Application of Engineering Measures and Biological Measures in Landslide Control

Bo Yin Xiao Yang* Jing Guo Chijin Hou

Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd., Baoshan, Yunnan, 650217, China

Abstract

In the face of the worsening situation of landslide problems accompanied by the expansion of national infrastructure, timely and effective management and protection have become the top priority. The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China has clarified the fundamental position of ecological environment to the survival and development of human society, and the parallel application of engineering technology and ecological restoration measures in geological disaster management has attracted much attention. Engineering measures rely on physical strengthening to achieve containment effect at the source; Biological measures make use of the ecological adaptability of vegetation to stabilize soil, regulate hydrology, and achieve environmentally friendly governance. This paper analyzes the practical effectiveness of these two measures from multiple dimensions, in order to provide theoretical support for the follow-up research and promote the continuous innovation and development of geological disaster prevention technology.

Keywords

engineering measures; biological measures; landslide control

工程措施和生物措施在滑坡治理中的应用

尹博 杨晓* 郭靖 侯赤金

云南地质工程第二勘察院有限公司, 中国·云南保山 650217

摘要

面对国家基础设施建设扩张所伴随的滑坡问题加剧态势,及时并有效地开展治理防护已成重中之重。党的二十大报告明确了生态环境对人类社会生存与发展的根本性地位,地质灾害治理中工程技术与生态修复措施的并行运用备受关注。工程措施凭借物理强化手段在源头达到遏制效果;生物措施则利用植被的生态适应性稳固岩土、调节水文,实现环境友好型的治理途径。论文从多维度剖析这两项举措的实践效用,目的是为后续研究提供理论支撑,并推动地质灾害防治技术的不断创新与发展。

关键词

工程措施;生物措施;滑坡治理

1 引言

面对滑坡治理的严峻挑战,党的二十大报告再次强调自然环境的可持续性是人类发展的前提。滑坡地质灾害作为影响人民群众生命财产安全和自然环境的重要因素,形成机制复杂多样,涉及降水量的波动、地貌特征的差异、土地利用与植被演变的互相作用,以及自然灾害与人为干预的叠加效应。通过优化植被构建策略,增强生态屏障功能,并结合

针对性的工程干预措施,可构成一套行之有效的治理体系,维护生态系统的整体稳定和资源的可持续发展。

2 工程措施和生物措施的应用价值

滑坡灾害治理实践方面,目前主要采用工程治理结合生物措施等综合手段综合实施。前者通过采用结构体加固以保证斜坡的稳定性,具体方法包括坡面硬化防护(如喷浆、坡面处理)、锚固防护结构建立、抗滑桩、挡土墙等工程。生态治理则侧重于植被的自然修复作用,依赖植被根系稳固土壤,阻止水土流失,关键技术包括但不限于原生草皮恢复、植草、植树技术、三维植被网覆盖结合加固工程的植被铺设策略等,在地质灾害治理中成效显著,还促进了环境的绿化与美化,展示了人与自然和谐共生的智慧。

工程治理采取的工程策略主要是利用刚性材料构建防御体系,利用抗滑桩、锚索、护坡、支挡对滑坡灾害进行稳

【作者简介】尹博(1988-),男,中国云南梁河人,本科,高级工程师,从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。

【通讯作者】杨晓(1991-),男,中国云南腾冲人,本科,工程师,从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。

固和防护,但是在实际过程中却面临着严峻的挑战,诸如多雨季节,这些结构的稳定性下降,所用金属材料的腐蚀问题也不容忽视。随着时间的推移,这些防护结构因受到自然因素的连续侵蚀,保护作用逐渐削弱,另外在工程治理实施过程中将不可避免地对滑坡区地质环境、坡面植被造成破坏,这些环境破坏将导致水土流失、地表冲刷等对滑坡灾害不利的因素产生。

传统的工程途径倾向于强调结构的牢固性,却忽略了与之共生的生态环境的重要性,这种做法广泛采用坚硬的材料,阻碍了植物的繁衍与生长,干扰了自然的植被更新,对本土生态环境产生了不良后果。暴雨若袭击缺乏植被的土地,导致严重的水土流失,削弱了土壤的保持力,扩大了周边区域的侵蚀程度,将带来了不小的损害。那些高成本的工程对策对自然环境造成了破坏,而且可靠性和持久性也难以得到保证。随着时间的前进,这些防护措施可能会因为材料退化而效能降低,意味着需要不断增加的后期维护费用。

因此,这个时候就需要配合生物措施进行治理。成株植物有助于维持生态平衡、水源与土壤的稳固,提升气候和空气质量。生态建设通过植被的多样化搭配,美化环境,还促进了自然与文化的融合。布局生态项目时,应匹配适当的植被种类和技术,与周边景观和谐相处,展现本土文化特色。利用植物随季节变化的特性,创造多样化景观,为人们提供宜人的休闲空间。从经济角度分析,生物措施的成本仅为传统工程措施的一小部分。尽管存在初期生长不稳定和草本植物成熟后枯萎的挑战,生态措施仍与工程措施相结合,成为当前治理趋势。探讨这些措施的优劣及实施策略,对于开发新型治理技术具有理论基础。

3 工程措施与生物措施分类

3.1 工程措施

常用的工程治理措施主要有削坡减载、回填压脚、抗滑支挡、锚固、排水等。各防治措施分析如下。

3.1.1 削坡减载

对滑坡进行削坡减载是治理滑坡的重要措施之一,包括滑坡后缘减载、表层滑体或变形体的清除、削坡降低坡度及设置马道等。通常适用于滑坡后部较陡,滑体较厚的情况。通过减载,一方面可增强滑坡的稳定性,另一方面可减少治理费用,但需防止削坡后产生新的临空面带来新的边坡不稳定,同时要有适合的弃土堆放场所和运输条件。

3.1.2 回填压脚

主要应用于牵引式滑坡的临时处置措施,通过在滑坡前缘或陡坎处采用透水性较好的碎石、卵石和砂性土进行回填反压,在前缘形成抗滑作用以达到临时稳固坡体或减缓坡体变形的效果。

3.1.3 抗滑支挡

滑坡抗滑支挡工程主要有抗滑桩、挡土墙等;抗滑桩

布置灵活,主要为人工挖孔或机械桩的形式,工程施工队坡体扰动小,可分批施工,适宜整治推力较大的滑坡灾害。而挡土墙适宜推力较小滑坡的防治,但工程位置局限在滑坡前缘。

3.1.4 锚固工程

常见的锚固工程有预应力锚索、锚杆等,适用于地质条件较好的地层,锚固力的大小取决于锚固段周围地层的强度及地形坡度,并配合格构工程进行综合防护。锚杆的深层固定大幅提高了地形稳定性。整个防治网络当中,众多锚杆的相互配合,通过多点外力支撑,增强了抵御外力冲击的性能。常见的锚固技术包括锚固洞法、预应力锚固法和喷混凝土防护法。

3.1.5 其他

另外结合滑坡特点还可以配套实施排水工程,如地表截排水工程、地形排水工程。

3.2 生物措施

3.2.1 单纯生物措施

滑坡灾害的防控,工程与生物技术的结合使用,已证明是一种高效的策略。植物种植虽不能提供足够的结构支撑,但可以起到防止坡面表土溜滑、水土保持和景观美化的效果。

3.2.2 植物与生态复合技术

植物学与材料学的交叉应用催生了生物植被复合治理斜坡技术,这一技术以绿色和可持续性成为防灾减灾的新策略,目的是构建一个全面的防护网络,包括但不限于生态石笼、生态混凝土和生态网等元素。

3.2.3 喷混植生技术

随着我国生态文明建设的不断推进,喷混植生护坡技术逐步成为生态修复的新趋势。该技术主要通过喷浆操作,对边坡进行绿化与加固,兼顾生态与工程双重效益。技术操作上,采用流动态种子混合方式,把多种生命力旺盛的植物种子与特定土壤混合物结合,通过精细的搅拌作业实现种子悬浮,再利用专业的喷射设备进行地表播种。对于完成喷射的边坡,持续的生态养护十分重要。尽管目前在岩体防护应用中刚起步,但这一技术预示着岩石保护领域的一个光明未来。

4 工程措施和生物措施在滑坡治理中的应用成效

4.1 研究区概况

云南省腾冲市清水乡黄瓜箐滑坡灾害位于腾冲火山国家地质公园南侧,黄瓜箐疗养院南西沟谷内。沟谷的发展呈现长期强烈面蚀、沟蚀作用向重力作用转化继而形成滑坡地质灾害。沟谷区内地质灾害点多,类型多、规模大,地质灾害危害严重,自近山顶地带分布 H_1 、 H_2 、 H_3 滑坡,分级分块错落式滑动特征显著,各滑坡周界清楚。多年来区内滑坡

变形加剧,一旦坡体剧滑将会直接威胁黄瓜箐疗养区,链式泥石流灾害威胁国家火山地质公园景区,威胁沟谷下游腾冲火山地质公园景区及游客安全,社会影响大,潜在隐患仍然很大,灾害威胁1093人,财产5000万元,地质灾害险情等级为特大型。

研究区位于腾冲盆地东南侧边缘,属亚热带气候区,干湿季分明,多年平均降水量在1800mm左右。区域上属伊洛瓦底江水系大盈江流域。位于横断山—怒山脉南延部分,腾冲盆地南部山区。出露地层主要为:①滑坡堆积层(Q_4^{del})砂质黏土、砾质粘土夹薄层黏土;②坡积层(Q_4^{dl})砂质黏土;③泥石流堆积层(Q_4^{sef})砾石土,夹少量强~中风化砂岩块石,砾石,分选性差;④残坡积层(Q_4^{el+dl})砂质黏土,结构较密实,为砂砾岩全风化产物;⑤全风化花岗质砂砾岩(N_1n^2);⑥强风化花岗质砂砾岩(N_1n^2)。研究区所在的黄瓜箐沟谷片区主要以冒汽地面、热汽孔为主。《云南省腾冲县热海热田地热普查报告》中黄瓜箐—硫磺塘一带圈出强硅化带、弱硅化带、伊利石-蒙脱石-高岭石混合带和高岭石化带4个水热蚀变带。岩石水热蚀变使岩石中部分矿物硅化、部分矿物粘土化、高岭土化,岩石强度软硬差异大。在降雨水渗入和地表水冲刷作用下,极易产生冲沟、沟岸滑坡等不良地质作用和地质灾害。

4.2 治理思路

近年间,研究区通过采取了多期工程治理和生物措施综合治理手段,在土壤侵蚀和滑坡变形方面取得了明显成效。

现在主要为流域内分布的 H_1 、 H_2 、 H_3 滑坡。因此,对域内分布的 H_1 、 H_2 、 H_3 滑坡进行治理是必要的。三个滑坡关系密切, H_1 滑坡位于上游平台,总体地形较 H_2 、 H_3 滑坡区缓,前缘高陡临空,属推移式为主,前缘牵引的复合式滑坡,坡体的稳定性直接影响 H_2 、 H_3 滑坡。 H_2 、 H_3 滑坡坡体物质部分来源于 H_1 滑坡坡体的垮塌。整个区域内地表土层裸露,生态环境极差。依据现有地形, H_1 滑坡适宜在前缘采取抗滑支挡或锚索格构锚固工程。而 H_2 、 H_3 滑坡地形高陡,坡体土质松散适宜采取分级支挡锚固措施。在措施布设时,结合研究区位于国家级风景区这一实际,要充分结合坡面固坡护坡,促进流域内坡面生态环境修复恢复这一思路进行。所以在治理思路,不单纯做到支挡锚固即可,而是要同时做好固坡护坡工程。

综上,该滑坡灾害的治理应为:“桩板墙分级支挡+

锚索框格梁支护+锚杆格构护坡+固床肋槛+截排水+绿化修复”等措施对研究区内地质灾害综合治理。

4.3 治理效果

根据上述思路,最近一期项目于2022年汛期前完工。至今,已经历2个雨季和多次特大暴雨的考验,目前3个滑坡变形基本消除,坡面植被恢复较好,未再次发生滑坡灾害,治理效果达到了最初设计目的。

实践证明,针对此类滑坡灾害采用“固脚强腰+截排水+拦挡+生态修复”的系统性工程治理手段可行,大大降低了灾害的易发性和危害性,目前该隐患区根据治理效果综合分析后已有原来的特大型隐患点降级为中型隐患点。相信随着坡面植被的逐步恢复在各治理工程的综合防护下隐患会逐步消除。

5 结语

①针对滑坡的治理应因地制宜,结合实际情况和周边地质环境条件选择工程治理和生物措施综合治理的思路。

②应对滑坡灾害的实践,工程方法虽成本较高,却是多数施工团队的优先选择。工程措施在水土保持方面能提供长期的解决途径,但对环境效益和植被自然恢复能力的负面影响亦不容忽视。考虑到国家及人民的居住环境需求,生态治理要在技术上可靠,更要达到生态可持续性。

③除项目直接的经济收益外,生态和社会效益也应被重点考虑。研发与科研相结合、应用性广的生态治理技术十分重要。遵循保护生态环境就是保护经济发展的原则,工程技术人员应承担起对民、社、国的责任。追求经济效益的同时,不可忽视环保。只有工程与自然和谐共存,生态工程才能真正实现造福国家和人民的目标。

参考文献

- [1] 云南省地质工程勘察总公司.保山市腾冲市清水乡黄瓜箐滑坡泥石流二期治理项目勘查及可行性研究报告[R].2020.
- [2] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.GB/T 38509—2020 滑坡防治设计规范[S].2020.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 32864—2016 滑坡防治工程勘查规范[S].2016.
- [4] 李恒丽,陈克全.云南维西县新塘房滑坡形成条件及防治措施探讨[J].云南地质,2024(1):115-120.
- [5] 严优,刘润中,张超,等.云南金平某矿山滑坡成因机制与稳定性分析[J].地质灾害与环境保护,2024,35(1):14-18.