

# 基于节水灌溉技术的高标准农田水资源高效利用研究

李鸿宗

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6210

**[摘要]** 在全球水资源短缺与农业用水效率亟待提升的背景下,高标准农田建设对节水灌溉技术的创新应用提出了更高要求。本文以“技术-管理-政策”协同优化为理论框架,系统研究了基于节水灌溉技术的高标准农田水资源高效利用路径。首先,构建了涵盖滴灌、喷灌、智能灌溉等技术的分类体系,分析了不同技术模式的适配性及应用障碍;其次,建立了包含技术效率、经济效益、生态效益的多维度评价指标体系,明确了节水效果量化方法;通过实证研究,揭示了当前技术推广中存在的设备成本高、管理粗放、政策精准性不足等关键问题。在此基础上,提出了技术创新、管理机制优化、政策协同等系统性解决方案。本文为高标准农田水资源可持续利用提供了理论支撑与实践参考,对推动农业绿色转型与乡村振兴具有重要现实意义。

**[关键词]** 高标准农田; 节水灌溉技术; 水资源高效利用; 智能灌溉  
**中图分类号:** TU991.64 **文献标识码:** A

## Research on Efficient Utilization of High Standard Farmland Water Resources Based on Water saving Irrigation Technology

Hongzong Li

XPCC Surveying & Designing Institute Group Co., Ltd.

**[Abstract]** Against the backdrop of global water scarcity and the urgent need to improve agricultural water efficiency, the construction of high standard farmland has put forward higher requirements for the innovative application of water-saving irrigation technology. This article uses the theoretical framework of "technology management policy" collaborative optimization to systematically study the efficient utilization path of high standard farmland water resources based on water-saving irrigation technology. Firstly, a classification system covering drip irrigation, sprinkler irrigation, intelligent irrigation and other technologies was constructed, and the adaptability and application barriers of different technology modes were analyzed; Secondly, a multidimensional evaluation index system including technical efficiency, economic benefits, and ecological benefits has been established, and the quantification method of water-saving effect has been clarified; Through empirical research, key issues such as high equipment costs, extensive management, and insufficient policy precision in current technology promotion have been revealed. On this basis, systematic solutions such as technological innovation, optimization of management mechanisms, and policy coordination were proposed. This article provides theoretical support and practical reference for the sustainable utilization of high standard farmland water resources, which has important practical significance for promoting agricultural green transformation and rural revitalization.

**[Key words]** high standard farmland; Water saving irrigation technology; Efficient utilization of water resources; Intelligent irrigation

### 引言

全球水资源短缺与农业用水需求增长的矛盾日益尖锐,已成为制约农业可持续发展的核心挑战。联合国粮农组织(FAO)数据显示,农业用水占全球总用水量的70%以上,但传统漫灌方

式水资源利用效率不足50%,导致大量水资源浪费与生态环境压力加剧。在此背景下,高标准农田建设作为提升粮食产能与资源利用效率的关键举措,亟需通过节水灌溉技术的创新应用实现水资源高效利用。然而,当前节水灌溉技术推广仍面临技术适

配性不足、经济成本过高、管理机制滞后、政策激励缺失等多重障碍,制约了其规模化应用与综合效益发挥。

## 1 高标准农田节水灌溉技术体系

### 1.1 核心技术分类与特征

高标准农田节水灌溉技术体系涵盖了多种高效、精准的灌溉方式。其中,滴灌技术通过低压管道系统,将水直接输送到作物根部,实现局部灌溉,显著提高了水的利用率,可达95%以上。喷灌技术则利用喷头将水分散成细小水滴,均匀喷洒在作物上,适用于大面积作物灌溉,且不受地形限制。微喷灌技术结合了滴灌和喷灌的优点,既节水又均匀,特别适用于温室大棚等精细农业。此外,智能灌溉系统通过传感器实时监测土壤墒情和气象条件,自动调节灌溉量和时间,实现了灌溉的精准化管理。

### 1.2 技术适配性分析

不同的节水灌溉技术适用于不同的地理环境和作物类型。滴灌技术因其高效节水、精准灌溉的特点,特别适用于干旱缺水地区和经济作物种植。喷灌技术则因其覆盖面积大、适应性强,在大田作物和果园中广泛应用。微喷灌技术则更适用于设施农业和高效农业,能够满足作物对水分和养分的高需求。智能灌溉系统则适用于所有类型的农田,尤其是那些需要精细化管理的高标准农田。在选择技术时,需综合考虑地区水资源状况、作物需水特性、经济成本和管理水平等因素,确保技术的有效性和可持续性。

### 1.3 技术集成模式

为了实现水资源的高效利用,需要将多种节水灌溉技术进行集成应用。技术集成模式可以包括“工程节水+农艺节水+管理节水”三位一体。工程节水方面,通过优化灌溉系统布局、采用防渗材料等手段减少水损;农艺节水方面,推广节水作物品种、实施覆盖保墒等农艺措施;管理节水方面,建立科学的灌溉制度、加强用水计量和监管。此外,还可以将智能灌溉系统与传统的节水灌溉技术相结合,实现灌溉的自动化、智能化和精准化。通过技术集成,可以充分发挥各种技术的优势,提高水资源利用效率,促进高标准农田的可持续发展。

## 2 水资源高效利用评价指标体系

### 2.1 构建原则与方法

水资源高效利用评价指标体系的构建需遵循系统性、可操作性性和动态性原则。系统性原则要求指标覆盖技术、经济、生态等多维度,全面反映水资源利用的综合效益;可操作性原则强调指标数据的可获取性和计算方法的简便性,确保评价过程高效可行;动态性原则则关注指标随时间变化的适应性,能够反映不同发展阶段的特点。在构建方法上,采用层次分析法(AHP)与熵权法相结合的方式,通过专家打分确定指标权重,同时利用实际数据计算熵权,综合两者结果形成最终权重分配,既体现主观经验又兼顾客观数据。

### 2.2 指标体系框架

指标体系框架分为技术效率、经济效益和生态效益三个层次。技术效率指标包括灌溉水利用系数、均匀度、深层渗漏率

等,直接反映节水技术的实际效果;经济效益指标涵盖节水成本、增产收益、投资回收期等,评估技术应用对农户收入和农业产值的影响;生态效益指标则关注地下水位变化、土壤盐渍化防控、生物多样性保护等,衡量水资源利用对生态环境的长期影响。例如,灌溉水利用系数通过实际灌溉水量与作物需水量的比值计算,体现水分利用效率;增产收益通过对比节水灌溉与传统灌溉的作物产量差异得出,直观反映技术对经济产出的贡献。

### 2.3 评价标准与阈值设定

评价标准与阈值的设定需结合区域水资源禀赋、作物类型和技术水平。例如,在干旱地区,灌溉水利用系数的阈值可设定为0.75以上,而在湿润地区可适当降低至0.65;增产收益的阈值需根据作物市场价格和种植成本动态调整,确保评价结果符合实际经济可行性。阈值设定采用分级标准,如“优秀”“良好”“合格”“不合格”四级,对应不同区间的指标值,便于直观判断水资源利用水平。同时,引入全生命周期评价方法,考虑节水技术从建设到运行的全过程效益,避免单一阶段评价的局限性。通过科学设定评价标准与阈值,能够为高标准农田水资源管理提供明确的改进方向,推动节水技术的持续优化和升级。

## 3 高标准农田节水灌溉技术应用障碍分析

### 3.1 技术层面

节水灌溉技术的实际应用中存在设备老化与维护成本高的问题。部分农田仍使用早期建设的滴灌或喷灌系统,管道老化、喷头堵塞现象频发,导致灌溉效率下降。例如,一些地区的滴灌带因长期暴露于紫外线辐射和机械磨损,使用寿命不足三年,更换成本较高。此外,智能化技术应用不足也限制了节水效果的提升。虽然智能灌溉系统能够通过传感器实时监测土壤墒情,但部分地区因缺乏配套基础设施或技术培训,无法充分发挥其精准调控优势。同时,节水技术的适配性不足导致部分技术难以在不同气候和土壤条件下推广,例如滴灌技术在透水性强的沙质土壤中易发生深层渗漏,而喷灌技术在多风地区易因蒸发损失大量水分。

### 3.2 经济层面

节水灌溉技术的初期投资大与农户支付意愿低是主要矛盾。以智能灌溉系统为例,其设备购置和安装成本较传统灌溉方式高出数倍,而农户因担心收益不确定性,往往不愿承担高额投入。此外,节水效益分配机制缺失导致技术应用动力不足。在部分合作灌溉项目中,农户因无法直接感知节水带来的收益,参与积极性较低。同时,节水技术带来的增产收益可能因市场价格波动或销售渠道不畅而无法兑现,进一步削弱了农户的投资意愿。

### 3.3 管理层面

基层水利服务体系薄弱是制约节水灌溉技术推广的重要因素。部分地区缺乏专业的技术指导和维修服务团队,农户在遇到设备故障时难以获得及时支持。此外,跨区域水资源调配矛盾加剧了管理难度。在流域上下游或不同行政区域之间,因缺乏统一的水资源分配机制,节水技术的应用可能引发利益冲突。例如,上游地区过度节水可能导致下游水量不足,影响农业生产。同时,

农户节水意识淡薄也增加了管理成本。部分农户因习惯传统灌溉方式,对节水技术的操作规范不重视,导致设备损坏或灌溉效果不佳。

### 3.4 政策层面

节水政策精准性不足是政策层面的核心问题。当前补贴政策多以设备购置为导向,而对后期维护、技术培训等环节支持不足,导致技术应用效果难以持续。此外,节水法规执行力度差异较大。在部分地区,因监管不到位或处罚力度不足,农户违规取水现象屡禁不止。同时,水权交易市场构建不完善限制了水资源的优化配置。由于缺乏明确的水权界定和交易平台,农户难以通过水权交易实现节水收益,降低了节水技术的经济吸引力。

## 4 水资源高效利用优化路径

### 4.1 技术创新路径

技术创新是推动水资源高效利用的核心动力。在材料科学领域,研发新型抗堵塞滴灌管和喷头可显著提升灌溉系统稳定性。例如,纳米涂层技术可减少管道内壁摩擦,延长设备使用寿命;自清洁喷头通过结构设计避免泥沙淤积,降低维护成本。同时,太阳能驱动灌溉系统的应用可解决偏远地区电力供应难题,降低运行成本。例如,光伏提水技术可将太阳能转化为机械能,直接驱动水泵工作,适用于无电网覆盖的农田。此外,生物降解材料制成的灌溉设备可减少塑料污染,推动绿色农业发展。通过产学研合作加速技术成果转化,例如高校与农业企业联合开发智能传感器,实现土壤墒情、气象数据的实时精准监测,为节水灌溉提供数据支撑。

### 4.2 管理机制创新

管理机制创新需从用水制度、组织模式和农户参与三方面突破。建立用水总量控制与定额管理制度,通过设定区域用水上限和农户用水配额,倒逼节水技术应用。例如,某地区实施“超用加价、节约奖励”政策,农户用水量低于配额时可获得补贴,超量部分按阶梯水价收费,有效抑制了水资源浪费。培育农民用水合作组织,通过集体协商制定灌溉计划,降低单个农户的管理成本。例如,合作社统一采购节水设备、组织技术培训,提高农户节水意识和技能。推行参与式管理模式,鼓励农户参与灌溉系统规划、建设和维护,增强其责任感。

### 4.3 政策协同设计

政策协同需整合财政、金融、法律等多维度工具。差异化补贴政策可针对不同技术类型制定分级补贴标准,例如对智能灌溉系统给予更高补贴比例,对设备更新改造提供专项补助。建立水权交易市场,通过明晰水权归属、搭建交易平台,允许农户将节约水量转让给缺水地区或企业,实现水资源经济价值最大

化。例如,某流域试点水权交易后,节水农户通过出售富余水量年均增收数千元。完善节水法规体系,明确违规取水行为的处罚标准,加大执法力度。例如,对擅自打井取水的农户处以罚款并责令整改,形成法律威慑。同时,将节水指标纳入地方政府绩效考核,推动政策落实。

### 4.4 智慧化转型策略

智慧化转型需依托物联网、大数据和人工智能技术。构建数字孪生灌溉系统,通过虚拟模型模拟不同灌溉方案的效果,优化水资源配置。例如,某农场利用数字孪生技术预测作物需水量,动态调整灌溉计划,节水效率提升20%。应用区块链技术保障节水数据真实性,防止数据篡改和虚假申报。例如,将用水数据上链存储,实现全流程可追溯,为补贴发放和水权交易提供可信依据。开发智能决策支持系统,整合气象、土壤、作物等多源数据,为农户提供个性化节水建议。例如,系统根据实时数据推送灌溉提醒,指导农户精准操作。此外,推广移动应用平台,方便农户远程监控设备、学习节水技术,降低技术应用门槛。

## 5 结论

本研究聚焦高标准农田水资源高效利用,系统分析了节水灌溉技术应用障碍,并提出了多维优化路径。研究表明,技术创新是提升节水效率的核心驱动力,新型材料、太阳能驱动系统及智能设备的研发应用,可显著提高灌溉精准度与设备稳定性;管理机制创新通过用水定额管理、农民合作组织建设等模式,有效降低了农户用水成本与管理难度;政策协同设计以差异化补贴、水权交易等制度工具,激发了节水内生动力;智慧化转型依托物联网、区块链等技术,实现了水资源动态配置与数据可信管理。

### [参考文献]

- [1]梁润山.高标准农田中水利工程的节水技术研究[J].农业开发与装备,2025,(01):173-175.
- [2]唐虎山.高标准农田中水利灌溉精准化的研究[J].农业开发与装备,2024,(12):232-234.
- [3]韩慎孝.节水灌溉技术在高标准农田建设中的应用探讨[J].大众标准化,2024,(23):56-57+60.
- [4]阮洁,张进,侯艳娇.高标准农田中灌溉管道设计研究[J].内蒙古水利,2024,(10):86-88.
- [5]严登鹏.高标准农田灌溉技术要点及节水管理措施[J].河南农业,2024,(20):66-68.

### 作者简介:

李鸿宗(1989--),男,汉族,新疆乌鲁木齐人,本科,中级职称,研究方向:高标准农田、农田水利。