

# 探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制

徐可诗

贵州水投水库管理有限责任公司 贵州 贵阳 550000

**摘要:** 本文主要探讨了水利水电工程中大坝工程安全监测控制的重要性、监测内容、方法以及相应的控制措施等。通过合理选择监测仪器、优化监测点布置、提升监测人员素质、建立完善的监测数据管理体系等手段,实现对大坝工程安全的有效监测与控制,确保大坝的稳定运行,保障水利水电工程的安全效益。

**关键词:** 水利水电; 大坝工程; 安全监测; 监测控制

引言: 水利水电工程作为重要的基础设施,在能源供应、防洪灌溉、水资源调配等方面发挥着关键作用。大坝作为水利水电工程的核心建筑物,其安全性直接关系到整个工程的成败以及周边地区人民的生命财产安全。因此,加强大坝工程的安全监测控制具有极其重要的意义。

## 1 大坝工程安全监测的重要性

### 1.1 保障大坝安全运行

大坝在长期运行过程中,会面临各种复杂多变的自然环境和人为因素的挑战。其中,水流冲刷、地震、地质条件变化以及材料老化等因素都是大坝安全运行的重要威胁。这些因素可能导致大坝出现变形、渗漏、裂缝等安全隐患,若及时发现和处理,极有可能引发严重的安全事故。通过安全监测,我们可以利用先进的监测技术和设备,对大坝的各项安全指标进行实时监测和数据分析。一旦发现异常情况,如变形速率加快、渗漏量增大、裂缝扩展等,就可以立即启动应急预案,采取相应的措施进行处理,从而避免安全事故的发生。这种实时监测和预警机制,能够确保大坝在面临各种潜在风险时,都能够得到及时有效的应对,保障大坝的安全稳定运行。此外,安全监测还可以为大坝的定期检查和维修提供科学依据。通过对监测数据的分析,我们可以了解大坝在不同时间段内的运行状态和变化趋势,从而制定出更加科学合理的维修计划和方案,确保大坝的维修工作能够有针对性地进行,进一步提高大坝的安全性和稳定性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 优化大坝运行管理

安全监测数据不仅是大坝安全运行的重要保障,也是优化大坝运行管理的重要依据。通过对监测数据的分析,我们可以了解大坝在不同水位、流量等运行参数下的工作状态和性能表现,从而合理调整大坝的运行参数,优化大坝的运行方式。例如,在汛期来临之前,我们可以根据监

测数据预测大坝可能面临的洪峰流量和持续时间,从而提前调整大坝的水位和泄洪设施,确保大坝在汛期能够安全稳定地运行。同时,我们还可以通过对监测数据的分析,了解大坝在不同季节和气候条件下的运行状态,制定出更加符合实际情况的运行计划和方案,提高大坝的运行效率和综合效益。此外,安全监测数据还可以为大坝的调度和运营提供决策支持。通过对监测数据的深入挖掘和分析,我们可以发现大坝运行中存在的潜在问题和瓶颈,从而制定出更加科学合理的调度策略和运营方案,进一步提高大坝的可靠性和稳定性。

### 1.3 为大坝维修加固提供依据

大坝在运行过程中,由于各种因素的影响,可能会出现不同程度的损伤和老化。这些损伤和老化不仅会影响大坝的安全性和稳定性,还会降低大坝的使用寿命和综合效益。因此,对大坝进行及时的维修加固是非常重要的。安全监测数据可以准确地显示大坝存在的问题和损伤程度,为大坝的维修加固方案制定提供详细、准确的信息。通过对监测数据的分析,我们可以确定大坝损伤的类型、位置和程度,从而制定出更加具有针对性和有效性的维修加固方案。同时,我们还可以根据监测数据的变化趋势,预测大坝未来可能出现的损伤和问题,为维修加固工作的提前规划和实施提供科学依据<sup>[2]</sup>。

## 2 大坝工程安全监测的内容

### 2.1 变形监测

变形监测是大坝安全监测的基础内容之一。它主要关注大坝在水位变化、温度变化、地震等外部因素作用下的变形情况。变形监测项目包括大坝的水平位移、垂直位移、倾斜以及裂缝开合度等。这些数据的获取,通常依赖于高精度的测量仪器,如全站仪、水准仪、GPS等。这些仪器能够定期对大坝表面的标点进行观测,从而获取大坝在不同时间段的位移数据。通过对这些数据的分析,我们可以了解大坝的整体稳定性和结构变化情

况,及时发现并处理潜在的变形问题,确保大坝的安全运行。

## 2.2 渗流监测

渗流监测在大坝安全监测体系中占据着举足轻重的地位。大坝的渗流量、渗透压力以及扬压力等关键参数,是判断大坝防渗性能是否达标的重要依据。为了精确获取这些参数,渗流监测通常依赖于渗压计、量水堰等一系列专用仪器。渗压计被广泛应用于大坝内部的渗流监测中,它能够实时感知并记录下大坝内部的渗透压力变化,从而帮助我们准确判断大坝是否存在渗漏通道以及渗漏的严重程度。而量水堰则主要用于监测大坝的渗流量,通过精确测量流经量水堰的水流体积,我们可以对大坝的渗漏情况进行定量评估。这些渗流监测数据不仅对于及时发现并处理大坝的渗漏问题至关重要,同时也是评估大坝抗渗性能、制定维修加固方案的重要参考依据。通过对渗流监测数据的深入分析,我们可以更加科学地评估大坝的安全状况,确保大坝在极端天气和复杂地质条件下的稳定运行<sup>[1]</sup>。

## 2.3 应力应变监测

应力应变监测主要关注大坝结构材料的力学响应。在大坝运行过程中,混凝土、钢筋等结构材料会承受各种荷载作用,从而产生应力应变。通过监测这些应力应变数据,我们可以了解大坝在荷载作用下的内部力学状态,评估大坝的结构强度和安全性。应力应变监测通常采用应变计、应力计等传感器进行。这些传感器能够实时监测大坝结构材料的应力应变情况,并将数据传输至数据处理系统进行分析。通过对这些数据的分析,我们可以及时发现大坝结构材料的异常情况,为大坝的维修加固提供科学依据。

## 2.4 环境量监测

环境量监测是大坝安全监测中不可或缺的一部分。它主要关注水位、水温、气温、降雨量以及地震等环境因素对大坝运行状态的影响。这些环境因素不仅会对大坝的结构稳定性产生影响,还会对大坝的运行效率产生重要影响。因此,通过对这些环境因素的监测,我们可以分析环境因素与大坝安全之间的关系,为大坝的安全评估提供参考依据。同时,环境量监测数据还可以用于预测大坝在未来可能面临的风险和挑战,为大坝的运行管理和维修加固提供科学依据。

# 3 大坝工程安全监测的方法

## 3.1 仪器监测

仪器监测是大坝安全监测的核心手段,它依赖于一系列高精度的监测仪器,能够实时或定期对大坝的各项物

理量进行精确测量。这些仪器包括但不限于应变计、渗压计、测斜仪、水准仪、GPS定位系统等。(1)应变计与渗压计:在大坝内部的关键位置埋设应变计和渗压计,可以实时监测大坝混凝土结构的应力应变状态和内部渗流情况。这些传感器通过数据线或无线方式将数据传输至数据采集系统,再由系统自动处理和分析,形成直观的监测报告。(2)测斜仪与水准仪:测斜仪用于测量大坝的倾斜程度,而水准仪则用于测量大坝的垂直位移。这些仪器通常安装在坝体表面或坝基处,通过定期观测,可以了解大坝的整体变形情况。(3)GPS定位系统:GPS定位系统在大坝安全监测中的应用日益广泛。通过在坝顶或坝体关键位置安装GPS接收机,可以实时获取大坝的水平位移数据,为评估大坝的稳定性提供重要依据。仪器监测具有精度高、数据准确、能够获取连续数据等优点,是大坝安全监测不可或缺的手段。然而,仪器监测也存在一定的局限性,如设备成本较高、安装和维护难度较大等。因此,在实际应用中,需要根据大坝的实际情况和监测需求,合理选择监测仪器和监测方案。

## 3.2 人工巡检

人工巡检是大坝安全监测的重要补充手段。巡检人员定期对大坝的表面、坝肩、坝基等部位进行巡视检查,通过肉眼观察和简单工具检测,及时发现并报告大坝的异常现象。(1)表面检查:巡检人员会仔细检查大坝表面是否有裂缝、渗漏、滑坡等异常现象。对于发现的裂缝,会记录其位置、长度、宽度等信息,并评估其对大坝安全的影响。(2)坝肩与坝基检查:坝肩和坝基是大坝的重要组成部分,其稳定性直接关系到大坝的整体安全。巡检人员会重点检查这些部位是否有滑坡、塌陷等迹象,并评估其对大坝安全的影响。(3)附属设施检查:大坝的附属设施如排水系统、监测系统设备等也需要定期检查和维修。巡检人员会检查这些设施的运行状态,确保其正常工作并满足监测需求。人工巡检能够及时发现一些仪器监测难以发现的表面问题和局部隐患,具有灵活性和直观性等优点。然而,人工巡检也存在主观性强、工作效率相对较低等局限性。因此,在实际应用中,需要将人工巡检与仪器监测相结合,形成互补的监测体系。

## 3.3 自动化监测系统

随着信息技术的发展,大坝安全监测逐渐向自动化、智能化方向发展。自动化监测系统可以实现对大坝监测数据的自动采集、传输、处理和分析,显著提高监测效率和数据的及时性、准确性。(1)数据采集与传输:自动化监测系统通过在大坝上安装各种传感器和数

据采集设备,实现对大坝各项物理量的实时监测。这些设备将采集到的数据传输至数据中心或云平台进行处理和分析。(2)数据处理与分析:数据中心或云平台接收到监测数据后,会利用先进的算法和模型对数据进行处理和分析。这些分析结果可以直观地展示大坝的安全状态,并为决策提供支持。(3)实时监控与预警:自动化监测系统还可以实现对大坝安全状态的实时监控和预警。当监测数据超过预设的阈值时,系统会自动触发预警机制,通知相关人员及时处理潜在风险。自动化监测系统具有高效、准确、实时等优点,能够显著提高大坝安全监测的水平和效率。然而,自动化监测系统的建设和维护成本也相对较高,需要投入大量的人力、物力和财力。因此,在实际应用中,需要根据大坝的实际情况和监测需求,合理规划自动化监测系统的建设方案。

#### 4 大坝工程安全监测控制措施

##### 4.1 监测仪器的选择与布置

(1)合理选择监测仪器:根据大坝的类型、规模、结构特点以及监测项目的要求,选择性能可靠、精度高、稳定性好的监测仪器。同时,要考虑仪器的兼容性和可扩展性,以便于后续的系统升级和维护。(2)优化监测点布置:监测点的布置应具有代表性和科学性,能够全面反映大坝的安全状态。在布置监测点时,要充分考虑大坝的结构受力特点、地质条件、可能出现的安全隐患等因素,合理确定监测点的位置和数量。例如,在大坝的关键部位、薄弱环节以及应力集中区域应加密监测点。

##### 4.2 监测人员的素质提升

(1)专业技能培训:加强对监测人员的专业技能培训,使其熟悉各种监测仪器的操作使用方法、监测数据的处理分析技术以及大坝安全监测的相关规范标准。定期组织监测人员参加技术交流和培训活动,不断更新知识,提高业务水平。(2)责任心培养:培养监测人员的责任心和敬业精神,使其充分认识到大坝安全监测工作的重要性。建立严格的工作制度和考核机制,确保监测人员认真履行职责,按时、准确地完成监测任务。

##### 4.3 监测数据的管理与分析

(1)建立数据管理平台:建立统一的大坝安全监测

数据管理平台,对监测数据进行集中存储、管理和共享。数据管理平台应具备数据录入、查询、统计、分析等功能,方便监测人员对数据进行处理和应用。同时,要加强数据的备份和安全保护,防止数据丢失和泄露。

(2)数据分析与评价:采用科学的数据分析方法,对监测数据进行深入分析和评价。通过对监测数据的趋势分析、对比分析、相关分析等,及时发现大坝的异常变化和安全隐患。建立大坝安全评价模型,根据监测数据和评价模型对大坝的安全状态进行综合评价,为大坝的安全管理提供决策依据<sup>[4]</sup>。

##### 4.4 监测系统的维护与更新

(1)日常维护保养:定期对监测仪器设备进行检查、维护和保养,确保仪器设备的正常运行。及时更换损坏的仪器设备和零部件,清洁仪器设备的表面和传感器,检查数据传输线路的连接情况,保证监测数据的准确性和连续性。(2)系统升级更新:随着大坝安全监测技术的不断发展和大坝运行管理要求的提高,要及时对监测系统进行升级更新。增加新的监测项目和监测点,更新监测仪器设备和数据采集传输设备,优化监测系统的软件功能,提高监测系统的自动化、智能化水平。

结论:水利水电工程中的大坝工程安全监测控制是一项系统而复杂的工作,关系到水利水电工程的安全运行和社会经济的稳定发展。在实际工程中,应根据大坝的具体情况和运行管理要求,制定科学合理的安全监测控制方案,并严格按照方案实施监测控制工作。同时,要加强各部门之间的协作配合,形成合力,共同做好大坝工程的安全监测控制工作,确保水利水电工程的安全效益和社会效益。

##### 参考文献

- [1]张开玉.浅谈水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].地下水,2019,41(2):234-235.
- [2]王正中,等.基于大数据的大坝安全风险评价模型研究[J].水利电力技术,2024,55(1):1-10.
- [3]刘鸣.水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].江西建材,2017,(22):130-131.
- [4]甘兴云.水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].中国高新技术企业,2019,27(65).