

基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统

冯磊

乌苏市兴源水务有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i4.6965

[摘要] 灌区现代化建设进程中,物联网技术的深度融入为智能监测系统升级提供了核心支撑,成为破解传统灌区管理难题、提升水资源利用效能的关键路径。以奎屯河灌区现代化改造实践为依托,系统阐述基于物联网的灌区智能监测系统的核心内涵、架构设计与实践应用,从感知层部署、网络层传输、平台层整合到应用层落地的全链条展开分析,揭示该系统在水位流量监测、闸门智能控制、数据协同管理等场景的应用逻辑。研究表明,物联网技术通过立体感知、实时传输、智能分析的技术优势,推动灌区监测从传统人工模式向自动化、精准化、智能化转型,为灌区水资源优化配置、工程安全运维、科学调度决策提供了全方位技术保障,彰显了物联网赋能灌区现代化改造的实践价值。

[关键词] 物联网; 灌区现代化; 智能监测系统; 水资源管理

中图分类号: S155.4+4 **文献标识码:** A

Intelligent Monitoring System for Modernization Transformation of Irrigation District Based on Internet of Things

Lei Feng

Urusu City Xingyuan Water Resources Co., Ltd.

[Abstract] During the process of modernization construction of irrigation districts, the deep integration of Internet of Things technology provides core support for the upgrade of intelligent monitoring systems, and becomes the key path to solve the problems of traditional irrigation district management and improve the efficiency of water resource utilization. Based on the practical experience of modernization transformation of Kuqin River Irrigation District, this paper systematically elaborates on the core connotation, architecture design and practical application of the intelligent monitoring system for irrigation districts based on Internet of Things. It analyzes the entire chain from the deployment of the perception layer, network layer transmission, platform layer integration to application layer implementation, revealing the application logic of this system in scenarios such as water level and flow monitoring, intelligent control of gates, and data collaborative management. The research shows that through the technical advantages of three-dimensional perception, real-time transmission and intelligent analysis, Internet of Things technology promotes the transformation of irrigation district monitoring from the traditional manual mode to automation, precision and intelligence, providing comprehensive technical guarantees for the optimization allocation of irrigation district water resources, engineering safety operation and scientific dispatching decision-making, and demonstrating the practical value of IoT empowering the modernization transformation of irrigation districts.

[Key words] Internet of Things; Irrigation District Modernization; Intelligent Monitoring System; Water Resources Management

引言

在农业现代化和水利数字化深度融合的背景下,灌区是农业灌溉的主要基础设施,灌区管理效能的好坏直接影响到水资源的可持续利用和粮食生产的安全。传统的灌区监测模式依靠人工操作,存在着响应慢、数据零散、控制被动的缺点,已经不

能满足现代灌区精准管理的要求了。物联网技术依靠它的“万物互联”的核心特点,把传感器、通信网络、云计算这些先进的技术融合起来,给灌区监测系统带来全新的解决办法。奎屯河灌区属于大型灌区现代化改造的典型样本,在物联网技术应用上形成了许多实践经验,所创建起来的智能监测系统可以实现从

水源到田间全部流程的监测覆盖,给灌区水资源调度、工程维修、水费征收等业务赋予了有力支持。本文根据灌区实践经验,从技术架构、应用途径、实践效果三方面对基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统进行分析,给我国灌区现代化建设提供可以借鉴的技术参考和实践范式。

1 基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统概述

基于物联网的灌区智能监测系统,是集数据采集、传输、处理、应用于体的综合性监测系统,核心是通过技术融合打破传统监测的时空限制,实现灌区关键要素的实时感知、精准分析与智能调控^[1]。系统遵循“立体感知、互联互通、智能决策”理念,融合水利工程与信息技术,对灌区水位、流量、闸位、视频等进行全方位监测,为现代化管理提供全面支撑。

系统具备三大核心特征:一是感知全面,通过多类传感器实现干支渠、水库、闸门等重点节点全覆盖监测,兼顾水情定量采集与现场可视化监控;二是传输实时,依托4G/5G、北斗、VPN专网等保障数据及时回传,提升决策响应速度;三是应用智能,借助数据中心与云平台实现数据自动分析、异常预警与调度指令精准下达。

从实践价值看,该系统重构了灌区监测技术模式,推动灌区管理从经验驱动向数据驱动转变,为水资源优化配置、工程安全保障、灌溉效率提升提供关键支撑,是灌区现代化改造的核心技术手段。

2 基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统设计与实践

2.1 系统架构设计:多层协同的技术体系构建

系统采用分层架构设计,通过感知层、网络层、平台层、应用层协同配合,构建功能完善、高效运行的智能化技术体系,各层既独立又关联,共同支撑灌区监测智能化运行^[2]。感知层为数据采集终端,集成雷达水位计、一体化雷达流量计、轨道自动化测流车、高清摄像机等设备,按灌区场景精准部署:河道来水监测采用轨道测流车,干支渠采用水位计与流量计组合,闸门采用闸位计与视频监控;设备具备低功耗、抗恶劣环境、易运维等特点,适配灌区复杂地理气候条件。网络层负责数据传输,采用公网与专网结合方式,通过4G/5G、北斗卫星通信、VPN专网等保障数据稳定传输,实现偏远监测点与调度中心互联互通,确保数据安全可靠。平台层是系统核心枢纽,搭建数据中心、云存储、云计算一体化平台,实现监测数据集中存储、统一管理、智能分析,经数据标准化处理消除设备协议差异,支撑多源数据融合应用;平台搭载GIS系统,可空间化展示灌区监测资源,为调度决策提供直观可视化支持。应用层结合灌区管理需求,开发水资源调度、工程维护、水费征收、预警管理等功能模块,将监测数据转化为实际管理应用,实现数据采集至决策执行的全流程闭环。

2.2 核心监测模块:场景化的功能实现路径

以物联网为基础的灌区现代化改造智能监测系统根据灌区管理的主要需求,创建了多个场景化的监测模块,每一个模块都对特定的监测对象进行精准的功能设计,使系统的应用同灌区

业务紧密贴合^[3]。水情监测模块属于系统的重要部分,利用雷达水位计,一体化流量计等设备来对灌区干支渠,水库,河道等重要节点的水位,流量数据展开实时采集,依托水位-流量关系曲线自动达成流量换算,借助轨道测流车等移动监测设备弥补固定监测点的覆盖欠缺,从而达成水情数据的全面、高精度采集,此模块还具备数据异常预警功能,当监测数据出现超出预设阈值的情况时,会立即发出预警并通知有关责任人,保证灌溉用水的安全。闸门监测与控制模块将闸位计、限位开关、视频监控、远程控制单元等设备集成在一起,对灌区闸门运行状态进行实时监测和远程控制,操作人员可以通过调度中心平台或者移动终端远程控制闸门启闭,实时查看现场执行情况,同时系统会自动记录闸门操作日志和运行参数,为工程运维提供数据支持,对于小型渠道场景,一体化智控闸门模块采用集成化设计,内置测控终端、供电系统、通信模块,实现低成本、高效率的闸门监测与控制。视频监控模块采用红外高清网络摄像机对灌区渠道、闸门、监测站点等重要地方进行24小时的全方位实时监控,一方面可以保证水情数据的真实性,另一方面也可以发现渠道淤积、设备损坏、人员违章等方面的隐患,为灌区的安全运行提供可视化的支撑;监控数据同其它监测数据一起传入平台,创建起“数据+图像”双重监测体系。工程巡检模块利用移动终端和GIS技术进行灌区工程巡检信息化管理,巡检人员接到巡检任务后,填写巡检情况并上传文字、图片、视频等各类数据,系统跟踪巡检过程及问题解决情况,达到闭环管理的目的,从而提高工程运维效率。

2.3 数据处理与应用:从采集到决策的全流程赋能

基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统的价值,就在于对监测数据进行深层次的处理和应用,给灌区管理决策提供科学的支撑,从而完成从数据采集到智能决策的全过程赋能^[4]。数据处理阶段用到数据清洗和整合技术,对不同设备、不同格式的监测数据做统一的规范化处理,消除数据冗余、格式差别,保证数据一致、准确;并且创建数据质量评判模型,对采集的数据实施实时校验,自动剔除异常数据,保证数据可靠。数据存储上使用“本地存储+云端备份”的混合存储方式,一方面用本地服务器保证关键数据的快速访问,另一方面用云平台做数据的异地备份和长期保存,从而达到数据安全性和可追溯的目的,数据中心根据业务类型将数据分成基础数据库、业务数据库、专题数据库等多个数据资源库,给数据的应用提供丰富的支持。数据应用方面,系统利用数据挖掘、智能分析等技术对大量的监测数据进行分析挖掘,从中得到有用的信息,比如根据以往的水情数据来预测来水趋势,给灌溉调度提供前瞻性支持,通过比较各个地区的灌溉用水数据来改善水资源的分配方案,分析设备运行数据来预测设备故障的风险,从而达到预防性维修的目的。系统还有数据共享和协同应用的功能,利用统一的数据接口可以和上级水利部门、灌区管理单位、用水户等多方进行数据共享,给宏观水资源管理提供数据支持,也给用水户提供用水信息查询、水费缴纳等便捷的服务,促进灌区管理的透明化、协同化。

2.4 系统保障体系:稳定运行的多维支撑

基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统稳定运行,需要依靠技术保障、运维管理、标准规范等方面的共同支撑来实现,给系统长期高效运行提供全方位的保障^[5]。技术保障上系统使用成熟的稳定硬件和软件技术,硬件设备具有防雷、防水、抗高低温等特点,适合灌区复杂的自然环境;软件系统采取模块化设计,具有较好的扩展性和兼容性,可以依照灌区的管理需求实施功能升级或者模块扩展,而且创建起完备的安全保障体系,借助防火墙,数据加密,权限管理等技术手段来防止网络攻击和数据泄露,从而保证系统的网络安全以及数据安全。运维管理上创建起“专人负责+专业团队”的运维体系,明晰各层级运维职责,定时展开设备巡视、校准及保养工作,迅速应对设备出现的故障和系统问题,并依靠移动运维平台完成运维任务的信息化管理,提升运维反应速度和处理效能,而且创建设备台账和运维档案,就设备运转状况以及运维记录展开全程追踪,从而给系统改良赋予数据支撑。在标准规范方面,系统按照水利行业相关技术标准 and 规范进行数据采集、传输、存储、应用等方面的技术标准统一,保证监测数据的规范性和通用性;制定系统操作手册、运维规程、数据管理办法等规章制度,对系统操作流程及管理行为做出规定,保证系统的标准化、规范化运行。另外还要组织多层次的技术培训,提高管理人员和技术人员的操作水平,使系统发挥出全部的功能,为系统的正常运转提供人才保证。

3 基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统实践效能及未来展望

基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统在实践中发挥着重要的技术作用和管理价值,也为今后的发展指明了方向。从实践效能角度来说,系统依靠实时准确的监测数据支撑,对灌区水资源实行了科学合理的优化调配,灌溉调度更为科学合理,水资源利用率得到提高,用时也少了,人力和物力投入也降低了,灌区管理效率得到了提升,异常预警以及可视化监控及时发现了工程存在的安全隐患,并且及时处理,保证了灌区工程的安全稳定运行,用水量数据化计收、用水管理透明化收费,保护了用水户的合法权益。从技术创新角度来讲,系统促使物联网、云计算、GIS等先进技术同水利工程深度融合,充实了灌区现代化改造的技术途径,给智慧水利创建赋予了有益探寻。展望未来,该

系统将会朝着更加智能化、协同化、一体化的方向发展。

4 结束语

基于物联网的灌区现代化改造智能监测系统,是智慧水利建设的重要组成部分,也是灌区现代化转型的技术支撑。该系统把物联网、通信网络、云计算等先进技术融合起来,创建起全流程、全方位、智能化的灌区监测体系,从而完成了传统灌区监测方式的根本性改变,给灌区水资源管理、工程维护、调度决策赋予了科学高效的解决办法。奎屯河灌区的实践案例表明,物联网技术在灌区监测中应用之后,不但可以提高监测数据的准确性、及时性,还可以使灌区管理观念、管理模式发生全面改变,给灌区现代化建设提供持续动力。在水资源短缺和农业现代化需求不断上升的环境下,以物联网为基础的灌区智能监测系统有着十分广阔的市场前景。未来要不断推进技术创新和实际应用,不断改进系统架构及功能设计,加强标准规范创建和人才培养,促使系统在更多的灌区得到推广使用,助力灌区现代化建设,为保证国家粮食安全、水资源安全和生态安全作出更大的贡献。

【参考文献】

- [1] 龚豪. 灌区渠道现代化改造中的生态护坡技术应用与效果评价[J]. 城市建设, 2025, (26): 29-31.
- [2] 王希台, 徐冰, 徐瑶瑶. 韶山灌区: 现代化改造为粮食稳产注入“水动力”[N]. 湘潭日报, 2025-10-17(004).
- [3] 马志辉. 安徽某大型灌区现代化改造工程地质分析与评价[J]. 江西建材, 2025, (10): 258-260.
- [4] 李春玲, 白雨帆, 丁志宏. 浅谈已建灌区现代化提升改造重点[C]//《中国防汛抗旱》杂志社, 中国水利学会城市水利专业委员会. 第八届城市水安全与水管理学术交流会论文集. 中水北方勘测设计研究有限责任公司; 河北工程大学水利水电学院, 2025: 143-147.
- [5] 王燕妮, 徐勤, 马爽. 江苏宿迁市: 灌区现代化改造助力秋粮丰收[N]. 中国水利报, 2025-09-12(002).

作者简介:

冯磊(1988-),男,汉族,河南周口人,本科,研究方向: 水利工程建设管理与运行管理。