

煤矿技工学校试用教材

井巷掘进和采煤工艺

上 册

重庆煤矿技工学校主编

前 言

煤炭是工业的“粮食”，在本世纪内它仍然是我国能源的主力。煤炭生产的发展直接关系到“四化”建设的速度。要高速地发展煤炭生产以适应“四化”建设的需要，这就迫切要求造就一批具有社会主义觉悟、有文化、有煤炭生产的基本知识及其基本技能的新型煤矿技术工人。为此，根据上级的指示，我省煤矿技工学校都先后开设了采掘专业。由于这个专业是近两年才初创，所以还没有相应的专业课教材。为解决目前各技校采掘专业课教材的燃眉之急，四川省煤炭工业局在一九八一年七月至十一月，先后几次主持召开了全省部分煤矿技工学校参加的采掘专业课教材编写会议，并委托重庆煤矿技工学校负责组织《井巷掘进和采煤工艺》的编写工作。重庆煤技校、南桐矿务局技校，天府矿务局技校遵照省煤炭局的指示，根据煤炭部一九八〇年十二月颁发的“煤矿技工学校统一教学计划”，结合本省煤矿生产的实际编写了《井巷掘进和采煤工艺》教学大纲，根据这一大纲，编写出了这本《井巷掘进和采煤工艺》试用教材。

本书分上下两册，上册《井巷掘进工艺》是掘进专业学生学习井巷施工方法和施工技术的一门专业课。它以矿井岩石巷道掘进施工工艺为主要内容，重点论述了岩石的性质和分级、钻眼、爆破、装岩、运输和支护的方法，并对井巷掘进施工的新工艺、新技术和先进经验也作了介绍。下册《采煤工艺》，它是学生学习井下一般采煤方法和回采工艺的一门专业课。它以机械化采煤工艺为主要内容，重点论述了矿井开拓类型，采区巷道布置，回采工艺及生产管理。并对炮采，急倾斜煤层采煤和综合机械化采煤工艺作了一般介绍。

本书可作煤矿技工学校教材，也可作煤矿采掘工人和班队长培训试用教材。

本试用教材由重庆煤矿技工学校的人员：重庆煤矿技工学校陈绪随、童永德，南桐矿务局技工学校许尔权，天府矿务局技工学校郭三寿。重庆煤矿技工学校童永德担任《井巷掘进工艺》的主编审，陈绪随担任《采煤工艺》的主编审，芙蓉矿务局技工学校王凤林，渡口矿务局技工学校李真华参加了审稿工作，提出了宝贵的意见；另外，其他兄弟技工学校也提出了合理的建议，南桐矿务局技工学校和重庆煤矿技工学校在人力上和物质上都给予了大力的支持，对此，我们表示诚挚的谢意。

这本试用教材的编写，我们力求做到理论联系实际，既有简明扼要的基础理论，又主要有通俗易懂，生动实际，图文并茂的工艺知识，以突出技工教材的特点；但由于缺乏编写这类教材的经验，由于编写水平有限，加之时间仓促未来得及广泛征求同行专家、工程技术人员和采掘工人的意见，因而书中不妥之处及其错误在所难免。客观效果只有等待客观实践来检验。值此，编者诚恳希望试用单位及读者提出宝贵意见，给予批评指正。

编 者

一九八一年十一月

目 录

概 述	1
第 一 章 岩石的性质及分级	4
第一节 岩石的物理力学性质	4
第二节 岩石的分级	6
第 二 章 钻眼设备及工具	10
第一节 旋转式钻眼法	10
第二节 冲击式钻眼法	17
第 三 章 爆破材料及仪表	28
第一节 概述	28
第二节 炸药的主要性能及测定方法	29
第三节 常用的工业炸药	33
第四节 起爆材料	36
第五节 工业炸药的起爆方法、放炮器及检查仪表	40
第六节 爆破作用下岩石的破碎原理	42
第 四 章 钻眼爆破新技术及掘进机械化	44
第一节 光面爆破	44
第二节 深孔的光面爆破	49
第三节 机械化掘进	51
第 五 章 装岩及运输	56
第一节 装岩	56
第二节 铺轨和调车	64
第三节 提高装岩效率的途径	69
第 六 章 防尘及通风	70
第一节 防尘工作	71
第二节 掘进工作面的通风	72
第 七 章 钻眼爆破作业图表的编制及施工组织	75

第一节	钻眼爆破工作中主要参数的确定	75
第二节	钻眼爆破图表及其编制	83
第三节	钻眼爆破施工作业	84
第四节	钻眼爆破工作中常见事故的预防及处理	87
第八章	巷道地压	88
第一节	地压概念	88
第二节	地压的实测	91
第三节	巷道地压的估算	96
第九章	巷道支护	98
第一节	支护材料	98
第二节	巷道支护形式	100
第十章	一次成巷的作业方式与施工组织管理	113
第一节	一次成巷及其作业方式	113
第二节	施工组织与管理	114
第十一章	巷道的掘进施工	119
第一节	巷道断面	119
第二节	煤巷及半煤岩巷的施工	124
第三节	倾斜巷道的施工	129
第四节	其它巷道的掘进施工	136
第十二章	立井的施工与延深	141
第一节	立井井筒施工概述	141
第二节	立井井筒的延深	149

概 述

《井巷掘进工艺》课，是煤炭工业井下采掘工种的一门主要专业课，是研究井巷施工方法和施工技术的一门学科。

当前，国内外井巷掘进仍多采用钻眼爆破法作为掘进的主要手段，比如岩石巷道的掘进，它的掘进工艺全过程是：钻眼、装填炸药及雷管、联线爆破、通风排放炮烟、装运岩石、巷道支护、延接风水管线及轨道等。至此，即完成了全部掘进工序，这时巷道工作面也就向前推进了一段距离（即循环进尺），再按上述工序重演一次即可得到另一循环进尺。如此周而复始，构成巷道掘进的全过程。

从其掘进工序来看，不外两大环节组成，即：破碎工作面的岩石以便达到进尺的目的；然后把已掘出的巷道支护起来，以防止巷道围岩发生破碎、冒落，维持成巷，保证安全生产。从中看出，破碎岩石和防止围岩破碎是构成巷道掘进的主要内容，而其它则处于从属的地位。

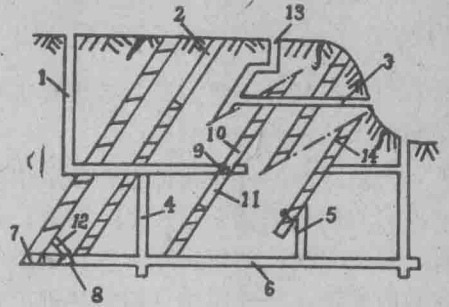
从各工序间的关系来看，岩巷掘进中的钻眼、装岩、支护是占工时最长的三大工序。如为了缩短打眼时间，来提高掘进速度，采用多台钻机同时钻眼后，就可看出装岩、支护工作跟不上要求。当采用了高效装岩机，如仍采用落后的人力推车及调车方法，就势必使高效装岩机发挥不了其效能，为此，就要解决快速调车的问题。巷道掘进速提高了，就必须着力解决支护跟不上掘进的矛盾。现当采用了光面爆破、锚喷支护这些新技术后，使巷道掘进速度产生了新的飞跃。今后，在继续提高掘进速度的过程中，亦还会有新的薄弱环节出现，如浅眼爆破限至了高效装岩机的能力。要实现深孔光爆并进一步提高工效，就必须解决高效凿岩机及钻车的问题……。由上看出，要实现快速、优质、高效、低耗、安全生产，根本的出路在于机械化，即必须实现钻、装、运、转、锚喷机械化的配套。

近年来，我们在井巷掘进方面积累了不少成熟的先进经验。如：《岩巷掘进十六项经验》、《立井井筒施工二十项经验》、《斜井井筒二十四项经验》、《煤巷掘进十五项经验》等。使井巷施工速度不断创新，在岩石巷道中，1975年4月抚顺胜利矿开拓115队，创造月成巷1037.2米的纪录；1976年3月新晃永矿创造月成巷1056.8米的纪录。立井井筒，1973年7月湖南桥头河二号井创造月成井174.82米的纪录。斜井掘进，1974年12月铜川下石节创造了月进705.3米的世界纪录。煤巷掘进，1975年3月阜新高德矿322队创造了月进3501米的纪录。在半煤岩掘进中，1974年8月新邱505队创月进1790米的纪录。

但是，必须指出，目前我们的井巷掘进机械化程度、平均掘进速度、掘进工效都还比较低、与世界先进水平相比，差距仍很大。我们应加强基础理论的学习，勇于探索，勇于创新，决心为提高我国井巷施工机械化水平，加快井巷施工速度，为赶超世界先进水平做出更多的贡献。

为勘探, 开采矿物, 经采掘工作在岩层或矿层内所形成的孔洞, 叫做矿山巷道, 如图所示。

巷道的起端叫巷道口或井口, 不断向前推进着的岩面或矿物面叫工作面。巷道的长轴线称为巷道中心线, 垂直于巷道中心线的断面就是巷道的断面。



井下巷道示意图

在开采煤矿时也和开采其它矿物一样, 要开掘多种不同的巷道。按用途分有勘探巷道, 开拓巷道、准备巷道及回采巷道。按巷道围岩的性质分, 有岩石巷道、半煤岩巷道和煤层巷道。按巷道所处的空间位置分, 有竖直巷道、水平巷道和倾斜巷道。现将煤矿巷道在空间位置的有关概念作以下介绍。

1. 竖直巷道。凡中心线与水平面垂直的巷道, 叫做竖直巷道。属于这类巷道的有竖井、暗井、溜井等。

竖井是一种有直接通达地面出口的竖直巷道。通常竖井是成对地开掘的, 一个作为提升煤炭之用, 称为主井; 另一个用来通风和敷设管线, 同时兼作运送材料和人员等, 称为副井。

暗井是一种没有通达地面出口, 但有提升设备的竖直巷道。它的用途是把下部水平的煤提升到上一水平、运送材料、人员及设备, 也可用来进行通风排水工作。

溜井它没有通达地面出口, 也没有安装机械设备。溜井的用途是把上部水平开采的煤炭通过自重下放到下一水平的竖直巷道。

2. 水平巷道。凡是巷道中心线与水平面平行的巷道叫做水平巷道。实际上, 这些巷道都不是绝对水平的, 为了便于运输和排水, 均带有一定坡度。属这类巷道有平峒、石门、平巷, 层内横巷等。

平峒有直达地面的出口, 它的主要用途是供运输, 通风, 排水和行人。平峒可以沿煤层走向开掘, 也可以与走向成一定角度开掘。为了便利运输和排水, 平峒应向平峒口倾斜 $3\% \sim 5\%$ 的坡度。

石门没有直达地面的出口, 与矿物或岩石成一定的角度, 开拓在岩石和矿体之中的水平巷道。其用途与平峒相同。

平巷是在岩石或矿体中沿走向开掘的水平巷道, 它和石门一样没有直通地面的出口。显然, 在岩石中开掘的平巷叫岩石平巷, 在煤层中开掘的平巷叫煤层平巷。它们的用途与石门相同。

如果将“石门”开在厚层矿体内, 一般就称之为层内横巷, 在煤矿上又称煤门。

在井下为了用来装置各种机械和设备, 存放材料、工具等, 往往要开一些长度较短而断面

比较大的水平巷道，这就是峒室。如水泵房、变电所、机车库、调度室、火药库、候车室、医务所等。

3. 倾斜巷道。凡中心线与水平面成各种倾角的巷道叫做倾斜巷道。属于这类巷道的有斜井、下山、上山，溜煤眼和人行道。

斜井有直到地面的出口，作提升，通风，排水和运送人员之用。沿岩层或矿层倾斜方向开的斜井叫沿层斜井，沿岩层或矿层成一定交角的叫穿岩斜井。

上、下山是一种没有直达地面的倾斜巷道。自运输水平沿矿层或岩层倾斜方向向下开掘的叫下山，反之为上山。它们的用途与斜井一样。

溜煤眼也是一种没有直达地面出口的倾斜巷道。溜道和溜井的用途是一样的。

第一章 岩石的性质及分级

为了把煤炭从地下开采出来，需要开掘一系列从地面到达矿体的通道，这一复杂的工作就是采掘工程。在采掘工程中无论是采矿还是掘进，最基本的过程就是先把岩石从岩体破碎下来形成空间，为保留这些地下空间，就需进行必要的维护，以防止围岩的破碎垮塌。这样，掘进的破碎岩石和支护上防止岩石破碎就成为采掘工程中要解决的一对主要矛盾，也是井巷施工的主要内容。

既然井巷掘进的对象是岩石，因此，首先就要了解岩石的有关性质，从而制定出科学的分类方法，以作为我们确定钻眼爆破参数和选用井巷维护方式的依据。

第一节 岩石的物理、力学性质

煤矿常见的沉积岩是矿物颗粒或风化后岩石碎屑的沉积物，经过压紧和胶结作用而形成的。由于构成岩石的矿物成分，颗粒大小、颗粒形状和胶结物的成份不同，以及岩石生成时或生成后受力情况的差异，使岩石呈现非均质性（各相异性）和裂隙性，因而其物理、力学性质是很复杂的。例如硅质胶结的砂岩就比粘土质胶结的砂岩坚固得多；又如层理、节理和裂隙发达的岩石，其强度就大大降低，容易破坏。所以，在巷道施工前必须对所穿过的岩石和围岩特性作详细了解，以便提出相应的技术安全措施。

一、岩石的强度：

岩石的强度是指岩石抵抗外力破坏的性能。由于岩石受力的状态不同，其强度差别很大。试验证明：岩石的单向抗压强度 < 双向抗压强度 < 三向抗压强度，三向抗压强度比单向抗压强度高10~15倍，双向抗压强度比单向抗压强度高1.5~2倍。因此为了有效地破岩，应尽量增加岩体的自由面（如爆破中的掏槽）。

在岩石单向受力的情况下，根据外力的性质不同有抗压、抗拉、抗剪强度，试验证明：各种强度有如下的关系：

$$R_1 = \left(\frac{1}{15} \sim \frac{1}{30} \right) R_2$$

$$R_3 = \left(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{12} \right) R_2$$

$$\text{或 } R_3 \approx \sqrt{\frac{R_1 R_2}{3}}$$

式中： R_1 —岩石的极限抗拉强度

R_2 —岩石的极限抗压强度

R_3 —岩石的极限抗剪强度

由上看出：岩石的抗压强度最大，抗剪强度最小。所以为了防止岩体破坏应使其处于受压状态，如拱形巷道断面；而为了有效地破碎岩石则应使岩石承受剪力或拉力。

煤矿常见岩石的强度值见表1—1，这是在单向受力条件下对岩石进行强度试验得到的

数值。

岩石强度表

表1—1

岩石名称	抗拉强度 (公斤/平方厘米)	抗压强度 (公斤/平方厘米)	抗剪强度 (公斤/平方厘米)
石灰岩	80~120	1000~1600	100~160
砂岩	70~110	800~1500	85~150
砂质页岩	50~80	500~800	80~140
粘土页岩	30~60	300~600	70~120

二、岩石的硬度与磨蚀性

岩石的硬度，是指岩石抵抗尖锐工具侵入的性能。岩石的硬度与矿物成份和胶结物的性质有密切的关系，如砂质的细砂岩比普通砂岩就坚硬得多，因而钻眼也就愈困难。但是硬度大的岩石却往往呈脆性，这对破岩是有利的。

岩石磨蚀性，可定义为岩石磨钝钎头切削刃的能力。显而易见，岩石硬度大的对钎头切削刃磨蚀性就强。根据东北工学院岩石破碎研究室，用岩石凿测器获得的现场测定资料，将岩石的磨蚀性分为如下三个级别。见附表1—2。

岩石磨蚀性分级表

表1—2

岩石级别	磨蚀性	钎头磨钝宽度(m.m)
一	弱	<0.2
二	中	0.3~0.6
三	强	>0.7

注：磨钝宽度，是用岩石凿测器凿岩480次，（凿岩一周为24次转20周），钎头刃锋距两端边缘4mm处的磨钝宽度（平均值）（mm）。

三、岩石的脆性与塑性

大多数岩石都具有比较明显的脆性，其特点是在单向静外力作用下，基本上不经过塑性变形就被破碎，具有这种性质的岩石称为脆性岩石。

有的岩石在外载荷作用下，在破坏前呈现显著的塑性变形，具有这种性质的岩石称为塑性岩石。这类岩石具有较大的缓冲性能，但比较容易受剪切破坏，对这类岩石用旋转钻眼法就比较合理。

应该指出：同一种岩石，在不同形式的外力作用下往往呈现出不同的性质。例如，在快速加载和在冲击的作用下，岩石呈现为脆性；但在缓慢加载和在三向受力状态时，同一种岩石又呈现为塑性岩石。

四、岩石的抗钻性与抗爆性

所谓抗钻性就是指岩石在钻眼工具的作用下抵抗破碎的性质。它是岩石物理力学性质的综合表现，同时亦决定于钻眼方法、钻头的种类、形状、质量以及压气力和轴压力等因素。它用两个指标来表示，即：钻速（毫米/分钟）和单位钻眼长度的钎头消耗量（钎头个数/米钻眼）。钻速低与钎头消耗量大的就表示抗钻性大。

抗爆性就是岩石在爆破作用下抵抗破碎的性质，它也用两个指标来表示，即：崩落单位

体积岩体的炸药消耗量（公斤/立方米）和崩落单位体积岩体所需炮眼长度（米/立方米）。炸药消耗大或炮眼需用量长就表示岩石的抗爆性大。

对凿岩爆破有明显影响的岩石物理状态是它的粒度、风化程度、层理和节理，而岩石的物理性质主要有粘性、硬度、弹性和脆性以及孔隙率、含水性和含气性等。

岩石的粒度：指组成岩石的颗粒的大小。粒度越细，岩石越硬，越难穿孔和爆破。

岩石的风化程度：是指岩石受空气、水和气温作用而破坏的程度。风化后的巷石容易钻孔和破碎。

层理：是指构成岩石的各个层面。顺成层面最容易使岩石分裂成块，因此，炮眼应尽可能与岩石层理垂直。

节理：是指岩石中的裂缝。节理能使岩石容易裂开成块，但当巷石的节理与炮眼方向重合时，容易夹钎子，泄漏爆炸气体，降低穿孔爆破效率。

岩石粘性：说明岩石块抵抗外力分离岩体的能力。一般岩石顺着层理的粘性较小，垂直层理的粘性大。岩石粘性越大，炸药的爆炸作用越难发挥，炸药耗量也越大。

岩石硬度：说明岩石抵抗打眼工具钻进的能力。硬度越大的岩石，越难穿凿和爆破。

岩石弹性：是指作用在岩石上的外力消除后，岩石恢复原有形状和体积的能力。岩石的弹性越大，越难穿凿和爆破。

岩石碎性：是岩石受到冲击和爆破时碎裂成块的性质。越碎的岩石越易破碎。

第二节 岩石的分级

一、岩石坚固性概念及普氏分级法

我国大部分矿山都是按岩石坚固性进行岩石分级的。岩石的坚固性是指岩石的爆破和凿岩的难易程度。分级指标 f 称坚固性系数（亦称普氏系数）。其具体分级如表1—3。它是根据岩石的单向极限抗压强度的相对值，对岩石进行分级的。

$$f = \frac{R_2}{100}$$

式中： f —普氏岩石坚固性系数

R_2 —岩石单向抗压强度（公斤/平方厘米）

100—坚实粘土的极限抗压强度（公斤/平方厘米）

例如石灰岩受力800公斤/平方厘米时即破坏，根据以上公式 $f = \frac{800}{100} = 8$ ，它表示石灰岩的坚固性相当于坚实粘土的8倍。

岩石坚固性分级表

表1—3

等级	坚硬度	岩 石 特 征	坚固性系数 f	相当于燃化部岩石分类等级
I	最坚固的岩石	最坚固，最致密的石英岩及玄武岩，其它最坚固的岩石	20	IX~X
II	极坚硬的岩石	极坚硬的花岗石，石英斑岩，极坚硬的花岗岩砂质板岩，较上述软的石英石，最坚硬的砂岩及石灰岩。	15	
III	坚硬的岩石	花岗石(致密的)及花岗石类岩石，很坚固的砂岩及石灰岩，坚固的砾岩，很坚固的铁矿石。	10	VII~VIII
IIIa	坚硬的岩石	坚固的石灰岩，不坚固的花岗石，坚固的砂岩，坚固的大理石，白云岩，黄铁矿。	8	
IV	相当坚硬的岩石	一般的砂岩，铁矿石	6	VI
IVa		砂质页岩；泥质砂岩	5	
V	中等坚硬的岩石	坚硬的页岩；不坚固的砂石及石灰岩；软的砾岩	4	
Va	中等坚硬的岩石	各种不坚固的页岩；致密的泥灰岩	3	V
VI	相当软的岩石	软的页岩；很软的石灰岩；白垩；岩盐，石膏，冻土，无烟煤，普通泥灰岩，破碎的砂岩，胶结的卵石及粗砂砾，硬化的粘土。	2	
VIa	相当软的岩石	碎石土，破碎的页岩，结块的卵石及碎石，坚硬的烟煤，硬化的粘土。	1.5	IV
VII	软 土	粘土(致密的)；软的烟煤，坚硬的表土层，粘土质土壤。	1.0	I~III
VIIa	软 土	轻砂质粘土(黄土、细砾石)	0.8	
VIII	壤土状土	腐植土，泥炭，微砂质粘土，湿沙。	0.6	I
IV	松散土	砂，岩屑、细砾，松土，采下的煤。	0.5	
X	流动性土	流砂，沼泽土；含水黄土及其它含水土壤。	0.3	

在分级表中指出的数值是对某一类岩石而言的(如页岩类、石英岩类、石灰岩类等)，而不是对此类岩石的个别岩石而言的，因而，在特定的情况下确定f值时，必须慎重考虑。并且这一f值在不同情况下也不一样，如风化的、破的、打碎成个体的、经断层挤压过的、接近地表等等状态的岩石。一般说来，应当把它划分到同种岩石中稍低的等级。

从上表中可以看出，将岩石分为X级，其中III~VII级还细分为两级，使用时并不方便。为了简化，我国煤炭系统制定的定额根据岩石坚固性将煤岩分类为：

软 煤	$f = 1 \sim 1.5$
硬 煤	$f = 2 \sim 3$
软 岩	$f = 2 \sim 3$
中硬岩	$f = 4 \sim 6$
硬 岩	$f = 8 \sim 10$
坚硬岩石	$f = 12 \sim 14$

最坚硬岩

$$f = 15 \sim 20$$

二、对普氏（普罗托奇雅可诺夫）分级法的评价

这种分级法的优点是：确定 f 值的根据比较简单，分级表的形式也比较明确，使用方便，目前我国煤矿仍在广泛地应用。

这种分级法的主要缺点是： f 值是根据岩石的极限抗压强度（静压破坏）确定的，但是，在生产中破碎岩石时不是静压破坏，而是冲击破碎或切削破碎，所以分级表的等级往往不能反映掘进中的实际情况，故现场使用时，一般都是凭经验估计。因经常性地进行的抗压试验既不可能，也无那些条件。

例如，一般认为凡是石灰岩其 f 值就等于 $6 \sim 8$ ，但由表中可看出石灰岩的 f 值可由 $2 \sim 15$ 。因之，仅凭经验估计 f 值来决定施工方案和施工技术措施，就缺乏可靠的科学根据了。又如石灰岩 $f = 8$ ，密实粘土 $f = 1$ ，它们的钻眼性虽然不同，但爆破所用的炸药量却近于相同，因而难于用它来很科学指导生产。

上述分类法的另一主要缺点是，在岩石试件的小范围内，根本无法反映出岩体受裂隙、节理、层理等的切割影响，而岩体的强度不仅决定于岩块的强度，同时也决定于岩体内裂隙、节理等所形成的结构面大小和数量。

鉴于上述分级法存在的缺点，国内外都在研究和应用岩体声波速度进行岩体分类的方法。利用声波在不同弹性介质传播速度不同进行岩石分级。例如岩体完整而坚固致密的，其声波传播速度就快；裂隙、节理等发展程度大，或岩体软弱的则慢。目前我国虽尚在研究阶段，但已获得不少可喜成果。

又如东北工学院岩石破碎研究室提出的按岩石可钻性分级试用方案，也是一个新的发展。它是按等差级数分界将岩石分为如下七级，见表1—4，它与表1—2，即岩石的磨蚀性综合共用的。

岩石可钻性分级表

表1—4

岩石级别	软硬程度	凿碎比功范围(α)
I	极软	<20
II	软	$20 \sim 30$
III	较软	$30 \sim 40$
IV	中	$40 \sim 50$
V	软硬	$50 \sim 60$
VI	硬	$60 \sim 70$
VII	极硬	>70

凿碎比功可用下式求出：

$$\alpha = \frac{A}{V} = \frac{4 \times 480}{\frac{\pi d^2}{4} \times \frac{h}{10}} = \frac{4 \times 480}{\frac{\pi}{4} \times (4.1)^2 \times \frac{h}{10}}$$

$$\text{化简后得 } \alpha = \frac{1454}{h} \text{ (公斤米/厘米}^3\text{)}$$

式中 A —总冲击功（公斤—米） 4—锤重4公斤

V —凿孔体积（厘米³） 480—冲击480次

d—实际凿测平均孔径（厘米）

h—最终凿测孔深（毫米）*

它是用凿测器如图 1—1 在现场选有代表性的岩石。在表面较平整的地方用锤轻凿“开门”（形成约 5 毫米的浅窝），量得初始深度，然后正式凿眼。这时要换新的钎头，钎头直径 40 ± 0.1 毫米，嵌有 yG-11C 一字形合金片，落锤重 4 公斤，落锤高 1 米。凿眼时每冲击一次回转 15° 角，每转一周（24 次）清扫眼中的岩屑，如此反复冲击 480 次（转 20 周），量得最终眼深，扣除初始眼深，便得净眼深。凿出的眼孔直径略大于钎头。最后计算出凿碎比功 α 值定出岩石级别。

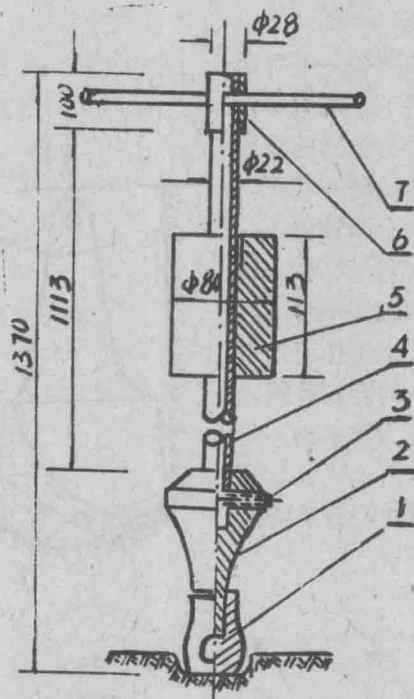


图 1—1 岩石凿测器

1—钎头；2—承击台；3—螺丝销

4—导向杆；5—落锤 6—卡套；7—转动手把

根据上述这些岩石分级的研制和发展，可以预见，不久的将来，定会编制出符合我国实际情况的、科学的岩石分级方法，为煤炭工业的发展作出重要贡献。

第二章 钻眼设备及工具

目前,国内外仍以钻眼爆破法为井巷掘进的主要方法,钻眼工作是井巷掘进中,工序时间较长、且涉及到准备、工艺技术等多方面因素的主要工序。只有认真选取钻眼技术参数;改进钻眼机具;正确确定同时工作的凿岩机台数及其工作组织;不断提高钻眼操作水平;才能缩短钻眼工序所占的时间,加快井巷掘进速度。

第一节 旋转式钻眼法

一、破岩原理

旋转式钻眼破岩原理,如图2—1所示。

钻头在轴向压力 P 的作用下,使刃切入岩石一定深度。同时,在旋转力矩 M 的作用下,钻头旋转,使刃连续地切削破碎岩石。

钻头在旋转钻眼过程中,有两种运动:即轴向推进运动 V_y 和水平切削运动 V_x 。钻头的刃上,有前工作面 F_F 和端工作面 F_B 。前工作面切下刃前方的岩石,端工作面切下眼底表面的岩石。被切削下来的岩石碎屑,沿着钻杆的螺纹沟排出或用压力水排出。

二、电钻的类型及构造

电钻按使用条件和推进方式,分手持式煤电钻和支架式岩石电钻两类。

一、煤电钻:如图2—2

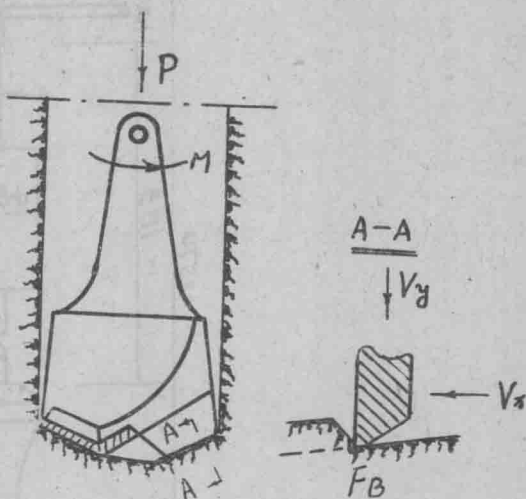


图2—1 旋转式钻眼破岩原理

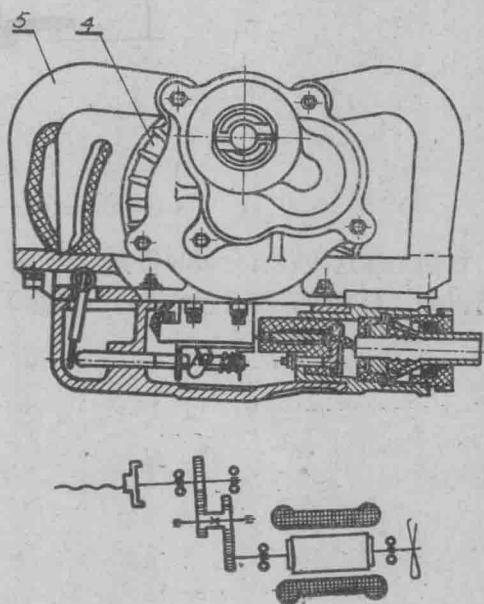
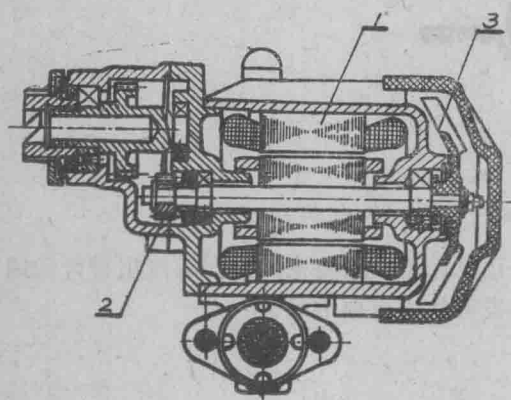


图2—2 煤电钻的构造及传动系统

1. 电动机 2. 减速器 3. 散热风扇 4. 外壳 5. 手柄

煤电钻主要由电动机、减速齿轮、散热风扇、外壳和手柄等五部分组成。

1. 电动机

电动机多采用三相交流鼠笼式。电压127伏，电动机功率一般为0.9~1.6千瓦。

2. 减速器及传动系统

一般由二级外啮合圆柱齿轮构成。以轴承支承，如图2—2，

3. 散热风扇

散热风扇装在机轴后端，与电动机同步运转。

4. 外壳

为减轻重量，外壳一般用铝合金制作。要求密封防爆。为增大散热面积，外部带有很多散热片。

5. 手柄

在手柄上设有开关扳手，且手柄上包有绝缘橡胶，以防触电。

对煤电钻的基本要求是：防爆、重量轻、体积小、性能可靠。

煤电钻的主要技术特征及类型见表2—1。

几种煤电钻的技术特征

表2—1

技术特征		单位	型 号		
			MZ ₂ —12	SD—12	SD—16
重 量	公 斤		15.25	18	
功 率	千 瓦		1.2	1.2	1.6
电 钻 效 率	%		79.5	75	75
额 定 电 压	伏 特		127	127	127
额 定 电 流	安 培		9	9.1	
相 数			3	3	3
电 机 转 数	转/分		2850	2750	2750
电 钻 转 数	转/分		640	620/420	620/420
电 钻 扭 矩	公斤·米		1.76	1.8/2.67	
外形尺寸	长	毫 米	366	427	452
	宽	毫 米	318	213	314
	高	毫 米	218	254	254
钻 孔 直 径	毫 米		38—45	36~45	36~45
钻杆尾部尺寸	毫 米		φ19		
适 用 条 件			中硬煤及硬煤	中硬煤及硬煤	硬煤及软岩
主要制造厂			抚顺煤矿电机厂	上海八一电机厂	上海八一电机厂

煤电钻主要适用于 $f < 4$ 的软岩和煤层中钻眼。

(二) 岩石电钻

岩石电钻与煤电钻比较，其主要区别是：电机容量大，机体重量大，有强力自动推进装置与安架设备。此外，排粉方式也不相同。

现以天津煤矿专用设备厂生产的YZ₂S型岩石电钻为例，(见图2—3)，说明其构造、

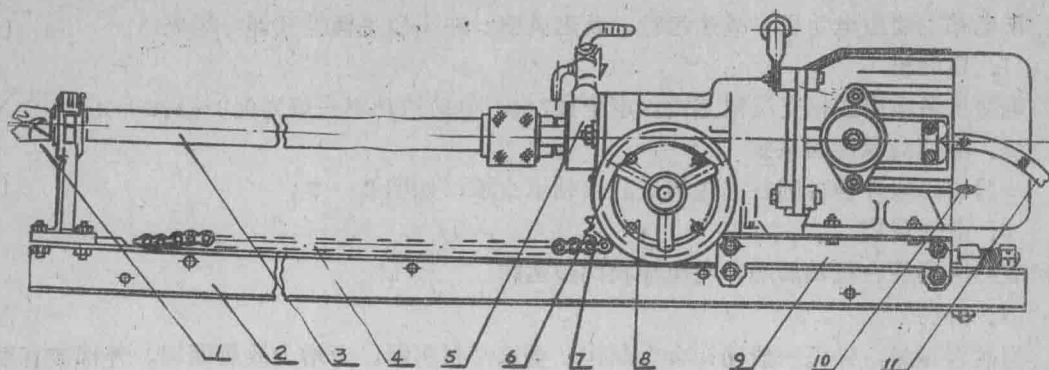


图 2—3 岩石电钻的构造图

1—钻头；2—轨道；3—钻杆；4—链条；5—供水装置；6—手轮；7—链轮；8—离合器；9—滑架；10—岩石电钻；11—电缆；

传动系统、推进方式、安架设备及适用条件。

YZ₂S型岩石电钻，主要由电动机、减速箱、电气控制、供水装置及钻架等五部分组成。其技术特征见表 2—2。

几 种 岩 石 电 钻 技 术 规 格

表 2—2

技 术 特 征		单 位	型 号		
			EZ2.0	红 卫	YZ2S
重 量	公斤		40	37	35
功 率	千瓦		2.0	2.0	2.0
额 定 电 压	伏特		127/380	380	380
额 定 电 流	安培		13/4.4	4.5	4.7
额 定 频 率	赫兹		50	50	50
电 机 转 数	转/分		2790	2800	2820
电 钻 转 数	转/分		230/300/340	240/360	240/360
效 率	%		79		78
推 进 速 度	毫米/分		368/470/545	280/525	264/468
退 回 速 度	米/分			7.12/10.80	7.20/10.80
最 大 推 力	公斤		700	700	700
冷 却 方 式			风 冷	风 冷	风 冷
供水方式(炮眼)			侧 向	侧 向	侧 向
防 爆 性 能			防 爆	不 防 爆	防 爆
推 进 方 式			钢 绳	链 条	链 条
外形尺寸	长	毫 米	650	650	625
	宽	毫 米	320	350	300
	高	毫 米	320	280	260
钻 头 直 径	毫 米		36~45	35~45	38~42
适 用 范 围			f ≤ 10	f ≤ 10 洛阳风 动工具厂	f ≤ 10 天津煤矿设 备专用厂
主 要 制 造 厂			抚顺矿灯厂		

1. 电动机

电动机系三相交流鼠笼隔爆外水冷异步电动机。其前端与减速器相连，后端带有接线插销及进水装置。为搬运方便，电机前上方设有把手。旋转后端盖，可以使插销引出线及控制的开关，位于左侧或右侧，电缆的外露部分，用护套保护。

2. 减速箱及传动系统

如图 2—4 所示；减速箱采用修正直齿轮变速。其中第一对齿轮 Z_1 、 Z_2 可换，以便获得调速。在主轴后端（顺钻进方向） $Z_4 = 47$ 齿的齿轮，与右侧蜗杆的 $Z_3 = 13$ 齿相啮合， Z_4 齿轮的后端，装有一对可换直齿轮 Z_5 、 Z_6 ，可得两种进钻速度。 Z_6 装在左侧蜗杆轴上。两组齿轮调换，见表 2—3。

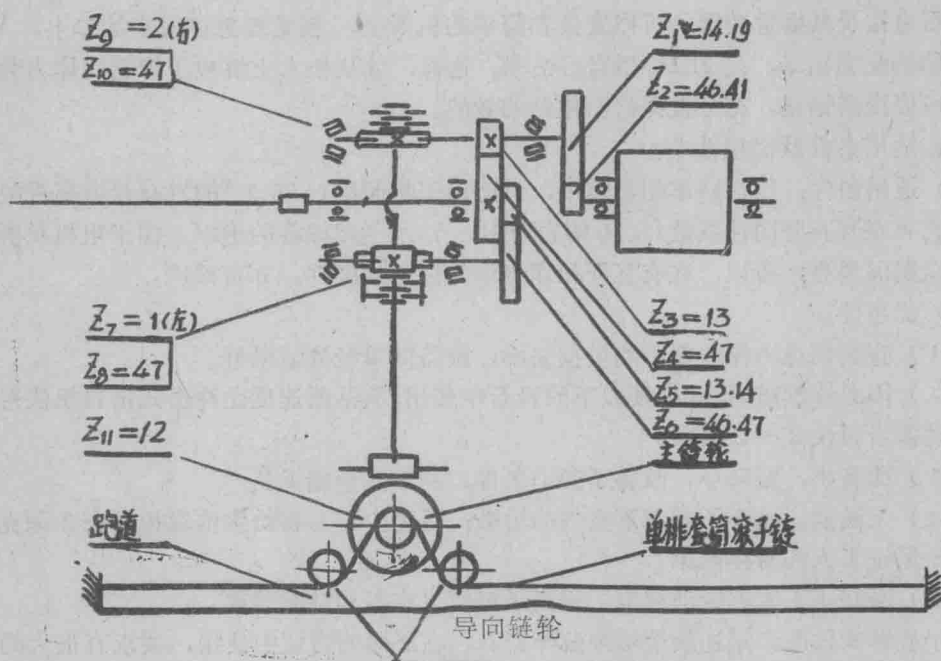


图 2—4 岩石电钻的链条推进与传动系统图

齿 轮 选 用 表

表 2—3

主 轴 转 数	选 用 齿 轮	
240转/分	$Z_1 = 14$	$Z_2 = 46$
360转/分	$Z_1 = 19$	$Z_2 = 41$
给进速度		
1.1毫米/转	$Z_5 = 13$	$Z_6 = 47$
1.3毫米/转	$Z_5 = 14$	$Z_6 = 46$

左右蜗轮内（在同一轴上），均装有片式安全摩擦离合器。离合器轴上装有大链轮，前后托架上装有小链轮，可自动推进与自动退钻。

传动系统：电动机通过齿轮 Z_1 ，带动减速主轴转动，单头反向蜗杆 Z_7 带动蜗轮 Z_8 ，旋紧摩擦片，使花键轴旋转，带动主链轮，即可进行进钻工作。 Z_6 为双头正向蜗杆，通过蜗轮 Z_1 槽内之离合器作用，带动花键，使链轮反转，实现电钻退钻。