



岩土工程化学原位加固丛书.3

原位化学灌浆加固技术

邓敬森 等 编著

DENGJINGSEN DENG BIANZHU

YANTU GONGCHENG HUAXUE

YUANWEI JIAGU CONGSHU.3

YUANWEI HUAXUEGUANJIAN

JIAGU JISHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



岩土工程化学原位加固丛书.3

原位化学灌浆加固技术

邓敬森 陈雪云 熊厚金 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系“岩土工程化学原位加固丛书”之一，主要介绍了原位化学灌浆加固技术的基础作用机理、化学作用机理和物理作用机理，并针对土体、岩体与混凝土三大类灌浆载体和水工程、交通工程等八大工程的原位化学灌浆加固技术涉及的25种施工工法作了汇总。

本书概念清晰、原位化学灌浆加固技术的理论与实践主要作用机理与施工工法系统完整，可供从事岩土地面工程、地下工程和水下工程的化学灌浆科技人员以及中职、中专、大专和高等院校相关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

原位化学灌浆加固技术 / 邓敬森等编著. — 北京 : 中国水利水电出版社, 2011.12

(岩土工程化学原位加固丛书 ; 3)

ISBN 978-7-5084-9381-7

I. ①原… II. ①邓… III. ①岩土工程—原位—化学灌浆—灌浆加固—技术 IV. ①TU472.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第281426号

书 名	岩土工程化学原位加固丛书·3 原位化学灌浆加固技术
作 者	邓敬森 等 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 10印张 269千字
版 次	2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

序

在岩土工程中，原位处理及其原位化学灌浆加固，既保证了工程建筑物的安全与健康，又促进了岩土工程化学的创立与发展。

实践表明，原位化学灌浆加固具有如下三大特点。

一、隐蔽性

利用化学灌浆进行地基处理、桩基加固、公路路面板底及隧道衬砌背后脱空充填、地下连续墙构筑、锚杆（索）灌浆补强都是在岩土中隐蔽施工，工程竣工后的运行也是在隐蔽条件下进行的，从而决定了该技术的创新不易和神秘莫测。

二、区域性

利用化学灌浆原位加固的岩土地质体，因其构造成因及组分不同，带来了各个构造体系和地理区域的差别：坚硬、高地应力场岩体的岩爆、饼化；松散、多孔隙的软弱土壤的泥化、渗漏；赤道附近的高温，高纬度地域的严寒，这些都使该技术的广泛应用呈现出不可复制和异彩纷呈的特点。

三、不确定性

由岩土工程地质勘察报告所述的场地数据，很难概括化学灌浆原位加固的岩土全部性能；某些岩土的结构及性能参数又容易随环境条件而改变，而施工时又或多或少地扰动岩土结构；改变了的岩土结构及性能反过来对施工过程又施加一定的影响，不可能在事先把这一切了解得十分清楚，所以化学灌浆施工是在对岩土性质及其变化不是全部了解清楚的情况下进行的，这种种不确定性就凸显了该技术的高深久远和“阿化”魅力。

2000年，当我们创办《岩土工程界》学术期刊时，就有灌浆技术的考量，当时主要是水工程大坝坝基与坝体固结灌浆和帷幕灌浆的论述和推广。现在，“岩土工程化学原位加固丛书”较全面地概述了交通公路、铁道桥隧、矿山尾矿库坝以及水工程诸领域的化学灌浆原位加固技术，并在“化灌快乐力”理念上有所创新，这是当下“以人为本”、“科学发展观”在岩土工程界的贯彻和实际体现。其中，《原位化学灌浆加固概论》彰显了《岩土工程化学》在交通公路领域的应用发展；《原位化学灌浆加固材料》综述了当前化灌浆材的特性；《原位化学灌浆加固技术》突出了加固机理；《原位化学灌浆加固典型案例》介绍了化学灌浆在岩土工程中应用的经典。一套四册的“岩土工程化学原位加固丛书”出版，有助于“化灌人”开启由“敬畏化学灌浆”向“化学灌浆快乐”迈进的心路历程。

应“岩土工程化学原位加固丛书”的作者所约，书写上述这些话，是为序。

中国工程院院士

王思敬

2009年9月

于北京清华园

前 言

原位化学灌浆加固技术，本质上是时空四维的应对、协调与平衡，即在时间维上，“昨天怎么看，今天怎么干，明天怎么办？”；在空间三维中，“气体如何排、液体如何挤、非连续固体如何粘”的一门应用性学科。

通常，人们将 1802 年法国人查理斯·贝里尼（Charles Bering）首次进行粘土灌浆始作为灌浆的开端，至今已有 200 多年的历史了。从粘土的化学元素来界定其浆材性质，这 209 年也可以作为原位灌浆加固技术的历程。

古人曰“以史为镜”。

昨天以粘土浆作为帷幕防渗的效果，至今看来仍不失为一剂既经济又实用的原位化学灌浆的良方。只是纯粘土浆需改进或者与其他浆材诸如水玻璃、水泥等在材料或工艺上的复合以满足设计与规范的要求。

今人曰“面对现实”。

今天，水工程、公路工程、铁道/地铁工程、能源工程、河运/海运工程、人防/军工工程、航空航天工程，以及建筑/文物工程均或缺不了原位化学灌浆加固技术。其中，有两件重要事值得世人关注：一是进入 21 世纪以来，围绕灌浆国内有关行业及全国统一制定/修订了 15 个标准/规范（见表 0.1）；二是国家住房与城乡建设部颁发了 2001~2008 年与原位化学灌浆加固有关的国家一级与二级工法（见表 0.2）20 个。

表 0.1

21 世纪初国内灌浆标准规范一览表

序号	标准编号	标准/规范名称
1	DL/T 5148—2001	水工建筑物水泥灌浆施工技术规范
2	DL/T 5200—2004	水电水利工程高压喷射灌浆技术规范
3	GB/T 50448—2008	水泥基灌浆材料应用技术规范
4	DL/T 5406—2010	水工建筑物化学灌浆施工规范
5	DL/T 5238—2010	土坝灌浆技术规范
6	JC/T 1041—2007	混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料规范
7	JC/T 986—2005	水泥基灌浆材料
8	SH/T 3604—2009	石油化工水泥基无收缩灌浆材料应用技术规程
9	JG/T 264—2010	混凝土裂缝修复灌浆树脂
10	GB/T 25182—2010	预应力孔道灌浆剂
11	JC/T 2037—2010	丙烯酸盐灌浆材料
12	JC/T 2041—2010	聚氨酯灌浆材料
13	DL/T 5237—2010	灌浆记录仪技术导则
14	GB/T 10247—2008	粘度测量方法
15	SZ-G-B04—2007	公路路基与基层地聚合物注浆加固技术规程

明天，后人将会承先启后，继往开来，以岩、土、混凝土等介质为载体，在改性浆材诸如粘土浆、水玻璃浆、水泥浆、环氧树脂浆、丙烯酸盐浆、聚氨酯浆和木质素浆等的基础上全面改性优化，以达更加环保、绿化意境，重点在基础原位化学灌浆加固理论方面对渗透灌浆、挤（压）密灌浆、劈裂灌浆和高压喷射灌浆等作用机理更加显式化；对上述七大类化学灌浆浆液的化学作用机理更为精准化；对前述八大化学灌浆应用领域的物理作用机理更加程式化。与此同时，开拓更加科学的化灌施工工法。

我国住房与城乡建设部 2001~2008 年颁发实施与原位化学灌浆加固有关的国家一级与二级工法（见表 0.2）。

**表 0.2 与原位化学灌浆加固相关的国家一级与
二级工法一览表**

序号	工法编号	工法名称	工法编制者
1	YJGF 36—2002	水泥基渗透结晶型防水 涂料工法	河南省第一建筑工程有限 责任公司
2	YJGF 37—2002	硫铝酸盐水泥粘结注浆 施工工法	淮南国能建设工程有限责 任公司
3	YJGF 09—2002	沉管隧道桩基囊袋注浆 施工工法	上海隧道工程股份有限 公司
4	YJGF 086—2006	混凝土防渗墙墙下帷幕 灌浆预埋灌浆管工法	中国水利水电建设集团 公司 葛洲坝集团基础工程有限 公司
5	YJGF 084—2006	孔口封闭水泥灌浆施工 工法	中国水电基础局有限公司 葛洲坝集团基础工程有限 公司 中国水利水电第八工程局
6	YJGF 151—2006	喷涂型聚脲弹性防水涂 料施工工法	北京城乡建设集团有限责 任公司 海洋化工研究院 北京市中通防水施工有限 公司
7	YJGF 157—2006	聚合物水泥基防水涂料 工法	江苏南通二建集团有限 公司
8	YJGF 231—2006	无盖重高压固结灌浆施 工工法	中国水利水电第十工程局
9	YJGF 260—2006	碾压混凝土拱坝诱导缝 重复灌浆施工工法	中国水利水电第八工程局 中国水利水电第十一工 程局
10	YJGF 262—2006	水工建筑物流道抗磨蚀 层环氧砂浆施工工法	中国水利水电第十一工 程局
11	YJGF 264—2006	混凝土坝塑料拔管法接 缝灌浆系统施工工法	中国水利水电第四工程局 葛洲坝集团第五工程有限 公司
12	YJGF 281—2006	大坝接缝灌浆采用球面 键槽的施工工法	葛洲坝集团第五工程有限 公司

续表

序号	工法编号	工法名称	工法编制者
13	YJGF 007—2008	预应力混凝土管桩新型 注浆器桩端压力注浆施工 工法	山东万鑫建设有限公司 天元建设集团有限公司
14	YJGF 054—2008	浅埋隧道全断面帷幕水 平冻结施工工法	中铁二局股份有限公司
15	YJGF 089—2008	风积砂地层巷道小管棚 超前注浆配合网喷混凝土 施工工法	中煤第三建设（集团）有 限责任公司
16	YJGF 063—2004	旧桥改造之桥梁同步顶 升施工工法	天津城建集团有限公司总 承包公司
17	EJGF 171—2008	混合花岗岩固结灌浆施 工工法	中铁十四局集团有限公司
18	EJGF 182—2008	复合止水帷幕沉井施工 工法	深圳市市政工程总公司
19	EJGF 214—2008	深立井基岩段井壁漏水 防治施工工法	中煤第一建设公司
20	EJGF 217—2008	立井施工过流沙层整体 液压钢板帷幕技术施工 工法	平煤建工集团有限公司

“理论的核心是作用机理，技术的关键是把握时机。”这既是笔者长期理论学习的心得，也是笔者多年工程实践的体验。尤其是在3年多合作编著“岩土工程化学原位加固丛书”中，这一“核心”与“关键”始终贯穿于字里行间。

《原位化学灌浆加固技术》是继2009年出版的《原位化学灌浆加固概论》、2010年出版的《原位化学灌浆加固材料》之后的丛书第三册。该书共6章：第1章绪论，简述了原位化学灌浆加固技术的概念、分类；第2章灌浆设计，给出了灌浆设计原则、内容以及灌浆主要设计计算公式、原位化学灌浆方案选择前提与标准等；第3章原位化学灌浆加固技术的基础作用机理，分述了渗透、挤（压）密、劈裂和高压喷射等四种基础作用机理；第4

章原位化学灌浆加固技术的浆液作用机理，从化学作用机理方面，对粘土浆、水玻璃浆、水泥浆、环氧浆、丙烯酸盐浆、聚氨酯浆、木质素浆以及它们之间的某些复合浆作了归纳；第5章原位化学灌浆加固技术的应用机理，从物理作用机理方面，对软弱地基注浆加固、地下洞室围岩注浆加固、低渗性花岗岩与堆积软土复合灌浆补缝和抬升、灌浆指数法（GIN）作用机理、二重管无收缩双液注浆法（WSS）机理、盾构法（Shield）注浆和注浆抬升纠偏等机理作了汇总；第6章原位化学灌浆加固技术/工法，分别对土体、岩体与混凝土灌浆法等27种原位化学灌浆加固技术/工法作了介绍。

通过上述6章，旨在向读者传达下列信息：原位化学灌浆加固技术是从化学灌浆这门“小技术”的角度，科学有效地服务于国民经济工程建设与维护加固方面，提供一方技术支撑。笔者试图从“敬畏化学灌浆”向“快乐化学灌浆”心路历程上，探索一条人性化的原位化学灌浆加固的道路。因为，“人的本性就是追求更好的生活”。

在《原位化学灌浆加固技术》的编著中，承蒙中国工程院院士王思敬作序；长江科学院教授级高级工程师蒋硕忠审阅了书稿；广东灌浆岛路桥新技术发展有限公司和桂林科达化学灌浆有限责任公司高鸿儒、黄基传、钟荣国、谷茂、谢志方和熊学刚等同仁的帮助，在此一并表示深切感谢！

限于笔者的学识与实践局限性，书中难免有欠妥或失误之处，敬请读者不吝指正。

邓敬森

2011年7月于阳江

术语表*

岩土工程 (Geotechnical engineering): 指土木工程中涉及岩石、土的利用、处理或改良的科学技术。

岩石工程 (Rock engineering): 指以岩体为工程建筑地基或环境, 并对岩体进行开挖、加固的地下工程和地面工程。

环境岩土工程 (Environmental geotechnics): 指利用岩土工程的理论和实践解决由于人类活动和工农业生产带来的包括环境的合理利用、保护和综合治理的工程措施等环境问题。

地质环境要素 (Geologic environment element): 指组成和影响地质环境的岩石、土、地表水、地下水、地质构造及各种地质作用等因素的总称。

岩石 (Rock): 指组成地壳的矿物集合体。

岩体 (Rock mass): 指赋存于一定地质环境, 由各种结构面和被其所切割的结构体所构成的刚性地质体。

土 (Soil): 指矿物或岩石碎屑构成的松软集合体。

土体 (Soil mass): 指分布于地壳表部的尚未固结成岩石的松散堆积物。

地表水 (Surface water): 指地球表面上的一切水体的总称。

地下水 (Groundwater): 指存在于地面以下岩石和土孔隙、缝隙和孔洞中的水。

地质构造 (Geologic structure): 指岩层经地壳运动产生的倾斜、弯曲、错动、断开和破碎等变形形态的统称。

不良地质现象 (Adverse geologic phenomena): 指由地球的内外营力造成的对工程建设具有危害性的地质作用或现象。

泥石流 (Debris flow): 指挟带大量泥沙、石块의 间歇性洪流。

滑坡 (Landslide): 指斜坡上的部分岩体和土体在自然或人为因素的影响下沿某一明显的界面发生剪切破坏向坡下运动的现象。

* GB/T 50279—98《岩土工程基本术语标准》; SL 26—92《水利水电工程术语标准》; 肖翔, 等.《病险水工程裂缝修补技术》, 北京: 中国水利水电出版社, 2009.

喀斯特塌陷 (Karst collapse): 指在喀斯特地区, 由于下部岩体中的空穴扩大导致顶部岩体的塌落; 或上覆盖土层中的土洞顶板因自然或人为因素失去平衡产生下沉或塌落的现象。

地面下沉 (Land subsidence): 指由于大范围过量抽取地下水, 引起水位下降, 土层进一步固结压密而造成的地面向下沉落。

震陷 (Earthquake subsidence): 指由于地震引起高压缩性土软化而产生地基基础或地面沉陷的现象。

地下水污染 (Groundwater pollution): 指有害有机质、微生物和有害化学成分, 通过各种途径进入地下水体, 使水质恶化, 影响经济建设、生活用水、生态平衡和损坏环境的现象。

灌浆试验 (Grouting test): 指为取得最佳灌浆效果, 给灌浆处理工程设计提供合理参数而进行的试验性灌浆工作。

化学灌浆 (Chemical grouting): 指将配好的化学浆液, 通过导管注入岩土体孔隙中, 使浆液与裂隙壁发生化学反应, 起到连接与堵塞的作用, 从而提高岩土体的强度, 减小其压缩性和渗透性的地基处理方法。

固结灌浆 (Consolidation grouting): 指将浆液灌入地基石裂缝, 以改善岩体力学性能的灌浆工程; 或指用灌浆加固有裂隙或软弱的地基以增强其整体性和承载能力的工程措施。

帷幕灌浆 (Curtion grouting): 指在岩石或砂砾石地基中, 用灌浆方法建造连续防渗体以减少地基渗漏, 减小渗透水对地基的扬压力和防止地基冲刷的工程; 或指用灌浆充填地基中的裂隙形成阻水帷幕, 以降低作用在建筑物底部的渗透压力或减小渗流量的工程措施。

回填灌浆 (Filling grouting): 指用灌浆填充混凝土衬砌与围岩间, 或钢板衬砌与混凝土衬砌间的空隙, 以改善传力条件与减少渗漏的工程措施。

接触灌浆 (Contact grouting): 指用灌浆加强建筑物间或建筑物与地基或围岩间的结合能力, 以提高接触面上的物理力学性能的工程措施。

接缝灌浆 (Joint grouting): 指为使分块浇筑的混凝土连成整体, 对相邻块间的缝面进行灌浆的工程措施。

灌浆压力 (Grouting pressure): 指将浆液注入灌浆部位所采用的压力值。

灌浆孔 (Grout hole): 指为使浆液进入灌浆部位而钻设的孔道。

灌浆封孔 (Grout hole sealing): 指灌浆结束停歇一定时间后用填充物填充孔口的工作。

冒浆 (Grout oozing out): 指灌浆时浆液沿着缝隙渗出的现象。

串浆 (Grout leaking): 指灌浆时浆液在灌浆孔之间串通的现象。

可灌性 (Groutability):指灌浆时地基或建筑物接受浆液的有效灌浆能力。

树根桩 (Root pile):指主要用于加固既有建筑物地基,桩径小于250mm,可按不同角度设置的形似树根的灌注桩。

铺网法 (Fabric sheet reinforced earth):指在超软弱地基表面铺设高强度土工合成材料网,以利于填土稳固的类似于刚性材料垫层的超软土地基表面强化处理的方法。

托换技术 (Underpinning technology):指为提高既有建筑物地基的承载力或纠正基础由于严重不均匀沉降所导致的建筑物倾斜、开裂而采取的地基、基础补强措施。

龟裂 (Craze):指由于养护不善等原因,在硬化的混凝土表面出现无定向的细微收缩裂缝的现象。

冷缝 (Cold joint):指混凝土浇筑过程中,当上层铺料平仓振捣完成前,被其覆盖的下层铺料已初凝时,该上、下两层混凝土的结合面形成的薄弱层面。

温度裂缝 (Thermal crack):指混凝土块体由于温度变化,其变形受到约束引起的拉应力超过其抗拉强度导致混凝土开裂的现象。

表面裂缝 (Surface crack):指外层混凝土的收缩受到内层的约束出现的温度拉应力超过混凝土的抗拉强度时所产生的浅层裂缝。

基础约束裂缝 (Foundation restraint crack):指刚性基础对其上部混凝土温度变形所构成的约束力大于混凝土的抗拉强度所产生的裂缝。

竖向裂缝 (Vertical joint):指竖向或垂直的小断裂。

横向裂缝 (Cross fracture):指横向的小断裂。

水平裂缝 (Horizontal fracture):指与地表水平面平行的小断裂。

斜裂缝 (Oblique crack):指与水平向或垂直向成夹角的小断裂。

收缩裂缝 (Contraction crack):指粘土或混凝土由湿态转为干燥过程而出现的体积收缩裂纹。其中,对于混凝土28d的干缩率在 $(200\sim 500)\times 10^{-6}$ 称此。

凝缩裂缝 (Congeal contraction crack):指混凝土由液态转为固态时体积收缩产生的裂缝。

塑性收缩裂缝 (Plastic-contraction crack):指混凝土浇筑完毕后,因养护不及时或非规范养护使混凝土构件表面水分蒸发过快,造成体积急剧变化而导致的裂缝。

沉降裂缝 (Settlement crack):指沿与地面垂直或呈 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 角方向因地基沉降而出现的裂缝。

碳化裂缝 (Carburising crack): 指由混凝土中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和空气中的 CO_2 结合生成 CaCO_3 导致混凝土表层收缩的裂缝。

化学反应引起的裂缝 (Chemical crack): 指混凝土拌和后产生的碱性离子与活性骨料产生化学反应并吸收混凝土中及周围环境的水而体积增大, 造成混凝土疏松、膨胀而开裂的现象。

荷载裂缝 (Load - crack): 指构件内部受拉出现拉伸变形, 继而变形超过极限值导致构件开裂的现象。

贯穿裂缝 (Penetrating crack): 指贯穿某一混凝土构件或建筑物部件(位)的裂缝。

深度裂缝 (Depth crack): 指伸进混凝土构件或建筑物内部一定深度的裂缝。

微裂隙 (Microfissure): 指岩石中极其细微的断裂。

断裂 (Crippling): 指地质体或材料的初始缺陷或裂纹。

自重法灌浆 (Self-gravitation method grouting): 指水泥基灌浆材料在施工过程中, 利用其良好的流动性, 依靠自身重力自行流动满足灌浆要求的方法。

高位漏斗法灌浆 (High-place funnel method grouting): 指水泥基灌浆材料在施工过程中, 当其自行流动不能满足灌浆要求时, 利用高位漏斗提高位能差以满足灌浆目的/要求的方法。

压力法灌浆 (Pressured method grouting): 指水泥基灌浆材料在施工过程中, 采用灌浆增压设备以满足灌浆要求的方法。

早期膨胀 (Early age expansion): 指水泥基灌浆材料在加水拌和后迅速产生的且持续至初凝时的体积膨胀。

硬化后膨胀 (Post-hardening expansion): 指水泥基灌浆材料在凝结硬化过程中, 伴随着膨胀性水化产物的生成而产出的体积膨胀。

复合膨胀 (Combination expansion): 指同时具有早期膨胀和硬化后膨胀。

【 目 录 】

序

前言

术语表

1	绪论	1
2	灌浆设计	6
2.1	概述	6
2.2	灌浆设计计算	8
2.3	原位化学灌浆方案选择	20
2.4	原位化学灌浆方法及其适用性选择	22
3	原位化学灌浆加固技术的基础作用机理	23
3.1	渗透灌浆作用机理	23
3.2	挤(压)密灌浆作用机理	26
3.3	劈裂(脉状)灌浆作用机理	30
3.4	高压喷射灌浆作用机理	32
4	原位化学灌浆加固技术的浆液作用机理	45
4.1	粘结机理	45
4.2	浆材固化机理	47
4.3	土壤固化机理	56
4.4	水玻璃凝胶体泥浆隔离带防灭火机理	60
5	原位化学灌浆加固技术的应用机理	62
5.1	软弱地基灌浆加固机理	62
5.2	地下洞室围岩灌浆补强加固机理	67
5.3	低渗性闪云斜长花岗岩断层/裂缝(隙)修补——水泥/化学 复合灌浆作用机理	73
5.4	低渗性自然堆积软土水泥/化学复合灌浆抬升机理	77
5.5	GIN法的作用机理	79

5.6	二重管无收缩双液灌浆 (WSS) 工法机理	81
5.7	盾构灌浆作用机理	82
5.8	灌浆抬升机理	89
6	原位化学灌浆加固技术 / 工法	97
6.1	混凝土、岩体与土体化灌法	98
6.2	隧洞回填灌浆施工工法	105
6.3	桥涵台背回填钻孔灌浆处理工法	109
6.4	压密灌浆施工技术	112
6.5	可控性压密灌浆工法	114
6.6	桩间压密灌浆补强工法	117
6.7	劈裂灌浆施工技术	119
6.8	帷幕灌浆施工技术	126
6.9	帷幕灌浆施工工法	132
6.10	固结灌浆施工技术	137
6.11	隧洞高压固结灌浆法	143
6.12	高压喷射灌浆法	151
6.13	混凝土裂缝修补的环氧树脂灌浆法	159
6.14	混凝土原位补强“壁可 (SHO-BOND)”工法	165
6.15	土壤固化法	169
6.16	原位灌浆 DCG 工法	176
6.17	布袋灌浆成桩法	181
6.18	袖阀管灌浆法	185
6.19	GIN 法	189
6.20	二重管无收缩双液灌浆 (WSS) 法	196
6.21	盾构软土地层水泥—水玻璃灌浆水平加固工法	199
6.22	盾构隧道同步灌浆施工技术	206
6.23	管棚灌浆施工工法	213
6.24	岩溶灌浆技术	222
6.25	矿井灌浆防灭火技术	224

附录 1	DCG 工法施工技术规程	229
附录 2	路基、地基土壤固化剂应用技术规程	237
附录 3	壁可法施工细则	260
附录 4	水库固结灌浆 (中国台湾)	265
附录 5	煤矿灌浆防灭火技术规范	281
附录 6	固结灌浆 (中国台湾)	290
附录 7	高压喷射灌浆 (中国台湾)	298
参考文献		302