

# 水利工程堤坝多维防渗施工技术应用研究

任朝伟

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西西安 710000

**摘要:** 水利工程是重要的民生工程,随着施工技术的进步,我国的水利工程建设也越来越完善。但我国仍有大部分水利工程建成时间较早,存在严重的老化失稳问题。堤坝作为水利工程的重要组成部分,具有较强的挡水功能,对其进行防渗施工,有助于提升堤坝的稳定性。常规的堤坝防渗施工技术使用水泥搅拌法完成防渗加固,但效果较差,加固后堤坝各个点位的抗压强度较低,散浸作用和浪坎作用影响易导致坝体塌陷。为了提高水利工程的可靠性,需要设计一种新的堤坝防渗加固施工技术。本文结合水利工程堤坝多维防渗施工技术应用进行研究,以供参考。

**关键词:** 水利工程;堤坝多维防渗;施工标准

## 1 工程概况

一般情况下,大部分水利工程所处的环境都比较复杂,在水流侵蚀的作用下,堤坝易发生形变,破坏原有的结构,导致堤坝运行失稳。单一使用高压旋喷注浆加固或防渗墙防渗措施难以从根本上解决堤坝所面临的渗漏问题。本文例举的大坝属于大中型水利工程,整个坝身由混凝土制成,存在导流泄洪区和冲沙放空区。水库大坝兼顾防洪泄洪和农业灌溉,是当地重要民生工程。水库大坝的运行总库容为1.25亿 $m^3$ ,集水面积554 $km^2$ ,其标准洪水位为134.5m,大坝的主要建筑物均为Ⅱ级建筑,次要建筑物为Ⅲ级建筑,存在部分Ⅳ级临时建筑,总长度985m,高程139.5m。该工程区域内地形坡度变化较大,存在大面积裸露的陡崖,部分冰雪融水会随着地形结构排入水利工程。同时,水库大坝内部水位主要受环境、气温等多种因素影响。如4~5月积雪融化,水位上升,6~8月气温升高,雨水增多,水位随之上升。水库大坝内部存在开阔的河谷,早晚温差较大,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,年平均降水量为548mm。水库大坝经过多次施工建设,形成了3级斜坡。干砌石块平均厚度为0.18m,存在部分碎叶岩填料。该水库大坝的坝体心墙由夹砾石组成,压缩系数为0.288,属于中等压缩料,透水性较低,塑性较高。坝体下部含有较多砂质土壤,渗透系数约为 $5.30 \times 10^{-5}$ ,现场密度取样值在1.51~1.65 $g/cm^3$ ,下游坝壳表层使用护坡石,压缩系数较高,满足坝体的防渗漏需求,整体较稳定。水库大坝工程因建造年代久远,防渗效果已经大不如前,土体的饱和,削弱了土体的稳定性,增加了发生滑坡、决堤等事故的几率,

严重威胁到周边地区的人民生命财产安全。因此,需要进行防渗加固以减少渗透,从而保障水库大坝的安全和稳定。

## 2 水利工程堤坝多维防渗施工技术设计

### 2.1 布置混凝土防渗墙

为了提高堤坝的防渗能力,首先布置了混凝土防渗墙,其主要位于坝角处,布置深度参照相关的技术指标。根据工程设计要求和地质条件,确定防渗墙的长度、宽度和深度。考虑防渗墙的抗渗性能、承载能力以及与周围土体的结合情况。根据工程要求和地质条件选择适合的混凝土类型,如普通混凝土、高强混凝土、防渗混凝土等。混凝土配合比设计应满足抗渗、抗渗透、耐冻融等要求。根据防渗墙的位置和工程要求,设计墙体的结构形式,如直立墙、斜坡墙等。考虑墙体的抗渗能力、抗渗透性能和稳定性。设计混凝土防渗墙的施工工艺,包括挖掘基坑、制作模板、浇筑混凝土等步骤。考虑施工过程中的安全、环保和质量控制等因素。在施工过程中进行防渗墙的监测与评估,包括墙体的尺寸、质量、抗渗性能等方面。及时发现问题并采取措施加以解决,确保防渗墙的施工质量和效果。在设计防渗墙时,充分考虑周围地形地貌,利用自然地形地貌来增强防渗效果,如选择坡度较陡的位置等。设计防渗墙时,考虑与其他防渗措施的配合,如渗流孔、渗透性材料等,提高整体防渗效果。

### 2.2 堤坝帷幕灌浆

为了降低堤坝基岩透水率,本文进行了堤坝帷幕灌浆<sup>[7]</sup>。根据堤坝防渗需求,预先划分帷幕灌浆的范围,

设置导水墙基,使用单排孔布置法设置防渗灌浆轴线,并进行透水检测。为了降低灌浆难度,使用轻杆钻机进行钻孔,并使用转速为800r/min的制浆机制备泥浆。泥浆制备完毕后,在正式施工前还需要进行灌浆试验,确定此时的灌浆参数,根据施工数据定位灌浆孔。由于钻孔的质量与实际施工的质量有重要关联,因此在开始钻孔前需要确保钻孔的位置与实际帷幕灌浆的位置相拟合,且孔径始终保持一致。除此之外,在开始钻孔前还需要检查孔壁,确保其表面无凹凸部分,降低施工细屑的产生量。在施工过程中必须始终保证钻机处于合适位置,避免因钻机放置位置不当导致钻孔偏斜,影响帷幕整体灌浆效果。每个灌浆孔在钻孔的过程中都需要不断地进行孔斜检测,本文使用便携式孔斜监测机进行监测,并对发生的问题集中处理,降低钻孔偏差。如钻孔过程中遇到地层变化破碎带或突然出现渗透现象,需要及时分析原因,保护现有的孔口,并进行后续的灌浆。钻孔完毕后需要进行取芯操作,即按照灌浆顺序对钻取的岩心进行排序,记录孔口的压力值变化状况。该步骤完成后,进行钻孔冲洗,将注浆管插入孔内进行通风,将孔屑排出孔底。并保证冲洗后的孔眼无残留岩屑,避免孔内沉渣影响实际灌浆效果。

### 2.3 高压喷射防渗沙砾石层

为了避免固壁泥浆泄漏导致槽壁失稳的现象,需采用高压喷射防渗沙砾石层,通过分析施工区域的砾石含量,判断堤坝通道所处的状态,选取恰当的防渗喷射设备。选取高压水泥浆代替原有的压力浆进行喷射,利用高速射流冲击产生的空隙保护堤坝固壁泥浆,避免出现渗透裂缝,施工流程为测量定位、钻机造孔、喷射管下设、喷射管旋摆提升、提升至孔口停喷。本文使用三管法完成施工,具体施工步骤为:按需要选取施工参数,判断此时的施工气压和施工浆量;根据上述施工参数布设控制轴线,设置轴线定位频率,并进行统一编号;使用指定的灌浆设备布设泥浆循环护臂,保证此时的喷射位置与实际喷射位置拟合,以此设置导轨铺设区域,使其始终保证平稳。如果在施工过程中出现偏差,需立即进行水平调整。在施工过程中,保持旋喷压力低于1.2MPa,旋喷流量低于1.5m<sup>3</sup>/min。上述步骤完成后,下设喷射管,调整喷射压力,待喷射管与要求喷射位置拟

合后进行喷射。最大程度上控制喷射速度,避免产生喷射空隙,从而完成防渗沙砾石层的喷射,提高堤坝的整体稳定性。

### 3 施工过程控制

按照多维防渗施工技术设计要求,首先进行混凝土防渗墙的布置。施工人员使用混凝土材料,在指定位置建立起堤坝内部的防渗屏障。为了进一步提高堤坝的防渗能力,施工人员采用堤坝帷幕加固灌浆技术,旨在降低堤坝基岩的透水率。通过专业设备和灌浆材料,将灌浆剂(水灰比为0.5的普通纯水泥浆)注入到基岩裂缝和孔隙中,填充并加固基岩结构,从而减少水的渗透。为了避免固壁泥浆泄露,施工人员使用高压喷射技术,在固壁沙砾石层形成一层防渗层。高压喷射将沙砾石层紧密压实,并与堤坝结构紧密连接,防止固壁泥浆的泄露。通过混凝土防渗墙、堤坝帷幕加固灌浆和高压喷射防渗沙砾石层的共同应用,完成了多维防渗施工,提高了堤坝的防渗能力,确保了水利工程堤坝的稳定运行。最后,在达到预定时间后,进行压水试验,测定施工效果。

### 结束语

综上所述,水利工程是重要民生工程,堤坝在蓄水泄水过程中具有不可替代的作用。受堤坝施工年限的影响,易出现渗水裂缝,影响整体稳定性。通过分析本文的施工效果可知,采用水利工程堤坝多维防渗加固施工技术,堤坝各个区域的防渗效果明显提升,证明本文设计的施工技术的效果较好,具有可靠性,可为后续水利工程的安全维护参考。

### 参考文献

- [1]李玉起,罗德河,郑杰锋.水利工程建设质量巡查存在的主要问题及对策[J].中国农村水利水电,2020(11):227-229.
- [2]李佳杰,田正宏,许健,等.混掺粉土与水泥改良风积沙堤坝性能试验研究[J].水电能源科学,2021,39(8):112-115+132.
- [3]郭广善.水利工程堤坝防渗加固施工技术分析[J].中国新技术新产品,2021(10):106-108.