

水利渠道防渗工程的施工工艺改进与防渗效果评估

张旭东

中国水利水电第四工程局有限公司 河北 涿州 072750

摘要：防渗技术应用于水利渠道施工意义重大，可提升水资源利用效率、增强渠道结构稳定性、保护生态环境、提升经济效益。施工工艺改进策略包括材料优化与选择、施工流程优化、施工设备与技术创新。同时需构建防渗效果评估体系，涵盖评估指标体系、评估方法、评估标准及评估流程，形成闭环管控机制，确保防渗工程长期稳定发挥效能。

关键词：水利渠道防渗工程；施工工艺改进；防渗效果评估

引言：在水利事业蓬勃发展的当下，水利渠道施工中的防渗问题愈发关键。水资源短缺、渠道结构受损、生态环境遭破坏以及经济效益受限等问题，都与渠道渗漏密切相关。在此背景下，改进防渗施工工艺、构建科学的防渗效果评估体系迫在眉睫。这不仅关乎水资源的合理利用与保护，更对水利工程的可持续发展、农业生产的稳定以及生态环境的平衡有着深远意义。

1 防渗技术在水利渠道施工中的应用意义与价值

1.1 水资源利用效率提升

水资源短缺是当前面临的重要挑战，水利渠道渗漏是加剧这一问题的关键因素。传统渠道因缺乏有效的防渗措施，大量水资源在输水过程中渗入地下，无法到达目标灌溉区域，造成严重浪费。防渗技术通过在渠道内部构建致密的防渗层，阻断水分渗透的路径，从源头减少输水过程中的水量损耗。这一举措能让有限的水资源得到充分利用，确保灌溉用水精准供给，满足农业生产各个阶段的用水需求，同时为水资源的合理调配和可持续利用提供有力支撑，缓解水资源供需矛盾。

1.2 渠道结构稳定性增强

渠道长期渗漏会导致周边土壤持续处于湿润状态，进而引发土壤软化、承载力下降，最终造成渠道边坡滑塌、基础沉降等结构损坏问题，影响渠道正常使用。防渗技术的应用能有效减少水分下渗，降低地下水对渠道结构的侵蚀作用，避免土壤因含水量过高而失去稳定性。同时，防渗层可隔绝水分与渠道衬砌结构的直接接触，减少冻胀融沉对渠道的破坏，提升渠道整体结构的抗压能力和抗变形能力，延缓渠道老化速度，延长其使用寿命，保障水利渠道长期稳定运行。

1.3 生态环境保护

渠道渗漏产生的过量下渗水会改变周边区域的水文环境，导致地下水位异常升高，进而引发土壤盐碱化，

破坏土壤的理化性质，影响植物生长。渗漏造成的水资源浪费会促使人们过度开采地下水弥补缺口，加剧地下水超采问题，破坏生态平衡。防渗技术通过精准控制水分下渗速率，维持地下水位在合理范围，减少盐分在土壤表层的积聚，保护耕地的耕作质量。防渗技术减少了灌溉过程中的总用水量，间接降低了农业生产中化肥、农药随灌溉退水产生的面源污染，保护周边水体和土壤生态环境^[1]。

1.4 经济效益提升

防渗工程的投入能带来显著的经济回报，其核心价值体现在降低成本和提升效益两个方面。从成本角度来看，防渗技术减少了输水过程中的水量损失，无需额外开采或调配更多水资源，降低了灌溉的整体用水成本。与传统蓄水设施建设相比，防渗工程的投资成本更为经济，能以较低的投入获得良好的输水效果。从效益角度而言，防渗后的渠道输水能力大幅提升，确保农业生产获得稳定充足的灌溉保障，有利于提高作物产量和品质，增强农业生产的经济效益。渠道结构稳定性的增强减少了后期维修养护的投入，进一步降低了水利工程的长期运营成本。

2 施工工艺改进策略

2.1 材料优化与选择

新型防渗材料凭借优越性能在水利渠道施工中得到广泛应用，高分子复合材料是其中的核心代表，具备出色的抗拉强度和较大的延伸特性，能够很好地适应渠道结构在使用过程中可能出现的轻微变形，避免因结构形变导致防渗层破损。其耐化学腐蚀性突出，可抵御各类环境介质的侵蚀，大幅延长使用周期。改性混凝土通过科学调整成分构成，在抗渗性上实现显著提升，密实度的增强有效阻断了水分渗透的路径，同时抗裂能力和耐久性也得到同步优化，能够避免因结构开裂产生新的渗

漏通道,两种材料各具优势,可根据不同的施工工况和使用需求灵活选用,充分满足各类渠道的防渗要求。材料配比的科学优化是提升防渗材料性能、保障防渗效果的关键环节,通过对核心成分的用量和比例进行精准调控,能够有效增强材料的密实度,减少内部孔隙数量和尺寸,从结构层面降低水分渗透的可能性^[2]。高效添加剂的合理应用的能进一步优化材料综合性能,针对性提升抗渗、抗裂等核心指标,为防渗工程质量提供有力支撑。添加剂的创新研发是材料优化的重要方向,聚焦更精细的性能提升需求,不断探索新型添加剂的研发与应用,既能进一步强化材料的防渗本质功能,又能兼顾环保属性,让材料在满足施工技术要求和长期使用需求的同时,符合可持续发展理念,为防渗工程的高质量推进奠定坚实基础。

2.2 施工流程优化

基面处理作为防渗施工的基础性环节,其质量直接影响后续防渗层的铺设效果和整体工程的防渗性能。机械化平整技术的应用,能够有效提升基面的平整度,减少局部凹凸不平现象,避免因基面不平整导致防渗层铺设时出现受力不均的问题,从而降低防渗层空鼓、破损的风险。自动化压实技术通过对施工参数的精准调控,确保基面达到规定的压实度标准,显著增强基面的承载能力,防止在后续使用过程中因基面沉降引发防渗层破损,保障防渗系统的稳定性。规范、高效的基面处理流程,为防渗层与基面的紧密结合创造了良好条件,能够有效提升防渗层的附着强度,为整个防渗工程筑牢基础,保障工程长期稳定发挥防渗作用^[3]。防渗层铺设工艺的优化升级,重点围绕结构合理性和施工密封性展开,旨在提升防渗系统的整体效能和使用寿命。多层复合结构的设计,实现了功能的科学划分与协同增效,各层材料分别承担过滤、防渗和防护功能,既确保了核心防渗效果,又能有效抵御外部机械损伤,减少环境因素对防渗层的破坏,延长防渗系统的使用周期。无缝拼接技术的持续完善,通过优化拼接方式、严格控制关键施工参数,确保防渗层连接部位的密封性,彻底消除拼接处可能存在的渗漏隐患,使防渗层形成完整、连续的防护体系。接缝与节点部位由于结构衔接的特殊性,往往是防渗工程的薄弱环节,其处理质量直接关系到整体工程的防渗效果。弹性密封材料的合理应用,能够很好地适应渠道在使用过程中因温度变化、水流冲击等因素产生的结构变形,有效避免因变形导致接缝开裂,始终保持良好的密封性能,阻断水分通过接缝渗透的路径。结构加固设计通过针对性增强节点部位的力学性能,显著提高

其抗剪和抗压能力,防止节点处因受力集中出现破损、渗漏问题^[4]。通过对这些薄弱环节的强化处理,能够有效堵住防渗工程的潜在漏洞,确保防渗系统的完整性和可靠性,让整个渠道的防渗性能得到全面保障,避免出现局部渗漏影响整体工程效果。

2.3 施工设备与技术创新

自动化施工设备的引入与推广,推动防渗施工朝着高效、精准、优质的方向发展,为防渗工程质量提升提供了有力支撑。专业喷涂设备采用先进技术,能够实现防水涂料的均匀铺设,精准控制涂层厚度,有效避免人工施工可能出现的厚薄不均问题,提升施工质量的稳定性和一致性。自动化设备大幅提高了施工效率,缩短了施工周期,降低了人力成本投入。智能监测系统的集成应用,能够实时捕捉防渗层的运行状态数据,及时发现潜在的渗漏、变形等异常情况,为工程维护提供科学、准确的依据,便于及时采取针对性措施进行处理,保障防渗系统长期稳定运行,减少后期维修成本和资源浪费。数字化施工管理技术的应用,为防渗工程提供了精细化、智能化的管理手段,有效提升了施工管理水平和工程质量。三维建模技术能够提前模拟施工全过程,清晰呈现施工各环节的衔接情况,便于优化施工方案中的关键流程,合理调配材料、设备和人力等资源,减少施工过程中可能出现的冲突和失误,降低返工率,避免资源浪费。物联网技术支持下的实时数据采集,能够全面、准确捕捉施工环境温度、湿度、基面含水率等关键参数,为施工工艺的动态调整提供及时、可靠的数据支撑。通过根据实际参数变化优化施工方案,确保施工过程始终处于最优状态,从而大幅提升整体工程质量,保障防渗工程达到预期的使用效果。

3 防渗效果评估体系构建

3.1 评估指标体系

防渗效果评估指标体系需实现技术性能与综合价值的全面覆盖,为工程质量判定提供科学依据。物理性能指标是防渗层的核心基础,直接决定防渗能力与结构安全,通过关键参数量化材料阻止水分渗透的核心效能,同时保障材料在受力和结构变形时的稳定性,避免使用中出现的破损、开裂等问题。水力性能指标聚焦渠道输水核心需求,通过衡量输水过程中的关键参数,反映防渗技术对输水效率的提升作用,减少无效水量损耗,最大化水资源利用价值。耐久性指标关系工程长期服役能力,考量防渗系统抵御自然环境侵蚀、温度变化和化学介质影响的能力,延长工程有效使用周期。经济性指标兼顾投入与长远效益,综合核算建设阶段成本与全生命

周期内的运营维护支出，确保防渗工程在实现技术目标的同时，具备合理的经济性性价比，为工程规划与决策提供全面支撑。

3.2 评估方法

科学完善的评估方法体系需结合多维度检测手段，确保防渗效果评估的准确性与全面性。实验室检测通过模拟工程实际运行环境，对防渗材料的核心性能进行系统测试，精准验证材料是否满足设计要求，为材料选型、质量把控提供可靠数据支撑，从源头保障工程基础质量。现场监测直接针对建成后的防渗工程，在真实工况下捕捉关键运行数据，实时反映防渗系统的实际工作状态，及时发现潜在渗漏、性能衰减等问题，为工程即时调整提供依据。长期性能跟踪通过建立规范的工程数据库，持续记录工程运行过程中的性能变化数据，深入分析防渗效果的衰减规律与影响因素，为后续工程维护方案制定、技术优化升级提供长期数据支撑，确保评估结果既能反映当前状态，又能为未来运维提供科学指导。

3.3 评估标准

评估标准的制定需明确分级阈值，为防渗工程质量判定建立清晰、可操作的依据。合格标准作为工程验收的基础底线，明确了防渗工程必须达到的基本性能要求，确保工程能够有效发挥防渗作用，保障渠道正常输水功能，避免因性能不达标造成水资源浪费、工程损坏等问题。优级标准针对高质量工程需求，设定了更为严格的性能指标，引导防渗技术研发与施工工艺向更高水平推进，推动工程质量持续提升。两类标准相互补充、各有侧重，既为工程验收提供了明确的合格判定依据，守住质量底线，又为技术创新和质量升级指明了方向，鼓励通过材料改进、工艺优化实现更优的防渗效果，满足不同工程场景、不同质量需求下的多样化应用诉求^[5]。

3.4 评估流程

防渗效果评估流程需贯穿工程全生命周期，形成闭

环管控机制，确保全程质量可控。施工期评估聚焦各道工序的过程质量检验，通过对每一道施工环节的严格检测，及时发现并整改施工中的质量隐患，避免不合格工序进入下一环节，从源头把控工程整体质量，为后续运行奠定良好基础。运行期评估实行定期全面检测制度，重点关注接缝、节点等易出现问题的薄弱部位，实时捕捉工程性能变化趋势，为日常维护保养提供精准依据，防止小问题积累扩大为严重故障。修复后评估针对已出现的渗漏部位，在修复完成后进行专项性能检测，验证修复措施的有效性，确保渗漏问题得到彻底解决，保障工程整体防渗性能不受影响。这一全流程评估机制，形成了“施工管控-运行监测-修复验证”的闭环管理，全面保障防渗工程长期稳定发挥效能。

结束语：防渗技术在水利渠道施工中意义重大，不仅能提升水资源利用率、增强渠道结构稳定性、保护生态环境，还可带来显著经济效益。施工工艺的改进策略从材料、流程、设备技术等多方面发力，为防渗质量提供保障。而构建完善的防渗效果评估体系，贯穿工程全生命周期，能确保防渗工程长期稳定发挥效能。各方应重视并落实相关工作，推动水利事业可持续发展。

参考文献

- [1]格日乐,方伟.水利工程中堤防防渗施工技术分析与应用[J].大众标准化,2025,(05):59-61.
- [2]赵龙.水利工程施工中河道堤坝防渗加固技术的应用探讨[J].建筑与装饰,2024,(17):193-195.
- [3]高武林.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用研究[J].价值工程,2024,43(24):139-142.
- [4]王芳,李强,刘勇.水利工程防渗技术的发展与展望[J].水利科技进展,2022,49(4):78-82.
- [5]霍礼锋.水利工程施工中防渗技术的创新应用与效果评估[J].建筑砌块与砌块建筑2025,(10):1-3