

水库除险加固工程中的智能监测与预警系统构建

赵倩

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 在水库除险加固项目中, 建立智能监测和预警系统对提高水库安全管理水平具有十分重要的意义。文章在分析水库安全管理所面临挑战的基础上, 论述水库除险加固工程采用智能监测系统的成效。本文首先说明智能监测系统具有高精度监测, 自动化数据处理和强大数据分析能力等技术优点, 有利于提前识别潜在灾害风险, 降低灾害带来的危害。然后, 本文提出智能监测预警系统建设框架, 主要从理论基础, 监测技术的选择, 预警机制的建立及优化等方面进行阐述, 并对系统集成及功能实现进行分析。以呼图壁河流域大海子水库、关河水库视频监控系统为例进行实际运用, 证明该智能监测与预警系统对提高水库安全管理水平是有效的。研究成果表明: 智能监测与预警系统可显著提升水库运行效率及安全性, 对于预防及减轻水库灾害有重要意义。

关键词: 水库除险加固; 智能监测; 预警系统; 系统构建; 安全管理

引言

水库作为水资源管理的重点设施, 对防洪、灌溉、城市供水以及发电都有着重要的影响。但随着水库使用年限增加, 极端气候事件频发, 水库安全管理遇到了许多挑战。传统的水库监控和预警手段, 例如人工巡视和定期检查, 存在效率不高、信息更新滞后等问题, 这些都不能满足现代水库安全管理的需求。因此探讨高效、精准的监测预警手段对提升水库安全管理水平有着十分重要的作用。

文章旨在对水库除险加固工程智能监测及预警系统进行探究, 并分析对提升水库安全管理水平所起到的效果。通过研究智能监测系统技术优势及灾害预防功能, 并对系统构建框架进行了说明, 旨在为构建水库除险加固工程智能监测预警系统提供理论依据与实践指导。以呼图壁河流域大海子水库、关河水库视频监控系统为例进行了具体应用研究, 将论证智能监测与预警系统对于水库安全管理的作用, 并为水库安全管理的研究提供新思路、新方法。

1 智能监测与预警系统的重要性

1.1 水库安全管理的挑战

水库作为水资源调控的重要设施, 对防洪、灌溉和发电具有关键作用。但是水库的安全管理却面临很多的挑战。水库大坝作为水库安全的核心, 它的结构安全与否直接影响着水库整体的安全性。久而久之, 大坝由于材料老化, 结构损伤和地基沉降可能产生裂缝和渗漏。这些问题如不能及时发现并处理就有可能造成大坝稳定性降低甚至溃坝。所以对大坝结构进行实时监测与评价是水库安全管理中的一个重要组成部分。

诸如暴雨、干旱和洪水这样的极端气候事件, 对水库的安全带来了巨大的风险。这类事件通常突发性强、不可预测性大, 对水库调度运行造成极大难度。如暴雨会使水库水位陡升、超警戒水位、加大溃坝危险等; 而且干旱会使水库水位降低, 从而影响水库正常用水。所以极端气候事件监测预警是水库安全管理的中中之重。

水库安全管理传统上的监测和预警方法, 例如人工巡视和定期检查, 常常面临效率不高、信息更新延迟以及难以及时显示水库的安全状态等挑战。这些问题制约着水库安全管理工作的有效开展, 使水库遇到突发安全事件很难迅速准确地作出应对。所以探索更有效, 更精准的监测预警手段是提升水库安全管理的重点。^[1]

1.2 智能监测系统的技术优势

智能监测系统首先具有精度高、灵敏度高优点。高精度传感器能捕捉细微变化对预警系统非常关键, 因为很多灾难的先兆通常很小而且不容易被发现。高度的灵敏性意味着该系统可以迅速地对环境的变化做出反应, 实时地刷新数据, 并为决策制定者提供最新的资讯。其次智能监测系统高度自动化, 降低人工干预。自动化数据采集与处理既提高效率又减少人为错误概率。再者智能监测系统一般都具有较强的数据处理与分析能力。通过机器学习与人工智能算法的运用, 该系统可在海量数据中发现规律与趋势, 并对可能出现的灾难进行预测, 为预警与应急提供科学依据。最后指出智能监测系统具有可扩展性、兼容性等特点也是它的技术优势。随着科技的进步与需求的变化, 该系统能够方便地进行升级与扩充, 满足新的监测要求。同时该系统所具有的兼容性确保其能够与其它系统集成在一起, 构成一个较

为完整的监控预警网络。

1.3 预警系统在灾害预防中的作用

预警系统的功能首先表现为它能预先识别出可能发生灾害的风险。通过监测数据分析实时,预警系统能够发现异常,例如水位非正常升高和水质骤然变坏,这都有可能预示着灾难将要到来。^[2]及时发出警告能为应急措施争取宝贵时间。其次预警系统可以降低灾害带来的危害。灾害之前,预警系统能够引导水库管理人员提前泄洪,加固大坝以及其他预防措施,以减少灾害产生的概率与影响。再者预警系统有利于增强水库管理科学性与有效性。通过预警系统对数据进行分析与预测,使水库管理人员能够更科学地制定管理策略与应急计划,促进水库管理效率与成效。最后预警系统还在增强公众防灾意识与防灾能力方面起着举足轻重的作用。透过预警系统之宣传与教育,大众能更瞭解灾害之危险与预防措施并增进自我保护之能力。

2 智能监测与预警系统的构建框架

2.1 系统设计的理论基础

水库除险加固工程智能监测预警系统的设计需要建立在扎实的理论基础之上,其中包括但不仅仅局限于流体力学、结构力学、地质学和信息科学等学科。系统设计要综合考虑水库物理特性,环境影响,潜在风险因素等。建立理论基础,对监测技术选择、数据采集、处理与分析等方面进行科学指导,保证系统设计合理,预警信息准确。^[3]

在智能监测预警系统设计中,必须先深入分析水库工程结构,水文地质条件和历史运行数据。通过上述分析可对监测关键参数如水位、流速、坝体位移和渗漏量进行识别。另外,需要综合考虑水库所处地区气候特征,季节性水文变化和可能出现的极端天气事件等对水库安全有重要影响。建立理论基础也涉及时地对监测数据进行处理与分析,从而及时发现异常并进行报警。

2.2 监测技术的选择与应用

选择智能监测技术要根据水库具体需要及现场情况进行。当代的监测技术涵盖了传感器技术、遥感技术、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)和物联网(IoT)技术等多个领域。这些技术可以提供实时和高精度的信息,是智能监测和预警系统建设的重点。

传感器技术为水库运行状态监控提供了依据。水位计、流速计、压力传感器和位移传感器可对水库关键参数进行实时监控。这些资料对评价水库运行状态,预测潜在风险具有重要意义。遥感技术,例如卫星遥感和无人机遥感,能够提供水库及其周围环境的大范围、高分

辨率图像,这对于监测水库的地形变化、植被覆盖和水体污染情况是非常有帮助的。

将GIS技术应用于水库监测,能够对空间数据进行集成与分析,从而对水库管理起到决策支持作用。利用GIS,可建立水库及周边区域数字地图,直观监测水库运行状况。利用GPS技术,我们能够准确地确定水库的具体地理位置以及坝体的移动情况,这对于评定水库的结构稳定性是非常关键的。

利用物联网技术使水库监测设备互联互通并将数据实时传送到中央监控系统。这样在提高数据采集效率的同时,还能使监测系统更智能化、自动化。通过物联网可实现水库运行状态远程监控与智能分析、及时发现与处理可能出现的问题。

2.3 预警机制的建立与优化

水库除险加固工程建立预警机制是保证水库运行安全的关键环节。预警机制对水库运行状态进行实时监控,对潜在风险因素进行分析,在潜在危险出现之前进行预警,使水库管理人员有充足时间采取相应对策。建立预警机制需考虑水库地理位置、气候条件、水文特征及工程结构,保证预警系统准确可靠。^[4]

首选预警机制建立需依靠遥感监测,传感器网络及大数据分析等先进监测技术才能实时采集水库水位、流量、水质等重要数据。其次预警机制优化又需依靠科学的分析模型与算法,它们能深入分析采集的资料,预测出水库可能存在的危险,据以制定出相关预警策略。另外预警机制是否有效取决于和水库管理人员是否密切协作。管理人员需依据预警系统提示及时对水库运行策略进行调整,例如对泄洪量进行调节,加大巡查力度,从而保障水库安全。同时,预警机制也需定期评估与更新才能满足水库运行环境变化与新技术发展的需求。

2.4 系统集成与功能实现

智能监测预警系统集成就是把多种监测设备,数据处理平台以及预警机制有机地结合起来,构成统一高效管理系统。^[5]系统集成以无缝连接数据,快速传递信息,科学制定决策为目的。系统集成过程中要兼顾不同监测设备与数据源之间的兼容性问题,以保证其在同一个平台下流畅工作。同时系统集成也要考虑系统可扩展性问题,这样将来可以很方便地增加新监测设备或者对原有系统进行升级改造。另外在系统集成时还要兼顾系统的安全,以防数据泄露或者遭受恶意攻击。从功能实现上看,系统集成的智能监测和预警系统应该具有如下基本功能:实时数据采集和处理,风险评估和预警等、应急响应和决策支持,并进行用户交互和信息发布。这些职

能既能提高水库管理效率,又能在应急情况下向管理人员提供决策支持以将灾害造成的损失降到最低。

3 智能监测与预警系统在水库除险加固工程中的应用

3.1 案例分析:呼图壁河流域大海子水库

呼图壁河流域大海子水库除险加固项目智能监测及预警系统构建,既展现了这一领域前沿技术,也为水库安全管理提供了一个新标杆。通过集成各种监测技术,本系统对水库的关键参数进行综合监测,这些参数包括但不限于仅限于水位、流速、水质以及大坝结构状态等。实时收集与分析这些信息使水库管理者能及时捕捉细微变化、预测潜在风险、做好防范措施。另外,该体系的预警机制可在风险出现之前进行预警,从而为水库安全运营提供坚实的技术保证,保障水库面临极端气候及潜在灾害情况下的稳定可靠。该体系的顺利实施不仅促进了水库安全管理水平的提高,而且为同类工程的安全管理提供了可资借鉴的宝贵经验。

3.2 技术实施:关河水库视频监控系统

关河水库视频监控系统是智能监测与预警系统中的重点部分,该系统通过将高清摄像头布设于水库关键部位,从而达到全天候监测水库周围环境及大坝结构。本系统所使用的无线通信技术在保证数据传输高效、稳定的同时也增强了监控数据的实时性,使水库管理人员可以立即获得现场信息。该系统智能分析功能可实现监控画面深度学习和异常情况或改变的自动识别,例如非法入侵和水位异常升高,当发现潜在风险后可自动启动报警机制。这一智能化视频监控技术在加强水库监控力度的同时,通过与预警系统密切结合,显著提高了水库安全管理主动性、前瞻性,从而为水库安全运营提供坚实技术保障。

3.3 效果评估:五九水库除险加固工程

五九水库除险加固工程效果评价,直接考验智能监测及预警系统的应用成效。本项目通过构建一个全面反映加固整治成效的评价体系来综合评价加固项目成效。

该评估体系涉及水库安全性、稳定性和环境影响等诸多方面,并通过对各个评价因子特征及描述对象进行分析,给出科学评估方法。经过评估,引入智能监测与预警系统显著地提升了水库的安全管理能力,降低了灾害发生的可能性,并为水库的持续运营和保养提供了关键的数据依据。这项评估不仅证实了智能监测和预警系统的实用性,同时也为其他水库的风险消除和加固项目提供了有价值的实践经验和参照。

结束语

水库除险加固工程智能监测预警系统建设对提高水库安全管理水平至关重要。以呼图壁河流域大海子水库,关河水库和五九水库为例进行研究,可以看出智能监测技术实时数据采集、处理与分析的优点以及预警系统对灾害预防与应对所发挥的至关重要的作用。这些体系的实现在提高水库运行效率的同时还加强了潜在风险识别与应对能力。

国内外学者研究一般认为水库安全管理离不开智能监测和预警系统。伴随着科技的发展,这类系统的功能也得到了优化,能较好地满足复杂多变的水文条件及环境挑战。研究结论显示:智能监测及预警系统的集成应用能有效地增强水库安全可靠性、降低灾害风险。

参考文献

- [1]张金林.小型病险水库除险加固项目建设管理存在的问题及改进建议[J].水上安全,2024,(12):136-138.
- [2]左祥.小型水库除险加固问题及对策建议[J].水上安全,2024,(08):191-193.
- [3]谭尹.浅谈小型水库除险加固问题及对策建议[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(33):181-183.
- [4]唐健.攀枝花市水库除险加固和运行管护的经验做法及成效[J].四川水利,2022,(S1):133-135.
- [5]宋世鸾,崔俊峰,余小平.水库除险加固及信息化建设在应对2016宜昌市特大洪水中的作用[J].中国水利,2017,(08):19-20.