

# 水利工程管理运用信息系统探讨

黎佩玲

湖北工业大学

DOI:10.32629/hwr.v10i4.6947

**[摘要]** 随着我国智慧水利建设的全面推进,传统水利工程管理模式存在的数据孤岛、运维粗放、决策滞后、应急能力不足等问题日渐突出。本文以水利工程全生命周期管理运用的核心需求为中心,设计了一套基于“云-边-端”一体化架构的水利工程管理信息系统,建成了多源数据管控、智能监测预警、智能运维巡检、优化调度仿真、应急联动指挥五个核心功能模块,并结合工程实证对系统运用成效进行了分析。研究表明,该系统可有力提升水利工程管理的数字化、智能化水平,为水利工程安全运行、高效调度和精细管控提供技术支撑。

**[关键词]** 水利工程; 管理运用; 信息系统; 智慧水利; 数字化管控

**中图分类号:** TV5 **文献标识码:** A

## Discussion on the Information System for Operation and Management of Water Conservancy Projects

Peiling Li

Hubei University of Technology

**[Abstract]** With the comprehensive advancement of the construction of smart water conservancy in China, the prominent problems of the traditional management mode of water conservancy projects such as data silos, extensive operation and maintenance, delayed decision-making and insufficient emergency response capacity have become increasingly acute. Centering on the core demands of the whole-life cycle management and operation of water conservancy projects, this paper designs a set of information system for water conservancy project management based on the integrated "cloud-edge-terminal" architecture, and constructs five core functional modules including multi-source data management and control, intelligent monitoring and early warning, intelligent operation and maintenance inspection, optimal scheduling simulation, and emergency linkage command. The application effect of the system is analyzed in combination with engineering empirical verification. The research results show that the system can effectively improve the digital and intelligent level of water conservancy project management, and provide technical support for the safe operation, efficient scheduling and refined management and control of water conservancy projects.

**[Key words]** water conservancy projects; operation and management; information system; smart water conservancy; digital management and control

### 引言

伴随数字中国建设的深入推进,智慧水利已成为水利行业转型发展的主要方向。构建一体化、智能化的水利工程管理运用信息系统,是化解当前管理问题、实现工程全生命周期精细化管理的重要途径。本文针对水利工程管理全流程业务需求,开展系统架构设计、功能模块开发与实证运用研究,构建一套适用于中小型水利枢纽、灌区、水库等多类型工程的通用型管理信息系统,为同类工程的数字化转型提供实践参考。

#### 1 水利工程管理运营的主要痛点和系统建设需求

##### 1.1 传统管理模式的核心痛点

一是多源数据碎片化程度严重,信息孤岛问题突出。水利工程管理涉及水文、工情、安全监测、调度运行、运维巡检、行政审批等多类数据,分属工程管理、水文监测、调度指挥、运维养护等不同部门,数据格式不统一、采集标准不一致、存储较为分散,致使数据无法共享复用,跨部门业务协作效率极低。

二是运维管理模式粗放,隐患处置缺乏闭环。传统工程巡检以人工现场踏勘为主,巡检效率低、覆盖范围有限,受人员专业能力影响显著,隐患漏判、误判率高;且隐患发现、上报、

处理、复核全流程未形成闭环管理,小隐患易演变为工程安全风险。

三是调度决策智能化不足,应急响应滞后。传统水资源调度、防洪调度多依赖管理人员经验决策,缺乏数字化仿真与多目标优化计算支撑,调度方案科学性、时效性不足;遭遇突发汛情、工程险情等应急场景时,无一体化指挥平台,信息传递滞后、资源调度受阻、联动处置效率低下。

四是全生命周期管理衔接不畅,管控能力薄弱。水利工程规划设计、建设施工、运行管理、除险加固等各阶段数据未贯通,运行管理阶段无法全面掌握工程建设阶段基础数据,导致工程病害溯源与安全状态评估缺乏完整数据支撑<sup>[1]</sup>。

### 1.2 系统建设核心需求

基于这些问题痛点,系统建设要达成五大核心需求:一是有数据一体化管控的需求,做到多源异构数据的统一采集、标准化整治、集中保存及共享使用;二是达成全流程智能化运维的需求,做到巡检、隐患、养护全流程闭环式管理;三是满足智慧化调度决策需求,做到调度方案的模拟仿真以及多目标优化求解;四是满足一体化应急指挥需求,做到应急场景的迅速响应与多部门联合处置;五是满足项目全生命周期管理要求,做到工程全阶段数据的打通与深度运用。

## 2 系统整体架构

本系统以云原生、微服务、数字孪生、AI智能识别等前沿技术为基础,搭建“云-边-端”一体化的五层技术架构,实现水利工程管理全业务、全流程数字化覆盖。架构具备高扩展性、良好兼容性与可靠性,可适应不同类型、规模的水利工程管理需求。

### 2.1 感知层(端侧)

感知层是系统数据来源的基础,分为固定监测终端与移动终端两类。固定终端包含水位计、流量计、渗压计、位移计、沉降仪、水质监测仪等自动化监测设备,以及搭载AI算法的高清视频监控设备,实现水文、工情、水生态、安全监测相关数据的实时采集;移动终端包含巡检人员使用的手持PDA及无人机巡检设备,实现现场巡检数据、影像资料的即时上传,填补固定监测存在的空白。

### 2.2 网络层

网络层是数据传输的核心途径,融合水利专用通信网、5G公网、北斗卫星通信、物联网专网等多种通信方式。针对偏远地区无公网覆盖的工程点位,采用北斗短报文通信保障数据传输稳定可靠,实现感知层数据实时、安全上传。

### 2.3 平台层(云侧)

平台层是系统的核心枢纽,采用云原生微服务架构搭建,由三大核心组件组成:其一为数据中台,实现多源异构数据的清洗、转换、标准化、融合及存储,构建统一的水利工程数据资源池,真正打破数据壁垒;其二为AI中台,集成图像识别、异常预警、优化调度等专项算法模型,为上层运用提供智能算法支撑;其三为数字孪生引擎,基于工程BIM模型及实时监测数据,

构建工程数字孪生体,实现工程运行状态的可视化映射与模拟仿真。

### 2.4 应用层

应用层是系统业务功能的承载主体,围绕水利工程管理核心业务场景,搭建多源数据一体化管控、工程安全智能监测预警、智能运维与巡检管理、水资源优化调度与仿真、应急指挥与联动处置五大核心功能模块,覆盖工程管理全业务流程。

### 2.5 访问层

访问层是系统用户交互的入口,支持PC端Web门户、移动端APP、指挥中心大屏等多种访问方式。面向工程管理人员、调度决策人员、运维巡检人员、应急指挥人员等不同角色,提供差异化权限与对应功能服务,实现多终端全场景业务覆盖<sup>[2]</sup>。

## 3 系统核心功能模块

### 3.1 多源数据一体化管控模块

该模块是系统的基础,可实现水利工程各类别、各来源数据的统一管理。模块支持对结构化、半结构化、非结构化数据进行全量接入,内置水利行业数据标准化字典,可完成不同来源数据的格式转换、清理去重、关联聚合,建成统一的工程数据资源池。同时,模块设置分级数据共享与权限管理功能,支持不同部门、角色之间按需开展数据共享,实现“一数一源、全网共享”。

### 3.2 工程安全智能监测与预警模块

该模块围绕工程安全运行核心需求,实现工程运行状态实时监测与智能预警。模块实时接入渗流、变形、应力、水位、流量等安全监测相关数据,内置AI异常识别算法,可自动识别数据突变、趋势异常等风险情况;结合工程设计参数与历史运行数据,对工程安全状态进行实时评估。模块设置红、橙、黄、蓝四级预警机制,针对不同等级预警信息,自动推送至对应责任人员,并同步推送隐患位置、风险等级、处置建议等内容,实现风险早识别、早预警、早处置<sup>[3]</sup>。

### 3.3 智能运维与巡检管理模块

该模块实现工程运维巡检全流程闭环管理。管理人员可通过模块制定标准化巡检计划,自动推送至对应巡检人员移动端APP;巡检人员依据计划开展现场巡检,通过移动端及时上传巡检数据、隐患照片、现场视频等资料。针对发现的隐患,模块自动生成隐患处置工单,实现上报、分发、处置、复核、销号全流程闭环管理,并同步生成电子化运维巡检台账表单,替代传统人工纸质台账,实现运维管理全程可追溯。

### 3.4 水资源优化调度与仿真模块

该模块基于数字孪生相关引擎,实现水资源科学配置与模拟推演。模块接入实时水文监测数据及中长期水文预报数据,结合流域供水需求、生态流量要求、防洪调度要求等多维度约束条件,内置多目标优化调度算法,自动生成最优调度方案;借助数字孪生引擎对调度方案进行仿真模拟,直观展示方案实施后水位变化、流量分配、供水保障率等情况,辅助管理人员开展调度决策,提升调度方案的科学性与可行性<sup>[4]</sup>。

#### 4 系统运用效果与实证分析

本文以我国南方某流域中型水利枢纽工程为实证对象，该工程总库容1.2亿 $m^3$ ，以防洪、供水为主，兼顾灌溉、发电等功能，本系统于2023年建成并上线运用。在系统稳定运行的12个月内，工程管理效能得到显著提升。

##### 4.1 管理效能提升对比分析

系统投入使用后，工程巡检效率明显提升：单次全域巡检时长由72小时压缩至24小时，主要得益于无人机巡检与移动端智能巡检相结合，替代了传统人工徒步巡检模式；隐患及时发现率从72.3%提升至98.7%，通过实时自动监测与AI智能预警，实现了工程隐患早发现、早处置；多源数据整合率从38.5%提升至99.2%，有效打破原有数据孤岛，实现工程各类数据统一管控；应急调度响应时长从120分钟缩短至25分钟，大幅提升突发事件应急处置能力；年度运维人工成本同比下降35.94%，有效节约工程管理人力支出。

##### 4.2 系统运行性能测试分析

为验证系统稳定性及可靠性，对系统核心功能模块的运行性能进行了整体测试，测试结果如表1所示。

表1 系统核心功能模块运行性能指标

功能模块	性能指标	实测值	水利行业规范要求值
多源数据一体化管控模块	监测数据采集成功率	99.87%	$\geq 95\%$
多源数据一体化管控模块	单条数据标准化处理耗时	$\leq 120ms$	$\leq 500ms$
安全智能监测预警模块	异常预警准确率	97.2%	$\geq 90\%$
安全智能监测预警模块	预警信息推送时延	$\leq 3s$	$\leq 10s$
水资源优化调度仿真模块	多场景调度方案计算耗时	$\leq 8min$	$\leq 30min$
系统整体	1000并发访问平均响应时间	$\leq 280ms$	$\leq 1000ms$
系统整体	年可用率	99.94%	$\geq 99.5\%$

从表1可以看出，本系统各项运行性能指标均优于水利行业相关规范要求，具备极高的稳定性与可靠性：监测数据采集成功率为99.87%，保障了系统数据来源的完整与可靠；异常预警准确率达到97.2%，大幅降低预警误报与漏报概率，提升了工程安全预警的有效性；1000并发访问平均响应时长 $\leq 280ms$ ，保障多用户同时访问时系统流畅运行；系统全年可用率为99.94%，年度停机维护时间不超过5.2小时，较好满足水利工程24小时不间断运行的管理需求。

#### 5 系统优化升级的未来方向

一是深化水利行业大模型运用。目前系统所采用的AI算法多是针对单一业务场景的专项模型，未来可接入水利行业大模型，通过自然语言交互实现工程查询、智能问答、方案生成、风险研判等功能，进一步降低系统使用门槛，提升系统智能化程度。

二是推进数字孪生体全生命周期建设。目前系统的数字孪生体主要聚焦工程运行管理阶段，未来可拓展至工程规划设计、建设施工、除险加固至退役报废的全生命周期，搭建贯通各阶段的数字孪生体，实现工程全生命周期数字化映射与管控。

三是实现跨流域、跨区域系统互联互通。目前系统主要以单一水利工程为对象，未来可推动与流域级、省级水利管理平台互联互通，实现跨区域、跨流域数据共享与业务协同，提升流域一体化管控能力<sup>[5]</sup>。

#### 6 结论

本文针对传统水利工程管理模式的主要痛点，打造了基于“云—边—端”一体化架构的一套水利工程管理信息系统，搭建了覆盖工程管理全流程业务的五大核心功能模块。实证运用结果证实，该系统可有力打破数据孤岛，提升工程巡检、预警、调度决策、应急处置全流程的管理效能，较大程度降低运维成本，保障工程安全有序运行。该系统具备较强的通用性与可扩展性，可为我国水利工程数字化、智能化管理提供技术支撑，对助力智慧水利建设具有重要实践意义。

#### 参考文献

- [1]齐卫卫.水利工程施工管理中信息化技术的运用研究[J].信息产业报道,2026(2):0194-0196.
- [2]胡江瑜,王珏,冯黎兵.基于区块链技术的水利工程质量监督管理系统研究[J].四川水利,2026,47(1):41-46.
- [3]高加温.智慧工地系统在水利工程施工安全管理中的应用实践[J].门窗,2026(2):103-105.
- [4]陈骏.智慧水利信息化系统在水利工程的应用探讨[J].中国信息界,2025(2):19-21.
- [5]席兆阳.信息技术在水利工程建设管理中的运用[J].价值工程,2025,44(22):79-82.

#### 作者简介：

黎佩玲(1997--),女,汉族,广东佛山人,本科,中级工程师,研究方向：工程管理。