

# 陕西凤县滑坡易发性评价研究

孟庆华<sup>1</sup>,孙炜锋<sup>2,3</sup>,王 涛<sup>2,3</sup>

(1.天津地质矿产研究所天津 300170; 2.国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室北京 10081; 3.中国地质科学院地质力学研究所北京 100081)

**摘要:**滑坡易发性评价是滑坡早期预警的基础,为了探索适用于秦岭山区的区域滑坡易发性评价方法,本文在陕西凤县1:5万详细调查的基础上,针对山区地质灾害调查的特点,对传统信息量模型进行改进,利用ArcGIS软件基于改进的信息量模型完成了凤县滑坡易发性评价。结果显示:凤县地质灾害分布主要与植被覆盖率、河流侵蚀和人类工程活动相关。根据评价结果将凤县滑坡易发性划分为四个等级:高易发区面积165 km<sup>2</sup>,占全县总面积的5.2%;中易发区面积686 km<sup>2</sup>,占21.5%;低易发区面积1195 km<sup>2</sup>,占37.5%;基本安全区面积1141 km<sup>2</sup>,占35.8%。根据此评价结果,为陕西凤县土地利用规划和滑坡防治提供依据,并为秦岭山区的区域滑坡易发性评价提供思路和方法。

**关键字:**滑坡;地质灾害;陕西凤县

**中图分类号:** P694

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2013)02-0136-10

我国是个地质灾害发育的国家,秦岭山区是我国地质灾害高发频发区之一。新世纪以来,秦岭地区地质灾害活动频繁,特别是降雨诱发滑坡灾害,每年汛期都造成较大的人员伤亡及经济财产损失<sup>[1-5]</sup>,直接影响当地人民的生活。秦岭山区城镇地质条件复杂,人类工程活动强烈,滑坡早期预警迫在眉睫。目前,在秦岭山区,对滑坡灾害早期预警还没有形成成熟的评价体系。

国际上,滑坡风险管理已经越来越普遍的应用到滑坡早期预警和防灾减灾中,逐渐成为防灾减灾战略的重要组成部分,并且已经形成了比较成熟的评估方法及流程,其评价内容主要包括易发性评价、危险性评价及风险管理三个层次,其中易发性评价是风险管理最基本也是最重要的组成部分<sup>[6-8]</sup>。我国开展滑坡风险管理研究起步较晚,研究内容较多的还是滑坡易发性评价及危险性评价<sup>[9-13]</sup>,随着GIS、RS等新技术新方法的发展,目前吴树仁等研究人员及其研究团队针对滑坡风险管理难点等方面也开展了较多的研究工作,滑坡风险管理方法及流程也处于逐渐探索阶段<sup>[14-19]</sup>。滑坡易发性评价目前正处于从定性到定量的过渡时期,其评价方法目前很多,主要可分为定性、定量-半定量等。在这些评价方法中,

信息量评价模型较为成熟,应用最广,它的优点是容易操作、原理简单、评价结果可靠。

凤县地处秦岭腹地,滑坡灾害频发。本文结合凤县1:5万地质灾害详细调查项目,在调查基础上,分析滑坡与各影响因素的关系,针对山区地质灾害调查特点,对信息量模型进行一些改进,并利用ArcGIS软件完成凤县滑坡易发性区划,为该县规划及防灾减灾提供依据,并为秦岭山区城镇滑坡早期预警及易发性区划提供技术方法。

## 1 研究区概况

凤县地处嘉陵江源头,位于陕西省宝鸡市西南部,西邻甘肃南接四川,南北长80.5 km,东西宽约70.9 km,总面积3187km<sup>2</sup>,下辖10镇2乡,100个行政村,总人口10万。凤县境内宝成铁路和212省道沿嘉陵江南下,316国道穿过县境南部。宝成铁路境内长约90 km,设7个车站。

凤县属暖温带湿润大陆性季风气候,具有明显的山地气候特征,县内年平均降雨量613.2 mm,降雨具有地域不均匀性,一般北部多于南部,东部多于西部。境内水系属长江水系,主要发育河流有嘉陵江、小峪河、旺峪河、安河和中曲河,总径流量达

**收稿日期:** 2013-03-07

**资助项目:** 国家“十一五”科技支撑课题:地质灾害风险评估技术研究(2006BAC04B05);中国地质调查项目:陕西宝鸡地区地质灾害详细调查(1212010640401)

**作者简介:** 孟庆华(1983-),博士,从事地质灾害及工程地质研究工作,E-mail:mengqh2201204@163.com。

$11 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

凤县位于秦岭造山带核部,中生代以来受南北向挤压应力控制表现为强烈隆升,褶皱及断裂发育,主要断裂有:油坊沟-黄台断裂( $F_1$ ),唐藏-商南断裂( $F_2$ ),酒奠梁-板岩镇断裂( $F_3$ )和紫柏山-江口断裂( $F_4$ ),主体走向近东西。凤县北部出露区域性侵入岩,主要岩性为上古生代闪长岩及中生代花岗岩;凤县中部为一断陷盆地,主要沉积白垩系中厚层砂岩,夹煤系软弱夹层,主要分布于双石铺镇、凤州镇至河口一线,东西向条带分布;凤县南部小面积发育志留系板岩;软弱变质岩在县内大面积分布,主要为石炭系、泥盆系和三叠系地层组成,岩性以板岩、千枚岩

为主;第四纪黄土、冲洪积物分布于河谷两侧漫滩及各级阶地上(图1)。

根据地质灾害详细调查,研究区内发育滑坡灾害90处,崩塌灾害68处,泥石流45处。其中崩滑灾害在研究区内发育数量多、活动频繁、危害较为严重(图2)。

## 2 信息量统计模型改进

### 2.1 信息量模型介绍

根据滑坡易发性评价假设:具有与曾经发生滑坡地区相似的地形地貌、地质背景等因素的区域未来也有发生滑坡的可能(国际上广义滑坡是指滑坡

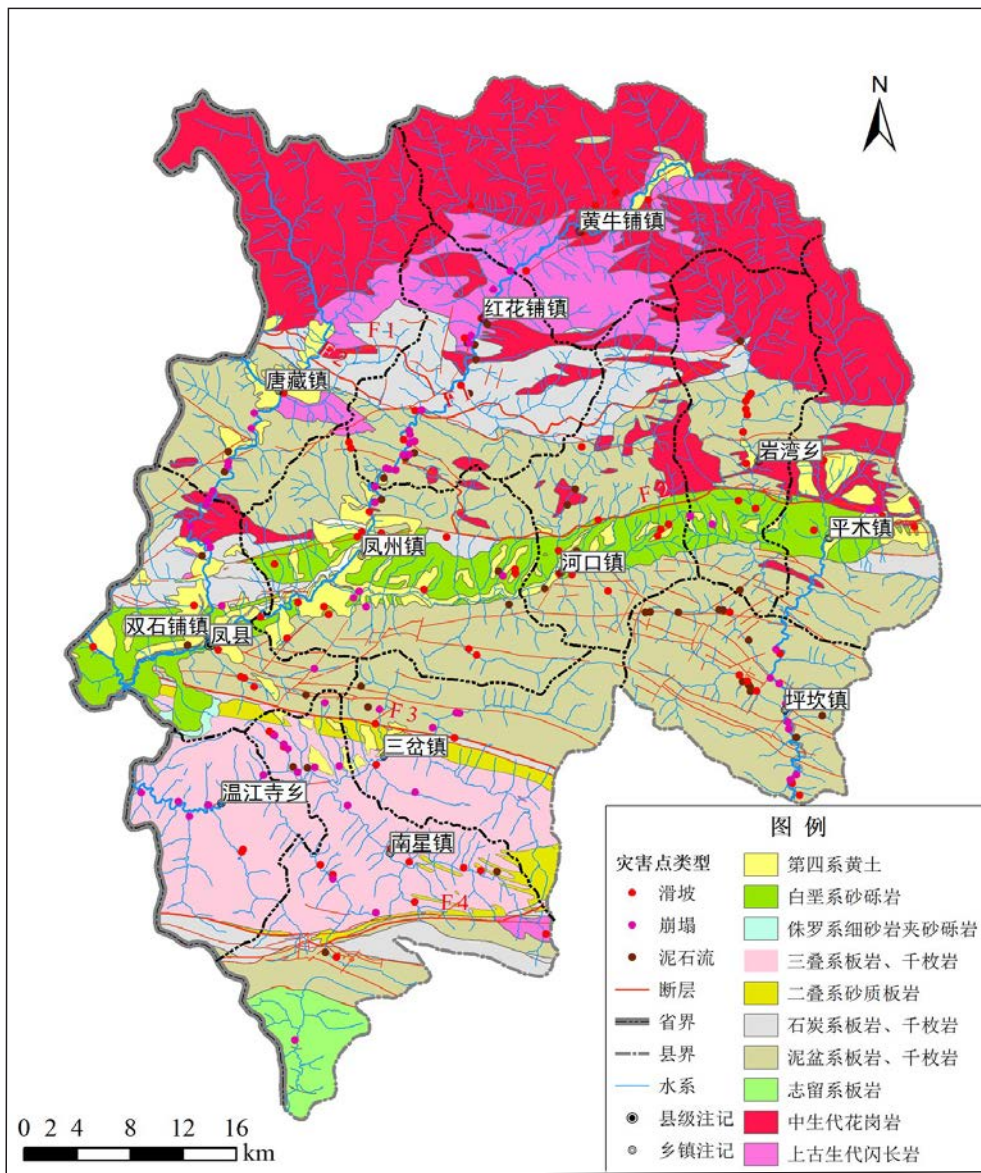


图1 凤县地质灾害发育分布图

Fig. 1 Geo-hazard distribution in Fengxian County

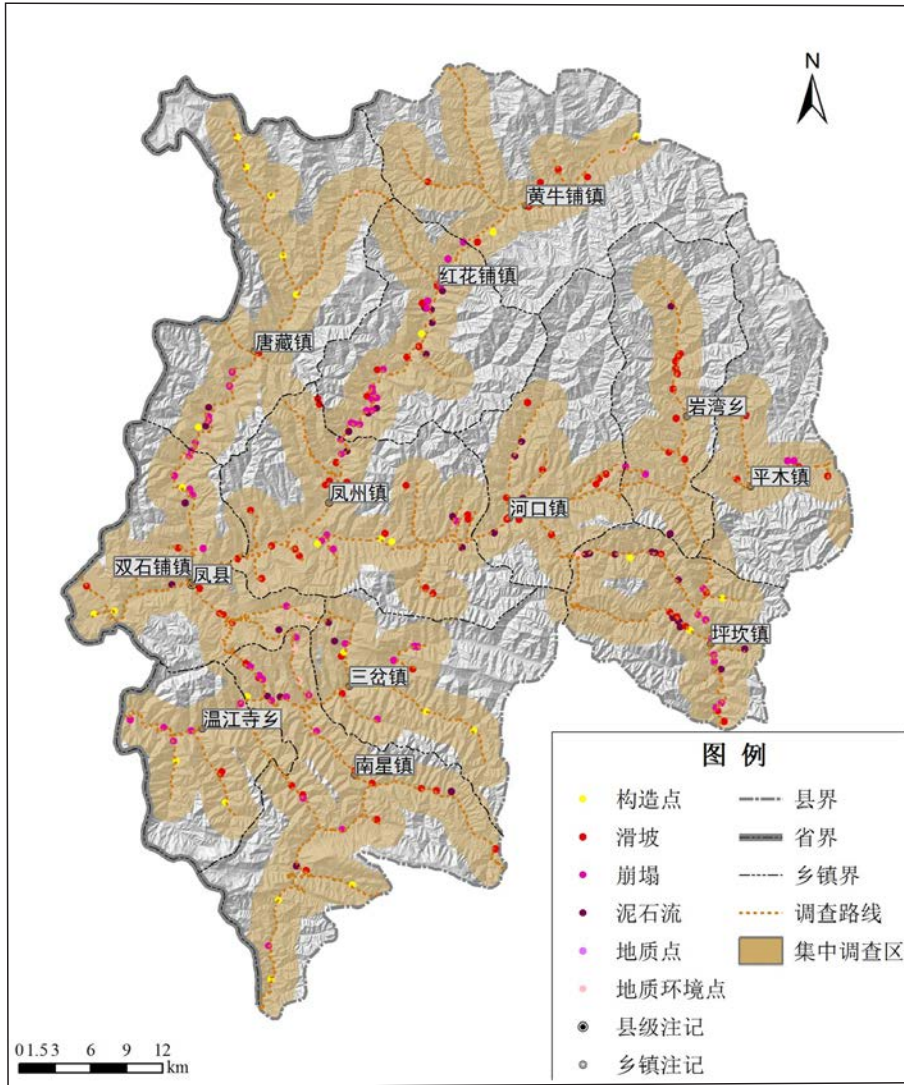


图2 地质灾害调查点及集中调查区

Fig. 2 Geohazard survey points and the detailed survey area

及崩塌灾害,本文采取广义滑坡的定义,评价中包含滑坡及崩塌灾害),那么信息量评价模型<sup>[10,12]</sup>就是基于概率统计已发生滑坡与各影响因素之间关系的综合信息评价模型,滑坡发生受多种因素的影响,综合信息评价模型所考虑的是某一地质环境下的最佳滑坡发生因素的组合,不仅包括基本因素的数量而且包括了各因素的状态。对一具体斜坡来说,综合信息评价模型考虑在一定区域内所包含的与滑坡相关的所有信息的数量和状态。用信息量表示为:

$$I_{X_i \rightarrow Y} = \ln \frac{P(Y/X_i)}{P(Y)} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (式1)$$

其中,  $P(Y/X_i)$  表示滑坡(X)在  $i$  状态下发生(Y)的概率;  $P(Y)$  为滑坡发生的概率,  $I$  是信息量。在具体计算过程中,为了方便通常用样本频率进行估

算:

$$I_{X_i \rightarrow Y} = \ln \frac{N_i / N}{S_i / S} = \ln \frac{S}{N} \cdot \frac{N_i}{S_i} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (式2)$$

其中,  $S$  为研究区评价单元栅格数,  $N$  为研究区内滑坡数量,  $S_i$  为研究区内含有评价因素  $X_i$  的单元数,  $N_i$  为分布在因素  $X_i$  特定类别内滑坡数量。

计算某一评价单元内  $n$  种因素对滑坡的发生提供的总的信息量  $I_z$ :

$$I_z = \sum_{i=1}^n I(X_i, Y) = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i / N}{S_i / S} \quad (式3)$$

其中,  $I_z$  为评价单元总信息量值,  $n$  为参评因子数。根据式3计算出来的总的信息量值  $I_z$  为该单元

影响滑坡发生的综合指标,其值越大越有利于滑坡的发生,也就表示该单元滑坡易发性越高。

### 2.2 信息量评价模型的改进

我国自1999年就开展了中国山区丘陵区地质灾害调查工作,初步摸清了山区丘陵区地质灾害发育情况,并且针对地质灾害严重地区开展相应的地质灾害1:5万详细调查工作,本着“以人为本”的调查理念,在人类生活密集地区地质灾害的排查工作非常详细,因此在地质灾害集中调查区内地质灾害的发育规律统计比较准确,而传统的基于全区进行的滑坡影响因素统计及分析就具有一定的局限性,从基于全区统计分析得到的滑坡易发性评价结果也就具有一定的不确定性。因此,为了能够更好的统计分析滑坡与各影响因素之间关系,使滑坡易发性评价结果更准确,本文将基于统计的滑坡易发性评价方法进行改进,以地质灾害集中调查区为统计分析基础,分析滑坡灾害与各影响因素之间的关系,并在此基础上基于综合信息量模型对区域滑坡灾害易发性进行评价,使得统计分析结果更准确。本文集中地质灾害调查区统计办法是以实际调查路线周边可视范围作为统计分析区间,由于凤县属于山区,高山林立,道路均分布在沟谷,以2 km作为视线最远距离,利用ArcGIS软件的空间分析功能,确定集中调查区域即局地统计分析区(图2)。

## 3 评价因子的选取及信息量计算

### 3.1 评价因子的选取

改进的统计方法与传统的评价方法的区别在于对滑坡影响因素的统计区间发生变化,但是研究区内影响滑坡灾害发生的影响因素并未发生改变。对研究区数据库进行分析表明,研究区内滑坡的影响

因素包括地形地貌、工程地质岩组(地层岩性)、地质构造、河流侧切侵蚀等因素有关,具体的分析结果介绍如下。

#### (1) 坡度

利用ArcGIS软件获得的区域坡度图,以3°步长进行滑坡发育数量及发育密度与坡度的相关性统计分析(图3),可以发现滑坡发育密度明显变大,并且根据相关性大小可以将坡度划分为五个等级:① < 6°; ② 6~18°; ③ 18~33°; ④ 33~45°; ⑤ > 45°,其中地形坡度在6~33°区间内滑坡发育密度较高,易于滑坡灾害的发生,在<6°的区间内不易发生滑坡灾害。

#### (2) 坡高(地形起伏度)

将利用ArcGIS软件获得的坡高图,以3 m步长进行滑坡发育数量及发育密度与坡高的相关性统计分析(图4),将坡高划分为四个级别:① < 6 m; ② 6~30 m; ③ 30~57 m; ④ > 57 m,其中坡高在>57 m的区间内滑坡发育密度较高,易于滑坡灾害的发生。

#### (3) 坡向

将坡向按顺时针方向以45°间隔将水平面内0~360°的方位等分为8个方位区间,将滑坡发育数量及发育密度与坡向的相关性进行统计(图5),根据相关性统计结果,总体看来朝南的斜坡滑坡灾害发育数量较多,发育密度也较大,一定程度上反映了太阳光照的作用。

#### (4) 工程地质岩组

根据调查及经验将研究区内工程地质岩组划分为五类:①坚硬侵入岩类;②软弱变质岩类;③含软弱夹层的碎屑岩类;④坚硬碎屑岩类;⑤松散粘土类。根据滑坡发育数量及发育密度与工程地质岩组

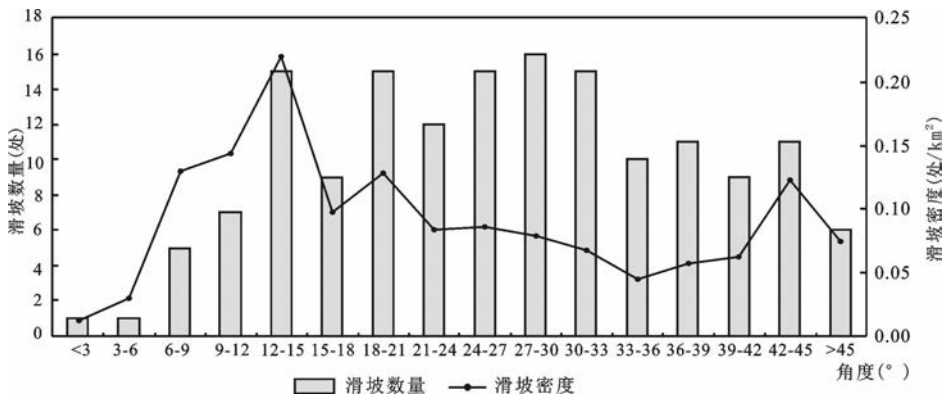


图3 滑坡与坡度相关性统计图

Fig. 3 Correlation of landslide and slope angle

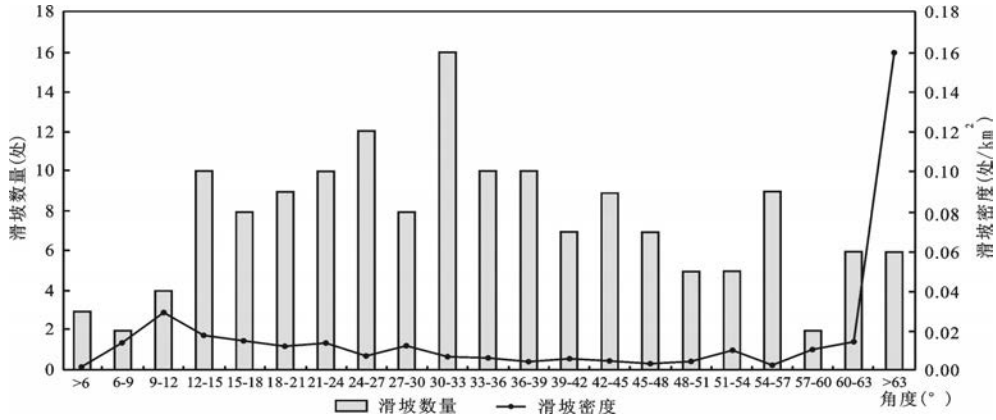


图4 滑坡与坡高相关性统计图

Fig.4 Correlation of landslide and terrain relief

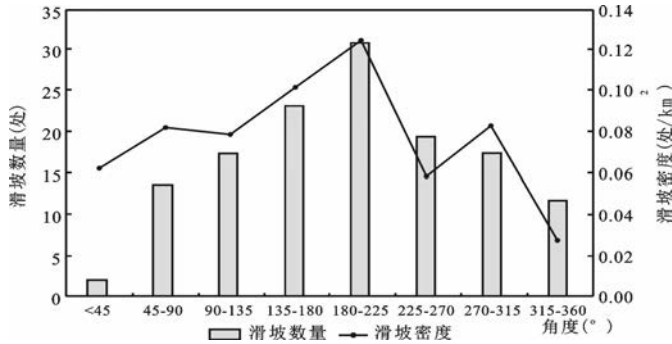


图5 滑坡与坡向相关性统计图

Fig. 5 Correlation of landslide and aspect

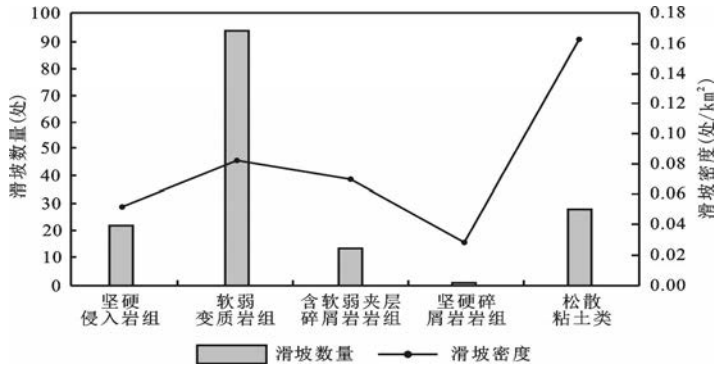


图6 滑坡与工程地质岩组相关性统计图

Fig. 6 Correlation of landslide and engineering geological lithology combination

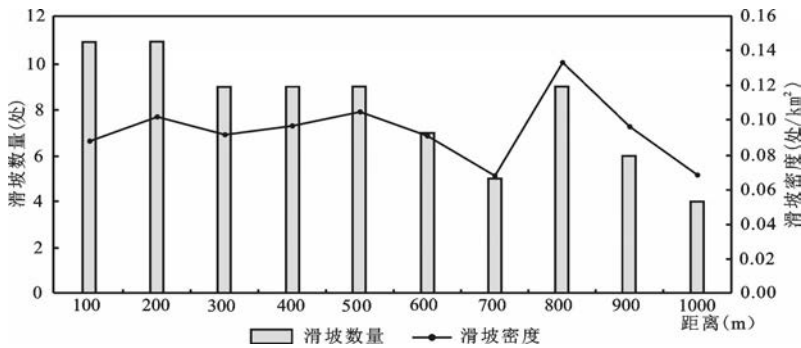


图7 滑坡与地质构造相关性统计图

Fig.7 Correlation of landslide and distance to faults

的相关性进行统计分析(图6),滑坡在松散岩土岩组中最为发育,软弱变质岩岩组比含软弱夹层的碎屑岩组更易发生滑坡。

(5)地质构造

对距离断裂1000m区间内滑坡发育数量及密度进行统计分析(图7),将断裂对滑坡影响划分为两个区域:①<500 m;②500~1000 m;在<500 m的范围内滑坡发育密集。

(6)植被覆盖情况

根据植被覆盖指数将区域内植被覆盖程度划分为六类,统计植被覆盖程度滑坡发育数量及密度相

关性(图8),随着植被覆盖程度的增加,滑坡发育密度呈现更明显的下降趋势,表明植被覆盖程度对滑坡发育具有较大的影响作用,岩石裸露区是滑坡发育密集区域。

(7)河流侧向侵蚀

对距离主干河流两侧400 m范围内及距离支流两侧200 m范围内滑坡发育数量及发育密度统计分析(图9),根据其相关性将距离河流主干400 m距离内划分为两个区域:①<100 m;②200~400 m,且在①<100 m影响区内是滑坡发育密集区;支流两侧200 m内由于滑坡发育密度一致,因此作为同一分析区间。

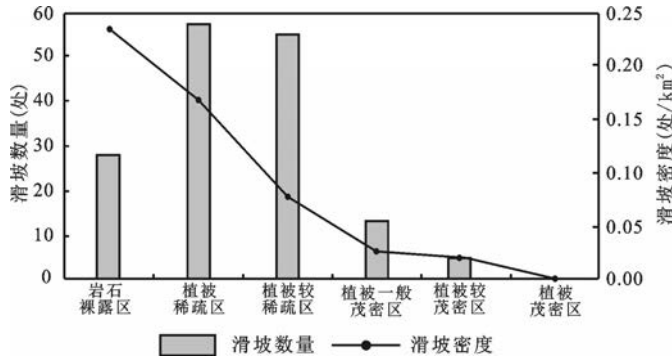


图8 滑坡与植被覆盖程度相关性统计图

Fig. 8 Correlation of landslide and vegetation coverage grade

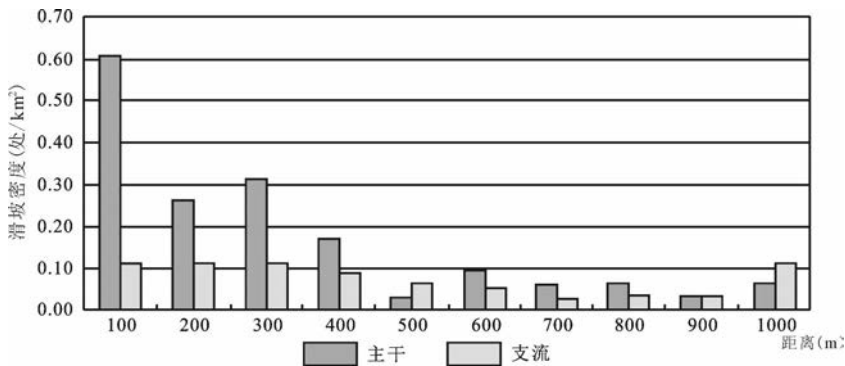


图9 滑坡与河流侧向侵蚀相关性统计图

Fig. 9 Correlation of landslide and lateral erosion distance of river

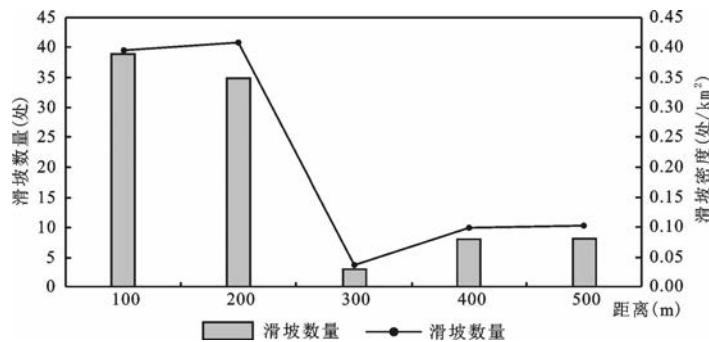


图10 滑坡与道路切坡相关性统计图

Fig. 10 Correlation of landslide and slope-cutting of road

(8)道路切坡

对距离道路两侧 500 m 范围内滑坡发育数量及密度进行相关性统计分析(图 10),根据滑坡与道路切坡的相关性将影响范围划分为两个等级:① < 200 m;② 200 ~ 500 m,而等级 < 200 m 的是滑坡发育密集区域。

3.2 信息量计算

基于改进的统计分析方法对滑坡与各影响因素之间的相关性进行统计的结果,根据统计结果及分级标准对滑坡影响因素的信息量进行计算,影响因素分为六个大类 35 个亚类(表 1),再把这 35 种影响因子亚类根据信息量大小排序,排在前面的状态为:

表 1 信息量和计算参数

Tab. 1 Information quantity and calculation parameters of landslide

影响因素	评价因子	分级	信息量计算			信息量排序
			S/km <sup>2</sup>	N/处	$I_{X_i \rightarrow Y} / \text{Nat}$	
地形地貌	坡度(°)	<6	115	2	-1.5394	34
		6 ~ 18	248	36	0.5856	7
		18 ~ 33	860	73	0.0481	14
		33 ~ 45	650	41	-0.2481	25
		>45	81	6	-0.0864	21
	地形起伏度(m)	<6	109	89	-0.8756	29
		6 ~ 30	920	559	0.3327	9
		30 ~ 57	1862	1114	-0.1439	24
		>57	296	193	-0.1079	22
	坡向(°)	0 ~ 45	431	275	-0.2681	26
		45 ~ 90	418	257	0.0101	17
		90 ~ 135	394	242	-0.0285	19
		135 ~ 180	356	218	0.2236	11
		180 ~ 225	387	233	0.4298	8
225 ~ 270		425	257	-0.3264	27	
270 ~ 315		405	400	0.0207	15	
315 ~ 360		372	73	-1.0820	31	
工程地质岩组	坚硬侵入岩岩组		942	421	-0.4376	28
	软弱变质岩岩组		1806	1141	0.0185	16
	含软弱夹层碎屑岩岩组		207	186	-0.1439	23
	坚硬碎屑岩岩组		51	35	-1.0396	30
	松散粘土类		180	171	0.7045	6
地质构造	断裂影响范围(m)	<500	515	498	0.1326	12
		500 ~ 1000	707	341	0.1163	13
植被覆盖程度	岩石裸露区		152	120	1.0621	4
	植被稀疏区		414	338	0.7338	5
	植被较稀疏区		1076	705	-0.0360	20
	植被一般茂密区		916	501	-1.1367	32
	植被较茂密区		499	239	-1.3509	33
	植被茂密区		130	51	-	35
河流侧向侵蚀影响范围	主干(m)	<100	52	51	2.0201	1
		100 ~ 400	110	109	0.8728	3
	支流(m)	<200	1026	662	0.3097	10
道路切坡影响范围	<200 m		210	185	1.6009	2
	200 ~ 500 m		273	239	-0.0177	18

①主干河流两侧400 m范围内;②道路两侧200 m范围内;③岩石裸露区;④工程地质岩组中松散岩土类。由此可见,河流侧切侵蚀、植被覆盖程度及道路切坡均是滑坡发育的主要控制因素。而基于改进的统计结果中不利于滑坡发生的区间为植被覆盖程度非常高的区域及坡度 $<6^\circ$ 区域内,根据前人的研究经验,基于改进的统计分析结果更加准确。

### 3.3 区域滑坡易发性评价

根据滑坡影响因子的信息量计算结果(表1),对影响因子的栅格图层进行重分类,生成影响因子的权重图层,利用ArcGIS软件完成各格栅滑坡影响因子的综合信息量计算。

根据计算结果,单元总信息量最高值为7.16,最低值为-5.31,信息量数值越大反映滑坡发生的可能性越大。为了便于对比分析,将信息量值进行归一化处理为[0, 1]。为了分析单元总信息量的分布特点和确定不同级别分区的界线,将归一化后的信息量值以0.04为步长绘制单元信息量累积频度分布曲线(不同步长累计信息量占总信息量的百分比),结果显示信息量累积频度分布曲线在0.36、0.44、0.60左右出现明显的拐点(图11)。

根据上述结果综合分析研究区内滑坡发育规律和各影响因素的层次性,将区域滑坡易发性划分为高易发区(0.60 ~ 1.00)、中易发区(0.44 ~ 0.60)、低易发区(0.36 ~ 0.44)和基本安全区(0.00 ~ 0.36)四个级别,并生成凤县滑坡易发性区划图(图12)。

根据基于改进的统计分析方法的滑坡易发性评价结果(图12),研究区内高易发区面积165 km<sup>2</sup>,占全区总面积的5.2%,主要沿研究区内主要公路和河流两侧分布;中易发区面积686 km<sup>2</sup>,占全区总面积的

21.5%,主要沿高易发区边界向高山区扩展;低易发区面积1195 km<sup>2</sup>,占全区总面积的37.5%,在研究区内分布较广,沿中易发区边界向高山区扩展;基本安全区面积1141 km<sup>2</sup>,占全区总面积的35.8%,主要分布在研究区内高山地区,区域内植被覆盖程度高,基本无人类工程活动。总体来看,滑坡易发性主要受控于河流、公路切坡及植被覆盖程度影响,地质背景因素对评价结果影响作用较小。

## 4 总结

(1)在简要介绍滑坡易发性评价方法的优缺点基础上,针对山区滑坡特点,在传统的基于统计的分析方法基础上提出改进的统计分析方法,并以陕西凤县为研究区,试用改进的信息量评价方法对区域滑坡灾害进行易发性评价。

(2)在研究区内利用改进的统计分析方法对区域滑坡易发性进行评价,评价结果显示:研究区内高易发区面积165 km<sup>2</sup>,占全区总面积的5.2%,沿区内主要公路和河流两侧分布;中易发区面积686 km<sup>2</sup>,占全区总面积的21.5%,主要沿高易发区边界向高山区扩展;低易发区面积1195 km<sup>2</sup>,占全区总面积的37.5%,在研究区内分布较广,沿中易发区边界向高山区扩展;基本安全区面积1141 km<sup>2</sup>,占全区总面积的35.8%,主要分布在区内高山地区,区域内植被覆盖程度高,基本无人类工程活动。总体来看,滑坡易发性主要受控于河流、公路切坡及植被覆盖程度影响,地质背景因素对评价结果影响作用较小。

**致谢:**在文章编写过程中,得到了吴树仁研究员、张永双研究员、石菊松博士、李滨博士、孙萍博士后的诸多指导,在此表示衷心的感谢。

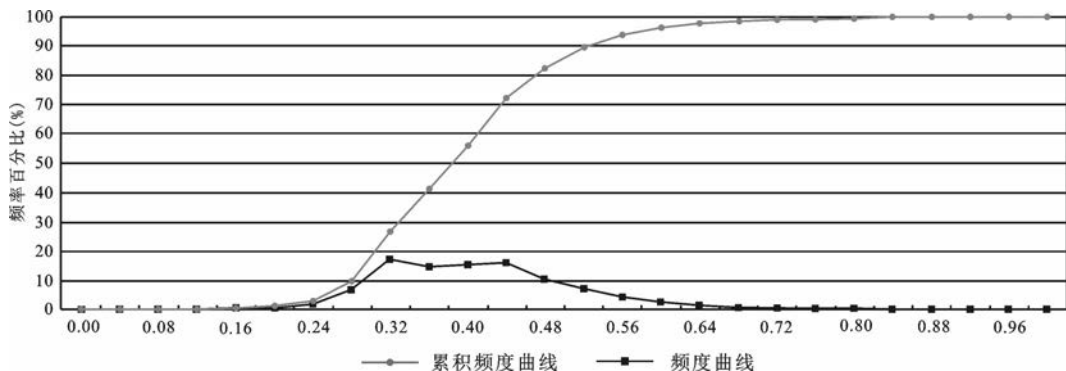


图11 凤县滑坡信息频度分布

Fig. 11 Cumulative frequency distribution of landslide susceptibility information in Feng County



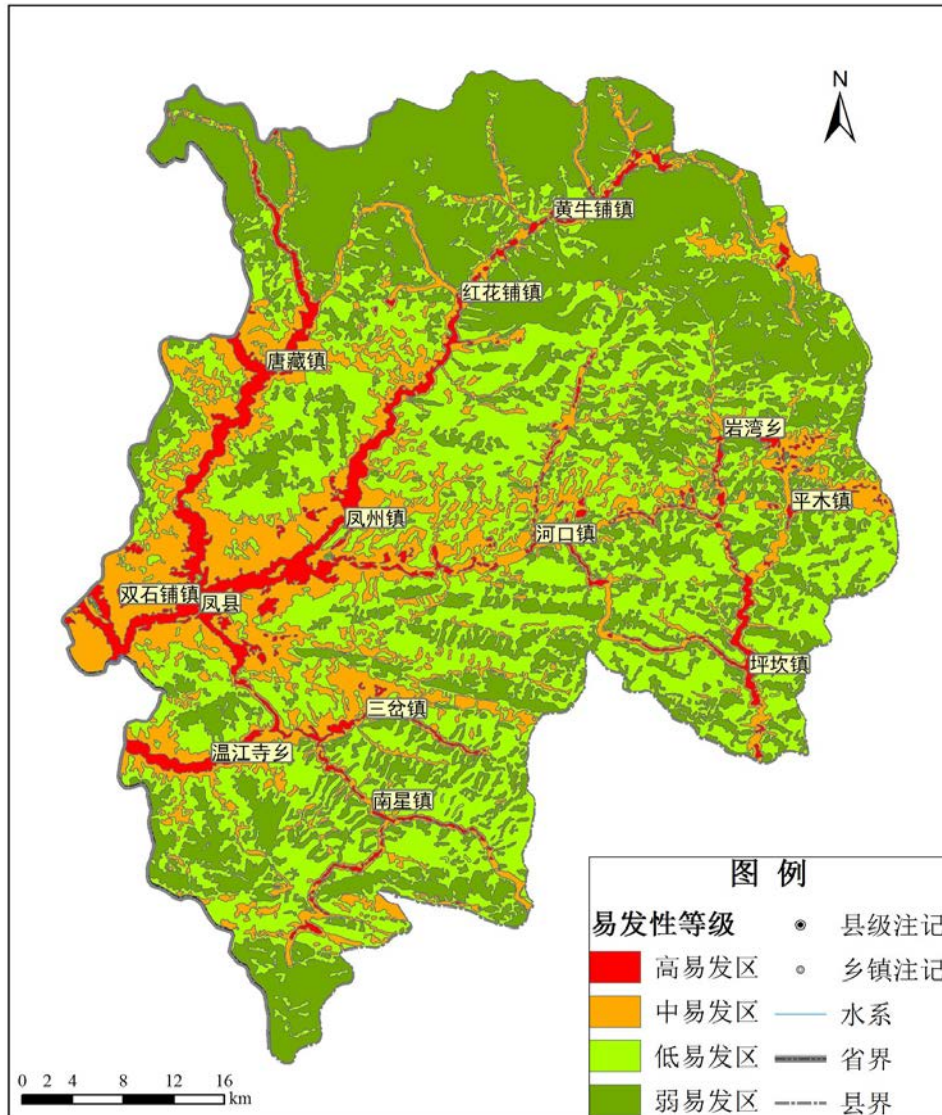


图 12 凤县滑坡易发性区划图

Fig. 12 Landslide susceptibility map of Feng County

## 参考文献:

- [1] 韩恒悦, 李昭淑, 黄亦斌, 等. 秦岭、巴山地区山地自然灾害综合研究[J]. 灾害学, 1995, 3(1): 39-45.
- [2] 惠振德. 秦岭大巴山地区山地灾害及减灾对策[J]. 自然灾害学报, 1994, 7(1): 30-36.
- [3] 刘护军. 秦岭的隆升及其环境灾害效应[J]. 西北地质, 2005, (1): 89-93.
- [4] 刘引鸽, 葛永刚, 周旗. 秦岭以南地区降水量变化及其灾害效应研究[J]. 干旱区地理, 2008, 1(1): 50-55.
- [5] 石玲, 张永双, 石菊松. 三峡引水工程秦巴段主要地质灾害及其工程影响. 工程地质学报, 2009, 17(2): 212-219.
- [6] Dai F C, Lee C F, Ngai Y Y. Landslide risk assessment and management: an overview[J]. Engineering Geology, 2002, 64(1): 65-87.
- [7] Fell R, Ho K K S, Lacasse S, et al. A framework for landslide risk assessment and management[C]//Hung O, et al. Landslide Risk Management. London: Taylor and Francis, 2005: 3-26.
- [8] C. J. Van Westen, T. W. J. Van Asch, R. Soeters. Landslide hazard and risk zonation: why is it still so difficult? [J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2005, 65(2): 167-184.
- [9] Wu Shuren, Shi Ling, Wang Ruijiang, et al. Zonation of the landslide hazards in the fore-reservoir region of the three gorges project on the Yangtze River[J]. Engineering Geology, 2001, 59(1-2): 51-58.
- [10] 朱良峰, 殷坤龙. 基于 GIS 技术的区域地质灾害信息分析系统研究[J]. 中国地质灾害与防治学报. 2001, 12(3):

- 428-433.
- [11] 殷坤龙, 朱良峰. 滑坡灾害空间区划及GIS应用研究[J]. 地学前缘(中国地质大学, 北京). 2001, 8(2):279-284.
- [12] 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.
- [13] 吴树仁, 董诚, 石菊松, 等. 地质灾害信息系统研究——以重庆市丰都县为例[J]. 第四纪研究, 2003(6): 83-691.
- [14] 吴树仁, 张永双, 石菊松, 等. 三峡库区重庆市丰都县滑坡灾害危险性评价[J]. 地质通报, 2007, 26(5):574-582.
- [15] 石菊松, 徐瑞春, 石玲. 基于RS和GIS技术的清江隔河岩库区滑坡易发性评价与制图[J]. 地学前缘, 2007, 14(6): 119-128.
- [16] 吴树仁, 石菊松, 张春山, 等. 地质灾害风险评估技术指南初论[J]. 地质通报. 2009, 28(8):995-1005.
- [17] 王涛, 吴树仁, 石菊松. 国际滑坡风险评估与管理指南研究综述[J]. 地质通报. 2009, 28(8):1006-1019.
- [18] 石菊松, 石玲, 吴树仁, 等. 滑坡风险评估实践中的难点与对策[J]. 地质通报. 2009, 28(8):1020-1030.
- [19] 许冲, 戴福初, 姚鑫, 等. 基于GIS与确定性系数分析方法的汶川地震滑坡易发性评价[J]. 工程地质学报. 2010, 18(1):15-26.

## Study on the Landslide Susceptibility Assessment in Feng County, Shaanxi Province

MENG Qing-hua<sup>1</sup>, SUN Wei-feng<sup>2,3</sup>, WANG Tao<sup>2,3</sup>

(1. Tianjin Centre, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China; 2. Key laboratory of Neotectonic Movement & Geohazard MLR, Beijing, 10081, China; 3. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 10081, China)

**Abstract:** Landslide susceptibility assessment is the basis for landslide early warning. In order to develop assessment methods of regional landslide susceptibility in Qinling mountain area, Fengxian County of Shaanxi Province, the authors comprehensively analyzed the geo-hazard investigation and mapping of 1:50000 scale. According to the features of investigation in mountain area, this paper modifies the traditional information model. With ArcGIS and modified information model, the landslide susceptibility evaluation of the whole area of Fengxian County was carried out. According to the result, the distribution of landslide is mainly affected by river erosion, vegetation coverage and human activities. And the whole area was divided into four categories: the high grade area, which covers 165 km<sup>2</sup>, accounting for 5.2% of the total study area; the medium grade area, which covers 686 km<sup>2</sup>, accounting for 21.5%; the low grade area, which is measured 1195 km<sup>2</sup>, taking up for 37.5%; and the stable area that is measured 1141 km<sup>2</sup>, taking up for 35.8%. The result provided a basis for construction layout and landslide prevention and reduction in Fengxian County, and also provided the guideline for landslide susceptibility zonation in other counties of the Qinling Mountain area.

**Key words:** Feng County; landslide; susceptibility assessment