

高喷灌浆技术在卵砾石层中的应用

方成名, 刘 炜

(中国水利水电第十工程局有限公司基础工程分局, 四川 都江堰 611830)

摘 要: 高压喷射灌浆法具有适用的范围广、施工简便、设备简单、管理方便等许多优点, 已广泛应用于水工建筑物的基础防渗工程中。结合灵关水电站尾水渠高喷灌浆施工, 介绍施工过程中遇到的问题及处理措施, 为类似工程提供借鉴。

关键词: 高喷灌浆; 单排旋喷桩套接; 质量控制; 防渗效果

中图分类号: TV543 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)06-0062-03

Application of High Pressure Jet Grouting in Gravel Formation/FANG Cheng-ming, LIU Wei (Foundation Engineering Sub-bureau, Sinohydro Bureau 10 Co., Ltd., Dujiangyan Sichuan 611830, China)

Abstract: The high pressure jet grouting method has advantages of wide application, easy construction, simple equipment and convenient management, which has been widely applied in foundation seepage control for hydraulic structure. According to the high pressure jet grouting construction in tailrace of Lingguan hydropower station, the paper introduced the problems encountered in the construction and the treatment measures to provide reference for the similar engineering.

Key words: high pressure grouting; single-row rotary jetting pile overlapping; quality control; seepage control effect

1 工程概况及地质情况

灵关水电站地处青衣江支流宝兴河中游段, 位于四川省宝兴县灵关镇小关子~大溪乡烟溪口河段上, 上接小关子电站尾水, 下接铜头电站库尾, 电站位于宝兴县灵关镇境内。工程区左岸有宝兴-雅安的三级公路通过, 取水枢纽距上游宝兴县城约 12 km, 下游距雅安市约 70 km。

灵关水电站尾水渠高喷防渗墙主要用于保证尾水渠道的开挖施工以及尾水渠施工完后的永久性防渗。施工采用“三重管法”单排旋喷套接形式, 防渗墙轴线全长约 834 m, 高喷灌浆总深度约 12000 m。根据钻孔资料显示, 地表上部大约 3 m 左右为回填层, 以下为原始河床, 主要以卵砾石层为主。

2 高喷灌浆施工布置形式

2.1 高喷灌浆孔位布置形式

选用“三重管法”单排旋喷套接结合高压喷射注浆, 高喷孔分 I、II 序施工, 两序孔交替间隔布置 (见图 1)。

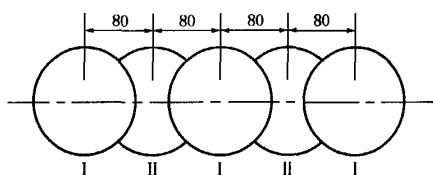


图 1 单排旋喷套接防渗墙结构形式布置图

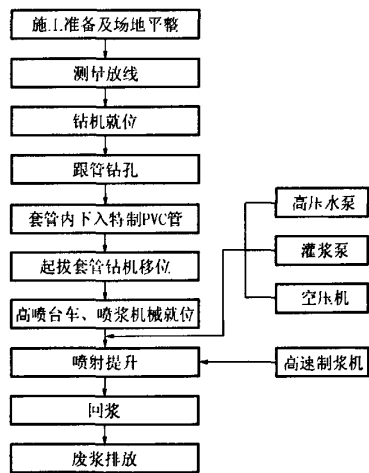


图 2 高喷灌浆施工流程图

3 高喷防渗墙施工

3.1 高喷灌浆施工流程 (见图 2)

3.2 钻孔施工

开钻前先进行场地平整、夯实、清除杂物, 钻机就位。开孔孔位与设计孔位的偏差不大于 ± 10 cm, 成孔偏斜率 $\geq 1.5\%$ 。钻机采用阿特拉斯·科普柯

收稿日期: 2010-05-28

作者简介: 方成名 (1966-), 男 (汉族), 重庆云阳人, 中国水利水电第十工程局有限公司基础工程分局党委书记兼副局长、高级工程师, 建筑工程管理专业, 从事各类基础工程的施工、管理工作, 四川省都江堰市蒲阳路 164 号。

建筑矿山设备有限公司生产的 MZ-200 型履带液
压潜孔钻机,采用潜孔偏心锤跟管钻进,钻孔孔径为
146 mm,钻孔深度为入基岩 0.5~1.0 m。钻孔、灌
浆分 I、II 序进行,先钻灌 I 序孔、后钻灌 II 序孔,相
邻孔的作业间隔不少于 24 h。钻孔完成后进行孔深
测量,由质检人员进行工序验收,检测深度达到设计
要求,经监理人员验收签证以后,方可终孔、下 PVC
管、起拔跟进套管移去钻机,终孔后孔口应保护好,

防止异物掉进孔内。

3.3 下喷射管

钻机移开后,将高喷台车就位,在地面上试验喷
射方向,调整喷射的水压、气压,下入喷射管至设计
深度。在下管过程中,为防止泥砂堵塞喷嘴,采取有
效措施防止喷嘴堵塞。

3.4 高喷灌浆施工

高喷灌浆施工参数见表 1。

表 1 高喷灌浆施工参数表

水		气		浆		同浆密度/ (g·cm ⁻³)	提升速 度/(cm ·min ⁻¹)	气嘴环 状间隙 /mm	水嘴 直径 /mm	转速 /(r· min ⁻¹)	孔距 /m	备注
流量/(L ·min ⁻¹)	压力 /MPa	流量/(m ³ ·min ⁻¹)	压力 /MPa	流量/(L ·min ⁻¹)	压力 /MPa							
70~80	35~40	0.8~1.2	0.6~0.8	60~80	0.2~ 1.0	1.5~1.7	>1.2	6~12	1.0~ 1.5	Ø1.8 ×2 V:提升 速度)	0.8 0.8	基岩结合面处 0.5~1.0 m 范 围,提升速度 6 cm/min

高喷灌浆时采用 CYP50 型高压喷射液台车。
下喷管前先在地面进行试喷,在水压、气压及设备
运行正常后,用胶带包裹好喷头下到孔底,开喷在
孔底静喷 3~5 min,待孔口回浆正常后,才能正常提
升,高喷结束后,及时向孔内进行回填浆液,以防浆
液析水沉降,回填浆液直至孔口液面不在下沉为止。

4 施工中遇到的问题及处理措施

(1)由于桩号防 0+756.00 m 至出口段钻孔未
到相对不透水的基岩,因此地下涌水较大,护壁套管
内出现返砂现象的孔较多。施工时及时对此类孔进
行高喷灌浆,边低压送水、气、浆边下管并旋转喷具,
将喷具下到设计孔深及时施喷。

(2)在下设 PVC 管时将 PVC 管底部用无纺布
包扎,接头套接后用塑料胶布密封,避免高喷灌浆时
串浆造成高喷孔报废。

(3)在喷射过程中,因机械故障、管路阻塞或停
电等原因造成喷射中断,重新喷射时将喷杆下至中
断位置以下 50 cm 进行复喷,以确保墙体的连接。

(4)大量漏浆和断续冒浆的处理。在旋喷过程
中,地层中有较大空隙引起不冒浆或严重漏浆,喷射
时,主要采取以下措施:降低喷射压力、增加浆液浓
度,进行原位喷浆;或在浆液中掺加适量的水玻璃,
缩短凝结时间,使浆液在一定范围内迅速凝固。填
满空隙后再继续正常旋喷,收到较好的效果。桩号
防 0+756.00 m 至出口段 I 序孔普遍存在漏浆现
象,II 序孔一般不再漏浆,表明 I 序孔的施工已在
一定程度上达到充填地层空隙改善地层的效果。

(5)在喷射中,喷射流遇大块石层或大卵石层

或球状风化体时,在正常旋喷结束后,在块体另一
端的两侧(或一侧,依钻孔情况而定)增补喷灌孔,以
确保搭接;或者调整邻孔孔间距及相关参数进行处
理。

(6)串浆孔的处理。在喷浆孔结束喷浆后立即
对串浆孔(护壁套管已拔)进行下管施工,如能下到
设计孔深,则进行喷浆施工,如不能则进行扫孔;对
未能及时起拔护壁套管的串浆孔,在串浆孔的两侧
重新补打灌浆孔,保证墙体的连续性。在易发生串
浆的地段,采取增加孔序的方式(分三序施工)。

5 效果检查

根据业主、监理要求,高喷灌浆检查采用钻孔
取心、压水试验、现场开挖等方法进行。根据工程实
际情况,本次工程共完成 6 个检查孔。

5.1 钻孔取心

高喷防渗墙检查孔钻孔取心检查在施工结束
28 天后进行,依据《水电水利工程高压喷射灌浆技
术规范》(DL/T 5200-2004)实施。根据实际施工
情况,在高喷墙体上布置孔径为 94 mm 的质量检查
孔(垂直孔),具体位置由监理工程师指定。孔深以
不超过该范围高喷墙深度为准(距墙底 50 cm)。检
查孔采用金刚石回转取心钻进,清水作为冲洗液。
终孔后,全孔做压水试验。采用 XY-2 型地质回转
钻机,金刚石钻头,钻孔孔径为 94 mm,取心钻具采
用单动双管钻具。

从钻孔取心揭示的地层结构看,该工程高喷地
层主要以砂卵石为主,夹杂大量的块石、漂石甚至孤
石。钻孔取心结果表明,在砂砾石地层中高喷灌浆,

水泥与原始地层的胶结情况明显比在卵石层、漂石中好,在孤石周边范围效果最差,这与高喷灌浆适应地层范围相吻合。由于砂卵石(特别是粒径较大的孤、漂石)已胶结强度还不高,钻孔时震动、摇晃使部分胶结体(特别是孤石地段)破碎,但从在孤石的表面还是能看到一层薄薄的水泥浆,证明高喷浆液对孤石形成了包裹。

5.2 压水试验

各检查孔均采用“单点法”压水试验。根据《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T 5148-2001),要求如下。

(1)压入流量稳定标准:在稳定的压力下,每5 min测读一次压入流量,连续4次读数中最大值与最小值之差小于最终值的10%,或最大值与最小值之差小于1 L/min时,本孔试验即可结束,取最终值作为计算流量。

(2)压水试验,其成果以透水率 q 表示。其计算公式为:

$$q = Q / (PL)$$

式中: q ——透水率, Lu; Q ——压入流量, L/min; P ——作用在试段内的全压力, MPa; L ——试验段长度, m。

压水试验,吕荣值最大4.45 Lu,最小0.23 Lu,完全满足设计防渗要求。

5.3 墙体开挖

根据设计要求,需在高喷防渗墙顶部浇筑盖帽砼,以形成尾水渠的外堤,故此次高喷墙需进行全部的开挖。

高喷防渗墙现场开挖表明:高喷墙有效厚度达70~90 cm,墙体已连续成墙,大粒径卵石、块石间充满了水泥结石,胶结在一起。直观高喷防渗墙:连接紧密,连续性好,无渗水点,已形成有效的、连续的整体板墙,墙体施工质量满足设计要求。

6 结语

本次工程从2007年10月开始至2009年4月全部完成,共完成高喷灌浆总深度12000 m,钻孔17000 m。现灵关水电站尾水渠开挖及砼浇筑已全部结束,从土建施工情况及开挖出来的高喷墙体,可以明显地看到很多水泥与卵砾石的胶结体,高喷墙体搭接良好,墙体厚度在60~150 cm之间。由此可说明在卵砾石层中构筑地下截渗墙,只要施工参数选择得当并采取行之有效的措施,不失为一种快捷、经济的防渗方法。

参考文献:

- [1] 徐志钧,全科政.高压喷射注浆法处理地基[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 涂建湘,何培章,李志斌.水利水电工程施工手册—地基与基础工程—高压喷射灌浆[M].北京:中国电力出版社,2004.
- [3] 张金昌,宋志彬,杨大根,等.江河堤坝垂直防渗高压喷射灌浆技术[J].探矿工程,2000,(5):29-32.
- [4] 李英杰,寇程,袁宝玮.高喷灌浆技术在金哨电站厂房临时围堰防渗工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(12):10-12.
- [5] 王玉涛,孙新胜,王红.单排旋喷桩止水帷幕的工程实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(6):33-35.

“大洋一号”三大洋发现五个热液区

国土资源网2010-06-07消息 2010年5月28日,历时315天且超额完成我国第21航次大洋科考任务的“大洋一号”船凯旋。本航次又为我国新发现5个热液区。

中国大洋第21航次是在国家海洋局和中国大洋协会领导下组织开展的,来自中国地调局广州海洋地质调查局、国家海洋局第一海洋研究所、同济大学和北京大学等国内外29个单位,约216人次参加了航次工作。

据此次科考首席科学家之一陶春晖介绍,本航次又为我国新发现了5个热液区(大西洋2个,太平洋2个,印度洋1个),其中在南大西洋海区发现的两个热液区是继我国在印度洋、太平洋发现多金属硫化物后取得的又一重大突破,使我国多金属硫化物的发现扩展到了三大洋。据悉,自2007年我国在印度洋发现第一个海底热液区起,迄今我国已在世界三大洋发现了17个海底热液区,约占世界三大洋30多年来已发现热液区的1/10。

此次科考还有几大亮点:首次在西南印度洋完成大规模海底地震台阵探测调查,开了我国在大洋中脊开展海底地震探测的先河,填补了在超慢速扩张的西南印度洋中脊海底地震探测的空白;在西南印度洋发现大范围出露的超基性岩,并用拖网和电视抓斗捕获大量超基性岩,为研究超慢速洋中脊的地质构造及热液成因提供了宝贵样品;在海山区和多金属结核合同区成功进行深海声学深拖调查,为研究富钴结壳和多金属结核的小尺度分布规律、控矿机理以及调查区精细地形特征奠定了基础;首次对东经90°海岭和印度洋南赤道流区开展了多学科综合环境调查。

我国自主研制的高新技术装备在航次调查中发挥了重要作用,其中3500 m远程遥控潜水器、近海底地震检测仪、声学深拖系统、铠装光缆深海岩心钻机和深海生物组合取样器等多种调查设备在航次调查中首次投入使用并全部获得成功。