

袁乃勤 编

露天矿工人技术操作丛书

露天矿放炮

煤炭工业出版社

露天矿工人技术操作丛书

露天矿放炮

袁乃勤 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书对露天矿用爆破材料、爆破简易原理、炮孔装药方法与计算、起爆方法、爆破方法（包括硐室爆破、采空区爆破和塌孔爆破等）及提高爆破质量的措施等方面都作了简要的叙述，同时对操作程序、操作方法和注意事项也作了必要的说明。本书是为露天矿爆破工编写的，凡从事露天开采的有关专业的工人都可学习参考。

露天矿工人技术操作丛书

露 天 矿 放 炮

袁 乃 勤 编

4

煤炭工业出版社 出版

北京安贞门外和平北路16号

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$

印张 $3^{15/16}$

字数 84 千字

印数1—2,500

1981年1月第1版

1981年1月第1次印刷

书号15035·2365 定价0.45元

出版说明

《露天矿放炮》是《露天矿工人技术操作丛书》里的一个分册，其他还有《露天矿穿孔》、《露天矿排土》、《露天矿铁道运输》、《露天矿准轨铁道工程》和《四立方米挖掘机》等分册。

近年来，广大露天矿技术工人迫切要求有一套与自己工种对口的操作丛书。他们通过学习，一方面可以了解到一些与自己工种有关的基本知识，以提高其生产技术水平；另一方面又可掌握正规的操作方法和程序，以利贯彻安全生产的有关规定，使露天矿生产逐步走向正规化，加速我国采掘工业的发展。本《丛书》就是为此目的而编写的。

《露天矿工人技术操作丛书》的主编人是袁乃勤同志。

目 录

第一章 概说	1
第一节 国内外爆破技术发展概况	1
第二节 岩石的性质和分类	3
第三节 露天采矿工作	7
第二章 爆破材料	11
第一节 工业炸药的分类和性能	11
第二节 炸药的选择	19
第三节 起爆器材	21
第三章 爆破简易原理及装药计算与方 法	33
第一节 爆破作用原理	33
第二节 装药计算原理	37
第三节 装药方法	44
第四章 起爆方法	48
第一节 导火线起爆法	48
第二节 导爆线起爆法	55
第三节 电力起爆法	60
第四节 减震起爆法	68
第五章 爆破方法	71
第一节 爆破方法分类及其比较	71
第二节 穿孔规格的确定	73
第三节 炮孔圆柱爆破法	86
第四节 深孔圆柱爆破法	90
第五节 深孔压碴爆破法	92
第六节 药壶式爆破法	94
第七节 混合爆破法	100

第 八 节	裸露爆破法	103
第 九 节	硐室爆破法	103
第 十 节	采空区爆破充填法	105
第十一节	温度孔爆破法	109
第十二节	塌孔装药爆破法	111
第六章	提高爆破质量的措施	113
第 一 节	大块	113
第 二 节	“拉底”	115
第 三 节	“硬帮”	117
第 四 节	充填土和爆破质量的关系	117

第一章 概 说

第一节 国内外爆破技术发展概况

自1913年到1975年，世界煤炭年产量由13.4亿吨增加到32.38亿吨，增加了1.4倍。而同期露天年产煤量则由8860万吨增加到12.25亿吨，增长了近13倍。可见露天采煤在近代煤炭工业发展中占着主导地位。

露天采煤量最多的是美、苏、东德、西德、捷克、澳大利亚、波兰和加拿大等国。而在东、西德等国露天矿的剥离物大部分为软岩石，可以用轮斗挖掘机直接采掘，因而基本上没有穿爆生产工艺这一环节。而在美、苏、加拿大等国大部露天煤矿的剥离物属中硬或坚硬岩石，因此都有穿爆生产工艺环节。

露天煤矿爆破技术的发展，在很大程度上决定于炸药与穿孔设备的发展。

由于工业炸药的不断向前发展，国内外工业炸药的生产和使用都起了很大的变化。六十年代以前，资本主义世界各国在煤炭、金属矿山和建筑材料部门的爆破作业中，大都以使用硝化甘油炸药为主。六十年代以来，铵油炸药和浆状炸药在国外工业炸药用量中占了优势。1956年推广使用铵油炸药以后，由于它加工简单，制造和使用安全，成本低廉又便于装药机械化，因此，得到了各国广泛的采用。从而使之逐渐取代过去所沿用的硝化甘油炸药和铵梯炸药。此外，浆状炸药的发展，更加强了这一取代的趋势。

水胶炸药是七十年代在硝酸类炸药的基础上发展起来的。可以说是由铵油炸药到浆状炸药而发展到第三代的水胶炸药。

水胶炸药的出现是炸药工业的第二次革命。

我国近代工业炸药的发展较国外慢，浆状炸药到七十年代才成批生产和使用。而水胶炸药尚在研制阶段。

由于爆破使用的炸药量增长很快，促使爆破孔装药机械化的发展。特别自六十年代大量使用铵油炸药以后，在国外炮孔装药一般都采用了装药汽车，一台车每天可装药 50 多吨。我国也有部分露天矿使用汽车装药。

五十年代开始以来，由于新起爆器材如导爆线、毫秒雷管和继爆管等的出现，所以，以多排孔毫秒爆破方法逐步代替了瞬时爆破方法。这种爆破方法不仅能减少爆破震动，而且可提高爆破质量，是正在发展中的爆破方法。

三十年代的钢丝绳冲击钻机，现在仍是国内露天煤矿的主要穿孔设备。潜孔钻机在露天煤矿自 1964 年开始试验，至今仍不能正常使用。现在正在试验的是牙轮钻机及重型回转钻机。一些露天矿将冲击式钻机改装为重型回转钻机后，大大提高了穿孔效率。

由于新型穿孔设备的不断完善，钻孔孔径由 110 毫米扩大到 350 毫米，从而使爆破孔网的规格扩大，同时增加了炮孔爆破率。这不仅能改善爆破质量，也能大大提高一次多放炮及循环作业。这就为满足大型挖掘机采装工艺及高效率生产创造了条件。

第二节 岩石的性质和分类

一、岩石的性质

岩石是构成地球外壳最主要的物质，共分为三大类，即火成岩，水成岩和变质岩。火成岩是由地球内部喷出的岩浆凝结后而成的，呈坚硬的块状，没有纹理和层次，打碎后形成不规则的块片（如花岗岩、玄武岩和金属矿石等）。

水成岩是火成岩受了风、雨、水的浸蚀作用沉积而成的，层层重叠，有如木纹，若用铁锤打击，则会分裂成若干平面的石片（如砂页岩、页岩、石灰岩，煤和油母页岩等）。

变质岩是上述两种岩石在地层高压力和高温下发生变化而生成的，如大理石，石墨等。

由地壳内部采出的物料能为人类加以利用的称为有益矿物。煤就是有益矿物之一。如煤层上有油母页岩，可以炼制石油，这种矿物也叫有益矿物。在露天煤矿，煤和油母页岩都是有益矿物，其它无用的物料叫做剥离物。

岩石的性质对于开采矿物时的打眼放炮工作有着极其重大的作用，它决定着打眼放炮应该采用的机械、工具和方法。

岩石的主要性质有以下几种：

1. **硬度** 是岩石抵抗各种尖锐器具的强度。它影响穿孔设备的选择和穿孔效率。目前常以“莫氏硬度分类法”（表1）来测定岩石的硬度。

通常利用一把好刀（约有5.5的硬度）或用已知硬度的岩石来比较（用刻划方法），以决定岩石硬度。硬度在2.5～

3 以下的岩石（如泥炭，石膏，页岩，粘土，云母等）可用指甲刻划；

表 1 莫 氏 硬 度 表

莫氏 硬度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物 名称	滑石 石膏	岩盐	方解石	萤石	磷灰石 磷砂	正长石	石英	黄玉	钢玉	金钢石

2. **韧性** 就是岩石对于分开它的颗粒组成的力量的抵抗力。岩石的韧性愈大，爆破消耗的炸药量愈多。有些岩石的硬度很小，但韧性很大，如云母石等；

3. **脆性** 就是岩石受到打击、跌落或爆破后易分裂为碎片的性质。坚硬岩石常有脆性，在冬天表土受冻后，它的柔韧性就变成脆性。岩石愈脆，爆破时需要火药量就愈少；

4. **弹性** 就是岩石受到外力的作用后，能够恢复其原形和体积的性能。岩石的弹性愈大，凿岩时困难也愈多，爆破时用的火药量也愈大；

5. **稳定性** 就是岩石剥离露空后能保持其原来位置不致崩落的性质。这种性质决定露天采矿中台阶的高度、台阶倾斜角度及开采深度等，影响采掘机器在台阶上停放的位置和安全问题；

6. **裂缝性** 就是一整块岩石易裂为大小不同的岩石的性质。用冲击式钻机沿着裂缝打眼时，钻头常容易被夹住，并易打成斜孔，影响打孔效率。如果装药靠近裂缝，爆炸时发生的气体就会漏失，从而大大地降低爆破效果；

7. **含水性** 就是岩石含水分的性质。含水愈多，使用回转式钻机钻眼愈困难，也影响爆破；

8. **松胀性** 就是采掘下来的岩石或经破碎后体积增大

的性质。坚硬岩石的松胀性最大，粘结性小的松散岩石，其松胀性最小。

岩石松散后的体积比它原来体积增大的倍数，叫松胀系数。岩石爆破后，如果大块愈多，则松胀系数愈大，装载次数也愈多，运输效率愈低(见表2)。

表 2 各种岩石松胀系数表

岩石名称	砂壤土	腐植土	肥粘土 粗 砾	软 泥 灰 石	软岩石	中等坚 硬岩石	硬和极 硬岩石
松胀系数	1.1~1.2	1.2~1.3	1.24~ 1.3	1.35	1.35~ 1.45	1.4~1.6	1.45~ 1.8

9. 岩石安息角 就是松散岩石侧斜面与平面所夹的角度。岩石愈硬，安息角度愈大，岩石含水愈多，安息角愈小(见表3)。

表 3 岩石安息角度表 单位：度

岩 石 名 称	干 燥 的	湿 润 的	完全湿润的
表土、黑土	40	33	15
含软泥的细沙	40	25	20
清静细沙	40	27	22
松散细沙	37	33	25
砂 砾	37	33	27
砂质粘土	45	40	15
煤	50	40	30
坚硬岩石	50以上	—	—

10. 岩石比重 一立方米岩石(实方)与一立方米水重量的比，即比水重若干倍的意思。几种岩石的比重见表4；

表 4 岩 石 比 重 表

岩石名称	玄武岩	花岗岩	泥质灰岩	大理石	云母	砂岩	石灰	粘土	黄土	无烟煤	烟煤	沥青
比 重	2.9	2.7	1.8	2.8	2.8	1.9	2.7	2.4	2.6	1.6	1.3	1.2

如由上表中查出，玄武岩的比重是2.9，就知道每一立方米玄武岩重2.9吨。

海州露天煤矿岩石性质及爆破特性列于表 5 内。

表 5 海州露天煤矿岩石性质及爆破特性

指标 岩种	颜 色	容 重 (吨/米 ³)	普氏系数 f	可 爆 性 概 述
煤	褐、黑	1.3	2~3	结构较坚实，爆破时通常沿层理与纹理破碎。易爆破。
天然焦	银 灰	1.8	4~5	空隙率很低，裂纹相当发达，常有单体大块存在于岩层内，故爆破后常有椭圆形的球状大块出现。易爆破。
页 岩	灰	2.2	3~4	含水率不高，层理较发达，几乎不透水，除冬季冻顶冻帮有大块出现外，其它季节不出现大块。破碎的块状为六面的长柱立方体。易爆破。
砂页岩	灰、 灰 白	2.2	5	含水率较高，层理发达，除冬季出现大块外，一般无大块。易破碎。
砂 岩	黄、白	2.2~2.4	5~6	含水率一般较大，受潮湿后结构易破坏，但往往其层理先行破坏，故爆破后有大块出现。一般弹性较小。难爆破。

续表

指标 岩种	颜 色	容 重 (吨/米 ³)	普氏系数 f	可 爆 性 概 述
砾 岩	黄、灰、 灰 白	2.4~2.5	8~10	结构紧密，无层理，仅有不规则的 裂 纹 于 层 内 往 往 以 体 积 较 大 的 单 独 大 块 存 在。弹 性 及 韧 性 均 大。吸 水 后 仍 相 当 坚 实。爆 破 后 大 块 较 多。最 难 爆。
玄武岩	黄、绿	2.5	7~10	爆破后沿节理、纹理破碎。一般爆 破 时 不 甚 困 难。

二、岩 石 的 分 类

岩石分类方法很多，在苏联常将露天煤矿岩石分为五大类，见表6。

表 6 苏联露天煤矿岩石分类表

岩石等级	岩 石 一般性质	岩 石 名 称
I	松 土	冻结植物土壤，冻结沙土及松粘土
II	软质岩石	褐煤、硬煤、实粘土、软质粘土页岩、白垩土
III	软 岩 石	结实粘土页岩、软粘土结砂岩、泥灰岩
IV	中硬度岩石	石灰胶结砂岩、硬泥灰岩、软及风化石灰岩
V	硬 岩 石	石英、铁质胶结砂岩、硬石灰岩、白云石

第三节 露天采矿工作

一、露天开采的工艺过程

煤层的开采，根据它距离地表深度、厚度的不同及成本的高低而决定采用井下开采或露天开采方法。现在一般对于

煤层露头离地表较浅（一般由几米到几十米深），煤层厚度大于一米的煤田多用露天开采方法。

为了采煤，先将覆盖在煤层上的土或岩石剥去，这种剥去土或岩石的工作叫剥离。将煤采出和装运的工作称为采煤工作。

剥离和采煤工作的生产工艺过程有许多共同的地方，分述如下：

穿爆工作——土、煤或松软岩石可用挖掘设备直接采掘，但中硬或坚硬岩石在采掘之前，则须先在工作面上进行穿孔，然后在孔内装炸药进行爆破，使岩石崩松这叫做爆破工作；

采掘（装载）工作——用挖掘机或其它挖掘设备将剥离物、煤等装到运输工具内的过程叫采掘工作；

运输工作——就是用机车牵引装有剥离物或煤的运输车辆或用运输机分别运往排土场或卸煤仓；

卸载工作——将剥离物或煤从运输车辆或运输机卸到排土线或卸煤仓内的卸载工作。

在采用内部排土时，装载运输及卸载工作常常由一台综合设备完成整个生产工艺，这种生产工艺叫做连续开采工艺。采用单斗挖掘机采掘与运输车辆配合的生产工艺叫做间断性开采工艺。

二、露天采矿常用术语

露天煤矿——用露天方法采煤的矿山企业单位称为露天煤矿。

露天矿场——用露天法进行采矿的地点，即开采的现场叫露天矿场。也叫露天矿。

露天矿场的边帮——露天矿场四周由台阶坡面及平盘所组成的总体，叫露天矿场的边帮。位于煤层底板的边帮叫**底帮**，位于煤层顶板的叫**顶帮**，位于两侧的叫**端帮**。

工作帮和非工作帮——露天矿场中进行矿山工程的边帮称为**工作帮**，已结束或不进行矿山工程的边坡称为**非工作帮**（图1）。

工作平盘——工作台阶上的平盘，叫**工作平盘**，它应有足够的宽度，以便安置穿孔、采掘、运输等设备（图1）。

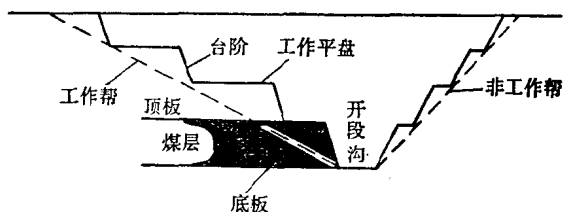


图1 露天矿断面图

台阶——露天矿场以水平分层向上向下开采时形成的阶段（图1）。

台阶坡面——台阶上面向采空区的倾斜面（图2）。

台阶坡面角——台阶坡面与水平面所成的夹角。

台阶上部平盘（上盘）——台阶表面的上部水平部分。

台阶下部平盘（下盘）——台阶表面的下部水平部分。

台阶坡顶线——台阶坡面和上盘的交线。

台阶坡底线——台阶坡面下和下盘的交线。

台阶高度——台阶上部平盘与下部平盘之间的垂直距离（图2）。

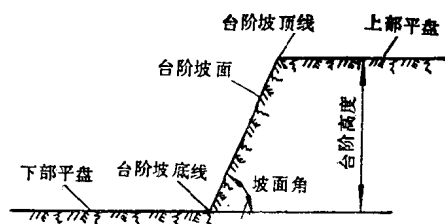


图 2 台阶要素

第二章 爆 破 材 料

第一节 工业炸药的分类和性能

一、工业炸药的分类

(一) 按照使用条件, 可分为三类:

1) 准许在一切地下和露天工程中(包括有瓦斯或煤尘危险的矿井)使用的炸药;

2) 除有瓦斯或煤尘危险的矿井外, 准许在其他地下和露天工程中使用的炸药;

3) 只准许在露天工程中使用的炸药。

(二) 按照成分和性质不同, 可分为下列七类:

1) 黑色火药;

2) 液氧炸药;

3) 硝化甘油炸药;

4) 芬芳族硝化炸药;

5) 硝铵类炸药;

6) 浆状炸药;

7) 水胶炸药。

(三) 按照爆破时的起爆速度而划分为二类:

1. **爆炸**——起爆速度不低于1000米/秒。例如液氧炸药、硝化甘油炸药、硝铵类炸药、浆状炸药及水胶炸药等;

2. **爆破燃烧**——炸药在爆破时的起爆速度较慢, 一般仅400~600米/秒。例如黑色火药, 军用发射药等。