

# 基于物联网技术的智能灌溉系统在农业水利工程中的应用

胡明山

(博兴县吕艺镇人民政府 山东 滨州 256506)

**摘要** 物联网技术促进了节水灌溉与灌溉管理领域的发展,其中打造节能高效、品质卓越、功能丰富且易于维护的智能灌溉体系至关重要。文中基于物联网技术设计并实现了一种集成了传感器技术、云端服务平台、无线通信模块与物联网尖端设备的系统。通过深度整合各类技术资源,该系统实现了灌溉作业的数据化分析、直观化监控与精细化调控,提高了水资源的利用效率,降低了灌溉管理成本,并保障了灌溉作业的高效能与精确度,为智能灌溉技术的广泛应用提供了理论支持,对推动农业的可持续发展、改善生态环境质量及增强社会节水意识具有重要的影响。

**关键词:** 物联网技术;智能灌溉系统;农业水利工程

**中图分类号** TP399

## Application of Intelligent Irrigation System Based on Internet of Things Technology in Agricultural Water Conservancy Projects

HU Mingshan

(People's Government of Lvyi Town, Boxing County, Binzhou, Shandong 256506, China)

**Abstract** Internet of Things technology has promoted the development of water-saving irrigation and irrigation management, in which it is crucial to create an energy-efficient, high-quality, feature-rich and easy-to-maintain intelligent irrigation system. This paper focuses on the application of IoT technology, and designs and implements a system that integrates sensor technology, cloud service platform, wireless communication module and IoT cutting-edge equipment. Through the deep integration of various technical resources, the system realizes the data analysis, visual monitoring and fine regulation of irrigation operations, improves the utilization efficiency of water resources, reduces the cost of irrigation management, and guarantees the high efficiency and precision of irrigation operations. It provides theoretical support for the wide application of intelligent irrigation technology and has an important impact on promoting the sustainable development of agriculture, improving the quality of the ecological environment and enhancing the awareness of social water conservation.

**Key words** Internet of things technology, Intelligent irrigation system, Agricultural water conservancy project

## 0 引言

农业物联网的核心在于构建一个高度信息化的监控网络体系。该体系借助众多的传感器节点来实时捕捉土壤状况、气候条件等多元化特征数据,让用户得以深入洞察作物生长环境,及时发现农业生产中的潜在问题,依据科学指导采取有效的应对措施。

## 1 系统的设计与实现

### 1.1 系统框架

该系统集成了传感技术、云端服务平台、无线通信技术以及物联网(IoT)技术,形成了一个高度智能化的灌溉体

系。其可以分为感知层、数据传输层(即网络层)以及应用服务层,各层协同工作,以实现灌溉管理的精细化与智能化,如图1所示。

#### 1.1.1 感知层

感知层能实时监控与采集环境参数、灌溉设备状态,包括土壤含水量、温湿度环境、光照强度以及设备的电压电流状况。为实现该目标,感知层部署了多样化的传感器阵列,如温湿度感知器、土壤湿度传感器、综合气象站、水位探测器等,并使用了精密的信号调理电路与高效的数据采集单元。此外,感知层还集成了执行机构,如阀门、水泵及电动机,通过专门的驱动与控制模块精准执行灌溉操作。这些数据与指令的传输依赖于无线通信技术,如 ZigBee, LoRa 等,以确保数据能被快速、稳定地传递至网络层,为后续的

**作者简介:**胡明山(1986—),本科,中级工程师,研究方向为水利工程、工程技术。

数据处理与分析奠定基础<sup>[1]</sup>。

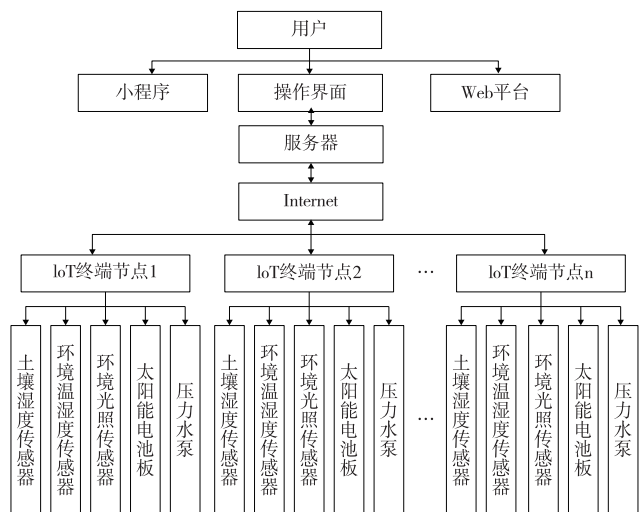


图1 系统框架

### 1.1.2 网络层

网络层是智能灌溉系统的数据传输与处理枢纽,其可以对感知层汇聚的数据与控制指令进行转发、存储、加密与压缩,并通过多样化的通信渠道与应用层实现无缝对接,如GPRS,4G,5G等。网络层主要由物联网网关与云平台两大核心组件构成。其中,物联网网关作为感知层与云平台之间的通道,承担着数据格式转换与通信协议适配的任务,还具备数据暂存与缓冲功能;云平台是系统的中枢大脑,提供了高度灵活和可扩展的计算资源与服务体系,能全面覆盖数据存储需求、数据处理、数据分析及智能决策等多个维度,确保系统运行的流畅性与智能化水平。

### 1.1.3 应用层

应用层是智能灌溉系统的前端展示与控制中枢,可以对网络层数据进行深入处理,包括数据可视化呈现、统计分析、数据挖掘、灌溉策略优化等。基于对作物需水特性的精准把握以及对土壤水分状况的动态监测,应用层能智能生成并调整灌溉计划与策略,确保灌溉作业的高效性和节水性。通过网络层,应用层能向感知层发送控制指令,实现灌溉作业的精准化。为提升用户体验,应用层还提供了Web端与移动端两种应用形式,使用户能在多样化的终端设备上实现对灌溉系统的远程监控与管理,增强了系统的便捷性与灵活性。

## 1.2 硬件系统设计

硬件系统由感知层与网络层两大核心组成。感知层架构由散布的传感器节点与执行器节点组成,每个节点均集成了传感器或执行器单元、微控制器、无线通信组件及电源模块。传感器节点专注于实时捕捉与采集土壤湿度、气象条件及作物生长参数,随后通过无线通信模块将数据传至网络层。执行器节点是指令执行的终端,用于接收来自网络层的控制指令,驱动灌溉设备进行针对性调控。网络层则由物联网网关与云平台构成,其中物联网网关负责数据

格式转换与协议适配,具备数据暂存功能;云平台则能提供高度灵活的计算资源与服务支持,涵盖数据存储、数据处理、深度分析及智能决策等多个环节,为系统的高效运行提供保障。传感器节点的设计需综合考量四大要素。(1)传感器的选择与配置,需确保其对目标参数的精准感知。(2)微控制器的选型,需满足数据处理与指令执行的高效性要求。(3)无线通信模块的设计,需保证数据传输的稳定性与可靠性。(4)电源模块的规划,需兼顾能效与续航能力,以支撑节点的长期稳定运行。

### 1.2.1 传感器的选择

针对智能灌溉系统的实际需求,本文挑选了多样化的传感器组件,包括土壤湿度检测传感器、土壤温度测量传感器、空气温湿度感知器以及光照强度探测器。这些传感器综合覆盖了土壤状态、气象条件及作物生长环境的核心参数,需要考虑的影响因素如表1所列。

表1 系统设计的主要步骤与考量要素

阶段	考量要素
需求剖析	土壤特质、气候状况、作物种植特点等
设备配置	数据采集装置、控制中枢及灌溉执行元件的选取,并合理规划其在农田中的布局
系统安装与校验	进行各部件精准安装与连接,并进行初期调试
操作培训与维护	涵盖系统使用教程与技巧传授,制定维护策略与操作指南
系统优化	根据农业生产趋势,对系统进行定期优化与升级

### 1.2.2 微控制器的选择

鉴于智能灌溉系统对高效能、低功耗、多功能性的严格要求,可采用STM32F103C8T6微控制器作为传感器节点的核心运算单元。该控制器基于ARM Cortex-M3处理器架构,以其卓越的性能、极低的能耗以及多样化的外设接口著称,完美契合了传感器节点在数据采集、数据处理及无线通信等方面的综合需求。

### 1.2.3 无线通信模块的选择

基于智能灌溉系统对无线通信模块的具体需求,可采用ZigBee技术。该模块严格遵循IEEE 802.15.4标准,具有低功耗、低数据传输速率及短距离通信的优势。ZigBee特别适用于构建庞大且具备自我组织、自我修复能力的无线传感网络体系,以促进传感器节点间的信息流通,并保障与物联网网关之间的稳定数据传输,从而提高灌溉系统的整体性能与响应速度。

### 1.2.4 电源模块的设计

为实现传感器节点的低功耗、长寿命等设计目标,本文创新性地融入了基于太阳能电池板与锂电池的复合电源解决方案。该电源模块能在日间采用太阳能给电池板蓄能,在夜幕降临或阴天时,则切换至锂电池供电模式,确保微控制器与无线通信模块的持续稳定运行。此外,该模块还集成了多重安全防护机制,包括过充电保护、过放电防护以及

欠压检测功能,提升了电源系统的安全性与稳定性。

### 1.3 软件系统的设计

软件系统聚焦于应用层与云平台两大板块。其中,应用层负责接收并处理来自网络层的数据,通过可视化展示、统计分析、数据挖掘及优化算法,深入解析作物水分需求与土壤湿度状况,制定合理的灌溉计划与策略。这些策略会通过网络层精准传达至感知层,驱动灌溉设备实现时间、水量及位置的精准控制,确保智能灌溉系统的高效运行。此外,应用层还提供了Web端与移动端双重访问接口,赋予了用户跨平台、远程监控与管理的能力,提升了系统的灵活性与用户体验<sup>[2]</sup>。

#### 1.3.1 灌溉控制模块

该模块可依据用户预设的灌溉方案与策略,结合云平台深度分析后得到的数据结果,自动生成并优化灌溉控制指令,随后将这些指令有效传递至云平台进行后续处理。系统内置的灌溉模式包括智能自动化灌溉与手动干预灌溉两种。在智能控制灌溉模式下,系统能智能评估土壤湿度及环境温湿度,精准判断作物的水分需求,从而适时触发灌溉操作,预防水资源浪费。同时,为应对特定情境下的人工灌溉需求,系统特别保留了手动灌溉模式,让用户能根据具体场景灵活调整灌溉方案。

#### 1.3.2 数据管理模块

该模块专注于从云平台接收并存储由感知层实时上传的数据至专用数据库,同时为前端界面提供数据支撑,实现高效的数据查询与可视化展示服务。用户可便捷地访问系统,查看当前或历史环境监测数据及灌溉设备状态参数。系统还支持多样化的图表展示,包括折线图、柱状图及饼图,以直观呈现数据变化趋势与统计结果,为用户决策提供依据。

#### 1.3.3 设置模块

该模块专注于用户管理,涵盖用户注册、登录验证、身份注销流程,并集成第三方账号登录接口,以增强用户体验的便捷性。用户可在该模块中自由设置与修改个人资料、系统配置参数及报警阈值,若报警阈值被设定,系统会依托云平台的数据分析能力来实时监测数据状态,一旦检测到异常情况,就能立即向用户发出警报通知。Microsoft Azure是一种领先的云计算平台,可以提供极具灵活性和扩展性的计算资源与服务方案,满足数据存储、处理、分析及决策等的需求<sup>[3]</sup>。云平台的服务架构包括以下几种。(1)存储服务,负责高效存储感知层上传的数据以及Web与移动应用产生的请求数据,同时提供便捷的数据访问接口。(2)处理服务,专注于对感知层数据及Web、移动应用请求进行快速处理与转发,确保数据流通的顺畅性与高效性。(3)分析服务,利用先进的数据分析技术,对感知层数据进行深度挖掘、统

建模及优化处理,以揭示数据背后的特征与规律。(4)决策服务,用于综合评估感知层数据,运用智能推理与推荐算法,生成合理的灌溉计划与策略,并通过Web与移动应用向用户发送控制指令,实现灌溉作业的智能化管理。

### 1.4 系统的实现与调试

在硬件层面,进行了全面的连接与调试工作,以确保各传感器能精准捕捉环境信息,执行器能精准控制水源与灌溉动作,控制器能高效无误地接收与发送控制指令。在软件层面,进行了详细的调试,通过模拟环境数据与实际场景数据的双重验证,检验了系统数据的准确性与数据处理的有效性,并深入测试了控制策略的合理性与执行效率。此外,还特别关注系统的稳定性与性能表现,在长时间连续运行及高负载情境下进行了压力测试,结果显示系统均能维持稳定的工作状态。系统调试成果良好,表明该系统能在无人干预的情况下基于实时土壤湿度数据自动优化灌溉决策,精准调控土壤湿度至预设阈值区间,实现水资源的高效利用。

## 2 物联网技术在智慧灌溉系统中的应用

技术进步促进了农业系统的全面开放与智能化转型,基于NB-IoT(窄带物联网)通信技术的创新应用不仅简化了智能灌溉系统的部署流程,还降低了农业物联网平台的运营成本。同时,组网技术的升级促进了一站式服务平台的功能多元化,增强了系统的可靠性与稳定性。物联网等前沿技术的深度融合,使得农业生产逐渐摆脱了对传统天气条件和农民经验的过度依赖,增强了用户在农业生产中的主动性与决策能力,提高了农业生产效率与资源利用率。

## 3 结语

智慧农业的兴起促进了智慧灌溉系统的广泛应用与快速普及。物联网技术的应用削弱了农业生产对自然天气条件的依赖,也超越了传统耕作经验的局限,让用户在农业生产活动中具备更高的主动性与决策能力,引领农业步入了一个智能化、高效化的新时代。

#### 参考文献

- [1] 张瑞茹.现代化技术在农业智能灌溉系统中的应用[J].南方农机,2024,55(16):141-143.
- [2] 徐长青.基于物联网的精准化智慧农业大棚系统设计研究[J].世界热带农业信息,2024(7):91-92.
- [3] 张振亚,石玉,娄士龙.基于树莓派驱动的物联网灌溉系统的设计与实现[J].电脑知识与技术,2024,20(20):104-106.