

基于智慧水利理念的节水灌溉系统架构与性能评估

李晓芳

新疆石河子职业技术学院

DOI:10.12238/hwr.v9i1.6053

[摘要] 随着全球水资源短缺问题的日益严峻,智慧水利理念在农业灌溉领域的应用显得尤为重要。节水灌溉系统作为智慧水利的重要组成部分,通过集成传感器技术、物联网、大数据分析和人工智能等前沿科技,实现了灌溉过程的精准控制和智能化管理。本文旨在探讨基于智慧水利理念的节水灌溉系统架构设计与性能评估,通过深入分析系统各组成部分的功能与协同工作机制,评估其在提高水资源利用效率、保障作物生长需求及促进农业可持续发展方面的实际效果,以为农业灌溉的智能化、高效化提供理论支撑和实践指导。

[关键词] 智慧水利理念; 节水灌溉系统; 架构; 性能评估

中图分类号: TU991.64 **文献标识码:** A

Architecture and performance evaluation of water-saving irrigation system based on the concept of intelligent water conservancy

Xiaofang Li

Xinjiang Shihezi Vocational and Technical College

[Abstract] With the increasingly severe problem of global water resources shortage, the application of intelligent water conservancy concept in the field of agricultural irrigation is particularly important. As an important part of intelligent water conservancy, the water-saving irrigation system realizes the precise control and intelligent management of the irrigation process through the integration of cutting-edge technologies such as sensor technology, Internet of Things, big data analysis and artificial intelligence. This paper aims to discuss the architecture design and performance evaluation of water-saving irrigation system based on the concept of intelligent water conservancy. Through in-depth analysis of the functions and cooperative working mechanism of each component of the system, the actual effect of improving water resource utilization efficiency, ensuring crop growth demand and promoting sustainable agricultural development is evaluated. In order to provide theoretical support and practical guidance for intelligent and efficient agricultural irrigation.

[Key words] wisdom water conservancy concept; Water-saving irrigation system; Structure; Performance evaluation

引言

近年来,我国高度重视节水灌溉技术的发展,农业农村部发布的《全国智慧农业行动计划(2024—2028年)》明确指出,要集成应用适宜的信息技术装备,因地制宜建设多样化的智慧农场,重点应用包括环境监测调控、水肥药精准管理在内的多项技术。在这一框架下,节水灌溉系统通过集成传感器、控制器、执行器等组件,实时监测土壤湿度、气象条件等信息,利用先进的算法决定最优的灌溉时间和水量,旨在提高灌溉效率、节约水资源并提升作物产量和质量。

1 智慧水利理念的内涵

智慧水利是指运用物联网、大数据、云计算、人工智能等

现代信息技术,对水资源进行智能化感知、分析、管理和决策,实现水资源的高效利用和可持续管理。在农业灌溉领域,智慧水利理念的应用主要体现在节水灌溉系统的设计与应用上,通过智能化手段实现灌溉过程的精准控制和水资源的合理利用。

2 基于智慧水利理念的节水灌溉系统应用意义

2.1 促进水资源可持续利用

水资源的短缺与不均是全球面临的共同挑战,尤其是在农业领域,灌溉用水占据了水资源消耗的大头。传统灌溉方式大多存在如过度灌溉、灌溉时机不当等水资源浪费严重的问题,不仅加剧了水资源的紧张状况,还会对生态环境造成负面影响。而基于智慧水利理念的节水灌溉系统,通过实时监测土壤湿度、气候

条件、作物生长状态等多维度信息,可以精确判断作物的实际需水量,并自动调整灌溉计划,实现精准灌溉。这种智能化的管理方式不仅有效减少了水资源的浪费,还提高了灌溉效率,使得每一滴水都能发挥最大的效用,从而促进了水资源的可持续利用。

2.2 提升农业生产效率

农业是用水大户,其生产效率与灌溉管理的精细化程度密切相关。传统灌溉方式依赖于人工经验,难以实现灌溉的精准化和高效化,往往导致作物生长周期延长、产量和品质下降。而节水灌溉系统通过集成现代信息技术,实现了对灌溉过程的智能化控制,可以根据作物种类、生长周期、土壤类型等参数,制定出最适宜的灌溉策略,不仅满足了作物生长的实际需求,还提高了灌溉的精准度和及时性,从而促进了作物的快速生长和高产高质。此外,节水灌溉系统还能结合气象预报数据,提前应对极端天气,如在暴雨前减少灌溉,既节水又防涝,进一步提升了农业生产的效率和稳定性。

2.3 推动农业现代化进程

农业现代化是实现农业可持续发展的关键路径,而节水灌溉系统的应用正是推动农业现代化进程的重要力量。借助现代信息技术,实现了对灌溉过程的数字化、网络化和智能化管理,使得农业生产更加精准、高效和可控。同时,节水灌溉系统还能与智能喷灌机器人、无人机等其他农业智能设备结合,实现农田管理的自动化和智能化。这种现代化的管理方式不仅提高了农业生产效率,还降低了人工成本,使得农民有更多的时间和精力投入到其他农业生产活动中。此外,节水灌溉系统的应用还促进了农业信息的共享和交流,使得农业生产更加透明、开放和协同,从而推动了农业现代化的进程。

2.4 增强农业生态环境保护

农业生态环境保护是实现农业可持续发展的基础保障,而节水灌溉系统的应用正是增强农业生态环境保护的重要手段。通过精准灌溉和高效管理,有效减少了水资源的浪费和污染,降低了化肥和农药的使用量,从而减轻了对农业生态环境的负面影响。同时,节水灌溉系统还能根据作物的实际需水量进行灌溉,避免了过度灌溉导致的土壤盐碱化和水土流失等问题,保护了农业生态环境的稳定性和可持续性。此外,节水灌溉系统的应用还促进了农业资源的循环利用和节能减排,使得农业生产更加绿色、环保和可持续。

3 基于智慧水利理念的节水灌溉系统架构

3.1 智能化感知与决策层,构建多源数据融合的智能感知网络

在智慧水利理念下,节水灌溉系统的首要任务是实现对农田环境的全面、精准感知。相关部门需提出构建一个由地面传感器、无人机遥感、卫星遥感以及气象站等多源数据融合的智能感知网络。地面传感器负责实时监测土壤湿度、温度、EC值(电导率)等关键参数;无人机和卫星遥感技术则提供大范围、高精度的作物生长状况和病虫害监测;气象站则提供气象数据,如降

雨量、风速、光照强度等。这些数据通过物联网技术实时上传至云端数据中心,为灌溉决策提供科学依据。不仅如此,相关部门还要引入深度学习、机器学习等人工智能算法,对海量数据进行挖掘和分析,预测作物需水量,制定精准的灌溉计划。同时,结合作物生长模型,系统就可以自动调整灌溉策略,以适应不同生长阶段和天气条件的变化,实现灌溉的精细化管理。

3.2 精准化控制与执行层,打造智慧灌溉控制系统

在智慧水利理念的引领下构建创新的节水灌溉系统,其核心在于精准化控制与执行层的打造。在感知与决策的基础上,通过集成先进的物联网技术、大数据分析及人工智能算法,智慧灌溉控制系统实现了对灌溉过程的全方位、高精度管理。系统可以实时监测土壤湿度、作物生长状况及天气变化,智能决策灌溉时机与水量,确保每一滴水都精准送达作物根部,既满足了作物生长需求,又极大避免了水资源浪费。此外,该系统还具备自适应学习能力,能根据历史数据不断优化灌溉策略,实现灌溉的个性化与精准化,为现代农业的可持续发展注入智慧动能,真正践行了智慧水利的核心理念。

3.3 优化能源与资源层,构建绿色节能的灌溉系统

智慧水利理念强调资源的可持续利用。在节水灌溉系统中,相关部门需注重能源和资源的优化利用。一方面,通过采用太阳能供电系统,为灌溉设备提供清洁、可再生的能源,减少对传统能源的依赖。另一方面,通过优化灌溉策略,减少水资源的浪费。例如,利用滴灌、微喷灌等节水灌溉技术,将水分直接输送到作物根部,减少水分蒸发和渗漏损失。在引入能源管理系统的过程中,对灌溉系统的能耗进行实时监测和分析,提出节能优化方案。同时,结合当地的自然条件和农业资源,系统能够自动调整灌溉策略,实现水资源的最大化利用。

3.4 协同化管理与服务层,建立多方参与的灌溉管理平台

智慧水利理念强调多方协同管理。在节水灌溉系统中,相关部门要建立一个由政府、农业企业、科研机构和农户等多方参与的灌溉管理平台。平台通过整合各方资源,提供灌溉决策支持、技术培训、市场信息服务等功能,促进农业生产的智能化和现代化。同时,引入区块链技术,确保灌溉数据的真实性和可追溯性。通过区块链技术,可以记录灌溉时间、水量、作物生长状况等灌溉过程中的所有关键数据,为农业生产提供可靠的数据支持。此外,平台还支持农户之间的信息交流和经验分享,因此促进农业知识的传播和共享。

3.5 可持续化发展与创新层,推动节水灌溉技术的持续创新

智慧水利理念强调可持续发展。在节水灌溉系统中,相关部门要注重技术的持续创新和应用推广。通过加强与科研机构的合作,不断研发新的节水灌溉技术和设备,提高灌溉效率和节水效果。另外,通过举办培训班、示范推广等活动,提高农户对节水灌溉技术的认识和接受度,推动技术的广泛应用。相关部门要提出“智慧灌溉+”的发展模式,将节水灌溉技术与现代农业的其他领域相结合,如智能温室、精准农业、农业物联网等,形成协同发展的农业生态系统。同时,还要注重国际合作与交流,引

进国际先进的节水灌溉技术和管理经验,推动我国节水灌溉事业的快速发展。

4 基于智慧水利理念的节水灌溉系统性能评估

4.1 科技赋能,灌溉决策精准化

智慧水利节水灌溉系统的核心在于其高度智能化的决策能力。系统集成先进的物联网技术、大数据分析、人工智能算法等,构建了一个全方位的智能感知与决策网络,可以实时、准确地收集土壤湿度、气象条件、作物生长状态等多源信息,并通过智能算法进行深度挖掘和综合分析,为灌溉决策提供科学依据。与传统灌溉方式相比,智慧灌溉系统的智能化水平显著提升了灌溉决策的精准性和时效性。系统能够根据作物实际需水量和土壤水分状况,自动调整灌溉计划,实现灌溉的“按需分配”。这种智能化的灌溉管理不仅提高了灌溉水的利用效率,还减少了因过度灌溉或灌溉不足导致的作物生长问题,从而保障了作物的健康生长和高产稳产。

4.2 适应多变,灌溉策略动态化

智慧水利节水灌溉系统在设计上充分考虑了农田环境的复杂性和多变性,因此具有极高的灵活性。系统可以根据不同的作物类型、生长阶段、气候条件以及土壤特性,动态调整灌溉策略,确保灌溉效果的最优化。系统灵活性的体现之一在于其支持多种灌溉方式,如滴灌、喷灌、微灌等,可以根据实际需要进行灵活切换。此外,系统还具备自适应学习能力,能够根据历史灌溉数据和实时环境信息,不断优化灌溉模型,提高灌溉策略的针对性和有效性,使得智慧灌溉系统能够更好地适应不同的农田环境,满足多样化的灌溉需求。

4.3 高效利用,水资源节约化

节水效能是评估节水灌溉系统性能的重要指标。智慧水利节水灌溉系统通过精准控制灌溉水量和时间,实现了水资源的高效利用。系统能够根据作物需水量和土壤水分状况,精确计算灌溉量,避免水资源的浪费。同时,系统还通过优化灌溉方式,如采用滴灌等节水技术,将水分直接输送到作物根部,减少了水分蒸发和渗漏损失。此外,系统还可以根据天气预报和土壤湿度预测,提前调整灌溉计划,避免不必要的灌溉。这些措施共同作用下,显著提高了节水灌溉系统的节水效能,为缓解水资源紧张状况提供了有力支持。

4.4 绿色生态,农业生产可持续化

智慧水利节水灌溉系统在设计上注重与环境的融合性,体现了绿色生态的理念。系统通过优化灌溉策略,减少了化肥和农药的使用量,降低了农业面源污染的风险。同时,系统还支持太阳能供电等绿色能源方式,减少了灌溉过程中的碳排放,有助于保护生态环境。此外,智慧灌溉系统还能够促进农田生态系统的

平衡。系统通过精准控制灌溉水量,避免了因过度灌溉导致的土壤盐碱化和水土流失等问题。并且,系统还可以根据作物生长需求,调整灌溉策略,促进作物根系的健康发育,增强作物的抗逆性,从而维护农田生态系统的稳定性和可持续性。

4.5 多方共赢,农业发展现代化

智慧水利节水灌溉系统的应用不仅提高了灌溉效率和节水效能,还带来了显著的社会经济效益。对于农民而言,系统降低了灌溉成本,提高了作物产量和品质,增加了农民收入。对于农业企业而言,系统提高了农业生产效率和管理水平,增强了企业的市场竞争力。对于社会而言,系统节约了水资源,保护了生态环境,推动了农业的可持续发展。此外,智慧灌溉系统还能够促进农业的现代化和智能化发展。系统通过集成现代信息技术和智能控制技术,实现了农业生产的精准化、智能化管理。这种现代化的灌溉方式不仅提高了农业生产效率,还促进了农业资源的优化配置和环境保护。同时,系统产生的海量数据也为农业科研提供了宝贵的资源,有助于推动农业科技的进步和创新。

总而言之,基于智慧水利理念的节水灌溉系统,以其先进的架构设计和卓越的性能表现,为现代农业的可持续发展注入了新的活力。不仅可以促进水资源的可持续利用,提升农业生产效率,推动农业现代化进程,还能增强农业生态环境保护。随着技术的不断进步和应用的持续深化,智慧水利节水灌溉系统将进一步融合物联网、大数据、人工智能等前沿技术,不断提升其智能化、自动化水平,为农业生产的现代化、智能化转型提供有力支撑。相信,这一创新性的灌溉系统将成为未来农业灌溉领域的新常态,为保障全球粮食安全和推动农业可持续发展作出更大贡献,引领人们迈向更加绿色、智能和可持续的未来。

[参考文献]

- [1]胡宗虎.农业水利灌溉节水路径探讨[J].河南农业,2024,(22):75-77.
- [2]张生胜.农田水利节水灌溉发展中存在的问题及解决措施[J].农业灾害研究,2024,14(10):293-295.
- [3]杨峰.高效节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用[J].棉花科学,2024,46(05):50-52.
- [4]李荣华.农田水利灌溉创新模式与节水技术应用研究——以滨州市为例[J].农业开发与装备,2024,(08):214-216.
- [5]王莹.智慧水利在农业灌溉中的应用与节水效果分析[J].黑龙江粮食,2024,(04):49-51.

作者简介:

李晓芳(1991--),女,汉族,新疆人,研究生,讲师,研究方向:水利工程。