

# 干旱区农田水利工程节水灌溉技术集成与应用效果研究

张金丁

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6636

**[摘要]** 干旱区水资源短缺是制约农业发展的主要瓶颈,节水灌溉技术的集成应用对于保障粮食安全、促进农业可持续发展具有重要意义。基于此,本文系统阐述了干旱区农田水利工程节水灌溉的重要价值,从缓解水资源短缺、提高水资源利用效率、促进生态保护方面分析节水灌溉的必要性。在此基础上,深入探讨滴灌与喷灌技术优化配置、智能化灌溉系统构建、农艺节水与工程节水协同技术集成方法,通过对节水效果、作物产量品质、经济效益与生态效益的综合分析,验证节水灌溉技术集成应用的实际成效。研究表明,科学合理的节水灌溉技术集成能够显著提高水资源利用效率,改善作物生长环境,实现经济效益与生态效益的双赢,为干旱区农业现代化发展提供技术支撑。

**[关键词]** 干旱区; 农田水利工程; 节水灌溉; 技术集成; 应用效果

**中图分类号:** TU991.64 **文献标识码:** A

## Study on integration and application effect of water-saving irrigation technology for farmland water conservancy projects in arid areas

Jinding Zhang

Jilin province water conservancy and hydropower survey design & research institute

**[Abstract]** The shortage of water resources in arid areas is the main bottleneck restricting agricultural development. The integrated application of water-saving irrigation technology is of great significance for ensuring food security and promoting the sustainable development of agriculture. This paper systematically expounds the important value of water-saving irrigation in farmland water conservancy projects in arid areas, and analyzes the necessity of water-saving irrigation from aspects of alleviating water shortage, improving water resource utilization efficiency and promoting ecological protection. On this basis, the optimal allocation of drip irrigation and sprinkler irrigation technology, the construction of intelligent irrigation system, and the integration method of agricultural water-saving and engineering water-saving collaborative technology are discussed in depth. Through the comprehensive analysis of water-saving effect, crop yield and quality, economic benefit and ecological benefit, the actual effect of integrated application of water-saving irrigation technology is verified. The research shows that the scientific and reasonable integration of water-saving irrigation technology can significantly improve the utilization efficiency of water resources, improve the growing environment of crops, achieve a win-win situation of economic and ecological benefits, and provide technical support for the development of agricultural modernization in arid areas.

**[Key words]** arid area; Irrigation and water conservancy projects; Water saving irrigation; Technology integration; Application effect

### 引言

我国干旱半干旱地区面积广阔,这些地区水资源严重匮乏,降水量少且分布不均,蒸发量远大于降水量,农业生产面临严峻的水资源约束,随着人口增长和经济社会发展。干旱区水资源供需矛盾日益突出,农业用水与工业用水、生活用水之间的竞争不断加剧,传统的粗放型灌溉方式不仅造成水资源的严重浪费,还

导致土壤盐碱化、地下水位下降等一系列生态环境问题。在水资源刚性约束日益增强的背景下,大力发展节水灌溉技术,提高农业用水效率,已成为干旱区农业可持续发展的必由之路,节水灌溉技术通过优化灌溉制度、改进灌溉方式、完善工程设施手段,能够在保证作物正常生长的前提下,最大限度地减少水资源消耗。

## 1 干旱区农田水利工程节水灌溉的意义

### 1.1 缓解水资源短缺与保障粮食安全

干旱区水资源极度匮乏,农业用水占区域总用水量的绝大部分,水资源短缺已成为制约粮食生产的首要因素,节水灌溉技术能够大幅降低农业灌溉用水量,将有限的水资源用于更广阔的耕地,扩大灌溉面积,稳定粮食产量。通过精准灌溉,确保作物关键生育期的水分供应,避免因缺水造成的减产,为国家粮食安全提供坚实保障,具有重大的战略意义。在全球气候变化加剧、极端干旱事件频发的背景下,节水灌溉技术的推广应用已成为应对水资源危机、确保国家粮食安全的战略性举措<sup>[1]</sup>。

### 1.2 提高水资源利用效率与经济效益

传统漫灌方式水资源利用率较低,而节水灌溉技术可将利用率大幅提升,通过减少输水损失、降低田间蒸发、实现精准供水,水资源利用效率得到显著提高,节水灌溉不仅节约宝贵的水资源,还降低灌溉成本,减轻农民负担。同时,合理的水分供应能够改善作物生长环境,提高作物产量和品质,增加农民收入,实现经济效益的显著提升。节水灌溉技术的规模化应用还能够优化区域水资源配置格局,为工业发展和城镇化建设腾出宝贵的水资源空间,促进区域经济社会协调发展<sup>[2]</sup>。

### 1.3 促进农业可持续发展与生态保护

过度灌溉导致的土壤次生盐碱化、地下水超采问题严重威胁干旱区生态环境,节水灌溉技术通过科学控制灌溉水量,有效减少深层渗漏和地表径流,降低土壤盐分积累风险,保护土壤结构,适量灌溉还能减缓地下水下降速度,维护区域水资源平衡。同时,节约的水资源可用于生态修复,改善区域生态环境,促进农业生产与生态保护协调发展,为子孙后代留下可持续发展的空间。这种以水资源高效利用为核心的绿色发展模式,为实现“绿水青山就是金山银山”的生态文明理念提供生动实践,构建起人与自然和谐共生的现代农业发展新格局<sup>[3]</sup>。

## 2 干旱区节水灌溉技术集成方法

### 2.1 滴灌与喷灌技术的优化配置

滴灌与喷灌是目前应用最广泛的两种节水灌溉技术,各具特点和适用条件,滴灌技术通过管道系统将水分直接输送到作物根部,水资源利用率高,特别适用于经济作物和设施农业。喷灌技术通过喷头将水喷洒到空中形成雨滴落下,适用于大田作物和地形起伏较大的地区,灌溉范围广,适应性强,技术集成应根据地形地貌、作物类型、水源条件、经济投入等因素,科学选择灌溉方式。平坦地区的粮食作物可采用喷灌技术,降低投资成本,提高灌溉效率;经济作物和设施大棚宜采用滴灌技术,实现精准灌溉,提高水肥利用率,在实际应用中,还可将两种技术结合使用,在不同地块或不同生育期采用不同灌溉方式,实现优势互补,最大化节水效益<sup>[4]</sup>。

### 2.2 智能化灌溉系统的构建与应用

智能化灌溉系统是现代农业发展的重要方向,通过物联网、大数据、云计算等技术手段,实现灌溉过程的自动化、精准化管理,系统构建包括土壤墒情监测、气象信息采集、作物生长监测

感知层。数据传输与处理的网络层,以及决策控制的应用层,土壤水分传感器实时监测不同深度土壤含水量,气象站采集温度、湿度、降雨量、蒸发量气象要素,作物长势监测系统通过图像识别技术判断作物水分需求状况,各类数据通过无线传输网络汇总到云平台。智能决策系统根据作物需水规律、土壤墒情、气象条件、作物长势多源信息,综合计算最佳灌溉时间和水量,自动控制灌溉设备启停,实现按需供水,避免人为判断误差,显著提高灌溉精度和管理效率<sup>[5]</sup>。

## 3 节水灌溉技术应用效果分析

### 3.1 节水效果与灌溉效率提升评价

节水灌溉技术的应用使干旱区农业灌溉用水效率得到显著提升,与传统漫灌相比,滴灌技术节水效果最为明显,喷灌技术节水效果也较为显著。智能化灌溉系统通过精准控制灌溉时机和水量,进一步提高节水效果,渠道防渗和管道输水减少输水过程中的渗漏和蒸发损失,输水效率得到大幅提高,田间灌溉水利用系数显著提升,水资源利用效率实现质的飞跃,节水效果的显著提升,使有限的水资源能够灌溉更多的农田,扩大灌溉面积,提高水资源承载能力。科学的灌溉制度与先进的灌溉设备相结合,能够实现从水源到作物根系的全过程高效输配,建立起完整的节水技术链条,不同节水技术措施之间存在协同增效作用,系统集成应用比单一技术的节水效果更加显著,体现“1+1>2”的综合优势。

例如,在某干旱区农业灌溉项目中,技术人员首先对原有的土渠进行防渗改造,采用混凝土衬砌技术,将主干渠和支渠全部进行硬化处理,大幅减少输水过程中的渗漏损失。在田间灌溉系统方面,根据不同作物类型进行差异化配置,对种植经济作物的地块安装滴灌设备,铺设主管道和支管道,每株作物根部配置滴头,实现精准灌溉,对种植粮食作物的大田则采用喷灌系统,按照合理间距布设喷头,确保灌溉均匀度。同时建立土壤墒情监测网络,在代表性地块埋设土壤水分传感器,实时监测不同土层的含水量变化,技术人员根据监测数据,结合作物需水规律和气象条件,制定科学的灌溉计划,精准控制灌溉时间和水量。通过这套综合节水系统的运行,该区域的灌溉用水总量明显下降,而灌溉面积却实现扩大,地下水位也逐步趋于稳定,充分验证节水灌溉技术的显著成效。

### 3.2 作物产量与品质改善成效

节水灌溉技术不仅节约水资源,还显著改善作物生长环境,提高作物产量和品质,精准灌溉确保作物各生育期的适宜水分供应,避免水分胁迫对作物生长的不利影响,滴灌技术将水分直接输送到根区,减少地表蒸发,土壤湿度更加均匀稳定,有利于根系生长和养分吸收。喷灌技术还能改善田间小气候,降低地表温度,减轻高温对作物的伤害,作物品质也得到明显改善,籽粒更加饱满,含水量适中,商品性好,适宜的水分管理能够促进作物光合作用效率提升,增强抗逆性,减少病虫害发生,为作物优质高产创造良好条件,根据作物需水临界期实施精准调控。在满足关键生育阶段水分需求的同时,通过适度水分

胁迫可以调节作物生长发育进程,优化干物质分配,提高经济产量比例。

例如,在某蔬菜种植基地的节水灌溉实践中,技术团队针对不同蔬菜品种的需水特性,设计差异化的滴灌方案。首先在大棚内铺设主管道系统,沿着种植畦铺设滴灌带,确保每株蔬菜都能获得均匀供水,技术人员根据蔬菜不同生育期的需水规律,制定详细的灌溉制度,苗期采用小水勤灌的方式,保持土壤湿润促进根系发育;生长期根据天气情况和土壤墒情,适当增加灌溉量和频次,满足蔬菜快速生长的需水需求;结果期则采取控水措施,适度干旱胁迫以提高果实品质,同时配套实施水肥一体化技术,将可溶性肥料通过滴灌系统精准施入根区,实现水肥同步供应。通过这套精准灌溉管理体系的实施,蔬菜产量明显提高,单株结果数增多,果实大小更加均匀,更重要的是,蔬菜品质得到显著改善,糖分含量提升,口感更加鲜美,市场售价明显提高,为种植户带来可观的经济收益,充分展示节水灌溉技术在提质增效方面的显著作用。

### 3.3 经济效益与生态效益综合分析

节水灌溉技术的应用实现经济效益与生态效益的有机统一,从经济效益看,虽然节水灌溉系统初期投资较高,但运行成本低,节水节能效果明显,综合经济效益显著,滴灌系统使用寿命较长。通过节水增产增收,投资回收期较短,喷灌系统投资相对较低,经济效益更加明显,智能化灌溉系统虽然初期投资较大,但大幅降低人工成本,提高管理效率,大规模应用具有良好的经济效益。从生态效益看,节水灌溉技术的推广应用有效缓解水资源短缺压力,减少地下水超采,保护水资源,促进区域生态环境改善,节水灌溉技术的经济效益具有长期性和累积性特征。随着系统运行年限增加和管理水平提升,综合效益呈现持续增长态势,生态效益的显现具有滞后性和外部性特点,需要通过建立合理的生态补偿机制和政策激励体系,充分调动各方积极性,推动节水灌溉技术的大规模推广应用。

例如,在某干旱区综合农业开发项目中,管理部门对节水灌溉技术的综合效益进行系统评估。首先从投资成本角度分析,项目区内建设完整的节水灌溉工程体系,包括水源工程、输水管网、田间滴灌和喷灌设施,虽然初期投入较大,但通过合理的资金筹措,采用政府补贴、农户自筹、金融贷款多元化方式解决资金问题。从运行成本看,节水灌溉系统电费支出较低,人工投入大幅减少,日常维护费用可控,综合运行成本明显低于传统灌溉

方式。从生态效益看,农业用水总量明显下降,地下水开采得到有效控制,地下水位逐步回升,区域水资源状况明显改善,土壤盐碱化问题得到缓解,土壤结构改善,耕地质量提升,农业面源污染减轻,农田退水减少,水环境质量提高,节约的水资源还用于生态林建设和湿地恢复,区域生态环境明显改善,生物多样性增加,生态系统稳定性增强,实现了经济发展与生态保护的双赢局面。

## 4 结语

干旱区农田水利工程节水灌溉技术集成与应用是破解水资源约束、保障粮食安全、促进农业可持续发展的有效途径。通过滴灌喷灌技术优化配置、智能化灌溉系统构建、农艺工程措施协同技术集成方法,显著提高水资源利用效率,改善作物生长环境,实现节水增产增收的目标。这不仅关乎国家粮食安全战略、水资源安全保障和生态文明建设大局,更启示广大农业科技工作者和基层管理者必须坚定不移地推进技术创新与模式变革,将节水理念贯穿于农业生产全过程,以科技赋能推动传统农业向现代化、智慧化转型升级,实践充分证明,节水灌溉技术具有显著的经济效益和生态效益,是现代农业发展的必然选择。展望未来,应持续深化节水灌溉技术研发创新,突破关键技术瓶颈,完善配套政策支持体系,健全多元化投入保障机制,构建产学研深度融合的协同创新平台,加大先进适用技术的推广应用力度,强化技术培训与示范引领,让每一滴水都发挥最大效益,为干旱区农业现代化发展和美丽中国建设注入强劲动力。

## [参考文献]

- [1]万雪娟.节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].农业科技与信息,2020,(24):93-95.
- [2]柴育林,卫守祥,李小飞,.高效节水灌溉工程首部标准化定型研究及应用[J].水上安全,2024,(21):22-24.
- [3]高元蛟.智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].农村实用技术,2025,(5):127-128.
- [4]王晓青.农田水利工程建设中高效节水灌溉技术应用探索[J].农村实用技术,2025,(6):119-120.
- [5]徐葛蒙.高效节水灌溉技术在农田水利工程中的运用[J].农家科技,2024,(33):223-225.

## 作者简介:

张金丁(1993--),男,汉族,内蒙古扎兰屯市人,硕士学位,工程师,研究方向农业水利工程。