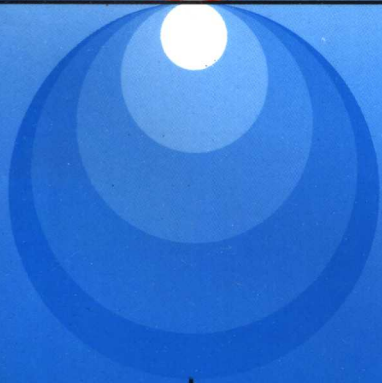
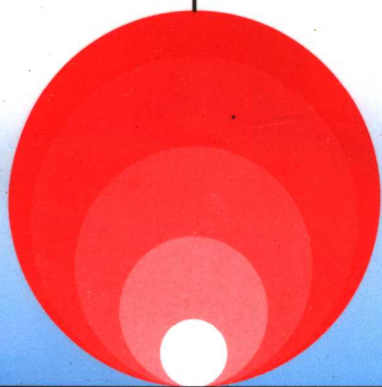


水利行业工人技术考核培训教材

KAIWA
ZUAN
GONG

开挖钻工

主编 刘治峰



黄河水利出版社

开挖钻工

主 编 刘治峰

黄河水利出版社

(豫)新登字 010 号

· 开挖钻工 刘治峰主编

责任编辑:王才香

出版:黄河水利出版社

(地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层)

邮编:450003

印刷:黄河水利委员会印刷厂

发行:黄河水利出版社

开本:850mm×1168mm 1/32

版别:1996 年 3 月,第 1 版

印次:1997 年 1 月郑州第 2 次印刷

印张:10.875

印数:2011—4010

字数:276 千字

ISBN 7-80621-088-1/TV·58

定价:20.10 元

前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训体系,弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白,我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的 32 个行业工种要求编写的,编写的内容与技术考核规范和试题库相结合,并在每一章后设有思考题,能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共 8 本,分别为:《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构设计基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》,其内容主要侧重于为 30 本专业教材配套使用的基础理论知识;专业教材共 30 本,分别为:《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防工与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水文勘测船工》、《水土保持防治工》、《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》,其内容包括各工

种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点,具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容,是水利行业各工种职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以1995年7月底尚在使用的为准,涉及的个别计量单位虽属非法定单位,但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状,本次出版时暂行保留,在今后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材,对于我们来说尚属首次,曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索,现已面世出版了,但由于它是一项新的工作、新的尝试,不足之处在所难免,希望大家在使用中提出宝贵意见,使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材
编审委员会

一九九五年七月

目 录

绪 论	(1)
第一章 岩 石	(3)
第一节 岩石的分级与凿岩爆破的关系	(3)
第二节 岩石的野外鉴定	(5)
第二章 爆破的一般知识	(8)
第一节 爆破的概念及其分类	(8)
第二节 爆破器材与起爆方法	(15)
第三节 炮眼爆破法	(50)
第四节 深孔爆破法	(60)
第五节 光面爆破和预裂爆破	(67)
第三章 凿 岩	(85)
第一节 凿岩的意义与凿岩机械分类	(85)
第二节 浅孔冲击式凿岩机	(88)
第三节 凿岩台车	(131)
第四节 深孔凿岩机械	(202)
第五节 凿岩工具	(248)
第四章 水工建筑物基础开挖	(262)
第一节 概述	(262)
第二节 施工布置及施工计划	(266)
第三节 边坡开挖	(285)
第四节 基础开挖	(291)
第五章 地下工程开挖	(295)
第一节 新奥法基本知识	(295)
第二节 平洞开挖	(298)

第三节	竖井与斜井开挖.....	(312)
第四节	地下厂房开挖.....	(316)
第五节	地下工程开挖支护.....	(318)
第六节	通风与防尘.....	(328)
第七节	安全防护与救护.....	(334)

绪 论

水利是国民经济的基础产业。水利工程建设在国民经济建设中具有比较重要的地位,而凿岩开挖又是水利工程建设中不可缺少的重要环节之一,因此开挖技术的发展对水工建筑物的施工和运行乃至整个国民经济的发展都有重要的影响。

水利工程通常是建造在河床中或河滩及河岸的岩石上,为了开挖水工建筑物基础和地下建筑物所需要的空间,一般采用凿岩爆破。人工凿岩是最简单、最古老的凿岩方法,它不仅效率低,而且工人劳动强度大。随着凿岩爆破理论和机械工业技术的进步,凿岩技术得到了较快的发展,高效率的凿岩机械也不断涌现。凿岩台车和潜孔钻机实现了凿岩的机械化、自动化,从而大大节省了人力,降低了工人的劳动强度。爆破是水利工程岩石基础开挖的主要手段。由于先进的爆破器材和器具的研制与生产,极大地促进了爆破技术的发展;近年来,定向爆破、预裂爆破、光面爆破、微差爆破和控制爆破在水利工程中得到了广泛的应用,从而大幅度地提高了开挖效率和质量。因此,正确掌握凿岩和爆破技术对加快工程进度,提高工程质量,降低工程成本和缩短建设总工期具有十分重要的意义。

水利水电工程布置比较集中,工程量大,工序多,施工强度高,建设周期长,并且地质情况复杂,容易发生施工干扰,因此在正确掌握凿岩爆破技术的基础上,应注重施工方法的选择,搞好施工组织及施工管理,以使开挖工程顺利进行。

目前国外已使用隧洞掘进机、盾构式隧洞施工联合机组及全液压凿岩机械。近年来,我国随着引水式电站和抽水蓄能电站的建设,地下工程的开挖也在不断地改进和发展。水利水电地下工程的

断面尺寸变化很大,所穿越的地层中,岩石的物理力学性质又各有不同,因此在施工中不仅要求采用各式各样的掘进机械和各种不同的开挖方法,更需要对岩层的力学现象有全面的了解,并掌握岩石的力学性质、围岩的稳定性和地压规律;从新奥法的理论和观点出发,借鉴其他行业部门的先进经验,结合本工程的特点,确定最合理的地下工程施工方法,以保证施工人员的安全和掘进工作的顺利进行。相信随着科学技术的日益进步和水利水电事业的迅速发展,水利工程基础开挖和地下工程开挖施工技术具有广阔的发展前景,为赶超世界水平,负有更艰巨的使命。

第一章 岩石

水利工程开挖对象主要是岩石。岩石是由一种或几种矿物所组成的集合体。它具有一定的化学成分和矿物成分,并有一定的结构和构造。在开挖中应根据不同的岩石类型采取相应的凿岩爆破方式和参数,这样就有必要知道岩石的分级和野外鉴定。

第一节 岩石的分级与凿岩爆破的关系

一、岩石的分级

岩石的分级方法很多,以下介绍两种常用的分级方法。

1. 按抗压强度分级

根据岩石饱和单轴极限抗压强度可以大致将岩石分为5级(表1-1)。

表 1-1 岩石按抗压强度分级

岩石类别	饱和抗压强度(MPa)	代表性岩石
极坚硬岩石	≥ 120	花岗岩、闪长岩、安山岩、石英岩等
坚硬岩石	60~120	石英砂岩、石灰岩、片麻岩等
半坚硬岩石	30~60	凝灰岩、片岩、千枚岩等
软弱岩石	15~30	辉绿岩、泥质板岩等
极软弱岩石	< 15	粘土岩、炭质页岩、泥灰岩等

2. 按岩石坚固性分级

为了有效地组织生产和制定计划,必须将岩石按不同坚固性进行分级。我国目前普遍采用普氏分级法(见表1-2)。

表 1-2

岩石按坚固性分级

等级	坚固程度	岩石名称	密度 (kg/m^3)	极限抗压强度 ($\times 98\text{kPa}$)	f
I	非常坚硬	最坚实、致密的石英岩及玄武岩,非常坚硬的其他岩石	2800~3000	2000	20
II	很坚硬	很坚硬的花岗岩、石英斑岩、硅质页岩,很坚实的花岗岩、石英岩,最坚实的砂岩和石灰岩	2600~2700	1500	15
III	坚实	致密的花岗岩和花岗岩类,很坚实的砂岩和石灰岩,石英质矿脉,坚实的砾岩,很坚实的铁矿	2500~2600	1000	10
III ₁	坚实	坚实的石灰岩,不坚实的花岗岩,坚实的砂岩,坚实的大理石,白云石、黄铁矿	2500	800	8
IV	尚坚实	普通砂岩,铁矿石	2400	600	6
IV ₁	尚坚实	砂质页岩,页状砂岩	2300	500	5
V	中等	坚实的砂质页岩,不坚实砂岩、石灰岩、软砾岩	2400~2800	400	4
V ₁	中等	不坚实的各种页岩,致密的泥灰岩	2400~2600	300	3
VI	尚软	软质页岩,极软石灰岩,白垩、岩盐、石膏、冻土、破碎砂岩,胶结的卵石与砾石、石质土壤	2200~2600	200	2
VI ₁	尚软	碎石土壤、破碎页岩、卵石与碎石的交互层、硬化粘土	2200~2400	150	1.5
VI ₂	软	致密的粘土,粘土类土壤	2000~2200	100	1.0
VI ₃	软	轻砂质粘土、黄土、砾石	1800~2000	80	0.8
VII	土质	种植土,泥炭,软砂粘土,湿砂	1600~1800		0.6
IX	松散	砂,砂堆,小砾石,填筑土,已采下的煤	1400~1600		0.5
X	游动	游动土,沼泽土,稀薄的黄土及其他稀薄土壤			0.3

测定岩石坚固性的最简单的方法,是用 $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的立方体岩石试样,使其受单向压缩,设其极限抗压强度为 R ($\times 98\text{kPa}$),将 R 除以 100 所得数值即为岩石坚固性系数(f),即式(1-1)。

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

二、岩石的坚固性分级与凿岩爆破的关系

人们在长期的生产实践中认识到有些岩石容易破碎,有些岩石难于破碎。一般难于破碎的岩石也难于凿岩和爆破,其强度较高、硬度也比较大,也就是比较坚固。因此,可以在岩石的许多物理性质中抽象出一个综合的性质,即岩石的坚固性。

不同的岩石有不同的坚固性,同一种岩石由于它的结构、构造和风化程度不同,其坚固性也有不同。岩石的坚固性越大,凿岩、爆破也就越困难。岩石在生成时和生长后,由于地质作用形成的层理、节理和裂隙以及它们的分布情况对坚固性也有影响。因此,在凿岩爆破时应充分利用岩石的层理、节理和裂隙,以期达到最好的效率。炮眼的位置最好垂直于层理、节理或裂隙。如果炮眼顺着裂隙或层理的方向,则钎头容易被卡住而使钻眼效率降低。裂隙越发达,爆破也就越容易。但是,如果炮眼和张开的裂隙相贯通,由于漏气的缘故会使爆破效果降低。

第二节 岩石的野外鉴定

结构构造是区别岩石的主要依据,因为结构构造是岩石生成时物质运动形成的产物,是岩石经历的地质环境的总反映。在观察岩石结构构造时,要仔细而全面。只根据一两种现象常常不足以确定岩石类型,而必须进行系统的观察,即由大的形态到小的结构,

依次进行,才能得到正确的认识。岩石肉眼鉴定须结合野外对岩体的全面观察,仅依据一两块手头标本是不够的。

一、对岩石的矿物进行观察

对岩石的矿物进行观察,可以作为确定辅助岩石大类的依据。如红柱石、十字石、堇青石、矽灰石等变质矿物,就是确定变质岩的重要依据。在岩石的小类划分和具体命名时,矿物成分上升到主导地位。不仅矿物类型,而且矿物的绝对和相对含量都可以引起名称的不同。例如深成中性岩中长石的含量,如果主要为正长石而斜长石很少,则为正长岩,反之为闪长岩,当两种长石含量相近时则为二长岩。又如砂岩中长石含量超过 30% 时称为长石砂岩;含量 10%~20% 时,则称为长石石英砂岩,等等。

二、野外观察应注意岩体的产状

岩体的均一性、横向和纵向(剖面)上的变化、是否有层理以及与周围岩石的接触关系称为产状。如侵入岩的围岩有变质烘烤现象,尤其是上覆盖层表现明显,但不含岩浆岩风化碎块;而喷出岩的上覆岩层中有该喷出岩碎块,并只在下伏岩层有烘烤现象。

三、注意观察矿物晶形和颗粒大小以及排列方式

如颗粒为鲕状、豆状、碎块状等则为沉积岩;又如角闪石、绿泥石及黑云母等柱状和片状矿物特别细长,由这些矿物组成的岩石属于变质岩类。

矿物和颗粒的大小说明岩石的结晶程度或重结晶程度(如变质岩)以及矿物的搬运远近和分选优劣(如沉积岩)。

组成物质的排列方式,如系晶体交生则多属岩浆岩,化学沉积岩,或以重结晶为主的变质岩;如果颗粒接触而中间有胶结物则系碎屑沉积岩;片状或柱状矿物按一定方向密集排列,则多属浅、中

变质的区域变质岩。

四、注意岩石的软硬程度和颜色

岩石若为浅色,则一般为石英石、长石、方解石、白云石所组成的岩石,可能为细晶岩(长英岩)等岩浆岩,也可能为粉砂质砂岩,或石英岩等;如由方解石、白云石组成的岩石,则可能为灰岩、白云岩、大理岩等。岩石若为深色,则为铁镁矿物如角闪石、黑云母、辉石、铁质或碳质、锰质等组成。

总而言之,在通过以上各种观察的基础上,再根据三大类岩石分类,一般可做到比较准确的鉴定,可以满足一般野外工作的要求。

复习思考题

1. 按照岩石饱和单轴极限抗压强度可以将岩石分为哪几个级别?
2. 某小型水库的基础,其岩石的极限抗压强度为 78.4MPa ,求岩石的坚固性系数 f ,并说出岩石的等级。
3. 岩石的分级与凿岩爆破有哪些关系?
4. 区别岩石的主要依据是什么?
5. 如何进行岩石的野外鉴定?

第二章 爆破的一般知识

工程爆破这门科学技术是随着社会生产实践发展起来的。工程爆破的目的是在破坏中求建设,是为特定的工程项目需要而进行的,爆破的结果必须满足该工程的设计要求,同时还必须保证其周围的人和物的安全。这就要求爆破人员必须熟练掌握爆破的一般知识和达到一定的技术水平,从而达到所进行的工程爆破目的。

第一节 爆破的概念及其分类

一、爆破的概念

在凿完的炮眼内(或在指定的部位上)装放炸药、起爆材料,将指定部位的岩石或其他爆破对象崩塌或松动叫做爆破,它是利用炸药爆炸所释放的能量来破碎岩石或其他介质的。

(一)爆破专用术语、名词解释

(1)梯段(又名阶梯):水平岩石的梯台。

(2)梯段爆破:至少具有两个自由面来爆破梯段的爆破。

(3)自由面(又名临空面):岩石与空气接触面。

(4)抵抗线:炮孔至自由面的距离。

①最小抵抗线:由炸药包至自由面的最短距离。

②最大抵抗线:由炸药包至自由面的最长距离,也是布置孔位时选择抵抗线的最大容许距离。

③底盘抵抗线:由炸药包的底部到水平自由面的距离。

(5)控制爆破:要顾及周围建筑物的谨慎爆破。

(6)底部装药:指在炮孔底部装的集中药包。

(7)柱状装药:炮孔中底部装药以上的一段柱状药包。

(8)震动冲击爆破(又名覆盖爆破或裸露爆破):用外置药包来爆破大块岩石。

(9)破碎度:爆破的岩石块度或块度分布。

(10)二次爆破:大块岩石的二次破碎爆破。

(11)光面爆破:为得到较光滑的最后周边及较少的破裂而采用的较小间距炮孔和低装药量爆破。

(12)爆破作用圈:在均质介质中,炸药包爆炸时产生的爆轰波,以数十万大气压作用于周围介质,由于介质的均质性,爆轰波以药包为中心,成球形向各个方向扩散,使介质破碎。爆轰波以炸药包为中心的距离远近成反比例逐渐减弱。按对介质作用不同可分为4个作用圈(如图2-1所示)。

①压缩圈:图2-1中以 R_1 为半径的球形地带与炸药包直接接触的介质由于所受爆破压力极强,介质被压得粉碎的部分,叫做压缩圈。

②抛掷圈:围绕在压缩圈至 R_2 地带的介质,受到爆破作用力较压缩圈为小,但介质原有结构受到破坏,同时由于爆破作用余力足以将这些石块抛出,这个范围称为抛掷圈,其半径称为抛掷半径 R_2 。

③松动圈:在抛掷圈以外至 R_3 的地带,爆炸作用力减弱,除了使介质结构遭受到不同程度破坏外,已无抛掷能力,但有足够的力量使介质结构受到破坏,造成裂缝,使介质松动,其半径称为松动半径 R_3 。

④震动圈:在松动圈范围以外,爆破作用力大大减弱,只能使

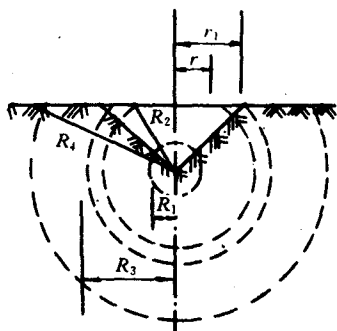


图2-1 爆破作用圈

介质发生震动,不能破坏其结构,此范围称为震动圈,其半径称为震动半径 R_4 。

(13)爆破漏斗:炸药包埋入地下深度合适时,药包在岩石内爆破后,在自由面方向上通常使一部分岩石破碎和土被抛掷出,形成一个形状好似漏斗的爆坑,这个爆坑称为爆破漏斗。它由以下要素构成(见图 2-2)。

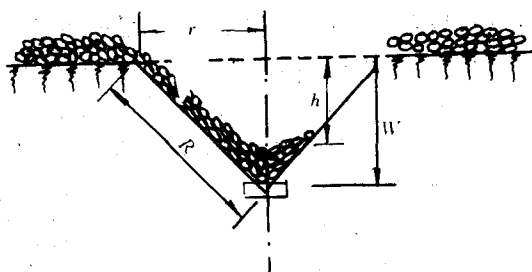


图 2-2 爆破漏斗

r —爆破漏斗半径 R —爆破作用半径

W —最小抵抗线 h —漏斗可见深度

(14)爆破作用指数(n 值):爆破漏斗半径 r 与最小抵抗线 W 的比值叫做爆破作用指数,即

$$n = r/W$$

爆破作用指数的大小可判断爆破作用性质及岩石抛掷的远近程度,并可将爆破漏斗分为 3 类:

①标准抛掷爆破漏斗:指由标准抛掷药包爆破所形成的漏斗,此时爆破漏斗半径与最小抵抗线相等,即 $r=W$, $n=1$,爆破后部分岩石被抛掷到漏斗外面。

②加强抛掷爆破漏斗:指由加强抛掷药包爆破后所形成的漏斗,此时爆破漏斗半径大于最小抵抗线,即 $r>W$, $n>1$,爆破后绝大部分岩石从漏斗中被抛出。