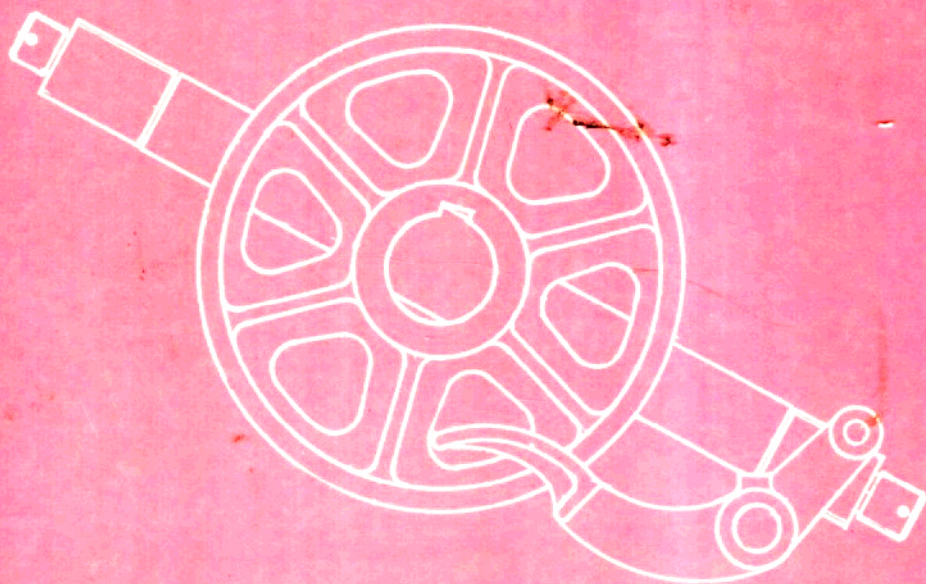


132314

机械零件重量速查速算手册

甘铁梁 编著



湖南省机械工程学会

湖南
省
机
械
工
程
学
会
PDG

机械零件重量速查速算手册

甘铁梁

湖南省机械工程学会

机械零件重量速查速算手册

甘铁梁 编著

*

湖南省机械工程学会

(湖南长沙市稻谷仓 23 号 邮编 410005)

1991 年 9 月

■ 25 · 00

前 言

机械零件重量在机械设计中具有重要意义,它的基本作用就是为零件的备料、加工、搬运和经济核算提供依据。如果是起重运输设备乃至航空、航天等设备,其零件的重量将直接关系到它们的有效载荷和技术性能。随着我国科学技术的迅速发展,机械零件的重量问题已日益为更多的科技人员所关注。

机械零件的重量计算是机械设计的一项必不可少且又十分棘手的工作。简单的零件也须根据其几何体的多少,进行多次运算,如果零件比较复杂,计算精度要求较高,其计算工作量还将大大增加,常使人在重量面前束手无策。

为适应新形势下重量计算工作的需要,基于个人对重量计算的实践和体会,编写此书,以期简化重量计算时的繁琐运算,提高计算精度。

本书在编写过程中注意到以下几个方面:

1. 将机械零件中有共性的,以及常用而又难以计算的几何体的重量,预先计算出来,合理排列成便查速算表。使用时以查表为主,辅以简单的计算,即可迅速求得精确的重量。

2. 零件的参数和尺寸,力求依照最新的国家标准,少数无国标可依,才采用部标或其它参考资料,以确保所选尺寸的通用性和权威性。

3. 凡具有长度或厚度的几何体,均将其定为 100mm 长(或厚);材料的比重一律以钢材(7.85)为标准;查表后再乘以相应的长度和比重换算系数,以尽量减少变量,压缩篇幅。

4. 书中的近十万个数据,全部由电子计算机算出,并在编程序时,预先将计算精度统一控制为: <10kg 时,取小数点后的三位数; >10kg~100kg 时,取小数点后的两位数; >100kg~1000kg 时,取小数点后的一位数; >1000kg 时,不计小数。既可提高数据的精度和可靠性,也希望能为机械零件重量计算的规范化起促进作用。

5. 全书以典型的机械零件重量计算实例为先导,用较多的篇幅,详尽地介绍了它们的计算方法和本书所列各重量计算用表的查找方法,以利于读者在实际工作中灵活运用。

由于机械零件的形状和尺寸千差万别,很难算出所有的重量——列表备查。本书所列各表和采用的查表与计算相结合的方法,可以解决较多的重量计算问题,但是,由于水平所限,疏漏和错误之处一定还有,恳请机械各部门的专家和读者批评指正。

作者

目 录

1. 手册使用说明	1
2. 重量计算举例	1
2.1 例 1, 轴	1
2.2 例 2, 三角带轮	3
2.3 例 3, 链轮	5
2.4 例 4, 斜齿轮	5
2.5 例 5, 内齿轮	10
2.6 例 6, 圆锥大齿轮	12
2.7 例 7, 普通圆柱蜗杆	12
2.8 例 8, 圆弧齿蜗轮	16
2.9 例 9, 踏脚杆	16
3. 重量计算及重量计算用表	21
3.1 圆柱体每 100mm 长的重量	21
3.2 圆锥体的重量计算	48
3.3 普通螺杆或螺孔(去牙槽)每 100mm 长的重量	49
3.4 普通内螺级肩距和退刀槽的重量	52
3.5 梯形螺杆和螺孔(去牙槽)每 100mm 长的重量	53
3.6 倒角体和倒圆体的重量	55
3.8 中心孔的重量	63
3.9 带普通平键、薄型平键或楔键的轴和孔每 100mm 长的重量	64
3.10 带切向键的轴和孔每 100mm 长的重量	66
3.11 轴上的半月键孔的重量和带半月键的孔每 100mm 长的重量	67
3.12 带矩形花键的轴和孔每 100mm 长的重量	68
3.13 $\alpha_0=30^\circ$ 渐开线内花键每 100mm 厚的重量	69
3.14 $\alpha_0=45^\circ$ 渐开线内花键每 100mm 厚的重量	78
3.15 $\alpha_0=30^\circ$ 渐开线外花键每 100mm 厚的重量	80
3.16 $\alpha_0=45^\circ$ 渐开线外花键每 100mm 厚的重量	88
3.17 三角带轮外轮圈(去齿槽)的重量	91
3.18 椭圆轮辐每 100mm 长的重量	100
3.19 上、下半圆环体的重量计算	101
3.20 同步齿形带带轮外圆柱(去轮槽)每 100mm 厚的重量	102
3.21 滚子链链轮(凹形端面齿形)齿部轮圈(去齿槽)的重量	103
3.22 滚子链链轮(直线—圆弧齿形)齿部轮圈(去齿槽)的重量	113
3.23 齿形链链轮外圆柱(去齿槽)的重量	123
3.24 非变位外啮合标准圆柱直齿轮外圆柱(去齿槽)每 100mm 厚的重量	141
3.25 非变位内啮合标准圆柱直齿轮外圆柱(去轮齿)每 100mm 厚的重量	157
3.26 $m=1$, 非变位外啮合标准圆柱直齿轮齿槽每 100mm 长的重量	174

3.27	$m=1$, 非变位内啮合标准圆柱直齿轮轮齿每 100mm 长的重量	175
3.28	外啮合圆柱直齿轮的齿槽折算系数	176
3.29	内啮合圆柱直齿轮的轮齿折算系数	183
3.30	圆弧齿小齿轮(凸齿)齿槽每 100mm 长的重量	189
3.31	圆弧齿大齿轮(凹齿)齿槽每 100mm 长的重量	198
3.32	双圆弧齿轮齿槽每 100mm 长的重量	211
3.33	齿轮轮辐三角形铸孔的重量计算	225
3.34	$m=10$, 渐形线圆锥小齿轮面锥(去齿槽)和背锥的重量	227
3.35	$m=10$, 渐开线圆锥大齿轮面锥(去齿槽)和背锥的重量	238
3.36	$m=10$, 渐开线圆锥小齿轮齿槽每 100mm 长的重量	249
3.37	$m=10$, 渐开线圆锥大齿轮齿槽每 100mm 长的重量	260
3.38	圆柱蜗杆(去牙槽)螺纹部分全长 L 和每 100mm 长的重量及其两端倒角的重量	270
3.39	普通蜗轮外圆柱的重量	274
3.40	圆弧齿蜗杆(去牙槽)螺纹部分全长 L 和每 100mm 长的重量及其两端倒角的重量	277
3.41	圆弧齿蜗轮外圆柱的重量	280
3.42	圆螺母用止动垫圈轴槽每 100mm 长的重量	283
3.43	扇形体每 100mm 厚的重量	284
3.44	弓形体每 100mm 厚的重量	291
附录		
1.	常用几何体的计算	299
2.	材料的比重及其换算系数	303
3.	角度化弧度	315

1 手册使用说明

1) 为了便于说明重量计算的方法和步骤,各计算实例中所计算的重量,把零件中包含的所有几何体都作了计算,精度较高,但也较烦琐。在实际应用时,如果零件对重量计算的精度要求不高,可将重量较小的某些计算和步骤予以省略。

2) 计算实例的附图中,略去了与重量计算无关的一些内容,如尺寸公差,形位公差,表面粗糙度要求及某些技术要求等。

3) 书中各齿轮的渐开线齿形均按圆弧齿近似计算。

4) 表头凡注有每 100mm 厚(或长)的重量时,须将查表后的数值乘以 $L/100$, L 为欲查重量的该几何体的长度。

5) 表中的重量全部按钢材计算,即比重为 7.85。若为其他材料,须将查表后的数值乘以该材料与钢材的比重换算系数。见附录 2。

6) 书中的尺寸除注明者外,均以 mm(毫米)计,重量以 kg(千克)计。

7) 表的用法详见各表的注。

2 重量计算举例

2.1 例 1, 计算轴的重量,轴的材料为 45,工作图见图 2.1

该轴主要由圆柱体组成,两端对称,中部有一个带孔的圆盘。现由两端向内计算列八表 2.1。

表 2.1

序号	名称	主要参数 或尺寸	数量	表编号 或页码	查得或计算的重量 (Kg)	十 或 一	附注
1	螺杆	$M=36 \times 1.5$ $L=674-(272+338+4 \times 2)=56$	1	表 3.3	$0.759 \times 0.56=0.425$	+	
2	倒角体	$d=36, c=2, I$ 型	2	表 3.6	$0.002 \times 2=0.004$	-	
3	倒角体	$d=58, c=3, I$ 型	1	表 3.6	0.006	-	
4	中心孔	A 型, $d=8$	2	表 3.8	$0.011 \times 2=0.022$	-	
5	圆柱体	$D=6, L=35$	2	表 3.1	$0.022 \times 0.35 \times 2=0.015$	-	
6	圆柱体	$D=33, L=4$	2	表 3.1	$0.671 \times 0.04 \times 2=0.054$	+	未计倒圆
7	带矩形花键的轴	$N=8, d=52$ $D=58, B=10, L=85$	2	表 3.14	$1.818 \times 0.85 \times 2$ 3.091	+	
8	圆柱体	$D=60, L=272+338-(2 \times 85+135+4 \times 2)=297$	1	表 3.1	$2.219 \times 2.97=6.59$	+	
9	圆柱体	$D=58, L=4$	2	表 3.1	$2.074 \times 0.04 \times 2=0.166$	+	未计倒圆
10	圆柱体	$D=72, L=135-(17+15)=103$	1	表 3.1	$3.196 \times 1.03=3.292$	+	
11	圆柱体	$D=75, L=15-4=11$	1	表 3.1	$3.468 \times 0.11=0.381$	+	未计倒角
12	圆柱体	$D=70, L=4$	1	表 3.1	$3.021 \times 0.04=0.121$	+	
13	圆柱体	$D=130, L=17$	1	表 3.1	$10.42 \times 0.17=1.771$	+	未计倒角
14	圆柱体	$D=14, L=17$	6	表 3.1	$0.121 \times 0.17 \times 6=0.123$	-	未计倒角
	合计				15.72		

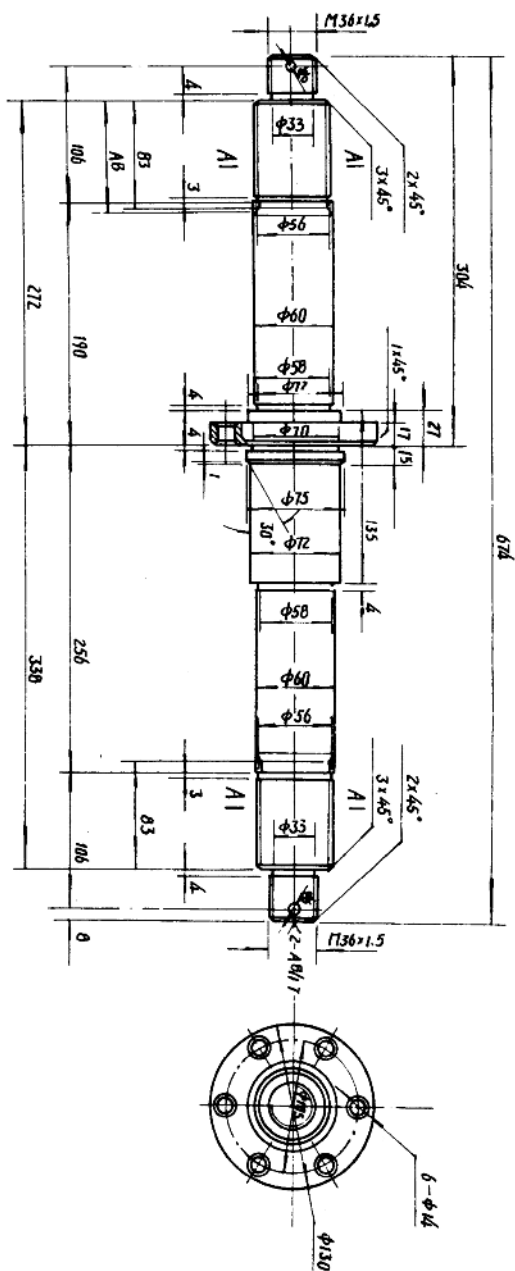


图 2-1

- 注:
1. 未注倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
 2. 未注圆角 $R = 0.5 \sim 1$ 。

轴
材料: 45

轴的材料为 45 时,比重换算系数为 1,故该轴的重量为 15.72kg。

说明:

1. 由于两端有相同直径的圆柱体,可将相同直径的长度相加后求一次重量,故该例由两端向中间计算较简便。

2. 序号 3 仅键本身有倒角,故两个倒角按一个近似计算。

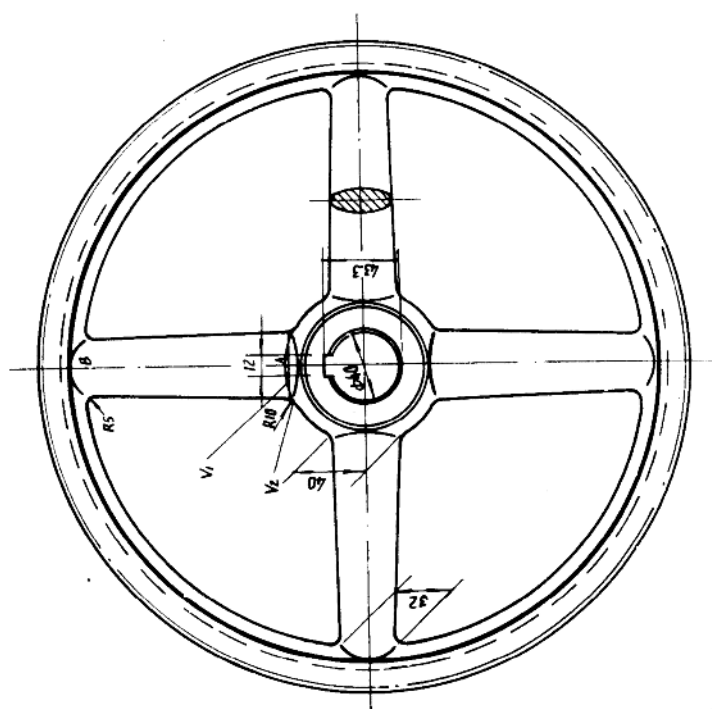
3. 序号 6(花键轴)的长度系考虑了键槽尾部长度后的平均长度,可近似从 $\phi 56$ 与键槽尾部斜线相交处(图 2.1 中的 AB)量得。

2.2 例 2,计算三角带轮的重量,带轮的材料为 HT150,工作图见图 2.2。

本例由轮缘、轮辐和轮毂组成,可由外向内计算。见表 2.2。

表 2.2

序号	名称	主要参数 或尺寸	数量	表编号 或页码	查得或计算的重量 (Kg)	+ 或 -	附注
1	带轮外轮圈	$d=357, Z=4$ $D_2=345, A$ 型带	1	表 3.19	7.112	+	
2	下半圆环	$R=345/2=172.5$ $r=6.4$	1	P101	$W_L=0.00007748 \times 172.5$ $\times 6.4^2 - 0.00003288 \times$ $6.43=0.539$	+	
3	倒角体	$d=345, c=3, II$ 型	2	表 3.6	$0.038 \times 2=0.076$	-	按 $d=340$ 近似计算
4	椭圆轮辐	$b_1=40, a_1=16$ $b_2=32, a_2=12.8$ $L=AB=119$	4	表 3.20	$0.321 \times 1.19 \times 4$ $=1.528$	+	
5	上半圆环	$R=75/2=37.5$ $r=8$	1	P101	$W_L=0.00007748 \times$ $37.5 \times 8^2 + 0.00003288$ $\times 8^3=0.203$	+	
6	圆柱体	$D=75, L=80$	1	表 1.1	$3.468 \times 0.8=2.774$	+	
7	倒角体	$d=75, c=2, I$ 型	2	表 3.6	$0.004 \times 2=0.008$	-	
8	带普通平 键的孔	$d=40, L=80$	1	表 3.9	$1.021 \times 0.8=0.817$	-	
9	倒角体	$d=40, c=2, II$ 型		表 3.6	$0.002 \times 2=0.004$	-	
	合计				11.25		



三臂帶乾
材料: HT150

由附录 2 查得材料为 HT150 时的比重换算系数为 0.904, 故该带轮的重量为 $11.25 \times 0.904 = 10.17 \text{Kg}$ 。

说明:

1. 轮圈体为外圆柱体减去内圆柱体, 由外向内计算较为方便。

2. 序号 1 中的 D_2 必须等于表 3.19 中所列的 D_2 才能直接查得重量, 否则应按表 3.19 中的注 3 计算。

3. 在确定椭圆轮辐的长度 ΔB 时, 首先应作椭圆轮辐与内、外圆弧的交线, 在其相交处的适当位置上, 各作一条与该轮辐中心线的垂直线, 使其留下的体积 (V_1) 和截去的体积 (V_2) 相等, 一般可由内眼估计。

2.3 例 3. 计算链轮的重量, 链轮的材料为 45, 工作图见图 2.3。

本例主要为圆柱体, 其外圆柱体上开有链轮齿槽, 现由外向内计算于表 2.3。

表 2.3

序号	名称	主要参数或尺寸	数量	表编号 或页码	查得或计算的重量 (Kg)	十 或 一	附注
1	链轮外圆环	$P=15.875, Z=25$ $n=1$, 凹形齿	1	表 3.23	0.165	+	
2	圆柱体	$D=108, L=12$	1	表 3.1	$7.191 \times 0.12 = 0.863$	+	
3	倒圆体	$d=108, r=0.5$, IV 型	2				不计
4	倒圆体	$d=50, r=5$, IV 型	2	表 3.6 注 2	$W_w = 0.00000785 \times (0.67$ $42 \times 50 \times 5^2 + 0.3012 \times 5^3)$ $\times 2 = 0.014$	+	
5	圆柱体	$D=50, L=50-12=38$	1	表 3.1	$1.541 \times 0.38 = 0.586$	+	
6	倒角体	$d=50, c=2.5$, I 型	2	表 3.6	$0.004 \times 2 = 0.008$	-	
7	带普通平键的孔	$d=38, L=50$	1	表 3.9	$0.918 \times 0.5 = 0.459$	-	
8	倒角体	$d=38, c=2$, II 型	2	表 3.5	$0.002 \times = 0.004$	-	
	合计				1.157		

因材料为 45, 故该链轮的重量即为 1.157Kg。

说明:

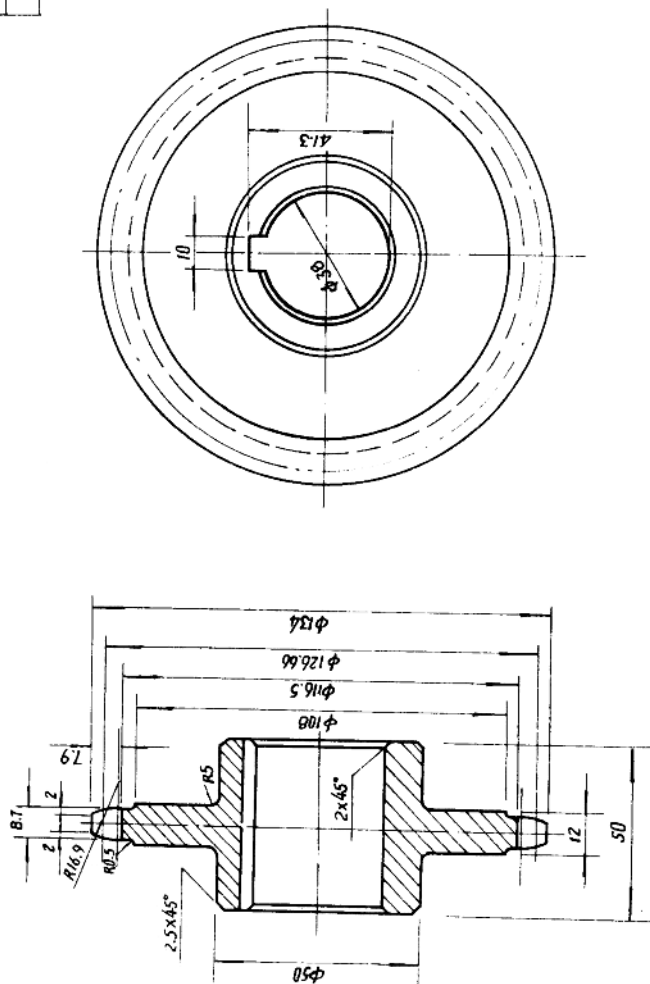
1. 滚子链链轮有“凹形端面齿形”和“直线——圆弧形端面齿形”两种形式, 应辨明形式后再查表。

2. 序号 5 中的 L 减去了 12, 是因为序号 2 已计算了这一部分的重量。

2.4 例 4. 求斜齿轮的重量, 材料为 ZG35SiMn, 工作图见图 2.4

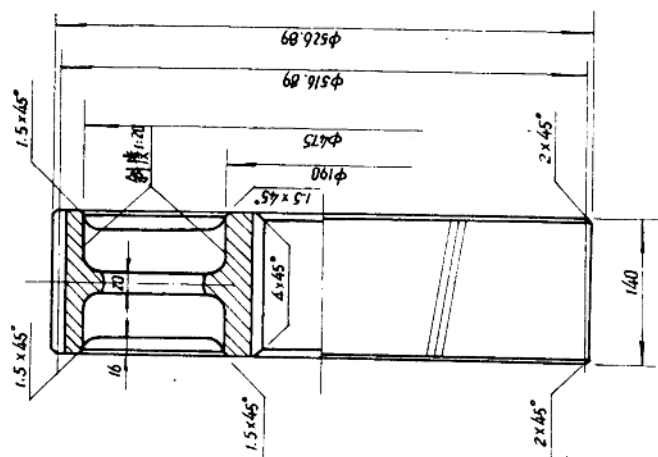
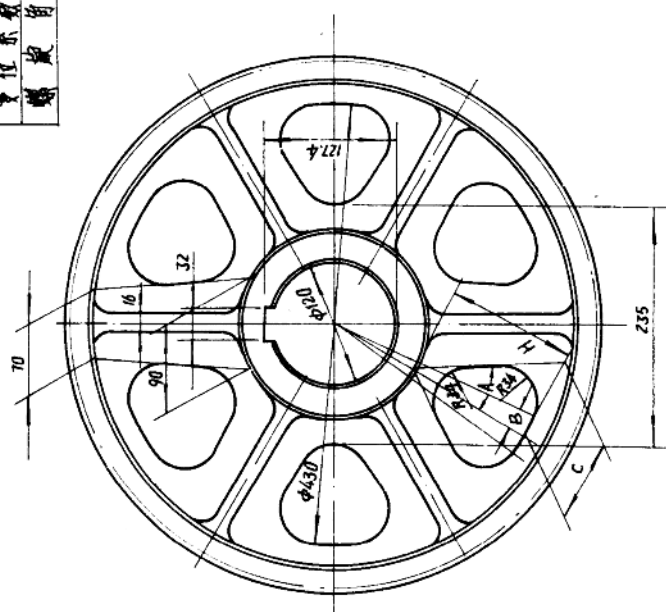
该零件轮缘为斜齿齿轮, 轮辐辐板开有三角形孔, 轮毂上开有普通平键键槽。在图中量得 $A=33^\circ$, $B=5.5^\circ$, $C=79$, $H=126$ 。现由外向内计算列于表 2.4。

节距	P	15.875
齿直径		10.16
齿数	Z	25
齿圆直径		126.66
齿形		按GB 1244-76制造



材料: 45

齿数	m_n	5
齿数	Z	102
齿形角	α	20°
齿位角	λ_n	0
螺旋角	β	$9^\circ 22'$



斜齿轮
材料: ZG35SiMn

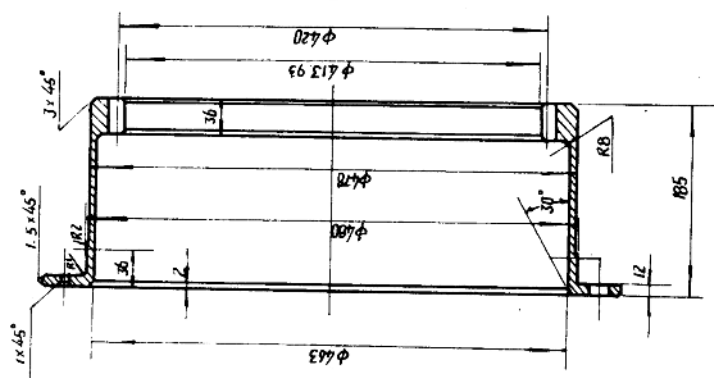
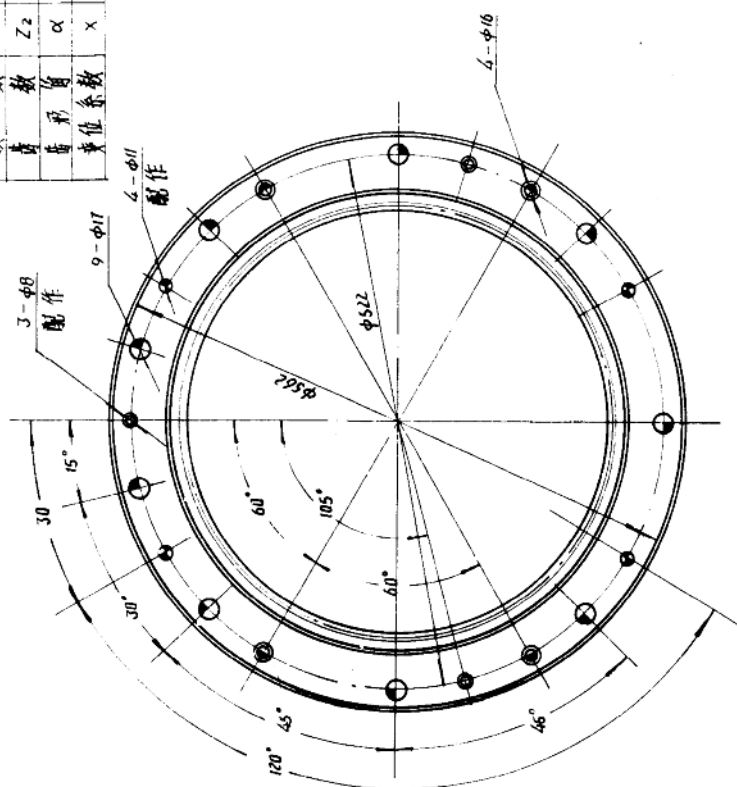
注: 未注圆角 $R=16 \sim 20$.

图 2-4

表 2.4

序号	名 称	主要参数或尺寸	数量	表编号 或页码	查得或计算的重量 (Kg)	± 或 —	附注
1	圆柱体	$D \approx 527, L = 140$	1	表 3.1	$171.2 \times 1.4 = 239.7$	+	
2	倒角体	$d \approx 527, c = 2, \text{I 型}$	2	表 3.6 注 2	$W_1 = 0.00000785 \times \pi \times 2^2 \times (527/2 + 2/3) \times 2 = 0.052$	—	
3	斜齿齿槽	$m_n = 5, Z = 102$ $\beta = 9^\circ 22', L = 140$	1	表 3.28 表 3.29	$0.272 \times 1.4 \times 25 / \cos 9^\circ 22' = 9.649$	—	
4	圆柱体	$D = 475, L = 140$	1	表 3.1	$139.1 \times 1.4 = 194.7$	—	
5	倒角体	$d = 475, c = 1.5, \text{I 型}$	2	表 3.6 注 2	$W_1 = 0.00000785 \times \pi \times 1.5^2 \times (475/2 + 1.5/3) \times 2 = 0.026$	—	
6	腹板	$D = 475, L = 20$	1	表 3.1	$139.1 \times 0.2 = 27.82$	+	
7	倒圆体	$d = 475, r = 20$ II 型	2	表 3.6	$0.987 \times 2 = 1.974$	+	
8	倒圆体	$d = 190, r = 20, \text{IV 型}$	2	表 3.6 注 2	$W_R = 0.00000785 \times (0.6742 \times 190 \times 20^2 + 0.3012 \times 20^3) \times 2 = 0.842$	+	
9	侧辐板	$a = 475 - 190 = 285$ $b = 16, L = 140 - (16 \times 2 + 20) = 88$	3	附录 1 图 2	$W = 0.000785 \times 285 \times 16 \times 0.88 \times 3 = 9.45$	+	
10	侧板角橡胶体	$r = 20, L = 140 - (16 \times 2 + 20) = 88$	24	表 3.6	$0.067 \times 0.88 \times 24 = 1.415$	+	
11	三角形铸孔 1) W_1 2) W_2 3) W	$R = 34, A = 33^\circ$ $R_1 = 430/2 = 215, \beta = 5.5^\circ$ $c = 79, H = 126, L = 20$	1 1 1	表 3.36 表 3.37 P476	$W_1 = 0.0098053 \times 34^2 = 11.33$ $W_2 = 0.0000028 \times 215^2 = 0.129$ $W = (0.00471 \times 79 \times 126 - 11.33 + 0.129) \times 0.2 = 7.136$	—	
12	圆柱体	$D = 190, L = 140 - 20 = 120$	1	表 3.1	$22.26 \times 1.2 = 26.71$	+	
13	倒角体	$d = 190, c = 1.5, \text{I 型}$	2	表 3.6 注 2	$W_1 = 0.00000785 \times \pi \times 1.5^2 \times (190/2 - 1.5/3) \times 2 = 0.01$	—	
14	带普通平键的孔	$d = 120, L = 140$	1	表 3.9	$9.083 \times 1.4 = 12.72$	—	
15	倒角体	$d = 120, c = 4, \text{II 型}$	2	表 3.6	$0.024 \times 2 = 0.048$	—	
	合计				83.57		

模数	m	6
齿数	Z_2	70
齿形角	α	20°
变位系数	x	0.44



付齒輪

材料 45

图 2-5

该齿轮的材料为铸钢件,由附录 2 查得其比重换算系数为 0.994,故本零件的重量为 $83.57 \times 0.994 = 83.07\text{kg}$ 。

2.5 例 5,计算内齿轮的重量,齿轮材料为 45,工作图见图 2.5。

本例为带内齿圈的套筒结构,主要由圆柱体组成,现将计算列于表 2.5。

表 2.5

序号	名称	主要参数或尺寸	数量	表编号 或页码	查得或计算的重量 (Kg)	十 或 一	附注
1	圆柱体	$D=562, L=12$	1	表 3.1	$194.7 \times 0.12 = 23.36$	+	
3	倒角体	$d=562, c=1.5, \text{I 型}$	2	表 3.6 注 2	$W_1 = 0.0000785 \times \pi \times 1.5^2 \times (562/2 - 1.5/3) \times 2 = 0.031$	-	
4	圆柱体(钻孔 1)	$D=8, L=12$	3	表 3.1	$0.039 \times 0.12 \times 3 = 0.014$	-	
5	圆柱体(钻孔 2)	$D=17, L=12$	9	表 3.1	$0.178 \times 0.12 \times 9 = 0.192$	-	
6	圆柱体(钻孔 3)	$D=11, L=12$	4	表 3.1	$0.075 \times 0.12 \times 4 = 0.036$	-	
7	圆柱体(钻孔 4)	$D=16, L=12$	4	表 3.1	$0.158 \times 0.12 \times 4 = 0.076$	-	未计 倒角
8	圆柱体	$D=480, L=36-12=24$	1	表 3.1	$142 \times 0.24 = 34.08$	+	
9	圆柱体	$D=478, L=185-36=149$	1	表 3.1	$140.9 \times 1.49 = 209.9$	+	
10	倒圆体	$d=480, r=1, \text{IV 型}$	1	表 3.6 注 2	$W_n = 0.0000785 \times (0.6742 \times 480 \times 1 + 0.3012 \times 1) = 0.003$	+	
11	倒角体	$d=478, c=3, \text{I 型}$	1	表 3.6 注 2	$W_1 = 0.0000785 \times \pi \times 3^2 \times (478/2 - 3/3) = 0.053$	-	
12	圆柱体	$D=463, L=185-36=149$	1	表 3.1	$132.2 \times 1.49 = 197$	-	
13	30°倒角体	$d=463, c=2$	1		-		不计
14	倒圆体	$d=463, r=8, \text{III 型}$	1	表 3.6 注 2	$W_n = 0.0000785 \times (0.6742 \times 463 \times 8^2 - 0.3012 \times 8^3) = 0.156$	+	
16	圆柱体	$D \approx 414, L=36$	1	表 3.1	$105.7 \times 0.36 = 38.05$	-	
17	内齿轮轮齿 1) 标准轮齿 2) 轮齿折算系数 3) 轮齿重	$m=6, Z_2=70, L=36, x=0.44, Z_2=70$	1	表 3.30 表 3.29 表 3.32	$0.206 \times 36 \times 0.36 = 2.67$ $F=1.01$ $W=2.67 \times 1.01 = 2.697$	-	见表 3.30 注 4
	合计				29.35		

模数	m	7
齿数	Z ₂	38
齿形角	α	20°
变位系数	x	0

技术要求

- 1 未注圆角 $R2 \times 45^\circ$ 。
- 2 未注圆角 $R2-5_0$ 。

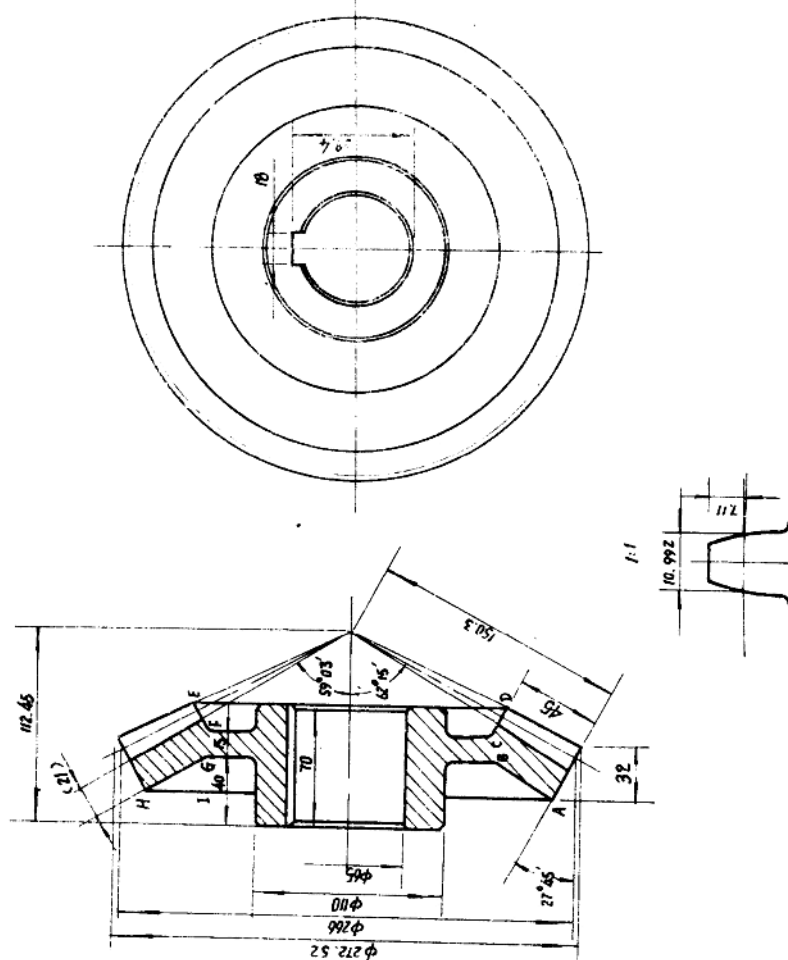


图 2-6

圆锥大齿轮
材料 45