

探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制

刘春伟

中国水利水电第一工程局有限公司 吉林 长春 130000

摘要: 水利水电工程中, 大坝工程安全监测控制至关重要。通过精准选择并安装监测设备, 加强监测测量工作的全面性和时效性, 以及强化监测数据的质量控制与深度分析, 能够及时发现并处理大坝潜在安全隐患, 确保大坝安全稳定运行。同时, 建立数据共享与协作机制, 促进技术创新与资源高效利用, 为水利水电工程的可持续发展提供坚实保障。

关键词: 水利水电工程; 大坝工程; 安全监测; 控制

引言: 水利水电工程作为社会基础设施建设的重要组成部分, 其大坝工程的安全稳定直接关系到下游人民生命财产安全和经济社会稳定发展。因此, 加强大坝工程的安全监测控制显得尤为重要。本文旨在探讨水利水电工程中大坝工程的安全监测控制策略, 以此为提升大坝安全管理水平提供参考和借鉴。

1 大坝工程安全监测控制的必要性

大坝作为水利水电工程的核心组成部分, 其安全性直接关系到下游地区人民群众的生命财产安全和国民经济的稳定发展。因此, 大坝工程的安全监测控制显得尤为必要。第一, 大坝长期承受水压力、温度变化、地质运动等多种复杂因素的影响, 其结构状态可能随时间逐渐发生变化。这些变化如果得不到及时监测和控制, 可能导致大坝出现裂缝、渗漏、滑坡等严重问题, 进而威胁到大坝的整体稳定性和安全性。通过安全监测控制, 可以及时发现这些潜在问题, 并采取相应的措施进行修复和加固, 从而确保大坝的安全运行。第二, 大坝安全监测控制是保障下游地区防洪安全的重要手段^[1]。在洪水季节, 大坝需要承受巨大的水流冲击和压力。如果大坝的安全性无法得到保障, 一旦发生溃坝事故, 将给下游地区带来灾难性的后果。因此, 通过安全监测控制, 可以实时掌握大坝的运行状态和防洪能力, 及时采取调度措施, 确保大坝在洪水期间的安全稳定。第三, 大坝工程安全监测控制还有助于提高工程的经济效益和社会效益。通过科学合理地监测和控制大坝的运行状态, 可以优化水资源的利用和分配, 提高水利水电工程的发电效益和灌溉效益。同时, 大坝的安全稳定运行也可以为周边地区的社会经济发展提供有力保障, 促进当地经济的繁荣和发展。

2 大坝工程安全监测控制的技术手段

2.1 物理监测

物理监测通过一系列精密的仪器和设备, 实时、准确地提取大坝的各种物理数据, 为工程师提供大坝运行状态的第一手资料。物理监测主要关注大坝的变形、位移、温度等物理量的变化。这些物理量的变化能够直接反映大坝的结构状态和安全性能。通过监测这些物理量, 可以及时发现大坝的异常情况, 预防潜在的安全隐患, 确保大坝的安全稳定运行。大坝振动传感器能够敏感地捕捉到大坝的微小振动信号, 通过信号处理和分析, 可以评估大坝的结构完整性和动力特性。温度传感器分布在大坝的不同部位, 实时监测大坝内部的温度变化。温度是影响大坝应力状态的重要因素, 通过监测温度, 可以了解大坝的应力分布情况, 为应力监测提供基础数据。应变计用于测量大坝材料的应变变化, 而位移计则用于监测大坝的位移情况。这些设备能够精确地反映出大坝在外部荷载作用下的变形情况, 为评估大坝的稳定性提供重要依据。另外, 物理监测所获得的数据需要经过专业的处理和分析, 才能转化为有用的信息。这包括数据的预处理、滤波、去噪、特征提取等步骤。同时, 还需要结合大坝的设计参数、运行工况等背景信息, 对数据进行综合分析和评估。通过数据处理和分析, 可以及时发现大坝的异常情况, 并预测其发展趋势, 为制定应对措施提供科学依据。

2.2 化学监测

化学监测主要关注大坝坝体材料、水质、地下水、空气以及外部环境中的化学指标变化。这些化学指标的变化能够揭示大坝材料的劣化情况、水质污染状况以及大坝所处环境的化学稳定性, 从而为大坝的安全评估和维护提供重要依据。通过化学监测, 可以及时发现潜在的化学侵蚀、水质污染等问题, 预防因化学因素导致的大坝安全隐患。水质监测是化学监测的重要组成部分, 它涉及多个关键参数, 如溶氧量、pH值、温度、重金属

含量、有机物浓度等。这些参数的变化能够反映水体的化学性质和水质状况。常用的水质监测设备包括多参数水质分析仪、离子色谱仪、原子吸收光谱仪等。另外，地下水是大坝安全的重要影响因素之一。通过监测地下水中的化学成分，可以了解地下水对大坝材料的侵蚀作用以及大坝基础的稳定性。地下水监测通常包括水位监测、水质监测和渗流监测等方面。空气监测主要关注大坝周边环境中的空气质量，特别是针对可能影响大坝材料稳定性的有害气体进行监测。这有助于评估大气环境对大坝的潜在影响。化学监测所获得的数据需要经过专业的处理和分析，才能转化为有用的信息。这包括数据的预处理、校准、比对、趋势分析等步骤。通过数据分析和处理，可以揭示大坝材料劣化的机制、水质污染的原因以及环境变化的趋势，为制定针对性的维护措施提供科学依据。

2.3 遥感监测

遥感监测通过卫星、无人机等遥感平台，搭载高分辨率的传感器，对大坝及其周边环境进行连续、动态的观测。该技术能够实时获取大坝的表面形态、形变信息、水体状况以及周边环境的动态变化，具有监测范围广、数据更新快、精度高等特点。遥感监测在大坝安全监测中，主要关注以下几个方面的内容：大坝形变监测：利用遥感影像的几何变形信息，通过差分干涉测量（DInSAR）等技术手段，精确测量大坝的微小形变，如沉降、位移等，为评估大坝的稳定性提供重要依据。水体监测：通过遥感影像的光谱特征，分析水体的水质参数（如叶绿素a浓度、悬浮物浓度等）、水温、水面高度等信息，掌握水库水体的变化规律和潜在问题。地质灾害监测：利用遥感技术监测大坝周边地区的滑坡、泥石流等地质灾害隐患，及时发现并预警潜在的安全风险。植被覆盖监测：通过遥感影像分析大坝周边地区的植被覆盖情况，评估其对水土保持、防洪减灾等方面的作用，为大坝安全管理提供生态环境方面的支持^[2]。遥感监测所获取的数据量巨大且复杂，需要经过专业的处理和分析才能转化为有用的信息。这包括数据的预处理（如辐射校正、几何校正等）、特征提取（如形变信息提取、水体参数反演等）、分类识别（如地质灾害识别、植被类型划分等）以及综合分析（如多源数据融合、时空变化分析等）等步骤。通过数据分析和处理，可以揭示大坝及其周边环境的动态变化规律，为制定针对性的维护和管理措施提供科学依据。

2.4 应力监测

应力监测的主要目的是通过测量和分析大坝各部位

所受的应力情况，及时发现应力异常区域，评估大坝结构的稳定性和安全性。由于大坝在运营过程中会受到水压力、温度变化、地质运动等多种因素的影响，其内部应力状态会随之发生变化。如果这些应力变化超出设计范围，就可能对大坝结构造成损害，甚至引发安全事故。因此，对应力进行实时监测和预警，对于确保大坝安全具有重要意义。（1）应力监测通常采用多种传感器和设备进行，包括应变计、位移计、压力计等。这些传感器能够精确测量大坝各部位的应力、应变、位移等参数，并将数据实时传输至监测中心进行处理和分析。其中，应变计是最常用的应力监测设备之一，它通过测量大坝材料的微小形变来反映其应力状态。同时，随着科技的进步，现代应力监测技术还融合了物联网、大数据、云计算等先进技术，实现了对大坝应力的远程监测、智能分析和预警。（2）应力监测所获取的数据需要经过专业的处理和分析才能转化为有用的信息。这包括数据的预处理（如去噪、滤波等）、特征提取（如应力分布特征、变化趋势等）以及综合分析（如与设计参数对比、安全性评估等）等步骤。通过数据分析和处理，可以揭示大坝应力的变化规律、发现潜在的安全隐患，并为制定针对性的维护和管理措施提供科学依据。（3）应力监测的结果不仅用于评估大坝的安全性能，还为大坝的维护和管理提供了重要依据。当监测到应力异常时，可以及时采取措施进行修复和加固，防止事故发生，还可以用于大坝的安全评估和寿命预测，为制定长期的安全管理计划提供参考。

3 大坝工程安全监测控制的实施策略

3.1 监测设备的选择与安装

监测设备的选择必须基于大坝的实际情况和监测需求，确保所选设备能够精准反映大坝的运行状态和安全性。这要求在选择过程中，充分考虑大坝的结构特点、地质条件、运行工况以及潜在的安全风险等因素。同时，还需关注设备的技术参数、测量精度、稳定性和可靠性等指标，确保所选设备能够满足长期、连续、稳定的监测要求。另外，大坝安全监测涉及多个方面，包括变形监测、应力监测、渗流监测、环境监测等。在选择监测设备时，应注重设备的多样性和互补性。通过选用不同类型的监测设备，实现对大坝不同方面的全面监测，确保监测数据的全面性和准确性。接下来，在安装过程中，必须遵循相关的技术规范和操作规程，确保设备的安装质量和监测效果^[3]。具体而言，应做好以下几个方面的工作：一是合理确定监测点的位置和数量，确保监测点能够全面反映大坝的运行状态；二是选择合适的

安装方式和方法,确保设备能够稳定、可靠地运行;三是做好设备的调试和校验工作,确保设备的测量精度和稳定性满足要求;四是加强设备的维护和保养工作,确保设备能够长期、稳定地运行。

3.2 监测测量工作的加强

在大坝工程安全监测控制的实施过程中,监测测量工作的加强是确保监测数据准确性和可靠性的关键步骤。(1)提升监测测量的精准度。要求采用先进的监测技术和设备,如高精度传感器、自动化监测系统等,确保测量数据的准确性和可靠性,还需定期对监测设备进行校准和维护,消除设备误差,提高测量精度。在监测过程中,应严格按照操作规程进行,避免人为因素导致的测量误差。(2)加强监测测量的全面性。大坝安全监测涉及多个方面,包括变形监测、应力监测、渗流监测、环境监测等。在监测测量工作中,应确保对各个方面进行全面监测,不留死角。通过设立合理的监测点和监测断面,构建全方位的监测网络,实现对大坝整体运行状态的全面掌控。(3)提高监测测量的时效性。在监测测量工作中,应加强对监测数据的实时处理和分析能力。通过引入自动化监测系统和数据分析软件,实现监测数据的实时采集、传输和处理,提高监测效率。同时,还应建立快速响应机制,一旦发现异常情况,立即启动应急预案,采取有效措施进行处理。(4)加强监测测量人员的专业素养。在加强监测测量工作的过程中,应注重对监测测量人员的培训和教育。通过举办培训班、邀请专家授课等方式,提高监测测量人员的专业技能和综合素质。同时,还应建立完善的考核机制,对监测测量人员进行定期考核和评估,确保其能够胜任监测工作。

3.3 监测数据控制工作的加强

为确保监测数据的统一管理和高效利用,应建立标准化的数据库管理平台。平台需具备数据录入、存储、查询、分析等功能,能够实时接收来自各监测点的数据,并进行统一处理和分析。通过标准化数据库管理平

台,可以实现对大坝运行状态的实时监控和动态评估,为决策提供科学依据。在数据控制工作中,应加强对监测数据的质量控制。具体措施包括:建立数据审核机制,对接收到的数据进行严格审核,确保数据的准确性和完整性;采用数据预处理技术,对异常数据进行识别和剔除,提高数据质量;定期对监测设备进行校准和维护,确保设备测量精度和稳定性。通过运用先进的数据分析技术和方法,如数据挖掘、机器学习等,可以对监测数据进行深度分析和挖掘,发现潜在的安全隐患和规律^[4]。监测数据不仅是大坝安全管理的重要依据,也是科学研究和技术创新的重要资源。在监测数据控制工作中,应建立数据共享与协作机制。通过搭建数据共享平台,实现监测数据的跨部门、跨领域共享和协作,促进数据资源的有效利用和价值的最大化。

结语

总之,水利水电工程中的大坝工程安全监测控制是确保大坝安全稳定运行的关键。通过科学规划、精细管理和技术创新,能够有效提升监测控制水平,及时发现并处理潜在安全隐患。未来,随着技术的不断进步和管理体系的日益完善,大坝工程的安全监测控制将更加智能化、高效化,为水利水电事业的持续健康发展提供有力保障。

参考文献

- [1]石磊,吴玉川,黎莎.水库地震台网及大坝强震系统在水电工程安全监测中的作用探讨[J].水电与抽水蓄能,2021,7(6):14-20.
- [2]赵新华,李慧滢,何宇,等.新安江水电站大坝安全监测系统探讨和监测效果分析[J].水利科学与寒区工程,2021,4(6):3-14.
- [3]阿力木江?买买提,努尔曼阿布拉.刍议大坝安全监测自动化系统在水库工程建设中的应用[J].水电水利,2020,4(4):69-70.
- [4]张斌,史波,陈浩园,等.大坝安全监测自动化系统应用现状及发展趋势[J].水利水电快报,2022,43(2):6-10.