

机 械 零 件 的 简 易 设 计 与 选 用

李 著 信 编

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书着重介绍三角带、套筒滚子链、齿轮等常用传动件以及轴、轴承、联轴器、弹簧、螺纹联接件等通用零部件的简易设计与选用方法。每种零件除介绍设计或选用方法外，还通过适当的例题说明设计和选用的具体步骤及注意事项。此外，还编入了常用的各种数据、资料、标准，以供使用者查阅。

机械零件的简易设计与选用

李著信 编

*

金属出版社出版

(北京复外翠微路22号)

三二〇九工厂印刷

新华书店北京发行所 各地新华书店经售

*

开本：16 印张：9 字数：216千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷

印数：1—30,600

书号：15308·8001 定价：1.20元

前 言

在我们的工作和日常生活中,你所见到的许多机器,如火车、汽车、拖拉机、起重机、车床、刨床等,它们各有各的特点,各有各的用途,形状和大小也是千差万别、各不相同的。然而,不管机器多么复杂,它总是由各种各样的机械零件、部件组成的。在这些零、部件中,有一些不但汽车上有,车床上有,其它机器上也常用,如螺栓、齿轮、轴、轴承等。这些零部件在各种机器上是通用的,所以,称它们为通用零部件。本书中所说的机械零件就是指的这些通用零部件。

有些通用零部件已经标准化了,我国有专门工厂生产,市场上可以买得到,如螺栓、轴承等。对于它们,只要根据使用条件选择适当的类型及型号,买回来就可以用;还有一些如齿轮、轴等没有标准化生产,市场上买不到,只能根据使用条件自行设计、加工,这就是机械零件的设计与选用的问题。

在群众性的技术改造、技术革新中,你很有可能会遇到机械设计的问题,也迫切希望掌握一定的机械设计本领,但由于受到各种因素的限制,又不可能用很多精力和时间去系统地学习有关机械设计的基础理论和专业知识,而只要求很快地学会一些简单易行的机械零件的设计与选用方法。本书就是考虑了这种情况而编写的。

本书着重介绍常用机械零件的简易设计与选用方法。用这种方法进行机械零件的设计与选用,过程简单、容易掌握,简便迅速、节省时间,而精确度可以满足一般工程计算的要求。

本书还列出了设计各种机械零件时必须使用的各种标准、数据及资料。因此在使用这本书设计或选用机械零件时,一般情况下就不必再去查阅其它书籍和手册了。

由于作者水平所限,书中错误和缺点必不会少,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

一九八四年十月

目 录

第一章	三角带传动的设计.....	1
第二章	链传动的设计.....	16
第三章	圆柱齿轮传动的设计.....	26
第四章	蜗杆传动的设计.....	42
第五章	轴的设计.....	50
第六章	键和销的选用.....	60
第七章	滚动轴承的选用.....	67
第八章	联轴器、离合器的选用.....	85
第九章	弹簧的设计.....	98
第十章	螺纹联接件的选用	108
附 表		
一	常用字母及其读音	121
二	三角函数	122
三	常用单位及其换算	130
四	常用金属材料	131
五	钢的热处理方法及应用	136
六	新旧公差与配合对照	137
七	配合特性及应用举例	137
八	表面光洁度等级相应加工方法及应用举例	140
主要参考书		140

第一章 三角带传动的设计

在机械传动中，带传动是应用较广的一种传动型式。

带传动通常是由两个带轮和一组紧套在两轮上的带组成。当原动机驱动主动轮转动时，通过带和带轮之间的摩擦力，拖动从动轮一起转动并传递动力。带传动的特点是传动平稳，噪音小，结构简单，维护方便，适用于两轴中心距较大的场合。

常见的带传动有平型带传动（见图1—1）和三角带传动（见图1—2）。由于在相同的条件下，三角带比平型带的传动能力大得多，因而在各种机器中，三角带传动应用更加广泛。这里着重介绍三角带传动的设计。

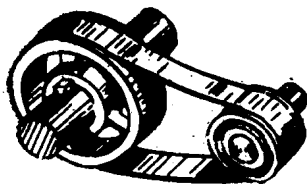


图1—1 平型带传动

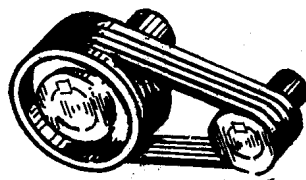


图1—2 三角带传动

已 知 条 件

设计三角带传动应已知下述条件：

1. 三角带传动用于何种机器，其工作情况怎样；
2. 原动机属于何种类型；
3. 传递的功率多大；
4. 主动轮和从动轮的转速（或一轮的转速及两轮的转速之比）是多少；
5. 外廓尺寸方面有没有要求等。

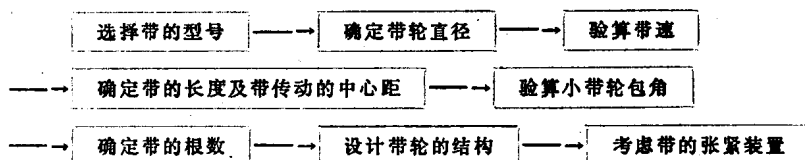
设 计 的 主 要 任 务

三角带传动设计计算的主要任务：

1. 确定三角带的型号、长度和根数；
2. 确定带轮的结构和尺寸；
3. 确定带传动的中心距；
4. 考虑带的张紧装置。

设计方法和步骤

三角带传动的设计步骤图示如下：



一、选择带的型号

1. 三角带的型号

三角带通常是用橡胶和帆布制成的。根据国家标准GB1171—74的规定，我国生产的三角带有O、A、B、C、D、E、F共七种型号。各种型号的横截面积大小的比例见图1—3。由图可见，O型最小，依次渐大，F型最大。三角带一般都制成封闭的环形，每种型号都规定了几种不同的内周长度 L 。内周长度是三角带的公称长度，购买三角带时以内周长度为准。如要购买B型、内周长度为1600mm的三角带，则可写成：

三角带B—1600 GB1171—74

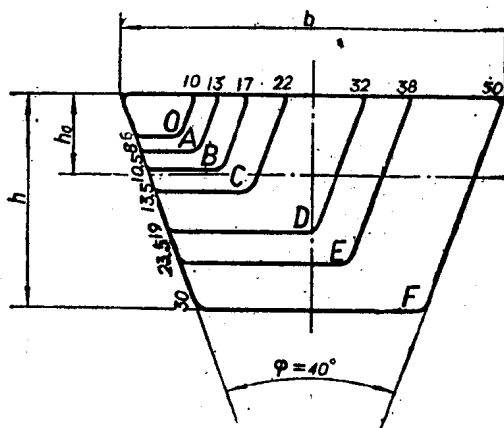


图1—3 三角带的型号

在设计三角带传动时是用带的计算长度 L_c 。根据计算长度即可从表1—1查得相应型号的带的内周长度。

2. 三角带型号的选择

图1—4为三角带的选型线图。用此图之前，必须先求出三角带传动的计算功率 P_c 。计算功率 P_c 怎么求呢？

设 P 为三角带传动的功率(kW)， K 为工作情况系数，见表1—2，则计算功率为：

$$P_c = KP \quad (1-1)$$

根据计算功率 P_c 和已知的小带轮转速 n_1 即可由图1—4查得三角带的型号。

二、确定带轮计算直径 d_1 和 d_2

1. 小带轮直径 d_1 的选定

小带轮直径 d_1 是选定的。若 d_1 选的太小，带在带轮上弯曲得太厉害，带的寿命就会缩短；若 d_1 选的太大，则传动装置的尺寸也相应地增大，材料消耗也多，加工费用也高。所以 d_1 不能太大，但也不能太小。一般应大于或等于表1—3所列的最小直径。

2. 大带轮直径 d_2 的确定

小带轮直径 d_1 选定后，即可根据两个带轮的转速 n_1 、 n_2 （或者两个带轮的转速之比，

简称传动比*i*) 以及*d*₁由计算求得大带轮直径*d*₂

$$d_2 = i d_1 \approx \frac{n_1}{n_2} d_1 \quad (1-2)$$

*d*₁和*d*₂都应该符合带轮直径尺寸系列, 见表1-3的注。

表1-1 三角带的长度系列 mm

内周长度	计 算 长 度 L _c						
L	O	A	B	C	D	E	F
450	475(0.89)						
500	525(0.91)						
560	585(0.94)	593(0.80)					
630	653(0.96)	663(0.81)	670(0.78)				
710	735(0.99)	743(0.82)	750(0.79)				
800	825(1.00)	833(0.85)	840(0.80)				
900	925(1.03)	933(0.87)	940(0.81)				
1000	1025(1.06)	1033(0.89)	1040(0.84)				
1120	1145(1.08)	1153(0.91)	1160(0.86)				
1250	1275(1.11)	1283(0.93)	1290(0.88)	1305(0.80)			
1400	1425(1.14)	1433(0.96)	1440(0.90)	1455(0.81)			
1600	1625(1.16)	1633(0.99)	1640(0.93)	1655(0.84)			
1800	1825(1.18)	1833(1.01)	1840(0.95)	1855(0.85)			
2000	2025(1.20)	2033(1.03)	2040(0.98)	2055(0.88)			
2240		2273(1.06)	2280(1.00)	2295(0.91)			
2500		2533(1.09)	2540(1.03)	2555(0.93)			
2800		2833(1.11)	2840(1.05)	2855(0.95)			
3150		3183(1.13)	3190(1.07)	3205(0.97)	3226(0.86)		
3550		3583(1.17)	3590(1.10)	3605(0.98)	3626(0.89)		
4000		4033(1.19)	4040(1.13)	4055(1.02)	4076(0.91)		
4500			4540(1.15)	4555(1.04)	4576(0.93)	4595(0.90)	
5000			5040(1.18)	5055(1.07)	5076(0.96)	5095(0.92)	
5600			5640(1.20)	5655(1.09)	5676(0.98)	5695(0.95)	
6300				6355(1.12)	6376(1.00)	6395(0.97)	6420(0.91)
7100				7155(1.15)	7176(1.03)	7195(1.00)	7220(0.94)
8000				8055(1.18)	8076(1.06)	8095(1.02)	8120(0.97)
9000				9055(1.20)	9076(1.08)	9095(1.05)	9120(1.00)
10000					10076(1.11)	10095(1.07)	10120(1.03)
11200					11276(1.14)	11295(1.09)	11320(1.06)
12500						12595(1.12)	12620(1.09)
14000						14095(1.15)	14120(1.13)
16000						16095(1.18)	16120(1.16)

注: 内周长度L按GB1171-74。括号中为相应的长度系数K_L。

表1—2 工作情况系数K

载荷情况	工 作 机	原 动 机					
		交流电动机 (普通鼠笼式), 同步电动机, 直流电动机 (并激); n>600 r.p.m. 的内燃机			交流电动机 (大转矩、大转差率、单相、滑环式), 直流电动机; 单缸发动机; n<600r.p.m.的内燃机		
		一天工作小时数					
		≤10	10~16	>16	≤10	10~16	>16
载荷平稳	离心式水泵, 通风机 (≤7.5kW), 离心式压缩机, 轻型输送机	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
载荷变动小	带式输送机, 通风机 (>7.5kW), 发电机, 旋转式水泵, 机床, 剪床, 压力机, 印刷机, 振动筛	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
载荷变动较大	螺旋输送机, 斗式提升机, 往复式水泵和压缩机, 锻锤, 粉碎机, 锯木机, 纺织机	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
载荷变动很大	破碎机, 球磨机, 起重机, 挖掘机, 辊压机	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

注: 对于反复起动、频繁正反转、工作条件恶劣等场合, K值应乘以1.1.

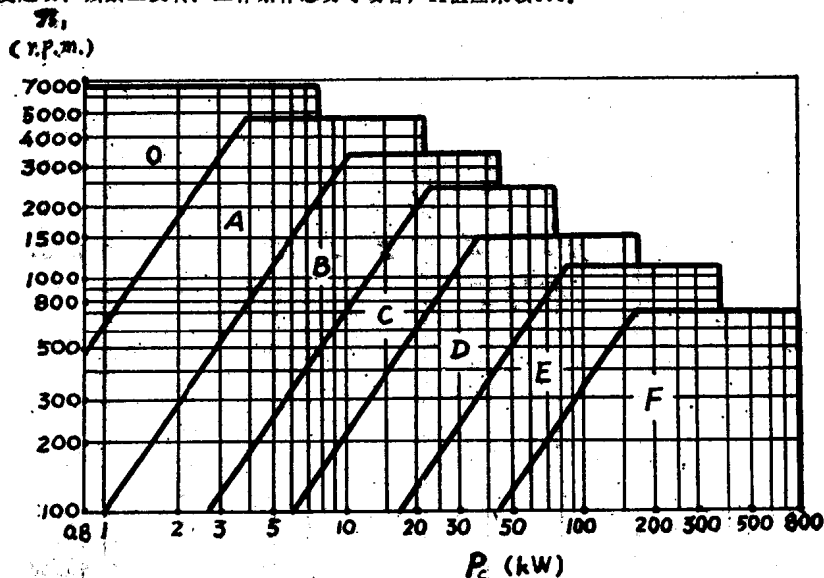


图1—4 三角带选型线图

表1—3 三角带带轮的最小直径 $d_{\min}$

型 号	O	A	B	C	D	E	F
$d_{\min}$	71(63)	100(90)	140(125)	200	315	500	800

注 带轮直径系列为: 63, 71, 75, 80, 90, 95, 100, 106, 112, 118, 125, 132, 140, 150, 160, 170, 180, 200, 212, 224, 236, 250, 265, 280, 300, 315, 355, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 530, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 850, 900, 950, 1000等。

三、验算带速 v

带轮计算直径确定后, 根据小带轮计算直径 d_1 和小带轮转速 n_1 由图 1 - 5 查得带速 v 。

一般应使带速在 $5 \sim 25\text{m/s}$ 的范围内, 若超出此范围, 可适当调整带轮 计算直径, 以使带速符合上述要求。

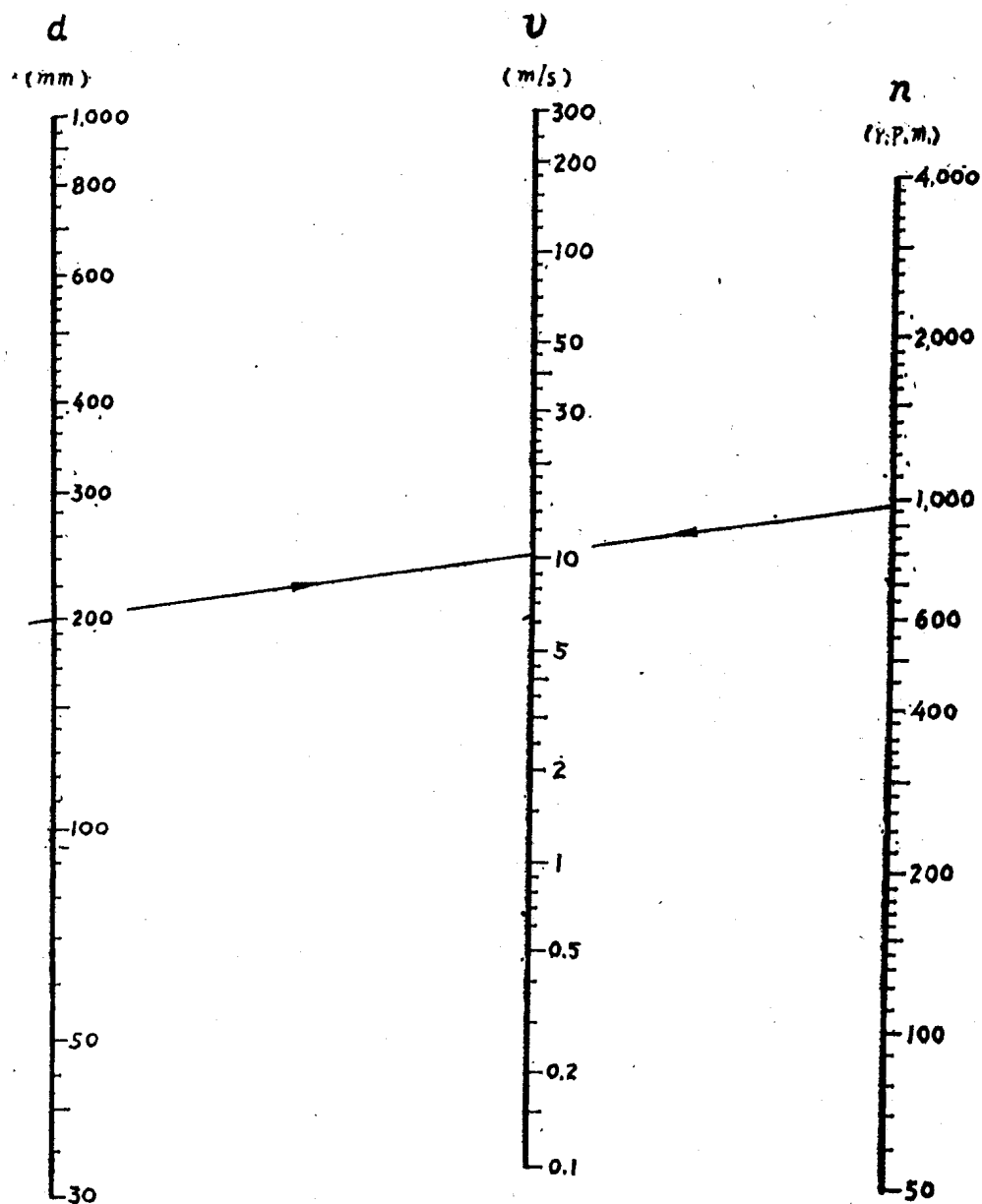


图1—5 带速计算图

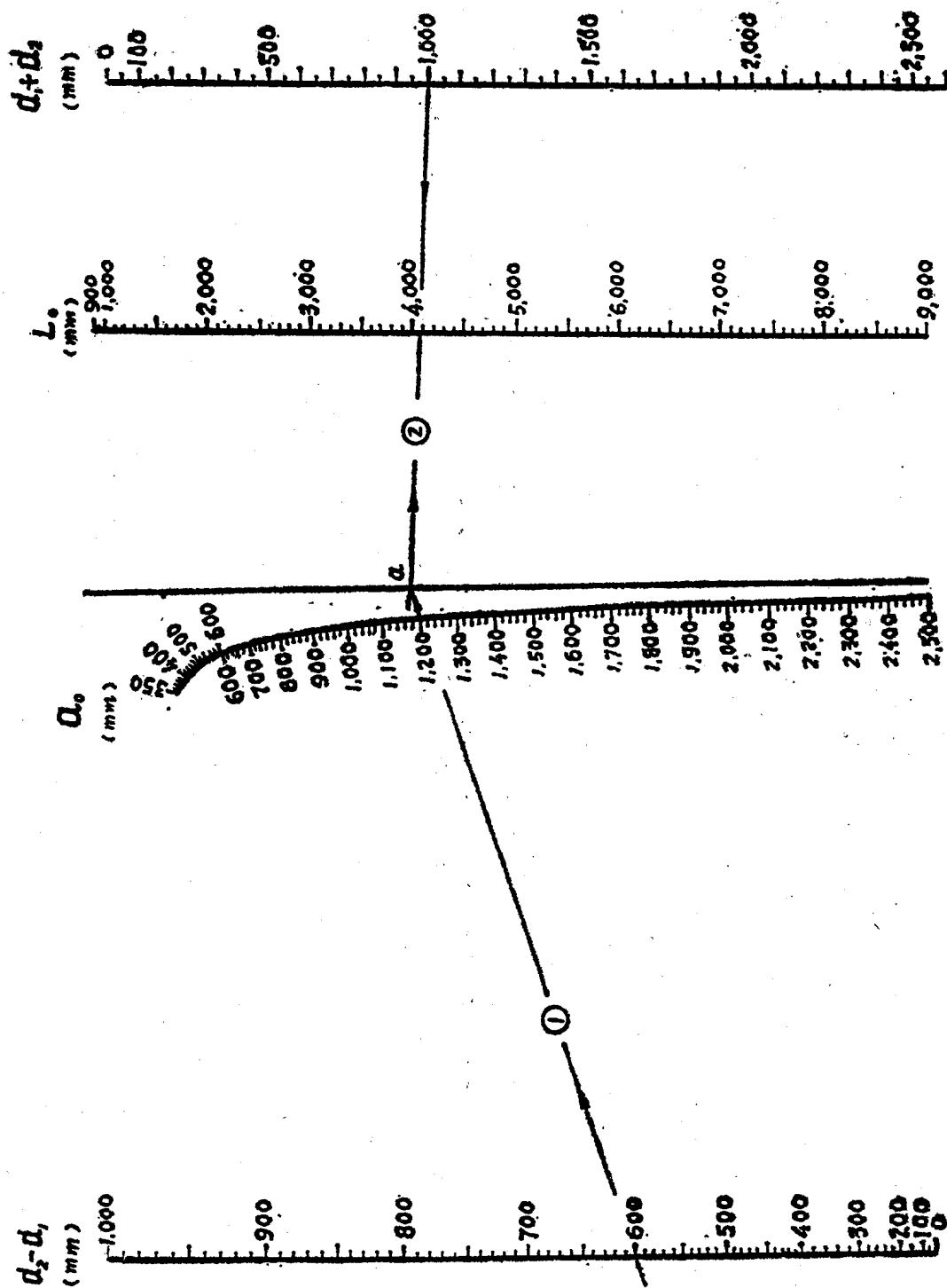


图1—6 带的长度计算图

四、确定带的长度L和带传动的中心距 a

1. 初定中心距 a_0

如果机器的结构上对中心距没有限制或要求, 那么通常可按照下式初步选定中心距 a_0 。

$$0.7(d_1 + d_2) < a_0 < 2(d_1 + d_2) \quad (1-3)$$

2. 初算带的长度 L_0

根据带轮的计算直径 d_1 、 d_2 和初定中心距 a_0 , 由图1-6初算带的长度 L_0 。

3. 确定带的计算长度 L_c

根据初算长度 L_0 , 查表1-1选取相近的计算长度 L_c , 从而查得相对应的带的内周长度 L 。

4. 计算实际中心距 a (见图1-7)

由下式计算带传动的实际中心距 a

$$a \approx a_0 + \frac{L_c - L_0}{2} \quad (1-4)$$

五、验算小带轮包角 α_1 (见图1-7)

根据带轮直径 d_1 、 d_2 和实际中心距 a , 由图1-8可查得小带轮包角 α_1 。包角 α_1 越大, 三角带的传动能力也越大, 越不容易打滑。为了提高三角带的传动能力和维持正常运转, 小带轮包角 α_1 不能太小,

通常应使 $\alpha_1 \geq 120^\circ$ (特殊情况下允许 $\alpha_1 \geq 90^\circ$)。不能满足上述要求时, 可适当增大中心距 a , 以增大小带轮包角 α_1 。

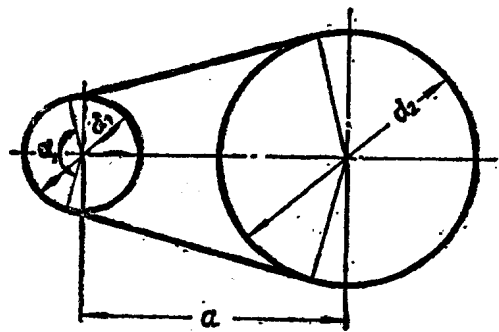


图1-7 带传动示意图

六、确定三角带的根数Z

根据三角带传递的功率 P 、工作情况系数 K 、长度系数 K_L (见表1-1)、包角系数 K_α (见表1-4) 和单根三角带所能传递的功率 P_0 (见表1-5), 由图1-9查出所需三角带的根数 Z 。

七、设计带轮的结构

1. 选定带轮的材料

最常用的带轮材料是铸铁, 常用铸铁的牌号为HT15-33或HT20-40; 转速较高时可采用铸钢; 带轮直径较大时可用钢板焊接而成。

2. 确定带轮的结构

如图1-10所示, 三角带轮是由轮缘、辐板和轮毂三部分组成的。

轮缘——带轮外圈与带直接接触的部分, 轮缘上开有轮槽, 其尺寸见表1-6。

这里需要说明的是, 各种型号的三角带剖面楔角 φ 均为 40° (见图1-3), 而带在不同直径的带轮上弯曲时, 其横剖面形状将发生变化。为了使带很好地与轮槽接触, 轮槽两侧面的夹角 φ_0 应随直径不同而不同 (见表1-6)。

轮毂——带轮与轴相配合的部分。

辐板——轮缘与轮毂间的联接部分。

三角带轮的结构通常有以下几种型式：实心式（图 1-11）、辐板式（图 1-12）和椭圆轮辐式（图 1-13）。带轮直径较小时可采用实心式；中等直径的带轮可采用辐板式；直径大于 350mm 时可采用轮辐式。

设计带轮的结构，除了选定带轮的材料之外，主要是根据计算直径的大小选择适当的结构型式，根据带的型号确定轮槽部分的尺寸，带轮的其他结构尺寸可参照表 1-7 所列经验公式计算。确定了带轮的各部分尺寸后，即可绘制出零件图，送工厂加工。

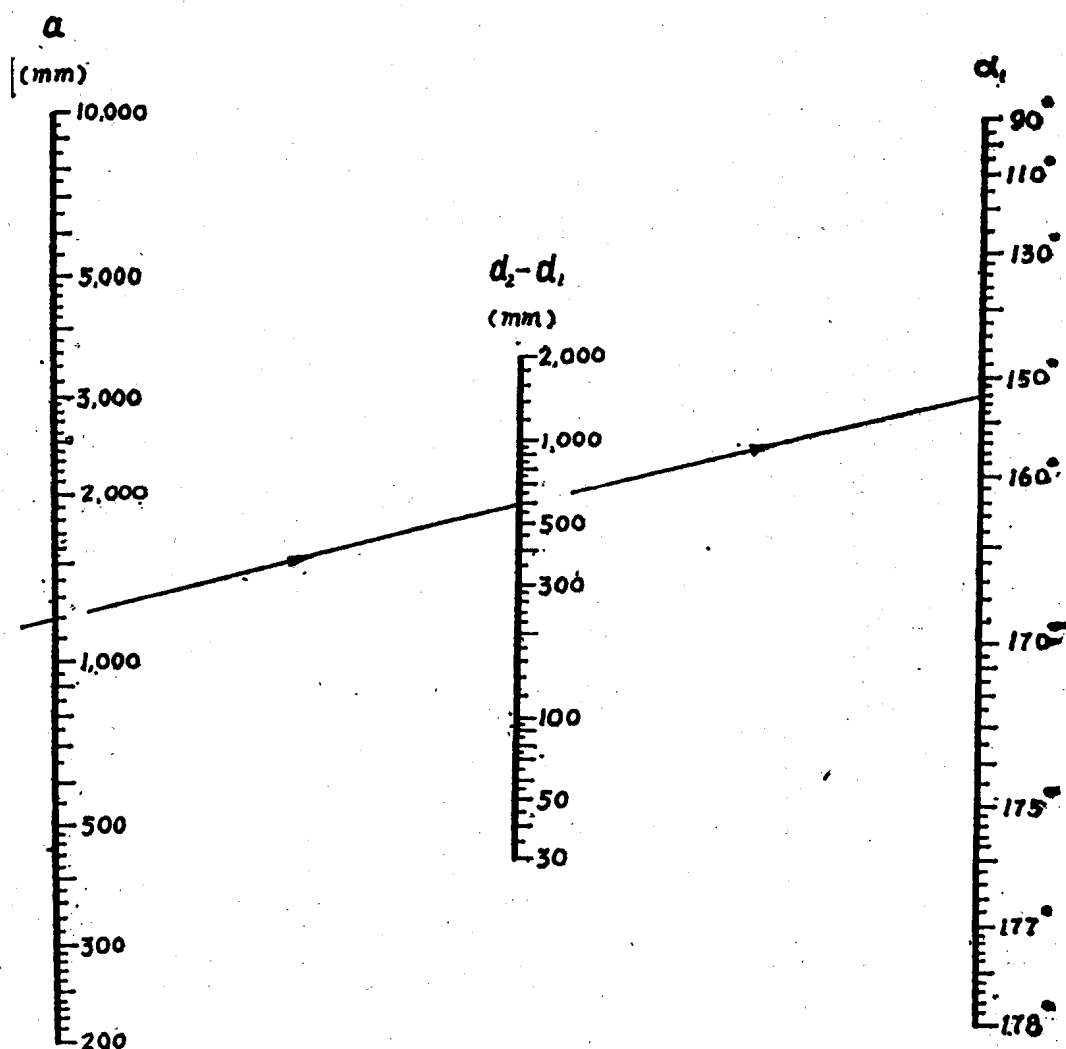


图1—8 小带轮包角 α_1 计算图

表1—4 包角系数 K_α

α°	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
K_α	1.00	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.82	0.78	0.73	0.68

表1—5 特定条件下单根三角带所能传递的功率 P_0 kW

型 号	小带轮直径 d_1 mm	胶 带 速 度 v m/s									
		2	5	10	15	20	22	24	26	28	30
O	63	0.23	0.47	0.78	0.96	1.03	1.02	0.96			
	71	0.25	0.53	0.91	1.16	1.29	1.30	1.27			
	80	0.28	0.59	1.03	1.34	1.53	1.57	1.56			
	≥ 90	0.30	0.64	1.13	1.49	1.73	1.79	1.80			
A	90	0.41	0.84	1.39	1.74	1.88	1.86	1.80	1.69	1.53	1.30
	100	0.45	0.95	1.61	2.07	2.32	2.34	2.32	2.25	2.14	1.96
	112	0.49	1.06	1.82	2.39	2.74	2.80	2.83	2.80	2.72	2.58
	≥ 125	0.53	1.15	2.00	2.66	3.10	3.20	3.26	3.28	3.23	3.13
B	125	0.68	1.36	2.26	2.82	2.99	2.93	2.79	2.58	2.27	1.86
	140	0.77	1.58	2.71	3.48	3.86	3.88	3.83	3.70	3.49	3.16
	160	0.86	1.80	3.16	4.15	4.76	4.88	4.92	4.87	4.75	4.52
	≥ 180	0.93	1.98	3.52	4.68	5.46	5.65	5.76	5.79	5.74	5.57
C	200	1.34	2.78	4.62	5.84	6.39	6.36	6.22	5.94	5.48	4.84
	224	1.50	3.17	5.39	6.99	7.93	8.07	8.06	7.94	7.64	7.15
	250	1.63	3.50	6.05	7.98	9.25	9.52	9.66	9.66	9.49	9.13
	≥ 280	1.75	3.80	6.67	8.90	10.48	10.87	11.11	11.27	11.20	10.98
D	315	2.70	5.53	9.06	11.30	12.19	12.02	11.61	10.93	9.90	8.32
	355	3.07	6.44	10.68	14.03	15.80	16.03	15.95	15.67	14.99	13.79
	400	3.39	7.24	12.49	16.45	19.02	19.55	19.83	19.82	19.49	18.62
	≥ 450	3.67	7.95	13.89	18.57	21.83	22.66	23.20	23.48	23.40	22.82
E	500		10.18	17.44	22.82	26.18	26.78	27.02	26.82	26.10	24.83
	560		11.20	19.49	25.88	30.23	31.28	31.90	32.17	31.82	30.98
	630		12.14	21.40	28.73	34.02	35.42	36.44	37.03	37.13	36.62
	≥ 710		12.99	23.05	31.24	37.42	39.18	40.50	41.50	41.85	41.70
F	800		18.5	22.1	42.4	49.2	50.8	51.6	51.5	50.4	48.4
	900		20.1	38.1	47.5	56.0	58.3	59.7	60.3	60.0	59.1
	≥ 1000		21.6	41.1	51.6	61.3	64.3	66.3	67.3	67.7	67.2

图 1-9 三角带根数计算图

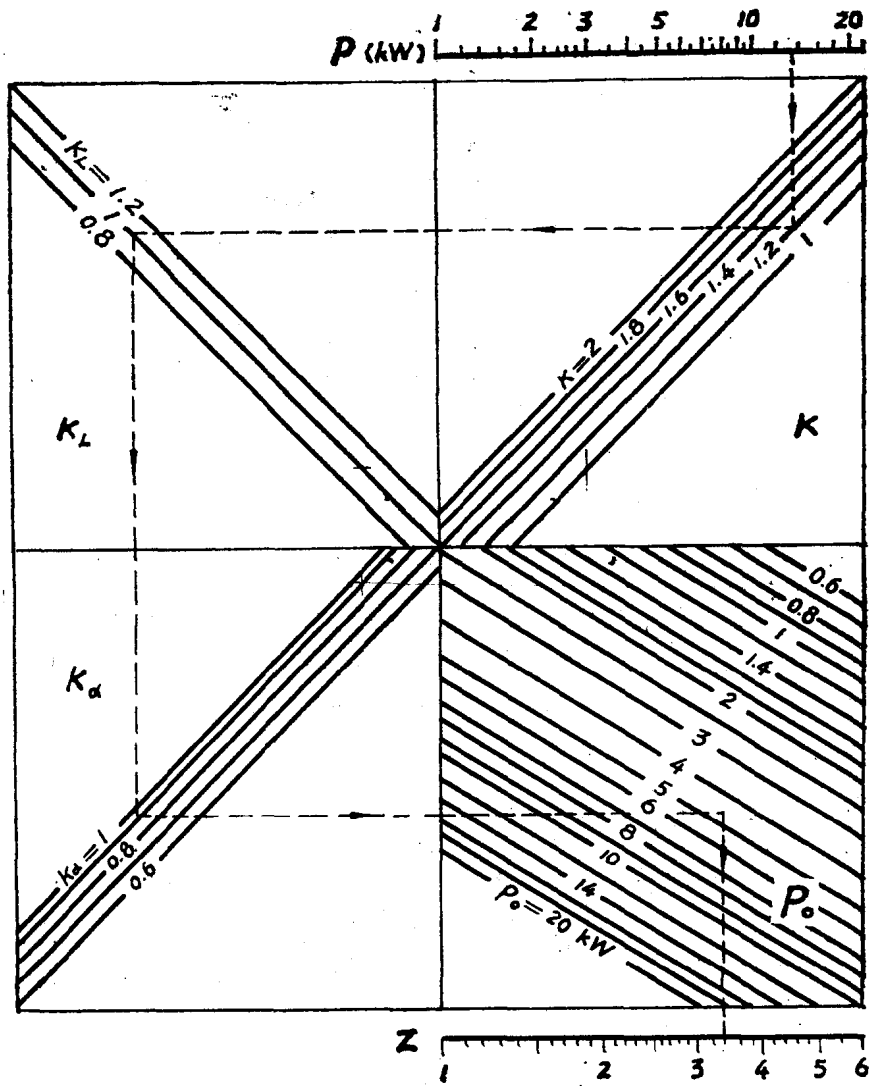


图 1-10 三角带轮结构

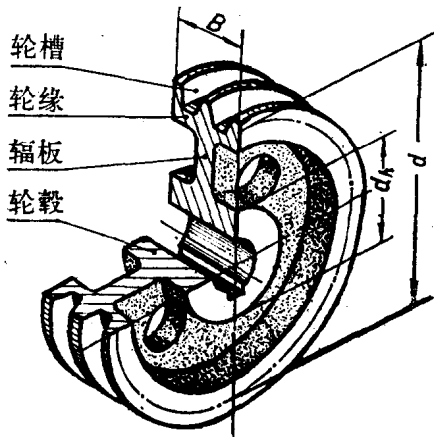


图 1-11 实心式带轮

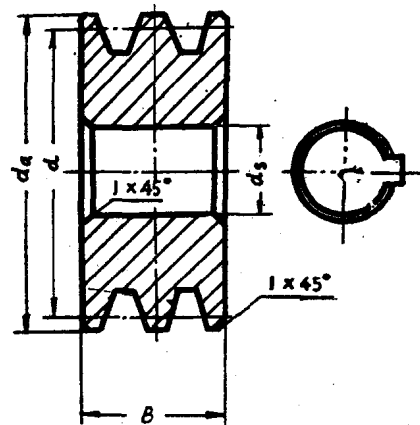
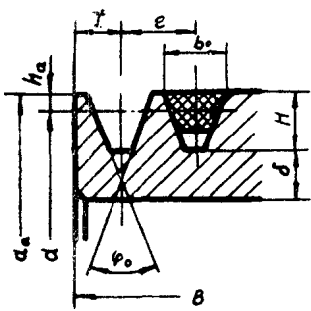


表1—6

三角带轮轮缘尺寸

mm

 $B = (Z - 1)e + 2f$ Z—轮槽数 $d_a = d + 2h_a$ d—计算直径		型 号	O	A	B	C	D	E	F
		h_a	2.5	3.5	5	6	8.5	10	12.5
		δ	5.5	6	7.5	10	12	15	18
		H	9.5	12	15	20	28	33	42
		e	12 ± 0.3	15 ± 0.3	20 ± 0.4	25.5 ± 0.5	37 ± 0.6	44.5 ± 0.7	58 ± 0.8
		f	8	10	12.5	17	24	29	38
ϕ_0	34°	d	63~80	90~112	125~180				
		b_0	10.0	13.1	17.1				
	36°	d				200~280	315~475	500~600	
		b_0				22.4	32.5	38.5	
	38°	d	≥ 90	≥ 125	≥ 200	≥ 300	≥ 500	≥ 630	≥ 800
		b_0	10.2	13.4	17.4	22.6	32.9	38.9	50.6

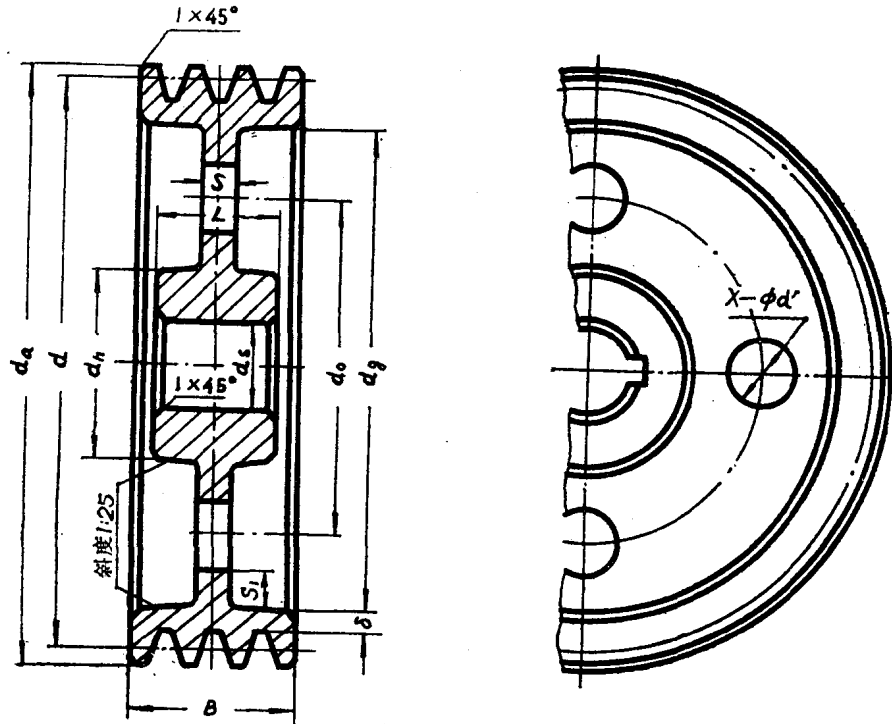
注：表中H、 δ 指最小值。

图1—12 辐板式带轮

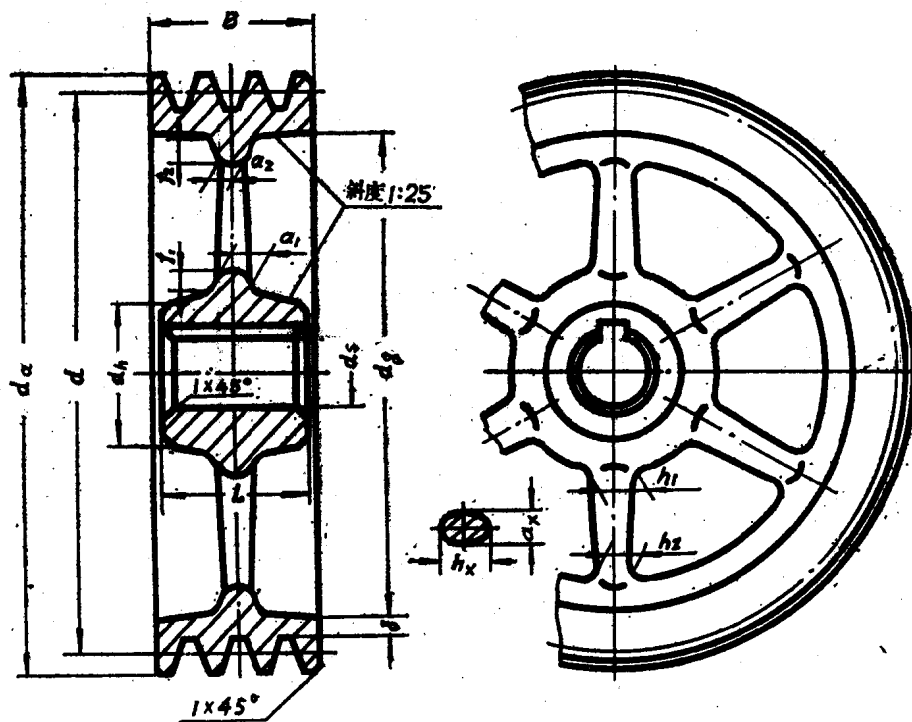


图1—13 椭圆轮辐式带轮

表1—7 三角带轮的结构尺寸

mm

结 构 尺 寸	计 算 方 法 及 计 算 公 式
d_h	$(1.8 \sim 2) d_s$ d_s 为轴的直径
L	$(1.5 \sim 2) d_s$ 当 $B < 1.5 d_s$ 时, $L = B$
S	$(0.2 \sim 0.3) B$
S_1	$\geq 0.5 S$
d_g	$0.5 (d_g + d_h)$
d'	$(0.2 \sim 0.3) (d_g - d_h)$
h_1	可根据传递的功率P、转数n及轮辐数A,由图1—14查出;
A	根据带轮的大小而定,通常 $A = 4 \sim 8$
h_2	$0.8 h_1$
a_1	$0.4 h_1$
a_2	$0.8 a_1$
f_1	$0.2 h_1$
f_2	$0.2 h_2$

八、考虑带的张紧装置

为了保证足够的传动能力，要求三角带套在带轮上不能过松，因此设计时应考虑带的张紧问题。图 1—15 所示为几种常用的张紧装置。

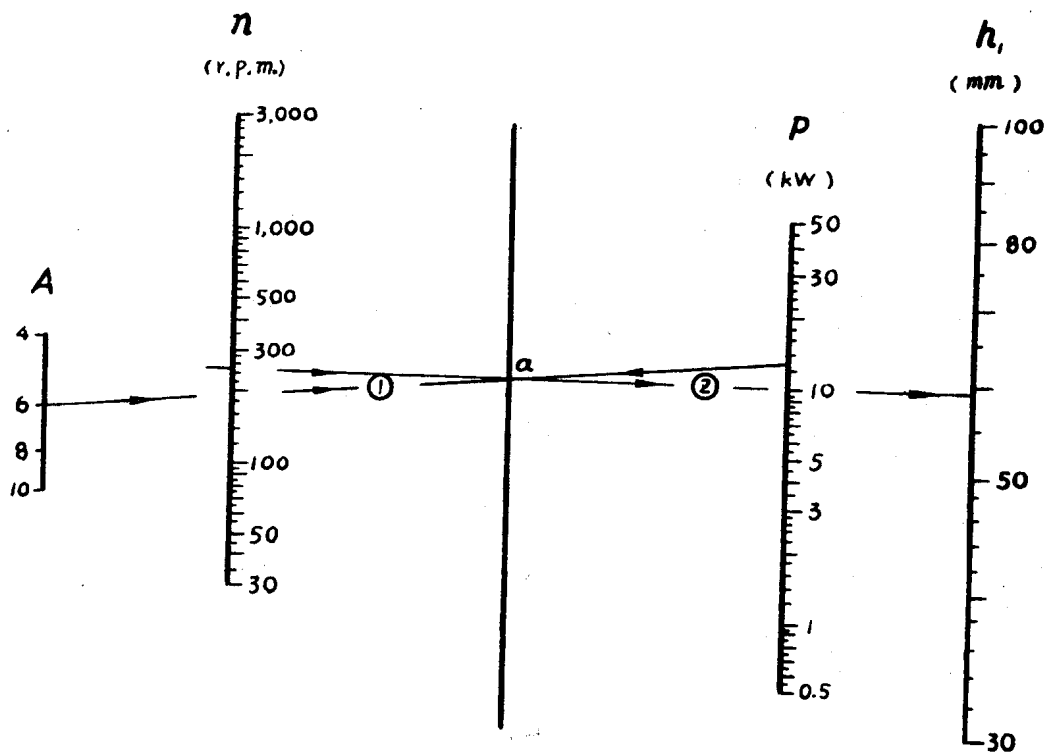


图1—14 椭圆轮辐式带轮 h_1 值计算图

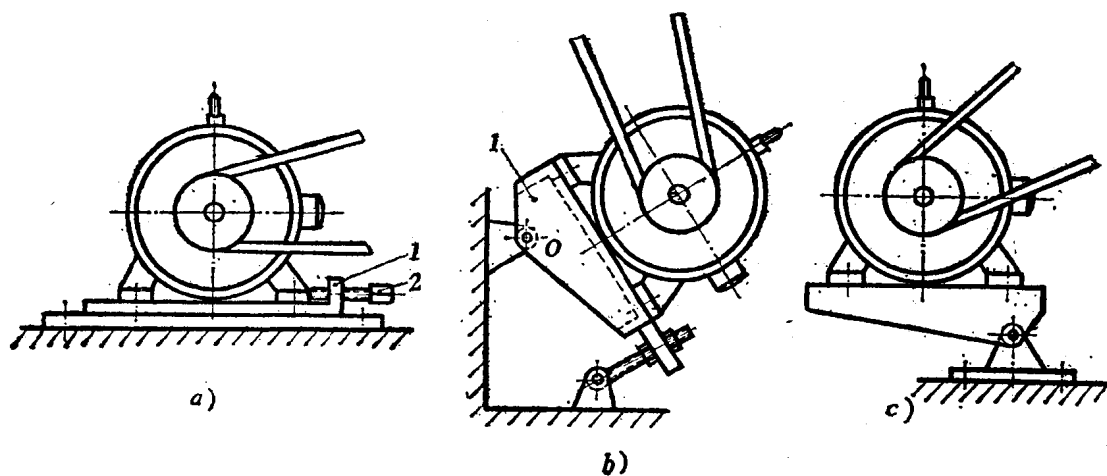


图1—15 带传动的张紧装置