

水利工程安全监测智能化技术实操路径探索

乔磊

江苏省泰州引江河管理处

DOI:10.12238/hwr.v9i10.6619

[摘要] 水利工程规模变大,运行年限增多的时候,传统的安全监测办法在效率、精准度和即时性方面碰到很严重的难题。本文探究智能化技术在水利工程安全监测中的应用途径。从体系架构规划,技术执行难点再到保证机制展开全面剖析,经由研究发觉,创建起包含感知,传输,处理,应用的智能监测体系。改进数据收集手段,加强分析能力,完善标准规范以后,就能明显改善工程安全管理的智能化程度,给水利行业转型升级给予关键的技术支持。

[关键词] 水利工程; 安全监测; 智能化技术; 实施路径

中图分类号: X924.2 文献标识码: A

Exploration of Practical Paths for Intelligent Technology in Safety Monitoring of Water Conservancy Projects

Lei Qiao

Taizhou Yinjiang River Management Office, Jiangsu Province

[Abstract] When the scale of water conservancy projects expands and their operating years increase, traditional safety monitoring methods encounter very serious problems in terms of efficiency, accuracy and timeliness. This paper explores the application approaches of intelligent technology in the safety monitoring of water conservancy projects, conducting a comprehensive analysis from system architecture planning, technical implementation difficulties to guarantee mechanisms. Through research, it is found that the establishment of a system that includes perception, transmission After processing and applying an intelligent monitoring system, improving data collection methods, enhancing analytical capabilities, and perfecting standard norms, the intelligence level of engineering safety management can be significantly improved, providing key technical support for the transformation and upgrading of the water conservancy industry.

[Key words] Water conservancy project Safety monitoring Intelligent technology; Implementation path

近些年来,国家水安全战略和智慧水利建设纲要的推进实施,对水利工程安全管理提出了更高的要求。在数字化浪潮以及新基建政策推动之下,智能化技术给水利工程安全监测转型升级给予了新的途径。本文从行业发展趋势出发,并且联系到智能化技术的一些特性,全面探寻水利工程安全监测方面的实践方案。希望可以形成一套符合现代工程管理需求的技术体系,从而为提升工程运行效能及风险防控水平给予一定的参照。

1 水利工程安全监测智能化技术理论框架

1.1 技术体系架构与特征

水利工程安全监测智能化技术体系采用分层架构设计,呈现出系统性、集成性和智能化的典型特征。该体系由感知层、传输层、处理层和应用层四个部分组成,各层之间通过标准化接口实现无缝衔接。感知层由多种高精度传感器组成,负责实时采集工程结构的各项参数;传输层采用有线与无线混合组网方式,

确保数据的可靠传输;处理层基于云计算平台,实现对海量监测数据的存储与分析;应用层则通过智能算法提供决策支持^[1]。

1.2 智能诊断与预警机制

智能诊断和预警是智能化监测系统的核心功能,通过创建多源信息融合分析模型,这个系统就能实现对工程运行状态的动态评价,在该系统当中,它利用机器学习算法去深入探究监测数据里潜藏的关联规律,并依循这些关联规律来构建完整的预警指标体系,而且凭借自适应学习机制,它可以按照过往的数据以及即时检测的结果不断地改善诊断模型,进而显著提高预测的准确度与时效性。

1.3 技术应用价值分析

智能化监测技术被应用之后,水利工程的安全管理得到明显改善,第一,在监测效率上,从人工巡检转变为自动监测,工作效率有了很大的提高。第二,就数据分析而言,智能算法的应用

使得数据处理由简单变为深层次挖掘的过程。第三,在决策支持方面,该系统能给出更科学、准确的评估结果,并为工程管理者作出正确判断提供帮助。

2 智能化技术应用现状与挑战

2.1 技术应用进展

近年来,我国在水利工程安全监测智能化领域取得了显著进展。在监测设备研发方面,国产传感器的技术水平不断提升,部分产品已达到国际先进水平。在系统建设方面,多个大型水利工程已经建立了较为完善的自动化监测系统,实现了主要监测项目的自动化采集。特别是在数据传输与处理环节,新一代通信技术的应用极大地改善了数据传输的实时性和可靠性^[2]。大数据分析技术在重点工程中得到初步应用,建立了基本的安全评估模型。人工智能技术在示范工程中取得良好效果,通过智能诊断系统实现了安全隐患的自动识别与预警。

2.2 标准化建设现状

目前,水利工程安全监测领域正在积极推进标准化进程。行业主管机构已经陆续出台很多技术规范文件,包含传感器接口协议、数据格式标准以及系统架构设计等各个层面,这些标准为智能化监控系统的创建提供了重要指引,并且明显改善了各子系统的兼容性与协同水平。由于技术创新速度很快,现有的标准体系存在不少欠缺之处,在数据交互流程和设备通信端口等方面还需要加以完善。深化标准化建设有益于提升整个系统的适应能力和扩充潜力,而且会大幅降低建设和运营成本。

2.3 面临的主要挑战

智能化技术取得了一些成果,但规模化应用仍然面临许多问题,监测设备在复杂环境中的稳定性和耐用性需要改善,需要解决长时间工作时性能下降的问题。目前的数据管理机制不够完善,怎样做到多种不同来源数据的有效融合存在技术上的难题,智能分析的能力较弱,大多数平台只是简单地收集并表现数据,并不能进行深入分析。系统部署和维护成本较高,这是制约中小型工程项目推广的主要因素之一,专业技术人才短缺也严重影响了整个系统的运行效率和服务质量。

3 系统效能关键影响因素

3.1 设备选型与环境适配

监测设备的技术属性是系统综合性能的重要组成部分,选择时,要全面考量测量精度、运行稳定状况、能耗情况以及防护等级等关键指标。鉴于水利工程特有的潮湿气候和较大温差环境特点,选用的设备必须具备良好的环境适应能力。就泄水建筑物里的传感器来说,其防水防震特性尤为重要;而针对土石坝监测场景而言,则应重点考虑装置是否能适应大范围形变和沉降工况。依照工程实际需求制定合适的安装方案,也可提高数据采集的质量与可靠性。

3.2 系统集成与扩展能力

智能化监测系统作为复杂的系统工程,需要实现多个子系统的协同运行。系统集成质量直接关系到整体性能表现。在硬件层面,要确保不同厂商设备之间的兼容互联,避免出现接口不

匹配等问题。在软件层面,需要建立统一的数据标准和接口规范,保证各系统之间的数据交换顺畅^[3]。系统的可扩展性设计同样重要,要预留足够的升级空间,便于后续增加新的监测功能或扩展监测范围。良好的扩展性可以使系统更好地适应未来技术发展和业务需求变化。

3.3 数据处理与分析能力

数据处理与分析能力是衡量智能化监测系统性能的重要标准,高效的智能监控平台需要具备强大的数据处理功能,能够对海量实时采集信息进行快速解析和准确提取,并贯穿数据清洗、异常检测以及趋势预测等环节。该系统应采用先进的机器学习算法从原始数据中挖掘潜在价值,以支持工程安全评价工作;还应有可视化交互界面模块,用于动态显示统计图表或曲线图,帮助管理层更直观地了解复杂关联关系,从而做出正确判断。

4 智能化技术实施路径

4.1 数据采集方案优化

数据采集系统的智能化改造要从多方面进行统筹规划和升级改造。选择设备时,应全面考虑监测指标的性质以及现场工况要求,优先选用技术成熟、性能稳定的仪器,对主要监测点进行冗余设计,以提高整体可靠性。布点时要依据工程结构分析结果,确保覆盖所有重要区域和潜在风险节点。制定采样策略时,应根据各参数的波动规律设置不同的采样频次,对快速变动的数据项增加采集频率,对缓慢变化的数据项则可适当降低采集频率。搭建起来的智能平台同样要有调节能力,可以依照实际运行情况随时改变工作模式,并自动转到最佳状态。

4.2 智能传感网络构建

搭建智能传感网络是达成智能化监测的重要根基,设计的时候要全面考虑到工程属性和环境特征,选用分层分布式架构作为主要框架,感知层由各种智能传感器构成,承担起基本数据采集的任务。网络层面利用多种通信技术相互配合组网,保证数据传输的安全性和可靠性。应用层重点放在数据分析处理以及决策支撑功能上,在系统布置期间要注意能源供应保障状况并做好链路冗余设置工作,在关键之处安排双路由备份策略从而提升容错性能。建成之后的网络要有自我诊断修复的能力,在发生问题之时可以自动识别出来并且马上执行切换动作。

4.3 数据传输可靠性提升

确保数据传输的可靠性是系统正常运行的关键。应根据工程现场实际情况选择合适的通信方式,在地形复杂的区域可采用无线通信技术,在条件允许的地区优先选用光纤等有线传输方式^[4]。数据压缩和加密技术的应用有助于提高传输效率并保障数据安全。建立完善的数据缓存和重传机制,可在网络异常时保证数据的完整性。此外,还需要建立专门的数据质量监控机制,对传输过程中的数据丢包、误码等问题进行实时监测和告警,确保监测数据的准确性和完整性。

4.4 数据分析方法创新

智能数据分析是系统的核心价值体现。要达成多源异构数据的高效整合目的,就要创建起专门针对水利工程监测的数据

库,并且给予统一的数据存储和管理平台。在技术路径选取方面,应当把传统统计手段同现代机器学习算法的优点特性结合起来运用起来。其中构建基于历史数据的学习型预警模型非常关键,凭借参数动态跟踪机制来确立常态化的异常判断准则并即时更新警戒阈值。这个模型还要具有自我适应性特点,在新增加样本输入时能够自动调整自己的预测精准度水平;而且设计出可视化工具用以表现分析成果内容,经由图表形式直观地展示那些复杂的信息情况,进而提升决策支持的效果以及对数据的应用潜力大小程度。

5 技术推广保障措施

5.1 标准规范体系建设

创建起完备的标准化体系是推动智能化监测技术普及的重要根基。当下急需加快制定包含设备接口、数据格式及系统架构等关键要素在内的统一规范文件。在此过程中可以由有关行业主管机构领衔,并联合科研院所、设计单位以及施工企业和设备制造厂商一道展开标准编制工作。在顶层设计环节就要兼顾技术创新性与实践应用价值两方面内容并重考虑的问题也应被纳入考量范围之内,现有工程需求同未来发展趋势之间关系需要妥善处理好才能完成。还需建立起相应的质量评判验收机制,持续举办各类政策宣讲和技术培训活动来提高行业内人员对该标准的认知程度及其操作技能水平以保障智能监控系统的整体建设品质能够逐步得到改善。

5.2 专业人才培养机制

智能化监测系统的有效运行需要具备跨学科知识的复合型人才支撑。应当构建多层次的人才培养体系:一方面加强对现有技术人员的信息化技能培训,通过系统化的继续教育提升其专业素养;另一方面积极引进计算机科学、人工智能等领域的专业人才,优化团队知识结构。此外,还应深化产学研合作,与高等院校、科研机构建立联合培养机制,共同培育符合行业需求的专业人才^[5]。通过定期举办技术研讨会和经验交流活动,促进知识共享与技能提升,并建立科学合理的激励考核制度,充分调动技术人员的积极性和创造性。

5.3 运维管理模式创新

要想保证智能化监测系统做到高效稳定又可持续的长久运行,就有必要更新运维管理方法,“建设与经营一体化”的全生

命时段管控机制要实行起来。由专门队伍承担系统的持续运作以及功能改善升级的任务,创建标准化的巡视保养程序并制订详尽的操作规范和应急处理预案方案,积极探寻利用云计算技术搭建远程维护平台的可能性。凭借集中观察和智能诊断工具改进运维效能,完善备用零部件储备制度,应对意外状况并缩减反应时间。定时举办应急演练活动,加强故障解决能力,慢慢塑造起以防为主的新式快速回应模式,全方位守护智能化监测系统的可靠运转。

6 结束语

本研究着重讨论水利工程安全监测智能化技术的应用途径,得出了如下关键结论:创建起包含感知、传送、处理和应用这四层的体系架构之后,就可以做到对工程运作情况展开全面实时监控。就具体实施来说,要重视怎样改善数据采集效果、怎么规划智能通讯网络、怎样保证信号传输更为可靠以及如何更新分析算法这些关键技术问题。完善标准规范制度,培养专门技术人员并探寻适合新型运维形式的发展战略,都是维持系统高效稳定的运行不可或缺的部分。在相关调查中显示出来,这项技术不但极大地改进了安全管理的效率和准确性水平,而且还给整个水利行业安全管理朝着可持续方向发展给予了强有力的支持作用,在推进水利工程安全管理技术革新方面同样有着极为重要的范例价值。

参考文献

- [1] 金鹏举.智能化监测在水利工程施工安全管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025,(07):181-183.
- [2] 乔国祥.水利工程管理中水闸安全监测与智能化运维技术研究[J].城市建筑空间,2025,32(S1):365-366.
- [3] 马伟举.基于大数据的水利工程质量安全监测与预警系统研究[J].城市建设,2025,(05):61-63.
- [4] 张大强.水利工程监测技术的发展与应用[J].工程与建设,2024,38(01):196-198.
- [5] 陈丽红,王静,王莹.农业水利工程专业人才培养模式改革与实践[J].教育教学论坛,2024,(17):117-120.

作者简介:

乔磊(1991--),男,汉族,江苏泰州人,本科,工程师,研究方向:工程管理、安全生产。