

2926'

515
1.2

簡易机械零件的設計及計算

孙成璠編

上海科学技术出版社

簡易机械零件的設計及計算

(第二版)

孙 成 璠 編

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书用极浅近的说明，最简单的运算来解决一般机械零件的设计及计算问题。从基础数学和力学开始，随后分章讲述连接机件、传动机件、轴和轴承以及起重机件的各部分零件的设计原理与计算方法。计算时，尽量应用普通数学及经验公式，并于必要时辅以实用图表。各种计算均有示范例题及具体解答，以便读者更易了解。在这次第二版时，增加了第六章“焊接及其构件”和第七章“管道及阀门”。

簡易机械零件的设计及计算

(第二版)

孙成德 编

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海洪兴印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 9 2/32 字数 231,000

(原中科、科技版共印 23,220 册 1955 年 12 月第 1 版)

1958 年 10 月新 1 版印 3 次共印 36,000 册

1962 年 6 月第 2 版 1962 年 6 月第 1 次印刷

印数 1-8,000

统一书号: 15119 · 59

定 价: (十二) 1.25 元

目 录

第一章 計算基础

(一)工业計算数值表及簡便算法···1

1. 計算数值表的使用法·····1
2. 三角函数表的使用法·····5
3. 常用数值表·····7
4. 簡便算法·····12

(二)工程計算单位及公式·····18

1. 力学单位及公式·····18
2. 电工单位及公式·····19
3. 热工单位及公式·····20
4. 温度和膨胀单位及公式·····20

(三)力学概要·····21

1. 静力学·····21
2. 动力学·····23
3. 摩擦·····25
4. 动能計算·····27

(四)材料力学擇要·····28

1. 拉、压、弯、剪、扭轉等受力的情形·····28
2. 强度概念·····29
3. 力矩的意义·····32
4. 材料强度計算·····34
5. 彈簧的計算·····46
6. 受內压力的桶鍋算法·····49

第二章 連接机件的零件

(一)可拆卸的連接零件·····51

1. 螺絲·····51

- 甲、螺紋种类·····51
- 乙、螺絲、螺母的种类·····52
- 丙、螺絲的保險·····56
- 丁、螺絲强度的計算·····57

(1)固定連接用的螺絲·····57

(2)傳勁用的螺絲·····66

2. 銷、鍵、楔·····71

- 甲、鋼銷·····71
- 乙、鍵·····73
- 丙、楔·····76

(二)不可拆卸的連接零件·····79

1. 铆釘·····79

- 甲、铆釘的种类·····79
- 乙、铆釘連接的計算·····81

(1)强固铆接·····81

(2)紧密铆接·····84

(3)强密铆接·····85

2. 紧配合:热箍法,冷压法·····90

甲、热箍法·····90

乙、冷压法·····92

第三章 傳送运动的零件

(一)齿輪傳动·····93

1. 一般概念·····93

2. 正齿輪傳动·····94

3. 傘齿輪傳动·····112

4. 螺旋齿輪及蜗輪傳动	115
甲、螺旋齿輪	115
乙、蜗輪	118
(二) 鏈傳动	126
1. 滾子鏈	126
2. 齿形鏈	128
(三) 摩擦輪傳动	129
(四) 皮帶傳动	135
1. 皮帶傳动的型式	135
2. 皮帶的材料和联接法	138
3. 皮帶傳动的計算	140
4. 皮帶輪的构造和計算	142
第四章 軸 和 軸 承	
(一) 軸栓和軸頸	150
1. 軸栓强度的計算	151
2. 承受許用压力的計算	151
3. 散热的驗算	152
4. 止推軸頸	156
5. 梳形止推軸頸	156
(二) 軸和車軸	157
1. 軸	157
2. 車軸	159
(三) 軸承	165
1. 滑动摩擦軸承, 橫式軸承	165
2. 止推軸承	175
3. 滾动摩擦軸承	179
甲、构造和型式	180
乙、滾动軸承	180
丙、滾柱軸承	184
丁、滾动軸承的潤滑	188
(四) 联軸器	189
1. 固定式联軸器	189

2. 活动式联軸器	194
甲、膨脹联軸器	194
乙、万向接头	195
丙、彈性联軸器	196
3. 脫离式联軸器	197
4. 摩擦式联軸器	197

第五章 起重机械零件

(一) 棕绳、鋼絲绳、绳輪、絞盘	200
1. 棕绳	200
2. 鋼絲绳	201
3. 绳輪	205
4. 絞盘(輪鼓)	207
(二) 鏈条和鏈輪	208
1. 环节鏈	208
2. 鏈条的計算	209
3. 鏈輪	211
(三) 起重鈎	213
1. 单鈎	213
2. 双鈎	216
3. 吊环	217

第六章 焊接及其构件

(一) 一般概念	221
1. 概論	221
2. 主要的焊接方法	222
甲、电弧焊	222
(1) 电弧焊設备及焊条	223
(2) 焊接結構中应用的鋼料	224
(3) 焊接接头的基本型式	224
乙、气焊	227
丙、电阻焊	228
(二) 焊接接头的缺陷及变形	231

1. 焊接接头金属受热的影响	231	3. 管子的名义压力及工作 压力	255
2. 焊接接头的缺陷	231	(二) 鑄鐵管	256
3. 焊接过程中工件的变形	233	(三) 鋼管	257
(三) 焊接接头的計算	233	(四) 管子的連接及緊塞裝置	259
1. 对接焊縫	233	1. 套接管	259
2. 角焊縫	235	2. 螺紋連接	259
3. 受弯曲应力的焊縫接头	238	3. 法兰連接	259
4. 桁架节点上的焊縫	242	4. 緊塞料	262
(四) 焊接的应用和結構举例	244	(五) 閘門	263
1. 鋼結構	244	1. 概說	263
2. 薄板結構	247	2. 安全閘	266
3. 焊接在机械制造工业中的 应用	249		
第七章 管道及閘門		附 录	
(一) 概論	251	一、計算数值表	268
1. 管道的断面及流速	251	二、三角函数表	280
2. 管道内的压力損失	252	三、符号及意义对照表	284

第一章 計算基础

(一) 工业計算数值表及簡便算法

1. 計算数值表的使用法

机械制造中設計机械零件及机器的时候，都是一面作图繪出最合适的零件形状或者机器型式，一面必須同时計算零件的各部尺寸，看看是不是能承受工作时发生的力量。因为这种計算一般是驗算的意思，或者是初步的估計性质，所以不要求算出的数字十分准确，不象一般会計式的計算要准确到小数点后的几位数，而且一面在作图急于要知道一些計算的結果，也希望快点求出答案来，因此工业上的計算都是利用一些工业数值表，使計算的时间大大的节省下来。此外还使用計算尺来作乘法和除法的計算，当然用計算尺也只能看得出准确的三位数字。計算时还可以应用簡便的算法来計算数目字。

計算数值表(見附录一)是最常用的一种表，在表上只要知道一个数目字就可以不用計算来查到下列的答数：平方、立方、平方根及立方根、圓周长度、圓的面积。下面是数值表的使用法和举的例子。

計算数值表摘录

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	圓周	圓面积	n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	圓周	圓面积
7.0	49.0	343.0	2.65	1.913	21.99	38.485	62.0	3844	238328	7.87	3.958	194.8	3019.1
1	50.4	357.9	2.66	1.922	22.31	39.592	1	3856	239483	7.88	3.960	195.1	3023.8
2	51.8	373.2	2.68	1.931	22.62	40.715	2	3869	240642	7.89	3.962	195.4	3038.6
3	53.3	389.0	2.70	1.940	22.93	41.854	3	3881	241804	7.89	3.964	195.7	3048.4
4	54.8	405.2	2.72	1.949	23.25	43.008	4	3894	242971	7.90	3.966	196.0	3058.2

注：圓周及圓面积項內 n 为圓的直徑。

在表上可以直接讀出數字的問題：

【例 1】求 7.1 的平方和立方是多少？即 $7.1^2 = ?$, $7.1^3 = ?$

【答】查表中 $n=7.1$ 一行中第二、三列即可查到

$$7.1^2 = 50.4, \quad 7.1^3 = 357.9$$

【例 2】求 7.4 的平方根和立方根？即

$$\sqrt{7.4} = ?, \quad \sqrt[3]{7.4} = ?$$

【答】查表中 $n=7.4$ 一行中第四、五列

$$\sqrt{7.4} = 2.72, \quad \sqrt[3]{7.4} = 1.949$$

【例 3】求直徑為 62.3 的圓周長及圓面積？

求圓周的公式是：周長 = 直徑 $\times \pi$,

求圓面積的公式是：圓面積 = 直徑² $\times \frac{\pi}{4}$,

$\pi = 3.1416$ 叫圓周率。

【答】查表中 $n=62.3$ 的一行在第六、七列下讀出

62.3 的圓周為 195.7,

62.3 的圓面積為 3048.4

在表上不能直接查出的數字問題：這類問題必須將小數點移動使這個數字“ n ”在表上可以查到，求出答數之後再將小數點位置定出來。

甲、平方 移動小數點和定小數點位置的規則是：

表上數目字“ n ”比問的數字“大” 小數點向“左”移	10 2	100 4	1000 倍 6 位
表上數目字“ n ”比問的數字的“小” 小數點向“右”移	10 2	100 4	1000 倍 6 位

【例】

問	0.7^2	0.421^2	2500^2
小數點移動後求在表上的“ n ”	7	42.1	25
求得	$7^2 = 49$	$42.1^2 = 1772$	$25^2 = 625$
比問題數字	大 10 倍	大 100 倍	小 100 倍
照上面定位規則將得數的小數點定出	小數向左 2 位	小數向左 4 位	小數向右 4 位
得數	$0.7^2 = 0.49$	$0.421^2 = 0.1772$	$2500^2 = 6250000$

乙、立方 求法和上面的相同,但小数点定位规则不同:

表上数字比问的数字“大” 小数点向“左”移	10 3	100 6	1000 倍 9 位
表上数字比问的数字“小” 小数点向“右”移	10 3	100 6	1000 倍 9 位

【例】求 $0.7^3 = ?$

[答] 表上可查的为 $n=7$, $7^3 = 343$

7 比 0.7 大 10 倍,故答数 343 上应将小数点向左移三位得 $0.7^3 = 0.343$

丙、开平方 将求的数字整数前后每隔两位移动小数点,使它能够在数字表上查出“ n ”的方根,求出答数的小数点定位规则如下:

求的数字小数点向右移 方根中小数点向左移	2 1	4 2	6 位 3 位
求的数字小数点向左移 方根中小数点向右移	2 1	4 2	6 位 3 位

【例】求 $\sqrt{0.623} = ?$

[答] 将 $\sqrt{0.623}$ 自小数点后向右移二位得 $\sqrt{62.3}$, 即 $n=62.3$, 查表 $\sqrt{62.3} = 7.89$, 方根 7.89 中的小数点应照定位规则向左移一位 $\sqrt{0.623} = 0.789$ 。

同此, $\sqrt{1650} = ?$ 可查 16.5 (小数点向左二位) 的方根 $= 4.06\sqrt{1650} = 40.6$ (向右一位)。

丁、近似值的求法 用上面的方法遇着整数三位数或小数四位数字时,按每两位来分小数,得出的数在数值表上查不到,数值表后小数只有一位,如: $\sqrt{718}$ 改为 $\sqrt{7.18}$ 或 $\sqrt{0.1034}$ 改为 $\sqrt{10.34}$, 这时可以将小数点后的第二位用四舍五入的办法去掉一位,而成为 $\sqrt{7.2}$ 或 $\sqrt{10.3}$, 然后再用上面的规则去算。

除此之外,还可以不用上述规则直接在表上查出近似的得数;方法是在数值表上第二列去查要开方的数字,在第一列“ n ”处即

为得数,小数点移位法照(丙)內的規則。

【例】

求	$\sqrt{643}$	$\sqrt{0.3894}$	$\sqrt{13145}$
在表上第二例“ n^2 ”找643等的近似数字	643	3894	131.45
小数点移动位数	—	向右4位	向左2位
在同行第一列“ n ”查得	$n \sim 25.4$	$n \sim 62.4$	$n \sim 11.5$
小数点照規則移动	—	向左2位	向右1位
得 数	$\sqrt{643} \sim 25.4$	$\sqrt{0.3894} \sim 0.624$	$\sqrt{13145} \sim 115$

开立方也可以用这种近似值的方法找到答数。

【例】

求	$\sqrt[3]{0.2418}$	$\sqrt[3]{617687}$
$\sqrt[3]{\quad}$ 內小数后每三位移动次数	向右2次	—
在表中第三列“ n^3 ”找与它近似的值	241800	617687
在同一行第一列查到	$n \sim 62.3$	$n \sim 85.2$
小数点在答数內移动位数	向左2位	—
得 数	$\sqrt[3]{0.2418} \sim 0.623$	$\sqrt[3]{617687} \sim 85.2$

戊、圆周及圆面积的求法

規則：求数中将小数点移动(向左或向右几位)使求数能在数值表中查到,得数中还要将小数点向相反的方向移回来几位(与移前位数要一样)。

【例 1】 求圆周

圆的直径为	3.25	0.625	703
移小数使在表中的第一 列“n”能查到	32.5 (右 1)	62.5 (右 2)	70.3 (左 1)
查第六列“圆周”	102.1	195.7	220.9
相反方向移回小数点为 答数	10.21 (左 1)	1.957 (左 2)	2209 (右 1)

【例 2】 求圆面积：因为圆的面积和直径是照平方比例变化的，所以求它的方法就可以和(甲)中求平方的方法一样。

圆的直径为	3.45	0.785	622
小数点移动变化的 倍数	$n=34.5$ 大 10 倍	$n=78.5$ 大 100 倍	$n=62.2$ 小 10 倍
查表中第 7 列圆 面积 $\frac{\pi n^2}{4}$	934.82	4839.8	3038.6
照乘方规则移回 小数点	向左 2 位	向左 4 位	向右 2 位
得 数	9.3482	0.48398	303860

己、由圆面积求直径 可以用开平方近似值的方法(丁)来求。

【例】 求下列圆面积的直径(见第 6 页附表)。

2. 三角函数表的使用法(见附录二)

三角算法中常遇到的函数,正弦(sin)、余弦(cos)、正切(tg)、余切(ctg)一般都利用三角函数表来算。下面介绍三角函数主要的公式,式中 a 及 b 代表三角形的腰; c 代表三角形的弦。

圓 面 積	3058	0.892
找表中第7列与它近似的值	3058	89.2 (向右2位)
在第1列 $n =$	62.4	10.7
照开平方規則小数移动	—	向左1位
得 数	62.4	1.07

直角三角形

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha = \frac{a}{c} \\ \cos \alpha = \frac{b}{c} \\ \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} \\ \operatorname{ctg} \alpha = \frac{b}{a} \\ \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha}} = \operatorname{ctg} \alpha \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{array} \right.$$

斜角三角形

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{正弦定律} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{a}{b} \\ \text{直徑定律} \quad a = 2r \sin \alpha \\ \text{余弦定律} \quad a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \\ \text{正切定律} \quad \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\alpha + \beta)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\alpha - \beta)} = \frac{a + b}{a - b} \end{array} \right.$$

三角函数表上每一度之間是用十等分的，我們在表上可以直接讀出一度的十分之几度，每一等分为6秒。

【例1】 $\sin 10^\circ = 0.1736;$

$$\sin 10^{\circ}6' = 0.1754 \quad \left(\text{即 } 10^{\circ} \text{ 又 } \frac{1^{\circ}}{10}\right);$$

$$\sin 10^{\circ}30' = 0.1822 \quad \left(\text{即 } 10^{\circ} \text{ 又 } \frac{5^{\circ}}{10}\right)$$

若欲查的函数不能直接在表上读出，这时应当用计算差额来求出。

【例 2】 问

$$\alpha = 10^{\circ}15'; \quad \sin \alpha = ?$$

查表

$$\sin 10^{\circ}18' = 0.1788$$

$$\sin 10^{\circ}12' = 0.1771$$

$$\text{差额 } 6' = 0.0017$$

用 6 除之: $0.0017 \div 6 = 0.00028$ (即每分的值),

求数为 $10^{\circ}15'$, 表上的数值可以选 $10^{\circ}18'$ 减去 3 分的值, 或选 $10^{\circ}12'$ 加上三分的值

$$\sin 10^{\circ}12' = 0.1771$$

$$+ 3 \times 0.00028 = 0.0008$$

$$\sin 10^{\circ}15' = 0.1779$$

相反的，由函数求角度也可以用这种比例插入法求得表上找不到的度数。

3. 常用数值表

甲、重要数值表

符 号	数 值	符 号	数 值	符 号	数 值
π	3.1416	$1/\pi$	0.3183	g	9.81
$\pi/2$	1.5708	$\sqrt{\pi}$	1.2486	g^2	96.236
$\pi/3$	1.0742	$\sqrt[3]{\pi}$	1.4646	\sqrt{g}	3.132
$\pi/4$	0.7854	e	2.7182	$\sqrt{2g}$	4.429
π^2	9.8696	$1/e$	0.3679	$1/2g$	0.051
π^3	31.0063	\sqrt{e}	1.6487	$1/g$	0.102
π^2/g	1.0061	$\sqrt[3]{e}$	1.3956	$1/g^2$	0.0104

乙、方、圓、六角鋼重量表(重量公斤以每米長度計算, d 為厚度或直徑)

d (毫米)	六 角	圓	方	d (毫米)	六 角	圓	方
1	—	0.0061	0.0079	22	3.29	2.98	3.80
3	—	0.0555	0.0703	24	3.92	3.55	4.52
4	0.109	0.0933	0.126	25	4.25	3.85	4.91
5	0.170	0.154	0.196	27	4.93	4.49	5.72
6	0.215	0.222	0.283	30	6.12	5.55	7.06
7	0.333	0.302	0.385	32	6.96	6.31	8.04
8	0.435	0.395	0.502	35	—	7.55	9.62
9	0.551	0.499	0.636	36	8.81	7.99	10.2
10	0.680	0.617	0.785	40	10.88	9.86	12.6
11	0.823	0.746	0.95	41	11.4	10.4	13.2
12	0.979	0.888	1.13	45	—	12.5	15.9
13	1.149	1.04	1.33	46	14.4	13.0	16.6
14	1.33	1.21	1.54	50	17.0	15.4	19.6
15	1.53	1.39	1.77	55	20.6	18.7	23.7
16	1.74	1.58	2.01	60	24.5	22.2	28.3
17	1.96	1.78	2.27	65	28.7	26.0	33.1
18	2.20	2.00	2.54	70	33.3	30.2	38.5
19	2.45	2.23	2.83	75	38.2	34.7	44.2
20	2.72	2.47	3.14	80	43.5	39.5	50.2

丙、无缝钢管壁厚、重量及抗矩表

管子外径 D (毫米)	壁厚 S (毫米)	重量 G (公斤/米)	抗矩 W (厘米 ³)
38	2.5	2.19	2.32
44.5	2.5	2.59	3.28
51	2.5	2.99	4.40
54	2.5	3.18	4.98
57	2.75	3.68	6.06
60	3	4.22	7.29
68.5	3	4.48	8.24
70	3	4.96	10.1
76	3	5.40	12.1
83	3.25	6.39	15.6
89	3.25	6.87	18.1
95	3.5	7.90	22.2
102	3.75	9.09	27.4
108	3.75	9.64	30.9
121	4	11.5	41.6
133	4	12.7	50.7
146	4.5	15.7	68.7
157	4.5	16.4	74.0
159	4.5	17.2	82.0
171	4.5	18.5	96.4
191	5.25	24.0	138
216	6	31.1	202
241	6.5	37.6	273
267	7	44.9	362
292	7.5	52.6	466
318	8	61.2	589

丁、厚度为 1 毫米的金属板每米²的重量(公斤)

材料种类	鑄鉄	鋼	銅	黃銅	青銅	鋅	鉛	鋁
重量(公斤/米 ²)	7.25	7.85	8.90	8.50	8.6	7.2	11.37	2.73

注：厚 1 毫米及 1 米² 大小的金属板占有的体积为 1 分米³ (dm³)，它的重量正好是它的比重，所以我們只要将每米² 金属板的厚度(毫米)乘上它的比重(表上的数字)就可以求出重量来(公斤/米²)。

戊、厚度为 1 毫米长 1 米的鋼带、扁鋼的重量(公斤)

寬度(毫米)	10	15	20	25	30	35	40
重量(公斤/米)	0.079	0.118	0.157	0.196	0.235	0.275	0.314
寬度(毫米)	45	50	55	60	65	70	80
重量(公斤/米)	0.353	0.392	0.432	0.471	0.510	0.549	0.628
寬度(毫米)	90	100	120	140	160	180	200
重量(公斤/米)	0.707	0.785	0.942	1.099	1.256	1.413	1.570

注：断面 1 毫米² 长为 1000 毫米的金属条的体积为 1 分米³，它的重量 = 比重的 $\frac{1}{1000}$ 。

所以我們要求 1 米长任何金属任何断面(毫米²)的重量(公斤/米)，只要用它的比重的 $\frac{1}{1000}$ 去乘断面即可求得。如：鋼板厚 1 毫米寬 50 毫米，断面 = 50 毫米² ×

$\frac{7.85}{1000} = 0.392$ 公斤/米(对照表“e”中的答数。鋼的比重为 7.85)。

己、常用比重表

一、金属

鋁	2.7	鋁青銅	7.7	錒	6.7
鉛	11.4	鉛青銅	9.5	青銅	8.5~8.8
銻	6.9	鉄絲	7.8	鑄鉄	7.25
鋼、鑄鋼	7.85	紫銅	8.9	紫銅絲	8.36
矽魯明	2.7	都拉魯明	2.8	鎂	1.72

锰	7.3	黄铜	8.5	洋银	8.7
磷青铜	8.6~8.8	莫乃耳合金	8.58	镍(铸)	8.3
镍(锻)	8.3~8.65	生铁(灰)	7.2	生铁(白)	7.4
白合金	7.5~10.0	鎢	19.1	锌	7.1
锡	7.4				

二、非金属、液体及气体

石棉板	1.2	石墨	2.0	石膏(烧)	1.8
橡皮	1.45	焦炭	1.6~1.9	软木	0.2~0.3
皮革	0.86	塑胶	1.4~1.8	沥青	1.3
硫化纤维	1.28	(液体以 15° 为准)		水银	13.6
酒精	0.79	甘油	1.26	植物油	0.94
机油	0.9~0.93	(气体以克/分米 ³ 计)		氮	0.77
乙炔	1.17	煤气	1.14	氧	1.429
一氧化碳	1.35	水蒸汽	0.816	氢	0.09
氮	1.34				

庚、工程换算表

1 吋	- 25.4 毫米	1 毫米	- 0.03937 吋
1 呎	- 304.8 毫米		
1 呎	- 0.3048 米	1 米	- 3.28084 呎
1 吋 ²	- 6.4516 厘米 ²	1 厘米 ²	- 0.155 吋 ²
1 呎 ²	- 0.092903 米 ²	1 米 ²	- 10.76391 呎 ²
1 米 ³	- 35.314 呎 ³	1 呎 ³	- 0.023168 米 ³
1 升	- 1 分米 ³ - 0.03531 呎 ³ - 61.023 吋 ³		
1 升	- 0.2642 加侖(美) - 0.21998 加侖(英)		
1 加侖(美)	- 3.785 升		
1 加侖(英)	- 4.551 升		
1 公斤	- 2.2046 磅	1 磅	- 0.4536 公斤
1 吨	- 0.9842 英吨(2240 磅) - 2204.6 磅		
1 吨	- 1.1023 美吨(2000 磅)		
1 英吨	- 1016 公斤	1 美吨	- 907.2 公斤
1 公斤/厘米 ²	- 14.223 磅/吋 ²	1 磅/吋 ²	- 0.0703 公斤/厘米 ²
1 公斤/毫米 ²	- 1422.32 磅/吋 ²		