

Study on the Improvement of Water-saving Irrigation Technology Efficiency in Agricultural Water Conservancy Engineering

Wenping Zhang

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Agricultural water conservancy projects play a crucial role in agricultural production in resource-scarce regions such as Xinjiang, especially in addressing water resource shortages and improving water utilization efficiency. As agricultural production scales up and water scarcity intensifies, the application of water-saving irrigation technology becomes particularly critical. By optimizing irrigation methods and enhancing water use efficiency, water-saving irrigation technologies can effectively reduce water consumption and increase agricultural production water efficiency. This paper analyzes the development history, current status, performance evaluation methods, and technology enhancement pathways of water-saving irrigation technology in agricultural water conservancy projects in Xinjiang. It explores how to apply water-saving irrigation technology in Xinjiang's agricultural water conservancy projects to improve water resource utilization efficiency, thereby promoting sustainable agricultural development and the rational use of water resources.

Keywords

Xinjiang Agricultural Water Conservancy Projects; Water-Saving Irrigation; Water Resource Utilization; Technology Evaluation; Intelligent Irrigation

农业水利工程中节水灌溉技术效能提升研究

张文平

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

农业水利工程在新疆等水资源匮乏地区的农业生产中发挥着至关重要的作用,尤其在应对水资源短缺和提升水资源利用效率方面,节水灌溉技术的应用显得尤为关键。随着农业生产规模的扩大和水资源紧张问题的加剧,节水灌溉技术通过优化灌溉方式和提高水分利用效率,能够有效降低水资源消耗,提升农业生产的水效。本文分析了新疆地区农业水利工程中节水灌溉技术的发展历程、现状、效能评估方法和技术提升路径,探讨了如何在新疆农业水利工程中应用节水灌溉技术,提高水资源的利用效率,推动农业可持续发展和水资源的合理利用。

关键词

新疆农业水利工程; 节水灌溉; 水资源利用; 技术评估; 智能化灌溉

1 引言

随着全球水资源短缺问题日益严重,特别是在农业灌溉领域,如何高效、节约地使用水资源已经成为亟待解决的难题。尤其是在新疆这样水资源紧张的干旱和半干旱地区,传统的灌溉方式往往存在严重的水资源浪费问题。节水灌溉技术作为一种高效的水资源节约手段,通过优化灌溉方式和提高灌溉效率,成为缓解水资源短缺的关键措施之一。近年来,随着节水灌溉技术的发展,智能化、自动化和精准灌溉

技术逐渐在新疆农业水利工程中得到了广泛应用,并取得了一定的成效。然而,技术设备不完善、应用范围受限等问题仍然存在。如何进一步提升节水灌溉技术的效能,成为当前新疆农业水利工程中的研究重点。通过优化技术路径和加强技术创新,能够更好地应对新疆地区水资源短缺问题,推动农业可持续发展。

2 节水灌溉技术概述

2.1 节水灌溉的定义与意义

节水灌溉技术指的是通过改进灌溉方式、优化水资源的使用效率,以实现农业生产过程中对水资源的高效利用并减少水资源浪费的技术。随着全球水资源日益紧张,节水灌

【作者简介】张文平(1992-),男,中国甘肃人,硕士,工程师,从事水利设计研究。

溉的重要性愈加突出。水资源短缺已成为制约农业发展的一个主要因素，尤其是在干旱和半干旱地区。传统灌溉方式如漫灌、人工灌溉等方式浪费了大量水资源，导致了水资源的极大浪费。节水灌溉不仅能够提高水的利用率，减少水土流失，还能有效提高作物的产量和质量。此外，节水灌溉对于实现农业可持续发展、减缓水资源压力、促进生态环境保护具有重要的战略意义。

2.2 节水灌溉技术发展历程

节水灌溉技术的发展经历了从传统灌溉方式到现代化、智能化灌溉系统的逐步演变。在 20 世纪中期，滴灌和喷灌等节水灌溉技术开始兴起，这些技术可以将水分准确地输送到作物根部，减少了水分的蒸发和渗漏。随着技术的不断进步，智能化控制系统逐渐应用于灌溉领域。进入 21 世纪，精准灌溉技术得到快速发展，通过利用气象数据、土壤湿度、作物生长状况等信息进行智能化调控，实现了基于需求的精准灌溉，最大限度地提高了水资源的使用效率。此外，随着信息技术的进步，物联网、大数据、人工智能等技术开始与灌溉系统结合，使灌溉技术更为精准、高效、自动化^[1]。

2.3 节水灌溉技术的分类与应用

节水灌溉技术主要包括滴灌、喷灌、微灌等多种形式。滴灌是通过管道和滴头将水直接输送到植物根部，水分损失少，节水效果显著。喷灌则通过喷头将水分喷洒到作物上，模拟降雨的效果，适用于广泛的农作物。微灌技术通过小流量的水流，均匀地向土壤中渗透，适合一些特殊种植区域和小规模作物的灌溉。此外，近年来精确灌溉系统的出现，基于实时监控土壤湿度、气象数据、作物需水量等信息，能够精确控制灌溉量，避免不必要的水资源浪费。节水灌溉技术广泛应用于农业、园艺、绿化等多个领域，尤其在干旱和半干旱地区，发挥了极大的作用，改善了水资源紧缺的局面。

3 农业水利工程中的节水灌溉技术应用现状

3.1 农业灌溉技术的现有水平

目前，农业灌溉技术已经取得了长足的进展，传统的人工灌溉方式逐渐被机械化、自动化灌溉系统取代。大规模农业种植区普遍采用喷灌、滴灌等现代节水灌溉技术，这些技术的应用大大提高了水的使用效率，减少了水资源的浪费。然而，在一些小规模农田或部分发展较慢的地区，传统的灌溉方式仍然较为普遍，灌溉效率较低，水资源浪费现象严重。尽管如此，整体而言，节水灌溉技术已经逐步覆盖了多数农业生产区域，特别是在水资源短缺的地区，起到了至关重要的作用。

3.2 节水灌溉技术在农业水利工程中的应用现状

在农业水利工程中，节水灌溉技术的应用现状表现为滴灌、喷灌等技术在多个农业项目中的广泛应用。尤其在干旱和半干旱地区，节水灌溉技术得到了广泛推广，许多地方已经建立了完善的节水灌溉设施。这些设施不仅在提高水利

用效率方面取得了显著成果，还有效促进了农业生产的稳定性和可持续性。在一些农业大国，如中国、印度、美国等，已经实施了大规模的节水灌溉工程，尤其是在灌溉水源稀缺的地区，这些技术发挥了至关重要的作用。然而，尽管如此，一些地区由于资金和技术限制，节水灌溉技术的普及程度依然较低，特别是对于小农户而言，尚未完全实现节水灌溉的全覆盖。

3.3 节水灌溉技术存在的问题与挑战

尽管节水灌溉技术在农业水利工程中取得了显著进展，但在实际应用过程中仍面临着诸多问题与挑战。首先，技术成本较高，尤其对于小规模农户而言，设备投资和安装费用较为昂贵，导致普及困难。其次，技术培训不足，许多农民对于新型节水灌溉技术的理解和操作能力有限，影响了技术的效果和推广。再者，一些地区的水源分配不均，导致灌溉系统的运行效率无法充分发挥，水资源的利用效果不理想。此外，虽然自动化、智能化灌溉系统逐渐普及，但这些系统仍然存在系统集成难度高、维护成本高等问题，需要进一步优化和改进。

4 节水灌溉技术效能评估方法

4.1 节水效益评估的主要指标

节水效益评估的主要指标涉及水利用效率、节水量、产水比和灌溉均匀度等。水利用效率是评估节水效果的重要标准，通常以作物的产量与灌溉用水量之比来表示。比如在节水灌溉系统下，水利用效率可以达到 85% 以上，相较于传统灌溉方式的 60%-70% 有了显著提升。节水量则是通过对比节水灌溉和传统灌溉方式下的用水量差异，来衡量灌溉技术的节水效果。比如在滴灌系统应用下，相同面积的农田用水量可以减少 30%-50%。产水比是衡量灌溉水有效转化为作物产量的效率，节水灌溉技术通常能使这一比率提高 20%-30%。此外，灌溉均匀度也是评估节水灌溉效果的重要指标，通常以水分分布的均匀性为衡量标准，高效的节水灌溉系统能够保持较高的均匀度，减少水分浪费^[2]。

4.2 节水灌溉效能的量化评估方法

节水灌溉效能的量化评估方法包括水量平衡法、产水效益法以及经济效益分析法。水量平衡法是通过计算灌溉区域的水资源输入和输出，分析水资源的使用效率。在节水灌溉技术应用中，水量平衡法能够有效量化节水量，帮助评估技术效能。比如在滴灌系统中，水量平衡法能表明每公顷农田的用水量减少了 40%，有效提升了水资源的利用效率。产水效益法则是通过计算单位灌溉水消耗所获得的作物产量来评估节水灌溉技术的效能，通常节水灌溉系统能够使产水效益提高 25%-35%。经济效益分析法则从经济角度评估节水灌溉技术的投入产出比，计算灌溉技术的投资回报率。在一些农业项目中，节水灌溉技术的经济回报率可达到 10%-15%，显示了节水灌溉在经济层面的巨大潜力^[3]。

4.3 效能评估中的数据采集与处理技术

在节水灌溉效能评估中,数据采集与处理技术发挥着关键作用。土壤湿度传感器是常见的数据采集设备,它能够实时监测土壤中的水分变化,为灌溉系统提供准确的参考数据。在一些节水灌溉系统中,土壤湿度传感器与气象站的数据进行实时同步,确保灌溉水量与作物需求相匹配。气象数据采集设备则通过监测气温、湿度、降水量等指标,帮助灌溉系统自动调节水量。在数据处理方面,数据清洗技术用于剔除噪声数据,确保采集数据的准确性。数据融合技术则将来自不同设备的数据进行整合,提高数据的全面性与可靠性。同时,大数据分析技术能够对大量采集的数据进行深度挖掘,揭示水资源利用与作物生长之间的关系,为节水灌溉技术的优化和效果评估提供理论支持。

5 提升节水灌溉技术效能的策略与路径

5.1 灌溉系统的优化设计

灌溉系统的优化设计是提升节水灌溉效能的核心。首先,灌溉管网的合理布局至关重要,优化管道的设计可以减少水流损失,提高水分输送效率。特别是在长距离的灌溉区域,采用耐压管道和高效水泵可以有效降低能量损耗,保证水流的稳定性与高效性。其次,灌溉时段的科学安排也是优化设计的关键,尤其是在干旱地区,合理安排灌溉时间和周期可以确保作物生长所需的水量。在灌溉技术选择上,根据不同土壤类型和作物需求,选择滴灌、微灌等高效灌溉方式能够最大限度地减少水分蒸发和渗漏,提升水利用效率。此外,智能化灌溉系统的引入,通过实时监控土壤湿度和气象条件,可以根据作物的实际需求智能调整水量和灌溉频次,从而实现水资源的最优化使用。

5.2 智能化与自动化技术的应用

智能化与自动化技术的应用是提升节水灌溉效能的另一重要途径。通过传感器网络、物联网技术和自动化控制系统的结合,灌溉系统能够实时获取作物生长、土壤湿度、气象变化等数据,并根据实时数据自动调整灌溉参数。例如,通过安装土壤湿度传感器和气象站,系统能够精确监测到土壤水分的变化,自动调节滴灌系统的水量,避免过度灌溉或不足灌溉现象的发生。智能化灌溉系统能够通过集成大数据和云计算平台,分析作物需水量和气候变化的趋势,提供更加精准的灌溉方案。在农业大规模灌溉系统中,智能化和自

动化控制能够降低人工干预,提高灌溉的精确度和效率,大大减少水资源浪费。

5.3 节水灌溉设备的创新与改造

节水灌溉设备的创新与改造是提升技术效能的重要方向。现有的滴灌、喷灌设备在长期使用过程中可能出现滴头堵塞、管道老化等问题,影响系统的稳定性和节水效果。因此,采用新型高效的滴头和喷头材料能够提高灌溉效率。例如,采用自清洁滴头和耐高压喷头可避免堵塞问题,保证长期高效运行。此外,管道材料的升级改造也是提升设备效能的重要措施,采用新型耐腐蚀、抗压的管材能够提高管网的耐用性,减少漏水和能量损失^[4]。同时,灌溉设备的智能化改造也是未来发展的趋势,通过智能流量计、自动调节阀门等设备,实现灌溉过程的实时控制与自动化,减少人工干预,提高设备的整体效能。这些创新与改造将进一步提升节水灌溉技术的稳定性和水资源的利用效率。

6 结语

节水灌溉技术在农业水利工程中的应用,对于提高水资源利用效率、保障农业可持续发展具有重要意义。通过对节水灌溉技术的效能评估,能够为未来技术优化和改进提供有力的数据支持与理论依据。在实际应用中,智能化、自动化的技术创新将进一步提升节水灌溉的效能,减少水资源的浪费,并推动农业生产向更高效、更环保的方向发展。尽管节水灌溉技术在许多地区已取得显著成效,但在普及和应用过程中仍面临诸多挑战,如技术设备成本、农民技术培训等问题。未来,随着新技术的不断发展和完善,节水灌溉系统将更加智能化、高效化,水资源的利用将更加科学和精准。通过政策支持、技术创新和农民培训等多方面的努力,节水灌溉技术将在全球范围内得到更广泛应用,为解决水资源紧张问题做出更大贡献。

参考文献

- [1] 桂大洪.农业水利工程中节水灌溉技术的应用与推广研究[J].农业灾害研究,2025,15(03):232-234.
- [2] 郎广栋.农业水利工程灌溉中节水技术的应用[J].河北农机,2023,(20):115-117.
- [3] 潘玉杰.农业水利工程灌溉中节水措施的应用[J].甘肃科技,2021,37(22):48-50.
- [4] 姚文平,王焯峰,戴润华,宋希贤.农业水利工程灌溉中节水措施的应用[J].农业开发与装备,2020,(11):66-67.