_o}\right)^2-\left(\frac{p_{AB}}{p_o}\right)^2\right] \tag{15-8}$$

例(15-3)　已知：某台机器开动时在某一点其 $L_{At}=94\text{dB}$，关闭机器 $L_B=85\text{dB}$。

求　机器的 A 声级 L_{As} 是多少？

解　按式(15-7)

$$L_{As}=10\lg\left(10^{94/10}-10^{85/10}\right)=$$
$$10\lg\left(10^{9.4}-10^{8.5}\right)=93.4\text{dB}$$

上例题也可用图解法求得：

1）总 A 声级 L_{At} 和本底噪声级 L_{AB} 之差 $L_{Ad}=94-85=9\text{dB}$

2）由图 15-4 查得：$\Delta L=0.6\text{dB}$

3）$L_{As}=94-0.6=93.4\text{dB}$

三、风机噪声源的部位和指向性

1. 风机噪声源部位　风机的安装方式不同，声源部位的暴露也不同，风机常见的声源部位如图 15-5 所示。

2. 指向性　噪声的指向性是指声源在自由空间中声辐射的分布情况。通常用极坐标图表示声源的指向性。在极坐标图上，在不同方向上距声源中心同样距离处声压级不一样。频率越高，指向性越强，直达声能越集中于声源辐射轴线附近，如图 15-6 所示。

3. 指向性因数 Q

$$Q=\frac{\bar{I}_q}{\bar{I}} \tag{15-9}$$

式中　$\bar{I}_q$——在一定距离某方向辐射的声强；

q——表示声波辐射的角度；

$\bar{I}$——在相同距离声波辐射面上的平均声强。

对于球面波，声强 I (W/m²)为

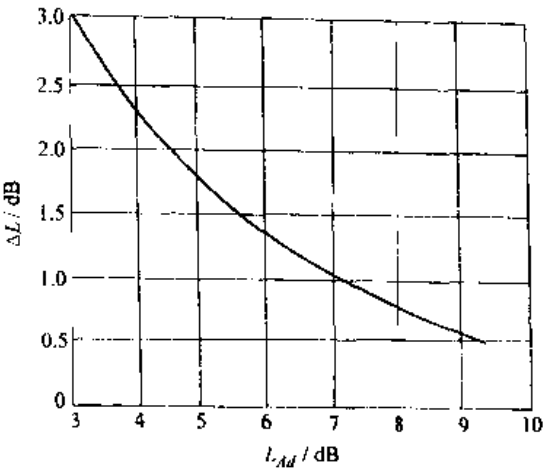


图 15-4　总声级和本底噪声级之差

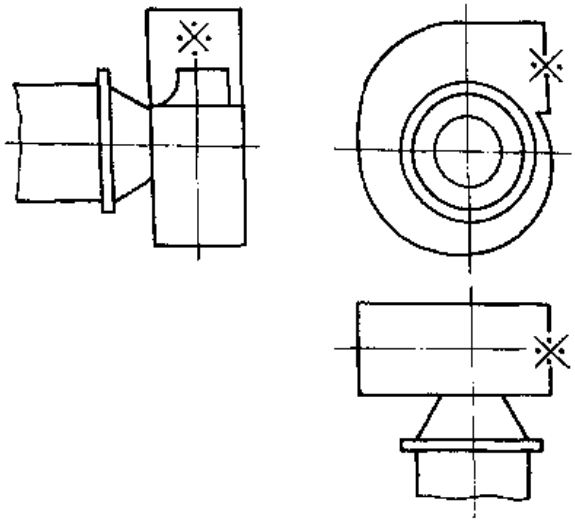


图 15-5　出口噪声源※声源部位(出口)

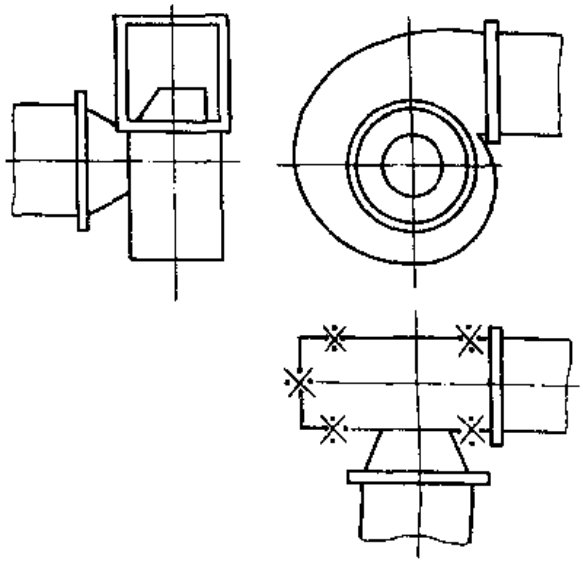


图 15-6　管道辐射噪声※声源源部分(管道)

PLC WORLD

$$I=\frac{p^2}{\rho_o c_o} \tag{15-10}$$

p——均方声压(Pa)；

$\rho_o c_o$——声特性阻抗(N·S/m)。

于是

$$Q=\left(\frac{\frac{p_q^2}{\rho_o c_o}}{\frac{\overline{p}^2}{\rho_o c_o}}\right)_{r=r_1}=\left(\frac{p_q^2}{\overline{p}^2}\right)_{r=r_1} \tag{15-11}$$

式中　$\overline{p}$——在距离 r_1 时，在球面上的平均声压(Pa)。

4. 指向性指数 D_I

$$D_I=10\lg\left(\frac{p_q^2}{\overline{p}^2}\right)_{r=r_1}=10\lg Q=L_{pq}-\overline{L}_p \tag{15-12}$$

式中　L_{pq}——离开噪声源相同距离某个方向的声压级(dB)；

$\overline{L}_p$——离开噪声源相同距离各个方向的平均声压级(dB)。

四、A 声级和比 A 声级

(1) A 声级　当声音信号进入 A 网络(该网络与人耳对不同声音频率的判别相似)中，低频的声音就按比例衰减通过，而 1000Hz 以上的声音无衰减地通过。这种被 A 网络计权 3 的声压级称为 A 声级，其数学表达式为

$$L_A=10\lg\sum_{i=1}^{8}10^{0.1(L_{pi}+\Delta A_i)} \tag{15-13}$$

式中　L_A——倍频带 A 声级；

L_{pi}——倍频带声压级(dB)；

ΔA_i——不同频率的计数衰减值见表 15-1；

i——1，2，3，…，8 代表倍频带中心频率 63，125，250，500，1000，2000，4000，8000Hz。

表 15-1　不同频率的计权衰减值

f/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔA_i/dB	-26.3	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1

(2) 等效连续 A 声级　在声场内的一定点位置上，采用能量平均的方法，将某一段时间内间歇暴露的几个不同 A 声级的噪声，用一个 A 声级来表示该时间内的噪声大小。这个声级即为等效连续 A 声级，用下式表示

$$L_{eq}=10\lg\frac{1}{\Sigma t_i}\Sigma\left(t_i 10^{0.1L_{Ai}}\right) \tag{15-14}$$

式中　L_{eq}——等效连续 A 声级(dB)；

L_{Ai}——人接触的不同 A 声级(dB)；

t_i——接触 L_{Ai} 的时间(h)；

Σt_i——每班工作总时间(h)。

例(15-4)　已知：某风机房噪声级为 92dB (A)，工人每班要进机房巡视 2h，另外在 65dB (A)的操作间停留 6h。

求　工人在一班 8h 内接触到的等效连续 A 声级是多少？

PLC WORLD

解

$$L_{eq}=10\lg\frac{1}{\Sigma t_i}\Sigma\left(t_i10^{0.1L_{Ai}}\right)=$$

$$10\lg\frac{2\times10^{0.1\times92}+6\times10^{0.1\times65}}{2+6}=85\text{dB (A)}$$

例(15-5)　已知：某操作工每班在65dB(A)的操作室工作5h，在机房内工作3h，如噪声允许标准为85dB(A)。

求　机房内最高允许的噪声级是多少？

解

$$L_{eq}=85\text{dB (A)},\quad L_{A1}=65\text{dB},\quad t_1=5\text{h}$$

则

$$L_{A2}=10\lg\frac{\Sigma t_i\times10^{0.1L_{eq}}-t_110^{0.1L_{A1}}}{\Sigma t_i-t_1}=$$

$$10\lg\frac{8\times10^{0.1\times85}-5\times10^{0.1\times65}}{8-5}=$$

$$89\text{dB}$$

(3) 比A声级 L_{sA}

$$L_{sA}=L_A-10\lg\left(q_Vp^2\right)+19.8\text{ (dB)}\qquad(15\text{-}15)$$

式中　q_V——风机额定工况风量(m^3/min)；

p——风机额定工况全压(Pa)；

L_{sA}——风机在最高效率工况运行时的比A声级(dB)；

L_A——风机在最高效率工况运行时的A声级(dB)。

五、风机噪声测量方法和噪声限值

1. 风机噪声测量方法　按GB2888—82《风机和罗茨鼓风机噪声测量方法》进行。

测量项目：风机的进气口或出气口的A声级和63、125、250、500、1K、2K、4K、8K Hz八个倍频率声压级。

测量仪器：用声级计和倍频带滤波器或用与此等效的测量仪器。声级计、倍频带滤波器应符合有关标准规定。

测量条件：测量地点应避免反射声的影响。被测风机在运转状况下，测点至声源点间的距离为1倍和2倍标准长度，其A声级的差值应不小于5dB(A)。测量地点应避免噪声影响。背景A声级和倍频带声压级应比被测机器相应低10dB(A)以上。达不到时，当二者差值在3~9dB(A)时，应按表15-2修正。若差值小于3dB(A)，测量应停止。

表15-2　修正值　(dB)

测点声压级与背景噪声声压级差值	3	4, 5	6, 7, 8, 9
修　正　值	-8	-2	-1

试验装置应满足：

1) 尽量减小被测风机振动产生的噪声和地面及其它物体的反射声。

2) 电动机噪声视为背景噪声。

3) 测量风机机壳噪声时，管道进、出口噪声视为背景噪声，必要时作消声处理。

4) 测量风机进出口噪声时，风筒远端的噪声视为背景噪声，必要时作消声处理。

PLC WORLD

5）测量方法　首先测量测点的背景噪声和声场衰减规律。声级计的传声器应指向声源，测量者应侧向声源。声级计最小读数取0.5dB，指示值摆动时，取指针摆动的平均值。但指示值变动大于±4时，测量应停止。

声级计在测量前、后均需校正。当误差超过声级计时，应重新测量。

风机测点位置按GB2888—82之规定。

2. 通风机噪声限值　按JB/TQn341—84执行。各种形式通风机噪声在最高效率工况点的比A声级L_{sA}限值见表15-3。

表15-3　通风机噪声限值

通风机形式	比A声级L_{sA}/dB	测量部位	通风机形式	比A声级L_{sA}/dB	测量部位
前向叶片离心通风机	≤27	进口	径向叶片离心通风机	≤25	出口
后向板型叶片离心通风机	≤30	出口	轴流通风机	≤38	出口
机翼型叶片离心通风机	≤25	出口			

六、风机的频谱特性

不同的风机参数，有着不同的频谱。其频率特性主要取决于风机的叶片数、转速和叶轮直径。

根据大量测量得知：当离心风机的叶片数为10～12片，转速为1450～2900r/min时，其基频都落在倍频带中心频率250～500Hz范围内，主要频带为250～4000Hz；当转速为250～1450r/min时，基频落在倍频带中心频率63～125Hz范围内，主要频率范围为125～2000Hz。

表15-4、表15-5、表15-6、表15-7和表15-8是对五种类型通风机在最佳工况点测量的A声级。比A声级是根据A声级、流量和全压计算出的。列于表15-9；五种典型风机倍频带中心频率的声压级列于表15-10、表15-11、表15-12、表15-13、表15-14和表15-15中。

表15-4　9-19系列离心式通风机的噪声级

型号	最佳工况点					L_A/dB
	ψ	q_v /(m^3/min)	P_{tF} /Pa	η /%	n /(r/min)	
9-19No5	0.0395	36.75	6334	79.91	2977	92
9-19No5	0.0466	41.68	6269	83.18	2909	99
9-19No5	0.0500	45.37	5706	85.33	2900	91
9-19No5	0.0428	38.32	6219	78.55	2973	95
9-19No5①	0.0470	41.90	6053	75.40	2900	93.5
9-19No5②	0.0467	41.80	6006	72.10	2900	94
9-19No6	0.0424	64.65	8830	86.00	2900	93
9-19No6	0.0443	67.08	9327	86.75	2900	94.5
9-19No6	0.0523	80.33	8818	87.06	2900	97
9-19No6.3	0.0612	0.94	2274	0.75	2900	94.8
9-19No6.3A③	0.0490	86.90	9239	85.60	2900	98
9-19No6.3A④	0.0480	85.80	9023	83.10	2900	97.5
9-19No8	0.0420	76.97	4125	80.07	1450	86
9-19No8	0.0449	84.45	4054	81.27	1490	87
9-19No10	0.0471	168.52	6762	87.42	1493	93
9-19No10	0.0399	142.63	6288	78.42	1493	92

①、②、③、④　各倍频带声压级值已按额定转速和标准状态换算。

PLC WORLD

表 15-5　9-26 系列离心式通风机的噪声级

型　　号	最佳工况点					L_A/dB
	ψ	q_v /(m³/min)	P_{sF} /Pa	η /%	n /(r/min)	
9-26No4	0.0894	41.98	4051	78.41	2974	87.5
9-26No4	0.0820	38.58	3701	81.90	2900	91
9-26No4	0.1029	47.13	3956	83.55	2980	88
9-26No4	0.0839	38.40	4058	79.49	2985	88.5
9-26No5	0.0890	81.96	6451	77.10	2900	95.5
9-26No6.3	0.1067	190.97	10226	82.91	2973	104
9-26No8	0.0953	174.60	4257	84.25	1494	92
9-26No10	0.1071	39.66	6600	84.90	1489	98

表 15-6　Y5-48 系列离心式通风机噪声级

型　　号	最佳工况点					L_A/dB
	ψ	q_v /(m³/min)	P_{sF} /Pa	η /%	n /(r/min)	
Y5-48No4C	0.1303	29.832	564	84.89	1494	74
Y5-48No4C	0.1688	52.164	1337	79.98	2973	82
Y5-48No4C	0.142	60.000	2272	76.40	2958	91
Y5-48No5C	0.103	93.000	3867	—	2932	100
Y5-48No5C	0.127	116.280	3925	—	2968	98.5
Y5-48No5	0.1411	64.330	808	88.91	1450	78.5
Y5-48No5	0.1218	54.474	534	78.45	1489	75
Y5-48No5C	0.1279	57.000	877	83.03	1488	80
Y5-48No5C	0.1490	114.90	2535	86.56	2964	95
Y5-48No6.3	0.1237	122.82	1874	83.32	1488	83
Y5-48No6.3	0.1241	153.13	1809	85.14	1487	83
Y5-48No6.3	0.1234	218.82	5692	—	2873	103
Y5-48No6.3	0.1330	204.70	2820	87.90	2500	102
Y5-48No8C	0.1190	222.86	2769	82.81	1482	88.5
Y5-48No8C	0.1430	267.59	2392	87.53	1487	87.5
Y5-48No8	0.1202	108.85	2234	86.48	1479	91
Y5-48No10C	0.1293	446.65	3268	86.74	1498	100
Y5-48No10C	0.150	364.380	1662	87.10	1250	92.5

表 15-7　C6-48 系列离心式通风机噪声级

型　　号	最佳工况点					L_A/dB
	ψ	q_v /(m³/min)	P_{sF} /Pa	η /%	n /(r/min)	
C6-48No40	0.1358	32.172	679	79.87	1500	76
C6-48No5	0.1698	74.33	878	83.04	1450	78
C6-48No5C	0.1720	105.90	1841	86.96	2944	76
C6-48No5C	0.1572	72.00	998	76.22	1485	80
C6-48No5①	0.1700	73.20	854	69.92	1400	82
C6-48No6.3	0.1627	160.64	1822	79.76	1482	82

PLC WORLD

（续）

型号	最佳工况点					L_A/dB
	ψ	q_v /(m³/min)	P_{tF} /Pa	η /%	n /(r/min)	
6-48№6.3	0.1618	159.70	1834	80.07	1487	83
6-48№6.3	0.1721	148.65	1499	82.76	1478	87
6-48№6.3C①	0.1620	140.00	1499	80.40	1400	85.5
C6-48№6.3D	0.1758	156.60	1601	—	1444	89.5
C6-48№8D	0.1298	162.00	1396	81.80	987	85
C6-48№8C	0.1870	235.44	1074	—	1000	86.5
6-48№8C	0.1730	327.00	2501	77.10	1489	95
C6-48№8C	0.1860	263.11	1360	77.00	1492	94
6-48№8D	0.1949	364.86	2245	92.48	1482	90
C6-48№8D	0.2067	385.90	2239	93.50	1478	87
C6-48№10C	0.1595	384.92	1898	82.97	978	85

① 各倍频带声压级值已按额定转速和标准状态换算。

表 15-8 轴流式通风机噪声级

风机型号	测点位置	工况	测试环境	噪声级 L_A/dB
JBT51-2 (5.5kW)	局扇进气口 1m	额定	煤矿使用现场	103
JBT52-2 (11kW)				108
JB61-2 (14kW)				114
JBT62-2 (28kW)				118

表 15-9 通风机五种基本结构的比 A 声级 L_{sA} (dB)

前向叶片离心式通风机		前向叶片离心式通风机		后向板型叶片离心式通风机		机翼型叶片离心式通风机		径向叶片离心式通风机		轴流式通风机	
9-19		9-26		5-48		4-68		6-48			
机号	L_{sA}	机号	L_{sA}	机号	L_{sA}	机号	L_{sA}	机号	L_{sA}	机号	L_{sA}
10	13.2	10	15.2	10	21.2	10	11.5	10	13		
10	13.8	10	15.2	10	21.4	10	13.1	8	13.5		
8	14.0	8	15.0	9	18.3	10	15.1	8	16.7		
8	14.8	6.3	20.4	8	15.5	10	15.7	8	17.5		
8	15.0	6	25.5	8	21.9	9	9.7	8	19.1		
6.3	16.7	5	21.3	6.3	15.2	9	17.3	8	20.2		
6.3	18.9	4	13.8	6.3	18.9	8	15.0	8	20.4		
6.3	19.1	4	21.4	6.3	28.5	8	16.5	6.3	14.1		
5	19.5	4	19.1	6.3	28.7	8	16.9	6.3	15.0		
5	20.4			5	21.8	8	17.7	6.3	20.3	DPS 型	25.2
5	21.3			5	22.1	8	17.8	6.3	20.3	$70B_2$-21№28	26
5	21.5			5	22.8	8	18.6	6.3	23.6	$70B_2$-№24	27
5	22			5	23.3	6.3	14.8	5	21.0	JBT52-2	27.7

PLC WORLD

（续）

前向叶片离心式通风机		前向叶片离心式通风机		后向板型叶片离心式通风机		机翼型叶片离心式通风机		径向叶片离心式通风机		轴流式通风机	
9-19		9-26		5-48		4-68		6-48			
机号	L_{wA}	机号	L_{wA}	机号	L_{wA}	机号	L_{wA}	机号	L_{wA}	机号	L_{wA}
5	26.6			5	29.5	6.3	18.0	5	21.7	FB-8No4.5	30.3
6	23.0			5	32.4	6.3	21.2	5	24.5	T35-5	35.7
6	24.0			4	21.5	5	18.3	4	20.3	FE40No12.2	35.5
				4	23.4	5	21.0	4	26.2	2K60-No18	35.9
				4	29.2	5	22.0			$70B_2$-22No18	36.4
						4.5	19.9			JBT51-2	38.5
						4.5	21.5				
						4	21.6				
						4	25.1				
						3.55	21.1				
						3.55	22.8				
						3.15	22.5				
						2.8	21.1				

表 15-10 9-19 离心式通风机倍频带声压级

型号 \ L_{wi}/dB \ f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
9-19No5	85	86	90	90	85	81	79	72
9-19No5	85	86	90	90	85	81	79	72
9-19No5①	89.4	83.9	83.9	92.4	87.9	81.9	77.9	74.4
9-19No5①	96.4	84.5	87.4	93.4	87.4	82.4	78.9	76.9
9-19No6	97	88	94	92.5	87	85	81	73
9-19No6	93	94	95	94	87.5	86	84	76.5
9-19No6	97	92	95	96.5	91	87	85.5	78
9-19No6.3	92.5	93	95.5	91.5	90	87	82.5	76
9-19No6.3A①	83.4	97.9	93.4	97.4	89.4	87.4	84.4	77.9
9-19No6.3A①	92.4	94.9	91.4	96.9	89.4	86.4	83.4	76.9
9-19No8	85	89	92	88	83	78	74	63
9-19No10	91	93	97.5	89	84.5	82	77	74

① 各倍频带声压机值已按额定转速和标准状态换算。

表 15-11 9-26 离心式通风机倍频带声压级

型号 \ L_{wi}/dB \ f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
9-26No4	76	82	87	87	84	76	69	60
9-26No4	84	84	87	87	87	81	80	72
9-26No4	78	79	84	87	85	79	80	76
9-26No4	82	82	85	88	86	82	82	76
9-26No5	81.3	89.3	93.3	92.9	91.3	81.9	78.3	73.3
9-26No6	98	94	100.5	97	99	92	88.5	82
9-26No6.3	89	96	99	100	101	95	94	95
9-26No8	84	88	91	90	84	84	84	86
9-26No10	97	99	99	98	93.5	87	83	77

PLC WORLD

表 15-12 Y5-48 离心式引风机倍频带声压级

型号 \ L_{pi}/dB \ f/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Y5-48No4C	67	68	72	70	71	66	58	50
Y5-48No4C	84	81	84	84	82	81	77	69
Y5-48No5C	72	74	77.5	79	72	69	62	49
Y5-48No5C	80	80	76	73	75	71	66	57
Y5-48No5C	66	72	70	73	78	74	66	53
Y5-48No5C	84	87	88	92	92	86	80	72
Y5-48No6.3	77	71	86	76	76	74	70	64
Y5-48No6.3	75	75	87	78	77	74	69	63
Y5-48No6.3	86	88	88	94	93	89	85	82
Y5-48No8C	86	81	86	84	85.5	82	74	68
Y5-48No8C	87	84	85	83	86	80	72	66.5
Y5-48No8	90	86	90	88	88	83	76	68
Y5-48No10C	93	91	104	96	93	89	83	72
Y5-48No10C	89	90	94.5	92	87.5	88	75	67

表 15-13 C6-48 低中压离心式通风机倍频带声压级

型号 \ L_{pi}/dB \ f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
C6-48No4C	72	74	77	73	74	68	64	57
C6-48No5	73	73	81	78.5	72.5	68	62	51.5
C6-48No5C	90	93	90	98	91	85	82	73
C6-48No5C	77	80	80	75	77	72	65	60
C6-48No5①	73.7	77.7	83.2	73.2	75.2	73.7	69.7	62.2
C6-48No6.3	84	84	83	78	78	75	69	63
C6-48No6.3	83	81	87	76	77	75	72	64
6-48No6.3	85	86	90	82	83	80	73	62
C6-48No6.3①	83.4	81.9	90.9	77.9	78.4	75.9	72.4	65.9
C6-48No8C	85	91	84	81	80.5	78	74.5	66
6-48No8C	94	92	99.5	90	89.5	86	80	72.5
C6-48No8C	91	90	97	91	80	86	80	71
6-48No8D	85	80	86.5	85.5	87.5	82	77	72.5
C6-48No8D	81.5	81	86	85	84.5	78.5	76	71.5
C6-48No10C	89	92	86	82	79	77	73	68

① 各倍频带声压级值已按额定转速和标准状态换算。

表 15-14 4-68 低中压离心式通风机倍频带声压级

型号 \ L_{pi}/dB \ f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
4-68No2.8	64	67	71	74	70	69	63	55
C4-68No3.15	77	78	76	83	79	80	75	66
C4-68No3.55	78	88	81	80	76	78	74	65
C4-68No4	65	72	70	70	72	66	61	54
4-68No4.5	86	88	82	91	85	84	82	71
4-68No4.5	87	85	85	87	84	83	77	72

PLC WORLD

（续）

型　号 \ L_{pi}/dB　f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
4-68№5	68	69	74	72	71.5	72.5	66	59
4-68№5A	87	84	86	90	93	89	83	80
4-68№5C	92	93	85	89	89	89	85	74
4-68№6.3C	82	81	86	90	80	78	73	63
4-68№6.3C	82	75	82	78	80	73	68	58
4-68№8D	77	76	80	77	78	76	71	65
4-68№8D	87	83	87	85	87	82	77	70
G4-68№8D	92	83	93	88	86	82	76	69
G4-68№8D①	86.9	82.9	86.4	84.9	84.9	82.9	77.9	72.9
4-68№8C①	77	79	86	84	84	81	74	70
Y4-68№8D	85	82	87	86	85	81	76	66
Y4-68№9C	83	80	87	80	82	78	71	63
4-68№10C	82	82	86	82.5	85	78.5	72.5	65.5
4-68№10D	81	82	89	82	83	77	73	67
Y4-68№10D	80	82	86	82	81.5	77	73	68

① 各倍频带声压级值已按额定转速和标准状态换算。

表 15-15　轴流式通风机倍频带声压级

型　号 \ L_{pi}/dB　f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
JBT51-2 5.5kW	86	77	87	95	98	98	92	86
JBT52-2 11kW	88	90	92	107	102	102	96	88
JBT61-2 14kW	84	88	98	114	107	100	93	83
JBT62-2 28kW	88	90	103	110	113	112	108	98

七、通风机噪声特性预算方法

1．A 声级的预算　对于同一结构形式的通风机或同一系列的通风机，若已知其比 A 声级 L_{sA}，则各机号的 A 声级 L_A 可按下式计算

$$L_A = L_{sA} + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8 \tag{15-16}$$

由《通风机噪声限值》可知五种结构风机的比 A 声级 L_{sA}，故式(15-16)可写成表 15-16 所列各预算公式：

表 15-16　通风机噪声 A 声级的预算公式

结构形式	预算公式	结构形式	预算公式
前向叶片离心通风机	$L_A = 29 + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8$	径向叶片离心通风机	$L_A = 25 + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8$
后向板型叶片离心通风机	$L_A = 30 + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8$	轴流式通风机	$L_A = 38 + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8$
机翼型叶片离心通风机	$L_A = 25 + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8$		

在通风机基频较低时，通风机 A 声级 L_A 的计算公式改为

PLC WORLD

$$L_A = L_{sA} + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8 - \Delta L_A$$

式中，ΔL_A 为与转速、叶片数、叶轮直径有关的修正值，其值见表 15-17。

表 15-17　A 声级预算值的修正值

基　频　f_0/Hz	$90 < f_0 = 125 < 180$	$180 < f_0 = 250 < 360$	$360 < f_0 = 500$
L_A 修正值 ΔL_A/dB	5 ~ 8	3 ~ 5	0

2. 倍频带声压级的预算

(1) 比倍频带声压级的预算　对于同一系列的离心通风机，若已知该系列某一机号的比倍频带声压级，那么其余各机号的倍频带声压级可以按下式计算

$$L_{pi} = L_{spi} + 10\lg q_v p_{tF}^2 - 19.8$$

各系列比倍频带声压级列于表 15-18。

表 15-18　不同系列通风机模型级和样机的比倍频带声压级 L_{spi}

型　号 \ L_{spi}/dB　中心频率 f_0/Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Y5-48NO5	15.8	17.8	21.3	22.8	15.8	12.8	5.8	-7.2
6-48NO5	15.0	15.0	23.0	20.5	14.5	10.0	4.0	-6.5
G4-68NO5	9.4	10.4	15.4	13.4	12.9	14.4	7.9	0.4
9-19NO6	28.3	23.8	25.8	24.8	19.8	17.3	14.8	6.8
9-26NO4	7.5	13.5	18.5	18.5	15.5	4.5	0.5	-8.5

(2) 由声级计 A 档读数，预算声压级。

$$L_{pi} = L_A - \Delta L_{Api} \tag{15-17}$$

式中　L_{pi}——预算的倍频带声级(dB)；

L_A——由声级计测得的 A 声级(dB)；

ΔL_{Api}——第 i 个频带声压级与 A 声级的差值(dB)，$\Delta L_{Api} = L_A - L_{pi}$ 可由实验确定。ΔL_{Api} 见表 15-19。

表 15-19　离心式通风机的修正值 ΔL_{Api} 和标准偏差

系列类型	转速范围/(r/min)	修正值和标准偏差/dB	倍频带中心频率 f_0/Hz							
			63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
前向叶片离心式通风机 9-19	$1500 \leqslant n \leqslant 3000$	ΔL_{Api}	3.9	4.6	4.4	1.1	6.7	10.2	13.1	19.2
		σ	2.2	3.1	3.0	0.9	1.1	1.4	1.7	1.2
	$960 \leqslant n \leqslant 1500$	ΔL_{Api}	2.0	-1.0	-5	1.5	6.0	10.0	9.5	21.5
		σ	0	1.0	0	2.5	2.0	1.0	3.5	2.5
前向叶片离心式通风机 9-26	$1500 \leqslant n \leqslant 3000$	ΔL_{Api}	9.9	7.3	3.0	2.6	3.3	10.0	12.0	17.5
		σ	4.2	0.9	1.7	1.4	1.0	2.1	4.1	6.0
	$960 \leqslant n \leqslant 1500$	ΔL_{Api}	4.5	2.0	0.5	1.0	6.0	9.5	11.5	14.0
		σ	3.5	2.0	0.5	1.0	2.0	1.5	3.5	7.0
后向板型叶片离心式通风机 5-48	$1500 \leqslant n \leqslant 3000$	ΔL_{Api}	10.5	9.3	8.0	4.7	5.7	9.3	14.0	20.0
		σ	5.4	2.4	4.5	2.3	2.5	2.9	2.9	2.2
	$960 \leqslant n \leqslant 1500$	ΔL_{Api}	6.0	6.5	4.8	4.2	4.0	8.2	15.1	23.1
		σ	5.0	4.0	4.0	2.3	3.3	2.4	2.3	3.7

PLC WORLD

（续）

系列类型	转速范围/(r/min)	修正值和标准偏差/dB	倍频带中心频率 f_0/Hz							
			63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
机翼型叶片离心通风机 4-68	$1500 \leqslant n \leqslant 3000$	ΔL_{Api}	6.6	4.4	0.5	4.3	5.0	6.3	11.3	17.7
		σ	3.2	4.0	2.6	2.7	1.8	1.2	1.5	4.7
	$960 \leqslant n \leqslant 1500$	ΔL_{Api}	4.9	6.0	2.2	4.2	3.7	1.5	12.2	18.3
		σ	3.2	2.0	2.0	1.2	1.4	1.4	3.3	5.0
径向叶片离心通风机 6-48	$960 \leqslant n < 1500$	ΔL_{Api}	4.0	4.0	-2.5	4.4	5.4	8.3	11.6	19.5
		σ	2.4	2.4	1.6	1.7	3.0	0.9	2.7	2.9

八、风机的噪声源及其测量

风机的噪声包括：电动机的电磁噪声、机械噪声和气动噪声。气动噪声包括旋转噪声和涡流噪声。

1. 旋转噪声　旋转噪声又称离散频率噪声，属于偶极子声源，旋转噪声的频率 f 为

$$f = \frac{nZ}{60} i \tag{15-18}$$

式中　f——旋转噪声的频率(Hz)；

n——风机叶轮的转速(r/min)；

Z——叶片数；

i——谐波序号，$i = 1, 2, 3, \cdots$，$i = 1$ 为基频。

在旋转叶轮的叶片通道出口处，沿周向的气动压力与气流速度都有很大变化，旋转的叶片通道掠过较窄的蜗舌处，就会出现周期性的压力和速度脉动所产生的噪声，即为旋转噪声。叶片在自由空间旋转时，叶片邻近的某固定位置，空气受到叶片及其压力场的周期性激励而产生的噪声也是旋转噪声。

如靠近叶片出口处的边界层脱离，气流在蜗壳中扩压脉动的脱离，叶片进口处流动分离及偏离最佳工况点时的流动恶化等产生的噪声都是旋转噪声。

2. 旋涡噪声　旋涡噪声又称紊流噪声。这是由于紊流边界层及其脱离引起气流压力脉动造成的，边界层脱离和紊流脉动弹性较大，故旋涡噪声具有很宽的频率范围，也称宽频噪声。

涡流噪声的频率 f_i 为

$$f_i = Sr \frac{\omega}{L} i \tag{15-19}$$

式中　Sr——斯特劳哈尔数，$Sr = 0.14 \sim 0.20$，一般可取 0.185；

ω——气体与叶片相对速度；

L——物体正表面宽度在垂直于速度平面上的投影；

i——谐波序号。

卡门涡街，二次流产生的噪声都是旋涡噪声。

3. 风机噪声的确定

(1) 风机旋转噪声的确定

轴流式风机：对于所有定子叶片所产生总的压力场，作用在空间给定平面的声压用下式表达

PLC WORLD

$$p_m = \frac{Z'}{2} a_{m\kappa} \cos\left[m\left(\theta - \frac{\kappa Z}{m}\omega\tau \right) + \varphi_{m\kappa} \right] \tag{15-20}$$

$$\varphi_{m\kappa} = \varphi_m \varphi_\kappa$$

$$a_{m\kappa} = a_m a_\kappa$$

式中 p_m——作用在空间给定平面的声压；

κ——谐波序号；

τ——时间；

Z——转子叶片数；

Z'——定子叶片数；

ω——角速度；

θ——所取平面与垂直平面的夹角。

离心式通风机旋转声压 p

$$p = 4.15 \times 10^{-7} \frac{F}{rK\tau_1} \sin\frac{K\omega\tau_1}{2} \sin\frac{K\omega\tau_2}{2} \tag{15-21}$$

式中 r——声源距测点距离；

τ_1，τ_2——取决于速度变化规律的时间变量；

ω——角速度；

F——脉动空气动力。

$$F = \pi r b\left(\Delta p_{st} + \frac{\rho \Delta v^2}{4} \right) \tag{15-22}$$

式中 Δv——在中心流道中空气流速 v_1 和尾迹中流速 v_2 之差；

b——蜗舌宽度；

$\Delta p_{st}\pi rb$——沿叶片栅距变化的静压形成脉动力。

(2) 通风机涡流噪声的确定

轴流通风机在自由空间辐射出的声能可按以下简化式确定

$$W = 0.104\mu \frac{\pi \rho t^2 v_1^6}{c^2} \frac{\sin^2\beta_1}{\sin^2\beta_m} \tag{15-23}$$

式中 μ——平均值绘于图 15-7。

4. 风机的空气动力噪声特性

(1) 离心式风机的空气动力噪声特性

1) 后弯叶片叶轮 叶片流道长，气体流动较均匀，不易产生涡流，涡流噪声较小(图 15-8 和图 15-9)。

2) 前弯叶片叶轮 气流流过叶道易产生涡流，故涡流噪声较大(图 15-10 和图 15-11)。

(2) 轴流式风机的空气动力噪声特性 叶栅旋转失速，使气流分离产生激烈的旋涡流动，而形成比离心式风机大的涡流噪声(见图 15-12、图 15-13)。

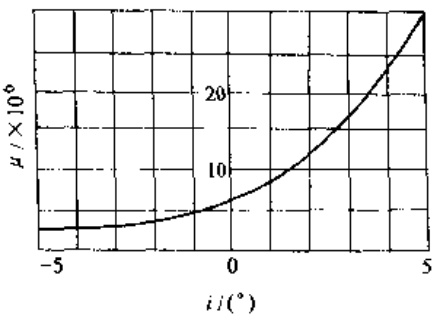


图 15-7 系数 μ 和冲角的关系

九、风机噪声的测量技术

1. 声级计 声级计是用来测量声级大小的仪器。它由传声器、阻抗变换器、放大器、衰减器，计权网络，电表电路和电源等部分组成。

PLC WORLD

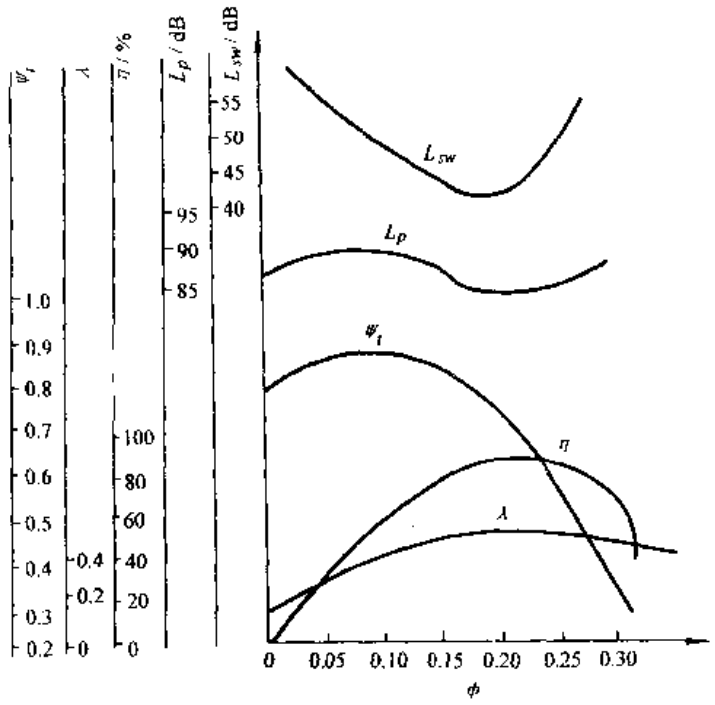


图 15-8　后弯叶片离心风机的噪声和空气动力特性

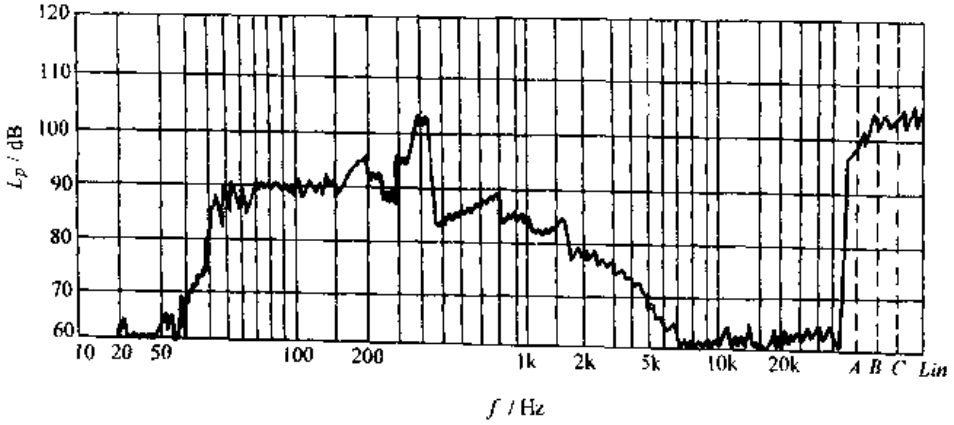


图 15-9　离心式风机噪声频率特性

四种类型声级计的精密度与用途见表 15-20。

表 15-20　四种类型声级计的精密度与用途

型　号	精 密 度 /%	用　　途
0	±03	作为实验室标准仪器用
1	±07	实验室用或现场声学环境能严格控制的条件下用
2	±10	现场通用仪器
3	±15	现场普查噪声用

几种声级计简介，见表 15-21。

表 15-21　几种声级计的主要性能

声 级 计 型 号	ND1	ND2	ND6	ND10
类　型	1　型			2　型
声级测量范围/dB(A)	25～140		20～140	40～130
电容传感器	CH11，ϕ24		CH11，ϕ24 或 CH8，ϕ12	CH33，ϕ13.2

PLC WORLD

（续）

声级计型号	ND1	ND2	ND6	ND10
类　型	1　型			2　型
频率范围	20Hz～18kHz		10Hz～40kHz	31.5Hz～8kHz
频率计权	*A*、*B*、*C* 线		*A*、*B*、*C*、*D* 线	*A*、*C*
时间计权	快、慢		快、慢、脉冲、保持	快、慢、最大值保持
检波特性	有效值		有效值及峰值	有效值
峰值因数	4		10	3
极化电压/V	200		200	28
滤波器	外　接	倍频程滤波器	外　接	—
电　源	三节1号电池			一节一号电池
尺寸/mm	320×124×88	435×124×88	320×124×88	200×75×60
质量/kg	2.5	3.5	2.5	0.7
工作温度/℃	－10～＋40			－10～＋50
相对湿度	<80%（＋40℃时）			

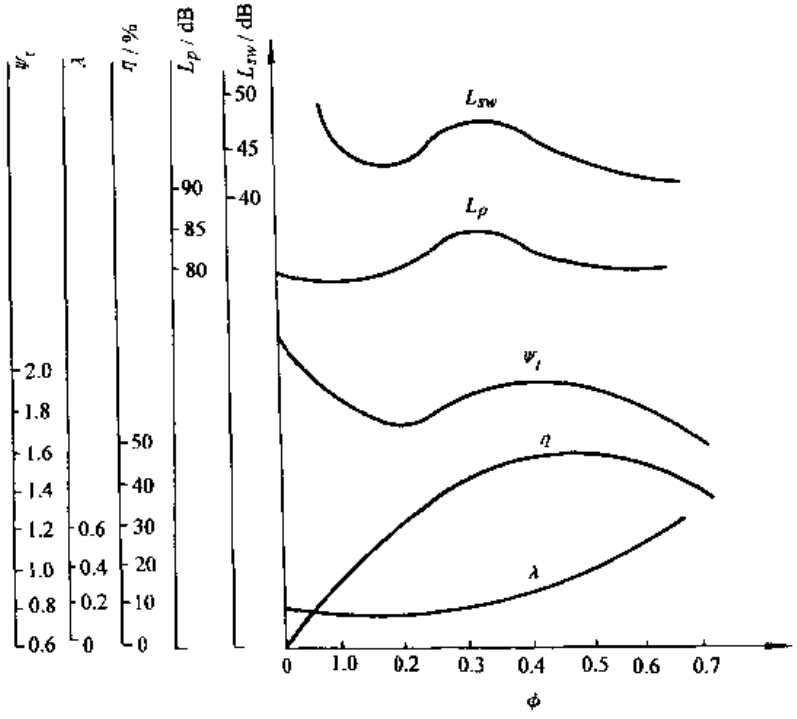


图 15-10　前弯叶片风机噪声和空气动力特性

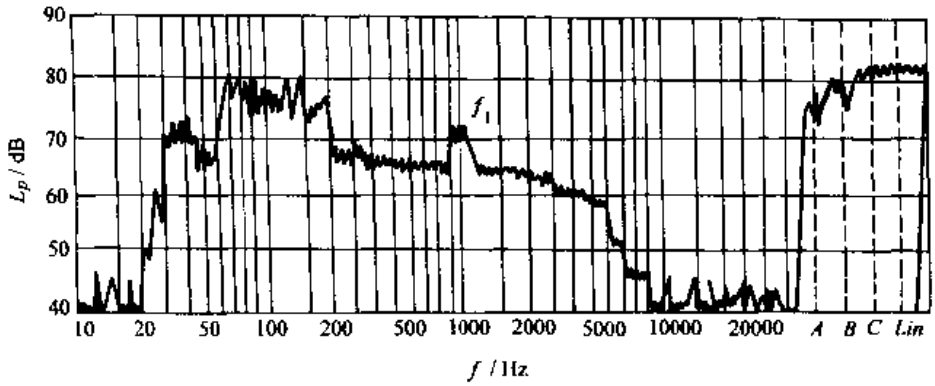


图 15-11　前弯叶片风机噪声频率特性

PLC WORLD

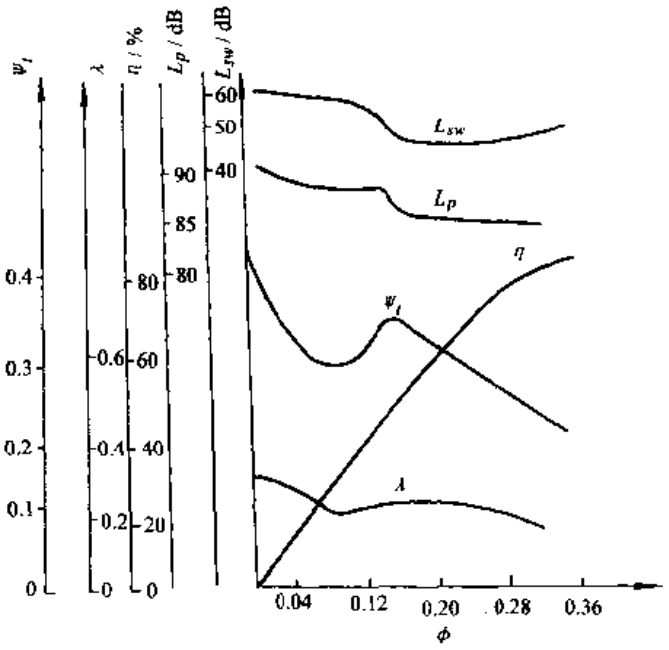


图 15-12　轴流风机的噪声和空气动力特性

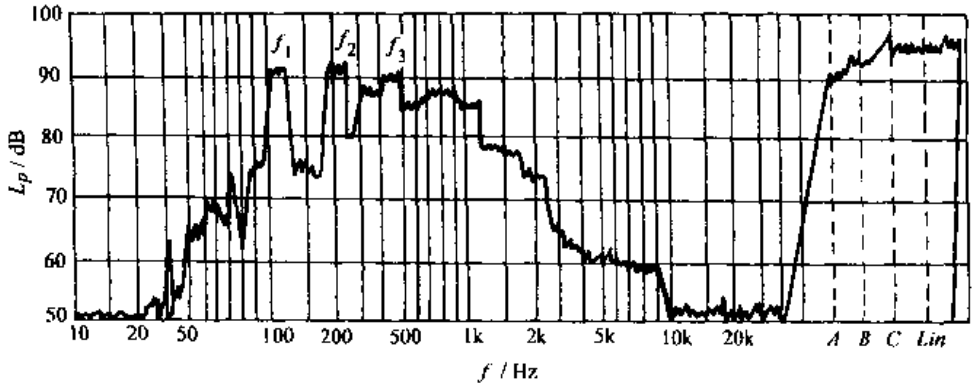


图 15-13　轴流风机噪声频率特性

丹麦B&K 公司生产的丹麦声级计简介：

（1）2203 型精密声级计　测量范围为 40 ~ 134dB，频率范围为 20 ~ 18kHz，工作温度为 -10 ~ 60℃。

（2）2209 型脉冲精密声级计　测量范围为 15 ~ 170dB，频率范围为 2 ~ 18kHz。

2. 声级计使用方法　电池电力要充足，否则影响测量精度。用前必经校准。

（1）声级的测量　手握声级计或将声级计固定在三脚架上，传声器指向被测声源，声级计应稍离人体，使频率计数开关置于 A 档，调节量程旋钮，使电表有适当偏转，这样量程旋钮所指值加上电表读数，即得被测 A 声级。如有 B、C 或 D 计数，同样方法可测得 B、C 或 D 声级。如使用线性响应，则测得声压级。

（2）噪声的频谱分析　利用 NDZ 型精密声级计和倍频程滤波器，可对噪声进行频谱分析。这时将频率计数开关置于滤波器位置。滤波器开关置于相应中心频率，就能测出此中心频率的倍频程声压级。

（3）快档慢档时间计权的选择　主要根据测量规范的要求来选择，对较稳定的噪声，快档慢档都可。如噪声不稳定，快档对电表指针摆动大就应用慢档，测量旋转电动机用慢档，测量车辆噪声用快档。

PLC WORLD

3. 频谱分析器 按带宽分三类：

(1) 恒定带宽频谱分析器 它的中心频率 f_0 可连续改变，但通过的带宽保持不变。其优点是频率选择性强，尤其在高频更显著。适用于检验产品的脉冲噪声等精确分析，缺点是要求被分析噪声的频率必须非常稳定，否则会产生误差。丹麦 2010 型外差分析器即是这种分析器。

(2) 恒定百分带宽频率分析器 其通频带宽度等于中心频率的某一百分数，但通过的频带宽，是随中心频率的增加而增加。其优点是比外差式分析器工作稳定，适于测量分析不太稳定的噪声，能测出各次谐波成分的相对大小。缺点是所测得的频率没有恒定频带宽分析器精确，但实际使用已足够，丹麦 2107 型频率分析器就是这种分析器。其频带宽可在6%～29%间调节。

等对数频带宽频率分析器，其上限和下限截止频率关系

$$x = \lg 2 \frac{f_2}{f_1}$$

式中 x——频程数；

$\frac{f_2}{f_1}$——上限截止频率与下限截止频率之比。

其特点是能在很短时间内给出噪声频谱的大概分布。倍频带滤波器和⅓倍频带滤波器的中心频率与对应的上下限截止频率见表 15-22。

表 15-22 倍频带与⅓倍频带滤波器的中心频率与对应的上、下限截止频率 (Hz)

倍频带滤波器			⅓倍频带滤波器		
下限频率	中心频率	上限频率	下限频率	中心频率	上限频率
22	31.5	44	22.4	25	28.2
			28.2	31.5	35.5
			35.5	40	44.7
44	63	88	44.7	50	56.2
			56.2	63	70.8
			70.8	80	89.1
88	125	177	89.1	100	112
			112	125	141
			141	160	178
177	250	355	178	200	224
			224	250	282
			282	315	355
355	500	710	355	400	447
			447	500	562
			562	630	708
710	1000	1420	708	800	891
			891	1000	1122
			1122	1250	1413
1420	2000	2840	1413	1600	1778
			1778	2000	2239
			2239	2500	2818
2840	4000	5680	2818	3150	3548
			3548	4000	4467
			4467	5000	5623
5680	8000	11360	5623	6300	7079
			7079	8000	11229
			11220	12500	14130

PLC WORLD

(3) 实时⅓倍频带分析仪　主要用于声音和振动的快速频率分析，能测量任何复杂或脉冲信号，并将结果在荧光屏上显示出来或读出数字，特别适用于瞬时脉冲信号和快速分析。

第二节　风机降噪吸声

一、降低风机空气动力噪声方法

1. 合理选择风机形式　同一系列的风机，风量、风压大者，噪声也大。因此，选择机号时，余量过大不仅浪费电能，而且还增大噪声。

风机的性能必须与管网及运行制度相匹配方能得到最低的噪声。

对同一型号风机，在性能允许条件下，应尽量选用低转速运行的风机。对于不同形式的风机，作噪声比较时，应选比声功率级或比 A 声级较低的作为首要条件，而不应只考虑转速和圆周速度。

2. 合理设计管路　管路阻力要小，风机入口不宜处于急变流场，若系统中有多个管件如弯头、支管等，则它们之间的距离应拉开5～10倍管径。

采用合理的调节方式，并使风机入口均匀进气都会使噪声下降。如图 15-14、图 15-15 所示。

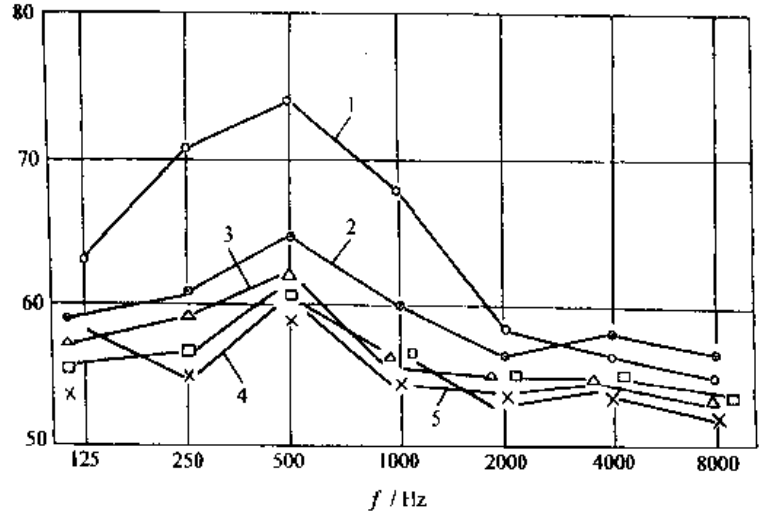


图 15-14　闸门距出气管路末端距离与噪声级关系

1～5—闸门到出气管路末端距离分别为 100、250、500、1000 和 2000mm

另外，应防止机壳与管道的振动过大而辐射过大的噪声。为了防止空腔共振，机壳直径机壳宽度以及风道尺寸应等于 λ/2 或其倍数(λ 为主频率波长)。平钢板的弯曲振动的固有频率在 100Hz 左右。叶片数少的离心通风机旋转噪声的基频常在此范围内。曾出现过管道壁焊缝被振裂。用加强肋板和阻尼涂层可使薄板的固有频率提高。圆形管道的振动以及振动产生的噪声辐射量较矩形管道为小。

3. 改变蜗舌半径和蜗舌与叶轮间距离降低离心式风机的噪声

如图 15-16 的蜗舌结构示意图中：

$\bar{t}=\frac{t}{R}$，$\bar{t}$ 表示蜗舌与叶轮间距离；

$r=\frac{r}{R}$，$\bar{r}$ 表示蜗舌尖部圆弧半径。

试验得出 $\bar{t}=0.08\sim0.2$，$\bar{r}=0.05\sim0.1$ 为宜。

由试验得出：设计风机蜗舌时，若将蜗舌与叶

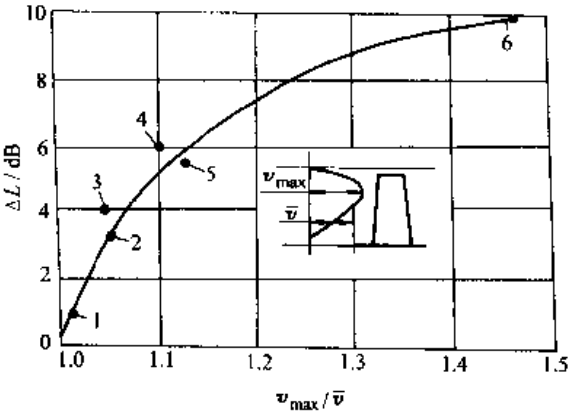


图 15-15　由于风机入口的偏流而引起的噪声增加

1—喇叭口 + $2D_0$ 直管　2—喇叭口 + 弯头 + 导流器　3—喇叭口 + 弯头　4—变形风道 + 可变型芯　5—无喇叭口 + $2D_0$ 直管　6—无喇叭口 + $0.5D_0$ 直管

PLC WORLD

轮间距离 $\bar{t}$ 取 0.125，蜗舌半径 $\bar{r}$ 取 0.1 时可以得到最低声功率级。不但基频和二次谐波的声功率级小，而且宽频率声功率级也最小，风机的效率也较高。

4. 采用旋转扩压器降低离心式风机噪声　对径向、前向风机叶轮采用旋转扩压器不仅可以降低风机噪声，而且可改善风机的气动性能。应合理地选择旋转扩压器相对高度 $\frac{D_3}{D_2}$。试验表明以 $D_3/D_2=1.125\sim1.15$ 为宜。考虑到叶轮强度及加工工艺，$D_3/D_2=1.15$ 为最佳值。

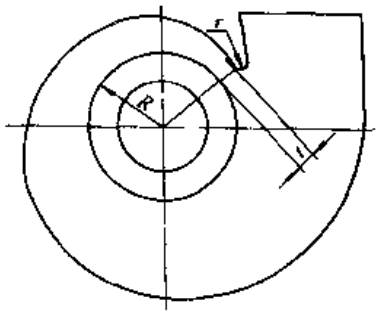


图 15-16　蜗舌结构示意图

5. 采用消声蜗壳降低离心式风机噪声　采用蜗板消声时，其消声量 ΔL〔dB(A)〕按下式计算

$$\Delta L=(0.6\sim0.7)\frac{K}{\lg\alpha_o} \tag{15-24}$$

采用蜗板及单侧板消声时，其消声量按下式计算

$$\Delta L=(0.6\sim0.7)\frac{K}{\lg\alpha_o}+(2.4\sim3)\frac{r_o}{B}K \tag{15-25}$$

采用蜗板及前、后侧板消声时，其消声量按下式计算

$$\Delta L=(0.6\sim0.7)\frac{K}{\lg\alpha_o}+(2.4\sim3)\frac{2r_o}{B}K \tag{15-26}$$

式中　B——蜗壳宽度；

r_o——$\varphi=0$ 时蜗壳半径；

K——经验常数，根据所采用的吸声系数 α 由表 15-23 查得；

α_o——蜗板张开角，对一般风机当比转数为 18～76 时，$\alpha_o=3°\sim7°$；

α——所采用的吸声系数。

表 15-23　K 值

α	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6～1.0
K	0.2	0.25	0.4	0.55	0.7	1～1.5

6. 常用的吸声材料

(1) 吸声系数 α

$$\alpha=\frac{E_{吸}}{E_{入}} \tag{15-27}$$

式中　$E_{入}$——入射到材料表面的总能量；

$E_{吸}$——被材料吸收的声能。

当材料完全反射时，$\alpha=0$；当材料完全吸收时，$\alpha=1$。一般材料的 $\alpha=0\sim1$ 之间，α 值越大，吸声效果越显著。

垂直入射的吸声系数 α_o，混响吸声系数 α_T 即声波从所有方向以相同的机率入射材料时的吸声系数。α_o 与 α_T 近似换算可由表 15-24 查得。

一种吸声材料对于不同频率的声音其 α 值是不同的，一般多采用 125、250、500、1000、2000、4000Hz 六个频率的吸声系数，其算术平均值 $\bar{\alpha}>0.2$ 时的材料才能作吸声材料。

(2) 吸声量(A)　是指吸声系数与所使用的面积之乘积，单位为 m^2。表示吸声材料的实际吸声效果。

PLC WORLD

表 15-24　驻波管与混响室法的吸声系数换算

垂直入射的吸声系数 α_v/%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	无规入射的吸声系数 α_T/%									
0	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
10	20	22	24	26	27	29	31	33	34	36
20	38	39	41	42	44	45	47	48	50	51
30	52	54	55	56	58	59	60	61	63	64
40	65	66	67	68	70	71	72	73	74	75
50	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84
60	84	85	86	87	88	88	89	90	90	91
70	92	92	93	94	94	95	95	96	97	97
80	98	98	99	99	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

（3）流阻（R_f）　是指微量空气流稳定地流过材料时，材料两边的静压差和流速之比。

即
$$R_f = \frac{\Delta p}{v} \tag{15-28}$$

式中　R_f——流阻(Pa·s/m)；

Δp——材料两边的静压差(Pa)；

v——气流稳定流过材料时的速度(m/s)。

一般情况下 1cm 厚度的多孔吸声材料流阻在 $1 \sim 10^5$Pa·s/m 之间。大于这个限度时，即使增加材料厚度，也不会提高吸声系数。当厚度不大时，流阻存在最佳值。几种吸声材料流阻见表15-25。

表 15-25　几种吸声材料的流阻(室温 20℃，流速 2～3cm/s)

特性 \ 材料名称	纤维板	细毛毡	玻璃棉	木丝板
密度/(g/cm³)	0.35	0.35	0.25	0.25
流阻/(Pa·s/m)	4×10^3	10^4	2.5×10^2	50

7. 吸声材料的分类与应用

（1）吸声材料分类　由图 15-17 看出，多孔材料主要吸收中、高频；板状和膜状材料主要吸收低频。在吸声频率上有明显的峰；穿孔板吸声结构则兼有上述两类的吸声特性，即在转变的频率范围内有相当的吸收。

（2）多孔吸声材料(表 15-26)

表 15-26　多孔性吸声材料分类

多孔性吸声材料	制品类	纤维状	有机	植物纤维	甘蔗板、软质纤维板、水泥木丝板
				动物纤维	羊毛、兔毛
				人造纤维	卡布隆、尼龙丝
			无机	矿物纤维	玻璃棉、矿渣棉
		颗粒状	有机		软木制品，木屑制品
			无机		膨胀蛭石制品，膨胀珍珠岩制品
		泡沫状	有机		酚醛泡沫塑料，聚氨脂泡沫塑料
			无机		微孔吸声砖，宜兴氧化铝泡沫砖
	砂浆类	骨料有粗木屑、膨胀蛭石等			胶接材料，主要是 500 号水泥

PLC WORLD

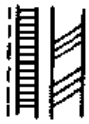
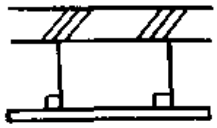
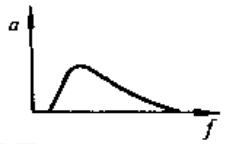
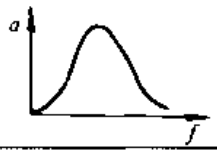
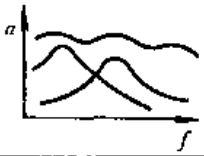
名 称	制品举例	使用例子	代表的吸声特性
多孔材料	玻璃棉、矿棉、聚胺脂类塑料、毡类		
膜状材料	聚乙烯薄膜、帆布		
板状材料	胶合板、石棉水泥板、硬质纤维板		
穿孔板	穿孔胶合板、石棉水泥板、石膏板、铝板		

图 15-17 几种常用吸声材料的吸声特性

常用的国产吸声材料的吸声系数用驻波管法进行测定，其值见表 15-27。

表 15-27 吸声材料的吸声系数

材料名称	密度 /(kg/m³)	厚度 /cm	倍频带中心频率/Hz					
			125	250	500	1k	2k	4k
			吸声系数 α					
超细玻璃棉	25	2.5	0.02	0.07	0.22	0.59	0.94	0.94
		5	0.05	0.24	0.72	0.97	0.90	0.98
		10	0.11	0.85	0.88	0.83	0.93	0.97
矿渣棉	240	6	0.25	0.55	0.78	0.75	0.87	0.91
毛毡	370	5	0.11	0.30	0.50	0.50	0.50	0.52
聚氨脂	30	3	—	0.08	0.13	0.25	0.56	0.77
泡沫塑料	45	4	0.10	0.19	0.36	0.70	0.75	0.80
微孔砖	450	4	0.09	0.29	0.64	0.72	0.72	0.86
	620	5.5	0.20	0.40	0.60	0.52	0.65	0.62
膨胀珍珠岩	360	10	0.36	0.39	0.44	0.50	0.55	0.55

(3) 常用的吸声结构

1) 多孔材料背后留空腔 多孔材料背后留一定厚度的空腔，即材料离刚性壁面一定距离时，形成空气层，则其吸声系数有所提高。对于中频声，一般推荐多孔材料离开刚性壁面70～100mm；对于低频声，其距离可增大到 200～300mm。

常用的吸声材料加背后空腔的结构及其吸声系数见表 15-28。

2) 薄膜、薄板共振吸声结构 薄膜共振吸声结构见图 15-18。

其共振频率 f_r 按下式计算

PLC WORLD

$$f_r = \frac{600}{\sqrt{m\delta}} \tag{15-29}$$

式中　f_r——系统的共振频率(Hz)；

m——膜的面密度(kg/m²)；

δ——空气层厚度(cm)。

表 15-28　全频带吸声材料

种　类	材料规格/mm	空腔厚/mm	频率/Hz						备　注
			125	250	500	1k	2k	4k	
多孔材料	玻璃棉，50	300	0.80	0.85	0.90	0.85	0.80	0.85	
	玻璃棉，25	300	0.75	0.80	0.75	0.75	0.80	0.90	
	水泥刨花板，50 水泥木丝板，50	180	0.65	0.70	0.50	0.75	0.75	0.70	
穿孔板＋多孔材料	玻璃棉，25（ϕ6～15）	300	0.50	0.70	0.50	0.65	0.70	0.60	板厚 4～6 mm
		500	0.85	0.70	0.75	0.80	0.70	0.50	
	玻璃棉，25（ϕ8～ϕ16）	300	0.75	0.85	0.75	0.70	0.65	0.65	板厚 4～6 mm
	玻璃棉，25（ϕ9～ϕ16）	300	0.55	0.85	0.65	0.80	0.85	0.75	板厚 5～6 mm
		500	0.85	0.70	0.80	0.90	0.80	0.07	
穿孔金属板＋多孔材料	玻璃棉，25（ϕ0.8～ϕ1.5）	300～500	0.65	0.65	0.75	0.70	0.75	0.90	板厚 0.5～1 mm
		300～500	0.65	0.65	0.75	0.70	0.75	0.90	
	玻璃棉，25（ϕ5～ϕ11.5）	300～500	0.55	0.75	0.70	0.75	0.75	0.75	板厚 0.5～1 mm
	玻璃棉，25（ϕ5～ϕ14.5）	300～500	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.45	板厚 0.5～1 mm

在工程中，常用的膜类材料做成的结构，其固有频率为 200～1000Hz，最高吸声系数为 0.3～0.4。一般作为低频吸声结构。

3）板共振吸声结构　将木板、三合板一类板材装在框架上，板后形成空腔，构成一个振动系统。

板共振吸声结构的共振频率可按下式计算

$$f_r = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1.4\times10^7}{m\delta} + \frac{K}{m}} \tag{15-30}$$

式中　m——板的面密度(kg/m²)；

δ——板后空气层厚度(cm)；

K——在施工状态下刚度因数，$K = 1\times10^6 \sim 3\times10^6$ kg/(m²·s)。

当 $\delta > 100$cm 时，空气层的弹性可忽略。K 值起主要作用，一般板结构 $f_r = 80 \sim 300$Hz 之间，其共振为低频吸声结构，其 $\alpha = 0.2 \sim 0.5$。当板后填充吸声材料时可增加振动阻尼，提高吸声效果。常用的板共振吸声结构的吸声系数见表 15-29。

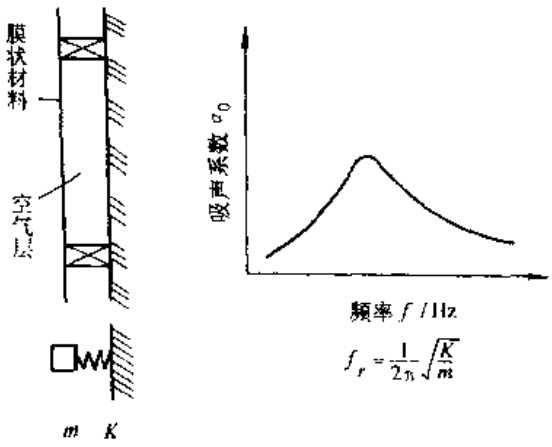


图 15-18　薄膜共振吸声结构的吸声原理及特性

PLC WORLD

表 15-29 常用板共振吸声结构的吸声系数

材料与结构厚度/mm \ α \ f/Hz	频率/Hz					
	125	250	500	1k	2k	4k
草纸板:板厚 20,空气层厚 50,框架间距离 450×450	0.15	0.49	0.41	0.38	0.51	0.64
草纸板:空气层 100,其它同上	0.50	0.48	0.34	0.32	0.49	0.60
木丝板:板厚 30,空气层厚 50,框架间距离 450×450	0.05	0.30	0.81	0.63	0.70	0.91
木丝板:空气层 100,其它同上	0.09	0.36	0.62	0.53	0.71	0.89
刨花压轧板:板厚 15,空气层厚 50,框架间距离 450×450	0.35	0.27	0.20	0.15	0.25	0.39
三合板:空气层厚 50,框架间距离 450×450	0.21	0.73	0.21	0.19	0.08	0.12
三合板:空气层厚 100,其它同上	0.59	0.38	0.18	0.05	0.04	0.08
五合板:空气层厚 50,框架间距离 450×450	0.08	0.52	0.17	0.06	0.10	0.12
五合板:空气层厚 100,其它同上	0.41	0.30	0.14	0.05	0.10	0.16
穿孔三合板:孔径 5,孔距 40,空气层厚 100	0.37	0.54	0.30	0.08	0.11	0.19
穿孔三合板:孔径 5,板内侧贴一层玻璃布	0.28	0.70	0.51	0.20	0.16	0.23
穿孔五合板:孔径 5,孔距 25,空气层厚 50	0.01	0.25	0.54	0.30	0.16	0.19
穿孔五合板:孔径 5,板内填矿渣棉(密度 8kg/m³)	0.23	0.60	0.86	0.47	0.26	0.27
穿孔五合板:孔径 5,孔距 25,空气层厚 100	0.09	0.45	0.48	0.18	0.19	0.25
穿孔五合板:孔径 5,板内填矿渣棉(密度 8kg/m³)	0.20	0.99	0.61	0.32	0.23	0.59

4) 穿孔板的吸声结构 在金属或非金属的硬质板上穿孔,在其背后设置空腔形成。穿孔板的吸声结构可看成为许多个单独共振腔并联而成。

其共振频率 f_r 可按下式计算

$$f_r = \frac{c}{2\pi\sqrt{\frac{p}{\delta_e \delta_1}}} \qquad (15\text{-}31)$$

式中 c——空气中声速(m/s);

p——穿孔板穿孔率,$p = \frac{NS}{S_a}$(N 为孔数,S 为单个孔面积,S_a 为总面积);

δ_1——穿孔板后空腔的厚度(m);

δ_e——穿孔板的有效厚度(m)。

当孔径 d 大于孔板厚度 δ 时

$$\delta_e = \delta + 0.8d$$

当空腔内贴多孔吸声材料时

$$\delta_e = \delta + 1.2d$$

穿孔板的共振频率可按式(15-31)计算,也可按图 15-19 查取。

例(15-6) 已知:穿孔板厚度 $\delta = 0.7$cm,$d = 0.6$cm,$B = 2.2$cm,$p = 0.0584$,选取共振频率为 500Hz,

求 穿孔板后空腔厚度 δ_1。

解

① 求出有效厚度 δ_e,并在列线图上取点。

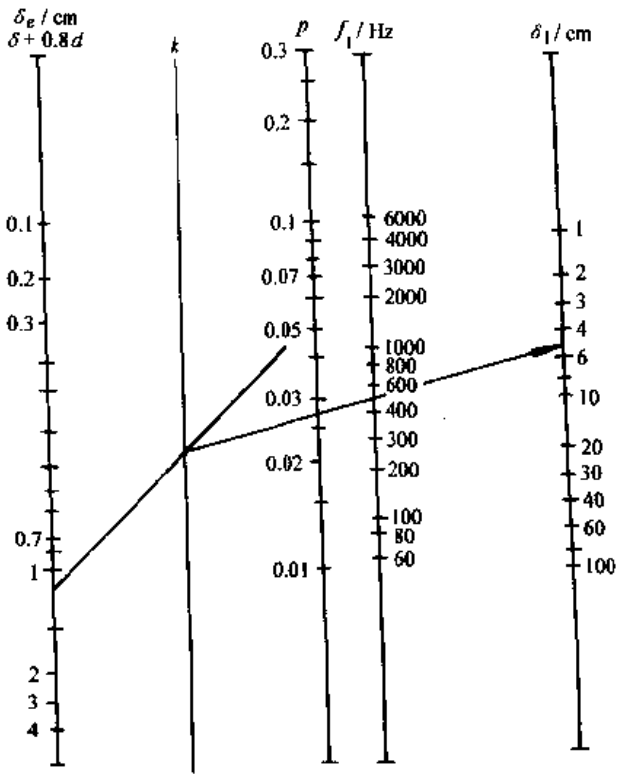


图 15-19 穿孔板吸声结构计算用列线图

δ_e—有效板厚 d—孔径 δ_1—板后空腔厚度

p—穿孔率 $= \pi d^2/4B$(B 为孔中心距)

PLC WORLD

$\delta_e = \delta + 0.8d = 0.7 + 0.8 \times 0.6 = 1.18\text{cm}$

② 已知：$p = 0.0584$，$f_r = 500\text{Hz}$，并在图上取点。

③ 通过 δ_e 点和 p 点做直线连接交于 K 线上，然后再作 K 线上交点与 f_c 点连线，并延长交于 δ_1 线上，即所取值为 5cm。

5）微穿孔板的吸声结构　微穿孔板吸声结构是一种板厚和孔径为 1mm 以下，穿孔率为 1%～3%的金属微穿孔板和空腔形成的复合吸声结构。比穿孔板吸声结构好。其吸声结构系数列于表 15-30、表 15-31 和表 15-32。

表 15-30　双层微穿孔板吸声性能(管测法)

(孔径 ϕ0.8mm，板厚 $\delta = 0.8$mm)

穿　孔　率/%①		2.5，1					2，1	3，1
吸声系数/% 内外腔深/cm 频率/Hz		$D_1 = 3$ $D_2 = 7$	$D_1 = 4$ $D_2 = 6$	$D_1 = 5$ $D_2 = 5$	$D_1 = 4$ $D_2 = 16$	$D_1 = 8$ $D_2 = 12$	$D_1 = 8$ $D_2 = 12$	$D_1 = 8$ $D_2 = 12$
100		25	18	17	47	45	44	37
125		26	21	18	58	53	48	40
160		43	32	29	77	77	75	62
200		60	53	50	95	86	86	81
250		71	72	69	99	88	97	92
320		86	90	88	93	93	99.2	99.5
400		83	94.5	96.5	78	96	97	99
500		92	94	96.5	54	84	93	95
630		70	68	74	51	86	93	90
800		53	60	74	75	99	96	88
1000		65	84	99	86	80	64	66
1250		94	90	70	42	41	41	50
1600		65	48	38	36	30	30	25
2000		35	30	24	22	18	15	17

① 第一个数为第一层穿孔板的穿孔率，第二个数为第二层穿孔板的穿孔率，下同。

表 15-31　双层微穿孔板吸声性能(管测法)

(孔径 ϕ0.8mm，板厚 $\delta = 0.8$mm)

穿　孔　率/%		2.5，2			5，3	5，2		3，2	4，2
吸声系数/% 内外腔深/cm 频率/Hz		$D_1 = 3$ $D_2 = 1$	$D_1 = 2$ $D_2 = 2$	$D_1 = 1$ $D_2 = 3$	$D_1 = 2$ $D_2 = 1$	$D_1 = 1.5$ $D_2 = 1.5$	$D_1 = 2$ $D_2 = 1$	$D_1 = 1$ $D_2 = 2$	$D_1 = 1.5$ $D_2 = 1.5$
800		89	85	88	27	63	49	84	76
1000		99	93	88	55	93	78	98	99
1250		76	65	52	61	91	98	70	84
1600		58	65	40	71	63	85	45	61
2000		75	97	65	54	70	90	54	80
2500		50	58	95	70	84	78	70	89
3200		26	35	69	95	57	47	97	46
4000		18	24	34	45	32	30	47	26
5000		14	28	33	22	18	15	26	16

PLC WORLD

表 15-32 微穿孔板吸声性能

(混响室法,孔径 ϕ0.8mm,板厚 δ=0.8mm)

穿孔率/%	1	2		2, 1		2, 1
吸声系数/% 内外腔深/cm	$D_1=D_2$			$D_1=10$	$D_1=5$	$D_1=8$
频率/Hz	20	15	20	$D_2=10$	$D_2=10$	$D_2=12$
100	26	12.3	11.9	28.8	18.6	41
125	28	18	18.5	28.5	25	41
160	35	19	25.9	32	31	46
200	51	30	30.2	64	50	82.5
250	67	43	49.6	79	79	91
320	77	96	55.2	71.5	79.5	68.5
400	71	81	53.8	67	61.5	58
500	52	87	45.3	70	67	61
630	34	52	40.5	79	60	54
800	31	36	27.3	73.9	57.2	60
1000	42	31.5	35.4	63.7	68.2	60.5
1250	37	28.9	38.6	43.4	66.2	60
1600	28	40	35.4	41.8	53.2	44.5
2000	40	33.3	35.7	41.3	45.5	31
2500	25	33	1	42	38.2	46.5
3200	27	35	32.9	39	36.4	32
4000	30	34	18.6	42.2	37.8	30
5000	25	32	35.7	28.2	25.7	22.5

二、消声器种类及设计

1. 消声器的种类 风机常用的配套系列消声器一般有：阻性消声器、抗性消声器、微穿孔板消声器和阻抗复合消声器。

阻性消声器具有中高频消声效果好，加工制造简单，应用最广。但不适于高温、潮湿或有粉尘的条件。

抗性消声器对中低频效果好，不用吸声材料。一般与阻性消声器相结合，能控制风机进排气噪声。

微穿孔板消声器，具有较好的低中频宽带消声性能。主要用于超净化空调以及电厂锅炉排气、放空、空压机进口消声。

阻抗复合消声器，结合了前三种消声器特点，具有消声值高，频带宽等特点。主要用于声级很高，低中频带消声。

2. 消声器的设计

(1) 阻性消声器设计

1) 设计程序

① 选定消声值 首先计算 A 声级的最大消声值，在气流速度较低时，加消声器前的 A 声级减去环境 A 声级，即为消声器的最大消声值。当气流速度产生的再生 A 声级高于环境 A 声级时，消声器的最大消声值应为加消声器前的 A 声级减去气流速度产生的 A 声级，然后选定需要的 A 声级消声值。

根据工厂和环境噪声标准，合理确定加消声器后实际需要达到 A 声级，加消声器前的 A

PLC WORLD

声级减去实际需要的A声级，即为需要的A声级消声值。然后确定倍频带中心频率所需要的消声值，即取63、125、250、500、1k、2k、4k、8kHz中心频率按下式计算消声值

$$\Delta L_{p2i} = \Delta L_{p1i} + k \tag{15-32}$$

式中　ΔL_{p2i}——所需倍频带消声值(dB)；

i——1，2，3，…，代表63，125，…，8kHz；

$$\Delta L_{p1i} = L_{pi} + \Delta A_i - L_A \tag{15-33}$$

式中　L_{pi}——实测八个倍频带声压级(dB)；

ΔA_i——计权网络A声级修正值，见表(15-33)；

L_A——预计达到的A声级(dB)；

k——10tg$n$；

n——计权后仍大于L_A的频带个数，一般情况下$n=2\sim6$。

表15-33　噪声评价数*NR*

L_{pi}/dB　f/Hz　*NR*/dB	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	L_A-*NR*① /dB
10	43.4	30.4	21.3	14.2	10	6.65	4.15	2.3	9
20	51.3	39.4	30.6	23.6	20	16.8	14.4	12.6	9
30	59.2	48.1	39.9	33	30	26.95	24.65	22.9	9
40	67.1	56.8	49.2	42.4	40	37.1	34.9	33.2	6.9
50	75	65.5	58.5	51.8	50	47.25	45.15	43.50	7
60	82.9	74.2	67.8	61.2	60	57.4	55.4	53.8	5
70	90.8	82.9	77.1	70.6	70	67.55	65.65	64.1	5
80	98.7	91.6	86.4	80	80	77.7	75.9	74.4	5
90	106.6	100.3	95.7	89.4	90	87.85	86.5	84.7	5

① L_A-*NR*为A声级与噪声评价数*NR*之差值。

② 选定消声器的上下限截止频率　根据计算所需要的八个中心频率的消声值大小，合理选定消声器的上下限截止频率。上限频率一般取4000Hz以上，下限截止频率一般取250Hz以下。选取的原则是：在上、下限截止频率之间，消声器能有足够高的消声值。

③ 计算气流通道宽度和吸声材料厚度　消声器气流通道宽度可按下式计算

$$f_{上限} = 1.85\frac{c}{b_2} \tag{15-34}$$

式中　$f_{上限}$——消声器上限截止频率(Hz)；

c——声速，在常温下为344m/s；

b_2——通道直径或通道有效宽度(m)。

吸声材料的厚度可按下式计算

$$f_{下限} = \beta\frac{c}{\delta_1} \tag{15-35}$$

式中　$f_{下限}$——消声器的下限频率(Hz)；

δ_1——吸声材料厚度(m)。

④ 选定消声器气流通道个数　根据风量、风速按表15-34选择气流通道个数。

PLC WORLD

表 15-34 不同风量、风速所需要的通道个数

流量范围/(m³/h) \ 气流速度/(m/s) / 通道个数	10	12	14	16	18
1	1037 ~ 2333	1224 ~ 2808	1452 ~ 3266	1659 ~ 3732	1866 ~ 4199
2	3456 ~ 7776	4147 ~ 9072	4838 ~ 10886	5530 ~ 12442	6221 ~ 13997
3	7200 ~ 16344	8640 ~ 19612	10160 ~ 22861	11520 ~ 26150	12960 ~ 29419
4	12456 ~ 28080	14947 ~ 33610	17418 ~ 39161	19930 ~ 44813	22421 ~ 50414
5	28080 ~ 63360	33695 ~ 75816	39312 ~ 88704	44928 ~ 101088	50544 ~ 113724
6	49896 ~ 84096	59616 ~ 100915	69854 ~ 117734	79834 ~ 134554	89813 ~ 151373
7	~ 104760	74736 ~ 125712	87192 ~ 140664	99648 ~ 167616	11210 ~ 188568
8	80640 ~ 135360	96768 ~ 162432	112896 ~ 189504	129024 ~ 216578	145152 ~ 243613

⑤ 计算消声器的尺寸

消声器通道面积

$$S_{总} = \frac{q_v}{v \times 3600} \tag{15-36}$$

式中 $S_{总}$——气流通道总面积(m^2);

q_v——额定风量(m^3/h);

v——选定气流通道速度(m/s)。

单个气流通道面积 S_i

$$S_i = \frac{S_{总}}{N} \tag{15-37}$$

式中 $S_{总}$——气流通道总面积(m^2);

N——气流通道个数。

单个气流通道高度 h

$$h = \frac{S_i}{b_2} \tag{15-38}$$

式中 b_2——气流通道宽度(m)。

消声器的总宽度

$$a = (N+1)\delta_1 + Nb_2 \tag{15-39}$$

式中 δ_1——吸声材料厚度(m)。

消声器长度

$$l = \frac{\Delta L S_1}{0.815PK} \tag{15-40}$$

式中 l——消声器长度(mm);

ΔL——需要的消声值(dB);

S_1——单个通道的横截面积(m^2);

P——单个通道饰面部分的周长(m);

K——漫入射吸声系数的函数，见表 15-35。

PLC WORLD

表 15-35　α_T 与 K 值的关系

α_T	0.15	0.3	0.48	0.6	0.74	0.83	0.92	0.98
K	0.11	0.22	0.40	0.60	0.74	0.90	1.2	1.3

2）阻性消声器设计举例　以阻性片式消声器的设计为例。

例(15-7)　已知：某风机风量 $q_v = 1091m^3/h$，全压 $p = 375Pa$；转速 $n = 2900r/min$，叶片数 $Z = 12$，环境噪声 A 声级小于 80dB，经测定开风机时 A 声级为 98dB，8 个中心频率声压级依次为：69、78、101、93、94、85、84 和 73dB。

求　设计一个消声器，要求噪声 A 声级降到 80dB。

解　① 确定消声值

消声器的消声值为(A)98 - 80 = 18dB，实取 20dB。

确定倍频带消声值，按式(15-32)计算 8 个中心频率倍频带消声值；

$\Delta L_{p2i} = \Delta L_{p1i} + K$　　$\Delta L_{p1i} = L_{pi} + \Delta A_i - L_A$

计算后 ΔL_{p1i}分别 $\Delta L_{p11} = 0$，$\Delta L_{p12} = 0$，

$\Delta L_{p13} = 13$，$\Delta L_{p14} = 10$，$\Delta L_{p15} = 14$，

$\Delta L_{p16} = 6$，$\Delta L_{p17} = 5$，$\Delta L_{p18} = 0$。

取 $\Delta L_{p13} \sim \Delta L_{p17}$的值，即 250～4000Hz 内的消声值。大于 80dB (A)的频带个数为 5，

那么　$K = 10\lg 5 = 7$ (dB)

计算后的 ΔL_{p2i}分别为：$\Delta L_{p21} = 0$，

$\Delta L_{p22} = 0$，$\Delta L_{p23} = 20$，$\Delta L_{p24} = 17$，

$\Delta L_{p25} = 21$，$\Delta L_{p26} = 13$，$\Delta L_{p27} = 12$，

$\Delta L_{p28} = 0$。

故倍频带消声值应达到 12～21dB。

② 选定消声器的上、下限截止频率　上限频率应为 4000Hz，下限频率取 250Hz。

③ 计算气流通道宽度和吸声材料厚度　按下式计算气流通道宽度

$$b_2 = 1.85\frac{c}{f_{上限}} = 1.85 \times \frac{344000\ (mm/s)}{4000Hz} = 159 \approx 160mm$$

吸声材料厚度 δ_1

$$\delta_1 = \frac{\beta c}{f_{下限}}$$

根据阻性消声器选取的吸声材料为超细玻璃棉，吸声系数为 0.90，填充密度为 $15kg/m^3$，查表 15-36，$\beta = 0.058$。

表 15-36　不同吸声材料的 β 值

吸声材料种类	密　度 /(kg/m³)	β	共振吸声系数 α_r	高频吸声系数 α_m	纤维直径 /μm
超细玻璃棉	15	0.058	0.90～0.99	0.90	4
	20	0.046	0.90～0.99	0.90	4
	25～30	0.040	0.80～0.90	0.80	4
	35～40	0.037	0.70～0.80	0.70	4
高硅氧玻璃棉	45～65	0.030	0.90～0.99	0.90	38

PLC WORLD

（续）

吸声材料种类	密　度 /(kg/m³)	β	共振吸声系数 α_r	高频吸声系数 α_m	纤维直径 /μm
粗玻璃纤维	~100	0.065	0.90~0.95	0.90	15~25
酚醛树脂玻璃纤维	80	0.092	0.85~0.95	0.85	20
酚醛纤维	20	0.040	0.90~0.95	0.90	12
沥清矿棉毡	~120	0.038	0.85~0.95	0.85	—
毛毡	100~400	0.040	0.85~0.90	0.85	—
海草	~100	0.065	0.80~0.90	0.80	—
沥清玻璃纤维毡	110	0.083	0.90~0.95	0.90	12
聚氨脂泡沫塑料	20~50	0.064 0.051 0.033	0.90~0.99 0.85~0.95 0.75~0.85	0.90 0.85 0.75	流阻低 流阻高 流阻很高
微孔吸声砖	340~450 620~830	0.017 0.023	0.80 0.60	0.75 0.55	— —
木丝板	280~600	0.072	0.80~0.90	—	—
甘蔗板	150~200	0.023	0.65~0.70	0.60	—

$$\delta_1 = \frac{0.058 \times 344000}{250} = 79.8 \approx 80\text{mm}$$

④ 选定消声器允许的气流速度　根据降噪后的 A 声级和 8 个中心频率的声压级大小，参照表 15-37，选定允许的气流速度，一般取 15~20m/s。

表 15-37　扩散场中气流再生噪声 A 声功率级与倍频带声功率级

气流速度 /(m/s)	L_{Wi}/dB　f_0/Hz　L_{WA}/dB	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
10	37.5	57.3	45.5	40.4	35	26.8	20.5	18.3	16.1
14	44.5	68.3	52.5	46.4	43.5	37.8	32	26.8	18.1
18	53	76.8	59	51.4	49	44.3	40	34.8	26
22	57	80.3	64.5	54.4	53.5	49.8	46.5	41.8	33.6
25	59.5	83.3	67.5	55.6	55.5	52.3	50	45.8	37.6
30	63	86.3	72.5	61.4	59	56.3	54	50.3	42.6

⑤ 选定消声器的气流通道个数和结构形式　根据风量 $q_v = 1070\text{m}^3/\text{h}$，允许速度 $v = 15 \sim 20\text{m/s}$，并参照表 15-34 选择一个气流通道，结构形式为圆角式的消声器。

⑥ 计算消声器各尺寸　根据公式计算通道面积 S

$$S = \frac{q_v}{v \times 3600} = \frac{1070}{15 \times 3600} = 2 \times 10^{-2}\text{m}^2$$

根据通道面积计算消声器内径 d_1 和外径 d_2

$$d_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi}S} = \sqrt{1.27 \times 0.02} = 0.16\text{m}$$

$$d_2 = d_1 + 2\delta_1 = 0.16 + 2 \times 0.08 = 0.32\text{m}$$

PLC WORLD

消声器长度

$$l=\frac{\Delta L_{p2i}S_1}{0.815pK}$$

依次将 $\Delta L_{p23}\sim\Delta L_{p27}$ 的值代入式(15-40)，得出消声器每个频带所需长度，选取最大长度为消声器设计长度，即为 0.9m。

(2) 锥形稳流段的设计　锥形稳流段是为了减小消声器进、出口端内的涡流，使多通道消声器内的气流均匀分布通过而设计的。加锥形稳流段不但使气流均匀通过，减小阻力，而且提高消声效果。

例(15-8)　已知：有一台消声器，接口尺寸 $D_1=650$mm，外径尺寸 $D=950$mm，长度 $l=1400$mm，消声器横断面剖面图见图 15-20。

设计一台相匹配的如图 15-21 所示的锥形稳流段。

解　① 根据 $D_1=650$mm 与模拟稳流段接口尺寸 $d_1=200$mm (根据需要自定尺寸)确定缩小比例 M_1

$$M_1=\frac{D_1}{d_1}=\frac{650}{200}=3.25$$

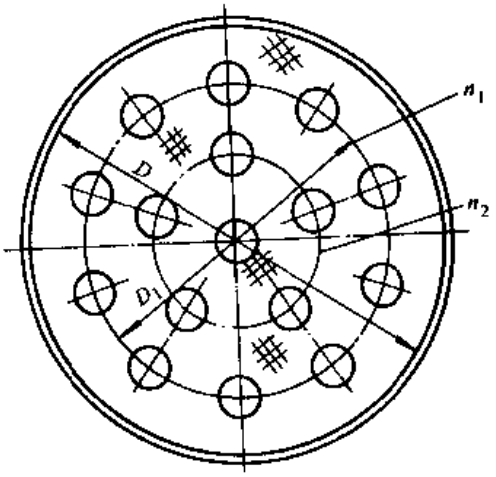


图 15-20　消声器横断面剖面示意图
n_1—外环管 n_1 管数　n_2—内环管管数

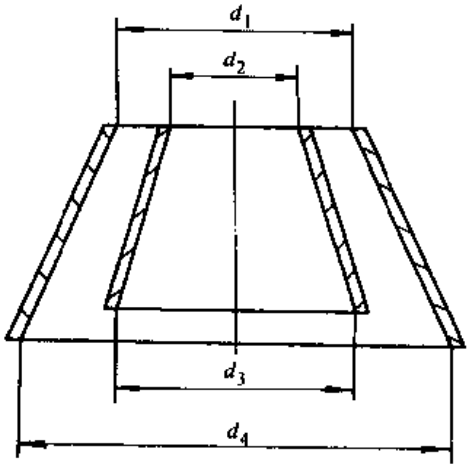


图 15-21　锥形稳流段
结构示意图

② 计算外环管总面积与内环管总面积的比值 M_2 (即外环管 n_1 管数与内环管 n_2 管数的比) $n_1=10$，$n_2=6$ (包括心圆孔)

$$M_2=\frac{n_1}{n_2}=\frac{10}{6}=1.67$$

③ 由比值 M_2 计算稳流段 d_2

$$d_2=\frac{d_1}{M_2}=\frac{200\text{mm}}{1.67}=119\approx120\text{mm}$$

④ 计算稳流段 d_4

$$d_4=\frac{D}{M_1}=\frac{950\text{mm}}{3.25}=292\approx295\text{mm}$$

⑤ 计算稳流段 d_3

$$d_3=\frac{d_4}{M_2}=\frac{295\text{mm}}{1.67}=177\approx180\text{mm}$$

PLC WORLD

第三节　消声器的选用实例

例(15-9)　试说明目前我国常用的风机用阻性消声器。

解

① 根据风机的噪声级大小、频谱特性及使用流量，沈阳鼓风机研究所研究设计了 T、J、Z、G、K 共五个系列，每个系列又有若干个消声器。

② 风机的主要噪声源，按其强度大小，依次为排气口辐射的噪声、进气口辐射的噪声、机壳和管道表面辐射的噪声、电动机噪声，消声器仅对进排气噪声有明显的效果。

③ 在进口或出口安装一个消声器，一般情况消声值不低于 10～20dB。若进口消声器安装的位置紧靠风机，其最好效果可降到电动机和机壳的噪声水平，即可降低 10dB 左右。参见例题。

④ 消声器的阻力损失较小，若气流速度为 10～20m/s，每米长的阻力损失为30～120Pa，最大不超过 200Pa。

⑤ 选用消声器系列一般是按消声器总面积为连接风机管道的两倍以上的原则选择。

⑥ 系列消声器已在国内许多厂矿企业使用，并取得了较为显著的效果。

⑦ 消声器的使用及安装方法见说明书。

⑧ T、J 型消声器内外压差为 8000Pa，Z、G、K 型则不受限制。

⑨ 大型矿井轴流通风机(№18、24、28、36)用消声器壳体可由用户制成水泥框。

例(15-10)　有一台 G4-73 №10 锅炉离心式鼓风机，流量为 49400m³/h，全压 3010Pa，风机进口管道直径为 1m。要求选用一台消声器，使距离室外安装的进风筒外壳开口处 1.5m 处 A 声级降低到 85dB(A)以下，阻力损失要求小于 157Pa (16kgf/m²)。布置参见图 15-22。

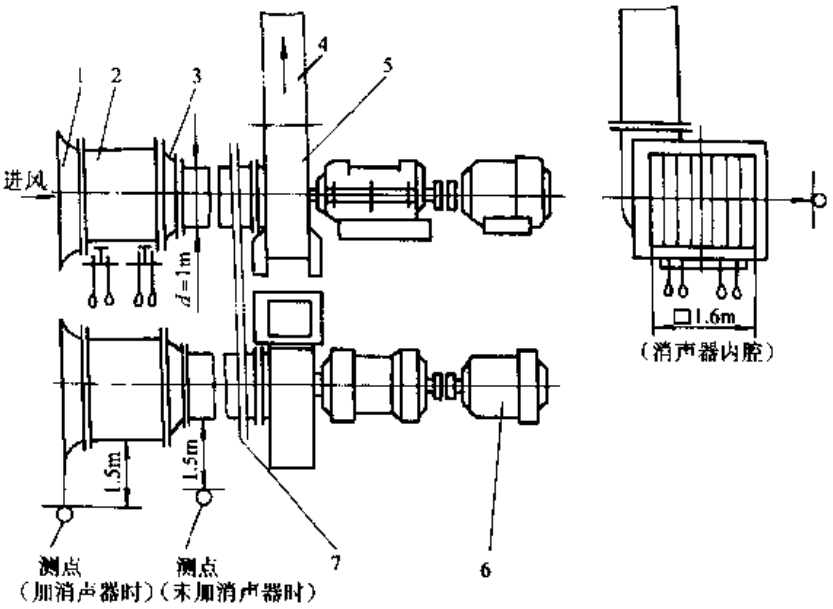


图 15-22　风机消声器布置图

1—集流器　2—消声器　3—接管　4—出风　5—风机　6—电动机　7—隔声层

解　计算如下

① 风机　G4-73№10 锅炉离心式通风机 $n = 1450\text{r/min}$;

② 介质密度 $\rho' = 1.15\text{kg/m}^3$;

③ 流量 $q_v = 49400/3600 = 13.722\text{m}^3/\text{s}$,

④ 风机压力 $p_{tF} = 3010\text{Pa}\ (307\text{kgf/m}^2)$,

⑤ 声功率级常数 $K = 60\text{dB}$(注：$K = 60 \pm 4$，对于一般高效低噪声风机，并且工况点靠近最大效率点和计算进口端时取下限，反之取上限，一般可取 $K = 60$)，

⑥ 声功率级 L_W

$$L_W = K + 10\lg q_v + 20\lg p_{tF} =$$

PLC WORLD

$$60+10\lg13.722+20\lg307=$$
$$60+11.37+49.7=$$
$$121.1\text{dB}\approx121\text{dB}$$

	频率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑦	声功率级 L_W/dB	121								
⑧	倍频带衰减	-1	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-38	查表 15-38（只适用于离心式）
⑨	声强级转换（未加消声器）$10\lg S$ $S=\pi R^2=12.56m^2$	+11								$R=1.5+0.5=2m$
⑩	修正[dB(A)]	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39（通用）
⑪	原声级 L（dB）（未加消声器） ⑦+⑧-⑨+⑩	83	87	89	90	88	84	79	71	
⑫	A声级（未加消声器）/dB(A) $10\lg\Sigma A N\lg\frac{L}{10}$	95.5								
⑬	初选消声器（根据 q_v 及面积比）	T16 ① $S=1.6\times1.6=2.66m^2$（总面积） ② $v_s'=13.722/\left(1.6^2\times\frac{1}{2}\right)=10.72m/s$								见表 15-40
⑭	声功率级 L_W/dB	121								同第7项
⑮	倍频带衰减	-1	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-38	同第8项
⑯	声强级转换 $10\lg S$ $S=21.16m^2$	13								$S=(1.6+1.5\times2)^2=21.16m^2$
⑰	修正/dB(A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	同第10项
⑱	消声器衰减	-5	-6	-13	-27	-27	-26	-10	-10	查表 15-41（通用）
⑲	声级 L[dB(A)]（加消声器后） ⑭+⑮-⑯+⑰+⑱	76	79	74	61	59	56	67	59	
⑳	A声级/dB(A)	81.5<85								
㉑	阻力损失 $\Delta p'=16\times\frac{p'}{1.2}\times\left(\frac{v_s'}{24}\right)^2$	$\Delta p'=16\times\frac{1.15}{1.2}\times\left(\frac{10.72}{24}\right)^2\approx30Pa$								查表 15-41 及第13项
㉒	面积比	$0.5\times(1.6m)^2/(\pi/4\times1m^2)=1.63>1$								
㉓	结论	选用T16消声器良好可行								

注：如果消声器两头都接管道，而只测量点在出口管道端部时，$S=(B+1.5\times2)^2$，B 为矩形出口管道的边长。
如只测开口噪声值时，则测距为零，只按开口面积计算。

例(15-11)　有一台 K50№10 矿井通风机，流量为 105000m³/h，全压 1960Pa（200 kgf/m²），叶片数为 12 片，转速为 1450r/min，要求选用一台消声器，使距离室外安装的出风筒外壳开口处 1.5m 处声级降低到 85dB(A)以下，阻力损失要求小于 157Pa（16kgf/m²）。布置参见图 15-23。

解　计算如下

① 风机　K50№10 矿井轴流式通风机

② 风机转速　1450r/min

③ 叶片频率　250Hz（查表 15-41）

$$\left(\frac{zn}{60}=\frac{12\times1450}{60}=290\right)$$

PLC WORLD

④ 介质密度　$\rho' = 1.15 kg/m^3$；

⑤ 流量　$q_v = 105000/3600 = 29.16 m^3/s$

⑥ 风机压力　$p_{tF} = 1960 Pa\ (200 kgf/m^2)$

⑦ 声功率级常数　$K = 60 dB$（$K = 60 \pm 4$，对于一般高效低噪声风机，并且工况点接近最大效率点、向进口管道传播时取下限，反之取上限，一般可取 $K = 60$。）

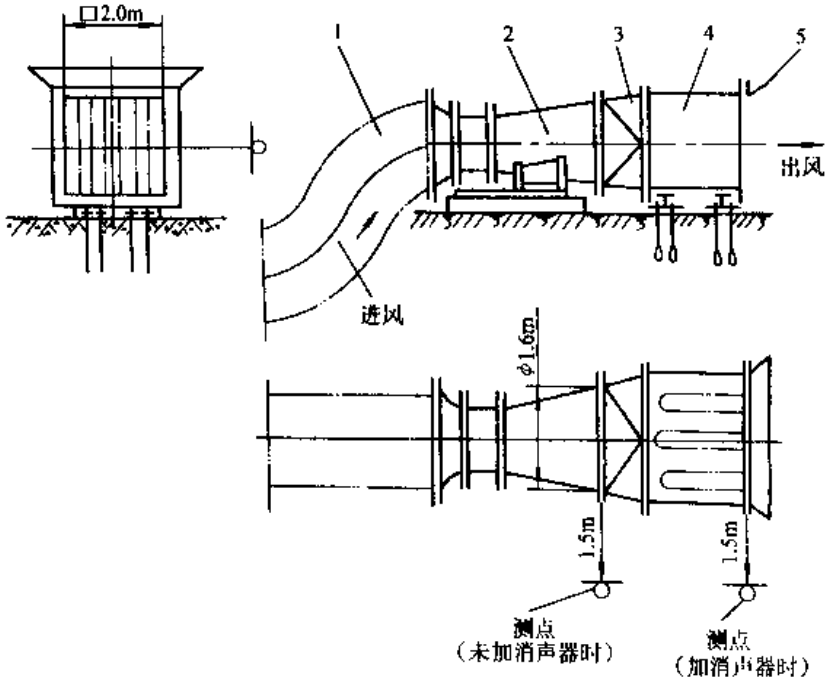


图 15-23　矿井轴流式通风机的消声器布置图

1—进气管道　2—风机　3—接管　4—消声器　5—雨罩

⑧ 声功率级 L_W

$$L_W = K + 10\lg q_v + 20\lg p_{tF} =$$
$$60 + 10\lg 29.16 + 20\lg 200 =$$
$$60 + 14.5 + 46 =$$
$$120.5 dB$$

	频　率（Hz）	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑨	声功率级 L_W/dB	120.5								
⑩	倍频带衰减	-17	-13	-6	-4	-7	-15	-19	-22	查表 15-42（只适用于轴流通风机）
⑪	声强级转换（未加消声器）$10\lg S$ $S = \pi R^2 = 16.6$	12.2								$R = 1.5 + 0.8 = 2.3m$
⑫	修正/dB（A）	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39（通用）
⑬	原声级 L（dB）（未加消声器） ⑨ + ⑨ - ⑪ + ⑫	65.3	79.3	93.3	101.3	101.3	94.3	90.3	85.3	
⑭	A 声级（未加消声器）/dB（A） $10\lg\Sigma A L_W \lg \frac{L}{10}$	105								
⑮	初选消声器	$T20\ (q_v = 29.16)$ ① $S = 2 \times 2 = 4m^2$（总面积） ② $v_s' = 29.16/\left(2^2 \times \frac{1}{2}\right) = 14.58 m/s$								查表 15-40（通用）

（续）

	频　率（Hz）	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑯	声功率级 L_w/dB	120.5								同第9项
⑰	倍频带衰减	-17	-13	-6	-4	-7	-15	-19	-22	同第10项
⑱	声强级转换 10lgS $S=25$	14								$S=(2+1.5\times2)^2=25m^2$
⑲	修正/dB（A）	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	同第12项
⑳	消声器衰减	-5	-6	-13	-27	-27	-26	-10	-10	查表15-41（通用）
㉑	声级 L［dB（A）］（加消声器） ⑭+⑮-⑯+⑰+⑱	58.5	71.5	78.5	72.5	72.5	66.5	78.5	73.5	
㉒	A声级	83<85								
㉓	压力损失 $\Delta p'=16\times\frac{\rho}{1.2}\times\left(\frac{v_s}{24}\right)^2$	$\Delta p=16\times\frac{1.15}{1.2}\times\left(\frac{14.58}{24}\right)^2\approx56.5Pa$								查表15-41及第15项
㉔	面积比	$\frac{2m\times2m\times\frac{1}{2}}{\frac{\pi}{4}\times(1.6m)^2}=0.9947\approx1$								
㉕	结论	选用T20消声器良好可行								

例(15-12)　上述例题之中，如果该进风筒及出风筒均远离风机，而将该风机置于室内，试计算距离风机机壳1.5m处A声级，机壳宽为650mm，外面敷设耐温绝缘层。该房间方向系数 $r=2$，房间常数 $A=12m^2$。

解　计算如下：

第①～⑧项与上一例题相同。

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑦	声功率级 L_w/dB	121								
⑧	倍频带衰减	-1	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-38	查表15-38（只适用于离心式）
⑨	声强级转换 $10\lg\left(\frac{r}{4\pi R^2}+\frac{4}{A}\right)$	+4.2								$r=2$ $R=1.5+0.325=1.825$ $A=12$
⑩	修正/dB（A）	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	
⑪	风机机壳衰减/dB	-12	-15	-18	-21	-24	-27	-30	-33	查表15-45
⑫	耐温绝缘层衰减/dB	-7	-8	-9	-11	-12	-14	-15	-17	查表15-46
⑬	声级 L［dB（A）］ ⑦+⑧-⑨+⑩+⑪+⑫	79.2	79.2	77.2	78.2	67.2	54.2	49.2	36.2	
⑭	A声级 $10\log\Sigma A L_w\lg\frac{L}{10}$	84<85								
⑮	结论	良好可行								

例(15-13)　有一台G9-35№15.5锅炉离心式通风机，流量120000m^3/h，全压13730Pa（1400kgf/m^2），风机进口管道直径为1m，要求选用一台消声器，使距离室外安装的进风筒外壳

PLC WORLD

开口 1.5m 处 A 声级降到 85dB (A)以下，阻力损失小于 294Pa。该风机本身配制进气箱，进气箱尺寸 1.3m×2.3m，介质温度为 20℃。

解　计算如下

① 风机　G9-35№15.5 锅炉离心式通风机转速

$n = 1450\text{r/min}$

② 介质密度　$\rho' = 1.293\text{kg/m}^3$

③ 流量　$q_v = 120000/3600 = 33.333\text{m}^3/\text{s}$

④ 风机压力　$p_{tF} = 13730\text{Pa}\ (1400\text{kgf/m}^2)$

⑤ 声功率级常数　$K = 60\text{dB}$

⑥ 声功率级 L_W　$L_W = K + 10\lg q_v + 20\lg p_{tF} =$

$60 + 10\lg 33.333 + 20\lg 1400 =$

$60 + 15.23 + 63 =$

138dB

风机装有 90°进气箱(与消声器同时加装)。

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑦	声功率级 L_W/dB	138								
⑧	倍频带衰减	-1	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-38	查表 15-38
⑨	声强级转换(未加消声器) $10\lg S$ $S = 4\text{m}^2$	6								$S = (0.5+1.5)^2 = 4\text{m}^2$
⑩	修正/dB (A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39
⑪	原声级 L/dB (未加消声器) ⑦+⑧-⑨+⑩	105	109	111	112	110	106	101	93	
⑫	A 声级(未加消声器)/dB (A) $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	117.3								
⑬	初选消声器	G24×48 $S = 2.4\times4.8 = 11.5\text{m}^2$ (总面积) $v_s = 33.33/\left(11.52\times\frac{1}{2}\right) = 5.8\text{m/s}$								查表 15-40(通用)
⑭	声功率级 L_W/dB	138								同第 7 项
⑮	倍频带衰减	-1	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-38	查表 15-38
⑯	声强级转换 $10\lg S$ $S = 42.12\text{m}^2$	16.2								$S = (2.4+1.5\times2)\times(4.8+1.5\times2) = 42.12\text{m}^2$
⑰	进气箱衰减①	-3	-7	-8	-4	-3	-3	-3	-3	
⑱	修正/dB (A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39 (通用)
⑲	消声器衰减	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28	查表 15-41
⑳	声级 L[dB (A)](加消声器) ⑭+⑮+⑰+⑱-⑯+⑲	83.8	76.8	62.8	42.8	41.8	37.8	52.8	51.8	
㉑	A 声级/dB (A) $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	84.5 < 85								

PLC WORLD

（续）

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑫	阻力损失 $\Delta p' = 27 \times \frac{\rho'}{1.2}\left(\frac{v_s'}{24}\right)^2$	$\Delta p' = 27 \times \frac{1.293}{1.2} \times \left(\frac{5.8}{24}\right)^2 \approx 17\text{Pa}$								查表 15-41 及第 13 项
⑬	面积比	$\frac{11.52\text{m}^2}{2 \times \pi \times (0.5\text{m})^2} = 7.33$								
⑭	结论	选用 G24×48 消声器良好可行								

① 进气箱衰减值的计算见下表，通常可按 3 计算。

进气箱(通用)或出口弯管衰减值

d/λ	衰　减　值/dB	d/λ	衰　减　值/dB
0.1	3	1.5	5
0.2	3	2	4
0.3	4	3	3.5
0.4	7	4	3
0.5	8	5	3
0.7	8.5	7	3
1	7.5	10	3

注：d 为进气箱最小边长尺寸，$\lambda = \frac{c}{Hz}$，$c = 331.4 + 0.6\delta$。

本例中数值如下表（$d = 1.3\text{m}$，$c = 331.4 + 12 = 343.4$）：

衰减值

频　率/Hz	λ	d/λ	ΔL
6.3	5.46	0.238	3
125	2.75	0.473	7
250	1.38	0.946	8
500	0.69	1.89	4
1000	0.34	3.75	3
2000	0.17	7.5	3
4000	0.086	15	3
8000	0.043	30	3

例(15-14)　有一台 1K50№11.2 矿井通风机。流量为 $20\text{m}^3/\text{s}$，静压为 1177Pa（120kgf/m^2）全压与静压接近。叶片数为 10 片，转速为 1300r/min，要求选用一台消声器，使距离室外安装的出风筒外壳开口处 1.5m 处声级降到 85dB(A)以下，阻力损失要求小于 157Pa（16kgf/m^2）。其出口处直径 ϕ1710mm。

解　计算如下

① 风机 1K50№11.2 矿井轴流式通风机

② 风机转速 n 为 1300r/min

PLC WORLD

③ 叶片频率 250Hz（查表 15-42）

$$\frac{zn}{60}\times\frac{10\times1300}{60}=216$$

④ 介质密度 $\rho'=1.2\text{kg/m}^3$

⑤ 流量 $q_v=20\text{m}^3/\text{s}$

⑥ 风机压力 $p_{sF}=1177\text{Pa}\ (120\text{kgf/m}^2)$

⑦ 声功率级常数 $K=60\text{dB}$

⑧ 声功率级 L_W

$$L_W=K+10\lg q_v+20\lg p_{Fs}=$$
$$60+10\lg20+20\lg120=$$
$$60+13+41.5\approx115\text{dB}$$

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
⑨	声功率级 L_W/dB	115								
⑩	倍频带衰减	-17	-13	-6	-4	-7	-15	-19	-22	查表 15-42
⑪	声频级转换 10lgS（未加消声器）$S=17.4$	12.4								$S=(1.5+1.710/2)^2=17.$
⑫	修正/dB (A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39（通用）
⑬	原声级 L (dB)未加消声器 ⑨+⑩-⑪+⑫	59.6	73.6	87.6	95.6	95.6	88.6	84.6	79.6	
⑭	A 声级/dB (A)（未加消声器） $10\lg\Sigma AL_W$ $\lg\frac{L}{10}$	99.5								
⑮	初选消声器	T24 ① $S=2.4^2=5.76\text{m}^2$（总面积） ② $v_s=20/\left(5.76\times\frac{1}{2}\right)=7\text{m/s}$								
⑯	声功率级 L_W/dB	115								同第 9 项
⑰	倍频带衰减	-17	-13	-6	-4	-7	-15	-19	-22	
⑱	声强级转换 10lg$F$	14.6								$S=(2.4+1.5\times2)^2=29.16\text{m}^2$
⑲	修正/dB (A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39
⑳	消声器衰减	-5	-6	-13	-27	-27	-26	-10	-10	查表 15-41
㉑	声级 L/dB (A)（加消声器后） ⑯+⑰-⑱+⑬+⑳	52.4	65.4	72.4	66.4	66.4	60.4	72.4	67.4	
㉒	A 声级 $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	77>85								
㉓	阻力损失 $\Delta p'=16\times\frac{\rho'}{1.2}\times\left(\frac{v_s}{24}\right)^2$	$\Delta p=16\times\frac{1.2}{1.2}\times\left(\frac{7}{24}\right)^2\approx13.6\text{Pa}$								查表 15-41 及第 15 项
㉔	面积比	$\frac{2.4\text{m}\times2.4\text{m}}{2\times\left(\frac{1}{4}\pi\times1.71\text{m}^2\right)}=1.25$								
㉕	结论	选用 T24 消声器良好可行								

PLC WORLD

例(15-15)　试计算 $70B_2$、2BY №18 矿井轴流式通风机配用的消声器。

解　计算如下

① 风机 $70B_2$、2BY №18

② 风机转速 n 为 1000r/min

③ 叶片频率 250Hz (查表 15-42)

$$\frac{zn}{60}=\frac{14\times1000}{60}=233 \quad z=14$$

④ 介质密度 $\rho'=1.293kg/m^3$

⑤ 流量 $q_v=56m^3/s$

⑥ 风机压力 $p_{sF}=4168Pa\ (425kgf/m^2)$

⑦ 声功率级常数 $K=60dB$

⑧ 声功率级 L_W

$$L_W=K+10\lg q_v+20\lg p_{sF}=$$
$$60+10\times\lg56+20\lg425=$$
$$60+17.5+52.5\approx130dB$$

风机出口装有约 90°弯管。

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑨	声功率级 L_W/dB	130								
⑩	倍频带衰减	-17	-13	-6	-4	-7	-15	-19	-22	查表 15-42
⑪	声强级转换 $10\lg S$ (未加消声器) $S=40.7m^2$	16								$S=(4.14+1.5\times2)\times(2.7+1.5\times2)=40.7m^2$
⑫	修正/dB (A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39
⑬	原声级 L[dB](未加消声器) ⑨+⑩-⑪+⑫	71	85	99	107	107	100	96	93	
⑭	A 声级/dB (A)(未加消声器) $10\lg\Sigma A L_W\lg\frac{L}{10}$	判定：需加消声器								
⑮	初选消声器	K28×42 $F=2.8\times4.2=11.76m^2$ (总面积) $v_s'=56/\left(11.76\times\frac{1}{2}\right)=9.5m/s$								查表 15-40
⑯	声功率级 L_W/dB	130								同第 9 项
⑰	倍频带衰减	-17	-13	-6	-4	-7	-15	-19	-22	查表 15-42
⑱	声强级转换 $10\lg S$ $S=41.76m^2$	16.2								$S=(2.8+1.5\times2)\times(4.2+1.5\times2)=41.76m^2$
⑲	进气箱衰减	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	其值通常可按 3 计算
⑳	修正/dB (A)	-26	-16	-9	-3	-0	+1	+1	-1	查表 15-39
㉑	消声器衰减	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28	查表 15-41
㉒	声级 L/dB (A)(加消声器) ⑯+⑰+⑲+⑳-⑱+㉑	59.8	66.8	65.8	48.8	48.8	41.8	57.8	59.8	

PLC WORLD

（续）

	频 率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
㉓	A声级/dB(A) $10\lg\sum AL_W\lg\frac{L}{10}$	70 < 85								
㉔	阻力损失 $\Delta p' = 27\times\frac{\rho'}{1.2}\left(\frac{v_s'}{24}\right)^2$	$\Delta p' = 270\text{Pa}\times\frac{1.293\text{kg/m}^3}{1.2\text{kg/m}^3}\times\left(\frac{9.5\text{m/s}}{24\text{m/s}}\right)^2\approx 50\text{Pa}$								查表15-41及第15项
㉕	结论	选用K28×42消声器良好可行								

例(15-16) 试计算$70B_2$、2BY №24矿井轴流式通风机配用的消声器。

解 计算如下

① 风机$70B_2$、2BY №24矿井轴流通风机

② 风机转速 n 为750r/min

③ 叶片频率125Hz(查表15-42)

$$\frac{zn}{60}=\frac{14\times 750}{60}=175 \qquad z=14$$

④ 介质密度 $\rho'=1.293\text{kg/m}^3$

⑤ 流量 $q_v=102\text{m}^3/\text{s}$

⑥ 风机压力 $p_{sF}=4236\text{Pa}\ (432\text{kgf/m}^2)$

⑦ 声功率级常数 $K=60\text{dB}$

⑧ 声功率级 L_W

$$L_W = K+10\log q_v+20\log p_{sF}=$$
$$60+10\log 102+20\log 432=$$
$$60+20+52.5\approx 132.5\text{dB}$$

风机出口装有约90°弯管。

	频 率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑨	声功率级 L_W/dB	132.5								
⑩	倍频带衰减	-15	-5	-7	-7	-10	-16	-20	-25	查表15-42
⑪	声强级转换 $10\lg S$（未加消声器） $S=56.23\text{m}^2$	17.5								$S=(5.52+1.5\times 2)\times(3.6+1.5\times 2)=56.23\text{m}^2$
⑫	修正/dB(A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表15-39
⑬	原声级 L/dB(未加消声器) ⑨+⑩-⑪+⑫	74	94	99	105	105	100	96	89	
⑭	A声级/dB(A)(未加消声器) $10\lg\sum AL_W\lg\frac{L}{10}$	111 判定：需加消声器								
⑮	初选消声器	K36×56 $S=3.6\times 5.6=20.16\text{m}^2$(总面积) $v_s'=102/\left(20.16\times\frac{1}{2}\right)=10.1\ (\text{m/s})$								查表15-40
⑯	声功率级 L_W/dB	132.5								同第9项

PLC WORLD

（续）

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑰	倍频带衰减	-15	-5	-7	-7	-10	-16	-20	-25	查表 15-38
⑱	声强级转换 $10\lg S$，$S=50.76m^2$	17								$S=(3.6+1.5\times2)\times(5.6+1.5\times2)=56.76m^2$
⑲	进气箱衰减	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	其值可按 3 计算
⑳	修正/dB（A）	-26	-16	-9	-3	-0	+1	+1	-1	查表 15-39
㉑	消声器衰减	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28	查表 15-42
㉒	声级 L/dB（A）（加消声器）⑯+⑰+⑲+⑳-⑱+㉑	63.5	76.5	66.5	47.5	47.5	42.5	58.5	58.5	
㉓	A 声级/dB（A）$10\lg\sum AL_W\lg\frac{L}{10}$	77<85								
㉔	阻力损失 $\Delta p'=27\times\frac{\rho}{1.2}\times\left(\frac{v_s'}{24}\right)^2$	$\Delta p'=270Pa\times\frac{1.293kg/m^3}{1.2kg/m^3}\times\left(\frac{10.1m/s}{24m/s}\right)^2\approx50Pa$								查表 15-41 及第 15 项
㉕	结论	选用 K36×56 消声器良好可行								

例(15-17)　试计算矿井轴流式通风机配用的消声器。

解　计算如下

① 风机 $70B_2$、2BY No28 矿井轴流式通风机

② 风机转速 n 为 600r/min

③ 叶片频率 125Hz（查表 15-42）

$$\frac{zn}{60}=\frac{14\times600}{60}=140z=14$$

④ 介质密度 $\rho=1.2kg/m^2$

⑤ 流量 $q_v=130m^3/s$

⑥ 风机压力 $p_{sF}=3648Pa\ (372kgf/m^2)$

⑦ 声功率级常数 $K=60dB$

⑧ 声功率级 L_W

$$L_W=K+10\log q_v+20\log p_{sF}=$$
$$60+10\log130+20\log372=$$
$$60+21+51.5\approx132.5dB$$

风机出口装有约 90°弯管。

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑨	声功率级 L_W/dB	132.5								
⑩	倍频带衰减	-15	-5	-7	-7	-10	-16	-20	-25	查表 15-42
⑪	声强级转换 $10\lg S$（未加消声器）$S=68m^2$	18.5								$S=(6.44+1.5\times2)\times(4.2+1.5\times2)=68m^2$
⑫	修正/dB（A）	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表 15-39

（续）

	频 率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑬	原声级 L/dB（未加消声器）⑤+⑩-⑪+⑫	73	93	98	104	104	99	95	88	
⑭	A声级/dB(A)(未加消声器) $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	111 判定：需加消声器								
⑮	初选消声器	K42×64 $S=4.2\times6.4=26.88\text{m}^2$（总面积） $v_s=130/\left(26.88\times\frac{1}{2}\right)=9.7\text{m/s}$								查表 15-40
⑯	声功率级 L_W/dB	132.5								
⑰	倍频带衰减	-15	-5	-7	-7	-10	-16	-20	-25	查表 15-42
⑱	声强级转换 $10\lg S$，$S=67.68\text{m}^2$	18.3								$S=(4.2+1.5\times2)\times(6.4+1.5\times2)=67.68\text{m}^2$
⑲	进气箱衰减	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	其值通常可按3计算
⑳	修正/dB(A)	-26	-16	-9	-3	-0	+1	+1	-1	查表 15-39
㉑	消声器衰减	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28	查表 15-41
㉒	声级 L/dB(A)(加消声器) ⑯+⑰+⑲+⑳-⑱+㉑	62.2	75.2	65.2	46.2	46.2	41.2	57.2	57.2	
㉓	A声级/dB(A) $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	76<85								
㉔	阻力损失 $\Delta p'=27\times\frac{\rho'}{1.2}\left(\frac{v_s}{24}\right)^2$	$\Delta p'=270\text{Pa}\times\frac{1.293\text{kg/m}^3}{1.2\text{kg/m}^3}\times\left(\frac{9.7\text{m/s}}{24\text{m/s}}\right)^2\approx50\text{Pa}$								查表 15-41 及第 15 项
㉕	结论	选用 K42×64 消声器良好可行								

例(15-18) 试计算 2K60№36 矿井轴流式通风机配用的消声器。

解 计算如下

① 风机 2K60№36 矿井轴流通风机

② 风机转速 n 为 500r/min

③ 叶片频率 125Hz（查表 15-42）

$$\frac{zn}{60}=\frac{14\times500}{60}=117$$

④ 介质密度 $\rho'=1.293\text{kg/m}^3$

⑤ 流量 $q_v=224\text{m}^3/\text{s}$

⑥ 风机压力 $p_{sF}=4167\text{Pa}\ (425\text{kgf/m}^2)$

⑦ 声功率级常数 $K=60\text{dB}$

⑧ 声功率级 L_W

$$L_W=K+10\log q_v+20\log p_{sF}=$$
$$60+10\log224+20\log425=$$
$$60+23.5+52.5\approx136\text{dB}$$

PLC WORLD

风机出口装有约90°弯管。

	频　率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	注
⑨	声功率级 L_W/dB	136								
⑩	倍频带衰减	-15	-5	-7	-7	-10	-16	-20	-25	查表15-42
⑪	声强级转换 $10\lg S$（未加消声器） $S=94.8m^2$	20								$S=(8.28+1.5\times2)\times(5.4+1.5\times2)=94.8(m^2)$
⑫	修正[dB(A)]	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	查表15-39
⑬	原声级 L/dB（未加消声器） ⑨+⑩-⑪-⑫	71.5	91.5	96.5	102.5	102.5	97.5	93.5	86.5	
⑭	A声级/dB(A)（未加消声器） $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	108.5 判定：需加消声器								
⑮	初选消声器	K56×88 $S=5.6\times8.8=49.28m^2$　（总面积） $v_s=224/\left(\frac{1}{2}\times49.28\right)=9.1m/s$								查表15-40
⑯	声功率级 L_W/dB	136								同第9项
⑰	倍频带衰减	-15	-5	-7	-7	-10	-16	-20	-25	查表15-42
⑱	声强级转换 $10\lg S$，$S=101.48m^2$	20								$S=(5.6+1.5\times2)\times(8.8+1.5\times2)=101.48m^2$
⑲	进气箱衰减	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	其值通常可按衰减计算
⑳	修正/dB(A)	-26	-16	-9	-3	-0	+1	+1	-1	查表15-39
㉑	消声器衰减	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28	查表15-41
㉒	声级 L/dB(A)（加消声器） ⑯+⑰+⑲+⑳-⑱+㉑	64	77	67	48	48	43	59	59	
㉓	A声级/dB(A) $10\lg\Sigma AL_W\lg\frac{L}{10}$	78<85								
㉔	阻力损失 $\Delta p'=27\times\frac{\rho'}{1.2}\times\left(\frac{v_s'}{24}\right)^2$	$\Delta p'=270Pa\times\frac{1.293kg/m^3}{1.2kg/m^3}\times\left(\frac{9.1m/s}{24m/s}\right)^2\approx50Pa$								查表15-41及第15项
㉕	结论	选用K56×88消声器良好可行								

表15-38　倍频带衰减值（只适用于离心式风机）

中心频率/Hz	声功率级 L_W/dB	中心频率/Hz	声功率级 L_W/dB
63	1	1000	22
125	7	2000	27
250	12	4000	32
500	17	8000	38

表15-39　各频带的修正（通用）

中心频率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB(A)	-26	-16	-9	-3	-0	+1	+1	-1

PLC WORLD

表 15-40 消声器选择表(通用)

消声器型号	最大流量 q_v /(m³/s)	与消声器相连处风机进出口或管道的最大截面面积 /mm²	消声器型号	最大流量 q_v /(m³/s)	与消声器相连处风机进出口或管道的最大截面面积 /mm²
T4 Z4 J4	2	$\frac{1}{2}\times400\times400$	G12×24	35	$\frac{1}{2}\times1200\times2400$
T6 Z6 J6	4	$\frac{1}{2}\times600\times600$	G16×32	62	$\frac{1}{2}\times1600\times3200$
T8 Z8 J8	7	$\frac{1}{2}\times800\times800$	G20×40	95	$\frac{1}{2}\times2000\times4000$
T12 Z12 J12	17	$\frac{1}{2}\times1200\times1200$	G24×48	138	$\frac{1}{2}\times2400\times4800$
T16 Z16 J16	31	$\frac{1}{2}\times1600\times1600$	K28×42	138	$\frac{1}{2}\times2800\times4200$
T20 Z20 J20	48	$\frac{1}{2}\times2000\times2000$	K36×56	245	$\frac{1}{2}\times3600\times5600$
T24 Z24 J24	69	$\frac{1}{2}\times2400\times2400$	K44×63	310	$\frac{1}{2}\times4400\times6300$
G8×16	15	$\frac{1}{2}\times800\times1600$	K56×84	500	$\frac{1}{2}\times5600\times8400$

表 15-41 消声器衰减值(通用)

型 号	压力损失 /Pa (标况下) ≈	频率 /Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T4-T6	160	-5	-6	-14	-25	-25	-12	-10	-10
Z4-Z6	180	-5	-6	-14	-25	-25	-12	-10	-10
J4-J6	180	-5	-9	-19	-33	-33	-13	-10	-10
T8-T24	160	-5	-6	-13	-27	-27	-26	-10	-10
J8-J24	180	-5	-9	-18	-37	-41	-35	-15	-10
Z8-Z12	180	-5	-6	-13	-27	-27	-26	-10	-10
Z16-Z24	180	-5	-9	-18	-37	-41	-35	-15	-10
G8×18 G12×24 G16×32 G20×40 G24×48	270	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28
K28×42	270	-8	-15	-30	-55	-55	-55	-35	-28
K36×56	270								
K42×64	270								
K56×88	270								

注：压力损失系指 $\rho=1.2kg/m^3$，$v_s=24m/s$ 时，如 ρ、v_s 变化为 ρ'、v_s' 时，其压力损失：$\Delta p'=\Delta p\left(\frac{\rho'}{\rho}\right)\left(\frac{v_s'}{v_s}\right)^2$，式中，$\Delta p$ 为标准状况下压力损失(Pa)。

消声器外形及安装尺寸见图 15-24、图 15-25、图 15-26、图 15-27。

倍频带中心频率划分范围见表 15-44。其它附加衰减值可查表 15-45、表 15-46。

PLC WORLD

表 15-42　倍频带衰减(只适用于一般轴流及矿井轴流通风机)

中心频率/Hz	声功率级 L_W/dB			中心频率/Hz	声功率级 L_W/dB		
	63Hz 频带	125Hz 频带	250Hz 频带		63Hz 频带	125Hz 频带	250Hz 频带
63	5	15	17	1000	13	10	7
125	7	5	13	2000	19	16	15
250	7	7	6	4000	23	20	19
500	10	7	4	8000	28	25	22

倍频带值

倍频带

中心频带	限	频	中心频带	限	额
63	45	90	1000	710	1400
125	90	180	2000	1400	2800
250	180	355	4000	2800	5600
500	355	710	8000	5600	11200

表 15-43　倍频带衰减(只适用于锅炉用重载轴流通风机)

中心频率/Hz	声功率级 L_W/dB			中心频率/Hz	声功率级 L_W/dB		
	125Hz 频带	250Hz 频带	500Hz 频带		125Hz 频带	250Hz 频带	500Hz 频带
63	17	25	26	1000	11	9	6
125	2	17	25	2000	13	15	11
250	6	2	17	4000	28	25	22
500	9	7	2	8000	37	35	32

表 15-44　倍频带中心频率(通用)

中心频率/Hz	限　值	Hz	中心频率/Hz	限　值	Hz
63	45	90	1000	710	1400
125	90	180	2000	1400	2800
250	180	355	4000	2800	5600
500	355	710	8000	5600	11200

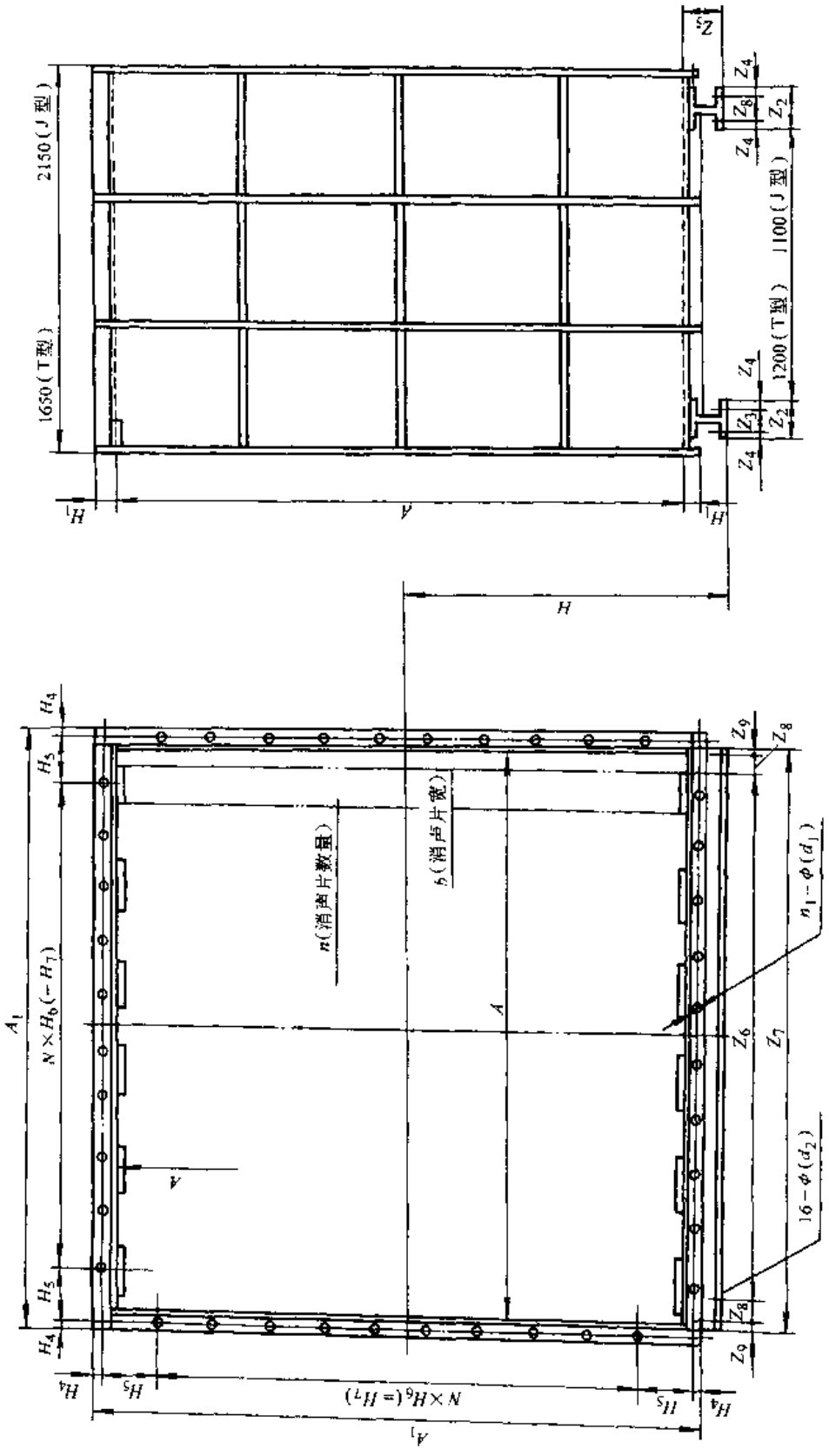
表 15-45　风机机壳衰减值(通用)　〔dB(A)〕

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12	15	18	21	24	37	30	33

表 15-46　耐温绝缘层(附加衰减)　〔dB(A)〕

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	8	9	11	12	14	15	17

PLC WORLD


2150(J型)
1650(T型)
1200(T型)
1100(J型)
Z
Z4
Z8
Z2
Z3
H1
H
B
H4
H5
H6
H7
Z9
n(消声片数量)
b(消声片宽)
n1-φ(d1)
16-φ(d2)
A1
A

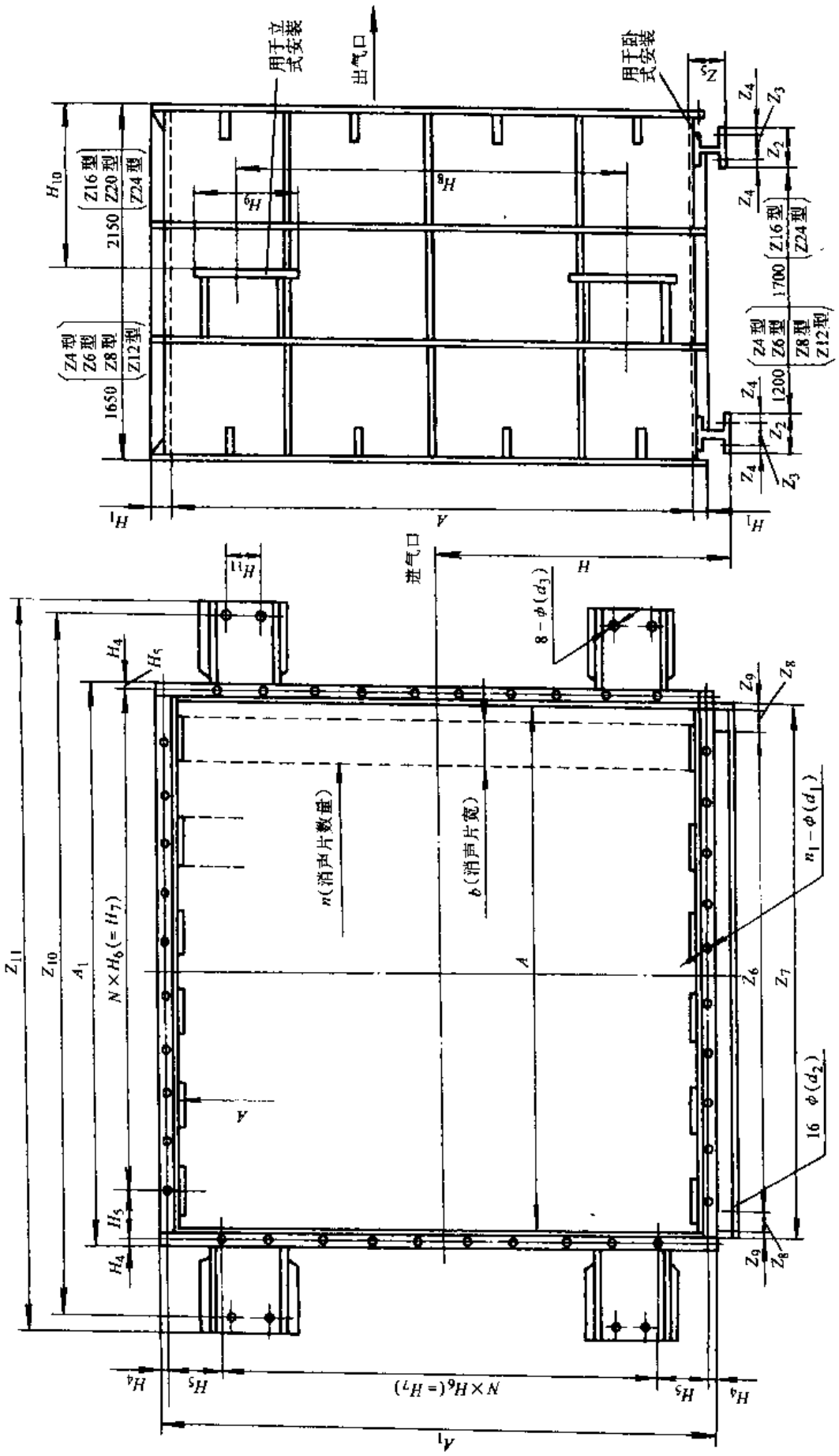
(mm)

型号	A	A_1	b	d_1	d_2	H	N	n_1	H_1	H_4	H_5	H_6
T4/J4	400	486	200	12	12	283	5	24	43	15	40.5	75
T6/J6	600	686	300	12	12	383	5	24	43	15	48	112
T8/J8	800	886	200	12	12	483	7	32	43	15	36	112
T12/J12	1200	1298	200	15	15	724	9	40	49	17	69.5	125
T16/J16	1600	1710	200	19	19	925	13	56	55	18	24.5	125
T20/J20	2000	2110	200	19	19	1165	15	64	55	18	99.5	125
T24/J24	2400	2510	200	19	19	1365	19	80	55	18	49.5	125

型号	H_7	n	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	质量/kg
Z4/J4	375	1	80	50	15	83	224	406	50	41	152/180.3
T6/J6	560	1	80	50	15	83	424	606	50	41	212/257
T8/J8	784	2	80	50	15	83	624	806	50	41	326/396
T12/J12	1125	3	120	70	25	124	986	1208	70	41	665/785
T16/J16	1625	4	120	70	25	125	1388	1610	70	41	1094/1360
T20/J20	1875	5	160	100	30	165	1728	2010	100	41	1593/1989
T24/J24	2375	6	160	100	30	165	2128	2410	100	41	2090/2593

图 15-24 $\begin{matrix}T\text{型}\\J\text{型}\end{matrix}$消声器外形及安装尺寸图

PLC WORLD


用于立式安装
出气口
用于卧式安装
H_{10}
Z16型 Z20型 Z24型
2150
Z4型 Z6型 Z8型 Z12型
1650
Z16型 Z24型
1700
Z4型 Z6型 Z8型 Z12型
1200
Z_1 Z_2 Z_3 Z_4
^8H ^6H
^1H ^{11}H
A
进气口
H
$8-\phi(d_3)$
H_4 H_5
Z_{11} Z_{10} A_1
$N\times H_6(=H_7)$
n(消声片数量)
b(消声片宽)
$n_1-\phi(d_1)$
16 $\phi(d_2)$
Z_6 Z_7 Z_8 Z_9
^4H ^5H
$N\times H_6(=H_7)$
A_1

(mm)

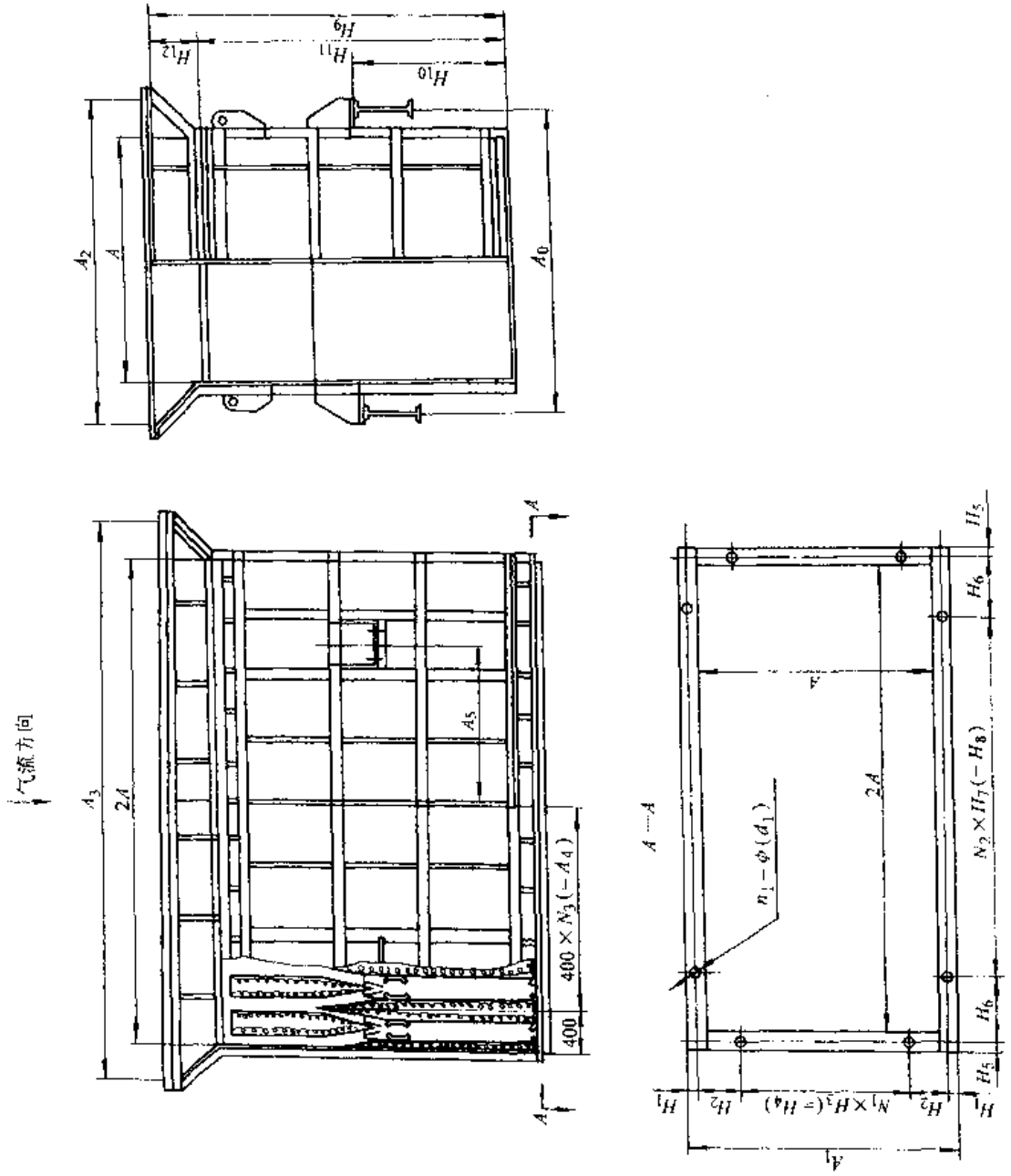
型　号	A	A_1	b	d_1	d_2	H	N	n_1	H_1	H_4	H_5	H_6	H_7	n	Z_2
Z4	400	526	200	12	12	283	5	24	63	35	40.5	75	375	1	80
Z6	600	726	300	12	12	383	5	24	63	35	48	112	560	1	80
Z8	800	926	200	12	12	483	7	32	63	35	36	112	784	2	80
Z12	1200	1348	200	15	15	724	9	40	74	42	69.5	125	1125	3	120
Z16	1600	1760	200	19	19	925	13	56	80	43	24.5	125	1625	4	120
Z20	2000	2160	200	19	19	1165	15	64	80	43	99.5	125	1875	5	160
Z24	2400	2560	200	19	19	1365	19	80	80	43	49.5	125	2375	6	160

型　号	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	H_8	H_9	H_{10}	H_{11}	Z_{10}	Z_{11}	d_3	质量/kg
Z4	50	15	83	224	406	50	41	235	120	737.4	80	606	646	15	202
Z6	50	15	83	424	606	50	41	328	120	737.4	80	806	846	15	232
Z8	50	15	83	624	806	50	41	598	180	737.4	120	1106	1166	19	325
Z12	70	25	124	986	1208	70	41	906	180	737	120	1508	1568	19	740
Z16	70	25	125	1388	1610	70	41	1315	360	1069	240	2330	2410	27	1653
Z20	100	30	165	1728	2010	100	41	1560	360	1069	240	2650	2730	27	2299
Z24	100	30	165	2128	2410	100	41	1820	360	1069	240	3050	3130	27	2910

图 15-25　Z 型消声器外形及安装尺寸图

PLC WORLD

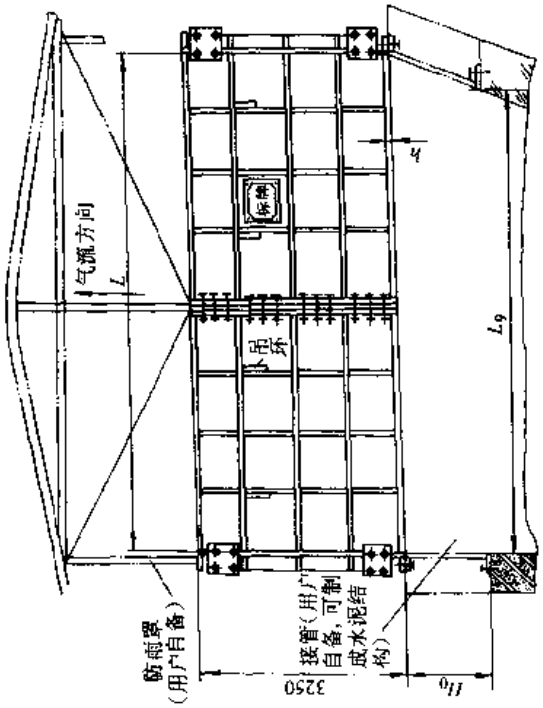
(mm)

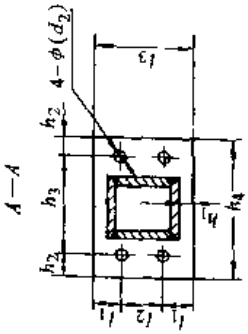

H_9
H_{12}
H_{11}
H_{10}
A_2
A
A_0
气流方向
A_3
$2A$
A_5
$400\times N_3(=A_4)$
400
H_5
H_6
$2A$
$n_1-\Phi(d_1)$
$N_2\times H_7(=H_8)$
H_1
H_2
$N_1\times H_3(=H_4)$
A_1

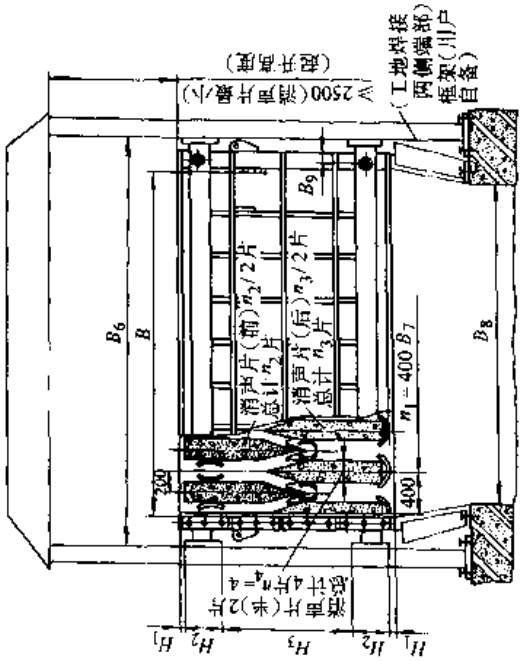
尺寸 / 代号 / 消声器	A	$2A$	A_0	A_1	A_2	A_3	H_1	H_2	$N_1 \times H_3 = H_4$	H_5	H_6	$N_2 \times H_7 = H_{18}$	H_9
G8 × 16	800	1600	1150	886	1060	1860	15	60.5	7 × 105 = 735	15	40.5	15 × 105 = 1575	3320
G12 × 24	1200	2400	1620	1298	1600	2800	20	104	7 × 150 = 1050	20	104	15 × 150 = 2250	3400
G16 × 32	1600	3200	2030	1710	2135	3800	20	135	7 × 200 = 1400	20	135	15 × 200 = 3000	3475
G20 × 40	2000	4000	2600	2160	2666.5	4660	29	176	7 × 250 = 1750	29	176	15 × 250 = 3750	3566.5
G24 × 48	2400	4800	3000	2592	3200	5600	35	211	7 × 300 = 2100	35	211	150 × 300 = 4500	3650

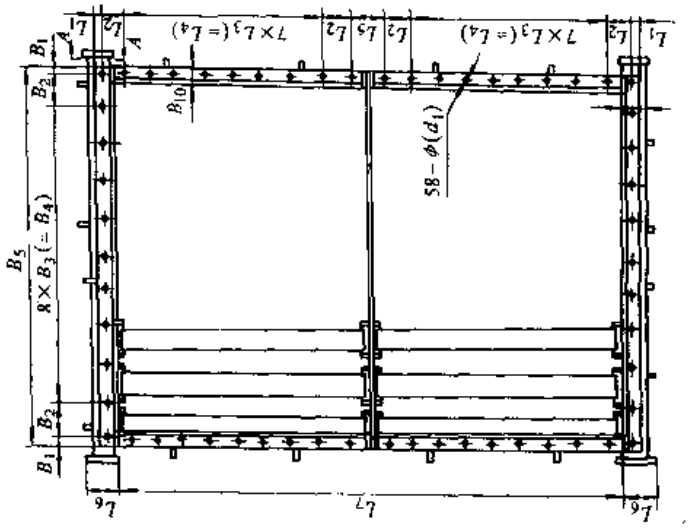
尺寸 / 代号 / 消声器	H_{10}	H_{11}	H_{12}	$400 \times N_3 = A_4$	A_5	A_6	$n_1 - \varphi(d_1)$	工字钢规格（用户自备）	质量/kg			备注
									集流器	本体	总质量	
G8 × 16	1575	3150	170	400 × 2 = 800	1060	1686	48-12	300 × 135 × 6.5	90	2010	2100	
G12 × 24	1575	3150	250	400 × 4 = 1600	1600	2498	48-12	450 × 160 × 8.6	143	2464	2607	
G16 × 32	1575	3150	325	400 × 6 = 2400	2135	3310	48-15	450 × 160 × 8.6	232.5	3792	4025	
G20 × 40	1575	3150	416.5	400 × 8 = 3200	2666.5	4160	48-19	600 × 190 × 11.1	611	6334	6945	
G24 × 48	1575	3150	500	400 × 10 = 4000	3200	4992	48-19	600 × 190 × 11.1	1050	10250	11300	

图 15-26　G 型消声器外形及安装尺寸图


气流方向
L
L_9
L_{10}
防雨罩（用户自备）
3250
接管（用户自备，可制成水泥结构）


A—A
$4-\phi(d_2)$
h_2
h_3
h_4
l_1
l_2
l_3
l_4


≥2500（消声片最小）
（起升高度）
（工地焊接两侧端部）
框架（用户自备）
B_6
B
B_9
B_8
消声片（前）n_2/2片
总计n_2片
消声片（后）n_3/2片
总计n_3片
$n_1=400$ B_7
400
200
消声片（半）2片
总计4片$n_4=4$
H_1
H_2
H_3
H_4
H_5


B_1
B_2
B_{10}
B_5
$8\times B_3(=B_4)$
$7\times L_3(=L_4)$
$58-\phi(d_1)$
L_1
L_2
L_3
L_4
L_5
L_6
L_7
A

(mm)

尺寸 / 代号 / 消声器	B	L	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	$n_1 \times 400 = B_7$	$B_8 \approx$	$B_9 \approx$	消声片数量 前 n_2	后 n_3	半 n_4
K28×42	2800	4200	40	240	300	2400	2960	3200	5×400=2000	2610	40	14	12	4
K36×56	3600	5600	50	250	400	3200	3800	4250	7×400=2800	3480	50	18	16	4
K44×63	4400	6300	60	405	465	3720	4650	4980	9×400=3600	4060	60	22	20	4
K56×84	5600	8400	80	480	600	4800	5920	6400	12×400=4800	5220	80	28	26	4

尺寸 / 代号 / 消声器	$\varphi(d_1)$	B_{10}	h	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	$L_9 \approx$	h_1	$\varphi(d_2)$	h_2	h_3
K28×42	18	80	4	40	162.5	250	1750	130	140	4180	80	4050	12	24	25	130
K36×56	24	100	5	50	176.75	330	2310	173	180	5572	100	5400	15	30	30	180
K44×63	28	125	6	60	183.75	375	2625	195	210	6266	125	6300	18	35	35	200
K56×84	36	160	8	80	325	500	3500	260	280	8360	160	8100	25	50	50	260

尺寸 / 代号 / 消声器	h_4	l_1	l_2	l_3	H_0	H_1	H_2	H_3	质量/kg 消声片 单个(前)	消声片 全部	框架≈(包括支承)	总质量	备注
K28×42	180	25	90	140	1450	100	180	2690	72/156	6763	3600	10306	
K36×56	240	30	120	180	1920	135	240	2500	84/170	10745	5700	16422	
K44×63	270	35	140	210	2240	150	270	2410	90/180	14302	9200	23800	
K56×84	360	50	180	280	2880	200	360	2130	108/197	22010	14000	37851	

图 15-27 K28×42 K36×56 K44×63 K56×84 型消声器外形及安装尺寸图

PLC WORLD

第十六章　风机应用例题

例(16-1)　空气在温度为25℃，大气压力为105kPa时，空气流速为20m/s，求出动能能量头和动压。

解　动能能量头　$H_v=\dfrac{v^2}{2g}=\dfrac{20^2}{2\times9.81}=20.387\text{m}$

此时空气密度为　$\rho=1.2\times\dfrac{105}{101.325}\times\dfrac{293}{298}=1.22\text{kg/m}^3$

动压　$p_d=\dfrac{1}{2}\rho v^2=\dfrac{1}{2}\times1.22\text{kg/m}^3\times(20\text{m/s})^2=244\text{Pa}$

例(16-2)　通过一个皮托静压管在管道截面中心测得空气的动压分别为12Pa，30Pa，29Pa，18Pa。当空气温度为18℃时，静压为425Pa，周围环境大气压为102kPa，如果通风横截面积为0.6m²，求体积流量。

解　风管中的空气密度 $\rho=1.2\times\dfrac{102000-425}{101325}\times\dfrac{293}{291}=1.21\text{kg/m}^3$

空气速度　$v=\sqrt{\dfrac{2\overline{p_d}}{\rho}}=1.286\sqrt{p_d}\,(\text{m/s})$

因此，这些点的速度分别是4.45，7，6.93，5.46m/s

平均空气速度为23.84/4=5.96m/s

空气体积流量 q_v=平均空气速度×风管截面积=5.96m/s×0.6m²=3.58m³/s

例(16-3)　一个风道的横截面积从0.25m²扩大到0.35m²，在大气压力下，平均全压和静压分别由扩大以前的360Pa和460Pa，变为膨胀后的平均全压为385Pa，求获得的静压和膨胀损失系数(用较小截面的动压)。

解　在膨胀管中压力损失 $\Delta p=p_{t2}-p_{t1}$

$$\Delta p=(p_{at}-360)-(p_{at}-385)=25\text{Pa}$$

对上、下流截面应用伯努里方程

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2+p_{t1}=\frac{1}{2}\rho v_2^2+p_{t2}+\Delta p \text{ 或}$$

$$p_{t1}=p_{t2}+\Delta p$$

$$p_{s1}+p_{d1}=p_{s2}+p_{d2}+\Delta p$$

获得静压　$p_{s2}-p_{s1}=p_{d1}-p_{d2}-\Delta p$

现在　$A_1v_1=A_2v_2=q_v$

因此，　$v_2=v_1A_1/A_2$

由　$p_{dF}=\dfrac{1}{2}\rho v^2$

$$p_{d2}=\frac{1}{2}\rho\left(\frac{v_1A_1}{A_2}\right)^2=p_{d1}A_1^2/A_2^2$$

$$p_{d1}=p_{t1}-p_{s1}=(p_{at}-360)-(p_{at}-460)=100\text{Pa}$$

$$p_{d2}=100\times(0.25/0.35)^2=51\text{Pa}$$

PLC WORLD

因此，获得静压 = 100 − 51 − 25 = 24Pa

损失系数 $K = \Delta p / p_{d1} = 25\text{Pa}/100\text{Pa} = 0.25$

例(16-4)　一个 100m 长风道系统，横截面为 250mm × 500mm，由摩擦系数为 0.005 的钢板制成。两个弯头的截面相同，损失系数都为 0.2。如果通过横截面尺寸为 500mm × 600mm 的膨胀器排出时，在最小截面处的动压损失系数为 0.4，求在空气体积流量为 1.2m³/s，密度 1.2kg/m³ 时总的全压损失。

解　计算见表 16-1。

表 16-1

元　件	速　度 $v = \frac{q_v}{A}$/(m/s)	动　压 $0.6v^2$/Pa	损失系数	全压损失/Pa
直　管	9.6	55.3	6	332
弯　管	9.6	55.3	2×0.2	22
膨胀器	9.6	55.3	0.4	22
排出口	4	9.6	1	16
				总计 386Pa

直管损失系数　$$f\frac{PL}{A} = 0.005 \times \frac{2\,(0.25+0.5)}{0.25\times 0.5} \times 100 = 6$$

式中　f——摩擦系数；

P——周长(m)；

L——长度(m)；

A——面积(m²)。

损失　$$\Delta p = \frac{F}{A} = f \times \frac{PL}{A} \times \frac{1}{2}\rho v^2 = 6 \times 55.3\text{Pa} = 332\text{Pa}$$

例(16-5)　在单管或管路系统，总压力损失(即需由流体动力装置提供的总压力)是可以通过每部分总压力损失叠加求得，即

$$\Delta p = K_1 \frac{1}{2}\rho_1 v_1^2 + K_2 \frac{1}{2}\rho_2 v_2^2 + \cdots = K_1 \times \frac{1}{2}\rho_1 (q_{v1}/A_1)^2 + K_2 \times \frac{1}{2}\rho_2 (q_{v2}/A_2)^2 + \cdots$$

一旦系统被设计并运行，这些计算参数将是一定的，并且

$$\Delta p \propto q_v^2$$

一个类似于电阻的概念经常需用到，即

阻力　$$R = \frac{\Delta p}{q_v^2}$$

这个概念被用在矿山通风机中，通常用以表示巷道中空气流动的阻力，每个巷道在流量为 m³/s 时，系统的阻力用压力损失 Δp 单位为 Pa。

按照电学的模拟，图 16-1a 表示串联系统中的阻力，总压力损失

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 = R_1 q_{v1}^2 + R_2 q_{v2}^2 + R_3 q_{v3}^3 = R q_v^2$$

现在，对于串联线路，$q_{v1} = q_{v2} = q_{v3} = q_v$，而等效阻力

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

图 16-1b 表示并联系统中阻力，对于总体积流量

$$q_v = q_{v1} + q_{v2} + q_{v3} = \sqrt{\frac{\Delta p_1}{R_1}} + \sqrt{\frac{\Delta p}{R_2}} + \sqrt{\frac{\Delta p}{R_3}} = \sqrt{\frac{\Delta p}{R}}$$

PLC WORLD

由于并联系统通过公共结点只有一个压力损失，$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3$

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}}$$

由这个等式，就可以求出阻力 R。

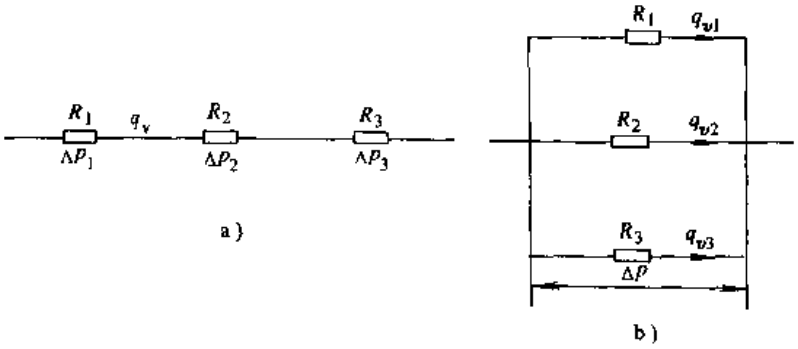


图　16-1

a)串联流动阻力　b)并联流动阻力

更复杂的串/并联系统可以用这种方法来处理，在研究如图 16-2 所示的网络时，首先研究并联阻力 R_2 和 R_3

$$\frac{1}{\sqrt{R_{23}}} = \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}} = \frac{\sqrt{R_2} + \sqrt{R_3}}{\sqrt{R_2 R_3}}$$

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3 + 2\sqrt{R_2 R_3}}$$

$$R = R_1 + R_{23} + R_4 = R_1 + R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3 + 2\sqrt{R_2 R_3}}$$

另一种常用的方法是 Hardy-Cross 法，此法是根据牛顿法求出一个作用零点，在图 16-3 中考虑流体连续定律，

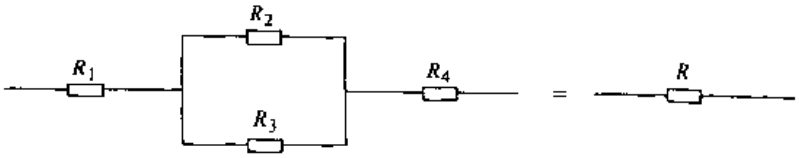


图 16-2　串/并联网络

$$q_{v1} + q_{v4} = q_{v2} + q_{v3}$$

也可以这样分析，环绕 ABCDA 回路的压力代数和一定为零，假设流量值在每个支路的增量为 Δq_v。

那么　　$$\Sigma R\,(q_v + \Delta q_v)^2 = 0$$

式中 q_v 表示实际流量，展开上式得到

$$\Sigma R q_v^2 + 2\Sigma R q_v \Delta q_v + \Sigma R \Delta q_v^2 = 0$$

如果 Δq_v 相对于 q_v 来说是很小的，$R\Delta q_v^2$ 项可忽略，得到 $\Sigma R q_v^2 + 2\Sigma R q_v \Delta q_v = 0$，这样微量 Δq_v 可以从下式估出

$$\Delta q_v = \frac{-\Sigma R q_v^2}{2\Sigma R q_v}$$

在运算中必须进行修正并注意下面几点：

1）为了求压力降，必须任意设回路某一方向为正（例如设沿顺时针方向流动的压力降为正）。

2）为了保证压力降的符号正确，最好将 q_v 写成绝对值 $|q_v|$（总是正的）的形式，而 q_v 的平方的正负则要根据流动方向来定。这样 Rq_v^2 就被写成 $R|q_v|q_v$。

3）分母总是正的，因此对于压力降在负方向的修正是由另一个负号完成的。

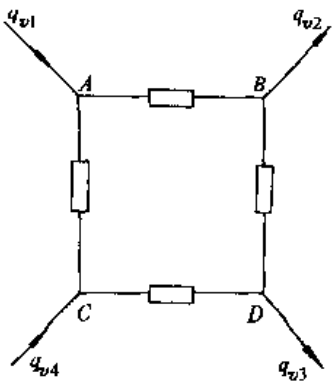


图 16-3　流动网络

一个复杂的系统将被分成 N 个支路，而修正量 Δq_v 从每个支路中求出。最少网络数 M 必须列出 $M = N - J + 1$ 个复杂方程，J 是节

PLC WORLD

点数。修正量在每个单元合适的方向上应用。计算过程反复进行直到流量修正量小到合乎要求为止。这一过程在本例题中得到演示。

一个流体系统 ABCDB，流动电阻为 $R_{AB}=4$，$R_{BC}=3$，$R_{DC}=1.5$，$R_{BD}=2$，且 $R_{AD}=2.5$ 个单位，如果总流量从 A 流到 C 是 $4m^3/s$，求各支路流量。

图 16-4a 所示是系统的粗略估计示意图，在每个网络中取顺时针方向流动为正，则有

$$\Delta q_{v1}=\frac{-\Sigma Rq_v^2}{\Sigma Rq_v}=\frac{-(4\times2^2+2\times1^2-2.5\times2^2)}{2(4\times2+2\times1+2.5\times2)}=\frac{-8}{30}=-0.27$$

$$\Delta q_{v2}=\frac{-(3\times1^2-1.5\times3^2-2\times1^2)}{2(3\times1+1.5\times3+2\times1)}=\frac{12.5}{19}=+0.61$$

用这些修正值修正后的数据由图 16-4b 示出。接着反复运用这一过程，得到新的 Δq_{v1} 和 Δq_{v2} 的值，直到它们小到满足要求为止。

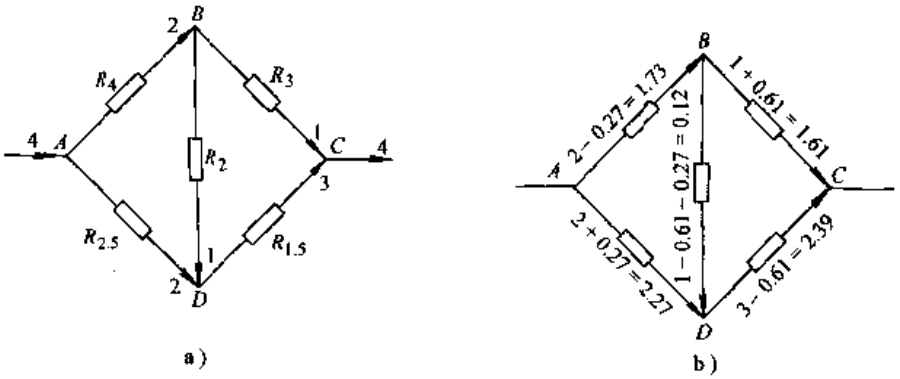


图　16-4

a)系统的粗略估计示意图　b)修正后的数据

例(16-6)　一台通风机，出口面积是 $0.56m^2$，输送标准密度的空气 $5.5m^3/s$，全压 825Pa，输入功率 5.83kW，求风机的全压效率和静压效率。

解　风机出口的平均速度 $=\dfrac{q_v}{A}=\dfrac{5.5}{0.56}=9.82m/s$

风机出口的有效动压 $=\dfrac{1}{2}\rho v^2=\dfrac{1}{2}\times1.2\times9.82^2=57.86Pa$

风机静压 = 全压 - 动压 = 825 - 57.86 = 767Pa

$$\text{风机全压效率}=\frac{5.5m^3/s\times825Pa}{5.83kW\times1000\dfrac{m^3/s\times Pa}{kW}}\times100\%=77.8\%$$

$$\text{风机静压效率}=\frac{5.5m^3/s\times761Pa}{5.83kW\times1000\dfrac{m^3/s\times Pa}{kW}}\times100\%=71.8\%$$

例(16-7)　一台轴流式通风机，叶轮直径为 0.5m，转速为 20.8r/s，流量为 $1.0m^3/s$，风机的静压为 175Pa，风机全压效率为 78%。在表压为 101kPa 时，温度为 25℃，求空气流量，风机全压和标准状况(101.325kPa,20℃)输入功率。又几何相似的通风机，叶轮直径是 1m，转速为 16.7r/s，求比转速和 ψ、φ 值。

解　风机出口面积 $=\dfrac{\pi}{4}\times0.5^2=0.196m^2$

风机出口平均速度 = 1/0.196 = 5.1m/s

PLC WORLD

$$风机有效动压=\frac{1}{2}\rho v^2=\frac{1.2\times101\times293}{2\times101.325\times298}\times5.1^2=15\text{Pa}$$

$$风机全压\ p_{tF1}=175+15=190\text{Pa}$$

现 $q_v\propto nd^3$　所以 $\dfrac{q_{v2}}{q_{v1}}=\dfrac{n_2d_2^3}{n_1d_1^3}$

$$q_{v2}=q_{v1}\times\frac{n_2d_2^3}{n_1d_1^3}=1\times\frac{16.7\times1^3}{20.8\times0.5^3}=6.4\text{m}^3/\text{s}$$

风机压力 $p_{tF}\propto\rho n^2d^2$

所以 $\dfrac{p_{tF2}}{p_{tF1}}=\dfrac{\rho_2}{\rho_1}\left(\dfrac{n_2d_2}{n_1d_1}\right)^2$

$$p_{tF2}=\frac{101325}{101000}\times\frac{298}{293}\times\left(\frac{16.7\times1}{20.8\times0.5}\right)^2\times190=500\text{Pa}$$

第二台风机的输入功率　$P_2=\dfrac{p_{tF2}q_{v2}}{\eta}=\dfrac{500\times6.4}{0.78}=4.1\text{kW}$

第一台风机静压(标准状况时)

$$p_{sF1}=175\times\frac{101.3\times298}{101\times293}=179\text{Pa}$$

在此压力基础上的比转速

$$n_s=5.54n\frac{q_v^{\frac{1}{2}}}{p_{sF1}^{\frac{3}{4}}}=5.54\times20.8\text{r/s}\times60\text{s/min}\times\frac{(1\text{m}^3/\text{s})^{\frac{1}{2}}}{(179\text{Pa})^{\frac{3}{4}}}=135\ (\text{r/min})\frac{(\text{m}^3/\text{s})^{\frac{1}{2}}}{(\text{Pa})^{\frac{3}{4}}}$$

第二台风机的周向动压

$$\frac{1}{2}\rho u^2=\frac{1}{2}\times1.2\times(\pi\times16.7)^2=1651\text{Pa}$$

$$\psi_t=\frac{p_{tF2}}{\frac{1}{2}\rho u^2}=500\text{Pa}/1651\ (\text{kg/m}^3)\times(\text{m/s})^2=0.303$$

$$\varphi_s=\frac{4q_{v2}}{\pi d^2v}=\frac{4\times6.4\text{m}^3/\text{s}}{\pi\times1\text{m}^3\times\pi\times16.7\text{r/s}}=0.156$$

例(16-8)　证明，同一系列的风机在叶轮圆周速度为常数，风机压力为常数时，流量和输入功率与叶轮直径的平方成正比。

解　圆周速度 $\pi dn=$ 常数

风压 $\propto\rho d^2n^2=$ 常数(空气密度一定)

流量 $\propto d^3n\propto dnd^2\propto d^2$

风机功率 $\propto\rho d^5n^3\propto\rho\ (dn)^3d^2\propto d^2$

例(16-9)　举一详细例子说明风机使用特性：在20℃时，大气压为101.325kPa。

	通　风　机　A		通　风　机　B	
体积流量 /(m³/s)	通风机总压 /Pa	通风机输入功率 /kW	通风机静压 /Pa	通风机输入功率 /kW
0	750	0.66	750	1.91
1	755	1.33	690	2.15
2	730	1.77	670	2.74
3	590	2.30	743	3.65
4	275	2.30	713	4.77
5			570	6.04
6			370	7.35
7			135	8.74

PLC WORLD

① 一台风机向一系统输送空气，当体积流量为 2.5m³/s 时，计算得全压损失为 600Pa，假定空气为标准状态，求空气的体积流量和风机的总效率。

解　风机的特性曲线示于图 16-5。

对于单一的给定点，再划出系统的特性。

由于 $\Delta p \propto q_v^2$，$\Delta p_2 = \Delta p_1 \times \left(\frac{q_{v2}}{q_{v1}}\right)^2$

当流量为 2.4m³/s 时，

$$\Delta p = 600 \times \left(\frac{2.4}{2.5}\right)^2 = 553\text{Pa}$$

当流量为 2.6m³/s 时，

$$\Delta p = 600 \times \left(\frac{2.6}{2.5}\right)^2 = 649\text{Pa}$$

系统的特性曲线与风机的特性曲线交于点 2.63m³/s 及 660Pa 处，在这个流量时，输入功率为 2.14kW。

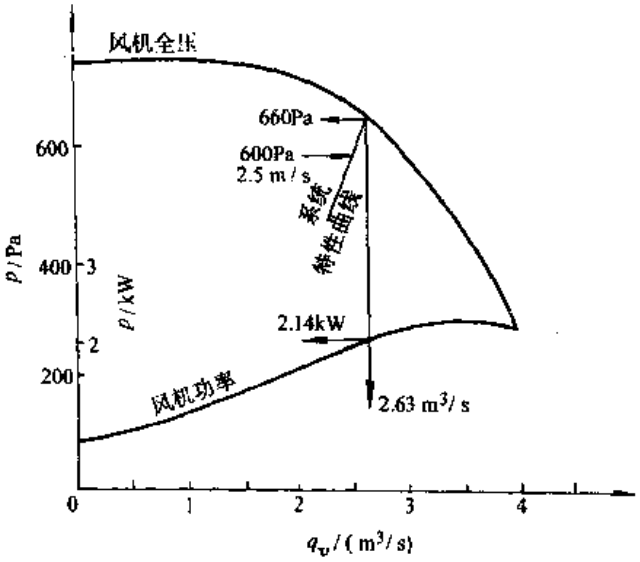


图 16-5　风机的特性曲线

风机全压效率

$$\eta_{tF} = \frac{2.63\text{m}^3/\text{s} \times 660\text{Pa}}{2140\text{kW}\left(\frac{(\text{m}^3/\text{s}) \times \text{Pa}}{\text{kW}}\right)} \times 100\% = 81\%$$

② 风机 A 用于输送空气通过某一热交换器，在恒温 18℃时，流量 2.5m³/s，压力损失为 550Pa。在运转时，空气进入热交换器时的温度为 15℃，离开时为 93℃，最后通过 0.37m² 的面积从系统排入大气。请指出风机安装在什么位置时具有较大的空气质量流量。

解　见图 16-6，在恒温为 15℃时，热交换器中的压力损失量为 550 × 291/288 = 556Pa 当进口温度为 15℃，出口温度为 93℃时，在热交换器中的压力损失大约为

$$556 \times \frac{288 + 366}{2 \times 288} = 631\text{Pa}$$

在 15℃时流入装置的空气流量为 2.5m³/s

在 93℃时流出的流量为 2.5 × 366/288 = 3.18m³/s

在这些条件不变的情况下，出口的动压

$$p_d = \frac{1}{2} \times \frac{293}{366} \times 1.2 \times \left(\frac{3.18}{0.37}\right)^2 = 35\text{Pa}$$

因此，总的压力损失为 631 + 35 = 666Pa 绘制在 15℃和 93℃时通风机特性曲线由风机定律得，任一工作点的空气体积流量与空气的密度是无关的，而风机的压力随密度变化。在 15℃时，风机压力增压系数为 293/288 = 1.017，在 93℃时为 293/366 = 0.80

体积流量 /(m³/s)	15℃时风机全压 /Pa	93℃时风机全压 /Pa
0	763	600
1	768	604
2	742	584
3	600	472
4	280	220

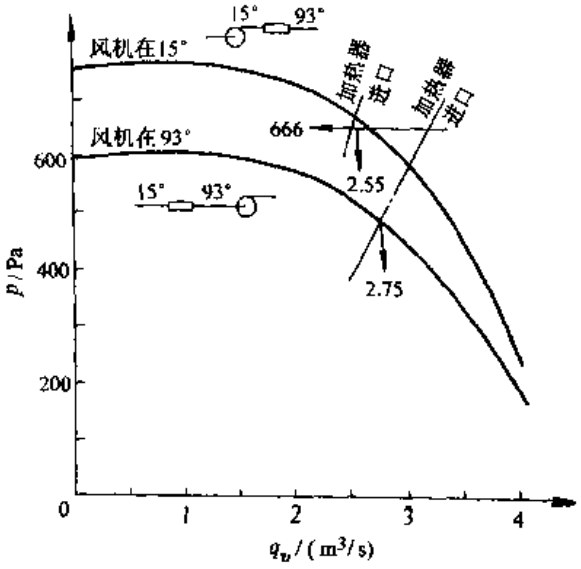


图　16-6

PLC WORLD

第一种情况：风机放在加热器的进口处，在温度为15℃时，进口体积流量为2.5m³/s，系统的压力损失为666Pa。划出其特性曲线。风机在15℃特性曲线表明；工作点的体积流量是2.55m³/s，在15℃时空气密度为1.2×293/288=1.22kg/m³，且质量流量为2.55（m³/s）×1.22（kg/m³）=3.11kg/s。

第二种情况：风机放在加热器的出口处，在温度为93℃时，出口体积流量为3.18m³/s，系统的压力损失为666Pa，画出其特性曲线。风机在93℃时特性曲线表明，工作点的体积流量是2.75m³/s，在93℃时空气密度为1.2×293/366=0.96kg/m³ 质量流量是2.75（m³/s）×0.96（kg/m³）=2.64kg/s，当通风机在热交换器的低温侧时，流过系统的质量流量是较大的。

③ 风机A向一系统输入空气，在20℃时，大气压为101.3kPa，流量为2.5m³/s。说明，在20℃时，在何处得到相同的质量流量，其大气压力为81kPa。第二台相同的通风机可以与现有的通风机串联安装。

解　假定，在系统中的空气密度梯度是不变的，在任一空气体积流量时，风机压力的变化与系统中的压力损失的变化成相同比例，即空气密度的比率，风机的空气体积流量和系统的布置将保持不变。可以绘制单台风机，串联的两台风机和系统的特性曲线。在初始温度20℃，大气压力101.3kPa时，如图16-7所示。

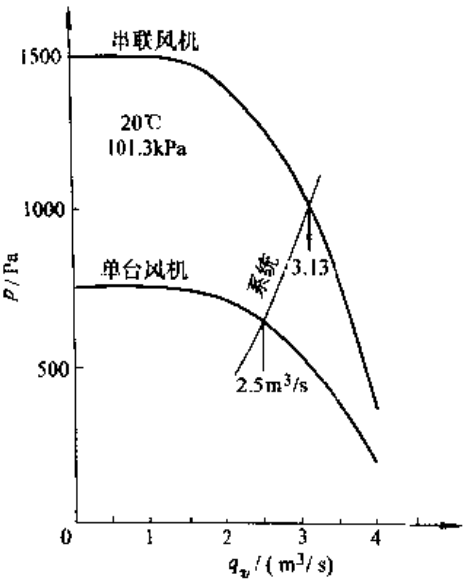


图16-7　风机特性曲线

根据压力损失与流量平方成正比关系，系统的特性曲线可通过单台通风机的特性曲线，在流量为2.5m³/s的点划出。可以看出，与两台串联风机的特性曲线在流量为3.13m³/s地方相交，当大气压为101.3kPa，空气密度为1.2kg/m³时，质量流量是2.5（m³/s）×1.2（kg/m³）=3.0kg/s，与前者相同。

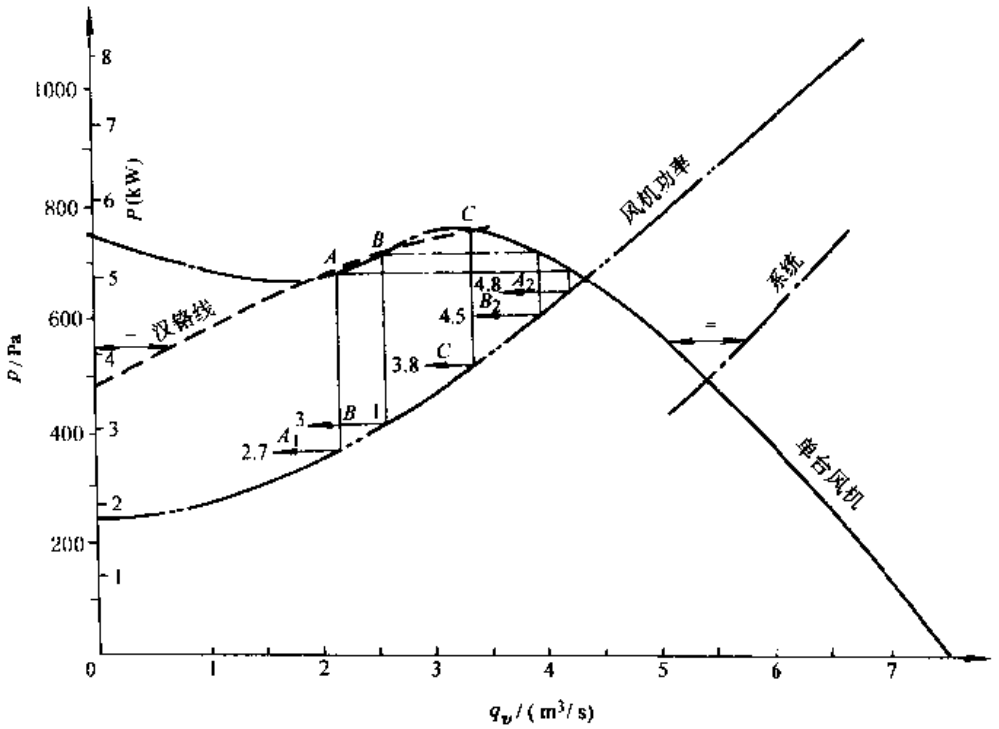
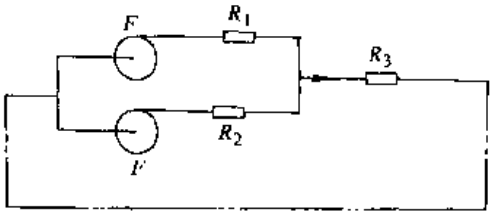


图16-8　风机汉格线及操作点

PLC WORLD

④ 两台 B 型通风机并联使用，与一空气速度很小的大房间相接，向一个压力损失为 750Pa，空气流量为 6.75m³/s 的系统供气。说明它们是否能够良好地运行。

解　由于风机向大房间排气(空气速度可以忽略不计，在这点的压力损失量很小，约等于风机的动压。因此，有效的风机全压减去风机动压就是风机静压。在单台风机这个压力基础上，绘制其特性曲线及系统的特性曲线。从压力纵坐标的某一数值与系统要求的体积流量对应，减去与单台风机的每一压力对应的体积流量，划出汉格线，如图 16-8 所示。汉格线与通风机的特性曲线相切于三点。这表明，两台这样的风机在系统运行是很可能不令人满意。对两台通风机之中每台可能的操作点的可能功率分配也示于图 16-8。



⑤ 一台 A 型号风机向一流程系统供气，该系统的压力损失 300Pa，空气流量为 3m³/s，第二台相同型号的风机向第二个流程系统供气，该系统的压力损失 425Pa，流量是 2.5m³/s。又一个公共系统压力损失为 300Pa，流量为 5.5m³/s，构成一闭式线路，回到风机进口处(图 16-9)。求通过每一个流程系统的流量和每台通风机的输入功率。

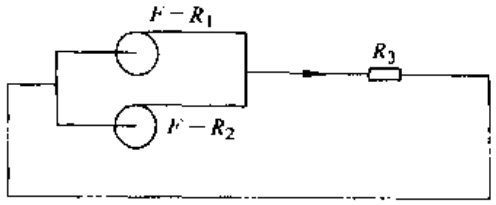


图　16-9

体积流量 /(m³/s)	风机压力 p_F /Pa	系统损失压力 R_1 /Pa	$F—R_1$ /Pa	系统损失压力 R_2 /Pa	$F—R_2$ /Pa
0	750	0	750	0	750
1	755	33	722	68	687
2	730	133	597	272	458
3	590	300	290	612	-22
4	275	533	-258	1088	-813

解　首先必须划出每台通风机及系统并联的剩余曲线，见图 16-10。

绘制特性曲线 $F—R_1$ 和 $F—R_2$，将各自当量风机压力所对应的流量相加可以得并联的特性曲线。回流系统的特性曲线通过点 300Pa，5.5m³/s 处，并且可以发现与并联的特性曲线相交于点 293Pa，5.42m³/s 处。单个系统的体积流量由剩余曲线读出，其压力为 293Pa，流量分

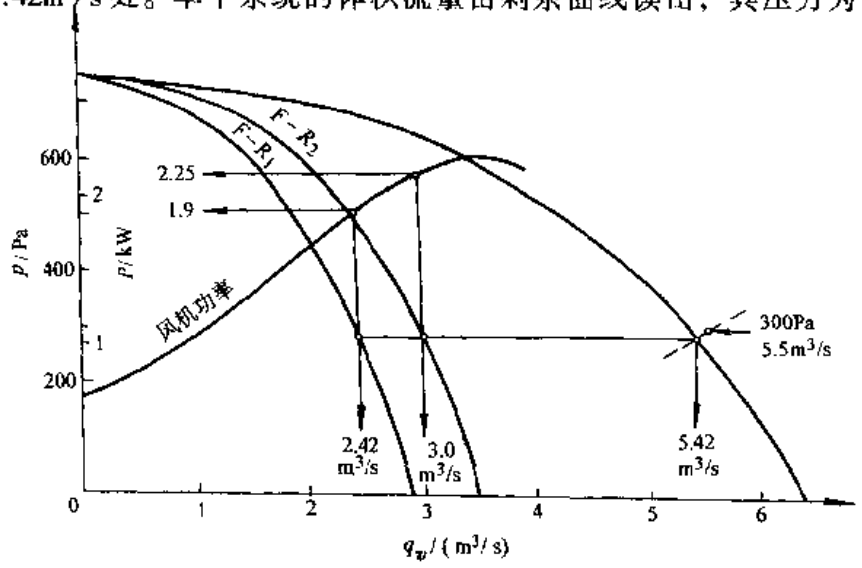


图 16-10　风机及系统并联的剩余曲线

PLC WORLD

别为 2.42m³/s、3m³/s。

⑥ 一个大型工艺车间由一个供气系统通风，其压力损失为 300Pa，流量为 3m³/s。其排气系统压力损失为 425Pa，流量为 2.5m³/s，求车间的压力和流量。如果有一些空气从窗户或小孔泄漏而损失，压力损失为 125Pa，流量为 0.5m³/s，两台风机都是 A 型号，求房间的压力，供气流量，排气流量。

解　由于供气和排气系统都有相同的阻力，如上个例子中可以用相同计算法求 $F—R$ 值。这个问题类似于图 16-11。

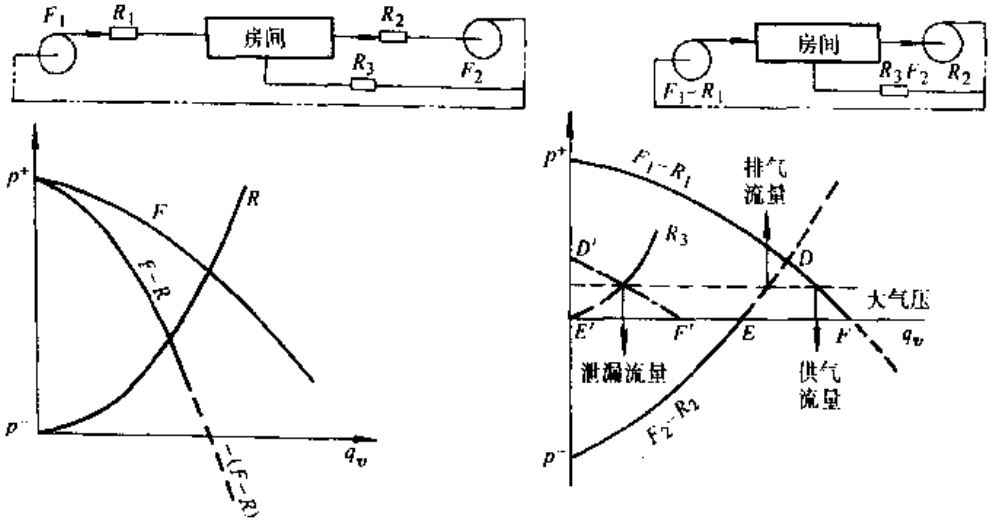


图　16-11

对于供气风机的剩余特性曲线和系统的 $F—R_1$ 曲线将在房间产生一个大于大气压的压力，并且以正压划出。类似的排气风机的剩余特性曲线和系统的 $F—R_2$ 曲线将在房间产生一个低于大气压的压力，并且以负压划出。在这种情况下标出剩余特性曲线对应的压力不足部分是必须的(结果表明由系统传送较高的流量与风机的压力是不适合的)因此，在上述表中出现了负值。可以看到，两条特性曲线交于点 183Pa，3.25m³/s，其分别是该车间的压力，体积流量。

零压力线和剩余特性曲线相交的小三角形可以看作“室内的特性”，以压力作纵坐标这是很方便的，结合通过(125Pa,0.5m³/s)点的泄漏系统的特性可以在图 16-12 中看出：泄漏的流量为 0.38m³/s，室内的压力比大气压高 70Pa，在此压力下空气的供气流量是 3.48m³/s，排气流量是 3.1m³/s。

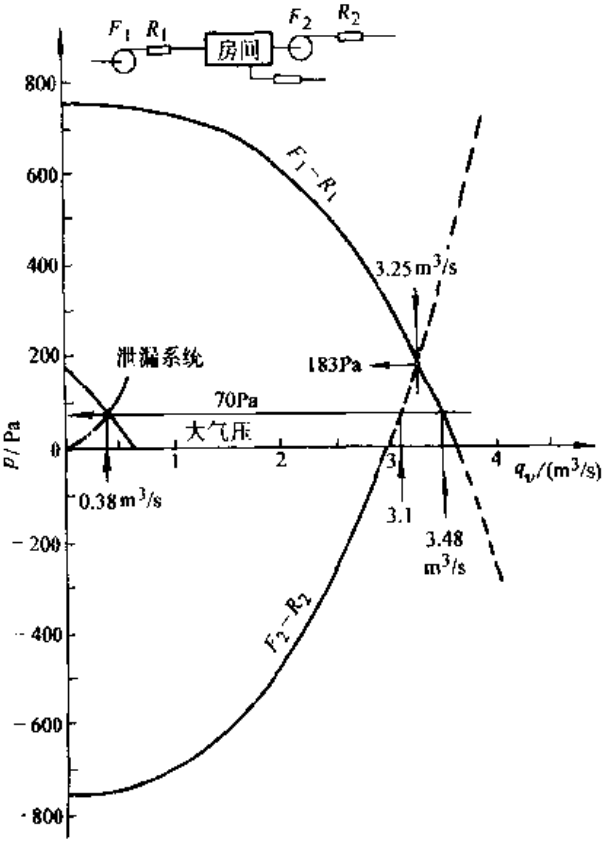


图 16-12　某点的泄漏系统的特性

例(16-10)　一台风机转速是 11.7r/s，由一台电动机驱动，电动机转速是 24.5r/s。机组安装在钢制弹性隔振器上，其变形量为 12.5mm，求由于各旋转元件不平衡引起振动力的传递率。

PLC WORLD

解　隔振器固有振动频率

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$$

式中　δ——为弹簧在机器质量作用下的静变形(mm)。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{9.81\times 1000}{12.5}} = 4.46\text{Hz}$$

由风机叶轮动不平衡引起的强迫振动频率为 11.7Hz。

$$\text{传递率} = \frac{1}{1-f^2/f_0^2} = \frac{1}{1-(11.7/4.46)^2} = -0.168$$

由电动机转子动不平衡引起的强迫振动频率为 24.5Hz。

$$\text{传递率} = 1/[1-(24.5\text{Hz}/4.46\text{Hz})^2] = -0.034$$

负号表示强迫力和传递力的相位差为 180°

例(16-11)　一台质量为 3000kg、频率为 50Hz 的交流变压器安装在 75mm 厚的软木垫上。软木垫在负荷 10.3MPa 范围动弹性模量为 20～50kPa，计算所需软木垫面积(电磁振动力的传递率限制在 10%以下)。

解　传递率小于 1 时，前面为负号

$$-0.1 = 1/(1-f^2/f_0^2)$$

$$f^2/f_0^2 = 1 + 1/0.1 = 11$$

$$f/f_0 = \sqrt{11} = 3.32$$

$$\text{强迫振动频率} = \frac{\omega}{2\pi} = 2\times 50 = 100\text{Hz}$$

$$\text{固有振动频率} = \omega_0/2\pi = 100/3.32 = 30.2\text{Hz}$$

$$\text{所需安装变形量由 } f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}$$

得

$$\delta = \frac{g}{4\pi^2\cdot f^2} = \frac{9.81\times 1000}{4\pi^2\times 30.2^2} = 0.272\text{mm}$$

$$\text{所需软木面积} = \frac{\text{载荷}\times\text{厚度}}{\text{模数}\times\text{变形量}} = \frac{3000\text{kg}\times 9.81\text{m/s}^2\times 0.075\text{m}}{10.3\text{MPa}\times 10^6\times 0.272\times 10^{-3}\text{m}} = 0.79\text{m}^2$$

例(16-12)　质量为 225kg 的风机由转速为 24.3r/s 和 16.3r/s 的双速电动机驱动。其振幅在高速下是 0.28mm，低速下是 0.35mm，假设隔振体没有被完全压缩，并且是无阻尼的，计算给系统增加多少质量才能使低速时隔振体达到要求。

解　由于动不平衡所施加的力随转速的平方变化，因此，设 F 为低速下的振动力

由于

$$a = \frac{F}{K}\times\frac{1}{1-(w^2/w_0^2)}$$

$$w_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$$

则

$$a = \frac{F}{K}\times\frac{1}{1-(f_1^2/f_0^2)}$$

PLC WORLD

因此

$$-0.35=\frac{F}{K}\times\frac{1}{(1-f_1^2/f_0^2)}=\frac{F}{K}\frac{f_0^2}{(f_0^2-f_1^2)}$$

$$-0.28=\frac{Ff_2^2}{Kf_1^2}\times\frac{1}{(1-f_2^2/f_0^2)}=\frac{Ff_2^2}{Kf_1^2}\frac{f_2^2}{(f_0^2-f_2^2)}$$

$$\frac{0.35\,(24.3)^2}{0.28\,(16.3)^2}=2.78=\frac{f_2^2-f_0^2}{f_1^2-f_0^2}$$

$$1.78\,f_0^2=(12.78-f_2^2/f_1^2)f_1^2=(2.78-2.22)f_1^2=0.56f_1^2$$

$$f_0=0.56f_1=0.56\times16.3=9.14\text{Hz}$$

由于 f/f_0 不应小于 2.5，即 $T=\dfrac{1}{(f^2/f_0^2)-1}$ 的传递率必须小于 1，因此 f_0 的合理值应为 16.3/2.5 即 6.52Hz，由固有振动频率 $f_0=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{K}{m}}$ 可知，

$$f_0\propto1/\sqrt{mg}$$

因此　隔振体负载应为 $225\text{kg}\times(9.14\text{Hz}/6.52\text{Hz})^2=442\text{kg}$

需要附加质量 $=442\text{kg}-225\text{kg}=217\text{kg}$

例[16-13]　一个 45kg 的载荷加在 4 块软木垫上。每块软木垫边长为 50mm 的立方体，当振幅为 0.25mm 时，共振频率为 36.7Hz，强迫力的最大值为 134Pa，求软木垫的动弹性模量和阻尼比 C/C_c。

解　当强迫振动频率等于固有振动频率时产生共振，在该实例中共振频率为 36.7Hz，在这个频率下软木垫变形量为

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta}}\quad\text{即}\quad\delta=(15.76/36.7)^2=0.184\text{mm}$$

（注意此结果与变形观测值不一定相同）

$$\text{动模量}=\frac{\text{应力}}{\text{应变}}=\frac{45\times9.81\times0.05}{4\times0.05\times0.05\times0.184\times10^{-3}}=12\times10^6\text{Pa}$$

令 $\omega/\omega_0=f/f_0=1$

由方程

$$a=\frac{F}{K\sqrt{\left[(1-w^2/w_0^2)^2+\left(2\frac{C}{C_c}\frac{w}{w_0}\right)^2\right]}}$$

$$a=\frac{FC_c}{2K_a}\quad\text{得}\quad C/C_c=F/2aK$$

式中　a——振幅(mm)；

F——强迫力(Pa)；

C——初位移(mm)；

C_c——临界位移(mm)。

软木刚度 $K=$ 负载/变形量 $=45\times9.81/(0.184\times10^{-3})=2.4\times10^6\text{Pa/m}$

$$C/C_c=134\text{Pa}/(2\times0.00025\text{m}\times2400000\text{Pa/m})=0.11$$

例[16-14]　在房间内某一点测得背景声压级为 56dB，一台通风机发出的噪声使声压级增到 58dB，问当不存在背景噪声时，由风机引起的声压级为多少？

解　由方程　　$A=10\lg(\lg^{-1}C/10-\lg^{-1}B/10)$　(dB)

式中　A——单独由风机引起的噪声级；

PLC WORLD

C——由风机和背景噪声共同引起的噪声级；

B——单独由背景噪声引起的噪声级。

$$A = 10\lg(\lg^{-1}58/10 - \lg^{-1}56/10) = 10\lg(6.31\times10^5 - 3.89\times10^5) =$$
$$10\times\lg(2.33\times10^5) = 53.7\text{dB}$$

实际上小数点后的分贝数没有意义，因为测量精度能达到1dB就相当不错了。

例(16-15)　在一无混响的房间，距风机中心2.5m处测风机噪声为73dB，求风机输出的声功率和声功率级。如果风机转速下降10%，求声功率级下降值。

解　在无混响室中没有或仅有极小的声反射，相当于自由场。声压级在数值上等于声强级。该声强 L_i (dB)即单位面积的声功率，由下列方程求出

$$L_i = 10\lg\frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{-12}\times\lg^{-1}(73/10) = 10^{-12}\times10^7\times2 = 2\times10^{-5}\text{W/m}^2$$

声功率　$$W = I\times4\pi d^2 = 2\times10^{-5}\times4\pi\times2.5^2 = 1.57\times10^{-3}\text{W}$$

声功率级　$$L_W = 10\lg\frac{W}{10^{-12}} = 10\lg(1.57\times10^{-3}/10^{-12}) = 10\times9.2 = 92\text{dB}$$

由于声功率与周速6次方成正比，即

$$W\propto\rho_0 u^6 c^{-3} L^2 f(Re)$$

试验表明：这里的周速指数更接近于5，

于是：

$$W_2/W_1 = (\pi n_2 d)^5/(\pi n_1 d)^5 = (n_2/n_1)^5$$

声功率随转速的变化写成

$$L_2 - L_1 = 10\lg(W_2/10^{-12}) - 10\lg(W_1/10^{-12}) = 10\lg(W_2/W_1) = 10\lg(n_2/n_1)^5 = 50\lg(n_2/n_1)$$

将 $n_2/n_1 = 0.9$ 代入，得出声功率级的变化

$$L_2 - L_1 = 50\lg^{(0.9)} = 50\times(-0.046) = -2.3\text{dB}$$

即声功率级降低2.3dB。

例(16-16)　一风机向一全混响房间通气，房间的容积是300m³，表面积是270m²，当空气温度为20℃时，室内1000Hz频率的混响时间为5s，由风机引起的声压级在1000Hz倍频率是95dB，求风机1000Hz倍频率的声功率级。

解　由混响时间求平均吸声系数 $\bar{\alpha}$

$$T = \frac{55.3V}{cS\bar{\alpha}}$$

式中　T——混响时间(s)；

V——容积(m³)；

S——表面积(m²)；

c——声速(m/s)。

在混响房间 $\bar{\alpha}$ 值较低，$S\bar{\alpha} = \frac{55.3V}{cT}$，在20℃时空气的声速可以求出，由 $c = \sqrt{rRT}$，对空气来说，$r = 1.41$，$R = 287\text{J/(kg·mol·K)}$

得　$$c = \sqrt{1.41\times287T} = 20.1\sqrt{T}\,(\text{m/s})$$

$$c = 20.1\sqrt{(273+20)} = 343\text{m/s}$$

PLC WORLD

$$S\bar{\alpha} = \frac{55.3 \times 300}{343 \times 5} = 9.67\text{m}^2$$

由方程

$$L_W = L_p - 10\lg\left[\frac{Q}{4\pi d^2} + \frac{4(1-\bar{\alpha})}{S\bar{\alpha}}\right]$$

式中　L_W——声功率级(dB)；

L_p——声压级(dB)；

d——距点声源的距离(m)；

S——面积(m^2)。

在混响室内 $\alpha \ll 1$，且 $4/S\bar{\alpha} \gg \frac{R}{4\pi d^2}$

因此

$$L_W = L_p - 10\lg\frac{4}{S\bar{\alpha}} = L_p + 10\lg\frac{S\bar{\alpha}}{4} = 95 + 10\lg(9.67/4) = 95 + 10 \times 0.38 = 98.9 \approx 99\text{dB}$$

例(16-17)　一风机在 500Hz 倍频带的声功率级是 96dB，它向一系统供气。该系统由长 30m，截面积 600mm×600mm 的直管，一个变截面接头和一个 15m 长带有三个弯头，截面积 300mm×300mm 管道组成。弯头总衰减量为 3dB，系统出口位于房间天花板中间并带一个扩散器，在设计空气流速下，其 500Hz 倍频带声功率级是 48dB，房间长、宽、高分别为 10m、6m、3m，表面平均吸声系数为 0.08，求在房间内距天花板扩散器 2.5m 处 500Hz 倍频带的声压级。

解　以下所有计算对 500Hz 倍频带所言。

查表 16-2，600mm×600mm 管道中噪声衰减系数为 0.06dB/ft

因此，在 600mm×600mm 管道中衰减量为 30/0.3048×0.06 = 6dB

表 16-2　金属板管道中噪声的衰减系数

管道尺寸/mm	倍频带中频/Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	(dB/ft)						
300×300	0.26	0.20	0.16	0.08	0.12	0.12	0.16
600×600	0.36	0.16	0.06	0.12	0.12	0.12	0.16

注：气流速度低于 11m/s。

因为　1ft = 0.3048m

$$\text{接头衰减量} = 10\lg\frac{\text{总管截面积}}{\text{支管截面积}} = 10\lg\frac{600 \times 600}{300 \times 300} = 6\text{dB}$$

300mm×300mm 管道的衰减系数为 0.16

因此，在 300mm×300mm 管道中衰减量为

$$15/0.3048 \times 0.16 = 7.9\text{dB}$$

弯头衰减量 = 3dB

查图 16-13 找出反射系数

$$\text{当量直径 } d = \frac{2 \times (300+300)}{\pi} = \frac{1200}{\pi}\text{cm} = \frac{1.2}{\pi}\text{m}$$

$$fd = 500 \times 1.2/\pi = 190\text{m/s}$$

查图 16-13，约等于 1dB

PLC WORLD

因此，由风机引起的系统出口声功率级为

$$96-(6+6+8+3+1)=72\text{dB}$$

由风机和扩散器引起的声功率级 $=10\lg(\lg^{-1}\frac{A}{10}+\lg^{-1}\frac{B}{10})=10\lg(\lg^{-1}7.2+\lg^{-1}4.8)=72\text{dB}$

由此看出由扩散器产生的声功率可忽略。

房间内的声压级 L_p（dB）

$$L_p=L_w+10\lg\left[\frac{Q}{4\pi d^2}+\frac{4(1-\bar{\alpha})}{S\bar{\alpha}}\right]$$

如果出口位于天花板上（表面上）

$$Q=2\text{（呈半球形辐射）}$$

$$Q/4\pi d^2=2/(4\pi\times2.5^2)=0.025$$

房间内表面积 $=2\times10\times6+2\times10\times3+2\times6\times3=$

$$120+60+36=216\text{m}^2$$

$$4(1-\bar{\alpha})/S\bar{\alpha}=4\times0.92/(216\times0.08)=0.213$$

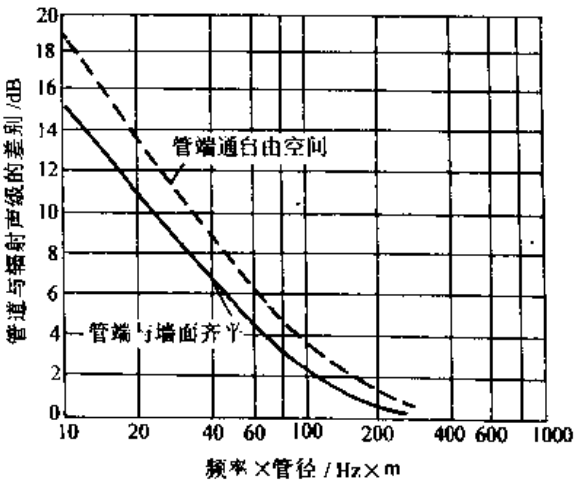


图 16-13　反射系数

故

$$L_p=75+10\lg(0.025+0.213)=65.77\approx66\text{dB}$$

例(16-18)　一管道截面 300mm×600mm，内衬 25mm 厚，吸声系数为 0.55 的吸声材料。求衰减量为 10 所需管道长度。

解　衬里表面积 $S=2\times[(0.3-0.05)+(0.6-0.05)]\times L=1.6L\text{m}^2$

通风道截面积 $A=0.25\times0.55=0.138\text{m}^2$

$$\gamma=\frac{S\alpha^{1.4}}{A}$$

式中　γ——衰减量(dB)；

S——吸声材料裸露面积(m^2)；

α——吸声系数；

A——流道截面积(m^2)。

因此

$$10=\frac{1.6L\times0.55^{1.4}}{0.138}$$

需要衬层管道的长度 $L=10\text{dB}/5.02\text{dB/m}\approx2\text{m}$。

例(16-19)　一后向风机的叶轮，叶片出口角 $\beta_2=40°$，空气径向速度是 10m/s，叶轮周速是 35m/s，求叶轮产生的理论能量头。空气密度取 1.2kg/m^3。

解　由图 16-14 看出

$$u_2=c_{u2}+c_{r2}\text{ctg}\beta_2$$

$$c_{u2}=u_2-c_{r2}\text{ctg}\beta_2=35-10\text{ctg}40°=23.08\text{m/s}$$

标准进口条件下，叶轮产生的理论能量头

$$H_a=\frac{u_2c_{u2}}{g}=\frac{35\times23.08}{9.81}=82.3\text{m}$$

$$\rho_wgH_w=\rho_agH_a\quad\text{取 }\rho_w\text{ 近似}\approx1000\text{kg/m}^3$$

$$H_w=\frac{\rho_aH_a}{\rho_w}=\frac{1.2\text{kg/m}^3\times82.3\text{m}}{1000\,\frac{(\text{kg/m}^3)\times\text{m}}{\text{mH}_2\text{O}}}=0.1\text{mH}_2\text{O}=1\text{Pa}$$

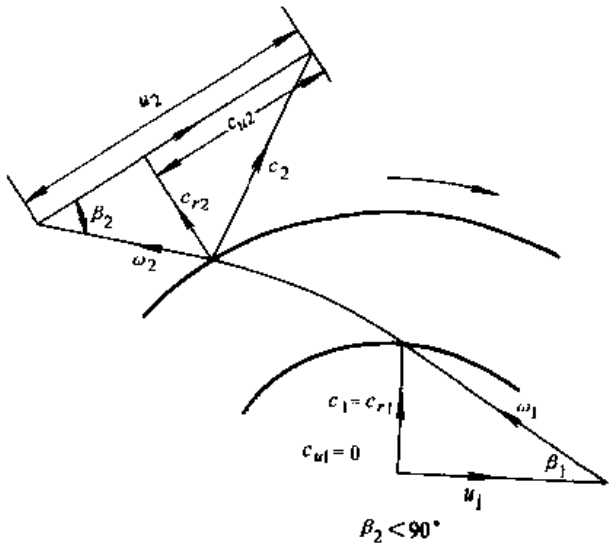


图 16-14　速度分布图

PLC WORLD

例(16-20) 计算：在考虑气流进入叶片存在内环流时，叶轮出口和进口宽度、叶片进口角度。该风机为离心式风机后向弯曲叶片，叶片数 12，出口角 β_2 为 50°，风机静压为 750Pa，流量为 $2m^3/s$ 风机总效率为 75%，所有损失为压力损失，机壳出口面积为 $0.2m^2$。

其它数据：

叶轮径向空气速度 $c_r = 0.2u_2$

叶轮进口空气速度 $v_0 = 0.4u_2$

叶轮转速 $n = 15r/s$

解 对叶片内环流系数的校正 $= \dfrac{\pi \sin\beta_2 u_2}{z} = \pi \sin 50° \times \dfrac{u_2}{12} = 0.2u_2$

$$c_{u2}' = c_{u2} - 0.2u_2 = u_2 - c_r \mathrm{ctg}50° - 0.2u_2 = 0.632u_2$$

$$\text{风机出口速度} = \frac{Q}{A} = \frac{2}{0.2} = 10m/s$$

$$\text{风机动压} = \frac{1}{2}\rho v^2 = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 10^2 = 60Pa$$

$$\text{风机全压} = 750Pa + 60Pa = 810Pa$$

对于 75%效率，所需叶轮总压为 810Pa/0.75 = 1080Pa

由于叶轮全压 $= \rho u_2 c_{u2}' = 1.2 \times u_2 \times 0.632u_2 = 0.758u_2^2$

因而

$$u_2 = \sqrt{1080/0.758} = \sqrt{1425} = 37.7m/s$$

$$\text{叶轮直径} = 37.7/(\pi \times 15) = 0.8m$$

$$\text{叶轮进口速度} = 0.4 \times 37.7 = 15.1m/s$$

$$\text{叶轮进口面积} = 2/15.1 = 0.132m^2$$

$$\text{叶轮进口直径} = \sqrt{\frac{4 \times 0.132}{\pi}} = 0.4m$$

现在

$$q_v = \pi d_2 b_2 c_r = \pi d_1 b_1 c_r$$

其中 $c_r = 0.2 \times 37.7 = 7.54m/s$

$$b_2 = \frac{q_v}{\pi d_2 c_r} = \frac{2}{\pi \times 0.8 \times 7.54} = 0.106m$$

$$b_1 = \frac{q_v}{\pi d_1 c_r} = \frac{2}{\pi \times 0.41 \times 7.54} = 0.206m$$

又

$$u_1 = \pi d_1 n = \pi \times 0.41 \times 15 = 19.32m/s$$

$$\text{叶片进口角 } \beta_1 = \mathrm{tg}^{-1}(c_r/u_1) = \mathrm{tg}^{-1}(7.54m/s/19.32m/s) = 21.3°$$

例(16-21) 一个离心风机有以下详细说明：叶轮外径 0.7m，内径 0.52m，叶片宽度分别为 0.165m、0.28m，叶片数 12，叶片出口角 $\beta_2 = 25°$，进口角 $\beta_1 = 31°$，机壳出口 0.66m × 0.43m，当叶轮转速为 16r/s 时，风机静压为 450Pa，流量为 $2.5m^3/s$。另一风机全压为 450Pa，所需流量为 $2m^3/s$，希望使用同样的机壳，作最小限度的修改，设计一个叶轮保持原有转速满足需要。

解

$$\text{原风机出口速度} = 2.5/(0.66 \times 0.43) = 8.8m/s$$

$$\text{原风机动压} = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 8.8^2 = 46Pa$$

$$\text{原风机全压} = 450 + 46 = 496Pa$$

应用相似的叶片出口速度三角形的速度矢量方法保持叶片相同的出口角 β_2 和相同的叶片间距是可能的。

PLC WORLD

$$\text{风机全压} \propto uc_u \propto u^2 \propto (\pi nd)^2 \propto d^2$$

$$\text{新叶轮直径} = 0.7\sqrt{450/496} = 0.67\text{m}$$

速度比为 $\sqrt{450/496} = 0.95$

叶轮进口速度 $v_0 = \dfrac{q_v}{\pi d_1^2}$

$$v_0'/v_0 = 0.95 = (q_v'/q_v)(d_1/d_1')^2$$

$$d_1' = \frac{\sqrt{q_v'/q_v} \times d_1}{\sqrt{0.95}} = \sqrt{2/2.5 \times 0.95} \times 0.52 = 0.48\text{m}$$

叶轮径向速度 $c_{r2} = q_v/(\pi d_2 b_2)$

$$b_2' = \frac{q' d_2 c_{r2}}{q d_2' c_{r2}'} \times b_2 = \frac{2 \times 0.7 \times 0.165}{2.5 \times 0.67 \times 0.95} = 0.145\text{m}$$

类似，叶轮进口宽度 $= \dfrac{2 \times 0.52 \times 0.28}{2.5 \times 0.48 \times 0.95} = 0.255\text{m}$

现在　$c_{r1}'/u_1' = q_v/(\pi d_1' b_1' \pi d_1' n) = 2/(\pi^2 \times 0.48^2 \times 0.255 \times 15) = 0.230$

叶片进口角　$\beta_1' = \text{tg}^{-1}(c_{r1}'/u_1') = \text{tg}^{-1}(0.230) = 13°$

核对叶片间距　$\pi(d_2 + d_1)/Z(d_2 - d_1)$应该保持不变，因而

$$Z' = \frac{(d_2' + d_1')(d_2 - d_1)}{(d_2' - d_1')(d_2 + d_1)} \times Z = \frac{(0.67\text{m} + 0.48\text{m})(0.7\text{m} - 0.52\text{m})}{(0.67\text{m} - 0.48\text{m})(0.7\text{m} + 0.52\text{m})} \times 12 = 10.7$$

10 个叶片是适当的，符合要求的。

这个叶轮适合原来机壳。

例(16-22)　设计一带后整流器的轴流风机，$\psi = 0.2$，$\varphi' = 0.5$，如果截面的冲角是 5°，叶片角度 β_1 是多少?

解

$$\psi = 0.2 = \frac{\rho u c_u}{\frac{1}{2}(\rho u^2)} = 2c_u/u$$

$$c_u = 0.1u$$

$$\varphi' = 0.5 = c_r/u \quad c_r = 0.5u$$

$$\beta - \alpha = \text{tg}^{-1}\left[c_r/\left(u - \frac{1}{2}c_u\right)\right] = \text{tg}^{-1}[0.5u/(u - 0.05u)] = 27.8°$$

$$\beta = (\beta - \alpha) + \alpha = 27.8° + 5° = 32.8°$$

例(16-23)　计算带前导流器轴流风机的轮毂和叶片顶部角和导叶角度。轮毂直径和叶顶直径分别为 0.3m 和 0.6m，转速为 16r/s，流量为 1.6m³/s，这时风机静压为 130Pa，假设设计风机的总效率为 85%，可利用下列翼型数据

截面的冲角	0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°
升力系数	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4

叶片与轮毂比为 1 比 0.4。

解　$\text{风机出口速度} = 1.6 \times 4/(\pi \times 0.6)^2 = 5.66\text{m/s}$

$$\text{风机动压} = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 5.66^2 = 19.2\text{Pa}$$

$$\text{风机全压} = 130 + 19 = 149\text{Pa}$$

$$\text{所需叶轮全压} = 149/0.85 = 175\text{Pa}$$

轮毂部分：速度 $u = \pi \times 0.3 \times 16 = 15\text{m/s}$

PLC WORLD

现在　$\rho u c_u = 175$ 轮毂和叶片顶部之间

轮毂　$$c_u = 175/(1.2\times 15) = 9.72\text{m/s}$$

$$c_r = 1.6\times 4/[\pi\times(0.6^2-0.3^2)] = 7.5\text{m/s}$$

$$\beta-\alpha = \text{tg}^{-1}\left[c_r/\left(u+\frac{1}{2}c_u\right)\right] = \text{tg}^{-1}[7.5/(15+4.86)] = 20.6^\circ$$

$$w_\infty = \sqrt{7.5^2+19.86^2} = \sqrt{451} = 21.2\text{m/s}$$

由　$$\frac{c_u}{w_\infty} = \frac{c'_L c}{S}$$

$$c_u/w_\infty = 9.72/21.2 = 0.458 = \frac{1}{2}c_L c/S$$

由 $c/S=1$　$c_L = 2\times 0.458 = 0.916$ 得

$\alpha = 7.16^\circ$　由给出数据

轮毂处的叶片角 $\beta = 20.6^\circ + 7.16^\circ = 27.76^\circ$

叶顶部分　$$u = \pi\times 0.6\times 16 = 30\ (\text{m/s})$$

$$c_u = 175/(1.2\times 30) = 4.86\ (\text{m/s})$$

$$c_r = 7.5\text{m/s}\quad \text{与轮毂一致}$$

$$\beta-\bar{\alpha} = \text{tg}^{-1}[7.5/(30+2.43)] = \text{tg}^{-1}0.231 = 13^\circ$$

$$w_\infty = \sqrt{7.5^2+32.43^2} = 33.29\ (\text{m/s})$$

$$c_u/w_\infty = 4.86/33.29 = 0.146 = \frac{1}{2}c_L c/S$$

由 $c/S=0.4$　$c_L = 0.292/0.4 = 0.73$

$$\alpha = 5.3^\circ$$

叶顶处叶片角 $\beta = 13^\circ + 5.3^\circ = 18.3^\circ$

与叶轮成轴线的风机导叶角度是 $\text{tg}^{-1}(c_u/c_r)$，在轮毂处是 $\text{tg}^{-1}(9.72\text{m/s}/7.5\text{m/s}) = 50.9^\circ$，叶顶处是 $\text{tg}^{-1}(4.86\text{m/s}/7.5\text{m/s}) = 32.9^\circ$

例(16-24)　测得一翼型叶栅，当 $c/S=1.5$ 时，得出下列数据：$\alpha_1 = 50^\circ$、$\alpha_2 = 20^\circ$，空气进口速度为 24m/s，压力损失 15Pa，计算 c_L 和 c_D 的平均值(图 16-15)。

解　$$\text{tg}\bar{\alpha}_m = \frac{1}{2}(c_{u1}+c_{u2})/c_r = \frac{1}{2}(\text{tg}\alpha_1+\text{tg}\alpha_2)$$

$$\text{tg}\bar{\alpha}_m = \frac{1}{2}(\text{tg}50^\circ+\text{tg}20^\circ) = \frac{1}{2}(1.192+0.364) = 0.778$$

$$\bar{\alpha}_m = 37.88^\circ = 37^\circ 53'$$

$$\cos\bar{\alpha}_m = 0.789\quad \cos^3\bar{\alpha}_m = 0.492$$

进口动压　$$\frac{1}{2}\rho w_1^2 = \frac{1}{2}\times 1.2\times 24^2 = 345.6\text{Pa}$$

由方程　$$c_D = \frac{S\cos^3\bar{\alpha}_m\Delta p}{c\cos^2\bar{\alpha}_1\ \frac{1}{2}\rho w^2} = \frac{0.492\times 15}{1.5\times 0.643\times 346} = 0.034$$

由方程　$$c_L = 2\times\frac{S}{c}(\text{tg}\alpha_1-\text{tg}\alpha_2)\cos\alpha_m - c_D\text{tg}\alpha_m =$$

$$\frac{2}{1.5}\times(1.192-0.364)\times 0.789-(0.034\times 0.778) = 0.845$$

例(16-25)　风机叶轮的质量为 500kg，其重心作用在叶轮轴中点，该轴长 1.2m，直径为 100mm，材料为钢，密度为 7790kg/m^3，求吊索应放在什么位置上，使在安装期间由于弯曲而

PLC WORLD

引起的应力最大，求在此条件下的最大弯曲应力。

解　借助图 16-16 的挠度弯矩图。

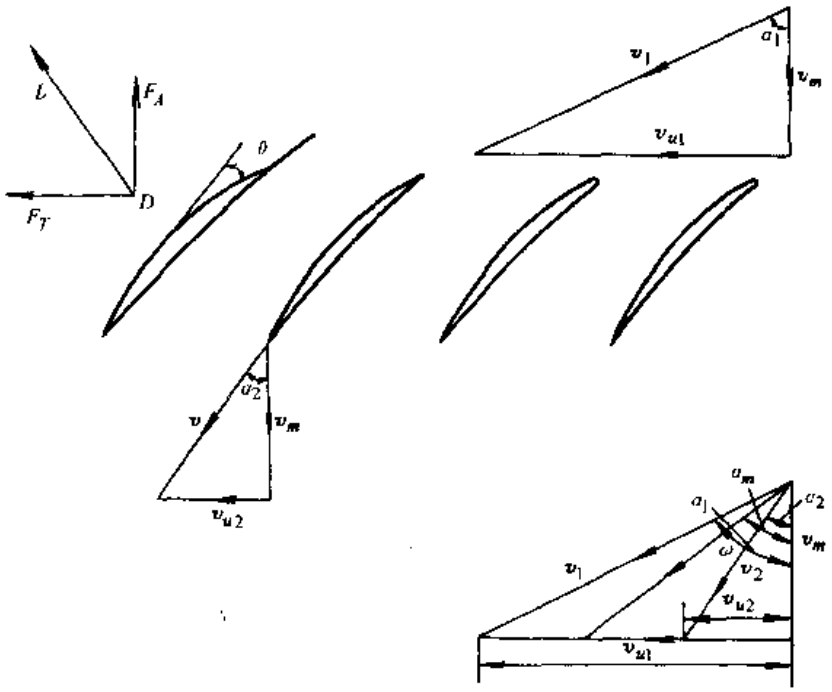


图 16-15　计算 c_L 和 c_D 值的图解

当吊环作用在 A 点时，弯矩为 a，当作用在 A、B 两点之间 C 点，弯矩为 b，当正的最大值和负的最大值挠度力矩有一个最小值时，将发生最小弯曲应力，这就是当两者相等时($m_+ = m_{-1}$)吊环无论往哪个方向移动，都会引起最大正弯矩或负弯矩的增加，使最大的正负弯矩相等(只是它们中的一个需要改变符号)。

$$\frac{1}{2}wx^2 = R_c(0.6-x) - \frac{1}{2}w(0.6)^2$$

$$w = 7790 \times \frac{\pi}{4} \times 0.1^2 \times 9.81 = 600\text{Pa}$$

$$R_c = \frac{1}{2}(1.2 \times 600) + \frac{1}{2}(500 \times 9.81) = 2812.5\text{N}$$

因而　$x^2 = 2 \times 2812.5 \times (0.6-x)/600 - 0.6^2$

或　　$x^2 + 9.375x - 5.265 = 0$

$$x + 4.685 = \sqrt{21.97 + 5.27} = \pm 5.253$$

$$x = 5.253 - 4.685 = 0.57\text{m}$$

$$\text{弯矩} = \frac{1}{2}wx^2 = 600 \times 0.52^2/2 = 81.12\text{N}\cdot\text{m}$$

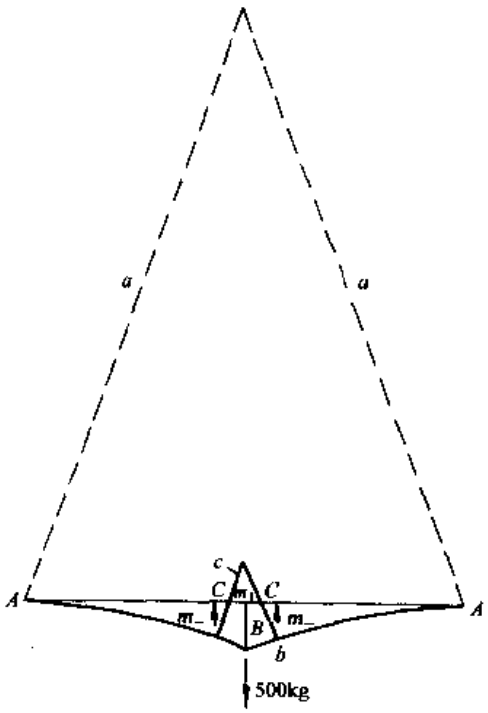


图 16-16　挠度弯矩图

弯曲应力 $= m/z = 32m/d^3 = 32 \times 81.12\text{N}\cdot\text{m}/\pi \times (0.1\text{m})^3 = 8.26 \times 10^5\text{N/m}^2 = 8.26 \times 10^5\text{Pa}$

例(16-26)　一风机轴长 2.5m，直径 0.15m，由钢制成。密度为 7790kg/m³，可以看做简支梁，1000kg 质量的叶轮作用在距载荷 1.25m 处，即轴的端点，它的转速为 6r/s，功率为 375kW，计算最大正应力和切应力。

PLC WORLD

解 每米轴重力 $= 7790 \times \pi/4 \times 0.15^2 \times 9.81 = 1350\text{N/m}$

轴总重力 $= 2.5 \times 1350 = 3375\text{N}$

每个支点支反力 $= \frac{1}{2}(3375 + 1000 \times 9.81) = 6592.5\text{N}$

这时负载产生最大弯矩

$$M_x = R_A x - w\,|x - a|$$

$$M = 6592.5 \times 1.25 - 3375 \times 1.25/2 = 6131\text{N}\cdot\text{m}$$

力矩 $= 375000/(2 \times \pi \times 6) = 9947\text{N}\cdot\text{m}$

由方程 $$q_{\max} = \frac{16}{\pi d_0^3}\sqrt{M^2 + T^2}$$

最大切应力 $$q_{\max} = \frac{16}{\pi \times (0.15)^3}\sqrt{6.131^2 + 9.947^2} = 1.76 \times 10^7\text{Pa}$$

最大正应力由方程 $$f_{\max} = \frac{16}{\pi d_0^3}\left[M + \sqrt{M^2 + T^2}\right] = \frac{16}{\pi \times (0.15\text{m})^3}[6.131\text{N}\cdot\text{m} + \sqrt{(6.131\text{N}\cdot\text{m})^2 + (9.947\text{N}\cdot\text{m})^2}] = 2.69 \times 10^7\text{Pa}$$

例(16-27) 一2m长钢轴，直径0.1m，可以看作简支梁，它支承两个叶轮，每个为200kg，重心分别距轴端为0.4m和1.2m，计算系统的第一临界转速。

解 轴的重力 $= 2 \times \frac{\pi}{4} \times 0.1^2 \times 7790 \times 9.81 = 1200\text{N}$

轴的面积的二次矩 $= \pi d^4/64 = \pi \times 10^{-4}/64 = 4.9 \times 10^{-6}\text{m}^4$

由轴重产生的挠度 $Y_{\max} = \frac{5WL^4}{384EI} = \frac{5 \times 1200 \times 2^4}{384 \times 2.12 \times 10^{11} \times 4.9 \times 10^{-6}} = 24.07 \times 10^{-5}$

这就是产生在轴中点的挠度。

第一个叶轮产生的挠度 $y_{01} = \frac{wa^2b^2}{3EIL}$

在这里 $a = 0.4\text{m}$，$b = 1.6\text{m}$

$$y_{01} = \frac{200 \times 9.81 \times 0.4^2 \times 1.6^2}{3 \times 2.12 \times 10^{11} \times 4.9 \times 10^{-6} \times 2} = 12.89 \times 10^{-5}\text{m}$$

第二个叶轮产生的挠度($a = 1.2\text{m}, b = 0.8\text{m}$)

$$y_{02} = \frac{200 \times 9.81 \times 1.2^2 \times 0.8^2}{3 \times 2.12 \times 10^{11} \times 4.9 \times 10^{-6} \times 2} = 29.01 \times 10^{-5}\text{m}$$

由方程 $$1/f_0^2 = 1/f_{01}^2 + 1/f_{02}^2 + 1/f_{0w}^2$$

及方程 $f_{01}^2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{y_{01}}}$ 和 $f_{0w} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1.27g}{y_{\max}}}$

$$y_0 = y_{01} + y_{02} + y_{\max}/1.27 = \left(12.89 + 29.01 + \frac{24.07}{1.27}\right) \times 10^{-5} = 60.85 \times 10^{-5}\text{m}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{y_0}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{9.81\text{m/s}^2 \times 10^4}{5.137\text{m}}} = 20.21\text{Hz}$$

这就是系统横向振动的基本频率。系统第一阶临界转速为20.21r/s。

例(16-28) 一风机轴，长2.4m，直径为0.1m。此轴中间段长1.8m，直径为0.15m，两端长均为0.3m，直径为0.1m。轴上有一个叶轮，质量为1000kg，作用在轴中点，利用图解法求弯矩图。

解 直径0.15m的轴每米重力

PLC WORLD

$$\pi \times 0.15^2 \times 7790 \times 9.81/4 = 1350\text{N}$$

直径 0.1m 的轴每米重力

$$\pi \times 0.1^2 \times 7790 \times 9.81/4 = 600\text{N}$$

$$\text{轴的总重力} = 0.6 \times 600 + 1.8 \times 1350 = 2790\text{N}$$

$$\text{每一支点的支反力} = \frac{1}{2}(2790 + 1000 \times 9.81) = 6300\text{N}$$

由轴端点起，沿轴长的弯矩为

距端点 0.3m 处　$M_1 = 6300 \times 0.3 - \frac{1}{2}(600 \times 0.3^2) = 1863\text{N}\cdot\text{m}$

距端点 0.6m 处　$M_2 = 6300 \times 0.6 - 600 \times 0.3 \times 0.45 - 1350 \times 0.3 \times 0.5 = 3638\text{N}\cdot\text{m}$

距端点 0.9m 处　$M_3 = 6300 \times 0.9 - 600 \times 0.3 \times 0.75 - 1350 \times 0.6 \times 0.3 = 5292\text{N}\cdot\text{m}$

距端点 1.2m 处　$M_4 = 6300 \times 1.2 - 600 \times 0.3 \times 1.05 - 1350 \times 0.9 \times 0.45 = 6824\text{N}\cdot\text{m}$

面积的二次力矩

0.1m 直径的轴段 $I_1 = \pi \times 0.1^4/64 = 4.91 \times 10^{-6}\text{m}^4$

0.15m 直径的轴段 $I_2 = \pi \times 0.15^4/64 = 2.485 \times 10^{-5}\text{m}^4$

在 0.3m 处　$M_1/I_1 = 1863 \times 10^6/4.91 = 387.3 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$

$M_1/I_2 = 1863 \times 10^6/24.85 = 75 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$

在 0.6m 处　$M_2/I_2 = 3863 \times 10^6/24.85 = 146.4 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$

在 0.9m 处　$M_3/I_2 = 5292 \times 10^6/24.85 = 213 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$

在 1.2m 处　$M_4/I_2 = 6824 \times 10^6/24.85 = 274.6 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$

轴的另一半与此对称。

M/I 图(图 16-17)的面积取得有些粗糙(除两个端点外)，令它取 0.3m 作为间隔，目的为简化此题，它们的作用线通过面积的真实中心。面积单位为 $\text{m}\cdot\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$，即 $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$。

面积 1 $= \frac{1}{2} \times 387.3 \times 10^6 \times 0.3 = 58.1 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$

面积 2 $= \frac{1}{2}(75 + 146.4) \times 10^6 \times 0.3 = 33.21 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$

面积 3 $= \frac{1}{2}(146.4 + 2131) \times 10^6 \times 0.3 = 53.91 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$

面积 4 $= \frac{1}{2}(213 + 274.6) \times 10^6 \times 0.3 = 73.14 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$

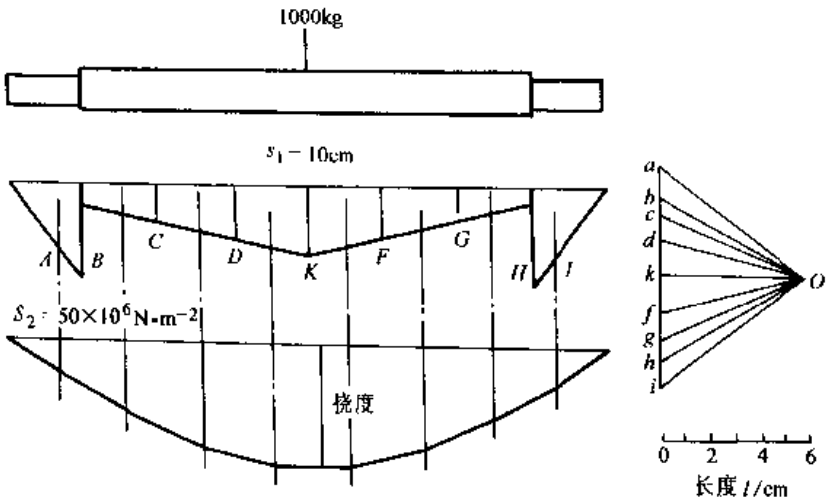


图 16-17　M/I 图

面积 5、6、7 和 8 与 4、3、2、1 面积分别相等。力图应按弯矩图的结构而设计，面积的设计则应按力图(图 16-17,图 16-18)及图 16-19 右侧画垂线，选取一极点 K(图 16-17)，并向垂线上适当处画射线，在 M/I 图中各相邻面积形心之间的相应地方画各射线的平行线(A 面的线

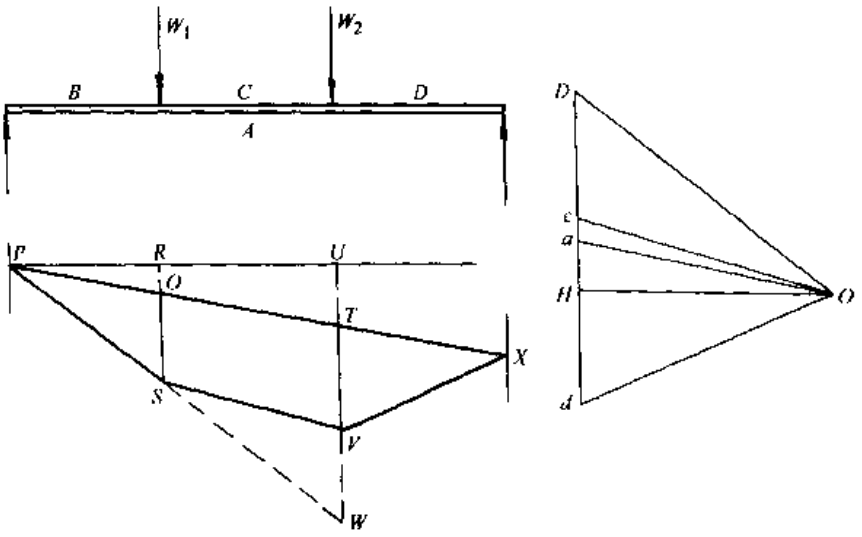


图 16-18　力图

平行于射线 oa，以此类推，得到如图展示该梁的挠曲，其比例为

$$\frac{Y\times s_1\cdot s_2\times ok}{E}=\frac{1\times 10\times 50\times 10^8\times 0.06}{2.12\times 10^{11}}=1.42\times 10^{-2}$$

即实际挠曲为从图 16-17 中垂直量得的尺寸的 1.42×10^{-2}倍。

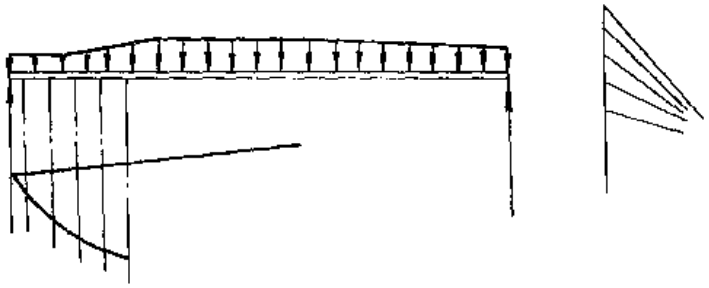


图 16-19　力图

例(16-29)　一风机叶轮的后盘为钢质，外径为 600mm，内径为 150mm，转速为 30r/s，后盘上的叶片质量等于后盘的质量。假设叶片的影响相当于后盘密度增加 50%的叶片质量，计算最大径向和周向应力。

解　计入叶片质量的后盘密度为

$$7790\times 1.5=11685\text{kg/m}^3$$

$$\text{旋转的角速度}=2\times\pi\times 30=188.5\text{r/s}$$

$$\text{最大径向应力 }\sigma_r=\frac{\rho w^2}{8}(\mu+3)(r_2-1)^2$$

式中　μ——材料的泊松比，钢材 $\mu=0.29$

$$\sigma_r=\frac{11685\text{kg/m}^3\times(188.5\text{r/s})^2}{8}\times 3.29\times(0.6\text{m}-0.15\text{m})^2=3.46\times 10^7\text{Pa}$$

$$\text{最大周向应力 }\sigma_t=\frac{\rho w^2}{4}\left[(\mu+3)r_2^2+(1-\mu)r_1^2\right]=\frac{11685\text{kg/m}^3\times(188.5\text{r/s})^2}{4}\left[3.29\times(0.6\text{m})^2+0.71\times(0.15\text{m})^2\right]=1.25\times 10^8\text{Pa}$$

例(16-30)　两个通风柜，其排风量各为 2500m³/h，自局部排风点至诱导室的吸风最大阻力 $\Delta p_2'$ 为 42.5Pa，送风管网总阻力 Δp_{1-} 为 102.8Pa，试说明诱导排风系统装置，并计算诱导排风装置有效系数 η。

解

1. 诱导排风装置条件和作用　在有些情况下，当排风系统有防爆、防火、防腐蚀等要求时，可采用诱导排风装置。但是，诱导排风装置的耗电量较大，一般情况下不宜采用。

诱导排风装置的作用原理是用通风机将空气从喷嘴以高速度送入诱导室，利用高速空气所

PLC WORLD

产生的负压作为动力，将排风系统的空气诱导排出。

除空气外，还可用压缩空气、蒸汽等作为动力。

2. 诱导排风装置的组成　诱导排风装置由带喷嘴的送风管、诱导室、混合室和变径管组成。

诱导排风装置的效率与喷嘴直径、喷嘴出口的气流速度、诱导排出的气流速度、混合室的直径和长度、变径管的长度等有直接关系。

比较常用的诱导排风装置见图 16-20。

图 16-20 中：喷嘴高度 $E = 0.5d_1$；喷嘴渐缩管高度 $F = 2d_1$；诱导室渐缩管的长度 $A = E + F = 2.5d_1$；送风管进入诱导室的曲率半径 $R = d_h$；送风管中线到诱导室底部的距离 $H = d_h$；诱导室的高度 $B = R + H = 2d_h$；诱导室的直径 $D = B$；诱导室的变径管的长度 $C = D$；混合室的长度 $l_1 = 8(d_3 - d_1)$；变径管的长度 $l_2 = 10(d_4 - d_3)$。

为了降低通风机的压力，吸风管的总阻力最好小于 100Pa。

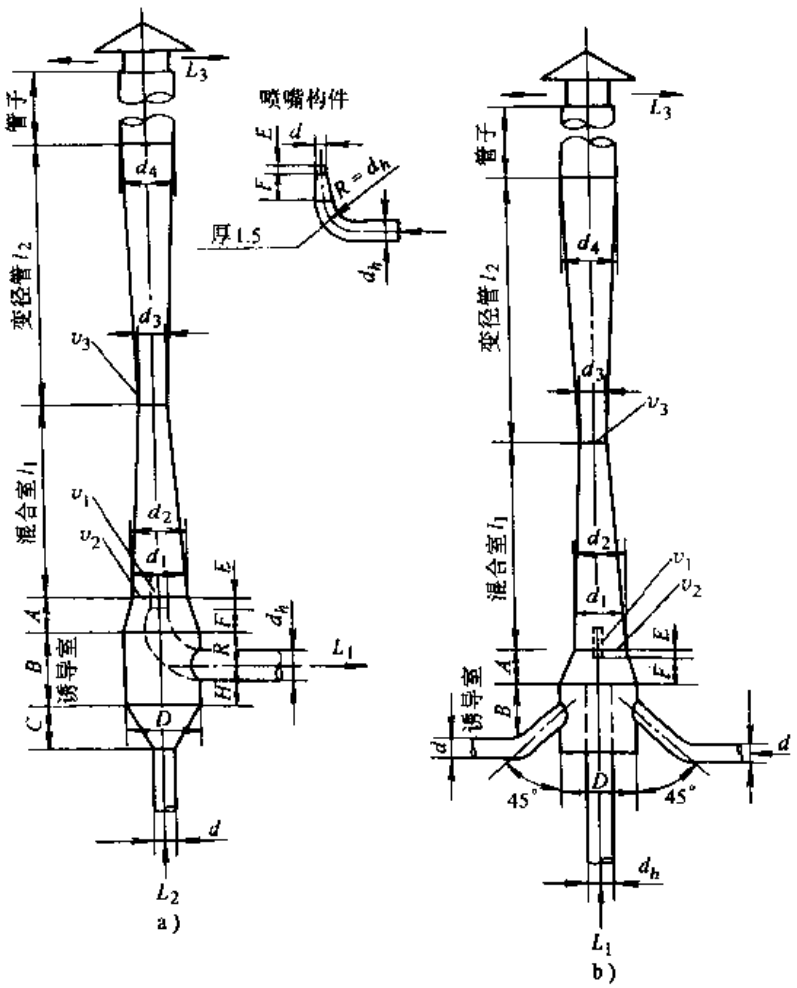


图 16-20　常用诱导排风装置

3. 诱导排风装置的计算

已知条件：总排风量 q_{v2}(m^3/h)。

需确定：

送风量 q_{v1}(m^3/h)；

喷嘴直径 d_1 (m)；

混合室始端直径 d_2 (m)；

混合室末端直径 d_3 (m)；

通风机需用压力 p_{tf}(Pa)。

(1) v_3(混合室末端气流速度为 m/s)、v_2 (排出空气在混合室始端环形截面内的流速为 m/s)、v_1 (喷嘴出口的流速为 m/s)的计算

$$v_3 = 1.28\sqrt{\frac{\Delta p_2 + \Delta p_3}{\eta_{bj} - n^2}}$$

$$v_2 = nv_3$$

$$v_1 = (1 + \beta - n\beta)v_3$$

式中　Δp_2——吸风管总阻力等于 $\Delta p_2' + \Delta p_2''$ (Pa)；

$\Delta p_2'$——自排风点至诱导室的吸风管的阻力(Pa)；

$\Delta p_2''$——气流在诱导室内的阻力，为下面三个阻力之和：

① 混合气流撞击的阻力

$$\Delta p''_{2-1} = \frac{v_0'}{8}(v_0 - v_0')\rho$$

PLC WORLD

诱导室内空气流速　$$v_0'=\frac{q_{v2}}{3600\frac{\pi}{4}(D^2-d_h^2)}$$

式中　v'——诱导室内空气流速(m/s)。

吸风管内空气流速 v_0 一般在 5～10m/s 之间；

② 气流突然膨胀的阻力

$$\Delta p_{2-2}''=\zeta_1\frac{v_0^2\rho}{2}=0.4\frac{v_0^2\rho}{2}$$

③ 气流收缩的阻力

$$\Delta p_{2-3}''=\zeta_2\frac{v_0^2}{2}\rho=0.1\frac{v_0^2}{2}\rho$$

Δp_3——自变径管末端至排风出口(包括顶盖)的阻力(Pa)；在计算 Δp_3 时，风管内空气流速建议不大于 5m/s；

η_{bj}——变径管的有效系数，变径管通常为锥形，根据经验数据，锥形变径管的 η_{bj} 采用 0.65；

β——混合系数，$\beta=\frac{q_{v2}}{q_{v1}}$，在一般情况下，$1.0\geqslant\beta>0.5$；

$n=\frac{v_2}{v_3}$，当 $\eta_{bj}=0.65$ 时，不同 β 值时的 n 值见表 16-3。

表 16-3　不同 β 值时的 n 值

β	0.5	1.0	2.0	4.0	>6.0
n	0.30	0.40	0.48	0.56	0.58

(2) d_1、d_2、d_3 的计算　当 v_1、v_2 和 v_3 值算出后，即可根据以下公式求出 d_1(m)、d_2(m)和 d_3(m)的值。

$$d_1=\sqrt{\frac{4q_{v1}}{3600\pi v_1}}=0.0189\sqrt{\frac{q_{v1}}{v_1}}$$

$$d_2=\sqrt{\frac{4}{3600\pi}\left(\frac{q_{v1}}{v_1}+\frac{q_{v2}}{v_2}\right)}=0.0189\sqrt{\frac{q_{v1}}{v_1}+\frac{q_{v2}}{v_2}}$$

$$d_3=\sqrt{\frac{4q_{v3}}{3600\pi v_3'}}=0.0189\sqrt{\frac{q_{v3}}{v_3'}}$$

式中　v_3'——确定 d_3 用的变径管计算速度(m/s)。

$$v_3'=v_3\sqrt{\eta_{bj}}$$

式中　q_{v3}——混合风量(m^3/h)，$q_{v3}=q_{v1}+q_{v2}$

(3) 通风机需用压力 p_{tF}(Pa)的计算

$$p_{tF}\approx\Delta p_1'+\Delta p_1$$

考虑 15%安全因素以后的喷嘴需用全压(Pa)

$$\Delta p_1'=1.15\frac{v_1^2\rho}{2}-\left(\Delta p_2+1.15\frac{v_2^2\rho}{2}\right)\approx1.15\left[\left(\frac{v_1}{4}\right)^2-\left(\frac{v_2}{4}\right)^2\right]-\Delta p_2$$

式中　Δp_2 的安全因素，在风管计算中已考虑；ρ 按 $1.2kg/m^3$ 计算；

Δp_1——送风管的总阻力为送风管网总阻力 Δp_{1-1}和喷嘴阻力 Δp_{1-2}之和 (Pa)，

PLC WORLD

$$\Delta p_{1-2}=0.15\frac{v_1^2\rho}{2}\approx 0.15\left(\frac{v_1}{4}\right)^2\times\rho$$

(4) 诱导排风装置有效系数 η 的计算

$$\eta=\frac{q_{v2}(\Delta p_2+\Delta p_3)}{q_{v1}(\Delta p_1'-\Delta p_3)}\times 100\%$$

4. 计算实例(见图 16-21)

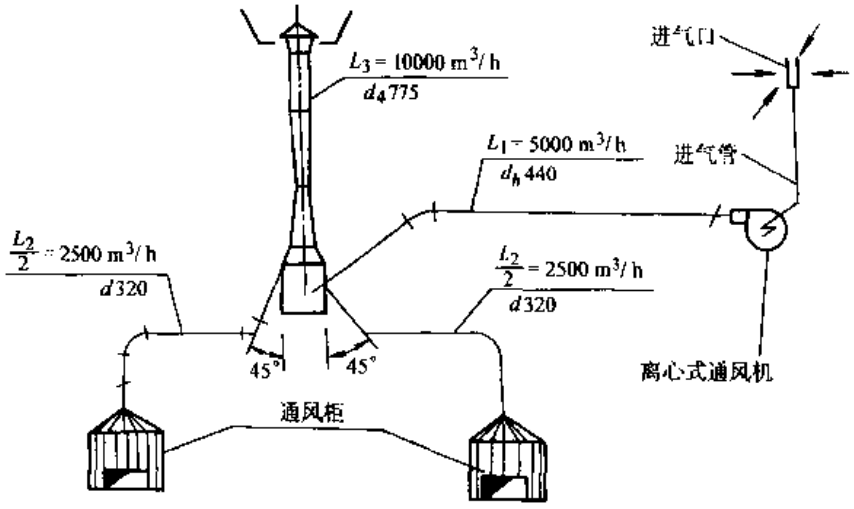


图 16-21　通风管排风系统图

假定 $\beta=1.0$

则 $q_{v1}=q_{v2}=5000m^3/h$，$q_{v3}=q_{v1}+q_{v2}=10000m^3/h$。

变径管作成锥形，则 $\eta_{bj}=0.65$ 在表 16-3 内查出 $n=0.4$。

按一般计算方法，分别计算出 $d_h=440mm$　$v_0=8.6m/s$　$\Delta p_3=54.5Pa$

$$v_0'=\frac{5000}{3600\frac{\pi}{4}[(0.88)^2-(0.44)^2]}=3.04\ (m/s)$$

$$\Delta p_2''\approx\left[\frac{3.04}{8}(8.6-3.04)+0.4\left(\frac{8.6}{4}\right)^2+0.1\left(\frac{8.6}{4}\right)^2\right]\times 1.2\approx 5.35Pa$$

$$\Delta p_2=\Delta p_2'+\Delta p_2''=42.5+5.35=47.85\ (Pa)$$

$$v_3=1.28\sqrt{\frac{47.85+54.5}{0.65-(0.4)^2}}\approx 18.5\ (m/s)$$

$$v_3'=18.5\sqrt{0.65}=15\ (m/s)$$

$$v_2=0.4\ (18.5)=7.4\ (m/s)$$

$$v_1=(1+1-0.4\times 1)18.5=29.6\ (m/s)$$

$$d_1=0.0189\sqrt{\frac{5000}{29.6}}=0.245m$$

$$d_2=0.0189\sqrt{\frac{5000}{29.6}+\frac{5000}{7.4}}=0.55m$$

$$d_3=0.0189\sqrt{\frac{10000}{15}}=0.488m$$

通风机需用压力

表 16-4 通风机进气试验计算表

〔t_d = 32℃，t_w = 30.6℃，ϕ0.76，d_n = 0.28m，α_n = 0.96，D_{1p} = 0.28m，L_1 = 0.85m，A_1 = 0.06157m²，A_2 = 0.0227m²，D_2 = 0.84m，ΔW = 0.0207J，

p_{cn} = 100903.36Pa，D_{2co} = 0.84m，（n_{co} = 2970r/min，ρ_{co} = 1.1233kg/m³）〕

	项目	单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测试计算数据	Δp_n	Pa	1.7652	13.729	30.106	57.183	84.729	116.307	151.905	176.226		
	p_{est1}	Pa	-1516.79	-1636.67	-1708.32	-1690.76	-1645.02	-1527.83	-1388.7	-1098.84		
	t_a	℃	31.6	32	32	32	32	32	32	32		
	pa	Pa	100774	100774	100774	100774	100774	100774	100774	100774		
	p_V	Pa	4759.83	4759.83	4759.83	4759.83	4759.83	4759.83	4759.83	4759.83		
	n	r/min	999	998	996	996	994	993	990	990		
	W	J	6.5705	11.18	14.906	19.221	23.487	27.851	32.803	35.157		
计算结果	$R=\dfrac{29.27}{1-0.378\varphi\dfrac{p_V}{p_a}}\times 9.80665$	J/(kg·K)	290.989	290.989	290.989	290.989	290.989	290.989	290.989	290.989		
	$\rho_a=\dfrac{p_a}{RT_a}$	kg/m³	1.1369	1.1354	1.1354	1.1354	1.1354	1.1354	1.1354	1.1354		
	$\epsilon_n=1-0.55\dfrac{\Delta p_n}{\rho_a}$	—	0.9999	0.9999	0.9998	0.9996	0.9995	0.9993	0.9991	0.9990		
	$p_1=p_{est_1}+p_a\left[1+\dfrac{\left(1-0.025\dfrac{L_1}{D_{1p}}\right)\left(\dfrac{d_n}{D_{1p}}\right)^4\alpha_n^2\epsilon_n^2\Delta p_n}{p_a+p_{est1}}\right]$	Pa	99259.04	99149.5	99092.07	99133.05	99202.59	99346.94	99516.57	99826.92		
	$\rho_1=\rho_a\dfrac{p_1}{p_a}$	kg/m³	1.11985	1.11715	1.1165	1.11697	1.11775	1.11938	1.12129	1.12478		
	$q_V=\dfrac{208.7\alpha_n\epsilon_n d_n^2\sqrt{\rho_a\Delta p_n}}{\rho_1\times\sqrt{9.80665}}$	m³/min	6.34526	17.726	26.262	36.1735	43.9953	51.46	58.7	63.02		
	$P_{in}=\dfrac{n(W-\Delta W)}{974\times 9.80665}$	kW	0.26667	0.74798	1.13507	1.58501	2.02575	2.4774	2.9832	3.2272		
	$P_{sh}=\dfrac{nW}{974\times 9.80665}$	kW	0.6872	1.1681	1.5543	2.00427	2.44417	2.8954	3.3999	3.6439		
	$T_2=273+t_a+\dfrac{60P_{in}}{\rho_1 q_V}$	K	306.85	307.27	307.32	307.35	307.47	307.58	307.72	307.73		
	$p_{aF2}=\dfrac{B+\sqrt{B^2-4p_{aest2}\left(\dfrac{A_{2g}}{A_2}\right)^2 p_{d2p}}}{2}$	Pa	100774	100774	100774	100774	100774	100774	100774	100774		

（续）

	项目	单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
计算结果	$\rho_2=\rho_a\dfrac{(273+t_a)p_{est2}}{T_2\rho_a}$	kg/m^3	1.1286	1.1271	1.1269	1.1268	1.1263	1.1259	1.1254	1.1254		
	$p_{dF}=\dfrac{\rho_1^2}{70608\rho_2}\left(\dfrac{q_V}{A_2}\right)^2\times 9.80665$	Pa	12.059	93.781	205.648	390.522	578.698	794.377	1037.58	1203.43		
	$p_{sF}=p_{st2}-p_1$	Pa	1515.27	1624.79	1682.24	1641.26	1571.73	1427.38	1257.74	947.389		
	$p_{tF}=p_{st}+p_{dF}$	Pa	1527.33	1718.57	1887.89	2031.79	2150.42	2221.75	2295.32	2150.81		
	$K_p=\dfrac{K}{K-1}\dfrac{p_1}{p}\left[\left(1+\dfrac{p}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]$	—	0.99455	0.99387	0.99326	0.99276	0.99235	0.99211	0.99186	0.99239		
	$K_{ps}=\dfrac{K}{K-1}\dfrac{p_1}{p_{sF}}\left[\left(1+\dfrac{p_{sF}}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]$	—	0.99459	0.9942	0.99399	0.99414	0.99439	0.99491	0.99551	0.99662		
	$K_{pd}=\dfrac{\rho_1}{\rho_2}$	—	0.99224	0.99118	0.99079	0.99130	0.99238	0.99417	0.99632	0.99947		
	$\eta_{sF}=\dfrac{q_V P_{sF}K_{Ps}}{6120\times P_{sh}\times 9.80665}$	—	0.23186	0.40844	0.47074	0.4907	0.46874	0.4206	0.36019	0.27208		
	$\eta=\dfrac{q_V P_{tF}K_{Pt}}{6120\times P_{sh}\times 9.80665}$	—	0.23369	0.4319	0.52791	0.6066	0.6400	0.6523	0.6549	0.6151		
	$\eta_{stin}=\dfrac{q_V P_{sh}K_{Ps}}{6120\times P_{in}\times 9.80665}$		0.5975	0.6378	0.6446	0.6205	0.5656	0.4915	0.4105	0.3072		
	$\eta_{in}=\dfrac{q_V P_{tF}K_{Pt}}{6120\times P_{in}\times 9.80665}$		0.6022	0.6744	0.7229	0.7670	0.7722	0.7629	0.7464	0.6945		
	$E=\dfrac{\rho_{co}}{\rho_1}\left(\dfrac{n_{co}}{n}\right)^2\left(\dfrac{D_{2co}}{D_2}\right)^2$		8.86572	8.9050	8.94597	8.94227	8.972	8.97702	9.01611	8.98808		
	$\dfrac{K_{Pt}}{K_{Pco}}=\dfrac{\left\{\dfrac{K}{K-1}\dfrac{K_{co}-1}{K_{co}}E\dfrac{p_1}{p_{co}}\left[\left(1+\dfrac{p_{tF}}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]+1\right\}^{\frac{K_{co}}{K_{co}-1}}-1}{E\dfrac{p_{tF}}{p_{co}}}$		1.04286	1.04853	1.05365	1.05777	1.06143	1.06355	1.06604	1.06162		
	$\dfrac{K_{Ps}}{K_{Pco}}=\dfrac{\left\{\dfrac{K}{K-1}\dfrac{K_{co}-1}{K_{co}}E\dfrac{p_1}{p_{co}}\left[\left(1+\dfrac{p_{sF}}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]+1\right\}^{\frac{K_{co}}{K_{co}-1}}-1}{E\dfrac{p_{sF}}{p_{10}}}$		1.04252	1.04585	1.04774	1.04654	1.04473	1.04061	1.03593	1.02692		

（续）

	项目	单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$q_{vco}=q_v\frac{n_{co}}{n}\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^3\times 60$	m^3/h	1131.86	3165.13	4698.73	6472.00	7887.28	9235.14	10566.12	11343.68		
	$P_{inco}=P_{in}\left(\frac{\rho_{co}}{\rho_1}\right)\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^3\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^5$	kW	7.0289	19.8223	30.2795	42.2646	54.3059	66.5175	80.691	87.018		
	$P_{shco}=P_{sh}\left(\frac{\rho_{co}}{\rho_1}\right)\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^3\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^5$	kW	18.1128	30.9554	41.4638	53.4443	65.5228	77.7406	91.963	98.2548		
	$p_{sFco}=E_{p1sF}\frac{K_{ps}}{K_{Psco}}$	Pa	14005.23	15132.20	15767.83	15359.82	14732.30	13334.03	11747.42	8744.49		
	$p_{co}=Ep_{1F}\frac{K_{Pt}}{K_{Ptco}}$	Pa	14121.31	16046.58	17795.20	19218.47	20478.94	21212.37	22061.54	20523.08		
计	$\frac{K_{Pd}}{K_{Pdco}}=\left(1+\frac{p_{sFco}}{p_{co}}\right)\frac{p_1}{p_{sF2}}\frac{T_2}{T_a}\Big/\left[1+\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^2\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^2\frac{T_2-T_2}{T_{co}}\right]$		1.08001	1.09009	1.09435	1.08973	1.08059	1.06467	1.04602	1.01785		
算	$P_{dco}=EP_{dF}\frac{K_{Pd}}{K_{Pdco}}$	Pa	115.463	910.355	2013.314	3805.531	5610.52	7592.31	9785.51	11009.60		
结	$\varphi=\frac{q_v/60}{\frac{\pi}{4}D_2^2\left(\frac{\pi D_{2n}}{60}\right)}$		0.00434	0.01214	0.01802	0.02483	0.03026	0.03543	0.04054	0.04352		
果	$\psi_{sF}=\frac{2\times p_{sF}K_{ps}}{\rho_1\left(\frac{\pi D_{2n}}{60}\right)^2\times 9.80665}$		1.39416	1.5010	1.56086	1.52244	1.46315	1.3302	1.17794	0.88551		
	$\psi_{tF}=\frac{2\times p_{tF}K_{pt}}{\rho_1\left(\frac{\pi D_{2n}}{60}\right)^2\times 9.80665}$		1.40520	1.5871	1.75039	1.88207	1.99776	2.06469	2.14181	2.00180		
	$\psi_{dF}=\frac{2\times p_{dF}K_{pd}}{\rho_1\left(\frac{\pi D_{2n}}{60}\right)^2\times 9.80665}$		0.01106	0.08637	0.19019	0.36121	0.53763	0.73975	0.97253	1.12803		
	$\lambda_{in}=\frac{102p_{in}}{\frac{\pi}{4}D_2^2\frac{\rho_1}{g}\left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)^3}$		0.00506	0.01428	0.02182	0.03046	0.03914	0.04795	0.05817	0.06273		
	$L_{sA}=L_A-10\lg q_V-20\lg(P_{tF}/9.80665)$	dB(A)	33.127	27.641	25.118	23.089	21.746	20.782	19.927	20.184		

注：进气试验，风机出口畅开通气 $p_{s2}=p_2$；
出气试验，风机进口畅开通气 $p_1=p_2$；
圆弧形集流器 $\alpha=0.99$（$R_{ep}\geq 5.5\times 10^4$ 时）；
锥性集流器 $\alpha\varepsilon_n=0.96$（此仅适用于 $R_{ep}>300\times 10^3$ 时）。

表 16-5　通风机进出气联合试验计算表

($t_d = 19.7℃$, $t_w = 18.2℃$, $\phi 0.92$, $d_n = 0.4m$, $\alpha_n = 0.99$, $D_{1p} = 0.5m$, $L_1 = 1.85m$, $L_2 = 2.125m$, $A_1 = 0.196m^2$, $A_2 = 0.074m^2$, $D_2 = 0.56m$,

$\Delta W = 0.0306J$, $p_{a0} = 101325Pa$, $D_{2p} = 0.315m$, $D_{2\infty} = 0.56m$, $n_\infty = 1450r/min$, $\rho_\infty = 1.20kg/m^3$)

	项　目	单　位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测试计算数据	Δp_n	Pa	72.57	60.80	50.50	42.66	34.81	28.44	20.10	17.16		
	p_{es1}	Pa	-73.06	-61.78	-51.48	-43.64	-36.28	-29.42	-20.59	-18.14		
	p_{es2}	Pa	707.03	862.96	1001.22	1090.45	1178.72	1243.43	1310.17	1323.90		
	t_a	℃	19.8	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.4		
	p_a	Pa	103025	103025	103025	103025	103025	103025	103025	103025		
	p_V	Pa	2292.5	2292.5	2292.5	2292.5	2292.5	2292.5	2292.5	2292.5		
	n	r/min	1453	1453	1453	1453	1454	1454	1454	1454		
	W	J	1.203	1.172	1.124	1.075	1.017	0.956	0.853	0.816		
	L_A	dB (A)	68.9	68.93	68.97	69.23	69.33	69.23	69.23	69.37		
计算结果	$R = \dfrac{29.27}{1-0.378\varphi\dfrac{p_V}{p_a}} \times 9.80665$	J/(kg·k)	289.28	289.28	289.28	289.28	289.28	289.28	289.28	289.28		
	$\rho_a = \dfrac{p_a}{RT_a}$	kg/m³	1.2163	1.2167	1.2167	1.2167	1.2167	1.2167	1.2167	1.218		
	$\varepsilon_n = 1 - 0.55\dfrac{\Delta p_n}{\rho_a}$		0.9996	0.9996	0.9997	0.9997	0.9998	0.9998	0.9998	0.9999		
	$p_1 = p_{esf1} + p_a\left[1 + \dfrac{\left(1-0.025\dfrac{L_1}{D_{1p}}\right)\left(\dfrac{d_n}{D_{1p}}\right)^4 \alpha_2^n \varepsilon_2^n \Delta p_n}{p_a + p_{es1}}\right]$	Pa	102979	102986	102992	102997	103002	103006	103012	103013		
	$\rho_1 = \rho_a \cdot \dfrac{p_1}{p_a}$	kg/m³	1.21579	1.21628	1.21636	1.21642	1.21647	1.21653	1.2166	1.2179		
	$q_V = \dfrac{208.7\alpha_p \varepsilon_n d_n^2 \sqrt{\rho_a \Delta p_n}}{\rho_1 \times \sqrt{9.80665}}$	m³/min	81.544	74.627	68.015	62.509	56.4688	51.0375	42.9103	39.6262		
	$P_{in} = \dfrac{n(W-\Delta W)}{974 \times 9.80665}$	kW	1.749	1.7027	1.6311	1.5580	1.4725	1.38144	1.2277	1.1725		
	$P_{sh} = \dfrac{nW}{974 \times 9.80665}$	kW	1.7946	1.7484	1.6768	1.6037	1.5182	1.4271	1.2734	1.2181		
	$T_2 = 273 + t_a + \dfrac{60P_{in}}{\rho_1 q_V}$	K	293.858	293.826	293.883	293.929	293.986	294.035	294.111	293.858		
	$p_{d2p} = \dfrac{p_a T_2}{p_{aesf2} T_a}\left(\dfrac{d_n}{D_{2p}}\right)^4 \alpha_n^2 \varepsilon_n^2 \Delta p_n$	Pa	184.196	154.15	127.913	107.976	88.068	71.915	50.822	43.387		
	$B = p_a + p_{esf2} + \left(1 + 0.025\dfrac{L_2}{D_{2p}}\right) p_{d2p}$		103948	104068	104176	104242	104307	104353	104395	104400		

PLC WORLD

（续）

	项目	单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
计算结果	$p_{sF2}=\frac{B+\sqrt{B^2-4p_{atmF2}\left(\frac{A_{2p}}{A_2}\right)^2 p_{d2p}}}{2}$	Pa	103743	103897	104034	104122	104209	104273	104349	104352		
	$\rho_2=\rho_a\frac{(273+t_a)p_{sF2}}{T_2p_a}$	kg/m³	1.2204	1.22235	1.22372	1.22456	1.22535	1.2259	1.2264	1.2276		
	$p_{dF}=\frac{\rho_1^2}{70608\rho_2}\left(\frac{q_V}{A_2}\right)^2\times 9.80665$	Pa	204.27	170.952	141.857	119.7487	97.671	79.758	56.3647	48.1195		
	$p_{sF}=p_{sF2}-p_1$	Pa	764.65	911.79	1041.94	1124.99	1207.57	1266.78	1326.47	1338.37		
	$p_{tF}=p_{sF}+p_{dF}$	Pa	968.92	1082.74	1183.79	1244.74	1305.25	1346.54	1382.83	1386.49		
	$K_p=\frac{K}{K-1}\frac{p_1}{p}\left[\left(1+\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]$		0.99665	0.99626	0.99592	0.99571	0.9955	0.99536	0.99524	0.99522		
	$K_{ps}=\frac{K}{K-1}\frac{p_1}{p_{sF}}\left[\left(1+\frac{p_{sF}}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]$		0.99735	0.99685	0.99640	0.99612	0.99584	0.99563	0.99543	0.99539		
	$K_{pd}=\frac{\rho_1}{\rho_2}$		0.99621	0.99503	0.99398	0.99335	0.99275	0.99235	0.99204	0.99209		
	$\eta_{sF}=\frac{q_VP_{sF}K_{ps}}{6120\times P_{sh}\times 9.80665}$		0.5774	0.6464	0.7016	0.7278	0.7453	0.75154	0.7414	0.7221		
	$\eta=\frac{q_VP_{tF}K_{pt}}{6120\times P_{sh}\times 9.80665}$		0.7311	0.76716	0.7968	0.8049	0.8053	0.7986	0.7727	0.7479		
	$\eta_{stin}=\frac{q_VP_{sF}K_{Ps}}{6120\times P_{in}\times 9.80665}$		0.5925	0.66375	0.7213	0.7491	0.7684	0.7764	0.7690	0.7502		
	$\eta_{in}=\frac{q_VP_{tF}K_{pt}}{6120\times P_{in}\times 9.80665}$		0.7502	0.7877	0.8191	0.8285	0.8303	0.8251	0.8015	0.7771		
	$E=\frac{\rho_{co}}{\rho_1}\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^2\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^2$		0.98293	0.98253	0.98247	0.98242	0.98103	0.98099	0.98093	0.97991		
	$\frac{K_{Pt}}{K_{Pco}}=\frac{\left\{\frac{K}{K-1}\frac{K_{co}-1}{K_{co}}E\frac{p_1}{p_{co}}\left[\left(1+\frac{p_{tF}}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]+1\right\}^{\frac{K_{co}}{K_{co}-1}}-1}{E\frac{p_{tF}}{p_{co}}}$		0.99999	0.99999	0.99999	0.99999	0.99998	0.99998	0.99998	0.99998		
	$\frac{K_{ps}}{K_{psco}}=\frac{\left\{\frac{K}{K-1}\frac{K_{co}-1}{K_{co}}E\frac{p_1}{p_{co}}\left[\left(1+\frac{p_{sF}}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}}-1\right]+1\right\}^{\frac{K_{co}}{K_{co}-1}}-1}{E\frac{p_{sF}}{p_{10}}}$		0.99999	0.99999	0.99999	0.99999	0.99998	0.99998	0.99998	0.99998		

（续）

	项目	单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
计算结果	$q_{Vco}=q_V\frac{n_{co}}{n}\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^3\times 60$	m^3/h	4883	4468	4072	3742.8	3378.8	3053.8	2567.5	2371.0		
	$P_{inco}=P_{in}\left(\frac{\rho_{co}}{\rho_1}\right)\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^3\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^5$	kW	1.7156	1.6695	1.5992	1.52748	1.4406	1.35146	1.20097	1.14574		
	$P_{shco}=P_{sh}\left(\frac{\rho_{co}}{\rho_1}\right)\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^3\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^5$	kW	1.7604	1.7143	1.6440	1.5722	1.4853	1.39614	1.24565	1.19038		
	$p_{sFco}=E^*p_{sF}^*\frac{K_{Pt}}{K_{Ptco}}$	Pa	751.603	895.862	1023.673	1105.216	1184.658	1242.687	1301.164	1311.474		
	$p_{co}=E^*p_{tF}\frac{K_{Pt}}{K_{Ptco}}$	Pa	952.387	1063.827	1163.04	1222.859	1280.475	1320.927	1356.453	1358.625		
	$\frac{K_{Pd}}{K_{Pdco}}=\left(1+\frac{p_{sFco}}{p_{co}}\right)\frac{p_1}{p_{sF2}}\frac{T_1}{T_a}\Big/\left[1+\left(\frac{D_{2co}}{D_2}\right)^2\left(\frac{n_{co}}{n}\right)^2\frac{T_2-T_2}{T_{co}}\right]$	—	0.98373	0.98366	0.9836	0.9836	0.9835	0.9835	0.98340	0.98338		
	$p_{dco}=EP_{dF}\frac{K_{pd}}{K_{Pdco}}$	Pa	197.519	165.223	137.086	115.710	94.238	76.947	54.373	46.3696		
	$\varphi=\frac{q_V/60}{\frac{\pi}{4}D_2^2\left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)}$	—	0.12951	0.11852	0.10802	0.09928	0.08962	0.081	0.0681	0.0629		
	$\psi_{sF}=\frac{2\times p_{sF}^*K_{pt}}{\rho_1\left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)^2\times 9.80665}$	—	0.69116	0.8234	0.94045	1.01508	1.08774	1.14079	1.19423	1.20365		
	$\psi_{tF}=\frac{2\times p_{tF}^*K_{pt}}{\rho_1\left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)^2\times 9.80665}$	—	0.87518	0.97721	1.06797	1.12267	1.17532	1.21228	1.24473	1.24672		
	$\psi_{dF}=\frac{2\times p_{dF}K_{pd}}{\rho_1\left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)^2\times 9.80665}$	—	0.18442	0.15409	0.12772	0.10774	0.0877	0.07158	0.05057	0.04313		
	$\lambda_{in}=\frac{102P_{in}}{\frac{\pi}{4}D_2^2\frac{\rho_1}{g}\left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)^3}$	—	0.07554	0.07352	0.07042	0.06726	0.06343	0.05951	0.05288	0.05045		
	$I_M=L_A-10\lg q_V-20\lg(p_{tF}/9.80665)$	dB（A）	9.89	9.34	9.01	9.20	9.33	9.40	9.92	10.37		

注：进气试验，风机出口畅开通气　$p_{s2}=p_2$；
出气试验，风机进口畅开通气　$p_1=p_2$；
圆弧形集流器　$\alpha_n=0.99$（$R_{ep}\geqslant 5.5\times 10^4$h）；
锥性集流器　$\alpha_n\varepsilon_n=0.96$（$R_{ep}\geqslant 300\times 10^3$h）

PLC WORLD

$$p_{tF}=1.2\times1.15\left[\left(\frac{34.2}{4}\right)^2-\left(\frac{8.56}{4}\right)^2\right]-47.85+102.8+\left[0.15\left(\frac{34.2}{4}\right)^2\right]\times1.2\approx163\text{Pa}$$

诱导排风装置有效系数 $\eta=\dfrac{5000\text{m}^3/\text{h}\,(47.85\text{Pa}+54.5\text{Pa})}{5000\text{m}^3/\text{h}\,(163\text{Pa}-54.5\text{Pa})}\times100=37\%$

例(16-31)　按 GB1236—85 进行风机进气性能、进出气联合性能试验，求计算结果。

解　风机进气性能试验结果见表 16-4。风机进出气联合性能试验结果见表 16-5。

例(16-32)　试列出 D100-42 离心鼓风机进出气联合热力性能试验计算表(设计点)

解　D100-42 离心鼓风机热力性能试验计算见表 16-6。

($p_a=100360\text{Pa}$　$t_a=10.5℃$　$\phi_a=0.79$　$p_s=1270\text{Pa}$　$d_n=0.335\text{m}$　$p_{a\cdot co}=101325\text{Pa}$　$t_{a\cdot co}=20℃$　$\phi_{a\cdot co}=0.5$　$p_{s\cdot co}=2334\text{Pa}$　$P_{f\cdot co}=P_f$　$p_{T1\cdot co}=98070\text{Pa}$　$D_1=0.35\text{m}$　$D_2=0.25\text{m}$　$S_c=2.5\text{m}^2$　$N_{co}=2980\text{r/min}$　$R_{co}=288\text{J/(kg·°K)}$　$t_{1\cdot co}=20℃$　$t_{2\cdot co}=60℃$)

表 16-6　D100-42 离心鼓风机热力性能试验计算表(设计点)

内容 \ 参数	项目		单位	数值	注
测试计算数据	上游温度	t_a	℃	10.6	集流器前
	集流器压差	p_n	Pa	245.098	由水柱换算
	转速	N	r/min	298.5	
	进口端压差	p_1	Pa	294.1	
	进口温度	t_1	℃	10.6	
	出口端压差	p_2	Pa	40533.3	由汞柱换算
	出口温度	t_2	℃	51.5	
	机壳温度	t_c	℃	34	
质量密度	试验气体常数	$R=\dfrac{287}{1-0.378\phi_a\dfrac{p_s}{p_a}}$	J/(kg·°K)	288.09	
	进口处密度	$\rho_1=\dfrac{p_{1s}}{RT_1}$	kg/m³	1.224	$p_{1s}=p_a-p_1$
	大气密度	$\rho_a=\dfrac{p_a}{RT_a}$	kg/m³	1.229	
	出口处密度	$\rho_2=\dfrac{p_{2s}}{RT_a}$	kg/m³	1.507	$p_{2s}=p_a+p_2$
流量	集流器前质量流量	$q_{mL}=65.98d_n^2\sqrt{\rho_a\times p_n}$	kg/min	128.51	流量系数 $\alpha_1=0.99$
	进气口容积流量	$q_{v1}=q_{mL}/\rho_1$	m³/min	105	
压力	进气口动压	$p_{d1}=\dfrac{1}{7200\rho_1}\left(\dfrac{q_{mL}}{A_1}\right)^2$	Pa	202.65	
	出气口动压	$p_{d2}=\dfrac{1}{7200\rho_2}\left(\dfrac{q_{mL}}{A_2}\right)^2$	Pa	632.3	
	进气口绝对全压	$p_{T1}=p_a-p_1-\Delta_1+p_{d1}$	Pa	100268.55	$\varepsilon_{正}=0.1$　$\varepsilon_{负}=0.025$
	出气口绝对全压	$p_{T2}=p_a+p_2+\Delta_2+p_{d2}$	Pa	141525.6	

PLC WORLD

（续）

内容 \ 参数	项目		单位	数值	注	
比压缩功	压力比	p_{T2}/p_{T1}		1.4115		
	多变指数	$m=\lg(T_2/T_1)/\lg(p_{T2}/p_{T1})$		0.39089		
	多变比压缩功	$W_{m\cdot pol}=\frac{RT_1}{m}\left[\left(\frac{p_{T2}}{p_{T1}}\right)^m-1\right]$	J/kg	30143.88		
功率	多变气体功率	$P_{pol}=q_{v1}\rho_1 W_{m\cdot pol}/60000$	kW	64.568		
	滚动轴承损失	$P_f=2\%P_{pol}$	kW	1.3		
	机壳散热损失	$P_a=\alpha_a\Sigma S_c(t_c-t_a)/1000$	kW	0.823	$\alpha_a=14W/m^2K$（散热系数）	
	轴封处泄漏损失	$P_L=\Delta q_{mL}\cdot\Delta h/60000$	kW	0.097	$\Delta q_{mL}=0.5\%\,q_{mL}$ $\Delta h=0.3W_{m\cdot pol}$	
	焓差	$h_2-h_1=R\frac{K}{K-1}(T_2-T_1)+\frac{C_2^2-C_1^2}{2}$	J/kg	41493	$K=1.4$ $q_{v2}=q_{v1}\times\rho_1/\rho_2$	
	内功率（热平衡法）	$P_{in}=(h_2-h_1)q_{v1}\rho_1/60000+P_L+P_a$	kW	89.80		
	轴功率	$P_e=P_{in}+P_f$	kW	91.097		
效率	多变内效率	$\eta_{in\cdot pol}=P_{pol}/P_{in}$	%	71.9		
	多变有效总效率	$\eta_{e\cdot pol}=P_{pol}/P_e$	%	70.8		
换算到规定工况参数	进口体（容）积流量	$q_{v1\cdot co}=\frac{N_{co}}{N}\times q_{v1}$	m^3/min	104.8	◎100	△100
	出口压力	$p_{T2\cdot co}=(p_{T2}/p_{T1})_{co}\times p_{T1\cdot co}$	Pa	136868	◎137300	△137000
	升压	$\Delta p_T=p_{T2\cdot co}-p_{T1\cdot co}$	Pa	38800	◎39226	△38932
	轴功率	$P_{e\cdot co}=\left(\frac{N_{co}}{N}\right)^3\times P_e$	kW	90.986	◎81	△84.6
	多变内效率	$\eta_{in\cdot pol\cdot co}=\eta_{in\cdot pol}$	%	71.9	◎75	△72.2
	多变有效总效率	$\eta_{e\cdot pol\cdot co}=\eta_{e\cdot pol}$	%	70.8	◎73.8	△71.1
	多变比压缩功	$W_{m\cdot pol\cdot co}=W_{m\cdot pol}\left(\frac{N_{co}}{N}\right)^2$	J/kg	30043	◎30200	△30100
	指数函数	$\left(\frac{n}{n-1}\right)_{co}=\frac{\lg\left(\frac{p_{T2}}{p_{T1}}\right)}{\lg\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}$		2.5583		
	压力比	$\left(\frac{p_{T2}}{p_{T1}}\right)_{co}=\left[\frac{\left(\frac{n-1}{n}\cdot W_{m\cdot pol}\right)_{co}}{R_{co}T_{1\cdot co}}+1\right]^{\left(\frac{n}{n-1}\right)_{co}}$		1.3956	◎1.4	△1.397
	温度比	$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)_{co}=\left(\frac{p_{T2}}{p_{T1}}\right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)_{co}}$		1.1390	◎1.1365	△1.1442
	出口温度	$t_{2\cdot co}=(T_2/T_1)_{co}\times(273+20)-273$	℃	60.727	◎60	△51.5

注：1. 表中◎——设计值　△——现场试验值。

2. 根据测试结果应绘出完整的 $q_{v\cdot co}=f(p_{t2\cdot co}\quad P_{e\cdot co}\quad \eta_{e\cdot pol\cdot co})$ 性能曲线。

3. 根据 JB3165—82，本表适用于压比大于 1.15 的风机热力性能试验。

PLC WORLD

例(16-33)　试举例说明径向调节门(YHA)对风机性能的影响。

解　由四平鼓风机厂提供，包钢烧结总厂使用的型号为 2270D_1BB50 风机，长期以来达不到出力，虽经加大工作轮直径(由 D_2 = 2270mm 加大到 D_2 = 2440mm)仍不见好转，后经专家判断并将调节门的安装角度由 40°调到 10°后，经测试流量、压力、功率均大幅度地增加，风机性能达到设计规定，满足了系统要求。

调节门安装角度 θ 对风机性能影响见图 16-22。

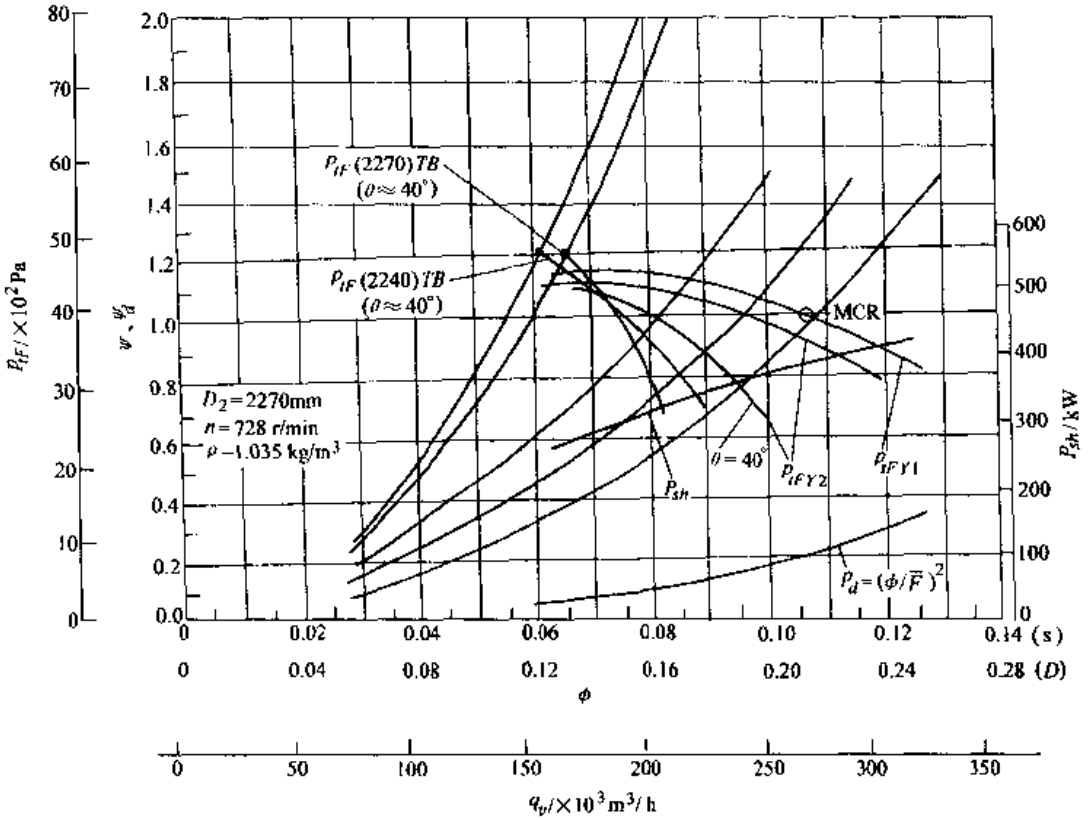


图 16-22　2270 D_1、BB50 离心鼓风机调节门不同安装角时的性能曲线

例(16-34)　目前国内所生产的 1616 调心球轴承为什么用于高速风机时，很容易损坏?

解　用钢板制成的 1616 调心球轴承的保持架，为背靠背分体式结构，当以 2960r/min 高速旋转时，受轴向力、离心力作用，产生不同步旋转，导致结构相互碰撞、摩擦而损坏。少则几十个小时即破坏，故建议采用圆柱滚子轴承(近叶轮端,承受径向力)、深沟球轴承(远叶轮端，承受径向及轴向力)。

例(16-35)　试说明为风机配套的电动机的噪声水平。

解　为风机配套的电动机噪声水平见表 16-7。

例(16-36)　试述不同类型消声器的工作原理与特点(见表 16-8)，示意图分别见图 16-23 ~ 图 16-27。

解

例(16-37)　试说明风机转子允许质心偏心距及轴承部位双向径向振幅限值。

解　风机转子允许质心偏心距见表 16-9。

轴承部位双向径向振幅限值见表 16-10。

例(16-38)　试列出风机进气及出气管口处，常用的消声器。

解　风机进气及出气管口处常用的消声器见图 16-28 ~ 图 16-31。

PLC WORLD

表 16-7　电动机噪声水平

电动机功率/kW	同步转速/(r/min)									
	3000		1500		1000		750		600	
	声功率级/dB(A)									
	1级	2级	1级	2级	1级	2级	1级	2级	1级	2级
0.55	—	—	56	67	—	—	—	—	—	—
0.75	66	71			56	65				
1.1			61							
1.5	70	75	62		62	67				
2.2			65	70			61	66		
3	74	79			66	71				
4			68	74			64	69		
5.5	78	83	70	78						
7.5			71		69	75	67	72		
11	82	87	75	82	70					
15			77			78	70	75		
18.5					73					
22	87	92								
30	90	95	79	84	76	81	73	78		
37										
45		97			79	84			82	87
55	92		81	86			82	87		
75	94	99	85	90	87	92				
90									—	—
110	99	104	96	101			—	—		
132					—	—				
160										
200										

表 16-8　各种消声器的工作原理及其特点

类　型		工　作　原　理　及　特　点
阻性消声器		利用吸声材料制成，以声阻消声。当声波通过衬贴有多孔吸声材料的管道时，声波将激发材料中无数小孔内的空气分子振动，将一部分声能消耗于克服摩擦力和粘滞力。达到消声目的。它制造简单，对中、高频噪声消声效果较好
抗性消声器	扩张室型	一是利用管道截面突变、声阻抗的变化，使沿管道传播的声波向声源方向反射回去；二是利用扩张室和内插管的长度，使向前传播的声波与遇到管子不同界面反射的声波相位相差 180°，引起二者相互干涉，达到消声
	共鸣型	利用共振吸收原理进行消声。当声波传到颈口时，在声波的作用下颈中空气柱产生振动。为克服气体惯性，需消耗声能。空气柱振动速度越大，消耗能量越多。它的频带消声值较窄。常与阻性消声器组合使用
微穿孔板消声器		利用微孔中空气的摩擦损失来降低噪声。小孔的声阻与孔径平方成反比，孔径越小声阻越大。低穿孔率能增加吸声频带宽度，一般的孔心距与孔径之比为 5～8(或更大)；微穿孔板后的空腔深度能控制吸收峰值的位置，采用双层或多层微穿孔板即可吸收两个或多个共振频率。其结构简单，降噪频带宽，阻力损失小，耐高温和水、油等；但加工复杂成本高。多用于空调系统
阻抗复合型消声器		利用抗性消声器、微穿孔板消声器来消除低频噪声，利用阻性消声器消除中高频噪声，以实现宽频带消声。可以根据实测的噪声频谱，结合实际使用条件，选择、设计针对性强的阻抗复合型消声器，可达到理想的消声效果

PLC WORLD

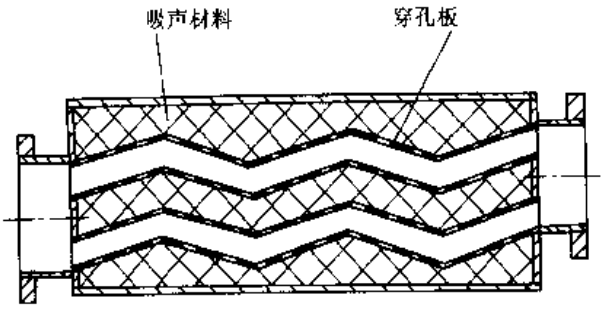


图 16-23　阻性消声器

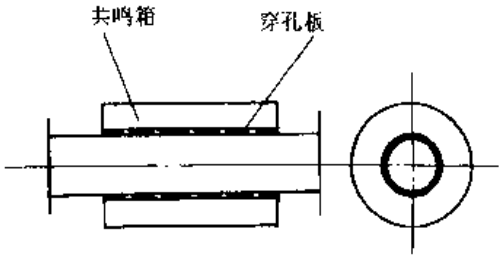


图 16-25　抗性共鸣型消声器

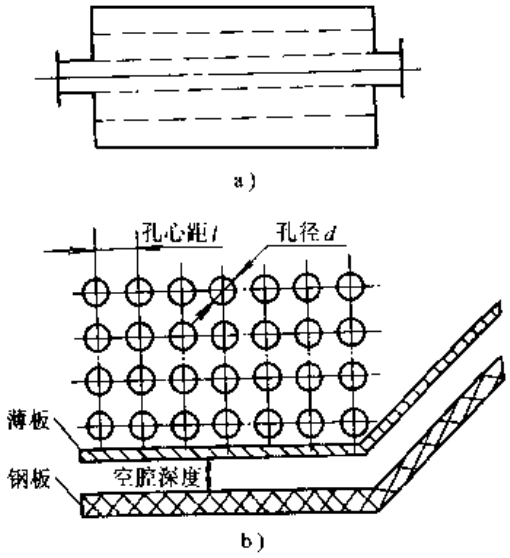


图 16-26　微穿孔板消声器

a)示意图　b)吸声结构

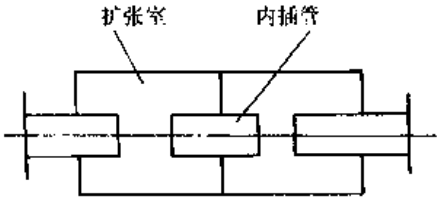


图 16-24　抗性扩张室型消声器

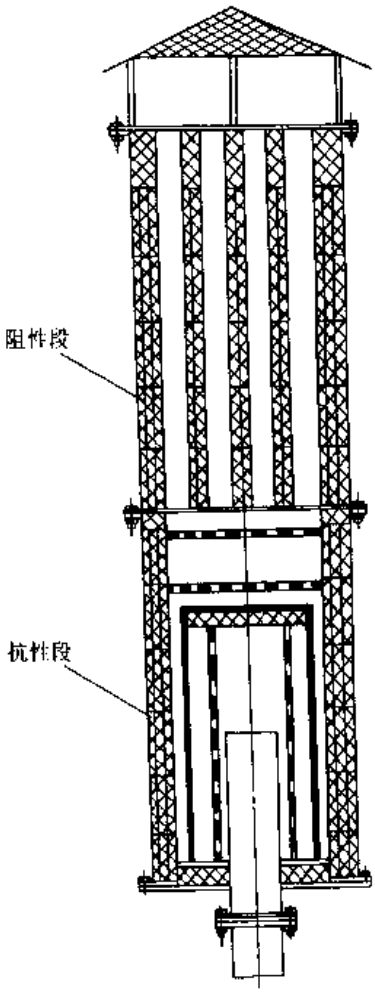


图 16-27　阻抗复合型消声器

表 16-9　风机转子允许质心偏心距 e　(μm)

转子转速/(r/min)		≤500	≤750	≤1000	≤1500	≤3000	≤6000
平衡品质/(m/s)	6.3	120	80	60	40	20	10
	4.0	76.5	51	38	25	12.7	6.7

表 16-10　轴承部位双向径向振幅限值　(mm)

转子转速/(r/min)		≤500	≤750	≤1000	≤1500	≤3000	≤6000
平衡品质/(m/s)	6.3	0.170～0.205	0.120～0.145	0.100～0.120	0.070～0.084	0.040～0.048	0.02～0.025
	4.0	0.100 0.120	0.075 0.090	0.063 0.075	0.045 0.054	0.025 0.030	0.012 0.014
计算公式		$\sqrt{2}e$		$\sqrt{3}e$		$2e$	

注：轴承部位双向轴向振幅限值可以取双向径向振幅限制的 1.5～2 倍。

PLC WORLD

例(16-39)　某一风机叶片数量为20个、转速为2960r/min、接入管直径0.4m、声速为336m/s，试计算单腔抗性扩张室型消声器的消声量，并列出最大消声量与扩张比的关系。

解　消声量按下列计算

$$\Delta L = 10\log\left[1+\frac{1}{4}\left(m-\frac{1}{m}\right)^2\sin^2 KL\right]$$

式中　m——扩张比，$m=\dfrac{\text{扩张室截面面积}}{\text{扩入管道截面面积}}$

取 $m=4$

K——波数，$K=\dfrac{2\pi f}{C}$；

f——频率，Hz　$f=\dfrac{20\times 2960}{60}=986.7$

$$K=\frac{2\pi\times 986.7}{336}=18.45$$

L——扩张室长度　m

取 $L=0.766$m

$$\Delta L = 10\log\left[1+\frac{1}{4}\left(4-\frac{1}{4}\right)^2\sin^2 18.45\times 0.766\text{rad}\right]$$

$$=10\log\left[1+\frac{1}{4}\left(4-\frac{1}{4}\right)^2\times 1\right]=6.547\text{dB}$$

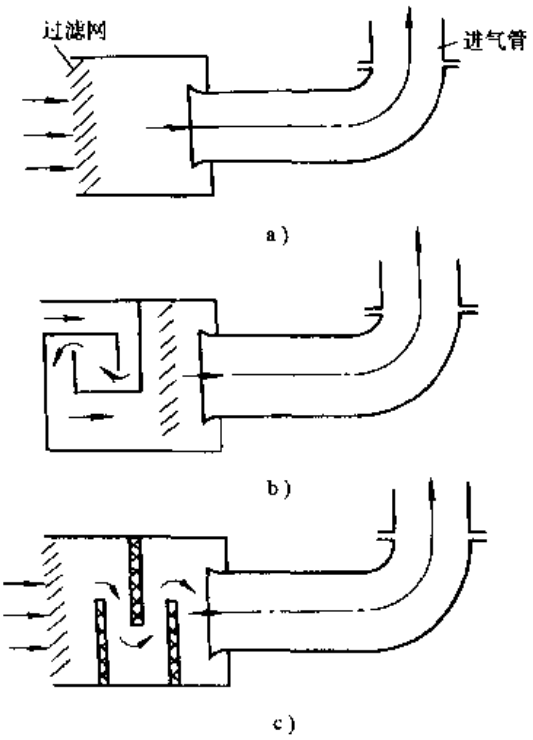


图 16-28　风机进气管口处简形消声器
a)直通式　b)迷宫式　c)隔板式

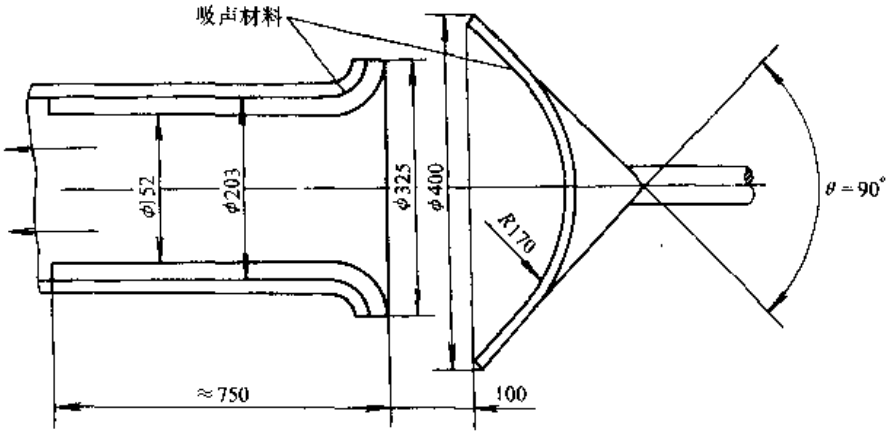


图 16-29　风机进气管口处板式消声器

说明：

1）双腔抗性扩张室型消声器的消声量是每个单腔抗性扩张室型消声器消声量的算术和。

2）单腔抗性扩张室型消声器的结构见图16-32。

3）以弧度 KL 表示相位角。

最大消声量与扩张比的关系见表16-11。

表 16-11　最大消声量与扩张比关系

m	ΔL_{max}/dB	m	ΔL_{max}/dB	m	ΔL_{max}/dB	m	ΔL_{max}/dB
1	0	6	9.8	12	15.6	22	20.8
2	1.9	7	11.5	14	16.9	24	21.6
3	4.4	8	12.2	16	18.1	26	22.3
4	6.5	9	13.2	18	19.1	28	22.9
5	8.5	10	14.1	20	19.9	30	23.1

PLC WORLD

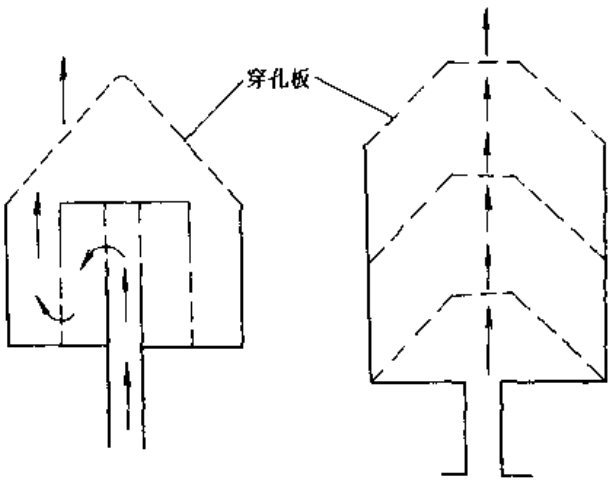


图 16-30　风机出气管口处筒形消声器

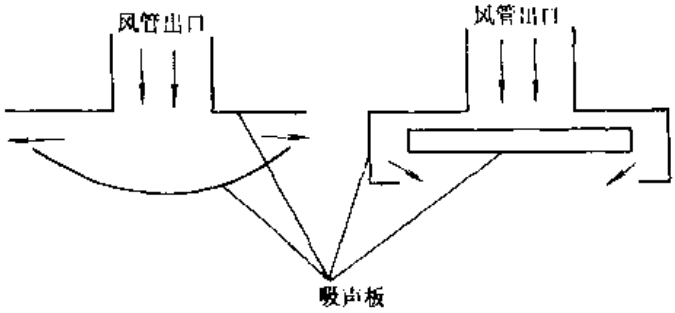


图 16-31　风机出气管口处板式消声器

由表 16-11 可看出，m 值增大时，ΔL_{max}随之增大，在实际工程中，m 值一般控制在 10～30 之间。

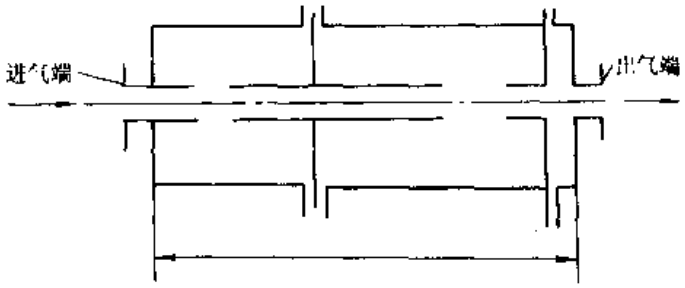


图 16-32　单腔抗性扩张室型消声器

PLC WORLD

第十七章　企业及主要产品介绍

第一节　企 业 简 介

一、沈阳鼓风机厂

沈阳鼓风机厂是专业生产各类透平式压缩机、大型鼓风机和通风机的专业厂，担负着为石油、化工、冶金、煤炭、电力、轻纺、科研、国防等部门的国家重点建设工程提供配套风机的艰巨任务，是国内最大的风机制造大型企业。国家的鼓风机研究所、中国风机产品质量监督检测中心，北方电脑应用开发公司、辽宁省数显技术服务中心、机械工业风机联营公司、中国通用机械风机协会均设在该厂。

70年代中期，沈阳鼓风机厂列为国家重点扩建和改造单位。先后引进了意大利新比隆公司的MCL、BCL和PCL型系列离心压缩机，日本日立公司的DH型离心压缩机，美国费城齿轮公司的高速精密齿轮，日本日立土浦工厂的冷冻机，丹麦诺文科公司的大型电站轴流通风机的设计、制造专利技术。并从美、日、法、瑞士、联邦德国、意大利、英、捷等八个国家进口43台套高精密数控机床和试验、检测仪器。还配套有美国IBM公司的4381型电子计算机和38台微型机，形成了计算机设计、生产、管理一体化，还建立了国内最大的透平压缩机试车台及现代化的产品试验基地。

扩建、引进使该厂一跃成为技术密集型企业。每年开发的新产品约50余种，其主导产品的主要性能和技术指标都达到了80年代国际同类产品水平。其中有三种产品获辽宁省优质奖、四种产品获部优质奖，S2MCL607 + 2BCL306型二氧化碳离心压缩机获国家金牌，2MCL457、DH63型离心压缩机获国家银质奖。新产品的不断涌现，既满足了国家重点工程配套需要，又为国家挡住进口，节约了大量外汇，曾受到国务院重大办、原国家经济委员会、机械工业部、原化学工业部联合嘉奖，被国家原经济委员会授予“引进技术改造现有企业全优单位”。

为发挥企业技术、设备优势的效用，该厂十分重视采用先进的管理手段和方法，提高企业的管理水平。曾被国家原经济委员会、原机械工业委员会委授予“现代化管理全优单位”；辽宁省政府授予“省先进单位”和“全国第二次工业普查先进企业”金杯奖，“国家一级计量企业”，“统计工作国家一级企业”，“国家二级标准化企业”等荣誉称号。

该厂主要生产的产品介绍如下：

1．MCL、BCL、PCL型离心式压缩机技术性能参数见表17-1～表17-4。

2．DH型制氧动力用离心式压缩机适用范围简介　沈阳鼓风机厂，继从意大利新比隆公司引进离心式压缩机设计制造技术之后，又从日本日立公司引进了DH型双轴四级离心压缩机设计制造技术，并且成功地造出了若干台产品，可用于空分装置(空气压缩、氨气压缩及输送)、空气源装置(仪表气源及动力驱动空气)、化工装置(化工装置中的空气压缩输送及工艺气)。该厂生产的任何一台离心式压缩机均为世界先进技术，也是该厂丰富经验的结晶。DH离心式压缩机使用情况见表17-5。

PLC WORLD

表 17-1 离心式压缩机产品技术性能参数(一)

型 号	级 数	机壳设计压力/0.1MPa	吸入流量/(m^3/h)	工作转速/(r/min)
氨合成气压缩机				
BCL 407	7	100	5300	13200
BCL 407/A	7	200	2400	13200
BCL 306/A	6	200	1250	13200
BCL 306/B	6	350	1100	13200
2BCL 306/B	5+1	350	750/2100	13200
BCL 507	7	100	3200	10900
2BCL 508	8	90	9100	11300
BCL 407/A	7	200	1500	10900
2BCL 408/A	8	200	3100	11300
2BCL 406/B	5+1	350	1450/4700	11300
工艺空气压缩机				
2MCL 600	6	15	30000	8500
2MCL1000/800	7	12	70000	5900
MCL 450	7	40	4000	8500
2MCL 450	6	40	9000	10000
MCL 600	7	40	7000	5900
尿素合成-CO压缩机				
2MCL 527	7	40	22000	9000
2MCL 607	7	30	36000	7200
BCL 305/A	5	200	1300	13400
2BCL 306/A	6	200	1400	14000
BCL 205/A	5	200	200	13400
BCL 205/B	5	350	200	13400

表 17-2 离心式压缩机产品技术性能参数(二)

型 号	级 数	机壳设计压力/0.1MPa	吸入流量/(m^3/h)	工作转速/(r/min)
氨冷冻压缩机				
MCL 350	7	30	2500	12000
MCL 520	7	40	8000	9000
MCL 600	6	40	9000	9000
MCL 800	6	30	17000	6400
2MCL 450	7	40	6000	10000
2MCL 520	8	40	18000	9000
2MCL 600	6	40	18000	9000
2MCL 800	8	30	32000	6400

PLC WORLD

（续）

型 号	级 数	机壳设计压力/0.1MPa	吸入流量/(m^3/h)	工作转速/(r/min)
天然气压缩机				
MCL 450	7	40	11000	10800
BCL 250	6	70	1200	14000
BCL 350	7	70	2000	13000
BCL 450	6	70	3500	10800
原料气压缩机（乙烯厂用）				
2MCL1000/800	5	20	85000	5000
MCL 800	3	30	20000	5000
2MCL 600	8	40	13000	5000
2MCL 450	7	40	10000	10000
乙烷乙烯冷冻压缩机				
3MCL 350	7	30	2000	12000
3MCL 450	7	40	5000	10000
3MCL 600	7	40	20000	7000

表 17-3 离心压缩机产品技术性能参数(三)

型 号	级 数	机壳设计压力/0.1MPa	吸入流量/(m^3/h)	工作转速/(r/min)
丙烷-丙烯冷冻压缩机				
3MCL 350	7	30	5500	11000
3MCL 450	7	20	7000	7500
3MCL 520	8	40	17000	7000
3MCL 800	7	30	38000	5000
3MCL 1000	6	20	80000	4100
长输管线压缩机				
PCL 500/A	1～3	84	17000	10290
PCL 800/24	2～3	100	17000	6500
PCL 800/30	1～3	100	22000	6500
PCL 1000/36	2	90	35000	4670
天然气油田充气压缩机				
2BCL 506/A	6	200	9000	10300
BCL 404/B	4	350	2000	10300
BCL 404/C	4	500	1000	10300
BCL 405/C	5	500	800	8400
BCL 450/D	5	700	600	8400
高压循环气压缩机(炼油厂用)				
BCL 300/A	3	200	2000	13000
BCL 300/A	7	200	800	10000
BCL 400/A	7	200	3000	10000
BCL 300/B	3	350	1000	11000

PLC WORLD

表 17-4 离心式压缩机产品技术性能参数(四)

型 号	级 数	机壳设计压力/(0.1MPa)	吸入流量/(m^3/h)	工作转速/(r/min)
铂重整循环气压缩机(炼油厂用)				
BCL 250	5	70	1700	15000
BCL 300	7	70	3500	13000
BCL 350	7	70	5200	11500
BCL 450	7	70	10000	9500
BCL 600	7	70	19000	7200
催化裂化气压缩机(炼油厂用)				
2MCL 450	6	40	11000	9000
2MCL 520	7	40	16000	8000
2MCL 600	7	30	22000	7500
2MCL 800	9	30	34000	5550
催化裂化空气压缩机(炼油厂用)				
DMCL 1000	2~4	5	170000	4500
MCL 1000	4	5	60000	5000
烟道气压缩机(润滑油厂用)				
2MCL 350	6	12	6000	13000
2MCL 450	6	10	10000	10000
2MCL 600/450	6	10	18000	8500
2MCL 800/600	6	7	40000	5800
氧气压缩机				
2MCL 800	6	8	40000	5800
2MCL 450	6	45	6000	9700

表 17-5 DH 离心式压缩机使用情况

序号	用 户	机型	台数	介质	进口压力/MPa(℃)	出口压力/(MPa(℃)	流量/(m^3/h)	原动机/kW	出厂时间
1	上海石化总厂	DH63-1	3	空气	0.098(33.1)	0.676(≤105)	40200	4100	1982
2	仪征化纤厂	DH35-1	2		0.098(35.2)	0.618(≤50)	6700	800	1983
3	攀钢氧气厂	DH71-1	2		0.085(30)	0.618(<40)	40000	4100	
4	鞍钢氧气厂	DH80-1	1		0.097(25)	0.647(≤97)	57000	5400	1984
5	攀钢氧气厂	DH80-2	1		0.85(34)	0.642(≤100)	56790	6000	
6	扬子化工公司	DH80-3	2		0.098(32)	0.667(<97)	58000	5600	1985
7	大庆乙烯工程	DH63-2	1		0.096(30)	0.676(<100)	38000	4100	
8	马鞍山钢铁公司	DH80-4	1		0.097(35)	0.647(≤97)	57000	5600	
9	鲁南化肥厂	DH80-5	1		0.1(31.5)	0.637(<100)	56000	5600	
10	锦州炼油厂	DH35-2	2		0.1(30)	0.686(<40)	6000	1000	1986

PLC WORLD

（续）

序号	用户	机型	台数	介质	进口压力/MPa（℃）	出口压力/MPa（℃）	流量/(m^3/h)	原动机/kW	出厂时间
11	刘家峡化肥厂	DH63-3	1		0.08（32）	0.598（≤105）	34500	3700	1986
12	水城钢厂	DH63-4	1		0.079（28）	0.578（≤95）	34500	3700	
13	本溪钢铁公司	DH80-6	1		0.097（30）	0.647（<100）	57100	5600	
14	兰州炼油厂	DHP45-1	1		0.075（30）	0.686（<100）	18000	2500	1987
15	长岭炼油厂	DHP40-2	1		0.098（40）	0.784（<40）	7500	1250	
16	大化公司	DHP45-5	2		0.098（26.4）	0.706（42）	13200	1500	
17	大连钢厂	DHP45-6	1		0.098（34.4）	0.794（42）	18500	2240	
18	四川长城钢厂	DH45-1	1		0.095（35）	0.647（≤100）	9500	2100	1988
19	包头钢铁公司	DH80-7	1		0.088（30）	0.618（≤97）	57300	5600	
20	石家庄钢厂	DH63-5	1		0.094（35）	0.647（<100）	36000	3700	
21	鄂城钢厂	DH63-6	1		0.095（35）	0.647（<100）	36000	3700	
22	攀枝花钢铁公司	DHP45-3	2		0.085（33.5）	0.873（≤43）	9000	1500	1988
23	武汉钢铁公司	DHP-2	3		0.093（35）	0.794（≤50）	18100	2240	
24	洛阳炼油厂	DHP45-7	1		0.098（25）	0.784（<42）	19200	2240	1989
25	伊兰煤气厂	DH80-8	1	空气	0.097（22）	0.627（<100）	54000	5400	1990
26	伊兰煤气厂	DH63-7	1		0.097（22）	0.618（<100）	33500	3700	1989
27	仪征化纤厂	DHP40-1	1		0.100（30）	0.833（<43）	10200	1500	1988
28	鞍山钢铁公司	DHP45-4	3		0.097（30.2）	0.833（105）	18600	2500	
29	首都钢铁公司	DHP45-8	3		0.098（31.8）	0.784（≤45）	18150	2240	1989
30	三明钢厂	DH63-8	1		0.095（35）	0.647（<100）	36000	3700	
31	天津钢厂	DH63	1		0.096（30）	0.636（<100）	36000	3700	1991
32	重钢氧气厂	DH80-9	1		0.097（32）	0.647（<100）	56500	5600	
33	抚顺晴伦厂	DHP40-3	1		0.095（35）	0.882（≤120）	7500	1250	
34	临汾钢铁厂	DH45-3	1		0.093（32）	0.65（40）	18200	1900	
35	天津无缝钢管总厂	DH45-4	2		0.095（32）	0.65（106）	18200	1900	
36	淄博晴伦工程	DHP40-4	空气		0.095（32）	0.8826（<100）	10000	1600	1990
37	抚顺石油二厂	DHP40-6	2		0.097（30）	0.8826（≤43）	10200	1600	
38	攀枝花钢铁公司	DH45-3	2		0.085（33.5）	0.873（≤43）	9000	1500	
39	太钢动力厂	DHP40-5	2		0.093（28）	0.8826（≤42）	9000	1600	1991

注：地址：沈阳市铁西区云峰北街36号
邮编：110021
电话：024—625864236 625801567　　电挂：5811
电传：80303 SYBW CN 传真：(008624)552669
厂长：苏永强

PLC WORLD

二、四平金丰股份有限公司(四平鼓风机厂)

该厂生产的风机有28个系列，319个机号，5595个规格。主导产品是高温风机。2m以上大直径的高温风机产品在增加，最大直径已超过3m，驱动电机功率达2000kW，主机重达45t，单台产值超过100万元。水泥窑尾高温风机产量占国内需求量的40%左右，其它高温风机产量占国内需求量的70%左右。除了高温风机外，还生产一般用途的离心式通风机、鼓风机、煤粉离心式通风机和耐腐蚀离心式通风机。

BB50、BB24系列风机是该厂于1984年从英国豪丹公司引进的高温风机技术中的两个系列产品，该产品不仅为水泥行业提供高效节能设备，而且也是其它工业炉窑的最佳设备。

该产品具有设计先进、结构紧凑、易拆卸维修、运转安全可靠、耐磨损、耐高温、效率高、噪声低、性能曲线平坦、流量调节范围大、高效区宽广等特点，可在含尘量较大、磨损较严重的条件下使用，其综合性能在世界同类产品中处领先地位，具有80年代世界先进水平。

叶轮属后向，叶片为单板，并且有耐磨鼻子和耐磨衬板，耐磨性均高于其它风机。结构紧凑，采用差动叶片，气体流动性能好，安装、拆卸、包装、运输性好。

1. BB50系列风机

流量　$Q = 10800 \sim 840000 m^3/h$

风压　$p = 1950 \sim 16300 Pa$ ($t = 20℃$时)

效率　$\eta \geqslant 0.75 \sim 0.81$

2. BB24系列风机

流量　$Q = 40000 \sim 480000 m^3/h$

风压　$p = 2030 \sim 17730 Pa$ ($t = 20℃$时)

效率　$\eta \geqslant 0.80 \sim 0.84$

3. BB50、BB24系列风机：　工作温度　$t = 100 \sim 450℃$(机号在No15.5以下)

$t = 100 \sim 350℃$(机号在No32以下)

最高瞬时温度　$t_{max} \leqslant 500℃$(机号在No32以下)

$t_{max} \leqslant 600℃$(机号在No15.5以下)

此外该厂还生产下列系列高温风机：

W4-57　W4-62　W4-68　W4-70　W4-72　W4-73　W4-80　W5-40　W5-47　W5-48　W6-29　W6-39　W9-19　W8-35　W9-26　W9-28　W9-55　W63

地址：吉林省四平市铁东区平东东路113号

邮编：136001

电话：0434—3388063

传真：3388798

厂长：王有河

三、NREC涡轮机械专业公司

NREC(美国北方研究与工程公司)，英格索兰的子公司。40余年来，致力涡轮机械科技发展与工程服务，在涡轮压缩机、泵和燃气/蒸汽轮机设计与改造、计算机软件开发、数控加工编程(包括闭式叶轮整体加工等方面)，都享有崇高的荣誉和地位。

该公司主要业务为：

设计与开发服务：服务内容包括产品详细设计、可行性研究、流场和机械设计、故障诊断、控制工程、应力分析和失效分析等。

PLC WORLD

设备：VAROC：航空发动机空气测功器

EDC：发动机驱动压缩机，与飞机发动机相连，用于机航空调。

CAE 软件：各类压缩机、泵和燃气蒸汽轮机设计、性能预测、振动分析和 CFD（全三元、粘性、非稳态流场分析）软件系统。

CAM 软件：已成功开发直纹叶片、自由曲面叶轮专用加工编程软件 MAX-5™和 MAX-AB™

目前正开发闭式叶轮整体铣削编程软件 MAX-SI™。可承接各种叶轮编程及加工改造：各类透平机械老产品改造，以满足新的效率、流量等要求，如制冷压缩机工质替换改造等

能源系统：60 和 200kW 微型燃气轮机及高性能同流换热器，可广泛应用于发电、供热和制冷等

地址：北京安外大街 183 号京宝花园 M438 室

邮编：100011

NREC 代理 精品机械有限公司北京办事处

电话：010—64262172 64262173 64262174

传真：010—64265872

四、鞍山市风机二厂

鞍山市风机二厂是机械工业部重点企业和定点生产风机专业厂，是重合同守信誉质量信得过的明星企业。主要产品有：中低压离心式通风机 4-72、B4-72，高压离心式通风机 9-19、9-26，排尘离心式通风机 C6-48，锅炉离心式通引风机 Y4-73、G4-73、Y5-47、Y5-48，防腐高温离心式通风机 W5-47、W5-48、W9-19、W9-26，纺织轴流式通风机 FZ35、FZ40，一般轴流式通风机 T35、BT35、T40，屋顶轴流式风机 DT40、BDT40，屋顶离心式风机 DW3-88、DW4-75，喷雾降温轴流式通风机 LF30、LF351、LF38，电抗器、电控柜离心式通风机 FDL-I（Ⅱ），冲天炉节能风机 9-11，砖窑专用轴流式风机 YT35 以及各种通风工程等 22 个系列 230 多个规格产品，每年生产各种风机 8000 余台，产品畅销全国 28 个省市。

该厂技术力量雄厚，检测手段齐全，具有独立设计制造和检测的能力。

本企业产品的特点是：高效、节能、低噪声，并能按用户的要求研制各种防腐、防爆及特殊用途的通风机和其它配套服务。

地址：鞍山市铁西区大西街 108 号。邮编：114011

电话：0412—8814681 8814543 电挂：4262

五、宜兴华兴特种风机厂

宜兴华兴特种风机厂始建于 1981 年，它是具有 10 多年生产特种风机经验的专业企业。专业生产各类特殊用途的不锈钢、钛材、玻璃钢、塑料及衬胶等不同材质的防腐、防爆和耐高温的高效低能耗新型风机，同时还生产各类离心式鼓引风机、轴流式通风机以及 P 型、Z 型及 F 型等各种消声器、隔声罩等产品，尤以生产钛材质风机为主要特色产品。产品广泛适用于钢铁、冶金、医药、化工及纺织等行业。

本厂加工设备齐全，技术力量雄厚，测试手段完善并配有专业设计人员，长年与全国有关风机设计院校和科研单位挂钩合作，不断地开发新品种，以满足市场需求。

本厂奉行“质量第一、信誉第一、用户第一、服务第一”的宗旨，所有产品均严格按风机专业标准检验，保证质量，信守合同，并代为用户设计特殊用途的特种风机产品。本厂以一流的产品，合理的价格，完善的售后服务，诚实的经营作风，热忱希望与用户保持密切的伙伴关

PLC WORLD

系，真诚合作。

地址：江苏省宜兴市阳羡东路 16 号 沈阳办事处：沈阳鼓风机厂招待所(铁西区北四东路 26 号)

邮编：214207

电话：0510—7934336

电挂：7364

厂长：宗民琛

六、山东省汇丰机械集团总公司(山东省章丘鼓风机厂)

该厂系机械工业部风机专业定点厂，工厂技术力量雄厚，设备先进，拥有各种设备 560 多台，包括进口大型加工中心及数控机床，拥有先进树脂砂铸造车间，全部铸件均采用树脂砂铸造，检测手段完备。主要产品有罗茨鼓风机、罗茨鼓风机组、罗茨真空泵。

所生产的齐鲁牌 L 系列罗茨鼓风机，系国家第九批节能产品，全国联合设计，在全国同行业中型号最全，规格最多。L1～L10 型鼓风机流量为 0.6～711m^3/min，升压 9.8～78.4kPa。曾荣获国家“七五”星火博览会金奖，并被评为机械工业部一等品。

TLZM 系列罗茨鼓风机组是与国内贸易部科学院共同研制开发的产品，广泛用于各行业输送气体用，配套齐全，安装方便，噪声小，振动低，TLZM2～TLZM5 型鼓风机，流量 1.6～41.7m^3/min，升压 9.8～68.6kPa。

ZLB 系列罗茨真空泵是国家“八五”重大技术装备科技重点攻关项目产品，产品设计先进，性能优良，主要技术指标达到当代国际同类产品先进水平，填补了国内空白。1995 年 9 月 27 日通过机械工业部和电力工业部主持的专家鉴定。该系列产品流量为 21.6～78m^3/min，进口负荷 9.8～74.8kPa。

SSR 系列三叶罗茨鼓风机是该厂与日本大晃机械工业株式会社合资生产的新型节能产品。其体积小、重量轻、流量大、振动小、噪声低，流量 0.8～26m^3/min，升压 9.8～58.8kPa，是理想的更新换代新产品。

地址：山东省章丘市明水大街 141 号

邮编：250200

电话：0531—3213561(总机) 3214516(销售)

传真：0531—3214543 电挂：7364

公司董事长、总经理：方润刚

销售联系人：夏金丰

七、沈阳中川风机制造有限公司(原沈阳中联风机制造厂)

沈阳市中联风机制造厂系专业风机生产厂。生产设备先进、技术力量雄厚、检测手段齐备、品种规格齐全、具有年产各类风机万台以上的生产能力。可为用户提供轴流式风机、离心式风机、防爆、防腐风机和风机零配件。

由该厂独立研制的 FLZ50A-12№9、№12 防腐立式轴流风机是根据造纸行业的特殊需要开发的新产品。已应用于云南省思茅云鼎林纸工程项目。

它主要适用于造纸厂纸浆厂除热湿空气，也可用于其它有类似使用要求的场所。FLZ50A-12№12 性能参数见表 17-6。

该风机在结构上作了较新的设计，将过去的带传动改为电动机直联传动，并具有耐高温、耐潮湿的使用性能，可以安全地抽出≤250℃、湿度为 95%的湿热空气。

PLC WORLD

该风机结构简单、运行平稳可靠、目前已开发出№9、№12两个机号的系列产品，还可以根据用户需要，采用不锈钢制作叶片、表面喷涂常温固化防腐层、流道部件表面喷涂防腐层等多种材质的产品。

该公司主要生产各种低噪声节能锅炉鼓引风机，35t/h、75t/h循环硫化床锅炉鼓引风机，还生产高压、排尘、喷雾、防腐、防爆、煤粉、输棉物料输送、影机化工、耐酸衬胶、屋顶空调、冷却塔和电站风机，同时生产各种通风蝶阀、散流器、通风管道等通风设备和除尘设备、玻璃钢风机及制品，各种消声器、消声屏(室)等消声设备，30余个系列、300多个品种，广泛用于电厂矿山、冶金建材、铁路交通、石油化工、锅炉配套、粮食烘干、轻纺制药、木材加工、化肥水泥、造纸养殖、高层建筑、室内和地下通风、环保除尘、消防排烟、矿井通风以及造船航空、国防军工等部门，还可以根据用户需要研究设计各种非标风机。

表17-6 FLZ50A-12№12(n=960 r/min)性能参数表

叶片角	序号	全压/Pa	流量/(m^3/h)	空气效率	理论功率/kW	所需功率/kW	电动机	
							型 号	功率
15°	1	325	30540	0.75	3.58	4.33	Y132M-6	5.5
	2	244	39720	0.81	3.18	3.80		
	3	163	43310	0.77	2.39	2.89		
20°	1	374	37920	0.80	4.77	5.77	Y160M-6	7.5
	2	338	42310	0.85	4.64	5.61		
	3	227	50690	0.88	3.58	4.33		
25°	1	456	45760	0.80	7.16	8.68	Y160L-6	11
	2	350	54150	0.89	6.05	7.26		
	3	340	61540	0.94	6.11	7.41		
30°	1	496	52150	0.80	8.86	10.73		
	2	472	59000	0.88	8.64	10.45		
	3	405	67920	0.94	8.05	9.73		
35°	1	541	60540	0.80	11.05	13.36	Y180L-6	15
	2	525	67310	0.87	11.18	13.55		
	3	494	75230	0.93	10.36	13.14		

地址：辽宁省沈阳市于洪区洱海路55号

邮编：110141

电话：024—25899098 传真：5911332—99

厂长：任长林

八、沈阳市长城风机厂

沈阳市长城风机厂系机械部定点生产风机的专业厂，生产风机已有20多年的历史，生产各种形式的离心式、轴流式通风机和鼓风机。

该厂所生产的磨煤机用密封风机装置为火力发电厂锅炉系统中速磨的专用设备，具有配套齐全、压力高、噪声低、性能曲线平坦等优点，该系列风机已于1992年通过德国BABCOCK公司质量验收。该厂所生产的磨煤机用离心通风机性能参数，见表17-7～表17-11。

PLC WORLD

表 17-7 MPS170 磨煤机用离心通用机(MF9-11-11№8D)性能参数

序号	压力/Pa	流量		所需功率/kW	电动机		备注
		/(m^3/s)	/(m^3/h)		型号	功率	
1	15004	0.722	2600	17.22	Y280S-2	75kW	
2	15858	0.936	3370	22.09			
3Δ	16000	0.986	3550	23.43			
4	16573	1.150	4140	27.66			
5	17162	1.364	4910	33.57			
6	17456	1.578	5680	39.25			
7	17383	1.792	6450	46.71			
8	16966	2.005	7220	57.84			

注：Δ为设计点。

表 17-8 MPS190 磨煤机用离心通风机(MF9-11-12№8.5D)性能参数

序号	全压/Pa	流量		所需功率/kW	选用电动机		备注
		/(m^3/s)	/(m^3/h)		型号	功率	
1	16100	0.839	3020	22.22	Y280S-2	75kW	
2	16488	1.075	3870	27.11			
3Δ	16500	1.079	3885	27.34			
4	16923	1.311	4720	33.15			
5	17065	1.546	5565	38.95			
6	17027	1.783	6420	44.52			
7	16875	2.019	7270	50.92			
8	16500	2.255	8120	58.04			

注：Δ为设计点。

表 17-9 MP2116 磨煤机用离心通风机(MF9-11-13№8.5D)性能参数

序号	全压/Pa	流量		所需功率/kW	选用电动机		备注
		/(m^3/s)	/(m^3/h)		型号	功率	
1	16461	0.839	3020	22.66	Y280S-2	75kW	
2	16964	1.075	3870	27.97			
3Δ	17000	1.175	4230	30.34			
4	17254	1.311	4720	33.80			
5	17400	1.546	5565	39.71			
6	17361	1.783	6420	45.40			
7	17206	2.019	7270	53.68			
8	16780	2.255	8120	61.87			

注：Δ为设计点。

PLC WORLD

表 17-10 MPS225 磨煤机用离心通风机(MF9-11-14№8.5D)性能参数

序号	压力/Pa	流量		所需功率/kW	电动机		备注
		/(m³/s)	/(m³/h)		型号	功率	
1	16083	0.864	3110	22.08	Y280S-2	75kW	
2	17015	1.105	3980	28.00			
3Δ	17500	1.271	4575	32.48			
4	17650	1.347	4850	34.51			
5	17926	1.589	5720	40.84			
6	17770	1.830	6590	46.36			
7	17162	2.072	7460	53.32			
8	16073	2.314	8330	63.22			

注：Δ为设计点。

表 17-11 MPS255 磨煤机用离心通风机(MF9-11-15№8.5D)性能参数

序号	压力/Pa	流量		所需功率/kW	电动机		备注
		/(m³/s)	/(m³/h)		型号	功率	
1	16672	0.900	3240	24.24	Y280S-2	75kW	
2	17623	1.142	4110	29.95			
3Δ	18200	1.368	4925	36.16			
4	18209	1.383	4980	36.56			
5	18368	1.625	5850	42.81			
6	18142	1.867	6720	48.27			
7	17388	2.108	7590	54.97			
8	16279	2.35	8460	65.03			

注：Δ为设计工况点。

主通风机使用条件：进气温度 $t=40℃$

$$\rho=1.1233kg/m^3 \qquad n=2970r/min$$

该厂经多年努力，研制出一种高效能、低噪声、低能耗的脱脂(除油)排烟通风装置。它适用于机关、厂矿、院校等大型食堂和高级饭店、豪华宾馆、酒楼、餐厅等的厨房脱脂(除油)排烟和通风。经近年来实践证明，效果良好。

该产品的特点：

1. 净化效果好　由于科学地准确的计算了通风设备管道阻力和风量、优选通风机、特别是采用先进的滤油栅、滤清器，较大地提高了装置的净化能力。

2. 均匀吸风　风罩的汇总管设计为匀速进风，使各滤油栅、罩口各部位等量吸风。

3. 噪声小并节能　由于采用了高效低噪声的 4-72 和 8-72 离心通风机和具有降噪功能的滤清器可保证系统始终在低噪声、高效区内运行。

该厂生产的脱脂(除油)排烟通风装置性能参数见表 17-12～表 17-14。

PLC WORLD

表 17-12 8-72 系列脱脂(除油)排烟通风装置(低噪声)性能参数

8-72 系列除油排烟通风装置			适用炉眼数/个	排烟罩规格/m (长×宽) L×B	8-72 系列离心通风机				罩口速度/(m/s)	机组噪声/dB(A)
序号	型	规格			机号及转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	电动机型号 功率/kW		
1	单面型	8-72-11	1~2	1.5×1.25	No3.2A 1410	3372	500	Y90S-4 1.1	0.5	72
2		8-72-12	2~3	2×1.25					0.375	
3		8-72-13	3~4	3×1.25	No5A 710	6474	310	Y112M-8 1.5	0.460	69
4		8-72-14	4~5	4×1.25					0.35	
5		8-72-15	5~6	5×1.25	No6A 710	11192	448	Y132M-8 3	0.50	75
6		8-72-16	7~8	6×1.25					0.414	
7	双面型	8-72-21	2~4	1.5×1.6	No4.5A 910	6055	413	Y100L-6 1.5	0.70	71.5
8		8-72-22	4~6	2×1.6					0.525	
9		8-72-23	6~8	3×1.6	No5A 910	8504	505	Y132S-6 3	0.48	75
10		8-72-24	8~10	4×1.6					0.36	

表 17-13 G8-72 高阻系列脱脂(除油)排烟通风装置(低噪声)性能参数

G8-72 系列高阻除油排烟通风装置			适用炉眼数/个	排烟罩规格/m (长×宽) L×B	8-72 系列离心通风机				罩口速度/(m/s)	DF 系列管道立卧通用泡沫塑料滤清器		风机噪声/dB(A)
序号	型	规格			机号及转速/(r/min)	流量/(m^3/h)	全压/Pa	电动机型号 功率/kW		规格	中心高	
1	单面型	G8-72-11	1~2	1.5×1.25	No3.2A 1410	3372	500	Y90S-4 1.1kW	0.53	560	700	72
2		G8-72-12	2~3	2×1.25	No3.6A 1410	4800	634	Y100L-4 2.2kW	0.5	560	700	75
3		GB-72-13	3~4	3×1.25	No4.5A 910	6051	413	Y100L-6 1.5kW	0.49	900	1000	71.5
4		GB-72-14	4~5	4×1.25	No6A 710	11191	447	Y132M-6 3kW	0.62	900	1000	75
5		GB-72-15	5~6	5×1.25	No6A 710	11191	447	Y132M-8 3kW	0.50	1120	1026	75
6		GB-72-16	7~8	6×1.25	No6A 910	14344	734	Y132M-6 5.5kW	0.53	1120	1026	80
7	双面型	GB-72-21	2~4	1.5×1.6	No3.6A 1410	4800	634	$Y100L_1$-4 2.2kW	0.55	560	700	75
8		GB-72-22	4~6	2×1.6	No3.6A 1410	4800	634	$Y100L_1$-4 2.2kW	0.41	900	1000	75
9		GB-72-23	6~8	3×1.6	No6A 710	11191	447	Y132M-8 2.2kW	0.65	900	1000	75
10		GB-72-24	8~10	4×1.6	No6A 710	11191	447	Y132M-8 2.2kW	0.49	1120	1026	75

选型计算示例：

已知一脱脂(除油)排烟通风系统单面型风罩长 5m、宽 1.25m、用汇总管相联，汇总管出口面积为($3\times0.28\times0.40=0.84\times0.40m^2$)$0.336m^2$ 损失系数为 5，变径管(下)损失系数为 0.1。弯

表 17-14 G8-72 系列向下排风式脱脂(除油)排烟通风装置(低噪声)性能参数

	G8-72 系列向下排风式除油排烟通风装置		适用炉眼个数/个	排烟罩 $L \times B$ /m²	机号及转速/(r/min)	流量/(m³/h)	全压/Pa	选配电动机			罩口速度/(m/s)	叶轮周速/(m/s)	噪声/dB(A)	质量/kg(不包括电动机)	过滤器规格	结构	注
								分马力电动机	双值电容电动机	异步电动机							
1	单面型	G8-72-11A	1~2	1.5×1.25	No3.2A 1410	3372	500	C02-90L4	YL90S-4	Y90S-4	0.5	23.6	72	400+24.5=424.5	□560×□560×700	二种 1. 上置式风机在滤清器之上 2. 下置式风机在过滤器之下	
2		G8-72-11B	1~2	1.5×1.00				0.75(220V)	1.1(220V)	1.1(380V)	0.64						
3		G8-72-12A	2~3	2×1.25				B5(或B35)	B35	B35(21kg)	0.37						
4		G8-72-12B	2~3	2×1.00				φ24×50×8	φ24×50×8	φ24×50×8	0.45						
5		G8-72-11A	1~2	1.5×1.25	No2.8A 1410	2259	384	C02-90L4	YL90S-4	Y90S-1	0.32	23.6	66.5	424.5			
6		G8-72-11B	1~2	1.5×1.00				0.75(220V)	1.1(220V)	1.1(380V)	0.42						
7		G8-72-12A	2~3	2×1.25				B5(或B35)	B35	B35(22kg)	0.25						
8		G8-72-12B	2~3	2×1.00				φ24×50×8	φ24×50×8	φ24×50×8	0.32						
9	单面型	G8-72-13A	4~5	3×1.25	No4.5A 910	6051	413			$Y100L_1$-6	0.45	21.1	71.5	721+90=811	□900×□1000×1250		
10		G8-72-13B	4~5	3×1.00						1.5(380V)	0.57						
11		G8-72-14A	5~6	4×1.25						B35(30kg)	0.33						
12		G8-72-14B	5~6	4×1.00						φ28×60×8	0.42						
13		G8-72-13A	4~5	3×1.25	No5A 710	6476	310			Y112M-8	0.45	18.5	69	811			
14		G8-72-13B	4~5	3×1.00						1.5(380V)	0.60						
15		G8-72-14A	5~6	4×1.25						B35(32kg)	0.36						
16		G8-72-14B	5~6	4×1.00						φ28×60×8	0.50						
17	单面型	G8-72-15A	5~6	5×1.25	No5A 910	8300	509			Y132S-6	0.39	24	75	850+132=982	□1120×□1200×1500		
18		G8-72-15B	5~6	5×1.00						3(380V)	0.46						
19		G8-72-16A	7~8	6×1.25						B35(30kg)	0.32						
20		G8-72-16B	7~8	6×1.00						φ50×80×10	0.39						
21		G8-72-15A	5~6	5×1.25	No6A 710	11191	447			Y132M-8	0.50	22.1	75	982			
22		G8-72-15B	5~6	5×1.00						3(380V)	0.62						
23		G8-72-16A	7~8	6×1.25						B35(45kg)	0.41						
24		G8-72-16B	7~8	6×1.00						φ38×60×10	0.52						

PLC WORLD

管(下)与弯管(上)损失系数为 0.18、直管(中)的横截面积为 0.84 × 0.56m^2，当量直径为 $D=(4/\pi\times0.84m\times0.56m)0.5m=0.774m$、长度为 15m、损失系数为 0.02。扩散形与收敛形的变径管(上)损失，系数分别为 0.56 和 0.07。卧式过滤器横截面积为(1.3m × 1.12m × 1.12m)1.63m^2，损失系数为 20，接管损失系数为 0.07。软连接损失系数为 0.02。罩口速度为 0.48m/s，风机出口面积为 0.42m × 0.48m^2，出口处加装扩散器，损失系数为 0.6 (图 17-1)。

求：系统流量 10800m^3/h、密度为 1.2kg/m^5 时，总全压损失并选择通风机。

解　计算见表 17-5

总全压损失为 410Pa

根据系统流量为 10800m^3/h 和总全压损失为 410Pa，

可选择 G8-72-15 高阻脱脂(除油)排烟通风装置

选择通风机型号为 8-72 №6

转速为 710r/min 流量：11191m^3/h

全压 447Pa

此时距风机出口 1m 处的 A 声级为 75dB (A)。

地址：沈阳市铁西区沈辽东路 56 号

邮编：110021

电话：024—25853352　25852297

电挂：5141　　传真：024—5617615

厂长：刘汉杰

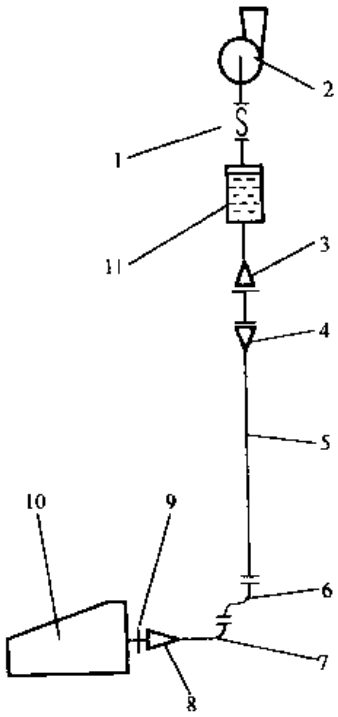


图 17-1　脱脂(除油)排烟通风系统

1—软连接　2—风机　3—收敛管　4—扩散管　5—直管　6—弯管(上)　7—弯管　8—变径管　9—汇总管　10—风罩　11—过滤器

表 17-15　脱脂(除油)排烟系统计算表

元　件	速　度 v/(m/s)	动　压 $0.6v^2$/Pa	损失系数 ε	损　失 /Pa
单面形风罩的总汇管	8.93	47.8	5	239
变径管（下）	8.93	47.8	0.1	4.78
弯管（下）与弯管（上）	6.37	24.34	0.18 × 2	8.76
直管（中）	6.37	24.34	15/0.774 × 0.02 = 0.39	9.43
扩散形变径管（上）	6.37	24.34	0.56	13.63
卧式过滤器	1.84	2.03	25	51
收敛形变径管	6.37	24.34	0.07	1.7
接　管	6.37	24.34	0.07	1.7
软　连　接	6.37	24.34	0.02	0.48
风机出口加出口扩散器	14.88	132.9	0.6	80

九、沈阳鼓风机研究所

沈阳鼓风机研究所研制的三元单板叶片离心式通机模型机，于 1990 年 3 月 12 日通过了国家级技术鉴定。该科研项目系“七五”国家重大技术装备科技攻关项目。经鉴定认为：该模型

PLC WORLD

具有装置效率高、压力系数大、高效范围宽、耐磨、低噪声及制造工艺简单等优点。其装置全压内效率指标已达到80年代国际同类产品先进水平，是为大型电站配套的理想节能风机，能满足10～60万kW电站锅炉送、引风机使用。

国内目前火力发电站所用的离心式送、引风机，叶片为中空式机翼型，由于除尘效率远达不到要求，经常发生叶片头部磨穿进灰，影响转子平衡，造成机组振动而被迫停机。

科研组在参照、借鉴意大利新比隆公司离心压缩机设计计算程序的基础上，摸索、掌握了一套适用离心式通风机的设计计算程序。根据该类风机大、中比转数的需要，叶片设计成三元多曲型。采用三元流动理论设计离心通风机多曲率叶片，在国内系首创。

由于叶片进口扭曲，气流对叶片的冲击较小，延长了叶片的使用寿命。即使叶片产生磨损，也不会破坏转子的平衡，而且制造工艺简单。其转子的支撑跨距比同规格翼型叶轮减少16%～25%，主轴直径明显减小，整台制造成本大为降低。

科研组经过近五年的努力，共研制出10种新型模型机(8种单吸入型和2种双吸入型)，风机模型机效率为80%～88%，预计大型号风机产品的效率将比模型机高出2%～3%。

此外，该所近几年尚开发了下列新产品：

1.1～10t/h蒸汽工业锅炉配套用可调速、低噪声、高效率SGG(Y)系列离心通(引)风机

SGG和SGY系列通(引)风机采用了高压力系数、低比转速、高效率、低噪声的优秀模型级，由三元流动叶片、弧锥形进风口和流线型前盘以及低噪声机壳等组成，保证了优良的综合性能和较低的噪声水平。可采用节能电磁调速电动机和双速电动机，以适应锅炉运行负荷变化，节能效果十分明显。

2.Y4-73-14型(单板叶片)锅炉离心式引风机　该系列风机是在原Y4-73-11型基础上的改进产品，即将原机翼形叶片改为单板形叶片，并在前盘与后盘的中间加补强中盘，该补强中盘由12块钢板依次焊接在两相邻叶片之间，叶片工作面的易磨损部位用FNM-2耐磨堆焊焊条堆焊在两相邻叶片之间，叶片工作面的易磨损部位用FNM-2耐磨堆焊焊条堆焊耐磨层，保证了风机高效率、低噪声、高强度、高耐磨性。延长风机使用寿命三倍以上。

Y4-73-14型系列风机除叶轮外，其余外形与安装尺寸均与Y4-73-11型系列风机相同，保证了更换原机翼形叶轮后，仍可使用原配套电动机。

3.BK4-72型防爆、矿用离心通风机　该型防爆、矿用离心通风机为中、小型矿用主通风机，特别适用于井下含有高浓度瓦斯的煤矿主通风换气用。完全可代替原4-72型离心通风机。

4.高效、低噪声、高压GD系列管道轴流通风机

GD系列风机具有离心式风机压力系数较高和轴流式风机流量系数较大的特点。叶轮采用机翼形叶片，提高了效率，其最高全压效率可达80%，同时采用前导流器和后整流器提高风机全压和静压，风机噪声较低，比A声级为18～25。

地址：辽宁省沈阳市铁西区云峰北街36号

邮编：110021

电话：024-25801589

所长：马将发

十、航空工业总公司六〇六所鼓风机厂

六〇六所鼓风机厂是航空工业总公司六〇六所工业公司下属的一个企业。该厂应用航空发动机的机械、电子、自动控制、计算机、空气动力等高新技术和大中型风机的试验设备及高精度的测试手段，为煤矿、冶金、石化、电站等行业，生产各类叶轮风机——离心式和轴流式的

PLC WORLD

鼓风机及通风机。并可根据用户加大风量、提高效率的需求进行全新改造或全新设计、制造。同时可制造风机转子、叶轮、轴瓦、密封、增速器、圆弧齿轮、弹性与齿式联轴器等配件产品。该厂产品受到全国数十家用户好评。

应用航空发动机中压气机的设计、试验、加工技术，为采矿、冶金、化工等厂矿改造了已有的耗能大、效率低的风机，还成功地对煤矿现正用的 $70B_2$ 型、2K60 型、2BY 型等轴流风机进行技术改造。改造后的风机在原基础设施、通道不变的情况下，只需重新设计制造动、静叶，即可使原风机的风量提高 12%～30%，效率增加了 15%～20%，节能效果极其明显，改造后性能见表 17-16，以潞安矿务局王庄矿为例，2K60-28 型风机改造后年节电量 133 万 kW，经济效益可观。该风机已通过原煤炭工业部技术鉴定，同时被原机械工业部、煤炭工业部推广为节能产品。

该厂根据用户需求，已加工生产、制造、改造了多种型号的离心式鼓风机，见表 17-17，并将 D1600 型离心式鼓风机改造为 D2200 型，只重新设计、制造了叶轮即达到提高风量的要求。经该厂制造和改造的离心鼓风机，其风量、风压和效率均达到设计要求。同时，可测绘进口风机的整机或配件。该厂已成功对德国进口风机实现国产化，现型号为 D90-31。

表 17-16　改造后的轴流式风机性能参数

型　号	风　量 /（m^3/min）	风　压 /Pa	效　率 /%	工序能耗 /（kW·h/m^3·MPa）	用　户
70B2-18	4500	2400	74		河南义马矿务局宜洛矿
70B2-24G①	9507	1958	81.08		四川攀枝花矿务局太平矿
70B2-24G①	5000	1881	85.00		山西潞安矿务局石圪节矿
70B2-24G	5400	3236	78.97	0.385	河南郑州矿务局米村矿
70B2-24G	7500	3629	76.40	0.399	山西阳泉矿务局 一矿
2K60-28G	10380	1820	68.20	0.428	山西潞安矿务局王庄矿
2K60-28G	9100	1863	79.45	0.376	山西大同矿务局二矿
2K60-28G	6057	3250	80.90	0.372	山西潞安矿务局五阳矿
2K60-28G	11000	2450	79.00		山东枣庄矿务局将庄矿
70B2-28G	8213	2717	77.16	0.388	河南鹤壁矿务局四矿
2J55-28②	12500	2200	69.5		山西晋城矿务局凤凰山矿

① 压入式　效率为全压；

② 整机设计制造。

该厂的产品总体结构设计合理，空气动力性能最佳，严格按航空质量标准控制（六〇六研究所已于 1996 年通过 ISO—9001 质量认证，并且是国家一级计量单位）。该厂将以一流的产品、一流的服务面对用户。

地址：辽宁省沈阳市沈河区万莲路 1 号

邮编：110015

电话：024—24820396—6132　6120

传真：024—24214504

厂长：张怀瑞　王　琪

PLC WORLD

表 17-17 D型系列离心鼓风机主要性能参数

产品型号	输送介质	进口工况				升压/MPa	主轴转速/(r/min)	配套原电动机		
		流量/(m^3/min)	压力/MPa	温度/℃	介质密度/(kg/m^3)			规格型号	功率/kW	电压/V
D90-31	二氧化氮	85	0.093	20	1.84	0.0343	2950	Y280M-2	90	380
D100-32	空气、煤气	100	0.098	20	1.16	0.0228	2950	Y280S-2	75	380
D190-31	空气	195	0.064	20	0.78	0.0343	2950	JK134-2	350	6000
D250-31	混合煤气	250	0.098	40	0.736	0.0343	2950	JK133-2	290	6000
D250-32	氨、空气	250	0.098	20	1.11	0.0393	2970	自备	350	6000
D300-42	煤气	300	0.093	35	0.85	0.0480	2950	JK500-2	500	3000 6000
D300-43	空气	300	0.098	20	1.125	0.0882	2975	JK630-2	630	6000
D300-44	煤气	289	0.095	22	0.473	0.0294	2970	JK500-2	500	6000
D200-11	空气	200	0.098	20	1.16	0.0147	8140	JK133-2	290	6000
D325-11	半水煤气	325	0.098	40	0.737	0.0259	7525	JK133-2	290	6000
D400-15	二氧化硫	400	-0.015	50	1.024	0.0343	7525	JK134-2	350	6000
D400-16	二氧化硫	400	0.087	50	1.2	0.0343	7525	JK134-2	350	6000

十一、沈阳川益玻璃钢有限公司

该公司(原沈阳玻璃钢风机厂)是生产玻璃钢风机的专业企业，所生产的玻璃钢风机已被机械电子工业部列入第一批“出口机械产品质量保证生产企业”目录之中。

主要产品如下：

FB4-72 系列玻璃钢离心式通风机，该系列产品曾获 1985 年市优秀新产品二等奖及国家级科技星火成果奖等多种奖励。

除 FB4-72 系列外，该公司还生产如下各类玻璃钢风机、配套产品。

FB9-19 系列玻璃钢高压离心式通风机。

FBT40Ⅰ型玻璃钢轴流通式风机，该产品曾获沈阳市优秀新产品三等奖。

FBT35-11 系列玻璃钢轴流式通风机，该产品曾获沈阳市优秀新产品三等奖。

FBWT40Ⅰ型玻璃钢屋顶轴流式通风机。

FB50A11 型玻璃钢纺织轴流式通风机。

FB30A 系列玻璃钢塔用轴流式通风机。

FB30A9 型玻璃钢轴流式通风机。

FBW3-90 系列玻璃钢离心式屋顶通风机，该系列产品曾获沈阳市优质产品奖、沈阳市科技进步二等奖，并被辽宁省科委确认为“省级科学技术研究成果”。

各种玻璃钢轴流式通风机叶片。

各种规格的逆流式和横流式冷却塔。

与风机配套的玻璃钢管道、管件、附件及电手动蝶阀等。

此外，还生产玻璃钢通风柜、组合式实验台、湍球塔、槽车及贮罐。

可根据用户需要设计制作各种非标玻璃钢制品，亦可到用户现场安装施工。

近年来又开发了防静电玻璃钢，各种无机非燃型玻璃钢管道。

PLC WORLD

地址：沈阳市苏家屯区雪松路丁香街 186 号

邮编：110101

电话：024—89813565（总机）

经销处：89815010 89811767

电挂：沈阳 7291

十二、无锡减振器厂

无锡减振器厂是国家二级企业，是机械工业部减振器专业生产厂家。该厂所生产的橡胶剪切减振器是选用优质丁腈合成橡胶材料制成圆锥体外形，以剪切受力为主的隔振元件，可作为风机的减振元件，能有效地隔离振动、防止冲击和降低噪声。减振器性能参数见表 17-18。

表 17-18　JG 型橡胶剪切减振器性能参数

产品型号	积极隔振			消极隔振			极限压缩量 /mm	破坏负载 /kg ≥	质　量 /kg
	额定负荷 /kg	变形量 /mm	自振频率 /Hz	额定负荷 /kg	变形量 /mm	自振频率 /Hz			
JG1-1	19	3～5.5	10.8～15.3	24	4～6.5	10～13	12	92	0.35
JG1-2	27			32				165	
JG1-3	37			49				182	
JG1-4	48			50				233	
JG1-5	58			70				290	
JG1-6	70			86				320	
JG1-7	84			103				380	
JG3-1	100	6～11	7～10	120	10～15.5	6.3～7.6	28	385	2.2
JG3-2	140			175				690	
JG3-3	200			250				770	
JG3-4	270			335				1000	
JG3-5	330			410				1230	
JG3-6	405			500				1650	
JG3-7	483			600				1600	
JG4-1	300	10.5～22	5.1～7.4	370	15～26.5	4.7～6.3	50	930	6.0
JG4-2	420			510				1670	
JG4-3	580			710				1860	
JG4-4	720			900				2100	
JG4-5	920			1130				3000	
JG4-6	1080			1320				3200	
JG4-7	1260			1540				3800	

地址：江苏省无锡市塘南路口

邮编：214026

电话：0510—556071

十三、营口市红星玻璃钢制品厂

该厂生产的柔性织物补偿器是，消化德国布尔格曼（BVRGANN）公司多层轻质伸缩节而制造生产的多种织物新材料的新产品，其特点是（与金属比）：

1）不传递力，即热膨胀而产生的胀力经织物补偿吸收之后剩余的力为零，这样可以避免使用复杂的管道支架，简化管道设计和施工，节省材料和劳动力。

2）能在较小的尺寸范围内提供较大的多维方向补偿，并消除较大的安装误差。

3）具有良好的耐腐蚀性。

PLC WORLD

4）消声减振。玻璃纤维增强橡胶、玻璃纤维棉、硅酸铝纤维棉都具有吸声、隔绝振动传递的功能，能有效地减少锅炉、风机系统的噪声和振动。

5）质量轻、结构简单；使用温度高最高可达 1300℃，安装维修方便。

此产品经山西铝厂焙烧系统多年的使用，证明该产品性能可靠，达到国内外同类产品的性能，与钢制补偿器相比有重大的经济效果。

6）不受管道形状的限制，各种异型截面管均可制造生产使用。

地址：辽宁省营口市站前区三家子里

邮编：115001

电话：0417—3834062

十四、沈阳华清非金属特种材料厂

该厂是开发和生产风机配套进出口管道软联接的专业厂。产品以密闭性好、耐温范围广、耐腐蚀能力强、阻力损失小、可靠性高、通用性强及外形美观，在市场中赢得了良好的信誉。

软联接系列产品可代替金属波纹管，安放在通风机进出口与管道联接处。它可以避免管道和风机之间的硬性力传递，有效地补偿风机及管道的热胀冷缩及安装上的误差。并能在意外事故中起到对风机的保护作用。

目前，该厂已成为沈阳鼓风机厂等国内许多大型风机专业生产厂的配套生产软联接的指定厂家。多年来已为国内许多大型火力发电厂、大型矿山、国内外地铁等使用风机的用户生产了大量软联接产品。产品已覆盖全国各地。

地址：沈阳市铁西区云峰南街伟业路 5-4 门

邮编：110021

电话：024—25859000、25646303、86404041　传真：024—5646303

十五、湖南仪器仪表总厂　动力测试仪器厂

该厂所生产的转矩仪及传感器，广泛应用于风机的空气动力性能测试。

主要产品为：

1.JW-1　1A　1B 型扭矩仪　它是目前最理想的转矩、转速、功率测量仪表，具有自动诊断、自动存储、自动调零、自动定标、快速采集存储模拟输出等功能，可扩展 RS232，IEEE—488 标准接口。

2.JC 系列转矩转速传感器　配用 JW-1 系列扭矩仪，是测量各种动力机械转动力矩、转速及轴功率的精密测量传感器，转矩测量精度分为 0.1 级和 0.2 级，额定扭矩为 $0.2 \sim 12 \times 10^4 N \cdot m$，在规定转速范围内变化时，不大于 ±0.2%F.S。

JC 系列传感器有卧式、立卧通用式、高速型、复合式(带五环集流环)等规格可供选用。

地址：湖南省长沙市望城坡

邮编：410205

电挂：望城县　　电话：0520—83941—4110

厂长：黄敬堂

十六、北京豪瑞斯测控技术有限责任公司

北京豪瑞斯测控技术有限责任公司在风机设备监测和故障诊断领域中研制了下列测控仪器：

1.MLI-2001 型振动监视保护仪　专为风机类旋转机器进行长期在线和保护而设计的双通道监测仪，配用两只速度传感器，信号传输距离可达 300m 以上。由于采用多项专有技术，使抗

PLC WORLD

干扰能力、工作可靠性大大提高。该仪器的最大特点是维护量小，从而减轻了现场维护人员的负担。根据用户要求，该仪器可配备单片微机数据采集、信号处理系统，视用户需要进行配置，以达到监视多台设备的目的。

主要功能：

1）实时显示　2）OK 自检　3）OK 失效　4）防误报警、报警限设定　5）报警保护　6）信号输出　7）信号分析　8）打印报表、通信联网等

2.MLV-8 型振动速度传感器　采用新材料、新工艺，专为大中型旋转机器的振动监测部门设计和制造，可广泛应用于化工、石化、冶金、电力等部门机器设备的长期振动监测，也是动平衡设备、便携式振动分析仪理想的配套传感器，具有工作频率范围广、工作可靠性高、性能稳定性好及灵敏度归一等优点。各项指标与美国本特利公司的 9200 型传感器相当，是当今国内性能价格比较理想的传感器，配备本公司的 V/D 转换器可直接与 BN 公司的 7200、3300 系列仪表连用。MLV—8 型振动速度传感器性能参数见表 17-19。

表 17-19　性能参数

灵敏度	200mV/cm/s	频　响	10～1000Hz（－3dB）	最大可测位移	1mm（单峰）
工作温度	－3～120℃	尺寸	ϕ35mm×70mm	质量	200g

本产品已在吉林热电厂、大庆新华发电厂、清河发电厂、电力部西安热工设计研究院、阜新电厂、汉川电厂、通辽电厂、邢台钢铁公司等单位投用，运行情况表明，测量数据可靠，实时反映了机组的振动状况，安装维护方便，适用于工业现场工作。具有实用和推广价值。深受广大用户青睐。

地址：北京崇文门外中帽胡同 53 号

邮编：100062

电话：010-67641979

联系人：刘兆柱

十七、南京新方达数控有限公司

南京新方达数控有限公司已成功地将数控技术应用于罗茨鼓风机两叶、三叶等叶轮型面的加工，在全国多家风机厂得到广泛采用，取得了明显的技术、经济效益。该技术一改过去采用机械仿型、液压仿型及电气仿型的加工方式的技术落后及精度低等问题，用计算机将叶轮型线自动计算出来，并生成加工程序，再通信到数控系统中，数控系统控制两个坐标的步进电动机带动刀架运动，加工出各种复杂的曲面。具有控制精度高、成本低、可靠性好、产品更换方便等显著优点，无论是龙门刨床，还是牛头刨床，均可以改装或新机床配置。

公司还可为用户提供用于车床、铣床、钻床等加工设备的数控系统及数控机床，提供各种数控配件，并进行改装，调试、人员培训等项服务。

公司还为风机配套提供各种规格进口变频调速器及有关设备。

地址：南京市白下区工业园石杨路 11 号

邮编：210007

电话：025—4580313、4613350

传真：4613350

经理：王宁

十八、常州市三利电器公司

常州市三利电器公司是为风机生产厂家配套的电器专业生产厂家。该厂主要产品为

PLC WORLD

ZJ20 系列感应加热器，应用于轴承、套筒、联轴器、带轮、叶轮、轴套、齿轮等的过盈装配时是易如翻掌。该系列产品包括：

ZJ20X 型轴承加热器。

ZJ20K 型联轴器、轴承座、齿轮、快速加热器。

ZJ20-B 型各类风机叶轮加热器。

此外，该厂还生产 JJ3B 系列自耦式软起动控制箱。

地址：常州市清潭广成路 8 号

邮编：213015

电话：0519—6962623 0519—6962624

电挂：2039 传真：0519—6962003

联系人：吴荣华

十九、苏州市振华电子制作所

苏州市振华电子制作所，专业生产风机调速器，该厂生产的 FTK 系列调速器，采用先进的数字电路设计，适用于 30kW 以下风机的风量调节。起动电动机时，调速器电压按一定速率逐渐增加，实现风机平稳缓起动，起动电流 < 2Ic，转速调节范围：0.3 ~ 1.0ne。它设定简便，具有缺相、过流保护功能、保证风机安全可靠运行。其性能参数见表 17-20。

表 17-20 振华 FTK 系列调速器性能参数表

型 号	FTK-1	FTK-2	FTK-3	FTK-5	FTK-10	FTK-20	FTK-30
风机功率/kW	1	2	3	5	10	20	30
价 格/元	970	1100	1300	1900	2500	3600	5200

地址：苏州市齐门下塘街 47 号

邮编：215001

电话：0512—7520527

联系人：王文玲

二十、百事德机械(江苏)有限公司(原宜兴鹏德机械有限公司)

该公司的主要产品：

1.HC 回转式风机

1）原装引进日本最大回转式风机制造商 TOHIN 主机。

2）采用偏心气缸体和叶片往复运动工作机理。

3）该产品填补了国内空白。

4）在日本已有两百余万台的应用业绩。

性能范围

风压：10000 ~ 60000Pa

风量：0.28 ~ 4.32m^3/min

特点

1）运转噪声低(50 ~ 70dB)，振动很小。

2）风量、风压稳定、空气脉动小。

3）优质材料及先进的加工工艺保证其经久耐用。

4）低转速(平均 500r/min)，磨损小，1 ~ 2 年连续运转所用润滑油不会减少。

PLC WORLD

5）保养简单，故障少。

用途

1）污水处理的鼓风曝气。

2）医院、实验室的污水搅拌曝气。

3）热带鱼、养鱼、虾池的氧气供给。

4）电度槽、工业废水的搅拌曝气。

5）塑料焊接、吹风的气源供应。

6）燃烧机的喷雾、玻璃工业及其它。

2.ANLET 型三叶罗茨风机

1）原装引进日本最大罗茨鼓风机制造商 ANLET 主机。

2）ANLET 拥有的三叶轮加工专利，使高精度低价格得以实现。

3）其优越性能赢得了全球广泛的用户。

性能范围

风压：10000～60000Pa

BH 型风量：0.69～127.5m^3/min

BE 型风量：0.72～100m^3/min

特点

1）采用专利数控加工的高精度三叶转轮，振动小，噪声比国内罗茨风机低很多。

2）采用叶轴一体结构，几乎没有磨损，可连续运转。

3）采用特制轴承，使用寿命比国产罗茨风机长 3～10 倍。

4）能耗比国内同类产品低 20%～40%，一年内可收回投资。

用途

1）环保水处理。

2）电力、化工、冶金、建材、石油、矿山等行业中气体的压缩输送。

3）真空泵。

地址：宜兴市环保科技工业园永安西路

邮编：214205

电话：0510—7995341　　传真：0510—7995340

二十一、珠海天瑞仪表电器公司

广东省珠海市天瑞仪表电器公司前身为航空工业总公司第 608 研究所仪表厂，20 余年来以其先进的航空技术致力于研究、生产电涡流位移传感器及配套监控仪表、故障诊断系统，并在全国 300 多家电力、石化、冶金、设备制造等行业用户中得到广泛应用。

该公司主要产品有：

1. 旋转机械监控仪表及系统

发电机、汽轮机、鼓风机、压缩机等大型动力设备轴位移、轴振动、转速、胀差、偏心（轴弯曲）、壳体振动、热膨胀、阀门位置等多种参数监测及安全运行保护。

数显多通道多参数组合式、单测点单参数、以及基于嵌入式 PC 的智能多通道多参数保护。

基于 PLC 的集散监控系统 IMP 分布式数据采集系统。

2.TR81 系列电涡流位移传感器

非接触测量，可在油、水、灰尘等恶劣环境下长期工作。

PLC WORLD

测量范围：可选 0.5～50mm。

在－2～170℃温度范围内，具有极高的工作稳定性。

全息动态特性设计新概念，首次提出相频特性要求，设备诊断系统最佳选择。

PPS 二次注塑成型，彻底的密封性。

容错性设计，任意接线错误不会被破坏。

整体性能达到 90 年代国际先进水平。

3. 固态加速度计

国际先进水平的加速敏感元件与信号放大集成一体。

感应头直接输出标准 1～5V 或 4～20MA 信号或 0～10KHz 频率信中号。

4. 集成接近开关

采取新集成 IC 电感式和集成霍尔元件。

二线制交直流、三线制交流可选择。

具有容错、短路保护，性能可靠，寿命长。

地址：广东省珠海市三灶邮局 1175 信箱

邮编：519040

电话：0756—7765827　传真：0756—7762097

联系人：彭志华

二十二、沈阳市有色金属铸造厂

该厂系具有 20 多年生产历史的专业铸造厂家。对生产各种型号的防爆风机铝合金叶轮有丰富的经验，向广大风机生产厂家及用户奉献新一代整体铸造防爆风机铝合金叶轮。

表 17-21 品种规格

风机型号	叶轮规格
B4-72	20、16、12、10、8、6A、6C、5、4.5、4、3.6、3.2、2.8
B4-73	14、12、11、10、9、8、(24 片)、8 (12 片)、5.5、4.5
B9-19	12.5、11.2、10、9、8、7.1、6.3、5.6、5、4.5、4、3.4
B9-26	14、11.5、11.2、10、9、8、7.1、6.3、5.6、5、4.5、4
B4-68	12.5、8
B4-79	5
B6-30	7
船用轴流式	140A、100A、90A、90B、80A、75A、70A、70B、60、50A、50B
	50C、40A、40B、35A、30A、30B、20
T3-5	10、9、8、7.1、6.3、5.6、5、4.5、4、3.55、3.15、2.5
Y5-47	9、8、6、5、4
Y5-48	10、6.3
Y9-35	10、8
局扇	7.1、6.3、5.6、5、4.5、3.8
30-K4	6、3、2.5
WHK	100、80、70
T40	4
其它型号	3HG 50-11A、69.411-3-00

PLC WORLD

采用先进工艺(半金属型)铸造的新一代铝合金叶轮，除保持化学成分准确、力学性能高的良好信誉外，其尺寸更加精确，结构更加合理，表面更加光洁，价格更加低廉。

地址：沈阳市和平区东纬路 2-7 号

邮编：110003 传真：024—23866807 电挂 0345

电话：024—23866807 024—3730137 周六、周日 024—5625803

联系人：李夺 徐维海 王振生

二十三、沈阳高科电力设备有限公司

浓阳高科电力设备有限公司，多年以来为电厂、建筑、钢厂研制了大量风机，特别是为国家重点工程火力发电厂研制了，MPS 中速磨用系列密封风机、冷却风机，还生产了特有的人造板生产线用物料输送风机、干噪风机，电厂 BMS 保护系统冷却风机系统及高层民用建筑行业用消防排烟风机等 40 个系列几百个品种。特别是能耐高温达 1000℃的 W9-11 型№6.3 高温风机，W9-11 型离心通风机适用于输送温度在 1000℃以内的弱腐蚀性、不自燃气体，气体含尘量及硬质颗粒物浓度不大于 150mg/m^3。因气体温度较高，为防止高温热辐射气体影响轴承温度，轴承外壳通水冷却外，还需加循环冷却水套。该风机的传动方式为 V 带传动，配用电磁调速电动机。其性能参数见表 17-22。

此类通风机的叶轮采用耐热耐腐蚀的不锈钢制造，机壳采用双层保温结构。常用左 180°方向，也可制成其它方向。

表 17-22 W9-11 型№6.3 高温风机性能参数表

序 号	压 力/Pa	流 量		所需功率/kW
		/（m^3/s）	/（m^3/h）	
1	438	0.154	556	0.107
2	463	0.200	720	0.138
3	467	0.211	759	0.146
4	484	0.246	885	0.173
5	501	0.292	1050	0.209
6	510	0.337	1214	0.245
7	507	0.383	1379	0.291
8	495	0.429	1543	0.361

注：性能表中系指工作转速为 1300r/min；t 为 1000℃；$\rho=0.276$kg/m^3。

地址：沈阳市铁西区艳粉街 3.7-3

邮编：110021

电话：024—22831586

电挂：5141

联系人：刘汉杰 李涛

二十四、北京波罗努斯涂装设备有限公司

北京波罗努斯涂装设备有限公司是专业从事研究、开发各类涂装机械设备的中外合资企业。

该公司设计、制造成套涂装设备及喷涂预处理设备。其中包括：清洗、磷化设备各种类型的喷涂室、粉末静电喷涂设备、电泳涂装设备、大型自动喷涂生产线，以及各种类型的烘干设备及废气净化处理设备等。

该公司所生产的混气式喷涂机，是依据当今世界上最先进的，由法国发明的“双重”雾化

PLC WORLD

原理而设计、制造的。该设备具有以往喷涂所不能比拟的优点。主要表现在减少飞漆飞散(比普通空气喷枪减少20倍)、改善操作者劳动条件、保护环境、节省原材料(比普通空气喷枪节省油漆20%～40%)、涂膜质量高、工作效率明显提高(是普通空气喷枪的3～4倍)操作简单，维护保养方便，是普通空气喷涂设备的更新换代产品。此设备的各项性能通过1992年5月北京市劳动局劳动保护检验所的现场监测及大量用户的实际使用，得到了充分的证实和一致的好评。并于1994年3月荣获国家环保局颁发的《国家环境保护最佳实用技术推广计划》技术依托单位证书，并被北京市环保局列入1996年北京市环境保护最佳实用技术推广计划。

该公司生产的另一大类产品是：高压无气喷涂机、高压无气加热厚浆型涂料喷涂机、涂料输送泵、调漆、输漆、漆色转换系统、涂料搅拌器、涂料自动过滤器等设备。

该公司适于风机行业的涂装机械设备，尚有：WBS-B型系列无泵水幕喷涂室、TJ-B型系列无泵喷涂室，SBS吸附装置、配置PID调节器烘干箱、BP型手动单枪喷粉设备、液力旋压式喷涂室、BPF型喷粉室粉末回收一体化装置、配置PID调节器烘干箱、BP型手动单枪喷粉设备、液力旋压式喷涂室、BPF型喷粉室粉末回收一体化装置。

地址：北京市大兴工业开发区

邮编：102600

电话：010—69249147　69249142　69249144　69249143

传真：010—9249147　电挂：86715

联系人：王军

二十五、四海数控设备有限公司

四海数控设备有限公司，是执行国家级“火炬计划”的高科企业，所生产的数控火焰、等离子弧、激光、水射流切割机已达到了90年代的世界先进水平，可作为风机板材号料重要设备，且已成为全国数控切割机行业的骨干企业。如今产品已远销东欧、马来西亚、长城内外，大江南北。西起银川、乌鲁木齐，东至黄海之滨的山东，北起龙江大地，南至广东、广西。SKG系列产品荣获国内外多项殊荣，已被国家有关部门列为替代进口产品。其技术可靠性指标达到美、日、德等技术发达国家同类产品的水平。赢得了中外厂家的赞誉。

该公司主要产品：

SKG系列数控切割机、SKTZ数控锅筒套孔钻机、SKZG数控钻割加工中心、SKZW型数控组焊网机、SKG-A型门式割条机、SKJ激光切割机、SK94数控全自动编程排料系统。

ZX7-315ST/85L IGBT逆变式直流手弧焊、脉冲钨冲极氩弧焊、等离子弧切割三用机。

地址：哈尔滨南岗区嵩山路　高科技开发区2号楼、15号楼

邮编：150030　传真：0451—2319516　电挂：2311

电话：0451—2320694　2319516　2318913　2318912　2305606

2318910　2318915

二十六、宜兴市晶盾耐磨风机有限公司

宜兴市晶盾耐磨风机有限公司10多年来与上海宝山钢铁集团、机械工业部通用机械研究所、华中理工大学合作，致力于耐磨防腐新材料的研制开发、自行开发、研制先进工程陶瓷材料及胶粘技术，成功地使用于国内数十家电厂、钢厂的引、排、除尘风机叶轮上。自投入运行以来，连续运行最长时间达45个月以上，达到或接近国外同类产品的水平。

风机叶轮粘贴工程陶瓷耐磨材料具有以下特点：

1）先进工程陶瓷的耐冲蚀性比硬质合金堆焊、热喷涂的使用寿命提高5倍以上；比Q235

PLC WORLD

钢提高寿命50倍以上。完全能满足风机叶轮的耐磨要求。

2）低角冲蚀时，主要提高靶材料的硬度来提高耐磨性，一般硬度≤HRA90。

3）高角度冲蚀时必须同时提高靶材料的断裂韧度和硬度≤HRA90。

4）粘结技术的可靠性、稳定性成为该技术推广应用的关键，工程陶瓷贴片的随机剥落率低于3/1000不会使叶轮运转平衡失效。

地址：江苏省宜兴市

邮编：214200

经理：许群峰

二十七、北京青云航空仪表公司(北京青云仪器厂)

北京青云航空仪表公司是从事动平衡机设计、生产的专业单位，具有近30年的生产经验，产品在消化吸收国外先进技术的基础上，技术性能指标已达到90年代水平，该公司产品已广泛应用在风机行业。动平衡机主要性能参数见表17-23。

表17-23 平衡机主要性能参数

规格 / 数据 / 项目	RYQ-3	RYQ-$\frac{30}{50}$	YYH-160	YYH-300	YYH-1000A	YYW-3000	RYW-10000
平衡质量/kg	0.1～3	/～30 /～50	6～160	16～300	50～1000	100～3000	300～10000
工件最大直径/mm	φ100	φ500	φ1000	φ1250	φ1500	φ2000	φ2500
工件支承处轴径/mm	φ6～φ20	φ15～φ100	φ10～φ120	φ10～φ180	φ20～φ200	φ30～φ320	φ30～φ320
两支承架中心距离/mm	50～300	100～1000	80～1200	60～2100	140～2200	140～3000	160～4000
最小可达剩余不平衡量/(g·mm/kg)	≤0.3	≤0.3	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5
不平衡量减少率（一次）	≥85%	≥90%	≥90%	≥90%	≥90%	≥90%	≥85%
电源	220V 50Hz	220V 50Hz	380V 50Hz	380V 50Hz	380V 50Hz	380V 50Hz	380V 50Hz
电动机功率/kW	0.04	0.23/0.46	1.5/2.4	3/4.5	7.5/13	7.5/13	75
外形尺寸/mm	450×350×400	1200×650×750	2600×750×950	3100×780×1100	3500×1000×1200	5200×900×1650	8400×2000×2430
质量/kg	45	1200	2500	3500	5000	5500	12000

地址：北京市海淀区北三环西路43号

邮编：100086

电话：010—62563182

二十八、浙江卧龙集团公司

浙江卧龙集团公司位于风光秀丽的曹娥江畔浙东重镇上虞市，杭甬铁路、杭甬高速公路、杭温公路、浙东运河在此交汇。

自1984年创建以来，卧龙集团公司一直坚持与浙江大学、沈阳鼓风机研究所、广州电器科学研究所紧密合作，结成全方位的科技生产联合体，共同研制开发了14个系列、250多种规格的高新技术产品，具有噪声低、体积小、质量轻、起动性能好、运行可靠、维护方便等特点。广泛应用于风机、小型机床、医疗器械、家用电器，产品畅销全国20多个省市，出口美

PLC WORLD

国、丹麦、智利、香港、台湾等国家和地区，在国内外享有较高的声誉。

该公司主要产品：

1.YF、YCF、YSF、YT 系列节能低噪声风机专用电动机。

2.YUBF、YBF 系列单、三相风机用隔爆型异步电动机。

3.YB 系列隔爆型三相异步电动机。

4.Y 系列三相异步电动机。

5.YXF、YDXF 系列高温排烟风机用三相异步电动机。

6.YDW 系列低噪声外转子三相异步电动机(0.12kW～9.0kW)。

7.GF 系列柴油发电机组。

8.YCL 系列低噪声冷却塔专用三相异步电动机。

9.YS、YU、YC、YY 系列单、三相异步电动机。

10.YCT 系列电磁调速电动机。

11.YL 系列单相大马力电动机。

12.YSD、YD 系列多速三相异步电动机。

13.YDC 干洗机用三相异步电动机。

14.YEJ 系列电磁制动三相异步电动机。

地址：浙江上虞市蒿坝

邮编：312300

电话：0575—2011128、2111888

传真：0575—2159971

总经理：陈建成

二十九、沈鼓特种风机厂

沈鼓特种风机厂是沈阳鼓风机厂下属的一个专业性生产厂，它以沈阳鼓风机厂产品试验室为依托，具有雄厚的科研技术力量和完备的加工生产能力，还拥有现代化的试验检测装备。

为了更好地适应市场需求，促使科学技术尽快地转化为生产力，该厂特向广大用户提供下列服务：

1. 特种风机的设计、加工与安装(包括仪表的安装调试)

1）特殊需要的鼓风机、通风机，可根据用户的要求进行设计、加工和安装。

2）离心式压缩机和鼓风机的转子配件的测绘、加工与安装。

3）各种风机的变型设计、加工与安装。

4）根据用户的要求，也可生产常规的鼓风机和通风机。

2. 技术转让

1）所研制出的 4-71、4-74 型新产品，一般适用于离心通风机，可用于厂房、隧道通风及中央空调等。经部级鉴定，其效率和噪声指标达到同类产品国际先进水平。结构简单，易于加工，该产品是一般通风机生产厂较理想的更新换代产品。

2）5-56、6-49 及 9-36 型锅炉鼓、引风机，可用于电站锅炉和工业锅炉，效率高、噪声低，其技术性能经部级鉴定达到同类产品的国际先进水平。

3）离心式压缩机、鼓风机及通风机性能试验计算程序。

3. 各种风机的性能检测与试验研究

1）各种通风机的气动及力学性能检测、流场试验研究。

PLC WORLD

2）各种流体部件的吹风试验、探针校正。

3）通风机和鼓风机性能试验台的设计、自动测试系统的设计、安装调试及仪器仪表选购。

4）随时培训试验人员，内容包括试验台上的风机试验和使用现场的风机试验。

地　址：沈阳市铁西区云峰北街 36 号

邮　编：110021

电　话：024—25801527 25801506

电　挂：5811

联系人：吴松宾　齿利平

三十、佳木斯通风设备有限责任公司

佳木斯通风设备有限责任公司，是专业生产风机的定点股份制国管企业，全厂职工 1100 人，固定资产 1200 万，生产各种形式的轴流、离心式通风机及罗茨鼓风机(见表 17-24)。

表 17-24　生产主要产品

种　类	型　号	规　格	输送介质
离心式通风机	4-72 (B4-72)	No：2.8、3.2、3.6、4、4.5、5、5.5、6、8、10、16、12、20	空气
离心式通风机	KT4-72-21 DF	No：2.8、3.2、4.6、8、10、12、14、16、18 No：3.5	
高压离心式通风机	9-19 9-26	No：4、4.5、5、6.3、9、10 No：5、5.6	—
锅炉引风机	Y5-47 Y5-48 Y4-73 Y9-38 Y8-39 Y9-35	No：4、5、6、8 No：2.52、4、5、6.3 No：8、9、14、16、18、20 5C、5D No：5、10 No：8	空气
锅炉鼓风机	G4-73	No：10、14、18	
排尘风机	G6-40	No：6.3	
轴流式通风机	2K60 F6 W55B	No：18、24、28 No：11.2 No：15.2、10.8	
罗茨鼓风机	L72WD L23WD	No：80 No：5～15	空气或煤气
高温风机	W-72	No：2.8～No20	空气

地址：佳木斯市中山路南段　电挂：6639

邮编：154007

电话：454—23987

董事长：孙增宪

销售经理：周胜义

三十一、肇东市风机厂

肇东市风机厂为黑龙江省专业生产风机厂定点厂，职工总数 360 人，企业占地面积 10 万米^2，生产各种形式的轴流式离心式通用风机及特殊用途风机，见表 17-25。

PLC WORLD

表 17-25 生产主要产品

种 类	型 号	规 格	输送介质
高压离心式通风机	9-19-11 9-26-11	№4、4.5、5、5.6、6.3、7.1、8、9、10、11.2、12.5 №4、4.5、5、5.6、6.3、7.1、8、9、10、11.2、12.5	空气
离心式通风机 锅炉鼓引风机	4-72-12 $\frac{G}{Y}$4-73-12	№2.8、3.2、3.6、4.5、4、5、6、8、10、12 №8、9、10、11、12	
离心式引风机	Y5-47-12 Y5-48-12	№4、5、6、8、9、12、12.4 №3.3、4、5、6.3、8、10、12.5	
轴流式通风机 输麻风机 鸡舍风机	LF35-11 9cm-11 9FT50-D1	№5、6 №6、8 №4、5	煤气 麻屑 空气

地址：黑龙江省肇东市铁东区肇兰公路桥北

邮编：151101

电话：0451—7712254 电挂：2639

厂长：王世忠

三十二、陕西鼓风机(集团)有限公司

陕西鼓风机集团有限公司，是国内专业生产鼓、压风机的定点股份制国营企业，全厂职工3500人，固定资产18014万元，主要生产各种型式的轴流式、离心式鼓压风机的性能参数(见表17-26)。

表 17-26 主要产品性能参数

产品名称	型 号		
轴流式压缩机	A系列 静叶不可调 A40-A140 流量 1000～15000Nm³/min 压比:2～7 AV系列 全静叶可调 AV40-AV140 功率:4000～90000kW		
离心式压缩机	E系列 E型 2E-6E	流量 160～2000m³/min	压力 0.3～0.37MPa(A)
	EI型 EI290-EI1000	流量 260～1000m³/min	压力 0.3～1MPa(A)
	EP型 1EP-5EP	流量 33～1000m³/min	压力 0.26～2.85MPa(A)
	DL系列 DL110-DL200	流量 100～400m³/min	压力 0.6～0.9MPa(A)
	与瑞士苏尔寿公司合作生产的RZ及RIK系列		
离心式鼓风机	AⅠ系列 AI80-AI1100	流量 80～1000m³/min	压力 7.3～28.4kPa
	AⅡ系列 AⅡ1000-AⅡ17000	流量 1000～17000m³/min	压力 3.1～25.5kPa
	B系列 B60-B310	流量 57.2～310m³/min	压力 39.2～147kPa
	C系列 C15～C800	流量 15～800m³/min	压力 23～116.6kPa
	D系列 D160-D200	流量 120～2000m³/min	压力 24.5～3432kPa
	SJ系列 SJ1400～16000	流量 1400～16000m³/min	压力 7.8～17.6kPa
	WR系列 W440-W3140	流量 400～3140m³/min	压力 3.2～9.3kPa
	R200-4500	流量 20000～4380m³/min	压力 6.7～7kPa
	能量回收透平机组(TRT):TP1900-TP3380 流量 1900～3380		压力 0.1MPa

地址：西安市临潼区秦始皇兵马俑博物馆东侧

邮编：710611

电话：029—3931400—3931409

董事长：温长生

销售经理：印建安

PLC WORLD

三十三、四川鼓风机总厂

四川鼓风机总厂，系全民所有制企业，职工人数1500人，固定资产2千多万，企业占地面积12万米^2，为风机专业生产厂，重点生产罗茨鼓风机(表17-27)。

表17-27　生产主要产品

种　类	型　号	规　格	输送介质
罗茨鼓风机	L42WD（LD）	Q=8.9~18.3m^3 ΔP=9807~58842Pa	空气
	L43WD（LD）	Q=12.5~23.2m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L61WD（LD）	Q=19.9~51m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L62WD（LD）	Q=25.7~67m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L63WD（LD）	Q=26.4~84.6m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L64WD（LD）	Q=33.4~101.4m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L73WD	Q=59~103m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L74WD	Q=69~128m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L81WD	Q=52.2~133.1m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L82WD	Q=71~169.3m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L83WD	Q=95.5~216.5m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L84WD	Q=168.5~272m^3 ΔP=9807~58842Pa	
	L41WD（LD）	Q=5.6~11.9m^3 ΔP=9807~58842Pa	
高压离心式通风机	9-19	№4A；4.5A；5A；5.6A；6.3A；7.1D；8D；10D；12.5D；16D	
高压离心式通风机	9-26	№4.5A；5A；5.6A；6.3A；8D；10D	
离心式通风机	4-72	№2.8A　12D	

地址：四川省达川市北外高家坝路1号

邮编：635001

电话：0818-2300039

电挂：2623

厂长：刘德华

三十四、南通风机厂

南通风机厂，系全民所有制企业，全厂职工705名，固定资产1300万，为风机生产专业定点厂(表17-28)。

PLC WORLD

表 17-28 生产主要产品

种 类	型 号	规 格	输送介质
离心式通风机	4-72 (B4-72)	No：3.2、3.6、4、4.5、5、5.5、2.8A、6A、6C、8C、10C、12C、16B、20B	空气
离心式通风机	T4-72 (4-79)	No：3、3.5、4、4.5、5、6、7、8、10、12、14、16、18、20 2～5E、2～6E、2～7E 2～8E、2～10E、2～12E 2～14E、2～16E、2～18E	
排尘通风机 离心式通风机 高压离心式通风机	C6-46 C6-48 4-68 9-19 (9-26)	No：3、4、5、6、8、10、12 No：4、5、6.3、8、10、11.2 No：2.8、3.15、3.55、4、4.5、5、6、3、8、9、10 No：4、4.5、5、5.6、6.3、7.1、8、9、10、11.2	
煤粉风机 离心式通风机 离心式引风机	M9-26 4-73 Y5-48 Y8-24 Y8-39 Y9-38 Y9-35 Yx9-35 Y10-21 Y10-24 GY2-1 GY4-1 4L-35 船用 M7-29	No：13D、14D、11D、17D No：8、9、10、11、12、14、16、18、20、22 No：4、5、6.3、8、10、12.5 No：9 No：4、4.5、8、9、10、16 No：4、4.5、8、9、10、16 No：6、8、10、12 No：4、5、6.3、7.1、8、9、10 No：8 No：5、6.3 2t 锅炉用 4t 锅炉用 大型船舶辅助风机 No：12.5、5、13、14、17	煤 粉 空气

地址：江苏省南通市唐闸西市街 207 号

邮编：226002

电话：0513—5544311 传真：0513—5544316 电挂：0397

厂长：张文魁

三十五、珠江特种风机厂

广东省佛山市珠江特种风机厂是一家以研制各种通用及专用风机产品为己任的专业厂。设备精良完善，技术力量雄厚，具备年产罗茨鼓风机 500 台，№2-№20 各类轴流式风机、离心式通(引)风机，耐腐风机、防爆风机、高温风机、排尘风机、多翼低噪风机、玻璃钢风机及制品近万台(套)的能力。产品广泛适用于冶金、能源、建材、石化、轻纺、农牧和环保等部门以及民用建筑，家用电器等领域。特别是陶瓷配套专用风机，与现代陶瓷工业完美结合，满足其日新月异的不断发展，成为目前国内全套供应陶瓷行业全套风机的唯一大厂。

该厂产品具有流量适中、压力大、效率高、噪声低、体积小、质量稳定可靠、造形美观大方、使用维护方便等特性，广受用户青睐。历年分获佛山市科技进步奖，广东省科技进步奖，广东省重点推广新产品及国家级新产品等奖项，主要产品性能参数见表 17-29。

PLC WORLD

表 17-29　主要产品性能参数

风机型号		标准规格	流量/(m^3/h)	压力/Pa	功率/kW	主　要　用　途
罗	SRW4	100～200	200～1800	100000～80000	5.5～55	适用于建材，冶金，石化，纺织，食品，水产养殖，气力输送和污水处理等工业部门
茨	ZFTL4	№41～43	200～1800	100000～80000	3～45	
鼓	L4 LD	№41～43	240～1800	100000～60000	5.5～65	
风	L5 LD	№51～54	300～3600	100000～60000	15～95	
机	L6 LD	№61～64	900～5800	100000～60000	60～255	
陶	TCG01	№4～6.3	834～6999	3273～9684	2.2～22	专为陶瓷生产设计配套，适用于陶瓷各型喷雾干燥塔，砖坯烘干道，施釉线，隧道窑，辊道窑等场合作抽热循环，吸取湿气，供风助燃，鼓风急冷，排烟除废等用途
瓷	TCG02	№4～5.6	2218～9558	3429～7625	5.5～7.5	
配	TCY01	№7.1～11.2	9086～53686	1348～3437	7.5～75	
套	TCY02	№7.1～11.2	9229～52580	1740～3773	7.5～90	
风	TCY03	№6～12	2439～53940	518～2293	1.5～75	
机	YCL01	№7～10	10590～51180	1043～2540	7.5～37	
低	ZFD01	№4～4.6	12800～21773	460～662	2.2～5.5	本厂的多翼离心风机具有高效低噪的优点，可作厂矿企业，宾馆酒楼，影剧院、商场，医院等要求低噪声场所通风换气
噪	ZFD02	№8～12	26000～90000	200～580	2.2～22	
风	ZFD03	№2.5～6.4	2400～60000	73～850	1.1～37	
机	ZFD04	№2.5～7.6	484～6980	382～1510	1.5～37	

注：同时生产各系列国标产品№3.15～№20。

地址：广东省佛山市佛山大道澜石塘头工业区

邮编：528041

电话：(0757)—2275928　2269488　2711102　传真：0757—2275928

厂长：陈柱石　甘湛忠

三十六、京丰通风设备厂

京丰通风设备厂为风机专业生产厂，多年以来吸取国内外同类产品的先进技术研制出烟机专用风机，为我国主要烟机配套厂，其主要产品型号与用途见表 17-30。

表 17-30　主要产品型号与用途

名　称	型　号	用　途
卷烟机风机	MKG MK9-5	卷烟机配套，用于烟丝输送
	YJ13B YJ14	卷烟机通风换气、物料输送
过滤嘴接装机风机	YJ2Z	输送烟支、滤嘴及通风换气
卷烟风机	PROTOS	输送烟支，烟丝及通风换气

地址：北京市海淀区永丰路六里屯北口

邮编：100094

电话：010—26581306

三十七、浙江省华侨实业总公司风机制造分公司

浙江省华侨实业总公司风机制造分公司，专业制造各种形式的离心式轴流通风机，所生产的 HTF 系列消防高温排烟风机，是用于消防排烟系统的专用风机，已广泛用于我国各大城市。

PLC WORLD

HTF 系列消防高温排烟风机具有以下特点：

1）耐高温性能优良，风机测试符合 GBJ45-82 消防规范测试标准要求，建立高于该标准的企业内控保证体系，能在 400℃高温条件下连续运行 100min 以上，100℃温度条件下连续运行 20h/次不损坏，广泛应用于高层民用建筑、烘箱、地下车库、隧道等场合。

2）适用范围广，可以根据高层民用建筑的不同要求，采用变速或多速驱动形式，以达到一机二用(即常用通排风和消防使用时高温排烟)的目的。

3）效率高，本风机采用先进的 CAD 系统软件，是经多目标优化设计研制开发的新产品，经实测，风机效率大于 80%，部分机号大于 85%，并具有效率曲线平坦的特点，有利于节能。

4）安装方便，占地较离心风机少。该风机基本形式为轴流式风机，可直接与风管联接和墙壁安装(安装形式可垂直式或水平式)，很大程度地节省了占地面积，同时，不受机号较大和所需大风量之影响，采用电动机直联方式，使其运行可靠。

地址：浙江省上虞市东关镇

邮编：312352

电话：0575—2052918

经理：钱和乔

三十八、四平鼓风机成套装备开发公司

四平鼓风机成套装备开发公司是机械工业部风机行业辅机配套企业。多年来，该公司以四平金丰股份有限公司和四平鼓风机厂为依托，发挥自身科研与制造方面的优势，产品在各大企业均有应用，尤其在水泥建材行业市场占有率超过 60%，产品远销越南、马来西亚、巴基斯坦等国，赢得了用户的广泛赞誉。主要产品有：

1. 风机专用稀油站　其主要作用：1）润滑轴承，减少摩擦阻力；2）对轴承润滑油进行过滤，保证润滑油的清洁；3）当工作油温过低时，自动对油进行加热，当工作温度过高时，自动对油冷却，保证轴承正常的工作温度；4）引进风机 BB50、BB24 采用的瑞典 SKF 轴承要求稀油润滑，是消化引进英国高温风机技术的结晶；5）通过稀油站系统可调节油压力和供油量，使轴承获得最佳润滑；6）稀油站系统对部分参数采取了自动危险报警和安全保护联锁。风机采用稀油站润滑并采用 PLC 可编程序控制，可以有效地延长轴承使用寿命，保证风机长期安全可靠地运行。其型号：XYZ-6.3～1000，XHZ-6.3～1000 及各种非标稀油站。

2. 风机专用波纹膨胀节　其作用是吸收风机及外接管道由温度变化所产生的膨胀量，消除由于膨胀应力对风机及管道的破坏作用。其型号：除包括各种风机在不同温度要求下金属膨胀节外，还有工作温度 400℃以下使用的 XRJ 型软联接膨胀节。

3. 电动机起动开关柜　保证各种大型电动机的起动控制及有效的保护联锁。其型号：KSFZ-6、10；LGQ-150/6、10；HGQ-150/6、10；KRFZ-6、10。

4. 风机自动检测控制柜　其主要作用：1)可以实现远距离对风机转速自动控制与监测。2)远距离对风机风量自动控制。3)对风机轴承温度自动监测及报警。4)远距离对风机振动进行监测与报警。5)可对风机控制监测参数实行中心控制室计算机控制。6)可以实现风机辅机设备的控制联锁，采用 PCL 可编程序控制，系统安全可靠。其型号：JKGF-2A～6A。

5. 消声器　其型号：ZDL 型，GPL 型，CP 型各种规格。

6. 自控电动风门　其作用是可以远距离控制管道气体流量，调节管道阻力，可以实现计算机中心控制室控制，使用自如方便。

7. 换热器　主要用于各类冷却、加热、冷凝、余热回收等需要。

PLC WORLD

8. 风机辅机配套 风机、辅机选型与代购配套，其中包括：电动机、调速耦合器、挠片联轴器、电动执行器、慢转机构、除尘器等，代购瑞典 SKF 进口轴承。

地址：四平市平东东路 113 号 电挂：3187

邮编：136001

电话：0434—3389104 电传：0434—3388798

联系人：杨秋生、汤世仁、安立平

三十九、长春市中祥旋压技术设备有限公司

该公司是建于长春高新技术开发区内的高新技术企业，拥有中国兵器工业研究院所科技人员组成的强大旋压技术研究队伍，已从事多年旋压技术及机床的开发，设计、生产；先后为国内多家厂家提供了多台各种类型旋压机床。该公司以生产各类普旋机床为主，用于各类金属薄壁回转体零件的旋压成形，近几年来，致力于风机零件的成形旋压工艺研究、开发，倾全力为提高我国风机行业技术装备水平而奋斗，并不断地改造创新，向风机企业提供各种新型、通用、专用、非标等各类旋压机床及装备。取得良好效益。目前我公司可提供以下系列设备。

1. CPX 系列普旋机床 机床功能齐全，性能先进，质量可靠旋压力大，加工范围广，是性能优越的万能型普旋机床。该系列机床 1988 年通过部级鉴定，1991 年获兵器工业部科技进步二等奖，适于加工灯具集光罩，风机集流罩，风口、前盘等。成形工艺：包括缩旋圆弧形喇叭口，直喇叭口、双锥筒、直筒翻凸缘、锥筒翻凸缘，平板成形及各种罩类鼻锥等。

CPX 系列旋压机 各型号主要性能参数见表 17-31。

表 17-31 主要性能参数

型号 / 参数	CPX350A	CPX600A	CPX800A	CPX1100A
中心高/mm	350	600	800	1100
最大回转直径/mm	700	1200	1600	2200
滑板纵向最大行程/mm	450	700	800	1000
滑板横向最大行程/mm	300	450	450	500
尾顶最大行程/mm	450	500	600	800
滑板纵向旋压力/kN	40	60	70	150
滑板横向旋压力/kN	35	50	55	150
尾 顶 力/kN	15	25	35	50
主轴转速/（r/min）	80～2000	60～840	60～840	5～200
主电机功率/kW	7.5	15	15	75
液压站功率/kW	5.5	7.5	7.5	15

2. CPXJ 系列集风器旋压机 适合于加工大型集风器、风筒、前盘等各种风机零件。成形工艺包括直筒毛坯扩旋圆喇叭口，锥筒扩旋双锥筒喇叭口，直筒凸缘翻边，短锥筒缩旋喇叭口，平板旋压大型前盘等。

CPXJ 集风器旋压机各型号主要性能参数：

型号：	CPXJ1000	CPXJ1500	CPXJ2000	CPXJ3000
工作台直径/mm	1000	1500	2000	3000

PLC WORLD

加工厚度/mm	3	2～5	2～8	2～10
旋轮纵向行程/mm	400	400	500	600
旋轮横向行程/mm	250	300	350	400
旋轮纵向压力/kN	40	50	70	100
旋轮横向压力/kN	40	50	70	100
旋压速度(可调)/(mm/r)	0～3	0～3	0～3	0～3
旋轮纵向快速/(r/min)	3000	3000	3000	3000
主轴转速/(r/min)	50～450	7.5～150	7.5～150	7.5～150
主电动机功率/kW	15	22	37	55
液压站功率/kW	5.5	7.5	11	15

3. 立车加装旋压装置 该公司还可提供立车加装旋压装置技术，并负责制造安装等施工，改造后不影响立车功能，Ⅰ损伤立车结构，该立车式旋压机所具备的功能与 CPXJ 集风器旋压机功能相当，根据立车型号可加工出相当尺寸的零件。

4. 立车上加装机械式管类凸缘翻边机 可将圆筒类零件边缘翻出凸缘，加工厚度为 2～5mm，加工直径 ϕ300～ϕ2000mm，凸缘高度 30～60mm。

5. 可移式板孔凸缘机 适合于加工不易移动的大平板或超过加工设备工作台尺寸的大平板孔的孔边凸缘成形，该机移动方便，将旋头落入板孔内，即可自动找正旋压成形将孔边拔起形成凸缘，加工直径为 ϕ200～ϕ1500mm，加工厚度 2～5mm。

地址：长春市前进大街 1 号 邮政编码：130012

电话：0431—5513719 5514700—3141、3144

联系人：朱洪祥

四十、山东省临沂市风机厂

临沂市风机厂系机械工业部定点生产风机的专业厂。全厂职工 318 名，其中工程技术人员 80 多名，占地面积 5 万米^2，拥有大型加工检测设备 300 套，固定资产 1600 万元，年生产能力 10000 台。主要产品为各种用途的离心式通风机、轴流式通风机和罗茨鼓风机。

1. 该厂尚生产 D 系列离心式鼓风机，D20～D400 型多级离心鼓风机系列 主要用于活性污泥法处理污水进行鼓风曝气以及复合肥造气、水泥机械立窑高压鼓风等，其性能参数见表 17-32。

表 17-32 D 系列离心鼓风机性能参数表

参数 / 型号	进口流量 /(m³/min)	出口风压 /Pa	电动机				质量/kg	出口法兰
			型号	转速 /(r/min)	功率 /kW	电压 /V		
D20-61	20	49000	Y200L1-2W	2950	30	380	3900	pN10 DN150
D20-81	20	68600	Y250M-2W	2970	55	380	5600	
D30-62	30	49000	Y225M-2W	2970	45	380	4600	pN10 DN175 (200)
D30-82	30	68600	Y280S-2W	2970	75	380	5600	
D40-61	40	49000	Y250M-2W	2970	55	380	4500	
D40-71	40	54000	Y280S-2W	2970	75	380	4700	
D40-81	40	68600	Y280S-2W	2970	75	380	4900	
D45-61	45	49000	Y250M-2W	2970	55	380	4700	

PLC WORLD

（续）

参数 / 型号	进口流量 /（m^3/min）	出口风压 /Pa	电动机				质量/kg	出口法兰
			型号	转速 /（r/min）	功率 /kW	电压 /V		
D45-81	45	68600	Y280S-2W	2970	75	380	5600	pN10 DN175（200）
D55-71	55	58800	Y280M-2W	2970	90	380	5400	
D60-61	60	49000	Y280S-2W	2980	75	380	8500	pN10 DN250
D60-81	60	49000	Y280M-2W	2970	90	380	8900	
D60-82	60	68600	Y315S-2W	2980	110	380	8900	
D80-61	80	49000	Y315S-2W	2980	110	380	6600	
D90-41	90	30000	Y280S-2W	2970	75	380	4900	
D90-61	90	49000	Y315M1-2W	2980	132	380	7100	
D90-71	90	68600	Y315M2-2W	2980	160	380	7800	
D100-71	100	68600	Y315LA-2W	2980	175	380		pN16 DN300
D120-61	120	49000	Y315LA-2W	2980	175	380	8600	
D120-81	120	68600	Y355M1-2W	2980	220	380	11500	
D150-51	150	49000	Y315L2-2W	2980	200	380	9400	
D150-61	150	68600	YK400M1-2	2974	290	6000	12500	
D200-41	200	68600	YK400L1-2	2974	350	6000		pN16 DN350
D250-51	250	49000	YK400L1-2	2974	350	6000	5604	
D300-61	300	68600	JK2-800	2980	800	6000	10000	pN10 DN500
D400-31	400	49000	YK400L2-2	2974	440	6000		

其中常用的 D20～D45 离心式鼓风机外形图及其尺寸见图 17-2 及表 17-33。

表 17-33 D20～D45 离心式鼓风机外形图尺寸 （mm）

尺寸 / 型号	A ≈	B	C	D	E	F	I	J
D20-61	1087	845	1980	351	800	1480	630	
D20-81	1317	1061	2441	351	800			
D30-62	1132	845	2228	351	850			
D30-82	1317	1061	2441	351	850			
D40-61	1317	845	2441	351	850			
D40-71	1317	953	2441	351	850			
D40-81	1317	1061	2714	351	850			
D45-61	1247	845	2470	351	850			
D45-81	1317	1061	2714	351	850			

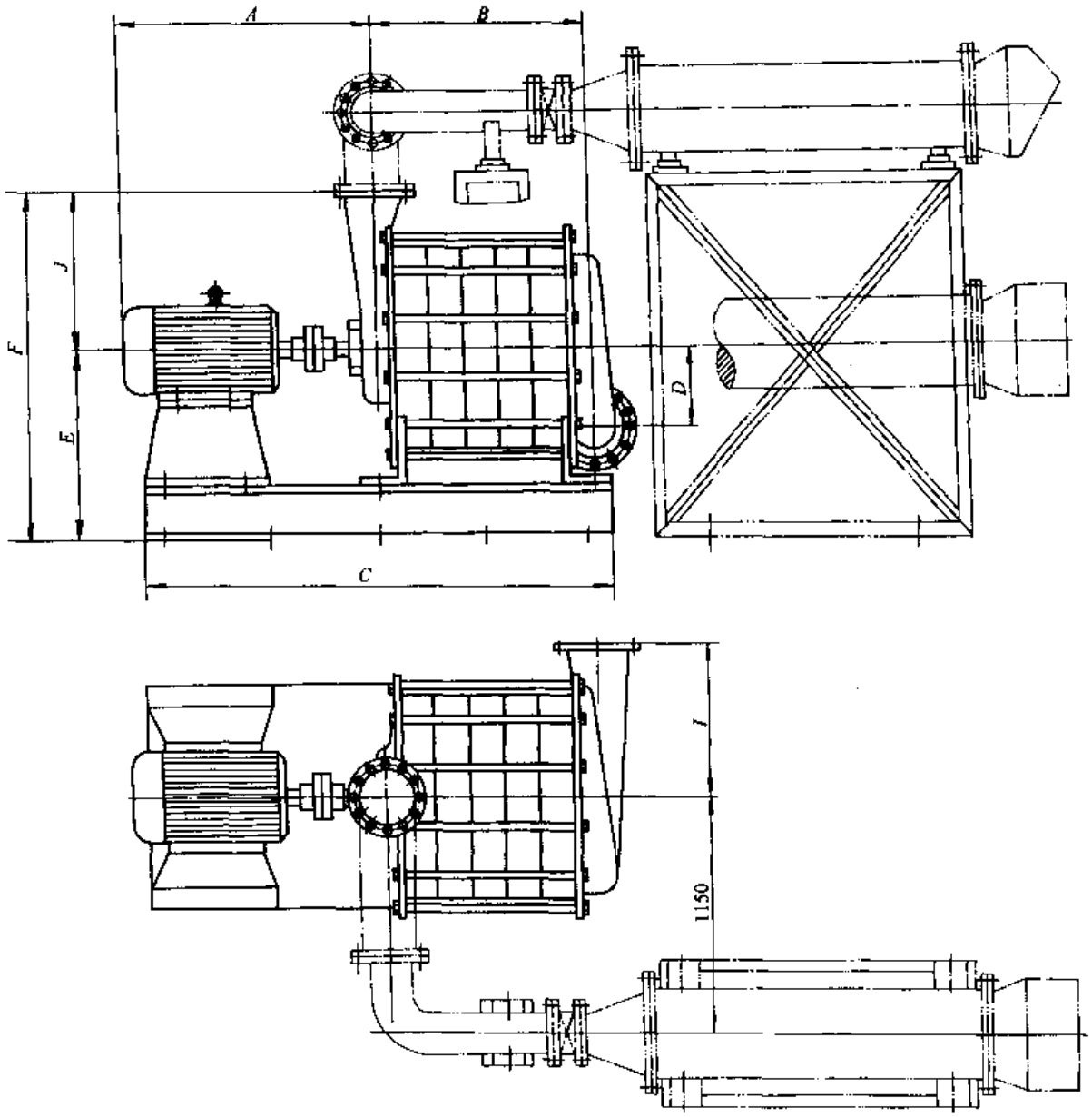


图 17-2 D20～D45 离心式鼓风机外形图

叶轮直径 D_2 可分别制成 ϕ616mm、ϕ640mm、ϕ680mm，级数与三种不同叶轮直径时，压比 ε 与出口压力的关系曲线见图 17-3。

说明

1）D20～D45 离心式鼓风机为垂直方向进气，也可加 90°弯管改变成水平方向进气，进气口中心至主机中心线的距离一般不得小于 1150mm。必要时也可制成水平方向进气(直接)。

2）D20～D45 离心式鼓风机为右 0°方向出气，也可由制造厂家制成右 90°方向，订货时需注明。

3）D20～D45 离心式鼓风机可成套供应进口消声器、过滤器，止回阀，订货时请注明。

4）D20～D45 离心式鼓风机叶轮直径 D_2 为 680mm（可取 700mm）。

D20～D45 离心式鼓风机基础图及其尺寸见图 17-4 及表 17-34。

根据 Song-Bao 公式可估算出装置进口直径和叶轮进口直径

$$D_1 = 25.6\sqrt{q_v} \quad D_0 = 28\sqrt{q_v}$$

PLC WORLD

式中　D_1——装置进口直径(mm)；

D_0——叶轮进口直径(mm)；

q_v——流量(m^3/min)。

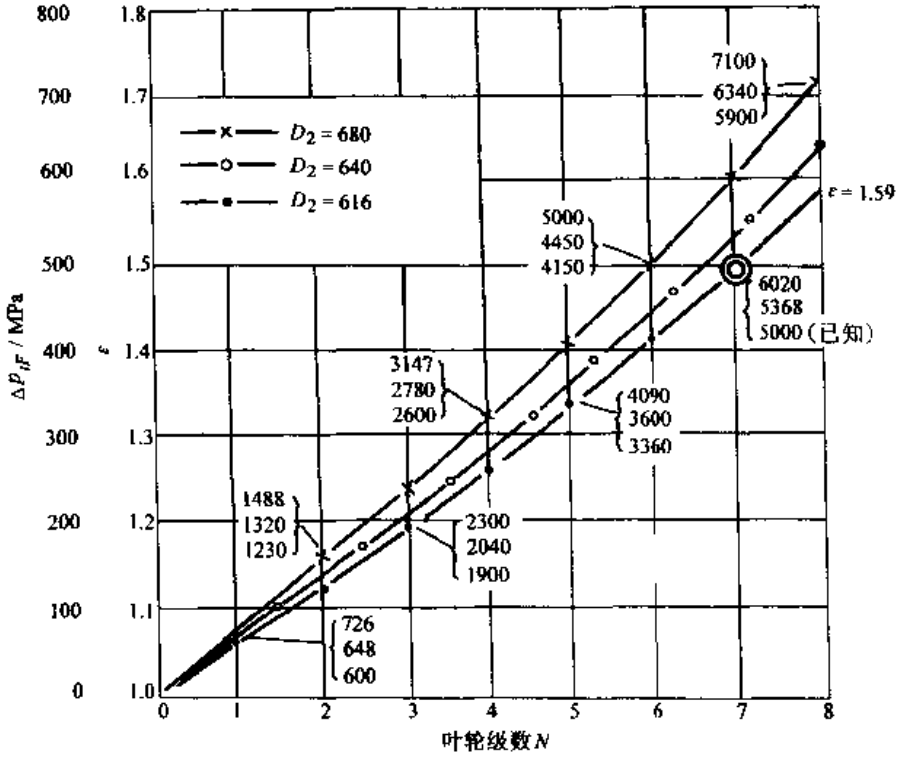


图 17-3　不同直径时级数与压比关系曲线图

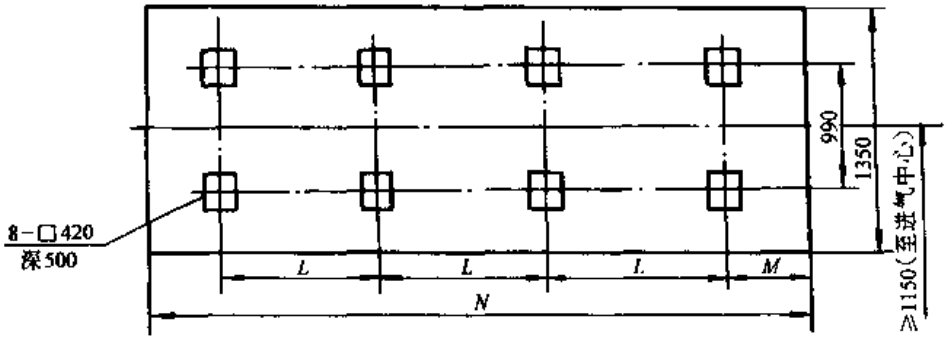


图 17-4　D20～D45 离心式鼓风机基础图

表 17-34　D20～D45 离心式鼓风机基础尺寸　(mm)

型号 \ 尺寸	L	M	N
D20-61	630	260	2410
D30-62			2410
D40-61　D40-71　D45-61			2800
D20-81　D30-82	730	256.5	2701
D40-81　D45-81			2800

2. LYFL 系列水泥机械立窑专用鼓风机　该厂与沈阳风机研究所联合研制生产的 LYFL 系

PLC WORLD

列风机，是专为水泥机械立窑配套设计的，该机为单吸式，联轴器传动，由机壳、叶轮、进风口、传动组、密封件、机座组成，叶轮按高效前向风机理论设计制造，成形后经静、动平衡校正，采用端面密封，各部件均固定在机座上，形成整体式结构。各相关位置均已调好紧固，用户不必拆卸调整，根据实际情况按地脚孔尺寸用地脚螺栓固定风机，安装使用十分方便。其性能参数见表 17-35。

表 17-35 LYFL-10 风机性能参考表

立窑窑型	流量/(m^3/min)	风压/Pa	电机功率/kW
ϕ2.5m×10m	200	25000	110
ϕ2.8m×10m	230	28000	132
ϕ3.0m×12m	250	28500	160
ϕ3.2m×12m	280	29000	160

该型风机的主要优点：

1）效率高、高效区宽、噪声低、运转平稳可靠。

2）配用功率小，吨熟料节电 15%～40%，节能效果显著。

3）采用整体式机座，安装方便，不需水泥基础。

4）该机与其它风机相比，更适合立窑煅烧工艺需要。

5）体积小、质量轻、价格便宜。

因此 LYFL 系列风机是水泥厂机械立窑节能技术改造首选理想设备。

3.HTD 型化铁炉专用高压离心鼓风机　HTD 型化铁炉专用高压离心鼓风机，集同类鼓风机之特点，经多次改进研制而成。适用于 2-5t/h 熔化率的化铁炉鼓风要求，还可作为各种熔炉、锻冶炉的鼓风用，经百余家用户的使用证明：节能低噪，性能稳定，无泄漏。主要结构及其特点如下：

（1）叶轮　叶型按最新高效三元流风机理论进行设计。叶轮成形后，经静动平衡校正，因此运转平稳可靠。

（2）机壳　用铸铁制成变截面蜗壳形整体结构，可以提高其刚度，有利于防止振动和吸收噪声。

（3）进风口　制成收敛式流线形的整体结构，配有可调整环，以便调节间隙，提高压力。

（4）传动组　由主轴，轴承箱、带轮等组成，主轴由优质 45 钢调质精制而成；轴承箱为剖分式、油浴润滑维修更加方便，采用独特的专利技术根治漏油；轴承选用极限转速较高的高精度角接触球轴承(单列向心球轴承)。HTD 型化铁炉专用离心式鼓风机性能参数见表 17-36。

表 17-36 HTD 型化铁炉专用离心鼓风机性能参数表

所配化铁炉/(t/h)	风机型号	风机主要参数			功率/kW
		风量/(m^3/min)	风压/Pa	转速/(r/min)	
2	HTD5012	35	15000	4900	15
3	HTD5013	50	17000	5600	22

5t/h 化铁炉可并联使用两台 HTD50-13 风机

地址：临沂市沂蒙路 51 号　　银雀山路 79 号

PLC WORLD

邮编：276002
电话：0539—8185087　　电话：0539—8159400　8174213
传真：0539—8167143　　电挂：7364 临沂
276001
厂长：王洪强

四十一、江西电机有限责任公司（江西电机厂）

江西电机厂为国家电机生产定点厂，专业生产中、大型电动机，广泛应用于矿山、冶金、水泥、电站、化工用风机的驱动装置。

该厂生产的为风机配套用电动机产品目录如下：

1）Y 系列(IP44)三相异步电动机(机座号 280-315)

2）Y 系列(IP44)三相异步电动机(机座号 355)

3）Y 系列(IP23)三相异步电动机(机座号 315-355)

4）YR 系列(IP23)三相异步电动机(机座号 315-355)

5）Y 系列高压三相异步电动机(机座号 355-630)

6）YR 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355-630)

7）YKK、YKK-W 系列高压三相异步电动机(机座号 355-630)

8）YRKK、YRKK-W 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355-630)

9）YKS、YKS-W、YQF 系列高压三相异步电动机(机座号 355-630)

10）YRKS、YRKS-W、YRQF 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355-630)

11）Y、YKS 系列 10kV 三相异步电动机(机座号 450-630)

12）YR、YRKS 系列 10kV 绕线转子三相异步电动机(机座号 450-630)

1.Y 系列(IP44)三相异步电动机(机座号 280-315)

(1) 概述　Y 系列(IP44)全封闭笼型三相异步电动机是我国 80 年代统一设计的系列产品，其功率等级，安装尺寸、电气性能指标符合中华人民共和国专业标准《Y 系列(IP44)三相异步电动机技术条件(机座号 280-315)》ZBK22007—88 的规定。

该系列电动机具有效率高、节能、性能好、噪声低、振动小、运行可靠、使用维护方便等特点，适用于驱动各种机械设备，如机床、水泵、风机、压缩机、运输机、搅拌机、农业机械和矿山机械等。

(2) 订货须知

1）订货时须注明电动机型号、外壳防护等级、功率、同步转速、电压、效率、安装结构形式等。

例　Y280M-4 (IP44)90kW、1500r/min 380v 50Hz IMB3

2）对频率、电压、使用环境等有特殊要求、请在合同中详细说明，并请事先与制造厂联系。

(3) 技术数据(表 17-37)

表 17-37　Y280、…、Y315 (IP44)技术数据　　(380V、50Hz)

型　号	额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效　率 /%	功率因数 cosφ	堵转转矩 / 额定转矩	堵转电流 / 额定电流	最大转矩 / 额定转矩	质　量 /kg
Y280S-2	75	140.1	3000	92.0	0.89	2.0	7.0	2.2	549
Y280M-2	90	167	3000	92.5	0.89	2.0	7.0	2.2	595

PLC WORLD

（续）

型号	额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 cosφ	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩	质量 /kg
Y315S-2	110	202	3000	92.5	0.89	1.8	6.8	2.2	980
Y315M-2	132	241	3000	93.0	0.89	1.8	6.8	2.2	1080
Y315L1-2	160	291	3000	93.5	0.89	1.8	6.8	2.2	1170
Y315L2-2	200	365	3000	93.5	0.89	1.8	6.8	2.2	1260
Y280S-4	75	139.7	1500	92.7	0.88	1.8	7.0	2.2	560
Y280M-4	90	164.3	1500	93.5	0.89	1.9	7.0	2.2	660
Y315S-4	110	201	1500	93.5	0.89	1.8	6.8	2.2	1000
Y315M-4	132	239	1500	94.0	0.89	1.8	6.8	2.2	1100
Y315L1-4	160	291	1500	94.5	0.89	1.8	6.8	2.2	1150
Y315L2-4	200	361	1500	94.5	0.89	1.8	6.8	2.2	1260
Y315S-6	75	141	1000	92.8	0.87	1.6	6.5	2.0	990
Y315M-6	90	160	1000	93.2	0.87	1.6	6.5	2.0	1050
Y315L1-6	110	205	1000	93.5	0.87	1.6	6.5	2.0	1120
Y315L2-6	132	246	1000	93.8	0.87	1.6	6.5	2.0	1200
Y315S-8	55	111	750	92.0	0.80	1.6	6.5	2.0	830
Y315M-8	75	150	750	92.5	0.81	1.6	6.5	2.0	990
Y315L1-8	90	179	750	93	0.82	1.6	6.5	2.0	1040
Y315L2-8	110	219	750	93.3	0.82	1.6	6.3	2.0	1210
Y315S-10	45	99	600	91.5	0.74	1.4	6.0	2.0	990
Y315M-10	55	120	600	92.0	0.74	1.4	6.0	2.0	1110
Y315L2-10	75	160	600	92.5	0.75	1.4	6.0	2.0	1200

(4) Y280、…、Y315 (IP44)外形图、外形尺寸及安装尺寸(见图 17-5 及表 17-38)。

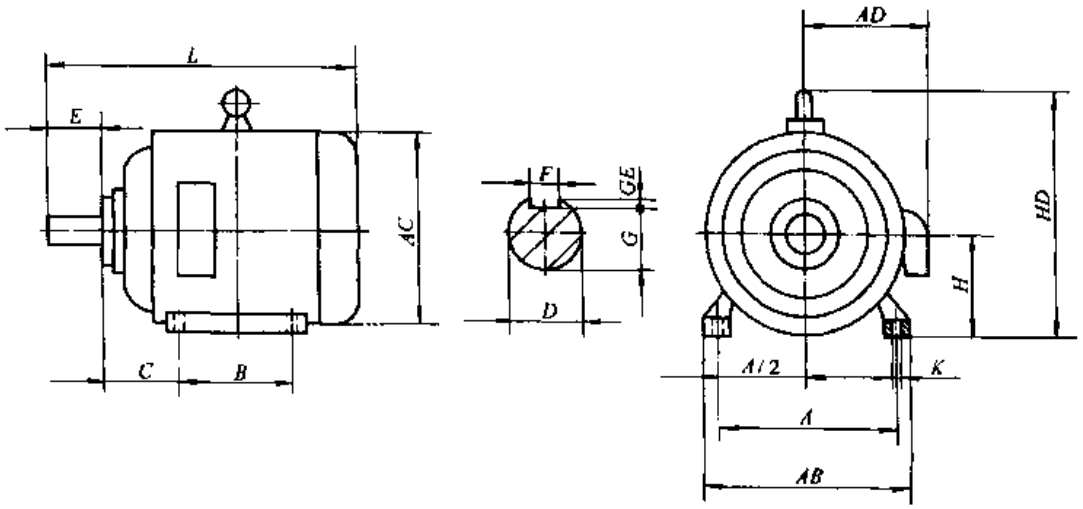


图 17-5 Y280、…、Y315 (IP44)外形图

PLC WORLD

表 17-38 Y280、…、Y315(IP44)外形尺寸及安装尺寸

机座号	极数	安装尺寸/mm										外形尺寸/mm				
		A	A/2	B	C	D	E	F	G	H	K	AB	AC	AD	HD	L
315S	2	508	254	457	216	65	140	18	58	315	28	744	645	576	865	1240
	4, 6, 8, 10					80	170	22	71							1270
315M	2			508		65	140	18	58							1310
	4, 6, 8, 10					80	170	22	71							1340
315L	2					65	140	18	58							1310
	4, 6, 8, 10					80	170	22	71							1340

2.Y 系列(IP44)三相异步电动机(机座号 355)

(1) 概述 Y 系列(IP44)全封闭笼型三相异步电动机是我国 80 年代统一设计的系列产品，其功率等级、安装尺寸、电气性能指标均符合中华人民共和国行业标准《Y 系列(IP44)三相异步电动机技术条件(机座号 355)》JB5274—91 的规定。

该系列电动机具有效率高、节能、性能好、噪声低、振动小、运行可靠、使用维护方便等特点。适用于驱动各种机械设备，如通风机、水泵、压缩机、破碎机、搅拌机、球磨机、运输机、化工机械、矿山机械等。

(2) 订货须知

1) 订货时须注明电动机型号、外壳防护等级、功率、同步转速、电压、频率、安装结构形式等。

例 Y355L2-6(IP44)、250kW、1000r/min、50Hz、IMB3。

2) 对频率、电压、使用环境等有特殊要求，请在合同中详细说明，并事先与制造厂联系。

(3) 技术数据(表 17-39)

表 17-39 Y355(IP44)技术数据 (380V、50Hz)

型号	额定功率/kW	同步转速/(r/min)	定子电流/A	效率/%	功率因数 cosφ	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
355M1-2	220	3000	395	94.2	0.89	6.9	1.2	2.2
355M2-2	250	3000	445	94.5	0.90	7.0	1.2	2.2
355L1-2	280	3000	497	94.7	0.90	7.1	1.2	2.2
355M1-4	220	1500	393	94.4	0.87	6.8	1.4	2.2
355M2-4	250	1500	443	94.7	0.87	6.8	1.4	2.2
355L1-4	280	1500	495	94.9	0.87	6.8	1.4	2.2
355M1-6	160	1000	292	94.1	0.86	6.7	1.3	2.0
355M2-6	185	1000	336	94.3	0.86	6.7	1.3	2.0
355M3-6	200	1000	361	94.3	0.86	6.7	1.3	2.0
355L1-6	220	1000	397	94.5	0.86	6.7	1.3	2.0
355L3-6	250	1000	450	94.7	0.86	6.7	1.3	2.0
355M2-8	132	750	257	93.8	0.81	6.3	1.3	2.0
355M3-8	160	750	312	94.0	0.81	6.3	1.3	2.0

PLC WORLD

（续）

型　号	额定功率 /kW	同步转速 /(r/min)	定子电流 /A	效　率 /%	功率因数 cosφ	堵转电流 额定电流	堵转转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩
355L2-8	185	750	358	94.2	0.81	6.3	1.3	2.0
355L3-8	200	750	388	94.3	0.81	6.3	1.3	2.0
355M1-10	90	600	180	93.0	0.77	6.0	1.2	2.0
355M2-10	110	600	219	93.2	0.78	6.0	1.2	2.0
355L2-10	132	600	258	93.5	0.78	6.0	1.2	2.0

（4）外形图及安装尺寸和外形尺寸(图 17-6 及表 17-40)

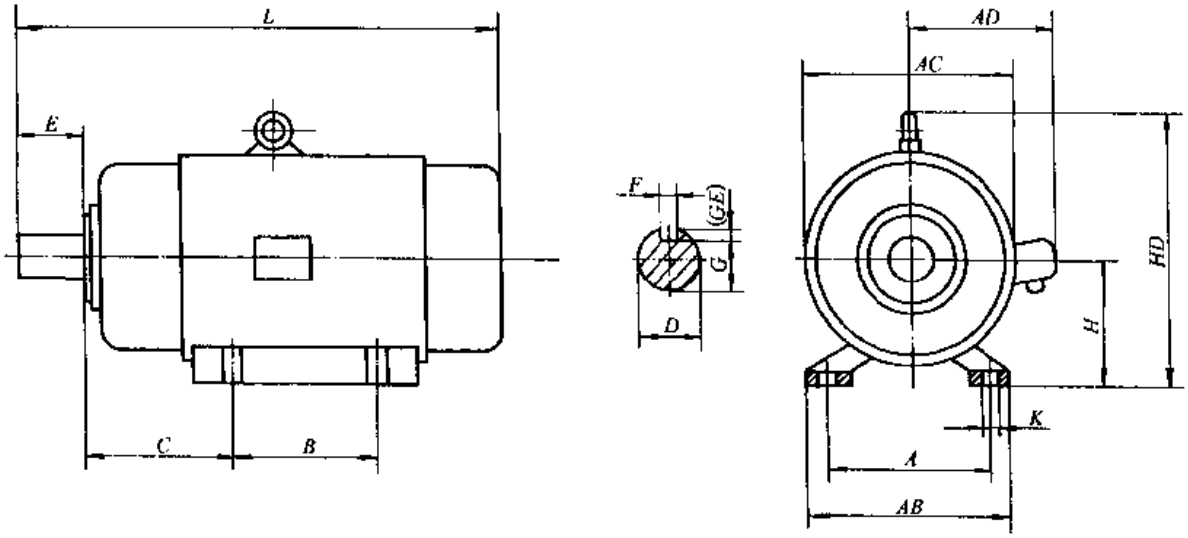


图 17-6　Y355 (IP44)机座带底脚、端盖上无凸缘的电动机(IMB3)外形图

表 17-40　IMB3 机座带底脚、端盖上无凸缘的电动机安装及外形尺寸表　(mm)

机座号	极　数	安装尺寸									外形尺寸				
		A	B	C	D	E	F	G	H	K	AB	AC	AD	HD	L
355M	2	610	560	254	75	140	20	67.5	355	28	740	750	680	1035	1540
	4 ~ 10				95	170	25	85							1570
355L	2		630		75	140	20	67.5							1540
	4 ~ 10				95	170	25	85							1570

3.Y 系列(IP23)三相异步电动机(机座号 315 ~ 355)

（1）概述　Y 系列(IP23)电动机是一般用途三相异步电动机，是我国 80 年代统一设计系列产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合中华人民共和国行业标准《Y 系列(IP23)三相异步电动机技术条件(机座号 315 ~ 355)》JB5272—91 的规定。

该系列电动机具有高效、节能、起动转矩大、性能好、噪声低、振动小、可靠性高、使用维护方便等特点。适用于驱动各种无特殊性能要求的机械设备，如机床、水泵、风机、压缩机、运输机械等。

（2）订货须知

1）订货时请注明电动机的型号、外壳防护等级、功率、同步转速、电压、频率、安装结

PLC WORLD

构形式等。

例　Y355L2-8（IP23）、250kW、750r/min、380V、50Hz、IMB3。

2）对频率、电压、使用环境等有特殊要求，请在合同中详细说明，并请事先与制造厂联系。

（3）技术数据（表 17-41）

表 17-41　Y315、…、Y355（IP23）技术数据　　（380V、50Hz）

型　号	额定功率 /kW	同步转速 /(r/min)	定子电流 /A	效　率 /%	功率因数 $\cos\varphi$	堵转电流 额定电流	堵转转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	质　量 /kg
Y315S-2	160	3000	288	92.5	0.90	6.8	1.4	2.0	870
Y315M1-2	185	3000	334	92.5	0.90	6.8	1.4	2.0	915
Y315M2-2	200	3000	359	93.0	0.90	6.8	1.4	2.0	925
Y315M3-2	220	3000	402	93.5	0.90	6.8	1.4	2.0	960
Y315M4-2	250	3000	451	93.8	0.88	6.8	1.2	2.0	980
Y355M2-2	280	3000	497	94.0	0.88	6.5	1.0	1.8	1300
Y315S-4	160	1500	298	93.0	0.88	6.5	1.4	2.0	870
Y315M1-4	185	1500	342	93.5	0.88	6.8	1.4	2.0	985
Y315M2-4	200	1500	366	93.8	0.88	6.8	1.4	2.0	1015
Y315M3-4	220	1500	403	94.0	0.88	6.8	1.4	2.0	1045
Y315M4-4	250	1500	456	94.3	0.88	6.8	1.2	2.0	1075
Y355M2-4	280	1500	497	94.3	0.89	6.5	1.2	1.8	1300
Y315S-6	110	1000	206	93.0	0.87	6.5	1.3	1.8	915
Y315M1-6	132	1000	245	93.5	0.87	6.5	1.3	1.8	990
Y315M2-6	160	1000	297	93.8	0.87	6.5	1.3	1.8	1050
Y355M1-6	185	1000	337	94.0	0.87	6.0	1.1	1.8	1380
Y315M2-6	200	1000	363	94.0	0.87	6.0	1.1	1.8	1450
Y355M3-6	220	1000	399	94.0	0.88	6.0	1.1	1.8	1520
Y355M4-6	250	1000	450	94.3	0.88	6.0	1.1	1.8	1640
Y355L1-6	280	1000	504	94.3	0.88	6.0	1.1	1.8	1710
Y315S-8	90	750	181	92.2	0.81	6.0	1.3	1.8	915
Y315M-18	110	750	222	92.8	0.81	6.0	1.3	1.8	990
Y315M2-8	132	750	262	93.3	0.81	6.0	1.3	1.8	1050
Y355M2-8	160	750	313	93.5	0.81	5.5	1.1	1.8	1370
Y355M3-8	185	750	362	93.5	0.81	5.5	1.1	1.8	1440
Y355M4-8	200	750	391	93.5	0.81	5.5	1.1	1.8	1510
Y355L1-8	220	750	427	94.0	0.81	5.5	1.1	1.8	1630
Y355L2-8	250	750	485	94.0	0.79	5.5	1.1	1.8	1700
Y315S-10	55	600	123	91.5	0.74	5.5	1.2	1.8	870
Y315M1-10	75	600	165	92.0	0.75	5.5	1.2	1.8	990
Y315M2-10	90	600	190	92.0	0.76	5.5	1.2	1.8	1050
Y355M2-10	110	600	232	92.5	0.78	5.5	1.0	1.8	1300

PLC WORLD

（续）

型号	额定功率/kW	同步转速/(r/min)	定子电流/A	效率/%	功率因数 cosφ	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	质量/kg
Y355M3-10	132	600	274	92.8	0.79	5.5	1.0	1.8	1370
Y355L1-10	160	600	332	92.8	0.79	5.5	1.0	1.8	1470
Y355L2-10	185	600	383	93.0	0.79	5.5	1.0	1.8	1540
Y355M4-12	90	500	201	92.0	0.74	5.5	1.0	1.8	1300
Y355L1-12	110	500	241	92.3	0.75	5.5	1.0	1.8	1400
Y355L2-12	132	500	289	92.5	0.75	5.5	1.0	1.8	1470

（4）Y315、…、Y355（IP23）外形图、外形尺寸及安装尺寸（图 17-7 及表 17-42）

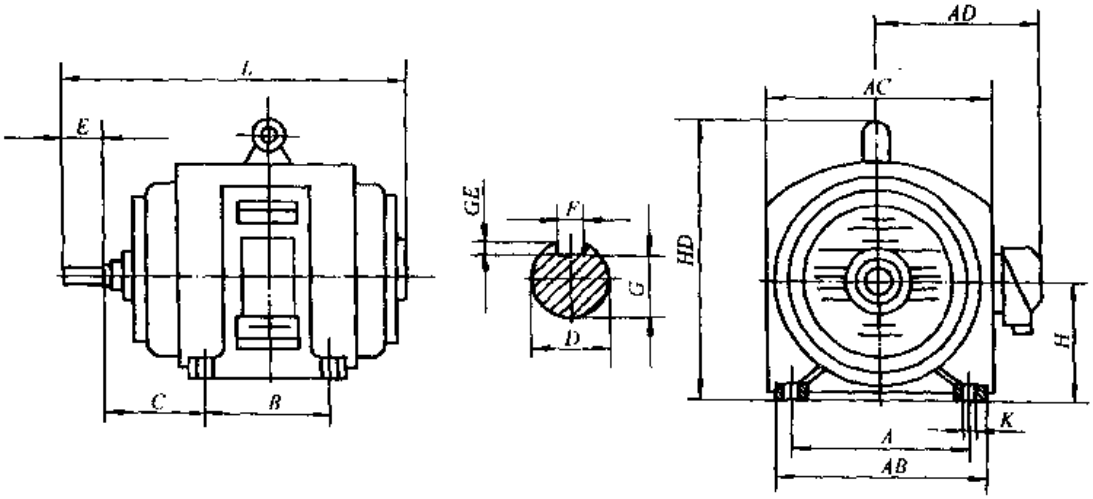


图 17-7 Y315、…、Y355（IP23）外形图

表 17-42 Y315、…、Y355（IP23）外形尺寸及安装尺寸

机座号	极数	安装尺寸/mm									外形尺寸/mm			
		A	B	C	D	E	F	G	H	K	AC	AD	HD	L
315S	2	508	406	216	70	140	20	62.5	315	28	792	586	928	1130
	4～10				90	170	25	81						1160
315M	2		457		70	140	20	62.5						1240
	4～10				90	170	25	81						1270
355M	2	610	560	254	75	140	20	67.5	355	28	980	630	1120	1550
	4～12				100	210	28	90						1620
355L	2		630		75	140	20	67.5						1620
	4～12				100	210	28	90						1690

4.YR 系列（IP23）三相异步电动机（机座号 315～355）

（1）概述 YR 系列（IP23）电动机是一般用途三相异步电动机，是我国 80 年代统一设计系列产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合中华人民共和国行业标准《YR 系列（IP23）三相异步电动机技术条件（机座号 315～335）》JB5270—91 的规定。本系列电动机具有高

PLC WORLD

效、节能、起动转矩大、在一定范围内可调速、性能好、噪声低、振动小、可靠性高、使用维护方便等特点。它广泛使用于下述场合：1)需要比笼型更大的堵转转矩;2)输电线路容量不足以起动笼型电动机;3)起动时间较长和起动比较频繁;4)需要小范围内调速;5)联成“电轴”作同步转动等，如压缩机、压榨机、卷扬机、拉丝机、传输机、印刷机等。

(2) 订货须知

1) 订货时请注明电动机的型号、外壳防护等级、功率、同步转速、电压、频率、安装结构形式等。

例 YR315M2-8 (IP23)、132kW、750r/min、380V、50Hz、IMB3。

2) 对频率、电压、使用环境等有特殊要求，请在合同中详细说明，并请事先与制造厂联系。

(3) 技术数据(表 17-43)。

表 17-43 YR315、…、YR355 (IP23)技术数据 (380V、50Hz)

型号	额定功率/kW	同步转速/(r/min)	定子电流/A	效率/%	功率因数 $\cos\varphi$	最大转矩/额定转矩	转子		质量/kg
							电压/V	电流/A	
YR315S-4	160	1500	289	92.5	0.87	1.8	317	313	980
YR315M1-4	185	1500	332	92.8	0.87	1.8	351	325	1040
YR315M2-4	200	1500	352	93.3	0.87	1.8	379	326	1100
YR315M3-4	220	1500	392	93.3	0.87	1.8	396	341	1120
YR315M4-4	250	1500	440	93.5	0.87	1.8	453	338	1140
YR355M2-4	280	1500	510	93.8	0.89	1.8	292	596	1550
YR315S-6	110	1000	203	92.5	0.86	1.8	268	258	980
YR315M1-6	132	1000	244	92.5	0.86	1.8	306	270	1070
YR315M2-6	160	1000	295	93.3	0.86	1.8	358	279	1140
YR355M1-6	185	1000	342	93.3	0.86	1.8	208	534	1470
YR355M2-6	200	1000	367	93.5	0.86	1.8	224	534	1540
YR355M3-6	220	1000	404	93.5	0.87	1.8	243	542	1610
YR355M4-6	250	1000	456	93.8	0.87	1.8	265	566	1730
YR355L1-6	280	1000	509	93.8	0.87	1.8	294	569	1800
YR315S-8	90	750	181	92.0	0.79	1.8	246	223	980
YR315M1-8	110	750	222	92.5	0.79	1.8	294	225	1060
YR315M2-8	132	750	260	92.8	0.79	1.8	327	252	1130
YR355M2-8	160	750	316	93.3	0.81	1.8	208	463	1460
YR355M3-8	185	750	366	93.3	0.81	1.8	231	482	1530
YR355M4-8	200	750	394	93.3	0.81	1.8	261	460	1600
YR355L1-8	220	750	432	93.5	0.81	1.8	285	463	1720
YR355L2-8	250	750	490	93.5	0.80	1.8	333	449	1790
YR315S-10	55	600	125	90.0	0.74	1.8	152	229	940
YR315M1-10	75	600	167	91.0	0.74	1.8	200	235	1060
YR315M2-10	90	600	193	91.5	0.75	1.8	217	262	1130
YR355M2-10	110	600	233	92.0	0.78	1.8	226	305	1390

PLC WORLD

（续）

型号	额定功率/kW	同步转速/(r/min)	定子电流/A	效率/%	功率因数 cosφ	最大转矩/额定转矩	转子 电压/V	转子 电流/A	质量/kg
YR355M3-10	132	600	275	92.3	0.79	1.8	247	338	1460
YR355L1-10	160	600	333	92.3	0.79	1.8	271	373	1560
YR355L2-10	185	600	385	92.5	0.79	1.8	301	385	1630
YR355M4-12	90	500	203	91.0	0.74	1.8	187	304	1390
YR355L1-12	110	500	244	91.3	0.75	1.8	206	341	1490
YR35512-12	132	500	292	91.5	0.75	1.8	229	368	1560

（4）YR315、…、YR355（IP23）外形图、外形尺寸及安装尺寸　见图 17-8 及表 17-44。

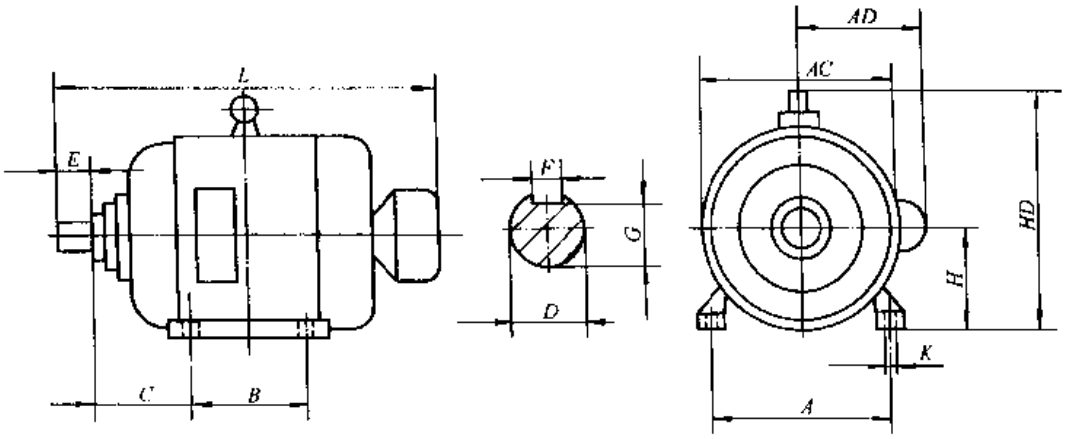


图 17-8　YR315、…、YR355（IP23）外形图

表 17-44　YR315、…、YR355（IP23）外形尺寸及安装尺寸　（mm）

机座号	安装尺寸 A	B	C	D	E	F	G	H	K	外形尺寸 AC	AD	HD	L
315S	508	406	216	90	170	25	81	315	28	792	586	928	1710
315M		457											1820
355M	610	560	254	100	210	28	90	355	28	980	630	1120	2170
355L		630											2240

5.Y 系列高压三相异步电动机(机座号 355～630)

（1）概述　Y 系列高压三相异步电动机是我国引进美国西屋公司先进技术，80 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合中华人民共和国机械行业标准《Y 系列高压三相异步电动机技术条件(机座号 355～630)》JB/T7593—94 的规定。

该系列电动机具有高效、节能、噪声低、振动小、运行安全可靠、安装维护方便等特点。适用于一般用途的各种机械，如风机、压缩机、水泵等作原动机用。

本系列电动机外壳防护等级为 IP23 或 IP44（管道通风）。电动机的冷却方法为 IC01、IC11、IC21 或 IC31。电动机的结构及安装形式为 IMB3。额定频率为 50Hz，额定电压为 6000V 或 3000V。

（2）订货须知

PLC WORLD

1）订货时须注明电动机型号、外壳防护等级、功率、同步转速、电压、频率、安装形式等。如有其它特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

2）随着技术的进步和有关标准的修改，目录中所列数据仅供参考。如有改动，概不另行通知。

（3）主要技术数据(表 17-45)。

表 17-45 Y 系列高压三相异步电动机技术数据 (6000V、50Hz)

型 号	额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 $\cos\varphi$	堵转转矩 / 额定转矩	堵转电流 / 额定电流	最大转矩 / 额定转矩	质量 /kg
Y3551-2	220	26.5	3000	92.8	0.86	0.6	7	1.8	1500
Y3552-2	250	30.1	3000	92.9	0.86	0.6	7	1.8	1550
Y3553-2	280	33.7	3000	93.1	0.86	0.6	7	1.8	1600
Y3553-4	220	25.42	1500	93.3	0.85	1.03	5.15	1.8	1790
Y3554-4	250	29.11	1500	93.4	0.85	1.20	5.77	1.8	1840
Y3555-4	280	32.63	1500	93.5	0.86	1.31	6.04	1.8	2000
Y3555-6	220	27.13	1000	93.0	0.82	1.68	5.78	1.8	2180
Y3556-6	250	30.29	1000	93.3	0.82	1.57	5.45	1.8	2290
Y4002-6	280	33.8	1000	93.5	0.83	1.25	5.73	1.8	2290
Y4003-8	220	28.13	750	92.9	0.78	1.20	4.95	1.8	2300
Y4004-8	250	31.64	750	93.0	0.79	1.14	4.73	1.8	2380
Y4005-8	280	35.4	750	93.2	0.79	1.18	4.85	1.8	2480
Y4501-10	220	28.32	600	92.1	0.77	1.12	4.51	1.8	2880
Y4502-10	250	32.14	600	92.3	0.78	1.12	4.45	1.8	2930
Y4503-10	280	35.9	600	92.5	0.78	1.14	4.48	1.8	2980
Y4504-12	220	30.87	500	91.4	0.73	1.22	4.32	1.8	3000
Y4505-12	250	35.49	500	91.7	0.73	1.27	4.43	1.8	3130
Y5001-12	280	37.1	500	92.7	0.74	1.12	4.58	1.8	3840

（4）Y系列高压三相异步电动机外形图、安装尺寸和外形尺寸(限值) 见图17-9及表17-46。

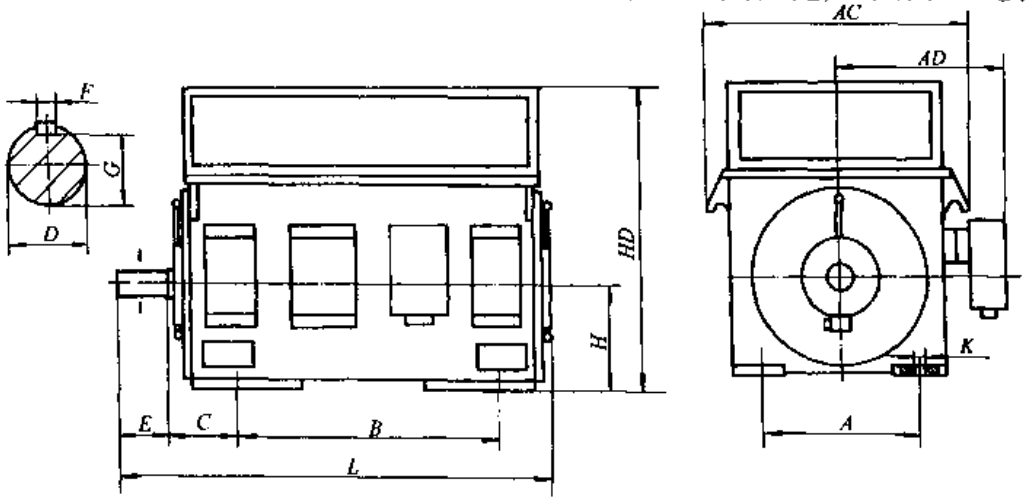


图 17-9 Y 系列高压三相异步电动机外形图

PLC WORLD

表 17-46 Y 系列高压三相异步电动机安装尺寸和外形尺寸 (mm)

机座	极数	安装尺寸									外形尺寸			
		A	B	C	D	E	F	G	H	K	AC	AD	HD	L
355	2/4~6	630	900	315	80/100	170/210	22/28	71/90	355	28	1100	800	1170	1870/1890
400	2/4~8	710	1000	375/335	90/110	170/210	25/28	81/100	400	35	1150	850	1330	2090/1980
450	2/4	800	1120	400/355	100/120	210	28/32	90/109	450	35	1300	900	1475	2340/2180
	6~12	800	1120	355	130	250	32	119	450	35	1300	900	1475	2180
500	2/4	900	1250	560/475	110/130	210/250	28/32	100/119	500	42	1420	965	1655	2790/2550
	6~12	900	1250	475	140	250	36	128	500	42	1420	965	1655	2550
560	2/4	900	1400	560/500	130/150	250	32/36	119/138	560	42	1600	1100	1850	3020/2900
	6~12	1000	1400	500	160	300	40	147	560	42	1600	1100	1850	2900
630	2/4	1120	1600	560/530	140/170	250/300	36/40	128/157	630	48	1800	1200	2050	3220/3100
	6~12	1120	1600	530	180	300	45	165	630	48	1800	1200	2050	3100

6. YR 系列高压三相异步电动机(机座号 355~630)

(1) 概述 YR 系列高压三相异步电动机是我国引进美国西屋公司先进技术，80 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合中华人民共和国机械行业标准《YR 系列高压绕线转子三相异步电动机技术条件(机座号 355~630)》JB/T7594—94 的规定。

该系列电动机具有高效、节能、噪声低、振动小、运行安全可靠、安装维护方便等特点，适用于一般用途的各种机械，如风机、压缩机、水泵等作原动机用。

本系列电动机外壳防护等级为 IP23 或 IP44(管道通风)。电动机的冷却方式为 IC01、IC11、IC21 或 IC31。电动机的传动及安装形式为 IMB3。额定频率为 50Hz，额定电压为 6000V 或 3000V。

(2) 订货须知

1) 订货时须注明电动机型号、外壳防护等级、功率、同步转速、电压、频率、安装形式等，如有其它特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

2) 随着技术的进步和有关标准的修改，目录中所列数据仅供参考。如有改动，概不另行通知。

(3) 主要技术数据(表 17-47)。

表 17-47 YR 系列高压三相异步电动机技术数据(设计值) (6000V、50Hz)

型号	额定功率/kW	额定电流/A	同步转速/(r/min)	效率/%	功率因数 cosφ	转子电压/V	转子电流/A	最大转矩/额定转矩	质量/kg
YR3551-4	220	26.5	1500	92.7	0.83	286	453	1.8	2200
YR3552-4	250	30.2	1500	93.0	0.84	317	463	1.8	2290
YR3553-4	280	33.5	1500	93.1	0.84	342	481	1.8	2370
YR4003-8	220	28.3	750	92.2	0.78	392	327.0	1.8	2600
YR4004-8	250	31.8	750	92.3	0.78	418	349.2	1.8	2690
YR4005-8	280	35.6	750	92.5	0.79	471	346.8	1.8	2750
YR4501-10	220	28.3	600	91.3	0.77	542.1	247.6	1.8	3310

PLC WORLD

（续）

型　号	额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 cosφ	转子电压 /V	转子电流 /A	最大转矩 / 额定转矩	质量 /kg
YR4502-10	250	32.1	600	90.5	0.77	583.4	261.2	1.8	3410
YR4503-10	280	35.9	600	91.8	0.78	631.9	269.2	1.8	3510
YR4504-12	220	30.8	500	90.4	0.72	514.1	258.8	1.8	3580
YR4505-12	250	35.4	500	91.5	0.72	584.2	258.4	1.8	3904

（4）YR系列高压三相异步电动机外形图、安装尺寸和外形尺寸　见图 17-10 及表 17-48。

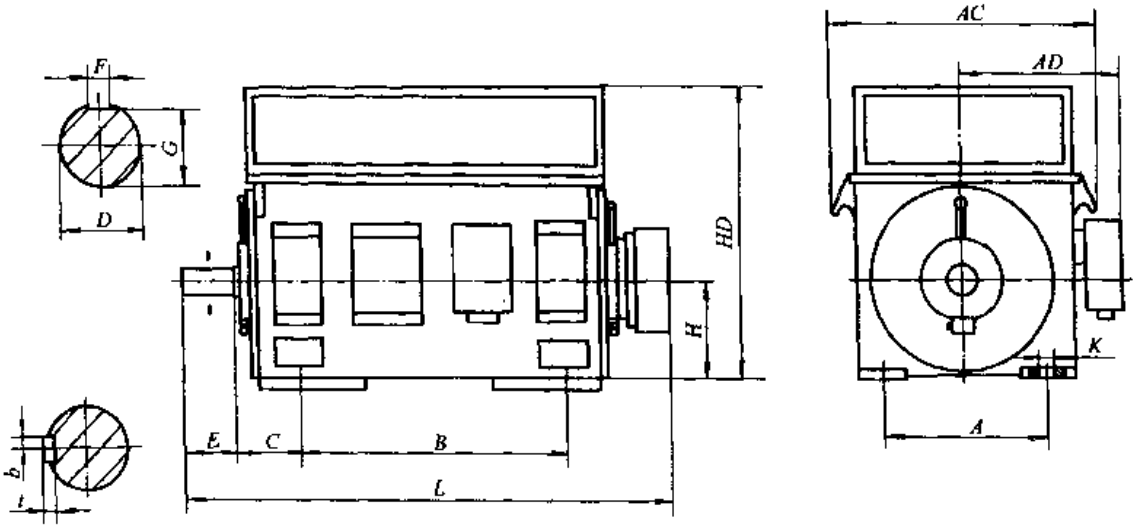


图 17-10　YR 系列高压三相异步电动机外形图

表 17-48　YR 系列高压三相异步电动机安装尺寸和外形尺寸　（mm）

机座号	极数	安装尺寸									外形尺寸			
		A	B	C	D	E	F	G	H	K	AC	AD	HD	L
355	4	630	900	315	100	210	28	90	355	28	1100	800	1170	2400
400	4～8	710	1000	355	110	210	28	100	400	35	1150	850	1330	2420
450	4	800	1120	355	120	210	32	109	450	35	1300	900	1475	2640
450	6～12	800	1120	355	130	250	32	119	450	35	1300	900	1475	2640
500	4	900	1250	475	130	250	32	119	500	42	1420	965	1655	2920
500	6～12	900	1250	475	140	250	36	128	500	42	1420	965	1655	2920
—	—	—	—	—	—	—	t	b	—	—	—	—	—	—
560	4	1000	1400 1600	500	150	250	11.4	39.7	560	42	1600	1100	1850	3200
560	6～12	1000	1400 1600	500	160	300	12.4	42.8	560	42	1600	1100	1850	3200
630	4	1120	1600 1800	530	170	300	12.4	44.2	630	48	1800	1200	2050	3460
630	6～12	1120	1600 1800	530	180	300	12.4	45.6	630	48	1800	1200	2050	3460

注：B 尺寸中，560 机座、1400 为集电环置于轴承外侧时数值，1600 为集电环置于轴承内侧时数值，16300 机座、1600 为集电环置于轴承外侧时数值，1800 为集电环置于轴承内侧时数值。

PLC WORLD

7.YKK、YKK-W系列高压三相异步电动机(机座号355～630)

(1) 概述 YKK、YKK-W系列高压三相异步电动机是我国90年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合机械电子工业部第一装备司企业标准《YKK、YKK-W系列高压三相异步电动机技术条件(试制用)(机座号355～630)(送审稿)》的规定。

该系列电动机具有高效、节能、噪声低、振动小、运行安全可靠、安装维护方便等特点，适用于驱动各种不同机械设备，如通风机、水泵、压缩机、破碎机、搅拌机、球磨机、运输机械、化工机械、矿山机械等。YKK系列外壳防护等级为IP44，适用于户内环境；YKK-W系列则为IP54，适宜户外含有尘埃、盐分、潮湿等环境中使用。

本系列电动机额定频率为50Hz，额定电压为6000V或3000V，冷却方法为IC0161(空-空冷型)，结构及安装形式为IMB3。

(2) 订货须知

1) 请在订货时注明以下各项：电动机型号、外壳防护等级、功率、电压、频率、同步转速、冷却方法、安装形式、环境条件等。

2) 用户如有特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

3) 随着技术的进步和有关标准的修改，产品目录中的技术参数有所变动，恕不另行通知。

(3) 技术数据(表17-49)

表17-49 YKK、YKK-W系列技术数据 (6000V、50Hz)

机座号		额定功率/kW	额定电流/A	同步转速/(r/min)	效率/%	功率因数 $\cos\varphi$	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	质量/kg
355	1	185	22.6	1500	92.8	0.85	6.5	0.8	1.8	
	2	200	24.4	1500	92.9	0.85	6.5	0.8	1.8	
	3	220	26.8	1500	93.0	0.85	6.5	0.8	1.8	
	4	250	30.4	1500	93.1	0.85	6.5	0.8	1.8	
400	2	280	33.6	1500	93.2	0.86	6.5	0.8	1.8	
400	1	185	23.5	1000	92.4	0.82	6.0	0.8	1.8	
	2	200	25.3	1000	92.6	0.82	6.0	0.8	1.8	
	3	220	27.8	1000	92.8	0.82	6.0	0.8	1.8	
	4	250	31.5	1000	93.0	0.82	6.0	0.8	1.8	
	5	280	35.2	1000	93.3	0.82	6.0	0.8	1.8	
400	4	185	24.7	750	92.5	0.78	5.5	0.8	1.8	
	5	200	26.6	750	92.7	0.78	5.5	0.8	1.8	
	6	220	29.2	750	92.9	0.78	5.5	0.8	1.8	
450	2	250	32.7	750	93.0	0.79	5.5	0.8	1.8	
	3	280	36.6	750	93.2	0.79	5.5	0.8	1.8	
450	1	185	25.9	600	91.7	0.75	5.5	0.8	1.8	
	2	200	27.9	600	91.9	0.75	5.5	0.8	1.8	
	3	220	30.6	600	92.1	0.75	5.5	0.8	1.8	
	4	250	34.8	600	92.3	0.75	5.5	0.8	1.8	
450	5	280	38.8	600	92.5	0.75	5.5	0.8	1.8	
450	4	185	27.7	500	91.8	0.70	5.5	0.8	1.8	
	5	200	29.9	500	92.0	0.70	5.5	0.8	1.8	
500	1	220	31.9	500	92.2	0.72	5.5	0.8	1.8	
	2	250	36.1	500	92.5	0.72	5.5	0.8	1.8	
	3	280	40.4	500	92.7	0.72	5.5	0.8	1.8	

PLC WORLD

(4) YKK、YKK-W 系列外形图、安装尺寸和外形尺寸(图 17-11 及表 17-50)。

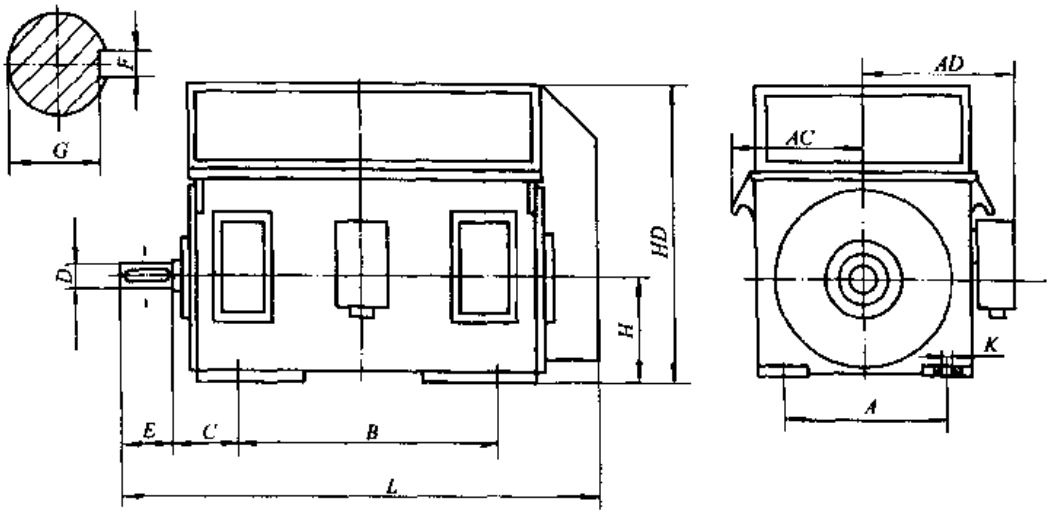


图 17-11　YKK、YKK-W 系列外形图

表 17-50　YKK、YKK-W 系列安装尺寸和外形尺寸　(mm)

机座号	极数	安装尺寸										外形尺寸			
		A	B	C IP44	C IP54	D	E	F	G	H	K	AC	AD	HD	L
355	4	630	900	315		100	210	28	90	355	28	560	900	1500	2200
400	4～8	710	1000	335		110	210	28	100	400	35	630	950	1700	2400
450	4	800	1120	355		120	210	32	109	450	35	710	1000	1900	2600
	6～12					130	250		119						
500	4	900	1250	475	530	130	250	32	119	500	42	800	1050	2200	3000
	6～12					140	250	36	128						

8.YRKK、YRKK-W 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355～6301)

(1) 概述　YRKK、YRKK-W 系列高压绕线转子三相异步电动机是我国 90 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合机械电子工业部第一装备司企业标准《YRKK、YRKK-W 系列高压绕线转子三相异步电动机技术条件(试制用)(机座号 355～630)(送审稿)》的规定。

该系列电动机具有高效、节能、噪声低、振动小、运行安全可靠、安装维护方便等特点，适用于驱动各种不同机械，如卷扬机、通风机、压缩机、水泵、破碎机、球磨机、运输机械、化工机械、矿山机械等。YRKK 系列外壳防护等级为 IP44，适用于户内环境；YRKK-W 系列则为 IP54，适宜户外含有尘埃、盐分、潮湿等环境中使用。

该系列电动机额定频率为 50Hz，额定电压为 6000V 或 3000V，冷却方法为 IC0161(空-空冷型)，结构及安装形式为 IMB3。

(2) 订货须知

1) 请在订货时注明以下各项：电动机型号、外壳防护等级、功率、电压、频率、同步转速、冷却方法、安装形式、轴伸键类别(平键或切向键)、环境条件等。

2) 用户如有特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

PLC WORLD

3）随着技术的进步和有关标准的修改，产品目录中的技术参数有所变动，恕不另行通知。

（3）主要技术数据（表 17-51）

表 17-51 YRKK、YRKK-W 系列技术数据 （6000V、50Hz）

机座号		额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 cosφ	转子电压 /V	转子电流 /A	最大转矩 / 额定转矩	质量 /kg
355	1	185	23.3	1500	92.0	0.83	198	407.9	1.8	
	2	200	25.1	1500	92.2	0.83	204	427	1.8	
	3	220	27.6	1500	92.4	0.83	215	447	1.8	
	1	250	30.9	1500	92.7	0.84	235	455.4	1.8	
	2	280	34.6	1500	92.8	0.84	259	462.3	1.8	
400	1	185	23.6	1000	91.9	0.82	174	470.3	1.8	
	2	200	25.5	1000	92.1	0.82	187	472.1	1.8	
	3	220	28.0	1000	92.3	0.82	197	491.8	1.8	
	4	250	31.7	1000	92.5	0.82	222	494.9	1.8	
	5	280	35.5	1000	92.6	0.82	232	529.8	1.8	
400	4	185	24.9	750	91.8	0.78	241	357.4	1.8	
	5	200	26.8	750	92.0	0.78	272	341.6	1.8	
450	1	220	29.1	750	92.2	0.79	325	309.8	1.8	
	2	250	33.0	750	92.3	0.79	352	324.7	1.8	
	3	280	36.9	750	92.5	0.79	384	332.6	1.8	
450	1	185	26.1	600	90.9	0.75	298	295.7	1.8	
	2	200	28.2	600	91.1	0.75	321	296.1	1.8	
	3	220	30.9	600	91.3	0.75	348	299.8	1.8	
	4	250	35.1	600	91.5	0.75	379	312.1	1.8	
500	1	280	38.6	600	91.8	0.76	399	326.7	1.8	
450	1	185	28.1	500	90.6	0.70	283	334	1.8	
450	2	200	30.3	500	90.8	0.70	321	317.7	1.8	
500	1	220	32.3	500	91.0	0.72	297	371.7	1.8	
	2	250	36.6	500	91.3	0.72	321	389.5	1.8	
	3	280	40.8	500	91.7	0.72	349	399.5	1.8	

（4）YRKK、YRKK-W 系列外形图、安装尺寸和外形尺寸（图 17-12 及表 17-52）

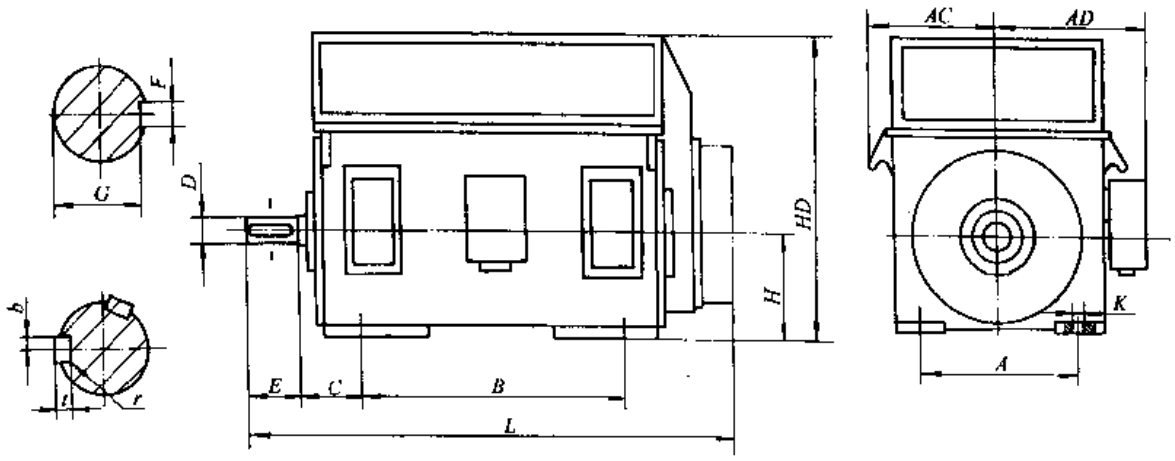


图 17-12 YRKK、YRKK-W 系列安装尺寸和外形尺寸

PLC WORLD

表 17-52 YRKK、YRKK-W 系列安装尺寸和外形尺寸 (mm)

机座号	极数	安装尺寸														外形尺寸			
		A	B	C IP44	C IP54	D	E	F	G	t	b	r		H	K	AC	AD	HD	L
355	4	630	1) 900 1250	315		100	210	28	90	9.3	20.0	0.4	0.6	355	28	560	900	1500	2450
400	4~8	710	1) 1000 1250	335		110	210	28	100	9.3	30.6			400	35	630	950	1700	2600
450	4	800	1) 1120 1400	355		120	210	32	109	10.3	33.6	0.7	1.0	450	35	710	1000	1900	2800
	6~12					130	250		119		35.1								
500	4	900	1) 1250 1400	475	530	130	250	32	119	10.3	35.1			500	42	800	1050	2200	3200
	6~12					140		36	128	11.4	38.3								

9.YKS、YKS-W YQF 系列高压三相异步电动机(机座号 355~630)

(1) 概述 YKS、YKS-W、YQF 系列高压三相异步电动机是我国 90 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合机械电子工业部第一装备司企业标准《YKS、YKS-W、YQF 系列高压三相异步电动机技术条件(试制用)(机座号 355~630)(送审稿)》的规定。

该系列电动机具有高效、节能、噪声低、振动小、运行安全可靠、安装维护方便等特点，适用于驱动各种不同机械设备，如通风机、水泵、压缩机、破碎机、磨煤机、切削机床、塑料或橡胶机械、运输机械及其它设备等，并可供矿山、化工机械、冶金、发电厂及各种工矿企业中供原动机之用。YKS 系列外壳防护等级为 IP44，适用于户内环境；YKS-W 系列则为 IP54，适宜户外含有尘埃、盐分、潮湿等环境中使用；YQF 系列为 IPW24，适用于户外一般环境中使用。

该系列电动机额定频率为 50Hz，额定电压为 6000V 或 3000V，冷却方法 YKS、YKS-W 系列为 ICW37A81 (空-水冷型)，YQF 系列为 IC0 (气候防护型)，结构及安装形式为 IMB3。

(2) 订货须知

1) 请在订货时注明以下各项：电动机型号、外壳防护等级、功率、电压、频率、同步转速、冷却方法、安装形式、环境条件等。

2) 用户如有特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

3) 随着技术的进步和有关标准的修改，产品目录中的技术参数有所变动，恕不另行通知。

(3) 技术数据(表 17-53)

表 17-53 YKS、YKS-W、YQF 系列技术数据 (6000V、50Hz)

机座号		额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 cosφ	堵转电流 / 额定电流	堵转转矩 / 额定转矩	最大转矩 / 额定转矩	质量 /kg
355	1	220	26.7	1500	93.3	0.85	6.5	0.8	1.8	
	2	250	30.3	1500	93.4	0.85	6.5	0.8	1.8	
	3	280	33.5	1500	93.5	0.86	6.5	0.8	1.8	
355	3	220	27.8	1000	93.0	0.82	6.0	0.8	1.8	
	4	250	31.4	1000	93.3	0.82	6.0	0.8	1.8	

PLC WORLD

（续）

机座号		额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 cosφ	堵转电流 / 额定电流	堵转转矩 / 额定转矩	最大转矩 / 额定转矩	质量 /kg
	2	280	34.7	1000	93.5	0.83	6.0	0.8	1.8	
400	3	220	29.2	750	92.9	0.78	5.5	0.8	1.8	
	4	250	32.7	750	93.0	0.79	5.5	0.8	1.8	
	5	280	36.6	750	93.2	0.79	5.5	0.8	1.8	
450	1	220	30.2	600	92.1	0.76	5.5	0.8	1.8	
	2	250	33.8	600	92.3	0.77	5.5	0.8	1.8	
	3	280	37.8	600	92.5	0.77	5.5	0.8	1.8	
450	4	220	32.2	500	91.4	0.72	5.5	0.8	1.8	
	5	250	36.4	500	91.7	0.72	5.5	0.8	1.8	
500	1	280	39.8	500	92.7	0.73	5.5	0.8	1.8	

(4) YKS、YKS-W、YQF 系列外形图、安装尺寸和外形尺寸(图 17-13 及表 17-54)

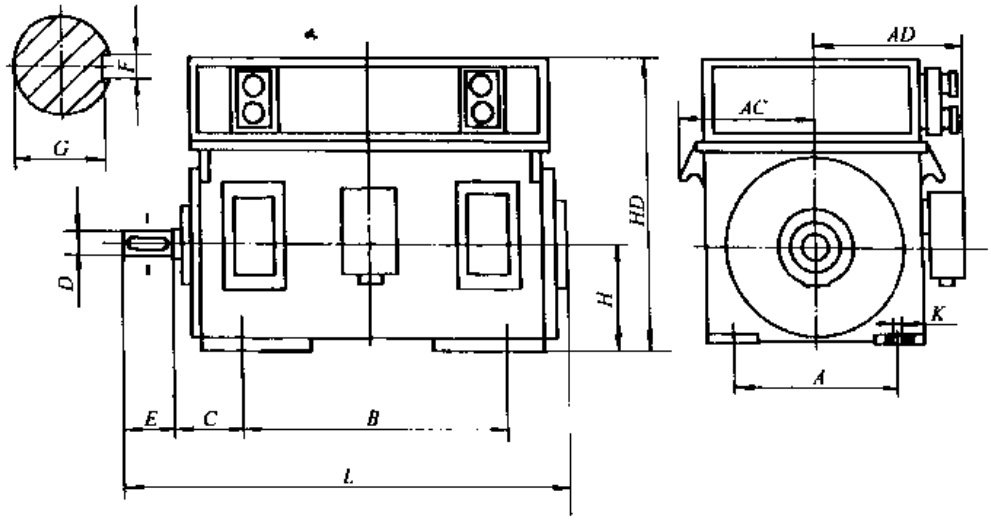


图 17-13 YKS、YKS-W、YQF 系列外形图

表 17-54 YKS、YKS-W、YQF 系列安装尺寸和外形尺寸 (mm)

机座号	极数	安装尺寸 A	B	C IP44 IPW24	C IP54	D	E	F	G	H	K	外形尺寸 AC YKS YKS-W / YQF	AD	HD YKS YKS-W / YQF	L
355	4	630	900	315		100	210	28	90	355	28	560/700	900	2150/1650	2000
400	4～8	710	1000	335		110	210	28	100	400	35	630/750	950	2350/1850	2200
450	4	800	1120	355		120	210	32	109	450	35	710/800	1000	2500/2100	2400
	6～12					130	250		119						
500	4	900	1250	475	530	130	250	32	119	500	42	800/950	1050	2500/2250	2700
	6～12					140	250	36	128						
560	4	1000	1400	500	560	150	250	36	138	560	42	900/1100	1150	2550	2900
	6～12					160	300	40	147						

PLC WORLD

10. YRKS、YRKS-W、YRQF 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355～630)

(1) 概述 YRKS、YRKS-W、YRQF 系列高压绕线转子三相异步电动机是我国 90 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合机械电子工业部第一装备司企业标准《YRKS、YRKS-W、YRQF 系列高压绕线转子三相异步电动机技术条件(试制用)(机座号 355～630)(送审稿)》的规定。

该系列电动机具有高效、节能、噪声低、振动小、运行安全可靠、安装维护方便等特点，适用于驱动各种不同的机械设备，如通风机、水泵、压缩机、破碎机、磨煤机、切削机床、塑料或橡胶机械、运输机械及其它设备等，并可供矿山、化工、机械、冶金、发电厂及各种工矿企业中供原动机之用。YRKS 系列外壳防护等级为 IP44，适用于户内环境；YRKS-W 系列则为 IP54，适宜户外含有尘埃、盐分、潮湿等环境中使用；YRQF 系列为 IPW24，适用于户外一般环境中使用。

该系列电动机额定频率为 50Hz，额定电压为 6000V 或 3000V，冷却方法 YRKS、YRKS-W 系列为 ICW37A81 (空-水冷型)，YRQF 系列为 ICO (气候防护型)，结构及安装形式为 IMB3。

(2) 订货须知

1) 请在订货时注明以下各项：电动机型号、外壳防护等级、功率、电压、频率、同步转速、冷却方法、安装型式、轴伸键类别(平键或切向键)、环境条件等。

2) 用户如有特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

3) 随着技术的进步和有关标准的修改，产品目录中的技术参数有所变动，恕不另行通知。

(3) 技术数据(表 17-55)

表 17-55 YRKS、YRKS-W、YRQF 系列技术数据 (6000V、50Hz)

机座号		额定功率/kW	额定电流/A	同步转速/(r/min)	效率/%	功率因数 cosφ	转子电压/V	转子电流/A	最大转矩/额定转矩	质量/kg
355	1	220	27.5	1500	92.7	0.83	339	416	1.8	
	2	250	30.8	1500	93.0	0.84	365	439	1.8	
	3	280	34.5	1500	93.1	0.84	395	453	1.8	
400	1	220	28.3	1000	92.5	0.81	435	328	1.8	
	2	250	31.6	1000	92.7	0.82	489	330	1.8	
	3	280	35.4	1000	92.8	0.82	513	353	1.8	
400	3	220	29.4	750	92.2	0.78	531	270	1.8	
	4	250	33.4	750	92.3	0.78	531	311	1.8	
400	5	280	36.9	750	92.5	0.79	575	322	1.8	
450	1	220	30.5	600	91.3	0.76	602	242	1.8	
	2	250	34.6	600	91.5	0.76	652	254	1.8	
	3	280	38.1	600	91.8	0.77	712	260	1.8	
450	4	220	33.0	500	90.4	0.71	544	273	1.8	
450	5	250	37.4	500	90.5	0.71	521	270	1.8	
500	1	280	40.8	500	91.7	0.72	684	277	1.8	

(4) YRKS、YRKS-W、YRQF 系列外形图、安装尺寸和外形尺寸(图 17-14 及表 17-56)

11. Y、YKS 系列 10kV 三相异步电动机(机座号 450～630)

(1) 概述 Y 系列 10kV 三相异步电动机是我国 90 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合中华人民共和国机械行业《Y系列10kV三相异步电动机技术

PLC WORLD

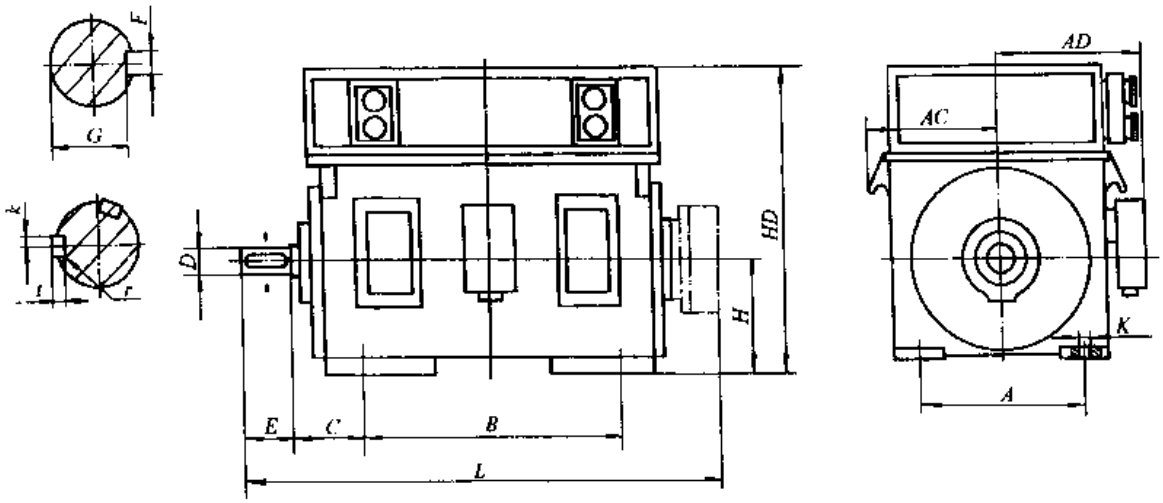


图 17-14 YRKS、YRKS-W、YRQF 系列外形图

表 17-56 YRKS、YRKS-W、YRQF 系列安装尺寸和外形尺寸 (mm)

机座号	极数	安装尺寸											外形尺寸					
		A	B	C IP44 IPW24	C IP54	D	E	F	G	s	b	r 最小尺寸	r 最大尺寸	H	K	AC YRKS YRKS-W / YRQF	AD	HD YRKS YRKS-W / YRQF	L
355	4	630	1) 900 1250	315		100	210	28	90	9.3	29.0	0.4	0.6	355	28	560/700	900	2150-1650	2200
400	4~8	710	1) 1000 1250	335		110	210	28	100	9.3	30.6			400	35	630/750	950	2350/1850	2400
450	4	800	1) 1120 1400	355		120	210	32	109	10.3	33.6	0.7	2.0	450	35	710/800	1000	2500/2100	2600
	6~12					130	250		119		35.1								
500	4	900	1) 1250 1400	475	530	130	250	32	119	10.3	35.1			500	42	800/950	1050	2500/2250	2950
	6~12					140		36	128	11.4	38.3								

条件(机座号 450~630)(试制用)》的规定。

该系列电动机能直接用于 10kV 电网，同 6kV 电动机相比具有简化设备、运行可靠、节省投资、降低能耗等特点。可用于驱动如通风机、压缩机、水泵、球磨机、破碎机等通用机械，在矿山、机械、化工、石油、发电厂等各种工矿企业作原动机用。

该系列电动机额定频率为 50Hz，额定电压为 10kV，冷却方法为 IC0、IC1、IC2、IC3，结构及安装形式为 IMB3。电动机外壳防护等级为 IP23 或 IP44 (管道通风)。YKS 系列则为带空-水冷却器的封闭型结构，外壳防护等级为 IP44。如果用户需要，还可以提供带空-空冷却器封闭型结构的 YKK 系列电动机，但用户必须与我厂另签技术协议方可订货。

(2) 订货须知

1) 请在订货时注明以下各项：电动机型号、外壳防护等级、功率、电压、频率、同步转速、冷却方式、安装形式和环境条件等。

2) 用户如有特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

3) 随着技术的进步和有关标准的修改，产品目录中的技术参数有所变动，恕不另行通知。

PLC WORLD

(3) 技术数据(表 17-57)

表 17-57　Y、YKS 系列技术数据　　(10kV、50Hz)

型　号	额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 cosφ	堵转电流 / 额定电流	堵转转矩 / 额定转矩	最大转矩 / 额定转矩	质量 /kg
YS003-10	280	23.6	600	92.4	0.74	5.5	0.7	1.8	3950

(4) Y系列(IP23)外形图、安装尺寸和外形尺寸(图 17-15 及表 17-58)

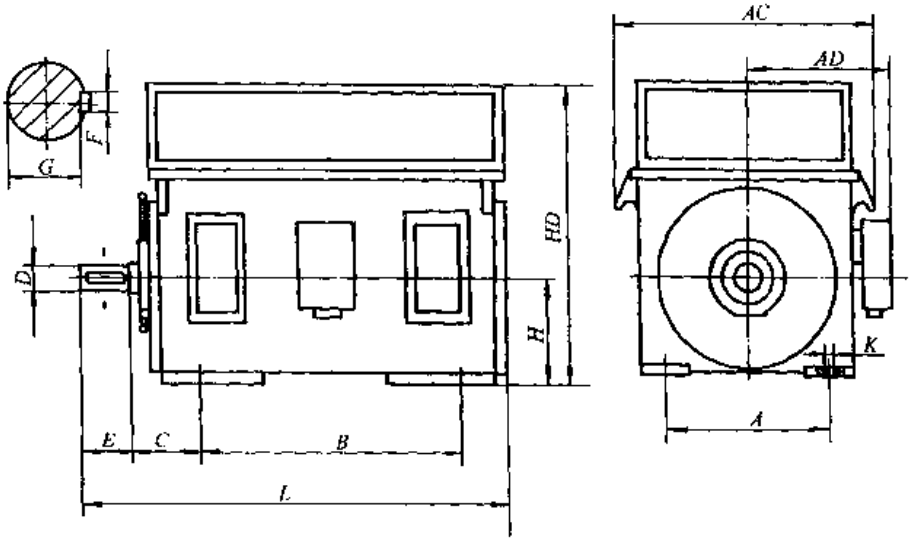


图 17-15　Y 系列(IP23)外形图

表 17-58　Y 系列(IP23)安装尺寸和外形尺寸　　(mm)

机座号	极数	安装尺寸									外形尺寸			
		A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*AC*	*AD*	*HD*	*L*
500	10	900	1250	475	130	250	32	119	500	42	1420	1080	1700	2550

注：YKS 系列电动机与相应规格的 Y 系列(IP23)电动机安装尺寸相同，外形尺寸则以所供外形图为准。

12. YR、YRKS 系列 10kV 绕线转子三相异步电动机(机座号 450～630)

(1) 概述　YR 系列 10kV 绕线转子三相异步电动机是我国 90 年代开发的统一设计新产品，其功率等级、安装尺寸和电气性能指标均符合中华人民共和国机械行业标准《YR 系列 10kV 绕线转子三相异步电动机技术条件(机座号 450～630)(试制用)》的规定。

本系列电动机能直接用于 10kV 电网，同 6kV 电动机相比具有简化设备、运行可靠、节省投资、降低能耗等特点。可用于驱动通风机、压缩机、水泵、球磨机、破碎机等通风机械，在矿山、机械、化工、石油、发电厂等各种工矿企业作原动机用。

该系列电动机额定频率为 50Hz，额定电压为 10kV，冷却方法为 ICO、IC1、IC2 或 IC3，结构及安装形式为 IMB3，电动机的外壳防护等级为 IP23 或 IP44 (管道通风)。YRKS 系列则为带空-水冷却器的封闭型结构，外壳防护等级为 IP44。如果用户需要，还可以提供空-空冷却器封闭型结构的 YRKK 系列电动机，但用户必须与我厂另签技术协议，方可订货。

(2) 订货须知

1) 请在订货时注明以下各项：电动机型号、外壳防护等级、功率、电压、频率、同步转速、冷却方法、安装形式、环境条件等。

PLC WORLD

2）用户如有特殊要求，需另订技术协议后方可签订订货合同。

3）随着技术的进步和有关标准的修改，产品目录中的技术参数有所变动，恕不另行通知。

（3）技术数据（表 17-59）

表 17-59 YR、YRKS 系列技术数据 （10kV、50Hz）

型 号	额定功率 /kW	额定电流 /A	同步转速 /(r/min)	效率 /%	功率因数 $\cos\varphi$	转子电压 /V	转子电流 /A	最大转矩/额定转矩	质量 /kg
YR4503-6	280	21.6	1000	92.2	0.81	493	358	1.8	3670
YR5001-8	280	23.4	750	92	0.75	457	385	1.8	4450
YR5004-10	280	24.5	600	91.7	0.72	550	320	1.8	4630
YR5601-12	280	24.6	500	91.4	0.72	648	274	1.8	5930

注：1）YRKS 系列技术数据与相应规格的 YR 系列技术数据（质量除外）相同。

2）表中质量是指 YR 系列电动机质量，仅供参考。

（4）YR系列（IP23）外形图、安装尺寸和外形尺寸（图 17-16 及表 17-60）

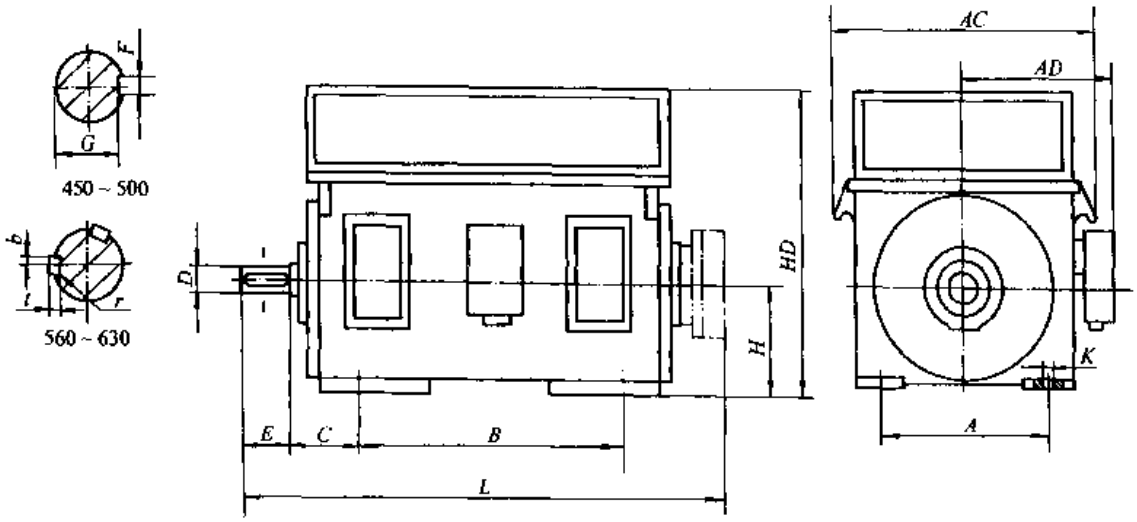


图 17-16 YR 系列（IP23）外形图

表 17-60 YR 系列（IP23）安装尺寸和外形尺寸 （mm）

机座号	极数	安装尺寸													外形尺寸			
		A	B	C	D	E	F	G	t	b	r 最小	r 最大	H	K	AC	AD	HD	L
450	6	800	1120	355	110	210	28	100	—	—	—		450	35	1300	1050	1475	2640
500	8～10	900	1250	475	130	250	—	119	—	—	—		500	42	1420	1080	1700	2920
560	12	1000	1600	500	160	300	—	—	12.4	42.8	0.7	1.0	560	42	1600	1100	1850	3200

注：YRKS 系列电动机与相应规格的 YR 系列（IP23）电动机安装尺寸相同，外形尺寸则以所供外形图为准。

地址：南昌市井岗山大道 1028 号 邮编：330002

电话：0791—6413485 传真：0791—6416541 电挂：3389

6411866—2084

四十二、赣州电机厂

江西赣州电机厂位于千年古宋城，全国历史文化名城赣州市郊虎岗，创建于 1958 年，是

PLC WORLD

机械工业部定点生产中小型发电机和电动机的专业制造厂。现已发展成为研制、生产各种发电机、电动机的综合型中型企业。

赣州发电机厂产品行销全国各地。主要发电机品种有：TF 系列柴油发电机，功率为 75～11000kW、电压 400～11000V；SF、SFW 系列水轮发电机，功率为 75～12500kW，电压 400～11000V；TQ 系列汽轮发电机及轴伸贯流式水轮发电机组。电动机有：Y 系列(IP44)三相异步电动机及其派生系列 YCT 电磁调速电动机、YEJ 电磁制动电动机、Y-H 船用电动机、YRTE 塔吊电动机、YLB 深井泵电动机。

该厂主导产品之一的大功率柴油发电机技术数据，见表 17-61。

表 17-61　TF 系列大功率柴油发电机技术数据

型　　号	TF7500-14/2840	TF10000-14/2840	TF11000-14/2840
容量　/kW	7500	10000	11000
额定电压　/kV	11	11	11
额定电流　/A	515	656.079	721.688
功率因数	0.764	0.8	0.8
相　　数	3	3	3
额定转速　/(r/min)	428.6	428.6	428.6
绝缘等级	B/F	B/F	B/F
励磁方式	晶闸管励磁	晶闸管励磁	晶闸管励磁
额定励磁电压　/V	153	167	161
额定励磁电流　/A	404	411	397
额定频率　/Hz	50	50	50

地　　址：赣州市虎岗　　邮编：341005

电　　话：0797—221469

图文传真：227300

电　　挂：7193

四十三、山东张店鑫源冷暖风机厂

张店鑫源冷暖风机厂是生产通风采暖设备的专业生产厂，该厂生产的主要产品见表 17-62。

表 17-62　主要产品型号

序　号	型　　号	序　号	型　　号
1	4-72、B4-72　型离心通风机	10	9-19　型高压离心通风机
2	T4-72　型离心通风机	11	9-26　型高压离心通风机
3	4-79　型离心通风机	12	10-19　型高压离心通风机
4	4-2×79　型离心通风机	13	C6-46　型排尘离心通风机
5	11-62　型空调离心通风机	14	C6-48　型排尘离心通风机
6	DF3.5　型离心通风机	15	6-28　型粮食棉花输送离心通风机
7	8-72　民用低噪声离心通风机(A 式)	16	6-30　型粮食棉花输送离心通风机
8	8-72　型民用低噪声离心通风机(C 式)	17	SGG SGY　型工业锅炉离心通引风机
9	9-12　型高压离心通风机	18	Y4-73　型锅炉离心引风机

PLC WORLD

（续）

序号	型号	序号	型号
19	G4-73 型锅炉离心通风机	32	L30A 冷却塔轴流通风机
20	Y4-70 型锅炉离心通风机	33	L30B 冷却塔轴流通风机
21	Y5-47 型锅炉离心引风机	34	T35 BT35 型轴流通风机
22	Y5-48 型锅炉离心引风机	35	T40 型轴流通风机
23	Y4-73-14 型锅炉离心引风机(单板叶片)	36	DT40 BDT40 型屋顶轴流通风机
24	M9-26 型煤粉离心引风机	37	GD30K2 型轴流通风机
25	HTD 型化铁炉专用离心通风机	38	GS Q NC 12 个规格的暖风机
26	8-09 型化铁炉专用离心通风机	39	SRZ GL SRL 86 个规格的螺旋翅片换热器
27	9-12 型化铁炉专用离心通风机	40	GD-40 管道高温轴流风机
28	2K60 型矿井轴流通风机	41	SWF 混流风机
29	KJ66 BKJ66 型矿井局部轴流通风机	42	WYF 50 消防高温排烟轴流风机
30	K62 型矿井轴流通风机	43	5-27 5-32 6-27 DF-1A DF-12 塑料机械用风机
31	62A14 型矿井轴流通风机		

地址：淄博市张店西效彭家村

邮编：255095

电话：0533—3881321 3881008

电挂：6030

厂长：李光远

四十四、山东淄博风机厂

淄博风机厂位于风光秀丽的天下第一村——周村的东郊309国道的北侧，胶济铁路、308高速公路的南临，交通方便自1976年建厂以来，经历了一个高速发展的不平凡的里程，今天的淄博风机厂已经是一个拥有职工626人，其中技术人员68人，占地面积48096m^2，建筑面积18869m^2，总资产1800万元的中型一档企业。生产有40多个系列、480多种规格的产品。广泛用于锅炉鼓引风，冶金、有色金属矿山通风，煤矿通风，车间、影院、办公室通风换气，粮食棉花加工，纺织工业空调，化工工业通风，隧道及化铁炉通风等作业。

建厂以来，该厂一直与西安交通大学、上海交通大学、东北大学、冶金部矿山节能推广站等大专院校和科研院所保持长期的合作关系，不断地开发新产品以提高企业的活力。该厂是煤炭工业部中地煤矿山设备开发公司风机定点制造厂、冶金部和中国有色金属工业总公司矿用风机主体生产厂、中国风机行业协会成员厂，省特级信用企业，国家级“星火计划”示范单位，在国内享有较高的声誉，产品远销全国29个省(市、自治区)。

该厂技术力量雄厚，产品设计先进，制造设备精良，检测手段完善。该厂一贯奉行“客户至上，质量第一”的宗旨提倡“科技兴厂，精于质量，严格管理，共创辉煌”的企业精神。

该厂生产的风机产品型号见表17-63。

地址：山东省淄博市周村区

邮编：255302

电话：(0533)6060225

电挂1522

PLC WORLD

表 17-63 主要产品型号

序号	型号	序号	型号
1	K40 系列矿用节能风机	32	$\frac{G}{Y}$4-73 型锅炉离心$\frac{鼓}{引}$风机
2	K45 系列矿用节能风机	33	Y5-47、Y5-48 型锅炉离心引风机
3	DK40 系列对旋矿用节能风机	34	Y4-70 型锅炉离心引风机
4	DK45 系列对旋矿用节能风机	35	$\frac{9-35}{Y9-35}$型锅炉离心通引风机
5	K40L 系列立式矿用节能风机	36	$\frac{GG}{GY}$1-4 吨工业锅炉专用离心$\frac{通}{引}$风机
6	K45L 系列立式矿用节能风机	37	$\frac{GC2-10-1}{GY2-10-1}$型锅炉离心$\frac{鼓}{引}$风机
7	TSD40 系列节能风机	38	Y6-30-12 型锅炉引风机
8	BDK62 系列侧移式防爆对旋矿用节能风机	39	$Y\frac{8-39}{9-38}$型锅炉引风机
9	BDK65 系列防爆对旋矿用节能风机	40	$\frac{G}{Y}$6-41 系列锅炉通引风机
10	BDJ60 防爆对旋轴流式局部通风机	41	$\frac{G}{Y}$4-68 型离心式通引风机
11	JK58 系列局扇矿用风机	42	9-19、9-26 型高压离心式通风机
12	JK56 系列局扇矿用风机	43	6-30、6-23 型离心式通风机
13	JK55 系列局扇矿用风机	44	$\frac{B4-72}{4-72}$型离心式通风机
14	JK40 系列局扇矿用风机	45	T4-72 型离心式通风机
15	JK67 系列局扇矿用风机	46	4-68 型离心式通风机
16	DJK50 系列对旋局扇矿用风机	47	$\frac{4-79}{4-2\times79}$型离心式通风机
17	BK54 系列抽出式防爆矿用节能风机	48	C4-73 型离心式通风机
18	BK56 系列防爆矿用节能风机	49	C6-46 型排尘离心式通风机
19	BK54L 系列立式矿用节能风机	50	C6-48 型排尘离心式通风机
20	SLY52 系列烧结立式轴流引风机	51	W4-72 型No6.3 高温离心式通风机
21	T30 系列轴流通风机	52	W9-19 型高温风机
22	T35 系列轴流通风机	53	W9-26 型高温风机
23	T40 系列轴流通风机	54	M9-26 型煤粉离心通风机
24	GD30 系列轴流通风机	55	化铁炉专用 H10-13 型高压离心式通风机
25	BT30 系列防爆轴流风机	56	W4-72 型屋顶风机
26	BT35 系列防爆轴流风机	57	WS-85 型屋顶风机
27	BT40 系列防爆轴流风机		
28	JDMY 系列轴流通风机		
29	GYF 系列消防排烟轴流风机		
30	LYF 系列水泥立窑风机		
31	BM13-8 煤气加压风机		

传真：(0533)6060225

厂长：王谋怡

四十五、临沂风机研究所

临沂风机研究所研制的单吸多级低速 D360～D400 离心式鼓风机具有效率高、结构简单、进出口方向可调的特点，广泛应用于曝气污水处理、化工氮肥、高炉鼓风、养殖渔业等部门，

PLC WORLD

其技术数据和计算见表 17-64～表 17-65。

表 17-64 技术数据(介质:空气 标况)

项目 \ 参数			型号	C360-1.23 (D360-21)	C375-1.26 (D375-21)	C385-1.27 (D385-21)	C400-1.29 (D400-21)	C360-1.36 (D360-31)	C375-1.39 (D375-31)	C385-1.4 (D385-31)	C400-1.5 (D400-31)
级数	N			2				3			
叶片外圆直径	D_2	mm		880	920	950	980	880	920	950	980
进口体积流量	q_{V1}	m^3/min		360	375	385	400	360	375	385	400
出口压力(表压)	p_{s2}	Pa		23970	26000	27500	29000	37150	39720	42360	44000
		Pa		23510	25500	26960	28460	36431	38956	41540	43140
所需功率	P_{ae}	kW		216	244	265	291	335	373	408	440
选用电动机一	型号			Y355M-2		Y355M2-2 Y355L-2	Y355M3-2 Y355L-2	Y355L1-2	Y3556-2	Y400-2	
	功率	P_{nom}	kW	250		280	315	355	400	450	
	转速	n	r/min	2980		2970/2980	2970/2980	2970	2970	2970	
	电压	U	v	380		380	380	380	6000	6000	
	防护等级			IP44		IP23/IP44	IP23/IP44	IP23	IP23	IP23	
	质量	G_D	kg	1730		1330/2000	1390/2100	1420			
	轴端尺寸	$\phi D \cdot E \cdot F$	mm	$\phi75 \times 140 \times 20$						$\phi90 \times 170 \times 25$	
	安装尺寸	$B \cdot C \cdot A \cdot H$ $4\text{-}\phi K$	mm	$560 \times 245 \times 610$ X355 $4\text{-}\phi28$						$1000 \times 375 \times 710$ $\times 400$ $4\text{-}\phi35$	
选用电动机二	型号			Y3552-2		Y3553-2	Y3554-2	Y3555-2			
	功率	P_{nom}	kW	250		280	315	355			
	转数	n	r/min	2970		2970	2970	2970			
	电压	v	V	6000		6000	6000	6000			
	防护等级			IP23		IP23	IP23	IP23			
	质量	G_D	kg								
	轴端尺寸	$\phi D \cdot E \cdot F$	mm	$\phi75 \times 140 \times 20$		$\phi75 \times 140 \times 20$					
	安装尺寸	$B \cdot G \cdot A \cdot H$ $4\text{-}\phi K$	mm	$560 \times 254 \times 610 \times 355$ $4\text{-}\phi28$		$560 \times 245 \times 610 \times 355$ $4\text{-}\phi28$					
鼓风机总质量(不包括电动机)	G_F	kg		14500				16000			
最大起重件重(包括电动机)	G_M	kg		11100				12100			
最小起升高度	h	m		1.5							
主机外形尺寸 长×宽×高	$L \times B \times H$	mm		$2900 \times 1900 \times 2050$				$3550 \times 1900 \times 2050$			

PLC WORLD

表 17-65 技术数据

压 比	ε	$1.5^{N/3}$				1.31				1.5
标况下升压	p_{sFO}	Pa	24513	26800	28570	30401	39540	43210	46077	49033
气体温升	$\Delta t°$	℃	32.5	35	37.5	40	45	50	55	60
出口压力(表压)	p_{s2}	公式	例 $24513\times\frac{273+20}{273+32.5}=23510$ $p_{s2}=p_{sFO}\times\frac{T_0}{T}$							
		Pa	23510	25500	26900	28460	36431	38956	41540	43140
		kgf/m^2	2397	2600	2750	2900	3715	3972	4236	4400
进口容积流量	q_{v1}	m^3/min	例：$400\times\frac{880}{980}=360$ $q_{v1}=q_v\ (D_2=980)\times D_2/980\ (m^3/min)$							
			360	375	385	400	360	375	385	400
有效功率	P_r	kW	例：$\frac{360\times23150}{60\times1000}=141$ $P_r=q_{v1}/60\times p_{s2}/1000\ (kW)$							
			141	159	173	190	218.6	243.5	266.5	287.6
内效率	η_{sF}	%	70							
机械效率	η_M	%	98							
所需功率①	P_{ne}	kW	216	244	265	291	335	373	408	440.2
出口气体密度②	ρ_2	kg/m^3	14188	1.430	1.4340	1.440	1.5040	1.5080	1.5123	1.5063

① 示例 $P_{ne}=P_r/\eta_{sF}\eta_M\times K$ $(K:1.05)$

② 示例 $\rho_2=(101325+23510)/288\ (273+32.5)=1.4188\ kg/m^3$

地址：山东省临沂市沂蒙北路 邮编：276002

电话：0539—8185087

所长：王瑞卿 盖景方

四十六、辽宁减震器厂

辽宁减震器厂是国家二级企业，是电子工业部减震器专业生产厂家。该厂所生产的橡胶剪切减震器是选用优质丁腈合成橡胶材料制成圆锥体外形，以剪切受力为主的隔振元件，可作为风机的减振元件，能有效地隔离振动，防止冲击和降低噪声。减振器技术性能参数见表 17-66。

表 17-66 减振器技术性能参数表

型号及规格	Z 向公称负荷 /kg		公称负荷时 Z 向变位 /mm		公称负荷时 Z 向固有频率 /Hz		极限压缩量 /mm
	积极隔振	消极隔振	积极隔振	消极隔振	积极隔振	消极隔振	
JJQ-1-1	20	25	4.8	6.0	11.7	10.3	12.0
JJQ-1-2	25	31					
JJQ-1-3	32	40					
JJQ-1-4	40	50					
JJQ-1-5	50	64					
JJQ-1-6	64	80					
JJQ-1-7	80	100					

PLC WORLD

（续）

型号及规格	Z向公称负荷/kg		公称负荷时Z向变位/mm		公称负荷时Z向固有频率/Hz		极限压缩量/mm
	积极隔振	消极隔振	积极隔振	消极隔振	积极隔振	消极隔振	
JJQ-2-1	25	31	8.0	10.0	9.0	8.1	20.0
JJQ-2-2	40	50					
JJQ-2-3	64	80					
JJQ-2-4	100	123					
JJQ-2-5	125	153					
JJQ-2-6	156	194					
JJQ-2-7	200	245					
JJQ-3-1	100	120	11.2	14.0	7.2	6.4	28.0
JJQ-3-2	140	175					
JJQ-3-3	200	250					
JJQ-3-4	270	335					
JJQ-3-5	330	410					
JJQ-3-6	405	500					
JJQ-3-7	483	600					
JJQ-4-1	330	370	20.0	25.0	5.4	4.9	50.0
JJQ-4-2	420	510					
JJQ-4-3	580	710					
JJQ-4-4	720	900					
JJQ-4-5	920	1130					
JJQ-4-6	1080	1320					
JJQ-4-7	1260	1540					

减振器外形见图 17-17，减振器外形及安装尺寸见表 17-67。

地址：辽宁省辽阳市北新华路 88 号　　电挂：3597

邮编：111000　　总经理：米其光

电话：0419—3132927　0419—3132961　　联系人：冯凯

四十七、八达能源技术研究所

八达能源技术研究所成立于 1992 年，是以科技为先导型的企业。多年来始终致力于风机和通风系统的基础理论及其各种复杂情况下如何合理匹配风机和系统应用的研究与开发，具有完整的在线智能型风机和通风系统的测试设施和技术，将研究的重点瞄准开发国内空白的低噪声节能模型机型及风机和管网系统因使用不当而产生的各种现象的机理，同时做了大量理论和实践方面的探索。

该所集现场勘测、研究、设计、制造、安装、调试、服务为一体，使用户得到交钥匙一条龙服务。对改造工程可根据不同的管网系统来选择不同风机，新建项目根据不同的低噪声节能风机匹配不同的管网并做到统筹规划优化设计。亦可根据用户的现场情况及性能变化的需求和发展选择与之相适宜的优化设计方案，使风机始终在高效区域内运行，使噪声降低。目前该所研制的在通风系统中不

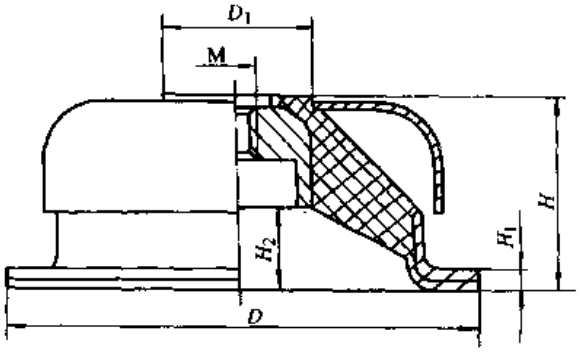


图 17-17　减振器外形图

PLC WORLD

设置任何辅助装置，而用积极降噪方法大幅度节能提高系统运行效率的《通风系统节能降噪综合技术》，在全国各地解决了百余项风机和通风系统的疑难问题，均使风机节电 30%以上，降低噪声 10dB (A)以上，系统运行效率显著提高。其中辽宁友谊宾馆把锦旗送给该所，上面写着：一流的设计、一流的效果、一流的施工、一流的速度。1996 年中国环境报根据其业绩和技术，进行了报道，称其所长为“降噪奇人”。

表 17-67 减振器安装尺寸 (mm)

型 号	D	D_1	M	H	H_1	H_2
JJQ-1	ϕ100	ϕ14	M12	43	5	16
JJQ-2	ϕ140	ϕ44	M16	55	5	23
JJQ-3	ϕ200	ϕ49	M16	87	6	34
JJQ-4	ϕ290	ϕ84	M20	133	7	56

该所为解决宾馆、饭店油烟排放，造成大气污染的难题，开发研制出了系列油烟净化装置，该装置经国家环保总局《饮食业油烟排放标准》课题组进行监测，其油烟净化率在国内居领先水平，使油烟低空排放的性能指标大大优于国家环保要求的标准。分别满足不同规模宾馆、饭店环保规定的排放油烟标准的要求；该项技术克服了排风与滤油相矛盾的难题。其中雾水滤油装置，由电脑智能控制，解决了人工难以达到的准确、定时，水循环自动的问题；该装置与通风系统合理匹配，达到高效滤油，通风流畅，又有防火作用。

该所利用并行工程技术对所承接的新建和改造项目均在满足需要的前提下，达到同类系统能耗最少的效果，同时施工快捷，并以环保验收为完工标准。因此，被辽宁省环保局指定为治理环境工程的施工单位之一。目前，该所已获得多项国家专利技术，具备自行开发节能产品的能力以及与之相配套的自动化过程控制和检测系统，领导行业新潮流。该所有设备较先进，工艺技术成熟的工厂以及通风工程安装公司，同时在大连还设有分所。

该所主要产品：

1. 4-85、4-70、4-55；6-70、6-55、6-40；7-45、7-30、7-15；等不同系列的风机。

2. SFZ-0A、SFZ-1A、SFZ-2A、SFZ-3A、SFZ-4A、SFZ-5A、SFZ-6A、SFZ-4B、SFZ-5B、SFZ-6B；等不同类型的高效过滤排烟罩。

3. SCJ-10.1、SCJ-20.1、SCJ-30.1、SCJ-40.1、SCJ-50.1、SCJ-60.1、SCJ-70.1、SCJ-80.1、SCJ-90.1、SCJ-100.1；等不同类型的厨房设备及器具。

4. TFT-01、TFT-02、TFT-03、TFT-04、TFT-05、TFT-06、TFT-07、TFT-08、TFT-09；等不同类型的通风调节装置。

5. KTX-A01、KTX-A02、KTX-A03、KTX-A04、KTX-A05、KTX-A06、KTX-B05、KTX-B06；等不同类型的空调系统。

6. SFZ-KJ-01、SFZ-KJ-02、SFZ-KJ-03、SFZ-WS-01、SFZ-WS-02;等集中处理净化装置。

地址：沈阳市铁西区沈辽东路 27 号 1 门

邮编：110021

电话：(024)25929052、25921130、
25920486

传真：(024)25929052

电子邮件：b s c b s h h @ p u b. s y. l n. c n

所长：卞世传 联系人：陈宝文、王立庆

第二节　主要产品介绍

主要风机生产企业及产品见表 17-68

表 17-68　主要风机企业及产品

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
沈阳鼓风机厂（沈阳市铁西区云峰北街 36 号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	各种用途鼓风机、压缩机、增速机 2K60 62A14 K66 K45 K55 ASN AST 50A T60 Y9-38 Y8-39 7-29 9-26 60A BKJ 2K56 4-79 8-09 9-12 6-40 6-41 30E 9-35 HTD	110021（024—25801567）
临沂市风机厂（山东省临沂市银雀山路 79 号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	4-68 4-79 5-25 6-30 6-23 8-09 9-12 4-68 6-41 8-39 9-38 C6-46 M9-26 GD30K2 FZ35 FZ40 MQ HTD L 系列罗茨鼓风机 ZDL D ZHZ T Z G K 消声器 各种型式除尘器 D20-D400 离心鼓风机	276001（0539—8169400 8174213 8167143）
锡山市鼓风机厂（江苏省锡山市南泉镇东）	△	△	△		△	△		△	△	△		LYGF FC6-48 GG、GY2-10T 4-79	214128（0510—5952773）
银川风机厂（宁夏回族自治区银川市友爱东路 52 号）	△		△	△	△	△		△		△		C6-46 8-09 9-12 SF 系列 G、Y 系列 罗茨鼓风机：L41 L42 L61 L62 L63 L64 L81 L82 L83 L84	750004（0951—4095945）
上海鼓风机厂长征分厂（上海市普陀区真北支路 420 号												罗茨鼓风机：0.25-300m³/min 9.8～68kPa L 系列罗茨鼓风机：L2-L6 全部规格	200333（021—62575678）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
上海南泰空调风机制造公司（奉贤县南桥镇军民路88号）	△	△										DW系列(空调机组用离心式通风机) DZ系列(空调机组用轴流式风机) 11-62 YDF DGZ 空调风机 4-79 4-2X79	201400 (021—57189437)
沈阳高科电力设备有限公司（沈阳市铁西区艳粉街37-3）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	4-79 4-2X79 9-12 10-19 C6-46 6-28 6-30 Y4-70 M9-26 HTD 8-09 9-12 L30A 电站风机	110023 (024—22831586)
呼和浩特风机厂（内蒙古呼和浩特市昭乌达路389号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	6-25 9-27 8-18 C6-46 Y8-39 Y9-38 6-45 Y6-32 DSFA 9-11 JDF2 WMF ZF3-7 GG、 GY2-10 YT5-61 GD30K2 CZL M7-29 4-79 5-37 5-27 F4-72 FT35 Y9-47 4-62 6-27 7-36 6-30 4-2X72 BL4-72 BLT35 CDBNL3 DBNL3 GDBNL3	010020 (0471—4951062 4962890 4952229)
沈阳市八达能源技术研究所（沈阳市铁西区沈辽东路27号1门）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	1. 各种高效低噪声通、引风机 2. 高效脱脂(除油)排烟装置 3. 等流量排、送风装置	110021 (024—25921130)
山东淄博风机厂（山东省淄博市周村区）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	矿用节能风机：K40 K45 DK40 DK45 K40L K45L BDK62、65 BDJ60 JK58、56、55、40、67 DKJ50 BK54、56 BKL54 其它用途风机：SLY52 GD JDMY GYF LYF BM13-8 Y4-70 Y8-39 9-38 CC GY Y6-30 GY6-41 4-79 C6-46 H10-13 W4-72 3-85	255302 (0533—6060225)
营口市红星玻璃钢制品厂（辽宁省营口市站前区三家子里）												风机用各种软连接、柔性织物补偿器 各种多层轮质伸缩节	115001 (0417—3834062)

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
珠江特种风机厂（广东省佛山市澜石塘头工业区）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	罗茨鼓风机：L_4～L_9 SRW4 陶瓷配套专用风机：ZFTL*A* TCG01 TCG02 TCY01 TCY02 TCL01	528041（0757—2275928）
无锡减震器厂（江苏省无锡市塘南路口）												JG1～JG4 各种型号橡胶剪切减震器	214026（0510—556071）
山东省汇丰机械集团总公司—山东省章丘鼓风机厂（山东省章丘市明水大街）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	L系列罗茨鼓风机 L系列负压罗茨鼓风机 RR系列罗茨鼓风机 RR系列罗茨真空泵 SSR系列三叶罗茨鼓风机 TLZM系列罗茨鼓风机组 ZLB系列高真空罗茨真空泵 K265型矿用建井风机 TC140/820-11离心通风机 T系列造气鼓风机	250200（0531—3212561）
丹徒县粮油机械修造厂（江苏省镇江市东郊丹徒镇）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		4-79 5-36 6-23 6-30 8-39 9-38 9-35 10-19 6-28 HLT	212014（0511—8782480）
鞍山市风机二厂（鞍山市铁西区大西街108号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		W5-47 W5-48 W9-19 W9-26 FZ40 DT40 DW3-88 DW4-75 LF30 LF38 9-11	114011（0412—8814681）
常州市三利电器公司（常州市清潭广成路8号）												ZJ20X型轴承加热器 ZJ20K型联轴器、轴承座、齿轮、快速加热器 ZJ20-B型各类风机叶轮加热器 JJ3B系列自耦式软起动控制箱	213015（0519—6962623、6962624）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	C4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
四川鼓风机总厂（四川省达川市高家坝路1号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		L系列（联合设计）罗茨鼓风机 型号：L41-4W（L）DA-L101-4WDA 七个系列28个机号 流量：Q_s=5～820m³/min 升压：ΔP=9.8～98kPa 6-30 M9-26 GD30K2 C6-46	635001（0818—2300039）
四川通邦流体设备厂（四川夹江909基地）	△	△	△	△	△	△	△	△	△				610005（028—5582199—22135）
丹东市工业通风机厂（辽宁省丹东市元宝区爱民街236号）	△	△	△	△	△	△	△	△				6-41 6-30 4-68 4-79 5-29 5-36 C6-30 B9-19 Y6-41 Y6-48 Y6-25	118000（0415—2187734）
长春市中祥旋压技术设备有限公司（长春市前进大街1号）												各种旋压设备： 1. CPX系列普旋机床 2. CPXJ系列集风器旋压机 3. 立车加装旋压装置 4. 立车上加装机械式管类凸缘翻边机 5. 可移式板孔凸缘机	130012（0431—5513719）
苏州市振华电子制作所（苏州市齐门下圩街47号）												FTK1～30kW 风机-电机调速器	215001（0512—7520527）
张店鑫源冷暖风机厂（山东省淄博市张店西郊彭家村）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	暖风机：GS Q NC 三个系列 12个规格 换热器：SKZ GL SRL三个系列86个规格 轴流风机：GD40 SWF WYF 塑流机械用：5-27 5-32 6-27 DF-1A DF-12	255095（0533—3881321）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
陕西鼓风机(集团)有限公司（西安市临潼区秦始皇兵马俑博物馆东侧）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	轴流式压缩机 A系列；AV系列；离心式压缩机 E系列；DL系列：与瑞士苏尔寿公司合作生产RZ及RIK系列 离心式鼓风机 AⅠ系列：B系列：D系列：WR系列：AⅡ系列；C系列；SJ系列；能量回收透平机组(TRT)	710611（029—3931400 3931409）
宜兴市晶盾耐磨风机有限公司（江苏省宜兴市）			△	△				△				风机叶轮粘贴工程陶瓷耐磨材料用于国内数十家电厂、钢厂的引、排、除尘风机叶轮上	214222（0510—7492999）
沈阳市有色金属铸造厂（沈阳市和平区东纬路2～7号）	△								△	△		B4-72 BT4-72 BT35 B9-19 B9-26 30～100A船用风机 B4-73 3.8～7.1局扇 BT40 BY5-47 BY9-35 B4-68 B4-79	110003（024—23866807）
NREC透平机械专业公司（北京安外大街183号 京宝花园M438室）												透平压缩机、泵和燃气/蒸汽轮机设计与改造、计算机软件开发、数控加工编程(包括闭式叶轮整体加工等方面)	100011（010—64262172）
贵州省鼓风机厂（贵州省贵阳市见龙洞路8号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	^	Y6-30 F9-19 F9-26 F4-68 CZ40-11 FT4-72 DT35-11 DT40 4-68 BT40 LF40 GD40	550005（0851—5504093 5514307）
沈阳风机厂(沈阳市于洪区青海路81号)	△		△			△		△				1K58 2K58 1F50 50A11-11 50A11-12 FZ40 SM7-31-11 M9-26 M6-31 M7-16 K4-73-02 S4-72	110024（024—25891515）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
广西北海市风机厂（北海市四川路10号）	△	△	△		△	△	△	△	△	△		Y8-39 Y9-38 Y9-35 Y7-29 FZ50 T4-2×72 4-72Ⅲ 9-2×26 G9-35 L4 L6 L8 Y4-68 LF38 G4-68 XHFSWF K9-19/26 W9-19/26 W5-47/48 W4-72/73	536000（0779—3033456）
新疆七一风机厂（乌鲁木齐市水磨沟区温泉西路34号）	△		△	△	△	△	△	△				Y5-40 Y9-27 Y6-30 C6-46 B-30 NC系列暖风机	830017（0991—4872210）
宁波风机厂（宁波市江东南路165号）	△		△		△	△		△		△		10-20 8-09 9-12 10-16 TG 10-24 Y9-27 Y8-39 φ1550 Y9-38 烧结轴流式风机 各种消声器 GG GY DFZ35 TY	315040（0574—7833517）
青岛风机厂（青岛市李沧区夏庄路124号）	△		△	△	△	△		△		△		CZ CLZ CZF GG GY LFP 6-23/30 JZ 5-25 CLQ CQ2-25 JLQ15-58 CBZ30-140 CBL15-58 QYH QYR QYP（各种烟草机械专用风机）	266100（0532—7895191）
成都电力机械厂（成都市红牌楼）												AN系列静调轴流 Y4-2×60 Y4-2×73 Y4-59 Y4-2×59 M5-29 M5-36 YZJ（子午加速） GD系列动叶可调	610041（028—5185010）
长沙第二风机厂（长沙市南郊奎塘）	△		△	△	△	△		△	△	△	△	Y6-30-J1	410014（0731—5582572）
佳木斯通风设备有限公司（佳木斯市中山街南段）	△	△	△	△	△	△		△		△		KT BKT4-72-21 W9-19/26 W5-47/48 W4-72-11/12 W4-73 W55B Y8-39 Y9-38 Y9-35 DF系列 DY9-35-12 1K60 2K60 2K58 M5-36/39 GY4-2×73-3 M9-26 M6-35 F60系列电站空调风机 L72WD L41-40	154007（0454—8245362）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
贵阳鼓风机厂（贵阳市环城南路116号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		FZ50 F35-11 GD35-11 F40-11 DT40-11 LF40-11 GD40-11 40L-11 Y6-30-12 Y8-39 Y9-38 $\frac{G}{Y}$9-35-11 50A_2-12 F4-72 4-79 GG GY $\frac{C}{Y}$4-68	550002（0851—3813036）
北京鼓风机厂（北京市广安门外鸭子桥路21号）	△		△	△	△	△		△		△		A AS MS 10-19 JDF D700 RZ ZK60 $\frac{G}{Y}$4-73F GG 4-68	100055（010—63266736）
鞍山风机厂（鞍山市铁西区共和街一里41号）	△		△			△		△				Y6-52-11 W5-47-11 W9-19-11 C-HQ18-11.8 C-HQ87-1.30 AYX75-1 AGX75-2	114011（0412—8843976）
陕西骊山风机厂（陕西省临潼县代王镇）	△		△	△	△	△		△	△	△		FS9-$\frac{19}{26}$-11 FZ40-11（S） 5-29-11 6-13-11 6-45-11 6-37 FZ 35-11（S） WD4-84 XW4-60 4-68 Y6-45	710611（029—3931413）
北京风机二厂（北京市海淀区西三旗东路）	△	△	△		△	△	△	△	△	△		GDG GG GDGY DDT40 BK57 W4-79 BCE W4-72 W4-73 WJ-48 DW3-88-11 BDW4-87-11 WT4-85-11 10-19 $\frac{BWT}{WT}$-35-11 YW60-11 FZ35-11 $\frac{F}{BF}$4-72-11	100096（010—82902148）传真：010—82903915

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
安徽省风机厂（安徽省庐江县风活路12号）	△	△	△	△	△		△	△		△		6-22 6-30 9-17 10-19 AGY（1-6.5T/h） 50A ANB-550 K35A ANB-500 K40A AC-500-1200（空气幕） GG GY	237500（0565—7322606）
锦州市风机厂（辽宁省凌海市锦凌大街）	△		△			△		△	△	△		Y6-25-11 8-09 9-12 C6-46 6-28 6-30 Y4-70 HTD 2K60 BKJ66 K62 L30 DT40 GD30K2 L系列全部罗茨鼓风机	121200（0416—8122853）
河南省周口风机厂（河南省周口市健康路1号）	△	△	△	△	△	△		△	△	△		Y10-21 Y9-35 C6-48 FC4 65T 5-64-11 5-42-11 FG LF 2K60 038 Y4-68 C6-45 4-68 C6-46	466001（0394—8222641）
内蒙古天福风机有限公司（原包头市风机厂）（包头市青山区东友谊大街）	△		△	△	△	△	△	△	△	△		Y8-39 Y9-38 Y6-25 M9-26 Y9-26 038 GG GY G4-68 Y4-68 Y7-45 GD30K4 JB300 KZ-2 ZJP-7A M6-31 135 C6-46 C6-48	014030（0472—5153614）
武汉市通风机厂（武汉市汉阳区铁桥村代李湾12号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		6-30 Y9-38-11 Y8-39-11 4-79-11 F4-72-11 6-30-11 F9-19 7-12-11 GD30K2 KJ65K-11 F4-62-11 GG GY B30K4	430051（027—4871185）
黑龙江省肇东市风机厂（肇东市肇兰公路桥东）	△		△	△	△	△		△		△	△	PF035 9FJ-11	151100（0451—7714881）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
西安风机厂（西安市太华南路129号）	△		△	△	△	△	△	△		△		C6-46	710016（029—6261013）
济南风机厂（济南市北园路三孔桥北凤凰路中段）	△	△	△	△	△	△	△	△		△		T4-2×72 4-79 4-2×79 6-30 F4-72 Y4-70 Y6-30 Y9-26 M9-26 JY5-44 8-09 9-12 GY4-68 FT35	250003（0531—5953787）
济南市第二风机厂（济南市天桥区河套庄48号）	△		△	△	△	△	△	△		△		GY9-35 LF30 LF38 KDF 各种衬收风机 GG CY M5-36 Y6-25 4-79 5-29 6-30 JDF GD30K2 M6-31 BM28/500	250001（0531—6910458）
梧州市风机厂（梧州市富民三路十一号）	△	△	△	△	△	△		△	△	△		9-20 Y9-35 KJBKJ66-11	543002（0774—5825755）
上海彭江机械厂（上海市闸北区彭江路600号）	△					△			△	△		13-64-01 D12-90-0 D13-61-0 D10-100 LKL235B LKL286 LKL250 LKZ70 LKZ50 DC26-11	200072（021—56658458）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
重庆鼓风机厂（重庆市江北区通用新村1号）	△		△	△	△	△	△	△	△	△		G9-35 Y9-35 Y4-72 Y8-39 Y5-49 Y9-38 Y6-45 DSNUX-11 Y9-26 R9-19 R4-72 $\frac{Y}{G}$4-68 5-45 FW9-26 FW9-27 W9-55 LF151-11 NM9-30 IE、BC系列离心通风机	400021（023—67608639）
南通风机厂（南通市唐闸西市街207号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	50A11 FZ40 FZ35 FZ50 Y8-39 Y9-38 YX9-35 Y9-35 G2 Y10-24、Y5-2×63、4-79 WT40 11-74 5-32 6-30 M9-26 KKF M5-29 W735 SJG GDH 各种船用及钢厂用风机等	226002（0513—5544311）
福建东亚股份有限公司（福州鼓风机厂）（福州市杜坞火车站）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		FZ50 $\frac{40}{B40}A_2$-12 TDZ $\frac{DWL}{DWB}$9-12 8-09 Y8-39 Y9-38 4-79 Y9-35 9-35 GG GY L4 $\frac{L}{W}$D L5LD L6LD L8WD FR60 FR36 WXP消防风机 SWF SJG DWB屋顶风机 MGL2 MGL4	350101（0591—3710160 2612007）
重庆市江北风机厂（重庆市江北区石门盘溪133号）	△		△	△	△	△		△		△		B9-19 B9-26 Y9-35 4-79 DT40-12 BDT40-12 JBZ70-11 4-68 LF30I	400021（023—67610229）
沈阳人民风机厂（沈阳市于洪区洪泽湖街5号）	△		△			△	△	△	△	△	△	BFT35 BFBT35 BF4-72 WDZ Y4-72 DT40 BDT40 DT-1 DW3-88 BFT40 BKJ60 LF30 4-68 WJ30 CTS4 2CT47	110024（024—25891954）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
江西电机厂（南昌市井岗山大道 1028 号）												1. Y 系列(IP44)三相异步电动机(机座号 280～315) 2. Y 系列(IP44)三相异步电动机(机座号 355) 3. Y 系列(IP23)三相异步电动机(机座号 315～355) 4. YR 系列(IP23)三相异步电动机(机座号 315～355) 5. Y 系列高压三相异步电动机(机座号 355～630) 6. YR 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355～630) 7. YKK、YKK-W 系列高压三相异步电动机(机座号 355～630) 8. YRKK、YRRR-W 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355～630) 9. YKS、YKS-W、YQF 系列高压三相异步电动机(机座号 355～630) 10. YRKS、YRKS-W、YRQF 系列高压绕线转子三相异步电动机(机座号 355～630) 11. Y、YKS 系列 10kV 三相异步电动机(机座号 450～630) 12. YR、YRKS 系列 10kV 绕线转子三相异步电动机(机座号 450～630)	330002（0791—6411866—2084、6413488）
航空工业总公司六〇六所鼓风机厂（沈阳市沈河区万莲路 1 号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	1. 改造型矿用轴流式通风机 2BY-18G 70B2-24G 2K60-28G 70B2-28G 2. 新型压入式矿用轴流式通风机 2J55-28 3. D 系列离心鼓风机 D90-31 D100-32 D190-31 D250-31 D250-32 D300-42 D300-43 D300-44 D200-11 D325-11 D400-15 D400-16	110015（024—24820396 转 6132）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
四川省川北风机厂（四川省西充县晋城镇孝康路22号）	△		△	△	△	△	△	△	△	△		SWF、DWT、HTF、HTFC-$\frac{I}{II}$、HTF-Ⅳ、BFT35-11、KT-2E系列及KY-2E、Y8-39、Y9-38、038-14等LF30I、JBZ76-11 B30	637200（0817—4222098）
大理通用机械厂（大理市凤鸣镇北街）	△		△	△	△	△		△				H-32 LYJ40 Y6-30-13 R9-20 Y4-68	671005（0872—2481073）
余姚风机总厂（浙江余姚临山镇十字南路29号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		4-79 4-62-11 5-35 Y4-70-13 Y9-35-11 9-35-11 4-68 LDF空调器配套风机 C6-46 DFF08 DFF10 DF2A	315460（0574—2055140）
西安市阳风机厂（西安市劳动南路东桃园村）	△		△	△		△						G5-50-11 Y5-50-11 Y5-47-13 $\frac{G}{Y}$6-45-11 40-1 S35-11	710068（024—4244044）
常熟市鼓风机厂（常熟市梅李镇西街65号）	△	△				△				△		FZ_{35}^{40}-11（S） SFF131-11 FC6-48-11 SFF233-11 SFF232-11 FC6-48-12 SFF-125 PWF $\frac{40}{45}$11 SFA011 4-79 9-12 GDF HTF	215511（0520—2661612）
广州风机厂（广州市白云区黄石路）		△		△	△	△		△		△		Y_9^9-35-11 6-46-11 12-49-11 9-20-11 XIN-7A（移动式水冷风机） CPC 50A11-10 CQ-J CNA CLZ-J ADN AVN 4-78×2 HGC	510430（020—86627575）
贵州鼓风机总厂（贵阳市花溪区金竹镇）	△		△	△		△			△	△		Y6-32-12 4-79 4-68 $\frac{G}{Y}$4-68	550006（0851—3813036）
天津市威兰鼓风机有限公司（天津市南开区雅安道金坪路10号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	W4-72 W9-19 W9-26 W4-57 W4-62 Y7-45-12 W4-68 W4-70 W4-73 W50B W5-47 W63 BB50 BB24 高温风机	300190（1394342788）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
佛山市风机厂（佛山市禅风风机工程有限公司）（佛山市忠义路一号）	△		△	△	△	△		△				6-30 9-20 Y4-70 Y8-39 Y9-38 Y9-35 4-79 5-36 LF KLF WF	528000（0757—3377776、3371114）
四平鼓风机厂（吉林省四平市平东）	△		△	△		△		△			△	W4-80 W48A F4-62 F4-5T F8-18 F9-19 M7-29 M9-26 M6-29 Y9-35 9-28 $\frac{G}{Y}$4-68 4-68 一般高温风机 BB24 BB50	136001（0434—3388063）
石家庄市风机厂（石家庄市桥西石铜路 18 号）	△		△	△	△	△				△		Y9-38 Y8-39 Y10-24 Y8-24 Y10-21 Y9-35 9-35 8-09 9-12 F9-$\frac{19}{26}$ F4-72 T16I 035 LF40-12	050091（0311—3834644）
赣州电机厂（江西省赣州市虎岗）												TF 系列柴油发电机 SF SFW 系列水轮发电机 TQ 水轮发电机组 Y 系列电动机 YCT 电磁调速电动机 YEJ 电磁制动电动机 Y－H 船用电动机 YRTE 塔吊电动机 YLB 深井泵电动机	341005（0797—221469）
北京青云航空仪表公司（北京青云仪器厂）北京市海淀区北三环西路 43 号												各种型号动平衡机：RYQ-3 RYQ-$\frac{30}{50}$ YYH-160 YYH-300 YYH-1000A YYW-3000 RYW-10000	100086（010—62563182）
沈阳市长城风机厂（沈阳市铁西区沈辽东路 56 号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	MF9-11 9-35 Y9-35 7-29 M7-29 M9-26 30A9 30E1 30E2 30B4 50A11 8-09 9-12 ML10-17 DT40 BDT40 BKJ66 M6-31 2K60 70B2 W9-19 W4-73 W4-72 SL5-45 D100-32 D80-11 Z、T、J、G、K 型消声器	110021（024—25853352）
沈阳玻璃钢风机厂（沈阳苏家屯区雪松路丁香街）												FB4-72 FBT40Z FBT85-FBW3-90 FBWT40Z FB9-19 （以上风机均为玻璃钢风机）玻璃钢纺织轴流式通风机、横道流玻璃钢冷却塔	110101（024—25362767）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
北京市京丰通风设备厂（北京市海淀区永丰六里屯北口）	△	△	△	△	△	△	△	△		△	△	YJ11 YJ12 YT13A YJ13B（卷烟风机）YJ14 MK8 Y6-25 Y5-32 Y6-45MMC Y6-31（装盘风机） YJ22 PA3-5 PA9（接嘴风机） 及各种烟草风机	100094（010—62473369）
吉林省四平市通风机厂（吉林省四平市铁东区南二马路52号）	△	△	△	△	△	△		△		△		4-79-11 M7-29 W8-18 W5-47 W9-26 W4-72-12 FBT40 FB4-72	136001（0434—3388187）
东北大学沈阳特种风机厂（沈阳市和平区文化路3号巷11号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	SY5-49 燃油锅炉引风机 SG9-20 燃油锅炉鼓风机 8-09 9-12 8-39 9-38 7-29 6-41	110006（024—23915335）
华清非金属特种材料厂（沈阳市铁西区云峰南街伟业路5－4）												各种风机——管道连接用软连接	110021（021—25859000）25646303、86404041
湖南仪器仪表总厂（湖南省长沙市望城坡）												JW-1 1A 1B 扭矩仪 JC系列转矩转速传感器	410205（0520—83941-4110）
百事德机械(江苏)有限公司（宜兴市环保科技工业园永安西路）												HC回转式鼓风机 ANLET三叶罗茨鼓风机	214205（0510—7995141）
北京豪瑞斯测控技术有限责任公司（北京崇外中帽胡同53号）												ML1-200振动监视保护仪 MLV-8振动速度传感器	100062（010—67641979）
浙江省华侨实业总公司风机制造分公司（浙江省上虞市东关镇）												HTF系列消防高温排烟轴流风机 8-09 9-12 10-19 Y9-35 9-42 WD GD GDK2	312352（0575—2052918）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
宜兴华兴特种风机厂（江苏省宜兴市阳羡东路16号）	△		△	△	△		△	△		△		各类特殊用途的不锈钢、钛材、玻璃钢、塑料及衬胶等不同材质的防腐、防爆和耐高温的高效低能耗新型风机，同时生产各类离心式鼓引风机、轴流式通风机以及P型、Z型及F型等各种消声器、隔声罩等产品，尤以生产钛材质风机为主要特色产品	214207（0510—7934336）
天鼓离心通风机厂（天津市北辰区果园北道）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	8-09 9-12 10-19 10-24 9-35 8-39 9-38 SG GY 6-41 5-32 5-29 6-40 7-29 9-41 9-27 M9-26 W4-72 WD DT各种型号消声器 除尘器 污水处理鼓风机	300400（022—26391636）
沈阳中川风机制造有限公司（沈阳市于洪区浑海路55号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	FLZ50A-I2 No9、I2 35T/h 75T/h循环流化床锅炉鼓、引风机 10-19 8-09 9-12 C6-46 F4-72 M9-29 M6-31 WD DT L30A L30B FB4-72 T、J、Z、G、K型消声器	110141（024—25899098）
南京新方达数控有限公司（南京市白下区工业园石杨路11号）												1. 应用于罗茨鼓风机叶轮型面加工及车床、铣床、钻床等加工设备的数控系统及数控机床 2. 为风机配套提供各种规格进口变频调速器及有关设备	210002（025—4487770、4487575）、4613350
珠海天瑞仪表电器公司（广东省珠海市三灶邮局1175信箱）												PLC 1MP旋转机械监控仪表 TR81系列电涡流位移传感器 固态加速度计 IC式集成开关	519040（0756—7765827）
北京波罗努斯涂装设备有限公司（北京市大兴工业开发区）												成套涂装设备及喷涂预处理设备。其中包括：清洗、磷化设备、各种类型的喷涂室、粉末静电喷涂设备、电泳涂装设备、大型自动喷涂生产线、各种类型的烘干设备及废气净化处理设备等	102600（010—69249147）

（续）

单位名称（地址） / 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	G4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
四海数控设备有限公司 （哈尔滨南岗区嵩山路高科技开发区2号楼、15号楼）												SKG系列数控切割机、SKTZ数控锅筒套孔钻机、SKZG数控钻割加工中心、SKZW型数控组焊网机、SKG-A型门式割条机、SKJ激光切割机、SK94数控全自动编程排料系统 ZX7－315ST/85L IGBT 逆变式直流手弧焊机、脉冲钨冲极氩弧焊、等离子弧切割三用机	150030 （0451—2320694）
浙江卧龙集团公司 （浙江省上虞市经济开发区）												1. YF、YCF、YSF、YT系列节能低噪声风机专用电动机 2. YUBF、YBF系列单、三相风机用隔爆型异步电动机 3. YB系列隔爆型三相异步电动机 4. Y系列三相异步电动机 5. YXF、YDXF系列高温排烟风机用三相异步电动机 6. YDW系列低噪声外转子三相异步电动机（0.12kW～9.0kW） 7. GF系列柴油发电机组 8. YCL系列低噪声冷却塔专用三相异步电动机 9. YS、YU、YC、YY系列单、三相异步电动机 10. YCT系列电磁调速电动机 11. YL系列单相大马力电动机 12. YSD、YD系列多速三相异步电动机 13. YDG干洗机用三相异步电动机 14. YEJ系列电磁制动三相异步电动机	312300 （0575—2011128 2111888）

（续）

单位名称（地址） \ 产品型号	4-72 B4-72	T4-72	C4-73 Y4-73	Y5-48	C6-48	9-19 9-26	C4-73	Y5-47	T40 BT40	T35 BT35	SGG SGY	其它系列风机、产品	邮编（电话）
肇东市风机厂（黑龙江省肇东市铁东区肇兰公路桥北）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	8-09 9-12 10-19 10-24 鸡舍风机 9FT50-D_1 LF35-11 9cm-11	151101（0451—7712254）
辽宁减震器厂（辽宁省辽阳市北新华路88号）												JJQ型剪切减震器 型号及规格 4种型号 JJQ-1-1～JJQ-1-7 28种规格 JJQ-2-1～JJQ-2-7 JJQ-3-1～JJQ-3-7 JJQ-4-1～JJQ-4-7	111000（0419—3132927 3132961）
沈阳鼓风机厂常州分厂（江苏省常州市清潭五村168号）	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	各种用途通风机鼓风机压缩机 齿式鼓风机 消声器 除尘器	203015（0519—6981884）
佳木斯电机厂（黑龙江省佳木斯市光复路464号）												1. YB系列隔爆型三相异步电动机 2. YBF系列隔爆型三相异步电动机 3. 各种冶金起重用电动机 4. 屏蔽电机 5. JBJ矿井局部通风机	154002（0454—8311761）

注：△表示该厂主要产品。

PLC WORLD

附录 A　估算风机三相电动机输出功率的相位电流法

估算三相电动机输出功率取决于电动机的电流与输出功率的关系。这种关系适用于额定功率范围很广的一些电动机，相位电流与电动机运行范围的电动机输出功率不成正比，而在假定电动机全负荷或接近全负荷点运行中比值的误差却是小的。例如对于 4kW 及大一点的电动机，在 90%或超过全负荷安培运行时，假定测量的电流(A)与电动机输出功率成正比，误差则小于 5%，可采用方程式(A-1)：

$$P_{mo} = P_{nom}\left(\frac{I}{I_{nom}}\right)\left(\frac{U}{U_{nom}}\right) \qquad \text{(附 A-1)}$$

式中　P_{mo}——电动机的输出功率(kW)；

P_{nom}——电动机标牌功率(kW)；

I_{nom}——电动机标牌额定电流值(A)；

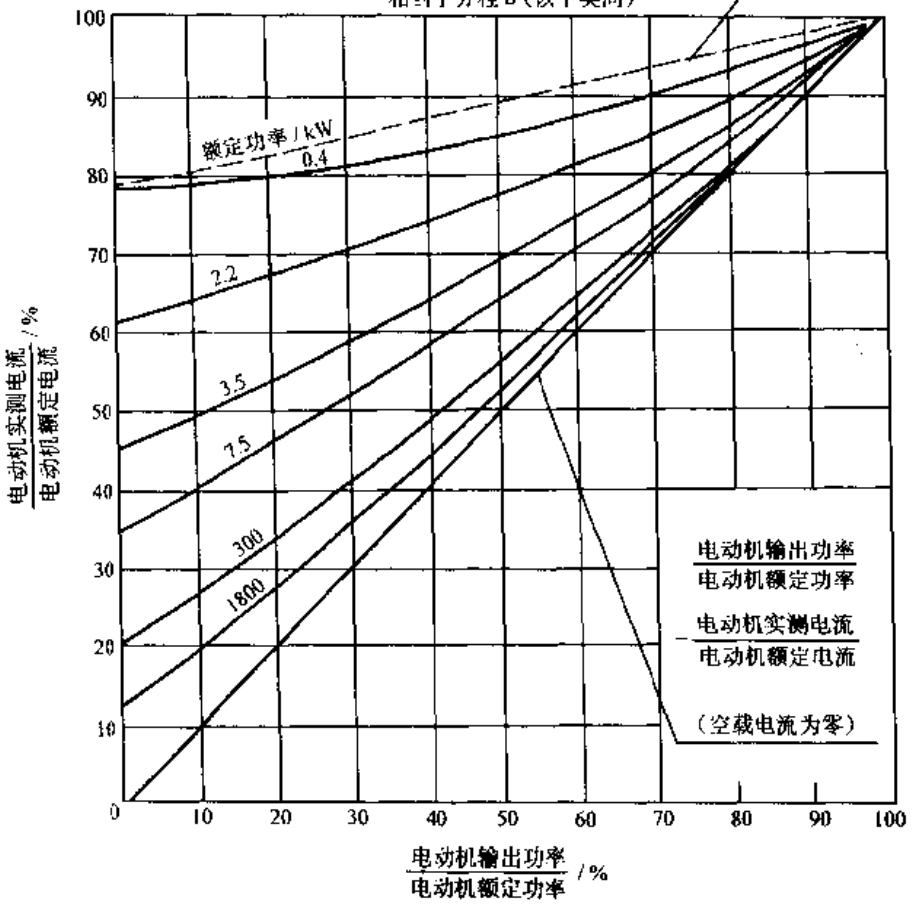
U_{nom}——电动机标牌额定电压(V)；

I 及 U——分别为测定的相位平均值。

一般说来，电动机在不足于全负荷电流的 90%以上运行时，(即电动机运离其额定值)采

$$\frac{\text{电动机输出功率}}{\text{电动机额定功率}} = \frac{\text{电动机实测电流} - \text{空载电流}}{\text{电动机额定电流} - \text{空载电流}}$$

相当于方程 B(以下类同)



图附 A-1　三相电动机的功率与电流的综合曲线

PLC WORLD

用方程式(A-1)及方程式(A-2)计算结果的平均值，即可较精确地估算出电动机的输出功率。

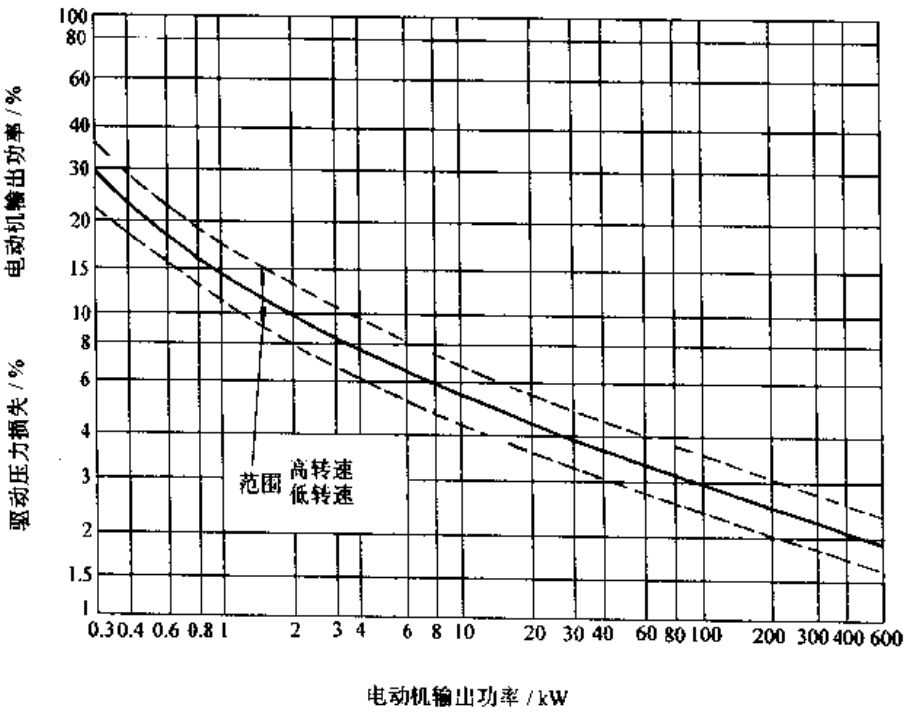
$$P_{mo} = P_{nom}\left(\frac{I - I_0}{I_{nom} - I_0}\right)\left(\frac{U}{U_{nom}}\right) \qquad (附\ A\text{-}2)$$

式中　I_0 为无负荷电流(空载电流 A)测定的相位值的平均值，通常用断开电动机联轴器或带驱动装置运行的方法求得，并应将叶轮卸下。

如果电动机在更远离其额定电流下运行，例如低于 90% 额定电流下运行时，则方程式(附 A-1)与方程式(A-2)两者取其平均值的计算，将会产生很大的误差。这时可以参考图附 A-1，可得出电动机的输出功率 P_{mo}。

附录 B　带驱动损失

图附 B-1 是用以确定风机采用带驱动时的损失图。



图附 B-1　带驱动损失

例如：

电动机输出功率为　$P_{mo} = 9.9\text{kW}$

查曲线驱动损失为　5.8%

驱动损失为　$\Delta P = 9.9 \times 5.8\% = 0.57\text{kW}$

风机输出功率　$P_{sh} = 9.9 - 0.57 = 9.33\text{kW}$

PLC WORLD

附录 C 密度的测定

一、一般情况下空气密度的测定

一般情况下可采用图附 C-1 空气湿度密度图和表 C-1 空气湿度密度表，它适用于常见的温度和压力，也适用于含部分蒸汽压力的理想气体状态方程计算空气密度。

如例 3 中的计算程序，限定于干球温度小于 80℃的情况下。在干球温度超过 80℃时，精确的湿球温度测量是难以实现的。

例 1 进口侧未接风筒的风机进口处的条件是 $t_{d1}=25.5℃$、$t_{W1}=16.6℃$，因为进口未接风筒，风机附近的大气压力为

$$p_{b1}=p_b=96850\text{Pa}$$

干湿球温差

$$t_{d1}-t_{W1}=25.5-16.6=8.9℃$$

根据干湿球温差 8.9℃、干球温度 25.5℃，及绝对压力 96850Pa，查图 C-1 空气湿度密度图得出 $\rho_1=1.123\text{kg/m}^3$

例 2 位于海拔高度 305m，风机进口条件为 $p_{s1}=860\text{Pa}$ $t_{d1}=29.5℃$ $t_{W1}=24℃$从靠近航空港所得出的大气压力表的压力数据为海平面 100982Pa。

利用表 C-2 不同高度的空气相对密度及大气压表，在海拔 305m 处的大气压为

$$100982\times0.964=97346\text{Pa}$$

风机出口绝对压力为

$$p_{b1}+p_b+p_{s1}=97346-860=96486\text{Pa}$$

干湿球温差为

$$t_{d1}-t_{W1}=29.5-23.9=5.6℃$$

对于干球温度为 29.5℃，绝对压力 96486Pa 及干湿球温差 5.6℃，查表 C-1 的空气湿度密度表得出 $\rho_1=1.09365\text{kg/m}^3+10\times0.001182\text{kg/m}^3=1.10547\text{kg/m}^3$

例 3 风机进口条件为

$p_{s1}=-2180\text{Pa}$ $t_{d1}=63.5℃$ $t_{W1}=33.9℃$

大气压力为 $P_b=95326\text{Pa}$

风机进口绝对压力为

$$p_{b1}=p_b-p_{s1}=95326-2180=93146\text{Pa}$$

用表 C-3 的数据，得出湿球温度 33.9℃的饱和蒸汽压力 p_e 为 5286Pa，用修正了的分蒸汽压力方程，得出

$$p_p=p_e-p_{b1}\left(\frac{t_{d1}-t_{W1}}{1500}\right)=5286-93146\left(\frac{63.3-33.9}{1500}\right)=3460\text{Pa}$$

ρ_1 是用理想气体的关系计算出的

$$\rho_1=\frac{0.0034831\,(p_{b1}-0.378p_p)}{(t_{d1}+273)}=$$

$$\frac{0.0034831\,\frac{℃(\text{kg/m}^3)}{\text{Pa}}(93146\text{Pa}-0.378\times3460\text{Pa})}{(63.3℃+273℃)}=0.95\text{kg/m}^3$$

PLC WORLD

二、特殊情况下空气密度的测定

“一”中所述的空气密度的测定步骤对于干燥空气、饱和水蒸气及部分地饱和水蒸气空气是适用的。在此，只包括在已知空气不是干燥的，而是饱和的这种情况下空气密度，另外一些空气密度的测定步骤。若已知空气不是干燥的而是饱和的，则不必要测定湿温度。

例 1　干燥空气进入位于海拔305m 以上的风机进口，此时风机进口处的压力与温度为

$$p_{s1} = -3736\text{Pa}$$

$t_{d1} = 35℃$　从附近机场获得的海平面大气压数据为 99018Pa，经查表附 C-2，可知在海拔 305m 处的大气压为

$$p_b = 99018 \times 0.964 = 95453\text{Pa}$$

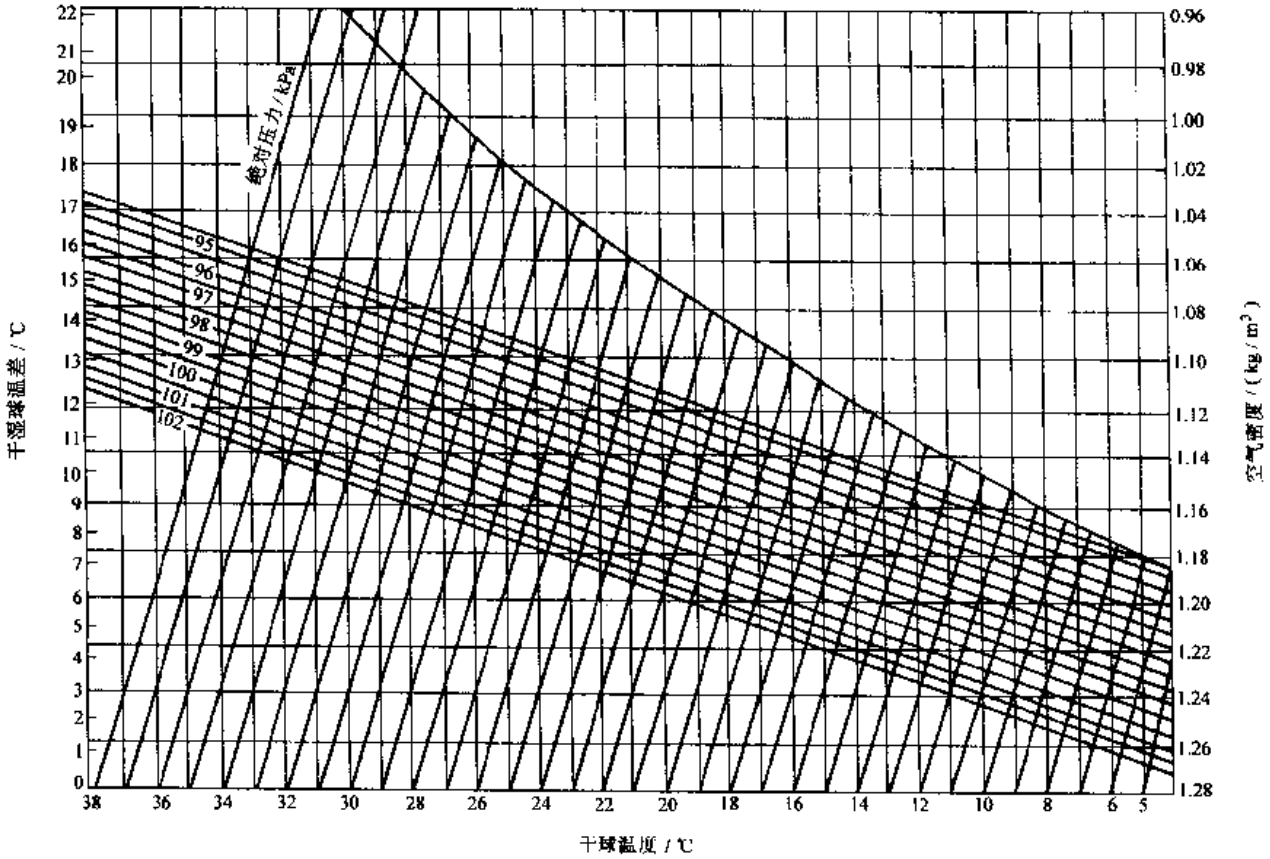
$$p_{b1} = p_b - p_{s1} = 95453 - 3736 = 91717\text{Pa}$$

风机进口的绝对压力为：在 101325Pa 及温度 20℃的干燥空气时，具有 1.2kg/m^3 的密度。认为空气密度与绝对压力成正比而与温度成为反比时，风机进口的空气密度按下式计算

$$\rho_1 = 1.2\left(\frac{p_{b1}}{101325}\right)\left(\frac{20+273}{t_{d1}+273}\right) = 1.033\text{kg/m}^3$$

例 2　饱和空气进入位于海拔 460m 处的风机进口，此时进口的压力与温度为 $p_{s1} = -1681\text{Pa}$ $t_{d1} = 3.95℃$从附近气象部门所获得的大气压数据为海平面 100440Pa，利用表 C-2 可知海平面 460m 处的大气压力为

$$p_b = 100440 \times 0.94700 = 95117\text{Pa}$$



图附 C-1　空气湿度密度图

注：查图注意事：

1. 计算干湿球温差由左方查阅　2. 水平地查至相应的干球温度

3. 垂直读出绝对压力　4. 再水平地读出密度。

PLC WORLD

风机进口绝对压力为

$$p_{b1} = p_b - p_{s1} = 95117 - 1681 = 93436\text{Pa}$$

参照表附C-4，得出在温度39.5℃及大气压为100440Pa时，饱和空气密度为1.1kg/m³

假定饱和空气密度与绝对压力成正比，则风机入口的密度按下式计算

$$\rho_1 = 1.1 \times \frac{p_{b1}}{100440} =$$

$$1.1\text{kg/m}^3 \times \frac{93436\text{Pa}}{100440\text{Pa}} = 1.023\text{kg/m}^3$$

三、除空气之外的气体密度的测定

除空气之外的气体密度的测定要求采用复杂设备、仪器进行气体分析，得出气体构成的相对数值。实际的气体密度可能与用典型数据所测定的气体密度相差很大。只有在没有更为具体的资料情况下才能使用。

表附C-5为各种含烟气体的典型密度。

表附C-1 空气湿度的密度表

干球温度/℃	各种压力及吸湿条件的饱和空气密度/(kg/m³)							干湿球温差每增1℃密度近似平均增加如下
	绝对压力/Pa						压力每升高1kPa密度增加如下	
	96512	98205	99898	101592	103285	104978		
-1	1.23340	1.25518	1.27680	1.29859	1.32021	1.34184		0.000490
-0.5	1.23109	1.25271	1.27434	1.29612	1.31775	1.33937		0.000490
0	1.22878	1.25040	1.27187	1.29349	1.31512	1.33674		0.000490
0.5	1.22631	1.24793	1.26956	1.29103	1.31265	1.33412		0.000519
1	1.22401	1.24547	1.26710	1.28857	1.31002	1.33161		0.000519
1.5	1.22154	1.24316	1.26464	1.28611	1.30756	1.32902		0.000519
2	1.21923	1.24069	1.26217	1.28363	1.30510	1.32639	0.127717	0.000519
2.5	1.21692	1.23838	1.25970	1.28116	1.30246	1.32393		0.000548
3	1.21462	1.23581	1.25738	1.27869	1.30000	1.32131		0.000548
3.5	1.21231	1.23361	1.25492	1.27623	1.29753	1.31884		0.000548
4	1.21000	1.23131	1.25245	1.27376	1.29506	1.31637		0.000548
4.5	1.20769	1.22900	1.25014	1.27145	1.29276	1.31406		0.000577
5	1.20539	1.22654	1.24784	1.26899	1.29029	1.31143		0.000577
5.5	1.20309	1.22423	1.24537	1.26653	1.28782	1.30897		0.000577
6	1.20078	1.22192	1.24306	1.26421	1.28535	1.30650		0.000577
6.5	1.19847	1.21961	1.24060	1.26174	1.28289	1.30388		0.000577
7	1.19617	1.21715	1.23829	1.25928	1.28026	1.30141		0.000577
7.5	1.19386	1.21484	1.23583	1.25682	1.27796	1.29894		0.000605
8	1.19155	1.21253	1.23352	1.25451	1.27549	1.29648		0.000605
8.5	1.18925	1.21023	1.23106	1.25205	1.27303	1.29385		0.000605
9	1.18694	1.20792	1.22875	1.24957	1.27057	1.29138	0.122987	0.000634
9.5	1.18463	1.20561	1.22644	1.24726	1.26874	1.28907		0.000634
10	1.18232	1.20331	1.22413	1.24495	1.26578	1.28661		0.000634

PLC WORLD

（续）

干球温度/℃	各种压力及吸湿条件的饱和空气密度/(kg/m³)							干湿球温差每增1℃密度近似平均增加如下
	绝对压力/Pa						压力每升高1kPa密度增加如下	
	96512	98205	99898	101592	103285	104978		
10.5	1.18001	1.20100	1.22167	1.24250	1.26332	1.28414		0.000634
11	1.17787	1.19869	1.21936	1.24019	1.26085	1.28167		0.000663
11.5	1.17556	1.19639	1.21705	1.23772	1.25854	1.27921		0.000663
12	1.17326	1.19392	1.21459	1.23541	1.25608	1.27674		0.000663
12.5	1.17095	1.19162	1.21228	1.23295	1.25361	1.27427		0.000692
13	1.16880	1.18931	1.20997	1.23064	1.25114	1.27180		0.000692
13.5	1.16650	1.18700	1.20766	1.22818	1.24867	1.26934		
14	1.16419	1.18469	1.20535	1.22587	1.24636	1.26687		
14.5	1.16185	1.18238	1.20304	1.22356	1.24390	1.26456		0.000721
15	1.15973	1.18008	1.20058	1.22109	1.24159	1.26209		
15.5	1.15743	1.17793	1.19827	1.21878	1.23912	1.25963		0.000750
16	1.15513	1.17563	1.19596	1.21632	1.23682	1.25717		
16.5	1.15298	1.17332	1.19366	1.21401	1.23436	1.25470		0.000778
17	1.15067	1.17101	1.19120	1.21154	1.23189	1.25223		
17.5	1.14837	1.16871	1.18889	1.20923	1.22958	1.24976		0.000807
18	1.14606	1.16640	1.18658	1.20693	1.22711	1.24730	0.122987	
18.5	1.14391	1.16409	1.18427	1.20447	1.22465	1.24483		
19	1.14161	1.16178	1.18196	1.20216	1.22234	1.24252		0.000836
19.5	1.13930	1.15947	1.17966	1.19985	1.22003	1.24025		
20	1.13699	1.15717	1.17735	1.19738	1.21757	1.23775		0.000865
20.5	1.13484	1.15487	1.17490	1.19507	1.21510	1.23528		
21	1.13253	1.15256	1.17259	1.19261	1.21279	1.23282		0.000894
21.5	1.13023	1.15025	1.17028	1.19030	1.21033	1.23035		
22	1.12793	1.14794	1.16797	1.18799	1.20786	1.22788		0.000923
22.5	1.12578	1.14564	1.16551	1.18553	1.20539	1.22542		
23	1.12347	1.14334	1.16320	1.18322	1.20308	1.22295		0.000951
23.5	1.12116	1.14103	1.16089	1.18076	1.20062	1.22048		
24	1.11886	1.13872	1.15858	1.17829	1.19816	1.21801	0.118256	0.000980
24.5	1.11655	1.13642	1.15627	1.17598	1.19584	1.21570		
25	1.11424	1.13411	1.15381	1.17367	1.19353	1.21324		0.001009
25.5	1.11194	1.13180	1.15150	1.17121	1.19107	1.21078		
26	1.10979	1.12949	1.14919	1.16890	1.18860	1.20831		0.001038
26.5	1.10749	1.12719	1.14689	1.16644	1.18613	1.20584		0.001067
27	1.10518	1.12488	1.14443	1.16444	1.18367	1.20377		0.001096

PLC WORLD

（续）

干球温度/℃	各种压力及吸湿条件的饱和空气密度/(kg/m³)							干湿球温差每增1℃密度近似平均增加如下
	绝对压力/Pa						压力每升高1kPa密度增加如下	
	96512	98205	99898	101592	103285	104978		
27.5	1.10287	1.12258	1.14212	1.16168	1.18120	1.20091		0.001124
28	1.10057	1.12011	1.13966	1.15919	1.17874	1.19844		
28.5	1.09826	1.11780	1.13735	1.15688	1.17643	1.19581	0.113526	0.001153
29	1.09595	1.11533	1.13489	1.15442	1.17397	1.19334		0.001182
29.5	1.09365	1.11303	1.13258	1.15211	1.17165	1.19103		
30	1.09118	1.11072	1.13027	1.14965	1.16919	1.18857		0.001211

表附 C-2 不同高度的空气相对密度及大气压

在海平面压力 101325Pa 为 1 时标准空气密度及大气压

高度/m	密度/(kg/cm³)	压力/Pa	高度/m	密度/(kg/cm³)	压力/Pa
0	1	101320.79	900	0.89742	90966.97
30	0.99606	100954.15	960	0.89151	90316.35
60	0.99309	100587.52	1020	0.88487	89649.74
90	0.98919	100253.14	1080	0.87870	89007.39
120	0.98619	99888.11	1140	0.87209	88350.38
150	0.98231	99521.47	1200	0.86589	87706.97
180	0.97928	99185.50	1260	0.85931	87073.69
210	0.97544	98822.06	1320	0.85308	86440.40
240	0.97150	98485.02	1380	0.84717	85807.12
270	0.96843	98122.65	1440	0.84065	85173.84
300	0.96463	97784.54	1500	0.83438	84561.09
330	0.96152	97423.24	1560	0.82846	83941.14
360	0.95776	97084.06	1620	0.82255	83307.86
390	0.95461	96723.83	1680	0.81665	82693.51
420	0.95088	96383.59	1740	0.81020	82093.56
450	0.94771	96024.42	1800	0.80383	81493.61
480	0.94476	95683.12	1950	0.78907	79993.73
510	0.94107	95349.81	2100	0.77509	78520.25
540	0.93785	94992.24	2250	0.76054	77053.70
570	0.93420	94649.33	2400	0.74653	75612.49
600	0.93094	94316.03	2550	0.73275	74204.07
630	0.92732	93982.72	2700	0.71897	72828.45
660	0.92404	93649.42	2850	0.70519	71461.89
690	0.92109	93316.11	3000	0.69209	70118.54

PLC WORLD

（续）

高　度 /m	密　度 /(kg/cm³)	压　力 /Pa	高　度 /m	密　度 /(kg/cm³)	压　力 /Pa
720	0.91751	92982.80	4500	0.56986	57786.48
750	0.91418	92649.50	6000	0.46655	47232.67
780	0.91064	92296.19	7500	0.37801	38295.54
810	0.90728	91949.62	9000	0.30399	30812.15
840	0.96432	91615.72	10500	0.24183	24530.80
870	0.90083	91282.41	12000	0.19130	19400.55

表附 C-3　饱和水蒸气压力

饱和温度 /℃	压　力 /Pa	饱和温度 /℃	压　力 /Pa	饱和温度 /℃	压　力 /Pa	饱和温度 /℃	压　力 /Pa	饱和温度 /℃	压　力 /Pa
0.5	632.010	17.5	1999.833	34.5	5468.681	51.5	13282.098	68.5	29190.682
1	655.015	18	2063.734	35	5621.407	52	13611.256	69	29833.419
1.5	680.698	18.5	2129.362	35.5	5779.890	52.5	13946.847	69.5	30485.637
2	705.995	19	2196.696	36	5941.083	53	14290.566	70	31154.788
2.5	731.630	19.5	2266.189	36.5	6104.984	53.5	14643.089	70.5	31837.484
3	758.077	20	2337.625	37	6273.626	54	15001.030	71	32531.017
3.5	788.487	20.5	2411.076	37.5	6445.993	54.5	15363.713	71.5	33237.756
4	813.275	21	2486.423	38	6623.779	55	15736.554	72	33951.946
4.5	842.365	21.5	2563.904	38.5	6806.644	55.5	16117.523	72.5	34676.634
5	872.334	22	2643.551	39	6989.509	56	16506.619	73	35421.639
5.5	903.116	22.5	2725.197	39.5	7179.824	56.5	16903.843	73.5	36183.577
6	934.982	23	2808.875	40	7375.557	57	17309.194	74	36952.288
6.5	967.932	23.5	2894.822	40.5	7573.661	57.5	17722.672	74.5	37744.703
7	1001.965	24	2982.868	41	7777.183	58	18144.278	75	38537.118
7.5	1036.913	24.5	3073.481	41.5	7986.124	58.5	18574.010	75.5	39360.011
8	1072.808	25	3166.952	42	8198.450	59	19012.548	76	40182.904
8.5	1109.788	25.5	3262.651	42.5	8415.179	59.5	19460.567	76.5	41029.501
9	1147.685	26	3360.789	43	8638.681	60	19915.356	77	41882.872
9.5	1187.234	26.5	3461.128	43.5	8868.278	60.5	20381.665	77.5	42753.174
10	1227.905	27	3563.837	44	9099.907	61	20856.099	78	43650.567
10.5	1269.964	27.5	3670.847	44.5	9335.261	61.5	21341.029	78.5	44564.924
11	1313.107	28	3780.566	45	9580.097	62	21834.765	79	45479.218
11.5	1357.333	28.5	3891.301	45.5	9830.013	62.5	22338.322	79.5	46395.236
12	1402.846	29	4004.406	46	10085.347	63	22851.356	80	47341.732
12.5	1449.714	29.5	4133.428	46.5	10346.099	63.5	23373.541	80.5	48317.013
13	1497.936	30	4243.147	47	10612.269	64	23906.559	81	49292.293
13.5	1547.513	30.5	4365.057	47.5	10883.857	64.5	24449.413	81.5	50314.982
14	1598.308	31	4492.385	48	11160.864	65	25005.104	82	51330.900
14.5	1650.933	31.5	4622.761	48.5	11444.305	65.5	25568.938	90	70500
15	1705.047	32	4755.846	49	11735.196	66	26146.317	100	101325
15.5	1760.821	32.5	4891.640	49.5	12030.828	66.5	26732.501	—	—
16	1818.221	33	5030.144	50	12333.232	67	27330.876	—	—
16.5	1877.008	33.5	5172.372	50.5	12644.103	67.5	27939.411	—	—
17	1937.557	34	5319.341	51	12960.392	68	28558.781	—	—

PLC WORLD

表附 C-4 饱和空气的特性表

温度/℃	混合气体密度			干空气质量体积/(m^3/kg)	水蒸气含湿量	
	干气/(kg/m^3)	水蒸气/(kg/m^3)	总计/(kg/m^3)		干气/(kg/kg干空气)	混合气/(kg/kg混合气)
-30	0.00566133	0.00000135	0.00566268	0.68807940	0.000242	0.000242
-28	0.00561234	0.00000162	0.00561396	0.69347316	0.000292	0.000292
-26	0.00556724	0.00000195	0.00556919	0.70016542	0.000353	0.000353
-24	0.00552142	0.00000241	0.00552383	0.70598370	0.000434	0.000434
-22	0.00547707	0.00000292	0.00547999	0.71152729	0.000532	0.000532
-20	0.00543347	0.00000346	0.00543693	0.71692105	0.000640	0.000640
-18	0.00538929	0.00000417	0.00539346	0.72288915	0.000785	0.000785
-16	0.00534604	0.00000500	0.00535104	0.72873239	0.000941	0.000941
-14	0.00530312	0.00000595	0.00530907	0.7345764	0.001121	0.001121
-12	0.00526047	0.00000701	0.00526748	0.74046882	0.001330	0.001330
-10	0.00521822	0.00000837	0.00522659	0.74676155	0.001604	0.001604
-8	0.00517629	0.00000991	0.00518620	0.75272965	0.001914	0.001914
-6	0.00513738	0.00001157	0.00514895	0.75857289	0.002255	0.002244
-5	0.00511471	0.00001261	0.00512732	0.76161937	0.002460	0.002450
-4	0.00509374	0.00001375	0.00510749	0.76499047	0.002696	0.002686
-3	0.00507201	0.00001492	0.00508693	0.76836157	0.002940	0.002930
-2	0.00505203	0.00001611	0.00506814	0.77110840	0.003196	0.003186
-1	0.00503106	0.00001745	0.00504851	0.77447950	0.003484	0.003474
0	0.00500983	0.00001892	0.00502875	0.77785060	0.003780	0.003760
1	0.00498948	0.00002026	0.00500974	0.78072228	0.004058	0.004048
2	0.00496875	0.00002169	0.00499044	0.78396853	0.004368	0.004352
3	0.00494815	0.00002312	0.00497127	0.78733963	0.004680	0.004660
4	0.00492780	0.00002478	0.00495258	0.79071073	0.005030	0.005000
5	0.00490683	0.00002653	0.00493336	0.79408183	0.005410	0.005380
6	0.00488722	0.00002827	0.00491549	0.79745293	0.005786	0.005748
7	0.00486612	0.00003020	0.00489632	0.80082404	0.006204	0.006164
8	0.00484490	0.00003223	0.00487713	0.80419514	0.006650	0.006605
9	0.00482417	0.00003430	0.00485847	0.80756624	0.007108	0.007056
10	0.00480320	0.00003665	0.00483985	0.81093734	0.007620	0.007560
11	0.00478247	0.00003915	0.00482162	0.81480787	0.008168	0.008124
12	0.00476124	0.00004154	0.00480278	0.81830383	0.008720	0.008642
13	0.00474002	0.00004427	0.00478429	0.81892810	0.009334	0.009250
14	0.00471854	0.00004708	0.00476562	0.82567031	0.009964	0.009872
15	0.00469707	0.00005000	0.00474707	0.82966569	0.010630	0.010520
16	0.00467584	0.00005315	0.00472899	0.83303679	0.011350	0.011222

PLC WORLD

（续）

温度/℃	混合气体密度			干空气质量体积/(m³/kg)	水蒸气含湿量	
	干气/(kg/m³)	水蒸气/(kg/m³)	总计/(kg/m³)		干气/(kg/kg干空气)	混合气/(kg/kg混合气)
17	0.00465424	0.00005643	0.00471067	0.83703217	0.012114	0.011968
18	0.00463252	0.00005992	0.00469244	0.84102755	0.012918	0.012754
19	0.00461079	0.00006359	0.00467438	0.84514779	0.013778	0.013586
20	0.00458844	0.00006742	0.00465586	0.84901831	0.014680	0.014470
21	0.00456597	0.00007145	0.00463742	0.85351311	0.015648	0.015402
22	0.00454350	0.00007572	0.00461922	0.85738364	0.016666	0.016388
23	0.00452077	0.00008021	0.00460098	0.86187844	0.017736	0.017422
24	0.00449730	0.00008494	0.00458224	0.86637324	0.018890	0.018536
25	0.00447358	0.00008983	0.00456341	0.87086805	0.020080	0.019680
26	0.00444985	0.00009505	0.00454490	0.87536285	0.021358	0.020920
27	0.00442626	0.00010045	0.00452671	0.88048193	0.022698	0.022190
28	0.00440154	0.00010620	0.00450774	0.88522645	0.024128	0.023562
29	0.00437656	0.00011212	0.00448868	0.89072009	0.025622	0.024988
30	0.00435122	0.00011849	0.00446971	0.89521490	0.027230	0.026510
31	0.00432587	0.00012498	0.00445085	0.90083340	0.028890	0.028080
32	0.00430053	0.00013186	0.00443239	0.90582762	0.030662	0.029750
33	0.00427368	0.00013905	0.00441273	0.91144613	0.032538	0.031514
34	0.00424771	0.00014658	0.00439429	0.91756405	0.034510	0.033356
35	0.00422012	0.00015445	0.00437457	0.92330741	0.036600	0.035310
36	0.00419265	0.00016264	0.00435529	0.92942534	0.038792	0.037340
37	0.00416468	0.00017098	0.00433566	0.93554327	0.041054	0.039438
38	0.00413547	0.00018020	0.00431567	0.94203576	0.043572	0.041764
39	0.00410638	0.00018956	0.00429594	0.94852825	0.046162	0.044126
40	0.00407654	0.00019933	0.00427587	0.95576988	0.048900	0.046620
41	0.00404682	0.00020955	0.00425637	0.96301151	0.051792	0.049236
42	0.00401598	0.00022030	0.00423628	0.97025313	0.054852	0.052004
43	0.00398414	0.00023136	0.00421550	0.97811904	0.058072	0.054880
44	0.00395168	0.00024304	0.00419472	0.98598494	0.061504	0.057948
45	0.00391922	0.00025502	0.00417424	0.99447512	0.065070	0.061100
46	0.00388438	0.00026773	0.00415211	1.00284045	0.068924	0.064486
47	0.00384980	0.00028090	0.00413070	1.01183006	0.072968	0.068004
48	0.00381509	0.00029460	0.00410969	1.02106938	0.077226	0.071688
49	0.00377901	0.00030881	0.00408782	1.03105783	0.081720	0.075546
50	0.00374255	0.00032356	0.00406611	1.04129599	0.086460	0.079580
52	0.00366514	0.00035479	0.00401993	1.06214688	0.096808	0.088264

PLC WORLD

（续）

温度/℃	混合气体密度			干空气质量体积/(m³/kg)	水蒸气含湿量	
	干气/(kg/m³)	水蒸气/(kg/m³)	总计/(kg/m³)		干气/($kg_{水蒸气}/kg_{干空气}$)	混合气/($kg_{水蒸气}/kg_{混合气}$)
54	0.00358438	0.00038917	0.00397355	1.08656864	0.108653	0.097967
56	0.00350043	0.00042609	0.00392652	1.11318786	0.121896	0.108573
58	0.00341268	0.00046548	0.00387816	1.1420045	0.136571	0.120080
60	0.00332054	0.00050741	0.00382795	1.17301868	0.152800	0.132550
62	0.00322210	0.00055389	0.00377599	1.20942658	0.172139	0.146770
64	0.00311927	0.00060330	0.00372257	1.24968004	0.193793	0.162191
66	0.00301364	0.00065459	0.00366823	1.29238067	0.216919	0.178377
68	0.00289812	0.00071153	0.00360965	1.3444205	0.245748	0.197167
70	0.00277729	0.00077292	0.00355021	1.40375189	0.279012	0.217860
72	0.00265103	0.00083757	0.00348860	1.47087428	0.316820	0.240254
74	0.00251979	0.00090495	0.00342474	1.54548801	0.358940	0.264179
76	0.00237810	0.00098101	0.00335911	1.64002870	0.413661	0.292224
78	0.00223037	0.00106039	0.00329076	1.75090050	0.477674	0.322524
80	0.00207935	0.00114165	0.00322100	1.87046225	0.546664	0.354060
82	0.00191281	0.00123274	0.00314555	2.03884256	0.645536	0.391254
84	0.00173886	0.00132881	0.00306767	2.24974870	0.769912	0.433010
86	0.00155750	0.00142967	0.00298717	2.51741421	0.927952	0.478892
88	0.00137007	0.00153444	0.00290451	2.83519677	1.115656	0.528176
90	0.00116665	0.00165085	0.00281750	3.36673217	1.43120	0.586460
92	0.00095412	0.00177289	0.00272701	4.18723346	1.91934	0.651384
94	0.00073747	0.00189753	0.00263500	5.12709673	2.478780	0.719208
96	0.00050105	0.00203487	0.00253592	7.85768944	4.108140	0.800664
98	0.00025471	0.00217932	0.00243403	20.85139031	11.874056	0.894760
100	0.000000	0.00232843	0.00232843	—	—	1.000000

表附 C-5 各种含烟气体的典型密度

燃料	含烟气体密度/(kg/m³)	燃料	含烟气体密度/(kg/m³)
煤	1.250	高炉气体	1.217
油	1.201	褐煤	1.169
天然气	1.161	木柴	1.121
蔗渣	1.121		

附录 D　风机性能计算程序

表附 D-1　风机性能计算程序(一)

项目			代号	单位	数值							注
					6—11 2065	6—19 6070	5—25 10075	5—25 15082	5—26 15082	6—30 40098	5—35 40098	
工作轮计算	1	总压比	$\varepsilon=\frac{p_{Bj}+\Delta p_e}{p_{Bj}}$		1.5	1.5	1.5	1.54	1.5	1.5	1.4	
	2	风机总压力	$p_{HT}=\Delta p_e$	kPa	49	49	49	52.7	49	49	39.2	
	3	单级压比	$i=\sqrt[N]{\varepsilon}$		1.07	1.07	1.07	1.09	1.091	1.145	1.119	
	4	压缩性系数	$k_P=f(\varepsilon K)$		0.8383	0.8383	0.8383	0.8275	0.8383	0.8383	0.8677	
	5	风机第一级计算压力	$P_{sF}=k_P(i-1)P_{Bj}$	kPa	5.751	5.751	5.751	7.298	7.476	11.912	10.119	
	6	总绝热能量头	$\sum h_{ad}=\frac{KP_{Bj}}{(K-1)g}\times(\varepsilon^{\frac{K-1}{K}}-1)\times\frac{1}{\rho_j}\times10^3$	m	3702	3702	3702	3945	3702	3702	3042	g:981
	7	加权绝热能量头	$h_{ad}=\sum h_{ad}/N$		654.6	654.6	654.9	838	785	1309	1076	
	8	总温升	$\Delta T=\frac{T_1}{\eta_{ad}}\times(\varepsilon^{\frac{K-1}{K}}-1)$	℃	58.9	52.2	49.6	52.7	49.2	48	38.7	
	9	出气流量	$q_{VD}=q_{Ve}\times\varepsilon^{-1}\times\frac{T_2}{T_1}$	m^3/min	16.01	47.13	77.94	116.8	115.02	323.4	310	
	10	加权流量	$q_V=1.03\sqrt{1.053q_{Ve}\times q_{VD}}$		18.92	56.31	93.56	139	139	379.6	388.7	
	11	周速	$u_2=\frac{\pi D_2 n}{60}$	m/s	100.4	108.1	117	126.7	126.7	151.4	151.4	126.7
	12	周速系数	$k_U=U_2/\sqrt{2gh_{ad}\times1000}$		0.886	0.954	1.033	0.988	1.02	0.945	1.042	

（续）

项目			代号	单位	数值							注
					6—11 2065	6—19 6070	5—25 10075	5—25 15082	5—26 15082	6—30 40098	5—35 40098	
工作轮计算	13	压力系数	$\Psi=\frac{1}{kU^2}$		1274	1.1	0.937	1.024	0.96	1.12	0.921	
	14	流量系数	$\Phi=\frac{q_V}{60}\times\frac{4}{\pi D_2^2 U_2}$		0.0095	0.0228	0.0285	0.0348	0.0336	0.0554	0.0566	
	15	比转数	$n_s=138\phi^{0.5}/\psi^{0.75}$		11.21	19.4	24.5	25.3	26	29.8	34.9	
	16	叶片出口安装角	$\beta_{2A}=\frac{\frac{\psi}{2}+1.44\times10^{-5}n_s^2-0.3835}{2.8\times10^{-3}}$	度	91	61.4	29.4	49.2	37.9	67.6	33.8	50
	17	进口法兰速度	$v_s=q_{Ve}/\left(\frac{\pi}{4}\times60\times DN\cdot S^2\right)$	m/s	18.9	20.4	23.6	35.4	35.4	34	34	
	18	出口法兰速度	$v_D=q_{V,D}(60\times\frac{\pi}{4}\times DN,D^2)$	m/s	15.1	16	18.4	27.6	27.1	27.5	26.4	
	19	进口轴向速度	$v_o=8.926q_v^{0.27}$	m/s	19.7	26.5	30.4	33.8	33.8	44.4	43.0	
	20	进口当量直径（可比法兰直径）	$D_{o.e}=\sqrt{\frac{4\times q_v}{60\times v_o\times\pi}}$	m	0.143	0.212	0.256	0.295	0.295	0.426	0.409	
	21	内孔直径	$d=0.11(N_{sh}+1)\times0.7D_{o.e}$		0.099	0.147	0.177	0.159	0.159	0.164	0.157	0.165
	22	轮毂外径	$d_o=1.2d$		0.137	0.176	0.212	0.191	0.191	0.197	0.189	0.194
	23	工作轮进口直径	$D_o=\sqrt{D_{o.e}^2+d_o^2}$		0.198	0.275	0.332	0.351	0.351	0.469	0.451	0.350
	24	密封处外径	$D=1.1D_o$		0.218	0.302	0.365	0.386	0.386	0.516	0.496	0.370
	25	叶片进口直径	$D_1=1.085D_o$		0.215	0.298	0.36	0.381	0.381	0.509	0.489	0.380
	26	叶片进口线速	$u_1=\frac{\pi D_1 n}{60}$	m/s	33.2	46.63	55.6	55.8	55.8	78.6	75.5	58.7

（续）

项目			代号	单位	数值							注
					6—11 2065	6—19 6070	5—25 10075	5—25 15082	5—26 15082	6—30 40098	5—35 40098	
工作轮计算	27	叶片进口理论宽度	$b_{1e}=\frac{q_v}{60\pi D_1 v_0 \tau_{1.e}}$	m	0.0275	0.042	0.050	0.064	0.064	0.098	0.099	
	28	叶片进口理论比宽度	$\overline{b}_{1e}=\frac{b_{1e}}{D_1/2}$		0.256	0.282	0.278	0.336	0.336	0.424	0.389	
	29	叶片进口气流角	$\beta_1=35.26-\overline{b}_{1.e}/\mathrm{tg}6°$	度	32.8	32.58	32.61	32.06	32.06	31.22	31.56	
	30	叶片进口气流冲角	$i_1=0.08(\beta_{2A}-30°)$		4.9	2.5	-0.05	1.54	0.63	3	0.3	
	31	叶片进口安装角	$\beta_{1A}=\beta_1+i_1$		37.7	35.4	32.56	33.6	32.7	34.2	31.9	33°
	32	叶片进口径向速度	$C_{1r}=U_1\mathrm{tg}\beta_1$	m/s	21.4	32.7	35.5	37	35.8	53.4	46.7	
	33	加速系数	$\varepsilon_1=\frac{C_{1r}}{v_o}$		1.09	1.23	1.17	1.10	1.06	1.2	1.09	
	34	叶片数	$Z_k=10\frac{\sin\beta_{2A}}{1-D_1/D_2}$		15	15.3	9.25	14.1	11.5	19.2	11.1	长 10 短 10
	35	叶片厚度	$\delta=2q_v^{0.234}/1000$	m	0.004	0.0051	0.0058	0.0063	0.0063	0.008	0.0078	
	36	叶片进口阻塞系数	$\tau_1=1-\frac{Z_k\delta}{\pi D_1\sin\beta_{1A}}$		0.855	0.905	0.903	0.895	0.895	0.828	0.899	
	37	叶片进口宽度	$b_1=\frac{q_v}{60\pi D_1 C_{1r}\tau_1}$	m	0.0222	0.0339	0.043	0.058	0.06	0.0895	0.08	0.055
	38	叶片出口阻塞系数	$\tau_2=1-\frac{Z_K\delta}{\pi D_2\sin\beta_{2A}}$		0.97	0.96	0.955	0.954	0.954	0.946	0.949	
	39	叶片出口宽度	$b_2=b_1\frac{D_1\tau_1}{D_2\tau_2}$	m	0.0069	0.0138	0.0191	0.0253	0.0262	0.041	0.0378	0.0285
	40	盖盘锥角	$\theta_K=\mathrm{arctg}\frac{b_1-b_2}{(D_2-D_1)/2}$	度	4.02	5.71	6.7	8.5	8.75	11.9	9.75	
	41	叶片曲率半径	$R_K=f(R_1R_2\beta_{1A}\beta_{2A})$	m	-0.501	1.088	0.312	0.603	0.404	-2.845	0.452	

（续）

项目			代号	单位	数值							注
					6—11 2065	6—19 6070	5—25 10075	5—25 15082	5—26 15082	6—30 40098	5—35 40098	
工作轮计算	42	中心圆半径	$R_0 = f(R_K R_2 \beta_{2A})$	m	0.592	0.97	0.187	0.457	0.264	3.065	0.276	
	43	叶片出口径向速度	$C_{2r} = C_{1r}$	m/s	23.1	32.7	35.5	37	35.8	53.4	46.7	
	44	叶片出口切向差速	$\Delta u_2 = C_{2r} \mathrm{ctg} \beta_{2A}$	m/s	−0.4	47	63	31.94	46	22	69.8	
	45	叶片出口绝速夹角	$\alpha_2 = \mathrm{arctg} \dfrac{C_{2r}}{u_2 - \Delta u_2}$	度	12.9	28.15	33.3	21.33	23.9	22.4	29.8	
	46	风机效率	$\eta_{ad} = \dfrac{26.8 + 14.4 \lg n_S}{100}$		0.612	0.690	0.726	0.728	0.733	0.75	0.775	
	47	风机功率	$P = 3.5 \dfrac{q_V p_{Bi}}{60 \times \eta_{ad}} [\varepsilon^{0.286} - 1]$	kW	21.73	57.36	90.6	143.5	133.3	355.8	252.4	
	48	密封宽度系数	$k_B = \dfrac{1}{2.1153 l_n q_v - 2.674}$		0.282	0.171	0.144	0.129	0.129	0.101	0.104	
	49	单级宽度 （叶轮毂长）	$B = b_1 + k_B D_1 + \dfrac{D_0 e^2}{4 \times D_0} + b_2$	m	0.1155 (0.135)	0.1396 (0.168)	0.1634 (0.180)	0.1944 (0.190)	0.1973 (0.190)	0.280 (0.280)	0.264 (0.280)	0.190
	50	进出口法兰中心距	$l = NB + \dfrac{DNS}{2} + \dfrac{DND}{2} - D_{0e}^2 / 4 \times D_0$		0.817 (0.995)	1.047 (1.238)	1.231 (1.325)	1.210 (1.190)	1.230 (1.190)	1.240 (1.500)	1.20 (1.500)	1.190
	51	比进口	$k_{B1} = D_1 / D_2$		0.33	0.426	0.475	0.465	0.465	0.519	0.499	0.463
	52	比出口	$k_{B2} = b_2 / D_2$		0.0106	0.0197	0.0252	0.0309	0.032	0.0418	0.0386	0.035
	53	比流量系数	$\phi_{2r} = C_{2r} / U_2$ $\left(\phi_{2r} = \dfrac{\phi}{4 b_2 \tau_2} \right)$		0.23	0.302	0.303	0.292	0.283	0.353	0.308	

表附 D-2 风机性能计算程序(二)

	项	目	代 号	单位	数值							注
					6—11 2065	6—19 6070	5—25 10075	5—25 15082	5—26 15082	6—30 40098	5—35 40098	
中间机壳计算	1	扩压器进口直径	$D_3 = 1.03D_2$	m	0.6695	0.721	0.781	0.845	0.845	1.009	1.009	
	2	扩压器出口直径	$D_4 = 1.335D_3$		0.894	0.963	1.042	1.128	1.128	1.347	1.347	1.128
	3	扩压器宽度	$b_3 = b_4 = b_5 = b_2$		0.0069	0.0138	0.0191	0.0253	0.0262	0.041	0.0378	0.029
	4	扩压器气流角	$\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_2$	度	12.9	28.15	33.3	21.3	23.9	22.4	29.8	
	5	当量扩张角	$\theta = f(D_3 D_4 \alpha_3 \alpha_4)$		1.1	2.3	3.2	4.0	4.6	4.8	6.9	
	6	隔板厚度	$\delta_{se} = b_3 \times 1.68$	m	0.012	0.024	0.032	0.042	0.044	0.069	0.064	0.042
	7	隔板尖端半径	$R_{se} = \delta_{se}/2$		0.006	0.012	0.016	0.021	0.022	0.035	0.032	
	8	回流器宽度	$b_6 = \frac{D_{se}^2}{4 \times D_o}$		0.0258	0.0409	0.0494	0.062	0.062	0.0976	0.0927	0.056
	9	弯道上部顶端半径	$R_T = 1.84b_3$		0.0127	0.0254	0.0350	0.0470	0.0480	0.0750	0.0700	
	10	回流室隔板斜度	$\text{arctg}\frac{b_6 - b_5}{(D_5 - D_6)/2}$	度	3.19	4.66	5.78	5.61	5.48	7.69	7.30	
	11	隔板定位尺寸 (出口至隔板外)	$B_{ST} = \delta_{se} \times 0.6$	m	0.0072	0.0144	0.0192	0.0252	0.0264	0.0414	0.0384	易于清砂
	12	弯道顶端直径	$D_{TS} = D_4 + 2R_T$		0.92	1.014	1.112	1.222	1.224	1.497	1.487	
	13	回流器叶片厚度	$\delta_N = \delta$		0.004	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	
	14	回流器流入直径	$D_5 = D_4$		0.894	0.963	1.042	1.128	1.128	1.347	1.347	1.128
	15	回流器流出直径	$D_6 = D_1$		0.215	0.298	0.36	0.381	0.381	0.509	0.489	0.380
	16	回流器进口安装角	$\beta_{SA} = \alpha_2 + 5$	度	18	33	38	26	29	27	35	20.5
	17	回流器出口安装角	β_{DA}		90	90	90	90	90	90	90	90
	18	叶片数量(互为质数)	$Z_R = 0.85Z_K$		13	13	8	13	10	17	9	13
	19	回流器叶片曲率半径	$R_{RK} = f(R_1 R_2 \beta_{SA} \beta_{DA})$	m	0.28	0.345	0.395	0.3885	0.3995	0.4882	0.530	0.261
	20	中心圆半径	$R_{RO} = f(R_{RK} R_2 \beta_{SA})$		0.2995	0.376	0.434	0.433	0.433	0.5504	0.584	0.692

表附 D-3 风机性能计算程序(三)

项目			代号	单位	数值							注
					6—11 2065	6—19 6070	5—25 10075	5—25 15082	5—26 15082	6—30 40098	5—35 40098	
进出气机壳	1	出口法兰中心到末级止口距离	$l_{D\text{-}S}=\frac{DN_D}{2}$	m	0.075	0.125	0.15	0.15	0.15	0.25	0.25	
	2	蜗室横截面当量直径	$D_{ce}=0.95\sqrt{\frac{\phi_c}{360}}DN_D$ (ϕ_c=90、180、270、360)		0.07125 0.1425 0.2138 0.285	0.11875 0.2325 0.35625 0.475	0.1425 0.285 0.4275 0.57	0.1425 0.285 0.4275 0.57	0.1425 0.285 0.4275 0.57	0.2375 0.475 0.7125 0.95	0.2375 0.475 0.7125 0.95	
	3	蜗室等外径直径	$D_C=D_{D3}$		0.92	1.014	1.112	1.222	1.224	1.497	1.487	1.230
	4	进口法兰中心到初级止口距离	$l_{S\text{-}S}=B-b_6+\frac{D_{d6}}{2}$		0.1647	0.2237	0.264	0.2824	0.2853	0.4324	0.420	0.214
	5	环形收敛通道出口直径	$D_{o.j}=D_o$		0.198	0.275	0.332	0.351	0.351	0.469	0.451	0.35
	6	环形收敛通道出口轮毂直径	$d_{o.j}=d_o$		0.137	0.176	0.212	0.191	0.191	0.197	0.189	0.196

注：o 表示已知数据。