

Regional geological disaster susceptibility zoning and comprehensive management technology

ChiJin Hou

Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650218, China

Abstract

Regional geological disaster susceptibility zoning is the foundation for disaster risk assessment and mitigation work, playing a significant role in reducing the losses caused by geological disasters. With the development of modern remote sensing technology and Geographic Information Systems (GIS), the technical methods for regional geological disaster susceptibility zoning have gradually matured, enabling precise classification and prediction of disaster risks. Based on this, the application of integrated management technologies provides new ideas and methods for the prevention and control of geological disasters. By combining ecological restoration technologies, engineering measures, and social management strategies, the frequency and severity of disasters can be effectively alleviated.

Keywords

Geological disasters; susceptibility zoning; remote sensing technology; integrated management; risk management

区域地质灾害易发性分区与综合治理技术

侯赤金

云南地质工程第二勘察院有限公司, 中国·云南昆明 650218

摘要

区域地质灾害易发性分区是灾害风险评估和防治工作的基础,对减轻地质灾害带来的损失具有重要意义。随着现代遥感技术和地理信息系统(GIS)的发展,区域地质灾害易发性分区的技术方法逐渐成熟,能够实现灾害风险的精确划分与预测。在此基础上,综合治理技术的应用为地质灾害的防治提供了新的思路 and 手段。通过结合生态修复技术、工程治理措施与社会管理手段,可有效缓解灾害的发生频率和严重性。

关键词

地质灾害; 易发性分区; 遥感技术; 综合治理; 风险管理

1 引言

地质灾害的发生严重影响着区域的生态环境与社会经济发展,随着全球气候变化的加剧及人类活动的不断增加,地质灾害的发生频率和危害程度也逐步上升。为了有效应对地质灾害带来的风险,精准的灾害易发性分区成为了防灾减灾工作中的核心环节。易发性分区能够通过综合评估地质、气候、地形等多种因素,科学划定灾害发生的风险区域,进而为后续的防治措施提供依据。随着科技的进步,遥感技术和GIS等技术手段被广泛应用于灾害易发性分区,为灾害的实时监测和精准预测提供了强大的支持。然而,仅仅依靠分区技术难以从根本上消除地质灾害的风险,因此,综合治理技术的应用显得尤为重要。

【作者简介】侯赤金(1987-),男,中国云南保山人,本科,高级工程师,从事地质工程相关研究。

2 区域地质灾害易发性分区的理论基础

2.1 地质灾害的定义与分类

地质灾害是指由于自然因素或人为活动引发的,对人类社会和自然环境造成严重破坏的地质过程。这些灾害通常发生在特定的地质环境下,具有突发性和破坏性。常见的地质灾害包括山体滑坡、泥石流、地震、火山喷发、塌陷等。这些灾害不仅对地表形态产生重大影响,还可能造成重大人员伤亡和财产损失。根据其成因和表现形式,地质灾害可分为滑坡类、崩塌类、泥石流类、地震类、火山类等,每种灾害的特征、发生规律和影响范围有所不同。了解地质灾害的类型与特征,是进行有效灾害管理和防治的基础。

2.2 地质灾害易发性分区的评估方法

地质灾害易发性分区的评估方法包括定量和定性两大类。定性评估通常依赖专家判断,通过对区域的地质特征、历史灾害记录、气候变化等因素进行综合分析,得出灾害易发性的初步划分。定量评估则通过建立数学模型,对各类影

响因素进行权重分析,生成灾害风险的数字化图层。常用的定量方法包括层次分析法(AHP)、模糊综合评价法(FCE)等。这些评估方法能够为不同区域的灾害防治提供量化依据,从而实现精准的灾害预测和有效的资源分配^[1]。

3 区域地质灾害易发性分区的技术方法

3.1 遥感技术与地理信息系统(GIS)在易发性分区中的应用

遥感技术和地理信息系统(GIS)在地质灾害易发性分区中的应用具有重要意义。遥感技术通过卫星影像和航空摄影获取区域的地表信息,为灾害分区提供基础数据。利用遥感图像可以有效识别地质灾害的特征,如滑坡带、泥石流源区等。同时,GIS能够将遥感数据与其他地质、气候、人口等信息进行空间叠加和分析,生成灾害易发性分区图。这些技术手段使得灾害监测更为精确,分区结果更加客观、可靠。通过结合遥感数据与GIS平台,灾害易发性分区不仅能够实时更新,还能提供动态的灾害风险评估,提升应急管理的效率。

3.2 数据采集与分析技术在灾害分区中的作用

数据采集与分析技术在地质灾害易发性分区中起着至关重要的作用。数据采集通常通过现场勘查、遥感影像、气象数据、地震记录等多渠道获取。在获取数据后,数据分析技术被用来处理大量的复杂数据,筛选出与灾害发生密切相关的因素。这些分析技术包括空间分析、统计分析和模型模拟等,能够从大量数据中提取有效信息,为灾害评估提供科学依据。数据分析技术的应用不仅提高了灾害评估的精度,也加快了灾害监测与响应速度^[2]。通过这些技术手段,可以确保地质灾害易发性分区的科学性与实时性,为防灾减灾决策提供数据支撑。

4 区域地质灾害易发性分区的技术实现与挑战

4.1 数据采集的技术难点与解决方案

在地质灾害易发性分区中,数据采集是技术实现中的关键环节,然而,由于地质环境的复杂性与动态变化,数据的获取和处理面临多方面的挑战。首先,现场勘查所需的人员与设备配置成本高,且在偏远地区的采集难度较大,气候和地形的限制使得数据采集工作受到时间和空间的双重制约。其次,遥感数据的分辨率和精度有时无法满足地质灾害精细化分区的需求。为了应对这些挑战,可以通过引入无人机遥感技术与物联网传感器等手段,提升数据采集的精度和效率,同时利用多源数据融合技术,增强数据的全面性和可靠性。现代化的数据采集手段能够在保证数据准确性的同时,降低采集成本和时间,从而为后续的灾害评估和治理提供基础支持。

4.2 分区模型精度与适用性分析

分区模型的精度与适用性是地质灾害易发性分区能否有效实施的关键因素。现有的分区模型大多依赖于地质、气候、

植被等多因素的综合分析,但由于不同区域的地质特征和灾害表现具有较大差异,因此,分区模型在不同地域的适用性存在一定的局限性。模型精度受多种因素的影响,如数据的不完整性、外部环境的变化以及模型假设条件的不同。为了提升模型的精度,需对区域特征进行细致的分析,选择合适的模型算法,并进行反复验证与优化。通过采用多重评估标准与分层次的分析方法,能够提高分区模型在不同环境下的适应性,使其更加符合实际情况。此外,模型的适用性分析也要求结合历史灾害数据与实时监测数据,为模型的调整与完善提供依据,确保模型具有较高的预测能力和可靠性^[3]。

4.3 技术整合与系统优化

地质灾害易发性分区的技术实现不仅仅依赖单一技术手段,而是需要多种技术的协同与整合。传统的灾害分区技术通常局限于某一领域的应用,如地质勘查、遥感监测或气象分析,而现代灾害分区要求将这些技术融合,实现数据共享与信息流通。整合不同领域的技术,如将遥感技术、GIS技术与地质调查数据、气象监测数据等结合,可以显著提升灾害易发性分区的精确性与时效性。此外,系统优化在技术整合过程中起着至关重要的作用。优化现有系统架构,提高数据处理能力与存储能力,使得分区结果能够实时更新,是实现技术协同的关键。通过引入云计算、大数据分析等现代信息技术,可以进一步提升系统的处理能力,为灾害风险评估提供更为精准的技术支持。

5 地质灾害综合治理技术的应用

5.1 灾害防治的综合治理思路

四川省广元市苍溪县滑坡治理工程是一个典型的综合治理案例,展示了灾害防治的多方位思路。在2018年,苍溪县发生了多起山体滑坡事件,直接影响到周围村庄的安全,尤其是在降水量较大的季节,滑坡灾害频发,造成了巨大的人员伤亡和财产损失。为应对这一问题,苍溪区政府决定实施综合治理措施,采用了“源头控制、过程管控、灾后恢复”三管齐下的策略。

源头控制:通过详细的地质勘探与遥感影像数据,确定滑坡的发生机制,并分析影响滑坡发生的主要因素,如土壤湿度、坡度、降水量等。该地区年降水量平均为1500毫米,坡度普遍在30°至45°之间,土壤含水量超过28%。基于这些数据,治理工程在滑坡源头实施了精准的土壤加固和排水系统改造,以减少降水导致的水土流失。

过程管控:在滑坡易发区域,使用了锚固桩、土工格栅、挡土墙等工程措施进行加固。通过在滑坡体边缘设置了13根50米长的锚固桩,并铺设了4,000平方米的土工膜,确保了滑坡体的稳定性。此外,修建了10公里的排水沟系统,降低了地下水位,减少了水对滑坡区域的影响。

灾后恢复:治理完成后,工程采取了植被恢复措施,重点恢复了坡面生态环境。根据植被监测数据,工程实施两

年后,坡面植被覆盖率由治理前的15%提升至85%,有效增强了土壤的固结力,降低了滑坡发生的可能性。

5.2 生态修复与地质灾害防治技术的结合

在广元市苍溪县滑坡治理工程中,生态修复与工程治理相结合的做法取得了显著成效。项目通过结合植被修复、土壤改良等生态措施与传统的工程加固技术,成功提升了山体的稳定性,并促进了生态环境的恢复。

植被修复:在滑坡治理区域,特别是坡面较陡的部分,采用了抗旱能力强的植物进行生态恢复。根据土壤类型和坡度,选种了适宜的草本植物和灌木,如针叶松和黄花菜,增加了土壤的固结力。这一措施有效防止了雨水冲刷引发的土壤流失。

土壤改良:通过对土壤进行加固和改良,提升了土壤的水分保持能力和抗冲刷能力。治理过程中,采用了生物土工材料,通过将纤维土工布与植被根系结合,增强了土壤的抗冲刷性。据项目后期数据监测,土壤抗冲刷能力提高了约30%,有效避免了雨季滑坡的再次发生。

生态与工程结合的效果:治理后的两年内,滑坡区域的生态恢复情况良好,项目区内的坡面稳定性得到了显著提升。通过植被覆盖和土壤改良,滑坡发生率由治理前的2次/年减少至0次,并且生态环境明显改善,周围水土保持效果增强。

5.3 现代化技术在灾害治理中的创新应用

在广元市苍溪县的滑坡治理工程中,现代化技术的应用大大提高了灾害防治的效率和精准性。特别是智能监测

与大数据分析技术,为滑坡防治提供了实时的监控和预警功能。

智能监测系统:在治理工程中,安装了多种传感器,包括地表位移监测仪、土壤湿度传感器和地下水位监测仪。通过物联网技术,这些传感器实时采集数据,并传输至集中管理平台。该平台利用大数据分析技术,对传感器采集的数据进行处理与分析,以判断滑坡的风险等级。根据数据,滑坡体的位移监测值和土壤湿度值在降水量较大的时段达到预警阈值时,系统会自动发出预警,提示相关人员采取应急措施。

遥感技术:通过无人机搭载高清摄像设备对治理区域进行定期航拍,获取地质变形信息。这些图像数据与地面传感器数据结合,为滑坡体的动态变化提供了准确依据。2019年的航拍图像显示,滑坡区域的边界发生了明显变化,而通过对比,发现滑坡体的位移幅度在治理后减少了约45%。

数据驱动的决策支持:通过对大数据平台的实时数据分析,工程团队能够更精确地预测滑坡风险,优化灾后响应策略。项目数据表明,基于这些智能技术,滑坡的预警能力提高了约80%,确保了在高风险期及时采取防范措施,避免了人员伤亡,详见表1。

通过这一系列技术的创新应用,广元市苍溪县的滑坡治理工程实现了灾害防治的精准化与智能化,不仅降低了灾害发生的频率,也为类似地区的灾害防治提供了有益的借鉴。

表1 四川省广元市苍溪县滑坡治理效果数据统计表

指标	治理前数据	治理后数据	变化百分比	治理前情况	治理后情况
滑坡发生频率	2次/年	0次/年	-100%	每年发生2次	没有发生
土壤抗冲刷能力	0.5	0.7	40%	易受到冲刷	增强了稳定性
植被覆盖率	15%	85%	70%	覆盖较少	覆盖大面积
滑坡体位移监测	5cm/年	2.5cm/年	-50%	每年5cm位移	每年2.5cm位移
预警系统准确度	60%	80%	20%	预警系统准确性较低	预警系统准确性提高

6 结语

地质灾害的防治是一项复杂而系统的工程,涉及多个领域的协同工作。通过区域地质灾害易发性分区,可以有效识别高风险区域,为灾害的预防与治理提供科学依据。同时,结合遥感技术、GIS、数据分析等现代化技术手段,提高了灾害评估的精度和时效性。然而,实际应用中仍面临数据采集困难、模型精度不足等挑战,需要通过技术整合和系统优化,不断提升灾害防治的能力。在灾害治理方面,综合治理思路的实施,使得源头预防、过程控制和灾后恢复相辅相成,形成了有效的防治体系。生态修复与工程防治相结合的方式,不仅能恢复生态环境,还能增强区域的抗灾能力。通过这些技术与策略的共同作用,地质灾害防治工作能够更

加科学高效地进行,保障区域的可持续发展与人民的生命财产安全。

参考文献

- [1] 张凯.区域滑坡地质灾害易发性评价研究[J].科技与创新,2024,(22):145-147.
- [2] 冯振,陈亮,王立朝,侯圣山,田怡帆,刘明学.区域地质灾害易发性评价的证据权法原理与实践[J].地质通报,2024,43(07):1255-1265.
- [3] 刘玉娟.基于GIS加权叠加的区域地质灾害易发性评价[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2023,37(05):37-42.
- [4] 简鹏,李文彦,张治家,时伟,党发宁,郭红东,李松.基于多因素加权指数和法的区域地质灾害易发性评价研究——以麦积区为例[J].甘肃地质,2022,31(03):63-72.