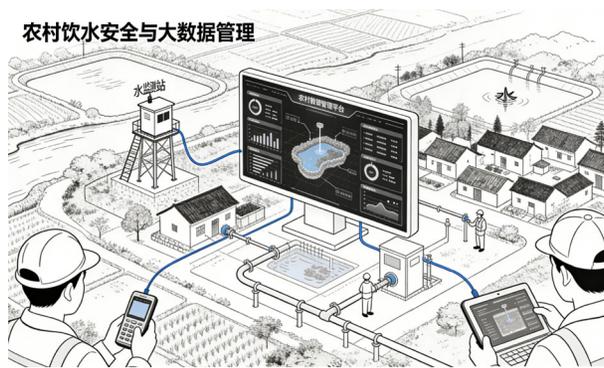


乡村振兴背景下的农村饮水安全大数据管理

文 | 豆巧娣 张兴旺

乡村振兴战略推动农村饮水安全管理从注重基础建设向现代化治理方向转型。传统管理模式存在信息分散及反应迟缓等方面的问题，难以适应精细化管理的相关要求。大数据技术搭建智能管理平台能够实现实时监控、风险预报和决策优化，为增强治理效能及服务乡村发展开拓出新的路径。



(配图由 AI 生成)

农村饮水安全大数据管理的理论基础与技术架构

乡村振兴战略下大数据赋能饮水安全治理的逻辑框架

乡村振兴战略将农村饮水安全问题从基础设施建设层面提升到治理体系现代化新高度，大数据技术为克服传统管理方式分散化和滞后性难题开辟新路径。数据驱动治理模式通过整合全面实时多维信息流，取代经验判断和人工巡查，构建“数据获取-分析研判-决策反馈-动态优化”闭环流程，推动管理模式从被动应对转向主动预防。借助物联网传感设备、移动应用平台及卫星遥感系统等多元化渠道形成含时间演进、空间布局及内在关联多维数据集，为智能化治理提供坚实信息支撑。

农村饮水安全大数据管理系统的层次架构与功能设计

农村饮水安全大数据管理系统采用分层解耦方式，构建技术体系，该体系架构涵盖数据感知、网络传输、平台支撑、业务应用和用户交互五个层面并形成完整闭环。感知层配置水质在线监测仪、流量压力传感器及视频监控等智能装置，实现全域数据自动采集，平台支撑层依托云计算技术搭建数据存储与计算分析平台，运用分布式数据库管理海量数据资源，借助大数据处理框架进行数据清洗与预处理。业务应用层围绕水源管理、水质保护、供水调度、设备维护、应急响应和用户服务六大核心场景开发功能模块，推动饮水安全管理全流程数字化运作。

农村饮水安全大数据的智能分析与应用场景

供水保障态势的实时监控与可视化呈现

供水保障态势监测依托现有的传感网络，实时采集水

源地储水量、管网水压流量、泵站运行状态等数据，借助时间序列分析与空间插值技术构建区域供水状况数字化映射。系统运用滑动窗口方法揭示供水量周期性变化特征，结合气象信息和用水需求预测模型预判枯水期及用水高峰期供需失衡情况，为水资源调度和应急储备提供科学依据。在可视化方面，系统利用地理信息系统整合供水管网拓扑结构，采用颜色渐变直观展示各区域供水充足程度、压力达标情况及设施运行状态，帮助管理人员快速定位供水薄弱环节和异常区域；动态仪表盘实时呈现关键指标历史走势与预测曲线，支持多时间维度的数据回溯与对比分析。针对分散供水区域系统建立涵盖水量充足率、水质合格率、供水稳定性及设施完好率的综合评价体系，生成区域供水健康指数，为资源优化配置和帮扶政策制定提供量化参考。

水质安全风险的智能识别与预警响应

水质安全风险的智能识别依托多参数在线监测数据和机器学习算法有机结合，通过构建水质异常检测模型来辨识浊度、pH 值、余氯、菌落总数等关键参数异常波动规律。该系统运用孤立森林算法识别多维水质参数空间里的异常数据点，同时借助长短期记忆神经网络分析水质指标的时序演变规律，实现对渐进式污染和突发性污染的精准区分。通过时空关联分析追踪污染物扩散的轨迹，结合水源地周边土地利用状况、气象条件及人为活动等外部因素，评估潜在污染源的位置及其影响的区域，系统建立了水质污染事件知识图谱，整合历史污染事件诱因、扩散路径、处理方法等信息，为当前水质安全风险提供经验方面的参考。分级预警体系依据水质超标程度和持续时间启动相应级别的应对措施，

对于轻微异常情况采取加密监测和水质复查的操作，对于严重超标情况则自动关闭受影响区域的供水阀门，向应急指挥中心发送警报，缩短从风险发现到应对措施落实的响应周期。预警信息通过短信、移动应用、广播等多元渠道向受影响区域用户传达，同时启动应急供水方案协调邻近水厂提升供水能力，减轻水质安全事件对居民日常生活的干扰。

供水设施的预测性维护与用户服务优化

供水设施的预测性维护依托设备运行数据和故障历史来构建健康评估模型，借助振动频谱分析、电流波形特征提取等手段判断泵站设备性能退化走向，提前预警维修需求并且生成相应维护计划。系统构建设备全生命周期电子台账，涵盖采购、安装、运行、维修、能耗等多方面信息，通过生存分析算法推算设备剩余使用年限，以提供更新改造决策参考，管网漏损预测模型整合压力监测数据与管道材质、使用年限、土壤条件等要素，精准定位高漏损区域从而实施靶向检修，系统应用声纹识别技术；通过解析管网声波信号捕捉细微渗漏痕迹，提高检测准确性与响应速度。用户服务优化采用用水行为聚类分析挖掘不同客群用水特征，为独居老人、留守家庭等特殊群体配置用水异常监测机制，当识别到连续多日无用水记录或用量异常变化时，自动向村干部、网格员发送关怀提醒，智能客服系统依托自然语言处理技术实现用户咨询与报修请求的自动应答，针对常规问题提供标准化回复，并对复杂问题智能分流转接人工处理。系统开发移动端用户应用，集成水费查询缴纳、用水量统计、停水通知、水质公示等功能，促进供水管理模式从单向管控向双向互动转型。

农村饮水安全大数据管理体系的优化策略

数据治理体系的规范化建设与安全保障

数据治理体系的规范化建设需要统一制定覆盖数据采集、存储、交换、应用全生命周期的标准规范，同时明确水质监测数据格式、传感器接口协议及系统对接等技术规范，以此消除跨部门与层级间的数据壁垒。构建数据质量评估体系，通过完整性、准确性、时效性和一致性四个维度对入库数据进行自动化校验与人工复核，并且对异常数据进行标记同时追溯其来源。数据安全防护采用分级分类管理方式，对水源地坐标、供水设施分布等敏感信息实施访问权限管控与加密存储，运用防火墙、入侵检测、数据备份等技术防范网络攻击与数据泄露，定期开展安全审计与漏洞扫描来保障系统安全稳定运行。

平台智能化升级与数据要素价值释放

平台智能化升级需立足于现有算法模型持续优化，并且要深化应用场景方面的拓展，借助深度神经网络来提高水质预测的准确性，采用数字孪生技术搭建供水系统的虚拟仿

真平台，以此支持管网改造方案的模拟与评估工作，同时要探索区块链技术在水质检测数据存证及供水服务追溯方面的应用。为充分挖掘数据要素所具有的价值，需要建立开放共享的机制，推动饮水安全数据和气象、环保、卫生等领域的数据融合应用，从而为农村产业振兴、人居环境提升和公共卫生防控提供数据支持。应该积极培育数据服务市场，引导第三方机构基于脱敏数据开发水质分析、设备诊断、节水优化等增值服务产品，并且研究数据资产化运营与收益分配模式，以此激发数据要素的经济社会效益。

多元协同治理机制与可持续运营模式构建

通过建立多部门协同治理体系加强水务、财政及农业农村等部门的跨部门协作，构建信息互通联合执法及协同应急的有效运作框架，以此凝聚起保障饮水安全的强大集体力量。推动县级系统和省级平台实现纵向对接，确保管理数据能够自下而上整合且指令自上而下下达，为上级部门对基层供水实施动态监管与精准帮扶提供有力支撑。在可持续运营机制方面，通过政府购买服务的方式引入专业运维组织，清晰界定服务范围、质量要求、考核办法与付费规则，减轻政府在直接管理方面的负担。同时尝试引入公私合营（PPP）模式，引导企业参与大数据平台建设及运营，借助特许经营和合理利润回报等途径保障投资方权益。建立阶梯式水价体系与计量收费机制，提升供水服务成本回收效率，为系统维护与升级提供资金支持，保障大数据管理体系持续有效运作。

结束语

农村饮水安全管理体系数字化转型是落实乡村振兴战略的核心环节，通过整合数据采集、智能处理及协同管理，推动管理方式从传统向现代革新。未来需持续推进数据管理流程、提升平台智能化水平、健全多方协作机制，全面激活数据资源潜力、探索长效运营路径并利用技术创新优化管理效率。这不仅有助于提升供水保障能力，还是实现农村公共服务均等化、促进城乡协调发展的关键支撑，能为社会主义现代化建设提供坚实保障。

作者简介：豆巧娣 榆中县水务局

张兴旺 兰州资源环境职业技术大学

责任编辑：王子祺 投稿邮箱：zhouhl@staff.ccidnet.com