

王新华 编著

冲模 设计与 制造 实用计算 手册

第2版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



冲模设计与制造实用计算手册

第 2 版

王新华 编著



机械工业出版社

第2版前言

《冲模设计与制造实用计算手册》第1版出版后，受到了读者的热烈欢迎，同时也收到了一些朋友对手册的补充和修改建议。

第2版在对手册第1版的图、文和公式进行校正的基础上，主要补充和调整了下列内容：

1) 增加了“成本和价格计算”一章，包括冲压件和冲模的成本和价格计算，以适应经营管理工作的需要。

2) 将笔者早年的一项科研成果浓缩成“单件生产中的配合间隙（过盈）值计算”纳入了手册。

3) 将常用数学公式、数表，加上现场工作需要的“心算常识”等，纳入了手册的正文。

4) 补充了几种拉深件的工艺计算。

5) 调整了部分章、节编排，使内容分类清晰、醒目，便于查阅。

6) 附录补充了计算常用的部分技术资料。

希望修订后的第2版手册，能更好地为同行朋友们的工作和学习服务！

限于水平和时间关系，难免存在缺点和错误，恳请批评指正！

王新华

第 1 版前言

在设计和制造冲模的过程中，从毛坯尺寸和冲压工序的确定，到冲模结构尺寸的确定；从冲模的强度核算，到零件的加工和测量，有大量的计算工作。

然而，在冲模设计和制造过程中，有些计算问题，目前还没有一个公认的、统一的计算方法和计算数据。譬如：弯曲件毛坯长度的计算，往往还依靠经验公式和经验数据就是一个例子，而且各种文献的计算方法和数据又不尽相同，常常为了计算一个问题，需要查阅几本书，有时几本书提供的计算方法和数据又不一致，既费时又费力。所以，从事冲模设计与制造的专业人员，尤其是现场工作的工人和技术人员，都希望有一本计算方法和数据比较公认的实用计算手册，来提高计算工作的质量和效率。

基于上述情况，笔者在中国第一汽车集团公司工作期间，曾对生产中经常遇到的计算问题，以中国第一汽车集团公司生产中采用的、经长期生产考验过的计算方法和计算数据为基础，参考国内、外有关资料，编印成册，以内部资料的形式，印发给厂内从事本专业工作的工人和技术人员使用。此举得到了广大工人和技术人员的热烈欢迎，他们感到非常实用和方便，并建议做适当修改补充后公开出版。

公开出版的愿望，直到笔者退休后，才能抽出时间来做，并得到了机械工业出版社的大力支持。遗憾的是，当年提出宝贵意见的朋友，大多已年迈退休；本手册只能作为老一代同行共同的心愿和总结，献给年轻一代的同行。

限于水平和时间的关系，手册中难免存在缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

第 1 章 常用数学符号、公式和数表	1
1.1 常用的数学符号	1
1.2 心算常识	1
1.3 常用数学公式	4
1.4 常用数表	8
第 2 章 冲压工艺计算	112
2.1 冲裁工艺计算	112
2.2 弯曲工艺计算	115
2.3 拉深工艺计算	130
2.4 成形工艺计算	195
第 3 章 冲模结构尺寸计算	224
3.1 冲模闭合高度的计算	224
3.2 冲模压力中心的计算	225
3.3 冲裁模刃口尺寸计算	228
3.4 弯曲模工作部分尺寸计算	229
3.5 拉深模工作部分尺寸计算	230
3.6 冷挤压模工作部分尺寸计算	231
3.7 斜楔滑块的计算	231
3.8 废料刀的最佳夹角计算	235
3.9 精冲模预应力套计算	236
3.10 冷挤压组合凹模的计算	237
3.11 压料装置的尺寸计算	239
3.12 打杆的长度计算	240
3.13 托杆的长度计算	241
3.14 精冲模平衡杆的高度计算	241
3.15 卸料弹簧窝座的深度计算	242
3.16 卸料板螺钉沉孔深度计算	243
3.17 圆柱形螺旋压缩弹簧计算	243
3.18 碟形弹簧的计算	248
3.19 橡胶的计算	251
第 4 章 强度计算	253

4.1	凸模强度计算	253
4.2	凹模强度计算	255
4.3	下模板的强度计算	256
4.4	模板承压计算	258
4.5	传力杆(顶杆)许用载荷计算	258
4.6	销钉强度计算	259
4.7	螺钉的许用载荷计算	260
4.8	冲模材料的许用应力	261
第5章 加工计算		262
5.1	零件重量计算	262
5.2	车凸模的尺寸计算	262
5.3	车导正销的尺寸计算	262
5.4	车轧辊的尺寸计算	263
5.5	车圆形镶块的加工余量计算	263
5.6	冷绕弹簧时芯轴直径计算	265
5.7	车锥体的加工计算	265
5.8	在窝座斜边上镗工艺孔的坐标计算	267
5.9	在斜面上镗孔的坐标计算	268
5.10	快换凸模与固定板的工艺孔坐标计算	269
5.11	圆弧连接的坐标计算	270
5.12	气缸垫的坐标计算	271
5.13	攻螺纹前钻底孔直径的确定	272
5.14	圆切线的角度计算	274
5.15	用正弦夹具磨角度时的计算	275
5.16	修整角度砂轮的计算	275
5.17	修整圆弧砂轮的计算	276
5.18	压筋凸模和凹模磨削角度的计算	277
5.19	成形磨削的计算	280
5.20	在龙门刨床上加工斜面的计算	285
5.21	球面的加工计算	285
5.22	单件生产中的配合间隙(过盈)值计算	289
第6章 测量计算		293
6.1	用钢球测量孔径的计算	293
6.2	用钢球测量锥孔的计算	294
6.3	圆弧的测量计算	296
6.4	用量棒测量角度的计算	304
6.5	用量棒测量斜面尺寸的计算	308
6.6	V形槽测量计算	308
6.7	燕尾测量计算	310

6.8 螺纹测量计算	311
6.9 齿条齿厚的测量计算	315
6.10 齿轮的测量计算	315
6.11 链轮的测量计算	322
第7章 成本和价格计算	324
7.1 冲压件的成本和价格计算	324
7.2 冲模的成本和价格计算	327
附录 常用技术资料	329
附录 A 常用计量单位换算关系	329
附录 B 常用公差	330
附录 C 常用材料的密度	334
附录 D 冲压常用材料的力学性能	335
附录 E 钢材硬度与强度对照表	341
附录 F 常用螺纹的尺寸	343
附录 G 常用锥体角度与尺寸	345
参考文献	348

第 1 章 常用数学符号、公式和数表

1.1 常用的数学符号 (表 1-1)

表 1-1 常用数学符号

符号	意义	符号	意义	符号	意义
+	加, 正数	\geq	大于或等于	\Leftrightarrow	等价于
-	减, 负数	\leq	小于或等于	\sphericalangle	角
\times	乘	\sim	相似	$^{\circ}$	(角) 度
\div	除	∞	无限大	'	(角) 分
2	平方	\because	因为	sin	正弦
3	立方	\therefore	所以	cos	余弦
$\sqrt{\quad}$	平方根	()	小括弧	tan	正切
$\sqrt[3]{\quad}$	立方根	[]	中括弧	cot	余切
=	相等	{ }	大括弧	sec	正割
\approx	约等于	%	百分率	csc	余割
\equiv	全等	\pm	正或负	π	圆周率
\neq	不等	\mp	负或正	log	对数
>	大于	max	最大	lg	常用对数 (以 10 为底)
<	小于	min	最小	ln	自然对数 (以 e 为底)
\geq	不小于	\perp	垂直		
\leq	不大于	//	平行		

1.2 心算常识

心算是计算速度最快的一种计算方法。记住下面几个常用数值和心算方法, 对我们的计算速度将会有所帮助。

(1) 应记住的常用数值

1) $\pi = 3.1416$ 。

2) $\sqrt{2} = 1.4142$ 。

3) $\sqrt{3} = 1.7321$ 。

4) 特殊角的三角函数

α	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\tan\alpha$	$\cot\alpha$
0°	0	1	0	∞
30°	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.866$	$\frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0.577$	$\sqrt{3} \approx 1.732$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.707$	$\frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.707$	1	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.866$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\sqrt{3} \approx 1.732$	$\frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0.577$
90°	1	0	∞	0

5) 0.123——常用拔模角 (7°) 的斜率, 即 $\tan 7^\circ \approx 0.123$ 。

6) $\frac{\pi}{4} \approx 0.785 \approx 0.80$ ——内切圆面积与正方形面积之比值 ($\frac{\pi}{4}d^2 : d^2 = \frac{\pi}{4}$), 这就是著名的 8020 定理 (法则) 的数学来源, 它被广泛用于经济学、管理学等领域。

7) 0.618——黄金分割数。它是自然界和人们生活中随处可见的, 给人美感的数, 在美术、摄影和产品外观设计中被广泛使用。

(2) 加、减法

1) 加法: 几个数相加时, 中间有互为补数的先加。

例: $2 + 9 + 8 = (2 + 8) + 9 = 10 + 9 = 19$ 。

2) 减法: 几个数相减时, 先将能凑成整数的先算, 然后再减。

例: $26 - 8 - 6 = (26 - 6) - 8 = 20 - 8 = 12$ 。

(3) 乘法

1) 一个因数是 2、4、8 的简法: 由于数字的叠倍 (乘 2) 计算比较容易, 而 $4 = 2 \times 2$, $8 = 2 \times 2 \times 2$, 即叠一次就是乘 2, 叠两次就是乘 4, 叠三次就是乘 8。因此, 逢一个因数是 2、4、8 就可用叠倍数很快地算出来。

例 1: 43×4 可将 43 叠两次: $43 \rightarrow 86 \rightarrow 172$, 得积 172。

例 2: 74×8 可将 74 连叠三次: $74 \rightarrow 148 \rightarrow 296 \rightarrow 592$, 得积 592。

2) 一个因数是 5 的简法: 因为 $5 = 10 \div 2$, 在心算中, 乘以 10 就似乎是没有乘, 所以逢一个因数是 5 时, 只须将另一因数除以 2, 而在商后加 0。

例: $468 \times 5 = \frac{468}{2} \times 10 = 234 \times 10 = 2340$

3) 一个因数是 9 的简法: 因为 $9 = 10 - 1$, 逢一个因数是 9 时, 可想成乘以 $(10 - 1)$ 。

例: 358×9 , 可将它想成 $358 \times (10 - 1) = 358 \times 10 - 358 \times 1$ 。运算时只须将 358 退一位减去 358, 并利用补数先在 358 中减去 36 为 322, 再在后面加一个 2, 得 3222。

4) 一个因数是 99 的简法: 因为 $99 = 100 - 1$, 因此逢一个因数是 99 时, 可想

成乘以 $(100 - 1)$ 。

$$\text{例: } 38 \times 99 = 38 \times (100 - 1) = 38 \times 100 - 38 \times 1 = 3800 - 38 = 3762$$

5) 一个因数是 25 的简法: 因 $25 = 100 \div 4$, 故逢一个因数是 25 时, 可想成乘以 100 再除以 4。

$$\text{例: } 92 \times 25 = 92 \times 100 \div 4 = \frac{92}{4} \times 100 = 23 \times 100 = 2300$$

(4) 除法

1) 除数是 2: 遇到除数是 2 时, 只要将被除数折半一次。

$$\text{例: } 428 \div 2 = 214$$

2) 除数是 4: 因 $4 = 2 \times 2$, 故除以 4 就等于除以 2 后再除以 2, 即将被除数连续折半两次。

$$\text{例: } 428 \div 4 = 428 \div 2 \div 2 = 214 \div 2 = 107$$

$$657 \div 4 = 657 \div 2 \div 2 = 328.5 \div 2 = 164.25$$

3) 除数是 5: 因为 $5 = 10 \div 2$, 故任何数除以 5 可将它化成 $n \div 5 = n \div (10 \div 2) = n \div 10 \times 2$ 。因此, 遇除数是 5 时, 只须将被除数乘以 2 再进行定位 (小数点往左移一位) 即可。

$$\text{例: } 746 \div 5 = 746 \times 2 \div 10 = 1492 \div 10 = 149.2$$

4) 除数是 25:

任意数除以 25, 即将该数乘上 4, 小数点往左移两位。

$$\text{例: } 123 \div 25 = 123 \times 4 \div 100 = 492 \div 100 = 4.92。$$

5) 除数是 125: 任意数除以 125, 即将该数乘上 8, 小数点往左移三位。

$$\text{例: } 2468 \div 125 = 2468 \times 8 \div 1000 = 19744 \div 1000 = 19.744。$$

(5) 乘方

1) 个位数字是 5 的平方: 个位数字是 5 的数, 可以看作 $10a + 5$ 。其平方 $(10a + 5)^2 = a^2 \cdot 100 + 2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot a + 25 = a(a + 1) \cdot 100 + 25$ 。因此可以将 5 左边的数字乘以该数字加 1, 然后在后面接上 25, 即为该数的平方值。

$$\text{例 1: } 35^2$$

5 左边的数是 3, $3 + 1 = 4$, $3 \times 4 = 12$, 接上 25 得 1225。

$$\text{例 2: } 215^2$$

5 左边的数字是 21, $21 + 1 = 22$, $21 \times 22 = 462$, 再接上 25, 得 46225。

2) 40 ~ 60 之间数的平方: 40 ~ 60 之间的数, 可看作是 $50 \pm n$, 于是

$$(50 \pm n)^2 = 50^2 \pm 2 \times 50 \times n + n^2 = 2500 \pm 100n + n^2$$

$$\text{例 1: } 51^2 = (50 + 1)^2 = 2500 + 100 \times 1 + 1^2 = 2601$$

$$\text{例 2: } 48^2 = (50 - 2)^2 = 2500 - 100 \times 2 + 2^2 = 2304$$

3) 90 ~ 100 之间数的平方: 90 ~ 100 之间的数可化为 $100 - n$, 于是

$$(100 - n)^2 = 100^2 - 2 \times 100 \times n + n^2 = 10000 - 200 \times n + n^2$$

$$\text{例: } 96^2 = (100 - 4)^2 = 10000 - 200 \times 4 + 4^2 = 9200 + 16 = 9216$$

4) 个位数字是 1、9 的两位数的平方: 个位数字是 1、9 的两位数, 可看作是 $n \pm 1$, 这里 n 是 10 的整倍数。于是

$$(n \pm 1)^2 = n^2 \pm 2n + 1$$

$$\text{例 1: } 81^2 = (80 + 1)^2 = 80^2 + 2 \times 80 + 1 = 6400 + 160 + 1 = 6561$$

$$\text{例 2: } 39^2 = (40 - 1)^2 = 40^2 - 2 \times 40 + 1 = 1600 - 80 + 1 = 1521$$

5) 利用平均数求乘积: 由于两数相乘的积等于两数的算术平均数的平方减去公差的平方, 故遇到个位数字相同、十位数字都是偶数或奇数时, 计算就很方便了。

$$\text{例 1: } 77 \times 97$$

一望而知它们的算术平均数 87; 公差是 10, $87^2 = 7569$, $10^2 = 100$, 故

$$77 \times 97 = 87^2 - 10^2 = 7569 - 100 = 7469$$

$$\text{例 2: } 83 \times 23$$

它们的算术平均数是 53, 公差是 30, $53^2 = 2809$, $30^2 = 900$, 故

$$83 \times 23 = 53^2 - 30^2 = 2809 - 900 = 1909$$

1.3 常用数学公式

1. 乘法和因式分解

$$1) (x + a)(x + b) = x^2 + (a + b)x + ab$$

$$2) (a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$

$$3) (a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$$

$$4) (a + b + c + \dots + k + z)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + \dots + k^2 + z^2 + 2ab + 2ac + \dots + 2az + 2bc \dots + 2bz \dots + 2kz$$

$$5) a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$$

$$6) a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$$

2. 一元二次方程 ($ax^2 + bx + c = 0$)

$$1) \text{ 根: } x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$2) \text{ 根与系数的关系: } x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}, x_1 x_2 = \frac{c}{a}$$

3) 判别式:

$$b^2 - 4ac \begin{cases} > 0 & \text{不等二实根} \\ = 0 & \text{相等二实根} \\ < 0 & \text{共轭复数根} \end{cases}$$

3. 级数

$$(1) \text{ 等差级数 } [a + (a + d) + (a + 2d) + \dots (\text{公差为 } d)]$$

1) 第 n 项: $a_n = a + (n - 1)d$

2) 前 n 项和: $S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} = na_1 + \frac{n(n-1)d}{2}$

3) 等差中项: 若 a 、 b 、 c 成等差数列, 则 $b = \frac{1}{2}(a + c)$ 。

(2) 等比级数 $[a + aq + aq^2 + \cdots$ (公比为 q)]

1) 第 n 项: $a_n = aq^{n-1}$

2) 前 n 项和: $S_n = \frac{a(1 - q^n)}{1 - q}$

3) 等比中项: 若 a 、 b 、 c 成等比数列, 则 $b = \pm \sqrt{ac}$ 。

4) 无穷递减等比级数的和: $S = \frac{a}{1 - q}$ ($|q| < 1$), (a 为首项)

4. 指数

1) $a^\alpha \cdot a^\beta = a^{\alpha+\beta}$

2) $a^\alpha \div a^\beta = a^{\alpha-\beta}$

3) $(a^\alpha)^\beta = a^{\alpha\beta}$

4) $(a \cdot b)^\alpha = a^\alpha \cdot b^\alpha$

5) $\left(\frac{a}{b}\right)^\alpha = \frac{a^\alpha}{b^\alpha}$

6) $a^{\frac{\alpha}{\beta}} = \sqrt[\beta]{a^\alpha} = (\sqrt[\beta]{a})^\alpha$ ($a > 0$)

7) $a^{-\frac{\alpha}{\beta}} = \frac{1}{\sqrt[\beta]{a^\alpha}}$ ($a > 0$)

8) $a^{-\alpha} = \frac{1}{a^\alpha}$ ($a \neq 0$)

9) $a^0 = 1$ ($a \neq 0$)

5. 对数

1) 若 $a > 0$, $a \neq 1$, 且 $a^x = M$, 则记作: $\log_a M = x$

2) $\log_a 1 = 0$

3) $\log_a a = 1$

4) $\log_a (MN) = \log_a M + \log_a N$

5) $\log_a \left(\frac{M}{N}\right) = \log_a M - \log_a N$

6) $\log_a M^n = n \log_a M$

7) $\log_a \sqrt[n]{M} = \frac{1}{n} \log_a M$

8) $\log_a b = \frac{1}{\log_b a}$

$$9) \lg M = \frac{\ln M}{\ln 10} \approx 0.4343 \ln M$$

$$10) \ln M = \frac{\lg M}{\lg e} \approx 2.3026 \lg M$$

6. 直角三角形 (图 1-1)

(1) 三角函数的定义

$$\text{正弦: } \sin A = a/c$$

$$\text{余弦: } \cos A = b/c$$

$$\text{正切: } \tan A = a/b$$

$$\text{余切: } \cot A = b/a$$

$$\text{正割: } \sec A = c/b$$

$$\text{余割: } \csc A = c/a$$

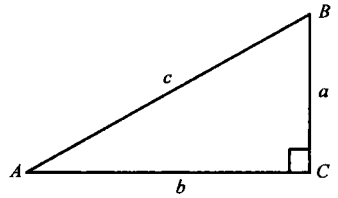


图 1-1

(2) 勾股弦定理

$$c^2 = a^2 + b^2$$

(3) 三角运算公式

$$1) \sin A \cdot \csc A = 1$$

$$2) \cos A \cdot \sec A = 1$$

$$3) \tan A \cdot \cot A = 1$$

$$4) \tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$$

$$5) \cot A = \frac{\cos A}{\sin A}$$

$$6) \sin^2 A + \cos^2 A = 1$$

$$7) \sec^2 A - \tan^2 A = 1$$

$$8) \csc^2 A - \cot^2 A = 1$$

$$9) \sin(A \pm B) = \sin A \cdot \cos B \pm \cos A \cdot \sin B$$

$$10) \cos(A \pm B) = \cos A \cdot \cos B \mp \sin A \cdot \sin B$$

$$11) \tan(A \pm B) = \frac{\tan A \pm \tan B}{1 \mp \tan A \cdot \tan B}$$

$$12) \cot(A \pm B) = \frac{\cot A \cdot \cot B \mp 1}{\cot B \pm \cot A}$$

$$13) \sin 2A = 2 \cdot \sin A \cdot \cos A$$

$$14) \cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A = 1 - 2 \cdot \sin^2 A = 2 \cdot \cos^2 A - 1$$

$$15) \tan 2A = \frac{2 \cdot \tan A}{1 - \tan^2 A}$$

$$16) \cot 2A = \frac{\cot^2 A - 1}{2 \cdot \cot A}$$

$$17) \sin \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos A}{2}}$$

$$18) \cos \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos A}{2}}$$

$$19) \tan \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos A}{1 + \cos A}} = \frac{1 - \cos A}{\sin A} = \frac{\sin A}{1 + \cos A}$$

$$20) \cot \frac{A}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos A}{1 - \cos A}} = \frac{\sin A}{1 - \cos A} = \frac{1 + \cos A}{\sin A}$$

$$21) \sin A \pm \sin B = 2 \cdot \sin \frac{A \pm B}{2} \cdot \cos \frac{A \mp B}{2}$$

$$22) \cos A + \cos B = 2 \cdot \cos \frac{A + B}{2} \cdot \cos \frac{A - B}{2}$$

$$23) \cos A - \cos B = -2 \cdot \sin \frac{A + B}{2} \cdot \sin \frac{A - B}{2}$$

$$24) \tan A \mp \tan B = \frac{\sin(A \pm B)}{\cos A \cdot \cos B}$$

$$25) \cot A \pm \cot B = \frac{\sin(A \pm B)}{\sin A \cdot \sin B}$$

$$26) 2\sin A \cdot \cos B = \sin(A + B) + \sin(A - B)$$

$$27) 2\cos A \cdot \cos B = \cos(A + B) + \cos(A - B)$$

$$28) -2\sin A \cdot \sin B = \cos(A + B) - \cos(A - B)$$

7. 三角形的边角关系 (图 1-2)

(1) 正弦定理

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$$

式中 R —— $\triangle ABC$ 外接圆半径。

(2) 余弦定理

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bccosA$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2accosB$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2abcosC$$

(3) 正切定理

$$\tan \frac{A - B}{2} = \frac{a - b}{a + b} \cot \frac{C}{2} \quad \text{或} \quad \frac{a - b}{a + b} = \frac{\tan \frac{A - B}{2}}{\tan \frac{A + B}{2}}$$

(4) 半角公式

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s - b)(s - c)}{bc}}; \sin \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(s - a)(s - c)}{ac}}; \sin \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(s - a)(s - b)}{ab}}$$

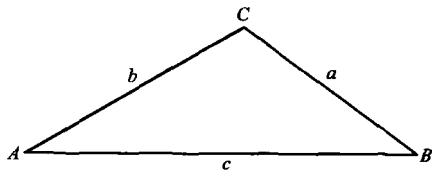


图 1-2

$$\cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}}; \cos \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{s(s-b)}{ac}}; \cos \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{s(s-c)}{ab}}$$

$$\tan \frac{A}{2} = \frac{r}{s-a}; \tan \frac{B}{2} = \frac{r}{s-b}; \tan \frac{C}{2} = \frac{r}{s-c}$$

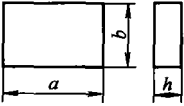
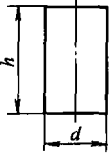
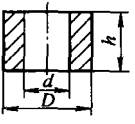
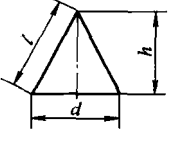
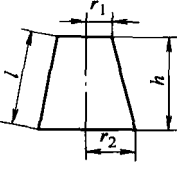
$$\text{式中 } s = \frac{a+b+c}{2};$$

$$r \text{——} \triangle ABC \text{ 的内切圆半径, } r = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)(s-c)}{s}}。$$

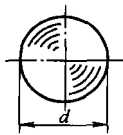
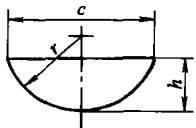
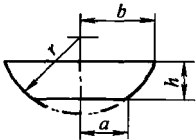
1.4 常用数表

1. 常见图形的体积及表面积计算表 (表 1-2)

表 1-2 常见图形的体积及表面积计算

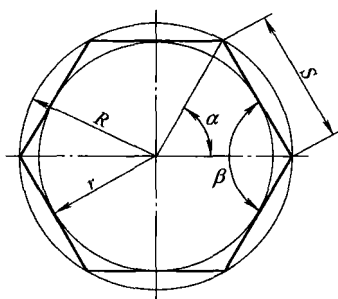
名称	图 形	体 积	表 面 积
长方体		$a \cdot b \cdot h$	$2(ab + ah + bh)$
圆柱体		$\frac{\pi}{4} d^2 h = 0.7854 d^2 h$	侧表面 $\pi dh = 3.1416 dh$
中空圆柱		$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot h$ $= 0.7854 (D^2 - d^2)$	外表面 $F_1 = \pi Dh = 3.1416 Dh$ 内表面 $F_2 = \pi dh = 3.1416 dh$
圆锥体		$\frac{\pi}{12} d^2 \cdot h = 0.2618 d^2 h$	锥面 $\frac{\pi}{2} d \cdot l = 1.5708 dl$
平截圆锥体		$\frac{\pi h}{3} (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \cdot r_2)$ $= 1.0472 h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \cdot r_2)$	锥面 $\pi l (r_1 + r_2) = 3.1416 l (r_1 + r_2)$

(续)

名称	图 形	体 积	表 面 积
球体		$\frac{1}{6}\pi d^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 = 0.5236d^3$ $= 4.1888r^3$	$\pi d^2 = 4\pi r^2 = 3.1416d^2 = 12.5664r^2$
球缺		$\pi h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right) = \pi h \left(\frac{c^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$ $= 3.1416h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right)$ $= 3.1416h \left(\frac{c^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$	端面 $2\pi rh = \frac{\pi}{4}(4h^2 + c^2) = 6.2832rh$ $= 0.7854(4h^2 + c^2)$
球台		$\frac{\pi h}{6}(3a^2 + 3b^2 + h^2)$ $= 0.5236h(3a^2 + 3b^2 + h^2)$	球面 $2\pi rh = 6.2832rh$

2. 正多边形的计算表 (表 1-3)

表 1-3 正多边形计算表



公式: 圆心角 $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$

顶角 $\beta = 180^\circ - \alpha$

外接圆半径 $R = \sqrt{r^2 + \frac{S^2}{4}}$

内切圆半径 $r = \sqrt{R^2 - \frac{r^2}{4}}$

边长 $S = 2\sqrt{R^2 - r^2}$

多边形面积 $F = \frac{1}{2}nSr$

n ^①	S ^②		R		r		F		
3	1.732R	3.464r	0.577S	2.000r	0.289S	0.500R	0.433S ²	1.299R ²	5.196r ²
4	1.414R	2.000r	0.707S	1.414r	0.500S	0.707R	1.000S ²	2.000R ²	4.000r ²
5	1.176R	1.453r	0.851S	1.236r	0.688S	0.809R	1.721S ²	2.378R ²	3.633r ²
6	1.000R	1.155r	1.000S	1.155r	0.866S	0.866R	2.598S ²	2.598R ²	3.464r ²
7	0.868R	0.933r	1.152S	1.110r	1.038S	0.901R	3.635S ²	2.736R ²	3.371r ²
8	0.765R	0.828r	1.307S	1.032r	1.207S	0.924R	4.828S ²	2.828R ²	3.314r ²

(续)

$n^{\text{①}}$	$S^{\text{②}}$		R		r		F		
9	0.684R	0.728r	0.462S	1.064r	1.376S	0.940R	6.182S ²	2.893R ²	3.276r ²
10	0.618R	0.650r	1.618S	1.052r	1.539S	0.951R	7.694S ²	2.939R ²	3.249r ²
11	0.564R	0.587r	1.775S	1.042r	1.703S	0.960R	9.364S ²	2.974R ²	3.230r ²
12	0.518R	0.536r	1.932S	1.035r	1.866S	0.966R	11.196S ²	3.000R ²	3.215r ²
16	0.390R	0.398r	2.563S	1.020r	2.514S	0.981R	20.109S ²	3.062R ²	3.183r ²
20	0.313R	0.317r	3.193S	1.013r	3.157S	0.988R	31.569S ²	3.090R ²	3.168r ²
24	0.261R	0.263r	3.831S	1.009r	3.798S	0.991R	45.575S ²	3.106R ²	3.160r ²
32	0.193R	0.197r	5.101S	1.005r	5.077S	0.995R	81.225S ²	3.121R ²	3.152r ²
48	0.131R	0.131r	7.645S	1.002r	7.629S	0.993R	183.08S ²	3.133R ²	3.146r ²
64	0.098R	0.098r	10.190S	1.001r	10.178S	0.999R	325.69S ²	3.137R ²	3.144r ²

注：在一已知圆内求正多边形，是企业时常遇到的问题，本表就在说明各种正多边形的求法。如果已知多边形的边数及外接圆或内切圆的半径，利用本表，就可以求得多边形的边长。同样的道理，也可以求出外接圆半径以及多边形的面积。

例如：已知正五边形的外接圆半径是50mm，则自表上可以找出它的边长应为1.176R，把50代入R，就可求得边长等于 $1.176 \times 50\text{mm} = 58.8\text{mm}$ 。又如已知正六边形的内切圆半径是40mm，则它的边长应为 $1.155r$ ，就等于 $1.155 \times 40\text{mm} = 46.2\text{mm}$ 。同样的方法，也可以求得其他的尺寸。

① n 为正多边形的边数。

② S 为多边形的边长。

3. 圆周等分弦之长度计算表 (表 1-4)

表 1-4 圆周等分弦之长度计算表

n	$\sin \frac{180^\circ}{n}$	n	$\sin \frac{180^\circ}{n}$	n	$\sin \frac{180^\circ}{n}$	n	$\sin \frac{180^\circ}{n}$	n	$\sin \frac{180^\circ}{n}$
1	0.00000	21	0.14904	41	0.07655	61	0.05148	81	0.03878
2	1.00000	22	0.14231	42	0.07473	62	0.05065	82	0.03830
3	0.86603	23	0.13317	43	0.07300	63	0.04985	83	0.03784
4	0.70711	24	0.13053	44	0.07134	64	0.04907	84	0.03739
5	0.58779	25	0.12533	45	0.06976	65	0.04831	85	0.03695
6	0.50000	26	0.12054	46	0.06824	66	0.04758	86	0.03652
7	0.43388	27	0.11609	47	0.06679	67	0.04687	87	0.03610
8	0.38268	28	0.11196	48	0.06540	68	0.04618	88	0.03569
9	0.34202	29	0.10812	49	0.06407	69	0.04551	89	0.03529
10	0.30902	30	0.10453	50	0.06279	70	0.04486	90	0.03490
11	0.28173	31	0.10117	51	0.06156	71	0.04423	91	0.03452
12	0.25882	32	0.09802	52	0.06038	72	0.04362	92	0.03414
13	0.23932	33	0.09506	53	0.05924	73	0.04302	93	0.03377
14	0.22252	34	0.09227	54	0.05814	74	0.04244	94	0.03341
15	0.20791	35	0.08964	55	0.05709	75	0.04188	95	0.03306
16	0.19509	36	0.08716	56	0.05607	76	0.04132	96	0.03272
17	0.18375	37	0.08481	57	0.05509	77	0.04079	97	0.03238
18	0.17365	38	0.08258	58	0.05414	78	0.04027	98	0.03205
19	0.16459	39	0.08047	59	0.05322	79	0.03976	99	0.03173
20	0.15643	40	0.07846	60	0.05234	80	0.03926	100	0.03141

注：把圆周分为 n 等分，弦长 = 直径 $\cdot \sin \frac{180^\circ}{n}$ 。