

水电水利工程中的灾害风险管理与应对措施研究

齐佳佳

河北南水北调中线调蓄库建材有限公司 河北 保定 072550

摘要: 水电水利工程在我国能源建设中占据重要地位,但在其建设和运行过程中,灾害风险管理始终是影响工程安全性和稳定性的重要因素。为了提高水电水利工程在面临自然灾害及突发事件时的应对能力,本研究通过分析国内外相关案例与经验,探讨了水电水利工程灾害风险管理的现状及挑战,并提出了有效的应对措施。研究方法主要采用了文献综述、风险评估与案例分析相结合的方式,重点分析了洪水、地震、滑坡等自然灾害对水电水利工程的影响机制及其风险管理策略。研究表明,灾害风险管理应包括灾害识别、风险评估、预警系统的建设、应急响应和恢复计划等环节,且各环节需紧密衔接。具体应对措施包括加强工程监测与预警系统建设,优化灾害风险评估模型,提升工程设计的抗灾能力,完善应急管理体系,确保灾害发生时能够快速、有效地进行响应。研究意义在于为我国水电水利工程的灾害风险管理提供理论支持与实践指导,助力提高工程抗灾能力,保障水电水利项目的可持续发展。

关键词: 水电水利工程; 灾害风险管理; 应对措施; 风险评估; 应急响应

引言

世界各地的水电水利工程在能源供应和发展中都占有举足轻重的地位,然而此类工程往往位于自然环境复杂且易发生灾害的地区,如山区、河谷等,极易受到自然灾害如洪水、地震、滑坡等的影响,这就需要在设计和建设过程中给予充分的考虑。在中国,水电工程由于地理和气候的影响,其不确定性和风险性的应对更为严峻。过去的经验表明,良好的风险管理系统和灾害应对措施能有效减少自然灾害带来的损失,但实际操作中仍有诸多挑战。因此,探索如何针对各类灾害进行有效的风险管理,并提出切实可行的应对措施,成了保障水电水利工程安全稳定运行的重要研究内容。本文正是基于这样的背景,通过深入分析和研究水电水利工程的灾害风险管理现状及挑战,提出了有效的应对措施,为我国水电水利工程的灾害风险管理体系的构建提供参考。

1 水电水利工程在能源建设中的地位

1.1 我国水电水利工程的历史与现状

我国水电水利工程的发展历程悠久,自20世纪初期起开始逐步推进^[1]。早期,水电水利工程主要以小型水力发电站为主,满足区域性的电力需求。随着经济的快速发展与工业化进程的加快,水电水利工程逐步扩大规模,大型水库和水电站的建设日益增多,如三峡工程、二滩水电站等,成为我国能源结构中的关键组成部分。这些项目不仅为全国各地提供了可观的电力资源,还有效发挥了防洪、灌溉及航运等多重功能。在现阶段,我国已经形成了较为完善的水电水利工程体系,拥有世界领先的工程技术和管理经验。尽管如此,随着气候变化

和环境保护等问题的日益突出,对水电水利工程的可持续性提出了更高要求,需不断创新与改进,以维持其在能源建设中的重要地位。

1.2 水电水利工程对我国能源建设的重要性

水电水利工程在我国能源建设中具有举足轻重的重要性。其不仅提供了稳定的清洁能源供应,也是实现我国能源结构优化和保障能源安全的关键^[2]。水电作为可再生能源的一种,不产生温室气体排放,在应对全球气候变化、减少化石燃料依赖方面具有突出优势。水电水利工程的运行可调节水资源,提高水资源的利用效率,支持农业和工业发展,从而促进国民经济的可持续增长。通过水电水利工程建设,可有效带动相关产业的发展,推动区域经济进步,增强国家能源自主保障能力,对国家经济和社会发展具有深远影响。

1.3 水电水利工程与可持续发展

水电水利工程在促进可持续发展中扮演着关键角色。作为清洁能源的主要来源,其通过减少传统化石能源的依赖,降低了温室气体的排放,缓解了全球气候变化的压力。水电水利工程在水资源管理中发挥着重要作用,通过调节水流量与分配,有效支持农业灌溉和工业用水。工程建设过程中带动了地方经济发展,提供就业机会,促进了社会的综合进步。考虑到生态环境的影响,水电工程在规划和实施过程中需融合生态保护措施,以确保工程与环境的和谐共生,满足当前与未来的发展需求。

2 水电水利工程面临的自然灾害及其影响

2.1 洪水对水电水利工程的影响

洪水是水电水利工程面临的主要自然灾害之一，对工程安全与运行稳定性具有显著影响。洪水不仅可能直接威胁大坝、溢洪道和引水隧洞等核心结构的稳定性，还会导致工程下游流域的严重淤积和生态环境问题。在洪水冲击下，大坝结构可能因超设计流量而产生过载，甚至引发溃坝风险。汛期洪峰的频繁出现会促使工程运行压力激增，增加水力机械设备的磨损损耗以及调度的不确定性。对于泄洪设施的不当管理，可能产生严重的下游洪灾，威胁居民安全和生态系统平衡。洪水还可能冲刷河床，导致坝基出现不均匀沉降或侵蚀现象，进一步削弱工程基础稳定性。气候变化加剧了极端降雨事件的发生频率，致使洪水风险上升，要求在工程规划、运行和管理中更全面地纳入洪水灾害的防控措施，以提高整体抵御能力和可持续性发展水平。

2.2 地震对水电水利工程的影响

地震作为一种高能量释放的地质灾害，对水电水利工程的安全和稳定性构成了严重威胁。在地震作用下，工程结构可能因强烈振动而出现裂缝、变形甚至倒塌，尤其是坝体、泄洪设施及厂房等关键部位容易受到破坏。地震还可能造成库区边坡失稳，引发大量滑坡和塌方，进一步威胁工程及周边区域的安全。地震对地下岩体的扰动可能削弱工程地基的承载能力，导致安全隐患加剧。地震引起的次生灾害，如堰塞湖的形成，可能增加洪水风险，对下游地区构成二次威胁^[3]。综合来看，地震对水电水利工程的影响既直接又深远，要求从工程设计到运行管理均需充分考虑抗震能力，以降低风险。

2.3 滑坡对水电水利工程的影响

滑坡是水电水利工程常见的地质灾害之一，其对工程安全和稳定性构成重大威胁。滑坡可能导致水库周边地形发生剧烈变化，引发堤坝结构损害和水体泄漏，危及工程结构完整性。滑坡还可能堵塞河道，引发水位骤升或泄洪困难，增加洪水风险。滑坡诱发的泥沙沉积会降低水库库容，影响水电站运行效率。地震、降雨等自然因素往往是滑坡的触发条件，需要从设计、监测与治理等方面综合应对，以降低其对水电水利工程的潜在威胁。

3 水电水利工程灾害风险管理的现状与挑战

3.1 灾害风险管理在水电水利工程中的实施现状

近年来，水电水利工程领域的灾害风险管理得到了一定发展。国内外多项工程已经实施了现代化的风险管理策略，主要包括建立全面的风险识别和评估体系，以及完善的灾害预警和监测系统。这些系统通过整合多源数据，能够实时监控环境变化，为工程运行提供及时的风险预警。应急响应机制的建设也在推进中，通过制定详细的应急预

案，提升了面对突发灾害的快速反应能力。

当前的实施仍存在不足，仍需在风险识别的全面性和准确性上进一步加强。部分工程缺乏有效的风险评估工具，特别是在预测罕见和复杂灾害方面。应急管理体系在一些区域还不够完善，尤其是偏远和资源有限的地区，难以快速协调和调动力量应对灾害。为此，需要不断推动技术创新和管理策略改进，以应对日益复杂的自然灾害挑战。

3.2 灾害风险管理在水电水利工程中面临的主要难题

水电水利工程的灾害风险管理在实践中面临诸多挑战。部分工程区域的地质条件复杂，自然灾害发生的频率和强度具有不确定性，使得灾害预测与风险评估的精准度较低。风险管理技术与工具存在不足，一些风险评估模型难以全面整合多种灾害影响因素，导致管理方案的科学性和适用性受到限制^[4]。灾害监测与预警体系区域发展不均，部分地区的技术设备与基础设施仍不完善，制约了灾害监测效果。应急响应能力的建设同样存在短板，救援资源分配不均、协调性不足等问题在实际操作中时有体现。与此管理人员和相关从业者的灾害风险管理意识和专业能力有待提高，影响了风险管理体系的高效运转。上述难题的存在使得水电水利工程在面对灾害时的安全性与稳定性显著承压。

3.3 水电水利工程灾害风险管理的主要机制与策略

水电水利工程灾害风险管理的主要机制包括灾害识别、风险评估、监测预警和应急响应^[5]。采取多灾种综合防控策略，通过技术研发和信息化手段提升监测精度，构建智能预警平台，强化区域协同联动机制，优化灾害恢复计划，推动管理体系制度化和科学化，实现对灾害全过程的精准应对与高效管理。

4 水电水利工程灾害风险管理的应对措施

4.1 加强工程监测与预警系统的建设

加强工程监测与预警系统的建设在水电水利工程灾害风险管理中至关重要。完善的监测与预警系统可以实现对潜在灾害的早期识别和精准预测，有效降低灾害对工程运行的破坏性影响。针对洪水、地震、滑坡等主要自然灾害，应优先部署先进的传感器网络及遥感技术，加强对水流量、地质变形、地震波动等参数的实时监测。构建多层次预警平台，整合气象、地质和水文数据，依托大数据与云计算等技术手段，提升预警信息的分析与发布效率。重点区域的监测设备应定期维护，确保数据采集的连续性与准确性。应加强与政府部门和科研机构的合作，共同制定灾害预警的响应标准与实施规范，通过开展模拟演练与技术培训提升决策者和操作人

员的应急处置能力,从而保障工程结构安全与运行稳定,为灾害防控提供科学依据和技术支持。

4.2 优化灾害风险评估模型

优化灾害风险评估模型是提升水电水利工程抗灾能力的关键措施之一。模型优化需综合考虑多种自然灾害因素,通过引入先进的数据分析技术和机器学习算法,提高风险评估的精确性和可靠性。应结合历史数据、实时监测信息和区域环境特征,构建动态更新机制,增强模型的预见能力。应加强各类灾害因素之间的关联性研究,提升模型对复合灾害情境的应对能力。在模型优化过程中,需确保风险评估结果的可解释性,以便于相关决策者进行有效的灾害管理决策。通过这些措施,能够更好地支持水电水利工程的安全运行与可持续发展。

4.3 提升工程设计的抗灾能力

提升工程设计的抗灾能力在水电水利工程中具有重要意义。为了增强抗灾能力,应注重材料选择的耐久性和适应性,结合局部地质特点进行设计优化,以提高结构的整体抗灾性能。考虑多种自然灾害的复合影响,通过模拟实验分析不同灾害组合下的工程响应,确保设计满足多重灾害情境。应用先进的工程技术和创新设计理念,提升工程的动态适应能力和韧性,有助于在灾害发生时有效地减少结构损害和功能丧失,保障工程安全与稳定。

5 对水电水利工程灾害风险管理的预测与展望

5.1 当前应对措施的效果评价与不足

当前水电水利工程灾害风险管理的措施在提升工程抗灾能力方面取得了一定成效。通过加强工程监测与预警系统建设,许多水电项目能够及时获取灾害预警信息,为应急处理争取了宝贵时间。优化的灾害风险评估模型已在部分工程中应用,这帮助识别高风险区域,提高风险评估的准确性。工程设计也在逐步增强对自然灾害的抵御能力,新技术和材料的使用使一些项目能够更好地应对外部环境变化。

这些措施仍存在明显不足之处。监测与预警系统的建设和维护投入巨大,一些偏远地区的基础设施依然薄弱,导致监测数据的及时性和准确性受到限制。风险评估模型虽有改进,但在面对复杂多变的自然灾害时,模型的预测精准度仍需提升。应急管理体系在实际操作中暴露出响应速度和资源调配方面的短板,尤其是在多灾并发的情况下,应急预案往往难以真正落地执行。

整体来看,尽管当前的应对措施在一定程度上提升了水电水利工程的防灾减灾能力,但其效能仍需进一步增强。结合新型科技技术,尽快弥补这些不足,将是未来提高灾害风险管理效果的关键。

5.2 预测未来可能面临的新型灾害及可能的影响

面对环境变化与社会发展,水电水利工程可能面临的新型灾害呈现复杂性与多样性。气候变化导致极端天气事件频繁发生,可能造成水资源的极端分配和严重洪灾,干旱或暴雨可能交替出现,对水电设施构成潜在威胁。全球地质活动加剧,可能诱发频繁的地震和滑坡,特别是在地质条件复杂的地区,加剧了对工程结构稳定性的挑战。随着人类活动的加剧,工业事故、化学品泄漏及恐怖主义等人为因素引发的灾害风险也在增加,可能对水质安全和电力供应造成影响。面向未来,需要关注科技进步带来的风险,如信息化技术的应用提高了工程自动化水平,但也带来了网络安全威胁。预判并做好应对此类新型灾害的准备,是确保水电水利工程长期安全与效益的关键。

结束语

本研究以我国水电水利工程的灾害风险管理为研究对象,通过文献综述、风险评估与案例分析的研究方法,系统探讨了水电水利工程在面临自然灾害及突发事件时的应对能力,并提出了有效的应对措施。研究结果表明,灾害风险管理应该包括灾害识别、风险评估、预警系统的建设、应急响应和恢复计划等环节,而且各环节需要紧密衔接。从实际应对措施上,本研究提出了加强工程监测与预警系统建设,优化灾害风险评估模型,提升工程设计的抗灾能力,完善应急管理体系等具体建议,为水电水利工程的灾害风险管理提供了科学、有效的参考。更为重要的是,这些建议也有助于提高工程的抗灾能力,确保水电水利工程的稳定,致力于更好的保障水电水利项目的可持续发展。尽管取得了这些成果,但应认识到灾害风险管理是一个全面且复杂的系统工程,仍需在实践中不断探索和提高。未来的研究将更加关注探索和构建全面、灵活且具有适应性的灾害风险管理模式,以适应日益频繁和复杂的灾害环境变化。

参考文献

- [1]李玉格.水利工程建设进度管理与风险应对措施[J].电脑乐园,2022,(03):0289-0291.
- [2]訾庆锋.水利工程监理安全管理风险分析与应对措施[J].城市情报,2022,(01):0055-0057.
- [3]金安才.水利工程监理安全管理风险的分析和应对措施研究[J].农村经济与科技,2021,32(16):54-56.
- [4]汤明.水利工程招标中存在的风险及应对措施[J].工程技术研究,2021,6(11):173-174.
- [5]王兰赵家豪.水利工程管理中存在的安全风险及应对措施[J].建材与装饰,2022,18(27):162-164.