

山区水电工程建设的水工环地质问题及处理方法研究

董伟¹ 张玉² 耿欣颖³

1. 重庆市南江勘测设计有限公司 重庆 401121

2. 重庆市地质矿产勘查开发局205地质队 重庆 402100

3. 重庆市南江勘测设计有限公司 重庆 401121

摘要: 通过深入研究了山区水电工程建设中面临的水工环地质问题,包括滑坡、泥石流、地震、水库诱发地震、库岸稳定、地下水水位变化及岩溶塌陷等。针对这些问题,本文探讨了相应的处理方法,包括边坡稳定设计、排水系统设置、抗震性能提升、岩溶塌陷预防及治理等措施。通过综合分析和实证研究,旨在为山区水电工程的安全建设和运营提供科学依据和技术支持。

关键词: 山区水电工程; 水工环地质问题; 处理方法

1 山区水电工程建设概述

1.1 山区水电工程的特点

山区水电工程具有鲜明的特点,这些特点既为其建设带来了机遇,也带来了挑战。首先,山区水电工程通常位于交通不便的偏远山区,这不仅增加了施工材料和机械设备的采购难度,还使得施工前的准备工作尤为重要。其次,山区地形复杂,地质条件多变,往往存在高差大、坡度陡、岩石破碎等问题,这增加了工程施工的技术难度和风险。另外,山区气候多变,降雨量大,尤其是在雨季,山洪、泥石流等自然灾害频发,对工程施工安全构成了严重威胁。同时山区水电工程的建设往往涉及大量的土石方开挖和填筑,对当地生态环境的影响较大,因此在工程建设过程中需要充分考虑环境保护和生态修复的问题。

1.2 水工环地质在山区水电工程建设中的作用

水工环地质在山区水电工程建设中发挥着至关重要的作用。水工环地质勘查主要包括水文地质勘查、工程地质勘查和环境地质勘查三个方面。具体来说,水文地质勘查可以揭示地下水的分布、运移规律和化学特征,为水电工程的水资源利用和保护提供重要信息。工程地质勘查则是对建设地区的地下岩石、土层和构造进行勘测,评估地基承载力和稳定性,为工程设计和施工提供地质参数^[1]。环境地质勘查则是对建设地周边的环境地质问题和灾害问题进行全面了解,评估工程建设对生态环境的影响,为工程的环境保护和生态修复提供建议。在山区水电工程建设中,水工环地质勘查的成果可以为工程选址、设计、施工和运营提供全面、准确的地质资料,帮助工程人员充分了解建设地的地质条件,预测可能遇到的地质问题,制定合理的工程方案和施工措施,

确保工程的安全、稳定和可持续发展。水工环地质勘查还可以为工程的环境保护和生态修复提供科学依据,促进水电工程与生态环境的和谐共生。

2 山区水电工程建设的水工环地质问题成因分析

2.1 自然因素

山区水电工程建设面临的水工环地质问题,在很大程度上受到自然因素的影响。地形地貌是引发水工环地质问题的重要因素之一,山区地势起伏大,坡度陡峭,岩土体在重力作用下容易发生滑动、崩塌等地质灾害。特别是在高山峡谷地区,河流的下切侵蚀作用强烈,会进一步破坏岩土体的稳定性,增加滑坡、泥石流等灾害发生的可能性。山区的岩石类型和地质构造也复杂多样,如断层、褶皱等地质构造的发育,使得岩体的稳定性大大降低,容易发生地质灾害。气象水文条件也是引发水工环地质问题不可忽视的因素,降水是一个重要的气象因素,暴雨或持续降雨会使岩土体含水量增加,重量增大,同时雨水会渗入地下,降低岩土体的抗剪强度,从而引发滑坡、泥石流等灾害。在一些山区,短时间内大量降水形成的坡面径流会迅速汇聚,强大的水流动力能够携带大量的泥沙和石块,形成泥石流,对工程建设造成巨大威胁。洪水也是一种常见的由气象水文因素引发的灾害,当河流的流量超过其承载能力时,就会泛滥,淹没周边地区,对水电工程建设和运营带来严重影响。地壳运动等内力因素也在一定程度上影响着山区水电工程建设的水工环地质问题,地壳运动主要包括板块的碰撞、挤压和拉伸等。板块的碰撞挤压区域往往形成山脉,这种强烈的构造运动使岩石层发生褶皱、断裂,岩石破碎且应力集中。在这些地区,地震活动频繁,地震波的震动会瞬间破坏岩土体的结构,使原本稳

定的山体、斜坡等发生崩塌、滑坡等灾害，对水电工程建设构成严重威胁。

2.2 人为因素

人为因素也是引发山区水电工程建设水工环地质问题的重要原因。在水电工程建设过程中，需要进行大量的土方开挖、填筑和爆破作业，这些活动会破坏山体的自然平衡状态，使岩土体变得松散、不稳定，容易发生滑坡、崩塌等灾害。同时，工程建设还会改变地下水的自然流态和分布规律，导致地下水位下降、水质恶化等问题，进一步加剧地质灾害的发生。人类活动对自然资源的过度开采也是引发水工环地质问题的重要因素之一，在山区，人们为了获取建筑材料、矿产资源等，常常进行大规模的开采活动。这些开采活动会破坏地表的植被覆盖和岩土体的稳定性，导致水土流失、地面塌陷等灾害的发生。过度开采地下水也会导致地下水位下降、地面沉降等问题，对水电工程建设和运营带来不利影响。不合理的工程设计和施工也是引发水工环地质问题的重要原因，一些水电工程在设计时缺乏对地质条件的充分考虑，没有采取科学合理的工程措施来防止地质灾害的发生。在施工过程中，也缺乏严格的质量控制和安全监管，导致工程质量不达标、安全隐患丛生。这些问题一旦暴露出来，就会对水电工程的安全运行和周边地区的生态环境造成严重影响。

2.3 综合因素

山区水电工程建设的水工环地质问题往往是由多种因素综合作用的结果。自然因素和人为因素相互交织、相互影响，共同构成了复杂多变的地质环境。一方面，自然因素为地质灾害的发生提供了物质基础和动力条件。山区复杂的地形地貌、多变的气象水文条件和频繁的地壳运动为滑坡、泥石流、地震等灾害的发生提供了可能^[2]。另一方面，人为因素则通过改变地质环境、破坏生态平衡等方式加剧了地质灾害的发生和发展。工程建设活动对地质环境的破坏、自然资源的过度开采以及不合理的工程设计和施工都进一步加剧了地质灾害的威胁。另外，综合因素还体现在地质灾害的预测和防治上。由于自然因素和人为因素的复杂性和不确定性，使得地质灾害的预测和防治变得异常困难。即使采用了先进的科技手段和方法，也难以完全准确地预测和防治地质灾害的发生。

3 山区水电工程建设的水工环地质问题处理方法研究

3.1 滑坡与泥石流处理方法

在山区水电工程建设中，滑坡与泥石流是两种常见的地质灾害，对工程建设和运营安全构成严重威胁。针

对滑坡问题，首先需要进行详细的滑坡勘察设计，查明滑坡体的规模、形态、结构特征以及滑动面的位置、倾角和力学性质等。在此基础上，可以采取工程措施进行治理，如修建抗滑桩、挡土墙等支挡结构，增强滑坡体的稳定性。同时也可以采用排水措施，如设置排水沟、截水沟等，降低滑坡体内的地下水位，减少水对滑坡体的润滑作用。对于泥石流问题，重点在于防治其形成和流动。可以通过修建拦砂坝、谷坊等拦挡结构，阻止泥石流的形成和流动；也可以采取植树造林、封山育林等生物措施，提高山体的植被覆盖率，减少水土流失，从而降低泥石流的发生概率。还可以建立泥石流监测预警系统，及时发现并预警泥石流灾害，为防灾减灾提供有力支持。在具体实施过程中，滑坡与泥石流的处理方法需要综合考虑工程地质条件、气象水文条件以及施工条件等多种因素。还需要加强施工过程中的质量管理和安全监管，确保工程质量和施工安全。

3.2 地震与水库诱发地震处理方法

针对地震问题，需要进行地震安全性评价，确定工程场地的地震基本烈度和设计地震动参数等。在此基础上，可以采取工程措施进行抗震设计，如提高建筑物的抗震等级、设置隔震和消能减震装置等。对于水库诱发地震问题，需要重点考虑水库蓄水对地震活动的影响。可以通过地震监测和预测研究，及时掌握水库蓄水前后的地震活动变化情况；也可以采取工程措施进行防治，如在水库周边设置地震监测台网、进行地震危险性评估等。还需要加强水库管理和调度，合理控制水库蓄水位和蓄水速度，降低水库诱发地震的风险。在处理地震与水库诱发地震问题时，需要充分考虑地震活动的复杂性和不确定性。地震是一种突发性的自然灾害，其发生时间、地点和震级等都难以预测。因此在抗震设计和防治过程中，需要采取多种措施相结合的方法，提高建筑物的抗震性能和降低地震灾害的损失。

3.3 库岸稳定处理方法

库岸稳定是山区水电工程建设中需要重点关注的问题之一。水库蓄水后，库水对库岸的浸泡和冲刷作用会导致库岸岩土体的力学性质发生变化，进而影响库岸的稳定性。针对库岸稳定问题，需要进行库岸稳定性评价，查明库岸岩土体的物理力学性质、结构特征以及库水对库岸的作用机制等。在此基础上，可以采取工程措施进行治理，如修建护岸工程、加固库岸岩土体等。护岸工程可以采用抛石护岸、浆砌石护岸、混凝土护岸等多种形式，根据库岸的具体情况和治理要求进行选择。同时也可以采取生物措施进行库岸保护，如种植水生植

物、恢复湿地等,提高库岸的生态功能和稳定性^[3]。在库岸稳定处理过程中,需要充分考虑库岸岩土体的力学性质和库水的作用机制。库岸岩土体的力学性质是影响库岸稳定性的关键因素之一,需要通过现场试验和室内试验等手段进行准确测定。库水对库岸的作用机制则包括浸泡、冲刷、浪蚀等多种作用方式,需要根据具体情况进行分析研究。同时要加强库岸监测和预警工作,及时发现并处理库岸稳定问题,确保水库的安全运行。

3.4 地下水位变化处理方法

地下水位变化是山区水电工程建设中可能面临的一种水工环地质问题。水库蓄水后,库水对地下水的补给和排泄条件会发生变化,导致地下水位发生升降变化。地下水位的变化会对岩土体的力学性质产生影响,进而引发地质灾害或影响建筑物的稳定性。针对地下水位变化问题,需要进行地下水位监测和预测研究,掌握地下水位的变化规律和趋势。在此基础上,可以采取工程措施进行调控和管理,如设置排水井、回灌井等,控制地下水位的升降幅度和速度。也可以采取防水措施,如修建防水帷幕、设置防水层等,阻止库水对地下水的补给和排泄。在处理地下水位变化问题时,需要充分考虑地下水与地表水之间的相互作用关系。地下水与地表水之间存在着密切的水力联系和物质交换过程,需要通过综合分析和研究来准确掌握其变化规律和影响机制。还需要加强地下水资源的保护和管理,合理利用地下水资源并防止其污染和浪费。

3.5 岩溶塌陷处理方法

岩溶塌陷是山区水电工程建设中可能遇到的一种特殊地质灾害类型。岩溶地区由于岩溶发育和地下水活动等因素的作用,容易发生地面塌陷现象。针对岩溶塌陷问题,首先需要进行岩溶地质勘察和评价工作,查明岩溶发育程度、分布范围以及塌陷区的地质结构和力学性质等。在此基础上,可以采取工程措施进行治理和预防,如填充塌陷区、加固地基土体、设置监测预警系统等。填充塌陷区可以采用砂土、碎石等材料进行填充并压实处理;加固地基土体则可以采用注浆加固、桩基加固等方法提高土体的承载力和稳定性;设置监测预警系统则可以及时发现并预警岩溶塌陷灾害的发生。在处理岩溶塌陷问题时,需要充分考虑岩溶地区的特殊性和复

杂性。岩溶地区的地质结构和力学性质往往较为复杂且多变,需要通过详细的勘察和评价工作来准确掌握其特点和规律。还需要加强岩溶塌陷的监测和预警工作,及时发现并处理岩溶塌陷问题,确保工程建设和运营的安全稳定。还需要加强岩溶地区的生态环境保护工作,避免人类活动对岩溶环境的破坏和干扰。

4 山区水电工程建设的水工环地质问题预防措施

山区水电工程建设的水工环地质问题预防措施至关重要,以确保工程的安全顺利进行。在工程建设前,应进行全面的水工环地质勘察,查明区域内的地质构造、岩土性质、地下水文条件等,对潜在的地质问题进行风险评估^[4]。在此基础上,制定针对性的预防措施,如加强边坡稳定设计,采用合理的开挖和支护方法防止滑坡;设置有效的排水系统,避免地下水对岩土体的不利影响;在地震活跃区域,提高建筑物的抗震性能,并设置地震监测设施;对于岩溶发育地区,应采取注浆加固、填充塌陷区等措施防止岩溶塌陷。同时,加强施工过程中的监测和预警,一旦发现异常及时采取措施,确保工程建设的安全稳定。通过这些预防措施的实施,可以有效降低山区水电工程建设中水工环地质问题的发生概率,保障工程的长期安全运行。

结束语

山区水电工程建设的水工环地质问题复杂多变,但通过科学的方法和手段,我们可以有效地预防和处理好这些问题。本文的研究为山区水电工程的安全建设和运营提供了有益的参考。未来,随着科技的进步和研究的深入,有望进一步完善水工环地质问题的处理方法,为山区水电工程的安全、可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]李成道,刘英英.山区河道规划治理与水利水电工程建设对环境的影响分析[J].城镇建设,2024(24):196-198. DOI:10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.066.
- [2]张文,张黎.浅谈水利水电工程建设应急避险点的规划建设与管理[J].四川水利,2024,45(2):97-99,145.
- [3]张忠辉,杨海燕.推动中国水利标准“走出去”的实践探索[J].中国水利,2021(20):122-125.
- [4]唐志强.水利工程施工的质量控制与安全隐患排查管理探究[J].建筑技术开发,2021,48(20):141-142.