

基于信息量模型的地质灾害风险评价——以五通桥区石麟镇为例

雷炼

四川省第七地质大队，中国·四川 乐山 614000

摘要：五通桥区石麟镇地处四川盆地西南部，属丘陵—低山地貌过渡带，地质环境脆弱，地质灾害频发，严重威胁人民生命财产安全。本研究基于信息量模型和层次分析法，选取高程、坡度、斜坡结构、工程地质岩组及距水系距离5个关键因子进行易发性、危险性及易损性分析地质灾害风险评价。研究为区域防灾减灾与国土空间规划提供了科学依据，建议对威胁人口聚集区和财产聚集区开展工程治理为主的风险管控手段，威胁分散农户的开展排危除险的措施，同时加强区内的地质灾害群测群防与专业监测预警工作。

关键词：地质灾害；风险评价；易发性；危险性；易损性

Risk Assessment of Geological Hazards Based on Information Model——A Case Study of Shilin Town, Wutongqiao district

Lei Lian

The 7th Geological Brigade of Sichuan Province, China Sichuan Leshan 614000

Abstract: Shilin Town, Wutongqiao district, located in the southwest of Sichuan Basin, belongs to the hilly-low mountain landform transition zone, with fragile geological environment and frequent geological disasters, which seriously threatens people's lives and property safety. Based on the information model and analytic hierarchy process, this study selects five key factors: elevation, slope, slope structure, engineering geological rock group and distance from water system to analyze the risk assessment of geological disasters. The study provides a scientific basis for regional disaster prevention and mitigation and national spatial planning. It is suggested that risk control measures should be taken to threaten population gathering areas and property gathering areas, and measures should be taken to eliminate risks and dangers that threaten scattered farmers. At the same time, the work of group monitoring and prevention of geological disasters and professional monitoring and early warning should be strengthened.

Keywords: Geological disasters; Risk assessment; Susceptibility; Danger and vulnerability

0 引言

五通桥区位于四川盆地西南部，北接乐山市市中区南邻犍为县，西交于沙湾区，东与自贡、内江接壤。距乐山市20km。总的地势北高南低且东西高中部低，整体属丘陵地貌。但西南部（石麟镇等）低山区属低山地带，平均海拔500米以上，切割深，起伏大，多为深沟宽谷的低中山地貌。故五通桥区境内部分乡镇地质环境条件较为脆弱，崩塌时有发生，造成多起人员伤亡及财产损失，影响当地社会经济发展。因此科学地分析地灾风险将有助于提升地方政府防灾减灾能力，引导城镇规划以及村民建房选址布局及有序拓展。

1 斜坡单元划分

斜坡是滑坡、崩塌等地质灾害发生的基本地形地貌单

元，因此斜坡单元是进行地质灾害危险性、风险评估的理想单元。斜坡单元划分基于高分辨率DEM数据和地形阴影，综合考虑地形地貌因素、冲沟的发育、地层单元等情况，将斜坡单元划分为相对可比的评价单元。

五通桥城区石麟镇重点调查区总面积19.61km²，区内地貌起伏较大，斜坡阴坡面以逆向坡和逆向坡为主，阳坡面以顺向坡和横向坡为主；根据前文所述方法，先对调查区划分斜坡单元，作为地质灾害易发性评价单元，本次共划分340个斜坡单元。

2 易发性评价

2.1 评价因子选取

根据收集的五通桥区当地地质灾害调查报告以及结合野外调查情况，选取高程（A1）、坡度（A2）、斜坡结

构（A3）、工程地质岩组（A4）、距水系距离（A5）等5个评价因子作为易发性评价指标，其中坡度（A1）、坡高（A2）、斜坡结构（A3）属于孕育地质灾害的地形因子，工程地质岩组（A4）、距水系距离（A5）属于地质条件因子。

2.2 评价指标信息量

通过信息量模型将各因子图层分级后，计算各因子的分级面积及区域内分布的斜坡地灾点数量，然后将各数据代入上述公式，得到各因子分级的信息值，利用软件重分类功能，将各因子图层赋值，形成下一步易发性叠加的基础数据。

评价因子权重值根据层次分析法确定，坡高（A1）权重0.0641、坡度（A2）权重0.3103、斜坡结构（A3）权重0.6417、工程地质岩组（A4）权重0.5624、距水系距离（A5）权重0.1792。

2.3 易发性评价结果

根据各评价指标的量化赋值法开展重点区1:10000地质灾害易发性评价，其中地质灾害高易发区3.31km²，占石麟镇重点调查区总面积的5.11%，地质灾害中易发区14.79km²，占重点调查区总面积的22.75%，地质灾害低易发区38.84km²，占重点调查区总面积的59.76%，地质灾害非易发区8.05km²，占重点调查区总面积的12.38%。

3 危险性评价

五通桥区地降雨量有明显的时空差异。5月至10月受西南季风气流控制，降雨充沛，雨量占全年的85%以上，其中6、7、8月降雨量占这一时期的65%以上；11月至次年4月降水量仅占全年15%左右。五通桥区降雨特征在一定程度上决定了崩塌、滑坡等斜坡灾害发生的时间和规模等。

五通桥区境内发育有周家沟断层、双土地断层、天官山断层，合计断层长度5.6公里。乐山市五通桥区的烈度为Ⅶ度，因此，本方案采用地震动加速度值作为诱发因素开展危险性评价工作。

石麟镇重点调查区采用降雨作为诱发因素开展危险性评价工作。其中降雨按照10年一遇、20年一遇、50年一遇以及100年一遇工况分别进行地质灾害危险性评价；地震按照多遇地震以及罕遇地震工况分别进行地质灾害危险性评价。在易发性评价结果的基础上叠加降雨信息量加权计算，将计算的值分为四个等级。它们分别对应地质灾害低危险区、中危险区、高危险区与极高危险区四个等级，并按《四川省地质灾害风险调查评价技术要求细则(1:50000)（试行）》上的相应颜色进行区分，形成不同工况石麟镇重点调查区地质灾害危险性评价图。

评估区域总面积19.61 km²，10年一遇降雨工况、20年一遇降雨工况、50年一遇降雨工况未出现极高、高危险区。10年一遇降雨工况中危险区面积0.953 km²，占比4.86%，低危险区面积18.657 km²，占比95.14%；20年一遇降雨工况中危险区面积1.521 km²，占比7.76%，低危险区面积18.089 km²，占比92.24%；50年一遇降雨工况中危险区面积3.267 km²，占比16.66%，低危险区面积16.343 km²，占比83.34%；100一遇降雨工况高危险区面积1.304 km²，占比6.65%，中危险区面积5.821 km²，占比29.68%，低危险区面积13.789 km²，占比70.32%，无极高危险区。

基本地震工况高危险区面积1.728 km²，占比8.81%，中危险区面积3.419 km²，占比17.43%，低危险区面积14.463 km²，占比73.76%，无极高危险区。罕遇地震工况高危险区面积3.374 km²，占比17.20%，中危险区面积4.106 km²，占比20.94%，低危险区面积12.13 km²，占比

表1 石麟镇重点调查区易发性分区统计表

易发程度	易发区基本特征								
	面 积 (km ²)	占该重点 区面积的 百分比 (%)	隐患点类型、数量及危害						
			滑 坡 (处)	崩 塌 (处)	数 量 占 比 (%)	灾 害 点 合 计 (处)	灾 害 点 密 度 (个 / Km ²)	威 胁 人 数 (人)	威胁财产 (万元)
高易发区	1.4928	7.61%	1	3	75	4	2.01	37	85
中易发区	10.598	54.04%	1	8	88	9	0.85	171	290
低易发区	6.8433	34.90%	0	2	100	2	0.29	19	25
非易发区	0.6759	3.45%	0	0	0	0	0	0	0
合计	19.61	100.00%	2	12	86	14		227	400

表2 石麟镇危险性评价指标信息量统计表

评价因子	序号	因子分级	信息量
汛期累积降雨量	1	400 ~ 500mm	-0.8563
	2	500 ~ 600mm	0.1266
	3	600 ~ 700mm	0.2983
地震动加速度值	1	0 ~ 0.10g	0.0532
	2	0.10 ~ 0.15g	-0.0239
	3	0.15 ~ 0.2g	0.1672

61.86%，无极高危险区。

3.1 不同降雨频率因子的比例分析

不同降雨工况的危险性评价降雨因子信息量值主要依据不同降雨工况与该类型的常态工况数据进行相除分析，得到代表不同类型的各工况数据比例系数结果，将常态工况降雨信息量与代表不同降雨工况的工况比例系数进行叠加分析获得。

本次重点区危险性评价不同降雨工况的工况比例系数主要依据《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》确定，经查询五通桥区 24h 降雨强度变差系数 C_v 为 0.25，获得不同降雨工况的模比系数 K_p 值以及雨强值，详见下表。常态工况 24h 雨强主要依据收集到的汛期（5-10 月份）降雨数据，加权求和确定。将不同降雨工况的降雨强度与常态工况降雨强度相除即可得到降雨因子工况比

例系数。

3.2 不同地震工况因子的比例分析

由于乐山市五通桥区的烈度为Ⅶ度，本方案采用基本地震和罕遇地震工况开展危险性评价工作。

不同地震工况地震因子信息量的确定，根据罕遇地震与基本地震的加速度比值确定地震因子比例系数，再将比例系数与基本地震工况的信息量叠加分析即可得到不同地震工况的地震因子信息量。

不同地震工况因子的比例系数主要依据地震动加速度值的比例确定，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)相关要求，多遇地震动峰值加速度宜按不低于基本地震动峰值加速度 1/3 倍确定；罕遇地震动峰值加速度宜按基本地震动峰值加速度 1.6 ~ 2.3 倍确定。本次地震因子比例系数基本地震工况按 1.0 取值，罕遇地震工

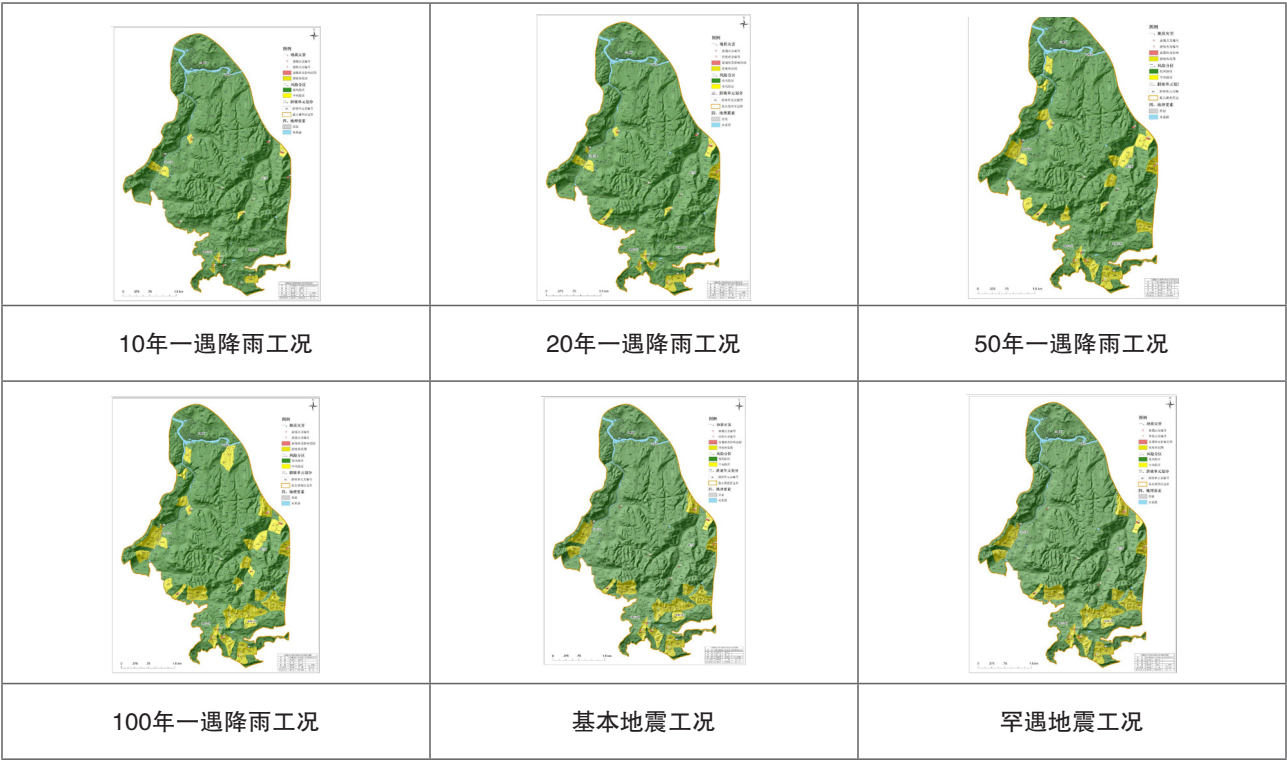


图1 石麟镇调查区地质灾害风险区划图

况取 1.8 倍。

4 风险评价

4.1 易损性评价

计算综合易损性指数：

综合易损指数 = 人口密度指数 + 建筑结构类型指数 $\times 0.5$ + 建筑类型指数 $\times 0.4$ + 建筑楼层数指数 $\times 0.1$ + 交通设施指数 + 其他生活设施指数。

充分利用现有收集数据，将石麟镇重点区分为人口易损性、建筑物易损性、交通设施易损性以及重要工程易损性，1:1 万易损性评价是在 1:5 万易损性评价的基础上进一步细化。

人口易损性按照人口密度比例对应赋值，建筑物易损性根据建筑结构类型、建筑类型、楼层数三方面对应赋值。目前道路已有数据可将重点区内的道路分为高速公路、省道和一般道路，按照《四川省地质灾害风险调查评价技术要求细则 (1:50000) (试行)》赋值，高速公路赋值 0.9，省道公路赋值 0.5，一般公路赋值 0.3。收集到调查区的输电线路、通讯线路、输水线路等重要工程，按照实施细则输电线路赋值 0.7，通讯线路赋值 0.6，输水线路赋值 0.7。将人口易损性、建筑物易损性、交通设施易损性以及重要工程易损性按实施细则推荐的权重值加权叠加，形成综合易损性评价图。

通过统计，石麟镇重点区内低易损区面积 19.35km²，占比 98.67%，中易损区面积 0.26km²，占比 1.33%。

4.2 风险评价

将易损性和危险性进行矩阵叠加分级，开展石麟镇重点调查区 1:10000 风险评价，其中 50 年一遇降雨工况地质灾害中风险区面积 2.05 km²，占总面积 10.46%；地质灾害低风险区面积 17.56km²，占总面积 89.54%，不存在地质灾害高风险区和极高风险区。

5 结语

(1) 本文利用 GIS 技术，采用统计模型方法（信息量、证据权等）以栅格单元分析研究了石麟镇易发性，不同工况下的危险性，最后结合易损性对风险性做出了评价。

(2) 石麟镇以易发性以中低易发性为主，高易发区域很少，无极高易发区域；危险性以低危险性为主，中等危险性次之，无极高危险区域；风险区划以中低风险为主，无高风险区域以及极高风险区域。

(3) 建议对威胁人口聚集区和财产聚集区开展工程治理为主的风险管控手段，威胁分散农户的开展排危除险的措施，同时加强区内的地质灾害群测群防与专业监测预警工作。

参考文献：

- [1] 李明, 王强. 随机森林赋权信息量的滑坡易发性评价方法研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2021,32(2):118-125.
- [2] 张伟, 刘畅. 地质灾害危险性评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- [3] 崔鹏, 郭晓军. 小流域水文地质“灾害链”系统研究[J]. 山地学报, 2024,42(5):812-820.