

Discussion on the strategy of strengthening the information management of water conservancy project safety monitoring

Yumei Song

Research and Design Institute of China Water Resources and Hydropower Eighth Engineering Bureau Co., Ltd., Shuifu, Yunnan, 657800, China

Abstract

Based on the analysis of the significance of strengthening the information management of water conservancy project safety monitoring, this paper further puts forward relevant strengthening strategies, aiming at comprehensively doing a good job in the information management of water conservancy project safety monitoring and promoting the high-quality development of water conservancy project construction.

Keywords

water conservancy project; safety monitoring; information management; meaning; strengthen the strategy

加强水利工程安全监测信息管理的策略探讨

宋玉梅

中国水利水电第八工程局有限公司科研设计院, 中国·云南 水富 657800

摘要

在水利工程建设过程中, 做好水利安全监测工作至关重要。通过水利安全监测的强化, 可以使水利工程安全运行得到有效保障, 预防控制水利灾害事故的发生。与此同时, 在网络信息时代背景下, 水利工程安全监测工作开展期间, 工作人员需树立信息化意识, 采取信息技术手段, 加强安全监测信息管理。因此, 本文在分析加强水利工程安全监测信息管理的意义基础上, 进一步提出相关加强策略, 旨在全面做好水利工程安全监测信息管理工作, 促进水利工程建设事业高质量发展。

关键词

水利工程; 安全监测; 信息管理; 意义; 加强策略

1 引言

近些年来, 在经济社会稳定发展大背景下, 我国水利工程建设事业呈现了较快的发展趋势。从水利工程项目安全运行、灾害预防等角度考虑, 有必要加强安全监测, 包括水利工程结构变形、渗流、环境参数等项目的安全监测。当然, 从管理角度考虑, 还需在加强水利工程安全监测的基础上, 加强各项监测数据信息管理, 保障工程全生命周期安全, 提升资源利用效率及应急响应速度等^[1]。总体而言, 为促进水利工程建设事业高质量发展, 本文有必要围绕“加强水利工程安全监测信息管理的策略”展开深入分析探讨。

2 加强水利工程安全监测信息管理的意义

2.1 为水利工程全生命周期安全提供有力保障支持

水利工程安全监测信息管理, 主要是针对水利工程水

文气象、工程结构安全、水质与生态等监测信息内容加强管理的一项工作^[2]。加强水利工程安全监测信息管理具备多方面的意义, 比如在此项管理工作开展期间, 对传感器网络、自动化采集系统、智能分析平台进行优化整合, 可以实时传输、动态分析相关水利工程数据。尤其是在大坝渗流监测异常情况下, 系统可以及时发出预警信号, 管理工作人员制定并实施堵漏、降压等有效治理对策, 使管涌、滑坡等灾害事件的发生有效预防。结合工程长期监测数据, 如水利工程结构应力应变、变形、裂缝发展等数据信息, 可以构建出完善的水利工程健康档案, 利用机器模型对结构劣化趋势进行分析。例如, 针对采集的工程区域混凝土坝沉降监测数据, 同时分析温度、水文等环境因素, 可以准确预测出坝体剩余寿命, 为工程加固改造提供参考依据支持, 进而使工程服务周期延长。此外, 多源数据融合应用基础上, 还可以优化水库调度方案, 实现防洪、生态保护等工程管理需求, 为水利工程全生命周期安全提供有力保障支持。

2.2 提升水资源利用效率及应急响应速度

在水利工程建设工作开展期间, 加强工程安全监测信

【作者简介】宋玉梅(1994-), 女, 中国云南昭通人, 本科, 助理工程师, 从事水利水电安全监测研究。

息管理,可以优化水资源调度。根据实践工作经验可知,水库调度需要入库流量、出库流量、水文变化等信息参考支持。处于汛期情况下,借助雨量与水位的联动模型,可以将泄洪流量准确计算出来,使下游洪涝灾害避免发生。旱季根据土壤墒情监测信息数据,有助于对灌溉用水科学分配,使农业用水安全得到有效保障。此外,在水利工程安全监测信息管理工作开展期间,借助监测信息管理平台,有助于应急预案库、专家决策系统与资源调度模块的集成,使灾害响应的“平战结合”有效实现。比如,基于台风来临之前,由系统将历史台风路径、工程抗灾能力数据自动调取出来,然后将最优化的人员撤离路线和设备加固方案生成出来,可以使应急响应时间大幅度缩短。总之,在做好水利工程安全监测信息管理工作的基础上,能够为制定合理科学的管理决策提供依据支持,进而提升水资源利用效率及工程应急响应速度。

2.3 促进水利工程行业信息化数字化转型发展

要想加强水利工程安全监测信息管理,势必革新信息管理技术,包括传感器、物联网、云计算等技术。比如,在水利工程大坝变形监测中,可合理利用北斗高精度定位技术;若工程处于偏远区域,为实现监测数据实时回传目标,可合理利用5G通信技术,并确保工程数据信息监测覆盖范围拓宽^[3]。还可以构建完善的水利监测信息平台,使部门与部门之间的数据壁垒打破,并实现跨区域、跨流域协同管理,为提升流域整体防灾能力提供有效系统平台及技术保障支持。此外,加强水利工程安全监测信息管理,还能够为国家水网建设提供有效支撑,促进区域生态保护,使工程管理信息化、数字化水平提升,促进水利工程行业朝向信息化、数字化方向顺利高效转型发展。

3 加强水利工程安全监测信息管理的具体策略

3.1 完善智能化监测网络

要想加强水利工程安全监测信息管理,基于技术层面考量,有必要完善智能化监测网络,为监测信息管理提供基础保障支持^[4]。

一方面,结合工程项目工作需求,注重多参数传感器融合应用。通过高精度气象站的部署,实现对气温、湿度、风速、降水量等参数信息的监测;引进应用超声波/雷达水位计,实现非接触式测量,使测量精度达 $\pm 1\text{mm}$;引进应用多普勒流速仪,实现对水流速度的实时监测;引进应用全球卫星(GNSS)位移监测系统,实现对坝体表面位移的监测,并确保监测精度达亚毫米级。以国内某地河湖水利工程建设为例,通过若干高解析度智能摄像头的布设,同时结合水位、流量传感器,使“视频+水文”多源耦合感知网络有效构建,使若干条河流、湖泊数据信息的实时监测、要素提取工作任务目标有效完成。由此说明,在水利工程安全监测信息管理过程中,需通过智能化监测网络的完善,同时注重多参数传感器的融合应用。

另一方面,重视工程监测信息管理过程中所需无线通信网络的优化。若水利工程项目处于城市周边,可引进应用5G+北斗短报文技术,使信号盲区问题得到有效解决,并保证监测数据能够实时回传。若水利工程项目处于偏远山区,可应用iMAX无线城域网专网,点对点100公里、点对多点50公里的监测网通信实现充分支持,覆盖半径10公里到15公里,并将传统光缆取代,使建设成本降低一半以上。以国内某水利水库灌区工程项目为例,由于处于偏远山区位置,因此利用了iMAX无线专网与视频监控点、闸门控制点连接,结果显示近年来运行稳定、安全可靠,故障率 $< 0.5\%$,与光缆方案相比运维成本节省80%。由此说明,需注重无线通信网络的优化,使水利工程安全监测信息管理的成本得到有效节约,工程建设质量、安全性得到有效保障。

此外,在完善智能监测网络的基础上,为高效采集水利工程安全监测信息,加强信息数据管理,还有必要引进并应用边缘计算机数字孪生技术。比如,针对水利工程监测数据,可将边缘计算设备部署于监测站点,采取滤波、异常值剔除等技术方法对原始数据进行预处理,上传关键特征值的基础上,使云端传输压力减轻。尤其是大坝表面位移监测站,可利用边缘计算模块,对GNSS数据进行实时分析,若出现变形超阈值情况,便可触发报警信号。还可以借助建筑信息模型(BIM)技术、地理信息系统(GIS)技术,构建完善的工程三维数字化模型,使实时监测数据和物理仿真算法集成实现对工程安全状态的动态模拟。以南水北调中线工程为例,可借助数字孪生平台,对不同调度方案条件的渠道应力分布情况进行模拟,促进输水效率的提升。

3.2 加强工程安全监测信息数据质量及安全管理

在水利工程安全监测信息管理工作开展期间,为强化数据治理,实现对水利工程项目各环节的全生命周期管理,有必要以加强工程安全监测信息数据质量及安全管理为基础前提。

在水利工程安全监测信息数据质量管理方面,需发挥水利工程安全监测信息数据管理平台的功能作用,基于数据平台当中将合理性检查参数指标信息设置好,如渗压值有无超过量程、位移速率有无发生变化等。将异常数据自动标记好,同时触发人工复核机制。比如:在大坝沉降速率 $> 5\text{mm/日}$ 时情况下,系统对此时段数据自动冻结,进一步及时推送到专家终端当中。此外,还需修复与补录历史数据,比如针对早期纸质记录或者非标准化电子数据,采取数字化转换方式,借助机器学习算法将其缺失值填补完善。比如:利用时间序列分析模型,将某水库2020年1月到2021年12月的月均水位数据填补完全。总之,需在自动化校验数据、修复与补录历史数据的基础上,保证水利工程安全监测数据的质量及完整性。

在水利工程安全监测信息数据安全方面,可采取分级分类存储方法,结合水利工程项目数据的敏感程度,针

对公开水质、涉密工程结构等不同数据类型,设置不同加密级别和访问权限。比如,大坝应力应变数据适合在私有云上存储,仅允许工程师访问;雨量数据则以应用程序编程接口(API)为媒介,实现社会共享。还可以利用区块链溯源技术,针对数据修改、设备校准等关键操作展开区块链存证处理,保证数据避免出现篡改状况。比如,在相关地区水利工程安全监测信息数据安全管理工作开展期间,针对监测设备维护记录及时上链,这样有助于审计部门工作人员对操作责任人的操作行为进行实时追溯,端正操作人员工作态度、规范操作行为,确保水利工程安全监测信息数据管理的可靠性及安全性。

3.3 构建协同化工程安全监测信息管理运维体系

为确保水利工程安全监测信息管理工作顺利、高效进行,有必要构建协同化工程安全监测信息管理运维体系,明确安全监测信息管理标准、优化应急响应机制、接受社会公众监督管理等^[5]。

为构建全流程标准管理体系,有必要制定完善、合法合规的《水利工程安全监测设计导则》,对不同工程类型的监测项目、布点原则以及频次要求等逐一明确,包括混凝土坝工程、土石坝工程、水闸工程等。以其中的土石坝工程项目为例,对其监测断面间距规定在 $\leq 100\text{m}$,同时,明确要求需覆盖坝体、坝基、两岸结合部位。同时,完善运维考核制度,在水利工程运维单位绩效考核过程中,综合考虑监测数据完整率、准确率等数据,若相关单位持续3个月数据出现异常情况,且异常率 $> 5\%$,则需及时通报批评,并责令按规定整改。

为优化应急响应机制,可构建分级预警阈值库,参考历史灾害数据、工程特性,构建“黄-橙-红”三级预警阈值体系。比如,如果大坝渗流量达色剂流量的70%,触发橙色报警信号,启动24h全天候专人值守决策方案;达90%情况下,触发红色报警信号,及时将下游群众安全疏散。还可以发挥移动端应急指挥平台的作用,将支持Android/iOS系统的应急APP在开发、应用的基础上,发挥其实时监测数据、预案库、专家会商等功能,使现场人员能够和指挥中心之间实现实时联动。比如,当台风来临情况下,巡查工作人员可以以APP为渠道,上传堤防渗漏摄影照片,然后由

系统将位置自动标注能耗,并推送到防汛指挥部门当中。

为有效接受社会公众监督管理,有必要拓宽公众监督渠道,可借助监测数据公开平台,比如通过省级水利监测信息门户网站,对工程安全等级、水质达标率等关键指标定期发布,确保能够接受社会的监督。并完善、公开透明公众举报奖励机制,针对通过APP或者热线举报监测数据造假、工程安全隐患的群众,给予相应的奖励,以此使全社会共同参与的监管新格局有效形成,全面保障水利工程项目运行的可靠性及安全性。

4 结语

综上所述,水利工程安全监测是一项系统化的工作,在网络信息时代背景下,需与时俱进,合理利用信息技术手段,加强工程安全监测信息管理。期间,可完善智能化监测网络,包括引进应用传感器技术、边缘计算技术、数字孪生计算,并强化通信网络,以此为水利工程安全监测信息管理工作的开展提供有效技术、网络保障支持。同时,加强工程安全监测信息数据质量、安全管理。此外,还有必要通过构建全流程报警管理体系、优化应急响应机制、接受社会公众监督管理等,以此构建协同化工程安全监测信息管理运维体系。总之,需多措并举,全面加强水利工程安全监测信息管理,提升水利安全监测工作质量成效,进一步促进水利工程建设事业稳定、高质量、可持续发展。

参考文献

- [1] 孙玉光. 稷窝水库安全监测自动化系统改造技术研究[J]. 内蒙古水利, 2021, (06): 37-39.
- [2] 刘章. 高质量发展阶段中国水利工程安全监测现状及提升策略[J]. 水上安全, 2023, (08): 19-21.
- [3] 裘明华. 数据挖掘技术在水利工程安全监测管理中的应用研究[J]. 水利科技与经济, 2021, 27(11): 127-130.
- [4] 刘峰. 水利工程风险管理与安全监测技术研究[A] 2024工程技术与施工管理交流会论文集(下)[C]. 中国智慧工程研究会, 中国智慧工程研究会, 2024: 2.
- [5] 郑文勇, 周芳芳, 刘非男, 吴永亮. 大型水库综合信息化智慧管理平台研发及应用[A] 2024中国水利学术大会论文集(第一分册)[C]. 中国水利学会、西安理工大学, 中国水利学会, 2024: 9.