

水利工程技术中高喷防渗技术运用研究

邓亮¹ 齐佳佳²

1. 吉安市水利水电规划设计院 江西吉安 343000

2. 河北南水北调中线调蓄库建材有限公司 河北保定 072550

摘要: 近年来,我国水利行业领域市场竞争越发激烈,各类新型施工技术手段和施工设备类型层出不穷,水利工程在施工建设期间需要应用更加现代化的手段,提高工程整体稳定性和安全效果,其中高喷防渗技术即高压旋喷灌浆技术,主要针对水利工程防渗、抗渗问题进行专项优化,大幅度提升水利工程的稳定化效果,提升工程整体价值。基于此,文章以具体案例为抓手,探究水利工程技术中高喷防渗技术的运用特点及要素,以期为相关水利工程施工提供参考和借鉴。

关键词: 水利工程;高喷防渗技术;运用

Research on the application of high spray seepage prevention technology in hydraulic engineering technology

Liang Deng¹, Jiajia Qi²

1. Ji'an Water Resources and Hydropower Planning and Design Institute Jiangxi Ji'an 343000

2. Hebei South to North Water Diversion Middle Route Regulating Storage Building Materials Co., Ltd. Hebei Baoding 072550

Abstract: In recent years, the competition in China's water conservancy sector has become increasingly fierce. Various new construction techniques and equipment types have emerged, requiring the application of more modern methods during the construction of water conservancy projects to enhance overall stability and safety. High-pressure anti-seepage technology, specifically high-pressure rotary jet grouting technology, is optimized for addressing seepage and anti-seepage issues in water conservancy projects. This technology significantly improves the stabilization of water conservancy projects and enhances their overall value. Based on this, the article, using specific case studies as a starting point, explores the characteristics and elements of the application of high-pressure anti-seepage technology in water conservancy engineering. The aim is to provide reference and guidance for relevant water conservancy construction projects.

Keywords: Water Conservancy Project; High Spray Anti-Seepage Technology; Application

引言:

对于水利工程而言,工程安全性和稳定性是重中之重,如果堤坝或相关配套工程变形程度高、稳定性不强,会直接影响工程整体质量,更有可能带来安全风险事故。针对于此,需要切实强化水利工程防渗透施工,本文结合案例探讨水利工程技术中高喷防渗技术应用有重要意义和实验推广价值。

一、工程概况及施工布置

为深入探讨水利工程技术中高喷防渗技术的实际应用情况,笔者以江西省A水利工程为例,该水利工程为供水二期工程,覆盖多个县市区。工程总供水人口量高

达260.56万人,主要以城乡居民生活及工业用水为主,同时兼顾农业灌溉需求,进一步实现助力农村人口脱贫致富、改善自然生态环境的目标。A工程为Ⅱ等大(2)型工程,分为总干渠和多条渠线,其中总干渠设计流量为20m³/s,全长约95,000米,其中隧洞20座、渡槽10座、暗渠23段,各类渐变段长为255米;另外建设节制闸10座、沿线共设退水闸6座、分水闸6座;干渠和分干渠共8条,全长为300.068千米。整个工程旨在覆盖全受水区供输水渠管网体系,除干渠与分干渠之外,A工程建设相关水利工程设施,如调蓄水池、水厂、高位水池、加压泵站等,其中调蓄水池容积为10万m³,水厂规

模为0.4万 m³/天。

A工程拥有EPC总承包模式,即设计、采购、施工均由总承包单位负责。A工程周边地势变化幅度大,工程设计部分区域存在喀斯特地貌,河床覆盖层相对较厚,干渠流域河床两侧边坡存在大颗粒块石,另有架空地带,施工过程中容易对两侧河床造成震荡刺激,导致下游过度石渣堆积,再加上高水位落差和河流条件容易造成泥沙损失。结合A工程所处区域特点,工程设计团队在实地考察的基础之上,明确了单一应用摆喷施工方法的主要弊端,例如河流渠道内外水位变动条件相对较大,在长期排沙作用下和床卵石层细料相对较少,级配水平不高,渗流槽过短;另外有些工程区域属于软弱地层,含水量大,工程渗透率更高,对施工质量造成严重隐患。

二、高喷防渗技术的实际运用

1. 技术优势

如图1所示,选取A工程中干渠线隧洞工程进行高喷防渗技术应用要素的专项探究。该工程中掘进、搅拌和注浆进行同步施工,施工速度更快,有效节约了工程进度周期。与此同时,应用水平旋喷配合高喷防渗技术,能够对隧道工程起到良好支护效果,打造环向帷幕状固结体,有利于减少工程施工及后续应用期间拱部结构出现的渗水及漏砂等稳定性和安全性问题,保障施工安全。除此之外,此种施工建设形式适用于沙类土、粘性土等多种含水软弱地层中,可根据工程所处区域的地质条件优化高压旋喷灌浆技术的应用要素,尤其浆液配合比例和参数设置中,需结合工程现场试验情况进行确

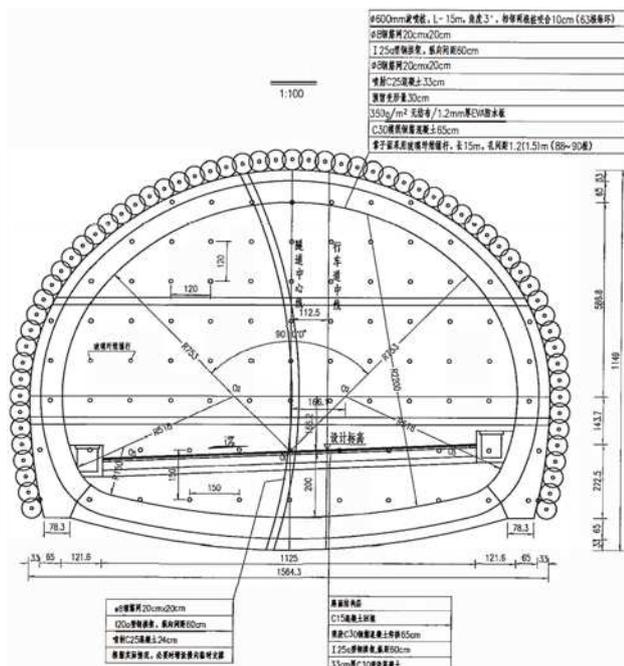


图1 干渠线隧洞工程高压旋喷桩防渗支护示意图

定,此种施工方法与传统类型的大管棚施工技术相比,成本投入更低,施工经济效益更明显,且工程稳定性和防渗抗渗效果更好,能够为后续施工提供安全保障^[1]。

2. 施工技术操作要点

(1) 施工准备

前期施工准备阶段,需提前封闭施工掌子面,确保喷射混凝土厚度大于20cm,结合工程场地需要搭设工作平台,保障平台面的平整度,可以对工作平台进行适当铺筑和夯实,以满足后续施工过程中机械行走要求。提前安装钻孔旋喷机,明确浆液制备区域和浆液输送设备,可以提前将其放置于工程场地周边空旷位置,同时规划高压泵、浆液搅拌桶等所处区间。浆液制备时,需要按照配合比例要求注入各项原材料,倒入水泥时以滤网进行隔离,及时去除纸袋、杂物和各类垃圾,浆液搅拌时间需控制在5分钟以上,浆液灌注入储浆罐之前再次实施过滤,配合人工搅拌形式,减少浆液沉淀离析情况。在施工场地提前挖建废浆池并做好排水。前期准备工作完成后需做好测量放线,明确孔位位置和注浆位置,明确孔位后需做好编号和标记^[2]。

(2) 定位和角度平整

开展高压旋喷灌浆设备安装之前需再一次明确测量放线孔位的精准度,随后安装旋喷机和其他设备做好设备调试,钻机转速需控制在18~20r/min,误差需保证在10%区间内。调整钻架及钻杆所处位置,保证其对准孔位,旋喷桩外倾角设定为3~10°,误差控制在±50mm区间。正式施工前需再次检查高压注浆泵及钻孔,确保电路、油路连接贯通、良好运行,随后可以安装钻头,检查喷嘴和探棒。

(3) 钻孔施工

安装直径为φ108mm,长度为0.5~1.0m的孔口导向管,可浇注导墙混凝土,随后安装法兰盘。正式进行钻孔之前,需开展试桩,确定当前工程所属区域的地层及地质条件与设计要素相符合,一般情况下试装周期为一周以上,可通过开挖1~2樁的距离,观察成桩情况及桩体外观,重新测量桩体直径并应用质量检验方法和取芯试验手段等确定施工参数。具体如表1所示。

表1 施工参数

| 施工项目 | 施工参数 |
|----------|--------------------------------|
| 高压旋喷灌浆压力 | 35-40 (MPa) |
| 灌浆流量 | ≥ 50 (L·min ⁻¹) |
| 浆液配比 | 1: 1 |
| 浆液密度 | 1.45-1.6 (g·cm ⁻³) |
| 回浆密度 | ≥ 1.30 (g·cm ⁻³) |
| 压缩空气压力 | 0.6-1.2 (MPa) |

结合施工参数,启动高压旋喷机采取钻头钻进边旋转喷浆方法,施工过程中钻头会出现发热情况,也会由于钻进阻力过大而出现钻进困难问题,对此需应用高压泵进行水流泵送,采取低压低流量水流形式,钻进过程中如出现状态感,长度不足问题需进行专项接长,随后继续作业,如在钻孔施工中出现设备油压增加,钻进困难问题要及时停机,查明原因后进行解决^[3]。

(4) 高压旋喷注浆

成孔之后可应用SE-1水平导向仪进行成孔参数检查,重点关注面向角、开挖钻头倾角等相关数据信息,判断成孔深度与方向与设计要求的符合性。置入喷管之前需再一次检查输浆管的畅通程度和通风管道畅通水平。高压旋喷注浆可从两侧向中间进行旋喷,每次旋喷时可间隔一个,确保相邻两旋喷桩能够实现相互咬合,相邻两桩咬合10cm,纵向搭接设置为5m。按设计要求高压泵的泵压需控制在35MPa至40MPa左右,保障高压控制水平。进行浆液喷射时,及时观察泵压表读数,如果出现泵压不足或泵压过高情况,要终止喷浆,排查异常原因后再开展旋喷。值得注意的是,重新进行旋喷时,要保障喷头插入桩体30cm以上,旋喷5~10圈后才可进行退杆。当旋喷喷嘴距离掌子面30cm时可停止喷浆。

水泥浆液的配置材料采取水泥(规格型号:P.042.5)与水玻璃(规格型号:35Be')双液浆形式,水泥:水玻璃(体积比)=1:(0.6~1.0),水泥浆水灰比0.8:1~1:1,水玻璃模数2.6~3.8,水玻璃浓度35Be';按照水泥浆配合比 $m_{水泥}:m_{水}=1:1$ 制备水泥浆。

除此之外,A工程结合温度控制要素提高注浆防裂综合水平,由于A工程相对特殊所处环境存在较大季节变化,因此需明确原有结构的防渗透及防裂水平,以温度控制注浆防裂,明确混凝土膨胀系数,如公式(1)所示,

$$U = \frac{\mathfrak{J}_1 - \int(k^2 \times \mathfrak{J}_1 \mathfrak{J}_2)}{\mathfrak{J}_2 + \mu} - \sqrt[3]{2}$$

其中U为膨胀系数, \mathfrak{J}_1 为注浆预设距离等, \mathfrak{J}_2 为实测距离,k为浇筑极限温度, μ 为浇筑温度,e为浇筑次数。通过公式计算得出工程注浆结构的膨胀系数,合理调整注浆温度^[4]。

(5) 质量检验

高压旋喷杆退杆时抽出速度需控制在15~25cm/min区间范围内,采取缓慢退出形式,应用C30混凝土进行封孔。旋喷施工结束后需进行专项强度质量检验,可采取抽样检验原则,控制检验量为总量的5%,如出现质量不达标的旋喷桩需结合钻芯取样形式进行重复多次质量检验,全部质量检验合格后采取同样施工流程进行后续施工。

三、施工结果分析

结合上述施工流程,A水利工程中高喷防渗技术的应用尤为普遍,为保障防渗透效果,同样开展了补强和堵漏施工,其中补墙施工更加侧重于钻孔阶段的一次成孔,采取由下而上的分层注浆,合理控制浆液配比和浆液温度,并在注浆施工中时刻注意返浆量,如大于30%要及时调整钻杆速度,反之不返浆则需要增大注浆量,也可以在浆液中加入速凝剂进行改善;而堵漏施工则需要在原有防渗轴线上设置两孔,在两列浆液注浆孔中,增设一列注浆孔,保障堵漏防渗效果。通过工程质量检验,分别采取施工设备检查、施工测量控制、施工过程质量控制及旁站监理、工程质量检验跟踪监测、平行监测等多项质量控制措施,不仅聚焦于工程质量水平和工程进度,更加侧重于从施工全过程进行质量检验,施工方及时开展自检,而监理方则需要配合质量检验人员进行取样和专项检测。该工程整体合同周期为24个月,在预计工程施工周期内,各项工作圆满完成,且分别与工程上游和下游位置选定渗透量测试点,集中检测工程渗透量和渗透效果,如果渗透量过大则证明该工程防渗效果差,反之则证明防渗效果相对较好。工程整体防渗水平达到质量标准,要求每小时渗透量为 10m^3 以下。由结果可以得知,高喷注浆技术在A工程中应用有良好可行性,防渗质量水平更高,有利于保障A水利工程的安全稳定效果。

四、结论

总而言之,高喷注浆技术在我国各项工程施工进程中被广泛应用,此类施工技术应用成本更低,施工速度更快,效果相对较好,在水泥工程中应用高喷注浆技术有良好防渗水平,既不会过多破坏原有地质地层条件,也可以保障水利工程的整体防渗及稳定效果,通过合理控制浆液配比,往往能够实现更高水平的补强、堵漏和防裂缝。本文结合具体案例专项探究了水利工程技术中高喷防渗技术,结合A水利工程高喷防渗技术应用效果,不难发现此类防渗注浆技术效果理想,施工工艺简单便捷,运用高效且有良好环保性能,经济效益及社会效益等方面更具优势。希望本文的研究能够为水利工程高喷防渗技术的全方位应用提供重要参考。

参考文献:

- [1]张彬.水利工程泵站施工高喷防渗墙技术分析[J].珠江水运,2022(9):101-103.
- [2]刘翠.水利工程塑性混凝土防渗墙施工裂缝防治技术[J].地下水,2023,45(3):275-277.
- [3]严维.水电站土石围堰防渗工程高喷注浆技术研究[J].水利技术监督,2023(6):233-236.