

水田灌溉节水技术应用与效益分析

徐丽敏

哈尔套镇农业综合服务中心

DOI:10.12238/hwr.v9i5.6354

[摘要] 在全球水资源短缺和农业可持续发展需求日益增加的背景下,本文聚焦水田灌溉领域的节水技术。通过分析渠道防渗、喷灌、滴灌及干湿交替灌溉等技术的原理与适用场景,探讨其在水资源高效利用中的作用。研究发现,渠道防渗技术通过物理阻隔减少输水损耗,提高水资源利用率40%~50%;喷灌和滴灌技术实现节水30%~70%,滴灌结合水肥一体化提高肥料利用率30%以上;干湿交替灌溉根据水稻生育规律,减少灌溉水量30%~40%。从效益角度,节水技术可降低灌溉成本30%~50%,提升作物产量10%~25%,并显著减少化肥和农药淋失60%以上,有效遏制农业面源污染,改善区域生态。社会层面,节水技术有助于缓解水资源供需矛盾,推动农业现代化,创造就业机会,促进农村经济发展。尽管技术推广面临认知、成本和配套服务等挑战,但其在提升水资源利用效率、保障粮食安全和推动生态可持续发展方面具有不可替代的价值。

[关键词] 水田灌溉; 节水技术; 效益分析; 可持续发展

中图分类号: S343.2 **文献标识码:** A

Application and Benefit Analysis of Water saving Technology in Paddy Field Irrigation

Limin Xu

Haertao Town Agricultural Comprehensive Service Center

[Abstract] Against the backdrop of global water scarcity and increasing demand for sustainable agricultural development, this article focuses on water-saving technologies in the field of paddy field irrigation. By analyzing the principles and applicable scenarios of channel anti-seepage, sprinkler irrigation, drip irrigation, and wet dry alternating irrigation technologies, this paper explores their roles in the efficient utilization of water resources. Research has found that channel anti-seepage technology reduces water loss through physical barriers and improves water resource utilization by 40% to 50%; Sprinkler irrigation and drip irrigation technology achieve water savings of 30% to 70%, and drip irrigation combined with water and fertilizer integration improves fertilizer utilization efficiency by more than 30%; According to the growth pattern of rice, alternating dry and wet irrigation reduces irrigation water by 30% to 40%. From a benefit perspective, water-saving technologies can reduce irrigation costs by 30% to 50%, increase crop yields by 10% to 25%, and significantly reduce fertilizer and pesticide leaching by more than 60%, effectively curbing agricultural non-point source pollution and improving regional ecology. At the societal level, water-saving technologies can help alleviate the supply-demand imbalance of water resources, promote agricultural modernization, create employment opportunities, and promote rural economic development. Although technology promotion faces challenges in terms of cognition, cost, and supporting services, it has irreplaceable value in improving water resource utilization efficiency, ensuring food security, and promoting ecological sustainable development.

[Key words] paddy field irrigation; Water saving technology; Benefit analysis; sustainable development

引言

在全球气候变化与水资源短缺的双重挑战下,农业作为用水大户面临严峻考验。我国水田灌溉用水量占农业总用水量的比例较高,传统漫灌方式不仅造成水资源浪费,还易引发土壤盐

碱化、地下水位下降等生态问题。推广高效节水技术,成为缓解水资源供需矛盾、实现农业绿色发展的必然选择。本文系统分析常见水田节水灌溉技术的原理与效益,以期农业生产实践提供参考。

1 常见水田灌溉节水技术

1.1 渠道防渗技术

在传统土渠输水过程中, 渗漏损失往往占输水总量的30%~40%, 严重影响水资源利用效率。渠道防渗技术通过在渠床铺设混凝土、塑料薄膜、沥青等材料, 构建物理阻隔层, 减少水分渗透流失。其中, 混凝土防渗渠道因耐久性强、抗冲刷能力突出, 被广泛应用于地形复杂区域。施工时需严格控制混凝土配比与浇筑工艺, 确保防渗层均匀密实, 常见断面形式包括梯形、矩形等, 可根据流量需求灵活设计。塑料薄膜防渗则凭借成本低、施工便捷的优势, 在小型农田水利工程中颇受欢迎, 具体操作是将薄膜铺设于渠底及边坡, 再覆盖土层保护, 但需注意定期检查更换, 避免老化破损影响防渗效果。实践证明, 该技术可使输水效率提升40%~50%, 同时降低地下水位, 有效预防土壤盐碱化, 为农田及时灌溉提供保障。

1.2 喷灌技术

喷灌技术借助水泵将水加压, 通过管道输送至喷头, 以雾化形式均匀喷洒田间, 实现灌溉水的高效利用^[1]。根据工作压力与射程差异, 可分为低压(<0.2MPa)、中压(0.2~0.5MPa)、高压(>0.5MPa)三种类型。低压喷灌水滴滴细腻, 适合蔬菜、花卉等低矮作物; 中压喷灌射程适中, 广泛应用于水稻、小麦等大田作物; 高压喷灌虽射程远, 但水滴冲击力较大, 多用于草原、荒地等粗放灌溉场景^[2]。与传统地面灌溉相比, 喷灌可减少深层渗漏与地表径流, 节水率达30%~40%, 同时具备省工、增产优势。其精准灌溉特性能够根据作物需水规律调节水量, 避免水分过剩或不足, 配合喷施叶面肥还可提高养分利用效率。此外, 喷灌能改善田间微气候, 增加空气湿度, 降低叶面温度, 减少病虫害发生概率。

1.3 滴灌技术

滴灌作为精准灌溉的代表, 通过滴头将水以0.5~10升/小时的流量缓慢输送至作物根系附近土壤, 实现“点对点”供水。系统由水源、过滤装置、输水管道及滴头组成, 可结合施肥设备实现水肥一体化。其核心优势在于仅湿润根区土壤, 显著减少蒸发与渗漏, 节水率高达50%~70%, 肥料利用率提升30%以上。滴灌对地形与土壤适应性强, 尤其适合干旱半干旱地区及葡萄、草莓等经济作物种植。但该技术初期投资较高, 且滴头易因水质问题堵塞, 需配套高效过滤设备并定期维护。2023年, 新疆昌吉州在万亩葡萄园推广滴灌技术, 结合智能控制系统实时监测土壤墒情, 实现节水60%、增产25%的良好效果, 成为干旱区节水农业的典型范例。

1.4 干湿交替灌溉技术

针对水稻等水生作物, 干湿交替灌溉摒弃了传统长期淹灌模式, 通过田间水层自然落干后再灌溉的方式, 营造“湿润-干旱-湿润”的根区环境。该技术利用作物需水规律, 在分蘖期、灌浆期等关键生育阶段控制水分供给, 促进根系深扎发育, 增强抗逆性。研究显示, 与传统灌溉相比, 该技术可减少灌溉用水30%~40%, 同时提高土壤含氧量, 促进微生物活动与养分转化。实际操

作中, 需结合土壤含水率监测、气象数据及作物生长周期, 精准把握灌溉时机与水量。例如, 2024年江苏扬州在千亩稻田试点干湿交替灌溉, 通过埋设土壤湿度传感器动态调控灌溉周期, 不仅节水效果显著, 水稻单产还提升了8%, 为南方稻区节水栽培提供了可复制经验。

2 水田灌溉节水技术效益分析

2.1 经济效益

从成本控制看, 节水技术通过减少水量与能源消耗降低灌溉成本。渠道防渗减少输水损失, 降低抽水设备运行时间; 喷灌滴灌精准供水, 相比漫灌节省电费30%以上。以滴灌为例, 新疆棉田应用滴灌后, 每亩灌溉成本从传统方式的120元降至70元, 全疆年节约水费超10亿元。产量品质方面, 精准灌溉保障作物各生育期水分需求, 促进光合作用与养分吸收, 粮食作物增产10%~20%, 经济作物品质提升显著, 如山东寿光滴灌蔬菜含糖量提高15%, 市场售价增加20%。劳动力节约更是突出优势, 自动化灌溉系统替代了人工放水、田间巡查等繁重工作, 河南周口推广喷灌后, 单个农户管理面积从50亩扩大至200亩, 劳动效率提升4倍。

2.2 环境效益

在污染防控方面, 节水技术显著减少化肥农药随水流失。传统漫灌导致30%的氮肥与20%的农药进入水体, 而滴灌与干湿交替灌溉使淋溶损失降低60%以上, 有效遏制河流、地下水富营养化。生态保护层面, 渠道防渗降低地下水位, 新疆玛纳斯河流域通过防渗改造, 十年内盐碱化耕地面积减少23万亩; 喷灌滴灌增加空气湿度, 改善局部小气候, 内蒙古河套灌区应用喷灌后, 周边植被覆盖率提升18%, 沙尘天气减少30%。水资源节约则为生态补水创造条件, 黄河流域近年通过灌区节水改造, 每年向生态保护区补水超50亿立方米, 缓解了湿地萎缩、河道断流等问题。

2.3 社会效益

节水技术的推广直接缓解了区域水资源短缺压力, 保障了粮食安全与民生用水。在华北地下水漏斗区, 河北衡水通过推广管道输水与喷灌技术, 年压减地下水开采量2.3亿立方米, 地下水水位止跌回升^[3]。技术应用还加速了农业现代化进程, 山东平度将滴灌系统与物联网结合, 实现灌溉施肥远程控制, 推动智慧农业发展。产业带动效应显著, 节水设备制造、安装维护等配套产业快速崛起, 河南郑州周边形成节水设备产业集群, 年销售额突破50亿元, 创造就业岗位2万余个, 有效促进了农村经济多元化。

3 应用现状与挑战

3.1 应用现状

我国节水技术推广取得阶段性进展, 渠道防渗已覆盖主要灌区, 华北、西北大型灌区防渗率达70%以上; 喷灌滴灌在设施农业与经济作物种植中普及率超40%, 新疆、山东等地形成规模化应用区; 干湿交替灌溉在南方稻区试验示范成效显著, 江苏、浙江推广面积逐年扩大。但整体水平仍待提升, 全国水田节水灌溉率不足50%, 中西部丘陵地区传统灌溉占比高达80%, 区域发展不均衡问题突出。与以色列、荷兰等发达国家相比, 我国在技术

集成度、智能化水平上存在差距，尤其在偏远山区，受地形与经济条件限制，节水技术覆盖率不足20%。

3.2 关键问题

技术推广面临多重障碍。首先是认知与投入问题，部分农户受传统种植习惯影响，对节水技术接受度低，且滴灌等技术每亩初期投资超2000元，贫困地区难以负担。其次是配套体系不完善，2024年湖北荆州调研显示，30%的滴灌项目因缺乏专业维护，三年后设备完好率不足60%，暴露出售后技术服务的短板。科技创新也存在瓶颈，目前高端灌溉设备如压力补偿式滴头、智能传感器等依赖进口，自主研发的节水材料（如长寿命防渗膜）与装备仍需突破，制约了技术本土化应用。

4 提升技术应用效果的路径

4.1 强化宣传培训与示范引导

构建“线下+线上”多元传播体系，通过田间学校、观摩会等线下场景及短视频、农业APP等线上渠道，普及节水技术原理与效益。针对不同农户群体实施分层培训：为新型职业农民提供智能灌溉系统数字化管理培训，对传统农户开展“手把手”实操教学，配套发放图文手册与动画教程降低学习门槛。在粮食主产区布局示范基地，如河南商丘依托园区建节水示范田，建设传统与节水灌溉对比试验区，让农户直观感受产量、成本差异。建立“技术采纳-反馈-指导”闭环机制，组织农技人员定期回访解决应用问题，形成“示范带动-主动采纳-辐射推广”模式，逐步转变灌溉观念。

4.2 加大政策扶持与资金投入

完善节水技术补贴政策体系，将渠道防渗、喷灌、滴灌、智能测控设备等纳入中央与地方财政补贴范围，实行“基础补贴+区域差异化补贴”制度：中央财政按30%~50%比例承担基础补贴，地方政府根据区域水资源短缺程度与经济水平追加20%~30%补贴，如2024年安徽对皖北地下水漏斗区的稻区干湿交替灌溉设备补贴标准提高至每亩400元。设立国家级节水农业专项基金，重点支持耐高温抗堵塞滴头、长寿命防渗材料、低成本智能传感器等“卡脖子”技术研发，鼓励科研院所与企业联合申报产学研项目，加速技术成果转化。建立政策效果评估机制，动态调整补贴目录与支持力度，探索“先建后补”“以奖代补”等新型补贴方式，引导社会资本投入节水设备制造、灌区改造等领域，形成“政府引导、农户主体、社会参与”的多元投入格局^[4]。

4.3 完善技术服务与运维体系

构建“省级技术中心-县级服务站-村级联络员”三级网格化服务网络，培育专业化灌溉服务公司，提供从项目设计、设备安装到水质检测、故障维修的全生命周期服务^[5]。引入物联网技术建立智慧运维平台，对滴灌系统压力、管道流量、设备运行状态进行实时监控，通过AI算法预警滴头堵塞、管道渗漏等常见

故障，实现“远程诊断+快速响应”。在新疆等滴灌主产区试点“运维服务包”模式，将无人机巡检、智能终端维护、耗材更换等服务打包，通过政府购买服务或市场化运营降低农户维护成本。实施“农民水利技术员”培育计划，依托职业院校与农技推广站，开展为期3-6个月的系统化培训，考核合格后颁发技能证书，赋予设备调试、小故障处理等初级运维能力，每个行政村培育2-3名“土专家”，形成“专业服务与农户自助”相结合的运维保障体系，确保节水设备长期稳定运行。

4.4 推动技术创新与模式融合

瞄准“精准化、智能化、绿色化”方向开展节水技术研究：材料领域研发光降解塑料薄膜、纳米改性混凝土等环保防渗材料；装备领域攻关低能耗自压式喷灌机组、抗堵塞滴头；控制领域开发基于土壤墒情与气象数据的AI灌溉决策系统，实现灌溉动态精准调控。推动技术融合，如浙江“干湿交替灌溉+稻田种养”模式，通过微地形改造与水分调控，亩均节水35%、综合产值增40%。探索“节水+数字农业”，广东佛山试点区块链记录灌溉数据、管理水权交易。建立标准化体系，制定灌溉定额、设备规范等标准，推动技术从试点向规模化推广跨越，形成中国特色节水模式。

5 结论与展望

水田灌溉节水技术是破解农业水资源困境的核心抓手，其应用兼具经济合理性、生态必要性与社会价值。尽管当前面临推广成本高、配套不足等挑战，但通过强化政策引导、创新服务模式、突破技术瓶颈，有望加速技术普及。未来应聚焦“精准化、智能化、绿色化”方向，推动节水技术与农艺、生物、信息技术深度融合，构建水资源高效利用的现代农业生产体系，为保障国家粮食安全与生态安全奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]孟凡香,李天霄.不同灌水模式对东北寒区水稻生长指标及产量的影响[J].水利科技与经济,2017,23(05):17-19.
- [2]刘国恒.节水措施在农田水利工程灌溉中的应用[J].农业科技与信息,2022,(12):75-78.
- [3]郑辉玲.甘州区发展高效节水农业的必要性及对策[J].甘肃科技纵横,2014,43(02):97-98+35.
- [4]杜守建,刘泉汝,姚秀峰.乡村振兴背景下产教协同培养农业节水人才的研究[J].数字农业与智能农机,2023,(8):108-111.
- [5]谢政璇,穆月英.农户节水灌溉技术采用的影响因素分析[J].节水灌溉,2021,(10):42-47+53.

作者简介:

徐丽敏(1978--),女,汉族,辽宁彰武县人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程和水土保持与荒漠化防治。