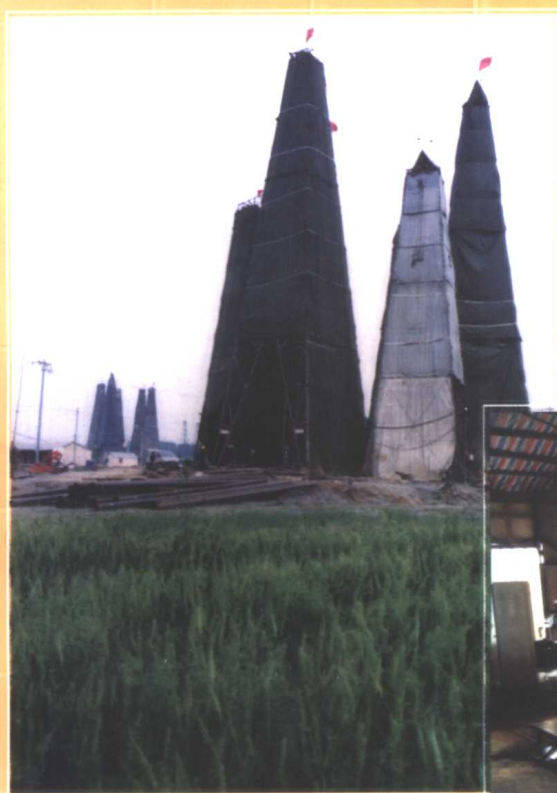


地层注浆堵水与 加固施工技术

主 编 黄德发 王宗敏 杨 彬
副主编 吴 强 吴里扬



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

地层注浆堵水与加固施工技术

主 编 黄德发 王宗敏 杨 彬
副主编 吴 强 吴里扬

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地层注浆堵水与加固施工技术/黄德发,王宗敏,杨彬
主编. — 徐州:中国矿业大学出版社,2003.6

ISBN 7-81070-624-1

I. 地... I. ①黄... ②王... ③杨... III. 矿山注
浆堵水—施工技术 IV. TD745

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 020851 号

书 名 地层注浆堵水与加固施工技术

主 编 黄德发 王宗敏 杨 彬

责任编辑 朱明华

责任校对 崔永春

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail:cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 中国矿业大学印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 35.75 字数 870 千字

版次印次 2003年6月第1版 2003年6月第1次印刷

印 数 1~1000 册

定 价 80.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



《地层注浆堵水与加固施工技术》 编委会名单

主 编	黄德发	王宗敏	杨 彬	
副主编	吴 强	吴里扬		
编 委	黄德发	王宗敏	杨 彬	吴 强
	吴里扬	邓文芳	保韵华	高木福
	朱中民	周二平	宣始青	高顺卿

序

随着矿山生产、建设和地下工程施工技术日新月异地发展,越来越多的工程常常遇到裂隙含水层、灰岩溶洞水、断层破碎带、岩溶陷落柱、松软土层和砂层等复杂地层,这些地层往往水源丰富,涌水量大,可能引起突水、坍塌、冒落等事故,构成地下水害,影响工程进度和施工质量,甚至造成淹井淹矿和人员伤亡事故。地层注浆堵水与加固施工技术,是治理这些复杂地层消除可能发生或已经发生水害的有效的技术方法之一。

地层注浆堵水与加固施工技术具有设备和工艺简便,灵活和适用范围广等特有优点,已成为地下工程建设不可缺少的卓有成效的技术之一。但由于地下条件复杂多变,又是一个隐蔽工程,施工中往往由于理论和经验不足,带有盲目性和随意性,致使有些注浆工程,花了较大代价,但未达预期效果,因此,在地层注浆施工中,认真总结经验,努力提高科学性,减少盲目性,特别需要一些关于注浆工程理论联系实际的技术书籍作为借鉴。

本书的作者,都是从事矿山和地下工程建设,设计施工和注浆堵水有丰富经验的同志。他们在参加工程建设过程中,广泛收集有关文献资料,作了全面系统的研究分析,不断总结,数易其稿,最终编写成书,是一本有较高水平的实用著作,对推动注浆堵水与加固工程是一项重要贡献。

地层注浆堵水与加固施工技术一书的出版,它总结了我国注浆堵水加固主要领域的成功经验,较全面系统地汇集了注浆工程水文地质条件,注浆原理,浆液材料,设备工具与工艺,方法与应用范围等方面的技术,多数章节列有应用实例,有利于读者深入理解和参考借鉴。该书的出版望能得到矿山工程和地下工程等方面的专家、学者和工程技术人员们的关注,以便共同完善和提高该项技术,使注浆堵水与加固技术的应用领域日益扩大,并发挥更大作用。

事物总是不断发展的,注浆堵水与加固施工技术,也是处于不断发展和提高过程,必然要在实践中反复检验,继续充实与改进,提出新理论、新方法、新手段,这样才能使注浆堵水与加固施工技术不断完善并达到新的更高水平。

河南省安全生产监督管理局
河南煤矿安全监察局 局长



前 言

地球是人类共同的家园,而地球是由不同时期地层形成的,形成地球的基石,是由各类软、硬岩土组成的,并在岩土的表面和层间蓄含着形态各异的水,其条件是十分多样和复杂的。

我国位于亚洲的东部,疆域辽阔,沃野千里,山川纵横,湖沼星罗棋布,地貌雄伟壮观。青藏高原是地壳上最雄伟高大的隆起地带,号称世界屋脊;吐鲁番盆地低于海平面 154 m 是我国陆上最低之处;长江、黄河是世界著名大河;甘、陕、晋一带浩瀚的黄土高原,横断山区的高山峡谷;广西、云南、贵州的岩溶地貌;长江、珠江三角洲的富饶景象。从祖国的南海之滨,到北国的黑龙江,从祖国的宝岛台湾到西部的帕米尔高原,随处可见到世界上罕见的地貌景观,祖国的锦绣河山和丰富的自然资源,为我国社会主义建设提供了良好的自然条件。

地层注浆技术的发展,可追溯到 19 世纪初叶,1802 年法国工程师查理士·贝林尼利用石灰、粘土开始了注浆施工,至今已有 200 年历史。我国地层注浆技术的发展,主要是中华人民共和国成立以来 50 多年,进行大规模的经济建设,开发矿山,兴建水利、电力建设,建造铁路,开挖各类隧道和硐室,特别是 20 世纪 80 年代改革开放以来随着国民经济的高速发展,城市高层建筑工程、地铁工程、高速公路工程以及各类基础建设项目如雨后春笋般地蓬勃兴起。在生产、建设中遇到了各类松散岩土及地层涌水给工程建设及矿山生产带来严重危害,而地层注浆堵水加固技术是克服上述危害的有效特殊施工方法之一。

地层注浆堵水加固技术是与松散岩土和地下水作斗争的一门应用技术科学,它包含着堵水和加固两部分,它们既独立而又互相联系,实际施工中,它既减少了水害又加固了岩土。多年来经过广大注浆科研人员及施工单位的科技工作者进行理论上探讨,设计方面的创新,先进技术的推广应用,施工经验的总结,从勘探设计到施工管理,从招投标、注浆监理和监测技术均已达到一个高水平,到如今它已是所有特殊施工方法中应用最广效益最好的一种。但由于我国地域辽阔、地质水文条件复杂,建设工程多,分布面很广,施工队伍素质,技术参差不齐。随着西部大开发战略的实施,在建设中遇到的地质水文问题将更加多样而复杂,因此,如何更好地总结过去地层注浆技术成果,推广先进技术,提高注浆效益,迎接更加艰巨的施工任务,是摆在地层注浆工作者面前的一项光荣

而艰巨的任务。

地层注浆技术是一种多专业的综合应用技术,实施中涉及到材料学、钻探学、地质学、水力学、岩土力学、高分子化学以及机械自动化技术、计算机技术等学科为一体的交叉应用技术。到目前国内外对注浆理论的研究,虽取得不少成绩,但实际应用时往往以总结施工经验尤为重要,本书力求在注浆技术应用领域较全面搜集整理我国在地层注浆各个部门有代表性的技术成果,多数章节列有应用实例,供读者参考。

本书在编写过程中,得到许多单位和个人的大力协助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在错误与不足,恳请读者批评指正,谢谢。

编 者

2002. 12. 30

目 录

第一章 概论	1
第一节 概述.....	1
第二节 地层注浆的作用及分类.....	2
第二章 地层注浆与水文地质	4
第一节 概述.....	4
第二节 第四纪软质含水土.....	4
第三节 第三纪砾石、砾岩含水组	8
第四节 坚硬岩石裂隙水	10
第五节 喀斯特溶洞与断层水	13
第六节 地下岩溶陷落柱突水	21
第七节 含水层与隔水层	26
第三章 浆液的渗透与注浆机理	31
第一节 概述	31
第二节 地下水运动法	32
第三节 恒定断面的水力学法	34
第四节 不定断面的水文地质法	35
第五节 浆液球状与柱状扩散机理	36
第四章 地层注浆前后涌水量计算与测定	39
第一节 概述	39
第二节 自流水眼涌水量的计算与测定	39
第三节 立井井筒涌水量的计算与测定	42
第四节 突水淹井或采区涌水量计算与测定	45
第五章 浆材与浆液	57
第一节 概述	57
第二节 惰性材料及其浆液性能	58
第三节 无机化学材料及浆液性能	64
第四节 高分子化学注浆材料及浆液性能	85
第五节 浆材选定、评述及其发展	100
第六章 钻孔注浆机具	104
第一节 概述.....	104
第二节 钻孔机具.....	105
第三节 注浆泵及其性能.....	108
第四节 泥浆及灰浆搅拌机.....	116
第五节 注浆管路系统.....	121

第六节	混合器与止浆塞及其应用	131
第七节	注浆设备系统故障及其处理	139
第七章	立井井筒地面预注浆	142
第一节	概述	142
第二节	施工方案选择	144
第三节	注浆孔的布置及其注浆方式选择	148
第四节	钻孔施工	153
第五节	潜孔锤钻进与定向钻进	162
第六节	钻孔注浆	168
第七节	注浆工艺及其作业	179
第八节	注浆质量的监督检查	183
第九节	故障及其处理	186
第十节	钻孔取芯、抽水检查注浆效果	187
第十一节	立井地面预注浆实例	192
第八章	立井工作面预注浆	205
第一节	概述	205
第二节	止水垫的选择与应用	206
第三节	混凝土止水垫的施工	214
第四节	预注浆孔数目、段高与倾角	219
第五节	钻孔注浆	222
第六节	工作面探水预注浆(浅孔注浆)	229
第七节	立井工作面置换预注浆	232
第八节	工作面预注浆故障原因及处理方法	234
第九节	应用实例	236
第九章	注浆堵水恢复被淹矿井	254
第一节	概述	254
第二节	突水水源分析与判断	256
第三节	突水通道与突水口	260
第四节	堵水方案与注浆孔布置	263
第五节	注浆站及其布置系统	265
第六节	构筑水下阻水墙	268
第七节	钻孔定位与防偏、纠偏	276
第八节	钻孔注浆及工艺方法	280
第九节	注浆效果判断及其检测	284
第十节	被淹矿井注浆堵水实例	287
第十章	立井井壁壁后注浆	294
第一节	概述	294
第二节	通用井壁的注浆方案及施工	295
第三节	复式壁后注浆	307

第四节	特种井壁后注浆	316
第十一章	倾斜井巷的注浆	341
第一节	概述	341
第二节	倾斜井巷的地面预注浆	342
第三节	倾斜井巷工作面预注浆	344
第四节	倾斜井巷构筑水下止水垫与人工注浆假顶	352
第五节	倾斜井巷掘进工作面动水注浆	360
第六节	倾斜井巷的壁后注浆	363
第十二章	水平巷道与硐室注浆	367
第一节	概述	367
第二节	水平巷道的预注浆	368
第三节	预注浆固结圈加固破碎围岩巷道	373
第四节	水平巷道的壁后注浆	381
第五节	井下防水构筑物的后注浆	387
第六节	外锚内注加固岩体的组合支护	393
第七节	盾构施工的壁后注浆	398
第十三章	截水堵源、帷幕充填	402
第一节	概述	402
第二节	注浆截源的水文地质条件	403
第三节	地下水示踪连通试验	407
第四节	帷幕注浆孔布置与要求	414
第五节	注浆工艺及技术参数的选定	417
第六节	注浆效果及其判断	421
第七节	大水矿山帷幕堵水实例	424
第十四章	立井地面帷幕施工	432
第一节	概述	432
第二节	帷幕灌注施工	433
第三节	帷幕地面预注浆	436
第四节	帷幕地面预注浆实例	439
第十五章	水工构筑物防渗堵漏注浆	445
第一节	概述	445
第二节	河谷的地质结构及水文地质特征	446
第三节	帷幕钻孔的排列与深度安排	448
第四节	灌浆方法及工艺	450
第十六章	地下工程软层注浆	453
第一节	概述	453
第二节	软层注浆理论与方法	455
第三节	倾斜及水平隧道软层预注浆	460
第四节	软质地层基坑注浆	463

第十七章 高喷注浆(旋喷注浆)	478
第一节 概述.....	478
第二节 高喷注浆原理、特性	480
第三节 高喷注浆种类、构造及方法	482
第四节 施工机具.....	484
第五节 高喷桩的设计与布置.....	487
第六节 高喷桩施工及工艺.....	491
第七节 效果检验及施工管理.....	493
第八节 应用实例.....	495
第十八章 化学溶液注浆	509
第一节 概述.....	509
第二节 注浆材料合理选择.....	510
第三节 注浆结构设计及钻孔布置.....	512
第四节 化学注浆施工工艺和技术.....	515
第五节 化学注浆的应用实例.....	519
第十九章 采区工作面充填注浆	530
第一节 概述.....	530
第二节 采区地面减沉离层注浆.....	530
第三节 采煤工作面底板灰岩含水层置换注浆.....	537
第四节 采区工作面顶板注浆.....	541
第五节 防灭火注浆.....	542
第二十章 注浆工程管理	544
第一节 概述.....	544
第二节 注浆工程的统计、检查与验收	545
第三节 注浆工程的招投标管理.....	546
第四节 注浆工程的监理.....	548
第五节 技术管理及预防事故措施.....	552
第六节 注浆工程费用.....	553
主要参考文献	557

第一章 概 论

第一节 概 述

在各种地下建筑物建设、生产中,地下水往往带来极大危害,如影响工程进度和质量,恶化生产、建设条件,危害职工身体健康,甚至淹没矿井和地下建筑物,造成严重的经济损失和人员伤亡。

地层注浆是当今我国矿山生产、建设、水电、冶金、石化、交通、土木施工等防治地下水的有效方法之一,同时也是工程地质中改良土壤的重要手段。注浆法是将浆液注入到岩、土的孔隙、裂隙、空洞或巷道中,浆液经扩散、硬化、凝固以减少岩、土的渗透性,增加其强度和稳定性,达到岩、土加固、防渗、堵水的目的。

由于浆液注入到地层,难以用肉眼直接观测,故统称注浆属隐蔽工程,其施工技术要求更高,检测手段要求更严,施工指挥要求更强,达到的效果具有更大的复杂性。

注浆技术的应用与发展在我国是从20世纪50年代初期从壁后注浆封堵立井井壁淋水开始的。50年代初东北的鸡西小恒山立井、鹤岗兴安台立井、河南焦作39号井因井壁淋水大,使工程进行极端困难,采用壁后注水泥浆封堵涌水才顺利将井筒建成。其后壁后注浆的应用更为广泛,在水大的焦作矿区建设立井已把壁后注浆作为一道不可缺少的工序。实践证明:在有淋水的井筒和构筑物经过壁后注浆,淋水封住了,围岩加固了,井壁和构筑物更稳定了,保证了井筒服务年限,节约了排水费用,改善了安全生产条件,并给职工身体健康带来了极大益处。

井巷工作面预注浆封水是从我国第一个五年计划期间得到广泛应用的,1955年洪山新博二井,其后峰峰东大井,焦作中马村风井、朱村风井,蛟河奶子山主副井等井筒,在井筒排水设备尚不完善的情况下,用工作面预注浆封住涌水,完成了凿井任务。目前河南井巷及隧道用工作面预注浆封堵含水层的涌水已达50次以上。

地面预注浆是在1958年峰峰矿区薛村竖井首先使用的,其后峰峰泉头、孙庄竖井,焦作演马庄、李庄竖井均采用地面预注浆法穿过坚硬含水层及第三系砾石含水层。目前用地面预注浆法施工最深的立井为宣东2号主副井,注浆的深度达到859.06m,并有效地封堵了涌水,为实现打干井做出了重要贡献。

我国许多矿山井田由于水文地质条件特别复杂,含水层水量丰富,在生产、建设期间,往往突然涌水淹没矿井或地区,给国家造成经济损失和人员伤亡,特别是华北型煤田如太行山东麓和南麓的焦作、鹤壁、峰峰、开滦等矿井时有突水淹井或地区的事故发生,恢复矿井生产、建设的方法,多采用地面钻孔向突水点注浆堵水或用局部注浆截流隔绝水源以减少涌水。1984年用注浆堵水和局部截流处理了范各庄矿最大涌水量 $2053\text{ m}^3/\text{min}$ 特大透水事故,恢复了矿井生产,使注浆堵水技术达到了一个新的高度。

进入20世纪80年代以来,注浆技术的研究与应用进入了一个鼎盛时期。应用领域更加

广泛,它涉及到几乎所有岩土和土木工程,比如矿山、铁路、油田、水利水电、隧道、地下工程、岩土边坡稳定等。注浆方法也有新的发展,高压旋喷注浆、锚固注浆、矿井综合注浆以及水下注浆都有新的应用。注浆材料、设备机具、注浆工艺也有较大发展与提高。

注浆工程管理有了很大提高,新的招标投标竞争上岗机制以及工程包资金、包工期、包效益、包质量的约束机制和工程监理制的推行,改变了过去注浆工程实报实销管理体制,从而大大激发了业主和施工单位的责任感,由于管理体制的加强,促进了注浆技术的发展。

总之,地层注浆技术是人们长期不断地揭露自然现象的本质和发现支配自然的规律发展起来的,目前正方兴未艾,对于现有方法的改进及注浆方法的发明和试验,都将有很多长期工作等待人们深入地进行总结,以便把实践的经验提高到理论的水平,然后再使理论为实践服务,这是发展地层注浆技术的重要环节。随着社会主义市场经济日益发展和完善,以及复杂的水文地质条件越来越多,地层注浆的施工技术必将得到更大的发展与提高。

第二节 地层注浆的作用及分类

注浆法是我们同地下灾害作斗争较普遍和较有效的方法之一。地层注浆法的实质通常是以钻机钻孔、注浆泵加压,把某些配制好的并能固化的具有充塞胶结性能的浆液,通过注浆钻孔注入各种不同的岩土层裂隙或洞穴中,浆液以充填、渗透等形式驱走岩土裂隙中的水并充填裂隙以达到封堵裂隙、溶洞、空洞隔绝灾源,从而起到永久性堵水、灭火和岩土加固的作用。

注浆法分类方法很多,通常有如下几种:

1. 按注浆工作与井巷掘砌及地层加固的先后时间次序进行分类,即分为预注浆和后注浆。预注浆法是在工程施工前或在工程进行到含水层之前进行注浆工程,按其施工地点不同,预注浆法又可分为地面预注浆和工作面预注浆两种。后注浆法是在施工工程之后所进行的注浆工作,它主要是为了减少施工工程的淋水、抗渗和加固工作,以杜绝外界渗水和加强永久支护所采取的治水措施。

2. 按浆液的注入形态注浆施工可分为:渗透注浆、割裂注浆、压密注浆、旋喷注浆和充填注浆等。渗透注浆是将浆液均匀地注入岩石裂隙或砂土孔隙,形成近似球状或柱状注浆体。割裂注浆是将浆液注入岩土裂隙,为增大扩散范围,获得较好堵水效果,可用高压加宽裂隙,促进浆液压入。压密注浆被用以压实松散土及砂,常用高压注入高固体含量的浆液,具有低注入速度的特点。充填注浆主要用以充填并稳定自然空洞与废矿空间。旋喷注浆是采用高压水射流切割技术,具有增强地基强度,提高地基承载力,止水防渗,防止砂土液化和降低土的含水量功能。

3. 按注浆目的又可分为防治水注浆,防渗加固注浆。防治水注浆根据工作时间和工作地点不同,又可分为截流注浆,突水点注浆以及超前和壁后注浆。按水压和流速不同又可分为动水注浆和静水压注浆。防渗加固注浆其工作方式大致与壁后注浆同,以防止围岩、土渗漏,增强岩、土承载能力,通常用于高层建筑基础、水坝防渗、防水构筑物加固以及锚固注浆等。

4. 按浆液分类可分为粒状浆液和化学浆液两大类。每类浆液按各自的特点和灌注对象不同可分为若干种。粒状浆液可分为不稳定粒状浆液,它包括水泥、水泥砂浆等。水泥浆液,

它具有结石强度高、材料来源广、价格低、注浆工艺比较简单等特点,是注浆最常用的一种,另一种是稳定粒状浆液,它包括粘土浆液和水泥粘土浆液。化学浆液又可分为无机浆液(主要指硅酸盐类)和有机浆液(主要有环氧树脂类、聚氨酯类、丙烯酰胺类、木质素类及其他有机物类)。化学浆液的特点是可注性好,凝胶时间可按工程需要进行调节,对某些细微裂隙的处理和有一定流速的漏水地段处理有其特殊的注浆效果。

5. 按浆材的混合方式可分为单液单系统,双液单系统,同步注入双液双系统,交替注入双液双系统等四种。单液单系统是将浆液的各组分按规定配比放在同一搅拌器中充分搅拌均匀后,由注浆泵压入地层的方法。双液单系统法是将两种浆液,通过各自的注浆泵按一定的比例在注浆管口的 Y 形管中混合然后注入地层,为使两种浆液混合均匀,一般在 Y 形管的出口处接一般刷形混合器。同步注入双液双系统是将两种浆液分别通过各自的注浆泵按一定的比例压入埋设在地下土层中两个注浆管(双层管),两种浆液在进入地层瞬间发生混合。交替注入双液双系统是将两种浆液分别通过各自的注浆泵,按一定的比例交替压入岩、土层的注入方法。

浆材的混合注入方式系统如图 1-1 所示。

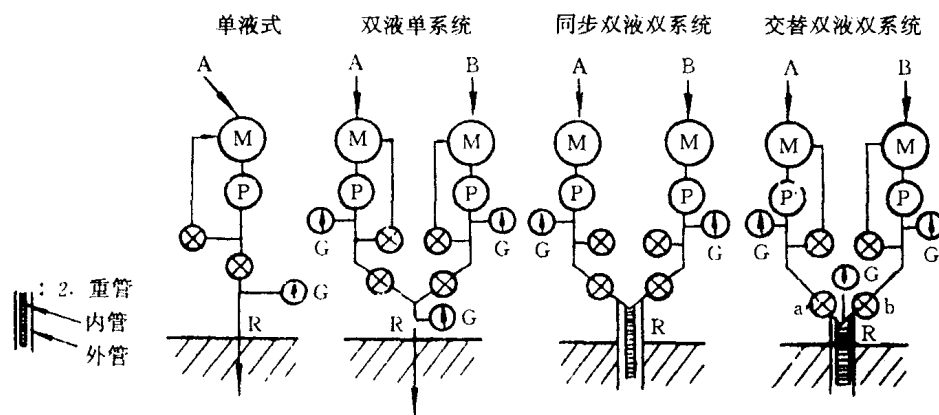


图 1-1 浆材不同混合方式的注入系统

A、B —— 浆液; M —— 浆液混合槽; P —— 注浆泵; G —— 压力计; R —— 注入管; ⊗ —— 阀; Y —— Y 字管

综上所述,由于注浆法使用比较经济、安全、可靠,它是一种具有巨大潜力和应用广泛的施工方法,它几乎适用于所有较复杂的地层岩土工程。

但是向地层注浆是一种隐蔽工程,注进的浆液难以直接观察,因而注浆的效果,往往与人们的技术熟练程度和正确的施工方法关系很大。有许多事例证明,同样的岩土水文地质条件,采用的注浆方法相同,但由于技术熟练程度和施工人员素质的差异,所取得的注浆堵水及加固效果,往往差异极大。因此,选择注浆方法不但要根据当地的自然条件采用合理的技术经济论证和比较,更重要的是要提高人们社会主义建设责任感,加强施工检查与指挥,充分认识注浆是一种隐蔽工程的特点,切忌只为一时进度而忽视注浆质量和效果,以免造成浪费和事故的发生。

第二章 地层注浆与水文地质

第一节 概 述

岩土注浆的主要目的,是堵水和加固,或二者兼有之。一般岩石裂隙含水层注浆主要是为了堵水,而松散的第三纪和第四纪的软土和砾石则通过注浆达到既堵水又加固的目的。

地下水是宝贵资源,然而从对各种矿床开采及工程建设来看,几乎无例外地表现为不利方面,危害极大,有人统计在建筑工程事故中,有近 80% 的破坏是由于地下水作用引起的。矿山开采是与岩土作斗争的,也可以说矿山开采的历史就是与岩土作斗争的历史,而地下水常常是危害的主要对象,地下水的危害作用可能是直接的,也可能是间接的,表现形式是各种各样的。在地层注浆施工中应根据工程水文地质条件、建筑物的特点及使用要求,调查研究地下水对工程的危害的可能性及表现形式,评价危害程度,并采取切实可行的注浆封水措施,确保建设、生产顺利进行。

我国地域辽阔,从沿海到内地,由山区到平原,分布着各种各样的地形地貌,裸露着不同岩层和土层,兼之各种矿山的地下开采、铁路和公路隧道的建设以及水电站地下硐室和压力隧道、输水隧道等穿过不同世纪的种类岩层、岩深及含水岩层裂隙,都具有复杂的水文地质条件。在工程建设中需要使用注浆方法通常碰到的有下列几种类型:

1. 第四纪的软质含水土壤;
2. 第三纪的砾石和砾岩含水层;
3. 坚硬岩石裂隙含水层;
4. 岩溶与断层水;
5. 岩溶与陷落柱水。

第二节 第四纪软质含水土

我国幅员辽阔,有山区、有平原,分布着多种多样的土壤。土一般是由固体、液体和气体三相物质组成的松散体,固体部分为矿物颗粒,它是构成土的骨架,水和所溶解的盐类,即水溶液,构成土中的液相,空气、水汽和其他气体构成土的气相。土的骨架之间存在许多孔隙,当孔隙全部被液态水充填时,为二相体,土中三相之间体积或重量相对关系不同,土的工程性质也不一样,图 2-1 为土的三相示意图。

在软质土壤中由于成分和含水性不同,其抗剪强度、压缩性以及透水性等因土的种类不同而

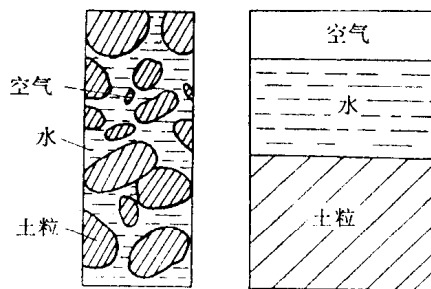


图 2-1 土的三相示意图

有很大差异。如浅层土的各种地基土中不少为软弱土和不良土,如软粘土、杂填土、冲填土、饱和粉细砂、湿陷性黄土、泥岩土、膨胀土等。这些土亦与雨水或地下水饱和浸泡,人工开挖时,往往成为泥石流,造成对建筑工程基础的极大危害。造成对建筑工程危害的水,往往是潜水,它是埋藏在地表以下第一个稳定隔水层以上的具有自由表面的水。潜水面至地表距离称

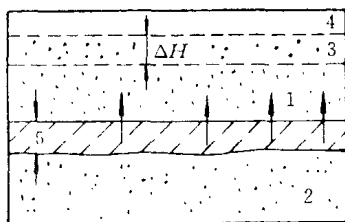


图 2-2 承压水补给潜水情况

- 1——潜水含水层; 2——承压水含水层;
3——潜水面; 4——承压水测压水位面;
5——弱透水层

潜水埋深,潜水面到隔水层顶面的距离称潜水含水层的厚度。潜水的特征:有隔水底板,无隔水顶板,一般不承压,在重力作用下,顺潜水面的坡降由高处向低处运动;直接接受大气降水、地表水及渗漏水等入渗补给,或接受承压水的补给如图 2-2 所示。潜水的潜水位、埋深、水量和水质等均显著地受气象、水文等因素控制和影响,随时间不断变化,并且呈现显著的季节性变化特点。通常潜水面的起伏与地形起伏一致,但较之平缓,由于潜水埋藏较浅且与气带直接相连,易受污染。城市、交通、水利等方面的勘探和工程建设中接触到的地下水往往是潜水。

根据土的矿物成分和结构的不同,在工程上常将表土层分为下列几类:

(1) 腐植土:位于地表,不含植物体的松散土,其有机物具有亲水性,使土呈强烈吸水性、可塑性、膨胀性和低透水性;

(2) 结核土(又称砂礓):是含有坚硬结构的粘土类土,结构不易破开,遇水后变成外柔内硬的土块;

(3) 淤泥:为湖海地带沉积物,颗粒细而轻浮、含水大,由于沉积时间短,尚未固结压实,在水力作用下易流动;

(4) 大孔性土:土中有孔隙,遇水后变松软;

(5) 扰动土:天然结构已被破坏,强度和稳定性比天然土显著下降。

此外,还可按土的结构性质,将素土分成以下三类:

(1) 粘结性表土:主要是砂土和粘土,土质致密、均匀、塑性强而透水性低,涌水量少,有粘结性和膨胀性,这类土包括淤泥、结构土等;

(2) 多孔性表土:主要由黄土组成,它是粉质土,孔隙多而大,土中含有盐类,颗粒间有胶结性,干燥时强度高,浸水后胶结性消失,并产生沉陷、塌帮;

(3) 松散性表土:主要由砾石、砂子组成,颗粒间无粘聚力,并呈松散状,一般为含水层且颗粒愈少,其稳定性、透水性也愈差,它是表土施工中最难通过的土层,这类土包括砾石、流砂等。

膨胀土是指具有膨胀性和收缩性的土,这种土受水浸蚀后,在一定外力作用下,土的体积仍然膨胀,干燥失水时,体积收缩,膨胀土在天然状态下,一般强度较高,压缩性小。其测定方法是:

将通过 40# 筛子的 10 mL 干土注入盛存水的 100 mL 的量筒内,待全部沉入筒底后,测得量筒内土的体积,用下式计算:

$$F_s = \frac{V - V_0}{V_0} = 100\% \quad (2-1)$$

式中 F_s ——体积膨胀率, %;

V_0 ——试验前土体积, 10 mL;

V ——试验后量筒内测得土的体积, mL。

土的体膨胀率愈大, 其膨胀性就愈强。

土的体缩性一般由体缩率来表示, 其测定方法是: 将天然湿度的土取一定体积土样, 烘干(或风干)后, 测定其体积的变化, 按下式计算:

$$V_s = \frac{V_0 - V}{V_0} = 100\% \quad (2-2)$$

式中 V_s ——体缩率, %;

V_0 ——试验前土的体积, cm^3 ;

V ——烘干后土的体积, cm^3 。

土的体缩率愈大, 其体缩性愈强。

深层土在我国矿井建设中, 至今还是一个难以解决的难题, 特别是华东、华北以及河南的一些大型煤矿, 第四系土层埋深大都在 200 m 以上, 这些土大都是由砂、粘土互层组成的含水层, 在井筒施工时都需要采取特殊措施。通过钻孔取样和利用建井工程取样, 其柱状如图 2-3 所示。

序号	名称	层厚 /m	累深 /m	柱状
1	砂质粘土、粘土互层底含 2.15 m 粉砂	20.1	20.1	
2	砂质粘土、粘土互层中间夹 1.1 m 粉砂	59.7	79.8	
3	亚砂土	4.3	84.1	
4	粉砂、砂质粘土互层	15.1	99.2	
5	粘土、砂质粘土互层	28.9	128.1	
6	粉砂	6.5	134.6	
7	粘土、砂质粘土互层、中间夹 2.0 m 细砂	34.0	168.6	
8	粉砂、砂质粘土互层	15.4	184.0	
9	粘土、砂质粘土	16.5	200.5	
10	粉、细砂	9.4	209.9	
11	砂质粘土、粘土夹 2.2 m 粉砂	20.5	230.4	
12	细砂夹 3.56 m 亚砂土砂	28.1	258.5	
13	粘土	16.9	275.4	
14	粉砂夹薄粘土层	26.2	301.6	
15	粘土、砂质粘土	17.0	318.6	
16	次生灰岩夹 1.38 m 泥岩	31.7	350.3	
17	砂质粘土	9.7	360.0	
18	砂岩、泥岩互层	103.9	472.9	
19	二 ₂ 号煤	1.5	474.4	
20	砂岩	26.9	501.3	

图 2-3 第四系冲积岩层柱状图