采矿工程师手册

中国工业出版社

采矿工程师手册

〔苏联〕B. K. 布契涅夫主編

北京矿业学院譯

中国工业出版社

編 輯 說 明

《采矿工程师手册》是苏联 B.K. 布契涅夫主編的，原书于1960年出版。本手册扼要地叙述了煤矿井下开采的各方面的問題，也包括了应用最广泛的数学表、公式、物理机械值等。

本手册对我国从事煤矿生产的工程技术人員有一定参考价值。但是，它是根据苏联的条件写成的，由于我国的与苏联的煤矿技术实际情况不同，讀者在参閱的时候，必須用分析的态度，結合具体情况，从实际出发，从中吸取可供参考的东西，决不能把手册中的資料当作框框，不顾实际情况而去生搬硬套。有了正确对待国外科学技术和經驗的态度，方能达到运用国外技术为我国生产建設服务的目的。

为了使手册便于应用，在翻譯过程中，对內容作了某些删减。由于水平所限，如有不当之处，敬希讀者指正。

目　录

第十篇 井下运輸

第十一篇 矿山設备

第十二篇 供电与电气設备

第十三篇　矿山地面設备和維修

第一篇　一般技术資料

第一章　数学及理論力学的資料

§1　代　数

簡略乘除公式：

$$(a\pm b)^2=a^2\pm 2ab+b^2;$$
$$(a+b)(a-b)=a^2-b^2;$$
$$(a\pm b)^3=a^3\pm 3a^2b+3ab^2\pm b^3;$$
$$(a^3+b^3):(a+b)=a^2-ab+b^2;$$
$$(a^3-b^3):(a-b)=a^2+ab+b^2.$$

冪和根：

$$a^m a^n=a^{m+n};$$
$$a^m:a^n=a^{m-n};$$
$$(a^m)^n=a^{mn};$$
$$(abc)^m=a^m b^m c^m;$$
$$\left(\frac{a}{b}\right)^m=\frac{a^m}{b^m};$$
$$a^0=1;\quad a^{-m}=\frac{1}{a^m};$$
$$(\sqrt[n]{a})^n=a;\sqrt[n]{ab}=\sqrt[n]{a}\sqrt[n]{b};$$
$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}}=\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}};a^{\frac{m}{n}}=\sqrt[n]{a^m};$$
$$(\sqrt[n]{a})^m=\sqrt[n]{a^m};\quad \sqrt[n]{\sqrt[m]{a}}=\sqrt[nm]{a};$$
$$\sqrt[n]{a}=\sqrt[np]{a^p}.$$

二次方程式及换算的二次方程式：

换算的二次方程式

$$x^2+px+q=0.$$

换算的二次方程式的根按下式求算：

$$x_{1,2}=-\frac{p}{2}\pm\sqrt{\frac{p^2}{4}-q}.$$

普通形式的二次方程式为

$$ax^2+bx+c=0;$$

其根为

$$x_{1,2}=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a};$$

$$x_1+x_2=-\frac{b}{a};\quad x_1\cdot x_2=\frac{c}{a}.$$

如果 $D=b^2-4ac\geqslant 0$，則此根为实根，如果$D<0$，則为虚根。

$ax^4+bx^2+c=0$ 形式的方程式称为四次方程式。

此方程式的根按下式求算：

$$x_{1,2,3,4}=\pm\sqrt{\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}}.$$

三項方程式为

$$ax^{2n}+bx^n+c=0$$

将 $z=x^n$ 代入，即可换算成二次方程式或者二項方程式。

級数：

算术級数

$$a_1,a_2,a_3,\ \cdots\cdots a_n\cdots\cdots,$$

式中 $a_2-a_1=a_3-a_2=\cdots\cdots=a_n-a_{n-1}=d$——級数公差。

普通項$a_n=a_1+(n-1)d$.

头几項n的总和为

$$S_n=\frac{a_1+a_n}{2}n \quad 或者 \quad S_n=\frac{2a_1+(n-1)d}{2}\cdot n.$$

几何級数

$$u_1,u_2,u_3,\cdots\cdots u_n\cdots\cdots,$$

式中 $\frac{u_2}{u_1}=\frac{u_3}{u_2}=\cdots\cdots=\frac{u_n}{u_{n-1}}=q$——級数分母。

普通項 $u_n=u_1q^{n-1}$。

头几項n的总和为

$$S_n=\frac{u_1(q^n-1)}{q-1}.$$

如果$q<1$，当n項的数无限增大时

$$S_n\to S=\frac{u_1}{1-q}.$$

对数 如果 $a^x=N(a>0$ 及 $a\neq 1)$，則 $x=\log_a N$。

对数的一般特性：

$$\log_a 1=0;$$

$$\log_a a=1;$$

如果 $N<1$ 及 $a>1$，則 $\log_a N<0$;

如果 $N>1$ 及 $a>1$，則 $\log_a N>0$;

$$\log_a(NN_1)=\log_a N+\log_a N_1;$$

$$\log_a\left(\frac{N}{N_1}\right)=\log_a N-\log_a N_1;$$
$$\log_a(N^p)=p\log_a N;$$
$$\log_a(\sqrt[p]{N})=\frac{1}{p}\log_a N.$$

普通对数的特性

$$\lg\underbrace{100\cdots\cdots0}_{n\text{ 零}}=\lg(10^n)=n;$$
$$\lg\underbrace{0.00\cdots\cdots0.1}_{\text{所有的 }n\text{ 零}}=\lg(10^{-n})=-n;$$
$$\lg 273.17=2+\text{尾数（从表中查得）};$$
$$\lg 0.0037=-3+0.5682=\bar{3}.5682.$$

联合及二项式 按m的n元件的排列数

$$A_n^m=n(n-1)(n-2)\cdots\cdots(n-m+1).$$

n元件的换位数

$$P_n=1\cdot2\cdot3\cdots\cdots(n-1)n=n!$$

按m的n元件的組合数

$$C_n^m=\frac{A_n^m}{P_m},\ C_n^m=C_n^{n-m}.$$

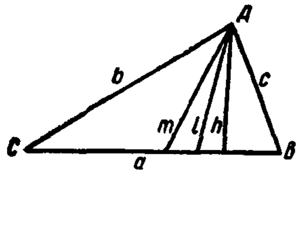
二项式公式

$$(x+a)^n=x^n+nx^{n-1}a+\frac{n(n-1)}{1\cdot2}x^{n-2}a^2+\frac{n(n-1)(n-2)}{1\cdot2\cdot3}x^{n-3}a^3+\cdots\cdots+nxa^{n-1}+a^n.$$

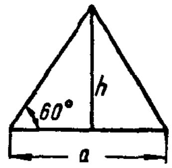
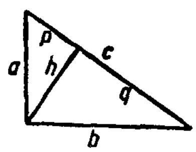
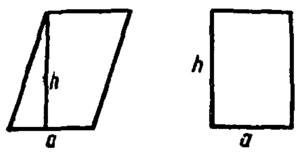
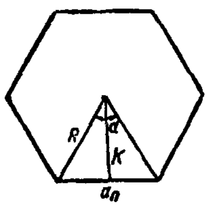
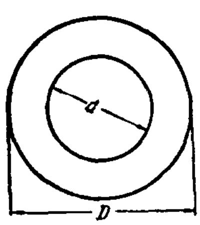
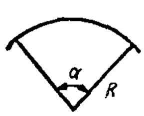
普通項 $U_{k+1}=C_n^k x^{n-k}a^k.$

§2 几　何

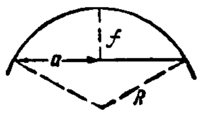
表 1

图名和图号	符号	公式
	平面几何	
三角形(图 1) 	a,b,c—边; A,B,C—角; h—高; m_a—边 a 的中线; l_a—A 角等分角线; r—內切圓半径; R—外接圓半径; S—面积	$A+B+C=180°$; $S=\frac{ah_a}{2}$; $S=\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, 式中 $p=\frac{a+b+c}{2}$; $m_a=\frac{1}{2}\sqrt{2(b^2-c^2)-a^2}$; $l_a=\frac{\sqrt{bc[(b+c)^2-a^2]}}{b+c}$; $r=\frac{S}{p}$; $R=\frac{abc}{4S}$

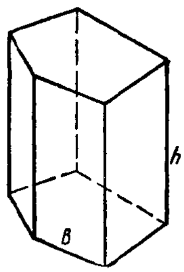
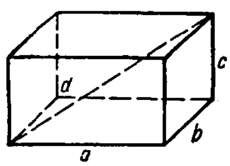
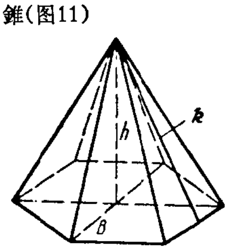
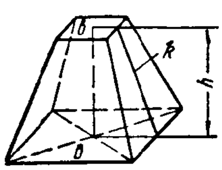
續表

图名和图号	符号	公式
等边三角形(图 2) 		$h=\frac{a\sqrt{3}}{2}$; $S=\frac{a^2\sqrt{3}}{4}$; $r=\frac{h}{3}$; $R=2r$
直角三角形(图 3) 	a,b—直角边; c—斜边; p、q—斜边段; h—对斜边的垂直线	$c=\sqrt{a^2+b^2}$; $S=\frac{ab}{2}$; $h=\sqrt{pq}$; $p=\frac{a^2}{c}$; $q=\frac{b^2}{c}$
平行四边形与矩形(图 4) 	a—底; h—高; S—面积	$S=ah$
正多边形(图 5) 	a_n—边; R—外接圆半径; α—中心角; k—边心距; n—边数; S—面积	$a_3=R\sqrt{3}$; $a_4=R\sqrt{2}$; $a_6=R$; $\alpha=\frac{360°}{n}$; $S=\frac{a_nk}{2}n$
圆	r—半径; d—直径; C—圆周长; S—面积	$C=\pi d=2\pi r$; $S=\frac{\pi d^2}{4}=\pi r^2$
圆环(图 6) 	D—外径; d—内径; S—面积	$S=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)=\pi(R^2-r^2)$
扇形(图 7) 	R—半径; l—弧长; α—中心角	$l=\frac{\pi R\alpha}{180°}$; $S=\frac{\pi R^2\alpha}{360°}$

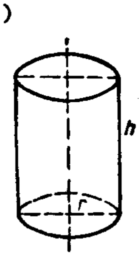
續表

图名和图号	符号	公式
圓缺(图 8) 	a—半弧; f—弧高; R—半径	$R=\frac{a^2+f^2}{2f}$; $f=R-\sqrt{R^2-a^2}$

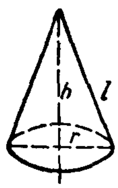
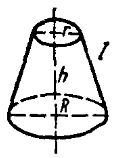
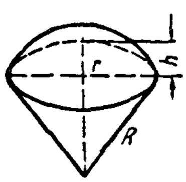
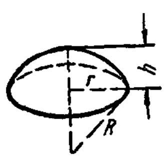
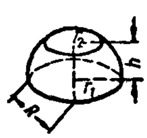
多边形的面积和体积

图名和图号	符号	公式
正棱柱体(图 9) 	p—底的周边; B—底的面积; h—高; $S_{бок}$—侧面积; V—体积	$S_{бок}=ph$; $V=Bh$
矩形六面体(图10) 	a,b,c—量度; d—对角线; $S_{полн}$—全面积	$d=\sqrt{a^2+b^2+c^2}$; $S_{полн}=2(ab+ac+bc)$; $V=abc$
正角錐(图11) 	B—底的面积; h—高; P—底的周边; k—侧面的边心距	$S_{бок}=\frac{Pk}{2}$; $V=\frac{1}{3}Bh$
正截錐(图12) 	P、p—底的周边; B、b—底的面积; k—边心距	$S_{бок}=\frac{P+p}{2}k$; $V=\frac{h}{3}(B+b+\sqrt{Bb})$

圓形体的面积及体积

图名和图号	符号	公式
圓柱(图13) 	r—底的半径; h—高	$S_{бок}=2\pi rh$; $S_{полн}=2\pi r(r+h)$; $V=\pi r^2h=\frac{\pi D^2h}{4}$

續表

图名和图号	符号	公式
圓錐体(图14)  	r—底的半径; h—高; l—母线	$S_{бок}=\pi rl$; $S_{полн}=\pi r(r+l)$; $V=\frac{1}{3}\pi r^2h$
截圓錐(图15)  	R、r—底的半径; h—高; l—母线	$S_{бок}=\pi l(R+r)$; $S_{полн}=\pi[R^2+r^2+l(R+r)]$; $V=\frac{\pi h}{3}(R^2+r^2+Rr)$
球体	S—球的面积; R—球的半径; d—直径	$S=4\pi R^2=\pi d^2$; $V=\frac{4}{3}\pi R^3=\frac{1}{6}\pi d^3$
球心角体(图16)  	R—球的半径; r—平面的半径; h—高	$S_{сегм}=2\pi Rh$; $V=\frac{2}{3}\pi R^2h$
球缺(图17)  	R—球的半径; r—截面的半径; h—高	$S_{полн}=\pi(2Rh+r^2)$; $V=\pi h^2\left(R-\frac{h}{3}\right)$
球台(图18)  	R—球的半径; r_1、r_2—截面的半径; h—高	$S_{полн}=\pi(2Rh+r_1^2+r_2^2)$; $V=\frac{1}{6}\pi h(3r_1^2+3r_2^2+h^2)$

§3 三　角

各象限中角的三角函数符号：

象　限	sin	cos	tg	ctg
Ⅰ	+	+	+	+
Ⅱ	+	−	−	−
Ⅲ	−	−	+	+
Ⅳ	−	+	−	−

同一角的函数間的关系式

$$\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1;\quad \operatorname{tg}\alpha=\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha};\quad \operatorname{ctg}\alpha=\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha};$$

$$\sin\alpha\operatorname{cosec}\alpha=1;\quad \cos\alpha\sec\alpha=1;\quad \operatorname{tg}\alpha\operatorname{ctg}\alpha=1;$$

$$1+\operatorname{tg}^2\alpha=\sec^2\alpha;\quad 1+\operatorname{ctg}^2\alpha=\operatorname{cosec}^2\alpha.$$

通过一个函数表示所有函数

通过 $\sin\alpha$：

$$\cos\alpha=\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha};\quad \operatorname{tg}\alpha=\frac{\sin\alpha}{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha}};$$

$$\operatorname{ctg}\alpha=\frac{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha}}{\sin\alpha};$$

$$\sec\alpha=\frac{1}{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha}};\ \operatorname{cosec}\alpha=\frac{1}{\sin\alpha}.$$

通过 $\operatorname{tg}\alpha$：

$$\sin\alpha=\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pm\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}};\ \cos\alpha=\frac{1}{\pm\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}};$$

$$\operatorname{ctg}\alpha=\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha};\ \sec\alpha=\pm\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha};$$

$$\operatorname{cosec}\alpha=\frac{\pm\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

銳角的換算公式

$$\sin(90^\circ\pm\alpha)=\cos\alpha;\quad \cos(90^\circ\pm\alpha)=\mp\sin\alpha;$$

$$\operatorname{tg}(90^\circ\pm\alpha)=\mp\operatorname{ctg}\alpha;\quad \operatorname{ctg}(90^\circ\pm\alpha)=\mp\operatorname{tg}\alpha;$$

$$\sin(180^\circ\pm\alpha)=\mp\sin\alpha;\quad \cos(180^\circ\pm\alpha)=-\cos\alpha;$$

$$\operatorname{tg}(180^\circ\pm\alpha)=\pm\operatorname{tg}\alpha;\quad \operatorname{ctg}(180^\circ\pm\alpha)=\pm\operatorname{ctg}\alpha;$$

$$\sin(270^\circ\pm\alpha)=-\cos\alpha;\quad \cos(270^\circ\pm\alpha)=\pm\sin\alpha;$$

$$\operatorname{tg}(270^\circ\pm\alpha)=\mp\operatorname{ctg}\alpha;\quad \operatorname{ctg}(270^\circ\pm\alpha)=\mp\operatorname{tg}\alpha.$$

周期和負角公式

$$\sin(\alpha+360^\circ n)=\sin\alpha;\quad \cos(\alpha+360^\circ n)=\cos\alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha+180^\circ n)=\operatorname{tg}\alpha;\ \operatorname{ctg}(\alpha+180^\circ n)=\operatorname{ctg}\alpha;$$
$$\sin(-\alpha)=-\sin\alpha;\ \cos(-\alpha)=\cos\alpha;$$
$$\operatorname{tg}(-\alpha)=-\operatorname{tg}\alpha;\ \operatorname{ctg}(-\alpha)=-\operatorname{ctg}\alpha.$$

加减公式

$$\sin(\alpha\pm\beta)=\sin\alpha\cos\beta\pm\cos\alpha\sin\beta;$$
$$\cos(\alpha\pm\beta)=\cos\alpha\cos\beta\mp\sin\alpha\sin\beta;$$
$$\operatorname{tg}(\alpha\pm\beta)=\frac{\operatorname{tg}\alpha\pm\operatorname{tg}\beta}{1\mp\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta};$$
$$\operatorname{ctg}(\alpha\pm\beta)=\frac{\operatorname{ctg}\alpha\operatorname{ctg}\beta\mp1}{\operatorname{ctg}\beta\pm\operatorname{ctg}\alpha}.$$

乘除公式

$$\sin2\alpha=2\sin\alpha\cos\alpha;$$
$$\sin3\alpha=3\sin\alpha-4\sin^3\alpha;$$
$$\cos2\alpha=\cos^2\alpha-\sin^2\alpha;$$
$$\cos3\alpha=4\cos^3\alpha-3\cos\alpha;$$
$$\operatorname{tg}2\alpha=\frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1-\operatorname{tg}^2\alpha};$$
$$\sin\frac{\alpha}{2}=\pm\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}};\ \cos\frac{\alpha}{2}=\pm\sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}};$$
$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\pm\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha}}=\frac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}=\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha};$$
$$\sin\alpha=\frac{2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}{1+\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}};\ \cos\alpha=\frac{1-\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}}{1+\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}}.$$

两个函数的和及差变换成积数

$$\sin\alpha+\sin\beta=2\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2};$$
$$\sin\alpha-\sin\beta=2\sin\frac{\alpha-\beta}{2}\cos\frac{\alpha+\beta}{2};$$
$$\cos\alpha+\cos\beta=2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2};$$
$$\cos\alpha-\cos\beta=-2\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\sin\frac{\alpha-\beta}{2};$$
$$\operatorname{tg}\alpha\pm\operatorname{tg}\beta=\frac{\sin(\alpha\pm\beta)}{\cos\alpha\cos\beta};$$
$$\operatorname{ctg}\alpha\pm\operatorname{ctg}\beta=\frac{\sin(\beta\pm\alpha)}{\sin\alpha\sin\beta}.$$

解三角形

直角三角形：

$$a = c\sin A = c\cos B;$$
$$a = b\,\mathrm{tg}\,A = b\,\mathrm{ctg}B;$$
$$S = \frac{ab}{2} = \frac{1}{2}\,bc\,\sin\,A = \frac{1}{2}c^2\sin A\sin B,$$

式中　a及b——直角边；

c——斜边；

A及B——与直角边a及b相对的鋭角。

斜三角形：

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R\text{——正弦定理；}$$
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A\text{——余弦定理；}$$
$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\mathrm{tg}\,\frac{A+B}{2}}{\mathrm{tg}\,\frac{A-B}{2}}\text{——正切定理；}$$
$$S = \frac{1}{2}\,ab\,\sin C = \frac{a^2\sin B\sin C}{2\sin A}.$$

§4　解　析　几　何

1.一般形式的直线方程式

$$Ax + By + C = 0$$

2.带角系数的直线方程式

$$y = kx + b,$$

式中　k——角系数；

b——原始纵座标。

3.两直线的交叉角

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{k_2 - k_1}{1 + k_1k_2}.$$

4.直线正规方程式

$$x\cos\alpha + y\sin\alpha - p = 0.$$

5.一般直线方程式至正规方程式的换算

$$\frac{Ax + By + C}{\pm\sqrt{A^2 + B^2}} = 0$$

式中　$\dfrac{1}{\pm\sqrt{A^2+B^2}}$——法化因子。

6.中央在点（a及b）的圆

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2,$$

式中　r——圆的半径。

7.椭圆形方程式

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1,$$

式中　　a 及 b——半軸；

$c=\sqrt{a^2-b^2}$——半焦距；

$\varepsilon=\frac{c}{a}$——椭圆形的偏心距（$0<\varepsilon<1$）。

8.双曲线方程式

$$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=1,$$

式中　　a——实半軸；

b——虛半軸；

$c=\sqrt{a^2+b^2}$——焦点之間的一半距离；

$\varepsilon=\frac{c}{a}$——双曲线的偏心距（$\varepsilon>1$）；

$y=\pm\frac{b}{a}x$——漸近线方程式。

如果 $a=b$，則此双曲线称为等軸双曲线。

9.頂位于座标原点的抛物线方程式

$$y^2=2px$$

$\left[OX——对称軸，焦点在点\left(O,\ \frac{p}{2}\right)\right]$。

其他形式的抛物线方程式

$y=ax^2$——对称軸与軸OY相重合；

$y=ax^2+bx+c$——对称軸与軸OY平行；

頂位于点$\left(-\frac{b}{2a};\ \frac{4ac-b^2}{4a}\right)$.

10.至点（a，b）的座标軸的平行移动：

$$x=x_1+a;$$
$$y=y_1+b,$$

式中　x 和 y——旧座标；

x_1和y_1——新座标。

11.座标軸围繞着座标原点轉动φ角：

$$x=x_1\cos\varphi-y_1\sin\varphi;$$
$$y=x_1\sin\varphi+y_1\cos\varphi.$$

12.至极座标的换算及相反：

$$x=r\cos\varphi;\quad r=\sqrt{x^2+y^2};$$

$$y=r\sin\varphi;\quad \sin\varphi=\frac{y}{r}=\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}};$$