

# 探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制

王帅军

中国葛洲坝集团第二工程有限公司 四川 成都 610031

**摘要:** 大坝工程安全监测控制对保障水利水电工程的安全运行至关重要。本文探讨了大坝安全监测的重要性、主要内容及策略与措施。结构监测、渗流监测、水位监测以及应急预警系统是大坝安全监测的核心内容。为提升监测效果,需加强设备研发与更新,完善监测网络布局,实施内外兼顾的监测策略,并建立健全的应急管理体系。同时,提升监测人员的综合素养也是确保监测工作高效进行的关键。

**关键词:** 水利水电; 大坝工程; 安全监测控制

## 引言

在水利水电工程领域,大坝作为调控水流、发电及防洪的核心设施,其安全性直接关系到下游地区的生态平衡与人民生命财产安全。因此,深入探究大坝工程的安全监测与控制技术,对于预防灾害、保障社会和谐发展具有重要意义。本文将围绕大坝工程安全监测的重要性、主要内容以及实施策略与措施进行详细阐述,旨在构建一个科学、高效的大坝安全监测体系。

### 1 大坝工程安全监测控制的重要性

在水利水电工程的宏伟蓝图中,大坝工程的安全监测与控制是技术层面的要求,更是确保国家能源安全、促进经济社会可持续发展的战略举措。鉴于水利水电工程的独特性,大坝的建设与维护面临着诸多挑战,包括但不限于水力学压力、机械结构稳定性、环境适应性及人为操作的精准度等。任何对这些因素的忽视都可能引发大坝的结构变形或渗流问题,这不仅降低了大坝的安全性能,更可能成为威胁下游地区安全的隐患。科技进步和工程技术的不断革新,现代安全监测技术已能够全面覆盖大坝的运行状态,从微小的结构位移到温度变化,都能被精确捕捉并分析。特别是智能化监测系统的引入,通过集成高精度传感器、大数据分析平台及远程监控技术,实现了对大坝全生命周期的实时监控与预警,提升了监测的准确性和效率。这些系统能够即时响应异常情况,还能通过历史数据学习预测潜在风险,为决策者提供科学依据,指导采取预防性或修复性措施。因此,强化大坝工程的安全监测与控制,是保障单一工程项目顺利进行的基础,更是推动整个水利水电行业向智能化、精细化管理转型的关键。它体现了对人民生命财产安全的高度负责,也是实现绿色能源开发、促进生态文明建设的重要支撑。

### 2 大坝工程安全监测的主要内容

#### 2.1 结构监测

大坝工程安全监测是一项至关重要的任务,其核心内容主要围绕结构监测展开,以确保大坝的稳定性和安全性。(1) 结构监测是大坝安全监测的首要任务。通过在大坝各关键部位安装高精度的传感器,实时监测大坝的位移、变形情况。这些传感器能够捕捉到微小的结构变化,如坝体的微小位移或变形,及时反映大坝结构的整体健康状况。位移和变形参数的变化是大坝结构安全性的直接体现,对于预防大坝失稳具有重要意义。(2) 除了位移和变形外,应力监测也是大坝安全监测的重要组成部分。测量大坝内部及表面的应力分布,评估大坝在承受各种荷载作用下的应力状态。有助于及时发现潜在的应力集中区域,防止大坝因应力过大而发生破坏。(3) 温度监测同样不可忽视。温度变化会影响大坝材料的物理性能,如热胀冷缩等效应,进而影响大坝的结构安全;通过实时监测大坝的温度变化,及时发现并处理因温度引起的结构问题,确保大坝在各种气候条件下都能保持稳定<sup>[1]</sup>。

#### 2.2 渗流监测

(1) 在大坝工程中,渗流的存在可能会逐渐削弱大坝的结构稳定性,若不加以有效监测和控制,极有可能引发严重的安全事故。因此,在大坝内部和下游合理设置渗压计、流量计等专业设备进行渗流监测是极为必要的举措。这些设备精准地捕捉渗流过程中的各种数据变化,为后续的分析 and 决策提供可靠依据。(2) 监测渗流压力和渗流量等指标具有重大意义。渗流压力的变化可以反映大坝内部的应力分布情况,当压力超出正常范围时,可能意味着大坝结构存在潜在风险。而渗流量的监测则能直接反映渗漏的程度,对渗流量的持续观测,可以发现渗漏问题的出现和发展趋势。发现异常情况,便可迅速采取相应的处理措施,防止问题恶化。(3) 持续

有效的渗流监测是保障大坝安全的重要手段。只有不断加强渗流情况的监测,及时分析监测数据,才能在第一时间发现渗漏隐患,采取针对性的措施进行修复和加固,确保大坝始终处于安全稳定的运行状态,为水利水电工程的顺利进行和周边地区的安全提供坚实保障。

### 2.3 水位监测

第一,水位监测的核心在于实时性。通过在大坝的上游与下游分别安装高精度水位计,能够不间断地捕捉水位变化的动态信息。这环节至关重要,因为水位的细微波动往往蕴含着大坝运行状态的深刻信息,对于及时发现潜在风险具有预警作用。第二,水位监测的精确度同样不容忽视。准确的水位数据是评估大坝蓄水能力、预测洪峰到来以及判断大坝是否存在溃坝风险的重要依据。因此,选用高灵敏度、低误差的水位计,并定期进行校准与维护,是确保监测数据可靠性的关键。第三,水位监测数据的综合分析也是不可或缺的。对上下游水位数据的对比与分析,揭示大坝的蓄水与泄洪能力,为制定科学的调度方案提供有力支撑。同时,如果发现水位异常变化,应立即启动应急预案,确保大坝及下游地区的安全<sup>[2]</sup>。

### 2.4 应急预案

(1) 建立健全的应急预案系统是大坝安全监测的重要组成部分。该系统应具备高效的数据采集、分析和传输能力,实时监测大坝的各项关键指标。当监测数据出现异常波动时,系统应能迅速做出反应,准确判断潜在的安全隐患;系统应具备多渠道的信息发布功能,确保紧急预警信息能够及时传达给相关人员。(2) 对监测数据的分析和评估是预测安全隐患的关键步骤。专业的数据分析团队应运用先进的算法和模型,对大量的监测数据进行深入挖掘和分析。对比历史数据和预设的安全阈值,及时发现数据中的异常趋势,预测可能出现的安全问题。发现潜在隐患,立即启动预警机制,督促相关人员采取紧急措施。(3) 及时采取紧急措施是保障大坝安全的核心环节。相关人员在接到预警信息后,迅速行动起来,按照预先制定的应急预案采取有效的应对措施。包括加强现场巡查、调整运行参数、启动抢险设备等;只有通过迅速而果断的行动,才能在危机时刻保障大坝的安全,将可能的损失降到最低。

## 3 大坝工程安全监测控制的策略与措施

### 3.1 加强监测设备的研发与更新

面对日益复杂的施工环境和不断升级的安全挑战,加强监测设备的研发与更新显得尤为迫切。新型监测设备的引入,能够提升数据采集的精度和效率,减少人为

误差,还能通过集成先进的传感技术、无线通信技术和大数据分析算法,实现对大坝状态的实时监控与智能预警。利用光纤传感技术监测大坝内部的应力变化,或采用无人机进行高空遥感,捕捉大坝表面的微小裂缝,这些创新手段极大地拓宽了监测范围,提高了响应速度;监测设备的持续研发还注重其环境适应性和长期稳定性,确保在恶劣气候条件下仍能稳定运行,为大坝提供全天候的保护。加强国际合作与交流,引进国外先进技术和管理经验,也是推动我国大坝安全监测技术进步的重要途径。加强监测设备的研发与更新,是提升大坝工程安全监测水平的必然选择,更是推动水利水电行业向智能化、精细化管理转型的重要驱动力。不断创新和完善监测手段,我们更加精准地把握大坝的健康状况,及时发现并排除安全隐患,为水利水电工程的长期稳定运行筑起坚实的防线<sup>[3]</sup>。

### 3.2 完善监测网络布局

(1) 了解大坝实际情况与监测需求是完善监测网络布局的基础。不同类型的大坝在结构、功能以及所处环境等方面存在差异,其面临的安全风险也各不相同。深入分析大坝的具体情况,明确出现安全隐患的关键部位和薄弱环节,确定相应的监测需求。混凝土坝可能需要重点监测裂缝和应力变化,土石坝则更关注渗流和变形情况。只有把握这些需求,才为合理布置监测设备提供科学依据。(2) 合理布置监测设备是形成完善监测网络的关键。在确定监测需求后,根据大坝的几何形状、结构特点以及周边环境等因素,选择合适的监测设备类型和安装位置。确保监测设备能够覆盖大坝的各个部位,包括坝体、坝基、坝肩以及上下游区域等。要考虑设备之间的相互配合和数据互补,形成有机的整体监测网络。这样实现对大坝各个部位的全面监测,提高监测数据的准确性和可靠性。(3) 完善的监测网络及时发现和处理潜在安全隐患。通持续不断地采集大坝各个部位的监测数据,实时掌握大坝的运行状态。发现数据异常,可迅速定位问题所在,并及时采取相应的处理措施,防止安全隐患扩大,保障大坝的安全稳定运行,为水利水电工程的顺利进行提供有力保障。

### 3.3 大坝工程内外兼顾的安全监测策略与技术

(1) 外部监测主要是对大坝的外部结构进行监测,以判断大坝是否存在沉降现象。大坝工程施工条件复杂,外部环境易对其产生影响,通过外形监测可排除外力因素导致的沉降问题,确保外部结构稳定。信息技术为各行业带来便利,大坝外部安全监测也可应用全站仪配合 GPS 系统等信息技术,提高监测精确度,实现无人

操作,提升仪器设备精度,准确监测大坝是否有变形、沉降风险,保障大坝安全。(2)大坝内部监测同样不可忽视。内部监测围绕大坝内部情况展开,监测是否存在渗漏、裂缝、变形等情况。传统内部监测由人工携带测量仪进行,会影响施工进度。近年来应用的活动测量仪可根据施工进度进行科学监测,不影响大坝正常施工。相关监测部门应重点推广活动测量仪,避免内部裂缝出现,降低安全风险因素。(3)大坝的安全监测需要内外兼顾。只有同时做好外部和内部的监测工作,及时发现并解决潜在问题,才能确保大坝的安全性和稳定性,为水利水电工程的顺利运行提供坚实保障。

### 3.4 建立健全的应急管理体系

在水利水电工程领域,大坝作为关键的基础设施,其安全监测与应急管理体系的建立健全是确保工程稳定运行与防灾减灾能力的核心要素。这关乎大坝本身的结构安全,更直接影响到下游地区乃至整个流域的生态安全与社会稳定。制定详尽且具有针对性的应急预案,是应急管理体系的基础。预案需基于大坝的具体情况、历史数据及潜在风险分析,明确不同紧急情况下的响应流程、责任分工与行动指南。定期开展应急演练,模拟真实场景下的各种突发状况,检验预案的可行性与有效性,提升应急团队的协同作战能力与快速反应速度。充足的应急物资储备是应对紧急情况物质保障,包括抢险设备、救援物资及必要的生活补给等,确保在关键时刻能够迅速调配,有效减轻灾害影响。建立健全的应急管理体系,是大坝工程安全管理中不可或缺的。它科学规划、实战演练与物资准备,构建起一道坚实的防线,为大坝的安全运行提供全方位保障,同时也体现了对人民生命财产安全的深切关怀与高度负责。

### 3.5 提升大坝工程安全监测工作人员的综合素养

监测人员是大坝工程安全监测工作的执行者,其工作素养会直接影响安全监测工作的有效性,虽然现阶段

大部分的监测工作已经实现了自动化管理,但是监测人员的工作素养仍然重要。在监测工作中,除了仪器设备所监测的数据信息外,还有需要进行人工信息采集的工作环节,然后结合监测人员的具体分析,得出精准的数据信息,进一步提高大坝工程的安全性。因此,监测人员要不断提升自身的综合素养,在确保监测工作专业的基础上,强化自身的责任意识,端正监测人员的工作态度,让他们能够在实际的工作中一丝不苟,高度重视数据信息的精准性,并对监测人员进行定期的技能培训,全面提升监测人员的综合素养,使监测人员在日常的监测工作中能够时刻保持积极的工作态度和工作热情,在这个基础上落实大坝工程安全监测人员的奖惩制度,使安全监测人员能够保持高度的警惕性,做好自身的本职工作,确保大坝安全监测工作的有效开展<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述,大坝工程安全监测控制是一个系统而复杂的过程,它涵盖了从技术研发到人员培训的多个方面。通过加强监测设备的研发与更新、优化监测网络布局、实施内外兼顾的监测策略、建立健全的应急管理体系以及提升监测人员的综合素养,我们可以构建起一道坚实的防线,有效保障大坝工程的安全运行,为社会的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]赵广东.探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].水利电力技术与应用,2024,6(18):12-13.
- [2]张广勇.探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].工程管理与技术探讨,2022,4(2):6-8.
- [3]黄兴岁.探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].水利电力技术与应用,2022,4(11):63-64.
- [4]卢立.探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].丝路视野,2022(16):166-168.