

Evaluation of the development characteristics and susceptibility of landslide in Shulou Town

Haosen Chai¹ Yunxin Zhang^{2*}

1. Tibet University, Lhasa, Xizang, 850000, China

2. Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

Shulou Town belongs to Pingshan County, Yibin City, Sichuan Province. Its geological environment is complex and it belongs to the high prone area of geological disasters. As of June 2020, there are 15 administrative villages, 4 communities and a registered population of 27,785 people. Its high density and high risk make it urgent to study the development of geological disasters in The town. Carrying out geological disaster investigation and research can improve the comprehensive prevention and control ability of geological disasters, promote the development of regional river basin and promote the sustainable development of regional economy. According to the development of historical disasters in Shilou Town, the geological structure characteristics, climatic characteristics, hydrological conditions, the development characteristics and distribution rules of landslide disasters in Shilou Town are expounded, and the influencing factors of landslide are analyzed. Based on the historical landslide characteristics of Pingshan County, the corresponding evaluation index was selected and analyzed by informative method.

关键词

书楼镇; 滑坡; 发育特征; 易发性评价

Keywords

shulou town; landslide; developmental characteristics; susceptibility evaluation

书楼镇滑坡发育特征和易发性评价

柴浩森¹ 张云鑫^{2*}

1. 西藏大学, 中国·西藏 拉萨 850000

2. 河北工程大学, 中国·河北 邯郸 056000

摘要

书楼镇隶属于四川省宜宾市屏山县, 其地质环境条件复杂, 属于地质灾害高易发区。截至2020年6月, 书楼镇有15个行政村、4个社区、书楼镇户籍人口为27785人。其高密度、高风险使得书楼镇地质灾害发育研究迫在眉睫, 开展地灾调查研究能够提高地灾综合防治能力, 促进区内流域开发和促进地区经济持续发展。文章根据书楼镇历史灾害发育情况, 结合屏山县地质构造特征、气候特征、水文条件、对书楼镇滑坡灾害发育特征和分布规律进行阐述并对其滑坡影响因素作出了分析。结合屏山县历史滑坡特征选取相应的评价指标, 后采用信息量法对书楼镇滑坡灾害通过gis空间分析处理得到书楼镇的易发性分区图。

1 书楼镇地质环境特点

1.1 气象水文

书楼镇属亚热带湿润性季风气候, 该地区受季风影响显著。夏季, 来自海洋的暖湿气流带来大量降水; 而冬季, 受干冷气流控制, 降水稀少。这种季节性降水模式是典型的季风气候特征。由于地形复杂, 从低山到丘陵的垂直高度变化大, 导致不同海拔的气候特征差异明显。低山区可能因海拔较低、水汽充足而表现为温凉湿润; 丘陵区则可能因相对较高的海拔和较好的排水条件而表现为温暖湿润。多年

平均气温 16.0℃、年平均相对湿度 83%, 均表明该地区气候湿润且温暖。年平均日照时数较低(950.7 小时, 日照率 22%)与多云天气和地形遮挡有关; 年平均无霜期长(300 天)表明该地区适合多种植物生长; 年均风速 1.7m/s 则表明该地区风力较小, 气候相对稳定。

研究区内水系发育较少, 河流属金沙江水系。金沙江的枯水期从 11 月至次年 5 月, 雨水丰沛期多发生于 6 月到 10 月中旬, 集中在 7 月份至 9 月份。另外区内水库居多, 包括新庄沟水库、向家坝水库、烂田水库、老厂沟水库、书楼水库、九房沟水库、友谊水库、五一水库。

据屏山县各个降雨站得到汛期(5 月~10 月)降雨数据: 楼东乡降雨站月平均降雨量为 144.5mm, 福延站月平

【作者简介】柴浩森(2000-), 男, 中国河南周口人, 硕士, 从事防灾减灾研究。

均降雨量为 129.83mm。书楼五年内日降雨极大值均值为 227.74mm。

1.2 地形地貌

书楼镇东和东北临川南丘陵,西和西北接川西南山地,南联滇东高原。海拔 212~1204m,主要分为丘陵、低山和中山三个地貌。丘陵地主要分布在区内南部,丘陵地区丘坡多辟为梯田、梯地,丘间沟谷发育,是稻田集中分布的地方。区内地貌主要受到地质构造、岩石性质和风化作用、剥蚀作用的控制,主要为侵蚀构造地貌形态,其次为构造剥蚀地貌形态。低山分布广泛,主要分布在区内北部,低山按形态特征进一步划分为丘状宽谷低山、斜坡状低山和参差状低山,高程一般 700~1200m,相对高差 100~500m。低山区沟谷均有地表水系发育,河谷比较宽阔,宽 200~500m,农业较为发达,人口密集。中山地段主要分布于研究区内中部,区内中山地貌多为斜坡状中山,尤以岷江和金沙江分水岭地带为多,高程一般 1000~1500 米,相对高差 300~600 米,地层以沙溪庙组为主。中山区沟谷狭窄,多为“V”型谷,坡度较陡,一般大于 40°。^[1]其中丘陵地段 29.7225km²,占区内 25.14%;低山地段 79.5189km²,占区内 67.26%;中山地段 8.98516km²,占区内 7.6%。

1.3 地层岩性

书楼镇内出露地层复杂多样,侏罗系(J)、白垩系(K)到新生界第四系(Q)地层均有出露。不同区域厚度不一变化多样。区内主要为松散岩类-松散、软弱岩工程地质(I)和碎屑岩类-软质-较坚硬岩类(II)两种岩组。其中碎屑岩类岩组中包含 4 个亚组(软弱薄-中层状泥岩与砂岩互层岩组、软弱薄-中层状泥岩夹砂岩岩组、软弱薄-中层状泥岩岩组、较坚硬厚层状砂岩岩组)。松散岩类-松散、软弱岩工程地质其多数分布山间盆地及河谷阶地区。地层岩性主要为第四系(Q4)的砂砾、卵石、碎石、粉质粘土(含碎石粉质粘土)、崩坡积、残坡积土体。松散岩类岩体结构松散、力学性质差。其分布面积为 3.015km²;软弱薄-中层状泥岩与砂岩互层岩组(II₁):地层岩性主要为白垩系(K)黄褐色粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩夹钙质页岩及砂岩。该类岩石抗压强度较低,属于软弱岩,力学性质相对较差。分布面积为 1.147km²;软弱薄-中层状泥岩夹砂岩岩组(II₂):地层岩性主要为侏罗系上统(J_{3p})蓬莱镇组和(J_{3s})遂宁组及侏罗系中统(J_{2s}¹)上沙溪庙组的紫红、棕红及杂色泥岩,砂质泥岩与砂岩互层,泥岩与砂质泥岩互层、夹粉砂岩。该类岩石抗压强度较低,风化剥蚀剧烈,属于软弱岩,力学性质相对较差,其分布面积为 9.059km²;软弱薄-中层状泥岩岩组(II₃):地层岩性主要为侏罗系中统上沙溪庙组(J_{2s}¹)和下统自流井组(J_{1-2zl})的紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹透镜体灰紫、灰绿色细-中粒长石石英砂岩。泥岩多含钙质,中部多含砂质。该类岩石抗压强度较低,风化剥蚀剧烈,属于软弱岩,力学性质相对较差。其分布面积为 57.745km²;

较坚硬厚层状砂岩岩组(II₆):地层岩性主要为三叠系上统须家河组(T_{3xj})灰、深灰色中至细粒岩屑石英砂岩为主,夹炭质页岩及薄煤层。该类岩石抗压强度较高,属于软坚硬岩,力学性质相对较好。其分布面积为 46.628km²。

1.4 地质构造

研究区内主要存有周家坪向斜和五角堡-楼东背斜两处褶皱构造。区内节理裂隙较发育,主要有风化裂隙和构造裂隙两种。

2 地质灾害发育特征及原因分析

书楼镇属于重点调查区之一,研究区滑坡灾害点有 18 个;在屏山县地质灾害风险评价调查中书楼镇地质灾害点分布面积为 34.77 个/100km²,其具有滑坡灾害点发育密度大,灾害单一化,范围较为集中的特点。空间特征分布上,主要集中在月坡村、沙坝村、辣子村滑坡灾害共计 6 处,新柏村附近共计 5 处滑坡灾害,其 5 处滑坡分别于照宝村、新庄村、桂花村、宝宁村、莲花村各一处。

滑坡灾害发育特征:按照规模划分研究区内主要为小型滑坡 13 处,中型滑坡 5 处;滑坡土质类型均为土质滑坡;从地质灾害分布的高程特征分析,其中滑坡灾害集中分布在 390~600m 范围内;从斜坡的坡度分析,滑坡主要发生于 10°~25° 区间内,共计 14 处,占据区内滑坡灾害点的 77.78%;从距道路距离分析发现 2 处滑坡就在道路旁,15 处滑坡灾害点均 < 100m;从距河流距离分析发现 12 处滑坡均小于 400m;从距断层距离分析发现,6 处灾害均 < 1000m;从岩土体类型分析,10 处滑坡均发生于软弱薄-中层状泥岩岩组(II₃)中。

滑坡灾害原因分析:从水文地质上分析可知,水对斜坡的稳定性具有显著的影响,斜坡的稳定性取决于斜坡的应力状态和边坡物质对这些应力的承受能力,而水正是改变斜坡应力状态和恶化岩体的力学强度最为活跃的因素。^[2]从岩性组合上,区内多为硬质碳酸盐岩、砂岩与软弱的泥岩、页岩、煤系互层地层,硬质岩分布在斜坡上部形成陡崖,由于下部岩层软弱,差异风化作用使其形成凹岩腔,加之河谷深切,岩体顺坡向卸荷裂隙发育,从而形成不稳定斜坡^[3]。从人类工程活动上分析,书楼镇主要为中低峡谷地貌,区内人口多集中于狭长沟谷、缓坡平台和沟口扇形地。^[4]区内人类工程活动较强烈,且主要集中在沟谷沿线附近,主要表现为切坡建房、道路修建工程等。

3 书楼镇滑坡易发性评价

书楼镇研究区易发性评价使用信息量法;基于信息量法的地质灾害易发性评价是一种定量分析方法,它通过对不同因素的信息量进行量化,计算出每个因素对灾害发生的贡献值,进而评估地质灾害发生的可能性。

建立评价体系:根据研究区域的地质灾害类型和形成条件,结合屏山县历史滑坡地灾点选取合适的评价因子,如

坡度、坡向、地层岩性、水系、人类工程活动等，首先对数据处理：收集并整理各评价因子的数据，包括数字高程数据、地质灾害点数据等。其次根据评价因子的特性和研究需要，对因子进行重分类，将其划分为不同的等级或区间。然后利用信息量计算公式 $I = \sum_{i=1}^n h \frac{N_i/N}{S_i/S}$ ，分别计算各评价因子在不同等级或区间内的信息量值。随后将各评价因子的信息量值通过栅格计算器进行叠加运算，得到每个评价单元的总信息量值。^[5]其总信息量值越大，则评价单元发生地灾的可能性越大。

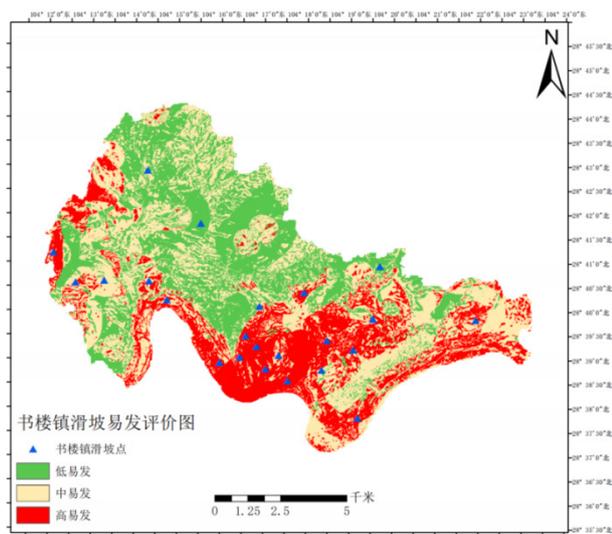


图 1 书楼镇易发性分区图

基于屏山县历史地质灾害易发性评价得到各评价因子指标分为一级因子：地形地貌条件、地质构造、其他；二级因子：坡度、距断层距离、其它因素中包含地质岩组、斜坡结构、距水系距离。根据书楼镇灾害点信息计算各评价因子信息量值；可得到坡度因子 0~15°、15~30°、30~45° 大于 45° 的信息值分别为：-0.3220、0.3225、-1.274、0.0640；距断层距离因子分为四类其信息值分别为：小于 1000m 为 0.8944、1000~2000m 为 -0.0544、2000~3000m 为 -0.6265、大于 3000m 为 -0.2102；将岩土体类型分为五类其信息值分别为松散类岩组为 0、碎屑岩类岩组 1 为 1.7378、碎屑岩类岩组 2 为 -0.7931、碎屑岩类岩组 3 为 0.4329、碎屑岩类岩组 6 为 0.3662；将水系距离分为三类，其信息值分别为小于 500m 为 0.4016、将斜坡结构分为四类其信息量值分别为：

顺向坡为 0.4804、斜向坡为 0.4804、横向坡为 -0.0844、逆向坡为 -0.1819；最后 GIS 中的栅格计算器叠加各评价因子信息量；使用重分类自然段点分级法得到研究区的易发性评价图如图 1 所示；将研究区分为三个等级：低易发区、中易发区、高易发区。其中低易发区面积为 37.7361km²、中易发区面积为 48.8505km²、高易发区面积为 29.0998km² 分别占据研究区内的 32.6%、42.2%、25.2%。

4 结论

①书楼镇研究区内共存在 24 个地质灾害点，其中滑坡灾害点有 18 个另外是崩塌灾害点共计 6 个；其空间特征分布上，主要集中在月坡村、沙坝村、辣子村滑坡灾害共计 6 处，新柏村附近共计 5 处滑坡灾害，其 5 处滑坡分别于照宝村、新庄村、桂花村、宝宁村、莲花村各一处。崩塌灾害主要集中在书院村、西村村 5 处，桂花村 1 处崩塌灾害，共计 6 处崩塌灾害。

②降雨是影响研究区地灾的关键影响因素之一，雨水能够增强滑坡土体自重且改变斜坡土体自身结构稳定性进而促使滑坡发生，区内岩土体岩组主要为碎屑岩类岩组中包含 4 个亚组，其力学性质和抗压强度及风化程度造就滑坡易发程度。

③考虑坡度、距断层距离、工程地质岩组、斜坡结构、距水系距离五个因素，结合信息量法得到书楼镇易发性分区图，将研究区分为三个等级：低、中、高易发区。其中低易发区面积为 37.7361km²，其占据研究区内的 32.6%；中易发区面积为 48.8505km² 其占据研究区内的 42.2%；高易发区面积 29.0998km²，其占据研究区内的 25.2%。

参考文献

- [1] 付连伟. 屏山县滑坡发育特征及时空分布规律研究[D]. 导师：胡卸文;陈照雄. 西南交通大学, 2017.
- [2] 田仕雄, 张路飞, 孟思宇, 潘志辉. AHP-信息量模型在斜坡类地质灾害易发性评价中的应用[J]. 河北地质大学学报, 2022, 45 (06): 62-68.
- [3] 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.
- [4] 吴宏扬. 基于PostgreSQL和ArcEngine城镇地质灾害管理与应急响应系统研发[D]. 导师：于欢;铁永波. 成都理工大学, 2019.
- [5] 鲁霞, 兰安军, 母浩江, 秦微, 李芸, 张兴菊. 基于信息量模型的盘州市地质灾害易发性评价[J]. 科学技术与工程, 2020, 20 (14): 5544-5551.