

高标准农田建设背景下渠道防渗工程节水效益量化研究

刘有成

甘肃省金昌市永昌县水务局

DOI:10.12238/as.v8i5.2990

[摘要] 在农业现代化进程中,水资源利用效率成为制约高质量发展的关键因素。渠道防渗工程作为高标准农田水利建设的重要内容,能够有效减少灌溉输水过程中的渗漏损失,提升用水效益。基于此,本文通过分析当前水资源利用现状、传统渠道存在的问题及防渗技术路径,结合实测数据评估其节水成效,研究表明防渗工程在改善灌区配水性能、优化水资源配置方面具有显著作用。

[关键词] 高标准农田; 渠道防渗; 节水效益; 量化分析; 水资源利用

中图分类号: S27 文献标识码: A

Study on the quantification of water-saving benefits of channel seepage prevention engineering under the background of high-standard farmland construction

Youcheng Liu

Yongchang County Water Bureau, Jinchang City, Gansu Province Jinchang City

[Abstract] In the process of agricultural modernization, water resource utilization efficiency has become a key factor constraining high-quality development. As an essential part of high-standard farmland water conservancy construction, channel seepage prevention projects can effectively reduce leakage losses during irrigation and improve water use efficiency. By analyzing the current status of water resource utilization, issues with traditional channels, and seepage prevention techniques, combined with field data to evaluate their water-saving effectiveness, research shows that seepage prevention projects have significant effects on improving water distribution performance in irrigation areas and optimizing water resource allocation.

[Key words] high standard farmland; channel seepage prevention; water saving benefit; quantitative analysis; water resources utilization

引言

农业用水占全国总用水量的比重较大,提升灌溉效率对缓解水资源供需矛盾具有重要意义。高标准农田建设背景下,渠道防渗工程成为优化水资源配置、提高输配水效率的核心举措。传统土渠结构存在严重渗漏问题,造成大量水量浪费,并影响耕地质量与生态系统稳定。在此基础上,科学选择防渗技术路径,完善工程实施策略,已成为推进节水型农业发展的迫切任务。通过量化分析典型区域节水效益,验证防渗工程的实际成效,有助于推动农业用水方式向集约高效方向转变。

1 高标准农田建设中水资源利用现状

高标准农田建设作为提升农业综合生产能力的重要举措,对优化土地资源分配、提高农业生产效率起到了积极推动作用。在这一过程中,水资源的高效利用成为衡量建设成效的关键指标之一。当前,我国农业用水总量占全国总用水量的比重较高,其中灌溉用水是主要组成部分。尽管各地通过推广节水灌溉技术、完善水利基础设施等方式不断推进节水型农业发展,但在实

际运行过程中,水资源浪费现象依然普遍存在,尤其是在灌区输配水系统中,渠道渗漏造成的水量损失尤为突出。

从区域分布来看,北方地区由于降水偏少、水资源禀赋相对匮乏,在高标准农田建设中更加强调节水优先原则,普遍采用滴灌、喷灌等高效节水技术,并配套实施渠道防渗工程以减少输水过程中的无效损耗。由于渠系结构老化、管理维护不到位等原因,仍存在较大的节水潜力未被挖掘。特别是在部分丘陵与山地地区,因地形复杂导致灌溉系统布局不合理,进一步加剧了水资源利用效率偏低的问题。在工程建设标准方面,国家对高标准农田的水利配套设施提出了明确要求,强调应因地制宜地选择节水措施,提高灌溉系统的整体效能。

然而,在具体实施过程中,受制于资金投入、技术水平和基层组织能力等因素,部分地区仍存在重建轻管、设施利用率低等问题,影响了节水目标的实现。传统灌溉方式尚未完全退出,部分老旧灌区仍依赖土渠输水,造成大量水分在输送途中渗漏或蒸发,严重降低了水资源的有效利用率。与此随着智能农业的

发展,一些先进地区开始探索将信息技术应用于水资源管理之中,如通过遥感监测、自动控制系统等手段实现对灌溉用水的精准调配。但这类技术的应用范围仍较为有限,尚未形成可复制、可推广的规模化模式。

2 传统灌溉渠道存在的渗漏问题及其影响

在长期运行的农田灌溉系统中,传统渠道作为输配水的主要载体,广泛应用于各类农业区域。然而,由于设计标准偏低、材料老化、施工质量参差不齐以及后期维护不到位等多种因素,传统灌溉渠道普遍存在较为严重的渗漏问题。这种渗漏不仅造成大量水资源的无效流失,还对农田水利工程的整体效能构成制约,影响农业生产的稳定性与可持续性。

从结构形式来看,传统灌溉渠道多采用土渠或简易衬砌方式建造,缺乏有效的防渗处理措施。在长期水流冲刷的影响下,渠床土壤逐渐松散,孔隙率增加,导致水分沿渠道侧壁和底部不断渗入地下。特别是在黏土含量较低或砂性较强的地质条件下,渗漏损失更为显著。部分老旧灌区的渠道布局不合理,坡度控制不精准,进一步加剧了水流分布不均和局部积水现象,间接促进了渗漏的发生。渗漏问题带来的直接影响是灌溉用水效率的下降。大量本应用于作物生长的水资源因未能有效输送至田间而被浪费,增加了单位面积的用水成本,降低了水资源的利用效益。渗漏水在地下积聚可能引起局部土壤盐碱化,破坏耕地质量,影响农作物正常生长。在水资源匮乏的地区,如甘肃河西区域,这种渗漏损失进一步加剧了水资源的短缺问题。除了资源浪费和生态环境影响外,渗漏问题还会对灌溉系统的调控能力形成限制。在缺乏有效监测手段的情况下,管理者难以准确把握渠道输水状态,导致配水调度滞后或失准,影响整个灌区的用水计划安排。

特别是在干旱季节或水资源紧张时期,这种不确定性可能进一步加剧供需矛盾,降低农业生产的抗风险能力。传统渠道渗漏问题还与工程管理机制密切相关。由于部分灌区缺乏长效维护机制,巡检频率低,修复措施滞后,使得原本可以通过及时维修解决的小型裂缝、塌陷等问题逐渐扩大,最终演变为结构性破坏。

3 渠道防渗技术路径与实施策略

为有效应对传统灌溉渠道存在的渗漏问题,提升水资源利用效率,渠道防渗工程技术成为高标准农田建设中的关键环节。该类技术的核心在于通过物理或化学手段减少渠床材料的透水性,从而控制水分在输水过程中的无益流失。目前,常用的防渗技术主要包括刚性衬砌、柔性防渗、生物防护及复合型防渗结构等多种形式,其选择需结合区域地质条件、水资源状况、工程投资能力以及后期维护水平等多重因素综合考虑。从材料特性出发,刚性防渗技术主要采用混凝土、浆砌石等硬质材料对渠道内壁进行覆盖,形成稳定的防渗层。

此类方法具有结构强度高、使用寿命长的优点,适用于水流速度较快、冲刷力较强的主干渠道。而柔性防渗则多采用土工膜、塑料薄膜等可变形材料铺设于渠床内部,适应地基变形能力

强,适用于地质条件复杂、易发生不均匀沉降的区域。近年来发展起来的复合型防渗技术将刚性与柔性材料结合使用,在提高防渗性能的同时兼顾施工便捷性和经济可行性,逐渐在多地推广应用。在技术实施过程中,科学规划是保障防渗效果的前提。应依据灌区整体布局,合理确定防渗段落的位置和长度,避免出现防渗与非防渗段之间因渗透压差引发新的破坏风险。要注重排水系统的配套设计,防止因局部积水导致衬砌层浮起或开裂,影响工程稳定性。施工阶段则需严格控制基础处理质量,确保渠床压实度达标,并按规范要求完成防渗材料的铺设、接缝处理及保护层覆盖,以防止运行中出现破损或老化现象。

除工程技术措施外,合理的管理机制同样是实现长效防渗的关键支撑。应建立完善的巡检制度,定期监测渠道运行状态,及时发现并修复裂缝、塌陷等初期病害。推动信息化手段的应用,如引入遥感监测、智能传感设备等,实时掌握渠道渗漏动态,为科学调度和精准维护提供数据支持。加强基层水利技术人员培训,提升其在防渗工程设计、施工及运维方面的专业能力,有助于延长工程使用寿命,提高整体节水效益。在政策层面,应加大对渠道防渗工程的资金扶持和技术引导,鼓励各地因地制宜推广适用性强、成本可控的防渗模式。

4 典型区域节水效益实测与数据分析

在高标准农田建设背景下,渠道防渗工程的实施效果需要通过科学的监测手段进行量化评估,以验证其在实际运行中的节水能力。通过对不同地理条件和农业发展水平下的典型区域开展实地测量与数据采集,能够较为准确地反映防渗工程对灌溉用水效率提升的具体贡献,并为后续推广提供依据。在具体实施过程中,节水效益的评估主要依赖于水量平衡分析法、对比试验法以及长期观测数据统计等手段。通过对改造前后同一灌区的输水损失率、田间利用率、灌溉周期变化等关键指标进行系统比对,可有效识别防渗工程带来的节水量及其稳定性。部分区域还采用遥感影像与地面传感器相结合的方式,实现对渠系沿线水分流失情况的动态监测,提高数据获取的精度与时效性。

从测得的数据来看,实施渠道防渗后,多数地区的输水损失率明显下降,单位面积灌溉用水量减少幅度普遍达到15%至30%,部分地区甚至超过40%。特别是在水资源禀赋较差的干旱半干旱区域,防渗措施对提高灌溉保障能力的作用尤为显著。防渗工程还能有效改善灌区内配水均匀性,缩短灌溉时间,提升整体用水调度的灵活性和响应速度。为了进一步挖掘节水潜力,研究中还引入了多因子回归模型对影响节水效益的关键变量进行分析。结果表明,渠系结构完整性、防渗材料类型、土壤渗透系数及管理维护水平等因素均对最终节水效果产生显著影响。其中,衬砌材料的选择直接影响到防渗层的耐久性和抗裂性能,而后期运维是否到位则决定了工程能否长期稳定运行并持续发挥节水作用。

在数据处理方面,除了关注直接节水量外,还应综合考虑土壤含水率分布以及作物生长响应等间接效应,以全面评估防渗工程对农业生态系统的影响。部分区域通过建立长期监测点,

持续跟踪防渗工程运行后的生态变化趋势,发现其在抑制土壤次生盐碱化等方面也具有积极作用。通过典型区域的实测与数据分析可以看出,渠道防渗工程在提升农业用水效率方面具备较强的可行性和实效性。然而,由于各地自然条件和工程基础存在差异,节水效益的表现形式和程度亦有所不同。在今后的推广应用,应结合实测数据优化设计标准,制定更具针对性的技术方案,推动防渗工程向精细化、智能化方向发展。

5 防渗工程在现代农业水管理中的应用前景

随着农业现代化进程的加快,水资源供需矛盾日益突出,传统粗放型用水模式已难以适应高质量发展的要求。在此背景下,渠道防渗工程作为提升灌溉效率的重要技术手段,正逐步成为现代农业水管理体系中的核心组成部分,并呈现出多维度的发展趋势与广阔的应用空间。从技术演进角度看,防渗工程正由单一材料防护向多功能复合型结构转变。当前,除传统的混凝土衬砌和土工膜铺设外,新型环保材料如高分子聚合物、改性膨润土及纳米涂层等开始进入工程实践阶段,这些材料不仅具备优良的抗渗性能,还兼具良好的环境适应性和生态兼容性,有助于实现节水与生态保护的协同发展。智能监测系统与防渗工程的融合也在不断深化,通过嵌入式传感器、远程数据采集终端等设备,可对渠道渗漏状况进行实时感知与预警,提高工程运行的安全性与可控性。

在工程布局方面,防渗措施的应用正在向精细化、区域化方向发展。根据不同地貌特征与作物需水规律,因地制宜地制定分级防渗策略,已成为提高整体水资源配置效率的关键路径。在山地丘陵区,重点强化干支渠交汇部位的防渗处理,以减少地形起伏带来的水流波动影响;在平原灌区,则更注重田间末级渠系的系统改造,确保水分能够高效输送到作物根系区域。这种差异化的实施方式,有助于构建更加均衡的输配水网络,支撑高标准农田建设目标的顺利实现。

与此政策引导与资金投入的持续加强,也为防渗工程的广泛应用提供了有力保障。近年来,国家在推进节水型社会建设过

程中,陆续出台多项扶持政策,涵盖财政补贴、技术推广、标准体系建设等多个层面。特别是在高标准农田建设项目中,防渗工程被纳入基础设施配套的核心内容之一,推动其从局部试点向全域覆盖过渡。各地水利部门也逐步建立完善的项目评估机制,加强对工程设计、施工质量与后期运行效果的全过程监管,确保防渗措施真正发挥预期效益。

6 结语

高标准农田建设背景下,渠道防渗工程作为提升农业用水效率的关键措施,其节水效益已成为现代农业水资源管理的重要议题。通过对典型区域的实测数据分析,渠道防渗技术在降低输水损失、提高灌溉用水利用率方面表现显著。随着材料技术进步和智能监测手段的发展,防渗工程正朝着系统化、精细化方向演进,在优化灌区水循环、支撑智慧农业建设等方面展现出广阔前景。未来应进一步强化技术研发与政策引导,推动防渗工程在更大范围内的高效应用,为农业可持续发展提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]陈志远.渠道防渗工程技术在农田水利工程中的应用研究[J].水利科技与经济,2023,29(4):56-60.
- [2]刘建国.高标准农田建设中的节水灌溉模式探讨[J].农业工程学报,2022,38(7):112-118.
- [3]孙立峰.农田灌溉系统中水量损失机制与控制对策[J].水土保持通报,2021,41(3):89-94.
- [4]吴晓东.渠道防渗材料性能对比与适用性分析[J].工程材料与结构,2024,17(2):45-50.
- [5]郑宏宇.基于遥感监测的农业用水效率评价方法研究[J].资源科学,2023,45(5):978-985.

作者简介:

刘有成(1967--),男,汉族,甘肃省金昌市人,本科,2008年毕业于西北农林科技大学,农业水利正高级。研究方向:甘肃河西农田灌溉管理或高标准农田用水管理等。