

注浆技术

Cementation Technology

主 编 张永成

副主编 董书宁 苏坚深 卢相忠 赵大奎

戴宝森 杜庆军 邓文芳 赵兰春



煤炭工业出版社

《注浆技术》编审委员会

注 浆 技 术

主 编 张永成

副主编 董书宁 苏坚深 卢相忠 赵大奎

戴宝森 杜庆军 邓文芳 赵兰春

编写人员

(按姓氏为序)

王建国 刘克民

李树勋 张道明

(按姓氏为序)

张道明 张海峰

提供资料人员

史长营 张梦斌

俞向青 梁传新

主 编 单 位

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书由 19 章组成,详细介绍了矿山建设时期的地面预注浆、立井工作面注浆、井巷工程后注浆、巷道注浆、高压喷射注浆,矿井生产时期的工作面注浆、煤层顶底板注浆、煤壁注浆、采区边界注浆、采空区注浆、帷幕截流注浆以及岩土岩溶堵水加固注浆等,全面阐述了各种注浆材料、注浆工艺以及注浆设备等,深入探讨了注浆理论、注浆水文地质以及注浆施工管理等方面的问题,并有针对性地列举了大量现场注浆工程实例。

本书内容全面、系统、科学、实用,对注浆技术研究、教学和注浆工程施工具有很强的参考和指导作用,适合广大注浆科研人员、工程技术人员和有关院校师生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

注浆技术 / 张永成主编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2012
ISBN 978 - 7 - 5020 - 4024 - 6

I. ①注… II. ①张… III. ①注浆法 (凿井) IV. ①TD265.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 053104 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
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 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 51¹/₂ 插页 1
字数 1217 千字 印数 1—2 000
2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 6847 定价 230.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

《注浆技术》编审委员会

主任 陈明和
副主任 袁亮 王政斌 周立 高木福 李希勇

委员 郭承敏 柴建禄
陈文豹 刘志强 王恒强 姜风彬 杨云祥
唐永志 李志成 刘其声

主编 张永成
副主编 董书宁 苏坚深 卢相忠 赵大奎 戴宝森
杜庆军 邓文芳 赵兰春

统稿 鲍仪
编写人员 (除主编、副主编外,以姓氏笔画为序)

王明远 王成绪 王继全 王建树 刘文民
朱明诚 冯春喜 郭培里 黄树勋 张连明
张海峰 程志彬 詹锦泉

审稿人员 (除主编、副主编外,以姓氏笔画为序)
王成绪 朱明诚 冯春喜 张连明 张海峰
詹锦泉

提供资料人员 刘国静 蔡振国 姬良雨 段长营 张梦岐
王志勋 李经海 魏国强 黄向菁 荣传新
王传兵

主编单位 中煤科工集团西安研究院
唐山开滦建设(集团)有限责任公司
河南煤炭建设集团有限责任公司
新汶矿业集团地质勘探有限责任公司

参编单位 天地科技建井研究院（北京中煤矿山工程有限公司）

山东淄博翔宇勘探工程有限责任公司

淮南矿业集团有限责任公司

主办单位 中煤老科协煤炭开发工程技术咨询专家委员会

承办单位 北京煤科联应用技术研究所

林文朝 员 委

刘其庆 员

王本朝 员 主

李金波 员 主 编

李金波 员

（刘其庆为技术，李金波为副主编） 员 人 员 编

刘其庆 员 委

刘其庆 员 委

（刘其庆为技术，李金波为副主编） 员 人 员 编

李金波 员 委

李金波 员

李金波 员 委 编

李金波 员 委

李金波 员

北京中煤矿山工程有限公司 主 编 委

北京中煤矿山工程有限公司 主 编 委

北京中煤矿山工程有限公司 主 编 委

北京中煤矿山工程有限公司 主 编 委

序 一

注浆技术从1802年法国开始应用至今已有200多年的历史。当今，注浆技术主要应用于各类矿山工程、建筑工程、军事工程、水电工程、水利工程、交通运输工程等。注浆技术的应用很好地解决了各类工程施工中出现的水患、松软岩石及基础工程加固等方面的难题，对保证安全施工，加快工程进度，降低工程造价起到了重要作用。

本书详尽地总结了我国近几十年来注浆技术的实践经验，用大量的重要工程实例阐明了注浆技术应用的效果。如在煤炭行业中，由于煤矿开采深度的加大，立井井筒深度达1000多米，基岩上部覆盖500~600m的冲积层，20世纪90年代末至今打的200多个立井、90多个斜井，大部分都使用了注浆堵水及加固技术，并且在工艺上采用了冻结、注浆、凿井“三同时”工艺，保证了立井深井安全施工，且大大加快了工程进度，井筒成井速度由原来平均月进50~60m提高至100m左右。水电行业中的青铜峡、葛洲坝、三峡等水电站工程均应用了注浆技术，铁路、交通行业也在许多隧道工程中采用注浆堵水和围岩加固技术。目前，我国的注浆技术已达到国际先进水平，在注浆工艺、设备、材料等方面都取得了突出的研究成果与专利，此时编写这样一本全面总结注浆技术的图书是非常必要和及时的。

本书是近几十年来比较全面地介绍注浆技术的专业书籍，作者汇聚了我国煤炭、水电、冶金、铁道、交通、军事等方面从事注浆工作的专家、教授，他们在总结我国注浆技术并吸取英国、法国、德国、南非、美国、日本和苏联等国家注浆技术经验的基础上编成此书。本书可作为教学、工程施工、科研等方面的参考书。

最后，向本书的编审人员及为本书的编写工作提供帮助和支持的所有人员表示衷心感谢。

陳明和

二〇一二年一月

序 二

注浆技术是地下工程和地面工程广泛应用的技术,应用于煤炭工业已有悠久历史。1864年,英国最早将注浆技术用于井筒施工。20世纪50年代初,随着大规模兴建煤矿,我国将注浆技术用于井筒施工。1952年黑龙江省小恒山矿主井采用壁后注浆法堵水成功。1958年在吉林蛟河矿采用预注浆法堵水,将井筒高达 $240\text{ m}^3/\text{h}$ 的涌水降至 $2\sim 3\text{ m}^3/\text{h}$,解决了井筒停工、面临报废的问题。1974年,煤炭、冶金、机械三部组织立井施工和机械化配套攻关会战,采用以注浆堵水为主的综合治水方案,大幅度降低井筒涌水量,改善凿井条件,提高凿井速度,注浆技术成为特殊凿井的一项主要技术。之后,注浆技术不断发展,最大地面预注浆深度已超过千米。

在煤矿,注浆除用于特殊凿井,还广泛用于治理水害和充填加固岩层。20世纪80年代,生产规模和技术装备都处于我国领先地位的开滦范各庄矿发生特大导水溶岩陷落柱涌水事故,矿井被淹,并淹没了邻近的吕家坨矿。采用溶岩加固和堵大水注浆技术后,堵住了高达 $2053\text{ m}^3/\text{h}$ 的特大涌水,恢复了生产,项目获国家科技进步一等奖。通过多次实践,我国形成了用于动水注浆的理论和方法。20世纪90年代,我国已开发出将采煤工作面下伏含水层改造为隔水层的工艺系统和方法,为安全开采具有底板下伏含水层的煤层提供了技术保证。我国治理矿井水害的注浆技术,已处于世界先进水平。

通过注浆充填加固松软易破碎岩层,是保证生产建设安全的有效措施。顶板事故一直是我国煤矿伤亡人数最多的事故。大中型煤矿采煤工作面普遍采用液压支架后,基本消除了顶板事故,但顶板事故伤亡人数仍占各类事故的首位。目前许多顶板事故是松散顶板冒落所致,采用注浆技术可以防止这类事故。一些煤层直接顶容易冒落,开采时往往会留下不容易冒落的一层顶煤不开采来代替直接顶,这样既浪费了资源,又降低了生产效益。采用注浆技术加固直接顶,可以取得比留顶煤更好的技术经济效果。这方面还有许多工作需要开发和推广,注浆技术前景可观。最近世界注浆器材顶级企业德国巴斯夫公司进入中国,将促进这项工作的开展。

本书由国内从事注浆技术的科研单位专家、教师和生产建设单位专家共同撰写,内容包括国内外最新研究开发的新技术、新工艺、新材料,既有理论,又有大量实例,是煤炭行业编纂的知识内容最为系统的注浆技术图书,

有些内容是以往图书所没有的，如矿区帷幕截流注浆、采区注浆等。注浆技术在矿井生产期间的应用和注浆加固岩层等则增加了大量篇幅，扩充了内容。

《注浆技术》全书约 120 万字，许多老专家虽已七八十岁高龄，仍伏案笔耕，把毕生从事的煤炭科技工作的经验和心得编纂成书，留给后人，是值得倡导和称赞的，在此我代表中国老科学技术工作者协会煤炭工业分会向他们表示衷心感谢。同时，希望更多的离退休科技专家参与科技图书的编纂工作。

素生

二〇一二年一月

前 言

为了全面深入地总结和呈现注浆技术,推动注浆技术的不断进步,满足广大注浆科研人员、工程技术人员和注浆施工现场的需要,我们组织了煤炭、冶金、水电等系统的科研机构、施工企业的多位注浆专家,编写了这本《注浆技术》。

和以往相比,本书的内容是较为丰富的,既包含矿山建设时期的地面预注浆、立井工作面注浆、井巷工程后注浆、巷道注浆、高压喷射注浆等内容,又包含矿井生产时期的工作面注浆、煤层顶底板注浆、煤壁注浆、采区边界注浆、采空区注浆、帷幕截流注浆以及岩土岩溶堵水加固注浆等,还详细介绍了注浆材料、各种注浆工艺以及注浆设备等,并探讨了注浆理论、注浆水文地质以及注浆施工管理等方面的问题。为方便读者理解和运用,本书列举了大量的注浆工程实例,这些实例来源于实践现场,我们期待它们具有指导、借鉴和参考价值,能为读者更好地掌握注浆技术的关键和要点提供帮助。总之,本书所集结的内容,我们力求科学、实用,使之能最大限度地满足注浆工程从设计到施工再到质量验收的实际需要。

本书的编审工作从2009年11月份开始启动,到现在为止已有两年半时间,经历了调研、搜集资料、编写、自审、修改、外审、再修改的复杂编审过程。在这期间,召开了多次主编会议和审稿会议对书稿内容和质量进行审查把关,与此同时对书稿进行了多次修改和完善,有的章节修改多达四五次才最后成型。

本书在编写过程中,得到了主编单位、参编单位的大力支持,得到了有关专家的无私帮助,他们提供了丰富的基础资料和宝贵的修改意见,我们还引用和参考了同行的文献资料,在这里一并表示衷心感谢。本书的编审,尽管我们做了很大的努力,付出了很多的劳动,但由于受专业知识、技术能力、工作经历和时间精力的限制,内容不免存在错误和不足,欢迎读者批评指正并不吝赐教,以便我们及时进行修正。

《注浆技术》编审委员会

二〇一二年一月

0	注浆技术概论	1
0.1	注浆技术的发展与进步	1
0.2	注浆技术创新研究	2
0.3	注浆材料、工艺和设备的研发	3
0.3.1	注浆材料	3
0.3.2	注浆工艺	4
0.3.3	注浆设备与仪器	5
0.3.4	注浆规范、规程和标准	6
0.4	注浆法分类	7
0.4.1	按照含水层揭露前后分类	7
0.4.2	按注浆采用的材料分类	7
0.4.3	按浆液注入工艺分类	7
0.4.4	按浆液在地层中产生能量的方式分类	7
0.4.5	按注浆工程地质条件分类	8
0.4.6	按注浆目的分类	8
0.5	注浆技术研究内涵	8
0.5.1	工程地质和水文地质调查	8
0.5.2	室内配方试验和模型试验	9
0.5.3	注浆现场工业性试验	9
1	注浆理论探讨	11
1.1	概述	11
1.2	浆液的流变理论	12
1.2.1	流变性分类	12
1.2.2	黏性流体	13
1.2.3	塑性流体	14
1.2.4	黏性变流体	14
1.2.5	浆液流态	15
1.2.6	黏度	15
1.3	化学注浆概论	16
1.3.1	岩土注浆渗流机理	16
1.3.2	地下水对浆液扩散过程的影响	20

1.3.3	化学浆液对黏土渗透性能的影响	23
1.3.4	浆液在低渗透介质中的渗透规律	24
1.4	岩(土)体渗透注浆理论	26
1.4.1	孔隙土体渗透注浆理论	26
1.4.2	岩体裂隙渗透注浆	29
1.4.3	悬浊型浆液在岩土中的渗流	30
1.4.4	渗透注浆研究评述	33
1.5	压密注浆原理	33
1.5.1	压密注浆的浆液	34
1.5.2	压密注浆的加固作用	34
1.6	劈裂注浆原理	35
1.6.1	劈裂注浆的三个阶段	36
1.6.2	压密注浆与劈裂注浆的关系	36
1.7	电动化学注浆原理	37
1.7.1	电渗原理	38
1.7.2	电化学效应	38
1.7.3	电渗固结原理	39
2	注浆水文地质工作	42
2.1	井筒检查孔	42
2.2	井筒工作面钻孔涌水量测定与计算	42
2.3	竖井井筒涌水量测定与计算	45
2.3.1	抽水试验方法	46
2.3.2	渗透系数计算	48
2.3.3	井(孔)排水影响半径计算	55
2.3.4	井筒涌水量计算	55
2.4	流量测井	56
2.4.1	混合抽水流量测井法	56
2.4.2	流量测井涌水量计算	58
2.5	钻孔涌水量计算曲线方程法	61
2.5.1	曲线类型判别	61
2.5.2	求 a 、 b 系数	62
2.5.3	求井筒涌水量	64
2.5.4	井径换算	64
2.6	矿井水患复矿排水试验的水量计算	65
2.6.1	浮标测流法	65
2.6.2	水泵排量法	65
2.6.3	井巷容积法	65
2.6.4	淹没容积法	66

801	2.6.5 抽水或排水试验计算突水量	66
3	注浆材料概述	76
111	3.1 注浆材料的研究及其发展	76
111	3.2 对注浆材料的要求及分类	76
111	3.2.1 对注浆材料的一般要求	76
111	3.2.2 注浆材料的分类与评价	77
111	3.3 浆液的基本性能及测试方法	78
151	3.3.1 黏度	78
151	3.3.2 密度(比重)	80
151	3.3.3 浓度	80
151	3.3.4 渗透能力	81
151	3.3.5 渗透系数	83
151	3.3.6 析水率	84
151	3.3.7 结石率	84
151	3.3.8 结石体强度	84
151	3.3.9 凝胶时间和凝结时间	85
151	3.3.10 安全性和耐久性	86
4	颗粒性注浆材料	88
151	4.1 单液水泥浆	88
151	4.1.1 水泥	88
151	4.1.2 纯水泥浆	88
151	4.1.3 水泥浆的外加剂	88
151	4.2 粉煤灰—水泥浆	92
151	4.2.1 粉煤灰的品质和等级	92
151	4.2.2 粉煤灰—水泥浆的配方试验	92
151	4.2.3 粉煤灰—水泥浆的现场注浆	95
151	4.2.4 粉煤灰—水泥浆的发展	95
151	4.3 超细水泥浆	96
151	4.3.1 超细水泥浆的特点	96
151	4.3.2 超细水泥浆的性能	97
151	4.4 水泥—水玻璃浆(C-S浆)	100
151	4.4.1 水玻璃	100
151	4.4.2 水泥—水玻璃浆的基本性能	101
151	4.5 超细水泥—水玻璃浆(MC-S浆)	105
151	4.5.1 超细水泥	105
151	4.5.2 超细水泥—水玻璃浆的性能	106
151	4.5.3 超细水泥—水玻璃浆注浆模型试验	108

4.5.4	工程应用 (广州地铁一号线)	108
4.6	高水速凝充填材料	109
4.6.1	高水速凝充填材料凝胶时间和抗压强度	110
4.6.2	高水速凝充填材料的变形性能	110
4.6.3	高水速凝充填材料的应用前景	111
4.7	黏土水泥浆 (CL-C 浆)	112
4.7.1	浆液的组成与配比	112
4.7.2	浆液的性能	114
4.8	煤矸石注浆材料初步研究	120
4.8.1	煤矸石的岩石性质及其激活机理	120
4.8.2	煤矸石活性激发	121
4.8.3	煤矸石浆液室内试验简介	121
4.8.4	对试验结果的分析与改进	121
4.8.5	对煤矸石浆液的初步印象	122
5	无颗粒性注浆材料	123
5.1	马丽散 (聚亚胶脂)	123
5.1.1	马丽散浆液的特性	123
5.1.2	马丽散的基本成分及性能	123
5.1.3	马丽散双液注浆的特点	124
5.1.4	马丽散浆液的应用	124
5.2	脲醛树脂类浆液	125
5.2.1	脲醛树脂浆液	125
5.2.2	脲丙浆液 (NB 浆液)	128
5.2.3	HB-689 浆液	129
5.2.4	木铵浆液	129
5.2.5	糠醛—尿素浆液	131
5.3	木质素类浆液	131
5.3.1	硫木素浆液	132
5.3.2	糠木素 (糠尿木素) 浆液	133
5.3.3	其他木质素浆液	135
5.4	丙烯酸类注浆材料	137
5.4.1	丙烯酸盐浆液	137
5.4.2	丙烯酰胺浆液	149
5.4.3	甲凝 (甲基丙烯酸甲酯) 浆液	152
5.5	环氧树脂类注浆材料	154
5.5.1	环氧树脂的分类	154
5.5.2	注浆用环氧树脂	157
5.5.3	注浆用环氧树脂的实用配方	164

5.5.4	环氧树脂的特性	164
5.5.5	环氧树脂注浆材料的发展	165
5.6	聚氨酯树脂类注浆材料	166
5.6.1	聚氨酯浆液的基本组成	166
5.6.2	聚氨酯 (PU) 浆液的制备与性能	171
5.6.3	水溶性聚氨酯 (WPU) 浆液	175
5.7	水玻璃类浆液	180
5.7.1	酸性水玻璃浆液	181
5.7.2	碱性水玻璃浆液	183
5.7.3	水玻璃注浆材料的发展	189
5.8	注浆材料的改进与发展	189
5.8.1	注浆材料的改进	189
5.8.2	注浆材料的发展	189
6	立井地面预注浆	193
6.1	注浆工程设计	193
6.1.1	设计依据	193
6.1.2	设计原则	193
6.1.3	设计内容	194
6.1.4	深度与段高的划分	194
6.1.5	注浆参数的确定	195
6.2	综合注浆法	197
6.2.1	注浆材料	197
6.2.2	造浆工艺	200
6.2.3	注浆孔钻进	201
6.2.4	注浆工艺	204
6.2.5	注浆质量检查	210
6.2.6	应用实例	211
6.3	上部冻结下部注浆法	218
6.3.1	竖井上冻下注平行作业施工方案	218
6.3.2	“直+S”形注浆孔的上冻下注平行作业施工	221
6.3.3	全部 S 形钻孔注浆的上冻下注平行作业施工	227
6.4	上部钻井下部地面预注浆法	234
6.4.1	注浆孔孔数及布置	234
6.4.2	注浆深度的确定	235
6.4.3	定向注浆孔的施工	235
6.4.4	注浆方式、材料及工艺参数	236
6.4.5	质量检测和结束标准	236
6.4.6	应用实例	236

6.5	上部凿井下部地面预注浆法	245
6.5.1	矿井水文地质条件	245
6.5.2	注浆方案	246
6.5.3	定向注浆孔的施工	247
6.5.4	注浆方法及工艺参数	249
6.5.5	工程效果	249
6.6	常规地面预注浆	250
6.6.1	注浆工程设计	251
6.6.2	注浆孔钻进	254
6.6.3	注浆工艺	255
6.6.4	注浆效果检查及注浆结束标准	259
7	立井工作面注浆	261
7.1	裂隙含水岩层工作面预注浆	261
7.1.1	止浆垫	261
7.1.2	注浆孔布置与注浆段高	274
7.1.3	注浆工艺	278
7.2	立井工作面预注浆技术新进展	284
7.2.1	工作面双孔钻注技术	284
7.2.2	孔内爆破工作面注浆技术	287
7.2.3	立井岩帽止浆分段工作面预注浆	289
7.2.4	破碎带夹泥地层的工作面注浆	292
8	巷道注浆	296
8.1	巷道注浆分类	296
8.1.1	按巷道工程分类	296
8.1.2	按注浆与巷道开挖时间分类	296
8.1.3	按注浆使用的浆液材料分类	296
8.1.4	按浆液进入地层产生能量方式分类	296
8.1.5	按注浆的目的分类	297
8.1.6	按注浆机理分类	297
8.2	止浆墙	297
8.2.1	止浆墙的分类	297
8.2.2	止浆墙结构及厚度的确定	297
8.2.3	止浆墙施工	300
8.3	注浆方式	301
8.3.1	裂隙含水岩层注浆方式	301
8.3.2	破碎岩层中注浆小分段长度	301
8.4	注浆孔数及布置	302

8.4.1	注浆孔数的选择	302
8.4.2	巷道工作面注浆孔的布置	302
8.5	注浆孔的钻进	303
8.5.1	钻机及其安装	303
8.5.2	安全钻进及防突水措施	304
8.5.3	复杂地层注浆孔钻进	305
8.6	注浆施工	307
8.6.1	注浆站	307
8.6.2	注浆顺序及工序	308
8.6.3	注浆参数	309
8.6.4	施工注意事项	311
8.6.5	扫孔与复注	312
8.7	注浆效果检查与评价	312
8.7.1	堵水效果检查与评价	313
8.7.2	加固效果检查与评价	313
8.8	斜井穿过奥灰含水层注浆堵水	314
8.8.1	奥灰岩层的特征	314
8.8.2	奥灰含水层注浆要求	314
8.8.3	斜井穿过奥灰含水层的注浆方案	314
8.8.4	注浆钻孔施工	314
8.8.5	注浆堵水施工	314
8.9	斜井淹井水下注浆堵水	315
8.9.1	斜井淹井水下注浆特点	315
8.9.2	水下注浆方案	315
8.9.3	水下注浆施工	316
8.10	固结注浆维修斜井井筒	317
8.10.1	固结注浆方案	317
8.10.2	注浆施工	317
8.11	裸岩巷道硐室直接堵漏	317
8.11.1	直接堵漏的基本条件要求	317
8.11.2	裸岩巷道注浆参数选择	317
8.11.3	注浆施工	318
8.12	唐口煤矿中央泵房、变电所锚注实例	320
8.12.1	工程概况与破坏原因	320
8.12.2	修复加固方案设计	322
8.12.3	注浆工程设计	324
8.12.4	修复加固工程施工	328
8.12.5	注浆加固效果分析	329

9	井巷工程后注浆	332
9.1	后注浆适用条件与类型	332
9.1.1	后注浆的适用条件	332
9.1.2	后注浆的类型	332
9.2	后注浆方案	332
9.2.1	立井井筒后注浆布置方案	332
9.2.2	立井井筒后注浆设备布置形式	332
9.2.3	井巷壁后注浆方案	333
9.3	井巷后注浆孔布置与参数确定	334
9.3.1	注浆孔布置原则及排列	334
9.3.2	后注浆压力及注浆量	334
9.4	井壁后注浆施工	335
9.4.1	施工准备	335
9.4.2	后注浆实施	336
9.4.3	后注浆作业方式	337
9.5	义马新义煤矿副井井筒壁后注浆施工实例	338
9.5.1	工程概况	338
9.5.2	地质与水文地质	338
9.5.3	注浆方案	338
9.5.4	提高注浆浆液凝胶速度的措施	341
9.5.5	注浆施工顺序的选择	341
9.5.6	注浆作业	341
9.5.7	注浆工艺流程	342
9.6	鲍店煤矿主、副井壁后注浆施工实例	342
9.6.1	地质及水文地质情况	343
9.6.2	副井注浆钻孔设计	343
9.6.3	大跨度注浆钻孔施工	344
9.6.4	施工效果	344
9.7	梁宝寺煤矿主井壁后注浆堵水技术研究	345
9.7.1	井筒出水段水文地质	345
9.7.2	地面打钻注浆堵水方案实施	345
9.7.3	堵水后的效益分析	349
9.8	太平煤矿副井井壁破裂注浆加固施工实践	349
9.8.1	工程概况	349
9.8.2	注浆加固方案	350
9.8.3	注浆加固施工	351
9.8.4	注浆加固效果	352
9.9	防渗堵漏技术在煤矿建设中的应用	352