

地图投影计算用表

方炳炎 编

测绘出版社

地图投影计算用表

方炳炎 编

测绘出版社

内 容 简 介

本书主要为建立地图的数学基础提供了地球椭圆体的各种常数表。为便于初学地图投影的计算者使用,在第二部分介绍了较常用的地图投影的算例。书末还附录有投影计算和编图工作中较常用的辅助数据换算表。

本书可供测绘生产单位、科研单位与测绘院校参考使用。

地 图 投 影 计 算 用 表

方 炳 炎 编

*

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 16 1/8字数 500千字

1979年8月第一版·1979年8月第一次印刷

印数1—10,200册·定价 1.70 元

统一书号: 15039·新86

前 言

地图投影计算用表是为建立地图数学基础的需要编算的。

本书由三部分组成。

第一部分是附表。这里共有五组表格，主要给出地球椭圆体的一些常数值，即：地球椭圆体曲率半径 M 、 N 、 R 值，纬线半径 r 值，切线长 $N \operatorname{ctg} \varphi$ 及其对数值，经纬线弧长 S_m 和 S_p 值，球面梯形面积 F 值，与等角投影有关的 $\lg U$ 和渐长纬度 D_M 、 D' 值，等角、等面积、等距离球面纬度值。为了计算横轴与斜轴投影的方便，还给出了将地理坐标 φ 、 λ 换算为球面极坐标 A 、 Z 的一组表格。

附表部分的数值全部由电子计算机算出。表值是以纬度 φ 为引数，绝大部分数值是每隔纬度 $5'$ 给出一值。考虑到这样密的数值已够制图应用，所以表中没有给出供内插用的差分值。如果需要得到中间值，可采用线性内插法求出。

第二部分是算例。这里主要介绍各种圆锥、圆柱、方位投影的计算公式和算例，供编制地图过程中计算同类地图投影时参考。关于高斯-克吕格投影，这里给出了计算公式，供编制相应的计算程序运用电子计算机解算。对于求解球面几何的某些问题，也提供了计算公式和算例。

这一部分所列算例皆是用手摇（或电动）计算机、三角函数表和对数表等工具实施的。如果需要运用电子计算机解算，则可根据所提供的计算公式和运算序列编制相应的程序实施。

第三部分是附录。这里所列出的一些数表是投影计算中和地图编绘工作中较常用的数值和换算表。

有一些附表，如地形图图廓大小及图幅面积表、旧国际百万分之一地图投影（改良多圆锥投影）表、高斯投影宽带投影成果表等，因为在《高斯投影图廓坐标表》^[1]和《小比例尺地图投影集（一）》^[2]等书中已经列入，所以本书从略。

本表的计算、校核等工作曾得到高兴奎、关继科、闫大昌等同志的大力协助。对此，编者致以深切的谢忱。

由于缺乏经验和限于水平，书中缺点错误在所难免，敬请读者在使用中多提意见，以便将来补充和修订，使本书更适用于制图工作的实际需要。

编 者

1977年1月

目 录

前 言

I 用表	(1)
符号与公式	(3)
表一 曲率半径 M 、 N 、 R 及其对数值	(5)
纬线半径 r 、 $(1/r)10^{13}$ 及 $\lg r$ 值	
切线长 $N \operatorname{ctg} \varphi$ 及其对数值	
等角表象函数 U 的对数 $\lg U$ 值	
表二 渐长纬度 D_M 、 D' 值	(43)
表三 经线弧长 S_m 、纬线弧长 S_p 和地球椭圆柱体梯形面积 F 值	(51)
表四 地理坐标 φ 、 λ 换算为球面极坐标 A 、 Z 值	(61)
表五 等角、等面积和等距离的球面纬度 φ' 、 φ'' 和 φ''' 值	(171)
II 算例	(173)
第一章 正轴圆锥投影	(175)
§ 1 等角圆锥投影	(175)
一 双标准纬线等角圆锥投影	
二 单标准纬线等角圆锥投影	
三 边纬与中纬线长度变形绝对值相等的等角圆锥投影	
§ 2 等距离圆锥投影	(181)
一 双标准纬线等距离圆锥投影	
二 单标准纬线等距离圆锥投影	
三 边纬与中纬线长度变形绝对值相等的等距离圆锥投影	
§ 3 等面积圆锥投影	(185)
一 双标准纬线等面积圆锥投影	
二 单标准纬线等面积圆锥投影	
三 边纬与中纬线长度变形绝对值相等的等面积圆锥投影	
第二章 方位投影	(191)
§ 4 等角方位投影	(191)
§ 5 等面积方位投影	(194)
§ 6 等距离方位投影	(196)
§ 7 正射投影	(198)
§ 8 球心投影	(200)
§ 9 等距离-透视方位投影	(202)

第三章 圆柱投影	(207)
§ 10 正轴等角圆柱投影	(207)
§ 11 正轴等距离圆柱投影	(210)
§ 12 正轴等面积圆柱投影	(211)
§ 13 横切等角圆柱投影	(213)
§ 14 横切等距离圆柱投影	(215)
§ 15 横切等面积圆柱投影	(217)
第四章 其它计算问题	(219)
§ 16 高斯-克吕格投影的计算公式	(219)
§ 17 确定地球球体半径的几种方法	(220)
§ 18 球面几何的若干计算问题	(220)
一 求通过球面上三个已知点 $(\varphi_1, \lambda_1; \varphi_2, \lambda_2; \varphi_3, \lambda_3)$ 的 等高圈中心的地理坐标 φ_0, λ_0	
二 确定过不在同一直径末端的两已知点 $(\varphi_1, \lambda_1; \varphi_2, \lambda_2)$ 大圆极的地理坐标 φ_0, λ_0	
三 求过已知点 (φ_1, λ_1) 保持方位角 A 的大圆航线方程	
四 求一已知点 $A(\varphi_1, \lambda_1)$ 到另一点 $B(\varphi_2, \lambda_2)$ 的大圆航 线方位角 A 和大圆弧长 τ	
Ⅱ 附录	(227)
一 海里——公里换算表	(228)
二 英尺——米换算表	(230)
三 英里——公里换算表	(232)
四 角度与弧度互换表	(234)
五 角度的度、分、秒互换表	(236)
六 某些长度、面积和角度等单位之间的换算关系	(238)
七 地图投影计算中常用的数学公式	(241)
八 各种常数及其对数值	(250)
九 克拉索夫斯基椭圆体的基本元素值	(251)
参考文献	(252)

I 用 表

符号与公式

a ——地球椭圆柱长半径

b ——地球椭圆柱短半径

α ——地球椭圆柱扁率

$$\alpha = \frac{a-b}{a} = 1 - \sqrt{1-e^2}$$

e ——经线椭圆第一偏心率

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = \frac{e'^2}{1 + e'^2}$$

e' ——经线椭圆第二偏心率

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} = \frac{e^2}{1 - e^2}$$

φ ——地理纬度

λ ——地理经度

W ——第一基本纬度函数

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi} = \frac{V}{\sqrt{1 - e'^2}}$$

V ——第二基本纬度函数

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \varphi} = \frac{W}{\sqrt{1 - e^2}}$$

M ——经线曲率半径

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}} = \frac{a(1 - e^2)}{W^3}$$

N ——卯酉圈曲率半径(法线长)

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}} = \frac{a}{W}$$

R ——平均曲率半径

$$R = \sqrt{MN} = \frac{a\sqrt{1 - e^2}}{1 - e^2 \sin^2 \varphi} = \frac{a\sqrt{1 - e^2}}{W^2}$$

$N \operatorname{ctg} \varphi$ ——切线长

r ——纬线半径

$$r = N \cos \varphi$$

U ——等角表象的函数

$$U = \frac{\operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)}{\operatorname{tg}^r\left(45^\circ + \frac{\psi}{2}\right)}$$

式中 $\sin \psi = e \sin \varphi$

D_M ——渐长纬度(以米计)

$$D_M = \frac{a}{\operatorname{Mod}} \lg U = a \ln U$$

D' ——渐长纬度(以弧分计)

$$D' = \frac{\rho'}{\text{Mod}} \lg U = \rho' \ln U$$

Mod—— $\lg e$, 即 0.434 294 48

$$\rho^\circ = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ.295\ 7795$$

$$\rho' = \frac{360 \times 60'}{2\pi} = 3437'.7468$$

S_m ——经线弧长, 即自赤道起到某一纬度的经线长度

$$S_m = A\varphi + B\sin 2\varphi + C\sin 4\varphi + D\sin 6\varphi + E\sin 8\varphi$$

式中

$$A = 6\ 367\ 558.496 \text{ 米}, \varphi \text{ 以弧度计},$$

$$B = -16\ 036.480 \text{ 米}, C = 16.828 \text{ 米},$$

$$D = -0.022 \text{ 米}, E = 0.000\ 03 \text{ 米}.$$

S_p ——经差为 1° 的纬线弧长

$$S_p = r \cdot \frac{1^\circ}{\rho^\circ} = N \cos \varphi \cdot \frac{1^\circ}{\rho^\circ}$$

F ——地球椭圆体梯形面积, 即指经差为一弧度从赤道到某一纬线的面积

$$F = a^2(1 - e^2) \left[\frac{\sin \varphi}{2(1 - e^2 \sin^2 \varphi)} + \frac{1}{4e} \ln \frac{1 + e \sin \varphi}{1 - e \sin \varphi} \right]$$

A, Z ——球面极坐标的方位角和天顶距

$$\operatorname{tg} A = \frac{\cos \varphi \sin \lambda}{\cos \varphi_0 \sin \varphi - \sin \varphi_0 \cos \varphi \cos \lambda}$$

$$\cos Z = \sin \varphi \sin \varphi_0 + \cos \varphi \cos \varphi_0 \cos \lambda$$

式中 φ_0 为斜(横)轴投影中球面极坐标原点的地理纬度。

φ' ——地球椭圆体在球体上等角表象的球面纬度, 或称等角纬度

$$\operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) = U$$

φ'' ——地球椭圆体在球体上等面积表象的球面纬度, 或称等面积纬度

$$\sin \varphi'' = \frac{F}{R_F^2}$$

φ''' ——地球椭圆体在球体上等距离表象的球面纬度, 或称等距离纬度

$$\varphi''' = \frac{S_m}{R_s}$$

R_F ——等面积球体半径

$$R_F = \sqrt{\frac{a^2}{2} + \frac{b^2}{4e} \ln \frac{1+e}{1-e}}$$

R_s ——等距离球体半径

$$R_s = \frac{2S_m}{\pi}$$

式中 S_m 表示纬度从 0° 到 90° 的经线弧长

说明: 本表暂按克拉索夫斯基(Красовский)椭圆体编算

表 一

曲率半径 M 、 N 、 R 及其对数值
 纬线半径 r 、 $(1/r)10^{13}$ 及 $\lg r$ 值
 切线长 $N_{\text{ctg } \varphi}$ 及其对数值
 等角表象函数的对数值

说明:

1. 本表的引数为纬度 φ ，每隔 $5'$ 给出一值。如果要求中间值，可用线性内插公式。
2. M 、 N 、 R 、 r 及其对数，以米计； $N_{\text{ctg } \varphi}$ 及其对数，以公里计。
3. 回归线与极圈是以2000年计算的。即：回归线的纬度为 $23^{\circ}26'21''.4$ ，极圈的纬度为 $66^{\circ}33'38''.6$ 。

4. 查表举例:

① 求纬度 $\varphi = 53^{\circ}25'$ 之 R 和 $\lg R$ 值。查表即可得 $R = 6\,384\,417.4$ 米， $\lg R = 6.805\,121\,27$ 。

② 求纬度 $\varphi = 27^{\circ}27'.5$ 之 $\lg U$ 值。

由表可查得： $\varphi = 27^{\circ}25'$ 时， $\lg U = 0.214\,892\,77$ ；

$\varphi = 27^{\circ}30'$ 时， $\lg U = 0.215\,600\,86$ 。

则 $\varphi = 27^{\circ}27'.5$ 时， $\lg U = \frac{0.214\,892\,77 + 0.215\,600\,86}{2} = 0.215\,246\,815$ 。

$\varphi: 0^{\circ}-5^{\circ}$

φ	M	N	R	$N \operatorname{ctg} \varphi$	$r = N \cos \varphi$	$(1/r) 10^{13}$
$0^{\circ} 00'$	6 335 552.7	6 378 245.0	6 356 863.0	∞	6 378 245.0	1 567 829.4
05	552.9	245.0	863.1	4 385 355.2	78 238.3	7 831.0
10	553.3	245.2	863.4	2 192 673.0	78 218.2	7 836.0
15	553.9	245.4	863.8	1 461 776.9	78 184.7	7 844.2
20	554.9	245.7	864.5	1 096 327.3	78 137.8	7 855.8
25	556.1	246.1	865.3	877 056.34	78 077.5	7 870.6
30	557.6	246.6	866.3	730 874.67	78 003.8	7 888.7
35	559.3	247.2	867.4	626 458.32	77 916.6	7 910.1
40	561.3	247.9	868.8	548 145.29	77 816.1	7 934.8
45	563.6	248.7	870.3	487 234.47	77 702.2	7 962.8
50	566.2	249.5	872.0	438 505.21	77 574.9	7 994.1
55	570.0	250.5	873.9	398 635.26	77 434.2	8 028.7
1 00	572.1	251.5	876.0	365 409.78	77 280.1	8 066.6
05	575.5	252.6	878.2	337 295.45	77 112.5	8 107.8
10	579.1	253.8	880.7	313 197.02	76 931.6	8 152.3
15	583.0	255.2	883.3	292 311.30	76 737.3	8 200.1
20	587.2	256.6	886.1	274 035.91	76 529.6	8 251.2
25	591.6	258.0	889.0	257 910.21	76 308.5	8 305.6
30	596.3	259.6	892.2	243 575.91	76 074.0	8 363.2
35	601.3	261.3	895.5	230 750.16	75 826.0	8 424.2
40	606.5	263.1	899.0	219 206.68	75 564.7	8 488.5
45	612.0	264.9	902.7	208 762.29	75 290.0	8 556.1
50	617.8	266.8	906.6	199 267.11	75 001.9	8 627.0
55	623.9	268.9	910.6	190 597.34	74 700.4	8 701.2
2 00	630.2	271.0	914.8	182 649.78	74 385.5	8 778.7
05	636.8	273.2	919.2	175 337.79	74 057.2	8 859.5
10	643.6	275.5	923.8	168 588.02	73 715.6	8 943.6
15	650.8	277.9	928.6	162 338.01	73 360.5	9 031.0
20	658.2	280.4	933.5	156 534.21	72 992.0	9 121.7
25	665.8	283.0	938.7	151 130.46	72 610.2	9 215.7
30	673.7	285.6	944.0	146 086.76	72 214.9	9 313.0
35	681.9	288.4	949.5	141 368.26	71 806.3	9 413.7
40	690.4	291.2	955.1	136 944.47	71 384.2	9 517.7
45	699.1	294.1	961.0	132 788.61	70 948.8	9 624.9
50	708.1	297.2	967.0	128 877.02	70 500.0	9 735.5
55	717.4	300.3	973.2	125 188.79	70 037.8	9 849.4
3 00	727.0	303.5	979.6	121 705.28	69 562.2	9 966.6
05	736.7	306.8	986.1	118 409.91	69 073.3	1 570 087.1
10	746.8	310.1	992.9	115 287.81	68 570.9	0 211.0
15	757.2	313.6	999.8	112 325.67	68 055.2	0 338.2
20	767.8	317.2	6 357 006.9	109 511.48	67 526.1	0 468.6
25	778.7	320.8	014.1	106 834.41	66 983.6	0 602.5
30	789.8	324.6	021.6	104 284.68	66 427.7	0 739.6
35	801.2	328.4	029.2	101 853.40	65 858.4	0 880.0
40	812.9	332.3	037.0	99 532.498	65 275.8	1 023.8
45	824.8	336.3	045.0	97 314.607	64 679.8	1 170.9
50	837.0	340.4	053.2	95 193.012	64 070.4	1 321.4
55	849.5	344.6	061.5	93 161.567	63 447.7	1 475.2
4 00	862.3	348.9	070.1	91 214.638	62 811.5	1 632.3
05	875.3	353.2	078.8	89 347.051	62 162.0	1 792.7
10	888.5	357.7	087.7	87 554.044	61 499.2	1 956.5
15	902.1	362.2	096.7	85 831.231	60 822.9	2 123.6
20	915.9	366.9	105.9	84 174.562	60 133.3	2 294.1
25	930.0	371.6	115.4	82 580.292	59 430.3	2 467.9
30	944.3	376.4	125.0	81 044.957	58 714.0	2 645.0
35	958.9	381.3	134.7	79 565.339	57 984.3	2 825.5
40	973.8	386.3	144.7	78 138.456	57 241.2	3 009.4
45	988.9	391.4	154.8	76 761.531	56 484.8	3 196.6
50	6 336 004.3	396.5	165.1	75 431.981	55 715.0	3 387.1
55	020.0	401.8	175.6	74 147.395	54 931.9	3 581.0
5° 00'	6 336 035.9	6 378 407.2	6 357 186.2	72 905.527	6 354 135.4	1 573 778.2

$\varphi: 0^{\circ}-5^{\circ}$

φ	$\lg M$	$\lg N$	$\lg R$	$\lg N \operatorname{ctg} \varphi$	$\lg r$	$\lg U$
$0^{\circ} 00'$	6.801 784 51	6.804 701 20	6.803 242 85	∞	6.804 701 20	0.000 000 00
05	784 52	701 20	242 86	6.642 004 77	700 74	0 627 43
10	784 55	701 21	242 88	340 973 87	699 37	1 254 86
15	784 59	701 22	242 91	164 881 09	697 09	1 882 29
20	784 66	701 25	242 95	039 940 23	693 90	2 509 73
25	784 74	701 27	243 01	5.943 027 49	689 79	3 137 17
30	784 84	701 31	243 07	863 842 91	684 77	3 764 62
35	784 96	701 35	243 15	796 892 18	678 84	4 392 07
40	785 10	701 39	243 25	738 895 69	671 99	5 019 54
45	785 26	701 45	243 35	687 738 01	664 24	5 647 01
50	785 43	701 50	243 47	641 974 76	655 57	6 274 50
55	785 62	701 57	243 60	600 575 71	645 99	6 902 00
1 00	785 84	701 64	243 74	562 780 17	635 49	7 529 52
05	786 07	701 72	243 89	528 010 48	624 08	8 157 05
10	786 32	701 80	244 06	495 817 61	611 76	8 784 60
15	786 58	701 89	244 24	465 845 60	598 53	9 412 17
20	786 87	701 98	244 43	437 807 47	584 38	0.010 039 76
25	787 17	702 09	244 63	411 468 53	569 32	10 667 37
30	787 50	702 19	244 85	386 634 33	553 35	11 295 01
35	787 84	702 31	245 07	363 142 01	536 46	11 922 67
40	788 20	702 43	245 31	340 853 79	518 66	12 550 35
45	788 58	702 55	245 56	319 652 06	499 95	13 178 06
50	788 97	702 68	245 83	299 435 63	480 32	13 805 80
55	789 39	702 82	246 10	280 116 82	459 78	14 433 57
2 00	789 82	702 97	246 39	261 619 16	438 33	15 061 37
05	790 27	703 12	246 69	243 875 53	415 96	15 689 20
10	790 74	703 27	247 01	226 826 72	392 68	16 317 06
15	791 23	703 44	247 33	210 420 23	368 48	16 944 96
20	791 74	703 61	247 67	194 609 27	343 37	17 572 90
25	792 26	703 78	248 02	179 352 01	317 35	18 200 88
30	792 81	703 96	248 38	164 610 85	290 41	18 828 89
35	793 37	704 15	248 76	150 351 90	262 56	19 456 94
40	793 95	704 34	249 15	136 544 50	233 80	20 085 04
45	794 55	704 54	249 54	123 160 81	204 12	20 713 18
50	795 16	704 75	249 96	110 175 50	173 52	21 341 36
55	795 80	704 96	250 38	097 565 43	142 01	21 969 59
3 00	796 45	705 18	250 82	085 309 42	109 58	22 597 87
05	797 12	705 40	251 26	073 388 04	076 24	23 226 19
10	797 81	705 63	251 72	061 783 40	041 99	23 854 57
15	798 52	705 87	252 20	050 479 01	006 82	24 482 99
20	799 25	706 11	252 68	039 459 63	6.803 970 73	25 111 47
25	800 00	706 36	253 18	028 711 17	933 73	25 740 00
30	800 76	706 61	253 69	018 220 53	895 81	26 368 59
35	801 54	706 87	254 21	007 975 55	856 98	26 997 24
40	802 34	707 14	254 74	4.997 964 90	817 23	27 625 94
45	803 16	707 41	255 29	988 178 03	776 56	28 254 70
50	804 00	707 69	255 85	978 605 07	734 98	28 883 52
55	804 85	707 98	256 42	969 236 79	692 48	29 512 41
4 00	805 73	708 27	257 00	960 064 54	649 06	30 141 36
05	806 62	708 57	257 59	951 080 22	604 73	30 770 37
10	807 53	708 87	258 20	942 276 21	559 47	31 399 45
15	808 46	709 18	258 82	933 645 34	513 31	32 028 59
20	809 40	709 50	259 45	925 180 86	466 22	32 657 81
25	810 37	709 82	260 09	916 876 42	418 21	33 287 10
30	811 35	710 14	260 75	908 725 99	369 29	33 916 45
35	812 35	710 48	261 42	900 723 92	319 45	34 545 88
40	813 37	710 82	262 10	892 864 83	268 69	35 175 39
45	814 41	711 16	262 79	885 143 63	217 01	35 804 97
50	815 47	711 52	263 49	877 555 51	164 42	36 434 63
55	816 54	711 87	264 21	870 095 90	110 90	37 064 36
$5^{\circ} 00'$	6.801 817 63	6.804 712 24	6.803 264 93	4.862 760 46	6.803 056 46	0.037 694 18

$\varphi: 5^{\circ}-10^{\circ}$

φ	M	N	R	$N \operatorname{ctg} \varphi$	$r = R \cos \varphi$	$(1/r) 10^{13}$
5° 00'	6 336 035.9	6 378 407.2	6 357 186.2	72 905.527	6 354 135.4	1 573 778.2
05	052.1	412.6	197.1	1 704.276	53 325.5	3 978.8
10	068.6	418.1	208.1	0 541.675	52 502.3	4 182.8
15	085.3	423.7	219.3	69 415.884	51 665.8	4 390.1
20	102.3	429.4	230.6	8 325.179	50 815.9	4 600.8
25	119.6	435.2	242.2	7 267.939	49 952.6	4 814.9
30	137.1	441.1	253.9	6 242.644	49 076.0	5 032.3
35	154.9	447.1	265.8	5 247.862	48 186.1	5 253.1
40	172.9	453.1	277.9	4 282.249	47 282.8	5 477.3
45	191.3	459.3	290.1	3 344.535	46 366.2	5 704.9
50	209.8	465.5	302.6	2 433.525	45 436.2	5 935.8
55	228.7	471.8	315.2	1 548.091	44 492.9	6 170.1
6 00	247.8	478.2	328.0	0 687.167	43 536.3	6 407.8
05	267.2	484.7	340.9	59 849.745	42 566.3	6 648.9
10	286.8	491.3	354.0	9 034.873	41 583.0	6 893.3
15	306.7	498.0	367.4	8 241.650	40 586.4	7 141.2
20	326.9	504.8	380.8	7 469.219	39 576.4	7 392.5
25	347.3	511.6	394.5	6 716.772	38 553.1	7 647.1
30	368.0	518.6	408.3	5 983.539	37 516.5	7 905.2
35	388.9	525.6	422.3	5 268.791	36 466.6	8 166.6
40	410.1	532.7	436.5	4 571.835	35 403.4	8 431.5
45	431.6	539.9	450.9	3 892.012	34 326.8	8 699.7
50	453.3	547.2	465.4	3 228.694	33 236.9	8 971.4
55	475.3	554.6	480.1	2 581.286	32 133.7	9 246.5
7 00	497.6	562.1	495.0	1 949.219	31 017.2	9 525.0
05	520.1	569.6	510.1	1 331.952	29 887.4	9 806.9
10	542.9	577.3	525.3	0 728.968	28 744.3	1 580 092.3
15	565.9	585.0	540.7	0 139.775	27 587.9	0 381.1
20	589.2	592.8	556.3	49 563.902	26 418.2	0 673.3
25	612.8	600.7	572.1	9 000.902	25 235.1	0 968.9
30	636.6	608.7	588.0	8 450.343	24 038.8	1 268.0
35	660.7	616.8	604.1	7 911.818	22 829.2	1 570.5
40	685.0	625.0	620.4	7 384.932	21 606.3	1 876.4
45	709.6	633.2	636.9	6 869.310	20 370.1	2 185.8
50	734.5	641.6	653.5	6 364.594	19 120.6	2 498.7
55	759.6	650.0	670.3	5 870.439	17 857.9	2 815.0
8 00	785.0	658.5	687.3	5 386.514	16 581.8	3 134.7
05	810.6	667.1	704.4	4 912.503	15 292.5	3 457.9
10	836.5	675.8	721.7	4 448.102	13 989.9	3 784.6
15	862.7	684.6	739.2	3 993.022	12 674.0	4 114.7
20	889.1	693.4	756.9	3 546.981	11 344.9	4 448.4
25	915.8	702.4	774.7	3 109.711	10 002.5	4 785.4
30	942.7	711.4	792.8	2 680.955	08 646.8	5 126.0
35	969.9	720.5	810.9	2 260.464	07 277.8	5 470.0
40	997.3	729.7	829.3	1 848.000	05 895.6	5 817.6
45	6 337 025.0	739.0	847.8	1 443.333	04 500.2	6 168.6
50	053.0	748.4	866.5	1 046.243	03 091.4	6 523.1
55	081.2	757.9	885.4	0 656.518	01 669.5	6 881.1
9 00	109.7	767.4	904.4	0 273.953	00 234.2	7 242.6
05	138.4	777.1	923.7	39 898.350	6 298 785.8	7 607.6
10	167.4	786.8	943.0	9 529.520	97 324.0	7 976.1
15	196.6	796.6	962.6	9 167.280	95 849.1	8 348.1
20	226.1	806.5	982.3	8 811.453	94 360.9	8 723.6
25	255.9	816.5	6 358 002.2	8 461.870	92 859.5	9 102.7
30	285.9	826.6	022.3	8 118.364	91 344.8	9 485.3
35	316.1	836.7	042.5	7 780.780	89 816.9	9 871.4
40	346.7	847.0	063.0	7 448.962	88 275.8	1 590 261.0
45	377.4	857.3	083.5	7 122.763	86 721.4	0 654.2
50	408.5	867.7	104.3	6 802.040	85 153.9	1 050.9
55	439.7	878.2	125.2	6 486.656	83 573.1	1 451.2
10° 00'	6 337 471.3	6 378 888.8	6 358 146.3	36 176.476	6 281 979.1	1 591 855.0

$\varphi: 5^{\circ}-10^{\circ}$

φ	$\lg M$	$\lg N$	$\lg R$	$\lg N \operatorname{ctg} \varphi$	$\lg r$	$\lg U$
5° 00'	6.801 817 63	6.804 712 24	6.803 264 93	4.862 760 46	6.803 056 46	0.037 694 18
05	818 74	712 61	265 67	855 545 05	001 11	38 324 08
10	819 87	712 98	266 43	848 445 77	6.802 944 83	38 954 06
15	821 02	713 37	267 19	841 458 86	887 64	39 584 12
20	822 18	713 76	267 97	834 580 78	829 52	40 214 27
25	823 37	714 15	268 76	827 808 12	770 49	40 844 51
30	824 57	714 55	269 56	821 137 66	710 53	41 474 83
35	825 79	714 96	270 37	814 566 29	649 65	42 105 24
40	827 02	715 37	271 20	808 091 06	587 85	42 735 75
45	828 28	715 79	272 03	801 709 15	525 13	43 366 34
50	829 55	716 21	272 88	795 417 86	461 48	43 997 03
55	830 84	716 64	273 74	789 214 59	396 92	44 627 82
6 00	832 15	717 08	274 62	783 096 86	331 43	45 258 70
05	833 48	717 52	275 50	777 062 31	265 02	45 889 68
10	834 83	717 97	276 40	771 108 64	197 68	46 520 76
15	836 19	718 42	277 31	765 233 67	129 42	47 151 94
20	837 57	718 88	278 23	759 435 30	060 24	47 783 22
25	838 97	719 35	279 16	753 711 50	6.801 990 14	48 414 60
30	840 39	719 82	280 11	748 060 35	919 11	49 046 09
35	841 83	720 30	281 06	742 479 97	847 15	49 677 68
40	843 28	720 79	282 03	736 968 56	774 27	50 309 39
45	844 75	721 28	283 01	731 524 40	700 47	50 941 20
50	846 24	721 77	284 01	726 145 81	625 73	51 573 12
55	847 75	722 28	285 01	720 831 20	550 08	52 205 15
7 00	849 27	722 79	286 03	715 579 02	473 50	52 837 29
05	850 82	723 30	287 06	710 387 78	395 99	53 469 55
10	852 38	723 82	288 10	705 256 03	317 55	54 101 93
15	853 96	724 35	289 15	700 182 38	238 19	54 734 42
20	855 55	724 88	290 22	695 165 49	157 89	55 367 03
25	857 17	725 42	291 29	690 204 07	076 68	55 999 77
30	858 80	725 96	292 38	685 296 86	6.800 994 53	56 632 62
35	860 45	726 51	293 48	680 442 65	911 45	57 265 59
40	862 12	727 07	294 59	675 640 26	827 45	57 898 69
45	863 80	727 63	295 72	670 888 56	742 51	58 531 92
50	865 51	728 20	296 85	666 186 46	656 65	59 165 27
55	867 23	728 77	298 00	661 532 89	569 85	59 798 75
8 00	868 97	729 35	299 16	656 926 82	482 13	60 432 36
05	870 73	729 94	300 33	652 367 26	393 47	61 066 11
10	872 50	730 53	301 52	647 853 23	303 88	61 699 98
15	874 30	731 13	302 71	643 383 79	213 36	62 333 99
20	876 11	731 73	303 92	638 958 05	121 91	62 968 13
25	877 93	732 34	305 14	634 575 11	029 53	63 602 41
30	879 78	732 95	306 37	630 234 12	6.799 936 21	64 236 83
35	881 64	733 58	307 61	625 934 26	841 96	64 871 39
40	883 52	734 20	308 86	621 674 70	746 78	65 506 09
45	885 42	734 84	300 13	617 454 68	650 66	66 140 93
50	887 34	735 47	311 41	613 273 42	553 61	66 775 92
55	889 27	736 12	312 70	609 130 18	455 62	67 411 05
9 00	891 22	736 77	314 00	605 024 25	356 70	68 046 33
05	893 19	737 43	315 31	600 954 93	256 84	68 681 76
10	895 18	738 09	316 63	596 921 54	156 04	69 317 34
15	897 18	738 76	317 97	592 923 41	054 31	69 953 06
20	899 20	739 43	319 32	588 959 91	6.798 951 64	70 588 95
25	901 24	740 11	320 68	585 030 39	848 03	71 224 98
30	903 30	740 79	322 05	581 134 26	743 49	71 861 17
35	905 37	741 49	323 43	577 270 91	638 00	72 497 52
40	907 46	742 18	324 82	573 439 78	531 58	73 134 02
45	909 57	742 89	326 23	569 640 29	424 22	73 770 69
50	911 70	743 59	327 65	565 871 89	315 92	74 407 51
55	913 84	744 31	329 08	562 134 06	206 67	75 044 50
10° 00'	6.801 916 00	6.804 745 03	6.803 330 52	4.558 426 26	6.798 096 49	0.075 681 66

$\varphi: 10^\circ - 15^\circ$

φ	M	N	R	$N \operatorname{ctg} \varphi$	$r = N \cos \varphi$	$(1/r) 10^{13}$
10° 00'	6 337 471.3	6 378 888.8	6 358 146.3	36 176.476	6 281 979.1	1 591 855.0
05	503.1	899.4	167.6	5 871.372	80 371.9	2 262.4
10	535.1	910.2	189.0	5 571.219	78 751.5	2 673.3
15	567.4	921.0	210.6	5 275.895	77 117.9	3 087.8
20	599.9	931.9	232.3	4 985.285	75 471.1	3 505.9
25	632.7	942.9	254.3	4 699.275	73 811.1	3 927.5
30	665.8	954.0	276.4	4 417.756	72 137.8	4 352.7
35	699.1	965.2	298.7	4 140.621	70 451.4	4 781.5
40	732.6	976.4	321.1	3 867.768	68 751.9	5 213.9
45	766.4	987.8	343.7	3 599.097	67 039.1	5 649.9
50	800.5	999.2	366.5	3 334.511	65 313.1	6 089.4
55	834.8	6 379 010.7	389.4	3 073.917	63 574.0	6 532.6
11 00	869.3	022.3	412.5	2 817.225	61 821.7	6 979.4
05	904.1	034.0	435.8	2 564.346	60 056.2	7 429.7
10	939.2	045.8	459.3	2 315.194	58 277.6	7 883.7
15	974.5	057.6	482.9	2 069.688	56 485.8	8 341.4
20	6 338 010.0	069.5	506.6	1 827.746	54 680.8	8 802.6
25	045.8	081.5	530.6	1 589.291	52 862.7	9 267.5
30	081.9	093.6	554.7	1 354.247	51 031.4	9 736.0
35	118.2	105.8	579.0	1 122.540	49 187.0	1 600 208.2
40	154.7	118.1	603.4	0 894.098	47 329.5	0 684.0
45	191.5	130.4	628.0	0 668.852	45 458.7	1 163.4
50	228.6	142.8	652.8	0 446.735	43 574.9	1 646.5
55	265.9	155.3	677.7	0 227.681	41 677.9	2 133.3
12 00	303.4	167.9	702.8	0 011.626	39 767.8	2 623.7
05	341.2	180.6	728.1	29 798.507	37 844.6	3 117.9
10	379.2	193.4	753.5	9 588.266	35 908.2	3 615.6
15	417.5	206.2	779.1	9 380.842	33 958.7	4 117.1
20	456.0	219.1	804.9	9 176.180	31 996.1	4 622.3
25	494.7	232.1	830.8	8 974.222	30 020.4	5 131.2
30	533.8	245.2	856.9	8 774.916	28 031.6	5 643.7
35	573.0	258.4	883.2	8 578.208	26 029.7	6 160.0
40	612.5	271.6	909.6	8 384.047	24 014.7	6 680.0
45	652.2	285.0	936.2	8 192.383	21 986.6	7 203.7
50	692.2	298.4	962.9	8 003.168	19 945.4	7 731.2
55	732.5	311.9	989.8	7 816.354	17 891.1	8 262.3
13 00	772.9	325.5	6 359 016.9	7 631.894	15 823.8	8 797.2
05	813.6	339.1	044.1	7 449.745	13 743.3	9 335.9
10	854.6	352.8	071.5	7 269.862	11 649.8	9 878.3
15	895.8	366.7	099.0	7 092.202	09 543.2	1 610 424.4
20	937.2	380.6	126.7	6 916.723	07 423.5	0 974.3
25	978.9	394.6	154.6	6 743.386	05 290.8	1 528.0
30	6 339 020.8	408.6	182.7	6 572.149	03 145.0	2 085.5
35	063.0	422.8	210.9	6 402.975	00 986.2	2 646.7
40	105.4	437.0	239.2	6 235.827	6 198 814.3	3 211.7
45	148.0	451.3	267.7	6 070.666	96 629.4	3 780.5
50	190.9	465.7	296.4	5 907.457	94 431.5	4 353.2
55	234.0	480.1	325.2	5 746.165	92 220.5	4 929.6
14 00	277.4	494.7	354.2	5 586.756	89 996.4	5 509.8
05	321.0	509.3	383.4	5 429.196	87 759.4	6 093.9
10	364.8	524.0	412.7	5 273.453	85 509.3	6 681.8
15	408.9	538.8	442.2	5 119.494	83 246.2	7 273.5
20	453.2	553.7	471.8	4 967.289	80 970.1	7 869.0
25	497.7	568.6	501.6	4 816.808	78 680.9	8 468.4
30	542.5	583.6	531.6	4 668.020	76 378.8	9 071.7
35	587.5	598.7	561.7	4 520.896	74 063.7	9 678.8
40	632.8	613.9	591.9	4 375.408	71 735.6	1 620 289.8
45	678.3	629.2	622.3	4 231.529	69 394.5	0 904.6
50	724.0	644.5	652.9	4 089.231	67 040.4	1 523.4
55	770.0	659.9	683.7	3 948.487	64 673.3	2 146.0
15° 00'	6 339 816.2	6 379 675.4	6 359 714.6	23 809.273	6 162 293.2	1 622 772.5

$\varphi: 10^{\circ}-15^{\circ}$

φ	$\lg M$	$\lg N$	$\lg R$	$\lg N \operatorname{ctg} \varphi$	$\lg r$	$\lg U$
10° 00'	6.801 916 00	6.804 745 03	6.803 330 52	4.558 426 26	6.798 096 49	0.075 681 66
05	918 18	745 75	331 97	54 447 99	6.797 985 36	76 318 97
10	920 38	746 49	333 43	51 098 74	873 29	76 956 46
15	922 59	747 22	334 91	47 478 05	760 28	77 594 11
20	924 82	747 97	336 39	43 885 42	646 33	78 231 94
25	927 07	748 72	337 89	40 320 41	531 43	78 869 93
30	929 33	749 47	339 40	36 782 55	415 59	79 508 10
35	931 61	750 23	340 92	33 271 42	298 81	80 146 44
40	933 91	751 00	342 46	29 786 57	181 08	80 784 96
45	936 23	751 77	344 00	26 327 60	062 40	81 423 66
50	938 56	752 55	345 56	22 894 09	6.796 942 78	82 062 53
55	930 91	753 33	347 12	19 485 64	822 21	82 701 58
11 00	943 28	754 12	348 70	16 101 85	700 70	83 340 82
05	945 67	754 92	350 29	12 742 36	578 23	83 980 24
10	948 07	755 72	351 89	09 406 77	454 82	84 619 84
15	950 49	756 52	353 51	06 094 74	330 46	85 259 63
20	952 92	757 34	355 13	02 805 89	205 15	85 899 61
25	955 38	758 15	356 76	4.499 539 88	078 89	85 539 77
30	957 85	758 98	358 41	96 296 37	6.795 951 68	87 180 13
35	960 33	759 81	360 07	93 075 03	823 52	87 820 68
40	962 84	760 64	361 74	89 875 52	694 41	88 461 42
45	965 36	761 48	363 42	86 697 52	564 34	89 102 36
50	967 90	762 33	365 11	83 540 73	433 33	89 743 49
55	970 45	763 18	366 81	80 404 83	301 35	90 384 82
12 00	973 02	764 04	368 53	74 289 52	168 43	91 026 35
05	975 61	764 90	370 26	74 194 51	034 55	91 668 08
10	978 22	765 77	371 99	71 119 51	6.794 899 71	92 310 02
15	980 84	766 64	373 74	68 064 24	763 92	92 952 15
20	983 48	767 52	375 50	65 028 42	627 18	93 594 50
25	986 13	768 41	377 27	62 011 78	489 47	94 237 05
30	988 81	769 30	379 05	59 014 06	350 81	94 879 80
35	991 50	770 19	380 85	56 034 99	211 19	95 522 77
40	994 20	771 10	382 65	53 074 31	070 61	96 165 95
45	996 93	772 00	384 46	50 131 79	6.793 929 07	96 809 34
50	999 67	772 92	386 29	47 207 16	786 57	97 452 95
55	6.802 002 42	773 83	388 13	44 300 20	643 11	98 096 77
13 00	005 19	774 76	389 98	41 410 66	498 69	98 740 82
05	007 98	775 69	391 84	38 538 31	353 31	99 385 07
10	010 79	776 62	393 71	35 682 93	206 96	0.100 029 56
15	013 61	777 56	395 59	32 844 30	059 65	00 674 26
20	016 45	778 51	397 48	30 022 19	6.792 911 38	01 319 18
25	019 31	779 46	399 38	27 216 39	762 14	01 964 33
30	022 18	780 42	401 30	24 426 68	611 94	02 609 71
35	025 07	781 38	403 23	21 652 87	460 77	03 255 32
40	027 97	782 35	405 16	18 894 75	308 63	03 901 15
45	030 89	783 33	407 11	16 152 12	155 52	04 547 22
50	033 83	784 30	409 07	13 424 78	001 45	05 193 52
55	036 78	785 29	411 04	10 712 54	6.791 846 41	05 840 06
14 00	039 76	786 28	413 02	08 015 22	690 40	06 486 83
05	042 74	787 27	415 01	05 332 62	533 42	07 133 83
10	045 74	788 28	417 01	02 664 57	375 46	07 781 08
15	048 76	789 28	419 02	00 010 89	216 54	08 428 57
20	051 80	790 29	421 05	4.397 371 39	056 64	09 076 30
25	054 85	791 31	423 08	94 745 91	6.790 895 77	09 724 27
30	057 92	792 33	425 13	92 134 28	733 93	10 372 49
35	061 00	793 36	427 18	89 536 33	571 11	11 020 96
40	064 10	794 40	429 25	86 951 90	407 31	11 669 67
45	067 22	795 43	431 33	84 380 82	242 54	12 318 64
50	070 35	796 48	433 41	81 822 93	076 79	12 967 85
55	073 50	797 53	435 51	79 278 09	910 07	13 617 32
15° 00'	6.802 076 66	6.804 798 58	6.803 437 62	4.376 746 13	6.789 742 36	0.114 267 05