

文章编号: 1008 - 2786 - (2014)6 - 754 - 07

中小尺度区域泥石流灾害风险评价

舒和平, 刘东飞, 顾春杰, 张 鹏, 马金珠

(兰州大学西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 以中小尺度区域——甘肃省舟曲县为研究对象, 选取县内 19 个乡镇为评价单元, 利用区域危险度及易损度作为基础评价指标, 进行中小尺度区域风险评价。区域危险度采用信息量法, 以栅格 250 m × 250 m 为基础单元进行评价, 获得舟曲县各乡镇危险度; 区域易损度以生命和财产作为衡量标准, 从人口易损性、经济与生态环境易损性进行分析, 得到研究区各乡镇综合易损度。通过危险度与易损度耦合, 建立了风险评价模型, 结合 GIS 技术划分区域风险等级, 绘制了舟曲县风险区划图, 同时提出了中小区域防灾减灾建议。研究表明, 舟曲县极高风险区主要分布于城关镇、东山乡及江盘乡、大川乡和果耶乡部分区域。

关键词: GIS; 泥石流; 危险度; 易损度; 风险

中图分类号: P622. 23

文献标志码: A

灾害风险评估是人类社会预防自然灾害、控制和降低自然灾害风险的重要基础性研究。泥石流灾害一旦发生, 其后果是毁灭性的, 鉴于泥石流巨大的破坏力, 对泥石流风险评价一直都受到国内外学者的广泛关注^[1-3]。我国对于地质灾害, 尤其是泥石流的风险分析研究始于 20 世纪 80 年代。刘希林综合了自然灾害风险评价的一般模式, 并介绍了泥石流危险性和泥石流区域易损性的评价方法, 提出风险度 = 危险度 × 易损度的评价模型^[4]; 刘丽等以泥石流灾害损失、风险区价值、孕灾环境作为评判因子进行了泥石流灾害风险的综合评判, 得出了较为客观的评价结果^[5]。丁继新等提出了运用“灾害熵”来进行区域泥石流灾害的定量风险分析^[6]。还有诸多学者也将泥石流灾害危险度和承载体易损度相结合, 进行了地质灾害风险评价, 并得到了较精确的评价结果^[7-10], 并在地质灾害防治过程中取得了有效成果。

甘肃省南部是泥石流易发区, 相对于我国其他地区泥石流风险评价较弱。2010 - 08 - 08 发生在

甘肃舟曲三眼峪和罗家峪的特大泥石流共造成 1 501 人死亡, 264 人失踪, 72 人受伤, 给当地经济发展和建设造成了严重的损失, 因而对于泥石流风险评价显得尤为重要。以甘肃省舟曲县为研究区, 采用泥石流灾害危险度和易损度耦合的方法, 结合 GIS 技术进行泥石流灾害风险度评价, 提出中小区域防灾减灾建议, 以期对当地地质灾害相关部门针对泥石流灾害防治提供一定的科学依据。

1 研究区概况

舟曲县位于甘肃省南部甘南藏族自治州, 地理坐标: 105°51'39" ~ 104°45'31"E, 33°13'06" ~ 34°01'00"N。研究区地处青藏高原东缘, 西秦岭西翼与岷山山脉交汇地区, 属构造、侵蚀山地。区内山峦重叠, 山峻谷深, 沟壑纵横, 谷道狭窄, 坡陡流急, 为泥石流的形成提供了有利的地形条件。舟曲县植被覆盖区域分布上差异性较大, 主要表现为白龙江主河道沿线植被覆盖率较低, 而南部拱坝河、博峪河流域

收稿日期(Received date): 2014 - 01 - 18; 修回日期(Accepted): 2014 - 02 - 21。

基金项目(Foundation item): 国家科技支撑计划项目(2011BAK12B05)资助。[Supported by National Science and Technology Pillar Program (2011BAK12B05).]

作者简介(Biography): 舒和平(1989 -), 男, 瑶族, 湖南怀化人, 硕士研究生, 主要从事水文过程与泥石流灾害方面的研究。[Shu Heping, male, born in huaihua, Hunan, Graduate student, majoring in the research on hydrological process and debris flow hazards assessment.] Tel: 18394029612; E-mail: shuhp13@lzu.edu.cn

及西部深山峡谷多以林木覆盖,植被发育较好。

舟曲县气候属北亚热带向北温带的过渡区,受大气环流和地形影响,具有垂直气候分带明显和干湿季分明两大特点。区内多年平均降雨量为 435.8 mm,日最大降雨量为 63.3 mm,小时最大降雨量为 47.0 mm,降雨以连阴雨和暴雨形式出现,降水主要集中在 6—9 月。气温变化较小,昼夜温差不大,多年平均气温 12.9℃,最热 7 月平均气温 23.0℃。受地理位置、地形和植被的共同作用下,区内气候西南温暖潮湿,东北阴凉干燥,河谷区气温明显高于山区。舟曲县河流属长江流域嘉陵江水系,主要发育河流有白龙江、拱坝河等。

经野外调查,舟曲县发育泥石流沟 82 条,泥石流沟发育密度 0.027 条/km²。研究区泥石流分布及地貌特征见图 1。

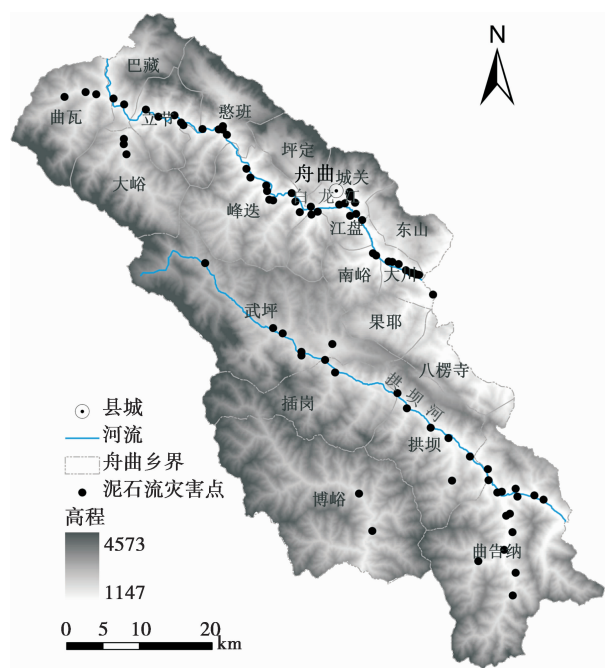


图 1 研究区泥石流分布图

Fig. 1 Distribution of debris flow in the study area

2 泥石流风险评价方法

通过调查泥石流灾情和灾害特征,获取风险评价的基本要素,总结以往发生泥石流灾害事件和技术方法,统计分析,建立评价模型,分析推算可能发生泥石流灾害风险程度,区域风险评价流程如图 2 所示。

1. 野外调查和资料收集,分析泥石流灾害形成

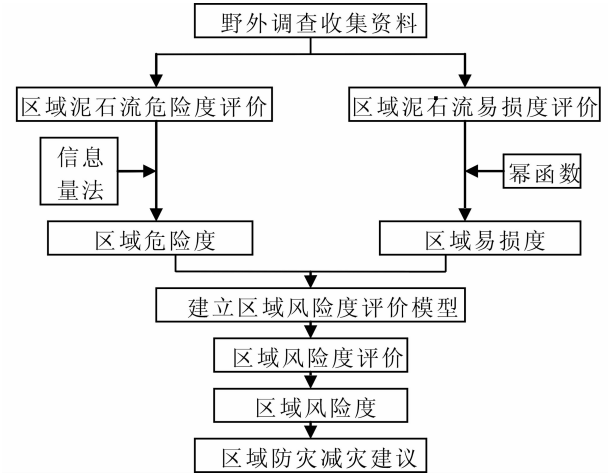


图 2 风险评价技术流程图

Fig. 2 Risk assessment technology flow chart

- 条件,确定评价目标与评价方法;
2. 率定泥石流危险度评价因子,利用 GIS 技术将舟曲县划分为 250 m × 250 m 评价单元,采用信息量法对评价因子进行分析计算,叠加计算得到该区危险度;
3. 调查统计研究区人口、经济与生态指标,分析计算人口易损性、经济与生态易损性,采用 GIS 栅格计算器分析计算得到舟曲县各个乡镇综合易损度;
4. 建立区域风险评价模型,计算各个乡镇风险度,划分风险等级,绘制舟曲县风险区划图;
5. 根据舟曲县不同乡镇风险等级提出相应的防灾减灾建议。

2.1 危险度评价

泥石流危险度评价采用信息量法^[11]。信息量法应用于泥石流危险度区划的主要思路是:利用 GIS 技术中的数据处理功能以及信息量模型计算,将影响研究区稳定性的各个因子特定属性段的实测值转化为能够反映研究区稳定性的信息^[12]。用信息量模型进行泥石流危险度区划就是确定各评价单元内各个因子的综合信息量值,其值越大越有利于泥石流的发生。单个评价单元内的总信息量值(I)的计算公式如下^[11]。

$$I = \sum_{i=1}^n I_i(X_i, H) = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i/N}{S_i/S} \tag{1}$$

式中 N_i 为分布在某特定评价因子类别 X_i 内的泥石流灾害单元面积, N 为整个研究区内泥石流灾害分布的单元总面积, S_i 为研究区内含有某评价因子类别 X_i 的单元面积, S 为整个研究区域的单元总面积。

2.2 易损度评价

区域易损度评价主要受研究区域社会经济条件和人类活动影响。从生命和财产的角度出发,可以将区域承灾体的易损性归纳为两类:人口易损性(V_p),经济与生态环境易损性(V_m),其中人口易损性表征生命的潜在损失程度,经济与生态环境易损性表征财产类设施的损失。对于舟曲县易损度的评价主要从人口易损性和经济与生态环境易损性两方面。

1. 人口易损性评价模型:以评价单元的人口密度作为主要衡量指标,其他反映人口易损性特征的相关评价指标对其进行修正

$$V_p = D_p * (a + b + c + d) \quad (2)$$

式中 V_p 为评价单元的人口易损性; D_p 为人口密度(人/ km^2); a, b, c, d 分别为农业人口比例、少数民族人口比例、初等教育水平以下人口比例、人口自然增长率。

2. 经济与生态环境易损性的评价模型:对反映经济与生态环境易损性的各指标归一化处理,与各指标权重值两者求积,各指标权重 W_j 采用层次分析法(AHP)确定

$$V_m = \sum_{j=1}^n X_j^0 * W_j \quad (3)$$

式中 V_m 为经济与生态环境易损性; j 是表征经济与生态环境易损性的各指标, $j = 1, 2, \dots, n$; X_j^0 指各指标的归一化数值; W_j 为各指标的权重。经济与生态易损性包括经济易损性和生态易损性两个方面,经济易损性主要指评价区的固定资产情况以及社会生产情况,具体是:建筑密度、农业产值密度、林业产值密度、农林牧配套服务产值密度、路网密度、公共设施配置密度;生态环境易损性表征当地生态环境易受损害的程度,包括:耕地密度、林地密度、草原密度。

3. 建立综合易损性的评价模型:人口易损性和经济与生态环境易损性之间是并列关系,表示为相加的和函数形式;同时考虑评价单元内生命和财产与易损性的关系,并不是简单的线性函数,一个地区经济越发达、人口密度越大,对于防灾减灾的投入也就越大,抗灾能力也就越强,在此选择指数为 $1/2$ 的幂指数函数来表征这一趋势

$$V = \left(\frac{V_p^0}{2} + \frac{V_m^0}{2} \right)^{1/2} \quad (4)$$

式中 V 为评价单元综合易损性的数值; V_p^0 、 V_m^0 为归一化处理后的人口易损性、经济和生态环境易

损性的值。

2.3 风险评价模型

泥石流风险综合反映了泥石流灾害的自然属性和社会属性,由致灾体的危险度、承载体的易损度组合而成的。由此风险度(R)是建立在危险度与易损度基础上的。根据舟曲县泥石流灾害特征,泥石流风险评价模型可以用泥石流危险度及泥石流易损度的乘积构建概念模型如公式(5)

$$R = \lambda (H \times V) \quad (5)$$

式中 R 为风险度, H 为危险度, V 为易损度,三者取值范围均为 $0 \sim 1$, λ 为区域风险系数,参照刘希林风险评价模型^[13],舟曲区域风险系数取值为 $\lambda = 1.2$ 。

3 评价结果

3.1 危险度

3.1.1 评价因子选取

泥石流的形成是由多个因素共同作用决定的,各个影响因素作用的大小都是不同的。鉴于研究区特殊的地理位置和地质环境,选取泥石流危险度评价因子时不仅要反映当地泥石流发生、孕育的自然属性,还要能够为相关政府部门决策提供科学的依据。因此,对研究区泥石流危险度进行评价时,应综合考虑评价因子的完整性和科学性,以达到最优因子组合。通过对舟曲县历史泥石流灾害特征分析得出舟曲县泥石流的基本特征,并结合舟曲县独特的地貌、地质、环境条件,同时参考大量文献和进行专家咨询及野外实地调查,最终选取了8个影响因子作为危险度评价因子,包括高程、坡度、地层岩性、土地利用类型、滑坡点密度、归一化植被指数(NDVI)、地震和地质构造缓冲区。

3.1.2 评价结果

对计算得出的总信息量值进行标准化处理,然后进行危险度区划,如图3。

舟曲县泥石流危险度评价结果显示,危险度分布大体呈北高南低的趋势,白龙江和拱坝河两岸危险度明显大于周边其他地区。极高危险区基本位于白龙江两侧的城关镇、东山乡、江盘乡、大川乡和果耶乡,主要原因是由于河谷两侧地质环境条件恶劣,断裂发育、岩层软硬相间、岩体破碎,加之人口密集,人类活动较强烈;高危险区集中分布于白龙江和拱坝河两侧的南峪乡、八楞寺乡、憨班乡、曲瓦乡、大峪

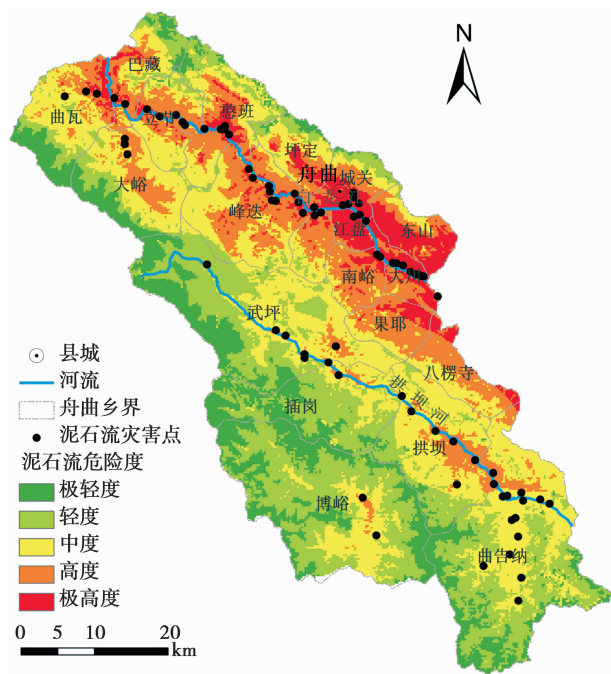


图3 研究区泥石流危险度分区图

Fig. 3 Debris flow hazards rank regionalization map of the study area

乡、果耶乡、坪定乡、峰迭乡和拱坝乡等,该区域同样岩层破碎,植被稀疏,为泥石流的发育提供了有利条件;中危险区主要位于曲瓦乡、大峪乡、拱坝乡、坪定乡、博峪乡和拱坝河下游;低危险区主要位于插岗乡、博峪乡、武坪乡和曲告纳乡部分区域;极低危险区主要为博峪乡高山地区、巴藏乡中高山地区、插岗乡高山地区和曲告纳乡中高山区,这些区域岩层坚硬,且植被茂盛,人类活动较少,不利于泥石流的形成。统计不同危险区面积占研究区总面积的比例,极高危险区为7.1%,高危险区为18.9%,中危险区是33.4%,轻度危险区为26.3%,极低危险区是14.3%(图4)。

综上所述,舟曲县境内泥石流危险度在中度以

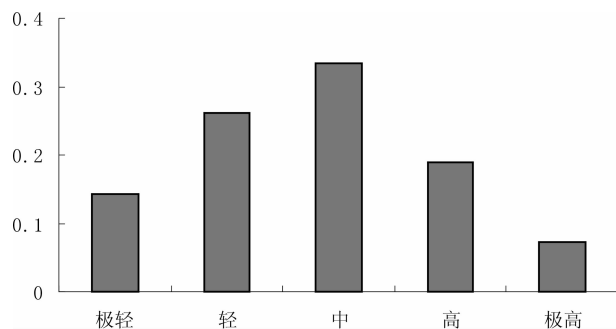


图4 危险度等级面积比例分布图

Fig. 4 Distribution map of hazards rank area ratio

上所占地面积比例较大,为59.4%,因此舟曲县泥石流灾害防治显得尤为重要。

3.2 易损度

以舟曲县2012年的统计年鉴为依据,获得各项指标数据,根据公式(3)~(5)得到舟曲县各乡镇的综合易损度。根据综合易损度评价结果,结合舟曲县各乡镇泥石流灾害分布情况及易损性特征,将研究区的易损度划分为极高度、高度、中度、轻度、极轻度五个等级,得到舟曲县易损度分区图(图5)。

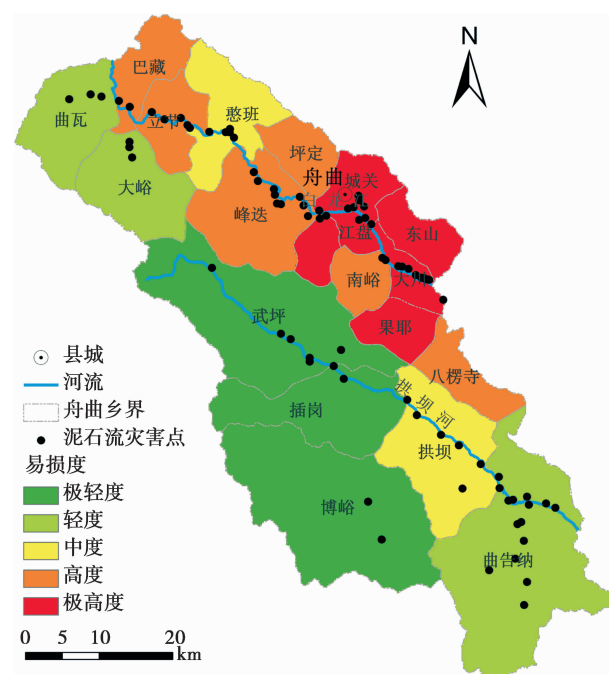


图5 研究区泥石流易损度分区图

Fig. 5 Vulnerability rank regionalization map of the study area

舟曲县易损度总体上北高南低,白龙江主河道两岸明显大于其他地区。极高易损度区主要位于城关镇、东山乡、江盘乡、大川乡和果耶乡,其中城关镇易损度最高,其余乡镇主要分布在白龙江沿岸和舟曲县城附近,主要原因是白龙江沿岸存在大量的冲积扇,是人类活动和居住的主要区域,经济价值和固定资产价值较高。高易损度区有6个乡,分别是八楞寺乡、南峪乡、坪定乡、峰迭乡、巴藏乡和立节乡,主要分布于白龙江主河道沿岸中上游段及下游段周边;慈班乡和拱坝乡是属于中易损度区;轻度易损度区4个乡主要分布在拱坝河下游和舟曲县西北部;极轻易损度区3个乡分布在舟曲县西南,该区域是中高山区,多牧民,人口稀疏。

依据易损度划分标准,舟曲县极高易损度区面

积占县境内面积比例为 10.7%;高易损度区占 19.3%;中易损度区占 12.1%;轻度易损度区占 24.7%;极轻度易损度区为 33.2%。县内高易损度以上乡镇比例达 30%,易损性较高(图 6)。通过对区域易损度评价,对泥石流的社会经济属性有进一步的认识,为舟曲县风险评价提供了条件。

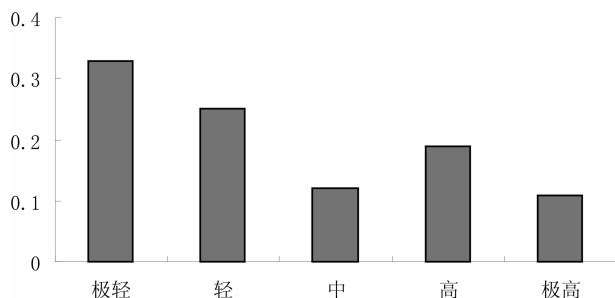


图 6 易损度等级面积比例分布图

Fig. 6 Distribution map of vulnerability rank area ratio

3.3 风险评价结果

通过上述分析计算舟曲县泥石流危险度及易损度,采用风险评价模型确定舟曲县区域风险度,评价结果如图 7 所示。舟曲县风险度总体上呈北高南低。极高风险区主要分布于白龙江主河道沿线,主要包括城关镇、江盘乡、东山乡,以及果耶乡和大川乡部分区域;其风险度极高主要原因表现为江盘乡、东山乡及城关镇是舟曲县人口密度相对较大区域,属于舟曲县经济中心地带,易损度相对其他乡镇高,且泥石流灾害较发育;果耶乡和大川乡出现极高风险区是因为这两个乡处于岷江和白龙江的交汇处,易损度极高。高风险区主要分布于南峪乡、果耶乡、立节乡、八楞寺乡、大川乡及坪定乡部分区域,该区域处于白龙江主河道沿线。中度风险区包括巴藏乡、憨班乡、峰迭乡、坪定乡和拱坝乡小部分区域。而曲瓦乡、大峪乡、拱坝乡、曲告纳乡是属于轻度风险区。极轻度风险区主要分布在武坪乡、插岗乡、博峪乡,区内泥石流灾害点分布相对较少,属于中高山区,植被发育较好,多有森林覆盖,人口密度较小,易损度极低,故而风险度极低。

极高风险度和高风险度所占比例为 5.4% 和 14.7% (图 8);处于中度风险和轻度风险的面积比例为分别为 16.2% 和 23.4%;极轻度风险面积占 40.3%。从舟曲的总体上看,泥石流风险度主要出于极轻度、轻度、中度这三个区间,但是对于泥石流灾害的防治应该加强,提高人民对于泥石流灾害的

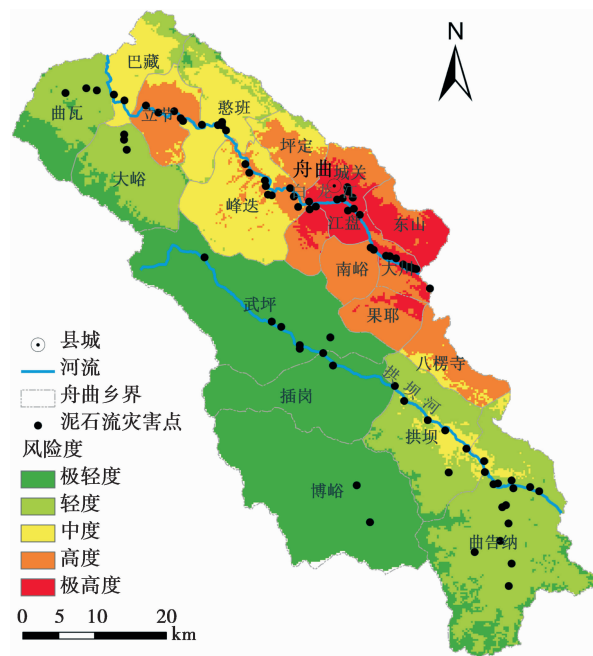


图 7 研究区泥石流风险度区划图

Fig. 7 Debris flow risk rank regionalization map of the study area

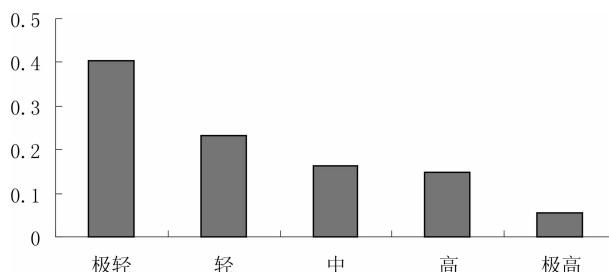


图 8 风险度等级面积比例分布图

Fig. 8 Distribution map of risk rank area ratio

警惕性和应变能力及自救能力。

3.4 防灾减灾建议

舟曲境内发育泥石流沟共计 82 条,县城附近泥石流发育较密集,三眼峪、罗家峪两条泥石流沟在 2010-08-08 发生特大泥石流,对县城造成了重大的经济损失。从图 8 得出舟曲县泥石流风险区总体处在极轻度、轻度和中度,但是对于泥石流灾害的预防和治理决不能忽视。根据危险度、易损度和风险评价结果,提出以下几点防灾减灾建议:

1. 极高风险区和高风险区的社会经济易损度高,泥石流的危险度大,应以保护村镇为重点,并根据舟曲县泥石流沟的实际情况布置控制工程。在泥石流沟的形成区进行退耕还林、植被保护等等;在流通区修建拦挡坝和谷坊工程以固定沟床,减少下游物质来源;堆积区修建堤坝工程以保护村镇,并对泥

泥石流沟进行定期清理,以防物质累积造成更严重的灾害。对于不适合布置控制工程的泥石流沟主要进行生物措施,以减少泥石流灾害发生。

2. 中度风险区和轻度风险区的社会经济易损度高或泥石流危险度高,要根据不同区域的不同情况进行重点的进行泥石流灾害的预警与治理。同时当地政府对住宅的选址和土地开发要给予正确的指导和规划,部分区域的人民迁出泥石流危险范围区。

3. 极轻度风险区没有灾害发生或者经济基础薄弱,风险也极轻,可以结合当地实际情况对泥石流灾害进行淡化处理。但是这些地区也应保护和改善生态环境,减少人类活动的破坏。

4. 该区域由于经济发展落后造成泥石流预警不完善,因此舟曲县应建立健全突发性自然灾害应急预案,进一步完善泥石流预警机制,加强泥石流等自然灾害知识普及宣传,提高人民的防灾意识和应变能力。

5. 舟曲县是泥石流灾害易发区,应加强对泥石流流沟危险度评价、易损度评价、风险评价,为当地政府当地决策提供一定科学的依据;同时也应加强泥石流野外模拟试验和室内模拟实验,计算出泥石流沟冲积范围及危险度等参数,为当地人民生活和经济的发展提供科学的参考。

4 结论

针对中小尺度区域进行风险评价,从危险度和易损度出发,建立了相应的风险评价模型,根据风险评价模型的计算公式计算舟曲县各个乡镇的风险值,结合 GIS 技术划分风险等级,得到舟曲境内风险区划,主要结论如下:

1. 舟曲县泥石流危险度从整体上呈现北高南低,主干河流两岸明显大于周边其他地区的分布规律。极高危险区主要分布于白龙江主河道沿线,包括城关镇、东山乡、江盘乡、大川乡及果耶乡部分区域。

2. 舟曲县易损度总体呈北高南低,白龙江主河道沿线明显高于周边其他区域。极高易损度区主要包括城关镇、东山乡、江盘乡、果耶乡、大川乡。

3. 通过风险评价模型分析计算了舟曲县各乡镇风险度,划分风险等级,绘制了舟曲县风险区划图。舟曲县泥石流灾害风险度总体上呈北高南低,极高风险区主要分布于城关镇、江盘乡及东山乡等区域。

从整体看,泥石流灾害风险度主要处于中、轻及极轻三个风险区,但是对泥石流灾害的防治还应加强,提高人民对于泥石流灾害的警惕性。

4. 评价区域的风险度是基于特定时段的统计数据得出的结果,是一个静态的评价,如何对泥石流风险度进行动态的评价还有待思考。舟曲县泥石流风险评价模型是基于传统模型建立的,考虑的指标变量相对较少,对评价结果的准确性有一定的影响,在以后的研究中需更加详细考虑。

参考文献(References)

- [1] Thomas Glade. Linking debris-flow hazard assessments with geomorphology[J]. *Geomorphology*, 2005, 66(1-4): 189-213
- [2] Mario Mejia - Navarro, Ellen E Wohl, Sherry D Oaks. Geological hazards, vulnerability, and risk assessment using GIS: model for Glenwood Springs, Colorado[J]. *Geomorphology*, 1994, 10(1-4): 331-354
- [3] R Anbalagan, Bhawani Singh. Landslide hazard and risk assessment mapping of mountainous terrains-cases study from Kumaun Himalaya India[J]. *Engineering Geology*, 1996, 43(4): 237-246
- [4] Liu Xilin. Approaches to risk assessment of debris flow[J]. *Mountain Research*, 2000, 18(4): 341-345 [刘希林. 泥石流风险评价中若干问题的探讨[J]. *山地学报*, 2000, 18(4): 341-345]
- [5] Liu Li, Wang Jianzhong, Wang Shige. Risk analysis and regionalization for the insurance of debris-flow disaster in Sichuan Province [J]. *Journal of Nature Disasters*, 2003, 12(1): 103-108 [刘丽, 王建中, 王士革. 四川省泥石流灾害保险的分析与区划[J]. *自然灾害学报*, 2003, 12(1): 103-108]
- [6] Ding Jixin, Yang Zhifa, Shang Yanjun, et al. Quantitative risk analysis of regional debris flow hazards[J]. *Rock and Soil Mechanics*, 2006, 27(7): 1071-1076 [丁继新, 杨志法, 尚彦军, 等. 区域泥石流灾害的定量风险分析[J]. *岩土力学*, 2006, 27(7): 1071-1076]
- [7] Shang Zhihai, Liu Xilin. Preliminary risk evaluation study on life loss due to debris flow disaster[J]. *Journal of Safety and Environment*, 2010, 10(4): 184-188 [尚志海, 刘希林. 泥石流灾害生命损失风险评价初步研究[J]. *安全与环境学报*, 2010, 10(4): 184-188]
- [8] Zhang Mingyuan. Research on the assessment of disaster - Carrying Capability and disaster Comprehensive risk in urban place [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2008. [张明援. 城市承灾能力及灾害综合风险评价研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.]
- [9] Han Yongshun, Cui Peng, Liu Hongjiang et al. Study on risk assessment methodology of debris-flow disasters and its application[J]. *China Safety Science Journal*, 2008, 18(12): 140-147 [韩用顺, 崔鹏, 刘洪江, 等. 泥石流灾害风险评价方法及其应用研究[J]. *中国安全科学学报*, 2008, 18(12): 140-147]
- [10] Tie Yongbo. The methodology and framework study of urban debris flow risk assessment [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2009. [铁永波. 强震区城镇泥石流灾害风险评价方法与体系研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2009.]

- [11] Ning Na, Ma Jinzhu, Zhang Peng, et al. Debris flow hazard assessment for the bailongjiang river, southern Gansu[J]. Resources Science, 2013, 35(4): 892 – 899 [宁娜, 马金珠, 张鹏, 等, 基于 GIS 和信息量法的甘肃南部白龙江流域泥石流灾害危险性评价 [J]. 资源科学, 2013(4): 892 – 899]
- [12] Chen Liang, Meng Gaotou, Zhang Wenjie, et al. Application of information model on geological hazards investigation and zoning of counties and cities; as an example of Xianju county, Zhejiang Province [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2003, (5): 49 – 52 [陈亮, 孟高头, 张文杰, 等. 信息量模型在县市地质灾害调查与区划中的应用研究——以浙江仙居县为例 [J]. 水文地质工程地质, 2003, (5): 49 – 52]
- [13] Liu Xilin, Mo Duowen. Debris flow risk assessment [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2003: 47 – 82 [刘希林, 莫多闻. 泥石流风险评价 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003: 47 – 82]

Risk Assessment of Medium and Small-scale Regional Debris Flow

SHU Heping, LIU Dongfei, GU Chunjie, ZHANG Peng, MA Jinzhu

(Key Laboratory of Western China's Environment Systems of the Ministry of Education, Lanzhou University, Lanzhou 73000, China)

Abstract: Based on the field survey, Zhouqu County, Gansu Province, China was selected as the medium and small-scale study area, 19 villages in the county were divided as the evaluation units. The article used hazards and vulnerability as a basis for evaluation of the area, which made the medium and small-scale regional risk assessment come true. Among them, the information method was adopted in regional hazards assessment, which based on the 250 m × 250 m gridunits to evaluate the hazardous value of each villages and towns of Zhouqu county; Life and properties as a measure of regional vulnerability, the article took the population vulnerability (V_p), economic and ecological environment vulnerability (V_m) into account to get the comprehensive vulnerability degree of each village in the study area. Hazards and vulnerability were coupled, then the risk assessment model was established, based on which the risk rank and the risk zoning map of Zhouqu county were obtained using GIS technology. Meanwhile, some recommendations about disaster prevention and mitigation in medium and small regional were proposed. The results showed that the extremely high-risk districts in Zhouqu County were mainly distributed in the Chengguan town, Dongshan village, Jiangpan village, Dachuan village and part area of Guoye village.

Key words: GIS; debris flow; hazards; vulnerability; risk