

高等学校教学用书

露天采矿业

北京矿业学院露天采矿教研组
阜新煤矿学院露天采矿教研组 合編

只限学校内部使用



中国工业出版社



24
11
3
1

目 录

緒 論	5
第一章 基本概念	11

第一篇 机械法采掘岩石的生产过程

第二章 穿爆工作	15
第1节 概述	15
第2节 穿孔工作	15
第3节 爆破工作	26
第4节 二次破碎工作	39
第三章 采装工作	41
第1节 概述	41
第2节 单斗挖掘机的类型及工作规格	41
第3节 单斗挖掘机工作面参数的确定	45
第4节 工作平面配线方式及列车入线	49
第5节 单斗挖掘机生产能力的分档及提高的途径	58
第6节 多斗挖掘机工作	66
第7节 推土机及拖拉铲运机工作	74
第8节 螺旋鑽及綜合采煤机工作	78
第9节 溜子、平台、漏斗和电耙裝車	80
第四章 运输工作	86
第1节 概述	86
第2节 寬軌鐵道运输	87
第3节 窄軌鐵道运输	109
第4节 公路运输	112
第5节 溜子运输	118
第6节 运输机运输	126
第7节 鋼絲繩牵引运输	129
第五章 排土工作	135
第1节 概述	135
第2节 排土犁排土	136
第3节 挖掘機排土	144
第4节 推土机排土	150
第5节 小型机械化排土	151
第6节 排土方式与排土場的建造	154
第7节 排土場病害的預防及消除	166
第六章 露天矿生产调度工作	167

第1节 露天矿生产调度工作的任务及組織	167
第2节 调度图表管理	168
第3节 露天矿调度工作对生产的指挥及預見作用	173
第4节 露天矿內車流合理調配及調整	176
第七章 气候对露天矿生产的影响	179
第1节 严寒对露天矿生产的影响及消除影响的措施	179
第2节 雨季对露天矿生产的影响及消除影响的措施	182
第3节 酷暑、大霧、雷电、大风等对露天矿生产的影响及消除影响的措施	183

第二篇 露天矿山工程

第八章 掘沟工程	185
第1节 概述	185
第2节 沟的几何要素	187
第3节 沟量計算及掘沟方法分类	189
第4节 全断面一次采掘运输掘沟法	193
第5节 鉄道运输分层掘沟法	205
第6节 陡沟的延深	207
第7节 无运输掘沟法	211
第8节 定向抛掷爆破掘沟法	214
第九章 矿床开拓	216
第1节 概述	216
第2节 沟道开拓法	217
第3节 地下井巷开拓法	241
第4节 无沟开拓法	250
第5节 联合开拓法	251
第6节 开拓方案的确定及改造	251
第7节 开拓沟道定线	255
第十章 开采方法	264
第1节 概述	264
第2节 剝离物向外排土場縱向运输开采法	265

第3节	剥离物向内部排土场纵向 运输开采法	274
第4节	剥离物向内部排土场堆 或横向运输开采法	281
第5节	联合开采法	294
第6节	减少矿石损失和贫化	294
第十一章	地下开采向露天开采 过渡	299
第1节	概述	299
第2节	地下采区转向露天的开拓 开采问题	300
第3节	地下采空区残留空洞的处理	301
第4节	煤层自然火灾的处理	303
第5节	露天及地下矿山工程的彼此 影响	303

第三篇 露天开采水力机械化

第十二章	土岩分类及土岩的 预先松散	307
第1节	土岩特性及分类	307
第2节	土岩的预先松散	308
第十三章	水枪冲采	311
第1节	水枪的一般构造及破岩原理	311
第2节	射流的理论基础和水枪的 水力计算	312
第3节	冲采方法及工作面参数	316
第4节	提高水枪的冲采效率	326
第十四章	水力运输	330
第1节	概述	330

第2节	有压水力运输	332
第3节	无压(自流)水力运输	337
第4节	水力运输设备	340
第5节	水力运输中泥浆的浓缩	342
第十五章	水力排土	343
第1节	概述	343
第2节	水力排土场的排灌方法	245
第3节	泥浆的澄清及澄清水的排出	248
第十六章	供水	350
第1节	供水方法及供水系统	351
第2节	供水管道的水力计算及水泵 的选择	352
第3节	水库及其枢纽构筑物	353
第十七章	挖泥船开采	354
第1节	单斗式挖泥船和链斗式 挖泥船工作	355
第2节	吸扬式挖泥船工作	356
第十八章	露天矿冬季的水力机械化 开采	359
第1节	水枪工作面的防冻和冲采 工作组织	359
第2节	水力运输和供水的防冻工作	360
第3节	挖泥船的冬季工作	361
第十九章	露天矿水力机械化开采 矿床的开拓与开采方法	361
第1节	开拓方法	361
第2节	基坑开掘	365
第3节	开采方法	367
参考文献		371

緒 論

(一)

自从1958年中国共产党第八届代表大会第二次会议提出“尽快地把我国建设成为一个具有现代工业、现代农业和现代科学文化的伟大的社会主义国家”的宏伟任务后，我国人民高举党的总路线、大跃进、人民公社三面红旗，取得了国民经济的连续跃进。根据我国社会主义建设的丰富实践和经验，在国民经济两个主要部门的关系方面，党中央和毛主席提出了以农业为基础，以工业为主导，工农业同时并举方针。党的八届九中全会，在重工业方面也特别指出，应“调整发展的速度，在已有的胜利的基础上，采取巩固、充实和提高的方针。也就是说，应当努力提高产品的质量，增加产品的品种，加强生产中的薄弱环节，继续开展群众性的技术革新运动，节约原材料、降低成本，提高劳动生产率。”

在实现上述任务和贯彻各项方针中，在工业战线上必须集中力量加强采掘工业。因为采掘工业是加工工业的基础。工业发展的快慢，除首先决定于农业能够提供多少商品粮食、副食品和原料，能够提供多少劳动力和提供多少购买力以外，就决定于原料工业的发展。工业的原料，归根到底，都取之于自然。采掘工业就是要从自然界索取矿物燃料、金属矿石、化工原料、矿物肥料等矿产，供应国民经济中工业的各个部门，借以保证社会主义建设高速度按比例地发展，使冶金工业、机械制造工业、化学工业和轻工业、交通运输业的正常发展有充分的物质基础。同时，采掘工业还影响着人们的日常生活。人类在掌握现代尖端技术中，也必须依赖于采掘工业向自然界取得它所需的原料。

随着在生产活动中知识的逐渐积累和科学技术的发展，矿业科学已经形成为一门独立的完整的学科。它的任务是在辩证唯物主义世界观的指导下，充分利用现代科学的一切成就，科学地认识人类从地壳中采出有用矿物的整个过程所发生的各种复杂的现象和它们之间的内在联系，找出客观规律性，从而，最充分地发挥所有从事采矿工业的人员的主观能动性，不断改善现代矿业中的生产技术和工艺方法，安全、经济地采出矿物，并在采矿实践的基础上，推动矿业科学的迅速发展。

因而，矿业科学是一个知识的整体，其中包括[66]：

1. 关于矿床天然赋存条件的知识，以及在地壳中进行矿山工程时，岩体中所发生的物理现象的知识；
2. 关于有用矿物开采和精选的工艺方法的知识；
3. 关于矿山生产经济和组织的知识。

由于采矿事业的规模的扩大，采矿技术复杂程度的提高，以及有用矿物矿床的类型和赋存条件的繁多，现代矿业科学已经划分为几个独立的领域：地质学、固体矿床开采、液体及气体矿床开采等。

其中，固体矿床开采又按开采矿床及开采方法的不同，分为以下几个分支：原生矿

床的露天开采、原生矿床的地下开采以及砂矿床开采。在开采技术上主要是机械化采掘，但近年来水力机械化采掘也有了相当规模的发展，特别是从1958年以来，在我国煤炭工业中，其发展尤为迅速。此外，煤的地下气化等也在发展着。

矿床露天开采是在地面直接将有用矿物开采出来，其采掘后所形成的空洞，是敞露于地表。根据目前生产技术的发展水平，针对采矿生产的固有特点，在学习露天开采这一矿业科学分支时，必须在辩证唯物主义世界观的指导下，除牢固地掌握数学、物理学、力学、化学等现代科学的必要知识外，还应具备以下几个方面的专业知识：

1. 地质部分：即针对露天开采所需阐明的地质构造学、矿床学、工程地质学、水文地质学及气象学等。

2. 采矿部分：即露天开采矿床的开拓、开采及矿山企业设计等；

3. 矿山工程机械化、电气化及自动化部分，即岩石松散、采装、移运、排弃的机械化工作方法，机械构造、使用、维护以及保证生产建立在电气化及自动化基础上的机械及电气知识。

4. 矿业经济及生产组织部分：即保证露天矿生产合理地利用人力、物力、达到高产量、高效率、低成本所必须的经济知识、生产管理和组织的知识。

“露天采矿学”所探讨的主要是采矿部分中的开拓和开采、矿山工程机械化部分中的各生产过程的基本问题和彼此联系。

任何一门科学都是人类生产实践和社会实践的总结。毛主席在“实践论”中科学地阐明了理论知识对于实践的依赖和辩证的关系：“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系；而且经过生产活动，也在各种不同程度上逐渐地认识了人和人的一定的相互关系”。矿业科学就是广大矿工长年累月生产实践的总结，它的发展，归根结底也依赖于采矿生产的实践。因而，在学习和发展这门学科时，必须坚持理论联系实际的方法，并通过亲身的生产劳动去掌握它。

采矿工业和其他工业一样，对全国及地区的政治、经济、文化的发展有着很大的影响。因此，采矿事业中的每一决定，必须坚决贯彻党所制定的路线和各项方针、政策。

然而，由于生产的特点，矿业科学也有其特殊的规律性，主要表现为：

首先，采矿生产的对象是天然赋存于地壳中的矿体和岩层。因此，采矿生产直接受到矿体的埋藏条件、地理位置、岩石性质等的影响。对于露天开采来说，还受到地形、气候条件的影响。这样，采矿工业的建设，常常需要很长的时间，这就决定了采矿工业必须比加工工业优先发展。

其次，采矿工业的工作场所，是随着采掘过程不断地改变其空间位置，从而引起生产对象及工作条件的经常变化，构成采矿生产的一系列复杂的开拓、准备和生产工作，以及采矿过程从准备到生产又从生产到新的准备的循环运动规律。

第三，采矿生产是多环节的生产过程，从穿爆、采装、运输到排卸构成一个有先后次序、但又彼此联系的生产总体，各环节间必须保持严密的连续性和协作性，因而在生产工艺方法和生产组织上，均有着严格的要求。

最后，采矿是向自然界直接取得天然资源，产品中所包括的价值，与加工工业比

較，活劳动比物化劳动有更直接的意义，因而合理地組織生产、节约使用劳动力、不断地进行技术革新和技术革命，在可能范围内用最少的人力实现最大的增产，以提高劳动生产率，是具有更重要的意义。因为正如列宁所說：“劳动生产率，归根到底是保证新社会制度胜利的最重要最主要的条件”^①。

从上述的一些特点，即采矿业对自然界的直接依存关系、生产場所的不断变化、生产过程的連續性及协作性、以及活劳动所占的地位等等，可見在解决露天采矿的一切問題时，必須针对具体矿床条件，結合当时当地的政治經濟状况，从实际出发，綜合地具体地加以考虑。同时也說明，作为一个露天采矿工作者，具有辯証唯物主义观点以及正确地領会党的方針政策是有着极其重要的意义。

(二)

地大物博、文化悠久的伟大的中华民族，曾为人类文化做出巨大的貢獻。关于中国矿业史的研究〔1、2〕表明，我們勤勞勇敢的祖先曾經在采矿事业上作出过极为辛勤和光輝的貢獻。

远在公元前2100多年，史前原始公社时代，在我国历史上就有“采峻山之铜，以为器”、“用燃石之火”（“見拾遺記”）等記載，描述着远古时代关于采集銅矿作工具、器皿和貨币以及关于用煤的传说。当时，有用矿物的开采主要是在矿体露头，由地而直接收集和采檢。

在紀元前1700多年以前的奴隶社会，开始开采了鉄矿，有“夏孔甲八年九月采牛首山鉄以鑄劍”等記載，并說牛首山“即温泉山也，上有矿洞”（“見山西通志”）。

在初期封建社会的西周（紀元前1100多年），由于矿业的发展，已設立了專門的采矿部門，即所謂“矿人”。其任务是“掌金、玉、錫石之地而为之，厉禁以守之。若时以取之，則物其地，因而授之，巡其禁令”（見“周礼”）。可見，这时已注意到了矿床的形状，并用地質图来記述矿产的分布了。而在“矿人”中还規定了自中士、下士、府、史、胥、徒的等級組織制度。接着，关于銅、鉄的产地也有了記載和統計，如“出銅之山，四百六十七，出鉄之山，三千六百九”等（見管子“地数篇”）。而且，随着采矿实践的丰富，社会对有用矿物需要量的增加，开采深度也增加了，从而对金属矿床的賦存規律，也有了初步的認識，如“上有丹砂者，下有黄金；上有慈石者，下有銅、金；上有陵石者，下有鉛、錫、赤銅；上有赭者，下有鉄；上有鋁者，其下有銀”（見“管子”）。即概括了当时对矿床产状的規律的知識。

在西汉时代（紀元前206到紀元8年）生产力得到进一步发展，采矿事业很盛，而且已經对采煤有了确凿的記載。如“史記”中关于百余人“入山作炭”和因“岸崩”而大量压死矿工的記載，說明当时矿山已有相当大的規模，但对地压的控制还没有掌握。这里所謂“岸崩”，可能是煤层露头处，深挖煤层，使山坡失去支撑而塌落的現象。也就是說，当时采煤已从露天开采开始发展到地下开采了。

随着采矿事业的进一步发展，矿床开采深度及范围逐渐加深和扩大，北宋时代（約

^① “列宁全集”第29卷，人民出版社1956年版，第388頁。

公元1100年)，开采深度已达100~250米（“掘地益深，至七八十丈”）。

在十七世紀的明朝，我国采矿业已經达到比較完备的程度，出現全面总结物質資料生产技术及工艺的科学巨著。当时，伟大的科学家东应星，在其“天工开物”一書中，对矿床地質、矿田开拓开采、采矿工艺及安全技術都做了系統的总结，有“一井而入，炭縱广有，則隨其左右洞取”、“其上支板，以防压崩耳”、以及“將巨竹凿去中节，尖銳其末，插入炭中，其毒烟从竹中透上”等等詳細的科学論述。此外还記載了简单的提升工具。

除了上述原生固体矿床开采以外，我国从南北朝时，已經开始了砂矿开采，而盐井在隋唐时已深达250米以上，在明代（1700年时），最深竟达1242米。

从上所述，可見我国地下开采有用矿物，从三国南北朝起，就不斷向前发展。与地面采集和原始露天开采相比，地下开采是很大的技术进步，因为这表明了人类已能够开采埋藏較深的矿体，而不需要剝去复盖矿体的岩层，这在以沉重体力劳动从事采矿的时代是較为經濟和有利的。但是，在矿床有利的开采条件下，在历史上露天开采从未間断过。直到清朝还有“此矿脉浅，无穿岩破洞之險”（浙江通志）的露天开采金属矿床的記載，但是露天开采的技术始終是比較落后的。

現代露天开采是在新技术的基础上发展起来的。因为露天开采比地下开采更宜于使用現代生产工具，其所达到的更高的劳动生产率也足以弥补甚至勝过剝除大量廢石所需的支出。

由于历史上种种原因，我国封建社会延长了几千年的时间，而西方的資本主义生产力却得到了較快的发展。自从鴉片战争以后，帝国主义侵入我国，我們的祖国淪于半封建、半殖民地的悲惨境地。貪得无厌的外国垄断資本垂延于我国的地大物博、劳动力低廉，紛紛向我国輸出资本，特别是掠夺我国的天然地下資源，建立了一些現代化矿山。从本世紀初也建立了几个現代化的露天矿，如撫順露天煤矿、大孤山露天铁矿、箇旧的錫矿等。但是，这些矿山完全是半封建、半殖民地的产物，矿山权利直接操縱于外国帝国主义之手，把头包工制度，残酷地压榨和剝削矿工。矿工兄弟終年牛馬般地劳动，衣不蔽身、食不飽腹，过着人身权利毫无保障的人間地獄的生活。

当时，露天开采的矿山工程发展，也毫无計划，亂挖亂采、剝离欠产、机械失修，露天煤矿中更是滑坡塌帮，到处发火，一片瘫痪。这种情形从日伪到国民党反动統治时期，非但没有改变，而且更加严重。

(三)

从1949年起，我国历史开始了一个根本变革的新紀元。在中国共产党领导下的人民民主革命的勝利，以及社会主义革命的根本勝利，为我国政治、經濟、文化的发展开辟了无限廣闊的道路。1953年在苏联人民巨大的帮助下，建成了著名的高度現代化的海州露天煤矿，为我国露天采矿事业的发展迈出了光輝的一步。接着进行了許多露天矿的改建，以后又相繼新建了許多露天矿，使我国露天采矿的面貌煥然一新。特别是1958年大跃进以后，本着以中、小型为主大、中、小相結合的方針，中小型露天矿更是分布全国。而且經過几年努力，根据我国特点进行技术改造，技术水平不斷提高，創造了許多密切

結合我国实际情况的工艺方法及开拓开采方法。

在我国露天采矿事业的发展 and 成长过程中，生产技术及开采设计的水平不断提高，創造了极为丰富的經驗。露天矿的建設速度和开采强度也有很大的提高，产量成倍或更多地超过设计水平。

目前，我国露天开采的矿产量在全部开采总量中，煤炭占10%左右、铁矿石占90%、有色金属矿石占10%、油页岩及建筑材料几乎占100%。

根据已有的經驗，矿床露天开采与地下开采相比，具有以下一些独特的优点：

1. 劳动生产率高，一般为地下开采的2~3倍甚至5~10倍；
2. 有用矿物开采成本为地下开采的 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{5}$ ；
3. 机械化程度高，不受空间的限制；
4. 矿山基本建設速度快，矿床开采强度高，而且扩大产量的可能性大；
5. 坑木消耗量小；
6. 地下资源利用充分，有用矿物回采率高，而且可以順便采出一些附生的次要矿产；
7. 工作条件好，有充分的阳光、空气，能开采易燃或多水的矿床。

显然，这些优点对于发展国民經济和为消灭体力劳动与脑力劳动的差异創造了有利的条件。因而我国采矿工业把优先发展露天开采，在有条件地区尽量用露天开采矿床，作为主要技术发展方向之一。

但是，露天开采也有它的缺点，这主要是受气候影响大，需要占用較多的农业耕地，对矿床埋藏条件、适用条件要求較严。此外，目前我国机械工业尚不能向露天开采提供足够的机械，使露天开采也受到一定的限制。

从世界范围来看，矿床露天开采也是采矿工业发展的主要方向。世界煤产量中，从1913年到1952年間，煤炭产量的增长，很大程度上是靠发展露天开采达到的，露天产煤量所占的比重从6.6%增到24.9%，也就是增长了4倍，而世界煤炭总产量仅增长45%。

世界主要露天产煤国家是苏联、德意志民主共和国和美国。各国由于煤层埋藏条件不同，露天采煤的方式也有各自的特点。

德意志民主共和国露天煤矿产量占总产量的99%，是露天产煤最多的国家。煤层大多是年輕的厚层褐煤，成緩傾斜埋藏，复盖岩层松软，不需爆破，因而煤田一般很大，应用内部排土，多斗挖掘機及运输排土桥得到很大的发展。

美国烟煤开采中大多都是水平和緩傾斜，埋藏不深的薄煤层。露天开采的烟煤煤层厚度介于0.4~7米之間。剥离物一般很薄，平均才14.4米，但需要爆破。因而美国露天开采的主要特点是用大中型单斗挖掘機向采空区内排土場推排廢石，矿一般都是小型的。

苏联煤层埋藏类型較多，有多种傾角及层厚。剥离物厚度也不一，而且有松有硬，因而苏联露天采煤的方式也是多样的，运用各种类型的单斗挖掘機及多斗挖掘機，有内部排土，也有外部排土。

我国，地幅广大，处于北温带，地理条件良好，各种矿产资源极为丰富。经过解放后大规模的地質探勘工作，又发现了有大量适于露天开采的矿床，这就为露天采煤的发展提出了远大的前景。金属矿石的露天开采，目前一般还只限于开采直接露于地表山头

上的矿石，生产剥采比才1~3立方米/立方米，由于有了许多新发现的矿床，金属矿的露天开采也有宽广的前途。

根据我国天然资源的埋藏特点，我国露天开采的技术也与其他国家有所区别。我国适于露天开采的煤层类型极多，煤层倾角从水平到急倾斜，层厚自薄到特厚，层数自单一到数十层，剥离岩层一般较厚，而且坚硬，需要爆破。尤其是有大量剥离厚度大的水平煤层的存在。

在生产实践的推动下，我国露天采矿的科学事业和人才培养工作也在迅速地成长，为露天采矿事业的继续发展创造了相应的条件。

通过现场培训和实际参加生产，各露天矿已配备了一定数量的技术工人，技术干部和矿山领导人员。他们在党的教导和培养下成长起来，是发展露天采矿的决定性力量。在生产实际中通过各种问题的研究总结，业务水平不断提高，这就是推动露天采矿科学发展最直接、最积极的力量。

随着生产的发展，我国高等和中等专业学校已建立了相应的露天采矿专业。在党的领导下，积极地贯彻了“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动结合”的方针，在向苏联及其他国家露天采矿科学学习同时，不断总结我们的丰富经验，提高教学质量。在短短几年中，已经为国家培养和输送了一定数量的技术人才。

同时，我们也建立了若干个有从事于露天采矿的设计院和科学研究机关，它们在煤炭、黑色金属、有色金属、非金属及建筑材料露天矿的设计和有关问题的科学研究上已经积累了相当丰富的经验。

在发展我国露天采矿科学上，苏联人民给了我们以巨大的帮助。由于苏联的帮助，我国能够比较快地掌握露天采矿的先进技术和科学理论。

从上可见，在解放后不长的历史阶段里，我国露天开采从地质勘探、设计、生产、到科学研究、教学都已经取得了很大的成就。我国发展露天采矿有着极有利的条件，只要全体露天采矿工作者，和全国人民一道，在党的领导下，坚持总路线、大跃进、人民公社三面红旗，继续鼓足干劲、力争上游，一定能够为社会主义建设做出更大的成绩。

第一章 基本概念

露天采矿的目的在于直接从地面上将地壳中有用矿物开采出来，由是，为此目的而按一定工艺过程将岩石从整体开采出来的全部工作，乃总称为露天采矿工程。

所谓岩石即地壳的构成物。其中凡是含有对人类物质生产和生活所需的有益成分（煤、金属、化学成分等），而且其含量适于工业应用的岩石称为有用矿物。不含上述成分或在含量上不适于目前工业应用的岩石，则称为废石。在露天开采时，废石常称为剥离物。有用矿物和废石的含意是相对的。从露天矿场内采出的一些废石，若能用来作建筑材料或其他有益的用途，则也可看作为有用矿物。许多品位低、加工困难的矿石，曾经或仍按废石来处理，但在选矿、冶炼技术不断提高的情况下，已经或将会成为适于工业需要的有用矿物。有一些剥离物，在露天矿田开采之初，被当作废石排弃，但在开采过程中，常发现含有极其宝贵的有益成分。

有用矿物在地壳中的集聚体称为矿体。矿体赋存的地方称为矿床。矿体的赋存条件、矿床的特征和范围大小对露天开采的各个方面均有决定性的影响。

划归一个露天矿来开采的矿床或其一部分，称为露天矿田。在露天矿田内进行矿山工程而产生的直接敞露于地表的空洞，称为露天矿山坑道。露天坑道的总体称为露天矿场（或称掘场、采石场）。从事露天矿田开采的矿山企业则称为露天矿。

在开采过程中，露天矿田往往被划分成若干具有一定高度水平分层，这种分层则称为台阶（或称阶段）。

台阶由以下几个要素组成（图1-1）：

1. 台阶上部平盘（上盘）——台阶表面的上部水平面（通常为上一相邻台阶的下盘）。
2. 台阶下部平盘（下盘）——台阶表面的下部水平面（通常为下一相邻台阶的上盘）。
3. 台阶坡面——台阶表面朝向采空区的倾斜（有时是垂直）面。

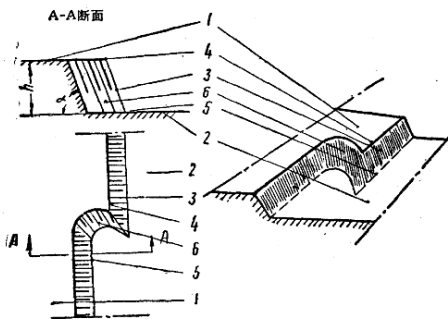


图 1-1 台阶要素图

4. 台阶坡頂綫——台阶上部平盘和坡面的交綫。
5. 台阶坡底綫——台阶下部平盘和坡面的交綫。
6. 台阶高度 h ——台阶上部平盘和下部平盘之间的垂直距离。
7. 台阶坡面角 α ——台阶坡面和水平面在台阶垂直横断面上的交角。
8. 台阶端面——垂直台阶坡面朝向采空区的倾斜（有时是垂直）面。

台阶的位置往往用它的下盘的标高来表示，如+100米水平、+115米水平等等。

台阶开采时一般顺序地划分成若干具有一定宽度的条带，其长度一般即为台阶的长度，高度即为台阶的高度，而宽度则决定于开采的需要，从0.2~1.0米到70~80米。这种条带称为采掘带（图1-2）。

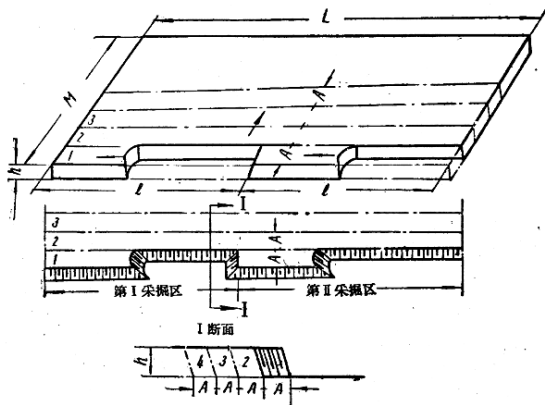


图 1-2 采掘带、采掘区

L —工作綫长度； l —采掘区长度； A —采掘带宽度。

采掘带如果长度足够和有必要，可沿长度划分成若干区段，各开辟工作面，配置独立的采掘运输设备，进行开采。这样的区段称为采掘区。

采掘带上已作好准备，即配有运输线路和动力供应的采掘区称为工作綫。工作綫分台阶的和露天矿场的。前者的长度等于某某台阶上作好准备的各采掘区长度之和，后者的长度则为露天矿场内各台阶工作綫长度之和。

露天矿场的要素包括（图1-3）：

1. 露天矿场的边帮——即露天矿场四周由台阶和平盘组成的总体。位于矿体底盘方向的边帮称露天矿场底帮，位于矿体顶板方向的称露天矿场顶帮。
2. 露天矿场底盘(AK)——即露天矿场的下部表面，它可呈水平状或阶梯状。
3. 露天矿场上部边界綫(B及C)——即露天矿场四周边帮与地表相交的一闭合曲线。

4. 露天矿場下部边界綫(A及K)——即露天矿場四周边帮与其底盘相交的一閉合曲綫。
5. 露天矿場工作帮(KD)——即露天矿場內由工作台阶組成、正进行开采的边帮或其一部分。
6. 露天矿場非工作帮(CD及AB)——即露天矿場內由已結束工作的非工作台阶組成的边帮或其一部分。
7. 工作平盘——即工作台阶上的平盘，其寬度應是以安置穿爆、采掘、运输等设备，并保証它們正常地工作。
8. 露天矿場工作坡面(KG)——即通过工作帮最上或最下两台阶坡底綫的假想平面。
9. 工作坡面角 φ ——即工作坡面与水平面在垂直横断面上的交角。
10. 平台——即非工作台阶上的平盘，用于安設运输綫路或阻挡片石下滑，对前者称为运输平台，后者为保安平台。
11. 露天矿場的非工作坡面(AB及CD)——即通过露天矿場最上一台阶的坡頂綫和最下一台阶坡底綫的假想平面。
12. 露天矿場廢止角 β 及 δ ——即露天矿場的非工作坡面和水平面在垂直横断面上的交角。
13. 露天矿場最終境界——即露天矿場开采結束时由其上部、下部境界綫所限定的位置。它可分設計的和实际的两种。

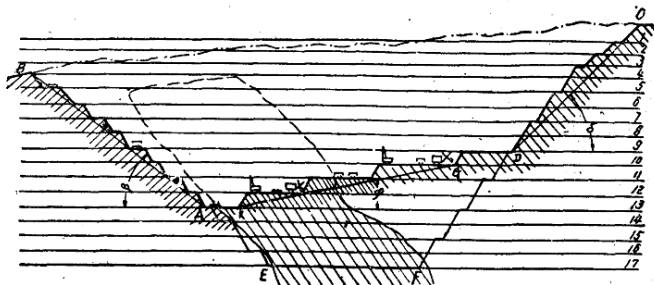


图 1-3 露天矿場的要素

露天采矿，除采出有用矿物外，尚須采出大量的剥离物。表明后者对前者的相对数量的指标是剥离比，它即为实现露天采矿分摊到单位有用矿物开采量上的剥离量。单位用立方米/立方米、吨/吨或立方米/吨表示，相应称为容积剥离比、重量剥离比和容积——重量剥离比。它們之間的关系为

$$n = n' \frac{\gamma_k}{\gamma_n} = n'' \gamma_k, \text{ 立方米/立方米。} \quad (1-1)$$

式中 n 、 n' 及 n'' 分别为容积、重量及容积——重量剥离比； γ_k 及 γ_n 分别为有用矿物和剥离物的容重，吨/立方米。

为实现矿床露天开采，通常其步骤如下：

1. 地面准备——即在开采地区清理地而的天然和人为障碍物，如交通线路、树林、房屋等；
2. 矿体疏干及隔水——即隔绝地面河流或将其之改道，疏排地下水，使地下水位降至所需水平，以保证正常工作和安全。
3. 基本建设工作——即开掘沟道、进行基建剥离以建立运输道路和建立采掘有用矿物的工作线、铺设线路、建造构筑物和排土场、以及建立地面运输系统和总体布置。
4. 日常生产工作——即进行剥离和回采工作。

地面准备、矿体疏干和隔水、基本建设以及日常生产工作等，在最初是顺序进行的，但以后可同时进行，只是在空间上保持必要超前关系。

露天矿体内的剥离和采矿工作是按下述各基本环节进行的：

1. 岩石的预先松散工作——一般用穿孔爆破（对非坚硬岩石没有这一过程）；
2. 岩石的采掘和装载——即采装工作；
3. 岩石按不同卸载地点移运——即运输工作；
4. 废石的排弃工作——即排土工作。对于有用矿物来说则为向破碎厂、选矿厂的转载仓等地点的卸载工作。

目前，露天采矿中进行上述各生产环节的方法有岩石机械法采掘（旱采）和岩石水力化采掘（水采）两种。它们的应用条件、工艺特点都有很大的区别。

露天采矿工艺过程各生产环节是相互紧密配合着的，因而在不断完善各生产环节的同时，必须考察它们之间的联系，综合提高各生产过程的能力。

除了上述各基本环节以外，属于露天矿生产过程的还有不可缺少的辅助环节：露天矿场的排水、各种设备的修理、动力供应等。

为发挥露天采矿的效率，除改善和提高工艺过程外，还必须使露天矿场内矿山工程的发展有合理的方式和程序。

因此，作为一个完整的课程，本书将分三篇分别进行讲述，即讲述岩石机械法采掘的工艺过程、岩石机械法采掘时矿山工程（即开拓开采）的发展、岩石水力机械化采掘的工艺及开拓开采。

第一篇 機械法采掘岩石的生產過程

第二章 穿爆工作

第1节 概 述

賦存于露天矿場內的矿岩或某些严寒地帶的冻结层，往往很难用采裝工具把它們从整体中直接采掘下来，而須借助于穿爆工作。对于一些已經爆破而仍不符合要求的岩石，还須进行二次爆破，以保証采裝、运输工作的順利进行。故穿爆工作通常是露天生产的第一个生产环节。由于在露天生产成本中穿爆費用占有相当大的比重（露天煤矿占15~20%；露天金属矿占35~45%），因而对矿石的最終成本影响很大。

针对露天开采的特点，对穿爆工作应提出下列要求：

- 一、将矿岩破碎成合乎采掘或破碎設備規格所要求的块度，保証台阶平整，不产生“根底”或“伞岩”；
- 二、保証爆破后所形成的爆堆具有一定的規格，使既不影响挖掘机安全作业，又不致埋盖运输綫路；
- 三、儲备有足以保証挖掘机工作3~5天的爆破量；
- 四、確保人員、設備及附近建筑物的安全；
- 五、節約穿爆器材，降低穿爆成本。

目前，我国各露天矿和研究机关对穿爆工艺进行了很多工作，改进了原有穿孔工作的工艺制度、設計和制造了新型的滾輪鑽头和冲击迴轉式穿孔机、試用了潛孔凿岩及各种物理穿孔方法；在爆破工作方面，推广了毫秒爆破、采用了分段裝藥及空气填塞爆破等方法，并开始制造各种防水性能良好的強威力炸藥。一些小型露天矿在“土洋并举”的方針指导下，在一定程度上实行了穿孔工艺的小型机械化，并在改善爆破質量的基础上，有效地增大了一次爆破量，保証了露天矿生产工作的需要。

在本章中，将分别对提高穿孔能力、改善爆破質量、穿孔爆破工作与其他生产环节的联系等問題进行探討。

第2节 穿孔工作

露天矿常用的穿孔设备大部分属于冲击式或迴轉式，其設備类型及規格大小与露天矿生产規模有关。

在我国大、中型露天矿中，在中硬以上的矿岩中穿凿垂直鑽孔时，普遍采用鋼繩冲击式穿孔机(图2-1)，其主要类型有BY-2、BY-20-2、BC-1及YIC-20和撫順型等。孔径一般为150~300毫米，孔深一般为8~20米。上述穿孔机的技术性能見表(2-1)。

在中硬以下的煤和岩石中鑽孔时，則普遍应用迴轉式穿孔机(表2-2)，其主要类型有HBC-110、BC-110/25。工作时，鑽具在旋轉力矩及軸向压力作用下切割岩石，岩粉

經由焊接在鑽杆上的螺旋片排至孔外。這類鑽機的效率在軟岩中較鋼繩沖擊式穿孔機高。我國撫順露天礦所使用的風鑽也屬迴轉鑽孔機，但岩粉由壓氣排出。這種鑽機在乾燥的綠色頁岩中鑽孔直徑為120毫米的深孔時，班效率高達120~130米，較沖擊式穿孔機高5倍左右。但它難以在含水較高的岩石中應用，並且在工作時岩粉弥漫，對工人健康不利。

表 2-1 沖擊式穿孔機技術性能表

技術性能規格	單位	BV-20-2	BV-2	BC-1	YKC-20	撫順型
孔徑(最大)	毫米	300	300	300	150	115
孔深(最大)	米	300	300	300	300	30
外形尺寸	米					
工作時		5.86×2.62×12.16	0×2.7×12.07	0×3.48×15.05	81×1.85×12.38	3×2.14×10.21
行走時		4.0×2.62×11.85	3.5×2.7×11.57	7.0×3.48×13.8	2.8×1.85×8.0	3.46×2.14×10.21
鑽機重量	噸	11.57	11.10	20.80	6.18	3.8
鑽具總重量	公斤	550~1300	820~1300	1700~2700	100	218
鑽具提升高度	毫米					
最大		760	1100	1200	100	660
最小		300	450	600	450	550
沖擊功	公斤·米	1430	—	3240	1000	—
沖擊次數	次/分	52~55	50~60	48~52	40~50	47~48
電動機類型		MA-203-2/6		MA-204-2/6	MA-204-1/6	
電動機功率	千瓦	18.7	16.5	32~40	25.5	10HP
行走速度	公里/小時	0.9	0.9	0.9		1.3
行走裝置類型		履帶	履帶	履帶	不自動的硬輪或膠皮輪	履帶

表 2-2 迴轉式穿孔機技術性能表

技術性能規格	單位	IIBC-110	BC-110/25	撫順風鑽	IIBB-150
鑽孔直徑	毫米	110~125	110	120	150
鑽進速度	毫米/分	25	25	—	24
迴轉軸轉數	轉/分	220	220	242~300	130
鑽機尺寸	米	3.34×2.10×3.74	3.21×2.00×3.85	6.50×2.12×9.00	—
鑽機重(不計鑽具)	公斤	495	—	5200	12700
電動機功率	千瓦	10	10	—	32
鑽杆長度	毫米	1950	—	630	1880
鑽杆重量	公斤	15.4	—	—	—
鑽眼形式		垂直及傾斜	垂直及傾斜	垂 直	—

此外，一些穿孔新技術如沖擊迴轉式穿孔、熱力磨岩等也已開始在國內外的露天礦中試行研究和推廣。

茲對鋼繩沖擊式穿孔機的穿孔能力進行分析如下：

沖擊式穿孔機是利用鑽具在孔內降落時所產生的沖擊功破碎岩石。若鑽具重量為 G (公斤)、沖擊高度為 H (米)、每分鐘沖擊次數為 n ，則鑽具每分鐘對鑽孔底所作的功為

$\cdot 0.102j_p \cdot GHn$ (公斤·米)。另一方面,如破坏单位体积岩石所需的冲击功为 a (公斤·米/立方厘米),鑽孔直径为 d (厘米),则每分鐘进尺 l (厘米)所需的冲击功为 $\frac{\pi}{4}d^2la$ (公斤·米)。

令上述二种功能相等,得純穿孔速度为:

$$l = 0.13 \frac{j_p GHn}{ad^2}, \text{ 厘米/分} \quad (2-1)$$

则穿孔机年平均生产能力为:

$$L = 0.0718TK_1K_2K_3N \frac{j_p GHn}{ad^2}, \text{ 米} \quad (2-2)$$

式中 K_1 ——考虑取碴作业的班时间利用系数;

K_2 ——考虑其他影响的班时间利用系数;

K_3 ——穿孔机出动率;

N ——年工作班数;

T ——班工作小时数。

分析以上各式可知,影响穿孔效率的因素有:岩石性質、鑽具形状及重量、穿孔机冲击参数、孔内泥漿状态、操作技术、組織管理因素等。

为了提高冲击式穿孔机效率,可从以下几方面着手:

一、提高操作技术,改善工艺制度,使鑽机发生最大冲击功,并使其有效地作用于岩石

关于鋼繩冲击式穿孔机鑽具冲击岩石的作用,苏联学者И.И.那札洛夫、O.O.馬利齐諾克和К.И.伊万諾夫等人进行了系統的研究,一致認為,鑽具在鑽孔中的降落加速度 j 及平均加速度 j_p 对穿孔速度影响很大。因 j 及 j_p 除能加大每次冲击功外,并提高了鑽具在单位時間內的冲击次数 n 。

К.И.伊万諾夫等人是以对鑽具冲击过程的高速摄影作为研究工作的基础,丰富了鑽具冲击岩石的理論。他們的研究工作表明:破碎单位体积岩石所需的冲击功 a 不仅随岩石的硬度增加而增加,同时随一次冲击功的增大而减小。在考虑了慣性阻力、泥漿靜阻力及动阻力后,导出了 j 的关系式为(68):

$$j = \frac{Q}{M} e^{-\frac{2z}{M}H}, \text{ 米/秒}^2. \quad (2-3)$$

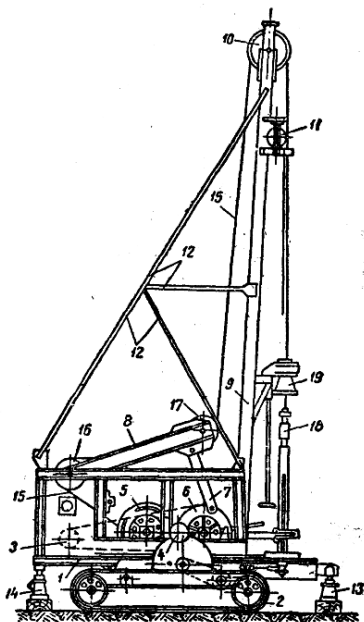


图 2-1 BY-20-2 鋼繩冲击式穿孔机

1—机架; 2—履带; 3—电动机及皮帶輪; 4—主軸;
5—工作滾筒; 6—曲柄齒輪(冲击齒輪); 7—連杆;
8—冲击梁; 9—槓杆; 10—主軸; 11—取渣滾筒;
12—系杆; 13、14—千斤頂; 15—工作鋼繩; 16—導
向輪; 17—壓縮; 18—總鎖; 19—導向罩。