

基于物联网的农业智能灌溉系统设计与研究

季海清

杭州宇笙科技有限公司 浙江杭州

【摘要】随着物联网技术的不断发展，农业智能化灌溉系统成为提升农业生产效率、节约水资源和优化农田管理的重要手段。本文基于物联网技术，设计了一种智能灌溉系统，结合土壤湿度、气象信息、作物需求等数据，通过传感器和无线网络实现实时监测和自动调节。该系统不仅能够根据实时数据智能决策，精准调控灌溉量，还能显著降低人工干预，提高灌溉效率，减少水资源浪费。该系统具备较好的适应性和实际应用价值，对于现代农业的可持续发展具有积极意义。

【关键词】物联网；农业智能灌溉；水资源节约；传感器；自动调节

【收稿日期】2025 年 4 月 13 日

【出刊日期】2025 年 5 月 23 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250214

Design and research of agricultural intelligent irrigation system based on the internet of things

Haiqing Ji

Hangzhou Yusheng Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】 With the continuous development of Internet of Things (IoT) technology, agricultural intelligent irrigation systems have become an important means to improve agricultural production efficiency, save water resources, and optimize farmland management. Based on IoT technology, this paper designs an intelligent irrigation system. By integrating data such as soil moisture, meteorological information, and crop requirements, and through sensors and wireless networks, real-time monitoring and automatic adjustment are achieved. This system can not only make intelligent decisions according to real-time data, precisely control the irrigation volume, but also significantly reduce manual intervention, improve irrigation efficiency, and reduce water resource waste. This system has good adaptability and practical application value, and is of positive significance for the sustainable development of modern agriculture.

【Keywords】 Internet of things; Agricultural intelligent irrigation; Water resource conservation; Sensors; Automatic adjustment

引言

现代农业面临着水资源紧张、气候变化频繁等诸多挑战，如何有效管理水资源成为提升农业生产效率和可持续发展的关键。传统灌溉方式存在灌溉不均、资源浪费等问题，而随着物联网技术的发展，智能灌溉系统作为一种新的解决方案，凭借其精准、高效和自动化的特点，逐渐在农业领域得到应用。智能灌溉系统通过实时监控土壤湿度、气象变化和作物需求，能够优化水资源配置，减少人工操作，为农业生产提供更加智能的支持。当前智能灌溉系统在实际应用中仍面临着技术适配、成本控制等方面的问题。本文将探讨基于物联网的农业智能灌溉系统的设计与实现，旨在为农业生产提供一种创新的解决方案。

1 物联网技术在农业灌溉中的应用需求分析

物联网技术在农业灌溉中的应用需求分析呈现出显著的趋势性和迫切性。随着全球水资源问题的日益严峻，传统灌溉方式已无法满足现代农业对水资源利用效率和灌溉精度的要求。传统灌溉往往依赖人为经验判断，不仅存在用水量过大、灌溉时间不精确等问题，而且对环境变化和作物需求的响应不够灵活，容易造成水资源的浪费。农业生产中存在的灌溉不均、成本过高等问题，促使农业向精准化、自动化转型^[1]。在这一背景下，物联网技术的应用为农业灌溉提供了全新的解决方案，能够实时获取环境数据，并通过传感器与设备之间的互联互通，优化水资源的使用。

物联网技术通过传感器、数据传输模块以及云平台的协作，实现对土壤湿度、温度、气象数据等多维度信息的实时监测。这些数据能够反映作物生长状态及

周围环境的变化,为农业灌溉系统提供科学依据。通过物联网技术,灌溉系统不仅能够基于实时数据自动调节灌溉量,还能够不同的环境条件下进行智能决策,大幅提升灌溉的精度和效率。当土壤湿度达到设定标准时,系统会自动停止灌溉,而在气象预报显示降雨时,灌溉系统会推迟或暂停运行,从而最大化节水效益。物联网能够有效降低人工干预,减少人为操作失误,提高了农业生产的自动化水平。

尽管物联网技术在农业灌溉中展现出诸多优势,其广泛应用仍面临一些挑战。首先,物联网设备的安装和维护成本较高,尤其是在大规模农业生产中,资金和技术支持不足可能成为推广的障碍。其次,数据采集的准确性和传输的稳定性仍需要优化,尤其是在复杂的农业环境中,传感器和网络的稳定性直接影响系统的应用效果。不同地区、不同作物的灌溉需求差异也要求物联网技术能够具有较强的适应性和灵活性。解决这些问题是推动物联网技术在农业灌溉中广泛应用的关键。

2 农业智能灌溉系统设计与架构

农业智能灌溉系统的设计与架构核心在于实现精准、自动化的水资源管理,确保作物在不同生长阶段得到适量的水分供应。系统架构主要包括数据采集模块、数据传输模块、数据处理平台和执行控制模块。数据采集模块通过一系列传感器如土壤湿度传感器、温湿度传感器、光照传感器和气象数据采集仪器,实时监测土壤和环境的各项参数^[2]。传感器收集到的土壤湿度、温度、降水量等信息,能够准确反映作物的水分需求和外部气候条件。这些数据通过无线传输网络(如 LoRa、Zigbee 等)送到数据处理平台,为系统决策提供依据。

数据传输模块扮演着重要的角色,确保各传感器和执行设备之间的信息畅通无阻。在现代农业中,尤其是大规模农业生产,广泛的传感器网络对数据传输的可靠性和实时性提出了更高的要求。为了确保数据的精准传输和及时响应,通常采用低功耗广域网(LPWAN)技术,利用远程通信设备和网关将采集到的数据汇聚到中央控制平台。数据处理平台则承担着信息分析和决策的任务,采用大数据和云计算技术,对实时获取的海量数据进行智能分析,评估土壤的实际水分需求、气候变化趋势等因素,进而自动化调控灌溉系统的启动与停止。

执行控制模块是农业智能灌溉系统的重要组成部分,负责根据数据处理平台的决策指令来调节灌溉设备。通过智能阀门、泵站和喷灌系统,灌溉量能够精确

控制,确保每一块土地的水分供给符合作物的需求。为了适应不同作物的不同需求,系统还可根据作物的生长周期和环境变化动态调整灌溉方案。智能灌溉系统的设计不仅仅关注技术的实现,还要考虑到系统的可扩展性和维护便捷性。在复杂的农业环境中,系统需要具备一定的容错能力,确保在设备故障或异常情况下能够快速恢复正常工作。农业智能灌溉系统的设计应尽可能简化操作界面,并增强系统的自主性与智能化水平,提升其在实际应用中的适应性和稳定性。

3 智能灌溉系统中的数据采集与处理技术

智能灌溉系统中的数据采集与处理技术是确保精准灌溉、优化水资源利用的核心环节。数据采集技术通过部署多种传感器,如土壤湿度传感器、温湿度传感器、光照传感器、气象传感器等,对农田环境进行实时监测。这些传感器能够精确捕捉土壤水分含量、空气湿度、气温变化等关键信息,为灌溉系统的智能决策提供基础数据。尤其在大型农业生产中,传感器能够覆盖广泛区域,实时采集大范围数据,这为系统的自动调节提供了必要的支持。传感器的选择和部署也需根据不同作物的需求和土壤的特性进行精细化设计,以确保数据的准确性和有效性。

传感器采集到的数据通过无线通信技术进行实时传输,这一过程是智能灌溉系统核心功能之一。数据传输通常依赖低功耗广域网(LPWAN)技术,如 LoRa 和 Zigbee 等,这些技术能够提供大范围覆盖,同时保证低功耗和高稳定性,特别适合农业环境中分布广泛且远离主干网络的传感器节点。传感器将实时采集的土壤湿度、温度、气象等数据通过无线网络传送至数据处理中心或云平台,以便进行数据分析和决策支持^[3-7]。在此过程中,数据传输的稳定性至关重要,需要应对可能出现的网络干扰、信号弱或设备故障等问题。确保数据能够及时、准确地传输,不仅能提高系统的响应速度,还能确保灌溉量的精准控制,有效避免水资源的浪费,并确保作物能够获得所需的水分。

在数据处理层面,采用先进的大数据处理和机器学习算法对传输过来的数据进行分析。通过对不同传感器数据的综合分析,系统能够实时评估土壤的水分需求、预测未来天气变化、了解作物的生长状态等,从而为灌溉决策提供科学依据。数据处理平台需要强大的计算能力,以实现海量数据的快速处理和即时反馈。数据处理技术还需要具备自适应性,能够根据不同地区、不同作物的需求变化,灵活调整数据分析模型,从而在不同条件下优化灌溉方案。随着物联网技术的发

展,数据采集和处理技术也在不断更新升级,未来将更加智能化,进一步提升农业灌溉的效率和可持续性。

4 系统测试与应用效果分析

在智能灌溉系统的设计与开发过程中,系统的测试与应用效果分析是确保其稳定性、准确性和实际价值的重要环节。为了验证系统的功能和性能,通常需要在多种环境下进行全面的测试,包括传感器的准确性测试、数据传输的稳定性测试以及控制系统的响应速度测试^[8]。通过模拟不同的气候条件、土壤湿度水平和作物生长状态,测试人员能够检验系统在各种极端条件下的适应性。测试过程中,传感器的读取精度是一个关键因素,土壤湿度传感器、气象传感器等必须在不同土壤类型和环境条件下提供稳定、可靠的测量结果,确保系统可以做出准确的灌溉决策。

系统的运行稳定性和数据传输能力也是测试中的重要部分。在智能灌溉系统中,数据传输通常依赖于无线通信技术,如 LoRa 或 Zigbee,这要求传输信号能够覆盖广泛区域,并保证数据在高频传输中的准确性与实时性。通过多次测试,不同场景下的数据传输能力被逐一验证,确保系统能够在信号不稳定或远距离传输的情况下依然保持高效稳定的工作。系统控制部分的响应速度也至关重要,特别是在自动灌溉的过程中,任何延迟都可能导致水资源的浪费或灌溉不足。测试时需确保各组件之间的协调性和快速响应。

在应用效果分析方面,系统的实际应用结果通常表现为水资源的节约、灌溉效率的提升以及作物生长情况的改善。通过在农业生产中部署智能灌溉系统,可以实现精准控制灌溉量,避免了传统灌溉方式中的过度灌溉和不均匀灌溉现象。智能灌溉系统能够有效减少水资源浪费,节水率可达 30%以上。作物的生长环境得到了优化,作物的生长速度和产量普遍提高。尤其在干旱地区和水资源匮乏的地区,智能灌溉系统的应用显著缓解了水资源短缺的问题,提升了农业生产的可持续性。系统的自动化程度高,减少了人工干预和劳动成本,提高了生产效率。在未来的应用中,随着技术的不断完善,智能灌溉系统的效果将更加显著,能够为农业生产提供更加高效、环保的解决方案。

5 结语

通过基于物联网的智能灌溉系统的设计与应用研究,本文展示了其在提升农业灌溉效率、节约水资源以及优化作物生长环境方面的重要作用。智能灌溉系统通过精准的数据采集、实时的监测和自动化的控制,不仅减少了水资源浪费,还提高了灌溉的精确度和农业生产的可持续性。虽然当前系统仍面临一定的技术挑战,但随着技术的不断发展和优化,智能灌溉将在未来农业生产中发挥更加重要的作用,为实现现代农业的绿色可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 陈彦达,张红叶.物联网技术在农业智能灌溉系统中的设计与应用[J].新农村,2025,(04):48-50.
- [2] 赵彦琳,张宇峰,张敬博.基于物联网技术的农业智能灌溉系统探究[J].现代农村科技,2024,(12):73-74.
- [3] 南国婷.基于模糊控制的农业智能灌溉系统[D].重庆三峡学院,2024.
- [4] 车鹏飞.基于 AT80C51 单片机的物联网农业智能灌溉系统设计与实现[J].湖北农业科学,2024,63(01):177-184.
- [5] 邢孔尧.物联网技术在农业智能灌溉系统中的应用[J].集成电路应用,2023,40(07):356-357.
- [6] 潘晓燕.物联网技术的农业智能灌溉系统设计与应用研究[J].科学技术创新,2021,(26):176-177.
- [7] 周洋.物联网技术的农业智能灌溉系统设计与应用[J].计算机产品与流通,2020,(10):58.
- [8] 胡杨昊.基于物联网技术的农业智能灌溉系统应用[J].湖北农机化,2020,(04):60.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

