

水利工程中堤防防渗施工技术分析

周先水¹ 金军华² 王曼¹

1 南京江北新区环保与水务服务中心, 江苏 南京 210061

2 江苏高盛建设工程有限公司, 江苏 南京 210015

[摘要] 堤防工程是水利工程的重要组成部分, 其防渗性能直接关系到工程安全和防洪效果。文中系统分析了堤防防渗施工的关键技术, 包括材料选择、施工工艺和质量控制等方面。主要论点集中在如何通过采用新型防渗材料、优化施工工艺以及严格质量控制措施, 显著提升堤防的防渗效果。文章还强调了现场监测和施工中试验的重要性, 以确保施工技术的实施效果符合设计预期。通过对国内外防渗技术的比较分析, 提出了适合当前我国堤防工程实际情况的防渗施工技术建议, 旨在为水利工程堤防防渗施工提供科学合理的技术支持。

[关键词] 堤防工程; 防渗技术; 施工工艺; 质量控制; 现场监测

DOI: 10.33142/hst.v6i9.10393

中图分类号: TV871

文献标识码: A

Analysis of Embankment Seepage Prevention Construction Technology in Water Conservancy Engineering

ZHOU Xianshui¹, JIN Junhua², WANG Man¹

1 Nanjing Jiangbei New Area Environmental Protection and Water Service Center, Nanjing, Jiangsu, 210061, China

2 Jiangsu Gaosheng Construction Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210015, China

Abstract: Embankment engineering is an important component of hydraulic engineering, and its anti-seepage performance directly affects the safety and flood control effect of the project. The article systematically analyzes the key technologies of embankment anti-seepage construction, including material selection, construction technology, and quality control. The main argument focuses on how to significantly improve the anti-seepage effect of embankments through the use of new anti-seepage materials, optimization of construction techniques, and strict quality control measures. The article also emphasizes the importance of on-site monitoring and construction testing to ensure that the implementation effect of construction technology meets the design expectations. Through a comparative analysis of domestic and foreign anti-seepage technologies, suggestions for anti-seepage construction techniques suitable for the current situation of embankment projects in China are proposed, aiming to provide scientific and reasonable technical support for the anti-seepage construction of hydraulic engineering embankments.

Keywords: embankment engineering; anti seepage technology; construction technology; quality control; on-site monitoring

引言

堤防作为水利工程的关键防线, 在防洪、灌溉和水资源调配中起着至关重要的作用。然而, 堤防渗漏问题历来是水利工程领域的一大难题, 这不仅威胁到堤防工程的稳定性, 也给周边环境和居民生活带来潜在风险。随着新材料的开发和施工技术的进步, 堤防防渗施工技术面临新的发展机遇。本文将深入探讨堤防防渗施工的现代技术, 旨在提供一种更为有效的解决方案, 确保水利工程能够抵御自然和人为因素带来的挑战。

1 堤防防渗施工技术现状

堤防工程作为水利工程的关键组成部分, 其防渗性能对于工程的安全性和稳定性至关重要。防渗施工技术的发展一直是水利工程领域的研究重点之一。本节将详细介绍堤防防渗施工技术的现状, 包括关键技术和挑战。

1.1 材料选择

材料选择是堤防防渗施工的首要考虑因素之一。传统的材料包括黏土、混凝土、石灰土等, 但这些材料在长期

使用中容易受到侵蚀和渗透, 导致防渗效果下降。为了改善防渗性能, 新型材料如土工合成材料(Geosynthetics)和聚合物改性材料逐渐得到应用。

1.2 施工工艺

施工工艺对堤防防渗性能至关重要^[1]。传统的施工工艺包括填筑、夯实、挖孔灌浆等方法。近年来, 一些先进的施工技术如搅拌桩墙、水泥搅拌桩等得到广泛应用, 提高了施工效率和防渗效果。

1.3 质量控制

质量控制是堤防防渗施工的核心环节。监测和控制施工过程中的质量问题至关重要。采用现代化的仪器设备, 如渗透仪、地下水位监测设备等, 可以实时监测堤防的防渗性能, 及时发现问题并采取措施。

1.4 现场监测

现场监测是确保堤防工程质量的重要手段。通过实时监测堤防的变形、渗流、应力等参数, 可以及时发现问题, 采取措施, 确保工程的安全性和稳定性。这种监测有助于

提前识别潜在风险，保障水利工程的可靠性和长期运行。

1.5 环境影响和可持续性

随着环保意识的增强，堤防防渗施工也需要考虑环境影响和可持续性。选择环保材料和施工工艺，减少施工对周边环境的影响，是现代堤防工程的发展趋势之一。通过采用可再生材料、节能施工方法和环境监测措施，可以降低生态系统破坏，减少水土流失。

1.6 国内外技术对比

国内外在堤防防渗施工技术方面存在一定差距。一些发达国家在防渗技术方面有较为成熟的经验，采用先进的材料和工艺。我国在材料研发和施工工艺上也取得了一些进展，但仍需不断努力提高技术水平。

堤防防渗施工技术的现状包括材料选择、施工工艺、质量控制、现场监测、环境影响和国内外技术对比等方面。随着科技的进步和环保意识的提高，堤防防渗施工技术将不断发展和完善，以满足工程安全性和可持续性的要求。在实际施工中，需要综合考虑各个因素，选择合适的材料和工艺，确保堤防工程的质量和可靠性。

2 新型防渗材料的研究与应用

新型防渗材料在水利工程堤防防渗施工中的研究和应用具有重要意义。本节将详细介绍新型防渗材料的种类、特性以及在堤防工程中的应用情况，以及其在提高防渗性能方面的潜力。

2.1 土工合成材料 (Geosynthetics)

土工合成材料是一类由聚合物或其他合成材料制成的材料，包括土工膜、土工格栅、土工布等。这些材料具有优良的抗渗性能和耐化学腐蚀性能，可以用于增强土体的抗渗性。在堤防工程中，土工合成材料通常用于防止水渗透、土体侵蚀和沉降。

2.2 聚合物改性材料

聚合物改性材料是一种将聚合物与土壤或其他材料混合的新型材料，可用于提高土体的抗渗性。聚合物改性材料可以提高土体的黏聚力和抗剪切性，减少渗流通道的形成，从而有效防止水分渗透。这种材料在修复和加固老旧堤防方面具有广泛应用潜力。

2.3 水泥搅拌桩

水泥搅拌桩是一种通过在土体中注入水泥浆来形成的桩状结构。水泥搅拌桩可以增强土体的抗渗性和强度，有效减少水渗透。在堤防工程中，水泥搅拌桩通常用于构建堤防的防渗帷幕，以提高整体的防渗性能。

2.4 地下壁

地下壁是一种通过挖掘地下墙体并注入防渗材料的方法，用于阻止水渗透^[2]。这种方法常用于处理地下水位较高的区域，可以有效防止水渗透并保持堤防的稳定性。

下面是一个包含地下壁施工方面的表格，其中列出了相关数据和数值，以便记录和监测地下壁施工过程中的关键信息和质量控制情况。

表1 地下壁施工监测与质量控制表

| 地下壁施工参数 | 施工要求 | 实际执行情况 | 检测结果 |
|---------|-------------|---------------|---------------|
| 地下壁深度 | 设计要求的深度 | 实际挖掘深度 | 符合深度要求 |
| 注入防渗材料 | 使用合格的防渗材料 | 防渗材料的注入和分布 | 防渗材料均匀注入并分布 |
| 地下壁施工质量 | 遵循施工标准和规范 | 施工过程的监督和检查 | 符合施工标准和规范要求 |
| 地下壁效果 | 防止水渗透并保持稳定性 | 地下水位监测和渗透测试结果 | 成功防止水渗透并保持稳定性 |

2.5 防渗涂层

防渗涂层是一种涂覆在堤防表面的材料，具有防水性能。这些涂层可以有效地阻止水渗透，并提高堤防的防渗性能。常见的防渗涂层材料包括聚氨酯、聚合物改性沥青等。

新型防渗材料在堤防工程中的应用已经取得了显著的成果。这些材料具有优越的防渗性能、耐久性和可持续性，有望在未来的水利工程中得到更广泛的应用。然而，需要注意的是，不同类型的防渗材料适用于不同的工程情况，因此在选择和应用时需要根据具体需求进行合理的选择和设计。

总结而言，新型防渗材料如土工合成材料、聚合物改性材料、水泥搅拌桩、地下壁和防渗涂层等，已经成为提高堤防防渗性能的重要手段。这些材料的研究和应用不仅能够提高工程的质量和安全性，还有助于保护环境和促进水资源的可持续利用。未来，随着技术的进一步发展和创新，新型防渗材料将在水利工程领域发挥更大的作用。

3 防渗施工工艺的优化

防渗施工工艺的优化是提高水利工程堤防防渗性能的关键步骤之一。本节将详细介绍防渗施工工艺的现状和优化策略，包括施工方法、施工顺序、质量控制等方面。

3.1 施工方法的选择

施工方法的选择对于堤防防渗施工的效果至关重要。常见的施工方法包括挖孔灌浆、搅拌桩施工、地下壁施工、涂层施工等。不同的方法适用于不同的工程情况，需要根据具体工程要求进行选择。

3.2 施工顺序的合理安排

施工顺序的合理安排可以最大程度地提高施工效率和施工质量。通常情况下，应首先进行地基准备工作，确保基础平整、坚实，然后按照设计要求进行防渗材料的施工，最后进行覆土工作。合理的施工顺序可以减少施工中的重复工作，降低成本。

3.3 施工设备和工具的优化

选择适当的施工设备和工具对于施工的效率和质量至关重要。例如，在挖孔灌浆施工中，应选择适合不同土质的灌浆设备，以确保灌浆的均匀性。在涂层施工中，需要选择适合的喷涂设备和喷涂材料，以保证涂层的均匀性和附着性。

3.4 施工质量控制

施工质量控制是防渗施工工艺优化的关键环节。通过制定详细的施工方案和质量控制计划，可以确保施工过程中的每个步骤都按照要求执行。应进行现场检测和监测，

及时发现并纠正施工中的问题，确保工程的质量。

3.5 安全管理

安全管理是施工工艺优化中不可忽视的方面^[3]。防渗施工通常涉及到高度危险的工作环境，如深坑、高墙等。因此，必须严格遵守安全规定，提供足够的安全培训，并采取必要的安全措施，确保工程人员的安全。

3.6 环境保护

在施工过程中，需要重视环境保护问题。特别是在使用化学材料和涂层时，应采取防止污染地下水和土壤。同时，应合规处理废弃材料，确保施工不对周边环境造成不良影响。

3.7 现场监测和验收

施工后，必须进行现场监测和验收，以确保防渗工程的质量和性能达到设计要求。监测应包括水渗透测试、地下水位监测、材料抽样检测等。验收应由专业机构进行，对施工结果进行评估和认证。防渗施工工艺的优化包括施工方法的选择、施工顺序的合理安排、施工设备和工具的优化、施工质量控制、安全管理、环境保护、现场监测和验收等方面。通过科学合理的工艺优化，可以提高水利工程堤防的防渗性能，确保工程的长期稳定性和安全性。同时，也有助于减少施工成本和资源浪费，推动水利工程领域的可持续发展。

4 质量控制与现场监测

质量控制与现场监测是水利工程堤防防渗施工中的关键环节，它们确保了工程的质量、安全性和可持续性。本节将详细介绍质量控制和现场监测的重要性，以及如何有效地进行这些工作。

4.1 质量控制

质量控制是确保施工过程中各个环节符合设计要求的的关键步骤。它包括以下方面：(1) 施工计划：在施工前，需要制定详细的施工计划，明确每个施工阶段的任务和进度表。计划应符合设计要求，并考虑到工程的安全性和可持续性。(2) 材料控制：材料是防渗施工的关键组成部分。质量控制包括材料的选择、检验、储存和使用。必须确保所使用的材料符合相关标准和规范。(3) 施工工艺：质量控制还涉及施工工艺的监督和检查。施工过程中应按照设计要求和标准操作，确保施工的准确性和一致性。(4) 质量检验和检测：对施工过程中的关键环节和材料进行质量检验和检测，包括渗透测试、材料抽样和实验室测试等。这些检验和检测应由专业人员进行，以确保结果准确可靠。

表1 水利工程堤防防渗施工质量控制记录表

| 施工环节 | 质量控制措施 | 标准要求 | 实际执行情况 | 检测结果 |
|---------|-----------|------------|--------------|--------|
| 施工计划 | 制定详细施工计划 | 遵循设计要求和时间表 | 实施计划的准确性和时效性 | 符合计划要求 |
| 材料选择 | 选择符合标准的材料 | 材料符合相关标准 | 材料抽样检测结果 | 材料合格 |
| 施工工艺 | 遵循标准的施工工艺 | 符合设计要求和标准 | 施工过程的监督和检查 | 工艺合格 |
| 质量检验和检测 | 进行质量检验和检测 | 根据标准进行检测 | 实验室测试和现场检查结果 | 合格 |

上面是一个包含质量控制方面的表格，其中列出了不同施工环节和质量控制措施的相关数据和数值。这个表格可以用来记录和监测施工过程中的质量控制情况。

4.2 现场监测

现场监测是对施工过程和工程性能进行实时监测和评估的关键手段。它包括以下方面：(1) 施工过程监测：监测施工过程中的进展，包括挖掘、材料铺设、涂层施工等。监测可以帮助及时发现问题并采取纠正措施。(2) 地下水位监测：地下水位是影响堤防防渗性能的重要因素。通过地下水位监测，可以了解水位的变化，确保堤防的抗渗性能。(3) 材料和施工质量监测：监测防渗材料的安装质量和施工工艺的准确性。这包括检测土工合成材料的铺设均匀性、搅拌桩的灌浆质量等。(4) 现场试验和验证：进行现场试验和验证，以验证防渗工程的性能。这可以包括渗透试验、水压测试等^[4]。(5) 数据记录和分析：监测数据应及时记录和分析，以便及时发现问题并采取纠正措施。数据的分析有助于评估工程性能和质量。

质量控制与现场监测是水利工程堤防防渗施工不可或缺的一环。它们确保了工程的安全性、稳定性和长期可靠性。通过严格的质量控制和现场监测，可以及时发现和解决问题，提高工程的质量，降低风险，保护周边环境，确保水资源的可持续利用。因此，水利工程中的质量控制和现场监测工作应得到高度重视，并由专业人员进行实施和管理。

5 结语

堤防防渗施工技术是确保水利工程安全的基石。通过采用新型防渗材料、优化施工工艺和实施严格的质量控制，可以显著提高堤防工程的防渗性能。本文讨论的技术和方法，不仅为解决堤防渗漏问题提供了切实可行的方案，也为水利工程的可持续发展提供了技术支撑。为确保施工质量，现场监测与实时数据分析不可或缺，它们有助于及时调整施工方案，确保工程质量达到设计标准。展望未来，随着材料科学与施工技术的不断进步，堤防防渗施工将更加科学化、精细化，为水利工程提供更为坚固的安全保障。

[参考文献]

- [1] 蔡慧, 郝世飞. 水利工程堤防防渗施工技术应用探讨[J]. 工程技术研究, 2023, 8(18): 111-113.
 - [2] 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.
 - [3] 何楚, 牟畅, 福亚旭等. 水利工程堤防防渗施工技术思考[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(2): 158-160.
 - [4] 马小双, 蔡文锋. 水利工程堤防防渗施工技术[J]. 河南水利与南水北调, 2022, 51(6): 48-49.
- 作者简介：周先水（1987.2—），男，扬州大学，水利水电工程专业。