

实用计算手册系列

实用钳工计算手册

胡家富 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本手册内容包括机械传动计算、液压传动计算、金属切削过程计算、夹具定位误差和夹紧力计算、划线计算、弯曲与铆接计算、攻螺纹和套螺纹计算、孔加工计算、机械典型零件修配计算、尺寸链计算、内燃机性能指标和平衡计算、常用零件检测计算以及常用资料共十三个部分。

本手册可供钳工技术工人和技术人员工作参考和学习借鉴。

前 言

钳工是机械加工中涉及面很广的一个工种,在实际操作中会遇到各种难题,需要通过计算和估算来进行定量、定性分析予以解决。

本手册汇编了大量钳工操作中常用的计算方法、公式和示例,内容丰富、实用,阐述深入浅出、循序渐进,并附有相关资料,以便于应用与学习。本手册可供技术工人和技术人员工作参考和学习借鉴。

本手册由胡家富同志主编,参与编写的还有曾国梁、王林茂、言辰玮、朱雨舟等四位同志。限于作者水平,手册中有不妥之处,敬请广大读者提出宝贵意见,以便再版时改正。

作者

目 录

一、机械传动计算	1
1. 带传动计算	2
2. 齿轮传动计算	8
3. 螺旋传动计算	16
4. 机床传动系统计算	19
二、液压传动计算	31
1. 液压系统的组成	32
2. 液压系统主要参数计算	33
3. 液压系统典型计算	46
4. 计算实例	104
三、金属切削过程计算	111
1. 切削用量计算	112
2. 切削基本时间计算	149
3. 切削刀具几何角度计算	172
4. 切削力和切削功率计算	202
5. 切削热和热变形计算	219
四、夹具定位误差与夹紧力计算	229
1. 定位误差基本计算	230
2. 典型定位误差计算	240
3. 夹紧力与夹紧误差计算	252
五、划线计算	285
1. 基本作图方法	286

2. 正多边形计算	297
3. 特殊几何图形划线计算	305
4. 常见几何图形和几何体展开计算	318
5. 孔距划线计算	327
6. 分度计算	351
六、弯曲与铆接计算	389
1. 弯曲操作及基本方法	390
2. 螺旋弹簧展开长度计算	394
3. 圆钢(钢管)展开长度计算	413
4. 钢板(钢带)展开长度计算	427
5. 型钢弯曲件展开长度计算	438
6. 铆接计算	457
七、攻螺纹和套螺纹计算	465
1. 常用螺纹的名称、用途与代号	466
2. 常用螺纹的几何尺寸计算	470
3. 攻螺纹底孔直径计算	554
4. 套螺纹前坯料直径计算	568
5. 螺纹联接的计算	572
八、孔加工计算	581
1. 麻花钻的几何参数	582
2. 镗钻的几何参数	603
3. 铰刀的几何参数	607
4. 钻、镗、铰孔的切削用量计算	620
5. 钻模导套的计算	628
九、典型机械零件修配计算	639
1. 齿轮修配计算	640

2. 凸轮修配计算	670
3. 套筒滚子链传动修配计算	678
4. 牙嵌离合器修配计算	697
5. 蜗杆副修配计算	717
6. 槽轮和转臂修配计算	728
7. 棘轮和棘爪修配计算	732
十、尺寸链计算	741
1. 尺寸链基本术语和形式	742
2. 尺寸链计算公式与参数	744
3. 工艺尺寸链计算	749
4. 装配尺寸链计算	754
十一、内燃机性能指标和平衡计算	767
1. 内燃机基础计算	768
2. 内燃机指示指标计算	771
3. 内燃机有效指标计算	775
4. 内燃机主要参数、单位及符号	779
5. 内燃机平衡计算	784
十二、常用零件的检测计算	799
1. 轴类零件检测计算	800
2. 套类零件检测计算	802
3. 圆锥和角度零件检测计算	807
4. 螺纹检测计算	815
5. 齿轮检测计算	828
6. 箱体零件检测计算	840
7. 导轨检测计算	850
附录 常用资料	853

1. 液压传动常用资料	854
2. 法定计量单位及其换算	869
3. 常用数学公式与数表	889
4. 极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度	973
5. 金属材料与热处理	1014

一、机械传动计算

1. 带传动计算

带传动是依靠套在带轮上的带与带轮之间的摩擦力,将主动轴(或原动机)上的运动和扭矩传给从动轴(图 1-1)。常用的带传动有平带传动和 V 带传动两种。

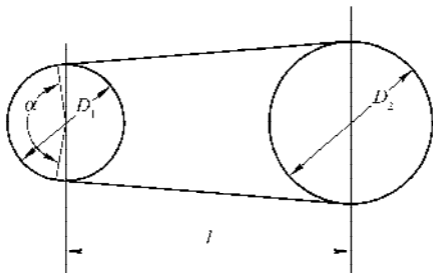


图 1-1 带传动

(1) 传动比计算

在带传动中,先转动的带轮称为主动轮,被主动轮带动而转动的带轮称为从动轮。

主动轮的转速与从动轮的转速之比,等于从动轮的直径与主动轮的直径之比,称为传动比,即

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

式中 i ——传动比;

n_1 ——主动轮转速(r/\min);

n_2 ——从动轮转速(r/\min);

D_1 ——主动轮直径(mm);

D_2 ——从动轮直径(mm)。

〔例〕 如图 1-1 所示的带传动, $n_1 = 1450 \text{ r/min}$, $D_1 = 130 \text{ mm}$, $D_2 = 260 \text{ mm}$, 求 i 和 n_2 。

〔解〕
$$i = \frac{1450}{n_2} = \frac{260}{130} = 2$$

$$n_2 = 1450 \times \frac{130}{260} = 725 \text{ r/min}$$

〔例〕 如图 1-2 所示的带传动, 求末一个带轮($\phi 500$)的转速 $n_{\text{末}}$ 。

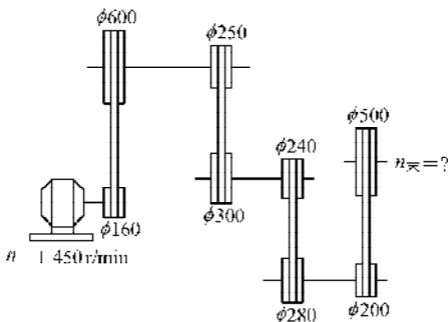


图 1-2 由几对带轮组成的带传动

〔解〕
$$\frac{1450}{n_{\text{末}}} = \frac{600}{160} \times \frac{300}{250} \times \frac{280}{240} \times \frac{500}{200} = \frac{105}{8}$$

$$n_{\text{末}} = 1450 \times \frac{8}{105} = 110 \text{ r/min}$$

(2) 平带传动

平带传动常见的有三种形式：

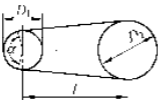
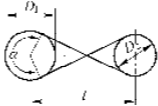
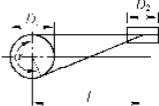
1) 开口式 用于两轴轴线平行, 且转向相同的场合。

2) 交叉式 用于两轴轴线平行,且转向相反的情况。

3) 半交叉式 用于两轴轴线既不平行又不相交的情况。

平带传动中,平带的包角 α 和几何长度 L 可用表1-1中公式计算。包角的大小与带的拉力有关。包角 α 愈大,带的拉力愈大。在平带传动中 α 不应小于 120° ,否则容易打滑。如果 α 小于 120° ,则必须应用张紧轮来增加包角 α 。

表 1-1 常用平带传动的包角和长的几何长度计算公式

传动简图			
小带轮的包角 α	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{l} \times 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_1 + D_2}{l} \times 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_1}{l} \times 60^\circ$
带的几何长度 L (未考虑它的张紧和悬垂)	$L = 2l + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4l}$	$L = 2l + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 + D_2)^2}{4l}$	$L = 2l + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{D_1^2 + D_2^2}{2l}$
i_{\max}	5	6	≤ 3

〔例〕 如图1-1所示的带传动(开口式), $D_1 = 105 \text{ mm}$, $D_2 = 210 \text{ mm}$, $l = 800 \text{ mm}$,求 α 和 L 。

〔解〕 $\alpha \approx 180^\circ - \frac{210 - 105}{800} \times 60^\circ = 180^\circ - 7.875^\circ \approx 172^\circ$

$$L = 2 \times 800 + \frac{3.14}{2} \times (210 + 105) + \frac{(210 - 105)^2}{4 \times 800}$$

$$= 1600 + 494.55 + 3.445 = 2098 \text{ mm}$$

(3) V带传动

V带传动用于两轴轴心线之间的距离不大的场合。由于V带具有弹性,能缓和冲击和振动,使传动平稳、噪声小。此外,在传动过载时会打滑,这样可以防止其他零件因过载而损坏。

1) V带 V带是标准产品,其截面为梯形,两侧斜面夹角为 40° 。国家标准规定,V带有Y、Z、A、B、C、D和E七种型号。Y型截面尺寸最小,E型截面尺寸最大,常用的是A、B、C三种。型号选用按功率大小可从表1-2查出。

表 1-2 V带型号选用

传递功率(W)	推荐选用的型号	传递功率(W)	推荐选用的型号
0.4~0.75	Y	20~40	B、C
0.75~2.20	Y、Z	40~75	C、D
2.20~3.70	Y、Z、A	75~150	D、E
3.70~7.50	Z、A	150以上	E
7.50~20	A、B		

V带是无接头的环形带,其横截面重心连线的长度 L 称为计算长度。由于制造和测量上的原因,V带用内周长度 L_0 作为公称长度(表1-3)。

2) V带轮 由于V带有七种型号,所以带轮槽也有七种不同尺寸(表1-4)。

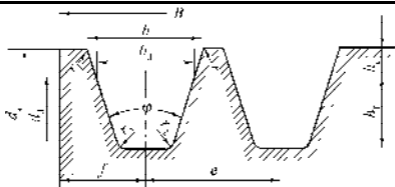
表 1-3 V 带的公称长度 (mm)

公称长度 L_0 的标准系列	450	500	560	630	710	800	900	1 000	1 120
	1 250	1 400	1 600	1 800	2 000	2 240	2 500	2 800	3 150
	3 550	4 000	4 500	5 000	5 600	6 300	7 100	8 000	9 000
	10 000	11 200	12 500	14 000	16 000				

注: 1. V 带标记示例: 内周长 $L_0 = 1 400$ mm 的 B 型 V 带的标记“V 带 B-1400”。

2. 实际上 V 带生产、供应的长度规格很多, 不局限于上表所列。

表 1-4 V 型带轮槽型尺寸 (mm)



槽型	Y	Z	A	B	C	D	E
b_d	5.3	8.5	11	14	19	27	32
$b \approx$	6.3	10.1	13.2	17.2	23	32.7	38.7
h_a	1.6	2.0	2.75	3.5	4.8	8.1	9.6
e	8 ± 0.3	12 ± 0.3	15 ± 0.3	19 ± 0.4	25.5 ± 0.5	37 ± 0.6	44.5 ± 0.7
f	7 ± 1	8 ± 1	$10 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$12.5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$17 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$24 \begin{smallmatrix} +3 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$29 \begin{smallmatrix} +4 \\ -1 \end{smallmatrix}$
h_{fmin}	4.7	7.0	8.7	10.8	14.3	19.9	23.4

(续表)

槽型		Y	Z	A	B	C	D	E
r_1		0.2~0.5						
r_2		0.5~1				1.0~ 1.6	1.6~2.0	
d_a		$d_a = d_d + 2h_a$ d_d —按传动比计算出来的直径						
B		$B = (z - 1)p + 2f$ z —轮槽数						
φ (°)	32	≤60						
	34		≤80	≤118	≤190	≤315		
	36	>60					≤475	≤600
	38		>80	>118	>190	>315	>475	>600

根据传动比计算出来的直径 d_d 应按表 1-5 系列确定大小。

表 1-5 V 带轮计算直径 d 系列 (mm)

50 (53)	56 (60)	63 (67)	71	75	80	85	90
95	100 (106)	112 (118)	125 (132)	140 (150)			
160 (170)	180 (190)	200 (212)	224 (236)	250			
(265)	280 (300)	315 (335)	355 (375)	400			
(425)	(450) (475)	500 (530)	560 (600)	630			
(670)	710 (750)	800 (850)	900 (950)	1 000			
1 120	1 250	1 400	1 600	1 800	2 000	2 240	2 500

注：括号内尺寸尽可能不用。

〔例〕 根据计算,带轮计算直径 $d_d = 100 \text{ mm}$,采用 A 型 V 带,三条槽,求带轮的有关尺寸。

〔解〕 从表 1-4 中查得

$$b_d = 11 \text{ mm}$$

$$b \approx 13.2 \text{ mm}$$

$$h_a = 2.75 \text{ mm}$$

$$e = 15 \pm 0.3 \text{ mm}$$

$$f = 10_{-1}^{+2} \text{ mm}$$

$$h_{f\min} = 8.7 \text{ mm}$$

$$r_1 = 0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$$

$$r_2 = 0.5 \sim 1 \text{ mm}$$

$$d_a = 100 + 2 \times 2.75 = 105.5 \text{ mm}$$

$$B = (3 - 1) \times 15 + 2 \times 10 = 50 \text{ mm} (B \approx 47.4 \sim 54.6)$$


$$\varphi = 34^\circ$$





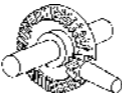
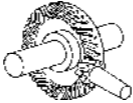
2. 齿轮传动计算

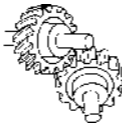
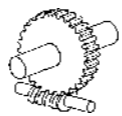
要将一根轴旋转运动,传递到与它相近的另一根轴上去,并要求得到正确的传动比,这时可采用齿轮传动。

(1) 齿轮的种类和用途(表 1-6)

表 1-6 齿轮的种类和用途

名 称		外 形 图	用 途
圆柱 齿轮 传动	直 齿 外 啮 合		用于两轴轴线平行的 齿轮传动

名称	外形图	用途	
圆柱齿轮传动	直齿内啮合		用于两轴轴线平行的 齿轮传动
	齿轮齿条		
	斜齿外啮合		
	人字齿外啮合		
圆锥齿轮传动	直齿		用于两轴轴线相交的 齿轮传动
	曲齿		

名称	外形图	用途
螺旋齿轮传动		用于两轴轴线交叉的 齿轮传动
蜗杆蜗轮传动		

(2) 定轴轮系

每一个齿轮的回转轴都是固定的轮系称为定轴轮系。

1) 单式轮系 由一对齿轮组成的轮系称为单式轮系(图 1-3)。在单式轮系中,主动轮的转速与从动轮的转速之比,等于从动轮的齿数与主动轮的齿数之比,即传动比。

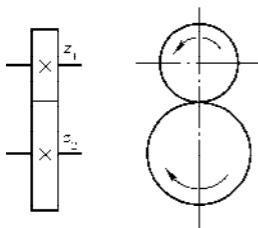


图 1-3 单式轮系

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

式中 i ——传动比;

n_1 ——主动轮转速(r/\min);

n_2 ——从动轮转速(r/\min);

z_1 ——主动轮齿数;

z_2 ——从动轮齿数。

〔例〕 $n_1 = 1420 r/\min$, $z_1 =$

30 , $z_2 = 40$, 求 n_2 。