

水库大坝安全自动化监测质量问题及改进策略

李金粟

新疆昌吉市水利管理站（三屯河流域管理处），新疆 昌吉 831100

[摘要]随着现代水利工程的发展，水库的安全性和稳定性成为社会关注的焦点。努尔加水库，作为位于昌吉市的一座中型水库，不仅是供水、防洪、灌溉的重要工程，也承担着生态环境的保护和改善任务，为了确保水库的可持续运行，努尔加水库大坝自动化监测系统的建设和运行显得尤为重要。文章将对努尔加水库大坝自动化监测系统进行分析，探讨其工程概况、监测项目、监测断面布设、监测仪器以及存在的问题和改进策略，为当地水资源的合理利用和生态环境的可持续发展提供有力支持。

[关键词] 水库；大坝；安全自动化监测

DOI: 10.33142/sca.v6i12.10621

中图分类号: TV698.1

文献标识码: A

Quality Issues and Improvement Strategies for Automated Monitoring of Reservoir Dam Safety

LI Jinli

Xinjiang Changji Water Conservancy Management Station (Santun River Basin Management Office), Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract: With the development of modern hydraulic engineering, the safety and stability of reservoirs have become a focus of social attention. As a medium-sized reservoir located in Changji City, Nurga Reservoir is not only an important project for water supply, flood control, and irrigation, but also undertakes the task of protecting and improving the ecological environment. In order to ensure the sustainable operation of the reservoir, the construction and operation of the automation monitoring system for the Nurga Reservoir dam are particularly important. The article will analyze the automation monitoring system for the Nurga Reservoir Dam, explore its engineering overview, monitoring items, monitoring section layout, monitoring instruments, existing problems, and improvement strategies, providing strong support for the rational utilization of local water resources and sustainable development of the ecological environment.

Keywords: reservoir; dam; security automated monitoring

引言

努尔加水库位于天山前山丘陵区，是昌吉市水资源利用的关键节点，为了全面监测水库运行状态，确保其在不同情况下的安全性和稳定性，努尔加水库大坝自动化监测系统应运而生。自动化监测系统通过高科技手段，能够实时、精准地监测水库的各项参数，并及时响应各种突发事件。然而，在系统运行中可能面临一系列问题，如功能不足、设备配置不合理、监测模式不灵活、数据存储不够有效以及监测人员培训管理不足等。这些问题直接关系到水库大坝的安全和运行效能。

1 工程概况

努尔加水库是一座位于天山前山丘陵区的Ⅲ等中型水库，地处昌吉市境内，距上游已建三屯河水库 17 公里，距下游西干渠首 7.3 公里，离昌吉市区 36 公里。努尔加水库的枢纽主要由拦河坝、表孔溢洪洞、导流兼泄洪排沙洞和放水洞组成，其中表孔溢洪洞、导流兼泄洪排沙洞和放水洞布置在左岸。工程于 2010 年 11 月 6 日开始主体工程动工，2014 年 12 月 18 日完成蓄水阶段验收，2015 年 1 月 23 日开始下闸蓄水，总库容 6844 万方，设计洪水位 879.77m，拦洪库容 817 万 m³，正常蓄水位 878.0m，死水位 850.0m，死库容 1440 万 m³，校核洪水位为 881.99m，设计洪水标准为 100 年

一遇，校核洪水标准为 2000 年一遇，地震烈度为 8°，水库坝体坝顶高程 883.0m，最大坝高 72m，坝长 468m。努尔加水库以供水、防洪为主，兼顾灌溉、生态等多项综合效益，为昌吉市及兵团 100 万亩农田提供了可靠保障，改善了供水保证率、防洪标准，并有效提高了灌溉水质和生态基流。

2 水库大坝安全监测的主要内容

2.1 监测项目概述

监测项目涵盖了努尔加水库大坝的多个关键方面，包括大坝表面水平和垂直位移、坝体内部（坝壳料）垂直和水平位移、沥青混凝土心墙垂直和水平位移、温度、防渗心墙与过滤料之间的位错、两岸基础与坝基的缝隙变化、绕渗、坝体和坝基渗流、地震，以及水库水位等。监测断面布设包括一个监测纵剖面 and 三个监测横剖面，分别位于左岸、河床中心部位和右岸，确保覆盖大坝关键位置。监测仪器包括渗压计、引张线式水平位移计、杆式沉降仪、温度计、错位计、测缝计、测压管、强震仪、观测房、量水堰、水尺、自计水位计等。这些监测项目和仪器的合理配置和科学布设，为对努尔加水库大坝的全面监测提供了可靠的数据支持，确保了工程的安全性和稳定性。

2.2 监测断面布设

监测断面的布设纵向布设了一个监测断面，位于坝体

最大高度位置, 桩号为坝 0+064.00m。横向布设了三个监测断面, 分别位于左岸、河床中心部位和右岸, 桩号分别为坝 0+240.00m 和坝 0+300.00m。这些断面的设置涵盖了大坝的整体情况, 确保了对不同位置的监测全面覆盖。监测仪器的选择和配置也经过科学的考虑, 包括渗压计、引张线式水平位移计、杆式沉降仪等, 能够有效监测各断面的水平和垂直位移、温度等关键参数, 努尔加水库大坝监测系统能够及时、全面地获取各项数据, 为工程的安全稳定运行提供了有力的技术支持。

2.3 监测仪器介绍

监测仪器包括渗压计、引张线式水平位移计、杆式沉降仪、温度计、错位计、测缝计、测压管、强震仪、观测房、量水堰、水尺、自计水位计等。这些仪器的配备覆盖了大坝监测所需的各个方面, 确保了数据的全面性和准确性。渗压计用于监测地下水位变化, 引张线式水平位移计用于测量结构水平方向的位移, 而杆式沉降仪则用于测量大坝结构的垂直位移。温度计用于监测大坝温度的变化, 为后续的结构变形提供参考。错位计、测缝计等仪器用于监测结构变形情况, 而测压管则用于测量渗流压力。强震仪则是用于记录地震情况, 确保大坝在地震发生时能够及时响应。观测房、量水堰、水尺和自计水位计等仪器则用于监测水库水位的变化, 提供流量和水位等水文数据。这些仪器的精准性和先进性保证了对大坝各项关键参数的及时监测和准确获取。通过这些监测仪器的合理配置, 努尔加水库大坝的安全监测系统得以全面而高效地运行, 为工程的长期安全运行提供了强有力的技术支持。

3 水库大坝安全自动化监测存在的主要问题

3.1 自动化监测系统的功能有待提升

自动化监测系统在努尔加水库大坝中存在功能方面的提升空间, 当前系统在功能上尚有一定的局限性, 未能完全满足复杂多变的监测需求, 特别是在对大坝结构变形、渗流情况等方面的实时监测和分析功能上存在一些不足^[1]。此外, 系统在应对突发事件和异常情况时的响应速度和灵活性也有待进一步改进, 以确保对潜在风险的及时感知和处理。

3.2 自动化监测设备的配置有待完善

在努尔加水库大坝的自动化监测系统中, 监测设备的配置方面未充分考虑到工程的复杂性和多样性, 未能满足不同监测指标的全面覆盖^[2]。此外, 一些关键监测仪器的型号和规格选择可能需要进一步优化, 以确保其在特定工况下的准确性和可靠性。

3.3 自动化监测的模式有待优化

努尔加水库大坝的自动化检测模式未能充分满足不同工况下的监测需求, 缺乏灵活性和适应性^[3]。在应对特殊事件和紧急状况时, 监测系统的响应模式可能相对刚性, 导致对异常情况的处理不够及时和有效。

3.4 监测数据的存储和管理不够有效

努尔加水库大坝的监测数据存储和管理方面存在效

率不足的问题。当前系统在监测数据的采集、存储和管理过程中可能存在一些瓶颈, 使得数据的整理、检索和分析工作相对繁琐, 影响到监测数据的及时性和可用性, 降低了对大坝运行状态的实时把控。此外, 也存在数据丢失或错误的风险, 对工程安全性产生潜在影响。

3.5 监测人员培训与管理需要进一步加强

在努尔加水库大坝的自动化监测系统中, 监测人员培训与管理方面存在需要进一步加强的问题。当前监测系统的操作与管理存在对新技术和设备不够熟练的情况, 影响他们对监测系统的有效操作和及时处理异常情况的能力^[4]。另外, 监测人员在紧急情况下的应急响应和协同工作能力还需要进一步提升, 以确保在发生的突发状况下, 能够迅速而有序地应对。

4 提升水库大坝安全自动化监测质量的策略

4.1 注重自动化监测系统的功能优化

为提升努尔加水库大坝自动化监测系统的性能, 引入先进的实时数据分析算法, 以提高系统对异常状况的识别和预警能力, 可以更快速地发现潜在问题, 使监测系统更具敏感性。增加自适应控制策略, 使监测系统能够根据不同工况自动调整监测参数和阈值, 提高系统在多样化运行条件下的适应性, 确保监测的全面性和准确性。通过引入远程监控技术, 可以将监测系统连接到云平台, 实现远程控制和数据访问, 提高系统的实时性, 减少对人为干预的需求, 使监测系统更为智能化。考虑水利工程的特殊性, 可采用多传感器融合技术, 将不同类型的监测数据进行综合分析, 将为监测系统提供更全面、准确的信息, 更好地反映水库大坝的实际运行状态, 自动化监测系统在功能上实现优势提升, 为水库大坝的实时监测和长期性能分析提供更为可靠的支持。

4.2 注重自动化监测设备的科学配置

为了提升努尔加水库大坝自动化监测系统的性能, 需要对监测仪器进行升级, 引入更先进的传感器技术, 以提高数据采集的灵敏度和准确性。在配置监测设备时, 需注重设备之间的互通性, 确保各个组件能够无缝协同工作。引入多元化的监测设备, 如渗压计、引张线式水平位移计、杆式沉降仪、温度计、错位计、测缝计、测压管、强震仪等, 以全面、多角度地监测大坝结构的运行状况。充分运用现代信息技术, 推动智能化监测设备的应用。例如, 引入远程监控技术, 通过云平台实现对监测设备的远程访问和实时数据传输, 提高系统的实时性和响应速度。同时, 选择符合水利工程特点的抗干扰性较强的设备, 以保障监测系统的长期稳定运行。定期维护监测设备是科学配置的重要环节, 通过制定完善的维护计划, 对设备进行定期检查、保养和更新, 以确保其长期性能和可靠性。

4.3 注重自动化监测模式的完善创新

为提高努尔加水库大坝自动化监测系统的效能, 关键在于全面完善并创新监测模式, 采用实时数据分析技术, 能够迅速识别异常状况, 并提前预警可能的风险。在自动

化监测模式中,引入自适应控制策略,使监测系统能够根据不同工况自动调整监测参数和阈值,以适应水库大坝在不同环境和运行条件下的变化。通过引入远程监控技术,建立与云平台的连接,实现对监测系统的远程控制和数据访问,能够提高系统的实时性,同时减少人为干预,使得监测系统更具自主性和高度智能化。考虑到水利工程的特殊性,可以采用多传感器融合技术,将不同类型的监测数据进行综合分析,提高监测的全面性和准确性。通过完善创新自动化监测模式,不仅可以提高监测系统的灵敏性和实时性,还能够更好地适应水库大坝在不同工况下的运行状态,为水利工程的安全性和稳定性提供更为可靠的技术支持。

4.4 改进监测数据的存储和管理机制

为提高努尔加水库大坝自动化监测系统的数据库管理效能,引入高效的数据库系统,以优化数据的存储结构和检索速度。在数据存储中,建议采用多备份策略,确保监测数据的安全性和可靠性。同时,建立数据归档和清理机制,自动将历史数据进行整理和存档,以减少数据存储空间的占用,提高系统运行效率。为了方便数据管理,可以采用标准化的数据格式和命名规范,以便于数据的统一管理和检索,引入数据加密技术,加强对敏感数据的保护,防范数据泄露和损坏的风险。在监测数据的实时性方面,可以借助云计算和边缘计算技术,将数据存储和分析任务分担到云端和本地,实现数据的快速响应和实时更新,能够提高监测数据的整体效能,还有助于更好地支持水库大坝的实时运行监测和长期性能分析。

4.5 强化监测人员培训与管理机制

为提高努尔加水库大坝自动化监测系统的运维效能,必须着力强化监测人员培训与管理机制。建议制定全面的培训计划,培训内容应涵盖监测系统的基本原理、操作规程、紧急处理流程等方面,以确保监测人员具备全面的专业知识和应急处理能力。在培训中,可借助虚拟仿真技术,提供实际运行场景的模拟,使监测人员能够在仿真环境中接触到各种可能出现的问题,提高其应对复杂情况的能力。同时,引入在线培训平台,方便监测人员随时随地获取最新的培训资料和知识更新。强化管理机制方面,可建立完善的监测人员绩效评估体系,对其培训成果、工作表现进行定期评估,以激励和引导监测人员不断提升自身素质。建议设立专门的技术支持团队,为监测人员提供实时技术支持,解决在实际操作中遇到的问题。在管理方面,强调团队协作和信息共享,建立监测人员之间的沟通渠道,促进经验交流。此外,制定紧急应对预案,确保监测人员在面

对突发事件时能够迅速、有效地采取措施,减轻潜在风险。通过强化监测人员培训与管理机制,不仅可以提高监测系统的稳定性和灵活性,还能够保障监测人员在复杂环境下的高效运维,为水库大坝的安全性提供更为可靠的保障。

4.6 引入实时报警机制

为强化监测系统的实时性和响应能力,引入实时报警机制,通过及时监测大坝运行数据并运用高效的分析算法,能够在发现异常或潜在风险时立即触发报警。时报警机制的实施有助于迅速响应潜在问题,缩短故障处理时间,最大程度减少潜在损失。同时,通过多源数据验证,可以确保报警信息的准确性和可信度,提高监测系统的整体可靠性。实时报警机制的引入将赋予监测系统更强的主动性和预警性,为水库大坝的安全监测提供及时、有效的保障。

5 结语

努尔加水库大坝自动化监测系统的完善,是为确保水利工程安全性和长期稳定运行而迈出的重要一步。通过注重自动化监测系统的功能优化,设备科学配置,监测模式的完善创新,监测数据的存储和管理机制的改进,以及监测人员培训与管理机制的强化,旨在全面提升水库大坝自动化监测系统的性能。在未来的系统升级和改进中,应注重科学配置监测设备、创新监测模式、完善数据存储管理机制以及加强监测人员培训与管理机制,提高水库大坝监测系统的整体性能和水平提供坚实的基础。通过这些改进举措,努尔加水库大坝自动化监测系统将更好地发挥其供水、防洪、灌溉和生态等多重功能,确保水利工程在不同的工况和紧急情况下都能够稳定可靠地运行,为当地城乡居民的生活用水、农田灌溉、防洪安全以及生态环境的保护提供了可靠的技术支持和保障。

[参考文献]

- [1]李积强,高世宇,祁维青等.关于水库大坝安全监测自动化技术的探讨[J].科技视界,2020(4):167-169.
- [2]梅风波.水库大坝安全监测自动化建设研究[J].中国设备工程,2020(7):173-174.
- [3]王川.探究自动化技术在水库大坝安全管理中的有效运用[J].珠江水运,2020(15):81-82.
- [4]黄振敏.水库大坝安全监测自动化系统的应用[J].电子技术与软件工程,2020(17):113-114.

作者简介:李金栗(1976.2—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:昌吉市水利管理站,职务:努尔加水库管理所副所长,当前职称:高级工程师。