

滑坡地质灾害勘查及治理技术分析

陈 飞

四川省内江水利电力勘察设计院有限公司 四川 内江 641099

摘 要：滑坡地质灾害勘查及治理技术是确保山区安全、保障人民生命财产的重要手段。勘查阶段，综合运用地质测绘、勘探取样、监测预警等技术，精确识别滑坡隐患，评估灾害风险。治理技术则涵盖工程治理与生物治理两大方面，通过抗滑桩、挡土墙等工程措施直接加固滑坡体，结合植被恢复、土壤改良等生态手段，实现滑坡体的长期稳定。本文系统分析了滑坡地质灾害勘查及治理的关键技术，旨在为滑坡灾害的科学防控提供理论支持和实践指导。

关键词：滑坡地质灾害；勘察及治理；分析研究

1 滑坡地质灾害勘查的重要性

滑坡作为一种极具破坏性的自然灾害，对人类社会和自然环境造成了深远的影响。滑坡地质灾害的勘查工作显得尤为重要，它不仅是对潜在灾害风险的一次全面体检，更是制定科学防治策略的前提和基础。滑坡勘查通过综合运用地质学、工程学等多学科知识和技术，对滑坡发生的地质背景、诱发因素、潜在危害等进行深入细致的调查和分析。这一过程不仅有助于揭示滑坡灾害的内在规律和发展趋势，还能为政府决策部门提供详实的数据支持，以便及时采取针对性的预防和治理措施。滑坡勘查还能提升公众对滑坡灾害的认识和重视程度，促进社会各界共同参与滑坡防治工作，形成防灾减灾的强大合力。

2 滑坡地质灾害的成因

2.1 岩石力学作用

岩石力学作用是滑坡灾害发生的重要内在因素。斜坡上的岩土体在漫长的地质历史过程中，形成了特定的结构和力学性质。当这些岩土体受到重力、构造应力等多种外力的作用时，其内部的应力状态会发生变化^[1]。若岩土体的抗剪强度不足以抵抗这些外力的作用，就会发生剪切破坏，形成滑坡。人类活动如开挖坡脚、爆破等，也会对岩土体的力学性质产生显著影响，降低其稳定性，从而诱发滑坡。

2.2 土体湿陷作用

土体湿陷作用是滑坡灾害形成的另一个关键因素。许多地区的土体具有湿陷性，即当土体受到水浸湿后，其结构会迅速破坏并产生显著的沉陷。这种湿陷性在黄土等特定类型的土体中尤为显著。黄土是一种具有特殊结构的土体，其颗粒间存在着大量的孔隙和胶结物。当黄土受到水浸湿时，粘土颗粒的水化膜会增厚，导致颗粒间的粘结力降低，从而使黄土的结构变得松散。这种

湿陷作用会显著削弱土体的稳定性，增加滑坡的风险。

2.3 地下水动态作用

地下水在滑坡灾害的形成过程中扮演着举足轻重的角色。地下水通过渗透、侵蚀等多种方式，对土（岩）体的稳定性产生深远影响。地下水能够溶解土体中的胶结物，如黄土中的碳酸钙等，从而降低土体的黏结力和抗剪强度。地下水在流动过程中会产生动压力，直接推动土体发生滑动。地下水位升降还会引起土体内部应力的变化，进一步影响土体的稳定性。

2.4 动力作用

动力作用是滑坡灾害发生的常见触发因素。地震和降雨是两种最为典型的动力作用。地震产生的震动波会对岩土体的结构稳定性造成巨大破坏，使其易于发生滑动。而降雨则通过增加土体的湿润度和地下水位，进一步削弱土体的稳定性。特别是在强降雨条件下，雨水会迅速渗透到土壤中，形成饱和带，使土体易于滑动，降雨还会引发山体滑坡、泥石流等次生灾害，加剧滑坡的风险。

3 滑坡地质灾害勘查技术与方法

3.1 工程地质测绘

工程地质测绘是滑坡地质灾害勘查的基础工作，它通过对滑坡体及其周边地区的地质现象进行实地观察和记录，绘制出详细的地质图件，为后续的勘查工作提供基础资料。工程地质测绘的内容主要包括地质构造、地层岩性、地形地貌、水文地质条件、不良地质现象等。在滑坡勘查中，勘查人员首先需要对滑坡体及其周边地区进行详细的现场踏勘，了解滑坡体的规模、形态、边界特征等，以及周边地区的地质构造、地层岩性等基本情况。在踏勘的基础上，勘查人员利用地质罗盘、测绳等工具，对滑坡体的地质界线进行勾绘，包括滑坡体的边界线、滑动面位置、滑坡堆积物分布等。为了更深入

地了解滑坡体的内部结构, 勘查人员还需要根据现场踏勘和地质界线勾绘的结果, 绘制出滑坡体的地质剖面图。这些剖面图能够直观地展示滑坡体的地层岩性、滑动面形态、地下水分布等信息。在完成地质图件绘制后, 勘查人员还需要对图件进行综合分析, 结合滑坡体的历史变形记录、降雨情况、人类活动等因素, 判断滑坡体的稳定性, 预测其未来的发展趋势。

3.2 勘探技术与方法

勘探技术与方法是滑坡地质灾害勘查中的重要手段, 它通过对滑坡体内部进行钻探、坑探、槽探等工作, 获取滑坡体的内部结构、力学性质等信息。钻探是滑坡勘查中最常用的勘探方法之一, 通过钻探, 可以获得滑坡体内部的岩芯样品, 了解滑坡体的地层岩性、滑动面位置、地下水分布等信息。钻探还可以为后续的取样与试验工作提供必要的条件^[2]。坑探和槽探是另一种重要的勘探方法, 它们通过在滑坡体上开挖探坑或探槽, 直接观察滑坡体的内部结构、滑动面形态等信息。这两种方法虽然成本较高, 但能够提供更为直观和准确的信息。地球物理勘探是利用地球物理场的变化来探测地下地质结构的一种方法, 在滑坡勘查中, 常用的地球物理勘探方法包括电法勘探、磁法勘探、重力勘探等。这些方法能够间接地反映滑坡体的内部结构、地下水分布等信息, 为后续的勘查工作提供有益的参考。

3.3 取样与试验方法

取样与试验方法是滑坡地质灾害勘查中不可或缺的一环。通过对滑坡体内部的岩土样品进行取样和试验, 可以获得岩土体的物理力学性质、化学成分等信息, 为后续的滑坡稳定性分析和治理方案设计提供科学依据。岩土样品取样是滑坡勘查中的基础性工作, 通过钻探、坑探等方法获取的岩土样品, 需要进行详细的描述和分类, 以便后续的试验和分析工作。物理力学性质试验是了解岩土体力学性质的重要手段, 常见的物理力学性质试验包括密度试验、含水量试验、抗剪强度试验等。这些试验能够获取岩土体的密度、含水量、抗剪强度等关键参数, 为滑坡稳定性分析提供数据支持。化学成分分析是了解岩土体化学成分的重要手段, 通过对岩土样品进行化学成分分析, 可以了解岩土体中的矿物成分、化学成分等信息, 为滑坡的成因分析和治理方案设计提供有益的参考。

3.4 监测技术与方法

监测技术与方法是滑坡地质灾害勘查中的重要组成部分。通过对滑坡体进行长期的变形监测和地下水监测, 可以及时了解滑坡体的变形状况和地下水动态变

化, 为滑坡的稳定性分析和预警预报提供科学依据。地表变形监测是滑坡监测中最常用的方法之一, 通过在滑坡体上布置测斜仪、水准仪等监测设备, 可以实时监测滑坡体的地表变形情况。这些监测数据能够反映滑坡体的变形速率、变形量等信息, 为滑坡的稳定性分析提供重要依据。地下水监测是了解滑坡体内部地下水动态变化的重要手段, 通过在滑坡体内部或周边地区布置水位计、水质监测仪等设备, 可以实时监测地下水的水位、水质等信息。这些监测数据能够反映滑坡体内部地下水的动态变化情况, 为滑坡的稳定性分析和治理方案设计提供有益的参考。随着科技的发展, 远程监测技术在滑坡监测中的应用越来越广泛, 通过安装GPS接收机、遥感设备等远程监测设备, 可以实现对滑坡体的远程实时监测。

4 滑坡地质灾害治理技术与方法

4.1 工程治理技术

工程治理技术是滑坡地质灾害治理中最直接、最有效的手段之一。它主要通过改变滑坡体的地质结构、力学性质或地形地貌, 来提高滑坡体的稳定性, 防止其发生滑动。抗滑桩是一种通过向滑坡体内打入预制桩或灌注桩, 利用桩体的抗剪、抗弯能力来阻挡滑坡体滑动的治理方法。抗滑桩的设置位置和数量需根据滑坡体的规模、形态和力学性质进行合理设计, 以确保其治理效果。挡土墙是一种通过在滑坡体前缘或侧边修建重力式、悬臂式或扶臂式挡土墙, 来阻挡滑坡体滑动的治理方法。挡土墙的设计需考虑滑坡体的推力、墙体材料的力学性质以及地基条件等因素, 以确保墙体的稳定性和耐久性^[3]。排水技术是滑坡治理中的重要环节。通过修建排水沟、截水沟、盲沟等排水设施, 将滑坡体内的地下水排出, 降低地下水位, 从而减少地下水对滑坡体稳定性的不利影响。排水设施的设计需考虑滑坡体的地形地貌、地下水分布以及降雨情况等因素, 以确保排水效果。削坡减重是一种通过削除滑坡体后缘的部分岩土体, 降低滑坡体的重量和重心高度, 从而减少滑坡体下滑力的治理方法。削坡减重需根据滑坡体的规模和稳定性进行合理设计, 以避免过度削坡导致滑坡体失稳。加固技术包括注浆加固、锚杆加固等。注浆加固是通过向滑坡体内的裂缝、空隙注入水泥浆、化学浆等材料, 提高滑坡体的整体性和强度。锚杆加固是通过在滑坡体内打入锚杆, 利用锚杆的锚固力来提高滑坡体的稳定性。

4.2 生物治理技术

生物治理技术是一种利用植被恢复、土壤改良等生物手段来提高滑坡体稳定性的治理方法。它具有成本低、效果好、环境友好等优点, 在滑坡地质灾害治理中

得到了广泛应用。植被恢复是通过在滑坡体上种植适宜的植被,利用植被的根系固土作用、蒸腾作用等,提高滑坡体的抗剪强度和稳定性。植被的选择需考虑滑坡体的气候、土壤条件以及植被的生长习性等因素。土壤改良是通过向滑坡体内的土壤中添加有机质、肥料、保水剂等材料,改善土壤的结构和肥力,提高土壤的抗蚀性和保水能力。土壤改良需根据滑坡体的土壤类型、肥力状况以及治理目标进行合理设计。生态护坡是通过在滑坡体的边坡上铺设生态袋、植草砖等生态材料,形成一层具有保护作用的植被层,以提高滑坡体的稳定性和抗冲刷能力。生态护坡的设计需考虑滑坡体的边坡坡度、土壤类型以及植被的生长习性等因素。

4.3 监测预警技术

监测预警技术是滑坡地质灾害治理中的重要组成部分。通过对滑坡体进行长期的变形监测和地下水监测,可以及时了解滑坡体的稳定性状况和潜在威胁,为滑坡的预警预报和应急响应提供科学依据。地表变形监测是通过在滑坡体上布置测斜仪、水准仪等监测设备,实时监测滑坡体的地表变形情况。这些监测数据能够反映滑坡体的变形速率、变形量等信息,为滑坡的稳定性分析和预警预报提供重要依据。地下水监测是通过在滑坡体内部或周边地区布置水位计、水质监测仪等设备,实时监测地下水的水位、水质等信息。这些监测数据能够反映滑坡体内部地下水的动态变化情况,为滑坡的稳定性分析和治理方案设计提供有益的参考。预警系统建设是通过将监测数据与预警模型相结合,建立滑坡预警系统。当监测数据达到预警阈值时,系统会自动发出预警信息,提醒相关部门和人员采取应急响应措施。预警系统的建设需考虑滑坡体的具体情况、监测数据的准确性和可靠性以及预警模型的适用性等因素。

5 滑坡地质灾害防治的对策与建议

滑坡地质灾害防治的对策与建议应着眼于综合防控、科学规划与长期监测相结合的原则。首先,强化地质勘查与风险评估是基础,通过高精度地质调查与滑坡易发性评价,精确识别滑坡隐患点,为制定针对性的防治措施提供科学依据。其次,推广实施工程治理与生物治理相结合的复合治理模式,既利用抗滑桩、挡土墙等

工程手段直接增强滑坡体的稳定性,又通过植被恢复、土壤改良等生态措施提升滑坡体的自然防护能力,实现人与自然和谐共生的治理目标^[4]。加强监测预警体系建设至关重要,应建立健全滑坡灾害监测网络,运用现代信息技术如GPS、遥感、物联网等,实现滑坡体变形、地下水动态等关键参数的实时监测与数据分析,构建智能预警模型,确保预警信息能够及时、准确地传达至相关部门和受威胁群众,为应急响应争取宝贵时间。提升公众防灾减灾意识与能力也不可忽视,通过科普教育、应急演练等方式,增强社会公众对滑坡灾害的认识,提高自救互救技能,形成政府主导、社会参与、群众响应的防灾减灾新格局。最后,政策与法律支持是滑坡地质灾害防治的重要保障,应完善相关法律法规,明确各级政府在滑坡防治中的责任,加大资金投入,鼓励科技创新与成果转化,推动滑坡防治工作的法制化、规范化、科学化进程。

结束语

综上所述,滑坡地质灾害勘查及治理技术的不断进步,为有效应对滑坡灾害提供了有力保障。未来,随着科技的持续发展,勘查将更加精准高效,治理手段也将更加多元化、智能化。加强公众教育、完善政策法规,构建全方位、多层次的滑坡灾害防控体系,将是实现滑坡地质灾害长期有效治理的关键。让我们携手共进,为构建安全、和谐的社会环境贡献力量。

参考文献

- [1]张迁.滑坡地质灾害勘查及治理技术分析[J].工程技术研究,2024,9(6):216-218.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2024.06.069.
- [2]刘婧婧.矿山滑坡地质灾害勘查方法及治理策略分析[J].中国金属通报,2024(3):150-152.DOI:10.3969/j.issn.1672-1667.2024.03.050.
- [3]顾伟斌,丁斌锋.滑坡地质灾害勘查及治理设计分析与应用[J].现代交通与路桥建设,2024,3(6).DOI:10.37155/2811-0633-0306-30.
- [4]龙键鹏.滑坡地质灾害勘查及防治治理[J].西部探矿工程,2022,34(6):40-42.DOI:10.3969/j.issn.1004-5716.2022.06.013.