

# 智能化监测在水利工程施工安全管理中的运用

王军胜

浙江华东测绘与工程安全技术有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i10.6595

**[摘要]** 本文重点对智能化监测在水利工程施工安全管理中的运用进行了探究。具体通过资料搜集、理论分析,阐述水利工程施工安全管理内涵、智能化监测在水利工程施工安全管理中的运用场景。围绕相关水利工程施工案例,提出了智能化监测技术安全管理措施,包括构建视频监控中心、水闸BIM平台构建、水闸智慧调度模型建设、水利工程施工安全监测综合平台建设,总结最终的实际管理效果,肯定智能化监测价值,完善水利工程施工安全管理机制。

**[关键词]** 智能化监测; 水利工程; 施工安全管理

中图分类号: U215.8 文献标识码: A

## The application of intelligent monitoring in the construction safety management of water conservancy projects

Junsheng Wang

Zhejiang Huadong Surveying, Mapping and Engineering Safety Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** This paper explores the application of intelligent monitoring in the construction safety management of water conservancy projects. Through data collection and theoretical analysis, it expounds the connotation of construction safety management of water conservancy projects and the application modes of intelligent monitoring in it. Based on relevant construction cases of water conservancy projects, safety management measures for intelligent monitoring technology are proposed, including the construction of a video monitoring center, the establishment of a sluice BIM platform, the construction of an intelligent sluice scheduling model, and the development of a comprehensive safety monitoring platform for water conservancy project construction. The final practical management effects are summarized, the value of intelligent monitoring is affirmed, and the construction safety management mechanism of water conservancy projects is improved.

**[Key words]** Intelligent monitoring; Water conservancy project; Construction safety management

## 引言

基于社会层面的根本要求,进入新时期后,开始有更多的水利工程投入施工建设,一定程度上实现了水资源的高效利用。但在水利工程施工中,仍会因各类因素影响,出现各种安全事故,因此有必要加大施工安全管理力度,在管理体系中引入智能化监测手段,以智能设备、系统等,为施工安全管理提供更多支持,提升安全管理水平。

### 1 水利工程施工安全管理概述

水利工程安全管理覆盖多个方面,包括但不限于:安全教育培训,利用定期的安全培训、专项技能演练,培养施工人员安全意识,提升应急处理能力;施工现场安全管理,主要是对各类施工材料堆放、设备摆放、临时设施搭建等实施规范管理,部署安全警示装置;安全制度建设,包括岗位责任制度、安全管理制度、安全操作规程等;安全风险评估,利用专项技术手段对

施工涉及的安全风险加以识别、分析、评估,实施专项的风险控制策略<sup>[1]</sup>。

### 2 智能化监测在水利工程施工安全管理中的运用场景

#### 2.1 施工环境安全监测

对水利工程的施工环境进行安全监测,主要包括以下几个方面。地质监测,布置地震波监测仪、地质雷达等装备,实时监测施工领域地质状况,搜集、整合、分析地质数据,发现隐藏的地质灾害隐患,如泥石流、滑坡等,并辅以排水、地质加固等措施,提升施工安全管理水平<sup>[2]</sup>。水文监测,安装水位监测仪、流速传感器、水位传感器等智能设备,监测施工核心区域水位变化规律、标记流速变化节点,在湖泊、河流等水域施工时,还需关注其带来的相关安全影响,在超出安全阈值时,及时发出预警信息,作出安全防护反馈,如加固施工设施、停止水上作业等。

## 2.2 施工结构安全管理

水利工程施工结构安全管理是智能化监测的核心内容,针对水利工程的隧道、桥梁、大坝等结构,布置各类传感器,监测工程结构的裂缝、应力、变形等参数变化状况,如在大坝施工时,在坝体表面、内部部署应力传感器、位移传感器等,监测坝体的应力分布状况、水平位移、沉降位移等。再部署光纤光栅传感器,持续监测混凝土结构变化状况,识别裂缝发展程度,在出现裂缝宽度超出预设阈值时,发出预警信息,提示相关人员予以及时加固,避免出现结构破坏<sup>[3]</sup>。此外,可灵活应用智能化技术,构建施工结构数值模型,参考监测数据加以分析、模拟;配置有限元分析系统,结合监测数据评估结构力学性能,预测工程结构变形状况、受力趋势变化等,在模型计算结果、监测数据偏差较大时,分析原因,制定针对性处理措施。

## 2.3 施工场地安全管理

施工场地安全管理,主要是针对施工人员、施工设备的安全管理工作,为施工人员配置生物传感器、定位芯片,定位施工人员各施工环节的具体位置,监测其健康状态,在施工人员进入划定风险区,或者监测到施工人员的体温、心率等生理参数异常时,通知现场管理人员及时处理,保障施工人员生命安全、身体健康。针对施工设备,主要发挥传感器、物联网技术等作用,监测设备运行状态,如为混凝土搅拌机、挖掘机、起重机等配置传感器设备,监测其振动、转速、油压、油温等参数,出现参数异常时,发出预警信息,维修人员及时干预处理,保持设备稳定运行。如基于施工设备出厂参数、基本架构、历史运维数据等,依靠AI模型,构建设备健康评估矩阵,准确分析能耗曲线突变、振动频谱异常等,识别液压缸泄漏、齿轮箱磨损等故障,在确定异常工况后,调取BIM中设备三维机构图,在可视化界面,标注故障部件,生成维修工单,传递到维修部门人员的移动终端,提示其及时处理。针对大坝碾压设备等大型机械,AI融合施工轨迹数据、GPS定位数据,监测设备偏离设计轴线程度,结合碾压遍数、密实度,智能调整作业参数,减少漏压、超压等故障问题<sup>[4]</sup>。

## 3 智能化监测在水利工程施工安全管理中的运用实践分析

### 3.1 案例分析

某工程处于某水域附近,导流明渠以粉质黏土围堰挡水,分层碾压厚度25cm,压实度98%,坡比1:2.5,在施工进程中,施工团队为追赶汛期节点,连续夜间加班,未严格执行施工规范,留下较多安全隐患。虽然施工团队已经采取了各类施工安全管理措施,但仍存在安全隐患,需采取有效的监测机制,本次集中于水闸智能监测系统、智慧水网信息平台应用等方面,展开具体化探索,实现对安全事故的提前干预,增强安全管理力度,提升安全管理实效<sup>[5]</sup>。

### 3.2 安全管理措施

(1) 构建视频监控中心。视频监控中心是水闸系统的神经中枢,引入智能化监测手段,利用多维度感知网络,实现对水利工程的全天候监管。一是立体化监控体系,安排专人在水闸节点部

署振动传感器、红外热成像仪、高清摄像头等,形成覆盖水、路、空的三维监测网络,包括水下声呐监测、地面固定监控、高空无人机巡航,避免留下安全管理漏洞<sup>[6]</sup>。二是智能预警机制,引入深度学习算法,实现以下三类预警功能,如表1所示。三是应急指挥联动,施工单位监控中心与海事、防汛等部门构建数据共享通道,遇到重大险情时,一键启动应急管理预案。

表1 某水利工程安全智能预警功能表

序号	预警功能	作用机制
1	设备异常预警	利用振动传感器,监测、记录闸门启闭机轴承温度,在监测到温度超出阈值时,发出预警信息,提前干预,减少非计划停机次数。
2	环境风险预警	综合水文模型、气象数据,识别台风轨迹,提前生成内涝风险图,协助调度人员预开启排水泵。
3	行为安全预警	通过计算机视觉技术识别违规操作、未佩戴安全帽、随意施工等操作,减少安全事故。

(2) 水闸BIM平台构建。一是三维可视化建模,按照LOD400精度构建水闸数字孪生体,集成水利工程技术参数、整体结构、排水、机电等多方面数据,形成水利工程三维模型,能精准模拟工程水力学特征,为工程安全管理、风险应对、改造设计等提供参考。二是智能运维应用,包括:虚拟检修系统,引入VR技术,实现闸门检修流程模拟,识别各类安全隐患,减少经济损失;设备健康管理,基于油液检测、振动分析等数据,构建施工设备健康指数模型,预测设备潜在隐患;空间管理优化,通过BIM模型,模拟船舶通过闸室路径,得到多项通过方案,从通过效率、成本、安全程度等多个方面加以对比分析,得出最佳路径<sup>[7]</sup>。三是知识库构建,集成同类型水利工程施工、运维数据,形成包括若干种故障案例、检修工艺、方案的知识图谱,为施工安全管理制度完善、人员培训、管理机制优化等提供标准化指导。

(3) 水闸智慧调度模型建设。一是水文预报系统,集成SWMM水文模型、WRF气象模型,提前72h预报降雨量,提前24h预报潮位,提醒施工安全管理团队协调施工团队,合理安排施工任务。二是动态调度算法,包括三种模式:活水畅流模式,综合水质监测数据,智能计算最佳换水周期,提升内核水质达标率;防汛调度模式,通过遗传算法调整闸门启闭方案,严控内河水位;生态调度模式,确定鱼类洄游周期,给出闸门开闭时序,提升洄游鱼类通过率。三是调度效果评估,构建包括能耗、水质改善、水位控制等指标的评估体系,再以模糊综合评价法,评价调度效果,确定各种施工环境下的最佳调度方式。

(4) 水利工程施工安全监测综合平台建设。一是确定建设方式,采取分阶段实施方式,先在水库、大中型水闸等典型工程部署智能监测系统,或者直接在虚拟环境下部署监测系统,在检验系统安全监测功能合格后,再在本次工程中正式使用。确定技术融合路径,包括三个层级:硬件层,主要部署YW-GNSS全球导航卫星系统、YW-RPU(V)一体化雨量计、YW-RWG雷达水位计、振弦式应变计等硬件设备,形成传感器网络,实现变形、渗压、环境量等全要素监测;平台层,按照B/S架构设计,集成BIM三维数据、GIS

空间数据,形成统一数据中台;应用层,利用云计算、5G等技术,实现多终端协同,支持移动端、PC端实时交互。二是设计基本框架,包括:感知层,利用视频监控设备、传感器等,实现对安全事故信息的及时感知与传递;传输层,采用5G、LoRa混合组网方式,关键数据利用专线传输,提升监测数据安全,保证数据实时共享;平台层,由两部分组成:数据中台,实现工程监测、水文、气象等跨部门数据整合;AI中台,主要负责施工故障预测与预处理;应用层,包括智能预警、调度、管理等核心功能。三是功能项,传感器网络,由各类高精度传感器组成,如智能水位计、智能温度计、智能位移计等,被安装或者埋设在工程各个位置,不间断采集数据;数据采集与传输,利用北斗卫星、光纤等将采集的数据传输到中央数据库,保持数据传输过程安全、稳定、高效;数据管理与处理,用于各类监测数据的接收、处理、存储、分析等,并对数据加以质量控制、清洗、统计分析,生成报表、历史曲线;可视化与预警系统,通过三维建模、地理信息系统等,将工程结构、历史趋势、实时数据等,直接展示在屏幕上,在识别到安全风险数据时,以邮件、短信、声光等方式发出预警信息;辅助决策支持,构建数字模型,模拟、分析监测数据,为水利工程施工安全管理提供支持。

### 3.3 安全管理成效

(1) 实现了防汛与水资源管理优化。智能化监测装置的引入,在防汛期间扮演了重要的角色,利用水位预报预演功能、退水复盘功能等,为施工安全管理资源调度、决策优化等提供了量化依据。

(2) 促进了数字化、标准化转型。智能化监测手段促进了水利工程管理模式向数字化、标准化转型,如在管理中引入可视化平台、BIM模型等手段,实现了工程建设、运行、监管、养护等的全流程标准化,为其他工程建设提供了丰富的参考资料。同时,施工团队还基于本次施工经验建设了业务知识库,集成调度规

则、管养经验,提升了安全管理效果。

## 4 结语

综上,文章就智能化监测在水利工程施工安全管理中的运用展开了深入探究,以上提出的各类安全管理措施是基于文献分析、研究与创新性应用,有效提升了施工安全管理水平。但本次研究还存在不足之处,如部分模块论述相对简略,需在后续相关研究中予以丰富、完善,使其更具参考价值。未来发展阶段,应结合不同时期智能化监测技术发展进度,将其选择性地纳入施工安全管理体系中,提升安全管理效果,保障水利工程施工安全稳定推进。

## [参考文献]

- [1] 薛广文. 水利工程中安全监测自动化系统的应用方法探讨[J]. 自动化应用, 2023(3): 105-107.
- [2] 李蒙, 刘鹏. 安全监测自动化系统在水利工程中的应用[J]. 房地产导刊, 2024(4): 4-5.
- [3] 周建成, 鲁国鹏. 水利水电工程智能监测系统在施工安全管理中的应用研究[J]. 建筑与施工, 2024(17): 200-201.
- [4] 曹亚兵, 葛兰. “AI+BIM”在水利工程施工安全管理中的应用价值研究[J]. 张江科技评论, 2025(6): 96-98.
- [5] 库智亮. 关于水利信息化建设的思考[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(2): 169-171.
- [6] 连茂刚, 赵新. 水利工程中的智能化技术应用与管理[J]. 信息产业报道, 2025(4): 197-199.
- [7] 汤磊. 基于信息化技术的水利工程施工质量安全管理方法[J]. 大众标准化, 2025(3): 170-172.

## 作者简介:

王军胜(1993--),男,汉族,黑龙江省尚志市人,本科,工程师,研究方向: 电子信息及水电水利。