

DOI:10.19826/j.cnki.1009-3850.2020.08001

基于GIS的华蓥市地质灾害易发性评价

刘任鸿¹, 李明辉², 邓英尔¹, 朱华平², 黄勇¹, 胡淑杰¹

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川 成都 610059; 2. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

摘要:本文基于四川华蓥市最新的地质灾害数据和野外地质数据,选取坡度、坡向、坡高、工程地质岩组、断层、河流影响距离、道路和采矿活动等8个影响因素,采用信息量模型,在进行评价因子分析的基础上,通过GIS空间分析平台,对华蓥市开展地质灾害易发性评价。评价结果显示,研究区可划分为高易发、中易发、低易发和极低易发四个区,分别占研究区面积的17.31%、27.63%、32.66%和22.40%。通过采用受试者工作特征曲线(ROC)的线下面积(AUC)进行检验,其值为72.50%,评价结果良好,能够为华蓥市地质灾害易发性评价提供理论指导和技术参考。

关键词:GIS;信息量模型;地质灾害;易发性评价

中图分类号:P694

文献标识码:A

引言

我国是世界上地质环境脆弱、地质灾害多发的国家之一^[1]。近年来,由于极端气候和人为因素的影响,导致了大量地质灾害事件的发生,给我国人民生命财产造成了巨大损失^[2]。地质灾害易发性评价是地质灾害调查评价的一项重要内容^[3],在地质灾害防治工作中起着重要的作用,可为区域的地质灾害防治和城市规划建设等提供科学的依据。

目前对地质灾害的定量评价方法主要包括逻辑回归分析方法、证据权法、信息量法、确定性系数分析方法等,以及多种分析方法的耦合分析^[4-9]。由于信息量模型算法稳定性好,操作简单,能够较客观地反映评价结果,所以被许多学者广泛地运用到地质灾害易发性区划评价中^[10-13]。本文运用信息量模型,以华蓥市为研究对象,选取坡度、坡向、坡高、工程地质岩组、断层、河流影响距离、道路和采矿活动8个评价因子,利用GIS空间分析平台对研究区进行地质灾害易发性评价,并对其评价结果进行检验。

1 信息量模型

信息量模型属于贝叶斯概率模型的一种,它利用概率形式进行定量描述,从而反映区域内不同成灾要素区间对地质灾害形成的贡献大小^[14],即信息量用条件概率表示为

$$I(Y, X_1 X_2 \dots X_n) = \ln \frac{P(Y, X_1 X_2 \dots X_n)}{p(Y)} \quad (1)$$

式中: $I(Y, X_1 X_2 \dots X_n)$ ——为因素组合 $X_1 X_2 \dots X_n$ 对地质灾害Y所提供的信息量(Nat); $P(Y, X_1 X_2 \dots X_n)$ ——为因素 $X_1 X_2 \dots X_n$ 组合条件下地质灾害Y发生的概率;

$p(Y)$ ——为地质灾害Y发生概率的区域背景值;

为了便于计算,我们通常在进行具体运算时将总体概率改为样本频率进行计算,于是上式可转化为:

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i/S_i}{N/S} \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

式中: I ——总信息量值;

收稿日期:2020-07-19; 改回日期:2020-08-31

作者简介:刘任鸿(1994—),男,硕士研究生,研究方向:地质工程专业研究。E-mail:1554233302@qq.com

通讯作者:邓英尔(1967—),男,教授,博士研究生导师,主要从事地质工程、地下水、岩土力学与渗流等教学。

E-mail:dengye6789@sina.com

资助项目:中国地质调查局项目(DD20190524, DD20160249)资助;国家重点研发计划(2018YFC1505406)

I_i ——对应地质灾害因子分级 i 信息量值;

N_i ——对应地质灾害因子分级 i 地质灾害栅格单元数;

S_i ——对应地质灾害因子分级 i 总的栅格单元数;

N ——已发生地质灾害的栅格单元数;

S ——研究区总的栅格单元数;

2 研究区概况

华蓥市位于广安市南部,地处华蓥山脉中段西麓,渠江以东。地理坐标为东经 $106^{\circ}36' \sim 106^{\circ}54'$,北纬 $30^{\circ}06' \sim 30^{\circ}28'$,南北长约 40km,东西宽约 28km。该区属亚热带湿润季风气候特征,气候温和、雨量充沛、四季分明。

研究区地势东高西低,大致以襄阳铁路为界,可将其分为东西两个不同的地貌类型,西部地形高差较小,主要以丘陵、浅丘为主;东部地形高差较大,多为低、中山地貌。

区内出露地层有寒武系、奥陶系、志留系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系及第四系。其中分布最广的为侏罗系,主要分布于研究区西部,寒武系—三叠系主要分布于研究区的东部,而第四系松散堆积层主要沿渠江两岸零星不连续分布。由于岩土体工程地质性质复杂多样,可将其划分为 8 个工程岩组:中—厚层硬质砂岩夹软质泥页岩组(A1);中—厚层次硬质砂岩与次软质泥岩不等厚互层岩组(A2);薄—中厚层次硬质砂岩与次软质泥岩页岩夹泥质灰岩互层岩组(A3);片状—薄层状极软质页岩、黏土岩组(A4);中—厚层状硬质、强岩溶化灰岩、白云岩组(B1);薄—厚层状硬质夹软质中等岩溶化灰岩、生物碎屑灰岩夹泥岩、页岩岩组(B2);薄—中厚层状软硬相间、中等岩溶化灰岩与泥页岩不等厚互层岩组(B3);粉质黏土、粉土、砂砾石工程岩组(C1)。

构造上,研究区位于川东帚状构造的华蓥山隆褶中间部位,断裂构造主要集中分布在东部山区^[15]。研究区自 1960 年以来,有文字记载的地震共 22 次,其中地震震级大于 5 级的有 4 次,最大地震震级为 5.5 级。

华蓥市自然环境复杂,灾害类型众多,发生频繁^[16]。根据收集的资料及野外调查,区内共发育地质灾害 180 处,地质灾害类型主要为滑坡、不稳定斜坡、崩塌、地面塌陷和泥石流等 5 种。其中滑坡数

量最多,为 104 处,占地质灾害总数的 57.78%,其次为崩塌和 unstable 斜坡,分别为 40 处和 24 处,占比为 22.22% 和 13.33%。地面塌陷和泥石流较少,分别为 8 处和 4 处,占比为 4.44% 和 2.22%。研究区灾害点分布如图 1。

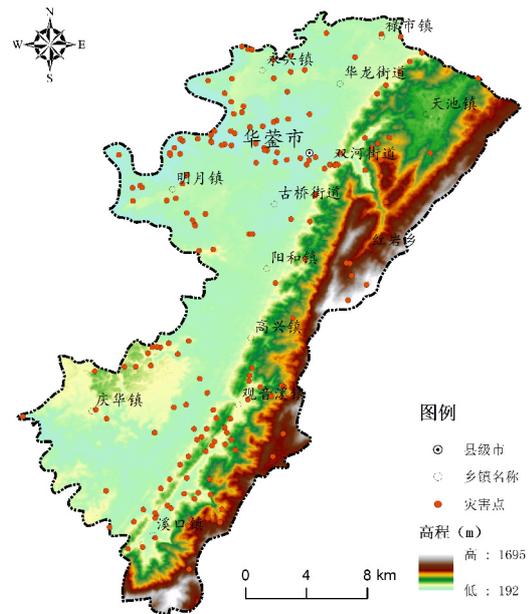


图 1 地质灾害点分布图

Fig. 1 Distribution map of geological hazard points

3 基于 GIS 的地质灾害易发性评价

本文的数据源主要包括地理空间数据云 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 分辨率的 DEM 数据、1:5 万地质图、矿山分布图、地质灾害数据库和野外调查资料等。

3.1 评价单元的选取

确定适当的评价单元类型,是进行地质灾害易发评价的基础。单元类型的选取是否合理,将影响着评价的精度和结果的可靠性。目前常用评价单元主要有网格单元、地域单元、均一条件单元、斜坡单元等^[17]。本文采用栅格单元方法对研究区进行易发评价,由于不同比例尺选取的适宜网格大小有所差异^[18],根据适宜格网经验公式

$$G_s = 7.49 + 0.006S - 2.0 \times 10^{-9}S^2 + 2.9 \times 10^{-15}S^3 \quad (3)$$

式中: G_s ——适宜格网大小;

S ——地图数字比例尺分母;

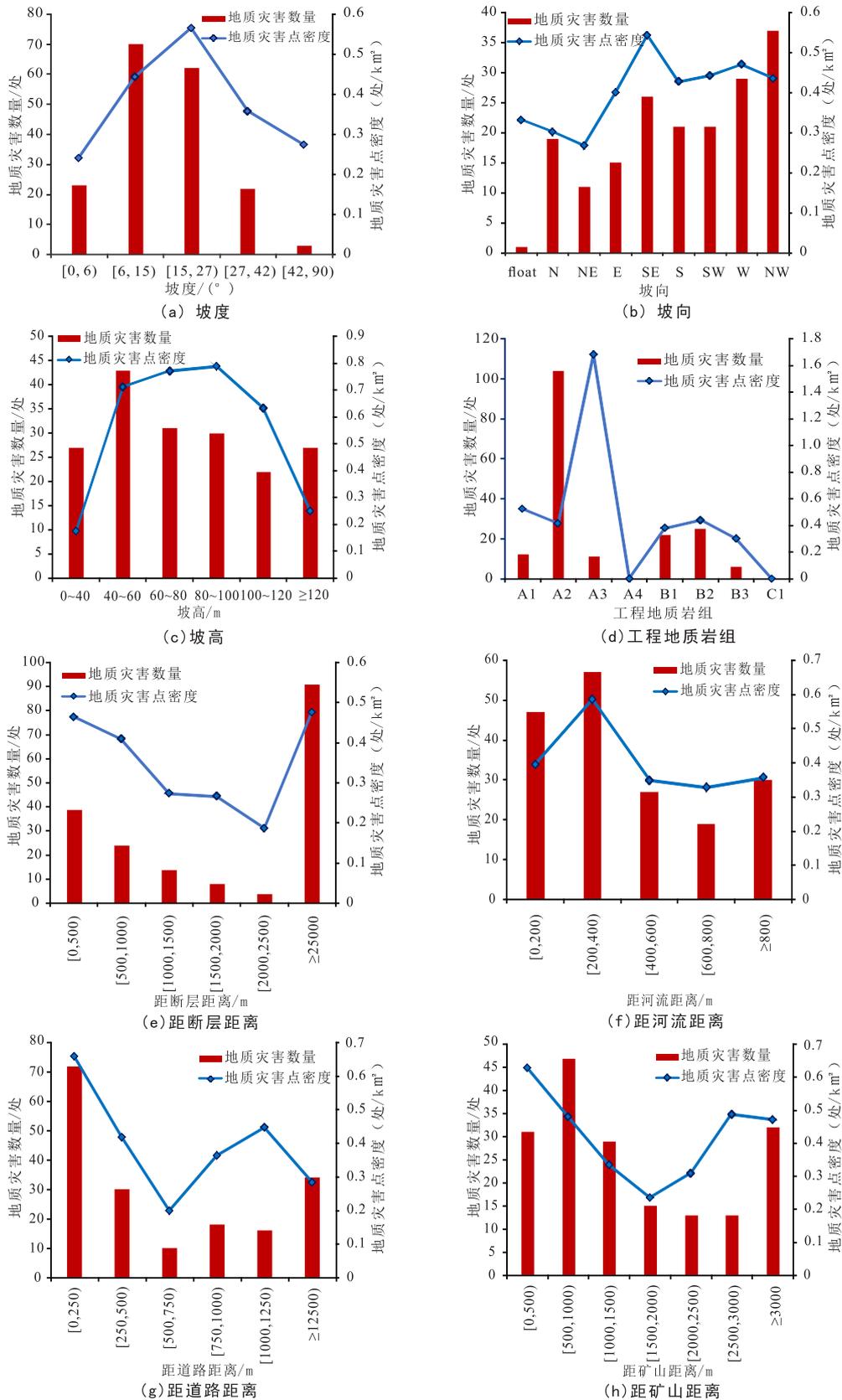


图2 影响因子灾害数量、点密度相关性统计图

Fig. 2 Statistical graphs showing correlations between disaster numbers and point densities of impact factors

本次研究区采用的地图数字比例尺为1:50000,通过以上公式计算可得 $G_s = 32.85$,为了方便后期对各因子图层栅格在 ArcGIS 中进行叠加分析,故以 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 的栅格单元作为其最小的评价单元,将研究区划分为 483873 个栅格单元。

3.2 评价因子分析

影响地质灾害的因素很多,且各因素间关系复杂,影响程度大小也各不相同,故选取合适的评价因子尤为重要。本文在野外调查的基础上,结合研究区的地质背景,选取了坡度、坡向、坡高、地层岩性、断层、河流影响距离、道路和采矿活动等 8 个评价因子对各评价因子进行分析。

3.2.1 坡度

地形坡度是地质灾害的重要孕灾因子,斜坡坡度的大小影响着斜坡的应力分布和斜坡堆积物的厚度^[19]。通常情况下,坡度越陡,对坡体的稳定性越不利。当坡体较缓时,坡体的破坏形式通常以滑坡为主;而随着坡度变陡,破坏形式则多以崩塌为主。通过 ArcGIS 将整个研究区划分为 5 个坡度等级,从图 2-a 中可以看出,地质灾害多集中发育于坡度为 $6^\circ \sim 27^\circ$ 之间。当坡度在 $0 \sim 27^\circ$ 时,地质灾害的数量和灾害点的密度随坡度的增加而增加;而坡度在 $27 \sim 90^\circ$ 时,地质灾害点的数量和灾害点密度随坡度增加明显减少。

3.2.2 坡向

不同的坡向由于太阳辐射强度有所差异,使得斜坡的温度、水蒸发量、植被覆盖及坡面岩土体风化特征的不同,导致斜坡地下孔隙水的分布和岩土体物理力学特征不同,进而影响斜坡的稳定性^[20]。通过 ArcGIS 将整研究区以 float、N、NE、E、SE、S、SW、W、NW 划分为 9 个坡向等级。从图 2-b 中可以看出,在坡向为 SE、S、SW、W、NW 的方向,地质灾害较为发育,而在坡向为 SE 方向,发育的灾害点密度最高。

3.2.3 坡高

坡高在一定条件下给滑坡、崩塌、泥石流等灾害提供了一定的势能,它控制着斜坡的应力分布,对斜坡的稳定性造成影响。通过 ArcGIS 将研究区划分为 6 个坡高等级。从图 2-c 中可以看出,地质灾害主要分布在坡高为 $40 \sim 100\text{m}$ 的区域,地质灾害数量和灾害点密度均较高,且随着坡高的增大,灾害点密度呈递增的趋势,并在坡高为 $80 \sim 100\text{m}$ 达到峰值。

3.2.4 工程地质岩组

岩土体作为地质灾害发生的物质基础,由于不同岩土的物理力学性质有所差异,这造成了不同岩土体发生的地质灾害的难易程度和发生的地质灾害类型也各不相同。根据研究区的工程地质情况,将其划分为 8 个工程地质岩组。从图 2-d 中可以看出,除了 A4 和 C1 工程岩组外,地质灾害在其他工程岩组均有发育,且在 A3 岩组灾害点密度最高;而在 A2 工程岩组发育的地质灾害点数量最多,这主要是由于该工程岩组的面积大,占研究区面积的 57.32%。

3.2.5 断层

由于受断层的影响,一般情况下,沿着断层带附近岩石相对较为破碎,岩石风化严重,为地质灾害的发生提供了有利的条件。利用 ArcGIS 的多环缓冲区工具,得到断层影响分级图。通过图 2-e 中可以看出在距离断层 $0 \sim 2500\text{m}$ 区域范围内,地质灾害数量和灾害点密度与距断层距离呈负相关关系,而在距断层距离大于 2500m 区域内地质灾害发育的数量和灾害点密度最高,这说明在一定距离范围内,断层构造对地质发育有利,而当超过一定距离范围,断层对地质灾害发育影响不大。

3.2.6 河流影响距离

研究区地表水资源丰富,水文网密布,河流对地质灾害的影响主要体现在河流的侵蚀、冲刷作用,河流水位的变化会引起河流两岸地下水位的变化,从而影响斜坡的稳定性。通过 ArcGIS 的多环缓冲区工具建立河流缓冲区,并将其划分为 6 个河流距离等级。通过图 2-f 中可以看出距离河流 $200 \sim 400\text{m}$ 范围内地质灾害数量和灾害点密度较高,并随着距离河流越来越远,灾害点密度与河流距离大致呈负相关关系。

3.2.7 道路

道路对地质灾害的影响,主要体现在公路切坡和坡脚的开挖,破坏了斜坡的稳定性。通过 ArcGIS 的多环缓冲区工具对研究区主要的交通道路建立多环缓冲区,并将其划分为 6 个距离道路等级。通过图 2-g 中可以看出,在距离公路 $0 \sim 750\text{m}$ 区域范围内,地质灾害数量和灾害点密度与公路距离呈负相关关系,且在 $0 \sim 25\text{m}$ 区域地质灾害发育数量和密度最高。

3.2.8 采矿活动

研究区内矿产资源丰富,各种矿山开采活动较

为活跃,尤其是煤矿的地下开采引起的地面变形和地面塌陷,露天采石场不合理的开挖和放坡常常引起斜坡失稳。通过 ArcGIS 的多环缓冲区工具将研究区的矿山点建立多环缓冲区,并将研究区划分为 7 个距离等级,通过图 2-h 中可以看出,地质灾害在距离矿山点 0~2000m 区域范围内,地质点密度和数量大体与距矿山距离呈负相关关系,这在一定程度上说明,矿山开采对地质灾害具有明显的影响。

3.3 评价因子信息量计算

根据信息量模型计算出各评价因子分级的信息量值,结果如表 1。对 8 个评价因子共 52 因子分级,按信息量从大到小排序,得出排序靠前的状态为:(1)A3 工程岩组;(2)坡高 40m~100m;(3)距道路距离 0~250m;(4)坡高 100m~120m;(5)距矿

山 0~500m;(6)距河流距离 200~400m。因此,工程地质岩组、坡高、道路、矿山开采、河流影响距离为该区地质灾害发育的主要影响因素。

3.4 地质灾害易发性评价

在得出各因子分级信息量和评级因子分级图(图 3)的基础上,通过 ArcGIS 软件的空间分析功能,对各单因子图层进行重分类和赋值,然后利用 ArcGIS 软件的栅格计算器进行各评价因子图层信息量叠加,最终获得地质灾害易发性评价栅格图。通过自然间断法对获得的易发性评价栅格图层进行重分类,将研究区易发性评价分为 4 个等级,即高易发区(3.7636~0.7040)、中易发区(0.7040~-0.3348)、低易发区(-0.3348~-1.3344)、极低易发区(-1.3344~-4.0775)。

表 1 各评价因子分级信息量值

Table 1 Information value of each evaluation factor classified

| 评价因子 | 因子分级 | 灾害个数/处 | 面积/km ² | 信息量值 | 排序 | 评价因子 | 因子分级 | 灾害个数/处 | 面积/km ² | 信息量值 | 排序 |
|---------|-------|--------|--------------------|--------|-------|-----------|-----------|--------|--------------------|--------|----|
| 坡度(°) | 0~6 | 23 | 95.45 | -0.539 | 46 | 断层(m) | B3 | 6 | 19.84 | -0.312 | 38 |
| | 6~15 | 70 | 157.94 | 0.069 | 19 | | C1 | 0 | 3.72 | — | — |
| | 15~27 | 62 | 109.70 | 0.312 | 9 | | 0~500 | 39 | 83.85 | 0.117 | 17 |
| | 27~42 | 22 | 61.45 | -0.143 | 31 | | 500~1000 | 24 | 58.49 | -0.007 | 26 |
| | ≥42 | 3 | 10.92 | -0.409 | 42 | | 1000~1500 | 14 | 50.98 | -0.408 | 41 |
| 坡向 | 平面 | 1 | 3.01 | -0.219 | 35 | 1500~2000 | 8 | 29.91 | -0.435 | 44 | |
| | 北 | 19 | 62.91 | -0.313 | 39 | 2000~2500 | 4 | 21.35 | -0.791 | 49 | |
| | 东北 | 11 | 41.01 | -0.432 | 43 | ≥2500 | 91 | 190.88 | 0.142 | 14 | |
| | 东 | 15 | 37.46 | -0.031 | 27 | 河流影响距离(m) | 0~200 | 47 | 118.89 | -0.044 | 28 |
| | 东南 | 26 | 47.90 | 0.272 | 10 | | 200~400 | 57 | 97.45 | 0.347 | 8 |
| | 南 | 21 | 49.10 | 0.034 | 23 | | 400~600 | 27 | 77.39 | -0.169 | 33 |
| | 西南 | 21 | 47.46 | 0.068 | 20 | | 600~800 | 19 | 57.79 | -0.228 | 36 |
| | 西 | 29 | 61.63 | 0.129 | 16 | | ≥800 | 30 | 83.95 | -0.145 | 32 |
| | 坡高(m) | 西北 | 37 | 84.96 | 0.052 | 22 | 0~250 | 72 | 109.32 | 0.465 | 5 |
| 0~40 | | 27 | 154.17 | -0.858 | 50 | 250~500 | 30 | 71.66 | 0.012 | 24 | |
| 40~60 | | 43 | 60.44 | 0.543 | 4 | 道路(m) | 500~750 | 10 | 49.9 | -0.723 | 48 |
| 60~80 | | 31 | 40.23 | 0.622 | 3 | | 750~1000 | 18 | 49.39 | -0.126 | 30 |
| 80~100 | | 30 | 38.08 | 0.644 | 2 | | 1000~1250 | 16 | 35.71 | 0.08 | 18 |
| 100~120 | | 22 | 34.77 | 0.425 | 6 | | ≥1250 | 34 | 119.48 | -0.373 | 40 |
| 工程地质岩组 | ≥120 | 27 | 107.77 | -0.500 | 45 | 0~500 | 31 | 49.37 | 0.418 | 7 | |
| | A1 | 12 | 22.83 | 0.240 | 11 | 500~1000 | 47 | 98.09 | 0.147 | 13 | |
| | A2 | 104 | 249.63 | 0.007 | 25 | 采矿活动(m) | 1000~1500 | 29 | 86.94 | -0.214 | 34 |
| | A3 | 11 | 6.53 | 1.404 | 1 | | 1500~2000 | 15 | 64.13 | -0.569 | 47 |
| | A4 | 0 | 18.23 | — | — | | 2000~2500 | 13 | 42.22 | -0.294 | 37 |
| | B1 | 22 | 57.76 | -0.081 | 29 | | 2500~3000 | 13 | 26.72 | 0.162 | 12 |
| | B2 | 25 | 56.92 | 0.060 | 21 | ≥3000 | 32 | 67.99 | 0.129 | 15 | |

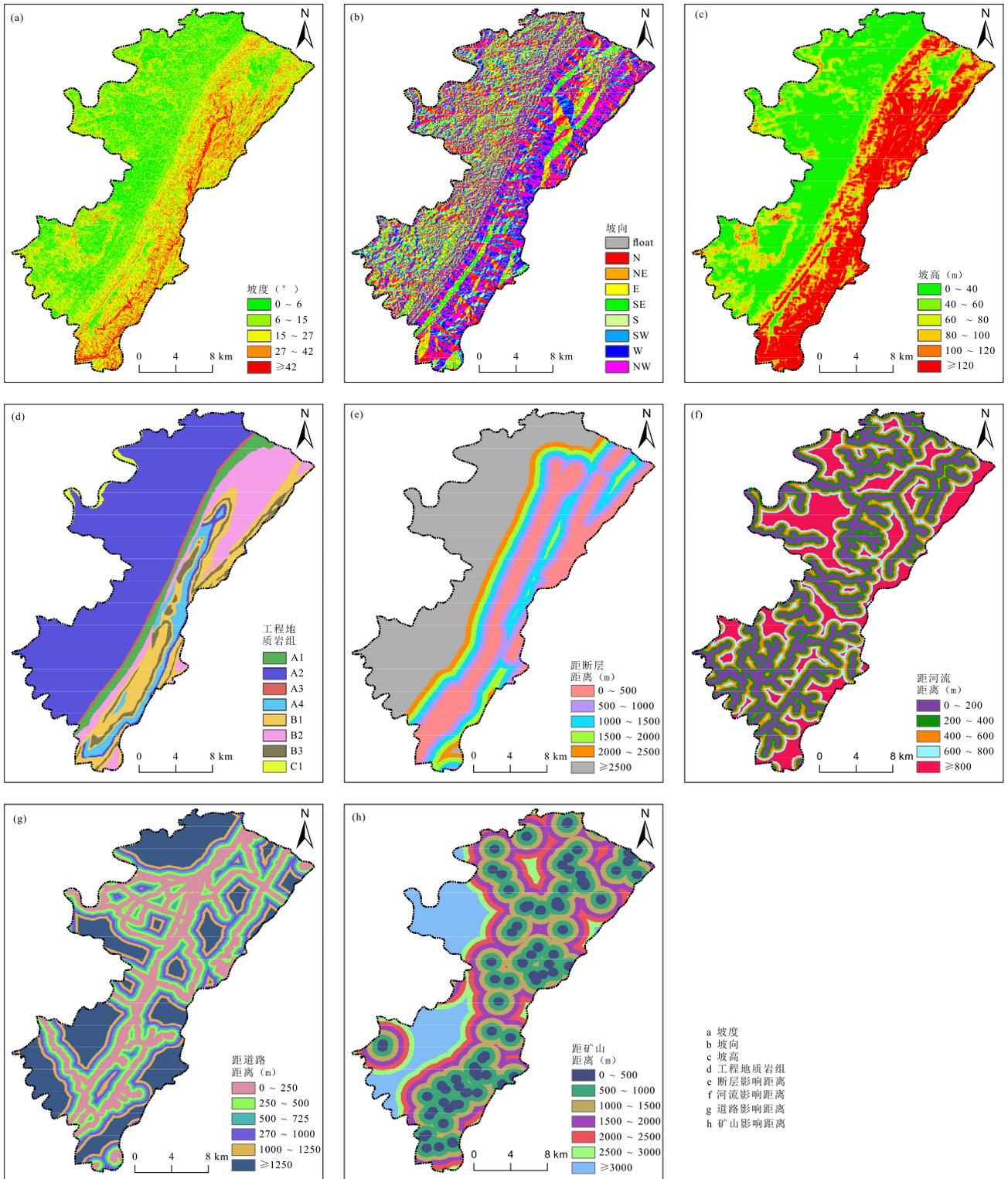


图3 评价因子分级图

Fig.3 Grading diagrams of evaluation factors

根据对华蓥市地质灾害易发性评价结果(表2、图4)。将研究区划分为4个易发性等级,即高易发区、中易发区、低易发区和极低易发区。其中高易

发区面积为75.38km²,占研究区总面积的17.31%,主要分布于禄市镇东部—华龙街道东部—双河街道东部—古桥街道中部一带、观音溪镇中部—溪口

镇一带和渠江沿岸地区;中易发区面积为 120.32km²,占研究区总面积的 27.63%,主要分布于庆华镇—观音溪镇西部一带、阳和镇中部—高兴镇中部一带、天池镇—红岩乡南部一带;低易发区面积为 142.21 km²,占研究区面积的 32.66%,主要分布于观音溪镇东部—高兴镇东部—阳和镇东部以及红岩乡北部一带、明月镇东部—永兴镇一带;极低易发区面积为 97.56 km²,占研究区面积的 22.40%,主要分布于高兴镇西部—阳和镇西部—古桥镇西部一带、华龙街道西部—禄市镇西部一带。

表 2 研究区地质灾害易发分区统计表

Table 2 Statistical table of geological disaster prone regions in the study area

| 易发性等级 | 面积 / (km ²) | 面积百分比 | 灾害点/处 | 灾害点密度 (处/ km ²) |
|-------|-------------------------|--------|-------|-----------------------------|
| 高易发区 | 75.38 | 17.31% | 86 | 1.14 |
| 中易发区 | 120.32 | 27.63% | 54 | 0.45 |
| 低易发区 | 142.21 | 32.66% | 29 | 0.20 |
| 极低易发区 | 97.56 | 22.40% | 11 | 0.11 |

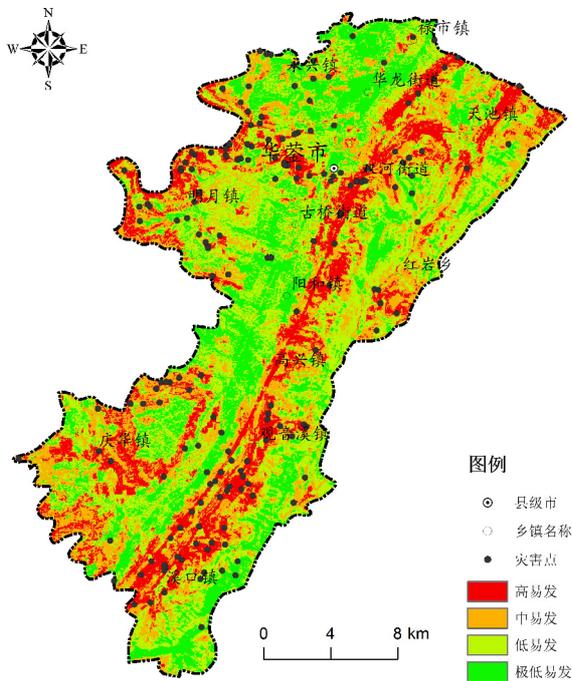


Fig. 4 The susceptibility map of the geologic hazards

3.5 精度评价

对研究区采用受试者工作特征曲线(ROC)进行定量检验,以横坐标为易发性面积累计百分比,

纵坐标为地质灾害数量累计百分比,得到一条曲线,并将其线下面积作为其评价精度,面积越大,表明评价精度越高。结果显示,曲线下面积(AUC)为 72.50,即评价精度为 72.50%(图 5)。这说明运用信息量模型对华蓥市易发性评价适用性较好,评价结果能够为该区地质灾害防治工作提供理论指导和技术参考。

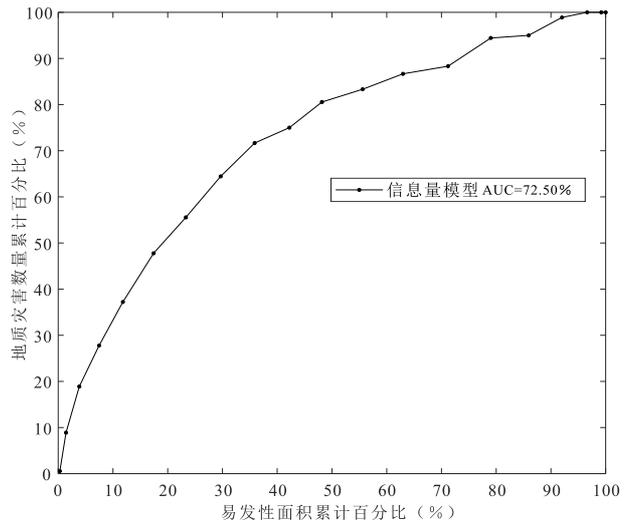


图 5 地质灾害易发性评价结果 ROC 图

Fig. 5 ROC graph for geological hazard assessments

4 总结

(1)以华蓥市为研究对象,通过选取坡度、坡向、坡高、工程地质岩组、断层、河流影响距离、道路和采矿活动 8 个评价因子,运用信息量评价方法,对该市展开地质灾害易发性定量评价。

(2)对各因子分级信息量分析表明:地质灾害在 A3 工程岩组、坡高 40 ~ 100m、距道路距离 0 ~ 250m、坡高 100 ~ 120m、距矿山 0 ~ 500m、距河流距离 200 ~ 400m 的区域内最为发育。这说明工程地质岩组、坡高、道路、矿山开采、河流影响距离为研究区地质灾害发育的主要影响因素。

(3)根据评价结果,将研究区内地质灾害易发性划分为高易发、中易发、低易发和极低易发 4 个等级,其中高易发区面积 75.38km²、中易发区 120.31km²、低易发区 142.21km²、极低易发区 97.56km²,分别占研究区总面积的 17.31%、27.63%、32.66% 和 22.40%。

(4)本次地质灾害易发性评价结果的 AUC 值为 72.50,即评价精度为 72.50%,评价结果良好,能

够为四川省华蓥市地质灾害易发性评价提供理论指导和技术参考。

参考文献:

- [1] 李远远,梅红波,任晓杰,等. 基于确定性系数和支持向量机的地质灾害易发性评价[J]. 地球信息科学,2018,20(2):1699-1709.
- [2] 房浩,李缓,杨东旭,等. 2010—2015年全国地质灾害发育分布特征分析[J]. 中国地质灾害与防治学报,2018,29(5):1-6.
- [3] 钟荫乾. 地质灾害易发性评价[J]. 湖北地矿,2020,16(4):81-86.
- [4] 陈朝亮,张文君,钱静,等. 基于改进 Logistic 回归模型在地质灾害评价中的应用[J]. 环境科学与技术,2019,42(4):188-193.
- [5] 张艳玲,南征兵,周平根. 利用证据权法实现滑坡易发性区划[J]. 水文地质工程地质,2012,39(2):121-125.
- [6] 陈绪钰,李明辉,王德伟,等. 基于 GIS 和信息量法的四川峨眉山市地质灾害易发性定量评价[J]. 沉积与特提斯地质,2019,39(4):100-112.
- [7] 栗泽桐,王涛,周杨,等. 基于信息量、逻辑回归及其耦合模型的滑坡易发性评估研究:以青海沙塘川流域为例[J]. 现代地质,2019,33(1):235-245.
- [8] 刘艳辉,刘传正,唐灿,等. 基于确定性系数模型的地质灾害多因子权重计算方法[J]. 中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):92-97.
- [9] 任敬,范宣梅,赵程,等. 贵州省都匀市滑坡易发性评价研究[J]. 水文地质工程地质,2018,45(5):165-172.
- [10] 张向营,张春山,孟华君,等. 基于 GIS 和信息量模型的京张高铁滑坡易发性评价[J]. 地质力学学报,2018,24(1):96-104.
- [11] 谈树成,赵晓燕,李永平,等. 基于 GIS 与信息量模型的地质灾害危险性评价——以云南省丘北县为例[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2018,54(1):67-76.
- [12] 邓辉,何政伟,陈晔,等. 信息量模型在山地环境地质灾害危险性评价中的应用——以四川泸定县为例[J]. 自然灾害学报,2014,23(2):67-76.
- [13] 朱良峰,吴信才,殷坤龙,等. 基于信息量模型的中国滑坡灾害风险区划研究[J]. 地球科学与环境学报,2004,26(3):52-56.
- [14] 吴树仁,王涛,石菊松,等. 陕西省宝鸡地区地质灾害综合研究[M]. 北京:地质出版社,2016:8.
- [15] 陈明. 四川省华蓥市地质灾害发育特征及易发性分析[J]. 东北水利水电,2019,37(1):61-64.
- [16] 李文田,周申立,任强. 华蓥市山地灾害现状及治理对策分析[J]. 地质灾害与环境保护,2007,18(2):33-36.
- [17] 邱海军. 区域滑坡崩塌地质灾害特征分析及其易发性和危险性评价研究以宁强县为例[D]. 西北大学,2012.
- [18] 李军,周成虎. 基于栅格 GIS 滑坡风险评价方法中网格大小选取分析[J]. 遥感学报,2003,7(2):86-92.
- [19] 陈绪钰,李明辉,朱华平,等. 华蓥山中段地质灾害发育分布规律与孕灾因子敏感性研究[J]. 工程地质学报,2019,27(S1):276-288.
- [20] 陈晓利,冉洪流,祁生文. 1976年龙陵地震诱发滑坡的影响因子敏感性分析[J]. 北京大学学报(自然科学版),2009,45(1):104-110.

GIS assessments of geologic hazards in Huaying City, Sichuan

Liu Renhong¹, Li Minghui², Deng Ying'er¹, Zhu Huaping², Huang Yong¹, Hu Shujie¹

(1. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059, Sichuan, China; 2. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu, 610081, Sichuan, China)

Abstract: Based on the latest geological disaster database and field geological investigation, this paper has done a study about GIS assessments of geologic hazards in Huaying City, Sichuan Province. Eight factors, including slope gradient, slope direction, slope height, the engineering geological group, fault, river impact distance, road and mining activity, are selected as evaluation factors. Based on evaluation factor analyses and GIS data models, the evaluation of geological disaster susceptibility is carried out. The results show, according to the degrees of geologic hazards, the studied area can be divided into high, moderate, low, and extremely low geological hazardous sub-areas, which take an area proportion of 17.31%, 27.63%, 32.66% and 22.40%, respectively. Through testing the off-line area (AUC) by receiver operating characteristic curve (ROC), the value is 72.50%, implying our study results can provide a theoretical guidance and technical reference for the evaluation of geological disaster susceptibility in Huaying City.

Key words: GIS; information value model; geological hazard; susceptibility evaluation