

浅谈水利工程堤防防渗施工技术

芦松

天津市政工程设计研究总院有限公司 天津 300392

摘要：本文探讨了水利工程堤防防渗施工技术的重要性、渗漏问题分析、常用防渗施工技术及其优化与创新。堤防防渗施工技术对保障水利工程安全运行、维护周边生态环境稳定及促进社会经济可持续发展具有关键作用。分析了施工质量、地质条件及外部因素对堤防渗漏的影响，并详细介绍了帷幕灌浆、劈裂灌浆、混凝土防渗墙及高压喷射防渗墙等防渗施工技术。同时，提出了提高施工效率与质量、降低成本与资源消耗以及研发与使用绿色环保材料等优化与创新策略，旨在为水利工程堤防防渗施工提供技术参考和实践指导。

关键词：水利工程；堤防防渗；施工技术

1 水利工程堤防防渗施工技术的重要性

1.1 保障水利工程安全运行

水利工程堤防防渗施工技术的重要性首先体现在其对水利工程安全运行的保障上。堤防作为水利工程的重要组成部分，其主要功能是防止洪水侵袭、保护周边区域免受水患之苦。若堤防存在渗漏问题，不仅会降低其防洪能力，还可能引发堤坝决口、洪水泛滥等严重灾害，对人民生命财产安全构成严重威胁。通过有效的防渗处理，可以显著提高堤防的稳定性和耐久性，降低因渗漏导致的安全隐患，确保水利工程的长期安全运行。

1.2 维护周边生态环境稳定

水利工程堤防防渗施工技术的重要性还体现在其对周边生态环境稳定的维护上。堤防的渗漏问题不仅影响水利工程本身的安全，还可能对周边生态环境造成破坏。渗漏会增加水资源流失，进而破坏地下水位平衡，影响周边植被生长、土壤湿度和生物多样性；渗漏还可能引发水质污染，对下游水域的生态系统造成不可逆的损害；通过减少水资源流失和防止水质污染，可以保障周边生态环境的持续健康发展^[1]。

1.3 促进社会经济可持续发展

水利工程是国民经济的基础设施之一，对于保障农业生产、改善居民生活条件、推动经济发展具有重要作用。堤防的防渗性能直接影响到水利工程的效益发挥和可持续利用。若堤防渗漏严重，不仅会降低水利工程的防洪和灌溉能力，还可能引发水患灾害，给社会经济带来巨大损失。通过加强堤防防渗建设，可以确保水利工程的长期稳定运行，为农业生产提供稳定水源，为居民生活创造良好条件，为经济发展提供有力支撑。

2 水利工程堤防渗漏问题分析

2.1 施工质量问题

施工质量的优劣直接关系到堤防的防渗性能和整体稳定性，如果施工人员在堤防建设过程中没有严格按照设计要求和施工规范进行操作，或者使用了质量不合格的建筑材料，都可能导致堤防出现渗漏问题。例如，堤防基础的处理不彻底、填筑材料的压实度不足、防渗层的施工不达标等都可能成为渗漏的隐患。这些问题在堤防投入使用后，可能会逐渐显现，影响堤防的正常功能和安全性。

2.2 地质条件影响

不同地区的地质条件千差万别，有的地区可能存在着软弱土层、透水层或断层等不良地质现象。这些不良地质条件可能导致堤防基础的不稳定，使得堤防在建成后容易受到地下水或河流渗透的影响，从而引发渗漏问题。另外，地质条件的复杂性还可能增加施工难度，使得施工人员难以准确判断和处理潜在的渗漏隐患。

2.3 外部因素

除了施工质量和地质条件外，外部因素也是导致水利工程堤防渗漏的一个重要原因。外部因素包括但不限于河流的水文特性、气候条件、人为活动以及自然灾害等。例如，河流的水位变化、水流速度、水流方向等都可能对堤防的防渗性能产生影响。气候条件如降雨强度、降雨持续时间等也可能导致堤防土壤湿度的变化，进而影响堤防的稳定性^[2]。另外，人为活动如挖沙、取土等可能对堤防基础造成破坏，而自然灾害如地震、滑坡等也可能对堤防造成直接冲击。这些因素都可能成为堤防渗漏的诱因，需要在堤防建设和维护过程中予以充分考虑和防范。

3 水利工程堤防防渗施工技术

3.1 帷幕灌浆防渗技术

帷幕灌浆防渗技术是水利工程堤防建设中常用的一

种有效防渗措施。该技术主要利用水泥浆液或其他化学灌浆材料,通过钻孔注入到堤防基础或潜在渗漏通道中,形成一道连续的、致密的防渗帷幕。帷幕灌浆防渗技术的核心在于灌浆材料的选择与配比、灌浆压力的控制以及灌浆工艺的优化;灌浆材料的选择至关重要。根据堤防的地质条件、渗漏情况以及工程要求,选择适宜的灌浆材料是关键。水泥浆液因其价格低廉、性能稳定而被广泛应用,但对于特殊地质条件或高渗透性地层,可能需要采用化学灌浆材料,如聚氨酯、环氧树脂等,以提高防渗效果。灌浆材料的配比也需根据具体工程条件进行调整,以确保灌浆体的强度、耐久性和防渗性能。适当的灌浆压力可以确保灌浆材料充分填充渗漏通道,形成致密的防渗帷幕;在施工过程中,需要根据地层特性、钻孔深度和灌浆材料性能等因素,合理确定灌浆压力,并进行实时监测和调整;帷幕灌浆防渗技术的施工工艺包括钻孔、清洗钻孔、制浆、灌浆、封孔等步骤。钻孔是灌浆的前提,其位置和深度需根据设计要求精确确定。清洗钻孔是为了清除孔壁残留物,确保灌浆材料能够顺利注入。制浆是将灌浆材料与水按一定比例混合均匀,形成符合要求的灌浆液。灌浆是将灌浆液通过钻孔注入地层,形成防渗帷幕的关键步骤。封孔则是在灌浆完成后,对钻孔进行封闭处理,防止浆液流失和地层坍塌。

3.2 劈裂灌浆防渗技术

劈裂灌浆防渗技术是利用灌浆压力将堤防土体沿垂直或斜向劈裂,形成一系列裂缝,然后向裂缝中注入灌浆材料,形成连续、致密的防渗帷幕的一种技术。该技术适用于堤防基础存在裂缝、断层或软弱夹层等不良地质条件的情况;劈裂灌浆防渗技术的关键在于灌浆压力的选择和劈裂方向的控制。适当的灌浆压力可以确保土体被有效劈裂,形成连续的裂缝网络。过高的灌浆压力可能导致土体破坏或浆液流失,影响防渗效果。劈裂方向的控制也至关重要,需要根据堤防的地质条件、渗漏情况以及工程要求进行合理设计;劈裂灌浆防渗技术的施工工艺包括钻孔、劈裂灌浆、封孔等步骤。钻孔的位置和深度需根据设计要求精确确定,以确保灌浆浆液能够沿预定方向劈裂土体。劈裂灌浆是通过控制灌浆压力和灌浆速率,使土体沿预定方向劈裂,并注入灌浆材料的过程。封孔则是在灌浆完成后,对钻孔进行封闭处理,防止浆液流失和地层坍塌;劈裂灌浆防渗技术具有施工简便、适应性强、防渗效果好等优点。该技术能够有效地解决堤防基础存在的裂缝、断层等不良地质条件导致的渗漏问题。在施工过程中,需要严格控制灌浆压

力和灌浆速率,以避免对土体造成过度破坏或浆液流失。另外,对于复杂地质条件下的劈裂灌浆防渗技术,还需要进一步研究和探索更为先进的施工工艺和设备。

3.3 混凝土防渗墙技术

混凝土防渗墙技术是一种通过在堤防基础或潜在渗漏区域构建混凝土墙体以达到防渗目的的技术。墙体设计需考虑堤防的地质条件、水文特性、渗漏情况以及工程要求,确定墙体的厚度、深度、材料配比等关键参数。墙体施工则包括基础处理、钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑和养护等步骤;基础处理是混凝土防渗墙施工的前提,其目的是确保墙体与地基的良好结合,防止因地基不稳定而导致的墙体开裂或渗漏。钢筋绑扎和模板安装则是为了构建墙体的骨架和形状,确保墙体的稳定性和尺寸精度^[3]。混凝土浇筑是墙体施工的关键步骤,需要严格控制混凝土的配比、浇筑速度和振捣强度,以确保墙体的密实度和强度。养护则是在混凝土浇筑完成后,对墙体进行保湿、保温和防晒等措施,以促进混凝土的硬化和强度的提高。混凝土防渗墙技术具有防渗效果好、耐久性强、适应范围广等优点。该技术能够有效地阻断渗漏通道,提高堤防的抗渗能力。同时,混凝土墙体具有较高的强度和稳定性,能够承受较大的水压力和土压力;混凝土防渗墙技术还适用于各种地质条件和水文环境,具有较强的适应性和灵活性。

3.4 高压喷射防渗墙技术

高压喷射防渗墙技术是一种利用高压水流或气液混合流喷射土体,形成连续、致密的防渗墙体的技术。该技术适用于堤防基础存在软弱土层、透水层或需要快速构建防渗墙体的项目;高压喷射防渗墙技术的关键在于喷射压力的选择、喷射流量的控制以及喷射轨迹的规划。适当的喷射压力可以确保土体被有效切割和混合,形成致密的防渗墙体。喷射流量的控制则影响墙体的厚度和均匀性。喷射轨迹的规划则需要根据堤防的地质条件和防渗要求进行合理设计;高压喷射防渗墙技术的施工工艺包括钻孔、喷射、提升和墙体固化等步骤。钻孔是为了提供喷射的通道,其位置和深度需根据设计要求精确确定,喷射是通过高压水流或气液混合流对土体进行切割和混合的过程,提升则是在喷射过程中,逐渐提升喷射管,以形成连续的防渗墙体。墙体固化则是在喷射完成后,通过自然养护或化学加固等措施,提高墙体的强度和稳定性。

4 水利工程堤防防渗施工技术的优化与创新

4.1 提高施工效率与质量的方法

在水利工程堤防防渗施工技术的优化与创新中,提

高施工效率与质量是至关重要的。第一，加强对施工人员的培训和管理。通过定期的技能培训和安全教育，提高施工人员的专业素质和操作技能，确保他们在施工过程中能够严格按照规范和流程进行操作。建立有效的管理机制，对施工过程进行全程监控和质量检测，及时发现和纠正施工中的问题和偏差，确保施工质量符合设计要求。第二，可以引入先进的施工设备和技术。现代化的施工设备能够提高施工效率，缩短工期，同时降低人为因素对施工质量的影响。例如，采用自动化、智能化的施工设备，可以实现精准控制和实时监测，提高施工精度和稳定性。还可以探索和应用新的防渗施工技术，如新型灌浆材料、高效喷射技术等，以进一步提高防渗效果。第三，优化施工方案和工艺流程也是提高施工效率与质量的关键。通过对施工方案进行合理规划，确定最佳的施工顺序和方法，可以减少重复劳动和资源浪费，提高施工效率。同时，对工艺流程进行精细化管理和优化，可以减少施工中的不确定性和风险，确保施工质量和安全^[4]。

4.2 降低成本与资源消耗的途径

在水利工程堤防防渗施工中，降低成本与资源消耗是实现可持续发展的重要途径。在保证施工质量的前提下，选择价格合理、性能优良的材料，可以降低施工成本；通过合理控制材料的用量和损耗，避免浪费和重复采购，进一步降低成本；还可以探索使用可再生材料和回收材料，减少对自然资源的依赖和消耗；定期对施工设备进行维护和保养，可以延长设备的使用寿命，减少故障和维修成本。同时，合理规划设备的使用时间和频率，避免闲置和浪费，提高设备的使用效率。另外，还可以通过改进施工工艺和管理流程来降低成本与资源消耗。例如，采用模块化、标准化的施工方法，可以减少施工过程中的重复劳动和资源浪费；通过建立有效的管理机制和流程，可以提高施工效率和质量，降低不必要的成本支出。

4.3 绿色环保材料的研发与使用

绿色环保材料具有环保、节能、可再生等特点，能够减少对环境的污染和破坏，符合现代社会的绿色发展

理念。为了推动绿色环保材料的研发与使用，需要加强对新型材料的研发和创新。通过深入研究材料的性能、成分和制备工艺等方面的问题，开发出性能优良、节能环保的新型防渗材料。同时，还需要加强对现有材料的改进和优化，提高其环保性能和利用率；在绿色环保材料的使用方面，需要加强对施工人员的培训和管理。通过教育和宣传，提高施工人员对绿色环保材料的认识和重视程度，鼓励他们积极使用和推广绿色环保材料。同时，还需要建立完善的绿色环保材料使用标准和规范，确保绿色环保材料在施工过程中的正确应用。通过制定优惠政策和提供资金支持等措施，鼓励更多的企业参与绿色环保材料的研发和生产；还可以通过示范项目、展览展示等方式，推广绿色环保材料的应用成果和经验，推动其在水利工程堤防防渗施工中的广泛应用。

结束语

综上所述，水利工程堤防防渗施工技术是保障水利工程安全、维护生态环境及促进经济可持续发展的关键。通过不断优化与创新施工技术，提高施工效率与质量，降低成本与资源消耗，并积极探索绿色环保材料的应用，可以进一步提升堤防的防渗性能，为水利工程的长期稳定运行提供有力保障。未来，随着科技的不断进步和实践经验的积累，水利工程堤防防渗施工技术将向着更高效、更环保、更智能的方向发展。

参考文献

- [1]段仁辉. 浅谈水利工程堤防防渗施工技术[J]. 智能建筑与工程机械,2024,6(2):103-105.
- [2]赵焯. 水利堤防加固工程中防渗墙施工技术的应用[J]. 建筑技术开发. 2022,49(24). DOI:10.3969/j.issn.1001-523X.2022.24.032 .
- [3]徐丽娟. 水利工程中堤防防渗施工技术分析与应用研究[J]. 水利科学与寒区工程. 2022,5(10). DOI:10.3969/j.issn.2096-5419.2022.10.034 .
- [4]何建红. 关于防渗加固技术在水利堤防工程中的具体应用[J]. 建材与装饰. 2020,(9). DOI:10.3969/j.issn. 1673-0038.2020.09.205 .