

大坝风险评估与风险管理关键技术

王志建

(栖霞市庵里水库管理中心, 山东 烟台 265307)

【摘要】作为关键的水利设施, 大坝的安全和稳定运作对于国家的经济和民众的生活都有着至关重要的作用。由于受自然和人为等因素影响, 我国大坝数量众多、分布广, 在经济快速发展过程中面临着诸多安全隐患, 其中以渗流破坏最为突出。随着我国大坝建设的规模逐渐增大, 大坝的安全风险管理问题开始受到越来越多的社会关注。本研究旨在深入探索大坝风险评估与风险管理关键技术, 希望能为我国大坝安全管理提供有价值的参考。

【关键词】大坝; 风险评估; 风险管理; 关键技术

前言:

作为关键的水利设施, 大坝在防洪、发电、灌溉和供水等多个领域都扮演着至关重要的角色。随着社会经济的发展与进步, 人们越来越重视水利基础设施的完善, 尤其是大坝项目。然而, 在大坝的建设和运营阶段, 由于各种自然、工程和人为因素的综合影响, 存在一定程度的安全隐患。随着经济社会发展水平不断提高, 人类活动范围不断扩大, 大坝所承受的荷载也越来越大, 导致其出现不同程度损坏或破坏现象。为了确保大坝的安全性, 我国的政府以及社会的各个领域都对大坝的安全风险采取了严格的预防措施。

一、概述

(一) 大坝建设的重要性

大坝, 作为水利工程的核心部分, 对一个国家的经济增长和社会和谐起到了不可或缺的角色。在我国, 大坝已经成为一项十分常见的工程设施, 并且得到了广泛的应用。大坝不仅具备灌溉、发电、防洪和水资源分配等多重功能, 而且还是多个地区的主要旅游景点, 对于推动当地旅游业的发展也起到了积极的作用。在我国当前国民经济高速增长的背景下, 人们对水利水电工程项目提出了更高要求。然而, 大坝建设受到地质环境、设计方案和施工质量等多个因素的综合影响, 存在各种程度的风险, 因此, 大坝建设的重要性是显而易见的。

(二) 大坝风险评估的必要性

大坝风险评估涉及对大坝的安全性、稳定性和可靠性等多个方面进行全面的分析, 以确定可能出现的各种故障类型、故障发生的概率以及故障带来的影响, 从而为未来的风险管理工作提供科学的依据。它包括坝体安全评价和坝基渗流计算两部分内容。对大坝的风险进行评估是至关重要的, 这主要

体现在以下几个关键领域:

首先, 为了预防安全事故, 我们需要对大坝的潜在风险进行识别、评价和管理, 这样可以提前识别出可能的安全问题, 并采纳必要的手段来避免事故的发生。其次, 科学的决策支持: 大坝风险评估为政府、企业和相关部门制定大坝安全管理的政策、法规和技术标准提供了依据。然后, 提升大坝的运行效能: 通过对大坝潜在风险的全面评估, 我们能够识别出大坝运行过程中存在的不足, 从而为大坝的运行优化和管理水平提升提供有价值的参考依据。最后, 确保人民群众的生命和财产安全: 通过大坝风险评估, 我们可以更好地保护下游地区人民的生命和财产安全, 并减少自然灾害给人民带来的负面影响。

(三) 大坝风险管理的挑战

大坝风险管理是一个涉及众多领域的综合性工程项目。因此, 要想实现对大坝风险的有效管理, 就必须从多方面着手, 全面地分析大坝的各种影响因素。首先要明确的是, 大坝风险管理的核心目标是确保大坝能够安全稳定地运行, 并防止因大坝损坏导致的人员伤害和财产损失。因此, 在实施大坝管理时应该以预防为主, 并将其贯穿于大坝建设全过程中。接下来, 在大坝风险管理中, 必须全面考虑大坝从设计、建设、运营到退役的整个生命周期。再次, 大坝风险评估主要针对大坝建设前期以及建成后的管理与维护过程中所出现的问题进行评价, 并提出相应的对策建议。最终, 为了有效地管理大坝的风险, 我们需要综合应用各种不同的技术和手段, 包括但不限于地质勘查、结构分析以及渗流分析等。在实际工作中, 大坝风险管理往往会受到诸多因素影响, 例如风险识别不够准确、评估不充分以及缺乏有效的监控手段等。因此, 大坝的风

险管理正面对众多的挑战,我们需要持续地进行研究和探讨,以确保大坝风险管理达到更高的标准和效益。

二、大坝风险评估的关键技术

(一)地质勘察技术

地质勘察技术构成了大坝风险评估的核心,其主要目标是收集大坝所处地域的地质、地貌和水文地质等基本数据。因此,对地质勘察技术进行研究具有重要意义。地质勘察的技术手段涵盖了地面地质勘查、钻探活动、槽探以及物探等多个方面。其中,工程地质测绘是一种较为常用的技术手段,主要应用于水利工程中坝址区岩体勘探与开挖工作。经过地质勘查,我们能够明确大坝基础的岩土属性、地质构造和地下水位等关键因素,从而为大坝的设计、建设和运营提供必要的技术支持。此外,由于工程地质条件复杂多样,需要根据不同情况选择相应的勘察手段进行分析研究。此外,通过地质勘查,我们还能识别出如滑坡、地裂缝等可能的地质隐患,这为大坝的风险评估提供了重要参考。

(二)结构分析技术

在大坝风险评估中,结构分析技术扮演着关键角色,它主要被应用于研究大坝在不同荷载条件下的应力、形变以及稳定性表现。目前已广泛应用于工程实践中的混凝土面板堆石坝、土石坝、碾压式沥青混凝土心墙坝和拱形土坝都需要进行可靠度计算。结构分析技术涵盖了数值分析手段以及实验性的研究方法。其中,数值分析方法具有成本低、效率高的优点。利用数值分析技术,如有限元分析和离散元分析,我们能够模拟大坝在不同工况下的受力状况,并据此预测大坝的应力、形变和稳定性表现。实验研究的方法主要分为模型试验和现场试验两大类,通过模型试验可以验证结构设计的合理性,而现场试验则可以获取大坝的实际工作状态数据。

(三)渗流分析技术

渗流分析是评估大坝风险的核心技术之一,它主要关注大坝及其基底的渗透行为,以及渗流如何影响大坝的安全性。目前常用的渗流分析方法有有限元法、有限单元法、解析法等。渗流分析的技术手段涵盖了理论探讨、数值模拟以及实地观察等多种方式。在实际工作中,需要结合不同地区或条件下坝体的特点,选择合理有效的分析方法进行渗流计算与评价。通过对渗流的详细分析,我们能够确定大坝的各种参数,如渗透系数、浸润线和渗透压力,从而评估大坝渗流的安全性。因此,渗流分析在大坝安全监测中发挥着重要作用。此外,通过渗流分析,我们还能为大坝的排水和防渗工程措施提

供科学依据。

(四)材料性能测试技术

材料性能的测试方法构成了大坝风险评估的核心,它主要被用来评估大坝使用的材料在力学和耐久性等方面的表现。大坝安全监测系统中常用的混凝土、钢材和钢筋都属于脆性材料,因此必须采用合适的测试方法才能准确地测定这些材料的力学参数,并为大坝的安全性分析提供可靠依据。测试材料性能的技术手段主要分为室内实验和实地测试两大类。室内实验可以在实验室环境中完成,例如进行抗压和抗拉的强度测试等。现场试验可以在施工现场进行,如应力应变监测、温度测量及渗流量测定等。大坝现场可以进行现场试验,例如钻孔取样、岩芯试验等。由于大坝工程具有规模大、施工难度高、工期长、投资巨大等特点,因此对大坝材料性能检测要求非常严格。通过对材料的性能进行测试,我们能够评定大坝材料的稳定性,并为大坝的风险评估提供科学依据。

三、大坝风险管理关键技术

(一)大坝风险预测技术

大坝风险预测技术主要是通过收集和分析大坝的运行数据,运用数学模型和统计手段来预估大坝可能面临的各种风险。在我国水库数量众多且分布广泛,因此研究水库坝体变形与渗流规律具有重要意义。预测技术主要涵盖了水力学参数的预测、结构安全性能的预测以及环境因素影响的预测等多个方面。在我国大坝中,由于受历史因素以及客观条件的制约,许多大坝处于不稳定状态,存在一定程度的安全隐患。通过实时监控和分析大坝的运行数据,我们能够提前识别出大坝可能存在的安全风险,从而为风险管理提供科学的依据。

(二)大坝风险防控技术

大坝风险防控技术主要涵盖了结构的优化设计、选用合适的材料以及施工过程中的质量监控等方面。在我国水库数量众多且分布广泛,因此研究水库坝体变形与渗流规律具有重要意义。为了增强大坝的安全表现并减少潜在的风险,我们采用了防控技术。针对不同类型的大坝提出相应的技术措施和方案。通过分析大坝结构的力学特性和稳定性,我们可以选择最合适的结构优化设计方案。材料选用应充分考虑坝体所处地理位置的气候特点和地质情况,并结合工程实际确定使用的原材料种类和数量。在选择材料时,必须充分考虑大坝的环境状况和运营需求,确保所选材料既有出色的耐用性又具备高度的风险抵御性。在大坝风险管理中,施工质量控制起着至关重要的作用,通过严谨的施工管理和质量监控手段,

可以确保大坝建设的高质量完成。

（三）大坝风险监控技术

大坝风险监控技术主要是通过对大坝运行状况的实时观察和数据收集，来对大坝的安全性能进行全面评价和提前预警。在工程实践中，应根据不同情况采取相应的措施来减少或消除大坝所存在的潜在安全隐患。主要的监控技术涵盖了变形的检测、渗透流动的监测以及应力的监测等方面。随着科学技术的发展，越来越多的新监测仪器被应用到了大坝安全监控中，并取得了良好的效果。通过对大坝运行状况的实时监控，能够迅速识别出不正常的状况，从而为风险管理工作提供即时的信息支持。

（四）大坝风险应急技术

大坝风险应急技术指的是在大坝出现风险事件的情况下，实施一系列紧急应对措施，目的是减少这些风险事件对大坝及其周围环境造成的不良影响。在大坝中采用各种不同的监测仪器和方法，并利用相应的数据处理手段来获取反映大坝安全状况的参数和指标。紧急应对技术主要涵盖了洪水管理、危险情况的处理以及人员疏散和撤离等方面。本文从工程实例出发，阐述了水库溃坝事故和坝体变形破坏情况下如何开展风险管理。当发生风险事件时，迅速运用应急技术能够有力地降低风险，确保广大人民的生命和财产得到妥善保护。

四、坝风险评估与风险管理的未来发展趋势

（一）技术创新

随着科学技术的持续发展，大坝风险评估与风险管理领域也将迎来更多的技术创新。在未来一段时间内，我国大坝风险评估将会有许多新的发展方向。比如说，应用人工智能、大数据分析和云计算等先进技术，将为大坝风险评估带来更加精准和高效的解决方案。利用机器学习的技术，我们能够对众多数据进行深入分析，这有助于我们更精确地预见大坝可能面临的风险，并能够迅速地实施必要的风险管理措施。另外，物联网技术的引入为大坝的风险管理开辟了新的可能性。通过在大坝及其附近地区部署传感器，我们能够实时监控大坝的运行状况，及时识别任何异常，并实施相应的预警策略。

（二）政策法规与标准

政策、法规和标准构成了大坝风险评估与风险管理的关键支柱。目前我国已发布了一系列有关大坝风险评估与管理的法规和文件，但仍存在一些不足。在将来的进展中，我们应该进一步强化和完善相关的政策和法规，明确大坝风险评估和风险管理的职责和义务，并加强对相关企业和机构的管理和监督力度。通过建立健全法律法规体系，健全组织结构以及强化技术支撑等措施，提高我国大坝风险

评估与管理水平。同时，有必要建立和不断完善相关的标准体系，以规范大坝风险评估和风险管理的各项流程和方法，确保评估和管理工作的科学性和有效性得到保障。

（三）信息化与智能化

大坝风险评估与风险管理领域，信息化和智能化正逐渐成为关键的发展方向。目前，我国大坝风险评估与管理系统主要集中于传统的人工方式，且存在着一定程度上的局限性，无法满足现代化社会对大坝安全监测预警和综合管理的需求。面对未来的挑战，我们应当重视信息技术的建设，构建一个健全的大坝风险评估和管理信息系统，确保信息的有效共享和分享，从而提升评估和管理的工作效率。要充分利用现代信息技术，构建基于网络技术的实时在线监测系统，为大坝安全提供可靠的决策依据。与此同时，我们应当重视智能化的建设，运用尖端的技术工具，以实现大坝风险评估和管理的全自动化和智能化，从而降低相关工作人员的工作压力，并提升评估和管理工作的准确度。

五、结论

大坝风险评估与风险管理构成了一个综合性的工程项目，它涉及多个学科和领域的技术整合。大坝风险评估和风险管理的核心技术，有助于为我国的大坝安全管理工作提供坚实的技术支撑。在未来，我国应当持续加强对大坝风险评估和风险管理技术的研究，不断优化大坝的安全管理体系，以确保大坝能够安全、稳定地运行，从而为我国的经济和社会发展做出贡献。

参考文献：

- [1] 张晓宇,王明.大坝工程水工结构设计研究进展[J].水力发电学报,2022,41(3):45-51.
- [2] 李华,刘军,赵鹏.大坝基础处理技术在工程实践中的应用与发展[J].人民长江,2021,35(2):56-63.
- [3] 王丽,张涛,杨建国.大坝工程渗流控制技术综述[J].水利科技与经济,2022,43(4):78-84.
- [4] 周志维,马秀峰.基于F-ANP法的大坝风险评价与管理技术研究[J].中国水利,2021(04):41-44.
- [5] 许敏龙.水利工程运行期安全管理研究进展[J].内蒙古水利,2020,(07):54-56.
- [6] 马云肖.水利水电工程建设对生态环境的影响分析[J].现代物业(中旬刊),2020,(10):260.

作者简介：

王志建(1976—)，男，汉族，山东栖霞人，大专，工程师助理，研究方向：水利工程及大坝管理。