

中国土木工程学会
土力学及基础工程学会地基处理学术委员会

第三届地基处理学术讨论会

论文集

秦皇岛 1992年6月25日—29日

浙江大學出版社

中国土木工程学会土力学及基础工程学会

第三届地基处理学术讨论会

论文集

(1992年6月25~29日,秦皇岛)



浙江大學出版社

内 容 提 要

本论文集共收入论文 154 篇,包括专题报告,浅层处理,排水固结法,深层搅拌法,高压喷射注浆法,灌浆法,碎石桩法,强夯法,挤密桩法,土工织物法,石灰桩法,低标号混凝土桩复合地基法,刚性桩复合地基法,桩基,纠偏加固,一般理论及其他等共 16 部分。其内容基本反映了我国目前地基处理技术应用的现状和发展水平,是我国科技工作者在地基处理领域的重要科技成果。本论文集可供从事地基处理设计、施工、及科研的技术人员,以及土木类工程技术人员、大专院校师生参考。

中国土木工程学会土力学及基础工程学会
第三届地基处理学术讨论会论文集

主 编 樊晓南

责任编辑 李桂云

* * *

浙江大学出版社出版发行

浙江省教育工会钟声科教服务社电脑排版

杭州大众美术印刷厂

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:42.5 字数:1006 千

1992 年 5 月第一版 1992 年 5 月第一次印刷

印数:0001—1500

前 言

第三届全国地基处理学术讨论会于1992年6月25日至29日在河北省秦皇岛北辰渡假村召开。会议由中国土木工程学会土力学及基础工程学会地基处理学术委员会主办,河北省建筑科学研究所,秦皇岛市第二建筑工程公司,辽宁省建筑工程施工公司,秦皇岛市建筑设计所协助办理。这是继第一届(上海宝钢,1986)和第二届(山东烟台,1989)全国地基处理学术讨论会的又一次盛会。来自全国各地的地基处理同行会聚一堂,相互交流地基处理设计计算,施工及机械,监测等方面的理论、实践和经验,共同讨论如何进一步发展和提高我国地基处理水平,更好为祖国四化建设服务。

论文集共收论文154篇,包括下述几个方面:专题报告,浅层处理,排水固结法,深层搅拌法,高压喷射注浆法,灌浆法,碎石桩法,强夯法,挤密桩法,土工织物法,石灰桩法,低标号混凝土桩复合地基法,刚性桩复合地基法,桩基,纠偏加固,一般理论及其他等。

本论文集的内容大体上反映了第二届全国地基处理学术讨论会以来,我国在地基处理领域的主要成就和发展水平,可供同行们参考。

学术讨论会应征论文的审查工作于1991年10月在杭州举行。同济大学叶书麟,铁道部科学研究院杨灿文,上海市工程建设技术咨询公司彭大用,交通部三航局科研所叶柏荣,浙江大学龚晓南、潘秋元、张土乔参加了审查工作。浙江大学岩土工程研究所张航等同志为论文征集、编排等做了大量工作。论文集顺利出版与各位论文作者的配合和协助也是分不开的。在此,一并表示感谢。

限于我们的经验和水平,缺点在所难免,希望作者和读者批评和指正。

编者

1992年4月

致 谢

第三届全国地基处理学术讨论会很荣幸地得到下列单位的资助, 谨此深表谢意。

深圳市第一建筑工程公司地基处理中心
河北省秦皇岛市第二建筑工程公司
北京大兴地基工程公司
交通部公路科学研究所
中国科学院广州化学研究所化学灌浆公司
深圳市建筑科学中心地基基础研究室
河北新河钻机厂
上海市隧道工程公司
上海市基础工程公司
交通部第三航务工程局科研所
江阴振冲器厂
陕西机械化工程公司
冶金部建筑研究总院宝钢工作队
京冶地基基础技术公司
承德市轻工业机械厂
武汉地基处理中心
宜兴基础工程公司
山东省水利科学研究所灌浆科研生产联合体
肖山市江南基础工程公司
上海特种基础工程设计所
辽宁省建筑工程机械施工公司岩土工程分公司
浙江大学土木系岩土工程研究所

中国土木工程学会土力学及基础工程学会
地基处理学术委员会

目 录

专题报告

高压喷射灌浆防渗技术·····	查振衡	1
八十年代灌浆技术·····	张作眉	7
✓ 碎石桩加固技术·····	韩 杰	13
干振碎石桩加固地基的工艺及机理·····	吴廷杰 杨志红 王占雷 张振栓	19
水泥深层搅拌桩支护结构的研究与应用·····	叶柏荣 施鸣升 徐梅坤	27
《建筑地基处理技术规范》简介·····	张永钧	33
✓ 复合地基理论概要·····	龚晓南	37
托换技术综述·····	叶书麟 韩 杰	43

浅层处理

应用砂石垫层处理复杂岩溶地区的地基问题·····	瞿兴海 邓安福	51
用静力触探检验砂垫层的质量·····	茜平一 刘祖德	55
✓ 浅层搅拌桩加固软弱地基及工程实例·····	何连生	61

排水固结法

✓ 软土地基超载预压试验研究·····	吴铭炳 林胜天 戴一鸣	65
自重预压排水砂井在软土地基的多层民用建筑工程中的应用·····	钱振荣	70
真空预压在处理连云港碱厂超软土地基中的应用·····	姜志超	74
海上塑料排水板施工工艺·····	徐国强 陈兴俊	78
① 蛇口集装箱码头软基加固及实施中若干技术问题的处理·····	招商局蛇口工业区港口建设办公室	82
✓ 软土地基排水固结砂井设计的改进·····	朱家麒	88
京津塘高速公路宜兴埠互通式立交高填土路基设计与沉降观测·····	朱兆芳 王晓华	92
① 正交设计法确定非理想砂井地基参数范围·····	唐晓武 谢康和 潘秋元 曾国熙	96

深层搅拌法

深圳机场联络道软土地基深层搅拌法加固工程·····	周国钧 陆贻杰	100
---------------------------	---------	-----

深层水泥搅拌桩复合地基沉降计算的探讨.....	章胜南	卞守中	汪友平	106
深层搅拌法在深圳市皇岗河改造工程中的应用				
.....	赖裕高	叶漫霖	黄新	赖忠良
上海地铁洞口引道增设槽底桩的深层搅拌支挡设计.....				胡同安
高桥炼油厂大油池区基坑开挖支护结构.....	杨伟方	陈冠发		方承德
深层搅拌法在体型复杂荷载不均的建筑下软基处理工程中的应用.....				赖忠良
DJM 法加固软土地基的现场试验研究	林 彤	叶书麟		王仁兴
深层搅拌桩桩身荷载传递量测与分析.....	叶观宝	叶书麟	章关福	黄志群
⑦水泥土桩复合地基复合模量计算.....	张土乔	龚晓南	曾国熙	裘慰伦
加筋水泥土挡墙室内试验研究.....			刘 毅	陆贻杰
水泥加固上海软土工程性能的试验研究.....			曹正康	钱玉林
海水对水泥土侵蚀特性的试验研究.....	张土乔	龚晓南		曾国熙
岳阳电厂第二灰坝塌滑段坝基加固方案确定.....				周芝英
条形荷载下搅拌桩复合地基的固结特性.....	张曙光	谢康和	潘秋元	施淑群
单头水泥搅拌桩的设计计算.....			马丽卿	王伟堂
水泥搅拌桩承载力与临界桩长.....			顾尧章	周焕桥
水泥土搅拌桩复合地基加、卸荷时的桩土应力比	邱正祥	叶观宝		杨德生
深层水泥搅拌复合地基的荷载桩土分担探讨.....				郭志业

高压喷射注浆法

高压喷射注浆处理建筑物下灌注桩基础质量不良的施工技术				
.....	朱庆林	秦利生	黎仙才	183
三重管旋喷桩加固某电厂翻车机室地基.....	吴旭君	王吉望	牛 虹	黄红光
深基坑灌注桩、旋喷桩组合挡土壁.....				
.....	李新智	赵日亭	吴旭君	王吉望
某七层综合楼安全转动零点八度的施工技术.....			林培源	刘赐珠
饱和黄土地层中隧道支护工程实例.....				刘明振

灌浆法

化学灌浆预增强复合地基的设计与实践.....	熊厚金	邝显光	邱荣诚	203
堤坝软土地基劈裂灌浆技术.....	王洪恩	卢 超	耿灵生	于素华
注浆加固在上海地下工程建设中的应用.....	陈褚禄	刘玉华		李志栋
淤泥土层化学灌浆加固机理的探讨.....				邝健政
硅酸盐加固粘性土地基的试验研究.....	聂庆科	梁金国		韩立君
注浆扩底桩在基础托换中应用的工程实例.....		康 伟		刘利华
压密注浆法纠偏饱和软土层上房屋的新探索				
.....	周洪涛	戴振家	江丕光	耿保明
超细水泥生产试验研究报告.....				杨晓东

碎石桩法

振冲法加固砂土地基的若干问题·····	方永凯	236
大型油罐地基振冲加固效果检测分析·····	汪益基 郑俊杰 崔继明	242
大型罐体软弱地基振冲改良技术及岩土工程实录·····	刘清海	246
振冲碎石桩在秦皇岛市(海港区)软土地基加固中的应用·····	张春会	252
✓碎石桩加固上海软土地基的作用与效果·····	马达成	256
振冲碎石桩加固持力层为砂土交互层的深厚层软基·····		
····· 陈 忠 杨懿德 严可煊 陈 杰		262
✓软粘土地基中振冲碎石桩的施工技术·····	林木春 王正兴	267
厦门港东渡港区驳船码头基槽填砂的水下振密研究·····		
····· 郑培成 袁文明 周荣官 徐国强 黄庄辉		269
灰渣坝基振冲加固的沉降分析·····	张龙法	273
✓用振冲法加固尾矿坝·····	徐宏达 刘静平 王学利	277
振冲碎石桩·····	陈玉林	283
松华坝水库主坝后坡玄武岩风化碎石土振冲加固·····	康景俊 尤立新 韦 伟	285
振冲法加固软基的机理与应用·····	李砚田 郝 亮	291
从现场载荷试验探讨振冲碎石桩的合理设计·····	张振国 彭家泓	295
振冲法碎石桩加固地基深度的设计与计算·····	王建忠	299
表面波频谱分析法检测地基加固效果·····	陈云敏 吴世明 陈汉良	304
用重型动力触探检测振冲碎石桩复合地基强度的探讨·····	谷晓阳 杨乐善	308
振冲碎石桩质量检测方法·····	周荣官 孟广训	312
某油罐软土地基碎石桩加固工程质量评价·····	范明桥	316
碎石桩施工的质量通病及其预防·····	李在卿	320
振冲碎石桩工程监理的实践与体会·····	沈锦儒	323
振冲桩施工对相邻建筑影响因素及评价·····	吴耀柱	327
振冲法加固油罐软土地基现场实测分析·····	贾庆山	333
加固水下松软地基的新机具——双向振冲器·····	孙述祖	337
大粒径碎石桩加固珠江电厂高压缩性淤泥地基·····	王盛源 王建明 陈德中	341
碎石挤密桩与强夯综合处理较大厚度自重湿陷性黄土地基·····		
····· 陈廷华 刘惠茹 张国仁		347
考虑井阻和涂抹作用碎石桩复合地基固结度计算·····	韩 杰 叶书麟	351
碎石桩加固细砂与淤泥间层地基的经验·····	林孔镭	359
振动挤密碎石桩加固松、软尾矿坝体的体会·····	杨书涛	363
振动挤密碎石桩加固粉土地基试验研究·····	郑建国 姚克俭 郝增志	367
干振碎石桩加固填土地基的施工·····	孙元生 王贵生	371
干法振动复合材料桩的应用试验与探讨·····	穆崇禹 徐彦利 金汉美 张立功	375
干振碎石桩成孔的定量计算分析·····	孙元生 张修明	379

宁镇公路碎石桩加固地基测试报告.....	李 杰	郑培成	383
碎石桩加固软土地基(复合地基)的技术经济分析.....	冯 凯		387
碎石桩复合地基强度测试初探.....	郭树谦		389

强夯法

强夯法处理大块抛石地基的试验研究.....	张永钧	平涌潮	孔繁峰	张 峰	395
强夯法处理蒿城热电厂松砂地基.....	聂海年			李最新	401
挤淤置换地基.....				杨光煦	405
强夯法中土的承载力统计性质对比分析.....				梁 波	409
探讨强夯引起的振动与周围环境的关系.....				汤于昌	413
强夯处理多层住宅钢渣杂填土地基的初探.....	彭大用			范筱余	415

挤密桩法(灰土桩、二灰桩、砂石桩等)

振密砂石桩法处理液化砂土及粉土地基.....	杨鸿贵	董埃琴	419		
用挤密砂石桩处理新近沉积土液化地基的初步研究.....	刘殿选	刘国省	423		
地基处理新技术——振挤扩法.....		郝 亮	427		
干法振动挤密双灰桩在井南煤台加固土壤的应用.....		张家骥	431		
高层住宅用灰土挤密桩加固地基.....		唐彩鹤	437		
用原位测试技术确定灰土挤密地基的设计参数.....		张恩祥	441		
挤密砂桩——混凝土桩处理高层建筑液化地基					
.....	杨德生	费涵昌	邵慧娟	姜家骏	445
大厚度坡、洪积黄土地基的处理	刘志勇	贾泽纪	陆勇翔	董漫文	451
新近堆积黄土地区建筑地基处理工程实践.....				齐定安	455
混凝土一二灰组合桩试验研究.....				张 雁	459

土工聚合物

工程目录			
宁镇公路加筋土挡墙地基处理.....	郑培成	李 杰	463
土工织物加筋垫层处理油罐软基.....	王铁儒	陈文华	杨华民 467
土工织物加筋垫层处理油罐软基的变形观测的分析			
.....	王铁儒	陈文华	杨华民 472
前湾港工作船港池防波堤现场试验与分析.....		曾锡庭	478
泡沫苯乙烯(EPS)轻量填土	唐作华	唐业清	484
加筋土挡土墙基本性质的研究.....		李佳川	486

石灰桩法

静压生石灰桩的设计和应用.....	韩选江	李树勋	490
石灰桩加固软土地基计算方法.....		杨永新	494

用石灰桩处理沉降事故的实例分析.....	周云亮	498
××医院病房大楼加固工程.....	袁内镇 李武冈 胡南山 郭 勤	502

热加固法

土体热加固工程实例.....	舒 勇	506
----------------	-----	-----

低标号混凝土桩复合地基法

✓低强度水泥砂石桩的试验与应用		
..... 王伟堂 马丽卿 蒋福祥 周建灿 徐志康 朱法根	510	
✓粉煤灰复合材料挤密桩加固软弱地基.....	张希华	516
振冲水泥碎石桩的施工及其荷载试验.....	梁 军	520

刚性桩复合地基法

✓软土地基刚性桩复合地基试验研究.....	陈强华 张 雁 洪毓康	524
✓控制沉降量的复合桩基在地基处理中的应用		
..... 贾宗元 裴 捷 魏汝楠 姚建明	528	
小截面预制桩在上海七层住宅中的应用.....	张耀廷	534
桩基加固软土地基的有限元分析.....	吴永红 顾晓鲁	538
摩擦桩基础沉降的二元联立方程组解.....	林 柏 朱向荣 楼文娟	542

纠偏加固(锚杆静压桩法、树根桩法、地基应力解除法、排土法、以及其它方法)

✓新建 35m 锅炉房烟囱的纠偏加固	周志道 何春海	546
某邮电综合楼的沉降分析及其加固方案.....	裘慰伦 张士乔 乐子炎	548
树根桩技术用于北京热电厂管道支架地基加固工程实例		
..... 何大为 李新智 王吉望	552	
建(构)筑物可控纠偏技术的研究与应用.....	周志道 夏 强	554
条基旧楼整体纠偏实录.....	刘祖德 俞季民 李受祉 逯金涛	558
邢台水泵厂铸造车间柱基础工程托换加固处理.....	王永祯	562
房屋加层托换技术的应用.....	林道宏	564
钢筋混凝土——岩石迭合拱加固防空洞设计.....	应斌跃 郑生庆	568
倾斜油罐地基的变形分析及罐体纠偏方案探讨.....	曹永琅	570
建(构)筑物桩基逆作施工新工艺的研究与应用.....	周志道 夏 强	576

桩基

消除负摩阻力桩的设计与试验研究.....	张咏梅 陈泽广 史光金	580
大直径灌注桩讨论.....	严云旭 卢信雅	586
压管钻进成桩工法加固岩溶塌陷地区工业高塔地基		
..... 王维廉 李树延 曾安平	590	

打桩产生的桩间土挤密效果.....	马时冬	魏章和	594
大直径灌注桩静动载荷试验的对比与确定承载力的方法			
.....	李德庆	钟冬波	邹光汉
无桩靴夯扩桩——一种较经济可推广的灌注桩桩型.....		曹可之	604
预钻深孔静压桩的应用.....		赵达斑	606
厦门海关办公楼地下室支护工程监测与施工.....		肖士颖	612
加固工程的桩基设计.....		俞振全	616
一般理论及其他(计算方法、土的性质、加固方案比较及其他)			
✓软基沉降计算方法的改进及应用.....	朱向荣	谢新宇	潘秋元
路堤及堤坝等复杂荷载下软土地基的强度计算.....		杨光华	622
✓地基处理领域中的智能辅助设计系统.....	张 航	龚晓南	626
水库防渗加固方案决策方法.....		刘雁秋	630
九江炼油厂5#浮顶罐地基处理方案的优化选择		雷 斌	634
杭州市地基基础数据库建库方案的确定.....	楼文娟	胡兴桥	严晓鹰
✓软土路基沉降的灰色预测.....	张建经	陈 琪	642
✓淤泥质土工程性状的探讨.....	青 波	李军雄	646
✓地基土加固原理的探讨.....	吴 任	曹正康	张宏鸣
用离心模型检验几种地基处理方案.....	易进栋	徐光明	刘守华
机场湿陷性黄土地基处理指标研究.....		郑颖人	李乃山
✓高速公路桥涵路基连接处地基不均匀沉降的技术处理方案研究.....		王仁兴	660
①✓复合地基承载力与建筑物沉降的关系.....		沈锦儒	664
螺旋锚的拉拔试验和在基础工程中的应用.....	王 钊	刘祖德	程葆田
			668

高压喷射灌浆防渗技术

查振衡 山东省水利科学研究所

来由

我国已建大中小型水库中,土坝八万六千余座。修筑江河堤防十六万余公里,其中有百分之六十的堤、坝、涵、闸基础因未采取防渗措施或防渗措施不当,造成严重渗漏,危及工程安全,影响效益的发挥。

以往处理基础渗漏常用的灌浆方法,由于地层土质的不均匀性和各向异性所产生的地层可灌性和浆液的可控性,致使处理效果难以奏效。而其它的如混凝土地下连续墙、板桩灌注墙、射水造墙、深层搅拌等防渗处理措施,也都不同程度地存在着受地层限制、不经济等问题,引起了人们极大的关注。

60年代末,由日本首先研究应用的高压旋转喷射灌浆法,多用于软基加固。1980年山东省水利所受水电部委托,在铁科院等单位的协助下,开始了“中细砂土坝坝基高压旋喷灌浆防渗技术的研究”。通过多年的室内外试验和工程实践,逐渐研究出用高压喷射灌浆构筑防渗体的整套施工工艺、专用设备、喷射形式及相应的技术参数。随着应用研究范围的扩大,该研究项目于1983年改名为“高压喷射灌浆防渗技术的研究”,并通过部级审查,开始应用于工程。1985年已将该技术较好地应用于山东、广东、新疆、福建等六省的13项工程,取得了较好的经济效益和社会效益,通过了部级鉴定。1987年该技术被水电部列为本世纪重点推广项目,同年获国家科技进步二等奖。1988年,该技术被国家科委列为五十项国家重点科技成果推广项目之一,并通过中央电视等向全国推广。水电部为更好促进该技术的推广和发展,1987年召开了全系统“软基垂直防渗新技术交流会”,并成立了以山东水利所为组长单位的中国水利学会施工专业和工程管理专业委员会高压喷射灌浆学组。

1983年以来我所以科研生产联合体采取承包工程、技术咨询服务及培训等形式,使该技术先后在我国二十四个省市(自治区)的90余项工程中推广应用,营造防渗板墙约60万平方米,与混凝土下墙相比提高工效15倍,节约工程按资约2.7亿。

高压喷射灌浆防渗技术

(一) 基本原理

高压喷射灌浆是利用置于钻孔的喷嘴中射出高压射流冲切破坏土体,同时随喷射流导

入的固化浆液与被冲切土体就地掺搅，随着喷嘴运动和浆液的凝结固化，在地基中按设计的方向、深度、厚度、结构形式和性能构筑与地基结合紧密的防渗凝结体。参见后图2。凝结体形成的机理如图1。

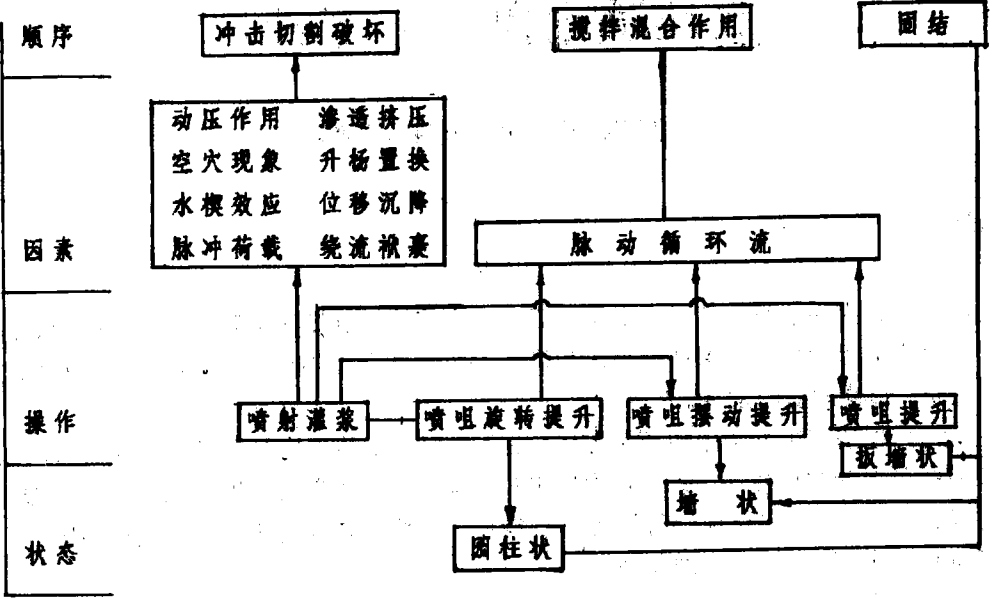


图1 凝结体形成机理

它的施工工序主要分钻孔、下管喷射灌注和清洗三步。导入的浆液可视工程对板墙的需要选定，常用水泥或水泥与其它掺料和外加剂的混合浆。

(二) 分类

我们研究认为有两种方法分类。按喷嘴运动方式(或形成固结体形状)分为旋喷、定喷、摆喷三种形式。如图2。采用不同的喷射形式和技术参数，即可形成不同形状的凝结体。旋喷成柱状体，定喷为板状，摆喷为较厚墙状。按喷射注入的介质而言分为单(浆)、双(浆气)、三(水、气、浆)、多介质(水、气、浆、掺料)4种。因三介质(水开路、气保护、浆随上)喷射范围大，故连续的防渗工程多采用它。

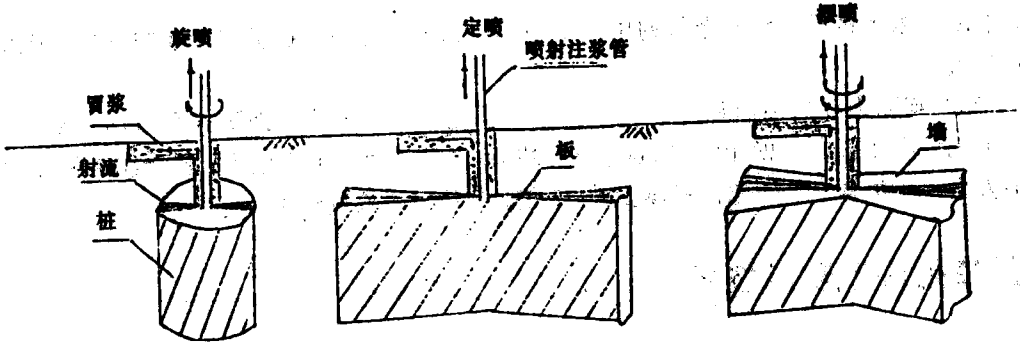


图2 高喷灌浆三种形式

按工程的需要不仅可构筑铅直的板墙，还可构筑倾斜和水平的防渗板墙。

(三) 设备

以三介质为例，其主要设备有高压水泵、空压机、搅灌机和喷射井口系统。根据不同的工程要求可按下图3所示选择不同的喷头形式。

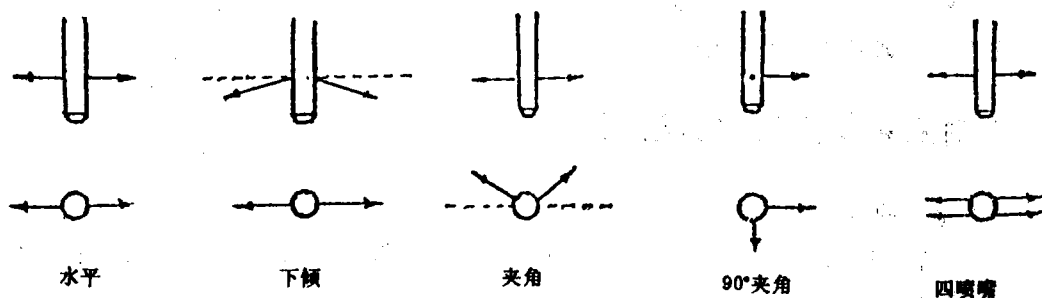


图3 不同形式的喷头

(四) 技术参数

喷射灌浆质量的好坏，除了被处理地层水文地质条件、浆液种类和喷射方式之外，还与高压水、压缩气、浆的压力、流量、喷嘴大小和多少、喷嘴移动速度等有直接关系。目前由于因素太多，条件所限，尚没有系统的适宜多种情况的优化组合，是处在经验阶段。已有工程常用的技术参数如下表1。

常用施工参数表

表1

项 目	高压水	压缩气	浆	其它
P(MPa)	20~70	0.7~0.8	0.1~0.5	提升速度 5~20(cm/min) 旋转速度 4~8(rpm)
Q(l/min)	50~100	520~1500	60~100	
喷 嘴(个)	1~4	1~4	2~4	

(五) 性能与形状

高喷灌浆防渗凝结体物理力学性能指标如下表2。喷射凝结体尺寸大小：旋喷直

凝结体性能指标

表2

凝结部位	水泥成分 (%)	抗压强度 (MPa)	渗透系数 (cm/s)	弹性模量 (MPa)	破坏坡降
板桩体层	$\frac{30 \sim 60}{20 \sim 30}$	$\frac{4.0 \sim 20.0}{0.5 \sim 2.5}$	$\frac{10^{-5} \sim 10^{-7}}{10^{-6} \sim 10^{-7}}$	$\frac{6 \times 10^2 \sim 2.6 \times 10^3}{10^2 \sim 8 \times 10^2}$	$\frac{6 \times 10^2 \sim 2.6 \times 10^3}{1 \times 10^2 \sim 8 \times 10^2}$
浆皮层	$\frac{60 \sim 80}{30 \sim 40}$	$\frac{10.0 \sim 25.0}{1.0 \sim 3.0}$	$\frac{10^{-5} \sim 10^{-6}}{10^{-6} \sim 10^{-6}}$	$\frac{10^2 \sim 10^4}{10^2 \sim 10^3}$	
渗透凝结层	$\frac{20 \sim 40}{10 \sim 20}$	$\frac{0.5 \sim 2.0}{0.3 \sim 1.0}$	$\frac{10^{-4} \sim 10^{-6}}{10^{-4} \sim 10^{-4}}$	$\frac{10^2 \sim 10^3}{10 \sim 10^2}$	

注：表内横线上方为使用水泥浆时数值，横线下方为使用水泥约占60%左右的水泥粘土浆时数值。

1.2~2.5m；摆喷墙长1.5~3.5m，墙厚约0.2~1.2m；定喷板长1.8~6m，板最0.1~0.6m。砂砾层所喷以凝结体剖面上看板墙(桩)的外围有3~20cm厚的渗透层，水泥

含量少,强度低。向内有1~2cm厚的浆皮层,水泥含量高致密。再向内即为板墙(桩)体,水泥含量较高致密。

(六) 单孔板墙(桩柱)连接

相邻单孔板墙(桩柱)从结构上看,随着孔间施工间隔时间的长短分融接和焊接两种。从平面布置上,为保证单孔间有效的连接,定、摆喷常采用折线连接,板墙轴线与布孔轴线呈30°角相交。旋喷则需相互套接。

高压喷射灌浆防渗技术的应用

(一) 适用地层

该技术可在壤土、粘土、回填土、中细砂、砂砾、砂卵石、卵漂石、碎石渣等第四系复盖层均可使用。

(二) 适用的工程类别

1. 构筑地下用以隔(堵)截液体(水、油)、气体、火的密闭连续板墙;如土堤、土坝本身的截渗;堤、坝、闸、桥、涵、码头基础的防渗;修建地下井、巷、贮水池、气库、油库、截水的地下坝、地下矿火的堵截;建筑物基坑、矿坑、矿井、巷道、地铁的围护等,如后附工程应用图示。

2. 上述板墙的修补、破碎带防渗处理、钢板桩等防渗工程间断部位的整体连接、地下管道的漏水、漏气、漏油的处理及不同介质接触面缝隙、孔道的渗漏处理等。

3. 治理建筑物基础渗漏掏刷破坏。

(三) 其它

1. 根据工程的不同需要,可按图4选择适宜的结构布置形式,高喷防渗工的质量检测,目前常用围井压注水、开挖取样及板墙前后测压管等方法。

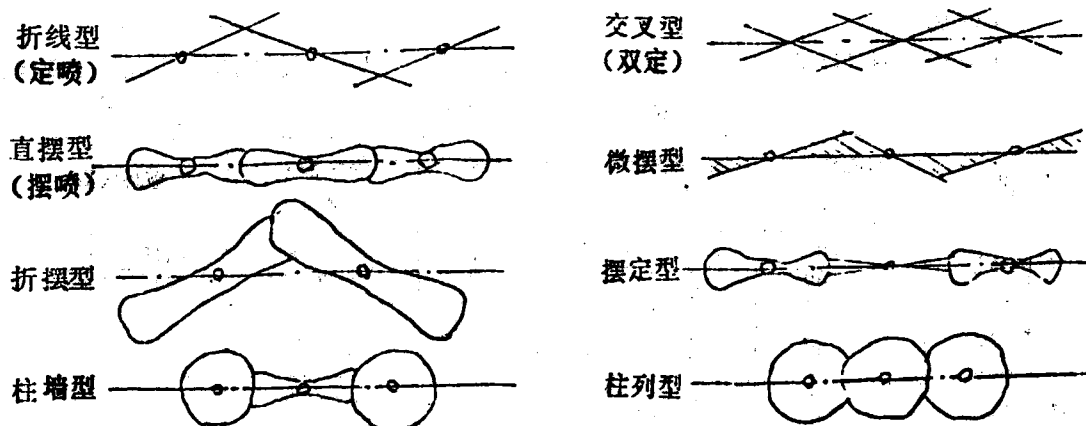


图4 布置形式

2. 目前已应用的工程处理最深达46m,更深的地层处理从原理上讲是可行的,国外已有70m的例子。三峡二期70m的围堰防渗正着手拟定研究。

3. 该技术施工工效每套每日可完成板墙 $40\sim 100\text{m}^2$, 相当于原混凝土地下连续墙的 $10\sim 30$ 倍。

4. 该技术构筑防渗板墙的综合单价一般砂砾层约为 $200\sim 350$ 元/ m^2 , 卵石、碎石层约为 $450\sim 650$ 元/ m^2 。

高压喷射灌浆防渗技术的新发展

随着应用该技术的工程增加及不同类型工程的实际需要, 我们紧密结合生产实际做了些开发性应用研究, 使该项技术在近几年有了新的发展。

(一) 使用地层扩宽到第四系复盖层

该研究项目开始仅限于中细砂、壤土、淤泥等细颗粒地层, 后逐渐扩大到包括强透水的砾卵石、卵漂石和堆石渣层在内的整个第四系复盖层。1988年东风水电站石渣堰体中构筑高喷防渗墙的成功, 揭开了我国大、中型水电工程中强透水大粒径防渗技术的新一页, 也是该项技术的突破性发展。1989年新疆加音塔拉斜墙堆石付坝, 因质量差, 经多次处理未奏效, 水库限制使用。经该技术处理后库水位达到设计水位, 安全运行。一个个大颗粒地层高喷成墙的现实, 使我们加深了理性认识, 提出了大粒径地层“绕流”、“位移袪裹”等新的高喷成墙作用机理。

(二) 应用领域不断扩大

为确保广东飞来峡枢纽施工围堰高喷板墙能承受 35m 水头, 1988年在现场砂卵石层做的高喷围井压水试验值达 $0.8\sim 1.07\text{MPa}$, 为高喷防渗技术应用于中、高水头防渗工程迈出了可喜的一步。

该项技术的应用类型发生了如下几种变化: 1. 从开始的水电工管系统的既建工程(水库、堤坝等)发展到水电基建系统新建工程; 2. 从临时性围堰工程到新建永久性坝基防渗工程; 3. 从单纯防渗到防治流砂、液化; 4. 从单一的防渗到防渗加固双作用, 直至加固到纠偏; 5. 从水电系统防渗到冶金矿坑围护和工民建、地铁基坑防渗。

(三) 设备和工艺不断更新和改进

原有设备较为笨重, 性能单一使用不灵便, 现研究出井口传动由液压代替机械, 性能较多, 机动可调, 已投入试生产。

由于采用三根独立的三管输送装置, 使国内三管喷射水压力逐渐由 20MPa 提高到 45MPa , 增加了对地层的冲切渗透能力, 相应降低了工程造价。

研制的大摆喷工艺, 简化了设备, 提高了喷射压力, 改善了桩(墙)质量。

研制的新喷射装置及工艺, 基本解决了较细颗粒地层定、摆喷板墙卡脖子问题。

与此同时, 还在继续进行喷粉新工艺的研究。

(五) 施工监控手段

我们研制试用了能自动监测控制高喷施工的 12种技术参数, 从人工到电脑自记、自报警, 基本杜绝了人为因素, 大大提高了施工质量的保证率。

结语

(一) 9年来高压喷射灌浆技术迅速发展及已取得的巨大经济效益和社会效益,证明该项技术是应生产实践的需要而产生具有设备简单、工效高、质量好、较经济,适用范围广泛等特点,且有着广泛发展前途的一种地基防渗新技术。

(二) 工程实践逐渐使人们(尤其是水电系统)认识到该项技术的出现是软基处理手段的提高和突破。它不仅加快了建设的施工速度,它在新建工程中的使用,将会对建筑物的选址、枢纽布置、结构型式、设计构思等带来新的变化或革新。

(三) 尽管该项技术是在日本首先研究的旋喷桩技术基础上发展起来的,但由于我国幅员辽阔,四化建设众多防渗工程的需要,促使我国很快形成一套较完整的防渗技术,并迅速发展,在工程的应用范围、速度、规模和高喷墙承受压力等方面达到或超过世界水平。

(四) 该技术在质量检测和计算理论上远远跟不上工程需要,机具及自动化水平尚需迅速提高,飞速发展的形势,急需有统一的施工和设计规范。

附图 工程应用图示

