

礦体地下开採的 礦山測量工作

第三册

地下測量定向

煤炭工業出版社

礦体地下开採的 礦山測量工作

第 三 册

地下測量定向

苏联 德·恩·奥格罗布林著
北京礦業学院礦山測量教研組譯

煤炭工業出版社

內 容 提 要

本書闡述了礦山測量工作中一个最主要的部分——地下測量定向。書中的內容符合於採礦工業中的礦山測量作業技術規程的要求。

本書僅包括具有生產性意義的問題。同時也闡述了蘇聯煤礦中所用的地下測量迴轉儀定向法。

本書專供礦山測量工程師及技術人員參考，也適用於礦山測量專業的學生。

本書由北京礦業學院礦山測量教研組王積明、朱曉嵐、馬偉民、蔡萬齡等同志合譯並經馬偉民同志審校。

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ЧАСТЬ III

ОРИЕНТИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ СЪЕМКИ

蘇聯 Д. Н. ОГЛОБЛИН 著

根據蘇聯國立黑色與有色金屬科技書籍出版社(МЕТАЛЛУРГИЗДАТ)
1953年莫斯科第一版譯

346

礦體地下開採的礦山測量工作

第三冊 地下測量定向

北京礦業學院礦山測量教研組譯

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第0×4號)

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

開本78.7×109.2公分局 * 印張11 $\frac{1}{2}$ * 字數200,000

1956年6月北京第1版第1次印刷

統一書號：15035·221 印數：1—5,100冊 定價：(10)1.80元

序 言

在“礦体地下开採的礦山測量工作”一書的第三冊中，僅包括了具有实际意义的地下測量定向問題。本書對於許多曾在文獻中詳細闡述過，但在採礦企業的礦山測量工作中不採用的定向方法都不進行研究，如光學投點法、錘球綫擺動攝影記錄和鏡子連接法等是。如有必要，讀者可從其他書籍中了解這些方法。

第三冊中也不包括可用其他更簡單的方法解決的分階段巷道的定向問題。這將在第四冊中講回採工作測量時研究。

關於迴轉儀定向這一章，是根據作者的要求，由全蘇礦山測量科學研究院一級科學工作人員斯大林獎金獲得者 B. H. 拉夫羅夫編寫的。

本書的第 64 節沒有涉及到全蘇礦山測量科學研究院論文集 25 期中所刊載的、工程師 E. H. 舒爾柯著：“選擇地下巷道定向的連接四邊形最有利形狀”那篇論文，因為那時本書的手稿已經付印出版了。對這些問題，作者打算在專門的文章中討論。

教授，工學博士 Д. H. 奧格羅布林

目 錄

序 言

緒論	7
第 1 節 地下測量定向問題的實質	7
第 2 節 地下測量幾何定向的三種主要方法	9
第 3 節 幾何定向的三個部分	10
第一章 單重投點	13
第 4 節 用穩定錘作單重投點的基本原理	13
第 5 節 穩定錘投點所用的設備	13
第 6 節 絞車和滑輪	15
第 7 節 井內錘球綫的懸錘	16
第 8 節 錘球綫的鋼絲	18
第 9 節 穩定液	20
第 10 節 下放和檢查錘球綫	21
第 11 節 擺動錘單重投點的基本原理	24
第 12 節 目鏡尺	32
第 13 節 用於觀測錘球綫擺動的標尺	34
第 14 節 П. К. 索伯列夫斯基教授的鏡子	33
第二章 多重投點	43
第 15 節 概述	43
第 16 節 維爾斯基關於井筒內空氣運動性質的假定	45
第 17 節 錘球綫的偏差與投點條件的關係	47
第 18 節 气流作用影响至懸錘時錘球綫的偏差	49
第 19 節 確定錘球綫的無偏差位置	50
第 20 節 多重投點所用的設備及其在井內的安裝	52
第 21 節 多重投點時的井內工作	59

第 22 節	多重投点計算的一般步驟	61
第 23 節	标尺讀数平差	61
第 24 節	求气流压力的方向和大小	66
第 25 節	計算錘球綫与尖針联系間的夾角和錘球綫間的 距离	67
第 26 節	計算多重投点的实例	70
第 27 節	維爾斯基理論与礦山测量的实际数据不符	78
第 28 節	關於气流对錘球綫作用的新假定	79
第 29 節	礦井錘球綫的偏差新关系	81
第 30 節	求气流對於鋼絲的压力	83
第 31 節	多重投点法应用範圍	88
第三章 用錘球綫投点和投方向的誤差		93
第 32 節	投方向誤差的一般关系式	93
第 33 節	投点綫誤差的根源	96
第 34 節	錘球綫的主要擺动	97
第 35 節	錘球綫的附生擺动	99
第 36 節	由於擺动面与标尺平面不平行而產生的确定錘球綫 穩定位置的誤差	105
第 37 節	由於錘球綫傾向地心而產生錘球綫的偏斜	108
第 38 節	由於周圍物質的吸引而產生的錘球綫偏斜	109
第四章 光学投影		111
第 39 節	概述	111
第 40 節	投向仪的基本原理	112
第 41 節	仪器的概述	115
第 42 節	光学投向的观测方法	116
第五章 地面上与錘球綫連接		120
第 43 節	概述	120
第 44 節	用前方交会法求錘球綫的坐标	120
第 45 節	解前方交会	122

第 46 節	用前方交会法确定点的位置的誤差	123
第 47 節	用前方交会法定点时最有利的三角形形狀	128
第 48 節	用前方交会法定点时相对誤差的圖解	132
第 49 節	确定錘球綫联綫方向角的誤差	133
第六章	通过一井定向时地下与錘球綫的连接	135
第 50 節	用连接三角形与錘球綫连接	135
第 51 節	用连接三角形连接的計算	136
第 52 節	按正弦公式計算錘球綫处的角度誤差以及连接三角形最有利的形狀	143
第 53 節	连接三角形各要素的测量和計算正确性的檢驗	149
第 54 節	兩錘球綫間的計算距离与測量距离的允許差数	156
第 55 節	在 C 点經緯仪安置偏心對於连接錘球綫联綫方向的精确度的影响	157
第 56 節	用兩個连接三角形连接兩個錘球綫	160
第 57 節	用连接三角形连接錘球綫方法的总評價	161
第 58 節	錘球綫对称连接法	163
第 59 節	对称连接錘球綫的誤差	167
第 60 節	用五稜鏡与錘球綫方向连接	172
第 61 節	用连接四边形与錘球綫连接	177
第 62 節	连接四边形的解法	179
第 63 節	用假定方位角法解连接四边形	193
第 64 節	用连接四边形法连接的誤差	196
第 65 節	连接四边形最有利的形狀	199
第 66 節	通过一豎井地下測量定向方案的选择	201
第七章	通过一井定向时的工作組織	204
第 67 節	一般指示	204
第 68 節	准备工作	205
第 69 節	地面上的工作	206
第 70 節	在定向水平上的工作	207

第 71 節	定向时工作組織圖表	208
第 72 節	定向时的保安措施	208
第八章	通过两个豎井作地下測量定向	215
第 73 節	通过兩井定向的礦山測量工作	215
第 74 節	計算通过兩井定向的例子	219
第 75 節	通过兩井定向的誤差	228
第 76 節	用延伸形導綫的地下連接誤差	236
第 77 節	等式的証明	239
第 78 節	确定通过兩井定向誤差的例題	243
第九章	磁性定向	247
第 79 節	磁性定向的总方案	247
第 80 節	磁性定向的仪器	250
第 81 節	附鏡罗盤仪	251
第 82 節	用附鏡罗盤仪進行磁性定向	258
第 83 節	磁性定向計算的第一个例子	260
第 84 節	計算磁性定向的第二个例子	264
第 85 節	利用附鏡罗盤仪進行礦山測量的檢查	266
第十章	用迴轉式仪器作地下測量定向	269
第 86 節	迴轉仪及其在礦山測量工作中应用的概述	269
第 87 節	自由迴轉仪及其应用于礦山測量工作上的可能性	272
第 88 節	迴轉罗盤仪	274
第 89 節	用于地下測量迴轉仪定向的 ВНИИИ 型 (全苏礦山測量 科学研究所) 礦山測量迴轉罗盤仪及整套仪器	278
第 90 節	地下測量迴轉仪定向方法	281
第 91 節	地下測量实验性的迴轉仪法定向	284
第 92 節	迴轉仪定向今后工作的主要任务	284

緒 論

第 1 節 地下測量定向問題的實質

通常簡稱為“礦井定向”或簡稱為“測量定向”的地下測量定向，其目的在於實現地面測量與地下測量的幾何聯系。它也稱為“聯系測量”。為了完成測量定向(聯系測量)應求出：a) 地下礦山測量第一點的坐標 X 和 Y ；b) 地下礦山測量第一邊的方向角。

在每一個採礦工作的水平上都應該用地面上所採用的統一坐標系統來確定地下測量的兩個原始要素，以保證以後地面的與地下採礦工作的全部礦山測量圖符合一致。有了這樣的符合一致，就可以決定任何採礦工作地段與地表或與另一採礦工作地段的相互位置關係。

地下測量定向的實際意義是很大的。沒有適當的定向就不能保證採礦工作正確而安全地進行。不知道採礦工作對於地面的相互位置，就可能採動某些建築物或水池，以及碰上被淹鄰礦的老塘。這樣一來，就可能發生大量的礦井湧水，因而不僅使採礦工作遭致淹沒，還可能引起人身的傷亡。

地下測量定向是礦山測量師所要解決的許多重大問題中的一個主要部分，例如，由不同的礦井進行巷道的相向貫通，豎井延深的相向貫通，按既有的設計掘進主要巷道(如井底車場，石門等)，地面與地下提升總體協調的安排，在地面上佈置要在既定地點穿過井巷的小井或鑽孔。由於地下測量定向的巨大實際意義，所以在礦山測量工作中，應特別注意有關解決此一課題的理論和實際的各項問題。

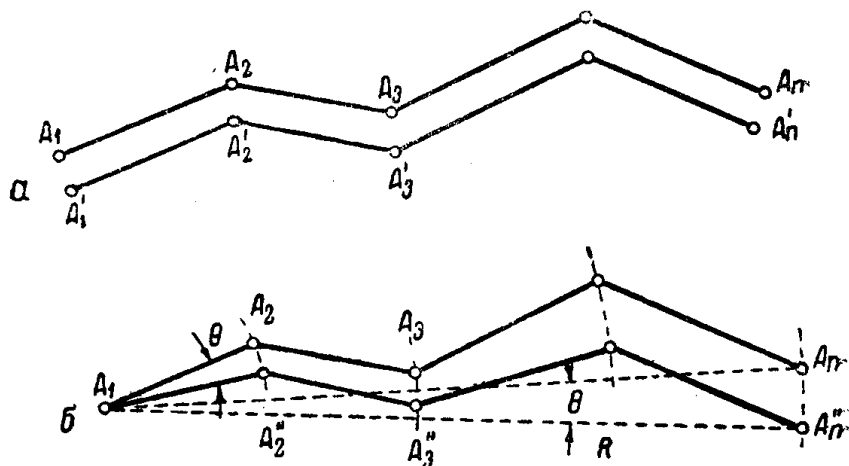


圖 1 導綫終點位置誤差

a —由於起點坐標誤差引起的； b —由於第一邊方向角誤差引起的。

決定地下定向測量的二要素中，以地下導綫起始邊的方向角最為重要。由圖 1 可知，定向測量時決定起始點(圖 1, a)的坐標 X 和 Y 所容許的誤差並不隨採礦工作遠離井筒的距離而增大。相反地，由定向誤差引起的各測點的位置誤差將隨測量遠離第一點而增大(圖 1, b)。

設決定第一邊方向角的誤差為 θ 分，則全部導綫 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 均繞 A_1 點轉一角度，且 A_n 點將佔有 A_n'' 點的位置。 A_n 點的綫誤差(圖 1, b)為：

$$M_n = A_n A_n'' = \frac{R \cdot \theta'}{\rho'},$$

式中 R ——由 A_n 到 A_1 的最短距離；

θ ——決定地下導綫第一邊方向角的誤差；

$$\rho' = 3438'.$$

當 $R = 3000$ 公尺， $\theta = \pm 10'$ 時，則

$$M_n = \pm \frac{3000 \times 10'}{3438} = \pm 8.7 \text{ 公尺}.$$

这样的粗差是不能满足探矿事业的要求的，因而也促使矿山测量师要更加精确地来测定第一边的方向角。因此，人们都采用决定其第一边方向角的精度，作为地下定向测量精度的尺度。

根据1950年矿山测量作业技术规程第5条规定通过一个竖井的两次独立定向测量算得的地下测量边的方向角之差不应超过 $\pm 3'$ 。如果通过不同的矿井进行定向测量，则公共边的方向角差不应超过：

$$M_a \leq \sqrt{(3')^2 + (0'.7)^2 n},$$

式中 n —— 将两条边(其方向角由定向而取得)联结起来的地下导线角的数目。

地下定向测量问题，可由两个原则上不同的方法来解决，即：几何的方法和物理-力学的方法。第一个方法是利用几何原理，在竖井内放下悬锤，建立辅助的几何图形并测量其要素；第二个方法是利用物理现象的特性，例如，地球磁场的特性或地球和迴转仪综合旋转所形成的迴转仪效果。

在矿山测量的实际工作中，最普遍的是几何方法的测量定向。但是物理-力学方法也同样值得认真注意，因为它比几何方法还有一系列的重大的优点。

第 2 節 地下测量几何定向的三种主要方法

按照地下井巷与地面联系的条件，地下测量定向可分为三种主要方法：

- 1) 通过平峒或斜井的测量定向；
- 2) 通过以水平巷道相连接的两个竖井的测量定向；
- 3) 通过一个竖井的测量定向。

通过平峒或斜井的测量定向，其实现的方法是从地面的大

地控制点敷設經緯儀導綫。敷設經緯儀導綫所採用的測量方法和計算方法已在本書第一冊中詳細研究過了。

通过斜井測量定向时，其重要的一点是正确組織礦山的測量工作。在一系列的採礦工業區域內，斜井都很長，如採用一般的工作組織形式，則沿着斜井來敷設經緯儀導綫就需要很多時間。而且往往是不允許的，因为沿着斜井要提升有益礦物。因此在頓巴斯，这类工作通常是由許多礦測人員分成 3—5 隊來完成。所有的隊在总的導綫各段內同时進行量角和量边。

第二种和第三种の測量定向，需要特殊的方法。最大困难往往發生在通过一个豎井定向的时候，因为此处的地下測量与地面測量的几何联系是由井筒內放下的二懸錘來實現的，而此懸錘的距离又非常短。

但是現代的礦山測量科学拥有相当精确的方法來解决这一复雜的問題。

第 3 節 几何定向的三个部分

經過一个或兩個豎井的地下測量的几何定向可分为三个独立部分：

1) 由地面往定向水平上投点；

2) 决定被投点在地面上所採用的統一坐标系統中的坐标 X 和 Y ；

3) 在定向水平上与所投下來的点相連接。

此三部分中每一項都是可以独立解决的，而与如何解决其他兩項無關。

將点由地面投到定向水平上可利用懸錘或者用光学的方法來實現。第一种方法是利用錘球綫並在其下端懸掛懸錘。第二种方法是利用能够使視綫垂直的光学儀器來進行。

用懸錘投點有單重投點法和多重投點法。第一種情況是在全部投點過程中掛在錘球綫下端的懸錘的大小不變。第二種情況是在投該點過程中懸錘的大小有所改變。

單重投點又可分為兩類：穩定錘的和擺動錘的投點。用穩定錘法投點要使懸錘達到靜止，此後進行地下連接各要素的必要測量。作擺動錘的單重投點時要用專門的儀器觀測懸錘的擺動，並根據觀測結果確定懸錘的靜止位置。

多重投點只能用擺動錘進行。

在地面上確定準備投入井內的點的坐標 X 和 Y 可由投點豎井附近的導綫點或三角點來進行。這樣的點一般叫做近井點。被投點(即錘球綫)的坐標用前方交会或用連接三角形求出。經過兩個豎井定向時在每一豎井內放下一個懸錘，其坐標則由直接測定近井點的水平角和由近井點到錘球綫間的距離來確定。

通過一井的測量定向中，在定向水平上與錘球綫之聯結可有許多不同的方法。但在蘇聯礦山測量師的實際工作中僅僅採用其中的若干種方法。多半是採用連接三角形與兩個錘球綫進行連接。當上述方法不能採用時，與懸錘的連接就用連接四邊形進行。這兩個方法是主要的——它們在全部測量定向中佔90%以上。此外也應當注意到工程師Т. Г. 涅斯切連柯所建議的錘球綫對稱連接法和五稜鏡連接法。以上列舉的四種連接方法是1950年礦山測量作業技術規程所推薦的。因此在本書中只研究上述四種連接方法。其餘的許多方法，就內容上來說是非常有趣味的，但在蘇聯礦山測量師的實踐中沒有得到利用，我們不予研究。我們說那樣的連接方法，如直接法(借助於特殊儀器)、單鏡及雙鏡法或三個錘球綫的連接法之所以不能被採納並不是偶然的，它們雖保留在教學文獻中，但他們在實用

上並無合理之处。

對於类似方法發生兴趣的讀者可参考“地下礦山測量定向”^①一書。

經過二个豎井的定向測量中，在定向水平上錘球綫的连接就是在二懸錘間敷設經緯儀導綫，因此不是特殊礦山測量的問題。

① Д. Н. 奥格罗布林：“地下礦山測量定向”，苏联國立黑色与有色金屬科技書籍出版社，1944 年版。

第一章 單重投点

第 4 節 用穩定錘作單重投点的基本原理

單重投点法是以假定錘球綫(金屬絲)在井筒內處於垂直的位置為基礎。如果是这样的话，則其在水平面上的投影為一點。錘球綫投影的坐标 X 和 Y 對於由地面到定向水平間的任何水平面來說都是保持不變的。

除了錘球綫嚴格的垂直條件以外，所研究的方法還假定懸錘是處於絕對靜止的介質中。實際上錘球綫是偏離於垂直綫的位置。偏斜可能是由於懸錘在井筒中位置不對稱，周圍岩石對懸錘的引力不均衡，靠近定向礦井的礦山岩石的引力以及一系列的其它原因(如懸錘不處於靜止介質中，井筒內的气流流動，水滴的滴打等等)所引起的。

第一個假定的不精確不起重大作用。計算表明了深度小於 600—700 公尺時，所說的懸錘偏斜可以忽略不計。如果對井筒內气流運動以及落下水滴的滴打等影響不加注意，那麼產生的誤差要大的多。在所研究的投点方法中我們有意識地忽略這個誤差，因為這樣會大大簡化井下的工作方法。同時還應該記住：這種投点方法僅在不深的礦井及其他良好的條件下(井筒空氣的運動穩定，沒有嚴重滴水等等)才允許採用。

關於應用單重投点的可能性在以後更詳細地敘述。

第 5 節 穩定錘投点所用的設備

要進行穩定錘單重投点必須有：1)升降錘球綫用的手搖絞車；2)將錘球綫導入井內用的滑輪；3)鋼絲；4)懸錘；5)穩定

液；6)定点板。

上面列举的设备在井内佈置的次序示於圖 2 中。絞車 1 多半安裝在上部轉車場的水平上。導向滑輪 2 安裝在井筒上方的主樑上。定点板 3 固定在建立於井圈口上並且不与井架相接触的支架 4 上面。同时定点板 3 固定时,应使由滑輪 2 下放的鋼絲在与定点板接触的地方有一不大的折角 β 。在鋼絲的末端掛上懸錘, 懸錘浸在某一种液体(穩定液)內以減小錘球綫的擺動。

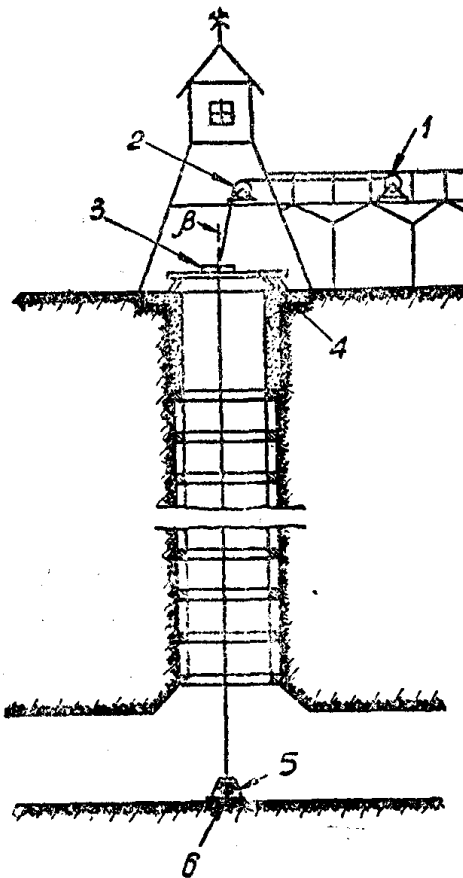


圖 2 單重投点时下放錘球綫
1—絞車及鋼絲；2—導向輪；3—定点板；4—木架；5—水桶；6—懸錘。

种設備的用途不需要特別的解釋, 因此僅將定点板的用途加以說明。如果錘球綫直接由滑輪 2 下放到井筒內, 則懸錘將承受井架和滑輪全部的震動。当升降錘球綫(定向时常常需要这样作的)的

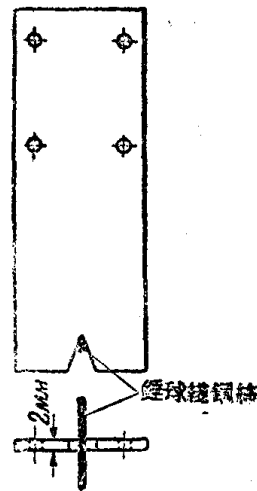


圖 3 定点板