

智慧水务系统在农村供水中的应用

李伟

青岛市水利勘测设计研究院有限公司, 山东青岛, 266001;

摘要: 农村供水是保障农村居民生活质量、推动乡村振兴的重要基础设施, 传统供水模式存在水质监测滞后、水资源浪费严重、运维效率偏低等短板。本文围绕智慧水务系统在农村供水中的应用展开分析, 首先阐述智慧水务系统的核心构成与农村供水的现实需求, 进而分析其在农村供水水质保障、水资源调控、运维管理中的具体应用场景, 最后提出优化智慧水务系统农村应用的实践路径, 为提升农村供水保障能力、推动农村水利现代化提供可行思路。

关键词: 智慧水务系统; 农村供水; 水质保障; 水资源调控; 运维管理; 农村水利现代化

DOI: 10.69979/3060-8767.25.12.047

引言

农村供水工程直接关系亿万农村居民的饮水安全和健康, 是实施乡村振兴战略的重要支撑。随着农村经济社会发展, 居民对供水水质、供水稳定性的要求越来越高。但传统农村供水模式有明显缺点: 人工巡检模式下水质异常响应滞后; 计量手段粗放, 易引发水资源浪费; 供水设施分散化导致运维难度偏大, 成本偏高。没法满足农村居民对优质供水的需求。智慧水务系统靠物联网、大数据、人工智能这些技术, 能实时监测、智能调控、高效管理供水的整个流程, 为解决农村供水难题提供了技术方法。把智慧水务系统用在农村供水领域, 不仅能提高供水水质安全和保障能力, 还能优化资源配置、降低维护成本, 对改善农村民生、推动农村基础设施现代化很有现实意义。

1 智慧水务系统的核心构成与农村供水的现实需求

1.1 智慧水务系统的核心构成

智慧水务系统围绕农村供水“取水-输水-净水-配水-用水”的整个流程, 形成“感知层、传输层、平台层、应用层”四层结构, 各层互相配合实现智能化管理。感知层是采集数据的基础, 配备: 水质传感器(监测pH值、浊度、余氯等核心指标)、流量传感器(监测管道实时流量)、压力传感器(监测管网运行压力)、智能水表(记录用户用水量)。这些设备能实时采集供水全流程的关键数据。传输层是数据流通的通道, 用无线通信(4G/5G、LoRa)或有线通信技术, 将感知层采集的数据安全传输至平台层, 保障数据的实时性与稳定性。平台层是处理数据的核心, 会搭建农村供水智慧管理平台。这个平台整合存储多源数据, 通过大数据分析、AI

算法处理数据, 生成水质评估报告、水量调控方案、运维预警信息等成果。应用层是实现功能的载体, 给供水管理部门、运维人员、农村居民提供不同服务: 管理部门能看供水的全局数据, 运维人员能收到故障预警, 居民能查用水量和缴水费。

1.2 农村供水的现实需求

农村供水的需求主要集中在“水质安全、供水稳定、节水高效、运维便捷”四个方面。在水质安全方面, 农村供水水源以地下水、山塘、水库为主, 容易受农业污染、畜禽养殖污染等因素影响。需要实时监测水质变化, 防止不达标的水进入管网。在供水稳定方面, 农村供水工程多是小型分散的, 受地形、水源水量变化影响大。需要避免因为管网压力不稳、水源供给不足导致停水。在节水高效方面, 农村居民节水意识不强, 有些地方存在“大水漫灌”用水、管网漏水等问题。需要通过精准计量和智能调控减少水资源浪费。在运维便捷方面, 农村供水设施分布散、数量多, 专业运维人员配置不足。需要降低维护难度、提高维护效率, 避免因为设施故障长时间没人处理影响供水连续性。

1.3 二者的适配逻辑

智慧水务系统和农村供水需求之间, 存在“技术适配需求、功能匹配需求”的双向适配关系。一方面, 智慧水务系统的各层能满足农村供水的需求: 感知层能实时监测水质、水量, 解决人工监测滞后的问题; 传输层能让分散的供水设施数据互通, 打破“信息孤岛”; 平台层的数据分析能力, 能为水质调控、水量分配提供科学依据; 应用层的便捷功能, 能降低运维门槛, 适应专业人员不足的情况。另一方面, 农村供水的不同需求也会推动智慧水务系统优化: 比如农村供水设施分散, 系

统就要简化设备安装和操作流程；农村区域网络覆盖存在差异，传输层就要增强信号适配能力，保证在偏远地区也能正常运行。这种适配关系为智慧水务系统在农村供水的应用打下基础，保证技术能真正满足农村供水的实际需求。

2 智慧水务系统在农村供水中的具体应用方向

2.1 水质安全保障中的应用

智慧水务系统通过“实时监测、智能预警、快速处置”，为农村供水搭建水质安全防线。取水环节可在地下水井、水库等水源地部署水质传感器，实时监测水源的浊度、有机物含量、重金属等关键水质参数。如果这些指标超标，系统会自动报警，推送预警信息至管理部门，同步触发取水暂停指令并辅助定位污染源头。在净水环节，监测净水设备（比如过滤罐、消毒装置）的运行情况和出水水质。当余氯含量不达标或过滤效能下降时，系统会自动调整消毒药的用量，还会提醒更换过滤材料，保证净化后的水达标。在配水环节，在管网关键位置（比如村口的管网、集中供水点）装水质传感器，监测管网水质，及时识别管道老化、渗漏引发的二次污染。如果发现水质有问题，系统能找到污染的路段，给运维人员发维修通知，不让不合格的水送到用户家。同时，系统会自动保存水质数据，形成水质历史记录，构建全流程水质溯源体系。管理部门可以查这些记录，分析水质变化规律，为净化工艺提供数据支撑。

2.2 水资源调控中的应用

智慧水务系统通过“精准计量、智能配水、节水引导”，让农村水资源得到高效利用。在水量计量方面，为农村用户配备智能水表，实时记录用水量并传到平台上。管理部门能清楚知道每个村、每户的用水情况，不用再“估算水费”，避免计量不准和浪费水。在智能配水方面，平台会结合水源的水量、管网的压力、用户用水的规律（比如早晚用水多），用AI算法定制动态的配水方案。动态调控水泵运行参数与管网阀门开度，在用水高峰时提高管网压力保证供水，在用水少的时候减少流量，减少管网漏损，实现“按需配水”。在节水引导方面，平台给农村居民发用水量信息和节水建议。分级推用水超标预警，还会给管理部门提供节水分析报告，找出用水多的区域和习惯，针对性地做节水宣传，提升农村居民的节水意识与行为自觉性。

2.3 供水运维管理中的应用

智慧水务系统通过“故障预警、智能派单、高效维修”，降低农村供水运维的难度，提高效率。在设施监测方面，实时监测水泵、水厂电机、管网阀门等设备的

运行情况。如果发现设备电流异常、管网压力突然下降（可能是管道破损），系统会自动生成故障预警，明确故障的位置和类型。在智能派单方面，平台会根据故障的位置、运维人员的分布，自动匹配最近的运维人员，发送故障信息和维修指南（比如需要什么工具、怎么操作），避免人工派单耽误时间。在运维管理方面，平台记录运维人员的工作路线、故障处理结果，形成运维档案。管理部门能查看运维的效率和质量，优化人员安排。同时，系统会评估供水设施的使用寿命，根据设备运行的时间、故障的次数，提前发更换建议，避免设备老化导致突然停水，实现“提前维护”。

3 优化智慧水务系统农村应用的实践路径

3.1 适配农村场景优化系统设计

根据农村基础设施和用户习惯的特点，优化智慧水务系统设计，让系统更适合农村使用。在选设备时，要选用更适应农村复杂环境（比如低温、潮湿）的传感器和智能水表，同时简化安装步骤，降低施工难度。针对农村部分地方网络信号弱的问题，用LoRa这种低功耗广域网技术，增强传输信号的覆盖范围，保证数据能正常传输。在设计操作界面时，简化管理平台和运维APP的操作流程，用图标、语音提示等方式，降低农村运维人员的使用难度，避免因为操作太复杂让系统闲置不用。在系统优化过程中，还需结合农村差异化需求细化调整。比如在山区农村，部分供水设施位于陡坡或密林，可将传感器设计为防水、防碰撞的耐用型，同时配套便携安装工具，方便运维人员在复杂地形作业；在平原农村，农户居住相对集中，可优化用户端APP的批量管理功能，支持村委会协助老年村民查询用水数据，提升使用便利性。此外，针对农村电力供应不稳定的情况，为关键监测设备配备太阳能备用电源，避免断电导致数据采集中断，确保系统在农村复杂条件下持续运行。

3.2 构建多方协同的运行保障机制

建立“政府牵头、企业参与、村民配合”的多方协同机制，保障智慧水务系统能长期稳定运行。

政府方面，把智慧水务系统建设纳入农村水利发展规划，加大资金投入，补贴设备采购和安装费用。同时制定农村智慧供水管理办法，明确各个主体的职责。

企业方面，找专业的水务企业参与系统建设和运维，让他们提供技术支持和人员培训，提高系统运行的专业性。

村民方面，多宣传智慧水务的用处，引导村民正确使用智能水表、配合运维工作。还要建立村民监督机制，鼓励村民反馈供水问题，形成“管理-运维-用户”互相

配合的良性互动。

协同机制还可引入“村集体参与”环节，发挥村组织的桥梁作用。村集体可协助政府与企业开展宣传工作，如在村务公开栏张贴智慧水务使用指南，组织村民代表参与系统验收；在运维过程中，村集体可收集村民反馈的共性问题，统一对接管理部门与企业，减少沟通成本。同时，建立协同效果评估机制，每季度由政府、企业、村集体、村民代表共同评估系统运行情况，针对问题调整分工，如某区域故障处置频繁，可增加该区域运维人员配置，确保协同机制动态优化。

3.3 强化技术培训与人才支撑

针对农村专业运维人员少的问题，建立多层次的技术培训体系，打牢人才基础。

1. 分层培训

对供水管理部门的人员，开展智慧平台数据分析、系统管理培训，提高他们用系统做决策的能力。

对基层运维人员，培训设备检修、故障排查、APP操作，通过现场实际操作、案例教学等方式，让他们掌握核心技能。

2. 定向育才

联合职业院校、水务企业开展定向培养农村智慧水务技术人才，鼓励这些人才回到农村工作，解决长期缺人才的短缺问题。

3. 实时支持

开通技术支持热线和线上咨询平台，给农村运维人员提供实时技术指导，快速解决系统应用中的问题。

4. 传帮带实践

培训体系可增加“传帮带”实践环节，选拔技术熟练的运维人员作为“农村智慧水务导师”，与新手结成帮扶对子，在日常运维中手把手教学，如现场演示管网漏损检测技巧、传感器故障排除方法，帮助新手快速适应工作。

5. 人才激励

联合当地政府推出“人才激励计划”，对长期服务农村智慧水务的技术人员给予职称评定倾斜、年度评优优先等奖励，增强人才归属感，减少人才流失。

3.4 推动数据安全与隐私保护

加强智慧水务系统的数据安全管理，保护农村居民的信息和供水数据安全。技术防护，采用数据加密、控制访问权限等措施，防止数据被偷、被改。定期增加

安全运维对系统做安全检测，修复漏洞，防范网络攻击。管理方面，制定农村供水数据安全管理制度，明确数据采集、存储、使用的规范，不准泄露用户用水量、个人信息等隐私数据。建立数据备份机制，定期备份供水数据，防止因为设备故障导致数据丢失，确保系统数据安全、可靠。数据安全工作可增加“村民监督”维度，邀请村民代表参与数据安全检查，如查看数据备份记录、监督用户信息使用情况，增强村民对数据安全的信任。同时，定期向村民公开数据安全工作情况，如通过村委会告知近期系统安全检测结果、数据备份情况，让村民了解隐私保护措施，消除顾虑。针对农村老年居民对数据安全的担忧，可开展线下讲解活动，用通俗语言解释数据加密、权限控制等技术，提升村民数据安全意识。

4 结语

智慧水务系统为农村供水提质增效提供了技术支撑，通过在水质保障、水资源调控、运维管理中的深度应用，有效破解传统农村供水的短板，提升农村供水安全与保障能力。然而，智慧水务系统在农村的应用需充分适配农村场景特点，通过优化系统设计、构建协同机制、强化人才支撑、保障数据安全，确保技术真正落地见效。未来，随着乡村振兴战略深入推进与智慧技术不断发展，智慧水务系统在农村供水的应用将进一步深化：一方面可结合农村供水一体化建设，实现跨区域供水数据互联互通，提升整体供水调控能力；另一方面可融入数字乡村建设，与农村污水处理、农田灌溉等系统协同，构建农村水资源综合管理体系，为农村水利现代化与乡村可持续发展提供更强有力的支撑。

参考文献

- [1] 来耀明, 谢志诚. 二次供水泵站智慧水务系统在兰州城市供水中的应用 [J]. 中国科技信息, 2024, (06): 51-53.
- [2] 王玲. 智慧水务系统在城市供水中的应用 [J]. 智慧中国, 2023, (07): 71-72.
- [3] 庞鉴. 智慧水务系统在城市供水中的应用研究 [J]. 水上安全, 2023, (05): 68-70.
- [4] 张文体. 大数据背景下的智慧水务系统开发分析 [J]. 数字技术与应用, 2023, 41(03): 219-221.
- [5] 宗延萍. 智慧水务系统在城市供水中的运用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2022, (05): 178-180.