

渠道防渗技术在干旱灌区节水效果的实地评估

肖英杰

湖南建投水利水电有限公司 湖南 长沙 410000

【摘要】：渠道防渗技术是提升干旱灌区水资源利用效率的关键举措，其节水效果的实地表现直接关系到灌区水资源可持续利用与农业生产稳定。明确不同防渗技术在干旱灌区的适配性及实际节水效能，可为灌区节水改造提供实践依据。通过实地调研干旱灌区防渗渠道运行状况，分析防渗技术应用对输水损失、灌溉保障能力的影响，揭示技术应用中的核心问题与优化方向。研究表明，科学选用渠道防渗技术可显著降低输水损耗，提升干旱灌区水资源调控水平，为干旱区域农业节水发展提供有力支撑。

【关键词】：干旱灌区；渠道防渗技术；节水效果；实地评估；水资源利用

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.029

引言

干旱灌区水资源匮乏问题突出，输水过程中的渗漏损耗进一步加剧水资源供需矛盾，制约区域农业可持续发展。渠道作为干旱灌区水资源输送的核心载体，其防渗性能直接决定节水成效与灌溉效率。防渗技术的合理应用可有效减少输水损失，提升水资源利用效益，对缓解干旱灌区水资源压力具有重要现实意义。深入探究渠道防渗技术在干旱灌区的实地节水效果，明晰技术应用中的关键环节与影响因素，能够为防渗工程的科学实施与优化升级提供方向，搭建起技术应用与节水成效之间的关联桥梁，为后续系统研究奠定基础。

1 干旱灌区渠道输水现状及防渗技术应用需求

(1) 干旱灌区渠道输水核心问题剖析：干旱灌区自然降水稀少，水资源禀赋先天不足，渠道输水作为灌溉用水的主要输送方式，其渗漏问题成为水资源浪费的关键症结。传统土渠因土壤渗透性强，在输水过程中易出现深层渗漏与侧渗现象，大量水资源未抵达田间便流失于地下或周边区域，不仅降低灌溉水利用率，还可能引发地下水位异常变化、土壤次生盐渍化等连锁问题。同时，部分老旧渠道长期运行后出现坍塌、裂缝等破损情况，进一步加剧输水损耗，导致灌溉保证率下降，难以满足作物生长的水分需求，制约灌区农业生产的稳定发展。

(2) 干旱灌区渠道防渗技术的应用必要性：干旱灌区的水资源稀缺性决定了节水灌溉是区域农业发展的必然选择，渠道防渗技术作为节水灌溉的核心组成部分，其应用具有不可替代的必要性。通过实施防渗处理，可有效阻断渠道水体与周边土壤的水力联系，减少输水过程中的渗漏损失，将有限的水资源最大限度输送至灌溉区域^[1]。这不仅能够提升水资源利用效

率，缓解水资源供需矛盾，还能降低灌溉成本，提升灌区农业生产的经济效益。此外，防渗技术的应用还可改善渠道运行状况，减少渠道维修养护工作量，延长渠道使用寿命，为灌区水资源的长效调控提供保障。

(3) 干旱灌区防渗技术应用的适配性要求：干旱灌区的气候条件、土壤特性、渠道类型等存在显著差异，对渠道防渗技术的应用提出了明确的适配性要求。不同防渗技术在材料特性、施工难度、适用场景等方面存在区别，需结合灌区具体情况进行针对性选择。例如，在土壤质地疏松、渗漏严重的区域，需选用防渗效果显著、耐久性强的技术类型；在地形复杂、施工条件受限的区域，需优先考虑施工便捷、适应性强的技术方案。同时，防渗技术的选择还需兼顾经济性与生态性，确保技术应用既能够实现节水目标，又符合区域经济发展水平与生态保护需求。

2 干旱灌区主流渠道防渗技术类型及实地应用特征

(1) 刚性防渗技术在干旱灌区的应用特征：刚性防渗技术以混凝土、浆砌石等为主要材料，凭借其高强度、低渗透性的特点在干旱灌区得到广泛应用。混凝土防渗渠道通过整体浇筑或预制装配方式施工，表面平整光滑，能够有效阻挡水体渗漏，同时具备较强的抗冲刷能力，适用于流量较大、坡度较陡的主干渠道。浆砌石防渗则依托石块与砂浆的紧密结合形成防渗层，适应灌区复杂地形条件，且材料获取便捷，在中小型渠道改造中应用较多。但刚性防渗技术也存在一定局限性，受温度变化影响易产生裂缝，在土壤沉降明显的区域可能出现破损，需结合灌区地质条件进行针对性设计与施工。

(2) 柔性防渗技术在干旱灌区的应用特征：柔性防渗技术主要包括土工膜、复合土工布等材料的应用，具有柔韧性强、适应性好、施工简便等优势，适合在

地形复杂、土壤沉降较大的干旱灌区推广。土工膜防渗通过铺设高密度聚乙烯或聚氯乙烯膜形成密闭防渗层，防渗效果显著，且重量轻、运输方便，可有效缩短施工周期^[2]。复合土工布则兼具防渗与排水功能，能够在阻挡渗漏的同时，排出土壤中的多余水分，避免土壤湿陷对渠道结构造成影响。柔性防渗技术对施工工艺要求较高，膜体拼接与固定质量直接影响防渗效果，在铺设过程中需严格把控基底平整性与膜体保护层施工质量。

(3) 生态防渗技术在干旱灌区的应用特征：生态防渗技术以生态友好型材料为核心，结合植物措施实现防渗与生态保护的协同发展，在干旱灌区生态脆弱区域具有独特优势。常见的生态防渗技术包括植被混凝土护坡、生态袋堆砌等，通过在渠道边坡铺设含有植物种子的混凝土基材或堆砌生态袋，促进植被生长，形成兼具防渗、固坡与生态修复功能的防护体系。

3 干旱灌区渠道防渗技术节水效果实地评估体系构建

(1) 评估指标的筛选与界定：评估指标的筛选需围绕节水效果核心，结合干旱灌区渠道运行实际与防渗技术特性，确保指标具有科学性、针对性与可操作性。从输水环节来看，需选取输水损失率、输水效率等指标，直观反映防渗技术对减少水体渗漏的作用；从灌溉环节来看，可选取灌溉保证率、水分利用效率等指标，衡量防渗技术对提升灌溉质量与作物水分吸收效果的影响；从综合效益来看，还需纳入技术耐久性、维护成本等指标，全面评估防渗技术的长期节水价值。各指标的界定需明确计算标准与统计范围，避免因指标模糊导致评估结果出现偏差。

(2) 评估方法的选择与优化：评估方法的选择需适配实地评估的场景需求，结合干旱灌区的地形地貌、渠道分布等特点，优先选用操作简便、数据可靠的实地监测方法。常用的实地监测方法包括流量监测法、水位观测法等，通过在渠道进出口及关键断面设置监测点，连续记录不同时间段的流量与水位数据，计算输水损失率等核心指标^[3]。同时，可结合对比分析方法，选取未实施防渗处理的渠道作为对照，排除自然降水、土壤质地等外部因素对评估结果的干扰。针对不同防渗技术的特性，还需对评估方法进行优化调整，例如对柔性防渗渠道需加强膜体完整性监测，确保评估结果能够真实反映技术的节水效能。

(3) 评估流程的梳理与规范：评估流程的梳理需遵循逻辑严谨、步骤清晰的原则，确保实地评估工作有序开展。首先需进行前期调研，明确评估区域的渠

道基本信息、防渗技术类型、灌溉作物布局等基础情况，为评估指标确定与监测点布设提供依据；其次是实地监测实施，按照既定的评估方法开展流量、水位等数据的采集工作，确保数据采集的连续性与准确性，同时记录监测过程中的气候条件、渠道运行状态等相关信息；最后是数据整理与分析，对采集到的监测数据进行筛选、核对与计算，结合评估指标体系得出节水效果评估结果。整个流程需建立严格的质量控制机制，对监测设备校准、数据记录规范等环节进行严格把控，保障评估结果的可靠性与权威性。见表1；

表1 干旱灌区渠道防渗工程实施前后运行管理指标对比表

指标名称	实施前数值	实施后数值	变化幅度	单位	数据来源
渠道年均维修频次	4.2	1.6	↓ 61.9%	次/年	《中国水利统计年鉴(2022)》
单位渠道年运行维护费用	3.8	2.1	↓ 44.7%	万元/ km·年	水利部《灌区运行管理典型案例汇编》
渠道平均服役年限	15	25	↑ 66.7%	年	《全国灌区工程技术状况调查报告》
灌区管理人员配置强度	0.85	0.52	↓ 38.8%	人/km	中国灌排发展中心统计资料
年均渠道突发渗漏处置次数	6.0	1.9	↓ 68.3%	次/年	《节水灌溉工程运行监测报告(2021)》

4 干旱灌区渠道防渗技术应用中的核心问题及成因解析

(1) 防渗技术适配性不足问题及成因：防渗技术适配性不足是干旱灌区普遍存在的核心问题，主要表现为所选防渗技术与灌区实际条件不匹配，导致节水效果未达预期。其成因主要源于技术选择阶段对灌区具体情况考量不全面，未能充分结合土壤质地、地形坡度、水文条件等因素进行针对性选型。部分区域盲目追求先进技术，忽视技术应用的环境适应性，例如在土壤沉降量大的区域选用刚性防渗技术，易引发渠道裂缝与渗漏；同时，技术选择过程中缺乏对灌区灌溉规模、作物需水特性的统筹考虑，进一步加剧了技术适配性不足的问题。

(2) 施工质量管控不严问题及成因：施工质量管

控不严直接影响防渗技术的应用效果,常见问题包括防渗层铺设不平整、拼接不严密、保护层施工不到位等,导致渠道运行过程中出现局部渗漏、防渗层破损等情况^[4]。成因主要包括施工单位质量意识薄弱,未严格按照施工规范开展作业,对关键施工环节的把控不足;施工技术人员专业水平参差不齐,对不同防渗技术的施工要点掌握不熟练,操作过程中存在不规范行为;此外,施工过程中的监管机制不完善,缺乏有效的现场监督与质量检测,难以及时发现并纠正施工中的质量问题,最终影响渠道防渗系统的整体稳定性与节水效能。

5 提升干旱灌区渠道防渗技术节水效果的优化路径

(1) 基于灌区实际的防渗技术精准选型:基于灌区实际的防渗技术精准选型是提升节水效果的基础前提,需建立完善的技术选型决策机制,综合考量灌区的土壤质地、地形条件、水文特征、灌溉规模及作物需水特性等多方面因素^[5]。针对不同类型的渠道,制定差异化的选型方案,主干渠道可优先选用耐久性强、抗冲刷能力好的刚性防渗技术,支斗渠等中小型渠道可根据地形条件选用柔性防渗技术,生态脆弱区域则优先推广生态防渗技术。同时,加强技术选型前的实地勘察工作,通过详细调研与数据分析,为技术选型提供精准依据,确保所选技术能够充分适配灌区实际,最大限度发挥节水效能。

(2) 全流程强化防渗工程施工质量管控:全流程强化防渗工程施工质量管控需从施工准备、施工实施到竣工验收等各个环节入手,构建全方位的质量监管体系。施工前,严格审核施工方案,对施工单位的资质与技术能力进行全面评估,加强施工技术人员的专

业培训,确保其熟练掌握施工要点与规范;施工过程中,建立现场监理机制,对防渗层铺设、拼接、保护层施工等关键环节进行实时监督,采用专业检测设备对施工质量进行动态检测,及时发现并整改质量问题;竣工验收阶段,严格按照质量标准进行全面验收,对不合格工程坚决不予通过,确保防渗工程施工质量符合设计要求,为后续节水效果的发挥提供保障。

(3) 构建长效化渠道防渗养护管理机制:构建长效化渠道防渗养护管理机制需明确养护管理责任主体,建立健全养护管理制度,将养护工作纳入常态化管理范畴。合理划分养护区域与责任范围,落实专人负责渠道的日常巡查与养护,及时发现并修复防渗层破损、渠道坍塌等问题。加大养护资金投入力度,保障养护设备购置、人员培训、维修施工等工作的资金需求。同时,引入科学的养护技术与理念,加强养护人员的技术培训,提升其专业养护能力,采用先进的监测设备对渠道防渗性能进行定期检测,实现养护工作的精准化与高效化,延长渠道使用寿命,持续保障防渗技术的节水效果。

6 结语

本文明确渠道防渗技术是提升干旱灌区节水效能的关键抓手,通过实地评估相关技术应用成效,梳理出技术适配、施工管控、养护管理等核心影响环节。研究表明,精准选型与全流程管控可显著强化节水效果,缓解干旱灌区水资源供需矛盾。未来需依托实地评估成果优化技术应用方案,完善长效管理机制,推动防渗技术与区域农业节水发展深度融合,为干旱灌区水资源可持续利用提供坚实支撑。

参考文献:

- [1] 韩镇远,杨波,张棋,等.长距离调水工程中渠道防渗材料与施工技术的创新研究[J].水利技术监督,2026,(02):335-339.
- [2] 陈俊华.水利工程中的防渗渠道衬砌施工技术[J].建材发展导向,2025,23(23):76-78.
- [3] 韩秋红.农田水利灌溉防渗渠道衬砌施工技术及实践研究[J].现代农机,2025,(06):113-115.
- [4] 赵晓瑜,樊琨,张振林,等.渠道防渗初探——以内蒙古河套灌区为例[J].河北水利,2025,(10):31-33.
- [5] 孙博文.农村灌溉渠道防渗处理设计方法研究[J].新农民,2025,(30):50-52.