

陕西汉中汉台区地质灾害易发性和危险性分区评价

李永红, 向茂西, 贺卫中, 姬怡微, 刘海南, 李 辉, 丁 佳

(陕西省地质环境监测总站 陕西 西安 710054)

摘要: 由于地形地貌、岩体土类型、人类工程活动等地质灾害影响因子不同, 汉台区地质灾害分布极不均匀, 表现在北部山区崩塌地质灾害密度大, 中南部粘性土滑坡较多。本文在地质灾害详细调查的基础上, 利用地质灾害影响因子综合指数法, 进行地质灾害易发程度分区评价, 并以易发区和地质灾害隐患点险情等级进行点对区的空间叠加, 形成地质灾害危险程度分区评价, 为汉台区地质灾害防治管理部门提供了防治对策依据, 尤其对陕南移民搬迁选址提供了技术支撑。

关键词: 汉台区; 地质灾害; 易发程度; 危险程度

文章编号: 1003-8035(2014)03-0107-07

中图分类号: P694

文献标识码: A

1 评价方法

地质灾害易发性是在一定范围内地质灾害发生的容易程度和多发程度, 它主要反映的是地质灾害发生的历史和现状, 有一定的预测性。根据地质环境条件与地质灾害发生发育情况分为高易发、中易发、低易发和非易发; 地质灾害危险程度是在一定范围内地质灾害发生可能危害的概率, 属于预测范畴, 根据威胁对象分为高危险、中危险、低危险和极低危险。地质灾害易发性分区评价是将与地质灾害发生密切相关的影响因子、地质灾害点密度进行综合统计, 定量或半定量评价地质灾害易发程度; 地质灾害危险程度分区评价是预测易发区内发生地质灾害危险性的大小。目前常用的评价模型有信息模型、回归预测模型、聚类分析模型、专家系统、灰色系统模型、模式识别模型、非线性模型等^[1-4]。

为了体现各影响因素对地质灾害的作用, 提高地质灾害易发性和危险性分区评价精度和准确性, 又使评价工作具有可操作性, 根据汉台区地质灾害发育特征及地质环境条件, 采用影响因子综合指数法进行评价。

具体方法是: 首先将能够量化的影响因子分图层, 赋属性量化; 然后化将单因子图层叠加、校正、概化形成地质灾害易发程度分区评价图层; 最后在易发程度评价图层的基础上, 考虑地质灾害隐患点的险情等级, 形成危险程度分区评价图层。

该方法的好处是充分利用调查所采集的各类地质灾害数据, 又综合考虑了与这些地质灾害有关的影响因

素, 使得现状调查结果与预测评价很好地有机结合。

2 评价模型

2.1 基础数据

本次评价采用汉台区 1:50000 地形底图数字化信息为基础地理数据, 采用汉台区地质灾害详细调查期间实地调查获得的地质灾害点数据为基础灾害数据^[5]。采用栅格单元进行划分和分析计算, 单元格大小为 1000m × 1000m, 利用 MapGIS 实现单元格的剖分。

2.2 综合指数计算模型

将地质灾害影响因子按其不同分类对地质灾害的影响程度进行量化赋值, 叠加求和, 确定地质灾害易发程度。计算公式如下^[6]:

$$SI = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m F_{ij}$$

式中: SI ——综合指数;

F_{ij} ——影响因素及分类, $i = (1, 2, 3, \dots, 9)$ 表示影响因子的数量, 本次评价共有 9 个影响因子; $j = (1, 2, 3, 4)$ 表示影响因子的分类数量, 本次评价共分 4 类。

收稿日期: 2013-12-30; 修订日期: 2014-01-01

基金项目: 《陕西省地质调查院关于下达地质灾害详查任务的通知》(陕国土资发[2013]16号文)

作者简介: 李永红(1968—), 女, 本科, 高级工程师, 主要从事地质灾害防治工作。

E-mail: applelyh@163.com

3 评价因子的选取

汉台区地质灾害类型主要有滑坡、崩塌、泥石流^[7],其影响因素^[8-12]主要是地质环境条件、人类工程活动和降水,因此参与评价的影响因子主要为地形地貌、地层岩性与岩土体、新构造运动、植被覆

盖程度;这8个影响因子和地质灾害点密度作为评价因子,建立汉台区地质灾害单因子评价图层。

3.1 单因子评价图层的赋值

利用 MAPGIS 地理信息系统,以汉台区行政区为界剖分成 653 个单元格,将各个影响因素按类别的不同分别进行赋值^[13](表 1)。

表 1 评价因子量化表
Table 1 Quantification of evaluation factors

评价因子	赋值 4	赋值 3	赋值 2	赋值 1
地形地貌	中低山区	三级阶地区	二级阶地区	河谷漫滩及一级阶地区
地层岩性与岩土体	坚硬块状花岗岩类;中等一较软薄层状片岩;较软薄层状千枚岩	坚硬中厚—厚层状碳酸岩	膨胀土 ^[14]	一般粘土
新构造运动	抬升区	盆地与抬升过渡的北区	盆地与抬升过渡的南区	盆地区
植被覆盖程度	平原区,植被覆盖率小于 10%	山前与平原过渡区,植被覆盖率 20%~30%	北部除褒河森林公园和天台山国家森林公园的其它地区,植被覆盖率达 40%~80%	北部褒河森林公园和天台山国家森林公园,植被覆盖率大于 80%
道路建设	新老 316 国道	北部通村公路、景区道路等	南部通村公路、316 国道、高速公路等	盆地区道路
采矿活动	矿权密集区	鼓励开采区	限制开采区	严禁开采区
削坡建房	北部村庄周边	南部三级阶地行村庄周边	南部二级阶地村庄周边	平原区
多年降水量	≥770mm	770~750mm	750~740mm	<740mm
地质灾害密度 (处/km ²)	≥3	2	1	现状地质灾害不发育

本文以地形地貌、地层岩性与岩土体、诱发因素之道路工程建设和降水量、现状地质灾害为例,分别说明单因子图层的评价结果。

3.1.1 地形地貌评价因子计算结果

地形地貌是地质灾害发生基础条件,汉台区地貌单元过渡明显,由北向南为中低山、三级阶地、二级阶地、一级阶地,赋值由北向南逐渐递减(图 1)。

3.1.2 地层岩性与岩土体评价因子计算结果

地层岩性决定岩土体类型,岩土体是地质灾害发生的物质基础,区内岩体由北部向南硬度渐减,赋值见图 2。

3.1.3 道路工程建设因子计算结果

区内新老 316 国道的建设和近年来通村公路的网络的实现,形成了较多高陡边坡,是区内崩塌的主要诱发因素,赋值见图 3。

3.1.4 年降水量单因素评价计算结果

汉台区年均降水量由西向东,由南向北降水量递增,也就是说图层赋值由西向东北增加(图 4)。

3.1.5 地质灾害点密度图层的建立

地质灾害是各种诱发因素综合作用的结果,将灾害点密度图层赋值并叠加,实际上是对各种因素图层

的二次校正,也提高量化的精度与准确性(图 5)。

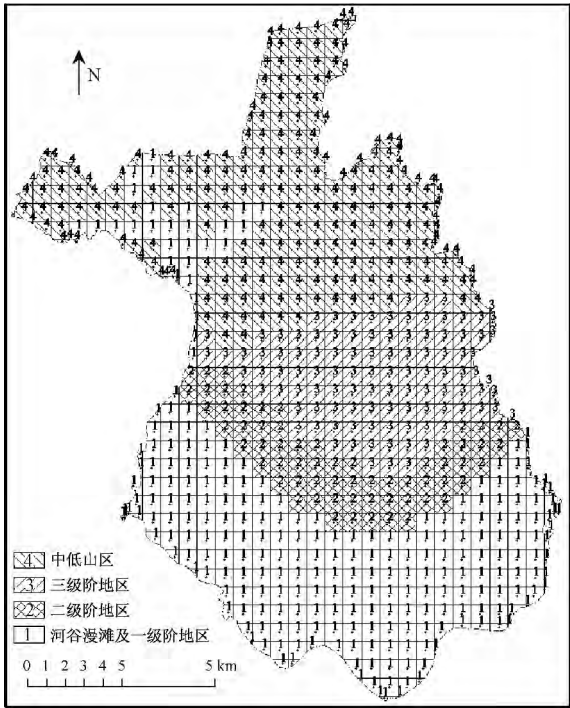


图 1 汉台区地形地貌评价因子计算结果图
Fig. 1 The calculation results of evaluation factors for landform in Hantai district

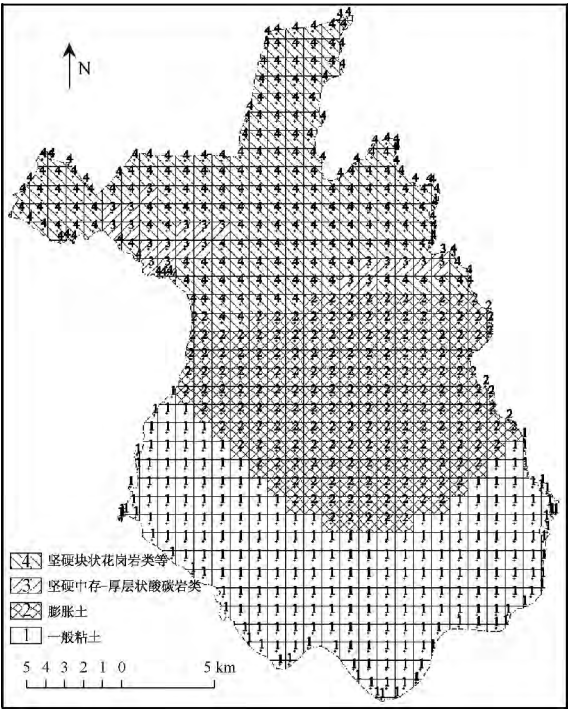


图 2 汉台区地层岩性与岩土体评价因子计算结果图
Fig. 2 The calculation results of evaluation factors for rock and soil mass types in Hantai district

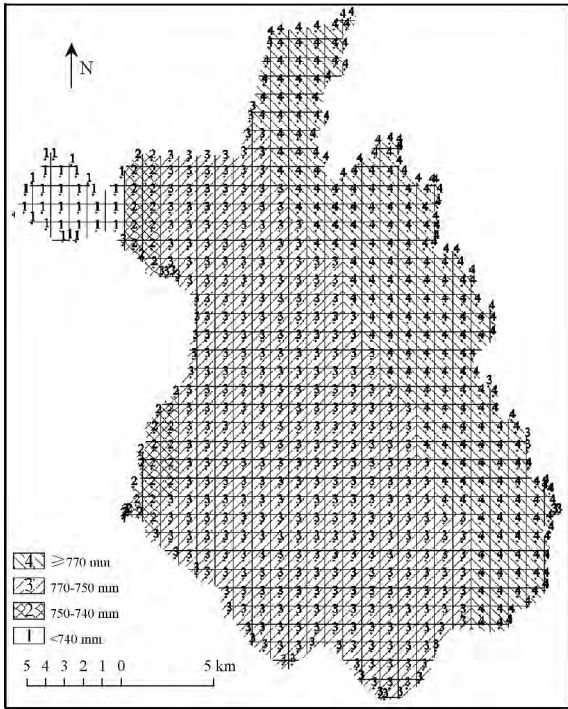


图 4 汉台区多年降水量评价因子计算结果图
Fig. 4 The calculation results of evaluation factors for the total annual precipitation in Hantai district

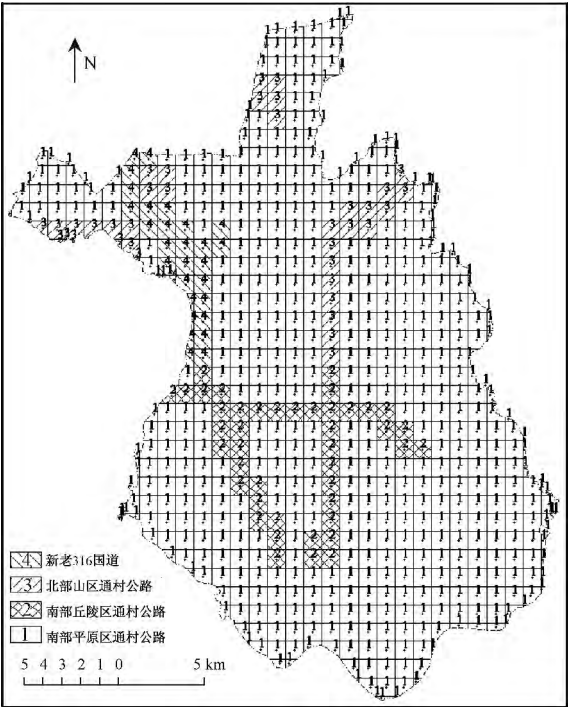


图 3 汉台区道路工程建设评价因子计算结果图
Fig. 3 The calculation results of evaluation factors for construction in Hantai district

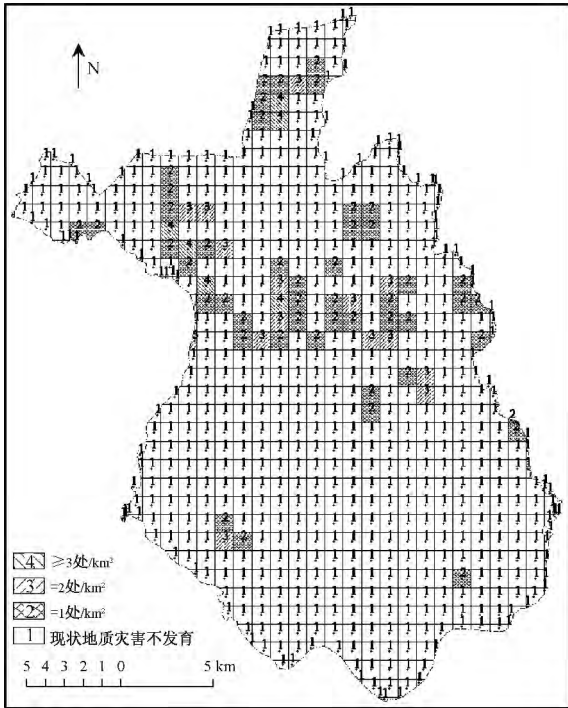


图 5 汉台区地质灾害点密度分布计算结果图
Fig. 5 The calculation results of the density distribution about geological hazard in Hantai district

4 易发程度分区

将上述各图层叠加、求和形成综合指数图层,单元格属性介于 13~31,生成 LABEL 点,利用 MAPGIS 的空间分析功能生成等值线(图 6)。

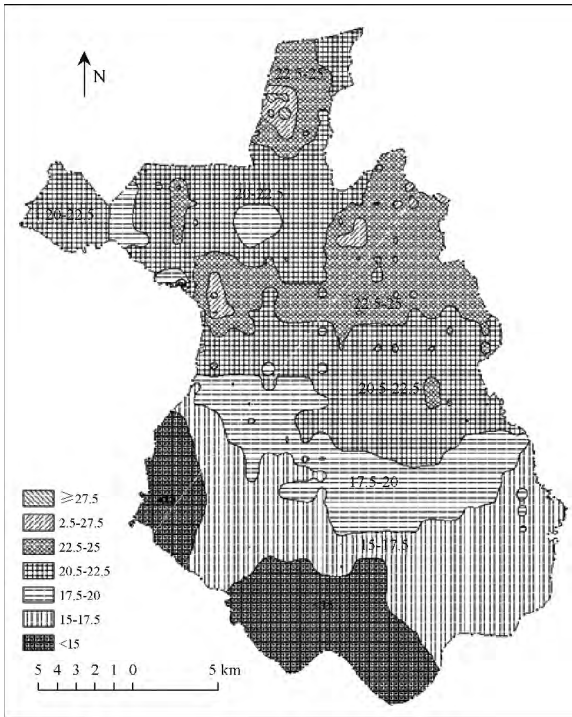


图 6 汉台区综合因子评价计算结果图
Fig. 6 The calculation results of comprehensive evaluation factors in Hantai district

初步判定高易发区^[15]位于 22.5~27 间、中易发区位于 20~22.5 间、低易发区位于 17.5~20 间、非易发区小于 17.5。在此基础上,再次考虑不可量化的其它影响因子,如地下水的作用等,概化形成易发程度分区(图 7)。

高易发区:位于北部中低山区,现状地质灾害点密度大,人类活动强烈的区域,总面积 95.0km²,占全区总面积的 17.1%。地质灾害点密度达 0.67 处/km²。

中易发区:总面积 55.7km²,占全区总面积的 10.0%。地质灾害活动与人类工程活动关系密切。主要位于蚂蟥沟、河东店—汉王镇、凹口村。

低易发区:按地质环境条件差异分为 5 个区:沙河沟南、北低易发区沙河沟南低易发区、蚂蟥沟南、北低易发区和鑫源—徐望镇低易发区。总面积 209.3km²,占全区总面积的 37.6%。地质灾害点密

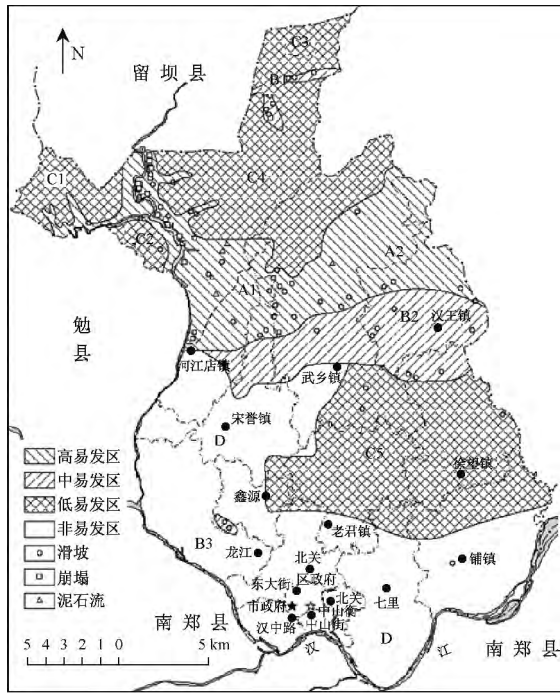


图 7 汉台区地质灾害易发程度分区图
Fig. 7 The partitions with susceptible degree of the geological hazard in Hantai district

度达 0.02 处/km²。
非易发区:位于调查区南部的一、二级阶地区,地势平坦。面积 196.0km²,占全区总面积的 35.3%。

5 危险程度分区

将概化后的易发程度分区图再次剖分,根据表 2 将地质灾害隐患点险情等级^[16]与其进行点对区的叠加,形成的高危险、中危险、低危险、极低危险单元格分别赋 4、3、2、1,与易发区实现相同,生成等值线后、概化形成危险程度分区(图 8、图 9)。

表 2 危险性评价标准					
Table 2 Evaluation criterion of risk					
易发程度分区	隐患点险情等级				
	特大型	大型	中型	小型	无地质灾害点
高易发区	高危险区	高危险区	高危险区	中危险区	中危险
中易发区	高危险区	中危险区	中危险	低危险区	低危险
低易发区	中危险区	低危险区	低危险区	低危险区	低危险
非易发区	极低危险区	极低危险区	极低危险区	极低危险区	极低危险

高危险区主要沿万年桥—河东店镇—塔南坡一带,中危险区主要位于高危险区南北两侧和中低山区和丘陵区,其余区域为低危险区和极低危险区。

高危险区:该区总面积 95.25km²,占全区总面积

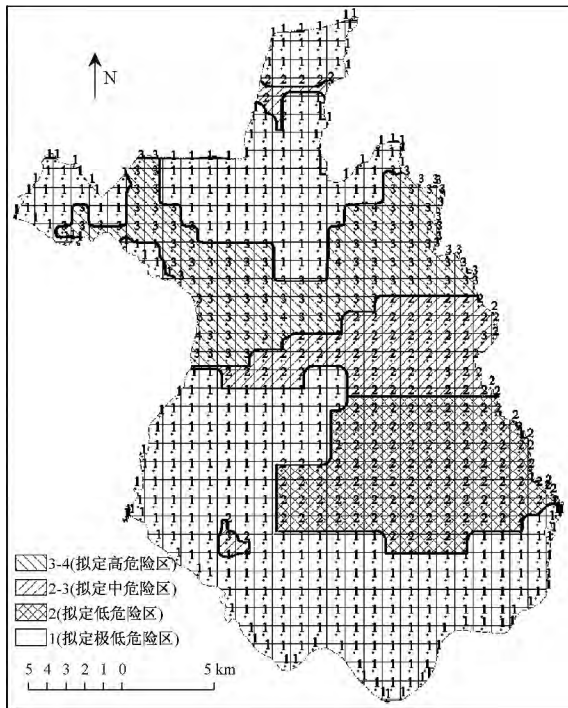


图8 汉台区地质灾害危险程度评价计算结果

Fig. 8 The calculation results of evaluation for degree of risk of the geological hazard in Hantai district

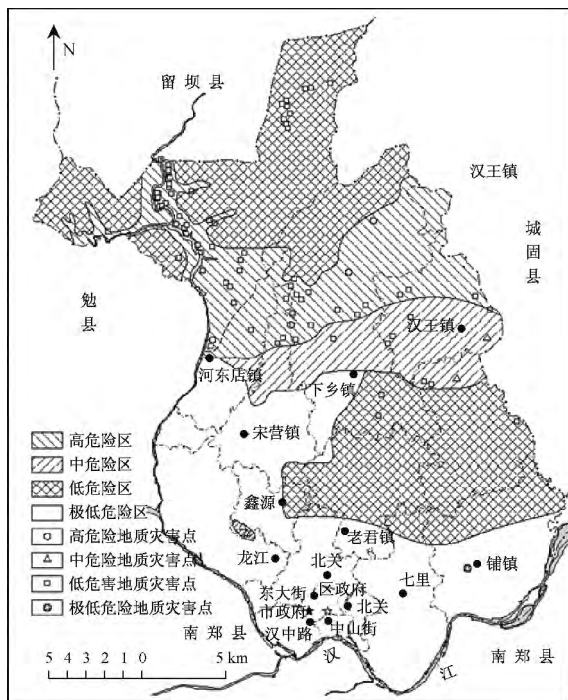


图9 汉台区地质灾害危险程度分区图

Fig. 9 The partitions with degree of risk of the geological hazard in Hantai district

的 17.13% ,地质灾害集中发育在 316 国道沿线及人口居住较密集、人类工程活动强烈的中低山区。有灾害点 58 处 ,其中崩塌 23 处 ,全为岩质崩塌;滑坡 30 处 ,以残坡积层滑坡为主;泥石流 5 处 ,全为沟谷型泥石流。区内地质灾害隐患点主要威胁厂矿企业和 316 国道等 ,进一步可划分为万年桥—沥水沟高易发区和河东店—塔南坡高易发区。

中危险区: 该区总面积 52.89km^2 ,占全区总面积的 9.52% ,地质灾害发育在丘陵地带与一、二级阶地过渡地段的前缘陡坎上。共有灾害点 8 处 ,均为滑坡;高危险点有 2 处、中危险点 6 处 ,灾点密度为 $0.151\text{处}/\text{km}^2$ 。地质灾害隐患点威胁住户 157 户 ,894 人 ,706 间房 ,威胁财产 3909 万元 ,小学一所等。中危险区分为河东店—汉王镇中危险区和凹口村中危险区危险区。

低危险区: 汉台区地质灾害低危险区分布于境内北部中低山区和南部二、三级阶地地区 ,面积 212.24km^2 ,占全县总面积的 38.17%。发育地质灾害 5 处 ,其中滑坡 4 处、泥石流 1 处 ,险情等级均为小型;高危险点 1 处、中危险点 4 处 ,灾害点密度 $0.024\text{处}/\text{km}^2$ 。地质灾害隐患点威胁住户 12 户 ,32 人 ,36 间房 ,威胁财产 126 万元 ,小学一所等。

根据地质环境条件、地质灾害易发程度和灾害点分布情况 ,共划分 5 个地质灾害低危险区 ,分别为沙河沟北低危险区、沙河沟南低危险区、蚂蟥沟南北低危险区和鑫源—徐望镇低危险区。

极低危险区: 该危险区位于宗营镇南—汉中市一七里街道办—铺镇一带。沿鑫源—徐望镇低危险区呈弧状展布 ,地貌单元为河流阶地地区 ,地势由北向南微倾 ,地形总体坡度小于 10° ,物质组成主要为粉质粘土 ,该区面积 195.62km^2 ,占全区面积的 35.18% ,灾害点密度 $0.005\text{处}/\text{km}^2$ 。在铺镇新桥村四组发育 1 处粘土滑坡 (HT0033) ,威胁 3 户 14 人 14 间房的安全 ,财产 150 万元 ,险情等级为小型 ,属中危险点 ,其它区域未发现地质灾害点。

6 结论

(1) 汉台区地质灾害影因子主要为地形地貌、地层岩性与岩土体、新构造运动、植被覆盖程度;道路建设、采矿活动、削坡建房、多年降水量等 ,将其作为地质灾害分区评价因子是适宜的。

(2) 采用影响因素综合指数法划分了地质灾害

高、中、低、非易发区,与实际相符。

(3) 利用地质灾害易发程度区和地质灾害隐患点险情等级进行地质灾害危险程度分区评价,划分的地质灾害高、中、低、极低危险区较为合理。

(4) 建议在地质灾害易发区内进行工程建设必须进行地质灾害危险性评估工作,对于地质灾害隐患点在危险程度高、中的区域,采用移民迁或工程治理措施避免人民生命和财产的损失。

7 致谢

本文依托陕西省地方财政投资的地质灾害详细调查公益性项目,实施过程中得到了陕西省国土资源厅、陕西省地质调查院、汉中市国土资源局汉台分局的大力支持和帮助,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 殷坤龙,等. 滑坡灾害风险分析[M]. 北京: 科学出版社, 2010(9): 1-30.
YIN Kunlong, et al. Landslide hazard risk analysis [M]. Beijing: Science Press, 2010(9): 1-30.
- [2] 阮沈勇, 黄润秋. 基于 GIS 的信息量法模型在地质灾害危险性区划中的应用[J]. 成都理工学院学报, 2001, 28(1): 89-92.
RUAN Shenyong, Huang Runqiu. Application of GIS-based information model on assessment of geological hazards risk [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2001, 28(1): 89-92.
- [3] 吴树仁, 胡道功, 徐瑞春, 等. 长江三峡库首区滑坡灾害空间预测[J]. 中国地质灾害与防治报, 1998, 9(3): 141-147.
WU Shuren, HU Daogong, XU Ruichun, et al. Prediction of landslide hazards in the fore reservoir region of the Three Gorges Project on the Yangtze River[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1998, 9(3): 141-147.
- [4] 朱晓曦, 王一鸣, 龚新法. 浙江省文城县滑坡灾害危险性评价[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2013, 24(3): 13-18.
ZHU Xiaoxi, WANG Yiming, GONG Xinfa. Assessment of the landslide hazards in Wencheng country of Zhejiang province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2013, 24(3): 13-18.
- [5] 李永红, 向茂西, 贺卫中, 等. 陕西省汉中市汉台区地质灾害详细调查报告[R]. 西安: 陕西省地质环境监测总站, 2013.
- LI Yonghong, XIANG Maoxi, HE Weizhong, et al. Detailed research of Hantai district in Hanzhong city of Shaanxi [R]. Xi'an: Shaanxi Institute of Geo-Environment Monitoring, 2013.
- [6] 国土资源部地质环境司. 中国地质调查局. 《全国地质环境图系》编制技术要求(试行). 北京: 国土资源部地质环境司, 中国地质调查局, 2013.
Environment department of Ministry of Land and Resources. <The geological environmental picture system> technical requires (trial edition). Beijing: Environment department of Ministry of Land and Resources, 2013.
- [7] 李永红, 滕宏泉, 向茂西, 等. 陕西省秦巴山区泥石流灾害成因与防治对策研究[R]. 西安: 陕西省地质环境监测总站, 陕西省国土资源资产利用研究, 2009.
LI Yonghong, TENG Hongquan, XIANG Maoxi, et al. Studying on causes and countermeasures of the mud-rock flow in Qinba mountains of Shaanxi [R]. Xi'an: Shaanxi Institute of Geo-Environment Monitoring, Study of assets Shaanxi's land resources, 2009.
- [8] 张茂省, 等. 陕西省环境地质调查报告[R]. 渭南: 陕西省地矿局第二水文地质队, 2000.
ZHANG Maosheng, et al. Research of geo-environment in Shaanxi province [R]. Weinan: The Second Team of Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, 2000.
- [9] 范立民, 何进军, 李存购. 秦巴山区滑坡发育规律研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(1): 44-47.
FAN Limin, HE Jinjun, LI Cungou. Study on development patterns of landslide in QinBa Mountains [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2004, 15(1): 44-47.
- [10] 刘传正. 论地质灾害防治的科学理念[J]. 水文地质工程地质, 2013, 40(6): 1-6.
LIU Chuansheng. Consultation for the scientific spirit in geological hazard and control [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2013, 40(6): 1-6.
- [11] 刘传正. 论滑坡稳定性评价的几个关键问题[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1996, 7(3): 55-59.
LIU Chuansheng. On some problems in evaluation of slope stability [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1996, 7(3): 55-59.
- [12] 张桂荣, 殷坤龙, 刘传正, 等. 基于 GIS 的陕西省旬阳地区滑坡灾害危险性区划[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(4): 39-43.
ZHANG Guirong, YIN Kunlong, LIU Chuansheng, et al. The hazard zoning of landslide supported by GIS in

- Xunyang region of Shaanxi province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control 2003 , 14(4) : 39 - 43.
- [13] 中国地质环境监测院. 1:50000 地质灾害调查信息化成果技术要求. 北京: 中国地质环境监测院 2010. China Geological Environmental Monitoring Institute. The 1:50000 technical require of the result of informatization. Beijing: China Geological Environmental Monitoring Institute 2000.
- [14] 王璞. 勉县膨胀土滑坡特征及危险性评价方法研究 [D]. 西安: 西安科技大学硕士学位论文 2010. WANG Pu. The study of expansive soil landslides and the risk assessment methods of Expansive Soil Landslides [D]. Xi ' an: Master's Thesis of Xi'an University of Science and Technology 2010.
- [15] 陕西省地质调查院. 陕西省地质灾害详细调查技术要求. 西安: 陕西省质调查院 2012. Shaanxi Geological Survey. The technical require of detailed research. Xi ' an: Shaanxi Geological Survey , 2012.
- [16] 中华人民共和国国土资源部. 县(市)地质灾害调查与区划基本要求实施细则(修订稿). 北京: 中华人民共和国国土资源部 2006. Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. The rules of the require of the geological hazard investigation and regionalization (revised edition) . Beijing: Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China , 2006.

Assessment of the susceptible degree and degree of risk of geological hazard in Hantai district of Shaanxi

LI Yong-hong , XIANG Mao-xi , HE Wei-zhong , JI Yi-wei , LIU Hai-nan , LI Hui , DING Jia
(Shaanxi Institute of Geo-Environmental Monitoring , Xian 710054 , China)

Abstract: The distribution of geological hazard in Hantai district is uneven , because of differentiation among impact factors such as landform , rock and soil mass types , human project activities. Collapse mainly scatter in the northern mountains and clay landslides mainly distribute in the central and southern area. Based on the detailed survey , the paper evaluates the susceptible degree of the geological hazard with the comprehensive index method of geological hazard factors. Comparison has been made between hazard-prone areas and hazard-stricken areas so that more scientific evaluation on degrees of risk can be taken to the hazardous areas. This paper provides the theoretical basis for its prevention and cure in Hantai geological hazard department and makes contributions in technical support for emigrants in Southern Shaanxi.

Key words: Hantai District; geological hazards; susceptible degree; degree of risk

《中国地质灾害与防治学报》编辑部网络采编办公系统运行通知

各位作者:

您好! 为提高稿件处理和办公效率,《中国地质灾害与防治学报》编辑部已从 2013 年 3 月开始启用网络采编办公系统。

作者投稿采用新的网络平台(<http://zgdzzyhfz.paperopen.com/>) ,不再使用原电子邮件投稿系统 ,特此公告 ,望作者们予以支持与合作。

在使用网络系统中您有任何疑问、意见和建议 ,请您电话 010 - 62170025 或者发邮件到 nitx@mail.cigem.gov.cn。

注意: 投稿作者请详细阅读首页导航栏——投稿须知!

期刊编辑部