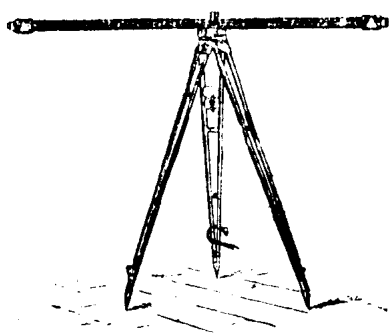


基綫尺測距表

陈英銀 編

1962.11. 卷



人民鐵道出版社

本書介紹了一種用經緯儀和基綫尺，根據角度的余切關係測量水平距離的方法。並附有基綫尺長為4米時的測量距離的計算表。採用這種方法測量距離，不必再作繁重的直接丈量工作，可以大大減輕勞動強度和提高工作效率，在困難地區進行勘測時，效果更為顯著。

本書可供鐵路、公路勘測和施工部門中的技術人員、測量工作人員等參考使用。



基 綫 尺 測 距 表

陳英銀 編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010號

新 華 書 店 發 行

人民鐵道出版社印刷廠印

書號 1678 開本 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 1 $\frac{1}{2}$ 字數 3

1960年4月第1版

1960年4月第1版第1次印刷

印數 0,001—7,000 冊

統一書號：15043·1208 定價(8) 0.16 元

基綫尺測距表

用經緯儀測讀基綫尺兩端所截的夾角，由所測角度和基綫尺長度，計算出自儀器到基綫尺的水平距離的方法稱為基綫尺測距法。因現代測角儀器日趨精密，計算所得的水平距離精度可達 $\frac{1}{2000} \sim \frac{1}{5000}$ 。採用角度測距不用拉鋼尺丈量距離，即大大減輕了繁重的體力勞動，特別是在起伏大的山岳地區和障礙物（稻田、泥塘）多的地區，以及沼澤地帶，使用該方法直接量水平距離，不僅工作進展極為迅速，而且還可以得到較高的精度。

一、基綫尺測距的原理

用一固定長度的基綫尺，橫置于水平位置，並與儀器視線相垂直，用儀器測該尺兩端所夾的水平角，即可計算由儀器中心到基綫尺中間的水平距離。

如圖1： AB 為基綫尺，長度為 b ，垂直於儀器視線方

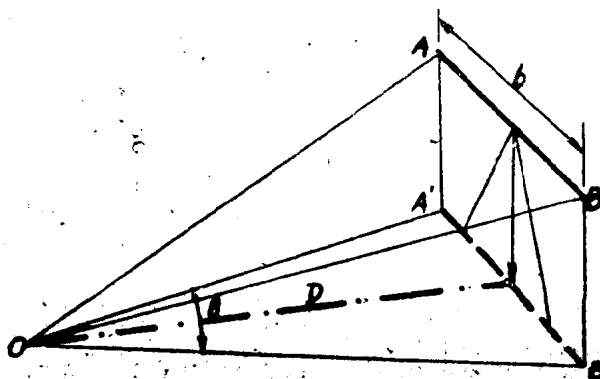


圖 1

向， O 为仪器中心。 θ 为由 O 到 AB 的夹角，由仪器到标尺的水平距离可由下式计算：

$$D = \frac{b}{2} \cot \frac{\theta}{2}$$

二、保证精度的要求

用角度测得的水平距离的精确度，须视下列条件而定：

1. 基线尺的长度准确无误；
2. 基线尺的位置应与仪器视线相垂直且保持水平；
3. 采用能读 2 秒以上的经纬仪按复测法观测。

根据实地施测分析，如果所用的基线尺长度没有误差，测角的误差是 ± 1 秒，影响距离的误差如下式（与 Ackertl 的实验相符）：

$$d \text{ 为距离以米计， } 100 \text{ 米以内 } m_0 = \pm \frac{d}{4} \text{ (毫米)}$$

$$100 \text{ 米以上 } m_0 = \pm \left(\frac{d}{20} \right)^2 \text{ (毫米)}$$

表 1

每 段 距 离 (米)	誤 差 (米)	相 对 誤 差 (比例)
100	0.025	$\frac{1}{4000}$
200	0.100	$\frac{1}{2000}$
400	0.400	$\frac{1}{1000}$
600	0.90	$\frac{1}{660}$
800	1.60	$\frac{1}{500}$
1000	2.50	$\frac{1}{400}$

由此可知，距离的误差是与距离的平方成正比的。在各种不同的距离用角度测距所得的精度如表 1。

由上表看到，可以根据不同的精度要求来选择每段施测的长度，例如将 1000 米距离分成 10 段施测，精度可达 $\frac{1}{12,600}$ ，而全段作一次测定时精度仅为 $\frac{1}{400}$ 。

总距离 1000 米测角误差为 $\pm 1''$

表 2

所分段数	每段长度	平均总误差	相对误差
1	1000	$\sqrt{1} \times 2.5 = \pm 2.5$	$\frac{1}{400}$
2	500	$\sqrt{2} \times 0.63 = \pm 0.89$	$\frac{1}{1120}$
5	200	$\sqrt{5} \times 0.10 = \pm 0.22$	$\frac{1}{4540}$
10	100	$\sqrt{10} \times 0.025 = \pm 0.079$	$\frac{1}{12600}$

从上面对精度的讨论看到，观测距离愈短精度愈高，原因是什么呢？由于角度测距的公式距离函数的变数是余切函数值。即

$$D = \frac{b}{2} \cot \frac{\theta}{2} \quad D = f(\cot \theta)$$

余切值由 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的变化是由无穷大向零变化，当角度值愈小，每秒函数值的差愈大，随之所影响的距离误差也愈大；当角度值愈大，每秒函数值的差愈小，随之所影响的距离误差也愈小。为了提高施测距离的精度，减少由余切函数值的差所引起的距离误差，应设法增大夹角。若基线尺长度不变，增大夹角的办法，就是把每段施测距离缩短，如图 2：角 θ_1 大于角 θ_2 。

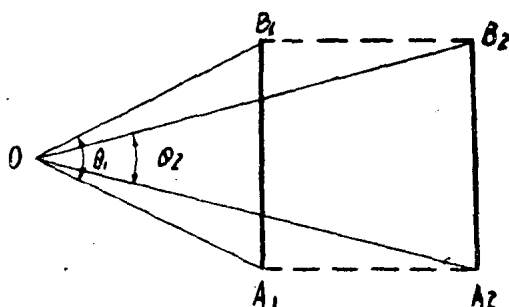


图 2

若每段施测距离不变，要增大夹角必然加长基线尺，如图 3：角 θ_2 大于角 θ_1 。基线尺愈长，对于尺长相对误差的精度和量角相对误差的精度都必然提高。由于篇幅所限，对各种长度基线尺的量距精度不予讨论，仅将由角度测距表查得 4 米与 2 米基线尺量角误差为 $\pm 1''$ 所影响的距离误差列表比较如下（见表 3）。

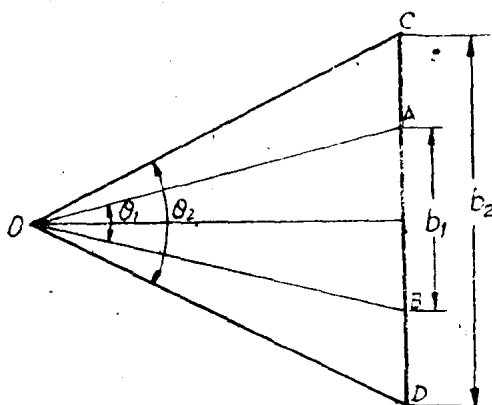


图 3

上面讨论说明，基线尺愈长精度愈高，但太长携带非常不方便。目前使用的进口万能经纬仪，配件中附有 2 米长的钢钢

誤 差 比 較 表

表 3

每段距离	2 米 基 綫 尺		4 米 基 綫 尺	
	誤 差	相 对 誤 差	誤 差	相 对 誤 差
100	0.025	$\frac{1}{4,000}$	0.01	$\frac{1}{10,000}$
200	0.10	$\frac{1}{2000}$	0.05	$\frac{1}{4000}$
400	0.39	$\frac{1}{1020}$	0.20	$\frac{1}{2000}$
800	1.55	$\frac{1}{516}$	0.77	$\frac{1}{1040}$
1000	2.42	$\frac{1}{413}$	1.21	$\frac{1}{826}$

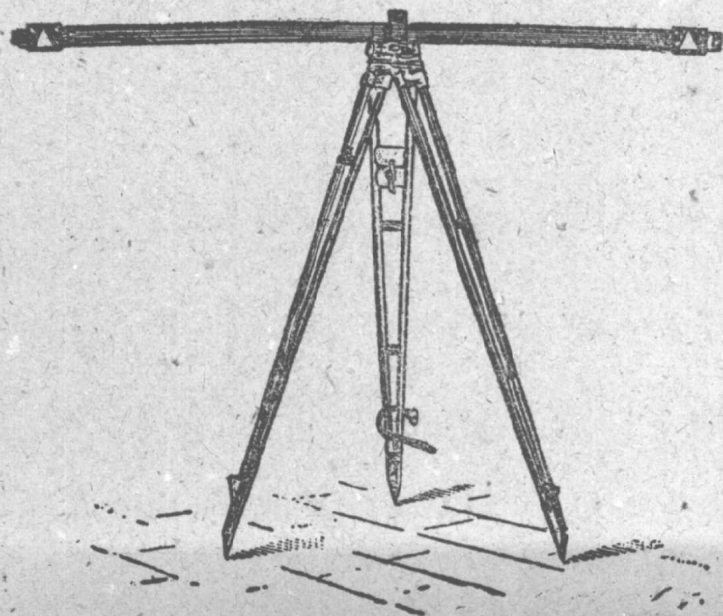


图 4

管(如图4)。铁道部第一设计院自制木质基线尺长度为4米,使用效果良好,但寿命较短,其构造如图5。

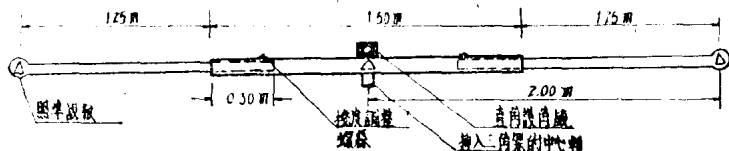


图 5

由三节相连,抽拉接头,中间一节长1.50米,两端各1.25米,不用时推在一起只有1.60米长,携带方便。由于尺子是三节相连,遇到陡岩地区或视线条件受到限制时,可以展开一半施测,如图6。

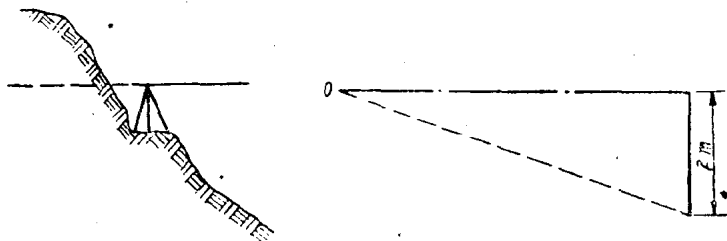


图 6

直角设角镜,用普通水银反光镜与尺向成 45° 的倾角,给司尺者瞄准视线方向用(如图7)。尺端照准规板可以移动,以

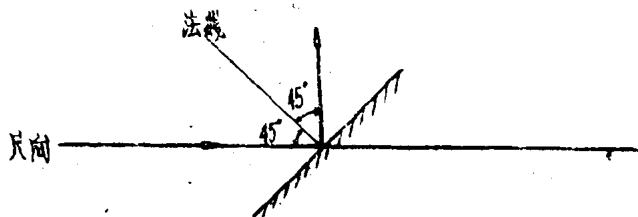


图 7

調整長度。尺的前後兩面均刻有一分米的視距刻划，便于在測距時復核整10米或百米用。

第一設計院自制的另一種木質基綫尺如圖8，與前一種不同的是方向瞄準用方向架，接頭用插銷套管，杆為圓形，受風的阻力甚小是一優點。

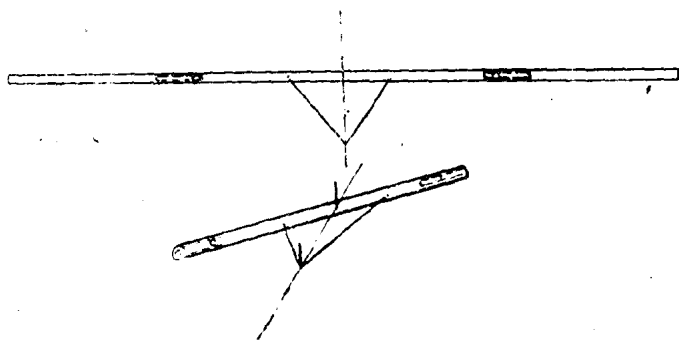


圖 8

基綫尺所用材料以不受溫度影響者為好，上面討論到鋼，膨脹係數約為鋼的 $\frac{1}{30}$ ；硬木質伸縮率也很小。在鐵路測量中使用硬木基綫尺，影響尺長的誤差，並不能為普通經緯儀量角時所察覺。木質尺長度的校核，可用鋼卷尺。為了更正確校核基綫尺長度，可以在野外量距校核。選擇平坦、寬敞、沒有障礙物的地塊，氣候條件正常，用鋼尺丈量100~150米長的一段距離釘桩。然後安上經緯儀與基綫尺進行施測，將其結果與根據距離計算的夾角核對，這種施測應用多次復測法取其平均值。核對結果，如施測角大於計算角，說明基綫尺長度大於製造長度；如施測角小於計算角，說明基綫尺長度小於製造長度。根據比較角的大小又可計算出基綫尺的調整長度。例如：基綫尺製造長度為4米，地面兩桩間的距離是130米，計算夾角為 $1^{\circ}45'46''$ 。

多次复测平均夹角为 $1^{\circ}45'50''$ ，查得 $\cot \frac{1^{\circ}45'50''}{2}$ 函数值为 64.96。

$$\frac{130.00}{64.96} = 2.0012 \text{ 米}$$

$$\text{基线长} = 2 \times 2.0012 = 4.0024$$

比制造长度大 2.4 毫米，此数为调整值。

基线尺长度的校正应在方向瞄准器校正后进行。如基线尺不与仪器视线相垂直，影响距离误差如图 9。设基线长为 4 米，与仪器视线垂直位置成倾角 b ，使尺的长度减短 3 厘米，又设夹角为 2 度，则影响距离的误差为 7 分米左右。

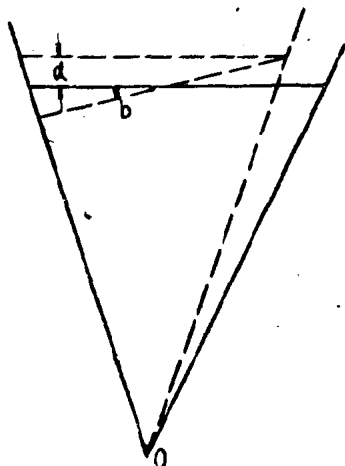


图 9

表的使用法：根据夹角大小，由表中直接查得水平距离。

例如：施测（双）的夹角为 $1^{\circ}20'02''$ 。

从 26 页查得 $1^{\circ}20'02''$ 的水平距离为 171.81 米。

三、施测时注意事项

1. 安平经纬仪要十分仔细，精密光学经纬仪要用伞保护，以免日光照射。如果只是为了量距而置镜，对中可以马虎一些，节省置镜时间。

2. 安置基线尺要细心，并仔细瞄准经纬仪，使尺与视线垂直。观测时观测者应打讯号给司尺者，以免不垂直引起错误。

3. 使用微動螺絲最后要依順時針方向旋轉，以免因彈性疲勞產生誤差。

4. 讀角時要檢查視線是否對准規標，目鏡、物鏡對光要準確，不可有誤差存在。

5. 測角要用正倒鏡各測一次，取其平均值。正倒鏡量角如超過規定誤差應重測。如測量幾次即應幾次平均，以取得更接近實際的角度。

6. 假若距離精度要求很高，不僅分段要短，而且測角也必須多測幾次。如果受到地形限制需要觀測較長的距離，如過河、深溝等，量角應用多次復測，取其平均值到0.5秒。

7. 夾角量好后，查測距表之前應觀測一次視距，以與查表復核，以免大數錯誤，如10米或100米等。

8. 大風或氣候條件惡劣的天氣不能施測。

9. 單臂測距，只有在地形或視線條件受到限制時才使用。且測距不宜過遠，量角次數要增多。如果以量角誤差為 $\pm 1''$ 而論，則距離精度，“單”只有“雙”的一半，即誤差增大一倍。

10. 視線不宜靠近牆垣、路面或其他建築物，以免因折光不同影響測角。

四、勞動組織與工序配合

鐵路測量中的導線測量與道路測量，初測階段導線測量只是為測繪帶狀地形圖而敷設導線或導線網；定測階段的中線測量，需要將所定的鐵路綫敷設到地面上，還要得出地形變化的縱斷面，即地形變化要加樁。下面分別就初測、定測，討論使用角度測距的工序配合。

初測：由對後點者帶一基綫尺連同對點，在基綫尺的三腳架上掛有垂球可用對點量取導線的右角；另配一人專帶基綫

尺，遇到导綫边过长时就把基綫尺加在中間分段施测。这样既不增加經緯儀的量鏡次数，司鏡者在量完导綫的右角之后即进行测距，并把連續里程写在地面標誌桩上。这样的导綫組人員最多5人，在山岳地区工作进展极为迅速。

定測：定測使用角度测距的工序配合形式基本上可分为两种，也可以根据具体条件多样化。一种是量距与中綫加桩分別开，把交（点）中（綫）切（綫）联合作业；一种是把量距夹在中綫作业中，即在中綫进展中遇有困难地段不便拉鏈时才間或使用一次。前一种适合于連續的三四級地形、沼澤地带、稻田泥塘区；后一种适合于間有困难地区。下面仅討論前一种作业。

1. 定綫交点兼量距，控制連續里程

选綫工程师应亲临現場确定交点位置、半徑大小等問題，尽可能取消由初測导綫关系三、五点支距，或偏角支距串直綫定交点的作法。这样既提高了工作效率，又提高了綫路质量。对于一些控制点，或現地定綫难以确定的綫段，从原有导綫关系支出綫路来还是必要的。

选綫人員把交点位置和相互通視点插旗标明，紧跟着的交点組就可以象初測导綫測量一样的迅速前进。前点工作者应该是一个富有測量經驗和具备一定的选綫知識的人，以避免不应有的返工。交点的工作任务不只是釘出控制桩（轉点、交点），和量出每交点的轉向角，同时要用角度测距量出每控制桩間的水平距离。为了鋪設曲綫（打弯道），在曲綫起終点（ HK 、 KK ）和緩和曲綫圓曲綫的分界点（ KHK ）的大致位置处，还要加桩量出距离，把拉鏈工作量減到最低限度。后点工作者应帶有基綫尺，另配一人专帶基綫尺加桩，減少置鏡次数和發揮精密經緯儀的最大效用，即不計仪器有空閒的时间。

得到控制桩间的距离后，就要累计连续里程。根据计算的曲线资料：切线长 (T)、曲线长 (K)，计算出由那一桩号前拉或后退多少距离为 HK 、 KK ，并绘制一张示意图（如图 10）移交下一工序，附带说明在什么桩号置镜，工作量最省又安全。

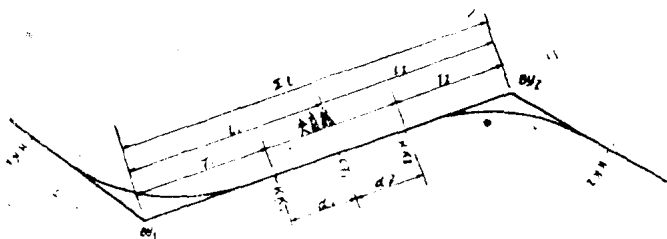


图 10

By_2	$y_n - 20^\circ 00'$	$P - 300$	$T -$
$K -$	$L - 60$	$HK -$	$KK -$

L ——测距所得；

ΣL ——交点间总距离；

d ——订曲线控制桩应拉的距离。

累计里程计算方法如下：

已知： T_1 —— By_1 的切线长

T_2 —— By_2 的切线长

K_1 —— By_1 的曲线长

K_2 —— By_2 的曲线长

HK_1 、 KK_1 —— By_1 曲线起终点里程

应求 HK_2 、 KK_2 —— By_2 曲线起终点里程

计算： $\Sigma L - (T_1 + T_2) = \text{夹直线长度}$

$K \cdot K_1 + (\text{夹直线长}) = HK_2$

$HK_2 + K_2 = KK_2$

野外记录格式建议采用下表格式，交点工作的记录和计算

以及繪制移交給下工序的示意图，必須經過严格的复核以免外业返工。

里程自		至		日期					
置 鏡 點 程	觀 里 測 點 程	水 平 角					視 距	水平距離	草 圖
		度	分	秒	夾角	平均 夾角			

執行者

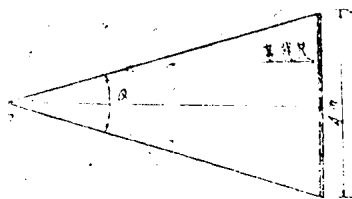
2. 鋪設曲綫与加桩

鋪設曲綫的依据是前一工序移交的示意图，方法与一般方法相同。因总的里程已經控制，对于加桩可以不用鋼尺而改用繩尺。对于个别困难加桩，还可以用視距測量，最好使用橫尺視距，因它消除了大气折光影响。

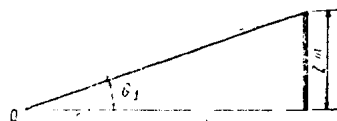
交中切联合作业中，前后工序应錯开一个相当時間，例如一天，便于复核計算交点工序所移交的資料。

●五、基綫尺測距表

本書附有基綫尺为 4.0 米的測距表，系基綫尺全展开量全角所查之表。在陡崖地区或視綫受限制只能半展开，以 2 米測距时，即以所量角度乘 2 再查表。若使用 2 米长鋼鋼基綫尺时，按量角查得表值后再以 2 除之即得水平距离。



基线尺全展开时查表时
用 θ 值



受地形限制，基线尺半展开时查
表时用 $2\theta_1$

图 11

	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'
0	687.54	654.30	625.01	597.36	572.95	550.04	528.83	509.30	491.10	474.16
1	686.97	654.28	624.57	597.43	572.56	549.67	528.54	509.93	490.81	473.39
2	686.40	653.76	624.10	597.00	572.16	549.30	528.20	509.66	490.52	473.62
3	685.83	653.25	623.63	596.57	571.77	548.91	527.86	509.35	490.23	473.35
4	685.26	652.74	623.16	596.14	571.38	548.58	527.52	508.04	489.91	473.08
5	684.69	652.22	622.69	595.71	570.93	548.21	527.18	507.71	489.65	472.80
6	684.12	651.70	622.22	595.28	570.58	547.84	526.85	507.42	489.36	472.54
7	683.56	651.19	621.75	594.85	570.18	547.48	526.51	507.11	489.06	472.27
8	683.00	650.68	621.27	594.42	569.79	547.12	526.18	506.80	488.78	472.00
9	682.43	650.17	620.81	593.99	569.40	546.76	525.85	506.48	488.49	471.73
10	681.86	649.66	620.34	593.56	569.00	546.40	525.51	506.16	488.20	471.46
11	681.30	649.14	619.88	592.14	568.61	546.04	525.18	505.85	487.91	471.19
12	680.74	648.62	619.41	592.72	568.22	545.63	524.85	505.54	487.62	470.92
13	680.18	648.12	618.95	592.29	567.83	545.32	524.51	505.23	487.33	470.65
14	679.62	647.62	618.48	591.86	567.44	545.06	524.18	504.92	487.04	470.38
15	679.06	647.11	618.02	591.44	567.05	544.59	523.84	504.62	486.76	470.11
16	678.50	646.60	617.56	591.02	566.66	544.24	523.51	504.32	486.47	469.84
17	677.95	646.09	617.10	590.59	566.27	543.87	523.18	504.01	486.18	469.58
18	677.40	645.58	616.63	590.16	565.88	543.52	522.85	503.70	485.90	469.32
19	676.84	645.08	616.17	589.74	565.49	543.16	522.53	503.39	485.61	469.05
20	676.28	644.58	615.71	589.32	565.11	542.80	522.19	503.08	485.33	468.78
21	675.72	644.07	615.26	588.90	564.73	542.44	521.85	502.77	485.04	468.51
22	675.16	643.56	614.80	588.48	564.34	542.08	521.52	502.46	484.76	468.24
23	674.61	643.06	614.34	588.06	563.95	541.73	521.19	502.16	484.47	467.98
24	674.06	642.56	613.88	587.64	563.56	541.38	520.86	501.86	484.18	467.72
25	673.51	642.06	613.42	587.23	563.18	541.02	520.54	501.55	483.92	467.45
26	672.95	641.56	612.96	586.82	562.80	540.66	520.22	501.24	483.62	467.18
27	672.42	641.07	612.51	586.40	562.41	540.31	519.89	500.94	483.34	466.92
28	671.88	640.58	612.06	585.98	562.02	539.96	519.56	500.64	483.06	466.66
29	671.33	640.08	611.61	585.56	561.64	539.61	519.23	500.34	482.77	466.40
	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'

0°

	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	
30	670.78	639.58	611.16	585.14	561.26	539.26	518.90	500.04	482.48	466.14	30
31	670.23	639.03	610.70	584.73	560.58	538.90	518.53	499.73	482.20	465.87	31
32	669.68	638.38	610.24	584.32	560.50	538.54	518.26	499.42	481.92	465.60	32
33	669.14	638.00	609.70	583.91	560.12	538.19	517.93	499.12	481.61	465.34	33
34	668.60	637.60	609.34	583.50	559.74	537.84	517.60	498.92	481.36	465.08	34
35	668.06	637.11	608.99	583.08	559.36	537.40	517.23	498.52	481.08	464.82	35
36	667.52	636.62	608.44	582.66	558.93	537.14	516.95	498.22	480.80	464.56	36
37	666.98	636.12	608.00	582.25	558.60	536.70	516.63	497.92	480.52	464.30	37
38	666.44	635.64	607.56	581.84	558.22	536.44	516.30	497.62	480.24	464.04	38
39	665.90	635.15	607.11	581.43	557.85	536.10	515.98	497.32	479.96	463.78	39
40	665.36	634.65	606.66	581.02	557.48	535.76	515.56	497.02	479.68	463.52	40
41	664.83	634.17	606.21	580.61	557.10	535.41	515.34	496.72	479.40	463.26	41
42	664.30	633.68	605.75	580.20	556.72	535.06	515.02	496.42	479.12	463.00	42
43	663.76	633.20	605.32	579.80	556.34	534.71	514.70	496.12	478.84	462.74	43
44	663.22	632.72	604.88	579.40	555.95	534.36	514.38	495.82	478.56	462.48	44
45	662.69	632.23	604.44	578.98	555.59	534.02	514.06	495.52	478.29	462.22	45
46	662.16	631.74	604.00	578.56	555.22	533.68	513.74	495.24	478.02	461.96	46
47	661.63	631.26	603.56	578.16	554.85	533.33	513.42	494.94	477.74	461.70	47
48	661.10	630.78	603.12	577.76	554.48	532.98	513.10	494.64	477.46	461.44	48
49	660.57	630.30	602.68	577.36	554.10	532.64	512.78	494.34	477.19	461.18	49
50	660.04	629.82	602.24	576.93	553.72	532.30	512.46	494.04	476.92	460.92	50
51	659.52	629.34	601.80	576.56	553.35	531.95	512.14	493.75	476.64	460.66	51
52	659.00	628.86	601.36	576.16	552.98	531.60	511.82	493.46	476.36	460.40	52
53	658.47	628.38	600.92	575.76	552.61	531.26	511.50	493.16	476.08	460.15	53
54	657.94	627.90	600.48	575.36	552.24	530.92	511.18	492.86	475.80	459.90	54
55	657.42	627.42	600.04	574.96	551.87	530.58	510.87	492.57	475.54	459.64	55
56	656.90	626.94	599.60	574.56	551.50	530.24	510.56	492.28	475.26	459.38	56
57	656.37	626.47	599.17	574.16	551.14	529.90	510.24	491.93	474.99	459.12	57
58	655.84	626.00	598.74	573.76	550.78	529.56	509.92	491.68	474.72	458.88	58
59	655.32	625.52	598.30	573.36	550.41	529.22	509.61	491.39	474.44	458.62	59