

控制性灌浆技术在桐子林水电站三期围堰防渗中的应用

华尖多杰, 刘晓博, 任高强

(中国人民武装警察部队水电第九支队, 四川 成都 611130)

摘要:控制性水泥灌浆工艺是一门新兴的灌浆工艺。通过该技术在桐子林水电站三期围堰防渗工程中的成功应用实例, 对控制性灌浆工艺进行了详细介绍, 为控制性水泥灌浆施工技术的发展提供了宝贵的实践经验, 对类似工程施工具有一定的借鉴意义。

关键词:桐子林水电站; 控制性灌浆; 三期围堰; 防渗

中图分类号:TV7; TV551; TV52; TV543

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增1-0031-03

1 概述

桐子林水电站位于四川省攀枝花市盐边县境内的雅砻江干流上, 是雅砻江干流下游最末一级梯级电站, 其上游梯级有已建成的锦屏一级、锦屏二级、官地水电站和二滩水电站。桐子林水电站总装机容量为600 MW。桐子林水电站枢纽建筑物由重力式挡水坝段、河床式电站厂房坝段、泄洪闸(7孔)坝段等建筑物组成, 坝顶总长439.73 m, 最大坝高69.5 m。该工程采用明渠导流、主体工程分三期施工的导流方式。一期修建导流明渠及明渠内部分永久建筑物、部分右岸挡水坝段, 二期修建左岸挡水坝段、河床式电站厂房坝段、河床4孔泄洪闸坝段; 三期完建导流明渠内3孔泄洪闸及右岸挡水坝段。

三期上游围堰堰顶高程为1 014 m, 最大堰高32 m, 堰顶宽10 m, 堰顶轴线长132.42 m。围堰结合戽堤进行布置, 迎水面1 003.5 m高程以上坡比为1:2, 1 003.5 m高程以下坡比为1:1.5, 背水面坡比为1:2, 在1 003.5 m高程设有5 m宽马道, 迎水面1 003.5 m高程以上采用干砌块石护坡, 厚度0.5 m。堰体高程1 003.5 m以下采用控制性灌浆防渗墙防渗, 高程1 003.5 m以上采用复合土工膜心墙防渗。

桐子林水电站三期围堰防渗型式原初步拟定为混凝土防渗墙、高压旋喷防渗墙和控制性灌浆防渗墙三种设计方案。根据三期截流施工的实际情况, 戽堤填筑时抛投了大量混凝土预制块、钢筋

石笼和块石串, 在防渗轴线范围产生了大量架空区、孤石区, 而且所抛投的大块石粒径较大(普遍大于70 cm)。戽堤合龙后, 围堰上下游水位差非常大(达12.5 m), 渗透坡降高; 另外, 考虑到三期施工工期压力非常大(工期不到6个月), 故在选定最终围堰防渗方案前, 特对初拟的三种防渗设计方案进行了以下比选:

(1)混凝土防渗墙对围堰防渗效果最好, 但因防渗轴线范围存在较多的孤石区且块石粒径较大, 造成防渗墙成槽困难, 施工功效慢; 而施工期太大会占压宝贵的三期工程直线工期, 故不予采用。

(2)高压旋喷防渗墙施工功效快, 能保证工期, 但因架空区及较多孤石会影响旋喷穿透半径, 且渗透水流较大程度上影响浆液固结, 防渗质量不能保证, 故不予采用。

(3)控制性灌浆防渗墙功效快, 能保证工期; 另外, 因在水泥浆液中加入化学液体, 从而大大缩短了水泥浆液的凝结时间, 避免了浆液受水流冲刷流失, 浆液填充成墙效果较好。综合考虑后决定采用控制性灌浆防渗墙方法进行施工。

2 施工工艺流程及具体说明

2.1 控制性灌浆施工工艺

控制性灌浆施工工艺见图1。

2.2 施工工艺说明

2.2.1 工艺参数的设置

(1)孔深: 入导流明渠混凝土深度不小于20 cm。

(2)灌浆孔排距: 上游围堰采用三排布置, 排

收稿日期: 2016-05-04

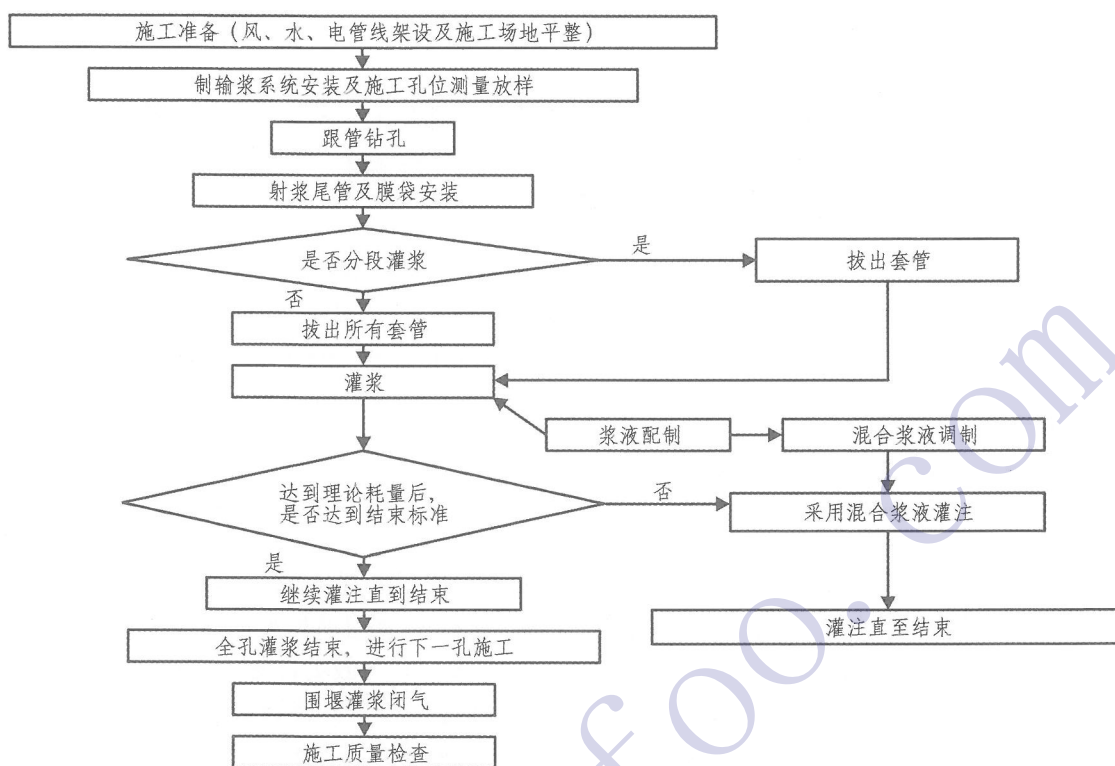


图 1 围堰控制性灌浆施工工艺流程图

距 1 m, 下游排孔距为 1 m, 上游及中间排孔距为 2 m, 对围堰堰肩位置进行加密。下游围堰采用双排布置, 排距 1 m, 孔距 1.5 m, 对围堰堰肩位置进行加密。

(3) 施工次序: 灌浆按分序加密的原则进行。

排间分序: 下游排→上游排→中间排; 每排孔分为二序, 钻孔分序: I 序孔→II 序孔→灌后检查孔。

(4) 灌浆压力: 灌浆压力的确定一般根据水头大小而定。灌浆压力见表 1。

(5) 水灰比: 由于围堰是填筑体, 空隙及水头

表 1 灌浆压力及单位注浆量控制标准表

孔 序	上游围堰		下游围堰	
	灌浆压力 /MPa	单位注入量 /L · m ⁻¹	灌浆压力 /MPa	单位注入量 /L · m ⁻¹
I 序孔	0.6 ~ 0.8	500 ~ 600	0.3 ~ 0.6	200 ~ 300
II 序孔	0.8 ~ 1.2	700 ~ 800	0.5 ~ 0.8	400 ~ 500

备注: 灌浆压力和单位注入量由试验确定。

差大, 因此使用浓浆灌注 I 序孔, 将主要空隙充填, 然后再用稀浆对小的渗水点进行封堵灌注。I 序孔采用水灰比为 0.4:1 进行灌注, II 序孔首先使用 0.6:1 的水泥浆液开灌。对于可灌性较差的地层, 采用水泥-水玻璃浆液灌注。

2.2.2 钻 孔

全孔采用液压钻机偏心跟管钻进, 一次性成孔。开孔直径一般为 146 mm, 终孔孔径不小于 110 mm。钻孔结束后, 待灌浆射浆管路安装完毕, 使用拔管机将孔内的套管分段拔出。

2.2.3 灌 浆

采用“膜袋止浆, 自下而上分段”的方法进行灌浆(图 2)。分段预埋射浆管、外加剂管、止浆塞管(其中射浆管、外加剂管为高压聚乙烯多层热合管, 止浆塞管为氧气橡胶软管)。灌浆采用的具体工艺如下:

成孔→分段标记预埋射浆管、外加剂管及膜袋全孔拔管→膜袋注浆(浆液中掺加膨胀剂、速凝剂)→自下而上分段灌浆(纯压)→压力封口。

灌浆结束标准:(1) 达到设计压力上限, 注入

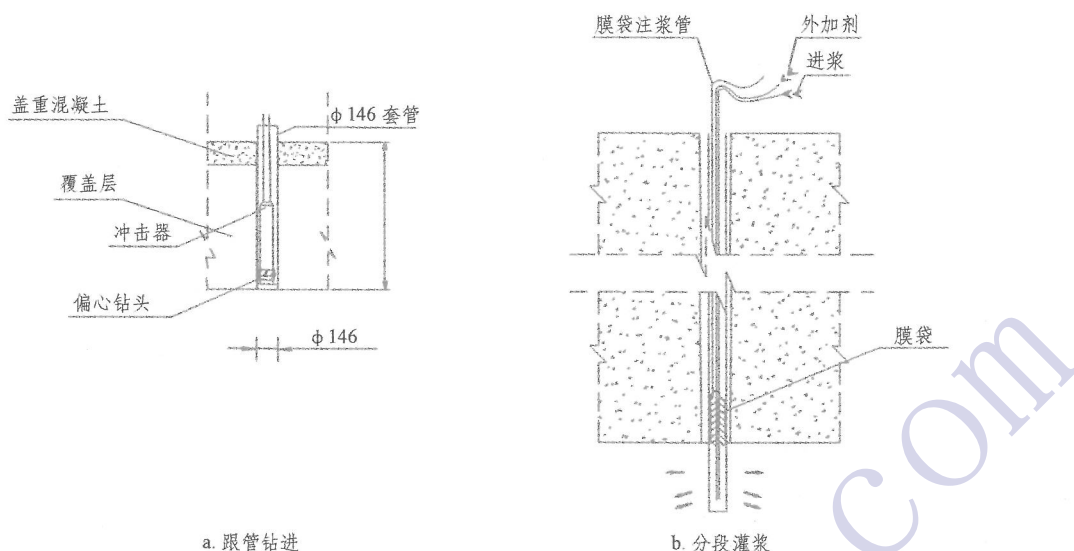


图2 膜袋灌浆工艺示意图

率 $< 5 \text{ L/min}$, 结束本段灌浆并上提; (2) 达到设计压力下限, 注入量达到设定控制标准, 结束本段灌浆并上提; (3) 对于孔底段以及吸浆量较大的孔段, 当其注入率达到拟定注入量无法提升至设计压力下限者, 加大注入量至设计的 1.2 倍时可结束本段灌浆。各灌浆孔灌浆结束后, 以最稠一级的浆液采用全孔灌浆法进行封口。

3 施工质量检查及效果分析

施工质量按照《水电水利工程覆盖层灌浆技术规范》DL/T5267-2012 中的有关要求, 设计的合格标准为渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$, 检查孔数量为灌浆孔总量的 5% 左右。

通过对上下游围堰钻孔注水试验进行检查得知, 注水均满足设计要求, 质量合格。从后期基坑排水情况看, 抽排工作量明显减少, 围堰防渗效果明显。从施工进度看, 在 20 d 时间内完成上下游围堰灌浆 6 100 多 m, 比计划工期提前完成, 为后期施工奠定了基础。

4 结语

控制性灌浆是一门新兴的灌浆工艺, 主要应用水泥浆液加化学外加剂后能将水泥浆液的凝固

时间控制到 20 ~ 30 s, 当水泥灌浆施工过程中出现串浆、进浆量很大产生浆液流失、灌浆压力升不起来等问题时, 通过特殊的工艺构思和措施, 启动专用的泵将化学外加剂送到地层内与扩散的水泥浆液相混合, 使被混合的水泥浆液变成速凝浆液而迅速失去流动性, 达到解决水泥浆液串浆问题的目的。

控制性灌浆方案在桐子林水电站三期围堰防渗中的成功应用, 证明该方案合理、可行, 为这一特定结构的防渗处理提供了一个工程实例。另外, 控制性水泥灌浆工艺相比于围堰防渗较常规的高喷或混凝土防渗墙工程具有施工条件简化、工程造价低、不占直线工期等优点, 不失为围堰防渗治理的新思路。

作者简介:

华尖多杰(1986-), 男, 青海循化人, 工程师, 学士, 从事水利水电工程施工技术与管理工作;

刘晓博(1982-), 男, 宁夏银川人, 工程师, 工程硕士, 从事水利水电工程施工技术与管理工作;

任高强(1985-), 男, 甘肃天水人, 工程师, 学士, 从事水利水电工程施工技术与管理工作。 (责任编辑:李燕辉)

成都院两项科技成果喜获电建科学技术奖特等奖

5月25日, 2016年度中国电建科学技术奖评审会议在北京召开。成都院两项重大科技成果喜获特等奖, 另有4项成果获一、二、三等奖。获特等奖的两项科技成果分别为“300 m级特高拱坝安全控制关键技术及实践”、“高地应力条件下地下洞室群围岩大变形控制与块体稳定性研究”, 这是成都院历经多年研发完成的水电工程前沿共性关键技术成果, 经院士专家鉴定达到国际领先水平。中国电建科学技术奖自2014年开始设立, 特等奖是电建集团科技进步最高奖励, 视技术水平和经济效益从特别优秀的成果中评选产生。今年有159个项目申报中国电建科学技术奖, 共有5项科技成果获特等奖。