

水利枢纽安全监测体系优化研究与实践

王雅凤

塔里木河流域叶尔羌河水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v10i6.7020

[摘要] 本文针对水利枢纽工程安全监测系统的效能提升问题展开探讨,探究了现代监测技术在大坝变形观测、水位动态监控、结构应力分析等领域所呈现的创新应用模式,阐述了监测体系优化在水利工程安全管理中的关键作用,在理论研究与工程实践两方面均取得显著成效。同时,技术标准的不断完善推动了监测精度的持续提升,而数据分析方法的改进进一步强化了预警能力,充分彰显了智能化监测体系的发展潜力。

[关键词] 水利工程; 安全监测; 系统优化; 智能预警; 数据分析

中图分类号: TV 文献标识码: A

Research and Practice on Optimizing the Safety Monitoring System of Hydro-junctions

Yafeng Wang

Yarkand River Water Conservancy Management Center in the Tarim River Basin

[Abstract] This article delves into the issue of enhancing the efficacy of safety monitoring systems for water conservancy hub projects. It explores innovative application models of modern monitoring technology in areas such as dam deformation observation, water level dynamic monitoring, and structural stress analysis. The article elucidates the pivotal role of optimized monitoring systems in the safety management of water conservancy projects, noting significant achievements in both theoretical research and engineering practice. The continuous improvement of technical standards has led to a sustained enhancement in monitoring accuracy, while data analysis methods have bolstered early warning capabilities, highlighting the developmental potential of intelligent monitoring systems.

[Key words] water conservancy project; safety monitoring; system optimization; intelligent early warning; data analysis

引言

在水利工程建设与运行管理过程中,安全监测是保障工程稳定运行的核心环节,是预防灾害发生和确保公共安全的重要手段,成为水利行业高质量发展的关键支撑。当然,监测工作仍然需要不断完善和发展创新,为工程安全运行提供有效服务,真正达到辨析风险、消除隐患的目的。监测技术与管理手段相结合,将进一步保障工程建设安全。随着传感及数据处理技术的进步,监测数据获取更为准确,数据传递更为快捷,监测的精度和效率越来越高,传统的监测方式已不适当当前的需求,需要在监测的内容上扩展,在数据获取上精确,在利用深度上加强,进而促进其不断进行完善和健全,预警工作更加全面,使得管理工作能够更加有效开展起来。近些年来,随着智能化监测技术和大数据分析手段的应用逐渐广泛,可以促使监测数据的处理工作自动化,使用效果也极大增强。

1 水利枢纽安全监测体系概述

安全监测体系是指在大坝、闸门、引水系统等水利工程关键部位布设监测设施,并针对工程的运行状况展开实时监控及研究的一套系统性的技术措施,是水利工程运行维护过程中必不可少的一项技术支持,更是评估其安全性的重要基础。现阶段,常规的监测方法正逐步与现代化科技快速结合,监测体系趋于健全。实践经验证明,科学合理的监测方案,能够及时发现潜在风险,出现异常情况时,多数系统会自动触发预警机制,再经专业人员分析研判,然后采取相应处置措施。目前,行业标准及规范不断健全,统一的数据平台陆续建成,监测设施普遍实现智能化,整体应用情况良好,在这样的发展背景之下,监测技术也在水利工程中得到了广泛的应用,并逐渐形成了较为完整的监测技术系统,监测资料处理趋于自动化,预警机制不断健全,预警反应迅速。安全监测对水利工程运行管理起着重要的作用。随着相关技术的发展,监测方法的不断更新,智能化监测设备快速应用,技术水平不断提高,监测体系不断完善。

2 监测体系优化在水利安全中的关键作用

2.1 丰富监测手段

优化后的监测体系凭借其独特技术优势,在水利工程安全管理中应用价值凸显,既体现了技术先进性,又展现了管理科学性,成为工程安全与风险防控的重要支撑,由此推动监测技术向更深层次发展。监测技术体系由多种传感器与数据处理方法构成,其技术进步来源于科技创新与工程实践。监测不仅是数据采集过程,也是安全状态的直观反映,在对工程运行状况进行评估时,适当引入智能分析技术,能提升监测数据的实用价值,传递安全管理的科学理念。现代监测技术以物联网技术为基础,将各类监测数据进行系统整合,成功实现了数据实时共享,这种技术整合具有显著优势。监测系统一般通过硬件设备和软件平台相结合的技术架构完成数据处理。监测网络布局科学合理时,也可以采用分布式监测方法,以覆盖更广区域,并提供更精准数据支持。在水利工程中,围绕安全监测核心需求形成多层次监测网络体系,体系中各要素协同配合,发挥综合效能。此外,通过深度融合人工智能、大数据、云计算和5G技术,展现监测技术对水利工程在安全预警、风险评估、决策支持等多方面的重要作用。优化设计监测点位布局,突出了监测重点区域和关键参数,监测数据质量显著提高。

2.2 提升预警能力

监测体系在水利工程安全领域有着不可替代的作用,也是风险管理的重要环节。优化后的监测体系在工程安全管理中得到广泛应用,展现技术先进性,更是安全管理科学化的具体体现。监测数据在安全评估中是关键依据或决策基础。通过数据分析及预警模型构建等,提升预警能力,这对保障工程安全、满足管理需求有着重要价值。例如,智能预警系统可以提前识别潜在风险,精准定位问题区域,凸显预警信息的时效性和准确性,如变形异常、渗流异常、结构应力异常等。这充分体现了监测技术在安全管理上的实用价值,使预警信息传递更加及时准确,在水利工程中传达安全预警信息更加高效可靠。通过数据分析优化预警模型,在预警机制中取得了明显预警效果改善。这种预警能力提升基于大数据分析技术,使得监测信息在风险识别方面更为精准。

2.3 强化管理效能

监测体系带来了安全管理的系统化变革,安全管理也因此更加科学规范,监测数据对管理决策支持也更为有力。监测技术应用切合现代管理需求。而优化后的监测体系在水利工程安全管理中具有显著技术优势。通过对监测数据进行智能化处理,提升了管理效能,进而优化决策流程、提高响应速度,显著提升了安全管理的整体水平。在管理过程中不但可以对信息进行可视分析,还可以进行趋势预测、风险模拟等深层次的应用。监测系统无论是在水利工程建设中作为技术手段还是管理手段都会取得明显的应用成果。将智能监测引入到工程建设管理当中,在一定程度上可以完成管理工作流程的优化以及管理效率的有效提高。同时还可以通过对相关数据信息的分析处理来促进管

理工作的科学性不断提升,并在安全管理工作方面起到重要的作用。针对监测所获取的数据信息还需要进一步地加以分析,这就需要利用相应的专业模型和技术方法来进行深入的挖掘工作,进而将其充分应用于安全管理的各个环节。监测不仅是一种收集数据的方法,此外,它的使用还可以提高管理水平,这也是水利工程安全管理工作现代化程度的重要体现。

3 监测体系优化在水利工程中的具体应用

3.1 传感器网络优化应用

监测技术是水利工程安全管理中具有关键支撑作用的技术手段,具有提高预警准确性和管理效能的显著效果。在监测技术发展变化过程中,其应用模式也不断创新完善。传感器技术、数据分析方法等在监测系统中可以实现功能扩展,在监测体系建设过程中要注重技术集成和系统协调。监测设备常被部署在关键部位,监测技术运用于工程安全管理之中,将风险管理、预警机制延续到整个生命周期。监测系统采用智能化技术形成实时监控、风险预警等综合效果,在安全管理中,不仅提升监测精度,更将风险防控关口前移,产生预警及时和处置高效的良好效果。结合水利工程特点,监测系统中传感器布局优化就是关键环节。传感器可以对关键参数进行实时监测,在水利工程安全监测中已经应用多年,尤其在大坝安全监测中,主要有多种监测方法。这些监测方法又可以相互补充,为安全评估提供全面数据,实现精准预警。由于分布式监测可以实现全覆盖监测,所以分布式监测在边坡稳定监测中也可以广泛应用。在监测系统建设中,从监测需求出发,将传感器网络与数据分析平台进行整合,监测系统能够为管理决策提供支持,同时数据分析也能提供决策依据。传感器网络可以实现数据自动采集,可以对工程安全状态起到实时监控效果,这种监测方式具有显著技术优势^[1]。现阶段,传感器技术和数据分析方法都相对成熟,但在数据融合技术方面,监测系统仍有更大发展空间。传感器网络在水利工程监测中都会选择适合的技术方案,以可靠性为主,还可将多种监测技术有机结合,系统集成相对成熟,能够满足复杂工况需求。通常监测系统采用多层次架构,并配备备用系统,监测数据质量也显著提高,尤其边坡监测应用比较广泛。比如,在大坝监测中,按照变形监测、渗流监测为主要监测内容的体系,将各类传感器,整个监测网络,在工程管理中作为决策依据,促使安全管理更加科学。

3.2 数据分析技术应用

数据分析技术在水利工程安全管理中应用前景广阔。在风险评估和预警判断时,其核心是数据驱动决策,数据分析可以为安全管理增添科学依据,在信息化管理背景下,数据挖掘对安全管理决策支持具有重要意义。对于安全管理为重要决策依据的系统来说数据分析技术应用,数据分析在水利工程中利用智能算法作为技术支撑,这样提升了预警准确性^[2]。例如,将机器学习应用在数据分析中,能够实现风险精准识别,尤其在渗流监测,可以将风险特征有效提取,将预警阈值也实现动态调整,有利于风险及时处置。通过数据分析技术,具有风险预测能力,数据分析也会对管理决策和风险处置,将其转化为实际行动。比如,将

人工智能技术作为分析工具,可以实现预警模型优化。为了提升预警准确率、降低误报率,监测系统选择利用深度学习技术。通过对监测数据的深度挖掘利用,最为显著的技术突破就是智能预警模型构建,而且具有自适应学习特征。在数据分析应用过程中,能够实现预警精度提升,同时技术应用并不复杂,能够给管理决策提供支持^[3]。

3.3 预警机制优化实践

在当前水利工程安全管理中,必须将预警机制建设放在重要位置,部分工程预警机制尚不完善。为了提升预警效能,需要充分认识预警机制建设重要性。预警机制建设,预警系统受到多因素影响。通过对预警阈值的合理设置,可以为风险处置提供时间窗口。预警机制建设,预警模型不断优化,对风险识别能力也越加精准,所以智能预警成为发展趋势,预警系统也逐步成为安全管理核心。其在风险防控中的预警机制起到关键支撑效果,还能提升处置效率。预警机制最为明显的优势在于风险早期识别,是变形异常、渗流异常等风险特征识别,预警机制完善^[4]。现阶段,预警机制建设都注重技术应用,结合工程实际情况,促使预警机制效能充分发挥,作为技术支撑,预警系统功能完善。比如在风险监测中进行预警优化。预警机制最为显著的特点是智能化,虽然技术要求较高,但是应用效果显著。预警系统所提供的预警支持,都具有实际应用价值。例如,无论是在大坝监测或者是边坡监测等工程中,可以实现精准预警。通过预警机制优化应用,可以提升预警及时性,将风险控制在萌芽状态,不仅减少损失,而且保障安全。

3.4 管理平台集成应用

目前,监测系统在水利工程管理中的综合应用尚有提升空间,需要注意的重点是系统集成问题,所以优化集成,其应用效果显著。监测系统将各类数据整合,在管理中应选择适合的集成方式。这种集成方式与工程管理需求相匹配,有利于管理效能提升。监测系统在管理平台中,可以给决策提供数据支持,尽可能实现管理科学化^[5]。除此之外,监测数据分析,预警信息推送,具有实时性和准确性。监测系统作为管理工具,以数据驱动管理的方式优化工作流程。由于监测数据量大,所以需要专业分析工具。比如数据分析平台、预警管理系统等,由于数据处理技术和预警算法存在技术差异,不同监测系统也具有各自特点。在管理实践中,对监测数据的深度利用,同时结合管理需求,实现管理效能提升,促使决策更加科学。对监测数据的分析应用,可以将风险特征提取、预警阈值设定等管理要素。如风险评估模型构建等,以数据分析来支持决策,在管理平台等系统中,体现管理科学化。作为综合管理平台,有着数据集成和智能分析的双重功能,既可以提供决策支持,也可以成为管理工具。监测系统在工程中的应用方式直接决定管理效能的水平。监测技术不仅是辅助工具,更是管理决策的重要依据。随着监测资料的不断积累,工程运行情况可以做到有据可依,而不是凭感觉办事,这样就能

减少主观因素带来的影响,做出正确的决策。平台在可靠的技术支撑下长期高效运作,不仅仅在于数据获取阶段的作用,在于对潜在危险迹象的发现和预警方面同样重要。监测成果及时分析处理后反馈到管理过程中,预警功能得以体现,管理工作能够在险情发生前采取对策,维持了工程建设的大局。通过监测支撑管理、管理优化监测的闭环模式,监测系统的核心价值在工程治理中得到充分体现。

3.5 体系优化实施路径

监测体系优化需建立完整实施框架,优化工作需从顶层设计为出发。监测体系并重技术与管理。改变传统监测模式,设立专业管理机构,优化工作非简单技术升级,而是涉及技术、管理、人员等多方面。整合监测资源,组织专业团队,深度分析需求,优化系统设计。深化技术应用与管理创新^[6]。建立评估机制,不再局限于单一指标,而是技术、管理、效益等多维度评估。监测系统对管理流程进行优化,为安全管理提供全方位支持,优化方案可结合工程特点与管理需求。将优化目标,分解实施。制定实施计划,明确阶段目标,构建完整实施体系。设置基于风险的监测重点,确保系统运行可靠。监测体系必须持续优化,具备自我完善能力。

4 结束语

水利枢纽安全监测体系优化是一个渐进的过程,其中监测布置方案、数据分析方法及报警阈值的优化,都需要以“能否减少未知风险”作为评判依据。建议今后在水利枢纽安全监测中,应从系统角度出发,促进安全监测成果的转化应用,将监测技术和监测成果、监测管理和监测人员的认识有机结合在一起。只有这样,监测体系优化才能从技术改良上升为工程安全文化的一部分,持续支撑水利工程的稳定运行。

【参考文献】

- [1]景来红,万占伟,陈翠霞.延长小浪底水库拦沙运用年限对黄河防洪保安的重大意义[J].人民黄河,2024,46(1):1-4.
- [2]张红武.新形势下黄河的治理方略[J].人民黄河,2024,46(9):8-17.
- [3]龚真全.水利工程施工资料管理与质量控制体系的整合研究[J].产品可靠性报告,2025(4):98-99.
- [4]宋凤,戴永菲,吴兆敏,等.基于蓝绿基础设施的大运河四女寺枢纽区域生态安全格局构建[J].中国城市林业,2024,22(5):105-111.
- [5]刘梦芮.水利建筑工程钢筋检测试验要点探讨[J].百科论坛电子杂志,2025(18):151-153.
- [6]魏凌云,宋思哲.基于“互联网+智慧水利”在水利工程施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(16):220-222.

作者简介:

王雅凤(1995--),女,彝族,云南大理人,大学本科,职称:助理工程师,研究方向:水利/生产运行与管理。