

水利工程中堤防防渗施工技术的应用实践

杨美玲

(金寨县油坊店乡人民政府, 安徽 六安 237332)

摘要 本文深入探讨了堤防防渗施工技术的实践效果, 通过具体的评估方法对其效能进行了量化分析, 研究了防渗技术对堤防安全性的重要影响以及在经济与环境方面的综合效益, 还提出了现有防渗技术存在的不足之处, 并给出了相应的改进措施, 最后展望了防渗技术的未来发展方向, 强调技术创新与可持续发展在提升防洪能力、保护水资源方面的重要性, 以期为相关人员提供有益参考。

关键词 水利工程; 堤防防渗; 垂直防渗技术; 水平防渗技术

中图分类号: TV871; TV223.4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.19.034

0 引言

水利工程作为国民经济和社会发展的基础设施, 对于防洪、灌溉、供水、发电等方面具有不可替代的作用。堤防工程作为水利工程的重要组成部分, 承担着防御洪水侵袭、保护人民生命财产安全的重要职责。然而, 堤防工程在长期运行过程中, 往往面临着渗漏等安全隐患, 严重威胁着工程的安全性和稳定性。因此, 研究堤防防渗施工技术, 对于提高堤防工程的抗渗性能、保障水利工程的整体安全具有重要意义。

1 堤防防渗技术基础理论

1.1 堤防工程概述

堤防工程是水利工程体系中的重要组成部分, 其主要功能是防御洪水侵袭, 保护周边地区免受洪水灾害的影响。堤防工程通常由土料、石料、混凝土等材料构筑而成, 形成一道连续的屏障, 用以阻挡和分流洪水。根据堤防工程的构造特点和功能需求, 可以将其分为多种类型, 如河堤、湖堤、海堤等。这些堤防工程在防洪、灌溉、航运等方面发挥着重要作用, 是保障人民生命财产安全和社会经济稳定发展的重要基础设施。

1.2 堤防渗漏的原因分析

堤防工程在运行过程中, 往往会面临渗漏问题。渗漏不仅会降低堤防工程的防洪能力, 还可能对周边环境和生态系统造成负面影响。堤防渗漏的原因多种多样, 主要包括地质因素、工程设计与施工缺陷以及自然环境变化等。地质因素如土壤透水性、地下水位变化等, 可能导致堤防基础不稳定, 进而引发渗漏。工程设计与施工缺陷, 如防渗结构设计不合理、施工质量不达标等, 也是导致堤防渗漏的重要原因。此外, 自然环境变化如极端天气、河流改道等, 也可能对堤防工程的防渗性能造成不利影响。

1.3 堤防防渗技术原理

堤防防渗技术的核心在于通过合理的防渗材料和结构设计, 提高堤防工程的抗渗性能。防渗材料的选择至关重要, 需要具备良好的不透水性、耐久性和稳定性。常见的防渗材料包括黏土、塑性混凝土、土工膜等。在结构设计方面, 需要综合考虑堤防工程的实际情况和防渗要求, 采用合适的防渗结构形式, 如垂直防渗墙、水平防渗层等。此外, 还需要建立完善的防渗监测和维护机制, 及时发现和处理渗漏问题, 确保堤防工程的安全稳定运行。堤防防渗技术的原理在于通过科学的材料选择和结构设计, 以及有效的监测和维护措施, 提高堤防工程的整体防渗性能, 保障水利工程的安全性和稳定性。

2 堤防防渗施工技术的种类与应用

2.1 垂直防渗技术

1. 帷幕灌浆技术。帷幕灌浆技术是一种通过钻孔将特定材料(如水泥浆、化学浆液等)注入堤防基础或透水层中, 形成一道连续的、致密的帷幕, 以阻止水分渗透的技术。该技术具有施工灵活、适应性强、防渗效果好等优点。帷幕灌浆的施工过程包括钻孔、冲洗、压水试验、灌浆和封孔等步骤, 每个步骤都需要严格控制施工质量, 以确保帷幕的完整性和防渗性能^[1]。

2. 塑性混凝土防渗墙技术。塑性混凝土防渗墙技术是通过在堤防内部构建一道由塑性混凝土构成的连续防渗墙, 来截断水分渗透路径的技术。塑性混凝土具有低强度、高抗渗性和良好的变形性能, 能够适应堤防基础的变形而不破裂。该技术施工过程包括槽孔开挖、清孔、混凝土浇筑和养护等步骤。通过精确控制槽孔的开挖尺寸、混凝土浇筑的质量和养护条件, 可以确保防渗墙连续性和防渗性能。

2.2 水平防渗技术

1. 铺设土工膜技术。土工膜是一种由高分子材料制成的柔性防水材料，具有高强度、高抗渗性和耐老化性能。铺设土工膜技术是通过在堤防表面铺设一层土工膜，并用专用粘合剂或焊接方式将其接缝密封，以形成一道连续的防渗屏障。该技术施工过程包括土工膜的选择、铺设、接缝处理和保护层的设置等步骤^[2]。通过严格控制土工膜的质量、铺设的平整度和接缝的密封性，可以确保防渗屏障的完整性和防渗性能。

2. 铺设复合土工织物技术。复合土工织物是由两层或多层不同材料复合而成的一种柔性防渗材料，具有高强度、高抗渗性、耐磨损和易于施工等优点。铺设复合土工织物技术是通过在堤防表面铺设一层复合土工织物，并利用其内部的防水层来阻止水分渗透。该技术施工过程包括复合土工织物的选择、铺设、固定和保护层的设置等步骤。通过合理选择复合土工织物的类型和规格、严格控制铺设质量和固定方式，可以确保防渗屏障的稳定性和防渗性能。

2.3 其他防渗技术

1. 化学注浆防渗技术。除了垂直防渗技术和水平防渗技术外，还有一些其他防渗技术在堤防防渗施工中也得到了广泛应用。化学注浆防渗技术是通过向堤防工程中的渗漏通道注入化学注浆材料，形成一道化学防渗屏障。这种技术具有施工速度快、防渗效果好、适用范围广等优点。注浆材料的选择应根据渗漏通道的特点和防渗要求来确定，常用的注浆材料包括水泥浆、聚氨酯泡沫等。注浆过程中需要严格控制注浆压力和注浆量，以确保注浆效果。

2. 生物防渗技术。生物防渗技术是利用植物的生长和根系发育来增强堤防工程的防渗性能。通过在堤防工程上种植特定的植物，利用植物的根系来固定土壤颗粒，减少土壤的渗透性^[3]。同时，植物的根系还能分泌出有机物质，改善土壤结构，提高土壤的抗渗性能。生物防渗技术具有环保、可持续等优点，但需要较长的时间才能发挥显著的防渗效果。因此，在采用生物防渗技术时，需要综合考虑工程需求和植物生长周期等因素。

3 堤防防渗施工技术的实践效果分析

3.1 防渗效果评估方法

1. 渗漏量监测与数据分析。渗漏量监测是评估堤防防渗效果最直接、有效的方法之一。通过在堤防工程的特定位置安装渗漏量监测设备，可以实时监测渗漏量的变化情况。监测数据应及时收集、整理和分析，以了解防渗施工技术的实际效果。通过对比防渗施工

前后的渗漏量数据，可以直观地评估防渗技术的有效性。同时，结合气象、水文等环境因素的监测数据，可以进一步分析渗漏量与外部环境因素之间的关系，为后续的防渗工作提供科学依据。

2. 防渗结构稳定性评估。防渗结构的稳定性是评估堤防防渗效果的重要指标。在防渗施工过程中，防渗结构可能会受到各种因素的影响，如土壤压力、水压力、温度变化等。这些因素可能导致防渗结构发生变形、开裂等问题，从而影响其防渗性能。因此，需要对防渗结构进行稳定性评估。评估方法包括现场观测、力学分析、数值模拟等。通过评估防渗结构的稳定性，可以及时发现潜在的安全隐患，并采取相应的补救措施，确保堤防工程的安全运行。

3. 防渗材料耐久性研究。防渗材料的耐久性是评估堤防防渗效果长期稳定性的关键因素。防渗材料在使用过程中会受到各种环境因素的侵蚀和破坏，如紫外线照射、化学腐蚀、生物降解等。这些因素可能导致防渗材料的性能逐渐下降，从而影响堤防工程的防渗效果。因此，需要对防渗材料进行耐久性研究。研究方法包括实验室试验、现场暴露试验、加速老化试验等。通过研究防渗材料的耐久性，可以了解其使用寿命和性能变化规律，为堤防工程的维护和修复提供科学依据。

3.2 防渗技术对堤防工程安全性的影响

1. 防渗技术对洪水抵御能力的提升。防渗技术的应用能够显著提高堤防工程对洪水的抵御能力。通过有效的防渗处理，可以显著减少堤防工程在洪水期间的渗漏量，从而降低洪水对堤防工程的冲刷和侵蚀作用。这不仅有助于保持堤防工程的完整性，还能有效防止洪水漫堤和溃堤等灾难性事件的发生。因此，防渗技术是提升堤防工程防洪能力的重要手段之一。

2. 防渗技术对堤防工程整体稳定性的影响。防渗施工技术的应用对于堤防工程的整体稳定性具有重要影响。防渗处理能够增强堤防工程内部的结合力和抗剪强度，从而提高堤防工程的整体稳定性。特别是在地质条件复杂、土壤承载力较低的地区，防渗技术的应用显得尤为重要^[4]。通过加强堤防工程的防渗处理，可以有效防止土壤颗粒的迁移和侵蚀，保持堤防工程的形状和尺寸稳定，确保其在长期运行过程中的安全性和稳定性。

3. 防渗技术对水资源保护的作用。防渗技术对于水资源的保护也具有重要意义。堤防工程作为水资源管理的重要设施，其防渗性能直接关系到水资源的有效利用和保护。通过防渗处理，可以减少堤防工程内部和外部的渗漏量，从而保持水资源的完整性和可持

续性。这不仅有助于减少水资源的浪费和损失，还能有效防止地下水污染和土壤盐碱化等问题的发生。因此，防渗技术是保障水资源安全、促进水资源可持续利用的重要手段之一。

3.3 防渗技术的经济性与环境友好性分析

1. 防渗技术的成本效益分析。防渗技术的成本效益分析是评估其经济性的关键。一方面，防渗技术的实施需要投入一定的资金，包括材料费、施工费、维护费等。这些成本需要在工程预算中予以充分考虑。另一方面，防渗技术带来的效益也是显著的。通过减少渗漏量，防渗技术可以降低水资源损失，提高水资源的利用效率，从而间接降低水费支出。同时，防渗技术还能提升堤防工程的防洪能力，减少因洪水灾害造成的经济损失。因此，在进行成本效益分析时，需要综合考虑防渗技术的投入与产出，评估其经济合理性^[5]。

2. 防渗技术对生态环境的影响。防渗技术对生态环境的影响是评估其环境友好性的重要方面。防渗技术的实施可能会改变土壤和地下水的自然状态，对生态环境造成一定影响。例如：某些防渗材料可能会释放有害物质，对土壤和地下水造成污染。此外，防渗处理还可能影响土壤的水分平衡和植被生长，对生态系统的稳定性产生负面影响。因此，在选择防渗技术时，需要充分考虑其对生态环境的影响，并采取相应的环保措施，以最大程度地减少对生态环境的破坏。

3. 防渗技术的可持续发展潜力。防渗技术的可持续发展潜力是评估其长期效益和未来发展趋势的重要指标。随着科技的进步和环保意识的提高，防渗技术也在不断创新和发展。例如：新型防渗材料的研究和应用，使得防渗技术更加高效、环保和可持续。同时，防渗技术的智能化和自动化发展，也为其在堤防工程中的广泛应用提供了可能。因此，防渗技术具有巨大的可持续发展潜力，将在未来的堤防工程中发挥更加重要的作用。

4 堤防防渗施工技术的改进措施与发展方向

4.1 现有技术的改进与优化

针对现有堤防防渗施工技术存在的问题和不足，应采取一系列改进措施进行优化。一方面，应加强防渗材料的研究与开发，提高材料的防渗性能、耐久性和环保性。例如：研发具有更高强度和更低渗透系数的防渗膜材料，以及能够自适应土壤变形、减少渗漏的复合材料。另一方面，应优化防渗结构的设计，提高结构的稳定性和耐久性。通过精细化的结构设计和计算分析，确保防渗结构在复杂地质条件和长期水力作用下的稳定性。此外，还应加强施工过程的质量控制和技术管理，确保防渗施工技术的有效实施。

4.2 新技术的研发与推广

随着科技的不断发展，新的防渗技术不断涌现，为堤防工程提供了更多的选择。一方面，应积极研发和应用新型防渗材料和技术，如纳米材料、智能材料等，以提高防渗效果、降低成本、减少对环境影响。另一方面，应推广先进的施工技术和设备，如自动化施工设备、远程监控系统等，以提高施工效率和质量，降低人力成本。同时，还应加强新技术的培训和推广，提高施工人员的技术水平和操作能力，确保新技术的有效实施和推广。

4.3 堤防防渗技术的未来发展趋势

未来，堤防防渗技术将呈现智能化、绿色化、高效化的发展趋势。在智能化方面，将借助物联网、大数据、人工智能等技术手段，实现防渗结构的实时监测、预警和智能调控，提高堤防工程的安全性和可靠性。在绿色化方面，将更加注重环保材料和技术的应用，减少防渗施工对生态环境的影响，推动堤防工程的可持续发展。在高效化方面，将不断优化防渗结构的设计和施工流程，提高防渗效果和施工效率，降低工程成本。此外，随着全球气候变化和极端天气事件的增多，堤防防渗技术还将面临更多的挑战和机遇，需要不断创新和发展以适应新的需求。

5 结束语

堤防防渗施工技术在保障堤防工程安全、提升防洪能力、保护水资源以及促进可持续发展方面发挥着重要作用。随着科技的进步和环保意识的提高，堤防防渗技术将不断创新和发展，以适应新的需求和挑战。未来，应继续加强防渗材料、结构和施工技术的研发与应用，推动堤防防渗技术的智能化、绿色化和高效化发展，为堤防工程的长期安全运行提供有力保障。同时，也应注重防渗技术的经济性和环境友好性，实现经济效益、社会效益和环境效益的协调发展。

参考文献：

- [1] 余薇薇,姚恩程.水利工程堤防防渗施工技术及监理控制要点分析[J].治淮,2024(05):56-57.
- [2] 王印.水利工程中堤防防渗施工技术的应用研究[J].工程技术研究,2023,08(19):96-98.
- [3] 刘倩.水利工程堤防防渗施工技术分析[J].大众标准化,2023(14):64-66.
- [4] 中丽丽.水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨[J].建材发展导向,2023(08):166-169.
- [5] 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(10):124-126.