

探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制

李 栋

新疆生产建设兵团第七师奎屯河引水工程建设管理局 新疆 奎屯 833200

摘 要：水利水电工程中的大坝安全至关重要，其安全监测控制通过专业仪器实时测量大坝变形、渗流、应力应变及环境因素，确保大坝在各种工况下的安全性和稳定性。本文探讨了安全监测的基本理论、实践应用及未来发展趋势，强调了监测设备选择与安装、监测测量控制加强、数据控制工作实施等关键环节，为制定安全运行策略和应急预案提供科学依据，确保大坝工程稳定运行。

关键词：水利水电工程；大坝工程；安全监测控制

引言：水利水电工程中的大坝工程作为关键基础设施，其安全性直接关系到下游人民生命财产的安全与社会的稳定发展。随着工程技术的不断进步和自然灾害频发，大坝工程安全监测控制显得尤为重要。本文旨在深入探讨大坝工程安全监测控制的理论与实践，通过分析其监测内容、方法、原理以及面临的挑战与对策，为提升大坝工程的安全管理水平提供科学依据和技术支持，确保大坝在各种复杂环境下安全、稳定运行。

1 大坝工程安全监测控制的基本理论

1.1 大坝工程安全监测的概念与目的

（1）定义与内涵。大坝工程安全监测是对大坝结构及其运行环境进行全面、系统、连续的监测，旨在获取大坝的实时运行数据和状态信息，以便及时发现并处理可能存在的安全隐患。这一过程涉及多个学科的交叉应用，包括水利工程、结构工程、地质工程以及信息技术等。（2）监测目的与意义。大坝工程安全监测的主要目的是确保大坝在各种工况下的安全性和稳定性。通过实时监测和分析大坝的变形、渗流、应力应变以及环境因素等关键参数，可以及时发现大坝的异常情况，为制定有效的安全运行策略和应急预案提供科学依据。这对于防范大坝溃坝等严重安全事故、保障人民群众生命财产安全具有重要意义。

1.2 大坝工程安全监测的内容与方法

（1）变形监测。变形监测主要通过测量大坝的位移、沉降等变形参数来评估大坝结构的稳定性。常用的测量方法包括水准测量、全站仪测量、GPS测量等。这些方法可以精确测量大坝的变形情况，为判断大坝结构是否存在安全隐患提供依据。（2）渗流监测。渗流监测主要关注大坝及其周边的渗流情况，通过监测渗流压力、渗流量等参数来评估大坝的防渗性能。常用的渗流监测方法包括渗压计测量、渗流观测井等。这些方法可以及

时发现大坝的渗漏问题，为采取必要的防渗措施提供数据支持。（3）应力应变监测。应力应变监测通过在大坝的关键部位安装应力应变计来监测大坝结构的应力应变状态。这有助于评估大坝结构的受力情况，及时发现并处理可能存在的应力集中或过度变形等问题。（4）环境因素监测。环境因素监测主要关注影响大坝安全的环境因素，如水位、降雨量、温度、风力等。这些因素的变化可能对大坝的安全性产生直接或间接的影响。因此，通过实时监测这些因素的变化情况，可以为制定有效的安全运行措施提供重要依据^[1]。

1.3 大坝工程安全监测的原理与技术基础

（1）监测仪器的种类与选择。大坝工程安全监测所使用的仪器种类繁多，包括位移计、沉降仪、渗压计、应力应变计等。在选择监测仪器时，需要根据大坝的实际情况和监测需求进行综合考虑，确保所选仪器能够满足监测要求并具备良好的稳定性和精度。（2）监测数据的采集与处理。监测数据的采集是安全监测的重要环节之一。通常采用自动化采集系统，实现数据的实时采集和传输。采集到的数据需要进行预处理和分析，包括数据校验、异常值处理、数据滤波等步骤，以提高数据的准确性和可靠性。（3）监测结果的分析方法。监测结果的分析方法主要包括统计分析、趋势分析和模型预测等。通过统计分析可以了解大坝结构的变化趋势和异常情况；趋势分析则可以对大坝结构的发展趋势进行预测；模型预测则可以利用数学模型和仿真技术，对大坝结构的安全状态进行定量评估。这些方法的应用可以实现对大坝工程安全状态的全面了解和评估，为制定安全运行措施和应急预案提供科学依据。

2 水利水电工程中的大坝工程安全监测控制实践

2.1 安全监测设备的选择与安装

（1）设备的类型与功能。大坝工程安全监测设备种

种类繁多,功能各异。常见的设备包括GPS监测仪、水位计、渗压计、应力应变计、测斜仪等。GPS监测仪主要用于监测大坝的变形情况,包括水平位移和垂直位移;水位计用于监测水库水位的变化,以评估大坝的防洪能力;渗压计则用于监测大坝内部的渗流压力,判断大坝的防渗性能;应力应变计用于监测大坝结构的应力状态,预防结构破坏;测斜仪则用于监测大坝坝体的倾斜情况。(2)安装位置的选择与优化。安全监测设备的安装位置至关重要,直接影响到监测数据的准确性和可靠性。在选择安装位置时,应充分考虑大坝的结构特点、地质条件以及潜在的安全隐患。例如,GPS监测仪应安装在视野开阔、无遮挡的位置,以确保信号的稳定性和准确性;水位计应安装在水库的关键水位观测点,以便实时掌握水位变化;渗压计则应安装在大坝的防渗墙或坝基等关键部位,以监测渗流压力的变化。在安装过程中,还需注意设备的优化布局。通过合理的设备布置,可以实现监测数据的全面覆盖和相互校验,提高监测结果的准确性和可靠性。例如,在大坝的不同高度和部位安装多个GPS监测仪,可以形成立体监测网络,更全面地掌握大坝的变形情况^[2]。(3)安装过程中的质量控制。安全监测设备的安装质量直接影响到监测数据的准确性和设备的寿命。因此,在安装过程中应严格控制质量。首先,应确保设备的完好无损,避免在安装过程中造成损坏。其次,应按照设备说明书和安装规范进行安装,确保设备的安装位置、角度和深度等符合要求。最后,应进行设备的调试和校验,确保设备的正常运行和监测数据的准确性。

2.2 安全监测测量控制工作的加强

(1)监测人员的专业素质提升。监测人员的专业素质直接关系到安全监测工作的质量和效果。因此,应加强监测人员的培训和教育,提高其专业素质。培训内容应包括安全监测的基本理论、设备的操作和维护、数据的收集和分析等方面。同时,还应鼓励监测人员参加相关的学术交流和研讨活动,不断更新知识和技能。(2)监测体系的完善与标准化。完善的安全监测体系是确保大坝工程安全的基础。应建立健全的安全监测制度和管理体系,明确监测工作的职责和流程。同时,应制定统一的监测标准和规范,确保监测数据的可比性和准确性。在监测体系的完善过程中,还应注重信息化技术的应用,建立安全监测信息管理系统,实现监测数据的实时采集、传输和分析。(3)监测数据的准确性保障。监测数据的准确性是安全监测工作的核心。为确保数据的准确性,应采取多种措施进行质量控制。首先,应定

期对监测设备进行校验和维护,确保其正常运行和准确性。其次,应采用多种监测手段进行相互校验,提高监测结果的可靠性。最后,应建立严格的数据审核制度,对监测数据进行逐级审核和把关,确保数据的真实性和准确性。

2.3 安全监测数据控制工作的实施

(1)数据的收集与整理。数据的收集与整理是安全监测数据控制工作的基础。应建立完善的监测数据收集体系,确保监测数据的实时采集和传输。同时,应对收集到的数据进行整理和规范化处理,包括数据清洗、格式转换、时间同步等,以提高数据的可用性和可比性。

(2)数据的分析与处理。数据的分析与处理是安全监测数据控制工作的核心。应采用先进的数据分析技术和方法,对监测数据进行深入挖掘和分析,提取有用的信息和特征。例如,可以采用时间序列分析、回归分析、神经网络等方法,对大坝的变形、渗流、应力应变等参数进行趋势预测和异常检测。同时,还应结合大坝的实际情况和工程经验,对分析结果进行解释和评估,为制定安全运行策略和应急预案提供科学依据。(3)数据库的建立与管理。为便于数据的存储、查询和分析,应建立专门的安全监测数据库。数据库应包含大坝工程的基本信息、监测设备的布置和参数、监测数据的原始记录和处理结果等。同时,应建立完善的数据库管理制度,确保数据的安全性和完整性。例如,可以设定数据的访问权限和备份策略,防止数据的非法访问和丢失^[3]。(4)数据结果的利用与反馈。安全监测数据的最终目的是为大坝工程的安全运行提供支持和保障。因此,应充分利用监测数据的结果,及时发现和处理潜在的安全隐患。例如,当监测数据出现异常时,应立即启动应急预案,采取必要的措施进行处置。同时,还应将监测数据的结果反馈给相关部门和人员,以便他们了解大坝的安全状态,做出相应的决策和调整。

3 大坝工程安全监测控制的未来发展趋势

3.1 技术创新与发展方向

(1)新型监测仪器与技术的研发。随着物联网、大数据、人工智能等技术的飞速发展,大坝工程安全监测将迈入一个全新的时代。新型监测仪器与技术的研发将成为未来发展的关键。例如,高精度传感器、无人机巡检、卫星遥感监测等先进技术,将大大提高监测的精度和效率。同时,这些新技术还具备远程监控、实时数据传输等功能,使得大坝工程的安全监测更加智能化、网络化。(2)监测数据的智能化处理与分析。未来,大坝工程安全监测将更加注重数据的智能化处理与分析。

通过构建大数据平台,利用机器学习、数据挖掘等先进技术,对监测数据进行深度挖掘和分析,发现潜在的安全隐患。这种智能化的处理方式,不仅可以提高监测数据的准确性,还能及时发现和处理异常情况,为大坝的安全运行提供有力保障。(3)监测系统的集成化与网络化。大坝工程安全监测系统的集成化与网络化是未来发展的重要趋势。通过将各个监测点、传感器等设备进行集成化设计,实现数据的统一采集、处理和分析。同时,利用网络技术,将监测数据实时传输到远程控制中心,实现远程监控和管理。这种集成化和网络化的监测系统,将大大提高大坝工程安全监测的效率和准确性。

3.2 法规政策与标准化建设

(1)大坝安全监测法规的完善。未来,随着大坝工程安全监测技术的不断进步和需求的不断增加,相关法律法规也将不断完善。通过制定更加严格的法规政策,明确监测工作的职责和要求,确保大坝工程的安全监测工作得到有效落实。同时,还将加强对监测工作的监管和执法力度,确保法规政策得到有效执行。(2)监测标准的制定与实施。为了确保大坝工程安全监测的准确性和可靠性,需要制定一套统一的监测标准。这些标准将包括监测仪器的选型、安装要求、数据处理方法等。通过制定和实施这些标准,可以规范大坝工程安全监测的工作流程,提高监测数据的质量和准确性。同时,还将加强对监测标准的宣传和培训工作,提高相关人员的标准化意识。(3)监测人员的培训与资质认证。大坝工程安全监测工作的质量直接关系到大坝的安全运行。因此,未来将加强对监测人员的培训和资质认证工作。通过定期举办培训课程和研讨会,提高监测人员的专业素质和技能水平^[4]。同时,建立严格的资质认证制度,对监测人员的专业技能和知识进行考核和认证。这种培训和资质认证制度将有助于提高监测人员的专业素养和工作能力,确保大坝工程安全监测工作的顺利进行。

3.3 大坝工程安全监测控制的挑战与对策

(1)复杂地质条件下的监测难题。在复杂地质条件

下,大坝工程的安全监测面临诸多挑战。为了应对这些挑战,需要加强对地质条件的勘探和分析工作,了解大坝基础的地质特征和潜在风险。同时,采用先进的监测技术和设备,如高精度传感器、无人机巡检等,提高对复杂地质条件下的监测能力。(2)大规模水利水电工程的安全监测需求。随着水利水电工程规模的不断扩大,对大坝工程的安全监测需求也日益增加。为了满足这种需求,需要加强对监测技术和系统的研发和创新工作,提高监测的精度和效率。同时,还需要建立完善的监测管理制度和应急预案,确保在紧急情况下能够迅速响应和处理。(3)监测数据的保密与安全。监测数据保密与安全对大坝工程至关重要。随着数据量增及敏感性提升,需确保数据安全。措施包括:建立数据访问控制机制,限制敏感数据访问;采用加密技术传输存储数据;定期安全检查和漏洞扫描;加强监测人员安全教育和培训,提高安全意识和技能,以全面保障大坝工程安全监测数据的安全与保密。

结束语

综上所述,大坝工程安全监测控制是水利水电工程建设与运维中不可或缺的一环。通过采用先进的监测技术和方法,结合科学的数据分析与管理手段,我们能够全面了解大坝的安全状态,及时发现并处理潜在的安全隐患。未来,随着技术的不断创新和发展,大坝工程安全监测控制将更加智能化、网络化,为水利水电工程的长期安全运行提供更为坚实可靠的保障。

参考文献

- [1]强发赞.探究水利水电工程中的大坝工程安全监测控制[J].水电站机电技术,2021,(04):49-51.
- [2]阮俞娴.对水利水电工程中大坝安全监测工作的解读[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(10):95-96.
- [3]杨彬.简述水利水电工程中的大坝安全监测技术[J].低碳世界,2020,(03):32-33.
- [4]唐鹏程,张云广,周期颐,等.里底水电站大坝安全监测设计[J].云南水力发电,2021,(04):38-39.