

矿山测量计算诺谟图集

苏联 弗·弗·巴甫洛夫等著

煤炭工业出版社

15(3)
4.7-2

矿山測量計算諾謨圖集

苏联 弗·弗·巴甫洛夫 德·耶·列維特著
李万鍾譯 孙超貴校訂



63947

煤炭工業出版社

Ac555 / 67
PDG

• • • •

本書係作者多年從事社會工作之經驗與心得，內容以社會福利政策與實務為主題，共分八章，第一章為緒論，第二章至第七章分別介紹社會福利政策之發展、社會福利政策之實施、社會福利政策之評估、社會福利政策之改進、社會福利政策之未來、社會福利政策之國際比較、社會福利政策之理論與實務、社會福利政策之研究與發展。第八章為結論，總結本書之主要內容與貢獻。本書之出版，旨在為社會福利政策之研究者、實施者、評估者、改進者、未來者、國際比較者、理論與實務者、研究與發展者提供參考與借鑒。本書之出版，亦旨在為社會福利政策之研究者、實施者、評估者、改進者、未來者、國際比較者、理論與實務者、研究與發展者提供參考與借鑒。

注：来源：根据作者对2006年12月15日、2007年12月15日和2008年12月15日的数据进行计算。

資料來源：根據《中國經濟年鑑》（1992—1993）整理。

参考文献: [1] 陈国平. 中国农村人口老龄化与农村养老问题[J]. 人口研究, 2000, 24(1): 10-15.

சென்னை, 15 சனவரி: கர்வா கிராமத்தின் மீது தாக்குதல் நடத்தியதாக குற்றம்சாட்டுகிறது லைபரல் டிமோகிரசியுக்கான அமெரிக்கியன் குழு.

• • • • •

1997年12月 第1期 第10页

第一卷 1946-1948 年 12 月 31 日止 1949 年 1 月 1 日

目 录

序 言	2
諸誤圖公式	3
諸誤圖說明	4
参考文献	13
諸誤圖 1 根据三角測量標的高度进行兩三角点之間的相互補正計算	14
諸誤圖 2 斜三角形的解算檢查	15
諸誤圖 3 直綫与低綫三角網的偏心和偏心標誌的归心計算	16
諸誤圖 4 直綫与低綫三角網由橢圓体归化为投影平面时的距离改正計算	17
諸誤圖 5 直綫与直綫三角網由橢圓体归化为投影平面时，大地綫在平面上描繪曲率的改正計算	18
諸誤圖 6 低綫三角網由橢圓体归化为投影平面时，大地綫在平面上描繪曲率的改正計算	19
諸誤圖 7 低綫三角網与多边形導綫網的子午綫收斂角計算	21
諸誤圖 8 按未平差的各角計算三角網內之三角形的权系数	21
諸誤圖 9 三角網內之三角形，大地測量四邊形和多边中点形的权系数計算	22
諸誤圖 10 按間接測量法进行三角網平差时，原始方程式微分系数 α 与 β 之計算	23
諸誤圖 11 鋼尺、卷尺及鋼綫尺的温度改正計算	24
諸誤圖 12 按測綫的始端和末端的标高进行測綫的傾斜改正之計算	25
諸誤圖 13 按傾斜角进行測綫的傾斜改正之計算	26
諸誤圖 14 用視距仪測綫的兩端水平距离之計算	27
諸誤圖 15 以鋼卷尺兩次丈量并下輕綫仪導綫边長之間的容許不符值之計算	28
諸誤圖 16 經緯仪導綫和多边形導綫的角度極限閉合差之計算	29
諸誤圖 17 用复測法測水平角的誤差之計算	30
諸誤圖 18 用方向观测法測水平角的誤差之計算	31
諸誤圖 19 由于仪器与观测偏心的产生的水平角中誤差之計算	32
諸誤圖 19a 由于仪器与观测偏心的产生的水平角中誤差之計算	33
諸誤圖 20 直角坐标增量的檢查計算	34
諸誤圖 21 具有一个固定点和一个固定的座标方位角之伸長多边形導綫的傾向位移計算	35
諸誤圖 22 具有一个固定点和两个固定的座标方位角之伸長多边形導綫的傾向位移計算	36
諸誤圖 23 具有两个固定点和起始座标方位角及末端座标方位角的多边形導綫的傾向位移計算	37
諸誤圖 24 具有一个固定点和一个座标方位角的多边形導綫，以及具有一个固定点和两个固定点的座标方位角之伸長多边形導綫的傾向位移計算	38
諸誤圖 25 具有起始固定点和末端固定点及一个座标方位角之伸長多边形導綫的傾向位移計算	39
諸誤圖 26 諸誤圖 26a 非諸誤圖 26b 多边形導綫点間差橢圓短半軸的座标方位角計算	40—42
諸誤圖 27 諸誤圖 28 和諸誤圖 29 多边形導綫点間差橢圓的長半軸和短半軸之計算	43—45
諸誤圖 30 中誤差由綫向徑值 P 之計算	46
諸誤圖 31 視距測量时傾斜角由 0° 至 6° 的測綫之高度的計算	47
諸誤圖 32 視距測量时傾斜角由 6° 至 25° 的測綫之高度的計算	48
諸誤圖 33 按測綫的水平投影計算高度	49
諸誤圖 34 地球曲率和折光改正計算	50
諸誤圖 35 高程測量網容許閉合差和井深測量誤差之計算	51
諸誤圖 36 变綫投点之角度誤差計算	52
諸誤圖 37 和諸誤圖 37a 通过一个壁井定向时由于联系三角形的角度測量及边長丈量誤差所引起的 α 和 β 兩角誤差之計算	53—54
諸誤圖 38 由于联系三角形的量長所引起的 α 和 β 兩角誤差之計算	55
諸誤圖 39 按联系四位形法使重綫与定向基点之连接測量时 P_1, P_2 綫的座标方位角誤差之計算	56
諸誤圖 40 測量井深时鋼尺由于自重而伸長之計算	57
諸誤圖 41 測量井深时鋼尺由于荷重而伸長之計算	58
諸誤圖 42 用偏心經緯仪測量直角之改正計算	59
諸誤圖 43 測量其厚之計算	60
諸誤圖 44 用面积仪測量面积的誤差計算	61
諸誤圖 45 在与樁着走向成斜交的建筑物之下面留保安棧柱时移动角 β 和 γ 之計算	62
諸誤圖 46 和諸誤圖 47 由受护綫的角点起至樁柱的上部边界 q 和樁柱的下部边界 r 止的 P 与 L 重綫長度之計算	63—64

序

本书是作者多年从事《说文解字》研究的心得，也是作者多年从事《说文解字》教学的经验总结。本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

本书力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”，力求做到“由字到词，由词到句，由句到篇”。

新学社

好學

PDG

諾 德 圖 公 式

諾德圖 編 號	公 式	諾德圖 編 號	公 式
1	$\delta_{\alpha\alpha} = 1(\sqrt{b_1} + \sqrt{b_2})$	26, 26a, 26b	$\begin{aligned} \sin^2 1^\circ \sum_{j=1}^n b_j^2 \omega_j^2 \sin 2\gamma_j + \sum_{j=1}^{n-1} \sin(2\alpha + 180^\circ) \omega_j^2 \\ \sin^2 1^\circ \sum_{j=1}^n b_j^2 \omega_j^2 \cos 2\gamma_j + \sum_{j=1}^{n-1} \cos(2\alpha + 180^\circ) \omega_j^2 \\ = \sqrt{b_1^2 + b_2^2} \end{aligned}$
2	$a = \frac{\sin A}{\sin B}$	27	$\begin{aligned} \alpha_2 = \sin^2 1^\circ \sum_{j=1}^n b_j^2 \omega_j^2 \sin 2\gamma_j + \sum_{j=1}^{n-1} \sin(180^\circ + 2\alpha) \omega_j^2 \\ \alpha_3 = \sin^2 1^\circ \sum_{j=1}^n b_j^2 \omega_j^2 \cos 2\gamma_j + \sum_{j=1}^{n-1} \cos(180^\circ + 2\alpha) \omega_j^2 \end{aligned}$
3	$\rho'' = \frac{\sin B + \theta \rho'}{S}$	28	$M_2^2 = \sum_{j=1}^n \omega_j^2 + \sum_{j=1}^n N_j^2, N = R \omega_j \rho \sin 1^\circ$
4	$d = S + AS, \Delta \delta = \frac{\delta_0 \delta_0}{2R \delta_0}$	29	$A = \pm \sqrt{\frac{1}{2} (3\delta_1^2 + \epsilon)}, B = \pm \sqrt{\frac{1}{2} (3\delta_1^2 - \epsilon)}$
5	$\delta'_{12} = \frac{\rho''}{6R \delta_0} (\epsilon_1 - \epsilon_2) (2\epsilon_1 + \epsilon_2)$	30	$\delta^2 = b^2 \cos^2 \theta + R^2 \sin^2 \theta$
6	$\delta'_{12} = \frac{\rho''}{2R \delta_0} (\epsilon_1 - \epsilon_2) \tan$	31 和 32	$k = 0, 5 \sin 2\alpha$
7	$\gamma' = \frac{\rho'}{R} + \gamma \delta B$	33	$k = d \tan \alpha$
8	$\frac{1}{p} = \frac{\delta}{\delta_A} + \frac{\delta}{\delta_B}$	34	$f = S \frac{1-K}{2R}$
9	$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{p} = \delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B \text{——四邊形} \\ \frac{1}{p} = \frac{4}{3} (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B) \text{——三角形} \end{aligned} \right.$	35	$\begin{aligned} \Delta H = 0, 01 + 0, 0002 H \\ \Delta b_1 = \pm (20\sqrt{L} + 2L), \Delta b_2 = \pm 30\sqrt{L} \\ \Delta b_3 = \pm (10\sqrt{L} + L), \Delta b_4 = \pm 15\sqrt{L} \end{aligned}$
10	$a = \frac{\rho'' \sin \alpha'}{d}, k = \frac{\rho'' \cos \alpha'}{d}$	36	$M'' = \pm \frac{\rho''}{2}$
11	$\Delta t = L(1 - t_2)$	37 和 37a	$\begin{aligned} \alpha_n = \pm \left(\frac{16\pi}{16\pi} \right) \omega_n^2 + \left(\rho'' \frac{16\pi}{16\pi} \right) + \left(\rho'' \frac{16\pi}{16\pi} \right) \\ \alpha_j = \pm \left(\frac{16\pi}{16\pi} \right) \omega_j^2 + \left(\rho'' \frac{16\pi}{16\pi} \right) + \left(\rho'' \frac{16\pi}{16\pi} \right) \end{aligned}$
12	$\Delta S = \frac{R^2}{2S} + \frac{R^2}{8S^2} = \Delta_1 + \Delta_2$	38	$\alpha_n = \pm \frac{\omega_n \rho''}{\sin \alpha} \sqrt{1 + \cos^2 \delta + \cos^2 \gamma}$
13	$\Delta S = 2S \sin^2 \frac{\alpha}{2}$	39	$\alpha_j = \pm \frac{\omega_j \rho''}{\sin \alpha} \sqrt{1 + \cos^2 \delta + \cos^2 \gamma}$
14	$\Delta_1 = a \sin \gamma, \Delta_2 = i \cos \alpha$	40	$M''(P_1, P_2) = \pm \frac{P_1 P_2 \omega_j}{\Delta H} \sqrt{\frac{1}{2} (\alpha_j^2 + \beta_j^2)}$
15	$\Delta L = \omega \sqrt{L} + bL$	41	$\Delta L_n = \frac{10\pi}{E} L \left(\mu - \frac{L}{2} \right)$
16	$f_0 = \pm \omega \sqrt{a}$	42	$\Delta L_n = \frac{12(0 - Q_0)}{EP}$
17	$m_j = \pm \sqrt{\frac{\omega_j^2}{2a} + \frac{\omega_j^2}{a}}$	43	$\delta_s = \frac{\rho'' \sin 2\gamma^2}{4S^2}$
18	$m_j = \pm \sqrt{\frac{\omega_j^2}{2a} + \frac{\omega_j^2}{a}}$	44	$m = m_0 \cos \delta, m = m_0 \sin \delta$
19 和 19a	$\alpha_j = \pm \rho'' \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{\alpha_j}{\delta_1} \right)^2 + \left(\frac{\alpha_j}{\delta_2} \right)^2 + \left(\frac{\alpha_j \epsilon_j}{\delta_1 \delta_2} \right)^2}$	45	$\begin{aligned} m = 0, 63 + 0, 025 \alpha_n \\ \omega \rho g' = \sqrt{\omega g' \cos \alpha} + \omega g' \sin \alpha \\ \omega g' = \sqrt{\omega g' \cos \alpha} + \omega g' \sin \alpha \end{aligned}$
20	$\Delta \gamma = d \cos \alpha, \Delta \gamma = d \sin \alpha$	46	$\tan \theta, H: \frac{1}{2} = \frac{\omega g'}{1 + \omega g' \cos \theta \sin \alpha}$
21	$m_j = \pm \sqrt{\frac{1}{6} \alpha (\alpha - 1) (2\alpha - 1) \sin 1^\circ} m_p S$	47	$1 = i_1 H, i_2 = \frac{\omega g'}{1 - \omega g' \cos \theta \sin \alpha}$
22	$m_j = \pm \sqrt{\frac{1}{12} \alpha (\alpha^2 - 1) \sin 1^\circ} m_p S$		
23	$m_j = \pm \sqrt{\frac{(\alpha - 1)(\alpha - 2)}{48\alpha(\alpha - 1)} (n + 1) (\alpha^2 + 3)} \\ - (n + 3) ((\alpha - 1) - (\alpha - 2)) \sin 1^\circ} m_p S$		
24	$m_j = \pm \sqrt{\alpha - 1}, m_{j1} = \pm \sqrt{\alpha - 1}, m_{j2}$		
25	$m_j = \pm \sqrt{\frac{(\alpha - 1)(\alpha - 2)}{\alpha - 1} \sin 1^\circ}$		

諾 謨 圖 說 明

諾 謨 圖 1

兩三角點之間的相互通視計算

平坦開闊地區兩三角點之間的相互通視，可根據下式計算：

$$S_{\text{全視}} = 4(V\sqrt{h_1} + V\sqrt{h_2})$$

式中 $S_{\text{全視}}$ ——三角點之間的距離，以公里計；

h_1 和 h_2 ——三角測量標尺的高度，以公尺計。

該諾謨圖由三條平行的標尺組成：兩邊的標尺為視標高度 h_1 和 h_2 ，以公尺計；中間的標尺為兩個三角點之間的距離 S ，以公里計。

對已知數值 h_1 和 h_2 或 h_1 和 S 的該諾謨圖用法是將直尺對準各相應分划點 (h_1, h_2 或 h_1, S)，于是在直尺與標尺 S 或標尺 h_2 的交點上即可求出 S 值，以公里計，或 h_2 值，以公尺計。

例 1 三角點標尺的高度分別為 $h_1 = 10$ 公尺， $h_2 = 24$ 公尺，在這兩點間的距離 $S = 20$ 公里，試求在他們之間是否能相互通視。

解 將直尺對準標尺 h_1 的分划 10 和 h_2 的分划 24，于是直尺與中間標尺相交點即為答案： $S = 32.25$ 公里。

因為 S 大於已知距離 (20 公里)，所以在這兩點之間是可以相互通視的。

例 2 點 1 視標高度 $h_1 = 9$ 公尺，點 1 與點 2 間的距離 $S_{1,2} = 22$ 公里，試求點 2 視標的高度。

解 將直尺對準左邊標尺的分划 9 和中間標尺的分划 22，則按右邊標尺求得答案： $h_2 = 6.2$ 公尺。

諾 謨 圖 2

斜三角形的解算檢查

按諾謨圖進行三角解算之初算，該圖由下面公式組成：

$$\alpha = \frac{b \sin A}{\sin B}$$

式中 α ——三角形所求邊；

b ——已知邊；

A 和 B ——三角形聯系角。

本諾謨圖可用作：測定三角網中的三角形邊長，該邊長對於在求由橢圓面或球面化為平面的歸心改正數時計算球面角起，和對於用間接測量法進行三角測量時計算系數 α 和 b 都是必需的。

本諾謨圖由三條投影標尺組成：第一條為角 A 和角 B 的標尺，第二條為 α 邊和 b 邊的標尺，第三條為無劃標尺。

除了這三條主要的標尺以外，在標尺 α 的同一條線的左邊還有 $\lg \alpha$ 標尺。利用標尺 $\lg \alpha$ 可以計算三角形所求邊的对數值。利用諾謨圖時，將直尺對準已知值 b 和 B ，于是在直尺與無劃標尺的交點處標出一點。再將直尺對準在無劃標尺上已標定的點和標尺 A 的角 A 已知值，于是在直尺與標尺 α 的交點處讀得答案： α 或 $\lg \alpha$ 。

例 按三角形的實測角 $A = 42^\circ 05'$ ， $B = 65^\circ 00'$ 和 b 邊——2100 公尺，試求該三角形的 α 邊及其邊長對數。

解 將直尺對準 $A(B)$ 標尺上的 $65^\circ 00'$ 和 (b) 標尺上的 $b = 2100$ 公尺。然後將直尺與無劃標尺的交點用直線 (放直尺) 與 $A = 42^\circ 05'$ 連線起來，則此直線與 (α) 標尺之交點即為答案： $\alpha = 1550$ 公尺和 $\lg \alpha = 3.190$ 。

依此類推，按已知角 C 和 b 以及 b 邊可以求出 α 邊和 $\lg \alpha$ 。

諾 謨 圖 3

二級與低級三角網的歸心站和歸心標尺的歸心計算

本諾謨圖是計算二級三角網和由三角測量歸心站和歸心標尺歸心用的。

按下列公式進行計算：

$$e'' = \frac{e \sin(M + \theta)}{S} \rho''$$

式中 e ——歸心站(歸心標誌)的歸心距；

θ ——歸心站(歸心標誌)的歸心角，是利用儀器或用歸心中心線投影法按順時針方向讀取由標誌的中心方向到起始方向的角度。

S ——從歸心測量點的距离。

歸心標誌的歸心距改正數的符號系按把 $M + \theta$ 角化為第一象限表確定之，該表附於本諾謨圖內。

此諾謨圖系由五條標尺所組成：

第一條是求 e ——歸心站(歸心標誌)的歸心距的標尺；

第二條是求 $S(\lg S)$ ——距離(或對數距離)的標尺；

第三條是無劃標尺；

第四條是求第一象限 $M + \theta$ 角的標尺；

第五條是所測數值 e'' 的數值標尺。

例 如以第 7 號點作為起始方向，試計算第 8 號三角點的方向在第 6 號點上的歸心。

已知 $M_{8,6} = 20^\circ 15'$ ； $\theta_{8,6} = 123^\circ 15'$ ， $e = 1.126$ 公尺和 $S = 4.32$ 公里。

解 角 $(M + \theta) = 143^\circ 30'$ ；按化成銳角的計算表得 $M + \theta = +36^\circ 30'$ 。將尺邊對準 $M + \theta$ 標尺的 $+36^\circ 30'$ 和 S 標尺的 4.32。然後將直尺與無劃標尺的交點用直線與標尺 e 的 1.326 處連接起來。于是在直線與標尺 e'' 的相交之處，求得 $e'' = +32''$ 。

諾 謨 圖 4

二級與低級三角網由橢圓面歸化為投影平面時的距離改正計算

由橢圓面歸化為投影平面時的實際距離按下列公式計算：

$$d = S + \frac{Y_n^2}{2 R_m} = S + \Delta S$$

式中 d ——歸化為投影平面之距離；

S ——實際距離或大地長度；

$$Y_n = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$$

——平均橫座標；

R_m ——根據波拉索夫斯基所計算的地球半徑等於 6371 公里。

本諾謨圖適用於計算由三角測量或多邊形導線的 ΔS 改正數，該圖由三條標尺組成：

第一條橢圓面左側標尺——距離標尺 S ，以公尺計；

橢圓面右側標尺——標尺 Y_n ，以公里計；

中間的一條線—— ΔS 改正值的數值標尺，以公尺計。

例 實測水平距離 $S = 5500$ 公尺，平均橫座標 $Y_n = 130$ 公里。試求歸化為投影平面的距離 d 。

解 將直尺對準標尺 S 的分划 5500 和標尺 Y_n 的分划 130；在直尺與標尺 ΔS 之相交處讀得答案： $\Delta S = +1.135$ 公尺，由此 $d = 5500 + 1.135 = 5501.135$ 公尺。

諾誤圖 5 和諾誤圖 6

由橢圓體歸化為投影平面時，大地橢圓在平面上按橢圓曲率的改正計算

由橢圓體歸化為投影平面時， Σ 、 Σ 三角測量各方向的偏心標誌歸心改正計算按下列公式進行：

$$\delta_{1,2}^{\prime} = \frac{\rho''}{2R_0} (x_2 - x_1) (2y_1 + y_2) \quad (1)$$

而由三角測量各方向的偏心標誌歸心改正計算

$$S_{1,2}^{\prime} = \frac{\rho''}{2R_0} (x_2 - x_1) y_{1,2} \quad (2)$$

式中 x_1, x_2 ——第一點與第二點的橢圓坐標；

y_1, y_2 ——第一點與第二點的橢圓坐標；

$y_{1,2} = \frac{1}{2} (y_1 + y_2)$ ——橢圓坐標的平均值；

R_0 ——地球半徑，等於 6371 公里。

諾誤圖 5 按公式 (1) 組成，而諾誤圖 6 是按公式 (2) 組成的。

諾誤圖 5 和諾誤圖 6 各有三條標尺：橢圓形的一條測規——坐標差 $(x_2 - x_1)$ 的標尺，橢圓形的另一條測規——橫坐標 $(2y_1 + y_2)$ 或 $y_{1,2}$ 的標尺，橢圓形的中橫——算數標尺，本標尺為計算改正數 δ'' 之用。

改正數 δ'' 的符號系統按公式第一項和第二項的符號而定。

該諾誤圖的應用方法由下列說明。

例(諾誤圖 5) 如 $x_2 - x_1 = +8.2$ 公里， $2y_1 + y_2 = +215.9$ 公里則把大地橢圓曲率改正 δ'' 如在直隸三角網一方向中。

解 將直尺對准標尺 $x_2 - x_1$ 的 8.2 和標尺 $2y_1 + y_2$ 的 215.9，于是在直尺與標尺 $\delta''_{1,2}$ 之交點處讀得數： $\delta''_{1,2} = +1''.50$ 。

例(諾誤圖 6) 如該線的兩端點之坐標為：

$$x_1 = 6182.7 \text{ 公里}, \quad y_1 = +70.2 \text{ 公里},$$

$$x_2 = 6198.8 \text{ 公里}, \quad y_2 = +65.8 \text{ 公里}.$$

則把大地橢圓曲率改正 δ'' 如在由測量三角網一方向之方中。

解 求得 $x_2 - x_1 = +16.1$ 公里， $y_{1,2} = +68$ 公里。將直尺對准標尺 $(x_2 - x_1)$ 的 16.1 和標尺 $y_{1,2}$ 的 68，于是在直尺與算數標尺之交點求得 $\delta''_{1,2} = +2''.78$ 。

$\delta''_{1,2}$ 之符號則根據 $(x_2 - x_1)$ 和 $y_{1,2}$ 的符號而定。

諾誤圖 7

低緯三角網與多邊形導線網的午線收斂角計算

大地方位角按下列公式計算為投影平面的座標方位角（座標方位角系指中央子午線的方向或平行于中央子午線的方向和地物方向之間的角度，是從 0 度起直到 360° 止的——校訂者）。

$$\alpha = A - \gamma - \delta_1$$

式中 α ——投影平面的座標方位角；

A ——大地方位角；

γ ——午線收斂角；

δ ——大地橢圓在平面上的結構曲率之改正數（諾誤圖 5 和諾誤圖 6）。

對由三角測量而言，午線收斂角可按如下的近似公式計算之：

$$\gamma' = \frac{\rho''}{N} x \operatorname{tg} B,$$

或

$$\gamma' = [2] \gamma \operatorname{tg} B,$$

式中 $[2]$ ——緯度 $B = 50^\circ$ 的對數 1.50874；

y ——起點之橫坐標，以公里計；

B ——起點之地點緯度；

N ——卯酉圓的曲率半徑，以公里計。

本諾誤圖由三條標尺組成。屬於橢圓形的二標尺為標尺 y 和標尺 B ，而中間的（直隸）為以弧度分表示的 γ' 標尺。由緯度標尺 B 值所組成的諾誤圖可適用於蘇聯各個地區。

例 已知 $y = -56.2$ 公里， $B = 62^\circ$ 。試求 γ' ——子午線收斂角。

解 將直尺對准標尺 y 的 56.2 和標尺 B 的 62° 。于是在直尺與算數標尺之交點，讀得： $\gamma' = -0''57.0$ ， γ' 之符號系統根據座標 y 的符號而定。

諾誤圖 8

按未有平差的各角計算三角網內之三角形的計算权的假設

當按三角網設計時，三角形的权假設可按三角形之未有平差的各角依下式計算之：

$$\frac{1}{p} = (\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2).$$

本圖由三條投影標尺組成：

左標尺——联系角 A ；

右標尺——联系角 B ；

中標尺——不穩數標尺。

例 已知联系角： $A = 50^\circ 20'$ ， $B = 45^\circ 40'$ 。試求三角形的权假設 $\frac{1}{p}$ 。

解 將直尺對准標尺 A 的 $50^\circ 20'$ 和標尺 B 的 $45^\circ 40'$ 。在直尺與中間標尺 $\frac{1}{p}$ 之交點處讀得數： $\frac{1}{p} = 6.4$ （以對數第六位為單位）。

諾誤圖 9

三角網內之三角形、大地測量四邊形和多邊形點权的权假設計算

為了對三角網內各圖形進行評價，應計算每一圖形的权假設，然後求出這些权之和。

三角形圖形的权假設按下列公式計算：

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{2} (\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2),$$

而大地測量四邊形和多邊形點权的权假設則按下列公式計算：

$$\frac{1}{p} = (\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2),$$

式中 δ_1 和 δ_n ——联系角的正切對數每移之函數（以對數第六位為單位）。

大地測量四邊形和多邊形點权的权假設是使便於推算联系邊邊長的三角形進行計算的。

按本諾誤圖，可同時求出三角形、大地測量四邊形和多邊形點权的权假設。

例 已知联系角 $A = 72^\circ$ ， $B = 29^\circ$ 。試求三角形之权假設 $\frac{1}{p}$ 。

解 將直尺 $A = 72^\circ$ 與直尺 $B = 29^\circ$ 之交點引到三角形权假設的標尺 $\frac{1}{p}$ ，于是讀得數： $\frac{1}{p} = 23.7$ （以對數第六位為單位）。

諾誤圖 10

按簡便法進行三角網平差時，應給方程式微分系數 a 及 b 之計算

系數 a 及 b 值按下列式求之：

$$\alpha = \frac{r' \sin \alpha'}{d}; \quad h = \frac{r' \cos \alpha'}{d}$$

式中 α' ——座标方位角的近似值;

d ——投影平面的距离, 以公里计。

如测座标方位角 α' 由固定点推算到所求点(内方向), 则求 α 之符号与正负符号相反, 而 h 之符号则为座标方位角的全符号。

例 已知 $\alpha' = 52^\circ 15'$, $d = 3.12$ 公里。试求系数 α 及 h 。

解 为了求出系数 α , 将直尺对准标尺 d 的 3.12 和标尺 α' 的右边分划 $52^\circ 15'$ 。在直尺与标尺 $\alpha(d)$ 的交点上读得答案: $\alpha = -5.23$ (符号与正负符号相反)。将直尺侧向点 3.12, 并对准标尺 α' 左边分划的 $52^\circ 15'$, 于是按标尺 $\alpha(h)$ 求得 $h = +4.05$ (仍为余弦符号)。

图 11

钢尺、卷尺及钢卷尺的温度改正之计算

本图例是求出钢尺、卷尺和钢卷尺长度的温度改正数之用。

改正数按下式求之:

$$\Delta l = k l (t - t_0)$$

式中 l ——测尺长度, 以公尺计;

$(t - t_0)$ ——观测温度与比长温度之差。

当用钢尺或卷尺丈量时, 采用线膨胀系数 $k = 0.000011$, 但用钢卷尺丈量时 $k = 0.000008$ 。

本图例具有三条标尺: 左标尺——测尺(指钢尺、卷尺和钢卷尺等而言——按订着)的长度 l ; 右标尺——观测温度与比长温度之差 $(t - t_0)$; 中标尺——答案标尺。答案标尺的左边分划为钢尺及卷尺的温度改正数, 右边分划则为钢卷尺的温度改正数。

例 在温度 $t = 27^\circ$ 时用长为 24 公尺的钢卷尺丈量某一线段。比长温度 $t_0 = 16^\circ$ 。试求温度改正数。

解 将直尺对准标尺 l 的 24 和温度差 $(t - t_0)$ 标尺的 11, 于是在直尺与答案的标尺的交点上读得答案: $\Delta l = +2.11$ 公尺。

图 12

按测线的始端和末端的高差进行测线的倾斜改正之计算

如已知测线的高差 h , 则求测线的倾斜改正数 ΔS 即可按下式求出:

$$\Delta S = \frac{h^2}{2S} + \frac{h^4}{6S^3} = \Delta_1 + \Delta_2$$

式中 h ——测线两端的高差;

S ——测线倾斜量的长度。

将斜长加上改正数, 此倾斜改正数始终为负的, 当矿由巷底具有很大的高差, 而又需精密量距时, 应计算到第二项 Δ_2 。

例 已知: $S = 16.8$ 公尺, $h = 0.9$ 公尺。试求测线的水平投影。

解 将直尺对准标尺 S 的分划 16.80 和标尺 h 的分划 0.90, 于是在直尺与答案标尺的交点上读得答案:

$$\Delta_1 = -24.1 \text{ 公厘,}$$

$$\Delta_2 = -0.02 \text{ 公厘。}$$

现在用解析法可以很简单地求出该测线的水平投影:

$$S_0 = S - \Delta S = 16.80 - 0.024 = 16.776$$

图 13

按倾斜角进行测线的倾斜改正之计算

为求得倾斜测线的水平投影, 必须求出倾斜改正数, 该改正数

按下式计算:

$$\Delta S = 2S \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

式中 S ——倾斜丈量距离, 以公尺计;

α ——测线的倾斜角。

倾斜改正数始终是负的。

例 已知: $S = 32.50$ 公尺, $\alpha' = 18^\circ 35'$ 。试求测线的水平投影 S_0 。

解 将直尺对准标尺 S 的 32.50 和标尺 α' 的 $18^\circ 35'$, 然后在直尺与答案标尺 ΔS 的交点上读得答案: $\Delta S = -1.69$ 公尺。

水平投影

$$S_0 = S - \Delta S = 32.50 - 1.69 = 30.81$$

图 14

用视距仪测定的测线水平距离之计算

用视距仪测定的测线长度的水平投影按下式求之

$$d = kl \cos^2 r + c \cos r, \quad (1)$$

$$d = a \cos^2 r + c \cos r, \quad (2)$$

式中 k ——视距系数, 通常为 100;

l ——视距仪上下视丝间的距离, 以标尺分划计;

r ——倾斜角;

c ——视距常数。

直接计算测线的水平距离有许多不方便, 因此为了求得水平投影必须求出改正数, 然后由倾斜丈量的测线长度中减去改正数, 按下式计算之:

$$d = D - \Delta_1 + \Delta_2$$

式中 $\Delta_1 = a \sin^2 r$; $\Delta_2 = c \cos r$ 。

本图例可按相应的标尺分别地求出改正数 Δ_1 和 Δ_2 , 同时还可按公式 (1) 计算出测线的水平投影。

上式第二项改正数 Δ_2 , 当小比例尺测量时因很小, 不加计算。

例 水准尺读数 $l = 1.413$, 视距系数 $k = 100$, 视距常数 $c = 0.37$ 公尺, 倾斜角 $r = 12^\circ 35'$ 。试求测线的水平距离。

解 由视距系数 k 与水准尺读数 l 之乘积使得: $a = kl = 141.3$ 公尺。将直尺对准标尺 a 的 141.3 和标尺 r 的 $12^\circ 35'$, 然后在直尺与标尺 Δ_1 的交点上读得答案: $\Delta_1 = 6.71$ 。

为了求出 Δ_2 , 可利用小图例。将直尺对准标尺 c 的 0.37 和标尺 r 的 $12^\circ 35'$, 于是在直尺与标尺 Δ_2 的交点上读得答案: $\Delta_2 = +0.36$ 。

测线的水平距离 d 可按下式计算:

$$d = D - \Delta_1 + \Delta_2 = 72.59 - 6.71 + 0.36 = 66.24 \text{ 公尺。}$$

图 15

以钢卷尺两次丈量并下经纬仪导线边长之间容许不符值之计算

按下式计算以钢卷尺两次丈量并下经纬仪导线边长之间的容许不符值:

$$\Delta L = \alpha \sqrt{L} + bl^2$$

式中 L ——实测边长, 以公尺计;

α ——偶然误差影响系数限值, 定为 0.0025 (系根据苏联生

* 根据苏联生产矿产测量规程 (1970 年版), 取 (33 条和 34 条之规定, 同一井下同一导线边长的三次独立丈量的和与平均值不得大于该边长的 1/5000, 而任一单于二次测量时偶然误差和之丈量值的绝对值不得超过 1/2000。

边长之偶然误差的允许值是超过规定的, 但是作为精度要求来讲是不够的。

产矿井测量技术规程, 1939年版)或 0.001 (根据余部矿
山测量科学研究所(BHMH)之数据);

k ——系统误差影响系数极限值, 等于 0.0001;

本诺谟图由两条双边的分划标尺所组成: 左标尺在系数 n 等于 0.0025 时作为求 ΔL 值之用, 而右标尺在系数 n 等于 0.001 时则作为求 ΔL 值用的。

例 两次测量的边长为 98.50 公尺。试求容许不符值 ΔL 。

如系数 n 等于 0.0025 时, 在左标尺与 $L=98.5$ 公尺的相对处, 求得 $\Delta L=34.7$ 。

如系数 n 等于 0.001 时, 则利用右标尺分划标尺, 求得 $\Delta L=19.8$ 公尺。

诺 谟 图 16

经纬仪导线和多边形导线的角度极限闭合差之计算

当用经纬仪施测水平角时, 角度极限闭合差按下式计算:

$$f_{\beta} = \pm m_{\beta} \sqrt{n},$$

式中 m_{β} ——测角值的极限误差;

n ——测角值的数目。

本诺谟图由三条平行标尺所组成。用左标尺可求出 m_{β} 即测角值的极限误差, 用右标尺能求出测角值的数目 n , 而用中间标尺 (答数标尺) 可求出多边形导线的角度极限闭合差。

例 测角值的极限误差 $m_{\beta}=30''$, 经纬仪导线的顶点数 $n=18$ 。试求角度之闭合差。

解 将直尺对准标尺 m_{β} 的 30 和标尺 n 的 18, 于是在直尺与中间标尺之交点处求得: $f_{\beta} = \pm 2'.7''$ 。

诺谟图 17 和诺谟图 18

用复测法或方向观测法 (全圆测回法) 测水平角的误差之计算

用复测法 (诺谟图 17) 测水平角之误差按下式计算:

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{m_{\beta_1}^2}{2n} + \frac{m_{\beta_2}^2}{n}} \quad (1)$$

用方向观测法 (即不再重测后视) 所测的水平角之误差 (诺谟图 18) 按下式计算:

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{m_{\beta_1}^2}{2n} + \frac{m_{\beta_2}^2}{n}} \quad (2)$$

式中 m_{β} ——读数误差, 等于游标最小读数 t 的 $\frac{1}{2}$;

n ——公式 (1) 的复测次数和公式 (2) 的测回数;

m_{β_1} ——照准误差, 采用 $\frac{60''}{f} - \frac{73''}{r}$;

f ——望远镜放大率;

r ——望远镜物镜的自由孔径之半径, 以公厘计。

这两个诺谟图在构造上是完全不相同的。诺谟图 17 是由五条投影标尺所组成。两边的两条标尺: 左尺为 m_{β_1} , 右尺为 m_{β_2} , 而中间的两条标尺为 $n=2, 4, 6$ 时的答数标尺 m_{β} 。

例 (诺谟图 17) 水平角是用哈尔科夫矿山测量仪器厂制的 TT-1 经纬仪, 进行了六次复测。游标的最小读数为 $30''$, 望远镜放大率为 25。试求角度误差 m_{β} 。

解 按仪器常数有:

$$m_{\beta_1} = \pm 15'', m_{\beta_2} = \frac{60''}{f} - \frac{73''}{r} = 2''.4,$$

将直尺对准标尺 m_{β_1} 的 $2''.4$ 和标尺 m_{β_2} 的 15, 于是在直尺与标尺 m_{β} ($n=6$) 之交点上读得答数: $m_{\beta} = \pm 2''.02$ 。

诺谟图 18 是为了求出以方向观测法 (全圆测回法) 所测出的角度误差之用。

例 (诺谟图 18) 用经纬仪测水平角, 共观测了六个测回。读数误差 $m_{\beta_1} = \pm 10''$, 照准误差 $m_{\beta_2} = 2''.4$ 。试求水平角的误差 m_{β} 。

解 将垂直标尺 $m_{\beta_1} = 2''.4$ 与曲线 $m_{\beta_2} = 10''$ 之交点引到标尺 1, 然后再将求得点用直尺与标尺 n 的 6 连接起来; 在直尺与中间标尺之交点处读得答数: $m_{\beta} = \pm 3''.05$ 。

诺谟图 19 和诺谟图 19a

由于仪器与观测偏心而产生的水平角中误差之计算

角度总误差的平方是由本身测角中误差 m_{β} 平方与由于仪器与标尺未精确对中而产生的角度中误差 m_{β_0} 之平方相加而成:

$$M_{\beta}^2 = m_{\beta}^2 + m_{\beta_0}^2,$$

因仪器与标尺未对中而产生的角度中误差 m_{β_0} 由下式表示之:

$$m_{\beta_0}^2 = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{e_1''}{S_{1,2}} \right)^2 + \left(\frac{e_2''}{S_{1,2}} \right)^2 + \left(\frac{e_1'' e_2'' S_{1,2}}{S_{1,2}^2} \right)^2 \right\}, \quad (1)$$

式中 e_1 和 e_2 ——标尺对中误差, 以公厘计;

e_1, e_2 ——仪器对中误差, 以公厘计;

$S_{1,2}$ ——角的两边长, 以公尺计;

$S_{1,2}$ ——与 β 角相对的边长, 以公尺计。

为了计算方便, 将构成本公式的各项分别以式表示之:

$$\left(\frac{e_1''}{S_{1,2}} \right)^2 = A_1; \quad \left(\frac{e_2''}{S_{1,2}} \right)^2 = A_2; \quad \left(\frac{e_1'' e_2'' S_{1,2}}{S_{1,2}^2} \right)^2 = A_3,$$

由此, 公式 (1) 可写成下式:

$$m_{\beta_0}^2 = \frac{1}{2} (A_1 + A_2 + A_3).$$

本诺谟图乃计算由于仪器与标尺偏心而产生的角度中误差, 将此图分成两图 (诺谟图 19 和诺谟图 19a) 示之。

诺谟图 19 为按变量 $e_1, e_2, S_{1,2}$ 和 $S_{1,2}$ 计算辅助值 A_1 和 A_2 之用。

按诺谟图 19a 及根据 $e_1, e_2, S_{1,2}$ 和 $S_{1,2}$ 值可求出辅助值 A_3 和 m_{β_0} 值 (即是由于仪器与标尺偏心而产生的中误差)。

例 若仪器的偏心距 e_1 等于 1.6 公厘, 标尺的偏心距 $e_2 = m_2 = 1.8$ 公厘, 角之边长 $S_1 = 35.3$ 公尺, $S_2 = 42.4$ 公尺, 以及角的对边长度 $S_{1,2} = 53.6$ 公尺, 试求由于仪器及标尺偏心而引起的角度中误差。

解 (按诺谟图 19) 将直尺对准标尺 e_1 的分划 1.8 和标尺 S_1 的分划 35.3, 于是在直尺与中间标尺的交点上求得 $A_1 = 111$ 。用直尺将标尺 e_2 的分划 1.8 和标尺 S_2 的分划 42.4 连接起来, 则直尺与答数标尺 A_2 的交点即为答数: $A_2 = 76$ 。

利用诺谟图 19a 按已知值求辅助值 A_3 。为此, 将直尺对准标尺 e_1 的 1.6 和标尺 $S_{1,2}$ 的 53.6, 于是求出直尺与标尺 A_3 的交点。再将求得之点用直尺与标尺 S_1 的 35.3 连接起来, 然后, 在直尺与标尺 A_3 的交点上求出第二点, 然后再用直尺将第二点与标尺 S_2 的 42.4 连接起来, 则此直尺与标尺 A_3 的交点即为答数 $A_3 = 139.0$ 。利用诺谟图 19a 的双边分划标尺, 按所取得的 $A_1 + A_2 + A_3$ 的总和值, 求得 $m_{\beta_0} = \pm 12''.8$ 。

诺 谟 图 20

测角仪标尺的精度检查

本诺谟图可作为检查计算标尺精度之用, 特别是, 当不使用计算机进行计算时更宜应用。它不仅可作为检查用, 而且还能计算近似误差; 譬如, 在附加大地线在投影平面上的精确而收敛时应用之。

凡能保证有足够精度近似值的情况下, 此诺谟图可用。

应标增量按下式计算:

$$\Delta x = d \cos \alpha;$$

$$\Delta y = d \sin \alpha,$$

式中 Δx 和 Δy —— x 轴和 y 轴的座标增量;

d ——测线的水平距离;

α ——座标方位角。

Δx 和 Δy 的符号列入表 1。

表 1

坐标方位角 (度)	象 限	Δx	Δy
$0^\circ < \alpha < 90^\circ$	I	+	+
$90^\circ < \alpha < 180^\circ$	II	-	+
$180^\circ < \alpha < 270^\circ$	III	-	-
$270^\circ < \alpha < 360^\circ$	IV	+	-

必须指出: n 标尺为双边分划标尺; 左边为计算 Δx 用的, 上边注有座标方位角值由 0° 至 90° , 右边为计算 Δy 用的, 亦注有座标方位角值。

例 已知 $d=65.5$ 公尺, $\alpha=124^\circ 15'$ 。试求座标增量 Δx 和 Δy 。

解 将座标方位角 α 换算为第一象限的方向角, 则

$$\alpha_0 = 55^\circ 45'.$$

将直尺对准标尺的相应值, 即得:

$$\Delta x = -36.9 \text{ 公尺}; \Delta y = +54.1 \text{ 公尺}.$$

增量符号根据表 1 确定之。当利用此法测距计算 100 公尺以上的边长时, 该边长要缩小成十分之一。此时, Δx 和 Δy 的数值则应增大 10 倍。

本法按照按 $d = D \cos \alpha$ 之公式亦可直接计算测线的水平投影。

诺谟图 21, 诺谟图 22 和诺谟图 23。

伸展多边形导线横向往移计算

对具有起始固定点 (系指精密导线和高程三角网的控制点而言——校核者), 和起始座标方位角之伸展多边形导线的横向往移 (移动), 可按下列式计算:

$$m_q = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \left[(n-1)(2n-1) \sin^2 1'' m_p S^2 \right]}.$$

具有起始固定点, 起始座标方位角和末端的座标方位角之多边形导线的横向往移可按下列式计算:

$$m_q = \pm \sqrt{\frac{1}{12} \left[n(n^2-1) \sin^2 1'' m_p S \right]}.$$

对具有起始固定点和末端固定点, 以及起始座标方位角和末端座标方位角的伸展多边形导线的横向往移, 可按下列式计算:

$$m_q = \pm \sqrt{\frac{(n-1)(n-2)}{4n(n-1)} \left[(n+1)(n^2+3) - (n+3)[(n-1) - (n-2)] \right] \sin^2 1'' m_p S^2}.$$

上述公式中 n ——多边形导线顶点之数目 (其中包括称为一点之起始固定点);

m_p ——需要计算横向往移之点之编号;

m_p ——实际角之中误差;

S ——多边形导线之边长, 以公尺计。

当输出误差椭圆和中误差曲线 (即表示多边形导线点位置的误差时), 横向往移 m_q 为误差椭圆半径之一, 该半径垂直于导线的方向。

* 诺谟图 11, 诺谟图 12, 诺谟图 13, 诺谟图 14, 诺谟图 15, 诺谟图 16, 诺谟图 17 和诺谟图 18 中 α 值以 $\frac{1}{10} \alpha$ 代之, 因此该图式或称形式和比例。

例 1 (诺谟图 21) 如果多边形导线的边长 $S=84$ 公尺和测角的中误差 $m_p = \pm 14''$, 试求具有起始固定点 (即第一点) 和起始方位角的伸展多边形导线点 № 8 ($n=8$) 之横向往移 m_q 。

解 将直尺对准标尺 n 的分划 8 和标尺 m_p 的分划 $14''$, 再用直尺将直尺与测划标尺 1 的交点同标尺 S 的分划 84 连接起来。则直尺与标尺 m_q 之交点即为答案: 横向往移 $m_q = 69.9$ 公厘。

例 2 (诺谟图 22) 按照例 1 的数据, 但 $n=12$, 试求伸展多边形导线 (该导线具有起始固定点, 起始座标方位角和末端座标方位角) 的横向往移 m_q 。

解 将直尺对准标尺 n 的分划 12 和标尺 m_p 的分划 $14''$, 再用直尺将直尺与测划标尺 1 的交点同标尺 S 的分划 84 连接起来。则直尺与标尺 m_q 之交点即为答案: 横向往移 $m_q = 70.6$ 公厘。

例 3 (诺谟图 23) 如果边长 $S=84$ 公尺和测角的中误差 $m_p = \pm 14''$, 试求在 $n=12$ 伸展多边形导线 (该导线具有起始固定点和末端固定点以及起始固定点座标方位角和末端固定点座标方位角) 点 № 8 ($n=8$) 的横向往移。

解 将直尺对准标尺 $n=12$ 的交点按水平线引到标尺 1, 再用直尺将求得之点与标尺 m_p 的分划 $14''$ 连接起来; 并沿直尺对准在测划标尺 1 上与之一直线相交之点同标尺 S 的分划 84, 则直尺与标尺 m_q 的交点即为答案: $m_q = 16.5$ 公厘。

诺谟图 24 和诺谟图 25

伸展多边形导线横向往移 (移动) 之计算

对具有起始固定点和起始座标方位角的多边形导线的横向往移, 可按下列式计算:

$$m_q = \pm \sqrt{(n-1) m_p}.$$

对具有起始固定点和起始座标方位角, 以及末端座标方位角的多边形导线的横向往移, 可按下列式计算:

$$m_q = \pm \sqrt{(n-1) m_p}.$$

对具有起始固定点和末端固定点, 以及起始座标方位角和末端座标方位角的伸展多边形导线的横向往移, 可按下列式计算:

$$m_q = \pm \sqrt{\frac{(n-1)(n-2)}{(n-1)} m_p}.$$

式中 n ——需要求出横向往移点之编号;

n ——其中包括称为 1 号点的起始固定点之多边形导线顶点之数目;

m_p ——多边形导线测角值之中误差。

当输出误差椭圆和中误差曲线时, 横向往移 m_q 为误差椭圆的一个轴长, 该轴长是沿导线方向情况的。

例 1 (诺谟图 24) 如果实际边长之中误差 $m_p = 8.4$ 公厘, 试求伸展多边形导线 (该导线具有起始固定点和起始固定点的座标方位角) 点 № 8 的横向往移 m_q 。

解 将直尺对准标尺 n 的分划 8 和标尺 m_p 的分划 8.4, 则直尺与中间标尺之交点即为答案: $m_q = 22.2$ 公厘。

例 2 (诺谟图 24) 如果实际边长之中误差 $m_p = 8.4$ 公厘, 试求伸展多边形导线 (该导线具有起始固定点, 起始座标方位角和末端座标方位角) 点 № 12 的横向往移 m_q 。

解 将直尺对准标尺 n 的分划 12 和标尺 m_p 的分划 8.4, 则直尺与中间标尺之交点即为答案: $m_q = 28.9$ 公厘。

例 3 (诺谟图 25) 如果实际边长之中误差 $m_p = 8.4$ 公厘, 试求伸展多边形导线 (该导线具有 12 个顶点和起始固定点, 末端固定点, 以及起始座标方位角和末端座标方位角) 点 № 8 的横向往移 m_q 。

解 将直尺对准标尺 $n=12$ 的交点引到标尺 1 得交点,

再用直線將各點與標尺 \$m_0\$ 的分割 8.4 連接起來，則此直線與標尺 \$m_0\$ 之交點即為答數，\$m_0 = 13.4\$ 公尺。

諸誤圖 26，諸誤圖 26a，諸誤圖 26b，諸誤圖 27，
諸誤圖 28 和諸誤圖 29

多边形導線點誤差橢圓的短半軸座標方位角、長半軸 和短半軸之計算

將均方誤差橢圓的中誤差曲線作為以三角測量法和多边形導線測量法所測之點位上的誤差鑑定。角 \$\varphi\$ (即誤差橢圓短半軸的座標方位角) 和橢圓的長半軸 \$A\$ 以及短半軸 \$B\$ 皆為計算均方誤差橢圓之元素。角 \$\varphi\$ 按下式計算：

$$\tan^2 \varphi = \frac{\sin^2 \frac{1}{2} \varphi \sum_{i=1}^n R^2 m_i^2 \sin 2\varphi + \sum_{i=1}^{n-1} \sin(180^\circ + 2\alpha) m_i^2}{\sin^2 \frac{1}{2} \varphi \sum_{i=1}^n R^2 m_i^2 \cos 2\varphi + \sum_{i=1}^{n-1} \cos(180^\circ + 2\alpha) m_i^2} = \frac{e_y}{e_x}$$

誤差橢圓的長半軸 \$A\$ 和短半軸 \$B\$ 由下式計算：

$$A^2 = \frac{1}{2} (M_1^2 + e),$$

$$B^2 = \frac{1}{2} (M_1^2 - e),$$

式中

$$M_1^2 = \sum_{i=1}^{n-1} m_i^2 + \sin^2 \frac{1}{2} \varphi \sum_{i=1}^n R^2 m_i^2 = \sum_{i=1}^{n-1} m_i^2 + \sum_{i=1}^n N^2,$$

而

$$e = \left\{ \sin^2 \frac{1}{2} \varphi \sum_{i=1}^n R^2 m_i^2 \cos 2\varphi + \sum_{i=1}^{n-1} \sin(180^\circ + 2\alpha) m_i^2 \right\}^2 + \left\{ \sin^2 \frac{1}{2} \varphi \sum_{i=1}^n R^2 m_i^2 \sin 2\varphi + \sum_{i=1}^{n-1} \sin(180^\circ + 2\alpha) m_i^2 \right\}^2 = e_x^2 + e_y^2,$$

$$e_x = \sum_{i=1}^n u_{x_i}^2 + \sum_{i=1}^{n-1} u_{x_{i+1}}^2, \quad e_y = \sum_{i=1}^n u_{y_i}^2 + \sum_{i=1}^{n-1} u_{y_{i+1}}^2.$$

諸誤圖 26 是為按已知值 \$e_y\$ 和 \$e_x\$ (此值是利用輔助諸誤圖 26a 和諸誤圖 26b 計算出來的) 計算誤差橢圓短半軸的座標方位角 \$\varphi\$ 之用。為了按諸誤圖 29 求出誤差橢圓長半軸 \$A\$ 和短半軸 \$B\$，則應預先按諸誤圖 27 和諸誤圖 28 算出 \$e\$ 值和 \$M_1^2\$ 值來。

例 設有具有起始固定點和起始座標方位角的任意多边形導線。其實測角、邊長和中誤差均列入表 2 內。

試求其端在 4 的位置之最大誤差和最小誤差，也就是誤差橢圓的元素：橢圓短半軸的座標方位角 \$\varphi\$ 和誤差橢圓的長半軸 \$A\$ 和短半軸 \$B\$。

表 2

頂點順序	角	\$m_0\$	測距距離	\$m_1\$	座標方位角	\$\varphi\$	\$B\$
36	\$\beta\$	(秒)	\$S\$ (公尺)	(公尺)	\$\alpha\$	(度)	(公尺)
1	145°10'28"	6.9	159.428	10.2	115°39'58"	96	67.0
2	189°32'39"	7.6	174.317	10.1	115°37'58"	91.5	110
3	253°33'06"	6.5	199.395	10.3	83°52'23"	87	905
4	329°37'39"	6.2	118.101	9.8	63°04'51"	95.3	100
5	189°31'09"	9.3	115.379	10.5	111°33'40"	116	151

按表 2 中的座標方位角和邊長利用量角器作一多边形，頂點編號為 1, 2, 3, 4, 5 和 6，其比例尺為 1:5000，於是根據該法求出 \$A\$ 值

——多边形的每個相應在端點 6 的距離；\$r\$——端邊的座標方位角。

解 利用輔助諸誤圖 26a 和 26b 求出 \$u_{x_1}\$, \$u_{x_2}\$, \$u_{x_3}\$ 和 \$u_{x_4}\$，按表 2 的已知值和諸誤圖 26a 可求出 \$u_{x_5}\$ 和 \$u_{x_6}\$，其值如表 3 所示。

表 3

\$R\$ (公尺)	\$m_0\$ (秒)	\$\beta\$ (度)	\$u_{x_i}\$	\$u_{y_i}\$
67.0	6.9	96	-37	-47.9
110	7.6	91.5	-29	-4.91
905	6.5	87	+55	-102
100	6.2	95.3	-6	-45
151	9.3	116	-38	-128
		\$\Sigma\$	-111	-193

按表 1 的已知值和諸誤圖 26b 求出 \$u_{x_2}\$ 和 \$u_{x_3}\$，原始數據和成果列入表 4 內。

表 4

\$m_0\$	\$\alpha\$ (度)	\$u_{x_i}\$	\$u_{y_i}\$
10.2	116	+91	+58
10.1	115	+91	+69
10.3	88	-79	+71
9.8	66	-71	+69
10.5	116	+55	+125
	\$\Sigma\$	+95	+317

由表 3 和表 4 中求得：

$$e_x = \sum u_{x_i}^2 + \sum u_{x_{i+1}}^2 = -1063 + 327 = -736;$$

$$e_y = \sum u_{y_i}^2 + \sum u_{y_{i+1}}^2 = -111 + 95 = -16;$$

按求得的各值 \$e_x = -736\$ 和 \$e_y = -16\$，利用諸誤圖 26 可求出角 \$\varphi = 90^\circ 40'\$ 和誤差橢圓短半軸的座標方位角 \$\varphi\$ 值。

利用諸誤圖 27 (公式 \$e = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}\$) 按 \$e_x\$ 和 \$e_y\$ 值求得：
\$e = 737\$。

按 \$m_0\$、\$R\$ 和 \$m_1\$ 值利用諸誤圖 28 計算出單值值 \$m_0\$ 和 \$N^2 = \sin^2 \frac{1}{2} \varphi\$ 及 \$R^2 m_0^2\$。

表 5

\$m_0^2\$	\$N^2\$
108	435
104	389
106	358
96	61
136	97
\$\Sigma\$	516
\$\Sigma\$	1001

所求各值列入表 5 內。

由此 \$M_1^2 = \sum_{i=1}^{n-1} m_i^2 + \sum_{i=1}^n N^2 = 1577\$ 方公尺。

已求得的數值 \$M_1^2\$ 和 \$e\$ 的誤差橢圓之長半軸 \$A\$ 和短半軸 \$B\$ 可按諸誤圖 29 求之。為此，將前尺對準標尺 \$e\$ 的 736 和標尺 \$M_1^2\$ 的 1577，則直尺與標尺 \$A\$ 和 \$B\$ 之交點即為答數：

$$A = \pm 34.0 \text{ 公尺}, \quad B = \pm 20.5 \text{ 公尺}。$$

諸誤圖 30

中誤差曲線由值之計算

中誤差曲線不僅能確定定位的最大誤差和最小誤差，而且也能確定座標方位角的誤差和任意方向的邊長，其中也包括按座標軸確定的邊長。

中誤差曲線以下式表示：

$$R^2 = A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi,$$

式中 ρ ——曲率半径；

θ ——扇形半径与向径之间的角度。

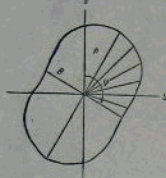


图 1

中国差曲线向径 ρ 的诸圆是由七条标尺所组成的。右边的标尺为长半轴 A 值和短半轴 B 值。根据中间标尺可求出 $\theta = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 和 75° 的 ρ 值。

例 按长短轴 $A=35.3$ 公厘和短轴 $B=20.6$ 公厘，试求向径值 ρ 和作出中误差曲线。短半轴的座标方位角 $\gamma=30^\circ$ 。

解 将直尺对准标尺 A 的划分 35.3 和标尺 B 的划分 20.6，则直尺与中间标尺的交点即为答案（表 6）。

按求得之值 ρ 和已知值 γ 作出中误差曲线（图 1）。

图 31 和图 32

视距测量时误差的计算

视距测量的误差 b 按下式计算：

$$b = 0.5 a \sin 2\alpha$$

式中 a ——用视距仪所测得的距离，以公尺计；

α ——倾角。

计算 b 时，为提高精度而制成两个诺谟图。图 31 是为计算倾角由 0° 至 6° 和距离由 20 公尺至 300 公尺时的高度之用。

图 32 是为计算倾角由 6° 至 25° 和距离由 10 公尺至 100 公尺时的高度之用。在这个范围内，确定高度之精度为 0.02 公尺；如距离增大时，则测定高度的精度之降低的倍数，是与距离 a 增大的倍数相同。

例（图 31 31）已知 $a=128.4$ ，倾角 $\alpha=3^\circ 22'$ 。

试求其高度。

解 将直尺对准标尺 a 的划分 128.4 和标尺 α 的划分 $3^\circ 22'$ ，则直尺与中间标尺之交点即为答案：

$$b = 7.53 \text{ 公尺}$$

图 32 的用法与图 31 的用法相似，并由图 32 上的用示意图和实例即可了解。

图 33

按测线的水平投影计算高差

本诺谟图是为按下式计算高差之用。

$$h = d \tan \alpha$$

此时测线的水平距离 d 和倾角 α 均为已知。

本诺谟图改换了高差的量比例尺，因为量比例尺由于无数光栅有迅速进行读数。

此诺谟图是由三条标尺组成的。左标尺为倾角 α ，右标尺为距离 d 由 0 至 200 公尺，其间隔为 1 公尺，高差 h 可按中间标尺读出，其精度达 0.1 公尺。

表 6

θ (度)	ρ (公厘)
15	54.5
30	52.5
45	50.9
60	49.1
75	47.9

例 已知 $d=125.5$ 公尺， $\alpha=10^\circ 15'$ ，试求其高度 h 。

解 将直尺对准标尺 d 的 125.5 公尺与标尺 α 的 $10^\circ 15'$ 连接起来，则此直尺与标尺 h 的交点即为求得之高度 $h=22.7$ 公尺。

图 34

高差的地球曲率和折光之改正计算

当用经纬仪视线进行地面的水准测量时，如果视距测量和平板仪测量距离大于 300 公尺的话，则高差的地球曲率与折光之改正数 f 可按下式求之：

$$f = \frac{1-K}{2R} S^2$$

式中 K ——地面折光系数，此系数值常采用 0.14；

R ——地球半径，等于 6371 公里；

S ——观测点的距离。

本诺谟图由四条双曲线函数组成，可作为计算距离达 10 公里地球曲率与折光改正计算之用。

例 测解测点间的距离等于 1550 公尺，试求高差的地球曲率与折光改正数。

解 在标尺 S 上查出划分 1550，于是在标尺 f 上与数值相对处读出答案： $f=0.162$ 公尺。

图 35

高程测量容许闭合差和井深测量误差之计算

按下式计算高程测量的容许闭合差：

工程水准测量的容许闭合差为：

$$\Delta h = \pm (20 \sqrt{L} + 2) L$$

高程测量时往返测量两次的高差之不符值不应超过：

$$\Delta h = \pm 30 \sqrt{L}$$

为进行矿山测量而设的高程测量时，在高程的水准基点之简单向观测的闭合差不应超过下列数值：

$$\Delta h = \pm (10 \sqrt{L} + 1.0) L$$

往返测量两次的高差之不符值不应超过：

$$\Delta h = \pm 15 \sqrt{L}$$

上述公式中的 L ——测线长度，以公里计； Δh ——闭合差，以公尺计。

当测量井深时，两次测量取得的差数不得超过：

$$\Delta H = 0.01 + 0.0002 H$$

式中 H ——井筒深度，以公尺计。

例 1 在水准基点间敷设一工程水准测量的高程测量时，测长 10.2 公里，试求容许闭合差 Δh 。

解 在右边标尺 $\Delta h = \pm (20 \sqrt{L} + 2) L$ 的右侧查出划分 10.2，而按同一标尺的左侧读出答案： $\Delta h = 84$ 公尺。

例 2 井深 $H=653$ 公尺。试求两次测量井深的容许不符值。

解 在左边标尺 ΔH 的左侧查出划分 653，于是在同一标尺的右侧求得容许不符值 $\Delta H = 0.141$ 公尺。

图 36

垂线投点之角度误差计算

通过一个竖井进行联系测量时，垂线投点之角度误差按下式计算：

$$M'' = \pm \frac{\rho''}{\rho} = 206.3 \frac{\rho''}{\rho}$$

式中 ρ ——垂线投点之长度范围，以公尺计。

a ——垂线之间的距离，以公尺计。

放方向 e 为垂线方向的偶然方向。

$$\rho'' = 206265$$

例 设通过一个竖井进行矿井定向时，用垂线之间的距离 $a = 4.2$ 公尺，按点长度误差 $e = 1.5$ 公厘。试求垂线校点的角度误差。

解 将直尺对准标尺 e 的划分 1.5 和标尺 e 的划分 4.2，直尺与标尺 M 的交点，即为答案： $M = 1'14''$ 。

图 37 和图 38

通过一个竖井定向时，由于联系三角形的角度测量及边长丈量所引起的 α 和 β 的测角误差之计算（计算时按正弦公式）

按正弦公式求的垂线 α 和 β 测角误差可按下列公式计算：

$$m_{\alpha}^2 = \left(\frac{\rho''}{12} m \right)^2 + \left(\rho'' \rho' \frac{m_a}{a} \right)^2 + \left(\rho'' \rho' \frac{m_c}{c} \right)^2$$

$$m_{\beta}^2 = \left(\frac{\rho''}{12} m \right)^2 + \left(\rho'' \rho' \frac{m_b}{b} \right)^2 + \left(\rho'' \rho' \frac{m_c}{c} \right)^2$$

式中 m_{α} ——角度误差；

m_a, m_b, m_c ——联系三角形各边长度的丈量误差。

为使 α 和 β 测角误差公式便于理解，将其化为如下形式：

$$m_{\alpha} = \pm \rho'' a \sqrt{A_{\alpha} + C_{\alpha}}$$

$$m_{\beta} = \pm \rho'' b \sqrt{A_{\beta} + C_{\beta}}$$

式中

$$A_{\alpha} = \rho''^2 \left[\left(\frac{m_a}{a} \right)^2 + \left(\frac{m_c}{c} \right)^2 \right]$$

$$B_{\beta} = \rho''^2 \left[\left(\frac{m_b}{b} \right)^2 + \left(\frac{m_c}{c} \right)^2 \right]$$

$$C_{\alpha} = \frac{m^2}{a^2}$$

图 37 是为了按各边的相对误差 $\frac{m_a}{a}$, $\frac{m_b}{b}$, $\frac{m_c}{c}$ 和角 γ 的误差 m_{γ} 以及联系三角形的角 γ 计算辅助值 A_{α} , B_{β} , C_{α} 之用。

按图 37 可求出辅助值 A_{α} , B_{β} , C_{α} 和角度 α 及 β 算出联系三角形之垂线 α 和 β 测角误差。设角 β 为 180° 的补角。

例 通过一个竖井定向时，如利用联系三角形与垂线连接的话，那末联系三角形边长 a , b , c 测量的相对误差为：

$$\frac{m_a}{a} = \frac{1}{5000}, \quad \frac{m_b}{b} = \frac{1}{6000}, \quad \frac{m_c}{c} = \frac{1}{3000}$$

角 $\gamma = 9^\circ 20'00''$ 误差 $m_{\gamma} = \pm 16''$ 。

试求按正弦公式算出的 α 和 β 测角误差。

解 利用图 37，将直尺对准标尺 $\frac{m_a}{a}$ 的划分 $1/5000$ 和标尺 $\frac{m_c}{c}$ 的划分 $1/3000$ ，则直尺与标尺 A_{α} 的交点即为辅助值 $A_{\alpha} = 6430$ 。

利用同一图 37 的右边部分，按度数 $\gamma = 9^\circ 20'00''$ 和 $m_{\gamma} = \pm 16''$ 求得辅助值 $C_{\alpha} = 1600$ 。

按图 37 求出 m_{β} 值，为此：将直尺对准标尺 e 的划分 $14'25''$ 和标尺 $A_{\beta} + C_{\beta} = 8930$ ，于是答案标尺 m_{β} 求得 $m_{\beta} = \pm 23''$ 。

同理，按图 38 可求得角 β 的误差 m_{β} 。

图 38

通过一个竖井定向时，由于量长而引起的联系三角形 α 和 β 测角误差之计算（计算时按正弦公式）

* 本图 37 和 38 为在井下不同的关系和测量定向时测出用。

用边长公式求的垂线 α 和 β 测角误差可按下列公式计算：

$$m_{\alpha} = \pm \frac{m_{\rho} \rho'}{\rho \sin \beta} \sqrt{1 + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma}$$

$$m_{\beta} = \pm \frac{m_{\rho} \rho'}{\rho \sin \alpha} \sqrt{1 + \cos^2 \alpha + \cos^2 \gamma}$$

式中 α, β, γ ——联系三角形的角度；

c ——垂线之间的距离；

m_{ρ} ——三角形边长测量之中误差，以公厘计。

本图 39 由用标尺 $m(\beta)$ 和 γ 以及平行的对数标尺 m_1 和 m_2 所组成。

例 按边长公式算出的联系三角形之角度为： $\alpha = 66^\circ 24'48''$ ， $\beta = 69^\circ 25'02''$ 和 $\gamma = 41^\circ 10'17''$ ；边长 a, b, c 之误差各为： $m_1 = 0.5$ 公厘；边长 $c = 2.0610$ 公尺。试求所计算的角度 α 和 β 的误差 m_{α} 和 m_{β} 。

解 将垂线 $\gamma = 41^\circ 10'$ 与角线 $\alpha = 66^\circ 25'$ 之交点引到标尺 1，并用直尺求得测得的点与标尺 m_1 的 0.5 连接起来。然后将标尺一直线与前划标尺 II 之交点用直尺和标尺 c 的 2.061 连接起来，则该直线的延长线与标尺 m_2 之交点即为答案： $m_2 = \pm 70.6''$ 。

图 39

按联系四边形法作垂线及定向基点之连接测量时， P_1, P_2 横的座标方位角误差之计算。

通过一个竖井定向时，可利用联系四边形法使地面定向基点与垂线连接和使定向水平的永久导线与所设之点连接。

P_1, P_2 座标方位角之误差可按下列公式计算：

$$M_{(P_1, P_2)} = \frac{P_1 P_2 m_{\beta}}{AB} \sqrt{\frac{1}{2} (m_2^2 + m_3^2)}$$

式中 m_{β} ——测角之中误差；

AB ——垂线间的距离；

$P_1 P_2$ —— P_1 及 P_2 点间的距离；

m_{β} 和 m_{α} ——用本图上所“引用”的前方交会误差图表所计算出来的数值。

在透明纸上（将透明纸画在所“引用”的前方交会误差图表上），取 P_1, P_2 基线上的点 P_1 和 P_2 作为两端，按四边形 P_1 和 P_2 上的角度实测值绘成一四边形 $AP_1 P_2 B$ 。按图表求出 A 点和 B 点的 m_{α} 和 m_{β} 值以及求出用附有分厘刻划的尺量出的 AB 距离。

按求得的数值 m_{α} , m_{β} , AB , $P_1 P_2$ 和测角的中误差 m_{β} 利用此图 39 可求得 $P_1 P_2$ 座标方位角之误差 $M_{(P_1, P_2)}$ 。

例 当按联系四边形法作快速连接测量时， P_1 和 P_2 点应位于在 A 和 B 垂线方向线的两边。 P_1 点的测角误差： $\alpha_1 = 57^\circ 30'$ ， $\beta_1 = 88^\circ 10'$ ； P_2 点的测角误差： $\alpha_2 = 76^\circ 20'$ 和 $\beta_2 = 50^\circ 10'$ ；角的中误差 $m_{\gamma} = \pm 16''$ 。试求 $P_1 P_2$ 座标方位角之误差。

解 将透明纸画在图表上，取图表之两端作为 P_1 和 P_2 点，则按已知的角度值 α_1, β_1 和 α_2, β_2 绘成一四边形 $AB P_1 P_2$ ，于是从图表中查出 A 点和 B 点的数值，其值分别为 $m_{\alpha} = 2.5$ 和 $m_{\beta} = 2.8$ 。用公厘尺量出 AB 和 $P_1 P_2$ 之距离： $AB = 46$ 公厘和 $P_1 P_2 = 19$ 公厘。然后，利用图 39 求得垂线 $m_{\beta} = 2.5$ 与角线 $m_{\alpha} = 2.8$ 的交点引到标尺 1，并从此点求得与标尺 AB 的划分 46 用直尺连接起来。再从前一直线与前划标尺 II 的交点用直尺与标尺 $P_1 P_2$ 的划分 19 连接起来。则在直尺与前划标尺 II 之相交处再引一点，并从此点与标尺 m_{β} 的划分 8'' 连接起来，此直尺与标尺 $M_{(P_1, P_2)}$ 的交点即为答案：

$$M_{(P_1, P_2)} = \pm 8''.7$$

諸誤圖 40 和諸誤圖 41

測量井深時因尺由于自重和荷重而伸長之計算

用長鋼尺測量井深時，應在測量結果中加入鋼尺自重伸長改正數，此改正數可按下式計算：

$$\Delta L_2 = \frac{107}{E} L \left(L' - \frac{L}{2} \right)$$

鋼尺荷重伸長改正數按下式計算：

$$\Delta L_3 = \frac{L(Q - Q_0)}{E \cdot F}$$

式中 γ ——鋼之比重，等于 7.8；

L ——需要計算改正數的一段鋼尺之長度，以公尺計；

E ——楊氏系數（彈性系數——校訂者），等于 2 000 000 公斤/平方公分；

L' ——鋼尺自由懸掛部分的長度（由地面照準點起至垂掛的地方止），以公尺計；

Q ——鏈重，以公斤計；

Q_0 ——鋼尺比長時所加的拉力或鏈重，以公斤計；

F ——鋼尺的橫截面積，以平方公分計；

改正數 ΔL_2 和 ΔL_3 ，以公尺計。

例 1（諸誤圖 40）若自由懸掛部分的鋼尺長度等于 450 公尺，而需要計算改正數的一段鋼尺之長度 L 等于 250 公尺。試求鋼尺由于荷重而伸長之改正數 ΔL_3 。

解 將垂直鏈 $L' = 450$ 與直鏈 $L = 250$ 的交點按水平線引到標尺 ΔL_3 ，于是讀得數： $\Delta L_3 = +32$ 公厘。

改正數 ΔL_3 未過為正。

例 2（諸誤圖 41）如需要計算改正數的一段鋼尺長度 L 等于 250 公尺，測量比長時鋼尺荷重的差數 $Q - Q_0$ 等于 +3.6 公斤和 $F = 5.8$ 平方公分，試求鋼尺荷重伸長改正數 ΔL_3 。

解 將直尺對準標尺 L 的分划 250 和標尺 $Q - Q_0$ 的分划 3.6，再將直尺與標尺 L 的分划 250 和標尺 $Q - Q_0$ 的分划 3.6 連接起來，則直尺與標尺 ΔL_3 的交點即為數： $\Delta L_3 = +7.8$ 公厘。
 ΔL_3 的符號由 $Q - Q_0$ 的差數符號而定。

諸誤圖 42

用傾心經緯儀測垂直角之改正計算

在儀器與視測站間的距離不大的情況下，用傾心經緯儀測垂直角（在傾斜巷道中是常有的事）時，可根據下式對實測垂直角加入改正數：

$$\delta\alpha = \frac{1}{4} \rho'' \sin 2\alpha \frac{S^2}{S_0^2}$$

式中 α ——傾斜角；

e ——望遠鏡傾心距；

S ——由儀器至視測站的水平距離，以公尺計。

實測垂直角的改正數 $\delta\alpha$ 永遠為負。

例 用傾心經緯儀測垂直角 $\alpha = 18^\circ 55'$ ，望遠鏡的傾心距 $e = 8.4$ 公分，由儀器到視測站之間的距離為 6.7 公尺。試求該實測垂直角的改正數 $\delta\alpha$ 。

解 將直尺對準標尺 α 的分划 8.4 和標尺 S 的分划 6.7 公尺，然後將直尺與標尺 α 的交點用直線與標尺 α 的分划 $18^\circ 35'$ 連接起來，則直尺與標尺 $\delta\alpha$ 的交點即為數： $\delta\alpha = -4''$ 。

諸誤圖 43

煤層厚度之計算

按凡層的垂直直線進行測量有磁礦物層的厚度，稱為真厚 m 。根據是直線的方向，煤層厚度可按垂直直線 m_0 或按與岩層走向直交的

水平方向直線 m_a 。

真厚 m 可用下式計算：

$$m = m_0 \cos \delta$$

或

$$m = m_a \sin \delta,$$

式中 δ ——煤層傾斜角。

例 在井下巷內測得垂直厚度為 $m_0 = 3.8$ 公尺，煤層傾斜角 $\delta = 32^\circ$ ，試求煤層厚度。

解 將直尺對準標尺 δ 的分划 32° 和標尺 m_0 的垂直厚度 3.8，則直尺與標尺 m 的交點即為數 $m = 3.22$ 公尺。

諸誤圖 44

用求積儀測面積的設置計算

為了計算以求積儀測定面積的中誤差，可用恩·姆·沃爾科夫教授所求出公式：

$$m = 0.68 + 0.028 \sqrt{n},$$

式中 m ——求積儀分划上的面積誤差，

n ——求積儀的分划數。

例 用求積儀求曲線輪廓面積，在求積儀的分划上 $n = 1520$ 。試求求積儀分划上的中誤差 m 。

解 在標尺 m 上，與標尺 n 的分划 1520 之相對處讀得數 $m = 1.77$ ，該值相當于面積的 $1/100$ 。

諸誤圖 45

在与煤層走向成斜交的建築物之下留保安柱柱

時移動角 β' 和 γ' 之計算

為了保護伸長的建築物， β' 和 γ' 的角度值可按下式計算：

$$\tan \beta' = \sqrt{\tan^2 \beta \cos^2 \alpha + \tan^2 \alpha \sin^2 \alpha}$$

表 7

煤田類別	煤田類型	由儀器測定的煤田中典型煤田	基本設備中的移動角
I	I	位於砂岩或泥炭沙水層地帶的煤田，其點附近煤田	55°
	IA	新礦區用，開采煤田	$\beta = 63^\circ$ 含煤傾斜角 α 由 0° 至 10° 時 $\beta = 60^\circ$ 當 α 由 10° 至 35° 時， $\beta = 70^\circ - 0.5\alpha$ 當 $\alpha = 35^\circ$ 時， $\beta = 55^\circ$ 當 $\alpha \geq 45^\circ$ 時， $\beta = 45^\circ$ ， $\gamma = 75^\circ$
II	II	卡拉岡達煤田	$\beta = 70^\circ - 0.5\alpha$ 但是不小於 55° $\beta = 70^\circ$
	IIA	系列開採大煤田，單面巴爾斯圖爾斯煤田	$\beta = 70^\circ - 0.5\alpha$ ，但是不小於 55° $\beta = 70^\circ$
III	III	沒有很好調查的煤田	在傾斜角 α 為任一值時， $\beta = 60^\circ$ 由 0° 至 10° 時， $\beta = 63^\circ$ 由 10° 至 35° 時， $\beta = 65^\circ$ — 5 米 $\alpha \geq 45^\circ$ 時， $\beta = 55^\circ - 0.5\alpha$ ，但是不小於 45°
		似巴爾斯圖爾斯	在傾斜角 α 為任一值時， $\beta = 60^\circ$ 由 0° 至 10° 時， $\beta = 63^\circ$ 由 10° 至 35° 時， $\beta = 65^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$ 時， $\beta = 55^\circ - 0.5\alpha$ ，但是不小於 45°

附註：

1. 如果煤田是由煤層褶曲褶曲而成，則用煤田的傾斜角和褶曲褶曲的傾斜角。
2. 在計算含煤傾斜角 $\alpha \geq 45^\circ$ 時，其下一層時煤層走向之傾斜角 $\alpha = 10^\circ$ 的兩度增加之。

$$\operatorname{ctg} \theta' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \theta \cos^2 \theta + \operatorname{ctg}^2 \beta \sin^2 \theta},$$

式中 β 和 γ ——与煤層傾斜角有关的移动角;

θ ——走向綫与受护地物边界綫之间的銳角。

例 位于頓巴斯煤田上的建筑物, 其受护建筑物的軸綫与煤層走向綫所成的角度 $\theta = 45^\circ$, 傾斜角 $\alpha = 50^\circ$ 。

試求沿煤柱上部边界的移动角度 β' 和沿煤柱下部边界的移动角 γ' 。

解 根据表 7, 按傾斜角 $\alpha = 50^\circ$ 求得 $\beta = 40^\circ$, $\gamma = 85^\circ$ 和 $\delta = 85^\circ$ 。

根据所求得的各角 β , γ , δ 和已知角 θ , 按諾誤圖求 β' , 为此, 將直尺对准标尺 β 的 40° 和标尺 δ 的 85° , 則直尺与直綫 $\theta = 45^\circ$ 之交点即为答案 $\beta' = 49^\circ 50'$ 。

依此类推, 按同一諾誤圖再求出 γ' 角。

諾誤圖 46 和 諾誤圖 47

由受护綫的角点起至煤柱的上部边界和煤柱的下部边界止的垂綫長度之計算

在平面上由受护綫的角点起至煤柱的边界止, 按煤層埋藏深度 $H = 1$, 以下式計算垂綫的長度值:

$$y_1 = \frac{\operatorname{ctg} \beta'}{1 + \operatorname{ctg} \beta' \cos \theta \operatorname{tg} \alpha};$$

$$l_1 = \frac{\operatorname{ctg} \theta'}{1 - \operatorname{ctg} \theta' \cos \theta \operatorname{tg} \alpha},$$

式中 θ ——受护綫与煤層走向綫間之銳角;

α ——煤層傾斜角;

β' 和 γ' ——按諾誤圖 45 求移动角。

对某一点的煤層的埋藏深度 H 而言, 垂綫長度等于:

$$y = y_1 H;$$

$$l = l_1 H.$$

例 今有一北頓巴斯鐵路, 是以 $\theta = 38^\circ$ 的角度与煤層走向綫交。試于此铁路下留一段煤柱, 煤柱傾斜角 $\alpha = 42^\circ$ 。 β' 和 γ' 兩角按諾誤圖 45 求得其值分别为 $\beta' = 48^\circ 30'$ 和 $\gamma' = 85^\circ$ 。深度 $H = 150$ 公尺。

解 求 y_1 (諾誤圖 47)。將直尺对准标尺 α 的 42° 和标尺 β' 的 $48^\circ 30'$, 則此直尺与直綫 $\theta = 38^\circ$ 的交点即为答案:

$$y_1 = 0.543.$$

求 l_1 (諾誤圖 48)。將直尺对准标尺 α 的 42° 和直綫 $\theta = 38^\circ$ 与 $\gamma' = 85^\circ$ 的交点, 則此直尺与标尺 l 的交点即为答案:

$$l_1 = 0.043.$$

对于 $H = 150$ 公尺的水平綫, 則:

$$y = y_1 H = 2.715;$$

$$l = l_1 H = 13.95.$$

参 考 文 献

恩·阿·格拉戈列夫著: 圖解法教程(1943 年莫斯科版)。

恩·阿·格拉戈列夫著: 圖解法教程(1935 年联合科学技術出版社)。

恩·阿·格拉戈列夫著: 圖解法手册(1937 年联合科学技術出版社)。

恩·維·格爾南方諾夫著: 工程圖解圖的解理和圖解(1932 年國家技術理論出版社)。

弗·沃·耶列茨基和伊·彼列波爾金合著: 圖解法教科書(1935 年重工業人民委員會出版)。

布·阿·亞夫斯著: 圖解圖解法教程(1937 年联合科学技術出版社)。

格·什維爾德特著: 几何投影圖解法(1935 年國立烏克蘭科學技術出版社)。

伊·恩·捷尼索克著: 圖解圖解法教程(1934 年重工業人民委員會出版社)。

姆·沃·希特科夫斯基著: 圖解法(1939 年國家技術出版社)。

布·阿·亞夫斯著: 圖解法参考書(1935 年國家技術出版社)。

諾諾圖 1 根據三角測量標的高度進行兩三角點之間的相互通視計算

