

号 96-214-4
75.8

内部使用

热 机

计 算 手 册

1

农林部设计院
★
图书资料



1975重印

水利电力部西北电力设计院

前 言

经过轰轰烈烈的无产阶级文化大革命锻炼以后广大设计人员的思想面貌有了崭新的变化，纷纷下楼出院，奔赴现场。为了满足现场三结合设计的需要，我们汇编了这本“热机计算手册”。由于时间仓促，编制人员水平有限，手册中一定有不少错误和遗漏之处，请同志们在使用中及时提出宝贵意见，以便在再版时修改和补充。

热机计算手册编写组

RWT.1/44/03

目 录

第一章 常用资料

1-1	常用数表	1-1
1-1-1	单位换算	1-1
1-1-2	几何体形计算	1-7
1-1-3	三角函数表	1-10
1-1-4	常用对数表	1-12
1-1-5	自然对数表	1-15
1-1-6	饱和蒸汽表	1-18
1-1-7	过热蒸汽表	1-25
1-1-8	蒸汽特性图	1-30
1-1-9	在饱和线上水的物理特性	1-32
1-1-10	水蒸汽的物理常数	1-33
1-1-11	空气、烟气的平均体积比热 和导热系数	1-34
1-1-12	气体的特性	1-35
1-2	常用资料	1-36
1-2-1	一般材料的性能	1-36
1-2-2	焊条及焊缝	1-45
1-2-3	受压设备、普通的水压试验	1-53

第二章 锅炉设备

2-1	燃料及燃烧计算	2-1
2-1-1	燃料	2-1
2-1-2	燃料消耗量计算	2-5
2-1-3	燃烧空气需要量	2-10
2-1-4	燃烧产物	2-13
2-1-5	空气和烟气的焓	2-15
2-2	锅炉机组	2-22
2-2-1	热平衡计算	2-22
2-2-2	空气动力计算	2-25
2-3	制粉系统	2-56
2-3-1	原始数据及准备计算	2-56
2-3-2	磨煤机出力计算	2-61
2-3-3	磨煤机干燥出力计算	2-67
2-3-4	辅助设备选择	2-76
2-3-5	管径计算	2-84
2-3-6	变工况验算	2-87
2-3-7	煤仓容积	2-87
2-3-8	空气动力计算	2-88
2-4	除尘设备	2-103
2-4-1	一般规定	2-103
2-4-2	大气含尘计算	2-105
2-4-3	百页式除尘器计算	2-108

2-4-4	旋风式除尘器设计	2-113
2-4-5	多管式除尘器设计	2-117
2-4-6	水膜式除尘器设计	2-121
2-4-7	电除尘器设计	2-125
2-5	除尘系统	2-131
2-5-1	灰渣量的计算	2-131
2-5-2	低压水力除尘设计	2-134
2-5-3	高压水力除尘设计	2-142
2-5-4	除尘运行费用计算	2-149
2-5-5	负压式气力除尘设计	2-159
2-5-6	正压式气力除尘设计	2-172
2-6	燃油系统	2-183
2-6-1	燃料油	2-183
2-6-2	油泵	2-194
2-6-3	油管路设计	2-212
2-6-4	油罐及其附件	2-220
2-6-5	输油系统	2-249
2-6-6	燃油加热器	2-255
2-6-7	燃油锅炉	2-263
2-7	压缩空气系统	2-272
2-7-1	空气过滤器	2-272
2-7-2	终端冷却器	2-272
2-7-3	油水分离器及贮气罐	2-274

2-7-4	空气管径与压力降计算	2-275
2-7-5	空气消耗量	2-277
2-7-6	压缩空气站容量	2-279
2-8	风机选型及变工况计算	2-280
2-8-1	风机选型计算	2-280
2-8-2	风机启动计算	2-287
2-8-3	风机变工况换算	2-292
2-9	锅炉设备计算示例	2-294
2-9-1	燃烧系统热平衡计算	2-294
2-9-2	制粉系统计算	2-302
2-9-3	烟道空气动力计算	2-313
2-9-4	风道空气动力计算	2-319
2-9-5	制粉送粉管道阻力计算	2-327
附录(一)	锅炉热力计算方法(草案)	(见另册)
附录(二)	烟风煤粉管道设计导则(修正初稿)	(见另册)

第一章 常用资料

1-1. 常用数表

1-1-1. 单位换算

1. 长度换算

公里(KM)	市里	英里(哩)	海里(哩)	米(m)	市尺	呎(ft)	码(yd)	厘米(cm)	市寸	吋(in)
1	2.000	0.6214	0.5400	1	3.00	3.2808	1.0936	1	0.3000	0.3937
0.5000	1	0.3107	0.2700	0.3333	1	1.0936	0.3645	3.3333	1	1.3123
1.6093	3.2187	1	0.8689	0.3048	0.9144	1	0.3333	2.5400	0.7620	1
1.8520	3.7040	1.1508	1	0.9144	2.7432	3.000	1	—	—	—

2. 面积换算

平方公里	公顷	市亩	英亩	平方哩	平方米	平方市尺	平方呎	平方码	平方哩米	平方市寸	平方吋
1	100.00	1500.00	247.12	0.3861	1	9.000	10.7643	1.196	1	0.0900	0.1550
0.01000	1	15.00	2.4712	0.0039	0.111	1	1.1960	0.1327	11.111	1	1.7222
0.00067	0.0667	1	0.1647	0.0003	0.0929	0.8361	1	0.1111	6.4516	0.5786	1
0.00396	0.4047	6.0716	1	0.0016	0.8361	7.5251	9.0000	1	—	—	—
2.5900	259.00	3885.00	640.00	1	—	—	—	—	—	—	—

3. 体积换算

立方米	立方市尺	立方呎	立方码	升	英加侖	美加侖	英制加侖	立方哩米	立方市寸	立方吋
1	27.000	35.3155	1.3579	1	0.2201	0.2642	0.2270	1	0.0270	0.0610
0.0370	1	1.3079	0.0484	4.5435	1	1.2011	1.0322	37.0370	1	2.2604
0.0283	0.7645	1	0.0370	3.7854	0.5324	1	0.8594	16.3854	0.4426	1
0.7645	20.6420	27.000	1	4.4050	0.9690	1.1640	1	—	—	—

4. 重量换算

吨(t)	英吨(吨)	美吨(吨)	公担(担)	公斤(kg)	市斤	磅(lb)	市担	克(g)	市两	两(oz)
1	0.9842	1.1023	10.000	1	2.000	2.2046	0.0200	1	0.0200	0.0353
1.0161	1	1.1200	10.161	0.500	1	1.1023	0.0100	50.00	1	1.7637
0.9072	0.8929	1	9.072	0.4536	0.9072	1	0.0071	25.35	0.516	1
0.1000	0.0984	0.1102	1	0.0010	100.00	110.230	1	—	—	—

5. 温度换算

开氏度 (°K)	摄氏温度 (°C)	华氏度 (°F)	列氏度 (°R)
$K = C + 273.16$	$C = \frac{5}{9}R = \frac{5}{9}(F - 32)$	$F = \frac{9}{5}(C + 32) = \frac{9}{5}R + 32$	$R = \frac{4}{5}C = \frac{4}{9}(F - 32)$
冰点 273.16	0	32	0
冰沸点 373.16	100	212	80

6. 角度换算

弧度 (Rad)	角 (度)
$Rad = \text{度} \frac{\pi}{180}$	$\text{度} = Rad \frac{180}{\pi}$
1	57.29578
0.017453	1

7. 压力换算

公斤/平方厘米 (工程大气压)	物理大气压	水柱高度 (m)	水银柱高度 (mm)	磅/平方吋	磅/平方呎
1	0.9678	10.000	735.3	14.223	2048.42
1.0334	1	10.334	760.0	14.700	2116.8
0.1000	0.0968	1	73.5	1.422	204.768
0.0136	0.01316	0.136	1	0.1934	27.8496
0.0703	0.0680	0.703	517.0	1	144.00
0.0048526	0.004724	0.0048526	0.035907	0.006944	1

8. 重量换算

公斤/立方米 (克/升)	公斤/升 (克/毫升)	克/立方米 (毫克/升)	磅/立方呎	磅/英加侖	磅/美加侖
1	0.001	1000.000	0.06243	0.01602	0.008345
1000.00	1	1000000	62.43	16.0200	8.34500
0.001	0.000001	1	6.243×10^{-5}	16.02×10^{-6}	8.345×10^{-6}
16.018	0.016018	16018	1	0.1605	0.1337
99.800	0.0998	99800	6.2364	1	0.8327
119.800	0.1198	119800	7.4810	1.2011	1

9. 力矩换算

公斤厘米 (Kg cm)	公斤米 (Kg m)	吨米 (tm)	吋磅 (in lb)	呎磅 (ft. Lb)
1	0.01000	—	0.8680	0.0723
100.000	1	0.001	86.8000	7.2300
—	1000.000	1	86796.0000	7.2330
1.152	0.01152	—	1	0.0833
13.826	0.13824	—	12.0000	1

10. 速度换算

米/秒 (m/sec)	呎/秒 (ft/sec)	码/秒 (yd/sec)	公里/时 (Km/h)	哩/时 (mi/h)	哩/时
1	3.2808	1.0936	1	0.6214	0.5400
0.3048	1	0.3333	1.0693	1	0.8689
0.9144	3.0000	1	1.8520	1.1508	1

11. 流量换算

升/秒 (l/sec)	英加侖/秒 (gal/sec)	美加侖/秒 (gal/sec)	立方米/时 (m ³ /h)	立方呎/时 (ft ³ /h)	立方码/时 (yd ³ /h)
1	0.2201	0.2642	1	35.3155	1.3079
4.5435	1	1.2011	0.0283	1	0.0370
3.7854	0.8324	1	0.7645	27.0000	1

1409
1KW = 102 KG-M

12. 热能及功量换算

千焦耳 (KJ)	公斤·米 (Kg. m)	千卡 (K Cal)	千瓦·时 (KW. h)	马力·时 (hp. h)	英热单位 (BTU)
1	102.04	0.2389	2.718×10^{-4}	3.725×10^{-4}	0.9480
0.00981	1	0.00234	2.724×10^{-6}	3.652×10^{-6}	9.291×10^{-3}
4.186	427.1	1	1.1628×10^{-3}	1.5593×10^{-3}	3.969
3600	367300	860.00	1	1.3410	3.413
2885	273900	641.3	0.7457	1	2545
1.0548	107.63	0.2520	2.930×10^{-4}	3.929×10^{-4}	1

13. 功率换算

千瓦 (千焦耳/秒)	公斤·米 / 秒	呎·磅 / 秒	十卡 / 秒	马力	英热单位 / 秒
1	102.04	738.1	0.2389	1.3410	0.9480
0.0098	1	7.233	0.00236	0.01342	0.009291
0.0013549	0.13826	1	0.0002257	0.0018169	0.0012845
4.186	427.1	3090	1	5.6130	3.9670
0.7457	76.04	550.4	0.17814	1	0.7070
1.0548	107.63	778.5	0.2520	1.4145	1

14. 粘度换算

物理绝对 粘度 η	工程绝对 粘度 μ	运动粘度 ν	厘方粘度 B_p 或 B_y
$\eta = \frac{\text{达因秒}}{\text{厘米}^2}$	$\mu = \frac{\text{千克秒}}{\text{米}^2}$	$\nu = \frac{\text{米}^2}{\text{秒}}$	$B_p = \text{°E}$
$= \frac{\text{克}}{\text{厘米秒}}$	$= 98.1 \mu$	$= \frac{9.81 \mu}{\text{厘米}}$	$= 0.13546 B_y$
$= \text{泊}$		$= 10000 \nu$	

15. 导热系数换算

十卡 / 米·时·°C	卡 / 厘米·秒·°C	英热单位 / 呎·时·°F	英热单位 / 吋·吋·°F
1	0.0027778	0.6720	0.056
360	1	241.90	20.16
1.4881	0.004136	1	0.08333
17.857	0.04960	12.00	1

16. 传热系数换算

十卡 / 米 ² ·时·°C	卡 / 厘米 ² ·秒·°C	英热单位 / 呎 ² ·时·°F	英热单位 / 吋 ² ·吋·°F
1	0.0002778	0.2048	0.001422
36000	1	7573	512038
4.882	0.0001350	1	0.006944
703.234	0.1953	144.0	1

17. 热流强度换算

炒排		炒壁	
十卡 / 米 ² ·时	英热单位 / 呎 ² ·时	十卡 / 米 ² ·时	英热单位 / 呎 ² ·时
1	0.3636	1	0.1124
2.712	1	8.897	1

18. 热焐换算

十卡 / 公斤	英热单位 / 磅
1	1.800
0.5556	1

19. 比热换算

英热单位 / 呎 ³ ·°F	大卡 / 米 ³ ·°C
1	16.02
0.0624	1

20. 可溶系数换算

K_{10}^{BTU}	K_{xap}	K_{10}^{4KTU}	K_{11}^{BTU}	K_{xap}	K_{10}^{4KTU}	K_{11}^{BTU}	K_{xap}	K_{10}^{4KTU}
0.2	2	0.05	1.1	50	1.4	2.0	123	4.1
0.3	5	0.10	1.2	60	1.7	2.1	130	4.4
0.4	10	0.20	1.3	68	2.0	2.2	136	4.7
0.5	12	0.25	1.4	75	2.3	2.3	143	5.0
0.6	15	0.35	1.5	85	2.6	2.4	150	5.3
0.7	18	0.50	1.6	90	2.9	2.5	156	5.6
0.8	27	0.60	1.7	100	3.2	2.6	162	5.9
0.9	33	0.90	1.8	107	3.5			
1.0	42	1.15	1.9	115	3.8			

当 $K_{10}^{BTU} \geq 0.6$ 时,可按下列公式计算

$$K_{11}^{BTU} = 0.34 K_{10}^{4KTU} + 0.61$$

$$K_{11}^{BTU} = 0.0034 K_{xap}^{1.25} + 0.61$$

$$K_{11}^{BTU} = \frac{K_{xap} + 20}{20} \quad (\text{简算法})$$

21. 硬度单位换算

克当量 / 升	度				P.P.M.
苏联制	德国制	美国制	英国制	法国制	万国制
($\frac{1 \text{ 份 } CaO}{100 \text{ 份水}}$)	($\frac{1 \text{ 份 } CaO}{10^5 \text{ 份水}}$)	($\frac{1 \text{ 格 } CaCO_3}{1 \text{ 英加仑水}}$)	($\frac{1 \text{ 格 } CaCO_3}{1 \text{ 英加仑水}}$)	($\frac{1 \text{ 份 } CaCO_3}{10^5 \text{ 份水}}$)	($\frac{1 \text{ 份 } CaCO_3}{10^6 \text{ 份水}}$)
1	2.8	2.91	3.5	5.07	50.1
0.36	1	1.04	1.25	1.79	17.9
0.35	0.96		1.2	1.72	17.2
0.29	0.8	0.83	1	1.43	14.3
0.2	0.56	0.58	0.7	1	10
0.12	0.36	0.38	0.47	0.6	6

1. 格为重量单位等于 0.0622 克

$$1 \text{ 格 } CaCO_3 \text{ (英加仑水)} = \frac{1 \text{ 份 } CaCO_3}{7 \times 10^4 \text{ 份水}}$$

2. 表中的“份”，均以重量计。
3. 德国度相当于在水中含有十万分之一的氯化钙。
4. 英国度相当于在水中含有七万分之一的碳酸钙。
5. 法国度相当于在水中含有十万分之一的碳酸钙。
6. 毫克当量/升：一公升水中含有盐类离子的当量相当于28毫克的氯化钙。

7. 德国度 = $S \times \frac{2.8}{当量}$; 毫克当量/升 = $\frac{S}{当量}$

式中：S — 所求盐类或离子的浓度，毫克/升

$$当量 = \frac{原子量}{原子价} = \frac{分子量}{分子价}$$

22. 气压换算

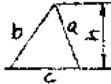
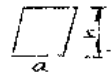
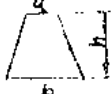
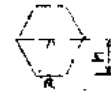


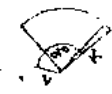
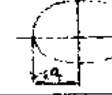
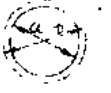
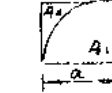
海拔高度 (米)	当地气压 (毫米汞柱)
0	760
100	751
200	742
300	733
400	724
500	716
600	706
700	697
800	690
900	681
1000	674
1500	635
2000	598
2500	544
3000	530
3500	491
4000	470
5000	417

23. 标高系统换算

名 称	标 高 差 (米)
吴淞零点高程 (以最低潮位为零点)	- 0
三新铁路系统	- 10.237
波罗的海系统	+ 10.224
大连零点高程 (以最低潮为零点)	+ 0.534
废黄河零点高程	+ 1.764
黄海平均海面高程 (国家系统)	+ 1.827
1954年黄海平均海面高程	+ 1.911
浙江坎门零点高程 (平均海面)	+ 2.087

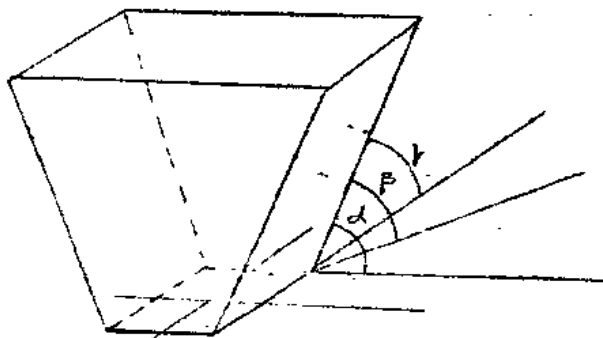
1-1-2. 几何图形计算

A — 面积; S — 侧面积; V — 容积

图 形	编 号	计 算 公 式
(1) 三角形 	(1)	$A = \frac{1}{2} ch$
(2) 平行四边形 	(2)	$A = a \times h$
(3) 梯形 	(3)	$A = \frac{a+b}{2} \times h$
(4) 正多(n)边形 	(4)	$A = h \cdot \frac{a \cdot n}{2}$
(5) 圆形 	(5)	$A = \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$
(6) 弓形 	(6)	$A = \frac{b \cdot r}{2} = \frac{\theta}{360} \pi r^2$
(7) 扇形 	(7)	$A = \frac{r(b-s) + ch}{2}$
(8) 椭圆 	(8)	$A = \frac{\pi}{360} (R^2 - r^2)$
(9) 环形 	(9)	$A = \pi ab$
(10) 抛物线 	(10)	$A_1 = \frac{2}{3} ab$ $A_2 = \frac{1}{3} ab$

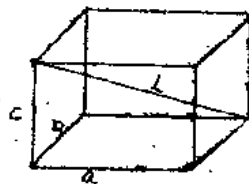
编号	名称	图	计算公式
(11)	截头方锥体		$V = \frac{h}{6} [(2a+a_1)b + (2a_1+a)b]$
(12)	截头圆锥体		$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$
(13)	截头圆锥体		$S = \pi L (R+r)$
(14)	截头圆锥体		$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})$
(15)	截头圆锥体		$V = \pi R^2 \frac{h_1+h_2}{2}$
(16)	截头圆锥体		$S = \pi R (h_1+h_2)$
(17)	截头圆锥体		$V = abh$
(18)	截头圆锥体		$S = 2h(a+b)$
(19)	截头圆锥体		$V = \pi h (R^2 - r^2)$
(20)	截头圆锥体		$V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2)$ $= \frac{\pi h^2}{3} (3r - h)$
(21)	长方体		$S = 2\pi rh = \pi (a^2 + h^2)$
(22)	圆柱体		$V = \frac{2}{3} \pi r^2 h$ $S = \pi r (2h + a)$
(23)	圆柱体		$V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + 3b^2 + h^2)$ $S = 2\pi rh$
(24)	圆柱体		$V = 2\pi^2 Rr^2$ $S = 4\pi^2 Rr$

球壳相交角公式:



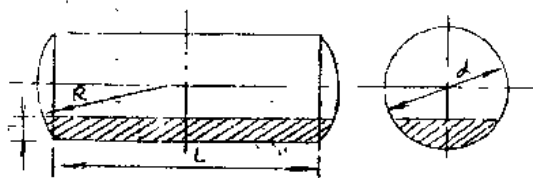
$$\sin \beta = \sin \alpha \times \sin \gamma$$

已知六面体的三边求对角线



$$L = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

貯罐內液体体积计算



貯罐內液体在圆柱体部分的体积： $V_1 = \frac{\pi}{4} d^2 L k$

貯罐內液体在二端碟形部分的体积： $V_2 = 0.2155 h^2 (1.5d - h)$

貯罐內液体总体积： $V = V_1 + V_2$

式中： L —圆柱体长度

d —圆柱体内径

k —系数，决定于 h 和 d 的比例；见下表。

h —貯罐內液体高度。

h/d	k	h/d	k	h/d	k	h/d	k	h/d	k
0.02	0.05	0.22	0.163	0.42	0.399	0.62	0.651	0.82	0.878
0.04	0.013	0.24	0.185	0.44	0.424	0.64	0.676	0.84	0.897
0.06	0.025	0.26	0.207	0.46	0.449	0.66	0.700	0.86	0.914
0.08	0.038	0.28	0.229	0.48	0.475	0.68	0.724	0.88	0.932
0.10	0.052	0.30	0.252	0.50	0.500	0.70	0.748	0.90	0.948
0.12	0.069	0.32	0.276	0.52	0.526	0.72	0.771	0.92	0.963
0.14	0.085	0.34	0.300	0.54	0.551	0.74	0.793	0.94	0.976
0.16	0.103	0.36	0.324	0.56	0.576	0.76	0.816	0.96	0.987
0.18	0.122	0.38	0.349	0.58	0.601	0.78	0.837	0.98	0.995
0.20	0.142	0.40	0.374	0.60	0.627	0.80	0.858	1.00	1.00

1-1-3. 三角函数表

角度	Sin θ	cos θ	tan θ	cot θ	θ
0°00'	0.0000	1.00000	0.0000	∞	90°00'
10'	0029	00000	0029	343.7737	50'
20'	0058	0.99998	0058	171.8254	40'
30'	0087	99996	0087	114.5587	30'
40'	0116	99993	0116	85.9998	20'
50'	0145	99989	0.145	68.7501	10'
1°00'	0.0175	0.99985	0.0175	57.2900	8°00'
10'	0204	99979	0204	49.1039	50'
20'	0233	99973	0233	42.9641	40'
30'	0262	99966	0262	38.1885	30'
40'	0291	99958	0291	34.3678	20'
50'	0320	99949	0320	31.2416	10'
2°00'	0.0349	0.99944	0.0349	28.6365	88°00'
10'	0378	9993	0378	26.4716	50'
20'	0407	9992	0407	24.5418	40'
30'	0436	9990	0437	22.9038	30'
40'	0455	9989	0466	21.4704	20'
50'	0494	9988	0495	20.2056	10'
3°00'	0.0573	0.9986	0.0524	19.0811	87°00'
10'	0552	9985	0553	18.0750	50'
20'	0581	9983	0582	17.1693	40'
30'	0610	9981	0612	16.3499	30'
40'	0640	9980	0641	15.6048	20'
50'	0669	9978	0670	14.9244	10'
4°00'	0.0698	0.9976	0.0699	14.3007	86°00'
15'	0741	9973	0743	13.4566	85°45'
30'	0785	9969	0787	12.7062	30'
45'	0.828	0.9966	0.831	12.0346	15'
θ	cos θ	Sin θ	cot θ	tan θ	角度

角度	Sin θ	cos θ	tan θ	cot θ	θ
5°00'	0.0872	0.9962	0.0875	11.4301	85°00'
15'	0915	9958	0919	10.8829	45'
30'	0959	9954	0963	10.3584	30'
45'	1002	9950	1007	9.9310	15'
6°00'	0.1005	0.9945	0.1051	9.5104	84°00'
30'	1132	9936	1139	8.7769	30'
7°00'	1219	9925	1228	8.1943	83°00'
30'	1305	9914	1317	7.5958	30'
8°00'	0.1392	0.9903	0.1405	7.1854	82°00'
30'	1476	9890	1495	6.672	30'
9°00'	1564	9877	1584	6.3158	81°00'
30'	1650	9863	1673	5.9758	30'
10°00'	0.1736	0.9848	0.1763	5.6713	80°00'
30'	1822	9833	1853	5.3755	30'
10°00'	1908	9818	1944	5.1046	79°00'
30'	1994	9799	2035	4.9152	30'
12°00'	0.2077	0.9781	0.2126	4.7006	78°00'
30'	2164	9767	2217	4.5107	30'
13°00'	2250	9744	2269	4.3315	77°00'
30'	2334	9724	2401	4.1653	30'
14°00'	0.2419	0.9703	0.2493	4.0108	76°00'
30'	2502	9681	2586	3.8667	30'
15°00'	2588	9659	2679	3.7321	75°00'
30'	2672	9636	2773	3.6059	30'
16°00'	0.2756	0.9613	0.2867	3.4874	74°00'
30'	2800	9588	2962	3.3759	30'
17°00'	2924	9563	3057	3.2709	73°00'
30'	2907	0.9537	0.3153	3.1716	30'
θ	cos θ	Sin θ	cot θ	tan θ	角度

角度	Sin θ	cos θ	tan θ	cot θ	θ
18°00'	0.3090	0.9511	0.3249	3.0777	72°00'
30'	3173	9483	3986	2.5087	30'
19°00'	3256	9455	3043	9042	71°00'
30'	3338	9426	3521	8229	30'
20°00'	0.3420	0.9397	0.3640	2.7475	70°00'
30'	3502	9367	3739	6746	30'
21°00'	3584	9336	3839	6061	69°00'
30'	3665	9304	3939	5386	30'
22°00'	0.3746	0.9272	0.4040	2.4751	68°00'
30'	3827	9239	4142	4142	30'
23°00'	3897	9205	4245	3559	67°00'
30'	3969	9171	4348	2988	30'
24°00'		0.9135	0.4452	2.2460	66°00'
30'		9104	4557	1923	30'
25°00'	0.4226		0.4663	2.1445	65°00'
30'	4305	9070	4770	1585	30'
26°00'	0.4304	0.9038	0.4877	2.0503	64°00'
30'	4382	9004	4986	1257	30'
27°00'	0.4540		0.5075	1.9626	63°00'
30'	4617	8970	5206	9210	30'
28°00'	0.4695	0.8937	0.5317	1.8807	62°00'
30'	4772	8902	5430	8018	30'
29°00'	0.4848	0.8900	0.5543	1.8040	61°00'
30'	4924	8864	5682	7075	30'
30°00'	0.5000	0.8660	0.5774	1.7321	60°00'
30'	5075	8610	5890	6917	30'
31°00'	0.5150	0.8572	0.6009	1.6643	59°00'
30'	5225	8526	6128	6319	30'
θ	cos θ	sin θ	cot θ	tan θ	角度

角度	Sin θ	cos θ	tan θ	cot θ	θ
32°00'	0.5299	0.8480	0.6249	1.6003	58°00'
30'	5373	8430	6371	5697	30'
33°00'	0.5446	0.8387	0.6494	1.5399	57°00'
30'	5519	8339	6619	5108	30'
34°00'	0.5592	0.8290	0.6745	1.4826	56°00'
30'	5664	8244	6873	4550	30'
35°00'	0.5736	0.8192	0.7002	1.4281	55°00'
30'	5807	8141	7133	4019	30'
36°00'	0.5878	0.8120	0.7265	1.3764	54°00'
30'	5948	8039	7300	3514	30'
37°00'	0.6018	0.8086	0.7526	1.3270	53°00'
30'	6088	7934	7673	3032	30'
38°00'	0.6157	0.7880	0.7813	1.2799	52°00'
30'	6223	7826	7954	2572	30'
39°00'	0.6293	0.7771	0.8098	1.2409	51°00'
30'	6361	7716	8243	2131	30'
40°00'	0.6428	0.7660	0.8219	1.1918	50°00'
30'	6494	7604	8341	1705	30'
41°00'	0.6561	0.7541	0.8693	1.1504	49°00'
30'	6626	7490	8807	1303	30'
42°00'	0.6691	0.7441	0.9204	1.1106	48°00'
30'	6755	7373	9263	943	30'
43°00'	0.6820	0.7344	0.9625	1.0724	47°00'
30'	6884	7254	9290	6538	30'
44°00'	0.6974	0.7193	0.9657	1.0355	46°00'
30'	7009	7133	9827	476	30'
45°00'	0.7071	0.7071	1.0000	1.0000	45°00'
θ	cos θ	sin θ	cot θ	tan θ	角度

基本公式：
 1. $\sin \theta = \frac{a}{c}$, $\cos \theta = \frac{b}{c}$, $\tan \theta = \frac{a}{b}$, $\cot \theta = \frac{b}{a}$, $\sec \theta = \frac{c}{b}$, $\csc \theta = \frac{c}{a}$
 2. $\sin \theta \cdot \csc \theta = 1$, $\cos \theta \cdot \sec \theta = 1$, $\tan \theta \cdot \cot \theta = 1$
 3. $\sin(90^\circ \pm \theta) = \cos \theta$, $\cos(90^\circ \pm \theta) = \mp \sin \theta$, $\tan(90^\circ \pm \theta) = \mp \cot \theta$, $\cot(90^\circ \pm \theta) = \mp \tan \theta$
 4. $\tan \theta = \sin \theta / \cos \theta$, $\cot \theta = \cos \theta / \sin \theta$

