

礦体地下开採的 礦山測量工作

第一册 第一分册

地下矿山測量

煤炭工業出版社

內 容 提 要

全書原分三冊出版。第一冊闡述地下礦山測量的一般理論和實際問題，包括：經緯儀導綫測量、水準測量、懸掛儀器測量、測點坐標計算和換算、向井內導入坐標以及有關的計算方法、測量誤差的分析及其平差等等。

由於篇幅很大第一冊又分作第一、第二兩個分冊出版，第一分冊包括緒論和前面六章，第二分冊包括第七至第九章。

本書可供礦業學院礦山測量專業學生及採礦企業的礦山測量人員應用。

本分冊系由北京礦業學院礦山測量教研組會同葛叶尉、賀松平等同志合譯并由王積明、馬偉民兩同志審核。

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ЧАСТЬ I

ПОДЗЕМНЫЕ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ СЪЕМКИ

苏联 Д. Н. ОГЛОБЛИН 著

根据苏联国立黑色与有色金属科技書籍出版社(МЕТАЛЛУРГИЗДАТ)

1950年莫斯科第一版譯

445

矿体地下开采的礦山測量工作

第一冊 第一分冊

地下礦山測量

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：北京阜長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第034号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

开本78.7×109.2公分^{1/25}*印張18張*字數537,000

1956年12月北京第1版

1956年12月北京第1次印刷

統一書号：15035·265 印数：0,001—4,100册 定价：(10)5.30元

序 言

本書是“矿体地下开采的矿山测量工作”全書的第一册。

在这部著作中，作者的任務是闡述現場矿山測量工作人員所進行的全部最主要的工作。由於需要研究的材料是這麼豐富和多样化，以致不能在一本書中全部加以敘述。為此，將全書分為三册。

第一册研究地下矿山測量的理論與實際問題。

第二册闡述地下測量定向問題^①，建井和掘進巷道的矿山測量工作、采空區上方岩層移動和保護建築物免受采礦工作有害影響等問題。

第三册所包括的是針對各種主要采礦方法的回采工作測量，礦物埋藏量、產量及損失量的統計，以及繪制采礦工作圖等。此外，第三册還包括現場矿山測量工作的組織，矿山測量工作的定額，現場矿山測量科的标准設備。

本書可供礦業學院矿山測量專業的学生，以及矿山測量生產人員應用。

本書不能強求作為矿山測量課程的教科書。的確，這樣的教科書是非常需要的。然而，寫一本矿山測量教程，是一件非常重大而不容易的事情，只有對其內容作全面而廣泛的討論以後才能實現。如果全書能作為矿山測量教程的初步草案，那麼，作者將認為自己完成了任務了。

第一册的第一和第七兩章的矿山測量儀器，以及第34節是

^① “矿体地下开采的矿山測量工作”一書各册的內容，跟本序言中所說的不一致。除第一册確是研究地下測量的理論與實際問題外，第二册則是闡述建井和掘進巷道的矿山測量工作等，第三册才是研究地下測量定向。——編者

由工学副博士 И. Я. 烈捷金写的。由于 А. И. 秋秋卡洛夫，В. Н. 勃林金和主任设计师 Н. А. 波加爾斯基所领导的工厂的巨大帮助，給本書提供了丰富的关于工厂所制造的矿山测量仪器的圖紙資料，这就便利于这些問題的叙述。关于苏联所采用的平面直角坐标一节(第65节)是由工学副博士 А. В. 布特凱維奇副教授編写的。

本書的手稿，工学博士雷若夫教授曾审閱过并对書的内容提出了許多宝贵意見。

作者向工学博士雷若夫教授，工学副博士烈捷金，副博士布特凱維奇以及秋秋卡洛夫，勃林金，波加爾斯克等同志致以深厚的謝意。

同样，作者將以十分感謝的心情接受所有讀者的意見和批評。

Д. Н. 奥格罗布林

1949年12月1日于斯大林諾(頓巴斯)

目 录

序 言	1
緒 論	7
第 1 节 社会主义采矿业中矿山测量人员的基本任务	7
第 2 节 俄国矿山测量学发展简史	26
第 3 节 苏联矿山测量发展的主要阶段	58
第 4 节 关于“矿山测量学”这个专有名词	76
第 5 节 井下测量概论	79
第 6 节 井下测量测点的设置和编号	84
第一章 矿用测角仪器	90
第 7 节 测角原理及测角仪器的几何结构	90
第 8 节 经纬仪的分类	93
第 9 节 矿用经纬仪构造上的特点	94
第 10 节 ТГ-1 型矿用经纬仪	96
第 11 节 ТГ-2 型矿用经纬仪	109
第 12 节 ТГ-3 型矿用经纬仪	111
第 13 节 ТГ-4 型矿用经纬仪	119
第 14 节 ТТ-2 型速测经纬仪	122
第 15 节 А. И. 基斯曼的悬式经纬仪	125
第 16 节 测量工作面的量角器	127
第 17 节 У-1 型量角器	131
第 18 节 地下测量中的经纬仪托架	133
第 19 节 测角仪器的检验	136
第 20 节 仪器误差对于测角结果的影响	168
第 21 节 关于维护矿山测量仪器的基本知识	181
第二章 测量地下导线的水平角与倾斜角	197
第 22 节 测量水平角概述	197

第 23 节	垂球对中	189
第 24 节	光学对中	192
第 25 节	經緯仪和規标的自动对中	193
第 26 节	三种对中方法的比較	199
第 27 节	全圓測回法測量水平角	200
第 28 节	測回法測量水平角	204
第 29 节	复測法測量水平角	204
第 30 节	以測回法測角度的中誤差	207
第 31 节	以复測法測角度的中誤差	208
第 32 节	两种測水平角方法的比較	209
第 33 节	用附有偏心望遠鏡的經緯仪測量水平角	210
第 34 节	井下測水平角的特殊情况	212
第 35 节	瞄准誤差	222
第 36 节	讀数誤差	225
第 37 节	測量水平角中誤差的一般公式	228
第 38 节	計算測量水平角中誤差用的圖表	234
第 39 节	測量水平角的基本誤差的求法	237
第 40 节	关于垂直角、傾角和天頂距的概念	242
第 41 节	用有中心望遠鏡的經緯仪測量傾角	243
第 42 节	用有偏心望遠鏡的經緯仪測量傾角	245
第 43 节	測量井下導綫边傾斜角的必要精確度	247
第 44 节	測量傾斜角的誤差	249
第 45 节	由于經緯仪和規标高度不等而产生的傾斜角改正	251
第三章 地下導綫边長的測量		252
第 46 节	測量方法	252
第 47 节	測量地下導綫边長的仪器	254
第 48 节	鋼尺的比長	255
第 49 节	將所測地下導綫边長化为水平長度	264
第 50 节	將導綫边長导入投影平面	265
第 51 节	測量地下導綫边長誤差的来源	266

第 52 节	鋼尺長度不正確所產生的誤差	268
第 53 节	溫度變化計算不正確所產生的誤差	269
第 54 节	鋼尺垂曲計算不正確所產生的誤差	270
第 55 节	鋼尺拉力計算不正確所產生的誤差	283
第 56 节	定綫不正確所產生的誤差	285
第 57 节	確定傾角或高差不正確所產生的誤差	286
第 58 节	測點投影于鋼尺的誤差	288
第 59 节	鋼尺讀數誤差	289
第 60 节	地下導綫邊測量中誤差的一般公式	290
第 61 节	量邊中誤差公式系數的確定	293
第 62 节	測量邊長的成果計算表冊	302
第 63 节	測量巷道輪廓和作草圖	305
第四章 地下導綫測量測點坐標的計算		306
第 64 节	選擇礦圖坐標系統的總則	306
第 65 节	蘇聯所採用的平面直角坐標	308
第 66 节	計算坐標及解反算問題的主要公式	334
第 67 节	計算坐標增量和解反算問題的檢驗公式	339
第 68 节	計算坐標增量和解反算問題的輔助計算表	341
第 69 节	計算坐標增量所必需的足夠對數位數	345
第 70 节	計算坐標增量所必需的三角函數真數的位數	347
第 71 节	計算坐標用的計算機、手搖計算機	348
第 72 节	雙式手搖計算機	352
第 73 节	鍵型計算機(KCM)	356
第 74 节	計算坐標增量和解反算問題的示例	358
第 75 节	地下測量點坐標計算的表式	361
第 76 节	利用向量儀確定坐標增量	370
第 77 节	平面直角坐標的換算	371
第 78 节	已丟失的坐標系統基本要素的恢復	373
第 79 节	計算在傾斜投影面上繪制礦圖所需的直角坐標	376
第 80 节	計算用垂直投影面繪制礦圖所需的直角坐標	383

第五章 地下导綫测量的誤差累积	285
第 81 节 支导綫終点的坐标誤差	305
第 82 节 由定向誤差所引起的地下导綫測点坐标的誤差	304
第 83 节 求支导綫最后一点的綫量誤差	305
第 84 节 等边延伸形支导綫最后一点的位置誤差	337
第 85 节 非支导綫的延伸形导綫測点的位置誤差	400
第 86 节 帶有一个轉折点的导綫的一种性質	402
第 87 节 根据已定的导綫最后一点的位置誤差决定测量导綫角度 和边長的方法	405
第六章 地下导綫平差	411
第 88 节 地下导綫平差問題的实质及其实际意义	411
第 89 节 地下导綫的严格平差	413
第 90 节 不同精度导綫角的平差	416
第 91 节 用較高精度来測角的导綫平差	423
第 92 节 导綫边長权的求法	426
第 93 节 延伸形等边导綫的平差	430
第 94 节 边長不等的延伸形导綫的平差	452
第 95 节 B.B. 伯鮑夫法地下导綫網的平差	454

緒 論

第 1 节 社会主义采矿企业中矿山 測量人員的基本任务

矿井的矿山測量科是最主要的生产單位之一。沒有它，是不可能正确地进行采矿工作的。从建井开始一直到矿井存在的最后几天为止，必須有矿山測量人員参加。他根据設計指出未来开鑿井筒的地点。同时也要在矿井存在的最后时期中測取并在圖上繪出井巷的狀況。

社会主义采矿企业的矿井矿山測量人員要負責解决許多困难的、各种不同的問題。具体項目及其內容的确定，在很大程度上决定于該矿所开采的有益矿物埋藏类型和性質。在金屬矿中矿山測量人員所遇到的問題，在煤矿中的矿山測量人員不一定能遇到；相反的也是如此。尽管这样，矿山測量人員所必須解决的問題的总的范围，可以用八項基本任务来确定。

矿井矿山測量人員的第一項任务是研究有益矿物的几何埋藏形狀及其性質的几何空間分佈。

有益矿物，無論金屬矿或煤矿，都以不規則的几何形狀埋藏于地壳中。煤層在生成时具有比較規則的形狀，由于地壳变动过程的結果，煤層变成褶皺复杂的形狀。矿層連續的产狀被断層破坏了，其結果矿層的一部分与其另一部分断裂开了。如果矿層埋藏形狀及其破坏未經研究就进行采矿是不可能的。

研究矿層埋藏形狀的結果应繪制几何的矿層圖，在这基础上可以解决許多与开采矿体有关的工程問題。

圖 1 是用等高綫表示一層矿層上盤面的埋藏形狀。不难看出，这样的几何圖可給出工程上很方便的被开采矿層的埋藏形狀

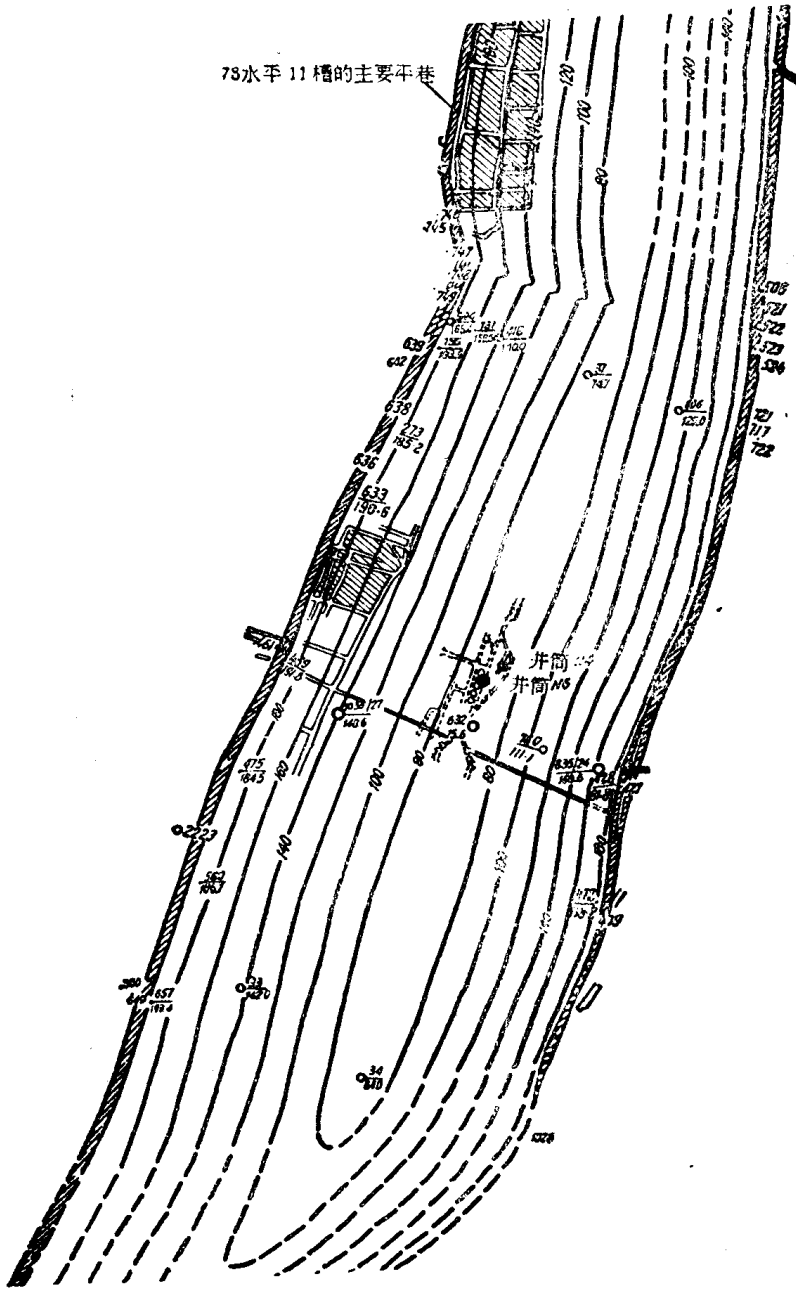


圖 1 用等高綫法表示煤層埋藏形狀

圖。圖 1 所引用的例子中，煤層是盆形，沿子午綫方向延伸。盆形兩翼的傾斜在各處並不是一樣的，西翼的北部有不大的單褶曲。

礦層等高綫圖最初是由礦山測量人員和地質人員按照勘探資料繪制而成的。隨着采礦工作的發展，不斷地積累新資料，借此可以進一步修正先前關於礦層埋藏形狀的幾何概念。

表示礦層埋藏形狀的幾何圖紙是具有很大實際意義的。在這圖的基礎上可以解決采礦工作今后的方向問題，可以預見工作面的長度可能縮減，可以預知巷道與斷層的交點，以及可以解決尋找礦層移位部分的問題。最後，繪制幾何的礦層圖對於計算有益礦物的埋藏量也是必需的。

對於在金屬礦工作的礦山測量人員來說，研究礦體幾何形狀的任務，比在成層礦工作的礦山測量人員具有更大的意義。金屬礦脈上下盤面一般具有不規則的形狀。金屬礦體的厚度在很大範圍內經常起劇烈變化（沿走向和傾斜）。金屬礦體的傾向及走向並不是固定的。在這種情況下，為了編制和實現采礦工作的設計，知道有益礦物埋藏形狀的幾何概念，並正確地繪在圖紙上，這是完全必要的。

圖 2 表示黃銅礦扁平體。由於這扁平體是急傾斜的，故這張圖畫成垂直面的投影，表示上下盤面的埋藏形狀。圖上同一點上兩個面的等高綫標高的差數能給出礦體的水平厚度。

為了完整地說明礦體，用相應的圖紙來表示和研究有益礦物性質的幾何分佈是非常重要的。例如，開采鐵礦時，必須知道礦體中鐵、硫和磷的含量變化。在開采多金屬礦體時，銅、金、硫、銀及其它有益成分的幾何分佈是很有趣的。對含有金和鉑的砂礦的開采也要求知道這些貴重金屬在砂礦中的幾何分佈。

圖 3 是用相應等值綫將礦體在該水平斷面內含銅量相等的點聯結而成的平面圖。這樣的含量等值綫圖可給出關於銅的幾何分

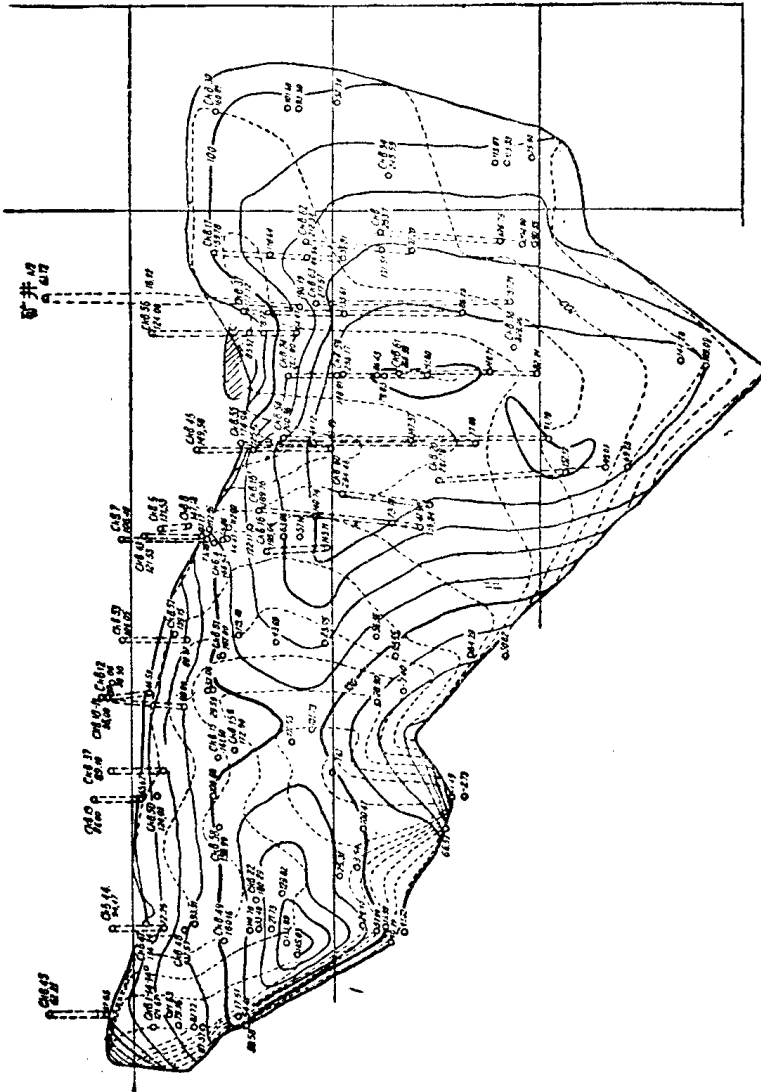


圖 2 黃銅礦埋藏形狀的圖解表示
 --- 矿体下盤等高綫；—— 矿体上盤等高綫；CNo. 一鑽孔。

佈的明显概念。

知道有益矿物性質的几何分佈可以解决很多实际問題。譬如，对于每一个所开采的矿体，應該确定有益矿物最小的工業含量。这个極限含量是考虑有益成分的几何分佈而确定的。当矿体中金屬最小含量确定后，圈定要开采的体积。沒有金屬含量分佈的几何制圖，要解决这项問題是不能想像的。

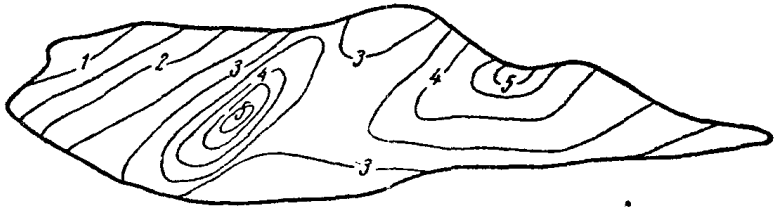


圖 3 繪有含銅等值綫的矿体水平断面圖

有时，要求从矿中采出的矿石要保證其質量不变，因为成分含量的剧烈变化会使矿物加工技术复杂化。有了各种成分含量分佈的几何圖，就可以为回采工作將采区配合得使該成分的平均含量变化甚小。最后，不知道矿体中金屬的几何分佈，在开采时就不可能正确地进行矿石損失量和貧化量的統計。后者对于正确使用祖国資源的矿山測量監督是必須的。

有益矿物矿体的形狀及性質分佈在几何上的研究問題，以前在矿山測量学中研究过。在其發展过程中，它分出来而成为一門独立的学科：“矿体几何学”。矿体几何学的理論和实际都是由該学科的創始人工学博士 П. К. 索波列夫斯基教授制定的；以后又为其学生（工学博士 П. А. 雷若夫教授、工学副博士 Г. И. 維列索夫副教授等）發展了。在这些苏联学者的著作中，讀者可以找到有关这問題的全部的必要資料。

为了正确解决上述的問題，矿山測量人員應該确实地了解所开采矿体的地質，并且要在与地質人員密切合作下进行工作。

矿井矿山測量人員的第二項任务是及时而完整地測量井巷，

并將其繪在矿山測量圖上。完整而及时地把采矿工作的狀況反映在圖上以及这些圖的优良質量是矿井矿山測量人員業務的基本指标。

圖4为开采黃銅矿的中型矿井井巷的示意圖。在这圖上可以看見，現代化的矿井是开鑿在不同深度上和不同方向內的复杂的井巷系統。

煤炭工業的現代化矿井看起来是很复杂的。在这里，个别水平巷道的長度有时候可达5—6公里。这些巷道又和許多其他的傾斜巷道和水平巷道相交。

十分明显，沒有巷道圖，不仅不可能解决某些采矿的問題，即使連巷道間相互位置的最簡單方位和理解每个巷道的用途也是不能想像的。沒有矿山測量圖不可能拟定新巷道，也不可能确定現有巷道掘进的必要性和正确性。

然而，仅确定地下巷道間的空間关系以及將它表示在圖上还不够，确定地下巷道与地表間的关系也很重要。进行地下采矿工作的采矿人員永远應該精確地知道，在这些井巷的上方，在地面上有些什么东西。同样在地面上建筑各种不同建筑物时也必須知道，在某个地区下方有那些井巷，或者將要有那些井巷。

全面而及时地測量井巷，以及知道它們与地表的关系，是安全进行采矿工作最重要和最必要的条件。每个矿山測量人員應該記住：精確而及时地測量井巷是决定数百个地下工作人員的生命的事情。

矿山測量人員所完成的測量和繪制矿圖的工作，不仅对目前或不远的將來都很重要；即使过了几十年，甚至百余年以后，这工作的意义还是不小的。在这問題上，不應該忘記И. М. 巴胡林教授的指示，他在自己的著作中写道：“矿圖的繪制者應該記住，自己的工作不仅要向現在这一輩人，而且也要向后一代人負責”。

为了解釋或証明这个重要的指示，И. М. 巴胡林教授写道：

“矿圖包括一系列的資料，这些資料不但对將來有用，而且在現在也是必需的，井巷的相互位置，已采区和未采区的边界，一系列的矿体几何資料：矿体斜向和走向，断層、平移断層和其他产狀破坏的方向及性質、开采深度等等，都是設計已采地区隣近的采矿工作和佈置勘探工作的原始資料。因此，已經停止了采矿工作的測量圖迟早会重新用得到的。假使由于矿圖不精確或不完整而不能应用，那么，为了取得必要資料，新工程和勘探工作的設計者就要比花費在及时而正确地繪制矿圖多千百倍的費用”。

陈旧的矿山測量和矿圖的意义还不仅限于应用它来研究矿体。沒有旧矿圖或旧矿圖上巷道繪得不正确，过了很多年以后都会成为严重事故或人員死亡的原因。

現在，我們举例來說明。

頓巴斯的一些現代化矿井正在开采革命前的、現在仍被水淹的其他矿井开采过的煤層。旧矿井的矿山測量資料远沒有把水淹前的巷道狀況充分地反映出来。

其原因由于是矿井的佔有者，其中也包括許多外国人，企圖掩盖矿体开采的程度。

在这些旧矿井中之一的附近，有一个“伊里奇”矿井正在进行采矿。無論采矿工作是多么小心地进行，1935年5月10日，矿內終于發生了老塘透水事故。只是由于矿工們的沉着和忘我的精神，全部人員才被及时而迅速地拯救到地面；但是矿井被淹了，毀坏了。特別要指明的，發生透水的地方正是旧矿圖上沒有标明任何井巷的地方。不难理解，事故是由于旧矿井矿山測量人員的失职造成的。

矿井矿山測量人員的第三項任务，是解决建井过程中和矿井經常業務中所發生的各种几何問題。开采矿体时，矿山測量人員常碰到的問題是：將設計好的巷道轉設到实地中去，安裝各种机器和設備，以及在工業廣場上标定建筑物和房屋等。所有这些工

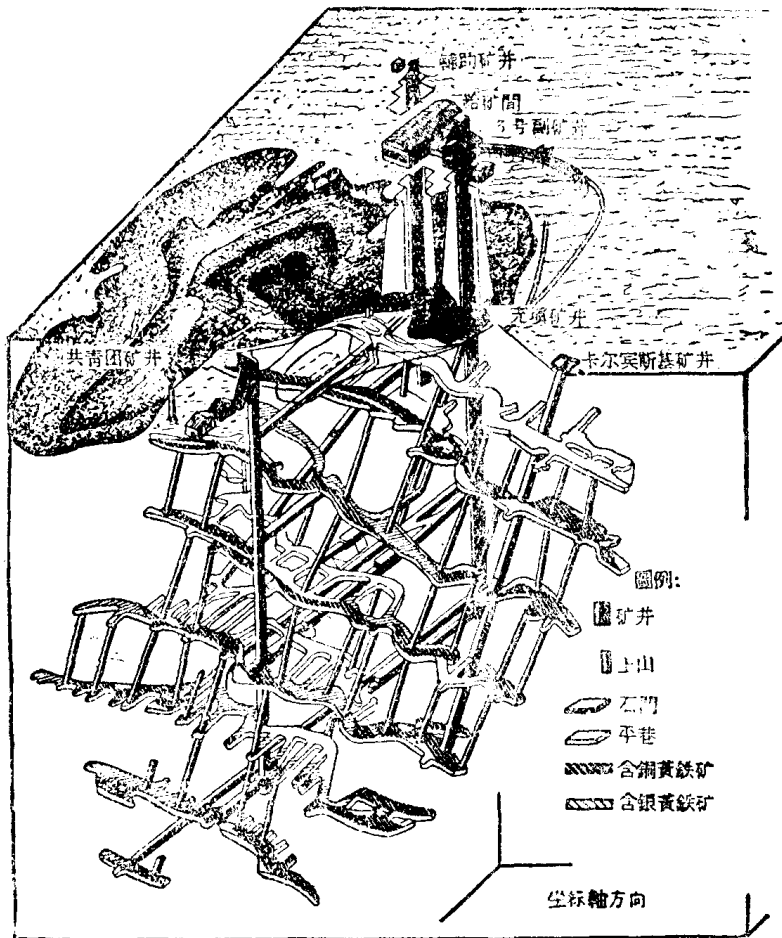


圖 4 中型矿井巷道的示意圖

作都是建筑在几何测量以及按测量結果作圖的基础上的。这些工作的意义在建井和掘进主要巷道时特別重大。为了闡述所研究的矿山測量工作，我們在实际生活中举几个例子。

为了开拓和开采柯奇卡尔金矿的脉矿羣，曾决定开鑿两个豎井，其相互間的距离約1公里(圖5)。石門是决定用相向工作面来掘进(工作面移动方向如箭头所示)。这样掘进石門可以比一个工作面掘进快一倍。这是非常重要的。互相对着面前进的石門工

作面必須精確地聯結起來。如果工作面不相遇，則石門就會被毀壞，而且要花很多費用和時間來修正。

有時候，豎井不僅要同時由上而下和由下而上來掘進，也還可以從中間來掘進。

所有這些工作稱為“相對掘進問題”，這種問題是由礦井礦山測量人員在進行測量和計算成果的基礎上解決的。順利解決此種問題的每一個礦山測量人員，在巷道相對行進的工作面正確接通時，精神上都會感受到極大的滿足。

現代化的機械化礦井的地面建築，是彼此間具有一定幾何關係的各種建築和機械的複雜總體。井架與井筒中心綫應有適當的關係，提升機應安裝在距離井筒中心一定距離的地方，並且要使提升機的主軸與井筒中心綫平行或形成一定的角度。建築物 and 機械中心綫的全部幾何關係是由設計來決定的(圖 6)。礦山測量人員應該將既定的方向和點標定在實地上。

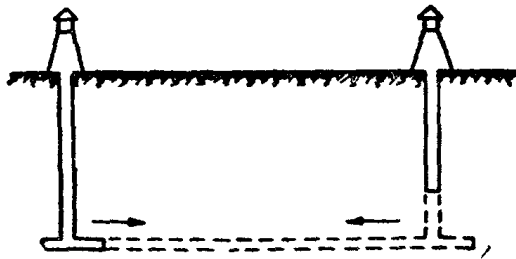


圖 5 用相向工作面在兩豎井間掘進石門

正如前面的情況一樣，在這種工作中，測量和計算都需要“礦山測量”(如在礦上所說的)的精確性。因為所容許的誤差可能使提升總體的工作條件大為惡化。

還有一個例子。在米阿斯克金礦的某個采金礦上一個井筒坍塌了，因此，若干個采金工人留在井內不能到地面上來。在處理事故時查明，很快地恢復井筒是不可能的。看來，這些人要犧牲了。此時，礦山測量人員在先前所進行的礦井測量的基礎上建議