机械制造者手册

机械工业出版社

机 械 制 造 者 手 册

第 一 卷

〔苏〕H·C·阿切尔康主编

（共 六 卷）

机 械 工 业 出 版 社

这部「机械制造者手册」共六卷，第一卷是关于数学、理論力学、机械原理三方面的資料。第二卷是关于热工学、化学、光学、声学、水力学等方面的資料。第三卷是机械强度計算。第四卷是机械零件的設計和計算。第五卷是供机械設計师参考的制造工艺方面的資料。第六卷是关于机械制造用的材料方面的資料。本卷中譯本是根据1954年修訂二版譯出的。第二版中很多章作了修改，有几章重新写过，或作了补充；对于实际应用价值不大的材料都删去了。

本手册可供机械制造的工程师和研究人員参考。

Н. С. Ачеркан 主編
СПРАВОЧНИК МАШИНОСТРОИТЕЛЯ (В шести томах) ТОМ 1
Машгиз, 1954
（根据蘇聯國立機器制造科技書籍出版社一九五四年第二版譯出）
* * *
机械制造者手册
〔苏〕Н. С. 阿切尔康 主編
第一卷
（共六卷）
*
机械工业出版社出版（北京蘇州胡同141號）
（北京市書刊出版業營業許可証出字第117號）
五三五工厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售
*
开本850×1168 1/32·印張24 13/16·插頁2·字数826千字
1963年11月中国工业出版社北京新一版，印1,833册
1958年9月北京第一版·1965年4月北京第三次印刷
印数18,601—25,100·定价（科七）4.90元
*
統一书号：15033·766(1443)

目　次

数　学

(丁寿田譯)

力　学

机 械 原 理

（陈兆雄譯）

数　学

第一章　数学符号和数学表

数学符号

标準的符号

表示关系的符号

$=$　等于

$\equiv$　恒等于

$\neq$　不等于

$\approx$　約等于

$<$　小于

$>$　大于

$\leqslant$　小于或等于

$\geqslant$　大于或等于

$\ll$　显著小于

$\gg$　显著大于

代　数

$|a|$　实数 a 的絕对值

$+$　加

$-$　減

$\cdot$ 或 $\times$　乘，例如 $a\cdot b$ 或 $a\times b$ 或 ab（乘号常常可以略去）

$:$ 或 $-$　除以，例如 $a:b$ 或 $\frac{a}{b}$

%　百分之几

‰　千分之几，例如 2‰＝0.002

a^m　a 的 m 次方幂

$\sqrt{\ }$　平方根

i　-1 的平方根；$i=\sqrt{-1}$

$\sqrt[m]{\ }$　m 次方根（$m=2$ 时可簡写为 $\sqrt{\ }$）

$\log_b$　以 b 为底的对数。如無指明底的必要时则可簡写为 log

lg　以 10 为底的对数（也称为“常用对数”或“十底对数”）

ln　以 $e=2.71828\cdots\cdots$ 为底的对数（也称为“自然对数”）

( ), [ ], { }　括号

$n!$　阶乘，$n!=1\cdot 2\cdot 3\cdots\cdots n$

几　何

$\perp$　垂直于

$\parallel$　平行于

$\#$　等于並且平行于

$\sim$　相似于

AB　兩点 A 和 B 間的綫段，这符号也用来表示由 A 点到 B 点的有向綫段

$\overline{AB}$　意义同上，为避免与乘积相混时採用

$\triangle$　三角形，例如$\triangle ABC$

$\angle$，$\measuredangle$　平面角

$\smile$或$\frown$　弧，例如$\smile AB$，$\widehat{AB}$

° 度
′ 分
″ 秒
（在表示平面角或弧的度数时用）

如果 °（度）′（分）″（秒）等符号用于帶十进小数的数字时，則符号要放在小数点前面，例如 $6°5'.27$；$8°4'2''.9$（我国習慣也可写 $2.9''$——譯者）。

如果一个角的大小用一个抽象数字表示出来，則該数表示的是該角与一个“弳”的比率。所謂一个弳就是一个弧長等於半徑的圓心角。一弳 $=\frac{180°}{\pi}=57°.29578\cdots\cdots$

π　圓周和直徑長度之比（称为“圓周率”）

三角函数和双曲綫函数

sin　正弦

cos　余弦

tg　正切

ctg　余切

sec　正割

cosec　余割

arcsin　反正弦（$y=\arcsin x$ 就表示 y 是正弦等于x的弧）（参閱第 132 頁）

arccos　反余弦

arctg　反正切

arcctg　反余切

sh　双曲正弦

ch　双曲余弦

th　双曲正切

cth　双曲余切

Arsh　反双曲正弦（見 136 頁）

Arch　反双曲余弦

Arth　反双曲正切

Arcth　反双曲余切

要表示三角函数或双曲綫函数的乘方时，方次的指数要加在函数符号上；例如 $\sin^2 x$ 表示的是 $(\sin x)^2$；$\operatorname{tg}^3\varphi$ 表示的是 $(\operatorname{tg}\varphi)^3$；$\operatorname{arctg}^2 x$ 表示的是$(\operatorname{arctg} x)^2$等等。

数 学 解 析

a，b，c，……常数（首先採用起头几个拉丁字母）

x，y，z，u，……变数（首先採用末尾几个拉丁字母）

$f(\ )$，$\varphi(\ )$，$F(\ )$，$\Phi(\ )$，……單变函数或多变函数；例如$f(x)$，$F(x,y,z)$

const　常数

∞　無穷大

lim　極限

$\rightarrow$　趋於，例如

$$x\rightarrow a,\ \lim_{x\rightarrow 0}(1+x)^{\frac{1}{x}}=e$$

Δ　增量（大写希臘字母，讀如“得尔他”）

δ　变量（小写希臘字母，讀如

“得尔他”）

d　微分，例如 dx，dy

$'\ ''\ '''\ \mathrm{IV}\ \mathrm{V}$　表示單变函数的导来函数的阶数，例如 $f'(x)$，y'，y^{IV}，$f^{\mathrm{V}}(x)$

如果导来函数的阶数用字母或阿拉伯数字来表示，则須加括号，例如 $f^{(5)}(x)$，$f^{(a)}(y)$

$\dfrac{d}{dx}$　單变函数的第一阶导来函数；例如$\dfrac{dy}{dx}$，$\dfrac{df}{dx}$

$\dfrac{d^n}{dx^n}$　單变函数的第 n 阶导来函数（$n=1$ 时簡写为$\dfrac{d}{dx}$），例如$\dfrac{d^3y}{dx^3}$，$\dfrac{d^2f}{dx^2}$

$\left.\begin{matrix} f'_x,\ f'_y,\ f''_{xx},\ f''_{xy} \\ \dfrac{\partial f}{\partial x},\ \dfrac{\partial f}{\partial y},\ \dfrac{\partial^2 f}{\partial x^2},\ \dfrac{\partial^2 f}{\partial x\partial y} \end{matrix}\right\}$几个变数 x，y，z，……的函数 f 依各变数的偏导来函数

$\sum$　总和；例如

$$\sum_{k=1}^{n} u_k = u_1+u_2+\cdots\cdots\cdots\cdots+u_n$$

$\int$　积分

$\int_a^b$　定积分，下限为 a，上限为 b

$\prod$　乘积；例如

$$\prod_{k=1}^{n} u_k = u_1u_2\cdots\cdots u_n。$$

非标准的符号

$j=\sqrt{-1}$　在电工学里採用（为了避免与电流强度 i 相混）

$R(z)$ 或 Rez　复数 z 的实数部分

$I(z)$或 Imz　复数 z 的虚数部分

$\overline{z}$　复数 z 的共轭数；例如 $z=x+iy$，$\overline{z}=x-iy$

$[a]$或$E(a)$　实数 a 的整数部分；例如

$E(\pi)=3$；$E(0.07)=0$；

$$\left[-\frac{1}{2}\right]=-1$$

$\rightrightarrows$　均匀收斂于；例如 $f(x)\rightrightarrows f(x)$

$\exp x=e^x$ 例如 $e^{-\int Pdx}$ 可写成 $\exp\left(-\int Pdx\right)$

$\mathrm{sgn}\,x$　表示这样一个函数：

$$y=\mathrm{sgn}\,x=\begin{cases} 1，如果\ x>0 \\ 0，如果\ x=0 \\ -1，如果\ x<0 \end{cases}$$

$x\to a$ 时 $o(\varphi(x))=f(x)$　表示 $x\to a$ 时$\dfrac{f(x)}{\varphi(x)}\to 0$

$x\to a$ 时 $O(\varphi(x))=f(x)$　表示$\dfrac{f(x)}{\varphi(x)}$在$x\to a$时是有界的

$n!!$ 一切不超过 n 的奇数或偶数的乘积；例如

$12!!=2\cdot4\cdot6\cdot8\cdot10\cdot12$

$11!!=1\cdot3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11$

$\binom{n}{m}=C_n^m=\frac{n(n-1)\cdots(n-m+1)}{m!}$

n 中取 m 的組合数

Arcsin, Arccos, Arctg, Arcctg ……表示多值反三角函数（参閱第 132 頁）.

D 导数；例如 $Dy=y'$

D^n n 阶导数（$n=1$ 时簡写为 D）；例如 $D^ny=y^{(n)}$

$\dot{}$, $\ddot{}$, $\dddot{}$, …… 依变数 t 的累次导数；例如

$\dot{x}(t)=\frac{dx}{dt}$, $\dot{y}(t)=\frac{dy}{dt}$,

$\ddot{x}(t)=\frac{d^2x}{dt^2}$ 等等

d, d^2, d^n 1 阶、2 阶、n 阶的微分；例如 dx, d^2t, d^5y

d_x, d_y 等等表示偏微分；例如 d_xz

$\Big|_a^b$ 二重代入值；例如

$$F(x)\Big|_a^b=F(b)-F(a)$$

$\int_S$, $\int_V$ 面积 S 上的积分，体积 V 上的积分

$\iint_S$ 区域 S 上的二重积分

$\iiint_V$ 区域 V 上的三重积分

$\int\int\cdots\int$ 多重积分

$\int_{AB}$, $\int_L$ 沿曲綫 AB 的积分，沿曲綫 L 的积分

$\oint_L$ 沿封閉界綫 L 的积分

$\succ$ 后于；例如 $b\succ a$ 表示元素 b 后于元素 a

$\prec$ 先于；例如 $a\prec b$ 表示元素 a 先于元素 b

$\in$ 屬于；例如 $a\in A$ 表示元素 a 屬于集合 A

$\supset$ 包含；例如 $D\supset\delta$ 表示区域 D 包含区域 δ

$\subset$ 蘊涵；例如 $A\subset B$ 表示事件 A 蘊涵事件 B

$\cap$ 事件的並發；$A\cap B$ 讀为“A 与 B”

$\cup$ 事件的联合；$A\cup B$ 讀为“A 或 B”

矢量运算

矢量用大写或小写黑体拉丁字母来表示；也可用非黑体的大写或小写拉丁字母而在上面加一横綫或箭头来表示；例如 $\mathbf{u}$, $\mathbf{A}$, $\mathbf{a}$, $\bar{u}$, $\bar{A}$, $\bar{a}$, $\bar{\omega}$, $\vec{a}$, $\vec{A}$

$\overline{AB}$　起于点 A 終于点 B 的矢量

A°, a°, $\overline{\omega}^\circ$　与矢量 A, a, $\overline{\omega}$ 同方向的單位矢量

i, j, k　沿直交坐标系諸軸的各單位矢量

e_1, e_2, e_3　沿任意三直綫所形成的坐标系諸軸的各單位矢量

n　曲面法綫上或曲綫主法綫上的單位矢量

$|u| \equiv u$, $|\overline{u}| \equiv u$, $|\overline{\omega}| \equiv \omega$　表示矢量的長（或絕对值）

$A=B$　矢量的相等

$A+B$　矢量的相加（和）

$A-B$　矢量的施減（差）

mA, xi　純量和矢量的乘积

AB　兩矢量的数积（兩因子間不能加点）

A^2　一矢量与其本身的数积

$A\times B$ 或 $[AB]$　兩矢量的矢积（兩因子間不能加点）

$ABC=A[BC]$　矢純积或混积

$[[AB]C]$ 或 $(A\times B)\times C$　二重矢积

要表示运算的次序，我們採用圓括号（括弧）；例如 $(A+B)C=AC+BC$; $(AB)C$; $[(A-B)C]$

在乘积中純数因子可用点隔开，例如 $(AB)C=AB\cdot C$

A_l　矢量 A 沿 l 方向的分支

A_x, A_y, A_z　矢量 A 沿直交坐标系 x, y, z 諸軸的分支：

$A=A_x+A_y+A_z$

A_1, A_2、A_3　矢量 A 沿任意坐标系 x_1, x_2, x_3 諸軸的分支：

$A=A_1+A_2+A_3$

A_l　矢量 A 沿 l 方向的投影（純量）

A_x, A_y, A_z　矢量 A 沿直交坐标系 x, y, z 諸軸的投影；

$A_x i=A_x$ 等等

在有些特殊場合，一个矢量沿諸坐标軸的投影可以用三个不同的小写拉丁字母或希臘字母来表示。例如 $r=xi+yj+zk$

∇　微分运算子 $\left\{\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}\right\}$

（讀如"那勃拉"）

$\operatorname{grad}\varphi$　純数函数 φ 的坡度（梯度）$(\equiv\nabla\varphi)$

$\operatorname{div} A$　矢量 A 的發散度 $(\equiv\nabla A)$

$\operatorname{rot} A$　矢量 A 的旋度 $(\equiv[\nabla A]$ 或 $\nabla\times A)$

Δ 或 ∇^2　施于純量域或矢量域上的拉普拉斯运算子

$\frac{\partial\varphi}{\partial l}\equiv l^\circ\nabla\varphi$　純量 φ 沿給定方向 l 的导数

$\frac{\partial A}{\partial l}$　矢量 A 的沿給定方向 l 的导数

$\operatorname{Grad}\varphi$, $\operatorname{Div} A$, $\operatorname{Rot} A$　曲面上（不連續曲面上）的坡度、發散度和旋度

要表示运算子的作用范圍，我們

採用圓括号。例如在$(\nabla A)B$这式子里运算子∇只作用在A上。

測量誤差理論中的标准符号

〔一般的部分〕

X 被測数量的眞値

$x, y, z, u, t, \cdots\cdots$ 被測数量的測定数值

n 所作測定次数

$l_i\ (i=1, 2, 3, \cdots\cdots n)$ 同一数量的各次測定結果

$p_i\ (i=1, 2, 3\cdots\cdots n)$ 各測定值的权

$q_i=\frac{1}{p_i}\ (i=1, 2, 3, \cdots\cdots n)$ 各測定值的逆权

L 同精确度測定值的算术平均数

L_0 不同精确度測值的总算术平均数或加权平均数

$[l]=l_1+l_2+\cdots+l_n$

$[ab]=a_1b_1+a_2b_2+\cdots\cdots+a_nb_n$

$[abp]=a_1b_1p_1+a_2b_2p_2+\cdots\cdots+a_nb_np_n$

$\left[\frac{ab}{p}\right]=\frac{a_1b_1}{p_1}+\frac{a_2b_2}{p_2}+\cdots\cdots+\frac{a_nb_n}{p_n}$

带不同指数1，2，……n的同一些字母的任何同形态式子的总和（高斯所創的符号）

$\Delta_i(=l_i-X)\ (i=1, 2, 3, \cdots\cdots, n)$ 測定值随机誤差（与眞值的随机离差）

θ 系統誤差

$v_i(=l_i-L)\ (i=1, 2, 3, \cdots\cdots, n)$ 各測定值对算术平均数的离差

$\vartheta\left(=\frac{[|\Delta|]}{n}\right)$ 一系列測定值的誤差的算术平均数

m或$\sigma\left(=\sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}\right)$ 一系列測定值的均方根誤差或标准差

$\Delta_{\lim}$ 一系列測定值的極限誤差或最大可能誤差

$\rho\ (=0.6745m)$ 一系列測定值的概差（近眞誤差）

M或$S\left(=\frac{m}{\sqrt{n}}\right)$ 算术平均数的均方根誤差（标准）

$\mu\left(=\sqrt{\frac{[p\Delta\Delta]}{n}}\right)$ 單权均方根誤差

d 兩次測定之差的随机誤差

〔最小二乘法〕

$a_i, b_i, c_i, d_i, \cdots\cdots$ 誤差方程式或条件方程式中未知数的系数

l 誤差方程式或条件方程式中的自由項（常数項）

W 条件方程式中的独立項

(1), (2), (3), (4), ……被測数量的校正（圓括号括起的阿拉伯数碼）

k 相关系数

$S_i(=a_i+b_i+c_i+\cdots\cdots+l_i)$ 誤差方程式中系数与自由項之和

拉 丁 字 母

Aa　讀如阿(ㄚ)
Bb　讀如貝(ㄅㄝ)
Cc　讀如菜(ㄘㄝ)
Dd　讀如殆(ㄉㄝ)
Ee　讀如誒(ㄝ)
Ff　讀如艾夫(ㄝㄈ)
Gg　讀如蓋(ㄍㄝ)
Hh　讀如哈(ㄏㄚ)
Ii　讀如依(ㄧ)
Jj　讀如約脱或夷(ㄧㄛ-ㄊ)
Kk　讀如卡(ㄎㄚ)
Ll　讀如艾勒(ㄝ-ㄦ)
Mm　讀如艾姆(ㄝ-ㄇ)
Nn　讀如恩(ㄣ)
Oo　讀如奧(ㄛ)
Pp　讀如配(ㄆㄝ)
Qq　讀如庫(ㄎㄨ)
Rr　讀如爱尔(ㄝ-ㄦ)
Ss　讀如艾斯(ㄝ-ㄙ)
Tt　讀如泰(ㄊㄝ)
Uu　讀如烏(ㄨ)
Vv　讀如肥(ㄈㄝ)
Ww　讀如杜勃尔肥(ㄉㄨ-ㄅ-ㄦ-ㄈㄝ)
Xx　讀如意克斯(ㄧ-ㄎ-ㄙ)
Yy　讀如意格来克(ㄧ-ㄍ-ㄌㄝ-ㄎ)
Zz　讀如菜脱(ㄘㄝ-ㄊ)

希 臘 字 母

Αα　讀如阿尔發(ㄚ-ㄦ-ㄈㄚ)
Ββ　讀如貝他(ㄅㄝ-ㄊㄚ)
Γγ　讀如嘎馬(ㄍㄚ-ㄇㄚ)
Δδ　讀如得尔他(ㄉㄝ-ㄦ-ㄊㄚ)
Εε　讀如依普西龙(ㄧ-ㄆ-ㄙㄧ-ㄌㄨㄥ)
Ζζ　讀如截他(ㄗㄝ-ㄊㄚ)
Ηη　讀如挨他(ㄝ-ㄊㄚ)
Θϑθ　讀如退他(ㄊㄝ-ㄊㄚ)
Ιι　讀如意奧他(ㄧ-ㄛ-ㄊㄚ)
Κκ　讀如卡帕(ㄎㄚ-ㄆㄚ)
Λλ　讀如藍达(ㄌㄤ-ㄇ-ㄉㄚ)
Μμ　讀如牟(ㄇㄨ或ㄇㄧㄡ)
Νν　讀如牛(ㄋㄨ或ㄋㄧㄡ)
Ξξ　讀如克西(ㄎ-ㄙㄧ)
Οο　讀如奧米克龙(ㄛ-ㄇㄧ-ㄎ-ㄌㄨㄥ)
Ππ　讀如派(ㄆㄞ或ㄆㄧ)
Ρρ　讀如罗(ㄌㄛ)
Σσ　讀如西格馬(ㄙㄧ-ㄍ-ㄇㄚ)
Ττ　讀如套(ㄊㄠ)
Υυ　讀如意普西龙(ㄧ-ㄆ-ㄙㄧ-ㄌㄨㄥ)
Φφ　讀如費(ㄈㄧ或ㄈㄞ)
Χχ　讀如气(ㄑㄧ或ㄎㄞ)
Ψψ　讀如普西(ㄆ-ㄙㄧ或ㄆ-ㄙㄞ)
Ωω　讀如奧美嘎(ㄛ-ㄇㄝ-ㄍㄚ)

数学表

表1　常用常数及其对数

常数	其值	其对数	常数	其值	其对数
π	3,1415926536	0,49715	$\frac{1}{\pi}$	0,3183098862	$\bar{1}$,50285
2π	6,283185	0,79818	$\frac{1}{2\pi}$	0,159155	$\bar{1}$,20182
3π	9,424778	0,97427	$\frac{1}{3\pi}$	0,106103	$\bar{1}$,02573
4π	12,566371	1,09921	$\frac{1}{4\pi}$	0,079577	$\bar{2}$,90079
$\frac{\pi}{2}$	1,570796	0,19612	$\frac{2}{\pi}$	0,636620	$\bar{1}$,80388
$\frac{\pi}{3}$	1,047198	0,02003	$\frac{3}{\pi}$	0,954930	$\bar{1}$,97997
$\frac{\pi}{4}$	0,785398	$\bar{1}$,89509	$\frac{4}{\pi}$	1,273240	0,10491
$\frac{\pi}{6}$	0,523599	$\bar{1}$,71900	$\frac{6}{\pi}$	1,909859	0,28100
$\frac{\pi}{8}$	0,392699	$\bar{1}$,59406	$\frac{8}{\pi}$	2,546479	0,40594
$\frac{\pi}{12}$	0,261799	$\bar{1}$,41797	$\frac{12}{\pi}$	3,819719	0,58203
$\frac{\pi}{16}$	0,196350 (≈0,2)	$\bar{1}$,29303	$\frac{16}{\pi}$	5,092958	0,70697
$\frac{\pi}{30}$	0,104720 (≈0,105)	$\bar{1}$,02003	$\frac{30}{\pi}$	9,549297	0,97997
$\frac{\pi}{32}$	0,098175 (≈0,1)	$\bar{2}$,99200	$\frac{32}{\pi}$	10,185916	1,00800
$\frac{\pi}{60}$	0,052360	$\bar{2}$,71900	$\frac{60}{\pi}$	19,098593	1,28100
$\frac{\pi}{64}$	0,049087 (≈0,05)	$\bar{2}$,69097	$\frac{64}{\pi}$	20,371833	1,30903
$\frac{\pi}{90}$	0,034907	$\bar{2}$,54291	$\frac{90^\circ}{\pi}$	28°,647890	1,45709
$\frac{\pi}{180}$	0,017453	$\bar{2}$,24188	$\frac{180^\circ}{\pi}$	57°,295780	1,75812
$\frac{\pi}{360}$	0,008727	$\bar{3}$,94085	$\frac{360^\circ}{\pi}$	114°,5915590	2,05915
$\frac{\pi}{10800}$	0,0002909	$\bar{4}$,46373	$\frac{10800'}{\pi}$	3437',746771	3,53627
$\frac{\pi}{648000}$	0,000004848	$\bar{6}$,68557	$\frac{648000''}{\pi}$	206264'',806	5,31443
$\frac{4\pi}{3}$	4,188790	0,62209	$\frac{3}{4\pi}$	0,238732	$\bar{1}$,37791
π^2	9,869604 (≈10)	0,99430	$\frac{1}{\pi^2}$	0,101321	$\bar{1}$,00570
$4\pi^2$	39,478418	1,59636	$\frac{1}{4\pi^2}$	0,025330	$\bar{2}$,40364
$\frac{\pi^2}{4}$	2,467401	0,39224	$\frac{4}{\pi^2}$	0,405285	$\bar{1}$,60776
π^3	31,006277	1,49145	$\frac{1}{\pi^3}$	0,032252	$\bar{2}$,50855
$\sqrt{\pi}$	1,772454	0,24857	$\frac{1}{\sqrt{\pi}}$	0,564190	$\bar{1}$,75143
$\sqrt{2\pi}$	2,506628	0,39909	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$	0,398942	$\bar{1}$,60091

註　表中的〔,〕是小数点（以下均同）。