

滇西地区滑坡地质灾害勘查要点与防治设计

陆海龙 何立黎*

云南地质工程第二勘察院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2062

[摘要] 滇西地区地质条件复杂,受多种因素影响,滑坡地质灾害频发,给当地人民生命财产安全和基础设施建设带来严重威胁。其处于板块碰撞前沿,高山峡谷地貌广布,地层岩性复杂,地质构造活跃,降水丰富集中。本文详细阐述了滇西地区滑坡地质灾害的勘查要点,包括地质环境条件调查、滑坡体特征勘查等方面,并基于勘查结果探讨了相应的防治设计策略,旨在为滇西地区滑坡地质灾害的有效防治提供参考。

[关键词] 滇西地区; 滑坡地质灾害; 勘查要点; 防治设计

中图分类号: F416.1 文献标识码: A

Key points of geological disaster exploration and control design of landslide in western Yunnan

Hailong Lu Lili He*

Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., LTD.

[Abstract] The geological conditions in western Yunnan are complex and affected by many factors, landslide geological disasters occur frequently, which pose a serious threat to local people's life and property safety and infrastructure construction. It is located at the front of plate collision, with extensive mountain and canyon landforms, complex stratigraphic lithology, active geological structure and abundant and concentrated precipitation. In this paper, the exploration points of landslide geological hazards in western Yunnan are described in detail, including the investigation of geological environment conditions, the exploration of landslide characteristics, etc. Based on the exploration results, the corresponding prevention and control design strategies are discussed, aiming at providing reference for the effective prevention and control of landslide geological hazards in western Yunnan.

[Key words] Western Yunnan region; Landslide geological hazard; Key points of exploration; Control design

引言

滇西地区处于印度板块与欧亚板块碰撞挤压的前沿地带,地形起伏大,地层岩性复杂,降水丰富且集中。这些独特的地质、地形和气候条件,使得该地区成为滑坡地质灾害的高发区。滑坡灾害不仅会造成大量人员伤亡和财产损失,还会对交通、水利等基础设施造成严重破坏,阻碍区域经济社会的可持续发展。因此,准确勘查滑坡地质灾害并进行科学合理的防治设计具有重要的现实意义。

1 滇西地区地质环境条件概述

1.1 地形地貌

滇西地区以高山峡谷地貌为主,地势西北高、东南低。山脉纵横交错,海拔高差悬殊,地形坡度陡峭。怒江、澜沧江、金沙江等大江大河深切,形成众多“V”形峡谷。这种复杂的地形地貌为滑坡的发生提供有利的地形条件,陡峭的斜坡使得岩土体

在重力作用下稳定性降低^[1]。

1.2 地层岩性

该地区出露的地层较为复杂,从元古界到新生界均有分布。岩性主要包括岩浆岩、变质岩和沉积岩。其中,变质岩和部分沉积岩岩性软弱,抗风化能力差,在长期的风化作用下易形成松散的岩土体,为滑坡的发生提供了物质基础。片岩、板岩等变质岩在风化后常形成破碎的岩体,遇降雨等触发因素时,极易发生滑坡^[2]。

1.3 地质构造

滇西地区处于多个大地构造单元的结合部位,地质构造活动强烈。断裂、褶皱等构造发育,这些构造破坏了岩土体的完整性,降低其强度和稳定性。断裂带附近岩石破碎,地下水活动频繁,进一步加剧滑坡发生的可能性。一些滑坡就沿着断裂带分布,构造活动导致的岩体松动是滑坡发生的重要诱因之一。

1.4 气候条件

滇西地区属于亚热带、热带季风气候,降水丰富且集中在雨季(5-10月)。年降水量一般在800-2000毫米之间,部分地区可达2500毫米以上。短时间内大量降雨,使得岩土体含水量迅速增加,重度增大,孔隙水压力升高,有效应力降低,从而引发滑坡。此外,暴雨还可能直接冲刷坡面,破坏岩土体结构,触发滑坡灾害^[3]。

1.5 水文地质特征

滇西地区水文地质特征复杂,对滑坡地质灾害影响显著。区内降水充沛,年降水量多在1000毫米以上,降水集中于雨季,高强度降雨是滑坡诱发的关键因素。地表水水系发达,河流纵横,水流的冲刷侵蚀作用会削弱岩土体稳定性,掏空坡脚,引发滑坡。地下水位变化频繁,在山区,地下水径流受地形和岩性控制,岩溶地区存在地下暗河、溶洞等。地下水的渗流软化岩土体,增加其重量,还可能产生动水压力,降低抗滑力,在滑坡形成和发展过程中发挥着重要作用。

2 滇西地区滑坡地质灾害勘察要点

2.1 滑坡地质环境条件调查

2.1.1 地形地貌调查

运用卫星遥感影像、航空摄影测量等技术,获取区域宏观地形地貌信息,分析地形起伏、坡度、坡向等特征,初步圈定可能发生滑坡的区域。在进行实地地形测绘时,采用全站仪、GPS等测量仪器,对滑坡体及周边区域进行详细的地形测量,绘制等高线地形图,精确掌握滑坡体的地形形态、规模大小以及与周边地形的关系^[4]。

2.1.2 地层岩性调查

结合地质填图,观察和记录地层的岩性、厚度、产状以及地层间的接触关系。详细描述岩石的颜色、结构、构造、矿物成分等特征,分析不同岩性组合对滑坡形成的影响。采集岩石和土壤样品,进行室内物理力学性质测试,包括岩石的抗压强度、抗剪强度、密度,土壤的颗粒分析、液塑限、抗剪强度等指标,为滑坡稳定性分析提供基础数据。

2.1.3 地质构造调查

研究区域内的断裂、褶皱等地质构造分布特征,结合地质调查和分析区域地质资料,确定构造线的走向、规模和性质。调查构造对岩土体完整性的破坏程度,观察构造带附近岩石的破碎情况、节理裂隙发育程度及产状。在滑坡体勘察中,重点分析构造对滑坡边界条件的控制作用以及对滑坡滑动方向的影响^[5]。

2.1.4 水文地质条件调查

调查区域内地下水的类型、水位、水量及其动态变化规律。结合水文地质测绘,确定含水层和隔水层的分布,分析地下水的补给、径流和排泄条件;布置地下水监测孔,定期观测地下水位变化,了解地下水在滑坡形成过程中的作用机制。采集地下水样进行水质分析,判断地下水对岩土体的侵蚀作用;调查地表水的分布、流量和流向,分析地表水与地下水的相互关系。特别是要关注滑坡体周边的冲沟、河流等地表水的活动情况,评估其对滑坡稳定性的影响。

2.2 滑坡体特征勘查

2.2.1 滑坡边界及规模确定

开展实地调查,观察滑坡体与周围稳定岩土体的分界线,包括滑坡后壁、滑坡侧壁和滑坡前缘的位置。利用地形测量数据和地质填图结果,准确圈定滑坡体的边界范围;测量滑坡体的长度、宽度、厚度等参数,计算滑坡体的体积,评估滑坡的规模大小。对于大型滑坡,还需结合遥感影像和地理信息系统(GIS)技术,进行全面的规模分析。

2.2.2 滑坡体物质组成及结构勘查

采用钻探、坑探等手段,揭露滑坡体内部物质组成。观察不同深度处岩土体的类型、分布及相互关系,确定滑坡体是由单一岩性还是多种岩性混合组成。分析滑坡体的结构特征,包括岩土体的分层情况、破碎程度、密实度等。注意观察滑坡体内部是否存在滑动带、软弱夹层等特殊结构,对滑动带物质进行详细描述和采样分析,测定其物理力学性质。

2.2.3 滑坡变形特征勘查

对滑坡体进行变形监测,布置位移监测点,采用全站仪、GPS等测量仪器定期观测滑坡体的水平位移和垂直位移。分析位移数据,了解滑坡体的变形速率、变形方向以及变形随时间的变化规律;观察滑坡体表面的裂缝分布情况,测量裂缝的长度、宽度、深度和走向。分析裂缝的成因和发展趋势,判断滑坡体的稳定性状态。对于滑坡体上的建筑物、道路等设施的变形情况也进行详细调查和记录。

2.2.4 滑坡诱发因素调查

分析降雨与滑坡发生的关系,收集当地的降雨资料,包括降雨量、降雨强度、降雨历时等数据。开展统计分析,确定触发滑坡的临界降雨量和降雨强度指标;调查人类工程活动对滑坡的影响,如切坡建房、修路、采矿等工程活动是否破坏了坡体的稳定性。评估工程活动的规模、位置和方式与滑坡发生的相关性,为制定防治措施提供依据;研究地震等其他因素对滑坡的诱发作用,收集区域内的地震资料,分析地震活动的强度、频率和震中距对滑坡发生的影响。对于位于地震多发区的滑坡,评估地震作用下滑坡的稳定性变化。

3 滇西地区滑坡地质灾害的防治设计策略

3.1 遵循防治原则

在防治设计中,需遵循如下原则:(1)以人为本原则。始终将保障人民生命财产安全放在首位,在防治设计中充分考虑居民的居住安全和生活需求,避免因防治工程实施对居民造成新的不利影响;(2)预防为主原则。加强滑坡地质灾害的监测预警和预防工作,结合地质勘察提前识别潜在滑坡隐患,采取有效的预防措施,降低滑坡发生的可能性和危害程度;(3)综合治理原则。根据滑坡的具体特征和地质环境条件,综合运用工程措施、生物措施和管理措施进行防治。多种措施相互配合,形成完整的防治体系,提高防治效果;(4)因地制宜原则。充分考虑滇西地区的地形地貌、地质条件、气候特点以及社会经济状况,制定适合当地实际情况的防治方案,确保防治措施具有可行性和有效性。

3.2 防治设计中的工程策略

滇西地区因复杂地质与气候条件,滑坡地质灾害频发,严重威胁生命财产安全与生态环境。有效的防治工程措施是降低灾害风险的关键,主要包括削坡减载、回填反压、抗滑支挡、锚固、截排水等。削坡减载通过改变滑坡体外形,削减上部或局部土体,降低下滑力。在实施时,需依据滑坡规模、稳定性和地形条件,精确计算削坡范围与坡度,保证滑坡稳定。例如,针对浅层小型滑坡,可直接削减坡顶多余土体,减轻滑坡体重量。但削坡要注意避免对周边岩体造成扰动,施工中遵循从上到下、分段分层原则,防止引发新滑坡;回填反压在滑坡体前缘堆填土石材料,增加抗滑力。施工前,确定回填材料、范围和高度。回填材料选择透水性好、强度高的土石,如砂石、块石等。范围根据滑坡推力和稳定性分析确定,一般要覆盖滑坡体前缘一定宽度。高度以能有效增加抗滑力为准。比如,在一些前缘地形平缓的滑坡,通过回填反压可有效阻止滑坡进一步滑动;抗滑支挡采用抗滑桩、挡土墙等结构物,阻挡滑坡体滑动。抗滑桩深入稳定地层,承受滑坡推力,根据地质条件和滑坡规模确定桩径、桩长和间距。挡土墙则建于滑坡前缘或中部,依靠自身重力和结构强度抵抗滑坡推力。在选择抗滑支挡结构时,需综合考虑地质、地形、施工条件和经济成本;锚固利用锚杆、锚索等将滑坡体与稳定岩体相连,提供锚固力。施工时,根据滑坡体厚度、滑动面位置确定锚固深度和长度,保证锚固端深入稳定地层。同时,确保锚杆、锚索的强度和耐久性,满足抗滑要求;截排水通过拦截、疏导地表水和地下水,降低水对滑坡体的不利影响。在滑坡体周边设置截水沟,拦截地表水;在滑坡体内设置排水孔、排水盲沟,排除地下水。截排水系统要保证畅通,定期清理维护,防止堵塞失效。

3.3 防治设计中的生物防治策略

在植被恢复方面,在滑坡体及周边区域进行植被恢复,种植适合当地生长的乔木、灌木和草本植物。植被的根系加固岩土体,提高坡体的抗侵蚀能力。同时,植被还可截留降雨,减少地表径流对坡面的冲刷。选择植被品种时,应考虑其耐旱、耐瘠薄、根系发达等特点,如云南松、旱冬瓜、马桑等;在生态护坡方面,采用生态护坡技术,如土工格室植草、三维植被网护坡等。这些技术将土工合成材料与植被相结合,既能起到坡面防护作用,又能实现生态绿化。土工格室或三维植被网能够固定土壤,为植被生长提供良好的条件,同时增强坡面的抗冲刷能力。

3.4 防治设计中的监测与预警系统建设

一方面,建立完善的滑坡监测系统,包括位移监测、地下水位监测、降雨量监测等。位移监测采用全站仪、GPS、裂缝计等设备,实时监测滑坡体的变形情况。地下水位监测通过水位计进行,掌握地下水位的动态变化。降雨量监测利用雨量站收集降雨数据,将监测数据实时传输至监测中心,借助数据分析软件对监测数据进行处理和分析,及时发现滑坡体的异常变化,为预警和防治决策提供依据;另一方面,制定科学合理的预警指标和预警级别,根据监测数据和滑坡稳定性分析结果,当达到预警指标时,

及时发布预警信息。预警信息通过手机短信、广播、电视、警报器等多种方式传达给受威胁区域的居民和相关部门。建立应急响应机制,一旦发布预警,相关部门和人员能够迅速采取行动,组织居民撤离危险区域,实施应急抢险措施,最大限度减少灾害损失(如图1)。

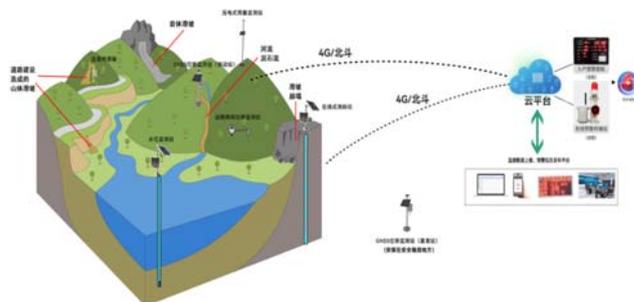


图1 山体滑坡预警检测系统

4 结论

滇西地区滑坡地质灾害的勘查要点涵盖地质环境条件调查和滑坡体特征勘查等多个方面,通过全面、细致的勘查能够准确掌握滑坡的形成机制、规模、稳定性等关键信息。基于勘查结果制定的防治设计,遵循以人为本、预防为主、综合治理和因地制宜的原则,综合运用排水、抗滑、削坡减载与反压等工程措施,植被恢复、生态护坡等生物防治措施以及监测与预警系统建设等管理措施,能有效防治滑坡地质灾害,保障滇西地区人民生命财产安全和基础设施的稳定运行,促进区域经济社会的可持续发展。在实际工作中,应不断总结经验,结合新技术、新方法,进一步完善滑坡地质灾害的勘查与防治体系,提高应对滑坡灾害的能力。

【参考文献】

- [1]方志华.滑坡地质灾害勘查及防治治理探究[J].黑龙江环境通报,2024,37(12):89-91.
- [2]刘刚.试论滑坡地质灾害勘查与治理方法[J].冶金与材料,2024,44(4):49-51.
- [3]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.
- [4]张传琦,李娜.滑坡地质灾害勘查和防治治理探析[J].冶金与材料,2023,43(3):190-192.
- [5]冷金飞.矿山滑坡地质灾害勘查及治理设计应用[J].中国金属通报,2024(7):143-145.

作者简介:

陆海龙(1995--),男,汉族,云南腾冲人,本科,助理工程师,从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。

*通讯作者:

何立黎(1998--),男,汉族,云南腾冲人,本科,助理工程师,从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。