

浅析鄂西北地质灾害分区应急管理策略与措施

王 斌¹, 常 亮^{2,3*}, 陈 龙^{2,3}, 黄启坤^{2,3}, 文美霞^{2,3}

¹湖北省自然灾害应急技术中心, 湖北 武汉

²资源与生态环境地质湖北省重点实验室, 湖北 武汉

³湖北省地质环境总站, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年6月7日; 录用日期: 2024年9月6日; 发布日期: 2024年9月18日

摘 要

本文基于对鄂西北片区地质灾害点个数和地质灾害易发性分区分析, 探讨了制定分区应急管理建议。通过对研究区的地质资料进行深入分析, 识别出地质灾害的分布特征和易发性等级, 并提出了针对不同分区的应急管理建议, 这对于制定针对性的灾害防控措施和降低灾害损失具有重要意义。

关键词

地质灾害易发性分区, 应急管理

Analysis of Emergency Management Strategies and Measures for Geologic Disaster Subregion in Northwest Hubei

Bin Wang¹, Liang Chang^{2,3*}, Long Chen^{2,3}, Qikun Huang^{2,3}, Meixia Wen^{2,3}

¹Hubei Natural Disaster Emergency Response Technology Center, Wuhan Hubei

²Hubei Provincial Key Laboratory of Resource and Ecological Environment Geology, Wuhan Hubei

³Hubei Provincial Geological and Environmental General Station, Wuhan Hubei

Received: Jun. 7th, 2024; accepted: Sep. 6th, 2024; published: Sep. 18th, 2024

Abstract

Based on the analysis of the number of geohazard points and geohazard susceptibility zoning in Northwest Hubei area, this paper discusses the development of zonal emergency management

*通讯作者。

文章引用: 王斌, 常亮, 陈龙, 黄启坤, 文美霞. 浅析鄂西北地质灾害分区应急管理策略与措施[J]. 地球科学前沿, 2024, 14(9): 1209-1222. DOI: 10.12677/ag.2024.149112

proposals. Through in-depth analysis of the geological data of the study area, the distribution characteristics and susceptibility level of geologic hazards are identified, and emergency management suggestions for different subdivisions are put forward, which is of great significance for the development of targeted disaster prevention and control measures and the reduction of disaster losses.

Keywords

Geologic Disaster Susceptibility Zoning, Emergency Management

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

鄂西北地区, 由于地形地貌复杂、地质构造活跃、人类活动破坏强度增大及气候条件多变等因素, 使得鄂西北地区地质灾害频发, 其地质灾害类型多样, 发育点数众多, 地质灾害的易发性和危险性突出。

前人在湖北省地质灾害方面的研究如: 2012年肖尚德、李智民等利用统计分析开展了湖北省清江流域地质灾害的分布规律的研究; 2015年徐振坤研究了湖北省地质灾害主要特点及防治对策; 2018年张玉、陈铁林等研究了湖北省地质灾害发育环境, 并开展了防治区划研究。在鄂西北区域地质灾害方面的研究主要为滑坡特征分析、滑坡变形破坏模式与地质灾害应急救援综合演练等方面[1]-[3]。根据前人研究成果及鄂西北区域地质灾害研究存在的空缺, 本文通过收集实地调查数据, 对鄂西北地质灾害进行深入研究, 首先分析了地质灾害的类型、发育点数及险情现状, 然后建立了地质灾害易发性分区体系, 并进行了易发性分区结果的划分。在此基础上, 针对不同易发区的地质灾害特点, 提出了相应的应急管理策略, 为鄂西北地质灾害防治工作提供科学依据和技术支持, 为当地社会经济可持续发展保驾护航。

2. 鄂西北地质灾害概述

2.1. 灾害类型及发育点数

截至 2023 年 6 月, 全区发育地质灾害隐患点类型分别有滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷, 总点数 7649 处。其中滑坡 6202 处, 占总数的 81.08%; 崩塌 1348 处, 占总数的 17.62%; 地面塌陷 45 处, 占总数的 0.59%; 泥石流 54 处, 占总数的 0.71% (表 1)。

Table 1. Statistics of geologic hazard sites

表 1. 地质灾害隐患点统计表

分区 区域	地质灾害类型(处)				合计(处)
	滑坡	崩塌	地面塌陷	泥石流	
十堰市	4386	425	3	27	4841
襄阳市	1526	474	33	17	2050
随州市	104	128	9	1	242
神农架林区	186	321	0	9	516
合计	6202	1348	45	54	7649

2.2. 险情现状

鄂西北特大、大、中、小型地质灾害险情在空间分布上具有一定的规律性[3]-[7]。特大、大型地质灾害险情主要分布在山地区域，由于山高坡陡，汇水面积大，加之长期遭受风化侵蚀，稳定性较差。中型地质灾害险情在山区和部分平原地区均有分布，多位于人类活动密集区或基础设施建设地带。小型地质灾害险情在各地区分布较为广泛，主要与局部气象条件和人类活动有关，各区地质灾害险情见表2。

Table 2. Statistics of geologic hazard sites

表 2. 地质灾害隐患点统计表

分区 区域	地质灾害类型(处)				合计(处)
	特大型	大型	中型	小型	
十堰市	18	23	573	4227	4841
襄阳市	9	7	138	1896	2050
随州市	0	2	17	223	242
神农架林区	4	6	32	474	516
合计	31	38	760	6820	7649

3. 易发性分区

3.1. 易发性分区体系

地质灾害易发程度分区体系主要是根据地质灾害形成的地质环境条件[8][9]，从地形地貌、地层岩性、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构、地表水系、植被等方面分析，将某一区域按照地质灾害易发程度分为不同等级的区域[10]-[13]，本次十堰、襄阳、随州、神农架林区统一采用图1评价体系。

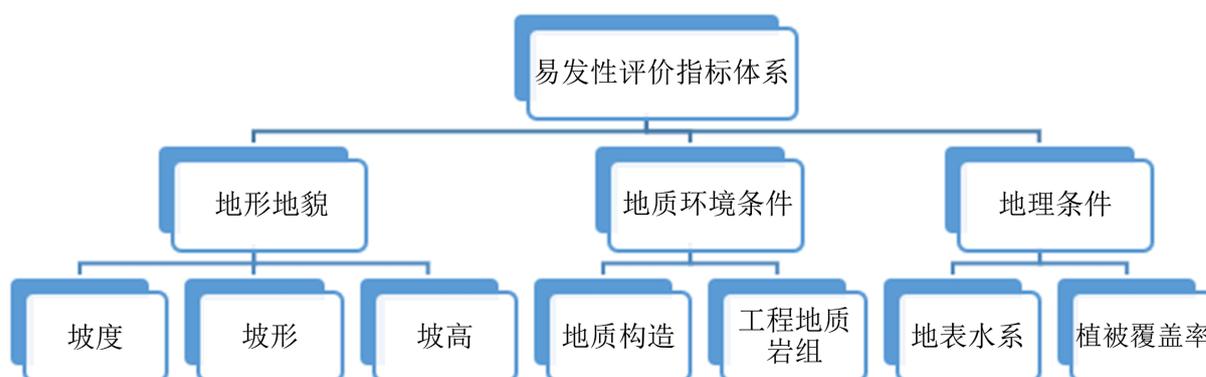


Figure 1. Geological hazard susceptibility evaluation index system

图 1. 地质灾害易发性评价指标体系图

3.2. 易发性分区结果

基于 ArcGIS 软件的空间分析功能，根据滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷的易发性分区结果，利用就高原则进行图层空间叠加，得到十堰、襄阳、随州、神农架林区 4 个地区综合地质灾害易发性分区[14]，见图 2~图 5、表 3。

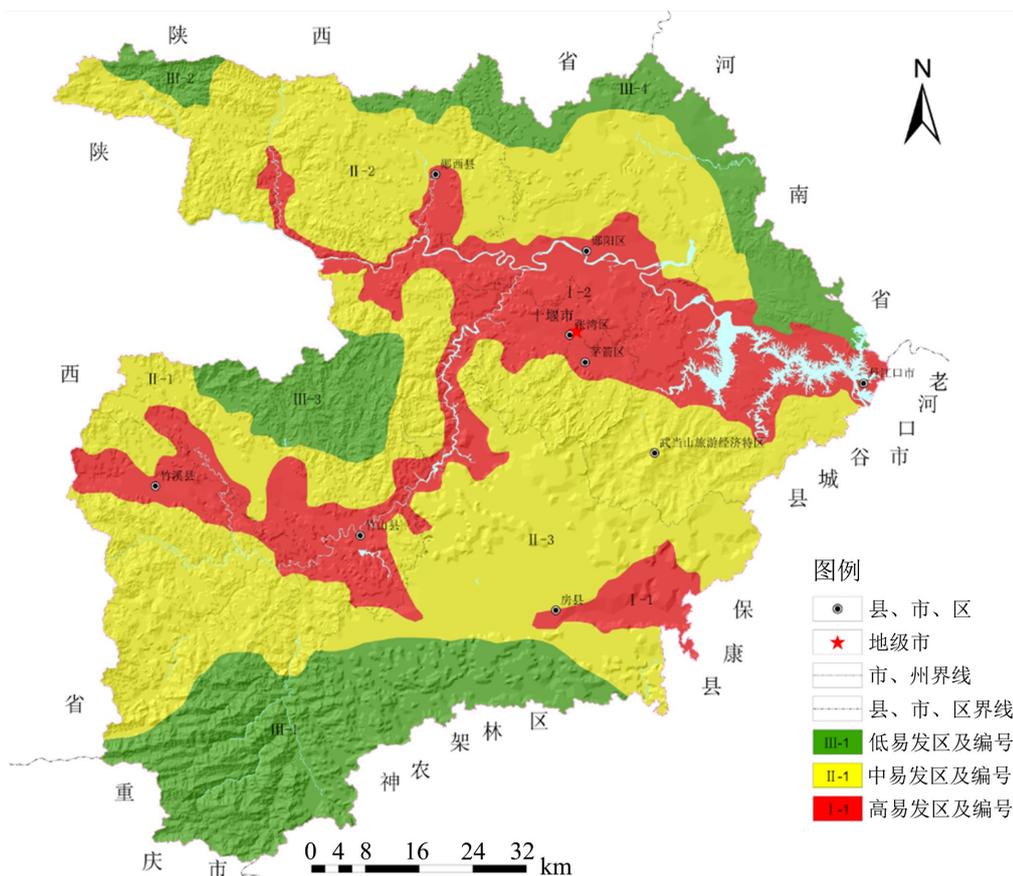


Figure 2. Susceptibility zoning in Shiyan
图 2. 十堰易发性分区

3.2.1. 十堰易发性分区

1) 地质灾害高易发区

十堰市高易发区总面积 2869.11 km²，占工作区总面积的 11.92%。根据地质灾害发育类型和地域的不同，又分为 2 个亚区，分别为房县城关镇 - 青峰镇 - 榔口乡沿线地质灾害高易发区(I-1)、郧西县 - 郧阳区 - 张湾区 - 丹江口市 - 茅箭区鸳鸯乡 - 房县大木场镇 - 竹山县地质灾害高易发区(I-2)。

房县城关镇 - 青峰镇 - 榔口乡沿线地质灾害高易发区(I-1):

该亚区位于青峰断裂核部，区内出露主要地层为武当山群变质岩类，岩性主要为片岩，其局部出露加里东期及晋宁期呈条带状分布的侵入岩体，岩性为变辉绿岩等。区内人口集中，密度大，人类工程活动极为强烈，切坡建房、修路等现象十分普遍，对地质环境破坏严重。区内地质灾害类型以滑坡为主。

郧西县 - 郧阳区 - 张湾区 - 丹江口市 - 茅箭区鸳鸯乡 - 房县大木场镇 - 竹山县地质灾害高易发区(I-2):

该亚区主要出露寒武系碳酸盐岩类、武当山群变质岩类和第四系松散冲洪积土层。区内人口集中，密度大，人类工程活动极为强烈，切坡建房、修路等现象十分普遍，对地质环境破坏严重。区内地质灾害类型以滑坡为主，崩塌次之。

2) 地质灾害中易发区

中易发区总面积 15307.58 km²，占工作区总面积的 63.58%。该区分布较广泛，除南部神农架区，遍布十堰市各县区，为郧西县 - 郧阳区 - 丹江口市 - 房县 - 竹溪县 - 竹山县 - 张湾区 - 茅箭区沿线地质灾害中易发区(II)。

该区主要集中于工作区中部及北部两侧，呈条带状分布，区内交通便利，村道分布密集，主要道路有襄渝铁路、G4213 麻安高速、G70 高速、十巫高速、G209 国道、G242 国道、S301 省道等多条重要交通道路。该区中南部地貌类型主要以构造溶蚀、侵蚀中山为主，海拔高程在千米以上，沟谷发育，其剖面形态多呈“V”字型，部分地段呈“U”字型，切割深度达 1000~2000 m。沟谷两侧斜坡上段陡峭、多形成陡崖或陡坎状地；北部地貌类型主要以构造剥蚀、侵蚀中低山为主，山顶高程一般为 600~1000 m，切割深度为 300~600 m。山坡陡峻，坡度一般为 25~60 度。

该亚区类地质构造发育，区内郧西、郧阳及竹山等地出露地层主要以寒武系碳酸盐岩类为主，竹山县楼台乡一带、房县窑淮乡以东主要出露武当山群变质岩类地层，其局部出露加里东期及晋宁期呈条带状分布的侵入岩体，岩性为变辉绿岩等；郧西县店子镇、景阳乡一带少量分布碎屑岩类地层。区内人口分布不均一，中部及北部密度较大，人类工程活动较为强烈，切坡建房、修路等现象较普遍，对地质环境破坏较严重。区内地质灾害类型以滑坡为主，崩塌次之。

3) 地质灾害低易发区

低易发区总面积 5898.31 km²，占工作区总面积的 24.5%。根据地质灾害发育类型和地域的不同，又分为 5 个亚区，分别为郧西县关芳乡 - 湖北口乡 - 景阳乡沿线地质灾害低易发区(III-1)、郧西县马鞍镇 - 香口乡 - 土门镇 - 三官洞林区沿线地质灾害低易发区(III-2)、郧阳区胡家营镇 - 鲍峡镇 - 叶大乡 - 竹山县 - 楼台乡 - 双台乡 - 麻家渡镇 - 宝丰镇 - 得胜镇 - 大庙乡沿线地质灾害低易发区(III-3)、竹山县竹坪乡 - 竹溪县龙坝镇 - 标湖林场 - 蒋家堰镇 - 鄂坪乡沿线地质灾害低易发区(III-4)。

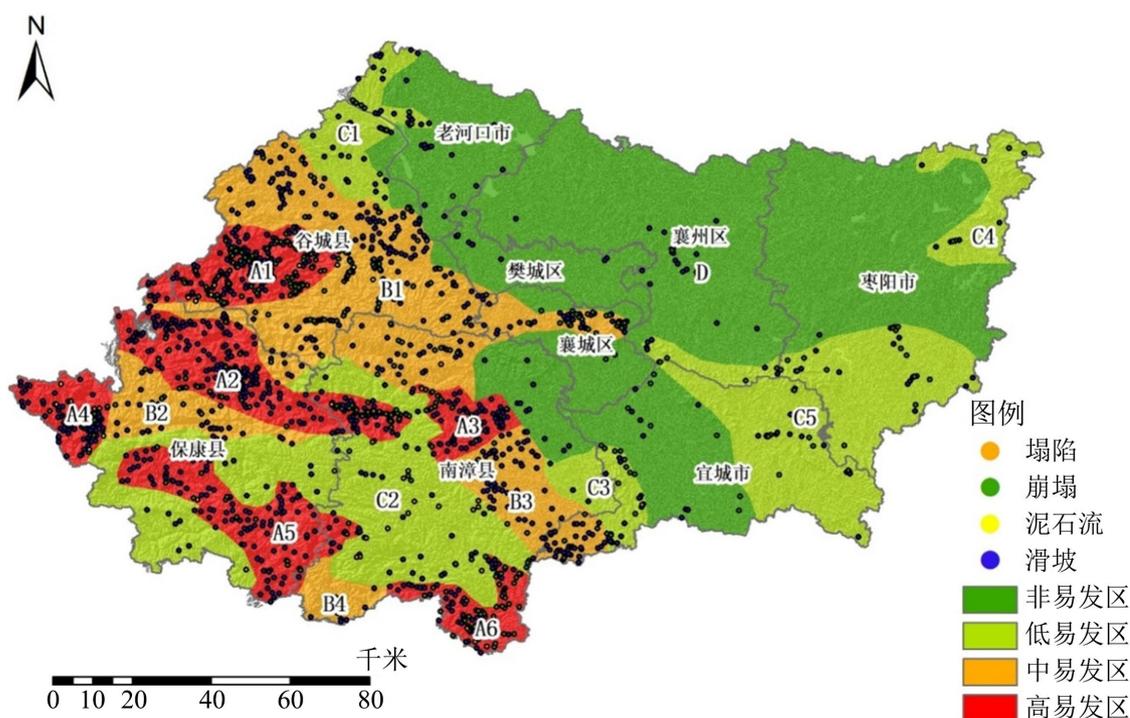


Figure 3. Susceptibility zoning in Xiangyang

图 3. 襄阳易发性分区

3.2.2. 襄阳易发性分区

1) 地质灾害高易发区

A1 区：该区位于谷城县紫金镇 - 南河镇一带，面积 584.28 km²，共发育 284 处地质灾害，其中滑坡

(隐患) 177 处、崩塌 99 处、地面塌陷 1 处、泥石流 7 处。

主要分布在谷城西南部紫金河、南河等河流沿线区域以及谷城北部部分区域,其高程在 200~500 m,坡度主要为 20°~35°,其中南河沿岸部分坡度较陡,断裂构造发育,地层由青峰断裂分为两部分,紫金河西北区域地层主要为片岩,东南区域地层主要为碳酸盐岩,河流的冲刷侵蚀、断裂的发育以及岩体的风化等,为滑坡及崩塌等地质灾害的发育提供了有利条件。

A2 区:该区位于保康县寺坪-过渡湾-城关镇-黄堡镇-南漳县长坪镇一带,面积约 855.78 km²。该亚区共发育地质灾害 525 处,其中滑坡(隐患点) 443 处、崩塌 76 处、泥石流 3 处、地面塌陷 3 处。

该区域地貌类型主要为构造侵蚀低山、丘陵区,海拔高度为 289~539 m,相对高差 80~250 m,地形坡度一般 20°~40°,山体以浑圆状为主,沟谷宽而平坦。区内出露的地层主要为志留系、奥陶系、寒武系页岩、灰岩,岩体表层风化强裂,地质构造较为发育,整体走向为东西向。区内大量的重要工程设施密集分布,麻安高速、G346 国道、郑万高铁等重要交通线路近东西向横贯本区,强烈的人类工程活动,极易诱发地质灾害,危及居民的生命财产安全。

A3 区:南漳县城关镇,面积约 256.64 km²。该亚区共发育地质灾害 108 处,其中滑坡(隐患点) 95 处、崩塌 12 处、泥石流 1 处。

区内地质灾害以滑坡为主,属于地质灾害高发区域。区内出露地层以第四系松散土类、新生界龚家冲组(E1g)灰红色砾岩为主、少量龙马溪组加新滩组的页岩和硅质灰岩,构造相对不发育。同时,区内人口分布相对集中,人类工程活动剧烈,居民建房修路切坡、城镇化建设为滑坡、崩塌提供了有利的诱发条件。复杂脆弱的地质环境条件与强烈的人类工程活动,造成该区滑坡、崩塌等地质灾害频发,致灾作用强。

A4 区:保康县马桥镇,面积约 306.99 km²。该亚区共发育地质灾害 140 处,其中滑坡(隐患点) 107 处、崩塌 9 处、泥石流 4 处、地面塌陷 4 处。

该区域地貌类型主要为构造剥蚀、侵蚀中低山区,山体陡峭,山高谷深。区内出露的地层主要为志留系、奥陶系页岩、灰岩,由于断裂切割,沿断裂带局部地区形成近于直立断层崖,且岩体破碎。人类工程活动剧烈,区内磷矿资源丰富,矿山开挖造成高陡边坡失稳,地质灾害频发。

A5 区:保康县歇马镇-马良镇,面积约 759.98 km²。该亚区共发育地质灾害 148 处,其中滑坡(隐患点) 120 处、崩塌 12 处、地面塌陷 4 处、泥石流 4 处。

区内地貌单元有低山区、丘陵区,受构造侵蚀、地势平缓,山体坡度为 10~25°,河谷切割较浅,多成“U”字型,切割深度为 20~70 m。出露地层主要为志留系纱帽组(S1-2s)、罗惹坪组(S11)的粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质页岩,二叠系栖霞组(P1q)生物碎屑灰岩、炭质灰岩等。该区位于两峪乡-马良镇-歇马镇,人口密度相对集中,人类工程活动多,但该区地质灾害主要沿两峪乡-歇马镇白茨线省道周边发育。

A6 区:南漳县东巩镇,面积约 320.92 km²。该亚区共发育地质灾害 110 处,其中滑坡(隐患点) 63 处、崩塌 43 处、地面塌陷 4 处。

该区属于构造溶蚀、侵蚀中低山区,海拔高程约 200~450 m,最高点为玉龙观的 644 m。区内出露地层主要为三叠系王龙滩组的砂岩、粉砂岩及泥岩,九里岗组砂岩及粉砂质页岩。区西北部为采矿区,东南部为东巩镇,人类活动均较强烈。S250、S251 等重要交通线路近南北纵贯本区,乡镇人口稠密,经济发达;复杂脆弱的地质环境条件与强烈的人类工程活动,造成该区滑坡、崩塌等地质灾害频发,致灾作用强。

2) 地质灾害中易发区

B1 区:谷城县赵湾乡-盛康镇-茨河镇-襄城隆中街办-南漳县李庙镇,面积 2311.66 km²,共发育

233 处地质灾害, 其中滑坡(隐患) 140 处、崩塌 78 处、泥石流 3 处、地面塌陷 2 处。

此区域高程分布较广, 其中西南部分高程在 500~1000 m, 城关盛康一带在 200~500 m, 河流水系发育, 西南部分断裂构造发育, 地层岩性包括片岩、碎屑岩及碳酸盐岩等, 植被较发育, 坡度在 20°~35°及 35°以上均有分布, 坡度、水系、变质岩、软弱碎屑岩以及断裂等因素, 均促进了滑坡及崩塌发育。

B2 区: 该区位于保康县后坪镇北部、城关镇南部、马桥镇东部, 面积 416.57 km², 共发育 30 处地质灾害, 其中滑坡(隐患) 25 处、崩塌 5 处。

区内为中低山地貌, 该地域海拔高程在 600~1500 m, 坡形多呈凹状, 其上段多为陡坡, 中下段以中-缓坡为主, 该区河谷深切, 呈“U”字型谷, 斜坡坡度多为 25°~45°, 出露地层主要为志留系罗惹坪组(S11)的粉砂质页岩, 寒武系覃家庙组(Є2q)白云岩、泥质白云岩, 岩体表层风化强裂, 地质构造较为发育。

B3 区: 该区位于南漳县城关镇东南部、肖堰镇东北部、武安镇西南部、宜城市刘猴镇西部, 面积 574.49 km², 共发育 90 处地质灾害, 其中滑坡(隐患) 82 处、崩塌 8 处。

该区北部构造为南漳断陷盆地。蛮河岸坡物质组成主要为易滑地层, 受河流侵蚀切割作用及建房修路切坡, 岸坡前缘较陡且临空, 易发生地质灾害, 人类工程活动以切坡建房和修路为主, 滑坡多沿公路和河岸发育。区内有重要的交通干线 S306, 强烈的工程活动势必改变原始斜坡的稳定性, 公路沿线形成多处滑坡等地质灾害。南部位于宜城市刘猴镇, 该区地貌类型上属于构造剥蚀、侵蚀堆积低山丘陵区与局部弱侵蚀堆积平原区, 区内地势起伏较大, 相对高差多在 100~200 m, 斜坡坡度较陡, 坡角 15~50°, 局部由于人为开挖建房可达到 60°。区内出露地层岩性以白垩系(K2p、K2s)粉砂岩、粉砂质页岩为主, 西南部与南漳交界处少量二叠系栖霞组(P1q)与茅口组(P1m)的灰岩与志留系的页岩; 且区内人类工程活动强烈, 主要以切坡建房, 易形成高陡边坡, 发生滑坡、崩塌等地质灾害。

B4 区: 该区位于南漳县巡检镇西南一带, 面积 183.21 km², 共发育 12 处地质灾害, 其中滑坡(隐患)10 处、崩塌 1 处、地面塌陷 1 处。

该区域地貌类型主要为构造溶蚀、侵蚀低山区, 海拔高度为 490~1450 m, 相对高差 160~430 m。区内出露的地层主要为志留系、奥陶系页岩、砂岩, 本区地质构造较发育, 主要为北西-南东向断裂。受河流侵蚀切割作用及建房修路切坡, 斜坡岩土体极易在自重作用下临空卸荷, 致使该区滑坡、崩塌等地质灾害频发。

3) 地质灾害低易发区

C1 区: 老河口洪山嘴街办-谷城县冷集镇, 面积 486.21 km²。

该区地貌上属于丘陵区, 其海拔高程在 200~500 m 之间, 相对高差 60~200 m, 坡度 15°~55°, 坡顶浑圆。区内沟谷发育, 多呈南北向发育, 沟谷形态呈 U 字型, 两侧谷坡坡度在 20°~45°。本区出露地层较全, 主要有震旦系白云岩、硅质岩; 寒武系白云岩、灰岩、泥质灰岩、炭质板岩及硅质岩; 奥陶系灰岩、泥质条纹灰岩; 第三系泥质灰岩、钙质结核砂岩及第四系中更新统冲洪积泥砂质砾石层, 含砾粗砂、砂砾层。本区岩石软硬相间, 存在易滑地层, 加之人类工程活动较强烈破坏了原始的地质环境, 诱发了滑坡和崩塌的发生。

C2 区: 保康县龙坪镇-歇马镇南部-南漳县薛坪镇-板桥镇肖堰镇西南, 面积 2347.45 km²。

该区属于构造侵蚀溶蚀中山区, 海拔高程 900~1400 m。区内出露地层主要为二叠系栖霞组(p1q)、茅口组(p1m)的灰岩为主, 少量志留系(S1-2S)的砂岩及粉砂质页岩。区内地质构造发育, 构造活动强烈, NE-SW 向断裂纵穿全区, 并有各级大小断层互切, 断裂带内岩石较破碎。区内碳酸盐广泛发育, 岩溶地面塌陷频发, 致灾作用强。地质灾害风险等级中等, 主要对重要交通干线、新集镇造成中等危害。

C3 区：武安镇东部 - 宜城市刘猴镇东部、孔湾镇 - 小河镇西部，面积 339.14 km²。

该区地貌类型属于构造侵蚀溶蚀低山丘陵区，斜坡坡度陡，坡角 15°~50°。区内西部主要地层主要为震旦系陡山沱组白云岩和含磷白云岩和南华系南沱组的冰碛砾岩和元古界杨坡群变质岩地层，东部主要为寒武系的白云岩夹粉砂岩及震旦系灯影组的白云岩。公路沿线切坡建房发展为工厂工业园和沿线山体开采磷矿的矿山活动为崩塌、滑坡以及地面塌陷提供了有利的地形条件。在复杂脆弱的地质环境与强烈的人类工程活动条件下，造成该区崩塌、滑坡、地面塌陷等地质灾害频发，致灾作用强。

C4 区：枣阳市新市镇刘升镇，面积 390.70 km²。

该区位于枣阳市东北部，地貌类型属构造侵蚀剥蚀丘陵地貌，相对高差约 50~150 m，斜坡坡度一般 5°~20°。亚区地层岩性主要为元古界变质岩，岩性主要为石英片岩、绢云片岩、钠长片岩等，片理发育，岩石软弱易风化，力学强度低，遇水易软化，易产生滑坡地质灾害；另外该区北部有 S335 省道穿过，道路切坡形成高陡边坡，易产生崩塌灾害。

C5 区：枣阳熊集镇、吴店镇、宜城市板桥镇，面积 1952.44 km²。

该区位于枣阳市南部宜城市北部，地貌类型属构造侵蚀剥蚀低丘高岗 - 丘陵地貌，相对高差约 50~120 m，斜坡坡度一般 5°~20°。亚区地层岩性主要为元古界变质岩，岩性主要为石英片岩、绢云石英片岩等，片理发育，岩石软弱易风化，力学强度低，遇水易软化；该区集镇附近、道路沿线人类工程活动强烈，主要为切坡建房和切坡修路，易产生滑坡、崩塌等地质灾害。

4) 地质灾害非易发区

D 区：除去高、中、低易发区以外的区域，面积 7651.5 km²。

该区北部为南襄盆地，地貌类型属弱侵蚀堆积波状平原、河谷平原，整体地势较为平坦。出露第四系粉质粘土、砂、砂砾石等松散岩类。区内人类工程活动强烈，主要为城镇建设工民建活动，重要工程设施密集分布，大量的人类工程活动，虽不易诱发地质灾害，但人口易损性极高，一旦发生地质灾害，直接损失巨大。南部为汉江冲积平原相对高差小于 30 m，地层岩性主要以第四系中、上更新统和全新统的冲洪积粘土、粉质粘土及砂砾石层为主，和少量的碎屑岩与变质岩，与西南部白垩系的粉砂岩为主，区内人类工程活动强度弱，地形起伏不大，沟谷相对高差小。偶发地质灾害多为人工不合理切坡或填土造成的滑坡，灾害体规模小，危害不大。

3.2.3. 随州易发性分区

根据本次易发性评价分区图(图 4)，随州市地质灾害易发性分区分布有如下特点：

1) 中易发区

B1 区：该区主要分布在随县南部大洪山风景名胜区，面积为 39.07 km²，共发育有 29 处地质灾害点。区内受地形地貌、地质构造、工程地质岩组影响较大，地质灾害主要沿景区旅游公路分布，多为道路建设诱发的地质灾害。

B2 区：该区主要分布在广水市应山街道办事处 - 武胜关镇一带，面积为 67.76 km²，共发育有 10 处地质灾害点。区内有大量矿山开发，大量房屋建设等人类工程活动，受坡高、坡度及工程地质岩组影响，易诱发地质灾害，地质灾害主要集中在采矿区域，多为矿山开采引起的岩质崩塌。

2) 低易发区

该区主要分布在随县三里岗镇 - 柳林镇 - 曾都区府河镇 - 长岭镇一带，面积为 1504.70 km²，共发育有 58 处地质灾害点。该区主要为构造剥蚀低山地貌、构造侵蚀堆积丘陵地貌，已碎屑岩类、变质岩类地层为主，地质灾害多为建房或修路切坡引起的斜坡思维导致，受人类工程活动影响强烈。

3) 非易发区

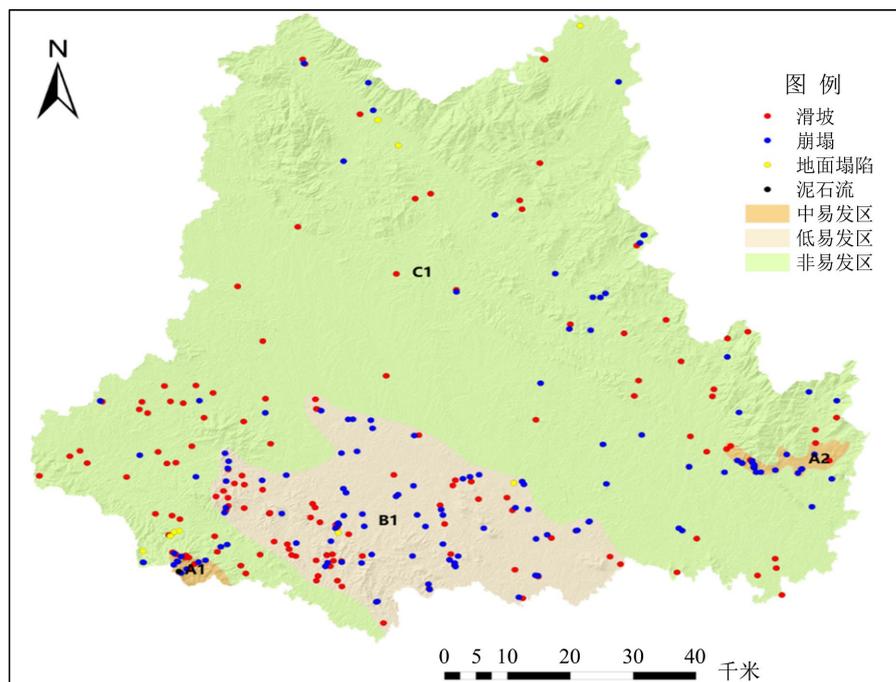


Figure 4. Vulnerability zoning in Suizhou

图 4. 随州易发性分区

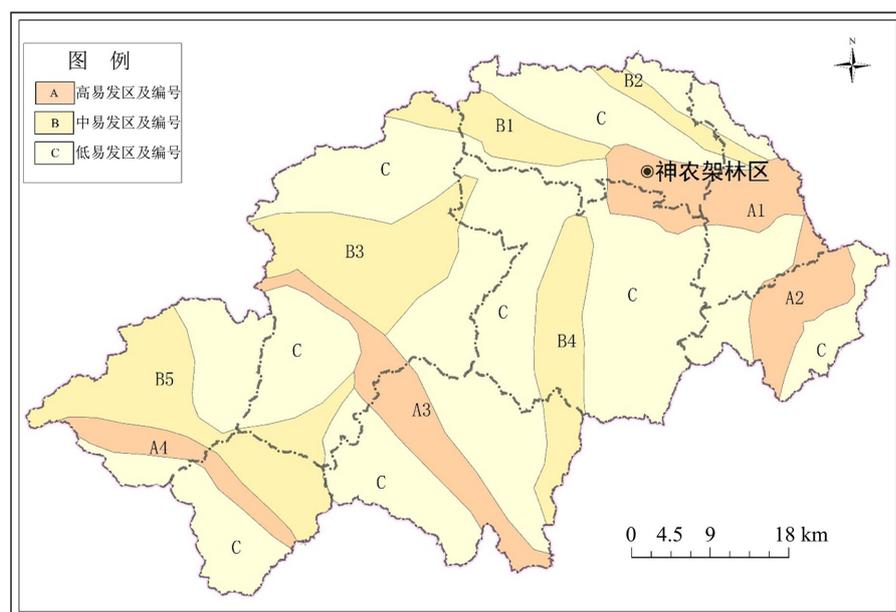


Figure 5. Vulnerability zoning in Shennongjia forest area

图 5. 神农架林区易发性分区

除中、低易发区之外的其他区域。该区植被覆盖率总体较高，地质环境较好，地貌类型为河流冲积平原地貌、构造侵蚀堆积丘陵地貌为主，地形坡度相对较平缓，地质灾害点分布零散，规模小，危害轻。

3.2.4. 神农架林区易发性分区

神农架林区地质灾害易发性分区分布有如下特点：

1) 高易发区

神农架林区地质灾害高易发区面积为 515.15 km², 占全区总面积的 15.93%, 区内有 444 处地质灾害, 占总地质灾害数量的 86.05%, 点密度为 0.86 处/100 km²。该区主要分布于松柏 - 阳日集镇崩塌、滑坡高易发亚区、新华镇高铁沿线中易发区亚区、板仓村 - 木鱼镇崩塌、滑坡高易发亚区、下谷坪集镇 - 九湖镇集镇公路沿线区崩塌、滑坡地质灾害高易发亚区。该区地形为低中山区, 相对高差 500~1000 m; 区构造发育, 地层岩性差异大, 人类工程活动较强烈, 河谷深切, 地形陡峭, 悬崖耸立, 多形成上陡下缓的地形, 为滑坡、崩塌提供了有利地貌条件。

① 松柏 - 阳日集镇崩塌、滑坡高易发亚区(A1)

该亚区位于图区北部, 呈团块状分布于松柏、阳日集镇附近, 涉及村庄有阳日村、钱家湾村、桃园村、阳日村等, 地形为低中山区, 相对高差 200~800 m; 该区构造发育, 地层岩性差异大, 人类工程活动较强烈, 河谷深切, 地形陡峭, 悬崖耸立, 多形成上陡下缓的地形, 为滑坡、崩塌提供了有利地貌条件。

区内出露的地层主要有寒武系(Є3sh、Є2qn、Є1sh)薄 - 中厚层状白云岩夹灰岩, 奥陶系下统(O1)灰岩, 中上统(O2+3)灰岩、页岩, 以及第四系松散堆积碎、块石、粉质粘土等, 均为易滑地层, 易发生顺向滑坡。

② 新华镇高铁沿线中易发区亚区(A2)

该区位于新华镇, 涉及大岭村、桃坪村、龙口村等, 区内出露的地层主要有寒武系(Є3sh、Є2qn、Є1sh)薄 - 中厚层状白云岩夹灰岩, 该区受新华大断裂影响强烈, 地形起伏较大, 以山区为主, 人类工程活动较强烈, 主要为公路、铁路切坡。全区地质灾害以崩塌为主, 少量为远程高位滑坡, 主要威胁对象为国道。

③ 板仓村 - 木鱼镇崩塌、滑坡高易发亚区(A3)

该区位于林区板仓村 - 木鱼镇道路沿线, 呈带状分布于 209 国道沿线, 主要包括木鱼镇三堆河村、老君山村、潮水河村、神农坛村、木鱼村、青峰村、板仓村。地形地貌为中低山区, 相对高差 500~1000 m; 该区构造发育, 地层岩性差异大, 人类工程活动较强烈, 河谷深切, 地形陡峭, 悬崖耸立, 为滑坡、崩塌提供了有利地貌条件。

区内出露的地层主要有神农架群中亚群石槽河组(Pts)硅质白云岩、泥质板岩, 寒武系下统灰岩夹页岩, 易发生顺向滑坡, 所处构造部位为木鱼坪向斜核部及南西翼; 岩体节理裂隙较为发育, 易形成滑坡和崩塌。该区极易发生地质灾害, 主要为滑坡、崩塌地质灾害, 规模小但危害巨大。主要危害对象为旅游景区、209 国道、宾馆、街道等。

④ 下谷坪集镇 - 九湖镇集镇公路沿线区崩塌、滑坡地质灾害高易发亚区(A4)

该亚区位于图区西南部, 呈带状分布于 282 省道(双神线)沿线, 主要包括下谷坪乡金甲坪村、兴隆寺村、三股水村、板桥村及大九湖镇坪阡村, 九湖村。地形为中低山区, 相对高差 300~500 m; 该区构造发育, 主要受板桥断裂影响, 地层岩性差异大, 人类工程活动较强烈, 河谷深切, 地形陡峭, 悬崖耸立, 为滑坡、崩塌提供了有利地貌条件。

区内出露地层岩性主要为震旦系上统灯影组(Z3dn)白云岩, 寒武系下统灰岩夹页岩、泥页岩, 神农架群中亚群石槽河组(Pts)硅质白云岩、泥质白云岩等, 构造部位为板桥断裂带, 岩体节理裂隙较为发育, 易形成滑坡和崩塌。

2) 中易发区

地质灾害中易发区面积为 804.29 km², 占全林区总面积的 24.88%, 区内有 94 处地质灾害, 占地质灾害数量的 19.67%, 灾积比为 0.79。该区划分 5 个亚区, 分别为盘水 - 官封中易发亚区(B1)、麻湾 - 钱家湾中易发亚区(B2), 红坪镇中易发亚区(B3)、宋洛村 - 九冲村公路沿线区(B4)、神农顶 - 大九湖北部四村中易发亚区(B5)。

① 盘水 - 官封中易发亚区(B1)

该区位于盘水、八角庙、红花朵、官封村等地，面积 97.82 km²。该区构造发育，位于阳日 - 九道断裂下盘，岩体破碎，完整性差，人类工程活动较强烈，区内地形陡峭，河谷深切，地层岩性以灰岩夹页岩、泥岩和志留系页岩、粉砂岩为主，软硬相间。灾害规模以小型为主，稳定性主要为差或较差。主要威胁公路及居民区。

② 麻湾 - 钱家湾中易发亚区(B2)

该区位于阳日镇和松柏镇交界处，主要为钱家湾村、白莲村、古水村、麻湾村等地，面积 43.21 km²。区内地形陡峭，河谷深切，地层岩性软硬相间，位于阳日 - 九道断裂下盘，受其影响，裂隙发育，岩体较破碎；人类工程活动较强烈，主要表现为修筑公路的人工切坡。该区灾害规模以小型为主，稳定性主要为差或较差，主要威胁公路及村民。

③ 红坪镇中易发亚区(B3)

该区位于红坪镇，主要包括温水村、红举村、高坪村、红河村等地，面积 222.30 km²。区内地形陡峭，河谷深切，岩性主要为寒武系下统灰岩夹页岩，所处构造部位为阳日 - 九道断裂上盘，裂隙发育，岩体破碎，人类工程活动较强烈。灾害规模以崩塌为主，规模多为小型，稳定性主要为差或较差，主要威胁公路。

④ 宋洛村 - 九冲村公路沿线区(B4)

该区位于宋洛村 - 徐家庄林场 - 木鱼镇九冲村公路沿线，面积 151.48 km²。该区构造发育，人类工程活动较强烈，主要威胁对象为村级公路、农村居民集中点、旅游规划景区。灾害规模以小型为主，稳定性主要为差或较差，主要威胁公路。

⑤ 神农顶 - 大九湖北部四村中易发亚区(B5)

该区域位于神农顶 - 坪阡集镇道路沿线及大九湖北部四村，出露地层岩性主要为震旦系上统灯影组(Z3dn)白云岩，(Z2dn)砂岩，震旦系中统南沱组冰碛岩段(Z2n2)冰碛砾岩等，构造部位为板桥断裂带，裂隙发育，岩体破碎，人类工程活动较强烈，主要为修路建房的人工切坡。灾害规模以小型为主，稳定性主要为差或较差，主要威胁村民及村级公路。

3) 低易发区

神农架林区地质灾害中低易发区面积为 1913.60 km²，占全区总面积的 59.19%，区内有 69 处地质灾害，占总地质灾害数量的 14.44%，灾积比为 0.24。该区主要为原始森林覆盖区，地质灾害点分布零散，规模小，危害轻。

Table 3. Statistics of geologic hazard hazard point vulnerability zoning

表 3. 地质灾害隐患点易发性分区统计表

分区 区域	易发性分区面积(km ²)			
	高	中	低	非
十堰市	2869.11	15307.58	5898.31	/
襄阳市	3084.59	3458.93	5515.94	7651.5
随州市	/	106.83	1504.7	8004.47
神农架林区	515.15	804.29	1921.28	/

4. 分区应急管理

目前我国 80% 监测点存在无明显变形，汛期时受降雨影响，地质灾害隐患点往往不会发生变形，而

变形大多发生在地质灾害易发性分区较高的周边相同地质结构的斜坡体上[15][16]。这一现象的发现,使得我们有必要对应急管理策略进行深入研究,不能仅着眼于现有地质灾害隐患点,以更好地应对区域内可能出现的地质灾害。

4.1. 十堰、襄阳、随州、神农架林区地质灾害高易发区

地质灾害高易发区建立完善的监测系统:加强自动化监测设备的应用,对区内地质灾害隐患点进行实时监测,及时发现和预警可能出现的地质灾害。同时开展典型斜坡精细化专业监测预警工作,通过对斜坡构建“天-空-地”一体化的“三查”体系及高精度专业级监测设备实现斜坡重大地质灾害隐患的早期识别与监测预警,掌握监测区已知地质灾害隐患形变情况,查找发现未知隐患[17]-[19]。

加强工程建设的设计和施工:在进行工程建设时,应尽可能遵循科学的设计和施工标准,如增加抗震、抗滑等设施,来减少地质灾害的发生。同时,前期的选址工作也应由专业技术人员进行勘查评估。

制定应急预案:针对可能发生的特大型、大型地质灾害,“量身定做”应急预案。包括灾害发生时的响应流程、各部门的职责分配、应急物资的准备和分发、受灾人员(老弱病残)分布等,确保在灾害发生时能够迅速做出反应,减少灾害带来的损失。

严格控制采矿许可证的审批:如保康县马桥镇地质灾害高易发区,应落实专项资金,用于无主、历史遗留、政策性关闭退出矿山地质环境恢复治理工程;对在建、生产矿山要按照“谁破坏、谁治理”和“谁监管、谁牵头”原则,先易后难、全面推进落实每个矿山的治理恢复治理方案,逐步有序的完成开采直立面的植被恢复、弃渣清理、覆土复绿、危岩清除等工作。

4.2. 十堰、襄阳、随州、神农架林区地质灾害中易发区

加强监测和巡查:对危险地段进行定期的巡查和监测,以便及时发现和掌握地质灾害的迹象。同时,也要加强对可能发生地质灾害的区域的监测,如加强对建筑工地、矿山等区域的监督和管理。

限制开发活动:尽量避免在地质环境脆弱的地方进行大规模的工程开发活动,以降低地质灾害的发生概率。

增强科普教育:通过开展各种科普教育活动,如开设讲座、发放宣传册等,来提高公众对地质灾害的认识和防范意识。

4.3. 十堰、襄阳、随州、神农架林区地质灾害低易发区

建立监测网络:在低易发区也需要建立地质灾害监测网络,以便及时掌握地质灾害的发生、演化和趋势。

加强科普教育:低易发区应通过开展宣传教育活动,让公众了解地质灾害的危害和如何预防和应对。

加强应急管理:低易发区应建立健全的应急管理机制,制定应急预案和应对措施,一旦发生地质灾害,能够迅速启动应急响应程序,组织专业队伍进行抢险救援和工程修复工作。

4.4. 十堰、襄阳、随州、神农架林区地质灾害非易发区

加强规划和管理:非易发区应该加强地质环境保护和管理,制定科学合理的土地利用规划和工程建设方案,避免对地质环境造成破坏。

增强公众意识:通过宣传教育活动提高公众对地质环境保护的意识,让公众了解地质环境保护的重要性,并鼓励他们积极参与到地质环境保护中来。

5. 结语

① 地质灾害隐患点和易发性分区的明确划分是预防和应对地质灾害的关键。对于不同的分区,我们

需要采取有针对性的预防和应对措施。特别是在高易发区，应建立全面、精准的监测系统，对可能出现的地质灾害进行实时监测和预警。

② 针对不同等级的地质灾害，制定专门的应急预案至关重要。对于特大型和大型地质灾害，需要提前制定详细、有效的应急预案，明确各部门的职责分配、应急物资的准备和分发等细节。

③ 进行地质灾害预防和应急管理的同时，也需要关注人类活动对地质环境的影响。采取科学合理的方式进行工程建设、矿产资源开采等活动，以降低地质灾害发生的可能性。

④ 截至 2023 年 6 月，湖北省鄂西北片区(十堰、襄阳、随州、神农架林区)地质灾害隐患点共计 7649 处，其中滑坡 6202 处，崩塌 1348 处，泥石流 54 处，地面塌陷 45 处。

⑤ 十堰市高易发区总面积 2869.11 km²，占十堰市总面积的 11.92%，中易发区总面积 15,307.58 km²，占十堰市总面积的 63.58%，低易发区总面积 5898.31 km²，占十堰市总面积的 24.5%。襄阳市地质灾害高易发区面积为 3084.61 km²，占襄阳市总面积的 15.63%，中易发区面积为 3485.93 km²，占襄阳市总面积的 17.66%，低易发区面积为 5515.94 km²，占襄阳市总面积的 27.95%，非易发区面积为 7651.5 km²，占襄阳市总面积的 38.77%。随州市地质灾害中易发区面积为 106.83 km²，占随州市总面积的 1.11%，低易发区面积为 1504.7 km²，占随州市总面积的 15.65%，非易发区面积为 8004.47 km²，占随州市总面积的 83.24%。神农架林区地质灾害高易发区面积为 515.15 km²，占神农架林区总面积的 15.89%，中易发区面积为 840.29 km²，占神农架林区总面积的 24.82%，低易发区面积为 1921.28 km²，占神农架林区总面积的 59.29%。

基金项目

湖北省自然科学基金青年基金项目(2023AFB544): 鄂西县域降雨型滑坡危险性预警方法研究; 湖北省技术创新计划重点研发专项(2023BCB117): 鄂西地区滑坡启滑机制与多指标联动过程预测预报技术研究。

参考文献

- [1] 陆文博, 晏鄂川, 王杰, 等. 鄂西北中部地区滑坡孕灾模式分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2018, 29(1): 60-66.
- [2] 任伟中, 范建海, 孔令伟, 等. 鄂西北山区边(滑)坡综合分类探讨[J]. 岩土力学, 2011, 32(9): 2735-2740.
- [3] 李丽华, 李彬, 于义军, 等. 十堰市南部堆积层滑坡分布特征及变形破坏模式浅析[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(4): 487-493.
- [4] 周艳松, 曾洋, 杨涛, 等. 湖北省保康县地质灾害分布特征及发育规律研究[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(3): 344-350.
- [5] 胡胜华, 黄维, 许汇源, 等. 宜昌市旅游景区地质灾害发育规律及风险管控对策[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(6): 749-757.
- [6] 李慧娟, 陈梦源, 丁旭峰, 等. 渔洋河流域地质灾害时空分布特征及形成模式[J]. 资源环境与工程, 2023, 37(1): 65-72.
- [7] 曾洋, 华骐, 杨涛, 等. 湖北省地质灾害特征及形成条件研究[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(4): 472-478.
- [8] 向钊, 李青峰, 王春仁, 等. 黔东南黄平县地质灾害发育特征与孕灾环境条件分析[J]. 资源环境与工程, 2023, 37(3): 320-327.
- [9] 毕晨洁, 吴珍云, 石祖峰, 等. 上饶市地质灾害特征及影响因素分析[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(2): 163-174.
- [10] 徐锦宏, 翁茂芝, 胡元平, 等. 长江上游磨刀溪流域地质灾害易发性分区评价[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(4): 494-503.
- [11] 段先锋, 毛启曦, 刘万亮, 等. 鹤峰县地质灾害易发性评价[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(3): 357-364.
- [12] 王瑞瑞, 刘冰. 基于多尺度分析和综合评价法的登封市地质灾害易发性评价[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(3): 351-356.

- [13] 陈梦源, 李慧娟, 刘畅, 等. 基于频率比-层次分析模型的大比例尺地质灾害易发性综合评价——以渔洋河流域为例[J]. 资源环境与工程, 2024, 38(1): 63-72.
- [14] 谢爽, 陈松, 陈江军, 等. 基于 GIS 和信息量模型的山地环境地质灾害易发性评价——以湖北省秭归县为例[J]. 资源环境与工程, 2023, 37(5): 567-577.
- [15] 霍芳, 钟飞, 杨帆, 等. 市级地质灾害气象风险精细化预警预报系统设计与应用[J]. 资源环境与工程, 2023, 37(3): 344-349.
- [16] 邵安阳, 杜琦, 王浩, 等. 湖北省地质灾害成功预报案例和模式浅析[J]. 资源环境与工程, 2022, 37(3): 328-333.
- [17] 刘芳. 地质灾害应急管理问题思考[J]. 区域治理, 2019(45): 123-125.
- [18] 陈迎辉. 突发地质灾害应急管理探析[J]. 西部探矿工程, 2020, 32(3): 182-185.
- [19] 杨凯. 山西突发地质灾害的应急处置与防治措施探究[J]. 华北自然资源, 2022(4): 138-140.