

# 基于水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用研究分析

张秀云

额敏县水资源中心

DOI:10.12238/hwr.v8i10.5798

**[摘要]** 堤坝防渗加固技术的合理应用是保证水利工程安全稳定运行的基础,关系到水利工程的经济效益和使用寿命,并且可以大大降低坝体的渗漏风险,增强坝体的稳定性和安全性。而且堤坝防渗加固技术的合理应用能够保证水利工程防洪、蓄水和灌溉等功能的充分展现,同时为促进社会经济的可持续发展提供可靠保证。因此,不断地优化和创新防渗加固技术,对水利工程的安全运营和长远效益有着不可估量的作用。

**[关键词]** 水利工程施工; 堤坝防渗加固技术; 应用分析

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Research and analysis on the application of anti-seepage and reinforcement technology for dams in water conservancy engineering construction

Xiuyun Zhang

Emin County Water Resources Center

**[Abstract]** The anti-seepage and reinforcement technology of dams is the foundation for ensuring the safe and stable operation of engineering, which is related to the economic benefits and service life of the project. Effective application in practical engineering can greatly reduce the risk of leakage in dam bodies, enhance the stability and safety of dam bodies. This ensures the flood control, water storage, and irrigation functions of water conservancy projects, providing a reliable guarantee for the sustainable development of the social economy. Therefore, continuously optimizing and innovating anti-seepage and reinforcement technologies have an immeasurable impact on the safe operation and long-term benefits of water conservancy projects.

**[Key words]** water conservancy engineering construction; Dam anti-seepage and reinforcement technology; Application analysis

## 引言

堤坝防渗加固的目的主要是提升水利工程坝体的抗渗能力,进而提高水利工程的整体效益。在堤坝防渗加固方案的优化过程中,关键在于深入应用防渗治理的核心理念,以此显著提高堤坝的抗渗能力。为实现这一目标,必须根据各种潜在风险,以科学的方法筛选出恰当的防渗对策。水利工程中堤坝防渗加固技术的应用目的在于提高坝体的稳定性和使用安全性,避免堤坝在长时间使用中受到水体的侵蚀,发生渗漏甚至是坍塌事故。因此构建一套完备的防渗加固管理体系至关重要,它能够对每个实施环节进行严密监控,从而确保整个防渗加固流程的高效与可靠。这些举措可有效降低堤坝浸润线,显著提升坝体强度。

### 1 精选防渗策略应遵循的原则

#### 1.1 遵循功能契合性原则

在堤坝防渗加固技术的应用中功能契合性原则至关重要。这意味着选择的防渗策略必须与堤坝的结构、使用功能以及所

处环境相匹配。例如,对于主要承担灌溉和供水任务的堤坝,应优先考虑不影响其基本功能且防渗效果稳定的措施。在一项研究中,某堤坝采用了粘土铺盖防渗技术,由于黏土的渗透系数低,成功地保持了水库的水位稳定,同时对周边土壤的水分平衡影响较小,实现了功能契合。

#### 1.2 遵循实施可行性原则

在水利工程施工中选择防渗加固策略时,实施可行性是至关重要的考虑因素。这不仅涉及技术上的可操作性,还涵盖了对施工环境、现有资源以及施工周期的影响。例如,如果一个地区的交通条件有限,大型设备的运输可能变得极其困难,那么选择依赖大型设备的防渗技术就可能不切实际。此外,施工期间对周边社区和生态环境的影响也需要纳入考量,以确保施工过程的顺利进行和公众的接受度。在某些情况下,即使某种防渗技术在理论上具有优越性,但如果施工难度过大或者对环境影响过大,那么其实施可行性就可能大打折扣,需要慎重权衡。因此,必须

结合具体工程的实际情况,进行详细的技术、经济和环境评估,以确保选择的防渗策略既科学又可行。

### 1.3 遵循经济合理性原则

在堤坝防渗加固技术的选择中经济合理性是一项至关重要的考量因素。这不仅涉及初期的建设成本,还包括长期的运营维护费用以及潜在的经济效益。例如,虽然采用混凝土防渗墙技术可能在初期投资较大,但因其坚固耐用,长期来看可以减少渗漏造成的维修成本,从而实现总体成本的降低。另一方面,粘土铺盖防渗技术虽然初期成本较低,但可能需要更频繁地维护,增加了后期的运营费用。因此,决策者必须进行详细的成本效益分析,以确保所选技术在满足防渗需求的同时,也能实现经济效益的最大化。

## 2 水利工程施工中堤坝防渗加固技术功能

首先,防止堤坝渗漏,提高结构稳定性。通过采用合适的加固措施,堤坝渗漏部位可以减少水流量或者阻止水体通过,能够避免因渗漏导致的结构破坏问题。堤坝防渗加固技术的使用也可以增强堤坝的抗滑性和抗倾覆能力,在地震作用、水位变化等情况下保证坝体的稳定性,这对于维护水利工程安全,促进其使用寿命的延长具有重要的意义。

其次,增强防洪能力,减少水利工程维修成本。通过采用可靠的堤坝防渗加固技术,水利工程在面对洪水冲击时可以提高自身的抗洪能力,减少洪水对堤坝带来的破坏风险,实现对下游地区有效保护。不仅如此,堤坝防渗加固技术的应用可以在延长堤坝使用寿命的同时,降低水利工程的维护难度,减少维护和修复频率,保障工程的运营效益。

再次,改善生态环境,提高水资源的利用率。通过采用合适的防渗措施,水利工程施工中可以确保堤坝的建设质量,规避因渗漏引起的水资源流失问题,在提高水资源利用率的同时,可以改善周边的生态环境,促进水利工程的可持续发展。

最后,保障公共安全,满足法规要求。在水利工程施工中,堤坝的建设稳定性和防渗性能直接关系到下游居民的生命及财产安全,因此堤坝防渗加固技术的合理应用可以保障公共安全,显著降低堤坝溃决等事故带来的风险隐患。随着环境保护以及水利安全法规的完善与严格实施,堤坝防渗加固技术在水利工程施工中的应用成为一项要点,也是必须贯彻的施工举措。

## 3 水利工程施工中堤坝防渗加固的意义

在水利工程施工领域,堤坝防渗加固具有不可忽视的重要性。堤坝作为水利工程的关键组成部分,其主要功能是抵御洪水、保护周边区域免受洪水侵袭。若堤坝存在渗漏问题,将会严重影响其防洪能力。渗漏可能导致坝体内部结构受到侵蚀,使坝体强度降低,稳定性变差。在洪水来临时,承受巨大水压的坝体由于渗漏造成的结构弱化,极易发生溃坝等灾难性事故,这不仅会对下游地区的生命财产安全构成巨大威胁,还会对当地的农业、工业以及生态环境造成难以估量的破坏。从水资源利用的角度来看,堤坝渗漏会造成水资源的无端浪费,降低水利工程的蓄水和供水效率。在一些干旱和半干旱地区,水资源本就稀缺,

堤坝渗漏导致的水资源流失会加剧水资源紧张的状况。渗漏问题若长期存在且未得到有效解决,随着时间的推移,坝体的损坏程度会不断加剧,维修成本也会不断增加。

## 4 水利工程施工防渗问题

水利工程施工中常见的防渗问题包括土体渗流、混凝土裂缝渗漏、坝基渗流等。土体渗流是指土壤内部水分的渗透和流动现象。在水利工程施工过程中,土体渗流通常发生在堤坝、挡土墙、河道护岸等地方。如果土体渗流未得到有效控制,则会导致土体的松动、沉降、坍塌等问题,严重影响工程的稳定性和安全性。混凝土裂缝渗漏是指在施工过程中混凝土结构常常会出现裂缝,如果这些裂缝未得到及时修补和加固,则会导致混凝土内部的水分渗漏。混凝土裂缝渗漏不仅会影响工程的使用寿命和安全性,而且会导致混凝土结构的进一步破坏和坍塌。坝基渗流是指水利工程中大坝底部土体或岩体内部水分的渗透和流动现象。如果大坝底部发生渗流,则会导致坝基土体出现松动和沉降的现象,这将严重影响大坝的稳定性和安全性,甚至可能导致大坝溃坝,引发灾难性的洪水灾害。同时,水利工程的管道系统是输水、排水和排污的重要设施之一。如果管道发生渗漏,不仅会造成水资源的浪费,还可能引发地面塌陷和土壤污染等问题,严重影响工程的运行和环境的安全。此外,水利工程中的闸门是用来调节水位和控制水流的重要设施之一。如果闸门发生渗漏,不仅会影响水位的调节和水流的控制,还可能进一步破坏闸门结构而严重影响工程的使用和安全。如果这些防渗问题得不到有效防治,则水利工程的安全和运行就会受到严重影响,甚至可能引发工程事故,造成巨大的经济损失和人民群众的生命财产损失。

## 5 水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用分析

### 5.1 水利工程施工中垂直防渗技术的应用

垂直防渗技术在水利工程施工中的堤坝防渗加固方面具有重要意义。混凝土防渗墙技术是其中一种典型方式,通过在堤坝基础或坝体构建连续的混凝土墙体来实现防渗,该墙体凭借混凝土的低渗透性阻挡地下水与河水渗漏,其强度较高,在施工时需借助冲击钻、抓斗等设备造孔,成孔后清孔并连续浇筑混凝土,像三峡工程围堰防渗工程就成功应用此技术。高压喷射灌浆防渗技术也是垂直防渗的重要手段,利用高压喷射设备将水泥浆液高速高压喷射至地层,使浆液与土颗粒混合凝结成防渗结构体,施工时先钻孔至设计深度,再将喷射管下放到孔底由下而上喷射灌浆,有旋喷、摆喷和定喷三种方式,小型水库堤坝防渗加固工程常用到它。

### 5.2 水利工程施工中水平防渗技术的应用

水平防渗技术在水利工程堤坝防渗加固工程中占据重要地位。黏土斜墙防渗技术通过在堤坝迎水坡一侧铺设黏土斜墙来防止河水渗入堤坝。在实施过程中,需对黏土料进行严格筛选与处理,确保其含水量、颗粒组成等指标符合要求,而后进行分层铺筑,每层铺土厚度均匀,采用机械碾压的方式压实,使黏土斜墙达到设计的密实度与防渗性能,在土坝防渗加固工程中,当有

丰富黏土资源时这种技术应用较为广泛。土工膜防渗技术同样发挥着关键作用,土工膜作为人工合成的高分子材料,具有极低的渗透性。在施工时要先对堤坝表面进行平整处理,清除尖锐物,然后将土工膜平整铺设,避免出现褶皱,并且要对土工膜进行焊接或粘接等连接处理,例如采用专用焊接设备保证焊接质量,这种技术在现代众多水利工程的堤坝防渗工程中因施工方便、防渗性能好而得到广泛应用。

### 5.3 水利工程施工中灌浆防渗技术的应用

灌浆防渗技术在水利工程堤坝防渗加固工程中有着不可替代的作用。帷幕灌浆技术是通过在堤坝基础或坝肩等部位钻孔,之后向孔内灌注水泥浆等浆液,浆液会在岩石裂隙或者土体孔隙中扩散、凝结,从而形成一道类似帷幕的防渗结构体。在施工过程中,钻孔的间距、深度等参数依据工程地质条件和设计要求确定,钻孔完成后要冲洗,然后进行灌浆操作,灌浆时需精准控制灌浆压力、浆液浓度等参数,像丹江口水利枢纽工程坝基防渗就运用了该技术,有效提升了坝基的防渗性能。劈裂灌浆技术也是灌浆防渗技术的重要组成部分,其原理是向坝体内部施加一定压力灌注浆液,促使坝体沿薄弱面劈裂,浆液填充劈裂面,进而提高坝体的防渗性能和整体性。施工时先钻孔,再将灌浆管下放到孔内,以较低起始压力开始灌浆,根据劈裂情况调整灌浆压力和浆液流量,在均质土坝防渗加固工程中可在不破坏坝体整体结构的前提下改善坝体防渗性能。

## 6 水利工程施工中堤坝防渗加固技术应用的相关策略

### 6.1 研发与创新防渗加固材料

对于材料创新,防渗加固材料的性能对工程效果影响显著。以混凝土为例,通过添加纳米材料或高性能外加剂来改良其微观结构,提升抗渗性、耐久性与强度,从而增强防渗能力。土工膜材料可通过改进生产工艺,如多层共挤技术将不同高分子材料复合,制造出抗穿刺性、抗老化性更强且柔韧性更好的产品。在工艺改进上,混凝土防渗墙技术可采用新型钻孔设备提升钻孔精度与效率,像研究激光导向钻孔技术使钻孔位置与垂直度更精准以减少墙体质量问题。高压喷射灌浆技术则可通过建立精确数学模型优化喷射参数控制方法,依据地层条件和工程要求实时调整喷射压力、角度和浆液流量等以提高灌浆固结体质量与防渗效果。

### 6.2 对建设工程实行严格的质量检查制度

建立严格的施工质量检验制度,在各施工工序完成后全面检测质量。如混凝土防渗墙施工时,严格检验混凝土原材料,像检测水泥强度、安定性以及砂石级配等。墙体浇筑过程中运用无损检测技术,如超声波检测实时监测墙体质量并及时处理问题。灌浆防渗技术施工时要定期检测浆液性能确保其浓度、流

动性等指标合格。利用先进项目管理软件精确规划和控制施工进度。按照工程总工期要求合理安排各工序时间,如垂直铺塑防渗技术施工时准确计算各工序时间避免延误。还要建立施工进度预警机制,工序有延误风险时及时调整计划,增加资源投入或优化施工顺序以确保按时完工。

### 6.3 采取相应的加固技术

在软土地基的堤坝防渗加固工程中鉴于软土高压缩性和低渗透性的特点,应采用与之相匹配的加固技术。例如深层搅拌法,通过特制机械将固化剂与软土强制搅拌,使软土硬结从而提高地基的防渗性能。在岩石地基区域,要依据岩石的裂隙发育程度、硬度等特性调整防渗加固技术。若岩石裂隙较发育,可采用帷幕灌浆技术,精准控制灌浆压力、浆液浓度等参数,使浆液充分填充裂隙,形成有效的防渗帷幕。在砂土地基的堤坝防渗加固工程中,考虑砂土地基的松散性,采用合适的防渗加固技术,如振冲加密技术与防渗墙技术相结合的方式,先振冲加密砂土提高其密实度,再构建防渗墙增强防渗效果。

堤坝防渗加固的目的主要是提升水利工程坝体的抗渗能力,进而提高水利工程的整体效益。在堤坝防渗加固方案的优化过程中,关键在于深入应用防渗治理的核心理念,以此显著提高堤坝的抗渗能力。为实现这一目标,必须根据各种潜在风险,以科学的方法筛选出恰当的防渗对策。同时,构建一套完备的防渗加固管理体系至关重要,它能够对每个实施环节进行严密监控,从而确保整个防渗加固流程的高效与可靠。这些举措可有效降低堤坝浸润线,显著提升坝体强度。

## 7 结束语

综上所述,水利工程在防洪、灌溉和供水中扮演着举足轻重的角色。受多种因素的影响,堤坝渗漏问题较为普遍。并且堤坝渗漏不仅降低了大坝的防洪能力,而且还会带来安全隐患,影响了水利工程的正常运行。随着水利工程的发展,对大坝质量的要求也越来越高,大坝防渗加固技术已成为保证工程安全稳定运行和保障周边居民生命财产安全的重要手段。

### [参考文献]

- [1]王小茹,张世安.水利工程施工中堤坝防渗加固技术探析[J].东北水利水电,2023,41(11):14-16+49.
- [2]钟绵志.探析水利工程堤坝防渗加固施工技术[J].工程建设与设计,2021,(14):155-157.
- [3]王崇祥.试论水利工程中堤坝防渗加固技术的应用[J].工程建设与设计,2018,(24):159-160.

### 作者简介:

张秀云(1974--),女,汉族,山东民族人,大专,工程师,研究方向:水利水电及工程管理。