

水库大坝安全监测与风险评估方法研究

李雪帆

郑州市二七区农业农村工作委员会 河南 郑州 450000

摘要: 水库大坝作为水利工程的核心组成部分,其安全状况直接关系到下游区域的安全与稳定。因此,对水库大坝实施全面、系统的安全监测,并进行科学、准确的风险评估至关重要。本文旨在深入探讨水库大坝安全监测的先进技术手段与风险评估的多元化方法,以期对相关领域的研究与实践提供有益的参考和借鉴。

关键词: 水库大坝;安全监测;风险评估;水利工程;技术手段;多元化方法

引言

水库大坝在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着不可替代的作用,是保障国民经济和社会发展的基础设施。然而,水库大坝在运行过程中面临着多种风险因素的威胁,如自然灾害、人为破坏、材料老化等,这些因素可能导致大坝出现裂缝、渗漏、滑坡等安全隐患。因此,对水库大坝进行安全监测与风险评估具有至关重要的意义。本文将从安全监测技术和风险评估方法两个方面展开论述,以期构建更加完整、全面的大坝安全管理体系。

1 水库大坝安全监测技术研究

1.1 安全监测的重要性与基本原则

安全监测是水库大坝安全管理的基础工作,通过对大坝的变形、渗流、应力等关键指标的实时监测,可以及时发现大坝的异常情况,为后续的风险评估和处置提供依据。在实施安全监测时,应遵循准确性、及时性、连续性、系统性的基本原则,确保监测数据的真实可靠和全面反映大坝的安全状况。

1.2 常用监测技术手段

1.2.1 变形监测

变形监测主要包括水平位移和垂直位移的监测,旨在及时发现大坝的变形情况,预防可能的安全隐患。在进行变形监测时,选择合适的监测仪器至关重要。水准仪是变形监测中常用的仪器之一,它主要用于测量大坝的垂直位移。通过在大坝上设置一系列的水准点,并定期使用水准仪进行测量,可以准确地掌握大坝的沉降情况。水准仪的测量精度高,稳定性好,是大坝变形监测中不可或缺的工具。全站仪则是用于测量水平位移和垂直位移的综合性仪器。它集成了光电测距、角度测量和数据处理等功能于一体,可以快速地获取大坝的变形数据。全站仪具有操作简便、测量速度快、精度高等优点,在水库大坝的变形监测中得到了广泛应用。此外,

随着科技的发展,GPS技术也逐渐应用于水库大坝的变形监测中。通过在大坝上设置GPS接收站,并接收卫星信号进行定位,可以实现大坝变形的实时监测。GPS技术具有全天候、全球性、高精度等特点,可以大大提高变形监测的效率和准确性^[1]。在进行变形监测时,除了选择合适的监测仪器外,还需要制定合理的监测方案和数据处理方法。监测方案应根据大坝的具体情况和监测需求进行制定,包括监测点的布置、监测频率的确定等。数据处理方法则需要对采集到的原始数据进行预处理、分析和解释,以提取出有用的变形信息。

1.2.2 渗流监测

渗流监测主要负责对大坝的渗流压力和渗流量进行持续、准确的观测。这一环节的关键在于通过在大坝内部以及下游区域合理布置渗压计、量水堰等设施,来捕捉和分析大坝的渗流状态。渗压计作为渗流监测的重要工具,通常被埋设在大坝内部的关键位置。它能够精确测量大坝内部的渗流压力变化,并将数据传输至监测系统进行分析。通过对比不同时间、不同位置的渗压数据,可以及时发现大坝内部渗流异常的迹象,为采取必要的安全措施提供重要依据。与此同时,量水堰的设置对于掌握大坝下游的渗流情况同样至关重要。量水堰通常建在大坝下游的河道中,通过测量水堰上游和下游的水位差,结合水力学原理,可以计算出通过大坝的渗流量。这些数据不仅反映了大坝的渗流状态,也是评估大坝安全性能的重要指标。在进行渗流监测时,除了依靠先进的监测设备外,还需要注重监测数据的实时性和准确性。实时监测能够确保在第一时间发现渗流异常,从而迅速采取应对措施,防止事态扩大。而准确的监测数据则是评估大坝安全性能、制定合理维修方案的基础^[2]。渗流监测在水库大坝安全监测中占据重要地位。通过合理布置渗压计、量水堰等设施,并结合实时监测和数据分析技术,我们可以更全面、更准确地掌握大坝的渗流

状态, 为确保大坝的安全运行提供有力保障。

1.2.3 应力应变监测

应力应变监测是评估水库大坝结构安全的重要手段, 通过在大坝内部精准埋设应变计、钢筋计等高端仪器, 我们能够深入捕捉大坝在运行过程中的细微应力应变变化。这些仪器的高灵敏度和精准度, 确保了对大坝状态实时监测的可靠性与准确性。应变计, 作为应力应变监测的核心工具, 能够精准测量大坝混凝土或岩土体在不同条件下的形变。它们被精心理设在关键位置, 如大坝的迎水面、坝基交界处等, 这些区域的应力变化对大坝整体安全至关重要。应变计能够连续监测并记录数据, 即使在极端气候或运行条件下, 也能保证监测数据的连贯性和稳定性。钢筋计则是专门针对大坝内部钢筋结构的应力变化而设计的。钢筋作为大坝的主要承载元件之一, 其应力状态直接影响到大坝的强度和稳定性。钢筋计能够精确监测钢筋在承受压力、拉力、温度变化等多种因素作用下的应力应变情况, 为工程师提供宝贵的结构安全数据。应力应变监测的数据对于大坝的安全管理具有重要意义。通过对数据的深入分析, 工程师能够洞察大坝结构的薄弱环节, 预测可能出现的险情, 并及时制定相应的维护和加固措施。此外, 这些数据还可以为大坝的长期安全规划、设计改进提供科学依据。

1.3 新技术应用与发展趋势

随着科技的进步和创新, 越来越多的新技术被应用于水库大坝安全监测领域。例如, 无人机技术可以实现大坝的快速巡查和实时监测; 遥感技术可以获取大坝的高分辨率影像和地形数据; 光纤传感技术可以实现大坝内部应力应变的分布式测量等。这些新技术具有自动化程度高、数据采集准确快速、抗干扰能力强等优势, 极大地提高了安全监测的效率和准确性。未来, 随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展, 水库大坝安全监测将实现更加智能化、自动化的管理。

2 水库大坝风险评估方法研究

2.1 风险评估的概念与意义

风险评估是指对水库大坝可能面临的各种风险因素进行识别、分析、评价和控制的过程。通过风险评估, 可以全面了解大坝的安全状况和风险水平, 为制定针对性的风险应对措施提供科学依据, 从而降低事故发生的概率和影响程度, 保障大坝的安全运行。

2.2 风险评估的基本步骤

2.2.1 风险识别

风险识别是水库大坝风险评估的首要环节, 也是整个风险管理体系的基础。为了确保大坝的安全稳定运

行, 必须进行全面且细致的风险识别工作。风险识别的核心在于通过多元化、系统化的方法, 深入挖掘和辨识出可能影响大坝安全的各类风险因素。这一过程中, 我们主要依赖于两大手段: 资料收集与现场调查。资料收集涉及大坝的设计文档、施工记录、历史监测数据、运行日志等重要文件。通过对这些资料的详尽分析, 我们能够了解大坝的基本结构、运行特性以及历史表现, 进而初步识别出潜在的安全隐患和风险因素。现场调查作为风险识别的另一重要手段, 其意义在于实地感受大坝的运行环境, 直接观察大坝的实际情况。调查人员需要深入到大坝的各个角落, 从坝体、坝基到周边环境, 进行详细的勘察和记录。这些第一手的现场资料, 往往能揭示出资料分析中难以觉察的风险因素^[3]。综合资料收集和现场调查的结果, 我们可以建立起一个全面而详尽的风险因素清单。这份清单将作为后续风险分析和风险评价的基础, 指导我们制定出更加合理有效的风险管理策略。

2.2.2 风险分析

风险分析是水库大坝风险评估中的关键环节, 它要求对先前识别出的风险因素进行深入、系统的研究, 以确定它们发生的可能性和对大坝安全的具体影响程度。这一过程涉及定量与定性两大分析方法。定量分析主要依赖于历史数据、统计模型和先进的计算技术, 对风险因素进行数值化的评估。例如, 通过收集和分析过去相似条件下的风险事件数据, 我们可以估算出特定风险因素在未来发生的概率。同时, 结合大坝的结构特性、运行环境等因素, 我们还可以进一步量化风险事件对大坝安全性能、经济效益等方面的影响程度。而定性分析则更多依赖于专家的经验、知识和直觉判断。当面对某些难以量化或数据不足的风险因素时, 定性分析能够发挥重要作用。通过组织专家讨论、征询意见等方式, 我们可以对风险因素的性质、发展趋势以及可能造成的后果进行初步判断, 并为后续的风险应对策略制定提供重要参考^[4]。综合定量与定性分析的结果, 我们能够获得一个更加全面、深入的风险因素评估报告。这份报告不仅揭示了各个风险因素的发生概率和影响程度, 还为后续的风险评价和风险应对提供了重要依据。

2.2.3 风险评价

风险评价是在完成风险识别与风险分析后, 对大坝整体安全状况进行综合评估的重要环节。它不仅考虑单一风险因素的发生概率和影响程度, 更注重多因素之间的相互作用和整体效应。在风险评价过程中, 我们首先根据风险分析的结果, 对每个风险因素进行权重赋值。这些权重反映了各风险因素对大坝安全影响的相对重要

性,是综合评价的基础。接着,利用适当的数学模型或评价方法,如模糊综合评价、灰色关联分析等,将各风险因素的权重与其发生概率和影响程度相结合,得出大坝整体安全状况的综合评价值。这个综合评价值不仅揭示了大坝当前的安全水平,还为我们提供了大坝安全风险管理的优先方向和重点。通过对比不同时间或不同条件下的综合评价值,我们还可以了解大坝安全状况的变化趋势,为及时采取防范措施提供科学依据。此外,风险评价还应关注大坝的潜在风险和未来可能面临的新挑战。随着气候变化、库水位变化等外部条件的变化,大坝的安全状况也会发生动态变化。因此,风险评价需要保持动态更新,不断调整和完善评价方法和模型,以确保评价结果的准确性和时效性。

2.2.4 风险应对

风险应对是水库大坝风险管理的核心环节,它直接关系到大坝的安全与稳定。根据风险评价的结果,我们必须制定相应的风险应对措施,以预防、减轻、转移潜在风险,并确保在紧急情况下能迅速响应。预防措施是风险应对的首要选择。通过加强大坝的日常巡查、定期维护和保养,及时发现并处理安全隐患,可以有效预防风险事件的发生。同时,完善大坝的安全管理制度,提高工作人员的安全意识和操作技能,也是预防风险的重要措施。当风险难以完全避免时,减轻其影响程度成为关键。例如,通过加固大坝结构、优化调度运行方式等措施,可以降低风险事件对大坝的破坏力。此外,合理配置抢险物资和设备,确保在紧急情况下能迅速投入使用,也能有效减轻风险带来的损失。在某些情况下,转移风险也是一种可行的应对策略。例如,通过与保险公司合作,为大坝投保相关险种,可以将部分风险转移给保险公司承担。这样既能减轻大坝管理单位的经济压力,又能确保在风险事件发生后得到及时的经济补偿^[5]。最后,应急响应是风险应对中不可或缺的一环。大坝管理单位应制定详细的应急预案和演练计划,确保在风险事件发生时能迅速启动应急响应机制。这包括组织抢险

队伍、调配应急资源、实施紧急救援等措施,以最大限度地减少风险带来的损失和影响。

2.3 风险评估方法的分类与比较

风险评估方法可分为定性评估法、半定量评估法和定量评估法。定性评估法主要依靠专家的经验 and 判断对大坝的安全状况进行描述和评价;半定量评估法通过引入一定的量化指标对大坝的安全状况进行初步量化分析;定量评估法则通过建立数学模型对大坝的安全状况进行精确量化分析。各种评估方法都有其适用范围和局限性,在实际应用中应根据大坝的具体情况选择合适的方法进行评估。同时,也可以将多种评估方法相结合进行综合评估,以提高评估结果的准确性和可靠性。

结语

本文系统地阐述了水库大坝安全监测的技术手段和风险评估的理论方法,指出了新技术应用与未来发展趋势。随着科技的不断进步和创新以及管理理念的更新和完善,相信水库大坝的安全管理体系将更加完善、更加智能化和自动化。未来,应继续加强水库大坝安全监测与风险评估的研究和实践工作,为保障人民生命财产的安全提供更加坚实的保障。同时,也需要加强国际合作与交流,借鉴先进国家和地区的成功经验和科技成果,推动我国水库大坝安全管理水平的不断提升。

参考文献

- [1]朱永斌,栾美慧,李静旭.马旺水库大坝安全监测自动化系统建设探析[J].山东水利,2022(08):45-46.
- [2]何时建.溪源水库大坝安全位移监测自动化改造浅析[J].黑龙江水利科技,2022,50(05):169-173.
- [3]朱永斌,栾美慧,李静旭.马旺水库大坝安全监测自动化系统建设探析[J].山东水利,2022(08):45-46.
- [4]刘国良.费县许家崖水库大坝安全监测设施改造提升研究[J].陕西水利,2022(08):113-114.
- [5]郎颖.基于风险优先数的范家屯水库大坝安全评估[J].黑龙江水利科技,2023,51(4):159-163.