

岩土工程地质灾害防治技术及预控分析

王鹏荣

陕西铁道工程勘察有限公司, 陕西 西安 710043

DOI: 10.61369/SSSD.2026060006

摘 要 : 岩土工程地质灾害属于建设工程中所面临的重大安全隐患之一, 具有突发性、破坏性强、影响面广的特点, 不但对人民生命财产安全构成严重威胁的危险因素, 而且也会阻碍工程建设的正常进行。基于此, 本文主要对岩土工程地质灾害防治技术进行了相关探索, 然后进行了岩土工程数值模拟, 最后提出了地质灾害的预控体系构建, 旨在为岩土工程领域地质灾害的科学防控、风险规避提供一定参考和借鉴, 从而更好助力工程建设高效、安全推进。

关 键 词 : 岩土工程; 地质灾害; 防治技术; 预控分析; 数值模拟

Research on Prevention and Control Technologies and Pre-control Analysis of Geological Hazards in Geotechnical Engineering

Wang Pengrong

Shaanxi Railway Engineering Survey Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi 710043

Abstract : Geological hazards in geotechnical engineering are among the major potential safety risks faced in construction projects, characterized by sudden occurrence, high destructiveness and wide-ranging impacts. They not only pose a severe threat to people's lives and property safety, but also impede the smooth progress of engineering construction. On this basis, this paper mainly explores the prevention and control technologies for geological hazards in geotechnical engineering, then conducts numerical simulation of geotechnical engineering, and finally proposes the construction of a pre-control system for geological hazards. The study aims to provide certain reference for the scientific prevention and control as well as risk avoidance of geological hazards in the field of geotechnical engineering, thereby facilitating the efficient and safe advancement of engineering construction.

Keywords : geotechnical engineering; geological hazards; prevention and control technologies; pre-control analysis; numerical simulation

随着我国工程建设规模的不断增大, 山区、丘陵地带的工程建设项目越来越多。在此形势下, 滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降等各类岩土工程地质灾害频发, 给工程施工及后期运营带来很大的困难^[1]。因此, 加强对岩土工程地质灾害防治技术的研究, 建立科学完善的预控体系, 无疑是当前岩土工程领域的重要研究课题之一。

一、岩土工程地质灾害防治技术

(一) 滑坡灾害防治技术

滑坡灾害防治技术分为主动防治和技术两种。主动防治技术是提高岩土体稳定性的方法, 从源头上抑制滑坡的发生, 主要有边坡修整技术, 削坡减载、放缓边坡坡度, 降低岩土体下滑力, 适合于坡度较大、下滑力较大的滑坡隐患点。排水技术则可以通过设置排水盲沟、渗沟、井点降水等设施, 降低地下水位, 排除岩土体中的孔隙水, 增大岩土体抗剪强度, 减小滑坡诱因^[2]。加固技术主要是通过锚杆(索)加固、抗滑桩加固、注浆加固等, 利用锚杆(索)的拉力、抗滑桩的抗剪力、注浆体的胶结作用来增强岩土体的整体性与稳定性, 适用于软弱岩土体滑坡、深层滑坡^[3]。被动防治技术则主要是阻止滑坡体滑动之后造成的更大破

坏, 主要采取设置抗滑挡墙来阻挡滑坡体下滑、铺设防滑网、落石槽等方法拦截滑坡体中碎石、土等, 减小灾害损失。

(二) 崩塌灾害防治技术

崩塌灾害的防治重点就是消除危岩体、加强岩土体的稳定性, 主要的技术有危岩体清除技术, 对于不稳定的危岩体采用人工或爆破清除的方法来消除崩塌隐患, 适合于危岩体体积小、位置浅的情况^[4]。锚固技术也可以用来应对崩塌灾害的防治, 主要用锚杆、锚索把危岩体和稳定岩土体联结起来, 约束危岩体的位移, 提升危岩体的稳定性。喷锚支护技术主要是在岩土体表面喷射混凝土并打入锚杆, 形成组合支护体系, 增大岩土体抗风化、抗崩落的能力。而排水技术的应用, 主要是通过及时排除岩土体内的雨水、地下水等, 减小水对岩土体的侵蚀, 降低崩塌的风险^[5]。

（三）泥石流灾害防治技术

泥石流灾害防治技术主要是从“拦、排、固”三个方面来构建综合治理体系，即拦挡技术、排导技术、固坡保土技术^[6]。拦挡技术是设置拦挡坝、格栅坝等设施，拦截泥石流中的固体物质，减缓泥石流流速，降低其破坏力，适用于泥石流沟谷中游地区。排导技术是指修建排导槽、泄洪道等方式，引导泥石流向指定方向流动，防止其对建筑物、道路造成危害，适用于泥石流沟谷下游地区。固坡保土技术就是植树造林、种草、铺草皮等方法，恢复山区植被覆盖率，减少水土流失，抑制泥石流固体物质来源，从根本上阻止泥石流的发生^[7]。

（四）地面沉降灾害防治技术

地面沉降灾害防治的技术主要是以“控源、补源、加固”为主，主要有地下水调控技术，合理控制地下水开采量，划定地下水禁采区、限采区，通过人工回灌地下水，补充地下水资源，稳定地下水位，从而抑制地面沉降。岩土体加固技术主要是对沉降区域的建筑物基础、地下管网进行加固，采用注浆、换填等方式，提高岩土体承载力，减小沉降对工程设施的损害。在工程选址优化方面，应当在地面沉降容易发生的地方，不建重大工程项目，或用桩基、深基础等技术来适应地面沉降环境^[8]。

二、岩土工程数值模拟实例应用

岩土工程数值模拟主要利用计算机技术，用建立的岩土体力学模型来模拟岩土体在不同的工况下、不同的外力作用下发生变形、破坏的过程，能有效提高防治工程的精度和可靠性^[9]。本文以某山区公路边坡滑坡防治工程为例，介绍数值模拟在岩土工程地质灾害防治中的具体应用，实例内容如下：

该山区公路边坡全长85m，最大坡高32m，边坡坡度为1:1.2，岩土体主要为中风化砂岩、粉质黏土，粉质黏土层厚2~5m，分布在边坡表面，抗剪强度低，遇水容易软化，属于滑坡易发区。前期勘察时发现此边坡存在明显的变形现象，坡顶有裂缝，最大的裂缝宽度达到8mm，初步判定是浅层滑坡的隐患，需要做相应的防治工作。为了改善防治方案，提高防治效果，用FLAC3D数值模拟软件，对边坡天然工况、暴雨工况下变形、稳定性的模拟分析，并对锚杆加固方案的效果进行验证。

根据现场勘察数据，建立边坡三维数值模型，确定岩土体力学参数：中风化砂岩的弹性模量为28GPa、泊松比为0.25、黏聚力为180kPa、内摩擦角为32°；粉质黏土的弹性模量为1.8GPa、泊松比为0.32、黏聚力为28kPa、内摩擦角为16°。模拟工况有两种，一种是天然工况（没有降雨），另一种是暴雨工况（连续降雨72h，地下水位上升3m），分别计算边坡的稳定系数和变形量。模拟结果表明，在天然情况下，边坡的稳定系数是1.18，属于欠稳定的范围。在暴雨工况下，粉质黏土层抗剪强度明显下降，边坡的稳定系数降到0.92，处于不稳定的状态，坡顶的最大沉降量达到152mm，坡脚的最大水平位移达到98mm，和现场勘察的变形痕迹相符合，说明模型的合理。

根据模拟的结果，选择采用锚杆加固的方法，锚杆长度为

12m，间距为2.5m×2.5m，锚杆直径为25mm，设计拉力为180kN。用数值模拟来检验加固的效果，仿真结果表明，经锚杆加固后的天然工况下边坡稳定性系数为1.45，暴雨工况下稳定系数为1.23，都达到了稳定状态，坡顶最大沉降量降低到35mm，坡脚最大水平位移降到22mm，变形量明显减少，符合防治的要求。可见，数值模拟可以用来防治工程的设计，给类似边坡滑坡防治工程提供了一种可行的方法。

三、岩土工程地质灾害预控分析

（一）前期勘察预控

前期勘察属于地质灾害预控的基础工作，主要目的就是対岩土工程地质条件进行全面的了解，找出可能存在的地质灾害隐患，并给工程的设计、施工提供科学依据。勘察工作要按照全面勘察、重点突出的原则，用地质测绘、钻探、物探、室内试验等多方面的方法来了解岩土体性质、地质构造、水文地质条件、不良地质体分布情况，并对各种参数进行分析评价，划分出不同的灾害隐患等级，给出相应的防治措施。勘察时要重点注意软弱岩土体、断层、节理等不良地质地段及地下水、暴雨等诱发因素，在可能产生地质灾害的类型、规模、发生概率上做出初步判断，防止在地质灾害高易发区盲目开展工程建设。

（二）施工过程预控

施工过程属于地质灾害发生的高峰期，施工不合理的容易引起各种各样的地质灾害，所以施工过程中预控就显得尤为重要。一是优化施工方案，根据勘察结果合理确定基坑开挖、边坡开挖、爆破施工等工艺参数，防止违规施工，即基坑开挖要按分层开挖、分层支护的原则进行，不能一次开挖太深^[10]。二是加强施工监测，在施工中对边坡变形、地下水位、岩土体应力等指标进行实时监测，设置监测点，定期采集监测数据，分析数据变化规律，及时发现异常情况，发出预警信号。三是做好应急防范，制订出施工过程中的地质灾害应急预案，配置好应急物资和设备，加强应急演练，保证在灾害来临时可以迅速处理，减小人员伤亡及经济损失。四是对施工现场加强管理，及时清除施工垃圾，修建好排水系统，防止雨水冲刷岩土体，引发灾害。

（三）后期运营预控

工程建成之后，后期运营过程中地质灾害的预防主要就是长期监测、维护，保证工程设施的安全稳定运行。一是建立长期监测系统，对工程周围边坡、地基、地下管网等进行长期监测，定期做地质勘察复查，及时发现灾害隐患。二是加强设施维护，定期对防治工程设施（锚杆、抗滑桩、排水设施等）进行检查、维修和加固，保证其正常发挥作用，防止由于设施老化、损坏造成灾害隐患增大。三是加强宣传工作，提高工程运营管理人员以及周边群众的地质灾害防范意识，普及灾害识别、自救互救知识，减少人为因素引发灾害的机会。四是对隐患进行排查，定期对地质灾害隐患进行排查，对已查明的隐患点及时采取相应的处理措施，做到早发现、早处理。

（四）预警体系构建

地质灾害预警体系是预控工作的重要部分，它的目的就是及

时发现灾害的前兆，发出预警信号，给灾害处置争取时间。预警体系是由监测系统、预警指标、预警发布三大部分组成。一是监测系统，用数值模拟、现场监测等手段来建立一个全方位、多层次的监测网，可以对岩土体变形、地下水位、降雨量、地震动等各种参数进行实时监测，保证监测数据的准确性和及时性。二是预警指标，根据不同的灾害类型及其前兆特征来确定合理的预警指标与阈值，例如滑坡灾害的预警指标可以包含坡顶沉降量、水平位移量、地下水位变化量等，在监测数据达到预警阈值的时候就会发出预警信号。三是预警发布，创建起多种预警信息发布方式，使用短信、广播、警报器、微信群等途径把预警信息及时地传达给工程管理人员、周边居民以及相关的政府部门，使预警信息传递到实处，并且明确规定预警响应程序，让接到预警通知的

人们能迅速地采取相应的行动去实施应急处理工作。

四、结语

总而言之，岩土工程地质灾害类型多样、成因复杂，其发生严重威胁人民群众生命财产安全和工程建设安全，做好灾害防治和预控工作具有重要的现实意义。未来，随着科技的不断发展，岩土工程地质灾害防治和预控技术将朝着智能化、精准化的方向发展。对此，相关部门应当进一步加强岩土体力学特性、灾害形成机理的研究，深入探索数值模拟技术与大数据、人工智能、物联网等技术的融合应用，从而提高灾害预测、预警的精准度。

参考文献

- [1] 吴丽玲. 岩土工程在地质灾害防治中的应用 [J]. 中国住宅设施, 2024, (12): 47-49.
- [2] 左江博. 岩土工程地质灾害防治新技术及防治探讨 [J]. 工程设计与设计, 2024, (21): 37-39.
- [3] 邓育呈, 唐聪. 岩土工程勘察在地质灾害防治中的应用 [J]. 百科知识, 2024, (27): 25-26.
- [4] 李壬飞. 岩土工程地质灾害防治技术及预控分析 [J]. 中国住宅设施, 2024, (04): 96-98.
- [5] 董坤, 陈东海. 分析地质灾害防治技术在岩土工程中的运用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (12): 166-168.
- [6] 施少亿. 岩土工程地质灾害防治技术及防治分析 [J]. 低碳世界, 2023, 13 (04): 57-59.
- [7] 黄欣. 岩土工程地质灾害防治技术及预控研究 [J]. 四川建材, 2023, 49 (01): 68-70.
- [8] 姚桂嘉. 岩土工程地质灾害防治技术及预控措施 [J]. 四川水泥, 2021, (11): 101-102.
- [9] 吴大章. 岩土工程地质灾害防治技术及预控 [J]. 中国建筑装饰装修, 2021, (08): 162-163.
- [10] 卢凯. 岩土工程边坡地质灾害防治技术及预控研究 [J]. 冶金管理, 2021, (09): 101-102.