

# 水利工程渠道防渗施工工艺及质量控制措施研究

颜文彪

洱源县炼铁乡人民政府 云南 大理白族自治州 671208

**【摘要】**：水利工程渠道防渗施工直接影响水资源利用效率和工程安全。传统施工方法存在渗漏风险和施工不规范问题，导致渠道使用寿命缩短和维护成本增加。通过分析不同防渗施工工艺的适用条件、施工流程及材料性能，提出合理化施工方案和质量控制措施，包括材料选择、施工技术优化及施工监测。实践应用表明，优化施工工艺结合严格质量控制，可有效降低渗漏率，提升渠道防渗效果，确保渠道长期运行稳定性。研究成果为水利工程渠道建设提供技术支撑和实践经验。

**【关键词】**：渠道防渗；施工工艺；质量控制；水利工程；渗漏防治

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.045

## 引言

水利工程渠道是水资源输送和调度的重要设施，防渗性能直接关系到水量损失和工程安全。现有渠道施工过程中，因施工工艺选择不当、施工操作不规范及材料质量不稳定，常出现渗漏问题，造成水损和维护压力。针对这些问题，通过研究不同防渗施工技术及其适用条件，优化施工工艺并建立系统质量控制体系，可有效提升渠道防渗效果。通过对施工流程、材料特性及施工监测手段的综合分析，能够实现施工风险预防与工程质量提升，为水利渠道建设提供实践指导和技术保障。

## 1 渠道防渗施工问题分析

### 1.1 渗漏原因分析

渠道渗漏主要源于渠道结构设计与施工执行之间的不匹配。渠道土体、混凝土或复合衬砌材料在长期水压力作用下，容易出现微裂缝和界面分离，导致水流渗透。地基沉降或不均匀沉降造成底板和侧壁应力集中，增加渗水路径。土体孔隙率和含水率变化也会影响防渗层连续性，尤其在高渗透性土壤或软弱地基上，渗透压力容易形成局部破坏。渗漏还与施工过程中湿润、压实、养护等环节的控制不当有关，不符合现代水利工程对节水和安全的高标准要求。系统性分析渗漏成因，有助于在施工设计阶段合理选材和优化结构，提高渠道整体防渗能力。

### 1.2 施工工艺不足

施工工艺不足主要表现在防渗层铺设、接缝处理和施工顺序上。渠道底板与侧壁交接部位易出现施工缝不严密或二次施工留缝，导致渗水通道形成。土工布、混凝土或防渗膜铺设过程中未严格按工艺规范操作，出现局部褶皱、气泡或厚度不均，直接影响防渗效果。施工机械选择与施工环境不匹配，造成土体压实不足或材料分层堆积，形成渗漏薄弱环节<sup>[1]</sup>。现代工程理念强调高精度、高效率施工，需要通过流程优化、机械化施工和精细化管理弥补传统工艺不足，提高防渗层完整性与长期可靠性。

### 1.3 材料性能影响

防渗材料性能不稳定是渠道渗漏的重要因素。水泥混凝土、粘土或土工膜在水压和环境温度变化作用下，可能出现收缩、膨胀或微裂纹，从而破坏防渗连续性。材料的颗粒级配、黏结性、柔韧性及抗老化性能直接影响其长期防渗能力。材料在施工期间的存储、运输和加工过程若控制不严，也会造成局部性能下降或污染，降低防渗效果。应用现代高性能防渗材料，如改性土工膜、高性能水泥砂浆或复合材料，可改善材料结构稳定性和耐久性，为渠道防渗施工提供可靠保障，同时契合新发展理念中对可持续性和高效节水的要求。

## 2 防渗施工工艺优化

### 2.1 施工方法选择

施工方法选择直接决定渠道防渗层的连续性和稳定性，需要综合考虑渠道地形、土质条件、材料特性及水文压力。土质渗透性较高或软弱地基区域应采用复合防渗结构，包括粘土层与土工膜结合，形成多重防渗屏障，增强抗渗稳定性。在高水头区域，混凝土防渗板或高性能水泥砂浆衬砌可提供必要的强度与耐久性，同时配合高柔性衬垫材料缓解沉降应力集中。施工方法应优化作业顺序，确保防渗层铺设连续无缝，底板与侧壁衔接紧密，减少潜在渗水通道。需要对施工机械选择和作业环境进行技术匹配，通过精密铺设和压实工艺，保证材料密实度和厚度均匀性。在新发展理念指导下，应兼顾高效节能、施工安全和资源利用率，实现防渗施工的高质量、低风险和可持续性。

### 2.2 工序流程设计

工序流程设计是防渗施工成败的关键环节，涉及土方开挖、基底处理、防渗材料铺设、压实及接口处理等多个步骤。开挖阶段需严格控制坡度和槽底标高，确保防渗层与基底密切接触。基底处理应重点进行平整、压实和湿度调控，以减少孔隙率和提高材料与地基的黏结性。防渗材料铺设要求按设计顺序分段作业，保证厚度一致、接口紧密并避免褶皱或空隙<sup>[2]</sup>。压实工序采用机械压实结合振动方法，提高防渗层密实度，同

时确保施工缝连续、接口均匀。对衔接处和薄弱区采取多重处理,如接口加铺密封带或嵌入柔性材料,进一步减少渗水路径。施工流程设计还应结合实时监测技术,通过传感器或质量检测仪器跟踪材料状态和施工质量,实现施工环节精细化管理,提升防渗工程整体可靠性。

### 2.3 施工技术改进

施工技术改进以提高防渗层完整性和长期耐久性为核心,通过材料施工配合、机械化施工及智能化监测手段实现。防渗膜或复合材料在铺设过程中应采用恒张力铺设技术,避免局部褶皱和气泡,同时结合连续焊接或粘结处理,确保接口处密封可靠。土工复合材料施工采用分层铺设与交错接缝方法,增强整体结构的抗渗性能。混凝土防渗板施工通过精确模板控制、振动压实及表面养护技术,确保密实度和强度满足设计要求。机械化施工配合高精度压实设备,可以实现材料均匀铺设和密实度可控,减少人为操作误差。施工过程中引入数字化监测手段,如湿度监测、厚度扫描和渗压传感器,可实时反馈施工质量信息,及时调整工艺参数和操作方法。技术改进不仅提高施工效率,还能够在材料性能、施工操作和质量管理三个层面同步优化防渗效果,实现高标准渠道防渗工程建设的目标,同时符合节能减排和可持续发展理念,推动水利工程施工技术升级。

## 3 材料与施工配合技术

### 3.1 防渗材料性能评估

防渗材料性能评估是确保渠道防渗效果的基础环节,需要从物理、化学和力学性能多维度进行分析。物理性能包括材料的密实度、孔隙率、吸水率以及厚度均匀性,这些指标直接影响水流通过材料的阻力和防渗连续性。力学性能包括抗压强度、抗拉强度、柔韧性以及应力应变响应特性,能够反映材料在水压、沉降或地基变形作用下的稳定性。化学性能涵盖材料抗腐蚀性、耐碱性和耐老化性,确保材料在长期水环境中保持结构完整性。材料性能评估还应结合新发展理念,注重环保型和高性能复合材料的选用,通过实验室试验和数值模拟预测材料长期性能变化规律。

### 3.2 材料施工配比控制

材料施工配比控制是保证防渗层性能一致性和长期耐久性的关键措施,涉及土体、砂浆、水泥及复合防渗材料的精确配比。土体防渗层应严格控制含水量、颗粒级配和压实密度,以保持材料连续性和均匀性。混凝土和砂浆防渗材料需在水灰比、掺合料和添加剂的控制下进行精确配比,确保强度、柔韧性和抗渗性达到设计标准<sup>[3]</sup>。复合防渗材料在施工中还需注意不同层间材料的匹配,包括厚度、弹性模量及界面黏结性能,以避免界面渗漏和应力集中。施工配比控制应结合自动化配料和机械化施工技术,实现材料量化、精确投放和均匀搅拌,减

少人工误差。通过对材料配比全过程监控,可确保防渗层性能稳定、结构均匀,并与现代水利工程可持续发展理念契合,提高渠道防渗工程的长期可靠性和运行安全性。

### 3.3 施工质量检测

施工质量检测是保障防渗效果的关键环节,贯穿材料选用、施工操作及后期养护全过程。检测内容包括材料厚度、密实度、接口连续性及表面缺陷,确保每一环节符合设计要求。防渗层施工完成后,需通过渗透试验、孔隙率测试及非破坏性检测手段,如超声波或红外扫描,评估防渗层完整性和均匀性。施工中实时监测方法,如湿度传感器、振动检测和界面压力测量,可提供数据支持,及时发现施工异常和潜在薄弱环节,并指导工艺调整。检测技术还应结合数字化管理和数据分析,实现施工质量的精细化控制和可追溯管理。通过科学系统的施工质量检测,可有效保证材料与施工工艺协同工作,提高防渗层抗渗稳定性,降低长期运行风险,满足现代水利工程高效率、高安全性和可持续发展目标。

## 4 质量控制措施实施

### 4.1 施工监测与管理

施工监测与管理是保证渠道防渗质量的核心环节,涉及施工全过程的数据采集、分析和反馈。关键监测指标包括土体压实度、防渗层厚度、接缝密实性以及施工环境条件,如湿度和温度。通过布置传感器和检测设备,实现对施工关键部位的实时监控,可及时发现材料密实度不足、接口未密合或局部沉降等问题。施工管理应将监测数据与施工计划紧密结合,按照工序要求分阶段控制施工进度和质量,确保每一环节符合设计标准。信息化管理平台能够整合传感器数据、施工日志和材料检测结果,实现施工质量的数字化追踪和科学决策支持。高效监测与管理不仅提高施工精准度,还可减少施工偏差和渗漏风险,为渠道防渗工程的长期稳定运行提供可靠保障,同时体现现代水利工程对高效节能和智能化建设的新发展理念。

### 4.2 施工标准化操作

施工标准化操作是防渗工程质量控制的重要措施,通过明确操作规程、施工参数和质量验收标准,实现施工环节一致性和可控性。标准化操作包括土体压实分层厚度控制、防渗膜铺设平整度、混凝土浇筑密实度及接缝处理方法等,确保施工质量达到设计要求<sup>[4]</sup>。施工标准化要求在施工过程中严格执行参数规范,如压实机行走速度、振动频率和铺设张力控制,避免局部缺陷产生。标准化还包括施工记录和质量检测规范化,使每一施工环节的数据可追溯和可验证。通过技术培训和操作规范执行,减少人为操作误差,提高防渗层连续性和密实度。标准化操作不仅保证施工过程高效和精确,还满足现代水利工程追求安全可靠、节能环保的施工理念,为渠道防渗工程提供长期稳定的质量基础。

### 4.3 问题应对与调整

施工过程中可能出现材料密实度不足、接口未密合、局部沉降或防渗层厚度偏差等问题,需要依据监测数据快速识别问题点,采取针对性调整措施。调整包括局部重新压实、防渗材料加铺或补焊、接口密封增强以及施工工序顺序优化等,确保防渗层连续性和结构稳定性。施工调整方案应与原设计和材料性能相匹配,避免引入新的应力集中或渗水路径。智能化监测系统可实时反馈调整效果,验证防渗层改进措施是否达标,并通过数据分析优化后续施工流程。通过系统化、科学化的问题应对与调整,施工过程中的防渗风险能够得到有效控制,实现渠道防渗层性能的稳定性和长期可靠性,同时符合新发展理念中对高效率、可持续施工和精细管理的要求。

## 5 防渗效果评价与经验总结

### 5.1 施工效果检测

施工效果检测通过精确测量防渗层厚度、压实密实度及接口完整性,评价防渗层施工质量。采用非破坏性检测方法,如超声波扫描和渗透压力测定,可实现对关键节点和整体防渗层的连续性监控。检测过程中,对施工缝、接口及薄弱部位进行重点测量,确保防渗层厚度和密实度符合设计规范。通过数据采集与分析,实现施工偏差识别,为施工过程调整和质量控制提供科学依据,同时为长期防渗性能评估奠定基础。检测结果显示,精细化施工管理能够显著提高防渗层完整性和稳定性,满足高标准水利工程防渗要求。

### 参考文献:

- [1] 李朋杰,袁笑晨.防渗渠道施工工艺在农田水利工程中的应用[J].新农民,2025,(16):28-30.
- [2] 甄莉.农田水利工程中灌溉渠道防渗施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(06):136-138.
- [3] 王增东.水利工程渠道防渗施工技术研究[J].中国高新科技,2023,(09):144-146.
- [4] 赵玉来.防渗渠道施工工艺在农田水利工程中的应用[J].南方农业,2022,16(08):216-218.
- [5] 李超.水利工程渠道防渗施工中存在的问题及对策[J].现代农村科技,2022,(02):59+30.

### 5.2 防渗性能分析

防渗性能分析基于水压渗透试验和长期运行监测数据,对防渗层在不同水文和应力条件下的渗水率、孔隙变化及应力应变反应进行系统评估。分析过程中对防渗材料界面、施工缝及底板沉降区进行重点关注,识别潜在渗漏通道并量化其影响<sup>[5]</sup>。通过对比不同施工方法和材料组合的性能差异,能够验证施工工艺和材料选择的合理性,为优化施工设计提供数据支撑。防渗性能分析强调长期稳定性和环境适应性,确保渠道在高水头和复杂地质条件下保持低渗漏特性,实现水资源高效利用。

### 5.3 优化措施成效

优化措施成效评估通过对施工工艺改进、材料配比优化和质量控制策略实施后的防渗效果进行综合分析,量化渗漏率、结构稳定性及接口密实度改善情况。施工后监测数据显示,优化工序流程和材料配合能够有效减少局部渗漏和防渗薄弱环节,防渗层厚度均匀性和密实度得到提升。通过与设计标准和历史施工数据对比,能够明确优化措施对渠道防渗性能的贡献,实现施工工艺与材料性能的协同效应,为水利工程渠道建设提供可复制的技术经验和高效实践方案。

## 6 结语

质量控制是确保渠道防渗施工效果的核心,完善的施工监测与标准化操作能够有效提升防渗层密实性和稳定性,强化材料性能评价与配比控制可提升整体抗渗能力,科学的质量检测与问题调整机制为渠道长期运行安全打下基础,为高效节水的水利工程建设提供技术支撑。