

# 区域性地质灾害风险调查评价及防治措施

周密林

广东有色金属地质局水文地质队

**摘要：**风险管理是风险来源、风险评价和风险应对的基础策略。为了评价河源市区域性地质灾害风险，本文从风险评价的角度入手，简述地质灾害风险性现状，论述了地质灾害风险评价与区划、地质灾害发育特征与分布规律，对区域性地质灾害风险性进行了评价，以及不同地质环境条件下地质灾害风险防治措施，对地质灾害风险评价具有一定的参考意义。

**关键词：**地质灾害；风险调查评价；防治措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.024

## 一、引言

由于河源市近些年人类工程活动的频增，各种道路交通、房屋建设等的开展，对调查区的地质环境产生了较大的影响，加之极端天气频发，易诱发新的地质灾害。本文在综合地质调查基础上结合河源市区域性地质灾害特征的发育特征与分布规律及孕灾地质条件，论述地质灾害风险性，从防治等级和区划等角度提出了相应防治措施。

## 二、地质灾害发育特征与分布规律

该区域地质灾害发育特征与分布规律是以区内868处地质灾害（隐患）点（截至2022年12月数据）为数据基础进行分析。

### （一）地质灾害发育特征

从类型上，区内地灾点分为斜坡类地灾（856处）和地面变形类地灾（12处），其中斜坡类地灾包括滑坡507处、崩塌347处、泥石流2处；地面变形类地灾包括地面塌陷10处、地面沉降2处。可以得知，区内地灾点类型以滑坡和崩塌为主，占总数的98.39%。

根据《地质灾害风险调查评价技术要求（1：50000）》（试行），区内868处地灾点规模可划分为中型4处、小型864处；根据《广东省地质灾害特征认定和分级标准》（2021），区内868处地灾点规模可划分为特大型2处、大型8处、中型69处、小型789处。可见区内地灾点规模以小型为主。

从构成孕灾体的岩土体类型分析，区内地灾点可分为岩质、土质和岩土复合类，其中岩质类有30处（3.46%），土质类有808处（93.09%），岩土复合类有30处（3.46%），可见区内地灾点岩土体类型以土质为主。

### （二）地质灾害分布规律

在空间上，河源市5县1区中源城区有5处、东源县112处、和平县80处、龙川县249处、连平县150处、紫金县272处，可见区内地灾点主要分布在紫金县和龙川县，其次是连平县和东源县，和平县和源城区相对较少。

从地灾发生时间来看，区内地灾高发期与强降雨发生时间相吻合。河源市降雨主要集中在3—9月，7个月降雨量占全年总降雨量84.62%（1991年—2021年数据），月平均最大降雨量为6月（314.7mm）。通过对

868处地灾发生时间的统计，其发生时间主要为5—8月（图1）。可见地灾发生时间与灾害性暴雨时间基本同步。降雨不但可以软化岩土体内部滑动带，致使岩土体达到饱和状态，而且增加了坡体自重，使其沿节理裂隙下渗运移，改变了斜坡内部应力状态，应力局部集中，致使坡体局部出现各种变形<sup>[2]</sup>。

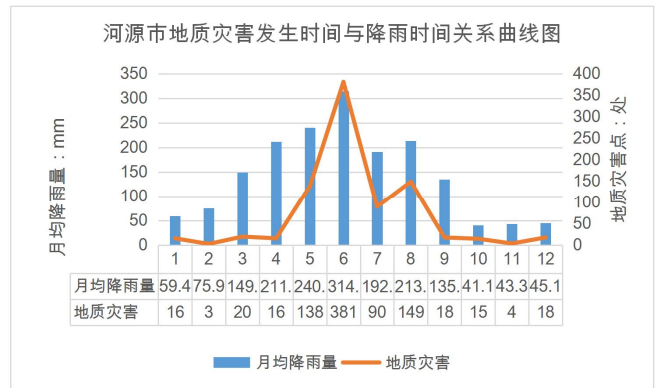


图1 河源市地质灾害发生时间与降雨时间关系曲线图

## 三、孕灾地质条件

地质灾害的形成与其所处的地形地貌、地质构造、工程地质岩组、斜坡结构、水文地质条件、人类工程活动、植被覆盖率等地质环境条件密切关系，下面从地形地貌、地质构造、工程地质岩组、人类工程活动四个方面简述其关系。

### （一）地形地貌

根据统计分析，区内地灾点主要集中在丘陵区，该区域内人口密集，削坡建房、切坡修路等人类工程活动强烈，为崩塌和滑坡地灾主要分布区，不同地貌单元地灾发育情况统计见表1。

表1 河源市不同地貌单元地灾点统计表

地貌分区	面积 (km <sup>2</sup> )	占比 (%)	地灾 (处)	占比 (%)
山地	2266.41	14.48	27	3.12
丘陵	12144.17	77.59	777	89.52
岩溶盆地	935.51	5.98	58	6.68
河谷平原	307.81	1.97	6	0.69

### （二）地质构造

区域地质构造对地灾的形成发育的影响表现为：一是控制地貌的形成发育，在低山和丘陵区临空面发育，易发生崩塌、滑坡等地灾；二是改变了岩土体的结构、物理性质和力学强度，尤其在褶皱轴部、转折端、断裂带及其两侧，风化层厚、岩石破碎、裂隙发育，易发生岩土体崩滑；三是岩层产状与斜坡产状关系，当岩层的倾向与斜坡坡向一致或相近且岩层倾角较大时，易产生岩土体崩滑。通过区内地灾与构造距离分级统计得知，868处地灾点有643处位于断裂带5km范围内，占74.08%。可见存在构造影响时，地灾分布与断裂构造活

动关系密切<sup>[3]</sup>。

(三) 工程地质岩组

岩土体是地灾产生的物质基础，其类型、性质、结构及构造特征对地灾的发育有着重要影响。通过区内地灾点与工程地质岩组分级统计得知，868处地灾点主要分布在块状较硬~坚硬侵入岩组和层状较硬碎屑岩组中，分别为422处、198处，占总数的48.62%、22.81%。可见斜坡岩土体结构决定了斜坡变形破坏的方式和软弱结构面的位置，对崩滑面的位置具有明显的控制作用<sup>[4]</sup>。

(四) 人类工程活动与地质灾害

人类工程活动是区内地灾发生的另一个主要诱发因素。近年随着河源市深入践行“绿水青山就是金山银山”理念，加快培育“五大产业”，大力实施“七大行动”，区内人类工程活动日趋强烈，尤其是削坡建房和各种等级的修(改、扩)建公路等活动明显增多。根据调查评价统计分析，区内868处地灾点与人类工程活动直接相关的有867处，自然成因为主的仅1处。按承灾对象类型，主要为居民点733处(84.45%)，其次为学校

103处(11.87%) (见表2)。

表2 河源市地质灾害承灾对象类型分类表

类别	居民点	学校	道路	其他
数量(处)	733	103	18	14
百分比(%)	84.45	11.87	2.07	1.61

四、地质灾害风险评价

地质灾害是多重影响因子综合作用的产物，且各因素贡献程度存在明显差别，因此明确众多因素对地质灾害易发性的影响量是地质灾害评价的关键点<sup>[5]</sup>。本文的地质灾害风险评价是基于ArcGis软件、采用信息量模型法，分别对易发性、危险性、易损性和风险性进行评价。

(一) 地质灾害易发性评价

河源市地质灾害易发性评价包括斜坡类和岩溶塌陷地质灾害易发性评价。其中斜坡类地质灾害易发性评价是根据《广东省地质灾害风险调查评价因子选取指引》，结合河源市实际情况，在地灾点基础上，选取坡度、坡形、地形起伏度、地质构造、岩土体类型、植被覆盖率、土地利用类型等7个地质灾害评价因子作为斜坡类地质灾害易发性评价指标(见表3)。

表3 斜坡类地质灾害评价因子信息量和权重取值表

因子类型	分级	权值分配
坡度	≥60°、45°~60°、30°~45°和<30°四级	0.15
坡形	凸形坡、直线形坡、凹形坡3类	0.1
地形起伏度	<10m、10~20m、20~30m、30~50m和≥50m五级	0.1
岩土体类型	砂、砾石及黏土多层土体、层状较软变质岩组、层状较软红层岩组、层状较硬碎屑岩组、层状中~强岩溶化较硬碳酸盐类岩组、块状较硬~坚硬侵入岩组六级	0.25
地质构造	<500m、500~1000m、1000~2000m、2000~5000m和≥5000m五级	0.1
植被覆盖	<0.2、0.2~0.3、0.3~0.4、0.4~0.5、0.5~0.6、0.6~0.7、≥0.7七级	0.1
土地利用类型	耕地、水域、园地、建设用地、林地、草地和其他7类	0.2

岩溶塌陷的诱因众多、错综复杂，各影响因素之间没有截然的界限且均呈现一种复杂的非线性动态特征，但是各影响因素之间又具有明显的相关性和归类性。本文通过对河源市岩溶塌陷条件的分析，从地灾点密度、岩溶发育条件、覆盖层条件、地下水动力条件4个基础条件建立岩溶塌陷易发程度评价指标体系(见图2)，采用定性与定量相结合的方法较全面地反映岩溶塌陷的多因素作用。

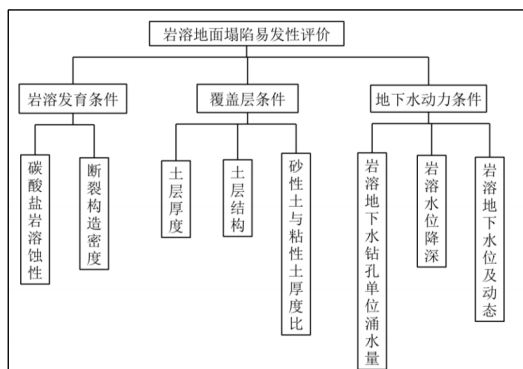


图2 岩溶塌陷易发程度评价指标体系图

综合斜坡类和岩溶塌陷地质灾害易发性，得到地质灾害综合易发性分区评价，结果见表4。

表4 综合易发性分区结果表

易发性分区	面积/km <sup>2</sup>	占比(%)
高易发	2698.72	17.24
中易发	8525.62	54.46
低易发	2351.21	15.02
非易发	2078.36	13.28

(二) 地质灾害危险性评价

利用ArcMAP软件将地质灾害易发性评价叠加河源市2010—2021年月最大降雨量分级图(易发性评价：月最大降雨量=8:2)，利用矩阵分析方法，结合地质灾害危险性等级划分建议表，进行地质灾害危险性分区评价，结果见表5。

表5 危险性分区结果表

危险性分区	面积/km <sup>2</sup>	占比(%)
极高危险	1642.46	10.49
高危险	3014.97	19.26
中危险	8719.33	55.70
低危险	2277.15	14.55

(三) 易损性评价

地质灾害易损性是指承灾体可能遭受地质灾害破坏

的严重程度。易损性评价是对地灾可能威胁的人员、财产进行综合评价。本文将河源市全域按25m×25m网格进行划分、确定地质灾害易损性等级。其中人员易损性根据地灾点的威胁人口数量，采用核密度算法后重分类获得；交通设施按不同设施类型和等级进行易损性赋值；其他生活设施按不同设施类型进行易损性赋值；最后将上述不同类型承灾体易损性进行叠加，获得综合易损性评价结果，见表6。

表6 易损性分区结果表

易损性分区	低易损性	中易损性	高易损性	极高易损性
面积/km <sup>2</sup>	14080.4	1509.64	60.4	3.46
占比/%	89.90	9.60	0.40	0.10

(四) 风险评价

本文地质灾害风险评价主要依据《地质灾害风险调查评价技术要求(1:50000)》(试行)等规范要求，结合河源市发展规划，在区内地质灾害危险性和易损性评价结果基础上，采用矩阵分析方法叠加运算，参照地质灾害风险等级划分建议表对河源市地质灾害风险性进行分区，结果见表7。

表7 风险等级分区结果表

风险等级	极高	高	中	低
面积/km <sup>2</sup>	129.86	3494.46	8955.88	3073.70
占比/%	0.83	22.32	57.21	19.64

五、地质灾害风险防治措施

河源市是广东省地质灾害严重地区之一，地质灾害点多面广、威胁严重，主要分布在花岗岩风化土层覆盖区及沉积岩风化松散岩土覆盖区，崩塌、滑坡高发易发，且具有突发、群发、同发等特点；其地质灾害孕灾点多集中在镇村居民区及活动密切地区，与削坡建房及工程建设等密切相关，山区人多地少，居民建房屋多依山削坡而建，存在大量削坡建房风险地灾隐患点。因此，采取有效措施防治地质灾害对于保障人民群众的生命财产安全，促进当地社会经济的发展都具有重要意义。

(一) 防治分区方法

本文防治区划原则是将区内地质灾害极高、高、中风险区内人口聚居区、学校、医院、重要基础设施、风景名胜旅游区等重点区域划定为地质灾害重点防治区；将位于地质灾害低风险区内的上述地区，以及位于地质灾害高、中风险区内的分散居民区划定为次重点防治区；其余地区划定为一般防治区。

(二) 防治措施和建议

对于区内不同风险等级的地质灾害风险区，不同的相应风险防治措施如下：

- 1、低风险区：开展防灾意识和知识社会调查，针对性、查漏补缺式的开展防灾知识宣传培训（每年不少于一次），组织开展群专结合的地灾排查工作。
- 2、中风险区：开展针对性的防灾知识宣传培训；组织专业单位开展汛前、汛中和汛后地质灾害风险排查，强降雨期间组织专业单位驻守巡查地灾点，及时发现地灾隐患、开展地灾隐患排查；编制专项防灾预案、定期开展演练。
- 3、高（极高）风险区：宜开展地质灾害精细化调

查进一步确定风险源和风险性；设立警示牌；编制并发放“地质灾害风险区防控两卡一表”；编制专项防灾预案、定期开展演练；严格实行国土空间用途管制。对学校、医院等重点承灾对象开展专所在斜坡单元或沟谷单元开展专业监测预警、有条件的地区、应编制并实施搬迁规划或治理规划、尽可能降低风险等级。

一般来说，目前广东省内优先考虑的途径为降低地质灾害的危险性，即通过各种工程治理手段来最大限度降低地质灾害危险性，但当工程治理成本过高或其他不可控因素制约时，会采取降低区域易损度，即搬迁避让等措施降低地质灾害风险，当然两种管理途径也是相辅相成的，即寻求两者的最佳结合点，如地质灾害工程治理加部分住户搬迁避让。

本文对河源市地质灾害风险管控建议如下：

- 1、对现有地质灾害（隐患）点的风险管控，按照“以人为本”的理念，突出防灾效益优先，因地制宜，提出适宜的防控措施；重点加强削坡建房风险管控，包括加强临坡切坡建房监管和“房地一体”的数据管控；
- 2、健全群测群防体系，建立县、镇、村、责任单位群测群防四级网络，落实责任人和地灾点监测人员；加强监测预警，通过信息化手段进行实时监测，结合气象数据设定具有针对性的预警阈值，提高地质灾害预警的准确度和有效性；
- 3、加强地质灾害隐患排（巡）查工作，联合各职能部门和各镇街开展辖区地灾隐患汛前排查、汛中巡查、汛后复查，设定地灾点边界警示；同时加强宣传工作，各相关部门应结合辖区特点，借助科技手段有针对性地深入开展形式多样的科普宣传和教育，进一步健全公众参与地灾防治的工作机制，并积极做好地质灾害应急工作。

结束语

本文通过对河源市地质灾害风险评价中地质灾害发育特征与分布规律的分析、孕灾地质条件的论述及地质灾害易发性、危险性、易损性和风险性的评价，综合阐述了区域地质灾害风险评价内容，并提出了不同风险等级的防治措施和建议，对区域性地质灾害风险调查评价工作具有一定的参考意义。

参考文献

[1]《广东省河源市地质灾害风险调查评价(1:100000)报告》[C].广东省有色金属地质局水文地质队,陈国荣、杨俊烁等;2022年12月。  
 [2]叶四桥,陈洪凯,唐红梅.重庆市万州区太自岩危岩综合治理[J].重庆交通学院学报,2021,23(1):85-89。  
 [3]张茂省、唐亚明.地质灾害风险调查的方法与实践[J].地质通报,2015,27(8):1205-1216。  
 [4]吕义清、刘鸿福、李晓聪.基于趋势面分析法的地质灾害危险性评价系统[J].水土保持通报,2016,31(2):155-158。  
 [5]李德强.地质灾害危险性评估在福建某高速公路工程中的应用[J].福建建材,2018(07):10-11。  
 作者简介:周密林、女、1989年8月、汉族、湖南长沙、大学本科、水工环地质工程师。