

福贡地区饮水工程智慧水利建设的探索与实践

何翠英

福贡县鹿马登乡人民政府

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6418

[摘要] 福贡县地处高山峡谷地貌区,地形起伏剧烈、水源分布分散,气候特征复杂多变,长期面临供水系统工程性缺水、运行保障能力不足等突出问题。为破解饮水安全保障难题,探索智慧水利建设路径具有重要意义。通过对福贡地区饮水工程现状与制约因素进行系统分析,构建智慧水利核心框架,从水源监测、输配调度、终端服务到管理协同四个方面提出整体解决方案。在此基础上,结合区域实际,提出“边建边改”示范工程、技术与管理融合的运维机制以及“数字+制度”双轮驱动的保障体系,推动山区饮水工程向数字化、智能化、精细化转型升级。

[关键词] 智慧水利; 饮水安全; 山区供水; 信息化运维

中图分类号: TU991.25 **文献标识码:** A

Exploration and practice of smart water conservancy construction in drinking water project in Fugong area

Cuiying He

Fugong County Luma Deng Township People's Government

[Abstract] Fugong County is located in a high mountain and valley area with rugged terrain, scattered water sources, and complex and changeable climate characteristics. It has long faced prominent problems such as engineering water shortage in the water supply system and insufficient operational support capabilities. To solve the problem of drinking water security, exploring the path of smart water conservancy construction is of great practical significance. Through a systematic analysis of the current situation and constraints of drinking water projects in Fugong area, the core framework of smart water conservancy is constructed, and an overall solution is proposed from four aspects: water source monitoring, transmission and distribution scheduling, terminal service and management coordination. Through a systematic analysis of the current situation and constraints of drinking water projects in Fugong area, the core framework of smart water conservancy is constructed, and an overall solution is proposed from four aspects: water source monitoring, transmission and distribution scheduling, terminal service and management coordination.

[Key words] smart water conservancy; drinking water safety; mountain water supply; information operation and maintenance

受限于特殊的地理环境与资源禀赋,福贡县饮水工程长期面临工程布局分散、建设条件恶劣、供水系统稳定性差等多重挑战。传统饮水工程模式在高原峡谷地区运行效果不佳,迫切需要引入现代信息技术与系统管理理念,推动供水工程向智慧化方向转型。近年来,国家持续推进数字乡村与智慧水利建设,边疆山区在政策支持与技术推动下迎来基础设施升级的关键窗口期。福贡县作为典型的多民族山区县,具备智慧水利差异化建设的代表性特征。开展基于本地实际的智慧水利探索,构建系统性、可持续的山区供水治理模式,对于提升农村居民饮水安全水平、推动乡村振兴战略实施具有重要意义。

1 福贡县饮水工程现状与挑战

1.1 地理与气候特征对供水系统的制约

福贡县位于横断山脉中段怒江大峡谷核心地带,地形极为复杂,以陡峭高山和深切峡谷为主,全县海拔在1010米至4379米之间变化,垂直落差达3369米。密集分布的V形峡谷与高陡山体构成天然屏障,极大制约了水资源的统一调配和集中管理。

水源点普遍分布于断裂带或高山坡面,地质结构多为破碎岩层,施工中常遇崩塌、滑坡及泥石流等自然灾害,输水工程不仅难度大,维护成本也高。虽然目前福贡县水管网覆盖率已达到约90.5%,但由于地势落差大、水源分散,仍存在部分自然村因

地理障碍无法接入主网,约17%的自然村落仍需依赖山泉重力引流,分布式供水格局仍较为普遍。降水呈典型的南亚热带季风型气候特征,全年降水集中在两个雨季,年均降水量达1443毫米。

1.2 人口分布与用水需求矛盾

截至2025年福贡县常住人口约为11.1万,城镇人口比重33.33%,农村居民仍占主导——全域人口呈分散化分布,这种空间特征极大提高供水工程建设难度,山体村落布局零散且呈碎片化态势,集中供水网络难以完整覆盖全境;分散式取水装置长期缺乏标准化运维程序,不仅水质稳定性薄弱,日常维护效率也持续低迷。

境内少数民族人口比重达到96.5%,主体包括独龙族、傈僳族等群体,多民族聚居和多样化生产生活方式交织存在,区域经济仍以传统农耕模式为核心,其广泛种植草果、茶叶等高附加值特色作物,农业生产对灌溉水源存在深度依赖,由于渠系配套水平低且水源供给存在季节波动,灌溉水利用系数常年处于低位运行,生活用水与生产用水在枯水期形成周期性冲突,导致用水分配调度机制长期承压。

1.3 现有设施瓶颈分析

福贡县饮水基础设施建设存在历史滞后性,地理环境约束、经济发展局限与技术水平制约长期并存,导致县域水利设施整体停留在相对落后层级,现症结聚焦于基础薄弱、运行不稳与保障不足的重重困境。

首先,部分偏远山区延续人背马驮的原始取水方式,区域供水基础设施覆盖存在缺口,管网体系多建于早期,后续养护严重滞后,材料老化比例接近30%,引发输水漏损与效能衰减。高差地貌区段管道频遭地质灾害冲击破损,供水网络运行稳定性和安全系数显著降低。其次,全县15处集中供水工程多数持续“带病运行”,管理体制滞后与运维系统缺陷暴露无遗,基层水务机构专业力量空缺使日常管理依赖临时组建的村民小组,技术人员培训不足、维护动力缺失,设备故障修复效率低下问题循环显现。最后,水质保障体系尚未完善,山区取水点依托自然山泉及小型流域汇水区,周边地质脆弱性突出,暴雨或山体崩塌易诱发浊度升高与有机物污染,消毒净化装置老化严重,其故障频发叠加部分设备长期停用,水质稳定达标目标面临严峻挑战。

2 福贡地区饮水工程智慧水利建设的核心框架设计

2.1 智慧水源监测系统

福贡地区水源分布分散、生态环境敏感,需构建基于物联网技术的水源实时监测系统,在主要水源点布设水位、水质、流量及雨情感知节点,实时监控水资源动态,接入遥感与地质灾害预警平台,水源区滑坡、泥石流等潜在风险得以提前识别,前端预警能力有效强化。重点水源点配置小型在线水质监测设备,浊度、余氯、pH值等核心指标实现全天候监测,其边缘计算与云平台分析模型实时处理数据,异常情况自动识别报警,水质稳定性得到切实保障,监测数据同步传输至管理中枢,形成完整的决策支持闭环。

2.2 智能输配水调度系统

福贡县输水系统面临显著地形高差挑战,智慧水利方案着力提升输配网络能效与压力管理。基于管网GIS与水力模型联合作业平台,完成区域输水管网三维数字模型构建,模拟管段压力分布、水流速度及能量损耗值,建立精准化调度机制。布设远程调控终端与自适应阀门组,实现管网分区压力平衡控制、供水路线智能切换。极端气候事件(干旱/洪涝)发生时,调度系统依托供需动态匹配算法调整输水方案,高危区域及老龄人口密集区的供水稳定性得到优先保障。系统整体抗风险性能显著提升。

2.3 用水终端感知与服务平台

智慧终端设计需强化区域适配特性,建立精准响应机制,布局智能水表装置构建户级水量动态监测体系,数据同步至云端存储系统;依托数据建模技术解析用户行为特征,精准识别异常用水状态,支撑节水政策落实与用户习惯优化。集成移动端轻应用与语音交互模块,开发定制化水务服务功能:水费实时核验、设备报修申报、水质透明公示等基础操作模块,老龄人口密集区域配置可视化应急呼救按钮、设立24小时供水保障专线,智慧水利系统需平衡技术效能与以人为本服务诉求。

2.4 管理平台与协同机制

构建智慧水利综合管理平台,覆盖水源监测、水网调配、水质评估及设备运维等环节,集成AI辅助决策系统与视频巡查模块、能耗分析单元,管理部门借助预警信息预判风险、制定预案并实施精准调度。该平台突破数据孤岛限制,形成多要素联动的数字化治理体系,为应急指挥与日常管控提供动态响应框架。

打破县域三层架构间的信息壁垒,村级实时数据采集端弥补基层监测真空,乡级云端处理中枢优化资源配置效率,县级决策数据库提升响应速度。在“政府主导+市场化服务+村级参与”架构中,第三方团队基于契约关系承担管网养护与闸站运维,村委会监督灌溉设施使用状况,跨部门联席会议解决泵站超负荷运转等技术难题,形成责任明晰的梯级运维生态^[1]。

3 福贡地区饮水工程智慧水利建设的实施路径与创新实践

3.1 “一县一策”顶层路径

立足福贡县高差地貌、多民族居住与资源分布特点,围绕地域特征制定智慧水利专项规划。明确近中远三期目标:

近期(1-2年)——完成主干管网数字化建模及水源点监测设施布设,推进示范村镇智慧改造;

中期(3-5年)——建设县级智慧水务平台;完成水质远程监控与阀控系统部署;建立供水动态调度管理架构;

远期(5年以上)——实现主要水利设施全场景数字孪生布局,促进智慧水务同城市治理、农业生产三大体系的系统耦合。

顶层设计指引工程实施方向,规避“重设备轻系统、重建设轻运营”的误区,增强智慧水利系统集成效能。

3.2 “边建边改”试点示范模式

福贡县地貌特征呈现多维差异性、聚居点空间离散性强、工程环境复杂,智慧水利构建采取“样板先行-梯度铺开”推进策略,实践“动态调适-分区治理”示范方法。遴选典型乡镇与村

寨实施试验性工程,率先落实核心控制技术与管理养护体系,为全域覆盖储备实证基础与模式验证样本。

在匹河乡海拔梯度显著试验区域,借助省级数字乡村专项政策支持,完成部署具备复合型功能架构的智慧供水装置集群,集成太阳能电力供应模块、自动化控制单元、云端监测平台、微型水质实时分析组件于一体的系统性解决方案,这类设施研发充分考量低温气候环境、离网运行场景的特殊约束,实现全天候自主运转与远程故障预警机制,突破传统人工巡检模式效能瓶颈与管理响应延迟困境。

3.3 “技管融合”本地运维机制创新

智慧水利的关键在于技术系统应用与长效运维机制的结合,福贡县饮水工程面临管理力量薄弱、技术人才短缺、响应延迟等现实挑战,亟需构建“技术支撑+制度重构”的动态协调体系,推动运维模式从被动处置向主动防控转型。

首先,县级智慧水务技术支持中心需有机整合水利资源、信息化部门和应急管理系统,搭建全流程监管平台,该中心依托统一调度指令传输体系,可有效执行数据管控、远程诊断分析和技术培训等核心职能,成为全域水利设施的智能中枢。

其次,组建乡村“智慧水管家”团队具有迫切现实需求,选拔标准应聚焦本地青年的操作技能与学习能力,定期运维考核结合实践指导,能显著增强巡检记录、日常维护等基础工作效能,实现村域设备“可监测、可管理、可持续”的管控闭环^[2]。

最后,还需构建“县域统筹+技术支撑+人力保障”三位一体运维体系,福贡县突破性实现水利工程全周期管理,智慧化改造不仅解决设备管护难题,更重要的是形成可持续发展的制度范式,标志着水利基础设施进入精细化管理新阶段^[3]。

3.4 “数字+制度”保障机制配套

智慧水利系统的持续发展依托数字技术基础,更需对制度体系的协同构建。福贡县(Fugong County)作为边疆多民族聚居区域,在城乡饮用水智能化升级进程中,必须形成技术应用与制度框架联动的支撑结构,着重标准指引、权责划分、流程完善,实现工程可操作、易监管、长效运转。

一方面,可推进智慧水利需建立区域性技术标准与管理规范。聚焦规划实施、硬件配置、信息交互、安全维护等维度,编制《福贡县智慧水利信息平台运行管理办法》《饮用水远程监测与调度操作规程》《智慧水务数据共享及隐私保护指引》,在此通过专项文件制定,促使水利管理体系由传统经验模式转向

标准化范式,提升技术方案的复用性与适应性^[4]。

另一方面,智慧水利平台需与县域政务大数据中心对接,水务、财政、民政、应急等部门的数据网络应同步打通。用水异常自动预警启动,水质监测超标联动通报同步执行,应急供水响应联控快速生效,其突发事件处置与资源调度效率显著提升,数字平台同政府治理实现有机融合^[5]。

最后,农饮水利资金、乡村振兴专项经费与社会资本形成合力,财政兜底保障与运营收益反哺机制覆盖智慧水利运维需求,技术迭代升级和人员技能培训经费具备可持续支撑条件。项目管理生命周期被重新定义,边疆山区水利工程长效运行的资金闭环逐渐完善。

4 结束语

综上,在山区饮水安全保障面临复杂挑战的背景下,智慧水利建设为传统供水工程提供了新的发展路径。福贡县饮水工程的智慧化探索表明,通过加强水源感知、优化输配调控、完善终端服务与建立高效协同机制,可有效提升系统运行效率与服务水平。实施“边建边改”试点模式,实现从工程建设到运维管理的技术闭环,推动形成技术、机制、人才融合的综合治理格局。同时,依托地方标准与制度配套,构建起数字治理与制度化运维并重的长效保障机制。智慧水利作为山区饮水工程转型升级的重要抓手,未来应在实践中不断深化与完善,逐步实现从示范引领向区域系统化推广的跨越发展。

[参考文献]

- [1]刘立杰.辽西山地丘陵区小型集中供水工程设计研究[J].地下水,2022,44(06):104-105+144.
- [2]赖昌平.山区饮水安全小型集中供水工程设计分析[J].工程建设与设计,2022,(17):116-118.
- [3]叶晓佳.福建省山区县城乡供水一体化总体布局方案探索——以南平市浦城县为例[J].水利科技,2022,(03):59-62.
- [4]陈贵燕,邹颖,张伟林.广西典型家庭水柜水质检测结果及水质保障对策[J].广西水利水电,2022,(03):35-37+44.
- [5]董红哲.山区农村饮水安全工程施工方案研究——以安徽省祁门县农村饮水安全巩固提升工程为例[J].工程与建设,2022,36(02):466-468.

作者简介:

何翠英(1990--),女,傣族,云南泸水人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程。