

露天矿钻眼爆破

Г. А. 华西里耶夫 著

谢 在 朴 译

中国工业出版社

252.23
645

露天矿钻眼爆破

Г. А. 华西里耶夫 著

陶 在 朴 译

(“钻眼爆破”技工培训教材)

根据苏联国家建筑工程出版社1958年

莫斯科第三版翻译

中国工业出版社

本书簡要地介紹了岩石和有用矿物的概念、露天开采矿
准备工作。

书中叙述了露天开采所采用的新炸药、起爆器材；闡述
了钻眼和爆破方法、近代凿岩机的主要特性，同时还叙述了
钻眼爆破規程和安全技术規程等。

本书是根据爆破工培訓大綱編写的。

Г. А. Васильев
БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ НА КАРЬЕРАХ
ГОССТРОЙИЗДАТ
МОСКВА—1958

* * *
露天矿钻眼爆破
陶在朴譯

*
中国工业出版社建筑图书編輯室編輯（北京德勝門外大街10號）

中国工业出版社出版（北京德勝門外大街10號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第110號）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*
开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $5^{3/8}$ ·字数117,000

1962年7月北京第一版·1962年7月北京第一次印刷

印数0001—1,600·定价（10—5）0.66元

*
統一書号：15165·1574（建工-216）

前 言

目前开采建筑材料的許多露天矿，都采用鑽眼爆破。

鑽眼爆破的实践說明，一个工种兼任爆破工与鑽眼工不仅能够提高劳动生产率，而且还能改善鑽眼爆破的质量。

合理地进行鑽眼爆破为鑽眼爆破工提供了既能节约爆破材料，又能在良好爆碎岩石的条件下提高每米鑽眼的出岩量。

这种混合工种的意义重大，这就要求更加細心地培养鑽眼-爆破工人。

露天矿爆破工人必须具备本教材里所介紹的最基本的知識，否則不准在露天矿进行鑽眼爆破。

根据新出版的安全爆破統一規程和新的技术操作規程，在第三版中对許多章节进行了修改。本書介紹了近代凿岩机和有关新型炸药的知識。

目 录

前言	3
第一章 岩石及有用矿物概論	5
第二章 矿山巷道	18
露天采矿巷道(18) 矿床的露天开拓与开采方法(20)	
地下采矿巷道(22)	
第三章 鉆眼工作	24
A.机械鉆眼(24) B.手工鉆眼(66)	
第四章 爆炸現象、炸葯和爆炸器材	70
爆炸力和猛度(72) 工业炸葯的成分和特性(75) 爆破	
和点火器材(79)	
第五章 介质中的爆炸作用	83
葯包的概念和形状(83) 葯包的爆炸作用(84)	
装葯量計算原理(87) 炮泥及其作用(89)	
第六章 爆破方法	90
外部装葯法(90) 炮眼装葯法(91) 开采成块石材的爆破	
工程(95) 葯壶炮眼法(95) 小峒室装葯法(坑道法)(98)	
深孔装葯法(柱状装葯)(99) 峒室装葯法(106) 用爆破	
法拔除树根(118) 用爆破法掘水井(120)	
第七章 爆破工程的掘进准备巷道	123
除岩工作(126) 巷道支护(128)	
第八章 起爆方法	129
明火起爆法(130) 电力起爆法(132) 导爆綫起爆法(154)	
第九章 进行爆破工作的一般規程	155
第十章 进行鉆眼爆破工作时的主要安全規程	156
附录	167
参考文献	171

第一章 岩石及有用矿物概論

組成地壳的自然物质称为岩石。岩石是由彼此致密結合的矿物堆积而成或者是由松散的土质体堆积而成。

矿物，是由于地壳内部的物理化学作用而組成的化学成分和物理性质比較均匀的天然結合体。大多数矿物是固体（如石英，石膏，石棉等）。

根据生成条件，岩石可以分为三类：火成岩，沉积岩和变质岩。

火成岩是由地球内部噴出的各种熔融体（岩浆）冷凝而形成的。

花崗岩，正长岩，橄欖岩，輝綠岩，玄武岩等皆属火成岩类。

沉积岩是在以低溫低压为特征的地表条件下，原先已經形成的火成岩受到各种化学作用的影响发生破坏而形成的。

沉积岩生成在集水盆地的底部，它們是由海生动物（貝壳，軟体动物等）的灰质骨骼或硅质骨骼的残骸組成；或是由植物源的残骸所組成（泥煤，煤）；或是由任何来源的物质在水介质或空气介质中的沉积物所組成。

属于沉积岩的有：石灰岩，白云岩，砂岩，石膏，岩盐和鉀盐等。

变质岩是由火成岩或沉积岩在地下深处高溫高压作用下或是由于受到含有某种化学物质的地下水的影响而生成的。变质岩的性质和外形都与組成变质岩的原生岩有显著的差別。

属于变质岩的有：大理岩（由石灰岩生成），致密的板岩（由粘土生成），片麻岩（由花崗岩生成）等。

从地壳内部采出的用于国民经济的岩石称为有用矿物。为了开采有用矿物，仅仅是順便采出来的而本身又不能被应用的岩石称为废石。

“有用矿物”和“废石”的含义是相对的，因为同样一种岩石既可能是有用矿物也可能是废石。比方，在金属矿山，掘进巷道时所开采出来的石灰岩可以认为是废石；同样是石灰岩，但为了煅烧或是用作石材而开采出来的石灰岩就是有用矿物了。

有用矿物的矿床可分为下列几类。最普遍的是成层矿床和层状矿床以及矿脉；另一些是矿瘤，矿鐘，扁平状矿体和矿巢。

成层矿床是沉积岩体，其成分多少是均一的。成层矿床的两个平面近似于平行。其厚度比长度要小得多。

成层矿床和所有物体相同，有三个度量：长，宽和厚（或高）。成层矿床的延伸长度称为走向（图1），矿床平面上代表走向方向的水平线 ab 称为走向线。矿床顶板和底板间的法线距离称为矿床的厚度。

复盖在矿床上的岩石称为顶板，底垫的岩石称为底板。

按照矿层本身的厚度，矿床可分为薄的（厚度0.25—0.5米），中厚的（0.5—3.0米）和厚的（3.0米以上）。

矿床与水平成某一倾斜度称为矿床的倾斜。在矿床层面上与走向线直交的那条线称为倾斜线。

倾斜线与水平面的夹角称为矿床的倾斜角。

矿床呈緩倾斜埋藏时其倾斜角由 0° 到 30° ，呈倾斜时为 30° 到 45° ，呈急倾斜时为 45° 到 90° 。

有用矿床邻近的岩石称为围岩（图2）。

层状矿床与成层矿床的一般区别仅在于，前者的走向和倾斜尺寸与其厚度比较小（图3）。

铁矿床，石灰岩矿床，泥灰岩矿床，頁岩矿床等皆属于层状矿床。

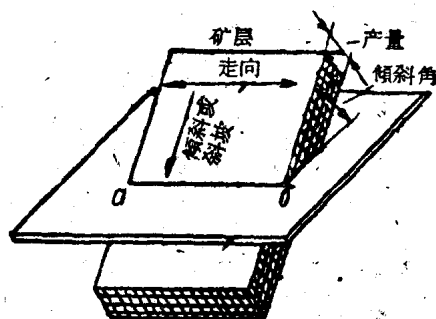


图1 矿床的埋藏要素

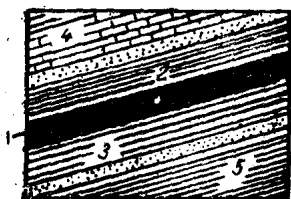


图2 有用矿物呈层状埋藏

1—矿层；2—顶板；3—底板；4—上盘；5—下盘

岩层最初呈水平沉积的，后来在地壳压力和地质作用力的影响下，它们的水平位置遭到破坏，成为倾斜的，垂直的或其他状态。

在这些破坏的基本类型中可举出，

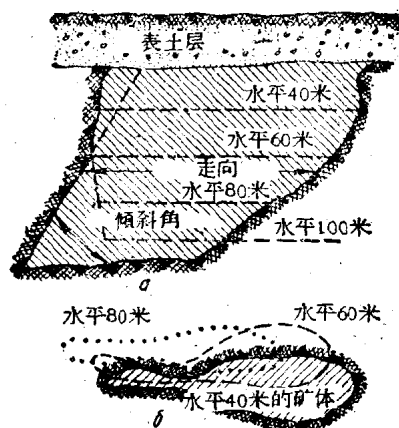


图 3 层状矿床

a—矿床的走向断面；b—水平40米、60米、80米的综合平面图

逆断层 岩石在垂直方向发生移动结果产生裂隙，而且发生破坏时该矿床下部分不变化，只是断裂部分发生相对的上移（图4）。

正断层 一部分岩石在垂直方向相对于另一部分发生移动，而且发生破坏时该矿床上部分不变化，只是断裂部分发生相对的下降。

发生逆断层或正断层时，矿层便被断裂。

平移 一部分岩石在水平方向相对于另一部分发生移动。

褶曲 矿床由于受挤压产生了褶曲，褶曲时岩石并未断裂，仅在垂直面上出现褶皱。

褶曲顶部朝向上面的称为背斜，褶曲顶部朝向下面的称为向斜。

除了这些基本类型的地质破坏外，还有许多特征更加复杂的破坏，比如拗褶——矿层的弯曲。

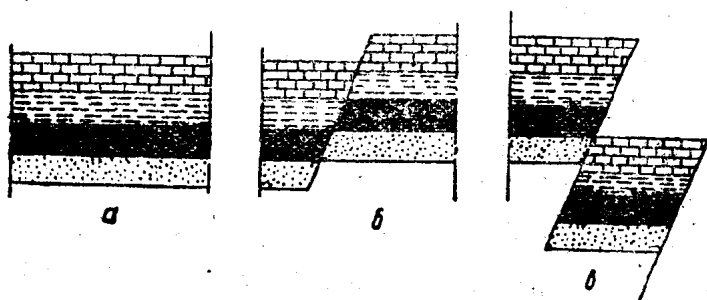


图 4 有用矿物矿床的地质破坏
■—未被破坏的部分；б—逆断层；□—正断层

脉状矿床 充满在地壳裂缝里成分与周围岩石不同的矿体称为矿脉（图 5）。大多数有色金属矿床，稀有金属和贵重金属矿床都属于脉状矿床。

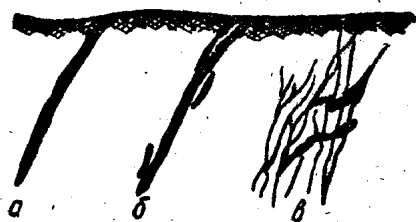


图 5 矿脉
■—简单的；б—带有条纹的；■—复杂的

矿脉的状态和矿层一样，由其倾斜，走向和厚度来确定。但是，因为金属矿体的形状不规则，所以这些要素都是变动的。

脉状矿床通常是急倾斜的，倾斜角为 45° — 90° 。

在地壳内充填成面、形状不规则、尺寸不一的矿脉称为

矿瘤和矿巢。矿瘤是尺寸很大而形状不规则的矿脉。矿巢的形状和矿瘤类同，但其尺寸较小。

扁豆状矿脉称为**扁平状矿体**。金属扁平矿体的尺寸不一，可由长度数米，厚度数厘米变化到长度一公里或一公里以上，厚度数十米以上。

矿钟是片状的钟形矿脉。其大小极不一致，可由几十米到几千米。

对于建筑材料工业来说，主要的有用矿物有以下几种：

- 1) 对于水泥工业——石灰岩、泥灰岩、白垩、頁岩、粘土；
- 2) 对于玻璃工业——白云石、石英砂；
- 3) 对于制砖工业——粘土、砂；
- 4) 对于石棉工业——石棉；
- 5) 对于建筑工业——砂岩、石灰岩、花岗岩、大理石等；
- 6) 对于云母工业——云母；
- 7) 对于石板工业——石棉、砂。

岩石的物理力学性质及分类

岩石根据其矿物成分、构造、形成条件以及以后的地质变动等的差异，具有各种各样的性质。

进行采矿工作时，其中也包括鑽眼爆破，岩石的下列性质最有实际意义：强度、韌性、粒度、脆性、裂隙、层理、稳定性、含水性、松散性、比重和容重。

强度 强度说明了岩石的可采性，并取决于借各种方式从母体上分离岩石的抵抗能力；这些分离岩石的方式是指，鑽眼、落矿、爆破、挤压（压碎）等。

韌性 韌性能代表岩石对其分离为顆粒的外力的抵抗性质。岩石的韌性越大就越难于爆破，崩落岩石的炸藥消耗量也越大。

粒度 岩石的粒度取决于組成岩石顆粒的大小。岩石的粒度越小，則其鑽眼和爆破越难。岩石可分为：小粒度的，中等粒度的和大粒度的。

脆性 脆性是岩石不具塑性变形而破坏的性能，也就是說在負荷作用下直到破坏为止，岩体的形状沒有发生变化；脆性岩石用爆破方法比韌性岩石容易破碎。

裂隙性 岩石的裂隙性与在地壳內力作用下所形成的自然裂縫的数目和特征有关。

层理 岩石容易沿成层面分离的性质。

稳定性 岩石能保持边坡的最初状态，不因或大或小的暴露面积而坍落的性质。

岩石的稳定性以自然边坡角說明（也就是組成边坡的岩石与水平面的交角），在这样的边坡角时边坡能够长期保持最初的状态。

含水性 表示岩石的裂隙內或各顆粒間含水分的性能，当岩体裸露时这种水分便能排掉。

松散性 表示岩石松散时的体积比原岩內的体积增大的性质。

松散岩石体积与原岩体积的比值（倍数）称为松散系数。

比重 表示沒有空洞致密状态的岩石重量与同体积水的重量的比值。

容重 表示具有自然空洞和裂隙的1立方米岩石的重量（以吨表示）。

总起来看，上述所有岩石性质都影响到岩石的可采性，影响到鑽眼爆破工作的有效性；可是每一种单独存在的岩石特性，却不能确定岩石对爆破崩落的抗力。重要的是了解岩石基本特性的总体，也就是說岩石的“强度”这个詞儿具有更加广泛的含义。

岩石的强度可以在实验室通过試驗的方法确定，也可以用鑽眼速度和鑽眼生产力确定。根据岩石强度，岩石有許多分类。

M. M. 普罗托齐亚科諾夫教授第一个提出了科学的有根据的按照岩石强度的岩石分类方法。

普氏把所有的岩石分为十大級五小級，并定出了每一級別的相对强度系数（表1）。

他采用在每平方厘米試样断面上压力 100 公斤时发生破坏的岩石强度作为相对强度的单位。比方，岩石的試样在每平方厘米断面上压力为 1000 公斤时发生破坏，那么这种岩石的强度系数則为 $1000:100=10$ 。

实践說明，許多岩石对不同破坏方式的抗力程度是不相同的。如花崗岩在鑽眼方面比粘土要难几倍，可是在爆破方面二者几乎是相同的。

普罗托齐亚科諾夫教授的岩石分类表 表 1

岩石 級別	堅 固 程 度	岩 石	岩石强 度系数
I	最坚硬的岩石	最硬，最密实，韌性最大的石英岩与玄武岩，其他特別坚硬的岩石。	20
II	很坚硬的岩石	很硬的花崗岩类岩石。石英岩。很硬的花崗岩。硅质片岩。硬度較上述稍小的花崗岩，最硬的砂岩和石灰岩。	15

(續)

岩石 級別	堅 固 程 度	岩 石	岩石强 度系数
I	坚硬的岩石	花崗岩(致密的)和花崗岩类岩石。很硬的砂岩及石灰岩。石英金属矿脉。坚硬的砾岩。很坚硬的鉄矿。	10
IIa	同上	石灰岩(坚硬的)。不坚硬的花崗岩。坚硬的砂岩。坚硬的大理石。白云岩。黄鉄矿。	8
IV	相当坚硬的岩石	普通砂岩。鉄矿。	6
IVa	同上	砂质頁岩。泥质砂岩。	5
V	中等坚硬的岩石	坚硬的粘板岩。不坚硬的砂岩和石灰岩。軟的砾岩。	4
Va	同上	各种頁岩(不坚硬的)。致密的泥灰岩。	3
VI	相当軟的岩石	軟质頁岩。极軟的石灰岩。白堊。岩盐。石膏。冻土。无烟煤。普通泥灰岩。破碎了的砂岩。胶结了的砾石和大粒砂。石质土壤。	2
VIa	相当軟的岩石	含碎石土壤。破碎頁岩；压实了的砂砾及碎石。坚硬的煤。硬化粘土。	1.5
VI	軟的岩石	粘土(致密)。軟质煤。硬表土。粘土质土壤。	1.0
VIa	同上	輕砂质粘土。黄土。細砂。	0.8
VII	泥土类岩石	腐植土。泥煤。輕砂质粘土。湿砂。	0.6
IX	松散岩石	砂。岩屑。小砾石。堆积的土壤。采出的煤炭。	0.5
X	流动岩石	流砂。沼土。稀釋黄土或其他土壤。	0.3

从普氏分类的观点看来，在不少情况下表现出缺点。

对于确定巷道鑽眼工的定额，建筑材料露天采掘场的炸药消耗量，主要是使用全苏爆破工业局的分类法。

这种分类法（表2），从第五级开始，制定的根据是岩石的鑽眼性，也就是采用压力为5大气压，炮眼直径42毫米，鑽有硬质合金的OM-506风鑽，每鑽进一米炮眼的工时消耗。

全苏爆破工业局的岩石分类表

表 2

（根据1944年巷道掘进统一定额和估价表）

岩石 级别	岩 石 名 称	岩石的平均容重 (公斤/米 ³)	每延米钻眼的 纯钻进时间
I	砂子。	1500	—
	砂壤土。	1600	—
	腐植土。	1200	—
	泥煤。	600	—
II	轻质大孔状砂质粘土。	1600	—
	湿的松散黄土，软的盐渍土和软的碱土。	1600	—
	小粒度和中粒度（15毫米以下）砾岩。	1700	—
	含草根的致密的腐植土。	1400	—
	含粒度30毫米以下草根的泥煤。	1100	—
	混有的滑石、木屑和碎石的砂和种植土。	1650	—
	混有碎石和卵石杂质的堆积压实土壤。	1750	—
	混有碎石、卵石和建筑废料杂质的砂壤土。	1900	—
III	油性软粘土，其中包括侏罗纪粘土和冰碛土。	1800	—
	重砂质粘土。	1750	—
	大砾石，卵石和粒度15到40毫米的碎石。	1750	—
	干黄土，含有砾石或卵石的天然水分的黄土。	1800	—
	种植土或带有直径30毫米以上的草根的泥煤。	1400	—
	含有碎石或卵石和建筑废料的砂质粘土。	1900	—
	重的破碎粘土，其中包括硬的侏罗纪粘土和软的炭质粘土。	1950	—
	油性粘土和含有碎石、卵石、建筑废料以及重量25公斤以下的石头，或含10%以下（按体积）的石头重砂质粘土。	1950	—
IV	带有重量50公斤以下大圆石的冰碛土（当大圆石体积含量10%以下）	2000	—

(續)

岩石 級別	岩 石 名 稱	岩石的平 均容重 (公斤/ 米 ³)	每延米鉆眼的 純 鉆 進 時 間
V	泥板岩	2000	—
	粒度90毫米以下的純大塊砾石或含10公斤 以下石頭的大塊砾石	1950	—
	密實的固化黃土和硬化的鹽澤地	1800	3.7以下
	膠結了的建築廢料	1850	
	軟泥灰岩和蛋白土	1900	
	碎石	1800	
	含有重量50公斤以下大圓石的堆石(大圓 石的體積不超過30%)	2100	3.7以下
	褐煤	1200	
	軟質烟煤	1300	
	硅礫土和軟的小岩石	1550	
	硬的碳質粘土	1950	
	膠結差的砾岩	1950—2200	
	各種不堅硬的頁岩	2000	
	石膏	2200	
VI	凝灰岩和浮岩	1100	3.80—4.99
	軟的多孔石灰岩, 多裂隙介壳石灰岩	1200	
	致密白堊	2600	
	无烟煤	1500	
	中硬頁岩	1700	
VII	中硬泥灰岩	2300	5.0—6.1
	石灰膠結物內含有沉積岩碎屑的砾石	2200	
	風化了的, 多裂隙的粘土頁岩	2000	
	硬粘土頁岩	2800	
VIII	硬泥灰岩	2500	6.2—7.3
	砾石花崗岩	2300	
	泥灰石灰岩	2300	
	粘土質砂岩	2200	
	云母和砂岩質頁岩	2300	
IX	無水化合物	2900	7.4—8.5
	花崗岩, 片麻岩, 軟的強烈風化了的正長 岩	2500	
	碎屑蛇紋岩	2400	
	致密石灰岩	2500	
	硅酸鹽水泥內含有沉積岩碎屑的砾岩	2500	
	砂岩	2500	
	菱鐵岩	2700	

(續)

岩石 級別	岩 石 名 稱	岩石的平 均 容 重 (公斤/ 米 ³)	每延米鉆眼的 純 鉆 進 時 間
X	砂質石灰頁岩	2500	8.6—10.3
	菱鎂岩	3000	
	白云岩	2700	
	礫石灰岩	2700	
	大理岩	2700	
	石灰水泥膠結的致密砂岩	2600	
XI	堅硬砂質頁岩	2600	10.4—12.1
	大粒花崗岩	2800	
	極硬白云石	2900	
	蛇紋岩	2600	
	石灰水泥膠結的含火成岩碎屑的礫岩	2800	
	石英膠結劑較合的硬砂岩	2700	
XII	大粒正長岩	2700	12.2—13.8
	中性長石和有風化殘跡的玄武岩	2700	
	片麻岩	2600	
	極硬石灰岩	2900	
	用硅酸鹽水泥膠結的含火成岩碎屑的礫岩	2900	
	粗面岩	2600	
XIII	中粒花崗岩	3100	13.9—16.3
	硬片麻岩	2800	
	輝綠岩	2700	
	玢岩	2500	
	硬粗面岩	2800	
	中粒正長岩	2800	
XIV	小粒極硬花崗岩	3000	16.4—18.6
	花崗片麻岩	2900	
	閃長岩	2900	
	石英岩	2700	
	最硬石灰岩	3100	
	硬玢岩	2700	
XV	硬中性長岩、玄武岩、角岩	3000	18.7—21.2
	硬輝綠岩、最硬的閃長岩	2900	
	輝長岩和硬石英岩	2800	
XVI	輝長岩和輝綠岩	3300	21.3—26.6
	特別硬的輝綠岩、石英岩和玢岩	3000	