

水利水电工程中的地质灾害防治与治理技术研究

秦宪红

恒荣建设集团有限公司 江西南昌

【摘要】水利水电工程在建设过程中，地质灾害防治和治理技术的应用至关重要。由于地质灾害的复杂性与突发性，传统的工程建设方法难以完全应对这些挑战。深入研究地质灾害的预防、监测与治理技术，探索合理的防治措施，对确保水利水电工程的安全性与稳定性具有重要意义。本文通过分析地质灾害类型、发生机制及其影响因素，提出了一些创新性防治与治理技术，并结合实际案例，探讨了这些技术在水利水电工程中的应用效果。研究表明，综合运用多种技术手段能够有效减少地质灾害带来的风险，为水利水电工程的顺利建设和长期运行提供保障。

【关键词】地质灾害；防治技术；水利水电工程；治理措施；风险评估

【收稿日期】2025 年 7 月 17 日 **【出刊日期】**2025 年 8 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250165

Research on prevention and control technology of geological hazards in water conservancy and hydropower engineering

Xianhong Qin

Hengrong Construction Group Co., Ltd, Nanchang, Jiangxi

【Abstract】 The application of geological hazard prevention and control technologies plays a vital role in water conservancy and hydropower engineering projects. Given the complexity and suddenness of geological hazards, traditional construction methods struggle to fully address these challenges. In-depth research on preventive, monitoring, and remediation techniques, along with exploring effective measures, is crucial for ensuring the safety and stability of such projects. This paper analyzes types, mechanisms, and influencing factors of geological hazards, proposes innovative prevention and control technologies, and examines their practical effectiveness through case studies. Research findings indicate that integrated application of multiple technical approaches can effectively mitigate risks caused by geological hazards, thereby guaranteeing the smooth construction and long-term operation of water conservancy and hydropower projects.

【Keywords】 Geological hazards; Prevention and control technology; Water conservancy and hydropower engineering; Governance measures; Risk assessment

引言

在水利水电工程的建设过程中，地质灾害的发生可能会对工程的安全性和运行稳定性造成严重影响。随着项目规模的不断扩大和复杂性提高，传统的防治措施往往难以应对日益严峻的地质灾害挑战。如何有效识别和预测地质灾害，制定切实可行的防治方案，成为当前水利水电工程中的关键技术问题。近年来，随着新型监测手段和治理技术的发展，相关防治措施的应用得到了显著提升。本文将探讨当前地质灾害防治与治理技术在水利水电工程中的实

践应用，分析其优势与不足，推动技术的持续创新和优化。

1 地质灾害对水利水电工程的影响及主要风险因素分析

地质灾害在水利水电工程中的影响具有高度的复杂性和突发性，常常会对工程的建设过程、运行安全和长期稳定性造成严重威胁。水利水电工程建设涉及大规模的土木工程、深挖基础、坝体建设等，而这些工程往往集中在复杂的地质条件下，尤其是山区、河流上游等地质环境较为脆弱的区域^[1]。在这

些地区,滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的发生,往往会导致工程基础设施的损毁,甚至影响到整个水利水电项目的可行性与安全性。地下水的变动、岩层的不稳定以及地震活动的诱发,都可能加剧地质灾害的发生风险,进一步影响水利工程的设计与施工。

地质灾害的发生机制复杂多变,不仅受到自然环境的影响,还与工程施工过程中对环境的干扰、建设设计方案的不合理等因素密切相关。山体的陡峭性、岩土松散程度、以及地下水位的变化,都会在不同条件下引发滑坡、崩塌等灾害。水利水电工程在建设过程中如果未能有效预测这些地质条件,极可能在施工阶段发生山体滑坡、滑坡体挤压或是坝体的地基不稳定等问题,影响工程质量和进度。水库蓄水后的地质灾害风险也不容忽视,库区周围的岩体因水位变化而导致的不稳定性,可能会在蓄水初期或运行过程中引发严重的灾难性后果,进而威胁到工程的安全运营。

地质灾害的影响不仅仅局限于对工程本身的破坏,还可能引发周边区域的环境变化,造成更广泛的社会和经济损失。水库的运行和调节水流会引起周围土壤湿度的变化,从而导致土壤的软化和滑坡的风险增加^[2]。而一旦发生地质灾害,工程可能会面临较高的灾后修复成本,甚至可能影响到下游地区的用水和电力供应,带来严重的社会经济影响。充分了解地质灾害的成因和影响因素,深入开展地质灾害风险评估,对水利水电工程的安全设计、建设与运营具有重要意义,只有从根本上解决这些问题,才能确保水利水电工程的长期稳定运行。

2 现有地质灾害防治技术的应用现状及其局限性

目前,地质灾害防治技术在水利水电工程中已得到广泛应用,尤其是在滑坡、崩塌、泥石流等灾害防控方面取得了一定的进展。常见的防治技术包括地质勘察与风险评估、工程加固与支护、以及防水和排水系统的建设等。在地质灾害高发区,工程勘察阶段的详细地质调查和地形分析能够帮助预测潜在风险,并为设计阶段提供依据^[3]。采用加固措施如支撑桩、锚固技术以及岩土工程中的抗滑桩等手段,有效增强了工程的抗灾能力,降低了灾害发生的概率。防水和排水系统的建设,如设置排水管道、渗水

防治层等,能够减轻地下水对坝体或岩体稳定性的影响,减少因水土流失或水位变化引起的地质灾害。

现有防治技术仍存在一定的局限性。尽管地质勘察和风险评估能够提供一定的灾害预警,但地质环境的复杂性和突发性使得这些方法在实际应用中存在较大的不确定性。许多地质灾害发生时并未按照预期规律发展,尤其是在复杂的山区或地下水环境中,传统的勘察技术往往无法全面覆盖所有潜在的风险因素。此外,尽管一些加固措施能够提供短期内的稳定效果,但面对极端天气、地震等突发灾害时,现有的防治技术往往无法有效应对灾害的全方位威胁。现有的监测系统和预警技术尚未达到实时性与准确性的要求,无法及时反映灾害发展过程中的细节,导致灾害发生时应急响应不够迅速,难以在第一时间有效防控。

地质灾害防治技术的经济性和适应性也存在挑战。在一些偏远地区,由于资金、技术和人才的限制,无法开展全面的灾害防治措施,导致工程存在较高的风险。尤其是在一些地质条件较为复杂的区域,防治技术的实施成本较高,且很难保证防治措施的长期有效性^[4]。地质灾害防治需要综合考虑环境因素、工程需求和经济成本,而现有技术往往难以平衡这些方面的需求。亟需进一步创新和优化地质灾害防治技术,提升其适应性、经济性和有效性,以应对水利水电工程中日益复杂的地质风险。

3 创新防治与治理技术的探索及其在水利水电工程中的应用

随着地质灾害防治需求的日益增加,创新性技术的应用为水利水电工程提供了更为有效的防控手段。近年来,基于大数据和人工智能的灾害监测技术逐渐得到推广,这些新兴技术能够实时采集地质数据并进行智能分析,为灾害预警和决策提供更加精准的信息^[5]。通过布设传感器、卫星遥感技术和无人机监测等手段,结合人工智能的算法模型,可以在地质灾害发生前预测其趋势,提前采取措施进行预防。这些技术不仅能够对地质环境进行全方位、多维度的实时监控,还能通过历史数据分析,识别潜在的高风险区域和变化趋势,显著提高了灾害防控的时效性和准确性。

新型材料和技术在防治措施中的应用也展现出强大的潜力。例如,近年来发展起来的自愈合混凝

土和高强度合成材料在水利水电工程的防灾设计中得到了应用。这些材料具有良好的抗裂性和修复能力,能够在面对地质灾害发生后自动修复自身裂缝,减少结构破坏带来的风险。同时,地质灾害治理过程中,利用高分子材料进行坡面加固和土壤稳定性处理,也取得了显著效果。通过这些材料的应用,可以大大提高工程抗灾能力,并延长工程使用寿命,降低灾后修复和维护成本。

地质灾害的治理手段也在不断创新,尤其是在灾后恢复和加固领域。一些新的加固方法,如超高压注浆技术和复合材料加固技术,已经在多项水利水电工程中得到实践^[6]。这些技术不仅能有效增强土体或岩体的承载力,防止滑坡、崩塌等地质灾害的进一步发展,还能在较短时间内恢复工程的稳定性和安全性。在一些特殊地区,针对水库蓄水后的地质灾害风险,采用新型的防渗漏技术和库区水文气象模型相结合的方法,成功实现了水库与周围地质环境的良性互动,减少了因水位波动引发的地质灾害风险。这些创新技术的应用为水利水电工程的长期稳定运行提供了可靠保障,并推动了地质灾害防治技术的不断进步和优化。

4 综合防治技术体系的构建及其在水利水电工程中的实施策略

为了有效应对水利水电工程中的地质灾害风险,构建一套综合防治技术体系显得尤为重要。该体系应包括从前期勘察、设计阶段到施工及运营期间的全方位防治措施,充分考虑地质环境、工程类型和灾害特点,合理配置各类技术手段^[7]。综合防治技术体系不仅要依赖传统的工程加固和支护技术,还应结合现代化的监测技术与信息化手段,实现对地质灾害的精准预测、实时监控和科学应对。通过地质灾害风险评估与动态监测,结合多种应急预案和智能化技术,可以有效应对水利水电工程中不同类型、不同层次的地质灾害风险,确保工程在建设和运行过程中的安全性。

在具体实施策略上,应根据水利水电工程项目的不同阶段制定相应的防治措施。在勘察阶段,结合现代勘探技术,如三维地质探测与遥感技术,对工程所在地的地质条件进行详细分析,识别潜在的灾害风险点。在设计阶段,依据风险评估结果,优化设计方案,确保工程结构具有足够的抗灾能力。同

时,施工阶段应采用多种防护手段,如支撑、锚固、排水等措施,加固不稳定地层,并合理调整施工进度与方法,避免过度扰动引发次生灾害。在运营阶段,持续进行地质灾害监测,利用智能化监测系统和大数据分析,及时发现潜在的灾害隐患,确保水利水电工程的长期安全。

综合防治技术体系的关键在于形成一个多层次、全方位的防控网络,通过协同工作提升防治效果。在具体应用中,各种防治技术应相互配合,发挥各自优势,形成整体性防控能力。在滑坡多发区,可以结合坡面加固、植被恢复和排水系统建设,形成综合防控体系;在水库蓄水区域,可以通过动态水文监测、边坡稳定性分析等技术手段,对地质变化进行实时监控,并采取相应的治理措施^[8]。通过信息化手段对灾害进行精准预测与预警,能够有效减少灾害的发生概率与损失,为水利水电工程提供更为稳固的保障。

5 结语

地质灾害防治技术在水利水电工程中的应用至关重要,它不仅关系到工程的安全性和稳定性,还涉及到周边环境和社会经济的可持续发展。随着技术的不断进步,创新防治技术和综合防治体系的建立为工程提供了更加可靠的保障。地质灾害的复杂性和不可预测性依然对防治技术提出了更高要求。未来,结合先进的监测手段、智能化技术和科学的设计理念,地质灾害防治将不断优化,进一步提升水利水电工程的抗灾能力和长期稳定性。加强多学科协作和技术创新,是确保水利水电工程在复杂地质环境中安全运行的关键。

参考文献

- [1] 付意成,张剑,赵进勇,等.水利工程生态服务价值系统化测算体系研究[J/OL].水利学报,1-12[2025-07-10].
- [2] 杨丽文,刘东焕,杨芷,等.温室芦荟的常见病虫害及其防治技术概述[J].河北师范大学学报(自然科学版),2025,49(04):408-414.
- [3] 徐磊.新形势下如何加强水利工程与农业可持续发展的分析[J].农业开发与装备,2025,(07):98-100.
- [4] 王小刚,杨泊.高标准农田水利工程建设管理现状、对策与建议[J].农业开发与装备,2025,(07):184-186.

- [5] 杜怀飞.煤矿瓦斯特性分析及其综合防治技术研究[J/OL].煤炭科技,2025,(03):149-153[2025-07-10].
- [6] 张云,张文敬,宋国虎,等.基于 GIS 与信息量模型的地质灾害易发性评价[J].山西建筑,2025,51(14):57-59+68.
- [7] 高凤秋.农业植保技术优化策略与病虫害精准防治措施探析[J].农业开发与装备,2025,(07):232-234.
- [8] 唐鸿磊,杨逸飞,刘璐,等.地质灾害与人类活动复合扰动

引起的景观重构对河流水质的影响[J/OL].水利水电技术(中英文),1-22[2025-07-10].

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS