

农田水利工程智能化管理系统构建与应用研究

辛文超 杨超先

陕西省周至县水务局

DOI:10.12238/jpm.v6i8.8332

[摘要] 随着现代农业对水资源的高效利用和精细化管理需求的不断增加,农田水利工程的智能化管理成为提升农业生产力、节约水资源、保障粮食安全的重要途径。传统的农田水利管理方式存在信息化水平低、调度效率差、管理手段单一等问题,已难以满足当前农业生产的需求。因此,构建与应用农田水利工程智能化管理系统,成为解决这一问题的关键所在。本文首先分析农田水利工程智能化管理系统的关键要素,接着研究该系统的具体应用以及实施策略,为智能农业的未来发展提供参考与借鉴。

[关键词] 农田水利工程;智能化管理;应用分析

Research on construction and application of intelligent management system for farmland water conservancy projects

Xin Wenchao Yang Chaoxian

Shaanxi Zhouzhi County Water Bureau, Zhouzhi County

[Abstract] With the increasing demand for efficient use and refined management of water resources in modern agriculture, intelligent management of farmland water conservancy projects has become a crucial approach to enhancing agricultural productivity, conserving water resources, and ensuring food security. Traditional methods of managing farmland water conservancy suffer from low levels of informatization, poor scheduling efficiency, and limited management tools, making them inadequate for current agricultural production needs. Therefore, constructing and applying an intelligent management system for farmland water conservancy projects is key to addressing these issues. This paper first analyzes the critical elements of an intelligent management system for farmland water conservancy projects, then examines its specific applications and implementation strategies, providing references and insights for the future development of smart agriculture.

[Key words] farmland water conservancy project; intelligent management; application analysis

引言

智能化管理系统通过集成先进的信息技术、传感技术、数据挖掘与分析技术,以及自动化控制技术,实现农田水利工程的实时监测、精准调控和优化决策,能够有效提升水资源的利用效率,降低农业生产成本,增强农业抵御自然灾害的能力。同时,智能化系统在防灾减灾方面的潜力也逐渐凸显,能够及时预警气象变化、监测洪涝干旱等灾害,帮助农民及时调整生产策略,从而减少农业生产中的损失。然而,智能化管理系统的推广与应用面临诸多挑战,包括技术实施难度、资金投入压力、农户的技术接受度等问题。因此深入研究农田水利工程智能化管理系统的构建与应用,探讨其在水资源管理、生产效率提升及灾害预警中的具体应用是十分有必要的。

1.农田水利工程智能化管理系统构建要素

1.1 传感器网络

通过在农田不同位置部署各类传感器,可以全面、准确地采集土壤湿度、气温、降雨量、水质等关键信息,从而为农业生产提供精准的决策支持。土壤湿度传感器是传感器网络中不可或缺的一部分,其工作原理和应用方法直接影响灌溉效率^[1]。根据农田土壤类型和作物的生长需求,可以选择适合的传感器类型,如电阻式、电容式和频域反射式等。这些传感器通过在农田中按网格布局埋设,能够实时反映土壤水分状况,为灌溉管理提供精确数据支持。气象传感器则用于获取气象数据,包含气温、湿度、风速、风向、降水量等信息,尤其是降水量的实时监测,可以帮助系统判断是否需要进行灌溉,避免水资源的浪费。

1.2 数据传输与储存

传感器采集到的数据需要通过高效、可靠的无线通信技术进行传输。常用的通信方式包括 LoRa、NB-IoT、4G/5G 等，这些技术能够确保远程监测设备与数据中心或云平台之间的数据实时传输。为了确保数据的及时性和准确性，传输系统必须具备低延迟、高可靠性和抗干扰性，尤其在复杂的农田环境中，通信技术需要能够在广阔的覆盖范围内稳定运行。云存储具有可扩展性强、成本低、易于管理等优点，是解决农业水利系统中海量数据存储需求的理想选择。云平台能够根据需求动态调整存储空间，保证系统在长期运行中的数据存储需求。通过云存储，数据不仅能够实现安全存储，还能方便地进行集中管理、快速检索和分析^[2]。

1.3 数据分析与决策支持

系统通过大数据处理平台对从传感器采集到的数据进行预处理，包括数据清洗、去噪、归一化等操作，以确保数据的高质量和可用性。数据清洗能够有效去除冗余和异常数据，去噪技术则可以过滤由外界干扰或传感器误差带来的不准确数据，归一化处理则将不同来源和量级的数据转换为统一标准，从而提升数据的可比性和一致性。数据预处理后，系统利用数据挖掘算法，如聚类分析、关联规则挖掘等，深入探索土壤湿度、气象条件与作物生长之间的潜在关系。例如，聚类分析能够根据不同土壤和气象条件将农田划分为多个管理单元，从而针对性地制定不同的灌溉策略；关联规则挖掘则能够揭示出土壤湿度与作物生长需求之间的内在联系，为后续的灌溉决策提供有力支持。基于作物生理学原理，结合历史种植数据、实时气象信息和土壤监测数据，系统能够构建精准的作物生长模型。这些模型模拟了作物在不同生长阶段对水分、养分的需求变化，能够预测作物在未来一段时间内的需求，辅助农业管理者做出更科学的水利调度决策。最终，智能决策算法会综合当前土壤湿度、气象条件和作物生长阶段等多维信息，自动生成最优的灌溉方案，涵盖灌溉时间、灌溉量和灌溉方式等细节，为管理人员提供科学依据，确保水资源的合理利用和作物的最佳生长。

1.4 自动控制与执行

系统开发远程操控和监控平台，管理人员可以通过手机 APP、电脑网页等多种方式，实时查看农田灌溉状态，随时随地对灌溉作业进行监控和调整。这种灵活性不仅提高了管理的便捷性，还增强了应对突发状况的能力，使管理人员能够快速响应农田环境变化，调整灌溉计划，确保作物生长需求与水资源的匹配。为了保证系统的稳定性和可靠性，自动控制与执行模块还具备故障预警功能，能够实时监测设备的运行状态。一旦检测到设备出现故障或运行异常，系统会及时发出预警信息，提醒管理人员进行检修或替换，从而有效避免了设备故障对灌溉作业的影响，减少了系统停运的风险^[3]。

2. 农田水利工程智能化管理系统的应用

2.1 精准灌溉

系统通过部署各类传感器，实时采集土壤湿度、气象条件、气温、降水量等环境数据，并结合作物生长模型，准确预测作物在不同生长阶段的需求量。利用智能决策算法，系统能够综合考虑土壤水分状况、气象变化、作物需水特性等因素，自动计算并生成最优的灌溉方案。与传统灌溉方式相比，精准灌溉能够实现按需灌溉，避免了过度灌溉和灌溉不足的现象，这不仅有效减少了水资源的浪费，还能够显著提高水的利用效率，从而保障农业生产中的水资源可持续利用。精准灌溉还具有优化作物生长环境的作用。通过根据作物的实际需水状况调整灌溉策略，系统确保作物在生长的各个阶段获得充足而不过量的水分，促进作物根系发育、提高水分吸收效率。作物的生长环境得到科学调控，能够增强作物的抗逆性，提高其对不良气候条件的适应能力，进一步提升作物的产量和品质。

2.2 水资源优化配置

系统通过综合分析农田灌溉需求、水资源供应、气象数据等多维度信息，能够动态调整水资源的分配策略。在具体应用中，系统基于土壤湿度、作物需水量、地理环境等实时数据，制定科学合理的水资源分配方案，确保不同农田、不同作物能够获得与其生长需求相匹配的水量。这一过程避免了传统水利管理中可能出现的水资源分配不均或不科学的问题，提升了水资源的整体利用效率。智能化管理系统还通过结合气象预报和实时水资源状况，提前进行灌溉计划的调整。在降水量预报或气候条件变化时，系统能够实时调整灌溉策略，合理安排灌溉时间和灌溉量，从而避免因气候波动导致的水资源浪费。例如，在预计降水量较大的情况下，系统可以减少灌溉量，避免过量灌溉造成的水资源浪费；而在干旱或低降水情况下，系统则会优先保障关键作物的灌溉需求，合理配置水资源，减少因水资源短缺而影响作物生长的风险。水资源优化配置不仅能有效提高水资源的利用效率，还能显著降低农业生产中的水资源浪费，保障农田水利工程的可持续发展。

2.3 灾害预警与防控

系统能够实时监测农田内外环境的关键数据，如降雨量、水位、土壤湿度等，从而对可能的气象灾害、洪涝灾害、干旱灾害等进行精准预测。当系统检测到气象变化或土壤水分变化等异常情况时，能够及时分析并识别出灾害的潜在风险，进而发出预警信号。这些预警信号为农业管理人员提供了宝贵的时间窗口，使其能够在灾害发生前采取相应的防控措施，如调整灌溉策略、加强排水系统的使用、启用水库调度等，最大限度地减小灾害对农田的影响和农业生产的损失。除此之外，智能化管理系统还利用遥感技术对大范围农田进行实时监控，能够及时发现作物生长过程中病虫害的发生^[4]。这一技术通过高分辨率卫星影像和无人机拍摄的数据，能够快速识别出农田中病虫害的分布和扩散趋势，为后续的防治措施提供科学依据。

2.4 农业生产管理与决策支持

通过实时记录和汇总农田的生产活动、作物生长状况、土壤养分、气象条件、资源投入等多维度信息,系统构建了完整的农业生产数据库,为农业管理提供了坚实的数据基础。这一数据库不仅涵盖了历史生产数据,还实时更新当前农田的各类生产信息,使得管理人员能够全面了解农田的生产动态,及时发现潜在问题并进行相应调整。通过对大量数据进行深入分析,智能化管理系统能够挖掘出影响农业生产的重要因素,从而为管理人员提供精准的决策支持。例如,在作物品种选择方面,系统可以根据土壤特性、气候条件以及历史产量等数据,为管理者推荐适宜的种植品种,帮助提高作物的适应性和产量。在施肥方案制定上,系统通过分析土壤养分状况和作物的需求,能够为管理人员提供合理的施肥建议,优化肥料使用,既能确保作物的生长需求,又能有效减少肥料浪费,降低环境污染的风险。

3. 农田水利工程智能化管理系统的实施策略

3.1 分阶段实施路径

农田水利工程智能化管理系统的实施应遵循“试点示范—区域推广—全面覆盖”的分阶段路径,以确保系统建设的科学性和可操作性。

在试点示范阶段,应选择土壤类型单一、作物种类集中的区域,建设小规模示范工程,验证传感器的精度、数据采集的准确性、通信的稳定性以及决策支持算法的有效性。该阶段的主要目标是通过试运行积累经验,优化系统设计,并识别潜在的问题,为后续推广奠定基础。

在区域推广阶段,应在气候带、土壤类型及作物品种相似的多个区域扩展系统的覆盖范围,逐步实现区域内农田的智能化管理。此阶段要建立区域级数据中心,通过集中化管理实现多农田的数据整合、存储与分析,从而实现区域范围内的农业生产监控与决策支持。

全面覆盖阶段则是系统建设的最终目标,旨在整合全国范围内的农田水利数据资源,建立国家级智能化管理平台,推动跨区域的数据共享与协同决策。此阶段的核心任务是提升农业水利系统的整体效能,实现各区域间的资源共享与信息互通,为农业管理提供更加精准和高效的支持,最终实现农业水利工程的智能化、精细化和可持续发展

3.2 政策与资金支持

农田水利工程智能化管理系统的推广与实施,需要政府、企业与农户多方协同,通过政策引导与资金支持来有效推动系统的普及与应用。在政策方面,首先应通过财政补贴政策,对传感器采购、系统开发以及运维服务给予资金支持,特别是在初期阶段,降低农户的使用成本,使其更容易接受和实施智能化管理系统。此外,政府可通过税收优惠政策对智能化水利设备制造企业实施增值税与企业所得税减免,以鼓励技术创新和

产业发展,推动相关设备的生产与优化。通过政策激励,提升企业研发的积极性,加速智能化水利产品的推广和应用。其次,金融支持措施也是智能化管理系统实施的关键环节。政府和金融机构可联合提供低息贷款和保险产品,为农户与企业提供资金支持,帮助其分散投资风险。这些金融工具能够有效缓解农户在智能化改造中的资金压力,降低其对技术投入的顾虑,从而促进农田水利智能化管理系统的广泛应用。

3.3 人才培养与公众参与

在专业人才培养方面,应通过在农业院校开设农业水利工程、农业信息化等相关专业课程,培养具有系统思维和跨学科知识的复合型人才,确保农业智能化管理的技术支持和创新能力。同时,应加强在职人员的技能培训,特别是针对农田水利管理人员与技术服务人员,通过定期举办培训班、讲座等形式,提升其在智能化系统操作、维护与数据分析方面的能力。

在农户培训方面,应制定通俗易懂的技术手册与操作视频,帮助农户快速掌握智能化管理系统的基本操作与故障排除。同时,应定期在田间地头开展现场培训,面对面解决农户在使用过程中遇到的问题,增强其对智能化管理系统的认同与使用信心。

此外,建立农户交流平台,促进农户之间经验的分享与问题的协同解决,也是提升系统应用效果的重要举措。公众宣传教育则是提高社会对智能化管理系统认知的重要途径。通过各类媒体渠道,广泛宣传智能化管理系统在节水、增产、环保等方面的显著效益,增强公众的环保意识与支持,推动智能化农业管理的社会认同度与广泛应用。

4. 结束语

综上所述,农田水利工程智能化管理系统的构建与应用,不仅是现代农业发展的必然趋势,也是提高水资源利用效率、保障粮食安全、应对气候变化和自然灾害的重要手段。通过引入现代化技术,智能化管理系统能够实现精准灌溉、智能施肥、实时监控等功能,极大地提高了水利工程的管理效率和农业生产的可持续性。然而,系统的推广和应用依然面临技术、资金、人才以及农户参与等多方面的挑战。因此,系统的成功实施不仅依赖于先进的技术和设备,更需要政府、企业、科研机构与农户之间的密切合作与共同努力。

[参考文献]

- [1]刘明忠.小型高标准农田水利工程建后管理研究[J].农业开发与装备,2025,(04): 157-159.
- [2]黄小丽.新型农田水利工程灌溉智能系统的应用[J].农业工程技术,2024,44(23): 75-76.
- [3]施卫军.农田水利工程现代化和智能化发展对策[J].农业科技与信息,2024,(07): 105-107+117.
- [4]井绪军.农田水利工程智能管理与养护模式研究[J].农业机械,2024,(07): 115-117.