

小型水库管理系统数字化升级改造及应用

吕伟民¹, 张鹏翔¹, 林兆刚²

(1. 滕州市水库管理服务中心, 山东 滕州 277533; 2. 山东金至工程咨询有限公司, 山东 滨州 256600)

【摘要】为解决小型水库运行管理信息化建设总体滞后、监管手段落后、监管能力有限等问题,以山东省智慧水利顶层设计为指导,以小型水库安全管理为突破口,综合运用物联网、云计算、数字孪生等技术,搭建完善的水库信息化管理体系,实现数据资源知识化、应用系统智能化、标准体系规范化、安全体系可靠化,全面提升水库运行管理水平。

【关键词】小型水库; 雨水工情; 数字化管理系统

【中图分类号】 TV697

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2025)-12-0026-03

Transformation and Application of Digital Upgrade for Small Reservoir Management System

LV Weimin¹, ZHANG Pengxiang¹, LIN Zhaogang²

(1. Reservoir Management Service Center of Tengzhou City, Tengzhou, Shandong 277533, China;

2. Shandong Jinzhi Engineering Consulting Co., Ltd, Binzhou, Shandong 256600, China)

Abstract: To address the problems of overall lag in informatization construction, backward supervision methods, and limited supervision capacity in the operation and management of small reservoirs, guided by the top-level design of smart water in Shandong Province, and taking the safety management of small reservoirs as a breakthrough point, this paper comprehensively applies technologies such as the Internet of Things, cloud computing, and digital twin to build a sound informatization management system for reservoirs. The system realizes the knowledgeization of data resources, intelligence of application systems, normalization of standard systems, and reliability of safety systems, so as to comprehensively improve the quality of reservoir operation and management level.

Key words: Small reservoir; Rainfall and hydrological regime; Digital management system

水库承担着防洪、灌溉、供水和生态等多重功能。山东省现有注册登记小型水库 5 451 座, 占水库总量的 95.5%^[1], 这些小型水库大多建于 20 世纪 50~70 年代, 始建标准低, 且多分布在偏远山区, 绝大多数由乡镇或村集体管理, 受历史条件和投入不足等原因影响, 存在管理设施短缺、病险隐患突出等难题, 制约小型水库功能发挥。

1 存在问题

1.1 雨水工情监测点覆盖不全

小型水库雨水情自动监测设施覆盖率较低, 部分缺乏工情自动监测设施和远程视频监控设施, 远不能达到水利部《小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行管理办法》中的监测设施设备基本配置要求。

1.2 信息共享难度大

现有的监测设施大多是由小型病险水库除险加固、山洪灾害防治等项目建设, 部分是由工程运行管理单位自行建设, 监测数据未实现一体化管理, 数据流向复杂, 难以追溯数据源头, 实现“一数一源”和标准化信息共享服务难度较大。

1.3 监测设备运管难度大

已建的监测点大多未建设统一的设备运行维护管理平台, 无法获取监测设备运行状态信息, 不能对设备工况进行分析和预警, 只能靠运维人员召测或现场巡检发现问题。监测设备使用年限一般为 5~8 年, 设备运行故障高发期多在项目质保期之后, 部分监测点缺少运维经费, 设备

收稿日期: 2025-05-31

作者简介: 吕伟民(1979—), 女, 工程师

巡检和故障维修等难以保障。

1.4 水文观测基础设施和技术资料缺失

小型水库初建时标准普遍偏低,大多未建设水准点。后期部分水库随着除险加固等工程建设了水准点,但存在高程系统和基准点引测标准不统一等问题,对于后期水文测验、历史资料积累和流域联合调度等带来不便。小型水库多位于山区、丘陵地区,库底多为天然地形地貌,经多年运行,入库泥沙大量淤积在库内。受建设期条件限制,大多数小型水库缺少水位-库容曲线成果,水库纳雨能力分析和实际库水量监测的准确性难以保障。

1.5 工程运行尚未实现数字化管理

目前部分大型水库已自行建设信息管理系统,但与山东省水利工程运行管理数字平台建设要求也存在一定差异;中小型水库普遍未实现工程运行数字化管理。尤其是小型水库工程运行管理业务较多,但管理单位人员数量少、技术力量薄弱。工程运行数字化管理平台的缺失一定程度上降低了小型水库工程运行管理工作的落实和监管效率。

2 小型水库管理系统的组成与功能

2.1 系统架构

系统采用面向服务的分层支撑架构体系,包括6个层级和3个体系如图1示。6个层级:信息采集层、传输网络层、基础设施层、数据资源层、应用支撑层和业务应用层;3个体系包括标准规范体系、运行维护保障体系和网络安全体系。

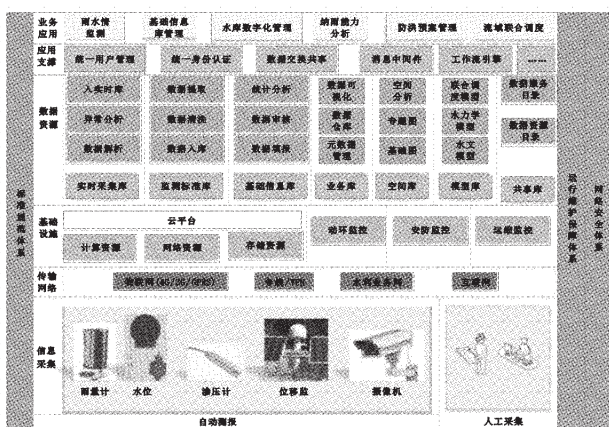


图1 小型水库管理系统架构图

2.2 建设内容

1)建设小型水库雨水工情监测体系。实现所

有已注册登记的小型水库雨量、库水位自动监测,实现主坝型式为土石坝的所有小(1)型和坝高15 m以上的小(2)型水库大坝渗压自动监测。建立省、市分级部署的信息接收处理平台,实现小型水库的雨水工情信息综合展示。

2)建设水库工程基础信息数据库。收集所有在册水库的基础资料并进行整理、数据治理和入库,开展水库流域及上下游范围的专题图层制作,实现面向水利及相关行业的统一数据发布服务。建设小型水库数字化管理系统、小型水库洪水分析系统、小型水库防洪预案管理系统和重点流域防洪联合调度决策支持系统。

2.3 系统功能

1)雨水工情自动监测。具备自动监测功能,小型水库雨量、水位实现自动监测,主坝型式为土石坝的所有小(1)型和坝高15 m以上的小(2)型水库大坝渗压实现自动监测;具备雨水工情信息查询展示功能,可进行小型水库雨水工情测报信息的接收、处理、存储、管理、应用,面向省、市、县、现地四级用户,按不同权限提供统一、准确、及时的信息查询服务。

2)水库基础信息管理。具备标准化数据库功能,通过收集和整理全省小型水库基础资料,提取主要指标信息,建立结构标准、语义统一、数据详实的基础信息数据库;具备基础信息管理功能,通过建立基础数据管理平台,实现水库基础信息动态维护更新的管理机制;具备信息查询展示功能,基于GIS平台的水库基础信息查询、展示,面向省、市、县、现地四级用户,按不同权限提供服务。

3)小型水库数字化管理。具备水库巡查管理功能,日常巡查和汛期巡查可进行任务分配、巡查记录、巡查监督、问题处理等;具备维修养护管理功能,可实现安全隐患上报、维修养护措施备案、大坝安全鉴定备案、除险加固工程备案等;具备物资档案管理和调度运用管理功能,可实现防汛物资管理、工程档案管理、调度运用计划管理、调度运用记录管理等。

4)小型水库洪水分析。具备入库洪水预报功能,实现小型入库洪水总量预报、最大入库流量预报、入库流量过程预报等;具备库水位与出流预报功能,实现小型水库水位和出库流量的变化

过程预报;和纳雨能力分析功能;具备洪水预报库水位与出流预报功能,实现分析当前库水位(库容)所能容纳的降雨量,或容纳特定降雨量所对应的最高库水位;

5)防洪预案管理。具备运用指标管理功能,实现水库防汛调度运用指标的图表化管理,便于防汛指挥人员应用;具备文档快速浏览功能,实现对已批复的洪水防御方案、调度运用方案、应急预案等文档的在线浏览;具备全文检索功能,实现对已入库的洪水防御方案、调度运用方案、应急预案等文档的全文检索;具备知识图谱功能,实现基于流域、上下游、历史事件等关联建立起的知识图谱,根据信息检索实现智能推荐。

3 实践及效益分析

2022年,烟台市开展了小型水库雨水工情自动测报项目。该项目核心围绕预报、预警、预案、预演四大核心需求,实现一个平台全面通管,相比于传统水利治理信息化系统,能够实现管理过程的闭环化,系统之间扁平化对接,数据之间格式标准化。

该项目率先使用5G+北斗和数字孪生技术,通过高分辨率航天、航空遥感技术和无人机、无人船及地面水文监测技术的有机结合,通过数字孪生技术,建立水库、流域“空天地”一体化监测系统,提高水库、流域洪水监测体系的覆盖度、密度和精度及预报、预警、预案、预演四预能力,相比较于仅依靠视频进行监控,能够扩大实时在线监测范围和和监测清晰度。建设了水利项目管理平台开发,有助于水利项目在基础资料收集、施工过程管理、工程质量监督、水库日常运维能力等方面的提升,实现数字化管理。此外,还研发了水库融合RTU设备,实现水位、水质、雨量、渗压、视频监控等数据的全融合数据报文发送,基于视频的AI应用如水库周边违规施工、乱扔乱排、游泳、垂钓等行为分析。

3.1 社会效益

该方案的实施将全面扩大山东省水文资料的收集范围,提高小型水库雨水情监测能力,提升省(市、县)各级机构对小型水库的管理能力,水文测报手段、工作效率、数据精度均得到有效

提升,小型水库洪水预报功能得到整体加强。水文监测自动化程度的提高,将极大改善水文信息的传输量和时效,水文预报更加精准,预见期得到延长,从而为有关部门提供更加准确、全面、便捷的信息支撑,从而取得显著的社会效益。工程实施后,水文应急测报能力得到加强,收集、积累水文资料的广度和深度显著增强,应对大范围强降雨等恶劣天气情况下防汛决策能力得到提高,及时、准确提供相关水文信息,可有效减少突发性水事件造成的损失。

3.2 经济效益

水文测报信息和分析预测成果作为防汛指挥决策和洪水调度的重要科学依据,将降低洪涝灾害造成的生命财产损失,提高洪水的资源化管理水平。此外,该项目的实施能够为下游产业提供服务,如水利工程、农业灌溉、生态保护、旅游开发等,提高下游产业的效率和效益,促进下游产业的转型和升级,增强下游产业的社会价值和环境价值。该项目的实施也能够与相关产业形成协同效应,实现数据共享、信息互通、资源整合、创新协作,拓展相关产业的应用领域和市场空间。

3.3 生态效益

项目建成后,将进一步提升山东省水文监测与预报的能力,对加强生态流量的监测预警、支撑生态环境治理、发挥好河湖长制作用具有十分积极的意义。

4 结语

确保水库安全运行,充分发挥水库效益,要以山东省智慧水利顶层设计为指导,立足于山东省水库管理工作需求,采用信息化技术,以小型水库安全管理为突破口,逐步建立起“数据资源知识化、应用系统智能化、标准体系规范化、安全体系可靠化”的水库信息化管理体系,全面提升水库运行管理质量、防汛抗旱能力和强化水库日常监管能力,提高防灾减灾能力,有效保障工程安全、饮水安全与公众安全。

参考文献

- [1] 赵新.山东 除险加固小水库 防洪保安惠民生[N].中国水利报,2022-07-19(7).

(责任编辑 赵其芬)