

高标准农田水利工程节水灌溉技术应用与发展趋势

陶舟杰

(上海南汇水利市政工程有限公司, 上海 201399)

摘要 我国作为农业生产大国, 面临着严峻的水资源短缺问题。高标准农田水利工程作为农业生产的重要组成部分, 在优化水资源配置、提高水的利用效率方面发挥着至关重要的作用。节水灌溉技术的推广应用, 是解决农业水资源浪费问题、提高农业用水效率的有效手段。本文探讨了高标准农田水利工程中节水灌溉技术的应用, 分析了滴灌、喷灌、提水灌溉和自动化节水灌溉等技术的特点与优势, 阐述了其在提升水资源利用率、改善生态环境等方面的重要意义, 以期为推动农业水资源的有效管理提供参考。

关键词 高标准农田水利工程; 节水灌溉技术; 土壤水分监测技术; 农业

中图分类号: S27

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.22.035

0 引言

水资源作为农业生产的基础性资源, 其短缺问题在干旱和半干旱地区表现尤为突出。据联合国粮农组织 (FAO) 统计, 全球约 70% 的淡水资源被农业所消耗, 而这一比例在一些干旱和水资源匮乏的地区更高^[1]。如何高效利用有限的水资源, 成为全球农业生产中的重要课题。随着信息技术和物联网技术的发展, 智能化节水灌溉系统逐渐成为农业灌溉的未来发展方向^[2]。通过集成传感器、数据分析和自动化控制技术, 智能灌溉系统能够实时监测土壤湿度、气候变化等信息, 并根据作物需求自动调节灌溉量和时间, 实现精准灌溉。这不仅提高了水资源利用率, 还减少了能源消耗和环境污染, 推动了农业生产的可持续发展。

1 高标准农田水利工程节水灌溉技术的发展趋势

1.1 智能化和自动化发展趋势

随着信息技术以及智能设备持续取得进展, 高标准农田水利工程当中的节水灌溉技术正朝着智能化以及自动化的方向迈进, 借助对传感器、物联网、云计算以及大数据分析等技术进行整合, 智能化灌溉系统可对土壤湿度、气候变化、作物需求等多方面的信息展开实时监测, 并且依据这些数据自动对灌溉量以及灌溉时间作出调整, 以此保证作物可获取到最为适宜的水分供应^[3]。

智能灌溉系统借助集成先进的传感器技术, 可实时检测如土壤湿度、降水量、风速等环境因素, 自动

开启或停止灌溉, 防止了过度灌溉或者缺水状况的出现, 比如滴灌系统中的湿度传感器可感知土壤的湿润程度, 智能系统会依据土壤的实际需求精准控制每个滴头的水量以及灌溉频率, 依靠云平台, 农民以及管理人员可远程查看灌溉系统的工作状态、获取实时数据, 并且依据预设的算法对灌溉计划作出调整。智能化与自动化的技术发展, 提升了节水灌溉的精确度, 让灌溉过程变得更为高效且便捷。

1.2 综合性节水灌溉技术的集成化发展

当下高标准农田水利工程中的节水灌溉技术正朝着集成化方向发展, 也就是把滴灌、喷灌、微灌等不一样的灌溉技术综合整合起来, 以此来适应不同作物、气候以及地形条件的要求, 这样一种集成化的技术发展态势, 可在更大的范围之内达成节水、增产以及高效管理的目标, 集成化系统覆盖灌溉技术, 还纳入了土壤改良、施肥、气候调控等相关技术, 以此提高整体水资源利用效率^[4]。在集成化发展进程中, 智能灌溉系统与土壤改良技术相互结合, 可以优化水分分布, 提升土壤渗透性, 减少表层水分蒸发, 让灌溉更加均衡高效, 比如将微喷灌与土壤保湿技术相结合, 可使水分渗透到土壤深层, 而不会被蒸发掉, 通过增加有机肥料和土壤改良剂的施用量, 改善土壤结构, 让水分可更有效地在土壤中保持和循环。

1.3 可持续性和环保导向的节水灌溉技术

随着全球气候变化以及环境问题变得日益严峻, 高标准农田水利工程节水灌溉技术在未来的发展趋势

里,会更着重于可持续性与环保性。在可持续发展的要求中,节水灌溉系统要能高效利用水资源,还要把能源消耗、环境污染以及对生态系统的影响考虑进去,未来节水灌溉技术会更关注绿色环保、低能耗以及对环境友好的设计。例如:采用太阳能驱动的灌溉设备,以此来减少传统能源的消耗以及环境污染。

在水资源循环利用领域,水资源回收再利用会成为关键研究方向,经污水处理后的水,借助先进净化技术实现再利用,可用于灌溉非食品作物,也能当作农业灌溉的补充水源。雨水收集储存系统同样会成为节水灌溉技术的一部分,用于储存降水,节约地表水的使用量。在环保导向层面,未来灌溉系统会着重保护土地,防止出现因过度灌溉引发的水土流失或者盐渍化问题。依靠精准控制水分与养分的供应,降低水土污染程度,维护土壤健康状况。

2 高标准农田水利工程节水灌溉技术应用——以上海市祝桥镇祝西村、立新村高标准农田建设项目为例

2.1 工程概述

2023年祝桥镇祝西村、立新村高标准农田建设项目,位于上海市浦东新区祝桥镇,建设总面积达3248亩,其中新增建设面积为1857亩(包含永久基本农田1676亩),提质改造面积为1391亩。项目围绕“节水增效、耕地提质、产能提升”的核心目标,统筹推进灌溉工程、排水工程、田间道路工程和土地平整工程等内容,旨在提升农业综合生产能力和水资源利用效率。

在灌溉工程方面,项目新建泵站1座,翻建泵站1座,改造泵站1座,同时铺设DN160-DN800规格的PE灌溉管道共计20436.5米。通过完善的水利体系建设,实现农业灌溉的智能化与节水化,为区域农业可持续发展提供有力支撑。本项目的实施对优化农村基础设施、促进农田节水灌溉技术推广、提高农田质量及农业生产效益具有重要意义。

2.2 项目节水灌溉技术应用现状

1. 科学布局灌溉系统,提升水资源调配效率。本项目在灌溉工程设计中充分考虑了地形、土壤、水源及作物需水规律,科学布局灌溉水源及输水网络,实现灌溉系统的合理化和高效化。通过新建、翻建和改造泵站各一座,形成多点供水格局,提升了灌溉系统的调水能力和供水稳定性。项目铺设的PE材质灌溉管道总长度达436.5米,涵盖DN160至DN800多个规格,充分满足不同区域灌溉需求。采用地下管道输水方式,有效避免明渠输水过程中产生的渗漏、蒸发和人为浪

费,显著提升水资源利用效率。此外,主干管线采用模块化设计,便于后期管理与维护,提升了系统的可持续运行能力。通过精细化设计与科学配置,保障了农田节水灌溉工程的基础结构完善,为实现精准灌溉和节水高效打下坚实的基础。

2. 采用高效节水灌溉技术,精准控制灌溉用水量。在灌溉方式选择上,项目优先采用了压力管道灌溉模式,配合局部区域滴灌与微喷灌设施,实现农业用水“按需定量”精准投放。压力管道系统在重力或泵压驱动下将水输送至田间末端,相较于传统漫灌方式,可减少70%以上的水量浪费。同时,滴灌与微喷灌设施可直接将水分均匀送至作物根部,有效减少蒸发损耗和表层流失,提高作物水分吸收效率^[5]。此外,灌溉系统配备了阀门控制与分区灌溉设计,根据地块作物类型与需水周期灵活调整供水频次和强度,实现定量、定时、定区灌溉管理。该技术的引入,不仅提升了水资源利用率,也推动了农业用水方式从粗放型向集约型转变,为区域节水型农业发展提供了技术支撑。

3. 引入信息化灌溉调控系统,实现智能化节水管理。项目充分融合现代信息技术与传统水利工程建设,积极推动灌溉系统智能化升级。通过在泵站及管网关键节点安装流量计、水压监测器与电动阀门,实现灌溉系统运行状态实时监测和远程控制。同时,部分区域引入物联网终端设备,结合温湿度传感器与土壤墒情监测系统,动态获取田间环境数据,辅助决策灌溉时长与流量。信息平台可实现对泵站启停、阀门开闭、水量分配的集中控制,减少人工干预,提升运行效率与精准度。该系统不仅优化了水资源调配方式,还有效避免了过度灌溉或灌水不足等现象,有利于作物健康生长。智能灌溉的全面推广,标志着本项目在节水灌溉管理水平上迈向智能化、精细化的新阶段。

4. 注重系统配套与运行维护,保障节水灌溉可持续性。节水灌溉技术的高效运行离不开系统配套与后期管理维护的有机结合。本项目在灌溉系统建设过程中,同步完善了与之配套的排水工程、农田道路以及田块整理工作,形成闭环式的高标准农田水利设施体系。通过田块规范化整理,统一规划进出水口,增强灌溉系统的连通性与灌溉效果。同时,项目明确了灌溉系统的日常运行管理机制,落实到村级水管单位与农户责任人,制定定期巡检与维修制度,确保设备长期稳定运行。对泵站、阀门和管道等关键设施设立技术台账,定期进行检测与保养,有效防范运行故障风险。此外,项目还组织农户开展节水灌溉技术培训,提升其对设备操作与节水理念的认知水平。

3 高标准农田水利工程节水灌溉技术发展中的关键技术

3.1 土壤水分监测与精准灌溉技术

土壤水分监测技术属于高标准农田水利工程节水灌溉中关键的技术种类。精准监测土壤湿度对提升灌溉效率、节约水资源有着关键价值。随着传感器技术和物联网技术不断发展,土壤水分监测技术有了较大进步,借助部署土壤湿度传感器,系统可实时获取土壤的水分状况、温度、pH 值等参数,并且依据作物需求自动调节灌溉量,达成精确控制。土壤水分监测系统一般由土壤湿度传感器、数据采集设备、通信模块以及控制终端构成,湿度传感器依据电容、电阻或张力原理,实时检测土壤的水分含量,再把数据传输到远程数据平台或本地控制系统,供农民或管理人员查看,依据这些数据,系统会自动分析土壤的水分需求,智能调节滴灌、微喷灌等灌溉方式,保证每个区域的水分供应达到最佳水平。借助精确控制灌溉时间和水量,减少了水的消耗,还可以提高作物的生长质量和产量。土壤水分监测技术还可以协助农民及时发现土壤水分不均匀的区域,方便采取针对性改进措施。

3.2 智能化灌溉调度与决策支持系统

智能化灌溉调度与决策支持系统属于高标准农田水利工程节水灌溉技术中的一项关键技术,此项技术融合了气象预报、大数据分析以及人工智能,借助多维度数据的采集与分析,实现灌溉计划的自动化与精细化,提升水资源的利用效率,降低水的浪费情况。智能化灌溉系统依靠集成气象站、土壤水分传感器、作物生长模型以及气候预测数据,可依据实时天气变化、土壤湿度以及作物的生长阶段,自动算出最佳灌溉方案。比如当气象预报说明未来几天会有降雨时,系统会自动对灌溉计划作出调整,防止在降雨时进行灌溉,以此节省水资源,当土壤湿度低于设定值时,系统会马上启动灌溉设备,保证作物生长所需水分有充足的供应^[6]。

智能化灌溉调度系统运用自动化控制与精确决策,较大地提升了灌溉效率。该系统可依据作物生长需求以及气候条件实施科学调度,既能有效节水,又能加快作物生长速度并提高产量,而且此系统能减少人工干预,降低人为错误出现概率,提升灌溉过程的稳定性与可持续性,不过系统初期投资较高,大规模应用时,要构建完善的数据采集、处理及传输系统。

3.3 高效节水灌溉设备与系统集成技术

高效节水灌溉设备与系统集成技术是推动高标准农田水利工程节水灌溉技术发展的关键。基于创新设

计与合理配置,节水灌溉设备能够在确保作物生长所需水分的基础上,实现水资源的最大化利用。设备的高效性不仅体现在水分分配的均匀性上,还体现在节能、环保、自动化等方面。高效节水灌溉设备通常包括滴灌系统、微喷灌系统、智能喷灌系统等。以滴灌系统为例,滴头和管道的设计需要确保水分能够精确地输送到作物根部,同时避免水的浪费。滴灌管道的材质选择、滴头流量的设计、管道的布设方式等都直接影响水分的分布效果。微喷灌系统则适用于大面积农田,它能够以较低的压力提供较均匀的水雾,适合于果园、蔬菜等作物的灌溉。高效节水灌溉设备通过精确控制水流量、压力和灌溉频率,能够大幅提高水的利用效率,减少水的浪费。在设备的选型和系统配置方面,采用高效的过滤装置、压力调节阀和自动控制系统,能够保证灌溉过程的高效性和稳定性。

4 结束语

在现代农业的可持续发展过程中,高标准农田水利工程建设节水灌溉技术的创新与应用起到了至关重要的作用。随着水资源短缺和农业生产需求的不断变化,节水灌溉技术已经从传统的水利管理逐步发展到智能化、集成化、环保化的多维度技术体系。智能化和自动化技术的应用,使得灌溉过程更加精准与高效。土壤水分监测技术的进步则确保了灌溉量与作物需求的动态匹配,极大地提升了水资源的利用效率。与此同时,综合性节水灌溉技术的集成化发展,将灌溉与土壤改良、气候调控等多方面技术相结合,推动了农业生产向更高效、更生态的方向转型。然而,在技术推广与应用的过程中,设备投资、系统维护以及技术普及仍然面临一定的挑战,未来应加强技术创新,促进农业可持续发展。

参考文献:

- [1] 郭耀华. 高效节水灌溉技术在农田水利工程中的运用[J]. 农业开发与装备, 2025(03):104-106.
- [2] 李祥林, 王世尧, 杜杰, 等. 节水灌溉技术在徐州市农业水利工程中的应用[J]. 南方农业, 2025, 19(05):196-198, 202.
- [3] 张新荣. 信息技术在农田水利工程节水灌溉中的应用[J]. 黑龙江粮食, 2025(02):45-47.
- [4] 薄贤波, 汤文豪, 肖宁. 常州市农业水利工程中节水灌溉技术要点[J]. 南方农业, 2025, 19(04):166-168.
- [5] 彭志文. 农田水利工程高效节水灌溉技术的应用要点[J]. 南方农机, 2025, 56(04):177-179, 185.
- [6] 高元蛟. 高效节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J]. 河北农机, 2025(04):135-137.