

# 赣南地区地质灾害发育特征分析及应急处置措施

李海潘<sup>1,2</sup> 刘学亮<sup>1,2\*</sup>

1 江西省地质局第七地质大队 2 赣州市地质灾害防治重点实验室

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2335

**[摘要]** 赣州市位于江西省南部山地丘陵区,雨量充沛,地质灾害频发,地质灾害规模绝大部分都是小型,但是数量多,具有突发性和群发性的特点,同样也造成了不同程度的危害。在全市国土总面积中,山地与丘陵面积约32673km<sup>2</sup>,占比为80.98%。地质灾害体的物质成分以土体为主,岩土体为辅。地质灾害多与过程降雨关联密切,也受地质环境条件影响很大,影响地质灾害发生的地质环境因子主要有地形地貌、岩土体条件、人类工程活动等。本文对赣南地区地质灾害发育特征进行了分析,并有针对性的提出了应急处置措施。

**[关键词]** 赣南地区; 地质灾害; 发育特征; 应急处置

中图分类号: P5 文献标识码: A

## Analysis of the Development Characteristics of Geological Disasters and Emergency Disposal Measures in Gannan Area

Haipan Li<sup>1,2</sup> Xueliang Liu<sup>1,2\*</sup>

1 The Seventh Geological Brigade of Jiangxi Bureau of Geology. LTD

2 Key Laboratory for Geohazard Prevention and Control of Ganzhou City

**[Abstract]** Ganzhou City is situated in the hilly and mountainous region of southern Jiangxi Province, characterized by abundant rainfall and frequent geological hazards. Although most of these hazards are small in scale, their high frequency, abrupt and clustered occurrences still result in varying degrees of harm. Mountains and hills cover approximately 32,673 km<sup>2</sup>, accounting for 80.98% of the city's total land area. The material composition of geological hazard bodies is predominantly soil, supplemented by rock and soil mixtures. Geological hazards are closely associated with process rainfall and are significantly influenced by geological environmental conditions, with key factors including topography, geotechnical material properties, and human engineering activities. This paper analyzes the development characteristics of geological hazards in the Gannan region and proposes targeted emergency response measures accordingly.

**[Key words]** Southern Jiangxi region; geological hazards; development characteristics; emergency response

### 引言

受极端性、灾害性气象等自然条件的影响,加之人类在工程建设活动和各种资源开发活动中不断扩张,给我国地质环境带来了巨大破坏,造成了严重后果。同时,地质灾害发生的频率也在不断上升<sup>[1]</sup>。南方低山丘陵区涵盖我国长江流域以南、珠江流域以北的广大区域,涉及浙江、福建、江西、湖南、广东、广西等多个省份,总面积约120万km<sup>2</sup>,占全国陆地面积的12.5%。该区域地形起伏较大,地质构造复杂,气候湿润多雨,加之人类工程活动日益频繁,地质灾害呈现出高发、频发、群发的特点。据统计,近10年来该区域发生的滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害占全国总数的60%以上,造成的直接经济损失年均超过200亿元。因此,深入研究南方低山丘陵区地质灾害特征,构建科学有效的

防治体系,对于降低灾害风险、保障区域发展具有重要的现实意义。

目前,国内外学者已对南方低山丘陵区地质灾害开展了大量研究,在灾害成因机制、监测技术等方面取得了诸多成果,但针对地质灾害发育特征与风险等级的系统性关联研究仍有待深化。本文基于实地调研数据、地质灾害详查资料及相关统计数据,以赣南地区地质灾害发育情况为研究对象,从多维度解析地质灾害特征,为精准防治提供依据。

### 1 赣南地区地质灾害概况

#### 1.1 地质灾害灾情

据赣州市自然资源局相关统计数据,自1998年有记录以来,共发生地质灾害22793起。共造成170人死亡,595人受伤,倒塌房

屋18968间, 毁坏房屋25246间, 毁坏稻田39122.4亩, 直接经济损失33749.49万元。

据不完全统计<sup>[2]</sup>, 截至2022年12月, 赣州市有相关调查记录的已发生地质灾害事件共计8469处, 包括崩塌2309处, 滑坡5971处, 泥石流25处, 地面塌陷164处。灾害点规模以小型为主, 灾害点类型以滑坡为主。灾害主要发生在山地丘陵地带, 分布不均匀。

### 1.2 赣南地区灾害类型概况

赣南低山丘陵区地质灾害类型以滑坡、崩塌为主, 两者合计占区域地质灾害总数的90%以上, 此外还存在少量地面泥石流、地裂缝、地面塌陷等灾害类型。该区域地质灾害的发生与区域自然环境及人类活动密切相关: 自然方面, 区域主要为山地丘陵, 以变质岩、侵入岩等为主的岩土体易风化破碎, 形成丰富的松散固体物质, 加之年降水量大(年均1200-2000mm), 且集中在汛期(5-9月), 强降雨易诱发地质灾害; 人类活动方面, 不合理的土地利用、公路铁路建设、矿产开采等工程活动破坏了地质环境的稳定性, 加剧了灾害发生的概率。

### 1.3 地质灾害及隐患类型

截至2024年4月20日, 全市地质灾害隐患点共20945处。按险情分类, 中型18处(除2处未开展工程治理, 其余16处均开展了工程治理), 其余均为小型。共威胁33090户170107人, 威胁财产661824.55万元。从灾害隐患类型上来看, 地质灾害隐患类型有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等, 主要以崩塌、滑坡为主。地质灾害隐患点从行政区域上主要分布于于都、赣县、兴国、寻乌、瑞金、宁都、会昌等地, 隐患点总数在1000处以上。

## 2 地质灾害的发育特征

### 2.1 地质灾害与地形地貌的关系

赣南地区是中国南方典型的丘陵山地地形, 也是全国滑坡地质灾害的高发区之一。其滑坡的发生与南方特色的低山丘陵地貌和孕灾环境密切相关。赣南地区广泛分布的陡坡(通常大于 $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$ )为滑坡提供了最基本的势能条件。坡高和相对高差决定了潜在地灾隐患体的规模和势能。虽然赣南以丘陵为主, 绝对海拔不高, 但相对高差大(数十米至数百米), 这为中小型崩塌滑坡提供了足够的滑动空间和能量。坡度越大, 岩土体下滑的剪切应力就越大, 稳定性越差。特定的微地貌组合是识别古滑坡和潜在不稳定斜坡的重要标志。具体表现有三种形式:

①上陡下缓的“靴状”地形: 上部较陡的侵蚀坡与下部较缓的堆积坡结合, 常是古老滑坡体的地貌特征, 在强降雨等条件下易再次活动。

②坡脚侵蚀: 河流、溪流对坡脚的侧向侵蚀和冲刷, 相当于移走了坡体的“脚”, 直接削弱了坡体的支撑, 极易诱发上方坡体失稳, 形成崩塌滑坡。

③马鞍形微地貌: 斜坡单位的微地貌呈凹状的马鞍形时, 易于汇水, 降雨时地表水长期汇集、浸泡, 造成凹状地形处的岩体相较于两侧山体的岩体风化更强烈, 形成差异风化, 容易在暴雨情况下诱发山体滑坡。

### 2.2 崩塌与岩土体类型的关系

#### 2.2.1 土质崩塌

土质崩塌的运动形式主要为坍滑型和崩岗侵蚀型, 坍滑型主要出现在厚大的第三、四系的高陡土质人工切坡, 主要表现为降雨入渗导致土体饱和, 强度骤降; 干湿循环加剧土体开裂导致坍滑。滑崩岗侵蚀型主要位于花岗岩全风化层, 花岗岩全风化遇水抗剪强度降低, 随侵蚀发展, 土壤性质恶化, 颗粒粗骨质化, 降雨径流冲刷、下渗, 导致土体崩解、潜蚀, 形成崩岗。

#### 2.2.2 岩质崩塌

岩质崩塌的破坏特点主要是沿结构面滑移, 坚硬岩体被多组结构面(节理、断层等)切割, 降雨入渗时, 结构面被水软化或在震动等外力作用下, 岩块失稳危岩体或楔形体崩落。

#### 2.2.3 岩土质混合崩塌

岩土质混合崩塌运动形式主要体现为坍滑型, 岩土体结构为上土下岩(“土质边坡+下部岩质边坡”的混合结构)或强烈风化层, 上部土体受降雨入渗增重和软化, 推动下部风化岩层失稳, 破坏规模较大, 影响范围广

### 2.3 滑坡与岩土体类型的关系

#### 2.3.1 土质滑坡

土质滑坡主要由残坡积层、全风化层等松散土体组成, 滑面通常位于土体内部, 滑坡形态多样, 包括半圆、舌形、矩形等, 规模多数为小型, 多发生在雨季或持续降雨后, 雨水渗入土体导致土体含水量增加, 抗剪强度降低:

①松散土体滑坡: 滑坡主要表现为蠕滑拉裂, 主要发生于填土、冲洪积粘性土、堆积体、软化程度较高的松散沉积岩, 首先表现为地表浅层的蠕滑, 导致坡体后部拉裂, 造成坡体前缘剪应力集中而变形, 滑面形态多为圆弧或类圆弧状, 滑坡规模取决于堆积体规模。

②厚大均质土体(类土质)滑坡: 以全风化花岗岩为例, 侵入岩岩组风化层较厚, 赣南地区花岗岩全风化厚度大多有十几米, 甚至二十多米也常见, 由于全风化花岗岩的易控性且天然状态下较好的稳定性, 花岗岩地区的建房切坡都较高陡, 降雨渗入表层土体内及强风化花岗岩裂隙内, 全风化花岗岩遇水易崩解, 小崩小塌在全风化花岗岩常见, 遇水长期作用下, 致使岩土体有效凝聚力急剧降低, 当有效凝聚力降低到不能维持边坡整体稳定时, 易形成较大滑坡。

③软弱土体滑坡: 主要是由于赣南地区广泛分布的花岗岩、变质岩等岩层风化强烈, 形成厚层松散软弱的残坡积土, 构成了灾害的物质基础。在地表和地下径流的搬运沉积作用下, 将产生较多粘滑的颗粒, 降雨情况下多呈软塑甚至淤泥质土状态。在人工切坡等人为因素扰动下则将显著加速失稳进程。

#### 2.3.2 岩质滑坡

岩质滑坡多为顺层滑坡, 与岩层产状和坡向相关。当岩层面与倾向一致, 且岩层倾角小于坡度时, 因降雨、风化等因素, 在重力作用下沿节理等软弱结构面发生滑动。

①红层碎屑岩缓倾角岩质滑坡: 发生在红层碎屑岩地区,

且岩层倾角相对较缓(通常在 $10^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ 之间)的岩质滑坡,主要发生在砂、泥岩互层的斜坡中,特别是在砂泥岩接触面容易产生层间错动带,滑坡的坡度较缓,降雨是诱发滑坡的主要因素。

②梓山组地层滑坡:岩性主要为砂岩夹薄层炭质页岩,属于软硬相间岩层,差异风化使炭质页岩更容易形成软弱夹层,形成了潜在的滑动带。尤其是梓山组的软弱夹层中的黏土矿物,往往具有遇水膨胀失水收缩的特性,也有润滑的特性,在长期的反复胀缩的条件下,导致土体松散强度低,强降雨形成的地表水沿着节理裂隙或岩层面下渗,当地下水充满了挤压破裂带和软弱结构面时,软化结构面土体,造成土体抗剪强度迅速降低,从而诱发滑坡。

③弯曲拉裂型滑坡(切层滑坡):主要发生于陡立顺倾或反倾变质岩或红层中,在陡倾或反倾层状岩体重力作用下,层状岩体发生延性弯曲而最终折断形成贯通性破坏面,此类滑坡一般形态不规则,规模一般较小。

④楔形体滑塌:岩质边坡两组或多组节理裂隙相交形成楔形体,强降雨条件下易沿节理裂隙面产生滑移。

### 2.3.3基覆界面滑坡

基覆界面滑坡:多以变质岩组中的土质滑坡为主,变质岩组节理裂隙稍发育,岩石抗风化强度一般,土层较厚,在坡陡或较高陡坡脚临空地段,由于雨水渗入作用,使得岩土体(破碎风化岩)顺基岩接触面形成滑坡。

### 2.4地质灾害与人工切坡的关系

受地质条件影响,90%的人工高边坡安全性达不到规范要求<sup>[3]</sup>从收集已发生滑坡灾害的数据,对有相对记录准确的自然斜坡数据进行统计分析,可以发现,随着自然斜坡坡度的增加,滑坡灾害也随之增加,当坡度达到一定程度时,地质灾害逐渐减少。

通过统计分析可以发现,滑坡地质灾害的发生主要发生在自然斜坡坡度在 $25^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ 之间的斜坡上(图1)。在切坡建房过程中,由于自然斜坡坡度越陡,要获得更大的建房场地,上部自然斜坡没有更多的放坡空间,必然人工切坡坡度就越陡,进而更易引发地质灾害的发生。

通过对收集的5333处已发生滑坡灾害点进行统计分析,从灾害发生数量上来看,人工切坡坡度绝大部分在 $55^{\circ}$ ~ $75^{\circ}$ 之间,以 $55^{\circ}$ ~ $65^{\circ}$ 之间最多(图2)。从灾害点变化趋势上来看,当人工切坡坡度大于 $55^{\circ}$ 以上时,滑坡灾害的数量变化较大(图3)。进一步对切坡高度进行统计分析,发生滑坡灾害的人工切坡高度主要集中在5~10m范围内(图4)。

### 2.5降雨与地质灾害的成因分析

降雨是诱发滑坡失稳的主要因素之一<sup>[4-7]</sup>,赣州市降雨量空间分布不均匀,特别是台风天气,常伴随着强降雨过程。从整体上看,暴雨集中地带崩塌空间分布密集,降雨量越大,崩塌活动就强烈,崩塌主要发生在6~9月。连续阴雨加暴雨、暴雨过程及台风期大面积降雨过程是滑坡活动的主要时间段。同一年度滑坡活动的时间主要分布在5~9月间,总体上呈正态分布形式。区

域性滑坡活动同长历时强降雨过程密切相关,由于降雨动态变化的影响,使得降雨性滑坡的活动呈现时高时低与时强时弱的周期性变化特征,滑坡灾害在3~4月弱降雨时呈现为孕育期,5~9月强降雨呈现高发期。地面塌陷主要为覆盖型岩溶区,在长期降水或暴雨期间,地下水量增加,流速加大,对岩溶充填物的潜蚀作用增强并随水带走,对上覆土层的侵蚀形成土洞,土洞不断加大,土体失稳形成塌陷。在干旱期地下水位大幅下降,减少地层托浮力,在自重的压力作用下,也会产生地面塌陷。

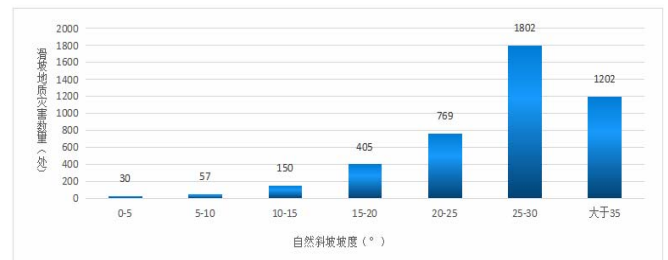


图1 滑坡发生自然斜坡坡度柱状图

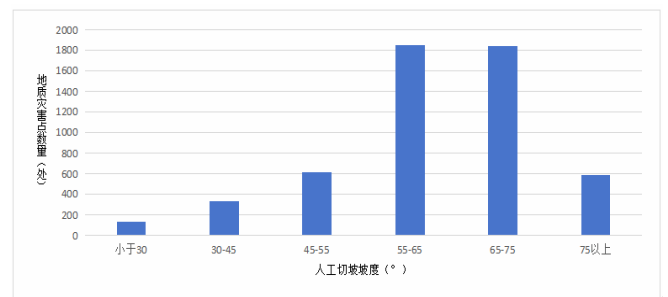


图2 滑坡发生的人工切坡坡度柱状图

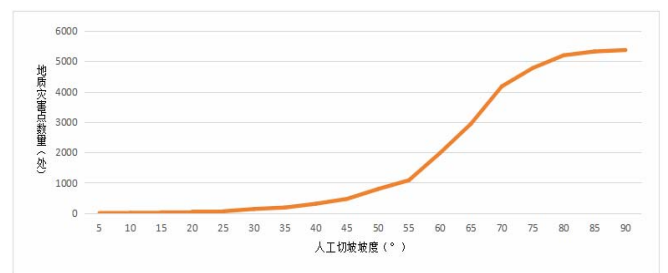


图3 滑坡数量与人工切坡坡度变化图

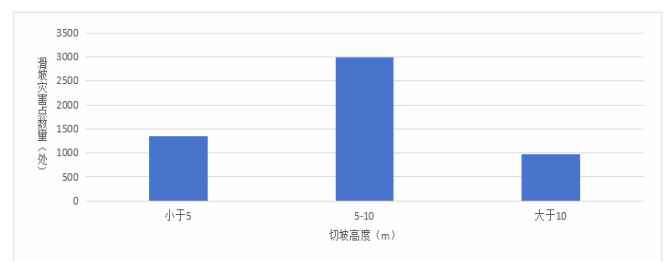


图4 滑坡灾害与切坡高度柱状图

## 3 近几年地质灾害治理取得成效

自2012年以来,截至2024年10月,共投入6.62亿元用于地质

灾害治理工程项目,其中下达中央资金4.5亿元,省级财政资金1.45亿元,市县级财政0.52亿元,共部署实施了219个地质灾害防治项目,项目类型包括工程治理、综合治理及能力建设简易治理工程,预计通过治理核销地质灾害隐患点1443个,保护人口50514人,保护财产16.42亿元。

完成及部署实施地质灾害工程治理项目77个,投入治理资金2.24亿元(其中中央资金13303万元,省级资金4091万元,市级资金2669万元,县级资金1827万元,其他资金532万元),通过项目实施可保护受威胁人数22823人,保护受威胁财产5.8亿元;已竣工项目37个,正在施工项目12个,已立项尚未开工项目22个,批准灾后重建项目6个。完成排危除险项目2个,投入资金114.0万元,保护受威胁人数29人,保护受威胁财产180万元;实施应急治理项目19个,投入项目资金1475.9万元,保护受威胁人数1790人,保护受威胁财产10.2亿元。通过移民搬迁、空心房整治等措施完成核销地质灾害隐患点462处、搬迁避让人员3458人。

#### 4 地质灾害应急处置

应急处置措施主要包括以下几个方面

(1)对受威胁的人员进行转移安置,并对房门进行加锁,防止人员回流。

(2)会同技术支撑单位及相关部门划定危险区,并设置警示牌,拉好警戒线,并对危险区进行封堵,交通管制、治安巡逻,禁止危险区内有人员居住、通行,并对危险区内的供电设施进行拉闸停电。

(3)将有关险情信息通知受威胁群众,并对附近居民进行宣传告示。

(4)对划定危险区域范围内进行24小时值班值守,重点对危险区域、设立警戒线范围内、周边群众进行巡查,确保危险区域范围内不得有无关人员活动。

(5)委派专业技术单位在危险区范围外对地质灾害隐患体及周边进行专业监测,若发现险情,及时向有关部门汇报。

#### 5 结语

通过对赣南已发生的地质灾害进行统计,分析各种地质灾害所对应的工程地质岩组,可以发现,崩塌、滑坡灾害主要发生在变质岩和侵入岩的土层或风化层中。从发生时间来看,赣州市

地质灾害主要发生在3-6月,由于短时强降雨或者连续降雨,水的作用,是引发灾害发生的关键因素。人类工程活动主要是切坡活动,以往灾害统计结果表明,切坡活动是引发崩塌、滑坡的最主要因素。由于赣州市地质灾害规模基本以小型为主,地质灾害数量多,崩塌、滑坡灾害的规律基本清晰。通过分析研究赣州市地质灾害成因,特别是不同岩土体地质灾害的特征,以及地质灾害的变形特征,对于突发地质灾害的应急处置有着一定的指导意义。

江西省地质局研究项目:江西赣南花岗岩地区地质灾害临界降雨量阈值研究。

#### [参考文献]

[1]刘传正,沈伟志,黄帅.中国地质灾害预防应对战略思考[J].灾害学,2022,37(3):1-4,11.

[2]何寒舟,刘学亮.赣州地区地质灾害发育特征分析[J].地下水,2024,46(2):152-156.

[3]谭银龙,许万忠,曹家菊,等.基于Midas-GTS的三峡库区金鸡岭滑坡成因机制与稳定性分析[J].水文地质工程地质,2023,50(1):113-121.

[4]熊坤,易武,王力,等.三峡库区八字门滑坡变形破坏机理分析[J].中国地质灾害与防治学报,2019,30(5):9-18.

[5]李德营,徐勇,殷坤龙,等.降雨型滑坡高速运动与堆积特征模拟研究:以宁乡县王家湾滑坡为例[J].地质科技情报,2019,38(4):225-230.

[6]黄晓虎,易武,龚超,等.开挖致使古滑坡复活变形机理研究[J].岩土工程学报,2020,42(7):1276-1285.

[7]马凤山,李国庆,张亚民,等.西气东输管道靖边-延川段地质灾害遥感识别及危险性评价[J].工程地质学报,2008,16(增刊1):138-144.

#### 作者简介:

李海潘(1982--),男,汉族,江西于都人,本科,高级工程师,主要从事地质灾害防治、矿山生态环境修复等方面的应用研究。

#### \*通讯作者:

刘学亮(1990--),男,汉族,江西赣州人,本科,高级工程师,主要从事地质灾害防治、区域地质灾害调查等研究工作。