

矿山测量

上册

煤炭工业出版社

矿 山 测 量

上 册

周国龄 何新义 胡昌熾译

胡昌熾校

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書分上下兩冊出版。上冊包括前九章，下冊包括后六章。

本分冊敘述了井下矿山測量儀器、井下角度測量、井下長度測量、數
據經緯儀導線和碎部測量、井下測量誤差計算、經緯儀導線測量成果的整
理、井下高程測量以及井下聯系測量等問題。

本書可供矿山測量人員自學和實際工作參考之用，也可作為矿业學院
或中等技術學校矿山測量專業的教學參考書。

Е.Е.Влоха З.И.Поляк Я.В.Рашковский

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Углетехиздат Москва 1956

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社1956年版譯

1263

矿 山 測 量

上 冊

周國鈺 何新義 胡昌燾譯

胡昌燾校

*

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本 850×1168 公厘 $1/32$ 印張 $18 \frac{7}{8}$ 字數310,000

1959年11月北京第1版 1959年11月北京第1次印刷

統一書號：15035·932 印數：0,001—4,000冊 定價：2.15元

前 言

苏联共产党第廿次代表大会关于第六个五年计划的指示中所规定的，要建設新的和改造旧有的煤矿、寻求有效的开采方法、运用新的采矿技术、迅速增加掘进巷道速度而大量增加煤炭的采量，要求煤炭工业中的工程师和技术人員在組織和領導矿业生产中要紧张而創造性地工作。

培养熟練的采矿专家是煤炭工业完成第六个五年计划的主要条件之一。

培养出优秀的、能够直接領導矿井和区段的采矿工作的中等技术人員，意义特別巨大。在这些专家中，矿山測量技术人員占着一个极其重要的地位。矿山測量专业与采矿的許多部門，特別是检查采矿工作是否安全，正确开采有用矿物矿体，保护建筑物免受开采工作的有害影响，采矿企业的有用矿物的工业儲量实际統計和完成的采矿工作的实际統計都有着密切的联系。

在本書中，作者只闡明了对于矿山測量技术人員所必需的範圍內的矿山測量諸問題；目的不是編矿山測量标准教科書，而是編成补充性的参考教材。

考虑到包括在本学科內的問題的众多，并且还期望給讀者以理論知識的同时給一些矿山測量工作实际知識，作者認為可以不严格地遵循批准了的采矿技术学校的矿山測量专业所用的大綱，而作一些不很大的非原則的变动。

編著这書的时候，作者还准备使在利用它时又可以当作矿山測量实际工作人員的自修教材，又可以当作在矿上与露天煤

矿上工作的实际矿山测量工作人员的实用指南。因此，在書中，符合于苏联煤炭工业部的現行規程、章程和规范的完成矿山測量工作的例子和实际指示占很大比重。

本書包括十五章，里面闡明了地下測量和联系測量的理論和实践，矿井和露天矿生产时和基建时的矿山測量实际工作，矿井开采时的岩层移动問題，以及矿井和露天矿的矿山測量文件。

第九章和十四章是由技术科学副博士 З.И. 波良克副教授拟定的。由于 З.И. 波良克副教授逝世过早而中断了他致力于本書的工作。第九章是由工程师 Я.З. 拉希柯夫斯基完成的。

緒論和第十章至第十二章是由工程师 E.E. 勃洛哈編写的。

第一章至第八章和第十三章是由工程师 Я.З. 拉希柯夫斯基編写的。

第十五章是由工程师 E.E. 勃洛哈和 Я.З. 拉希柯夫斯基編写的。

由于是首次为技术人員編写包罗煤矿井及露天煤矿上的全套矿山測量工作的参考書，不可能沒有缺点存在，作者将以感激的心情接受讀者的所有批評性的意見和要求。

目 录

前言

绪论	1
第1节 矿山测量的对象和任务	1
第2节 苏联矿山测量发展简史	4
第一章 井下矿山测量概述	11
第3节 井下矿山测量的任务	11
第4节 井下矿山测量的对象	12
第5节 井下测量的种类	13
第6节 矿山测量控制点的固定	15
第二章 用于井下测量的矿山测量仪器	22
第7节 经纬仪	22
第8节 量角仪器对中用的工具	39
第9节 用于井下次要测量的测角仪	51
第10节 磁性仪器	64
第11节 直接测量长度的仪器	71
第12节 水准仪	77
第三章 井下角度测量	89
第13节 井下巷道中的角度测量	89
第14节 三个三脚架(三个臂架)法测量角度(省点法测量)	95
第15节 井下测角时防止粗差的方法	97
第16节 井下测量角度的方法	100
第17节 井下测量的测角误差	109
第18节 偏心测角	122
第19节 间接传递方向角	128
第20节 井下测量中测量倾斜角	131

第21节	测量导线边倾斜角的误差和必要精度	135
第22节	在倾斜和急倾斜巷道内测量角度	140
第23节	矿山测量作业技术规范对于井下巷道中角度测量的要求	157
第四章	井下测量的长度测量	158
第24节	概 述	158
第25节	用钢卷尺和钢带尺测量边长	160
第26节	间接测量边长	163
第27节	计算直接测量边长成果的改正数	167
第28节	井下边长测量的误差	184
第29节	视距仪测量边长	201
第五章	敷设经纬仪导线和碎部测量	213
第30节	敷设经纬仪导线	213
第31节	碎部测量	215
第32节	回采工作面测量	222
第33节	井下罗盘仪测量	225
第六章	井下测量误差计算	234
第34节	井下测量误差的累积	234
第35节	由于测角误差而引起的沿某一定方向或垂直于某一定方向上的经纬仪导线点的位置误差	241
第36节	计算由于确定导线边的水平投影长度 S 的误差而引起的经纬仪导线点的位置误差 M_s	244
第37节	计算井下测量任意点的位置误差 M_n	248
第七章	井下经纬仪导线测量成果的內业整理工作	256
第38节	等精度导线的简化平差	256
第39节	等边直伸形经纬仪导线的严格平差	257
第40节	附合在边的端点的坚强坐标 X 和 Y 上的等边折线形经纬仪导线的严格平差	261
第41节	井下测量时所遇到的各种经纬仪导线的简化平差	265

第42节 井下经纬仪导线网的简化平差	270
第八章 井下巷道的高程测量(水准测量)	290
第43节 概 述	290
第44节 井下几何水准测量	292
第45节 井下几何水准测量的误差	303
第46节 井下三角高程测量	306
第47节 井下三角高程测量的误差	311
第48节 几何水准测量和三角高程测量的精度比较	317
第49节 井下水准线路的平差	319
第九章 联系测量(地下测量定向)	331
第50节 概 论	331
第51节 单重投点	337
第52节 多重投点	351
第53节 光学投射	363
第54节 通过一井定向时与垂球线连接	367
第55节 连接三角形法连接	369
第56节 对称连接法	381
第57节 连接四边形法连接垂球线	388
第58节 通过一井的地下测量定向的简易方法	391
第59节 通过两个竖井进行地下测量定向	402
第60节 井下测量的物理方法定向	411
第61节 由地面向井下传递高程	427

緒 論

第1节 矿山测量的对象和任务

矿山测量学，或如通常简称的“矿山测量”，是采矿科学中的一个部門，它的主要任务是研究巷道中进行丈量(测量)的方法和繪制反映有用矿物的性質特征(品种及成分)、地質破坏和在开采矿体时为正确进行采矿工作所必需的其他資料的图表。

矿井的采矿工作乃是按一定的程序(即所謂开采方法)掘进的准备巷道和回采巷道的复杂網。地下的巷道不能以直观的感覚来瞭解。因此，为了要有地下采矿工作和地面建筑物之間的相互位置、有用矿物矿体的形状、地質破坏，总之，和矿井所进行的采矿工作有关的所有自然对象和人为对象的概念，就必须要有所有这些对象在平面图、断面图和其他图表上的图象。这样的平面图、断面图、其他图、以及編制这些图时所必需的計算資料，都称作矿山测量文件。

在矿山测量的測繪工作中，利用普通测量学中測繪地面时所采用的仪器和方法。因而，矿山测量学与普通测量学紧密相連，它乃是使普通測量方法发展和使之适合于矿山条件。

然而，矿山测量的任务不限于这些。除了确定巷道的位置之外，矿山测量还要給定巷道的方向，进行儲量动态的統計和有用矿物的損失的統計，实行保护矿藏和地面建筑物免受开采有害影响的措施，以及在下面所指出的其他一系列工作。

为了正确的开采有用矿物矿体，事先要編制矿体开采的設計。这种設計繪在矿山測量图上，然后由矿山測量人員將設計轉到“实地上”，即在实地上指出与設計相符合的掘进巷道的

方向和順序。在礦上，沒有一個巷道不是由礦山測量人員的指示而開掘的。礦山測量人員指出巷道的所在地點，給定方向，然後檢查巷道是否按給定的方向掘進，以及巷道的位置是否與設計相符合。

因此，在礦山測量中，測量對象通常應與早先擬制的計劃相應。

因為根據礦山測量測繪的結果應該獲得有用礦物礦體和巷道的空間形狀的概念，所以在這種測量中，不單是測出在平面圖上描繪測量對象時所必需的数据，而且也要進行以斷面圖、剖面圖、垂直面上的投影圖等表示其空間圖象的測量工作。用專門的方法來描繪有用礦物礦體的形狀和礦體的性質的分布。這一類工作叫做“礦體的幾何化”，現在已經分出為礦山測量的一個獨立部門，稱為“礦山幾何”或稱“礦體幾何”。

礦山測量圖好象採礦工作的一面鏡子，是一個檢驗巷道掘進正確性的主要手段。根據礦山測量圖可以確定有用礦物的開采量，從而檢驗礦上統計開采量的正確性。須根據礦山測量圖計算有用礦物的儲量和確定從地下采出礦體的完盡程度。

礦山測量平面圖和斷面圖，對於確定安全進行採礦工作的邊界，預防水和瓦斯可能由老空區沖入生產工作面，都有極其重要的意義。只有有了礦山測量圖，才使一采區采動另一采區時不發生有害的後果，避免由於在採礦影響下地面下沉而破壞地面建築物。礦山測量圖對於解決與地質破壞有關的採礦技術問題同樣也是必需的。根據礦山測量資料可以尋找煤層斷移部分。

若沒有礦山測量工作人員參加，現代礦山企業的正常生產工作是不可能的。所以在每一個礦山企業里都有專門進行礦山測量工作的礦山測量業務單位（科、處）。

矿井的矿山测量业务单位的主要职责是：

a) 进行矿的地面上和巷道中的测量，繪制反映巷道位置、有用矿物矿体形状和性质的矿山测量平面图、断面图和其他的图表资料，在实地上指出掘进巷道的地点和方向，以及将采矿工作设计的其他数据转绘于实地上；

b) 检查巷道掘进是否符合设计，是否符合技术操作规程；

b) 矿井的有用矿物储量动态的统计，检查由地下采出有用矿物的完尽程度，统计有用矿物的损失和贫化，以及参予制订降低损失和贫化的措施及检查采量统计；

г) 观测由于采矿影响而产生的岩层移动和地面移动，检查地面建筑物和巷道免受采矿有害影响的措施的执行情况；

д) 检查掘进巷道完成工作量的计算和检查采量的统计；

e) 参予编制季度的、年度的和远景的企业采矿工作发展计划。

上述的问题没有包括在矿山企业的各种具体条件下、在矿井的矿山测量人员面前所发生的所有问题；然而，给出了矿井的矿山测量业务所担负工作的性质和范围、工作的复杂性和责任的一般概念。

矿山测量专家应该拥有许多不同科学学科的丰富知识。

首先，矿山测量人员必须有深厚的大地测量-矿山测量领域内的知识和运用矿山测量-大地测量仪器，进行矿山测量外业及其内业整理的实际技能。

矿山测量人员应该通晓采矿事业中的所有问题，特别是开采方法，因为不这样就不能正确的解决放在矿山测量业务面前的采矿技术问题，不能实行矿山测量业务和对巷道掘进的正确性的检查，不能参予编制采矿工作的发展计划。

最后，矿山测量人员应该具有足够的地质领域内的知识，

以正确的进行测量和把有用矿物矿体的形状描绘在平面图和断面图上，解释所遇到的地质破坏，查明有用成分在矿体中的分布规律，进行储量计算，确定有用矿物的损失和贫化，与设法降低损失和贫化。矿山测量人员和矿井地质人员的工作彼此间是这样的接近，以致在某些煤矿上(顿巴斯、莫斯科煤田)矿山测量人员也还作地质人员的工作。

只有深入掌握了全部上述科学学科，矿山测量人员才能把矿井的矿山测量业务提到社会主义采矿工业所提出的任务的水平上。

第2节 苏联矿山测量发展简史

远在公元前就有矿山测量了。在古代，开采有用矿物、掘进地下水道、挖掘到被围攻的城堡的坑道和其他的地下通道时，已经就发生了编绘这些巷道图的必要性。公元前数百年中，在埃及就会在平面上绘制缩小比例的巷道图。公元一世纪，希腊科学家，盖龙·阿列克山得里斯基就作了地下测量的方法和地下测量的定向的描述。

在中世纪，由于科学和工业普遍萧条，矿山测量发展不多。只从16世纪起，那时欧洲的采矿事业和冶金术开始蓬勃发展，矿山测量才迅速地发展起来，并从采矿学分出成为一门独立学科。在1550年，德国科学家格沃尔格·巴维尔，用笔名阿格里科尔写了一本“论采矿工作”，在此书中，叙述了到那时所积累起来的采矿经验，其中也包括矿山测量的经验。在阿格里科尔的书中，叙述了当时用于地下测量的悬挂罗盘和半圆仪，以及用这些仪器工作的方法。18世纪以前，阿格里科尔的这本著作都是采矿工作的主要指南。

就在这时产生了专门术语“矿山测量”，这是由德文字

“mark”和“Scheiden”构成的，这个字就是表示“划分边界”的意思。这个名称是因为在当时矿山测量人员的主要任务之一就是用地面上将区域的边界转移到巷道内的方法来确定属于各个矿井占有者的地下区域的边界。

现在，确定矿井的边界远不是矿山测量的首要任务了，但是这个历史上固定下来的名称却一直保存到现在。

在俄国，矿山测量是在17世纪末，特别是在18世纪，开始发展起来的，那时，由于彼得一世的改革事业使国家的采矿事业开始急速提高。

在1734年，当时采矿工业的杰出活动家之一B.H.塔契雪夫曾编制了一个“工厂条例”草案（一种类似现在的技术操作规程的东西），在这个草案中，还叙述了矿山测量人员有编制指明有用矿物矿体埋藏条件的矿山平面图和采矿范围内的总地图的职责。而且也对矿山测量人员提出了特殊的要求，指出了矿山测量人员应该是：“在采矿科学和其他需要的科学中是足够熟练的人，是勤勉的和忠实的人”。

米哈依尔·瓦西里耶维奇·罗蒙诺索夫（1711—1765年）是俄国矿山测量的奠基人，1742年，他在自己的有名的著作“冶金术或矿业的基本原理”的第五章“论矿坑测量”中叙述了最重要的矿山测量实际问题。

罗蒙诺索夫的著作在反对当时的其他作者的许多不切合实际的著作中，对于矿业生产条件下矿山测量人员的具体实际问题作了贡献。

这些特点也就成为后来俄国矿山测量学派的特点，从罗蒙诺索夫时代起，俄国的矿山测量学派就按照自己的道路前进，并且取得了巨大的成就。

然而经过了許多年，矿山测量人员在测量中仍然利用简陋

的仪器。这种仪器还是阿格里科尔时所采用的，仅仅是作了某些改进的悬挂罗盘和半圆仪。

在19世纪的俄国矿山测量活动家中，必须提出的首先是編著有矿山测量教科书的И.А. 奥雷雪夫（1817—1896年），在書中，奥雷雪夫第一次提出了把經緯仪用于地下的測量（在这以前，德国教授魏斯巴赫曾单独作过）。

把經緯仪用于矿山測量的实际，給予矿山測量人員以精密的仪器代替了簡陋的悬挂仪器，仪器精度提高到10倍，这就引起了矿山測量工作的所有生产技术的改革。

Г. А. 基姆教授（1831—1910年）給俄国的矿山測量科学带来了許多有价值的貢獻，他研究了把三角網用作为矿山測量的測量基础的問題和其他的一系列重要問題，如矿井定向和磁偏計对定向的作用。

特别是在矿体几何学科中的傑出的矿山測量学者И. М. 列昂托夫斯基。他著有：“矿体几何实用教程”，“矿山測量問題”，“矿区三角網簡易平差法”。列昂托夫斯基研究出独創的自动水准仪的結構。

В. И. 巴烏曼教授（1867—1923年）对祖国的矿山測量作出了卓越的貢獻；还在革命时期以前，他就大大地改善了采矿工业企业中和政府的矿山測量监督机关中的組織方法。

В. N. 巴烏曼編著有矿山測量的經典著作——“矿山測量技术实用教程”（1905年），它直到現在仍沒有失去其价值。

在俄国矿山測量学派的学者中，П. К. 索波列夫斯基教授（1868—1949年）在創立新的学科“矿体几何”的基础中占有很重要的地位。

沙皇俄国的条件对于讓外国資本家来包办的祖国的采矿工业的发展是不适宜的。这在同等程度上关連着采矿科学的，其

中也包括矿山测量的。

只有在苏维埃政权下，俄国的矿山测量人员才获得了在生活中实现他们理想的无限的可能性。还在苏维埃政权的最初年代里，就制订了矿山测量业务的根本改组计划，这个计划是以科学的最新成就为基础的，包括组织国家矿山测量机关，实施专门高等和中等的矿山测量教育，采矿工业区域内大地测量和矿山测量工作的密切联系，组织矿山测量科学研究工作诸问题。

虽然在俄国，在1904年，И.К.索波列夫斯基教授在托姆斯克工学院首次组织培养了矿山测量工程师。但是直到伟大的十月社会主义革命以前，在那里只培养了个别的矿山测量人员。

1921年根据B.И.巴乌曼教授的倡议，在列宁格勒（彼得格勒）矿业学院创办了矿山测量专业，在这里开始大规模地培养矿山测量工程师。后来，在德涅泊彼得洛夫、斯维尔德洛夫、莫斯科和其他的矿业学院以及许多的采矿技术学校里都设立了矿山测量专业。

苏联科学院通讯院士И.М.巴胡林教授(1880—1940)是B.И.巴乌曼的继承者。在他的积极参加下，创立了矿山测量科学研究机构——“中央矿山测量科学研究所”。后来改组为全苏矿山测量科学研究所。巴胡林的主要功绩是在苏联矿山测量实际中广泛的运用了科学基础。

在五年计划的年代里，社会主义采矿工业的蓬勃发展，要求苏联矿山测量解决新的更多的问题。必须为设计和建设新企业加速地面测量，必须用测量基础保证地质勘探工作；而掘凿新的矿井和其他巷道的大量工作，就要求改善进行地下测量的方法和提高它们的精度。

苏联的矿山测量荣幸地担负起了这些任务，现在从所完成的生产和科学研究的工作的深度和广度上说，都超过了世界上

一切資本主義國家。

蘇聯礦山測量科學的基本中心是全蘇礦山測量科學研究所——也是世界上唯一的專門從事於礦山測量問題的科學研究所。全蘇礦山測量科學研究所的工作主要是按下列各個方向發展的：研究在開采影響下岩層和地面的移動過程，改進礦山測量的方法，創造新的礦山測量儀器，研究礦山壓力問題。

特別在研究受開采影響而岩層移動的十分複雜的過程中，全蘇礦山測量科學研究所獲得了巨大的成績，它的基礎是由И.Н.列昂托夫斯基和И.М.巴胡林奠定的。在礦山測量科學卓越活動家之一，С.Г.阿威爾辛教授的領導下，這些研究大大地擴展了。在所有煤田和許多金屬礦上都進行了地面移動的觀測工作。因此，對於許多的礦床都確定出了這種過程進展的規律性；也就使得能夠制訂保護地面建築物的基本規程。

許多的專題論文里，С.Г.阿威爾辛教授和全蘇礦山測量科學研究所的其他研究員創立了礦下和地面的移動的理論基礎，提出了計算這些移動的方法，這就幫助了更好的解決保護礦藏和地面建築物的問題，改善開采方法和降低有用礦物的損失。

在改革礦山測量工作的技術和方法的部分，全蘇礦山測量科學研究所研究出了許多新式的礦山測量儀器（МГТ-30、ОТТГ-30和ОТТГ-12型經緯儀、測距儀、剖面儀和其他），特別是全新的有前途的儀器——用於地下定向的礦山測量迴轉羅盤。全蘇礦山測量科學研究所還編制出了許多進行礦山測量工作的技術規範，創造了測量礦山壓力的儀器，研究了礦山測量的精度問題。

礦業學院和工學院的礦山測量教研組也進行了大量的科學工作。在古老的礦業學院——列寧格勒礦業學院，在В.А.卡

查柯夫斯基教授的领导下，进行了研究地面和岩层移动的巨大工作，苏联科学院通讯院士H.Γ.克尔在矿山测量-大地测量工作领域中进行了摄影测量的研究，博士H.A.古塞夫进行了矿山测量仪器制造的工作。

矿体几何化领域中的研究工作也获得了巨大的发展。П.К.索波列夫斯基的学生们（П.А.雷若夫教授、卡查赫共和国科学院通讯院士A.В.馬沙諾夫、博士Γ.И.維列索夫等）发展着他所创立的矿体几何的理论基础，同时制订了用于各个煤田和矿床的矿体几何的具体方法。

在这一领域中，应该指出的是莫斯科矿业学院的教授П.А.雷若夫的著作，他编著了矿体几何教材和许多论文。

斯維尔德洛夫矿业学院、哈薩克矿冶学院和其他学院都给矿体几何问题以极大注意。

改进矿山测量的方法，应用新的仪器，发展金属矿矿山测量工作和编著教学-生产文献，頓涅茨工学院教授Л.Н.奥格罗布林对矿山测量科学作出了巨大的贡献。

除了全苏矿山测量科学研究所和教学学府以外，采矿部及其所属机关也进行了巨大的矿山测量科学工作。

煤炭工业部建立了专门的机构——全苏矿山测量局，从事煤炭工业企业中的重大的矿山测量工作，研究和运用矿山测量工作实际中的新方法和新仪器。

全苏矿山测量局在生产中运用了大比例尺航空摄影测量，用迴轉罗盘定向，制造新的矿山测量图纸材料（透明图）和其他。

为了保证矿山测量业务有仪器，在哈尔科夫建立了煤炭工业部的矿山测量仪器的专门工厂，在那里进行了新型矿山测量仪器的生产和设计的工作。因此，由于党和政府的关怀，采矿