

全国测绘科学技术经验交流会議

資料選編
平面控制三角点加密

建筑工程出版社

出版說明

一九五九年二月在武汉召开的全国測繪科学技术經驗交流會議，广泛地交流了測繪科学技术各方面的先进經驗和技术革新成就。今由大会秘书处組成編輯委員会将有关資料按專業編选汇集，予以出版，以供全国測繪工作者学习参考。

为加快出書時間，本資料迭編由測繪、建筑工程、水利电力、煤炭工业等四个出版社协作出版。

本冊为第四卷（地形測量）第一章（平面控制）第三节，共分为两部分：第一部分介紹联接三个以上已知点的綫形網方法、測角內分点法及其应用的推广、图根三角鎖一次作业和使用高三脚架施測图根点的經驗。第二部分包括綫形鎖的討論、綫形鎖精度的試驗、綫形網平差、綫形鎖簡易和严密平差及精度估算等。

目 录

第一部分 方法与經驗

- 一、联接三个以上已知点的綫形網長江流域规划办公室 (1)
二、在二等三角点內直接插入四等导綫的体会河北省水利厅勘測設計院 (15)
三、測角內分点法及其应用武汉黑色冶金設計院勘察公司 (26)
四、平板仪图解交会法測定平面控制点的若干經驗綜合編寫 (49)
五、森林地区水庫測量中加密測图控制的經驗水利电力部东北勘測設計院 (56)
六、使用高三脚架施測图根点的經驗松辽石油勘探局 (59)

第二部分 線形網和綫形鎖

七、精度估算

- (一)綫形鎖的討論中国人民解放军測繪学院 (61)
(二)关于綫形鎖精度的試驗水利电力部东北勘測設計院 (85)

八、平差計算

- (一)綫形網严密平差的运用云南省水利电力局 (88)
(二)綫形鎖的簡易平差長江流域规划办公室 (95)
(三)綫形鎖的严密平差及精度計算武汉測繪学院 (106)
(四)測角图根左側平差計算用表四川石油管理局地質調查处 (119)

第一部分 方法与經驗

一、联接三个以上已知点的綫形網

长江流域规划办公室

按照国家規定大地測量布点方案，是在二等網內陸續插入三、四等網，而我們施測地形时，还要补充解析图根——五等網。

當我們布置某区的三、四等網时，发现高标的比重仍然很大，不但需要巨額的建标經費，而且材料困难。我們是怎样克服这种困难的呢？

我們測图既然还要五等網，是不是我們直接在二等網內布置五等呢？这样做，不但減少了层次，而且有可能避免高标，毋須高精度仪器；問題是：会不会降低精度，我們認為質量是可以保証的。由此減少了高标，节省了精密仪器，大大地节约了国家的資金。

(一) 線形網的类型和觀測方法

(1) 線形網系許多綫形鎖組成的網形，是用五等三角直接联系到二等，取消了三、四等，其图形的种类如图1~6。

(2) 線形網的边長、角度和造标埋石的規定：

綫形網的边長如为滿足 $1/1$ 万或 $1/5$ 千測图用，其边長為2—5公里。特別情况下边長亦可达10公里，但以接近等边三角形为原則。

綫形網，屬五等三角点，只埋設一层混凝土标石，在标石上用鉛絲树立旗竿，旗竿并涂以紅白漆，直接觀測旗竿。如为保持

2

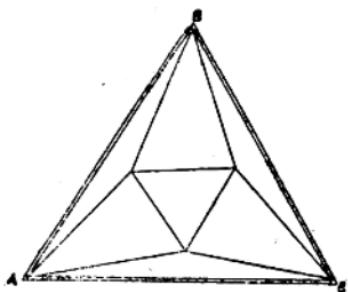


图 1

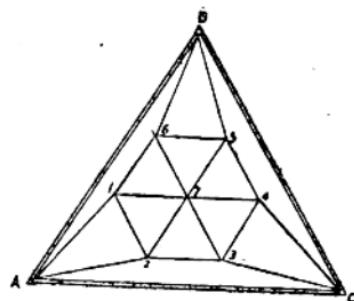


图 2

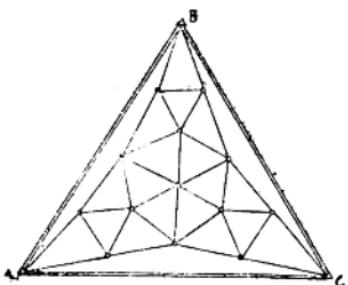


图 3

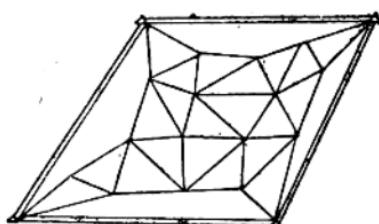


图 4

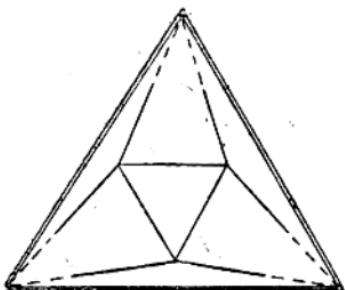


图 5

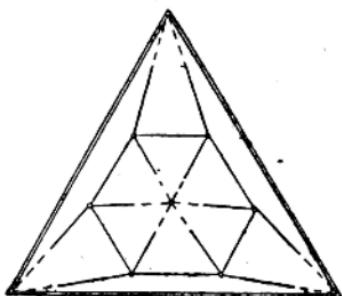


图 6

永久，亦可竖立簡單三脚錐形标，或建造独脚覈标。

如遇困难地区，亦可采用交会綫形網，亦即網中有一部分点用前方交会法，交会綫形網图形如图 5 及图 6。

交会綫形網的优点是：在困难地区可以竖立高竿，用前方交会法，减少选点通视的困难，并可节省觀測工作量；但它的缺点是没有图形条件，其縱向誤差和横向誤差較大，故只在困难地区方可以采用。

(3) 觀測方法：

綫形網均无須直接觀測高級边作为連結边，这样可避免觀測長邊。这种觀測方法叫做不定向的綫形網。

綫形網如为滿足1/5千測图需要，可用 T_2 型仪器觀測3測回，归零差，測回差，两倍照准差变动范围 $15''$ ，三角形閉塞差 $12''$ ，測角中誤差 $5''$ 。

(二) 精 度 討 論

綫形鎖和綫形網推算邊長都不是用直接起算邊，而是將邊長投影到已知邊上，这个投影邊長和已知邊長的差數，就是邊的改正數，如图 7 綫形鎖 $A - a - b - c - d - e - B$ ，按單鎖图形平差（即只加角方程式的平差）的縱向誤差（即 $\overline{A b} + \overline{b d} + \overline{d B}$ 的綫長誤差）为

$$\left(\frac{m}{s}\right)^2 \cdot \frac{4n+3}{9} \quad (1)$$

（上式原理見克拉索夫斯基著“大地測量学”上卷和契巴塔廖夫著“測量学”下卷第二分冊）

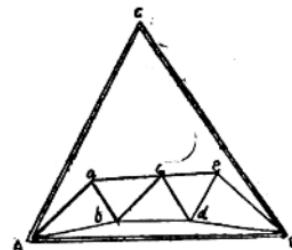


图 7

因綫形鎖起算邊首先是假設的，起算的誤差可認為沒有誤差，故上式沒有考慮起算邊的誤差，但是綫形鎖的邊的改正值系由 AB ($\overline{A b} + \overline{b d} + \overline{d B}$) 求得。設二等三角 AB 边長誤差為 m_{AB} ，綫形鎖 $A b + b d + d B$ 的縱向誤差為 m'_{AB} ，則得綫形

鎖邊長誤差: $m_t^2 = m_{AB}^2 + m'_{AB}^2$,

$$\begin{aligned}\text{即 } \left(\frac{m_t}{AB}\right)^2 &= \frac{(m_{AB})^2}{(AB)^2} + \frac{(m'_{AB})^2}{(AB)^2} \\ &= \left(\frac{m_{AB}}{AB}\right)^2 + \left(\frac{m}{S}\right)^2 \frac{4n+3}{9}.\end{aligned}\quad (2)$$

如按綫形網進行平差，其權數應增加2倍，則得邊長估計公式為：

$$\left(\frac{m_t}{AB}\right)^2 = \frac{(m_{AB})^2}{(AB)^2} + \left(\frac{m}{S}\right)^2 \cdot \frac{4n+3}{18} \quad (3)$$

式中 m 為測角中誤差， n 為間隔邊， $S = 206265$ 。

設二等三角邊長相對中誤差為 $1/100000$ ，五等三角測角中誤差為 $10''$ ，如圖1， $n = 2$ ， $m = 10''$ ，代入(3)式得綫形網邊長相對誤差為：

$$\begin{aligned}\left(\frac{m_t}{AB}\right)^2 &= \left(\frac{1}{100000}\right)^2 + \left(\frac{10}{206265}\right)^2 \cdot \frac{4 \times 2 + 3}{18} \\ \frac{m_t}{AB} &\approx \frac{1}{22000}.\end{aligned}$$

如圖2，綫形網邊長相對誤差為（即 $n = 3$ ）：

$$\frac{m_t}{AB} \approx \frac{1}{22000}.$$

如圖3，綫形網邊長相對誤差為（即 $n = 4$ ）：

$$\frac{m_t}{AB} \approx \frac{1}{20000}.$$

若測角中誤差為 $5''$ ，則得圖1邊長相對中誤差為 $\frac{m_t}{AB} \approx \frac{1}{44000}$ ；圖2邊長相對中誤差為 $\frac{m_t}{AB} \approx \frac{1}{44000}$ ；圖3邊長相對中

誤差為 $\frac{m_t}{AB} \approx \frac{1}{40000}$ 。

从上面精度的論証，当五等三角測角中誤差为 $10''$ ，由图1—3綫形網邊長精度可达 $1/20000$ 。通常我們由三、四等三角加插的五等三角只要求 $1/8000$ ，显然用五等網直接加插于二等三角內，其精度很高，不仅可滿足 $1/10000$ 測圖用，还可以滿足 $1/5000$ 測圖用。如五等測角中誤差为 $5''$ ，則可达 $1/40000$ 以上，更可以滿足 $1/2000$ 大比例尺測圖用。

(三) 綫形網計算

我們現在以实例介紹綫形網計算方法，其中分概略坐标計算及平差計算。目的是想把各种結果比較一下，看看精度情况。这种概略坐标計算，或以角度为对象的坐标平差計算，在节省時間与精度方面，并不是理想的。我們还想用条件平差以及其他方法作进一步的比較，希望在實踐中繼續加以研究和改进。

这个例子是1958年12月觀測的，用威特T₂仪器測三測回，觀測精度不高，測角中誤差为 $\pm 5''.4$ ，三角形最大的閉合差为 $24''$ 。

計算步驟，已分別在每一張計算圖上說明了。下面仅将这次实例采用的四种方法不同之处，簡述一下：

第一二两种方法，为概略計算，不平差。其步驟在图8上計算近似邊長及归心改正数，在图9上計算近似坐标及曲率改正数，在图10或图11上計算坐标。

这两种方法，在图10或图11上計算概略坐标，略有不同。第一种方法在图10上进行，以G—F为結邊（即起始邊），按平面角推算各邊長，从三已知邊方位角推算結邊之方位角，并取中數，按各推算路綫之差數分別改正各邊之方位角。邊長亦向三已知邊投影，求出平均改正系數，以改正各邊長。然后以改正后方位角及邊長，从三已知點推算座標，以G為結點，取权中數，作為最后值，以分別改正各推算路綫之坐标。

第二种在图11上按三根導綫計算各點之坐标。方位角由一已知邊閉塞到另一已知邊，并分配其閉塞差，按改正后方位角及以G—F为起始邊推得之平面邊，計算各點之概略增值，將推算路

計 算 結 果 比 較 表

威名	縱橫			座 标		X		Y		高斯平面		角度改正數 (V)			
	第一种方法	第二种方法	第三种方法	第四种方法						观 测 值		第一法	第二法	第三法	第四法
A	3,268,877.40	3,268,877.38	3,268,877.65	3,268,877.67	3,268,877.67	49	03	33	+ 6	+ 11	+ 1.4	+ 1.5			
B	427,157.77	427,157.96	427,157.70	427,157.69	427,157.69	48	15	24	+ 2	+ 4	- 1.5	- 1.5			
C						82	41	04	- 9	- 16	- 1.0	- 1.0			
W									+ 1						
C	3,272,120.83	3,272,120.78	3,272,120.96	3,272,120.98	3,272,120.98	72	09	10	+ 6	+ 19	+ 0.4	+ 0.5			
B	424,385.46	424,385.45	424,385.69	424,385.70	424,385.70	57	18	18	- 14	- 21	- 1.2	- 1.1			
D						50	32	35	+ 5	- 1	- 2.3	- 2.3			
W									+ 3						
B	3,265,345.20	3,266,345.04	3,266,345.53	3,266,345.56	3,266,345.56	32	58	32	+ 4	+ 11	+ 3.3	+ 3.4			
E	424,224.17	424,224.43	424,224.35	424,224.33	424,224.33	89	37	59	- 6	0	- 1.8	- 1.7			
D						46	23	31	0	- 13	- 3.6	- 3.7			
W									+ 2						

備注

摘要

<i>D</i>	3,268,161.40 421,946.51	3,268,161.30 421,946.37	3,268,161.56 421,946.70	3,268,161.57 421,946.70	52 57 89 19	16 02 +12	-15 -1 +12 +3.7	-12 +2.6 +3.7 +3.7	+2.5 +1.2
<i>E</i>					37 43	37 +8	+18 -1.3	-1.3 -1.2	
<i>F</i>						-5			
<i>W</i>									
<i>D</i>	3,263,402.83 421,820.30	3,263,402.47 421,820.44	3,263,402.95 421,820.31	3,263,402.97 421,820.29	72 21	28 +9	+24 -1.3	-1.3 -1.3	
<i>F</i>					42 47	04 -7	-15 -3.0	-3.0 -2.9	
<i>G</i>					64 51	38 -12	-19 -5.8	-5.8 -5.9	
<i>W</i>						+10			
<i>G</i>	3,267,169.69 418,515.30	3,267,169.62 418,515.05	3,267,169.81 418,515.46	3,267,169.82 418,515.45	61 48	34 +13	-19 +2.1	+2.1 +1.9	
<i>F</i>					38 03	52 -5	-20 +5.6	+5.6 +5.8	
<i>H</i>					89 02	29 -3	+44 -2.7	-2.7 -2.7	
<i>W</i>						-5			
<i>H</i>	3,264,227.01 417,412.17	3,264,226.86 417,412.47	3,264,225.96 417,412.37	3,254,226.97 417,412.36	73 04	49 -25	-8 +0.3	+0.3 +0.3	
<i>F</i>					33 08	52 +7	+1 +1	+4.8 +4.8	
<i>I</i>					73 46	14 +23	+12 -0.1	-0.1 0	
<i>W</i>						-5			

續表

点名	横座标			高斯平面			角度改正数 (V)			备注
	第一种方法	第二种方法	第三种方法	第四种方法	观测值	第一法	第二法	第三法	第四法	
F	3,261,688.65	3,261,688.62	3,261,688.68	3,261,688.68	44 51 07	+ 6	+ 14	+ 2.9	+ 2.8	
J	417,694.04	417,693.98	417,694.00	417,693.99	54 23 44	- 2	+ 9	- 2.3	- 2.1	
I					80 45 10	- 5	- 24	- 1.7	- 1.7	
W					+ 1					
F	3,258,394.75	3,258,394.71	3,258,394.78	3,258,394.77	44 05 47	+ 11	+ 16	+ 6.0	+ 5.9	
K	419,736.94	419,736.98	419,736.96	419,736.96	79 53 19	- 11	- 12	+ 4.4	+ 4.5	
J					56 00 41	+ 13	+ 9	+ 2.6	+ 2.6	
W					- 13					
K	3,259,152.49	3,259,152.35	3,259,152.71	3,259,152.71	59 25 40	+ 2	+ 7	- 1.7	- 1.8	
L	423,495.63	423,495.59	423,495.50	423,495.49	43 01 08	+ 3	+ 4	- 3.8	- 3.7	
J					77 33 22	- 15	- 21	- 4.5	- 4.5	
W					+ 10					

<i>G</i>	3,266,113.47	3,266,113.42	3,266,113.42	3,266,113.42	52	38	17	+10	+46	+6.2	+6.3
<i>H</i>	415,019.04	415,018.86	415,019.24	415,019.24	72	17	59	+7	-14	+0.8	+0.9
<i>M</i>					55	03	36	-9	-24	+1.0	+0.8
<i>W</i>								-8			
<i>M</i>	3,262,467.75	3,262,467.59	3,262,467.43	3,262,467.44	67	16	15	0	+5	-0.7	-0.8
<i>H</i>	414,006.69	414,006.68	414,006.85	414,006.83	65	34	21	-13	-35	-1.8	-1.6
<i>N</i>					47	09	31	+6	-23	-4.6	-4.6
<i>W</i>								+7			
<i>Q</i>					35	43	23	-14	-14	-11.0	-11.1
<i>M</i>					90	28	31	-7	+7	-6.2	-6.3
<i>N</i>					53	48	30	-3	-17	-6.8	-6.6
<i>W</i>								+24			
										3946	13064
										558.35	560.45

綫的增值之代數和與兩已知點縱橫坐標差，求增值改正系數，分別改正增值，依次得出各點縱橫坐標。若仍與已知點縱橫坐標小有不符，按點配賦之。

概略坐標計算方法，第一種精度較高，在投影計算，方位角計算，坐標計算，都是從三個高級點，由三條不同路綫推算結果取中數，並將其不符值加以配賦。惟因計算較繁，是其缺點。

第二種計算簡便，但精度稍遜，因分三條導綫推算只與兩已知點坐標發生聯繫。

第三、四種方法為平差計算。化至標石中心和高斯平面計算與概略計算相同。即近似邊長歸心改正數計算（如圖8）及近似座標曲率改正數計算（如圖9）等工序。

第三種方法，即以近似坐標反解各邊的坐標方位角，與化算至中心的平面角度及近似邊長，進行系數及自由項計算，從而作出誤差方程式法方程式並解算得出坐標及角度改正數。

第四種方法與第三種方法所不同的地方，是反解方位角所用的坐標為概略坐標（即用第一種方法由圖3求得之概略坐標），而不是近似坐標，其他各項計算是一樣的。

上面四種結果比較如上表。

由上表可以看出，第三、四兩種平差方法所得結果基本是一致的。坐標差數最大為±0.03公尺，角度改正數 V 最大差為±0''.2，而我們計算的要求，坐標為公寸，角度為1''。兩種平差方法所求得的平差後測角中誤差及點位中誤差是一樣的，即： $m = \pm 6''.1$ ， $m_x = \pm 0.14$ 公尺， $m_y = \pm 0.17$ 公尺， $m_z = \pm 0.22$ 公尺，因此平差所用的近似坐標，可隨便用什麼方法推算。雖說“這些坐標希望具有這樣的精度，使平差後坐標改正數不超過一公尺”（H. A. 烏爾馬耶夫“三角測量計算手冊”第129頁莫斯科編輯局1932年版），但是我們的坐標只計算到公分。而且綫形網有高級點控制，近似坐標的誤差不會过大。即使坐標改正數大于一公尺，根據我們這次試算的結果，並無影響。

另外，第一種概略坐標與第四種平差後坐標比較，座標最大

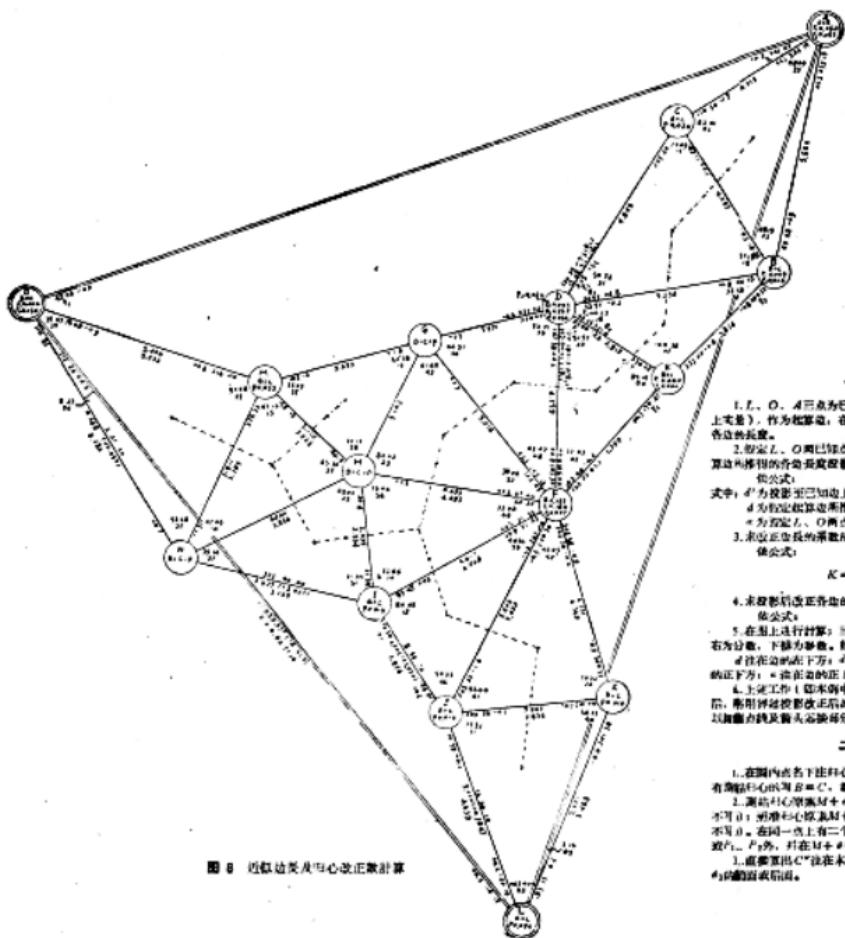


图 8 近似边长及内心改正数计算

說 明

一、近似边长計算

1. L, O, A三点为已知点; 距定 L, O二点距离为5000公尺(在图上量出), 作为为起算边; 在图上计算近似边长 L, O所离最近三边的各边的长度。

2. 距定 L, O两已知点的方位角为 α (即正北方向), 各指定该边边长所得的余弦乘积除以 L-O已知线上。

公式:

$$d = d \cos \alpha$$

文中: d' 为较定 L-O已知边的长度。

d 为较定边长所求得之各边长。

× 为较定 L, O两点为正北方向所求得各边的方位角。

3. 求较定边的系数 K:

公式:

$$K = \frac{d}{d'} \quad (d = L-O已知边长)$$

4. 求较定边改正各边的系数 D:

公式:

5. 在图上进行计算: 三内角分界线部分再注记, 上一端点为角度数, 右方为分度, 下一端点为参数, 如: $45^\circ 01' 45''$ 为 $45^\circ 01' 45''$ 。

d 在图上标出下方, d' 在图上的右下方, 并加括号表示之, D 在图的正下方, L 在图的左下方。

6. 上述工作全部完成后以直尺量取各边长并修正其各边的长度(本例有三三角形中直以直尺量取及量头尺读数部分)。

二、内心改正数计算

1. 在图内点名下注内心点数 r 的数字, 并设以 B, P, M 表明之, 且有 $B = C$, 都皮内心点的等式 $B = C = P$, 且有 r 的不同。

2. 测量内心点数 r, 并在图上注出方向线的下面(图解没有测站和心点不可少), 测量内心点数 r, 并在图上注出方向线的下面(图解如果没有不可少), 在同一点上有两个内心点数的, 应在两个点名下分别注 P_1 , P_2 或 P_1 , P_2 外, 并在图上旁或中间之下加注 P_1 , P_2 或 P_1 , P_2 等。

3. 应将内心 C 放在本图 M + r 的后圆周上, 算出“在另一点上 r 的圆周直径”。

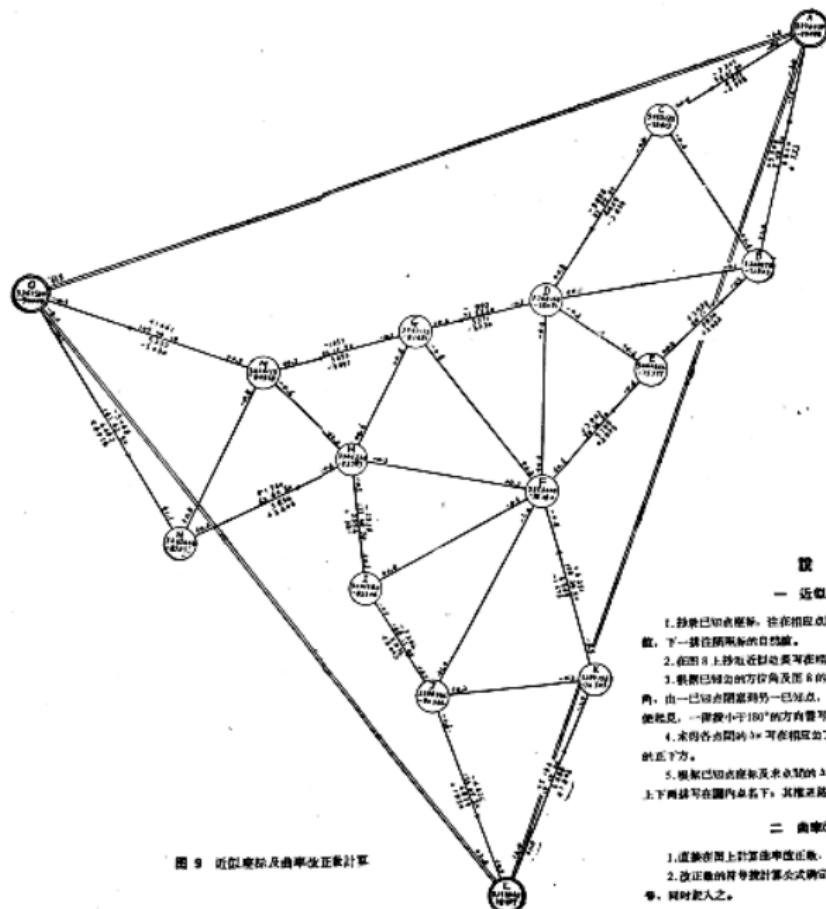


图 9 近似度数及曲率改正数计算

說明

一、近似度数計算

1. 每点已知度数，往在相应点圈内点名了，上一律往接算数的度数，下一律往接算数的自然值。

2. 在图 8 上抄录近似度数在相应点的正下方。

3. 根据已知的方位角及图 8 的测距角，直推在图上。量线推算力收角，由一已知点推算到另一已知点，写在推算点的正上方；注把方向方使此见。一律按小节 180° 的方向带写。

4. 末得各边同时 Δx 写在相应边方位角的正上方， Δy 写在推算点处或其正下方。

5. 抄录已知度数及末求的 Δx 、 Δy 末得各点的坐标座标，同样分上下两栏写在图内点名下，其推算结果与方向角一致，并放首头盖之。

二、曲率改正數計算

1. 直接在图上计算曲率改正数，往在推算方向线端点上方。

2. 改正数的符号计算公式确定，在一个方向线上，可求两端之差，同时起入之。

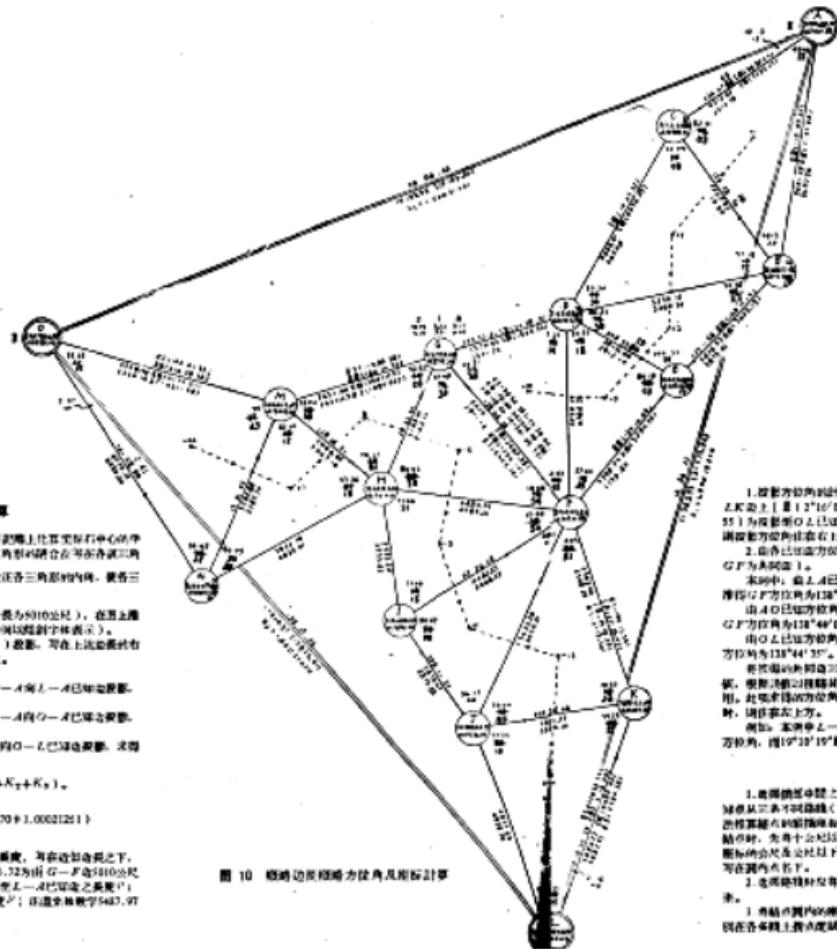


图 10 桥跨边长相等时使用风振系数

说 明

一、桥跨边长计算

1. 如图 1 上所示的以重心为原点正数在斜面上比其重按石中心的半圆方向。当半圆的角移入本图的经三角内，在二角形的顶点在两个各点之间取折正中点。得闭合差数 $\frac{1}{3}$ 分，用以改正各三角形的内角，使各三角形内的之和为 180° 。

2. 以 $O-F$ 为对称轴（如图 1 内所指风向为 50° 的风向），在图上量出有二角形的边长，每边的量得数（本例以厘米为单位表示）。

3. 分别将二边已量得（图 1、图 2、图 3）数据，写在上述量得的数据，并加起来，可以求出 A 、 B 、 C 、 D 表示之。

4. 选取风向角度，求风向修正数：

（1）以 A 端算 $L-A-K-F-G-O-C-I$ 为第一段风向数。

求得 $K_1 = 1.00019234$ 。

（2）以 F 端算 $O-M-G-F-E-Z-I-A$ 为第二段风向数。

求得 $K_2 = 1.00021261$ 。

（3）以 E 端算 $O-M-G-F-K-I-J-O-L$ 为第三段风向数。求得

$K_3 = 1.00023570$ 。

于总风向修正数为： $K' = \frac{1}{3} (K_1 + K_2 + K_3)$ 。

$$\text{求得 } K' = \frac{1}{3} (1.00019234 + 1.00021261 + 1.00023570) = 1.00022744$$

5. 按此式： $D = K'F$ ，计算各边修正后的长度，再连结各点之下，即得本图上一段加上再加斜面上各数 5482.728 由 G — I 算 5310 分别加所推得的长度之和； I 与 (5482.42) 为桥墩至 I 与 G 之距离之差数； I 与 (270.38) 为桥墩至 O 与 G 之距离之差数；由图求得各数 5482.97 为桥墩至改正后的长度 D 。

二、桥面方位计算

1. 按桥方位的计算方法是先求出各点间，桥梁外轮廓与桥梁方向：即如 $Z-K$ 上之 $(12^\circ 10' 10'')$ 为桥墩至 L 与 G 间的方位角； I 与 $(22^\circ 34' 35'')$ 为桥墩至 O 与 G 间的方位角；此数上加同进让过桥梁全长的等分数，即得桥方位在右上方，左上方为左方，以此计算各点方位角（本例时 $G-F$ 为桥梁端点）。

2. 由各点之方位角，以逆时针的次序，推算各点方位角（本例时 $G-F$ 为桥梁端点）。

3. 由 L 端已知为右角起算，自左而右， J 、 J 、 F 等 G 各点。

求得 $G-F$ 方位角为 $12^\circ 44' 10''$ 。

由 A 端已知为左角起算，自右而左， C 、 B 、 E 、 D 、 G 等 F 各点，求得 $G-F$ 方位角为 $21^\circ 44' 04''$ 。

由 O 端已知为右角起算，自 O 指 N 、 M 、 H 、 G 等 F 各点，求得 $G-F$ 方位角为 $12^\circ 44' 30''$ 。

把前项的三个方位角相加（本例为 $12^\circ 44' 10''$ ），作为桥面

桥方位，以桥面方位角之方位角，用以改正之，作为桥梁方位之用。

此即得桥方位角，在此方位的左上方，以此计算各点新等分角时，用以求得各点上方。

例如：本例第一次求上的一次求上的 $12^\circ 44' 10''$ 为桥面方位角，求得各点上方角，即 $12^\circ 44' 10''$ 为改正后方位角。

三、连接计算

1. 本例是在中跨之上的各点（本例中以 G 为端点），分隔成三节已知线从两端开始推算（与方位角的而配一致，即每节所用之线数等于该节各点数之和），并各点依次而下，直到各点之数，直至最后时，先将十公尺以上的数可在图内右下方，将三个分段推算出的数相加之数又从右上方数，往左数的数相减空白，最后将各段的中数写在图内右下方。

2. 本例的计算及计算所得各点各数连结，便得全部推算出的数。

3. 将各点内的等分角中数，与三多线相加推算点的坐标之数，分别在各点上注出度数，用以改正（本例以直立点表示之）。

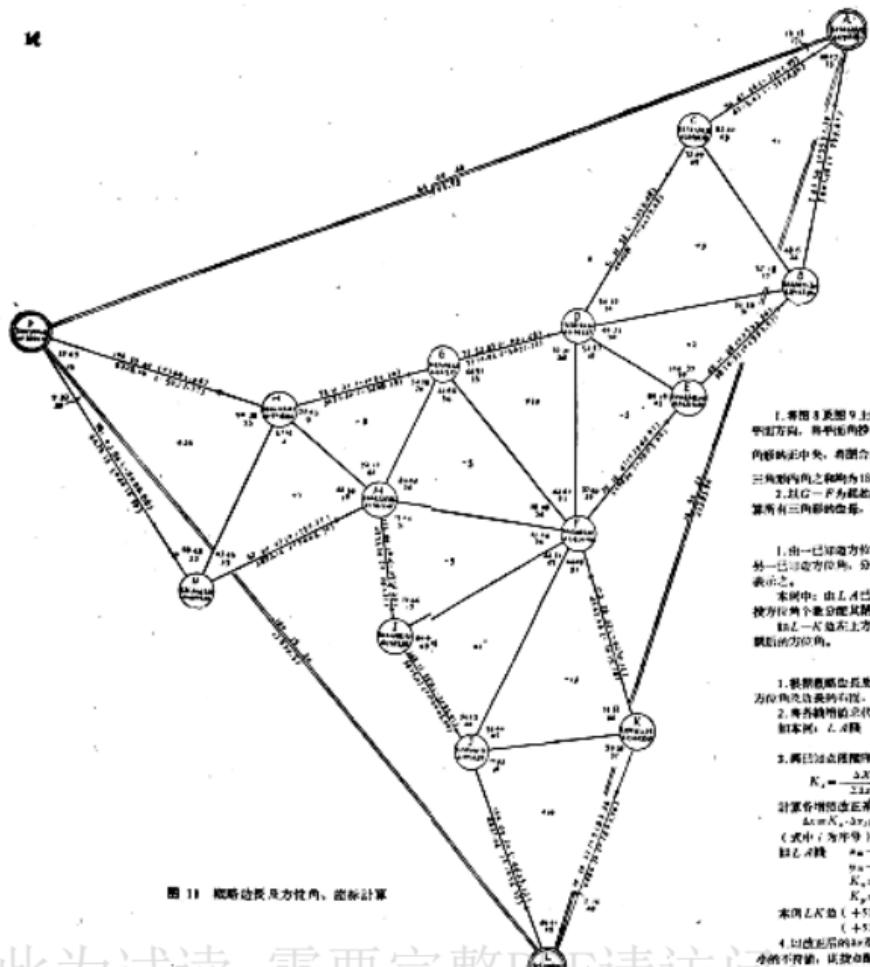


图 11 棱断边长及内角、坐标计算

說 明

一、概略邊長計算

上第图 8 及图 9 上的归心点和改正数，在若哪上化某平面上中心物
平面向方，再由各点抄入本图的相对应点。各三角形的周长在往各该三
角形的正中，看圆合正接 $\frac{1}{3}$ 分度，用红笔改正各三角形的内角，使各
三角形的内角之和均为 180° 。

2. 以 G 一下为起始边（由图 8 内抄得其长度为 5010 公尺），在图上作
出所有三角形的垂线，写在相对应的垂下方。

二、方位角計算

1. 由已知边方向角，以图所示的逆时，想像各点之方位角，即本例
另一已知边方向角，分写在相对应的左上方；其修正数写在图上以箭头
表示之。

本例中：由 I 点已知方向角起算，自上而下，F、E、B 附带至 A、O，
按各段个数合其综合式。

如 E 一点在上方的 $10^\circ 10' 22''$ 为测站 A 方位角， $19^\circ 10' 22''$ 为把
到 E 的方位角。

三、座標計算

1. 根据各点已知坐标的方位角，计算各点之座标增加，写在原有
座标旁及箭头之右，即加数。

2. 将各增加之数代入：

旧本图：E 点算 $23x_{1,2} - 24y_{1,2} + 20455.455$

$23x_{1,2} - 24y_{1,2} = 64217.38$ 。

3. 将已知点座标标注及求得座标增减的代入数，依公式：

$$K_x = \frac{\Delta X}{\Delta Z_{1,2}}, \quad K_y = \frac{\Delta Y}{\Delta Z_{1,2}}$$

计算各增加度数，然后用乘式：

$$\Delta x = K_x \cdot \Delta Z_{1,2}, \quad \Delta y = K_y \cdot \Delta Z_{1,2}$$

(式中 $\Delta Z_{1,2}$ 为开号，计算量之增减，分用红笔注正负之。
目下 A 线：
 $x_1 - x_2 = +20459.78$;
 $y_1 - y_2 = +4218.60$;

$$K_x = +.0001472; \quad K_y = +.0002116,$$

本例去 A 点 $+5282.39$ 及 $(+1801.94)$ 为改正的初步增减。

$$(+5282.39) + (+1801.94) = +7084.33$$

4. 以改正后的 x 及 y 来作点之座标，一般完全无离散点，若有
小的不协调，此即为限界之。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com