

文章编号:1001-4179(2012)07-0037-03

# 阿海水电站围堰防渗墙缺陷修补施工

陈道春<sup>1</sup>, 李 斌<sup>2</sup>

(1. 长江勘测规划设计研究有限责任公司 阿海监理部, 云南 丽江 674122; 2. 长江勘测规划设计研究有限责任公司 施工设计处, 湖北 武汉 430010)

**摘要:**阿海水电站截流采用了大量的块石和钢筋石笼,在后续上游防渗墙施工过程中,因成槽部位地层结构复杂导致卡钻且处理困难,围堰无法闭气。经研究,采用了高压旋喷灌浆技术进行了缺陷部位的防渗处理。介绍了在特殊地层条件下,高喷施工参数的选择,以及浆液的调整与组合,并对关键技术处理措施及质量控制方法进行了阐述。施工完成后,防渗墙已经过两个汛期的运行,证明防渗效果满足工程需要,为同类基础的施工积累了经验。

**关键词:**缺陷修补; 防渗处理; 高压旋喷; 防渗墙; 阿海水电站

中图法分类号: TV551.3 文献标志码: A

## 1 工程概述

阿海水电站坝址位于云南省丽江地区玉龙县(右岸)与宁蒗县(左岸)交界的金沙江中游河段,为金沙江中游河段规划的第 4 个梯级。

工程采用一次围堰断流、左岸隧洞导流、大坝基坑全年施工的导流方式。上、下游围堰形式均为土石围堰,围堰上部采用土工膜心墙防渗,下部均采用混凝土防渗墙防渗。防渗墙体厚度为 0.80 m。上游围堰混凝土防渗墙共划分 27 个槽段,墙厚 0.8 m,墙顶高程为 1 420 m,墙高约 26 m,面积约为 4 070 m<sup>2</sup>。上游围堰挡水设计洪水标准为  $P = 5\%$ ,流量 9 800 m<sup>3</sup>/s,调洪后上游水位高程 1 461.99 m,堰顶高程 1 465 m。

上游围堰截流期间,钱堤进占使用了大量的块石和钢筋石笼护脚,上游围堰防渗墙 14、15 号槽段(河床中心)施工过程中,由于漏浆、塌孔等原因导致前述槽段内不同位置钻头卡钻,卡钻深度为防渗墙顶面以下 17.3 ~ 19.5 m,现场采用各种措施均不能成功打捞钻头。由于防渗墙工期紧,为了保证围堰施工进度,经业主、设计、监理、施工单位共同研究,确定了对槽段清孔

至钻头顶部的后直接浇筑混凝土(卡入孔内的 8 个钻头埋入槽段),钻头底部和四周可能形成的渗漏通道,采取增加高压旋喷形成防渗幕墙的方式进行处理补救方案。钻头卡钻位置及底部集渣见图 1。

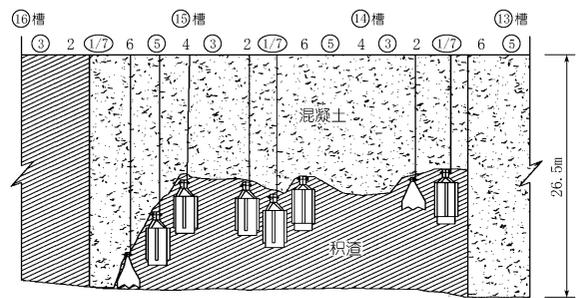


图 1 卡钻部位示意

## 2 高喷防渗墙处理方案

### 2.1 孔位布置

对存在渗漏的槽段清理后先进行混凝土浇筑,然后沿防渗墙顶上游侧布置高喷灌浆孔。因卡入槽段内的钻头影响槽段清理效果,从而影响混凝土防渗墙浇

筑质量,故高喷墙顶高程需与混凝土防渗墙顶高程一致,即高程 1 420 m,钻孔深度以进入基岩 0.5 m 控制。

考虑防渗墙汛期须承受一定水头压力,为控制围堰渗流量满足基坑干地开挖及混凝土浇筑要求,降低施工期排水难度,要求高喷防渗墙成墙厚度不小于 0.8 m。因此高喷防渗墙按双排孔布置,下游排孔距混凝土防渗墙 0.5 m,孔距 0.8 m,排距 0.7 m,双排孔成梅花型布置,高压旋喷套接成墙,高喷灌浆按照先下游排后上游排的顺序施工,同一排内按先一序后二序再三序,逐渐加密的原则进行施工。

14,15 号槽段上游侧共布设 41 个高压旋喷孔位,与相邻槽段搭接宽度为 2 m。下游排共布设 21 个孔,上游排共布设 20 孔。高喷防渗墙布孔平面布置见图 2。

## 2.2 工艺流程及施工参数选择

(1) 工艺流程。采用德国 KLEMM 全液压钻机造孔,孔径为 146 mm,钻孔深入基岩 0.5 m,跟入套管护壁,终孔后强风清孔,下入特制 PVC 管,拔管机起拔套管,高压旋喷机就位,下喷管至孔底开始高压喷射灌浆,当孔口返浆达到设计要求后正常提升喷管,喷灌过程中定时检测原浆、返浆比重,合理控制风压、浆压、浆量。灌浆采用纯水泥浆液。

钻孔工艺流程:移机就位 → 跟管钻入岩石 50 cm → 强风清孔 → 下入 PVC 管 → 起拔套管 → 孔口保护 → 终孔。

高压喷射工艺流程:高喷台车就位 → 孔口试喷 → 下入喷管 → 送风、浆 → 喷射提升 → 孔口凹陷回灌 → 高喷结束。

(2) 施工参数。渗漏槽段位于河床中心,事故钻头埋深 17.3 ~ 19.5 m,钻头至基岩面高度最大约 7.2 m,槽宽 13 m,渗漏槽段的处理进度和成墙质量直接影响围堰闭气时间,并将影响到工程的安全度汛。由于基坑尚未闭气,渗漏槽段部位在围堰截流后沉积了大量的块石,从而导致地下渗流紊乱且流量较大,合理确定喷浆压力是关键,对经济性和施工质量均有较大影响。喷浆压力过大,浆液扩散范围大但可能随地下渗流损失,喷浆压力过小则浆液扩散范围小,又达不到设计的成墙厚度指标。通过综合考虑,对进浆比重、返浆

比重、喷浆压力、旋喷管回旋和提升速度均选取较为保守的施工参数,再结合现场生产性试验确定了按以下的工艺参数进行施工。

高喷方法:两重管法

孔深:深入基岩 0.5 m(最大孔深 30 m)

孔斜率:≤1.0%

压缩空气:压力 0.6 ~ 1.0 MPa

流量 0.8 ~ 1.2 m<sup>3</sup>/min

气嘴 2 个

水泥浆:压力 25 ~ 30 MPa(泵压)

流量 70 ~ 100 L/min

进浆密度 1.5 g/cm<sup>3</sup>

回浆密度 ≥1.3 g/cm<sup>3</sup>

提升速度:孔口至渗漏段以上 2 m,6 ~ 10 cm/min

渗漏段 5 ~ 8 cm/min

旋喷旋转速度:4 ~ 6 r/min

水泥:P. O32.5 普通硅酸盐水泥

## 3 关键处理技术

### 3.1 钻孔施工

工程施工的难点是渗漏槽段块石层造孔,怎样保证孔壁稳定和提高单位时间内造孔进尺是保证围堰能否按期闭气的关键。

钻孔施工采用 KR805 - 1 全液压钻机跟管钻进。钻孔直径均为 146 mm,造孔效率可达 6.0 m/h。钻机就位后,用水平尺校正机身,使钻杆轴线垂直对准灌浆孔中心位置,孔位偏差不大于 5 cm。回填层、覆盖层砂卵石钻进进尺比较快,每小时进尺 6 m 左右。在遇到块石、鹅卵石和基岩时,钻杆出现受力偏心时控制钻进速度,更换冲击钻头钻进并及时投入粘土进行泥浆固壁。

造孔结束,将钻杆提出,下设底端用透水无纺布包扎的 Ø120PVC 护壁管,进行成孔护壁,护壁套管接头用塑料密封带连接。护壁套管下至孔底后,采用 BG - 60 液压拔管机将套管分节拔出。

### 3.2 高压喷射注浆施工

(1) 喷射灌浆时,必须依次低压送水、送浆、送气,而后再提高至设计值,在孔底静喷 1 ~ 3 min,等孔口回浆比重达到设计值后,再按设计要求进行由下而上的喷浆作业。在高喷灌浆过程中,出现过压力突降或突升、孔口回浆浓度或回浆量异常等情况,及时查明原因并进行了处理。孔内出现严重漏浆时,

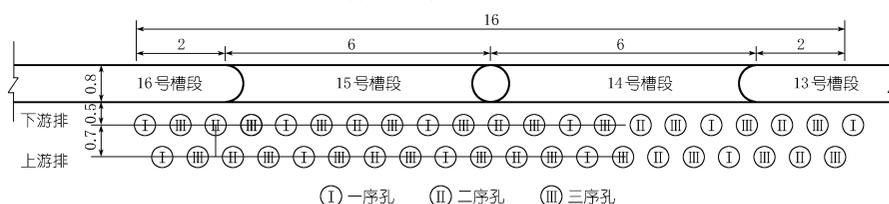


图 2 高喷防渗墙处理范围(单位:m)

根据地层情况分别采取了以下措施:降低喷射管提升速度或停止提升;降低压力、流量,进行原地灌浆;在浆液中掺加适当的水玻璃(速凝剂)。

个别孔高喷时不回浆,先进行了注浆,待凝固后再扫孔进行旋喷灌浆。钻进无回水时向孔内投入黏土进行了泥浆固壁。在施工时有10多个孔无回浆,采用向孔内掺入黏土和水玻璃,既保证了质量,又确保了工期。

(2)在喷射过程中发生串浆时,填堵被串孔,待灌浆孔高喷灌浆结束后,应尽快进行串浆孔扫孔、灌浆或继续钻进。

河床及回填层回浆量减少,有少量浆液漏失,回填层填筑的开挖料存在很大不均匀性,河床覆盖层结构松散,空隙较大,很多孔段高喷施工开喷时孔口无回浆,向孔内填入黏土,在浆液中掺入水玻璃,加量为水泥重量的3%,孔口回浆量恢复正常。

#### 4 施工质量控制

高压旋喷造孔施工过程中,对孔斜率、入岩深度、清孔效果进行检查,均满足工艺参数控制指标。I序孔造孔时,孔内返水量大,且携带有大量泥砂物,钻进速度较快;造II序孔时,孔内基本不返水,钻渣为水泥与碎石的结合物,进尺相对较慢。旋喷施工过程中,经常检测水泥浆液的进浆和回浆比重,当与设计水灰比的浆液比重误差超过0.1时,应停止作业,重新调整浆液水灰比。若因供风、水、电中断或拆卸注浆管不能连续喷灌时,重新进行高喷灌浆的搭接长度不应小于0.5 m,若中断超过30 min时,恢复作业时搭接长度应

大于1 m。

施工过程中将进浆比重、返浆比重、压缩空气与喷浆压力、旋喷管回旋和提升速度作为质量控制重点进行观察和检测,高压旋喷施工参数全部达到了工艺参数推荐值。

由于缺陷处理部位处于防渗墙顶面以下,采用常规的钻孔压水检查须至少待凝14 d,而围堰填筑又必须在5月31日达到设计挡水高程1 380 m,工期相当紧张。为尽快开始围堰填筑施工,上述高压旋喷处理部位未能进行渗漏检查即开始进行防渗墙盖帽混凝土施工。

大坝工程于2009年5月2日开始基坑抽水,随后开始基坑开挖,基坑开挖最低点高程1 380.0 m,最大开挖深度40 m。围堰自2009年开始挡水至今,已正常运行两年多。经过两个汛期的考验,围堰安全、稳定状况良好,复合防渗墙防渗满足施工要求,说明对存在渗漏的槽段采用高压旋喷技术处理方案是可行的。

#### 5 结语

随着我国水电站工程的大量建设,高压旋喷灌浆作为水电站围堰防渗技术已日趋成熟并广泛应用。但要达到预期的防渗效果,为基坑开挖创造良好的施工环境,必须认真对待高喷灌浆的设计与施工,不同的地层结构在很大程度上直接影响施工效果。根据地层正确选择施工设备和施工技术参数是保证工程质量的关键。

(编辑:赵凤超)

### Defect repair construction of cofferdam cutoff wall of A'hai Hydropower Station

CHEN Daochun<sup>1</sup>, LI Bin<sup>2</sup>

(1. A'hai Supervision Department, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Lijiang 674122, China; 2. Department of Construction Design, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research)

**Abstract:** A large quantity of block stone and reinforced gabions were used in the river closure project of A'hai Hydropower Station. In upper cutoff wall construction, due to driller lock induced by complex geology at diagram forming stratum, the cofferdam could not be water-tightened. High pressure whirl-spray grouting was adopted for controlling seepage at defect area. We introduced the selection of parameters of high pressure whirl-spray grouting and adjustment and combination of slurry, under special formation condition; and the key technical treatment measure and quality control measure are described as well. The construction methods were proved effective by tests of two years flood seasons, which can be referred by other projects.

**Key words:** defect repair; seepage prevention; high pressure whirl-spray; cutoff wall; A hai Hydropower Station