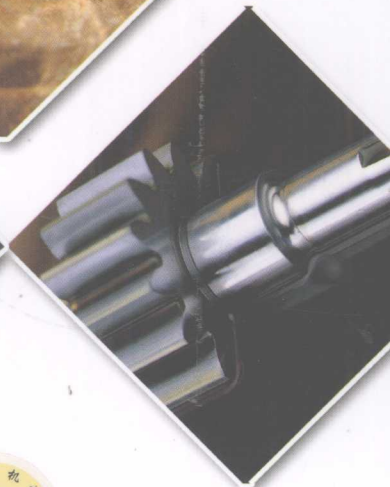


机/械/设/计/实/例/精/解/丛/书

传动零部件设计 实例精解

于惠力 冯新敏 张海龙 程耀楠 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械设计实例精解丛书

传动零部件设计 实例精解

于惠力 冯新敏 张海龙 程耀楠 编著



机械工业出版社

本书是为深入学习各种传动零部件的知识并进行正确的设计而编写，全书共分四章，包括带传动、齿轮传动、蜗杆传动和链传动四种常用的传动零部件。

本书提供了主要理论设计公式、图表等解题所必须的知识，以及最新国标的部分内容，因此使用本书可避免同时翻阅大量的其他书籍方可解题的障碍。本书突出了工程设计实践的内容，实用性强，提供了几种常用传动件的详细设计计算内容，有利于读者在短时间内迅速提高传动零部件的设计能力。

本书为工程设计人员和大专院校师生进行各种传动零件的设计提供了必要的参考，也可以作为高等工业学校机械类、近机类和非机类专业学习相关课程的教学使用，也可供报考硕士研究生的考生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

传动零部件设计实例精解/于惠力等编著. —北京: 机械工业出版社, 2009.3
(机械设计实例精解丛书)
ISBN 978-7-111-26423-1

I. 传… II. 于… III. 机械传动-零部件-机械设计
IV. TH132

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 026503 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 高依楠
版式设计: 霍永明 责任校对: 姚培新
封面设计: 鞠 杨 责任印制: 乔 宇
北京京丰印刷厂印刷
2009 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷
169mm×239mm·14 印张·270 千字
0 001—3 000 册
标准书号: ISBN 978-7-111-26423-1
定价: 32.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010) 68351729
封面无防伪标均为盗版

前 言

为了帮助读者在较短的时间内尽快地深入掌握各种机械零部件的设计方法,提高分析问题、解决问题的能力,特别是提高结构设计能力,我们有针对性地编写了机械设计实例精解丛书——《连接零部件设计精解》、《轴系零部件设计精解》、《减速器设计精解》等。《传动零部件设计实例精解》是其中的一本。

全书共分四章,包括带传动、齿轮传动、蜗杆传动和链传动四种常用传动零部件。每一章的内容包括:必备的基本设计理论、概念理解及精解、设计计算题及精解、传动零件设计及实例,含完整的零件图的绘制。所有的题目都给出了详细的分析解答,尤其是传动零件设计实例,既有详细的设计计算过程,又有结构设计的内容。

本书精选内容,联系实际,叙述简明,便于自学。突出了工程实践的内容,实用性强。书中提供了几种常用传动件的设计:“V带设计实例精解及带轮图绘制”、“平带设计实例精解及带轮图绘制”、“同步齿形带设计实例精解”、“直齿轮设计实例精解及零件图绘制”、“斜齿轮设计实例精解及零件图绘制”、“锥齿轮设计实例”、“蜗杆传动设计实例及零件图绘制”,以及“套筒滚子链设计实例精解及链轮图绘制”,对于读者在较短时间内提高传动零部件的设计能力会有较大的帮助。书中所有的题目都给出了较详细的解答,尤其是设计题,既有详细的设计计算过程,又有结构设计的内容。让读者明白为什么要这样设计计算,在进行相关机械设计或绘制零件图时,应该着重考虑什么问题,注意什么问题,从而让读者快速掌握各种机械传动零部件的设计方法。

本书可自成体系,基本设计理论部分提供了主要设计理论及公式等解题所必须的知识,可避免同时翻阅大量的其他书籍方可解题的障碍,因此使用比较方便。

本书为工程设计人员和大专院校师生进行各种传动零件的设计提供了必要的参考;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》等相关课程的教学使用,还可以作为相关专业研究生入学考试的复习资料。

本书由于惠力(第1章)、冯新敏(第2章)、张海龙(第3章)、程耀楠

(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	1
1.1.1 工作原理	1
1.1.2 受力分析	1
1.1.3 应力分析	2
1.1.4 弹性滑动及打滑	2
1.1.5 失效形式及设计准则	3
1.1.6 V带传动设计	3
1.1.7 半交叉传动、交叉传动和角度传动	8
1.2 带传动设计实例及精解	10
1.2.1 带传动概念理解题	10
1.2.2 带传动概念理解题精解	17
1.2.3 带传动计算题及精解	26
1.2.4 V带传动设计实例精解及带轮图绘制	36
1.2.5 平带传动设计实例精解	41
1.2.6 同步带传动设计实例精解	43
1.2.7 多楔带传动设计实例精解	47
1.2.8 多从动轮传动设计精解	52
1.2.9 塔轮传动实例精解	54
1.2.10 带传动结构设计实例精解	56
第2章 齿轮传动	59
2.1 基本设计理论	59
2.1.1 齿轮传动失效形式及设计准则	59
2.1.2 齿轮常用材料及热处理	59
2.1.3 齿轮传动受力分析	60
2.1.4 齿轮传动强度计算	63
2.2 齿轮传动设计实例及精解	72
2.2.1 齿轮传动概念理解题	72
2.2.2 齿轮传动概念理解题精解	86
2.2.3 齿轮传动计算题及精解	105
2.2.4 直齿圆柱轮设计实例精解	119

2.2.5 斜齿轮设计实例精解及零件图绘制	123
2.2.6 锥齿轮设计实例	132
2.2.7 齿轮结构设计实例精解	136
第3章 蜗杆传动	141
3.1 基本设计理论	141
3.1.1 蜗杆传动的主要参数及几何关系	141
3.1.2 蜗杆传动的失效形式及设计准则	143
3.1.3 蜗杆传动的受力分析	144
3.1.4 蜗杆传动强度计算	145
3.1.5 蜗杆传动效率及热平衡计算	148
3.2 蜗杆传动设计实例及精解	150
3.2.1 蜗杆传动概念理解题	150
3.2.2 蜗杆传动概念理解题精解	154
3.2.3 蜗杆传动计算题及精解	158
3.2.4 蜗杆传动设计实例及零件图绘制	176
3.2.5 蜗杆传动结构设计实例精解	182
第4章 链传动	184
4.1 基本设计理论	184
4.1.1 链传动的运动特性	184
4.1.2 链传动的受力分析	185
4.1.3 链传动设计计算	186
4.2 链传动设计实例及精解	190
4.2.1 链传动概念理解题	190
4.2.2 链传动概念理解题精解	193
4.2.3 链传动计算题及精解	198
4.2.4 套筒滚子链设计实例精解及链轮零件图绘制	201
4.2.5 齿型链设计实例精解	203
4.2.6 多从动链轮链传动设计实例精解	207
4.2.7 链传动结构设计实例精解	213
参考文献	216

第1章 带传动

1.1 基本设计理论

1.1.1 工作原理

带传动的工作原理如图 1-1 所示,它是靠摩擦传动,主要掌握如何靠带与带轮之间的摩擦力来传递动力。主动轮带轮 1 在电动机的驱动下顺时针旋转,带要阻碍主动轮的运动,作用于主动轮的摩擦力逆时针方向,即图中的力——轮 ΣF_{f1} ,而主动轮给带的摩擦力与带给主动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 ΣF_{f1} ,因此带在摩擦力的作用下顺时针旋转。当带运动至进入从动轮 2 时,从动轮要阻碍带的运动,作用于带的摩擦力方向为逆时针,同理,带给从动轮 2 的摩擦力为顺时针,则从动轮 2 在摩擦力的驱动下顺时针旋转。

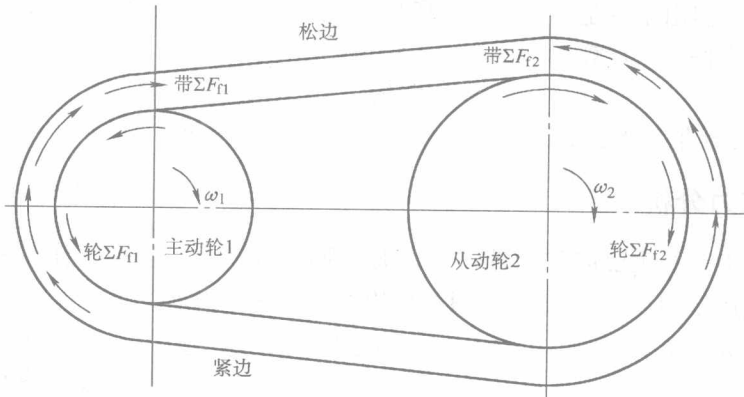


图 1-1 带传动工作原理

1.1.2 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, 由于带所受摩擦力带 ΣF_{f1} 和带 ΣF_{f2} 的作用 (见图 1-1), 使下部带的拉力增大至 F_1 , 上部带的拉力减小至 F_2 , 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

$$F = F_1 - F_2 = \sum F_{\mu}$$

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

$$F_1 + F_2 = 2F_0$$

根据弹性体欧拉公式, 带在即将打滑而还没有打滑时, 紧边拉力与松边拉力之比的关系如下:

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

联立以上两式, 可得带的紧边拉力、松边拉力及有效拉力的关系为

$$F_1 = F \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}$$

$$F_2 = F \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}$$

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

2. 离心拉力

当带在带轮上作圆周运动时, 会产生离心力。虽然离心力只产生在带做圆周运动的部分, 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, 其大小按下式计算:

$$F_c = qv^2$$

式中, q 是传动带每米长的质量 (kg/m); v 是带速 (m/s)。

1.1.3 应力分析

带的应力分析主要应掌握带在工作时受哪几种应力。带在工作时受三种应力: 由紧边产生的拉应力 $\sigma_1 = F_1/A$ 、松边产生的拉应力 $\sigma_2 = F_2/A$; 由离心力产生的拉应力 $\sigma_c = F_c/A = qv^2/A$; 绕过带轮处弯曲应力 σ_b ,

$= \frac{2Ey}{d}$ 。最大应力发生在紧边绕入主动轮之处, 其值为

紧边拉应力、离心拉应力与主动轮的弯曲应力之和, 即

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_c + \sigma_{b1}$$

1.1.4 弹性滑动及打滑

由于带是弹性体, 受力不同时, 带的变形量也不相同。带的弹性滑动如图 1-2 所示, 在主动轮上, 当带从

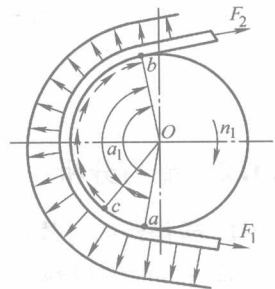


图 1-2 带的弹性滑动

紧边 a 点转到松边 b 点时, 拉力由 F_1 逐渐降至 F_2 , 带因弹性变形渐小而后回缩。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。如发生在从动轮上, 带的运动超前于带轮。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。

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, 带的全部接触弧都发生弹性滑动, 称“打滑”, 这是由于超载引起的, 是应该避免的。

1.1.5 失效形式及设计准则

带传动的主要失效形式是打滑和疲劳破坏 (即带疲劳断裂), 因此带的设计准则应是在保证不打滑的前提下, 有一定的疲劳强度和寿命。而要不打滑应满足欧拉公式; 要不疲劳破坏就应使带的最大应力小于等于带的许用应力, 即

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_c + \sigma_{bl} < [\sigma]$$

1.1.6 V 带传动设计

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 。

$$P_d = K_A P$$

式中, K_A 是工况系数, 其值见表 1-1; P 为 V 带传递的名义功率 (kW)。

表 1-1 工况系数 K_A

工作载荷性质	动力机					
	I 类			II 类		
	≤ 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。

2. 初选带的型号

根据计算功率 P_d 和主动轮转速 n_1 , 由选型图 1-3 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。

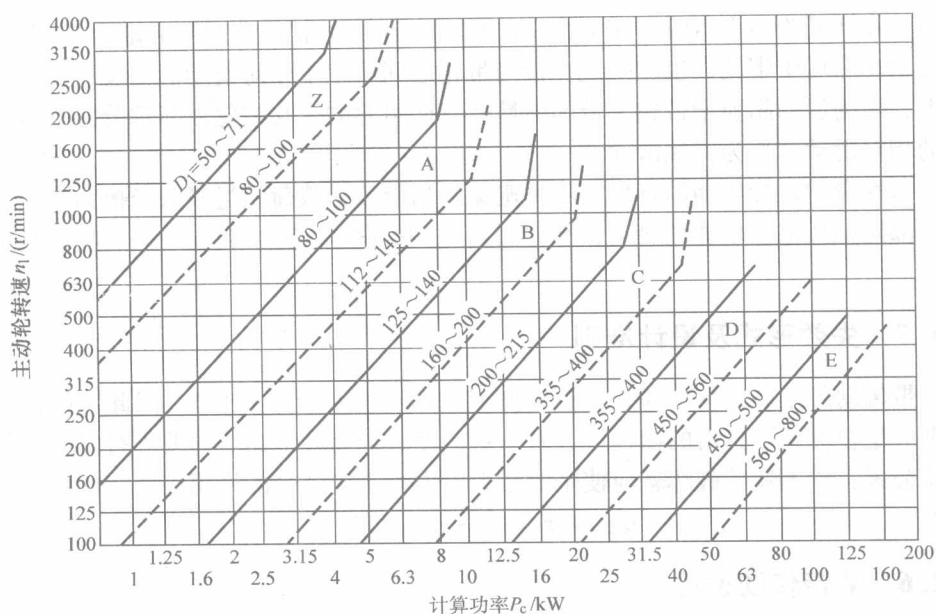


图 1-3 普通 V 带选型

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 适当选择主动轮基准直径, 使 $d_1 > d_{\min}$, 并取为标准值, 见表 1-2。从动轮基准直径 d_2 可由式 $d_2 = id_1$ 计算, 并相近圆整。

表 1-2 普通 V 带带轮基准直径系列 (单位: mm)

75	80	85	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	

(2) 验算带速 v

$$5 \leq v = \pi d_1 n_1 / (60 \times 1000) \leq v_{\max}$$

对于普通 V 带 $v_{\max} = 25 \sim 30 \text{ m/s}$; 窄 V 带 $v_{\max} = 35 \sim 40 \text{ m/s}$ 。

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

$$0.7(d_1 + d_2) \leq a_0 \leq 2(d_1 + d_2)$$

(2) 确定带的基准长度 L_d

初算带的基准长度 (即带的节线长) L_{d0} , 见图 1-4。

$$L_{d0} = 2 \overline{AB} + \widehat{BD} + \widehat{AC} = 2 \sqrt{a_0^2 - \left(\frac{d_2 - d_1}{2}\right)^2} + \frac{d_2}{2}(\pi + 2\theta) + \frac{d_1}{2}(\pi - 2\theta)$$

以 $\theta \approx \sin \theta = \frac{d_2 - d_1}{2a_0}$ 代入并展开简化, 得

$$L_{d0} = \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} + \theta(d_2 - d_1) + 2a_0 \cos\theta$$

$$\cos\theta \approx 1 - \frac{1}{2}\theta^2$$

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

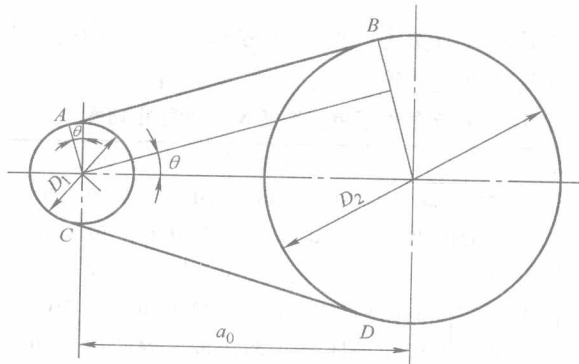


图 1-4 带长计算示意

根据 L_{d0} ，由图 1-5 选取标准 L_d 值。

基准长度 L_a/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				

图 1-5 V 带的基准长度

(3) 确定中心距 a 实际中心距 a 可用下式近似计算

$$a \approx a_0 + \frac{L_d - L_{d0}}{2}$$

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. 验算主动轮包角 α_1

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 57.3^\circ \geq 120^\circ \text{ (个别情况至少 } 90^\circ \text{)}$$

6. 确定 V 带的根数 z

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

式中, P_0 是单根 V 带在特定条件下所能传递的额定功率 (kW), 见表 1-3; K_α 是包角修正系数, 见表 1-4; ΔP_0 是功率增量 (kW), 见表 1-5; K_L 是长度修正系数, 见表 1-6。

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

表 1-3 特定条件下单根普通 V 带的额定功率 P_0 (单位: kW)

型号	主动轮计算直径 D_1/mm	主动轮转速 $n_1/(\text{r}/\text{min})$													
		400	730	800	980	1200	1460	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	5000
A	75	0.27	0.42	0.45	0.52	0.60	0.68	0.73	0.84	0.92	1.00	1.04	1.08	1.09	1.02
	90	0.39	0.63	0.68	0.79	0.93	1.07	1.15	1.34	1.50	1.64	1.75	1.83	1.87	1.82
	100	0.47	0.77	0.83	0.97	1.14	1.32	1.42	1.66	1.87	2.05	2.19	2.28	2.34	2.25
	112	0.31	0.56	0.93	1.00	1.18	1.39	1.62	1.74	2.04	2.30	2.51	2.68	2.83	2.64
	125	0.67	1.11	1.19	1.40	1.66	1.93	2.07	2.44	2.74	2.98	3.16	3.26	3.28	2.91
	160	0.94	1.56	1.69	2.00	2.36	2.74	2.94	3.42	3.80	4.06	4.19	4.17	3.98	2.67
B	125	0.84	1.34	1.44	1.67	1.93	2.20	2.33	2.50	2.64	2.76	2.85	2.96	2.94	2.51
	160	1.32	2.16	2.32	2.72	3.17	3.64	3.86	4.15	4.40	4.60	4.75	4.89	4.80	3.82
	200	1.85	3.06	3.30	3.86	4.50	5.15	5.46	6.13	6.47	6.43	5.95	4.98	3.47	—
	250	2.50	4.14	4.46	5.22	6.04	6.85	7.20	7.87	7.89	7.14	5.60	3.12	—	—
	280	2.89	4.77	5.13	5.93	6.90	7.78	8.13	8.60	8.22	6.80	4.26	—	—	—
C	200	1.39	1.92	2.41	2.87	3.30	3.80	4.07	4.66	5.29	5.86	6.07	6.28	6.34	6.26
	250	2.03	2.85	3.62	4.33	5.00	5.82	6.23	7.18	8.21	9.06	9.38	9.63	9.62	9.34
	315	2.86	4.04	5.14	6.17	7.14	8.34	8.92	10.23	11.53	12.48	12.72	12.67	12.14	11.08
	400	3.91	5.54	7.06	8.52	9.82	11.52	12.10	13.67	15.04	15.51	15.24	14.08	11.95	8.75
	450	4.51	6.40	8.20	9.81	11.29	12.98	13.80	15.39	16.59	16.41	15.57	13.29	9.64	4.44
D	355	5.31	7.35	9.24	10.90	12.39	14.04	14.83	16.30	17.25	16.70	15.63	12.97	—	—
	450	7.90	11.02	13.85	16.40	18.67	21.12	22.25	24.16	24.84	22.42	19.59	13.34	—	—
	560	10.76	15.07	18.95	22.38	25.32	28.28	29.55	31.00	29.67	22.08	15.13	—	—	—
	710	14.55	20.35	25.45	29.76	33.18	35.97	36.87	35.58	27.88	—	—	—	—	—
	800	16.76	23.39	29.08	33.72	37.13	39.26	39.55	35.26	21.32	—	—	—	—	—
E	500	10.86	14.96	18.55	21.65	24.21	26.62	27.57	28.52	25.53	16.25	—	—	—	—
	630	15.65	21.69	26.95	31.36	34.83	37.64	38.52	37.14	29.17	—	—	—	—	—
	800	21.70	30.05	37.05	43.46	47.26	49.79	47.38	39.08	16.46	—	—	—	—	—
	900	21.15	34.71	42.49	48.20	51.48	51.13	49.21	34.01	—	—	—	—	—	—
	1000	28.52	39.17	47.52	53.12	55.45	52.26	48.19	—	—	—	—	—	—	—

表 1-4 主动轮包角系数 K_α

包角 $\alpha_1/(\circ)$	180	175	170	165	160	155	150	145	140	135	130	125	120	110	100	90
K_α	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

表 1-5 单根普通 V 带功率增量 ΔP_0 (单位: kW)

型号	传动比 i	主动轮转速 $n_1/(r/min)$														
		400	730	800	980	1200	1460	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	5000	
Y	1.35 ~ 1.51	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	≥ 2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Z	1.35 ~ 1.51	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
	≥ 2	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
A	1.35 ~ 1.51	0.04	0.07	0.08	0.08	0.11	0.13	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30	0.34	0.38	0.47	0.60
	≥ 2	0.05	0.09	0.10	0.11	0.15	0.17	0.19	0.24	0.29	0.34	0.39	0.44	0.48	0.60	0.60
B	1.35 ~ 1.51	0.10	0.17	0.20	0.23	0.30	0.36	0.39	0.49	0.59	0.69	0.79	0.89	0.99	1.24	1.24
	≥ 2	0.13	0.22	0.25	0.30	0.38	0.46	0.51	0.63	0.76	0.89	1.01	1.14	1.27	1.60	1.60

型号	传动比 i	主动轮转速 $n_1/(r/min)$													
		200	300	400	500	600	730	800	980	1200	1460	1600	1800	2000	2200
C	1.35 ~ 1.51	0.14	0.21	0.27	0.34	0.41	0.48	0.55	0.65	0.82	0.99	1.10	1.23	1.37	1.51
	≥ 2	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.83	1.06	1.27	1.41	1.59	1.76	1.94
D	1.35 ~ 1.51	0.49	0.73	0.97	1.22	1.46	1.70	1.95	2.31	2.92	3.52	3.89	4.98	—	—
	≥ 2	0.63	0.94	1.25	1.56	1.88	2.19	2.50	2.97	3.75	4.53	5.00	5.62	—	—
E	1.35 ~ 1.51	0.96	1.45	1.93	2.41	2.89	3.38	3.86	4.58	5.61	6.83	—	—	—	—
	≥ 2	1.24	1.86	2.48	3.10	3.72	4.34	4.96	5.89	7.21	8.78	—	—	—	—

表 1-6 长度修正系数 K_L

基准长度 L_d/mm	K_L				基准长度 L_d/mm	K_L					
	Z	A	B	C		Z	A	B	C	D	E
400	0.87				2000		1.03	0.98	0.88		
450	0.89				2240		1.06	1.00	0.91		
500	0.91				2500		1.09	1.03	0.93		
560	0.94				2800		1.11	1.05	0.95	0.83	
630	0.96	0.81			3150		1.13	1.07	0.97	0.86	
710	0.99	0.83			3550		1.17	1.09	0.99	0.89	
800	1.00	0.85			4000		1.19	1.13	1.02	0.91	
900	1.03	0.87	0.82		4500			1.15	1.04	0.93	0.90
1000	1.06	0.89	0.84		5000			1.18	1.07	0.96	0.92
1120	1.08	0.91	0.86		5600				1.09	0.98	0.95
1250	1.11	0.93	0.88		6300				1.12	1.00	0.97
1400	1.14	0.96	0.90		7100				1.15	1.03	1.00
1600	1.16	0.99	0.92	0.83	8000				1.18	1.06	1.02
1800	1.18	1.01	0.95	0.86	9000				1.21	1.08	1.05

注: 各型号中长度系数 K_L 为空格的, 无对应的基准长度 L_d 。

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，轴和轴承受力大。初拉力可由下式计算：

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

式中， q 是带单位长度的质量 (kg/m)。

8. 计算带作用在轴上的压力 F_Q

$$F_Q = 2zF_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$$

1.1.7 半交叉传动、交叉传动和角度传动

半交叉传动、交叉传动和角度大多使用平带。虽然也可以使用 V 带，但由于附加的扭转，加剧 V 带的磨损，降低带的寿命和传动效率，因此使用较少。

1. 半交叉传动

半交叉传动如图 1-6 所示，适用于空间两交错轴的传动，但只能用于 $v < 15\text{m/s}$ 、 $i < 2.5$ ，较大的轴间距及单向传动的情况。

半交叉传动的设计与开口传动基本相同，但应注意如下：

1) 布置传动时，应使紧边位于下边，带的运动方向对准进入带轮轮宽的中间平面，并使水平带轮轴线高于垂直轴带轮轮宽的中间平面（见图 1-6），距离 y 值可查表 1-7。

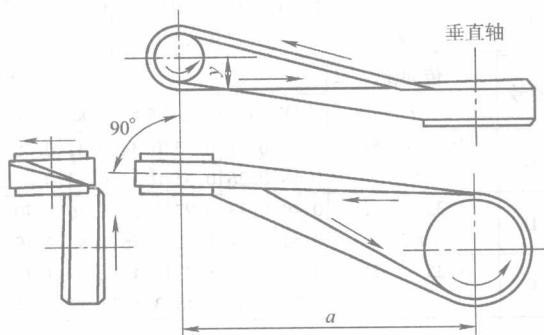


图 1-6 半交叉传动

表 1-7 半交叉传动的 y 值 (单位: mm)

轴间距 a	1500 ~ 2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
y	15	25	40	50	65	90	100	130	155

注：本表适用于普通 V 带，若采用窄 V 带， y 值应减小 50%。

2) 确定轴间距时，应使

$$a \geq K(B + d_2)$$

式中， d_2 是从动轮直径（节圆直径或基准直径）(mm)； B 是带轮宽度 (mm)； K 是交错角系数。取决于两轴线在空间的交错角， 90° 时取 5、 45° 时取 4、 30° 时取 3。

3) 计算带的断面尺寸和 V 带根数时，额定功率按开口传动减小 20%，包角修正系数 $K_\alpha = 1$ 。

4) 采用平带时，带轮不做轮冠，轮宽 B 应增大，通常 $B = 1.4b + 10\text{mm}$ ，但

小于 $2b$ (b 是带宽)。采用V带时,宜用深槽V带轮。

5) 传动不许逆转。

2. 交叉传动

交叉传动适用于两轴平行、要求转向相反的传动,但只宜用于轴间距大、 $v < 15\text{m/s}$ 、 $i < 6$ 的场合。设计时应注意如下:

1) 可选用包边式普通平带或单根V带,可用双面V带或多楔带(楔数 z 宜少些),用普通V带时,应使用深槽V带轮。

2) 为减少带的扭曲,确定轴间距时,应使V带与两轮的切线长大于表1-8的 l_{\min} 值。

表 1-8 交叉带传动带的最小切线长 l_{\min} (单位: mm)

带型	A	B	C	D	E
l_{\min}	460	560	710	940	1150

3) 计算带的断面尺寸和传动能力时,其额定功率按开口传动减小 20% ~ 30%。

4) 交叉处有严重磨损,带的扭曲会加速带的损坏。为避免交叉处接触,可使两轮的中间平面稍许偏离或在松边加一导轮。

3. 角度传动

角度传动如图1-7所示,适用于两轴相交或成任意方向时的传动,但必须通过导轮引导带的运动方向。一个导轮的角度传动,导轮置于松边,只能单向传动;两个导轮的角度传动才可以双向传动,只适合 $v < 15\text{m/s}$ 、 $i < 6$ 的场合的传动。设计时应注意以下几点:

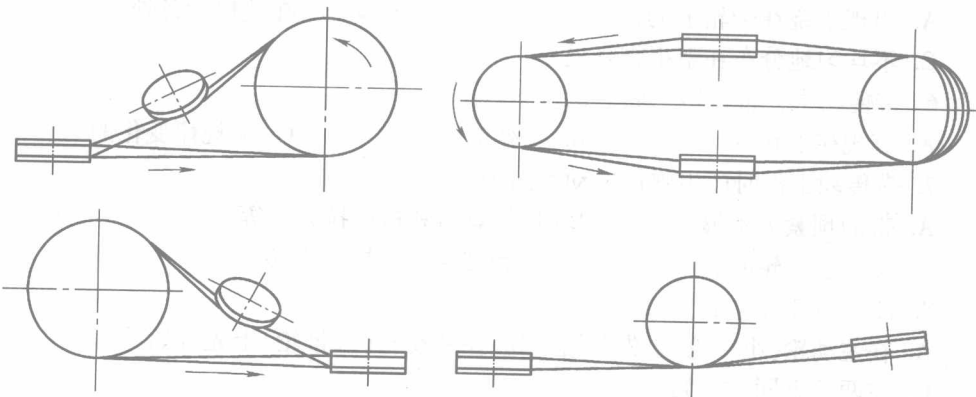


图 1-7 角度传动

1) 布置传动时,应通过导轮的导向使带的运动方向对准进入带轮轮宽的中间平面。

- 2) 计算带的断面尺寸或根数时, 其额定功率应按开口传动减小 20%。
- 3) 使用平带时, 导轮应制成轮冠。使用 V 带时, 宜采用深槽 V 带轮。
- 4) 同步带的角度传动通常都采用双导向轮传动, 由于带的扭曲对其寿命影响较大, 一般只用于 $v < 10\text{m/s}$ 、 $i < 4$ 的场合的传动, 并取稍大的轴间距。

1.2 带传动设计实例及精解

1.2.1 带传动概念理解题

一、选择填空题

1. 带传动主要依靠_____传递运动和动力。
A. 带的紧边拉力 B. 带和带轮接触面间的摩擦力 C. 带的预紧力
2. 在相同的预紧力作用下, V 带的传动能力_____平带的传动能力。
A. 高于 B. 低于 C. 等于
3. 带传动工作时, 紧边拉力为 F_1 , 松边拉力为 F_2 , 若带速 $v < 10\text{m/s}$, 当载荷达到极限值, 带将开始打滑而还未打滑时, F_1/F_2 的比值为_____。
A. $F_1/F_2 = 0$ B. $F_1/F_2 = 1$
C. $1 < F_1/F_2 < e^{\mu\alpha}$ D. $F_1/F_2 = e^{\mu\alpha}$
4. 带在工作时受到交变应力的作用, 最大应力发生在_____。
A. 带进入主动轮处 B. 带离开主动轮处 C. 带进入从动轮处
5. 传动带在工作时, 要受到离心应力的作用, 离心应力通常是_____。
A. 出现于绕在带轮上的带体 B. 均匀地分布在整根带各处
C. 不均匀地分布在整根带各处
6. 带传动中, 带每转一周, 拉应力是_____。
A. 有规律变化的 B. 不变的 C. 无规律变化的
7. 带传动工作时产生弹性滑动是因为_____。
A. 带的预紧力不够 B. 带的紧边和松边拉力不等
C. 带绕过带轮时有离心力 D. 带和带轮间摩擦力不够
8. 带传动打滑总是_____。
A. 在主动轮(小带轮)上先开始 B. 在从动轮(大带轮)上先开始
C. 在两轮上同时开始
9. V 带传动设计中, 选取主动轮最小基准直径的依据是_____。
A. 带的型号 B. 带的速度
C. 主动轮转速 D. 传动比
10. 下列普通 V 带断面尺寸最小的是_____。