第一章　工程造价计算基础公式

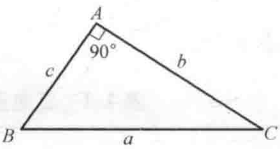
第一节　常用数学基本公式

一、三角函数基本公式

表 1-1　三角函数基本公式

项　目	基　本　公　式
基本公式	$\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1$；$\sec^2\alpha-\tan^2\alpha=1$ $\csc^2\alpha-\cot^2\alpha=1$；$\sin\alpha\csc\alpha=1$ $\cos\alpha\sec\alpha=1$；$\tan\alpha\cot\alpha=1$ $\tan\alpha=\dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$；$\cot\alpha=\dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$
两角之和及差	$\sin(\alpha\pm\beta)=\sin\alpha\cos\beta\pm\cos\alpha\sin\beta$ $\cos(\alpha\pm\beta)=\cos\alpha\cos\beta\mp\sin\alpha\sin\beta$ $\tan(\alpha\pm\beta)=\dfrac{\tan\alpha\pm\tan\beta}{1\mp\tan\alpha\tan\beta}$；$\cot(\alpha\pm\beta)=\dfrac{\cot\alpha\cot\beta\mp1}{\cot\beta\pm\cot\alpha}$
两函数之和差及积	$\sin\alpha+\sin\beta=2\sin\dfrac{1}{2}(\alpha+\beta)\cos\dfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$ $\sin\alpha-\sin\beta=2\cos\dfrac{1}{2}(\alpha+\beta)\sin\dfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$ $\cos\alpha+\cos\beta=2\cos\dfrac{1}{2}(\alpha+\beta)\cos\dfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$ $\cos\alpha-\cos\beta=-2\sin\dfrac{1}{2}(\alpha+\beta)\sin\dfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$ $\tan\alpha\pm\tan\beta=\dfrac{\sin(\alpha\pm\beta)}{\cos\alpha\cos\beta}$；$\cot\alpha\pm\cot\beta=\dfrac{\sin(\alpha\pm\beta)}{\sin\alpha\sin\beta}$ $\sin\alpha\sin\beta=\dfrac{1}{2}\cos(\alpha-\beta)-\dfrac{1}{2}\cos(\alpha+\beta)$ $\cos\alpha\cos\beta=\dfrac{1}{2}\cos(\alpha-\beta)+\dfrac{1}{2}\cos(\alpha+\beta)$ $\sin\alpha\cos\beta=\dfrac{1}{2}\sin(\alpha+\beta)+\dfrac{1}{2}\sin(\alpha-\beta)$ $\tan\alpha\tan\beta=\dfrac{\tan\alpha+\tan\beta}{\cot\alpha+\cot\beta}=-\dfrac{\tan\alpha-\tan\beta}{\cot\alpha-\cot\beta}$ $\cot\alpha\cot\beta=\dfrac{\cot\alpha+\cot\beta}{\tan\alpha+\tan\beta}=-\dfrac{\cot\alpha-\cot\beta}{\tan\alpha-\tan\beta}$
倍角及半角函数	$\sin2\alpha=2\sin\alpha\cos\alpha$ $\cos2\alpha=\cos^2\alpha-\sin^2\alpha=1-2\sin^2\alpha=2\cos^2\alpha-1$ $\tan2\alpha=\dfrac{2\tan\alpha}{1-\tan^2\alpha}=\dfrac{2}{\cot\alpha-\tan\alpha}$ $\sin3\alpha=3\sin\alpha-4\sin^3\alpha$ $\cos3\alpha=4\cos^3\alpha-3\cos\alpha$ $\tan3\alpha=\dfrac{3\tan\alpha-\tan^3\alpha}{1-3\tan^2\alpha}$

（续）

项　目	基　本　公　式
倍角及半角函数	$\sin\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1}{2}(1-\cos\alpha)}=\frac{1}{2}\sqrt{1+\sin\alpha}-\frac{1}{2}\sqrt{1-\sin\alpha}$ $\cos\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1}{2}(1+\cos\alpha)}=\frac{1}{2}\sqrt{1+\sin\alpha}+\frac{1}{2}\sqrt{1-\sin\alpha}$ $\tan\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha}}=\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}=\csc\alpha-\cot\alpha$
边角关系	 正弦定理：$\frac{a}{\sin A}=\frac{b}{\sin B}=\frac{c}{\sin C}=2R$ 余弦定理：$a^2=b^2+c^2-2bc\cos A$ $b^2=c^2+a^2-2ca\cos B$ $c^2=a^2+b^2-2ab\cos C$ 正切定理：$\tan\frac{A-B}{2}=\frac{a-b}{a+b}\cot\frac{C}{2}$ 射影定理：$a=b\cos C+c\cos B$ $b=c\cos A+a\cos C$ $c=a\cos B+b\cos A$
任意三角形的面积	$S=\frac{1}{2}ab\sin C=\frac{1}{2}bc\sin A=\frac{1}{2}ca\sin B$ $S=\sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$ $S=rP$ $S=\frac{abc}{4R}$

注：a、b、c 分别为三角形各边；A、B、C 分别为三角形各角；$P=\frac{1}{2}(a+b+c)$；R 为三角形外接圆半径；r 为内切圆半径；S 为任意三角形面积。

表 1-2　重要角度的函数

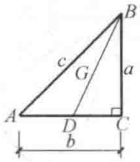
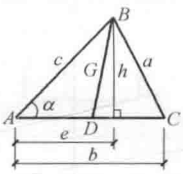
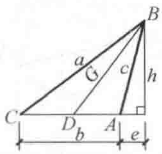
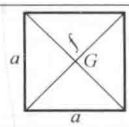
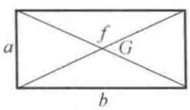
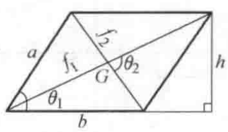
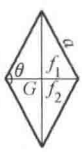
角度	π 倍数	$\sin\theta$	$\cos\theta$	$\tan\theta$	$\cot\theta$	$\sec\theta$	$\csc\theta$
0°	0	0	1	0	∞	1	∞
30°	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	2
45°	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$
60°	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	2	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$
90°	$\frac{\pi}{2}$	1	0	∞	0	∞	1
180°	π	0	−1	0	∞	−1	∞
270°	$\frac{3\pi}{2}$	−1	0	∞	0	∞	1
360°	2π	0	1	0	∞	1	∞

表 1-3　计算任意角三角函数值的简化

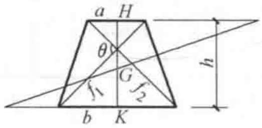
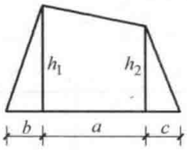
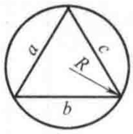
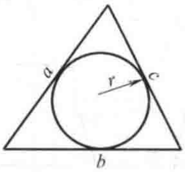
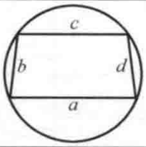
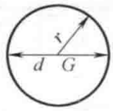
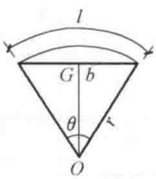
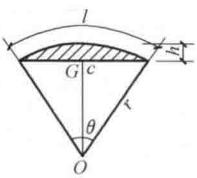
函数	$-\alpha$	$90°\pm\alpha$	$180°\pm\alpha$	$270°\pm\alpha$	$360°\pm\alpha$
sin	$-\sin\alpha$	$+\cos\alpha$	$\mp\sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$\pm\sin\alpha$
cos	$+\cos\alpha$	$\mp\sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$\pm\sin\alpha$	$+\cos\alpha$
tan	$-\tan\alpha$	$\mp\cot\alpha$	$\pm\tan\alpha$	$\mp\cot\alpha$	$\pm\tan\alpha$

二、几何图形计算公式

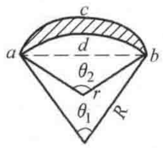
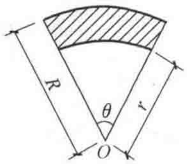
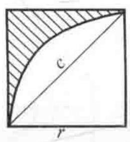
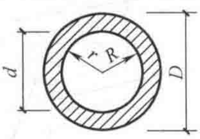
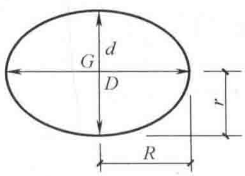
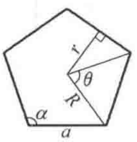
表 1-4　平面图形计算公式

名称	简　图	面 积 公 式	重心 G
直角三角形		$A=\frac{1}{2}ab$ $c=\sqrt{a^2+b^2}$	$GD=\frac{1}{3}BD$ $CD=DA$
锐角三角形		$A=\frac{1}{2}bh=\frac{1}{2}bc\sin\alpha$ $h=\sqrt{c^2-e^2}$ $c=\sqrt{a^2-b^2+2be}$	$GD=\frac{1}{3}BD$ $CD=DA$
钝角三角形		$A=\frac{1}{2}bh$ $h=\sqrt{c^2-e^2}$ $c=\sqrt{a^2-b^2-2be}$	$GD=\frac{1}{3}BD$ $CD=DA$
正方形		$A=a^2=\frac{1}{2}f^2$ $f=\sqrt{2}a=1.414a$	对角线交点上
长方形		$A=ab$ $f=\sqrt{a^2+b^2}$	对角线交点上
平行四边形		$A=b\cdot h=ab\sin\theta_1$ $=\frac{1}{2}f_1f_2\sin\theta_2$ $f_1=2b\cos\frac{\theta_1}{2}$ $f_2=2a\cos\frac{\theta_1}{2}$	对角线交点上
菱形		$f_1=2a\sin\frac{\theta}{2}$ $f_2=2a\cos\frac{\theta}{2}$ $A=\frac{1}{2}f_1\cdot f_2=a^2\sin\theta$	对角线交点上

（续）

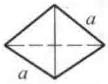
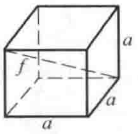
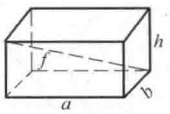
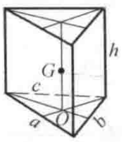
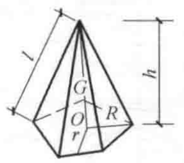
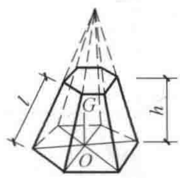
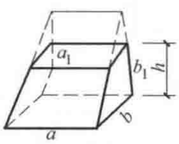
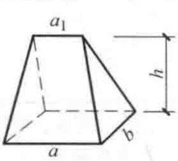
名称	简　图	面积公式	重心 G
梯形		$A=\frac{1}{2}(a+b)\cdot h$ $=\frac{1}{2}f_1f_2\sin\theta$	$HG=\frac{h}{3}\cdot\frac{a+2b}{a+b}$ $KG=\frac{h}{3}\cdot\frac{2a+b}{a+b}$
任意四边形		$A=\frac{(h_1+h_2)a+bh_1+ch_2}{2}$	
内接三角形		$A=\sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$ $R=\frac{abc}{4A}$ $P=\frac{1}{2}(a+b+c)$	
外切三角形		$A=\sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$ $r=\frac{A}{P}$ $P=\frac{1}{2}(a+b+c)$	
内接四边形		$A=\sqrt{(P-a)(P-b)(P-c)(P-d)}$ $P=\frac{1}{2}(a+b+c+d)$	
圆形		$A=\pi r^2=\frac{1}{4}\pi d^2$ $l=2\pi r=\pi d$	在圆心上
扇形		$A=\frac{1}{2}lr=\frac{\pi r^2\theta}{360°}$ $l=\frac{\theta}{180°}\pi r$ $\theta=\frac{180°}{\pi}\frac{l}{r}$	G在角的平分线上 $GO=\frac{2}{3}\frac{rb}{l}$ 当$\theta=90°$时： $GO=\frac{4\sqrt{2}}{3\pi}r$ $=0.6r$
弓形		$A=\frac{1}{2}[r(l-c)+ch]$ $=\frac{\pi r^2\theta}{360°}-\frac{c}{2}\times(r-h)$ $r=\frac{c^2+4h^2}{8h}$ $c=\sqrt{(2r-h)h}$ $h=r-\frac{1}{2}\sqrt{4r^2-c^2}$ $l=\sqrt{c^2+\frac{16}{3}h^2}$	G在角的平分线上 $GO=\frac{1}{12}\frac{c^2}{l}$ 当$\theta=180°$时： $GO=\frac{4r}{3\pi}$

（续）

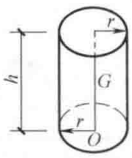
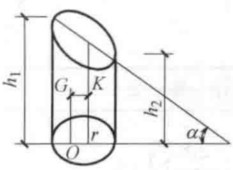
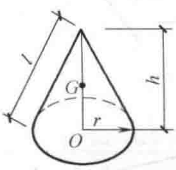
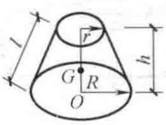
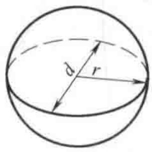
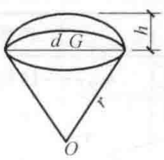
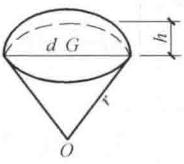
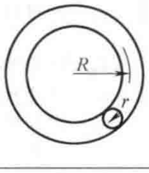
名称	简　图	面积公式	重心 G
月形		$A=\frac{\pi\theta_1}{360°}R^2-\frac{\pi\theta_2}{360°}r^2-\frac{1}{2}R^2\theta_1+\frac{1}{2}r^2\theta_2$	
圆片		$A=\frac{\pi\theta}{360°}(R^2-r^2)$	G 在角的平分线上 $GO=38.2\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}\times\frac{\sin\frac{\theta}{2}}{\frac{\theta}{2}}$
隅角		$A=\left(1-\frac{\pi}{4}\right)r^2$ $=0.2146r^2$ $=0.1073c^2$	
空心圆		$A=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)$ $=\pi(R^2-r^2)$	在圆心上
椭圆		$A=\pi Rr=\frac{\pi}{4}Dd$ $l=\pi\sqrt{\frac{D^2+d^2}{2}}$ $=\pi\sqrt{2(R^2+r^2)}$	主轴交点上
正五边形		$A=\frac{n}{2}ar$ $R=\sqrt{r^2+\frac{a^2}{4}}$ $r=\sqrt{R^2-\frac{a^2}{4}}$ $a=2\sqrt{R^2-r^2}$ $=2R\sin\frac{\theta}{2}$ $\theta=\frac{360°}{n};\alpha=\frac{n-2}{n}180°$ $l=na$	内、外接圆的圆心上

注：a、b 和 c 分别为边长；l 为弧长或周长；e 为三角形高距一角的距离；h 为高；f 为对角线；θ 为中心角；α 为边角；R 和 r 分别为半径；D 和 d 分别为直径；n 为多边形边数；A 为面积；G 为多边形重心。

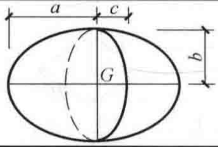
表 1-5　立体图形计算公式

名称	简　　图	面积、体积公式	重心 G
正四面体		$V=0.1179a^3$ $S=1.7321a^2$	
正立方体		$V=a^3$ $S=6a^2$ $f=1.732a$	在对角线交点上
正长方体		$V=abh$ $S=2(ab+bh+ha)$ $f=\sqrt{a^2+b^2+h^2}$	$GO=\frac{h}{2}$（位于正长方体中心）
三棱柱		$V=Ah$ $S=(a+b+c)h+2A$	$GO=\frac{h}{2}$
角锥		$V=\frac{1}{3}A\cdot h$ $=\frac{hn}{6}\sqrt{R^2-\frac{a^2}{4}}$ $S=\frac{1}{2}Pl+A$ （P 为多边形周长；a、n 为多边形边长及边数）	$GO=\frac{h}{4}$
截头角锥		$V=\frac{1}{3}h(A_1+A_2+\sqrt{A_1A_2})$ $S=\frac{1}{2}(P_1+P_2)l+A_1+A_2$ （P_1、P_2 为两端截面周长）	$GO=\frac{h}{4}\cdot\frac{A_1+2\sqrt{A_1\cdot A_2}+3A_2}{A_1+\sqrt{A_1\cdot A_2}+A_2}$
梯形体		$V=\frac{h}{6}[(a_1+2a)b+(2a_1+a)b_1]$ $=\frac{h}{6}[ab+(a+a_1)\times(b+b_1)+a_1b_1]$	
楔形		$V=\frac{bh}{6}(a_1+2a)$	

（续）

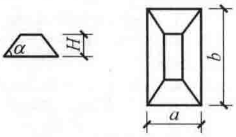
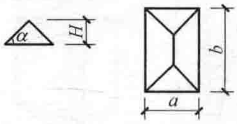
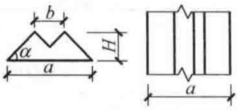
名称	简　　图	面积、体积公式	重心 G
直圆柱		$V=\pi r^2 h$ $S=2\pi r(r+h)$	$GO=\dfrac{h}{2}$
斜切直圆柱		$V=\pi r^2\dfrac{h_1+h_2}{2}$ $S=\pi r(h_1+h_2)$ $+\pi r^2\left(1+\dfrac{1}{\cos\alpha}\right)$	$GO=\dfrac{h_1+h_2}{4}$ $+\dfrac{r^2\tan^2\alpha}{4(h_1+h_2)}$ $GK=\dfrac{1}{2}\times\dfrac{r^2}{h_1+h_2}\tan\alpha$
直圆锥		$V=\dfrac{1}{3}\pi r^2 h$ $S=\pi rl+\pi r^2$	$GO=\dfrac{h}{4}$
圆台		$V=\dfrac{\pi h}{3}(R^2+r^2+Rr)$ $S=\dfrac{\pi l}{4}(R+r)+\pi(R^2+r^2)$	$GO=\dfrac{h}{4}\times$ $\dfrac{R^2+2Rr+3r^2}{R^2+Rr+r^2}$
球		$V=\dfrac{4}{3}\pi r^3=\dfrac{1}{6}\pi d^3$ $S=4\pi r^2=\pi^2 d^2$	在球心上
球楔		$V=\dfrac{2}{3}\pi r^2 h=2.0944r^2 h$ $S=\dfrac{\pi r}{2}(4h+d)$	$GO=\dfrac{3}{4}\left(r-\dfrac{h}{2}\right)$
球缺		$V=\pi h^2\left(r-\dfrac{h}{3}\right)$ $S=\pi h(4r-h)$	$GO=\dfrac{3}{4}\times\dfrac{(2r-h)^2}{3r-h}$
圆环		$V=2\pi^2 Rr^2$ $=19.739Rr^2$ $S=4\pi^2 Rr$ $=39.478Rr$	在环中心上

（续）

名称	简　图	面积、体积公式	重心 G
椭圆体		$V=\frac{4}{3}abc\pi$ $S=2\sqrt{2}b\cdot\sqrt{a^2+b^2}$	在轴交点上

注：a、b 和 c 分别为边长；h 为高；f 为对角线；R 和 r 分别为半径；d 为直径；l 为母线上；A 为底面积；S 为表面积；V 为体积。

表 1-6　物料堆体积计算公式

图　形	计　算　公　式
	$V=\left[ab-\frac{H}{\tan\alpha}\left(a+b-\frac{4H}{3\tan\alpha}\right)\right]\times H$ 式中　α——物料自然休止角
	$a=\frac{2H}{\tan\alpha}$ $V=\frac{aH}{6}(3b-a)$
	V_0（延米体积）$=\frac{H^2}{\tan\alpha}+bH-\frac{b^2}{4}\tan\alpha$

第二节　材料基本性质

一、材料有关性质计算公式

表 1-7　材料有关性质计算公式

名称	符号	单位	物理意义	基本公式	符号意义
含水率	$w_含$	%	材料吸收水分的质量占材料干燥制质量的百分率	$w_含=\frac{m_含-m}{m}\times100\%$	$m_含$——材料含水时的质量（g）； m——材料干燥时的质量（g）；
质　量 吸水率	$B_质$	%	材料吸水达到饱和状态时吸收的水分质量所占质量百分率	$B_质=\frac{m_1-m}{m}\times100\%$	m_1——材料吸水饱和后的质量（g）；
体　积 吸水率	$B_体$	%	材料在水中吸收水分所占体积的百分率	$B_体=\frac{m_1-m}{V_0}\times100\%=B_质\ \rho_0$	V_0——材料在自然状态下的体积（cm^3）； ρ_0——材料的质量密度；
软化 系数	K_P		材料长期在饱和水作用下强度不降低或不严重降低的性质	$K_P=\frac{f_饱}{f_干}$	$f_饱$——材料在含水饱和状态下的抗压强度（Pa）； $f_干$——材料在干燥状态下的抗压强度（Pa）；

（续）

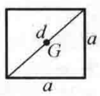
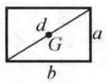
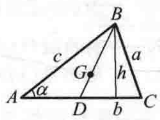
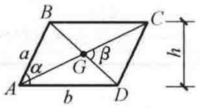
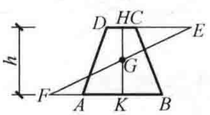
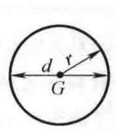
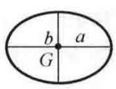
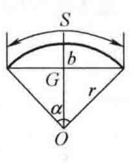
名称	符号	单位	物理意义	基本公式	符号意义
渗透系数	K	cm/s 或 cm/d	材料抵抗压力水渗透的能力	$K=\frac{Qd}{ATH}$	Q——渗水量(L)； A——试件的截面积(cm^2)； d——试件厚度(cm)； T——渗水时间(s)； H——水头差(cm)；
抗冻等级	F		材料在吸水饱和状态下经反复冻融而不破坏的强度		F——材料在 -15℃ 以下冻结，反复冻融后质量损失 ≤5%，强度损失 ≤25% 的冻融次数
抗渗等级	P		材料能承受的最大水压力值		
导热系数	λ	W/(m·K)	材料厚 1m，表面温差 1℃时，1h 通过 $1m^2$ 围护结构表面的热量	$\lambda=\frac{Q_1 a}{A_1 z(t_1-t_2)}$	Q_1——通过材料传导的热量(J)； a——材料的厚度(m)； A_1——材料导热面积(m^2)； z——导热时间(h)； (t_1-t_2)——材料两侧温度差，或材料受热(或冷却)前后的温度差(℃)；
比热容	c	kJ/(kg·K)	1kg 材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量	$c=\frac{Q_2}{m(t_1-t_2)}$	Q_2——材料吸收(或放出)的热量(kJ)；
热容量	Q	kJ	材料在受热(或冷却)时能吸收(或放出)热量的能力	$Q=cm$	m_{01}——材料磨损前的质量(g)； m_{02}——材料磨损后的质量(g)；
磨损率	N	g/cm^2	材料抵抗磨损的能力	$N=\frac{m_{01}-m_{02}}{F}$	F——材料磨损面积(cm^2)

表 1-8　材料物理性质计算公式

名称	符号	单位	物理意义	基本公式	符号意义
密度	ρ	g/cm^3	材料在绝对密实状态下的单位体积质量	$\rho=\frac{m}{V}$	m——材料的质量(g)； V——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3)； V_0——材料在自然状态下的体积(cm^3)； m'——颗粒状材料的质量(kg)； V'——颗粒状材料在堆积状态下的体积(m^3)
表观密度	ρ_0	g/cm^3	材料在自然状态下的单位体积质量	$\rho_0=\frac{m}{V_0}$	
堆积密度	ρ_0'	kg/m^3	颗粒状材料在堆积状态下的单位体积质量	$\rho_0'=\frac{m'}{V'}$	
密实度	D	%	材料体积内固体物质所充实的程度	$D=\frac{\rho_0}{\rho}\times100\%$ $=\frac{V}{V_0}\times100\%$	
孔隙率	ξ	%	材料内部孔隙体积所占的百分率	$\xi=\frac{V_0-V}{V_0}\times100\%$ $=\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right)\times100\%$ $=(1-D)\times100\%$	
空隙率	ξ'	%	颗粒状材料内部空隙体积所占的百分率	$\xi'=\frac{V'-V}{V'}\times100\%$ $=\left(1-\frac{\rho_0'}{\rho_0}\right)\times100\%$	

第三节　常用面积、体积计算公式

表 1-9　平面图形面积计算公式

图　　形		尺寸符号	面积(A)	重心(G)位置
正方形		a——边长 d——对角线	$A=a^2$ $a=\sqrt{A}=0.707d$ $d=1.414a=1.414\sqrt{A}$	在对角线交点上
长方形		a——短边 b——长边 d——对角线	$A=a\cdot b$ $d=\sqrt{a^2+b^2}$	在对角线交点上
三角形		h——高 L——$\frac{1}{2}$周长 a、b、c——对应角 A、B、C 的边长	$A=\frac{bh}{2}=\frac{1}{2}ab\sin C$ $L=\frac{a+b+c}{2}$	$GD=\frac{1}{3}BD$ $CD=DA$
平行四边形		a、b——邻边 h——对边间的距离	$A=b\cdot h=a\cdot b\sin C$ $=\frac{AC\cdot BD}{2}\sin\beta$	在对角线交点上
梯形		$CE=AB$ $AF=CD$ $CD=a$(上底边) $AB=b$(下底边) h——高	$A=\frac{a+b}{2}\cdot h$	$HG=\frac{h}{3}\cdot\frac{a+2b}{a+b}$ $KG=\frac{h}{3}\cdot\frac{2a+b}{a+b}$
圆形		r——半径 d——直径 L——圆周长	$A=\pi r^2=\frac{1}{4}\pi d^2$ $=0.785d^2$ $=0.07958L^2$ $L=\pi d$	在圆心上
椭圆形		a、b——主轴轴长	$A=\frac{\pi}{4}ab$	在主轴交点 G 上
扇形		r——半径 S——弧长 α——弧 S 对应的中心角	$A=\frac{1}{2}rS=\frac{\alpha}{360}\pi r^2$ $S=\frac{\alpha\pi}{180}r$	$GO=\frac{2}{3}\cdot\frac{rb}{S}$ 当 $\alpha=90°$ 时： $GO=\frac{4}{3}\cdot\frac{\sqrt{2}}{\pi}r$ $\approx 0.6r$

（续）

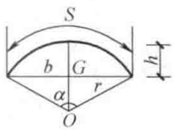
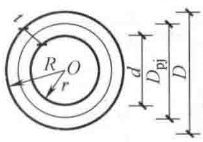
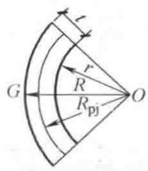
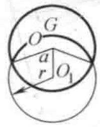
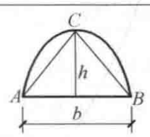
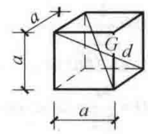
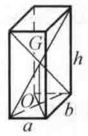
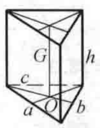
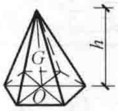
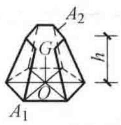
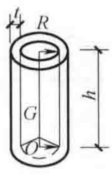
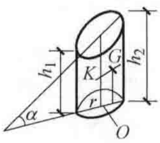
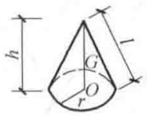
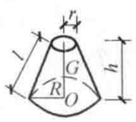
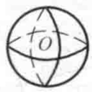
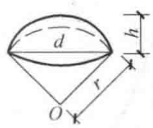
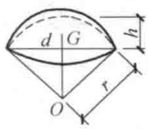
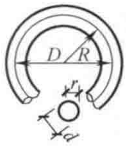
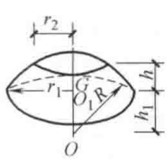
图　形		尺寸符号	面积(A)	重心(G)位置
弓形		r——半径 S——弧长 α——中心角 b——弦长 h——高	$A=\frac{1}{2}r^2\left(\frac{\alpha\pi}{180}-\sin\alpha\right)$ $=\frac{1}{2}[r(S-b)+bh]$ $S=r\alpha\frac{\pi}{180}=0.0175r\alpha$ $h=r-\sqrt{r^2-\frac{1}{4}\alpha^2}$	$GO=\frac{1}{12}\cdot\frac{b^2}{A}$ 当 $\alpha=180°$时： $GO=\frac{4r}{3\pi}=0.4244r$
圆环		R——外半径 r——内半径 D——外直径 d——内直径 t——环宽 D_{pj}——平均直径	$A=\pi(R^2-r^2)$ $=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)$ $=\pi D_{pj}t$	在圆心 O
部分圆环		R——外半径 r——内半径 R_{pj}——圆环平均半径 t——环宽	$A=\frac{\alpha\pi}{360}(R^2-r^2)$ $=\frac{\alpha\pi}{180}R_{pj}t$	$GO=38.2\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}\times\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}}$
新月形		OO_1——圆心间的距离 d——直径	$A=r^2\left(\pi-\frac{\pi}{180}\alpha+\sin\alpha\right)$ $=r^2P$ $P=\pi-\frac{\pi}{180}\alpha+\sin\alpha$	$O_1G=\frac{(\pi-P)L}{2P}$
抛物线形		b——底边 h——高 l——曲线长 S——$\triangle ABC$的面积	$l=\sqrt{b^2+1.3333h^2}$ $A=\frac{2}{3}bh=\frac{4}{3}S$	
等边多边形		a——边长 K_i——系数，i是指多边形的边数 R——外接圆半径 P_i——系数，i是指正多边形的边数	$A_i=K_i\cdot a^2=P_i\cdot R^2$ 正三边形 $K_3=0.433$，$P_3=1.299$ 正四边形 $K_4=1.000$，$P_4=2.000$ 正五边形 $K_5=1.720$，$P_5=2.375$ 正六边形 $K_6=2.598$，$P_6=2.598$ 正七边形 $K_7=3.634$，$P_7=2.736$ 正八边形 $K_8=4.828$，$P_8=2.828$ 正九边形 $K_9=6.182$，$P_9=2.893$ 正十边形 $K_{10}=7.694$，$P_{10}=2.939$ 正十一边形 $K_{11}=9.364$，$P_{11}=2.973$ 正十二边形 $K_{12}=11.196$，$P_{12}=3.000$	在内接圆心或外接圆心上

表 1-10　多面体的体积和表面积计算公式

图形		尺寸符号	体积(V)　底面积(A) 表面积(S)　侧表面积(S_1)	重心(G)位置
立方体		a——棱 d——对角线 S——表面积 S_1——侧表面积	$V=a^3$ $S=6a^2$ $S_1=4a^2$	在对角线交点上
长方体(棱柱)		h——高 a、b——边长 O——底面对角线交点	$V=abh$ $S=2(ab+ah+bh)$ $S_1=2h(a+b)$	$GO=\frac{h}{2}$
三棱柱		a、b、c——边长 h——高 A——底面积 O——底面中线交点	$V=Ah$ $S=(a+b+c)h+2A$ $S_1=(a+b+c)h$	$GO=\frac{h}{2}$
棱锥		f——一个组合三角形的面积 n——组合三角形的个数 O——锥底各对角线交点	$V=\frac{1}{3}Ah$ $S=nf+A$ $S_1=nf$	$GO=\frac{h}{4}$
棱台		A_1、A_2——两平行底面的面积 h——底面间的距离 a——一个组合梯形的面积 n——组合梯形数	$V=\frac{1}{3}h(A_1+A_2+\sqrt{A_1A_2})$ $S=an+A_1+A_2$ $S_1=an$	$GO=\frac{h}{4}\times\frac{A_1+2\sqrt{A_1A_2}+3A_2}{A_1+\sqrt{A_1A_2}+A_2}$
圆柱和空心圆柱(管)		R——外半径 r——内半径 t——柱壁厚度 P——平均半径 S_1——内外侧面积	圆柱： $V=\pi R^2h$ $S=2\pi Rh+2\pi R^2$ $S_1=2\pi Rh$ 空心直圆柱： $V=\pi h(R^2-r^2)$ $=2\pi RPth$ $S=2\pi(R+r)h+2\pi(R^2-r^2)$ $S_1=2\pi(R+r)h$	$GO=\frac{h}{2}$
斜截直圆柱		h_1——最小高度 h_2——最大高度 r——底面半径	$V=\pi r^2\frac{h_1+h_2}{2}$ $S=\pi r(h_1+h_2)+\pi r^2\left(1+\frac{1}{\cos\alpha}\right)$ $S_1=\pi r(h_1+h_2)$	$GO=\frac{h_1+h_2}{4}+\frac{r^2\tan^2\alpha}{4(h_1+h_2)}$ $GK=\frac{1}{2}\cdot\frac{r^2}{h_1+h_2}\tan\alpha$

（续）

图　　形		尺寸符号	体积(V)　底面积(A) 表面积(S)　侧表面积(S_1)	重心(G)位置
直圆锥		r——底面半径 h——高 l——母线长	$V=\frac{1}{3}\pi r^2 h$ $S_1=\pi r\sqrt{r^2+h^2}=\pi rl$ $l=\sqrt{r^2+h^2}$ $S=S_1+\pi r^2$	$GO=\frac{h}{4}$
圆台		R、r——底面半径 h——高 l——母线长	$V=\frac{\pi h}{3}(R^2+r^2+Rr)$ $S_1=\pi l(R+r)$ $l=\sqrt{(R-r)^2+h^2}$ $S=S_1+\pi(R^2+r^2)$	$GO=\frac{h}{4}\times\frac{R^2+2Rr+3r^2}{R^2+Rr+r^2}$
球		r——半径 d——直径	$V=\frac{4}{3}\pi r^3=\frac{\pi d^3}{6}$ $=0.5236d^3$ $S=4\pi r^2=\pi d^2$	在球心上
球扇形（球楔）		r——球半径 d——弓形底圆直径 h——弓形高	$V=\frac{2}{3}\pi r^2 h=2.0944r^2 h$ $S=\frac{\pi r}{2}(4h+d)$ $=1.57r(4h+d)$	$GO=\frac{3}{4}\left(r-\frac{h}{2}\right)$
球缺		h——球缺的高 r——球缺半径 d——平切圆直径 $S_{曲}$——曲面面积 S——球缺表面积	$V=\pi h^2\left(r-\frac{h}{3}\right)$ $S_{曲}=2\pi rh=\pi\left(\frac{d^2}{4}+h^2\right)$ $S=\pi h(4r-h)$ $d^2=4h(2r-h)$	$GO=\frac{3}{4}\times\frac{(2r-h)^2}{3r-h}$
圆环体		R——圆环体平均半径 D——圆环体平均直径 d——圆环体截面直径 r——圆环体截面半径	$V=2\pi^2 Rr^2=\frac{1}{4}\pi^2 Dd^2$ $S=4\pi^2 Rr=\pi^2 Dd$ $=39.478Rr$	在环中心上
球带体		R——球半径 r_1、r_2——底面半径 h——腰高 h_1——球心 O 至带底圆心 O_1 的距离	$V=\frac{\pi h}{b}(3r_1^2+3r_2^2+h^2)$ $S_1=2\pi Rh$ $S=2\pi Rh+\pi(r_1^2+r_2^2)$	$GO=h_1+\frac{h}{2}$

（续）

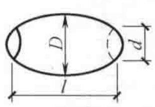
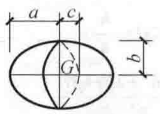
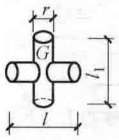
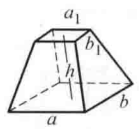
图　　形		尺寸符号	体积(V)　底面积(A) 表面积(S)　侧表面积(S_1)	重心(G)位置
桶形		D——中间断面直径 d——底直径 l——桶高	对于抛物线形桶板： $V=\frac{\pi l}{15}\times\left(2D^2+Dd+\frac{4}{3}d^2\right)$ 对于圆形桶板： $V=\frac{1}{12}\pi l(2D^2+d^2)$	在轴交点上
椭球形		a、b、c——半轴	$V=\frac{4}{3}abc\pi$ $S=2\sqrt{2}b\sqrt{a^2+b^2}$	在轴交点上
交叉圆柱体		r——圆柱半径 l_1、l——圆柱长	$V=\pi r^2\left(l+l_1-\frac{2r}{3}\right)$	在两轴线交点上
梯形体		a、b——下底边长 a_1、b_1——上底边长 h——上、下底间距离（高）	$V=\frac{h}{6}[(2a+a_1)b+(2a_1+a)b_1]$ $=\frac{h}{6}[ab+(a+a_1)(b+b_1)+a_1b_1]$	

表 1-11　物料堆体积计算公式

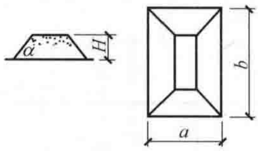
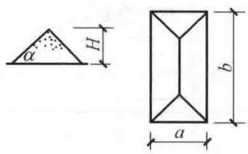
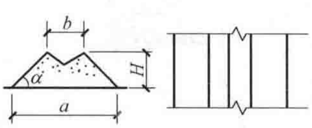
图　　形	计算公式
	$V=H\left[ab-\frac{H}{\tan\alpha}\left(a+b-\frac{4H}{3\tan\alpha}\right)\right]$ 式中　α——物料自然堆积角
	$\alpha=\frac{2H}{\tan\alpha}$ $V=\frac{aH}{6}(3b-a)$
	V_0(延米体积)$=\frac{H^2}{\tan\alpha}+bH-\frac{b^2}{4}\tan\alpha$

表 1-12　椭圆抛物面扁壳系列系数

$\frac{h_x}{2a}$或$\frac{h_x}{2b}$	系数 K_a 或 K_b	$\frac{h_x}{2a}$或$\frac{h_x}{2b}$	系数 K_a 或 K_b	$\frac{h_x}{2a}$或$\frac{h_x}{2b}$	系数 K_a 或 K_b	$\frac{h_x}{2a}$或$\frac{h_x}{2b}$	系数 K_a 或 K_b	$\frac{h_x}{2a}$或$\frac{h_x}{2b}$	系数 K_a 或 K_b
0.050	1.0066	0.080	1.0168	0.110	1.0314	0.140	1.0500	1.170	1.0724
0.051	1.0069	0.081	1.0172	0.111	1.0320	0.141	1.0507	1.171	1.0733
0.052	1.0072	0.082	1.0177	0.112	1.0325	0.142	1.0514	1.172	1.0741
0.053	1.0074	0.083	1.0181	0.113	1.0331	0.143	1.0521	1.173	1.0749
0.054	1.0077	0.084	1.0185	0.114	1.0337	0.144	1.0528	1.174	1.0757
0.055	1.0080	0.085	1.0189	0.115	1.0342	0.145	1.0535	1.175	1.0765
0.056	1.0083	0.086	1.0194	0.116	1.0348	0.146	1.0542	1.176	1.0773
0.057	1.0086	0.087	1.0198	0.117	1.0354	0.147	1.0550	1.177	1.0782
0.058	1.0089	0.088	1.0203	0.118	1.0360	0.148	1.0557	1.178	1.0790
0.059	1.0092	0.089	1.0207	0.119	1.0366	0.149	1.0564	1.179	1.0798
0.060	1.0095	0.090	1.0212	0.120	1.0372	0.150	1.0571	1.180	1.0807
0.061	1.0098	0.091	1.0217	0.121	1.0378	0.151	1.0578	1.181	1.0815
0.062	1.0102	0.092	1.0221	0.122	1.0384	0.152	1.0586	1.182	1.0824
0.063	1.0105	0.093	1.0226	0.123	1.0390	0.153	1.0593	1.183	1.0832
0.064	1.0108	0.094	1.0231	0.124	1.0396	0.154	1.0601	1.184	1.0841
0.065	1.0112	0.095	1.0236	0.125	1.0402	0.155	1.0608	1.185	1.0849
0.066	1.0115	0.096	1.0241	0.126	1.0408	0.156	1.0616	1.186	1.0858
0.067	1.0118	0.097	1.0246	0.127	1.0415	0.157	1.0623	1.187	1.0867
0.068	1.0122	0.098	1.0251	0.128	1.0421	0.158	1.0631	1.188	1.0875
0.069	1.0126	0.099	1.0256	0.129	1.0428	0.159	1.0638	1.189	1.0884
0.070	1.0129	0.100	1.0261	0.130	1.0434	0.160	1.0646	1.190	1.0893
0.071	1.0133	0.101	1.0266	0.131	1.0440	0.161	1.0654	1.191	1.0902
0.072	1.0137	0.102	1.0271	0.132	1.0447	0.162	1.0661	1.192	1.0910
0.073	1.0140	0.103	1.0276	0.133	1.0453	0.163	1.0669	1.193	1.0919
0.074	1.0144	0.104	1.0281	0.134	1.0460	0.164	1.0677	1.194	1.0928
0.075	1.0148	0.105	1.0287	0.135	1.0467	0.165	1.0685	1.195	1.0937
0.076	1.0152	0.106	1.0292	0.136	1.0473	0.166	1.0693	1.196	1.0946
0.077	1.0156	0.107	1.0297	0.137	1.0480	0.167	1.0700	1.197	1.0955
0.078	1.0160	0.108	1.0303	0.138	1.0487	0.168	1.0708	1.198	1.0946
0.079	1.0164	0.109	1.0308	0.139	1.0494	0.169	1.0716	1.199	1.0973

第二章　工程造价常用公式及应用

第一节　工程造价费用计算

一、各费用构成要素参考计算公式

（1）人工费

$$人工费=\sum（工日消耗量\times 日工资单价）$$

$$日工资单价=\frac{生产工人平均月工资（计时/计件）+平均月（奖金+津贴补贴+特殊情况下支付的工资）}{年平均每月法定工作日}$$

需要注意的是，上式主要适用于施工企业投标报价时自主确定人工费，也是工程造价管理机构编制计价定额确定定额人工单价或发布人工成本信息的参考依据。

$$人工费=\sum（工程工日消耗量\times 日工资单价）$$

其中，日工资单价是指施工企业平均技术熟练程度的生产工人在每个工作日（国家法定工作时间内）按规定从事施工作业应得的日工资总额。

工程造价管理机构确定日工资单价应通过市场调查，根据工程项目的技术要求，参考实物工程量人工单价综合分析确定，最低日工资单价不得低于工程所在地人力资源和社会保障部门所发布的最低工资标准的：普工 1.3 倍、一般技工 2 倍、高级技工 3 倍。

工程计价定额不能只列一个综合工日单价，应根据工程项目技术要求和工种差别适当划分多种日人工单价，确保各分部工程人工费的合理构成。

需要注意的是，上式适用于工程造价管理机构编制计价定额时确定定额人工费，是施工企业投标报价的参考依据。

（2）材料费

① 材料费

$$材料费=\sum(材料消耗量\times 材料单价)$$

$$材料单价=\{(材料原价+运杂费)\times[1+运输损耗率(\%)]\}\times[1+采购保管费费率(\%)]$$

② 工程设备费

$$工程设备费=\sum(工程设备量\times 工程设备单价)$$

$$工程设备单价=(设备原价+运杂费)\times[1+采购保管费费率(\%)]$$

（3）施工机具使用费

① 施工机械使用费

$$施工机械使用费=\sum(施工机械台班消耗量\times 机械台班单价)$$

$$机械台班单价=台班折旧费+台班大修费+台班经常修理费+台班安拆费及场外运费+台班人工费+台班燃料动力费+台班车船税费$$

需要注意的是，工程造价管理机构在确定计价定额中的施工机械使用费时，应根据《建筑施工机械台班费用计算规则》结合市场调查编制施工机械台班单价。施工企业可以参考工程造价管理机构发布的台班单价，自主确定施工机械使用费的报价，如租赁施工机械，公式为

$$施工机械使用费=\sum(施工机械台班消耗量\times机械台班租赁单价)$$

② 仪器仪表使用费

$$仪器仪表使用费=工程使用的仪器仪表摊销费+维修费$$

（4）企业管理费费率

① 以分部分项工程费为计算基础

$$企业管理费费率(\%)=\frac{生产工人年平均管理费}{年有效施工天数\times人工单价}\times人工费占分部分项工程费的比例(\%)$$

② 以人工费和机械费合计为计算基础

$$企业管理费费率(\%)=\frac{生产工人年平均管理费}{年有效施工天数\times(人工单价+每一工日机械使用费)}\times100\%$$

③ 以人工费为计算基础

$$企业管理费费率(\%)=\frac{生产工人年平均管理费}{年有效施工天数\times人工单价}\times100\%$$

需要注意的是，上述公式适用于施工企业投标报价时自主确定管理费，是工程造价管理机构编制计价定额确定企业管理费的参考依据。

工程造价管理机构在确定计价定额中企业管理费时，应以定额人工费或（定额人工费+定额机械费）作为计算基数，其费率根据历年工程造价积累的资料再辅以调查数据确定，列入分部分项工程和措施项目中。

（5）利润

① 施工企业根据企业自身需求并结合建筑市场实际自主确定，列入报价中。

② 工程造价管理机构在确定计价定额中利润时，应以定额人工费或（定额人工费+定额机械费）作为计算基数，其费率根据历年工程造价积累的资料并结合建筑市场实际确定，以单位（单项）工程测算，利润在税前建筑安装工程费的比重可按不低于5%且不高于7%的费率计算。利润应列入分部分项工程和措施项目中。

（6）规费

① 社会保险费和住房公积金。社会保险费和住房公积金应以定额人工费为计算基础，根据工程所在地省、自治区、直辖市或行业建设主管部门规定费率计算。

$$社会保险费和住房公积金=\sum(工程定额人工费\times社会保险费费率和住房公积金费率)$$

式中，社会保险费和住房公积金费率可以按每万元发承包价的生产工人人工费和管理人员工资含量与工程所在地规定的缴纳标准综合分析确定。

② 工程排污费。工程排污费等其他应列而未列入的规费应按工程所在地环境保护等部门规定的标准缴纳，按实计取列入。

（7）税金