

农村灌区渠道渗漏损失评估与防渗措施分析

谭振登

湖南建投水利水电有限公司 湖南 长沙 410000

【摘要】：农村灌区渠道渗漏是水资源浪费的主要诱因，直接影响灌溉效率与农业生产稳定性。精准评估渗漏损失是制定有效防渗措施的前提，通过剖析渗漏影响因素，明确评估核心方向，适配针对性防渗技术，可显著降低渗漏风险，提升水资源利用率。研究聚焦渗漏评估与防渗实践的核心逻辑，为农村灌区渠道工程优化升级及可持续发展提供关键支撑。

【关键词】：农村灌区；渠道渗漏；损失评估；防渗措施；水资源利用

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.052

引言

农村灌区渠道作为水资源输送的核心载体，其防渗性能关乎灌区水利工程的运行效能。渗漏现象的普遍存在，不仅造成水资源大量流失，还可能引发土壤次生盐碱化、渠道结构损坏等连锁问题，制约灌区农业发展与水资源合理配置。精准把握渗漏损失状况，探寻适配性防渗路径，成为破解灌区水资源困境、提升灌溉系统综合效益的关键。深入梳理渗漏评估思路与防渗技术要点，可为渠道工程优化提供有力支撑，推动灌区水利事业高质量发展。

1 农村灌区渠道渗漏损失的核心影响因素解析

渠道渗漏程度主要由工程建设质量、水文地质条件及运行维护水平三大核心因素决定。工程建设质量作为基础因素，关键体现在渠床夯实、衬砌材料选择与施工工艺落实上，渠床未按标准分层夯实会因土壤孔隙率过高形成渗漏通道，劣质衬砌材料易老化开裂，施工接缝或伸缩缝处理不当也会成为渗漏突破口，而边坡坡度与地形不匹配则可能引发坍塌裂缝，加剧渗漏风险^[1]。水文地质条件是自然基础因素，松散土层、砂层等强透水区域渗漏量大，地下水位差会进一步增强渗透驱动力；黏性土层透水性较弱但抗冲刷差，长期水流作用下易因渠床变形破坏防渗结构，降水量与地下水补给状况也会间接影响渗漏稳定性。运行维护水平直接关乎防渗结构寿命，泥沙沉积、植被根系破坏、破损未及时修复及不合理输水调度，均会持续加剧渗漏状况。

2 农村灌区渠道渗漏损失的评估思路与核心要点

2.1 渗漏损失评估的基础前提与调研重点

渗漏损失评估需以全面掌握渠道实际状况为基础前提，核心调研内容应围绕渠道基本参数、运行工况及周边环境展开。渠道基本参数调研包括渠道长度、断面尺寸、衬砌类型及材料特性等，这些参数是判断

渗漏风险等级、选择评估方法的核心依据，需通过实地勘察逐一核实，确保数据的准确性与完整性。运行工况调研需明确渠道的常规输水流量、水位变化范围、输水周期等，不同运行条件下水流对渠道的作用强度不同，渗漏损失规律也存在差异。周边环境调研重点关注水文地质条件、气候特征及植被覆盖情况，水文地质条件决定了地下水与渠道水的相互作用关系，气候特征中的降水、气温变化会影响渠道结构的稳定性，植被覆盖情况则关系到渗漏通道的潜在形成风险。

2.2 多元化渗漏损失评估方法的应用逻辑

多元化渗漏损失评估方法的应用需结合渠道实际情况合理选择，确保评估结果的科学性与可靠性。水量平衡法通过测算渠道进水口与出水口的水量差值，结合输水时间计算渗漏损失，该方法操作简便、适用性广，适用于断面规则、输水稳定的渠道，但需严格控制水量监测的精度，避免因监测误差影响评估结果^[2]。渗流场模拟法基于水文地质条件构建数学模型，模拟水流渗透路径与渗漏量，适用于地质条件复杂、渗漏通道隐蔽的渠道，应用过程中需合理设定模型参数，确保模型与实际情况的一致性。

2.3 渗漏损失评估结果的验证与校准要点

渗漏损失评估结果的验证与校准是提升评估准确性的关键环节，需通过多维度对比分析逐步优化。将不同评估方法的结果进行交叉验证，若多种方法评估结果差异较小，说明评估结果可信度较高；若差异较大，需重新核查调研数据，分析方法选择的合理性，调整评估参数。结合渠道长期运行的实际情况进行验证，对比评估期间与历史同期的水资源利用数据、渠道周边地下水位变化情况，若评估结果与实际运行现象相符，即可确认评估结果的有效性。

3 农村灌区渠道防渗技术的类型与适配性分析

3.1 刚性防渗技术的技术特性与应用场景

刚性防渗技术以混凝土、浆砌石等刚性材料为核心，通过铺设衬砌层形成连续的防渗屏障，其技术特性表现为防渗效果显著、结构强度高、使用寿命长。混凝土衬砌技术通过在渠床和边坡浇筑混凝土形成防渗层，可有效阻隔水流渗透，适用于流量较大、流速较快的主干渠道，尤其适用于地形平缓、地质条件稳定的区域，但该技术对施工工艺要求较高，低温环境下易出现冻胀裂缝，需做好伸缩缝设置与保温处理。

3.2 柔性防渗技术的材料优势与施工要求

柔性防渗技术采用土工膜、复合土工布等柔性材料作为防渗主体，材料优势体现在柔韧性好、重量轻、防渗性能优异，且适应地形变形的能力强。土工膜防渗技术通过铺设高密度聚乙烯土工膜形成防渗层，适用于各类断面的渠道，尤其适用于地质条件复杂、易发生沉降变形的区域，如松散土层、软土地基等，施工过程中需重点做好膜体拼接处的焊接质量控制，避免出现渗漏缝隙^[3]。复合土工布防渗技术结合了土工布的抗拉性能与土工膜的防渗性能，适用于渠道边坡防护与防渗一体化工程，施工时需确保膜布与渠床贴合紧密，避免出现悬空、褶皱等情况影响防渗效果。

3.3 生态防渗技术的绿色价值与适用条件

生态防渗技术以生态友好型材料和自然修复理念为核心，兼具防渗功能与生态保护价值，能够减少对周边生态环境的破坏，促进灌区生态系统的平衡发展。植被防渗技术通过在渠道边坡种植根系发达的草本、灌木等植物，利用根系固土作用增强边坡稳定性，同时植物落叶与根系分泌物可改善土壤结构，降低土壤透水性，适用于渗漏量较小、坡度较缓的支渠、农渠，尤其适用于生态敏感区域。生态混凝土防渗技术采用多孔生态混凝土作为衬砌材料，既具备一定的防渗性能，又能为微生物和植物提供生长空间，促进水体与土壤的物质交换，适用于对生态环境要求较高的灌区渠道，其适用条件为地形稳定、输水流量适中，且周边具备良好的生态修复基础。见表 1：

表 1 不同渠道防渗技术工程经济性与运行指标对比表

防渗技术类型	单位造价(元/m ²)	设计使用年限(年)	年均维护费用(元/m ² ·年)	适用渠道等级	国内典型应用区域
混凝土衬砌防渗	180~260	30~40	3.5~5.0	干渠、支干渠	华北平原灌区

浆砌石衬砌防渗	150~220	25~35	4.0~6.0	支渠、斗渠	西南丘陵区
土工膜防渗	90~150	15~25	2.0~3.5	各级渠道	黄淮海平原
复合土工布防渗	110~180	20~30	2.5~4.0	支渠、农渠	长江中下游灌区
生态防渗(植被/生态混凝土)	80~160	15~25	1.5~3.0	农渠、小支渠	南方生态灌区

数据来源：数据根据《全国农田水利建设统计年鉴》《中国水利工程造价信息》《灌区续建配套与节水改造技术指南（水利部）》及部分省级灌区工程概算资料整理汇总。

4 农村灌区渠道防渗工程的实施流程与保障措施

4.1 防渗工程前期勘察与方案设计要点

防渗工程前期勘察需全面覆盖渠道及周边区域的关键信息，为方案设计提供精准依据。勘察工作应重点开展地形地貌勘察，明确渠道沿线的高程变化、边坡坡度等地形特征，判断渠道结构的稳定性；开展水文地质勘察，查明地下水位、土层分布、土壤透水性等地质参数，确定渗漏的主要路径与风险点；开展渠道现状勘察，核实渠道现有防渗结构的破损情况、输水能力及运行缺陷。方案设计需结合勘察结果与灌区实际需求，合理选择防渗技术类型，确定防渗层厚度、材料规格等核心参数，同时兼顾工程经济性与生态兼容性^[4]。设计过程中需充分考虑渠道的运行工况，确保方案能够适应常规输水流量与水位变化，避免因设计不合理导致工程失效。

4.2 防渗工程施工过程的质量管控关键

防渗工程施工过程的质量管控需贯穿施工全流程，聚焦关键环节落实管控措施。施工准备阶段需严格核查进场材料的质量，对混凝土、土工膜、生态材料等核心材料进行抽样检测，确保材料性能符合设计标准；对施工机械设备进行调试，保障设备运行状态稳定。施工实施阶段针对不同防渗技术制定专项管控方案，刚性防渗技术需重点控制衬砌层浇筑、砌筑的密实度，确保结构无裂缝、无空洞；柔性防渗技术需强化膜体拼接、铺设的质量控制，通过现场试验验证焊接强度与贴合度；生态防渗技术需规范植物种植流程，确保植物成活率与根系生长效果。施工过程中需做好现场监测记录，及时发现并整改施工缺陷，避免

质量问题遗留。

4.3 防渗工程后期运维与效果监测方法

防渗工程后期运维需建立常态化管理机制，保障防渗结构的长期稳定运行。日常运维工作包括定期清理渠道内的泥沙、杂物，避免水流受阻引发局部冲刷；定期检查防渗层的完整性，对发现的裂缝、破损、老化等问题及时进行修复，防止渗漏范围扩大；清理渠道周边的杂草植被，避免根系破坏防渗结构。效果监测需设置科学的监测指标与观测点，核心监测指标包括渗漏损失量、渠道水位变化、防渗层变形情况等。监测方法可采用水量监测法、渗透压力传感器监测法、无人机巡检法等，通过定期采集监测数据，分析防渗工程的运行效果，预判潜在风险。监测数据需进行系统整理分析，为运维工作的优化调整提供数据支撑。

5 农村灌区渠道渗漏治理的实践优化与长效发展路径

5.1 基于区域差异的防渗方案个性化优化

基于区域差异的防渗方案个性化优化需充分考量不同灌区的自然条件、经济水平与灌溉需求，避免方案同质化。在水资源紧缺地区，应优先选择防渗效果优异的刚性或柔性防渗技术，最大限度降低渗漏损失，提升水资源利用率；在生态敏感区域，需重点采用生态防渗技术，兼顾防渗功能与生态保护，减少对周边生态系统的干扰。对于经济基础薄弱的农村灌区，可选择成本较低、施工简便的防渗技术，如浆砌石衬砌、土工膜防渗等，同时可采用分期实施的方式，逐步推进防渗工程建设。在地形复杂的山区灌区，需结合地形特点优化渠道断面设计与防渗技术选型，提升工程的适应性与稳定性。

5.2 防渗技术与灌区整体规划的协同融合

防渗技术与灌区整体规划的协同融合是提升灌区

综合效益的关键，需将防渗工程纳入灌区水利设施建设的整体框架中统筹推进。在灌区规划阶段，应同步开展渠道渗漏风险评估，明确防渗工程的建设范围与优先级，确保防渗工程与灌区取水工程、输水工程、排水工程等形成协同体系^[5]。结合灌区的灌溉面积、作物类型、输水距离等规划参数，优化防渗技术的应用布局，主干渠道重点保障输水效率，采用高强度防渗技术；支渠、农渠兼顾经济性与实用性，选择适配性强的防渗方案。

5.3 渗漏治理长效机制的构建与完善策略

渗漏治理长效机制的构建与完善需从管理、技术、资金等多维度发力，形成持续保障渠道防渗效果的体系。管理机制方面，建立权责清晰的管理体系，明确相关部门在渗漏治理中的职责，落实日常运维责任制，确保各项管理措施落地见效。技术机制方面，加强防渗技术的研发与推广，鼓励采用新型环保、高效的防渗材料与施工工艺，同时建立技术交流平台，分享渗漏治理的实践经验，提升技术应用水平。资金机制方面，构建多元化的资金保障体系，整合财政补贴资金、灌区自筹资金等，保障防渗工程建设、运维与监测的资金需求。加强宣传引导，提升灌区相关主体对渗漏治理重要性的认知，形成全社会共同参与的渗漏治理格局。

6 结语

本文明确了农村灌区渠道渗漏的核心影响因素，梳理了科学的渗漏损失评估思路，剖析了不同防渗技术的适配性及工程实施与长效管理要点。合理开展渗漏评估与针对性防渗措施应用，可有效降低水资源浪费，提升灌区灌溉效能，保障农业生产稳定。未来需结合区域实际持续优化防渗方案，强化技术与管理协同，为农村灌区水利事业可持续发展提供坚实保障。

参考文献：

- [1] 王海刚.农田水利灌区渠道维修与养护技术分析[J].农业机械,2025,(04):111-113.
- [2] 马永歆.灌区农村饮水安全工程管理存在的问题及对策[J].农村实用技术,2024,(12):117-118.
- [3] 马永歆.灌区农村饮水安全的水源保障研究[J].农村实用技术,2024,(11):120-121.
- [4] 杜晨旭.浅谈引大灌区农田水利渠道维修管理[J].农业科技与信息,2021,(18):99-100.
- [5] 王转周.河西地区灌区农田水利渠道设计及其施工技术探讨[J].农业科技与信息,2020,(16):88-89.