

机械工人 常用计算手册

JIXIE GONGREN
CHANGYONG JISUAN SHOUCHE

第3版

何建民 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机械工人常用计算手册

第3版

何建民 编著



机械工业出版社

本书从代数、几何和三角函数及其一般应用方法谈起,介绍了工艺计算和普通工件的结构要素计算;对冷作加工中的展开和下料、齿轮类和螺纹工件的综合计算、工件的检测计算等都作了重点叙述。全书以机械加工多工种所涉及的通用性计算为主,同时对基础性和常规性计算也作了必要的讲解。

这次修订加强了机械工人计算资料和一般应用计算,并对螺纹类、齿轮类等有关计算进行了进一步讲解,同时增添了“典型工件特殊加工计算”以及“工艺尺寸和尺寸链”两章,意在提高当代新型技工的知识层面,丰富操作者计算水平和加工能力。

本书适于初级、中级和高级机械工人阅读,也可供一般技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械工人常用计算手册/何建民编著.—3版.—北京:
机械工业出版社,2011.10

ISBN 978-7-111-50979-0

I. ①机… II. ①何… III. ①金属切削-计算方法-
技术手册IV. ①TG501-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第170863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:曲彩云 责任编辑:曲彩云 责任校对:刘怡丹

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015年11月第3版·第1次印刷

169mm×239mm·27印张·523千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-50979-0

定价:69.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

当今新型机械工人，不但在操作技能方面需要熟练，对理论计算也要有一定的认识。本书编写的目的，就在于使学习和经常运用有关计算的技工，能掌握这些专业知识，更好地为生产服务。

本书注重了基础性计算和通用性计算的有机结合，并且在突出和贯穿机械加工各种计算的同时，还对操作中的一些要领与注意事项等技术关键都适当地作了说明，以便于读者在学习和实际操作中应用。考虑到单件加工和大批量加工的不同特点，在介绍常规性计算的同时，许多处还不同程度地叙述了一些特殊情况下的计算，以满足不同加工条件的需要。这次修订对以上编写思路作了增强。

在编写过程中，我们追求实用和实效，加强内容的充实和提高，力求拓宽读者的知识面和创新思维，希望本书能对读者有相应的帮助。限于作者水平，书中难免有不足之处甚至错误的地方，望广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 数学基础和一般应用

方法 1

第一节 常用代数计算 1

一、代数计算和相互间关系 1

二、数的计算 4

三、 π 的计算 7

第二节 三角函数常识 7

一、直角三角形及其六种三角函数 8

二、 30° 、 45° 、 60° 的三角函数值及其关系式 9

三、应用三角函数计算直角三角形的一般方法 10

第三节 常用几何定理 13

一、计算长度的几何定理 13

二、常用计算角度的几何定理 14

三、应用几何定理求算尺寸的一般方法 15

四、几何图形计算 21

第二章 机械工人计算资料 25

第一节 工艺计量计算 25

一、斜孔类工件尺寸计算 25

二、坐标尺寸公差的计算 27

三、对称平面和圆柱中心平面距离计算 29

四、直线与圆弧面交点尺寸计算 29

五、V 形块支承范围和 V 形槽角度计算 30

六、利用 V 形块找工件圆心计算 30

七、三爪自定心卡盘装夹工件计算 31

八、圆周长和弧长计算 33

九、角度与弧度的换算 34

十、奇数等分孔中心圆周直径计算 36

十一、等分圆周计算 37

十二、圆周等分孔坐标尺寸计算 38

十三、常用几何形体计算 39

第二节 普通工件结构要素计算 43

一、正多边形计算 43

二、弓形类工件计算 55

三、圆锥体工件计算 62

四、斜面类工件的计算 63

五、轴键槽和孔键槽计算 68

六、普通沟槽计算 71

七、燕尾槽宽度计算 72

八、球体工件计算 73

第三节 金属材料质量(重量)简化计算 75

一、棒材质量(重量)计算 75

二、板材质量(重量)计算 76

三、管材质量(重量)计算 77

四、角钢质量(重量)计算 77

第三章 冷弯展开和下料计算 79

第一节 弯曲件展开计算 79

一、圆角弯曲件展开计算 79

二、非内圆角弯曲件展开计算	82	二、蜗杆和蜗轮计算要素	123
第二节 型材弯曲件展开		三、蜗杆和蜗轮各部尺寸计算	124
计算	83	第三节 变位齿轮及其计算	127
一、角钢弯曲件展开计算	83	一、变位齿轮概念	127
二、槽钢和工字钢弯曲件展		二、变位齿轮的种类	129
开计算	84	三、变位齿轮的选择和计算	
第三节 拉深件和弯边件展		特点	130
开计算	84	四、变位直齿圆柱齿轮各部尺	
一、拉深件展开计算	85	寸计算	131
二、弯边件展开计算	94	第四节 齿轮修配中的测绘	
第四节 下料面积比和体积		和计算	142
比计算	95	一、奇数齿直齿圆柱齿轮齿顶	
一、长度和面积比计算	95	圆直径测量计算	142
二、长度和体积比计算	96	二、计算斜齿圆柱齿轮分度圆	
三、等体积工件长度和截面尺寸	97	螺旋角	143
第五节 常用下料计算示例	97	三、测绘计算齿轮基圆齿距	148
一、圆锥体计算	97	四、确定标准制	149
二、管件下料计算	99	五、判定齿轮压力角 α	151
第四章 齿轮类工件计算	101	六、测绘计算扇形齿轮	152
第一节 齿轮参数和标准齿		第五节 传动和转速计算	154
轮计算	101	一、传动比计算	154
一、齿轮的原始齿廓和参数	101	二、按照齿轮传动路线式计算	
二、直齿圆柱齿轮各部尺寸		转速	156
计算	104	三、平带传动和 V 带传动计算	160
三、斜齿圆柱齿轮各部尺寸		第六节 渐开线齿轮齿	
计算	105	形画线	166
四、直齿锥齿轮计算和有关		一、直角坐标法画齿廓曲线	166
说明	109	二、渐开线齿形简易画法	169
五、非直齿锥齿轮及其尺寸		第七节 链轮及其齿形计算	169
计算	113	一、齿形链链轮端面齿形和几	
六、内啮合直齿圆柱齿轮各		何计算	169
部尺寸计算	117	二、滚子链链轮端面齿形和几	
七、齿条各部尺寸计算	118	何计算	169
第二节 蜗杆与蜗轮及其		第五章 螺纹类工件加工计算	173
计算	123	第一节 常用螺纹计算	173
一、常用蜗杆的齿廓	123	一、普通螺纹基本尺寸计算	173

二、梯形螺纹各部尺寸计算	177	三、车削外球面及其计算	253
三、其他螺纹计算	186	四、平面上车螺纹及其计算	257
第二节 螺纹加工计算	197	五、车床上加工不等距螺杆 及其计算	259
一、攻螺纹计算	197	第二节 铣工和铣削部分	260
二、套螺纹计算	203	一、镗圆孔时中心距精确控制 计算	260
三、车螺纹时的计算	206	二、偏心套工件加工及其有关 计算	261
第六章 万能分度头分度		三、铣削复合斜面及其计算	262
计算	211	四、铣硬质合金刀具上的刀片槽 和有关计算	265
第一节 基本分度原理和角 度分度计算	211	五、利用立铣头偏转误差原理铣 削特殊沟槽及其计算	267
一、分度原理和基本分度计算	211	六、铣削椭圆型腔和内椭圆弧面 和有关计算	268
二、角度分度的一般方法	214	七、三面刃铣刀的扩大使用及其 计算	272
第二节 质数等分数分度 计算	225	第三节 刨工和刨削部分	274
一、差动分度计算和验算	225	一、倾斜刀架位置刨斜面和 有关计算	274
二、单动间隔分度法及其计算	227	二、展成法刨削直齿锥齿轮原 理和计算	275
第三节 角度分度中精确 分度方法	233	第八章 工艺尺寸和尺寸链	280
一、角度工件精确分度中 的计算	233	第一节 工艺尺寸和尺寸 链的组成	280
二、圆锥面上进行划线的 精确分度	235	一、从工艺尺寸谈起	280
第四节 工件直线移动 分度计算	235	二、尺寸链及其计算	283
一、直线分度法及其计算	235	第二节 工艺尺寸的计算	291
二、主轴交换齿轮法及其计算	236	一、第一类工艺尺寸计算	291
三、侧轴交换齿轮法及其计算	237	二、第二类工艺尺寸的计算	295
四、工件移动间隔不能分解 因数分度法	239	三、尺寸链计算中的假废品	300
第七章 典型工件特殊加工		第九章 齿轮类和螺纹工件	
计算	240	检测计算	304
第一节 车工和车削部分	240	第一节 齿轮类工件检测计算 ...	304
一、车削精密工件及其计算	240		
二、车床上加工孔类工件 及其计算	247		

一、渐开线圆柱齿轮精度等级	304	四、检测锥孔锥度中的计算	365
二、齿轮单项检测	304	五、不连续奇数等分圆周直径	
三、齿条齿厚的检测	330	检测计算	366
四、蜗杆和蜗轮的检测	333	第二节 曲轴工件检测计算	367
第二节 螺纹中径和牙型角		一、检测曲轴中心距	367
检测计算	339	二、曲轴颈夹角误差的检测	369
一、螺纹中径检测计算	339	第三节 其他类型工件	
二、外螺纹牙型角检测计算	345	检测计算	372
第三节 链轮类工件检测		一、特种沟槽测量计算	372
计算	346	二、其他测量计算	377
一、齿形链链轮检测计算	346	附录	383
二、滚子链链轮检测计算	347	附录 A 常用法定计量单位和	
第十章 综合类工件检测计算	349	物理量单位换算	383
第一节 孔类和内外圆检测		一、我国法定计量单位	383
计算	349	二、常用计量单位及其换算	384
一、检测圆柱孔直径	349	附录 B 三角函数表	386
二、大直径内外圆弧检测计算	353	附录 C 因子分解表	409
三、检测外锥体的计算	358		

第一章 数学基础和一般应用方法

第一节 常用代数计算

一、代数计算和相互间关系(表 1-1)

表 1-1 代数计算公式和相互间关系

计算项目	符号和计算公式
移项计算	<p>①若 $a + b = c - d$, 则:</p> $a = (c - d) - b = c - d - b$ $b = (c - d) - a = c - d - a$ $c = (a + b) + d = a + b + d$ $d = c - (a + b) = c - a - b$ <p>②若 $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, 则:</p> $a = b \frac{c}{d} \quad b = a \frac{d}{c} \quad c = \frac{a}{b} d \quad d = c \frac{b}{a}$ $bc = ad \quad \frac{a}{c} = \frac{b}{d} \quad \frac{d}{b} = \frac{c}{a} \quad \frac{d}{c} = \frac{b}{a}$
加减乘除计算	<p>① $(+a) + (+b) = +(a+b) = a+b$ $(+a) + (-b) = +(a-b) = a-b = -(b-a)$ $(+a) - (+b) = (+a) + (-b) = a-b$ $(+a) - (-b) = (+a) + (+b) = a+b$ $(-a) + (-b) = -(a+b)$ $(-a) + (+b) = -(a-b) = b-a$ $(-a) - (-b) = (-a) + (+b) = b-a$ $(-a) - (+b) = (-a) + (-b) = -(a+b)$</p> <p>② $(+a)(+b) = +ab = ab$ $(-a)(+b) = -ab$ $(+a)(-b) = -ab$ $(-a)(-b) = +ab = ab$</p> <p>$(+a) \div (+b) = +\frac{a}{b} = \frac{a}{b}$ $(-a) \div (+b) = -\frac{a}{b}$ $(+a) \div (-b) = -\frac{a}{b}$</p>

计算项目	符号和计算公式
加減乘除計算	$(-a) \div (-b) = +\frac{a}{b} = \frac{a}{b}$ $(a+b)(c+d) = ac+bc+ad+bd$ $(a-b)(c+d) = ac-bc+ad-bd$ $(a+b)(c-d) = ac+bc-ad-bd$ $(a-b)(c-d) = ac-bc-ad+bd$ $\textcircled{3} a+0=a \quad a-0=a$ $a \times 0=0 \quad \frac{0}{a}=0(a \neq 0)$ $\frac{a}{b} = \frac{am}{bm}(b \neq 0, m \neq 0)$ $\frac{a_1}{b} + \frac{a_2}{b} = \frac{a_1+a_2}{b} \quad \frac{a_1}{b} - \frac{a_2}{b} = \frac{a_1-a_2}{b}$ $\frac{a_1}{b_1d} + \frac{a_2}{b_2d} = \frac{a_1b_2+a_2b_1}{b_1b_2d}$ $\frac{a_1}{b_1d} - \frac{a_2}{b_2d} = \frac{a_1b_2-a_2b_1}{b_1b_2d}$ $\left(\frac{a}{b}\right)m = \frac{am}{b} \quad m\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ma}{b}$ $\frac{a}{b} \div c = \frac{a}{bc} = \frac{a}{c} \div b$ $a \div \frac{b}{c} = a\left(\frac{c}{b}\right) = \frac{ac}{b}$ $\left(\frac{a_1}{b_1}\right)\left(\frac{a_2}{b_2}\right) = \frac{a_1a_2}{b_1b_2}$ $\frac{a_1}{b_1} \div \frac{a_2}{b_2} = \left(\frac{a_1}{b_1}\right)\left(\frac{b_2}{a_2}\right) = \frac{a_1b_2}{b_1a_2}$
分解因式	$(a+b)^2 = a^2+2ab+b^2 = (a-b)^2+4ab$ $(a-b)^2 = a^2-2ab+b^2$ $a^2+b^2 = (a-b)^2+2ab$ $a^2-b^2 = (a+b)(a-b)$ $(a+b+c)^2 = a^2+b^2+c^2+2ab+2ac+2bc = (a+b)^2+2(a+b)c+c^2$ $(a-b+c)^2 = a^2+b^2+c^2-2ab+2ac-2bc$ $(a+b)^3 = a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$ $(a-b)^3 = a^3-3a^2b+3ab^2-b^3$ $a^3+b^3 = (a+b)(a^2-ab+b^2)$ $a^3-b^3 = (a-b)(a^2+ab+b^2)$ $(a \pm b)^4 = a^4 \pm 4a^3b + 6a^2b^2 \pm 4ab^3 + b^4$ $a^4+b^4 = (a^2+b^2+\sqrt{2}ab) \times (a^2+b^2-\sqrt{2}ab)$

(续)

计算项目	符号和计算公式
一元二次方程式求根	$ax^2 + bx + c = 0$ $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
幂和根式	$\textcircled{1} (+a)^{2n} = +a^{2n} = a^{2n} \quad (-a)^{2n} = +a^{2n}$ $(+a)^{2n+1} = +a^{2n+1} \quad (-a)^{2n+1} = -a^{2n+1}$ $(-1)^{2n} = +1 \quad (-1)^{2n+1} = -1$ $a^1 = a \quad 0^n = 0 \quad 1^n = 1 \quad a^0 = 1$ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ $a^n = \frac{1}{a^{-n}} = \left(\frac{1}{a}\right)^{-n}$ $\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n = \left(\frac{b}{a}\right)^{-n}$ $a^m a^n = a^{m+n}$ $a^m \div a^n = \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$ $(a^m)^n = (a^n)^m = a^{nm}$ $(abc)^n = a^n b^n c^n$ $\textcircled{2} {}^n\sqrt{0} = 0 \quad {}^n\sqrt{1} = 1 \quad {}^1\sqrt{a} = a \quad {}^2\sqrt{a} = \sqrt{a} \quad ({}^n\sqrt{a})^n = a$ ${}^n\sqrt{abc \cdots l} = {}^n\sqrt{a} {}^n\sqrt{b} {}^n\sqrt{c} \cdots {}^n\sqrt{l}$ $\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{{}^n\sqrt{a}}{{}^n\sqrt{b}}$ $a^{-\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{\frac{1}{a}} = \frac{1}{{}^n\sqrt{a}}$ $a^{\frac{1}{n}} = {}^n\sqrt{a} = {}^{mn}\sqrt{a^m}$ $a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = ({}^n\sqrt{a})^m$ $c^{\frac{n}{m}} = \sqrt[m]{c^n} \quad (c > 0)$ ${}^n\sqrt{a} {}^m\sqrt{a} = {}^{m+n}\sqrt{a^{m+n}}$ $\sqrt[n]{m}\sqrt{a} = m\sqrt[n]{a} = m^n\sqrt{a}$ $\sqrt{a} + \sqrt{b} = \sqrt{a+b+2\sqrt{ab}}$ $\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a+b-2\sqrt{ab}} \quad (a > b)$ $\frac{c}{\sqrt{a}-\sqrt{b}} = \frac{c(\sqrt{a}+\sqrt{b})}{a-b}$ $\sqrt{a+\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a+\sqrt{a^2-b}}{2}} + \sqrt{\frac{a-\sqrt{a^2-b}}{2}} \quad (a^2 > b)$

计算项目	符号和计算公式
幂和根式	$\sqrt{a-\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a+\sqrt{a^2-b}}{2}} - \sqrt{\frac{a-\sqrt{a^2-b}}{2}} \quad (a^2 > b)$ $a^n b^n = (ab)^n$
对数	前提: $a > 0, a \neq 1$ ①若 $a^x = M$, 则 $\log_a M = x$ ② $\log_a 1 = 0$ ③ $\log_a a = 1$ ④ $\log_a (MN) = \log_a M + \log_a N$ ⑤ $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$ ⑥ $\log_a (M)^n = n \cdot \log_a M$ ⑦ $\log_a \sqrt[n]{m} = \frac{1}{n} \log_a m$ ⑧ $\lg M = 0.4343 \ln M$ ⑨ $\ln M = 2.3026 \lg M$

二、数的计算(表 1-2)

表 1-2 数的平方、立方、平方根、立方根和圆周长计算

数	数的平方	数的立方	数的平方根	数的立方根	圆周长	数	数的平方	数的立方	数的平方根	数的立方根	圆周长
n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πd	n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πd
1	1	1	1.0000	1.0000	0.314	18	324	5832	4.2426	2.6207	5.655
2	4	8	1.4142	1.2599	0.628	19	361	6859	4.3589	2.6684	5.969
3	9	27	1.7321	1.4422	0.942	20	400	8000	4.4721	2.7144	6.283
4	16	64	2.0000	1.5874	1.257	21	441	9261	4.5826	2.7589	6.597
5	25	125	2.2361	1.7100	1.571	22	484	10648	4.6904	2.8020	6.912
6	36	216	2.4495	1.8171	1.885	23	529	12167	4.7958	2.8439	7.226
7	49	343	2.6458	1.9129	2.199	24	576	13824	4.8990	2.8845	7.540
8	64	512	2.8284	2.0000	2.513	25	625	15625	5.0000	2.9240	7.854
9	81	729	3.0000	2.0801	2.827	26	676	17576	5.0990	2.9625	8.168
10	100	1000	3.1623	2.1544	3.142	27	729	19683	5.1962	3.0000	8.482
11	121	1331	3.3166	2.2240	3.456	28	784	21952	5.2915	3.0366	8.796
12	144	1728	3.4641	2.2894	3.770	29	841	24389	5.3852	3.0723	9.111
13	169	2197	3.6056	2.3513	4.084	30	900	27000	5.4772	3.1072	9.425
14	196	2744	3.7417	2.4101	4.398	31	961	29791	5.5678	3.1414	9.739
15	225	3375	3.8730	2.4662	4.712	32	1024	32768	5.6569	3.1748	10.05
16	256	4096	4.0000	2.5198	5.027	33	1089	35937	5.7446	3.2075	10.37
17	289	4913	4.1231	2.5713	5.341	34	1156	39304	5.8310	3.2396	10.68

(续)

数	数的平方	数的立方	数的平方根	数的立方根	圆周长	数	数的平方	数的立方	数的平方根	数的立方根	圆周长
n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πd	n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πd
35	1225	42875	5.9161	3.2711	11.00	76	5776	438976	8.7178	4.2358	23.88
36	1296	46656	6.0000	3.3019	11.31	77	5929	456533	8.7750	4.2543	24.19
37	1369	50653	6.0828	3.3322	11.62	78	6084	474552	8.8318	4.2727	24.50
38	1444	54872	6.1044	3.3620	11.94	79	6241	493039	8.8882	4.2908	24.82
39	1521	59319	6.2450	3.3912	12.25	80	6400	512000	8.9443	4.3089	25.13
40	1600	64000	6.3246	3.4200	12.57	81	6561	531441	9.0000	4.3267	25.45
41	1681	68921	6.4031	3.4482	12.88	82	6724	551368	9.0554	4.3445	25.76
42	1764	74088	6.4807	3.4760	13.19	83	6889	571787	9.1104	4.3621	26.08
43	1849	79507	6.5574	3.5034	13.51	84	7056	592704	9.1652	4.3795	26.39
44	1936	85148	6.6332	3.5303	13.82	85	7225	614125	9.2195	4.3968	26.70
45	2025	91125	6.7082	3.5569	14.14	86	7396	636056	9.2736	4.4140	27.02
46	2116	97336	6.7823	3.5830	14.45	87	7569	658503	9.3274	4.4310	27.33
47	2209	103823	6.8557	3.6088	14.77	88	7744	681472	9.3808	4.4480	27.65
48	2304	110592	6.9282	3.6342	15.08	89	7921	704969	9.4340	4.4647	27.96
49	2401	117649	7.0000	3.6593	15.39	90	8100	729000	9.4868	4.4814	28.27
50	2500	125000	7.0711	3.6840	15.71	91	8281	753571	9.5394	4.4979	28.59
51	2601	132651	7.1414	3.7084	16.02	92	8464	778688	9.5917	4.5144	28.90
52	2704	140608	7.2111	3.7325	16.34	93	8649	804357	9.6437	4.5307	29.22
53	2809	148877	7.2801	3.7563	16.65	94	8836	830584	9.6954	4.5468	29.53
54	2916	157464	7.3485	3.7798	16.96	95	9025	857375	9.7468	4.5629	29.85
55	3025	166375	7.4162	3.8030	17.28	96	9216	884736	9.7980	4.5789	30.16
56	3136	175616	7.4833	3.8259	17.59	97	9409	912673	9.8489	4.5947	30.47
57	3249	185193	7.5498	3.8485	17.91	98	9604	941192	9.8995	4.6104	30.79
58	3364	195112	7.6158	3.8709	18.22	99	9801	970299	9.9499	4.6261	31.10
59	3481	205379	7.6811	3.8930	18.54	100	10000	1000000	10.0000	4.6416	31.42
60	3600	216000	7.7460	3.9149	18.85	101	10201	1030301	10.0499	4.6570	31.73
61	3721	226981	7.8102	3.9365	19.16	102	10404	1061208	10.0995	4.6723	32.04
62	3844	238328	7.8740	3.9579	19.48	103	10609	1092727	10.1489	4.6875	32.36
63	3969	250047	7.9373	3.9791	19.79	104	10816	1124864	10.1980	4.7027	32.67
64	4096	262144	8.0000	4.0000	20.11	105	11025	1157625	10.2470	4.7177	32.99
65	4225	274625	8.0623	4.0207	20.42	106	11236	1191016	10.2956	4.7326	33.30
66	4356	287496	8.1240	4.0412	20.73	107	11449	1225043	10.3441	4.7475	33.62
67	4489	300763	8.1854	4.0615	21.05	108	11664	1259712	10.3923	4.7622	33.93
68	4624	314432	8.2462	4.0817	21.36	109	11881	1295029	10.4403	4.7769	34.24
69	4761	328509	8.3066	4.1016	21.68	110	12100	1331000	10.4881	4.7914	34.56
70	4900	343000	8.3666	4.1213	21.99	111	12321	1367631	10.5357	4.8059	34.87
71	5041	357911	8.4261	4.1408	22.31	112	12544	1404928	10.5830	4.8203	35.19
72	5184	373248	8.4853	4.1602	22.62	113	12769	1442897	10.6301	4.8346	35.50
73	5329	389017	8.5440	4.1793	22.93	114	12996	1481544	10.6771	4.8488	35.81
74	5476	405224	8.6023	4.1983	23.25	115	13225	1520875	10.7238	4.8639	36.13
75	5625	421875	8.6603	4.2172	23.56	116	13456	1560896	10.7703	4.8770	36.44

(续)

数	数的平方	数的立方	数的平方根	数的立方根	圆周长	数	数的平方	数的立方	数的平方根	数的立方根	圆周长
n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πd	n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πd
117	13689	1601613	10.8167	4.8910	36.76	159	25281	4019679	12.6095	5.4175	49.95
118	13924	1643032	10.8628	4.9049	37.07	160	25600	4096000	12.6491	5.4288	50.27
119	14161	1685159	10.9087	4.9187	37.38	161	25921	4173281	12.6886	5.4401	50.58
120	14400	1728000	10.9545	4.9324	37.70	162	26244	4251528	12.7279	5.4514	50.89
121	14641	1771561	11.0000	4.9461	38.01	163	26569	4330747	12.7671	5.4626	51.21
122	14884	1815848	11.0454	4.9597	38.33	164	26896	4410944	12.8062	5.4737	51.52
123	15129	1860857	11.0905	4.9732	38.64	165	27225	4492125	12.8452	5.4848	51.84
124	15376	1906624	11.1355	4.9866	38.96	166	27556	4574296	12.8841	5.4959	52.15
125	15625	1953125	11.1803	5.0000	39.27	167	27889	4657463	12.9228	5.5069	52.46
126	15876	2000376	11.2250	5.0133	39.58	168	28224	4741632	12.9615	5.5178	52.78
127	16129	2048383	11.2694	5.0265	39.90	169	28561	4826809	13.0000	5.5288	53.09
128	16384	2097152	11.3137	5.0397	40.21	170	28900	4913000	13.0384	5.5397	53.41
129	16641	2146689	11.3578	5.0528	40.53	171	29241	5000211	13.0767	5.5505	53.72
130	16900	2197000	11.4018	5.0658	40.84	172	29584	5088448	13.1149	5.5613	54.04
131	17161	2248091	11.4455	5.0788	41.15	173	29929	5177717	13.1529	5.5721	54.35
132	17424	2299968	11.4891	5.0916	41.47	174	30276	5268024	13.1909	5.5828	54.66
133	17689	2352637	11.5326	5.1045	41.78	175	30625	5359375	13.2288	5.5934	54.98
134	17956	2406104	11.5758	5.1172	42.10	176	30976	5451776	13.2665	5.6041	55.29
135	18225	2460375	11.6190	5.1299	42.41	177	31329	5545233	13.3041	5.6147	55.61
136	18496	2515456	11.6619	5.1426	42.73	178	31684	5639752	13.3417	5.6252	55.92
137	18769	2571353	11.7047	5.1551	43.04	179	32041	5735339	13.3791	5.6357	56.23
138	19044	2628072	11.7473	5.1676	43.35	180	32400	5832000	13.4164	5.6462	56.55
139	19321	2685619	11.7898	5.1801	43.67	181	32761	5929741	13.4536	5.6567	56.86
140	19600	2744000	11.8322	5.1925	43.98	182	33124	6028568	13.4907	5.6671	57.18
141	19881	2803221	11.8743	5.2048	44.30	183	33489	6128487	13.5277	5.6774	57.49
142	20164	2863288	11.9164	5.2171	44.61	184	33856	6229504	13.5647	5.6877	57.81
143	20449	2924207	11.9583	5.2293	44.92	185	34225	6331625	13.6015	5.6980	58.12
144	20736	2985984	12.0000	5.2415	45.24	186	34596	6434856	13.6382	5.7083	58.43
145	21025	3048625	12.0416	5.2536	45.55	187	34969	6539203	13.6748	5.7185	58.75
146	21316	3112136	12.0830	5.2656	45.87	188	35344	6644672	13.7113	5.7287	59.06
147	21609	3176523	12.1244	5.2776	46.18	189	35721	6751269	13.7477	5.7388	59.38
148	21904	3241792	12.1655	5.2896	46.50	190	36100	6859000	13.7840	5.7489	59.69
149	22201	3307949	12.2066	5.3015	46.81	191	36481	6967871	13.8203	5.7590	60.00
150	22500	3375000	12.2474	5.3133	47.12	192	36864	7077888	13.8564	5.7690	60.32
151	22801	3442951	12.2882	5.3251	47.44	193	37249	7189057	13.8924	5.7790	60.63
152	23104	3511808	12.3288	5.3368	47.75	194	37636	7301384	13.9284	5.7890	60.95
153	23409	3581577	12.3693	5.3485	48.07	195	38025	7414875	13.9642	5.7989	61.26
154	23716	3652264	12.4097	5.3601	48.38	196	38416	7529536	14.0000	5.8088	61.58
155	24025	3723875	12.4499	5.3717	48.69	197	38809	7645373	14.0357	5.8186	61.89
156	24336	3796416	12.4900	5.3832	49.01	198	39204	7762392	14.0712	5.8285	62.20
157	24649	3869893	12.5300	5.3947	49.32	199	39601	7880599	14.1067	5.8383	62.52
158	24964	3944312	12.5698	5.4061	49.64	200	40000	8000000	14.1421	5.8480	62.83

三、 π 的计算(表 1-3 和表 1-4)表 1-3 π 的近似分数表

近似分数	误差	近似分数	误差
$\pi \approx 3.1400000 = \frac{157}{50}$	0.0015927	$\pi \approx 3.1428571 = \frac{22}{7}$	0.0012644
$\pi \approx 3.1418181 = \frac{32 \times 27}{25 \times 11}$	0.0002254	$\pi \approx 3.1417004 = \frac{8 \times 97}{13 \times 19}$	0.0001077
$\pi \approx 3.1417322 = \frac{19 \times 21}{127}$	0.0001395	$\pi \approx 3.1416666 = \frac{13 \times 29}{4 \times 30}$	0.0000739
$\pi \approx 3.1417112 = \frac{25 \times 47}{22 \times 17}$	0.0001185	$\pi \approx 3.1415929 = \frac{5 \times 71}{113}$	0.0000002

表 1-4 π 的常用计算数值表

计算式	计算值	计算式	计算值
π	3.141593	$\frac{1}{\pi^2}$	0.101321
π^2	9.86904	$\sqrt{\frac{1}{\pi}}$	0.564190
$\sqrt{\pi}$	1.772454	$\sqrt{\frac{1}{2\pi}}$	0.398942
$\sqrt{2\pi}$	2.506628	$\sqrt{\frac{2}{\pi}}$	0.797885
$\sqrt{\frac{\pi}{2}}$	1.253314	$\sqrt[3]{\frac{1}{\pi}}$	0.682784
$\sqrt[3]{\pi}$	1.464592	$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{rad}$	0.017453rad
$\frac{1}{\pi}$	0.318310	$1' = \frac{\pi}{10800} \text{rad}$	0.000291rad

第二节 三角函数常识

函数是指在某个变化过程中,有两个互相依赖的变量 x 和 y ,如果 x 取某值, y 则依照确定的关系取相应值,这时, y 是 x 的函数。例如,骑自行车以 20km/h 的速度行驶,行驶的路程 s 与行驶的时间 t 的关系为: $s = 20t$; 路程 s 是随时间 t 的变化而变化, s 与 t 之间有一种对应关系,由于 s 和 t 可取不同的数值,所以是变量,而 20 的数值保持不变,所以是常量。如果给变量 t 一个值,另一个变量 s 则可得到唯一的相应值;对于时间 t 的每一个值,行驶路程 s 都有唯一的值与它

对应，这时，行驶路程 s 是时间 t 的函数。

一、直角三角形及其六种三角函数

三角形用符号“ \triangle ”表示，它是由三条线段组成的封闭几何图形(图 1-1)，组成三角形的线段叫做三角形的边，相邻两边的公共端点叫做三角形顶点，相邻两边所组成的角为三角形内角。三角形三个角的大小不一定相等，但三角形内角的和总是等于 180° 。

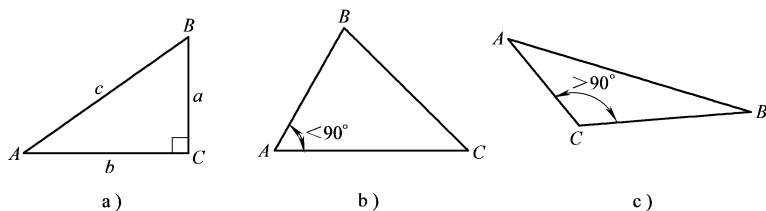


图 1-1 三角形种类

a) 直角三角形 b) 锐角三角形 c) 钝角三角形

在图 1-1a 所示的直角三角形中， $\angle A$ 和 $\angle B$ 互为余角， $\angle A + \angle B = 90^\circ$ ，直角所对的边 c 叫斜边。对锐角 A 来说， a 边是角 A 的对边， b 边是角 A 的邻边，但对 $\angle B$ 来说， a 边是 $\angle B$ 的邻边，而 b 边是 $\angle B$ 的对边。在直角三角形中，斜边永远对着直角，而邻边和对边是相对变化的，所以，计算中要先确定锐角 $\angle A$ 或 $\angle B$ ，然后找出三角函数的关系。

由于函数本身的意义就是互相依赖的变量，它在直角三角形中同样是某角的应变数，它随角度的变化而变化。一个直角三角形(图 1-1a)，如果知道了其中的任意两个边，那就可以知道锐角 $\angle A$ 或 $\angle B$ 的角度大小，同理，如果知道任意一个锐角和一条边，也可以得到其他两条边的长短尺寸。

在直角三角形中，它的三角函数有六种，其定义和计算公式见表 1-5。计算时，正弦、正切和正割的函数值随角度的增大而增大，但不是和角度成正比例关系，也就是说，角度增大一倍，函数不是增加一倍；相反，余弦、余切和余割的函数值是随角度的增大而减小，同样，也不成比例关系，就是说角度增加一倍，函数值不是相应减小一倍。

表 1-5 三角函数的定义和计算公式

名称	代号	定义	函数通则	A 角的函数公式	B 角的函数公式
正弦	sin	对边和斜边之比	角的正弦 = $\frac{\text{对边}}{\text{斜边}}$	$\sin A = \frac{a}{c}$	$\sin B = \frac{b}{c}$
余弦	cos	邻边和斜边之比	角的余弦 = $\frac{\text{邻边}}{\text{斜边}}$	$\cos A = \frac{b}{c}$	$\cos B = \frac{a}{c}$