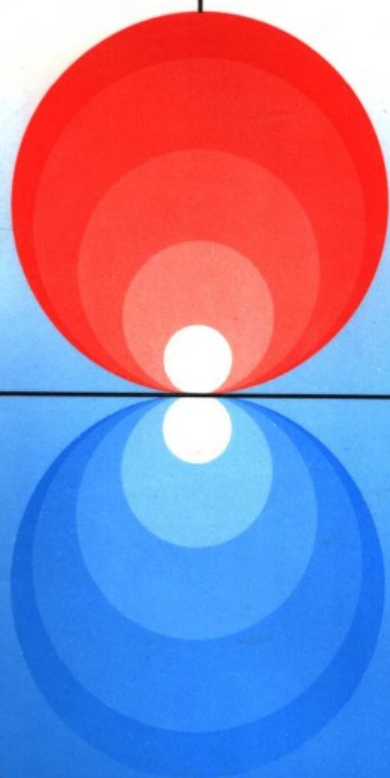


水利行业工人技术考核培训教材

ZUANTAN
GUANJIANG
GONG

钻探灌浆工

主编 孙志峰



黄河水利出版社

水利行业工人技术考核培训教材

ZUANTANGUANJIANGGONG

责任编辑:许立新

封面设计:朱 鹏

ISBN 7-80621-078-4



9 787806 210789 >

ISBN 7-80621-078-4

TV·55 定价:19.40 元

钻探灌浆工

主 编 孙志峰

黄河水利出版社

(豫)新登字 010 号

钻探灌浆工 孙志峰主编

责任编辑:许立新

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 5 月郑州第 2 次印刷

印 张:12.75

印 数:3211—5210

字 数:317 千字

ISBN 7-80621-078-4/TV·55

定 价:19.40 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

第一章 水文地质学与工程地质学基础	(1)
第一节 水文地质	(1)
第二节 岩土的工程性质	(8)
第三节 地形图基本知识	(22)
第四节 钻孔柱状图的表示内容	(30)
第二章 钻探灌浆设备	(34)
第一节 钻机	(34)
第二节 灌浆设备	(47)
第三节 制浆与储浆设备	(63)
第四节 动力机械	(67)
第三章 钻探工艺	(74)
第一节 破岩机理及岩石的可钻性	(74)
第二节 硬质合金钻进	(80)
第三节 金刚石钻进	(93)
第四节 钢粒钻进	(110)
第五节 牙轮钻进	(116)
第六节 其它钻进方法	(121)
第七节 取芯钻进技术	(130)
第八节 钻孔冲洗液及护壁堵漏	(139)
第九节 特殊钻孔施工	(143)
第四章 工程施工技术	(153)
第一节 钻进技术概况	(153)
第二节 钻孔灌注桩	(154)
第三节 锚杆技术	(167)

第四节	地下连续墙·····	(174)
第五节	水文水井钻探施工·····	(185)
第五章	钻孔测试技术·····	(194)
第一节	压水试验·····	(194)
第二节	抽水试验·····	(201)
第三节	触探试验·····	(210)
第四节	旁压试验·····	(223)
第五节	十字板剪切试验·····	(224)
第六章	灌浆理论知识·····	(228)
第一节	层流和紊流·····	(228)
第二节	牛顿浆体和宾汉浆体·····	(228)
第三节	水泥浆在裂隙中的排水机理的讨论·····	(230)
第七章	灌浆材料与灌注浆液·····	(233)
第一节	灌浆材料·····	(233)
第二节	灌注浆液·····	(237)
第三节	配制浆液的用料计算·····	(243)
第八章	岩石基础帷幕灌浆·····	(248)
第一节	灌浆帷幕的位置与形式·····	(248)
第二节	灌浆帷幕的厚度和长度·····	(252)
第三节	灌浆孔的钻进与冲洗工作·····	(254)
第四节	灌浆的施工次序和施工方法·····	(260)
第五节	灌浆压力·····	(264)
第六节	灌浆使用的浆液浓度与配合比·····	(267)
第七节	灌浆结束条件与封孔·····	(271)
第八节	灌浆过程中特殊情况的预防和处理·····	(272)
第九节	帷幕灌浆效果检查·····	(276)
第九章	固结灌浆与回填灌浆·····	(280)
第一节	固结灌浆·····	(280)

第二节	回填灌浆	(290)
第十章	岩溶地区帷幕灌浆	(293)
第一节	岩溶形成的原因及其类型	(293)
第二节	地质调查工作	(294)
第三节	岩溶地区防渗帷幕灌浆的特点	(295)
第四节	岩溶地区防渗帷幕的设置原则	(297)
第五节	灌浆施工技术与特殊地段的处理	(298)
第六节	工程实例	(301)
第十一章	砂砾石基础帷幕灌浆	(305)
第一节	砂砾石基础灌浆试验	(305)
第二节	砂砾石基础灌浆施工布置	(310)
第三节	钻孔方法与灌浆方法	(312)
第四节	灌浆工艺	(321)
第五节	灌浆效果检查	(324)
第十二章	高压喷射灌浆	(327)
第一节	高压喷射灌浆法简介	(328)
第二节	加固机理	(330)
第三节	浆液材料与性能	(332)
第四节	灌浆设备和机具	(335)
第五节	施工程序	(342)
第六节	施工工艺技术参数	(346)
第七节	喷射工艺	(347)
第八节	质量检查	(351)
第十三章	化学灌浆	(355)
第一节	化学灌浆的特点	(355)
第二节	化学灌浆设备	(356)
第三节	灌浆材料种类	(358)
第四节	化灌材料选择及浆液性能测试	(364)

第五节	化灌控制技术 & 施工工艺	(365)
第十四章	钻探灌浆施工质量与安全管理	(371)
第一节	钻探质量管理	(371)
第二节	安全技术	(373)

第一章 水文地质学与工程地质学基础

水文地质学是研究地下水的科学,它研究地下水的形成及运动、分布规律;同时还研究在掌握客观规律基础上,如何合理地利用地下水以及有效地消除地下水所引起的危害。

工程地质学是地质学科的一个分支,主要研究与工程规划、设计、施工和运用有关的工程地质条件,评价、分析和预测工程区内自然地质和工程地质作用的发生、发展规律,探讨其力学机制,并提出改善和防治措施;根据工程地质条件和可能出现的工程地质问题进行综合分析,选择优良合理的工程建筑场地。因而它在经济建设和国防建设中应用非常广泛,如水利水电建设、工业及民用建筑、铁路交通、矿山开发及国防工程等,都需要进行工程地质工作。

钻孔灌浆施工技术最早是应用在修建闸和船坞基础工程中的,即在压力作用下,将粘土一类的浆液灌入到闸或船坞边墙和地板的孔隙内。以后,在修建矿井、隧洞和大坝等工程中,钻孔灌浆施工技术使用的范围越来越广。但在各种灌浆工程中,施工人员要提高自身灌浆的施工技能,学习掌握水文地质学和工程地质学基础知识是很有必要的。

第一节 水文地质

一、地下水的分类及基本特征

(一)地下水分类

按地下水埋藏条件和按岩石空隙性质分类见表 1-1。

表 1-1

地下水分类

按地下水埋藏条件分类	孔隙水	裂隙水	岩溶水	多年冻土带水
上层滞水	包气带中局部隔水层上(或透水层中)的水,主要是季节性存在	基岩风化壳(或粘土裂隙中季节性存在的水)	垂直渗入带中季节性存在的水	活动层中的水
潜水	坡积、洪积、冲积、湖积、冰碛和冰水沉积物中的水,当经常出露或接近地表时成为沼泽水;沙漠和滨海沙丘中的水	基岩上部裂隙中的水	裸露岩层溶化岩层中的水	冻结层上部和冻结层间水
承压水	疏松沉积物构成的向斜和盆地——自流盆地中的水,疏松沉积物构成的单斜和山前平原——自流斜地中的水	构造盆地或向斜中基岩的层状裂隙水,单斜岩层中层状及裂隙水,构造断裂带及不规则裂隙中的深部水	构造盆地或向斜地中岩溶化的岩层中的水,单斜岩层中的水	冻结层下部的水

(二)地下水的特征

地下水一般特征见表 1-2。

表 1-2

地下水一般特征

地下水类型	水头性质	补给区和分布区的关系	动态特征	成因
上层滞水	无压的	补给区和分布区一致	一般为暂时(季节)性水	基本上为渗入形成
潜水	一般为无压的		水位升降决定于地表水的渗入和地下水的蒸发,某些地方决定于水压传递、隔层渗透	
承压水	承压的	补给区和分布区不一致	水位升降决定于水压的传递	渗入或构造形成

1. 上层滞水

上层滞水是包气带中的局部隔水层上的重力水、暂时性的集水,一般具有下列特征:分布不广,不连续,埋藏浅,直接受大气降水或地表水补给,以蒸发或逐渐向下渗透的形式排泄,动态不稳定,受季节影响大。雨季或融雪期获得补充水位迅速上升,干旱时则水消失或水位迅速下降,水位变化幅度大。上层滞水可在包气带内的不同地段出现,也可在同一地段的不同深度上重复出现。

2. 潜水

潜水是埋藏在地表以下第一个稳定隔水层上具有自由水面的重力水。它通过包气带与地表连通。地表的气候、水文、地形等因素的变化,直接影响潜水动态的变化。

潜水有如下特征:有隔水底板,无隔水顶板,在重力作用下向低处流动,不承受静水压力。分布区往往与补给区一致,能流到距补给区较远的地方排泄,动态变化较大,水质易被污染。主要由大气降水,地表水补给,以蒸发或泉为主要排泄方式。

3. 承压水

承压水是充满于两个隔水层或两个相对弱透水层之间含水层中的地下水。承受静水压力。水位高于隔水顶板(若在两个隔水层之间但未充满只具有自由水面时,称为无压层间水)。由于有隔水顶板,受地表气候、水文、人类活动等因素的直接影响小,因此承压水动态变化小,也不易污染。

二、渗流的基本原理

(一)层流和紊流

液体的流束(流层)互不混杂的流动称层流。

液体的流束(流层)相互混杂的无规则的运动则称紊流。

地下水在绝大多数情况下都是呈层流运动状态,只有在卵石层的大孔隙中,当水力坡度很陡时,以及在大的裂隙和洞穴中,才

会出现紊流运动状态。

(二) 渗流基本定律

地下水在岩石空隙(孔隙、裂隙、洞穴)中的运动称为渗流。渗流基本定律是达西定律,达西定律可用下列公式表示

$$Q = K \cdot \frac{\Delta H}{L}$$

即

$$Q = K \cdot I \cdot F$$

$$V = Q/F$$

即

$$V = K \cdot I$$

式中 Q ——渗流量, m^3/d ;

$$I \text{——水力坡降, } I = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{\Delta H}{L};$$

F ——试验圆筒的横截面积, m^2 ;

K ——渗透系数, m/d ;

V ——渗流速度, m/d 。

因为在实际的地下水流中,水力坡降往往是各处不同的,所以可把达西定律写成一般的表达式如下

$$V = -K \frac{dH}{dS}$$

$$Q = -KF \frac{dH}{dS}$$

式中 $-\frac{dH}{dS}$ ——水力坡降。

在绝大多数情况下,地下水运动服从达西定律,当流动加快后,惯性力亦逐渐增大,当惯性力接近阻力的数量级时,便不服从达西定律,这时服从非线性渗透定律。

即

$$V = K_m \sqrt{I}$$

或

$$Q = K_m \sqrt{I} \cdot F$$

式中 K_m ——紊流运动时的渗透系数。

三、地下水水质

(一)地下水的物理性质

(1)颜色。一般地下水是无色的,地下水的颜色取决于它的化学成分与悬浮物,见表 1-3。

表 1-3 地下水的颜色与水中存在物质的关系

水中存在的物质	硬水	高铁	硫化氢	锰的化合物	腐殖酸盐
颜 色	浅蓝	锈色	翠绿	暗红	暗黄或灰黑

(2)气味。地下水一般是没有气味的,但当水中含有某些杂质时,也会有特殊气味,例如水中富含硫化氢时,则有强烈的臭蛋味;当水中含有某些腐蚀性的细菌时,会使水带有特殊的鱼腥臭及霉臭气味等。

(3)口味。地下水味道与所含物质关系见表 1-4。

表 1-4 地下水味道与所含物质的关系

存在物质	氯化钠	硫化钠	氧化镁及硫化镁	大量有机质	铁质	腐殖质	硫化氢与碳酸气同时存在	二氧化硫及适量重碳酸钙和重硫酸镁
口味	咸味	涩味	苦味	甜味	墨水味	沼泽味	酸味	可口

(4)透明度。地下水透明度分级见表 1-5。

表 1-5 地下水透明度分级

分级	野外鉴别特征
透明	无悬浮物及胶体,60cm 水深可见 3mm 的粗线
微浊	有大量悬浮物,30~60cm 水深可见 3mm 的粗线
混浊	有较多的悬浮物,半透明状,小于 30cm 水深可见 3mm 粗线
极浊	有大量悬浮物或胶体,似乳状,水深很浅,也不能清楚看见 3mm 粗线

(5)水温。地下水的温度与地下水的埋藏深度有关。地下水按温度分类见表 1-6。

表 1-6

地下水温度分类

类别	非常冷的水	极冷的水	冷水	温水	热水	极热水	沸腾水
温度(℃)	<0	0~4	4~20	20~37	37~42	42~100	>100

(二)地下水的化学成分

1. 化学成分

地下水中溶解的化学成分,常以离子、胶体状态、分子及游离气体状态存在,地下水中常见的化学成分有以下几种:

离子成分中,阳离子有氢离子(H^+)、钾离子(K^+)、钠离子(Na^+)、镁离子(Mg^{2+})、钙离子(Ca^{2+})、铵离子(NH_4^+)、二价铁离子(Fe^{2+})、三价铁离子(Fe^{3+})、锰离子(Mn^{2+})等;阴离子有氢氧根(OH^-)、氯根(Cl^-)、硫酸根(SO_4^{2-})、亚硝酸根(NO_2^-)、硝酸根(NO_3^-)、重碳酸根(HCO_3^-)、碳酸根(CO_3^{2-})、硅酸根(SiO_3^{2-})及磷酸根(PO_4^{3-})等。

以化合物分子状态存在的有三氧化二铁(Fe_2O_3)、二氧化二铝(Al_2O_3)及硅酸(H_2SiO_3)等。

溶解的气体有二氧化碳(CO_2)、氧气(O_2)、氮气(N_2)、甲烷(CH_4)、硫化氢(H_2S)及氨(R_n)等。

上述组分中以 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 及 Ca^{2+} 分布最广。

2. 矿化度

地下水的矿化度也称总矿化度,系指地下水中所含离子、分子等盐分的总量,通常是用 $110^\circ C$ 的温度将水烘干,所得干涸残余物的数量。地下水按矿化度的分类见表 1-7。

表 1-7

地下水按矿化度分类表

水的类别	矿化度(g/L)
淡水	<1
微咸水(低矿化水)	1~3
半咸水(中等矿化水)	3~10
咸水(高矿化水)	>10

3. pH 值

pH 值用以表示水中氢离子浓度,地下水按 pH 值的分类,见表 1-8。

表 1-8

地下水按 pH 值分类表

水的类别	pH 值
强酸性水	<5
弱酸性水	5~7
中性水	7
弱碱性水	7~9
强碱性水	>9

4. 硬度

地下水的硬度可分为总硬度、暂时硬度和永久硬度。总硬度是指水中所含钙和镁的盐类的总量,例如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 、 CaSO_4 、 MgSO_4 、 CaCl_2 、 MgCl_2 等。暂时硬度是指当水煮沸时,重碳酸盐分解破坏而析出的 CaCO_3 或 MgCO_3 的含量。而当水煮沸时,仍旧存在于水中的钙盐和镁盐(主要是硫酸盐和化合物)的含量称永久硬度。总硬度为暂时硬度和永久硬度之和,一般是用“德国度”或“毫克当量/升”来表示。一个德国度相当于在 1L 水中含有 10mg 的 CaO 或者含 7.2mg 的 MgO 。1mg 当量硬度等于 2.804 德国度,或是等于 20.04mg/L 的 Ca^{2+} 或 12.16mg/L 的 Mg^{2+} 。