

金寨县地质灾害孕灾地质条件分析

傅义福*

(金寨县自然资源和规划局,安徽 金寨 237399)

摘要:本文基于金寨县1:5万地质灾害风险评价调查资料及数据,系统分析该区域地质灾害与地质环境条件之间的关系,查明地质灾害的主要孕灾条件。研究表明:地形地貌、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构是该区域地质灾害发育的主要控制因素,大气降水和人类工程活动是主要诱发因素。结合主要孕灾条件分析结果,将金寨县分为5大孕灾地质条件区(I-V),总结归纳各孕灾地质条件区的地质环境差异,为该区域防灾减灾综合管理提供基础依据,最大程度保障人民的生命财产安全。

关键词:地质灾害;孕灾条件;孕灾条件分区;金寨

中图分类号:P694 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2025)02-0038-8

0 引言

地质灾害是指在自然或者人为因素作用下,发生危害人类生命财产、破坏人类赖以生存和发展的资源环境的地质作用及现象^[1-3]。金寨县地处皖西山地,是安徽省内地质灾害多发的县域之一^[4],由于长期受复杂且脆弱的地质环境条件控制,地质灾害呈多发、群发态势。2021年金寨县开展了地质灾害风险调查(1:5万)项目,基本查明了辖内地质灾害类型,分布状况及发育特征。本文基于金寨县1:5万地质灾害风险评价调查资料及数据,系统分析区内地质灾害与地质环境条件之间的关系,明确地质灾害的孕灾条件,继而对金寨县进行地质环境孕灾条件分区,为该县地质灾害防治提供科学依据,最大程度保障人民的生命财产安全。

1 地质灾害发育情况

根据金寨县1:5万地质灾害风险调查评价资料及数据可知,该区域主要发育滑坡、崩塌、泥石流3种地质灾害。截至2024年12月,金寨县历史在册地质灾害点共计346处,灾害规模均为小型,其中崩塌175处,滑坡162处,泥石流9处^[5]。

2 孕灾地质条件分析

2.1 地形地貌与地质灾害

金寨县地质地貌主要有中山、低山、丘陵、冲积平原地貌,通过对灾害数量单统计分析发现:灾害主要发育在低山地貌,其中,低起伏低山地貌共发育地质灾害80处,占灾害点总数的23.12%;高起伏低山地貌共发育地质灾害162处,占灾害点总数的46.82%(表1)。

表1 地貌类型与地质灾害发育情况统计

地貌类型		灾害点数(处)	占比(%)
平原	河湖平原	1	0.29
	浅丘状平原	0	0.00
	低丘	0	0.00
丘陵	中丘	15	4.34
	高丘	68	19.65
山地	低起伏低山	80	23.12
	高起伏低山	162	46.82
	低起伏中山	17	4.91
	高起伏中山	3	0.87

地形地貌是地质灾害活动的基础,是地质灾害发生的先决条件^[6,7]。本文选取斜坡坡形、坡度、高程、坡向等地形地貌孕灾因子,通过数理统计

阐述各地形地貌孕灾因子与地质灾害发育的关系(表2)。

坡形:按照山坡形态分为直线型、凸起型、凹陷型和阶梯型四种^[8]。地质灾害发生在凸型斜坡中较多,共发育地质灾害 256 处,占灾害点总数比高达 73.99%。相对于凹型斜坡和阶梯型斜坡,凸型斜坡应力较为集中,稳定性较差^[7],在特定条件下更容易发生地质灾害。

坡度:将斜坡按照陡崖、险坡(坡度 > 45°),急坡(25° ~ 45°),陡坡(10° ~ 25°),斜坡(5° ~ 10°),平台(坡度 < 5°)进行分级^[9-11],对地质灾害发育所在斜坡自然坡度进行统计。金寨县发育的地质灾害在自然坡度 > 45° 未见分布;0° ~ 45° 范围均有分布,其中坡度 < 5°, 5° ~ 10°, 25° ~ 45° 分布少,主要集中发育在 10° ~ 25° 陡坡范围,该范围利于松散层堆积且人类工程活动强烈^[11],发育灾害点 224 处,占总数的 67.74%。主要原因一方面是斜坡坡度较陡(坡度 > 25°),不利于居住,人类工程活动不强烈,地质灾害发育少^[1],另一方面坡度平缓地区(坡度 < 5°, 5° ~ 10°)切坡工程少,松散体堆积厚且稳定,缺乏发生灾害的势能,地质灾害发育少。

高程:按海拔 < 200m, 200 ~ 500m, 500 ~ 800m, > 800m 进行分级,对地质灾害发育所在斜坡高程进行统计。据统计结果可知,地质灾害

点在各高程区间均有分布:高程 < 200m 范围,发育地质灾害 123 处,占灾害点总数 35.55%;高程 200 ~ 500m 范围,发育地质灾害 165 处,占灾害点总数 47.69%;高程 500 ~ 800m 范围,发育地质灾害 51 处,占灾害点总数的 14.74%;高程 > 800m 范围,地质灾害发育仅为 7 处,占灾害点总数的 2.02%。由此可见,金寨县地质灾害主要发育在海拔高程相对平缓区(< 200m, 200 ~ 500m),较适宜居住,人类工程活动相对强烈。

坡向:地质灾害发育的斜坡坡向大部分在 180° ~ 90° 范围,共发育地质灾害点 227 处,占灾害点总数的 65.61%;其次在 270° ~ 180° 范围,共发育地质灾害点 74 处,占灾害点总数的 21.39%;少量分布在 90° ~ 0°, 360° ~ 270°。朝南方向的斜坡比朝北方向的斜坡受日照时间长,太阳辐射强烈,气温与土温较高,温度日差较大。斜坡水热条件的差异导致斜坡土体含水量、风化程度等要素不同^[13],从而导致地质灾害发育程度不同,同时也与住户建房坐北朝南习惯相关。

综上所述,金寨县地质灾害集中发育于坡形为凸型、坡度 10° ~ 25°、高程 200 ~ 500m、坡向 180° ~ 90° 的斜坡,说明斜坡坡形、坡度、高程、坡向等地形地貌孕灾因子对地质灾害的发育程度有明显的控制因素。

表 2 地形地貌孕灾因子与地质灾害发育情况统计

类别	灾害点数(个)	占比(%)
坡形	凹型	12.14
	阶状	11.56
	凸型	73.99
	直线型	2.31
坡度(°)	>45	0.00
	25 ~ 45	12.14
	10 ~ 25	67.74
	5 ~ 10	16.18
高程(m)	<5	6.94
	>800	2.02
	500 ~ 800	14.74
	200 ~ 500	47.69
	<200	35.55

续表

类别	灾害点数(个)	占比(%)	
坡向(°)	315 ~ 360	7	2.02
	270 ~ 315	9	2.60
	225 ~ 270	16	4.62
	180 ~ 225	58	16.76
	135 ~ 180	138	39.88
	90 ~ 135	89	25.72
	45 ~ 90	20	5.78
	0 ~ 45	9	2.60

2.2 地质构造与地质灾害

金寨县内断裂构造十分发育^[14],本文选取对地质灾害发生影响较大的断裂构造,按照与构造距离 < 0.2km, 0.2 ~ 0.5km, 0.5 ~ 1km, 1 ~ 2km, 2 ~ 5km, > 5km 分级统计地质灾害点发育情况^[13]。

随着距构造距离不断增加,地质灾害点发育数量呈先增加后减少的趋势(表 3),与构造距离 1 ~ 2km 范围,地质灾害发育最多,占地质灾害总数 23.99%;与构造距离 > 5km 范围,地质灾害发育最少,占地质灾害总数 11.56%。整体来说,金寨县地质灾害主要集中分布在与构造距离 2km 范围内,发育地质灾害共计 226 处,占总数 65.32%,即地质构造与地质灾害的发育有一定关联性^[16-20]。

2.3 工程地质岩组与地质灾害

金寨县地质灾害主要集中发育在坚硬块状侵入岩岩组(In)、坚硬-中厚层状深变质岩岩组(Hy)和坚硬、较坚硬薄层-页片状浅变质岩岩组(Hp),分别占灾害点总数 36.13%, 33.24% 和

22.54%(表 4)。但就点密度而言,地质灾害在坚硬、较坚硬薄层-页片状浅变质岩岩组(Hp)发育点密度最大,为 0.18 处/km²;其次为坚硬-中厚层状深变质岩岩组(Hy)和坚硬块状侵入岩岩组(In),地质灾害点密度发育比例相差不大,为 0.09 ~ 0.08 处/km²。

工程地质岩组是主要孕灾条件之一^[21]。坚硬、较坚硬薄层-页片状浅变质岩岩组(Hp)主要地层岩性为古生代佛子岭岩群,岩性主要为石英片岩,岩层经多次构造运动,呈薄层-片状结构,完整性差,表层风化破碎剧烈,易形成顺向坡、斜向坡结构,导致灾害多发;坚硬-中厚层状深变质岩岩组(Hy)主要地层岩性为新太古代-古元古代大别岩群以及燕子河片麻岩套,岩性主要为黑云斜长片麻岩、二长花岗质片麻岩、英云闪长质片麻岩等,岩层古老,经多次构造运动,产生揉曲,表层力学强度降低,易风化结合节理裂隙共同作用,易产生崩塌、滑坡及水土流失等地质灾害;坚硬块状侵入岩岩组(In)主要地层岩性为中生代侵入岩,岩性以花岗岩、闪长岩、正长岩、

表 3 构造距离与地质灾害发育情况统计

与构造距离(km)	灾害点数(处)	占比(%)
<0.2	50	14.45
0.2~0.5	45	13.01
0.5~1	48	13.87
1~2	83	23.99
2~5	80	23.12
>5	40	11.56

表 4 工程岩组中灾害点发育程度表

岩组类型	灾害点数(处)	占比(%)	分布面积(km ²)	发育密度(处/km ²)
Ex	17	4.91	370.91	0.05
Q	0	0.00	178.68	0.00
Cl	11	3.18	213.42	0.05
In	125	36.13	1510.00	0.08
Hy	115	33.24	1215.21	0.09
Hp	78	22.54	432.10	0.18

二长岩为主,岩体裂隙发育,表层易风化破碎,易产生崩塌、滑坡;坚硬、较坚硬薄-厚层状碎屑岩岩组(Cl)和第四纪冲积松散岩组(Q),2类岩组在调查区内主要分布在低丘地貌,地形起伏不高,发生地质灾害势能低,仅在人工切坡处零星发育;坚硬、较坚硬喷出岩岩组(Ex)岩性主要为安山岩、凝灰岩、粗安岩,坚硬不易风化,较为稳定,地质灾害在人工切坡高陡处少量发育。

2.4 斜坡结构与地质灾害

本文收集县域各类地质资料,结合野外调查成果,利用克里金插值计算,得出全区岩层倾向、倾角栅格,再根据 1:1 万数字高程模型(DEM)生产坡向值,确定金寨县斜坡结构类型,主要包含土质斜坡和岩质斜坡 2 大类,岩质斜坡又可以细分顺向坡、斜向坡、横向坡、逆向坡、块状结构斜坡、近水平层状坡,本次共统计 7 类斜坡结构类型。

根据统计分析可知,99.71% 地质灾害点发育在岩质斜坡中,除岩质水平坡外,发育密度相差不大(表 5),其中岩质斜向坡,岩质横向坡和岩质顺向坡中发育灾害点密度相对较多,发育密

度在 0.10~0.13 处/km²。土质斜坡中仅见 1 处地质灾害点发育,占比仅 0.29%。

2.5 大气降水与地质灾害

大气降水是地质灾害主要诱因^[22],大气降水的入渗既可增加土体容重和坡体自重,又会对岩土体起到软化作用,降低岩土体力学强度,为地质灾害的发育和发生创造了条件。一方面大气降水形成的地表水冲刷坡脚,导致坡脚掏空,另一方面降水沿坡体裂隙渗入坡内,增大了对边坡岩体的动水压力和静水压力,软化或掏蚀了岩体裂隙中的充填物,增加岩体自重,从而加速了斜坡体的失稳。据统计,金寨县地质灾害多发于汛期(5-9月),平均总降水量 971.87mm(2014-2024年),多年汛期降水量占全年降水量超 53%。

2.6 人类工程活动与地质灾害

金寨县地质灾害的形成受人类工程活动影响明显,是地质灾害的一大诱因^[23]。随着经济建设的迅速发展,人类工程活动对地质环境的影响日渐增强,主要表现为土地开垦、道路交通建

表 5 各类斜坡结构统计表

斜坡结构	灾害点数(处)	占比(%)	分布面积(km ²)	发育密度(处/km ²)
土质斜坡	1	0.29	82.73	0.01
岩质块状结构斜坡(包括岩土复合)	142	41.04	1933.30	0.07
岩质横向坡(60°-120°)	81	23.41	764.30	0.11
岩质斜向坡(120°-150°)(30°-60°)	70	20.23	534.52	0.13
岩质逆向坡(150°-180°)	25	7.23	286.32	0.09
岩质顺向坡(<30°)	28	8.09	277.50	0.10
岩质水平状坡(<5°)	0	0.00	9.97	0.00

设、水利水电开发、城镇建设和矿产开发等。通过对地质灾害点诱发因素进行统计分析可知,由人类工程活动诱发的地质灾害点 320 处,占地质灾害点总数的 92.5%,特别是工程切坡,严重破坏了原始边坡坡度,形成临空面,加之高陡切坡支护不当,增加了地质灾害的发生可能性。

3 孕灾地质条件分区

通过对金寨县内地形地貌、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构等主要孕灾控制因素和降雨,人类工程活动主要诱发因素的分析总结,将金寨县孕灾地质条件分为 5 个大的孕灾地质条件区(I-V)(图 1)。

I 区:该区面积为 291.36km²,主要分布在金寨县北部梅山镇和白塔畈镇,主要为中、低丘和平原地貌,高程均 < 200m,地势起伏度 < 5m;构造断层在区域不太发育,仅在白塔畈镇南部发育少量断层且断层长度短;工程地质岩组主要为第四纪冲积松散岩组(Q)和坚硬、较坚硬薄-厚

层状碎屑岩岩组(C1),地层岩性主要为砂土、砾岩、砂岩等,岩石整体较稳定。区内发育的地质灾害规模小且数量少,共发育 11 处地质灾害,灾害发育密度较低为 0.038 个/km²,该区属于孕灾低易发区。

II 区:该区面积为 583.05km²,主要分布于金寨县北东部,分布乡镇为油坊店乡、麻埠镇、梅山镇南部、桃岭乡-槐树湾乡北部。地貌主要为丘陵和低山地貌,高程均 < 500m,该区地形起伏在 10~100m;区域内发育五峰尖韧性剪切带、金寨-龚冲前缘逆冲推覆构造和金寨深断裂,对地质灾害影响较大;工程地质岩组主要为坚硬、较坚硬薄层-页片状浅变质岩岩组(Hp),地层岩性主要为佛子岭岩群片岩,整体岩性较坚硬,层理发育,易沿着层理面形成斜向坡、顺向坡,形成地灾灾害。区内地质灾害共发育 89 处,发育密度较高达 0.153 个/km²,该区属于孕灾高易发区。

III 区:该区面积为 501.46km²,主要分布于全军乡、铁冲乡、汤家汇镇北东部、双河镇西部、

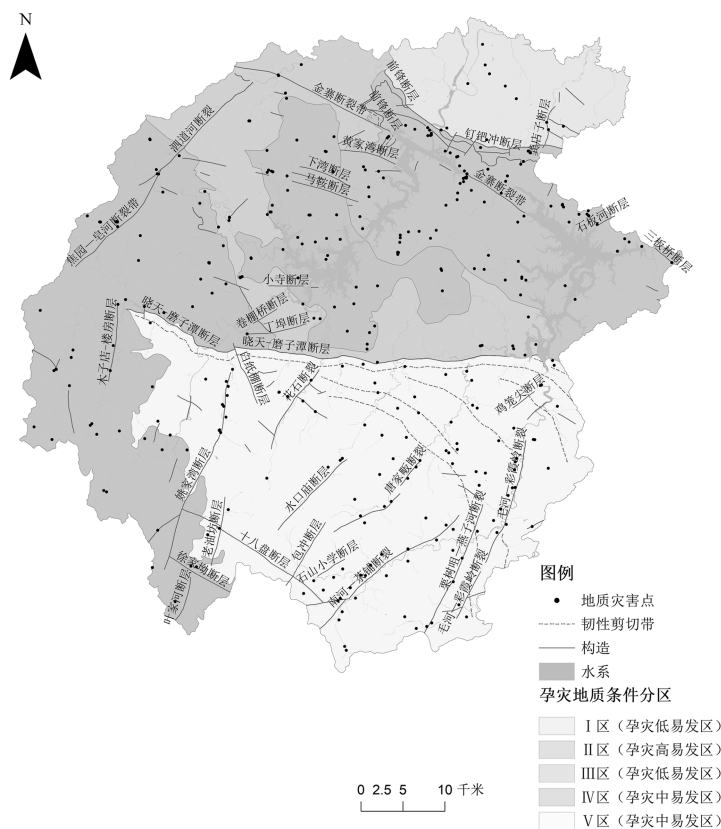


图 1 孕灾地质条件分区图

南溪镇中西部,古碑镇-青山镇北部、油坊店乡南部。地貌主要为丘陵和山地地貌,高程范围29~1700m,地形起伏变化较大;区内主要发育断层构造有金寨深断裂和丁埠断裂,断层附近岩石易破碎风化;工程地质岩组主要为坚硬、较坚硬喷出岩岩组(Ex)和坚硬块状侵入岩岩组(In),地层岩性主要为毛坦厂组凝灰岩、粗安岩和粗面岩,岩石坚硬、块状结构,稳定不易风化;区内共发育21处地质灾害,灾害发育密度较低为0.042个/km²,该区属于孕灾低易发区。

Ⅳ区:该区面积1152.43km²,主要分布在汤家汇镇、关庙乡、沙河乡、双河镇、吴家店镇西部、斑竹园镇-桃岭乡-槐树湾南部、古碑北部;区内地貌为高丘-低起伏中山均有分布,高程>200m,地形起伏变化较大;区内发育下湾断层、连鱼塘断层、马鞍断层、卷棚桥断层、关庙-沙河断层、焦园-皂河断裂带,断层附近岩石破碎;工程地质岩组主要为坚硬、较坚硬喷出岩岩组(Ex),岩性主要为花岗岩类、闪长岩类以及二长岩类,多呈块状构造。区内地质灾害共发育105处,发育密度中等为0.091个/km²,该区属于孕灾中易发区。

Ⅴ区:该区面积1392.02km²,主要分布在张冲乡、燕子河镇、长岭乡、天堂寨镇、果子园乡、花石乡、古碑镇-青山镇南部、吴家店镇东部、斑竹园镇北部;地貌从高丘至高起伏中山均有分布,高程分布>200m,地形起伏变化较大,高起伏地区高差达100m以上;区内发育韧性剪切带,岩石糜棱岩化,碎裂化,区内断层发育,主要发育断层有石山小学断层、南河-茶铺断裂、长岭-白莲岩断裂、黄堰断层、十八盘断层、水口庙断层、磨盘石-张畈断裂、栗树咀-燕子河断裂、花石断裂等,断层附近岩石破碎;工程地质岩组主要为坚硬厚层-中厚层深变质岩岩组(Hy),发育的地层主要为燕子河片麻岩套中的新甫沟片麻岩、张畈片麻岩、姜河片麻岩以及大别岩群,岩性主要为二长花岗质片麻岩、英云闪长质片麻岩、黑云斜长片麻岩,片麻理发育。区内地质灾害共发育120处,发育密度中等为0.086个/km²,该

区属于孕灾中易发区。

4 结论

(1)地形地貌、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构是地质灾害发育的主要控制因素,大气降水和人类工程活动是主要诱发因素。地质灾害多发于坡形为凸型、坡度10°~25°、高程200~500m、坡向180°~90°的斜坡;主要沿断裂两侧缓冲距离<2km内发育,>2km范围地质灾害发育密度随距离增加而降低;在坚硬、较坚硬薄层-页片状浅变质岩岩组(Hp)中地质发育点密度最大;多发育于岩质斜坡结构中,少量土质斜坡。

(2)通过主要控制孕灾条件分析总结,将金寨县分为5个大的孕灾地质条件区(I-V)。I区为孕灾低易发区,为丘陵和平原地貌,地质构造不太发育,第四纪冲积松散岩组(Q)和坚硬、较坚硬薄-厚层状碎屑岩岩组(C1),区内灾害发育密度较低;II区为孕灾高易发区,为丘陵和低山地貌,地质构造发育,坚硬、较坚硬薄层-页片状浅变质岩岩组(Hp),区内灾害发育密度较高;III区为孕灾低易发区,为丘陵和山地地貌,地质构造一般发育,坚硬、较坚硬喷出岩岩组(Ex)和坚硬块状侵入岩岩组(In),区内灾害发育密度较低;IV区为孕灾中易发区,为丘陵和山地地貌,地形起伏较大,地质构造发育,坚硬、较坚硬喷出岩岩组(Ex),区内灾害发育密度中等;V区为孕灾中易发区,为丘陵和山地地貌,地形起伏较大,地质构造发育,坚硬厚层-中厚层深变质岩岩组(Hy),区内灾害发育密度中等。

参考文献(References):

- [1] 龚晓萍. 惠州市惠阳区地质灾害类型与成因分析[J]. 四川有色金属, 2024, 38(04): 38-41.
- [2] 潘懋, 李铁峰. 灾害地质学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002.
- [3] 刘康. 某地区地质灾害发育分布特征研究[J]. 西部资源, 2024, 9(05): 65-67.
- [4] 黄德国, 沈弘毅. 金寨县地质灾害形成条件和诱发因素浅析[J]. 西部资源, 2020, 5(05): 69-71.
- [5] 陈成名, 刘传奇, 孙晶晶, 等. 安徽省金寨县1:5万

- 地质灾害调查报告[R]. 六安: 安徽省地质矿产勘查局 313 地质队, 2022.
- [6] 刘晋文, 代宝峰. 皋兰县地质灾害发育特征及孕灾地质条件分析[J]. 地下水, 2022, 44(04): 173 - 178.
- [7] 陈勇. 安徽省六安市裕安区滑坡崩塌地质灾害与地形地貌的关系研究[J]. 安徽地质, 2023, 33(04): 340 - 343.
- [8] 张国沅, 纪振付, 李建颖. 潮州湘桥区地质灾害发育特征及孕灾地质条件分析[J]. 云南地质, 2024, 43(03): 407 - 413.
- [9] 方明发, 曹玉兰, 罗娇. 安徽省黄山市休宁县地质灾害孕灾地质条件分析[J]. 安徽地质, 2023, 33(04): 320 - 325.
- [10] 韦绍裔, 卢春贵, 蒋厚辉, 等. 广西金城江区地质灾害孕灾地质条件分析与分布规律[J]. 四川有色金属, 2024, 38(03): 32 - 35.
- [11] 李佳洋, 原年福, 李雪娇. 内蒙古西部某地地质灾害孕灾地质条件分析[J]. 西部资源, 2023, 8(04): 119 - 122.
- [12] 周修波, 李永红, 何意平, 等. 陕南山区斜坡孕灾地质环境条件分析——以汉阴县漩涡镇为例[J]. 地质灾害与环境保护, 2024, 35(02): 27 - 35.
- [13] 王刚. 四川省蓬安县地质灾害孕灾地质条件分析[J]. 四川地质学报, 2023, 43(01): 134 - 140 + 151.
- [14] 孙晶晶, 刘传奇. 基于安徽省六安市金寨县地质构造对地质灾害发育影响的分析研究[J]. 安徽地质, 2023, 33(04): 336 - 339.
- [15] 凡晨. 贵州玉屏地质灾害孕灾地质条件分析[J]. 能源技术与管理, 2024, 49(05): 188 - 190.
- [16] 孙健, 刘海, 刘钦, 等. 沟谷型泥石流地质灾害调查评价方法研究——以皖南小容泥石流地质灾害调查为例[J]. 华东地质, 2021, 42(01): 108 - 115.
- [17] 孙强, 张泰丽, 伍剑波, 等. SHALSTAB 模型在浙南林溪流域滑坡预测中的应用[J]. 华东地质, 2021, 42(04): 383 - 389.
- [18] 谢奇. 紫金县地质灾害发育特征、规律及孕灾条件研究[J]. 西部资源, 2024, 9(01): 45 - 48.
- [19] 丁希彤, 余岳焕. 阳江市地质灾害及孕灾地质条件分析[J]. 云南地质, 2024, 43(04): 582 - 585.
- [20] 伍剑波, 孙强, 张泰丽, 等. 地形起伏度与滑坡发育的相关性——以丽水市滑坡为例[J]. 华东地质, 2022, 43(02): 235 - 244.
- [21] 刘腾, 任蕊, 匡野, 等. 四川省北川县崩滑灾害孕灾地质条件分析[J]. 中国地质调查, 2022, 9(06): 59 - 66.
- [22] 高永应. 贵州省盘州市地质灾害成因机理及防治对策研究[J]. 西部资源, 2023, 8(05): 70 - 73.
- [23] 刘遗平, 林深, 葛旭, 等. 凤阳县地质灾害孕灾条件分析[J]. 地下水, 2024, 46(03): 180 - 182.

作者简介:

第一作者/通讯作者: 傅义福, 1974 年生, 男, 安徽金寨人, 金寨县自然资源和规划局, 高级工程师, 主要研究方向为土地管理调查与地质环境。Email: 1135500767@qq.com

Analysis of Geological Conditions for Geological Hazard Development in Jinzhai County

FU Yifu *

(Jinzhai County Natural Resources and Planning Bureau, Jinzhai 237399, China)

Abstract: Based on the 1:50,000 geological hazard risk assessment survey data and information from Jinzhai County, this paper systematically analyzes the relationship between geological hazards and geological environmental conditions, aiming to identify the primary disaster formation conditions. The research results indicate that landform, tectonic, engineering geology, and slope structures are the main controlling factors for the development of geological hazards, while atmospheric precipitation and human engineering activities are the primary triggering factors. Combining with the main disaster formation conditions, Jinzhai County is divided into five major disaster formation geological condition zones (I – V). The differences in geological environments across these zones are summarized, providing a foundational basis for comprehensive disaster prevention and mitigation management in the region, which aims to maximize the protection of people's lives and property safety.

Key words: geological disasters; disaster formation conditions; disaster – pregnant geological conditions zoning; Jinzhai County