

矿山測量經驗小丛书

第 四 冊

矿 井 測 量

U114

C374

:4

測 繪 出 版 社

矿冶工程地质学讲义

第二版

矿 井 测 量

511
511
511

1954年10月

矿山測量經驗小丛书

第 四 册

矿 井 測 量

編 者 測 繪 出 版 社

出 版 者 測 繪 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第 081 号

发 行 者 新 华 書 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安定門外六鋪炕40号

印数(京) 1—2700册 1959年6月北京第1版

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 1959年6月第1次印刷

字数23000 印张 1

定价(8) 0.12元 統一書号: T15039·312

250-1

678

6-14

1

編者的話

在总路綫的光輝照耀下，采矿工程正在全国各地遍地开花，其中矿山測量是一項必要的工作，举凡矿場的勘探、矿井的建設、采矿場生产工作的进行、采掘量的驗收等一系列工作都需要进行矿山測量。为便于从事矿山測量工作的同志参考和交流經驗，本社特將部分有关資料陸續編成小叢書出版。

本書收集了六篇矿井測量的經驗，闡述了井下測量选点的方法、高程測量、非安全区的平面測量、导綫測量等实际作业中的經驗。

由于編选資料不够齐全，編者水平有限，缺点尚所难免。希讀者对本叢書提出宝貴意見，俾便改进工作，促进矿山測量經驗交流。

測繪出版社 1959年元月

目 录

矿井精密三角高程测量.....	3
坑内鑽孔定位测量解析法.....	9
坑内非安全区平面测量.....	14
坑内采场测量的选点法.....	20
井下经纬仪高程测量应加的改正.....	26
矿山测量一級经纬仪导线两次快速测量法.....	30

矿井精密三角高程測量

张福贵

凡用斜井开采的矿山，不管是为了向井下傳遞高程或者是为了地下井巷貫通，因受井筒过深和井筒断面狹小影响，都难于进行几何水准測量且有下列之弊：

1. 斜井中只能使用 2 公尺左右的水准尺，每轉一站高程降下仅为 1.5 公尺左右。

2. 仪器摆站次数过多，积累性的高程誤差相对增加。

3. 水平視綫太短，仅 3 ~ 4 公尺，視讀誤差大而且讀尺困难，易产生讀尺錯誤。

4. 斜井中空气混濁，照明不佳，因而受气差和光差影响很大。

5. 井中設備很多，可利用面积不大，仪器易受震动，破坏其水平位置。

6. 缺乏坚固且高度合适的立尺地点，甚至需要特制的尺垫。

7. 进行井中測量的時間太長，且必須进行多次往复測量后才敢对高程確認，因而停車太久，严重地影响斜井运输并为工程施工所不容。

8. 由于受前述六种因素影响，所以精度不高，往往是事倍功半。

下面是笔者所介紹的矿井精密三角高程測量方法，該方法有的已在某铁矿貫通測量中应用过。

正倒鏡双向观测

該方法非常簡單，將垂直度盤游標最小讀數小於 $20''$ 的校正完善的精密經緯儀精確安平於坑口之 A 點（高程來自坑口水准基點），單向的前視 B 點，正倒鏡視准同一點，測得傾角 $\delta_{A\Pi}$ 和 $\delta_{A\text{上}}$ 。但觀測時必須先使垂直度盤上的水准管氣泡居中并計算出垂直盤的指標差 MO ，對傾斜角加以改正，其值應不大於度盤最小讀數的二倍。同時量得斜距離 L_1 （或利用計算測點坐標之水平長度 l_1 ）和測點 B 至視准點的垂距 V_B 及儀器高 P_A 。於是：

$$\delta_A = \frac{\delta_{A\Pi} + \delta_{A\text{上}}}{2} \quad (1)$$

$$H_B' = H_A + \Delta H = H_A - L_1 \cdot \sin \delta_A - P_A + V_B \quad (2)$$

或 $H_B' = H_A + \Delta H = H_A - l_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_A - P_A + V_B \quad (3)$

另轉儀器於 B 點，精確安平後為了減少誤差影響，需進行等角觀測。首先可使垂直度盤對准前站之 δ_A 讀數，然後再後視照准 A 點之垂錘綫，標識出一點後，重新用前站的測法精密的測得 $\delta_{C\Pi}$ 和 $\delta_{C\text{上}}$ 。同法前視 C 點（即等角正倒鏡双向觀測）得 $\delta_{C\Pi}$ 和 $\delta_{C\text{上}}$ ，并量出 P_B, V_A', V_C, L_1' 及 L_2 （如图 1）。

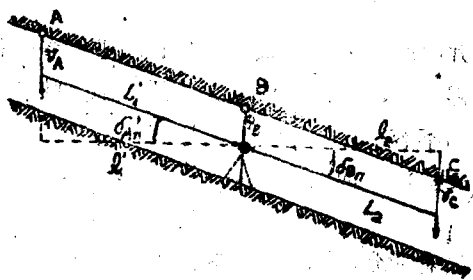


图 1. “正倒鏡双向觀測”三角高程測量

但 m_p 与 m_v 之值不得大于1.5公厘。距离的相对误差 f 虽应视工作要求而定，可是一般的亦应保证 $\frac{1}{3000} \sim \frac{1}{5000} \sim \frac{1}{10000}$ 。计算工作是利用逆推法进行的。

$$\delta_A' = \frac{\delta_{A_{\Pi}}' + \delta_{A_{\Pi}}'}{2} \quad (4)$$

$$H_B'' = H_A - \Delta H' = H_A - L_1' \cdot \sin \delta_A' + P_B - V_A \quad (5)$$

$$H_B'' = H_A - \Delta H' = H_A - l_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_A' + P_B - V_A \quad (6)$$

$$\therefore H_B = \frac{H_A' + H_A''}{2} \quad (7)$$

例一：以矿山经纬仪用正倒镜双向观测法测得 $\delta_{A_{\Pi}} = 25^\circ 00' 00''$ ， $\delta_{A_{\Pi}} = 25^\circ 00' 40''$ ； $L_1 = 50$ 公尺； $P_A = 1$ 公尺； $V_B = 1.5$ 公尺和 $\delta_{A_{\Pi}}' = 25^\circ 01' 10''$ ； $\delta_{A_{\Pi}}' = 25^\circ 01' 30''$ ； $L_1' = 50.006$ 公尺； $P_B = 1.101$ 公尺； $V_A' = 1.582$ 公尺而 $H_A = 200$ 公尺；求 H_B 。

$$\begin{aligned} \delta_A &= \frac{\delta_{A_{\Pi}} + \delta_{A_{\Pi}}}{2} \\ &= \frac{25^\circ 00' 00'' + 25^\circ 00' 40''}{2} = 25^\circ 00' 20'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_B' &= H_A - L_1 \cdot \sin \delta_A - P_A + V_B = 200 - 50 \times \\ &\times \sin 25^\circ 00' 20'' - 1.101 + 1.5 = 200 - 21.635 = \\ &= 178.365 \text{公尺} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A' &= \frac{\delta_{A_{\Pi}}' + \delta_{A_{\Pi}}'}{2} = \frac{25^\circ 01' 10'' + 25^\circ 01' 30''}{2} = \\ &= 25^\circ 01' 20'' \end{aligned}$$

$$H_B'' = H_A - L_A' \cdot \sin \delta_A' + P_A - V_B = 200 - 50.006 \times \\ \times \sin 25^\circ 01' 20'' + 1.101 - 1.582 = 200 - 21.632 = \\ = 178.368 \text{公尺}$$

$$\therefore H_B = \frac{H_B' + H_B''}{2} = \frac{178.365 + 178.368}{2} = \\ = 178.366 \text{公尺}$$

根据偶然誤差理論，其高程誤差为：

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{(\sin \delta \cdot m_L)^2 + \left(L \cdot \cos \delta \cdot \frac{m_\delta''}{\rho''} \right)^2 + m_P^2 + m_V^2}{2}} \quad (8)$$

$$m_{hK} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma (\sin \delta \cdot m_L)^2 + \Sigma \left(L \cdot \cos \delta \cdot \frac{m_\delta''}{\rho''} \right)^2 + \Sigma m_P^2 + \Sigma m_V^2}{2}} \quad (9)$$

如經 n 次往返觀測，則其普通公式为：

$$m_{hK} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma (\sin \delta \cdot m_L)^2 + \Sigma \left(L \cdot \cos \delta \cdot \frac{m_\delta''}{\rho''} \right)^2 + \Sigma m_P^2 + \Sigma m_V^2}{2n}} \quad (10)$$

或

$$m_{hK} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma (\tan \delta \cdot m_L)^2 + \Sigma \left(\frac{1}{\rho''} \cdot \frac{m_\delta''}{\cos^2 \delta} \right)^2 + \Sigma m_P^2 + \Sigma m_V^2}{2n}} \quad (11)$$

其中

$$m_\delta'' = \pm \sqrt{\frac{1}{2} (m_B^2 + m_O^2)} \quad (12)$$

單絲望遠鏡的照准誤差：

$$m_B'' = \pm \frac{60''}{T} \quad (13)$$

T ——望遠鏡放大倍數，

雙絲望遠鏡的照准誤差

$$m_B'' = \pm \frac{\omega''}{12} = \pm \frac{50'' \sim 60''}{12} = \pm 4'' \sim 5'' \quad (14)$$

ω'' ——望遠鏡中二豎絲的間隔角值一般為 $50'' \sim 60''$

垂直度盤單游標的讀數誤差：

$$m_O'' = \pm 0.3t'' \quad (15)$$

垂直度盤雙游標的讀數誤差：

$$m_O'' = \pm \frac{0.3t}{\sqrt{2}} \quad (16)$$

t ——游標的最小分別值

$$m_L = \pm \frac{1}{3} (a\sqrt{L} + b \cdot L) \quad (17)$$

$$\text{或} \quad m_L = \pm \frac{d}{\sqrt{2}} \quad (18)$$

a ——偶然誤差影響係數

b ——系統誤差影響係數

d ——二次量距之較差

例二：用 $t = 20''$ ， $T = 20$ 的單絲雙游標的經緯儀以正倒鏡双向觀測法往返二次測得諸平均值為 $\delta_{cp} = 25^\circ 00' 00''$ ， $L_{cp} = 50$ 公尺， $m_L = \pm 5$ 公厘， $m_p = \pm 2$ 公厘， $m_v = \pm 1.5$ 公厘測站數 $K = 10$ ，求 m_h 和 m_{hx} 。

$$m_B'' = \pm \frac{60''}{T} = \pm \frac{60''}{20} = \pm 3''$$

$$m_o'' = \pm \frac{0.3t}{\sqrt{2}} = \pm \frac{0.3 \times 20}{\sqrt{2}} \div 4$$

$$m_\delta'' = \pm \sqrt{\frac{1}{2}(m_B^2 + m_o^2)} = \pm \sqrt{\frac{1}{2}(3''^2 + 4''^2)} \div \pm 4''$$

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{(m_L \cdot \sin \delta)^2 + \left(L \cdot \cos \delta \frac{m_\delta''}{\rho''}\right)^2 + m_P^2 + m_V^2}{2}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{(5 \times \sin 25^\circ)^2 + \left(50 \times \cos 25^\circ \times \frac{4''}{206000''}\right)^2 + 2^2 + 1.5^2}{2}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{(5 \times 0.42)^2 + \left(50 \times 0.91 \times \frac{4''}{206000''}\right)^2 + 4 + 2.25}{2}} = \pm 2mm$$

$$m_{hk} = \pm \sqrt{\frac{2(\sin \delta \cdot m_L)^2 + 2\left(L \cdot \cos \delta \frac{m_\delta''}{\rho''}\right)^2 + 2m_P^2 + 2m_V^2}{2n}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{10(5 \times 0.42)^2 + 10\left(50 \times 0.91 \times \frac{4''}{206000''}\right)^2 + 10 \times 2^2 + 10 \times 1.5^2}{2 \times 2}}$$

$$= \pm 5mm$$

所以某极限誤差为

$$m_{np} = \pm 3 \cdot m_{hk} = \pm 3 \times 5mm = \pm 15mm$$

正倒鏡双向多点三角高程測量

这种方法根本就是上述之正倒鏡双向觀測法，它只是有这么一点轉化：在不論是后視或前視的同一方向上，將照准点多移动几次（移动 2~4 次），并分別測出其傾斜角 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots$ ，然后量出 $V_1, V_2, V_3, \dots$ 及各視准点間的距離 $S_1, S_2, S_3, \dots$ （也可根据 $V_2 - V_1 = S_1$ 等等算得），以备檢

查仪器之观测精度。取各次 dh 的平均值为最后值。

例如，把仪器精密地安平在 B 点，后视 A 点垂锤线，按计划倾角（如斜井坡度为 25° ，则计划倾角应在 $20^\circ \sim 30^\circ$ 之间并以等差度数选取之）正镜分别标出觇标后，再正镜精密地观测垂锤的觇标1, 2, 3, 4, 读得 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ ；然后倒镜，以与前次相反的次序观测4, 3, 2, 1, 读得 $\delta_4', \delta_3', \delta_2', \delta_1'$ ，并量得 L_1, L_2, L_3, L_4 和 V_1, V_2, V_3, V_4 ，以及 S_1, S_2, S_3, S_4 和 P_B 。同样道理，也应当用这种测量方法进行前视方向的观测（如图2）。

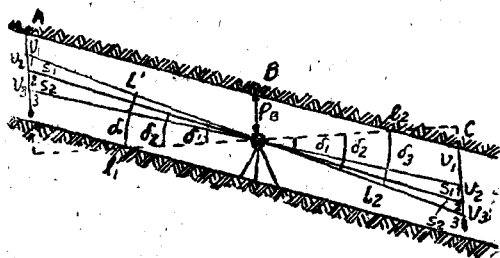


图2. “正倒镜双向多点观测”三角高程测量

（转载“矿山技术”1958年第2期）

坑内钻孔定位测量解析法

周 祥

脉锡矿体一般极不规则，为了探清其产状范围，或为延续地面钻孔继续下钻，必须在坑内进行钻孔定位测量工作。地表和坑内的钻孔都分布在统一的具有一定方位和间距的勘

探網綫上。这些勘探綫有的位于坑道近旁，且其方向大致和坑道方向平行。要测定这些网綫上的鑽孔，使其适位于預定的位置上（按設計图放样）。必須开拓短小的支岔巷道和鑽窩，然后才能准确地测定鑽孔位置，安放鑽机，进行鑽进。但为节省开拓工程，所开支岔巷道中綫应适为鑽孔至其近旁坑道中綫之垂綫，因此必須事前作些解析計算工作。將解算結果标註在坑道图上，再往現場整置仪器指导开掘，测定孔位。

基于上述要求条件，我們在实际工作中，使用了两种解析方法。現提出供从事坑內勘探测量的同志們参考。

（一）求解垂足坐标法

如图 1，設要测定勘探綫 LL 上的鑽孔 K 。由設計图知

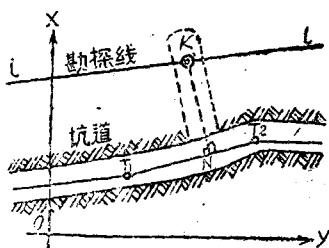


图 1

K 孔靠近坑內道綫边 T_1, T_2 ，茲欲在坑內 N 点附近开掘支岔巷道 NK ，并在 K 点附近开掘鑽窩，然后测定 K 点，設机打鑽。

因勘探綫之走向（方位及該綫上鑽孔間距已知，如再給定勘探綫上任一基准鑽

孔的坐标，則 K 点的坐标 X_k 及 Y_k 亦可算出（事实上 K 点坐标常是事前就算好的）。另外坑內道綫点 $T_1 \sim T_2$ 之边長 T_1T_2 ，方位角 (T_1T_2) 与坐标 $T_1(X_1, Y_1)$ 及 $T_2(X_2, Y_2)$ 亦是已知的，故可写出道綫边 $T_1 \sim T_2$ 之直綫方程为：

$$Y_n - Y_1 = \operatorname{tg}(T_1T_2) \cdot (X_2 - X_1) \quad (1)$$

$$\text{或 } Y_n - Y_1 = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \cdot (X_n - X_1) \quad (2)$$

(1) (2) 兩式中 $X_n Y_n$ 为 N 点之坐标, 且等号右边的 $\text{tg}(T_1, T_2)$ 和 $\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$ 均为直线 $T_1 \sim T_2$ 的斜率, 故其垂线 NK 之斜率应为原斜率之负倒数, 即:

$$-\frac{1}{\text{tg}(T_1, T_2)} \text{ 和 } -\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1}$$

于是得 NK 直线方程为:

$$Y_n - Y_k = -\frac{1}{\text{tg}(T_1, T_2)} \cdot (X_n - X_k) \quad (3)$$

$$\text{或 } Y_n - Y_k = -\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \cdot (X_n - X_k) \quad (4)$$

自 (1) (2) 和 (3) (4) 兩对方程式中各取一个方程联立[如取 (1) (3) 或 (2) (4)], 按代数解法, 即可得出垂足 N 之坐标 X_n 和 Y_n ; 或将已知数据直接代入下列公式中解之, 亦可得出 N 点坐标:

$$X_n = \frac{(X_2 - X_1)^2 \cdot X_k + (Y_2 - Y_1)^2 \cdot X_1 + (X_2 - X_1)(Y_2 - Y_1)(Y_k - Y_1)}{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$= \frac{(X_2 - X_1)^2 \cdot X_k + (Y_2 - Y_1)^2 \cdot X_1 + (X_2 - X_1)(Y_2 - Y_1)(Y_k - Y_1)}{T_1 T_2^2} \quad (5)$$

$$Y_n = \frac{(X_2 - X_1)^2 \cdot Y_1 + (Y_2 - Y_1)^2 \cdot Y_k + (X_2 - X_1)(Y_2 - Y_1)(X_k - X_1)}{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$= \frac{(X_2 - X_1)^2 \cdot Y_1 + (Y_2 - Y_1)^2 \cdot Y_k + (X_2 - X_1)(Y_2 - Y_1)(X_k - X_1)}{T_1 T_2^2} \quad (6)$$

$$\angle(T, K) = \frac{Y_k - Y_1}{X_k - X_1} \quad (11)$$

用以計算方位角 (T, K)

$$\angle KT_1N = (T, T_2) - (T, K) \quad (12)$$

距離: $T_1K = \sqrt{(X_k - X_1)^2 + (Y_k - Y_1)^2} \quad (13)$

或 $T_1N = T_1K \cdot \cos[(T, T_2) - (T, K)] \quad (14)$

和 $NK = T_1K \cdot \sin[(T, T_2) - (T, K)] \quad (15)$

同理: $\angle(T_2K) = \frac{Y_k - Y_2}{X_k - X_2} \quad (16)$

用以計算方位角 (T_2K)

$$\angle KT_2N = (T_2K) - (T_2N) \quad (17)$$

距離: $T_2K = \sqrt{(X_k - X_2)^2 + (Y_k - Y_2)^2} \quad (18)$

或 $T_2N = T_2K \cdot \cos[(T_2K) - (T_2N)] \quad (19)$

和 $NK = T_2K \cdot \sin[(T_2K) - (T_2N)] \quad (20)$

用 (15) 及 (20) 兩式計算之 NK 應相等, 且式

$$T_1T_2 - (T_1N + T_2N) = 0 \quad (21)$$

作為計算無錯誤之檢核。

或將已知數據代入下列公式, 直接計算 T_1N , T_2N 及 NK 之距離:

$$\begin{aligned} T_1N &= T_1K \cdot \cos \angle KT_1N \\ &= \sqrt{(X_k - X_1)^2 + (Y_k - Y_1)^2} \cdot \cos[(T, T_2) - (T, K)] \\ &= \sqrt{(X_k - X_1)^2 + (Y_k - Y_1)^2} \\ &\quad \cdot \cos[(T, T_2) - \arctan \frac{Y_k - Y_1}{X_k - X_1}] \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned}
 T_2 N &= T_2 K \cdot \cos \angle K T_2 N = \sqrt{(X_k - X_2)^2 + (Y_k - Y_2)^2} \\
 &\cdot \cos [(T_2 K) - (T_2 T_1)] = \sqrt{(X_k - X_2)^2 + (Y_k - Y_2)^2} \\
 &\cdot \cos [\arctg \frac{Y_k - Y_2}{X_k - X_2} - (T_2 T_1)] \quad (23)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NK &= \sqrt{(X_k - X_1)^2 + (Y_k - Y_1)^2} \cdot \sin [(T_1 T_2) \\
 &\quad - \arctg \frac{Y_k - Y_1}{X_k - X_1}] \quad (24)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{或 } NK &= \sqrt{(X_k - X_2)^2 + (Y_k - Y_2)^2} \cdot \sin [\arctg \\
 &\quad \frac{Y_k - Y_2}{X_k - X_2} - (T_2 T_1)] \quad (25)
 \end{aligned}$$

(24) 及 (25) 兩式算得之 NK 必須相等，或僅用 (22) 與 (23) 兩式算得之 $T_1 N$ 和 $T_2 N$ 代入下式檢核亦可：

$$T_1 T_2 - (T_1 N + T_2 N) = 0 \quad (26)$$

將 N 按距離 $T_1 N$ 或 $T_2 N$ 展繪于坑道圖，並註明 $T_1 N$ ， $T_2 N$ 及 NK 之長度， $\angle T_1 N K = \angle T_2 N K = 90^\circ$ 即可携取儀器往坑內求出 N 點，指導開拓並測定鑽孔 K 的位置。

(轉載“地質與勘探”1957年第18期)

坑內非安全區平面測量

由 翔

所謂非安全區，系指一些危險掌子、不明情況的舊采空區、冒頂尚未進行處理或有冒頂預兆的采礦場以及欲場未場