

# 探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制

赵广东

中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司 河南 南阳 473000

**摘要:** 大坝安全监测控制是确保水利水电工程稳定运行的关键措施,通过综合变形、应力、渗流、温度等多元监测内容,结合完善的监测体系、深入的数据分析、应急响应机制以及人员培训和技术支持,可以全面预防和控制大坝潜在风险。实施有助于实时掌握大坝运行状况,及时发现并处理安全隐患,确保大坝结构安全和稳定运行,为水利水电工程的长期可靠运行提供坚实保障。

**关键词:** 水利水电工程; 大坝工程; 安全监测; 控制

## 引言

随着发展大坝安全成为工程管理的中中之重。大坝安全监测控制不仅实时追踪其健康状况,更是预防潜在风险的坚实屏障。面对复杂的环境挑战,大坝可能面临变形、应力积聚、渗流异常等多重风险。全面、系统、科学的监测控制尤为关键,需依靠精准可靠的监测手段和深入细致的数据分析,确保及时发现并解决问题,保障大坝稳定运行。

### 1 大坝工程安全监测控制的必要性

在水利水电工程中,大坝工程的安全监测控制扮演着至关重要的角色。这不仅是对大坝运行状态的实时监控,更是对大坝结构健康与安全的一种科学评估;其必要性可以从以下方面进行深刻剖析。首先,大坝工程在运行过程中,会受到多种因素的影响,如地质条件、水文条件、施工质量等,这些因素都可能引发大坝的安全隐患。通过安全监测控制,可以实时捕捉大坝的变形、应力、渗流、温度等关键参数的变化,从而及时发现潜在的安全问题。这种及时的预警机制为后续的隐患排查和处理提供了宝贵的时间窗口,使得工程维护人员能够迅速采取行动,避免安全事故的发生。其次,大坝工程往往处于复杂的自然环境中,地震、洪水等自然灾害的威胁不容忽视;这些自然灾害不仅可能直接破坏大坝的结构,还可能通过改变水文条件等方式间接影响大坝的安全,通过安全监测控制,可以对大坝周边的环境和气象条件进行综合分析,预测自然灾害的发生风险,从而为工程的防灾减灾提供科学依据。这种预测能力使得能够提前做好防范措施,降低灾害对大坝工程的影响。最后,大坝工程的安全与水利水电工程的整体安全息息相关;大坝作为水利水电工程的重要组成部分,其安全状况直接影响到整个工程的运行效率和稳定性。安全监测控制可以全面掌握大坝的安全状况,确保大坝的安全稳

定运行,进而保障整个水利水电工程的安全与效益。

## 2 大坝工程安全监测控制的主要内容

### 2.1 变形监测

(1) 变形监测是大坝安全监测的基础,大坝在运行过程中,受到水压力、温度、地震等多种因素的影响,其形态和结构可能会发生变化。这些变化可能是微小的,如果不加以重视和监测,就可能会逐渐积累,最终导致大坝的损坏或失稳。通过对大坝的变形进行实时监测,可以及时发现这些微小的变化,为后续的维护和修复工作提供重要的依据。(2) 变形监测能够反映大坝的整体稳定性,大坝的变形情况可以直观地反映出大坝在受到各种外力作用下的响应和变化。通过对大坝的垂直位移、水平位移等关键参数的监测,可以了解大坝在不同工况下的变形特征,从而判断大坝是否存在裂缝、滑坡等安全隐患。这些安全隐患如果得不到及时发现和处理,就可能会对大坝的安全造成严重的威胁。(3) 变形监测是评估大坝安全状况的重要手段,通过对大坝的变形数据进行收集、分析和处理,可以评估大坝的当前安全状况,预测大坝的未来发展趋势,为制定科学合理的维护计划提供重要的参考。变形监测数据还可以用于大坝的设计优化和科学研究,为提升大坝的安全性和稳定性提供技术支持<sup>[1]</sup>。

### 2.2 应力监测

第一,应力监测是通过安装在大坝各关键部位的传感器和测量设备,实时、连续地监测大坝在各种工况下的应力分布和变化情况。这些传感器能够捕捉到由于水压力、温度变化、地震等因素引起的大坝内部应力变化,为分析大坝的受力状况提供可靠的数据支持。第二,应力监测的主要目的是了解大坝各部位的受力情况,及时发现并处理可能存在的安全隐患。当大坝出现应力集中或应力超限的情况时,应力监测系统能够及时

发出预警,提示管理人员采取相应的措施进行加固或调整。这样就能够有效地避免大坝因受力不均或过载而导致的裂缝、滑坡等破坏现象,保障大坝的安全运行;在应力监测的过程中,还需要结合其他监测手段,如位移监测、渗流监测等,进行综合分析和判断。当位移监测显示大坝某部位出现异常位移时,可以结合应力监测数据,分析该部位是否存在应力超限或应力集中等问题。这样就能够更全面地了解大坝的安全状况,为制定科学、合理的维护和管理方案提供依据。第三,应力监测还需要注意监测设备的精度和可靠性,因为应力监测的数据直接影响到大坝的安全评估和维护决策,所以必须确保监测设备的准性和可靠性,还需要定期对监测设备进行维护和校准,以保证其长期稳定运行。

### 2.3 渗流监测

在水利水电工程的大坝安全监测控制中,渗流监测是不可或缺的一环。渗流是大坝运行中常见的自然现象,但过度的渗流或异常的渗流情况可能预示着大坝存在安全隐患。(1)渗流监测对于理解大坝的渗流特性至关重要,大坝的渗流特性受多种因素影响,包括坝体材料、坝基条件、库水压力等。通过渗流监测,可以实时获取渗流压力、渗流量等数据,从而了解大坝在不同工况下的渗流情况,进而分析大坝的渗流特性。(2)渗流监测有助于及时发现渗流异常和渗流通道,渗流异常可能表现为渗流量的突然增大或减少、渗流压力的异常波动等。这些异常可能预示着大坝存在裂缝、管涌等安全隐患;通过渗流监测,可以及时发现这些异常,并结合其他监测数据进行综合分析,从而判断大坝是否存在渗流通道或其他安全隐患。(3)渗流监测数据是大坝安全评估的重要依据,通过对渗流监测数据的收集、整理和分析,可以评估大坝的渗流安全性,预测大坝的渗流发展趋势,为制定科学合理的维护计划提供重要的参考。渗流监测数据还可以用于大坝的设计优化和科学研究,为提升大坝的安全性和稳定性提供技术支持<sup>[2]</sup>。

### 2.4 温度监测

(1)温度监测是通过对大坝不同部位和深度的温度进行持续、实时的测量,以获取大坝整体的温度分布和变化情况。这有助于了解大坝在不同季节、不同工况下的温度响应,从而评估其结构稳定性。(2)温度监测对于发现和处理大坝的温度裂缝、温度应力等安全隐患具有重要意义。温度变化可能导致大坝材料热胀冷缩,进而产生温度裂缝,温度变化还会引起大坝内部的温度应力分布不均,长期累积可能导致大坝结构破坏。通过温度监测,可以及时发现这些安全隐患,并采取相应的

措施进行预防和处理;在温度监测的过程中,需要特别注意测量点的选择和布置,测量点的位置和数量应根据大坝的结构特点和安全要求进行合理布置,以确保能够全面、准确地反映大坝的温度分布情况。还需要定期对测量设备进行维护和校准,以保证其准确性和可靠性。

(3)温度监测数据应与其他监测数据相结合,进行综合分析和判断。当位移监测数据显示大坝某部位出现异常位移时,可以结合温度监测数据,分析该部位是否因温度变化而产生裂缝或应力集中;这样可以更全面地了解大坝的安全状况,为制定科学的维护和管理方案提供依据。(4)温度监测不仅是一项技术工作,更是一项重要的安全管理工作。通过温度监测可以及时发现和处理大坝的安全隐患,确保大坝的安全运行。

## 3 大坝工程安全监测控制的实施策略

### 3.1 建立完善的监测体系

第一,监测点的布设应充分考虑大坝的实际情况和监测需求。不同大坝由于其地质条件、结构形式、运行工况等存在差异,因此监测点的布设也应因地制宜。在布设监测点时,需要综合考虑大坝的应力分布、变形特征、渗流情况等关键因素,确保监测点能够全面覆盖大坝的关键区域和关键部位。监测点的数量和密度也需要根据大坝的实际情况进行合理设置,既要满足监测需求,又要避免资源浪费。第二,监测仪器的选型也是建立完善监测体系的关键环节,监测仪器的选择应根据监测点的类型和监测参数的要求进行。在选择监测仪器时,需要综合考虑仪器的精度、稳定性、可靠性、耐用性等因素,确保所选仪器能够满足监测需求。还需要考虑仪器的兼容性和可扩展性,以便后续对监测体系进行升级和扩展。第三,监测数据的处理是完善监测体系的重要环节,监测数据是评估大坝安全状况的重要依据,因此数据处理工作必须严谨、准确。在数据处理过程中,需要采用科学的方法和手段,对监测数据进行清洗、整理、分析和存储,还需要建立数据共享机制,确保监测数据能够在不同部门之间共享和传递为大坝的安全管理提供全面的信息支持<sup>[3]</sup>。

### 3.2 加强监测数据的分析

(1)监测数据的收集要全面且准确,这包括了大坝各个关键部位、不同工况下的应力、位移、温度、渗流等数据的实时记录;确保数据的完整性和准确性是后续分析的基础。(2)数据的处理和分析要采用专业的技术和方法,利用先进的数学模型、统计分析工具和人工智能技术,对监测数据进行深入挖掘和分析,提取出关键信息和趋势。这些关键信息可以帮助了解大坝的结构

性能、受力状况以及可能存在的安全隐患。在分析过程中,要注意监测数据之间的关联性和相互影响。应力和位移数据之间往往存在密切的关联,通过对比分析可以判断大坝的受力状况和变形趋势;还需要将监测数据与历史数据、设计数据等进行对比,以评估大坝的安全性能和稳定性。(3)数据分析的结果要能够指导隐患排查和防范措施的制定。通过对监测数据的深入分析,可以发现大坝可能存在的安全隐患,如应力超限、位移异常、温度裂缝等,针对这些隐患可以制定相应的防范措施,如加固处理、调整运行工况、加强巡视检查等,以确保大坝的安全运行。

### 3.3 建立应急响应机制

(1)应急响应机制的建立需要基于全面的风险评估,通过对大坝工程进行全面的风险评估,识别出可能出现的各种安全隐患和事故类型,进而制定相应的应急预案。这些预案应涵盖事故的预防措施、应急响应流程、救援资源调配等关键内容,确保在事故发生时能够迅速启动。(2)应急响应机制需要明确各级人员的职责和权限,在大坝安全监测控制中,不同级别的人员具有不同的职责和权限。因此在建立应急响应机制时,需要明确各级人员的职责和权限,确保在事故发生时能够迅速响应、有序行动,还需要定期组织应急演练和培训,提高人员的应急响应能力和协作水平。(3)应急响应机制需要配备必要的救援资源和设备,在安全事故发生时,救援资源和设备的及时调配和使用对于事故处置至关重要。在建立应急响应机制时,需要充分考虑所需的救援资源和设备,如救援队伍、抢险设备、应急物资等,并制定相应的调配和使用方案,还需要定期对救援资源和设备进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态<sup>[4]</sup>。

### 3.4 加强人员培训和技术支持

在水利水电工程中的大坝工程安全监测控制中,加强人员培训和技术支持是确保监测工作准确性和可靠性的重要策略。这不仅关注监测人员的专业素质提升,还强调技术支持在监测工作中的关键作用。第一,加强监测人员的培训是提升监测工作水平的基础,通过定期举办专业培训课程、技术研讨会和现场实践等活动,使

监测人员掌握最新的监测技术、方法和标准,了解大坝工程安全监测的最新动态和趋势。加强监测人员的职业道德教育,提高他们的工作责任心和使命感,确保监测工作的准确性和可靠性。第二,技术支持在监测工作中起着至关重要的作用,随着科技的不断进步,监测技术也在不断更新换代。为了确保监测工作的准确性和可靠性,需要引入先进的监测设备和技术,如高精度传感器、远程监控系统 and 数据分析软件等。这些技术能够实现大坝各项指标的实时监测和数据分析,为监测人员提供准确、可靠的数据支持。第三,加强人员培训和技术支持还需要建立完善的监测管理体系。通过制定科学的监测计划、规范的工作流程和严格的考核机制,确保监测工作的有序进行和高效执行,加强与其他部门的沟通和协作,形成合力共同推动大坝工程安全监测控制工作的深入开展<sup>[5]</sup>。

### 结语

大坝工程安全监测控制是水利水电工程安全管理的基石,实施高效的监测控制策略,能够精准捕捉大坝运行中的安全隐患,并及时采取措施予以解决,从而确保大坝的稳定与安全。随着监测技术的持续革新和监测体系的日益完善,大坝安全监测控制将发挥更大的作用,不仅能够有效预防风险,还能提升大坝的运行效率。为水利水电工程发展提供强有力的技术支撑。

### 参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [3]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.
- [4]蓝刚,何令祖,涂旭.云表水库大坝安全监测自动化系统设计[J].红水河,2020,37(03):7-11.
- [5]牛广利,李天畅,何亮,等.大坝安全监测云服务系统的研发与应用[J].中国水利,2020(20):52-55.