

农田水利工程高效节水灌溉技术发展思路

陈 涛

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着水资源日益紧张, 传统灌溉方式已无法满足现代农业发展的需求。全球约 70% 的淡水用于农业灌溉, 但由于灌溉方式不当导致了大量水资源浪费、低效利用及相关环境问题的日益严重。通过精准控制水量, 高效节水灌溉技术, 如滴灌和微喷显著减少了水分蒸发与渗漏, 提升了水资源的利用效率并有效改善了土壤质量。尽管这些技术在发达国家已取得显著成果, 许多发展中国家在推广过程中仍面临技术普及困难、农民参与度低以及基础设施不完善等问题。因此, 推动高效节水灌溉技术的广泛应用与灌溉管理的优化, 已成为全球农业可持续发展的重要议题。

[关键词] 农田水利工程; 节水灌溉技术; 发展

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15036

中图分类号: S27

文献标识码: A

Development Ideas for Efficient and Water-saving Irrigation Technology in Agricultural Water Conservancy Engineering

CHEN Tao

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing scarcity of water resources, traditional irrigation methods are no longer able to meet the needs of modern agricultural development. About 70% of freshwater worldwide is used for agricultural irrigation, but improper irrigation methods have led to a large amount of water waste, inefficient utilization, and increasingly serious environmental problems. Through precise control of water volume, efficient water-saving irrigation technologies such as drip irrigation and micro spraying have significantly reduced water evaporation and leakage, improved water resource utilization efficiency, and effectively improved soil quality. Although these technologies have achieved significant results in developed countries, many developing countries still face difficulties in technology popularization, low farmer participation, and inadequate infrastructure in the promotion process. Therefore, promoting the widespread application of efficient water-saving irrigation technology and optimizing irrigation management has become an important issue for global sustainable agricultural development.

Keywords: farmland water conservancy engineering; water-saving irrigation technology; development

引言

全球水资源短缺已成为农业生产面临的严峻挑战, 特别是在干旱及半干旱地区, 传统灌溉方法常常导致水资源浪费及效率低下等问题, 通过精准调控水量, 高效节水灌溉技术能够显著提高水资源利用效率降低农业成本, 并推动可持续农业发展。滴灌、微喷、自动化控制及智能化灌溉技术等新型方法, 不仅能满足不同地区与作物的灌溉需求, 还为应对水资源危机提供了创新的解决方案。尽管这些技术在某些地区已取得初步应用成果, 推广过程中仍面临着技术成本、农民认知度以及基础设施建设等多方面的障碍。因此, 优化水资源配置、降低技术实施门槛以及提高农民参与度, 已成为推动节水灌溉技术广泛普及的关键环节。

1 农田水利工程高效节水灌溉技术现状分析

随着我国农业现代化不断推进, 水资源短缺已成为制约农业发展的关键因素, 尤其是在北方干旱与半干旱地区, 水资源的合理利用显得尤为重要。高效节水灌溉技术的应用, 已成为提高水资源利用效率、保障农业可持续发展的核心举措, 但在我国推广这一技术的过程中仍面临不少挑

战。尽管滴灌、微喷等节水灌溉技术在部分地区取得了一定进展, 但普及程度仍较为有限, 特别是在广泛的农村地区。技术推广受到了农民认知水平、经济状况和技术维护能力的制约, 许多农户由于缺乏足够的信任与实践经验, 对这些先进节水技术的应用持保留态度。此外, 当前的灌溉技术大多源自传统水利系统, 未能充分考虑不同地区的水土条件差异, 导致灌溉效果未能达到最佳, 水资源的利用效率仍然无法提升。尽管灌溉系统的自动化与智能化应用逐步推进, 然而在许多地区, 技术的更新与升级速度远远滞后, 仍有大量地区依赖传统人工灌溉方式, 水资源浪费问题仍然十分严重。

2 主要高效节水灌溉技术的分类与特点

2.1 滴灌技术

滴灌技术是一种高效节水灌溉方式, 通过管道、滴头等装置将水分精确输送至作物根部, 与传统地面灌溉相比, 水分蒸发和深层渗漏现象大大减少, 从而显著提高了水的利用效率。该系统通常由水源、过滤装置、管道和滴头等组件组成, 水通过精密控制的滴头以较低压力、缓慢的流

量输送到作物根部,确保水分直接渗透至根系,避免过量灌溉或浪费。滴灌技术的显著优势在于能够精确调节水分供应,不仅有效减少水的浪费,还能够缓解土壤侵蚀与盐碱化等问题,滴灌系统能够灵活地调整水分的供应频率与数量,根据不同作物的需求进行精准灌溉,从而提高作物的产量与质量,特别是在干旱或半干旱地区展现了显著优势。但滴灌技术也存在一定局限性,主要体现在系统建设和维护的初期成本较高,尤其是在大规模农田的灌溉系统中,初期投入较为昂贵。滴头堵塞问题亦需要特别关注,若未及时清理与维护将影响灌溉效果。

2.2 微喷技术

微喷技术是一种高效节水灌溉方法,通过微型喷头将水雾化或以细小水滴的形式喷洒在作物周围,与滴灌系统不同,它模仿自然降雨的效果将水均匀地分布在作物表面,这样不仅满足了植物对水分的需求,还能提高空气湿度减少蒸发并防止土壤表面干裂,尤其适用于果园、蔬菜田等需要大面积覆盖的农田,具有广泛的应用前景。微喷技术的主要优势在于水流柔和,避免了传统喷灌可能引起的水土流失及土壤结构破坏,喷头的设计通常允许调节水流量及喷洒角度,从而能够根据作物的种类及生长阶段进行精准的灌溉,确保水分供应的高效性和针对性。除灌溉外,微喷系统还可以进行施肥和杀虫,从而减少化肥和农药的浪费,进而提高农业生产效益。尽管微喷技术具有显著优势,但也存在一些局限性。喷头的安装与调节要求较高,这使得系统建设和维护的成本相对较大,尤其在水质较差的地区,喷头易发生堵塞,必须定期清洗以确保系统正常运行,微喷技术对气候条件有一定要求,在强风天气下水雾可能被吹散,从而影响灌溉效果。因此,微喷系统的推广应用必须根据水源条件及气候环境进行优化调整。

2.3 灌溉系统自动化技术

灌溉系统的自动化技术通过集成先进的传感器、控制设备和数据分析技术,实现在灌溉过程中的智能化管理。该技术基于土壤湿度、气象条件及作物需求等多个因素,自动调整灌溉的时间、频率及水量,从而显著提高了灌溉的精准度与效率。典型的自动化灌溉系统包括传感器、控制器、执行器以及通讯网络等部件,通过实时监测数据,系统能够精准地判断何时、何地地进行灌溉,并自动启动或停止相应设备。优势在于减少了人工干预,消除了传统灌溉方式中由于人为判断失误而导致的水资源浪费或过度灌溉问题。智能控制系统不仅能根据环境变化及作物生长的不同阶段灵活调整灌溉策略,还能实现水分的精准分配,提高水资源利用效率从而提升作物的产量。此外,自动化系统能够与气象数据整合,自动识别天气变化从而避免在雨天进行灌溉,进一步优化了水资源的利用。尽管自动化灌溉技术具有显著的节水优势,但建设成本较高,尤其是在大规模农业生产中,初期投资与后期维护需要较大支出。

系统的可靠性也受到气候条件、设备老化等因素的影响。例如,若传感器或控制设备出现故障,可能会导致灌溉不准确甚至系统停运。因此,自动化灌溉技术的普及仍需解决设备标准化、系统维护以及农民操作培训等问题。

2.4 智能化节水灌溉技术

智能化节水灌溉技术融合了物联网、人工智能及大数据等前沿科技,通过自动化和精确化手段,实现了灌溉水资源的优化利用。该技术能够实时监控土壤湿度、气象变化及水源状况,并根据数据分析结果自动调整灌溉策略,确保作物在各个生长阶段得到最佳水分供应,从而避免过度灌溉或水分不足的情况。与传统灌溉方法不同,智能灌溉系统通过传感器网络采集土壤湿度、温度等实时数据,并将这些信息传输至后台。利用算法模型对数据进行处理后,系统能够预测作物的水分需求,并自动调整灌溉的时间、频率及水量。此外,系统还可结合天气预报,自动暂停灌溉或减少水量,避免雨天等潮湿天气造成不必要的水资源浪费,这种精准而高效的灌溉方式不仅显著节约水资源,还能提升作物的产量与质量,尤其适用于水资源匮乏的地区,具备广泛的应用潜力。尽管智能化节水灌溉技术具有显著优势,推广面临诸多挑战。设备投入及系统建设的成本较高,尤其对于规模较小的农业生产者而言,初期投资负担较为沉重,智能设备的操作要求一定的专业技能,许多农民对新技术的接受度较低。因此,如何进行有效的技术培训与推广成为关键问题之一,系统的稳定性也会受到气候变化及设备老化等因素的影响,技术的维护与更新仍是长期需要解决的难题。

3 高效节水灌溉技术的实施路径

3.1 加强技术研发与创新

要推动高效节水灌溉技术的广泛应用,必须加大对技术研发与创新的支持力度。尽管目前一些节水灌溉技术已经在部分地区取得应用,但整体技术的性能与适应性仍有较大的提升空间,尤其是在不同气候条件与土壤类型下的适配能力上仍显不足。为应对这些挑战,必须加强对灌溉技术基础研究与应用研究的投入,以推动技术的不断优化与进步^[1]。科研机构与企业应加强合作,集中攻克提升灌溉效率、降低系统成本及增强技术适应性等关键技术问题。例如,可以开发更加智能化的灌溉控制系统,利用大数据与人工智能技术分析作物需求与环境变化,从而实现精准灌溉的目标,提高水源利用效率以及优化节能技术也是研发的重点领域。提升水泵和管道系统的能效减少能源消耗,成为实现节水高效灌溉的基础条件。技术创新还应根据不同地区的特点进行个性化研发,特别是在水资源匮乏的地区,灌溉系统的优化设计必须充分考虑当地的自然环境与水资源状况,通过紧密结合农业生产的实际需求,提升灌溉技术的适应性与可操作性,使其不仅能够节约水资源,还能够提升作物的生长效益。

3.2 优化灌溉水资源配置与管理

优化灌溉水资源的配置与管理,是实现高效节水灌溉的关键步骤。在水资源日益紧张背景下,如何科学合理地利用有限的水源,确保水资源得到高效分配与精细管理,已成为农业可持续发展的决定性因素。为此,从水源到田间的全流程管理需要得到加强,重点应放在水资源的科学调度与合理配置上。水资源的配置应根据不同地区的实际情况进行定制化设计,考虑水源供给、土壤类型、气候特点及作物水分需求等多种因素。在水资源丰富的地区,集约化的大范围灌溉方式可得采用;而在干旱或水资源匮乏的地区,滴灌、微喷等高效节水技术应优先推广,最大程度降低水分浪费,通过精确控制水量避免过度灌溉,确保水分精准输送至作物根系,从而显著提升水资源的使用效率。借助现代信息技术与智能化手段,如自动化灌溉控制系统与水质监测设备,能够实时获取土壤湿度、气象变化及作物需水量等数据,进而动态调整灌溉量与时机,有效避免不必要的水分浪费。此外,建立水资源调度与管理平台,整合区域内水源分配与使用情况并进行实时监控,有助于实现水资源的统一管理,确保农业生产过程中各方的合理用水。农民与农业生产者的积极参与,是水资源高效管理的有力保障,加强灌溉技术的普及与培训,提升农民的节水意识及操作技能,能够确保水资源得到优化配置。政府应通过政策支持与资金扶持,鼓励农民广泛应用高效节水灌溉技术,推动节水农业的深入发展。

3.3 提高农民参与度与技术普及率

提高农民的参与度与技术普及率,对于高效节水灌溉技术的广泛推广至关重要。尽管现代节水灌溉技术已经逐步成熟,并在提升水资源利用效率、增加农业产量等方面取得了显著成效,技术的普及仍面临诸多挑战,尤其是在农村地区,农民接受度与使用率较低^[2]。因此,推动农民对节水技术的认知与参与,已成为技术推广的核心环节。农民对新技术的接受度,往往受到信息不对称与技术难度的影响。为此,加强对节水灌溉技术的宣传与教育显得尤为必要,通过组织田间学校、农技讲座、现场示范等多种形式的培训活动,农民能够直观了解新技术的应用效果,从而认识到节水灌溉技术在提升产值与降低成本方面的直接效益。这些生动的教育方式不仅农民能够掌握基本操作技能,信心与兴趣亦会随之增强。技术普及的关键除了理论培训的广泛开展,更应通过“示范带动”策略进一步推动。节水灌溉示范区或示范农场的建设,提供了实际操作平台,使农民能够在实践中直接体验技术带来的益处,从而提升他们采纳新技术的意愿,这类示范项目可在小范围内进行试点,待取得成功后再逐步推广到更广泛的区域,以验证技术的可行性与适应性。农民的参与度提升同样需

要政策的积极支持,政府可以通过提供资金补贴、贷款优惠、技术服务等多种形式,降低农民采用新技术的成本,鼓励他们积极参与节水灌溉项目。同时,提升农技人员的培训水平与服务能力,确保技术能够顺利推广并有效实施,政府的政策支持不仅能够激发农民采纳新技术的积极性,也将加速节水灌溉技术的普及过程。

3.4 政策保障与资金支持

推动高效节水灌溉技术的广泛应用,离不开政策保障与资金支持。尽管节水灌溉技术已展现显著效益,但高成本和农民负担依然是推广中的主要障碍,政府的政策引导和财政支持显得尤为重要。政府应通过政策文件,提供法律框架与明确支持降低农民和企业成本激励技术应用^[3]。税收减免、补贴、贷款优惠等措施,有助于推动节水技术的普及,同时政府应加强项目规划与管理,确保政策执行力,稳定技术推广环境。资金支持是技术实施的关键,节水灌溉技术的初期投入较大,尤其对于小规模农业。政府可通过专项资金、低息贷款等方式减轻经济压力,并设立奖补机制,对成效显著的农户或企业给予奖励推动技术应用。除了政策与资金支持外,政府还应鼓励社会资本参与,通过激励措施吸引社会投资进入节水灌溉领域,助力技术研发与成本降低推动技术发展。

4 结语

高效节水灌溉技术在提升水资源利用效率、降低农业生产成本以及推动可持续发展方面具有深远意义。尽管该技术已取得显著进展,但在推广过程中仍面临技术成本高、农民参与度低及政策支持不足等一系列挑战。为了实现其广泛应用,必须加大技术研发与普及力度,提供充分的资金支持与政策保障,并提升农民的认知与参与度从而确保技术在各地有效推广。展望未来,随着技术的不断优化与创新,节水灌溉技术将更广泛地应用于全球范围,这不仅将大幅提升农业生产效率确保粮食安全,更将在环境保护方面发挥积极作用。通过各方的共同努力,水资源的可持续利用将得到有效保障,推动农业向绿色、高效、智能化方向发展。

【参考文献】

- [1] 吴春帮. 农田水利工程高效节水灌溉技术的发展与应用分析[J]. 农业科技与信息, 2021(24): 120-121.
- [2] 韩鹏, 张志远. 农田水利工程高效节水灌溉发展思路探讨[J]. 智慧农业导刊, 2022, 2(12): 83-85.
- [3] 周鹏伟. 农田水利工程高效节水灌溉发展思路[J]. 居舍, 2021(34): 16-18.

作者简介: 陈涛(1984.4—), 男, 毕业院校: 河北工程大学, 大学本科, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 河北省水务中心石津灌区事务中心, 职务: 副处长, 职称级别: 高级工程师。