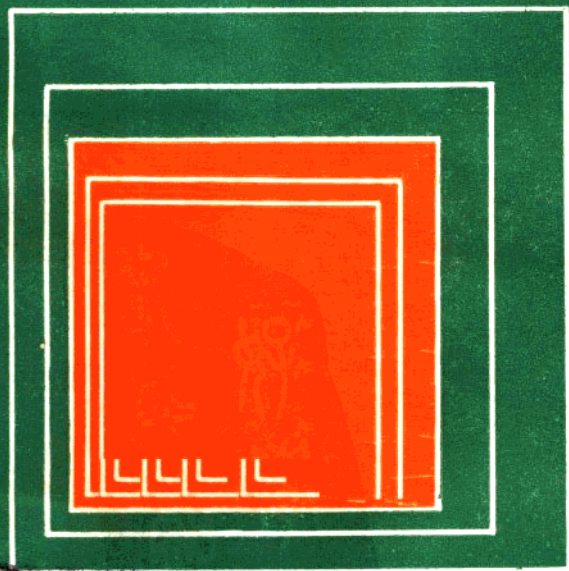


煤矿安全技术培训教材

放炮员

巩复翔 朱天安 编



煤炭工业出版社

煤矿安全技术培训教材

放 炮 员

巩复翔 朱天安 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书在介绍岩石分级与围岩分类等基础知识的基础上,着重介绍了爆破材料与放炮工具,炮眼布置,电爆网路,爆破作业等有关安全生产知识和爆破事故的预防及处理措施。本书是煤矿安全技术培训教材,可供从事矿井放炮工作的人员和有关工程技术人员参考。

责任编辑:伊 烈

煤矿安全技术培训教材

放 炮 员

巩 复 翔 朱 天 安 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21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850×1168¹/₃₂

印张5¹/₂

字数143千字

印张1—13,120

1987年5月第1版

1987年5月第1次印刷

书号15035·2857 定价0.95元

前 言

水、火、瓦斯、顶板等自然灾害及各类事故是煤矿井下生产作业的一个突出问题，它直接影响着煤炭生产的健康发展。目前煤矿事故多的一个重要原因是煤矿职工的法制观念不强，安全技术素质较低。为适应煤炭工业发展的需要，促进煤矿安全生产状况的根本好转，对煤矿在职职工实行强制的安全技术培训是一项十分重要的战略性任务。近年来，这项工作已受到各级领导的普遍重视。

为配合正规的安全技术培训工作，我们组织一些局、矿和院校编写了采掘区队长、通风区队长、机电区队长、采区电钳工、放炮员、瓦斯检查员、测风员、绞车司机、电机车司机、井下工基本知识等类人员的安全技术培训教材，将陆续出版发行，以满足培训工作的需要。

这套教材结合各类人员的工作性质、职责，编写内容上力求通俗易懂，联系本岗位的实际工作，着重从党和国家的安全生产方针、政策、法规，安全技术基本应用知识，各类灾害事故的发生规律、预防措施和事故的处理，以及矿山救护与自救、互救等方面作为编写的基本内容。按本教材进行培训后，广大煤矿职工将会增强法制观念，自觉遵章守纪，提高安全技术水平和预防各类事故的能力，促进安全生产。

本书绪言和第四章第一节由朱天安编写，其余由巩复翔编写。在编、审教材工作中得到有关单位的大力支持，在此表示感谢。

煤炭工业部安全监察局

一九八五年四月

目 录

绪 言	1
第一章 岩石分级与围岩分类	5
第一节 概述	5
第二节 普氏岩石分级法	6
第三节 围岩分类	11
第二章 爆炸与炸药	12
第一节 概述	12
第二节 炸药的爆炸性能	20
第三节 炸药在岩石中的爆破作用	34
第四节 炸药的管理与检验	46
第三章 爆破材料及放炮工具	49
第一节 矿用炸药	49
第二节 起爆材料	68
第三节 炮泥	86
第四节 放炮工具	89
第四章 炮眼布置与电爆网路	99
第一节 回采工作面的炮眼布置	99
第二节 掘进工作面的炮眼布置	105
第三节 立井井筒工作面的炮眼布置	122
第四节 电爆网路	128
第五章 爆破作业	135
第一节 放炮工作的安全操作	135
第二节 放炮事故的原因、预防与处理	147
第三节 特殊地点的放炮	157
第四节 井筒放炮	164
附 表	169

绪 言

我国是一个能源十分丰富的国家，煤炭在我国能源结构和国民经济中占有重要的地位，约为我国能源供给量的70%。根据我国煤炭、水电资源及其开发条件的实际情况，我国能源政策已明确规定优先开发煤炭和水电，并在今后相当长的时间内，必须将煤炭、水电的开发利用放在首位。由此可见，以煤炭为主体的能源是发展我国国民经济的重要物质基础，是实现四个现代化的重要条件。

我国煤矿生产主要采用地下开采方法，由于受自然条件的约束，不仅在开采技术上各不相同，而且要经常不断地同瓦斯、煤尘、顶板、水和火等自然灾害作斗争。在生产过程中，采掘作业场所不断地移动，工作空间的狭窄黑暗，必然给安全生产带来不少困难。此外，煤矿生产是一个复杂的生产过程，必须综合运用地质、开拓、开采、掘进、运输、提升、通风、排水、供电、材料供应、机械化、自动化等一系列的科学技术。这些因素就增加了生产、安全、组织管理和技术管理的复杂性。因此，在煤矿生产建设中，搞好安全工作有着重要的意义。

党和政府一贯重视煤矿的安全生产工作，把安全生产作为管好社会主义企业的重要原则，把贯彻安全生产、坚持安全第一作为煤矿生产的基本方针。

安全第一的方针，就是把安全摆在首要的位置上，坚持执行在安全条件下进行生产，以保护职工的生命安全和国家财产免受损失，使煤矿建设和生产能正常进行。怎样搞好煤矿安全生产工作，各局、矿都积累了不少宝贵的经验，就其主要的可归纳为以下

几个方面：

(一) 加强对安全工作的领导，坚定不移地执行安全第一的方针

加强对安全工作的领导是搞好安全生产的关键。各级领导必须亲自抓安全生产工作，并把安全工作放在日常工作议事日程的首要位置。在贯彻执行安全生产方针时，要正确处理好安全和生产的相互关系，不要一强调安全，产量就下来；一抓产量，就放松了安全工作，这种把安全与生产对立起来的观点，是完全错误的。

(二) 严格执行两个《条例》和《煤矿安全规程》

为了落实党的安全生产方针，改善矿山安全生产条件，加强安全监督，严肃处理事故，促进采矿工业的不断发展，国务院颁布了《矿山安全条例》和《矿山安全监察条例》（简称两个条例），这充分表达了党和国家对矿山职工的关怀。两个《条例》是保证安全生产的重要法规，是执行安全第一方针的具体规定。

煤炭部颁布了《煤矿安全规程》，成立了安全监察局，为煤矿建设和生产的安全生产工作起了重要的作用。《煤矿安全规程》是煤矿广大职工长期生产经验的科学总结。它具体体现了国家对煤炭工业贯彻执行安全生产方针的要求；正确反映了煤矿生产的客观规律，明确了煤矿安全技术标准；加强法制观念，限制、惩罚违章作业；保护职工监察安全的民主权力，用群众管理的方法搞好煤矿安全生产。因此，严格执行《煤矿安全规程》是搞好安全生产的有效措施。

(三) 贯彻执行安全生产方针的措施

1) 发动煤矿职工，搞好安全生产。事实上广大煤矿职工是最关心安全生产的，只要充分发动群众，把党的安全生产方针交给群众，人人都关心安全生产，安全生产工作是一定能够搞好的。

2) 执行安全生产责任制。各级领导要对本单位安全工作负全面责任，经常对职工进行安全教育，组织职工认真学习和贯彻执行《煤矿安全规程》、《作业规程》、《操作规程》及安全措

施，随时检查作业现场的安全情况，做到安全生产工作层层有人抓，事事有人管，样样责任明确。

3) 健全安全生产机构和制度。煤矿企业必须设置 矿山安全监察机构和矿山安全监察员，充分发挥安全监督机构的作用，支持安全监察员行使职权，确保安全生产方针的实施。对危及煤矿生产的自然灾害，要建立相应的技术管理制度、安全责任制度和奖惩制度。要坚持“以预防为主”的方针，对危害工人健康和安全的生产工序，要编制行之有效的预防措施。

4) 加速安全工程和安全设施的建设，不断提高监测 技术水平。事故教训证明，有相当一部分事故是由于安全工程不配套或缺少安全设施、监测技术不完善所造成的。因此，要加速安全工程和安全设施的建设，如有合理的通风系统，洒水防尘系统、灌浆灭火系统和抽放瓦斯系统等。监测工作是煤矿 安全生产的眼睛，一定要有严密的组织和先进的监测仪器。只有这样，才能增强矿井抗灾能力，及时发现不安全因素，消除隐患，给煤矿安全生产创造较好的条件。

5) 加强职工安全技术培 训和教育。煤矿企业应经常加强职工的政治思想教育、纪律教育和技术培训，提高职工的政治思想觉悟和操作技术水平。因为现代化的煤矿生产要有严密的组织和严格的纪律，并要熟悉本职工作的有关规定和操作方法，否则只要有一个人不注意安全，就可能造成事故，就会影响矿井的生产，危及井下职工的安全。因此，安全工作，人人有责。

二

在我国煤矿的生产和建设中，钻眼爆破技术的应用十分普遍。除了部分回采工作面采用综采、机采和水采外，大部分回采工作面仍然采用炮采。在井筒开凿或巷道掘进工程中，破碎岩石仍然以钻眼爆破为主，特别是坚硬岩层更是如此。由此可见，爆破作业目前还是采掘工业的重要手段。

爆破作业所以能在煤炭工业中得到广泛的应用，其原因是：钻

眼爆破设备简单，安装、移置十分灵活、方便，对复杂的地质条件的适应性强，不仅能适应各种开采方法，而且对在不同岩层中施工的井巷工程更为有效。虽然钻眼爆破劳动强度大，产量和效率较低，但是，只要采用科学的组织管理方法，也可以达到较高的技术经济指标。据1980年统计，在全国统配煤矿中，机械采煤的产量仅占37%，而炮采煤炭产量占63%。在井巷工程的掘进中，采用机械破岩的方法仍不多，而爆破破岩占优势。因此，掌握爆破技术，熟悉爆破安全知识，对确保煤矿爆破作业的安全，最大限度的降低爆破事故率，尤其是减少或杜绝因爆破引起的瓦斯爆炸和顶板事故，提高爆破工作效率和保证工程质量，均具有重要的意义。绝大多数爆破事故的教训说明，不懂爆破技术和缺乏煤矿安全生产知识，忽视安全生产，不遵守安全规程，违章作业，是发生事故的主要原因。因此，加强安全教育和提高爆破技术水平，是减少煤矿事故、保证安全生产的重要措施。

从事煤矿爆破作业的职工，几乎天天都要进行钻眼爆破，同时爆破材料的运输、贮存和使用都有爆炸危险。为了保证煤矿安全生产，就要学习和掌握火药、爆破技术、安全操作程序、预防爆破事故的措施及其它有关方面的基本知识。

第一章 岩石分级与围岩分类

第一节 概 述

采掘工程中，爆破工作的对象是地壳中的岩体。岩体是自然的产物，在其内部形成并保留了各种各样的构造形迹，例如断层、裂隙等，地质上称之为结构面。这些结构面都是岩体中联结薄弱的部位，故又称为弱面。岩体被这些弱面切割成不同几何形状和大小的岩块，通常所指的岩石就是这些岩块。从采掘工程的角度来看，岩体是由岩石组成的包含弱面和赋存物（地下水和沼气）的复杂地质体。其性质取决于岩石、弱面及赋存物。

弱面是岩体的重要组成单元，它是岩体内具有一定方向（规则或不规则）、延展较大、厚度较小的地质界面，包括岩质的分界面和不连续面。它破坏了岩体的整体性和连续性，使岩体具有明显的非均质性和各向异性，并削弱了岩体的强度和稳定性。因此，弱面对钻眼爆破、井巷支护以及回采工作面的顶、帮管理有很大影响。例如：钻眼方向应尽量与弱面垂直或斜交，否则会卡住钎头而不能钻进；炮眼数目随弱面的发育程度而增减；弱面的存在虽然能使爆破容易一些，但由于爆破产生的气体容易泄漏，使炸药能量不能充分利用，而且难于形成规整的光面轮廓；岩体受力失去平衡时，往往首先沿弱面移动，因而弱面愈发育就愈不利于井巷支护。因此在采掘爆破工程中，不仅要注意弱面的疏密度、强度和延展性，而且要研究弱面的发育程度和相互之间的组合特性。煤炭系统根据弱面的产状将煤系地层中的岩层划分为完整的（层理和节理间距大于1.5米）、层状的（层与层的间距小于1.5米）、块状的（节理间距小于1.5米，大于0.3米）、破碎的（节理间距小于0.3米）等四种，作为衡量岩体可爆性和稳定性

的依据之一。

地下水常充填于岩体的弱面及溶洞中，对岩体的强度和稳定性有很大影响。其影响主要有四个方面：一是使岩质软化，尤其是表土中的砂砾层含水后常会流动；二是软化弱面，使岩块沿弱面滑动；三是使泥质或钙质胶结的岩石膨胀或溶解；四是岩体受到承压水压力的作用，使地应力增大。因此，地下水不仅给爆破和井巷支护造成困难，而且给施工带来排水问题，甚至造成水患。

沼气产生于成煤过程中，在高压下赋存于煤层之中，并能扩散到附近岩层的弱面和孔洞里。采掘过程中，沼气逐渐泄出，当井巷施工接近含有高压沼气的煤层时，还可能发生煤和沼气突出。因此，必须采取必要的安全措施，防止发生沼气爆炸或突出。

岩石是岩体的基本组成单元，岩石的性质是影响岩体属性的基本因素。与采掘爆破工程有密切关系的岩石物理力学性质称为岩石的工程性质。它不仅是爆破工程设计的依据，而且是制定爆破安全措施的主要依据。对于众多而性质各异的岩石，按其成因和成分划分种类（如沉积岩、岩浆岩、变质岩以及砂岩、页岩、石灰岩等），加以质的区分，只能满足地质工作的需要。而采掘工作则是以破碎岩石和维护围岩为目的，需要对岩石和围岩按其工程性质加以量的区分，这就是采掘工程中的岩石分级和围岩分类。目前我国煤矿普遍采用的是以岩石坚固性为基础的普氏岩石分级法和以围岩稳定性为基础的围岩分类法。

第二节 普氏岩石分级法

采掘工程中，常需采用各种方法破碎岩石。尽管用不同方法破碎岩石时，所加载荷、破碎过程不同，但实践证明，用不同方法破碎岩石的难易性是趋于一致的。即当某种岩石钻眼困难时，爆破也困难，以及锹镐挖掘、机械切削等都困难，反之亦然。苏联的M·M普罗托季亚科诺夫（简称普氏）教授将岩石的这种性

能加以概括，称它为坚固性。

岩石的坚固性是一个综合性的概念，它不同于岩石的硬度、强度、可钻性、可爆性等。岩石的某一物理力学性质是指特定条件下抵抗某一种破坏方式的能力，只适用于一种破碎方式。而坚固性则是指岩石对任何一种破坏方式的抵抗能力，它表示用各种方法破碎岩石的难易性。

为了表示不同岩石的相对坚固性，普氏分析了大量统计资料后发现：一种岩石若在某一方面（如爆破）比另一种岩石坚固若干倍的话，那么它在其他方面（如凿岩、截割等）也比另一种岩石坚固同样的倍数。据此，普氏提出了一个与破岩生产指标（如钻眼速度、炸药单位消耗量、破岩生产率等）间有相关关系的无量纲数来表示岩石的相对坚固性，用以反映不同岩石坚固性的差异。这个无量纲数称为普氏系数，或称为岩石坚固性系数，用小写字母 f 表示。 f 的数值按下式计算：

$$f = \frac{R'}{100} \quad (1-1)$$

式中 R' ——用规则标准试件测定的岩石单向抗压强度，帕斯卡*；

100——单位，也为帕斯卡的常数。

普氏用坚固性系数 f 这个指标对岩石进行分级，故称为以坚固性为基础的岩石分级法，简称普氏岩石分级法。这种方法根据 f 的大小，将岩石分为 X 级（表 1-1）。 f 值的范围在 0.3~20 之间（当 $f > 2$ 以后，只取其整数）。 f 愈大，级数愈低，说明岩石愈坚固。表中所列岩石名称是指其类别（地质上按成因和成分划分的岩石种类），并不是特定的具体岩石，故在实际使用中，需实测待定级别的岩石 f 值，依据 f 值的大小定其级别，不应根据岩石名称直接对应岩石级别。为了使用方便，我国煤矿习惯上

* 帕斯卡 (Pa) ($= 1$ 牛顿/米²) 为压强、压力、应力的法定计量单位（简称帕），它与非许用单位公斤/厘米² 或千克力/厘米² 的换算关系为：1 千克力/厘米²（公斤/厘米²） ≈ 9.80665 帕斯卡。

普氏岩石分级表

表 1-1

级别	坚固性程度	岩 石	坚固性系数 f
I	最坚固的岩石	最坚固、最致密的石英岩及玄武岩，其他最坚固的岩石	20
II	很坚固的岩石	很坚固的花岗岩类：石英斑岩，很坚固的花岗岩，硅质片岩；坚固程度较I级岩石稍差的石英岩；最坚固的砂岩及石灰岩	15
III	坚固的岩石	致密的花岗岩及花岗岩类岩石，很坚固的砂岩及石灰岩，石英质矿脉，坚固的砾岩，很坚固的铁矿石	10
III。	坚固的岩石	坚固的石灰岩，不坚固的花岗岩，坚固的砂岩，坚固的大理岩，白云岩，黄铁矿	8
IV	相当坚固的岩石	一般的砂岩，铁矿石	6
IV。	相当坚固的岩石	砂质页岩，泥质砂岩	5
V	坚固性中等的岩石	坚固的页岩，不坚固的砂岩及石灰岩，软的砾岩	4
V。	坚固性中等的岩石	各种不坚固的页岩，致密的泥灰岩	3
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，多石块的土	2
VI。	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
VII	软 岩	致密的粘土，软的烟煤，坚固的表土层	1.0
VII。	软 岩	微砂质粘土，黄土，细砾石	0.8
VIII	土质岩石	腐植土，泥煤，微砂质粘土，湿砂	0.6
IX	松散岩石	砂，细砾，松土，采下的煤	0.5
X	流砂状岩石	流砂，沼泽土壤，饱和水的黄土及饱和水的土壤	0.3

不使用原表的级数，而是将岩石划分为 $f = 1.5$ ； $f = 4 \sim 6$ ； $f = 8 \sim 10$ ； $f = 12 \sim 14$ ； $f = 20$ 等级别，并进一步归纳为松软（ f

=1.5~3)、中硬($f=4\sim6$)、坚硬($f=8\sim14$)三类。

普氏岩石分级法抓住了岩石对各种破碎方法的抵抗能力趋于一致的这个主要性质,并从数量上用一个简单明了的岩石坚固性系数 f 来表示这种共性,所以在采矿工程中被广泛采用。但是此种分级也有下列缺陷:

1. 它虽然反映了破岩的一般规律,但未能反映出破岩的某些特殊规律。在凿岩爆破以及其它方法破岩过程中表现出一致的坚固性,只是在一般情况下才能存在,而且只能用于各种静力破岩。因为此时应力应变速度较慢,大部分塑性岩石或弹塑性岩石都表现为剪切破碎。但是在动力破岩时,应力应变速度很快,这些岩石的抗剪强度相对急剧增加,也就是岩石的坚固性相对增大了。因此,静力破岩与动力破岩在坚固性上的表现就不一致。例如粘土和石灰岩相比,用电钻打眼时,后者比前者要坚固5~10倍;但是用炸药爆破时,二者坚固性相差无几,甚至致密粘土更难于爆破。实际上出现了容易打眼而不易爆破,或者容易爆破而不易打眼的特殊情况。这说明单纯用一个坚固性系数对岩石进行分级,不能完全概括在用各种破岩方法时的具体规律。

2. 岩石抗压强度值是通过岩石试件测定的,试件的选择具有局限性,而且在测定时是脱离岩体进行的。试件在测定时承受的压力是单向受压而岩体的实际受力情况是多向受压,所得的抗压强度往往远小于岩体实际抗压强度,所以使这种分级法不够准确。

3. 这种分级法需专门选取和加工试件来测试。在一般的矿山条件下往往不易办到,给就地确定围岩级别带来困难,常常只能靠主观估计确定岩石级别,因此与实际出入较大。

目前,除普氏分级法外,还有许多其它分级方法。例如,在钻眼方面,有用硬度、比能耗和磨蚀性为根据的岩石分级;在爆破方面,有用声阻抗和纵波波速为依据的岩石分级等。岩石分级是生产的需要,今后必然要求分级法更准确、更方便、更完善。

围 岩 分 类

表 1-2

围岩分类		岩 层 描 述	巷道开掘后围岩的稳定状态 (3~5米跨度)	岩种举例
类别	名 称			
I	稳定岩层	完整坚硬岩层, $R_b > 5884 \times 10^4$ 帕, 不易风化 层状岩层, 层间胶结好, 无软弱夹层	围岩稳定, 长期不支护无碎块掉落现象	完整的玄武岩, 石英质砂岩, 奥陶纪灰岩, 茅口灰岩, 大冶厚层灰岩
II	稳定性较好岩层	完整比较坚硬岩层, $R_b = 3923 \times 10^4 \sim 5884 \times 10^4$ 帕 层状岩层, 胶结较好 坚硬块状岩层, 裂隙面闭合, 无泥质充填物, $R_b > 5884 \times 10^4$ 帕	围岩基本稳定, 较长时间不支护会出现小块掉落	胶结好的砂岩、砾岩, 大冶薄层灰岩
III	中等稳定岩层	完整的中硬岩层, $R_b = 1961 \times 10^4 \sim 3923 \times 10^4$ 帕 层状岩层以坚硬层为主, 夹有少数软岩层 比较坚硬的块状岩层, $R_b = 3923 \times 10^4 \sim 5884 \times 10^4$ 帕	能维持一个月以上稳定, 会产生局部岩块掉落	砂岩, 砂质页岩, 粉砂岩, 石灰岩, 硬质凝灰岩
IV	稳定性较差岩层	较软的完整岩层, $R_b < 1961 \times 10^4$ 帕 中硬的层状岩层 中硬的块状岩层, $R_b = 1961 \times 10^4 \sim 3923 \times 10^4$ 帕	围岩的稳定时间仅有几天	页岩、泥岩, 胶结不好的砂岩, 硬煤
V	不稳定岩层	易风化、潮解、剥落的松软岩层 各类破碎岩层	围岩很容易产生冒顶片帮	炭质页岩, 花斑泥岩, 软质凝灰岩, 煤, 破碎的各类岩石

注: 1. 岩层描述将岩层分为完整的、层状的、块状的、破碎的四种。

(1) 完整岩层: 层理和裂隙的间距大于1.5米。(2) 层状岩层: 层与层间距小于1.5米。(3) 块状岩层: 裂隙间距小于1.5米, 大于0.3米。(4) 破碎岩层: 裂隙间距小于0.3米。

2. 当地下水影响围岩的稳定性时, 应考虑适当降级。

3. R_b 为岩石的饱和抗压强度。

第三节 围岩分类

岩体中因采掘而受到影响的部分，一般为井巷最大直线尺寸的3~5倍，习惯上将此范围内的岩体称为围岩，而将该范围以外的岩体称为原岩。过去，我国矿山在井巷支护和采煤工作面顶板维护中识别围岩稳定性，长期使用普氏岩石分级法。认为岩石的 f 值愈大，围岩愈稳定。但生产实践表明，工程围岩的稳定性并不仅仅取决于岩石 f 值的大小。就大多数工程来说，围岩稳定性主要受其弱面的空间分布和相互组合的影响。例如西北和华北的老黄土，抗压强度不高（与岩石相比）， f 值不大，但开挖井巷后能自撑不垮，围岩压力并不大。相反，岩石再坚固，但构造破碎，开挖后则很容易塌落，围岩压力却较大。因而采掘工程中需要一种新的以围岩稳定性为基础的围岩分类法。

为了推广锚喷支护，保证施工质量，煤炭部编制了《煤矿井巷工程锚杆、喷浆、喷射混凝土支护设计试行规范、施工规程和质量标准》。其中采用工程类比法以围岩性质、岩层构造、赋存状态和岩石饱和抗压强度为判别依据，提出了以围岩稳定性为基础的围岩分类法。这种分类法将围岩分为Ⅴ类（表1-2），表中还列举了各围岩类别中具有代表性的岩石，以及巷道开挖后的稳定状态作为爆破和支护工作中考虑围岩稳定性的依据，但由于缺乏综合分类指标，具体运用中难于在现场进行实测，故有待进一步充实、完善。

第二章 爆炸与炸药

第一节 概 述

一、爆炸现象与类型

在生产斗争、科学试验和日常生活中，经常会遇到各种爆炸现象，例如轮胎、锅炉、氧气瓶的爆炸，鞭炮、炸弹、沼气、煤尘的爆炸，以及原子弹、氢弹的爆炸等。综合这些现象可以看出：爆炸是物质急剧改变形态并在瞬间放出巨大能量作机械功的过程。就其变化性质而论，可分为三类：

1. 物理爆炸

高压空气受热膨胀引起的轮胎爆炸、水迅速转变为过热蒸汽所引起的锅炉爆炸等只发生物态变化和能量转换，不改变原来物质的本性，不产生新的物质。这类爆炸称为物理爆炸。

2. 化学爆炸

鞭炮、炮弹、沼气、煤尘等爆炸时，不仅有物态及能量的转化，而且发生化学反应生成新的物质，但只限于分子结构的变化，而原子结构在爆炸前后并无变化。这类爆炸称为化学爆炸。

3. 原子爆炸

原子弹、氢弹爆炸是裂变物质因链式反应改变了原子结构，放出大量原子能，产生高温、高压而作功。这类爆炸称为原子爆炸。

实际上，物理爆炸难于在工业上应用；原子爆炸因技术复杂，在工业中的应用也很有限。工业上主要是利用炸药产生的化学爆炸。

二、炸药的概念

炸药是具备化学爆炸条件的某些物质。它区别于其他物质的