

安全监测在小型水库运行管理中的应用研究

马志宏
山东莒县水利局

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8221

[摘要] 小型水库对于防洪灌溉，保障人民生命财产安全而言意义重大，针对传统管理中存在的诸如设施老旧、监管落后等问题，莒县采用“123”管护模式，采用雷达监测、电子水尺等技术搭建监测体系，依靠“三线管理法”实现水位的可视化呈现，配套资金保障与考评机制，全力提升安全管理水平。此模式提升了风险把控能力，引领管理向数据化过渡，给同类工程供给“技术 + 制度”协同的样本，对水库安全保障及基层水利治理有借鉴作用。

[关键词] 小型水库；安全监测；运行管理；雷达监测；三线管理法

Application of safety monitoring in operation and management of small reservoirs

Ma Zhihong

Shandong Juxian Water Conservancy Bureau

[Abstract] Small reservoirs are crucial for flood control, irrigation, and the protection of people's lives and property. To address issues such as outdated facilities and lagging supervision in traditional management, Juxian County has adopted a '123' management model. This model uses technologies like radar monitoring and electronic water gauges to establish a monitoring system. It relies on the 'three-line management method' to achieve visual water level presentations, along with financial support and evaluation mechanisms, to enhance safety management. This approach improves risk control, promotes data-driven management, and provides a 'technology + system' collaborative model for similar projects, offering valuable insights for reservoir safety and grassroots water governance.

[Key words] small reservoir; safety monitoring; operation management; radar monitoring; three-line management method

引言

随着乡村振兴和水安全战略的推进，小型水库精细化管理的迫切需求凸显，传统人工巡查模式面临效率低下、数据呈现滞后等问题，难以跟上新发展理念下智能化的要求。莒县以“123”管护模式为破题之钥，把雷达监测、“三线管理法”等技术同制度创新结合起来，打造覆盖监测、预警、管理的全链路体系，为应对基层水利设施管护难题开辟新视角，此经验对增强小型水库安全韧性有现实的探索价值。

一、监测现状与问题

（一）传统管理短板

频次与范围对人工巡查形成限制，难以达成全天候、全范围覆盖，致使隐患察觉滞后，像莒县部分小型水库曾有过人工巡查间隔时段内局部渗漏未及时处置的状况，引起后续治理费用增高，数据记录零散分布于纸质台账，未进行系统化的整合与分析，不易形成连贯的监测档案，对风险趋势研判形成阻碍，管理责任主体多元化，权责界定含混，镇村财政投入的资金规模有限，引起管护力量的薄弱局面，专业技术人才数量极为不足，管理效能长时间依赖经验驱动，与智能化、标准化管理目

标之间存在明显落差。

（二）技术应用瓶颈

莒县共有小型水库 203 座，其中小（1）型水库 21 座，小（2）水库 182 座。早期仅部分小型水库有基础水位标尺配置，缺失自动化的采集装备，关键监测指标，像雨量、水质，依靠人工取样，数据时效性欠佳且精度不够^[1]。多源监测数据未达成跨部门、跨层级间的互联互通，水利、气象、应急等系统数据的孤岛现象非常明显，构建综合性风险评估模型举步维艰，技术应用没有长效资金保障作为支撑，基层管理单位对智能化设备的运维能力欠佳，引发部分监测设施建成后因维护不到位而慢慢丧失其功能，影响监测体系效能充分发挥。

二、监测体系构建路径

（一）硬件设施升级

以新发展理念实施引导，莒县以小型水库安全监测精准化和智能化需求为聚焦点，落实全域皆有的硬件设施升级工作，针对水文数据实时采集现存痛点，对 31 座水库部署雷达监测站点，借助微波遥感技术对水位、雨量做全天候动态监测，实现数据采集频率的分钟级跨越，较传统人工观测而言，效率增幅达 90%以上，且可同步制作出趋势分析图表，为洪水预警提供具有关键意义的基础数据。针对人工观测误差大的现象，给 203 座水库装上人工电子一体化观测水尺，实现物理标尺技术和电子传感器技术融合，实现水位数据自主采集和无线传输，配套智能信息显示屏把监测结果实时展示，使基层管护人员直观获取水位的变化信息，减少现场研判所需时间。于管理设施配套这一范畴，投入 261 万元新建成 27 处标准化管理房，把监测数据接收终端、应急物资储备等功能集成起来，创建区域化的监测指挥中枢，共同推进大坝安全设施开展升级，针对 111 座水库实施结构性修缮，加固坝体防渗层同时强化溢洪道结构，采用“三线管理法”对坝坡兴利、设计、校核水位线开展精准标定工作，使用耐候性材料实施永久标记，与电子水尺数据相互结合，构建起水位动态可视化监测架构，为科学进行洪水调度提供直观的参考借鉴，采用水质监测相关硬件，联合水文部门，按季度对 21 处小（1）型水库进行取样化验工作，适配搭建水质数据管理平台，实现水源地安全监测全流程数字化覆盖。

（二）数据交互机制

莒县把构建“感知—传输—分析—响应”闭环当作目标，

开辟安全监测数据交互新机制，构建起县乡两级的数据接收终端，全天候不间断受理监测预警信息与群众诉求，雷达式监测站、电子水尺等设备采集雨量、水位数据，之后经物联网传输到县级数据中心，经算法模型自动识别异常数值，激起分级预警的响应活动：倘若监测数据达到兴利水位线，系统自动提出蓄水调度的合理建议；在水位逐渐逼近设计水位线时，把预警讯息传达给乡镇防汛指挥部；若水位触及校核水位线，即刻开启应急响应预案，达成风险防控任务的智能化分级应对^[2]。跨部门协同合作的层面而言，消除水利、气象、应急管理等系统的数据隔阂，把水库监测数据同区域气象预报、山洪灾害预警系统深度整合，搭建多维度的洪水风险评估模型，把降雨量预测数据叠加到水库水位历史曲线之上，在 72 小时前预判出洪水的风险等级，为下游涉及农田排涝、群众转移等的决策提供数据后盾。鉴于基层管护人员技术能力存在差异，推出简易版的数据操作终端，经由图形界面及语音提示发挥功能，弱化操作的实施难度，保证监测数据在一线发挥有效应用价值，建立数据应用的考评机制，把监测数据利用率归入水管员绩效考核范畴，带动形成“数据驱动决策”的管理新风貌，实现从“被动应对”至“主动防治”的模式变迁。

三、创新管理模式实践

（一）“三线管理法”应用

新发展理念里的系统观念成为“三线管理法”核心要素，促成物理标识与数据模型有机整合，构建小型水库水位监测及调度标准化体系，莒县完成 203 座小型水库除险加固后，组织专业技术团队对坝坡实施全量程水位线标定：选取坝体结构牢固、视野清晰的迎水坡区域，运用高精度水准测量方法，依次对兴利水位线（正常蓄水位状态）、设计水位线（防洪标准水位情况）、校核水位线（极限安全水位情形）进行标注，依据水库调洪能力，经科学测算确定三线间距，用红、黄、蓝醒目漆料进行永久喷涂，形成清晰直观的水位警示标识体系，该方法借助“物理标识可视化呈现+数据监测精细化分析”双重机制提升管理效能：若水位逐渐靠近兴利水位线，管护人员可根据历史数据优化水资源调配计划，最大程度挖掘灌溉、供水功能效益；若水位触及黄色设计水位线，系统自动启动防洪预警，结合雷达监测站采集的实时雨量数据，触发溢洪道预先泄洪程序；一旦水位向校核水位线逼近，同步启动应急抢险预案，通过智能信息显示屏向周边村镇发布避险警示，实现“监测—研

判-处置”流程规范化运作，“三线管理法”与电子水尺监测数据形成互补，前者提供直观现场决策依据，后者实现数据远程传输与趋势研判，共同构成“人工现场核查+技术智能支撑”立体监测格局，有效提升基层管理人员应对强降雨等极端天气的应急响应灵敏度。

（二）协同监管机制

资金层面构建“财政主控+上级补贴+专项争取”多元投入体系，县级财政年度预算安排专项管护资金，融入省、市及中央维修养护资金，重点投入监测设施建设运维，资金使用采取“第三方审计+监理计量”双轨监管，水利、财政部门联合评审维修养护项目方案，施工期跟踪审计，确保资金投向监测能力提升。技术应用协同上，借助国有维修养护公司专业力量，搭建“公司统筹规划、分公司落地实施、安管员执行操作”三级管理体系，县级公司制定监测技术标准、更新设备，6个乡镇分公司负责区域设施巡检，224位安管员为一线监测人员。其中小（1）型水库2人/座，小（2）水库1人/座。定岗定责，管护水库。公司定期组织水管员开展雷达监测、数据终端操作等专业培训，实行持证上岗，构建理论考核、实操演练、应急模拟的能力评估体系，保障基层监测队伍技术能力与设备升级同步，考核激励机制以差异化评分和动态管理形成监管闭环，考核涵盖工作规范、任务量、工作效能，涉及监测数据记录完整性、设施维护及时性、巡查频次、隐患上报质量等指标。

四、效能提升分析

（一）风险防控能力

雷达式监测站与电子水尺搭建实时数据采集网络，水文信息获取频率由人工巡查每日一次提升为动态更新，洪水预警时间提前至灾害发生前数小时，为下游区域应急疏散、物资转移争取关键窗口期，“三线管理法”可视化警示机制将抽象水位数据转化为直观色彩标识，基层管护人员在强降雨现场可快速判断风险等级，及时启动溢洪道调控、应急物资调配等操作，缩短决策链路。近年汛期强降雨过程中，该体系成功预判并处置多起超警戒水位险情，避免因水位监测滞后导致的漫坝风险，水质监测与大坝安全鉴定常态化进行，完善风险防控维度，通过季度水质取样化验及数据平台分析，及时掌握水源地生态变化趋势，针对性开展库区周边污染源管控，保障城乡供水安

全；对达到安全鉴定年限的水库开展结构安全评估，动态更新工程健康档案，为差异化维护提供依据，从源头降低结构性隐患发生率。

（二）管理模式创新

国有维修养护公司专业化运作，把分散基层管护力量整合成“公司—分公司—安管员”三级联动体系，通过统一技术标准、设备配置、考核机制，解决以往管护责任模糊、技术力量薄弱问题，监测数据全流程数字化管理，打破部门间信息壁垒，水利、气象、应急等部门依托共享数据平台协同开展风险研判，形成“监测—预警—处置—评估”闭环管理链条，提升跨层级治理效能^[4]。通过考核激励机制实施，重塑基层管护队伍生态，整合岗位职能、优化薪酬结构，吸引年轻人才与专业力量加入管护队伍，管护水平明显提高；持证上岗、定期培训制度，有效提升一线人员技术能力，“能者上、庸者下”良性竞争氛围，增强了安管员学技术的动力，这种“技术赋能+制度创新”双模式，既突破小型水库“无人管、不会管”现实困境，又为新时代基层水利治理提供“可复制、可推广”样本，核心经验在于将智能化监测手段与社会化管护机制深度融合，实现安全效益、管理效益与社会效益协同提升。

结语

安全监测对小型水库运行管理至关重要，莒县构建“123”管护模式，以雷达监测、电子水尺等硬件升级为根基，借助“三线管理法”与协同监管机制，实现监测数据实时采集、智能分析和高效运用，大幅增强风险防控能力，推动管理模式向专业化、数据化转变。实践显示，技术创新与制度设计深度融合是解决小型水库管理难题的有效途径，为同类工程提供了可借鉴的现代化治理范例。

[参考文献]

- [1]史晓东,梅萍.安全监测在小型水库运行管理中的应用研究[J].水上安全,2024,(23):67-69.
- [2]崔梅,刘杰.安全监测在小型水库运行管理中作用探析[J].内蒙古水利,2024,(03):69-70.
- [3]袁明道,史永胜,张旭辉,等.水库物业化管理养护技术研究及指南[M].中国水利水电出版社:2021.10.150.
- [4]梁文娟.陕西省小型水库运行管理标准化评价体系研究[D].西安理工大学,2021.