

建筑结构静力计算手册

《建筑结构静力计算手册》编写组

中国建筑工业出版社

建筑结构静力计算手册

《建筑结构静力计算手册》编写组

中国建筑工业出版社

本书内容包括：一般计算资料、单跨梁、连续梁、板、桁架、拱、等截面刚架内力分析和刚架内力计算公式等八章，以公式图表为主，辅以相应的文字说明，并列有计算实例。

本书可供土建结构设计人员和土建专业大专院校师生参考。

建筑结构静力计算手册

《建筑结构静力计算手册》编写组

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：19 3/4 字数：521 千字

1975年6月第一版 1975年6月第一次印刷

印数：1—56,080册 定价：2.40元

统一书号：15040·3152

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的十大精神鼓舞下，我国社会主义革命和社会主义建设取得了辉煌成就。基本建设战线群众性的设计革命运动，有了新的发展。广大设计人员深入工地和生产现场，同工人相结合，积极采用先进技术，把土建设计工作提高到新的水平。

为了适应设计工作的需要，根据建国以来在设计工作中积累的丰富经验，并参考已出版的建筑设计手册以及国内外有关技术文献，我们编写出这本《建筑结构静力计算手册》。本手册包括：一般计算资料、单跨梁、连续梁、板、桁架、拱、等截面刚架内力分析和刚架内力计算公式等八章，以公式图表为主，辅以相应的文字说明，并列有计算实例。

在本手册编写过程中，为力求公式图表正确无误，第一章的常用数学公式和数学用表，曾根据几种版本作了校核；此外，编入手册的所有公式和数据都经过推导和计算。

但是，因为本手册的内容比较庞杂，计算工作量大，又限于我们的水平，所以，难免有错误和疏漏之处，请广大读者提出批评意见，以便不断改进。

派有关人员参加本手册编写工作的单位有：

第十设计院，

第一机械工业部第八设计院，

冶金工业部北京有色冶金设计院，

第五设计院，

燃料化学工业部煤炭规划设计院，

冶金工业部北京钢铁设计院，

重庆建筑工程学院。

最后，还需说明，在手册编写过程中，清华大学和北京市建筑设计院等单位的同志曾给予支持；采用电子计算机计算的部分，得到交通部电务工程总队、燃料化学工业部煤炭科学研究所、国家建委建筑科学研究所和中国科学院计算技术研究所的帮助；谨在此表示感谢。

《建筑结构静力计算手册》编写组

一九七四年十二月

目 录

第一章 一般计算资料	1
第一节 常用数学公式及常数值	1
一、代数	1
二、平面三角	3
三、双曲线函数	28
四、微分	38
五、积分	39
六、函数展开式	40
七、矩阵	41
八、常用常数值	47
九、常用数表	48
第二节 截面的力学特性	78
一、截面力学特性的计算公式	78
二、各种截面的力学特性表	82
三、T形截面的形心及惯性矩系数表	98
第三节 立体图形计算公式	100
第四节 计算受弯构件变形的用表	104
一、图形相乘法	104
二、虚梁反力表	114
第五节 杆件分段的比值及 ω 的函数表	120
第六节 常用计量单位换算表	126
第二章 单跨梁	128
第一节 概述	128
一、符号说明	128
二、单跨静定梁	128
三、单跨超静定梁	130
四、内力及变位的迭加	134
第二节 单跨梁的内力及变位计算公式	135
一、悬臂梁	135

二、简支梁	142
三、一端简支另一端固定梁	159
四、两端固定梁	172
五、带悬臂的梁	181
第三节 单跨梁的内力系数	184
一、简支梁的弯矩及剪力系数	184
二、梁的固端弯矩系数	186
(一) 均布荷载作用下的固端弯矩系数表	186
(二) 集中及梯形荷载作用下的固端弯矩系数表	188
(三) 三角形荷载作用下的固端弯矩系数表	189
(四) 外加力矩作用下的固端弯矩系数表	190
第四节 其它形式的单跨梁	191
一、圆弧梁的内力计算公式	191
(一) 符号说明	191
(二) 对称及反对称均布荷载作用下任意截面的弯矩及扭矩	192
(三) 对称及反对称集中荷载作用下任意截面的弯矩及扭矩	194
(四) 连续水平圆弧梁在均布荷载作用下的弯矩、剪力及扭矩	198
二、井式梁的最大弯矩及剪力系数	198
三、简支吊车梁的内力计算公式及系数	201
(一) 内力计算公式	201
(二) 内力计算系数表	204
四、下撑式组合梁的内力系数	206
第五节 开口薄壁杆件约束扭转时的内力计算公式	209
一、符号说明	209
二、截面的抗扭特性	211
三、单跨薄壁梁受约束扭转时的内力计算公式	214
四、截面的扇性几何特性	223
第三章 连续梁	227
第一节 概述	227
第二节 弯矩分配法	228
一、一般弯矩分配法	228
(一) 计算步骤	228
(二) 分配系数及传递系数	228
(三) 简化计算处理	229
二、矩形截面直线加腋梁的形常数及载常数	234

(一) 对称直线加腋梁的形常数及载常数表	234
(二) 一端直线加腋梁的形常数及载常数表	236
三、弯矩一次分配法	239
(一) 计算步骤	239
(二) 分配系数及传递系数	239
第三节 三弯矩方程式	241
第四节 等截面连续梁的计算系数	248
一、等跨梁在常用荷载作用下的内力及挠度系数	248
二、各种荷载化成具有相同支座弯矩的等效均布荷载	263
三、不等跨梁在均布荷载作用下的最大内力系数	266
四、等跨梁在支座沉降时的支座弯矩系数	271
第五节 等截面连续梁影响线的纵标值	273
一、等跨梁弯矩及剪力影响线的纵标值	273
二、不等两跨、对称不等三至四跨梁弯矩影响线的纵标值	277
第六节 连续梁其它计算用表	280
一、梁跨内最大弯矩计算公式	280
二、梁跨内最大弯矩处横座标 x_0 的计算公式	283
三、梁在均布荷载作用下的跨内最大弯矩系数	284
四、梁在均布荷载作用下的最大挠度值	286
第四章 板	288
第一节 按弹性理论计算矩形板	288
一、概述	288
二、符号说明	289
三、计算用表	289
(一) 均布荷载作用下的计算系数表	289
(二) 局部均布荷载作用下的弯矩系数表	306
(三) 三角形荷载作用下的计算系数表	308
四、连续板的实用计算方法	324
第二节 按弹性理论计算圆形板及环形板	329
一、概述	329
二、符号说明	330
三、计算公式	331
四、计算用表	343
(一) 圆形板	343
(二) 环形板	346

(三) 悬挑圆形板	350
(四) 圆心加柱的圆形板	352
第三节 按极限平衡法计算四边支承塑性板	355
一、计算假定	355
二、计算公式	356
三、计算用表	358
第五章 桁架	362
第一节 桁架内力的图解法	362
第二节 桁架杆件的长度及内力系数	363
一、说明	363
二、豪式屋架(节间等长)	366
(一) 四节间豪式屋架	366
(二) 六节间豪式屋架	368
(三) 八节间豪式屋架	370
(四) 十节间豪式屋架	372
三、芬克式屋架	376
(一) 四节间芬克式屋架	376
(二) 六节间芬克式屋架	378
(三) 八节间芬克式屋架	382
(四) 十节间芬克式屋架	386
(五) 十二节间芬克式屋架	390
四、六节间折线形屋架	394
五、梯形屋架	396
(一) 八节间端斜杆为上升式的梯形屋架	396
(二) 八节间端斜杆为下降式的梯形屋架	398
(三) 十节间端斜杆为上升式的梯形屋架	400
六、平行弦杆桁架	404
(一) 上升式斜杆的平行弦杆桁架	404
(二) 下降式斜杆的平行弦杆桁架	406
七、下撑式桁架	408
第三节 桁架变位的计算	409
第四节 桁架次应力的计算	410
第五节 五角形屋架	414
一、几何关系与参数	414

二、赘余力公式	115
第六章 拱	417
第一节 概述	417
一、拱的类型及其分析要点	417
二、超静定拱的基本分析法简介	418
三、符号规定	420
第二节 三铰拱	421
第三节 双铰折线拱	424
第四节 抛物线拱	426
一、几何数据及截面变率	426
二、双铰抛物线拱	430
三、无铰抛物线拱	441
第五节 圆弧拱	456
一、拱轴几何数据	456
二、计算公式与系数	458
(一) 集中荷载(任意位置)作用下, 赘余力的公式	458
(二) 内力、反力的计算通式	460
(三) 各种荷载作用下, 赘余力的公式与系数	461
第七章 等截面刚架内力分析	478
第一节 用力法计算刚架	478
一、计算步骤	478
二、简化计算的处理	481
第二节 用变形法计算刚架	488
一、角变位移方程	488
二、应用基本体系及典型方程计算刚架的步骤	490
第三节 用弯矩分配法计算刚架	495
一、无侧移刚架的计算	496
二、有侧移刚架的计算	498
三、单跨对称多层刚架在水平荷载作用下的简化计算	501
(一) 单跨对称矩形刚架	501
(二) 单跨对称斜柱刚架	506
第四节 用迭代法计算刚架	510
一、无侧移多层刚架的计算	510
二、有侧移筒式多层刚架的计算	515

三、复式多层刚架的计算	526
第五节 用近似法计算刚架	533
一、竖向荷载作用下, 多跨多层刚架的分层计算	533
二、水平荷载作用下, 多跨多层刚架的近似计算	536
第八章 刚架内力计算公式	540
第一节 等截面刚架的内力计算公式	540
一、“Γ”形刚架	540
二、“∩”形刚架	546
三、“∧”形刚架	551
四、“∪”形刚架	558
五、“∩”形刚架	566
六、“∩”形刚架(横梁为抛物线形)	572
七、“□”形刚架	578
八、“□”形刚架	584
九、“○”形刚架	587
第二节 变截面门式刚架的内力计算公式	591
一、对称双铰门式刚架	592
二、对称无铰门式刚架	596
三、一端加腋梁的形常数及载常数	604
(一)说明	604
(二)形常数 α 、 β	606
(三)集中荷载作用下的载常数 R^P	608
(四)分布荷载作用下的载常数 R^W	612
(五)集中弯矩作用下楔形构件的载常数	616
参考文献	618

第一章 一般计算资料

第一节 常用数学公式及常数值

一、代 数

(一) 恒等式及因式分解

$$1. (a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2.$$

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

$$3. (a+b)^n = a^n + na^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{2!}a^{n-2}b^2 + \dots + \\ + \frac{n(n-1)\dots(n-r+1)}{r!}a^{n-r}b^r + \dots + nab^{n-1} + b^n.$$

$$4. (a+b+c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ca.$$

$$5. a^2 - b^2 = (a+b)(a-b).$$

$$6. a^3 \mp b^3 = (a \mp b)(a^2 \pm ab + b^2).$$

$$7. a^n - b^n = (a-b)(a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + \\ + ab^{n-2} + b^{n-1}).$$

$$8. a^n - b^n = (a+b)(a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 - \dots + ab^{n-2} - \\ - b^{n-1}), \quad n = \text{偶数}.$$

$$9. a^n + b^n = (a+b)(a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 - \dots - ab^{n-2} + \\ + b^{n-1}), \quad n = \text{奇数}.$$

(二) 指数

$$1. a^m \times a^n = a^{m+n}, \quad 2. a^m \div a^n = a^{m-n}.$$

$$3. (a^m)^n = a^{m \cdot n}, \quad 4. (ab)^m = a^m b^m.$$

$$5. \left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}, \quad 6. a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m.$$

$$7. a^0 = 1, \quad 8. a^{-m} = \frac{1}{a^m}.$$

(三) 一元二次方程

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

它的根:

$$\left. \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} \right\} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

(四) 行列式

$$1. |A| = \begin{vmatrix} a_1 b_1 \\ a_2 b_2 \end{vmatrix} = a_1 b_2 - a_2 b_1.$$

$$2. |A| = \begin{vmatrix} a_1 b_1 c_1 \\ a_2 b_2 c_2 \\ a_3 b_3 c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 c_2 \\ b_3 c_3 \end{vmatrix} - a_2 \begin{vmatrix} b_1 c_1 \\ b_3 c_3 \end{vmatrix} + a_3 \begin{vmatrix} b_1 c_1 \\ b_2 c_2 \end{vmatrix} = \\ = a_1 (b_2 c_3 - b_3 c_2) - a_2 (b_1 c_3 - b_3 c_1) + \\ + a_3 (b_1 c_2 - b_2 c_1).$$

(五) 多元一次方程组

$$\begin{cases} a_1 x + b_1 y + c_1 z = d_1, \\ a_2 x + b_2 y + c_2 z = d_2, \\ a_3 x + b_3 y + c_3 z = d_3, \end{cases}$$

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta}, \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta}, \quad z = \frac{\Delta_z}{\Delta}, \quad (\Delta \neq 0);$$

式中,
$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 b_1 c_1 \\ a_2 b_2 c_2 \\ a_3 b_3 c_3 \end{vmatrix}, \quad \Delta_x = \begin{vmatrix} d_1 b_1 c_1 \\ d_2 b_2 c_2 \\ d_3 b_3 c_3 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 d_1 c_1 \\ a_2 d_2 c_2 \\ a_3 d_3 c_3 \end{vmatrix}, \quad \Delta_z = \begin{vmatrix} a_1 b_1 d_1 \\ a_2 b_2 d_2 \\ a_3 b_3 d_3 \end{vmatrix}.$$

(六) 以10为底的普通对数

$$1. \lg 1 = 0.$$

$$2. \lg(N_1 N_2) = \lg N_1 + \lg N_2.$$

$$3. \lg \frac{N_1}{N_2} = \lg N_1 - \lg N_2. \quad 4. \lg(N^n) = n \lg N.$$

$$5. \lg \sqrt[n]{N} = \frac{1}{n} \lg N.$$

注: 以 e 为底的自然对数或以任何数为底的对数, 均符合上述公式的规律。

6. 以 e 为底的自然对数 (即 $\ln N$) 与以10为底的普通对数 (即 $\lg N$) 间的关系:

$$\ln N = \ln 10 \lg N = 2.30258509 \lg N.$$

$$\lg N = \lg e \ln N = 0.434294482 \ln N.$$

二、平 面 三 角

(一) 三角函数的基本公式

$$1. \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1. \quad 2. \sec^2 \alpha - \operatorname{tg}^2 \alpha = 1.$$

$$3. \operatorname{csc}^2 \alpha - \operatorname{ctg}^2 \alpha = 1. \quad 4. \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}.$$

(二) 两角和及差的三角函数

$$1. \sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta.$$

$$2. \cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta.$$

$$3. \operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}.$$

(三) 半角及倍角的三角函数

$$1. \sin \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}. \quad 2. \cos \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}.$$

$$3. \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha.$$

$$4. \cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

$$= 1 - 2 \sin^2 \alpha$$

$$= 2 \cos^2 \alpha - 1.$$

$$5. \operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

(四) 负角的三角函数

$$1. \sin(-\alpha) = -\sin \alpha. \quad 2. \cos(-\alpha) = \cos \alpha.$$

(五) 三角函数的和及差

$$1. \sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha \pm \beta}{2} \cos \frac{\alpha \mp \beta}{2}.$$

$$2. \cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

$$3. \cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

$$4. \operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha \cos \beta}.$$

(六) 三角函数的乘积

$$1. \sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)].$$

$$2. \cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)].$$

$$3. \sin \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha - \beta) + \sin(\alpha + \beta)].$$

(七) 三角函数的象限换算表

表 1-1

函 数	换 算 角 (度)						
	90 - α	90 + α	180 - α	180 + α	270 - α	270 + α	360 - α
sin	cos α	cos α	sin α	-sin α	-cos α	-cos α	-sin α
cos	sin α	-sin α	-cos α	-cos α	-sin α	sin α	cos α
tg	ctg α	-ctg α	-tg α	tg α	ctg α	-ctg α	-tg α

(八) 特殊角三角函数和三角函数表

特殊角三角函数表

表 1-2

α	sin α	cos α	tg α	ctg α	
0°	0	1	0	∞	90°
15°	$\frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}+1}{2\sqrt{2}}$	$2-\sqrt{3}$	$2+\sqrt{3}$	75°
18°	$\frac{1}{4}(\sqrt{5}-1)$	$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}(5+\sqrt{5})}$	$\sqrt{1-\frac{2}{5}\sqrt{5}}$	$\sqrt{5+2\sqrt{5}}$	72°
$22\frac{1}{2}^\circ$	$\frac{1}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}$	$\sqrt{2}-1$	$\sqrt{2}+1$	$67\frac{1}{2}^\circ$
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$	60°
36°	$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}(5-\sqrt{5})}$	$\frac{1}{4}(\sqrt{5}+1)$	$\sqrt{5-2\sqrt{5}}$	$\sqrt{1+\frac{2}{5}\sqrt{5}}$	54°
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1	45°
	cos α	sin α	ctg α	tg α	α

三角函数表

续表 1-2

$\alpha=0^\circ$	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$		$\alpha=1^\circ$	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$	
0'	0.00000	1.0000	0.00000	∞	60'	0.01745	0.99985	0.01745	57.290	60'	
1	0.00029	0.99971	0.00029	3437.7	59	1	0.01774	0.99984	0.01775	56.350	59
2	0.00058	0.99942	0.00058	1718.9	58	2	0.01803	0.99984	0.01804	55.441	58
3	0.00087	0.99913	0.00087	1145.9	57	3	0.01832	0.99983	0.01833	54.561	57
4	0.00116	0.99884	0.00116	859.44	56	4	0.01861	0.99983	0.01862	53.708	56
5	0.00145	0.99855	0.00145	687.55	55	5	0.01891	0.99982	0.01891	52.882	55
6	0.00174	0.99826	0.00174	572.96	54	6	0.01920	0.99981	0.01920	52.081	54
7	0.00204	0.99797	0.00204	491.11	53	7	0.01949	0.99981	0.01949	51.303	53
8	0.00233	0.99768	0.00233	429.72	52	8	0.01978	0.99980	0.01978	50.548	52
9	0.00262	0.99739	0.00262	381.97	51	9	0.02007	0.99980	0.02007	49.816	51
10	0.00291	0.99710	0.00291	343.77	50	10	0.02036	0.99979	0.02036	49.104	50
11	0.00320	0.99681	0.00320	312.52	49	11	0.02065	0.99979	0.02065	48.412	49
12	0.00349	0.99652	0.00349	286.48	48	12	0.02094	0.99978	0.02095	47.739	48
13	0.00378	0.99623	0.00378	264.44	47	13	0.02123	0.99977	0.02124	47.085	47
14	0.00407	0.99594	0.00407	245.55	46	14	0.02152	0.99977	0.02153	46.449	46
15	0.00436	0.99565	0.00436	229.18	45	15	0.02181	0.99976	0.02182	45.829	45
16	0.00465	0.99536	0.00465	214.86	44	16	0.02210	0.99975	0.02211	45.226	44
17	0.00494	0.99507	0.00494	202.22	43	17	0.02240	0.99975	0.02240	44.638	43
18	0.00524	0.99478	0.00524	190.98	42	18	0.02269	0.99974	0.02269	44.066	42
19	0.00553	0.99449	0.00553	180.93	41	19	0.02298	0.99974	0.02298	43.508	41
20	0.00582	0.99420	0.00582	171.88	40	20	0.02327	0.99973	0.02327	42.964	40
21	0.00611	0.99391	0.00611	163.70	39	21	0.02356	0.99972	0.02357	42.433	39
22	0.00640	0.99362	0.00640	156.26	38	22	0.02385	0.99971	0.02386	41.916	38
23	0.00669	0.99333	0.00669	149.46	37	23	0.02414	0.99971	0.02415	41.410	37
24	0.00698	0.99304	0.00698	143.24	36	24	0.02443	0.99970	0.02444	40.917	36
25	0.00727	0.99275	0.00727	137.51	35	25	0.02472	0.99969	0.02473	40.436	35
26	0.00756	0.99246	0.00756	132.22	34	26	0.02501	0.99969	0.02502	39.965	34
27	0.00785	0.99217	0.00785	127.32	33	27	0.02530	0.99968	0.02531	39.506	33
28	0.00814	0.99188	0.00814	122.77	32	28	0.02559	0.99967	0.02560	39.057	32
29	0.00843	0.99159	0.00843	118.54	31	29	0.02588	0.99966	0.02589	38.618	31
30	0.00873	0.99130	0.00873	114.59	30	30	0.02618	0.99966	0.02618	38.189	30
31	0.00902	0.99101	0.00902	110.89	29	31	0.02647	0.99965	0.02648	37.769	29
32	0.00931	0.99072	0.00931	107.43	28	32	0.02676	0.99964	0.02677	37.358	28
33	0.00960	0.99043	0.00960	104.17	27	33	0.02705	0.99963	0.02706	36.956	27
34	0.00989	0.99014	0.00989	101.11	26	34	0.02734	0.99963	0.02735	36.563	26
35	0.01018	0.98985	0.01018	98.218	25	35	0.02763	0.99962	0.02764	36.177	25
36	0.01047	0.98956	0.01047	95.489	24	36	0.02792	0.99961	0.02793	35.800	24
37	0.01076	0.98927	0.01076	92.908	23	37	0.02821	0.99960	0.02822	35.431	23
38	0.01105	0.98898	0.01105	90.463	22	38	0.02850	0.99959	0.02851	35.069	22
39	0.01134	0.98869	0.01134	88.143	21	39	0.02879	0.99958	0.02880	34.715	21
40	0.01163	0.98840	0.01163	85.940	20	40	0.02908	0.99958	0.02910	34.368	20
41	0.01193	0.98811	0.01193	83.843	19	41	0.02937	0.99957	0.02939	34.027	19
42	0.01222	0.98782	0.01222	81.847	18	42	0.02966	0.99956	0.02968	33.693	18
43	0.01251	0.98753	0.01251	79.943	17	43	0.02995	0.99955	0.02997	33.366	17
44	0.01280	0.98724	0.01280	78.126	16	44	0.03025	0.99954	0.03026	33.045	16
45	0.01309	0.98695	0.01309	76.390	15	45	0.03054	0.99953	0.03055	32.730	15
46	0.01338	0.98666	0.01338	74.729	14	46	0.03083	0.99952	0.03084	32.421	14
47	0.01367	0.98637	0.01367	73.133	13	47	0.03112	0.99951	0.03113	32.118	13
48	0.01396	0.98608	0.01396	71.615	12	48	0.03141	0.99951	0.03143	31.820	12
49	0.01425	0.98579	0.01425	70.153	11	49	0.03170	0.99950	0.03172	31.528	11
50	0.01454	0.98550	0.01454	68.750	10	50	0.03199	0.99949	0.03201	31.241	10
51	0.01483	0.98521	0.01483	67.402	9	51	0.03228	0.99948	0.03230	30.960	9
52	0.01512	0.98492	0.01512	66.105	8	52	0.03257	0.99947	0.03259	30.683	8
53	0.01542	0.98463	0.01542	64.858	7	53	0.03286	0.99946	0.03288	30.411	7
54	0.01571	0.98434	0.01571	63.657	6	54	0.03315	0.99945	0.03317	30.145	6
55	0.01600	0.98405	0.01600	62.499	5	55	0.03344	0.99944	0.03346	29.882	5
56	0.01629	0.98376	0.01629	61.383	4	56	0.03373	0.99943	0.03375	29.624	4
57	0.01658	0.98347	0.01658	60.306	3	57	0.03403	0.99942	0.03405	29.371	3
58	0.01687	0.98318	0.01687	59.266	2	58	0.03432	0.99941	0.03434	29.122	2
59	0.01716	0.98289	0.01716	58.261	1	59	0.03461	0.99940	0.03463	28.877	1
60'	0.01745	0.99985	0.01745	57.290	0'	60'	0.03490	0.99939	0.03492	28.636	0'

	$\cos \alpha$	$\sin \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\alpha=$		$\cos \alpha$	$\sin \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\alpha=$
					89°						88°