

水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用

郭一心

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050021

摘要: 随着水利建设步伐加快,堤坝安全受关注。本文聚焦水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用。首先阐述堤坝防渗加固的必要性,包括保障水利工程安全运行、降低运行成本、提高抗灾能力及保护生态环境等方面。接着详细介绍多种堤坝防渗加固技术,如防渗墙技术、灌浆技术、土工膜防渗技术和排水减压技术等。最后探讨其发展趋势,涵盖智能化监测预警系统应用、新型材料研发与应用、生态化堤坝建设发展以及施工工艺优化与创新等内容,旨在为水利工程施工中堤坝防渗加固提供全面参考。

关键词: 水利工程;堤坝防渗加固;防渗技术;发展趋势

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着关键作用。堤坝作为水利工程的核心结构,其安全性与稳定性直接关系到整个工程的效益与周边地区人民生命财产安全。然而,受自然因素和人为因素影响,堤坝常出现渗漏等问题,严重威胁水利工程正常运行。堤坝防渗加固技术作为解决此类问题的关键手段,不仅能有效提升堤坝的防渗性能,还能增强其整体稳定性。深入研究并合理运用堤坝防渗加固技术,对于保障水利工程安全、高效运行,推动水利事业可持续发展具有重要意义。

1 水利工程施工中堤坝防渗加固的必要性

1.1 保障水利工程安全运行

堤坝是水利工程的关键组成部分,其安全状况直接影响整个工程的稳定。一旦堤坝出现渗漏,水会逐渐侵蚀堤坝内部结构,削弱其承载能力。随着渗漏情况加剧,可能引发堤坝滑坡、坍塌等严重事故,威胁下游地区人民生命财产安全。堤坝防渗加固能有效阻止水的渗透,维持堤坝结构的完整性,增强其稳定性。通过加固处理,可及时发现并修复潜在隐患,确保水利工程在各种工况下都能安全运行,为周边地区提供可靠的安全保障,避免因堤坝失事造成巨大损失^[1]。

1.2 降低水利工程运行成本

水利工程运行过程中,若堤坝存在渗漏问题,会导致大量水资源浪费,增加供水成本。同时,渗漏可能引发堤坝损坏,需要频繁进行维修和养护,耗费大量人力、物力和财力。而实施堤坝防渗加固技术,能从源头上解决渗漏问题,减少水资源的不必要流失,降低供水成本。此外,加固后的堤坝结构更加稳固,减少了维修养护的频率和难度,节省了维修费用,延长了堤坝使用寿命,从而有效降低水利工程全生命周期的运行成本,提高工

程的经济效益。

1.3 提高水利工程抗灾能力

自然灾害如洪水、暴雨等对水利工程的考验巨大。堤坝在抵御洪水时,若自身存在渗漏隐患,其抗洪能力将大打折扣。防渗加固后的堤坝,能够有效阻挡洪水渗透,增强堤坝的抗冲刷能力,使其在洪水来袭时能更好地发挥挡水作用。同时,加固后的堤坝整体稳定性提高,能承受更大的水压力和外力冲击,降低因洪水冲刷导致堤坝决口的风险。这大大提升了水利工程应对自然灾害的能力,保障了周边地区在极端天气条件下的安全,减少灾害损失。

1.4 保护生态环境

堤坝渗漏不仅影响水利工程本身,还会对周边生态环境造成破坏。渗漏的水可能改变地下水位,影响周边植被生长,导致土地沙漠化或湿地萎缩。此外,渗漏还可能携带污染物,污染地下水和土壤,破坏生态平衡。堤坝防渗加固技术可以阻止水的异常渗透,维持地下水位稳定,保护周边植被和土壤环境。同时,减少污染物扩散,有利于维护水生态系统的健康,为野生动植物提供适宜的生存环境,促进生态环境的可持续发展,实现水利工程与生态环境的和谐共生。

2 水利工程施工中堤坝防渗加固技术

2.1 防渗墙技术

在水利工程施工的堤坝防渗加固领域,防渗墙技术是极为关键且应用广泛的技术手段,能有效提升堤坝的防渗性能与稳定性。(1)混凝土防渗墙技术成效显著。它通过在堤坝内部建造一道连续的混凝土墙体,阻断水流渗透路径。施工时,利用专用的成槽设备,在堤坝轴线位置开挖深槽,随后向槽内浇筑混凝土。这种技术适用于多种地质条件,无论是砂砾石地层还是软土层,都能

有效发挥作用。其形成的墙体强度高、耐久性好,可长期抵御水流的冲刷与侵蚀,为堤坝安全提供可靠保障。(2)塑性混凝土防渗墙技术独具优势。相较于普通混凝土,塑性混凝土具有较低的弹性模量和良好的变形能力。在堤坝防渗加固中,它能更好地适应堤坝的变形,减少因不均匀沉降而产生的裂缝。同时,其防渗性能也较为出色,能有效降低堤坝的渗透系数,提高防渗效果。(3)多头小直径深层搅拌桩防渗墙技术灵活高效。该技术利用多头深层搅拌机,将水泥浆与地基土充分搅拌,形成具有一定强度的防渗墙体。其施工速度快、成本较低,且对周边环境影响小,尤其适用于对工期和成本有严格要求的水利工程堤坝防渗加固项目。

2.2 灌浆技术

在水利工程施工的堤坝防渗加固中,灌浆技术是极为重要且应用广泛的一项技术,能有效增强堤坝的防渗性能与整体稳定性。(1)帷幕灌浆技术效果显著。它是在堤坝基础的透水层中布置一排或多排钻孔,向孔内灌注水泥浆液,形成一道连续的防渗帷幕。这层帷幕能大幅降低堤坝基础的渗透系数,有效阻止水流渗透,减少堤坝的渗漏量。例如在一些大型水库堤坝加固工程中,采用帷幕灌浆技术后,堤坝的渗漏情况得到明显改善,保障了水库的安全运行。(2)劈裂灌浆技术独具特色。该技术利用高压将浆液注入堤坝体内,使堤坝沿轴线方向劈裂,形成一道垂直的防渗帷幕。劈裂灌浆不仅能填充堤坝内部的裂缝和孔隙,提高堤坝的密实度,还能改善堤坝的应力状态,增强其抗滑稳定性。(3)充填灌浆技术应用灵活。它主要用于处理堤坝内部的洞穴、裂缝等缺陷,通过向缺陷部位灌注浆液,填充空隙,恢复堤坝的完整性。充填灌浆技术操作相对简单,成本较低,能快速解决堤坝局部渗漏问题,在小型水利工程堤坝加固中经常被采用^[2]。

2.3 土工膜防渗技术

在水利工程施工的堤坝防渗加固领域,土工膜防渗技术凭借其独特优势得到了广泛应用,为堤坝安全稳定运行提供了有力保障。(1)土工膜防渗性能卓越。土工膜是一种以高分子聚合物为基本原料制成的防渗材料,具有极低的渗透系数,能有效阻止水分渗透。将其铺设在堤坝表面或内部,可形成一道可靠的防渗屏障,大大降低堤坝的渗漏量。在一些小型水库堤坝的防渗加固中,采用土工膜后,水库的渗漏问题得到根本性解决,蓄水能力显著提升。(2)土工膜适应性强。它能够适应不同形状和坡度的堤坝表面,无论是平缓的堤坡还是陡峭的坝体,都能紧密贴合,保证防渗效果。而且,土工膜对地

质条件的适应性也较好,在砂土、黏土等各种地基上都能发挥良好的防渗作用。在一些地质条件复杂的地区,土工膜防渗技术成为堤坝防渗加固的首选方案。(3)土工膜施工简便、成本较低。与其他防渗技术相比,土工膜的铺设安装相对容易,不需要复杂的施工设备和工艺,可大大缩短施工工期。同时,其材料成本和施工成本相对较低,能有效降低水利工程堤坝防渗加固的总投资,具有较高的性价比,尤其适用于资金有限的水利项目。

2.4 排水减压技术

在水利工程施工的堤坝防渗加固领域,土工膜防渗技术凭借其独特优势得到了广泛应用,为堤坝安全稳定运行提供了有力保障。(1)土工膜防渗性能卓越。土工膜是一种以高分子聚合物为基本原料制成的防渗材料,具有极低的渗透系数,能有效阻止水分渗透。将其铺设在堤坝表面或内部,可形成一道可靠的防渗屏障,大大降低堤坝的渗漏量。在一些小型水库堤坝的防渗加固中,采用土工膜后,水库的渗漏问题得到根本性解决,蓄水能力显著提升。(2)土工膜适应性强。它能够适应不同形状和坡度的堤坝表面,无论是平缓的堤坡还是陡峭的坝体,都能紧密贴合,保证防渗效果。而且,土工膜对地质条件的适应性也较好,在砂土、黏土等各种地基上都能发挥良好的防渗作用。在一些地质条件复杂的地区,土工膜防渗技术成为堤坝防渗加固的首选方案。(3)土工膜施工简便、成本较低。与其他防渗技术相比,土工膜的铺设安装相对容易,不需要复杂的施工设备和工艺,可大大缩短施工工期。同时,其材料成本和施工成本相对较低,能有效降低水利工程堤坝防渗加固的总投资,具有较高的性价比,尤其适用于资金有限的水利项目。

3 水利工程施工中堤坝防渗加固技术的发展趋势

3.1 智能化监测预警系统的应用

随着科技飞速发展,智能化监测预警系统在水利工程施工中堤坝防渗加固领域的应用成为重要趋势。智能化监测预警系统依托先进的传感器技术,能实时、精准地采集堤坝的各类数据,如渗流压力、位移、含水量等。这些传感器分布广泛且布置合理,可全面覆盖堤坝关键部位,不放过任何细微变化。采集到的数据通过高速稳定的通信网络实时传输至监控中心,利用大数据分析和人工智能算法进行深度处理。系统能迅速识别数据中的异常模式,精准判断堤坝的防渗状况和潜在风险。一旦发现异常,如渗流压力突然增大、位移超出安全范围等,系统会立即发出预警信号,以声光、短信、邮件等多种方式通知相关人员。智能化监测预警系统还能实现远程监控和自动化管理,工作人员无需亲临现场,即可通过电

脑或移动终端随时掌握堤坝动态^[3]。

3.2 新型材料的研发与应用

在水利工程施工堤坝防渗加固领域，新型材料的研发与应用正引领着技术革新与发展。新型高分子防渗材料不断涌现，这类材料具有优异的防渗性能和耐久性。其分子结构紧密，能有效阻止水分渗透，且抗化学腐蚀能力强，可适应不同水质环境。部分新型高分子膜材料还具备良好的柔韧性和延展性，能紧密贴合堤坝表面，适应堤坝的变形，减少因不均匀沉降导致的防渗失效问题。纳米材料也逐渐应用于堤坝防渗加固。纳米颗粒的小尺寸效应使其能填充堤坝土体中的微小孔隙，增强土体的密实度，提高土体的抗渗能力。同时，纳米材料还可改善土体的力学性能，增强堤坝的稳定性。

3.3 生态化堤坝建设的发展

生态化堤坝建设是当下水利工程顺应时代需求的重要发展方向，旨在实现防洪安全与生态保护的有机统一。在材料选用上，生态化堤坝更倾向于采用天然、可降解且对环境友好的材料。如利用本地植被进行护坡，其根系能稳固土壤，减少水土流失，同时为生物提供栖息繁衍场所，促进生态系统的恢复与平衡。一些新型的生态混凝土材料也逐渐被应用，其多孔结构有利于植物生长和水体交换，增强堤坝的生态功能。设计理念方面，生态化堤坝注重与周边自然环境的融合，减少对原有生态的破坏。通过合理规划堤坝的形态和布局，打造亲水空间，为水生生物和鸟类提供适宜的生存环境。施工过程也强调生态保护，尽量减少对周边生态的扰动，采用环保施工工艺，降低施工污染。生态化堤坝建设不仅提升了堤坝的生态价值，还为人们提供了更优美的休闲环境，推动了水利工程从单纯的功能性向生态友好型转变。

3.4 施工工艺的优化与创新

在水利工程施工中，堤坝防渗加固施工工艺的优化

与创新是提升工程质量与效率的关键。

一方面，施工流程不断精细化。传统工艺中一些繁琐且易出错的环节得到改进，例如在防渗墙施工中，通过优化成槽工艺，采用先进的成槽设备与精准的定位技术，提高成槽的垂直度与精度，减少后续纠偏工作，加快施工进度。同时，对各工序间的衔接进行优化，实现无缝作业，避免因工序间隔导致的工期延误与质量隐患。另一方面，引入新技术推动工艺创新。3D打印技术开始应用于堤坝模型制作与部分构件预制，能快速精准地打造出符合设计要求的模型与构件，提高施工的准确性与效率。无人机技术则用于施工场地的实时监测与数据采集，为施工人员提供全面的现场信息，以便及时调整施工策略^[4]。

结束语

在水利工程施工里，堤坝防渗加固技术的运用至关重要且成效斐然。防渗墙、灌浆、土工膜防渗、排水减压等传统技术不断优化，为堤坝安全筑牢根基；智能化监测预警、新型材料研发、生态化建设以及施工工艺创新等新趋势，更为堤坝防渗加固注入新活力。这些技术的综合运用，有效提升了堤坝的防渗性能与稳定性，保障了水利工程的安全运行。未来，随着科技持续进步，堤坝防渗加固技术将不断升级完善，为水利事业高质量发展提供更坚实有力的支撑，守护江河安澜与人民福祉。

参考文献

- [1]李岩.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用[J].吉林农业,2021(18):59.
- [2]吕杰.水利工程堤坝防渗施工技术探讨[J].居业,2022(12):122-123.
- [3]王倩,陈利齐,魏滨.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2022(18):172
- [4]王义兴.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用[J].陕西水利,2021(3):199-200