

村级饮水工程智慧化管护的低成本实现路径与效能分析

张春涛

腾冲市蒲川乡综合保障和技术服务中心, 云南腾冲, 679114;

摘要: 村级饮水工程是保障农村居民生活质量与乡村可持续发展的关键基础设施, 其管护水平直接关系到供水安全与工程长效运行。在乡村振兴战略背景下, 传统管护模式已难以满足农村居民对饮水品质的升级需求, 智慧化管护成为提升工程效能的重要方向。然而, 成本约束始终是制约智慧化管护在农村地区推广的核心因素。鉴于此, 本文从村级饮水工程智慧化管护的必要性出发, 系统剖析了现阶段村级饮水工程智慧化低成本管护面临的主要问题, 基于问题导向提出对应的低成本实现路径, 并从多维度分析了其实施效能, 以期为推动农村饮水工程管护现代化提供参考。

关键词: 村级饮水工程; 智慧化管护; 必要性; 低成本路径; 效能评估

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 06. 025

引言

农村饮水安全是国家民生保障体系的重要组成部分, 也是乡村振兴战略实施的基础支撑。随着我国农村经济社会的发展, 村级饮水工程已从解决“有水喝”的基本需求转向满足“喝好水”的品质追求, 管护工作的精准性、高效性与可持续性日益凸显其重要性^[1]。传统以人工为主的管护模式在工程规模扩大、分布分散的现实下, 逐渐暴露出资源浪费、成本高企等弊端, 难以适应新时代农村供水保障的要求。智慧化管护借助现代信息技术实现供水全流程的动态监测与智能调控, 为破解传统管护困境提供了技术可能^[2]。但我国农村地区经济发展不均衡, 村级饮水工程普遍存在规模小、资金短缺等特点, 高成本的智慧化方案难以落地。因此, 探索符合农村实际的低成本智慧化管护路径, 既是提升工程管护效能的现实需要, 也是推动农村基础设施数字化转型的必然选择。

1 村级饮水工程智慧化管护的必要性

村级饮水工程智慧化管护的必要性源于农村发展需求、传统模式局限与技术发展趋势的多重驱动, 其在保障供水安全、提升管护效率、促进可持续发展等方面具有不可替代的价值。

从农村发展需求来看, 随着乡村振兴战略的深入推进, 农村居民对饮水安全与品质的要求持续提升, 不仅需要保障水量稳定, 更对水质达标、供水服务优化提出了更高标准。智慧化管护通过实时监测水质指标、精准调控供水过程, 能够有效降低水质风险, 满足农村居民对高品质饮水的需求, 同时为农村产业发展提供稳定的

供水支撑, 助力农村经济结构升级^[3]。

从传统模式局限来看, 以人工巡检为核心的传统管护模式存在显著短板。人工监测频次有限, 难以实时捕捉水质波动、管网漏损等问题, 导致安全隐患累积; 管护效率受人员技能与责任心影响较大, 容易出现响应迟缓、处置不当等情况; 分散化管护导致资源难以整合, 重复投入与浪费现象突出^[4]。智慧化管护通过技术赋能打破人工依赖, 实现管护流程的标准化与精准化, 从根本上提升工程运行的稳定性与可靠性。

从技术发展趋势来看, 物联网、大数据等信息技术的普及为智慧化管护提供了可行性。轻量化感知设备成本的降低、通信网络覆盖的延伸, 使得农村地区具备了应用智慧化技术的基础条件。智慧化管护并非对传统模式的简单替代, 而是通过技术与管理的融合, 重构管护流程, 实现从被动应对到主动预防的转变, 可为村级饮水工程长效运行提供技术保障。

2 村级饮水工程智慧化低成本管护现阶段存在的问题

村级饮水工程智慧化管护在推进过程中面临多重制约, 这些问题涉及技术、管理、资金等多个层面, 相互交织形成了智慧化转型的现实障碍, 需要针对性破解。

2.1 技术适配性不足制约应用实效

现有智慧化技术方案与农村实际条件存在显著脱节。一方面, 设备设计未充分考虑农村地形复杂、电力供应不稳定、网络覆盖不均衡等特点, 导致设备运行稳定性差、故障率高, 部分地区甚至出现“建得起、用不了”的现象。农村地区专业维修力量匮乏, 设备故障后

往往需要等待厂商上门,维修周期长且成本高,进一步降低了技术应用的连续性^[5]。另一方面,技术方案追求功能全面性,集成大量非必要模块,如远程视频监控、水质深度分析等,不仅增加了设备成本,也因操作复杂降低了实际使用效率。此外,不同厂商的设备与平台兼容性差,数据格式与接口标准不统一,难以实现跨系统数据互通,形成“信息孤岛”,制约了管护数据的综合利用价值,无法充分发挥数据驱动决策的作用。

2.2 管理机制碎片化影响运行效率

管护主体权责不清与协同机制缺失是管理层面的突出问题。部分地区村级饮水工程管护责任未完全落实,存在“多头管理”与“无人负责”并存的现象,智慧化设备的运维责任难以追溯,出现问题时易推诿扯皮。基层管护队伍专业化水平不足,多为兼职人员,缺乏对智慧化设备的系统培训,既无法熟练操作监测平台,也难以判断设备异常信号,导致先进设备沦为“摆设”^[6]。县域层面缺乏统一的管护标准,各村自行制定的运维流程差异大,难以形成规模化管理效应。同时,村民参与管护的渠道不畅,缺乏有效的激励机制,村民对智慧化设备的监督作用未充分发挥,智慧化系统运行缺乏广泛的社会基础支撑,管护效果易受人为因素干扰。

2.3 资金保障体系不完善限制推广力度

资金投入不足与筹措机制单一制约了智慧化管护的推广。智慧化改造需要初期设备采购与系统建设投入,而当前村级饮水工程管护资金主要依赖财政补贴与水费收入,财政补贴受地方财政实力影响较大,存在年度间波动,难以形成持续投入;水费标准普遍偏低,且部分地区因村民支付意愿不强导致收缴率不足70%,难以覆盖智慧化运维成本^[7]。社会资本参与度低,缺乏针对村级饮水工程智慧化管护的投融资政策支持,企业因投资回报周期长、风险高而参与积极性有限。此外,资金使用缺乏精细化管理,部分地区存在重建设、轻运维的倾向,初期投入集中但后续运维经费无保障,导致智慧化系统建成后因缺乏维护而逐渐失效,造成资源浪费。

3 村级饮水工程智慧化管护的低成本实现路径

针对上述问题,村级饮水工程智慧化管护的低成本实现需立足农村实际,从技术、管理、资金三个维度构建系统性解决方案,实现问题与对策的精准对接。

3.1 构建轻量化技术适配体系,提升技术应用实效

针对技术适配性不足的问题,应聚焦农村条件优化技术方案。优先选择低功耗、抗干扰、易维护的轻量化设备,简化功能模块,仅保留水质安全(浊度、余氯等核心指标)、管网压力、水量计量等必要监测功能,剔除非核心模块以控制成本。建立区域性技术支持中心,整合县域内维修资源,培训本地技术人员掌握基础维修技能,缩短设备故障响应时间,降低维修成本。数据传输依托农村现有公共通信网络,采用窄带物联网等低功耗协议,避免铺设专用通信线路,同时开发离线缓存功能,应对网络信号不稳定的问题。推动设备标准化生产,统一数据接口与格式,强制要求厂商开放数据权限,实现不同品牌设备与平台的兼容互通,打破“信息孤岛”。结合农村电力特点,推广太阳能与市电互补供电模式,配置大容量蓄电池应对断电情况,提高设备运行稳定性与节能性。

3.2 建立协同化管护机制,提高管理运行效率

针对管理机制碎片化的问题,需通过机制创新强化协同效能。以县域为单元建立集中管护体系,明确县级水利部门或专业水务公司为管护主体,制定统一的智慧化管护标准与流程,整合分散工程的运维资源,实现设备采购、人员培训、故障维修的规模化运作,降低单位工程管护成本。加强基层管护队伍建设,将智慧化设备操作纳入管护人员考核内容,通过“理论培训+实操演练”方式,使其掌握数据查看、简单故障排查等技能,减少对外部专业团队的依赖。建立县域与村级的信息互通机制,县级机构定期收集村级工程运行反馈,及时调整管护策略,确保政策贴合实际^[8]。完善村民参与机制,通过“以奖代补”方式激励村民担任义务监督员,负责设备外观检查与异常情况上报,形成“专业管护+群众监督”的协同模式,同时利用村务公开栏定期公布监测数据,提升智慧化系统运行的透明度与公信力。

3.3 完善多元化资金保障模式,强化推广实施支撑

针对资金保障不足的问题,需构建多渠道筹措机制。优化财政投入结构,将智慧化管护纳入农村基础设施专项资金,按工程规模与智慧化水平给予差异化补助,重点支持初期设备采购与平台建设,并建立与物价上涨挂钩的运维经费动态补助机制,确保长期投入稳定。完善水费定价与收缴机制,开展成本核算,在村民承受能力范围内合理调整水价,实行“阶梯水价”引导节约用水,同时通过“村集体代缴+村民自缴”结合方式提高收缴

率,从水费收入中提取 10%-15%作为智慧化运维基金,形成“以水养水”的良性循环。引导社会资本参与,通过政府购买服务模式吸引企业承接智慧化运维,企业负责设备维护并获取服务费用,政府负责监督考核;鼓励公益组织与科研机构通过技术捐赠、志愿服务等方式提供支持,降低技术获取成本。建立资金使用监管机制,实行“先建后补”“以效定补”,将智慧化管护效果与资金拨付挂钩,提高资金使用效率。

4 村级饮水工程智慧化管护的效能分析

村级饮水工程智慧化管护的低成本实现路径,借助技术适配、管理协同以及资金多元化的系统性举措,能够在经济、社会和生态层面产生综合效益,为农村饮水工程的可持续运行提供坚实支撑。

经济效益主要体现于成本节约与效率提升。轻量化技术的应用以及规模化管护模式,能够降低设备采购与运维成本;实时监测机制可减少人工巡检的频次,及时控制管网漏损率,从而节约水资源与维修费用,显著降低全生命周期成本。精准的水量计量与调度优化,有助于提升水资源利用效率,降低单位供水成本,为工程的长效运行奠定经济基础。

社会效益主要集中于供水保障能力的增强。智慧化监测手段可实现对水质与供水状况的实时掌控,能够快速响应安全隐患,有效降低饮水安全风险,保障农村居民的身体健。稳定的供水服务为农村产业发展提供支撑,有助于促进经济结构的优化。村民参与机制能够增强村民对公共事务的参与感,提升农村社区治理能力,改善干群关系,促进社会的和谐稳定。

生态效益体现于水资源保护与环境改善。精准的监测与调控措施可减少过度取水现象,有利于涵养地下水资源,维持区域水资源平衡。降低管网漏损率可减少无效供水,相应降低水处理能耗与药剂使用量,减少污染物排放。水源地监测能够强化污染风险处置能力,保护农村水环境。低功耗技术的应用契合绿色发展理念,推

动农村基础设施向生态化转型。

5 小结与展望

综上所述,村级饮水工程智慧化管护的低成本实现,需以问题为导向,通过技术适配、管理协同与资金多元的路径,破解技术不适、管理分散、资金短缺的难题。其实施不仅可提升工程管护效能,更能够在经济、社会、生态层面产生综合效益,为乡村振兴提供坚实的饮水安全保障。未来,应进一步加强农村适配性智慧化技术研发,完善政策标准体系,强化跨部门协同,形成政府、企业、村民多方参与的共治格局,推动村级饮水工程智慧化管护向更高质量发展,实现从“安全饮水”到“品质饮水”的跃升。

参考文献

- [1]郭天山.武威市凉州区农村饮水安全工程村级管护机制初探[J].农业科技与信息,2020(11):95-97.
- [2]禄慧丽.水利信息化系统方案在某供水工程的应用[J].黑龙江水利科技,2024,52(4):112-115.
- [3]李艳艳,赵丽军,王丽华,等.全国地方性氟砷中毒防控组织管理现状调查与分析[J].中华地方病学杂志,2025,44(2):151-157.
- [4]唐林平,石海.浅析智慧水务系统在农村饮水安全工程管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(3):162-164.
- [5]吴旭.农村饮水工程长效运行机制优化研究[J].现代工程科技,2025,4(5):161-164.
- [6]王跃国,赵翠,宋家骏.人工智能技术在安徽省县级农村供水工程信息化建设中的应用建议[J].中国水利,2020(1):43-44,47.
- [7]上官志坚,李建平.楚雄州贫困地区农村饮水安全工程建后管护情况调查及对策分析——以牟定县戌街乡左家村委会为例[J].中国水利,2018(17):46-47.
- [8]龙秀梅.乡镇饮水安全工程标准化建设与管理路径探究[J].中国标准化,2024(22):229-231.