

# 高压旋喷防渗墙在高水位落差情况下的施工探索

王志杰<sup>1</sup>, 刘猛昌<sup>2</sup>, 徐荣阳<sup>1</sup>, 李俊杰<sup>1</sup>

(1.中国水利水电第十工程局有限公司 老挝公司,四川 成都 610072;

2.中国电建海外投资有限公司,北京 650000)

**摘要:**结合老挝南欧江四级水电站二期围堰高压旋喷防渗墙施工情况,介绍了在高水位落差情况下施工高压旋喷防渗墙遇到的一些问题以及所采取的应对措施和最终取得的施工效果。

**关键词:**高压旋喷;高水位落差;施工;南欧江四级水电站

**中图分类号:**TV7;TV52;TV51

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2019)增 1-0084-03

## 1 工程概述

南欧江四级水电站位于老挝人民民主共和国内部的丰沙里省,以发电为主,枢纽主要由左岸非溢流坝段、引水发电建筑物、泄水建筑物、右岸非溢流坝段等建筑物组成。坝址区的岩体主要以板岩为主,河床冲积层为卵砾石、粉细砂夹粉土,厚度一般为 4~7 m,最深约 11 m。

老挝南欧江四级水电站主河床截流后,戽堤上、下游水位落差约为 5.4 m。高水位落差容易在河床冲积物内形成水流,对高压旋喷防渗墙施工极为不利,需要采取有针对性的措施予以应对。

## 2 高压旋喷防渗墙及施工平台的布置

经河道地质勘探探明二期围堰上游防渗墙轴线位置河道内的冲积物主要为卵砾石和粉细砂,其中以卵砾石为主,粉细砂少量分布,高压旋喷防渗墙设置为单排,孔间距为 0.8 m,孔深至弱风化

基岩 0.5 m。高压旋喷施工平台比下游水位高 1 m。平台上游侧戽堤坡脚处设置 1 m×1 m 的排水沟穿过施工平台与下游河床相连,排水沟底部设置一排间距为 2 m 的降压排水孔,排水孔深以钻至基岩为准。高压旋喷防渗墙布置情况见图 1。

戽堤位于高压旋喷防渗墙轴线上游侧,截流时龙口抛填的大块石在高压旋喷防渗墙轴线处有部分堆积。为了减少大块石对高压旋喷防渗墙施工造成的影响,需要利用长臂反挖对轴线处的大块石进行清理。在截流戽堤上游侧填筑粘土铺盖,用于戽堤初期防渗以尽量减少戽堤的渗水通道,为清理高压旋喷防渗墙轴线上游侧的大块石创造条件,清理一段,回填一段,回填以粘土为主,亦可以回填级配较好的卵砾石。在平台顶部铺设石渣硬化,以保证干地施工。

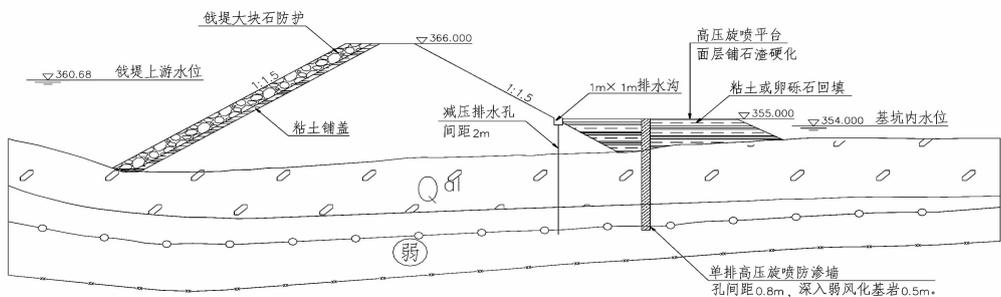


图 1 高压旋喷防渗墙布置图

## 3 高压旋喷防渗墙的施工

### 3.1 施工机械的选型

(1) 钻机。选用红五环 H6 履带式潜孔

钻机跟管钻进作为钻孔设备。

(2) 液压高喷台车。选用 GYP-50 型液压高喷机。该机为液压步履式底架,具有纵向、横向移动、对孔就位迅速、机动性强、结构紧凑、起落迅

收稿日期:2019-03-05

速、安全可靠等特点。

(3)聚能泵。供水系统的主要设备为高压灌浆泵及其高压胶管。该工程采用PP-120型聚能泵,其最大额定压力为40 MPa,排量为50~160 L/min,功率为90 kW。

(4)注浆泵。选用SGB6-10型,额定压力为10 MPa,最大排量100 L/min,用于灌注水泥浆。

(5)空压机。采用两管高喷注浆,需用压缩空气与主射流(水泥浆)同轴喷射以提高主射流的喷射效果。配置2台20 m<sup>3</sup>/min空压机。

(6)高速搅拌机。该工程选用ZJ-400型高速搅拌机用于水泥浆液和膨润土浆液的制浆。最大制浆能力为10~15 m<sup>3</sup>/h,浆液拌合均匀。

### 3.2 减压排水孔施工

减压排水孔需在高压旋喷施工前完成,以保证高压旋喷防渗墙轴线上、下游水压力基本平衡。

减压排水孔的施工采用红五环H6履带式潜孔钻机跟管钻钻孔,钻孔深度宜至基岩。钻孔完成后,将制作好的φ100 PVC花管下入孔中,保证排水畅通,达到降低水压力的目的。

### 3.3 高压旋喷防渗墙施工

高压喷射灌浆钻喷施工分两序进行,先施工I序孔,后施工II序孔。施工工序主要包括钻孔、下注浆管、喷射、成墙、封孔等。

(1)钻孔:采用跟管钻进法成孔。首先将钻机对准孔位,用水平尺掌握机身水平,垫稳、垫牢、垫平机架。钻孔允许偏差需满足设计及规范要求。

(2)下设注浆管:将注浆管下放到钻孔深度。

(3)喷射提升:喷射管下到钻孔深度后送入气、浆,静喷3 min;待注入的浆液冒出后边旋转、边提升直至孔口高程,停送气、浆,提出喷射管。

(4)清洗:当喷射完毕,及时将各管路冲洗干净,不能留有残渣以防堵塞,尤其对注浆系统更为重要。通常将浆液换成清水进行连续冲洗,直到管路中出现清水为止。一次下沉的喷管可以不必拆卸,直接在喷浆的管路中用泵送清水,即可达到清洗的目的。

(5)回灌:为解决凝结体顶部因浆液析水而出现的凹穴现象,当喷射结束后,将下一孔段的孔口返浆引入已完成高喷的孔内进行回填,直至孔口浆液不再下降为止。

(6)封孔:高压喷射灌浆至顶高程,对于以上空孔部分采用壤土封孔。

(7)钻机移位:以上施工工序完成后,将钻机移至下一孔位,准备下一孔的注浆施工。

### 3.4 高水位落差针对高压旋喷特殊情况采取的应对措施

为了降低高水位落差带来的高压旋喷施工难度,除在高压旋喷平台上游侧设置减压排水孔外,在钻孔过程中如发现漏水严重,可以采用泥浆固壁的方法用以堵塞卵砾石之间的空隙。灌浆过程中的特殊情况处理采用以下方式:

(1)高喷过程因故中断后应停止提升,记录中断深度并尽快恢复。对于短时间不能恢复的应提出喷具,用水冲洗干净,待故障处理后将喷具下入原中断位置以下0.5~1 m继续进行喷射灌浆。

(2)高喷过程中若相邻孔串浆,应将串浆孔封堵后继续进行。高喷结束后将串浆孔扫孔至原钻孔深度。

(3)喷灌过程中,接、卸、换管后下管时要比原停喷高度下落不小于20 cm,以使墙体上下连接。

(4)在孤(漂)卵石架空地层和地下动水中施喷时采用以下措施进行处理:①喷具停止提升,静压注浆,直到孔口返浆符合要求为止。②降低喷射水压和风压,增大供浆量,加浓浆液,孔口掺砂、水玻璃和锯末等。③可以在采用以上处理方法的同时,在孔口添加一趟浆液进行填充处理。④为了防止喷具被埋住,可以采用间隔提升的办法(复喷),待返浆后将风、水、浆等参数调整至规定值正常提示。

(5)在厚度为50 cm以上大块石(漂、孤石)的孔段进行高喷灌浆时,为了确保浆液对大块石的裹覆效果,要求降低提升速度、风压和水压并加大供浆量。

(6)大漏失孔(段)。高喷过程中,若出现孔口不冒气、不返浆情况时,可采取以下处理方法:静喷,降低水压至15 MPa以下,加大水泥浆的供浆量,加浓浆液水灰比至0.5:1。同时,在孔口采用高压清水辅助掺加中粗砂(加砂时应注意速度,以避免造成喷嘴堵塞),适当的时候可上下活动喷杆,如此持续5~30 min无效果时,可采用在高压水泵进水口处另加一个储水桶添加水玻璃的方式继续处理,水玻璃与水混合的比例可以从8:1~

2:1(体积比),掺入量应遵循由少到多、逐渐增加,原则上不采取从孔口直接倾倒水玻璃的方式处理大漏失孔(段)。直到孔口正常返浆后方可恢复正常喷射压力并按照规定速度提升。

(7)孔口间断返浆,返浆量达不到规定值。该情况可判断为孔内存在中、小漏失通道,需停止提升、静喷、加浓浆液,孔口可根据漏失情况适当加砂(采用水力冲射),当采用此方法处理 15 min 以上无效果时,可慢速(3~5 cm/min)提升 50 cm 后静喷 1~3 min 或下钻至原来的深度进行复喷。

(8)孔口返浆浓度不够,比重达不到规范要求。

造成孔口返稀浆、返水现象有可能是地下水流动性较大造成的,可以分两种情况分别进行处理:①短暂停止供风,如果浆液快速下沉,可初步判断为漏失,可以按照第(6)中方法进行处理。②如果停风后浆液不下沉,可在高压水泵处另外加一个储水桶并在其内掺入水玻璃(与水混合的体积比为 10:1~8:1)稀释后通过高压水压入地层,孔口视情况可适当掺砂,这种情况可慢速(3~5 cm/min)提升,直到返浆比重和返浆量达到正常标准后再按照规定的速度提升。

### 3.5 高压旋喷防渗墙的质量检查

高压旋喷防渗墙的质量检查主要选用开挖和

钻孔观察水位两种方式。开挖主要检查墙体顶部成墙的情况,在孔深和漏浆严重的部位采取钻孔的方式进行检查,钻孔在完成喷浆 14 d 后进行,主要观测孔内水位的下降情况。

经过基坑开挖后的观察和汛期洪水考验,老挝南欧江四级水电站上游围堰高压旋喷防渗墙无集中渗水点,总体防渗效果较好,满足设计和规范要求,为项目节约了施工工期和成本。

## 4 结 语

在水电站建设过程中,主河床截流时其上游围堰一般会出现较大的水位落差,在高水位落差情况下,高压旋喷防渗墙的施工质量往往难以保证。老挝南欧江四级水电站二期上游围堰高压旋喷防渗墙在采取了一定的应对措施后,防渗效果显著,为后续类似工程提供了可供借鉴的依据。

### 作者简介:

王志杰(1984-),男,河南安阳人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工

作;

刘猛昌(1985-),男,云南宣威人,助理工程师,从事测绘技术与管理工

作;

徐荣阳(1980-),男,河南南阳人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工

作;

李俊杰(1994-),男,宁夏中卫人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工

作。

(责任编辑:李燕辉)

## 如何实现新能源更好消纳?

加快解决风、光、水电消纳问题日前正式写入 2019 年政府工作报告。在能源行业步入高质量发展的今天,可再生能源电力弃电量仍维持在超过每年 1 000 亿千瓦时的高位——消纳问题依然是当前行业的热点、难点。

**消纳情况逐年改善** 国家能源局统计数据 displays,2018 年,我国可再生能源利用水平不断提高。全年弃风电量 277 亿千瓦时,全国平均弃风率 7%,同比下降 5 个百分点;弃光电量 54.9 亿千瓦时,全国平均弃光率 3%,同比下降 2.8 个百分点;弃水电量约 691 亿千瓦时,在来水好于 2017 年的情况下,全国平均水能利用率达到 95% 左右。

可再生能源弃电的逐年改善是如何做到的?能否有效持续呢?首先,限批力度加大,限制了弃风、弃光严重地区的发展速度。”对于弃风率较高、年利用小时数偏低、调节电源装机较差的地区采取限制核准、限制建设的手段。

**症结指向省间壁垒** 在配额制的实施过程中,要压实各省主体责任。“以各省级行政区域为主体,组织开展可再生能源电力配额指标的测算和确定、配额完成量的核算和考核。省内也要细化责任和分工。例如,省级能源主管部门牵头,负责组织本省配额落实,并开展对市场主体的考核;各类市场主体主要承担配额义务,并接受完成情况考核;电网企业主要负责组织经营区内的配额实施工作。”

**期待安全、灵活的电力系统** 受制于省间壁垒的同时,可再生能源的消纳也对整个系统的安全、灵活提出了更大的挑战。对此,舒印彪指出,火电灵活性改造工作要持续推进。“火电今后要进行深度调峰,才能和风电、光伏等可再生能源相配合。由于灵活性改造涉及调峰,因此辅助服务市场也需要不断完善,逐步推开。要实现可再生能源的最优消纳,必须在电源端实现多能互补。

(《中国能源报》姚金楠 朱妍 别凡 2019 年 3 月 25 日)