

农村规模化供水工程智慧化监测系统构建实践

罗凤登

凤山县水库管理所

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6809

[摘要] 农村进行规模化的供水,这是保障乡村振兴战略实施、提升农民生活质量的最为核心的基础设施,而具备智慧化的监测系统,则是破解农村供水管理相关难题、实现工程长效运维的最为关键的支撑。本文结合农村供水工程存在“点多、线长、面广”这样的实际特点,从系统构建所具有的核心逻辑出发,详细阐述监测系统的架构设计、关键环节落地的要点内容,分析构建过程当中面临的现实困境问题,并结合实际操作经验提出优化的路径,为农村规模化供水工程实现智慧化转型提供接地气、能够复制的实践参考依据,推动实现从“有水喝”到“喝好水”的品质升级状况。

[关键词] 农村规模化供水; 智慧化监测系统; 系统构建; 运维实践

中图分类号: TV674 文献标识码: A

Construction Practice of Intelligent Monitoring System for Rural Large-scale Water Supply Project

Fengdeng Luo

Fengshan County Reservoir Management Office

[Abstract] Large-scale rural water supply serves as the cornerstone infrastructure for implementing the rural revitalization strategy and improving farmers' quality of life. An intelligent monitoring system is the most critical support for addressing challenges in rural water supply management and ensuring long-term project maintenance. This paper, considering the practical characteristics of rural water supply projects—such as "multiple points, long lines, and extensive coverage"—detailedly elaborates on the architectural design of monitoring systems and key implementation points from the core logic of system construction. It analyzes practical challenges encountered during implementation and proposes optimization paths based on operational experience. The study provides actionable, replicable references for the intelligent transformation of rural large-scale water supply projects, driving the quality upgrade from "having water to drink" to "drinking good water."

[Key words] rural large-scale water supply; intelligent monitoring system; system construction; operation and maintenance practice

引言

农村供水工程是国家为改善农村饮水条件实施的基础设施建设项目,2022年《中共中央、国务院关于全面推进乡村振兴重点工作的意见》明确将其列为乡村振兴重点任务,旨在通过规模化供水和智慧化管理提升饮水安全保障能力。2023年入选“人民治水·百年功绩”治水工程项目名单,2024年完成2万多处工程建设。

随着城乡融合发展不断深入推进,农村规模化供水工程已经成为统筹城乡供水、保障农村饮水安全的主流模式。和传统分散供水相比较,规模化供水工程覆盖的范围更加广泛、设施的种类更加齐全,但也面临管网运维难度较大、监管手段比较滞

后、基层管护力量比较薄弱等问题,导致漏损率偏高、故障处置不够及时、水质管控不到位等现象频繁发生^[1]。具备智慧化的监测系统通过整合感知、通信、数据处理等技术,将供水全流程纳入动态监管范围,既能够弥补基层管护短板,又能够提升工程运营效率,是实现农村供水专业化、精细化管理的必经之路。本文基于农村供水工程实际操作场景,聚焦具备智慧化监测系统的构建逻辑与落地细节,结合实际案例中的经验教训,探讨系统构建的核心要点与优化策略,助力工程发挥长效效益。

1 农村规模化供水工程智慧化监测系统构建核心逻辑与架构设计

1.1 架构设计核心原则

一是适配性原则。农村地区地形十分复杂、网络条件不均匀、基层人员专业能力有限,系统需要选用适配农村环境的低功耗、抗干扰设备,操作界面要简洁直观,避免复杂操作流程。二是实用性原则。聚焦供水管理核心需求,优先解决水质预警、管网漏损、设备故障等痛点问题,不追求冗余功能,确保系统“建得成、用得上、管得好”^[2]。三是扩展性原则。考虑到农村供水工程逐步扩容、管护需求不断升级的特点,系统架构需要预留扩展空间,支持后续设备新增、功能升级与跨部门数据互通。四是经济性原则。结合地方财政能力,整合现有供水设施资源,优先选用性价比高、运维成本低的国产化设备,避免盲目追求高端技术导致的资源浪费现象。

1.2 系统整体架构

结合农村供水整个流程管控方面的需求,系统采用了一种“感知层—传输层—平台层—应用层”这样的四层架构形式,各个层级进行协同并且联动起来,从而形成从水源到龙头的全链条监测体系^[3]。感知层作为数据采集的核心部分,覆盖了水源地、泵站、输配水管网、水厂以及用户终端等关键节点,实时采集水量、水压、水质等核心参数;传输层结合农村网络条件,采用有线和无线融合的通信方式,保障数据能够稳定地传输;平台层构建统一的数据处理中枢,实现数据的整合、分析和存储,为后续应用提供支撑;应用层聚焦实际业务的需求,开发运维管理、应急处置、便民服务等功能模块,将数据价值转化为管理效能。同时,配套建设网络安全体系以及运维保障体系,确保系统能够长期稳定地运行。结合水网工程建设,以实施稳定水源工程为基础,提升水源保障程度。有条件的地区,依托大水源,接入大管网,统一供水设施建设和管理服务标准,推行城乡供水同标准、同质量、同管理、同服务,实现城乡供水统筹发展。其他区域,因地制宜建设与改造农村供水工程,扩大规模化供水服务范围。要结合水文、气象测报信息,加快推进数字孪生供水系统建设,逐步实现预报、预警、预演、预案功能,提升农村供水自动化管理与风险防范能力。

2 农村规模化供水工程智慧化监测系统构建关键环节落地要点

2.1 感知层建设: 精准覆盖关键节点

感知层是智慧化监测的基础所在,需要结合农村供水工程布局的特点,科学地布设监测设备,确保数据采集能够全面、精准、稳定。水源地监测需要聚焦安全管控方面,在水库、水井等水源地布设水位、流量监测设备,实时掌握水源补给以及取水的情况;水质监测可以结合实际的条件,优先接入当地生态环境部门现有的数据资源,对于偏远地区可以采用手动录入和自动监测结合起来的方式,重点监测核心水质的指标,确保水源的安全^[4]。

2.2 传输层建设: 适配农村网络环境

农村地区网络覆盖不均匀,部分偏远区域有线通信很难覆盖到,传输层建设需要采用“有线为主、无线补充”的融合模式,确保数据传输能够稳定可靠。对于调度中心、水厂、大型泵站

等固定的节点,优先采用光纤或者专线等有线通信的方式,保障数据传输的安全性和稳定性,满足工控网络和办公网络的隔离需求。对于小型加压泵站、偏远管网节点等不具备有线传输条件的区域,采用4G/5G等无线通信的方式,适配移动场景下的数据传输需求;用户终端智能水表可以采用窄带物联网技术,兼具低功耗、广覆盖、低成本的优势,适配农村分散居住的特点。同时,需要配备数据断点续传、本地存储的功能,应对农村地区网络信号不稳定的问题,确保监测数据不会丢失;建立通信网络运维的机制,定期排查信号覆盖的盲区,及时优化网络的布局。

2.3 平台层建设: 构建实用型数据中枢

平台层开展建设需要摒弃复杂类型的技术架构,将关注点集中在数据的整合以及实用化处理方面,打造出能够贴合基层管理所需的数据中枢。开展数据底板构建工作需要对接基础数据、监测数据以及业务管理数据进行整合,其中基础数据包括工程规划设计、建设施工、设施台账等相关资料,监测数据来自感知层实时采集的各项参数,业务管理数据涵盖运维记录、用户信息、缴费数据等内容,以此实现全要素数据的统一管理。进行数据处理需要简化算法设计,重点实现异常数据预警、数据趋势分析等核心功能,能够快速识别水质异常、水压骤变、设备故障等问题,并且自动推送预警信息。考虑到农村基层人员的技术能力存在有限的情况,平台需要具备数据可视化的功能,通过GIS地图构建出供水管网的“一张图”,将管网布局、设备位置、监测数据等直观地呈现出来,支持管理人员快速定位问题节点。

2.4 应用层建设: 聚焦实操效能提升

应用层开展建设需要紧密贴合结合农村供水运维的实际情况,开发出具有针对性的功能模块,切实提升管理效率以及服务质量。运维管理模块需要整合设备巡检、故障报修、养护记录等功能,支持基层人员通过移动终端APP上报巡检的情况,系统自动生成运维工单,实现运维工作的闭环管理;通过对设备运行数据进行分析,预判设备老化的趋势,提醒管理人员提前开展养护工作,减少故障的发生率。应急处置模块需要预设各类突发情况的处置流程,当系统监测到管网爆管、水质异常等问题时,自动触发预警并推送处置建议,指导管理人员快速开展抢修、停水通知等工作,缩短应急响应的时间。便民服务模块需要贴合农民的使用习惯,提供线上缴费、用水咨询、问题上报等功能,村民可以通过简单操作完成水费缴纳以及问题反馈,实现“数据多跑路,群众少跑腿”。

3 农村规模化供水工程智慧化监测系统构建面临的现实困境

3.1 资金投入压力大,可持续性不足

智慧化监测系统开展建设涉及设备采购、网络铺设、平台开发等多个环节,初期投入相对较高,而农村地区的财政能力存在有限的状况,部分地方仅仅能够依靠上级项目资金来支撑建设,缺乏后续运维资金的保障。同时,农村供水工程的收益存在有限的情况,难以通过水费收入覆盖系统运维、设备更新等长期

成本,导致部分系统建成之后因为资金不足无法正常开展运维工作,甚至出现“建而不用”的现象。

3.2 技术集成难度高,数据壁垒突出

农村规模化的供水工程常常是由在不同时期进行建设的项目整合而形成的,现有的设备所使用的品牌、通信方面的协议以及数据的格式都是各不相同的,这给系统进行集成带来了比较大的难度。除此之外,供水相关的数据涉及水利、环保、卫健等多个不同的部门,跨部门的数据共享的机制并不健全,水源的水质、管网的运行、用户的用水等方面的数据很难实现贯通,从而形成了“信息孤岛”的情况,对系统对供水全流程进行精准的管控产生了影响。

3.3 基层运维能力弱,技术适配不足

农村基层的供水管护人员普遍年龄相对偏大,专业方面的技能存在不足的状况,对于智慧化的设备进行操作、维护以及对故障进行排查的能力是有限的,存在着“不会去使用、不敢去管理”的问题。部分系统采用了复杂的技术方面的架构以及操作的流程,和基层人员的能力并不匹配,导致先进的设备无法充分地发挥其作用;与此同时,农村地区缺少专业的技术运维团队,设备出现故障之后很难快速地进行维修,对系统稳定地运行产生了影响。

4 农村规模化供水工程智慧化监测系统优化构建路径

4.1 创新投融资模式,保障资金供给

对农村供水保障、城乡一体化建设等项目的资金进行整合,把智慧化监测系统的建设纳入工程总的投资之中,争取上级财政方面的支持;鼓励承担县域统管职责的专业公司通过特许经营、预期收益权质押等方式,吸引社会资本参与到系统的建设以及运营之中。合理地制定水价调整的机制,在保障农民承受能力的前提下,适度地体现出智慧化运维的成本,通过水费收入来补充运维的资金;充分利用政策性金融工具,争取中长期、低成本的贷款,缓解资金方面的压力。

4.2 强化顶层设计,破除技术与数据壁垒

在县域层面制定统一的智慧水务数据的标准以及接口的规范,新建以及改造的工程强制按照标准接入设备以及数据,从源头解决技术集成的难题。在此基础上,构建县级统一数据中心,整合各类来源与类型的供水数据,实现全流程数据的贯通;由县政府牵头建立跨部门数据共享的机制,明确各部门数据共享的责任以及流程,打通水利、环保、卫健等部门的数据壁垒,为系

统精准管控提供支撑。优先选择兼容性比较强、操作比较简便的国产化设备,降低技术集成以及运维的难度。

4.3 构建三级运维体系,提升基层能力

建立“县级运维中心—乡镇服务站—村级联络员”三级运维体系,县级中心配备专业技术人员,负责平台的管理、数据的分析以及复杂故障的处置;乡镇服务站组建专业运维队伍,开展辖区内设备的巡检、日常的维护以及简单故障的修复;村级联络员负责设备的看护、信息的上报以及和用户的沟通,实现问题快速响应。加强技能方面的培训,结合实操的场景开展设备操作、故障排查等具有针对性的培训,编制简易的运维手册,提升基层人员操作能力;建立技术帮扶的机制,鼓励技术服务商提供上门运维的服务,弥补基层技术的短板。

5 结论

对于农村开展规模化供水工程所涉及的智慧化监测系统构建这件事情,并不是单纯地做技术叠加这个行为,而是要把技术创新这个情况和农村供水的实际状况进行深度融合的一个过程。在进行构建的这个过程当中,需要一直坚持以实用作为导向、以适配作为导向以及以、长效作为导向,把注意力集中在感知、传输、平台、应用这些关键的环节上面,把落地的要点进行细致化处理,去解决资金、技术、人员这些方面存在的现实困境。通过开展创新投融资模式这个举措、强化技术整合这个操作、培育基层能力这个行为、健全长效机制这个动作,来推动智慧化监测系统从“建成”这个状态朝着“用好”这个状态进行转变,切切实实地提升农村供水管理所具有的精细化、专业化的水平,为农村饮水安全提供可靠的保障,为乡村振兴注入数字化的动力。

[参考文献]

- [1] 祁长春.农村规模化供水工程的水锤防护计算与研究[J].水利科技与经济,2024,30(10):26-31+37.
- [2] 裴庆春,黄绍飞,裴星昊.菏泽市牡丹区农村规模化供水工程建设成效[J].山东水利,2023,(08):84-85.
- [3] 彭进朝,黄旭升,邹颖,等.广西农村规模化供水工程建设和管护模式探索[J].广西水利水电,2023,(03):100-102.
- [4] 赵中焯.灵丘县农村规模化供水工程节水评价与措施[J].山西水利,2023,(06):28-30.

作者简介:

罗凤登(1978--),男,壮族,广西凤山人,大专,机械制造工艺与设备中级,研究方向:水利水电。