

職業學校用書

鑛山測量學

鄭家松編著



商務印書館出版

◆(58234)

職業學校用書

鑛山測量學

★版權所有★

編著者 鄭 家 松

出版者 商務印書館

上海河南中路二一號

三聯書店 中華書局 商務印書館 聯合發行

發行所 中國圖書發行公司

北京誠實胡同四十六號

發行所 三聯書店 中華書局 商務印書館 聯合發行

聯營書店 各地分店

印刷者 商務印書館印刷廠

1951年3月初版 定價人民幣8,000元

(滬)1-3000

自序

余任教於廣西省立西灣高級工業職業學校，瞬又三年矣。於所授之各種科目中，咸感課本之缺乏（商務印書館雖有職業學校用書之編印，但對鑛冶科者極少），每於講授之餘，搜求外籍及大學教本，刪其高深之理論，增其實際之敘述，編成講稿。而鑛山測量學乃其中之一種也。

本書取材，大部份在 Durham: Mine Surveying 及 Peele: Mining Engineers Handbook Section 18 二書。至於其他之中文著作論採鑛工程者只及其開採之諸項工作，論測量者又只及一般之法則，而將測量學術應用於採鑛者，則殊未之睹。雖然編是書時不能無上述二種知識之助，此即爲習採鑛工程者必先修平面測量而及鑛山測量者也。

錯陋之處，幸識者正之。

西灣高工鑛三班同學，梁祖藩、梁澤羣、羅福濟、楊嵩榆諸同學，不辭功課辛勞，爲編者繕校講稿，及由三班同學王重光繪製圖表，均此誌謝。

一九五〇年三月三日 鄭家松識

目 錄

第一章 緒論	1
§ 1. 測量之定義及內容	1
§ 2. 鑛山測量之範圍	2
§ 3. 鑛山測量與平面測量之關係	3
§ 4. 鑛山術語	3
§ 5. 測量之程序及誤差	7
第二章 鑛山測量之儀器及工具	9
§ 1. 鋼尺及鋼線	9
§ 2. 量角盤	11
§ 3. 斜測儀	12
§ 4. 掛羅盤	13
§ 5. 鑛山經緯儀	22
§ 6. 標椿	31
§ 7. 信號	33
§ 8. 工作人員之裝備	34
第三章 進程測量——地下幹線測量	37

§ 1 設測站·····	37
§ 2. 架儀器·····	39
§ 3. 量距離儀器高及信號高·····	39
§ 4. 量水平角及直立角·····	41
§ 5. 記錄·····	45
§ 6. 計算·····	46
§ 7. 製圖·····	58
附三架法測量·····	60
 第四章 細部測量——地下地形測量·····	 65
§ 1. 平面地形·····	65
§ 2. 截面地形·····	69
 第五章 引線測量——地下對地面位置 關係測量·····	 73
§ 1. 直井吊線法·····	73
§ 2. 斜井吊線法·····	89
§ 3. 平洞伸線法·····	91
 第六章 鑛山測量實例·····	 93
§ 1. 求測站對基點之位置·····	95
§ 2. 求貫通地下二處之路線·····	96

§ 3. 求地下平巷至鑛區邊界之距離·····	98
§ 4. 求在兩平洞相截之點·····	100
§ 5. 求工作處直通大巷之捷徑·····	101
§ 6. 求山峒之方向線斜度及長·····	102
§ 7. 求直井或橫洞遇鑛脈之深度·····	104

第七章 探鑛測量····· 108

§ 1. 鑛脈厚度之測定·····	108
§ 2. 鑛脈深度之測定·····	109
§ 3. 鑛脈走向傾向及傾角之測定·····	111
§ 4. 露頭位置之追尋·····	113
§ 5. 因斷層而消失之鑛脈之找尋·····	116

第八章 鑛區測量····· 120

§ 1. 鑛區界線·····	120
§ 2. 鑛區地形·····	135
§ 3. 鑛區面積之計算·····	140

附錄一 公制市制英制長度表····· 150

附錄二 公制市制英制地積表····· 152

附錄三 我國各大城市之經緯度及高度表 155

鑛山測量學

第一章 緒論

§ 1. 測量之定義及內容

測量學者，乃利用數學原理，再藉儀器之助，決定距離之遠近，水平之高低，面積之大小，位置之相關等科學也。例如河闊數百十丈，或山高達幾千百尺，萬不能逐尺跨河或登山量之，均有賴於測量學之方法以決定。

測量學又按各標準而分下列數類：

A. 依測量區域之廣狹而分：

(1) 大地測量 其區域超過一百平方英里以上，須計及地面之曲度者屬之。(地面曲度，第一哩相差 8 吋，若距二哩遠，即以二之平方乘 8 吋，距三哩遠，即以三之平方乘 8 吋。)

(2) 平面測量 視大地爲一平面，不計及地面之曲度者。

B. 依所用儀器而分：

(1) 測鏈測量 用測鏈或捲尺直接量度短距離。

(2) 羅針儀測量 用羅針儀，測量各測線之方位，從而算出其所夾之水平角度。

(3) 平板儀測量 藉平板儀直接描繪測線於圖上。

(4) 經緯儀測量 能測定精細之角度，凡欲作精密之測量時用之。

(5) 水準儀測量 對於測定面之高低，用之最為快捷準確。

C. 依測量目的而分：

(1) 地形測量 以測量地形，製成地形圖為目的。

(2) 路線測量 以築造或修改公路，或鐵路為目的。

(3) 河川測量 以修改河道，及其他計劃為目的。

(4) 市政測量 以建築街道，及計劃市區為目的。

(5) 鑛山測量 以劃定鑛區，及鑿掘井洞為目的。

§ 2. 鑛山測量之範圍

測量學術而應用以解決採鑛諸問題者，均為鑛山測量之研究範圍。例如測量鑛脈之走向，傾向，傾角，厚度，延長，露頭，以作採鑛之參考；測量鑛區之界線，地形，面積，以確立鑛權；測量所欲開鑿之井或洞之深與長，與其方向，斜度，以估計工數及設定開鑿線；測量地下諸巷道之交通，形狀，以計劃運輸，通風；測量地面與地下之相對位置，以求描繪鑛圖或製作鑛山模型等等。務使全鑛之一切——舉凡工作進行之程度，地面地下之佈置，何處應採，何處應填，何處應開巷接連，何處應打井通風，種種情形，藉以了然。然後工程始有秩序，管理才見易行，欲達此目的，蓋非鑛山測量不為功。

§ 3. 鑛山測量與平面測量之關係

鑛山乃一立體也，其測量可謂之立體測量。言鑛山測量者，多偏重於地下測量，實因鑛床多深埋入地下，而採鑛時均在地下工作所致。是故地下幹線測量，地下地形測量，地下對地面位置關係測量，開井開洞測量諸章，特見詳述，而平面測量所無。雖然，所根據者仍為平面測量之法則。但在地下測量，較諸地面之測量，實有如下諸點之困難：

- (1) 地下光線不足，外視及讀數困難。
- (2) 巷道曲折，不能作長距離之視程。
- (3) 井洞斜度甚峻，仰視及俯視不便。
- (4) 地下水對儀器多所妨礙。
- (5) 地下空氣混濁，難以長時間繼續工作。
- (6) 巷道矮狹崎嶇，難於架置儀器。
- (7) 鐵質材料甚多，磁針易受影響。

因有以上之困難，故非有熟練之技術，難得正確之結果。

§ 4. 鑛山術語

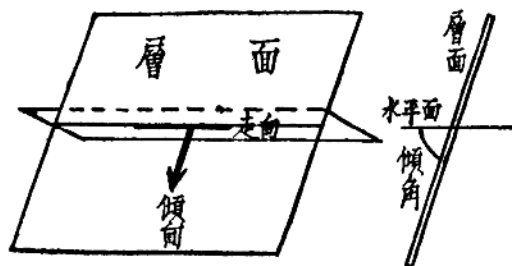
在採鑛工程中，習慣相傳，沿用甚多術語，而作鑛山之測量，實有明白其義之必要，茲分別解釋如下：

- (1) 走向(strike) 傾斜地層（包括鑛脈及岩層）之層面與水平面或與水平面平行之面相交之線之方向，謂之走向。在立體

幾何學中，吾人已知凡兩平面相交，其交處成一直線，此直線同包含於兩面之內，故走向線必為水平，且其兩端必指定某二方向，測其所指方向，可名之曰北若干度東至南若干度西（或簡稱東北——西南），或北若干度西至南若干度東（簡稱西北——東南）等等。由此觀之，真正水平之地層無走向，除此之外，傾斜甚至垂直者均有之。

(2) 傾向(dip) 與走向垂直而包含於層面內之線為傾向線，傾向線係隨岩層之傾斜而傾斜，其所指之方向，只示斜下之一方面。如走向為東北——西南，則傾向定為西北或東南，示其地層之傾下西北或東南而定。

(3) 傾角(dip angle) 傾向與水平面所夾之角曰傾角。設地層之傾角為 0° 時，則地層水平；為 90° 時，則地層垂直。



第一圖 走向傾向及傾角

(4) 鑛層(bed or seam) 鑛脈(vein or lode) 鑛囊(ore-body) 塊狀之鑛藏平置者曰鑛層，斜插者曰鑛脈，不成塊狀者曰通鑛囊。

(5) 露頭(out crop) 乃鑛藏露出地面之處。

(6) 直井(shaft) 及斜井(slope) 貫通上下之路，無論開鑿於岩內抑於鑛內，均謂之井。豎直者為直井，傾斜者為斜井，又井口通出地面者稱明井，否則稱暗井。

(7) 大道(gangway) 隧道(tunnel) 及平洞(drift) 橫洞(cross cut) 均為由地面入鑛內而近於水平之通路，其開鑿於岩內特別寬高，用為主要運輸道者曰大道，其他較小而兩端開口出地面者曰隧道，開鑿於鑛內沿鑛脈走向者曰平洞，橫截鑛脈走向者曰橫洞。

(8) 平巷(level) 及橫巷(cross level) 均為鑛內近水平之通路，其兩端均不直接通出地面，沿鑛脈走向者為平巷；橫截鑛脈而過者曰橫巷；平巷多以離地面之深而冠之曰一百呎平巷，二百呎平巷等，或以序數冠之曰第一平巷，第二平巷等，橫巷亦類名之。

(9) 上山(raise) 及下山(winze) 由平巷或橫巷沿鑛脈之傾向，向上開鑿之通路稱上山；向下者稱下山。

(10) 鑛峒(stope) 及空房(room) 正在地下開掘之處曰鑛峒，採過之處曰空房。

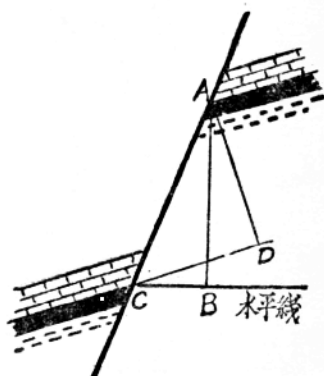
(11) 吊牆(hanging wall) 及底牆(foot wall) 疊於鑛脈或鑛層上面之岩層曰吊牆；壓於其下者曰底牆。至於豎直之鑛脈，無所謂吊牆與底牆之分，只有兩旁曰牆(wall)。

(12) 頂板(roof) 及底板(floor) 各種通路之地面為底板；上

蓋者為頂板，在水平鑛層之通路，其頂板即吊牆，底板即底牆。



第二圖 頂板及底板吊牆與底牆

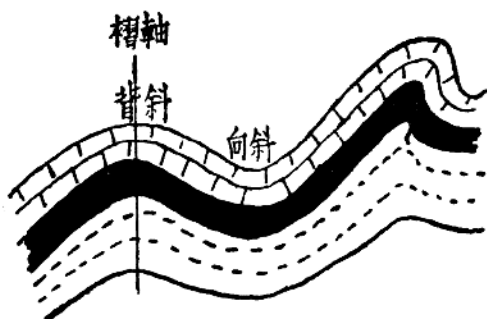


第三圖 斷層之各部名稱

(13)斷層(fault) 即地層受外力作用而折斷復切其斷面向上向下或向左向右移位之現象，居於上部之一段地層曰上盤；居於下部者曰下盤，如第三圖所示，乃在斷層處與走向正交之剖面， $\angle ACB$ 即為斷層之傾角，而 $\angle ACD$ 即為斷層角(hade)， CB 為水平斷距(heave)或稱橫斷距， AB 為落差(throw)或稱縱斷距。而與地層正交之落差 AD 謂之地層縱斷距(stratigraphical throw)，沿地層面之斷距 CD 謂之地層橫斷距(stratigraphical heave)，相當二點間之距離如 AC 謂之斷距。

(14)褶曲(fold) 平直之地層受外力之作用而隆起或灣下，呈滾波之狀者稱為褶曲。隆起部份曰背斜層(anticline)，灣下部份曰向斜層(syncline)，褶曲頂部之脊線稱為褶軸，經過褶軸之

平面而平分褶曲者稱為軸面，褶曲兩旁之地層稱為翼 (limbs)，



第四圖 地層之褶曲

此兩翼或為對稱或不對稱。

§ 5. 測量之程序及誤差

凡施行各種測量時，必經由下列三步程序：

(1) 實測 用各種儀器以測定其某點與某點距離之遠近與高低之差，或測定其水平與直立角度之大小。

(2) 計算 由測得各件用算術，幾何，三角之原理以推求其需知各件。

(3) 繪圖 以測得各件及推算出各件依其相關之位置按某種比例描繪成圖。

第一步應在當時測定記載於手冊上，係屬外業工作，第二第三步待回室內準確計繪係屬內業工作。

在測量中無一數字可以認為真正者，多少總有一點差訛，此

測定值與真確值之差，稱為誤差。

誤差之起因約有下列三種：

(1) 自然誤差 自然之溫度，風向，光線屈折，重心作用等影響。

(2) 器械誤差 儀器之製造上有缺點，或捲尺之冷縮熱脹。

(3) 人為誤差 如視覺錯誤，或手術欠確。

又誤差依其性質，又可分為錯誤，定差，及偶差三種：

(1) 錯誤之起因是人為的，即由於測者不小心所致。

(2) 定差之發生於所習知之原因，且可設法避免。

(3) 偶差是偶然，是在錯誤及定差免除以後，仍有之誤差。

誤差裏面又有所謂正差，負差，累差，及抵差，凡測定值比真值大者稱為正差，以(+)表之，比真值小者稱為負差，以(-)表之，凡數個同符號之測定值相加結果，此總差稱為累差。凡數個不同符號之測定值相加結果，此總差稱為抵差。抵差常能互相抵消，而累差則繼續積累。

知道了誤差之起因及性質，然後纔可以設法防止和校正。

第二章 鑛山測量之儀器及工具

測量之儀器，在鑛山測量中最常用者，爲鑛山經緯儀，凡欲量度精細之水平角度及直立角度，無不以此測之。然爲求大約數值，不必詳測者，則量角盤（量水平角）及斜測儀（量直立角）甚爲合用。若在傾斜之測線，更可以掛羅盤測其方向。以上四種，均係測角度之儀器。

至於量距離之工具，只有鋼尺一種，其他如測鏈，布尺，均不適合。以視距量距離，在地下亦甚少用之。

再如標樁，信號等工具，在鑛山測量與平面測量所用者，迥然不同。至於工作人員，亦應有完善之設備，然後始克在地下順利工作。

§ 1. 鋼尺 (steel tape) 鋼線 (steel cord)

鋼尺之闊者，約爲 $\frac{1}{2}$ 英寸，其刻度至分位止，乃以酸侵蝕尺面致之。狹者約爲 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{4}$ 英寸，每隔 10 英尺，以印有字碼之黃銅片，銲接其上，或以字碼小片，緊縛其處。惟須注意，不令有突起角度，致拉尺時爲土石拖住。鋼尺之長，通常爲二百英尺與二百五十尺，



第五圖 鋼尺

在起端處繫一皮條，以爲手握之用。

所用之鋼尺，須備下列三條件：

輕巧——在地下量度距離，多懸定而量，爲避免中央下垂，應極輕巧。

耐濕及耐抗——地下水或含弱酸，易於侵蝕鐵質，故尺面多度鍍或竟以鍍製。

數目字應清晰——地下光線不足，數字應清楚易讀。

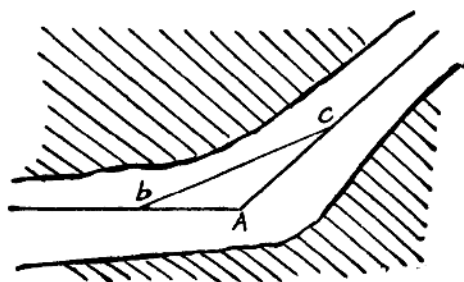
鋼尺不宜捲入匣中，應捲入一種尺挾(tape reel)上，俾能時常保持清潔乾燥，每日並須加以油潤，鋼尺折斷時，以黃銅片接鐸之。

如需量度一長距離，以全尺之長，亦不能達起止之點時，多以鋼線代尺；蓋所量距離，經由空際，不倚地面或牆邊，故極難找得中間轉點，以爲換尺依據之故。將線量得之全長記起止號於兩端，復以鋼尺量出其實際數目。

用量角盤斜測儀，及掛羅盤等測量時，更非藉鋼線之助，不能工作。在每二站測間拉一鋼線，即以此鋼線代抽象之測線，前述之儀器，即掛於鋼線上，以測定此測線之角度，傾斜，及方向等。

簡單之測量中，亦可選用鋼線爲之。例如量兩測線間之夾角 A ，可以一鋼線聯連測線上 b, c ，二點，而成一任意三角形 A, b, c 。量得三邊之長，即可應用餘弦定律，以求 A 角之度數。即：

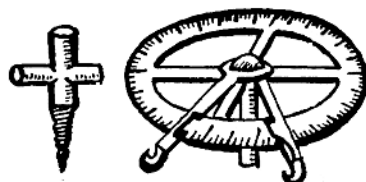
$$\cos A = \frac{(Ab)^2 + (Ac)^2 - (bc)^2}{2(Ab)(Ac)}$$



第六圖 用鋼線測角度

§ 2. 量角盤(graduated disc)

量角盤乃用以量度不甚精細之水平角之儀器。爲一黃銅製之扁圓環，上刻度數，將全圓周分爲 360 度，於圓心處套上兩臂，其一固定於 0 度，其一可以活動繞轉，臂端復有鉤。如測某二測線所夾之角度時，可沿此二測線拉鋼線，而將盤之圓心置於二線之交點，以固定臂鉤於後視 (B.S) 之線上，而以活動臂鉤於前視



第七圖 量角盤

(F.S) 之線，則活動臂所截扁圓環上之度數，即爲所求之角度。

覆查所測量角度是否準確之法，可以其固定及活動臂交互前視及後視，將兩次讀出之數相加，若適等於 360 度，即示所測