

矿山測量經驗小叢書

第 三 冊

剖面測量

測繪出版社

平山明道園中記

明 王守仁

平山明道園中記

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。为供从事矿山測量工作的同志便于参考和交流經驗，本社特將部分有关資料陸續編成小叢書出版。

本書編选了五篇剖面測量的方法和精度要求，以及剖面測量驗收方法的实际作业經驗。

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贵意見，俾便改进工作，促进矿山測量經驗交流。

測繪出版社版

1959年元月

目 录

剖面綫測量經驗介紹	3
剖面綫的位置檢查	9
投点于方里綫上繪制勘探綫法	11
用垂直剖面法在采場中直接成图的驗收測量經驗介紹	14
斜距垂距剖面測量驗收法	20

剖面綫測量經驗介紹

冶金部原鞍山分局測量隊

剖面綫測量方法的選擇和精度要求，應視勘探網用于何種地質勘探及測量上所具備的條件來決定，並隨地質勘探精度和測量地區的地形以及是否已設控制網而有所變更。我分局過去所作之剖面綫，多為地質勘探精查和詳查而施測，一般都已布設控制點。茲結合蘇聯專家建議及過去施測的情形總結介紹如下：

一、剖面綫測量應先于地形測量

過去我們的施工程序是先測地形圖，再測剖面綫，以致剖面綫之高程與地形圖之等高綫不合，影響勘探設計質量。根據蘇聯專家建議，必須先測剖面，然後再測地形圖，這樣將已測得的剖面綫上的高程展繪在地形圖上，既可与地形圖上的等高綫相合，還可以增加地形圖的精度並減少測點。剖面綫端點也可作控制點用。

二、基準剖面綫之決定

在一個地區進行剖面綫測量之前，先由地質人員就礦層走向及礦體分布情形，進行剖面綫設計，然後根據設計將剖面綫測設于實地上。如設計之剖面綫在圖上毫無特征點，可与實地對照，無法據以測設時，則由地質人員先在實地設一基準剖面綫，指明設計圖上那條剖面綫，再根據各剖面綫之几

何关系一一测设于实地。

三、剖面綫端点之测設

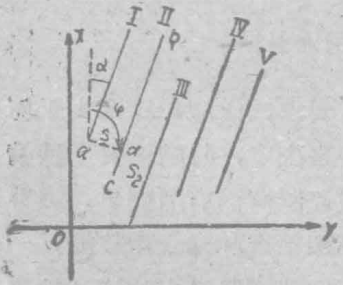


图 1.

剖面綫一般均要求互相平行，间距相等。如果一条剖面綫之端点已经测設，则其他各剖面綫之端点亦可利用其几何关系一一求得。如图 1，剖面綫 I 之端点 a 的坐标及方位角 α 为已知， a 至 bc 的垂直距离 S 亦为已知，按下式即可求出 d 及剖面綫 II 之端点 b 及 c 的坐标。

$$\textcircled{1} \begin{cases} x_d = x_a + S \cos \varphi \\ y_d = y_a + S \sin \varphi \end{cases} \quad \textcircled{2} \begin{cases} x_b = x_d + S_1 \cos \alpha \\ y_b = y_d + S_1 \sin \alpha \end{cases}$$

但所求之剖面綫端点如有图 2 之关系，可先求出 P 点之坐标，然后按下式求出 II 剖面綫端点 Q 之坐标。

$$\begin{cases} x_Q = x_P - \frac{y_b - y_a}{S} h \\ y_Q = y_P + \frac{x_b - x_a}{S} h \end{cases}$$

(見叶雪安著測量学 P. 42)

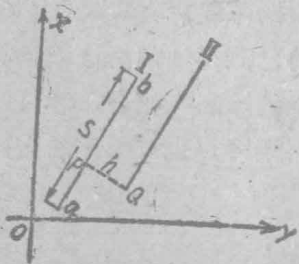


图 2

在图 1 中 d 点在剖面綫 II 上之位置，系在设计图上以作图的方法求出，距离 bd 及 cd 亦系自设计图上量得，但 $bd + cd$ 应等于设计的剖面綫长度。

按照上述同样的方法，可求出其他各剖面綫端点的坐标。

按下列两式以所求得之坐标值反算各剖面綫之長度及方位，以檢查是否与原設計長度及方位相符。

$$S = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

在各剖面綫端点之坐标求得后，便將各剖面綫端点展在控制点图上。在欲測設之剖面綫端点邻近选择通視良好和便于量距之控制点，按上两式算出其边長和方位以及与另一已知点形成的夾角，以便赴实地測設。如图3A, B 为剖面綫端点Q邻近之二控制点，AB之方位为已知，BQ之方位及夾角 θ 均可求出。在实地測設Q点时，整置經緯仪于B，以A为零方向（零方向以較远之点为佳），放松度盤旋轉 θ 角，在經緯仪固定視綫之指导下，量取距离S，即得Q点之位置。Q点測設完毕后，可以其他方法或在另一点以同样方法进行檢查，以免发生錯誤。Q点之位置可以小洋灰桩标志之。如果在山地量距困难时，可以两已知点A, B与Q点之坐标反算出AQ, BQ之方位，求出 α, β 两夾角。以两架經緯仪在A, B 两点

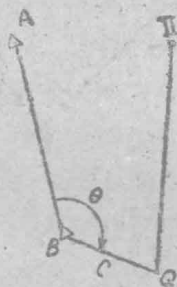


图 3

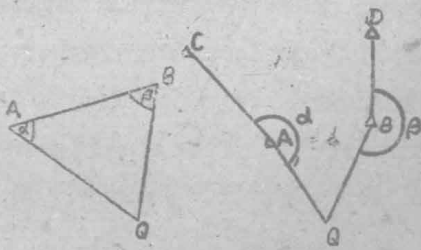


图 4

設站，如图 4 所示之两种情形，旋轉 α 及 β 角以交会决定 Q 点之位置亦可。用此法时，可用以下各式算出測設点的坐标，檢查其計算是否有誤。

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{x_2 \cot \alpha + x_1 \cot \beta + y_2 - y_1}{\cot \alpha + \cot \beta} \\ y &= \frac{y_2 \cot \alpha + y_1 \cot \beta - x_2 + x_1}{\cot \alpha + \cot \beta} \end{aligned} \right\} \text{第一种情形}$$

$$x_Q = x_A + (x_B - x_A) \frac{\sin(\varphi_{AB} - \varphi_{BQ}) \cos A_Q}{\sin(\varphi_{AQ} - \varphi_{BQ}) \cos A_Q} \left\} \text{第二种情形}$$

$$y_Q = y_A + (x_Q - x_A) \tan \varphi_{AQ}$$

式中： $\varphi_{AQ} = \varphi_{CA} + \alpha$ ， $\varphi_{BQ} = \varphi_{BD} + \beta$

用以上方法可將各剖面綫之端点逐一測設于实地。

四、剖面桩之敷設

剖面綫端点經測設妥当后，即可进行剖面綫中剖面桩之敷設工作。整置經緯仪于端点 a ，以已知点 A 为零方向，旋轉 θ 角固定度盤，即为剖面綫 ab 之方向（如

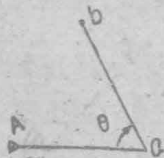


图 5



图 6

图 5)。但由于控制点及剖面綫端点均有誤差，从望远镜所指之方向不能刚好通过 b 点（如图 6），按上述方法旋轉 θ 角

后，在經緯儀瞄准視線指导下在高地打下一桩 p' 点后，將經緯儀移至 p' 点，以 a 点为后視，縱轉望远鏡，則照准綫不通过 b 而通过 b' 。設 ΔS 为 bb' 之最短距离，剖面綫之長度为 S ，則改正角度为

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \frac{\Delta S}{S}$$

根据上式所求得之改正角度，在 a 点稍將經緯儀之照准方向修正，即可进行正式敷設剖面桩。

此外尚有簡單易行之方法，即在 p' 点根据估計將經緯儀移动少許，在 ab 直綫上求得一点 p ，以糾正 a 点之照准方向亦可。

剖面綫測量虽不如一般工程断面測量要求严格，但亦不应草率。一般在高差0.5公尺之处即应打桩，剖面綫上鑽孔的位置及探槽的两端点均須打桩，桩頂高出地面約5公分，不可过高，以免展繪在地形图上与等高綫之高程不符，影响矿量計算。

五、剖面綫之距离丈量

剖面綫上各点之距离，須以鋼尺丈量。按苏联專家建議，剖面綫量距之誤差界限，应与經緯儀导綫同，即达到1/2000。在量距困难的情形下，亦須达到1/1000。根据剖面綫上探槽兩端之坐标反算所得之距离与实际量得距离之較差，亦不得超过1/1000。探槽以外之距离，不受此限制，仅达到1/300即可。量得距离須加傾斜改正，如在上述界限之内，即可进行配賦，使与兩坐标算得之長度一致。其配賦公式如下：

$$\Delta l_i = \frac{l_i}{S} \cdot \Delta S$$

式中： Δl_i 为*i*点配賦值， S 为剖面綫总長， l_i 为端点至*i*点之長度， ΔS 为距离誤差。

六、剖面綫高程測量

剖面綫高程測量，首先測定兩端点之高程，再自一端測至另一端以閉合之，既可檢查，亦較方便。一般以兩面标尺單絲單程水准測定，即足够用，其誤差界限为 $6\sqrt{n \cdot n}$ 为測站数。

七、无控制地区之剖面綫測量

以上所述，系指有控制点地区进行剖面綫測量。有时在进行施測剖面綫地区时，无控制网可資利用，其施測方法，簡述如下：

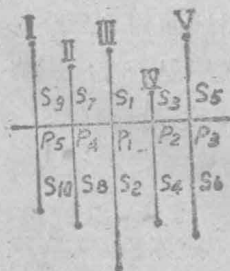


图 7

1. 先由地質人員根据矿层走向及矿体分布情形，在实地設一基准剖面綫，此基准剖面綫最好选择剖面綫中間一条。如图 7，設置剖面綫五条，可选择第三条基准，这样向左右扩展設置剖面綫，誤差較小。

2. 根据基准剖面綫設一条基綫，使之垂直于基准剖面綫（須精密測定）。此基綫最好选在地形平坦易于量距之处，以設在剖面綫之中点較為便利。

3. 將設置的基綫繪在剖面綫設計图上，求出其与各剖面綫之交点 P_1, P_2, \dots, P_6 ，并量出各交点至剖面綫端点之距离 $S_3, S_4, \dots, S_9, S_{10}$ 等，一一註明在設計图上。

4. 在基綫上精確量出 P_1, P_2, P_2P_3, \dots 等之距離，此距離即剖面綫之間距。在求得 P_2, \dots, P_5 等點在實地之位置量距時，從鋼尺往返丈量各一次，其較差至少在 $1/2000$ 以上。

5. P_1, \dots, P_5 等在實地之位置求得後，則可按圖上註明之距離，一一測定各剖面綫在實地上之位置，唯此法沒有檢查，測設時要特加注意。

(轉載“地質工作通報”1956年第16期)

剖面綫的位置檢查

羅光燭

地質測量上的剖面綫，絕大多數都是以一群相互平行的綫的形式出現。一般對綫的延伸方向上的長度要求並不太嚴格（例如由於地形限制不得不把設計長度稍延長或縮短），但各剖面綫間距卻要求達到一定的精度（例如我隊曾規定必須在 $1/1000$ 以上）。因此對剖面綫位置的檢查是十分必要的。茲將我們在 402 礦區施測時根據解析幾何的原理，所使用的剖面綫位置檢查法簡介如下：

根據解析幾何：若有一直綫其方程式為 $Ax + By + C = 0$ ，綫外有一點 (x_1, y_1) ，則 (x_1, y_1) 至該綫的垂直距離為：

$$d = \frac{Ax_1 + By_1 + C}{\pm \sqrt{A^2 + B^2}}$$

式中根號前之正負號按規定：若該點 (x_1, y_1) 、原點 $(0, 0)$ 均在直綫同側，則用負號；在異側則用正號。但在實用

上可以不管它，都用正号。

假如任务單通知有一群剖面綫，其基本綫方向为N72°E，通过一点其坐标为（ $x=50.00$ 公尺， $y=70.00$ 公尺），其余各綫应与此綫平行，間距200公尺，在施測后我們可按如下方法进行檢查。

先求基本綫方程式，如图可得关系式：

$$\frac{y-70.00}{x-50.00} = \tan 72^\circ$$

$$= 3.07768$$

化簡得 $3.07768x - y$
 $-83.884 = 0$

式中： $A = 3.07768$

$B = -1$

$C = -83.884$

代入求距式，得

$$d = \frac{Ax + By + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} = \frac{3.07768x - y - 83.884}{\sqrt{3.07768^2 + 1^2}}$$

即 $d = 0.95106x - 0.30902y - 25.92$

(式中 $0.95106 = \sin 72^\circ$
 $0.30902 = \cos 72^\circ$ 可作校驗)

上式即求任意一点（ x, y ）至該基本綫的垂綫長度公式，例如在二条剖面綫上，用交合法各測得一点坐标（ $x_1 = 240.24, y_1 = 8.19$ ）及（ $x_2 = 400.87, y_2 = -144.39$ ）即可代入上式：

$$d_1 = 0.95106(240.24) - 0.30902(8.19) - 25.92$$

$$= 200.03$$

$$d_2 = 0.95106(400.87) - 0.30902(-144.39) -$$

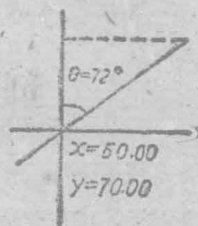


图 1

$$25.92 = 399.95$$

即表示第一点向外偏出設計位置3公分（方向N18°W），第二点向内偏进了5公分（方向S18°E）。由于知道偏多少，向哪方向偏，所以也可以利用它来改正。

假如任务單基本綫无方向，只告訴通过(50.00, 70.00)及(142.71, 355.32)二点，則基本綫方程式的作法为：

$$\frac{x-142.71}{y-355.32} = \frac{142.71-50.00}{355.32-70.00}$$

化簡后得 $3.07755x - y - 83.877 = 0$ ，与前面直綫方程式数字稍有不同，这是由于进位不准之故。由此求得：

$$d = 0.95105x - 0.30902y - 25.92$$

应用此法檢查，效果很好。 d 值之計算全在計算机上进行，最多半分鐘就可算好。

应注意，假定是用高斯直角坐标，往往数字过大，应事先減去一整常数，使計算簡單，小数正确。

（轉載“地質工作通报”1956年第22期）

投点于方里綫上繪制勘探綫法

刘炳林

勘探网或勘探綫描繪的正确与否，对勘探工程的布置和檢查，特别是对剖面图的切制影响很大。过去一般描繪勘探綫是用三角板或三角板配合直綫尺推平行綫，有的是按坐标展点。前一种方法因为图紙底板和图紙的收縮，图上两点間

按坐标求得的距离往往不等于直綫尺量得的，如按此繼續推下去，因在推动三角板时工具和技术的关系，到最后势必影响很大，甚至不能应用。后一种方法因为是用平行綫展点，在時間和精度上都不太好，特別对完工的地形原图和透明图上用平行綫去展点每感困难。所以我建議投点于方里綫上繪制勘探綫，供同志們参考。

勘探网或勘探綫总是成一定的几何图形，它們对图上某一橫綫（方里綫）具有一定的方向和間距。这些一定距离的点，反映着相应的横坐标数字，对另一橫綫（方里綫）也是如此，应用数学方法不难求出上列橫綫数值，列出成表

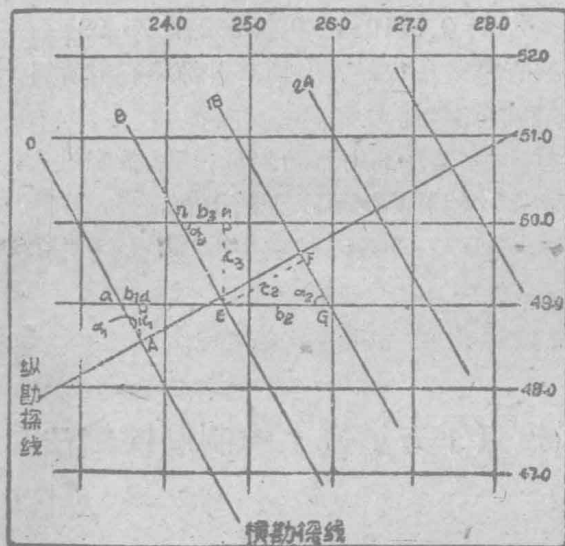


图 1

(实用于該区的和該勘探网的設計)。所以在繪制勘探綫时只須在某几根方里綫上求出几点联接起来即得勘探綫。这样既簡化了工作方法，又能提高画綫的精度。茲以图示說明如

下：

設：A為O*橫勘探綫與縱勘探綫的交點，已有坐標。C₁, C₂, C₃為已知（因方里綫已定，圖上亦已標出勘探綫設計間距），a₁, a₂, a₃亦為已知（因勘探綫已定），借補助綫構成的△Ada, △EFG, △EMn皆為直角三角形。其中：Ad=C₁, ad=b₁, EF=C₂, EG=b₂, EM=C₃, Mn=b₃。

由三角公式可求得b₁、b₂、b₃等值，由圖可見b₂為每兩根相鄰勘探綫在任一橫方里綫上的截距，b₃為任一橫勘探綫在相鄰橫方里綫上所截橫綫值之差數，所以除b₁外，b₂及b₃皆為求點及移動點時之慣用常數，在求得O*勘探綫與49綫（橫方里綫）之交點a的橫坐標後，8*綫16*綫……在49綫上之橫綫值皆可求得，如8*綫在49綫上的橫綫值為a點的橫綫值加b₂，其他類推。

當移49綫上之點于50綫上時，按圖示可知，相應之勘探綫上應減去b₃值，若移至48綫時則于49橫綫上加b₃值，其他類推。為避免錯誤，最後一點需以勘探綫之坐標檢查之。

採用這一方法的工作程序是：首先按勘探綫設計及用圖標示之方里綫先作一草圖，並標出A、a……等；然後解算三角形求得b₁及b₂、b₃等常數值；再由yA及b₁求得49綫上O*勘探綫a點之橫綫ya；依已成用圖（視需要而定）推得49及其他橫方里綫上各勘探綫投影點之坐標，並列表如下：

勘探綫編號	橫方里綫上之橫綫值y			
	47	49	51	53
0				
4				
8				

再依表列数值按点連線(每一勘探綫需有3点以上方准連線)；最后进行校对檢查。

(轉載“地質与勘探”1958年第12期)

用垂直剖面法在采場中直接成图的 驗收測量經驗介紹

七道沟鉄矿地測科

七道沟鉄矿用的是充填采礦法。矿体形狀是扁豆狀，頗不規則，傾斜度为 $40\sim 65^\circ$ ，經常出現小的断层，矿体上盤与千枚岩接触处松软。为了安全生产，在开采时将采場頂部形成不規則的弧形用以維護頂板，这些因素对于回采率的計算和通过月末驗收来确定采空区的工业矿量帶來很多問題。过去月末驗收时为了快速簡捷，是由上下天井將測点导入采場利用导入的測点測出采場輪廓及頂底各部高程，采取水平截面法計算采下矿石量及充填量的，以弧形的腰部为准，因而掌握不了真实的矿体实际边缘，因此計算时就产生采出矿石量多于采下矿石量的不合理現象，为此將原用的水平截面計算法改为在采場直接繪出剖面图，然后室內整理进行計算，經過一年来的摸索，認為这种方法無論在驗收速度和精確程度上都比水平截面法优越，現將具体工作分述如下。

一、測点的保留方法

采場驗收測量，繪制采場平面图的坐标必須与矿区的坐

标相一致。由于采场工作面的推进，使采场内的测点不易保留，因此每次验收必须由水平巷道向采场内重新导点，这样给每次验收工作带来极大的困难，为了克服这些困难，我矿在充填井的人道里每隔2公尺左右事先布置导线点并用水泥加固，如此随着工作面的上升，随地都有与工作面在同一水平位置的测点出现，验收时即可选择适当的测点做为基础（图1）。

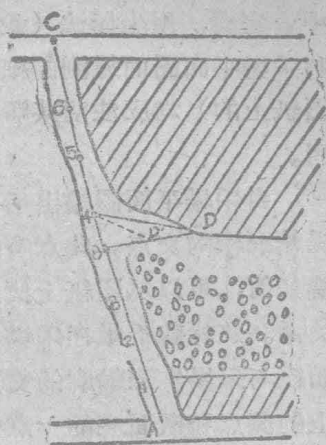


图 1

二、测量前的准备工作及其工具

1. 测量前的准备工作：将上月的采场内断面位置、断面号以及在充填井人道里的测点（包括坐标网）绘制透明平面图，并注明各点的号码及标高。

2. 使用的工具：经纬仪一台，布卷尺一个、手钢尺、分度器、测针，指方规……等。

三、外业工作

到采场后，在充填井下面的测点架设小平板仪，再以平板仪向采场内送点，如果充填井内的测点不能架设平板时，则可把平板架设在两个测点的延长线上，向采场内送支点或将经纬仪架设在适当地方，用联系三角形的方法（即测得一个角三个边）将测点导入采场中，并在透明图上用图解法展绘出来。此后将平板仪依次移于采场中各个测点上进行对