



高等学校教学用书

矿藏几何学

苏联 伊·恩·烏沙闊夫著

煤炭工业出版社



高等学校教学用书

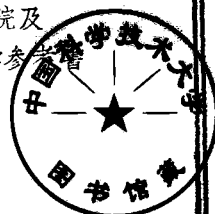
矿藏几何学

苏联 伊·恩·烏沙闊夫著

北京矿业学院編譯室譯

北京矿业学院矿山測量教研組核訂

苏联高等教育部审定作为矿业学院及
多科性工业大学矿山測量專業用教学参考书



煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書对矿藏几何学的各項問題由簡而繁地作了系統的敘述。書中首先介紹矿藏几何学用的各种投影法；其次講述層狀矿床的埋藏状态和几何制圖問題；然后以較大的篇幅闡明矿产一般的和特殊的埋藏量的計算以及埋藏量的变动、損失和人为貧化的計算。

本書可作矿業学院和多科性工業大学矿山測量專業教学用書，并可供地質勘探学生和采矿企業測量及地質工程技術人員參考。

ГОРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

苏联 И. Н. УШАКОВ 著

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1951年莫斯科-列宁格勒增訂第2版譯

535

矿藏几何学

北京矿業学院編譯室譯

北京矿業学院矿山測量教研組校訂

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証出字第084号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

开本85×116.8公分 $\frac{1}{32}$ * 印張16 $\frac{2}{3}$ * 插頁2 * 字数373,000

1957年5月北京第1版

1957年5月北京第1次印刷

統一書号：15035·316 印数：0,001—2,250册 定价：(19)3.10元

第二版序言

本書——“矿藏几何学”第一版發行于1937年，現已完全售罄，为保証“矿山測量”專業課程教学参考資料的供应，从而提出了再版這本書的要求。

本書第二版作了相当大的加工、修改和补充，因为从第一版問世以来，許多矿藏几何学問題，在其本身發展中已經大大地向前推进了。

根据課程現有的水平、采矿工業培养工程人材的要求和对第一版的批評与希望以及該課程在“矿山測量”專業中的教学經驗，著者對本書所有各篇都作了不同程度的修改和补充，但是本書第一版中所采取的結構基本上未加变更。

第二版与第一版同样为供矿山測量專業学生“矿藏几何学”課程之用。

本書同时可作为地質勘探專業学生、采矿企業中測量及地質工程技術人員的参考書。

無疑的，本書的再版決非已達于完善，著者謹以感激心情期待着對本書的一切指教。

最后，謹向苏联科学院通訊院士 Н. Г. 凱尔教授，Д. А. 卡查柯夫斯基教授，Г. И. 維奈索夫副教授以及在編写本書第二版中給予寶貴指示的其他同志們，表示衷心的感謝。

著 者

目 录

第二版序言

第一篇 緒論及矿藏几何学中所用投影原理的概論

緒 論	9
第一章 矿藏几何学中所用的投影法	16
第1节 概說	16
第2节 数字标高投影	20
1. 数字标高投影法的实質。点的投影	20
2. 直綫的投影	22
3. 兩直綫的相互位置	25
4. 平面的投影	27
5. 平面的相互位置	30
6. 直綫和平面	35
7. 平面的重合	39
8. 地形面	45
a) 概說	45
6) 地形的構造要素	46
b) 地形的主要形狀	48
r) 地形面的光滑性和用勘查点(測点) 划分地形面的程度	49
第3节 軸測投影	54
1. 軸測投影的实質	54
2. 偏縮指数及軸測投影的比例尺	56
3. 軸測投影要素間的关系	53
a) 斜角投影	58

6) 直角投影	64
4. 軸測投影圖的作法	69
第4节 相似投影	72
1. 一般原理	72
2. 相似坐标	73
3. 相似圖的作法	77
第5节 中心投影	82
1. 概論	82
2. 球心透視投影和日規投影	85
a) 方向綫与平面的球心透視投影和日規投影	85
6) 以球心透視投影确定角度	89
b) 球心透視投影要素与日規投影要素間的关系	95
3. 球極透視投影	95
a) 基本特点和原理	95
6) 平面的球極透視投影的作法	99
b) 方向綫的球極透視投影	102
r) 确定兩平面間和方向綫間的夾角	102
4. 球極透視網	105

第二篇 層狀矿床位态几何学及巷道的設定

第二章 矿層的平面位态形狀(根据有限数量的勘測点

进行作圖及計算)	107
第1节 概述	107
第2节 矿層的位态要素	107
第3节 确定矿層位态要素的方法	109
1. 直接测定矿体的走向与傾斜	111
a) 用矿用罗盤来确定矿体的走向角与傾角	111
6) 用掛罗盤与半圓仪来测定矿体的走向和傾斜	113
2. 給定矿層問題的種類	116

a) 已知三点坐标的層面方程式	117
b) 已知一点的坐标和兩条方向綫的層面方程式	118
b) 矿層(或煤層)層面的标准方程式	120
3. 求鑽孔与矿層交点的坐标	121
4. 鑽孔的弯曲及測定	123
a) 概述	123
b) 鑽孔測量簡述	125
b) 以液面水平的原理为基础之測斜仪	133
r) 用 HKA 型仪器測量 θ 和 φ 的精度	140
n) 測量結果的整理	143
e) 傾斜弯曲鑽孔的剖面圖与平面圖的作法	143
5. 根据三点的坐标确定矿層的走向和傾斜	151
6. 根据垂直巷道側壁上的露头来确定矿層的走向傾斜	154
7. 根据石門中的露头来确定矿層的走向和傾斜	157
8. 矿層厚度的确定	158
9. 埋藏深度	166
第 4 节 向矿層和沿矿層設定巷道	168
1. 向矿層設定垂直巷道	168
2. 向矿層設定水平巷道	169
3. 向矿層設定傾斜巷道	172
4. 沿矿層設定巷道	174
5. 确定設定于兩点間的巷道長度, 走向及傾角	176
第 5 节 平面圖与剖面圖的画法	177
第三章 矿層的褶皺形狀	181
第 1 节 概述	181
第 2 节 确定褶皺的位态要素	185
第 3 节 圆柱形褶皺面的繪制方法	187
第 4 节 圓錐形褶皺面的繪制方法	194
第 5 节 根据露头繪制矿層的等高綫圖	199

第 6 节 借助于等垂距綫圖作矿層的等高綫圖	207
第四章 矿層的变位(断裂)	209
第 1 节 概論及定义	209
第 2 节 断層的位态要素	218
第 3 节 断層的分类	221
第 4 节 断層的特性	241
1. 頓巴斯	242
2. 庫茲巴斯	257
3. 特克瓦尔契里煤产地	264
4. 逆掩構造中的断層	271
第 5 节 断層的观测、整理与編录	276
第 6 节 向矿層(矿体)的断开部分設定巷道	286
第 7 节 曲綫断層	299

第三篇 矿床的几何制圖

第五章 隐蔽地形面的研究	302
第 1 节 一般原理	302
第 2 节 綫值指标	312
1. 綫值指标的間隔評定	314
2. 总数法(間隔和数法)的誤差	318
3. 矿体指标变化的評定	325
4. 指标研究程度的数字評定	329
5. 数学統計學在矿体特性研究中的应用	332
6. 經驗曲綫的修匀	339
第 3 节 体积指标或輪廓指标	348
1. 內輪廓以內的指标	350
2. 总数法(網格和数法)的誤差	352
第 4 节 隐蔽地形面的繪制	354
第六章 構造圖与矿質圖	362

第1节 概述	362
第2节 矿体輪廓的圈定	363
第3节 主要構造圖与矿質圖	369
1. 矿体的等高綫圖	369
2. 矿体的等厚綫圖	370
3. 等深綫圖	372
4. 有用成分及有害成分的等量綫圖	373
5. 綫埋藏量的等值綫圖	375
第4节 矿床几何制圖举例	377
1. 近海型的煤产地	377
2. 銅矿床的几何制圖	382
3. 砂矿床(砂矿采矿場)的几何制圖	385
第5节 在勘探过程中各种矿体几何圖的应用	391
第6节 选择井筒位置时平巷中运输工作的几何分析	393
第7节 划分采区和配料时構造圖和矿質圖的应用	401

第四篇 固体矿产的埋藏量計算

第七章 埋藏量計算的一般問題	404
第1节 概述	404
第2节 固体矿产埋藏量的分类	405
1. 分类的一般原則	405
2. 煤产地的埋藏量分类	403
a) 各級埋藏量的一般特征	403
6) 各級埋藏量对煤的取样的一般要求	410
b) 煤产地的分类	411
3. 金属矿床的埋藏量分类	413
a) 按照决定勘探方法和儲量分类条件的天然因素的金属 矿床的分类	413
6) 埋藏量分类及各类矿床中各級埋藏量的特征	421

■)巷道的密度	424
4.砂矿床的埋藏量分类	425
5.埋藏量计算的报告	426
第3节 埋藏量计算的一般几何问题	429
1.面积的确定	429
a)根据轮廓上角点的坐标计算面积	430
6)确定面积的几何方法	432
b)用求积仪确定面积	432
r)用曲线仪和透明纸求面积	435
n)用透明方格纸确定面积	436
9)用规则曲面法求面积	437
2.计算埋藏量时体积的确定	442
a)具有平面的矿体——多面体	443
6)表面为曲面的矿体	446
3.矿体各种指标(厚度、容重、有用成分含量)平均值的 确定	457
第八章 计算埋藏量的方法	469
第1节 算术平均法	469
第2节 等高线法	472
第3节 三角形法	473
第4节 最近面积法	476
第5节 块段法	483
第6节 垂直断面法	486
a)平行垂直断面法	486
6)不平行垂直断面法	489
第7节 等值线法	490
第8节 计算埋藏量的误差	492

第五篇 埋藏量的变动及損失量的計算。产量的 矿山測量檢查

第九章 埋藏量的变动及損失量的計算	498
第1节 概述	498
第2节 工業埋藏量根据其回采准备程度的分类	500
第3节 矿井平衡表內埋藏量的年初計算	507
第4节 矿井平衡表內埋藏量及工業埋藏量的状态和变动的 計算	503
第5节 矿产損失的分类与計算	510
第十章 产量的矿山測量檢查	525
第1节 概述	525
第2节 根据采空区的測量計算产量	527
a) 开采体积的确定	527
б) 測量的編录	528
в) 确定矿柱中矿产的容重	529
第3节 測量矿堆中的矿产	531
a) 确定矿堆的体积	531
б) 确定矿堆中矿产的容重	533

第一篇 緒論及矿藏几何学中所用 投影原理的概論

緒 論

許多地質研究以及有用矿物矿产地的勘探与开采的問題，按照这些問題的固有特性和解决的方法，都帶有几何的特征。关于这类的問題有：确定位态要素，研究矿产的埋藏形狀和埋藏条件，研究制圖方法，繪制矿床的構造圖与矿質圖(地圖)，計算矿产埋藏量的变动，設定勘探巷道和采矿巷道等等。由此可見，在矿床的勘探和开采中所遇到的对象的几何性質可能就是專門研究的对象。

特殊的采矿課程——矿藏几何学——的内容(对象)是研究矿床中有关矿藏勘探及开采的几何关系，以及在这种基础上，系統地叙述用几何法解决与矿山測量工作紧密相关的勘探和开采的問題。

这門課程具备了他所特有的研究对象和研究方法，因而就有了独立存在和發展的权利。

过去矿藏几何学范围内的一些問題，曾在地質勘探和采矿課程的个别地方以及矿山測量技术課程中零乱地叙述过，但沒有整个連貫起来。

20世紀以前出版的著作“矿山土地測量术”或“地下几何学”的主要内容是叙述矿区地下和地面的測量，而矿体几何問題則为附帶内容。

M. B. 罗蒙諾索夫在 1763 年首先以俄文著作叙述了矿坑測量的基础，并在“論矿坑測量”一章中解答了某些問題，这就

是采矿和冶金学方面的基本著作“采矿和冶金的初步基础”中的一章。

他认为有关巷道贯通以及将边界从地面导入矿内等等基本问题的解决，“没有几何学是不可能计算的”，他对这种问题的解决方法是以相似图形的性质为根据的。

罗蒙诺索夫只叙述了基本的情况，并且认为“特别的问题不必要证明，几乎每一个都有它的特殊情况”，因此他能够在这一章中叙述了当时有关本问题的一切最重要的情况。

在解决地质和矿山技术问题中及在他自己著作的其他地方，罗蒙诺索夫都讨论到几何学的应用。

因此，M. B. 罗蒙诺索夫照理应该认为是第一个俄罗斯矿体几何学家。

1805年出版了矿业学校教员 A. 马克辛莫维奇的“实用地下几何学”——这本书曾是该校学生学习这门课所迫切需要的，它的内容除了井下测量和地面测量问题外，还解决了一系列几何问题，主要是设定巷道问题。

当开采和勘探某些矿床的断裂地区时，经常遇到变位的几何问题，并要求加以解决，因此在书籍中逐渐对此问题有了阐明。例如，在1835年两本矿业杂志中发表了 K. Ф. 布吉涅夫的“寻找逆断和平移的矿床的新规则”的详细论文。

在这篇论文中，布吉涅夫批判了德意志人对本问题的著作和观念，研究了矿体的翼和断层裂缝间的几何关系的特征，并将其归纳为十五种类型，得出了向矿层的移动翼设定巷道的四条规则。

由于巷道长度及其所达深度的增加，从而要求采用比较精确的矿山测量方法。例如在十九世纪中叶就引起了用经纬仪测量角度的必要性。在1847年出版的作为矿业学院学生学习指

导的“矿山测量术”一書中 П. А. 奥雷雪夫較維斯巴早四年叙述了适应于地下巷道测量的經緯仪、經緯仪的檢驗以及进行角度測量的步驟。

著者确定矿山测量技术的研究对象时說：“制作个别的圖，也就是繪制水平面內和垂直面內的地下巷道圖，此外，解决巷道掘进时可能遇到的一切問題，乃是矿山測量技术或地下几何学的对象”。

据此奥雷雪夫除了測量而外，他也討論到某些有关設定巷道的矿体几何問題。同时他詳細地研究了对于变位几何学說来甚为重要的有关抵达矿層的断下翼或平移翼的巷道長度的問題。

从 20 世紀开始陸續發表了我們的學者們——B. И. 包曼，П. М. 列昂托夫斯基以及 П. К. 索波列夫斯基等的許多偉大著作，从而奠定了几何学成为一門專門的采矿課程。

例如在 1905 年出版了耶卡捷林諾斯拉夫 高級矿业 專科学 校采矿工程师兼教員 П. М. 列昂托夫斯基的“矿層位态要素”（矿藏几何学），該書乃是他所出版的总称为“矿山測量問題”叢書的一部分。

列昂托夫斯基的著作，詳細研究了有关矿層位态要素的六类問題，同时这本書的主要部分是叙述交錯和变位的几何問題，以及評論当时外文書籍主要是德文書籍中关于交錯和变位的几何問題的概念。

为了回答 П. М. 列昂托夫斯基的这本書以及若干外文著作，出現了聖彼得堡矿业学院教授 B. И. 包曼的研究論文，該文發表在 1907 年的矿院紀要中（第一卷第一期），題为“关于矿脉和矿層的断層，平移断層及其他断層的移动問題”，对变位的命名及解决有关移动翼的勘探問題得出了严格的几何論証，

这篇著作的結論以“包曼变位几何分类法”为名，長期地載入矿山几何学文献中，并且直到現在还没有失去它的价值。

1908年B. И. 包曼在矿业杂志上发表了一篇“关于矿床埋藏量的确定問題”的著作，提出了复杂形状的矿床埋藏量計算的方法，即著名的“包曼方法”。

上述著作也像他的許多有关确定矿層和矿脉位态要素問題的著作一样，乃是适应于發展着的采矿工業的需要而問世的。据作者的意見，这些著作 應該就是他的卓越教程“矿山測量术”第四册中所謂矿山測量問題的材料，这些材料由采矿工程师兼彼得堡矿业学院教員、包曼教授的学生K. A. 达林凱維奇整理出版，并且由他对于矿藏几何問題作了进一步的研究。

包曼逝世后，达林凱維奇于1924年以石印出版了他在1923—24学年度为該院学生講授的矿藏几何学教程，該教程的內容原来包括以下問題：数字标高投影法的原理，关于岩層的埋藏形状，埋藏的褶皺形状，变位以及埋藏量的計算。

由上可知，本課程尚未討論到矿床几何制圖問題。

矿藏几何学成为一門独立的采矿課程，乃是該科学發展的一个自然的阶段和必要的条件。

国家的工業化首先要求發展采矿工業，因而提出了研究和掌握大量矿床情况的問題，同时社会主义生产水平，一方面要求对已知矿床提出精确而又客觀的說明，另一方面又要求合理进行地質勘探和采矿工作。工業中这些扩大了的要求对矿床的工業勘探和矿山測量工作也同样提出过。因此矿体几何分析便成为合理組織地質勘探和采矿工作極為重要的部分，而矿床的几何制圖的成果，即适当制成一套地質構造圖和矿質圖，乃是矿床的工業估价，矿山企業的矿場設計、建設和开采的必要材料。

П. К. 索波列夫斯基教授所發表的著作：“作为解决采矿技术基本問題的方法的現代矿山測量技术”（第一屆全苏矿山技术代表大会文集第七卷 1926 年），“現代矿藏几何学”（“社会主义改造与科学”杂志 1932 年第 7 期）和矿藏几何学講义綱要都是矿床几何制圖的方法的理論基础，由于多年来索波列夫斯基教授，通过口头和書刊上的大力宣傳，已經促使把这种方法应用于地質勘探及矿山測量工作中去。

从三十年代开始，采矿企業設計機構的矿山測量处，以及重新組成的矿山測量科学研究中心——中央矿山測量科学研究院（ЦНИМБ）和高等矿业学校从事矿山測量科学的全部成員的力量，其中特別是斯維尔德洛夫矿业学院的教員，曾經对苏联的許多矿床作了几何制圖工作，現在我們举出几个当时曾作过几何制圖的矿床。

1) 基澤洛夫斯克及齐良宾斯克煤田的煤矿床，以及叶果尔申斯克煤矿床。

2) 矿山的鉄矿床。

3) 布良汶斯克含銅黄鉄矿矿床。

4) 米林吉也夫斯克多金屬矿床。

5) 伏尔加綜合矿床。

6) 濯斯卡斯干銅矿床。

7) 舍尔洛瓦果尔斯科砂矿床等等。

由于我們对这些工作的工作方法曾經作了詳細研究，随后出現了有关矿床几何制圖方法問題，以及解决采矿工程中某些基本問題的綜合报告或出版的著作。例如，在 1935 年斯維尔德洛夫斯克矿业学院副教授 Д. Н. 奥格洛布林發表了“矿井位置的選擇”一書。

1938 年出版了 Н. А. 波拉舍凱維奇和 Г. И. 維奈索夫合著

的“砂金矿床几何制圖的經驗”一書，同年中央矿山測量科学研究的科学工作者小組在 П. К. 索波列夫斯基教授总的指导下，作出了关于“几何制圖方法”一題的詳細报告，它包括了这一方法的一般問題和在此以前所完成的最大規模的矿床几何制圖工作的簡述。同时社会主义經濟对矿山測量工作提出了保护資源的重大任务。这一任务的提出，在矿藏几何学中有关計算开采时矿产埋藏量的状态，埋藏量的变动以及損失量和人为貧化等問題的研究也得到反映。

在几个斯大林五年計劃中采矿工業的蓬勃發展，也相应地推动了采矿科学的前进。因此矿藏几何学这时也迅速的向各个方向發展起来。

这門年輕課程的書刊，教学参考書，以及其他著作已开始大量出版了。

在三十年代中頓涅波尔彼得洛夫矿业学院矿山測量教研室集体完成了矿藏几何学的許多不同范围的著作。

1935 年莫斯科地質勘探学院以油印出版了 П. К. 索波列夫斯基教授的“矿藏几何学”講义，关于这本书的价值，上面已經講过了。

1937 年出版了列宁格勒矿业学院副教授 Н. И. 鄔沙科夫編著的“矿藏几何学”一書，該書經巴胡林教授校閱，在此書中闡明了这門課程的基本問題。

1941 年出版了哥薩克矿冶学院副教授 П. А. 雷若夫的“矿体几何学”一書，該書大量地敘述了矿床几何制圖及埋藏量計算方法，書中詳盡地陈述了索波列夫斯基在矿藏几何学中的基本觀念，并举出了一些矿床几何制圖与埋藏量計算的方法和实例。

在發展索波列夫斯基觀念的工作中，金屬矿床几何制圖工