

贵州省湄潭县地质灾害孕灾因素分析及防治对策

段方情,赵宾,党杰

(贵州省地质环境监测院,贵阳 550081)

摘要: 为更好总结湄潭县地质灾害孕育规律及指导湄潭县今后的地质灾害防治工程,在分析现状地质灾害发育特征及地质灾害孕育因素的基础上,重点从坡度、地质构造、岩土体类型、斜坡结构、地表水因素、地下水因素进行分析,运用 ARCGIS 软件进行孕灾分区。将全县划分为易孕灾区、中易孕灾区、一般孕灾区,针对不同分区就不合理切坡管控、地质灾害宣传及培训、地质灾害及风险斜坡排查与预警监测提出相应的防治建议。

关键词: 地质灾害;孕灾地质条件;湄潭县

中图分类号: P694;P56;X4 **文献标识码:** A

ANALYSIS ON THE FACTORS OF GEOLOGICAL HAZARD AND COUNTERMEASURES IN MEITAN COUNTY OF GUIZHOU PROVINCE

DUAN Fang-qing, ZHAO Bin, DANG Jie

(Guizhou Geological Environmental Monitoring Institute, Guiyang 550081, China)

Abstract: In order to summarize the geological hazard breeding law of Meitan County and guide the geological hazard prevention project of Meitan County. Based on the analysis of the development characteristics of the current geological hazard and the geological hazard preparation factors, the paper analyzes the slope, geological structure, rock and soil mass type, slope structure, surface water factors and groundwater factors, and uses the ARCGIS software to carry out disaster preparation zoning. The whole county is divided into pregnancy prone geological hazard areas, moderate pregnancy prone geological hazard areas and general pregnancy prone geological hazard areas, and corresponding prevention and treatment suggestions are provided for the management and control of unreasonable slope cutting in different districts, the publicity and training of geological hazard, the investigation and early warning monitoring of geological hazard and risky slopes.

Key words: geological hazard; gestation conditions for geological hazard; Meitan county

湄潭县属遵义市管辖,优质农产品资源丰富,盛产优质茶叶、烤烟、辣椒等,随当地经济的发展,相关人类工程活动增加,地质灾害频发。根据最新的贵州省湄潭县地质灾害详细调查及风险评价项目野外

调查显示,湄潭县共有地质灾害 34 处,地质灾害发育密度 0.018 处/km²[1]。前人进行一定研究,杨胜元、李宗发等在省级尺度对贵州省地质灾害形成条件(地形地貌、地质构造、岩土体条件、地下水条件、

人类工程活动等)做了统计分析^[2-4];张国华等在县级尺度对江西省吉安县崩滑流地质灾害形成条件进行分析研究^[5];刘朋飞对重庆市地质灾害孕灾条件进行叠加分析,认为水系对重庆市地质灾害具有控制作用,软岩控制着重庆市地质灾害发育的基本格局^[6];何晓锐利用 GIS 空间分析及遥感解译,采用空间约束多元聚类分析方法对白龙江流域地质灾害孕灾因子进行分析^[7];张钟远基于 GIS 采用信息量法与层次分析法对绿春县地质灾害易发性进行评价^[8]。本文主要首次在县级尺度对涪潭县地质灾害重要孕灾因素进行分析,基于 AICGIS 采用信息量法进行全县地质灾害孕灾分区,根据分区提出相应防治对策,指导其今后的地质灾害防治工作。

1 地质环境条件

涪潭县地处贵州高原北部向四川盆地过渡地带,位于大娄山脉中段东南侧,北西一带地势较高,南端乌江河谷最低,南面的中部一带地势凸出,成为涪江河与乌江干流的分水岭;中部黄家坝-永兴一带低洼宽缓的构造溶蚀槽谷,其南面的天城、兴隆、抄乐及北面永兴-复兴为与黄家坝街道办事处-涪江街道办事处-永兴构造槽谷相连的槽谷和丘陵,中部一带总体上东高西低,永兴一带向黄家坝方向微倾斜(图 1)。构造上涪潭县属黔北台隆遵义断拱涪潭北北东向构造变形区,境内地质构造复杂,褶皱及断裂比较发育(图 2)。地层从古生界至第四系,除泥盆系、侏罗系、白垩系缺外,均有出露。以碳酸盐岩为主,达 70%,其余为粉砂质泥岩、砂岩、页岩及少量第四系松散层类。碳酸盐岩地层($\epsilon_{3-4}O_{1l}$ 、 ϵ_{3g} 、 ϵ_{2q})与碎屑岩地层(O_{1-2m} 、 ϵ_{2j} 、 ϵ_{2m})在全境广泛分布。人类工程活动一般,主要为耕作、灌溉沟渠、公路建设、切坡建房及少量采矿活动。

2 现状地质灾害发育特征

根据最新的调查成果,涪潭县现共有 34 处地质灾害,其中滑坡 15 处,崩塌 18 处,地面塌陷 1 处,地质灾害以滑坡及崩塌为主(图 3)。

境内滑坡规模为中小型浅层滑坡,其中土质滑坡 14 处,岩质滑坡 1 处,以土质滑坡为主。滑坡体运动方式,牵引式滑坡 5 处,推移式滑坡 10 处,以推移式滑坡为主。通过对滑坡地形坡度统计,其分布在 $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 坡段,在 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 坡段分布最多。诱发因素以降雨诱发为主,少数为人为因素诱发(人为切

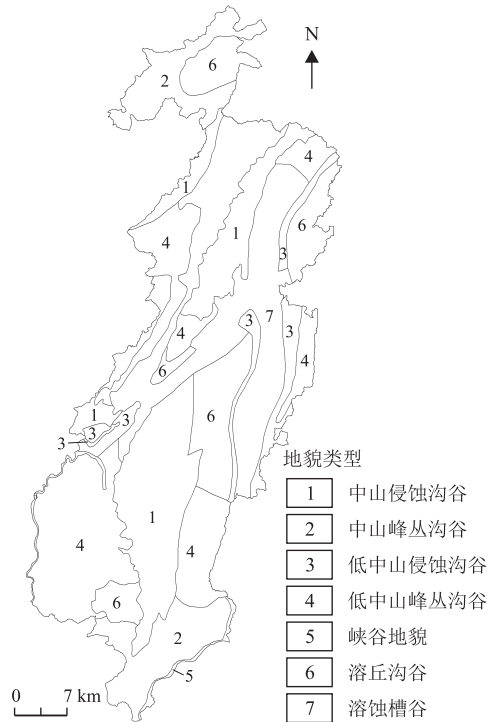


图 1 涪潭县地貌分区图

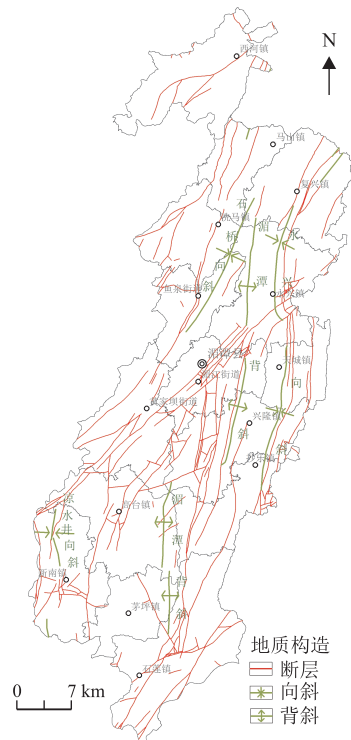


图 2 涪潭县构造纲要图

坡修路及建房、堆载),滑坡发生时间基本都发生在雨季(5月~9月),特别分布在雨季持续性降雨及强降雨期间。地域空间上涪潭县南部石莲镇、新南镇分布最多,永兴镇、茅坪镇次之。

境内崩塌地质灾害规模以中小型岩质崩塌为

主,形成机制以倾倒式及坠落式为主。冯振、王根龙等对含软弱夹层及上硬下软型危岩进行了相关研究^[8-10],分析了差异风化危岩及各种破坏模式,湄潭县崩塌与差异性风化影响紧密。崩塌所在斜坡结构以反向坡最为发育,斜向坡次级。对崩塌地形坡度统计,崩塌主要分布 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 坡段,在 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 坡段分布最多。诱发因素以降雨诱发为主,少数为砂石矿露天开采振动爆破诱发。发生时间以雨季(5月~9月)居多,特别在持续性降雨及强降雨期间。空间分布于湄江街道办最为发育,其次高台镇。

境内分布1处地面塌陷,为自然因素诱发的小型岩溶塌陷,为地下水潜蚀诱发的塌陷。

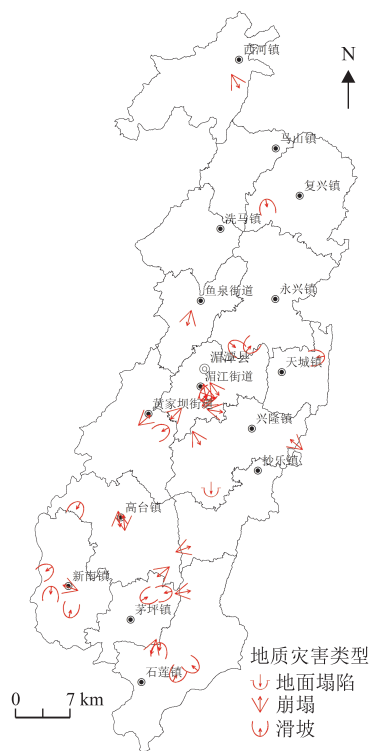


图3 现状地质灾害分布图

3 孕灾因素分析

地质灾害的发生是自然因素、人为因素及两者共同作用而产生的效果。通过分析湄潭县地形地貌、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构、地表水等因素与地质灾害之间的关系,从而最大可能的认识、掌握湄潭县地质灾害孕育规律。为了更加系统全面总结区内地质灾害孕灾条件,将湄潭县历史撤销地质灾害和台账地质灾害共123处隐患点作为样本分析(其中历史灾害点89处)。

3.1 坡度分析

地质灾害的形成与所处斜坡坡度息息相关,通常情况下,斜坡坡度越大,地质体向下运动的趋势越

大,反之越小。一定的斜坡坡度为崩塌、滑坡变形破坏提供运动的重力条件。且地形坡度对斜坡应力分布、地表水径流与冲刷、地下水、松散物质堆积,以及人类工程活动等具有不同程度的影响和控制,从而影响斜坡稳定性。

境内共发育滑坡(含历史滑坡)80处,发生的斜坡坡度一般为 $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ (表1),以 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 坡段最多,占滑坡总数的52.5%,这主要与颗粒的自然休止角有关,粘土类斜坡所在斜坡坡度多在 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间,碎石土类斜坡多在 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 之间。

工作区共发育崩塌30处(含历史崩塌),斜坡坡度越大,临空条件越好,斜坡体内应力越大,越容易产生变形破坏,崩塌发生的斜坡坡度一般为 $65^{\circ}\sim 90^{\circ}$ (表2),以 $75^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 坡段最为发育。崩塌多发育在上陡下缓地形陡崖、陡坡位置,该部位受到降雨、风化作用的影响,岩体发育的构造裂隙、卸荷裂隙等结构面不断扩大,为崩塌的孕育和形成提供了有利的地形条件。

表1 斜坡坡度与滑坡分布关系表

斜坡坡度 $i/^{\circ}$	现状滑坡数量/处	历史滑坡数量/处	百分比/%
$i < 10$	0	0	0
$10 \leq i < 20$	3	2	6.25
$20 \leq i < 30$	9	33	52.5
$30 \leq i < 40$	3	27	37.5
$40 \leq i < 50$	0	3	3.75
合计	15	65	100

表2 斜坡坡度与崩塌分布关系表

斜坡坡度 $i/^{\circ}$	现状崩塌/处	历史崩塌/处	百分比/%
$i < 55$	0	0	0
$55 \leq i < 65$	0	0	0
$65 \leq i < 75$	2	6	26.67
$75 \leq i < 85$	9	5	46.66
$i \geq 85$	7	1	26.67
合计	18	12	100

3.2 地质构造分析

调查区内崩塌多发育于褶皱密集和断裂交汇等构造部位,区内的地质灾害具有沿构造线方向密集展布的特点,说明了构造对崩塌的影响较大。

通过对湄潭县地质灾害隐患点的统计分析,调查区内的地质灾害在距构造中心轴线500 m范围内发育的地质灾害数量为79处(表3),占地质灾害总数的64.23%,说明地质灾害隐患点与构造关系影响较大。

3.3 工程地质岩组分析

湄潭县地质灾害与工程岩组关系如图4、表4所

表3 地质灾害与构造距离统计表

灾点类型 构造距离	0~100 m	100~200 m	200~500 m	>500 m
滑坡数量/处	8	17	22	33
崩塌数量/处	7	3	12	8
地面塌陷数量/处	2	0	4	2
泥石流数量/处	2	0	0	1
合计/处	19	20	40	44
百分比/%	15.45	16.26	32.52	35.77

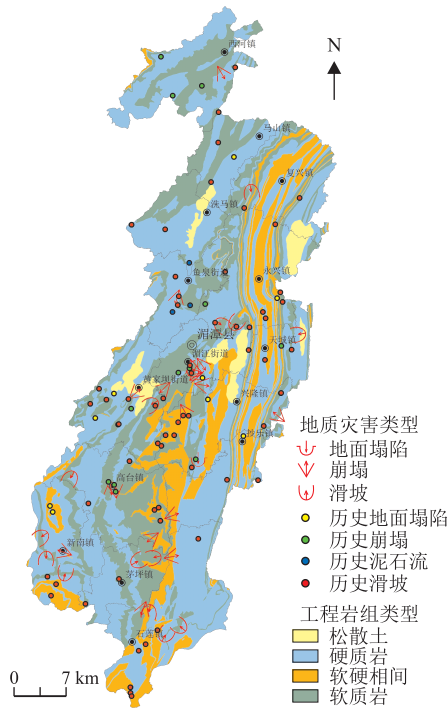


图4 工程地质岩组中地质灾害分布图

表4 工程岩组与地质灾害发生的统计表

灾害类型	硬质岩类工程地质岩组	软硬相间类工程地质岩组	软质岩类工程地质岩组
滑坡/处	24	15	41
崩塌/处	11	3	16
地面塌陷/处	9	0	1
泥石流/处	2	0	1
合计/处	46	18	59

示,滑坡(含历史滑坡)主要发育于 $O_{1-2}m$ 、 ϵ_{2j} 等软质岩类岩组及其表层第四系中,主要因为软质岩类易风化,易形成较厚的残坡积层,当坡形改变、坡面加载、降雨、地下水长期作用等外部因素,易而形成滑坡,一般规模较小。湄潭县崩塌(历史崩塌),主要发育于硬质岩组,软质岩组,其易崩地层主要有 ϵ_{2q} 、 ϵ_{2j} 、 ϵ_{2m} 、 ϵ_{3g} 、 S_1sh 、 P_2q+m 、 T_1y^2 , 其中 ϵ_{2q} 、 ϵ_{3g} 、 S_1sh 、 P_2q+m 、 T_1y^2 地层岩性为碳酸盐岩夹软弱夹层,沿软弱夹层产生差异风化,或与下部软岩形成上硬下软不利组合沿软岩接触面产生差

异风化,导致上覆岩体应力重分布,逐渐孕育崩塌;而 ϵ_{2j} 、 ϵ_{2m} 软质岩地层岩性为砂岩、泥岩互层,岩性及力学强度相差大,在差异风化等条件下,也易产生凹腔孕育崩塌。地面塌陷主要发育于 ϵ_{2q} 等碳酸盐硬质岩组地层,软质岩类中地面塌陷主要为历史采空区形成而采空塌陷。

3.4 斜坡结构分析

通过对工作区内 110 处滑坡、崩塌地质灾害点所处斜坡的结构类型进行统计(表 5),发育灾害数量最多的是横向斜坡,其次为斜向斜坡、逆向斜坡、顺向坡;但考虑到不同斜坡结构类型分布面积的差异,根据不同斜坡结构发育灾害进行排序,可得横向斜坡中地质灾害>斜向斜坡中地质灾害>逆向斜坡中地质灾害>顺向斜坡中地质灾害。

表5 工作区地质灾害与斜坡结构关系统计表

斜坡结构类型 \ 灾种	滑坡 (历史滑坡)/处	崩塌 (历史崩塌)/处	合计/处
顺向斜坡	12	4	16
逆向斜坡	11	4	15
横向斜坡	32	13	45
斜向坡(倾坡内)	11	5	16
斜向坡(倾坡外)	14	4	18
合计	80	30	110

斜坡结构类型控制了地质灾害的类型和强度,不同斜坡结构类型上地质灾害形成的性质、特征和发育程度各异。

土质斜坡和岩土复合斜坡的上覆松散堆积物可孕育形成浅表层滑动的土质滑坡。岩质斜坡和岩土复合斜坡顺向坡结构,受岩层中软弱夹层面控制,不合理切坡可形成基岩滑坡,如沙窝坑滑坡;故岩质斜坡中有软弱层的顺向坡是利于滑坡形成的斜坡结构类型。

区内发育崩塌皆为岩质崩塌,大多发育于上硬下软的地层及硬质中含软弱夹层的岩层中,由于差异性风化,软硬岩接触面易形成凹腔,上部岩体应力重分布逐渐破坏崩落。岩质斜坡结构中的横向坡、斜向坡(倾坡内)和逆向坡 3 种结构类型,软硬岩接触带更有利于凹腔的发育。此 3 种类型的岩质斜坡结构,相较于其他两种有利于崩塌(危岩体)的形成。

3.5 地表水因素分析

调查区内的主要河流属乌江水系,主要有湄江、湘江、双石河、芦塘河等。在河流的侵蚀切割作用下,塑造峡谷等地貌,形成一定坡度的斜坡,为滑坡提供基本重力条件。河流持续对斜坡侵蚀掏空,破坏斜坡阻滑段,从而诱发滑坡。河流的侵蚀切割作用,河岸形成陡坡及近似直立的陡崖,且卸荷作用强

烈,为崩塌孕育提供基本的重力条件;其次河流下切揭露软弱基座及软弱夹层,在后续风化、流水冲刷条件下,形成凹岩腔,导致上覆岩体拉裂,产生坠落及倾倒式破坏。湄潭县地质灾害隐患与水系距离小于100 m的发育3处,占比2.44%,100~200 m间发育9处,占比7.32%,200~300 m间发育4处,占比3.25%,大于300 m的发育107处,占比86.99%,说明该地区地质灾害与水系影响有一定关系(表6)。

表6 地质灾害与水系距离统计表

灾点类型	水系距离			
	<100 m	100~200 m	200~300 m	>300 m
滑坡/处	2	4	4	70
崩塌/处	1	3	0	26
地面塌陷/处	0	1	0	9
泥石流/处	0	1	0	2
总计/处	3	9	4	107
占比/%	2.44	7.32	3.25	86.99

3.6 地下水因素分析

与地质灾害相关地下水主要为浅层地下水,浅层地下水主要为大气降水补充,时间差异很大。野外调查及访问显示,绝大部分地质灾害发生在雨季。

由于地下水赋存不均匀,在时间上差异性大。对于滑坡,雨季持续的降雨及高强度降雨,地下水位迅速上升,岩土体逐渐饱和,自重增大,同时形成静水压力,滑面软化力学强度大幅度下降,容易诱发滑坡地质灾害;对于崩塌,降雨后快速下渗,危岩体后缘裂缝形成静水压力,潜在破坏面软化力学强度下降,逐渐趋于破坏;岩溶塌陷与地下水影响较为紧密,地下水的波动对岩溶管道上覆土体不断潜蚀,逐渐形成地面塌陷。

3.7 孕灾地质条件分区

选取对区内地质灾害的形成具有较大影响的孕灾因子——坡度、斜坡结构、地质构造、工程地质岩组和地表水系。在几个因子分级基础上,分别计算栅格内滑坡、崩塌各个因子的信息量,运用 Arcgis 软件按照自然断点法将栅格内滑坡、崩塌的各因子信息量之和划分为易孕灾、中等孕灾和一般孕灾3个等级(对区内小于 10° 栅格的孕灾地质条件,无论滑坡、崩塌还是综合等级均按照一般孕灾进行处理)。

根据上述的评价因子及其区间状态划分孕灾分区(详见图5),易孕灾区3个,总面积460.58 km²,占调查区总面积的24.68%;中孕灾区5个,总面积348.18 km²,占调查区总面积的18.66%;一般孕灾区2个,总面积1 056.9 km²,占调查区总面积的

56.66%。

易孕灾区一共3块,主要分布于湄潭县中部及南部。

A-1 易孕灾区:位于湄江街道办-黄家坝-兴隆镇-抄乐-高台-茅坪-石莲一带,面积276.71 km²。主要为低中山侵蚀沟谷、低中山溶蚀沟谷地貌,地形坡度多在 $20^\circ\sim 40^\circ$ 。区内断层较发育,地质构造较复杂。地层以寒武系、奥陶系软质岩和硬质岩(含软弱夹层)为主。易崩易滑地层金顶山组、明心寺组、清虚洞组广泛分布,分布大量上硬下软不利岩性组合。居民房屋多为木质及砖混结构,多分布在地形坡度较缓区域或沿新修公路展布,普遍存在切坡现象,切坡高度多在1~3 m。区内现状地质灾害19处,占地灾总数的55.88%;分布历史地质灾害20处,占历史地灾总数的22.47%。软质岩斜坡中下部表层易孕育土质滑坡,顺向坡切坡易形成岩质顺层滑坡。硬质岩(含软弱夹层)、软硬相间岩组在一定坡度、高度条件下易孕育崩塌地质灾害。为滑坡、崩塌易孕区。

A-2 易孕灾区:位于永兴镇东南部-天城镇-兴隆镇东部-抄乐镇东部一带,面积123.23 km²。属于低中山侵蚀沟谷、峰丛沟谷地貌,地形坡度上陡下缓,坡度多在 $20^\circ\sim 70^\circ$ 。地处南木树向斜核部走向区,断层较发育,地质构造发育。地层以奥陶系、寒武系、二叠系碎屑岩及碳酸盐岩为主。易滑地层湄潭组地层广泛分布,易崩组合(上部栖霞组下部梁山组)呈长条形分布,分布大量上硬下软不利组合。居民房屋多为木质及砖混结构,多分布在地形坡度较缓区域或沿新修公路展布,存在切坡现象,切坡高度多在1~3 m。区内孕灾地质条件有利于地质灾害的孕育形成,现状发育地质灾害隐患点3处,占总数的8.82%,分布历史地质灾害16处,占总数的17.98%。软质岩斜坡中下部表层易发育土质滑坡,顺向切坡易形成顺层滑动。该区域为滑坡、崩塌易孕区。

A-3 易孕灾区:位于新南镇角口村、石印村、流水村、羊叉坳村西部一带,面积60.64 km²。属侵蚀-溶蚀峰丛沟谷、低中山侵蚀沟谷地貌,地形坡度上陡下缓,坡度多在 $20^\circ\sim 80^\circ$ 。区内角口断裂、西花贝断裂发育,地质构造复杂。地层以三叠系、二叠系、奥陶系、志留系为主,岩性以软质岩、硬质岩类工程岩组为主,形成多个上硬下软结构(上部栖霞组下部梁山组),易滑地层湄潭组、龙马溪组广泛分布。人类工程活动一般(新南镇羊叉坳村附近分布在建的硫铁矿),居民房屋结构多为木质及砖混结构。区

内现状发育地质灾害处3处(均为滑坡),占现状地灾总数的8.82%,分布历史地质灾害4处,占历史地灾总数的4.49%。软质岩斜坡中下部表层易发育土质滑坡,顺向切坡易形成顺层滑动,上硬下软不利组合广泛分布,主要为滑坡、崩塌易孕区。

中易孕灾区一共5块,主要分布于湄潭县北部、西部及南部。

B-1 中易孕灾区:位于西河镇马蹄村南部、万兴村、仁合村北部、西河村西部一带,面积53.57 km²。主要为低中山峰丛沟谷地貌,区内有断层分布,地质构造较发育。地层以寒武系硬质岩组为主,区内人类活动不强烈,房屋多为木质及砖混结构,建房切坡多在1~2 m。区内现状地质灾害发育1处(崩塌),分布历史地质灾害2处,占历史地灾总数的2.45%,该区域易孕育崩塌。

B-2 中易孕灾区:位于马山镇聚合村-洗马镇西部双河村、团林村一带,面积49.68 km²。为侵蚀低中山沟谷、低中山峰丛沟谷地貌。团林断裂附近,构造较发育,地层以奥陶系、寒武系硬质岩、软硬相间岩组为主。易崩易滑地层金顶山组、清虚洞组、高台组地层均有分布。现状地质灾害0处,分布历史地质灾害2处。硬质岩(含软弱夹层)、软硬相间岩组易孕育崩塌,下部残坡积层易孕育滑坡。

B-3 中易孕灾区:主要位于复兴镇西部新金龙村、茅台村、湄江湖村-永兴镇分水村西北部-鱼泉街道办土塘村、金桥村、鱼泉村、仙谷山村一带,面积127.62 km²,属侵蚀低中山沟谷、峰丛沟谷地貌。位于湄潭背斜核部走向一带,断层较发育,地质构造发育。地层以奥陶系、寒武系硬质岩组、软质岩、软硬相间岩组为主,易滑地层湄潭组广泛分布。区内现状地质灾害发育2处,分布历史地质灾害9处(1处崩塌、5处滑坡、3处泥石流),占历史地灾总数的10.11%。软质岩斜坡中下部易发育土质滑坡,硬质岩(含软弱夹层)、软硬相间岩组分布区陡坡-陡崖部位易孕育崩塌。

B-4 中易孕灾区:位于黄家坝街道办事处宝台村西部、梭米孔村西部一带,面积21.37 km²,主要为溶蚀沟谷、侵蚀低中山沟谷地貌。断层较发育,构造较发育。地层以奥陶系、二叠系硬质岩、软质岩为主。区内现状地质灾害0处,分布历史地质灾害4处(3处滑坡,1处地面塌陷),占总数的4.49%。地层以寒武系硬质岩组、软质岩、软硬相间岩组为主,软质岩斜坡中下部表层第四系易发育土质滑坡,硬质岩(含软弱夹层)、软硬相间岩组分布区陡坡-陡崖位置易孕育崩塌。

B-5 中易孕灾区:主要位于石莲镇新华村南部、黎明村南部、黄连坝村南部、沿江村南部一带,面积95.94 km²,为侵蚀低中山沟谷、峰丛洼地地貌。区内构造较发育,地层以寒武系、奥陶系、二叠系、三叠系、软质岩、硬质岩为主,分布多组上硬下软不利组合。现状发育地质灾害1处(滑坡),占地质灾害总数的2.9%,分布历史地质灾害点7处(均为滑坡),占总数的7.87%。软质岩斜坡中下部易发育土质滑坡,硬质岩(含软弱夹层)、软硬相间岩组分布区易孕育崩塌。

一般孕灾区一共2块,总面积1 056.9 km²,主要分布于湄潭县南部及剩余区域。

C-2 一般孕灾区:位于洗马镇西部双河村、团林村一带,面积18.95 km²。为侵蚀低中山沟谷、低中山峰丛槽谷地貌。团林断裂附近,构造较发育,地层以奥陶系、寒武系硬质岩、软硬相间岩组为主。地形相对较缓。区内现状地质灾害1处(为滑坡),分布历史地质灾害0处。

C-1 一般孕灾区:剩余部分,面积1 037.95 km²。主要为溶丘沟谷、低中山侵蚀沟谷等地貌,区内构造不发育,地层以软质岩、硬质岩为主。现状发育地质灾害4处(3处崩塌,1处滑坡),分布历史地质灾害25处,占总数的28.08%。

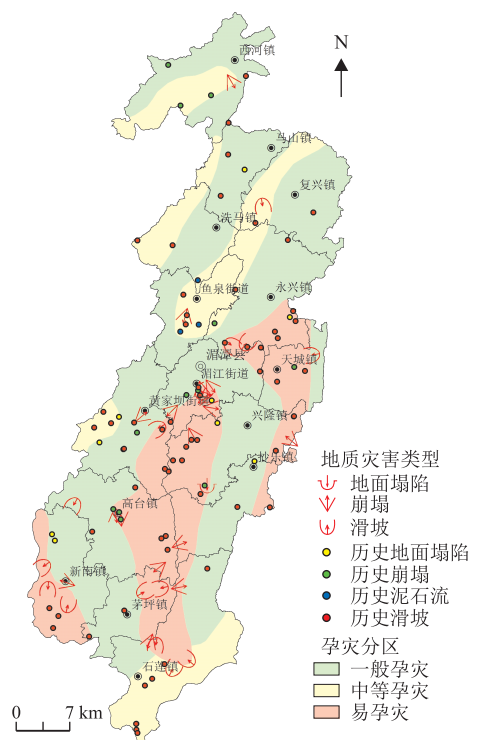


图5 地质灾害孕灾地质条件分区图

4 防治对策

刘传正等人总结研究认为,中国地质灾害防治

成效显著,地质灾害是可防治^[11]。通过湄潭县地质灾害特征及孕灾因素分析,坡度、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构、地表水、地下水对境内地质灾害孕育影响较大,而降雨及人类工程活动是主要的诱发因素。因此,地质灾害防治需要与地质灾害孕灾地质条件结合起来,根据地质灾害孕灾地质条件分区图,采用相应的防治措施。

(1) 加强不合理切坡的管控

在易孕灾区及中易孕灾区,需要限制和管理人类工程切坡活动。该区域一般易崩或易滑地层广泛分布,地形陡峭,往往是多个不利地质条件组合。如一定坡度碎屑岩分布区,表层易风化,残坡积层较厚,不合理切坡及降雨容易诱发滑坡。在此区域开展建设工程活动,首先做好地质灾害评估工作,同时需及时加强斜坡的支护措施(挡墙支护、抗滑桩等)及排水工作。在清虚洞组、金顶山组、明心寺组等易崩地层陡坡、陡崖分布区,建设工程需要调查软弱夹层、外倾结构面发育情况,做好地质灾害评估工程。在此地层陡坡、陡崖反向坡、斜向坡分布区,易孕育带状、面状危岩体,根据其孕灾地质条件,进行风险评估,适宜治理时可采用危岩体清理、被动网、主动网、拦石墙等措施进行支护。

(2) 加强地质灾害防治知识宣传及培训

部分居民(特别是老年人)文化素质普遍不高,防灾意识淡薄,地质灾害发生时缺乏避灾的能力。需要通过各种途径向当地群众及学生(易孕灾、中等孕灾分布区)宣传地质灾害防治知识,提高广大群众地质灾害防灾减灾意识和能力,做到主动防灾、自觉防灾。

(3) 加强汛期地质灾害及风险斜坡的排查与监测预警

降雨也是地质灾害发生的诱发因素,地质灾害多发生在持续降雨或强降雨之后。近年来极端天气越来越频繁,持续的降雨及强降雨成为常态,地质灾害也呈增加趋势。因此,加强汛期地质灾害及风险斜坡的排查工作,气象预警、监测显得尤为必要和重要。贵州省恰好完成了全省地质灾害调查及风险评估项目,核实现有地质灾害隐患点,调查圈定大量的风险斜坡。积极采用遥感新技术如 LNSAR、LIDAR 结合气象预警及群专结合方法加强对地质灾害及风险斜坡的排查、监测,做好临灾预报、警报,

把地质灾害造成的损失降到最低。

5 结语

(1) 湄潭县现状地质灾害类型为滑坡、崩塌、地面塌陷,其中以滑坡、崩塌为主,规模以中小型为主。

(2) 孕灾坡度分析中滑坡分布坡度一般在 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$,以 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 坡段最为发育;崩塌分布坡度在 $65^{\circ} \sim 90^{\circ}$,其中 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 坡段最为发育。

(3) 滑坡在软质岩组中较为发育,崩塌在硬质岩组及软质岩组较为发育,主要因为软质岩组(ϵ_{2j} 、 ϵ_{2m})岩性差异大(砂岩、泥岩互层),差异风化易形成凹腔,容易孕育崩塌。

(4) 对湄潭县进行孕灾分区,对于易孕灾区、中等孕灾区需要加强不合理切坡的管控,地质灾害防治知识的培训及地质灾害、风险斜坡的排查及监测预警工作。

参考文献

- [1] 赵宾,段方情,党杰,等.贵州省湄潭县地质灾害详细调查及风险评估成果报告[R].贵阳市:贵州省地质环境监测院,2022.
- [2] 杨胜元,田稼,张建江,等.贵州省地质灾害及其防治[M].贵阳,贵州科技出版社,2009:48-56.
- [3] 朱立军,黄润秋,朱要强,等.中国西南岩溶山地重大地质灾害成灾机理与监测预警系统研究[M].北京,科学出版社,2018:21-34.
- [4] 李宗发.贵州省地质灾害形成条件与分布规律[J].水电勘测设计,2009,69(1):6-9.
- [5] 张国华,何学文,齐良.江西省吉安县崩滑流地质灾害形成条件分析及防治对策[J].地质灾害与环境保护,2021,32(4):19-33.
- [6] 刘朋飞,刘尚威,陈鹏,等.重庆市地质灾害孕灾条件分析[J].地球科学前沿,2022,12(1):15-23.
- [7] 何晓锐,廖小辉,张路青,等.白龙江流域崩滑孕灾因子聚类分区与道路工程扰动效应分析[J].工程地质学报,2022,30(3):672-687.
- [8] 张钟远,徐世光,李超,等.基于GIS和加权信息量模型的绿春县城地质灾害易发性评价[J].地质灾害与环境保护,2022,33(1):37-43.
- [9] 冯振,李滨,贺凯.近水平厚层高度斜坡崩塌机制研究[J].地质力学学报,2014,20(2):123-131.
- [10] 王根龙,伍法权,祁生文,等.塑流-拉裂式崩塌机制及评价方法[J].岩石力学与工程学报,2013,32(Suppl):2863-2869.
- [11] 刘传正,陈春利.中国地质灾害防治成效与问题对策[J].工程地质学报,2020,28(2):231-236.