

898 899

高等学校教学用书

矿床开采

С.Н. 波波夫 著

冶金工业部有色金属工业管理局編譯科 譯



冶金工业出版社

高等學校教學用書

礦床開採

苏联 Г.Н. 波波夫 著

冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科 譯

中南矿冶学院探矿方法教研組
北京矿业学院探煤方法教研組 校

冶金工業出版社

本書主要敘述層狀礦床、金屬礦床和砂礦床的地下
與露天開採，由蘇聯文化部高等教育部審定為地質勘探
學院和地質勘探系的參考書。這本書也可作為開採學院
採礦專業的教學參考書。

本書由冶金工業部有色工業管理局編譯科沈元昌譯
出。第一部分一、三、五章經中南開採學院採礦方法教
研組校對，二、四章經北京礦業學院採煤方法教研組張
熙年主任校對；第二部分由北京礦業學院採煤方法教研
組彭世濟和駱中洲校對。

原書的評閱者是列寧格勒礦業學院金屬礦床開採教
研組（教研組主任，技術科學博士 П. И. 高羅傑茨基教
授、Н. И. 波利亞科夫副教授、А. И. 沙勃雷京副教授、
А. А. 包里索夫副教授）和技術科學博士 Я. Э. 義克拉索
夫斯基教授。

Г. Н. ПОПОВ: РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ (Москва—1953)

礦床開採

冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科 譯

編輯：劉天瑞 設計：趙香荅 周廣珍 責任校對：王蘭勳

1957年7月第一版 1959年1月北京第三次印刷 2,000冊（累計4,437冊）

850×1168·1/32·425000字·印張15 $\frac{26}{32}$ ·插頁6·定價1.90元

北京五三五工廠印

新華書店發行

書號 0602

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第023號

目 录

前 言.....	7
导 言.....	8

第一部分

矿床的地下开采

第 一 篇

矿床的地下开拓

第一章 基本概念和术语.....	15
第一节 矿山企业, 被开采的矿床及其各区段.....	15
第二节 采矿工作的种类, 矿山巷道按开采步骤的分类及各工作的拨款.....	20
第三节 有用矿物储量的分类.....	21
第二章 层状矿床的开拓.....	25
第一节 开拓的基本问题及其解决方法.....	25
第二节 矿井年产量和阶段高度的确定.....	28
第三节 井田尺寸的确定及其开采顺序.....	31
第四节 单煤层的典型开拓方法.....	36
第五节 煤层群的典型开拓方法.....	42
第六节 矿床开拓方法的最后选择.....	45
第七节 井筒开拓地点的选择.....	48
第八节 层状矿床的开拓巷道.....	54
第九节 煤矿建设总费用及建设期限.....	64
第十节 层状矿床的开拓设计和总体设计的编制.....	64
第十一节 砂矿床的地下开拓特点.....	65
第三章 金属矿床的开拓.....	69
第一节 金属矿床的开拓特点.....	69
第二节 开采金属矿床条件下危险区边界的确定和保安矿柱的设定.....	77

第三节	金属矿床开采中矿井的年产量及其存在年限	86
第四节	金属矿床的开拓巷道	87
第五节	必要的地質勘探總录和地質勘探巷道与金属矿体开采要求的一致	101
第六节	小型勘探生产兩用矿井的特性	102

第二篇

矿床的地下开采方法

第四章	層狀矿床(煤矿)和砂矿的开采方法	107
第一节	苏联煤矿开采技术的发展	107
第二节	影响煤矿开采方法选择的主要因素	108
第三节	層狀矿床开采方法的分类和选择	115
第四节	矿山压力的控制	117
第五节	連續長壁採矿法	140
第六节	柱式採矿法	170
第七节	联合採矿法	177
第八节	厚煤層的开采方法	180
第九节	層狀矿床主要开采方法的特征和技术經濟指标	200
第十节	砂矿床的地下开采方法	204
第五章	金属矿床的地下开采方法	213
第一节	金属矿床开采概論	213
第二节	空場採矿法	238
第三节	留矿採矿法	274
第四节	充填採矿法	289
第五节	支护採矿法	301
第六节	支护充填採矿法	306
第七节	圍岩陷落採矿法	320
第八节	矿石和圍岩陷落採矿法	332
第九节	联合採矿法	353
第十节	採矿方法的选择	356
第十一节	进一步提高金属矿床开采效率的措施	362

第二部分

矿床的露天开采

第一篇

金属矿床和层状矿床的露天开采

第六章 概論, 基本概念和术语.....	365
第一节 概論.....	365
第二节 基本概念和采矿技术名词.....	367
第三节 露天矿各要素的構成尺寸.....	371
第四节 露天矿工作的种类和按采矿准备程度的儲量定額.....	374
第七章 露天采矿方法的选用, 露天矿深度和产量的确定.....	377
第一节 露天采矿方法的选用和露天矿深度的确定.....	377
第二节 解决有关露天采矿問題的原始材料.....	383
第三节 应用露天开采的典型例子.....	384
第四节 露天矿产量的确定.....	386
第八章 露天开采的主要生产过程.....	387
第一节 鑿岩爆破工作.....	387
第二节 採装工作.....	396
第三节 露天矿运输和排土工作.....	403
第九章 矿床的露天开拓.....	432
第一节 总論.....	432
第二节 矿床的主要开拓方法.....	433
第三节 开拓方法的最終选择.....	445
第十章 采矿方法和露天采矿工作的进行.....	446
第一节 概論.....	446
第二节 采矿方法.....	446
第三节 露天矿內的采矿工作.....	452
第十一章 露天矿的工作組織和露天采矿工作的技术經濟指标.....	464
第一节 进行鑿岩爆破和挖掘工作时的矿山地質測量机构.....	464
第二节 露天矿的工作組織.....	469
第三节 露天采矿工作的主要技术經濟指标.....	470

第四节 提高露天采矿工作效率的基本措施.....	473
--------------------------	-----

第二篇

砂矿床的露天开采

第十二章 用探金船开采砂矿床.....	478
第十三章 砂矿床的水力开采法.....	484

矿床开采的新方法和新任务

矿床开采的新方法.....	496
矿床开采的基本任务.....	501
参考文献.....	506

前 言

在这本「矿床开采」中所研究的问题是：层状矿床、金属矿床及砂矿床的地下和露天开采。层状矿床和金属矿床开采的许多基本原理也适用于其他有用矿物（如鹽、鐵核磷灰石、建筑石材等）矿床的开采。

这本「矿床开采」是供「矿床地質及勘探」專業学生使用的。金属矿和非金属矿床地質和勘探、煤矿地質和勘探、矿山地質和勘探工程等專業学生亦可在規定的教学大綱范围内选修本書的个别部分及个别篇章。

由於在教学計劃中規定有編制矿床开采的課程設計，所以在本書中載入了供參考用的或与矿床开采設計有关的各个問題更深入研究的資料。这些資料以及某些补充材料都是用小号字排印的。

在學習矿床开采一書前，應該先學習「探矿和鑿岩爆破工程基础」和「勘探巷道的掘进」兩課程。

作者謹向公家所聘的評閱者，列宁格勒矿业学院金属矿床开采教研組全体人員：博士 П. И. 高罗傑茨基 (П. И. Городецкий) 教授、技术科学副博士 А. А. 包里索夫 (А. А. Борисов)、Н. Н. 波利亞科夫 (Н. Н. Поляков) 及 А. И. 沙勃雷京 (А. И. Шаблыгин) 等副教授、德涅泊罗彼得罗夫斯克矿业学院教研組主任，博士 Я. Э. 聶克拉索夫斯基 (Я. Э. Некрасовский) 教授在評閱原稿时所給予的許多珍貴意見及指示表示感激和謝意。作者还要向博士 Б. П. 包戈柳博夫 (Б. П. Боголюбов) 教授、博士 С. Я. 拉契科夫斯基 (С. Я. Рачковский) 教授、博士 А. П. 苏多波拉托夫 (А. П. Судоплатов) 教授及技术科学副博士 С. М. 蕭罗霍夫 (С. М. Шорохов) 副教授對於原稿各篇所作的許多有益的指示致謝。

导 言

采矿工业是现代工业的原料和燃料的基地。采矿工业有了高度的水平就可以保证国家的经济独立和主要经济部门的技术进步。

苏联采矿工业在国民经济中的意义是特别重大的。工业发展的成就，国防力量的巩固及我们祖国的独立是与我国采矿工业的发展息息相关的。由共产党所领导的苏联劳动者建立了开采规模和机械化程度都是头等的矿山企业，革新了采矿工业。我国学者发展了矿业的理论基础。

矿山开采工业包括燃料开采工业（煤、石油、可燃页岩），金属矿开采工业（铁和锰矿石、有色、稀有及贵重金属矿石），化学原料开采工业（化学产品和肥料的原料、盐及其他）以及建筑材料开采工业（石棉、页岩、大理石及其他）。

我国有用矿物开采业的发展开始于古代。在顿涅茨、莫斯科近郊及我国其他地区，煤矿的最初勘探按照彼得第一的指示就进行了。而在俄罗斯，煤在工业上的应用开始于十八世纪四十年代。十九世纪前半期，特别是后半期采煤业的显著增长是与黑色冶金业的发展和铁路的建筑有关的。但是在二十世纪初叶，煤的产量并未保证国家对燃料的需要。例如，在1913年煤的产量约为2950万吨，而当时最低的需要量为3800万吨。外国资本在革命前俄罗斯的煤炭工业中佔统治地位。俄罗斯煤矿的技术和工作组织处于极端低下的水平。所应用的采矿方法是极不完善的（回采工作面长度小而准备和开割工作量很大，要用费力的方法来控制顶板，普遍地使用木支架）。工作面的主要生产过程和操作都是用手工来完成。截煤及落煤用鹤嘴锄，自工作面运煤是用小桶。煤的截槽及其运输在煤矿中是极其困难和劳累的工作。

在俄罗斯时期矿石在工业上的开采和加工是比较早的。远在一七和七八世纪，俄罗斯的若干中央地区就高度地发展了由沼铁矿提取铁的手工业生产。

在十七世紀烏拉爾的鐵礦工業就開始發展了。

在彼得大帝的時代，俄羅斯的冶金業發展得特別迅速。在彼得第一時代有數十個鐵、銅廠開工。就熔煉的生鐵量來說，俄羅斯在十八世紀後半期已經超過了西歐國家。同一時期內俄羅斯將鐵輸出國外。但是金屬採礦工業並未得到進一步的發展，這是由於受到國家經濟普遍落后與生產率低下的農奴勞動的障礙。在農奴制度廢除以後過了五十年，即1913年，俄羅斯開採了920萬噸鐵礦石。

有色金屬礦石的開採與熔煉的情況更壞。在1913年，銅的總產量為33,900噸（佔世界產量的3.4%），在1911—1915年，黃金產量為204噸（佔世界產量的5.9%），白銀產量為40.8噸（佔世界產量的1.3%）。鉛鋅產量的水平極低。其他有色金屬和大多數的稀有金屬一般在俄羅斯未開採。

在蘇維埃政權的年代里，採礦工業得到了輝煌的成就。由於進行了巨大規模的地質普查和勘探工作，發現了為迅速發展整個採礦工業所必需的原料基地和燃料基地。

由於改建和新建了礦山和礦井，有用礦物的產量就急劇增加。採礦工作的組織和技術都得到了很大的發展。例如，以前在煤炭工業中所採用的生產率低下而且費力的採礦方法已被更為完善的階段高度較大、工作面較長、合理利用礦山壓力等的採礦方法所代替。

煤礦的主要生產過程隨着新設計的並在蘇聯製造的高效能的機器（截煤機和截裝機、機械裝車機和康拜因、運輸機、電機車及其他礦山機器）的採用而實行了機械化。除了木材支架以外，混凝土和金屬支柱也得到了廣泛的採用。

現在，礦井中有成效地推行着全盤機械化和礦山機器的遠距離操縱。社會主義的勞動組織促進着蘇聯機械化的普遍發展。

格·馬·馬林科夫同志在第十九次黨代表大會上關於聯共（布）黨中央工作的總結報告中指出：「社會主義經濟制度為使用最新的機器提供了無限的可能。在蘇聯，機器不僅節省勞動

力，並且還減輕工作者的勞動。因此，在社會主義經濟條件之下，工人極其樂意在勞動過程中使用機器，在資本主義制度下，情形則不是這樣。蘇聯工人是直接關心提高勞動生產率的，因為他知道這樣就可以鞏固蘇聯經濟的力量和提高勞動人民的生活水平^①。

現在，生產革新者由於採用高效能的先進方法，並利用礦山機器（截煤機、截裝機、裝車機、廐拜因等），有成效地工作着。生產革新者並未停留在既得的成就上，他們不斷地提高自己的技藝，取得新的生產成就，創造集體工作的新穎組織形式，這些形式不僅可以保證生產革新者而且還可保證全體工作人員的高效率的工作；在礦井中實行按循環圖表組織工作，煤礦轉為按「晝夜循環」圖表進行生產。

在蘇聯金屬採礦工業中也發生了根本的變化。在執行發展國民經濟五年計劃的年代里，黑色和有色金屬的礦石產量急劇增長。從新建立了一系列的採礦工業部門（稀有金屬、鋁、鎳、鈷、錫等）。

費力的效率低的採礦方法在許多礦山中已被比較有效的採礦方法（留礦法、空場法及陷落法）所代替。使用深孔崩礦，使礦石和圍岩自行陷落等的新採礦法正被有成效地採用。

以構造完善的鑿岩機、鉆子和硬質合金鑽頭、新型的炸藥來進行鑿岩爆破工作的新方法正被採用並廣泛推行。

原始的工作組織在許多礦山已為利用我國著名礦工 А.И. 謝米沃羅斯（А.И. Семиволоса）、И.П. 楊金（И.П. Янкин）、А.Ф. 津科夫（А.Ф. Зиньков）、И.А. 米特羅方諾夫（И.А. Митрофанов）等的高效率工作法的循環工作組織所代替。

露天採礦工作在蘇聯得到了巨大的發展。年產量達數百萬噸的許多高生產率的露天礦都已建立起來了。

露天礦的全部主要生產過程都是機械化的：都採用最新的國產設備——鑽機、強大挖掘機、大容積礦車、電機車、自卸汽車等。

① 見馬林科夫在第十九次黨代表大會上關於蘇共（布）中央工作的總結報告第 43 頁，人民出版社 1953 年版。

用廢石運輸橋、水力機械化及轉載剝離岩石至探空區的高生產率露天開採的方法被推行着。露天開採在適宜的開採條件下比地下開採要有效得多。露天探礦工作在蘇聯有用礦物總產量中所佔的比重逐年增加，這一點具有重大的國民經濟意義。

由於探礦工業中所採取技術和組織的根本措施，在1952年使生鐵的熔煉量約達1940年實際產量的170%、鋼達190%、產煤量達180%、石油達150%以上。

在有色冶金業中，由於建立了新的礦山、選礦廠和冶煉廠，並改善了生產企業的工作，銅、鋁、鎳、鉛、鋅及其他許多有色和稀有金屬的生產大大地超過了1940年的水平。

就探礦的水平來說，蘇聯列居歐洲的第一位，而就探礦工業中費力勞動和重勞動機械化的水平來說則為世界第一。隨着機械化的推行，礦工的勞動性質也隨之改變；大多數礦工從事礦山機器的操縱和管理，不再進行繁重而且效率低的手工勞動。

在蘇聯探礦工業中創立了礦工安全和保健的衛生技術勞動條件。礦工的生活福利條件也完全改變。

探礦的巨大規模、礦山機器的廣泛採用、生產電氣化、採用比較合理的探礦工作的管理方法和探礦方法、生產過程的新穎組織形式、大量礦山企業的建立向蘇聯探礦科學也提出了新的任務。

探礦工程方面的科學在革命前的俄羅斯就具體反映於М.В. 羅蒙諾索夫 (М.В. Ломоносов) 的天才著作 (地質科學、探礦、選礦、及礦山測量工程基礎) 中、彼得堡礦業學院進步工作者А.П. 卡爾賓斯基、Ф.Н. 切爾內舍夫、А.И. 烏查契斯、Г.Я. 多羅申科、Г.Д. 羅曼諾夫斯基、И.А. 契麥及其他曾對十八世紀和十九世紀俄羅斯礦業發展有巨大影響的學者的著作中。二十世紀初許多學者：Б.И. 博基、В.И. 巴烏曼、П.К. 索博列夫斯基、П.М. 列昂托夫斯基、И.М. 巴胡林、М.М. 普羅托吉亞科諾夫、Н.И. 特魯什科夫等的著作促進了俄羅斯探礦業的發展。

但是探礦科學的繁榮是與偉大十月社會主義革命分不開的。在蘇維埃政權成立的年代里建立了許多科學研究所和礦業設計

院，开办了为采矿工业培养干部的新学院。

1938年在苏联科学院下面成立了矿业研究所。以后不久在苏联科学院分院和加盟共和国科学院下面成立了同样的研究所。

卓越的科学家A.A.斯闊成斯基院士、A.M.捷尔皮戈列夫院士、Л.Д.舍維亞科夫院士和苏联其他的科学家以及工人革新者、工程师和技术員提出了許多关于根本改善采矿工作的珍贵建議。他們有成效地致力於解决矿业中的新問題，这些問題对于进一步发展我国采矿工业具有極其现实的意义。

許多苏联科学家和从事采矿工作的革新者获得了斯大林獎金。

1948年苏联政府以社会主义劳动英雄的崇高称号授予150个优秀的苏維埃矿工。

进一步发展苏联国民經济的当前任务是由第十九次党代表大会所規定的。在关于1951—1955年苏联發展第五个五年計劃的指示中規定在高度的技术基础上繼續不断地增加並改进社会主义的生产，所有这些措施是为了达到主要目标——保證最大限度地滿足全社会不断增長的物質和文化要求——的手段。1955年采矿工业最重要的各种产品与1950年相比按規定增加：生鉄产量約为76%、鋼为62%、煤为43%及石油为85%。

第五个五年計劃中开采鉄矿石的新生产能力应投入生产者为第四个五年計劃的三倍。

有色金屬的产量必須大大地增加：精銅增加90%、鉛170%、鋁至少160%、鋅150%、鎳53%及錫80%。

必須基本上完成重劳动和費力劳动的机械化、提高矿石中金屬的綜合回收率、保證提高上等金屬的产出量、大大地扩大並改善生产企業能力的利用以及建立新的企業。

在煤炭工业中規定在1951—1955年間增加焦煤的产量不得小於50%。应改进煤矿的开采方法和煤的質量、推行採煤工作面裝煤用的，掘进准备巷道时裝煤和岩石用的最新矿山机器和机械以及用於全盤机械化的其他机器、推行採煤工作面支护机械化

的新方法。

在国民經济各部門中推行先进技术的基础上，在改善劳动組織和提高劳动者的文化技术水平的基础上，应提高工業中在五年計劃期間的劳动生产率約为 50%，在建筑業中为 55%，並降低工業产品成本約为 25% 和建筑成本至少 20%。

在共产党领导下的探矿工業劳动者一定要完成党和国家關於苏联發展第五个五年計劃的任务，並保証随着我国国民經济增長的速度不断提高有用矿物的产量。

第一 部 分

矿 床 的 地 下 开 采

第一篇

矿床的地下开拓

第一章 基本概念和术语

当学习这本「矿床开采」时，必须要懂得矿业中通用的基本概念和术语。作者所用的这些术语和概念是以苏联科学院技术名词委员会的材料为准，同时又参考了实际工作中所用和书籍中常见的术语和概念。

第一节 矿山企业，被开采的矿床及其各阶段

矿山企业 就是以开采或勘探有用矿物矿床为目的的工业企业。

矿井 是矿山企业的独立生产经营单位。「矿井」这一名词有时误用为巷道的一个名称。在这里应该使用现在所规定的名词「井筒」（垂直或倾斜地下巷道，有直接通往地面的出口，並用于服务地下工作的）。

矿山 是在同一个行政技术及业务管理下若干矿井或若干平窿的综合。

井田 就是划归一个矿井或者一个平窿来开采的有用矿物矿床的一部分（类似的术语有「矿田」、「平窿田」）。井田的形状是多种多样的：开采层状矿床（煤矿）的条件下，通常为长方形，而开采金属矿床的条件下，则根据矿体的形状而定。井田的边界应分为：上界即上斜边界，下界即下斜边界，侧界即走向边

界。井田的開採不是一下按整個面積進行，而是分成各個部分——階段或者盤區——按一定次序開採的（圖1—3）。井田有各種不同的傾角時，則劃分為階段來開採，通常如系水平的，則劃分為盤區來開採，如系緩傾斜的，有時也劃分為盤區來開採。

階段 是井田的一部分，這一部分是沿礦床的走向伸展的，在上斜方面和下斜方面為階段平巷所隔開，至於在走向方面則以井田邊界為界。階段的開採通常是從上而下進行的。階段的高度可以分為垂直高度（階段傾斜長度的垂直面投影）和傾斜高度（兩階段平巷間傾斜綫的距離）。

盤區 就是為便於回採而把井田劃開的一部分。當開採水平的或傾斜極緩的礦床時，每個盤區都有一個運輸巷道（圖2）。盤區通常為長方形，其長度要看井田的尺寸而定。如果埋藏要素不穩定，則盤區可以有各種各樣的形狀和尺寸。各個盤區的尺寸與方向必須符合運輸和排水的要求，也就是說，要與路的坡度及水的排洩相適應。礦體如果是水平的或傾斜極緩的，盤區回採順序可以根據開採條件而有所不同。盤區也用來開採傾角在 15° 以下的礦層（圖3）。如果井田的寬度不大，無論在上斜方面或在下斜方面的每一個盤區，都位於主要平巷和井田邊界之間。在走向方向上，每一個盤區位於相鄰兩個盤區之間，或一邊與盤區相鄰，另一邊以井田的邊界為界。如果井田寬度大於2000公尺，則掘進兩對（或兩對以上）主要平巷。在這種情況下，盤區可能位於主要平巷之間，而不以井田的邊界為界。在上斜區域中每一個盤區都各有盤區上山，而在下斜區域則每一個盤區都各有盤區下山。盤區寬度為數百公尺，長度相當於井田上斜綫或下斜綫的長度（約800—1200公尺）。每個盤區按其傾斜情況劃分為若干小盤區。小盤區就是同時開採的盤區的一部分。盤區的開採是按順序來進行的（圖3）：先開採井田上斜部分的盤區，同時在左右翼進行，然後再開採井田下斜部分的盤區。

目前採用井田的盤區準備方案較之階段準備方案要少，例如，在頓巴斯採用盤區準備方案的回採工作面共為16%。盤區準備方案在近五年中所