

水利水电工程中的地质灾害防治

叶丙帅

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 伴随着我国社会经济的迅速发展,水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对于促进经济发展、改善民生具有重要意义。然而,水利水电工程建设与运营过程中常常面临着各种地质灾害问题的威胁,如滑坡、泥石流、水库诱发地震等。这些地质灾害不仅会影响工程安全,还可能对人民生命财产安全造成严重影响。因此,研究水利水电工程地质灾害问题及其防御措施具有重要意义。

关键词: 水利水电工程;地质灾害;滑坡;泥石流;水库诱发地震;防治措施

引言

水利水电工程的建设与运营直接关系到国家经济社会的持续发展,是确保社会经济稳定发展的重要保证。然而,水利水电工程往往建设在山区或地质复杂的地区,这些地区的地质灾害频发,对工程的安全稳定运行构成了严重威胁。因此,加强水利水电工程地质灾害防治研究,对于保障工程安全、保护人民生命财产安全具有重要意义。

1 水利水电工程地质灾害类型及成因

1.1 地质灾害类型

水利水电工程中的地质灾害类型多样且各具特点,主要包括滑坡、泥石流、水库诱发地震、崩塌、地面塌陷、地裂缝等。滑坡是指斜坡上的岩土体在重力或外力作用下,沿一定的软弱面或软弱带整体向下滑动的现象,常常由于边坡开挖、水库蓄水等因素诱发,对工程设施构成严重威胁。泥石流则是山区常见的一种自然灾害,是含有大量泥砂、石块的特殊洪流,其冲击力极强,对水利水电工程周边设施及人员生命财产安全构成极大威胁。水库诱发地震则是由于水库蓄水后,水体对地壳产生的压力变化所诱发的地震活动,这种地震虽然震级通常不大,但对水库大坝及周边地区的安全稳定仍有一定影响。崩塌是指陡峭斜坡上的岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动、堆积在坡脚或沟谷的地质现象,其发生往往具有突发性,难以预测,对水利水电工程及周边环境造成瞬间破坏。地面塌陷则是地表岩土体在自然或人为因素作用下向下陷落,并在地面形成塌陷坑(洞)的一种地质现象,这种灾害在水利水电工程区域可能由于地下空洞、岩溶发育等因素导致,对工程设施及人员安全构成隐患。地裂缝则是地表岩土体在自然或人为因素作用下产生开裂,并在地面形成一定长度和宽度的裂缝,其出现可能破坏工程设施的完整性,影

响工程的安全稳定运行。这些地质灾害的发生原因复杂多样,可能与地质构造、水文地质条件、工程活动等多种因素有关。地质构造的复杂性、岩层的破碎程度、节理的发育情况、断层的存在等都可能影响岩土体的稳定性,从而诱发地质灾害^[1]。同时,水文地质条件如地下水的流动、水位的变化等也可能对岩土体的稳定性产生影响。此外,水利水电工程建设和运营过程中的开挖、爆破、蓄水、排水等工程活动也可能对周边地质环境产生扰动,加剧地质灾害的发生风险。

1.2 成因分析

(1) 自然因素。地质条件不利是地质灾害产生的直接且根本的因素。山体的地质构造状况不稳定,如存在断层、节理发育、岩层破碎等情况,都大大降低了岩土体的稳定性,使得其易于在重力或外力作用下发生滑动、崩塌等地质灾害。此外,地形地势的特殊性也是地质灾害发生的重要原因。陡峭的山坡、深切的沟谷、悬崖峭壁等地形地貌,使得岩土体更容易受到重力、水流等自然力的作用,从而发生滑坡、泥石流等灾害。同时,地震、洪水等自然灾害也是引发地质灾害的重要原因。地震的震动作用可以使得岩土体发生松动或破裂,降低其稳定性,从而诱发滑坡、崩塌等地质灾害。而洪水则具有强大的冲刷力,可以冲刷边坡、沟谷等地方,加剧滑坡、泥石流等灾害的发生。(2) 人为因素。人类活动对地质灾害的危险性具有显著的加剧作用。在水利水电工程建设过程中,不合理的工程布局往往使得工程设施处于地质灾害易发区或边坡稳定性较差的地段,从而增加了地质灾害发生的风险。例如,将水库大坝建在地质构造复杂、岩层破碎的地段,或者将渠道开挖在陡峭的山坡上,都可能诱发滑坡、崩塌等灾害。此外,开挖坡脚、排水不畅等行为也是诱发地质灾害的重要因素。开挖坡脚会破坏边坡的稳定性,使得岩土体易于发

生滑动。而排水不畅则会导致水流在边坡或沟谷处积聚,增加水流的冲刷力,从而加剧滑坡、泥石流等灾害的发生。同时,大规模开挖过程中缺乏维护和预防措施等人为因素也是导致地质灾害发生的重要原因。在开挖过程中,如果没有及时采取有效的支护措施来加固边坡,或者没有定期对边坡进行监测和维护,就会使得边坡的稳定性逐渐降低,最终诱发地质灾害。因此,在水利水电工程建设和运营过程中,必须充分重视地质灾害的预防和治理工作,采取有效的措施来确保工程的安全和稳定运行。

2 水利水电工程地质灾害的危害

地质灾害对水利水电工程的危害是多方面的,且后果往往十分严重。首先,地质灾害容易导致水电工程设施的损坏,如大坝、溢洪道、渠道等关键设施可能因滑坡、泥石流等灾害而受损,严重影响工程的正常运行和安全性。这些设施的损坏不仅需要进行昂贵的修复工作,还可能导致工程暂停运行,造成电力供应中断等严重后果。其次,地质灾害可能影响水库的效益。滑坡、泥石流等灾害可能导致水库库容减少,因为大量泥沙和石块可能冲入水库,沉积在库底,从而减少有效库容。同时,灾害还可能影响水库的进水口和出水口,导致流量减小,进而影响水库的发电效益和灌溉功能。此外,地质灾害还可能对周边环境造成破坏。滑坡、崩塌等灾害可能摧毁周边的农田、道路、桥梁等基础设施,给当地经济发展带来负面影响。这些灾害不仅造成直接的经济损失,还可能影响当地居民的生产和生活,甚至导致他们被迫迁移。最后,地质灾害还可能造成人员伤亡。在灾害发生时,工作人员和周边居民可能无法及时撤离,导致被埋压、溺水等悲剧发生。这些人员伤亡不仅给家庭带来巨大的痛苦,也给社会带来不稳定因素。因此,在水利水电工程的建设 and 运营过程中,必须高度重视地质灾害的预防和治理工作,确保工程的安全和稳定运行,保障人民生命财产的安全。

3 水利水电工程地质灾害防治对策

3.1 加强工程地质勘察

在水利水电工程的建设前期,工程地质勘察是至关重要的一环。为了有效防治地质灾害,必须在工程前期调查中加强地质勘察工作,对潜在的地质灾害隐患进行全面、详细的分析。具体来说,地质勘察应重点关注滑坡、泥石流、崩塌等常见地质灾害的发生地质条件和影响因素。这包括对地形地貌的细致考察,如山坡的坡度、坡形、坡向等,以及地层岩性的分析,如岩层的厚度、产状、岩性组合等^[2]。同时,水文地质条件也是影响

地质灾害发生的重要因素,因此需要对地下水的水位、流向、水质等进行详细勘察。通过地质勘察,可以深入了解潜在地质灾害的成因、规模、危害程度及发展趋势,为制定针对性的防御措施提供科学依据。例如,对于滑坡灾害,可以根据勘察结果确定滑坡体的稳定性,进而采取相应的加固措施;对于泥石流灾害,可以分析泥石流的形成条件,如物源、水源、地形等,从而制定有效的拦截和排导措施。

3.2 采用科学的地质灾害监测技术

为了有效防治水利水电工程地质灾害,建立水利工程地质灾害监测预警系统是至关重要的。这一系统应涵盖数据采集系统、数据传输系统、数据分析和处理系统以及预警发布系统,确保监测工作的全面性和准确性。数据采集系统是监测预警系统的基础,它负责收集各种地质灾害相关的数据信息。这些数据可能包括地形地貌、地层岩性、水文地质条件等基础地质数据,以及滑坡体位移、地下水水位变化等实时监测数据。为了确保数据的准确性和可靠性,应采用高精度的监测设备和技术手段进行数据采集。数据传输系统则负责将采集到的数据及时、准确地传输到数据分析和处理系统。这一系统应具备稳定、高效的传输能力,以确保数据的实时性和完整性。在现代科技手段的支持下,可以通过无线网络、卫星通信等方式实现数据的远程传输。数据分析和处理系统是监测预警系统的核心,它负责对传输过来的数据进行深入分析和处理,提取出有用的信息,为地质灾害的预测和预警提供科学依据。这一系统应采用先进的数据分析算法和模型,以提高数据分析的准确性和效率。预警发布系统则是监测预警系统的最终输出环节,它负责将分析处理后的结果及时发布给相关部门和人员,以便他们采取相应的防治措施。预警发布系统应具备快速、准确的发布能力,以确保预警信息的及时传达和有效应对。在具体监测技术手段上,应充分利用现代科技手段,如遥感技术、地面位移监测等。遥感技术可以通过卫星或无人机等高空平台获取大范围的地面影像数据,用于监测滑坡体的形态变化和位移情况。地面位移监测则可以通过在滑坡体上安装监测设备,实时测量滑坡体的位移量和方向,为滑坡的预测和预警提供直接依据。

3.3 采取工程措施加固边坡

对于易发生滑坡的地段,必须采取有效的抗滑支护措施来增强边坡的稳定性。抗滑桩是一种常用的支护结构,它能够深入滑坡体内部,通过桩身的抗力来抵抗滑坡体的下滑力,从而起到稳定边坡的作用。挡土墙则是

另一种常见的支护结构,它能够阻挡滑坡体的滑动,防止其进一步扩展。在实际工程中,应根据边坡的具体情况 and 滑坡的成因,选择合适的抗滑支护措施,并进行科学的设计和施工,确保支护结构的安全和可靠。同时,加强排水设施建设也是预防滑坡的重要措施之一。雨水是诱发滑坡的重要因素之一,因此必须做好边坡的排水工作。可以通过设置排水沟、截水沟等排水设施,将雨水及时引走,减少雨水对边坡的冲刷和侵蚀。此外,还可以对边坡进行坡面防护,如采用喷浆、砌石等措施,增强边坡的抗冲刷能力。

3.4 加强水土保持工作

水土保持工作是预防水利水电工程地质灾害的重要措施之一。通过提高植被覆盖率,可以有效减少水土流失,增强土壤的抗侵蚀能力。在水利水电工程周边区域进行植树造林、种草种花等措施,不仅可以增加地表植被的数量和多样性,还可以改善生态环境,提高区域的生态功能。在具体实施过程中,应根据当地的气候条件、土壤类型和植被特点,选择合适的植物种类和种植方式。同时,还应加强植被的养护和管理,确保其健康生长,发挥最大的水土保持作用。此外,合理规划土地利用也是预防泥石流等地质灾害的重要措施。应避免在泥石流易发区域进行过度开发,如乱砍滥伐、过度耕作等,以免破坏地表的植被和土壤结构,加剧水土流失和泥石流的发生。相反,应采取措施保护和恢复地表的植被和土壤结构,提高区域的生态稳定性和抗灾能力。

3.5 合理控制水库水位和水体压力

为了有效预防水利水电工程地质灾害,合理控制水库水位和墙体压力是至关重要的。水库的蓄水量和放水速度应根据实际情况进行科学调节,以保持水位的相对稳定。避免水体的突然变化,如急剧上升或下降,以免对地壳产生过大的压力,从而诱发地质灾害,如滑坡、地震等。为了实现这一目标,可以采用先进的监测技术,对水库的运行状态进行实时监测。通过安装水位计、压力传感器等设备,可以实时获取水库的水位、水体压力等关键数据。这些数据可以为水库的管理和调度提供科学依据,确保水库在安全范围内运行。同时,还

应建立健全的水库管理制度,明确水库的蓄水、放水规则和操作流程^[3]。加强对水库管理人员的培训和教育,提高他们的安全意识和操作技能,确保他们能够按照规范进行水库的管理和调度。

3.6 制定完善的应急预案

在地质灾害发生时,及时有效的应急管理和救援工作能够最大程度地减少人员伤亡和财产损失。因此,制定完善的应急预案是预防水利水电工程地质灾害的重要措施之一。具体来说,应制定相关的防洪应急预案、施工安全防洪预案、水库防洪应急预案、山洪防灾预案等。这些预案应明确应急组织的职责和分工,规定应急响应的程序和措施,确保在灾害发生时能够迅速、有序地进行应急处理和救援工作。此外,还应加强应急演练和培训,提高应急组织的应对能力和救援水平。通过定期组织应急演练,可以检验应急预案的可行性和有效性,发现存在的问题和不足,及时进行修订和完善。同时,加强对相关人员的培训和教育,提高他们的应急意识和操作技能,确保他们能够在灾害发生时迅速、准确地执行应急预案,有效地进行应急处理和救援工作。

结束语

水利水电工程中的地质灾害防治是一项复杂而艰巨的任务。通过加强工程地质勘察、采用科学的地质灾害监测技术、采取工程措施加固边坡、加强水土保持工作、合理控制水库水位和墙体压力以及制定完善的应急预案等措施,可以有效地降低地质灾害对水利水电工程的危害。同时,政府、企业和社会各界应共同努力,加强合作与交流,推动水利水电工程地质灾害防治工作的不断发展和完善。

参考文献

- [1]王自高,何伟.水电水利工程地质灾害问题分类[J].地质灾害与环境保护,2017(04):7-10
- [2]杨再彬.水库水利工程地质灾害防治技术及措施[J].企业技术开发,2018(3):23-27
- [3]杨淑萍,崔琳琳.水利工程地质灾害危险性评估概述[J].水利科技与经济,2018(12):14-20