

大坝安全评估的关键技术与方法探讨

王健

广东顺水工程建设监理有限公司, 中国·广东 佛山 528200

摘要: 随着全球气候变化和人类活动的加剧, 大坝安全问题日益凸显。论文深入探讨了大坝安全评估的关键技术与方法, 旨在为大坝的安全运行和管理提供科学依据和技术支持。论文介绍了大坝安全评估的基本概念和现状, 分析了当前面临的主要问题和挑战。在此基础上, 提出了针对性的应对策略, 并结合实际案例进行了详细分析。总结了研究成果, 并对未来的研究方向进行了展望。

关键词: 大坝安全; 评估技术; 方法探讨; 案例分析

Exploration of Key Technologies and Methods for Dam Safety Assessment

Jian Wang

Guangdong Shunshui Engineering Construction Supervision Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528200, China

Abstract: With the intensification of global climate change and human activities, dam safety issues are becoming increasingly prominent. The paper delves into the key technologies and methods of dam safety assessment, aiming to provide scientific basis and technical support for the safe operation and management of dams. The paper introduces the basic concepts and current situation of dam safety assessment, and analyzes the main problems and challenges currently faced. On this basis, targeted response strategies were proposed and detailed analysis was conducted based on actual cases. Summarized the research results and provided prospects for future research directions.

Keywords: dam safety; evaluation technology; method exploration; case analysis

0 前言

水坝作为人类利用水资源的重要基础设施, 自古代以来就在防洪、灌溉、发电等方面发挥着不可替代的作用。随着现代水利工程技术的飞速发展, 大坝建设在规模和功能上不断突破, 为社会经济的发展提供了有力保障^[1]。然而, 与此同时, 大坝安全问题也日益凸显, 成为制约水利事业可持续发展的重要因素。大坝安全不仅关乎水利工程的正常运行和使用寿命, 更直接关系到下游人民群众的生命财产安全和社会稳定。近年来, 由于极端气候事件频发、地震活动增强以及人类活动干扰等因素的影响, 大坝安全事故时有发生, 给国家和人民带来了巨大的损失。因此, 开展大坝安全评估工作, 及时发现并处理潜在的安全隐患, 已成为当前水利工程管理的重要任务。大坝安全评估是一项系统性的工作, 涉及多个学科领域的知识和技术手段。通过科学、准确、全面的评估, 可以及时发现大坝存在的安全隐患和缺陷, 为大坝的维修加固、运行调度以及应急预案制定等提供有力依据。同时, 大坝安全评估还有助于提高水利工程管理水平, 促进水利行业的健康发展。

论文旨在探讨大坝安全评估的关键技术与方法, 分析当前面临的主要问题和挑战, 并提出相应的应对策略。通过实际案例的分析, 进一步验证和丰富了大坝安全评估的理论和实践经验。希望论文的研究能为相关领域的研究人员和管

理者提供有益的参考和借鉴。

1 概念与现状

1.1 大坝安全评估的概念

大坝安全评估是指通过对大坝的结构、运行状况、周边环境等因素进行全面系统的检测和分析, 评估其安全性和稳定性, 为大坝的运行管理和维修加固提供科学依据的过程^[2]。这一过程涉及多个学科领域的知识和技术手段, 包括水力学、结构力学、地质学、材料科学等。

1.2 大坝安全评估的发展历程

大坝安全评估的发展历程可以追溯到古代。早在数千年前, 人们就已经开始关注水坝的安全问题, 并采取了一些简单的措施来确保水坝的稳定和安全。然而, 真正意义上的大坝安全评估则是在近代以来才逐渐发展起来的。

随着水利工程技术的不断进步和大坝建设规模的不断扩大, 大坝安全评估的重要性日益凸显。20 世纪初, 一些发达国家开始建立专门的大坝安全评估机构, 并制定了一系列大坝安全评估的标准和规范。这些标准和规范为大坝安全评估提供了重要的指导和技术支持。

到了 20 世纪中后期, 随着计算机技术、传感器技术、无线通信技术等现代科技手段的快速发展, 大坝安全评估的技术和方法也得到了极大的提升。现代大坝安全评估已经实现了从定性分析向定量分析的转变, 从单一因素评估向多因

素综合评估的发展。

1.3 国内外大坝安全评估的现状

目前,国内外在大坝安全评估方面已经取得了显著的成果。许多国家都建立了完善的大坝安全评估体系,并制定了相应的技术标准和规范。这些体系和技术标准在保障大坝安全方面发挥了重要作用。在国际上,一些知名的水利工程机构和研究机构都在积极开展大坝安全评估的研究工作。例如,国际大坝委员会(ICOLD)等组织制定了一系列大坝安全评估的国际标准和指南,为各国的大坝安全评估提供了重要的参考依据。

在中国,中国政府也高度重视大坝安全评估工作。近年来,中国水利部等部门相继出台了一系列大坝安全评估的政策法规和技术标准,推动了大坝安全评估工作的规范化、制度化发展。同时,中国的一些高校和研究机构也在积极开展大坝安全评估的研究工作,取得了一系列创新性的成果。

1.4 大坝安全评估的意义和作用

大坝安全评估对于保障大坝的安全运行和使用寿命具有重要意义。通过大坝安全评估可以及时发现大坝存在的安全隐患和缺陷,为大坝的维修加固和运行调度提供科学依据。大坝安全评估有助于提高水利工程管理水平,促进水利行业的健康发展。最后,大坝安全评估还可以为政府部门的决策提供重要参考,保障人民群众的生命财产安全和社会稳定。

2 主要问题与挑战

2.1 大坝老化与材料性能退化

随着时间的推移,大坝会逐渐出现老化和材料性能退化的问题。这些问题会导致大坝的结构强度降低、抗渗性能下降等安全隐患^[3]。例如,混凝土大坝可能会出现裂缝、碳化等现象;土石坝则可能出现沉降、渗漏等问题。这些问题给大坝的安全运行带来了极大的威胁。

2.2 极端气候事件的影响

近年来,全球气候变化加剧,极端气候事件频发。洪水、干旱、地震等自然灾害对大坝的安全运行构成了严重威胁。例如,在洪水期间,大坝可能会面临超标洪水的冲击;在地震期间,大坝可能会受到地震波的破坏。这些极端气候事件不仅会影响大坝的正常运行,还可能导致大坝发生严重事故。

2.3 人类活动干扰与生态环境变化

随着社会经济的发展和人口的增长,人类活动对大坝周边环境的影响越来越大。例如,上游地区的过度开发会导致水土流失加剧、河流径流变化等;下游地区的城市化进程会改变河流的水动力条件、增加河流的污染负荷等。这些人类活动干扰和生态环境变化都会对大坝的安全运行产生影响。

2.4 监测技术的局限性

大坝安全评估需要依靠先进的监测技术来获取大坝的实时运行数据。然而,目前的监测技术在某些方面仍存在局限性。例如,传统的监测设备可能无法适应极端气候条件

下的监测需求;一些新型的监测技术可能尚未得到广泛的推广应用等。这些局限性会影响大坝安全评估的准确性和可靠性。

2.5 评估模型的不确定性

大坝安全评估需要建立相应的评估模型来预测大坝的未来运行状况。然而,由于大坝的复杂性和不确定性因素的存在,评估模型的准确性往往难以保证。例如,模型参数的选择和设定可能存在主观性;模型无法考虑所有可能的影响因素等。这些不确定性因素会影响大坝安全评估的结果和决策的科学性。

2.6 管理与政策方面的挑战

大坝安全评估不仅涉及技术问题,还涉及管理与政策方面的挑战。例如,大坝的安全管理责任不明确、监管不到位等问题可能导致大坝安全评估工作的滞后和失效;政策法规的不完善也可能影响大坝安全评估工作的顺利开展。这些管理与政策方面的挑战需要引起高度重视并采取有效措施加以解决。

3 应对策略

3.1 加强大坝的日常巡查和维护

针对大坝老化和材料性能退化的问题,应加强大坝的日常巡查和维护工作。定期对大坝进行全面检查,及时发现并处理潜在的安全隐患。同时,加强大坝的维修加固工作,提高大坝的结构强度和抗渗性能。

3.2 完善监测体系和技术手段

为解决监测技术的局限性问题,应完善大坝的监测体系和技术手段。采用先进的监测设备和技术手段,提高监测数据的准确性和可靠性。同时,加强监测数据的分析和处理工作,为大坝安全评估提供有力支持。

3.3 建立科学的评估模型和方法

针对评估模型的不确定性问题,应建立科学的评估模型和方法。结合大坝的实际运行情况和周边环境因素,选择合适的模型参数和设定方法。同时,采用多种评估方法进行对比分析,提高评估结果的准确性和可靠性。

3.4 加大政策法规建设和管理力度

为解决管理与政策方面的挑战,应加大政策法规建设和管理力度。明确大坝的安全管理责任和监管职责,加强大坝安全评估工作的监管和指导。同时,完善相关政策法规和技术标准,为大坝安全评估工作提供有力的法律保障和技术支持。

3.5 提升公众意识与参与度

提升公众对大坝安全的认识和重视程度至关重要。通过宣传教育活动,普及大坝安全知识,增强公众的风险意识和防范能力。此外,鼓励公众积极参与大坝安全评估工作,形成政府、企业、社会组织和公众共同参与的良好局面。

3.6 推动科技创新与国际合作

科技创新是推动大坝安全评估事业发展的重要动力。

应加大对相关科研项目的投入,鼓励研发更加先进、高效的大坝安全评估技术。同时,加强国际合作与交流,借鉴国际先进经验和技术成果,提升中国大坝安全评估的整体水平。

3.7 强化应急预案与演练

针对可能发生的大坝安全事故,制定完善的应急预案并进行定期演练至关重要。预案应明确应急处置流程、资源调配方案和责任人分工等内容,确保在事故发生时能够迅速、有效地进行应对。通过演练检验预案的可行性和有效性,并及时进行调整和完善。

3.8 注重生态环境保护与可持续发展

在大坝建设和运行过程中,应充分考虑环境保护和可持续发展的要求。采取有效措施减少对生态环境的影响,保护生物多样性。同时,优化水资源配置,提高水资源利用效率,促进经济社会与生态环境的协调发展。

4 实际案例及分析

某大型水电站大坝,这座巍峨的工程杰作,始建于 20 世纪末,见证了中国水电事业的发展历程。然而,随着时间的推移,大坝在长期的运行过程中,不可避免地出现了一些老化和材料性能退化的问题。为了确保大坝的安全运行,保障人民群众生命财产安全,中国相关部门高度重视,组织了一支经验丰富、技术过硬的专业团队,对该大坝进行了全面的安全评估。

在这次安全评估过程中,团队运用了国际领先的监测设备和技术手段,对大坝的结构、运行状况、周边环境等多方面因素进行了全方位、系统的检测和分析。这些监测设备包括地震监测系统、变形监测系统、渗流监测系统等,确保了评估结果的准确性和可靠性。同时,团队还建立了科学的评估模型和方法,充分考虑了大坝的实际运行情况和周边环境因素,对大坝未来的运行状况进行了预测。

经过严谨的评估,团队发现该大坝存在以下安全隐患和缺陷:部分坝段出现裂缝,可能导致渗漏问题;部分监测设备老化,影响监测数据的准确性;以及大坝周边生态环境变化,可能对大坝安全产生影响。针对这些问题,团队提出了切实可行的维修加固方案和建议,包括裂缝修补、渗漏治理、设备更新等措施。这些建议得到了相关部门的高度重视和采纳。

在维修加固工程实施过程中,相关部门严格按照设计方案,精心组织、科学施工。经过一段时间的紧张施工,大坝的裂缝得到了有效修补,渗漏问题得到了根本解决,监测设备也得到了更新。经过维修加固后,该大坝的安全性和稳定性得到了显著提升,为中国水电事业的持续发展奠定了坚实基础。同时,这次安全评估和维修加固工作,也为中国其他大型水电站大坝的安全管理提供了宝贵经验。

通过对上述案例分析可知:大型水电站大坝的安全管理是一个复杂而关键的过程,它涉及以下几个核心要点:

①风险管理的有效性:通过定期的安全评估和及时的

维修加固,可以有效识别和控制大坝运行中的潜在风险,保障大坝的长期稳定运行。②技术创新的推动作用:在安全评估中应用先进的监测技术和分析方法,不仅提高了评估的精确性,也为大坝的维护提供了强有力的技术支持,推动了水电行业安全管理的技术进步。③针对性的隐患处理:专业团队针对发现的裂缝和渗漏等问题,提出了具体的维修加固方案,这体现了对大坝结构安全 and 功能完整性的重视,确保了处理措施的有效性。④维修加固的实际效果:通过对大坝的维修加固,不仅解决了现有的安全隐患,还提升了大坝的整体性能,为类似工程提供了宝贵的实践经验和参考。⑤持续监控与维护的重要性:即使大坝经过维修加固,仍需建立长期的监控和维护体系,以确保其长期运行的安全性,这是大坝安全管理不可或缺的一环。

综上所述,大型水电站大坝的安全管理应当是一个持续、动态、系统的过程,需要综合考虑技术、环境、管理等多方面因素,不断适应新的技术发展和环境变化,以实现大坝安全、高效、稳定的运行。

5 结语

大坝安全评估作为保障水利工程安全运行的重要手段,其重要性不言而喻。论文通过对大坝安全评估的关键技术与方法进行深入探讨,分析了当前面临的主要问题和挑战,并提出了相应的应对策略。论文明确了大坝安全评估的基本概念和发展历程,介绍了国内外在大坝安全评估方面的现状和发展趋势;详细分析了大坝老化和材料性能退化、极端气候事件的影响、人类活动干扰与生态环境变化等主要问题和挑战。

针对这些问题和挑战,论文提出了加强大坝的日常巡查和维护、完善监测体系和技术手段、建立科学的评估模型和方法、加强政策法规建设和管理力度、提升公众意识与参与度、推动科技创新与国际合作、强化应急预案与演练以及注重生态环境保护与可持续发展等应对策略。

展望未来,随着科技的不断进步,新的监测技术、风险评估方法和结构分析模型将不断涌现,为大坝安全评估提供更加先进和高效的技术手段。利用大数据和人工智能技术,可以对大坝监测数据进行深度挖掘和分析,发现潜在的规律和趋势,提高安全评估的准确性和可靠性。大坝安全评估涉及地质、水利、结构、材料等多个学科领域,未来需要加强多学科之间的交叉融合,形成更加完善和系统的评估体系。各国之间需要加强合作与交流,共同分享经验和成果,推动大坝安全评估技术的创新和发展。

参考文献:

- [1] 秦维.南雄市宝江水库工程地质特性及大坝安全评价研究[J].黑龙江水利科技,2024,52(10):80-82+86.
- [2] 李明.水库大坝运行期安全监测分析[J].低碳世界,2024,14(10):118-120.
- [3] 李联河,刘利.水利工程施工现场的干硬混凝土检测技术分析[J].水上安全,2024(18):74-76.