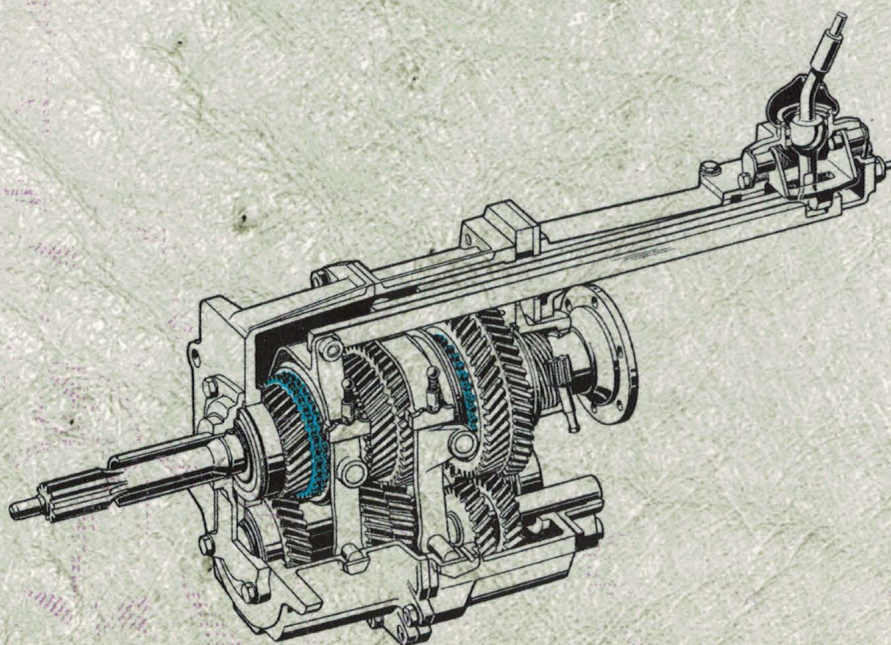




机械零部件设计与实用数据速查丛书

# 传动件设计与 实用数据速查

于惠力 冯新敏 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

机械零部件设计与实用数据速查丛书

# 传动件设计与实用数据速查

于惠力 冯新敏 编著



机械工业出版社

本书是为帮助读者学习常用机械传动件设计方法,解决数据速查问题而编写的。全书共4章,包括带传动、齿轮传动、蜗杆传动和链传动4种常用的传动件。

本书提供了常用机械传动件的基本设计理论及方法,详细收集了传动件的实用设计数据及最新国家标准,因此使用本书可以不必翻阅大量的手册及图册即能解决常用的传动件的设计方法及数据速查问题。同时结合工程设计实例,详细叙述了各种传动件设计方法的全过程及数据速查的方法,并就计算结果提供了详细的零件生产图样,有利于读者仅利用本书就能在短时间内学会常用传动件的设计,实用性强。

本书可以为工程技术人员和大专院校师生进行常用机械传动件的设计提供必要的参考,也可作为高等工业学校机械类、近机类和非机类专业学习《机械设计》和《机械设计基础》课程的教学用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

传动件设计与实用数据速查/于惠力,冯新敏编著. —北京:机械工业出版社,2010.3

(机械零部件设计与实用数据速查丛书)

ISBN 978-7-111-29706-2

I. 传… II. ①于…②冯… III. 机械传动—机械设计 IV. TH132

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第023255号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:黄丽梅 责任编辑:黄丽梅 版式设计:张世琴

封面设计:赵颖喆 责任校对:李秋荣 责任印制

2010年4月第1版第1次印刷

169mm×239mm·19.25印张·374千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29706-2

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版



## 前 言

为了使读者不必翻阅大量的手册及图册而在较短的时间内学会常用零件的设计方法及数据速查问题，我们编写了系列学习丛书——《连接零部件设计与实用数据速查》、《轴系零部件设计与实用数据速查》等，《传动件设计与实用数据速查》是其中的一本。

全书共分4章，包括带传动、齿轮传动、蜗杆传动和链传动4种常用的传动零件。每章的内容包括：基本设计理论及方法、实用设计数据、设计与数据速查实例及结构设计速查等。其中基本设计理论及方法简单扼要，高度概括了传动零件的基础理论和设计的基本方法；实用设计数据部分以图表等形式给出了相应的传动件设计所需要的全部内容，包括最新颁布的国家标准、行业标准等，免去读者设计时需要查找标准和手册的难题；设计与数据速查实例以例题的形式详细地给出了各种传动件的设计过程、设计数据的查找过程及应注意的问题；结构速查给出了传动件结构设计的过程和常见的结构设计错误，有利于提高工程技术人员在结构设计方面的能力。

本书力求做到精选内容、联系实际、叙述简明、便于自学。

本书采用了最新颁布的国家标准，内容可自成体系，将常用传动件的设计方法、设计实例、设计标准及标准速查合为一体，避免了机械工程设计人员需要翻阅大量的理论书籍、设计手册和图册方可进行设计的障碍，便于读者在较短的时间内尽快地深入掌握常用机械传动件的设计方法和设计数据速查问题。

本书为机械工程设计人员和大专院校师生进行各种机械传动件的设计方法和设计数据速查提供了必要的参考，也可作为高等工业学校机械类、近机类和非机类专业学习《机械设计》、《机械设计基础》和进行《机械设计课程设计》等相关课程的教学用书。

本书由于惠力（第1章、第3章）、冯新敏（第2章、第4章）编写。

由于编者水平有限，时间仓促，不妥之处在所难免，殷切希望广大读者对书中的错误和欠妥之处提出批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

第 1 章 带传动 .....	1
1.1 基本设计理论及方法 .....	1
1.1.1 带传动工作原理 .....	1
1.1.2 带传动受力分析 .....	1
1.1.3 带传动应力分析 .....	2
1.1.4 带传动弹性滑动与打滑 .....	2
1.1.5 V 带传动设计方法 .....	3
1.2 带传动实用设计数据 .....	4
1.2.1 带传动形式及传动带的类型 .....	4
1.2.2 V 带的截面尺寸及基准带长 .....	6
1.2.3 V 带轮的轮槽尺寸及基准直径系列 .....	8
1.2.4 V 带的额定功率和单根普通 V 带功率增量 .....	10
1.2.5 V 带设计用系数速查 .....	21
1.2.6 V 带及窄 V 带选型图 .....	23
1.2.7 多楔带设计数据 .....	24
1.2.8 同步齿形带设计用数据速查 .....	33
1.2.9 平带设计实用数据 .....	46
1.2.10 带传动的张紧方式 .....	50
1.2.11 带轮结构设计 .....	50
1.2.12 带轮材料 .....	54
1.3 带传动设计与数据速查实例 .....	54
1.3.1 V 带传动设计实例 .....	54
1.3.2 多楔带传动设计实例 .....	59
1.3.3 梯形齿同步带传动设计实例 .....	61
1.3.4 圆弧齿同步带设计 .....	63
1.3.5 平带传动设计实例 .....	63
1.3.6 结构设计实例 .....	66
第 2 章 齿轮传动 .....	68
2.1 基本设计理论 .....	68
2.1.1 齿轮传动失效形式及设计准则 .....	68
2.1.2 齿轮传动受力分析 .....	68

2.1.3	齿轮传动强度计算 .....	70
2.1.4	齿轮传动设计方法 .....	73
2.1.5	齿轮传动的效率和润滑 .....	73
2.2	齿轮传动的实用设计数据 .....	74
2.2.1	齿轮传动的几何计算 .....	74
2.2.2	常用齿轮材料 .....	77
2.2.3	齿轮传动设计用系数速查 .....	78
2.2.4	公差等级及其选择 .....	90
2.2.5	圆柱齿轮精度数据表 .....	93
2.2.6	锥齿轮精度数据 .....	117
2.2.7	直齿轮精度参考数据 .....	134
2.2.8	锥齿轮精度参考数据 .....	138
2.2.9	齿轮传动的效率、润滑及润滑剂 .....	139
2.2.10	圆弧圆柱齿轮传动设计用系数速查 .....	142
2.2.11	圆弧圆柱齿轮传动精度和检验数据速查 .....	151
2.3	齿轮传动设计与数据速查实例 .....	155
2.3.1	直齿圆柱齿轮设计实例 .....	155
2.3.2	斜齿圆柱齿轮设计实例 .....	159
2.3.3	直齿锥齿轮设计实例 .....	163
2.3.4	弧齿圆柱齿轮传动设计数据速查实例 .....	167
2.3.5	齿轮精度设计实例 .....	173
2.4	齿轮结构速查 .....	177
2.4.1	齿轮轮坯结构的选择 .....	177
2.4.2	齿轮的结构形式 .....	178
第3章	蜗杆传动 .....	181
3.1	基本设计理论及设计方法 .....	181
3.1.1	蜗杆传动分类 .....	181
3.1.2	蜗杆传动主要参数及几何尺寸计算 .....	181
3.1.3	蜗杆传动受力分析 .....	183
3.1.4	蜗杆传动失效形式及强度计算 .....	184
3.1.5	蜗杆轴的挠度计算 .....	186
3.1.6	蜗杆传动的效率和热平衡计算 .....	186
3.1.7	蜗杆蜗轮材料及选材原则 .....	188
3.1.8	蜗杆传动公差等级及其选择 .....	189
3.1.9	圆弧圆柱蜗杆传动及直廓环面蜗杆传动强度计算 .....	190
3.2	蜗杆传动的实用设计数据 .....	191
3.2.1	蜗杆传动的基本参数 .....	191
3.2.2	蜗杆及蜗轮材料的力学性能 .....	192

3.2.3	蜗杆传动设计用系数速查 .....	193
3.2.4	蜗杆传动精度数据表 .....	196
3.2.5	圆弧圆柱蜗杆传动技术数据速查 .....	206
3.2.6	直廓环面蜗杆传动技术数据 .....	209
3.2.7	直廓环面蜗杆传动的精度数据 .....	217
3.2.8	蜗杆传动的润滑及润滑剂 .....	220
3.3	蜗杆传动设计与数据速查实例 .....	221
3.3.1	蜗杆传动设计实例 .....	221
3.3.2	圆弧圆柱蜗杆设计数据实例 .....	224
3.3.3	直廓环面蜗杆设计数据实例 .....	227
3.3.4	蜗杆传动精度设计实例 .....	227
3.4	蜗杆蜗轮结构速查 .....	228
第4章	链传动 .....	231
4.1	基本设计理论及设计方法 .....	231
4.1.1	链传动的运动特性 .....	231
4.1.2	滚子链和链轮 .....	232
4.1.3	链传动的主要参数 .....	234
4.1.4	链传动的受力分析 .....	235
4.1.5	滚子链传动设计 .....	236
4.1.6	其他常用标准链传动 .....	237
4.1.7	链传动的布置 .....	238
4.1.8	链传动的张紧 .....	238
4.1.9	链传动的润滑方法 .....	239
4.2	链传动的实用设计数据 .....	240
4.2.1	滚子链主要参数 .....	240
4.2.2	齿形链的基本参数和尺寸 .....	242
4.2.3	其他常用标准链的主要参数和尺寸 .....	247
4.2.4	滚子链及齿形链的选型图表 .....	250
4.2.5	滚子链设计系数速查 .....	262
4.2.6	齿形链传动系数速查 .....	264
4.2.7	链轮的材料 .....	264
4.2.8	链传动的布置 .....	265
4.2.9	链传动的张紧 .....	265
4.2.10	链传动的润滑方法 .....	267
4.2.11	链轮结构速查 .....	269
4.2.12	滚子链链轮轮槽尺寸及测量技术数据速查 .....	271
4.2.13	齿形链链轮轮槽尺寸及测量数据速查 .....	276
4.2.14	双节距链链轮的技术数据速查 .....	284

---

4. 2. 15 弯板链链轮技术数据速查 .....	286
4. 3 传动设计与数据速查实例 .....	289
4. 3. 1 滚子链传动设计实例 .....	289
4. 3. 2 齿形链设计数据速查实例 .....	292
附录 .....	294
参考文献 .....	300





# 第 1 章 带 传 动

## 1.1 基本设计理论及方法

### 1.1.1 带传动工作原理

带的工作原理是靠摩擦传动，主要掌握如何靠带与带轮之间的摩擦力来传递动力。如图 1-1 所示，小带轮在电动机的驱动下顺时针旋转，带要阻碍带轮的运动，作用于带轮的摩擦力逆时针方向如图中的力——轮  $\Sigma F_f$ ，而带轮给带的摩擦力与带给轮的摩擦力互为作用力与反作用力，大小相等、方向相反，为顺时针方向，即图中的力——带  $\Sigma F_f$ ，因此带在摩擦力的作用下顺时针旋转。带运动至进入大带轮时，带轮要阻碍带的运动，作用于带的摩擦力方向为逆时针，同理，带给带轮的摩擦力为顺时针，则带轮 2 在摩擦力的驱动下顺时针旋转。

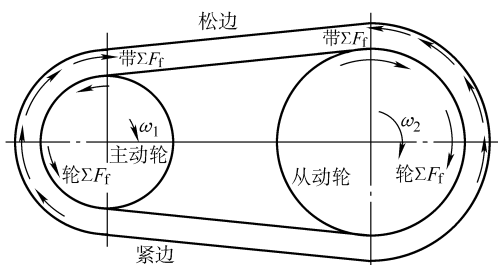


图 1-1 带传动工作原理图

### 1.1.2 带传动受力分析

#### 1. 带传动的有效拉力、松边拉力和紧边拉力

带工作前两边拉力相等（即初拉力  $F_0$ ）；工作时，由于带所受摩擦力的方向（见图 1-1），使带一边的拉力由  $F_0$  增大至  $F_1$ ，即紧边拉力，另一边的拉力由  $F_0$  减小至  $F_2$ ，为松边拉力，拉力差  $F_1 - F_2$  即为有效拉力  $F$ ，其数值等于沿带轮接触弧上摩擦力之总和，即

$$F = F_1 - F_2 = \Sigma F_\mu \quad (1-1)$$

若带的总长不变，紧边拉力的增量应等于松边拉力的减量，即

$$F_1 - F_0 = F_0 - F_2$$

所以

$$F_1 + F_2 = 2F_0 \quad (1-2)$$

根据弹性体欧拉公式，带在即将打滑、但还没打滑时紧边拉力与松边拉力之比的关系为

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\alpha} \quad (1-3)$$

如果考虑离心力则式 (1-3) 变为

$$\frac{F_1 - qv^2}{F_2 - qv^2} = e^{\mu\alpha}$$

联立式 (1-1) 与式 (1-3) 可得  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F$  之间的关系式

$$F_1 = F \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (1-4)$$

$$F_2 = F \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (1-5)$$

$$F = F_1 \left( 1 - \frac{1}{e^{\mu\alpha}} \right) \quad (1-6)$$

## 2. 离心拉力

当带在带轮上作圆周运动时, 将产生离心力。虽然离心力只产生在带作圆周运动的部分, 但由于带是一个整体, 所以由此产生的离心拉力  $F_c$  作用在带的全长上, 其大小按式 (1-7) 计算

$$F_c = qv^2 \quad (1-7)$$

式中  $q$ ——传动带每米长的质量 (kg/m) 见表 1-1;

$v$ ——带速 (m/s)。

### 1.1.3 带传动应力分析

带在工作时受三种应力:

1) 由紧边拉力产生紧边拉应力  $\sigma_1$ 、松边拉力产生的松边拉应力  $\sigma_2$ :

$$\sigma_1 = F_1/A \quad (1-8)$$

$$\sigma_2 = F_2/A \quad (1-9)$$

2) 由离心力产生的拉应力  $\sigma_c$ :

$$\sigma_c = F_c/A = qv^2/A \quad (1-10)$$

3) 绕过带轮处弯曲应力  $\sigma_b$ :

$$\sigma_b = \frac{2Ey}{d} \quad (1-11)$$

最大应力发生在紧边绕入小带轮之处, 其值为紧边拉应力、离心拉应力与小带轮的弯曲应力之和, 即:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_c + \sigma_{b1} \quad (1-12)$$

### 1.1.4 带传动弹性滑动与打滑

由于带是弹性体, 受力不同时, 带的变形量也不相同。在主动轮上, 带从

紧边过渡到松边，拉力由紧边拉力变化为松边拉力，带因弹性变形渐小而回缩，带的运动滞后于带轮，也就是说，带与带轮之间产生了相对滑动。同样发生在从动轮上，但带的运动超前于带轮。这种由于带的弹性变形而引起的带与带轮之间部分接触弧之间的相对滑动，称为弹性滑动，又称丢转。弹性滑动是带传动的特性，不可避免。

当带传递载荷超过极限摩擦力时，带的弹性滑动普及全部接触弧，称“打滑”，这是由于超载引起的，是应该避免的。

### 1.1.5 V 带传动设计方法

#### 1. 确定计算功率 $P_d$

根据传递的名义功率，考虑载荷性质和每天运行时间等因素来确定计算功率  $P_d$ 。

$$P_d = K_A P \quad (1-13)$$

式中  $K_A$ ——工况系数，其值见表 1-9；

$P$ ——V 带传递的名义功率 (kW)。

#### 2. 初选带的型号

根据计算功率  $P_d$  和小带轮转速  $n_1$ ，由选型图 1-4 初选带的型号。在两种型号交界线附近时，可以对两种型号同时进行计算，最后择优选定。

#### 3. 确定带轮的基准直径 $d_1$ 和 $d_2$ ，验算带速 $v$

(1) 选择带轮的基准直径 适当选择小带轮基准直径，使  $d_1 > d_{\min}$ ，并取为标准值，见表 1-7。从动轮基准直径  $d_2$  可由式  $d_2 = id_1$  计算，并相近圆整。

(2) 验算带速

$$5\text{m/s} \leq v = \pi d_1 n_1 / (60 \times 1000) \leq 25\text{m/s} \quad (1-14)$$

#### 4. 确定中心距 $a$ 和 V 带的基准长度 $L_d$

(1) 初定中心距  $a_0$

$$0.7 (d_1 + d_2) \leq a_0 \leq 2 (d_1 + d_2) \quad (1-15)$$

(2) 确定带的基准长度  $L_d$

$$L_{d0} \approx 2a_0 + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_0} \quad (1-16)$$

根据  $L_{d0}$ ，由表 1-2 选取标准  $L_d$  值。

(3) 确定中心距  $a$  实际中心距  $a$  可用式 (1-17) 近似计算

$$a \approx a_0 + \frac{L_d - L_{d0}}{2} \quad (1-17)$$

考虑安装调整和补偿张紧力的需要，中心距变动范围为： $(a - 0.015L_d) \sim (a + 0.03L_d)$ 。

5. 验算小带轮包角  $\alpha_1$ 

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 57.3^\circ \geq 120^\circ \quad (\text{至少 } 90^\circ) \quad (1-18)$$

6. 确定 V 带的根数  $z$ 

$$z \geq \frac{P_d}{(P_0 + \Delta P_0) K_\alpha K_L} \quad (1-19)$$

式中  $P_0$ ——单根 V 带在特定条件下所能传递的额定功率， $\Delta P_0$  为传动比不等于 1 的功率增量，见表 1-8 (kW)；

$K_\alpha$ ——包角修正系数，见表 1-21；

$K_L$ ——长度修正系数，见表 1-20。

带的根数不宜过多，否则受力不均，通常  $z \leq 10$ ，常用的  $z \approx 3 \sim 5$  根，如不满足，则应增大带的型号或小带轮直径，然后重新计算。

7. 确定初拉力  $F_0$ 

初拉力的大小是保证带传动正常工作的重要因素。初拉力过小，摩擦力小，容易发生打滑；初拉力过大，则带的寿命降低，还会使轴和轴承受力大。初拉力可由式 (1-20) 计算

$$F_0 = 500 \frac{P_d}{vz} \left( \frac{2.5}{K_\alpha} - 1 \right) + qv^2 \quad (1-20)$$

8. 计算带作用在轴上的压力  $F_Q$ 

$$F_Q = 2zF_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (1-21)$$

## 1.2 带传动实用设计数据

## 1.2.1 带传动形式及传动带的类型

## 1. 带传动形式

按带轮轴的相对位置和转动方向，带传动分为开口、交叉和半交叉，多从动轮带传动，有张紧轮的平行轴传动，有导轮的相交轴带传动 6 种传动形式，如图 1-2 所示。交叉和半交叉只适用于平带和圆形带传动。

## 2. 传动带的类型

传动带可以分为摩擦传动带和啮合传动带。摩擦传动带根据带的截面形状分为平带、V 带、多楔带和圆带等，如图 1-3 所示。V 带分为普通 V 带和窄 V 带，窄 V 带分为基准宽度制窄 V 带和有效宽度制窄 V 带。基准宽度制窄 V 带相对高度约为 0.9，型号分为 SPZ、SPA、SPB、SPC 四种，有效宽度制窄 V 带的型



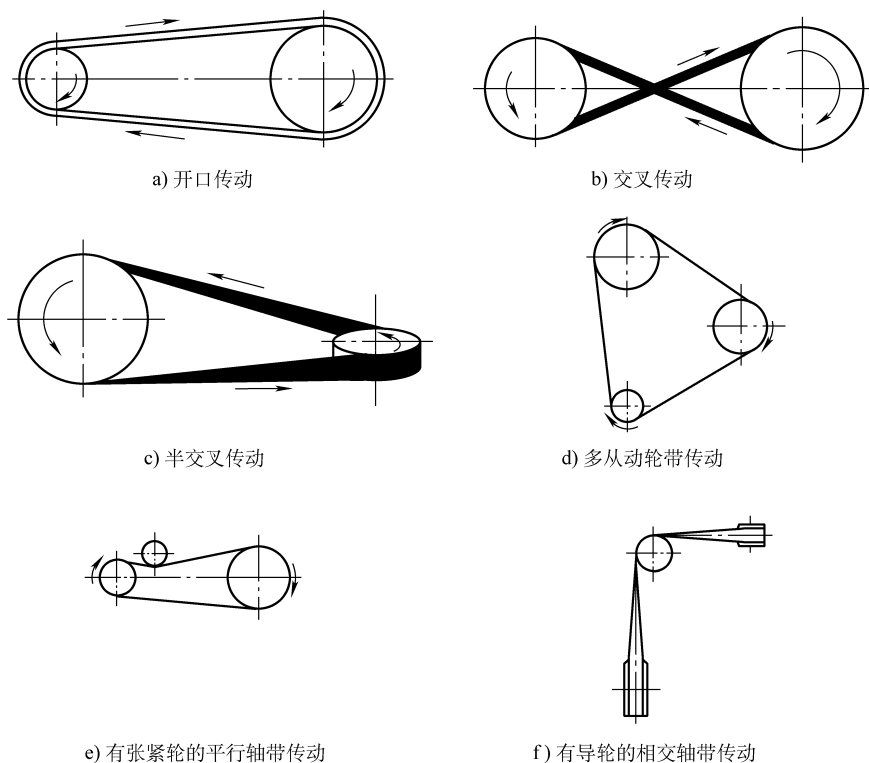


图 1-2 带传动形式

号为 9N、15N、25N 三种。

啮合传动带即同步带，可分为梯形齿同步带和弧齿同步带。

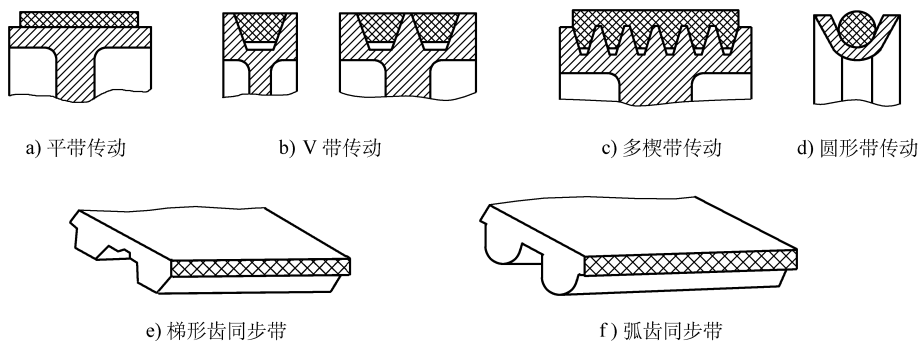


图 1-3 传动带的类型

## 表 1-1 V 带的截面尺寸 (GB/T 11544—1997)

① 括号内是美、日等国采用的型号符号。

### 表 1-2 V 带的基准长度

基准长度 $L_q/\text{mm}$																																																														
400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	5600	6300	7100	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000																														
Y			Z										A										B										C										D										E									

注：此表所列为 R20 优先数系，应优先选用，如果不能满足需要时，从表 1-3 选取。

表 1-3 普通 V 带基准长度补充系列

(单位: mm)

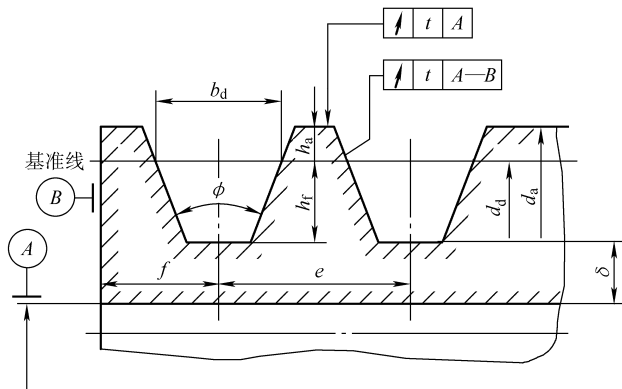
型 号						
Y	Z	A	B	C	D	E
200	405	700	930	1565	2740	4660
224	475	790	1100	1760	3100	5040
250	630	890	1210	1950	3330	5420
280	625	990	1370	2195	3730	6100
315	700	1100	1560	2420	4080	6850
355	780	1430	1760	2715	4620	7650
	820	1550	1960	2880	5400	9150
	1080	1640	2180	3080	6100	12230
	1330	1750	2300	3520	6840	13750
	1420	1940	2700	4060	7620	15280
	1540	2050	2870	4600	9140	16800
		2200	3200	5380	10700	
		2300	3600	6100	12200	
		2480	4060	6815	13700	
		2700	4430	7600	15200	
			4820	9100		
			5370	10700		
			6070			

表 1-4 窄 V 带基准长度系列

基准长度 $L_d$ /mm																											
630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	5600	6300	7100	8000	9000	10000	11200	12500	
		SPZ								SPA																	
			SPB										SPC														

1.2.3 V 带轮的轮槽尺寸及基准直径系列（GB/T 10412—2002）（见表 1-5 ~ 表 1 ~ 7）

表 1-5 带轮槽型尺寸（单位：mm）



槽 型		基准宽度 $b_d$	$h_a$ min	$h_f$ min	槽间距 $e$ <sup>①</sup>			$f$ <sup>④</sup> min
普通 V 带轮	窄 V 带轮				基本值	极限偏差 <sup>②</sup>	累积极限偏差 <sup>③</sup>	
Y	—	5.3	1.6	4.7	8	±0.3	±0.6	6
Z	SPZ	8.5	2	7 9	12	±0.3	±0.6	7
A	SPA	11	2.75	8.7 11	15	±0.3	±0.6	9
B	SPB	14	3.5	10.8 14	19	±0.4	±0.8	11.5
C	SPC	19	4.8	14.3 19	25.5	±0.5	±1	16
D		27	8.1	19.9	37	±0.6	±1.2	23
E	—	32	9.6	23.4	44.5	±0.7	±1.4	28

① 实际使用中，如冲压板材带轮时，槽间距  $e$  可能被加大。当不按本标准规定的带轮与符合本标准规定的带轮配合使用时，应引起注意。

② 槽间距（两相邻轮槽截面中线距离） $e$  的极限偏差。

③ 同一带轮所有轮槽相对槽间距  $e$  基本值的累计偏差不应超出表中规定值。

④  $f$  值的偏差应考虑带轮的找正。

表 1-6 带轮楔角与带轮基准直径的对应关系

槽 型		带轮槽角 $\phi \pm 0.5^\circ$			
		38°	36°	34°	32°
普通 V 带轮	窄 V 带轮	基准直径 $d_d/\text{mm}$			
Y	—	—		—	—
Z	SPZ	> 80	—	≤80	—
A	SPA	> 118	—	≤118	—
B	SPB	> 190	—	≤190	—
C	SPC	> 315	—	≤315	—
D	—	> 475	≤475	—	—
E	—	> 600	≤600	—	—

表 1-7 带轮基准直径系列

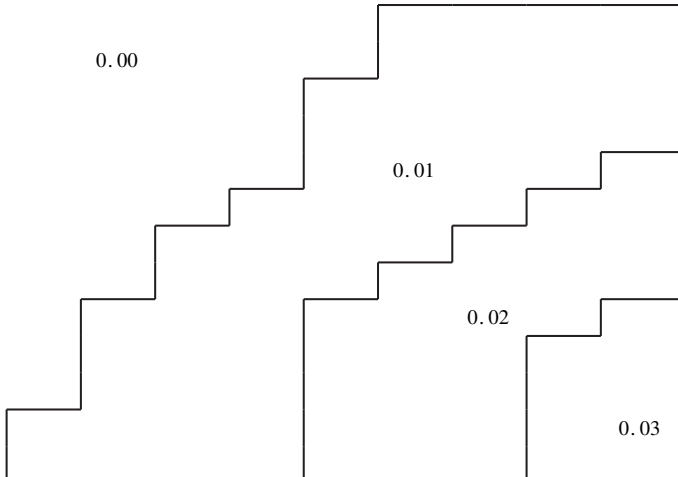
V 带型号	带轮基准直径
Y	20, 22.4, 25, 28, 31.5, 35.5, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125
Z, SPZ	50 *, 56 *, 63, 71, 75, 80, 90, 100, 112, 125, 132, 140, 150, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 500, 630
A, SPA	75 *, 80 *, 85 *, 90, 95, 100, 106, 112, 118, 125, 132, 140, 150, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800
B, SPB	125 *, 132 *, 140, 150, 160, 170, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 900, 1000, 1120
C, SPC	224, 236, 250, 265, 280, 300, 315, 335, 355, 400, 450, 500, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 2000
D	355, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 900, 1000, 1060, 1120, 1250, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000
E	500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1500, 1600, 1800, 1900, 2000, 2240, 2500

注：带 \* 的尺寸只适用于普通 V 带。



1.2.4 V 带的额定功率和单根普通 V 带功率增量(见表 1-8 ~ 表 1 ~ 18)

表 1-8 Y 型 V 带的额定功率 (单位: kW)

小带轮转速  $n_1$ /  (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$									
	20	25	28 <sup>①</sup>	31.5 <sup>①</sup>	35.5 <sup>①</sup>	40 <sup>①</sup>	45	50	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	≥2.0
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$									
400	—	—	—	—	—	—	0.04	0.05										
730 <sup>②</sup>	—	—	—	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06										
800	—	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07										
980 <sup>②</sup>	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08										
1200	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09										
1460 <sup>②</sup>	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.11										
1600	0.03	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.12										
2000	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.11	0.12	0.14										
2400	0.04	0.06	0.07	0.09	0.09	0.12	0.14	0.16										
2800 <sup>②</sup>	0.04	0.07	0.08	0.10	0.11	0.14	0.16	0.18										
3200	0.05	0.08	0.09	0.11	0.12	0.15	0.17	0.20										
3600	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.16	0.19	0.22										
4000	0.06	0.09	0.11	0.13	0.14	0.18	0.20	0.23										
4500	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	0.21	0.24										
5000	0.08	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25										
5500	0.09	0.12	0.14	0.16	0.19	0.22	0.24	0.26										

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。

表 1-9 Z 型 V 带的额定功率 (单位:kW)

小带轮转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm						传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  ≈
	50	56	63 <sup>①</sup>	71 <sup>①</sup>	80 <sup>①</sup>	90	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	≥2.0	
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$						$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
400	0.06	0.06	0.08	0.09	0.14	0.14	0.00										5
730 <sup>②</sup>	0.09	0.11	0.13	0.17	0.20	0.22											
800	0.10	0.12	0.15	0.20	0.22	0.24											
980 <sup>②</sup>	0.12	0.14	0.18	0.23	0.26	0.28											
1200	0.14	0.17	0.22	0.27	0.30	0.33											
1460 <sup>②</sup>	0.16	0.19	0.25	0.31	0.36	0.37	0.01										10
1600	0.17	0.20	0.27	0.33	0.39	0.40											
2000	0.20	0.25	0.32	0.39	0.44	0.48	0.02										15
2400	0.22	0.30	0.37	0.46	0.50	0.54											
2800 <sup>②</sup>	0.26	0.33	0.41	0.50	0.56	0.60	0.03										20
3200	0.28	0.35	0.45	0.54	0.61	0.64											
3600	0.30	0.37	0.47	0.58	0.64	0.68	0.04										25
4000	0.32	0.39	0.49	0.61	0.67	0.72											
4500	0.33	0.40	0.50	0.62	0.67	0.73	0.02										
5000	0.34	0.41	0.50	0.62	0.66	0.73											
5500	0.33	0.41	0.49	0.61	0.64	0.65											
6000	0.31	0.40	0.48	0.56	0.61	0.56											

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。

表 1-10  A 型 V 带的额定功率

(单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	75	80	90 <sup>①</sup>	100 <sup>①</sup>	112 <sup>①</sup>	125 <sup>①</sup>	140	160	1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	$\geq 2$	
									$\sim$ 1.01	$\sim$ 1.04	$\sim$ 1.08	$\sim$ 1.12	$\sim$ 1.18	$\sim$ 1.24	$\sim$ 1.34	$\sim$ 1.51	$\sim$ 1.99		
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	0.16	0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	0.43	0.51	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	5
400	0.27	0.31	0.39	0.47	0.56	0.67	0.78	0.94	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	
730 <sup>②</sup>	0.42	0.49	0.63	0.77	0.93	1.11	1.31	1.56	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	
800	0.45	0.52	0.68	0.83	1.00	1.19	1.41	1.69	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	
980 <sup>②</sup>	0.52	0.61	0.79	0.97	1.18	1.40	1.66	2.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	10
1200	0.60	0.71	0.93	1.14	1.39	1.66	1.96	2.36	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	
1460 <sup>②</sup>	0.68	0.81	1.07	1.32	1.62	1.93	2.29	2.74	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1600	0.73	0.87	1.15	1.42	1.74	2.07	2.45	2.94	0.00	0.02	0.04	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	
2000	0.84	1.01	1.34	1.66	2.04	2.44	2.87	3.42	0.00	0.03	0.06	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.22	0.24	15
2400	0.92	1.12	1.50	1.87	2.30	2.74	3.22	3.80	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.26	0.29	
2800 <sup>②</sup>	1.00	1.22	1.64	2.05	2.51	2.98	3.48	4.06	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30	0.34	
3200	1.04	1.29	1.75	2.19	2.68	3.16	3.65	4.19	0.00	0.04	0.09	0.13	0.17	0.22	0.26	0.30	0.34	0.39	
3600	1.08	1.34	1.83	2.28	2.78	3.26	3.72	4.17	0.00	0.05	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.39	0.44	20
4000	1.09	1.37	1.87	2.34	2.83	3.28	3.67	3.98	0.00	0.05	0.11	0.16	0.22	0.27	0.32	0.38	0.43	0.48	
4500	1.07	1.36	1.83	2.33	2.79	3.17	3.44	3.48	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	
5000	1.02	1.31	1.82	2.25	2.64	2.91	2.99	2.67	0.00	0.07	0.14	0.20	0.27	0.34	0.40	0.47	0.54	0.60	
5500	0.96	1.21	1.70	2.07	2.37	2.48	2.31	1.51	0.00	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.46	0.53	0.60	0.68	35
6000	0.80	1.06	1.50	1.80	1.96	1.87	1.37	—	0.00	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40	0.49	0.57	0.65	0.73	

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。

表 1-11 B 型 V 带的额定功率 (单位:kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  ≈
	125	140 <sup>①</sup>	160 <sup>①</sup>	180 <sup>①</sup>	200	224	250	280	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	≥2.00	
	单根 V 带基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	0.48	0.59	0.74	0.88	1.02	1.19	1.37	1.58	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	5 10
400	0.84	1.05	1.32	1.59	1.85	2.17	2.50	2.89	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	
730 <sup>②</sup>	1.34	1.69	2.16	2.61	3.06	3.59	4.14	4.77	0.00	0.02	0.05	0.07	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.22	15 20
800	1.44	1.82	2.32	2.81	3.30	3.86	4.46	5.13	0.00	0.03	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25	
980 <sup>②</sup>	1.67	2.13	2.72	3.30	3.86	4.50	5.22	5.93	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.26	0.30	25 30
1200	1.93	2.47	3.17	3.85	4.50	5.26	6.04	6.90	0.00	0.04	0.08	0.13	0.17	0.21	0.25	0.30	0.34	0.38	
1460 <sup>②</sup>	2.20	2.83	3.64	4.41	5.15	5.99	6.85	7.78	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.31	0.36	0.40	0.46	35 40
1600	2.33	3.00	3.86	4.68	5.46	6.33	7.20	8.13	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28	0.34	0.39	0.45	0.51	
1800	2.50	3.23	4.15	5.02	5.83	6.73	7.63	8.46	0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57	30 35
2000	2.64	3.42	4.40	5.30	6.13	7.02	7.87	8.60	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63	
2200	2.76	3.58	4.60	5.52	6.35	7.19	7.97	8.53	0.00	0.08	0.16	0.23	0.31	0.39	0.46	0.54	0.62	0.70	35 40
2400	2.85	3.70	4.75	5.67	6.47	7.25	7.89	8.22	0.00	0.08	0.17	0.25	0.34	0.42	0.51	0.59	0.68	0.76	
2800 <sup>②</sup>	2.96	3.85	4.89	5.76	6.43	6.95	7.14	6.80	0.00	0.10	0.20	0.29	0.39	0.49	0.59	0.69	0.79	0.89	30 35
3200	2.94	3.83	4.80	5.52	5.95	6.05	5.60	4.26	0.00	0.11	0.23	0.34	0.45	0.56	0.68	0.79	0.90	1.01	
3600	2.80	3.63	4.46	4.92	4.98	4.47	3.12	—	0.00	0.13	0.25	0.38	0.51	0.63	0.76	0.89	1.01	1.14	30 35
4000	2.51	3.24	3.82	3.92	3.47	2.14	—	—	0.00	0.14	0.28	0.42	0.56	0.70	0.84	0.99	1.13	1.27	
4500	1.93	2.45	2.59	2.04	—	—	—	—	0.00	0.16	0.32	0.48	0.63	0.79	0.95	1.11	1.27	1.43	30 35
5000	1.09	1.29	0.81	—	—	—	—	—	0.00	0.18	0.36	0.53	0.71	0.89	1.07	1.24	1.42	1.60	

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。

表 1-12 C 型 V 带的额定功率

(单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	200 <sup>①</sup>	224 <sup>①</sup>	250 <sup>①</sup>	280 <sup>①</sup>	315 <sup>①</sup>	355	400 <sup>①</sup>	450	1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	$\geq 2$	
									$\sim$ 1.01	$\sim$ 1.04	$\sim$ 1.08	$\sim$ 1.12	$\sim$ 1.18	$\sim$ 1.24	$\sim$ 1.34	$\sim$ 1.51	$\sim$ 1.99		
	单根 V 带基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	1.39	1.70	2.03	2.42	2.86	3.36	3.91	4.51	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	5
300	1.92	2.37	2.85	3.40	4.04	4.75	5.54	6.40	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.26	
400	2.41	2.99	3.62	4.32	5.14	6.05	7.06	8.20	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.23	0.27	0.31	0.35	10
500	2.87	3.58	4.33	5.19	6.17	7.27	8.52	9.81	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.24	0.29	0.34	0.39	0.44	
600	3.30	4.12	5.00	6.00	7.14	8.45	9.82	11.29	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53	15
730 <sup>②</sup>	3.80	4.78	5.82	6.99	8.34	9.79	11.52	12.98	0.00	0.07	0.14	0.21	0.27	0.34	0.41	0.48	0.55	0.62	
800	4.07	5.12	6.23	7.52	8.92	10.46	12.10	13.80	0.00	0.08	0.16	0.23	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71	20
980 <sup>②</sup>	4.66	5.89	7.18	8.65	10.23	11.92	13.67	15.39	0.00	0.09	0.19	0.27	0.37	0.47	0.56	0.65	0.74	0.83	
1200	5.29	6.71	8.21	9.81	11.53	13.31	15.04	16.59	0.00	0.12	0.24	0.35	0.47	0.59	0.70	0.82	0.94	1.06	25
1460 <sup>②</sup>	5.86	7.47	9.06	10.74	12.48	14.12	15.51	16.41	0.00	0.14	0.28	0.42	0.58	0.71	0.85	0.99	1.14	1.27	
1600	6.07	7.75	9.38	11.06	12.72	14.19	15.24	15.57	0.00	0.16	0.31	0.47	0.63	0.78	0.94	1.10	1.25	1.41	35
1800	6.28	8.00	9.63	11.22	12.67	13.73	14.08	13.29	0.00	0.18	0.35	0.53	0.71	0.88	1.06	1.23	1.41	1.59	
2000	6.34	8.06	9.62	11.04	12.14	12.59	11.95	9.64	0.00	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.17	1.37	1.57	1.76	40
2200	6.26	7.92	9.34	10.48	11.08	10.70	8.75	4.44	0.00	0.22	0.43	0.65	0.86	1.08	1.29	1.51	1.72	1.94	
2400	6.02	7.57	8.75	9.50	9.43	7.98	4.34	—	0.00	0.23	0.47	0.70	0.94	1.18	1.41	1.65	1.88	2.12	
2600	5.61	6.93	7.85	8.08	7.11	4.32	—	—	0.00	0.25	0.51	0.76	1.02	1.27	1.53	1.78	2.04	2.29	
2800 <sup>②</sup>	5.01	6.08	6.56	6.13	4.16	—	—	—	0.00	0.27	0.55	0.82	1.10	1.37	1.64	1.92	2.19	2.47	
3200	3.23	3.57	2.93	—	—	—	—	—	0.00	0.31	0.61	0.91	1.22	1.53	1.83	2.14	2.44	2.75	

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。



表 1-13 D 型 V 带的额定功率

(单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	355 <sup>①</sup>	400 <sup>①</sup>	450 <sup>①</sup>	500 <sup>①</sup>	560 <sup>①</sup>	630	710	800	1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	$\geq 2.00$	
									$\sim$ 1.01	$\sim$ 1.04	$\sim$ 1.08	$\sim$ 1.12	$\sim$ 1.18	$\sim$ 1.24	$\sim$ 1.34	$\sim$ 1.51	$\sim$ 1.99		
	单根 V 带基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
100	3.01	3.66	4.37	5.08	5.91	6.88	8.01	9.22	0.00	0.03	0.07	0.10	0.14	0.17	0.21	0.24	0.28	0.31	5
150	4.20	5.14	6.17	7.18	8.43	9.82	11.38	13.11	0.00	0.05	0.11	0.15	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.47	
200	5.31	6.52	7.90	9.21	10.76	12.54	14.55	16.76	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63	10
250	6.36	7.88	9.50	11.09	12.97	15.13	17.54	20.18	0.00	0.09	0.18	0.26	0.35	0.44	0.57	0.61	0.70	0.78	
300	7.35	9.13	11.02	12.88	15.07	17.57	20.35	23.39	0.00	0.10	0.21	0.31	0.42	0.52	0.62	0.73	0.83	0.94	15
400	9.24	11.45	13.85	16.20	18.95	22.05	25.45	29.08	0.00	0.14	0.28	0.42	0.56	0.70	0.83	0.97	1.11	1.25	
500	10.90	13.55	16.40	19.17	22.38	25.94	29.76	33.72	0.00	0.17	0.35	0.52	0.70	0.87	1.04	1.22	1.39	1.56	20
600	12.39	15.42	18.67	21.78	25.32	29.18	33.18	37.13	0.00	0.21	0.42	0.62	0.83	1.04	1.25	1.46	1.67	1.88	
730 <sup>②</sup>	14.04	17.58	21.12	24.52	28.28	32.19	35.97	39.26	0.00	0.24	0.49	0.73	0.97	1.22	1.46	1.70	1.95	2.19	30
800	14.83	18.46	22.25	25.76	29.55	33.38	36.87	39.55	0.00	0.28	0.56	0.83	1.11	1.39	1.67	1.95	2.22	2.50	
980 <sup>②</sup>	16.30	20.25	24.16	27.60	31.00	33.88	35.58	35.26	0.00	0.33	0.66	0.99	1.32	1.60	1.92	2.31	2.64	2.97	35
1100	16.98	20.99	24.84	28.02	30.85	32.65	32.52	29.26	0.00	0.38	0.77	1.15	1.53	1.91	2.29	2.68	3.06	3.44	
1200	17.25	21.20	24.84	27.61	29.67	30.15	27.88	21.32	0.00	0.42	0.84	1.25	1.67	2.09	2.50	2.92	3.34	3.75	40
1300	17.26	21.06	24.35	26.54	27.58	26.37	21.42	10.78	0.00	0.45	0.91	1.35	1.81	2.26	2.71	3.16	3.61	4.06	
1460 <sup>②</sup>	16.70	20.03	22.42	23.28	22.08	17.28	—	—	0.00	0.51	1.01	1.51	2.02	2.52	3.02	3.52	4.03	4.53	
1600	15.63	18.31	19.59	18.88	15.13	6.25	—	—	0.00	0.56	1.11	1.67	2.23	2.78	3.33	3.89	4.45	5.00	
1800	12.97	14.28	13.34	9.59	—	—	—	—	0.00	0.63	1.24	1.88	2.51	3.13	3.74	4.38	5.01	5.62	

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。

表 1-14 E 型 V 带的额定功率 (单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	500 <sup>①</sup>	560 <sup>①</sup>	630 <sup>①</sup>	710 <sup>①</sup>	800	900	1000	1120	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	$\geq 2.00$	
	单根 V 带基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
100	6.21	7.32	8.75	10.31	12.05	13.96	15.84	18.07	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.34	0.41	0.48	0.55	0.62	5
150	8.60	10.33	12.32	14.56	17.05	19.76	22.44	25.58	0.00	0.10	0.20	0.31	0.41	0.52	0.62	0.72	0.83	0.93	10
200	10.86	13.09	15.65	18.52	21.70	25.15	28.52	32.47	0.00	0.14	0.28	0.41	0.55	0.69	0.83	0.96	1.10	1.24	15
250	12.97	15.67	18.77	22.23	26.03	30.14	34.11	38.71	0.00	0.17	0.34	0.52	0.69	0.86	1.03	1.20	1.37	1.56	
300	14.96	18.10	21.69	25.69	30.05	34.71	39.17	44.26	0.00	0.21	0.41	0.62	0.83	1.03	1.24	1.45	1.65	1.86	
350	16.81	20.38	24.42	28.89	33.73	38.84	43.66	49.04	0.00	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.45	1.69	1.92	2.17	20
400	18.55	22.49	26.95	31.83	37.05	42.49	47.52	52.98	0.00	0.28	0.55	0.83	1.00	1.38	1.65	1.93	2.20	2.48	
500	21.65	26.25	31.36	36.85	42.53	48.20	53.12	57.94	0.00	0.34	0.64	1.03	1.38	1.72	2.07	2.41	2.76	3.10	
600	24.21	29.30	34.83	40.58	46.26	51.48	55.45	58.42	0.00	0.41	0.83	1.24	1.65	2.07	2.48	2.89	3.31	3.72	25
730 <sup>②</sup>	26.62	32.02	37.64	43.07	47.79	51.13	52.26	50.36	0.00	0.48	0.97	1.45	1.93	2.41	2.89	3.38	3.86	4.34	
800	27.57	33.03	38.52	43.52	47.38	49.21	48.19	42.77	0.00	0.55	1.10	1.65	2.21	2.76	3.31	3.86	4.41	4.96	
980 <sup>②</sup>	28.52	33.00	37.14	39.56	39.08	34.01	—	—	0.00	0.65	1.29	1.95	2.62	3.27	3.92	4.58	5.23	5.89	30
1100	27.30	31.35	33.94	33.74	29.06	17.65	—	—	0.00	0.73	1.47	2.20	2.93	3.67	4.40	5.14	5.87	6.61	
1200	25.53	28.49	29.17	25.91	16.46	—	—	—	0.00	0.80	1.61	2.40	3.21	4.01	4.81	5.61	6.41	7.21	
1300	22.82	24.31	22.56	15.44	—	—	—	—	0.00	0.86	1.74	2.60	3.47	4.34	5.21	6.08	6.94	7.82	35
1460 <sup>②</sup>	16.25	14.52	—	—	—	—	—	—	0.00	0.98	1.95	2.92	3.90	4.88	5.85	6.83	7.80	8.78	

① 为优先采用的基准直径。

② 为常用转速。

表 1-15 SPZ 型窄 V 带的额定功率

(单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	63	71	75	80	90	100	112	125	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	$\geq 3.39$	
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	0.20	0.25	0.28	0.31	0.37	0.43	0.51	0.59	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	5
400	0.35	0.44	0.49	0.55	0.67	0.79	0.93	1.09	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	
730 <sup>①</sup>	0.56	0.72	0.79	0.88	1.12	1.33	1.57	1.84	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	
800	0.60	0.78	0.87	0.99	1.21	1.44	1.70	1.99	0.00	0.01	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	
980 <sup>①</sup>	0.70	0.92	1.02	1.15	1.44	1.70	2.02	2.36	0.00	0.01	0.03	0.06	0.07	0.09	0.11	0.12	0.13	0.14	
1200	0.81	1.08	1.21	1.38	1.70	2.02	2.40	2.80	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	10
1460 <sup>①</sup>	0.93	1.25	1.41	1.60	1.98	2.36	2.80	3.28	0.00	0.02	0.05	0.08	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.21	
1600	1.00	1.35	1.52	1.73	2.14	2.55	3.04	3.55	0.00	0.02	0.05	0.09	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22	0.23	
2000	1.17	1.59	1.79	2.05	2.55	3.05	3.62	4.24	0.00	0.02	0.07	0.12	0.16	0.19	0.22	0.25	0.27	0.29	15
2400	1.32	1.81	2.04	2.34	2.93	3.49	4.16	4.85	0.00	0.03	0.08	0.14	0.19	0.23	0.27	0.30	0.33	0.35	
2800 <sup>①</sup>	1.45	2.00	2.27	2.61	3.26	3.90	4.64	5.40	0.00	0.03	0.09	0.16	0.22	0.27	0.31	0.35	0.38	0.41	20
3200	1.56	2.18	2.48	2.85	3.57	4.26	5.06	5.88	0.00	0.04	0.11	0.18	0.25	0.31	0.36	0.40	0.44	0.47	
3600	1.66	2.33	2.65	3.06	3.84	4.58	5.42	6.27	0.00	0.04	0.12	0.20	0.28	0.34	0.40	0.46	0.49	0.52	25
4000	1.74	2.46	2.81	3.24	4.07	4.85	5.72	6.58	0.00	0.05	0.13	0.23	0.31	0.38	0.45	0.51	0.55	0.58	
4500	1.81	2.59	2.96	3.42	4.30	5.10	5.99	6.83	0.00	0.06	0.15	0.26	0.35	0.43	0.51	0.57	0.62	0.66	
5000	1.85	2.68	3.07	3.56	4.46	5.27	6.14	6.92	0.00	0.06	0.17	0.29	0.39	0.48	0.56	0.63	0.69	0.75	

① 为常用转速。

表 1-16 SPA 型窄 V 带的额定功率 (单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	90	100	112	125	140	160	180	200	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	$\geq 3.39$	
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	0.43	0.53	0.64	0.77	0.92	1.11	1.30	1.49	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	5
400	0.75	0.94	1.16	1.40	1.68	2.04	2.39	2.75	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	
730 <sup>①</sup>	1.21	1.54	1.91	2.33	2.81	3.42	4.03	4.63	0.00	0.02	0.05	0.09	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21	0.22	
800	1.30	1.65	2.07	2.52	3.03	3.70	4.36	5.01	0.00	0.02	0.06	0.10	0.14	0.17	0.20	0.22	0.24	0.25	
980 <sup>①</sup>	1.52	1.93	2.44	2.98	3.58	4.38	5.17	5.94	0.00	0.03	0.07	0.12	0.16	0.20	0.23	0.26	0.28	0.30	10
1200	1.76	2.27	2.86	3.50	4.23	5.17	6.10	7.00	0.00	0.03	0.09	0.15	0.21	0.25	0.29	0.33	0.36	0.38	
1460 <sup>①</sup>	2.02	2.61	3.31	4.06	4.91	6.01	7.07	8.10	0.00	0.04	0.10	0.18	0.24	0.30	0.35	0.40	0.43	0.46	15
1600	2.16	2.80	3.57	4.38	5.29	6.47	7.62	8.72	0.00	0.04	0.12	0.20	0.27	0.33	0.39	0.44	0.48	0.51	
2000	2.49	3.27	4.18	5.15	6.22	7.60	8.90	10.13	0.00	0.05	0.14	0.25	0.34	0.41	0.49	0.55	0.60	0.63	20
2400	2.77	3.67	4.71	5.80	7.01	8.53	9.93	11.22	0.00	0.06	0.17	0.30	0.41	0.50	0.59	0.66	0.72	0.76	
2800 <sup>①</sup>	3.00	3.99	5.15	6.34	7.64	9.24	10.67	11.92	0.00	0.07	0.20	0.35	0.48	0.58	0.68	0.77	0.84	0.89	25
3200	3.16	4.25	5.49	6.76	8.11	9.72	11.09	12.19	0.00	0.08	0.23	0.40	0.54	0.66	0.78	0.88	0.95	1.01	
3600	3.26	4.42	5.72	7.03	8.39	9.94	11.15	11.98	0.00	0.10	0.26	0.45	0.62	0.75	0.88	0.99	1.07	1.14	30
4000	3.29	4.50	5.85	7.16	8.48	9.87	10.81	11.25	0.00	0.11	0.29	0.50	0.68	0.83	0.98	1.01	1.19	1.27	
4500	3.24	4.48	5.83	7.09	8.27	9.34	9.78	9.50	0.00	0.12	0.32	0.57	0.77	0.93	1.10	1.24	1.34	1.42	35
5000	3.07	4.31	5.61	6.75	7.69	8.28	7.99	6.75	0.00	0.13	0.36	0.63	0.86	1.04	1.22	1.37	1.49	1.58	

① 为常用转速。

表 1-17 SPB 型窄 V 带的额定功率

(单位: kW)

小带轮 转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1}$ /mm								传 动 比 $i$										带速 $v$ / (m/s)  $\approx$
	140	160	180	200	224	250	280	315	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	$\geq 3.39$	
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	1.08	1.37	1.65	1.94	2.28	2.64	3.05	3.53	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	5
400	1.92	2.47	3.01	3.54	4.18	4.86	5.63	6.53	0.00	0.02	0.06	0.10	0.14	0.17	0.20	0.22	0.25	0.26	
730 <sup>①</sup>	3.13	4.06	4.99	5.88	6.97	8.11	9.41	10.91	0.00	0.04	0.10	0.18	0.25	0.30	0.35	0.40	0.41	0.46	10
800	3.35	4.37	5.37	6.35	7.52	8.75	10.14	11.71	0.00	0.04	0.12	0.21	0.28	0.34	0.40	0.45	0.49	0.52	
980 <sup>①</sup>	3.92	5.13	6.31	7.47	8.83	10.27	11.89	13.70	0.00	0.05	0.14	0.25	0.34	0.41	0.48	0.54	0.58	0.62	15
1200	4.55	5.98	7.38	8.74	10.33	11.99	13.82	15.84	0.00	0.07	0.18	0.31	0.42	0.51	0.60	0.68	0.74	0.78	
1460 <sup>①</sup>	5.21	6.89	8.50	10.07	11.86	13.72	15.71	17.84	0.00	0.08	0.22	0.38	0.51	0.62	0.73	0.82	0.89	0.94	20
1600	5.54	7.33	9.05	10.70	12.59	14.51	16.56	18.70	0.00	0.08	0.24	0.41	0.56	0.68	0.80	0.90	0.98	1.04	
1800	5.95	7.89	9.74	11.50	13.49	15.47	17.52	19.56	0.00	0.10	0.27	0.47	0.63	0.77	0.90	1.01	1.10	1.17	25
2000	6.31	8.38	10.34	12.18	14.21	16.19	18.17	20.00	0.00	0.11	0.30	0.52	0.70	0.85	1.00	1.13	1.23	1.30	
2200	6.62	8.80	10.83	12.72	14.76	16.68	18.48	19.97	0.00	0.12	0.33	0.57	0.77	0.94	1.10	1.24	1.35	1.43	30
2400	6.86	9.13	11.21	13.11	15.10	16.89	18.43	19.44	0.00	0.13	0.36	0.62	0.84	1.02	1.20	1.35	1.47	1.56	
2800 <sup>①</sup>	7.15	9.52	11.62	13.41	15.14	16.44	17.13	16.71	0.00	0.15	0.42	0.72	0.98	1.19	1.40	1.58	1.72	1.82	35
3200	7.17	9.53	11.43	13.01	14.22				0.00	0.17	0.47	0.83	1.13	1.36	1.60	1.81	1.96	2.08	
3600	6.89	9.10	10.77	11.83					0.00	0.20	0.53	0.93	1.27	1.53	1.80	2.03	2.21	2.34	

① 为常用转速。



表 1-18 SPC 型窄 V 带的额定功率

(单位: kW)

小带轮 转速 $n_1 /$ (r/min)	小带轮基准直径 $d_{d1} / \text{mm}$								传 动 比 $i$										带速 $v /$ (m/s)  $\approx$
	224	250	280	315	355	400	450	500	1.00	1.02	1.06	1.12	1.19	1.27	1.39	1.58	1.95	$\geq 3.39$	
									$\sim$	$\sim$	$\sim$	$\sim$	$\sim$	$\sim$	$\sim$	$\sim$			
									1.01	1.05	1.11	1.18	1.26	1.38	1.57	1.94	3.38		
	单根 V 带的基本额定功率 $P_0$								$i \neq 1$ 时额定功率的增量 $\Delta P_0$										
200	2.90	3.50	4.18	4.97	5.87	6.86	7.96	9.04	0.00	0.03	0.07	0.13	0.17	0.21	0.24	0.27	0.30	0.32	10
400	5.19	6.31	7.59	9.07	10.72	12.56	14.56	16.52	0.00	0.05	0.14	0.25	0.34	0.41	0.49	0.55	0.59	0.63	
600	7.21	8.81	10.62	12.70	15.02	17.56	20.29	22.92	0.00	0.08	0.22	0.38	0.51	0.62	0.73	0.82	0.89	0.95	15
730 <sup>①</sup>	8.38	10.27	12.40	14.82	17.50	20.41	23.49	26.40	0.00	0.09	0.25	0.44	0.60	0.72	0.85	0.95	1.04	1.10	
800	8.99	11.02	13.31	15.90	18.76	21.84	25.07	28.09	0.00	0.11	0.29	0.50	0.68	0.83	0.97	1.10	1.19	1.26	20
980 <sup>①</sup>	10.39	12.76	15.40	18.37	21.55	25.15	28.83	31.38	0.00	0.13	0.34	0.60	0.81	0.98	1.15	1.30	1.41	1.50	
1200	11.89	14.61	17.60	20.88	24.34	27.33	31.15	33.85	0.00	0.16	0.43	0.75	1.02	1.24	1.46	1.64	1.78	1.89	25
1460 <sup>①</sup>	13.26	16.26	19.49	22.92	26.32	29.40	32.01	33.45	0.00	0.19	0.52	0.91	1.24	1.50	1.76	1.98	2.16	2.29	
1600	13.81	16.92	20.20	23.58	26.80	29.53	31.33	31.70	0.00	0.21	0.58	1.00	1.36	1.65	1.94	2.19	2.38	2.52	30
1800	14.35	17.52	20.70	23.91	26.62	28.42	28.69	26.94	0.00	0.24	0.65	1.13	1.53	1.86	2.19	2.46	2.68	2.84	
2000	14.58	17.70	20.75	23.47	25.37	25.81	23.95	19.35	0.00	0.26	0.72	1.25	1.71	2.07	2.43	2.74	2.97	3.15	35
2200	14.47	17.44	20.13	22.18	22.94				0.00	0.29	0.79	1.38	1.88	2.27	2.67	3.01	3.27	3.47	
2400	14.01	16.69	18.86	19.98	19.22				0.00	0.32	0.86	1.51	2.05	2.48	2.92	3.28	3.57	3.79	40
2600	12.95	15.14	16.49	16.26					0.00	0.34	0.94	1.63	2.22	2.69	3.16	3.56	3.87	4.10	

① 为常用转速。

1.2.5 V 带设计用系数速查（见表 1-19 ~ 表 1 ~ 21）

表 1-19 工况系数  $K_A$

工作载荷性质	动力机					
	Ⅰ 类			Ⅱ 类		
	每天工作小时数/h					
	≤10	10 ~ 16	> 16	≤10	10 ~ 16	> 16
工作平稳	1	1. 1	1. 2	1. 1	1. 2	1. 3
载荷变动小	1. 1	1. 2	1. 3	1. 2	1. 3	1. 4
载荷变动较大	1. 2	1. 3	1. 4	1. 4	1. 5	1. 6
冲击载荷	1. 3	1. 4	1. 5	1. 5	1. 6	1. 8

注：I 类——直流电动机、Y 系列三相异步电动机、汽轮机、水轮机。

II 类——交流同步电动机、交流异步滑环电动机、内燃机、蒸汽机。

表 1-20 长度修正系数  $K_L$

基准长度 $L_d/\text{mm}$	$K_L$											
	普通 V 带								窄 V 带			
	Y	Z	A	B	C	D	E		SPZ	SPA	SPB	SPC
200	0.81											
224	0.82											
250	0.84											
280	0.87											
315	0.89											
355	0.92											
400	0.96	0.87										
450	1.00	0.89										
500	1.02	0.91										
560		0.94										
630		0.96	0.81						0.82			
710		0.99	0.82						0.84			
800		1.00	0.85						0.86	0.81		
900		1.03	0.87	0.81					0.88	0.83		
1000		1.06	0.89	0.84					0.90	0.85		
1120		1.08	0.91	0.86					0.93	0.87		
1250		1.11	0.93	0.88					0.94	0.89	0.82	
1400		1.14	0.96	0.90					0.96	0.91	0.84	
1500		1.16	0.99	0.93	0.84				1.00	0.93	0.86	
1800		1.18	1.01	0.95	0.85				1.01	0.95	0.88	

(续)

基准长度 $L_d/\text{mm}$	$K_L$										
	普通 V 带							窄 V 带			
	Y	Z	A	B	C	D	E	SPZ	SPA	SPB	SPC
2000			1.03	0.98	0.88			1.02	0.96	0.90	0.81
2240			1.06	1.00	0.91			1.05	0.98	0.92	0.83
2500			1.09	1.03	0.93			1.07	1.00	0.94	0.86
2800			1.11	1.05	0.95	0.83		1.09	1.02	0.96	0.88
3150			1.13	1.07	0.97	0.86		1.11	1.04	0.98	0.90
3550			1.17	1.10	0.98	0.89		1.13	1.06	1.00	0.92
4000			1.19	1.13	1.02	0.91			1.08	1.02	0.94
4500				1.15	1.04	0.93	0.90		1.09	1.04	0.96
5000				1.18	1.07	0.96	0.92			1.06	0.98
5600					1.09	0.98	0.95			1.08	1.00
6300					1.12	1.00	0.97			1.10	1.02
7100					1.15	1.03	1.00			1.12	1.04
8000					1.18	1.06	1.02			1.14	1.06
9000					1.21	1.08	1.05				1.08
10000					1.23	1.11	1.07				1.10
11200						1.14	1.10				1.12
12500						1.17	1.12				1.14
14000						1.20	1.15				
16000						1.22	1.18				

表 1-21 小带轮包角系数  $K_\alpha$

包角 $\alpha_1$ (°)	180	175	170	165	160	155	150	145	140	135	130	125	120	110	100	90
$K_\alpha$	1	0.99	0.98	0.96	0.95	0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.86	0.84	0.82	0.78	0.74	0.69

### 1.2.6 V 带及窄 V 带选型图 (见图 1-4 ~ 图 1-6)

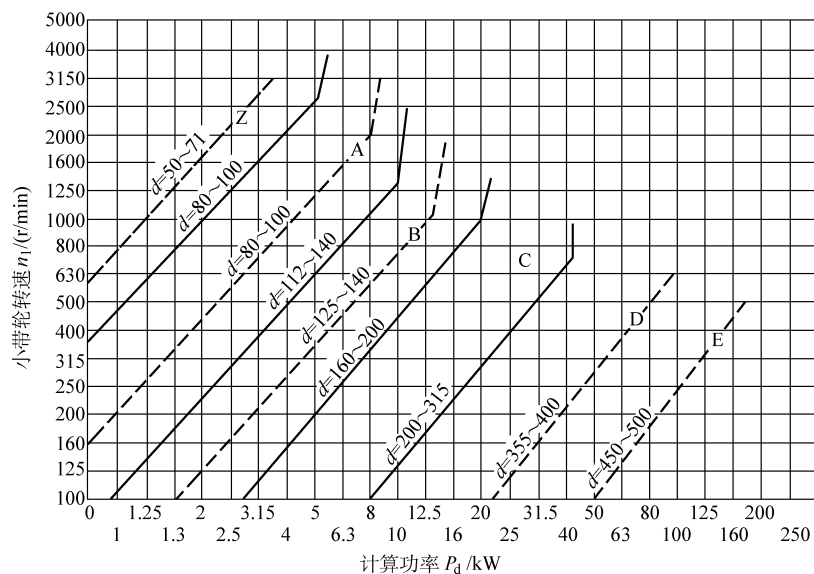


图 1-4 普通 V 带选型图

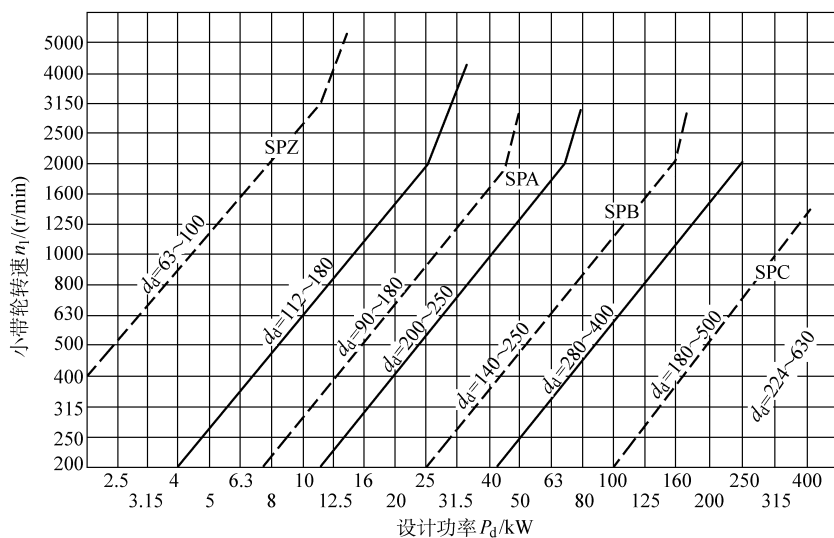


图 1-5 窄 V 带 (基准宽度制) 选型图

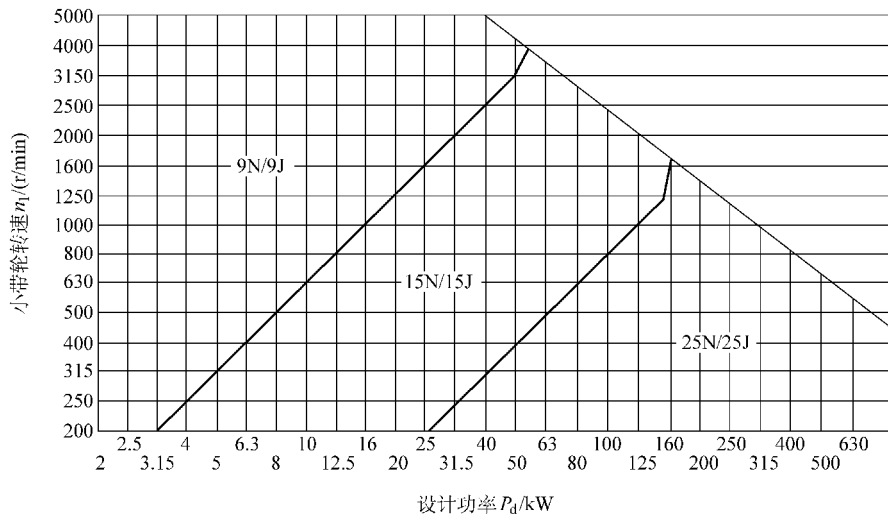


图 1-6 窄 V 带（有效宽度制）选型图

1.2.7 多楔带设计数据（JB/T 5983—1992）（见图 1-7、表 1-22 ~ 表 1-39）

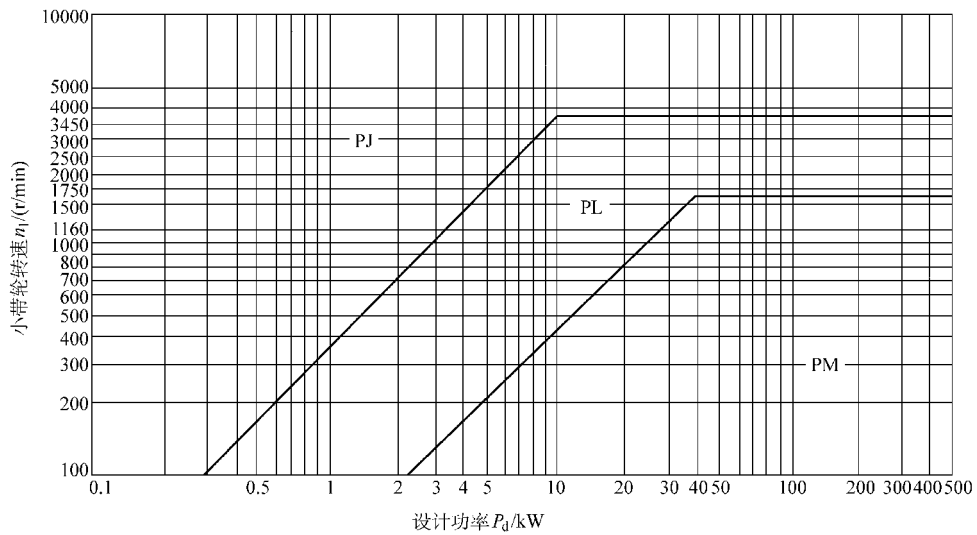


图 1-7 多楔带选型图

表 1-22 推荐最小带轮直径 (单位: mm)

槽型	PJ	PL	PM
$d_{\min}$	20	75	180

表 1-23 有效线差 (单位: mm)

槽型	PJ	PL	PM
$\Delta_e$	1.2	3	4

表 1-24 多楔带带轮直径系列 (单位: mm)

带 型	带轮直径系列
PJ	20, 22.4, 25, 28, 31.5, 33.5, 35.5, 37.5, 40, 42.5, 45, 47.5, 50, 53, 56, 60, 68, 71
PL, PJ	75, 80, 90, 95, 100, 106, 112, 118, 125, 132, 140, 150, 160, 170
PJ, PL, PM	180, 200, 212, 224, 236, 250, 265, 280, 300
PL, PM	315, 335, 355, 375, 400, 425, 450, 470, 500, 600, 630, 710, 750
PM	800, 850, 900, 950, 1000, 1120

表 1-25 多楔带长度系列 (单位: mm)

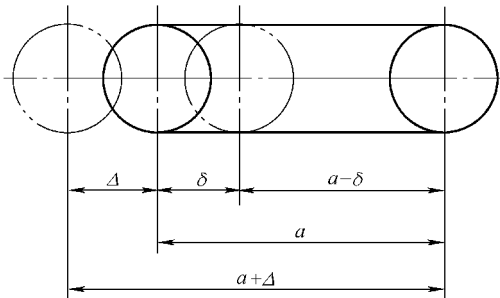
450, 475, 500	560, 630, 710	750, 800, 850	900, 950, 1000	1050, 1120	1250, 1320, 1400	1500, 1600, 1700	1800, 1900, 2000	2120	2240, 2360, 2500	2650, 2800, 3000	3150, 3350, 3750	4000, 4250, 4500	5000, 5600, 6000	6300, 6700, 7100	8000, 9000, 10000	11200, 12500, 13200	1400, 1500, 16000
PJ					PL				PM								

注: 多楔带尺寸国家标准颁布后, 有效长度按拟定的标准值选取。

表 1-26 多楔带小带轮包角系数  $K_\alpha$

$K_\alpha$	0.84	0.66	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76	0.77	0.79	0.80
小带轮包角 $\alpha_1$ (°)	83	87	91	95	99	103	106	110	113	117	120
$K_\alpha$	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92
小带轮包角 $\alpha_1$ (°)	125	127	130	133	136	139	142	145	148	151	154
$K_\alpha$	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.99	1		
小带轮包角 $\alpha_1$ (°)	157	160	163	166	169	171	174	177	180		

表 1-27 多楔带中心距变动量 (单位: mm)



(续)		
有效长度 $L_e$	$\Delta_{\min}$	$\delta_{\min}$
PJ		
450 ~ 500	5	8
> 500 ~ 750	8	10
> 750 ~ 1000	10	11
> 1000 ~ 1250	11	13
> 1250 ~ 1500	13	14
> 1500 ~ 1800	16	16
> 1800 ~ 2000	18	18
> 2000 ~ 2500	19	19
PL		
1250 ~ 1500	16	22
> 1500 ~ 1800	19	22
> 1800 ~ 2000	22	24
> 2000 ~ 2240	25	24
> 2240 ~ 2500	29	25
> 2500 ~ 3000	34	27
> 3000 ~ 4000	40	29
> 4000 ~ 5000	51	34
> 5000 ~ 6000	60	35
PM		
2240 ~ 2500	29	38
> 2500 ~ 3000	34	40
> 3000 ~ 4000	40	42
> 4000 ~ 5000	51	46
> 5000 ~ 6000	60	48
> 6000 ~ 6700	76	54
> 6700 ~ 8500	92	60
> 8500 ~ 10000	106	67
> 10000 ~ 11800	134	73
> 11800 ~ 16000	168	80

表 1-28 多楔带的楔数

带 型	PJ	PL	PM
楔数 $z$	4, 6, 8, 10, 12, 16, 20	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20	4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20

表 1-29 多楔带带长修正系数

有效长度 $L_e$ /mm	带长修正系数 $K_L$			
	PJ	PL	PM	
460	0. 78	—	—	
500	0. 79			
630	0. 83			
710	0. 85			
800	0. 87			
900	0. 89			
1000	0. 91			
1120	0. 93			
1250	0. 96	0. 85	—	
1400	0. 98	0. 87		
1600	1. 01	0. 89		
1800	1. 02	0. 91		
2000	1. 04	0. 93		
2360	1. 08	0. 96		
2500	1. 09	0. 96		
2650	—	0. 98		0. 87
2800		0. 98		0. 88
3000		0. 99		0. 88
3150		1. 00	0. 89	
3350		1. 01	0. 90	
3750		1. 03	0. 91	
4000		1. 04	0. 93	
4500		1. 06	0. 94	
5000		1. 07	0. 95	
5600		1. 08	0. 97	
6300		1. 11	0. 99	
6700		—	1. 01	
7500			1. 01	
8500			1. 03	
9000			1. 04	
10000			1. 05	
10600	1. 07			
12500	1. 08			
13200	1. 10			
15000	1. 12			
16000	1. 14			
		1. 15		

表 1-30 带与带轮的楔合系数  $K_r$

小带轮包角 $\alpha_1$ (°)	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
$K_r$	1.71	1.87	2.04	2.24	2.45	2.67	2.92	3.20	3.50	3.82	4.18	4.57	5.00

表 1-31 多楔带楔合系数  $K_z$

小带轮包角 $\alpha_1$	180	170	160	150	140	130	120
楔合系数 $K_z$	1.50	1.56	1.63	1.71	1.80	1.91	2.04



表 1-32 PJ 型多楔带每楔传递的额定功率 (JB/T 5983—1992)

(单位: kW)

小轮转速 $n_1$ / (r/min)	小带轮有效直径 $d_{e1}$ /mm																			传动比 $i$						
	20	25	28	31.5	35.5	40	45	50	56	60	63	71	80	95	100	112	125	140	150	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	≥3.39
	包角 180° 时每楔传递的基本额定功率 $P_0$																			由传动比 $i$ 引起的功率增量 $\Delta P_0$						
200	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0	0	0	0	0	0	0
400	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0	0	0	0	0	0	0
600	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.16	0.16	0.19	0.21	0.24	0.25	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01
800	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.33	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
950	0.01	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.19	0.23	0.25	0.28	0.32	0.36	0.39	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1000	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.13	0.15	0.17	0.19	0.25	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1200	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.20	0.23	0.28	0.31	0.35	0.39	0.44	0.47	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1400	0.01	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.14	0.17	0.19	0.20	0.23	0.27	0.35	0.35	0.40	0.45	0.51	0.54	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1500	0.01	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.19	0.21	0.23	0.28	0.34	0.37	0.43	0.48	0.54	0.57	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1600	0.01	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16	0.19	0.21	0.22	0.25	0.30	0.37	0.40	0.45	0.50	0.56	0.60	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1800	0.01	0.04	0.06	0.07	0.10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.22	0.25	0.28	0.33	0.40	0.43	0.49	0.55	0.63	0.67	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2000	0.01	0.04	0.06	0.08	0.10	0.14	0.16	0.19	0.23	0.25	0.27	0.31	0.36	0.44	0.48	0.54	0.61	0.68	0.73	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2400	0.01	0.05	0.07	0.10	0.12	0.16	0.19	0.23	0.27	0.29	0.31	0.37	0.42	0.51	0.55	0.63	0.70	0.78	0.84	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2800	0.01	0.05	0.08	0.10	0.14	0.18	0.22	0.26	0.31	0.33	0.36	0.41	0.48	0.58	0.63	0.71	0.79	0.89	0.94	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
3000	0.01	0.06	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.28	0.33	0.35	0.38	0.44	0.51	0.62	0.66	0.75	0.84	0.93	0.99	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
4000	0.01	0.07	0.10	0.14	0.18	0.24	0.29	0.34	0.41	0.44	0.48	0.55	0.63	0.81	0.82	0.93	1.01	1.11*	1.17*	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
5000	—	0.07	0.12	0.16	0.22	0.28	0.35	0.41	0.48	0.52	0.57	0.65	0.75	0.90	0.95	1.09*	1.14*	1.22*	1.25*	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
6000		0.08	0.13	0.19	0.25	0.32	0.40	0.47	0.55	0.60	0.64	0.74	0.84	0.98*	1.04*	1.13*	1.19*	1.22*	1.25*	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
7000		0.08	0.14	0.20	0.27	0.36	0.44	0.52	0.61	0.66	0.71	0.84*	0.90*	1.04*	1.09*	1.14*	1.16*			0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
8000	—	0.09	0.15	0.22	0.29	0.39	0.48	0.57	0.66	0.71	0.76	0.89*	0.95*	1.06*	1.08*	0.09*				0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
10000	—	0.10	0.16	0.24	0.33	0.43	0.54	0.63	0.72*	0.77*	0.81*	0.92*	0.95*							0.03	0.04	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07

注: 1. 带轮材料: 圆周速度小于 27m/s 时, 为正常运转情况, 标准带轮用灰铸铁制造, 大于 27m/s 时, 向制造厂咨询。

2. 带 “\*” 者圆周速度大于 27m/s。

表 1-33 PL 型多楔带每楔传递的额定功率（JB/T 5983—1992）（单位：kW）

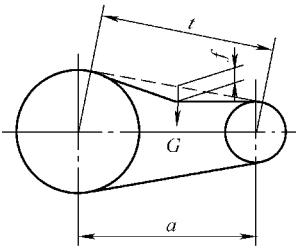
小轮转速 $n_1$ /(r/min)	小带轮有效直径 $d_{cl}/mm$																				传动比 $i$									
	75	80	90	95	100	106	112	118	125	132	140	150	160	170	180	200	212	224	250	300	355	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	$\geq 3.39$	
	PL 型多楔带包角 180°时每楔传递的基本额定功率 $P_0$																				由传动比 $i$ 引起的功率增量 $\Delta P_0$									
100	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.20	0.22	0.24	0.25	0.28	0.30	0.31	0.37	0.44	0.51	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
200	0.11	0.15	0.19	0.20	0.22	0.23	0.25	0.26	0.30	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.52	0.55	0.58	0.67	0.82	0.96	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
400	0.24	0.27	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.54	0.57	0.63	0.67	0.74	0.80	0.86	0.97	1.02	1.08	1.25	1.51	1.78	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
600	0.33	0.37	0.46	0.51	0.55	0.60	0.63	0.68	0.76	0.81	0.89	0.97	1.05	1.13	1.22	1.38	1.46	1.54	1.78	2.16	2.54	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
800	0.42	0.47	0.59	0.64	0.70	0.75	0.81	0.87	0.98	1.03	1.14	1.25	1.35	1.46	1.57	1.77	1.87	1.98	2.28	2.76	3.23	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06
900	0.46	0.52	0.65	0.71	0.77	0.84	0.90	0.95	1.08	1.14	1.26	1.38	1.50	1.61	1.73	1.96	2.07	2.19	2.51	3.05	3.56	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07
1000	0.49	0.57	0.70	0.78	0.84	0.91	0.98	1.04	1.18	1.25	1.38	1.51	1.63	1.77	1.89	2.14	2.27	2.39	2.75	3.32	3.85	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
1200	0.57	0.66	0.82	0.90	0.98	1.06	1.14	1.22	1.37	1.45	1.60	1.76	1.91	2.06	2.21	2.49	2.63	2.78	3.19	3.83	4.44	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09
1400	0.64	0.74	0.93	1.01	1.11	1.20	1.29	1.38	1.56	1.65	1.83	2.00	2.17	2.33	2.50	2.83	2.98	3.14	3.60	4.30	4.93	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10
1500	0.68	0.78	0.98	1.07	1.17	1.27	1.37	1.46	1.65	1.75	1.93	2.19	2.29	2.47	2.65	2.98	3.16	3.32	3.79	4.51	5.15	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11
1600	0.71	0.81	1.03	1.13	1.23	1.34	1.44	1.54	1.74	1.84	2.04	2.22	2.42	2.60	2.78	3.14	3.31	3.48	3.98	4.71	5.35*	0.03	0.04	0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12
1800	0.78	0.90	1.13	1.24	1.36	1.47	1.58	1.69	1.91	2.02	2.23	2.42	2.65	2.85	3.05	3.43	3.62	3.80	4.31	5.07*	5.68*	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.10	0.12	0.13	0.13
2000	0.84	0.97	1.22	1.35	1.47	1.60	1.72	1.84	2.07	2.19	2.42	2.65	2.87	3.09	3.30	3.71	3.90	4.05	4.62	5.36*		0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15
2200	0.90	1.04	1.31	1.45	1.58	1.72	1.85	1.98	2.23	2.36	2.60	2.85	3.08	3.31	3.54	3.95	4.16	4.35	4.88*	5.58*		0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16	0.16	0.16
2400	0.95	1.10	1.40	1.54	1.69	1.84	1.97	2.11	2.39	2.51	2.78	3.03	3.27	3.51	3.74	4.18	4.38	4.57	5.09			0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.18
2600	1.01	1.17	1.48	1.64	1.79	1.94	2.09	2.24	2.53	2.66	2.94	3.21	3.46	3.71	3.94	4.38	4.58*	4.77*				0.04	0.08	0.10	0.13	0.15	0.17	0.19	0.19	0.19
2800	1.06	1.23	1.57	1.73	1.89	2.05	2.21	2.36	2.66	2.80	3.09	3.36	3.63	3.88	4.11	4.54*	4.74*	4.92*				0.05	0.08	0.11	0.14	0.16	0.19	0.20	0.20	0.22
3000	1.10	1.29	1.64	1.81	1.98	2.15	2.31	2.47	2.78	2.94	3.23	3.51	3.71	4.03	4.27*	4.68*	4.87*	5.04*				0.05	0.09	0.13	0.15	0.18	0.19	0.22	0.23	0.23
4000	1.31	1.53	1.96	2.16	2.36	2.56	2.75	2.93	2.37	3.44*	3.74*	4.02*	4.26*									0.07	0.12	0.15	0.20	0.23	0.26	0.28	0.31	0.31
5000	1.45	1.69	2.17	2.39	2.60	2.80*	3.00*	3.18*	3.51*	3.65*												0.09	0.15	0.21	0.25	0.29	0.33	0.36	0.38	0.38

表 1-34 PM 型多楔带每楔传递的额定功率 (JB/T 5983—1992)

(单位: kW)

小轮转速 $n_1$ /(r/min)	小带轮有效直径 $d_{cl}$ /mm																	传动比 $i$									
	180	200	212	236	250	265	280	300	315	355	375	400	450	500	560	600	710	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	$\geq$ 3.39	
	PM 型多楔带包角 180°时每楔传递的基本额定功率 $P_0$																	由传动比 $i$ 引起的功率增量 $\Delta P_0$									
100	0.58	0.72	0.79	0.85	0.99	1.06	1.13	1.26	1.33	1.53	1.60	1.79	2.05	2.31	2.56	2.81	3.05	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	
200	1.03	1.20	1.42	1.55	1.81	1.93	2.06	2.31	2.44	2.80	2.93	3.30	3.78	4.26	4.73	5.19	5.60	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.10	0.11	
300	1.43	1.81	2.00	2.19	2.55	2.74	2.92	3.28	3.46	3.90	4.17	4.69	5.39	6.06	6.74	7.39	8.04	0.01	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	
400	1.81	2.30	2.54	2.78	3.26	3.50	3.73	4.20	4.43	5.12	5.34	6.01	6.39	7.76	8.61	9.44	10.25	0.02	0.05	0.09	0.12	0.15	0.17	0.19	0.22	0.22	
500	2.16	2.76	3.06	3.55	3.93	4.21	4.50	5.07	5.35	6.18	6.45	7.26	8.32	9.35	10.35	11.32	12.26	0.02	0.07	0.11	0.16	0.19	0.22	0.25	0.27	0.28	
600	2.50	3.20	3.54	3.89	4.57	4.91	5.24	5.90	6.22	7.19	7.50	8.44	9.65	10.82	11.95	13.04	14.08	0.03	0.07	0.13	0.19	0.22	0.26	0.29	0.32	0.34	
700	2.81	3.62	4.01	4.41	5.18	5.57	5.95	6.69	7.06	8.15	8.50	9.55	10.89	12.18	13.41	14.56	15.65	0.03	0.09	0.16	0.22	0.26	0.31	0.34	0.37	0.40	
800	3.12	4.02	4.16	4.90	5.77	6.19	6.62	7.45	7.86	9.05	9.44	10.59	12.04	13.41	14.70	15.89	16.98 *	0.04	0.10	0.18	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.46	
900	3.41	4.40	4.89	5.37	6.33	6.79	7.25	8.15	8.60	9.90	10.32	11.54	13.08	14.50	15.81	16.99 *	18.02 *	0.04	0.12	0.20	0.28	0.34	0.40	0.44	0.48	0.51	
1000	3.69	4.77	5.30	5.83	6.86	7.36	7.86	8.83	9.30	10.68	11.13	12.41	14.01	15.45	16.73 *	17.84 *	18.76 *	0.04	0.13	0.22	0.31	0.37	0.43	0.49	0.54	0.57	
1100	3.95	5.12	5.69	6.25	7.36	7.89	8.43	9.46	9.96	11.41	11.88	13.20	14.82	16.23 *	17.44 *	18.42 *		0.05	0.14	0.25	0.34	0.41	0.48	0.54	0.59	0.62	
1200	4.20	5.45	6.06	6.66	7.83	8.40	8.96	10.04	10.57	12.07	12.54	13.89	15.49 *	16.84 *	17.95 *			0.06	0.16	0.27	0.37	0.45	0.52	0.59	0.64	0.68	
1300	4.43	5.76	6.41	7.04	8.27	8.87	9.46	10.59	11.12	12.66	13.14	14.49 *	16.03 *	17.26 *				0.06	0.17	0.29	0.40	0.48	0.57	0.63	0.69	0.73	
1400	4.66	6.06	6.74	7.40	8.69	9.31	9.91	10.70	11.63	13.17	13.66	14.97 *	16.42 *					0.07	0.18	0.31	0.43	0.52	0.61	0.69	0.75	0.79	
1500	4.86	6.33	7.04	7.74	9.07	9.71	10.33	11.51	12.07	13.01 *	14.08 *	15.34 *						0.07	0.19	0.34	0.46	0.56	0.66	0.73	0.80	0.85	
1600	5.66	6.59	7.33	8.05	9.42	10.08	10.71	11.90	11.99	13.91 *	14.43 *	15.60 *						0.07	0.21	0.38	0.49	0.60	0.69	0.78	0.85	0.90	
1700	5.24	6.83	7.59	8.33	9.74	10.40	11.04	12.22	12.78 *	14.24 *	14.66 *							0.08	0.22	0.38	0.52	0.63	0.74	0.84	0.91	0.96	
1800	5.41	7.05	7.83	8.59	10.02	10.63	11.32	12.50 *	13.03 *	14.43 *	14.81 *							0.08	0.23	0.40	0.55	0.67	0.78	0.89	0.96	1.01	
2000	5.70	7.43	8.24	9.02	10.46	11.12 *	11.74 *	12.85 *	13.34 *									0.10	0.26	0.45	0.61	0.75	0.87	0.98	1.01	1.07	
2500	6.14	7.97	8.79 *	9.54 *	10.84 *	11.38 *												0.12	0.32	0.56	0.77	0.93	1.09	1.22	1.34	1.41	
3000	6.13 *	7.86 *	8.57 *															0.14	0.39	0.68	0.92	1.11	1.31	1.47	1.60	1.69	
3500	5.62 *																	0.16	0.46	0.79	1.07	1.30	1.52	1.72	1.87	1.98	
3800	5.04 *																	0.18	0.49	0.86	1.41	1.41	1.66	1.87	2.03	2.15	

表 1-35 确定初拉力施加垂直作用力  $G$  与带轮直径及带型的关系



带 型	小带轮直径 $d_1/\text{mm}$	每楔带轮施加的力 $G/\text{N}$
PJ	20 ~ 42.5	1.78
	45 ~ 56	2.22
	60 ~ 75	2.67
PL	76 ~ 95	7.56
	100 ~ 125	9.34
	132 ~ 170	11.11
PM	180 ~ 236	28.45
	250 ~ 300	34.23
	315 ~ 400	39.12

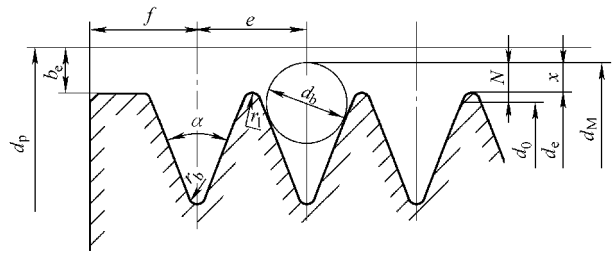
注：在带与两轮切点跨距  $t$  的中点，垂直施加作用力  $G$  的挠度应符合  $f = 1.5t/100$ ，否则应重新调整中心距。

表 1-36 多楔带长度的公差 (单位：mm)

有效长度	公 差	有效长度	公 差
450 ~ 710	+5 -5	> 3150 ~ 3550	+12.5 -28
> 710 ~ 1000	+5 -7.5	> 3550 ~ 4000	+15 -30
> 1000 ~ 1400	+5 -10	> 4000 ~ 5000	+15 -35.5
> 1400 ~ 1700	+5 -12.5	> 5000 ~ 6300	+21 -40.5
> 1700 ~ 2000	+7.5 -15	> 6300 ~ 7100	+26 -50
> 2000 ~ 2240	+10 -17.5	> 7100 ~ 8000	+30.5 -61
> 2240 ~ 2800	+10 -20	> 8000 ~ 10000	+35 -70
> 2800 ~ 3156	+10 -24	> 10000 ~ 12500	+40 -80

注：本表摘自制造厂样本，适用于一般工业用型多楔带，供选用时参考。

表 1-37 楔形带轮槽尺寸 (GB/T 16588—1996) (单位: mm)



槽型	PH	PJ	PK	PL	PM
槽距 $e$	$1.6 \pm 0.03$	$2.34 \pm 0.03$	$3.65 \pm 0.05$	$4.7 \pm 0.05$	$9.4 \pm 0.08$
槽距累积偏差	$\leq \pm 0.3$				
槽角 $\varphi \pm 0.5^\circ$	$40^\circ$				
槽顶半径 $r_{1\min}$	0.15	0.2	0.25	0.4	0.75
槽底半径 $r_{1\max}$	0.3	0.4	0.5	0.4	0.75
检测球或杆直径 $d_b \pm 0.01$	1.0	1.5	2.5	3.5	7.0
$2x$	0.11	0.23	0.99	2.36	4.53
$2n_{\max}$	1.08	1.22	2.06	3.5	5.92
$f_{\min}$	1.3	1.8	2.5	3.3	6.4

注: 轮槽中心线与带轮轴线应保证  $90^\circ \pm 0.5^\circ$ 。

表 1-38 相邻槽的直径变动量 (GB/T 16588—1996) (单位: mm)

有效直径 $d_e$	槽数 $z$	最大直径变动量
$d_e \leq 74$	$\leq 6$	0.1
	$> 6$	$0.1 + 0.003 \times (z - 6)$
$74 < d_e \leq 500$	$\leq 10$	0.15
	$> 10$	$0.15 + 0.005 \times (z - 10)$
$d_e > 500$	$\leq 10$	0.25
	$> 10$	$0.25 + 0.01 \times (z - 10)$

表 1-39 多楔带径向圆跳动 (GB/T 16588—1996) (单位: mm)

有效直径 $d_e$	径向圆跳动
$d_e \leq 74$	0.13
$74 < d_e \leq 250$	0.25
$d_e > 250$	$0.25 + 0.0004 (d_e - 250)$

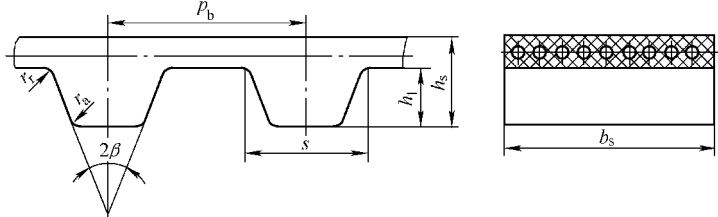
1.2.8 同步齿形带设计用数据速查（见表 1-40 ~ 表 1-63、图 1-8、图 1-9）

表 1-40 同步带的工况系数  $K_A$ （摘自 JB/T 7512.3—1994）

工 况		$K_A$					
		软起动			负载起动		
变化情况	瞬时峰值载荷 额定工作载荷	每天工作小时数/h					
		< 10	10 ~ 16	> 16	< 10	10 ~ 16	> 16
载荷平稳		1.0	1.2	1.4	1.2	1.4	1.6
载荷变动小	~ 150%	1.4	1.6	1.8	1.6	1.8	2.0
载荷变动较大	≥150% ~ 250%	1.5	1.7	1.9	1.7	1.9	2.1
载荷变化很大	≥250% ~ 400%	1.6	1.8	2.0	1.8	2.0	2.2
载荷变动大而频繁	≥250%	1.7	1.9	2.1	1.9	2.1	2.3

注：1. 经常正反转使用张紧轮时， $K_A$  应乘 1.1，间断性工作， $K_A$  可乘 0.9。  
2. 增速传动时， $K_A$  应乘下列系数：增速比为 1.25 ~ 1.74、1.75 ~ 2.49、2.50 ~ 3.49 和 ≥ 3.50 范围时系数分别为 1.05，1.10，1.18，1.28。

表 1-41 梯形齿同步带的齿形尺寸（GB/T 11616—1989）（单位：mm）

								
带 型 <sup>①</sup>		MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
节距 $P_b$		2.032	3.175	5.080	9.525	12.70	22.225	31.750
齿 形 尺 寸	齿形角 $2\beta$ / (°)	40	50	50	40	40	40	40
	齿根厚 $s$	1.14	1.73	2.57	4.65	6.12	12.57	19.05
	齿高 $h_1$	0.51	0.76	1.27	1.91	2.29	6.35	9.53
	带高 $h_s$ <sup>②</sup>	1.14	1.52	2.30	3.60	4.30	11.20	15.70
	半径 $r_r$	0.13	0.20	0.38	0.51	1.02	1.57	2.29
	$r_a$	0.13	0.30	0.38	0.51	1.02	1.19	1.52
	节根距 $a$	0.254	0.254	0.254	0.381	0.686	1.397	1.524
宽度范围		3 ~ 6.4	3 ~ 6.4	6.4 ~ 10	13 ~ 25	20 ~ 76	50 ~ 100	50 ~ 127
推荐最小带轮节径 $d_{\min}$		6	10	16	36	63	125	220
节线长度范围		91 ~ 500	127 ~ 560	150 ~ 660	315 ~ 1525	610 ~ 4320	1290 ~ 4445	1780 ~ 4570

① 带型含义：MXL—最轻型，XXL—超轻型，XL—特轻型，L—轻型，H—重型，XH—特重型，XXH—超重型。  
② 为单面带高；双面带高见表 1-45。

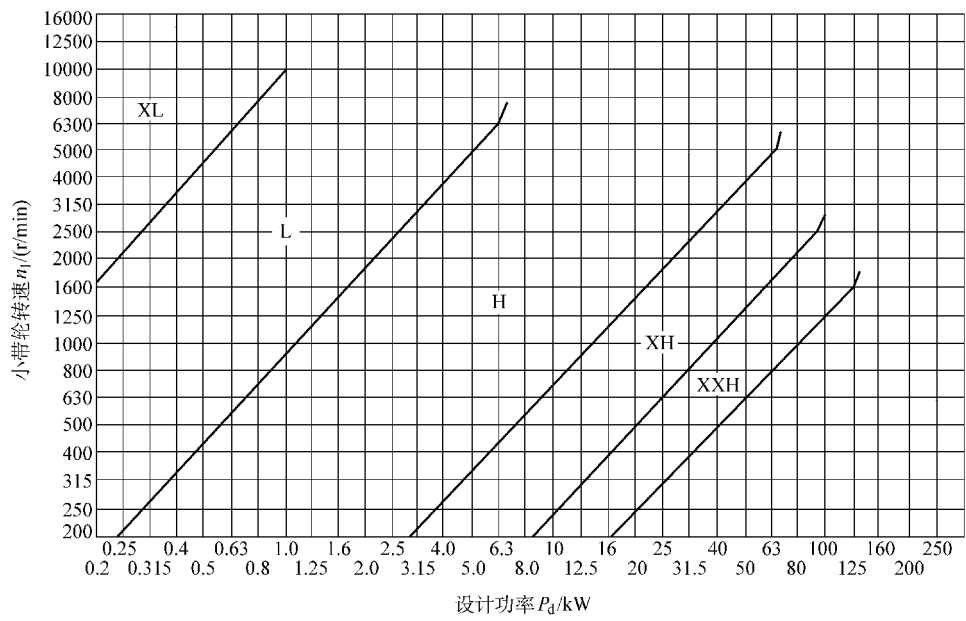


图 1-8 梯形齿同步齿型带选型图

表 1-42 小带轮最少齿数 (GB/T 11362—2008)

小带轮转速 $n_1$ / (r/min)	带 型						
	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
< 900	10	10	10	12	14	18	18
900 ~ 1200	12	12	10	12	16	24	24
1200 ~ 1800	14	14	12	14	18	26	26
1800 ~ 3600	16	16	12	16	20	30	—
≥ 3600	18	18	15	18	22	—	—

表 1-43 基准宽度同步带的工作拉力和单位长度的质量 (GB/T 11362—2008)

带型	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
$T_a$ / N	27	31	50	245	2100	4050	6400
$m$ / (kg/m)	0.007	0.01	0.022	0.096	0.448	1.484	2.473

表 1-44 同步带的基准宽  $b_{s0}$  (GB/T 11362—2008) (单位: mm)

带型	MXL XXL	XL	L	H	XH	XXH
$b_{s0}$	6.4	9.5	25.4	76.2	101.6	127.0

表 1-45 模数制同步带齿型尺寸（JB/T 7512.1—1994）（单位：mm）

模数 $m$		1	1.5	2	3	4	5	7	10
节距		3.14	4.71	6.28	9.42	12.57	15.71	21.99	31.42
齿 形 尺 寸	齿形角 $2\beta/ (^{\circ})$	50	50	40	40	40	40	40	40
	齿根厚 $s$	1.58	2.16	2.87	4.31	5.75	7.18	10.06	14.37
	齿顶厚 $s_a$	1.0	1.5	1.8	3.2	4.4	5.0	8.0	12.0
	齿高 $h_1$	0.8	1.2	1.5	2.0	2.5	3.5	6.0	9.0
	带高 $h_s$	1.6	2.2	3.0	4.0	5.0	6.5	11.0	15.0
	圆角半径 $r_r$	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.2	1.5	2.0
	$r_a$	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.2	1.2	1.5
	节根距 $a$	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
宽度范围		8 ~ 32	10 ~ 50	12 ~ 60	12 ~ 60	16 ~ 100	20 ~ 100	25 ~ 125	40 ~ 200
节线长度范围		150 ~ 945	200 ~ 1260	275 ~ 1570	330 ~ 1885	502 ~ 2515	628 ~ 3142	990 ~ 4398	1570 ~ 6283

注：1. 齿形参数见表 1-41 表图。

2. 工作温度为 -20 ~ 80℃。

表 1-46 同步带的节线长及极限偏差（GB/T 11616—1989）

带长代号	节线长 $L_p/\text{mm}$		节线长上的齿数						
	基本尺寸	极限偏差	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
36	91.44	$\pm 0.41$	45						
40	101.60		50						
44	111.76		55	—					
48	121.92		60	—					
50	127.00		—	40					
56	142.24		70	—					
60	152.40		75	48	30				
64	162.56		80	—	—				
70	177.80		—	56	35				
72	182.88		90	—	—				
80	203.20		100	64	40				
88	223.52	$\pm 0.46$	110	—	—				
90	228.60		—	72	45				
100	254.00		125	80	50				
110	279.40		—	88	55				
112	284.48		140	—	—				
120	304.80		—	96	60	—			
124	314.33		—	—	—	33			
124	314.96		155	—	—	—			



(续)

带长代号	节线长 $L_p$ /mm		节线长上的齿数						
	基本尺寸	极限偏差	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
130	330.20	±0.46	—	104	65	—			
140	355.60		175	112	70	—			
150	381.00		—	120	75	40			
160	406.40		200	128	80	—			
170	431.80	±0.51	—	—	85	—			
180	457.20		225	144	90	—			
187	476.25		—	—	—	50			
190	482.60		—	—	95	—			
200	508.00	±0.61	250	160	100	—			
210	533.40		—	—	105	56			
220	558.80		—	176	110	—			
225	571.50			—	—	60			
230	584.20	±0.66			115	—	—		
240	609.60				120	64	48		
250	635.00				125	—	—		
255	647.70				—	68	—		
260	660.40	±0.76			130	—	—		
270	685.80					72	54		
285	723.90					76	—		
300	762.00					80	60		
322	819.15	±0.81				86	—		
330	838.20					—	66		
345	876.30					92	—		
360	914.40					—	72		
367	933.45	±0.76				98	—		
390	990.60					104	78		
420	1066.80					112	84		
450	1143.00					120	90	—	
480	1219.20	±0.81				128	96	—	
507	1289.05					—	—	58	
510	1295.40					136	102	—	
540	1371.60					144	108	—	
560	1422.40	±0.81				—	—	64	
570	1447.80					—	114	—	
600	1524.00					160	120	—	

(续)

带长代号	节线长 $L_p$ /mm		节线长上的齿数							
	基本尺寸	极限偏差	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH	
630	1600.20	±0.86				—	126	72		
660	1676.40					—	132	—		
700	1778.00						140	80	56	
750	1905.00					±0.91		150	—	—
770	1955.80						—	88	—	
800	2032.00						160	—	64	
840	2133.60						—	96	—	
850	2159.00	±0.97					170	—	—	
900	2286.00						180	—	72	
980	2489.20					±1.02		—	112	—
1000	2540.00							200	—	80
1100	2794.00	±1.07						220	—	—
1120	2844.80	±1.12						—	128	—
1200	3048.00						—	—	96	
1250	3175.00					±1.17		250	—	—
1260	3200.40							—	144	—
1400	3556.00	±1.22						280	160	112
1540	3911.60	±1.32						—	176	—
1600	4064.00						—	—	128	
1700	4318.00					±1.37		340	—	—
1750	4445.00					±1.42			200	—
1800	4572.00							—	144	

表 1-47 标准同步带轮的基准直径 (单位: mm)

带轮 齿数 $z_1, z_2$	标 准 直 径													
	MXL		XXL		XL		L		H		XH		XXH	
	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$
10	6.47	5.96	10.11	9.60	16.17	15.66								
11	7.11	6.61	11.12	10.61	17.79	17.28								
12	7.76	7.25	12.13	11.62	19.40	18.90	36.38	35.62						
13	8.41	7.90	13.14	12.63	21.02	20.51	39.41	38.65						
14	9.06	8.55	14.15	13.64	22.64	22.13	42.45	41.69	56.60	55.23				
15	9.70	9.19	15.16	14.65	24.26	23.75	45.48	44.72	60.64	59.27				
16	10.35	9.84	16.17	15.66	25.87	25.36	48.51	47.75	64.68	63.31				
17	11.00	10.49	17.18	16.67	27.49	26.98	51.54	50.78	68.72	67.35				
18	11.64	11.13	18.19	17.68	29.11	28.60	54.57	53.81	72.77	71.39	127.34	124.55	181.91	178.86
19	12.29	11.78	19.20	18.69	30.72	30.22	57.61	56.84	76.81	75.44	134.41	131.62	192.02	188.97

(续)

带轮 齿数 $z_1, z_2$	标准直径													
	MXL		XXL		XL		L		H		XH		XXH	
	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$	$d_p$	$d_a$
20	12.94	12.43	20.21	19.70	32.34	31.83	60.64	59.88	80.85	79.48	141.49	138.69	202.13	199.08
(21)	13.58	13.07	21.22	20.72	33.96	33.45	63.67	62.91	84.89	83.52	148.56	145.77	212.23	209.18
22	14.23	13.72	22.23	21.73	35.57	35.07	66.70	65.94	88.94	87.56	155.64	152.84	222.34	219.29
(23)	14.88	14.37	23.24	22.74	37.19	36.68	69.73	68.97	92.98	91.61	162.71	159.92	232.45	229.40
(24)	15.52	15.02	24.26	23.75	38.81	38.30	72.77	72.00	97.02	95.65	169.79	166.99	242.55	239.50
25	16.17	15.66	25.27	24.76	40.43	39.92	75.80	75.04	101.06	99.69	176.86	174.07	252.66	249.61
(26)	16.82	16.31	26.28	25.77	42.04	41.53	78.83	78.07	105.11	103.73	183.94	181.14	262.76	259.72
(27)	17.46	16.96	27.29	26.78	43.66	43.15	81.86	81.10	109.15	107.78	191.01	188.22	272.87	269.82
28	18.11	17.60	28.30	27.79	45.28	44.77	84.89	84.13	113.19	111.82	198.08	195.29	282.98	279.93
(30)	19.40	18.90	30.32	29.81	48.51	48.00	90.96	90.20	121.28	119.90	212.23	209.44	303.19	300.14
32	20.70	20.19	32.34	31.83	51.74	51.24	97.02	96.26	129.36	127.99	226.38	223.59	323.40	320.35
36	23.29	22.78	36.38	35.87	58.21	57.70	109.15	108.39	145.53	144.16	254.68	251.89	363.83	360.78
40	25.37	25.36	40.43	39.92	64.68	64.17	121.28	120.51	161.70	160.33	282.98	280.18	404.25	401.21
48	31.05	30.54	48.51	48.00	77.62	77.11	145.53	144.77	194.04	192.67	339.57	336.78	485.10	482.06
60	38.81	38.30	60.64	60.13	97.02	96.51	181.91	181.15	242.55	241.18	424.47	421.67	606.38	603.33
72	46.57	46.06	72.77	72.26	116.43	115.92	218.30	217.53	291.06	289.69	509.36	506.57	727.66	724.61
84							254.68	253.92	339.57	338.20	594.25	591.46	848.93	845.88
96							291.06	290.30	388.08	386.71	679.15	676.35	970.21	967.16
120							363.83	363.07	485.10	483.73	848.93	846.14	1212.76	1209.71
156									630.64	629.26				

注：括号中的齿数为非优先的直径尺寸。

表 1-48 同步带宽度  $b_s$  系列

(单位：mm)

带 宽		极 限 偏 差				带 型							
代号	尺寸 系列	$L_p < 838.20$	$838.20 < L_p < 1676.40$		$L_p > 1676.4$		MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
012	3.0	+0.5 -0.8	—		—		MXL	XXL	XL	L			
019	4.8												
025	6.4												
031	7.9												
037	9.5												
050	12.7	±0.8	+0.8 -1.3		—  +0.8 -1.3								
075	19.1												
100	25.4												
150	38.1												
200	50.8												
300	76.2	+0.8 -1.3 <sup>(H)</sup> ①	±1.3 (H)	±0.48	+1.3 -1.5 <sup>(H)</sup>	± 0.48					XH	XXH	
400	101.6	+1.3 -1.5 <sup>(H)</sup>	±1.5 (H)		+1.5 -2.0 <sup>(H)</sup>								
500	127.0	—	—		—								

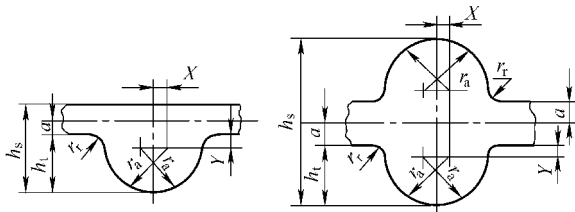
注：XXL 型带的宽度代号即其宽度的公称尺寸。

① 极限偏差只适用于括号内的带型。

表 1-49 模数制圆弧齿的节线长度和宽度系列 (单位: mm)

齿数 $z$	模 数							
	1	1.5	2	3	4	5	7	10
	节线长度 $L_p = \pi m z$							
32	100.5	150.8	201.1					
35	110.0	164.9	219.9	329.9				
40	125.7	188.5	251.3	377.0	502.7	628.3		
45	141.4	212.1	282.7	424.1	565.5	706.9	989.6	
50	157.1	235.6	314.2	471.2	628.3	785.4	1099.6	1570.8
55	172.8	259.2	345.6	518.4	691.2	863.9	1209.5	1727.9
60	188.5	282.7	377.0	565.5	754.0	942.5	1319.5	1885.0
65	204.2	306.3	408.4	612.6	816.8	1021.0	1429.4	2042.0
70	219.9	329.9	439.8	659.7	879.7	1099.6	1539.4	2199.1
75	235.6	353.4	471.2	706.9	942.5	1178.1	1649.2	2356.2
80	251.3	377.0	502.7	754.0	1005.3	1256.6	1759.3	2513.3
85	267.0	400.6	534.1	801.1	1068.1	1335.2	1869.2	2670.4
90	282.7	424.1	565.5	848.2	1131.0	1413.7	1979.2	2827.4
95	298.5	447.7	596.9	895.4	1193.8	1492.3	2089.2	2984.5
100	314.2	471.2	628.3	942.5	1256.6	1570.8	2199.1	3141.6
110	345.6	518.4	691.2	1036.7	1382.3	1727.9	2419.0	3455.8
120	377.0	565.5	754.0	1131.0	1508.0	1885.0	2638.9	3769.9
140	439.8	659.7	879.7	1319.5	1759.2	2199.1	3078.8	4398.2
160	502.7	754.0	1005.3	1508.0	2010.6	2513.3	3518.6	5026.5
180	565.5	848.2	1131.0	1696.5	2261.9	2827.4	3958.4	5654.9
200	628.3	942.5	1256.6	1885.0	2513.3	3141.6	4398.2	6283.2
宽度系列	8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 60, 80, 100, 120							

表 1-50 圆弧齿同步带 (HTD 带) 齿型尺寸 (单位: mm)



(续)						
带 型		3M	5M	8M	14M	20M
节距 $p_b$		3.00	5.00	8.00	14.00	20.00
齿 形 尺 寸	齿根厚 $s$	1.78	3.05	5.15	9.40	14.0
	齿高 $h_t$	1.22	2.06	3.38	6.02	8.4
	带高 $h_s$	2.40	3.80	6.00 8.10 <sup>①</sup>	10.0 14.8 <sup>①</sup>	13.20
	圆角半径 $r_r$	0.30	0.45	0.76	1.35	2.01
	弧半径 $r_a$	0.87	1.49	2.59	4.55	6.50
	节根距 $a$	0.381	0.572	0.686	1.397	2.16
带宽范围		6 ~ 15	9 ~ 40	20 ~ 85	30 ~ 170	70 ~ 340
最小带轮节径		9.5	22.4	56.0	125	230
节线长度范围		120 ~ 1800	295 ~ 2350	416 ~ 4400	966 ~ 6860	2000 ~ 6600

注：ISO 13050 只规定了8mm和14mm两种节距标准，带型前字母“H”、“DH”分别表示圆弧齿单面带、圆弧齿双面带，此外标准中还给出了齿形圆弧中心坐标供参考。

① 系双面带高。

表 1-51 圆弧齿同步带（HTD 带）节线长系列（单位：mm）

3M		5M		8M		14M		20M	
节线长	齿数	节线长	齿数	节线长	齿数	节线长	齿数	节线长	齿数
120	40	295	59	416	52	* 966	69	2000	100
150	50	300	60	* 480	60	* 1190	85	2500	125
177	59	320	64	* 560	70	* 1400	100	3400	170
192	64	350	70	600	75	1540	110	4200	210
201	67	375	75	* 640	80	* 1610	115	5000	250
225	75	400	80	* 720	90	* 1778	127	5400	270
240	80	420	84	* 800	100	* 1890	135	5800	290
252	84	450	90	* 880	110	* 2100	150	6200	310
264	88	475	95	* 960	120	* 2310	165	6600	330
276	92	500	100	* 1040	130	* 2450	175		
300	100	550	110	* 1120	140	* 2590	185		
339	113	600	120	* 1200	150	2800	200		
384	128	615	123	* 1280	160	* 3150	225		
420	140	635	127	* 1440	180	* 3360	240		
459	153	670	134	* 1600	200	* 3500	250		
486	162	710	142	* 1760	220	* 3850	275		
501	167	740	148	* 1800	225	* 4326	309		
537	179	800	160	* 2000	250	* 4578	327		
564	188	830	166	* 2400	300	* 4956	354		
633	211	870	174	* 2600	325	* 5320	380		
750	250	890	178	* 2800	350	* 5740	410		
936	312	930	186	3048	381	* 6160	440		

(续)

3M		5M		8M		14M		20M	
节线长	齿数	节线长	齿数	节线长	齿数	节线长	齿数	节线长	齿数
1800	600	950	190	3280	410	* 6860	490		
		975	195	* 3600	450				
		1000	200	* 4400	550				
		1050	210						
		1125	225						
		1145	229						
		1270	254						
		1350	270						
		1420	284						
		1500	300						
		1595	319						
		1800	360						
		1870	374						
		2000	400						
		2350	470						

- 注：1. 本表摘列的是圆弧齿同步带节线长度系列。如果需要，可查阅标准（JB/T 7512. 1—1994）或制造厂产品目录。
2. 带\*的节线长是 ISO 13050 规定的标准长度系列。
3. 节线长即其长度代号。

表 1-52 圆弧齿同步带节线长的公差 (单位：mm)

节 线 长	极 限 偏 差	节 线 长	极 限 偏 差
≤254	±0. 41	3150 ~ 3280	± 1. 17
264 ~ 505	±0. 51	3360 ~ 3500	± 1. 22
550 ~ 750	±0. 61	3600	± 1. 28
800 ~ 966	±0. 66	3850	± 1. 32
1040 ~ 1200	±0. 76	4326 ~ 4400	± 1. 42
1280 ~ 1440	±0. 81	4578	± 1. 46
1600 ~ 1760	±0. 86	4956 ~ 5000	± 1. 52
1778 ~ 2000	±0. 91	5320 ~ 5400	± 1. 58
2100	±0. 97	5740 ~ 5800	± 1. 70
2310 ~ 2450	±1. 02	6160 ~ 6200	± 1. 82
2590 ~ 2600	±1. 07	≥6860	± 2. 00
2800 ~ 3048	±1. 12		

表 1-53 圆弧齿同步带的宽度系列 (JB/T 7512. 1—1994) (单位：mm)

带宽代号	3M	5M	8M	14M	20M
	宽度 $b_s$				
6	* 6				
9	* 9	* 9			
15	* 15	* 15			

(续)

带宽代号	3M	5M	8M	14M	20M
	宽度 $b_s$				
20		20	* 20		
25		* 25	25		
30		30	* 30	30	
40		40	40	* 40	
50			* 50		
55				* 55	
60			60		
70			70		70
85			* 85	* 85	85
100				100	100
115				* 115	* 115
130				130	130
150				150	150
170				* 170	* 170
230					230
290					* 290
340					* 340

注：带“\*”的宽度为优选尺寸系列，ISO 标准中只有此宽度系列。

表 1-54 圆弧齿同步带带宽公差

(单位：mm)

带 宽	节 线 长		
	≤840	> 840 ~ 1680	> 1680
≤15	±0.6	±0.6	
20 ~ 30	±0.8	+0.8 -1.3	+0.8 -1.3
40	+0.8 -1.3	+0.8 -1.3	+1.3 -1.5
50	±1.3	+1.3	+1.3 -1.5
55 ~ 70	±1.3	±1.5	±1.5
85 ~ 100	±1.5	+1.5 -2.0	±2.0
115 ~ 170	±2.3	+2.3 -2.8	+2.3 -3.3
≥180		±4.8	±4.8

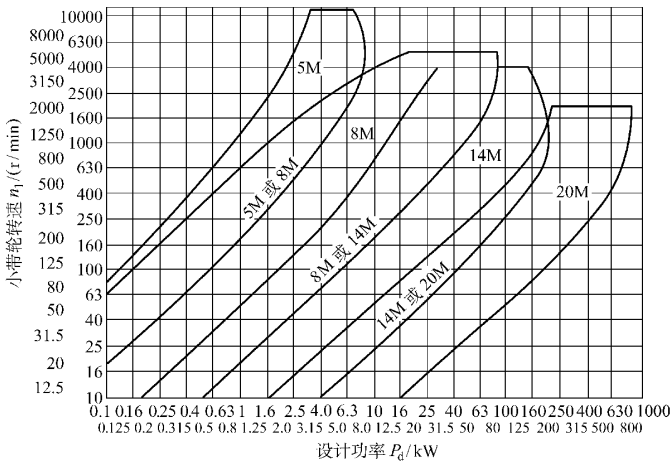


图 1-9 圆弧齿同步带选型图

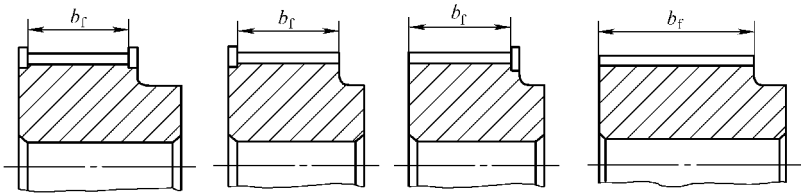
表 1-55 弧齿同步带传动小带轮最少齿数  $z_{\min}$

小带轮转速 $n_1$ / (r/min)	带 型				
	3M	5M	8M	14M	20M
< 900	10	12	22	34	38
900 ~ 1200	10	12	24	38	40
1200 ~ 1800	12	14	26	40	
1800 ~ 3500	12	14	28		
> 3500			30		

表 1-56 弧齿同步带传动带长影响系数  $K_L$

带 型					$K_L$	带 型					$K_L$
3M	5M	8M	14M	20M		3M	5M	8M	14M	20M	
节线长 $L_p$ /mm						节线长 $L_p$ /mm					
< 190	< 400	< 600	< 1400	< 2000	< 0. 8	> 260	> 550	> 900	> 2000	> 3400	1. 00
				> 2000 ~ 2500	0. 85	~ 400	~ 800	~ 1250	~ 2500	~ 4600	
									> 2500	> 4600	1. 05
> 190	> 400	> 600	> 1400		0. 9				~ 3400	~ 5600	
~ 260	~ 550	~ 900	~ 1700		0. 95	> 400	> 800	> 1250	> 3400	> 5600	1. 10
			> 1700	> 2500		~ 600	~ 1100	~ 1800			
			~ 2000	~ 3400		> 600	> 1100	> 1800			1. 20

表 1-57 同步带轮的宽度



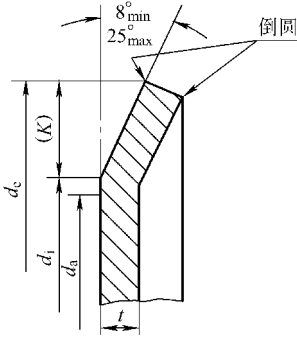
槽 型	轮 宽		带轮的最小宽度 $b_f$		
	代 号	基本尺寸	双边挡圈	单边挡圈	无挡圈
MXL XXL	012 (3.0) ①	3.0	3.8	4.7	5.6
	019 (4.8)	4.8	5.3	6.2	7.1
	025 (6.4)	6.4	7.1	8.0	8.9
XL	025	6.4	7.1	8.0	8.9
	031	7.9	8.6	9.5	10.4
	037	9.5	10.4	11.1	12.2
L	050	12.7	14.0	15.5	17.0
	075	19.1	20.3	21.8	23.3
	100	25.4	26.7	28.2	29.7
H	075	19.1	20.3	22.6	24.8
	100	25.4	26.7	29.0	31.2
	150	38.1	39.4	41.7	43.9
	200	50.8	52.8	55.1	57.3
	300	76.2	79.0	81.3	83.5



(续)					
槽 型	轮 宽		带轮的最小宽度 $b_f$		
	代 号	基本尺寸	双边挡圈	单边挡圈	无挡圈
XH	200	50.8	56.6	59.6	62.6
	300	76.2	83.8	86.9	89.8
	400	101.6	110.7	113.7	116.7
XXH	200	50.8	56.6	60.4	64.1
	300	76.2	83.8	87.3	91.3
	400	101.6	110.7	114.5	118.2
	500	127.0	137.7	141.5	145.2

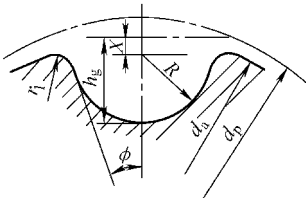
① 括号内为 XXL 型轮宽代号。

表 1-58 同步带轮的挡圈尺寸 (单位: mm)

	带型	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
	$K_{\min}$	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0	4.8	6.1
	$t$	0.5 ~ 1.0	0.5 ~ 1.5	1.0 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	1.5 ~ 2.5	4.0 ~ 5.0	5.0 ~ 6.5
	$r$	0.5 ~ 1						
	$d_i$	$d_i = (d_a + 0.38) \pm 0.25$ ( $d_a$ —带轮外径)						
	$d_e$	$d_e = d_i + 2K$						

- 注: 1. 一般小带轮均装双边挡圈, 或大、小轮的不同侧各装单边挡圈。  
2. 中心距  $a > 8d_1$  ( $d_1$ —小带轮节径), 两轮均装双边挡圈。  
3. 轮轴垂直水平面时, 两轮均应装双边挡圈; 或至少主动轮装双边挡圈, 从动轮下侧装单边挡圈。

表 1-59 圆弧齿同步带带轮轮齿尺寸 (单位: mm)

						
项 目	符号	槽 型				
		3M	5M	8M	14M	20M
节圆直径	$d_p$	$d_p = \frac{zP_b}{\pi}$				
外圆直径	$d_a$	$d_a = d_p - 2a$				

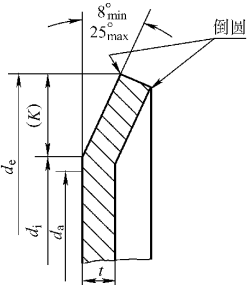
(续)

项 目		符号	槽 型				
			3M	5M	8M	14M	20M
齿 形 尺 寸	齿槽弧半径	$R$	$0.91 \pm 0.02$	$1.56 \pm 0.05$	$2.57 \pm 0.08$	$4.63 \pm 0.10$	$6.84 \pm 0.12$
	齿槽深	$h_g$	$1.28 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	$2.16 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.08 \end{smallmatrix}$	$3.54 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.12 \end{smallmatrix}$	$6.30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.13 \end{smallmatrix}$	$8.60 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.15 \end{smallmatrix}$
	齿槽角	$2\phi \approx$	$14^\circ$	$14^\circ$	$14^\circ$	$14^\circ$	$14^\circ$
	齿顶圆角半径	$r_1$	$0.29 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$0.48 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$0.78 \begin{smallmatrix} +0.10 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$1.36 \begin{smallmatrix} +0.12 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$1.95 \begin{smallmatrix} +0.20 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	节顶距	$2a$	0.762	1.144	1.372	2.790	4.320

表 1-60 圆弧齿同步带带轮挡圈的尺寸 (单位: mm)

槽 型	3M	5M	8M	14M	20M
挡圈最小高度 $K_{\min}$	2.0 ~ 2.5	2.5 ~ 3.5	4.0 ~ 5.5	7.0 ~ 7.5	8.0 ~ 8.5
挡圈厚度 $t$	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.5	2.5 ~ 3.0	3.0 ~ 3.5

表 1-61 梯形齿同步带轮的挡圈尺寸

	带型	MXL	XXL	XL	L	H	XH	XXH
	$K_{\min}$	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0	4.8	6.1
	$t$	0.5 ~ 1.0	0.5 ~ 1.5	1.0 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	1.5 ~ 2.5	4.0 ~ 5.0	5.0 ~ 6.5
	$r$	0.5 ~ 1						
	$d_i$	$d_i = (d_a + 0.38) \pm 0.25$ ( $d_a$ —带轮外径)						
	$d_e$	$d_e = d_i + 2K$						

- 注: 1. 一般小带轮均装双边挡圈, 或大、小轮的不同侧各装单边挡圈。  
2. 中心距  $a > 8d_1$  ( $d_1$ —小带轮节径), 两轮均装双边挡圈。  
3. 轮轴垂直水平面时, 两轮均应装双边挡圈; 或至少主动轮装双边挡圈, 从动轮下侧装单边挡圈。

表 1-62 双面同步带带高  $h_d$  (单位: mm)

带 型	MXL	XL	L	H	XH	XXH
公称高度	1.53	3.05	4.58	5.95	15.49	22.11

表 1-63 圆弧齿同步带带轮宽度尺寸 (单位: mm)

轮 宽 代 号	3M		5M		8M		14M		20M		轮 宽 代 号	3M		5M		8M		14M		20M	
	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$		$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$	$b_f$	$b_f''$
6	7.3	11.0									70					73.0	80.0	73	85	73.5	85
9	10.3	14.0	10.3	14.0							85					89.0	96.0	89	101	89.5	102
15	16.3	20.0	16.3	20.0							100							104	116	104.5	117
20			21.3	25.0	22.0	30.0					115							120	131	120.5	134
25			26.3	30.0	21.0	35.0					130							135	146	136	150
30			31.3	35.0	32.0	40.0	32	45			150							155	166	158	172
40			41.3	45.0	42.0	50.0	42	55			170							175	186	178	192
50				53.0	60.0						230									238	254
55							58	70			290									298	314
60					63.0	70.0					340									348	364

- 注:  $b_f$ —双边挡圈带轮的最小宽度。  
 $b_f''$ —无挡圈带轮的最小宽度, 其极限偏差为  $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.2 \end{smallmatrix}$  mm。

1.2.9 平带设计实用数据（见表 1-64 ~ 表 1-75）

表 1-64 普通平带尺寸规格（单位：mm）

带型 <sup>①</sup>	胶布层数 <i>z</i>	带厚 <sup>②</sup> <i>δ</i>	宽度范围 <i>b</i>	最小带轮直径 <i>d</i> <sub>min</sub>	
				推荐	许用
190	3	3. 6	16 ~ 20	160	112
240	4	4. 8	20 ~ 315	224	160
290	5	6. 0	63 ~ 315	280	200
340	6	7. 2	200 ~ 500	315	224
385	7	8. 4		355	280
425	8	9. 6		400	315
450	9	10. 8	355 ~ 500	450	355
500	10	12		500	400
560	12	14. 4		630	500
宽度系列	16 20 25 32 40 50 63 71 80 90 100 112 125 140 160 180 200 224 250 280 315 355 400 450 500				

- ① 带型是用普通平带全厚度的最小抗拉强度（N/mm）表示的（GB/T 524—2007）。  
② 带厚为参考值。

表 1-65 平带长度系列（GB/T 11358—1999）

优选系列	500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000
第二系列	530, 600, 670, 750, 850, 950, 1060, 1180, 1320, 1500, 1700, 1900

- 注：1. 本长度系列是在规定预紧力下的长度。  
2. 表中长度系列不够使用，可在系列两端按 GB/T 321—2005 中 R20 扩展，也可在长度系列任意两个值间按 GB/T 321—2005 中 R40 增项。  
3. 如需要，可切去一部分长度，并在带的断头处连接起来，形成任意长度以适应特殊用途。

表 1-66 平带的全厚度拉伸强度

拉伸强度规格	全厚度拉伸强度		棉帆布参考层数
	纵向最小值/（kN/m）	横向最小值/（kN/m）	
190	190	75	3
240	240	95	4
290	290	115	5
340	340	130	6
385	385	225	7
425	425	250	8

(续)

拉伸强度规格	全厚度拉伸强度		棉帆布参考层数
	纵向最小值/ (kN/m)	横向最小值/ (kN/m)	
450	450	不作规定	9
500	500		10
560	560		12

注：宽度小于 400mm 的带不作横向全厚度拉伸强度试验。

表 1-67 带宽基本尺寸及公差 (GB/T 11358—1999) (单位：mm)

基本尺寸	12, 20, 25, 32, 40, 50, 63	71, 80, 90, 100, 112, 125	140, 160, 180, 200, 224, 250	280, 315, 355, 400, 450, 500, 560
公差	±2	±3	±4	±5

表 1-68 轮宽基本尺寸及公差 (GB/T 11358—1999) (单位：mm)

基本尺寸	20, 25, 32, 40, 50, 63, 71	80, 90, 100, 112, 125, 140	160, 180, 200, 224, 250, 280	315, 355, 400, 450, 500, 560, 630
公差	±1	±1.5	±2	±3

表 1-69 带轮直径及极限偏差 (GB/T 11358—1999) (单位：mm)

基本尺寸	公差	基本尺寸	公差	基本尺寸	公差	基本尺寸	公差
20	±0.4	71	±1	224	±2.5	560	±5
25		80		250		630	
						710	
32	±0.5	90	±1.2	280	±3.2	800	±6.3
40		100		315		900	
		112		355		1000	
45	±0.6	125	±1.6	400	±4	1120	±8
50		140		450		1250	
				500		1400	
56	±0.8	160	±2	560	±5	1600	±10
63		180		630		1800	
		200		710		2000	

表 1-70 包边式平带的带轮最小直径 (GB/T 524—2007) (单位：mm)

拉伸强度规格	不同速度下的带轮最小直径/mm					
	5m/s	10m/s	15m/s	20m/s	25m/s	30m/s
190	80	112	125	140	160	180
240	140	160	180	200	224	250
290	200	224	250	280	315	355
340	315	355	400	450	500	560
385	450	500	560	630	710	710

(续)

拉伸强度规格	不同速度下的带轮最小直径/mm					
	5m/s	10m/s	15m/s	20m/s	25m/s	30m/s
425	500	560	710	710	800	900
450	630	710	800	900	1000	1120
500	800	900	1000	1000	1120	1250
560	1000	1000	1120	1250	1400	1600

表 1-71 平带传动布置系数  $K_{\beta}$

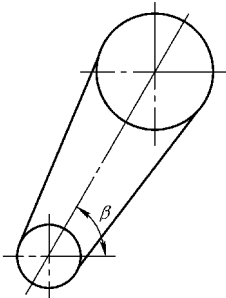
传动形式	两轮轴连心线与水平线交角 $\beta$		
	0 ~ 60°	60° ~ 80°	80° ~ 90°
	$K_{\beta}$		
自动张紧	1.0	1.0	1.0
开口传动 (定期张紧或改缝)	1.0	0.9	0.8
交叉传动	0.9	0.8	0.7
半交叉传动, 有导轮的角度传动	0.8	0.7	0.6

表 1-72 平带传动的包角修正系数  $K_{\alpha}$

$\alpha$	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
$K_{\alpha}$	0.78	0.82	0.86	0.90	0.94	0.97	1.00	1.03	1.05	1.08	1.12

表 1-73 普通平带 (胶帆布带) 单位长度传递的基本额定功率  $P_0$  (包角  $\alpha = 180^\circ$ , 载荷平稳, 每层胶布单位宽度的预紧力  $F_0 = 2.25\text{N/mm}$ ) (单位:  $\text{kW/mm}$ )

带型 <sup>①</sup>	小带轮直径 $d_1/\text{mm}$	带速 $v/(\text{m/s})$												
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
190 (3)	125	0.045	0.059	0.073	0.086	0.098	0.109	0.118	0.127	0.135	0.142	0.146	0.149	0.149
	160	0.052	0.069	0.085	0.100	0.114	0.127	0.138	0.148	0.157	0.165	0.170	0.174	0.173
	$\geq 200$	0.053	0.071	0.087	0.102	0.117	0.129	0.141	0.151	0.160	0.169	0.174	0.178	0.178
240 (4)	180	0.068	0.090	0.111	0.130	0.149	0.166	0.180	0.193	0.205	0.216	0.223	0.227	0.226
	224	0.069	0.092	0.114	0.134	0.154	0.169	0.185	0.198	0.211	0.222	0.228	0.233	0.233
	$\geq 280$	0.071	0.094	0.116	0.136	0.156	0.173	0.188	0.202	0.214	0.225	0.233	0.237	0.237

(续)

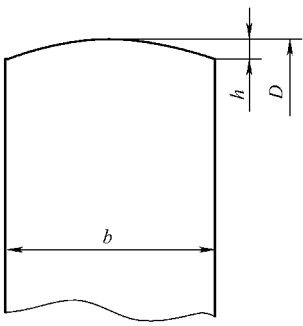
带型 <sup>①</sup>	小带轮 直径 $d_1/\text{mm}$	带速 $v/(\text{m/s})$												
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
290 (5)	250	0.086	0.113	0.140	0.165	0.188	0.208	0.227	0.244	0.259	0.272	0.280	0.286	0.286
	315	0.088	0.116	0.144	0.170	0.194	0.214	0.233	0.251	0.266	0.280	0.288	0.294	0.294
	$\geq 400$	0.090	0.120	0.146	0.172	0.196	0.218	0.237	0.254	0.270	0.284	0.293	0.299	0.298
340 (6)	315	0.104	0.137	0.170	0.200	0.229	0.253	0.275	0.296	0.314	0.331	0.340	0.348	0.347
	400	0.105	0.139	0.173	0.204	0.232	0.258	0.280	0.301	0.320	0.336	0.347	0.353	0.353
	$\geq 500$	0.108	0.142	0.176	0.207	0.236	0.262	0.285	0.306	0.325	0.342	0.353	0.360	0.359

① 括号内为帆布参考层数。

表 1-74 平带带宽和轮宽对应关系

带 宽	轮 宽	带 宽	轮 宽
16	20	140	160
20	25	160	180
25	32	180	200
32	40	200	224
40	50	224	250
50	63	250	280
63	71		
71	80	280	315
80	90	315	355
90	100	355	400
100	112	400	450
112	125	450	500
125	140	500	560
		560	630

表 1-75 轮冠高度值 (单位: mm)

	带轮直径 $D$	轮冠高 $h$	带轮直径 $D$	轮 宽	
	$20 \leq D \leq 112$	0.3	$800 \leq D \leq 1000$ $1120 \leq D \leq 1400$ $1600 \leq D \leq 2000$	$b \leq 250$	$b \geq 280$
	$125 \leq D \leq 140$	0.4		轮冠高度 $h$	
	$160 \leq D \leq 180$	0.5		1.2 1.5 1.8	1.5 2 2.5
	$200 \leq D \leq 224$	0.6			
	$250 \leq D \leq 280$	0.8			
	$315 \leq D \leq 355$	1			
	$400 \leq D \leq 500$	1			
	$560 \leq D \leq 710$	1.2			

### 1.2.10 带传动的张紧方式(见图 1-10 ~ 图 1-13)

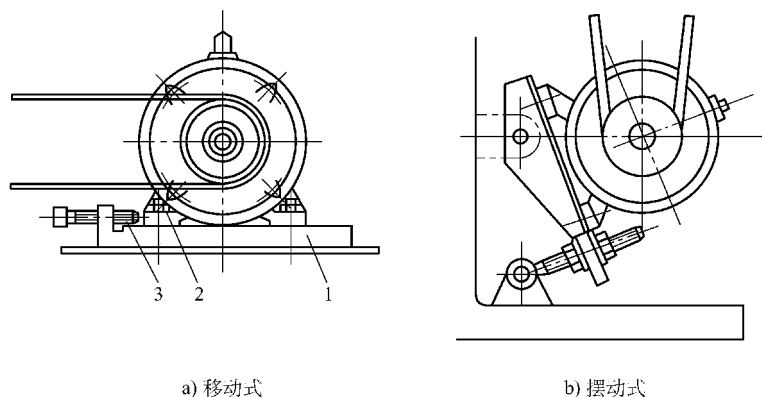


图 1-10 带的定期张紧装置

1—滑轨 2—螺母 3—调节螺钉

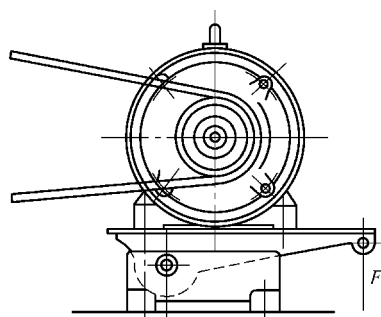


图 1-11 电动机自动张紧装置

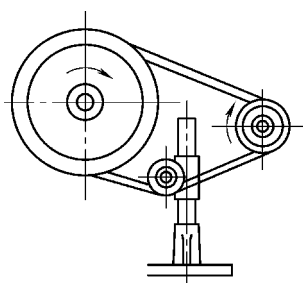


图 1-12 张紧轮的张紧装置

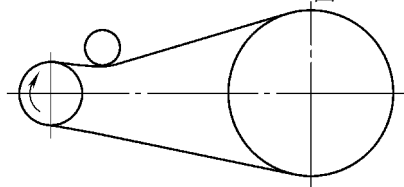


图 1-13 压紧轮张紧

### 1.2.11 带轮结构设计

带轮按结构不同分为实心式(S型)、腹板式(P型)、孔板式(H型)和轮辐式(E型)。带轮基准直径较小时( $d \leq (2.5 \sim 3)d_0$ ,  $d_0$  为轴径), 常用实心式结构(见图 1-14a); 当  $d \leq 300\text{mm}$  时, 可采用辐板式结构(图 1-14c);  $d_r - d_k \geq 100\text{mm}$  时, 为方便吊装和减轻质量可在腹板上开孔, 称为孔板式(见图 1-14c);  $d > 300\text{mm}$  时, 一般采用辐条式结构如图 1-14d。轮槽形式见表 1-5。

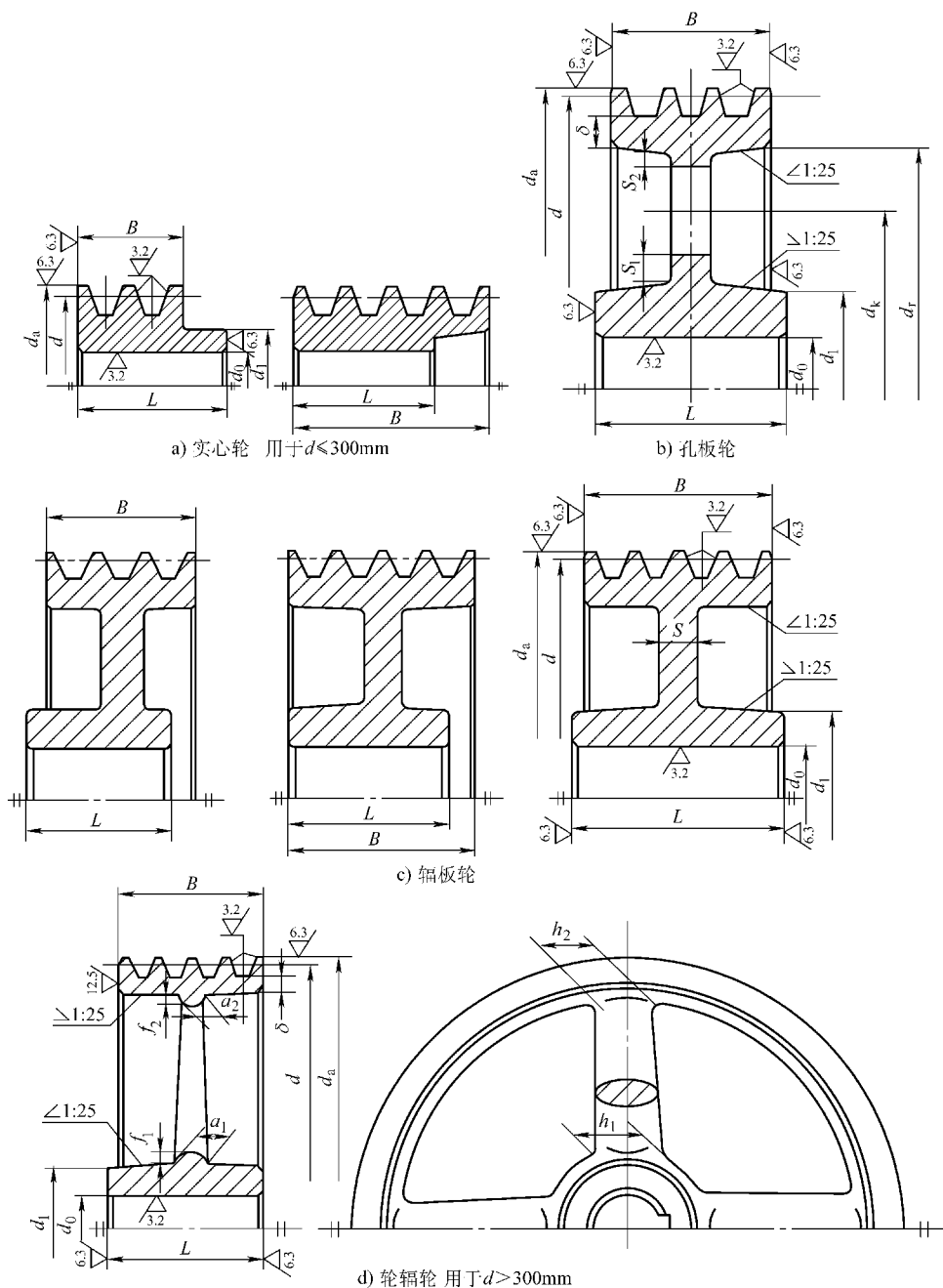


图 1-14 带轮结构形式

$d_1 = (1.8 \sim 2)d_0$ ,  $L = (1.5 \sim 2)d_0$ ,  $d_0$ —轴径;  $S$  见表 1-76,  $S_1 \geq 1.5S$ ,  $S_2 \geq 0.5S$ ;

$h_1 = 290 \sqrt[3]{\frac{P}{nA}}$  (单位为 mm),  $P$ —传递功率 (kW),  $n$ —带轮转速 (r/min);  $A$ —轮辐数;

$h_2 = 0.8h_1$ ,  $a_1 = 0.4h_1$ ,  $a_2 = 0.8a_1$ ;  $f_1 = 0.2h_1$ ,  $f_2 = 0.2h_2$



(单位:mm)

[illegible]

① 窄 V 带传动可参考本表选用,括号内的带型与对应的普通 V 带的工作能力相当。

表 1-77 平带轮的直径、结构形式和辐板厚度 (单位: mm)

轴孔 直径 $d_0$ (H <sub>7</sub> ) (H <sub>8</sub> )	带轮直径 $d$ 及其偏差 <sup>①</sup>																		轮缘宽度 $B$								
	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355		400	450	500	560 ~ 710	800 ~ 1000	1120 ~ 1400		
	± 0.6	± 0.8	± 1.0	± 1.2		± 1.6		± 2.0		± 2.5		± 3.2		± 4.0		± 5.0		± 6.3		± 8.0							
结构形式及辐板厚度 $S$																											
12 ~ 14	<div><div><div>实</div><div>心</div><div>轮</div></div><div><div>⑧<sup>②</sup></div><div>⑩<sup>②</sup></div><div>⑪<sup>②</sup></div></div><div><div>⑬<sup>②</sup></div><div>⑭<sup>②</sup></div><div>⑮<sup>②</sup></div></div></div>																									20 ~ 32	
16 ~ 18																										20 ~ 50	
20 ~ 22																										20 ~ 55	
24 ~ 25																										40 ~ 80	
28 ~ 30																										40 ~ 80	
32 ~ 35																										六 椭 圆 辐 轮	40 ~ 110
38 ~ 40																											60 ~ 160
42 ~ 45																											60 ~ 160
50 ~ 55																											90 ~ 200
60 ~ 65																											90 ~ 200
70 ~ 75	90 ~ 200																										
80 ~ 85	140 ~ 250																										
90 ~ 95	140 ~ 250																										

① 平带轮直径系列摘自 GB/T 11358—1999, 直径  $d \geq 1600\text{mm}$  时, 其极限偏差可取  $\pm 10\text{mm}$ 。  
② ①—辐板轮, ③—四孔板轮, ④—六孔板轮。

### 1.2.12 带轮材料

带轮材料常采用灰铸铁、钢、铝合金或工程塑料等。灰铸铁应用最广，当  $v < 3\text{m/s}$  时用 HT150 或 HT200，当  $v > 25 \sim 45\text{m/s}$  则宜采用孕育铸铁或铸钢，也可用钢板冲压—焊接带轮。

小功率传动可用铸铝或塑料。

汽车、农业机械的辅助传动常用钢板冲压带轮或旋压带轮。

## 1.3 带传动设计与数据速查实例

### 1.3.1 V 带传动设计实例

试设计一鼓风机用的 V 带传动，已知原动机为 Y 系列三相异步电动机，额定功率  $P = 5.5\text{kW}$ ，转速  $n_1 = 1440\text{r/min}$ ，从动轴转速  $n_2 = 740\text{r/min}$ ，一班制工作，要求结构较紧凑，批量生产，并绘制带轮工作图。

**解** (1) 计算功率 带式输送机载荷变动小，故由表 1-19 查得工况系数  $K_A = 1.1$ 。则

$$P_d = K_A P = 1.1 \times 5.5\text{kW} = 6.05\text{kW}$$

(2) 选择带型号 根据  $P_d$ ， $n_1$  按图 1-15 作  $P_d = 6.05$  及  $n_1 = 1440\text{r/min}$  两条平行于坐标轴的线，交点即工作点，落在 A 型范围内，所以初选 A 型 V 带。

(3) 带轮直径的选取

1) 小带轮直径的选取。如图 1-15，工作点所在区域，小带轮直径在 112 ~ 140mm 之间，按表 1-7 选小带轮直径  $d_1 = 112\text{mm}$ 。

2) 大带轮直径。忽略弹性滑动，则大带轮直径  $d_2 = \frac{n_1}{n_2} d_1 = \frac{1440}{740} \times 112\text{mm} = 217.95\text{mm}$ ，查表 1-7，选取标准值  $d_2 = 224\text{mm}$ 。

3) 验算传动比相对误差。计算实际传动比  $i = d_2/d_1 = \frac{224}{112} = 2$ ，理论传动比  $i_0 = n_1/n_2 = \frac{1440}{740} = 1.95$ ，则  $\left| \frac{i_0 - i}{i_0} \right| = \left| \frac{1.95 - 2}{1.95} \right| = 2.56\%$ ，即传动比相对误差在 5% 之内，因此合格。

(4) 选择带长，确定中心距

1) 初定中心距。因  $0.7(d_1 + d_2) \leq a_0 \leq 2(d_1 + d_2)$ ，本题取  $a_0 = d_1 + d_2 = 112\text{mm} + 224\text{mm} = 336\text{mm}$ 。

2) 初步计算带长

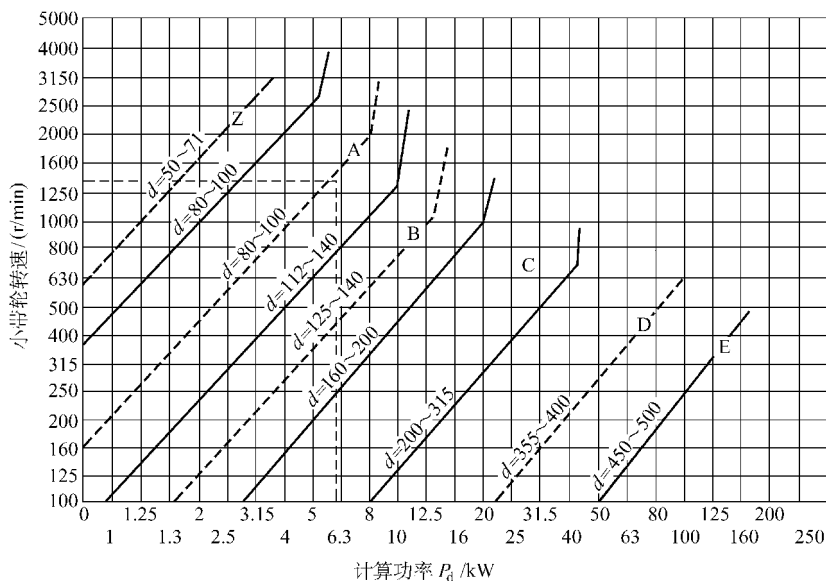


图 1-15 工作点确定图

$$L_{d0} \approx 2a_0 + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_0}$$

$$= 2 \times 336 \text{ mm} + \frac{\pi}{2}(112 + 224) \text{ mm} + \frac{(224 - 112)^2}{4 \times 336} \text{ mm} = 1208 \text{ mm}$$

由表 1-2 选标准带长  $L_d = 1250 \text{ mm}$ 。

3) 确定实际中心距

$$a \approx a_0 + \frac{L_d - L_{d0}}{2} = 336 \text{ mm} + \frac{1250 \text{ mm} - 1208 \text{ mm}}{2} = 357 \text{ mm}$$

4) 确定中心距调整范围

$$a_{\max} = a + 0.03L_d = 357 \text{ mm} + 0.03 \times 1250 \text{ mm} = 394.5 \text{ mm}$$

$$a_{\min} = a - 0.015L_d = 357 \text{ mm} - 0.015 \times 1250 \text{ mm} = 338.25 \text{ mm}$$

(5) 验算带速  $v$

$$v = \frac{\pi d n_1}{60000} = \frac{\pi \times 112 \times 1440}{60000} \text{ m/s} = 8.44 \text{ m/s}$$

在  $5 \sim 25 \text{ m/s}$  范围内, 故合适。

(6) 验算小轮包角

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 57.3^\circ = 180^\circ - \frac{224 - 112}{357} \times 57.3^\circ = 162^\circ$$

(7) 确定 V 带根数

查表 1-21 包角修正系数  $K_\alpha = 0.954$ , 查表 1-20 带长度修正系数  $K_L = 0.93$ ,

由  $d_1$  及  $n_1$  查表 1-10 知单根 A 型 V 带基本额定功率  $P_0 = 1.6$ , 基本额定功率增量  $\Delta P_0 = 0.168$ , 则

$$z \geq \frac{P_d}{(P_0 + \Delta P_0) K_\alpha K_L} = \frac{6.05}{(1.6 + 0.168) \times 0.954 \times 0.93} = 3.85$$

取整, 得 V 带根数  $z = 4$ 。

(8) 确定单根 V 带初拉力  $F_0$  查表 1-1, A 型带单位长度的质量  $q = 0.10 \text{ kg/m}$ , 则

$$F_0 = 500 \frac{P_d}{vz} \left( \frac{2.5}{K_\alpha} - 1 \right) + qv^2 = 500 \times \frac{6.05}{8.44 \times 4} \left( \frac{2.5}{0.954} - 1 \right) \text{ N} + 0.10 \times 8.44^2 \text{ N} = 152 \text{ N}$$

(9) 计算压轴力

$$F_Q = 2zF_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \times 4 \times 150 \text{ N} \times \sin \frac{162}{2} = 1201 \text{ N}$$

(10) 小带轮零件工作图的绘制

1) 首先从表 1-5 中查出带轮轮槽的尺寸。

2) 带轮结构

① 小带轮结构。小带轮直接安装在电动机轴上, 首先确定电动机轴的尺寸。查附表 A, 电动机功率为  $5.5 \text{ kW}$ , 转速为  $1440 \text{ r/min}$  的电动机型号为 Y132S—4; 查附表 B 确定电动机外形及安装尺寸, 电动机轴径为  $D = 38 \text{ mm}$ , 外伸端长度  $E = 80 \text{ mm}$ , 则带轮轮毂孔直径  $d_0$  也为  $38 \text{ mm}$ , 为了带轮轴向定位的可靠, 带轮轮毂宽度大于电动机轴的外伸长度, 取为  $82 \text{ mm}$ 。

带轮结构的确定: 带轮的基准直径为  $d = 112 \text{ mm}$  (计算而得),  $d < 300 \text{ mm}$ , 查图 1-14a 知应采用实心轮结构; 轮槽尺寸查表 1-5 得, A 型带  $e = 15 \text{ mm}$ , 偏差  $\pm 0.3 \text{ mm}$ ,  $f_{\min} = 9 \text{ mm}$ ,  $h_a = 2.75 \text{ mm}$ ,  $h_f = 8.7 \text{ mm}$ ; 键槽尺寸查附表 C, 轴径  $D = 38 \text{ mm}$  在  $30 \sim 38 \text{ mm}$  范围内, 查这一行, 键的尺寸为  $10 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ , 则键槽宽度为  $10 \text{ mm}$ , 键槽深度  $t_1 = 3.3 \text{ mm}$ ; 其他尺寸可参考图 1-14a, 由结构定的尺寸必须圆整为整数。为了便于加工和测量, 小带轮工作图如图 1-16 所示。

② 大带轮结构。轮毂直径应该根据轴的强度及结构设计而定, 在此不考虑轴的设计。假设轴径  $d_0 = 40 \text{ mm}$ , 查表 1-76, 轴孔直径在  $38 \sim 40 \text{ mm}$  的 A 型带所在的行和带轮直径  $d_1 = 224 \text{ mm}$  所在的列确定带轮的结构为辐板厚度为  $14 \text{ mm}$  的四孔辐板轮; 轮槽尺寸查表 1-5; 键槽尺寸查附表 C, 轴径  $40 \text{ mm}$  在  $38 \sim 44 \text{ mm}$  范围内, 查这一行, 键的尺寸为  $12 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ , 则键槽宽度为  $12 \text{ mm}$ , 键槽深度  $t_1 = 3.3 \text{ mm}$ ; 其他尺寸参考图 1-14c, 可以全部确定。大带工作图如图 1-17 所示。

3) 带轮材料: 带速  $v \leq 30 \text{ m/s}$  的传动带, 其带轮常用铸铁 HT150 制造, 重要的也可用 HT200; 高速时宜使用钢制带轮, 速度可达  $v \leq 45 \text{ m/s}$ ; 小功率带传

动的带轮可用铸铝或塑料。在本例中，选取 HT150。

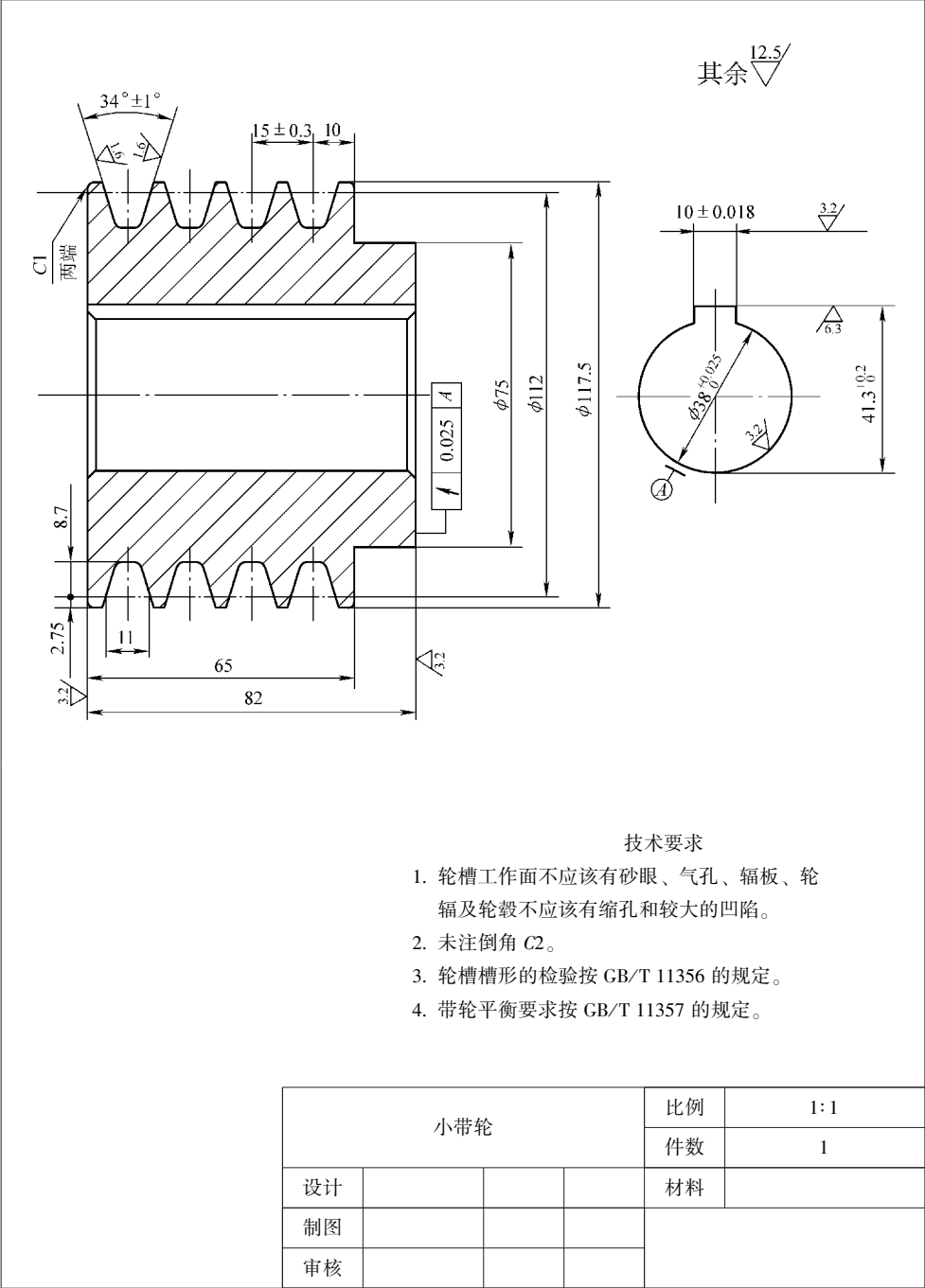


图 1-16 小带轮工作图



### 1.3.2 多楔带传动设计实例

#### 1. 多楔带传动设计主要事项

多楔带传动的设计计算方法和 V 带传动基本相同,但应注意以下几点:

- 1) 选择带型时,根据设计功率  $P_d$  (kW) 和小带轮转速由图 1-7 选择。
- 2) 确定大、小带轮直径时,应参照图 1-7 和表 1-24 选定其有效直径  $d_e$ ,且应使  $d_{e1} > d_{emin}$ ,  $d_{emin}$  为推荐最小带轮直径,其值见表 1-22。
- 3) 计算传动比、带速时,必须用带轮的节圆直径  $d_p$ ;而计算有效带长、中心距和小带轮包角时,则用带轮的有效直径  $d_e$ 。它们之间的关系为

$$d_p = d_e + 2\Delta_e$$

- 4) 按有效直径和中心距计算所需的带长,应按表 1-25 选取其有效长度。
- 5) 计算所需的楔数时,应按表 1-28 进行圆整。

#### 2. 多楔带传动设计实例

设计用于离心式鼓风机的多楔带传动,原动机为电动机,额定功率  $P = 7.5\text{kW}$ , 转速  $n_1 = 720\text{r/min}$ ; 离心式鼓风机转速  $n_2 = 450\text{r/min}$ 。鼓风机每天工作  $10 \sim 16\text{h}$ , 要求中心距  $a$  为  $955\text{mm}$  左右。

**解** (1) 确定设计功率  $P_d$  由表 1-19 查得工况系数  $K_A = 1.1$ , 此处虽然与标准中的工况系数有差别,但可通用,设计功率为

$$P_d = K_A P = 1.1 \times 7.5\text{kW} = 8.25\text{kW}$$

(2) 选择带型 由图 1-7 选择 PL 型多楔带。

(3) 计算传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{720}{450} = 1.6$$

(4) 确定小带轮有效直径  $d_{e1}$  应使  $d_{e1} > d_{emin}$ , 由表 1-22 得  $d_{emin} = 75\text{mm}$ , 取  $d_{e1} = 125\text{mm}$ 。

(5) 大带轮有效直径

$$d_{e2} = i(d_{e1} + 2\Delta_e)(1 - \varepsilon) - 2\Delta_e$$

式中  $\Delta_e$  的值与带的型号有关,查表 1-23, PL 型带  $\Delta_e = 3\text{mm}$ , 则

$$d_{e2} = [1.6(125 + 2 \times 3)(1 - 0.02) - 2 \times 3]\text{mm} = 199.4\text{mm}$$

取  $d_{e2} = 200\text{mm}$ 。

(6) 初定带的有效长度和中心距 初定中心距  $a_0 = 955\text{mm}$ , 初定带的有效长度为

$$\begin{aligned} L_{d0} &= 2a_0 + \frac{\pi}{2}(d_{e1} + d_{e2}) + \frac{(d_{e2} - d_{e1})^2}{4a_0} \\ &= 2 \times 955\text{mm} + \frac{\pi}{2}(200 + 125)\text{mm} + \left(\frac{(200 - 125)^2}{4 \times 955}\right)\text{mm} \end{aligned}$$



$$= 2422\text{mm}$$

由表 1-25 选标准带长  $L_d = 2360\text{mm}$ 。

(7) 计算实际中心距

$$a = a_0 + \frac{L_d - L_{d0}}{2} = 955\text{mm} + \frac{2360\text{mm} - 2422\text{mm}}{2} = 924\text{mm}$$

(8) 确定中心距调整量 由表 1-27 得  $\Delta_{\max} = 29\text{mm}$ ,  $\delta_{\min} = 25\text{mm}$ , 中心距尺寸范围为

$$(a - \delta) \sim (a + \Delta) = (924 - 25) \sim (924 + 29)\text{mm} = 899 \sim 953\text{mm}$$

(9) 计算小带轮包角  $\alpha_1$ , 确定包角系数  $K_\alpha$

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 57.3^\circ = 180^\circ - \frac{200 - 125}{924} \times 57.3^\circ = 175.3^\circ$$

查表 1-26, 得  $K_\alpha = 0.985$ 。

(10) 确定带长修正系数  $K_L$  由表 1-29 得  $K_L = 0.96$ 。

(11) 确定每楔传递的基本额定功率  $P_0$  和传动比引起的功率增量  $\Delta P_0$  由表 1-33 对小带轮有效直径为 125mm 这列, 转速 700r/min, 800r/min 两行的功率值用线性插值, 求得  $P_0 = 0.908\text{kW}$ 。

对表 1-33 中传动比为 (1.58 ~ 1.94) 这一列, 转速为 700r/min 和 800r/min 两行的功率增量进行线性插值得  $\Delta P_0 = 0.042\text{kW}$ 。

所以多楔带每楔所传递功率为

$$P_0 + \Delta P_0 = (0.908 + 0.042)\text{kW} = 0.95\text{kW}$$

(12) 确定带的楔数

$$z \geq \frac{P_d}{(P_0 + \Delta P_0) K_\alpha K_L} = \frac{8.25}{0.95 \times 0.985 \times 0.96} = 9.2$$

取  $z = 10$ 。

(13) 确定压轴力 带速  $v = \pi d_1 n_1 / (60 \times 1000) = 3.14 \times 125 \times 720 / 60 \times 1000\text{m/s} = 4.71\text{m/s}$ , 由此得带传动有效拉力

$$F = \frac{P_d \times 1000}{v} = \frac{8.25 \times 1000}{4.71}\text{N} = 1752\text{N}$$

$$F_Q = K_z F \sin \frac{\alpha_1}{2} = 1.53 \times 1752\text{N} \sin \frac{175.3^\circ}{2} = 2678\text{N}$$

式中  $K_z$ ——多楔带楔合系数, 对表 1-31 中的小带轮包角  $180^\circ$  与  $170^\circ$  用线性插值得  $K_z = 1.53$ 。

也可用以下公式近似计算。

$$F_Q = (F_1 + F_2) \sin \frac{\alpha_1}{2}$$

$$F_1 = F \frac{K_r}{K_r - 1}$$

$$F_2 = (F_1 - F)$$

其中  $K_r$  查表 1-30。

#### (14) 多楔带带轮结构

1) 小带轮。电动机型号为 Y160L-8, 查附表 B, 轴径  $D = 42\text{mm}$ , 外伸长度  $E = 110\text{mm}$ ; 小带轮有效直径为  $125\text{mm}$ , 小于  $3d_0 = 126\text{mm}$ , 小带轮选用实心轮, 轮毂孔直径为  $42\text{mm}$ , 轮毂宽度为  $112\text{mm}$ 。

2) 轮缘宽度。查表 1-37,  $e = 4.7\text{mm}$ ,  $f_{\min} = 3.3\text{mm}$ , 轮缘宽度  $B_{\min} = e(z - 1) + 2f = 4.7 \times (10 - 1)\text{mm} + 2 \times 3.3\text{mm} = 48.9\text{mm}$ , 取整为  $50\text{mm}$ 。

因为轮毂宽度比轮缘宽度宽得较多, 所以选用图 1-14a 左图所示的结构, 其他尺寸确定和 V 带轮相同, 具体工作图略。

3) 大带轮。除轮槽尺寸由表 1-37 查外, 结构和其他尺寸和大 V 带轮相同, 具体工作图略。

### 1.3.3 梯形齿同步带传动设计实例

设计精密车床的梯形齿同步带传动, 电动机额定功率  $P = 5.5\text{kW}$ , 额定转速  $n_1 = 1440\text{r/min}$ , 传动比  $i = 2.4$  (减速), 中心距  $a$  约为  $450\text{mm}$ 。每天两班制工作 (按  $16\text{h}$  计)。

解 (1) 设计功率  $P_d$  由表 1-40 查得  $K_A = 1.6$ , 则

$$P_d = K_A P = 1.6 \times 5.5\text{kW} = 8.8\text{kW}$$

(2) 选定带型和节距 根据  $P_d = 8.8\text{kW}$  和  $n_1 = 1440\text{r/min}$ , 由图 1-8 确定为 H 型, 由表 1-41 查得节距  $p_b = 12.7\text{mm}$ 。

(3) 小带轮齿数  $z_1$  根据带型 H 和小带轮转速  $n_1$ , 由表 1-42 查得小带轮的最小齿数  $z_{1\min} = 18$ , 此处取  $20$ 。

(4) 小带轮节圆直径  $d_{p1}$

$$d_{p1} = \frac{z_1 p_b}{\pi} = \frac{20 \times 12.7\text{mm}}{\pi} = 80.85\text{mm}$$

由表 1-47 查得其外径  $d_{a1} = 79.48\text{mm}$ 。

(5) 大带轮齿数  $z_2$

$$z_2 = iz_1 = 2.4 \times 20 = 48$$

(6) 大带轮节圆直径  $d_{p2}$

$$d_{p2} = \frac{z_2 p_b}{\pi} = \frac{48 \times 12.7\text{mm}}{\pi} = 194.04\text{mm}$$

由表 1-47 查得其外径  $d_{a2} = 192.67\text{mm}$ 。

(7) 带速  $v$

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 80 \times 1440}{60 \times 1000} \text{ m/s} = 6.1 \text{ m/s}$$

(8) 初定中心距  $a_0$  取  $a_0 = 450 \text{ mm}$ 。

(9) 带长及其齿数

$$\begin{aligned} L_{d0} &\approx 2a_0 + \frac{\pi}{2}(d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a_0} \\ &= 2 \times 450 \text{ mm} + \frac{\pi}{2}(80.85 + 194.04) \text{ mm} + \frac{(194.04 - 80.85)^2}{4 \times 450} \text{ mm} \\ &= 1338.91 \text{ mm} \end{aligned}$$

由表 1-46 查得应选用带长代号为 510 的 H 型同步带, 其节线长  $L_p = 1295.4 \text{ mm}$ , 节线长上的齿数  $z = 102$ 。

(10) 实际中心距  $a$  此结构的中心距可调整如下。

$$a \approx a_0 + \frac{L_d - L_{d0}}{2} = 450 \text{ mm} + \frac{1295.4 \text{ mm} - 1338.91 \text{ mm}}{2} = 428.25 \text{ mm}$$

(11) 小带轮啮合齿数  $z_m$

$$\begin{aligned} z_m &= \text{int} \left[ \frac{z_1}{2} - \frac{P_b z_1}{2\pi^2 a} (z_2 - z_1) \right] \\ &= \text{int} \left[ \frac{20}{2} - \frac{12.7 \times 20}{2\pi^2 \times 128.25} (48 - 20) \right] \\ &= 9 \end{aligned}$$

(12) 基本额定功率  $P_0$

$$P_0 = \frac{(T_a - mv^2)v}{1000}$$

由表 1-43 查得  $T_a = 2100 \text{ N}$ ,  $m = 0.448 \text{ kg/m}$ , 则

$$P_0 = \frac{(2100 - 0.448 \times 6.1^2) \times 6.1}{1000} \text{ kW} = 12.71 \text{ kW}$$

(13) 所需带宽  $b_s$

$$b_s = b_{s0} \left( \sqrt[1.14]{\frac{P_d}{K_z P_0}} \right)$$

由表 1-44 查得 H 型带  $b_{s0} = 76.2 \text{ mm}$ , 而  $z_m = 9$ ,  $K_z = 1$ , 则

$$b_s = 76.2 \times \left( \sqrt[1.14]{\frac{6.4}{12.71}} \right) \text{ mm} = 41.74 \text{ mm}$$

由表 1-48 查得, 应选带宽代号为 200 的 H 型带, 其  $b_s = 50.8 \text{ mm}$ 。

(14) 带轮结构和尺寸 传动选用的同步带为 510H200 (GB/T 11616—1989)。

小带轮  $d_{p1} = 80.85\text{mm}$ ,  $d_{a1} = 79.48\text{mm}$ ,  $z_1 = 20$ 。

大带轮  $d_{p2} = 194.04\text{mm}$ ,  $d_{a2} = 192.67\text{mm}$ ,  $z_2 = 48$ 。

可根据上列参数决定带轮的结构和全部尺寸,同步带轮除应适应轮齿啮合的需要外,其他如设计要求、材料的选择、结构和轮毂尺寸等均与V带轮相同。带轮工作图略。

### 1.3.4 圆弧齿同步带设计

圆弧齿同步带的设计计算可参照梯形齿同步带传动进行,但应注意以下几点:

1) 选择带型时,根据设计功率  $P_d$  和小带轮转速  $n_1$  由图 1-9 选择。

2) 确定小带轮节圆直径  $d_{p1}$  和齿数  $z_1$  时,应使  $z_1 > z_{\min}$ ,圆弧齿同步带传动的小带轮最小齿数  $z_{\min}$  见表 1-55。

3) 带宽  $b_s$  按下式计算

$$b_s = b_{s0} \left( \sqrt[1.14]{\frac{P_d}{P_0 K_z K_L}} \right)$$

### 1.3.5 平带传动设计实例

设计一平带传动,已知系统需要功率为 7.5kW,转速为 1440r/min,从动轮转速为 1000r/min,传动轮中心距为 2000mm。采用开式传动,定期张紧,选用环形平带,传动接近水平。

**解** (1) 小带轮直径

$$d_1 = (1100 \sim 1300) \sqrt[3]{\frac{P}{n_1}} = (1100 \sim 1300) \sqrt[3]{\frac{7.5}{1440}} \text{mm} = 190 \sim 225\text{mm}$$

按表 1-69 选用标准直径  $d_1 = 200\text{mm}$ 。

(2) 验算带速

$$v = \pi d_1 n_1 / (60 \times 1000) = \pi \times 200 \times 1440 / 60000 \text{m/s} = 15.1\text{m/s} < 30\text{m/s}$$

(3) 计算大带轮直径

$$d_2 = d_1 (1 - \varepsilon) n_1 / n_2 = 200\text{mm} (1 - 0.01) 1440 / 1000 = 285\text{mm}$$

选用标准直径  $d_2 = 280\text{mm}$ 。

(4) 中心距

$$\begin{aligned} 1.5(d_1 + d_2) &= 1.5 \times (200 + 280)\text{mm} = 720\text{mm} < a = 2000\text{mm} < 5(d_1 + d_2) \\ &= 5 \times (200 + 280)\text{mm} = 2400\text{mm} \end{aligned}$$

(5) 计算带长

$$L \approx 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

$$= 2 \times 2000\text{mm} + \frac{\pi}{2}(200 + 280)\text{mm} + \frac{(280 - 200)^2}{4 \times 2000}\text{mm} = 4754.4\text{mm}$$

(6) 验算小带轮包角

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 57.3^\circ = 180^\circ - \frac{280 - 200}{2000} \times 57.3^\circ = 177.7^\circ \geq 150^\circ$$

(7) 计算曲挠次数

$$y = \frac{1000z_p v}{L} = \frac{1000 \times 2 \times 15.1}{4754.4} = 6.4 \text{ 次/s} < 10 \text{ 次/s}$$

式中  $z_p$ ——带轮数。

(8) 选取带型 带厚为

$$\delta = \left(\frac{1}{40} \sim \frac{1}{30}\right)d_1 = \left(\frac{1}{40} \sim \frac{1}{30}\right) \times 200\text{mm} = 4 \sim 6.7\text{mm}$$

根据带厚由表 1-64 选取带型 240, 胶布层数  $z=4$ , 带厚  $\delta=4.8\text{mm}$ 。

(9) 计算带宽

$$P_d = K_A P = 1.3 \times 7.5\text{kW} = 9.75\text{kW}$$

查表 1-19 得  $K_A=1.3$ 。

根据表 1-73 进行插值得  $P_0=0.1786\text{kW}$ 。

由表 1-72 插值得  $K_\alpha=0.99$ ; 查表 1-71 得  $K_\beta=1.0$ , 则

$$b = \frac{P_d}{P_0 K_\alpha K_\beta} = \frac{9.75}{0.1786 \times 0.99 \times 1}\text{mm} = 55.1\text{mm}$$

根据表 1-67 选取标准带宽为 63mm。

(10) 计算压轴力

$$F_Q = 2zF'_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$$

式中  $z$ ——胶布层数;

$F'_0$ ——每层胶布带单位宽度的预紧力 (N/mm)。

由第 (8) 步可知  $z=4$ ; 推荐  $F'_0=2.25\text{N/mm}$ , 则

$$F_Q = 2 \times 4 \times 2.25 \times 63 \sin \frac{177.7^\circ}{2} \text{N} = 1133.8\text{N}$$

(11) 带轮工作图 轮冠高度查表 1-75, 直径  $(200 \pm 2)\text{mm}$  在  $(200 \sim 224)\text{mm}$  范围内, 轮冠高度为 0.6mm; 查表 1-74, 由带宽与轮宽的对应关系, 带宽 63mm, 对应轮宽为 71mm, 并查表 1-68, 轮宽公差为  $\pm 1\text{mm}$ ; 带轮直径为 200mm, 查表 1-69 知, 带轮直径公差为  $\pm 2\text{mm}$ ; 毂孔尺寸根据电动机确定, 查附表 A, 功率为 7.5kW, 转速为 1440r/min 的电动机型号为 Y132M-4, 电动机轴直径 38mm, 外伸长度 80mm, 则毂孔直径为 38mm, 宽度为 82mm, 查表 1-77, 带轮结构为 4 孔板轮, 轮辐厚度为 14mm; 轮毂部分其他尺寸同 V 带轮, 小带轮

工作图如图 1-18 所示。

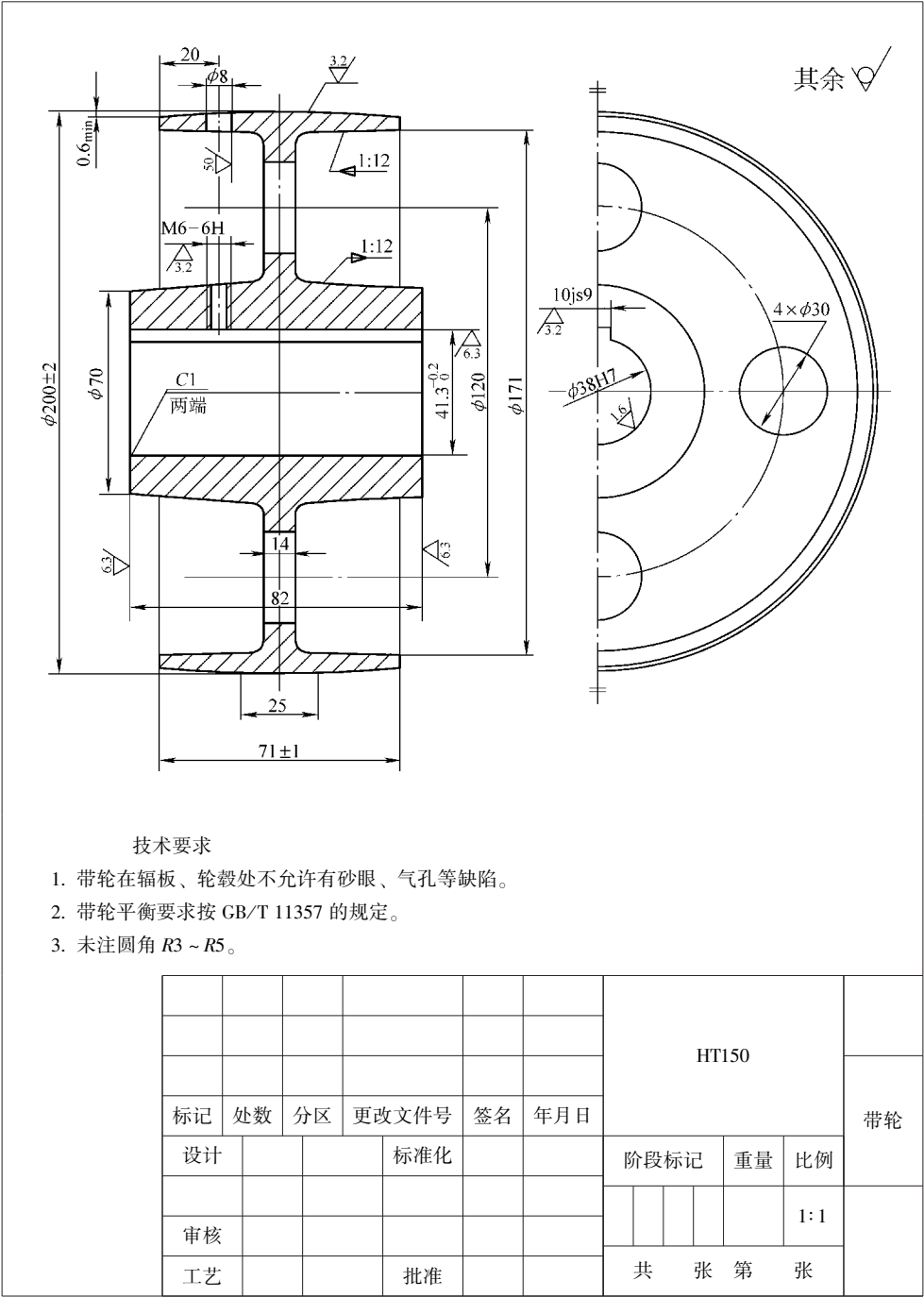


图 1-18 小带轮工作图

### 1.3.6 结构设计实例

#### 1. 带轮轮毂的宽度应大于电动机轴的伸出端的长度

如图 1-19 所示,电动机伸出端的尺寸  $E$  值段是用于安装带轮或链轮的,为了保证带轮的轴向可靠定位,带轮轮毂段的宽度  $L$  应大于  $E$  值 2~3mm。

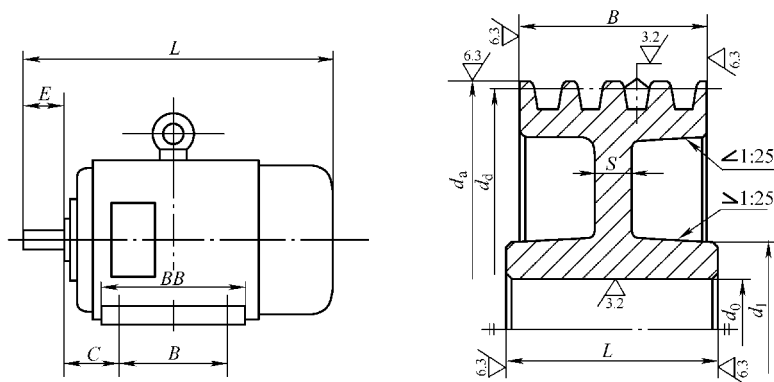


图 1-19 Y 机座带底脚、端盖无凸缘电动机及带轮安装尺寸示意图

#### 2. 半交叉平带传动不能反转

两轴在空间交错(不平行,相交),一般成  $90^\circ$  的传动称为半交叉传动。为使带能正常运转,不从带轮上脱落,必须保证带从带轮上脱下进入另一带轮时,带的中心线必须在将要进入的带轮的中心平面内,且这种装置不能反转。

#### 3. 高速带轮表面应开槽

带速大于  $30\text{m/s}$  为高速带,采用特殊的轻而强度大的纤维编制而成,为防止带与带轮之间形成气垫,在小带轮轮缘表面开环形槽,如图 1-20 所示。

#### 4. 同步齿型带轮应有挡边

同步齿型带运转时,有轻度的侧向推力,为了防止运转时带的脱落,一般在小带轮的两侧有挡边,当中心距较大时,或带轮的轴线与水平面垂直安装时,则两带轮的两侧均有挡边,或至少主动轮的两侧和从动轮的下侧应有挡边,如图 1-21 所示。

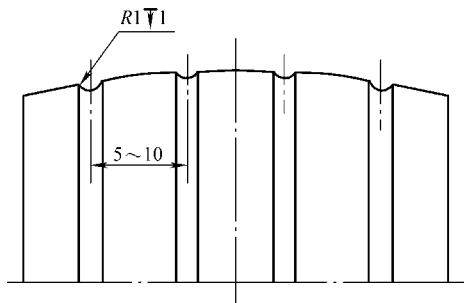


图 1-20 开槽的高速带轮表面

#### 5. 高速带传动时,不能使用自动张紧装置

高速带传动时,如果使用自动张紧,运转中会出现振动,所以不能使用自动张紧。

### 6. 小带轮直径不宜过小

当大带轮直径一定时，减小小带轮直径虽然可以加大带传动的传动比，但也使小轮包角减小，传递功率一定时，要求的有效拉力加大，容易打滑，还会使效率弯曲应力加大，降低带的寿命。

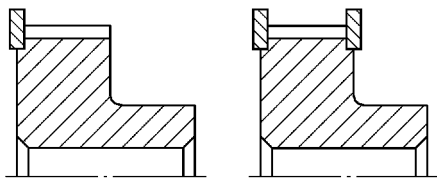


图 1-21 同步带轮的结构

### 7. 过宽带带轮不应悬臂布置

如图 1-22 所示，带过宽时，如采用带轮悬臂布置，则因为带端弯曲变形过大，带轮歪斜，使带沿宽度方向受力不均，应改为简支支撑。

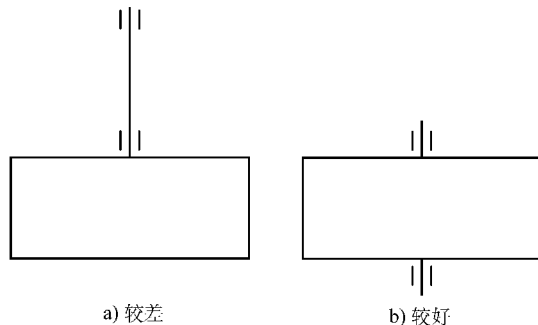


图 1-22 过宽带带轮的布置

### 8. 平带传动时小带轮应做成微凸

为使平带传动时带能稳定地处于带轮宽度的中间而不滑落，应将小带轮做成中间凸，如图 1-23c，这种结构的小带轮可以使平带自动居中。

### 9. V 带传动

为了便于安装，调整中心距和预紧力，要求轴承的位置能够移动。中心距调整范围为：最小中心距  $a_{\min} = a - 0.015L_d$ ，张紧或补偿伸长所需最大中心距  $a_{\max} = a + 0.03L_d$ 。

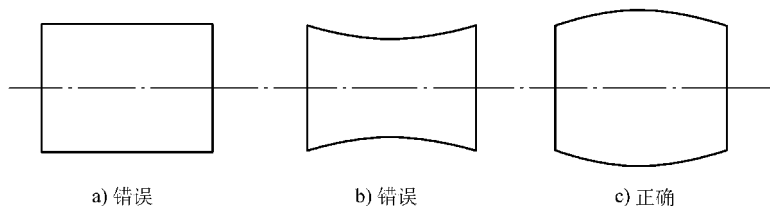


图 1-23 平带轮的形状



## 第2章 齿轮传动

### 2.1 基本设计理论

#### 2.1.1 齿轮传动失效形式及设计准则

##### 1. 失效形式

齿轮传动可能的失效形式是：轮齿折断，齿面磨损，齿面疲劳点蚀，齿面胶合，齿面塑性变形。主要的失效形式是轮齿折断及齿面疲劳点蚀。

##### 2. 设计准则

###### (1) 闭式齿轮传动的设计准则

1) 中、轻载荷闭式软齿面齿轮的设计准则。按接触疲劳强度设计，按弯曲疲劳强度校核。

2) 齿面硬度很大（一般指硬齿面、齿芯强度又较低或材质较脆）的齿轮的设计准则。按齿根弯曲疲劳强度设计，按齿面接触疲劳强度校核。

3) 大功率闭式齿轮传动的设计准则。当输入功率超过 75kW 时，须作热平衡计算。

(2) 开式（半开式）齿轮传动 对于开式（半开式）齿轮传动，应根据保证齿面抗磨损及齿根抗折断能力分别进行计算，但鉴于目前对齿面抗磨损的能力尚无完善的计算方法，因此，仅以保证齿根弯曲疲劳强度作为设计准则。为了延长开式（半开式）齿轮传动的寿命，应适当降低开式传动的许用弯曲应力（如将闭式传动的许用弯曲应力乘以 0.7 ~ 0.8），以使计算的模数适当增大；或将计算出的模数增大 10% ~ 15%，以考虑磨损对齿厚的影响。

#### 2.1.2 齿轮传动受力分析

##### 1. 直齿圆柱齿轮传动的受力分析

当齿轮的齿廓在节点  $P$  接触时，受力如图 2-1 所示，在忽略摩擦力时可将沿啮合线作用在齿面上的法向力  $F_n$  分解为两个相互垂直的分力：与节圆相切的圆周力  $F_t$  和指向轮心的径向力  $F_r$ 。

###### (1) 计算公式

圆周力： $F_t = 2T_1/d_1$

径向力： $F_r = F_t \tan \alpha$

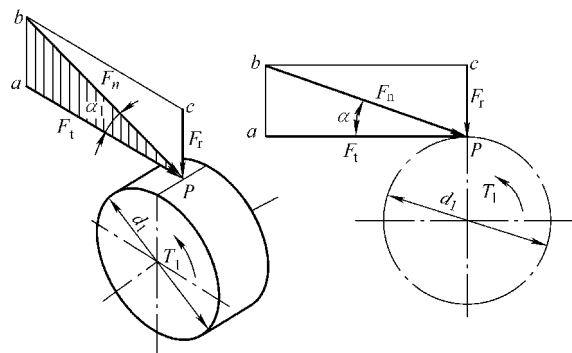


图 2-1 直齿圆柱齿轮传动受力分析

法向力:  $F_n = F_t / \cos \alpha$

式中  $T_1$ ——小齿轮上的转矩 ( $\text{N} \cdot \text{mm}$ );  $T_1 = 9.55 \times 10^6 \frac{P}{n_1}$ ;

$n_1$ ——小齿轮的转速 ( $\text{r/min}$ );

$d_1$ ——小齿轮的分度圆直径 ( $\text{mm}$ );

$\alpha$ ——压力角, 标准齿轮  $\alpha = 20^\circ$ 。

## (2) 力的方向

1) 圆周力  $F_t$  的方向。过啮合点在主动轮上与运动方向相反, 在从动轮上与运动方向相同, 主动轮与从动轮的圆周力互为作用力与反作用力, 即  $F_{t1} = -F_{t2}$ 。

2) 径向力  $F_r$  的方向。过啮合点分别指向各自的轮心, 主动轮与从动轮的径向力互为作用力与反作用力, 即  $F_{r1} = -F_{r2}$ 。

## 2. 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析

图 2-2 所示为斜齿轮齿廓在节点  $P$  接触的受力情况, 在忽略摩擦力时法向力  $F_n$  可分解为圆周力  $F_t$ 、径向力  $F_r$  和轴向力  $F_a$  三个分力。

### (1) 计算公式

圆周力:  $F_t = 2T_1 / d_1$

径向力:  $F_r = F_t \tan \alpha_n / \cos \beta$

轴向力:  $F_a = F_t \tan \beta$

法向力:  $F_n = F_t / (\cos \alpha_n \cos \beta)$

式中  $\beta$ ——螺旋角;

$\alpha_n$ ——法面压力角, 标准齿轮  $\alpha_n = 20^\circ$ 。

### (2) 力的方向

1) 圆周力  $F_t$  和径向力  $F_r$  的方向确定方法和直齿轮相同。

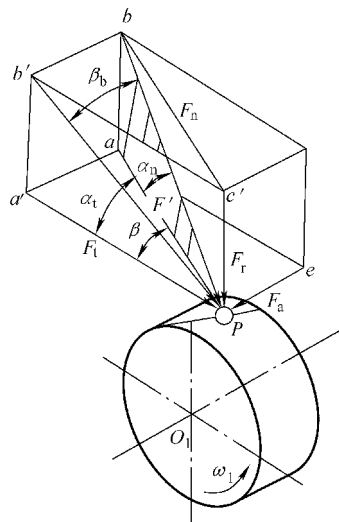


图 2-2 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析

2) 轴向力  $F_a$ 。用右(左)手螺旋法则判断。当主动轮的螺旋线方向为右(左)旋时可用右(左)手螺旋定则判断,即伸出右(左)手,弯曲的四指代表主动轮的转动方向,则拇指的指向代表该轮的轴向力的方向;从动轮的轴向力方向与主动轮的轴向力方向相反,互为作用力与反作用力,即  $F_{a1} = -F_{a2}$ 。

### 3. 直齿锥齿轮传动的受力分析

当两轴正交 ( $\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ ) 时,直齿锥齿轮齿廓在节点  $P$  接触的受力情况如图 2-3 所示。在忽略摩擦力时法向力  $F_n$  可分解为圆周力  $F_t$ 、径向力  $F_r$  和轴向力  $F_a$  三个分力。

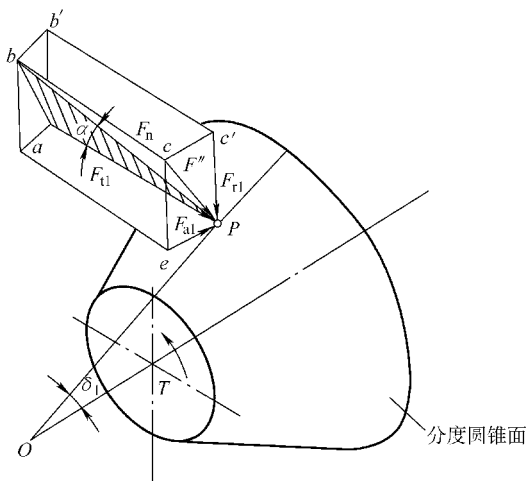


图 2-3 直齿锥齿轮传动的受力分析

#### (1) 计算公式

$$\text{圆周力: } F_t = 2T_1/d_{m1}$$

$$\text{径向力: } F_{r1} = F_t \tan \alpha \cos \delta_1$$

$$\text{轴向力: } F_{a1} = F_t \tan \alpha \sin \delta_1$$

$$\text{法向力: } F_n = F_t / \cos \alpha$$

式中  $d_{m1}$ ——小齿轮齿宽中点的分度圆直径,  $d_{m1} = d_1 - b \sin \delta_1$ ,  $b$  为轮齿宽度;  
 $d_1$  为大端面分度圆直径。

#### (2) 力的方向

1) 圆周力  $F_t$  和径向力  $F_r$  的方向的确定与直齿轮相同。

2) 轴向力  $F_a$  的方向。过啮合点均指向各自齿轮的大端。

## 2.1.3 齿轮传动强度计算

根据名义转矩求得的圆周力称为名义圆周力。实际圆周力要比名义圆周力大。为此,用各种系数对名义圆周力进行修正以考虑各种因素的影响,故实际圆周力  $F_{tc}$  为

$$F_{tc} = KF_t$$

$$K = K_A K_v K_\alpha K_\beta$$

式中  $K$ ——载荷系数;

$K_A$ ——使用系数,见表 2-4;

$K_v$ ——动载系数,查图 2-4;

$K_\alpha$ ——齿间载荷分配系数，对一般不需作精确计算的直齿轮传动，可假设为单齿对啮合，故取  $K_\alpha = 1$ ；对斜齿圆柱齿轮传动，可取  $K_\alpha = 1 \sim 1.4$ ，精度低、齿面硬度高时取大时，反之取小值；

$K_\beta$ ——齿向载荷分布系数，查图 2-5。

### 1. 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算

#### (1) 轮齿弯曲疲劳强度的计算公式

设计公式 
$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1}{\psi_d z_1^2 [\sigma_F]} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon}$$

校核公式 
$$\sigma_F = \frac{2KT_1}{bd_1 m} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon = \frac{2KT_1}{\psi_d m^3 z_1^2} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon \leq [\sigma_F]$$

式中  $Y_{Fa}$ ——齿形系数，只取决于轮齿的形状，即随齿数和变位系数而异，而与模数无关，随着齿数的增加， $Y_{Fa}$  减小，其值可由图 2-8 查取；

$Y_{Sa}$ ——应力修正系数，综合考虑齿根圆角处应力集中和除弯曲应力以外其余应力对齿根应力的影响，随着齿数的增加， $Y_{Sa}$  增加，其值可由图 2-9 查取；

$Y_\varepsilon$ ——重合度系数， $Y_\varepsilon = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_\alpha}$ ， $\varepsilon_\alpha$  为端面重合度；

$\psi_d = b/d_1$ ——齿宽系数，其推荐值可按表 2-5 选取，它取决于齿面硬度和齿轮相对于轴承的位置；

$[\sigma_F]$ ——许用弯曲应力， $[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flim}}{S_{Fmin}} Y_N Y_X$ ， $Y_N$  为弯曲疲劳强度计算的寿命系数，其值取决于工作应力循环次数  $N_L$ ，查图 2-10； $\sigma_{Flim}$  为失效效率 1% 时，实验齿轮的齿根弯曲疲劳极限，查图 2-13； $Y_X$  为尺寸系数，其值取决于齿轮的模数和材料，查图 2-11； $S_{Fmin}$  为弯曲强度的最小安全系数，查表 2-6。

#### (2) 轮齿接触疲劳强度的计算

设计公式 
$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1 u \pm 1}{\psi_d u} \left( \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

校核公式 
$$\sigma_H = Z_E Z_H Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2KT_1 u \pm 1}{bd_1^2 u}} \leq [\sigma_H]$$

式中  $Z_\varepsilon$ ——啮合实际长度  $L$  及重合度系数， $Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}}$ ， $L = \frac{b}{Z_\varepsilon}$ ， $b$  为齿宽；

$L$  为实际接触线；

$Z_E$ ——弹性系数，综合考虑材料的弹性模量  $E$  和泊松比  $\mu$  对接触应力的影响，不同的材料组合，其弹性系数不同，可查表 2-7，对于一对

钢制齿轮则为  $189.8 \sqrt{\text{MPa}}$ ;

$Z_H$ ——节点区域系数,  $Z_H = \sqrt{\frac{2}{\cos\alpha \sin\alpha}}$ , 考虑节点处齿廓曲率对接触应力的影响, 对于标准齿轮 ( $\alpha = 20^\circ$ ), 按标准中心距安装时, 节点区域系数  $Z_H$  为 2.5;

$[\sigma_H]$ ——许用应力,  $[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H\lim} Z_N}{S_{H\min}}$ ,  $\sigma_{H\lim}$  为当失效率为 1% 时, 试验齿轮的接触疲劳极限, 查图 2-14;  $Z_N$  为接触寿命系数, 查图 2-12;  $S_{H\min}$  为齿面接触强度最小安全系数, 见表 2-6。

## 2. 斜齿圆柱齿轮强度的计算

### (1) 轮齿弯曲疲劳强度的计算公式

设计公式 
$$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1 \cos^2\beta}{\psi_d z_1^2 [\sigma_F]} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta}$$

校核公式 
$$\sigma_F = \frac{2KT_1}{bm_n d_1} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta = \frac{2KT_1 \cos\beta}{bm_n^2 z_1} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta \leq [\sigma_F]$$

式中  $Y_\beta$ ——螺旋角系数,  $Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \frac{\beta}{120^\circ} \geq Y_{\beta\min}$ ,  $Y_{\beta\min} = 1 - 0.25\varepsilon_\beta \geq 0.75$ , 当  $\varepsilon_\beta \geq 1$  时, 按  $\varepsilon_\beta = 1$  计算;  $Y_\beta \leq 0.75$ , 取  $Y_\beta = 0.75$ ; 当  $\beta > 30^\circ$  时, 按  $\beta = 30^\circ$  计算。

$Y_\varepsilon$ ——重合度系数, 套用直齿轮的公式计算, 但应代以当量齿轮的端面重合度;

$Y_{Fa}$ 、 $Y_{Sa}$  意义同直齿轮, 选取这两个系数时, 应根据当量齿数  $z_v = z/\cos^3\beta$  查图 2-8 和图 2-9。

### (2) 轮齿接触疲劳强度的计算

设计公式 
$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1}{\psi_d} \cdot \frac{u \pm 1}{u} \left( \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_\beta}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

校核公式 
$$\sigma_H = Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{2KT_1}{bd_1^2} \cdot \frac{u \pm 1}{u}} \leq [\sigma_H]$$

式中:  $Z_H = \sqrt{\frac{2\cos\beta_b}{\cos\alpha_1 \sin\alpha_1}}$ , 对于法面压力角  $\alpha_n = 20^\circ$  的标准齿轮可查图 2-15;

$[\sigma_H]$  为许用接触应力, 取  $[\sigma_{H1}]$  和  $[\sigma_{H2}]$  较小者;  $Z_\beta = \sqrt{\cos\beta}$ 。

## 3. 锥齿轮强度的计算

### (1) 轮齿弯曲疲劳强度的计算公式

设计公式 
$$m \geq \sqrt[3]{\frac{4.7KT_1}{\psi_R (1 - 0.5\psi_R)^2 z_1^2 [\sigma_F]} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon \sqrt{u^2 + 1}}$$

$$\text{校核公式 } \sigma_F = \frac{4.7KT_1}{\psi_R (1-0.5\psi_R)^2 z_1^2 m^3 \sqrt{u^2+1}} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon \leq [\sigma_F]$$

(2) 轮齿接触疲劳强度的计算

$$\text{设计公式 } d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{4.7KT_1}{\psi_R (1-0.5\psi_R)^2 u} \left( \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

$$\text{校核公式 } \sigma_H = Z_E Z_H Z_\varepsilon \sqrt{\frac{4.7KT_1}{\psi_R (1-0.5\psi_R)^2 d_1^3 u}} \leq [\sigma_H]$$

式中:  $\psi_R = \frac{R}{b}$ ,  $R = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$ ,  $R$  为外锥距, 其他参数意义同圆柱齿轮。

## 2.1.4 齿轮传动设计方法

1) 首先根据工况确定是闭式传动还是开式传动。

2) 选取小齿轮的齿数  $z_1$ 。如果是开式传动,  $z_1$  取小值, 满足不跟切的条件即可, 以便设计的模数大一些以提高齿根的弯曲强度; 如果是闭式传动,  $z_1$  取多些, 一般在 20~40 之间取, 在分度圆直径一定的情况下, 齿数  $z_1$  增大, 模数  $m$  将减小, 全齿高即减小, 从而减小了切削量。齿数增多可提高重合度, 使传动更平稳。

3) 根据传动比计算大齿轮的齿数  $z_2 = z_1 \cdot i$ 。

4) 选取工况系数。

5) 根据强度理论进行设计及校核。根据强度理论进行设计和校核, 其依据取决于齿轮可能出现的失效形式。

对于闭式软齿面齿轮传动, 主要失效形式是齿面疲劳点蚀, 因此通常首先按齿面接触疲劳强度进行设计, 然后校核齿根弯曲疲劳强度以防止断齿。

对于闭式硬齿面齿轮传动, 因齿面较硬抗点蚀能力较高, 故断齿是主要失效形式, 因此通常先按齿根弯曲疲劳强度进行设计, 然后校核齿面接触疲劳强度。

对于开式齿轮传动, 其主要失效形式为齿面磨损, 而且在轮齿磨薄后往往会发生轮齿折断。故目前多是按齿根弯曲疲劳强度进行设计, 并考虑磨损的影响将模数适当增大 10%~15%, 不必校核接触疲劳强度, 因为磨损速度大于疲劳点蚀速度, 不可能出现齿面疲劳点蚀。

6) 进行结构设计。一定要使毂孔直径和轴的直径配合。

## 2.1.5 齿轮传动的效率和润滑

### 1. 齿轮传动的效率

齿轮传动的功率损失主要包括: ①啮合中的摩擦损失; ②润滑油被搅动时的油阻损失; ③轴承中的摩擦损失。

闭式齿轮传动的总效率  $\eta$  为

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3$$

式中  $\eta_1$ ——考虑齿轮啮合损失时的啮合效率；

$\eta_2$ ——考虑油阻损失时的效率；

$\eta_3$ ——支承轴承的效率。

当采用一对滚动轴承支承时，齿轮传动计入上述三种损失后的平均效率见表 2-58。

## 2. 齿轮传动的润滑

齿轮在传动时，相啮合的齿面间有相对滑动，因此要发生摩擦和磨损，增加动力消耗，降低传动效率。特别是高速传动，就更需要考虑齿轮的润滑。

轮齿啮合面间加注润滑剂，可以避免金属直接接触，减少摩擦损失，还可以散热及防锈蚀。因此，合理选择润滑剂，可以改善轮齿的工作状况，确保运转正常及预期的寿命。

开式齿轮传动通常采用人工定期加油润滑。可采用润滑油或润滑脂。

闭式齿轮传动的润滑方式根据齿轮的圆周速度  $v$  的大小而定。当  $v \leq 10\text{m/s}$  时多采用油池润滑，如图 2-17a 所示，大齿轮浸入油池一定的深度，一般不超过 2~3 个齿高，以免搅油损耗功率大，但不应小于 10mm。齿轮运转时就把润滑油带到啮合区，同时也甩到箱壁上，借以散热。

在多级齿轮传动中，当几个大齿轮直径不相等时，可借带油轮将油带到未浸入油池内的齿轮的齿面上，如图 2-17b 所示。

当  $v > 10\text{m/s}$  时，不宜采用油池润滑。因为圆周速度过高，齿轮上的油大多被甩出去而不能到达啮合区；搅油过于激烈，使油的温升增加，并降低其润滑性能；会搅起箱底沉淀的杂质，加剧齿轮的磨损。故此时最好采用喷油润滑，如图 2-17c 所示，用液压泵将润滑油直接喷到啮合区。

## 2.2 齿轮传动的实用设计数据

### 2.2.1 齿轮传动的几何计算（见表 2-1、表 2-2）

表 2-1 渐开线圆柱齿轮传动的主要几何计算公式

名称及代号	计算公式及说明	
	直齿轮	斜齿及人字齿轮
模数 $m$	由强度计算或结构设计确定，并取标准值	法向模数 $m_n$ 由强度计算或结构设计确定，并取标准值 $m_t = m_n / \cos\beta$ , $m_t$ ——端面模数

(续)

名称及代号	计算公式及说明	
	直齿轮	斜齿及人字齿轮
分度圆螺旋角 $\beta$	$\beta = 0$	两轮螺旋角相等，方向相反
分度圆压力角 $\alpha$	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha_n = 20^\circ$ $\tan\alpha_t = \tan\alpha_n / \cos\beta$
分度圆直径 $d$	$d = mz$	$d = m_t z = m_n z / \cos\beta$
未变位时（标准 齿轮传动）的 中心距 $a$	$a = (d_2 + d_1) / 2 = (z_2 + z_1) m / 2$	$a = (d_2 + d_1) / 2 = (z_2 + z_1) m_n / (2\cos\beta)$
中心距变动 系数 $y$	$y = \frac{a' - a}{m} = \frac{z_2 + z_1}{2} \left( \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha'} - 1 \right)$	$y_n = \frac{a' - a}{m_n} = \frac{z_2 + z_1}{2\cos\beta} \left( \frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha'_t} - 1 \right)$ $y_t = y_n \cos\beta$
变位时中心距 $a'$	$a' = a + ym = a \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha'}$	$a' = a + y_t m_t = a + y_n m_n = a \frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha'_t}$
根圆直径 $d_f$	$d_f = d - 2h_f$	
顶圆直径 $d_a$	$d_a = d + 2h_a$	
齿顶高 $h_a$	$h_a = (h_a^* + x - \Delta y) m$	$h_a = (h_{an}^* + x_n - \Delta y_n) m_n$
齿根高 $h_f$	$h_f = (h_a^* + c^* - x) m$	$h_t = (h_{an}^* + c_n^* - x_n) m_n$
齿高 $h$	$h = h_a + h_f$	
基圆直径 $d_b$	$d_b = d \cos\alpha$	$d_b = d \cos\alpha_t$
节圆直径 $d'$	$d' = d_b / \cos\alpha'$	$d' = d_b / \cos\alpha'_t$
分度圆齿距 $p$	$p = \pi m$	$p_n = \pi m_n, p_t = \pi m_t$
基圆齿距 $p_b$	$p_b = p \cos\alpha$	$p_{bt} = p_t \cos\alpha_t$
齿顶压力角 $\alpha_a$	$\alpha_a = \arccos \frac{d_b}{d_a}$	$\alpha_{at} = \arccos \frac{d_b}{d_a}$
基圆螺旋角 $\beta_b$	$\beta_b = 0$	$\tan\beta_b = \tan\beta \cos\alpha_t$ $\cos\beta_b = \cos\beta \cos\alpha_n / \cos\alpha_t$
端面重合度 $\varepsilon_\alpha$	$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi} [z_1 (\tan\alpha_{a1} - \tan\alpha') + z_2 (\tan\alpha_{a2} - \tan\alpha')]$	$\varepsilon_a = \frac{1}{2\pi} [z_1 (\tan\alpha_{at1} - \tan\alpha'_t) + z_2 (\tan\alpha_{at2} - \tan\alpha'_t)]$



(续)

名称及代号	计算公式及说明	
	直齿轮	斜齿及人字齿轮
纵向重合度 $\varepsilon_{\beta}$	$\varepsilon_{\beta} = 0$	$\varepsilon_{\beta} = \frac{b \sin \beta}{\pi m_n}$ , $b$ ——齿轮宽度
总重合度 $\varepsilon_{\gamma}$	$\varepsilon_{\gamma} = \varepsilon_{\alpha}$	$\varepsilon_{\gamma} = \varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_{\beta}$

注: 1. 角注 n 为法面, t 为端面; 1 为小齿轮, 2 为大齿轮。

2. 计算高度变位齿轮几何尺寸时, 公式中的  $\Delta y$  或  $\Delta y_n$  均为零。

3. 正常齿的齿顶高系数  $h_a^* = 1$ , 径向间隙系数  $c^* = 0.25$ 。

表 2-2 标准直齿锥齿轮传动的主要几何计算公式 (轴交角  $\Sigma = 90^\circ$ )

名称及代号	计 算 公 式
齿数比 $u$	$u = \frac{z_2}{z_1}$
当量齿数 $z_v$	$z_v = \frac{z}{\cos \delta}$
当量齿轮的齿数比 $u_v$	$u_v = \frac{z_{v2}}{z_{v1}} = u^2$
分锥角 $\delta$	$\tan \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{u}$
大端模数 $m$	由强度计算或结构设计确定, 并取标准值
大端分度圆直径 $d$	$d = mz$
锥距 $R$	$R = \frac{d_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{d_2}{2 \sin \delta_2} = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
齿宽系数 $\psi_R$	$\psi_R = \frac{b}{R} \leq \frac{1}{3}$ , $b$ 为齿宽, 一般 $\psi_R = 0.25 \sim 0.3$
平均分度圆直径 $d_m$	$d_m = (1 - 0.5 \psi_R) d$
平均模数 $m_m$	$m_m = \frac{d_m}{z} = (1 - 0.5 \psi_R) m$
齿高 $h$	$h = h_a + h_f = m + 1.2m = 2.2m$
大端顶圆直径 $d_a$	$d_a = d + 2h_a \cos \delta$
齿顶角 $\theta_a$	不等顶隙收缩齿 $\tan \theta_a = \frac{h_a}{R}$ 等顶隙收缩齿 $\theta_{a1} = \theta_{t2}$ , $\theta_{a2} = \theta_{t1}$
齿根角 $\theta_f$	$\tan \theta_f = \frac{h_f}{R}$
顶锥角 $\delta_a$	不等顶隙收缩齿 $\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$ , $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$ 等顶隙收缩齿 $\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{t2}$ , $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{t1}$
根锥角 $\delta_f$	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$ , $\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$

2.2.2 常用齿轮材料（见表 2-3）

表 2-3 常用齿轮材料及热处理方式

类 别	牌 号	热处理	硬度 (HBW 或 HRC)
优质碳素钢	35	正火	150 ~ 180HBW
		调质	180 ~ 210HBW
		表面淬火	40 ~ 45HRC
	45	正火	170 ~ 210HBW
		调质	210 ~ 230HBW
		表面淬火	43 ~ 48HRC
	50	正火	180 ~ 220HBW
合金结构钢	40Cr	调质	240 ~ 285HBW
		表面淬火	52 ~ 56HRC
	35SiMn	调质	200 ~ 260HBW
		表面淬火	40 ~ 45HRC
	35CrMo	调质	207 ~ 269HBW
	40MnB	调质	240 ~ 280HBW
	42CrNi	调质	255HBW
	50SiMn	调质	229 ~ 286HBW
	20Cr	渗碳淬火回火	56 ~ 62HRC
	20CrNi4	渗碳淬火低温回火	≥60HRC
	20CrMnTi	渗碳淬火回火	56 ~ 62HRC
	20CrMnMo	渗碳淬火回火	56 ~ 62HRC
铸钢	ZG270-500	正火	140 ~ 170HBW
	ZG310-570	正火	160 ~ 200HBW
	ZG340-640	正火	180 ~ 220HBW
	ZG35SiMn	正火	160 ~ 220HBW
		调质	200 ~ 250HBW
灰铸铁	HT200		170 ~ 230HBW
	HT300		187 ~ 255HBW
球墨铸铁	QT500-5		147 ~ 241HBW
	QT600-2		229 ~ 302HBW

2.2.3 齿轮传动设计用系数速查（见表 2-4 ~ 表 2-8）

表 2-4 使用系数  $K_A$

原动机	工作机的载荷特性			
	均匀平稳	轻微冲击	中等冲击	严重冲击
电动机	1.00	1.25	1.50	1.75
多缸内燃机	1.10	1.35	1.60	1.85
单缸内燃机	1.25	1.50	1.75	2.0

注：对于增速传动可取表中值的 1.1 倍；当外部机械与齿轮装置之间挠性连接时，其值可适当降低。

表 2-5 齿宽系数  $\psi_d$

齿轮相对轴承的位置	齿面硬度	
	软齿面	硬齿面
对称分布	0.8 ~ 1.4	0.4 ~ 0.9
非对称分布	0.6 ~ 1.2	0.3 ~ 0.6
悬臂布置	0.3 ~ 0.4	0.2 ~ 0.25

注：直齿圆柱齿轮宜取较小值，斜齿轮可取较大值，人字齿轮可取到 2；载荷稳定，轴刚性大时取较大值；变载荷，轴刚性较小时宜取较小值。

表 2-6 最小安全系数参考值

使用要求	$S_{Fmin}$	$S_{Hmin}$
高可靠度（失效率不大于 1/10000）	2.00	1.50 ~ 1.60
较高可靠度（失效率不大于 1/1000）	1.60	1.25 ~ 1.30
一般可靠度（失效率不大于 1/100）	1.25	1.00 ~ 1.10
低可靠度（失效率不大于 1/10）	1.00	0.85

- 注：1. 在经过使用验证或材料强度、载荷工况及制造精度拥有较准确的数据时， $S_{Hmin}$  可取下限。  
2. 建议对一般齿轮传动不采用低可靠度。

表 2-7 弹性系数  $Z_E$ （单位： $\sqrt{\text{MPa}}$ ）

小齿轮材料		大齿轮材料			
		钢	铸钢	球墨铸铁	灰铸铁
	$E/\text{MPa}$	206000	202000	173000	126000
钢	206000	189.8	188.9	181.4	165.4
铸钢	202000	—	188.0	180.5	161.4
球墨铸铁	173000	—	—	173.9	156.6
灰铸铁	126000	—	—	—	146.0

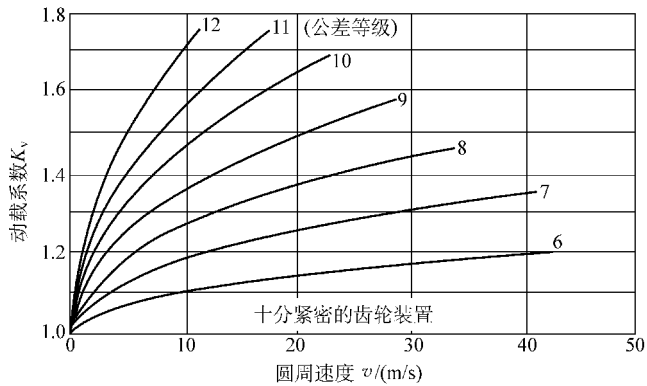


图 2-4 动载系数  $K_v$

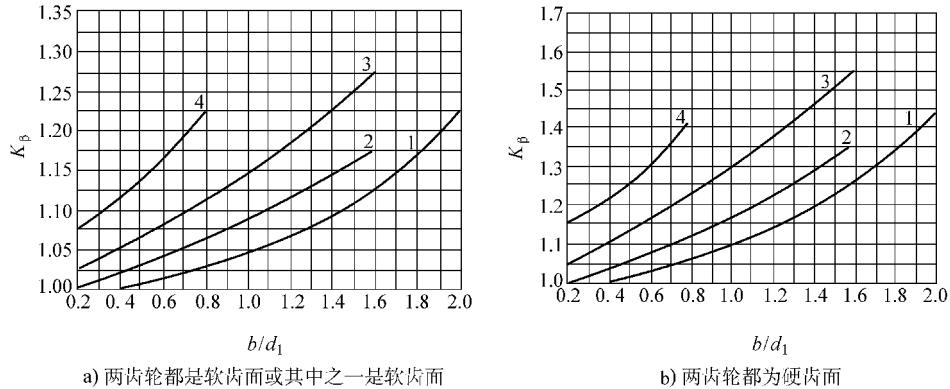


图 2-5 齿向载荷分布系数  $K_\beta$

1—齿轮在两轴承间对称布置 2—齿轮在两轴承间非对称布置，轴的刚度较大  
3—齿轮在两轴承间非对称布置，轴的刚度较小 4—齿轮悬臂布置

表 2-8 齿间载荷分配系数

$K_A F_t/b$		$\geq 100\text{N/mm}$							$< 100\text{N/mm}$
公差等级 II 组		5	6	7	8	9	10	11 ~ 12	6 级及更低
硬齿面 直齿轮	$K_{H\alpha}$	1.0		1.1	1.2	$1/Z_e^2 \geq 1.2$			
	$K_{F\alpha}$					$1/Y_e \geq 1.2$			
硬齿面 斜齿轮	$K_{H\alpha}$	1.0	1.1	1.2	1.4	$\varepsilon_\alpha/\cos^2\beta_b \geq 1.4$			
	$K_{F\alpha}$								
非硬齿面 直齿轮	$K_{H\alpha}$	1.0			1.1	1.2	$1/Z_e^2 \geq 1.2$		
	$K_{F\alpha}$						$1/Y_e \geq 1.2$		

(续)

$K_A F_t / b$		$\geq 100 \text{ N/mm}$						$< 100 \text{ N/mm}$
公差等级 II 组		5	6	7	8	9	10	11 ~ 12
非硬齿面 斜齿轮	$K_{H\alpha}$	1.0		1.1	1.2	1.4	$\varepsilon_\alpha / \cos^2 \beta_b \geq 1.4$	
	$K_{F\alpha}$							

注：1. 经修形的 6 级或高精度硬齿面齿轮，取  $K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 1$ 。

2. 表中  $\varepsilon_\alpha / \cos^2 \beta_b$  计算值如大于  $\varepsilon_\gamma / \varepsilon_\alpha Y_e$ ，则取  $K_{H\alpha} = \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha} Y_e$ 。

3. 表中的  $Z_e$  和  $Y_e$ ，分别如图 2-6 和图 2-7 所示。

4. 如果硬齿面和软齿面相啮合的齿轮副，齿间载荷分配系数取平均值。

5. 如果大小齿轮精度不同，则按公差等级较低的取  $K_{H\alpha}$ 、 $K_{F\alpha}$  值。

① ISO 6336-1：1996 中为“5 级及更低”；ISO 6336-1/cor1：1998 更正为“6 级及更低”。

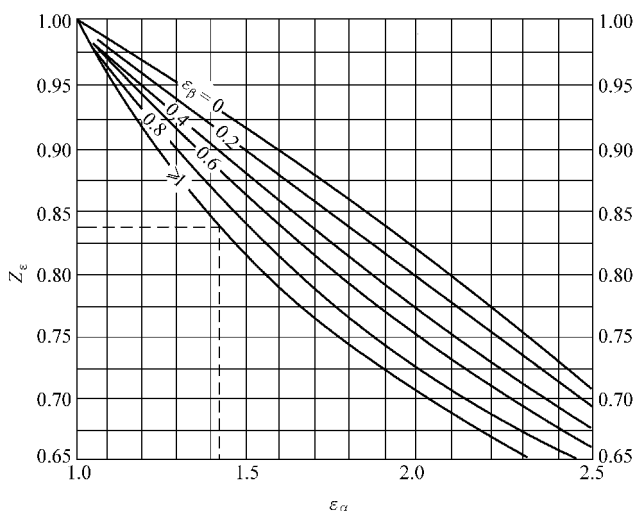


图 2-6 接触强度计算的重合度系数  $Z_e$

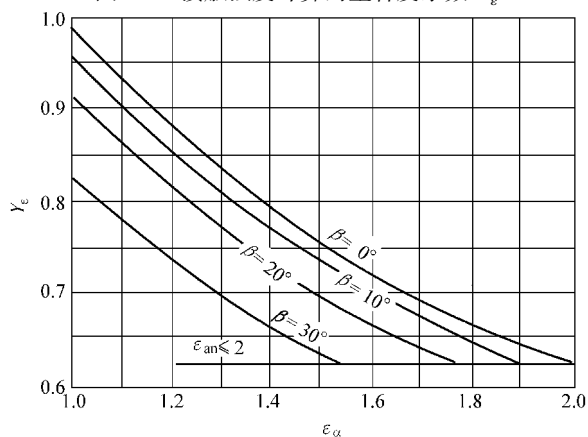
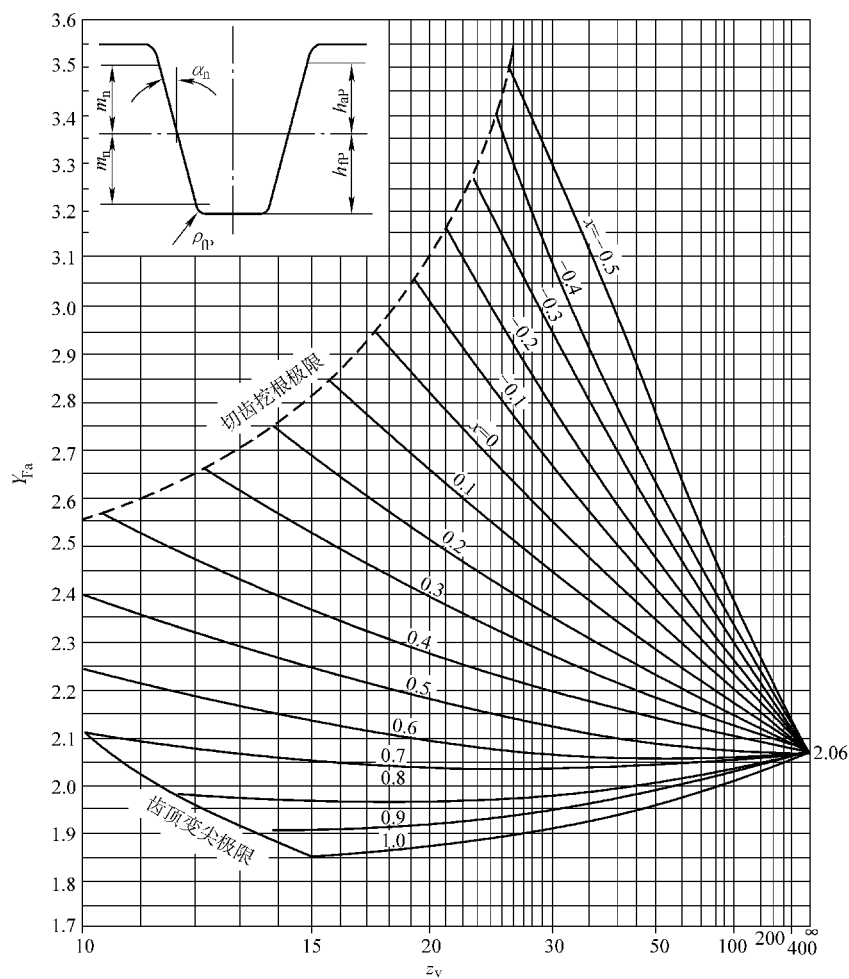


图 2-7 弯曲强度计算的重合度系数  $Y_e$

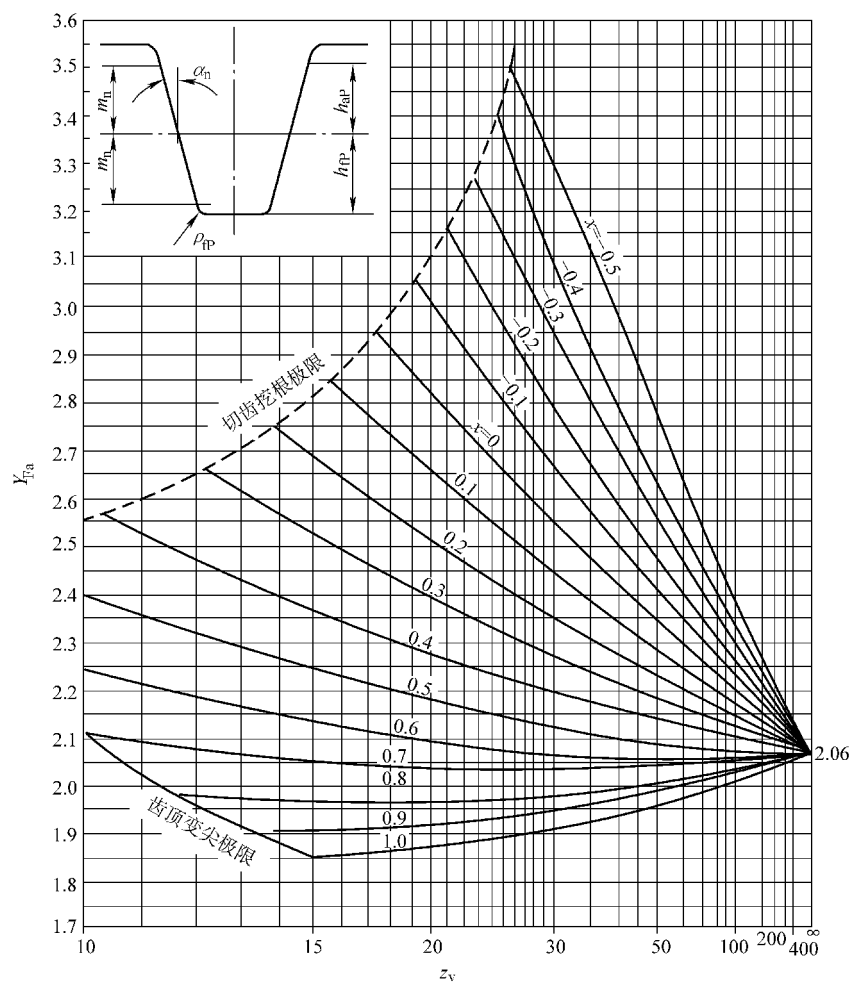


a)

注:  $\alpha_n=20^\circ$ ;  $h_{ap}/m_n=1.0$ ;  $h_{fp}/m_n=1.25$ ;  $\rho_{fp}/m_n=0.38$

对内齿轮: 当  $\rho_f=0.15m_n$ ,  $h_{fp}=1.25m_n$ ,  $h_{ap}=m_n$  时,  $Y_{fa}=2.053$

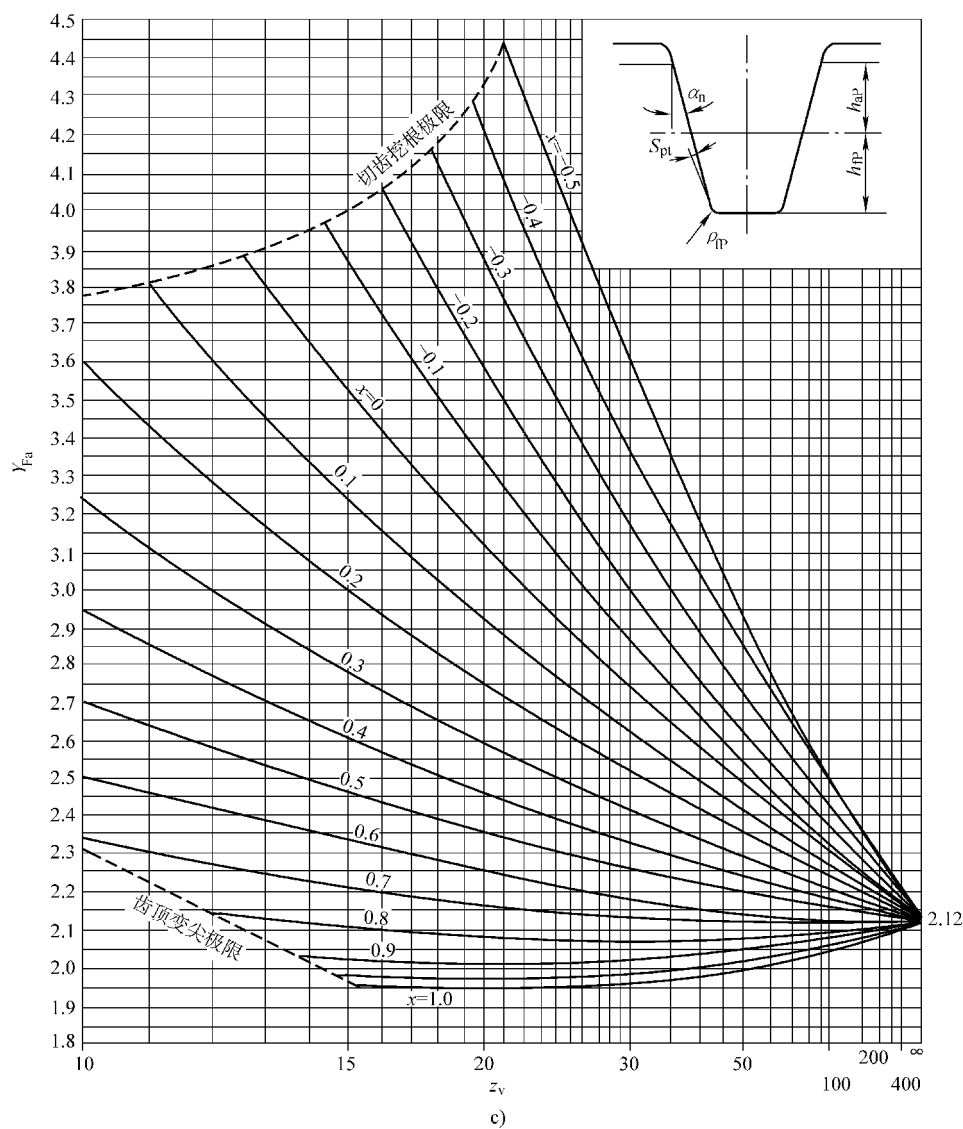
图 2-8 外齿轮齿形系数



b)

注:  $\alpha_n=20^\circ$ ;  $h_{aP}/m_n=1.0$ ,  $h_{fP}/m_n=1.25$ ;  $\rho_{fP}/m_n=0.3$ 对内齿轮: 当  $\rho_F=0.15m_n$ ,  $h_{fP}=1.25m_n$ ,  $h_{aP}=m_n$  时,  $Y_{Fa}=2.053$ 

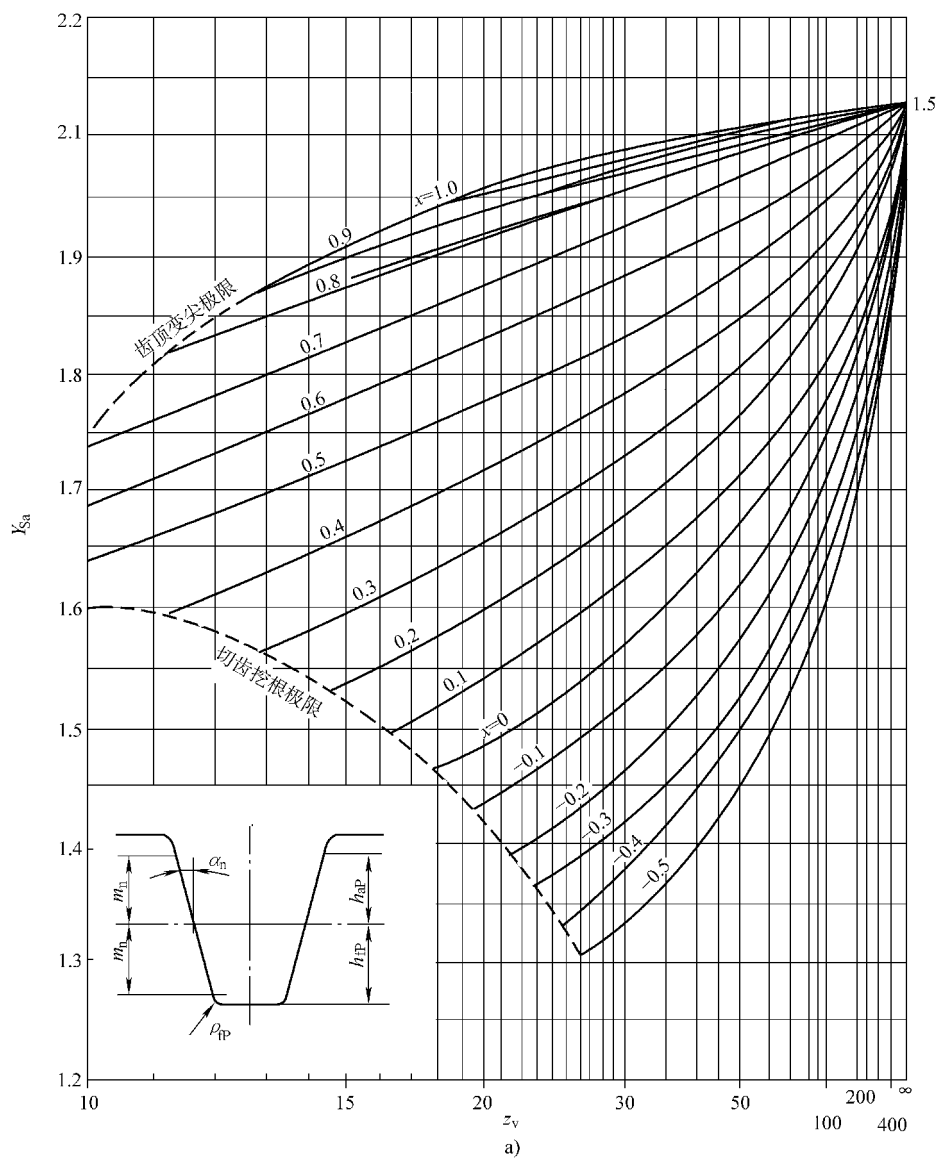
图 2-8 外齿轮齿形系数 (续)



注:  $\alpha_n=20^\circ$ ;  $h_{ap}/m_n=1.0$ ,  $h_{dp}/m_n=1.4$ ;  $\rho_{pt}/m_n=0.4$ ;  $S_{pt}=0.02m_n$

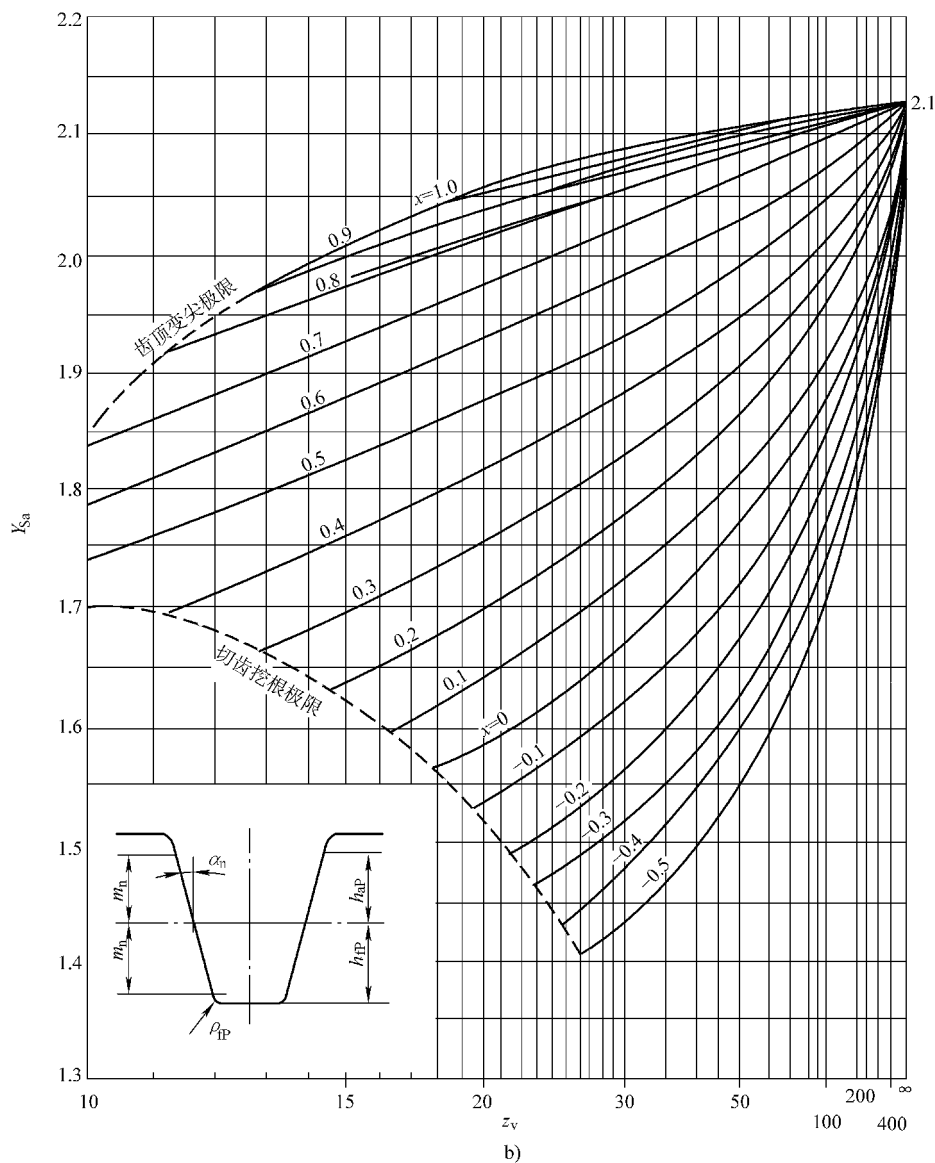
图 2-8 外齿轮齿形系数 (续)





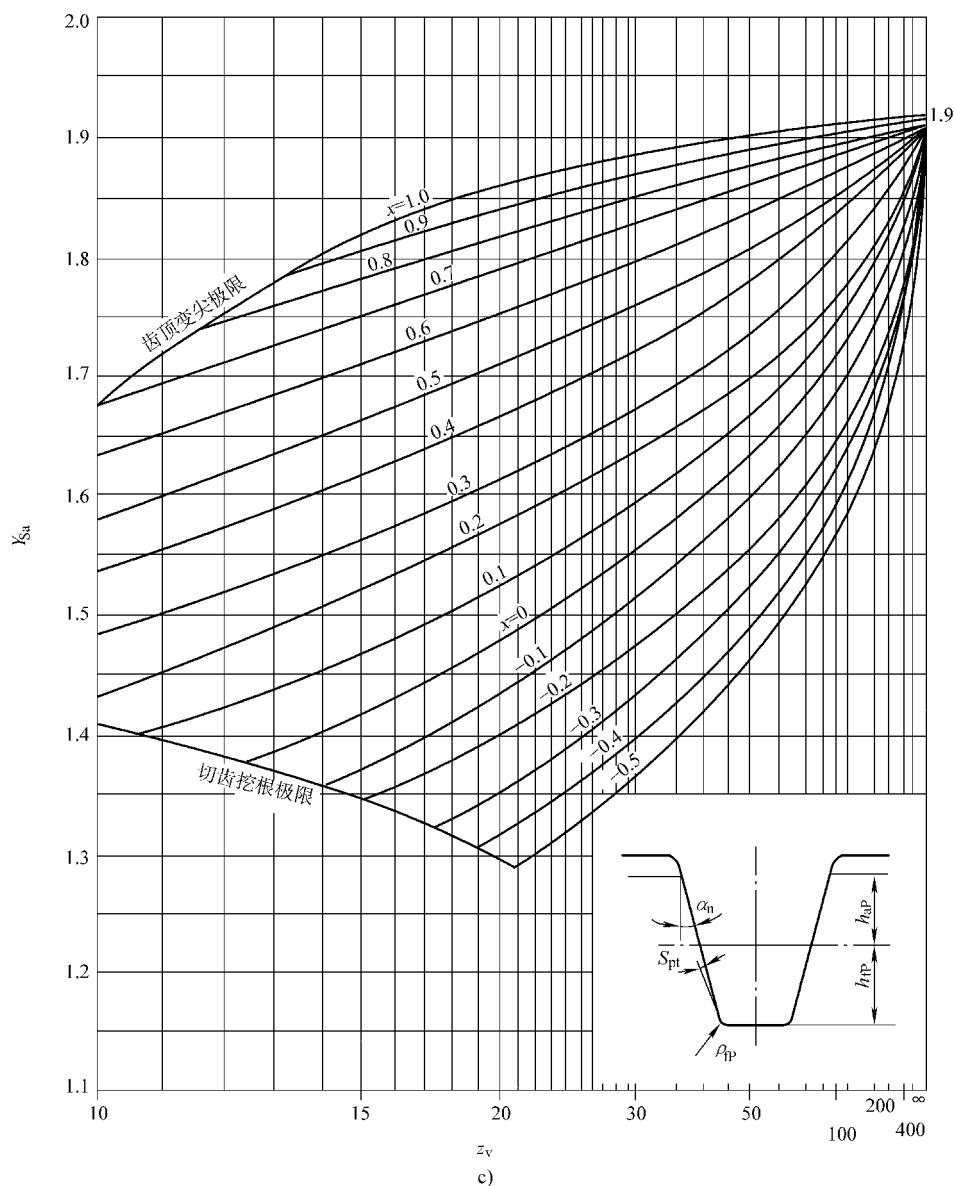
注:  $\alpha_n=20^\circ$ ;  $h_{ap}/m_n=1.0$ ,  $h_{fp}/m_n=1.25$ ;  $\rho_{fp}/m_n=0.38$   
 对内齿轮: 当  $\rho_{fp}=0.15m_n$ ,  $h_{fp}=1.25m_n$ ,  $h_{ap}=m_n$  时,  $Y_{Sa}=2.65$

图 2-9 外齿轮应力修正系数



注:  $\alpha_n=20^\circ$ ;  $h_{aP}/m_n=1.0$ ,  $h_{fP}/m_n=1.25$ ;  $\rho_P/m_n=0.3$   
 对内齿轮: 当  $\rho_P=0.15m_n$ ,  $h_{fP}=1.25$ ,  $h_{aP}=m_n$  时,  $Y_{Sa}=2.65$

图 2-9 外齿轮应力修正系数 (续)



注:  $\alpha_n=20^\circ$ ;  $h_{ap}/m_n=1.0$ ,  $h_{fp}/m_n=1.4$ ;  $\rho_{fp}/m_n=0.4$ ;  $S_{pt}=0.02m_n$

图 2-9 外齿轮应力修正系数 (续)

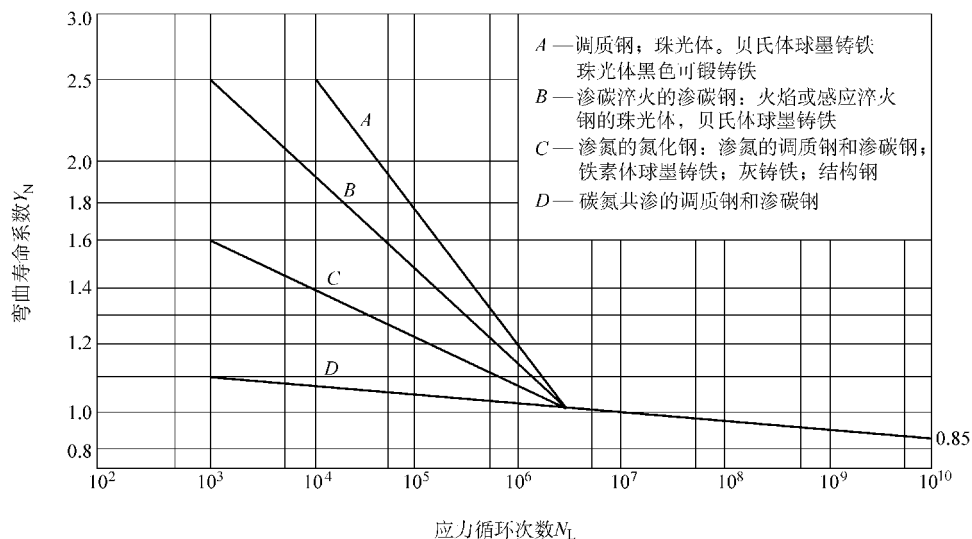


图 2-10 弯曲寿命系数  $Y_N$

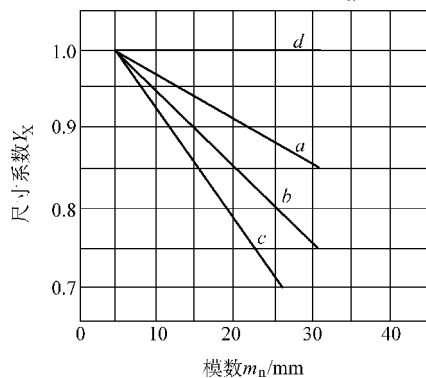


图 2-11 弯曲强度计算的尺寸系数  $Y_x$

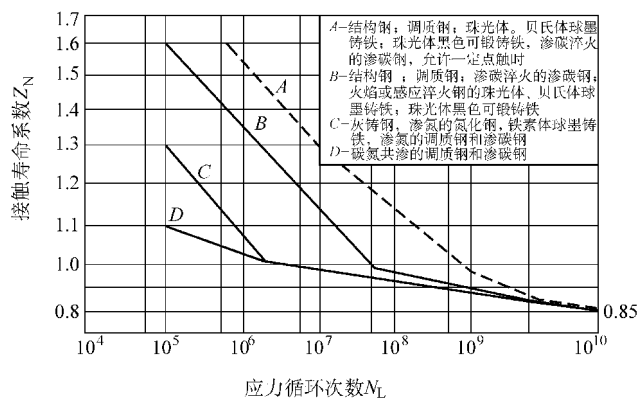
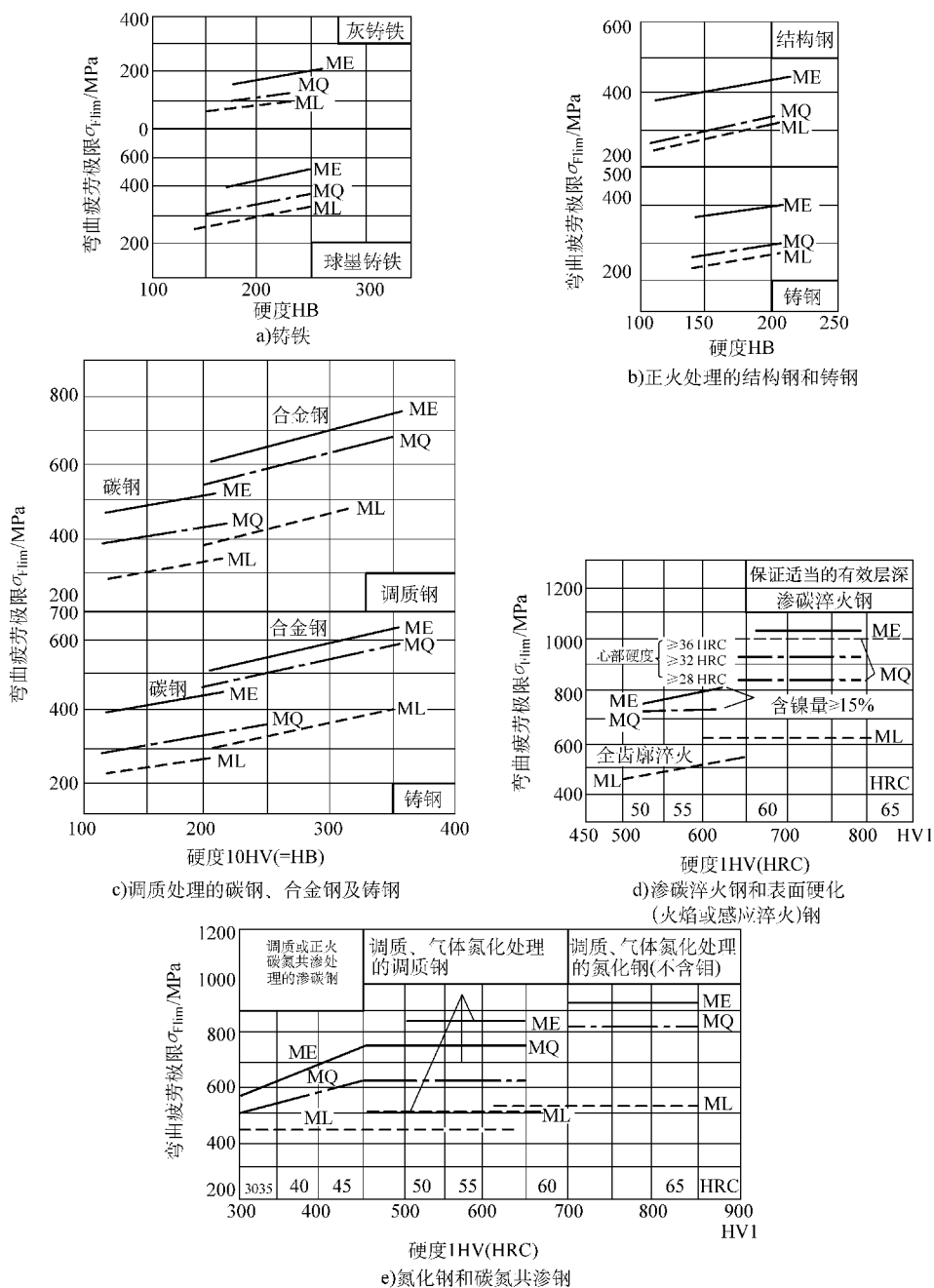


图 2-12 接触寿命系数  $Z_N$

图 2-13 试验齿轮的弯曲疲劳极限  $\sigma_{Flim}$

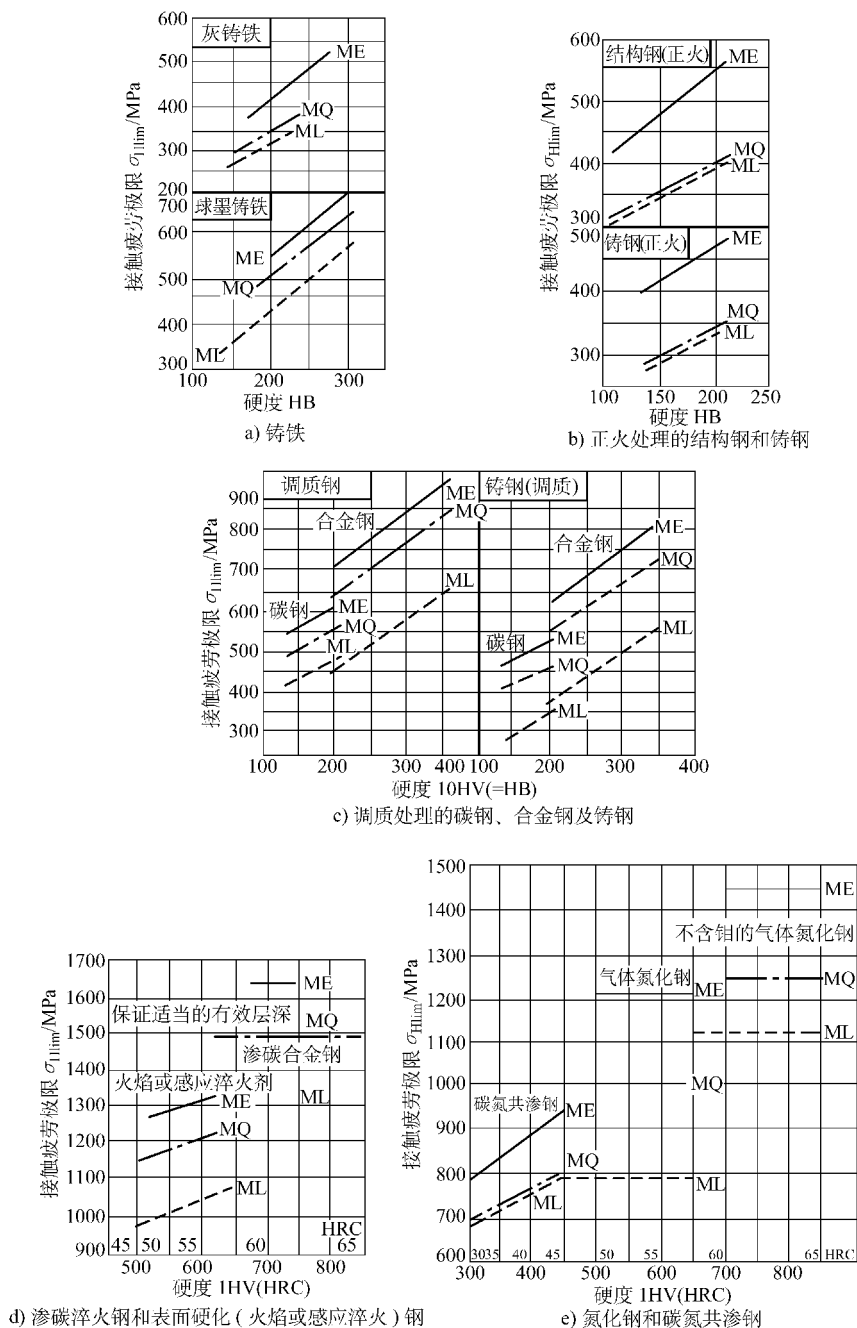
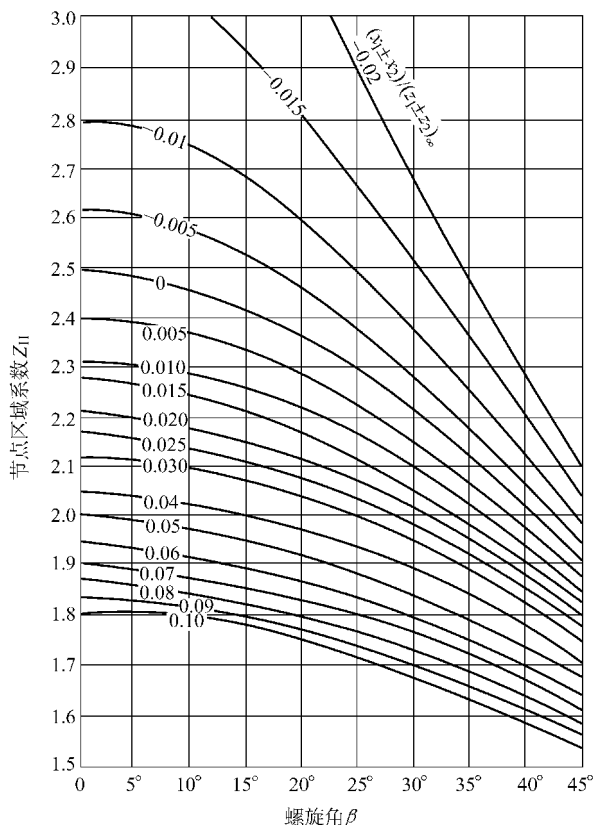


图 2-14 试验齿轮的接触疲劳极限  $\sigma_{Hlim}$

图 2-15 节点区域系数  $Z_H$ 

## 2.2.4 公差等级及其选择

齿轮传动的基本要求有以下四个方面。

1) 传递运动的准确性 (运动精度)。要求齿轮在一转范围内传动比变化不大, 以保证从动轮与主动轮运动协调一致, 传动准确。

2) 传递运动的平稳性 (稳定性)。要求齿轮在一齿范围内瞬间传动比变化不大, 以保证传递运动过程中转动平稳, 振动、冲击和噪声小。

3) 载荷分布的均匀性 (接触精度)。要求啮合时齿面均匀接触, 以保证传递载荷时不会出现应力集中而导致局部齿面过分磨损, 影响齿轮使用寿命。

4) 侧隙的合理性 (齿轮副传动精度)。要求齿轮啮合时, 非工作齿面间应具有合理的齿侧间隙。此间隙用于储存润滑油, 以及补偿由于温度、弹性变形、制造误差及安装误差所引起的尺寸变动, 否则齿轮在传动过程中可能会卡死或烧伤。

不同用途和不同工作条件下的齿轮, 对上述 4 项要求的侧重点是不同的,

如读数装置、分度机构等精密装置齿轮，要求传递运动准确，且小侧隙以减小回程误差；一般机床的变速箱等一般传动齿轮则要求传动平稳且小侧隙，以降低噪声；汽轮机、减速器等高速重载齿轮则要求传递运动准确，传动平稳，载荷分布均匀，且较大侧隙；矿山机械、起重机械等低速重载齿轮要求载荷分布均匀，且较大侧隙。

1. 公差等级及其选择

GB/T 10095.1—2008 对齿轮同侧齿面公差规定了 13 个公差等级，其中 0 级最高，12 级最低。如果要求的齿轮公差等级为 GB/T 10095.1—2001 的某一等级，而无其他规定时，则齿距、齿廓、螺旋线等均按该公差等级确定。也可以按协议对工作和非工作齿面规定不同的公差等级，或对不同偏差项目规定不同的公差等级。另外也可仅对工作齿面规定要求的公差等级。

GB/T 10095.2—2008 对径向综合公差规定了 9 个公差等级，其中 4 级最高，12 级最低；对径向跳动规定了 13 个公差等级，其中 0 级最高，12 级最低。如果要求的齿轮公差等级为 GB 10095.2—2008 的某一等级，而无其他规定时则径向综合与径向跳动的各项偏差的公差均按该公差等级确定。也可根据协议，供需双方共同对任意质量要求规定不同的公差。

径向综合偏差的公差等级不一定与 GB/T 10095.1—2008 中的要素偏差（如齿距、齿廓、螺旋线等）选用相同的等级。当文件需要描述齿轮精度要求时，应注明 GB/T 10095.1—2008 或 GB/T 10095.2—2008。

具体的公差等级结合使用情况参考表 2-9a 和表 2-9b 选用。

表 2-9a 一些机械或机构常用的齿轮公差等级（GB/T 10095—1988）

应用范围	公差等级	应用范围	公差等级
单啮仪、双啮仪	2 ~ 5	载重汽车	6 ~ 9
蜗轮减速器	3 ~ 5	通用减速器	6 ~ 9
金属切削机床	3 ~ 8	轧钢机	5 ~ 10
航空发动机	4 ~ 7	矿用绞车	6 ~ 10
内燃机车、电气机车	5 ~ 8	起重机	6 ~ 9
轻型汽车	5 ~ 8	拖拉机	6 ~ 10

注：此表不属于 GB/T 10095—2008，仅供参考。

表 2-9b 动力齿轮传动的最大圆周速度（单位：m/s）

公差等级	圆柱齿轮传动		锥齿轮传动 <sup>①</sup>	
	直 齿	斜 齿	直 齿	曲线齿
5 级和以上	≥15	≥30	≥12	≥20
6 级	<15	<30	<12	<20
7 级	<10	<15	<8	<10
8 级	<6	<10	<4	<7
9 级	<2	<4	<1.5	<3

① 锥齿轮传动的圆周速度按平均直径计算。



## 2. 齿轮传动的检验组

根据 GB/T 10095.1—2008 和 GB/T 10095.2—2008 两项标准, 齿轮的检验组可分为单项检验和综合检验, 综合检验又分为单面啮合综合检验和双面啮合综合检验。表 2-10 给出了具体检验项目。

表 2-10 齿轮传动的检验项目

单项检验项目	综合检验项目	
齿距偏差 $f_{pt}$ , $F_{pk}$ , $F_p$	单面啮合综合检验	双面啮合综合检验
齿廓总偏差 $F_\alpha$	切向综合偏差 $F'_i$	径向综合偏差 $F''_i$
螺旋线总偏差 $F_\beta$		
齿厚偏差	一齿切向综合偏差 $f'_i$	一齿径向综合偏差 $f''_i$

径向跳动的检验是结合企业贯彻旧标准的经验和我国齿轮生产的现状, 建议在单项检验中增加的检验项目。

当采用单面啮合综合检验时, 采购方与供货方应就测量元件 (齿轮或齿轮测头或蜗杆) 的选用、设计、公差等级、偏差的读取及检验费用等达成协议。

当采用双面啮合综合检验时, 采购方与供货方应就测量设计、齿宽、公差等级和公差的确定达成协议。

GB/T 10095.1—2008 或 GB/T 10095.2—2008 标准没有像 GB/T 10095.1—1988 和 GB/T 10095.2—1988 标准那样规定齿轮的检验组。根据企业贯彻 88 标准的技术成果, 目前齿轮生产的技术与质量控制水平, 建议供货方应根据齿轮的使用要求、生产批量、在下面建议的检验组中选取一个检验组评定齿轮质量。

①  $f_{pt}$ 、 $F_\alpha$ 、 $F_\beta$ 、 $F_r$ ; ②  $F_{pk}$ 、 $f_{pt}$ 、 $F_p$ 、 $F_\alpha$ 、 $F_\beta$ 、 $F_r$ ; ③  $F''_i$ 、 $f''_i$ ; ④  $f_{pt}$ 、 $F_r$ ; ⑤  $F'_i$ 、 $f'_i$  (有协议要求时)。

## 3. 齿厚 (GB/T 10095—1988 仅供参考)

标准中规定了 14 种齿厚 (或公法线长度) 极限偏差, 按偏差数值由小到大的顺序依次用字母 C、D、E...S 表示。每个代号代表齿距极限偏差为  $f_{pt}$  的倍数, 见表 2-50。

选择齿厚极限偏差时, 应根据对侧隙的要求, 从图 2-16 中选择两种代号, 组成齿厚上偏差和下偏差。例如, 选择齿厚极限偏差的代号 FL, 表示齿厚上偏差为  $F$  ( $= -4f_{pt}$ ), 下偏差为  $L$  ( $= -16f_{pt}$ )。

## 4. 侧隙

齿轮副的侧隙要求, 应根据工作条件用最大极限侧隙  $j_{\max}$  (或  $j_{t\max}$ ) 与最小极限侧隙  $j_{\min}$  (或  $j_{t\min}$ ) 来规定。侧隙是通过选择适当的中心距偏差, 齿厚极限偏差 (或公法线平均长度偏差) 等来保证。

对于一般要求的齿轮传动, 可参考表 2-23 选取最小侧隙, 然后按有关公式计算选取的齿厚 (或公法线长度) 极限偏差, 最后按图 2-16 圆整并确定代号。详细的确定侧隙和计算齿厚极限偏差方法, 可参考“互换性与技术测量”教材。

2.2.5 圆柱齿轮精度数据表

1. 轮齿同侧齿面偏差 (GB/T 10095.1—2008)

表 2-11 单个齿距偏差  $\pm f_{pt}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 <i>d</i> /mm	法向模数 <i>m<sub>n</sub></i> /mm	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.8	1.2	1.7	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	0.9	1.3	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	59.0
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.9	1.2	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.0	1.4	1.9	2.7	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.2	1.7	2.5	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.9	1.3	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.0	1.5	2.1	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.1	1.6	2.3	3.2	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	52.0	73.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.3	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.6	2.2	3.1	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	63.0	89.0	125.0
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.1	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.1	1.6	2.3	3.2	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	73.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.2	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	90.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.7	2.4	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	107.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.1	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0
	$25 < m_n \leq 40$	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0	121.0	171.0
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.2	1.7	2.4	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.3	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	57.0	81.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.4	1.9	2.7	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.5	2.2	3.1	4.4	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	70.0	99.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	81.0	115.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.2	3.1	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	140.0
	$25 < m_n \leq 40$	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0	127.0	180.0
	$40 < m_n \leq 70$	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	45.0	63.0	89.0	126.0	178.0	252.0

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.3	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.4	2.0	2.9	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	91.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.5	2.2	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	35.0	49.0	69.0	98.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.7	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	109.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	63.0	89.0	125.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	150.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	47.0	67.0	95.0	134.0	190.0
	$40 < m_n \leq 70$	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	93.0	131.0	185.0	262.0
$1000 < d \leq 1600$	$2 \leq m_n \leq 3.5$	1.6	2.3	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	72.0	103.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.7	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	77.0	109.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.9	2.6	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	85.0	120.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0	136.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0	114.0	161.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.1	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	100.0	142.0	201.0
	$40 < m_n \leq 70$	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0	137.0	193.0	273.0
$1600 < d \leq 2500$	$3.5 \leq m_n \leq 6$	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0	122.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.1	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	94.0	132.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	74.0	105.0	149.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0	174.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	107.0	151.0	213.0
	$40 < m_n \leq 70$	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0	143.0	202.0	286.0
$2500 < d \leq 4000$	$6 \leq m_n \leq 10$	2.3	3.3	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	105.0	148.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	165.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	95.0	134.0	189.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0	114.0	162.0	229.0
	$40 < m_n \leq 70$	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	151.0	213.0	301.0
$4000 < d \leq 6000$	$6 \leq m_n \leq 10$	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	42.0	59.0	83.0	118.0	167.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.9	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	130.0	183.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.3	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	104.0	147.0	208.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	175.0	248.0
	$40 < m_n \leq 70$	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	57.0	80.0	113.0	160.0	226.0	320.0

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$6000 < d \leq 8000$	$10 \leq m_n \leq 16$	3.1	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0	142.0	201.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	57.0	80.0	113.0	160.0	226.0
	$25 < m_n \leq 40$	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	94.0	133.0	188.0	266.0
	$40 < m_n \leq 70$	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	84.0	119.0	169.0	239.0	338.0
$8000 < d \leq 10000$	$10 \leq m_n \leq 16$	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	108.0	153.0	217.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	171.0	242.0
	$25 < m_n \leq 40$	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	140.0	199.0	281.0
	$40 < m_n \leq 70$	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	125.0	177.0	250.0	353.0

表 2-12 齿距累积总偏差  $F_p$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	90.0	127.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	2.1	2.9	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	94.0	133.0
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	57.0	81.0	115.0	162.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0	119.0	168.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	2.7	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	87.0	123.0	174.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	93.0	131.0	185.0
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	3.3	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	104.0	147.0	208.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	76.0	107.0	151.0	214.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	3.4	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	28.0	39.0	55.0	78.0	110.0	156.0	220.0
	$6 < m_n \leq 10$	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	164.0	231.0
	$10 < m_n \leq 16$	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	175.0	248.0
	$16 < m_n \leq 25$	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	193.0	273.0
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	35.0	49.0	69.0	98.0	138.0	195.0	276.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	100.0	141.0	199.0	282.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	102.0	144.0	204.0	288.0
	$6 < m_n \leq 10$	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0	106.0	149.0	211.0	299.0
	$10 < m_n \leq 16$	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	112.0	158.0	223.0	316.0
	$16 < m_n \leq 25$	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	120.0	170.0	241.0	341.0
	$25 < m_n \leq 40$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	47.0	67.0	95.0	134.0	190.0	269.0	380.0

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	64.0	91.0	129.0	182.0	257.0	364.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	92.0	131.0	185.0	261.0	370.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	66.0	94.0	133.0	188.0	266.0	376.0
	$6 < m_n \leq 10$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0	137.0	193.0	274.0	387.0
	$10 < m_n \leq 16$	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0	143.0	202.0	285.0	404.0
	$16 < m_n \leq 25$	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	107.0	151.0	214.0	303.0	428.0
	$25 < m_n \leq 40$	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	83.0	117.0	165.0	234.0	331.0	468.0
	$40 < m_n \leq 70$	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	95.0	135.0	191.0	270.0	382.0	540.0
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	59.0	83.0	117.0	166.0	235.0	332.0	469.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	7.5	10.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0	119.0	168.0	238.0	336.0	475.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	120.0	170.0	241.0	341.0	482.0
	$6 < m_n \leq 10$	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	87.0	123.0	174.0	246.0	348.0	492.0
	$10 < m_n \leq 16$	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	64.0	90.0	127.0	180.0	254.0	360.0	509.0
	$16 < m_n \leq 25$	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	94.0	133.0	189.0	267.0	378.0	534.0
	$25 < m_n \leq 40$	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	101.0	143.0	203.0	287.0	405.0	573.0
	$40 < m_n \leq 70$	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0	114.0	161.0	228.0	323.0	457.0	646.0
$1000 < d \leq 1600$	$2 \leq m_n \leq 3.5$	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	105.0	148.0	209.0	296.0	418.0	591.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0	106.0	149.0	211.0	299.0	423.0	598.0
	$6 < m_n \leq 10$	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	108.0	152.0	215.0	304.0	430.0	608.0
	$10 < m_n \leq 16$	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	55.0	78.0	111.0	156.0	221.0	313.0	442.0	625.0
	$16 < m_n \leq 25$	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	57.0	81.0	115.0	163.0	230.0	325.0	460.0	650.0
	$25 < m_n \leq 40$	11.0	15.0	22.0	30.0	43.0	61.0	86.0	122.0	172.0	244.0	345.0	488.0	690.0
	$40 < m_n \leq 70$	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0	135.0	190.0	269.0	381.0	539.0	762.0
$1600 < d \leq 2500$	$3.5 \leq m_n \leq 6$	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	91.0	129.0	182.0	257.0	364.0	514.0	727.0
	$6 < m_n \leq 10$	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	92.0	130.0	184.0	261.0	369.0	522.0	738.0
	$10 < m_n \leq 16$	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	94.0	133.0	189.0	267.0	377.0	534.0	755.0
	$16 < m_n \leq 25$	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0	138.0	195.0	276.0	390.0	551.0	780.0
	$25 < m_n \leq 40$	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	72.0	102.0	145.0	205.0	290.0	409.0	579.0	819.0
	$40 < m_n \leq 70$	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0	158.0	223.0	315.0	446.0	603.0	891.0

(续)														
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$2500 < d \leq 4000$	$6 \leq m_n \leq 10$	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	80.0	113.0	159.0	225.0	318.0	450.0	637.0	901.0
	$10 < m_n \leq 16$	14.0	20.0	29.0	41.0	57.0	81.0	115.0	162.0	229.0	324.0	459.0	649.0	917.0
	$16 < m_n \leq 25$	15.0	21.0	29.0	42.0	59.0	83.0	118.0	167.0	236.0	333.0	471.0	666.0	942.0
	$25 < m_n \leq 40$	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0	174.0	245.0	347.0	491.0	694.0	982.0
	$40 < m_n \leq 70$	16.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0	186.0	264.0	373.0	525.0	745.0	1 054.0
$4000 < d \leq 6000$	$6 \leq m_n \leq 10$	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0	137.0	194.0	274.0	387.0	548.0	775.0	1 095.0
	$10 < m_n \leq 16$	17.0	25.0	35.0	49.0	69.0	98.0	139.0	197.0	278.0	393.0	556.0	786.0	1 112.0
	$16 < m_n \leq 25$	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	100.0	142.0	201.0	284.0	402.0	568.0	804.0	1 137.0
	$25 < m_n \leq 40$	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	104.0	147.0	208.0	294.0	416.0	588.0	832.0	1 176.0
	$40 < m_n \leq 70$	20.0	28.0	39.0	55.0	78.0	110.0	156.0	221.0	312.0	441.0	624.0	883.0	1 249.0
$6000 < d \leq 8000$	$10 \leq m_n \leq 16$	20.0	29.0	41.0	57.0	81.0	115.0	162.0	230.0	325.0	459.0	650.0	919.0	1 299.0
	$16 < m_n \leq 25$	21.0	29.0	41.0	59.0	83.0	117.0	166.0	234.0	331.0	468.0	662.0	936.0	1 324.0
	$25 < m_n \leq 40$	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	170.0	241.0	341.0	482.0	682.0	964.0	1 364.0
	$40 < m_n \leq 70$	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0	127.0	179.0	254.0	359.0	508.0	718.0	1 015.0	1 436.0
$8000 < d \leq 10000$	$10 \leq m_n \leq 16$	23.0	32.0	46.0	65.0	91.0	129.0	182.0	258.0	365.0	516.0	730.0	1 032.0	1 460.0
	$16 < m_n \leq 25$	23.0	33.0	46.0	66.0	93.0	131.0	186.0	262.0	371.0	525.0	742.0	1 050.0	1 485.0
	$25 < m_n \leq 40$	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0	135.0	191.0	269.0	381.0	539.0	762.0	1 078.0	1 524.0
	$40 < m_n \leq 70$	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0	141.0	200.0	282.0	399.0	564.0	798.0	1 129.0	1 596.0

表 2-13 齿廓总偏差  $F_\alpha$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.8	1.1	1.6	2.3	3.2	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.2	1.7	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.9	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.3	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.6	2.2	3.1	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.0	1.5	2.1	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.4	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	63.0	89.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.7	2.4	3.4	4.8	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	108.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.0	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	92.0	131.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	159.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	192.0
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.2	1.7	2.4	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	55.0	78.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.6	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.9	2.6	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	84.0	119.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0	143.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	171.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	102.0	144.0	204.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0	174.0	246.0
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.5	2.1	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	94.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.8	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0	135.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.5	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	158.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0	186.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0	110.0	155.0	219.0
	$25 < m_n \leq 40$	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	92.0	131.0	185.0	261.0
	$40 < m_n \leq 70$	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	57.0	80.0	113.0	160.0	227.0	321.0
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0	135.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	109.0	154.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	125.0	177.0
	$10 < m_n \leq 16$	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	72.0	102.0	145.0	205.0
	$16 < m_n \leq 25$	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0	119.0	168.0	238.0
	$25 < m_n \leq 40$	4.4	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	70.0	99.0	140.0	198.0	280.0
	$40 < m_n \leq 70$	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	85.0	120.0	170.0	240.0	339.0

(续)														
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$1000 < d \leq 1600$	$2 \leq m_n \leq 3.5$	2.4	3.4	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0	110.0	155.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0	174.0
	$6 < m_n \leq 10$	3.1	4.4	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	70.0	99.0	139.0	197.0
	$10 < m_n \leq 16$	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	80.0	113.0	159.0	225.0
	$16 < m_n \leq 25$	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	91.0	129.0	183.0	258.0
	$25 < m_n \leq 40$	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	150.0	212.0	300.0
	$40 < m_n \leq 70$	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	64.0	90.0	127.0	180.0	254.0	360.0
$1600 < d \leq 2500$	$3.5 \leq m_n \leq 6$	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	70.0	98.0	139.0	197.0
	$6 < m_n \leq 10$	3.4	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0	110.0	156.0	220.0
	$10 < m_n \leq 16$	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	175.0	248.0
	$16 < m_n \leq 25$	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	141.0	199.0	281.0
	$25 < m_n \leq 40$	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0	114.0	161.0	228.0	323.0
	$40 < m_n \leq 70$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	135.0	191.0	271.0	383.0
$2500 < d \leq 4000$	$6 \leq m_n \leq 10$	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	176.0	249.0
	$10 < m_n \leq 16$	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	35.0	49.0	69.0	98.0	138.0	196.0	277.0
	$16 < m_n \leq 25$	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	77.0	110.0	155.0	219.0	310.0
	$25 < m_n \leq 40$	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	176.0	249.0	351.0
	$40 < m_n \leq 70$	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	73.0	103.0	145.0	206.0	291.0	411.0
$4000 < d \leq 6000$	$6 \leq m_n \leq 10$	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0	141.0	200.0	283.0
	$10 < m_n \leq 16$	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0	110.0	155.0	220.0	311.0
	$16 < m_n \leq 25$	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	30.0	43.0	61.0	86.0	122.0	172.0	243.0	344.0
	$25 < m_n \leq 40$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	193.0	273.0	386.0
	$40 < m_n \leq 70$	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0	158.0	223.0	315.0	445.0
$6000 < d \leq 8000$	$10 \leq m_n \leq 16$	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0	122.0	172.0	243.0	344.0
	$16 < m_n \leq 25$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	94.0	113.0	189.0	267.0	377.0
	$25 < m_n \leq 40$	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	52.0	74.0	105.0	148.0	209.0	296.0	419.0
	$40 < m_n \leq 70$	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	85.0	120.0	169.0	239.0	338.0	478.0
$8000 < d \leq 10000$	$10 \leq m_n \leq 16$	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0	186.0	263.0	372.0
	$16 < m_n \leq 25$	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	101.0	143.0	203.0	287.0	405.0
	$25 < m_n \leq 40$	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	158.0	223.0	316.0	447.0
	$40 < m_n \leq 70$	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0	127.0	179.0	253.0	358.0	507.0



表 2-14 螺旋线总偏差  $F_{\beta}$ (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 <i>d</i> /mm	齿 宽 <i>b</i> /mm	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5≤ <i>d</i> ≤20	4≤ <i>b</i> ≤10	1.1	1.5	2.2	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	35.0	49.0	69.0
	10≤ <i>b</i> ≤20	1.2	1.7	2.4	3.4	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	28.0	39.0	55.0	78.0
	20≤ <i>b</i> ≤40	1.4	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	45.0	63.0	89.0
	40≤ <i>b</i> ≤80	1.6	2.3	3.3	4.6	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	52.0	74.0	105.0
20< <i>d</i> ≤50	4≤ <i>b</i> ≤10	1.1	1.6	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0
	10< <i>b</i> ≤20	1.3	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0
	20< <i>b</i> ≤40	1.4	2.0	2.9	4.1	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0
	40< <i>b</i> ≤80	1.7	2.4	3.4	4.8	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	107.0
	80< <i>b</i> ≤160	2.0	2.9	4.1	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	130.0
50< <i>d</i> ≤125	4≤ <i>b</i> ≤10	1.2	1.7	2.4	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	76.0
	10< <i>b</i> ≤20	1.3	1.9	2.6	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	84.0
	20< <i>b</i> ≤40	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	95.0
	40< <i>b</i> ≤80	1.7	2.5	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0
	80< <i>b</i> ≤160	2.1	2.9	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	94.0	133.0
	160< <i>b</i> ≤250	2.5	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	158.0
	250< <i>b</i> ≤400	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	92.0	130.0	184.0
125< <i>d</i> ≤280	4≤ <i>b</i> ≤10	1.3	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0
	10< <i>b</i> ≤20	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0
	20< <i>b</i> ≤40	1.6	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0
	40< <i>b</i> ≤80	1.8	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	117.0
	80< <i>b</i> ≤160	2.2	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	69.0	98.0	139.0
	160< <i>b</i> ≤250	2.6	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	164.0
	250< <i>b</i> ≤400	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	47.0	67.0	95.0	134.0	190.0
	400< <i>b</i> ≤650	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	158.0	224.0
280< <i>d</i> ≤560	10≤ <i>b</i> ≤20	1.5	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0
	20< <i>b</i> ≤40	1.7	2.4	3.4	4.8	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	108.0
	40< <i>b</i> ≤80	1.9	2.7	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	87.0	124.0
	80< <i>b</i> ≤160	2.3	3.2	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	52.0	73.0	103.0	146.0
	160< <i>b</i> ≤250	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	171.0
	250< <i>b</i> ≤400	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	70.0	98.0	139.0	197.0
	400< <i>b</i> ≤650	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	82.0	115.0	163.0	231.0
	650< <i>b</i> ≤1000	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	193.0	272.0

(续)														
分度圆直径 <i>d</i> /mm	齿 宽 <i>b</i> /mm	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
560 < <i>d</i> ≤1000	10 ≤ <i>b</i> ≤ 20	1.6	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	74.0	105.0
	20 < <i>b</i> ≤ 40	1.8	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0
	40 < <i>b</i> ≤ 80	2.1	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0
	80 < <i>b</i> ≤ 160	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	77.0	109.0	154.0
	160 < <i>b</i> ≤ 250	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0	127.0	179.0
	250 < <i>b</i> ≤ 400	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	73.0	103.0	145.0	205.0
	400 < <i>b</i> ≤ 650	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0	85.0	120.0	169.0	239.0
	650 < <i>b</i> ≤ 1000	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	140.0	199.0	281.0
1000 < <i>d</i> ≤1600	20 ≤ <i>b</i> ≤ 40	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	63.0	89.0	126.0
	40 < <i>b</i> ≤ 80	2.2	3.1	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0	141.0
	80 < <i>b</i> ≤ 160	2.6	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	164.0
	160 < <i>b</i> ≤ 250	2.9	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	94.0	133.0	189.0
	250 < <i>b</i> ≤ 400	3.4	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	107.0	152.0	215.0
	400 < <i>b</i> ≤ 650	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	176.0	249.0
	650 < <i>b</i> ≤ 1000	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	73.0	103.0	145.0	205.0	290.0
1600 < <i>d</i> ≤2500	20 ≤ <i>b</i> ≤ 40	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0
	40 < <i>b</i> ≤ 80	2.4	3.4	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	107.0	152.0
	80 < <i>b</i> ≤ 160	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0	174.0
	160 < <i>b</i> ≤ 250	3.1	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	141.0	199.0
	250 < <i>b</i> ≤ 400	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	80.0	112.0	159.0	225.0
	400 < <i>b</i> ≤ 650	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	130.0	183.0	259.0
	650 < <i>b</i> ≤ 1 000	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	150.0	212.0	300.0
2500 < <i>d</i> ≤4000	40 ≤ <i>b</i> ≤ 80	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	165.0
	80 < <i>b</i> ≤ 160	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0	187.0
	160 < <i>b</i> ≤ 250	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0	106.0	150.0	212.0
	250 < <i>b</i> ≤ 400	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0	119.0	168.0	238.0
	400 < <i>b</i> ≤ 650	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	192.0	272.0
	650 < <i>b</i> ≤ 1000	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	55.0	78.0	111.0	157.0	222.0	314.0
4000 < <i>d</i> ≤6000	80 ≤ <i>b</i> ≤ 160	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	101.0	143.0	203.0
	160 < <i>b</i> ≤ 250	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	57.0	80.0	114.0	161.0	228.0
	250 < <i>b</i> ≤ 400	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0	127.0	179.0	253.0

(续)

分度圆直径 <i>d</i> /mm	齿 宽 <i>b</i> /mm	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4000 < <i>d</i> ≤6000	400 < <i>b</i> ≤650	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	102.0	144.0	203.0	288.0
	650 < <i>b</i> ≤1000	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	165.0	233.0	329.0
6000 < <i>d</i> ≤8000	80 ≤ <i>b</i> ≤160	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	109.0	154.0	218.0
	160 < <i>b</i> ≤250	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0	121.0	171.0	242.0
	250 < <i>b</i> ≤400	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	47.0	67.0	95.0	134.0	190.0	268.0
	400 < <i>b</i> ≤650	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	76.0	107.0	151.0	214.0	303.0
	650 < <i>b</i> ≤1 000	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	30.0	43.0	61.0	86.0	122.0	172.0	243.0	344
8000 < <i>d</i> ≤10000	80 ≤ <i>b</i> ≤160	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	81.0	115.0	163.0	230.0
	160 < <i>b</i> ≤250	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	90.0	128.0	181.0	255.0
	250 < <i>b</i> ≤400	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	141.0	199.0	281.0
	400 < <i>b</i> ≤650	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	112.0	158.0	223.0	315.0
	650 < <i>b</i> ≤1 000	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	89.0	126.0	178.0	252.0	357.0

表 2-15 齿廓形状偏差  $f_{\text{ra}}$  (GB/T 10095.1—2008 附录) (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.6	0.9	1.3	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	0.9	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.0	1.4	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.2	1.7	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	54.0	77.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.8	1.1	1.6	2.3	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.3	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	42.0	59.0	83.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.6	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	101.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.9	2.7	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	87.0	123.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0	106.0	149.0
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.9	1.3	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.2	1.7	2.4	3.4	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	28.0	39.0	55.0	78.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.4	2.0	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	93.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.7	2.4	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	55.0	78.0	111.0

(续)														
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$125 < d \leq 280$	$10 < m_n \leq 16$	2.1	2.9	4.0	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	94.0	133.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	158.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	135.0	191.0
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.1	1.6	2.3	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	72.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	64.0	90.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.6	2.3	3.3	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	104.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.3	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	72.0	102.0	145.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	170.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	101.0	144.0	203.0
	$40 < m_n \leq 70$	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	125.0	177.0	250.0
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.4	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.6	2.3	3.3	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0	104.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.9	2.6	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0	119.0
	$6 < m_n \leq 10$	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0	137.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0	159.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	92.0	131.0	185.0
	$25 < m_n \leq 40$	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	109.0	154.0	217.0
	$40 < m_n \leq 70$	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0	187.0	264.0

表 2-16 齿廓倾斜极限偏差  $\pm f_{H\alpha}$  (GB/T 10095.1—2008 附录)

(单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.5	0.7	1.0	1.5	2.1	2.9	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	0.7	1.0	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	47.0
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.6	0.8	1.2	1.6	2.3	3.3	4.6	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	0.8	1.1	1.6	2.3	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.0	1.4	2.0	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.2	1.7	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.7	0.9	1.3	1.9	2.6	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	0.9	1.2	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	57.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$50 < d \leq 125$	$6 < m_n \leq 10$	1.3	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	83.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.6	2.2	3.1	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0
	$16 < m_n \leq 25$	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	86.0	121.0
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.8	1.1	1.6	2.2	3.1	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.2	1.7	2.4	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	90.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.7	2.4	3.4	4.8	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	108.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	91.0	129.0
	$25 < m_n \leq 40$	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	77.0	109.0	155.0
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	0.9	1.3	1.9	2.6	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	42.0	60.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.2	1.6	2.3	3.3	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	74.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.3	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.6	2.2	3.1	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0
	$10 < m_n \leq 16$	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	42.0	59.0	83.0	118.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.2	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	35.0	49.0	69.0	98.0	138.0
	$25 < m_n \leq 40$	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	164.0
	$40 < m_n \leq 70$	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	50.0	71.0	101.0	143.0	202.0
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	1.1	1.6	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	1.3	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	61.0	86.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	1.5	2.2	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0
	$6 < m_n \leq 10$	1.7	2.5	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0	112.0
	$10 < m_n \leq 16$	2.0	2.9	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	129.0
	$16 < m_n \leq 25$	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	150.0
	$25 < m_n \leq 40$	2.8	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	125.0	176.0
	$40 < m_n \leq 70$	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	76.0	107.0	151.0	214.0

表 2-17 螺旋形形状偏差  $f_{\text{H}\beta}$  和螺旋形倾斜极限偏差  $\pm f_{\text{H}\beta}$  (GB/T 10095.1—2008 附录)(单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	齿宽 $b/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$4 \leq b \leq 10$	0.8	1.1	1.5	2.2	3.1	4.4	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0
	$10 \leq b \leq 20$	0.9	1.2	1.7	2.5	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0

(续)														
分度圆直径 $d/\text{mm}$	齿宽 $b/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 < d \leq 20$	$20 \leq b \leq 40$	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	64.0
	$40 \leq b \leq 80$	1.2	1.7	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0
$20 < d \leq 50$	$4 \leq b \leq 10$	0.8	1.1	1.6	2.3	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0
	$10 < b \leq 20$	0.9	1.3	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0
	$20 < b \leq 40$	1.0	1.4	2.0	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0
	$40 < b \leq 80$	1.2	1.7	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0
	$80 < b \leq 160$	1.4	2.0	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	65.0	93.0
$50 < d \leq 125$	$4 \leq b \leq 10$	0.8	1.2	1.7	2.4	3.4	4.8	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0
	$10 < b \leq 20$	0.9	1.3	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0
	$20 < b \leq 40$	1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0
	$40 < b \leq 80$	1.2	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	79.0
	$80 < b \leq 160$	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0
	$160 < b \leq 250$	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	80.0	113.0
	$250 < b \leq 400$	2.1	2.9	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	46.0	66.0	93.0	132.0
$125 < d \leq 280$	$4 \leq b \leq 10$	0.9	1.3	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0
	$10 < b \leq 20$	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0
	$20 < b \leq 40$	1.1	1.6	2.2	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0
	$40 < b \leq 80$	1.3	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	42.0	59.0	83.0
	$80 < b \leq 160$	1.5	2.2	3.1	4.4	6.0	8.5	12.0	17.0	25.0	35.0	49.0	70.0	99.0
	$160 < b \leq 250$	1.8	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	83.0	117.0
	$250 < b \leq 400$	2.1	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	135.0
	$400 < b \leq 650$	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	80.0	113.0	160.0
$280 < d \leq 560$	$10 \leq b \leq 20$	1.1	1.5	2.2	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0
	$20 < b \leq 40$	1.2	1.7	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0
	$40 < b \leq 80$	1.4	1.9	2.7	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0
	$80 < b \leq 160$	1.6	2.3	3.2	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	73.0	104.0
	$160 < b \leq 250$	1.9	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	30.0	43.0	61.0	86.0	122.0
	$250 < b \leq 400$	2.2	3.1	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	99.0	140.0
	$400 < b \leq 650$	2.6	3.6	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	165.0
	$650 < b \leq 1000$	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0	137.0	194.0

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	齿宽 $b/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$560 < d \leq 1000$	$10 \leq b \leq 20$	1.2	1.7	2.3	3.3	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	75.0
	$20 < b \leq 40$	1.3	1.8	2.6	3.7	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	83.0
	$40 < b \leq 80$	1.5	2.1	2.9	4.1	6.0	8.5	12.0	17.0	23.0	33.0	47.0	66.0	94.0
	$80 < b \leq 160$	1.7	2.4	3.4	4.9	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0	110.0
	$160 < b \leq 250$	2.0	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	90.0	128.0
	$250 < b \leq 400$	2.3	3.2	4.6	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	73.0	103.0	146.0
	$400 < b \leq 650$	2.7	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	171.0
	$650 < b \leq 1000$	3.1	4.4	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0	142.0	200.0

表 2-18  $f'_i/K$  的值 (GB/T 10095.1—2008 附录) (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 <i>d</i> /mm	法向模数 <i>m<sub>n</sub></i> /mm	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	2.4	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	109.0	154.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	2.8	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	45.0	64.0	91.0	129.0	182.0
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	82.0	115.0	163.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	3.0	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	135.0	191.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	108.0	153.0	217.0
	$6 < m_n \leq 10$	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	63.0	89.0	125.0	177.0	251.0
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	2.7	3.9	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	176.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	3.2	4.5	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	102.0	144.0	204.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	40.0	57.0	81.0	115.0	162.0	229.0
	$6 < m_n \leq 10$	4.1	6.0	8.0	12.0	16.0	23.0	33.0	47.0	66.0	93.0	132.0	186.0	263.0
	$10 < m_n \leq 16$	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	109.0	154.0	218.0	308.0
	$16 < m_n \leq 25$	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	91.0	129.0	183.0	259.0	366.0
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	3.0	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0	137.0	194.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	3.5	4.9	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0	157.0	222.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	175.0	247.0
	$6 < m_n \leq 10$	4.4	6.0	9.0	12.0	18.0	25.0	35.0	50.0	70.0	100.0	141.0	199.0	281.0
	$10 < m_n \leq 16$	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	82.0	115.0	163.0	231.0	326.0
	$16 < m_n \leq 25$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	192.0	272.0	384.0
	$25 < m_n \leq 40$	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	58.0	82.0	116.0	165.0	233.0	329.0	465.0

(续)														
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2$	3.4	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	54.0	77.0	109.0	154.0	218.0
	$2 < m_n \leq 3.5$	3.8	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	87.0	123.0	174.0	246.0
	$3.5 < m_n \leq 6$	4.2	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	192.0	271.0
	$6 < m_n \leq 10$	4.8	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	108.0	153.0	216.0	305.0
	$10 < m_n \leq 16$	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	124.0	175.0	248.0	350.0
	$16 < m_n \leq 25$	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	35.0	51.0	72.0	102.0	144.0	204.0	289.0	408.0
	$25 < m_n \leq 40$	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	86.0	122.0	173.0	245.0	346.0	489.0
	$40 < m_n \leq 70$	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	78.0	110.0	155.0	220.0	311.0	439.0	621.0
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m \leq 2$	3.9	5.5	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	44.0	62.0	87.0	123.0	174.0	247.0
	$2 < m \leq 3.5$	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0	137.0	194.0	275.0
	$3.5 < m \leq 6$	4.7	6.5	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	150.0	212.0	300.0
	$6 < m \leq 10$	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	30.0	42.0	59.0	84.0	118.0	167.0	236.0	334.0
	$10 < m \leq 16$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	33.0	47.0	67.0	95.0	134.0	189.0	268.0	379.0
	$16 < m \leq 25$	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	39.0	55.0	77.0	109.0	154.0	218.0	309.0	437.0
	$25 < m \leq 40$	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	129.0	183.0	259.0	366.0	518.0
	$40 < m \leq 70$	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	57.0	81.0	115.0	163.0	230.0	325.0	460.0	650.0
$1000 < d \leq 1600$	$2 \leq m \leq 3.5$	4.8	7.0	9.5	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	77.0	108.0	153.0	217.0	307.0
	$3.5 < m \leq 6$	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	59.0	83.0	117.0	166.0	235.0	332.0
	$6 < m \leq 10$	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	91.0	129.0	183.0	259.0	366.0
	$10 < m \leq 16$	6.5	9.0	13.0	18.0	26.0	36.0	51.0	73.0	103.0	145.0	205.0	290.0	410.0
	$16 < m \leq 25$	7.5	10.0	15.0	21.0	29.0	41.0	59.0	83.0	117.0	166.0	234.0	331.0	468.0
	$25 < m \leq 40$	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0	137.0	194.0	275.0	389.0	550.0
	$40 < m \leq 70$	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	120.0	170.0	241.0	341.0	482.0	682.0
$1600 < d \leq 2500$	$3.5 \leq m \leq 6$	5.5	8.0	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	130.0	183.0	259.0	367.0
	$6 < m \leq 10$	6.5	9.0	13.0	18.0	25.0	35.0	50.0	71.0	100.0	142.0	200.0	283.0	401.0
	$10 < m \leq 16$	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0	158.0	223.0	315.0	446.0
	$16 < m \leq 25$	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	45.0	63.0	89.0	126.0	178.0	252.0	356.0	504.0
	$25 < m \leq 40$	9.0	13.0	18.0	26.0	37.0	52.0	73.0	103.0	146.0	207.0	292.0	413.0	585.0
	$40 < m \leq 70$	11.0	16.0	22.0	32.0	45.0	63.0	90.0	127.0	179.0	253.0	358.0	507.0	717.0
$2500 < d \leq 4000$	$6 \leq m \leq 10$	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0	157.0	223.0	315.0	445.0
	$10 < m \leq 16$	7.5	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	122.0	173.0	245.0	346.0	490.0



(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$2500 < d \leq 4000$	$16 < m \leq 25$	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	97.0	137.0	194.0	274.0	387.0	548.0
	$25 < m \leq 40$	10.0	14.0	20.0	28.0	39.0	56.0	79.0	111.0	157.0	222.0	315.0	445.0	629.0
	$40 < m \leq 70$	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	67.0	95.0	135.0	190.0	269.0	381.0	538.0	761.0
$4000 < d \leq 6000$	$6 \leq m \leq 10$	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0	44.0	62.0	88.0	125.0	176.0	249.0	352.0	498.0
	$10 < m \leq 16$	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	48.0	68.0	96.0	136.0	192.0	271.0	384.0	543.0
	$16 < m \leq 25$	9.5	13.0	19.0	27.0	38.0	53.0	75.0	106.0	150.0	212.0	300.0	425.0	601.0
	$25 < m \leq 40$	11.0	15.0	21.0	30.0	43.0	60.0	85.0	121.0	170.0	241.0	341.0	482.0	682.0
	$40 < m \leq 70$	13.0	18.0	25.0	36.0	51.0	72.0	102.0	144.0	204.0	288.0	407.0	576.0	814.0
$6000 < d \leq 8000$	$10 \leq m \leq 16$	9.5	13.0	19.0	26.0	37.0	52.0	74.0	105.0	148.0	210.0	297.0	420.0	594.0
	$16 < m \leq 25$	10.0	14.0	20.0	29.0	41.0	58.0	81.0	115.0	163.0	230.0	326.0	461.0	652.0
	$25 < m \leq 40$	11.0	16.0	23.0	32.0	46.0	65.0	92.0	130.0	183.0	259.0	366.0	518.0	733.0
	$40 < m \leq 70$	14.0	19.0	27.0	38.0	54.0	76.0	108.0	153.0	216.0	306.0	432.0	612.0	865.0
$8000 < d \leq 10000$	$10 \leq m \leq 16$	10.0	14.0	20.0	28.0	40.0	56.0	80.0	113.0	159.0	225.0	319.0	451.0	637.0
	$16 < m \leq 25$	11.0	15.0	22.0	31.0	43.0	61.0	87.0	123.0	174.0	246.0	348.0	492.0	695.0
	$25 < m \leq 40$	12.0	17.0	24.0	34.0	49.0	69.0	97.0	137.0	194.0	275.0	388.0	549.0	777.0
	$40 < m \leq 70$	14.0	20.0	28.0	40.0	57.0	80.0	114.0	161.0	227.0	321.0	454.0	642.0	909.0

注：1. 将 $f'_i/K$ 乘以数值 $K$ 可得 $f'_i$ 的值，当 $\varepsilon_\gamma < 4$ ， $K = 0.2 \left( \frac{\varepsilon_\gamma + 4}{\varepsilon_\gamma} \right)$ ， $\varepsilon_\gamma \geq 4$ 时 $K = 0.4$ 。

2.  $F'_i = F_p + f'_i$ 。

2. 径向综合偏差与径向跳动（GB/T 10095.2—2008）

表 2-19 径向跳动公差  $F_r$ （GB/T 10095.2—2008 附录）（单位： $\mu\text{m}$ ）

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.5 \leq m_n \leq 2.0$	1.5	2.5	3.0	4.5	6.5	9.0	13	18	25	36	51	72	102
	$2.0 < m_n \leq 3.5$	1.5	2.5	3.5	4.5	6.5	9.5	13	19	27	38	53	75	106
$20 < d \leq 50$	$0.5 \leq m_n \leq 2.0$	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	16	23	32	46	65	92	130
	$2.0 < m_n \leq 3.5$	2.0	3.0	4.0	6.0	8.5	12	17	24	34	47	67	95	134
	$3.5 < m_n \leq 6.0$	2.0	3.0	4.5	6.0	8.5	12	17	25	35	49	70	99	139
	$6.0 < m_n \leq 10$	2.5	3.5	4.5	6.5	9.5	13	19	26	37	52	74	105	148
$50 < d \leq 125$	$0.5 \leq m_n \leq 2.0$	2.5	3.5	5.0	7.5	10	15	21	29	42	59	83	118	167
	$2.0 < m_n \leq 3.5$	2.5	4.0	5.5	7.5	11	15	21	30	43	61	86	121	171

(续)														
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$50 < d \leq 125$	$3.5 < m_n \leq 6.0$	3.0	4.0	5.5	8.0	11	16	22	31	44	62	88	125	176
	$6.0 < m_n \leq 10$	3.0	4.0	6.0	8.0	12	16	23	33	46	65	92	131	185
	$10 < m_n \leq 16$	3.0	4.5	6.0	9.0	12	18	25	35	50	70	99	140	198
	$16 < m_n \leq 25$	3.5	5.0	7.0	9.5	14	19	27	39	55	77	109	154	218
$125 < d \leq 280$	$0.5 \leq m_n \leq 2.0$	3.5	5.0	7.0	10	14	20	28	39	55	78	110	156	221
	$2.0 < m_n \leq 3.5$	3.5	5.0	7.0	10	14	20	28	40	56	80	113	159	225
	$3.5 < m_n \leq 6.0$	3.5	5.0	7.0	10	14	20	29	41	58	82	115	163	231
	$6.0 < m_n \leq 10$	3.5	5.5	7.5	11	15	21	30	42	60	85	120	169	239
	$10 < m_n \leq 16$	4.0	5.5	8.0	11	16	22	32	45	63	89	126	179	252
	$16 < m_n \leq 25$	4.5	6.0	8.5	12	17	24	34	48	68	96	136	193	272
	$25 < m_n \leq 40$	4.5	6.5	9.5	13	19	27	36	54	76	107	152	215	304
$280 < d \leq 560$	$0.5 \leq m_n \leq 2.0$	4.5	6.5	9.0	13	18	26	36	51	73	103	146	206	291
	$2.0 < m_n \leq 3.5$	4.5	6.5	9.0	13	18	26	37	52	74	105	148	209	296
	$3.5 < m_n \leq 6.0$	4.5	6.5	9.5	13	19	27	38	53	75	106	150	213	301
	$6.0 < m_n \leq 10$	5.0	7.0	9.5	14	19	27	39	55	77	109	155	219	310
	$10 < m_n \leq 16$	5.0	7.0	10	14	20	29	40	57	81	114	161	228	323
	$16 < m_n \leq 25$	5.5	7.5	11	15	21	30	43	61	86	121	171	242	343
	$25 < m_n \leq 40$	6.0	8.5	12	17	23	33	47	66	94	132	187	265	374
	$40 < m_n \leq 70$	7.0	9.5	14	19	27	38	54	76	108	153	216	306	432
$560 < d \leq 1000$	$0.5 \leq m_n \leq 2.0$	6.0	8.5	12	17	23	33	47	66	94	133	188	266	376
	$2.0 < m_n \leq 3.5$	6.0	8.5	12	17	24	34	48	67	95	134	190	269	380
	$3.5 < m_n \leq 6.0$	6.0	8.5	12	17	24	34	48	68	96	136	193	272	385
	$6.0 < m_n \leq 10$	6.0	8.5	12	17	25	35	49	70	98	139	197	279	394
	$10 < m_n \leq 16$	6.5	9.0	13	18	25	36	51	72	102	144	204	288	407
	$16 < m_n \leq 25$	6.5	9.5	13	19	27	38	53	76	107	151	214	302	427
	$25 < m_n \leq 40$	7.0	10	14	20	29	41	57	81	115	162	229	324	459
	$40 < m_n \leq 70$	8.0	11	16	23	32	46	65	91	129	183	258	365	517
$1000 < d \leq 1600$	$2.0 \leq m_n \leq 3.5$	7.5	10	15	21	30	42	59	84	118	167	236	334	473
	$3.5 < m_n \leq 6.0$	7.5	11	15	21	30	42	60	85	120	169	239	338	478
	$6.0 < m_n \leq 10$	7.5	11	15	22	30	43	61	86	122	172	243	344	487
	$10 < m_n \leq 16$	8.0	11	16	22	31	44	63	88	125	177	250	354	500

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$1000 < d \leq 1600$	$16 < m_n \leq 25$	8.0	11	16	23	33	46	65	92	130	184	260	368	520
	$25 < m_n \leq 40$	8.5	12	17	24	34	49	69	98	138	195	276	390	552
	$40 < m_n \leq 70$	9.5	13	19	27	38	54	76	108	152	215	305	431	609
$1600 < d \leq 2500$	$3.5 \leq m_n \leq 6.0$	9.0	13	18	26	36	51	73	103	145	206	291	411	582
	$6.0 < m_n \leq 10$	9.0	13	18	26	37	52	74	104	148	209	295	417	590
	$10 < m_n \leq 16$	9.5	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302	427	604
	$16 < m_n \leq 25$	9.5	14	19	28	39	55	78	110	156	220	312	441	624
	$25 < m_n \leq 40$	10	14	20	29	41	58	82	116	164	232	328	463	655
	$40 < m_n \leq 70$	11	16	22	32	45	63	89	126	178	252	357	504	713
$2500 < d \leq 4000$	$6.0 \leq m_n \leq 10$	11	16	23	32	45	64	90	127	180	255	360	510	721
	$10 < m_n \leq 16$	11	16	23	32	46	65	92	130	183	259	367	519	734
	$16 < m_n \leq 25$	12	17	24	33	47	67	94	133	188	267	377	533	754
	$25 < m_n \leq 40$	12	17	25	35	49	69	98	139	196	278	393	555	785
	$40 < m_n \leq 70$	13	19	26	37	53	75	105	149	211	298	422	596	843
$4000 < d \leq 6000$	$6.0 \leq m_n \leq 10$	14	19	27	39	55	77	110	155	219	310	438	620	876
	$10 < m_n \leq 16$	14	20	28	39	56	79	111	157	222	315	445	629	890
	$16 < m_n \leq 25$	14	20	28	40	57	80	114	161	227	322	455	643	910
	$25 < m_n \leq 40$	15	21	29	42	59	83	118	166	235	333	471	665	941
	$40 < m_n \leq 70$	16	22	31	44	62	88	125	177	250	353	499	706	999
$6000 < d \leq 8000$	$6.0 \leq m_n \leq 10$	16	23	32	45	64	91	128	181	257	363	513	726	1026
	$10 < m_n \leq 16$	16	23	32	46	65	92	130	184	260	367	520	735	1039
	$16 < m_n \leq 25$	17	23	33	47	66	94	132	187	265	375	530	749	1059
	$25 < m_n \leq 40$	17	24	34	48	68	96	136	193	273	386	545	771	1091
	$40 < m_n \leq 70$	18	25	36	51	72	102	144	203	287	406	574	812	1149
$8000 < d \leq 10000$	$6.0 \leq m_n \leq 10$	18	26	36	51	72	102	144	204	289	408	577	816	1154
	$10 < m_n \leq 16$	18	26	36	52	73	103	146	206	292	413	584	826	1168
	$16 < m_n \leq 25$	19	26	37	52	74	105	148	210	297	420	594	840	1188
	$25 < m_n \leq 40$	19	27	38	54	76	108	152	216	305	431	610	862	1219
	$40 < m_n \leq 70$	20	28	40	56	80	113	160	226	319	451	639	903	1277

表 2-20 径向综合总偏差  $F_{\alpha}''$  (GB/T 10095.2—2008 附录)(单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	7.5	11	15	21	30	42	60	85	120
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	8.0	12	16	23	33	46	66	93	131
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	9.0	12	18	25	35	50	70	100	141
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	10	14	19	27	38	54	76	108	153
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	11	16	22	32	45	63	89	126	179
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	14	20	28	39	56	79	112	158	223
$20 < d \leq 50$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	9.0	13	19	26	37	52	74	105	148
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	10	14	20	28	40	56	80	113	160
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	11	15	21	30	42	60	85	120	169
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	11	16	23	32	45	64	91	128	181
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	13	18	26	37	52	73	103	146	207
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	16	22	31	44	63	89	126	178	251
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	20	28	39	56	79	111	157	222	314
	$6.0 < m_n \leq 10$	26	37	52	74	104	147	209	295	417
$50 < d \leq 125$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	12	16	23	33	46	66	93	131	185
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	12	17	25	35	49	70	98	139	197
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	13	18	26	36	52	73	103	146	206
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	14	19	27	39	55	77	109	154	218
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	15	22	31	43	61	86	122	173	244
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	18	35	36	51	72	102	144	204	288
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	22	31	44	62	88	124	176	248	351
	$6.0 < m_n \leq 10$	28	40	57	80	114	161	227	321	454
$125 < d \leq 280$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	15	21	30	42	60	85	120	170	240
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	16	22	31	44	63	89	126	178	252
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	16	23	33	46	65	92	131	185	261
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	17	24	34	48	68	97	137	193	273
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	19	26	37	53	75	106	149	211	299
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	21	30	43	61	86	121	172	243	343
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	25	36	51	72	102	144	203	287	406

(续)										
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
$125 < d \leq 280$	$6.0 < m_n \leq 10$	32	45	64	90	127	180	255	360	509
$280 < d \leq 560$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	19	28	39	55	78	110	156	220	311
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	20	29	40	57	81	114	161	228	323
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	21	29	42	59	83	117	166	235	332
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	22	30	43	61	86	122	172	243	344
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	23	33	46	65	92	131	185	262	370
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	26	37	52	73	104	146	207	293	414
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	30	42	60	84	119	169	239	337	477
	$6.0 < m_n \leq 10$	36	51	73	103	145	205	290	410	580
$560 < d \leq 1000$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	25	35	50	70	99	140	198	280	396
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	25	36	51	72	102	144	204	288	408
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	26	37	52	74	104	148	209	295	417
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	27	38	54	76	107	152	215	304	429
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	28	40	57	80	114	161	228	322	455
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	31	44	62	88	125	177	250	353	499
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	35	50	70	99	141	199	281	398	562
	$6.0 < m_n \leq 10$	42	59	83	118	166	235	333	471	665

注：采用公差评定齿轮精度，仅用于供需双方有协议时。无协议时，用模数和直径的实际值带入公式计算公差值评定齿轮精度。

表 2-21 一齿径向综合偏差  $f_{ri}''$  (GB/T 10095.2—2008 附录)

(单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
$5 \leq d \leq 20$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	1.0	2.0	2.5	3.5	5.0	7.0	10	14	20
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	2.0	2.5	4.0	5.5	7.5	11	15	22	31
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	2.5	3.5	5.0	7.0	10	14	20	28	39
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	3.0	4.5	6.5	9.0	13	18	25	36	50
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	4.5	6.5	9.5	13	19	26	37	53	74
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	7.0	10	14	20	29	41	58	82	115
$20 < d \leq 50$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	7.0	10	14	20
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	2.0	2.5	4.0	5.5	7.5	11	15	22	31

(续)										
分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公差等级								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
$20 < d \leq 50$	$0.8 < m_n \leq 1.0$	2.5	3.5	5.0	7.0	10	14	20	28	40
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	3.0	4.5	6.5	9.0	13	18	25	36	51
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	4.5	6.5	9.5	13	19	26	37	53	75
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	7.0	10	14	20	29	41	58	82	116
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	11	15	22	31	43	61	87	123	174
	$6.0 < m_n \leq 10$	17	24	34	48	67	95	135	190	269
$50 < d \leq 125$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	7.5	10	15	21
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	16	22	31
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	2.5	3.5	5.0	7.0	10	14	20	28	40
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	3.0	4.5	6.5	9.0	13	18	26	36	51
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	4.5	6.5	9.5	13	19	26	37	53	75
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	7.0	10	14	20	29	41	58	82	116
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	11	15	22	31	44	62	87	123	174
	$6.0 < m_n \leq 10$	17	24	34	48	67	95	135	191	269
$125 < d \leq 280$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	1.5	2.0	2.5	3.5	5.5	7.5	11	15	21
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	16	22	32
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	2.5	3.5	5.0	7.0	10	14	20	29	41
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	3.0	4.5	6.5	9.0	13	18	26	36	52
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	4.5	6.5	9.5	13	19	27	38	53	75
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	7.5	10	15	21	29	41	58	82	116
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	11	15	22	31	44	62	87	124	175
	$6.0 < m_n \leq 10$	17	24	34	48	67	95	135	191	270
$280 < d \leq 560$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	1.5	2.0	2.5	4.0	5.5	7.5	11	15	22
	$0.5 < m_n \leq 0.8$	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	16	23	32
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	2.5	3.5	5.0	7.5	10	15	21	29	41
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	3.5	4.5	6.5	9.0	13	18	26	37	52
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	5.0	6.5	9.5	13	19	27	38	54	76
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	7.5	10	15	21	29	41	59	83	117
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	11	15	22	31	44	62	88	124	175
	$6.0 < m_n \leq 10$	17	24	34	48	68	96	135	191	271
$560 < d \leq 1000$	$0.2 \leq m_n \leq 0.5$	1.5	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	16	23

(续)

分度圆直径 $d/\text{mm}$	法向模数 $m_n/\text{mm}$	公 差 等 级								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
$560 < d \leq 1000$	$0.5 < m_n \leq 0.8$	2.0	3.0	4.0	6.0	8.5	12	17	24	33
	$0.8 < m_n \leq 1.0$	2.5	3.5	5.5	7.5	11	15	21	30	42
	$1.0 < m_n \leq 1.5$	3.5	4.5	6.5	9.5	13	19	27	38	53
	$1.5 < m_n \leq 2.5$	5.0	7.0	9.5	14	19	27	38	54	77
	$2.5 < m_n \leq 4.0$	7.5	10	15	21	30	42	59	83	118
	$4.0 < m_n \leq 6.0$	11	16	22	31	44	62	88	125	176
	$6.0 < m_n \leq 10$	17	24	34	48	68	96	136	192	272

表 2-22 齿轮装配后接触斑点 (GB/Z 18620.4—2008)

The diagram illustrates the geometry of a gear tooth cross-section. The total width of the tooth is denoted by  $b$ . The width of the contact area on the left side is  $b_{c1}$ , and the width of the contact area on the right side is  $b_{c2}$ . The height of the contact area on the left side is  $h_{c1}$ , and the height of the contact area on the right side is  $h_{c2}$ . The effective tooth height is denoted by  $h$ . The tooth is shown with a hatched pattern indicating the material.

参 数 齿轮 公差等级	$b_{c1}$ 占齿宽的百分比		$b_{c1}$ 占有效齿面高度的百分比		$b_{c2}$ 占齿宽的百分比		$b_{c2}$ 占有效齿面高度的百分比	
	直齿轮	斜齿轮	直齿轮	斜齿轮	直齿轮	斜齿轮	直齿轮	斜齿轮
4 级及更高	50%	50%	70%	50%	40%	40%	50%	30%
5 和 6	45%	45%	50%	40%	35%	35%	30%	20%
7 和 8	35%	35%	50%	40%	35%	35%	30%	20%
9 至 12	25%	25%	50%	40%	25%	25%	30%	20%

3. 齿轮副

表 2-23 对于中、大模数齿轮最小侧隙  $j_{bmin}$  的推荐数据 (GB/Z 18620.2—2008)

(单位: mm)

模数 $m_n$	中心距 $a$					
	50	100	200	400	800	1600
1.5	0.09	0.11	—	—	—	—

(续)

模数 $m_n$	中心距 $a$					
	50	100	200	400	800	1600
2	0.10	0.12	0.15	—	—	—
3	0.12	0.14	0.17	0.24	—	—
5	—	0.18	0.21	0.28	—	—
8	—	0.24	0.27	0.34	0.47	—
12	—	—	0.35	0.42	0.55	—
18	—	—	—	0.54	0.67	0.94

注：表中的数据可以按  $j_{\text{bmin}} = \frac{2}{3} (0.06 + 0.0005 | a | ) + 0.03m_n$  计算。

表 2-24 切齿径向进刀公差  $b_r$

齿轮公差等级	4	5	6	7	8	9
$b_r$ 值	1.26IT7	IT8	1.26IT8	IT9	1.26IT9	IT10

注：查 IT 值的主参数为分度圆直径尺寸。

表 2-25 中心距极限偏差  $\pm f_a$ （仅供参考）（单位： $\mu\text{m}$ ）

中心距 $a/\text{mm}$		齿轮公差等级	
大于	至	5, 6	7, 8
30	50	12.5	19.5
50	80	15	23
80	120	17.5	27
120	180	20	31.5
180	250	23	36
250	315	26	40.5
315	400	28.5	44.5

4. 齿轮坯的精度

表 2-26 基准面的形状公差（GB/Z 18620.3—2008）

确定轴线的基准面	公差项目		
	圆度	圆柱度	平面度
两个“短的”圆柱或圆锥形基准面	0.04 ( $L/b$ ) $F_\beta$ 或 $0.1F_p$ ，取两者中的小值		
一个“长的”圆柱或圆锥形基准面		0.04 ( $L/b$ ) $F_\beta$ 或 $0.1F_p$ ，取两者中的小值	



(续)

确定轴线的基准面	公差项目		
	圆度	圆柱度	平面度
一个短的圆柱和一个端面	$0.06F_p$		$0.06 (D_d/b) F_\beta$

注：1. 齿轮坯的公差应减至能经济制造的最小值。

2.  $L$ —较大的轴承跨距； $D_d$ —基准面直径； $b$ —齿宽。

表 2-27 安装面的跳动公差 (GB/Z 18620.3—2008)

确定轴线基准面	跳动量 (总的指示幅度)	
	径 向	轴 向
仅圆柱或圆锥形基准面	$0.15 (L/b) F_\beta$ 或 $0.3F_p$ , 取两者中的大值	
一个圆柱面和一个端面基准面	$0.3F_p$	$0.2 (D_d/b) F_\beta$

表 2-28 齿坯尺寸公差 (仅供参考)

齿轮公差等级 <sup>①</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
孔	IT4	IT4	IT4	IT4	IT5	IT6	IT7		IT8		IT8	
轴	IT4	IT4	IT4	IT4	IT5		IT6		IT7		IT8	
顶圆直径 <sup>②</sup>	IT6		IT7			IT8			IT9		IT11	

① 当三个公差组的公差等级不同时，按最高的公差等级确定公差值。

② 当顶圆不作测量齿厚的基准时，尺寸公差按 IT11 给定，但不大于  $0.1m_n$ 。

表 2-29 轮齿齿面表面粗糙度  $R_a$  的推荐值

等级	$R_a$			等 级	$R_a$		
	模数 $m/\text{mm}$				模数 $m/\text{mm}$		
	$m < 6$	$6 < m < 25$	$m > 25$		$m < 6$	$6 < m < 25$	$m > 25$
1		0.04		7	1.25	1.6	2.0
2		0.08		8	2.0	2.5	3.2
3		0.16		9	3.2	4.0	5.0
4		0.32		10	5.0	6.3	8.0
5	0.5	0.63	0.80	11	10.0	12.5	16
6	0.8	1.00	1.25	12	20	25	32

表 2-30 齿坯各表面粗糙度 (仅供参考)

齿轮公差等级	6	7	8	9
基准孔	1.25	1.25 ~ 2.5		5
基准轴颈	0.063	1.25	2.5	
基准端面	2.5 ~ 5			5
顶圆柱面	5			

2.2.6 锥齿轮精度数据（GB/T 11365—1989）

该标准适用于  $m_n > 1\text{mm}$  的直齿、斜齿、曲齿锥齿轮和准双曲面齿轮。设置 12 个公差等级，1 级最高，12 级最低。

根据使用要求，允许各公差组选用不同的公差等级。但对齿轮副中大、小轮的同一公差组，应规定同一公差等级。

根据齿轮的工作要求和生产规模，在表 2-31 各公差组中，任选一个检验组评定和验收齿轮的公差等级。检验组可由订货的供需双方协商确定。

表 2-31 锥齿轮的检验组

公差组	检验组	适 用 于
I	$\Delta F'_i$	4~8 级精度
	$\Delta F''_{i\Sigma}$	7~12 级精度的直齿锥齿轮；9~12 级精度的斜齿、曲线齿锥齿轮
	$\Delta F_p$	7~8 级精度
	$\Delta F_p$ 与 $\Delta F_{pk}$	4~6 级精度
	$\Delta F_r$	7~12 级精度，其中 7、8 级用于 $d_m > 1600\text{mm}$ 的锥齿轮
II	$\Delta f'_i$	4~8 级精度
	$\Delta f''_{i\Sigma}$	7~12 级精度的直齿锥齿轮；9~12 级精度的斜齿、曲线齿锥齿轮
	$\Delta f'_{zk}$	4~8 级精度，纵向重合度 $\varepsilon_\beta$ 大于界限值的齿轮
	$\Delta f_{pt}^l$ 与 $\Delta f_c$	4~6 级精度
	$\Delta f_{pt}$	7~12 级精度
III	接触斑点	4~12 级精度

表 2-32 齿轮副推荐检验项目

公差组	检验组	适 用 于
I	$\Delta F'_{ic}$	4~8 级精度
	$\Delta F''_{i\Sigma c}$	7~12 级精度的直齿；9~12 级精度的斜齿、曲线齿
	$\Delta F_{vj}$	9~12 级精度
II	$\Delta f'_{ic}$	4~8 级精度
	$\Delta f''_{i\Sigma c}$	7~12 级精度的直齿；9~12 级精度的斜齿、曲线齿
	$\Delta f'_{zkc}$	
	$\Delta f'_{zzc}$	
III	接触精度	4~12 级精度

1. 第 I 公差组

表 2-33 齿距累积公差  $F_p$  及  $K$  个齿距累积公差  $F_{pk}$  值（单位： $\mu\text{m}$ ）

$L/\text{mm}$		精 度 等 级								
大于	到	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	11.2	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
11.2	20	6	10	16	22	32	45	63	90	125
20	32	8	12	20	28	40	56	80	112	160

(续)

L/mm		精 度 等 级								
大于	到	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32	50	9	14	22	32	45	63	90	125	180
50	80	10	16	25	36	50	71	100	140	200
80	160	12	20	32	45	63	90	125	180	250
160	315	18	28	45	63	90	125	180	250	355
315	630	25	40	63	90	125	180	250	355	500
630	1000	32	50	80	112	160	224	315	450	630
1000	1600	40	63	100	140	200	280	400	560	800
1600	2500	45	71	112	160	224	315	450	630	900
2500	3150	56	90	140	200	280	400	560	800	1120
3150	4000	63	100	160	224	315	450	630	900	1250
4000	5000	71	112	180	250	355	500	710	1000	1400
5000	6300	80	125	200	280	400	560	800	1120	1600

注：  $F_p$  和  $F_{pk}$  按中点分度圆弧长  $L$  查表。查  $F_p$  时，取  $L = \frac{1}{2} \pi d_m = \frac{\pi m_n z}{2 \cos \beta}$ ；查  $F_{pk}$  时，取  $L = \frac{K \pi m_n}{\cos \beta}$ （没有特殊要求时， $K$  只取  $z/6$  或者最接近的整齿数）。

表 2-34 齿圈跳动公差  $F_r$  (单位：  $\mu\text{m}$ )

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 $m_m/\text{mm}$	公差等级					
大于	至		7	8	9	10	11	12
—	125	$\geq 1 \sim 3.5$	36	45	56	71	90	112
		$> 3.5 \sim 6.3$	40	50	63	80	100	125
		$> 6.3 \sim 10$	45	56	71	90	112	140
		$> 10 \sim 16$	50	63	80	100	120	150
125	400	$\geq 1 \sim 3.5$	50	63	80	100	125	160
		$> 3.5 \sim 6.3$	56	71	90	112	140	180
		$> 6.3 \sim 10$	63	80	100	125	160	200
		$> 10 \sim 16$	71	90	112	140	180	224
		$> 16 \sim 25$	80	100	125	160	200	250
400	800	$\geq 1 \sim 3.5$	63	80	100	125	160	200
		$> 3.5 \sim 6.3$	71	90	112	140	180	224
		$> 6.3 \sim 10$	80	100	125	160	200	250
		$> 10 \sim 16$	90	112	140	180	224	280
		$> 16 \sim 25$	100	125	160	200	250	315
		$> 25 \sim 40$	—	140	180	224	280	360

(续)

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 $m_m$ /mm	公差等级					
大于	至		7	8	9	10	11	12
800	1600	$\geq 1 \sim 3.5$	—	—	—	—	—	—
		$> 3.5 \sim 6.3$	80	100	125	160	200	250
		$> 6.3 \sim 10$	90	112	140	180	224	280
		$> 10 \sim 16$	100	125	160	200	250	315
		$> 16 \sim 25$	112	140	180	224	280	360
		$> 25 \sim 40$	—	160	200	260	315	420

表 2-35 齿轮副轴交角综合公差  $F''_{i\Sigma c}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 /mm	公差等级					
大于	至		7	8	9	10	11	12
—	125	$\geq 1 \sim 3.5$	67	85	110	130	170	200
		$> 3.5 \sim 6.3$	75	95	120	150	190	240
		$> 6.3 \sim 10$	85	105	130	170	220	260
		$> 10 \sim 16$	100	120	150	190	240	300
125	400	$\geq 1 \sim 3.5$	100	125	160	190	250	300
		$> 3.5 \sim 6.3$	105	130	170	200	260	340
		$> 6.3 \sim 10$	120	150	180	220	280	360
		$> 10 \sim 16$	130	160	200	250	320	400
		$> 16 \sim 25$	150	190	220	280	375	450
400	800	$\geq 1 \sim 3.5$	130	160	200	260	320	400
		$> 3.5 \sim 6.3$	140	170	220	280	340	420
		$> 6.3 \sim 10$	150	190	240	300	380	450
		$> 10 \sim 16$	160	200	260	320	400	500
		$> 16 \sim 25$	180	240	280	360	450	560
		$> 25 \sim 40$	—	280	340	420	530	670
800	1600	$\geq 1 \sim 3.5$	150	180	240	280	360	450
		$> 3.5 \sim 6.3$	160	200	250	320	400	500
		$> 6.3 \sim 10$	180	220	280	360	450	560
		$> 10 \sim 16$	200	250	320	400	500	600
		$> 16 \sim 25$	—	280	340	450	560	670
		$> 25 \sim 40$	—	320	400	500	630	800

表 2-36 侧隙变动公差  $F_{vj}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

直径/mm		中点法向模数 /mm	公差等级			
大于	至		9	10	11	12
—	125	$\geq 1 \sim 3.5$	75	90	120	150
		$> 3.5 \sim 6.3$	80	100	130	160
		$> 6.3 \sim 10$	90	120	150	180
		$> 10 \sim 16$	105	130	170	200
125	400	$\geq 1 \sim 3.5$	110	140	170	200
		$> 3.5 \sim 6.3$	120	150	180	220
		$> 6.3 \sim 10$	130	160	200	250
		$> 10 \sim 16$	140	170	220	280
		$> 16 \sim 25$	160	200	250	320
400	800	$\geq 1 \sim 3.5$	140	180	220	280
		$> 3.5 \sim 6.3$	150	190	240	300
		$> 6.3 \sim 10$	160	200	260	320
		$> 10 \sim 16$	180	220	280	340
		$> 16 \sim 25$	200	250	300	380
		$> 25 \sim 40$	240	300	380	450
800	1600	$\geq 1 \sim 3.5$	—	—	—	—
		$> 3.5 \sim 6.3$	170	220	280	360
		$> 6.3 \sim 10$	200	250	320	400
		$> 10 \sim 16$	220	270	340	440
		$> 16 \sim 25$	240	300	380	480
		$> 25 \sim 40$	280	340	450	530

注: 1. 取大小轮中点分度圆直径之和的一半作为查表直径。  
2. 对于齿数比为整数, 且不大于 3 (1, 2, 3) 的齿轮副, 当采用选配时, 可将侧隙变动公差  $F_{vj}$  值压缩 25% 或更多。

2. 第 II 公差组

表 2-37 周期误差的公差值  $f'_{zk}$  (齿轮副周期误差的公差值  $f'_{zkc}$ )

中点分度圆 直径/mm		中点法向 模数 /mm	公 差 等 级						
			4						
			齿轮在一转 (齿轮副在大轮一转) 内的周期数						
大于	至		$\geq 2 \sim 4$	$> 4 \sim 8$	$> 8 \sim 16$	$> 16 \sim 32$	$> 32 \sim 63$	$> 63 \sim 125$	$> 125 \sim 250$
—	125	$\geq 1 \sim 6.3$	4.5	3.2	2.4	1.9	1.5	1.3	1.2
		$> 6.3 \sim 10$	5.3	3.8	2.8	2.2	1.8	1.5	1.4

(续)

中点分度圆 直径/mm		中点法向 模数 /mm	公 差 等 级						
			4						
			齿轮在一转（齿轮副在大轮一转）内的周期数						
大于	至		≥2 ~ 4	>4 ~ 8	>8 ~ 16	>16 ~ 32	>32 ~ 63	>63 ~ 125	>125 ~ 250
125	400	≥1 ~ 6.3	6.3	4.5	3.4	2.8	2.2	1.9	1.8
		>6.3 ~ 10	7.1	5	4	3	2.5	2.1	1.9
400	800	≥1 ~ 6.3	8.5	6	4.5	3.6	2.8	2.5	2.2
		>6.3 ~ 10	9	6.7	5	3.8	3	2.6	2.2
800	1600	≥1 ~ 6.3	9	6.7	5	4	3.2	2.6	2.4
		>6.3 ~ 10	11	8	6	4.8	3.8	3.2	2.8
1600	2500	≥1 ~ 6.3	10.5	7.5	5.6	4.5	3.6	3	2.6
		>6.3 ~ 10	12	8.5	6.5	5	4	3.6	3
2500	4000	≥1 ~ 6.3	11	8	6.3	4.8	4	3.4	3
		>6.3 ~ 10	13	9.5	7.1	5.6	4.5	3.8	3.4

中点分度圆 直径/mm		中点法向 模数 /mm	公 差 等 级										
			5										
			齿轮在一转（齿轮副在大轮一转）内的周期数										
大于	至		>250 ~ 500	>500	≥2 ~ 4	>4 ~ 8	>8 ~ 16	>16 ~ 32	>32 ~ 63	>63 ~ 125	>125 ~ 250	>250 ~ 500	>500
—	125	≥1 ~ 6.3	1.1	1	7.1	5	3.8	3	2.5	2.1	1.9	1.7	1.6
		>6.3 ~ 10	1.2	1.1	8.5	6	4.5	3.6	2.8	2.5	2.1	1.9	1.8
125	400	≥1 ~ 6.3	1.5	1.4	10.5	7.1	5.6	4.5	3.4	3	2.8	2.4	2.2
		>6.3 ~ 10	1.7	1.6	11	8	6.5	4.8	4	3.2	3	2.6	2.5
400	800	≥1 ~ 6.3	2	1.9	13	9.5	7.1	5.6	4.5	4	3.4	3	2.8
		>6.3 ~ 10	2.1	2	14	10.5	8	6	5	4.2	3.6	3.2	3
800	1600	≥1 ~ 6.3	2.2	2	14	10.5	8	6.3	5	4.2	3.8	3.4	3.2
		>6.3 ~ 10	2.6	2.5	15	15	10	7.5	6.3	5.3	4.8	4.2	4
1600	2500	≥1 ~ 6.3	2.5	2.2	16	11	8.5	7.1	5.6	4.8	4.2	4	3.5
		>6.3 ~ 10	2.8	2.6	19	14	10.5	8	6.7	5.6	5	4.5	4.2
2500	4000	≥1 ~ 6.3	2.8	2.6	18	13	10	7.5	6.3	5.3	4.8	4.2	4
		>6.3 ~ 10	3	2.8	21	15	11	9	7.1	6	5.3	5	4.5

(续)

中点分度圆 直径/mm		中点法向 模数 /mm	公 差 等 级								
			6								
			齿轮在一转 (齿轮副在大轮一转) 内的周期数								
大于	至		$\geq 2$ ~4	>4 ~8	>8 ~16	>16 ~32	>32 ~63	>63 ~125	>125 ~250	>250 ~500	>500
—	125	$\geq 1 \sim 6.3$	11	8	6	4.8	3.8	3.2	3	2.6	2.5
		>6.3 ~ 10	13	9.5	7.1	5.6	4.5	3.8	3.4	3	2.8
125	400	$\geq 1 \sim 6.3$	16	11	8.5	6.7	5.6	4.8	4.2	3.8	3.6
		>6.3 ~ 10	18	13	10	7.5	6	5.3	4.5	4.2	4
400	800	$\geq 1 \sim 6.3$	21	15	11	9	7.1	6	5.3	5	4.8
		>6.3 ~ 10	22	17	12	9.5	7.5	6.7	6	5.3	5
800	1600	$\geq 1 \sim 6.3$	24	17	15	10	8	7.5	7	6.3	6
		>6.3 ~ 10	27	20	15	12	9.5	8	7.1	6.7	6.3
1600	2500	$\geq 1 \sim 6.3$	26	19	4	11	9	7.5	6.7	6.3	5.6
		>6.3 ~ 10	30	21	16	12	10	8	7.5	7.1	6.7
2500	4000	$\geq 1 \sim 6.3$	28	21	16	12	10	8	7.5	6.7	6.3
		>6.3 ~ 10	32	22	17	14	11	9.5	8.5	7.5	7.1

中点分度圆 直径/mm		中点法向 模数 /mm	公 差 等 级								
			7								
			齿轮在一转 (齿轮副在大轮一转) 内的周期数								
大于	至		$\geq 2$ ~4	>4 ~8	>8 ~16	>16 ~32	>32 ~63	>63 ~125	>125 ~250	>250 ~500	>500
—	125	$\geq 1 \sim 6.3$	17	13	10	8	6	5.3	4.5	4.2	4
		>6.3 ~ 10	21	15	11	9	7.1	6	5.3	5	4.5
125	400	$\geq 1 \sim 6.3$	25	18	13	10	9	7.5	6.7	6	5.6
		>6.3 ~ 10	28	20	16	12	10	8	7.5	6.7	6.3
400	800	$\geq 1 \sim 6.3$	32	24	18	4	11	10	8.5	8	7.5
		>6.3 ~ 10	36	26	19	15	12	10	9.5	8.5	8
800	1600	$\geq 1 \sim 6.3$	36	26	20	16	13	11	10	8.5	8
		>6.3 ~ 10	42	30	22	18	15	12	11	10	9.5
1600	2500	$\geq 1 \sim 6.3$	40	30	22	17	14	22	11	9.5	9
		>6.3 ~ 10	45	34	26	20	16	14	12	11	10
2500	4000	$\geq 1 \sim 6.3$	45	32	25	19	16	13	12	11	10
		>6.3 ~ 10	53	38	28	22	18	15	14	12	11

(续)

中点分度圆 直径/mm		中点法向 模数 /mm	公 差 等 级								
			8								
			齿轮在一转（齿轮副在大轮一转）内的周期数								
大于	至		≥2 ~4	>4 ~8	>8 ~16	>16 ~32	>32 ~63	>63 ~125	>125 ~250	>250 ~500	>500
—	125	≥1 ~ 6.3	25	18	13	10	8.5	7.5	6.7	6	5.6
		>6.3 ~ 10	28	21	16	12	10	8.5	7.5	7	6.7
125	400	≥1 ~ 6.3	38	28	19	15	12	10	9	8.5	8
		>6.3 ~ 10	40	30	22	17	14	12	10.5	10	8.5
400	800	≥1 ~ 6.3	45	32	25	19	16	13	12	11	10
		>6.3 ~ 10	50	36	28	21	17	15	13	12	11
800	1600	≥1 ~ 6.3	53	38	28	22	18	15	14	12	11
		>6.3 ~ 10	63	44	32	26	22	18	16	14	13
1600	2500	≥1 ~ 6.3	56	42	30	24	20	17	15	14	13
		>6.3 ~ 10	67	50	36	28	22	19	17	16	15
2500	4000	≥1 ~ 6.3	63	45	34	28	22	19	17	15	14
		>6.3 ~ 10	71	53	40	30	25	22	19	18	16

表 2-38 齿距极限偏差  $\pm f_{pt}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 /mm	公 差 等 级								
大于	至		4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	≥1 ~ 3.5	4	6	10	14	20	28	40	56	80
		>3.5 ~ 6.3	5	8	13	18	25	36	50	71	100
		>6.3 ~ 10	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
		>10 ~ 16	—	11	17	24	34	48	67	100	130
125	400	≥1 ~ 3.5	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
		>3.5 ~ 6.3	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
		>6.3 ~ 10	6	10	16	22	32	45	63	90	125
		>10 ~ 16	—	11	18	25	36	50	71	100	140
		>16 ~ 25	—	—	—	32	45	63	90	125	180
400	800	≥1 ~ 3.5	5	8	13	18	25	36	50	71	100
		>3.5 ~ 6.3	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
		>6.3 ~ 10	7	11	18	25	36	50	71	100	140
		>10 ~ 16	—	12	20	28	40	56	80	112	160



(续)

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 /mm	公差等级								
大于	至		4	5	6	7	8	9	10	11	12
400	800	> 16 ~ 25	—	—	—	36	50	71	100	140	200
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	63	90	125	180	250
800	1600	≥ 1 ~ 3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		> 3.5 ~ 6.3	—	10	16	22	32	45	63	90	125
		> 6.3 ~ 10	7	11	18	25	36	50	71	100	140
		> 10 ~ 16	—	13	20	28	40	56	80	112	160
		> 16 ~ 25	—	—	—	36	50	71	100	140	200
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	63	90	125	180	250
1600	2500	≥ 1 ~ 3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		> 3.5 ~ 6.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		> 6.3 ~ 10	8	13	20	28	40	56	80	112	160
		> 10 ~ 16	—	14	22	32	45	63	90	125	180
		> 16 ~ 25	—	—	—	40	56	80	112	160	224
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	71	100	140	200	280
		> 40 ~ 55	—	—	—	—	90	125	180	250	355
2500	4000	≥ 1 ~ 3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		> 3.5 ~ 6.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		> 6.3 ~ 10	—	—	—	32	—	—	—	—	—
		> 10 ~ 16	—	16	25	36	50	71	100	140	200
		> 16 ~ 25	—	—	—	40	56	80	112	160	224
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	71	100	140	200	280
		> 40 ~ 55	—	—	—	—	95	140	180	280	400

表 2-39 齿形相对误差的公差  $f_c$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 /mm	公差等级				
大于	至		4	5	6	7	8
—	125	≥ 1 ~ 3.5	3	4	5	8	10
		> 3.5 ~ 6.3	4	5	6	9	13
		> 6.3 ~ 10	4	6	8	11	17
		> 10 ~ 16	—	7	10	15	22
125	400	≥ 1 ~ 3.5	4	5	7	9	13
		> 3.5 ~ 6.3	4	6	8	11	15

(续)

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 /mm	公差等级				
大于	至		4	5	6	7	8
125	400	> 6.3 ~ 10	5	7	9	13	19
		> 10 ~ 16	—	8	11	17	25
		> 16 ~ 25	—	—	—	22	34
400	800	≥ 1 ~ 3.5	5	6	9	12	18
		> 3.5 ~ 6.3	5	7	10	14	20
		> 6.3 ~ 10	6	8	11	16	24
		> 10 ~ 16	—	9	13	20	30
		> 16 ~ 25	—	—	—	25	38
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	53
800	1600	≥ 1 ~ 3.5	—	—	—	—	—
		> 3.5 ~ 6.3	6	9	13	19	28
		> 6.3 ~ 10	7	10	14	21	32
		> 10 ~ 16	—	11	16	25	38
		> 16 ~ 25	—	—	—	30	48
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	60
1600	2500	≥ 1 ~ 3.5	—	—	—	—	—
		> 3.5 ~ 6.3	—	—	—	—	—
		> 6.3 ~ 10	9	13	19	28	45
		> 10 ~ 16	—	14	21	32	50
		> 16 ~ 25	—	—	—	38	56
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	71
		> 40 ~ 55	—	—	—	—	90
2500	4000	≥ 1 ~ 3.5	—	—	—	—	—
		> 3.5 ~ 6.3	—	—	—	—	—
		> 6.3 ~ 10	—	—	—	—	—
		> 10 ~ 16	—	18	28	42	61
		> 16 ~ 25	—	—	—	48	75
		> 25 ~ 40	—	—	—	—	90
		> 40 ~ 55	—	—	—	—	105

表 2-40 齿轮副一齿轴交角综合公差 $f_{i\Sigma c}''$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点分度圆直径/mm		中点法向模数 /mm	公 差 等 级					
大于	至		7	8	9	10	11	12
—	125	$\geq 1 \sim 3.5$	28	40	53	67	85	100
		$> 3.5 \sim 6.3$	36	50	60	75	95	120
		$> 6.3 \sim 10$	40	56	71	90	110	140
		$> 10 \sim 16$	48	67	85	105	140	170
125	400	$\geq 1 \sim 3.5$	32	45	60	75	95	120
		$> 3.5 \sim 6.3$	40	56	67	80	105	130
		$> 6.3 \sim 10$	45	63	80	100	125	150
		$> 10 \sim 16$	50	71	90	120	150	190
400	800	$\geq 1 \sim 3.5$	36	50	67	80	105	130
		$> 3.5 \sim 6.3$	40	56	75	90	120	150
		$> 6.3 \sim 10$	50	71	85	105	140	170
		$> 10 \sim 16$	56	80	100	130	160	200
800	1600	$\geq 1 \sim 3.5$	—	—	—	—	—	—
		$> 3.5 \sim 6.3$	45	63	80	105	130	160
		$> 6.3 \sim 10$	50	71	90	120	150	180
		$> 10 \sim 16$	56	80	110	140	170	210
1600	2500	$\geq 1 \sim 3.5$	—	—	—	—	—	—
		$> 3.5 \sim 6.3$	—	—	—	—	—	—
		$> 6.3 \sim 10$	56	80	100	130	160	200
		$> 10 \sim 16$	63	110	120	150	180	240
2500	4000	$\geq 1 \sim 3.5$	—	—	—	—	—	—
		$> 3.5 \sim 6.3$	—	—	—	—	—	—
		$> 6.3 \sim 10$	—	—	—	—	—	—
		$> 10 \sim 16$	71	100	125	160	200	250

表 2-41 齿轮副齿频周期误差的公差 $f_{zc}'$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

齿 数		中点法向模数 /mm	公 差 等 级				
大于	至		4	5	6	7	8
—	16	$\geq 1 \sim 3.5$	4.5	6.7	10	15	22
		$> 3.5 \sim 6.3$	5.6	8	12	18	28
		$> 6.3 \sim 10$	6.7	10	14	22	32

(续)

齿 数		中点法向模数 /mm	公 差 等 级				
大于	至		4	5	6	7	8
16	32	$\geq 1 \sim 3.5$	5	7.1	10	16	24
		$> 3.5 \sim 6.3$	5.6	8.5	13	19	28
		$> 6.3 \sim 10$	7.1	11	16	24	34
		$> 10 \sim 16$	—	13	19	28	42
32	63	$\geq 1 \sim 3.5$	5	7.5	11	17	24
		$> 3.5 \sim 6.3$	6	9	14	20	30
		$> 6.3 \sim 10$	7.1	11	17	24	36
		$> 10 \sim 16$	—	14	20	30	45
63	125	$\geq 1 \sim 3.5$	5.3	8	12	18	25
		$> 3.5 \sim 6.3$	6.7	10	15	22	32
		$> 6.3 \sim 10$	8	12	18	26	38
		$> 10 \sim 16$	—	15	22	34	48
125	250	$\geq 1 \sim 3.5$	5.6	8.5	13	19	28
		$> 3.5 \sim 6.3$	7.1	11	16	24	34
		$> 6.3 \sim 10$	8.5	13	19	30	42
		$> 10 \sim 16$	—	16	24	36	53
250	500	$\geq 1 \sim 3.5$	6.3	9.5	14	21	30
		$> 3.5 \sim 6.3$	8	12	18	28	40
		$> 6.3 \sim 10$	9	15	22	34	48
		$> 10 \sim 16$	—	18	28	42	60
500	—	$\geq 1 \sim 3.5$	7.1	11	16	24	34
		$> 3.5 \sim 6.3$	9	14	21	30	45
		$> 6.3 \sim 10$	11	14	25	38	56
		$> 10 \sim 16$	—	21	32	48	71

注：1. 表中齿数为齿轮副中大轮齿数。  
2. 表中数值用于纵向有效重合度  $\varepsilon_{\beta t} \leq 0.45$  的齿轮副。对  $\varepsilon_{\beta t} > 0.45 \sim 0.58$  的齿轮副，表中数值乘以 0.6； $\varepsilon_{\beta t} > 0.58 \sim 0.67$  时，表中数值乘以 0.4； $\varepsilon_{\beta t} > 0.67$  时，表中数值乘以 0.30。

表 2-42 锥齿轮安装距极限偏差  $\pm f_{AM}$ (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点锥距 /mm		分锥角 /(°)		公差等级																											
				5				6				7				8				9				10							
				中点法向模数/mm																											
大于	至	大于	至	≥1~3.5	>3.5~6.3	>6.3~10	>10~16	≤1~3.5	>3.5~6.3	>6.3~10	>10~16	>16~25	≤1~3.5	>3.5~6.3	>6.3~10	>10~16	>16~25	≤1~3.5	>3.5~6.3	>6.3~10	>10~16	>16~25	≤1~3.5	>3.5~6.3	>6.3~10	>10~16	>16~25				
—	50	—	20	9	5	—	—	14	8	—	—	20	11	—	—	—	28	16	—	—	—	40	22	—	—	—	56	32	—	—	—
		20	45	7.5	4.2	—	—	12	6.7	—	—	17	9.5	—	—	—	24	13	—	—	—	34	19	—	—	—	48	26	—	—	—
		45	—	3	1.7	—	—	5	2.8	—	—	7	4	—	—	—	10	5.6	—	—	—	14	8	—	—	—	20	11	—	—	—
50	100	—	20	30	16	11	8	48	26	17	13	67	38	24	18	—	95	53	34	26	—	140	75	50	38	—	190	105	71	50	—
		20	45	25	14	9	7.1	40	22	15	11	56	32	21	16	—	80	45	30	22	—	120	63	42	30	—	160	90	60	45	—
		45	—	10.5	6	3.8	3	17	9.5	6	4.5	24	13	8.5	6.7	—	34	17	12	9	—	48	26	17	13	—	67	38	24	18	—
100	200	—	20	60	36	24	16	105	60	38	28	150	80	53	40	30	200	120	75	56	45	300	160	105	80	63	420	240	150	110	85
		20	45	50	50	20	14	90	50	32	24	130	71	45	34	26	180	100	63	48	46	260	140	90	67	53	360	190	130	95	75
		45	—	21	13	8.5	5.6	38	21	13	10	53	30	19	14	11	75	40	26	20	15	105	60	38	28	22	150	80	53	40	30
200	400	—	20	130	80	53	36	240	130	85	60	340	180	120	85	67	480	250	170	120	95	670	360	240	170	130	950	500	320	240	190
		20	45	110	67	45	30	200	105	71	50	280	150	100	71	56	400	210	140	100	80	560	300	200	150	110	800	420	280	200	160
		45	—	48	28	18	12	85	45	30	21	120	63	40	30	22	170	90	60	42	32	240	130	85	60	48	340	180	120	85	67
400	800	—	20	300	180	110	75	530	280	186	130	750	400	250	180	140	1050	560	360	260	200	1500	800	500	380	280	2100	1100	710	500	400
		20	45	250	160	95	63	450	240	150	110	630	340	210	160	120	900	480	300	220	170	1300	670	440	300	240	1700	950	600	440	340
		45	—	105	63	40	26	190	100	63	45	270	140	90	67	50	380	200	125	90	70	530	280	180	130	100	750	400	250	180	140

注:对于修形齿轮允许采用低一级的  $\pm f_{AM}$  值,  $\alpha \neq 20^\circ$  时,表中数值乘以  $\sin 20^\circ / \sin \alpha$ 。

3. 第Ⅲ公差组

表 2-43 最小法向侧隙  $j_{\text{min}}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点齿距/mm		小轮分锥角/ ( $^{\circ}$ )		最小法向侧隙种类					
大于	至	大于	至	$h$	$e$	$d$	$c$	$b$	$a$
—	50	—	15	0	15	22	36	58	90
		15	25	0	21	33	52	84	130
		25	—	0	25	39	62	100	160
50	100	—	15	0	21	33	52	84	130
		15	25	0	25	39	62	100	160
		25	—	0	30	46	74	120	190
100	200	—	15	0	25	39	62	100	160
		15	25	0	35	54	87	140	220
		25	—	0	40	63	100	160	250
200	400	—	15	0	30	46	74	120	190
		15	25	0	46	72	115	185	290
		25	—	0	52	81	130	210	320
400	800	—	15	0	40	63	100	160	250
		15	25	0	57	89	140	230	360
		25	—	0	70	110	175	280	440
800	1600	—	15	0	52	81	130	210	320
		15	25	0	80	125	200	320	500
		25	—	0	105	165	260	420	660

表 2-44 齿厚上偏差  $E_{\text{ss}}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

基本 值	中点法向模数 /mm	中点分度圆直径/mm											
		≤125			>125 ~400			>400 ~800			>800 ~1600		
		分锥角/（°）											
		≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45
	≥1 ~3.5	-20	-20	-22	-28	-32	-30	-36	-50	-45	—	—	—
	>3.5 ~6.3	-22	-22	-25	-32	-32	-30	-38	-56	-45	-75	-85	-80
	>6.3 ~10	-25	-25	-28	-36	-36	-34	-40	-55	-50	-80	-90	-85
>10 ~16	-28	-28	-30	-36	-38	-36	-48	-60	-55	-80	-100	-85	
>16 ~25	—	—	—	-40	-40	-40	-50	-65	-60	-80	-100	-90	

(续)

系数	最小法向 侧隙种类	第Ⅱ公差组公差等级						
		4~6	7	8	9	10	11	12
	$h$	0.9	1.0	—	—	—	—	—
	$e$	1.45	1.6	—	—	—	—	—
	$d$	1.8	2.0	2.2	—	—	—	—
	$c$	2.4	2.7	3.0	3.2	—	—	—
	$b$	3.4	3.8	4.2	4.6	4.9	—	—
	$a$	5.0	5.5	6.0	6.6	7.0	7.8	9.0

- 注：1. 各最小法向侧隙种类和各公差等级齿轮的  $\Sigma_{ss}$  值，由基本值栏查出的数值乘以系数得出。
2. 当轴交角公差带相对零线不对称时， $\Sigma_{ss}$  值应作修正，修正方法如下：
- 增大轴交角上偏差时， $\Sigma_{ss}$  加上  $(E_{\Sigma s} - |E_{\Sigma}|) \tan \alpha$ ；
- 减小轴交角上偏差时， $\Sigma_{ss}$  减去  $(|E_{\Sigma i}| - |E_{\Sigma}|) \tan \alpha$ 。
- 式中  $E_{\Sigma s}$ ——修改后的轴交角上偏差；
- $E_{\Sigma i}$ ——修改后的轴交角下偏差；
- $E_{\Sigma}$ ——表 2-48 中数值。
- $\alpha$ ——压力角。
3. 允许把大、小轮齿厚上偏差 ( $E_{ss1}$ 、 $E_{ss2}$ ) 之和重新分配在两个齿轮上。

表 2-45 齿厚公差  $T_s$  (单位：μm)

齿圈跳动公差		法向侧隙公差种类				
大于	至	H	D	C	B	A
—	8	21	25	30	40	52
8	10	22	28	34	45	55
10	12	24	30	36	48	60
12	16	26	32	40	52	65
16	20	28	36	45	58	75
20	25	32	42	52	65	85
25	32	38	48	60	75	95
32	40	42	55	70	85	110
40	50	50	65	80	100	130
50	60	60	75	95	120	150
60	80	70	90	110	130	180
80	100	90	110	140	170	220
100	125	110	130	170	200	260
125	160	130	160	200	250	320
160	200	160	200	260	320	400

(续)

齿圈跳动公差		法向侧隙公差种类				
大于	至	H	D	C	B	A
200	250	200	250	320	380	500
250	320	240	300	400	480	630
320	400	300	380	500	600	750
400	500	380	480	600	750	950
500	630	450	500	750	950	1180

表 2-46 最大法向侧隙 ( $j_{nmax}$ ) 的制造误差补偿部分  $E_{sa}$  (单位:  $\mu m$ )

第Ⅱ公差组公差等级	中点法向模数 /mm	中点分度圆直径/mm											
		≤125			>125 ~ 400			>400 ~ 800			>800 ~ 1600		
		分锥角/ (°)											
		≤20	>20 ~ 45	>45	≤20	>20 ~ 45	>45	≤20	>20 ~ 45	>45	≤20	>20 ~ 45	>45
4 ~ 6	≥1 ~ 3.5	18	18	20	25	28	28	32	45	40	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	20	20	22	28	28	28	34	50	40	67	75	72
	>6.3 ~ 10	22	22	25	32	32	30	36	50	45	72	80	75
	>10 ~ 16	25	25	28	32	34	32	45	55	50	72	90	75
	>16 ~ 25	—	—	—	36	36	36	45	56	45	72	90	85
7	≥1 ~ 3.5	20	20	22	28	32	30	36	50	45	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	22	22	25	32	32	30	38	55	45	75	85	80
	>6.3 ~ 10	25	25	28	36	36	34	40	55	50	80	90	85
	>10 ~ 16	28	28	30	36	38	36	48	60	55	80	100	85
	>16 ~ 25	—	—	—	40	40	40	50	65	60	80	100	95
8	≥1 ~ 3.5	22	22	24	30	36	32	40	55	50	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	24	24	28	36	36	32	42	60	50	80	90	85
	>6.3 ~ 10	28	28	30	40	40	38	45	60	55	85	100	95
	>10 ~ 16	30	30	32	40	42	40	55	65	60	85	110	95
	>16 ~ 25	—	—	—	45	45	45	55	72	65	85	110	105
9	≥1 ~ 3.5	24	24	25	32	38	36	45	65	55	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	25	25	30	38	38	36	45	65	55	90	100	95
	>6.3 ~ 10	30	30	32	45	45	40	48	65	60	95	110	100
	>10 ~ 16	32	32	36	45	45	45	48	70	65	95	120	100
	>16 ~ 25	—	—	—	48	48	48	60	75	70	95	120	115



(续)

第Ⅱ公差组公差等级	中点法向模数 /mm	中点分度圆直径/mm											
		≤125			>125 ~ 400			>400 ~ 800			>800 ~ 1600		
		分锥角/（°）											
		≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45
10	≥1 ~ 3.5	25	25	28	38	42	40	48	65	60	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	28	28	32	42	42	40	50	70	60	95	110	105
	>6.3 ~ 10	32	32	36	48	48	45	50	70	65	105	115	110
	>10 ~ 16	36	36	40	48	50	48	60	80	70	105	130	110
	>16 ~ 25	—	—	—	50	50	50	65	85	80	105	130	125
11	≥1 ~ 3.5	30	30	32	40	45	45	50	70	65	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	32	32	36	45	45	45	55	80	65	110	125	115
	>6.3 ~ 10	36	36	40	50	50	50	60	80	70	115	130	125
	>10 ~ 16	40	40	45	50	55	50	70	85	80	115	145	125
	>16 ~ 25	—	—	—	60	60	60	70	95	85	115	145	140
12	≥1 ~ 3.5	32	32	35	45	50	48	60	80	70	—	—	—
	>3.5 ~ 6.3	35	35	40	50	50	48	60	90	70	120	135	130
	>6.3 ~ 10	40	40	45	60	60	55	65	90	80	130	145	135
	>10 ~ 16	45	45	48	60	60	60	75	95	90	130	160	135
	>16 ~ 25	—	—	—	65	65	65	80	105	95	130	160	150

表 2-47 中心距极限偏差  $\pm f_a$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点锥距/mm		公差等级									
大于	至	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
—	50	10	10	12	18	28	36	67	105	180	
50	100	12	12	15	20	30	45	75	120	200	
100	200	13	15	18	25	36	55	90	150	240	
200	400	15	18	25	30	45	75	120	190	300	
400	800	18	25	30	36	60	90	150	250	360	
800	1600	25	36	40	50	85	130	200	300	450	
1600	—	32	45	56	67	100	160	280	420	630	

注: 1. 表中数值用于无纵向修形的齿轮副。对纵向修形的齿轮副允许采用低 1 级的  $\pm f_a$ 。  
2. 对双曲面齿轮副, 按大轮中点锥距查表。

表 2-48 轴交角极限偏差  $\pm E_{\Sigma}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

中点锥距/mm		小轮分锥角/(°)		最小法向侧隙种类				
大于	至	大于	至	$h_e$	$d$	$c$	$b$	$a$
—	50	—	15	7.5	11	18	30	45
		15	25	10	16	26	42	63
		25	—	12	19	30	50	80
50	100	—	15	10	16	26	42	63
		15	25	12	19	30	50	80
		25	—	15	22	32	60	95
100	200	—	15	12	19	30	50	80
		15	25	17	26	45	71	95
		25	—	20	32	50	80	125
200	400	—	15	15	22	32	60	95
		12	25	24	36	56	90	140
		25	—	26	40	63	100	160
400	800	—	15	20	32	50	80	125
		15	25	28	45	71	110	180
		25	—	34	56	85	140	220
800	1600	—	15	26	40	63	100	160
		15	25	40	63	100	160	250
		25	—	53	85	130	210	320
1600	—	—	15	34	66	85	140	222
		15	25	63	95	160	250	380
		25	—	85	140	220	340	530

- 注: 1.  $\pm E_{\Sigma}$  的公差带位置相对于零线, 可以不对称或取在一侧。  
2. 表中数值用于正交齿轮副。对非正交齿轮副,  $\pm E_{\Sigma}$  值不按此表查取, 规定为  $\pm j_{\text{min}}/2$ 。  
3. 当  $\alpha \neq 20^\circ$  时, 表中的  $E_{\Sigma}$  值乘以  $(\sin 20^\circ / \sin \alpha)$ 。

切向综合公差  $F'_i$ 、一齿切向综合公差  $f'_i$ 、轴交角综合公差  $F''_{i\Sigma}$ 、一齿轴交角综合公差  $f''_{i\Sigma}$  值分别按下列关系式计算确定。

$$\begin{aligned} F'_i &= F_p + 1.15f_c \\ f'_i &= 0.8 (f_{pt} + 1.15f_c) \\ F''_{i\Sigma} &= 0.7F''_{i\Sigma c} \\ f''_{i\Sigma} &= 0.7f''_{i\Sigma c} \end{aligned}$$

## 4. 齿坯的公差

表 2-49 锥齿轮齿坯的尺寸公差

公差等级	4	5	6	7	8	9	10	11	12
轴径尺寸公差	IT4	IT5		IT6		IT7			
孔径尺寸公差	IT5	IT6		IT7		IT8			
外径尺寸极限偏差	0 - IT7	0 - IT8				0 - IT9			

注：1. IT 为标准公差按 GB 1800。

2. 当三个公差组公差等级不同时，公差值按最高的公差等级查取。

## 5. 齿轮副的法向侧隙

锥齿轮副的最小法向侧隙设置  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$  和  $h$  6 种； $a$  最大， $h$  为零。法向侧隙原则上与公差等级无关，但低精度不宜用小侧隙。按表 2-43 确定最小法向侧隙  $j_{nmin}$ 。

最大法向侧隙

$$j_{nmax} = (|E_{ss1} + E_{ss2}| + T_{s1} + T_{s2} + E_{s\Delta 1} + E_{s\Delta 2}) \cos \alpha_n$$

由表 2-44 查得齿厚上偏差  $E_{ss}$ 。  $j_{nmin}$  为非标准值时用插值法求  $E_{ss}$  值。  $E_{s\Delta}$  为制造误差补偿部分，由表 2-46 查得；齿厚公差  $T_s$  由表 2-45 查得。

法向侧隙公差有 A、B、C、D、H 5 种。

## 2.2.7 直齿轮精度参考数据

表 2-50 齿厚极限偏差

$C = +1f_{pt}$	$G = -6f_{pt}$	$L = -16f_{pt}$	$R = -40f_{pt}$
$D = 0$	$H = -8f_{pt}$	$M = -20f_{pt}$	$S = -50f_{pt}$
$E = -2f_{pt}$	$J = -10f_{pt}$	$N = -25f_{pt}$	
$F = -4f_{pt}$	$K = -12f_{pt}$	$P = -32f_{pt}$	

注：对外啮合齿轮，公法线平均长度上偏差为

$$E_{Wms} = E_{ss} \cos \alpha - 0.72 F_r \sin \alpha$$

公法线平均长度下偏差为

$$E_{Wmi} = E_{si} \cos \alpha + 0.72 F_r \sin \alpha$$

公法线平均长度公差为

$$T_{Wm} = T_s \cos \alpha - 1.44 F_r \sin \alpha$$

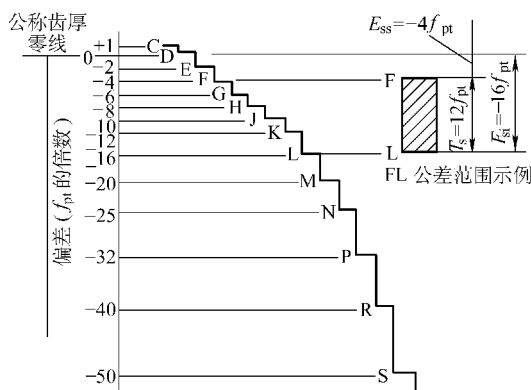


图 2-16 齿厚极限偏差代号

表 2-51 齿厚极限偏差  $E_s$  值

Ⅱ组 精度	法面模数 /mm	分度圆直径/mm											
		≤80	80 ~ 125	125 ~ 180	180 ~ 250	250 ~ 315	315 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 630	630 ~ 800	800 ~ 1000	1000 ~ 1250	1250 ~ 1600
6	1 ~ 3.5	JK	JL	JL	KM	KM	LN	LN	LN	LN	LN	MP	NR
	3.5 ~ 6.3	GJ	HK	HK	JL	JL	KM	KM	LN	LN	LN	MP	MP
	6.3 ~ 10	GJ	HK	HK	HK	HK	JL	JL	JL	KM	LN	LN	MP
	10 ~ 16			GJ	HK	HK	HK	HL	JL	KM	KM	LN	LN
7	1 ~ 3.5	HK	HK	HK	HK	JM	KM	JL	KM	KM	LN	LN	MP
	3.5 ~ 6.3	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	JL	JL	KM	KM	LN	LN
	6.3 ~ 10	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	HK	JL	KM	KM	LN
	10 ~ 16			GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	HK	JL	KL	KM
8	1 ~ 3.5	GJ	GJ	GK	HL	HL	HL	HL	HL	JM	JM	KM	LN
	3.5 ~ 6.3	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HL	HL	JM	KM
	6.3 ~ 10	FH	FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HL	HL	JM
	10 ~ 16			FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HL	HL	JL
9	1 ~ 3.5	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	HK	HL	JK	KM
	3.5 ~ 6.3	FG	FG	FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	JL
	6.3 ~ 10	FG	FG	FG	FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK
	10 ~ 16			FG	FG	FH	FH	FG	GH	GH	GJ	GJ	HK
10	1 ~ 3.5	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ	GK	GK	GK	GK	HK	HK
	3.5 ~ 6.3	FG	FG	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ	GK	GK	GK	HK
	6.3 ~ 10	EF	FG	FG	FG	FG	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ	GJ
	10 ~ 16			FG	FG	FG	FG	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ

注：本表不属 GB/T 10095—1988，仅供参考。本表代号主要取自《通用减速器行业标准》。

表 2-52 假想齿数系数  $K$  ( $\alpha_n = 20^\circ$ )

$\beta$	$K$	$\beta$	$K$	$\beta$	$K$	$\beta$	$K$
1°	1.000	6°	1.016	11°	1.054	16°	1.119
2°	1.002	7°	1.022	12°	1.065	17°	1.136
3°	1.004	8°	1.028	13°	1.077	18°	0.154
4°	1.007	9°	1.036	14°	1.090	19°	1.173
5°	1.011	10°	1.045	15°	1.104	20°	1.194

注：对于  $\beta$  中间值的系数  $K$ ，可按内插法求出。

表 2-53 公法线长度  $W_k^*$  ( $m=1$ ,  $\alpha=20^\circ$ )

(单位: mm)

齿轮 齿数 $Z$	跨测 齿数 $K$	公法线 长度 $W_k^*$	齿轮 齿数 $Z$	跨测 齿数 $K$	公法线 长度 $W_k^*$	齿轮 齿数 $Z$	跨测 齿数 $K$	公法线 长度 $W_k^*$	齿轮 齿数 $Z$	跨测 齿数 $K$	公法线 长度 $W_k^*$	齿轮 齿数 $Z$	跨测 齿数 $K$	公法线 长度 $W_k^*$
			41	5	13.8588	81	10	29.1797	121	14	41.5484	161	18	53.9171
			42	5	13.8728	82	10	29.1937	122	14	41.5624	162	19	56.8833
			43	5	13.8868	83	10	29.2077	123	14	41.5764	163	19	56.8972
4	2	4.4842	44	5	13.9008	84	10	29.2217	124	14	41.5904	164	19	56.9113
5	2	4.4942	45	6	16.8670	85	10	29.2357	125	14	41.6044	165	19	56.9253
6	2	4.5122	46	6	16.8810	86	10	29.2497	126	15	44.5706	166	19	56.9393
7	2	4.5262	47	6	16.8950	87	10	29.2637	127	15	44.5846	167	19	56.9533
8	2	4.5402	48	6	16.9090	88	10	29.2777	128	15	44.5986	168	19	56.9673
9	2	4.5542	49	6	16.9230	89	10	29.2917	129	15	44.6126	169	19	56.9813
10	2	4.5683	50	6	16.9370	90	11	32.2579	130	15	44.6266	170	19	56.9953
11	2	4.5823	51	6	16.9510	91	11	32.2718	131	15	44.6405	171	20	59.9615
12	2	4.5963	52	6	16.9660	92	11	32.2858	132	15	44.6546	172	20	59.9754
13	2	4.6103	53	6	16.9790	93	11	32.2998	133	15	44.6686	173	20	59.9894
14	2	4.6243	54	7	19.9452	94	11	32.3136	134	15	44.6826	174	20	60.0034
15	2	4.6383	55	7	19.9591	95	11	32.3279	135	16	47.6490	175	20	60.0174
16	2	4.6323	56	7	19.9731	96	11	32.3419	136	16	47.6627	176	20	60.0314
17	2	4.6663	57	7	19.9871	97	11	32.3559	137	16	47.6767	177	20	60.0455
18	3	7.6324	58	7	20.0011	98	11	32.3699	138	16	47.6907	178	20	60.0595
19	3	7.6464	59	7	20.0152	99	12	35.3361	139	16	47.7047	179	20	60.0735
20	3	7.6804	60	7	20.0292	100	12	35.3500	140	16	47.7187	180	21	63.0397
21	3	7.6744	61	7	20.0432	101	12	35.3640	141	16	47.7327	181	21	63.0536
22	3	7.6884	62	7	20.0572	102	12	35.3780	142	16	47.7408	182	21	63.0676
23	3	7.7024	63	8	23.0233	103	12	35.3920	143	16	47.7608	183	21	63.0816
24	3	7.7165	64	8	23.0373	104	12	35.4060	144	17	50.7270	184	21	63.0956
25	3	7.7305	65	8	23.0513	105	12	35.4200	145	17	50.7409	185	21	63.1099
26	3	7.7445	66	8	23.0653	106	12	35.4340	146	17	50.7549	186	21	63.1236
27	4	10.7106	67	8	23.0793	107	12	35.4481	147	17	50.7689	187	21	63.1376
28	4	10.7246	68	8	23.0933	108	13	38.4142	148	17	50.7829	188	21	63.1516
29	4	10.7386	69	8	23.1073	109	13	38.4282	149	17	50.7969	189	22	63.1179
30	4	10.7526	70	8	23.1213	110	13	38.4422	150	17	50.8109	190	22	66.1318
31	4	10.7666	71	8	23.1353	111	13	38.4562	151	17	50.8249	191	22	66.1458
32	4	10.7806	72	9	26.1015	112	13	38.4702	152	17	50.8389	192	22	66.1598
33	4	10.7946	73	9	26.1155	113	13	38.4842	153	18	53.8051	193	22	66.1738
34	4	10.8086	74	9	26.1295	114	13	38.4982	154	18	53.8191	194	22	66.1878
35	4	10.8226	75	9	26.1435	115	13	38.5122	155	18	53.8331	195	22	66.2018
36	5	13.7888	76	9	26.1575	116	13	38.5262	156	18	53.8471	196	22	66.2158
37	5	13.8028	77	9	26.1715	117	14	41.4924	157	18	53.8611	197	22	66.2298
38	5	13.8168	78	9	26.1855	118	14	41.5064	158	18	53.8751	198	23	69.1961
39	5	13.8308	79	9	26.1995	119	14	41.5204	159	18	53.8891	199	23	69.2101
40	5	13.8448	80	9	26.2135	120	14	41.5344	160	18	53.9031	200	23	69.2241

表 2-54 公法线长度  $\Delta W_k^*$  ( $m=1, \alpha=20^\circ$ )

(单位:mm)

$\Delta Z'$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0001	0.0003	0.004	0.0006	0.0007	0.0008	0.0010	0.0011	0.0013
0.1	0.0014	0.0015	0.0017	0.0018	0.0020	0.0021	0.0022	0.0024	0.0025	0.0027
0.2	0.0028	0.0029	0.0031	0.0032	0.0034	0.0035	0.0036	0.0038	0.0039	0.0041
0.3	0.0042	0.0043	0.0045	0.0046	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0053	0.0055
0.4	0.0056	0.0057	0.0059	0.0060	0.0061	0.0063	0.0064	0.0066	0.0067	0.0069
0.5	0.0070	0.0071	0.0073	0.0074	0.0076	0.0077	0.0079	0.0080	0.0081	0.0083
0.6	0.0084	0.0085	0.0087	0.0088	0.0089	0.0091	0.0092	0.0094	0.0095	0.0097
0.7	0.0098	0.0099	0.0101	0.0102	0.0104	0.0105	0.0106	0.0108	0.0109	0.0111
0.8	0.0112	0.0114	0.0115	0.0116	0.0118	0.0119	0.0120	0.0122	0.0123	0.0124
0.9	0.0126	0.0127	0.0129	0.0132	0.0130	0.0133	0.0135	0.0136	0.0137	0.0139

88 标准的部分内容如下。

### 1. 公法线长度 $W_{nk}$ 的确定

$W_{nk}$  在法面内测量

$$W_{nk} = (W_k^* + \Delta W_k^*) m_n$$

式中  $W_k^*$  按假想齿数  $z'$  整数部分查表 2-53,  $\Delta W_k^*$  是  $z'$  的小数部分对应的公法线长, 查表 2-54。

$$z' = Kz$$

式中  $K$ ——假想齿数系数。

根据  $z'$  整数部分查表 2-53 得  $W_k^*$ , 则

$$W_k = (W_k^* + \Delta W_k^*) m_n$$

### 2. 公法线长度上下偏差的确定

最小侧隙, 查表 2-23 知  $j_{bmin} = 0.1245\text{mm}$

切齿径向进刀公差, 查表 2-24。

$$T_{sn} = \sqrt{F_r^2 + h_r^2} \times 2 \tan \alpha$$

$$E_{sns} = -j_{bmin} / 2 \cos \alpha$$

$$E_{sni} = E_{sns} - T_{sn}$$

$$E_{bns} = E_{sns} \cos \alpha$$

$$E_{bni} = E_{sni} \cos \alpha$$

2.2.8 锥齿轮精度参考数据

表 2-55 锥齿轮齿坯顶锥母线跳动和基准端面圆跳动

(单位:  $\mu\text{m}$ )

外径或基准 端面直径  /mm		顶锥母线跳动 公差（按外径查）			基准端面圆跳动公差 （按基准端面直径查）		
		公差等级					
大于	至	5 ~ 6	7 ~ 8	9 ~ 10	5 ~ 6	7 ~ 8	9 ~ 10
—	30	15	25	50	6	10	15
30	50	20	30	60	8	12	20
50	120	25	40	80	10	15	25
120	250	30	50	100	12	20	30
250	500	40	60	120	15	25	40
500	800	50	80	150	20	30	50
800	1250	60	100	200	25	40	60
1250	2000	80	120	250	30	50	80

注: 1. 当三个公差组公差等级不同时, 公差值按最高的公差等级查取。  
2. 此表为标准的推荐数据。

表 2-56 圆锥齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差

中点法向模数 /mm	轮冠距极限偏差 / $\mu\text{m}$	顶锥角极限偏差 / ( $^{\circ}$ )
$\leq 1.2$	0	+ 15
	- 50	0
1.2 ~ 10	0	+ 8
	- 75	0
> 10	0	+ 8
	- 100	0

根据齿轮用途、载荷的大小、轮齿的刚性及齿线形状特点, 可参考表 2-57 由设计者自行规定接触斑点的形状、位置和大小。

表 2-57 锥齿轮副的接触斑点

公差等级	4 ~ 5	6 ~ 7	8 ~ 9	10
沿齿长方向 (%)	60 ~ 80	50 ~ 70	35 ~ 65	25 ~ 55
沿齿高方向 (%)	65 ~ 85	55 ~ 75	40 ~ 70	30 ~ 60

注: 表中数值范围用于齿面修形的齿轮。对齿面不作修形的齿轮, 其接触斑点大小不小于其平均值。

2.2.9 齿轮传动的效率、润滑及润滑剂

表 2-58 齿轮传动的平均效率

传动装置	6 级或 7 级精度的闭式传动	8 级精度的闭式传动	开式传动
圆柱齿轮	0.98	0.97	0.95
锥齿轮	0.97	0.96	0.93

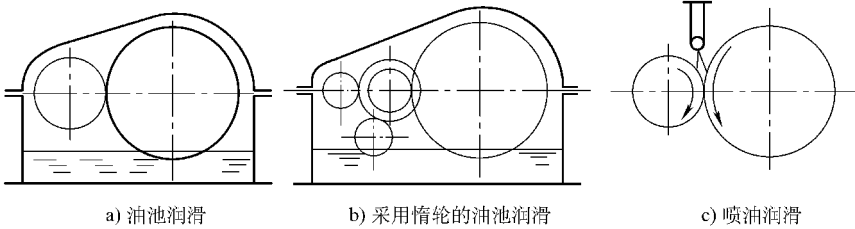


图 2-17 齿轮传动的润滑方法

表 2-59 润滑剂和润滑方式的选择

圆周速度 /(m/s)	传动结构形式	润滑剂种类	润滑方式	特    点
≤2.5	开式	粘附性润滑剂 <sup>①</sup>	涂抹润滑	密封简单、不易漏油、散热性能差。必要时可加 MoS <sub>2</sub> 、石墨或 EP 添加剂
≤4(有时 6)		流动性润滑脂 <sup>②</sup>	喷射润滑	
≤8(有时 10)				
≤15	闭式	润滑油	油浴润滑。大型齿轮和立式齿轮传动也用喷油润滑	带薄板油盆和散热片的油浴润滑
≤25(有时 30)			喷油润滑	
>25(有时 30)			油雾润滑	用于轻载、间歇工作
≤40				

- ① 粘附性润滑剂一般在润滑部位不能流动。  
② 也可用油浴(浅油盆)润滑,但尽可能加防护罩。

表 2-60 载荷特性对粘度的修正(粘度增加值)

齿面硬度	载荷冲击程度			
	平稳	轻微	中等	强烈
≤350HBW	0	增加相邻粘度等级差值的 30% 以下	增加相邻粘度等级差值的 60% 以下	增加一个粘度等级或更换油品种类
>350HBW	0	增加相邻粘度等级差值的 20% 以下	增加相邻粘度等级差值的 40% 以下	

注:载荷冲击程度的分类可参考减速齿轮传动使用系数  $K_A$  (见表 2-4) 来确定。



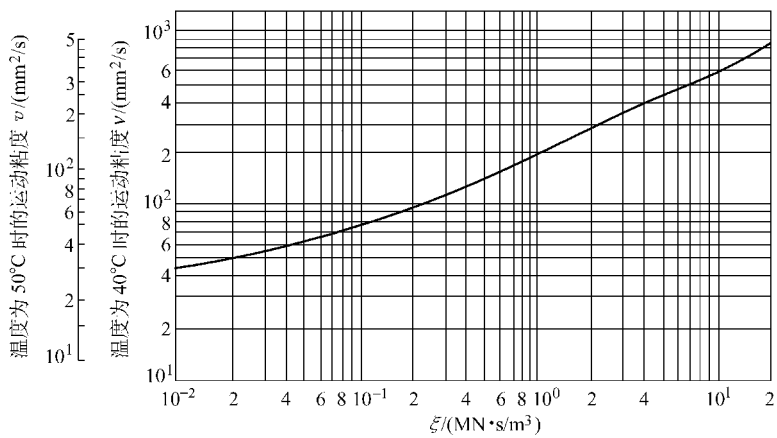


图 2-18 圆柱齿轮传动润滑油粘度的选择

- 注:1. 如果环境温度在 25℃ 以上,湿度每提高 10℃,粘度应提高 10%。如果环境温度在 10℃ 以下,温度每降低 3℃,粘度应降低 10%。
2. 载荷特性对粘度的修正见表 2-60。
3. 当配对齿轮未经硬化,又是同样钢材制造,或选用 Ni-Cr 钢制造粘度应提高 35% 左右。
4. 如果齿面经过融化处理、硫化处理或镀铜,粘度最多可降低 25%。
5. 对于锥齿轮传动,应以齿宽中点处当量圆柱齿轮的几何参数为基准。
6. 在二级齿轮传动中,以末级(低速级)传动为基准;在三级齿轮传动中,以第二、第三级所需强度的平均值为基准;在多级齿轮传动中也可作相类似的处理。

表 2-61 开式齿轮连续润滑时的运动粘度值(100℃)

(单位:mm²/s)

环境温度 /℃	齿轮的运转特点	压力润滑		飞溅润滑		浸油(脂)润滑
		圆周速度 $v_1/(m/s)$				
		<5	>5	<5	5 ~ 10	< 1.5
-9 ~ 16	连续工作	16 ~ 21	10 ~ 16	16 ~ 21	10 ~ 16	32 ~ 54
	正反转或经常起动停车	16 ~ 21	10 ~ 16	26 ~ 32	22 ~ 26	32 ~ 54
10 ~ 52	连续工作	26 ~ 32	22 ~ 26	26 ~ 32	22 ~ 26	85 ~ 130
	正反转或经常起动停车	36 ~ 32	22 ~ 26	40 ~ 35	32 ~ 41	85 ~ 130

表 2-62 开式齿轮间歇润滑时的运动粘度值(100℃)

(单位:mm²/s)

环境温度/℃	机械喷射		滴油
	含中极压添加剂的开式齿轮油	重质(沥青质)开式齿轮油	含中极压添加剂的开式齿轮油
-10~15	—	215~650	—
5~40	110~125	660~2200	110~125
20~50	18~215	660~2200	180~215

表 2-63 工业齿轮油种类的选择(闭式传动)

条 件		推荐使用的闭式 工业齿轮润滑油
齿面接触应力 $\sigma_H$ /MPa	齿轮使用工况	
$\leq 350$	一般齿轮传动	抗氧防锈工业齿轮油
350 ~ 500 (低负荷齿轮)	一般齿轮传动	抗氧防锈工业齿轮油
	有冲击的齿轮传动	中负荷工业齿轮油
500 ~ 1100 (中负荷齿轮)	矿井提升机、露天采掘机、水泥磨、化工机械、水力 电力机械、冶金矿山机械、船舶海港机械等的齿轮传 动	中负荷工业齿轮油
$\geq 1100$ (重负荷齿轮)	冶金轧钢、井下采掘、高温有冲击、含水部位的齿轮 传动等	重负荷工业齿轮油

注:用于一般的渐开线圆柱齿轮传动。在计算出的齿面接触应力略小于 1100MPa 时,如果齿轮工况为高温,有冲击或含水等,为安全计,应选用重负荷工业齿轮油。

表 2-64 高速齿轮传动油种类的选择

条 件		推荐使用的 高速齿轮润滑油
齿面负荷系数 $K$ /MPa	齿轮使用工况	
硬齿面齿轮: $K < 2$ 软齿面齿轮: $K < 1$	不接触水、蒸汽或氨的一般高速齿轮传动	(普通)汽轮机油
	易接触水、蒸汽或海水的一般高速齿轮传动,如与蒸汽 轮机、水轮机、涡轮鼓风机相联的高速齿轮箱、海洋航船、 汽轮机齿轮箱等	防锈汽轮机油
	在有氨的环境气氛下工作的高速齿轮箱,如大型合成氧 化肥装置离心式合成气压缩机、冷冻机及汽轮机齿轮箱等	抗氨汽轮机油
硬齿面齿轮: $K \geq 2$ 软齿面齿轮: $K \geq 1$	要求改善齿轮承载能力的发电机、工业装置和船舶高速 齿轮装置	极压汽轮机油

表 2-65 闭式工业齿轮装置润滑油粘度牌号的选择

平行轴及锥齿轮传动	润滑油粘度牌号 $\nu_{40}/(\text{mm}^2/\text{s})$			
	环境温度			
低速级齿轮节圆圆周速度/(m/s)	- 30 ~ - 10℃	- 10 ~ 10℃	10 ~ 35℃	35 ~ 55℃
$\leq 5$	100(合成型)	150	320	680
5 ~ 15	100(合成型)	100	220	460
15 ~ 25	68(合成型)	68	150	320
25 ~ 80	32(合成型)	46	68	100

注:1. 锥齿轮传动按齿宽中点的圆周速度选择润滑油的粘度牌号。  
2. 当齿轮节圆圆周速度 $\leq 25\text{m/s}$ 时,表中所选润滑油粘度牌号为闭式工业齿轮油。当齿轮节圆  
圆周速度 $> 25\text{m/s}$ 时,表中所选润滑油粘度牌号为汽轮机油。当齿轮传动承受较严重冲击负荷时,  
可适当增加一个粘度牌号。

2.2.10 圆弧圆柱齿轮传动设计用系数速查

表 2-66 双圆弧齿轮基本齿廓参数 (GB/T 12759—1991)

序号	参数名称	代号	法向模数 $m_n/\text{mm}$					
			1.5 ~ 3	> 3 ~ 6	> 6 ~ 10	> 10 ~ 16	> 16 ~ 32	> 32 ~ 50
1	压力角	$\alpha_n$	24°	24°	24°	24°	24°	24°
2	全齿高	$h^*$	2	2	2	2	2	2
3	齿顶高	$h_a^*$	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
4	齿根高	$h_f^*$	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
5	凸齿齿廓圆弧半径	$\rho_a^*$	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
6	凹齿齿廓圆弧半径	$\rho_f^*$	1.420	1.410	1.395	1.380	1.360	1.340
7	凸齿齿廓圆心移距量	$x_a^*$	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163
8	凹齿齿廓圆心移距量	$x_f^*$	0.0325	0.0285	0.0224	0.0163	0.0081	0.0000
9	凸齿齿廓圆心偏移量	$l_a^*$	0.6289	0.6289	0.6289	0.6289	0.6289	0.6289
10	凹齿齿廓圆心偏移量	$l_f^*$	0.7086	0.6994	0.6957	0.6820	0.6638	0.6455
11	凸齿接触点处弦齿厚	$\overline{s_a^*}$	1.1173	1.1173	1.1173	1.1173	1.1173	1.1173
12	接触点到接触点的距离	$h_k^*$	0.5450	0.5450	0.5450	0.5450	0.5450	0.5450
13	过渡圆弧和凸齿圆弧的切点到节线的距离	$h_{ja}^*$	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
14	过渡圆弧和凹齿圆弧的切点到节线的距离	$h_{ji}^*$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
15	凹齿接触点处槽宽	$\overline{e_f^*}$	1.1773	1.1773	1.1573	1.1573	1.1573	1.1573
16	凹齿接触点处弦齿厚	$\overline{s_f^*}$	1.9643	1.9643	1.9843	1.9843	1.9843	1.9843
17	凸齿工艺角	$\delta_1$	6°20'52"	6°20'52"	6°20'52"	6°20'52"	6°20'52"	6°20'52"
18	凹齿工艺角	$\delta_2$	9°25'31"	9°19'30"	9°10'21"	9°0'59"	8°48'11"	8°35'01"
19	过渡圆弧半径	$r_j^*$	0.5049	0.5043	0.4884	0.4877	0.4868	0.4858
20	齿根圆弧半径	$r_g^*$	0.4030	0.4004	0.3710	0.3663	0.3595	0.3520
21	齿根圆弧和凹齿圆弧的切点到节线的距离	$h_g^*$	1.0186	1.0186	1.0236	1.0210	1.0176	1.0145

注:表中带 \* 号的尺寸参数,是指该尺寸与法向模数的比值,例如:  $h^* = h/m_n$ ;  $\rho_a^* = \rho_a/m_n$  等。

表 2-67 双圆弧齿轮传动的侧隙 (GB/T 12759—1991)

法向模数 $m_n/\text{mm}$	$\geq 1.5 \sim 3$	$> 3 \sim 6$	$> 6 \sim 10$	$> 10 \sim 16$	$> 16 \sim 32$	$> 32 \sim 50$
侧隙 $j$	$0.06m_n$	$0.06m_n$	$0.04m_n$	$0.04m_n$	$0.04m_n$	$0.04m_n$

表 2-68 多点接触系数计算表

名称	代 号	公式及判别式		
		当 $\Delta b \leq p_x - q_{TA}$ 时	当 $p_x - q_{TA} < \Delta b < q_{TA}$ 时	当 $\Delta b \geq q_{TA}$ 时
2n 点接触系数	$\varepsilon_{2nd}$	$1 - \frac{2\Delta b}{p_x}$	$\frac{q_{TA} - \Delta b}{p_x}$	—
(2n + 1) 点接触系数	$\varepsilon_{(2n+1)d}$	$\frac{2\Delta b}{p_x}$	$2 - \frac{2q_{TA}}{p_x}$	$2 - \frac{2\Delta b}{p_x}$
(2n + 2) 点接触系数	$\varepsilon_{(2n+2)d}$	—	$\frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x} - 1$	$\frac{2\Delta b}{p_x} - 1$

表 2-69 多对齿啮合系数计算表

名 称	代 号	公式及判别式	
		当 $\Delta b \leq p_x - q_{TA}$ 时	当 $\Delta b > p_x - q_{TA}$ 时
n 对齿啮合系数	$\varepsilon_{nz}$	$1 - \frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x}$	—
(n + 1) 对齿啮合系数	$\varepsilon_{(n+1)z}$	$\frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x}$	$2 - \frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x}$
(n + 2) 对齿啮合系数	$\varepsilon_{(n+2)z}$	—	$\frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x} - 1$

表 2-70 圆弧圆柱齿轮模数系列

第一系列	1.5 2 2.5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 40 50
第二系列	2.25 2.75 3.5 4.5 5.5 7 9 14 18 22 28 36 45

表 2-71 双圆弧齿轮齿面接触强度计算公式(GB/T 13799—1992)

项目	单位	计算公式
计算应力	MPa	$\sigma_H = \left( \frac{T_1 K_A K_v K_1 K_{H2}}{2\mu_e + K_{\Delta e}} \right)^{0.73} \frac{Z_E Z_u Z_\beta Z_\alpha}{z_1 m_n^{2.19}}$
校核小齿轮分度圆直径	mm	$d_1 \geq \left( \frac{T_1 K_A K_v K_1 K_{H2}}{2\mu_e + K_{\Delta e}} \right)^{0.73} \frac{Z_E Z_u Z_\beta Z_\alpha}{m_n^{1.19} [\sigma_H] \cos\beta}$
校核小齿轮名义转矩	N · mm	$T_1 \leq \frac{2\mu_e + K_{\Delta e}}{K_A K_v K_1 K_{H2}} \left( \frac{z_1 m_n^{2.19} [\sigma_H]}{Z_E Z_u Z_\beta Z_\alpha} \right)^{1/0.73}$
许用接触应力	MPa	$[\sigma_H] = \sigma_{Hlim} Z_N Z_L Z_v / S_{Hmin} \geq \sigma_H$
安全系数		$S_H = \sigma_{Hlim} Z_N Z_L Z_v / \sigma_H \geq S_{Hmin}$

表 2-72 双圆弧齿齿轮齿根弯曲强度计算公式 (根据 GB/T 13799—1992)

项目	单位	计算公式
计算应力	MPa	$\sigma_F = \left( \frac{T_1 K_A K_v K_i K_{F2}}{2\mu_e + K_{\Delta e}} \right)^{0.86} \frac{Y_E Y_u Y_\beta Y_F Y_{End}}{z_1 m_n^{2.58}}$
校核法向模数	mm	$m_n \geq \left( \frac{T_1 K_A K_v K_i K_{F2}}{2\mu_e + K_{\Delta e}} \right)^{1/3} \left( \frac{Y_E Y_u Y_\beta Y_F Y_{End}}{z_1 [\sigma_F]} \right)^{1/2.58}$
校核小齿轮名义转矩	N · mm	$T_1 \leq \frac{2\mu_e + K_{\Delta e}}{K_A K_v K_i K_{F2}} m_n^3 \left( \frac{z_1 \sigma_{FP}}{Y_E Y_u Y_\beta Y_F Y_{End}} \right)^{1/0.86}$
许用齿根应力	MPa	$[\sigma_F] = \sigma_{Flim} Y_N Y_x / S_{Fmin} \geq \sigma_F$
安全系数		$S_F = \sigma_{Flim} Y_N Y_x / \sigma_F \geq S_{Fmin}$

表 2-73 接触迹内载荷分布系数

精度等级	4	5	6	7	8
$K_{H2}$	1.05	1.15	1.23	1.39	1.49
$K_{F2}$	1.05	1.08		1.10	

表 2-74 弹性系数

符号	单位	锻钢-锻钢	锻钢-铸钢	锻钢-球墨铸铁	其他材料
$Z_E$	(MPa) <sup>0.27</sup>	31.346	31.263	30.584	1.123E <sup>0.27</sup>
$Y_E$	(MPa) <sup>0.14</sup>	2.079	2.076	2.053	0.370E <sup>0.14</sup>

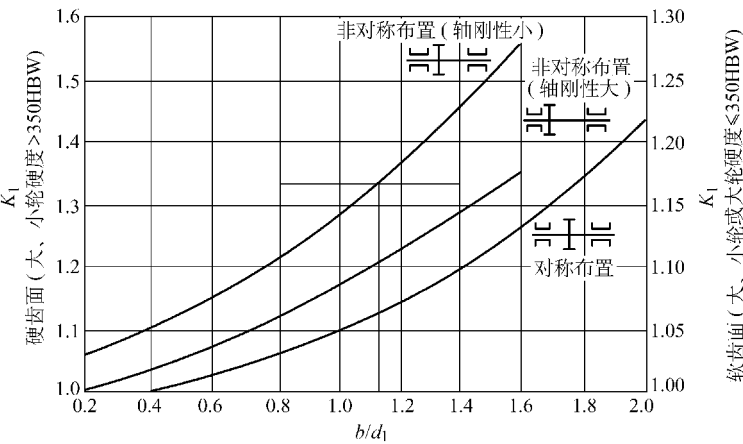


图 2-19 接触迹间载荷分配系数  $K_1$

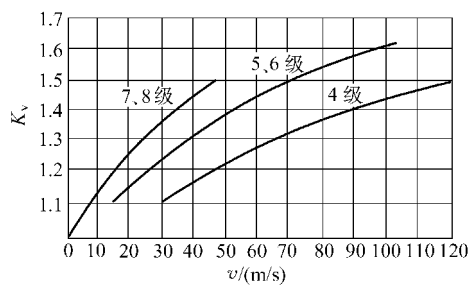


图 2-20 动载荷系数

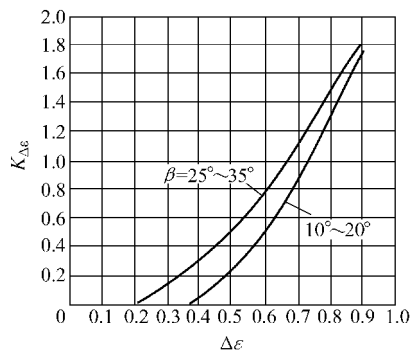


图 2-21 圆弧齿轮接触迹系数

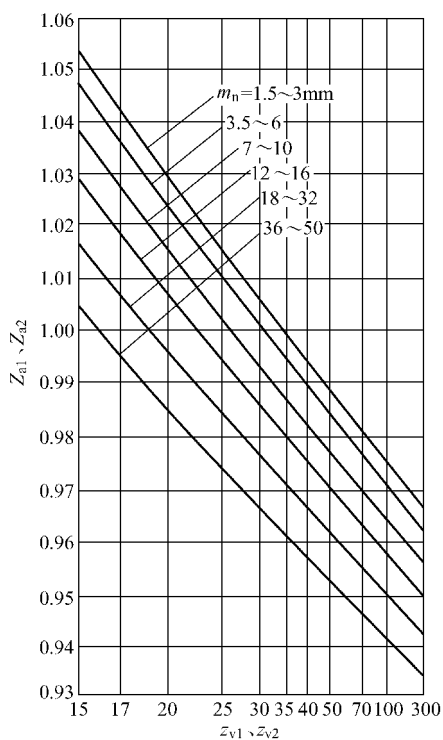
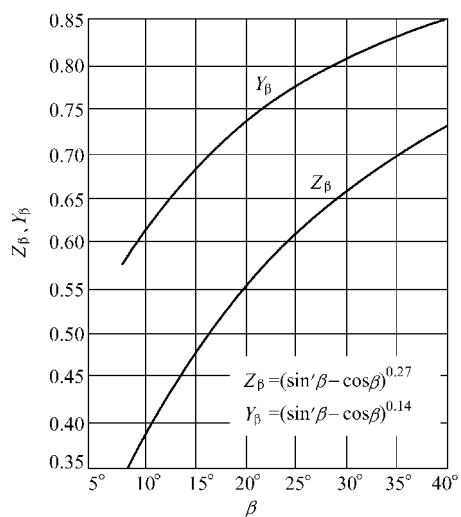
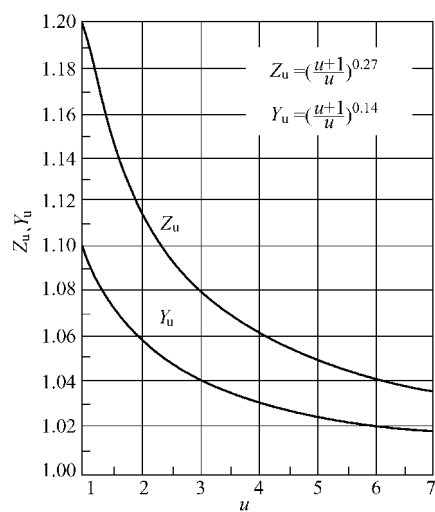
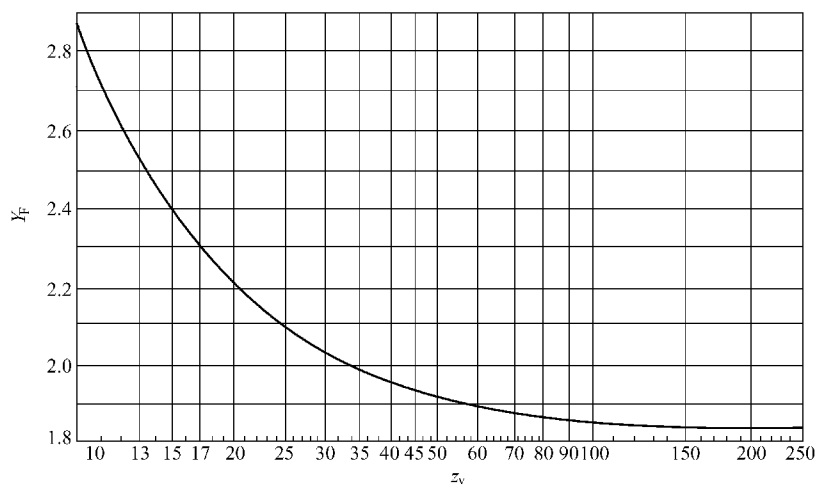


图 2-22 接触弧长系数

图 2-23 螺旋角系数  $Z_\beta, Y_\beta$ 图 2-24 齿数比系数  $Z_u, Y_u$ 图 2-25 齿形系数  $Y_F$

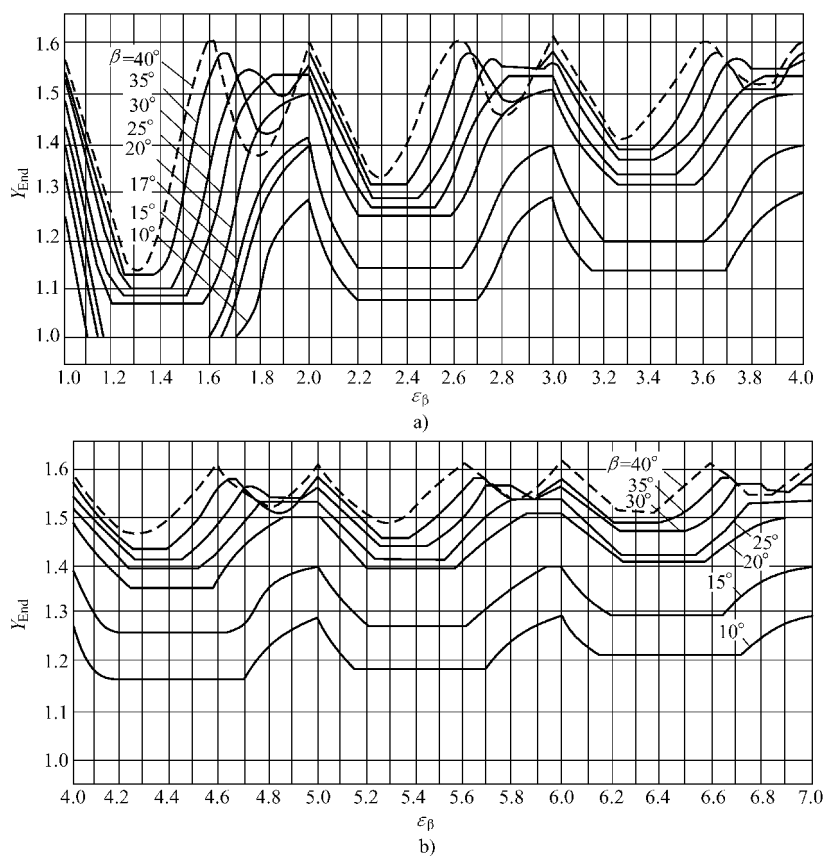


图 2-26 齿端系数  $Y_{\text{End}}$

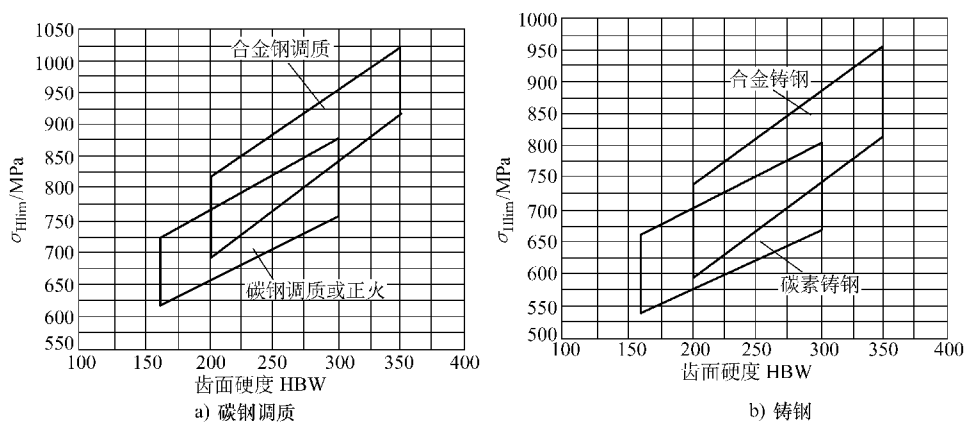


图 2-27 接触疲劳极限



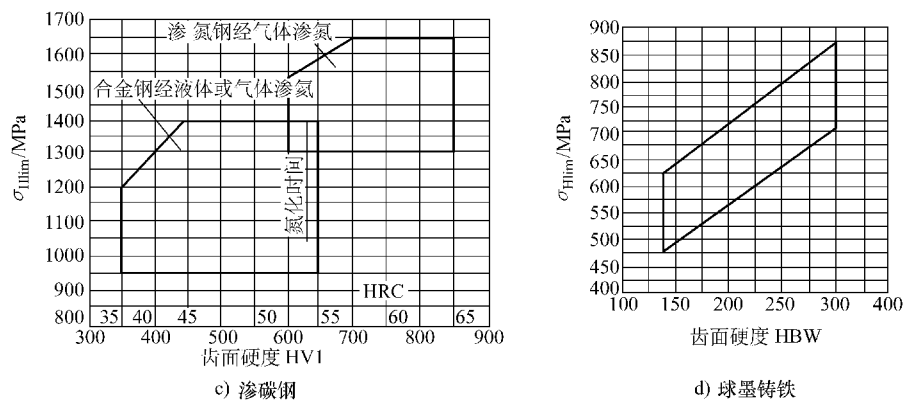
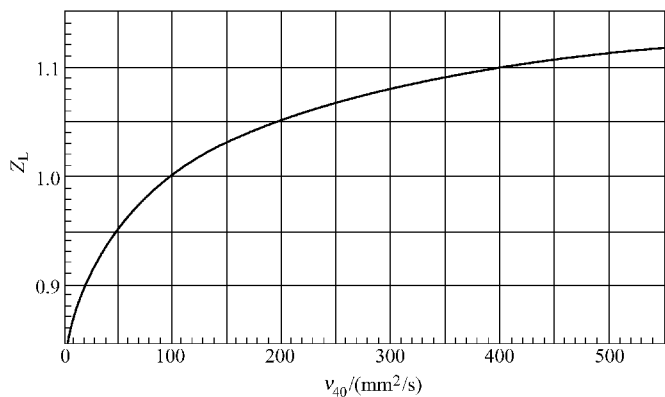
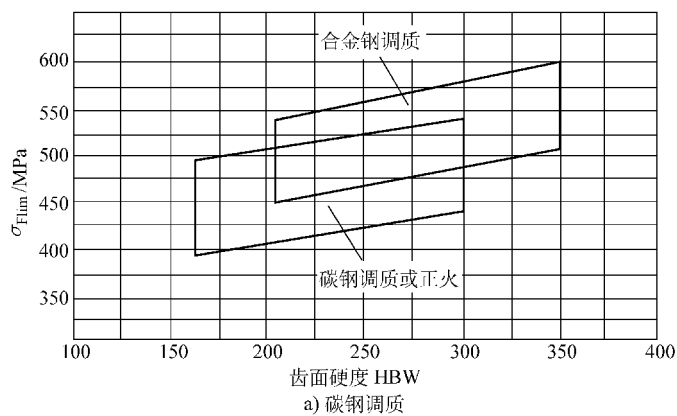


图 2-27 接触疲劳极限 (续)

图 2-28 润滑剂系数  $Z_L$ 图 2-29 弯曲疲劳极限  $\sigma_{Flim}$

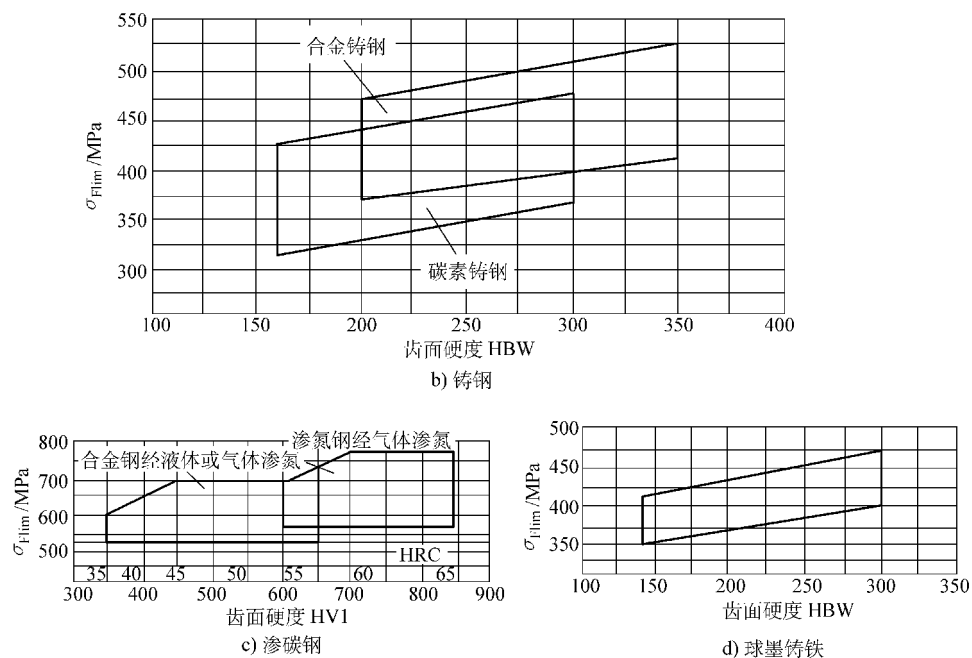


图 2-29 弯曲疲劳极限  $\sigma_{Flim}$  (续)

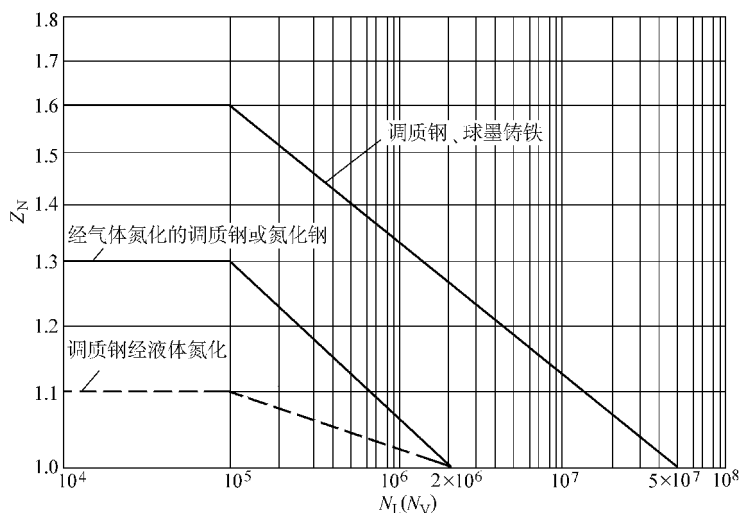
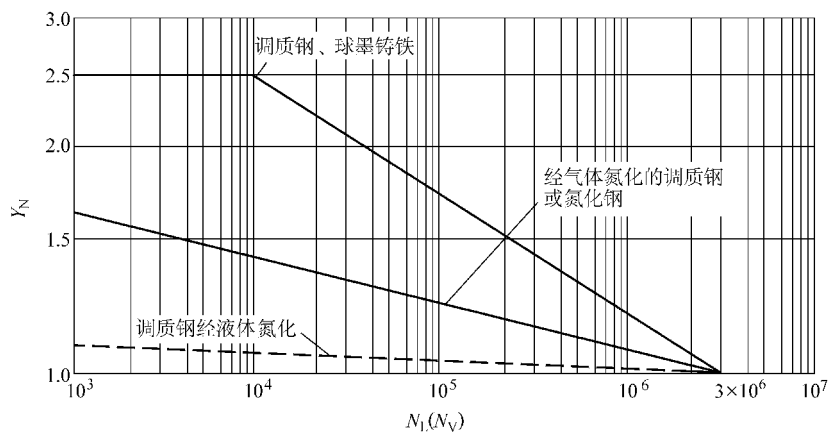
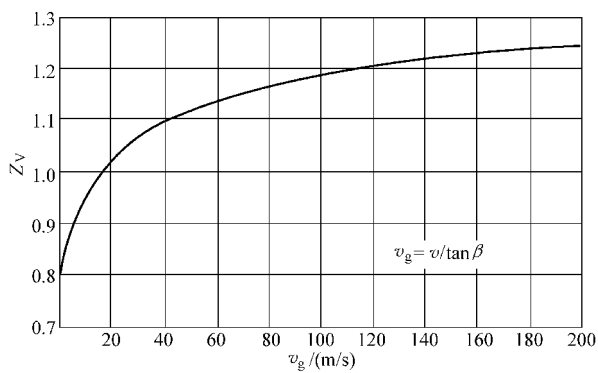
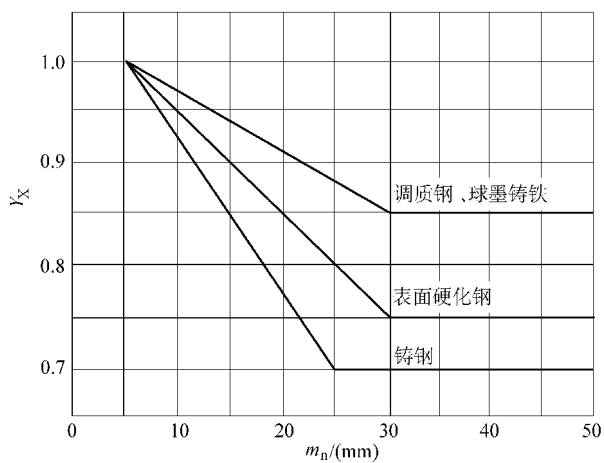


图 2-30 接触强度计算的寿命系数  $Z_N$

图 2-31 弯曲强度计算的寿命系数  $Y_N$ 图 2-32 速度系数  $Z_v$ 图 2-33 尺寸系数  $Y_x$

2.2.11 圆弧圆柱齿轮传动精度和检验数据速查

表 2-75 圆弧齿轮公差等级选用表

公差等级	加工方法	工作情况	圆周速度 /(m/s)
4 级 (超精密级)	理想级别,目前尚无成熟的加工方法	要求传动很平稳、振动和噪声很小,如大功率高速齿轮、标准齿轮等	>120
5 级 (精密级)	用高精度滚刀在周期误差较小的高精度滚齿机上滚齿,装配后进行研磨跑合	要求传动很平稳、振动和噪声小,速度高及齿面载荷系数大的齿轮。如高速透平齿轮等	≤120
6 级 (高精度级)	在精密滚齿机上用高精度滚刀滚齿。齿面硬化处理后,进行刮削或齿面珩齿,装配后进行研磨跑合	要求工作平稳、振动、噪声较小,速度较高及齿面载荷系数较大的齿轮。如透平齿轮、鼓风机齿轮、航空齿轮等	≤100
7 级 (较高精度级)	用较高精度滚刀在较高精度的滚齿机上滚齿,齿面硬化处理后,进行刮削或齿面珩齿,装配后进行研磨跑合	速度较高的中等载荷齿轮或中等速度的重载齿轮。如船用齿轮、提升机齿轮、轧机齿轮等	≤25
8 级 (普通精度级)	在普通滚齿机上用滚刀滚齿	一般用途的齿轮。如起重机齿轮、抽油机齿轮和标准减速器齿轮等	≤10

表 2-76 圆弧齿轮公差分组及推荐检验组项目 (GB/T 15753—1995)

公差组	公差与极限偏差项目	误差特性及其影响	推荐的检查组项目及说明
I	$F \quad F_1 (F_{1k}) \quad F_s \quad F_w$	以齿轮一转为期 的误差主要影响传递运动的准确性和低频的振动、噪声	$F$ 目前尚无圆弧齿轮专用量仪 $F_1 (F_{1k})$ 推荐用 $F_1, F_{1k}$ 仅在必要时加检 $F_s$ 和 $F_w$ 用于低精度齿轮,当其中一项超差时,应按 $F_\mu$ 鉴定验收
II	$f'_i \quad f_{pt} \quad f_\beta (f_{px}) \quad f_{i\beta}$	在齿轮一周内,多次周期性重复出现的误差,影响传动的平稳性和高频的振动、噪声	$f'_i$ 目前尚无圆弧齿轮专用量仪 推荐用 $f_{pt}$ 与 $f_\beta$ (或 $f_{px}$ );对于 6 级或高于 6 级的齿轮,检验 $f_{pt}$ 时,推荐加检 $f_{i\beta}$
III	$F_\beta, F_{px}, E_{df}, E_b (E_w, E_n)$	齿向误差、轴向齿距偏差、主要影响载荷沿齿向分布的均匀性 齿形的径向位置误差,影响齿高方向的接触部位和承载能力	推荐用 $F_\beta$ 与 $E_{df}$ (或 $E_b$ ),若用 $F_{px}$ 与 $E_{df}$ (或 $E_b$ ),必要时加检 $E_w$ 或 $E_n$

(续)

公差组	公差与极限偏差项目	误差特性及其影响	推荐的检查组项目及说明
齿轮副	$F'_{ic} f'_{ic}$ 接触迹线位置偏差、接触斑点及齿侧间隙	综合性误差,影响工作平稳性和承载能力 注:接触迹线位置偏差和接触斑点是圆弧齿轮传动的重要检查项目	可用传动误差测量仪检查 $F'_{ic}$ 和 $f'_{ic}$ 跑合前必须检查接触迹线位置和侧隙,合格后进行跑合。跑合后检查接触斑点

表 2-77 齿圈径向圆跳动公差  $F_r$  值

(单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径/mm		法向模数/mm	公差等级				
大于	至		4	5	6	7	8
—	125	1.5 ~ 3.5	9	14	22	36	50
		>3.5 ~ 6.3	11	16	28	45	63
		>6.3 ~ 10	13	20	32	50	71
		>10 ~ 16	—	22	36	56	80
125	400	1.5 ~ 3.5	10	16	25	40	56
		>3.5 ~ 6.3	13	18	32	50	71
		>6.3 ~ 10	14	22	36	56	80
		>10 ~ 16	16	25	40	63	90
		>16 ~ 25	20	32	50	80	112
400	800	1.5 ~ 3.5	11	18	28	45	63
		>3.5 ~ 6.3	13	20	32	50	71
		>6.3 ~ 10	14	22	36	56	80
		>10 ~ 16	18	28	45	71	100
		>16 ~ 25	22	36	56	90	125
		>25 ~ 40	28	45	71	112	160
800	1600	>3.5 ~ 6.3	14	22	36	56	80
		>6.3 ~ 10	16	25	40	63	90
		>10 ~ 16	18	28	45	71	100
		>16 ~ 25	22	36	56	90	125
		>25 ~ 40	28	45	71	112	160
1600	2500	>6.3 ~ 10	18	28	45	71	100
		>10 ~ 16	20	32	50	80	112
		>16 ~ 25	25	40	63	100	140
		>25 ~ 40	32	50	80	125	180
2500	4000	>10 ~ 16	22	36	56	90	125
		>16 ~ 25	25	40	63	100	140
		>25 ~ 40	32	50	80	125	180

表 2-78 弦齿极限偏差  $\pm E_b$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径/mm		法向模数 /mm	公差等级			分度圆直径/mm		法向模数 /mm	公差等级		
大于	至		4	5,6	7,8	大于	至		4	5,6	7,8
—	50	1.5 ~ 3.5	10	12	15	120	200	1.5 ~ 3.5	13	16	21
		3.5 ~ 6.3	12	15	19			3.5 ~ 6.3	15	19	23
50	80	1.5 ~ 3.5	11	14	17			6.3 ~ 10	18	23	27
		3.5 ~ 6.3	13	16	20			10 ~ 16	—	—	34
		6.3 ~ 10	15	19	24			16 ~ 32	—	—	49
80	120	1.5 ~ 3.5	12	15	18	200	320	1.5 ~ 3.5	15	18	23
		3.5 ~ 6.3	14	18	21			3.5 ~ 6.3	17	21	26
		6.3 ~ 10	17	21	26			6.3 ~ 10	21	24	30
		10 ~ 16	—	—	32			10 ~ 16	—	—	36
320	500	1.5 ~ 3.5	17	21	24			16 ~ 32	—	—	53
		3.5 ~ 6.3	18	23	27	1250	2000	3.5 ~ 6.3	25	31	38
		6.3 ~ 10	21	26	32			6.3 ~ 10	27	34	42
		10 ~ 16	—	—	38			10 ~ 16	—	—	49
		16 ~ 32	—	—	57			16 ~ 32	—	—	68
500	800	1.5 ~ 3.5	18	23	—	2000	3150	3.5 ~ 6.3	27	34	—
		3.5 ~ 6.3	27	26	30			6.3 ~ 10	30	38	45
		6.3 ~ 10	23	28	34			10 ~ 16	—	—	53
		10 ~ 16	—	—	42			16 ~ 32	—	—	68
		16 ~ 32	—	—	57	3150	4000	3.5 ~ 6.3	30	38	—
800	1250	3.5 ~ 6.3	—	—	34			6.3 ~ 10	36	45	49
		6.3 ~ 10	23	28	38			10 ~ 16	—	—	57
		10 ~ 16	25	31	45			16 ~ 32	—	—	75
		16 ~ 32	—	—	60						

注:对于单圆弧齿轮,弦齿深极限偏差取  $\pm E_b/0.75$ 。

表 2-79 齿根圆直径极限偏差  $\pm E_{df}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径/mm		法向模数 /mm	公差等级			分度圆直径/mm		法向模数 /mm	公差等级		
大于	至		4	5,6	7,8	大于	至		4	5,6	7,8
—	50	1.5 ~ 3.5	15	19	23	80	120	1.5 ~ 3.5	19	24	29
		3.5 ~ 6.3	19	24	30			3.5 ~ 6.3	23	28	36
50	80	1.5 ~ 3.5	17	21	26			6.3 ~ 10	29	36	45
		3.5 ~ 6.3	21	26	33			10 ~ 16	—	—	57
		6.3 ~ 10	27	34	42	120	200	1.5 ~ 3.5	22	27	33
								3.5 ~ 6.3	26	32	38

(续)

分度圆直径/mm		法向模数 /mm	公差等级			分度圆直径/mm		法向模数 /mm	公差等级		
大于	至		4	5,6	7,8	大于	至		4	5,6	7,8
120	200	6.3 ~ 10	32	39	49	500	800	6.3 ~ 10	41	51	60
		10 ~ 16	—	—	60			10 ~ 16	—	—	75
		16 ~ 32	—	—	90			16 ~ 32	—	—	105
200	320	1.5 ~ 3.5	24	30	38	800	1250	3.5 ~ 6.3	41	51	60
		3.5 ~ 6.3	29	36	42			6.3 ~ 10	46	57	68
		6.3 ~ 10	34	42	53			10 ~ 16	—	—	83
		10 ~ 16	—	—	64			16 ~ 32	—	—	113
		16 ~ 32	—	—	94	1250	2000	6.3 ~ 10	48	60	75
320	500	1.5 ~ 3.5	27	34	42			10 ~ 16	—	—	90
		3.5 ~ 6.3	32	39	50			16 ~ 32	—	—	120
		6.3 ~ 10	38	48	57	2000	3150	6.3 ~ 10	60	75	—
		10 ~ 16	—	—	68			10 ~ 16	—	—	105
		16 ~ 32	—	—	98			16 ~ 32	—	—	135
500	800	1.5 ~ 3.5	32	39	—	3150	4000	10 ~ 16	—	—	120
		3.5 ~ 6.3	36	45	53			16 ~ 32	—	—	150

注:对于单圆弧齿轮,齿根圆直径极限偏差取 $\pm E_{df}/0.75$ 。

表 2-80 接触迹线长度和位置偏差

齿轮类型及检验项目				齿轮公差等级			
				4	5,6	7,8	
双圆弧 齿轮	接触迹线位置偏差			$\pm 0.11m_n$	$\pm 0.15m_n$	$\pm 0.18m_n$	
	按齿长不少于工作齿长(%)	第一条		95	90	90	85
		第二条		75	70	60	50
单圆弧 齿轮	接触迹线位置偏差			$\pm 0.15m_n$	$\pm 0.20m_n$	$\pm 0.25m_n$	
	按齿长不少于工作齿长(%)			95	90	85	

表 2-81 接触斑点

齿轮类型及检验项目			齿轮公差等级				
			4	5	6	7	8
双圆弧 齿轮	按齿高不少于工作齿高(%)		60	55	50	45	40
	按齿长不少于 工作齿长(%)	第一条	95	95	90	85	80
		第二条	90	85	80	70	60
单圆弧 齿轮	按齿高不少于工作齿高(%)		60	55	50	45	40
	按齿长不少于工作齿长(%)		95	95	90	85	80

注:对于齿面硬度 $\geq 300\text{HBW}$ 的齿轮副,其接触斑点沿齿高力向应 $\geq 0.3m_n$ 。

表 2-82 齿轮公差关系式与计算式 (GB/T 15753—1995)

公差项目	关系式	公差项目	关系式
切向综合公差	$F'_i = F_p + f_\beta$	一齿切向综合公差	$f'_i = 0.6(f_{pt} + f_\beta)$
螺旋线波度公差	$f_{i\beta} = f'_i \cos\beta$	轴向齿距极限偏差	$F_{px} = F_\beta$
一个轴向齿距偏差	$f_{px} = f_\beta$	中心距极限偏差	$f_a = 0.5(IT6, IT7, IT8)$
公法线长度 极限偏差	$E_{ws} = -2\sin\alpha(-E_h)$ $E_{wi} = -2\sin\alpha(+E_h)$	齿厚极限偏差	$E_{ss} = -2\tan\alpha(-E_h)$ $E_{si} = -2\tan\alpha(+E_h)$
公法线长度公差	$T_w = E_{ws} - E_{wi}$	齿厚公差	$T_{ss} = E_{ss} - E_{si}$

2.3 齿轮传动设计与数据速查实例

2.3.1 直齿圆柱齿轮设计实例

设计如图 2-34 所示的卷扬机，用闭式两级圆柱齿轮减速器中的高速级齿轮传动。已知：传递功率  $P_1 = 7.5\text{kW}$ ，转速  $n_1 = 960\text{r/min}$ ，高速级传动比  $i = 3.5$ ；载荷有不大的冲击，折合一班制工作，使用寿命 15 年，设备可靠度要求较高，单件或小批量生产。

1. 选定齿轮类型、公差等级、材料及齿数

(1) 类型选择 斜齿轮传动平稳，重合度大，本题应该选用斜齿轮传动，但为了熟悉直齿轮的设计方法，选用直齿圆柱齿轮传动。

(2) 精度选择 卷扬机为一般工作机，速度不高，传动装置属于一般用途减速器，从表 2-9a 可以看出，通用减速器的公差等级为 6 ~ 9 级，又假定齿轮的圆周速度小于  $10\text{m/s}$ ，则从表 2-9b 看出，选 7、8、9 级精度均可，但考虑单件生产则选择稍高一些的精度，故选用 7 级精度。

(3) 材料选择 首先从题目看，齿轮传动属于闭式传动，卷扬机的减速器没有尺寸限制（硬齿面齿轮承载能力大，相同条件下，外廓尺寸小于软齿面齿轮传动），再考虑到软齿面齿轮加工费用低，因此选用软齿面传动。对于软齿面传动，为了使大小齿轮寿命相近，应使小齿轮硬度大于大齿轮 25 ~ 50HBS。要达到这一要求，可以采用三种方式。①大小齿轮采用相同材料，不同的热处理方式，例如，大小齿轮都采用 45 钢，但小齿轮调质处理，大齿轮正火处理，这

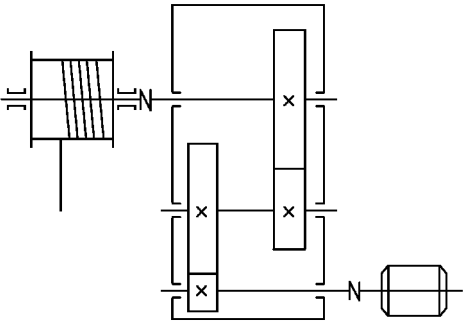


图 2-34 卷扬机传动简图



种方式比较适合大批量生产,所有大齿轮做一次热处理,所有小齿轮做一次热处理;②大小齿轮采用不同材料,同一热处理,一般是小齿轮性能好于大齿轮,如小齿轮采用40Cr,大齿轮材料为45钢,大小齿轮都采用调质,这种方式适合单件小批量生产,可以将大小齿轮同时做一次热处理,比较经济;③大小齿轮采用同一材料,同样的热处理方式,这种方式适用于大小齿轮尺寸相差特别大的情况,因为大齿轮材料大,淬透性差,使得大小齿轮会有硬度差。

本题卷扬机的减速器,属于单件小批生产,本题选用第二种方式,即小齿轮材料为40Cr,调质处理,查附表F,齿面硬度在260~290HBW之间,取平均硬度 $HB_1 = 280\text{HBW}$ ;大齿轮材料为45钢,调质处理,齿面硬度在220~240HBW之间,取平均硬度 $HB_2 = 240\text{HBW}$ ,两齿轮齿面硬度差 $HB_1 - HB_2 = (280 - 240)\text{HBW} = 40\text{HBW}$ ,在25~50HBW范围内。

(4) 初选齿数 对于闭式软齿面齿轮传动,主要失效形式是齿面疲劳点蚀,传动尺寸主要取决于齿面接触疲劳强度,而齿根弯曲疲劳强度往往比较富余,这时,在传动尺寸不变并满足弯曲疲劳强度的条件下,应选小模数,多齿数,这样,有利于增大重合度,提高运动的平稳性,而且会减小滑动系数,提高传动效率。模数小,齿槽小,全齿高小,切削量小,延长刀具的使用寿命,减少加工工时等,所以小齿轮齿数一般在20~40范围内选取。

本题选小齿轮齿数 $z_1 = 25$ ,大齿轮齿数 $z_2 = uz_1 = 3.5 \times 25 = 87.5$ ,取 $z_2 = 88$ 。

## 2. 按齿面接触疲劳强度设计

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1}{\psi_d} \cdot \frac{u \pm 1}{u} \cdot \left( \frac{Z_E Z_H Z_\epsilon}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

### (1) 确定设计公式中各参数

1) 初选载荷系数。载荷系数 $K = K_A K_V K_\alpha K_\beta$ ,因为在设计之前,不能确定具体的 $K$ 值,先假定一个载荷系数 $K_1 = 1.3$ ,也可以假定为别的值,本题的 $K_1 = 1.3$ 仅作参考。

### 2) 小齿轮传递的转矩

$$T_1 = 9.55 \times 10^6 P / n_1 = 9.55 \times 10^6 \times 7.5 / 960 \text{N} \cdot \text{mm} = 7.46 \times 10^4 \text{N} \cdot \text{mm}$$

3) 选取齿宽系数 $\psi_d$ (查表2-5)。齿轮的宽度不能太宽,太宽会增加齿向载荷分布的不均匀性,也不能太小,在满足齿面接触疲劳强度的条件下,如果齿宽太小,则分度圆直径就会加大,增加传动的径向尺寸,因此要合理的选择齿宽系数。从表2-5可以看出,齿宽系数和齿轮的布置方式有关,从题目要求看,小齿轮是非对称布置,又属于软齿面,齿宽系数应该在0.6~1.2。再参考减速器的设计经验,齿宽与中心距之比为0.3~0.5之间,即 $b/a = 0.3 \sim 0.5$ ,本题选 $\psi_d = b/d = 1$ 。

4) 弹性系数  $Z_E$ 。查表 2-7, 弹性系数是和大小齿轮材料有关的系数, 本题选用大小齿轮都是钢材, 所以得  $Z_E = 189.8 \sqrt{\text{MPa}}$ 。

5) 节点区域系数  $Z_H$ 。按  $\beta = 0^\circ$ , 变位系数为 0 查图 2-15 得  $Z_H = 2.5$ 。

6) 小、大齿轮的接触疲劳极限  $\sigma_{Hlim1}$ 、 $\sigma_{Hlim2}$ 。齿轮的接触疲劳极限和齿轮材料及热处理后的硬度有关系, 属于合金钢和碳钢, 所以查图 2-14c (调质处理的碳钢, 合金钢及铸钢)。从图上可以看出, 每种热处理方式的材料, 疲劳极限都对应三条线, 也就是, 对于同一硬度也会有三个疲劳极限, 这是因为不同厂家, 不同设备, 使得同样热处理方式会获得不同的疲劳极限。ISO 及国标应为框图, 即范围在 ME 和 ML 之间皆可, 但为了简化, 此处用三条线来代表框图, 即 ME 表示最大值, MQ 表示中间值, ML 表示最低值, 在此, 没有特殊要求, 选用中间值, 即图中的 MQ 线图, 因为小齿轮材料为 40Cr, 属于合金钢, 齿面硬度  $HB_1 = 280\text{HBW}$ , 查合金钢中的 MQ 线图, 从横坐标齿面硬度  $HB_1 = 280\text{HBW}$  对应到线图上的纵坐标即为小齿轮的接触疲劳极限值  $\sigma_{Hlim1} = 740\text{MPa}$ ; 大齿轮材料为 45 钢, 查碳钢的 MQ 线图, 从硬度  $HB_2 = 240\text{HBW}$  对应到纵坐标为大齿轮的接触疲劳极限, 即,  $\sigma_{Hlim2} = 590\text{MPa}$  (可延长 MQ 线)。

7) 应力循环次数

$$N_L = 60\gamma n t_h$$

式中  $\gamma$ ——齿轮转一圈同侧齿面啮合的次数;

$t_h$ ——齿轮工作的小时数。

对于题目要求的两个齿轮, 都是单向运转, 不是惰轮, 所以, 都是齿轮转一圈, 同侧齿面啮合一次。

$$N_{L1} = 60\gamma n_1 t_h = 60 \times 960 \times 1 \times (1 \times 8 \times 300 \times 15) = 2.07 \times 10^9$$

$$N_{L2} = N_1/u = 2.07 \times 10^9/3.5 = 1.59 \times 10^8$$

8) 接触寿命系数  $Z_{N1}$ 、 $Z_{N2}$ 。齿轮材料为结构钢, 因为如果有一定的点蚀, 会增加噪声, 齿轮传动精度降低, 所以不允许有点蚀, 因此查图 2-12 的线图 B (如果允许有一定的点蚀, 查线图 A) 可知  $Z_{N1} = 0.90$ ,  $Z_{N2} = 0.95$ 。

9) 计算许用接触应力  $[\sigma_{H1}]$ 、 $[\sigma_{H2}]$ 。取失效率为 1%, 查表 2-6 最小安全系数  $S_{Hmin} = 1$ 。则

$$[\sigma_{H1}] = \frac{\sigma_{Hlim1} Z_{N1}}{S_{Hmin}} = \frac{740 \times 0.9}{1} \text{MPa} = 666 \text{MPa}$$

$$[\sigma_{H2}] = \frac{\sigma_{Hlim2} Z_{N2}}{S_{Hmin}} = \frac{590 \times 0.95}{1} \text{MPa} = 561 \text{MPa}$$

10) 计算端面重合度  $\varepsilon_\alpha$

$$\varepsilon_\alpha = \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta = \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{25} + \frac{1}{88} \right) \right] \cos 0^\circ = 1.72$$

11) 计算重合度系数  $Z_\varepsilon$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1.72}{3}} = 0.87$$

12) 实际齿数比  $u$

$$u = \frac{88}{25} = 3.52$$

(2) 设计计算

1) 按接触强度计算小齿轮分度圆直径  $d_{t1}$ 。取  $[\sigma_H] = [\sigma_{H2}] = 561 \text{ MPa}$  (取小者代入更安全)。

$$d_{t1} \geq \sqrt[3]{\frac{2 \times 1.3 \times 7.46 \times 10^4}{1} \cdot \frac{4.52}{3.52} \cdot \left( \frac{189.8 \times 2.5 \times 0.87}{561} \right)^2} \text{ mm} = 51.28 \text{ mm}$$

2) 计算圆周速度  $v$

$$v = \frac{\pi d_{t1} n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 51.28 \times 960}{60 \times 1000} \text{ m/s} = 2.58 \text{ m/s}$$

因  $v < 10 \text{ m/s}$ , 选 7 级精度合格。

3) 计算载荷系数  $K$ 。查表 2-4 得使用系数  $K_A = 1$ ; 根据  $v = 2.58 \text{ m/s}$ , 7 级精度查图 2-4 得动载系数  $K_v = 1.1$ ; 假设为单齿对啮合, 取齿间载荷分配系数  $K_\alpha = 1$ ; 查图 2-5 曲线 2 得齿向载荷分布系数  $K_\beta = 1.08$ , 则

$$K = K_A K_v K_\alpha K_\beta = 1 \times 1.1 \times 1 \times 1.08 = 1.19$$

4) 校正分度圆直径  $d_1$

$$d_1 = d_{t1} \sqrt[3]{K/K_t} = 51.28 \text{ mm} \times \sqrt[3]{1.19/1.3} = 49.8 \text{ mm}$$

### 3. 主要几何尺寸计算

1) 计算模数  $m$

$$m = d_1/z_1 = 49.8 \text{ mm}/25 = 1.99 \text{ mm}, \text{ 按附表 E, 取标准值 } m = 2 \text{ mm}$$

2) 计算分度圆直径  $d_1$ 、 $d_2$

$$d_1 = mz_1 = 2 \text{ mm} \times 25 = 50 \text{ mm}$$

$$d_2 = mz_2 = 2 \text{ mm} \times 88 = 176 \text{ mm}$$

3) 中心距  $a$

$$a = m(z_1 + z_2)/2 = 2 \times (25 + 88) \text{ mm}/2 = 113 \text{ mm}$$

4) 齿宽  $b$

$$b = \psi_d \cdot d_1 = 1.0 \times 50 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

此为计算齿宽, 即  $b_2 = 50 \text{ mm}$ , 考虑到安装错位后为保证实际接触齿宽, 通常取小齿轮的齿宽比大齿轮宽  $5 \sim 10 \text{ mm}$ , 即  $b_1 = b_2 + (5 \sim 10) \text{ mm}$ 。

5) 齿高  $h$

$$h = 2.25m = 2.25 \times 2 \text{ mm} = 4.5 \text{ mm}$$

#### 4. 校核齿根弯曲疲劳强度

$$\sigma_F = \frac{2KT_1}{\psi_d m^3 z_1^2} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon \leq [\sigma_F]$$

(1) 确定验算公式中各参数

1) 小、大齿轮的弯曲疲劳极限  $\sigma_{Flim1}$ 、 $\sigma_{Flim2}$ 。查图 2-13c, 方法与齿轮的接触疲劳极限相同, 硬度为横坐标, 弯曲疲劳极限为纵坐标, 查中间值线图 MQ, 得  $\sigma_{Flim1} = 620\text{MPa}$ ,  $\sigma_{Flim2} = 440\text{MPa}$ 。

2) 弯曲寿命系数  $Y_{N1}$ 、 $Y_{N2}$ 。齿轮做了调质处理, 所以按应力循环次数查图 2-10 的线图 A, 得  $Y_{N1} = 0.86$ ,  $Y_{N2} = 0.88$ 。

3) 尺寸系数  $Y_X$ 。齿轮材料为结构钢, 按齿轮模数查图 2-11 线图 a, 得  $Y_X = 1$ 。

4) 计算许用弯曲应力  $[\sigma_{F1}]$ 、 $[\sigma_{F2}]$ 。取失效率为 1%, 查表 2-6 得最小安全系数  $S_{Fmin} = 1.25$ 。由  $[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flim} Y_N Y_X}{S_{Fmin}}$  计算可知,  $[\sigma_{F1}] = 427\text{MPa}$ ,  $[\sigma_{F2}] = 310\text{MPa}$ 。

5) 重合度系数  $Y_\varepsilon$

$$Y_\varepsilon = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_\alpha} = 0.25 + \frac{0.75}{1.79} = 0.67$$

6) 齿形系数  $Y_{Fa1}$ 、 $Y_{Fa2}$ 。查图 2-8, 得  $Y_{Fa1} = 2.62$ ,  $Y_{Fa2} = 2.23$ 。

7) 应力修正系数  $Y_{Sa1}$ 、 $Y_{Sa2}$ 。查图 2-9, 得  $Y_{Sa1} = 1.59$ ,  $Y_{Sa2} = 1.79$ 。

(2) 校核计算

$$\begin{aligned} \sigma_{F1} &= \frac{2KT_1}{\psi_d m^3 z_1^2} Y_{Fa1} Y_{Sa1} Y_\varepsilon = \frac{2 \times 1.21 \times 7.46 \times 10^4}{1.0 \times 2^3 \times 25^2} \times 2.62 \times 1.59 \times 0.67 \text{MPa} \\ &= 107.29 \text{MPa} \leq [\sigma_{F1}] = 427 \text{MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \frac{Y_{Fa2} Y_{Sa2}}{Y_{Fa1} Y_{Sa1}} = 107.29 \text{MPa} \times \frac{2.23 \times 1.79}{2.62 \times 1.59} = 102.8 \leq [\sigma_{F2}] = 310 \text{MPa}$$

#### 5. 静强度校核

传动平稳, 无严重过载, 故不需静强度校核。

#### 6. 结构设计及绘制齿轮零件工作图

略

### 2.3.2 斜齿圆柱齿轮设计实例

题目如直齿轮设计实例, 要求设计成斜齿轮传动。

#### 1. 选定齿轮类型、精度等级、材料及齿数

(1) 类型选择 根据题目要求, 选用斜齿圆柱齿轮传动。

- (2) 精度选择 同例题直齿轮设计。  
 (3) 材料选择 同例题直齿轮设计。  
 (4) 初选齿数 同直齿轮设计。  
 (5) 初选螺旋角  $\beta$  螺旋角不能太大, 如果螺旋角太大, 齿轮产生的轴向力大, 对轴和轴承不利; 也不能太小, 太小不能发挥斜齿轮传动的优势。一般选螺旋角为  $7^\circ \sim 20^\circ$ , 优选  $8^\circ \sim 15^\circ$ , 本题初选  $\beta = 13^\circ$ 。

## 2. 按齿面接触疲劳强度设计

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1}{\psi_d} \cdot \frac{u \pm 1}{u} \left( \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_\beta}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

- (1) 确定设计公式中各参数  
 1) 初选载荷系数  $K_t = 1.3$ 。  
 2) 小齿轮传递的转矩。同直齿轮设计。  
 3) 选取齿宽系数  $\psi_d$ 。查表 2-5, 齿轮非对称布置,  $\psi_d = 1$ 。  
 4) 弹性系数  $Z_E$ 。查表 2-7, 一对钢制齿轮  $Z_E = 189.8 \sqrt{\text{MPa}}$ 。  
 5) 计算许用接触应力。小、大齿轮的许用接触应力  $[\sigma_{H1}]$ 、 $[\sigma_{H2}]$  同直齿轮设计,  $[\sigma_{H1}] = 666 \text{MPa}$ ,  $[\sigma_{H2}] = 561 \text{MPa}$ 。  
 6) 节点区域系数  $Z_H$ 。按  $\beta = 13^\circ$ 、变位系数为 0 查图 2-15, 得  $Z_H = 2.43$ 。  
 7) 计算端面重合度  $\varepsilon_\alpha$

$$\varepsilon_\alpha = \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta = \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{25} + \frac{1}{88} \right) \right] \cos 13^\circ = 1.672$$

- 8) 计算纵向重合度  $\varepsilon_\beta$

$$\varepsilon_\beta = \frac{b \sin \beta}{\pi m_n} \approx 0.318 \psi_d z_1 \tan \beta = 1.84$$

- 9) 计算重合度系数  $Z_\varepsilon$ 。因  $\varepsilon_\beta > 1$ , 取  $\varepsilon_\beta = 1$ , 故

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3} (1 - \varepsilon_\beta)} + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha} = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} = 0.77$$

- 10) 螺旋角系数

$$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta} = 0.987$$

## (2) 设计计算

- 1) 试算小齿轮分度圆直径  $d_{1t}$

$$d_{1t} \geq \sqrt[3]{\frac{2 \times 1.3 \times 7.46 \times 10^4}{1} \cdot \frac{3.52 + 1}{3.52} \cdot \left( \frac{189.8 \times 2.43 \times 0.77 \times 0.987}{561} \right)^2} \text{mm}$$

$$= 45.983 \text{mm}$$

- 2) 计算圆周速度  $v$

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 45.983 \times 960}{60 \times 1000} \text{m/s} = 2.31 < 15 \text{m/s}$$

选7级精度合格

3) 计算载荷系数  $K$ 。查表2-4得使用系数  $K_A = 1$ ；根据  $v = 2.31 \text{m/s}$ ，7级精度查图2-4得动载系数  $K_v = 1.08$ ；假设为单齿对啮合，取齿间载荷分配系数  $K_\alpha = 1.1$ ；查图2-5曲线2得齿向载荷分布系数  $K_\beta = 1.08$ ，则

$$K = K_A K_v K_\alpha K_\beta = 1 \times 1.08 \times 1.1 \times 1.08 = 1.283$$

4) 校正分度圆直径  $d_1$

$$d_1 = d_{1t} \sqrt[3]{K/K_t} = 47.468 \text{mm} \times \sqrt[3]{1.283/1.3} = 45.78 \text{mm}$$

### 3. 主要几何尺寸计算

1) 计算模数  $m_n$ 。  $m_n = d_1 \cos \beta / z_1 = 45.78 \text{mm} \times \cos 13^\circ / 25 = 1.78 \text{mm}$ ，查附表5，取标准值  $m_n = 2 \text{mm}$

2) 中心距  $a$

$$a = \frac{m_n}{2 \cos \beta} (z_1 + z_2) = \frac{2}{2 \times \cos 13^\circ} \times (25 + 88) \text{mm} = 115.97 \text{mm}$$

将中心距圆整为  $a = 115 \text{mm}$ （中心距应该向上圆整为5的倍数，一是便于加工测量，二是减少铸造箱体木模的数量，减少加工费用；本题因为模数取得比计算值大，又与115mm比较接近，往下圆整为115mm）。

3) 重新计算螺旋角  $\beta$

$$\beta = \arccos \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2a} = \arccos \frac{2 \times (25 + 88)}{2 \times 115} = 10.701^\circ = 10^\circ 42' 4''$$

4) 计算分度圆直径  $d_1$ 、 $d_2$

$$d_1 = \frac{m_n z_1}{\cos \beta} = \frac{2 \times 25 \text{mm}}{\cos 10^\circ 42' 4''} = 50.885 \text{mm}$$

$$d_2 = \frac{m_n z_2}{\cos \beta} = \frac{2 \times 88 \text{mm}}{\cos 10^\circ 42' 4''} = 179.114 \text{mm}$$

复核中心距偏差

$$a = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{(50.885 + 179.114) \text{mm}}{2} = 114.9999 \text{mm}$$

查表2-25，中心距极限偏差为0.027mm，故中心距偏差在允许的偏差范围内。计算其他几何尺寸

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 50.885 \text{mm} + 2 \times 2 \text{mm} = 54.885 \text{mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 179.114 \text{mm} + 2 \times 2 \text{mm} = 183.114 \text{mm}$$

5) 齿宽  $b$

$$b = \psi_d d_1 = 1.0 \times 50.885 \text{mm} = 50.885 \text{mm}，取整 52 \text{mm}，b_1 = b_2 + 6 \text{mm} = 58 \text{mm}。$$

6) 齿高  $h$

$$h = 2.25m_n = 2.25 \times 2\text{mm} = 4.5\text{mm}$$

4. 校核齿根弯曲疲劳强度

$$\sigma_F = \frac{2KT_1}{bm_n d_1} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta \leq [\sigma_F]$$

(1) 确定验算公式中各参数

1) 小、大齿轮的许用弯曲应力  $[\sigma_{F1}]$ 、 $[\sigma_{F2}]$ 。同直齿轮设计:  $[\sigma_{F1}] = 427\text{MPa}$ ,  $[\sigma_{F2}] = 310\text{MPa}$ 。

2) 当量齿数  $z_{v1}$ 、 $z_{v2}$

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{25}{\cos^3 10.701^\circ} = 26.351$$

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{80}{\cos^3 10.701^\circ} = 84.323$$

3) 当量齿轮的端面重合度  $\varepsilon_{\alpha v}$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\alpha v} &= \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{z_{v1}} + \frac{1}{z_{v2}} \right) \right] \cos \beta \\ &= \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{26.351} + \frac{1}{84.323} \right) \right] \cos 13.059^\circ = 1.72 \end{aligned}$$

4) 重合度系数  $Y_\varepsilon$

$$Y_\varepsilon = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_{\alpha v}} = 0.25 + \frac{0.75}{1.72} = 0.686$$

5) 螺旋角系数  $Y_\beta$

$$Y_{\beta \min} = 1 - 0.25\varepsilon_\beta = 1 - 0.25 \times 1 = 0.75$$

(当  $\varepsilon_\beta \geq 1$  时, 按  $\varepsilon_\beta = 1$  计算)

$$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \frac{\beta}{120^\circ} = 0.89 > Y_{\beta \min}$$

6) 齿形系数  $Y_{Fa1}$ 、 $Y_{Fa2}$ 。根据齿形的不同, 查图 2-8, 本题选用如图 2-8a 所示的齿形, 按当量齿数  $z_{v1}$ 、 $z_{v2}$  查该图, 得  $Y_{Fa1} = 2.65$ ,  $Y_{Fa2} = 2.22$ 。

7) 应力修正系数  $Y_{Sa1}$ 、 $Y_{Sa2}$ 。根据齿形的不同, 查图 2-9, 本题选用如图 2-9a 所示的齿形, 按当量齿数  $z_{v1}$ 、 $z_{v2}$  查该图, 得  $Y_{Sa1} = 1.66$ ;  $Y_{Sa2} = 1.77$ 。

(2) 校核计算

$$\begin{aligned} \sigma_{F1} &= \frac{2 \times 1.282 \times 7.46 \times 10^4}{52 \times 2 \times 50.885} \times 2.65 \times 1.66 \times 0.686 \times 0.91 \\ &= 99.3\text{MPa} \leq [\sigma_F] \end{aligned}$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \frac{Y_{Fa2} Y_{Sa2}}{Y_{Fa1} Y_{Sa1}} = 101.2 \times \frac{2.22 \times 1.77}{2.65 \times 1.66} = 88.7\text{MPa} \leq [\sigma_{F2}]$$

### 5. 静强度校核

传动平稳, 无严重过载, 故不需静强度校核。

### 6. 结构设计及绘制齿轮零件工作图

1) 大齿轮。因齿顶圆直径大于 160mm, 但小于 500mm, 查图 2-42, 故选用辐板式结构。假设与之配合的轴孔直径为 28mm, 本应由轴的强度设计与结构设计确定, 大齿轮轴孔直径本题为假设值, 其他结构尺寸参考图 2-42, 大齿轮零件工作图如图 2-35 所示。

2) 小齿轮。小齿轮结构设计及零件工作图略。

## 2.3.3 直齿锥齿轮设计实例

设计某闭式直齿锥齿轮传动轴交角为  $90^\circ$ ; 小齿轮悬臂支撑, 大齿轮两端支承, 传递功率  $P = 7.5\text{kW}$ , 小齿轮转速  $n_1 = 960$ , 传动比  $i = 2.5$ , 电动机驱动, 工作机载荷平稳, 单向运转, 单班制工作, 使用寿命为 10 年。

### 1. 材料及齿数

(1) 小齿轮选用 40Cr, 调质处理, 平均硬度为 280HBW; 大齿轮选用 42SiMn, 调质处理, 平均硬度为 240HBW。考虑到单件生产, 为了减小锥齿轮的尺寸以便得到较高的加工精度, 以及使结构更紧凑, 本题大小锥齿轮全部用了合金钢。

(2) 初选齿数。小齿轮齿数  $z_1 = 25$ ; 大齿轮齿数  $z_2 = uz_1 = 25 \times 2.5 = 62.5$ , 圆整取  $z_2 = 63$ 。

### 2. 按齿面接触疲劳强度设计

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{4.7KT_1}{\psi_R(1-0.5\psi_R)^2u} \left( \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

(1) 确定设计公式中各参数

1) 初选载荷系数  $K_1 = 1.3$ 。

2) 小齿轮传递的转矩

$$T_1 = 9.55 \times 10^6 P_1 / n_1 = 9.55 \times 10^6 \times 7.5 / 960 \text{ N} \cdot \text{mm} = 7.46 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}。$$

3) 选取齿宽系数  $\psi_R$ 。为防止齿向载荷分布不均匀, 应限制齿宽。齿宽与锥距  $R$  之比称为锥齿轮的齿宽系数, 一般取  $\psi_R = 0.25 \sim 0.3$ , 本题选取  $\psi_R = 0.3$ 。

4) 弹性系数  $Z_E$ 。按一对钢制齿轮查表 2-7, 得  $Z_E = 189.8 \sqrt{\text{MPa}}$ 。

5) 小、大齿轮的接触疲劳极限  $\sigma_{Hlim1}$ 、 $\sigma_{Hlim2}$ 。查图 2-14c 的合金钢的 MQ 线图, 得  $\sigma_{Hlim1} = 740\text{MPa}$ ,  $\sigma_{Hlim2} = 680\text{MPa}$ 。

6) 应力循环次数

$$N_{L1} = 60\gamma n_1 t_h = 60 \times 1 \times 960 \times 8 \times 300 \times 10 = 1.38 \times 10^9$$

$$N_{L2} = N_{L1} / u = 1.38 \times 10^9 / 2.5 = 5.52 \times 10^8$$



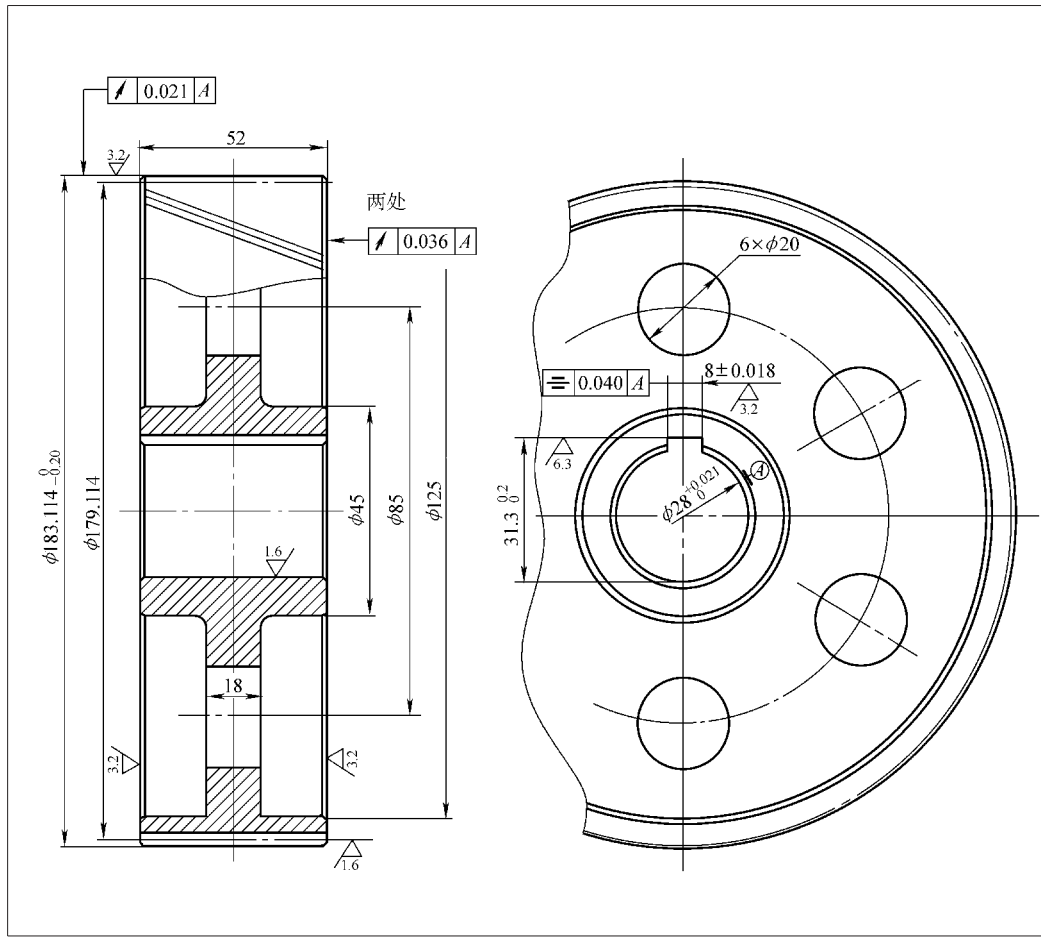


图 2-35 大齿轮零件工作图

法向模数	$m_n$	2
齿数	$z_2$	88
压力角	$\alpha$	20°
齿顶高系数	$h_a^*$	1.0
螺旋角	$\beta$	10°42'4"
螺旋方向		右
变位体系数	$X$	0
公差等级	7GB/T10095.1—2008	
中心距及偏差	$a \pm f_a$	115 ± 0.027
配对	图号	3
齿轮	齿数	$z_1$ 25
公差组		检验项目 公差或极限偏差值
径向圆跳动公差 $F_r$	$F_r$	0.39
齿廓总偏差	$F_a$	0.014
单个齿距偏差	$f_{pt}$	± 0.012
螺旋线总偏差	$F_\beta$	0.021
公法线平均长度及其上、下偏差	64.571 $^{+0.059}_{-0.132}$	
跨齿数	$K$	10

技术要求

1. 调质, HB = 270 ~ 290HBW。
2. 未注倒角 C2, 圆角 R5。

设计	图号	材料	比例	
			数量	
绘图			总图号	
审核			零件号	

7) 接触寿命系数  $Z_{N1}$ 、 $Z_{N2}$ 。不允许有点蚀, 所以查图 2-12 的 B 线图, 得  $Z_{N1} = 0.91$ ,  $Z_{N2} = 0.96$ 。

8) 计算许用接触应力  $[\sigma_{H1}]$ 、 $[\sigma_{H2}]$ 。取失效率为 1%, 查表 2-6 得最小安全系数  $S_{Hmin} = 1$ 。则

$$[\sigma_{H1}] = \frac{\sigma_{Hlim1} Z_{N1}}{S_{Hmin}} = \frac{740 \times 0.91}{1} = 673 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{H2}] = \frac{\sigma_{Hlim2} Z_{N2}}{S_{Hmin}} = \frac{680 \times 0.96}{1} = 652 \text{ MPa}$$

9) 计算端面重合度  $\varepsilon_\alpha$ 。由当量齿数  $z_{1m} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{25}{\cos \arctan(1/2.5)} = 26.93$ ;  
 $z_{2m} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{63}{\cos \arctan 2.5} = 169.63$ , 则  $\varepsilon_\alpha = \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{z_{1m}} + \frac{1}{z_{2m}} \right) \right] \cos \beta =$   
 $\left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{25} + \frac{1}{80} \right) \right] \cos 0^\circ = 1.71$

10) 计算重合度系数  $Z_\varepsilon$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1.71}{3}} = 0.87$$

11) 节点区域系数  $Z_H$ 。按  $\beta = 0^\circ$ 、变位系数为 0 查图 2-15, 得  $Z_H = 2.5$ 。

(2) 设计计算

1) 试算小齿轮分度圆直径  $d_{1t}$ 。取  $[\sigma_H] = [\sigma_{H2}] = 652 \text{ MPa}$  ( $[\sigma_{H1}]$ 、 $[\sigma_{H2}]$  按小者代入), 则

$$d_{1t} \geq \sqrt[3]{\frac{4.7KT_1}{\psi_R(1-0.5\psi_R)^2u} \left( \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon}{[\sigma_H]} \right)^2}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4.7 \times 1.3 \times 7.46 \times 10^4}{0.3(1-0.5 \times 0.3)^2 \times 2.5} \left( \frac{189.8 \times 2.5 \times 0.87}{652} \right)^2} \text{ mm} = 69.6 \text{ mm}$$

2) 计算圆周速度  $v$

$$d_{m1t} = (1 - 0.5\psi_R)d_{1t} = (1 - 0.5 \times 0.3) \times 69.6 \text{ mm} = 59.2 \text{ mm}$$

$$v = \frac{\pi d_{m1t} n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 59.2 \times 960}{60 \times 1000} \text{ m/s} = 2.98 \text{ m/s}$$

因  $v < 10 \text{ m/s}$ , 选 7 级精度合格。

3) 计算载荷系数  $K$

查表 2-4 得使用系数  $K_A = 1$ ; 根据  $v = 2.98 \text{ m/s}$ , 7 级精度查图 2-4 得动载系数  $K_v = 1.13$ ; 假设为单齿对啮合, 取齿间载荷分配系数  $K_\alpha = 1$ ; 齿向载荷分布系数  $K_\beta = 1.2$ , 则

$$K = K_A K_v K_\alpha K_\beta = 1 \times 1.13 \times 1 \times 1.2 = 1.36$$

4) 校正分度圆直径  $d_1$ 

$$d_1 = d_{1t} \sqrt[3]{K/K_1} = 69.6 \times \sqrt[3]{1.36/1.3} \text{ mm} = 70.65 \text{ mm}$$

## 3. 主要几何尺寸计算

1) 计算大端模数  $m$ 

$m = d_1/z_1 = 70.65 \text{ mm}/25 = 2.83 \text{ mm}$ , 查附表 E, 取标准值  $m = 3 \text{ mm}$ 。

2) 计算大端分度圆直径  $d_1$ 、 $d_2$ 

$$d_1 = mz_1 = 3 \text{ mm} \times 25 = 75 \text{ mm}$$

$$d_2 = mz_2 = 3 \text{ mm} \times 63 = 189 \text{ mm}$$

3) 锥距  $R$  及齿宽  $b$ 

$$R = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \frac{3}{2} \sqrt{25^2 + 63^2} \text{ mm} = 101.67 \text{ mm}$$

$$b = \psi_R R = 0.3 \times 101.67 \text{ mm} = 30.05 \text{ mm}$$

齿轮宽为 32mm, 锥齿轮取大小齿轮宽度相同, 因为锥距可调。

## 4) 锥角

分锥角

$$\delta_1 = \arctan \frac{1}{u} = \arctan \frac{25}{63} = 21.64^\circ, \quad \delta_2 = \arctan u = \arctan \frac{63}{25} = 68.36^\circ$$

齿根角, 按等顶隙计算

$$\theta_{f1} = \theta_{f2} = \arctan \frac{h_f}{R} = \arctan \frac{7.2}{101.67} = 4.05^\circ$$

顶锥角

$$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{f1} = 21.64^\circ + 4.05^\circ = 25.69^\circ$$

$$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{f2} = 68.36^\circ + 4.05^\circ = 72.41^\circ$$

根锥角

$$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1} = 21.64^\circ - 4.05^\circ = 17.59^\circ$$

$$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2} = 68.36^\circ - 4.05^\circ = 64.31^\circ$$

5) 齿高  $h$ 

$$h = 2.2m = 2.2 \times 3 \text{ mm} = 6.6 \text{ mm}$$

6) 大端顶圆直径  $d_a$ 

$$d_{a1} = d + 2h_a \cos \delta_1 = 75 \text{ mm} + 2 \times 3 \text{ mm} \times \cos 21.64^\circ = 80.58 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2h_a \cos \delta_2 = 189 \text{ mm} + 2 \times 3 \text{ mm} \times \sin 21.64^\circ = 191.21 \text{ mm}$$

## 4. 校核齿根弯曲疲劳强度

$$\sigma_F = \frac{4.7KT_1}{\psi_R (1 - 0.5\psi_R)^2 z_1^2 m^3 \sqrt{u^2 + 1}} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon \leq [\sigma_F]$$

(1) 确定验算公式中各参数

1) 小、大齿轮的弯曲疲劳极限  $\sigma_{\text{Flim1}}$ 、 $\sigma_{\text{Hlim2}}$ 。查图 2-13c, 得  $\sigma_{\text{Flim1}} = 620\text{MPa}$ ,  $\sigma_{\text{Flim2}} = 580\text{MPa}$ 。

2) 弯曲寿命系数  $Y_{\text{N1}}$ 、 $Y_{\text{N2}}$ 。查图 2-10, 得  $Y_{\text{N1}} = 0.91$ ,  $Y_{\text{N2}} = 0.9$ 。

3) 尺寸系数  $Y_{\text{X}}$ 。查图 2-11, 得  $Y_{\text{X}} = 1$ 。

4) 计算许用弯曲应力  $[\sigma_{\text{F1}}]$ 、 $[\sigma_{\text{F2}}]$ 。取失效率为 1%, 查表 2-6 得最小安全系数  $S_{\text{Fmin}} = 1.25$ , 由

$$[\sigma_{\text{F}}] = \frac{\sigma_{\text{Flim}} Y_{\text{N}} Y_{\text{X}}}{S_{\text{Fmin}}} \text{ 计算可知, } [\sigma_{\text{F1}}] = 451\text{MPa}, [\sigma_{\text{F2}}] = 417\text{MPa}。$$

5) 重合度系数  $Y_{\varepsilon}$

$$Y_{\varepsilon} = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_{\alpha}} = 0.25 + \frac{0.75}{1.71} = 0.67$$

6) 齿形系数  $Y_{\text{Fa1}}$ 、 $Y_{\text{Fa2}}$ 。按当量齿数查图 2-8a, 得  $Y_{\text{Fa1}} = 2.65$ ;  $Y_{\text{Fa2}} = 2.1$ 。

7) 应力修正系数  $Y_{\text{Sa1}}$ 、 $Y_{\text{Sa2}}$ 。按当量齿数查图 2-9a, 得  $Y_{\text{Sa1}} = 1.67$ ;  $Y_{\text{Sa2}} = 1.97$ 。

(2) 校核计算

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{F1}} &= \frac{4.7KT_1}{\psi_{\text{R}}(1-0.5\psi_{\text{R}})^2 z_1^2 m^3 \sqrt{u^2+1}} Y_{\text{Fa}} Y_{\text{Sa}} Y_{\varepsilon} \\ &= \frac{4.7 \times 1.36 \times 7.46 \times 10^4}{0.3(1-0.5 \times 0.3)^2 \times 25^2 \times 3^3 \times \sqrt{\left(\frac{63}{25}\right)^2+1}} \times 2.65 \times 1.67 \times 0.67 \\ &= 153.4\text{MPa} \leq [\sigma_{\text{F1}}] \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{F2}} = \sigma_{\text{F1}} \frac{Y_{\text{Fa2}} Y_{\text{Sa2}}}{Y_{\text{Fa1}} Y_{\text{Sa1}}} = 153.4 \times \frac{2.1 \times 1.97}{2.65 \times 1.67} = 143.4\text{MPa} \leq [\sigma_{\text{F2}}]$$

也可代入公式求  $\sigma_{\text{F2}}$ , 只是将  $Y_{\text{Fa1}}$ 、 $Y_{\text{Sa1}}$  改成  $Y_{\text{Fa2}}$ 、 $Y_{\text{Sa2}}$ , 此处的计算更简便。

## 5. 静强度校核

传动平稳, 无严重过载, 故不需静强度校核。

## 6. 结构设计及绘制齿轮零件工作图

小齿轮分度圆直径小于 160mm, 根据第 2.4.2 节齿轮的结构形式选用齿轮轴, 大锥齿轮分度圆直径大于 160mm、小于 500mm, 选用孔板轮, 大锥齿轮工作图如图 2-36 所示。

## 2.3.4 弧齿圆柱齿轮传动设计数据速查实例

某矿用刮板减速器, 输入功率  $P = 80\text{kW}$ , 第三级采用 GB/T 12759—1991 型双圆弧齿轮传动, 第三级输入转速  $n_1 = 180\text{r/min}$ , 齿数比  $u = 2.93$ ; 采用 N460 极压齿轮油油浴润滑, 齿轮精度为 7 级, 要求使用寿命 5 年, 每年工作 300 天,

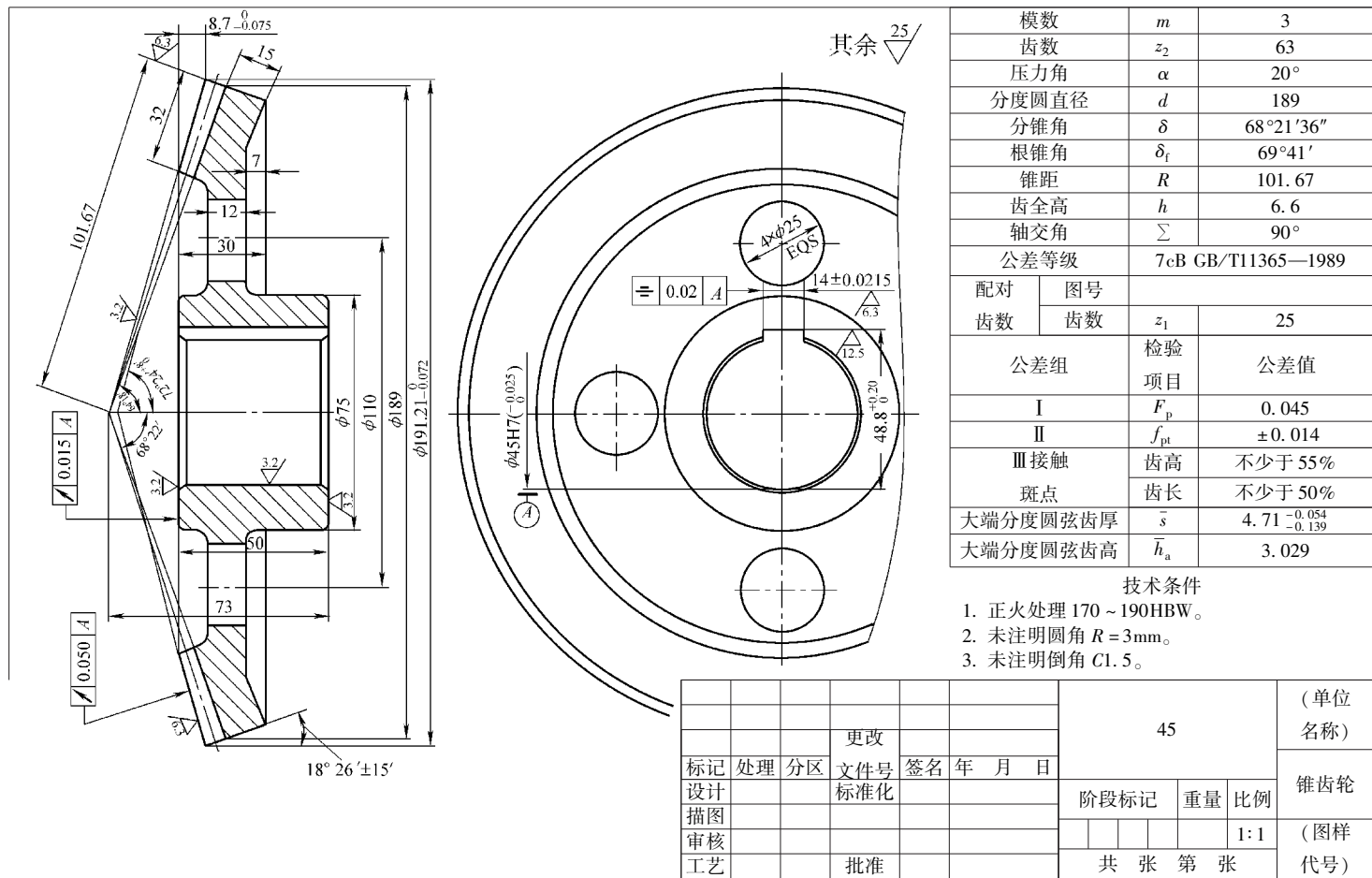


图 2-36 大锥齿轮零件工作图

每天三班连续工作，由电动机驱动，载荷有轻微振动。试设计并校核此对圆弧齿轮副。

**解** (1) 选择齿轮材料及参数 小齿轮材料选用 35CrMo，查表 2-3，调质处理后齿面硬度为 207 ~ 267HBW，取 240HBW；大齿轮材料选用 40Cr，调质处理后齿面硬度为 240 ~ 285HBW，取 240HBW。

疲劳极限应力查图 2-27、图 2-29，取框图中间值，得  $\sigma_{Hlim1} = 825\text{MPa}$ ； $\sigma_{Hlim2} = 800\text{MPa}$ ， $\sigma_{Flim1} = 515\text{MPa}$ ， $\sigma_{Flim2} = 505\text{MPa}$ 。

取  $z_1 = 16$ ， $z_2 = uz_1 = 2.93 \times 16 = 46.88$ ，圆整后取  $z_2 = 47$ 。

暂定  $\beta = 15^\circ$ ，采用单斜齿。

暂定  $\varphi_a = 0.4$ ，则

$$\varepsilon_\beta = \varphi_a(z_1 + z_2) \tan \beta / (2\pi) = 0.4(16 + 47) \tan 15^\circ / (2\pi) = 1.07466$$

取  $\varepsilon_\beta = 2.3$ ，则  $\mu_\varepsilon = 2$ ， $\Delta\varepsilon = 0.3$ 。

(2) 按齿根弯曲强度初定模数（因为是开式传动） 暂定载荷系数  $K = K_A K_V K_I K_{F2} = 1.3$

小齿轮名义转矩为

$$T_1 = 9.55 \times 10^6 P / n_1 = 9.55 \times 10^6 \times 80 / 180 \text{N} \cdot \text{mm} = 4.24 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

查图 2-21，当  $\Delta\varepsilon = 0.3$ ， $\beta = 15^\circ$  时，接触迹系数  $K_{\Delta\varepsilon} = 0$ 。

查表 2-74，得弹性系数  $Y_E = 2.079\text{MPa}^{0.14}$ 。

由图 2-24 查图或者按图上的计算式计算，当  $u = \frac{z_2}{z_1} = 47/16 = 2.95374$  时，齿数比系数  $Y_u = 1.04187$ 。

由图 2-23 或者按图上的计算式计算，当  $\beta = 15^\circ$  时，螺旋角系数  $Y_\beta = 0.6816$ 。

查图 2-25，当  $z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{16}{\cos^3 15^\circ} = 17.7536$  时，齿形系数  $Y_{F1} = 2.3$ 。当  $z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{47}{\cos^3 15^\circ} = 52.151$  时， $Y_{F2} = 1.88$ 。

当  $\varepsilon_\beta = 2.3$ ， $\beta = 15^\circ$ ，由图 2-26 中查得  $Y_{\text{End}} = 1.14$ 。

暂取弯曲强度计算寿命系数  $Y_{N1} = 1.0$ ，尺寸系数  $Y_X = 1.0$ ，最小安全系数  $S_{Fmin} = 1.6$ ，得许用应力为

$$[\sigma_{F1}] = \frac{\sigma_{Flim1} Y_N Y_X}{S_{Fmin}} = \frac{515 \times 1 \times 1}{1.6} \text{MPa} = 321.88 \text{MPa}$$

$$[\sigma_{F2}] = \frac{\sigma_{Flim2} Y_N Y_X}{S_{Fmin}} = \frac{505 \times 1 \times 1}{1.6} \text{MPa} = 315.625 \text{MPa}$$

$$\frac{Y_{F1}}{[\sigma_{F1}]} = \frac{2.3}{321.88} = 0.00715 > \frac{Y_{F2}}{[\sigma_{F2}]} = \frac{1.88}{315.625} = 0.00596$$

故按小齿轮计算法向模数

$$\begin{aligned}
 m_n &\geq \left( \frac{KT_1}{2\mu_\varepsilon + K_{\Delta\varepsilon}} \right)^{1/3} \left( \frac{Y_E Y_u Y_\beta Y_F Y_{\text{End}}}{z_1 [\sigma_{F1}]} \right)^{1/2.58} \\
 &= \left( \frac{1.3 \times 4.24 \times 10^6}{2 \times 2 + 0} \right)^{1/3} \left( \frac{2.079 \times 1.04187 \times 0.681 \times 2.3 \times 1.14}{16 \times 321.88} \right)^{1/2.58} \text{ mm} \\
 &= 6.98 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

查表 2-70, 取  $m_n = 8 \text{ mm}$ 。

### (3) 确定齿轮参数

#### 1) 中心距 $a$

$$a = \frac{m_n}{2\cos\beta}(z_1 + z_2) = \frac{8}{2 \times \cos 15^\circ} \times (16 + 47) \text{ mm} = 260.89 \text{ mm}$$

圆整  $a = 260 \text{ mm}$  (中心距应该向上圆整, 但是, 因为模数取得比计算值大较多, 本题又与 260 比较接近, 往下圆整为 260 mm)。

#### 2) 齿轮螺旋角

$$\beta = \arccos \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2a} = \arccos \frac{8 \times (16 + 47)}{2 \times 260} = 14.25^\circ = 14^\circ 15' 12''$$

#### 3) 几何尺寸计算

$$d_1 = \frac{m_n z_1}{\cos\beta} = \frac{8 \text{ mm} \times 16}{\cos 14.25^\circ} = 132.063 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{m_n z_2}{\cos\beta} = \frac{8 \text{ mm} \times 47}{\cos 14.25^\circ} = 387.936 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 1.8m_n = 132.063 \text{ mm} + 1.8 \times 8 \text{ mm} = 146.463 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 1.8m_n = 387.936 \text{ mm} + 1.8 \times 8 \text{ mm} = 402.336 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2.2m_n = 132.063 \text{ mm} + 2.2 \times 8 \text{ mm} = 114.463 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2.2m_n = 387.936 \text{ mm} - 2.2 \times 8 \text{ mm} = 386.656 \text{ mm}$$

#### 4) 齿宽

$$b = \frac{\varepsilon_\beta \pi m_n}{\sin\beta} = \frac{2.3 \times \pi \times 8 \text{ mm}}{\sin 14.25^\circ} = 234.834 \text{ mm}$$

取  $b = 235 \text{ mm}$ 。

(4) 校核多点接触系数和多对齿啮合系数 由表 2-66 可知, GB/T 12759—1991 型双圆弧齿轮的凸齿齿廓圆心偏移量  $l_a = 0.6289m_n$ , 凸齿齿廓圆弧半径  $\rho_a = 1.3m_n$ , 压力角  $\alpha = 24^\circ$ , 凸齿齿廓圆心移距量  $x_a = 0.0163m_n$ , 由表 2-67 可知, 侧隙  $j = 0.04m_n$ , 计算轴向齿距。

$$p_x = \frac{\pi m_n}{\sin\beta} = \frac{\pi \times 8 \text{ mm}}{\sin 14.25^\circ} = 102.102 \text{ mm}$$

由式

$$q_{TA} = \frac{0.5\pi m_n - 0.5j + 2l_a + 2l_a \cot\alpha}{\sin\beta} - 2\left(\rho_a + \frac{x_a}{\sin\alpha}\right)\cos\alpha\sin\beta$$

$$= 8 \times \frac{0.5\pi - 0.5 \times 0.04 + 2 \times 0.628 + 2 \times 0.0163 \times \cot 24^\circ}{\sin 14.25^\circ} \text{mm}$$

$$- 2 \times 8 \text{mm} \times \left(1.3 + \frac{0.0163}{\sin 24^\circ}\right) \cos 24^\circ \sin 14.25^\circ = 88.8375 \text{mm}$$

可知, 由于  $\frac{b}{p_x} = \frac{230}{102.102} = 2.2526$ , 所以  $n = 2$ ,  $\Delta b = b - mp_x = 230 \text{mm} - 2 \times 102.102 \text{mm} = 25.796 \text{mm}$ 。

根据以上数据和表 2-68 知, 应按  $p_x - q_{TA} < \Delta b < q_{TA}$  的情况计算接触系数。  
四点接触系数

$$\varepsilon_{4d} = \frac{q_{TA} - \Delta b}{p_x} = \frac{88.8375 - 25.796}{102.102} = 0.6174$$

五点接触系数

$$\varepsilon_{5d} = 2 - 2 \frac{q_{TA}}{p_x} = 2 - 2 \frac{88.8375}{102.102} = 0.2598$$

六点接触系数

$$\varepsilon_{6d} = \frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x} - 1 = \frac{88.8375 + 25.796}{102.102} - 1 = 0.1228$$

由表 2-69 知, 应按  $p_x - q_{TA} < \Delta b$  的情况计算啮合系数。

三对齿啮合系数

$$\varepsilon_{3z} = 2 - \frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x} = 2 - \frac{88.8375 + 25.796}{102.102} = 0.8773$$

四对齿啮合系数

$$\varepsilon_{4z} = \frac{q_{TA} + \Delta b}{p_x} - 1 = \frac{88.8375 + 25.796}{102.102} - 1 = 0.1228$$

以上说明此对齿轮副在一个转角的啮合范围内, 有 61.74% 的时间为四点接触, 25.98% 的时间为五点接触, 12.28% 的时间为六点接触, 87.73% 的时间为三对齿啮合, 12.28% 的时间为四对齿啮合。

(5) 齿面接触强度验算

齿轮线速度

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 132.063 \times 180}{60 \times 1000} \text{m/s} = 1.24 \text{m/s}$$

按有轻微振动, 查表 2-4, 得使用系数  $K_A = 1.25$ 。

按 7 级精度, 查图 2-20, 当  $v = 1.235 \text{m/s}$  时, 动载系数  $K_V = 1.019$ 。

按非对称布置, 轴刚性大,  $b/d_1 = 1.7416$ , 查图 2-19, 得接触迹间载荷分配



系数  $K_1 = 1.196$ 。

重合度  $\varepsilon_\beta = \frac{b \sin \beta}{\pi m_n} = \frac{230 \times \sin 14.25^\circ}{\pi \times 8} = 2.25265$ ，则  $\mu_\varepsilon = 2$ ， $\Delta\varepsilon = 0.25265$ 。

查图 2-21，当  $\Delta\varepsilon = 0.25265$  时，接触迹系数  $K_{\Delta\varepsilon} = 0$ 。

按 7 级精度，查表 2-73，得接触迹内载荷分配系数  $K_{H2} = 1.39$ 。

查表 2-74，弹性系数  $Z_E = 31.346 \text{MPa}^{0.27}$ 。

由图 2-24 直接查或者按图上的计算式计算，当  $u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{47}{16} = 2.9375$ ，齿数比系数  $Z_u = 1.08232$ 。

由图 2-23 直接查或者按图上的计算式计算，得螺旋角系数  $Z_\beta = 0.46514$ 。

查图 2-22，当  $z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{16}{\cos^3 14.25^\circ} = 14.5681$ ， $z_{v2} = 42.7937$  时，接触弧长系数  $Z_a = 0.9995$ 。

将上述数据代入校核式，得

$$\begin{aligned}\sigma_H &= \left( \frac{T_1 K_A K_V K_1 K_{H2}}{2\mu_\varepsilon + K_{\Delta\varepsilon}} \right)^{0.73} \frac{Z_E Z_u Z_\beta Z_a}{z_1 m_n^{2.19}} \\ &= \left( \frac{4.24 \times 10^6 \times 1.25 \times 1.019 \times 1.196 \times 1.39}{2 \times 2 + 0} \right)^{0.73} \\ &\quad \times \frac{31.346 \times 1.08232 \times 0.46514 \times 0.9995}{16 \times 8^{2.19}} \text{MPa} \\ &= 449.104 \text{MPa}\end{aligned}$$

(6) 接触强度安全系数校核 接触应力循环数  $N_L = 5 \times 300 \times 3 \times 8 \times 60 \times 178.5 = 3.8556 \times 10^8 > 5 \times 10^7$ ，故按无限寿命设计，查图 2-30，得寿命系数  $Z_{N1} = Z_{N21} = 1.0$ 。

当采用 N460 极压齿轮油时， $\nu_{40} = 460 \text{mm}^2/\text{s}$ ，查图 2-28 可知，润滑系数  $Z_L = 1.1099$ 。

齿面间滚动速度为  $v_g = v / \tan \beta = 1.235 \text{m/s} / \tan 14.25^\circ = 4.8628 \text{m/s}$ ，

查图 2-32 知，速度系数  $Z_V = 0.89$ 。

取接触强度最小安全系数  $S_{Hlim} = 1.3$ 。

将上述数据代入，得

$$S_{H1} = \sigma_{Hlim1} Z_N Z_L Z_V / \sigma_H = 825 \times 1.0 \times 1.1099 \times 0.89 / 449.104 = 1.81 > 1.3$$

$$S_{H2} = \sigma_{Hlim2} Z_N Z_L Z_V / \sigma_H = 800 \times 1.0 \times 1.1099 \times 0.89 / 449.104 = 1.76 > 1.3$$

故接触疲劳强度安全。

(7) 齿根弯曲强度验算

查图 2-19 知，7 级精度，接触迹内载荷分配系数  $K_{F2} = 1.10$ 。

查表 2-74 知, 弹性系数  $Y_E = 2.079 \text{MPa}^{0.14}$ 。

由图 2-24 直接查或者按图上的计算式计算, 得齿数比系数  $Y_u = 1.04187$ 。

由图 2-23 直接查或者按图上的计算式计算, 得螺旋角系数  $Y_\beta = 0.67242$ 。

查图 2-25 知, 当  $z_{v1} = 14.568$ ,  $z_{v2} = 42.7937$ , 齿形系数分别为  $Y_{F1} = 2.29413$ ,  $Y_{F2} = 1.89783$ 。

当  $\varepsilon_\beta = 2.25265$ ,  $\beta = 14.25^\circ$  时, 由图 2-26 中查得  $Y_{\text{End}} = 1.1315$ 。

将上述数据代入校核式, 得

$$\begin{aligned}\sigma_{F1} &= \left( \frac{T_1 K_A K_V K_I K_{F2}}{2\mu_\varepsilon + K_{\Delta\varepsilon}} \right)^{0.86} \frac{Y_E Y_u Y_\beta Y_{F1} Y_{\text{End}}}{z_1 m_n^{2.58}} \\ &= \left( \frac{4.24 \times 10^6 \times 1.25 \times 1.019 \times 1.196 \times 1.10}{2 \times 2 + 0.15} \right)^{0.86} \\ &\quad \times \frac{2.076 \times 1.04187 \times 0.67242 \times 2.29413 \times 1.01315}{16 \times 8^{2.58}} \text{MPa} \\ &= 292.659 \text{MPa}\end{aligned}$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 292.659 \times \frac{1.89783}{2.29413} \text{MPa} = 242.104 \text{MPa}$$

(8) 弯曲安全系数校核 弯曲应力循环数与接触应力循环数相等。

$$N_L = 3.8556 \times 10^8 > 3 \times 10^6$$

故按无限寿命设计, 查图 2-31 得, 弯曲强度计算寿命系数  $Y_{N1} = Y_{N2} = 1.0$ 。

当模数  $m_n = 8 \text{mm}$  时, 查图 2-33 知, 尺寸系数  $Y_X = 0.982$ 。

取弯曲强度最小安全系数  $S_{F\text{lim}} = 1.6$ 。

将上述数据代入, 得

$$S_{F1} = \sigma_{F\text{lim}1} Y_N Y_X / \sigma_{F1} = 515 \times 1.0 \times 0.982 / 292.659 = 1.73 > 1.6$$

$$S_{F2} = \sigma_{F\text{lim}2} Y_N Y_X / \sigma_{F2} = 505 \times 1.0 \times 0.982 / 242.104 = 2.05 > 1.6$$

故弯曲强度安全。

(9) 结构设计 除了要标齿根圆直径尺寸和公差外, 设计方法同渐开线齿轮, 在此不再赘述, 只给出小齿轮的零件工作图, 因为小齿轮的分度圆直径小, 做成齿轮轴, 轴的结构应由强度设计和结构设计定, 轴的尺寸仅供参考, 如图 2-37 所示。

## 2.3.5 齿轮精度设计实例

### 1. 斜齿轮圆柱齿轮精度设计实例

第 2.3.2 节的斜齿轮副,  $m_n = 2 \text{mm}$ ,  $\alpha_n = 20^\circ$ ,  $z_1 = 25$ ,  $z_2 = 88$ ,  $\beta = 13^\circ 3' 32''$ , 中心距  $a = 116 \text{mm}$ , 齿宽  $b = 52 \text{mm}$ , 毂孔直径  $D = 28 \text{mm}$ , 圆周速度  $v = 2.26 \text{m/s}$ , 单件小批量生产。试对大齿轮进行精度设计。

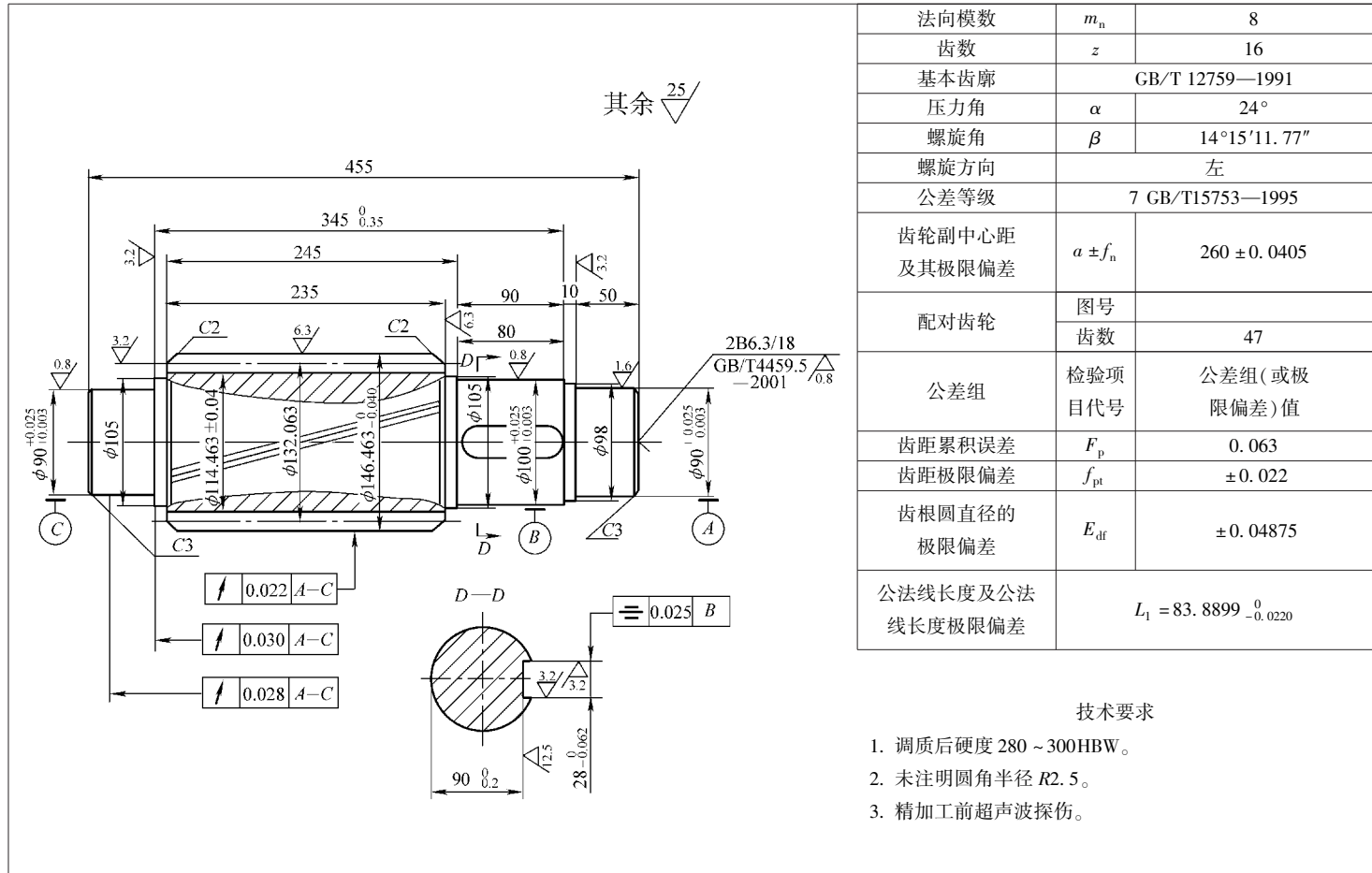


图 2-37 齿轮轴零件工作图

法向模数	$m_n$	8
齿数	$z$	16
基本齿廓	GB/T 12759—1991	
压力角	$\alpha$	24°
螺旋角	$\beta$	14°15'11.77"
螺旋方向	左	
公差等级	7 GB/T15753—1995	
齿轮副中心距及其极限偏差	$a \pm f_n$	260 ± 0.0405
配对齿轮	图号	
	齿数	47
公差组	检验项目代号	公差组(或极限偏差)值
齿距累积误差	$F_p$	0.063
齿距极限偏差	$f_{pt}$	±0.022
齿根圆直径的极限偏差	$E_{df}$	±0.04875
公法线长度及公法线长度极限偏差	$L_1 = 83.8899 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.0220 \end{smallmatrix}$	

**解** (1) 确定检验项目根据第2.2.3节的内容, 必检项目应为单个齿距偏差 $f_{pt}$ 、齿距累积总偏差 $F_p$ 、齿廓总偏差 $F_\alpha$ 和螺旋线总偏差 $F_\beta$ 。除这4个必检项目外, 还可检验径向综合总偏差 $F_i''$ 和一齿径向综合偏差 $f_i''$ 作为辅助检验项目。

(2) 确定公差等级 参考表2-9, 考虑到减速器对运动准确性要求不高, 所以影响运动准确性的项目(如 $F_p$ 、 $F_i''$ )取8级, 其余项目取7级, 即

$$8(F_p)、7(f_{pt}、F_\alpha、F_\beta) \text{ GB/T 10095.1—2008}$$

$$8(F_i'')、7(f_i'') \text{ GB/T 10095.2—2008}$$

(3) 确定检验项目的允许值 查表2-11, 得 $f_{pt}=12\mu\text{m}$ ; 查表2-12, 得 $F_p=69\mu\text{m}$ ; 查表2-13, 得 $F_\alpha=14\mu\text{m}$ ; 查表2-14, 得 $F_\beta=21\mu\text{m}$ ; 查表2-20, 得 $F_i''=75\mu\text{m}$ ; 查表2-21, 得 $f_i''=13\mu\text{m}$ 。

(4) 确定公法线长度及极限偏差

1) 确定最小法向侧隙。可以采用查表法, 查表2-23。已知中心距 $a=115\text{mm}$ 在100mm到200mm之间, 对表中的模数为2mm、中心距为100和200的两列进行线性插值, 得0.125。也可以由公式计算, 本题采用计算法。

$$j_{\text{min}} = \frac{2}{3} (0.06 + 0.0005a) + 0.03m_n = \frac{2}{3} (0.06 + 0.0005 \times 115) \text{ mm} +$$

$$0.03 \times 2\text{mm} = 0.118\text{mm}$$

2) 确定齿厚上偏差。采用简易计算法。

$$E_{\text{sns}} = -j_{\text{min}}/2\cos\alpha = -0.118\text{mm}/2\cos20^\circ = -0.063\text{mm}$$

3) 计算齿厚公差。按7级精度查表2-19, 得 $F_r=39\mu\text{m}$ ; 按7级精度查表2-24, 得 $b_r=IT9=100\mu\text{m}$ , 则

$$T_{\text{sn}} = \sqrt{F_r^2 + b_r^2} \times 2\tan\alpha = \sqrt{39^2 + 100^2} \mu\text{m} \times 2\tan20^\circ = 78.134\mu\text{m}$$

4) 计算齿厚下偏差  $E_{\text{snl}} = E_{\text{sns}} - T_{\text{sn}} = -0.063\text{mm} - 0.078\text{mm} = -0.141\text{mm}$

公法线上偏差  $E_{\text{bns}} = E_{\text{sns}}\cos\alpha = -0.063\text{mm}\cos20^\circ = -0.059\text{mm}$

公法线下偏差  $E_{\text{bnl}} = E_{\text{snl}}\cos\alpha = -0.141\text{mm}\cos20^\circ = -0.132\text{mm}$

5) 按第2.2.6节公法线长度计算的方法计算公法线长度

$$W_{\text{nk}} = (W_k^* + \Delta W_k^*) m_n$$

$W_k^*$  按假想齿数 $z' = 1.0513 \times 88 = 92.5144$  整数部分查表2-53, 得 $W_k^* = 32.265\text{mm}$ ,  $\Delta W_k^*$  是 $z'$ 的小数部分对应的公法线长, 查表2-54 $\Delta W_k^* = 0.0072\text{mm}$

$$W_k = (W_k^* + \Delta W_k^*) m_n = (32.265 + 0.0072)\text{mm} \times 2 = 64.5844\text{mm}$$

(5) 确定齿坯精度 根据齿轮结构, 齿轮内孔是基准面又是工作安装面和制造安装面。

1) 齿轮内孔的尺寸公差。孔的尺寸公差为7级, 取H7, 即 $\phi 28\text{H7} (^{+0.021}_0)$ 。

2) 齿顶圆柱的尺寸公差。齿顶圆不作为测量基准时, 按IT11给定, 但不

大于  $0.1m_n$ ，齿顶圆有时是检测齿厚的基准，或者作为测量基准或加工基准，查表 2-28 为 IT8。这两种情况指上偏差为 0，下偏差为 IT11 或 IT8，但有学者认为齿顶圆公差按  $\pm 0.05m_n$  标注也是可以的。

首先，如果不作为测量基准，按第一种方法确定公差，查附表 D，基本尺寸在 120 ~ 180mm 之间，IT11 = 0.25mm，即齿顶圆的上偏差为 0，下偏差为 0.25mm，超过了  $0.1m_n = 0.1 \times 2\text{mm} = 0.2\text{mm}$ ，则公差值取为 0.2mm。

其次，按作为测量基准，公差为对称偏差，即  $\pm 0.05m_n = \pm 0.05 \times 2\text{mm} = \pm 0.1\text{mm}$ 。

在本例中，按不作为测量基准给出齿顶圆公差。

3) 齿轮内孔的形状公差。由表 2-26 可得圆柱度公差为  $0.1F_p = 0.1 \times 69\mu\text{m} = 6.9\mu\text{m}$ 。

4) 两端面的跳动公差。两端面制造和工作时都定位的基准，参照表 2-27 选其跳动公差为  $0.2(D_d/b)F_p = 0.2 \times (45/52) \times 21\mu\text{m} \approx 36\mu\text{m}$ 。

5) 顶圆的径向圆跳动公差。顶圆柱面在加工齿形时常作为找正基准，按表 2-27，其跳动公差为  $0.3F_p = 0.3 \times 69\mu\text{m} = 20.7\mu\text{m} \approx 21\mu\text{m}$ 。

6) 齿面及其余各表面粗糙度。按照表 2-30 选取各表面粗糙度。

(6) 绘制齿轮工作图 齿轮工作图如图 2-35 所示。

## 2. 锥齿轮公差等级设计实例

试对第 2.3.3 节的锥齿轮传动的小齿轮及齿轮副进行精度设计，小齿轮齿数  $z_1 = 25$ ；大齿轮齿数  $z_2 = 63$ ，大端模数  $m = 3\text{mm}$ ，分锥角  $\delta_1 = 21.64^\circ$ 。

**解** 1. 根据几何关系，计算齿宽中点处的模数

$$m_m = (1 - 0.5\psi_R) m = (1 - 0.5 \times 0.3) 3\text{mm} = 2.55\text{mm}$$

### 2. 确定检验项目

(1) 确定精度为 7 级

(2) 确定检验项目 根据表 2-31，确定单个齿轮检验项目。

1) 第 I 公差组，选检验项目为  $F_p$ 。首先按表 2-33 的注计算齿宽中点处的分度圆弧长。

$$L = \frac{\pi m_m z_1}{2} = \frac{\pi \times 2.55 \times 25}{2} \text{mm} = 100.09\text{mm}$$

查表 2-33 知  $L$  值在 80 ~ 160 这一行，精度 7 级这一列，得  $F_p = 45\mu\text{m}$ 。

2) II 公差组选用  $f_{pt}$ 。查表 2-38，中点分度圆直径在小于 125mm 范围内的模数在 1 ~ 3.5 行，7 级精度，得  $f_{pt} = 14\mu\text{m}$ 。

3) III 公差组，接触斑点。查表 2-57，沿齿长方向为 50% ~ 70%，沿齿高方向为 55% ~ 75%。

4) 根据表 2-32，确定齿轮副的检验项目。第 I 公差组，选  $F_{ic}''$ ，查表 2-35，

得  $F_{i\Sigma c}'' = 67\mu\text{m}$ ; 第Ⅱ公差组选用  $f_{i\Sigma c}''$ , 查表 2-40, 得  $f_{i\Sigma c}'' = 28\mu\text{m}$ 。

### 3. 确定齿厚及其偏差

1) 确定最小法向侧隙, 确定法向侧隙为  $c$ 。中点锥矩

$$R_m = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2} (1 - 0.5\psi_R) = \frac{3}{2} \sqrt{25^2 + 63^2} (1 - 0.5 \times 0.3) \text{ mm} \\ = 86\text{mm}$$

查表 2-43,  $R_m$  在 50 ~ 100mm 范围, 小轮分锥角大于  $20^\circ$ , 这一行, 法向侧隙为  $c$  列, 查得  $j_{n\min} = 74\mu\text{m}$ 。

2) 确定齿厚上偏差。查表 2-44, 首先查出基本值, 对小轮查中点法向模数在 1 ~ 3.5 行, 中点分度圆直径  $[d_{m1} = d_1 (1 - 0.5\psi_R) = 75 (1 - 0.5 \times 0.3) \text{ mm} = 63.75\text{mm}]$  小于 125 列, 得基本值为  $-20\mu\text{m}$ ; 对大轮, 查中点法向模数在 1 ~ 3.5 行, 而中点分度圆直径  $[d_{m2} = d_2 (1 - 0.5\psi_R) = 189 (1 - 0.5 \times 0.3) \text{ mm} = 160.65\text{mm}]$  为 125 ~ 400 列, 得基本值为  $-30\mu\text{m}$ , 再按法向侧隙种类为  $c$ , 公差等级为 7 查得系数为 2.7。最后, 按表 2-44 的注 1 计算齿厚上偏差得,  $E_{ss1}^- = -20 \times 2.7\mu\text{m} = -54\mu\text{m}$ ,  $E_{ss2}^- = -30 \times 2.7\mu\text{m} = -81\mu\text{m}$ 。

3) 确定齿厚公差。首先确定公差种类选 B, 再确定齿圈跳动公差值。查表 2-55, 顶锥母线的跳动为  $40\mu\text{m}$ ; 查表 2-45, 得  $T_s = 85\mu\text{m}$ 。

4) 计算齿轮大端分度圆弦齿厚及弦齿高

$$\bar{s} = \bar{s}_2 = \bar{s}_2 = d_2 \sin \frac{90^\circ}{z_2} = 189\text{mm} \sin \frac{90^\circ}{63} = 4.71\text{mm}$$

$$h_{yn2} = \frac{d_{a2}}{2} - \frac{d_2}{2} \cos \frac{90^\circ}{z_2} = 189\text{mm} \sin \frac{90^\circ}{63} = 2.729\text{mm}$$

$$h = h_a + \frac{d_2}{2} \left( 1 - \cos \frac{90^\circ}{z_2} \right) = 3\text{mm} + \left( 1 - \cos \frac{90^\circ}{63} \right) \text{mm} = 3.029\text{mm}$$

### 4. 确定齿坯精度

方法同圆柱齿轮, 只是, 顶锥母线跳动查表 2-55, 为 0.05mm, 顶锥角极限偏差查表 2-56, 偏差为  $0^{+8'}$ 。

### 5. 绘制齿轮工作图

齿轮工作图如图 2-36 所示。

## 2.4 齿轮结构速查

### 2.4.1 齿轮轮坯结构的选择

齿轮坯结构的选择见表 2-83。

表 2-83 齿轮坯结构的选择

$d_a/\text{mm}$	$b/\text{mm}$	轮坯结构形式	加工	件数
<500	<150	齿台轮轴、单辐板齿轮	模锻	成批(如车辆齿轮)
<700	<150	齿台轮轴、实心轮、单辐板齿轮	由锻成的圆料车削 <sup>①</sup>	单件、小批
700~1200	>150 $\leq 25m$	单辐板、实心轮	自由锻	单件、小批
>700	>80	单辐板或多辐板 <sup>②</sup>	焊接	单件、小批
允许的任何尺寸		单辐板或多辐板	铸造 <sup>③</sup>	至少3件,小批
>700	>150	过盈压装齿圈 <sup>④</sup>		单件
>1000	>150	螺栓联接齿轮 <sup>⑤</sup>		单件

① 当不考虑采用焊接和自由锻时。

② 斜齿轮( $\beta < 10^\circ$ )齿宽 $b$ 可达600mm。

③ 由于铸件的缺陷而补做轮坯的可能性大,易增大加工费用和拖延交货时间。

④ 用于齿圈材料难以焊接的场合。

⑤ 用于需要避免由过盈引起的应力,或缺少压装设备和经验,或焊接困难的场合。

## 2.4.2 齿轮的结构形式

### 1. 齿轮轴

对于直径较小的钢制齿轮(见图2-38),当为圆柱齿轮时,齿根圆到键槽底部的距离 $e < 2m_t$ ( $m_t$ 为端面模数);当为锥齿轮时,按小端尺寸计算而得的 $e <$

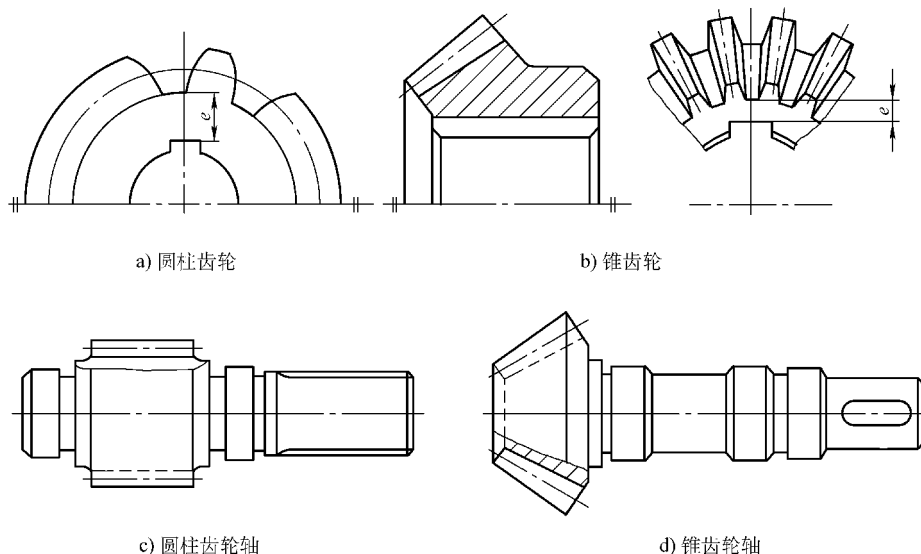


图 2-38 齿轮轴

1.6m 时, 可将齿轮和轴做成一体, 称为齿轮轴, 这时齿轮与轴必须采用同一种材料制造。

## 2. 实心结构齿轮

当齿顶圆直径  $d_a \leq 160\text{mm}$  时, 齿轮可做成如图 2-39 所示的实心结构, 在航空工业产品中也有做成辐板式结构的。

## 3. 辐板式结构齿轮

当齿顶圆直径  $d_a \leq 500\text{mm}$  时, 齿轮可以是锻造的, 也可以是铸造的, 通常采用如图 2-41、图 2-42 所示的辐板式结构或孔板结构。

## 4. 轮辐式结构齿轮

当顶圆直径  $400\text{mm} \leq d_a \leq 1000\text{mm}$  时, 齿轮常用铸铁或铸钢制成, 并采用轮辐式结构, 如图 2-43 所示。

## 5. 组合式结构齿轮

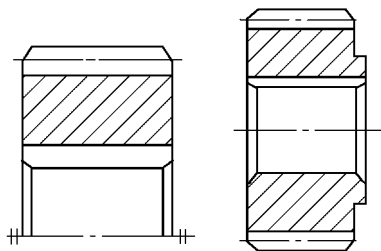


图 2-39 实心轮

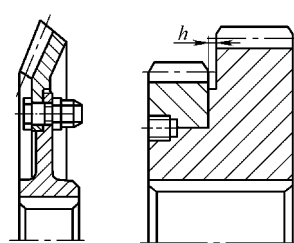
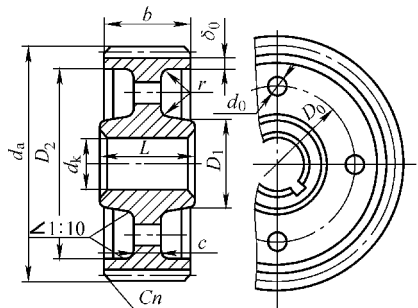
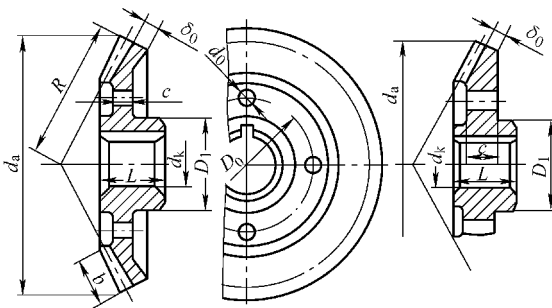


图 2-40 组合式结构齿轮图



a) 模锻圆柱齿轮



b) 锻造锥齿轮

图 2-41 辐板式锻造齿轮结构

注: 图 2-41a 中自由锻圆柱齿轮无拔模斜度, 其他参数同模锻圆柱齿轮;  $D_1 \approx 1.6d_k$ ;  $D_2 \approx d_a - 10m$  (或  $m_n$ ) (且  $\delta_0 \geq 10\text{mm}$ ); 当  $b = (1 \sim 1.5)d_k$  时, 取  $L = b$ , 否则  $L = (1.2 \sim 1.5)d_k$ ;  $c = (0.2 \sim 0.3)b$ ;  $D_0 \approx 0.5(D_1 + D_2)$ ;  $d_0 = 0.25(D_2 - D_1)$ ;  $r = 0.5c$ ;  $n = 0.5m$  (或  $m_n$ )。

图 2-41b 中,  $D_1 \approx 1.6d_k$ ;  $L = (1.2 \sim 1.5)d_k$ ;  $\delta_0 = (3 \sim 4)m$ , 但不小于  $10\text{mm}$ ;  $c = (0.1 \sim 0.17)R$ ;  $D_0$ 、 $d_0$  由结构设计确定。



有时为了节约贵重金属,对于大尺寸的圆柱齿轮可采用组装结构,即齿圈采用贵重金属制造,齿芯可用铸铁或铸钢,如图2-40所示。

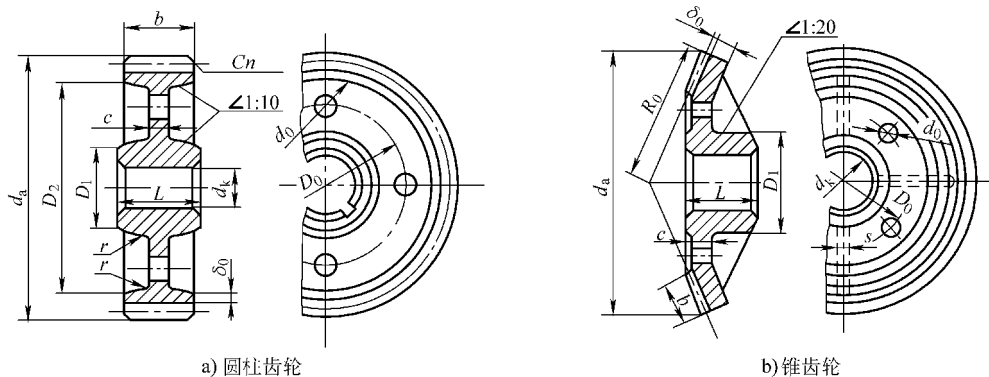


图 2-42 辐板式铸造齿轮结构

注: 图 2-42a 中,  $D_1 = 1.6d_k$  (铸钢);  $D_1 = 1.8d_k$  (铸铁);  $L = (1.2 \sim 1.5)d_k$  (且  $L \geq b$ );  $\delta_0 = (2.5 \sim 4)m$  (或  $m_n$ ) (且  $\delta_0 \geq 8 \sim 10\text{mm}$ );  $n = 0.5m$  (或  $m_n$ );  $r \approx 0.5c$ ,  $c = 0.2b \geq 10\text{mm}$ ;  $D_0 = 0.5(D_1 + D_2)$ ;  $d_0 = 0.25(D_2 - D_1)$ 。

图 2-42b 中,  $D_1 = 1.6d_k$  (铸钢);  $D_1 = 1.8d_k$  (铸铁);  $L = (1 \sim 1.2)d_k$ ;  $\delta_0 = (3 \sim 4)m$  (且  $\delta_0 \geq 10\text{mm}$ );  $c = (0.1 \sim 0.17)R \geq 10\text{mm}$ ;  $s = 0.8c \geq 10\text{mm}$ ;  $D_0$ 、 $d_0$  按结构确定。

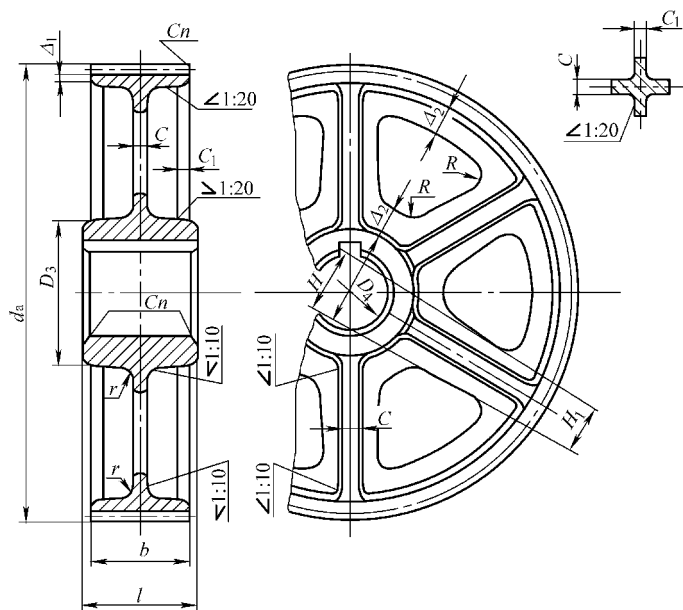


图 2-43 轮辐式齿轮

注:  $B < 240\text{mm}$ ;  $D_3 \approx 1.6D_4$  (铸钢);  $D_3 \approx 1.7D_4$  (铸铁);  $\Delta_1 \approx (3 \sim 4)m_n$ , 但不应小于  $8\text{mm}$ ;  $\Delta_2 \approx (1 \sim 1.2)\Delta_1$ ;  $H \approx 0.8D_4$  (铸钢);  $H \approx 0.9D_4$  (铸铁);  $H_1 \approx 0.8H$ ;  $C \approx H/5$ ;  $C_1 \approx H/6$ ;  $R \approx 0.5H$ ;  $1.5D_4 > l \geq B$ ; 轮辐数常取为 6。

## 第3章 蜗杆传动

### 3.1 基本设计理论及设计方法

#### 3.1.1 蜗杆传动分类

按蜗杆螺旋线方向不同，蜗杆传动有右旋和左旋之分。除特殊需要外，一般都采用右旋。两者工作原理和设计方法均相同。

按蜗杆头数不同，可分为单头蜗杆与多头蜗杆。单头蜗杆主要用于大传动比的场合，要求自锁的蜗杆传动必须采用单头蜗杆。多头蜗杆主要用于传动比不大和要求效率较高的场合。

按蜗杆形状不同，可分为圆柱蜗杆传动、环面蜗杆传动、锥蜗杆传动三类，如图 3-1 所示。

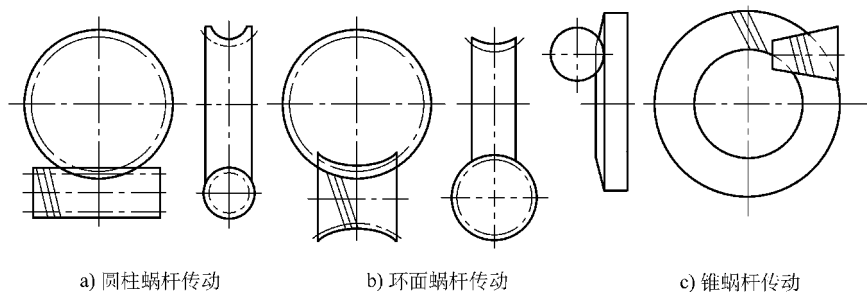


图 3-1 蜗杆传动的类型

#### 3.1.2 蜗杆传动主要参数及几何尺寸计算

##### 1. 模数和压力角

蜗杆的轴面模数和蜗轮的端面模数相等且均取为标准模数，即  $m_a = m_t$ 。蜗杆的轴面压力角等于蜗轮的端面压力角，即  $\alpha_a = \alpha_t = \alpha = 20^\circ$ 。

##### 2. 蜗杆导程角

将分度圆上的螺旋线展开，按几何关系蜗杆分度圆上的导程角可按式确定。

$$\tan \gamma = \frac{z_1 P_{x1}}{\pi d_1} = \frac{m z_1}{d_1}$$

通常:  $\gamma = 3.5^\circ \sim 27^\circ$ 。

### 3. 蜗杆分度圆直径 $d_1$ 、蜗杆直径系数 (选刀系数, 特性系数) $q$

蜗杆直径  $d_1$  与模数  $m$  的比值称为蜗杆的直径系数,  $q = \frac{d_1}{m}$ , 故  $d_1 = mq$ , 代

入  $\tan\gamma = \frac{mz_1}{d_1}$ , 得

$$q = \frac{z_1}{\tan\gamma}$$

由于和蜗轮相啮合的蜗杆直径及其齿形参数与切制该蜗轮的滚刀相一致, 为使蜗轮滚刀的系列化和标准化, GB/T 10085—1988 对蜗杆分度圆直径  $d_1$  规定了标准系列值, 如表 3-2。由于  $d_1$  与  $m$  值均为标准值, 所以  $q$  不一定是整数。

### 4. 蜗杆传动的标准中心距 $a$

蜗杆传动的标准中心距按式  $a = \frac{d_1 + d_2}{2}$  计算。

### 5. 蜗杆头数 $z_1$ , 蜗轮齿数 $z_2$

常用的蜗杆头数  $z_1$  为 1、2、4、6, 可根据传动比选取。 $z_1$  大, 蜗杆导程角大, 传动效率高, 但制造困难;  $z_1$  小, 导程角小, 效率低, 发热多, 传动比大。要求蜗杆传动实现反行程自锁时, 必须选取  $\gamma < 3.5^\circ$  和  $z_1 = 1$  的蜗杆。

蜗轮齿数  $z_2$ , 根据传动比和蜗杆头数确定。 $z_2 = iz_1$ , 用滚刀切制蜗轮时不产生根切的齿数为  $z_{2\min} = 17$ 。但对蜗杆传动而言, 当  $z_2 < 26$  时其啮合区急剧减小, 这将影响传动的平稳性和承载能力; 当  $z_2 > 30$  时, 蜗杆传动可实现两对齿以上的啮合。一般取  $z_2 = 32 \sim 80$ 。 $z_2$  不宜过大, 否则蜗轮尺寸大, 蜗杆轴支承间距离将增加, 蜗杆的刚度差, 影响蜗轮与蜗杆的啮合, 因此  $z_2 < 80$ 。

### 6. 传动比 $i$ , 齿数比 $u$

传动比  $i = \frac{n_1}{n_2}$ ,  $n_1$  为主动轮转速, 一般蜗杆主动,  $n_2$  为从动轮转速, 即蜗轮

转速。齿数比  $u = \frac{z_2}{z_1} \neq \frac{d_2}{d_1}$ , 一般情况  $z_1$ 、 $z_2$  为整数, 所以  $i$  与  $u$  一般不完全相同。

$n_1$ 、 $n_2$  分别为蜗杆和蜗轮的转速 (r/min)。

蜗杆传动减速装置, 传动比的公称值为: 5、7.5、10、12.5、5、20、25、30、40、50、60、70、80, 其中 10、20、40、80 为基本传动比, 应优先选用。

### 7. 几何尺寸计算

普通圆柱蜗杆传动的主要几何尺寸计算见表 3-1。

表 3-1 蜗杆传动几何参数计算

名称及符号	计算公式	
	蜗杆	蜗轮
分度圆直径 $d$	$d_1 = mq$	$d_2 = mz_2$
节圆直径 $d'$	$d'_1 = d_1 + 2xm = 2a' - mz_2 = m(p + 2x)$	$d'_2 = d_2$
齿顶圆直径 $d_a$	$d_{a1} = d_1 + 2h_a$	$d_{a2} = d_2 + 2(h_a + xm)$
齿根圆直径 $d_f$	$d_{f1} = d_1 - 2(h_{a1} + c)$	$d_{f2} = d_2 - 2(h_{a2} - xm + c)$
中心距 $a$	$a = m(q + z_2 + 2x) / 2$	
蜗杆分度圆导程角 $\gamma$	$\gamma = \arctan(z_1/q)$	
蜗杆节圆导程角 $\gamma'$	$\gamma' = \arctan(z_1/q + 2x)$	
蜗杆轴向齿距 $p_x$	$p_x = \pi m$	
蜗杆导程 $p_z$	$p_z = z_1 p_x = \pi m$	
蜗杆齿宽（螺纹长度） $b_1$	$b_1 \approx 2m\sqrt{z_2 + 1}$	
蜗轮咽喉母圆半径 $r_{\rho 2}$		$r_{\rho 2} = a - d_{a2}/2$
蜗轮齿宽 $b_2$		建议取 $b_2 = 2m(0.5 + \sqrt{q + 1})$

3.1.3 蜗杆传动受力分析

蜗杆传动的受力分析与斜齿轮传动相似，但由于蜗杆传动的啮合摩擦损失较大，啮合面的摩擦力不能忽略，且与齿轮不同的是失效发生在蜗轮上，因此受力分析通常以蜗轮为研究对象。

图 3-2 所示的是以右旋蜗杆为主动件，并沿图示方向旋转时蜗轮螺旋面上的受力情况。 $F_n$  为集中作用于节点处的法向载荷，它作用于法向截面内。

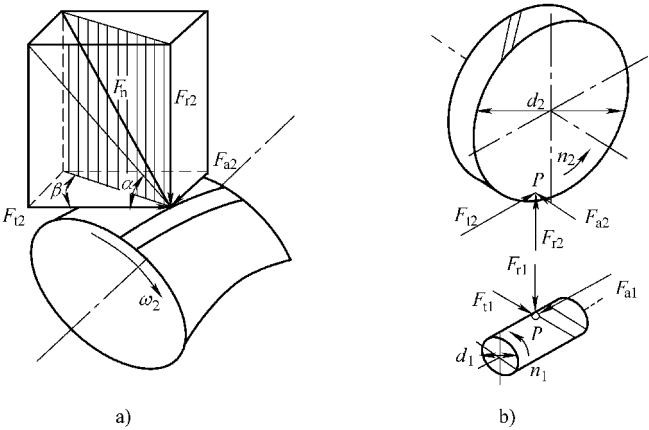


图 3-2 蜗杆传动的受力分析

$F_n$  可以分解为 3 个互相垂直的分力即圆周力  $F_t$ 、径向力  $F_r$ 、轴向力  $F_a$ 。

显然,作用在蜗杆的轴向力等于作用在蜗轮上的圆周力,作用在蜗杆上的圆周力等于作用在蜗轮的轴向力,作用在蜗杆上的径向力等于作用在蜗轮上的径向力。这些力的数值相等,方向相反。

$$F_{t2} = \frac{T_2}{d_2/2} = -F_{a1}$$

$$F_{a2} = F_{t2} \tan(\gamma + \rho_v) \approx F_{t2} \tan \gamma = -F_{r1}$$

$$F_{r2} = F_n \sin \alpha_n \approx F_{t2} \tan \alpha_t = -F_{r1}$$

$$F_n = \frac{F_{t2} \cos \rho_v}{\cos \alpha_n \cos(\gamma \pm \rho_v)} \approx \frac{F_{t2}}{\cos \alpha_n \cos \gamma} = \frac{2T_2}{d_2 \cos \alpha_n \cos \gamma}$$

式中  $T_2$ ——蜗轮工作转矩,蜗杆主动时,  $T_2 = T_1 \cdot i(u) \eta_1$ , 蜗轮主动时  $T_2 = T_1 \cdot i(u) / \eta'_1$ ;  $T_1$  为蜗杆工作转矩 ( $N \cdot mm$ ),  $T_1 = 9.55 \times 10^6 \times \frac{P}{n_1}$ ,  $P$  为传递功率 ( $kW$ );  $\eta_1$ 、 $\eta'_1$  分别为蜗杆主动和蜗轮主动时的传动啮合效率;  $\mu$  为蜗杆传动的摩擦系数;

$\rho_v$ ——当量摩擦角,  $\tan \rho_v = \mu_v = \mu / \cos \alpha_n$ ;

$\alpha_n$ ——蜗轮法面压力角;

$\alpha_t$ ——蜗轮端面压力角。

当蜗杆主动时,上述 6 个力的方向按以下原则判断:①蜗杆上的圆周力  $F_{t1}$  的方向与蜗杆齿在啮合点的运动方向相反;②蜗轮上的圆周力  $F_{t2}$  与蜗轮齿在啮合点的运动方向相同;③径向力  $F_r$  的方向在蜗杆蜗轮上都是由啮合点指向各自的轮心;④主动轮(一般指蜗杆)轴向力的方向用左右手定则判断,即蜗杆左旋用左手、蜗杆右旋用右手,握紧的四指表示主动轮的回转方向,大拇指伸直的方向表示主动轮所受轴向力的方向,蜗轮轴向力的方向与蜗杆的圆周力相反。

### 3.1.4 蜗杆传动失效形式及强度计算

#### 1. 失效形式及设计准则

蜗杆传动的失效形式与齿轮传动相同,有点蚀、胶合、磨损、轮齿折断等。与平行轴圆柱齿轮相比,蜗杆和蜗轮齿面间还有沿蜗轮齿方向的滑动,而且相对滑动速度大,效率低,发热量大,因而蜗杆传动更容易发生胶合和磨损失效。由于蜗杆的齿是连续的螺旋齿,且其材料的强度比蜗轮高,所以失效一般发生在蜗轮齿上。

在闭式传动中,蜗杆传动多因胶合或点蚀失效,设计准则为按蜗轮齿面的接触疲劳强度进行设计,按齿根弯曲疲劳强度进行校核。另外,闭式蜗杆传动的散热不良时会降低蜗杆传动的承载能力,加速失效,故应作热平衡计算。当

蜗杆轴细长且支承跨距大时,还应进行蜗杆轴的刚度计算。

对开式传动,蜗轮多发生齿面磨损和轮齿折断,所以应将保证蜗轮齿根的弯曲疲劳强度作为开式蜗杆传动的设计准则。

## 2. 蜗轮齿面接触疲劳强度计算

蜗轮材料强度低,只计算蜗轮,蜗轮形状复杂,精算复杂,仿照斜齿轮计算。

以 Hertz 公式为原始公式,按节点处啮合条件来计算综合曲率半径。

$$\rho_1 = \infty \quad \rho_2 = \frac{d_2}{2} \sin \alpha_1$$

推导过程同圆柱齿轮。得出校核式

$$\sigma_H = 3.1 Z_E \sqrt{KT_2/d_1 d_2^2 \cos \gamma} \leq [\sigma_H]$$

将  $d_2 = mz_2$  代入上式得出设计式为

$$m^2 d_1 \geq 9.6 KT_2 \cos \gamma (Z_E / (z_2 [\sigma_H]))^2$$

式中  $T_2$ ——蜗轮转矩 (N·mm);

$z_2$ ——蜗轮齿数;

$Z_E$ ——弹性系数,查表 3-5;

$\cos \gamma$ ——查表 3-6 选取;

$K$ ——载荷系数,  $K = K_A K_V K_\beta$ ;  $K_A$  为工况系数,查表 3-7;  $K_V$  为动载系数,查表 3-8;  $K_\beta$  为齿向载荷分布系数,载荷稳定时取 1,变载荷时取 1.1 ~ 1.3,蜗杆刚度大时取小值,反之取大值;

$[\sigma_H]$ ——蜗轮许用接触应力 (MPa),  $[\sigma_H] = K_N [\sigma_H]_0$ ;  $K_N$  为寿命系数,

$$K_N = \sqrt[8]{\frac{10^7}{N}}; N = 60 \gamma n_2 t_h, N \text{ 为应力循环次数,当 } N > 25 \times 10^7 \text{ 时,}$$

取  $N = 25 \times 10^7$ , 当  $N < 2.6 \times 10^7$  时,取  $N = 2.6 \times 10^7$ ;  $\gamma$  为蜗轮每转一圈每个轮齿的啮合次数;  $t_h$  为工作寿命 (h);  $n_2$  为蜗轮的转速 (r/min);  $[\sigma_H]_0$  为材料的基本许用应力,查表 3-9a。

蜗轮的许用接触应力与蜗轮的材料、失效形式有关。当蜗轮为铸造锡青铜时,蜗杆传动主要因接触疲劳点蚀而失效,蜗轮的许用应力与应力循环次数有关。胶合不同于疲劳失效,因而  $[\sigma_H]$  与应力循环次数无关,与相对滑动速度有关,查表 3-9b 可以得到许用接触应力的值。

## 3. 蜗轮齿根弯曲疲劳强度计算

由于蜗轮的齿形比较复杂,在中间平面和平行于中间平面的其他截面内,蜗轮的齿厚不同,精确计算齿根的弯曲应力比较困难,一般把蜗轮近似按斜齿圆柱齿轮来考虑进行条件性计算。因此,蜗轮的齿根弯曲疲劳强度计算带有很大的近似性。按斜齿圆柱齿轮齿根弯疲劳曲强度的计算公式,则

$$\sigma_F = \frac{1.53KT_2}{d_1 d_2 m \cos \gamma} Y_{Fa2} Y_\beta \leq [\sigma_F]$$

将  $d_2 = mz_2$  带入上式并整理, 得设计式为

$$m^2 d_1 \geq \frac{1.53KT_2}{z_2 [\sigma_{F2}]} Y_{Fa} Y_\beta$$

式中  $Y_{Fa2}$ ——齿形系数, 按蜗轮当量齿数  $z_{v2} = z/\cos^3 \gamma$  计算, 查图 3-4;

$[\sigma_F]$ ——蜗轮的许用弯曲应力 (MPa);  $[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 K_{FN}$ ,  $K_{FN}$  为寿命系

数,  $K_{FN} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N}}$ ,  $N$  为应力循环次数;  $[\sigma_F]_0$  为考虑齿根应力修

正系数  $Y_{FSa}$  后的基本许用弯曲应力, 查表 3-10;

$Y_\beta$ ——螺旋角系数  $Y_\beta = 1 - \frac{\gamma}{120^\circ}$ 。

### 3.1.5 蜗杆轴的挠度计算

当蜗杆轴啮合部位受力后, 将使轴产生挠曲。挠曲量过大就会影响啮合状况, 从而造成偏载甚至干涉, 加剧磨损。所以要进行蜗杆挠度计算。

$$y = \frac{FL^3}{48EI} < [y] = 0.01m$$

式中  $F$ ——蜗杆受力,  $F = \sqrt{F_{t1}^2 + F_{r1}^2}$ ;

$I$ ——蜗杆中间截面惯性矩,  $I = \pi d^4/64$ ;

$L$ ——两支承间的距离;

$[y]$ ——许用挠度, 或取  $d_1/1000$ ;

$E$ ——蜗杆轴材料的弹性模量,  $E = 2.06 \times 10^5 \text{ MPa}$ ;

$m$ ——模数。

### 3.1.6 蜗杆传动的效率和热平衡计算

#### 1. 蜗杆传动的效率

闭式蜗杆传动的功率损耗包括三部分, 齿面间啮合摩擦损耗、蜗杆轴上轴承的摩擦损耗和搅动箱体中润滑油的溅油损耗, 因此蜗杆传动总效率为

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3$$

式中  $\eta_1$ ——啮合效率;

$\eta_2$ ——搅油效率, 主要与浸油深度和速度, 与油粘度有关, 可取  $\eta_2 \approx 0.99$ ;

$\eta_3$ ——轴承效率, 滚动轴承效率  $\eta_3 = 0.99$  (一对), 滑动轴承效率  $\eta_3 = 0.98 \sim 0.99$ 。

啮合效率  $\eta_1$ ，是影响蜗杆传动效率的主要因素，近似按螺旋副效率计算。蜗杆主动时为  $\eta_1$ ，蜗轮主动时为  $\eta'_1$ 。

$$\eta_1 = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho_v)}$$

$$\eta'_1 = \frac{\tan(\gamma - \rho_v)}{\tan \gamma}$$

式中  $\rho_v$ ——当量摩擦角， $\rho_v = \arctan \mu_v$ ， $\mu_v$  为当量摩擦系数，主要与  $v_s$  有关， $\rho_v$ ， $\mu_v$  可根据  $v_s$  值由表 3-11 查得。 $v_s$  可以用下式计算。

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000 \times \cos \gamma}$$

因为  $\eta_2 \approx 0.99$ ， $\eta_3 = 0.99$ ，所以对设计的蜗杆传动，可近似取  $\eta \approx \eta_1$ ，也就是说，蜗杆传动的效率主要取决于啮合效率。而影响啮合效率的主要因素是蜗杆的导程角，其次是传动的匹配材料、润滑状态及接触表面的表面粗糙度。

故在设计之初，先估取  $\eta$  以近似算出蜗轮转轴上的转矩  $T_2$ ， $\eta$  的经验数据如表 3-12 所列。

## 2. 蜗杆传动的热平衡计算

根据热平衡原理，传动的功率损失变成的热量等于箱体散发的热量。

发热量

$$1000P_1(1 - \eta)$$

散热量

$$\alpha_w \cdot A \cdot (t_1 - t_0)$$

$$1000P_1(1 - \eta) = \alpha_w \cdot A \cdot (t_1 - t_0)$$

故

$$t_1 = \frac{1000P_1(1 - \eta)}{\alpha_w \cdot A} + t_0 \leq 80^\circ\text{C}$$

式中  $P_1$ ——蜗杆传递的功率；

$\alpha_w$ ——表面传热系数，为单位箱体面积、单位温差吸收或放出的热量，取  $\alpha_w = 8.15 \sim 17.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ；

$t_1$ ， $t_0$ ——箱体及工作环境温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

$A$ ——箱体有效散热面积，如果箱体有散热片，则有效面积按原面积的 1.5 倍估算；对于散热片布置良好的固定式蜗杆减速器，其散热面积可按  $A = 9 \times 10^{-5} a^{1.88} (\text{m}^2)$  估算，其中  $a$  为中心距 (mm)。当油温超过  $80^\circ\text{C}$  时，说明散热面积不足，采用散热措施提高散热能力。

## 3. 散热的措施

当油温为  $80^\circ\text{C}$  时，必须采取措施，提高散热能力。



1) 加散热片, 增加散热面积。

2) 在蜗杆轴端加装风扇 (见图 3-3a), 提高表面传热系数  $\alpha_w$ ; 如图 3-3a 所示, 加装风扇时表面传热系数  $\alpha_w$  可按表 3-13 选取。此时, 总功耗加大, 传动总效率  $\eta$  除了考虑啮合效率  $\eta_1$ , 轴承效率  $\eta_2$ , 搅油效率  $\eta_3$  外, 还应考虑风扇效率  $\eta_4$ 。

3) 加循环冷却设施。如图 3-3b 所示, 如循环蛇形冷却水管或外冷却喷油润滑。

采用散热片时, 为保持正常工作的油温, 所需的总散热面积为

$$A = \frac{1000P(1 - \eta)}{t - t_0}$$

采用风扇冷却时, 油温仍可按式  $t_1 = \frac{1000P_1(1 - \eta)}{\alpha_w \cdot A} + t_0$  计算, 但表面传热系数  $\alpha_w$  应按表 3-13 选取。

4) 外冷却喷油润滑。如图 3-3c 所示, 通过外冷却器, 将热油冷却后直接喷到蜗杆啮合区, 从而降低热平衡时的工作温度。

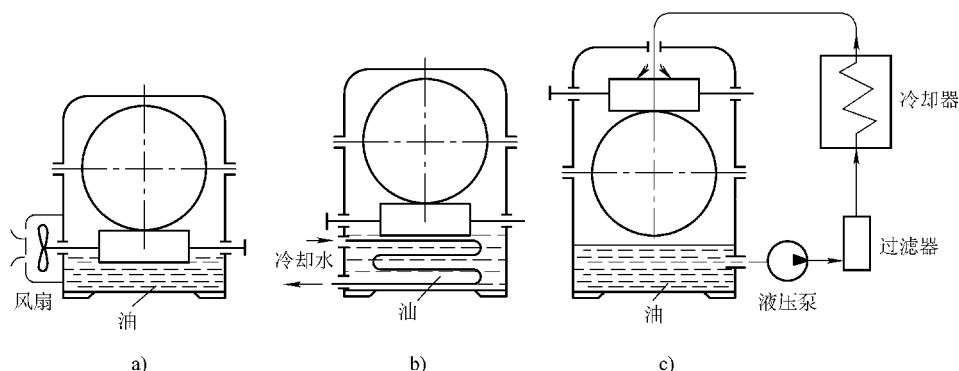


图 3-3 蜗杆传动的散热方法

### 3.1.7 蜗杆蜗轮材料及选材原则

#### 1. 选材原则

由于蜗杆传动啮合摩擦较大、蜗轮滚刀难以精确铲背及形状尺寸误差等原因, 以致加工出的蜗轮齿面很难与蜗杆齿面完全达到符合理论要求的共轭状态。因此蜗杆与蜗轮齿在材料组合上既要有耐磨性又要有良好的跑合性能。所以蜗轮通常用青铜或铸铁做齿圈而与齿面硬度较高的蜗杆相匹配。

#### 2. 蜗杆材料

蜗杆材料常用钢和合金钢, 主要是考虑蜗杆齿数少, 工作寿命短, 应力循

环次数多等原因。采用硬齿面蜗杆，可提高传动的承载能力。表3-3列出了常用的蜗杆材料。

### 3. 蜗轮材料

蜗轮材料通常指的是齿冠部分的材料，主要有：

1) 锡青铜  $\text{ZCuSn10Pb1}$  和  $\text{ZCuSn5Pb5Zn5}$ ，适用于滑动速度大于  $10 \sim 26\text{m/s}$  和连续运转的工况，离心铸造的可得到较致密的细晶粒组织，可取大值；砂型铸造的取小值。

2) 铸铝青铜  $\text{ZCuAl10Fe3}$  和  $\text{ZCuAl10Fe3Mn2}$ ，这种材料抗胶合能力较差，用于滑动速度小于  $8\text{m/s}$  的场合。

3) 铸铝黄铜  $\text{ZCuZn25Al6Fe3Mn3}$ ，点蚀强度高，但磨损性能差，用于低速滑动的场合。

4) 灰铸铁，用于滑动速度小于  $2\text{m/s}$  的工况。为了防止变形，常对蜗轮进行时效处理。常用蜗轮材料的力学性能见表3-4。

## 3.1.8 蜗杆传动公差等级及其选择

### 1. 普通圆柱蜗杆传动的精度

国标 GB/T 10089—1988 规定了蜗杆蜗轮的精度。适用范围：轴交角  $\Sigma$  为  $90^\circ$ ，模数  $m \geq 1\text{mm}$ ，蜗杆分度圆直径  $d_1 \leq 400\text{mm}$ ，蜗轮分度圆直径  $d_2 \leq 4000\text{mm}$ 。基本蜗杆可为阿基米德蜗杆（ZA 蜗杆）、渐开线蜗杆（ZI 蜗杆）、法向直廓蜗杆（ZN 蜗杆）、锥面包络圆柱蜗杆（ZK 蜗杆）和圆弧柱蜗杆（ZC 蜗杆）。标准对蜗杆、蜗轮和蜗杆传动规定 12 个公差等级，第 1 级的精度最高，第 12 级的精度最低。按照公差的特性对传动性能的主要保证作用，将蜗杆、蜗轮和蜗杆传动的公差（或极限偏差）分成 3 个公差组，允许各公差组选用不同的公差等级组合，但在同一公差组中，各项公差与极限偏差应保持相同的公差等级。蜗杆和配对蜗轮的公差等级一般取相同值，也允许取不同值。

根据蜗杆传动的工作要求和生产规模，在各公差组组中选定一个检验组来评定和验收蜗杆、蜗轮的精度，具体检验组见表 3-15。当检验组中有两项或两项以上公差或极限偏差时，应以检验组中最低的一项精度来评定蜗杆、蜗轮的公差等级。

对有特殊要求的蜗杆传动，除蜗轮齿圈径向跳动公差  $F_r$ 、蜗轮径向综合公差  $F_r''$ 、蜗轮一齿径向综合公差  $f_r''$ 、蜗杆齿槽径向跳动公差  $f_r$  项目外，其蜗杆、蜗轮左右齿面的公差等级也可取成不相同。

蜗杆传动的侧隙规定如下。

蜗杆传动的最小法向侧隙大小将侧隙种类分为 8 种： $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$  和  $h$ 。最小法向侧隙值以  $a$  为最大， $h$  为零，其他依次减少。侧隙种类与公差等

级无关。

蜗杆传动的侧隙应根据使用要求用侧隙种类的代号（字母）表示。对可调中心距传动或蜗杆、蜗轮不要求互换的传动，允许传动的侧隙规范用最小侧隙  $j_{\min}$ （或  $j_{n\min}$ ）和最大侧隙  $j_{\max}$ （或  $j_{n\max}$ ）来规定。

传动的最小法向侧隙由蜗杆齿厚的减薄量来保证，即取蜗杆齿厚上偏差  $E_{ss1} = -(j_{n\min}/\cos\alpha + E_{s\Delta})$ ，齿厚下偏差  $E_{si1} = T_{s1} - E_{ss1}$ ，其中  $E_{s\Delta}$  为制造误差的补偿部分；最大法向侧隙由蜗杆、蜗轮齿厚公差  $T_{s1}$ 、 $T_{s2}$  确定；蜗轮齿厚上偏差  $E_{ss2} = 0$ ，下偏差  $E_{si2} = -T_{s2}$ 。

各种侧隙种类的侧隙规范数值系蜗杆传动在 20℃ 时的情况，未考虑传动发热和传动弹性变形的影响。

## 2. 直廓环面蜗杆传动精度

直廓环面蜗杆传动精度已制定国家标准，标准中对直廓环面蜗杆、蜗轮和蜗杆副规定了 6、7、8 三个公差等级，6 级最高，8 级最低。

根据蜗杆传动的工作要求和生产规模，在各公差组中选定一个检验组来评定和验收蜗杆、蜗轮的精度，具体的检验组如表 3-37。当检验组中有两项或两项以上的误差时，应以检验组中最低的一项精度来评定蜗杆，蜗轮的公差等级。

## 3.1.9 圆弧圆柱蜗杆传动及直廓环面蜗杆传动强度计算

### 1. 圆弧圆柱蜗杆传动强度计算

圆弧圆柱蜗杆承载能力计算与普通圆柱蜗杆基本相同，但由于其轮齿弯曲强度远高于齿面接触强度，通常只计算接触强度。校核公式如下。

$$\sigma_H = 3300 \sqrt{\frac{KK_z T_2}{a^3 K_{gl}}} \leq [\sigma_H]$$

设计公式如下

$$a > 222 \sqrt[3]{\frac{KK_z T_2}{[\sigma_H]^2 K_{gl}}}$$

式中  $K_z$ ——齿形系数，如图 3-5 所示；

$K_{gl}$ ——几何参数系数，如图 3-6 所示；

$[\sigma_H]$ ——其确定与普通圆柱蜗杆的相同；

$T_2$ ——蜗轮轴传递的转矩。

### 2. 直廓环面蜗杆传动强度计算

直廓环面蜗杆传动的承载能力计算采用功率表法。表 3-36 是 JB/T 7936—1999 规定的直廓环面蜗杆传动的额定输入功率  $P_1$  和额定输出转矩  $T_2$ 。应用该功率表时，可用下式计算输入功率  $P_{1c}$  和输出转矩  $T_{2c}$ 。

$$P_{1c} = K_A P_{w1}$$

$$T_{2c} = K_A T_{w2}$$

式中  $P_{w1}$ ——原动机或实际输入功率 (kW);  
 $T_{w2}$ ——工作机输入转矩或蜗杆传动实际输出转矩 (N·m);  
 $K_A$ ——工作情况系数, 见表 3-35。

表 3-36 所列数值的蜗轮齿圈材料为锡青铜, 如用其他材料时应适当调整, 如采用铝铁青铜时, 建议将计算结果乘以 1.1~1.3, 采用铸铁时乘以 1.8~2.5。

3.2 蜗杆传动的实用设计数据

3.2.1 蜗杆传动的基本参数

表 3-2 普通圆柱蜗杆传动的参数  $m$ 、 $z_1$ 、 $d_1$ 、 $q$  (GB/T 10085—1988)

模数 $m$ /mm	分度圆直径 $d_1$ /mm	蜗杆头数 $z_1$	直径系数 $q$	$m^2 d_1 / (\text{mm}^3)$
6.3	(80)	1, 2, 4	12.698	3175.2
	112	1	17.778	4445.28
8	(63)	1, 2, 4	7.875	4082
	80	1, 2, 4, 6	10.000	5120
	(100)	1, 2, 4	12.500	6400
	140	1	17.500	8960
10	(71)	1, 2, 4	7.100	7100
	90	1, 2, 4, 6	9.000	9000
	(112)	1, 2, 4	11.200	11200
	160	1	16.000	16000
12.5	(90)	1, 2, 4	7.200	14062.5
	112	1, 2, 4	8.960	17500
	(140)	1, 2, 4	11.200	21875
	200	1	16.000	31250
16	(112)	1, 2, 4	7.000	28672
	140	1, 2, 4	8.750	35840
	(180)	1, 2, 4	11.250	46080
	250	1	15.625	64000 ( $m=16$ , 分度圆直径)
20	(140)	1, 2, 4	7.000	56000
	160	1, 2, 4	8.000	64000
	(224)	1, 2, 4	11.200	89600
	315	1	15.750	126000

(续)

模数 $m$ /mm	分度圆直径 $d_1$ /mm	蜗杆头数 $z_1$	直径系数 $q$	$m^2 d_1 / (\text{mm}^3)$
25	(180)	1, 2, 4	7.200	112500
	200	1, 2, 4	8.000	125000
	(280)	1, 2, 4	11.200	175000
	400	1	16.00	250000

注：括号中的数字尽可能不使用。

3.2.2 蜗杆及蜗轮材料的力学性能

表 3-3 蜗杆常用材料及其性能

材料牌号	热处理	硬度	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$
40Cr, 40CrNi, 42SiMn, 35CrMo, 38SiMnMo	表面淬火	45 ~ 55HRC	0.8 ~ 1.6
20Cr, 20CrMnTi, 16CrMn, 20CrV	渗碳淬火	58 ~ 63 HRC	0.8 ~ 1.6
45, 40Cr, 42CrMo, 35SiMn	调质	< 350HB	3.2 ~ 6.3
38CrMoAlA, 50CrV, 35CrMo	表面渗氮	65 ~ 70 HRC	1.6 ~ 3.2

表 3-4 蜗轮常用材料的力学性能 (GB/T 1176—1987)

蜗轮材料	铸造方法	力学性能			
		$\sigma_B$	$\sigma_S$	$\delta_5$	HB
ZCuSn10P1	S	220	130	3	785 *
	J	310	170	2	885 *
	Li	330	170 *	4	885 *
	La	360	170 *	6	885 *
ZCuSn5Pb5Zn5	S, J	200	90	13	590 *
	Li, La	250	100 *	13	635 *
ZCuAl10Fe3	S	490	180	13	980 *
	J	540	200	15	1080 *
	Li, La	540	200	15	1080 *
ZCuAl10Fe3Mn2	S	490		15	1080
	J	540		20	1175
ZCuZn25Al6Fe3Mn3	S	725	380	10	1570 *
	J	740	400	7	1665 *
	Li, La	740	400	7	1665 *

注：1. S—砂型铸造；J—金属铸造；Li—离心铸造；La—连续铸造。

2. 带 \* 的为参考数值。

3.2.3 蜗杆传动设计用系数速查

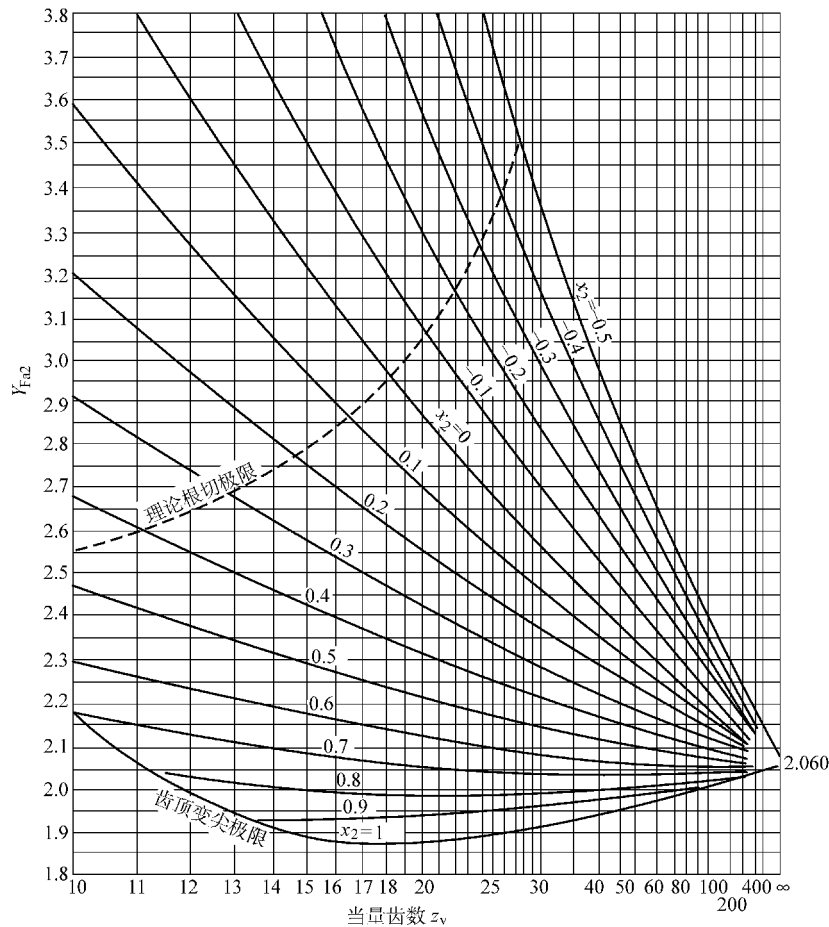


图 3-4 蜗轮齿形系数

表 3-5 弹性系数  $Z_E$  (单位:  $\sqrt{\text{MPa}}$ )

蜗杆材料	蜗轮材料			
	铸锡青铜	铸铝青铜	灰铸铁	球墨铸铁
钢	155	156	162	181.1

表 3-6  $\cos\gamma$  值

$Z_1$	1	2	4	6
$\gamma$	$3^\circ \sim 8^\circ$	$8^\circ \sim 16^\circ$	$16^\circ \sim 30^\circ$	$28^\circ \sim 33.5^\circ$
$\cos\gamma$ 平均值	0.995	0.978	0.920	0.859

表 3-7 工况系数  $K_A$

原动机	工作特点		
	平稳	中等冲击	严重冲击
电动机、透平	0.8 ~ 1.25	0.9 ~ 1.5	1 ~ 1.75
多缸内燃机	0.9 ~ 1.5	1 ~ 1.75	1.25 ~ 2
单缸内燃机	1 ~ 1.7	1.25 ~ 2	1.5 ~ 2.25

注：小值用于间歇工作，大值用于连续工作。

表 3-8 动载系数  $K_v$

$v / (m/s)$	<3	>3
$K_v$	1	1.1 ~ 1.3

表 3-9a) 铸造锡青铜的基本需用接触应力  $[\sigma_H]_0$  (单位：MPa)

蜗轮材料	铸造方法	蜗杆螺旋面的硬度	
		≤45HRC	>45HRC
ZCuSn10Pb1	砂型铸造	150	180
	金属模铸造	220	268
ZCuSn5Pb5Zn5	砂型铸造	113	135
	金属模铸造	128	140
	离心铸造	158	183

表 3-9b) 灰铸铁及铸造铝铁青铜的许用接触应力  $[\sigma_H]$

材 料		滑动速度/ (m/s)						
蜗杆	蜗轮	<0.25	0.25	0.5	1	2	3	4
20 或 20Cr 渗碳淬火, 45 钢淬火, 齿面硬度大于 45HRC	灰铸铁 HT150	206	166	150	127	95		
	灰铸铁 HT200	250	202	182	154	115		
	铸造铝铁青铜 ZCuAl10Fe3	230	190	180	173	163	154	149
45 钢或 Q275	灰铸铁 HT150	172	139	125	106	79		
	灰铸铁 HT200	208	168	152	128	96		

表 3-10 蜗轮的基本许用弯曲应力  $[\sigma_F]_0$  (单位: MPa)

蜗轮材料	铸锡磷青铜 ZCuSn10Pb1		铸锡锌铅青铜 ZCuSn5Pb5Zn5		铸造铝铁青铜 CuAl10Fe3		灰铸铁	
							HT150	HT200
铸造方法	砂型铸造	金属模 铸造	砂型 铸造	金属模 铸造	砂型 铸造	金属模 铸造		
循环次数 $N = 10^6$ 单侧工作	40	56	26	32	80	90	40	48
循环次数 $N = 10^6$ 双侧工作	29	40	22	26	57	64	28	34

表 3-11 钢蜗杆和青铜蜗轮间的当量摩擦系数和当量摩擦角  $\mu_v$ 、 $\rho_v$

滑动速度 $v_s / (\text{m/s})$	$\mu_v$	滑动速度 $v_s / (\text{m/s})$	$\mu_v$
	$\rho_v$		$\rho_v$
0.01	0.11 ~ 0.12	2.0	0.035 ~ 0.045
	6°17' ~ 6°51'		2°00' ~ 2°35'
0.05	0.09 ~ 0.1	2.5	0.03 ~ 0.035
	5°09' ~ 5°43'		1°43' ~ 2°00'
0.1	0.08 ~ 0.09	3.0	0.028 ~ 0.031
	4°34' ~ 5°09'		1°36' ~ 1°47'
0.25	0.065 ~ 0.075	4	0.024 ~ 0.029
	3°43' ~ 4°17'		1°22' ~ 1°40'
0.5	0.055 ~ 0.065	5	0.022 ~ 0.026
	3°09' ~ 3°43'		1°16' ~ 1°29'
1.0	0.045 ~ 0.055	8	0.018 ~ 0.024
	2°35' ~ 4°09'		1°2' ~ 1°22'
1.5	0.04 ~ 0.05	10	0.016 ~ 0.020
	2°17' ~ 2°52'		0°55' ~ 1°19'

表 3-12 蜗杆传动的总效率  $\eta$

蜗杆头数	1	2	3	4
总效率	0.7	0.8	0.85	0.9

表 3-13 风冷时的表面传热系数  $\alpha_w$

蜗杆转速/ (r/min)	750	1000	1250	1550
$\alpha_w / [W / (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$	27	31	35	38



3.2.4 蜗杆传动精度数据表（GB/T 10089—1988）

1. 蜗杆检验组数据表

(1) 公差等级选用

表 3-14 蜗杆传动的公差等级、加工方法及应用范围

公差等级		7	8	9
蜗轮圆周速度/（m/s）		≤7.5	≤3	≤1.5
加工方法	蜗杆	渗碳淬火或淬火后磨削	淬火磨削或车削、铣削	车削或铣削
	蜗轮	滚削或飞刀加工后珩磨（或加载配对跑合）	滚削或飞刀加工后加载配对跑合	滚削或飞刀加工
应用范围		中等精度工业运转机构的动力传动。如机床进给、操纵机构，电梯曳引装置	每天工作时间不长的一般动力传动。如起重运输机械减速器，纺织机械传动装置	低速传动或手动机构。如舞台升降装置，塑料蜗杆传动

注：此表不属于 GB/T 10089—1988，仅供参考。

表 3-15 圆柱蜗杆和蜗轮的检验组

公差组	蜗杆检验组	蜗轮检验组	传 动
第Ⅰ公差组		$F'_1$ $F_p$ 、 $F_{pk}$ $F_p$ （用于 5 ~ 12 级） $F_r$ （用于 9 ~ 12 级） $F''_i$ （用于 7 ~ 12 级）	$F'_{ic}$
第Ⅱ公差组	$f_h$ 、 $f_{hL}$ （用于单头蜗杆） $f_{px}$ 、 $f_{hL}$ （用于多头蜗杆） $f_{px}$ 、 $f_{pxL}$ 、 $f_r$ $f_{px}$ 、 $f_{pxL}$ （用于 7 ~ 9 级） $f_{px}$ （用于 10 ~ 12 级）	$f'_i$ $f''_i$ （用于 7 ~ 12 级） $f_{pt}$ （用于 5 ~ 12 级）	$f'_{ic}$
第Ⅲ公差组	$f_n$	$f_{t2}$ 接触斑点（此时可不检验 $f_{t2}$ ）	接触斑点 $f_a$ 、 $f_x$ 、 $f_z$

(2) 蜗杆的检验项目的公差及偏差

表 3-16 蜗杆的公差和极限偏差  $f_h$ 、 $f_{hl}$ 、 $f_{px}$ 、 $f_n$ 、 $f_{pxL}$  值

(单位:  $\mu\text{m}$ )

代号	模 数 $m/\text{mm}$	公 差 等 级				
		6	7	8	9	10
$f_h$	1 ~ 3.5	11	14	—	—	—
	> 3.5 ~ 6.3	14	20	—	—	—
	> 6.3 ~ 10	18	25	—	—	—
	> 10 ~ 16	24	32	—	—	—
	> 16 ~ 25	32	45	—	—	—
$f_{hl}$	1 ~ 3.5	22	32	—	—	—
	> 3.5 ~ 6.3	28	40	—	—	—
	> 6.3 ~ 10	36	50	—	—	—
	> 10 ~ 16	45	63	—	—	—
	> 16 ~ 25	63	90	—	—	—
$f_{px}$	1 ~ 3.5	7.5	11	14	20	28
	> 3.5 ~ 6.3	9	14	20	25	36
	> 6.3 ~ 10	12	17	25	32	48
	> 10 ~ 16	16	22	32	46	63
	> 16 ~ 25	22	32	45	63	85
$f_{pxL}$	1 ~ 3.5	13	18	25	36	—
	> 3.5 ~ 6.3	16	24	34	48	—
	> 6.3 ~ 10	21	32	45	63	—
	> 10 ~ 16	28	40	56	80	—
	> 16 ~ 25	40	53	75	100	—
$f_n$	1 ~ 3.5	11	16	22	32	45
	> 3.5 ~ 6.3	14	22	32	45	60
	> 6.3 ~ 10	19	28	40	53	75
	> 10 ~ 16	25	36	53	75	100
	> 16 ~ 25	36	53	75	100	140

注:  $f_{px}$  应为正、负值 (  $\pm$  )。

表 3-17 蜗杆齿槽径向圆跳动公差  $f_r$  值 (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d_1/\text{mm}$	模数 $m/\text{mm}$	公差等级				
		6	7	8	9	10
$\leq 10$	1 ~ 3.5	11	14	20	28	40
$> 10 \sim 18$	1 ~ 3.5	12	15	21	29	41
$> 18 \sim 31.5$	1 ~ 6.3	12	16	22	30	42
$> 31.5 \sim 50$	1 ~ 10	13	17	23	32	45
$> 50 \sim 80$	1 ~ 16	14	18	25	36	48
$> 80 \sim 125$	1 ~ 16	16	20	28	40	56
$> 125 \sim 180$	1 ~ 25	18	25	32	45	63
$> 180 \sim 250$	1 ~ 25	22	28	40	53	75
$> 250 \sim 315$	1 ~ 25	25	32	45	63	90
$> 315 \sim 400$	1 ~ 25	28	36	53	71	100

注: 当基准蜗杆齿形角  $\alpha$  不等于  $20^\circ$  时, 本标准规定的公差值乘以一个系数, 其系数值为  $\sin 20^\circ / \sin \alpha$ 。

2. 蜗轮的各项公差及偏差

表 3-18 蜗轮齿距累积公差  $F_p$  及  $k$  个齿距累积公差  $F_{pk}$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆弧长 $L$ / $\text{mm}$	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\leq 11.2$	1.1	1.8	2.8	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
$> 11.2 \sim 20$	1.6	2.5	4.0	6	10	16	22	32	45	63	90	125
$> 20 \sim 32$	2.0	3.2	5.0	8	12	20	28	40	56	80	112	160
$> 32 \sim 50$	2.2	3.6	5.5	9	14	22	32	45	63	90	125	180
$> 50 \sim 80$	2.5	4.0	6.0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
$> 80 \sim 160$	3.2	5.0	8.0	12	20	32	45	63	90	125	180	250
$> 160 \sim 315$	4.5	7.0	11	18	28	45	63	90	125	180	250	355
$> 315 \sim 630$	6.0	10	16	25	40	63	90	125	180	250	355	500
$> 630 \sim 1000$	8.0	12	20	32	50	80	112	160	224	315	450	630
$> 1000 \sim 1600$	10	16	25	40	63	100	140	200	280	400	560	800
$> 1600 \sim 2500$	11	18	28	45	71	112	160	224	315	450	630	900
$> 2500 \sim 3150$	14	22	36	56	90	140	200	280	400	560	800	1120
$> 3150 \sim 4000$	16	25	40	63	100	160	224	315	450	630	900	1250
$> 4000 \sim 5000$	18	28	45	71	112	180	250	355	500	710	1000	1400
$> 5000 \sim 6300$	20	32	50	80	125	200	280	400	560	800	1120	1600

注: 1.  $F_p$  和  $F_{pk}$  按分度圆弧长  $L$  查表;

查  $F_p$  时, 取  $L = \frac{1}{2} \pi d_2 = \frac{1}{2} \pi m z_2$ ;

查  $F_{pk}$  时, 取  $L = k \pi m$  ( $k$  为 2 到小于  $z_2/2$  的整数)。

2. 除特殊情况外, 对于  $F_{pk}$ ,  $k$  值规定取为小于  $z_2/6$  的最大整数。

表 3-19 蜗轮齿圈径向圆跳动公差  $F_r$ 、蜗轮径向综合公差  $F_i''$ 、蜗轮一齿径向综合公差  $f_i''$   
(单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆 直径 $d_2$  /mm	模数  $m$  /mm	$F_r/\mu\text{m}$					$F_i''/\mu\text{m}$					$f_i''/\mu\text{m}$				
		公 差 等 级														
		6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
$\leq 125$	1 ~ 3.5	28	40	50	63	80	—	56	71	90	112	—	20	28	36	45
	>3.5 ~ 6.3	36	50	63	80	100	—	71	90	112	140	—	25	36	45	56
	>6.3 ~ 10	40	56	71	90	112	—	80	100	125	160	—	28	40	50	63
> 125 ~ 400	1 ~ 3.5	32	45	56	71	90	—	63	80	100	125	—	22	32	40	50
	>3.5 ~ 6.3	40	56	71	90	112	—	80	100	125	160	—	28	40	50	63
	>6.3 ~ 10	45	63	80	100	125	—	90	112	140	180	—	32	45	56	71
	>10 ~ 16	50	71	90	112	140	—	100	125	160	200	—	36	50	63	80
> 400 ~ 800	1 ~ 3.5	45	63	80	100	125	—	90	112	140	180	—	25	36	45	56
	>3.5 ~ 6.3	50	71	90	112	140	—	100	125	160	200	—	28	40	50	63
	>6.3 ~ 10	56	80	100	125	160	—	112	140	180	224	—	32	45	56	71
	>10 ~ 16	71	100	125	160	200	—	140	180	224	280	—	40	56	71	90
	>16 ~ 25	90	125	160	200	250	—	180	224	280	355	—	50	71	90	112
> 800 ~ 1600	1 ~ 3.5	50	71	90	112	140	—	100	125	160	200	—	28	40	50	63
	>3.5 ~ 6.3	56	80	100	125	160	—	112	140	180	224	—	32	45	56	71
	>6.3 ~ 10	63	90	112	140	180	—	125	160	200	250	—	36	50	63	80
	>10 ~ 16	71	100	125	160	200	—	140	180	224	280	—	40	56	71	90
	>16 ~ 25	90	125	160	200	250	—	180	224	280	355	—	50	71	90	112

注: 当基准蜗杆压力角  $\alpha$  不等于  $20^\circ$  时, 本标准规定的公差值乘以一个系数, 其系数值为  $\sin 20^\circ / \sin \alpha_0$ 。

表 3-20 齿距极限偏差 (  $\pm f_{pt}$  ) 的  $f_{pt}$  值 (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d_2/\text{mm}$	模数 $m$ / $\text{mm}$	公 差 等 级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\leq 125$	$\geq 1 \sim 3.5$	1.0	1.6	2.5	4.0	6	10	14	20	28	40	56	80
	$> 3.5 \sim 6.3$	1.2	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
	$> 6.3 \sim 10$	1.4	2.2	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
$> 125 \sim 400$	$\geq 1 \sim 3.5$	1.1	1.8	2.8	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
	$> 3.5 \sim 6.3$	1.4	2.2	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
	$> 6.3 \sim 10$	1.6	2.5	4.0	6.0	10	16	22	32	45	63	90	125
	$> 10 \sim 16$	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
$> 400 \sim 800$	$\geq 1 \sim 3.5$	1.2	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
	$> 3.5 \sim 6.3$	1.4	2.2	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
	$> 6.3 \sim 10$	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
	$> 10 \sim 16$	2.0	3.2	5.0	8.0	13	20	28	40	56	80	112	160
	$> 16 \sim 25$	2.5	4.0	6.0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
$> 800 \sim 1600$	$\geq 1 \sim 3.5$	1.2	2.0	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
	$> 3.5 \sim 6.3$	1.6	2.5	4.0	6.0	10	16	22	32	45	63	90	125
	$> 6.3 \sim 10$	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
	$> 10 \sim 16$	2.0	3.2	5.0	8.0	13	20	28	40	56	80	112	160
	$> 16 \sim 25$	2.5	4.0	6.0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
$> 1600 \sim 2500$	$\geq 1 \sim 3.5$	1.6	2.5	4.0	6.0	10	16	22	32	45	63	90	125
	$> 3.5 \sim 6.3$	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
	$> 6.3 \sim 10$	2.0	3.2	5.0	8.0	13	20	28	40	56	80	112	160
	$> 10 \sim 16$	2.2	3.6	5.5	9.0	14	22	32	45	63	90	125	180
	$> 16 \sim 25$	2.8	4.5	7.0	11	18	28	40	56	80	112	160	224
$> 2500 \sim 4000$	$\geq 1 \sim 3.5$	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
	$> 3.5 \sim 6.3$	2.0	3.2	5.0	8.0	13	20	28	40	56	80	112	160
	$> 6.3 \sim 10$	2.2	3.6	5.5	9.0	14	22	32	45	63	90	125	180
	$> 10 \sim 16$	2.5	4.0	6.0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
	$> 16 \sim 25$	2.8	4.5	7.0	11	18	28	40	56	80	112	160	224

表 3-21 蜗轮齿形公差 $f_n$  (单位:  $\mu\text{m}$ )

分度圆直径 $d_2/\text{mm}$	模 数 $m/\text{mm}$	公 差 等 级				
		6	7	8	9	10
$\leq 125$	1 ~ 3.5	8	11	14	22	36
	> 3.5 ~ 6.3	10	14	20	32	50
	> 6.3 ~ 10	12	17	22	36	56
> 125 ~ 400	1 ~ 3.5	9	13	18	28	45
	> 3.5 ~ 6.3	11	16	22	36	56
	> 6.3 ~ 10	13	19	28	45	71
	> 10 ~ 16	16	22	32	50	80
> 400 ~ 800	1 ~ 3.5	12	17	25	40	63
	> 3.5 ~ 6.3	14	20	28	45	71
	> 6.3 ~ 10	16	24	36	56	90
	> 10 ~ 16	18	26	40	63	100
	> 16 ~ 25	24	36	56	90	140
> 800 ~ 1600	1 ~ 3.5	17	24	36	56	90
	> 3.5 ~ 6.3	18	28	40	63	100
	> 6.3 ~ 10	20	30	45	71	112
	> 10 ~ 16	22	34	50	80	125

3. 蜗杆副的各项公差及偏差

表 3-22 中心距极限偏差 ( $\pm f_a$ ) 的 $f_a$ 值和中间平面极限偏差 ( $\pm f_x$ ) 的 $f_x$ 值

传动中心距 $a/\text{mm}$	$f_a/\mu\text{m}$					$f_x/\mu\text{m}$				
	公 差 等 级									
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
$\leq 30$	17	26		42		14	21		34	
30 ~ 50	20	31		50		16	25		40	
50 ~ 80	28	37		60		18.5	30		48	
80 ~ 120	27	44		70		22	36		56	
120 ~ 180	32	50		80		27	40		64	
180 ~ 250	36	58		92		29	47		74	
250 ~ 315	40	65		105		32	52		85	
315 ~ 400	45	70		115		36	56		92	
400 ~ 500	50	78		125		40	63		100	

(续)

传动中心距 $a/\text{mm}$	$f_a/\mu\text{m}$					$f_x/\mu\text{m}$				
	公 差 等 级									
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
500 ~ 630	55	87		140		44	70		112	
630 ~ 800	62	100		160		50	80		130	
800 ~ 1000	70	115		180		56	92		145	
1000 ~ 1250	82	130		210		66	105		170	
1250 ~ 1600	97	155		250		78	125		200	

注:  $f_{px}$  应为正、负值 (±)。

表 3-23 轴交角极限偏差 (± $f_{\Sigma}$ ) 的  $f_{\Sigma}$  值 (单位:  $\mu\text{m}$ )

蜗轮齿宽 $b_2/\text{mm}$	公 差 等 级				
	6	7	8	9	10
≤30	10	12	17	24	34
>30 ~ 50	11	14	19	28	38
>50 ~ 80	13	16	22	32	45
>80 ~ 120	15	19	24	36	53
>120 ~ 180	17	22	28	42	60
>180 ~ 250	20	25	32	48	67
>250	22	28	36	53	75

表 3-24 接触斑点传动的要求

公差 等级	接触面积的百分比/(%)		接触斑点形状	接触斑点位置
	沿齿高 不小于	沿齿长 不小于		
5, 6	65	60	接触斑点在齿高方向无断缺, 不允许成带状条纹	接触斑点痕迹的分布位置趋近齿面中部, 允许略偏于啮入端。在齿顶和啮入, 啮出端的棱边处不允许接触
7, 8	55	50	不作要求	接触斑点痕迹应偏于啮出端, 但不允许在齿顶和啮入、啮出端的棱边接触
9, 10	45	40		

注: 采用修形齿面的蜗杆传动, 接触斑点的要求可不受本标准规定的限制。

表 3-25 最小法向侧隙  $j_{\text{min}}$  的值 (单位:  $\mu\text{m}$ )

传动中心距 $a/\text{mm}$	侧 隙 种 类							
	h	g	f	e	d	c	b	a
$\leq 30$	0	9	13	21	33	52	84	130
$> 30 \sim 50$	0	11	16	25	39	62	100	160
$> 50 \sim 80$	0	13	19	30	46	74	120	190
$> 80 \sim 120$	0	15	22	35	54	87	140	220
$> 120 \sim 180$	0	18	25	40	63	100	160	250
$> 180 \sim 250$	0	20	29	46	72	115	185	290
$> 250 \sim 315$	0	23	32	52	81	130	210	320
$> 315 \sim 400$	0	25	36	57	89	140	230	360
$> 400 \sim 500$	0	27	40	63	97	155	250	400
$> 500 \sim 630$	0	30	44	70	110	175	280	440
$> 630 \sim 800$	0	35	50	80	125	200	320	500
$> 800 \sim 1000$	0	40	56	90	140	230	360	560
$> 1000 \sim 1250$	0	46	66	105	165	260	420	660
$> 1250 \sim 1600$	0	54	78	125	195	310	500	780

注: 传动的最小圆周侧隙  $j_{\text{smin}} = j_{\text{min}} / \cos \gamma' \cdot \cos \alpha_n$ 。式中:  $\gamma'$  为蜗杆节圆柱导程角,  $\alpha_n$  为蜗杆法向压力角。

表 3-26 蜗轮齿厚公差  $T_{s2}$ 、蜗杆齿厚公差  $T_{s1}$  值 (单位:  $\mu\text{m}$ )

$T_{s2}$							$T_{s1}$					
分度圆直径 $d_2/\text{mm}$	模数 $m$ /mm	公差等级					模数 $m$ /mm	公差等级				
		6	7	8	9	10		6	7	8	9	10
$\leq 125$	1 ~ 3.5	71	90	110	130	160	1 ~ 3.5	36	45	53	67	95
	> 3.5 ~ 6.3	85	110	130	160	190						
	> 6.3 ~ 10	90	120	140	170	210	> 3.5 ~ 6.3	45	56	71	90	130
> 125 ~ 400	1 ~ 3.5	80	100	120	140	170	> 6.3 ~ 10	60	71	90	110	160
	> 3.5 ~ 6.3	90	120	140	170	210						
	> 6.3 ~ 10	100	130	160	190	230	> 10 ~ 16	80	95	120	150	210
	> 10 ~ 16	110	140	170	210	260	> 16 ~ 25	110	130	160	200	280
	> 16 ~ 25	130	170	210	260	320						



(续)

$T_{s2}$							$T_{s1}$					
分度圆直径 $d_2/\text{mm}$	模数 $m$ /mm	公差等级					模数 $m$ /mm	公差等级				
		6	7	8	9	10		6	7	8	9	10
>400 ~ 800	1 ~ 3.5	85	110	130	160	190	1. 精度等级分别按蜗轮、蜗杆第Ⅱ公差组确定。 2. 在最小法向侧隙能保证的条件下， $T_{s2}$ 公差带允许采用对称分布。 3. 对传动最大法向侧隙 $j_{\text{max}}$ 无要求时，允许蜗杆齿厚公差 $T_{s1}$ 增大，最大不超过两倍。					
	>3.5 ~ 6.3	90	120	140	170	210						
	>6.3 ~ 10	100	130	160	190	230						
	>10 ~ 16	120	160	190	230	290						
	>16 ~ 25	140	190	230	290	350						
>800 ~ 1600	1 ~ 3.5	90	120	140	170	210						
	>3.5 ~ 6.3	100	130	160	190	230						
	>6.3 ~ 10	110	140	170	210	260						
	>10 ~ 16	120	160	190	230	290						
	>16 ~ 25	140	190	230	290	350						

表 3-27 蜗杆蜗轮齿坯尺寸和形状公差

公差等级		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
孔	尺寸公差	IT4	IT4	IT4		IT5	IT6	IT7		IT8		IT8	
	形状公差	IT1	IT2	IT3		IT4	IT5	IT6		IT7		—	
轴	尺寸公差	IT4	IT4	IT4		IT5		IT6		IT7		IT8	
	形状公差	IT1	IT2	IT3		IT4		IT5		IT6		—	
齿顶圆直径公差		IT6		IT7			IT8			IT9		IT11	

注：1. 当 3 个公差组的公差等级不同时，按最高公差等级确定公差。  
2. 当齿顶圆不作测量齿厚基准时，尺寸公差按 IT11 确定，但不得大于 0.1mm。  
3. IT 为标准公差，按 GB/T 1800 的规定确定。

表 3-28 蜗杆齿厚上偏差  $E_{ss1}$  的误差补偿部分  $E_{sa}$  值

(单位：μm)

公差等级	模数 $m/\text{mm}$	传动中心距/mm						
		≤30	>30 ~ 50	>50 ~ 80	>80 ~ 120	120 ~ 180	180 ~ 250	250 ~ 315
6	1 ~ 3.5	30	30	32	36	40	45	48
	>3.5 ~ 6.3	32	36	38	40	45	48	50
	>6.3 ~ 10	42	45	45	48	50	52	56
	>10 ~ 16	—	—	—	58	60	63	65
	>16 ~ 25	—	—	—	—	75	78	80

(续)

公差等级	模数 <i>m</i> /mm	传动中心距/mm						
		≤30	> 30 ~ 50	> 50 ~ 80	> 80 ~ 120	120 ~ 180	180 ~ 250	250 ~ 315
7	1 ~ 3.5	45	48	50	56	60	71	75
	> 3.5 ~ 6.3	50	56	58	63	68	75	80
	> 6.3 ~ 10	60	63	65	71	75	80	85
	> 10 ~ 16	—	—	—	80	85	90	95
	> 16 ~ 25	—	—	—	—	115	120	120
8	1 ~ 3.5	50	56	58	63	68	75	80
	> 3.5 ~ 6.3	68	71	75	78	80	85	90
	> 6.3 ~ 10	80	85	90	90	95	100	100
	> 10 ~ 16	—	—	—	110	115	115	120
	> 16 ~ 25	—	—	—	—	150	155	155
9	1 ~ 3.5	75	80	90	95	100	110	120
	> 3.5 ~ 6.3	90	95	100	105	110	120	130
	> 6.3 ~ 10	110	115	120	125	130	140	145
	> 10 ~ 16	—	—	—	160	165	170	180
	> 16 ~ 25	—	—	—	—	215	220	225
10	1 ~ 3.5	100	105	110	115	120	130	140
	> 3.5 ~ 6.3	120	125	130	135	140	145	155
	> 6.3 ~ 10	155	160	165	170	175	180	185
	> 10 ~ 16	—	—	—	210	215	220	225
	> 16 ~ 25	—	—	—	—	280	285	290

注：公差等级按蜗杆的Ⅰ和Ⅱ公差组确定。

4. 齿坯公差及偏差

表 3-29 蜗杆、蜗轮齿坯基准面径向和端面圆跳动公差（单位：μm）

基准面直径 <i>d</i> /mm	公差等级		
	6	7 ~ 8	9 ~ 10
≤31.5	4	7	10
> 31.5 ~ 63	6	10	16
> 63 ~ 125	8.5	14	22
> 125 ~ 400	11	18	28
> 400 ~ 800	14	22	36
> 800 ~ 1600	20	32	50
> 1600 ~ 2500	28	45	71
> 2500 ~ 4000	40	63	100

注：1. 当 3 个公差组的公差等级不同时，按最高公差等级确定公差。

2. 当以齿顶作为测量基准时，即以蜗杆、蜗轮的齿坯基准面。

## 3.2.5 圆弧圆柱蜗杆传动技术数据速查

表 3-30 几何尺寸计算

序号	名称	代号	公式	示例
1	中心距	$a$	$a = \frac{1}{2}m (q + z_2 + 2x_2)$	250mm
2	传动比	$i$	$i = z_2/z_1$	31
3	蜗杆头数	$z_1$	根据需要确定	1
4	蜗轮齿数	$z_2$	$z_2 \approx iz_1$	31
5	模数	$m$	$m \approx P_z/\pi$	12mm
6	蜗杆直径系数	$q$	$q = d_1/m$	9
7	蜗轮变位系数	$x_2$	$x_2 = \frac{a}{m} - \frac{q + z_2}{2}$	+0.833
8	蜗杆轴向齿形角	$\alpha$	$\alpha = 20^\circ \sim 24^\circ$ , 通常取 $\alpha = 23^\circ$	$23^\circ$
9	齿顶高系数	$h_a^*$	$h_a^* = 1$	
10	顶隙系数	$c^*$	$c^* = 0.2$	
11	蜗杆齿顶高	$h_{a1}$	$h_{a1} = h_a^* m = m$	12mm
12	蜗杆齿根高	$h_{f1}$	$h_{f1} = (h_a^* + c^*) m = 1.2m$	14.4mm
13	顶隙	$c$	$c = c^* m = 0.2m$	2.4mm
14	蜗杆分度圆直径	$d_1$	$d_1 = mq$	108mm
15	蜗杆节圆直径	$d'_f$	$d'_f = m (q + 2x_2)$	128mm
16	蜗杆齿顶圆直径	$d_{a1}$	$d_{a1} = d_1 + 2m$	132mm
17	蜗杆齿根圆直径	$d_{f1}$	$d_{f1} = d_1 - 2.4m$	79.2mm
18	蜗杆分度圆柱导程角	$\gamma$	$\gamma = \arctan \frac{mz_1}{d_1} = \arctan \frac{z_1}{q}$	$6^\circ 20' 25''$
19	蜗杆法向模数	$m_n$	$m_n = m \cos \gamma$	11.93mm
20	蜗杆导程	$P_z$	$P_z = z_1 p_x$	37.7mm
21	蜗杆轴向齿距	$p_x$	$p_x = \pi m$	37.7mm
22	蜗杆螺旋参数	$P$	$P = P_z/2\pi = mz_1/2$	6
23	蜗杆轴向齿厚	$s_x$	$s_x = 0.4\pi m$	15.08mm
24	蜗杆法向齿厚	$s_n$	$s_n = s_x \cos \gamma = 0.4\pi m \cos \gamma$	14.99mm

(续)				
序号	名称	代号	公式	示例
25	蜗轮齿顶高	$h_{a2}$	$h_{a2} = m (h_a^* + x_2)$	22mm
26	蜗轮齿根高	$h_{f2}$	$h_{f2} = m (h_a^* + c^* - x_2)$	4.4mm
27	蜗轮分度圆直径	$d_2$	$d_2 = mz_2$	372mm
28	蜗轮节圆直径	$d'_2$	$d'_2 = d_2 = mz_2$	372mm
29	蜗轮齿顶圆直径	$d_{a2}$	$d_{a2} = d_2 + 2m (h_a^* + x_2)$	416mm
30	蜗轮齿根圆直径	$d_{f2}$	$d_{f2} = d_2 - 2m (h_a^* + c^* - x_2)$	363.2mm
31	蜗轮外圆直径	$d_{e2}$	$d_{e2} \leq d_{a2} + (0.8 - 1)m$ (取整)	427mm
32	蜗轮齿宽	$b_2$	$b_2 = (0.67 \sim 0.7) d_{a1}$ (取整)	92mm
33	蜗杆齿宽 对磨削蜗杆 $b_1$ 加长量 $m < 6$ 20mm $m = 7 \sim 9$ 30mm $m = 10 \sim 14$ 40mm $m = 16 \sim 25$ 50mm	$b_1 \geq$	当 $x_2 < 1, z_1 = 1, 2$ 时 (12.5 + 0.1 $z_2$ ) $m$ ; 当 $x_2 \geq 1, z_1 = 1, 2$ 时 (13 + 0.1 $z_2$ ) $m$ ; 当 $x_2 < 1, z_1 = 3, 4$ 时 (13.5 + 0.1 $z_2$ ) $m$ ; 当 $x_2 \geq 1, z_1 = 3, 4$ 时 (14 + 0.1 $z_2$ ) $m$	188mm

注：表中示例为第3.3.2节计算实例结果。

表 3-31 轴截面圆弧齿圆柱蜗杆传动几何参数搭配推荐值

头数	公称传动比	几何参数	中心距 $a$ ( $a'$ ) /mm											
			80	100	125	160	200	250	(280)	320	(360)	400	(450)	500
4	8	$z_2$	32	30	31	30	30	31	30	30	30	31	31	31
		$m_1$	3.5	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
		$q$	12	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8
		$x$	+0.857	+0.5	+0.833	+0.5	+0.5	+0.833	+1	+1	+1	+0.5	+0.954	+0.5
		$\rho$	20	28	33	44	55	65	77	88	100	110	120	135
	10	$z_2$	40	39	40	42	39	39	39	42	42	40	40	41
		$m_1$	3	4	5	6	8	10	11	12	14	16	18	20
		$q$	12	10	9	9	10	9	10	9	8	8	8	8
		$x$	+0.667	+0.5	+0.5	+1.167	+0.5	+1	+0.955	+1.167	+0.714	+1	+1	+0.5
		$\rho$	16	22	28	33	45	55	60	66	77	88	100	110

(续)

头数	公称传动比	几何参数	中心距 $a$ ( $a'$ ) /mm											
			80	100	125	160	200	250	(280)	320	(360)	400	(450)	500
4	12.5	$z_2$	50	52	51	53	52	51	50	50	53	53	53	52
		$m_1$	2.5	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	16
		$q$	12	12	10	9	12	10	10	12	10	12	9	8
		$x$	+1	+1.333	+0.75	+1	+1.333	+0.75	+1.111	+1	+1.227	+0.833	+1.143	+1.25
		$\rho$	14	15	22	28	33	45	50	55	60	66	77	88
2	16	$z_2$	32	30	31	30	30	31	30	30	30	31	31	31
		$m_1$	3.5	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
		$q$	12	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8
		$x$	+0.857	+0.5	+0.833	+0.5	+0.5	+0.833	+1	+1	+1	+0.5	+0.954	+0.5
		$\rho$	18	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	125
	20	$z_2$	40	38	39	42	38	39	39	42	42	40	40	40
		$m_1$	3	4	5	6	8	10	11	12	14	16	18	20
		$q$	12	10	9	9	10	9	10	9	8	8	8	8
		$x$	+0.667	+1	+1	+1.167	+1	+1	+0.955	+1.167	+0.714	+1	+1	+1
		$\rho$	15	20	25	30	40	50	55	60	70	80	90	100
	25	$z_2$	50	52	50	52	52	50	50	50	53	53	53	52
		$m_1$	2.5	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	16
		$q$	12	12	10	9	12	10	10	12	10	12	9	8
		$x$	+1	+1.333	+1.25	+1.5	+1.333	+1.25	+1.111	+1	+1.227	+0.833	+1.143	+1.25
		$\rho$	13	15	20	25	30	40	45	50	55	60	70	80
1	31.5	$z_2$	32	30	31	30	30	31	30	30	30	31	31	31
		$m_1$	3.5	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
		$q$	12	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8
		$x$	+0.857	+0.5	+0.833	+0.5	+0.5	+0.833	+1	+1	+1	+0.5	+0.954	+0.5
		$\rho$	18	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	125
	40	$z_2$	40	38	39	42	38	39	39	42	42	40	40	40
		$m_1$	3	4	5	6	8	10	11	12	14	16	18	20
		$q$	12	10	9	9	10	9	10	9	8	8	8	8
		$x$	+0.667	+1	+1	+1.167	+1	+1	+0.955	+1.167	+0.714	+1	+1	+1
		$\rho$	15	20	25	30	40	50	55	60	70	80	90	100

(续)

头数	公称传动比	几何参数	中心距 $a$ ( $a'$ ) /mm											
			80	100	125	160	200	250	(280)	320	(360)	400	(450)	500
1	50	$z_2$	50	52	50	52	52	50	50	50	53	53	53	52
		$m_1$	2.5	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	16
		$q$	12	12	10	9	12	10	10	12	10	12	9	8
		$x$	+1	+1.333	+1.25	+1.5	+1.333	+1.25	+1.111	+1	+1.227	+0.833	+1.143	+1.25
		$\rho$	13	15	20	25	30	40	45	50	55	60	70	80

注：表中  $a$ 、 $m$ 、 $\rho$  的单位均为 mm。

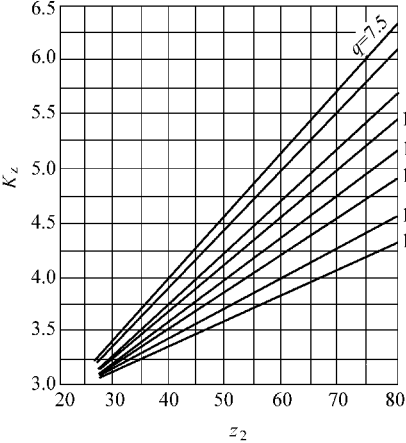


图 3-5 齿形系数  $K_z$

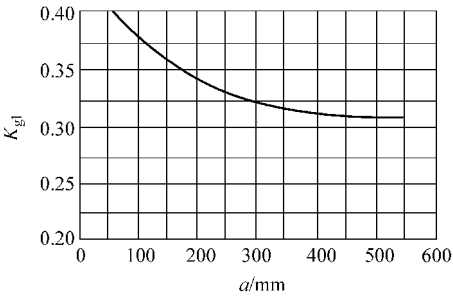
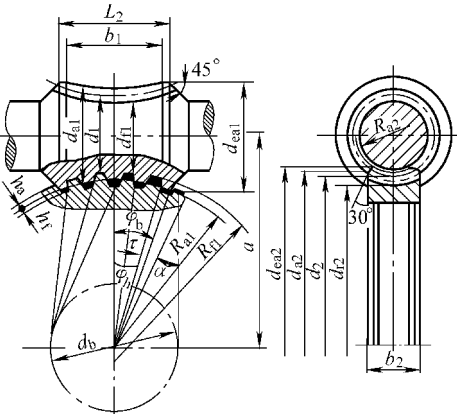


图 3-6 几何参数系数  $K_{g1}$

3.2.6 直廓环面蜗杆传动技术数据

表 3-32 直廓环面蜗杆传动几何尺寸计算公式



(续)

序号	名称	代号	公式及说明	示例
1	中心距	$a$	按承载能力确定	200mm
2	传动比	$i$	按使用要求确定	40
3	蜗杆头数	$z_1$	按 $i$ 和使用要求确定	1
4	蜗轮齿数	$z_2$	$z_2 = iz_1$	40
5	蜗杆分度圆直径	$d_1$	$d_1 \approx 0.68a^{0.875}$ (圆整)	70mm
6	蜗轮分度圆直径	$d_2$	$d_2 = 2a - d_1$	330mm
7	蜗轮端面模数	$m_t$	$m_t = d_2/z_2$	8.25mm
8	径向间隙	$c$	$c = 0.2m_1$	1.65mm
9	齿顶高	$h_a$	$h_a = 0.75m_1$	6.19mm
10	齿根高	$h_f$	$h_f = h_a + c$	7.84mm
11	蜗杆齿顶圆直径	$d_{a1}$	$d_{a1} = d_1 + 2h_a$	82.38mm
12	蜗轮齿顶圆直径	$d_{a2}$	$d_{a2} = d_2 + 2h_a$	342.38mm
13	蜗杆齿根圆直径	$d_{f1}$	$d_{f1} = d_1 - 2h_f$	54.32mm
14	蜗轮齿根圆直径	$d_{f2}$	$d_{f2} = d_2 - 2h_f$	314.32mm
15	蜗杆齿根圆弧半径	$R_{f1}$	$R_{f1} = a - 0.5d_{f1}$	172.84mm
16	蜗杆齿顶圆弧半径	$R_{a1}$	$R_{a1} = a - 0.5d_{a1}$	151.81mm
17	蜗杆喉部分度圆导程角	$\gamma$	$\gamma = \arctan \frac{d_2}{d_{f1}}$	$6^\circ 43' 18''$
18	齿距角	$\tau$	$\tau = 360^\circ/z_2$	$9^\circ$
19	成形圆直径	$d_b$	$d_b = (0.63 \sim 0.7) a$ (圆整)	130mm
20	蜗轮分度圆压力角	$\alpha$	$\alpha \approx \arcsin \frac{d_b}{d_2}$	$23^\circ 11' 59''$
21	蜗杆包围蜗轮齿数	$z'$	$z' = \frac{z_2}{10} + 0.5$	4.5
22	蜗杆包围蜗轮的工作半角	$\psi_b$	$\psi_b = 0.5 \tau (z' - 0.45)$	$18^\circ 13' 30''$
23	工作起始角	$\psi_s$	$\psi_s = \alpha - \psi_b$	$4^\circ 58' 29''$
24	蜗杆工作部分长度	$b_1$	$b_1 = d_2 \sin \psi_b$	103mm
25	蜗杆最大齿顶圆直径	$d_{ea1}$	$d_{ea1} = 2 [a - \sqrt{R_{a1}^2 - (0.5b_1)^2}]$	114.38mm
26	蜗杆最大齿根圆直径	$d_{ef1}$	$d_{ef1} = 2 [a - \sqrt{R_{f1}^2 - (0.5b_1)^2}]$	70.02mm
27	蜗杆外径处肩带宽度	$\Delta$	$\Delta = m_1$	8mm
28	蜗轮齿冠圆弧半径	$R_{a2}$	$R_{a2} = 0.53d_{f1}$	29mm
29	蜗杆螺牙入口修形量	$e_i$	$e_i = (0.0003 + 0.000034i) a$	0.332mm

(续)

序号	名称		代号	公式及说明	示例
30	蜗杆螺牙出口修形量		$e_0$	$e_0 = 0.16e_i$	0.053mm
31	蜗杆法向弦齿厚		$\bar{s}_{h1}$	$\bar{s}_{h1} = \left[ d_2 \sin 0.225 \tau - 2e_i \left( 0.3 - \frac{56.7}{\psi_b z_2} \right)^2 \right] \cos \gamma$	11.63mm
32	蜗轮法面弦齿厚		$\bar{s}_{h2}$	$\bar{s}_{h2} = d_2 \sin 0.275 \tau \cos \gamma$	14.15mm
33	齿厚测齿高	蜗杆	$\bar{h}_{a1}$	$\bar{h}_{a1} = h_a - d_2 \sin^2 \left( \frac{\tau}{8} \right)$	6.06mm
		蜗轮	$\bar{h}_{a2}$	$\bar{h}_{a2} = h_a + d_2 \sin^2 \left( \frac{\tau}{8} \right)$	6.32mm

注：示例所列数据是第3.3.3节的实例计算结果。

表 3-33 倒坡修形量 (单位：mm)

中心距 $a$	80	100	125	160	200
修形量	0.15 ~ 0.25	0.17 ~ 0.28	0.19 ~ 0.32	0.24 ~ 0.40	0.30 ~ 0.50
中心距 $a$	250	315	400	500	630
修形量	0.32 ~ 0.56	0.36 ~ 0.63	0.40 ~ 0.71	0.45 ~ 0.80	0.56 ~ 0.90
中心距 $a$	800	1000	1250	1600	
修形量	0.63 ~ 1.00	0.80 ~ 1.25	1.00 ~ 1.60	1.25 ~ 2.00	

表 3-34 直廓环面蜗杆变参数修形计算公式

序号	名称	代号	公式	示例
1	变参数修形传动比	$i_0$	$i_0 = \frac{id_2}{d_2 - 50e_i} = \frac{z_{20}}{z_1}$	42
2	传动比增量系数	$K_1$	$K_1 = \frac{i_0 - i}{i_0}$	0.048
3	变参数修形中心距	$a_0$	$a_0 = a + \frac{K_1 d_2}{1.9 - 2K_1}$	208.78mm
4	变参数修形成圆直径	$d_{b0}$	$d_{b0} = d_b$	130mm
			$d_{b0} = d_b + 2 (a_0 - a) \sin \alpha$	
5	蜗杆螺牙入口修缘量	$e'_i$	$e'_i = 0.6e_i$	0.2mm
6	修缘长度相应角度值	$\psi_x$	$\psi_x = \psi_b - 0.6 \tau$	12°49'30"
7	入口修缘时中心距增量	$\Delta_{a0}$	$\Delta_{a0} = \frac{e'_i}{\tan (\alpha - \psi_x) - \tan (\alpha - \psi_b)}$	2.08mm
8	入口修缘时，被加工面向出口的轴向偏移量	$\Delta_m$	$\Delta_m = \Delta_{a0} \tan (\alpha - \psi_x)$	0.393mm
9	蜗杆齿根圆弧半径	$R_{n0}$	$R_{n0} = a_0 - 0.5d_n$	181.62mm
10	蜗杆齿顶圆弧半径	$R_{a10}$	$R_{a10} = a_0 - 0.5d_{a1}$	167.59mm

注：1. 采用与蜗杆基本一致的滚刀加工蜗轮时，取  $d_{b0} = d_b$ ；采用双飞刀加工蜗轮是，飞刀的基圆取  $d_{b0}$ ，而加工蜗杆基圆应取增大值。

2. 示例的值为第3.3.3节实例的计算结果。



表 3-35 工作情况系数  $K_A$

原动机	载荷性质	每日工作时间/h				
		≤0.5	>0.5~1	>1~2	>2~10	>10~24
电动机	均匀、轻微冲击	0.80	0.90	1.00	1.20	1.30
	中等冲击	0.90	1.00	1.20	1.30	1.50
	强冲击	1.10	1.20	1.30	1.50	1.75
多缸发动机	均匀、轻微冲击	0.90	1.05	1.15	1.40	1.50
	中等冲击	1.05	1.15	1.40	1.50	1.75
	强冲击	1.25	1.40	1.50	1.75	2.00
单缸发动机	均匀、轻微冲击	0.95	1.10	1.20	1.45	1.55
	中等冲击	1.10	1.20	1.45	1.55	1.80
	强冲击	1.30	1.45	1.55	1.80	2.10

表 3-36 额定输入功率  $P_1$  和额定输出转矩  $T_2$  (JB/T 7936—1999)

公称传动比 <i>i</i>	输入转速 $n_1$ /(r/min)	功率/转矩代号	中心距/mm										
			100	125	160	200	250	280	315	355	400	450	500
			额定输入功率/kW，额定输出转矩/N·m										
10	1500	$P_1$	11.5	20.8	35.4	65.5	111.0	145.0	190.0	248.0	329.0	431.0	526.0
		$T_2$	665	1220	2100	3840	6660	8670	11380	14900	19720	26450	32260
	1000	$P_1$	9.2	16.8	28.9	53.7	92.3	122.0	161.0	213.0	283.0	369.0	464.0
		$T_2$	790	1460	2530	4660	8190	10800	14290	18910	25080	33470	42080
	750	$P_1$	8.0	14.8	25.6	47.8	82.9	110.0	147.0	196.0	260.0	338.0	433.00
		$T_2$	910	1700	2960	5490	9740	12910	17300	23030	30500	40590	51990
	500	$P_1$	6.1	11.6	20.5	38.7	68.1	90.7	122.0	163.0	217.0	284.0	367.0
		$T_2$	1040	1970	3520	6600	11870	15800	21260	28390	37740	50550	65350
	300	$P_1$	4.2	8.1	14.6	28.1	50.8	68.5	93.3	126.0	169.0	223.0	289.0
		$T_2$	1170	2250	4140	7890	14570	19670	26770	36160	48470	65360	84880
12.5	1500	$P_1$	10.6	19.4	33.0	58.3	99.4	130.0	171.0	223.0	293.0	384.0	475.0
		$T_2$	725	1330	2290	4050	7060	9210	12110	15830	20760	27830	34440
	1000	$P_1$	8.4	15.6	26.8	44.7	82.2	109.0	145.0	191.0	253.0	330.0	418.0
		$T_2$	845	1580	2740	4890	8620	11420	15190	20010	26490	35330	44800
	750	$P_1$	7.3	13.6	23.7	42.4	73.6	97.6	131.0	175.0	232.0	303.0	389.0
		$T_2$	970	1820	3210	5740	10210	13540	18170	24250	32140	42920	55170
	500	$P_1$	5.5	10.5	18.7	34.1	60.2	80.4	108.0	145.0	193.0	253.0	327.0
		$T_2$	1100	2090	3760	6870	12400	16540	22290	29830	39670	53200	68850
	300	$P_1$	3.7	7.2	13.1	24.6	44.5	60.2	82.2	111.0	149.0	198.0	257.0
		$T_2$	1200	2320	4290	8050	14920	20190	27540	37310	50100	67750	88130

(续)

公称 传动 比 <i>i</i>	输入转 速 $n_1$ / (r/min)	功率 转矩 代号	中心距/mm										
			100	125	160	200	250	280	315	355	400	450	500
			额定输入功率/kW, 额定输出转矩/N·m										
14	1500	$P_1$	9.3	17.3	29.4	51.8	88.3	115.0	151.0	197.0	260.0	342.0	419.0
		$T_2$	705	1300	2250	3970	6910	9000	11810	15440	20360	27380	33560
	1000	$P_1$	7.4	13.9	23.9	42.5	73.2	97.0	129.0	169.0	224.0	294.0	370.0
		$T_2$	830	1550	2710	4810	8470	11220	14890	19580	25910	34740	43730
	750	$P_1$	6.4	12.2	21.1	37.8	65.6	87.0	117.0	155.0	206.0	269.0	345.0
		$T_2$	950	1800	3170	5650	10050	13310	17850	23780	31530	42040	53940
	500	$P_1$	4.9	9.4	16.8	30.5	53.8	71.7	96.5	129.0	172.0	225.0	291.0
		$T_2$	1080	2070	3710	6770	12220	16280	21910	29280	38960	52230	67560
	300	$P_1$	3.3	6.5	11.8	22.1	40.0	54.0	73.6	99.5	133.0	176.0	229.0
		$T_2$	1170	2280	4210	7880	14600	19720	26870	36330	48760	65880	85610
16	1500	$P_1$	8.1	14.8	25.2	45.6	78.0	102.0	134.0	175.0	230.0	301.0	390.0
		$T_2$	690	1250	2170	4130	7210	9440	12430	16230	21240	28430	36860
	1000	$P_1$	6.5	11.9	20.7	37.3	64.4	85.0	114.0	150.0	198.0	259.0	334.0
		$T_2$	815	1490	2630	4990	8790	11630	15560	20510	27020	36240	46650
	750	$P_1$	5.7	10.5	18.2	33.1	57.6	76.4	103.0	137.0	182.0	237.0	306.0
		$T_2$	940	1740	3050	5850	10400	13820	18540	24750	32840	43910	56530
	500	$P_1$	4.3	8.2	14.5	26.6	47.1	62.8	84.7	113.0	151.0	198.0	256.0
		$T_2$	1070	2020	3620	6980	12610	16850	22720	30420	40480	54360	68970
	300	$P_1$	2.9	5.7	10.3	19.1	34.7	46.9	64.1	86.9	117.0	155.0	201.0
		$T_2$	1160	2240	4130	8050	14950	20250	27660	37490	50390	68260	88870
18	1500	$P_1$	7.4	13.5	23.0	41.7	71.5	93.6	124.0	162.0	211.0	275.0	357.0
		$T_2$	705	1270	2210	4180	7340	9600	12700	16580	21620	28830	37460
	1000	$P_1$	6.0	10.8	18.8	34.1	58.9	77.7	104.0	138.0	181.0	237.0	306.0
		$T_2$	845	1510	2660	5050	8920	11760	15750	20900	27400	36760	47420
	750	$P_1$	5.1	9.5	16.6	30.2	52.6	69.7	93.7	125.0	166.0	217.0	280.0
		$T_2$	950	1760	3100	5920	10550	13980	18810	25110	33320	44640	57500
	500	$P_1$	3.9	7.4	13.2	24.2	42.9	57.2	77.3	104.0	138.0	181.0	234.0
		$T_2$	1070	2040	3660	7030	12760	17020	23000	30820	41020	55150	71380
	300	$P_1$	2.6	5.1	9.3	17.3	31.4	42.6	58.3	79.1	106.0	141.0	184.0
		$T_2$	1150	2220	4100	7970	14860	20110	27530	37360	50250	68230	88860

(续)

公称 传动 比 $i$	输入转 速 $n_1$ (r/min)	功率 转矩 代号	中心距/mm										
			100	125	160	200	250	280	315	355	400	450	500
			额定输入功率/kW, 额定输出转矩/N·m										
20	1500	$P_1$	6.4	11.9	20.3	35.9	61.2	79.9	105.0	137.0	180.0	237.0	292.0
		$T_2$	700	1300	2250	3980	6950	9070	11910	15540	20450	27510	33890
	1000	$P_1$	5.1	9.6	16.5	29.4	50.7	66.7	88.8	118.0	156.0	203.0	257.0
		$T_2$	825	1550	2700	4810	8490	11180	14880	19730	26130	34860	44120
	750	$P_1$	4.4	8.4	14.6	26.1	45.4	60.2	80.7	108.0	143.0	186.0	239.0
		$T_2$	940	1790	3160	5650	10060	13350	17900	23860	31650	42290	54300
	500	$P_1$	3.4	6.5	11.6	21.1	37.2	49.6	66.8	89.3	119.0	156.0	202.0
		$T_2$	1070	2060	3700	6760	12230	16300	21950	29350	39060	52450	67870
	300	$P_1$	2.3	4.5	8.1	15.2	27.5	37.2	50.8	68.7	92.3	122.0	158.0
		$T_2$	1140	2230	4130	7730	14380	19420	26500	35850	48150	65190	84770
22.4	1500	$P_1$	6.1	11.1	18.9	33.4	57.1	74.6	98.4	128.0	168.0	220.0	285.0
		$T_2$	730	1310	2270	4020	7040	9190	12120	15800	20700	27740	35920
	1000	$P_1$	4.7	8.8	15.2	27.3	47.2	62.2	82.9	110.0	145.0	190.0	245.0
		$T_2$	830	1540	2710	4840	8590	11320	15090	20060	26390	35350	45580
	750	$P_1$	4.1	7.8	13.5	24.3	42.2	56.0	75.2	100.0	133.0	174.0	224.0
		$T_2$	960	1800	3190	5690	10150	13470	18100	24120	32000	42780	55070
	500	$P_1$	3.1	6.0	10.7	19.5	34.5	46.1	62.2	83.1	111.0	145.0	188.0
		$T_2$	1080	2060	3720	6800	12300	16420	22170	29640	39450	52960	68580
	300	$P_1$	2.1	4.1	7.5	14.0	25.5	34.4	47.1	63.7	85.7	113.0	147.0
		$T_2$	1150	2220	4130	7740	14400	19480	26640	36050	48460	65650	85490
25	1500	$P_1$	5.7	10.4	17.7	31.3	53.5	70.1	92.4	121.0	158.0	206.0	268.0
		$T_2$	740	1340	2320	4100	7180	9400	12390	16190	21150	28270	36730
	1000	$P_1$	4.5	8.2	14.3	25.5	44.1	58.3	77.6	103.0	136.0	178.0	230.0
		$T_2$	860	1570	2770	4930	8740	11540	15360	20390	26850	36070	46590
	750	$P_1$	3.9	7.2	12.6	22.7	39.4	52.4	70.3	93.8	125.0	163.0	210.0
		$T_2$	980	1830	3230	5800	10330	13710	18410	24580	32630	43700	56290
	500	$P_1$	2.9	5.6	10.0	18.2	32.2	43.0	58.0	77.8	104.0	136.0	176.0
		$T_2$	1090	2090	3770	6900	12500	16700	22530	30180	40190	54030	69960
	300	$P_1$	2.0	3.8	6.9	13.0	23.7	32.1	43.8	59.5	80.0	106.0	138.0
		$T_2$	1160	2240	4170	7830	14580	19760	26990	36620	49250	66850	87070

(续)

公称 传动 比 <i>i</i>	输入转 速 $n_1$ / (r/min)	功率 转矩 代号	中心距/mm										
			100	125	160	200	250	280	315	355	400	450	500
			额定输入功率/kW, 额定输出转矩/N·m										
28	1500	$P_1$	5.2	9.4	16.1	28.5	49.0	64.2	84.9	111.0	145.0	188.0	244.0
		$T_2$	740	1330	2310	4100	7200	9430	12490	16310	21250	28310	36760
	1000	$P_1$	4.1	7.5	13.0	23.2	40.3	53.2	71.1	94.1	125.0	162.0	210.0
		$T_2$	855	1560	2750	4920	8740	11540	15420	20400	27040	35990	46670
	750	$P_1$	3.5	6.6	11.5	20.6	36.0	47.7	64.2	85.7	114.0	149.0	192.0
		$T_2$	960	1810	3210	5780	10330	13690	18410	24590	32640	43810	56460
	500	$P_1$	2.6	5.0	9.0	16.5	29.3	39.1	52.9	70.9	94.4	124.0	161.0
		$T_2$	1060	2040	3690	6770	12310	16430	22220	29780	39660	53420	69150
	300	$P_1$	1.8	3.4	6.3	11.8	21.5	29.1	39.8	54.0	72.7	96.4	126.0
		$T_2$	1120	2190	4060	7630	14270	19330	26460	35940	48360	65810	85740
31.5	1500	$P_1$	4.2	7.7	13.1	25.6	44.0	57.6	76.4	99.9	130.0	169.0	218.0
		$T_2$	660	1200	2070	4100	7220	9480	12560	16420	21400	28390	36760
	1000	$P_1$	3.3	6.2	10.7	20.8	36.1	47.7	63.7	84.4	121.0	145.0	188.0
		$T_2$	765	1420	2490	4930	8760	11580	15470	20490	29370	36130	46860
	750	$P_1$	2.9	5.5	9.5	18.4	32.2	42.7	57.4	76.6	102.0	133.0	172.0
		$T_2$	890	1660	2910	5770	10320	13680	18410	24580	32670	43880	56650
	500	$P_1$	2.2	4.3	7.5	14.7	26.1	34.9	47.3	63.4	84.5	111.0	144.0
		$T_2$	980	1860	3350	6630	12100	16170	21880	29340	39130	52740	68350
	300	$P_1$	1.5	2.9	5.4	10.4	19.0	25.8	35.4	48.1	64.8	86.0	112.0
		$T_2$	1070	2060	3800	7540	14120	19140	26330	35660	48100	65520	85500
35.5	1500	$P_1$	3.8	7.0	11.9	23.1	39.7	52.2	69.4	90.8	118.0	153.0	198.0
		$T_2$	660	1200	2070	4070	7180	9440	12530	16420	21370	28280	36610
	1000	$P_1$	3.0	5.6	9.7	18.7	32.5	43.1	57.7	76.4	101.0	132.0	170.0
		$T_2$	770	1420	2480	4850	8650	11470	15360	20340	26910	35920	46450
	750	$P_1$	2.6	4.9	8.6	16.6	29.0	38.5	51.8	69.2	92.0	121.0	156.0
		$T_2$	880	1650	2900	5700	10220	13560	18270	24390	32440	43600	56540
	500	$P_1$	2.0	3.8	6.8	13.2	23.5	31.4	42.6	57.2	76.3	100.0	130.0
		$T_2$	970	1840	3320	6550	11950	5980	21660	29060	38770	52300	68030
	300	$P_1$	1.4	2.6	4.8	9.4	17.1	23.2	31.8	43.2	58.4	77.5	101.0
		$T_2$	1030	2000	3690	7280	13680	18570	25490	34670	46800	63870	83660

(续)

公称 传动 比 $i$	输入转 速 $n_1$ / (r/min)	功率 转矩 代号	中心距/mm										
			100	125	160	200	250	280	315	355	400	450	500
			额定输入功率/kW, 额定输出转矩/N·m										
40	1500	$P_1$	3.3	6.1	10.4	18.4	31.5	41.1	54.1	70.6	92.7	122.0	151.0
		$T_2$	640	1200	2070	3660	6410	8370	11010	14360	18870	25410	31420
	1000	$P_1$	2.6	4.9	8.5	15.1	26.1	34.3	45.7	60.4	79.8	105.0	133.0
		$T_2$	740	1420	2480	4410	7840	10310	13710	18120	23950	32300	40960
	750	$P_1$	2.3	4.3	7.5	13.4	23.3	30.9	41.5	55.3	73.4	95.9	123.0
		$T_2$	860	1640	2890	5170	9250	12270	16450	21930	29120	39020	50170
	500	$P_1$	1.7	3.3	5.9	10.8	19.1	25.5	34.3	45.9	61.1	80.1	104.0
		$T_2$	940	1820	3290	6010	10910	14550	19610	26220	34910	47040	60880
	300	$P_1$	1.2	2.3	4.2	7.8	14.1	19.1	26.1	35.3	47.4	62.6	81.5
		$T_2$	1000	1960	3630	6800	12710	17180	23450	31730	42650	58000	75460
45	1500	$P_1$	3.1	5.7	9.7	17.1	29.3	38.3	50.5	65.8	86.2	113.0	146.0
		$T_2$	650	1190	2050	3630	6370	8330	11000	14330	18750	25180	32660
	1000	$P_1$	2.4	4.5	7.8	13.9	24.1	31.8	42.5	56.1	74.1	97.0	126.0
		$T_2$	745	1380	2440	4360	7740	10230	13660	18040	23820	31980	41510
	750	$P_1$	2.1	4.0	6.9	12.4	21.6	28.6	38.5	51.3	68.1	89.0	115.0
		$T_2$	860	1610	2850	5120	9150	12140	16320	21760	28880	38740	49900
	500	$P_1$	1.6	3.1	5.5	10.0	17.6	23.6	31.8	42.5	56.6	74.3	96.2
		$T_2$	950	1810	3280	6000	10920	14570	19680	26310	35040	47220	61160
	300	$P_1$	1.1	2.1	3.8	7.2	13.0	17.6	24.1	32.6	43.8	57.9	75.5
		$T_2$	980	1910	3550	6660	12470	16880	23080	31260	42040	57230	74560
50	1500	$P_1$	2.9	5.3	9.0	15.9	27.3	35.8	47.2	61.7	80.6	105.0	137.0
		$T_2$	650	1190	2060	3630	6390	8370	11040	14340	18850	25240	32810
	1000	$P_1$	2.3	4.2	7.3	13.0	22.5	29.7	39.6	52.5	69.2	90.4	117.0
		$T_2$	750	1390	2460	4350	7750	10230	13660	18090	23840	32000	41430
	750	$P_1$	2.0	3.7	6.4	11.6	20.1	26.7	35.8	47.9	63.6	83.2	107.0
		$T_2$	850	1610	2850	5120	9150	12150	16320	21800	28940	38910	50150
	500	$P_1$	1.5	2.8	5.1	9.3	16.4	21.9	29.6	39.7	52.8	69.3	89.8
		$T_2$	940	1800	3260	5990	10900	14560	19650	26330	35070	47340	61320
	300	$P_1$	1.0	1.9	3.5	6.6	12.0	16.3	22.3	30.3	40.8	54.0	70.3
		$T_2$	970	1890	3520	6620	12400	16800	22960	31160	41930	57210	74560

(续)

公称 传动 比 <i>i</i>	输入转 速 $n_1$ / (r/min)	功率 转矩 代号	中心距/mm										
			100	125	160	200	250	280	315	355	400	450	500
			额定输入功率/kW, 额定输出转矩/N·m										
56	1500	$P_1$	2.6	4.8	8.2	14.5	24.9	32.6	43.2	56.4	73.5	95.5	124.0
		$T_2$	640	1170	2040	3600	6360	8330	11030	14420	18780	25080	32540
	1000	$P_1$	2.1	3.8	6.6	11.8	20.5	27.0	36.1	47.8	62.9	82.3	107.0
		$T_2$	745	1370	2410	4300	7680	10130	13540	17940	23620	31750	41270
	750	$P_1$	1.8	3.3	5.8	10.5	18.3	24.2	32.6	43.5	57.7	75.7	97.6
		$T_2$	840	1580	2810	5060	9070	12020	16190	21610	28690	38670	49850
	500	$P_1$	1.4	2.6	4.6	8.4	14.9	19.8	26.8	36.0	47.9	63.0	81.6
		$T_2$	930	1760	3210	5890	10770	14380	19440	26070	34720	46960	60800
	300	$P_1$	0.9	1.7	3.2	6.0	10.9	14.7	20.2	27.4	36.9	48.9	63.8
		$T_2$	940	1840	3440	6470	12170	16480	22590	30670	41310	56490	73630
63	1500	$P_1$	—	—	—	12.9	22.2	29.2	38.7	50.6	65.9	85.3	110.0
		$T_2$	—	—	—	3630	6420	8420	11160	14600	19030	25300	32730
	1000	$P_1$	—	—	—	10.5	18.2	24.1	32.2	42.6	56.3	73.4	94.8
		$T_2$	—	—	—	4340	7710	10200	13660	18080	23880	32000	41370
	750	$P_1$	—	—	—	9.3	16.3	21.6	29.0	38.7	51.5	67.5	87.2
		$T_2$	—	—	—	5080	9120	12100	16290	21750	28910	38960	50320
	500	$P_1$	—	—	—	7.4	13.2	17.6	23.9	32.0	42.7	56.1	72.7
		$T_2$	—	—	—	5900	10790	14460	19520	26190	34930	47260	61240
	300	$P_1$	—	—	—	5.3	9.6	13.0	17.9	24.3	32.8	43.5	56.7
		$T_2$	—	—	—	6440	12120	16440	22560	30660	41360	56620	73900

注: 1. 表内数值为工况系数  $K_A = 1.0$  时的额定承载能力。

2. 起动时或运转中的尖峰负荷允许取表内数值的 2.5 倍。

3.2.7 直廓环面蜗杆传动的精度数据

表 3-37 直廓环面蜗杆蜗轮的检验组

公差组	蜗杆检验组	蜗轮检验组	传 动
第Ⅰ公差组		$F_p, F_r$	$F'_{ic}$
第Ⅱ公差组	$f_h, f_{hL}, f_{px}, f_{pxL}, f_r$	$f_{pt}$	$f'_{ic}$
第Ⅲ公差组	$f_{fl}$	$f_{l2}$	接触斑点: $f_a, f_{\Sigma}, f_{x1}, f_{x2}$

表 3-38 蜗杆和蜗轮的公差及极限偏差（GB/T 16848—1997）（单位：μm）

序号	名称		代号	中心距/mm											
				80 ~ 160			> 160 ~ 315			> 315 ~ 630			> 630 ~ 1250		
				公差等级											
				6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
1	蜗杆螺旋线公差		$f_{HL}$	34	51	68	51	68	85	68	102	119	127	153	187
2	蜗杆一转螺旋线公差		$f_h$	15	22	30	21	30	37	30	45	53	45	60	68
3	蜗杆分 度误差	$z_2/z_1 \neq$ 整数	$f_{z1}$	20	30	40	28	40	50	40	60	70	60	80	90
		$z_2/z_1 =$ 整数		25	37	50	35	50	62	50	75	87	75	100	112
4	蜗杆圆周齿距极限偏差		$f_{px}$	± 10	± 15	± 20	± 14	± 20	± 25	± 20	± 30	± 35	± 30	± 40	± 45
5	蜗杆圆周齿距累积公差		$f_{pxL}$	20	30	40	30	40	50	40	60	70	75	90	110
6	蜗杆齿形公差		$f_{fl}$	14	22	32	19	28	40	25	36	53	36	53	75
7	蜗杆径向圆跳动公差		$f_r$	10	15	25	15	20	30	20	25	35	25	35	50
8	蜗杆法向弦齿厚上偏差		$E_{ss1}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	蜗杆法向弦齿 厚下偏差	双向回转	$E_{s1l}$	35	50	75	60	100	150	90	140	200	140	200	250
		单向回转		70	100	150	120	200	300	180	200	400	280	350	450
10	蜗轮齿距累积公差		$F_p$	67	90	125	90	135	202	135	180	247	180	270	360
11	蜗轮齿圈径向圆跳动公差		$F_r$	40	56	71	50	71	90	63	90	112	80	112	140
12	蜗轮齿距极限偏差		$\pm f_{pt}$	15	20	25	20	30	45	30	40	55	40	60	80
13	蜗轮齿形公差		$f_{l2}$	14	22	32	19	28	40	25	36	53	36	53	75
14	蜗轮法向弦齿厚上偏差		$E_{ss2}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	蜗轮法向弦齿厚下偏差		$E_{si2}$	75	100	150	100	150	200	150	200	280	220	300	400

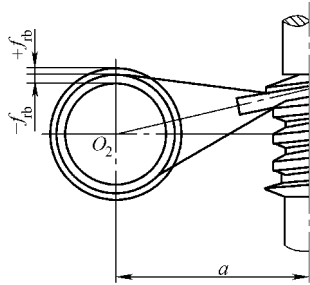
表 3-39 蜗杆副公差及极限偏差（GB/T 16848—1997）（单位：μm）

序号	名 称	代号	中心距/mm											
			80 ~ 160			> 160 ~ 315			> 315 ~ 630			> 630 ~ 1250		
			公差等级											
			6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
1	蜗杆副的切向综合公差	$F'_{ic}$	63	90	125	80	112	160	100	140	200	140	200	280
2	蜗杆副的一齿切向综合公差	$f'_{ic}$	18	27	35	27	35	45	35	55	63	67	80	100
3	蜗杆副的中心距极限偏差	$f_a$	+20	+25	+60	+30	+50	+100	+45	+75	+120	+65	+100	+150
			-10	-15	-30	-20	-30	-50	-25	-45	-75	-35	-60	-100
4	蜗杆副的蜗杆喉平面极限偏差	$f_{x1}$	±15	±20	±25	±25	±40	±50	±40	±60	±80	±65	±90	±120

(续)

序号	名 称	代号	中心距/mm											
			80 ~ 160			> 160 ~ 315			> 315 ~ 630			> 630 ~ 1250		
			公差等级											
			6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
5	蜗杆副的蜗轮中间平面极限偏差	$f_{\Sigma 2}$	± 30	± 50	± 75	± 60	± 100	± 150	± 100	± 150	± 220	± 150	± 200	± 300
6	蜗杆副的轴交角极限偏差	$f_{\Sigma}$	± 15	± 20	± 30	± 20	± 30	± 45	± 30	± 45	± 65	± 40	± 60	± 80
7	蜗杆副的圆周侧隙	$j_t$	250			380			530			750		
8	蜗杆副的最小圆周侧隙	$j_{tmin}$	95			130			190			250		
9	蜗轮齿面接触斑点/（%）		在理论接触区上   按高度   不小于 85（6级）80（7级）70（8级） 按宽度   不小于 80（6级）70（7级）60（8级）											
10	蜗杆齿面接触斑点/（%）		在工作长度上不小于   80（6级）70（7级）60（8级） 工作面入口可接触较重，两端修缘部分不应接触											

表 3-40 主基圆半径误差定义和公差

名 称					代号			定 义						
 主基圆半径公差					$\Delta f_{rb}$			加工蜗杆时, 刀具的主基圆半径的实际值与公称值之差						
					$\pm f_{rb}$									

名 称	代号	中心距/mm											
		80 ~ 160			> 160 ~ 315			> 315 ~ 630			> 630 ~ 1250		
		公差等级											
		6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
主基圆半径公差	$f_r/\mu\text{m}$	20	30	45	25	40	60	35	55	80	50	80	120



表 3-41 蜗杆蜗轮齿坯公差（GB/T 16848—1997）（单位：μm）

序号	名 称	中心距/mm											
		80 ~ 160			> 160 ~ 315			> 315 ~ 630			> 630 ~ 1250		
		公差等级											
		6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
1	蜗杆喉部直径公差	h7	h8	h9	h7	h8	h9	h7	h8	h9	h7	h8	h9
2	蜗杆基准轴颈径向圆跳动公差	12	15	30	15	20	35	20	27	48	25	35	55
3	蜗杆两定位端面圆跳动公差	12	15	20	17	20	25	22	25	30	27	30	35
4	蜗杆喉部径向圆跳动公差	15	20	25	20	25	27	27	35	45	35	45	60
5	蜗杆基准端面圆跳动公差	15	20	30	20	30	40	30	45	60	40	60	80
6	蜗轮齿坯外径与轴孔的同轴度公差	15	20	30	20	35	50	25	40	60	40	60	80
7	蜗轮喉部直径公差	h7	h8	h9	h7	h8	h9	h7	h8	h9	h7	h8	h9

3.2.8 蜗杆传动的润滑及润滑剂

表 3-42 蜗杆传动润滑方式的选择

蜗杆蜗轮相对位置		润滑方式	附加说明
蜗杆上置		喷油润滑	也可油浴润滑，但要求有 $\frac{1}{3}d_{a2}$ 浸在油中
蜗杆在蜗轮侧面		喷油润滑	当 $v_1 < 1\text{m/s}$ 时，也可油浴润滑，但蜗轮轴密封较困难
蜗杆下置	$v_1 \leq 5\text{m/s}$	油浴润滑	蜗杆浸在油中至少达一个齿高
	$v_1 > 5\text{m/s}$	喷油润滑	一般 $v_s \geq 10\text{m/s}$ 均采用喷油润滑

注：表中 $v_1$ —蜗杆圆周速度； $v_s$ —蜗杆传动滑动速度； $d_{a2}$ —蜗轮顶圆直径。

表 3-43 根据相对滑动速度选择润滑油粘度

滑动速度 $v_s$ / (m/s)	$\leq 1.5$	$> 1.5 \sim 3.5$	$> 3.5 \sim 10$	$> 10$
粘度值 $\nu_{40}$ / (mm <sup>2</sup> /s)	$> 612$	414 ~ 506	288 ~ 352	198 ~ 242
ISO-VG 级或 GB-N 级	680	460	320	220

注：表内粘度值用于蜗杆下置油浴润滑，若蜗轮上置可将粘度值提高 30% ~ 50%。

表 3-44 根据中心距和蜗杆转速选择润滑油粘度

类型	中心距 $a/\text{mm}$	蜗杆转速 $n_1$ / (r/min)	环境温度 $-10 \sim +10^\circ\text{C}$	环境温度 $+10 \sim +50^\circ\text{C}$	蜗杆转速 $n_1$ / (r/min)	环境温度 $-10 \sim +10^\circ\text{C}$	环境温度 $+10 \sim +50^\circ\text{C}$
			ISO-VG 或 GB-N 级	ISO-VG 或 GB-N 级		ISO-VG 或 GB-N 级	ISO-VG 或 GB-N 级
圆柱蜗杆传动	$\leq 150$	$\leq 700$	460	680	$> 700$	460	680
	$> 150 \sim 300$	$\leq 450$	460	680	$> 450$	460	460
	$> 300 \sim 450$	$\leq 300$	460	680	$> 300$	460	460
	$> 450 \sim 600$	$\leq 250$	460	680	$> 250$	460	460
	$> 600$	$\leq 200$	460	680	$> 200$	460	460

(续)

类 型	中心距 $a/\text{mm}$	蜗杆转速 $n_1/(\text{r/min})$	环境温度 $-10 \sim +10^\circ\text{C}$	环境温度 $+10 \sim +50^\circ\text{C}$	蜗杆转速 $n_1/(\text{r/min})$	环境温度 $-10 \sim +10^\circ\text{C}$	环境温度 $+10 \sim +50^\circ\text{C}$
			ISO-VG 或 GB-N 级	ISO-VG 或 GB-N 级		ISO-VG 或 GB-N 级	ISO-VG 或 GB-N 级
环 面 蜗 杆 传 动	$\leq 150$	$\leq 700$	680	1000	$> 700$	680	680
	$> 150 \sim 300$	$\leq 450$	680	1000	$> 450$	680	680
	$> 300 \sim 450$	$\leq 300$	680	1000	$> 300$	680	680
	$> 450 \sim 600$	$\leq 250$	680	1000	$> 250$	680	680
	$> 600$	$\leq 200$	680	1000	$> 200$	680	680

注：蜗杆转速  $n_1 > 2400\text{r/min}$  或滑动速度  $v_s > 10\text{m/s}$  时，应采用压力喷油润滑，此时应选用较本表中推荐的粘度值要低的油。

3.3 蜗杆传动设计与数据速查实例

3.3.1 蜗杆传动设计实例

设计一混料机用的闭式蜗杆减速器中的普通圆柱蜗杆传动。已知蜗杆输入功率  $P_1 = 9.6\text{kW}$ ，蜗杆转速  $n_1 = 1450\text{r/min}$ ，传动比  $i = 20$ ，单向转动，载荷稳定，蜗杆减速器每日工作 8h，工作寿命 10 年，单件生产，绘制出蜗轮、蜗杆工作图。

解 1. 选择蜗杆和蜗轮材料及热处理方法

考虑蜗杆转速较高且连续工作，单件生产，蜗轮材料选用铸造锡青铜  $\text{ZCuSn10Pb1}$ （金属模铸造）；蜗杆材料选用 40Cr，表面淬火，硬度  $> 45 \sim 50\text{HRC}$ 。

2. 选定蜗杆头数和蜗轮齿数

取蜗杆头数  $z_1 = 2$ ，则蜗轮齿数  $z_2 = 2 \times 20 = 40$ 。

3. 确定模数和蜗杆分度圆直径

(1) 计算模数和蜗杆分度圆直径 由于为闭式传动，主要失效形式为齿面疲劳点蚀，因此按蜗轮齿面接触疲劳强度计算模数和蜗轮分度圆直径。

1) 确定许用接触应力。由表 3-9a 查得  $[\sigma_H]_0 = 268\text{MPa}$ 。

应力循环次数

$$N = 60\gamma n_1 t_h = 60 \times \frac{1450}{20} \times 1 \times 8 \times 300 \times 10 = 1.044 \times 10^8$$

寿命系数

$$K_N = \sqrt[8]{10^7/N} = 0.75$$

许用接触应力

$$[\sigma_H] = K_N [\sigma_H]_0 = 0.75 \times 268 \text{ MPa} = 201 \text{ MPa}$$

## 2) 确定载荷系数

$$K = K_A K_V K_\beta$$

查表 3-7, 取工况系数  $K_A = 1$ 。

查表 3-8, 得动载系数  $K_V = 1$ 。

载荷稳定, 取齿向载荷分布系数  $K_\beta = 1$ 。

## 3) 计算 $m^2 d_1$

① 计算蜗轮转矩, 估取  $\eta_1 = 0.85$ 。

$$T_2 = T_1 i(u) \eta_1 = 9.55 \times 10^6 \times \frac{9.6}{1450} \times 20 \times 0.85 \text{ N} \cdot \text{mm} = 1.07 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

② 计算  $m^2 d_1$

$$\begin{aligned} m^2 d_1 &\geq 9.6 K T_2 \cos \gamma (Z_E / (z_2 [\sigma_H]))^2 \\ &= 9.6 \times 1 \times 1.07 \times 10^6 \times 0.9787 (155 / (40 \times 201))^2 \text{ mm}^3 \\ &= 3736.4 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

由表 3-2GB/T 10085—1988 规定的普通圆柱蜗杆传动的  $m$  与  $d$  的搭配值取  $m^2 d_1 = 5120 \text{ mm}^3$ ,  $m = 8 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 80 \text{ mm}$ 。

## (2) 校验蜗轮齿的弯曲强度

### 1) 寿命系数

$$K_{FN} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N}} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{1.044 \times 10^8}} = 0.597$$

由表 3-10 查得  $[\sigma_F]_0 = 56 \text{ MPa}$  所以  $[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 K_{FN} = 0.597 \times 56 \text{ MPa} = 33.4 \text{ MPa}$ 。

### 2) 螺旋角系数

$$Y_\beta = 1 - \frac{\gamma}{120^\circ}$$

因  $\gamma = \arctan \frac{m z_1}{d_1} = \arctan \frac{8 \times 2}{80} = 11.3^\circ$ , 则

$$Y_\beta = 1 - \frac{\gamma}{120^\circ} = 1 - \frac{11.3}{120} = 0.906$$

3) 齿形系数  $Y_{Fa2}$ 。蜗轮当量齿数  $z_{v2} = z_2 / \cos^3 \gamma = \frac{40}{\cos^3 11.3} = 44.2$ , 查图 3-4

得齿形系数  $Y_{Fa2} = 2.43$ 。

### 4) 校验齿根的弯曲强度

$$\begin{aligned}\sigma_F &= \frac{1.53KT_2}{d_1d_2m\cos\gamma}Y_{Fa2}Y_\beta \leq [\sigma_{F2}] \\ &= \frac{1.53 \times 1 \times 1.07 \times 10^6}{80 \times 320 \times 8 \times \cos 11.3^\circ} \times 2.43 \times 0.906 = 19.02 < [\sigma_F]\end{aligned}$$

4. 计算蜗轮圆周速度  $v_2$  及相对滑动速度  $v_s$

$$v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 320 \times 1450/20}{60 \times 1000} \text{m/s} = 1.21 \text{m/s}$$

$$v_s = \frac{v_1}{\cos\gamma} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000 \times \cos\gamma} = \frac{3.14 \times 80 \times 1450}{60 \times 1000 \times \cos 11.3^\circ} \text{m/s} = 6.2 \text{m/s}$$

5. 计算蜗轮、蜗杆其他尺寸

(1) 蜗杆尺寸

$$d_1 = 80 \text{mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2h_a = 80 \text{mm} + 2 \times 8 \text{mm} = 96 \text{mm}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2(h_{a1} + c) = 80 \text{mm} - 2.4 \times 8 \text{mm} = 60.8 \text{mm}$$

$$p_x = \pi m = 8\pi \text{mm}$$

$$p_z = z_1 p_x = 2 \times 8\pi \text{mm} = 16\pi \text{mm}$$

蜗杆齿宽（螺纹长度）

$$b_1 \approx 2m \sqrt{z_2 + 1} = 2 \times 8 \sqrt{40 + 1} = 102.5 \text{mm}$$

取  $b_1 = 105 \text{mm}$ 。

(2) 蜗轮尺寸

$$d_2 = mz_2 = 8 \times 40 \text{mm} = 320 \text{mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2h_a = 320 \text{mm} + 2 \times 8 \text{mm} = 336 \text{mm}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2(h_{a2} + c) = 320 \text{mm} - 2.4 \times 8 \text{mm} = 300.8 \text{mm}$$

蜗轮咽喉母圆半径

$$r_{g2} = a - d_{a2}/2 = 200 \text{mm} - 336 \text{mm}/2 = 32 \text{mm}$$

蜗轮齿宽

$$b_2 = 2m(0.5 + \sqrt{q+1}) = 2 \times 8 \text{mm}(0.5 + \sqrt{10+1}) = 61.07 \text{mm}$$

取  $b_2 = 62 \text{mm}$ 。

(3) 中心距

$$a = (d_1 + d_2)/2 = \frac{(80 + 320) \text{mm}}{2} = 200 \text{mm}$$

蜗轮齿宽角

$$\theta = 2\arcsin(b_2/d_1) = 2\arcsin(62/80) = 101.6^\circ$$

6. 热平衡计算

滑动速度

$$v_s = \frac{v_1}{\cos\gamma} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000 \times \cos\gamma} = \frac{3.14 \times 80 \times 1450}{60 \times 1000 \times \cos 11.3} \text{ m/s} = 6.2 \text{ m/s}$$

按  $v_s = 8.1 \text{ m/s}$ , 查表 3-11, 得当量摩擦角  $\rho_v = 1^\circ 27' = 1.45^\circ$ , 则传动效率为

$$\eta = 0.99 \times \frac{\tan 11.3^\circ}{\tan(11.3^\circ + 1.45^\circ)} = 0.88$$

取油的允许温度  $[t] = 80^\circ\text{C}$ , 环境空气温度  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ 。按自然通风条件, 取散热系数  $\alpha_w = 15$ , 则所需的散热面积为

$$A = \frac{1000 P_1 (1 - \eta)}{\alpha_w ([t] - t_0)} = \frac{1000 \times 9.6 \times (1 - 0.88)}{15 \times (80 - 20)} \text{ m}^2 = 1.28 \text{ m}^2$$

### 7. 蜗杆传动的润滑

由  $v_s = 8.1 \text{ m/s}$ , 根据表 3-42 选用喷油润滑, 查表 3-43,  $3.5 \text{ m/s} < v_s = 8.1 \text{ m/s} < 10 \text{ m/s}$ , 润滑油粘度为  $288 \sim 352 \text{ mm}^2/\text{s}$ , 牌号为 ISO-VG 级或 GB-N 级的 320。

### 8. 蜗杆蜗轮零件图

如图 3-7、图 3-8, 但图 3-7 的轴向尺寸仅作参考。图 3-8 中, 蜗轮轮毂尺寸均为假设的, 应按轴的强度计算及结构设计定出, 此处略。

## 3.3.2 圆弧圆柱蜗杆设计数据实例

试设计一蜗杆减速器中的蜗杆传动。该蜗杆传动拟采用 ZC3 型。已知:  $n_1 = 960 \text{ r/min}$ ,  $n_2 = 31 \text{ r/min}$ , 传动比  $i$  允许  $\pm 5\%$  的误差,  $T_2 = 3000 \text{ N} \cdot \text{m}$ , 工作平稳, 预期寿命  $t_h = 1000 \text{ h}$ 。

解 初步计算

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{960}{31} = 30.96$$

$i$  允许范围  $30.7 \sim 40$ 。

选  $z_1 = 1$ ,  $z_2 = iz_1 = 30.96$ , 取整,  $z_2 = 31$ 。

蜗杆材料采用 40Cr, 淬火, 硬度  $> 50\text{HRC}$ , 蜗轮材料采用 ZCuSn10Pb1, 在表 3-9a 中查得  $[\sigma_H]_0 = 180 \text{ MPa}$ 。

$$[\sigma_H] = K_N [\sigma_H]_0$$

$$N = 60 \frac{n_1}{i} t_h = 60 \frac{970}{31} \times 1000 \text{ h} = 1.88 \times 10^7 \text{ h}$$

$$K_N = \sqrt[8]{\frac{10^7}{N}} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{1.88 \times 10^7}} = 0.92$$

因此

$$[\sigma_H] = K_N [\sigma_H]_0 = 180 \times 0.92 \text{ MPa} = 165.6 \text{ MPa}$$

机器工作平稳, 取  $K_A = 1.1$ 。由图 3-5 和图 3-6 得  $K_z = 3.2$ ,  $K_{gl} = 0.33$ , 所以

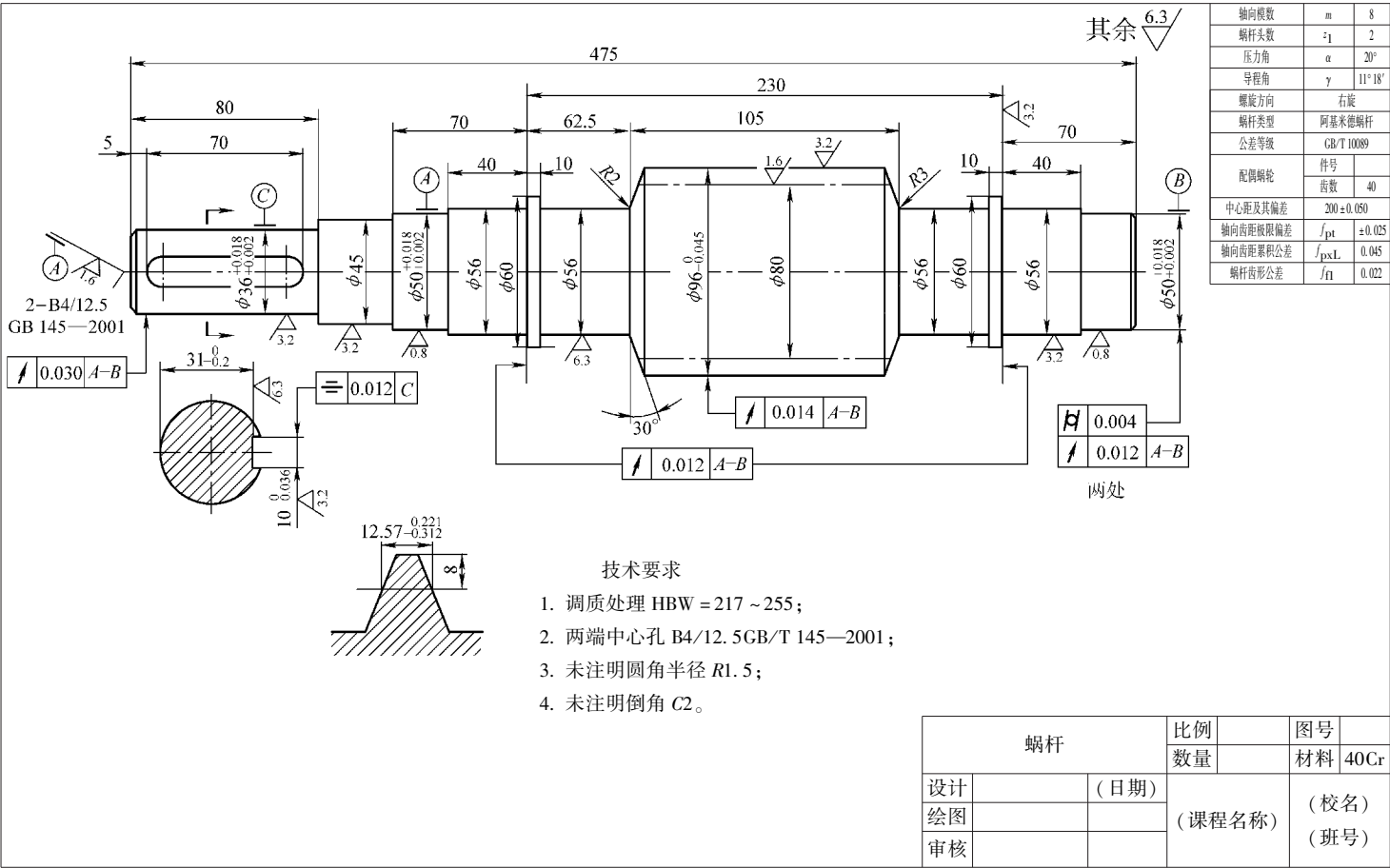


图 3-7 蜗杆零件图

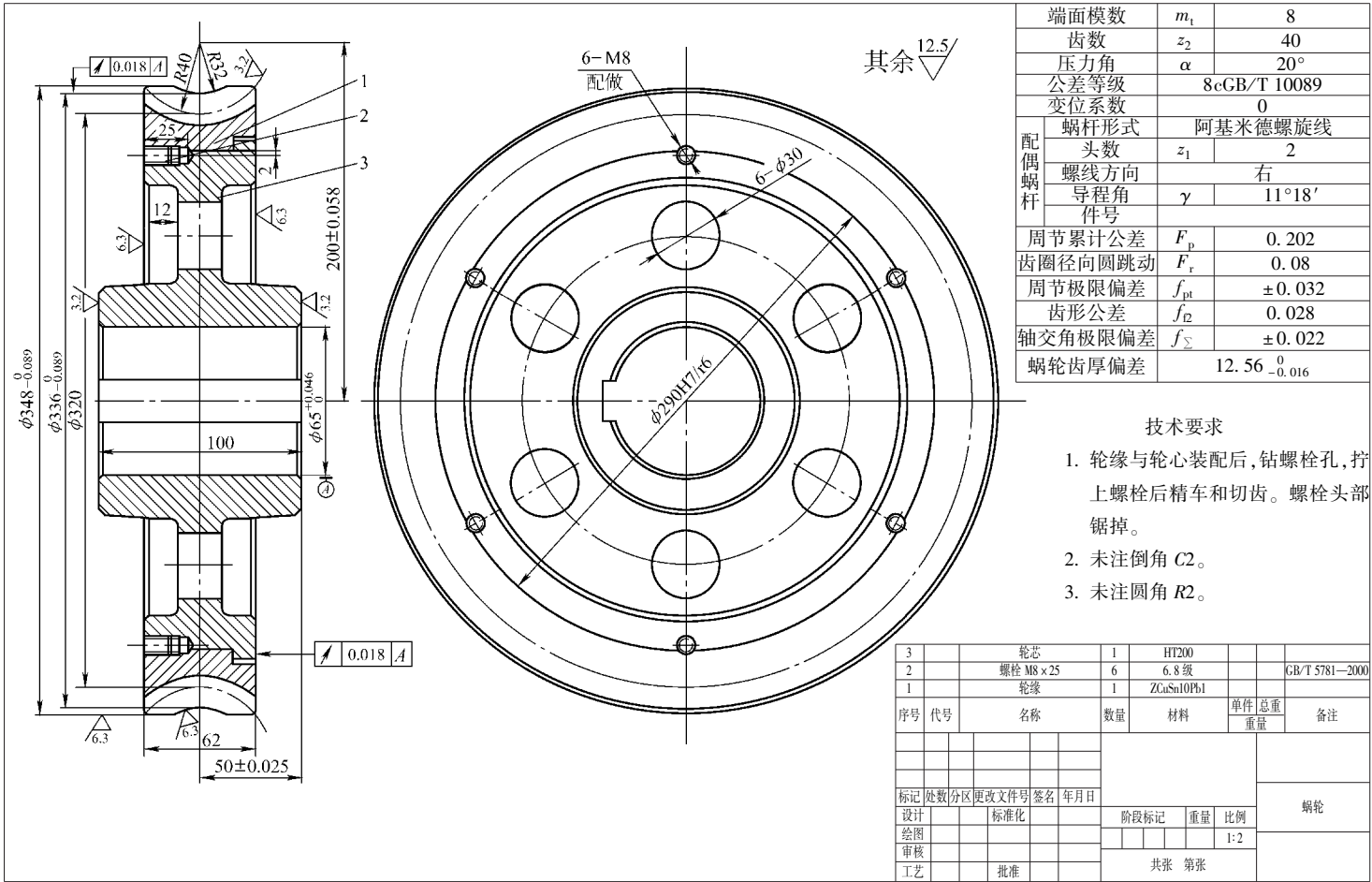


图 3-8 蜗轮零件图

$$a > 222 \sqrt[3]{\frac{KK_zT_2}{[\sigma_H]^2K_{gl}}} = 222 \sqrt[3]{\frac{1.1 \times 3.2 \times 3000}{165.6^2 \times 0.33}} \text{mm} = 233.7 \text{mm}$$

由表 3-31 确定各主要参数为： $a = 250$ ， $i = 31.5$ （公称传动比）， $z_1 = 1$ ，实际传动比  $i = 31$ ， $m = 12 \text{mm}$ ， $q = 9 \text{mm}$ ， $x = +0.833$ ， $\rho = 60 \text{mm}$ 。所选参数富余度较大，不需验算。所有几何尺寸列于表 3-30 中。

3.3.3 直廓环面蜗杆设计数据实例

某机械设备中的减速装置拟用直廓环面蜗杆传动，已知：输入功率  $P_{w1} = 10 \text{kW}$ ，蜗杆转速为  $1000 \text{r/min}$ ，传动比  $i = 40$ ，蜗杆材料采用 40Cr，淬火，硬度为 50HRC，蜗轮材料采用 ZCuSn10Pb1，中等冲击，每日工作 8h 且连续运转。

**解** （1）计算实际输入功率 由表 3-35 查得  $K_A = 1.3$ ，则输入功率  $P_{1c} = K_A P_{w1} = 1.3 \times 11 \text{kW} = 14.3 \text{kW}$ 。查表 3-36 得  $a = 200 \text{mm}$ ， $n_1 = 1000 \text{r/min}$ ， $i = 40$ ， $P_1 = 15.1 \text{kW} > P_{1c}$ ，机械强度足够。

（2）几何尺寸计算 计算结果列于表 3-32 中。

（3）计算滑动速度

$$v_s = \frac{v_1}{\cos\gamma} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000 \times \cos\gamma} = \frac{\pi \times 70 \times 10000}{60 \times 1000 \times \cos 6^\circ 43' 18''} \text{m/s} = 3.7 \text{m/s}$$

（4）变参数修形计算列于表 3-34 中。

3.3.4 蜗杆传动精度设计实例

如第 3.3.1 节例题所设计的蜗杆传动，试对其进行精度设计，按 7 级精度设计。

**解** 1) 按表 3-15 确定蜗杆蜗轮的检验项目，蜗杆蜗轮的各项公差及极限偏差如表 3-45。

表 3-45 蜗杆传动的各项公差及极限偏差

对象	项目名称	代号	公差或极限偏差值	说 明
蜗杆	螺旋线公差	$f_{hl}$	63	查表 3-16
	一转螺旋线公差	$f_h$	25	查表 3-16
	轴向齿距极限偏差	$\pm f_{px}$	17	查表 3-16
	轴向齿距累积公差	$f_{pxl}$	32	查表 3-16
	齿圈径向圆跳动公差	$f_r$	18	查表 3-17
	齿形公差	$f_{fl}$	28	查表 3-16
	齿厚上偏差	$E_{ssl}$	202	$E_{ssl} = - (j_{n\min}/\cos\alpha + E_{s\Delta})$ $E_{s\Delta} = 80$
	齿厚公差	$T_{sl}$	71	查表 3-26
	齿厚下偏差	$E_{sil}$	-131	$T_{sl} - E_{ssl}$



(续)

对象	项目名称	代号	公差或极限偏差值	说 明
蜗轮	切向综合公差	$F_i'$		$F_p + f_{f2}$
	径向综合公差	$F_i''$	90	查表 3-19
	齿圈累积公差	$F_p$	90	按分度圆弧长 $1/2 \times 3.14 \times 320 = 502.4$ 查表 3-18
	齿圈径向圆跳动公差	$F_r$	63	查表 3-19
	一齿切向综合公差	$f_i'$	31	$0.8 (f_{pt} + f_{f2})$
	一齿径向综合公差	$f_i''$	32	查表 3-19
	齿距极限偏差	$\pm f_{pt}$	22	查表 3-20
	齿形公差	$f_{f2}$	19	查表 3-16
	齿厚极限偏差	$E_{s2}$	-130	$E_{ss2} = 0, E_{si2} = -T_{s2}$
	齿厚公差	$T_{s2}$	130	查表 3-26
传动	传动切向综合公差	$F_{ic}'$	180	$F_p + f_{ic}'$
	传动一齿切向综合公差	$f_{ic}'$	40	$0.7 + (f_i' + f_h)$
	接触斑点	沿齿高	55%	查表 3-24
		沿齿长	50%	
	中心距极限偏差	$\pm f_a$	58	按 $a = 200$ 查表 3-22
	中间平面极限偏差	$\pm f_x$	47	按 $a = 200$ 查表 3-22
	轴交角极限偏差	$\pm f_{\Sigma}$	16	按 $b_2 = 62$ 查表 3-23
	最小法向侧隙	$j_{\min}$	115	查表 3-25

2) 齿坯的公差及偏差。蜗杆蜗轮齿坯径向和端面圆跳动, 查表 3-29, 对蜗杆分度圆直径为 82mm, 按 7 级精度, 则跳动公差为 14μm, 对于蜗轮, 分度圆直径为 336mm, 则跳动公差为 18μm。

3.4 蜗杆蜗轮结构速查

蜗杆螺旋部分的直径一般与轴径相差不大, 因此蜗杆多与轴做成一体, 称为蜗杆轴, 结构如图 3-9 所示。常用车或铣加工, 车制如图 3-9a 所示, 仅适用于蜗杆齿根圆直径  $d_n$  大于轴径  $d_0$  时; 铣制如图 3-9b 所示, 无退刀槽, 且  $d_n$  可小于  $d_0$ , 所以其刚度较车制蜗杆大。当蜗杆根圆与相配的轴的直径之比  $d_n/d_0 > 1.7$  时, 可采用装配式。

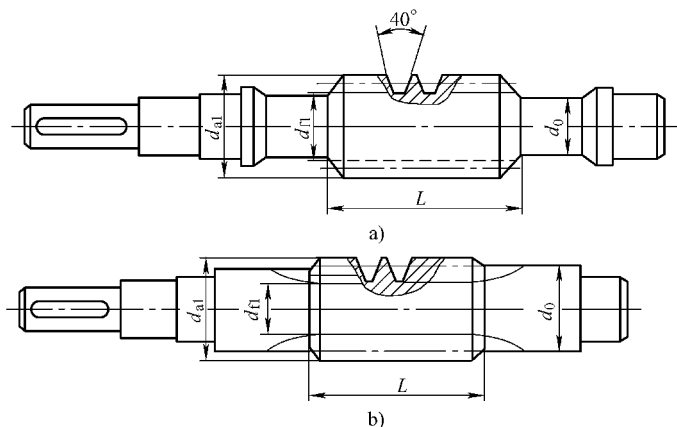
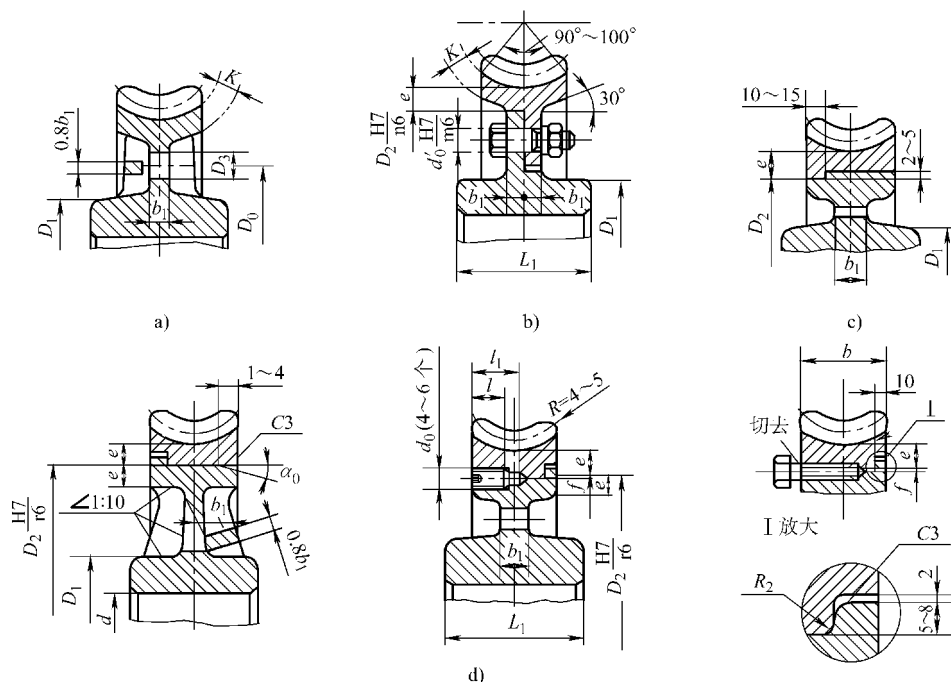


图 3-9 蜗杆的结构

### 蜗轮的结构

蜗轮的结构可分为整体式和组合式，如图 3-10 所示。



$$e \approx 2m, f \approx 2 \sim 3mm, d_0 \approx (1.2 \sim 1.5)m, b_1 \geq 1.7m, l \approx 3d_0 \approx (0.3 \sim 0.4)b, l_1 = l + 0.5d_0,$$

$$\alpha_n = 10^\circ \sim 15^\circ, D_1 = (1.6 \sim 2)d, L_1 = (1.2 \sim 1.8)d, K = e = 2m, D_0 \approx (D_2 + D_1)/2$$

$$D_3 \approx D_0/4, d'_0 \text{—由螺栓组的计算确定}$$

图 3-10 蜗轮的结构

(1) 整体式 适用于铸铁蜗轮、铝合金蜗轮及分度圆直径小于 100mm 的青铜蜗轮, 如图 3-10a 所示。在其他情况下, 为了节省贵重金属, 一般采用组合式结构。组合式蜗轮可分为三种结构。

(2) 齿圈式 为了节约贵重的有色金属, 采用青铜蜗轮时, 尽可能做成齿圈式结构, 如图 3-10d 所示。齿圈与铸铁轮芯多用 H7/r6 过盈配合, 用凸肩防止轮缘轮芯的轴向窜动。为了增加过盈配合的可靠性, 有时沿着接合缝还要拧上 4 ~ 5 个螺钉, 螺钉孔中心线偏向轮芯轮毂 2 ~ 3mm, 螺钉的直径取 (1.2 ~ 1.5) 倍的模数, 长度取 0.3 ~ 0.4 倍的齿宽。

该结构适用于中等尺寸及工作温度变化较小的蜗轮。

(3) 螺栓连接式 当蜗轮直径较大时, 可采用铰制孔螺栓连接齿圈和轮芯, 如图 3-10d。螺栓直径及数量按剪切强度确定。适用于大尺寸蜗轮。

(4) 拼铸式 将青铜齿圈浇铸在铸铁轮芯上, 并在轮芯上预制出凸肩, 以防滑动。凸肩的宽度及数量由载荷大小确定, 浇注后再切齿, 如图 3-10c。该结构适用于中等尺寸、批量生产的蜗轮。

## 第4章 链传动

### 4.1 基本设计理论及设计方法

#### 4.1.1 链传动的运动特性

链传动的运动情况和绕在多边形轮子上的带传动相似，而链是由刚性链节通过销轴铰接而成，当链条与链轮啮合时，链条呈一多边形分布在链轮上，如图4-1所示。由于这种多边形效应造成了链传动的运动的不均匀性。

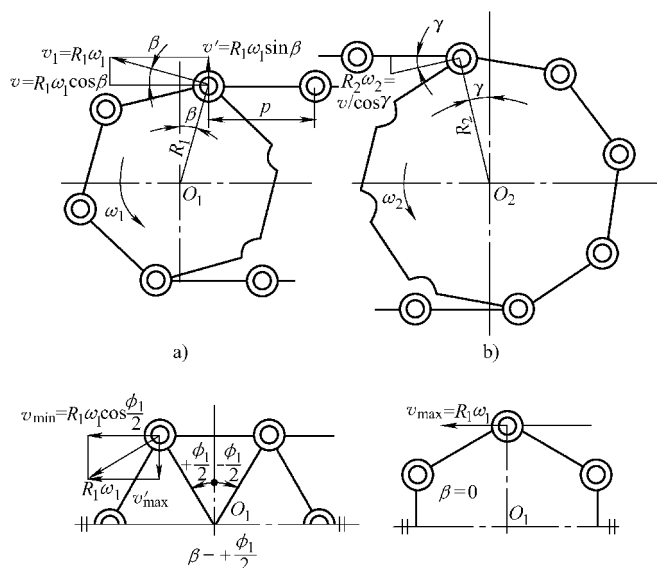


图4-1 链传动的运动分析

#### 1. 链传动的平均传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

#### 2. 链传动的瞬时传动比

$$i_t = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2 \cos \gamma}{R_1 \cos \beta}$$

式中  $\beta, \gamma$ ——主动轮及从动轮上的相位角，即链条铰链中心速度  $v_1$  与水平线的夹角；链轮每转一链节， $\beta$  值在  $\pm \phi_1/2$  ( $\phi_1 = 360^\circ/z_1$ ) 间变

化,  $\gamma$  值在  $\pm \phi_2/2$  ( $\phi_2 = 360^\circ/z_2$ ) 间变化;

$R_1, R_2$ ——小链轮、大链轮的分度圆半径。

### 3. 链传动的运动不均匀性及动载荷

链条是由刚性链节通过销轴铰接而成, 因此链传动可看成是将链条绕在多边形轮子上, 多边形的边长相当于链节距  $p$ , 边数相当于链轮齿数  $z$ 。链传动的平均链速及平均传动比可认为是常数, 事实上, 由瞬时传动比的公式可以看出, 即使主动轮的角速度  $\omega_1 = \text{常数}$ , 但瞬时链速和瞬时传动比也都是周期性变化的,  $\beta$  及  $\gamma$  随时间变化, 从动轮的角速度  $\omega_2$  也随之周期性变化。正是由于这种多边形效应造成了链传动的运动的不均匀性及动载荷。

引起链传动的动载荷的主要原因有: 链速不均匀及从动链轮的角速度变化将在传动中引起动载荷; 同时, 链速的垂直分量周期性变化, 引起链条横向振动, 从而产生动载荷; 此外, 在链节和链轮啮合的瞬间, 两者间的相对速度也将引起冲击和动载荷。动载荷过大将增加传动的功率损耗, 降低使用寿命, 有时还可能引起共振。为了减少链传动的运动的不均匀性和动载荷, 通常应采用较小的链节距和较多的链轮齿数, 并限制链轮的极限转速。

## 4.1.2 滚子链和链轮

### 1. 滚子链

(1) 滚子链的组成 单排链的结构如图 4-2 所示。双排链的结构如图 4-3 所示。

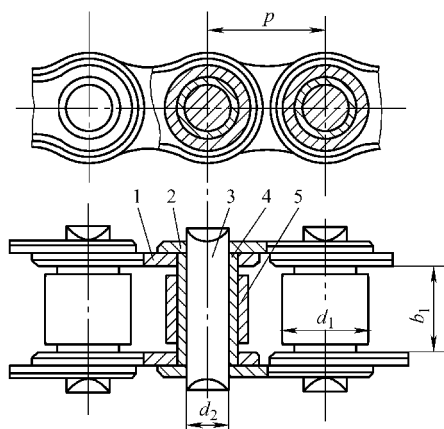


图 4-2 滚子链

1—内链板 2—外链板 3—销轴  
4—套筒 5—滚子

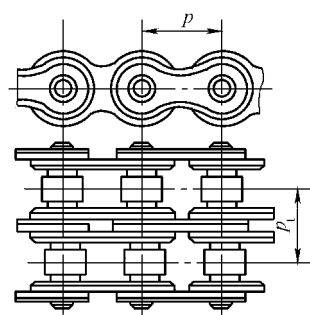


图 4-3 双排链

(2) 滚子链的结构 滚子链的销轴与外链板、套筒与内链板分别用过盈配

合连接；滚子与套筒、套筒与销轴之间为间隙配合，构成了铰链连接，使链条成为中间挠性件。当内外链板相对挠曲时，套筒可绕销轴自由转动，滚子活套在套筒上以减轻链条与链轮齿廓的磨损。

(3) 滚子链的基本参数和尺寸 滚子链已标准化（GB/T1243—2006），分为 A、B 两个系列。A 系列用于重载高速和重要场合的传动，应用广泛。B 系列用于一般传动。每个系列均有不同链号，表 4-2 列出了滚子链的主要参数、尺寸和极限拉伸载荷。

滚子链的主要参数有：

1) 节距  $p$ 。相邻两销轴之间的距离为链的节距，节距大小等于链号乘以  $25.4/16\text{mm}$ 。它是链的基本特性参数，节距越大，链的各部分尺寸相应增大，承载能力也越大，但重量也随之增加。

2) 排距  $p_t$ 。传动链有单排、双排、多排之分。多排链承载能力与排数成正比，对应应有排距。

3) 链节数  $L_p$ 。整条链所具有的链节总数，通常链节数最好为偶数。

4) 链条长度  $L$ 。 $L = pL_p/1000$ ，单位为 m。

## 2. 链轮

(1) 链轮齿廓和基本参数 链轮的齿形属于非共轲啮合传动，链轮齿形有较大灵活性，应保证在链条与链轮良好啮合的情况下，使链节能自由地进入和退出啮合，并便于加工。GB/T1243—2006 没有规定具体的链轮齿形，仅仅规定了最大和最小齿槽形状及其极限参数，见表 4-34，端面齿形如图 4-4 所示，轴向齿廓如图 4-5 所示。

目前最流行的齿形为三弧一直线齿形。当选用这种齿形，并用相应的标准刀具加工时，链轮齿形在零件图上不画出，只需注明链轮的基本参数和主要尺寸，如齿数  $z$ 、节距  $p$ 、配用链条滚子外径  $d_1$ 、分度圆直径  $d$ 、齿顶圆直径  $d_a$  及齿根圆直径  $d_f$ ，并注明“齿形按 3R GB/T1243—1997 规定的刀具制造”。

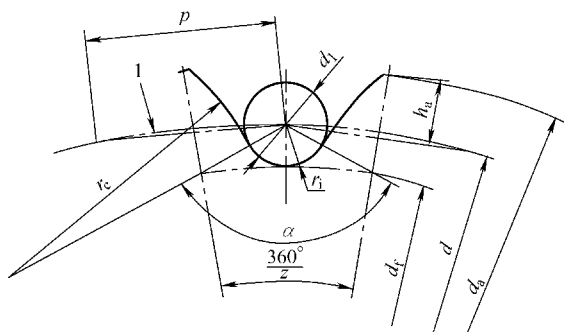


图 4-4 链轮齿槽形状

滚子链链轮及齿槽的主要参数和计算公式参见表 4-32。

(2) 链轮的结构 常用链轮的结构如图 4-6 所示。小直径的链轮可制成整体式；中等尺寸的链轮可制成腹板式或孔板式；大直径的链轮常采用齿圈可以

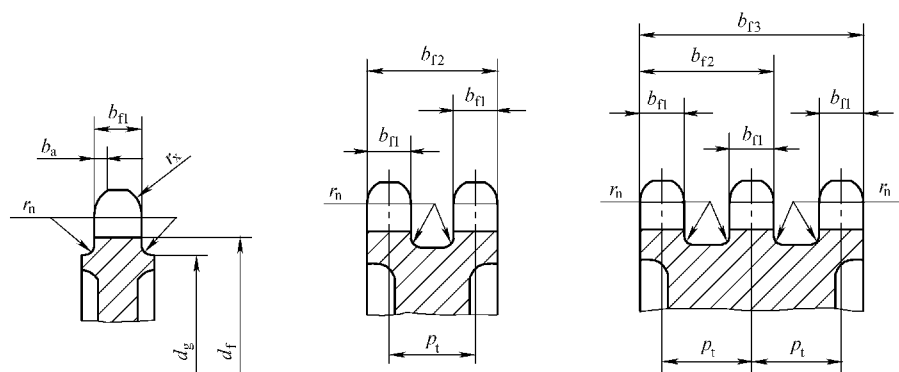


图 4-5 链轮剖面齿廓

更换的组合式，齿圈可以焊接或用螺栓连接在轮芯上。

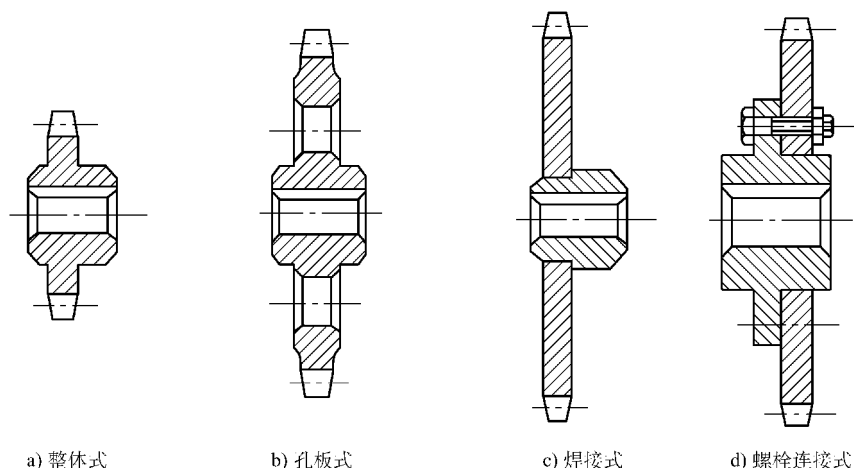


图 4-6 链轮的结构

### 4.1.3 链传动的主要参数

#### 1. 链轮齿数 $z_1, z_2$

小链轮推荐齿数如下： $v=0.6 \sim 3\text{m/s}$  时  $z_1 \geq 17$ ； $v=3 \sim 8\text{m/s}$  时  $z_1 \geq 21$ ； $v > 8\text{m/s}$  时  $z_1 \geq 25$ ； $v=25\text{m/s}$  时  $z_1 \geq 35$ ；对于高速承受冲击载荷的链传动，小链轮最少应选 25 个齿，而且齿面要淬硬。

大链轮齿数  $z_2 = iz_1$ ，并圆整为整数。通常链轮最多齿数限制为  $z_{\max} = 114$ 。

链轮齿数  $z_1, z_2$  满足以上条件的基础上，尽可能选取 17、19、21、23、25、38、57、76、95、114 选取。

#### 2. 链节距 $p$

节距的大小，反映了链条和链轮轮齿各部分尺寸的大小，同时也决定了链

传动的承载能力。一般来说,节距越大,承载能力就越高,但传动的多边形效应也要增大,于是振动、冲击、噪声也越严重。因此,在保证链传动承载能力的前提下,应尽量选用较小节距的链。其选取原则如下。

- 1) 要使传动结构紧凑,寿命长,应尽量选取较小节距的单排链。
- 2) 链速高、传动的功率大,应选用小节距的多排链。
- 3) 从经济上考虑,中心距小、传动比大的传动,应选用小节距的多排链。
- 4) 低速、重载、中心距大、传动比小的传动,可选大节距链。

### 3. 传动比

传动比过大时,由于链在小链轮上的包角过小,将减少啮合齿数,易出现跳齿或加速轮齿的磨损。因此,通常限制链传动的传动比  $i \leq 6$ ,推荐的传动比为  $2 \sim 3.5$ 。当  $v < 2\text{m/s}$  且载荷平稳时,传动比可达 10。

### 4. 中心距

链传动的中心距过小,在传动比一定的情况下,将导致链条在小链轮上的包角减小,链条与小链轮啮合节数减小;同时将使链节数减小,在一定转速的情况下,单位时间内同一链节的曲伸次数增大,加速链的磨损。适当加大中心距,链增长,弹性增大,抗振能力提高,因此磨损较慢,链的使用寿命较长。但中心距过大,从动边垂度加大,会造成松边的上下颤动,使传动运行不平稳。因此中心距应按推荐值选取。另外,一般中心距应设计成可调的,调整量为  $2p$ ,并且使实际中心距比理论中心距小  $(0.002 \sim 0.004)a$ 。

## 4.1.4 链传动的受力分析

如果不考虑动载荷,链在传动中的主要作用力如下。

### 1. 工作拉力 $F_1$

$$F_1 = \frac{1000P}{v}$$

### 2. 离心拉力 $F_c$

取决于每米链长的质量  $m$  和链速  $v$  (m/s) (链速  $v > 7\text{m/s}$  时,离心力不可忽略)。

$$F_c = qv^2$$

### 3. 垂度拉力 $F_f$

它取决于传动的布置方式及链在工作时允许的垂度。若允许垂度过小,则必须以很大的  $F_f$  力拉紧,从而增加链的磨损和轴承载荷;允许垂度过大,则又会使链和链轮的啮合情况变坏。可按照求悬索拉力的方法求得垂度拉力

$$F_f = k_f qga$$

对于水平传动,  $k_f = 6$  (允许  $f/a \approx 0.02$ ,  $f$  为悬索垂度)。对于倾斜角 (两



链轮中心连线与水平面所成的角) 小于  $40^\circ$  的传动, 可取  $k_f = 4$ ; 大于  $40^\circ$  的传动, 可取  $k_f = 2$ , 垂直传动, 可取  $k_f = 1$ 。上式中,  $g$  为重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ );  $a$  为中心距 (mm)。

由此得链紧边和松边拉力。

#### 4. 紧边总拉力

$$F = F_1 + F_c + F_f$$

#### 5. 松边拉力

$$F' = F_c + F_f$$

#### 6. 压轴力

$F_Q$  可近似地取为紧边和松边总拉力之和。离心拉力对它没有影响, 不应计算在内, 由此得  $F_Q = F_1 + 2F_f$  又由于垂度拉力不大, 故近似取

$$F_Q \approx 1.2f_1 F_1$$

式中  $f_1$ ——应用系数见表 4-17。

### 4.1.5 滚子链传动设计 (GB/T18150—2006)

#### 1. 选择链轮齿数

选择小链轮齿数  $z_1 = 25$ , 大链轮齿数  $z_2 = z_1 \frac{n_1}{n_2}$ 。

#### 2. 计算和选择链

##### 1) 确定计算功率 $P_d$

$$P_d = f_1 f_2 P$$

式中  $f_1$ ——应用系数, 可直接查表 4-17, 或者结合表 4-18、表 4-19 查表 4-17;

$f_2$ ——齿数系数, 按式  $f_2 = \left(\frac{19}{z_s}\right)^{1.08}$  确定, 齿数为 11 ~ 45 的  $f_2$  值可直接查

图 4-12, 式中  $z_s$  为小链轮齿数。

##### 2) 选链型号

根据  $P_d$  和小链轮转速按图 4-9 ~ 图 4-11 选链型号。

##### 3) 计算链长节数 $X_0$

当链轮齿数相等 ( $z = z_1 = z_2$ ) 时

$$X_0 = \frac{2a_0}{p} + z$$

当两链轮齿数不相等时

$$X_0 = \frac{2a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + f_3 \frac{p}{a_0}$$

式中  $f_3 = \left(\frac{|z_2 - z_1|}{2\pi}\right)^2$ ,  $f_3$  值可以直接由表 4-20 查得。

计算链节数  $X_0$  应圆整成整数  $X$ ，且最好取偶数以避免使用过渡链节。

### 3. 验算链速 $v$

$$v = \frac{n_1 z_1 P}{60 \times 1000}$$

链速一般不超过  $12 \sim 15 \text{ m/s}$ ，并根据小链轮齿数推荐值，检查第一步的小链轮齿数是否选择合适。

### 4. 计算链轮最大中心距 $a$

将计算得出的链节数  $X$  带入下式，可得两链轮最大中心距  $a$ 。

当链轮齿数相等 ( $z = z_1 = z_2$ ) 时

$$a = p \frac{X - z}{2}$$

当两链轮齿数不相等时

$$a = f_4 p (2X - (z_1 + z_2))$$

式中  $f_4$  的值见表 4-21。

### 5. 润滑

- 1) 定润滑方式：根据  $P$  和  $v$  由使用润滑方式的图 4-14 查出。
- 2) 确定润滑油的粘度。

### 6. 链轮的尺寸和结构设计

链轮的分度圆直径

$$d = p / \sin(180^\circ / z)$$

### 7. 计算作用轴上载荷 $F_Q$

## 4.1.6 其他常用标准链传动

### 1. 双节距精密滚子链传动

双节距精密滚子链也称为双节距链，它是由短节距精密滚子链派生出来的一种链条产品，与短节距精密滚子链相比，只是链板孔距加长一倍，其余零件的结构形状及其尺寸均相同。双节距链是一种轻型链条，适用于功率较小、速度较低和中心距较大的传动，目前我国多用于中心距较大的运动传递或轻载物料的输送。

### 2. 短节距紧密套筒链传动

短节距精密套筒链也称套筒链，它与滚子链的区别是没有滚子，因而更适宜在高速轻载、传动精度要求较高的情况下使用。目前标准套筒链仅规定 04C、06C 两种规格。由于节距较小，通常用于精巧机构中，套筒链工作中以套筒与链

轮齿接触传递动力,没有滚子参与啮合的环节从而提高了啮合精度。在结构上允许增加套筒厚度,其耐冲击性能及传动精度均有所提高。

### 3. 重载用弯板滚子链传动

重载传动用弯板滚子链也称弯板链,是节距较大的一类滚子链,主要用在矿山、冶金、工程机械等行业,适用于大中型机械与繁重工况下的动力传递。弯板链是由一系列的弯型链节铰接而成,弯型链节的两侧链板弯曲而形成链节的宽端与窄端,任一链节的宽端可与另一链节的窄端相连接,因而弯板链无内外链节之分。这种特殊的结构可使它以单一链节为单位进行中心距的设计与链条的选择,不必像滚子链那样选择为偶数节。链板的弯曲形成了一定的弹性,即使在大载荷、高冲击状态下也能较好地工作。

这三种链的设计思想与标准滚子链或齿形链大体一致,本书只给出基本技术参数,其他可参阅《最新链传动标准应用手册》及《链传动设计与应用手册》等。

#### 4.1.7 链传动的布置

1) 两链轮中心连线最好成水平或与水平面成 $45^\circ$ 以下倾角。

2) 避免两链轮轴线在同一铅垂面内的布置形式,防止链的下垂量集中作用在下端,造成下面链轮的有效啮合齿数的减少,而降低传动能力。

3) 应将松边布置在下面,防止松边下垂量增大后,导致链条与小链轮干涉或与紧边相碰。

#### 4.1.8 链传动的张紧

链传动张紧的目的,主要是为了避免在链条的垂度过大时产生啮合不良和链条的振动现象;同时也为了增加链条与链轮的啮合包角。当两链轮轴线连线倾斜角大于 $60^\circ$ 时,通常设有张紧装置。

常用的张紧方法如下。

1) 调整中心距的方法。当链传动的中心距可调整时,可以通过调节中心距来控制张紧程度,对滚子链传动,中心距调整量可取为 $2p$ 。

2) 缩短链长的方法,如图4-7所示。操作时最好拆除成对的链节,必须拆除1个链节时要采用过渡链节。

3) 张紧装置如表4-25。当中心距不可调时,可采用张紧轮传动,张紧轮一般压在松边靠近小链轮处,它可以是链轮,也可以是无齿的滚轮。张紧轮的直径应与小链轮的直径接近。张紧轮有自动张紧及定期张紧,前者多采用弹簧、吊重等自动张紧装置,后者可用螺旋、偏心等调整装置,另外还可用压板和托板张紧。

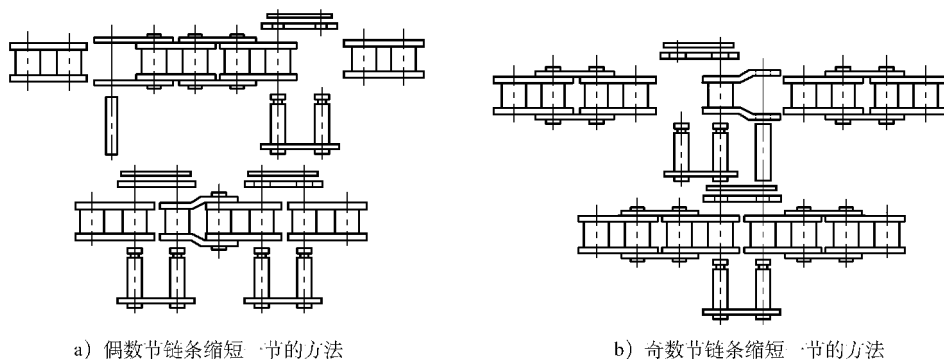


图 4-7 链条的缩短方法

### 4.1.9 链传动的润滑方法

链传动的润滑十分重要，尤其对高速、重载的链传动更是如此。良好的润滑可以减小摩擦、减轻磨损、缓和冲击、延长链条使用寿命。链传动润滑方式的选择如图 4-14 所示。几种常用的润滑方式（见图 4-8）有：用油刷或油壶的人工定期润滑（见图 4-8a）；用油杯通过油管将油滴入链条松边的滴油润滑（见图 4-8b）；将松边链条浸入油池，或通过甩油轮将油甩起的油浴式飞溅润滑（见图 4-8c）；通过液压泵经液压管将润滑油喷在链条上的压力喷油润滑（见图 4-8d）。

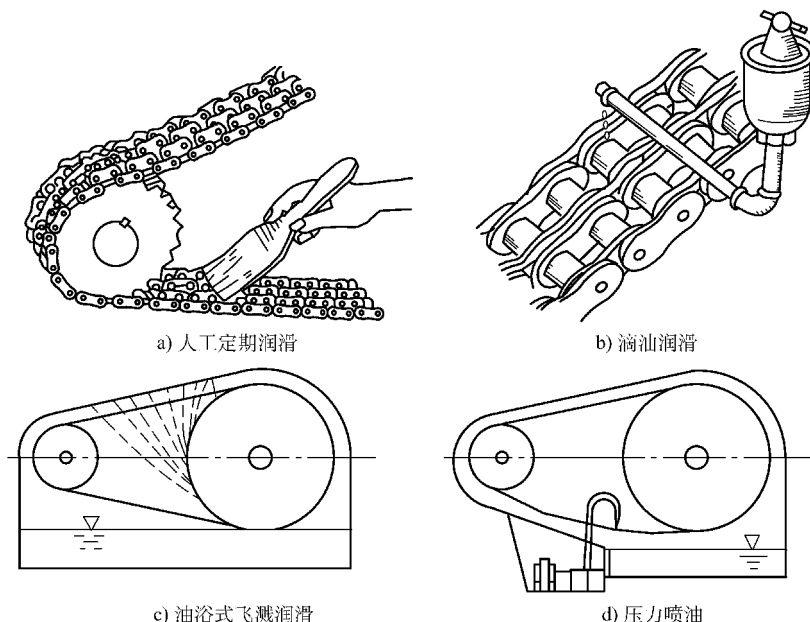


图 4-8 链传动的润滑方法

4.2 链传动的实用设计数据

4.2.1 滚子链主要参数

表 4-1 链条主要尺寸、测量力、抗拉强度及动载强度 (GB/T 1243—2006)

链号 <sup>①</sup>	节距 $p$ min	滚子直径 $d_1$ max	内节内宽 $b_1$ min	销轴直径 $d_2$ max	套筒孔径 $d_2$ min	链条通道高度 $h_1$ min	内链板高度 $h_2$ max	外或中链板高度 $h_3$ max	过渡链节尺寸 <sup>②</sup>			排距 $p_t$	内节外宽 $b_2$ max	外节内宽 $b_3$ min	销轴长度			止锁件附加宽度 <sup>③</sup> $b_7$ max	测量力/N			抗拉强度 $F_a$			动载强度 <sup>④⑤⑥</sup> 单排 $F_d$ /N min
									$l_1$ min	$l_2$ min	$c$				单排 $b_4$ max	双排 $b_5$ max	三排 $b_6$ max		单排	双排	三排	单排 min	双排 min	三排 min	
mm																			N			kN			
04C	6.35	3.30 <sup>⑦</sup>	3.10	2.31	2.34	6.27	6.02	5.21	2.65	3.08	0.10	6.40	4.80	4.85	9.1	15.5	21.8	2.5	50	100	150	3.5	7.0	10.5	630
06C	9.525	5.08 <sup>⑦</sup>	4.68	3.60	3.62	9.30	9.05	7.81	3.57	4.60	0.10	10.13	7.46	7.52	13.2	23.4	33.5	3.3	70	140	210	7.9	15.8	23.7	1 410
05B	8.00	5.00	3.00	2.31	2.36	7.37	7.11	7.11	3.71	3.71	0.08	5.64	4.77	4.50	8.6	14.3	19.9	3.1	50	100	150	4.4	7.8	11.1	820
06B	9.525	6.35	5.72	3.28	3.33	8.52	8.26	8.26	4.32	4.32	0.08	10.24	8.53	8.65	13.5	23.8	34.0	3.3	70	140	210	8.9	16.9	24.9	1 290
08A	12.70	7.92	7.85	3.98	4.00	12.33	12.07	10.42	5.29	6.10	0.08	14.38	11.17	11.23	17.8	32.3	46.7	3.9	120	250	370	13.9	27.8	41.7	2 480
08B	12.70	8.51	7.75	4.45	4.50	12.07	11.81	10.92	5.66	6.12	0.08	13.92	11.30	11.43	17.0	31.0	44.9	3.9	120	250	370	17.8	31.1	44.5	2 480
081	12.70	7.75	3.30	3.66	3.71	10.17	9.91	9.91	5.36	5.36	0.08	—	5.80	5.93	10.2	—	—	1.5	125	—	—	8.0	—	—	
083	12.70	7.75	4.88	4.09	4.14	10.56	10.30	10.30	5.36	5.36	0.08	—	7.90	8.03	12.9	—	—	1.5	125	—	—	11.6	—	—	
084	12.70	7.75	4.88	4.09	4.14	11.41	11.15	11.15	5.77	5.77	0.08	—	8.80	8.93	14.8	—	—	1.5	125	—	—	15.6	—	—	
085	12.70	7.77	6.25	3.60	3.62	10.17	9.91	8.51	4.35	5.03	0.08	—	9.06	9.12	14.0	—	—	2.0	80	—	—	6.7	—	—	1 340
10A	15.875	10.16	9.40	5.09	5.12	15.35	15.09	13.02	6.61	7.62	0.10	18.11	13.84	13.89	21.8	39.9	57.9	4.1	200	390	590	21.8	43.6	65.4	3 850
10B	15.875	10.16	9.65	5.08	5.13	14.99	14.73	13.72	7.11	7.62	0.10	16.59	13.28	13.41	19.6	36.2	52.8	4.1	200	390	590	22.2	44.5	66.7	3 330
12A	19.05	11.91	12.57	5.96	5.98	18.34	18.10	15.62	7.90	9.15	0.10	22.78	17.75	17.81	26.9	49.8	72.6	4.6	280	560	840	31.3	62.6	93.9	5 490
12B	19.05	12.07	11.68	5.72	5.77	16.39	16.13	16.13	8.33	8.33	0.10	19.46	15.62	15.75	22.7	42.2	61.7	4.5	280	560	840	28.9	57.8	86.7	3 720
16A	25.40	15.88	15.75	7.94	7.96	24.39	24.13	20.83	10.55	12.20	0.13	29.29	22.60	22.66	33.5	62.7	91.9	5.4	500	1 000	1 490	55.6	111.2	166.8	9 550

(续)

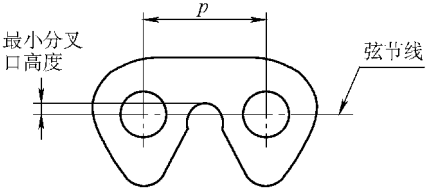
链号①	节距 $p$ min	滚子 直径 $d_1$ max	内节 内宽 $b_1$ min	销轴 直径 $d_2$ max	套筒 孔径 $d_2$ min	链条 通道 高度 $h_1$ min	内链 板高 度 $h_2$ max	外或 中链 板高 度 $h_3$ max	过渡链节尺寸②			排距 $p_t$	内节 外宽 $b_2$ max	外节 内宽 $b_3$ min	销轴长度			止锁 件附 加宽 度③ $b_7$ max	测量力/N			抗拉强度 $F_a$			动载 强度 ④⑤⑥ 单排 $F_d$ /N min
									$l_1$ min	$l_2$ min	$c$				单排 $b_4$ max	双排 $b_5$ max	三排 $b_6$ max		单排	双排	三排	单排 min	双排 min	三排 min	
									mm										N			kN			
16B	25.40	15.88	17.02	8.28	8.33	21.34	21.08	21.08	11.15	11.15	0.13	31.88	25.45	25.58	36.1	68.0	99.9	5.4	500	1 000	1 490	60.0	106.0	160.0	9 530
20A	31.75	19.05	18.90	9.54	9.56	30.48	30.17	26.04	13.16	15.24	0.15	35.76	27.45	27.51	41.1	77.0	113.0	6.1	780	1 560	2 340	87.0	174.0	261.0	14 600
20B	31.75	19.05	19.56	10.19	10.24	26.68	26.42	26.42	13.89	13.89	0.15	36.45	29.01	29.14	43.2	79.7	116.1	6.1	780	1 560	2 340	95.0	170.0	250.0	13 500
24A	38.10	22.23	25.22	11.11	11.14	36.55	36.2	31.24	15.80	18.27	0.18	45.44	35.45	35.51	50.8	96.3	141.7	6.6	1 110	2 220	3 340	125.0	250.0	375.0	20 500
24B	38.10	25.40	25.40	14.63	14.68	33.73	33.4	33.40	17.55	17.55	0.18	48.36	37.92	38.05	53.4	101.8	150.2	6.6	1 110	2 220	3 340	160.0	280.0	425.0	19 700
28A	44.45	25.40	25.22	12.71	12.74	42.67	42.23	36.45	18.42	21.32	0.20	48.87	37.18	37.24	54.9	103.6	152.4	7.4	1 510	3 020	4 540	170.0	340.0	510.0	27 300
28B	44.45	27.54	30.99	15.90	15.96	37.46	37.08	37.08	19.51	19.51	0.20	59.56	46.58	46.71	65.1	124.7	184.3	7.4	1 510	3 020	4 540	200.0	360.0	530.0	27 100
32A	50.80	28.58	31.55	14.29	14.31	48.74	48.26	41.68	21.04	24.33	0.20	58.55	45.21	45.26	65.5	124.2	182.9	7.9	2 000	4 000	6 010	223.0	446.0	669.0	34 800
32B	50.80	29.21	30.99	17.81	17.86	42.72	42.29	42.29	22.20	22.20	0.20	58.55	45.57	45.70	57.4	126.0	184.5	7.9	2 000	4 000	6 010	250.0	450.0	670.0	29 900
36A	57.15	35.71	35.48	17.46	17.49	54.86	54.30	46.85	23.65	27.36	0.20	65.84	50.85	50.90	73.9	140.0	206.0	9.1	2 670	5 340	8 010	281.0	562.0	843.0	44 500
40A	63.50	39.68	37.85	19.85	19.87	60.93	60.33	52.07	26.24	30.36	0.20	71.55	54.88	54.94	80.3	161.9	223.5	10.2	3 110	6 230	9 340	347.0	694.0	1 041.0	53 600
40B	63.50	39.37	38.10	22.89	22.94	53.49	52.56	52.95	27.76	27.76	0.20	72.29	55.75	55.88	82.6	154.9	227.2	10.2	3 110	6 230	9 340	355.0	630.0	950.0	41 800
48A	76.20	47.63	47.35	23.81	23.84	73.13	72.39	62.49	31.45	36.40	0.20	87.83	67.81	67.87	95.5	183.4	271.3	10.5	4 450	8 900	13 340	500.0	1 000.0	1 500.0	73 100
48B	76.20	48.26	45.72	29.24	29.29	64.52	63.88	63.88	33.45	33.45	0.20	91.21	70.56	70.69	99.1	190.4	281.6	10.5	4 450	8 900	13 340	560.0	1 000.0	1 500.0	63 600
56B	88.90	63.98	53.34	34.32	34.37	78.64	77.85	77.85	40.51	40.61	0.20	106.60	81.33	81.46	114.6	221.2	327.8	11.7	5 090	12 190	20 000	850.0	1 600.0	2 240.0	88 900
64B	101.60	63.50	60.56	39.40	39.45	91.08	90.17	90.17	47.07	47.07	0.20	119.89	92.02	92.15	130.9	250.8	370.7	13.0	7 960	15 930	27 000	1 100.0	2 000.0	3 000.0	106 900
72B	114.30	72.39	68.58	44.48	44.53	104.67	103.63	103.63	53.37	53.37	0.20	136.27	103.81	103.94	147.4	283.7	420.0	14.3	10 100	20 190	33 500	1 400.0	2 500.0	3 750.0	132 700

- ① 重载系列链条详见 GB/T1243—2006 中 ANSI 重载系列链条主要尺寸、测量力、抗拉强度及动载强度表。
- ② 对于高应力使用场合,不推荐使用过渡链节。
- ③ 止锁件的实际尺寸取决于其类型,但都不应超过规定尺寸,使用者应从制造商处获取详细资料。
- ④ 动载强度值不适用于过渡链节、连接链节或带有附件的链条。
- ⑤ 双排链和三排链的动载试验不能用单排链的值按比例套用。
- ⑥ 动载强度值是基 5 个链节的试样,不含 36A、40A、40B、48A、48B、56B、64B 和 72B,这些链条是基于 3 个链节的试样。
- ⑦ 套筒直径。

4.2.2 齿形链的基本参数和尺寸

表 4-2 齿形链链节参数（GB/T10855—2003）

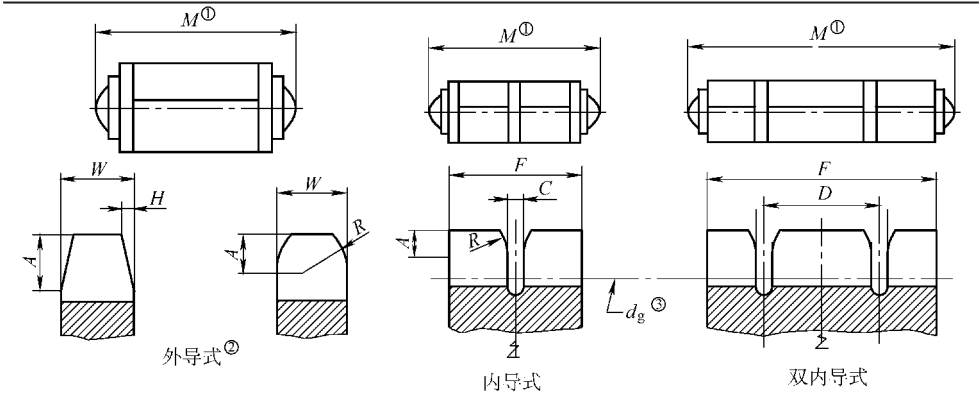
（单位：mm）



链号（6.35mm 单位链宽）	节距 $p$	标记	最小分叉口高度
SC3	9.52	SC3 或 3	0.590
SC4	12.70	SC4 或 4	0.787
SC5	15.88	SC5 或 5	0.986
SC6	19.05	SC6 或 6	1.181
SC8	25.40	SC8 或 8	1.575
SC10	31.76	SC10 或 10	1.969
SC12	38.10	SC12 或 12	2.362
SC16	60.80	SC16 或 16	3.150

表 4-3 9.52mm 及以上链节距齿形链条的链轮齿廓尺寸和链宽

（单位：mm）



①  $M$  等于链条最大全宽。  
② 外导式的导板厚度与齿链板的厚度相同。  
③ 切槽刀的端头可以是圆弧形或矩形， $d_g$  值见表 4-40。

(续)

链号 <sup>④</sup>	链条 节距 $p$	类型	$M^{⑤}$ max	$A^{⑥}$	$C$ $\pm 0.13$	$D$ $\pm 0.25$	$F$ $+3.18$ 0	$H$ $\pm 0.08$	$R$ $\pm 0.08$	$W$ $+0.25$ 0
SC302	9.525	外导 <sup>⑥</sup>	15.09	3.38	—	—	—	1.30	5.08	10.41
SC303	9.525	内导	21.44	3.38	2.54	—	19.05	—	5.08	—
SC304	9.525		27.79	3.38	2.54	—	25.40	—	5.08	—
SC305	9.525		34.14	3.38	2.54	—	31.76	—	5.08	—
SC306	9.525		40.49	3.38	2.54	—	38.10	—	5.08	—
SC307	9.525		46.84	3.38	2.54	—	44.45	—	5.08	—
SC308	9.525		53.19	3.38	2.54	—	50.80	—	5.08	—
SC309	9.525		59.54	3.38	2.54	—	57.15	—	5.08	—
SC310	9.525		65.89	3.38	2.54	—	63.50	—	5.08	—
SC312	9.525		78.59	3.38	2.54	25.40	76.20	—	5.08	—
SC316	9.525	双内导	103.99	3.38	2.54	25.40	101.60	—	5.08	—
SC320	9.525		129.39	3.38	2.54	25.40	127.00	—	5.08	—
SC324	9.525		154.79	3.38	2.54	25.40	152.40	—	5.08	—
SC402	12.70	外导 <sup>⑥</sup>	19.05	3.33	—	—	—	1.30	5.08	10.41
SC403	12.70	内导	22.22	3.38	2.54	—	19.05	—	5.08	—
SC404	12.70		28.58	3.38	2.54	—	25.40	—	5.08	—
SC405	12.70		34.92	3.38	2.54	—	31.75	—	5.08	—
SC406	12.70		41.28	3.38	2.54	—	38.10	—	5.08	—
SC407	12.70		47.62	3.38	2.54	—	44.45	—	5.08	—
SC408	12.70		53.98	3.38	2.54	—	50.80	—	5.08	—
SC409	12.70		60.32	3.38	2.54	—	57.15	—	5.08	—
SC410	12.70		66.68	3.38	2.54	—	63.50	—	5.08	—
SC411	12.70		73.02	3.38	2.54	—	69.85	—	5.08	—
SC412	12.70		79.38	3.38	2.54	—	76.20	—	5.08	—
SC414	12.70		92.08	3.38	2.54	—	88.90	—	5.08	—
SC416	12.70	双内导	104.78	3.38	2.54	25.40	101.60	—	5.08	—
SC420	12.70		130.18	3.38	2.54	25.40	127.00	—	5.08	—
SC424	12.70		155.58	3.38	2.54	25.40	152.40	—	5.08	—
SC432	12.70	内导	206.38	3.38	2.54	25.40	203.20	—	5.08	—
SC504	15.875		29.36	4.50	3.18	—	25.40	—	6.35	—
SC505	15.875		35.71	4.50	3.18	—	31.75	—	6.35	—
SC506	15.875		42.06	4.50	3.18	—	38.10	—	6.35	—
SC507	15.875		48.41	4.50	3.18	—	44.45	—	6.35	—
SC508	15.875		54.76	4.50	3.18	—	50.80	—	6.35	—
SC510	15.875		67.46	4.50	3.18	—	63.50	—	6.35	—
SC512	15.875		80.16	4.50	3.18	—	76.20	—	6.35	—
SC516	15.875		105.56	4.50	3.18	—	101.60	—	6.35	—



(续)

链号 <sup>④</sup>	链条 节距 $p$	类型	$M$ <sup>⑤</sup> max	$A$ <sup>⑥</sup>	$C$ $\pm 0.13$	$D$ $\pm 0.25$	$F$ $+3.18$ $0$	$H$ $\pm 0.08$	$R$ $\pm 0.08$	$W$ $+0.25$ $0$
SC520	15.875	双内导	130.96	4.50	3.18	50.80	127.00	—	6.35	—
SC524	15.875		156.36	4.50	3.18	50.80	152.40	—	6.35	—
SC528	15.875		181.76	4.50	3.18	50.80	177.80	—	6.35	—
SC532	15.875		207.16	4.50	3.18	50.80	203.20	—	6.35	—
SC540	15.875		257.95	4.50	3.18	50.80	254.00	—	6.35	—
SC604	19.05	内导	30.15	6.96	4.57	—	25.40	—	9.14	—
SC605	19.05		36.50	6.96	4.57	—	31.75	—	9.14	—
SC606	19.05		42.85	6.96	4.57	—	38.10	—	9.14	—
SC608	19.05	内导	55.55	6.96	4.57	—	50.80	—	9.14	—
SC610	19.05		68.25	6.96	4.57	—	63.50	—	9.14	—
SC612	19.05		80.95	6.96	4.57	—	76.20	—	9.14	—
SC614	19.05		93.65	6.96	4.57	—	88.90	—	9.14	—
SC616	19.05		106.35	6.96	4.57	—	101.60	—	9.14	—
SC620	19.05		131.75	6.96	4.57	—	127.00	—	9.14	—
SC624	19.05		157.15	6.96	4.57	—	152.40	—	9.14	—
SC628	19.05	双内导	182.55	6.96	4.57	101.60	177.80	—	9.14	—
SC632	19.05		207.95	6.96	4.57	101.60	203.20	—	9.14	—
SC636	19.05		233.35	6.96	4.57	101.60	228.60	—	9.14	—
SC640	19.05		258.75	6.96	4.57	101.60	254.00	—	9.14	—
SC648	19.05	内导	309.55	6.96	4.57	101.60	304.80	—	9.14	—
SC808	25.40		57.15	6.96	4.57	—	50.80	—	9.14	—
SC810	25.40		69.85	6.96	4.57	—	63.50	—	9.14	—
SC812	25.40		82.55	6.96	4.57	—	76.20	—	9.14	—
SC816	25.40		107.95	6.96	4.57	—	101.60	—	9.14	—
SC820	25.40		133.35	6.96	4.57	—	127.00	—	9.14	—
SC824	25.40		158.75	6.96	4.57	—	152.40	—	9.14	—
SC828	25.40	双内导	184.15	6.96	4.57	101.60	177.80	—	9.14	—
SC832	25.40		209.55	6.96	4.57	101.60	203.20	—	9.14	—
SC836	25.40		234.95	6.96	4.57	101.60	228.60	—	9.14	—
SC840	25.40		260.35	6.96	4.57	101.60	254.00	—	9.14	—
SC848	25.40		311.15	6.96	4.57	101.60	304.80	—	9.14	—
SC856	25.40		361.95	6.96	4.57	101.60	355.60	—	9.14	—
SC864	25.40		412.75	6.96	4.57	101.60	406.40	—	9.14	—

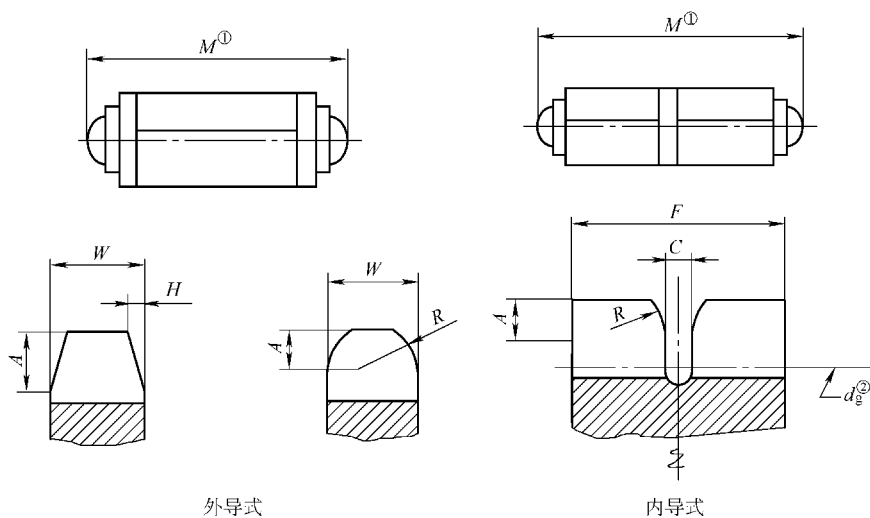
(续)

链号 <sup>④</sup>	链条 节距 $p$	类型	$M$ <sup>⑤</sup> max	$A$ <sup>⑥</sup>	$C$ $\pm 0.13$	$D$ $\pm 0.25$	$F$ $+3.18$ 0	$H$ $\pm 0.08$	$R$ $\pm 0.08$	$W$ $+0.25$ 0
SC1010	31.75	内导	71.42	6.96	4.57	—	63.50	—	9.14	—
SC1012	31.75		84.12	6.96	4.57	—	76.20	—	9.14	—
SC1016	31.75		109.52	6.96	4.57	—	101.60	—	9.14	—
SC1020	31.75		134.92	6.96	4.57	—	127.00	—	9.14	—
SC1024	31.75		160.32	6.96	4.57	—	152.40	—	9.14	—
SC1028	31.75		185.72	6.96	4.57	—	177.80	—	9.14	—
SC1032	31.75	双内导	211.12	6.96	4.57	101.60	208.20	—	9.14	—
SC1036	31.75		236.52	6.96	4.57	101.60	228.60	—	9.14	—
SC1040	31.75		261.92	6.96	4.57	101.60	254.00	—	9.14	—
SC1048	31.75		312.72	6.96	4.57	101.60	304.80	—	9.14	—
SC1056	31.75		363.52	6.96	4.57	101.60	355.60	—	9.14	—
SC1064	31.75		414.32	6.96	4.57	101.60	406.40	—	9.14	—
SC1072	31.75		465.12	6.96	4.57	101.60	457.20	—	9.14	—
SC1080	31.75		515.92	6.96	4.57	101.60	508.00	—	9.14	—
SC1212	38.10		85.72	6.96	4.57	—	76.20	—	9.14	—
SC1216	38.10		111.12	6.96	4.57	—	101.60	—	9.14	—
SC1220	38.10	内导	136.52	6.96	4.57	—	127.00	—	9.14	—
SC1224	38.10		161.92	6.96	4.57	—	152.40	—	9.14	—
SC1228	38.10	双内导	187.32	6.96	4.57	—	177.80	—	9.14	—
SC1232	38.10		212.72	6.96	4.57	101.60	203.20	—	9.14	—
SC1236	38.10		238.12	6.96	4.57	101.60	228.60	—	9.14	—
SC1240	38.10		263.52	6.96	4.57	101.60	254.00	—	9.14	—
SC1248	38.10		314.32	6.96	4.57	101.60	304.80	—	9.14	—
SC1256	38.10		365.12	6.96	4.57	101.60	355.60	—	9.14	—
SC1264	38.10		415.92	6.96	4.57	101.60	406.40	—	9.14	—
SC1272	38.10		466.72	6.96	4.57	101.60	457.20	—	9.14	—
SC1280	38.10		517.52	6.96	4.57	101.60	508.00	—	9.14	—
SC1288	38.10		568.32	6.96	4.57	101.60	558.80	—	9.14	—
SC1296	38.10		619.12	6.96	4.57	101.60	609.60	—	9.14	—

- ④ 选用链宽可查阅制造厂产品目录。
- ⑤  $M$  等于链条最大全宽。
- ⑥ 外导式链条的导板与齿链板的厚度相同。

表 4-4 4.76mm 链节距齿形链条的链轮齿廓尺寸和链宽

(单位: mm)

①  $M$  等于链条最大全宽。② 切槽刀的端头可以是圆弧形或矩形,  $d_g$  值见表 4-41。

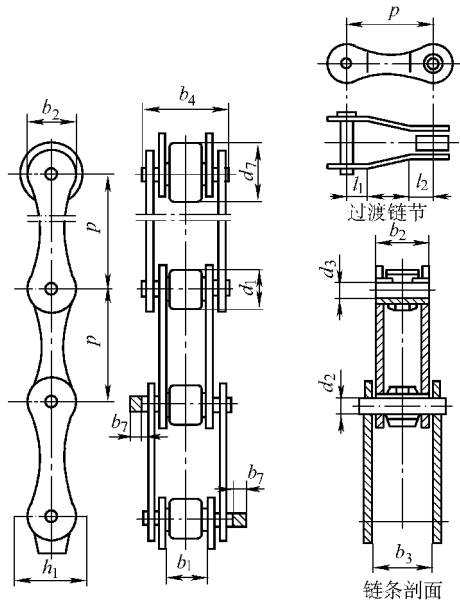
链号	链条节距 $p$	类型	$M$ <sup>①</sup> max	$A$	$C$ max	$F$ min	$H$	$R$	$W$ $\pm 0.08$
SC0305	4.76	外导	5.49	1.5	—	—	0.64	2.3	1.91
SC0307	4.76		7.06	1.5	—	—	0.64	2.3	3.51
SC0309	4.76		8.66	1.5	—	—	0.64	2.3	5.11
SC0311 <sup>③</sup>	4.76	外导/内导	10.24	1.5	1.27	8.48	0.64	2.3	6.71
SC0313 <sup>③</sup>	4.76	外导/内导	11.84	1.5	1.27	10.06	0.64	2.3	8.31
SC0315 <sup>③</sup>	4.76	外导/内导	13.41	1.5	1.27	11.66	0.64	2.3	9.91
SC0317	4.76	内导	15.01	1.5	1.27	13.23	—	2.3	—
SC0319	4.76		16.59	1.5	1.27	14.83	—	2.3	—
SC0321	4.76		18.19	1.5	1.27	16.41	—	2.3	—
SC0323	4.76		19.76	1.5	1.27	18.01	—	2.3	—
SC0325	4.76		21.59	1.5	1.27	19.58	—	2.3	—
SC0327	4.76		22.94	1.5	1.27	21.18	—	2.3	—
SC0329	4.76		24.54	1.5	1.27	22.76	—	2.3	—
SC0331	4.76		26.11	1.5	1.27	24.36	—	2.3	—

③ 规定链条外导或内导类型。

④  $M$  等于链条最大全宽。

4.2.3 其他常用标准链的主要参数和尺寸

表 4-5 双节距链的基本参数和尺寸 (GB/T 5269—2008)



链号	节距 $p$	滚子 直径 (小) $d_1$ max	滚子 直径 (大) <sup>①</sup> $d_7$ max	内链节 内宽 $b_1$ min	销轴 直径 $d_2$ max	套筒 内径 $d_3$ min	链条通 道高度 $h_1$ min	链板 高度 $h_2$ max	过渡 链节 <sup>②</sup> $l_1$ min	内链节 外宽 $b_2$ max	外链节 内宽 $b_3$ min	销轴 长度 $b_4$ max	止锁件 附加宽 度 <sup>③</sup> $b_7$ max	测 量 力 /N	抗拉 载荷 min /kN
	mm														
208A	25.4	7.92	15.88	7.85	3.98	4	12.33	12.07	6.9	11.78	11.31	17.8	3.9	120	13.9
208B	25.4	8.51	15.88	7.75	4.45	4.5	12.07	11.81	6.9	11.3	11.43	17	3.9	120	17.8
210A	31.75	10.16	19.05	9.4	5.09	5.12	15.35	15.09	8.4	13.84	13.97	21.8	4.1	200	21.8
210B	31.75	10.16	19.05	9.65	5.08	5.13	14.99	14.73	8.4	13.28	13.41	19.6	4.1	200	22.2
212A	38.1	11.91	22.23	12.57	5.96	5.98	18.34	18.10	9.9	17.75	17.88	26.9	4.6	280	31.3
212B	38.1	12.07	22.23	11.68	5.72	5.77	16.39	16.13	9.9	15.62	15.75	22.7	4.6	280	28.9
216A	50.8	15.88	28.58	15.75	7.94	7.96	24.39	24.13	13	22.60	22.74	33.5	5.4	500	55.6
216B	50.8	15.88	28.58	17.02	8.28	8.33	21.34	21.08	13	25.45	25.58	36.1	5.4	500	60
220A	63.5	19.05	39.67	18.9	9.54	9.56	30.48	30.17	16	27.45	27.59	41.1	6.1	780	87
220B	63.5	19.05	39.67	19.56	10.19	10.24	26.68	26.42	16	29.01	29.14	43.2	6.1	780	95
224A	76.2	22.23	44.45	25.22	11.11	11.14	36.55	36.2	19.1	35.46	35.59	50.8	6.6	1110	125
224B	76.2	25.4	44.45	25.4	14.63	14.68	33.73	33.4	19.1	37.92	38.05	53.4	6.6	1110	160

(续)

链号	节距	滚子直径 (小) $d_1$ max	滚子直径 (大) <sup>①</sup> $d_7$ max	内链节 内宽 $b_1$ min	销轴 直径 $d_2$ max	套筒 内径 $d_3$ min	链条通 道高度 $h_1$ min	链板 高度 $h_2$ max	过渡 链节 <sup>②</sup> $l_1$ min	内链节 外宽 $b_2$ max	外链节 内宽 $b_3$ min	销轴 长度 $b_4$ max	止锁件 附加宽 度 <sup>③</sup> $b_7$ max	测量 力 /N	抗拉 载荷 min /kN
	$p$														
	mm														
228B	88.9	27.94	—	30.99	15.9	15.95	37.46	37.08	21.3	46.58	46.71	65.1	7.4	1510	200
232B	101.6	29.21	—	30.99	17.81	17.86	42.72	42.29	24.4	45.57	45.7	67.4	7.9	2000	250

注：1. 链号字首的2表示双节距，后两位数字是节距的代号，它约等于节距除以3.175mm，尾部的A、B分别表示链条所属系列。

2. 在繁重的工作条件下，应尽量避免采用过渡链节。

① 大滚子主要用在输送链上，但有时传动链上也用。大滚子链在链号后加“L”来表示。

② 对于繁重工况，推荐不在链条上使用过渡链节。

③ 实际尺寸取决于止锁件形式，但不得超过该尺寸，详细资料应向制造厂索取。

表 4-6 弯板链基本参数和尺寸（GB/T 5858—1997）

直线弯链板结构

链 号	节距	滚子直径 $d_1$ max	窄端内宽 $b_1^{②}$ min	销轴直径 $d_2$ max	套筒内径 $d_3$ min	链条通道 高度 $h_1$ min	链板高度 $h_2$ max	弯链板间隙尺寸 <sup>①</sup>	
	$p$							$l_1$ min	$l_2$ min
	mm								
2010	63.5	31.75	38.1	15.9	15.95	48.3	47.8	22.4	23.9
2512	77.9	41.28	39.6	19.08	19.13	61.1	60.5	26.9	29.5
2814	88.9	44.45	38.1	22.25	22.33	61.6	60.5	31.8	33.3
3315	103.45	45.24	49.3	23.85	23.93	64.1	63.5	33.3	35.1
3618	114.3	57.15	52.3	27.97	28.07	80	79.2	39.6	41.2
4020	127	63.5	69.9	31.78	31.88	93	91.9	47.8	52.3
4824	152.4	76.2	76.2	38.13	38.25	105.7	104.6	55.6	58.7
5628	177.8	88.9	82.6	44.48	44.63	134.6	133.4	65	68.1

链号	窄端外宽 $b_2$ max	宽端内宽 $b_3$ min	销轴尾端至中线的 距离 $b_4$ max	销轴头端至中线的 距离 $b_5$ max	链板厚度 $c$ 公称	测量力 /N	抗拉载荷 $Q$ /kN min
	mm						
2010	54.38	54.51	47.8	42.9	7.9	900	250
2512	59.13	59.26	55.6	47.8	9.7	1300	340
2814	64.01	64.14	62	55.6	12.7	1800	470
3315	78.28	78.41	71.4	63.5	14.2	2200	550
3618	81.46	81.58	76.2	65	14.2	2700	760

(续)

链号	窄端外宽 $b_2$ max	宽端内宽 $b_3$ min	销轴尾端至中线的 距离 $b_4$ max	销轴头端至中线的 距离 $b_5$ max	链板厚度 $c$ 公称	测量力 /N	抗拉载荷 $Q$ /kN min
	mm						
4020	102. 39	102. 51	90. 4	77. 7	15. 7	3600	990
4824	115. 09	115. 21	98. 6	88. 9	19	5000	1400
5628	127. 79	129. 91	114. 3	101. 6	22. 4	6800	1890

注：连接链节总宽 =  $b_4 + b_5$ ，两端都有止锁销的总宽 =  $2b_4$ 。

①  $l_{3\max} = l_{1\min}$ ； $l_{4\max} = l_{2\min}$ 。

② 最小宽度 =  $0.95b_1$ 。

表 4-7 短节距传动用精密套筒链基本参数与尺寸（GB/T 1243—2006）

链 号					04C	06C	
节距 $p$					6.35	9.525	
排距 $p_t$					6.40	10.13	
套筒外径 $d_1$ max					3.30	5.08	
内链节内宽 $b_1$ min					3.10	4.68	
销轴直径 $d_2$ max					2.31	3.58	
套筒内径 $d_3$ min					2.34	3.63	
内链节外宽 $b_2$ max					4.80	7.47	
外链节内宽 $b_3$ min					4.85	7.52	
销轴 长度	$b_4$	单排	max	mm	9.10	13.20	
	$b_5$	双排	max		15.50	23.40	
	$b_6$	三排	max		21.80	33.50	
销轴止锁端加长量 $b_7$ max					2.50	3.30	
链条通道高度 $h_2$ min					6.27	9.30	
内链板高度 $h_1$ max					6.02	9.05	
外链板与中链板高度 $h_3$ max					5.21	7.80	
过渡链 板尺寸	$l_1$ min				2.64	3.96	
	$l_2$ min				3.06	4.60	
	$c$				0.08	0.08	
抗拉 载荷	$Q$	单排	min	kN	3.50	7.90	
		双排	min		7.00	15.80	
		三排	min		10.50	23.70	
质 量	$q$	单排	≈	kg/m	0.13	0.35	
		双排	≈	kg/m	0.26	0.70	
		三排	≈	kg/m	0.39	1.05	

## 4.2.4 滚子链及齿形链的选型图表

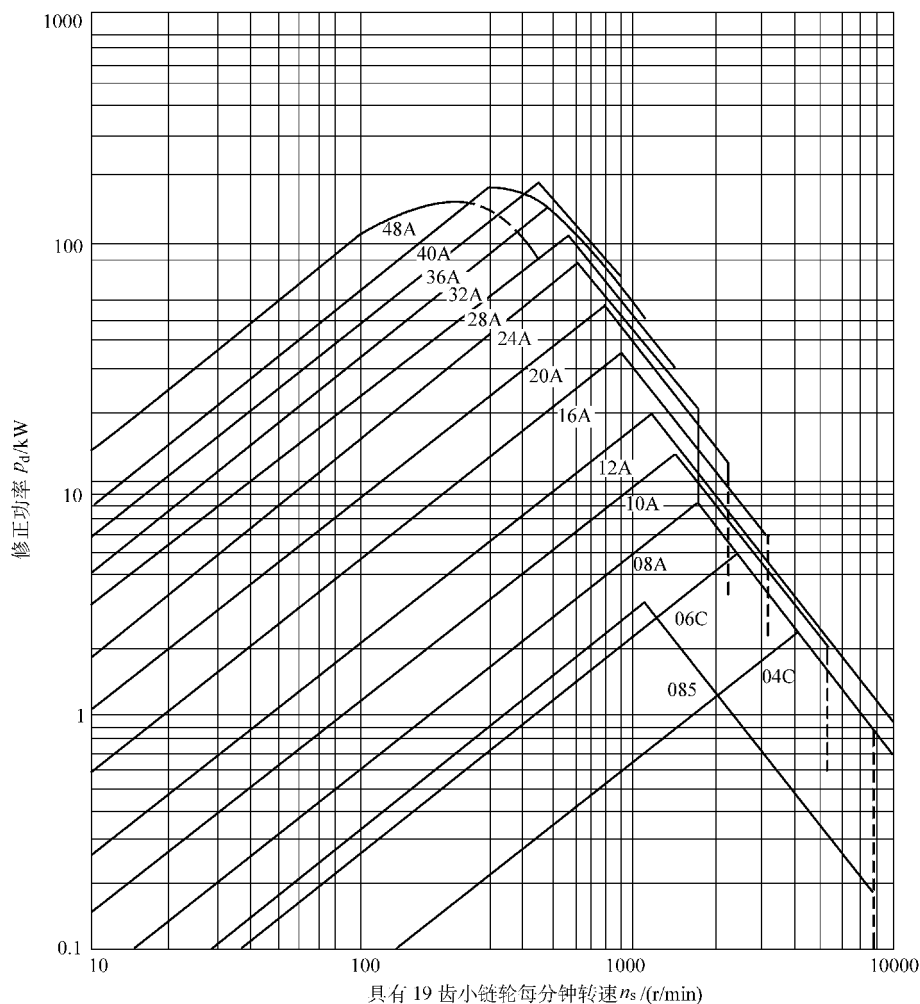


图 4-9 符合 GB/T1243—2006 A 系列单排链链条的典型承载能力图  
(GB/T18150—2006)

注：1. 双排链的额定功率可由单排链的  $p_d$  值乘以 1.7 得到。

2. 三排链的额定功率可由单排链的  $p_d$  值乘以 2.5 得到。

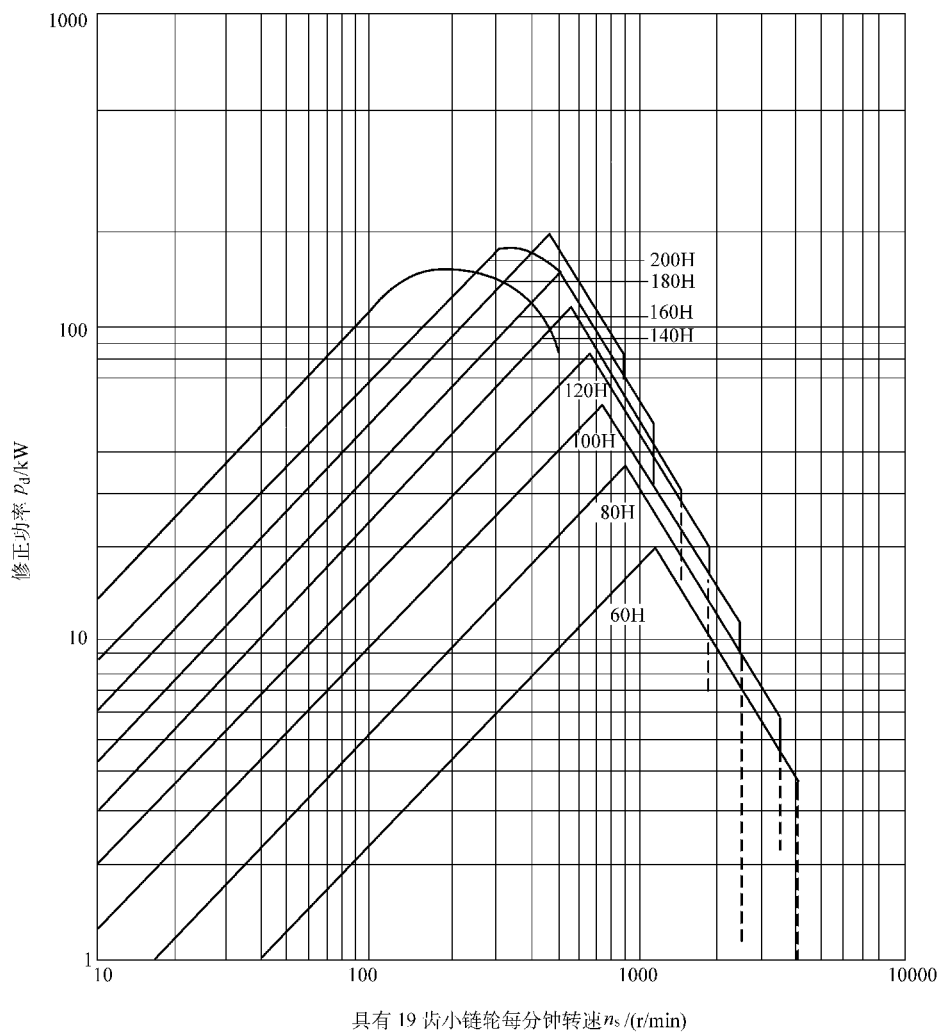


图 4-10 符合 GB/T 1243—2006 A 系列重载单排链链条的典型承载能力图  
(GB/T18150—2006)

注：1. 双排链的额定功率可由单排链的  $p_d$  值乘以 1.7 得到。

2. 三排链的额定功率可由单排链的  $p_d$  值乘以 2.5 得到。



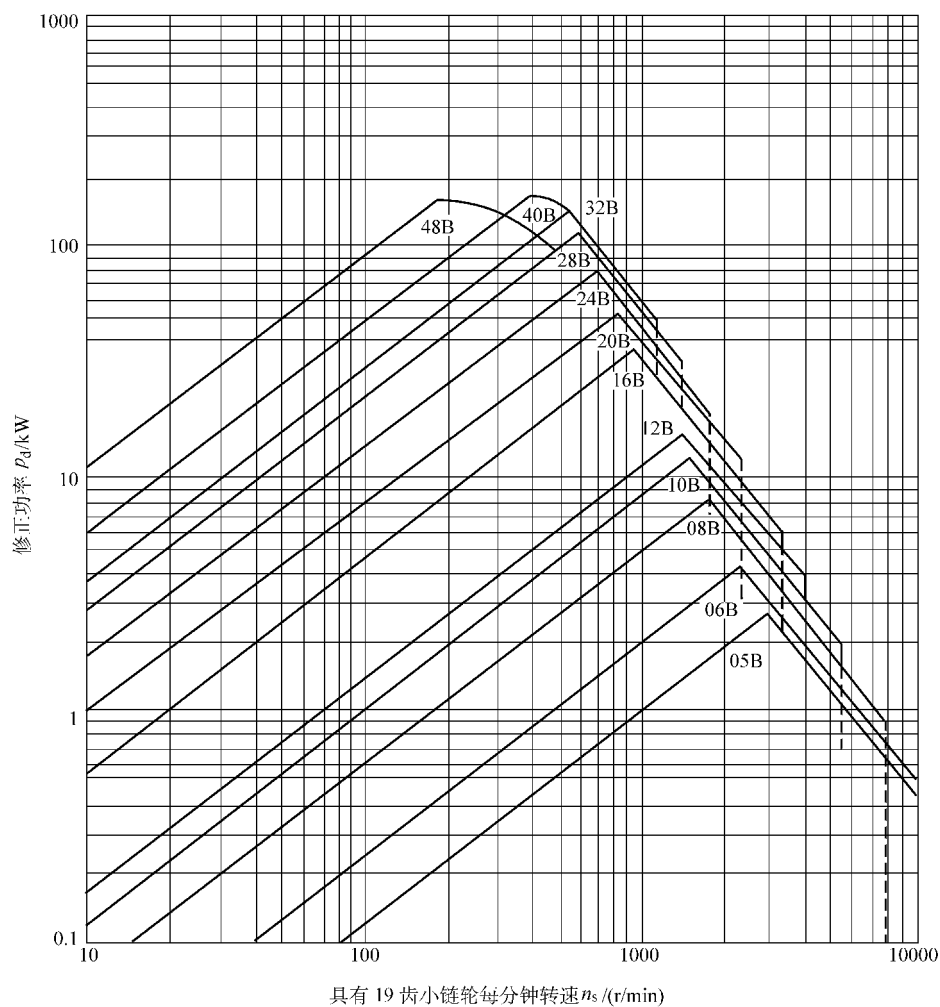


图 4-11 符合 GB/T1243—2006 B 系列链条的典型承载能力图  
(GB/T18150—2006)

注：1. 双排链的额定功率可由单排链的  $p_d$  值乘以 1.7 得到。

2. 三排链的额定功率可由单排链的  $p_d$  值乘以 2.5 得到。

表 4-8 4.76mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表												(单位:kW)
小链轮 齿数	小链轮每分钟转数											
	500	600	700	800	900	1200	1800	2000	3500	5000	7000	9000
15	0.00822	0.00969	0.01116	0.01262	0.01380	0.01761	0.02349	0.02642	0.03905	0.04873	0.05695	0.05754
17	0.00969	0.01145	0.01292	0.01468	0.01615	0.02055	0.02818	0.03083	0.04697	0.05872	0.07046	0.07398
19	0.01086	0.01262	0.01468	0.01615	0.01791	0.02349	0.03229	0.03523	0.05284	0.06752	0.08103	0.08573
21	0.01204	0.01409	0.01615	0.01820	0.01996	0.02554	0.03582	0.03905	0.05960	0.07574	0.09160	0.09835
23	0.01321	0.01556	0.01761	0.01996	0.02202	0.02818	0.03963	0.04316	0.06606	0.08455	0.10275	0.11097
25	0.01439	0.01703	0.01938	0.02173	0.02407	0.03083	0.04316	0.04697	0.07193	0.09189	0.11156	0.12037
27	0.01556	0.01820	0.02084	0.02349	0.02584	0.03376	0.04639	0.05050	0.07721	0.09835	0.11919	0.12830
29	0.01673	0.01967	0.02231	0.02525	0.02789	0.03552	0.04991	0.05431	0.08308	0.10598	0.12918	0.13857
31	0.01761	0.02114	0.02378	0.02672	0.02965	0.03817	0.05314	0.05784	0.08866	0.11274	0.13681	0.14679
33	0.01879	0.02202	0.02525	0.02848	0.03141	0.04022	0.05578	0.06107	0.09307	0.11802	0.14239	—
35	0.01996	0.02349	0.02701	0.03024	0.03347	0.04257	0.05960	0.06488	0.10011	0.12536	0.15149	—
37	0.02084	0.02466	0.02818	0.03171	0.03494	0.04462	0.06195	0.06752	0.10217	0.12888	0.15384	—
40	0.02055	0.02672	0.03053	0.03406	0.03787	0.04815	0.06694	0.07340	0.11068	0.13975	—	—
45	0.02525	0.02995	0.03376	0.03817	0.04198	0.05373	0.07428	0.08074	0.12184	0.15296	—	—
50	0.02789	0.03288	0.03728	0.04022	0.04639	0.05872	0.08162	0.08866	0.13270	0.16587	—	—
方式 I							方式 II			方式 III		

表 4-9 9.525mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表

(单位: kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数												
	100	500	1000	1200	1500	1800	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000
17 <sup>①</sup>	0. 01350	0. 06165	0. 13505	0. 14386	0. 15560	0. 19083	0. 20257	0. 23193	0. 24954	0. 25835	0. 25835	—	—
19 <sup>①</sup>	0. 01556	0. 07340	0. 14092	0. 15853	0. 19083	0. 21725	0. 23193	0. 25716	0. 29065	0. 29358	0. 32294	0. 28771	—
21	0. 01703	0. 08220	0. 14973	0. 17615	0. 21432	0. 24367	0. 26422	0. 29358	0. 32294	0. 35230	0. 35230	0. 35230	0. 29358
23	0. 01850	0. 08807	0. 16441	0. 19376	0. 23487	0. 27303	0. 29358	0. 35230	0. 38166	0. 41102	0. 41102	0. 41102	0. 35230
25	0. 02026	0. 09688	0. 17909	0. 21432	0. 25835	0. 29368	0. 32294	0. 38166	0. 41102	0. 44037	0. 44037	0. 44037	0. 41102
27	0. 02173	0. 10275	0. 19964	0. 23193	0. 27890	0. 32294	0. 35230	0. 41102	0. 44037	0. 46973	0. 52845	0. 52845	0. 46973
29	0. 02349	0. 11156	0. 21432	0. 24954	0. 29358	0. 35230	0. 38166	0. 44037	0. 46973	0. 52845	0. 55781	0. 55781	0. 52845
31	0. 02495	0. 12037	0. 22899	0. 26716	0. 32294	0. 38166	0. 41102	0. 46973	0. 52845	0. 55781	0. 58716	0. 58716	0. 55781
33	0. 02642	0. 12918	0. 24367	0. 28771	0. 35230	0. 41102	0. 44037	0. 52845	0. 55781	0. 61652	0. 61652	0. 61652	0. 58716
35	0. 02818	0. 13505	0. 25835	0. 29358	0. 38166	0. 44037	0. 46973	0. 55781	0. 58716	0. 67524	0. 67524	0. 67524	0. 61652
37	0. 02936	0. 14386	0. 26716	0. 32294	0. 41102	0. 44037	0. 46973	0. 58716	0. 51552	0. 70460	0. 70460	0. 70460	—
40	0. 03229	0. 15560	0. 29358	0. 35230	0. 44037	0. 46973	0. 52845	0. 61652	0. 70460	0. 73396	0. 76331	0. 76331	—
45	0. 03817	0. 17515	0. 32294	0. 38186	0. 46973	0. 55781	0. 58716	0. 70460	0. 76331	0. 82203	0. 85139	—	—
50	0. 04110	0. 19376	0. 38166	0. 44037	0. 52845	0. 58716	0. 67524	0. 76331	0. 85139	0. 88075	—	—	—
	方式 I			方式 II				方式 III					

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

表 4-10 12.7mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表 (单位: kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数										
	100	500	700	1000	1200	1800	2000	2500	3000	3500	4000
17 <sup>①</sup>	0.02437	0.11156	0.14679	0.18496	0.22019	0.29358	0.32294	0.32294	0.32294	0.32294	—
19 <sup>①</sup>	0.02730	0.11156	0.14679	0.22019	0.25835	0.32294	0.38166	0.41102	0.41102	0.41102	—
21	0.02936	0.14679	0.18496	0.25835	0.29358	0.41102	0.41102	0.44037	0.46973	0.46973	—
23	0.03229	0.14679	0.22019	0.29358	0.32294	0.44037	0.46973	0.55781	0.55781	0.55781	0.52845
25	0.03523	0.14679	0.22019	0.29358	0.38166	0.46973	0.52845	0.58716	0.61652	0.61652	0.58716
27	0.03817	0.18496	0.25835	0.32294	0.38166	0.52845	0.55781	0.61652	0.70460	0.70460	0.67524
29	0.04110	0.18496	0.25835	0.38166	0.41102	0.55781	0.61652	0.70460	0.73396	0.73396	0.73396
31	0.04404	0.22019	0.29358	0.38166	0.44037	0.61652	0.67524	0.73396	0.82203	0.82203	0.82203
33	0.04697	0.22019	0.29358	0.41102	0.46973	0.67524	0.70460	0.82203	0.85139	0.88075	0.85139
35	0.05284	0.22019	0.32294	0.44037	0.52845	0.70460	0.73396	0.85139	0.91011	0.91011	0.88075
37	0.05578	0.25835	0.32294	0.46973	0.55781	0.73396	0.76331	0.88075	0.96882	0.96882	—
40	0.05872	0.25835	0.38166	0.52845	0.58716	0.82203	0.85139	0.96882	1.02754	1.02754	—
45	0.07340	0.29358	0.41102	0.55781	0.67524	0.88075	0.88075	1.05690	1.14497	—	—
50	0.07340	0.32294	0.44037	0.61652	0.73396	0.99818	1.05690	1.17433	—	—	—
	方式 I		方式 II				方式 III				

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

表 4-11 15.875mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表

(单位:kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数									
	100	500	700	1000	1200	1800	2000	2500	3000	3500
17 <sup>①</sup>	0.03817	0.18496	0.22019	0.29358	0.32294	0.41102	0.44037	0.41102	—	—
19 <sup>①</sup>	0.04110	0.18496	0.25835	0.38166	0.41102	0.46973	0.52845	0.52845	—	—
21	0.04697	0.22019	0.29358	0.38166	0.44037	0.55181	0.58716	0.58716	0.58716	—
23	0.05284	0.22019	0.32294	0.44037	0.46973	0.61652	0.67524	0.70460	0.67524	—
25	0.05578	0.25835	0.32294	0.46973	0.55781	0.70460	0.73396	0.76331	0.76331	0.70460
27	0.05872	0.29358	0.38166	0.52845	0.58716	0.76331	0.82203	0.85139	0.85139	0.76331
29	0.06165	0.29358	0.41102	0.55781	0.61652	0.82203	0.88075	0.91011	0.91011	0.85139
31	0.07046	0.32294	0.44037	0.58716	0.67524	0.88075	0.91011	0.99818	0.99818	0.91011
33	0.07340	0.32294	0.46973	0.61652	0.73396	0.96882	0.99818	1.05690	1.05690	0.99818
35	0.07633	0.38166	0.46973	0.67524	0.76331	0.99818	1.05690	1.14497	1.14497	1.02754
37	0.08220	0.38166	0.52845	0.70460	0.82203	1.05690	1.14497	1.26240	1.20369	—
40	0.08807	0.41102	0.55781	0.76331	0.88075	1.14497	1.20369	1.29176	—	—
45	0.09982	0.46973	0.61652	0.85139	0.99818	1.29176	1.35048	—	—	—
50	0.11156	0.52845	0.70460	0.96882	1.11561	1.40919	1.46791	—	—	—
	方式 I		方式 II		方式 III					

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

表 4-12 19. 05mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表 (单位: kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数								
	100	500	700	1000	1200	1500	1800	2000	2500
17 <sup>①</sup>	0. 05578	0. 23780	0. 32294	0. 41102	0. 44037	0. 46973	0. 52845	0. 52845	—
19 <sup>①</sup>	0. 05872	0. 27303	0. 38166	0. 44037	0. 52845	0. 58716	0. 61652	0. 61652	—
21	0. 06752	0. 29358	0. 41102	0. 52845	0. 58716	0. 67524	0. 70460	0. 73396	0. 70460
23	0. 07340	0. 32294	0. 44037	0. 58716	0. 67524	0. 73396	0. 82203	0. 82203	0. 82203
25	0. 08220	0. 38166	0. 46973	0. 61652	0. 73396	0. 85139	0. 91011	0. 91011	0. 88075
27	0. 08514	0. 41102	0. 52845	0. 70460	0. 82203	0. 91011	0. 99818	1. 02754	1. 02754
29	0. 09101	0. 44037	0. 58716	0. 76331	0. 88075	0. 99818	1. 05690	1. 11561	1. 11561
31	0. 09982	0. 44037	0. 61652	0. 82203	0. 91011	1. 05690	1. 17433	1. 20369	1. 20369
33	0. 10569	0. 46973	0. 67524	0. 88075	0. 99818	1. 14497	1. 26240	1. 29176	1. 29176
35	0. 11156	0. 52845	0. 70460	0. 91011	1. 05690	1. 20369	1. 32112	1. 35048	1. 35048
37	0. 11743	0. 55781	0. 73396	0. 99818	1. 14497	1. 29176	1. 40919	1. 43855	1. 43855
40	0. 12918	0. 58716	0. 82203	1. 05690	1. 20369	1. 40919	1. 49727	1. 55599	1. 55599
45	0. 14386	0. 67524	0. 88075	1. 17433	1. 35048	1. 55599	1. 64406	1. 70278	—
50	0. 15853	0. 73396	0. 99818	1. 32112	1. 49727	1. 70278	1. 79085	—	—
	方式 I		方式 II		方式 III				

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

表 4-13 25.4mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表 (单位:kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数										
	100	200	300	400	500	700	1000	1200	1500	1800	2000
17 <sup>①</sup>	0.11156	0.18496	0.25835	0.32294	0.41102	0.52845	0.61652	0.67524	—	—	—
19 <sup>①</sup>	0.11156	0.22019	0.29358	0.38166	0.44037	0.58716	0.73396	0.76331	0.82203	—	—
21	0.11156	0.22019	0.32294	0.44037	0.52845	0.67524	0.85139	0.91011	0.96882	0.96882	—
23	0.11156	0.25835	0.38166	0.46973	0.55781	0.73396	0.91011	1.02754	1.11561	1.11561	—
25	0.14679	0.25835	0.41102	0.52845	0.61652	0.82203	1.02754	1.14497	1.20369	1.20369	1.20369
27	0.14679	0.29358	0.44037	0.55781	0.70460	0.88075	1.14497	1.26240	1.35048	1.35048	1.32112
29	0.14679	0.32294	0.46973	0.58716	0.73396	0.96882	1.20369	1.35048	1.46791	1.49727	1.46791
31	0.18496	0.32294	0.46973	0.67524	0.82203	1.02754	1.32112	1.46791	1.58534	1.61470	1.58534
33	0.18496	0.38166	0.52845	0.70460	0.85139	1.11561	1.43855	1.58534	1.73214	1.73214	1.70278
35	0.18496	0.38166	0.55781	0.73396	0.88075	1.17433	1.49727	1.64406	1.79085	1.84957	1.79085
37	0.19964	0.41102	0.58716	0.76331	0.96882	1.26240	1.58534	1.76149	1.90828	1.93764	—
40	0.22019	0.44037	0.67524	0.85139	1.02754	1.32112	1.73214	1.90828	2.05508	—	—
45	0.25835	0.46973	0.73396	0.91011	1.14497	1.49727	1.90828	2.08443	2.23123	—	—
50	0.29358	0.55781	0.82203	1.02754	1.26240	1.64406	2.08443	2.28994	—	—	—
	方式 I			方式 II				方式 III			

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

表 4-14 31.75mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表 (单位:kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数										
	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1500
19 <sup>①</sup>	0.16441	0.29358	0.44037	0.58716	0.70460	0.76331	0.85139	0.91011	0.99818	1.02754	—
21	0.18496	0.32294	0.52845	0.67524	0.76331	0.88075	0.96882	1.05690	1.17433	1.20369	—
23	0.20257	0.38166	0.55781	0.70460	0.85139	0.99818	1.05690	1.17433	1.32112	1.35048	1.35048
25	0.22019	0.41102	0.58716	0.76331	0.91011	1.05690	1.17433	1.29176	1.46791	1.55599	1.55599
27	0.23487	0.44037	0.67524	0.85139	1.02754	1.17433	1.29176	1.43855	1.58534	1.70278	1.70278
29	0.25248	0.46973	0.70460	0.91011	1.11561	1.26240	1.40919	1.55599	1.73214	1.84957	1.87893
31	0.27303	0.52845	0.76331	0.99818	1.17433	1.35048	1.49727	1.64406	1.87893	1.99636	2.02572
33	0.29065	0.55781	0.82203	1.02754	1.26240	1.43855	1.61470	1.76149	2.02572	2.14315	2.17251
35	0.32294	0.58716	0.85139	1.11561	1.32112	1.55599	1.73214	1.87893	2.14315	2.28994	2.28994
37	0.32294	0.61652	0.88075	1.17433	1.40919	1.61470	1.84957	1.99636	2.23123	2.37802	—
40	0.35230	0.70460	0.99818	1.29176	1.55599	1.76149	1.99636	2.17251	2.43673	2.58352	—
45	0.38166	0.76331	1.11561	1.43855	1.73214	1.99636	2.20187	2.37802	2.67160	—	—
50	0.44037	0.85139	1.26240	1.58534	1.90828	2.17251	2.43673	2.64224	2.93582	—	—
	方式 I			方式 II			方式 III				

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。



表 4-15 38. 1mm 节距齿形链每 1mm 链宽额定功率表 (单位:kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
19 <sup>①</sup>	0. 23487	0. 44037	0. 61652	0. 82203	0. 91011	1. 02754	1. 14497	1. 17433	1. 20369	1. 26240	—
21	0. 25835	0. 46973	0. 70460	0. 88075	1. 05690	1. 17433	1. 29176	1. 35048	1. 43855	1. 43855	—
23	0. 29358	0. 55781	0. 76331	0. 99818	1. 17433	1. 32112	1. 43855	1. 55599	1. 61470	1. 64406	1. 61470
25	0. 29358	0. 58716	0. 85139	1. 11561	1. 29176	1. 46791	1. 61470	1. 73214	1. 79085	1. 90828	1. 87893
27	0. 32294	0. 67524	0. 91011	1. 17433	1. 40919	1. 58534	1. 76149	1. 87893	1. 99636	2. 05508	2. 05508
29	0. 38166	0. 70460	0. 99818	1. 29176	1. 49727	1. 73214	1. 90828	2. 05508	2. 17251	2. 20187	2. 23123
31	0. 41102	0. 73396	1. 05690	1. 35048	1. 61470	1. 87893	2. 05508	2. 20187	2. 31930	2. 37802	2. 43673
33	0. 41102	0. 82203	1. 14497	1. 46791	1. 73214	1. 99636	2. 20187	2. 34866	2. 49545	2. 58352	2. 61288
35	0. 44037	0. 85139	1. 20369	1. 55599	1. 84957	2. 08443	2. 31930	2. 49545	2. 64224	2. 73032	2. 75967
37	0. 46973	0. 88075	1. 29176	1. 73214	1. 93764	2. 23123	2. 46609	2. 64224	2. 81839	2. 90646	—
40	0. 52845	0. 96882	1. 40919	1. 93764	2. 14315	2. 43673	2. 64224	2. 87711	3. 08261	—	—
45	0. 55781	1. 11561	1. 58534	1. 99636	2. 37802	2. 73032	2. 96518	3. 17069	3. 31748	—	—
50	0. 61652	1. 20369	1. 73214	2. 20187	2. 61288	2. 96518	3. 25876	3. 46427	—	—	—
	方式 I		方式 II		方式 III						

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

表 4-16 50.8mm 节距齿形链每 1mm 的链宽额定功率表 (单位:kW)

小链轮 齿数	小链轮每分钟转数								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
19 <sup>①</sup>	0.41102	0.76331	1.05690	1.29176	1.46791	1.58534	1.64406	—	—
21	0.46973	0.85139	1.17433	1.46791	1.55599	1.84957	1.90828	—	—
23	0.49909	0.96882	1.32112	1.61470	1.87893	2.05508	2.17251	2.20187	—
25	0.52845	1.02754	1.43855	1.79085	2.05508	2.28994	2.43673	2.49545	2.49545
27	0.58716	1.11561	1.58534	1.93764	2.28994	2.49545	2.67160	2.75967	2.75967
29	0.61652	1.20369	1.70278	2.14315	2.46609	2.73032	2.90646	3.02390	3.02390
31	0.67524	1.29176	1.84957	2.28994	2.64224	2.93582	3.11197	3.22941	3.22941
33	0.73396	1.35048	1.93764	2.43673	2.81839	3.11197	3.34684	3.46427	3.46427
35	0.76331	1.46791	2.08443	2.58352	3.02390	3.34684	3.55235	3.66978	3.66978
37	0.82203	1.55599	2.20187	2.73032	3.22941	3.64042	3.75785	3.84593	—
40	0.88075	1.70278	2.37802	2.96518	3.46427	3.78721	4.05144	4.13951	—
45	0.99818	1.87893	2.64224	3.31748	3.84593	4.22758	4.43309	—	—
50	1.11561	2.08443	2.93582	3.66978	4.22758	4.57988	—	—	—
	方式 I	方式 II		方式 III					

① 为获得较好的使用效果,小链轮至少应有 21 齿。

查表 4-8 ~ 表 4-16 注意事项如下。

1) 为了正确使用额定功率表，必须考虑工况系数和润滑方式。

2) 该表提供的功率是在正常条件下使用的齿形链，表中数值为 1mm 链宽的齿形链额定功率值，对于其他宽度链条的额定功率，则用表中数值乘上实际链宽。这些额定功率的工况系数为 1，链条长度为 100 个节距，采用推荐的润滑方式。两个链轮安装在平行的两个水平轴上，在以上条件下满负荷运转，链条的寿命为 15000h。

3) 推荐的润滑方式：方式Ⅰ：手工或者滴油润滑；方式Ⅱ：油浴润滑或者飞溅润滑；方式Ⅲ：液压泵压力喷油润滑。

4.2.5 滚子链设计系数速查

表 4-17 应用系数  $f_1$

从动机械特性 (见表 4-19)	主动机械特性 (见表 4-18)		
	平稳运转	轻微振动	中等振动
平稳运转	1.0	1.1	1.3
中等振动	1.4	1.5	1.7
严重振动	1.8	1.9	2.1

表 4-18 主动机特性示例

主动机械特性	主动机械类型示例
平稳运转	电动机、汽轮机和燃气轮机、带液力变矩器的内燃机
轻微振动	带机械联轴器的六缸或六缸以上内燃机 频繁起动的电动机 (每天多于两次)
中等振动	带机械联轴器的六缸以下内燃机

表 4-19 从动机特性示例

从动机械特性	从动机械类型示例
平稳运转	离心式的泵和压缩机、印刷机、平稳载荷的带输送机、纸张压光机、自动扶梯、液体搅拌机和混料机、旋转干燥机、风机
中等振动	三缸或三缸以上往复式泵和压缩机、混凝土搅拌机、载荷不均匀的输送机、固体搅拌机和混合机
严重振动	电铲、轧机和球磨机、橡胶加工机械、刨床、压床和剪床、单缸或双缸泵和压缩机、石油钻采设备

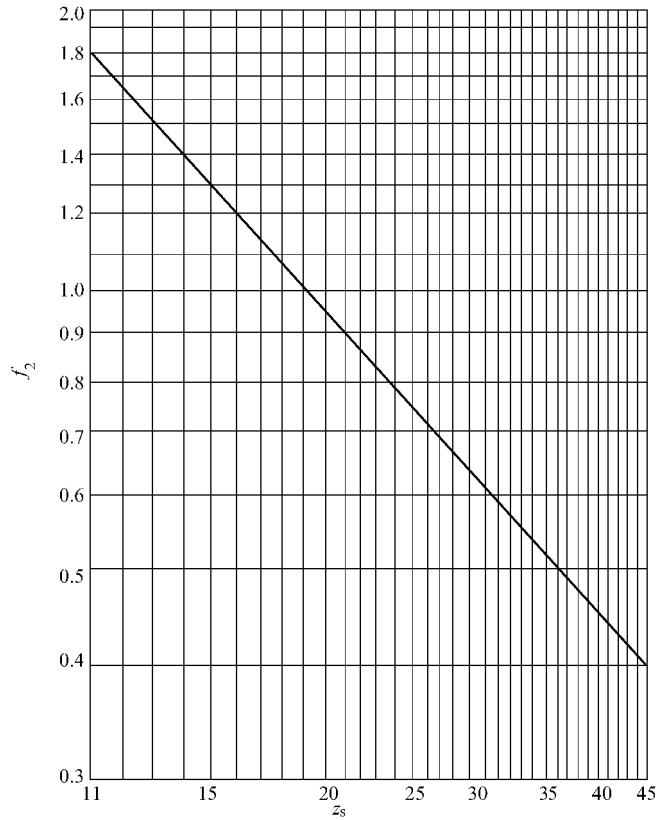


图 4-12 小链轮齿数系数 $f_2$

表 4-20 系数 $f_3$ 的计算值

$ z_2 - z_1 $	$f_3$	$ z_2 - z_1 $	$f_3$	$ z_2 - z_1 $	$f_3$	$ z_2 - z_1 $	$f_3$	$ z_2 - z_1 $	$f_3$
1	0.0253	21	11.171	41	42.580	61	94.254	81	166.191
2	0.1013	22	12.260	42	44.683	62	97.370	82	170.320
3	0.2280	23	13.400	43	46.836	63	100.536	83	174.500
4	0.4053	24	14.590	44	49.040	64	103.753	84	178.730
5	0.6333	25	15.831	45	51.294	65	107.021	85	183.011
6	0.912	26	17.123	46	53.599	66	110.339	86	187.342
7	1.241	27	18.466	47	55.955	67	113.708	87	191.724
8	1.621	28	19.859	48	58.361	68	117.128	88	196.157
9	2.052	29	21.303	49	60.818	69	120.598	89	200.640
10	2.533	30	22.797	50	63.326	70	124.119	90	205.174
11	3.065	31	24.342	51	65.884	71	127.690	91	209.759
12	3.648	32	25.938	52	68.493	72	131.313	92	214.395
13	4.281	33	27.585	53	71.153	73	134.986	93	219.081
14	4.965	34	29.282	54	73.863	74	138.709	94	223.187
15	5.699	35	31.030	55	76.624	75	142.483	95	228.605
16	6.485	36	32.828	56	79.436	76	146.308	96	233.443
17	7.320	37	34.677	57	82.298	77	150.184	97	238.333
18	8.207	38	36.577	58	85.211	78	154.110	98	243.271
19	9.144	39	38.527	59	88.175	79	158.087	99	248.261
20	10.132	40	40.529	60	91.189	80	162.115	100	253.302

表 4-21 系数  $f_4$  的计算值

$\frac{X-z_s}{z_2-z_1}$	$f_4$	$\frac{X-z_s}{z_2-z_1}$	$f_4$	$\frac{X-z_s}{z_2-z_1}$	$f_4$	$\frac{X-z_s}{z_2-z_1}$	$f_4$
13	0.24991	2.7	0.24735	1.54	0.23758	1.26	0.22520
12	0.24990	2.6	0.24708	1.52	0.23705	1.25	0.22443
11	0.24988	2.5	0.24678	1.50	0.23648	1.24	0.22361
10	0.24986	2.4	0.24643	1.48	0.23588	1.23	0.22275
9	0.24983	2.3	0.24602	1.46	0.23524	1.22	0.22185
8	0.24978	2.2	0.24552	1.44	0.23455	1.21	0.22090
7	0.24970	2.1	0.24493	1.42	0.23381	1.20	0.21990
6	0.24958	2.0	0.24421	1.40	0.23301	1.19	0.21884
5	0.24937	1.95	0.24380	1.39	0.23259	1.18	0.21771
4.8	0.24931	1.90	0.24333	1.38	0.23215	1.17	0.21652
4.6	0.24925	1.85	0.24281	1.37	0.23170	1.16	0.21526
4.4	0.24917	1.80	0.24222	1.36	0.23123	1.15	0.21390
4.2	0.24907	1.75	0.24156	1.35	0.23073	1.14	0.21245
4.0	0.24896	1.70	0.24081	1.34	0.23022	1.13	0.21090
3.8	0.24883	1.68	0.24048	1.33	0.22968	1.12	0.20923
3.6	0.24868	1.66	0.24013	1.32	0.22912	1.11	0.20744
3.4	0.24849	1.64	0.23977	1.31	0.22854	1.10	0.20549
3.2	0.24825	1.62	0.23938	1.30	0.22793	1.09	0.20336
3.0	0.24795	1.60	0.23897	1.29	0.22729	1.08	0.20104
2.9	0.24778	1.58	0.23854	1.28	0.22662	1.07	0.19848
2.8	0.24758	1.56	0.23807	1.27	0.22593	1.06	0.19564

4.2.6 齿形链传动系数速查

表 4-22 齿形链传动的齿形系数  $K_z$

$z_1$	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
$K_z$	0.77	0.89	1.00	1.11	1.22	1.34	1.45	1.56	1.66	1.77	1.88

表 4-23 链节距选用表

$n_1/$ (r/min)	1500 ~ 3000	1200 ~ 2500	1000 ~ 2000	800 ~ 1500	600 ~ 1200	500 ~ 900
$p/$ (mm)	12.7	15.875	19.05	25.4	31.75	38.10

4.2.7 链轮的材料

表 4-24 链轮材料及热处理

材 料	热 处 理	齿 面 硬 度	应 用 范 围
15, 20	渗碳、淬火、回火	50 ~ 60HRC	$z \leq 25$ 有冲击载荷的链轮
35	正火	160 ~ 200HBW	$z > 25$ 的主、从动链轮
45, 50	淬火、回火	40 ~ 50HRC	无剧烈冲击振动和要求耐磨损的主、从动链轮
45Mn, ZG310-570			
15Cr, 20Cr	渗碳、淬火、回火	55 ~ 60HRC	$z < 30$ 传递较大功率的重要链轮
40Cr, 35SiMn, 35CrMo	淬火、回火	40 ~ 50HRC	要求强度较高和耐磨损的重要链轮
Q235-A, Q275	焊接后退火	$\approx 140$ HBW	中低速、功率不大的较大链轮
不低于 HT200 的灰铸铁	淬火、回火	260 ~ 280HBW	$z > 50$ 的从动链轮以及外形复杂或强度要求一般的链轮
夹布胶木			$P < 6\text{kW}$ , 速度较高, 要求传动平稳、噪声小的链轮

4.2.8 链传动的布置

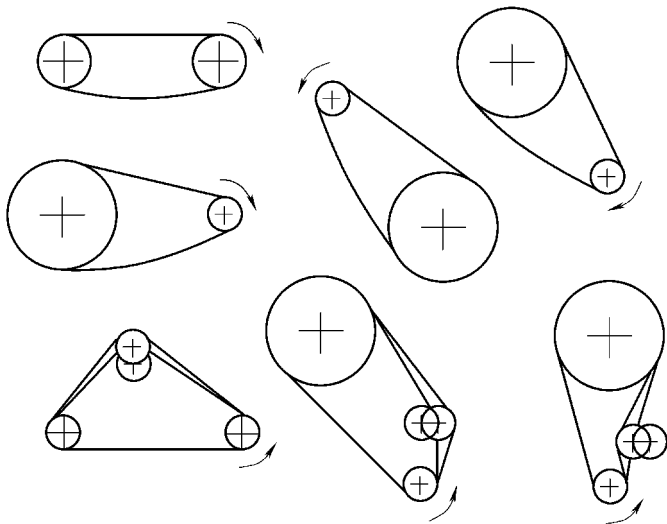


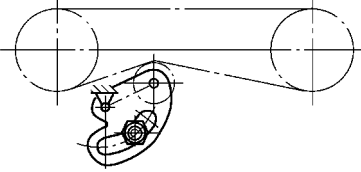
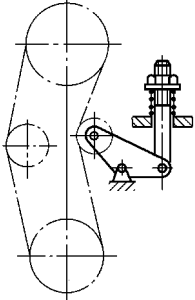
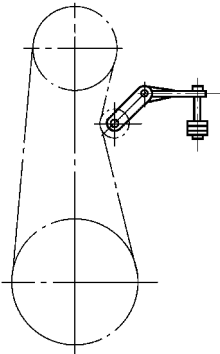
图 4-13 常用链传动的张紧（GB/T 18150—2006）  
注：图中没有给出的链传动布置，请向制造商咨询。

4.2.9 链传动的张紧

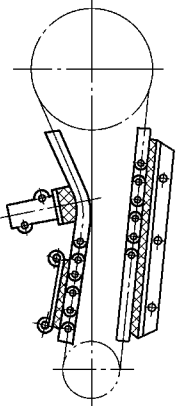
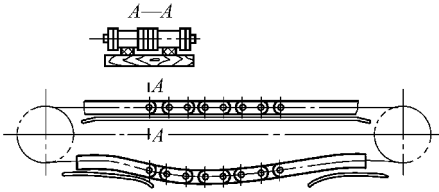
表 4-25 张紧装置示例

类型	张紧调节形式	简 图	说 明
定期张紧	螺纹调节		调节螺钉可采用细牙螺纹并带锁紧螺母

(续)

类型	张紧调节形式	简 图	说 明
定期张紧	偏心调节		张紧轮一般布置在链条松边, 根据需要可以靠近小链轮或大链轮, 或者布置在中间位置。张紧轮可以是链轮或辊轮。张紧链轮的齿数常等于小链轮齿数。张紧辊轮常用于垂直或接近于垂直的链传动, 其直径可取为 $(0.6 \sim 0.7) d$ , $d$ 为小链轮直径
自动张紧	弹簧调节		张紧轮一般布置在链条松边, 根据需要可以靠近小链轮或大链轮, 或者布置在中间位置。张紧轮可以是链轮或辊轮。张紧链轮的齿数常等于小链轮齿数, 张紧辊轮常用于垂直或接近于垂直的链传动, 其直径可取为 $(0.6 \sim 0.7) d$ , $d$ 为小链轮直径
	挂重调节		

(续)

类型	张紧调节形式	简 图	说 明
自动张紧	液压调节		采用液压块与导板相结合的形式，减振效果好，适用于高速场合，如发动机的正时链传动
承托装置	托板和托架		适用于中心距较大的场合，托板上可衬以软钢、塑料或耐油橡胶，滚子可在其上滚动；中心距更大时，托板可以分成两段，借中间6~10节链条的自重下垂张紧

4.2.10 链传动的润滑方法

表 4-26 润滑油的选择

工作条件	链速 $v$ / (m/s)	工作温度/℃	荐用润滑油牌号
小功率传动，链密封性较差	$\leq 3$	$\leq 4$	32
		4 ~ 38	68
		$> 38$	100
链条密封性好	$\leq 8$	$\leq 4$	46
		4 ~ 38	68, 100
		$> 38$	100, 150
链条密封性好	$> 8$	$\leq 4$	46
		4 ~ 38	46, 68
		$> 38$	68, 100
链条密封在壳体内	$> 16$	$\leq 4$	46
		4 ~ 38	68
		$> 38$	68, 100

注：32 ~ 150 为全损耗系统用油。



表 4-27 滚子链的润滑油

环境温度 $t/^\circ\text{C}$	$-5 \leq t \leq +5$	$+5 < t \leq +25$	$+25 < t \leq +45$	$+45 < t \leq +70$
润滑油粘度等级	VG 68 (SAE 20)	VG 100 (SAE 30)	VG 150 (SAE 40)	VG 220 (SAE 50)

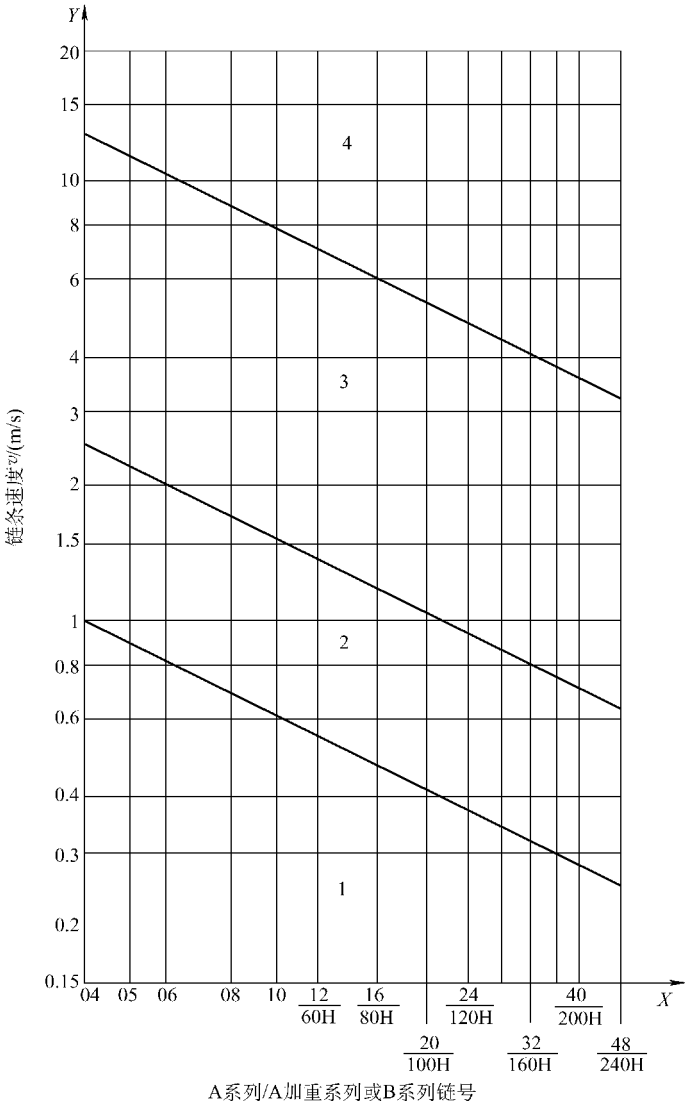


图 4-14 链传动润滑方式选用图

1—用油刷或油壶由人工定期润滑 2—滴油润滑 3—油池或油盘飞溅润滑  
4—强制润滑，带过滤器，必要时可带油冷却器

表 4-28 齿形链的润滑油

环境温度 /℃	推荐润滑油	
	节距 4.76mm 和 9.52mm	节距 12.7mm 及以上
-5 ~ +5	VG32 (SAE10)	VG68 (SAE20)
5 ~ 40	VG68 (SAE20)	VG100 (SAE30)
40 ~ 50	VG100 (SAE30)	VG150 (SAE40)
50 ~ 60	VG150 (SAE40)	VG220 (SAE50)

4.2.11 链轮结构速查

表 4-29 整体式钢制小链轮主要结构尺寸 (单位: mm)

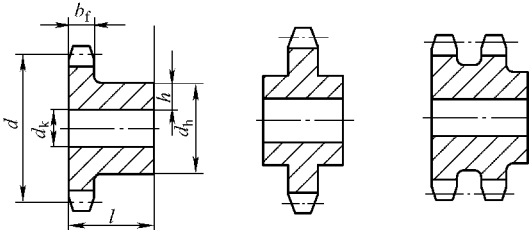
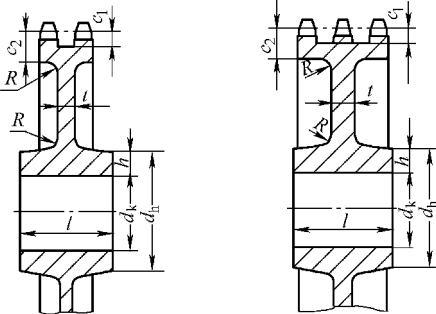
										
名 称	符号	结构尺寸(参考)								
轮毂厚度	$h$	$h = K + \frac{d_K}{6} + 0.01d$								
		常数 $K$ : <table><tr><td><math>d</math></td><td><math>&lt; 50</math></td><td><math>50 \sim 100</math></td><td><math>100 \sim 150</math></td><td><math>&gt; 150</math></td></tr><tr><td><math>K</math></td><td>3.2</td><td>4.8</td><td>6.4</td><td>9.5</td></tr></table>	$d$	$< 50$	$50 \sim 100$	$100 \sim 150$	$> 150$	$K$	3.2	4.8
$d$	$< 50$	$50 \sim 100$	$100 \sim 150$	$> 150$						
$K$	3.2	4.8	6.4	9.5						
轮毂长度	$l$	$l = 3.3h$ $l_{\min} = 2.6h$								
轮毂直径	$d_h$	$d_h = d_K + 2h$ $d_{h\max} < d_K, d_K$ 见表 4-32								
齿宽	$b_f$	见表 4-33								

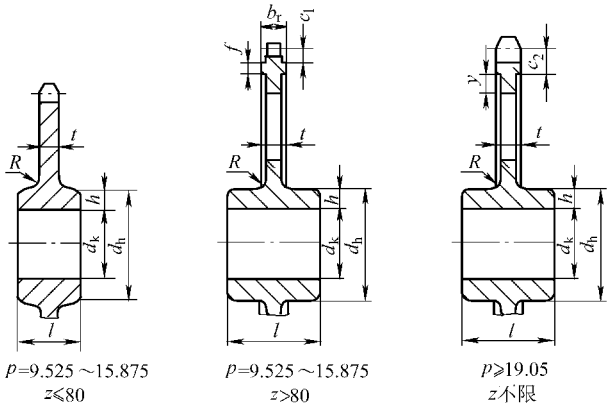
表 4-30 辐板式多排铸造链链轮主要结构尺寸 (单位: mm)

	
---	--

(续)

名 称	符号	结构尺寸(参考)
圆角半径	$R$	$R=0.5t$
轮毂长度	$l$	$l=4h$
辐板厚度	$t$	$p$
		9.525      15.875      25.4      38.1      50.8      76.2
		12.7      19.05      31.75      44.45      63.5
		$t$
		9.5      11.1      14.3      19.1      25.4      38.1
		10.3      12.7      15.9      22.2      31.8
其余结构尺寸		同表 4-31

表 4-31 辐板式单排链链轮主要结构尺寸 (单位:mm)



名 称	符号	结构尺寸(参考)
轮毂厚度	$h$	$h=9.5+\frac{d_k}{6}+0.01d$
轮毂长度	$l$	$l=4h$
轮毂直径	$d_h$	$d_h=d_k+2h, d_{hmax}<d_g, d_g$ 见表 4-32
齿侧凸缘宽度	$b_f$	$b_f=0.625p+0.93b_1, b_1$ —内链节内宽, 见表 4-1
轮缘部分尺寸	$c_1$	$c_1=0.5p$
	$c_2$	$c_2=0.9p$
	$f$	$f=4+0.25p$
	$g$	$g=2t$
圆角半径	$R$	$R=0.04p$

(续)

名 称	符号	结构尺寸(参考)					
辐板厚度	$t$	$p$	9.525	15.875	25.4	38.1	50.8
			12.7	19.05	31.75	44.45	63.5
		$t$	7.9	10.3	12.7	15.9	22.2
			9.5	11.1	14.3	19.1	28.6

中等尺寸的链轮除表所列的整体式结构外,也可以做成板式齿圈的焊接结构或装配结构,如图4-15所示。

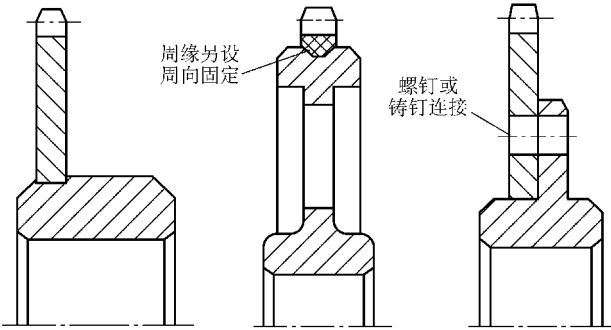


图 4-15 链轮结构

4.2.12 滚子链链轮轮槽尺寸及测量技术数据速查

表 4-32 滚子链链轮的基本参数和主要尺寸 (GB/T 1243—2006)

(单位: mm)

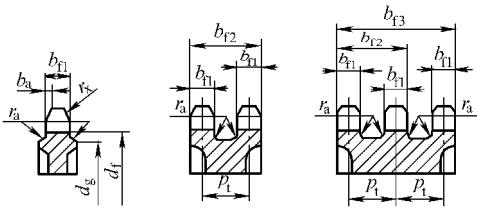
--

(续)

名 称		符号	计 算 公 式	备 注
基本参数	链轮齿数	$z$		根据设计决定
	节距	$p$		见表 4-1
	滚子外径	$d_1$		
	排距	$p_t$		
主要尺寸	分度圆直径	$d$	$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$	
	齿顶圆直径	$d_a$	$d_{amax} = d + 1.25p - d_1$ $d_{amin} = d + \left(1 + \frac{1.6}{z}\right)p - d_1$	可在 $d_{amax}$ 与 $d_{amin}$ 范围内选取,但当选用 $d_{amax}$ 时,应注意用展成法加工时有可能发生顶切
	齿根圆直径	$d_f$	$d_f = d - d_1$	
	节距多边形以上的齿高	$h_a$	$h_{amax} = \left(0.625 + \frac{0.8}{z}\right)p - 0.5d_1$ $h_{amin} = 0.5(p - d_1)$	$h_a$ 见图 4-4 $h_a$ 是为简化放大齿形图的绘制而引入的辅助尺寸, $h_{amax}$ 相应于 $d_{amax}$ , $h_{amin}$ 相应于 $d_{amin}$
	最大齿根距离	$L_x$	奇数齿 $L_x = d \cos \frac{90^\circ}{z} - d_1$ 偶数齿 $L_x = d_f = d - d_1$	
	轴凸缘直径	$d_g$	$d_g < p \cot \frac{180^\circ}{z} - 1.04h_2 - 0.76$	$h_2$ —内链板高度,见表 4-1

注:  $d_a$ 、 $d_g$  计算值舍小数取整数,其他尺寸精确到 0.01mm。

表 4-33 滚子链轮齿廓剖面尺寸 (GB/T 1243—2006) (单位: mm)



名 称		符号	计 算 公 式		备 注
			$p \leq 12.7$	$p > 12.7$	
齿宽	单排	$b_n$	$0.93b_1 : h14$	$0.95b_1 : h14$	$p > 12.7$ 时,经制造厂同意,亦可使用 $p \leq 12.7$ 时的齿宽 $b_1$ —内链节内宽,见表 4-1 四排以上给出的公式由用户和制造商协议后使用
	双排、三排		$0.91b_1 : h14$	$0.93b_1 : h14$	
	四排以上		$0.88b_1 : h14$		

(续)

名 称	符号	计 算 公 式		备 注
		$p \leq 12.7$	$p > 12.7$	
齿侧倒角	$b_a$	$b_{a公称} = 0.06p$		适用于 081、083、084、085 规格链条
		$b_{a公称} = 0.13p$		适用于其余 A 或 B 系列链条
齿侧半径	$r_a$	$r_{a公称} = p$		
齿全宽	$b_{fn}$	$b_{fn} = (m - 1)p_t + b_{fl}$		

表 4-34 滚子链链轮最大及最小齿槽形状 (GB/T 1243—2006)

(单位: mm)

名 称	符号	计 算 公 式	
		最大齿槽形状	最小齿槽形状
齿侧圆弧半径	$r_e$	$r_{e\min} = 0.008d_r (z^2 + 180)$	$r_{e\max} = 0.12d_1 (z + 2)$
滚子定位圆弧半径	$r_i$	$r_{i\max} = 0.505d_1 + 0.069 \sqrt[3]{d_1}$	$r_{i\min} = 0.505d_1$
滚子定位角	$\alpha (^\circ)$	$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}$	$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}$

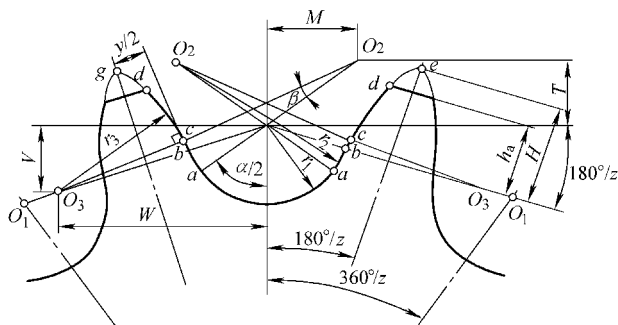
表 4-35 滚子链链轮齿根圆与量柱测量距公差 (GB/T 1243—2006)

(单位: mm)

齿根圆直径 $d_f$	极 限 偏 差
$d_f \leq 127$	$\begin{matrix} 0 \\ -0.25 \end{matrix}$
$127 < d_f \leq 250$	$\begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$
$d_f > 250$	<b>h11</b> ①

① 见 GB/T 1800.2。

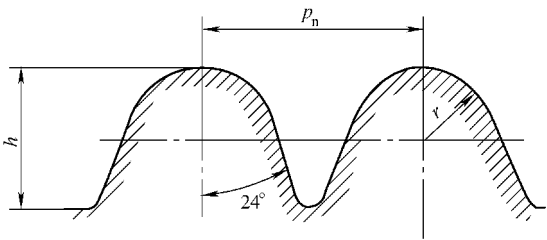
表 4-36 滚子链三圆弧一直线齿槽形状



(续)

名 称	符 号	计 算 公 式
滚子定位圆弧半径	$r_1$	$r_1 = 0.5025d_1 + 0.05$
滚子定位半角	$\frac{\alpha}{2}$	$\frac{\alpha}{2} = 55^\circ - \frac{60^\circ}{z}$
工作段圆弧中心 $O_2$ 的坐标	$M$	$M = 0.8d_1 \sin \frac{\alpha}{2}$
	$T$	$T = 0.8d_1 \cos \frac{\alpha}{2}$
工作段圆弧半径	$r_2$	$r_2 = 1.3025d_1 + 0.05$

表 4-37 滚子链链轮滚刀法向齿形尺寸 (JB/T 7427—2007)



规 格	$p_n$	$h$	$r$
节距 × 滚子直径			
6.35 × 3.3	6.3792	3.64	1.67
8 × 5	8.0368	4.70	2.53
9.525 × 5.08	9.5688	5.48	2.57
9.525 × 6.35		5.66	3.21
12.7 × 7.95	12.7584	7.47	4.02
12.7 × 8.51		7.55	4.30
15.875 × 10.16	15.9480	9.37	5.13
19.05 × 11.91	19.1376	11.22	6.10
19.05 × 12.07			
25.4 × 15.88	25.5168	14.93	8.02
31.75 × 19.05	31.8961	18.55	9.62
38.1 × 22.23	38.2753	22.17	11.23
38.1 × 25.4		22.62	12.83

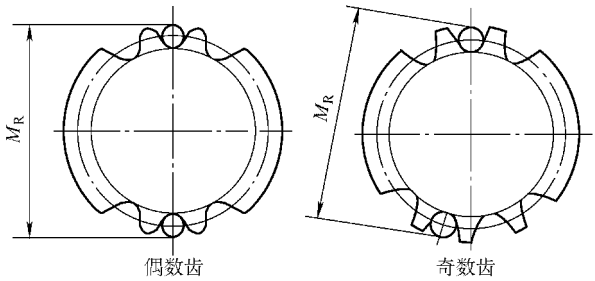
(续)

规 格	$p_n$	$h$	$r$
节距×滚子直径			
44.45×25.4	44.6545	25.79	12.83
44.45×27.94		26.15	14.11
50.8×28.58	51.0337	29.41	14.43
50.8×29.21		29.50	14.75
63.5×39.37	63.7921	37.33	20.04
63.5×39.68			

注：国家标准无此表内容，提供此表，仅仅是为了方便使用者。

表 4-38 滚子链链轮的量柱测量距  $M_R$ （GB/T 1243—2006）

（单位：mm）



项 目		符 号	计 算 公 式
量柱测量距	偶数齿	$M_R$	$M_R = d + d_{Rmin}$
	奇数齿		$M_R = d \cos \frac{90^\circ}{z} + d_{Rmin}$

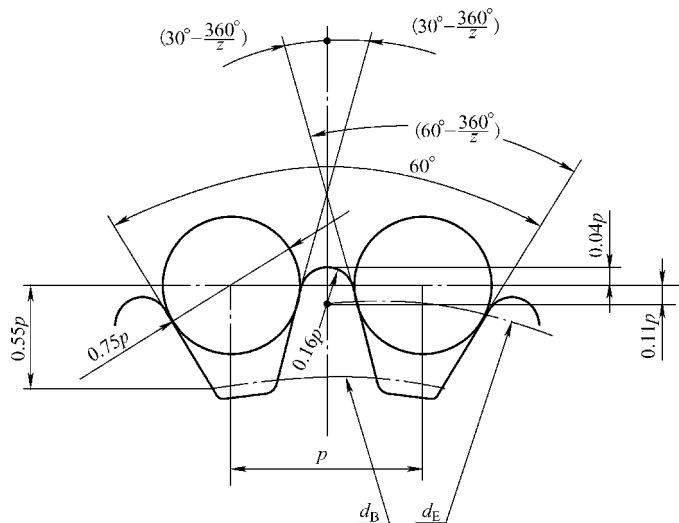
注：量柱直径  $d_R$  = 滚子外径  $d_1$ 。量柱的技术要求为：极限偏差  $^{+0.01}_0$ 。

表 4-39 链轮径向与端面圆跳动（GB/T 1243—2006）（单位：mm）

项 目	项 目 定 义	偏 差 范 围
径向圆跳动	链轮孔和根圆直径之间的径向圆跳动量	应小于 $0.0008 d_f + 0.08\text{mm}$ 或 $0.15\text{mm}$ ,最大不超过 $0.76\text{mm}$
端面圆跳动	轴孔到链轮齿侧平直部分的端面圆跳动量	应小于 $0.0009 d_f + 0.08\text{mm}$ ,最大不超过 $1.14\text{mm}$



## 4.2.13 齿形链链轮轮槽尺寸及测量数据速查



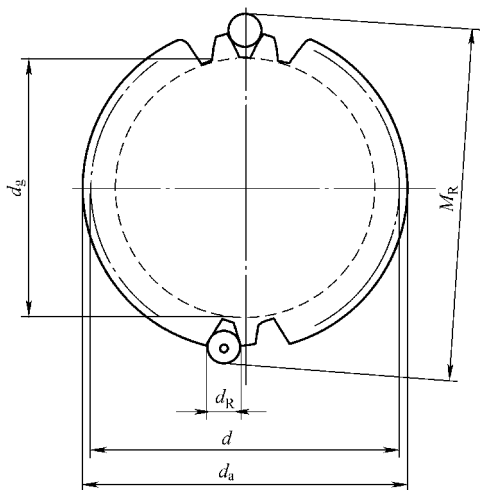
$p$ —链条节距;  $z$ —齿数;  $d_E$ —齿顶圆弧中心圆直径  $d_E = p \left( \cot \frac{180^\circ}{z} - 0.22 \right)$

$d_a$ —工作面的基圆直径,  $d_a = p \sqrt{1.515213 + \left( \cot \frac{180^\circ}{z} - 1.1 \right)^2}$ 。

图 4-16 9.52mm 及以上节距链轮齿形

- 注: 1. 链轮齿顶可以是圆弧形或者是矩形(车制)。  
2. 工作面以下的齿根部形状可以随刀具形状有所不同。

表 4-40 单位节距链轮的数值 (GB/T 10855—2003) (单位: mm)



(续)						
齿数 $z$	分度圆直径 $d$	齿顶圆直径 $d_a$		跨柱测量距 <sup>①</sup> $M_R$	导槽最大直径 <sup>①</sup> $d_g$	量柱直径 $d_R$
		圆弧齿顶	矩形齿顶 <sup>①</sup>			
17	5.442	5.429	5.298	5.669	4.189	0.6250
18	5.759	5.751	5.623	6.018	4.511	0.6250
19	6.076	6.072	5.947	6.324	4.832	0.6250
20	6.393	6.393	6.271	6.669	5.153	0.6250
21	6.710	6.714	6.595	6.974	5.474	0.6250
22	7.027	7.036	6.919	7.315	5.796	0.6250
23	7.344	7.356	7.243	7.621	6.116	0.6250
24	7.661	7.675	7.568	7.960	6.435	0.6250
25	7.979	7.996	7.890	8.266	6.756	0.6250
26	8.296	8.315	8.213	8.602	7.075	0.6250
27	8.614	8.636	8.536	8.909	7.396	0.6250
28	8.932	8.956	8.859	9.244	7.716	0.6250
29	9.249	9.275	9.181	9.551	8.035	0.6250
30	9.567	9.595	9.504	9.884	8.355	0.6250
31	9.885	9.913	9.828	10.192	8.573	0.6250
32	10.202	10.233	10.150	10.524	8.993	0.6250
33	10.520	10.553	10.471	10.833	9.313	0.6250
34	10.838	10.872	10.793	11.164	9.632	0.6250
35	11.156	11.191	11.115	11.472	9.951	0.6250
36	11.474	11.510	11.437	11.803	10.270	0.6250
37	11.792	11.829	11.757	12.112	10.589	0.6250
38	12.110	12.149	12.077	12.442	10.909	0.6250
39	12.428	12.468	12.397	12.751	11.228	0.6250
40	12.746	12.787	12.717	13.080	11.547	0.6250
41	13.064	13.106	13.037	13.390	11.866	0.6250
42	13.382	13.425	13.357	13.718	12.185	0.6250
43	13.700	13.743	13.677	14.028	12.503	0.6250
44	14.018	14.062	13.997	14.356	12.822	0.6250
45	14.336	14.381	14.317	14.667	13.141	0.6250
46	14.654	14.700	14.637	14.994	13.460	0.6250
47	14.972	15.018	14.957	15.305	13.778	0.6250
48	15.290	15.337	15.277	15.632	14.097	0.6250
49	15.608	15.656	15.597	15.943	14.416	0.6250

(续)

齿数 $z$	分度圆直径 $d$	齿顶圆直径 $d_a$		跨柱测量距 <sup>①</sup> $M_R$	导槽最大直径 <sup>①</sup> $d_g$	量柱直径 $d_R$
		圆弧齿顶	矩形齿顶 <sup>①</sup>			
50	15.926	15.975	15.917	16.270	14.735	0.6250
51	16.244	16.293	16.236	16.581	15.053	0.6250
52	16.562	16.612	16.556	16.907	15.372	0.6250
53	16.880	16.930	16.876	17.218	15.690	0.6250
54	17.198	17.249	17.196	17.544	16.009	0.6250
55	17.517	17.558	17.515	17.857	16.328	0.6250
56	17.835	17.887	17.834	18.183	16.547	0.6250
57	18.153	18.205	18.154	18.494	16.965	0.6250
58	18.471	18.524	18.473	18.820	17.284	0.6250
59	18.789	18.842	18.793	19.131	17.602	0.6250
60	19.107	19.161	19.112	19.457	17.921	0.6250
61	19.426	19.480	19.431	19.769	18.240	0.6250
62	19.744	19.799	19.750	20.095	18.559	0.6250
63	20.062	20.117	20.070	20.407	18.877	0.6250
64	20.380	20.435	20.388	20.731	19.195	0.6250
65	20.698	20.754	20.708	21.044	19.514	0.6250
66	21.016	21.072	21.027	21.368	19.832	0.6250
67	21.335	21.391	21.346	21.682	20.151	0.6250
68	21.653	21.710	21.665	22.006	20.470	0.6250
69	21.971	22.028	21.984	22.319	20.788	0.6250
70	22.289	22.347	22.303	22.643	21.107	0.6250
71	22.607	22.665	22.622	22.955	21.425	0.6250
72	22.926	22.984	22.941	23.280	21.744	0.6250
73	23.244	23.302	23.259	23.593	22.062	0.6250
74	23.562	23.621	23.578	23.917	22.381	0.6250
75	23.880	23.939	23.897	24.230	22.699	0.6250
76	24.198	24.257	24.216	24.553	23.017	0.6250
77	24.517	24.577	24.535	24.868	23.337	0.6250
78	24.835	24.895	24.853	25.191	23.655	0.6250
79	25.153	25.213	25.172	25.504	23.973	0.6250
80	25.471	25.531	25.491	25.828	24.291	0.6250
81	25.790	25.851	25.809	26.141	24.611	0.6250
82	26.108	26.169	26.128	26.465	24.929	0.6250
83	26.426	26.487	26.447	26.778	25.247	0.6250
84	26.744	26.805	26.766	27.101	25.565	0.6250

(续)

齿数 $z$	分度圆直径 $d$	齿顶圆直径 $d_a$		跨柱测量距 <sup>①</sup> $M_R$	导槽最大直径 <sup>①</sup> $d_g$	量柱直径 $d_R$
		圆弧齿顶	矩形齿顶 <sup>①</sup>			
85	27.063	27.125	27.084	27.415	25.885	0.6250
86	27.381	27.443	27.403	27.739	26.203	0.6250
87	27.699	27.761	27.722	28.052	26.521	0.6250
88	28.017	28.079	28.040	28.375	26.839	0.6250
89	28.335	28.397	28.359	28.689	27.157	0.6250
90	28.654	28.716	28.678	29.018	27.476	0.6250
91	28.972	29.035	28.997	29.327	27.795	0.6250
92	29.290	29.353	29.315	29.649	28.113	0.6250
93	29.608	29.671	29.634	29.963	28.431	0.6250
94	29.926	29.989	29.953	30.285	28.749	0.6250
95	30.245	30.308	30.271	30.601	29.058	0.6250
96	30.563	30.627	30.590	30.923	29.387	0.6250
97	30.881	30.945	30.909	31.237	29.705	0.6250
98	31.199	31.263	31.228	31.559	30.023	0.6250
99	31.518	31.582	31.546	31.874	30.342	0.6250
100	31.836	31.900	31.855	32.196	30.550	0.6250
101	32.154	32.218	32.183	32.511	30.978	0.6250
102	32.473	32.537	32.502	32.834	31.297	0.6250
103	32.791	32.856	32.820	33.148	31.616	0.6250
104	33.109	33.174	33.139	33.470	31.934	0.6250

注：1. 其他节距为节距乘以表列数值。  
2. 相关公差见表 4-42。  
① 表列均为最大直径值；所有公差必须取负值。

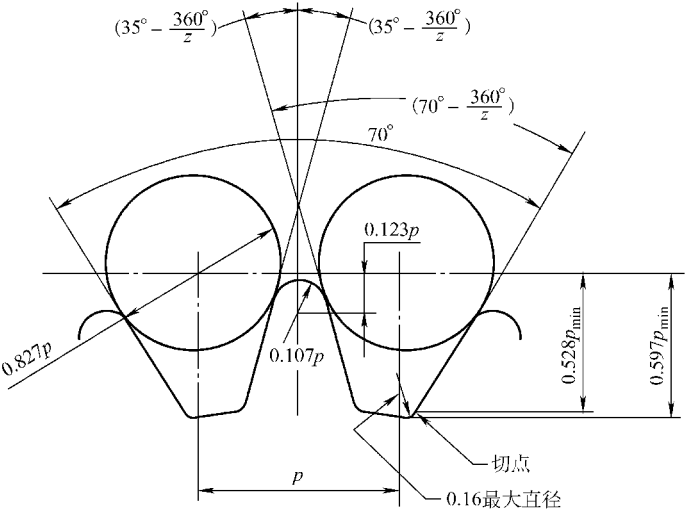


图 4-17 4.76mm 节距链轮齿形

表 4-41 4.76mm 节距链轮的链轮数值 (GB/T 10855—2003)

(单位: mm)

齿数 $z$	分度圆直径 $d$	齿顶圆直径 $d_a^{①②}$	跨柱测量距 $M_R^{①③}$	导槽最大直径 $d_g^{①}$
11	16.89	16.05	17.55	10.50
12	18.39	17.63	19.33	10.89
13	19.89	19.18	20.85	13.61
14	21.41	20.70	22.56	15.15
15	22.91	22.25	24.03	16.69
16	24.41	23.80	25.70	18.23
17	25.91	25.30	27.15	19.76
18	27.43	26.85	28.80	21.29
19	28.93	28.35	30.25	22.82
20	30.45	29.90	31.90	24.35
21	31.95	31.42	33.32	25.88
22	33.48	32.97	34.98	27.41
23	34.98	34.47	36.40	28.94
24	36.47	35.99	38.02	30.36
25	38.00	37.52	39.47	31.98
26	39.52	39.07	41.07	33.50
27	41.02	40.56	42.52	35.03
28	42.54	42.09	44.12	36.56
29	44.04	43.61	45.59	38.01
30	45.57	45.14	47.17	39.60
31	47.07	46.63	48.62	41.12
32	48.59	48.18	50.22	42.56
33	50.11	49.71	51.69	44.17
34	51.61	51.21	53.24	45.69
35	53.14	52.76	54.74	47.19
36	54.64	54.25	56.29	48.72
37	56.16	55.78	57.76	50.24
38	57.68	57.30	59.33	51.77
39	59.18	58.80	60.81	53.29
40	60.71	60.35	62.38	54.81

(续)

齿数 $z$	分度圆直径 $d$	齿顶圆直径 $d_a^{①②}$	跨柱测量距 $M_R^{①③}$	导槽最大直径 $d_g^{①}$
41	62.20	61.85	63.83	56.31
42	63.73	63.37	65.40	57.84
43	65.25	64.90	66.88	59.36
44	66.75	66.40	68.45	60.88
45	68.28	67.92	69.93	62.38
46	69.80	69.47	71.50	63.91
47	71.30	70.97	72.96	65.43
48	72.82	72.49	74.52	66.95
49	74.32	73.99	76.00	68.48
50	75.84	75.51	77.55	69.98
51	77.37	77.04	79.02	71.50
52	78.87	78.54	80.59	73.03
53	80.39	80.06	82.07	74.52
54	81.92	81.61	83.64	76.02
55	83.41	83.11	85.12	77.57
56	84.94	84.63	85.66	79.10
57	85.46	86.16	88.16	80.59
58	87.96	87.66	89.69	82.12
59	89.48	89.18	91.19	83.64
60	91.01	90.70	92.74	85.17
61	92.51	92.20	94.21	85.69
62	94.03	93.73	95.78	88.19
63	95.55	95.25	97.28	89.71
64	97.05	96.75	98.81	91.24
65	98.58	98.27	100.30	92.74
66	100.10	99.82	101.85	94.26
67	101.60	101.32	103.33	95.78
68	103.12	102.84	104.88	97.31
69	104.65	104.37	106.38	98.81
70	106.15	105.87	107.90	100.33

(续)

齿数 $z$	分度圆直径 $d$	齿顶圆直径 $d_a^{①②}$	跨柱测量距 $M_R^{①③}$	导槽最大直径 $d_g^{①}$
71	107.67	107.39	109.40	101.85
72	109.19	108.92	110.95	103.38
73	110.69	110.41	112.42	104.88
74	112.22	111.94	113.97	106.40
75	113.74	113.46	115.47	107.92
76	115.24	114.96	116.99	109.42
77	116.76	116.48	118.49	110.95
78	118.29	118.01	120.04	112.47
79	119.79	119.51	121.54	113.97
80	121.31	121.03	123.09	115.49
81	122.83	122.56	124.59	117.02
82	124.33	124.05	125.11	118.54
83	125.86	125.58	127.61	120.04
84	127.38	127.10	129.16	121.56
85	128.88	128.60	130.63	123.09
86	130.40	130.15	132.18	124.61
87	131.93	131.67	133.68	126.11
88	133.43	133.17	135.20	128.14
89	134.95	134.70	136.70	129.13
90	136.47	136.22	138.25	130.66
91	137.97	137.72	139.73	132.18
92	139.50	139.24	141.27	133.71
93	141.02	140.77	142.77	135.20
94	142.52	142.27	144.30	136.73
95	144.04	143.79	145.80	138.25
96	145.57	145.31	147.35	139.78
97	147.07	146.81	148.82	141.27
98	148.59	148.34	150.37	142.80
99	150.11	149.86	151.87	144.32
100	151.61	151.36	153.39	145.82

注：相关公差见表 4-43。

① 表列均为最大直径值，所有公差必须取负值。

② 为圆弧顶齿。

③ 量柱直径 = 3.175mm。

表 4-42 9.52mm 及以上节距齿形链的链轮的量柱测量距公差 (GB/T 10855—2003)  
(单位: mm)

节距	齿 数									
	至 15	16 ~ 24	25 ~ 35	36 ~ 48	49 ~ 63	64 ~ 80	81 ~ 99	100 ~ 120	121 ~ 143	144 以上
9.525	0.13	0.13	0.13	0.15	0.15	0.18	0.18	0.18	0.20	0.20
12.700	0.13	0.15	0.15	0.18	0.18	0.20	0.20	0.23	0.23	0.25
15.875	0.15	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25	0.25	0.25	0.28	0.30
19.050	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.28	0.30	0.33	0.36
25.400	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.30	0.33	0.36	0.38	0.40
31.750	0.20	0.23	0.25	0.28	0.33	0.36	0.38	0.43	0.46	0.48
38.100	0.20	0.25	0.28	0.33	0.36	0.40	0.43	0.48	0.51	0.56
50.800	0.25	0.30	0.36	0.40	0.46	0.51	0.56	0.61	0.66	0.71

表 4-43 4.76mm 节距齿形链链轮跨柱测量距公差 (GB/T 10855—2003)  
(单位: mm)

节距	齿 数									
	至 15	16 ~ 24	25 ~ 35	36 ~ 48	49 ~ 63	64 ~ 80	81 ~ 99	100 ~ 120	121 ~ 143	144 以上
4.76	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13

表 4-44 齿形链单位节距链轮的最大轮毂直径 (GB/T 10855—2003)  
(单位: mm)

齿 数	滚刀加工	铣刀加工	齿 数	滚刀加工	铣刀加工
17	4.019	4.099	25	6.586	6.666
18	4.341	4.421	26	6.905	6.985
19	4.662	4.742	27	7.226	7.306
20	4.983	5.063	28	7.546	7.626
21	5.304	5.384	29	7.865	7.945
22	5.626	5.706	30	8.185	8.265
23	5.946	6.026	31	8.503	8.583
24	6.265	6.345			

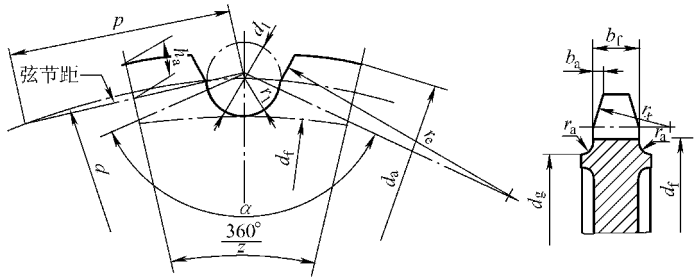
注: 其他节距 (9.52mm 及以上节距) 的链轮为实际节距乘以表列值。



4.2.14 双节距链链轮的技术数据速查

表 4-45 双节距链链轮的直径尺寸与齿高 (GB/T 5269—2008)

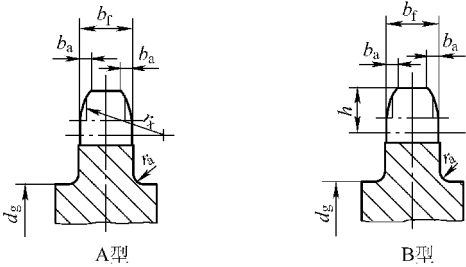
(单位:mm)



名 称	符 号	计 算 公 式	备 注
分度圆直径	$d$	$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$	$z$ —链轮的有效齿数 $p$ —双节距链节距
齿顶圆直径	$d_a$	$d_{amax} = d + 0.625p - d_1$ $d_{amin} = d + \left(0.5 - \frac{0.4}{z}\right)p - d_1$	可在 $d_{amax}$ 、 $d_{amin}$ 范围内任意选用,但 选用 $d_{amax}$ 时,应考虑采用展成法加工, 有发生预切的可能性
分度圆弦齿高	$h_a$	$h_{amax} = \left(0.3125 + \frac{0.8}{z}\right)p - 0.5d_1$ $h_{amin} = \left(0.25 + \frac{0.6}{z}\right)p - 0.5d_1$	$h_a$ 是为简化放大齿形图的绘制而引 入的辅助尺寸。 $h_{amax}$ 相应于 $d_{amax}$ , $h_{amin}$ 相应于 $d_{amin}$
齿根圆直径	$d_f$	$d_f = d - d_1$	
最大齿侧 凸缘直径	$d_g$	$d_g = p \cot \frac{180^\circ}{z} - 1.05h_2 - 1 - 2r_a$	$r_a$ —轴肩圆角半径 $h_2$ —链板高度最大值

表 4-46 双节距链链轮的轴向齿廓

(单位:mm)



(续)

链号	节距 $p$	内链节内宽 $b_{1min}$	齿宽 $b_f$	倒角深 $h$	倒角宽 $b_a$	倒角半径 $r_x$	齿侧凸缘圆角半径 $r_{amax}$
208B	25.4	7.75	7.1	6.4	1.6	13.0	0.5
208A	25.4	7.85	7.2	6.4	1.6	13.0	0.5
210A	31.75	9.40	8.6	7.9	2.0	16.0	0.6
212A	38.1	12.57	11.6	9.5	2.4	20.0	0.8
216A	50.8	15.75	14.5	12.7	3.2	26.0	1.0
220A	63.5	18.90	17.5	15.9	4.0	32.0	1.3
224A	76.2	25.22	23.5	19.0	4.8	39.0	1.5

表 4-47 双节距链链轮齿槽形状 (GB/T 5269—2008)

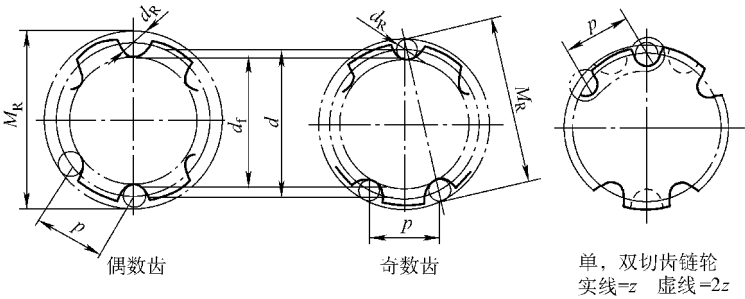
(单位:mm)

名 称	符号 <sup>①</sup>	计 算 公 式	
		最大齿槽形状	最小齿槽形状
齿面圆弧半径	$r_e$	$r_{emin} = 0.008d_1(z^2 + 180)$	$r_{emax} = 0.12d_1(z + 2)$
齿沟圆弧半径	$r_i$	$r_{imax} = 0.505d_1 + 0.069\sqrt[3]{d_1}$	$r_{imin} = 0.505d_1$
齿沟角	$\alpha$	$\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}$	$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}$

注: $z$ ——有效齿数。

① 几何意义见表 4-45 图。

表 4-48 双节距链链轮量柱测量距及其公差 (GB/T 5269—2008)



项 目		计 算 公 式		备 注
		单 切 齿	双 切 齿	
量柱测量距	实际齿数为偶数齿	$M_R = d + d_{Rmin}$	$M_R = d + d_{Rmin}$	$d_R$ —量柱尺寸, $d_R = d_1$ 其极限偏差为 $^{+0.01}_0$ $z_a$ —实际齿数 量柱测量距的极限偏差与相应的齿根圆直径极限偏差相同
	实际齿数为奇数齿	$M_R = d\cos(90^\circ/z_a) + d_{Rmin}$ $z_a = z$	$M_R = d\cos(90^\circ/z_a) + d_{Rmin}$ $z_a = 2z$	

表 4-49 双节距链链轮的齿根圆跳动(GB/T 5269—2008)

项 目	跳动量不应超过下列值
径向圆跳动 <sup>①</sup>	$0.0008d_f + 0.08\text{mm}$ 或 $0.15\text{mm}$ , 最大到 $0.76\text{mm}$
轴向跳动 <sup>②</sup> (摆动)	$0.0009d_f + 0.08\text{mm}$ , 最大到 $1.14\text{mm}$

- ① 对径向圆跳动不应超过两数值中的较大值。
- ② 对于装配(或焊接)结构的链轮,如上述公式的计算值小,可采用  $0.25\text{mm}$  作为最小值。

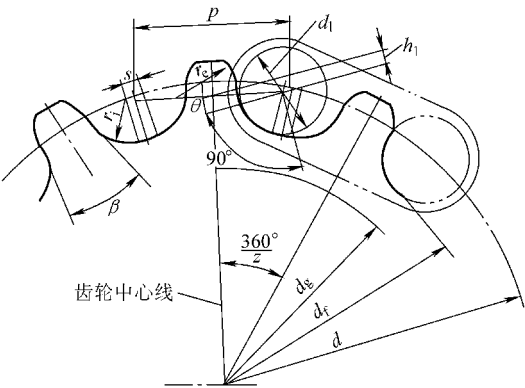
表 4-50 双节距链链轮的齿坯公差及偏差

项 目	符 号	公差带		备 注
孔 径	$d_k$	H8		GB/T 1800. 3
齿 宽	$b_f$	h14		
齿跟圆直径	$d_f > 250$	h11		
	$d_f \leq 127$	极限 偏差	0	
	$127 < d_f \leq 250$		-0. 25	
			0	
			-0. 3	

4.2.15 弯板链链轮技术数据速查

表 4-51 弯板链链轮的直径尺寸与齿槽形状(GB/T 5858—1997)

(单位:mm)



名 称	符 号	计算公式	备 注
分度圆直径	$d$	$d = p / \sin(180^\circ / z)$	$z$ —链轮齿数 $p$ —链条节距
齿根圆直径	$d_f$	$d_f = d - d_1$	$d_1$ —滚子直径
最大齿侧凸缘直径	$d_g$	$d_g = p \cot(180^\circ / z)$	
齿廓(齿顶)段圆弧半径	$r_e$	$r_e = p / 2$	
工作面长度	$h_1$	$h_1 = 0.01pz$	工作面可以为直平面或凸曲面
齿沟圆弧半径	$r_i$	$r_{imax} = d_1 / 2$	
作用角	$\theta$	见表 4-53	

(续)

名 称	符 号	计算公式	备 注
齿沟中心分离量	$s$	非机加工齿或脏污环境下工作时 $s = 0.1p$ 机加工齿或清洁环境下工作时 $s = 0.003p$	

表 4-52 弯板链链轮轴向齿廓 (GB/T 5858—1997)

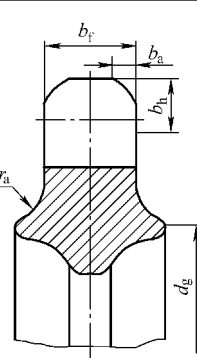
	名 称	符 号	公 式	备 注
齿宽	$b_f$	$b_{fmax} = 0.96b_1$	$b_1$ —弯板链窄端内宽, 见表 4-6	
齿边倒角宽	$b_a$	$b_a \approx 0.2b_f$		
齿边倒角高	$b_h$	$b_h \approx 0.5d_1$	$d_1$ —滚子直径	

表 4-53 弯板链链轮发分度圆直径  $d$ 、作用角  $\theta$ 、齿形角  $\beta$

齿数 $z$	单位节距分 度圆直径 <sup>①</sup> $d/mm$	作用角 $\theta/(^{\circ})$ $\pm 2^{\circ}$	齿形角 $\beta/(^{\circ})$ $\approx$	齿数 $z$	单位节距分 度圆直径 <sup>①</sup> $d/mm$	作用角 $\theta/(^{\circ})$ $\pm 2^{\circ}$	齿形角 $\beta/(^{\circ})$ $\approx$
7	2.304	10	25	27	8.613	23	47
8	2.613	11	26	28	8.931	24	49
9	2.923	12	28	29	9.249	24	49
10	3.236	13	30	30	9.566	24	49
11	3.549	14	31	31	9.884	24	49
12	3.863	15	33	32	10.202	24	49
13	4.178	16	35	33	10.520	25	51
14	4.494	17	36	34	10.837	25	51
15	4.809	18	38	35	11.155	25	51
16	5.125	19	40	36	11.473	25	51
17	5.442	20	42	37	11.791	25	51
18	5.758	20	42	38	12.109	25	51
19	6.075	21	44	39	12.427	25	51
20	6.392	21	44	40	12.745	25	51
21	6.709	22	46	41	13.063	26	53
22	7.026	22	46	42	13.381	26	53
23	7.343	22	46	43	13.699	26	53
24	7.661	23	47	44	14.017	26	53
25	7.978	23	47	45	14.335	26	53
26	8.296	23	47	46	14.653	26	53

(续)

齿数 $z$	单位节距分 度圆直径 <sup>①</sup> $d/\text{mm}$	作用角 $\theta/(\text{°})$ $\pm 2^\circ$	齿形角 $\beta/(\text{°})$ $\approx$	齿数 $z$	单位节距分 度圆直径 <sup>①</sup> $d/\text{mm}$	作用角 $\theta/(\text{°})$ $\pm 2^\circ$	齿形角 $\beta/(\text{°})$ $\approx$
47	14.971	26	53	74	23.562	28	56
48	15.289	26	53	75	23.880	28	56
49	15.607	26	53	76	24.198	28	56
50	15.926	26	53	77	24.516	28	56
51	16.244	26	53	78	24.834	28	56
52	16.562	26	53	79	25.153	28	56
53	16.880	27	55	80	25.471	28	56
54	17.198	27	55	81	25.789	28	56
55	17.516	27	55	82	26.107	28	56
56	17.834	27	55	83	26.426	28	56
57	18.152	27	55	84	26.744	28	56
58	18.471	27	55	85	27.062	28	56
59	18.789	27	55	86	27.380	28	56
60	19.107	27	55	87	27.699	28	56
61	19.425	27	55	88	28.017	28	56
62	19.743	27	55	89	28.335	28	56
63	20.061	27	55	90	28.653	28	56
64	20.380	27	55	91	28.971	28	56
65	20.698	27	55	92	29.290	28	56
66	21.016	27	55	93	29.608	28	56
67	21.334	27	55	94	29.926	28	56
68	21.652	27	55	95	30.244	28	56
69	21.971	27	55	96	30.563	28	56
70	22.289	27	55	97	30.881	29	58
71	22.607	28	56	98	31.199	29	58
72	22.925	28	56	99	31.518	29	58
73	23.243	28	56	100	31.836	29	58

① 节距为 1mm 的链条所对应的链轮分度圆直径,其他节距数乘以此值即为该节距对应的链轮分度圆直径。

表 4-54 弯板链链轮齿根圆极限偏差 (GB/T 5858—1997)

(单位:mm)

齿根圆直径	极限偏差		齿根圆直径	极限偏差	
	机加工齿	非机加工齿		机加工齿	非机加工齿
$d_f < 305$	0 -0.38	0 -1.52	$914 < d_f < 1215$	0 -0.5	0 -6.35
$305 < d_f < 508$	0 -0.5	0 -2.54	$d_f > 1215$	0 -0.77	0 -6.35
$508 < d_f < 914$	0 -0.5	0 -3.81			

表 4-55 弯板链链轮径向与端面圆跳动 (GB/T 5858—1997)

项 目	定 义	机加工齿	非机加工齿
径向圆跳动	链轮旋转一周齿根圆相对于轴孔的径向圆跳动量	$0.001d_f$ 或 $0.2\text{mm}$ , 两者中取大值, 但最大不超过 $5\text{mm}$	$0.005d_f$ 或 $1.5\text{mm}$ , 两者中取大值, 但最大不超过 $10\text{mm}$
端面圆跳动	链轮齿端面相对于轴孔的轴向圆跳动量	$0.001d_f$ 或 $0.2\text{mm}$ , 两者中取大值, 但最大不超过 $5\text{mm}$	$0.005d_f$ 或 $1.5\text{mm}$ , 两者中取大值, 但最大不超过 $10\text{mm}$

## 4.3 传动设计与数据速查实例

### 4.3.1 滚子链传动设计实例

设计一输送机链传动。电动机转速  $n_1 = 720\text{r/min}$ 。从动轮转速  $n_2 = 240\text{r/min}$ , 电动机功率  $P = 7.5\text{kW}$ , 电动机为 Y160L—8, 希望链轮中心距不超过  $770\text{mm}$ , 三班制工作, 绘制链轮工作图。

解

1. 选择链轮齿数

1) 小链轮齿数  $z_1$ 。假定链轮速度  $v = 3 \sim 8\text{m/s}$ , 可知  $z_1 \geq 21$ , 取  $z_1 = 25$ 。

2) 大链轮齿数  $z_2$ 。

$$z_2 = z_1 \frac{n_1}{n_2} = 25 \times \frac{720}{240} = 75$$

取  $z_2 = 75$  (奇数)。

2. 确定计算功率  $P_d$

结合原动机工作特性, 见表 4-18, 工作机特性见表 4-19, 由表 4-17 查得  $f_1 = 1.4$ , 由图 4-12 查得  $f_2 = 0.75$ 。

$$P_d = f_1 f_2 P = 1.4 \times 0.75 \times 7.5\text{kW} = 7.875\text{kW}$$

3. 选择链条

根据  $P_d = 7.875\text{kW}$  和  $n_1 = 720\text{r/min}$ , 本题从图 4-9 (如果载荷较大, 可以从图 4-10 选 A 系列重载链; 如果载荷较小, 选图 4-11 B 系列链条) 选取链型号, 选链条为 12A, 其链节距  $p = 19.05\text{mm}$ 。

4. 确定链节数  $L_p$

1) 初定中心距  $a_0$

取  $a_0 = 40p$ ,  $f_3$  直接计算或者由表 4-20 查得  $a_0 = 63.326$ 。

2) 计算链节数

$$X_0 = \frac{2a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{f_3 p}{a_0} = \frac{2 \times 40p}{p} + \frac{25 + 75}{2} + \left( \frac{75 - 25}{2\pi} \right)^2 \frac{p}{40p} \approx 131.58$$

取  $L_p = 132$  (偶数)。

#### 5. 计算链轮速度

$$v = \frac{z_1 n_1 p}{60 \times 1000} = \frac{720 \times 25 \times 19.05}{60 \times 1000} \text{ m/s} = 5.715 \text{ m/s}$$

#### 6. 最大链轮中心距

当  $\frac{X - z_s}{z_2 - z_1} = \frac{132 - 25}{75 - 25} = 2.14$ , 从表 4-21 用线性插值求得  $f_4 = 0.245$ , 则

$$a = f_4 P (2X - (z_1 + z_2)) = 0.245 \times 19.05 (2 \times 132 - (75 - 25)) \text{ mm} \\ = 998.79 \text{ mm}$$

#### 7. 计算压轴力 $F_Q$

$$F_Q \approx 1.2 f_1 F = 1.2 \times 1 \times 1000 P / v = \frac{1.2 \times 1000 \times 7.5}{3.81} \text{ N} = 2362.2 \text{ N}$$

#### 8. 润滑方式选择

对链条 12A, 用链轮速度  $v = 5.715 \text{ m/s}$ , 在图 4-14 上查得为第三范围, 可选择油池润滑或油盘飞溅润滑。

#### 9. 结构设计及润滑方式选择

小链轮直径  $d = P / \sin(180^\circ/z) = 19.05 \text{ mm} / \sin(180^\circ/25) = 151.99 \text{ mm}$ , 实心式结构, 内孔直径应按轴的强度及结构设计定, 此处假设为 50, 其工作图如图 4-18 所示。

大链轮工作图略。

#### 10. 小链轮零件图绘制所需几个主要参数尺寸的计算

##### 1) 齿顶圆直径

$$d_a = P \left( 0.54 + \cot \left( \frac{180^\circ}{z} \right) \right) = 19.05 \text{ mm} \left( 0.54 + \cot \left( \frac{180^\circ}{25} \right) \right) = 161.083 \text{ mm}$$

根据表 4-32 的注, 齿顶圆舍小数, 取整数, 即取为 161 mm。

##### 2) 齿根圆直径

$$d_f = d - d_1 = 151.99 \text{ mm} - 11.91 \text{ mm} = 140.08 \text{ mm}$$

式中  $d_1$ ——滚子直径, 由表 4-1 查得  $d_1 = 11.91$ 。

##### 3) 量柱直径及其偏差。查表 4-38, $d_R = d_1$ , 偏差为 $^{+0.01}_0$ 。

##### 4) 量柱测量距。

$$M_R = d \cos \left( \frac{90^\circ}{z} \right) + d_{R\min} = 151.99 \text{ mm} \cos \left( \frac{90^\circ}{25} \right) + 11.91 \text{ mm} = 163.6 \text{ mm}$$

其公差查表 4-35 得  $^{+0}_{-0.30}$ 。

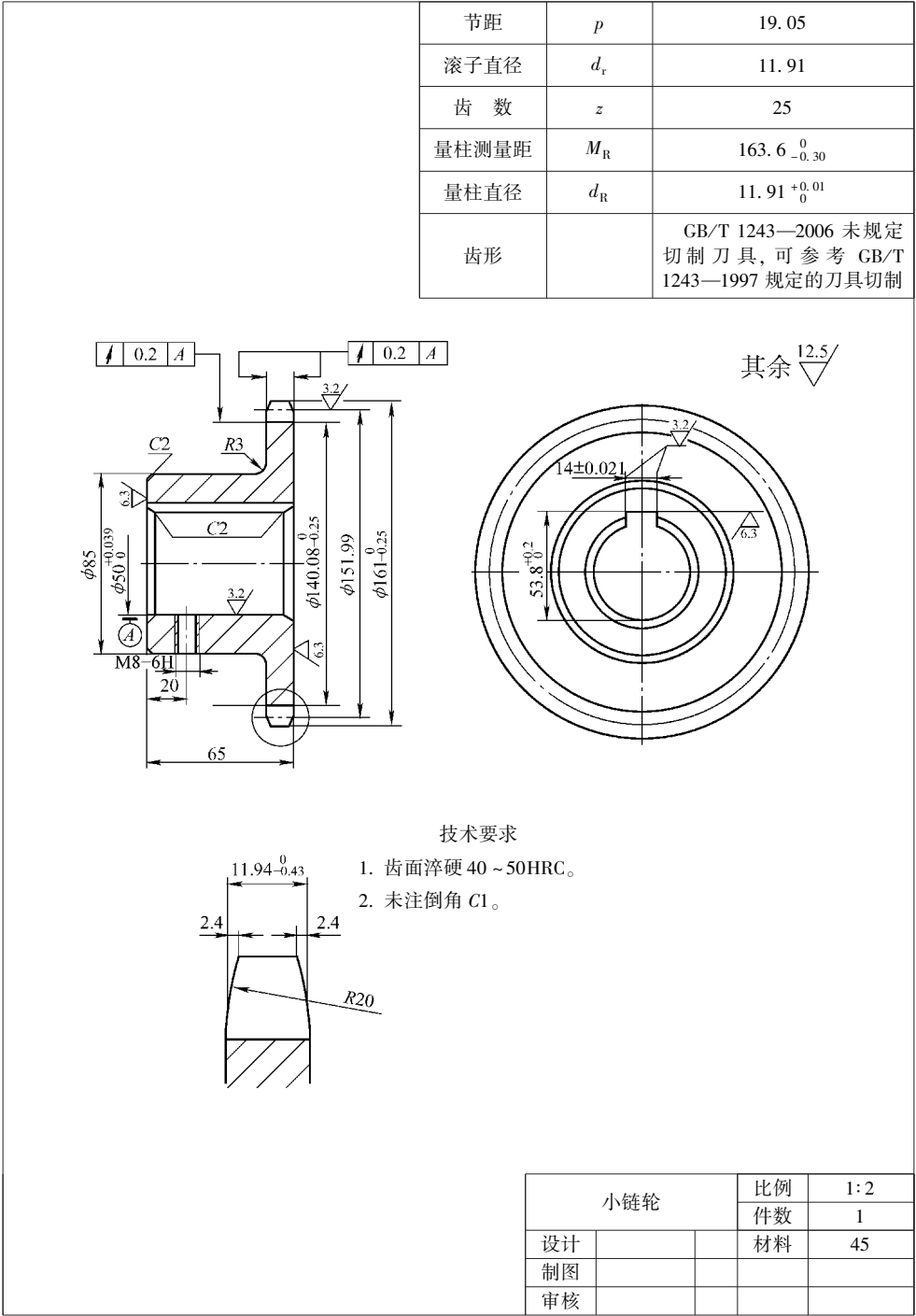


图 4-18 小链轮工作图



### 4.3.2 齿形链设计数据速查实例

某齿形链传动,原动机为电动机,转速为 600r/min,传递功率为 140kW;从动装置为一根有滚筒筛的中间轴,其转速为 150r/min,电动机轴与链轮连接直径为 120.65mm,滚筒与链轮连接直径为 125.41mm,两链轮轴中心距为 1550mm 左右,每天工作 10h。试设计齿形链传动。

**解** (1) 确定工作情况系数 根据题意查得工作情况系数  $K_A = 1.4$ 。

(2) 确定计算功率  $P_d$

$$P_d = \frac{K_A P}{K_z} = \frac{1.4 \times 130}{1.11} \text{ kW} = 163.96 \text{ kW}$$

式中  $K_z$ ——齿形系数,根据小链轮齿数查表 4-22。

(3) 初选链条节距  $p$  根据  $n_1 = 600\text{r/min}$ ,由表 4-23 初选链条节距有 31.75mm 和 38.1mm 两种方案。

(4) 选择小链轮齿数  $z_1$

$z_1 \geq z_{\min} = 15$ ,并取奇数。

根据初选节距,由表 4-14 ( $p = 31.75\text{mm}$ ) 和表 4-15 ( $p = 38.1\text{mm}$ ),链宽  $b = 1\text{mm}$  的齿形链额定功率表,并考虑到  $i_{12} = 4, z_2 < 100$ ,拟定如表 4-56 所列的 4 种方案。

表 4-56 齿形链设计方案

方案	节距/mm	单位链宽设计功率 /(kW/mm)	单位链宽额定功率 /(kW/mm)	小链轮齿数
A	38.10	$163.96/127 = 1.291$	1.467	25
B	38.10	$163.96/152 = 1.079$	1.321	23
C	31.75	$163.96/101.6 = 1.614$	1.174	27
D	31.75	$163.96/127 = 1.291$	0.880	21

由表 4-56 可见,方案 C、D 不能选用,因为单位链宽的设计功率大于单位链宽的额定功率;A 和 B 都在正常选用范围内,但 B 方案小链轮齿数小于 A 方案,可以使链传动结构最紧凑,所以选方案 B。

(5) 确定大链轮齿数  $z_2$

$$z_2 = i_{12} z_1 = \frac{600}{150} \times 23 = 92$$

(6) 计算链节数  $L_p$

$$\begin{aligned}
 L_p &= \frac{2a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{p}{a_0} \\
 &= \frac{2 \times 1550}{38.10} + \frac{23 + 92}{2} + \left( \frac{92 - 23}{2\pi} \right)^2 \frac{38.10}{1550}
 \end{aligned}$$

$$= 140.515$$

取  $L_p = 140$ 。

(7) 精确计算中心距  $a$

$$\begin{aligned} a &= \frac{p}{4} \left[ \left( L_p - \frac{z_2 + z_1}{2} \right) + \sqrt{\left( L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] \\ &= \frac{38.10\text{mm}}{4} \left[ \left( 140 - \frac{92 + 23}{2} \right) + \sqrt{\left( 140 - \frac{92 + 23}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{92 - 23}{2\pi} \right)^2} \right] \\ &= 1531.84\text{mm} \end{aligned}$$

(8) 计算链轮速度,选定润滑方式

$$v = \frac{z_1 n_1 p}{60 \times 1000} = \frac{15 \times 600 \times 38.10}{60 \times 1000} \text{m/s} = 5.715\text{m/s}$$

根据图 4-14,链轮速度为 5m/s 时,处在方式 3 的润滑方式,即油池或油盘飞溅润滑,再由表 4-28,工作温度在 5~40℃,润滑油牌号为 VG100。

设计计算结果如下: $p = 38.10\text{mm}$ ;链宽为 152mm,外导式齿形链 140 节, $z_1 = 23$ ; $z_2 = 92$ ; $a = 1531.84\text{mm}$ ;根据分度圆直径计算式  $d = p/\sin(180^\circ/z)$  得:

$$d_1 = 38.10/\sin(180^\circ/23) = 279.804\text{mm}$$

$$d_2 = 1115.957\text{mm}$$

齿形链链轮除齿槽形状与滚子链不同外,其他的都大致相同,在此省略齿形链链轮工作图。

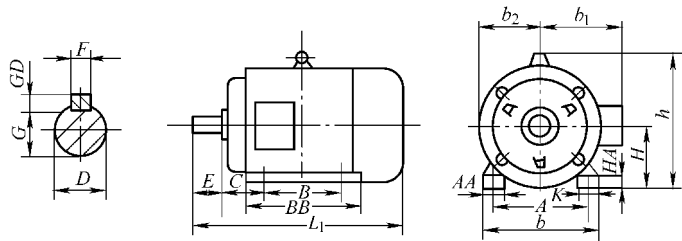
附 录

附表 A Y 系列三相异步电动机的型号及相关数据

电动机 型号	额定功率 /kW	满载转速 /(r/min)	起动转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	电动机 型号	额定功率 /kW	满载转速 /(r/min)	起动转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩
同步转速 3000r/min					同步转速 1500r/min				
Y801—2	0.75	2825	2.2	2.2	Y801—4	0.55	1390	2.2	2.2
Y802—2	1.1	2825	2.2	2.2	Y801—4	0.55	1390	2.2	2.2
Y90S—2	1.5	2840	2.2	2.2	Y90S—4	1.1	1400	2.2	2.2
Y90L—2	2.2	2840	2.2	2.2	Y90L—4	1.5	1400	2.2	2.2
Y100L—2	3	2880	2.2	2.2	Y100L1—4	2.2	1420	2.2	2.2
Y112M—2	4	2890	2.2	2.2	Y100L2—4	3	1420	2.2	2.2
Y132S1—2	5.5	2900	2.0	2.2	Y112M—4	4	1440	2.2	2.2
Y132S2—2	7.5	2900	2.0	2.2	Y132S—4	5.5	1440	2.2	2.2
Y160M1—2	11	2930	2.0	2.2	Y132M—4	7.5	1440	2.2	2.2
Y160M2—2	15	2930	2.0	2.2	Y160M—4	11	1460	2.2	2.2
Y160L—2	18.5	2930	2.0	2.2	Y160L—4	15	1460	2.2	2.2
Y180M—2	22	2940	2.0	2.2	Y180M—4	18.5	1470	2.0	2.2
Y200L1—2	30	2950	2.0	2.2	Y180L—4	22	1470	2.0	2.2
Y200L2—2	37	2950	2.0	2.2	Y200L—4	30	1470	2.0	2.2
Y225M—2	45	2970	2.0	2.2	Y225S—4	73	1480	1.9	2.2
同步转速 1000r/min					Y225M—4	45	1480	1.9	2.2
Y90S—6	0.75	910	2.0	2.0	Y250M—4	55	1480	2.0	2.2
Y90L—6	1.1	910	2.0	2.0	同步转速 750r/min				
Y100L—6	1.5	940	2.0	2.0	Y132S—8	2.2	710	2.0	2.0
Y112M—6	2.2	940	2.0	2.0	Y132M—8	3	710	2.0	2.0
Y132S—6	3	960	2.0	2.0	Y160M1—8	4	720	2.0	2.0
Y132M1—6	4	960	2.0	2.0	Y160M2—8	5.5	720	2.0	2.0
Y132M2—6	5.5	960	2.0	2.0	Y160L—8	7.5	720	2.0	2.0
Y160M—6	7.5	970	2.0	2.0	Y180L—8	11	730	1.7	2.0
Y160L—6	11	970	2.0	2.0	Y200L—8	15	730	1.8	2.0
Y180L—6	15	970	1.8	2.0	Y225S—8	18.5	730	1.7	2.0
Y200L1—6	18.5	970	1.8	2.0	Y225M—8	22	730	1.8	2.0
Y200L2—6	22	970	1.8	2.0	Y250M—8	30	730	1.8	2.0
Y225M—6	30	980	1.7	2.0	Y280S—8	37	740	1.8	2.0
Y250M—6	37	980	1.8	2.0	Y280M—8	45	740	1.8	2.0
Y280S—6	45	980	1.8	2.0					

注:Y 系列电动机的型号由四部分组成:第一部分汉语拼音字母 Y 表示异步电动机;第二部分数字表示机座中心高(机座不带底脚时,与机座带底脚时相同);第三部分英文字母为机座长度代号(S—短机座,M—中机座,L—长机座),字母后的数字为铁心长度代号,第四部分横线后的数字为电动机的极数。例如,电动机型号 Y132S2-2 表示异步电动机,机座中心高为 132mm,短机座,极数为 2。

附表 B B3 型、机座带底脚和端盖无凸缘的  
Y 系列三相异步电动机的外形及安装尺寸



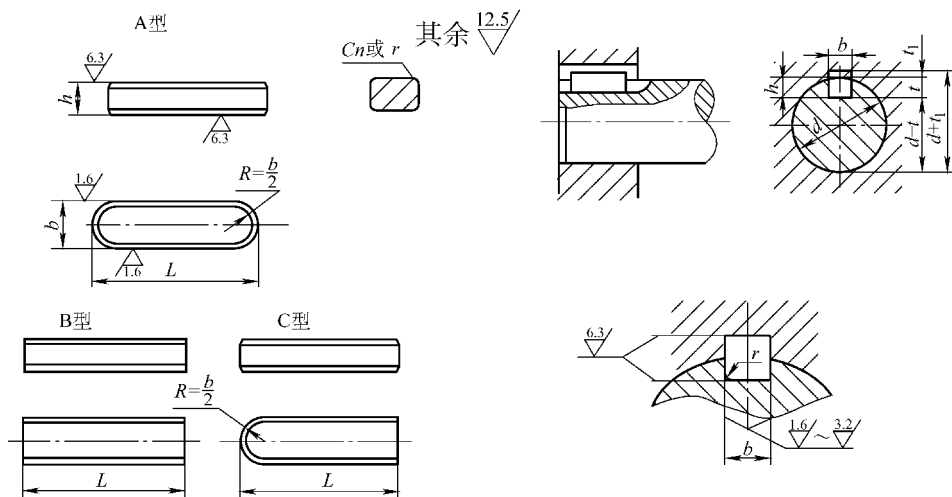
型 号	尺寸/mm																							
	H	A	B	C	D		E		F × GD		G		K	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	AA	BB	HA	L <sub>1</sub>			
					2 极	4,6, 8,10 极	2 极	4,6, 8,10 极	2 极	4,6, 8,10 极	2 极	4,6, 8,10 极									2 极	4,6, 8,10 极	2 极	4,6, 8,10 极
Y80	80	125	100	50		19		40		6 × 6		15.5	10	160	150	85	170	34	130	10		285		
Y90S	90	140	100	56		24		50		8 × 7		20	10	180	155	90	190	36	130	12		310		
Y90L	90	140	125	56		24		50		8 × 7		20	10	180	155	90	190	36	155	12		335		
Y100L	100	160	140	63		28		60		8 × 7		24	12	205	180	105	245	40	176	14		380		
Y112M	112	190	140	70		28		60		8 × 7		24	12	245	190	115	265	50	180	15		400		
Y132S	132	216	140	89		38		80		10 × 8		33	12	280	210	135	315	60	200	18		475		
Y132M	132	216	178	89		38		80		10 × 8		33	12	280	210	135	315	60	238	18		515		
Y160M	160	254	210	108		42		110		12 × 8		37	15	325	255	165	385	70	270	20		600		
Y160L	160	254	254	108		42		110		12 × 8		37	15	325	255	165	385	70	314	20		645		
Y180M	180	279	241	121		48		110		14 × 9		42.5	15	355	285	180	430	70	311	22		670		
Y180L	180	279	279	121		48		110		14 × 9		42.5	15	355	285	180	430	70	349	22		710		
Y200L	200	318	305	133		55		110		16 × 10		49	19	395	310	200	475	70	379	25		775		
Y225S	225	356	286	149	55	60	110	140	160 × 10	18 × 11	49	53	19	435	345	225	530	75	368	28	—	820		
Y225M	225	356	311	149	55	60	110	140	16 × 10	18 × 11	49	53	19	435	345	225	530	75	393	28	815	845		
Y250M	250	406	349	168	60	65		140		18 × 11	53	58	24	490	385	250	575	80	455	30		930		
Y280S	280	457	368	190	65	75		140	18 × 11	20 × 12	58	67.5	24	545	410	280	640	85	530	35		1000		
Y280M	280	475	419	190	65	75		140	18 × 11	20 × 12	58	67.5	24	545	410	280	640	85	581	35		1000		

附表 C 普通平键连接(GB/T 1095—2003,GB/T 1096—2003)

(单位:mm)

普通平键的形式和尺寸(GB/T 1096—2003)

键和键槽的剖面尺寸(GB/T 1095—2003)

标记示例:圆头普通平键(A型), $b=10\text{mm}$ , $h=8\text{mm}$ , $L=25$ 键  $10 \times 25$  GB/T 1096—2003

对于同一尺寸的平头普通平键(B型)或单圆头普通平键(C型),标记为

键  $B10 \times 25$  GB/T 1096—2003键  $C10 \times 25$  GB/T 1096—2003

轴径 $d$	键的公称尺寸				每 100mm 质量 /kg	键槽尺寸						
	$b$ (h8)	(h8) $h$ (h11)	$c$ 或 $r$	$L$ (h14)		轴槽深 $t$		毂槽深 $t_1$		$b$	圆角半径 $r$	
						基本 尺寸	公差	基本 尺寸	公差		min	max
自 6 ~ 8	2	2	0.16	6 ~ 20	0.003	1.2		1		公 称 尺 寸 同 键, 公差 见附 表 D	0.08	0.16
> 8 ~ 10	3	3	~	6 ~ 36	0.007	1.8	+0.1	1.4	+0.1			
> 10 ~ 12	4	4	0.25	8 ~ 45	0.013	2.5	0	1.8	0			
> 12 ~ 17	5	5	0.25	10 ~ 56	0.02	3.0		2.3			0.16	0.25
> 17 ~ 22	6	6	~	14 ~ 70	0.028	3.5		2.8				
> 22 ~ 30	8	7	0.4	18 ~ 90	0.044	4.0		3.3				
> 30 ~ 38	10	8		22 ~ 110	0.063	5.0	+0.2 0	3.3	+0.2 0		0.25	0.4
> 38 ~ 44	12	8	0.4	28 ~ 140	0.075	5.0		3.3				
> 44 ~ 50	14	9	~	36 ~ 160	0.099	5.5		3.8				
> 50 ~ 58	16	10	0.6	45 ~ 180	0.126	6.0		4.3				
> 58 ~ 65	18	11		50 ~ 200	0.155	7.0		4.4				

(续)

轴径 <i>d</i>	键的公称尺寸				每 100mm 质量 /kg	键槽尺寸						
	<i>b</i> (h8)	(h8) <i>h</i> (h11)	<i>c</i> 或 <i>r</i>	<i>L</i> (h14)		轴槽深 <i>t</i>		毂槽深 <i>t</i> <sub>1</sub>		<i>b</i>	圆角半径 <i>r</i>	
						基本尺寸	公差	基本尺寸	公差		min	max
> 65 ~ 75	20	12		56 ~ 220	0.188	7.5		4.9		公 称尺寸同 键，公差 见附表 D	0.4	0.6
> 75 ~ 85	22	14	0.6	63 ~ 250	0.242	9.0	+0.2 0	5.4	+0.2 0			
> 85 ~ 95	25	14	~	70 ~ 280	0.275	9.0		5.4				
> 95 ~ 110	28	16	0.8	80 ~ 320	0.352	10.0		6.4				
> 110 ~ 130	32	18		90 ~ 360	0.452	11		7.4				
> 130 ~ 150	36	20		100 ~ 400	0.565	12	+0.3 0	8.4	+0.3 0		0.7	1.0
> 150 ~ 170	40	22	1 ~	100 ~ 400	0.691	13		9.4				
> 170 ~ 200	45	25	1.2	110 ~ 450	0.883	15		10.4				
> 200 ~ 230	50	28		125 ~ 500	1.1	17		11.4				
> 230 ~ 260	56	32	1.6	140 ~ 500	1.407	20		12.4			1.2	1.6
> 260 ~ 290	63	32	~	160 ~ 500	1.583	20		12.4				
> 290 ~ 330	70	36	2.0	180 ~ 500	1.978	22		14.4				
> 330 ~ 380	80	40	2.5	200 ~ 500	2.512	25		15.4				
> 380 ~ 440	90	45	~	220 ~ 500	3.179	28		17.4			2	2.5
> 440 ~ 500	100	50	3	250 ~ 500	3.925	31		19.5				
<i>L</i> 系列	6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,220,250,280,320,360,400,450,500											

附表 D 标准公差值(GB/T 1800.2—2009)

公称尺寸		标准公差等级																		
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
mm																				
大于	至	μm											mm							
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4	
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8	
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2	
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7	
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3	
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9	
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6	
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4	
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3	
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2	
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1	

(续)

公称尺寸 mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

注：1. 公称尺寸大于 500mm 的 IT1 至 IT5 的标准公差数值为试行。

2. 公称尺寸小于或等于 1mm 时,无 IT14 至 IT18。

附表 E 标准模数系列表( GB/T 1357—2008)

第一系列	…	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
第二系列	…	1.75	2.25	2.75	3.5	4.5	5.5	(6.5)	7	9	(11)	14	18	22	28	36	45

注:选用模数时,应优先选用第一系列,其次是第二系列,括号内的模数尽可能不用。

附表 F 齿轮工作齿面硬度及其组合应用举例

齿面类型	齿轮种类	热处理		两轮工作 齿面硬度差	工作齿面硬度举例		备 注
		小齿 轮	大齿 轮		小齿轮	大齿轮	
软齿面 ( ≤350HBW )	直齿	调质	正火 调质 调质 调质	$0 < (HBW_1)_{\max} - (HBW_2)_{\min} \leq 20 \sim 25$	240 ~ 270HBW 260 ~ 290HBW 280 ~ 310HBW 300 ~ 330HBW	180 ~ 220HBW 220 ~ 240HBW 240 ~ 260HBW 260 ~ 280HBW	用于重载中 低速固定式传 动装置
	斜齿及 人字齿		正火 正火 调质 调质	$(HBW_1)_{\max} - (HBW_2)_{\min} \geq (40 \sim 50)$	240 ~ 270HBW 260 ~ 290HBW 270 ~ 300HBW 300 ~ 330HBW	160 ~ 190HBW 180 ~ 210HBW 200 ~ 230HBW 230 ~ 260HBW	

(续)

齿面类型	齿轮种类	热处理		两轮工作 齿面硬度差	工作齿面硬度举例		备 注
		小齿 轮	大齿 轮		小齿轮	大齿轮	
软硬组合齿面 ( >350HBW <sub>1</sub> , ≤350HBW <sub>2</sub> )	斜齿及 人字齿	表面 淬火	调质	齿面硬 度差很大	45 ~ 50HRC	200 ~ 230HBW 230 ~ 260HBW	用于冲击载 荷及过载都不 大的重载中低 速固定式传动 装置
		渗碳	调质		56 ~ 62HRC	270 ~ 300HBW 300 ~ 330HBW	
硬齿面 ( >350HBW )	直齿、斜齿 及人字齿	表面 淬火	表面 淬火	齿面硬度 大致相同	45 ~ 50HRC		用在传动尺 寸受结构条件 限制的情形和 运输机器上的 传动装置
		渗碳	渗碳		56 ~ 62HRC		

注:1. 重要齿轮的表面淬火,应采用高频或中频感应淬火;模数较大时,应沿齿沟加热和淬火。  
2. 通常渗碳后的齿轮要进行磨齿。  
3. 为了提高抗胶合性能,建议小轮和大轮采用不同牌号的钢来制造。



## 参 考 文 献

- [1] 于惠力,等. 传动零部件设计实例精解[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [2] 于惠力,等. 机械零部件设计禁忌[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [3] 于惠力,等. 机械设计[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [4] 于惠力,等. 机械设计课程设计[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [5] 于惠力,等. 机械设计学习指导[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [6] 濮良贵,等. 机械设计[M]. 7 版. 北京:高等教育出版社,2008.
- [7] 邱宣怀,等. 机械设计[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2003.
- [8] 王黎钦,等. 机械设计[M]. 4 版. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006.
- [9] 宋宝玉,等. 简明机械设计手册[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2008.
- [10] 杨可桢,等. 机械设计基础[M]. 5 版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [11] 陈铁鸣. 新编机械设计课程设计图册[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [12] 汪恺. 机械工业基础标准应用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [13] 范厚军. 紧固件手册[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2004.
- [14] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [15] 全国链传动标准化技术委员会. 最新链传动标准应用手册[M]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [16] “现代机械传动手册”编委会. 现代机械传动手册[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2002.
- [17] 吴宗泽. 机械设计师手册[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [18] 中国机械工程学会,中国机械设计大典编委会. 中国机械设计大典[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2002.
- [19] 中国标准出版社. 新编国家标准机械制图应用示例图册[M]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [20] 尤绍权. 新编国家标准机械制图应用示例图册[M]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [21] 李柱国. 机械设计与理论[M]. 北京:科学出版社,2004.

○ ISBN 978-7-111-29706-2

○ 策划编辑：黄丽梅

○ 封面设计：赵颖喆

上架指导：工业技术 / 机械工程 / 机械设计

ISBN 978-7-111-29706-2



9 787111 297062 >

地址：北京市宣武门大街22号  
电话服务  
社服务中心：(010)88361066  
销售一部：(010)68326294  
销售二部：(010)88379649  
读者服务部：(010)68993821

邮政编码：100037  
网络服务  
门户网：<http://www.cmpbook.com>  
教材网：<http://www.cmpedu.com>  
封面无防伪标均为盗版

定价：33.00元