

复杂地基 化学灌浆技术

第十四次全国化学灌浆学术交流会论文集

主 编 汪在芹

副主编 屈高见 徐明杰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

复杂地基 化学灌浆技术

第十四次全国化学灌浆学术交流会论文集

主 编 汪在芹

副主编 屈高见 徐明杰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为中国水利学会化学灌浆分会主办、中国水利水电第三工程局有限公司承办的“第十四次全国化学灌浆学术交流会”的论文集。内容涵盖了地基加固、浆材研究、裂缝处理、防渗堵漏等工程应用领域,辑录论文70篇,反映了2010年以来我国在化学灌浆领域的主要成果和当前化学灌浆领域的最新水平。

本书内容丰富,资料翔实,实用性强。可供水利水电、土木建筑、交通运输、地下采矿等相关专业的工程技术人员和院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

复杂地基化学灌浆技术:第十四次全国化学灌浆学术交流会论文集/汪在芹主编. —北京:中国电力出版社,2012.6

ISBN 978-7-5123-3249-2

I. ①复… II. ①汪… III. ①化学灌浆-地基处理-学术会议-文集 IV. ①TU472.5-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第146018号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年9月第一版 2012年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 27印张 624千字

印数0001—1500册 定价80.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

本书编委会

顾问 蒋硕忠

主编 汪在芹

副主编 屈高见 徐明杰

编委 (排名不分先后)

李 珍 郑亚平 张 捷 唐玉书 饶 明

屈高见 徐明杰 邱 敏 廖 斌 邓敬森

辜永国 冯志强 李 蓉 张 毅 魏 涛

审稿 (排名不分先后)

蒋硕忠 张良秀 谭日升 曹光钊 张 捷

屈高见 廖 斌

秘书 张春芳 邵晓妹 路郑郑

中国水利学会化学灌浆分会 第六届委员名单

名誉主任 蒋硕忠

主任 汪在芹

常务副主任 李 珍

副主任 (排名不分先后)

郑亚平 张 捷 唐玉书 饶 明 屈高见

邱 敏 廖 斌 邓敬森 辜永国 冯志强

李 蓉 张 毅

秘书长 魏 涛

顾问 (排名不分先后)

包银鸿 教授级高工

中国水电顾问集团华东勘测设计研究院

冯善彪 教授级高工

上海勘测设计研究院

杜嘉鸿 教授

东北大学

李汉阳 教授级高工

湖南省水利水电勘测设计研究总院

肖田元 教授级高工

中国水利水电科学研究院

张良秀 教授级高工

中国水电基础局有限公司

张声华 教授级高工

浙江省水利河口研究所

曹光钊 教授级高工

中国水利水电第三工程局有限公司勘测设计研究院

梅锦煌	教授级高工、少将	武警水电指挥部
熊厚金	研究员	中国科学院广州化学研究所
谭日升	教授级高工	长江水利委员会长江科学院
薛绍祖	教授级高工	上海地铁咨询监理科技有限公司
朱祖熹	教授级高工	上海市隧道工程轨道交通设计研究院

委 员 (排名不分先后)

王 刚	王 杰	王 鑫	叶 昊	叶林宏
田科宏	吉永年	吕联亚	孙 亮	李旺雷
何 巍	邱小佩	陈宛平	陈小能	赵少斌
胡铁桥	骆晓腾	康德忠	崔开华	焦家训
蔡胜华	谭建平	王福君	邓树密	边智华
刘孔凡	刘伟区	刘玉军	师存禄	李 焰
李伟丁	张亚峰	杜天刚	肖长华	周和清
林天安	祝 红	唐志雄	殷素红	涂建湘
谢益民	粮秋华	熊 进	樊盛祥	李亚军

学会秘书 邵晓妹

第十四次全国化学灌浆学术交流会

主办和承办单位

主办单位 中国水利学会化学灌浆分会

承办单位 中国水利水电第三工程局有限公司

复杂地基化学灌浆技术

——第十四次全国化学灌浆学术交流会论文集

前言

化学灌浆是化学与工程相结合,应用化学浆材和化学科学进行基础和混凝土缺陷处理的一项工程技术。化学灌浆最初起源于地基处理和采矿业,至今已有 80 年以上的历史,其可靠性得到公认并被广泛采用。成立于 1982 年的中国水利学会化学灌浆分会长期致力于推动我国化学灌浆事业的发展,利用学会这个平台定期组织各会员单位和相关单位举办全国性化学灌浆学术交流会议,及时总结国内化学灌浆技术的最新成果并引领会员单位以国际化视野展望化学灌浆前沿技术,不断促进了我国化学灌浆技术科学的繁荣与发展。

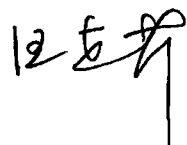
近几年来,我国在水电、采矿、交通等领域的工程建设中,遇到了越来越多的复杂地基问题,化学灌浆技术以其巨大的威力塑造了许多成功的典型实例。为此,学会决定于 2012 年 9 月中旬在西安举办以“复杂地基化学灌浆技术”为主题的第十四次全国化学灌浆学术交流会,会议由中国水利水电第三工程局有限公司承办。本次会议共征集到 70 余篇论文,主要包括地基加固、裂缝处理、防渗堵漏、浆材研究等方面的内容,基本上反映了近几年来我国化学灌浆技术尤其是在复杂地基处理方面的最新成果。经过学会组织的专家集中审稿,推荐其中有代表性的 70 篇论文以《复杂地基化学灌浆技术》为题由中国电力出版社正式出版。

本论文集中有多篇文章展现了化学灌浆技术在处理复杂地基方面的独特优

势，比如风化卸荷泡砂岩地层、陡倾角顺河向裂隙岩层的防渗处理，大岗山电站V类岩、40℃承压热水环境、向家坝电站挠曲核部破碎带防渗加固处理，DCG工法快速整治地下涌水等；在浆材研究方面，阻燃抗静电注浆材料的研制、水玻璃的改性研制、KGM-3型絮凝剂在石油钻井领域的应用研究等体现出亮点；在化学灌浆工艺研究方面，《广元某薄壁地下建筑物综合防渗整治设计与实施》一文提出防渗堵漏系统化思想，灌浆过程控制与监控监测结合，使灌浆过程实现了可视化；另外，化学灌浆技术在国外基础市政工程中的应用情况，以及近几年在混凝土工程防渗保护领域逐渐引起关注的喷涂聚脲防护技术在本论文集中都有涉及。

本次论文编辑与出版得到与会同志和论文作者的大力支持，得到了中国水利学会化学灌浆分会顾问蒋硕忠、谭日升、张良秀、曹光钊等一批化学灌浆界老专家的悉心指导，得到了中国水利水电第三工程局有限公司的鼎力资助，得到了全体编委和中国电力出版社的通力协作，在此一并表示衷心感谢！

中国水利学会化学灌浆分会主任
长江水利委员会长江科学院副院长



2012年5月18日

复杂地基化学灌浆技术
——第十四次全国化学灌浆学术交流会论文集

目 录

前言

综 述

几种常用化学灌浆方式的区别	蒋硕忠 谭日升 (3)
水玻璃类化学灌浆材料研究的进展	谭日升 蒋硕忠 陈珙新 (6)
浅谈化学灌浆的标准体系	孙 亮 李 焰 张 捷 肖恩尚 (12)
特长隧洞钻爆法施工灌浆述评	邓敬森 陈雪云 余 强 熊厚金 陈彦生 (16)
地下工程变形缝渗漏水的注浆等治理	朱祖熹 (25)
美国和日本化学灌浆规范简介	孙 亮 肖恩尚 赵存厚 夏可风 (32)
化学灌浆技术在井巷工程中的应用研究	杜志龙 张 捷 吴启民 张继霞 (38)
可视化技术在水泥—化学复合灌浆工程中的应用	董优卷 孙 亮 周海龙 肖恩尚 李 焰 (46)
浅论灌浆材料的理论、设计、试验和应用	孙 亮 肖恩尚 赵存厚 夏可风 (51)
关于化学灌浆试验深度解析	孙 亮 肖恩尚 赵存厚 夏可风 (56)
借鉴历史经验	
——中国水电三局化学灌浆技术及应用简介	曹光钊 (61)

地 基 加 固

向家坝水电站挤压破碎带水泥—化学复合灌浆试验研究	肖承京 魏 涛 陈 亮 李 珍 汪在芹 张 健 冯 菁 (67)
向家坝水电站挠曲核部破碎带水泥化学复合灌浆试验成果研究剖析	魏 涛 陈 亮 肖承京 张 健 李 珍 (73)
化学灌浆在玉铁高速公路桥涵及通道台背加固中的应用	陈长洲 高鸿儒 吴承旺 杨立元 (79)
硅酸盐改性聚氨酯注浆材料在煤矿井下巷道加固的应用	冯志强 (84)

层面堆积全断面封闭高压灌浆法加固隧道松散堆积体的研究和应用

..... 袁 航 张 彩 易金华 饶 明 (91)

级配料反滤灌浆技术在岩溶地区桩基补强中的应用

..... 张 彩 彭富强 袁 航 饶 明 (102)

大岗山电站大坝基础V类岩化灌加固处理现场试验及几点体会

..... 叶林宏 苏长林 (114)

用于铁道床灌浆加固材料的研究及应用

..... 宾 斌 刘 军 龚高武 孟旗帜 舒友良 (123)

机械锚固与灌浆复合技术在铁道床治理中的应用

..... 舒友良 刘 军 宾 斌 孟旗帜 (129)

地下混凝土构筑物受突发事因引起病害的处理措施 邱小佩 杨 洋 梁健涛 (132)

浆 材 研 究

CW510 系环氧树脂灌浆材料及其在基础处理中的应用

..... 陈 亮 汪在芹 魏 涛 李 珍 (139)

KGM-1 絮凝剂的性能试验研究及在水泥高喷防灌灌浆工程中的应用

..... 赵建民 焦 凯 陈 晨 (144)

环氧树脂灌浆液改性研究 曹 珂 (149)

一种水玻璃注浆材料胶凝剂的试验研究 田科宏 马伟军 (155)

高渗透突变型环氧浆材的研究与应用 孙 亮 肖恩尚 赵存厚 夏可风 (159)

软弱基岩加固灌浆材料研究 王丽娟 (163)

MK 系列阻燃抗静电注浆材料的研制 林忠华 王丽娟 (169)

低温下环氧树脂化学灌浆材料的研制与性能研究

..... 邵晓妹 李 珍 魏 涛 李晓鄂 (174)

潜伏型柔性环氧固化剂的制备及在灌浆材料中的应用

..... 张亚峰 王永珍 雷 翅 邝健政 (178)

大岗山水电站承压热水区新型 YDS 化学灌浆材料研究

..... 史 珺 梁利岩 巴光明 何泳生 (184)

苯甲醛—丙酮体系环氧化学灌浆材料的研究

..... 梁利岩 史 珺 巴光明 何泳生 (188)

化学注浆材料渗透模拟试验研究 冯志强 (192)

水玻璃灌浆材料耐久性问题探讨 唐玉书 张良秀 肖恩尚 孙 亮 (197)

裂 缝 处 理

贵州省桐梓河圆满贯水电站枢纽工程大坝贯穿裂缝化灌处理 黄金明 饶 明 (205)

安康水电站表孔消力池结构缝手刮聚脲施工 曹 珂 屈高见 龙志强 (209)

无损贴灌浆盒(嘴)裂缝补强灌浆处理新工艺 曹光钊 曹 珂 (213)

大西铁路客运专线2标混凝土缺陷处理 曹 珂 李 磊 (220)

化学灌浆技术在海湾国家基础市政工程中的应用	王喜林	蔡进旺	屈高见	(227)
丹江口大坝 143m 高程水平裂缝处理对策	孙素泉	谷玉梅		(232)
化学灌浆加固补强混凝土桥墩裂缝施工	熊学刚	高鸿儒	吴伟华	吴 伟 (236)
水工混凝土梁体裂缝处理及加固施工	罗忠继	秦 洁	刘宏生	(240)

防 渗 堵 漏

用 DCG 工法快速整治隧道涌水突泥病害	邓敬森	谢志方		(247)
地下洞室渗漏水处理技术及工程实例	屈高见	罗小平		(253)
小湾水电站导流中孔止水槽回填环氧砂浆(混凝土)施工试验	曹 珂	屈高见		(257)
陡倾角顺河向裂隙岩层对帷幕灌浆效果的影响及应对措施	李建伟	屈高见	李文才	(264)
KGM-3 型絮凝剂在油井漏失层堵漏及固井护壁工程中的应用	赵建民	焦 凯	陈 晨	(270)
海勃湾电站基础塑性混凝土防渗墙施工涌水封堵	郭青礼	谢凯志		(275)
枕头坝水电站二期围堰防渗墙施工技术	高文甫	曹 林	孙伟峰	(278)
广元某薄壁地下建筑物综合防渗整治设计与实施	孙 亮	肖恩尚	赵存厚	夏可风 (284)
大朝山水电站 9~10 号坝段横缝漏水化学灌浆处理	陆志华			(292)
聚氨酯灌浆材料在矿山堵水工程中的应用	吴启民			(298)
聚氨酯灌浆材料在坝基堵漏工程中的应用	谭建平	吴启民	陈建国	(302)
控制性复合灌浆在亭子口风化卸荷泡砂岩地层防渗中的试验与应用	邹德兵	徐年丰	施华堂	孔 建 (307)
某隧道灌浆加固选材及工艺的试验研究	于 方	杨元龙	薛 炜	徐宇亮 (315)
灌浆平洞衬砌混凝土渗漏水处理	石艳军	童 耀		(321)
丹江口高水头帷幕补强灌浆施工技术研究	童 耀	石艳军	刘 强	(326)
化学灌浆技术在某水闸工程中的应用	王锦龙	杨 萌	马德富	刘 魁 (332)
聚氨酯、水泥组合灌浆在隧道工程中的运用	张 毅			(335)
高水头下丙烯酸盐化学灌浆工艺	康德忠	邓金桥		(341)
浅析化学灌浆在高坝断层地基防渗中的施工工艺	樊正功	陈小华		(349)
化学灌浆在交通隧道堵漏施工中抗震动扰动的运用 ——高铁隧道、铁路公路隧道、地铁隧道堵漏施工	陈森森			(352)

其 他

混凝土表面喷涂聚脲工程实例及质量保证措施	任 伟	田科宏	屈高见	(361)
开挖检查在化学灌浆质量检测中的应用	董优卷	孙 亮	肖恩尚	赵存厚 夏可风 (366)
水下混凝土整体土工膜防渗试验研究	谭建平			(370)

SR 止水系统在江堤伸缩缝的应用 许 森 陆 剑 (376)

HK-8505 弹性密封胶在委内瑞拉渠道工程中的应用 张继霞 姚鑫晨 (380)

聚脲弹性体喷涂技术在混凝土闸门防腐中的应用
..... 杨 萌 王锦龙 马德富 刘 甦 (385)

普照 MS-1086 系列完全水下环氧浆材在重庆酉酬水电站
蜗壳脱空处理中的应用 陈建华 范 明 费岳峰 胡铁桥 (388)

关于水泥—环氧复合灌浆中若干重要问题的讨论
..... 孙 亮 肖恩尚 赵存厚 夏可风 (393)

附录..... (397)

附录 1 化学灌浆与化学灌浆学会组织 (397)

附录 2 我国化学灌浆行业历年学术活动 (408)

附录 3 阳江宣言及桂林共识 (417)

复杂地基化学灌浆技术
——第十四次全国化学灌浆学术交流会论文集

综 述

几种常用化学灌浆方式的區別

蒋碩忠 譚日升

(长江水利委员会长江科学院)

【摘 要】 针对目前对几种含化学灌浆的灌浆方式的概念混淆不清的情况，特拟此文，探讨区分，并对当下水电基础处理工程中采用的复合灌浆技术及其需要提高完善之处做出简要介绍。

【关键词】 化学灌浆 混合灌浆 组合灌浆 复合灌浆

1 四种常用含化学灌浆的灌浆方式的区别

目前化学灌浆主要用途为防渗堵水、修建帷幕、加固基础和混凝土裂缝补强四个方面，主要在水电、交通（大交通）、采矿和建筑四大行业部门。应用的主要材料有环氧、聚氨酯（水溶性和油溶性）、丙烯酸盐和水玻璃四类浆材，此外还有一些改性浆材，如聚氨酯改性水玻璃、聚氨酯改性环氧等。浆液的混合方式有单液、1.5 液、双液，如图 1 所示^[1]。

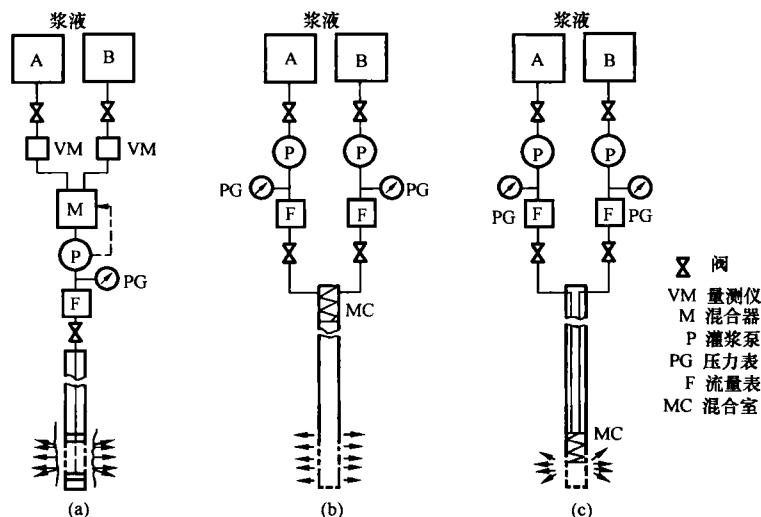


图 1 浆液混合方式

(a) 单液；(b) 1.5 液；(c) 双液

作者简介：蒋碩忠（1939～），男，湖北应城人，教授级高级工程师，中国水利学会化学灌浆分会名誉主任，主要从事水工化学灌浆材料的研究与推广应用工作。邮箱：Jiangsz716@sina.com。

灌浆方式有单纯化学灌浆、混合灌浆（水泥/化学）、组合灌浆（水泥/化学）和复合灌浆（水泥/化学）四种方式。单纯化学灌浆顾名思义只有化学灌浆，没有水泥灌浆，但有单液、双液和 1.5 液之分。混合灌浆（水泥/化学）即浆液由水泥与化学两种浆通过双液混合组成的灌浆，如水泥与水玻璃混合灌浆、水泥与聚氨酯混合灌浆等。组合灌浆（水泥/化学）即由水泥灌浆和化学灌浆组合而成，并按先灌水泥浆后灌化学浆及按孔排序进行的灌浆，水电工程基础处理中常用；或者在同一灌浆孔中，通过 Y 型连接器，分别、连续地注入化学浆液和水泥浆液，让水泥浆液顶着化学浆液深入裂隙，让化学浆和水泥浆分别固化，这也称组合灌浆^[2]。而复合灌浆（水泥/化学）^[3]也是由水泥灌浆和化学灌浆组合而成，但与前述组合灌浆不同处是两者都采用高压，即在先高压灌水泥浆后，灌化学浆采用长凝胶时间、高渗透性浆材、长时间、高压下进行的灌浆。四种常用含化学灌浆的灌浆方式的区别见表 1。

表 1 四种常用含化学灌浆的灌浆方式的区别

灌浆方式	单纯化学灌浆	混合灌浆	组合灌浆	复合灌浆
用途	防渗堵水、裂缝补强	加固基础、防渗堵水	防渗堵水、加固基础、修建帷幕、裂缝补强	加固基础、防渗堵水
浆材	环氧、聚氨酯、丙烯酸盐、水玻璃	水泥+水玻璃 水泥+聚氨酯 水泥+丙烯酸盐	水泥、环氧、聚氨酯、丙烯酸盐、水玻璃	水泥、环氧
工艺	单液 双液 1.5 液	双液	先灌水泥浆后灌化学浆也可相反	先高压灌水泥浆，后长时间高压化学灌浆
特色	用于细缝（≤0.2mm）	用于相对较宽缝（≥0.2mm）	按孔排序进行	可在不同孔完成，也可在同一孔完成

2 关于（水泥/化学）复合灌浆

- (1) 处理对象：基岩含泥破碎带软弱夹层。
- (2) 灌浆技术：先以高压灌水泥浆，通过劈裂、挤压等方式灌入含泥破碎带基岩较宽裂隙中形成骨架，然后采用新型稳压调速变量化灌泵和采取长时间高压渗透化学灌浆法，让高渗透性环氧浆材通过渗透、劈裂、挤压和包裹等方式灌入含泥破碎带基岩细微裂隙并固结，使基岩强度、变形模量、抗渗性和耐久性性能得到很大改善，从而满足设计要求。
- (3) 浆材要求：采用黏度低、可灌性好、渗透力强、固化时间超长和固化物耐久性优的环氧浆材。
- (4) 设备要求：在一定高压下能稳压、调速，灌入浆量可变。
- (5) 特色：先按孔排序高压灌水泥浆，然后在化灌孔用长时间高压进行化学灌浆，水泥和化学两种灌浆不在同一孔进行。也可先灌水泥浆，然后扫孔、扩孔，用长时间高压进行化学灌浆，水泥和化学两种高压灌浆可在同一孔内完成。