

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.219

引用格式: 孙小勇,魏龙,唐华,等.基于GIS的崩滑地质灾害孕灾地质条件分析——以西藏嘉黎县为例[J].中国地质调查,2024,11(4):92-100.(Sun X Y,Wei L,Tang H,et al.Analysis of the disaster-pregnancy geological conditions of collapse and landslide based on GIS:A case study of Jiali County in Tibet[J].Geological Survey of China,2024,11(4):92-100.)

# 基于GIS的崩滑地质灾害孕灾地质条件分析

## ——以西藏嘉黎县为例

孙小勇,魏龙\*,唐华,刘子畅

(四川省第十地质大队,四川绵阳 621000)

**摘要:**嘉黎县内构造作用强烈,地势陡峭,地质环境条件较差,加之2018—2022年修建国道G349对原有地形的破坏,使得县域内地质灾害数量剧增,每逢汛期或遇强降雨天气,区内地质灾害频发。通过收集嘉黎县2018—2023年地质灾害资料,结合野外实地调查,基于GIS平台对县域内的地质灾害发育分布情况和孕灾地质条件进行详细分析。孕灾地质条件的分析主要选取地形地貌、地质构造、地层岩性、土地利用类型和人类工程活动等因素,选取的孕灾因子有高程、坡度、剖面曲率、断层密度、水系密度、工程地质岩组、土地利用类型和距公路距离。分析结果表明:县域内最主要的孕灾地质条件为人类工程活动、地形地貌、地质构造、工程地质岩组、土地利用类型等。结合县域内各孕灾地质条件特征分成5个孕灾分区,并详细阐述各个分区内地质灾害分布发育规律和孕灾地质条件特征。通过对嘉黎县的孕灾地质条件分析,有利于认识地质灾害的发育规律,建立健全地质灾害防治和风险管控体系,为地质灾害防治管理和国土空间规划提供基础依据。

**关键词:**嘉黎县;崩滑地质灾害;孕灾条件;孕灾分区;孕灾因子

中图分类号:P694

文献标志码:A

文章编号:2095-8706(2024)04-0092-09

## 0 引言

2018—2022年,由于在嘉黎县修建国道G349,加之原有的高陡地形地貌特征导致县域内地质灾害数量和爆发频率急剧上升,严重威胁当地居民的生命财产安全。对嘉黎县域内在地灾方面的研究一直处于相对滞后的状况,目前,存在对嘉黎县地质灾害的孕灾地质条件、诱发因素和发育规律认识不足,对极端条件下地质灾害危险性和风险评价研究不够深入等情况。随着国家近年来对地质灾害的重视,区内先后开展了1:5万地质灾害详细调查<sup>[1]</sup>和1:5万地质灾害风险评价<sup>[2]</sup>等工作,前人对研究区进行了大量研究<sup>[3-5]</sup>,初步查明了区内的基本地质构造特征<sup>[6-7]</sup>和地质灾害分布特征<sup>[8-9]</sup>。

然而,区内亟需开展以孕灾主控地质条件和地质灾害隐患判识为主的地质灾害风险调查评价,逐步将地质灾害风险管控由单点管控转变为地质灾害隐患点与风险区管控相结合<sup>[10]</sup>。查清地质灾害主控因素,深化地质灾害早期识别、形成机理和规律认识,总结成灾模式,有助于提出综合防治对策建议和风险管控措施,为地质灾害防治管理和国土空间规划提供基础依据。

近年来,随着GIS技术的不断推广,国内诸多学者将其融入到了地质灾害研究领域,李松等<sup>[11]</sup>基于GIS研究了白龙江流域甘肃段地质灾害易发性;陈冠等<sup>[12]</sup>基于GIS与信息量模型划分了白龙江流域滑坡危险性等级;张公等<sup>[13]</sup>基于GIS技术分析了修武县地质灾害的易发性;董毅兵等<sup>[14]</sup>以甘肃省会宁县为例,基于GIS开

收稿日期:2023-07-07;修订日期:2023-10-17。

基金项目:西藏自治区地质灾害防治体系2021年度(第二批)建设项目十二标段“那曲市比如县、索县、巴青县、嘉黎县地质灾害风险调查评价(编号:54000021210200001374)”项目资助。

第一作者简介:孙小勇(1987—),男,工程师,主要从事基础地质、地质灾害调查与防治方面的研究工作。Email:461747760@qq.com。

通信作者简介:魏龙(1988—),男,工程师,主要从事地质调查与地质灾害防治方面的研究工作。Email:375803062@qq.com。

展了地质灾害易发性分区评价。前人研究证实了GIS技术在地灾领域的适用性和可行性,该技术克服了以往研究方法主观性强、依赖采集数据的可靠性等缺点,自身具有的强大空间分析能力使得其具有数据采集更方便、分析速度更快、分析结果可信度更高等优点。

本文依托“西藏自治区那曲市嘉黎县1:5万地质灾害风险调查评价”项目,运用实地调查和数据处理分析的手段,选取与区内崩滑地质灾害诱发有关的孕灾因子,基于ArcGIS平台,分析区内各个孕灾地质条件区间内,崩滑地质灾害的易发性,阐述各个孕灾因子对崩滑地质灾害发育和分布的控制

作用,划分孕灾地质条件分区,详细阐述各分区内孕灾地质条件和地质灾害发育特征,为当地政府的地质灾害防治工作提供可靠的依据。

## 1 研究区概况

嘉黎县位于西藏自治区中部偏东部,东连边坝、波密县,南临林周、墨竹工卡和工布江达县,北依比如县,西接那曲县、当雄县。境内省道S305,连接林堤乡、夏玛乡、阿扎镇,国道G349自西向东横穿县域,连通绒多乡、措多乡、夏玛乡、阿扎镇、尼屋乡,交通便利(图1)。



图1 嘉黎县交通位置图

Fig.1 Traffic location of Jiali County

嘉黎县地处念青唐古拉山脉东部,南与冈底斯山脉北麓相邻,位于古湖盆的东部边缘,属藏北高原与藏东高山峡谷结合地带的高原山区,为典型的高原山地地貌。嘉黎县位于冈底斯—喜马拉雅造山系一级构造单元,拉达克—冈底斯—察隅弧盆系二级构造单元<sup>[12]</sup>。嘉黎县境内断裂构造非常发育,发育的区域性断裂有:嘉黎—易贡藏布断裂、嘉黎区—向阳日断裂、甲贡—龙布断裂等,研究区内地层较为复杂,中—新元古界、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、古近系、第四系和华力西晚期—喜山期中酸性侵入岩均有不同程度的出露。

## 2 地质灾害发育分布概况

调查发现嘉黎县内2018—2023年共发育286处地质灾害,分布的平均密度为2.13处/100 km<sup>2</sup>,

其中滑坡47处,占比16.43%,规模以小型滑坡为主,其中小型滑坡43处,4处中型滑坡,滑坡类型均为土质滑坡,基本力学模式简单,主要以牵引式滑坡为主。崩塌134处,占比46.86%,以中、小规模崩塌为主,其中小型崩塌有114处,中型崩塌有20处;崩塌类型主要为岩质崩塌,岩质崩塌109处,土质崩塌25处。泥石流105处,占比36.71%,沟谷型泥石流为主,共计95处,山坡型泥石流10处;泥石流规模为中小型泥石流,小型泥石流95处,中型泥石流10处;泥石流易发程度低,中易发泥石流有35处,低易发泥石流有70处。

嘉黎县境内地质灾害分布受人类工程活动、气象水文条件和地形地貌条件等的控制作用较明显。降雨是嘉黎县地质灾害最主要的诱发因素之一。时间上,嘉黎县降水量分布不均,降雨主要集中在5—9月,5个月平均降雨量达637.42 mm,占全年降雨量

的82.6%，汛期是嘉黎县地质灾害发生的主要时段。空间上，受狭窄陡峭的地形地貌条件和强烈的人类工程活动等因素影响，县域内地质灾害的空间分布

总体呈“线—带—面”状空间特征分布，表现出沿交通干线（国道G349）、河流、河谷呈线状、带状密集分布，沿乡镇、村落呈片状密集分布的空间规律（图2）。

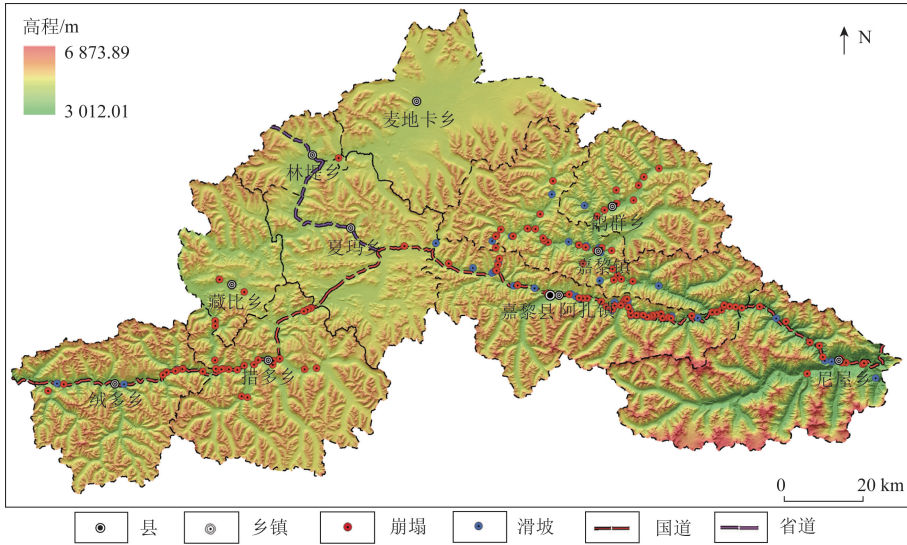


图2 嘉黎县地质灾害分布

Fig.2 Geological hazard distribution of Jiali County

### 3 崩滑孕灾地质条件分析

控制地质灾害发育分布的因素繁多，主要包括地形地貌、地质构造、岩土体工程地质、水文地质、植被与土地利用类型和人类工程活动等，各个影响因素对崩塌、滑坡等地质灾害的发育和分布起着不同的作用。

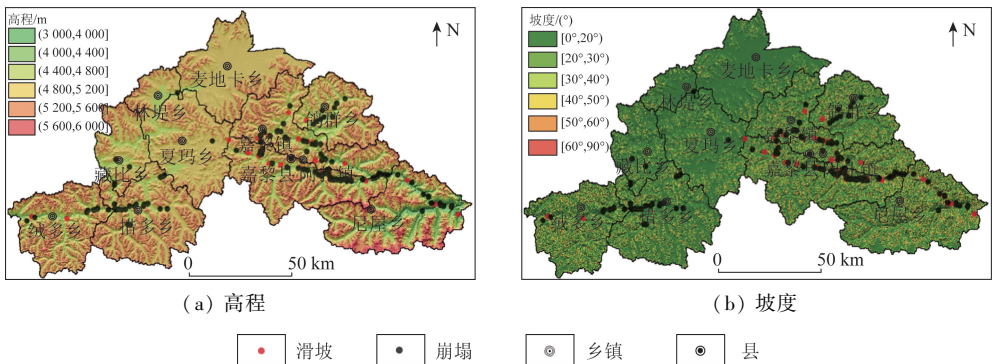
#### 3.1 评价方法

利用GIS技术分析孕灾地质条件较为简便、快捷，其流程为：第一，根据实地调查数据和GIS分析工具处理，制作得到各个孕灾因子图；第二，结合崩滑地质灾害点分布特征，对各因子图进行分区，

得到孕灾因子分区图；第三，统计各个孕灾因子分区内的地质灾害点数量，计算分区内灾点发育的密度；第四，绘制孕灾因子与地质灾害关系图，得到各孕灾因子与地质灾害的关系，分析其对地质灾害的影响作用。

#### 3.2 孕灾因子的选取

通过GIS软件分析和实地调查发现，影响嘉黎县内崩滑地质灾害发育分布的孕灾因素主要包括地形地貌、地质构造、地层岩性、土地利用类型和人类工程活动等，综合考虑各孕灾因素的影响，本文选取的孕灾因子有高程、坡度、剖面曲率、断层密度、水系密度、工程地质岩组、土地利用类型和距公路距离，得到孕灾因子见图3。



(a) 高程

(b) 坡度

图3-1 嘉黎县孕灾因子

Fig.3-1 Disaster - pregnancy factors of Jiali County



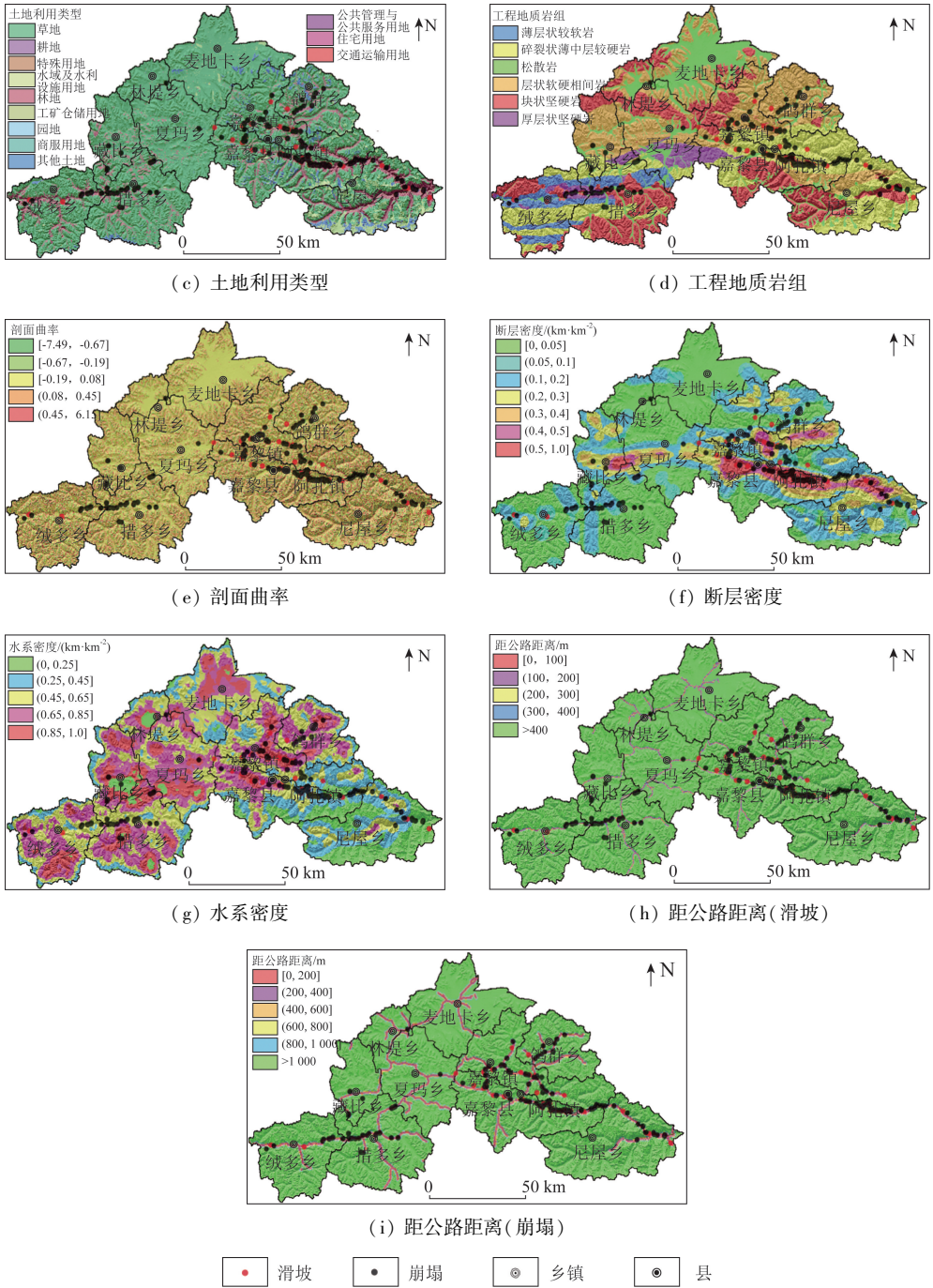


图 3-2 嘉黎县孕灾因子

Fig. 3-2 Disaster - pregnancy factors of Jieli County

### 3.3 滑坡孕灾地质条件分析

研究区滑坡均为土质滑坡,成分以粉质黏土、碎石土为主,规模小型,主要分布于国道G349和乡道沿线,呈带状分布。根据孕灾因子,分区统计各孕灾因子分区内滑坡发育的地质灾害点密度,得到各孕灾因子与滑坡发育的相互关系,绘制滑坡与孕灾因子关系图(图4)。图中可以看出,滑坡的发育

与各孕灾因子均存在着一定的相关性,其中,发育高程主要为(4 000, 4 400] m,其次为(4 400, 4 800] m,此区域为人类活动的主要区域,人类工程活动程度强烈;(30°, 40°]滑坡发育数量最多,(40°, 50°]次之,(40°, 50°]滑坡发育密度最大,(50°, 60°]次之;土地利用类型当中,滑坡主要发育在交通运输用地内;松散岩、软硬相间岩、碎裂



状层状岩等工程地质岩组内更易发生滑坡；断层密度、水系密度越大的区域更有利于滑坡形成；距公路距离越近，人类工程活动越强，对斜坡的破坏作用越强，越易形成临空面，进而引起斜坡上部覆盖层发生滑坡。结合实地调查情况分析，嘉黎县内影响滑坡发育的主要因素为人类工程活动、地形地

貌，其次为工程地质岩组、地质构造等。首先，由于受构造作用和地形地貌控制，区内地势狭长高陡，岩性破碎，为滑坡形成提供了良好的条件。其次，修建国道 G349 大量开挖斜坡，坡脚形成临空面，严重破坏斜坡原有稳定性，形成大量孕灾斜坡，在降雨等因素诱发下，发生大量滑坡。

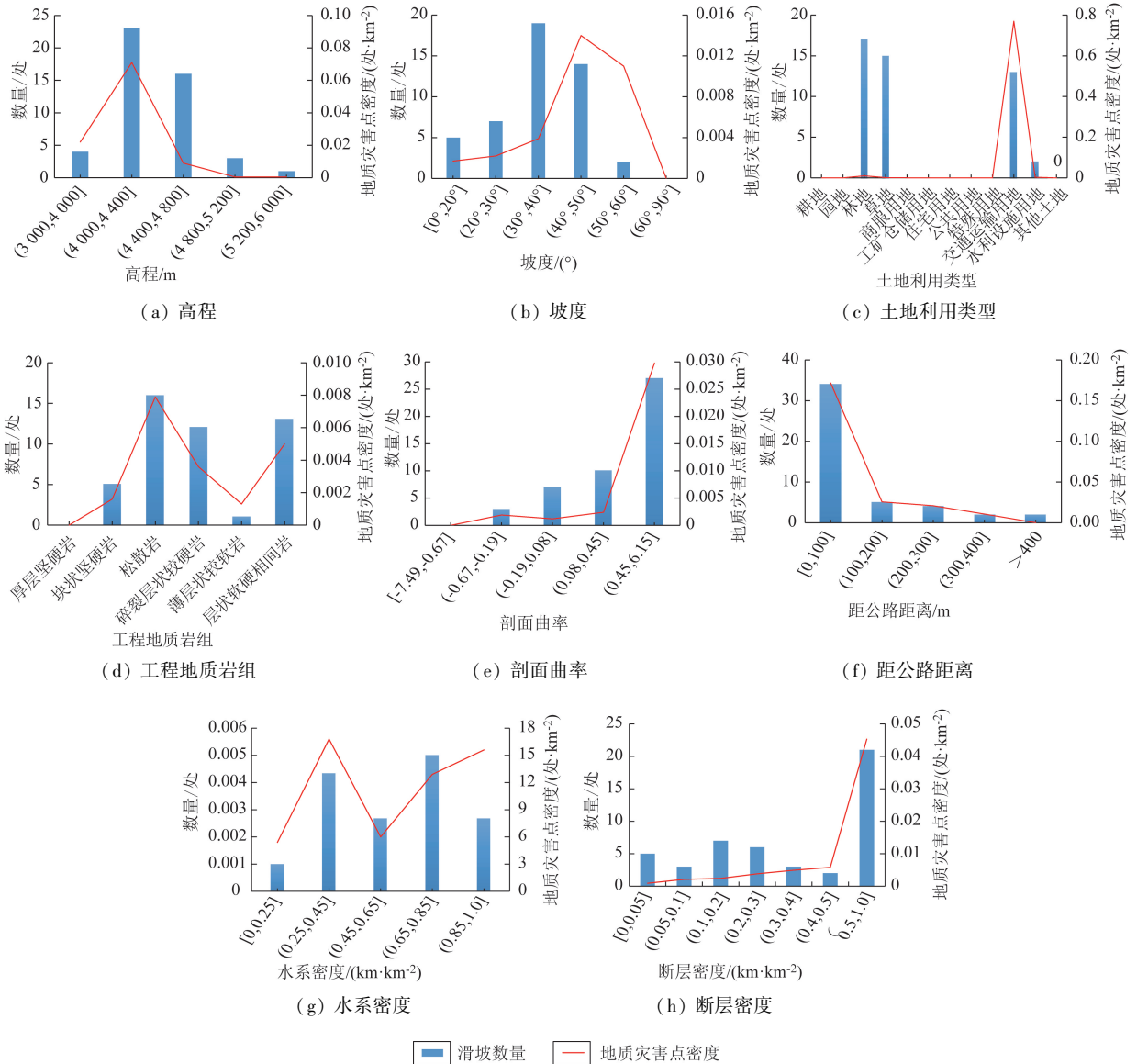


图 4 嘉黎县滑坡与孕灾因子关系

Fig. 4 Relationship between landslide and disaster – pregnancy factors in Jiali County

### 3.4 崩塌孕灾地质条件分析

嘉黎县内崩塌以岩质崩塌为主，少量土质崩塌，主要分布于绒多乡—措多乡，阿扎镇—尼屋乡，嘉黎镇—鸽群乡一带交通主干线附近，呈带状分布，统计各孕灾因子分区内崩塌密度，得到崩塌与孕灾因子关系图(图 5)。

从图中可以看出：各孕灾因子与崩塌的发育均存在着一定的相关性，高程(4 000,4 400] m 崩塌发育密度最大，高程(4 400,4 800] m 崩塌发育数量最多，此区域为人类工程活动最为强烈区域，对坡体破坏作用大；坡度越大，越利于崩塌发育，崩塌多发育于 60°以上的斜坡；距公路越近，工程

活动越强,对斜坡破坏越严重,越利于崩塌发育;断层密度越大,构造作用越强,结构面越发育,越易产生易崩岩体;碎裂状的层状较硬岩和厚层坚硬

岩较易发生崩塌;随着坡面曲率的增大,崩塌发育的可能性增大;林地和草地内发育的崩塌数量最多,交通运输用地内,崩塌发育密度最大。

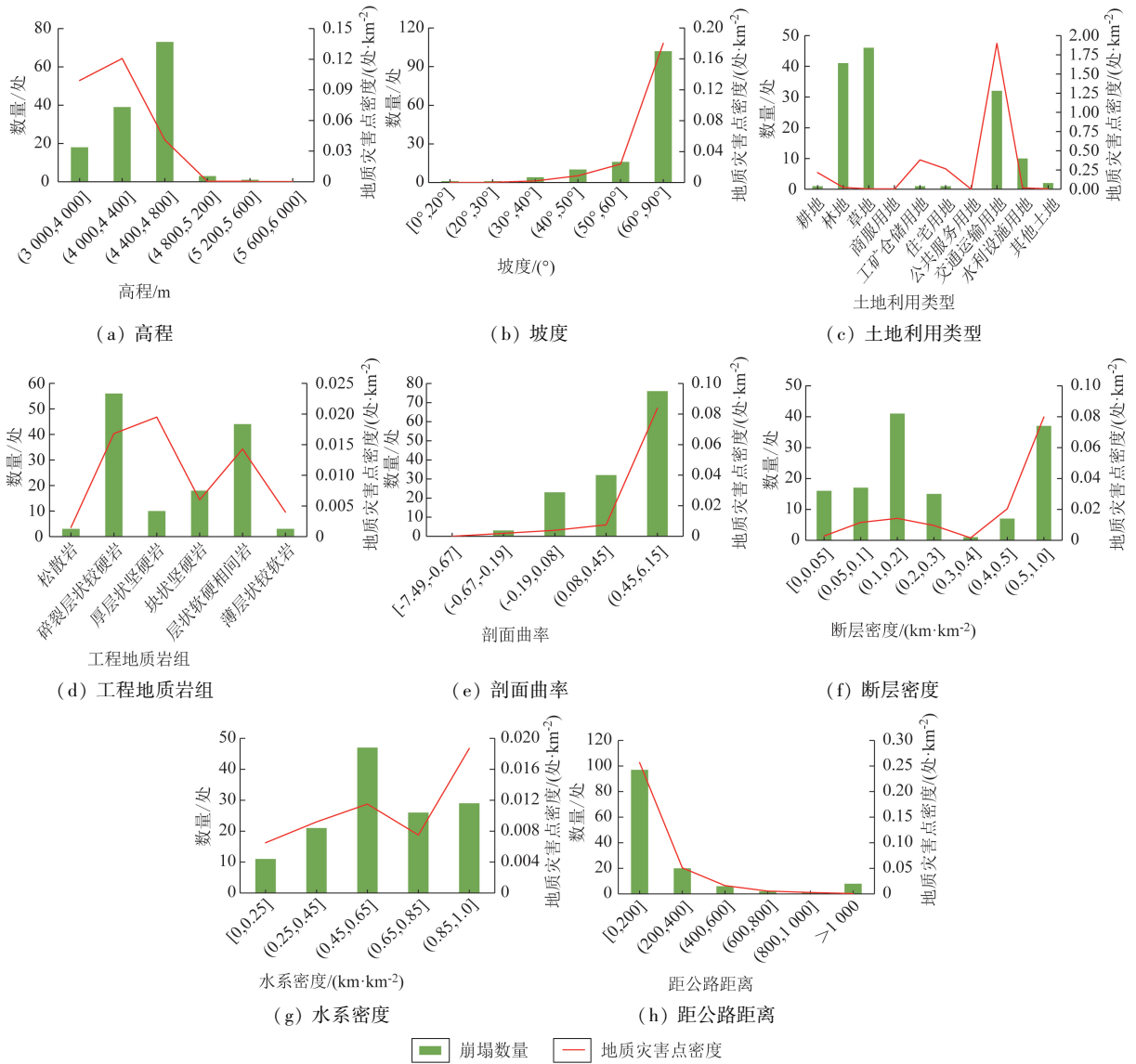


图5 嘉黎县崩塌与孕灾因子关系

Fig. 5 Relationship between collapse and disaster – pregnancy factors in Jiali County

调查发现嘉黎县崩塌主要沿着国道G349和各乡镇主要交通干线分布,影响其发育分布的主要因素为人类工程活动,其次,受构造作用控制形成的高陡地形地貌和结构面极为发育的工程地质岩组也为崩塌的形成提供了便利条件。

综上所述,嘉黎县内崩滑地质灾害主要沿着交通主干线呈带状分布,主要诱发因素为强烈的人类工程活动对自然地质条件的破坏。嘉黎县内由于受强烈的构造作用,形成了地势狭长,地形高陡的地形地貌特点,受此地形条件所限,人类工程活动

多局限于河道两岸的狭长地带,河道两岸地势狭窄,地形陡峭,进行工程活动大量开挖边坡严重破坏斜坡稳定性,形成大量孕灾斜坡,在降雨、地震等条件诱发下,极易发生地质灾害。以修建国道G349为例,受地形所限,国道只能沿着尼屋藏布江、色荣藏布江狭窄的河岸修建,被迫进行大规模的边坡开挖,形成大量的临空面,由于区内构造作用强烈,地形切割大地势陡,坡脚堆积的碎石土极易失稳,形成滑坡。此外,嘉黎县内受构造作用影响,节理裂隙极发育,将岩体切割呈碎块状,碎块石顺结构面崩

落,形成崩塌,威胁下方国道和路过的行人车辆。

### 4 孕灾地质条件分区

通过以上对嘉黎县内地质灾害孕灾地质条件的分析结果显示:人类工程活动、地形地貌、地质构造、工程地质岩组、土地利用类型等是影响嘉黎

县地质灾害发育分布的主要因素。本研究以地貌特征为基础进行分区,再根据县域内崩滑地质灾害发育分布情况细化分区,结合岩土体工程地质岩组、地质构造和人类工程活动等地质条件,对分区进行调整,得到嘉黎县孕灾地质条件分区图。综合考虑县域内各孕灾地质条件和地质灾害发育分布的关系,将嘉黎县孕灾地质条件分为5个区(图6)。

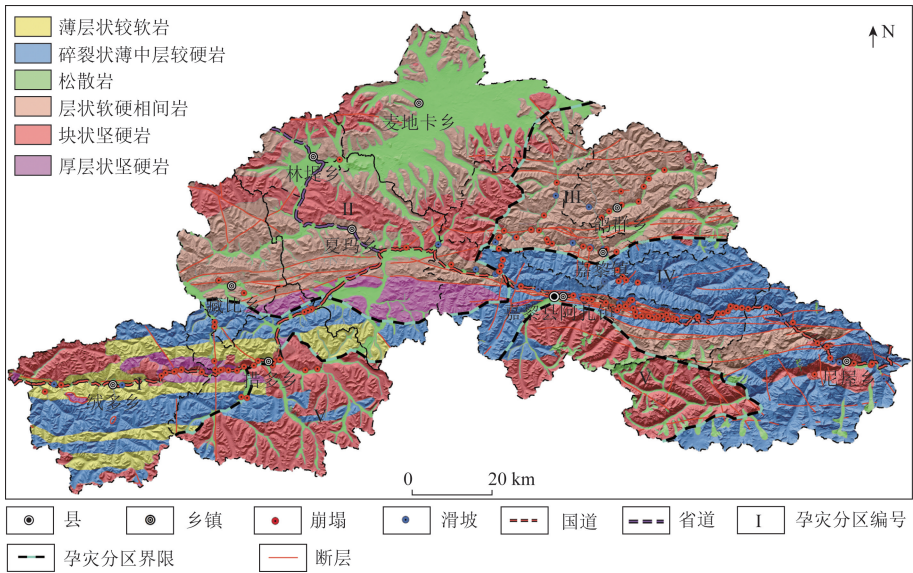


图6 嘉黎县孕灾地质条件分区

Fig. 6 Disaster - pregnancy geological conditions zoning in Jiali County

I 区位于嘉黎县西侧绒多乡—措多乡地区,发育崩塌31处,滑坡4处。区内人类工程活动强烈,国道G349贯穿区域东西,连接绒多乡、措多乡,开挖边坡现象严重,崩滑灾害顺国道分布。地貌以高山地貌为主,地势起伏大,高程4 300~5 900 m,山体高陡、河谷深切,冲沟发育,冲沟纵坡降较陡,地质构造条件较为复杂,岩石破碎严重。区内地层岩性复杂,主要为板岩、千枚岩—片岩、灰岩、砂岩夹大理岩、石英岩和坚硬块状的花岗岩、闪长岩等。岩石软硬悬殊大,抗风化剥蚀能力差异大,使区内陡崖、岩腔发育,局部坡面上松散土较发育。这些因素为本区的地质灾害发育提供了有利的环境条件。因此在强降雨后,本区多会发生崩塌和滑坡,遇暴雨时还会引发泥石流。

II 区位于嘉黎县北西侧的藏比乡—夏玛乡—林堤乡—麦地卡乡一带,国道G349从南侧夏玛乡经过,崩滑灾害顺国道和乡道零星分布,崩塌8处,滑坡4处。区内地势相对较平坦开阔,地貌以低高山、高原湖沼平原为主,高程4 700~5 500 m,地质

构造作用相对较弱。地层岩性主要为软弱—较坚硬薄—中层状砾岩、砂岩、泥岩、板岩夹灰岩及其互层,软硬相间的中—厚层状灰岩夹砂岩、砾岩以及第四系松散土。区内地势相对较缓,地质灾害发育相对较少,主要地质灾害为修路开挖坡脚导致边坡失稳引起崩塌、滑坡,因区内地势相对较缓,沟道纵坡降小,物源少等因素从一定程度上影响泥石流的发生与威胁范围。

III 区位于嘉黎县北东侧的鸽群乡、嘉黎镇地区,区内发育崩塌29处,滑坡12处。区内人类工程活动较强烈,主要包括乡镇建设、村舍建设、省乡级道路建设等,可见大量开挖边坡现象,崩滑主要顺交通干线和村镇分布。地貌以高山、中高山地貌为主,地势起伏大,地形相对较陡,高程4 360~5 810 m。区内地质构造条件较为复杂,节理裂隙等结构面较发育,岩石整体破碎严重。地层岩性主要有软弱—较坚硬薄—中层状砾岩、砂岩、泥岩、板岩、千枚岩夹灰岩及其互层岩组等,岩石软硬相间,抗风化剥蚀能力差异大,局部易形成陡崖、岩腔,斜



坡表面松散堆积大量碎石土,形成不良地质体,为崩滑灾害发育提供了较好的地质环境条件。另外,区内山体高陡、河谷深切,冲沟发育,冲沟纵坡降较陡,坡面光秃而陡峭,并有集中降雨特点,使得区内泥石流较为发育,多以中小型泥石流为主。

IV区位于嘉黎县东侧阿扎镇—尼屋乡地区,为研究区地质灾害最为发育的区域,共发育崩塌65处,滑坡27处。区内人类工程活动极为强烈,国道G349自西向东贯穿阿扎镇和尼屋乡。地貌以极高山、高山峡谷地貌为主,地形切割大,地势狭长陡峭,局部斜坡近似直立,高程3 000~6 870 m。区内构造作用极为强烈,发育的区域性断裂有嘉黎—易贡藏布断裂、嘉黎区—向阳日断裂等,断层走向主要为东西向,断层切割岩体严重,岩体节理裂隙极为发育,岩体多呈碎裂、碎块状,在坡脚堆积大量的碎石土。区内岩性复杂,主要有变质砂岩、板岩、千枚岩、灰岩、白云岩、泥岩等,局部地区见少量的花岗岩、闪长岩,岩石软硬相间,抗风化剥蚀能力差异大,陡崖、岩腔极为发育,为崩塌、滑坡的发育提供了有力的地质环境条件。此外,由于修建国道,大规模的开挖高陡边坡,破坏斜坡原有形态和稳定性,形成大量临空面,每年雨季,在降雨等因素的诱发下,斜坡坡脚堆积的碎石土与破碎的岩体极易沿着各结构面发生滑坡、崩塌。

V区位于嘉黎县南侧措多乡、阿扎镇、尼屋乡部分地区,发育崩塌4处。区内地势高陡,人口稀少,人类工程活动较弱。地貌类型主要为高山和冰川地貌,高程3 690~6 400 m。区内构造作用相对较弱,断层发育较少,岩性主要为块状的花岗岩、闪长岩、安山岩和少量板岩、千枚岩、变质砂岩,岩性整体较完整。受人类工程活动影响较小,仅在措多乡公路附近发育少量崩塌。在尼屋乡西侧,由于常年受冰川作用,发育有多处冰湖溃决型泥石流,规模大,威胁广,是区内主要且需重点监测的地质灾害。

## 5 结论

(1)嘉黎县2018—2023年共发育286处地质灾害,县域内地质灾害分布受人类工程活动、气象水文条件和地形地貌条件等的控制作用较明显,地质灾害分布呈现明显的分区特点。

(2)嘉黎县的崩滑地质灾害主要受人类工程活动、地形地貌、地质构造、工程地质岩组、土地利用类型

等孕灾因子综合作用,其中人类工程活动是其最主要的孕灾因子,崩滑地质灾害主要沿着县域内的主要交通干线和人口聚集地分布,尤以国道G349发育分布最为集中。地形地貌、地质构造、工程地质岩组土地利用类型等也是影响崩塌地质灾害的主要孕灾因子。

(3)综合考虑嘉黎县内各孕灾因子及崩滑地质灾害发育分布的特点,将县域内分为5个孕灾地质分区,详细阐述各地质分区的孕灾条件和地质灾害发育特征。

(4)嘉黎县内地质灾害汛期爆发频率高,规模小,建议按防治紧迫性对灾点进行工程治理,汛期加强监测预警,定期派人巡视。

## 参考文献(References):

- [1] 西藏自治区地质矿产勘查开发局第五地质大队. 西藏自治区嘉黎县1:5万地质灾害详细调查[R]. 2020.  
The Fifth Geological Brigade of the Tibet Geological Survey Bureau. Detailed Investigation Report of 1:50 000 Geological Disasters in Jiali County, Tibet Autonomous Region[R]. 2020.
- [2] 西藏自治区地质矿产勘查开发局第五地质大队,四川省地质矿产勘查开发局川西北地质队. 西藏自治区嘉黎县1:50 000地质灾害风险调查评价报告[R]. 2022.  
The Fifth Geological Brigade of the Tibet Geological Survey Bureau, Northwest Sichuan Geological Team, Sichuan Geology and Mineral Bureau. Report of 1:50 000 Geological Hazard Risk Investigation and Evaluation in Jiali County, Tibet Autonomous Region[R]. 2022.
- [3] 丁俊,魏伦武,秦建华,等. 西南地区地质灾害调查工作的思考[J]. 沉积与特提斯地质,2006,26(3):77-80.  
Ding J, Wei L W, Qin J H, et al. Some thoughts on the geological survey of the geological hazards in Southwestern China[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2006, 26(3): 77-80.
- [4] 张本浩. 嘉黎断裂东部地质灾害InSAR监测技术研究[D]. 西安:长安大学,2022.  
Zhang B H. InSAR Monitoring Technology of Geological Hazards in Eastern Jia Li Fault[D]. Xian: Chang'an University, 2022.
- [5] 陈龙,王军朝,李元灵,等. 藏东南艰险地区地质灾害调查思路与方法论述[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(8):58-64.  
Chen L, Wang J C, Li Y L, et al. Research ideas and methods for geological hazards survey in Southeast Tibet[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018, 45(8): 58-64.
- [6] 任金卫,沈军,曹忠权,等. 西藏东南部嘉黎断裂新知[J]. 地震地质,2000,22(4):344-350.  
Ren J W, Shen J, Cao Z Q, et al. Quaternary faulting of Jiali fault, southeast Tibetan plateau[J]. Seismology and Geology, 2000, 22(4): 344-350.
- [7] 李鸿儒,白玲,詹慧丽. 嘉黎断裂带活动性研究进展[J]. 地球

与行星物理论评,2021,52(2):182-193.

Li H R, Bai L, Zhan H L. Research progress of Jiali fault activity[J]. Reviews of Geophysics and Planetary Physics, 52(2):182-193.

- [8] 刘刚, 燕云鹏, 刘建宇. 青藏高原西部地质灾害分布特征及背景分析[J]. 中国地质调查, 2017, 4(3):37-45.

Liu G, Yan Y P, Liu J Y. Analysis of distribution character and background of geological hazards in western Qinghai-Tibet Plateau[J]. Geological Survey of China, 2017, 4(3):37-45.

- [9] 王东辉, 陈绪钰, 朱德明, 等. 成渝经济区南部城市群孕灾条件与地质灾害发育特征[J]. 地质力学学报, 2016, 22(3):695-705.

Wang D H, Chen X Y, Zhu D M, et al. Formation conditions and spatial distribution of geo-hazards in southern urban agglomeration of Chengdu-Chongqing economic zone[J]. Journal of Geomechanics, 2016, 22(3):695-705.

- [10] 陈琳. 屏山县地质灾害防治工作的思考[J]. 资源与人居环境, 2021(10):45-47.

Chen L. Thoughts on the prevention and control of geological disasters in Pingshan County[J]. Resources and Habitant Environment, 2021(10):45-47.

- [11] 李松, 张永军, 王睿宗, 等. 基于GIS的白龙江流域甘肃段地质

灾害易发性评价[J]. 甘肃地质, 2015, 24(4):68-73.

Li S, Zhang Y J, Wang R Z, et al. Geological hazard susceptibility evaluation based on GIS in Bailongjiang River basin, Gansu Province[J]. Gansu Geology, 2015, 24(4):68-73.

- [12] 陈冠, 孟兴民, 郭鹏, 等. 白龙江流域基于GIS与信息量模型的滑坡危险性等级区划[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2011, 47(6):1-6.

Chen G, Meng X M, GUO P, et al. Landslide susceptibility mapping based on GIS and information value model in Bailong river basin[J]. Journal of Lanzhou University: Natural Sciences, 2011, 47(6):1-6.

- [13] 张公, 刘承勇, 黄继超, 等. 基于GIS技术的修武县地质灾害易发性分析[J]. 地下水, 2018, 40(1):124-125, 176.

Zhang G, Liu C Y, Huang J C, et al. Geological hazard susceptibility analysis based on GIS in Xiuwu County[J]. Ground water, 2018, 40(1):124-125, 176.

- [14] 董毅兵, 郁文, 张仲福. 基于GIS的地质灾害易发性分区评价——以甘肃省会宁县为例[J]. 中国地质调查, 2020, 7(3):89-95.

Dong Y B, Yu W, Zhang Z F. Susceptibility zoning of geological disasters based on GIS: A case of Huining area in Gansu Province[J]. Geological Survey of China, 2020, 7(3):89-95.

## Analysis of the disaster – pregnancy geological conditions of collapse and landslide based on GIS: A case study of Jiali County in Tibet

SUN Xiaoyong, WEI Long, TANG Hua, LIU Zichang

(The 10th Geological Brigade of Sichuan, Sichuan Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Jiali County has strong tectonic action, steep terrain, and poor geological environment conditions. The original terrain was destroyed by the construction of national highway G349 from 2018 to 2022, resulting in a sharp increase in the number of geological disasters in the county. The occurrence rate of geological hazard is high during flood period and heavy rain period. This paper fully collected the geological disaster data of Jiali County from 2018 to 2023 to analyze the distribution of geological disasters and disaster – pregnancy geological conditions in detail, based on field investigation and GIS platform. The analysis of disaster – pregnancy geological conditions mainly selects landform, geological structure, stratigraphic lithology, land use type and human engineering activities. And disaster – pregnancy factors include elevation, topography, profile curvature, fault density, water density, engineering geological rock group, land use type and distance from highway. The results show that the most important disaster – pregnancy geological conditions in the county are human engineering activities, topography, geological structure, engineering geological rock group and land use type. According to the characteristics of the geological conditions in the region, the county was divided into 5 disaster zones, and the distribution and development law of geological disasters and the characteristics of geological conditions in each zone were expounded in detail. The analysis of disaster – pregnancy geological conditions in Jiali County is helpful to understand the development law of geological disasters, and establish the geological disaster prevention and risk management system, which could provide basic references for geological disaster prevention and management and territorial space planning.

**Keywords:** Jiali County; collapse and landslide geological disaster; disaster – pregnancy geological conditions; disaster – pregnancy zoning; disaster – pregnancy factor

(责任编辑: 王晗)