

文彦君, 杨宏伟. 陕西省地震灾害宏观人口脆弱性评估[J]. 华南地震, 2016, 36(4): 42–49. [WEN Yanjun, YANG Hongwei. Macro Assessment of Earthquake Disaster Population Vulnerability in Shaanxi Province [J]. South china journal of seismology, 2016, 36(4): 42–49.]

## 陕西省地震灾害宏观人口脆弱性评估

文彦君<sup>1, 2</sup>, 杨宏伟<sup>2</sup>

(1. 宝鸡文理学院 陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室, 陕西 宝鸡 721013;  
2. 宝鸡文理学院 地理与环境学院, 陕西 宝鸡 721013)

**摘要:** 地震灾害人口脆弱性评估对减少地震人员伤亡和经济损失具有重大作用, 可为抗震救灾科学决策提供依据。考虑人口生理、社会、经济等方面因素, 构建了包括暴露性、敏感性和抗灾恢复力的指标体系, 采用综合风险指数法对陕西省 24 个市辖区、3 个县级市、80 个县的地震灾害宏观人口脆弱性进行评估。结果表明: 陕西省地震灾害宏观人口脆弱性具有明显的区域差异性, 陕南、陕北地区的地震灾害人口脆弱性明显高于关中平原; 关中平原、汉中盆地、秦岭山地及陕北黄土高原中部某些县的人口脆弱性较高; 人口总量是脆弱性的主要影响因素, 与其他因素共同影响地震灾害宏观人口脆弱性。

**关键词:** 陕西省; 地震灾害; 人口脆弱性; 综合指数; GIS

中图分类号: P315.9      文献标志码: A      文章编号: 1001-8662 (2016) 04-0042-08

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.04.007

## Macro Assessment of Earthquake Disaster Population Vulnerability in Shaanxi Province

WEN Yanjun<sup>1, 2</sup>, YANG Hongwei<sup>2</sup>

(1. *Key Lab of Disaster Monitoring and Mechanism Simulating of Shaanxi Province, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji, 721013, China;* 2. *College of geography and Environment, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji, 721013, China*)

**Abstract:** Assessment of earthquake disaster population vulnerability provides the scientific decision-making basis for the earthquake relief, it is important for reducing casualties and economic losses. By using the comprehensive risk index method, this paper constructed the index system of earthquake disaster population vulnerability considering physical, social, economic factors, made an assessment on the macro earthquake disaster population vulnerability of twenty-four municipal districts, three county-level cities and eighty counties in Shaanxi province. The results show that: the macro earthquake disaster population vulnerability in Shaanxi has

收稿日期: 2015-11-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071359); 陕西省重点实验室项目(11JS012); 宝鸡文理学院地理学陕西省重点学科基金  
作者简介: 文彦君 (1978 - ), 男, 陕西宝鸡人, 硕士, 副教授, 主要研究方向为自然灾害风险与区域可持续发展。

E-mail: wenyanjun2003@163.com.

obvious regional differences, with higher vulnerability in Southern Shaanxi and Northern Shaanxi comparing to that in Guanzhong plain; the earthquake disaster population vulnerability is particularly high in some counties of Guanzhong plain, Hanzhong Basin, Qinling mountain area and central region of Northern Shaanxi Loess Plateau; as the main influencing factor, the population has mutual impact on the macro earthquake disaster population vulnerability in Shaanxi province together with other factors.

**Key words:** Shaanxi province; Earthquake disaster; Population vulnerability; Comprehensive index; GIS

地震是威胁人类生命安全的最大自然灾害,给人类社会带来巨大的灾难。我国处于欧亚地震带和环太平洋地震带上,地震灾害频繁发生,地震具有突发性和难预测性等特点,造成的灾害损失严重,在当前的科学技术水平下,地震预测仍然是世界性的难题。因此,加强地震灾害风险方面的研究具有一定的现实意义,从社会学的角度出发,开展地震灾害人口脆弱性研究是当前地震灾害研究中的重要组成部分。

风险(risk)是指损失的不确定性,最初出自阿拉伯语中的一种语言,国内外对风险的定义还不统一,不同的人在不同的研究领域对风险有不同的理解,其中 Crichton 认为,风险取决于三个因素,即致灾因子、脆弱性、暴露性<sup>[1]</sup>。“脆弱性”一词来源于拉丁文“vulnerare”,原意为“伤害”,属于社会学。如今,脆弱性一词经常出现在资源环境、生态、灾害学、土地利用、安全等领域中<sup>[2]</sup>。1974年,美国学者 G. F. White 首次提出“脆弱性”的概念,将自然灾害的理论研究扩展到人类对灾害的行为反应,指出通过降低人类承灾体脆弱性的途径来减轻自然灾害的影响和损失,为自然灾害脆弱性研究理论奠定了基础<sup>[3]</sup>。20世纪末,国际减灾十年(IDNDR, The International Decade for Natural Disaster Reduction)科学与技术委员会列出了21世纪国际减灾界面临的5个挑战性领域,其中4个与灾害中的脆弱性问题密切相关,且灾害研究的主要论著都强调脆弱性研究的重要地位,甚至中心或立论基础地位。1992年,Keith Smith在“Environment Hazards”书中,对灾害风险评估、灾害知识、人类对灾害的脆弱性及对灾害的调整进行了系统总结,并对不同类型的灾害进行灾害特征和减灾调整分析<sup>[4]</sup>。国内对地震灾害脆弱性的研究取得了一定的进展,如刘吉夫、史培军等<sup>[5]</sup>改进了陈颙等的地震脆弱性模型,形成了地震宏观风险分析模型;张金水等<sup>[6]</sup>提出社会脆弱性的研究对地震灾害的预防、减灾策略的制定以及灾后重建具有重要的意义;刘欢、徐中春、吴绍洪<sup>[7]</sup>建立了地震灾害风险评估模型,定量确定了各风

险性影响因子;聂承静等<sup>[8]</sup>指出了地震灾害人口脆弱性的影响因子和影响模式,对全国各县市区的人口脆弱性进行了评估。

## 1 地震灾害宏观人口脆弱性

在灾害学研究领域中,各组织和学者对人口脆弱性的定义不同,主要从地震灾害风险分析及管理、地震人员伤亡易损性两个方面,将地震人口脆弱性研究分为:考虑结构易损性的微观法和不考虑结构易损性的宏观法<sup>[9]</sup>。地震灾害脆弱性是指因地震而可能受到损害的结构物、人员等在不同级别地震时受到破坏的程度,主要是指人口、经济、房屋三种承灾体遭受地震灾害冲击的易损程度。综合上述观点,本文对人口脆弱性定义为:人类生命、生理和心理受到地震灾害影响时的易损程度。主要包括人口的暴露性、敏感性和恢复能力三个方面。

本文以不考虑结构易损性的宏观人口脆弱性方法,也就是不考虑地形地貌、城市与乡村建筑的不同等因素,分别以人口总量、人口密度、儿童人口比例、老年人口比例、女性人口比例、文盲人口比例、少数民族人口比重、大学本科以上人数比例、人均GDP、农村居民人均纯收入、地方财政收入等作为人口脆弱性评估指标,对陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性进行定量评估(以2011年陕西省人口统计年鉴为基准<sup>[10]</sup>),绘制陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性等级图。在此基础上,对陕西省地震灾害宏观人口脆弱性的空间分布格局及影响因素进行综合分析。

## 2 研究区域环境背景分析

陕西省处于东经105°29'~110°15'和北纬31°42'~39°35'之间,全省总面积20.58万平方公里,2010年末全省总人口为3735万人,全省国内生产总值(GDP)为10123.48亿元,在全国31个省、市、自治区中排名为17,人均GDP为27133元,

社会经济发展的各项指标都低于中东部各个省市地区。全省设 10 个省辖市和 1 个产业示范区,为西安、宝鸡、渭南、铜川、咸阳、汉中、榆林、延安、安康、商洛、杨陵农业高新技术产业示范区。陕西地处中国西北内陆腹地,呈南北向带状,以北山和秦岭为分界线,把全省分为三大区域:北部是黄土高原,中部是盆地,南部是秦巴山地。由于特定的地理环境,使得该地区成为中国各类自然灾害频繁发生的地区之一。时常发生洪水灾害、地震灾害、地质灾害、森林火灾,并且造成大量的人员伤亡和经济损失<sup>[1]</sup>。由于经济社会发展落后,各类自然灾害频繁发生,社会承载能力比较弱,从而严重制约陕西省经济社会的快速发展。

### 3 地震灾害宏观人口脆弱性评估理论与方法

国家地震灾害防御对未来地震灾害损失预测研究表明,地震灾害微观脆弱性一般考虑烈度、人员伤亡率、房屋倒塌率、发震时间,其不满足于地震快速应急需求。人口暴露性指人类面临某种危险程度或遭受某种强度地震打击时人口数量的多少,对一定的区域而言,区域内人口数量越多,在遭受地震打击时人员伤亡越大,包括人口总量和人口密度;人口敏感性指人本身的生理特性,在遭受一定地震打击后的敏感程度,个人体质、健康状况、年龄结构、受教育程度都会影响人口的敏感性,本文中与敏感性相关的指标有儿童人口比例、老年人口比例、文盲人口比例、大学本科以上人数比例、少数民族人口比重;恢复能力指人类在遭受某种强度地震打击后,灾后重建、自我恢复能力的大小,本文包括人均 GDP、农村居民人均纯收入、地方财政收入,地区越发达,灾后恢复力越强<sup>[12]</sup>。为了快速预测陕西省地震灾害宏观人口脆弱性,本文选取十一个指标,计算各个指标的权重,根据综合风险指数评估模型对全省各区县进行地震灾害人口脆弱性分析评估。

#### 3.1 指标标准化处理

在获得每个指标的原始数据后,为统一评价标准(每个指标值在 0~1 之间),必须对具有不同量纲的原始数据进行标准化处理。参照尹占娥、许世远《城市自然灾害风险评估研究》<sup>[13]</sup>中的极差变换法,对原始数据进行标准化处理。将全部指标按照正向指标(即指标值越高脆弱性越大)和逆

向指标(即指标值越高脆弱性越小),分别采用公式(1)和公式(2)进行处理。

对于正向指标:

$$R_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

对于逆向指标:

$$R_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

式中,  $x_i$ 、 $R_i$  分别为指标的原始值和标准值,  $x_{\max}$  指该指标中的最大值,  $x_{\min}$  指该指标中的最小值。

#### 3.2 评价指标权重确定

评价指标权重采用变异系数法确定<sup>[14]</sup>,统计得出 11 项评估指标的均值和标准差,从而计算变异系数,用各指标变异系数占指标变异系数和的比重来确定各指标的权重。计算公式如下:

$$W = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i} = \frac{S_i / \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n S_i / \bar{x}_i} \quad (3)$$

式(3)中:  $W$  为评价指标权重,  $v_i$  为评价指标变异系数,  $S_i$  为评价指标标准差,  $\bar{x}_i$  为评价指标均值,  $i$  为评价指标数。

#### 3.3 综合风险指数计算

综合风险指数模型为

$$R = \sum_{i=1}^n F_i * W_i \quad (4)$$

式(4)中,  $R$  表示地震灾害综合风险指数;  $F_i$  表示某区、县第  $i$  种指标的标准值,  $W_i$  表示第  $i$  种指标所占权重。依据公式(4)和标准化处理后的数据,计算各区县地震灾害综合风险指数。

### 4 陕西省地震灾害宏观人口脆弱性评估与分析

计算陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性,运用 2011 年陕西省人口统计年鉴和中国 2010 人口普查资料<sup>[15]</sup>,收集 11 个指标的数据,并利用公式(1)和公式(2)对原始数据进行标准化处理。

指标数据经标准化处理后,计算各个指标数据的平均值和标准差,利用公式(3)计算变异系数,用各指标变异系数占指标变异系数和的比重来确定各三级指标的权重,然后分别计算二级指标人口暴露性、人口敏感性、抗灾恢复力的权重,结果如表 1。

表 1 陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性指标权重

Table 1 Macro earthquake disaster vulnerability index weight of counties (districts) in Shaanxi Province						
一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标		权重
脆弱性	1	人口暴露性	0.372	人口总量	$X_1$	0.207
				人口密度	$X_2$	0.164
				少数民族人口比重	$X_3$	0.029
		人口敏感性	0.292	女性人口比例	$X_4$	0.016
				儿童人口比例	$X_5$	0.065
				老年人口比例	$X_6$	0.069
				文盲人口比例	$X_7$	0.091
				大学本科以上人数比例	$X_8$	0.024
		抗灾恢复力	0.336	人均 GDP	$X_9$	0.275
				农村居民人均纯收入	$X_{10}$	0.044
				地方财政收入	$X_{11}$	0.016

从表 1 中可以看出，各脆弱性评价指标权重差异较大，其中人口总量、人口密度、人均 GDP 指标的值较大，说明该三项指标在地震灾害人口脆弱性评估中重要性程度高，是其主要影响因素。

根据陕西省各区县经标准化之后的评估指标值，采用综合风险指数评价模型，经计算得出陕西省各区县人口暴露性、敏感性、抗灾恢复力的指数和综合风险值，结果如表 2。

表 2 陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性风险指数

Table 2 Macro earthquake disaster population vulnerability risk index of counties (districts) in Shaanxi Province				
地点	人口暴露性	人口敏感性	抗灾恢复力	综合风险值
西安市辖区	0.207 2	0.197 6	0.023 8	0.428 7
临潼区	0.049 6	0.139 5	0.053 5	0.242 7
长安区	0.030 7	0.108 2	0.050 7	0.189 6
蓝田县	0.031 9	0.180 1	0.072 7	0.284 8
周至县	0.038 0	0.148 9	0.074 5	0.261 3
户县	0.029 0	0.130 3	0.060 5	0.219 8
高陵县	0.015 0	0.107 5	0.049 4	0.171 8
铜川市辖区	0.021 4	0.179 5	0.073 3	0.274 2
耀州区	0.026 7	0.121 5	0.070 0	0.218 2
宜君县	0.050 9	0.122 8	0.081 5	0.255 2
宝鸡市辖区	0.038 7	0.187 5	0.052 9	0.279 1
陈仓区	0.036 2	0.141 2	0.066 4	0.243 8
凤翔县	0.026 5	0.136 2	0.061 9	0.224 6
岐山县	0.023 5	0.139 9	0.062 7	0.226 0
扶风县	0.021 4	0.138 6	0.074 1	0.234 1
眉县	0.019 4	0.141 9	0.070 0	0.231 4
陇县	0.035 9	0.182 5	0.079 4	0.297 9
千阳县	0.027 1	0.228 6	0.077 9	0.333 7
麟游县	0.057 6	0.114 1	0.079 5	0.251 3
凤县	0.090 9	0.252 2	0.066 6	0.409 8
太白县	0.158 1	0.146 6	0.079 2	0.384 0
咸阳市辖区	0.049 6	0.157 5	0.055 8	0.262 9
三原县	0.019 7	0.113 5	0.067 6	0.200 8
泾阳县	0.023 9	0.105 9	0.068 4	0.198 2
乾县	0.026 5	0.161 4	0.069 7	0.257 6
礼泉县	0.024 1	0.143 1	0.068 9	0.236 1

(转下表)

(接表 2)

地点	人口暴露性	人口敏感性	抗灾恢复力	综合风险值
永寿县	0.020 2	0.158 3	0.081 5	0.260 0
彬县	0.022 8	0.162 4	0.071 3	0.256 5
长武县	0.015 3	0.170 8	0.080 4	0.266 5
旬邑县	0.029 4	0.168 3	0.079 8	0.277 5
淳化县	0.021 4	0.115 5	0.079 5	0.216 4
武功县	0.018 7	0.149 5	0.070 5	0.238 7
兴平市	0.024 3	0.167 5	0.067 2	0.259 1
渭南市辖区	0.040 5	0.135 3	0.077 8	0.253 7
华县	0.022 3	0.108 6	0.079 0	0.209 9
潼关县	0.012 8	0.096 2	0.081 8	0.190 8
大荔县	0.035 4	0.136 1	0.079 6	0.251 2
合阳县	0.025 8	0.125 0	0.087 4	0.238 2
澄城县	0.023 4	0.136 7	0.084 9	0.244 9
蒲城县	0.036 7	0.126 8	0.081 2	0.244 7
白水县	0.020 5	0.143 6	0.082 1	0.246 3
富平县	0.035 4	0.118 1	0.082 6	0.236 0
韩城市	0.027 1	0.119 1	0.063 0	0.209 1
华阴市	0.016 9	0.133 9	0.079 0	0.229 8
延安市辖区	0.040 7	0.098 3	0.070 0	0.209 0
延长县	0.059 2	0.123 5	0.080 3	0.262 9
延川县	0.040 2	0.120 5	0.078 4	0.239 1
子长县	0.040 0	0.140 7	0.070 8	0.251 6
安塞县	0.056 3	0.137 2	0.063 1	0.256 6
志丹县	0.084 0	0.107 5	0.052 8	0.244 3
吴起县	0.081 6	0.111 1	0.054 3	0.247 1
甘泉县	0.088 6	0.112 5	0.069 5	0.270 6
富县	0.087 1	0.121 6	0.071 4	0.280 1
洛川县	0.031 6	0.115 6	0.053 5	0.200 7
宜川县	0.077 2	0.108 4	0.075 3	0.260 9
黄龙县	0.165 1	0.154 2	0.079 6	0.398 9
黄陵县	0.055 7	0.109 4	0.055 7	0.220 9
汉中市辖区	0.024 3	0.191 8	0.068 8	0.284 9
南郑县	0.036 1	0.193 4	0.076 2	0.305 7
城固县	0.032 3	0.175 5	0.075 8	0.283 6
洋县	0.039 3	0.179 4	0.086 3	0.305 0
西乡县	0.040 8	0.293 4	0.088 3	0.422 5
勉县	0.033 1	0.178 0	0.079 9	0.291 0
宁强县	0.042 6	0.240 5	0.086 0	0.369 0
略阳县	0.048 2	0.234 8	0.084 7	0.367 7
镇巴县	0.049 6	0.202 4	0.087 7	0.339 6
留坝县	0.133 0	0.186 3	0.086 9	0.406 2
佛坪县	0.124 2	0.170 7	0.087 6	0.382 5
榆林市辖区	0.057 4	0.128 1	0.054 4	0.239 9
神木县	0.066 5	0.147 4	0.012 0	0.225 8
府谷县	0.045 7	0.145 1	0.028 4	0.219 2
横山县	0.054 7	0.177 7	0.068 4	0.300 8
靖边县	0.054 8	0.164 8	0.038 8	0.258 5
定边县	0.075 1	0.175 1	0.054 0	0.304 3

(转下表)

(接表 2)

地点	人口暴露性	人口敏感性	抗灾恢复力	综合风险值
绥德县	0.029 3	0.164 1	0.080 0	0.273 5
米脂县	0.027 0	0.146 3	0.072 9	0.246 2
佳县	0.036 2	0.186 9	0.082 4	0.305 4
吴堡县	0.017 6	0.139 0	0.081 1	0.237 7
清涧县	0.046 0	0.167 1	0.080 5	0.293 7
子洲县	0.040 0	0.234 2	0.078 9	0.353 1
安康市辖区	0.048 3	0.267 0	0.084 0	0.399 4
汉阴县	0.025 0	0.213 0	0.084 2	0.322 3
石泉县	0.031 6	0.135 7	0.083 5	0.250 8
宁陕县	0.155 1	0.420 6	0.085 3	0.661 1
紫阳县	0.033 7	0.264 6	0.084 8	0.383 0
岚皋县	0.042 2	0.172 9	0.085 5	0.300 6
平利县	0.047 0	0.230 7	0.082 3	0.360 0
镇坪县	0.087 4	0.155 0	0.085 9	0.328 4
旬阳县	0.041 1	0.165 9	0.084 1	0.291 2
白河县	0.031 4	0.167 5	0.084 8	0.283 7
商洛市辖区	0.035 9	0.133 7	0.087 9	0.257 4
洛南县	0.0362	0.126 7	0.087 3	0.250 2
丹凤县	0.034 9	0.131 7	0.087 8	0.254 4
商南县	0.038 5	0.135 7	0.087 1	0.261 2
山阳县	0.041 1	0.145 9	0.086 7	0.273 8
镇安县	0.047 4	0.461 6	0.086 8	0.595 7
柞水县	0.050 2	0.189 5	0.086 6	0.326 3

根据陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性风险指数，其分布在 0~1 之间，在参照土壤侵蚀敏感性影响因子分级评价方法<sup>[16]</sup>的基础上，针对陕西省的自然环境特征，利用自然断点法<sup>[17]</sup>，将陕西省各区县人口暴露性、人口敏感性、抗灾恢复力、综合风险指数分为 5 个等级，在 ArcGIS10.2 中编制其空间分布图，结果如图 1、图 2、图 3、图 4。

根据图 1、图 2、图 3 所反映的陕西省各区县地震灾害人口暴露性指数、人口敏感性指数、抗灾恢复力指数进行分析，陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性情况如下：

(1) 各区县人口暴露性指数主要表现为西安市辖区、陕南部分区县、陕北部分区县的高。人口是人类社会的核心，对一个地区而言，总人口数越多，地震发生时受到威胁的人数就越多，该地区的地震灾害脆弱性就越大。如西安市辖区总人口数多，人口密度大，暴露程度大，其地震灾害人口脆弱性相对较高。

(2) 各区县人口敏感性指数中，陕北、陕南的人口敏感性指数明显高于关中平原地区。人口

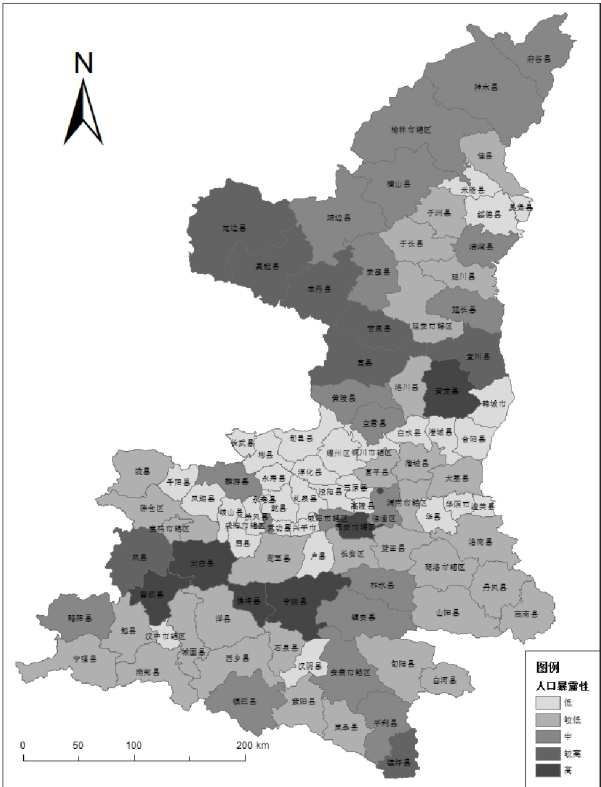


图 1 陕西省各区县人口暴露性指数  
Fig.1 Population exposure index of countries (districts) in Shaanxi Province

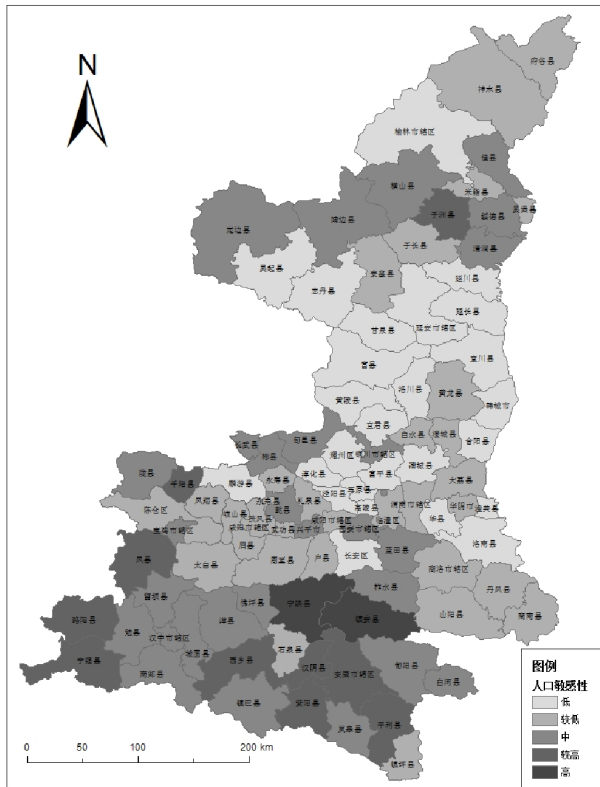


图2 陕西省各区县人口敏感性指数

Fig.2 Population sensitivity index of countries (districts) in Shaanxi Province

可以按照性别、年龄结构、文化程度、少数民族人口比重等分为不同的人群,一般来说,女性、老人、儿童避震行动缓慢,避震意识和避震方法存在缺陷;文化程度高的人,往往避震意识较强,避震方法科学。人群的避震意识越强,避震方法越得当,地震灾害脆弱性越小。如关中平原地区,老年人口比例较低,大学本科以上人数比例较高,人们有较强的避震意识和科学的避震方法,该区域地震灾害脆弱性相对较低。

(3) 西安市辖区、宝鸡市辖区、神木县、府谷县等县区的抗灾恢复力指数较低,抗灾恢复力中的指标属于逆向指标,指数值越小,风险值越低,抗灾恢复能力就越高,即地震灾害脆弱性越小。地震发生后,灾民需要救济,地方政府需要拿出资金救济灾民,地方政府财力的大小直接影响救济灾民能力的大小;另外,陕西省以农业人口为主,农民财力的大小直接影响灾民的自救能力。陕南地处秦巴山地,交通不便,经济不发达,抗灾恢复力指数较高,地震灾害脆弱性大。

从图4中可以看出,在5个综合风险指数等级序列中,各区县风险指数差异不大,大多数区县的地震灾害风险指数处于等级序列的中段,其

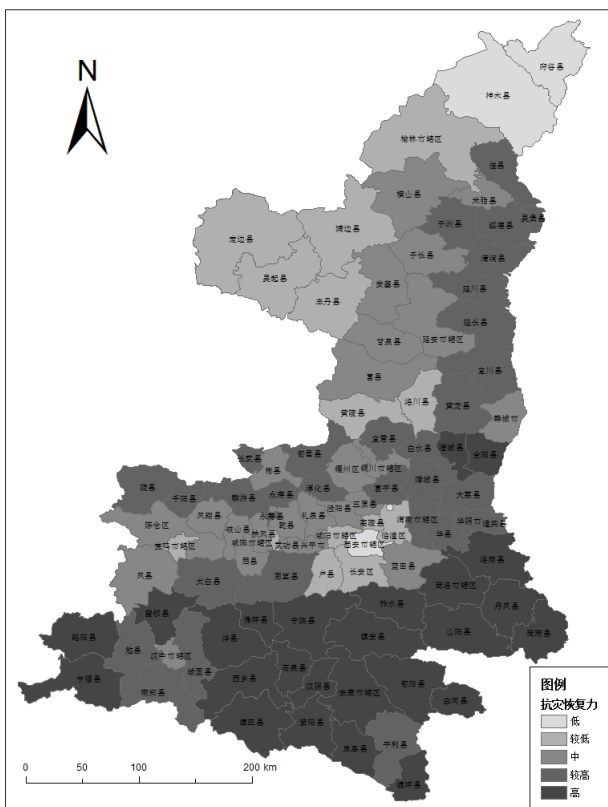


图3 陕西省各区县抗灾恢复力指数

Fig.3 Disaster-resistance resilience index of countries (districts) in Shaanxi Province

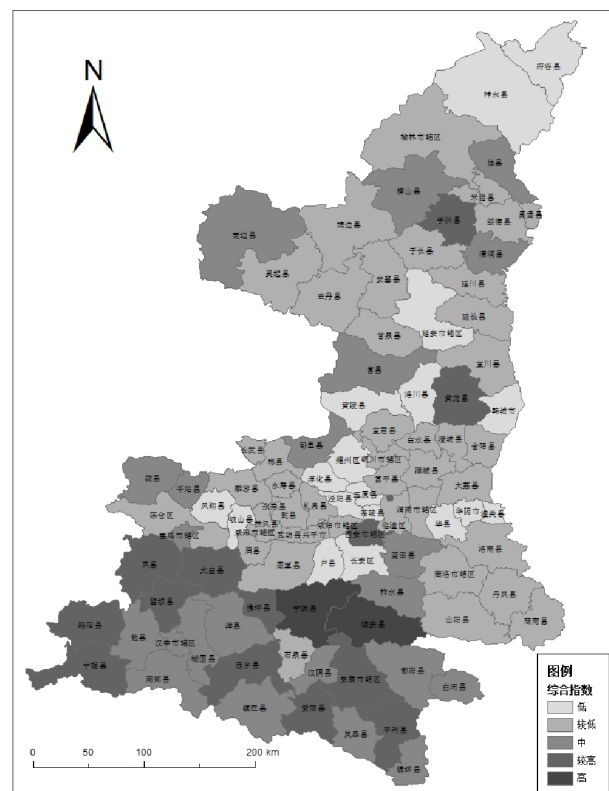


图4 陕西省区县地震灾害宏观人口脆弱性

Fig.4 Macro earthquake disaster population vulnerability of countries (districts) in Shaanxi Province

在空间上表现为两大特征:

(1) 风险指数从关中平原地区向外递增。主要是由于关中平原地区应急疏散能力、应急避难所的开放空间水平、政府灾害管理能力等方面的条件较好,经济发展水平高,防灾减灾经济实力强,灾后恢复能力高。

(2) 陕南、陕北大多数市辖区、区县的风险指数较高。宁陕县、镇安县的风险指数均在 0.5 以上,而户县、长安区的风险指数在 0.2 左右。

陕西省各区县地震灾害宏观人口脆弱性评估研究结果,可为有针对性地制定地震灾害风险管理措施提供了依据。关中地区应控制人口数量的增长速度,制定相关政策调整人口结构和分布格局,陕南、陕北地区在城市发展中,应建设更多、更合理的开放空间和应急避难场所,编制完善的防灾预案与应急避难手册,加强地震灾害风险宣传与教育工作,大力发展经济,增加人均 GDP,以提高人们的抗震救灾能力,减少人员伤亡和经济损失,确保陕西省社会经济可持续发展。

## 5 结语

本文主要是对陕西省地震灾害宏观人口脆弱性进行评估,得出如下结论:

(1) 人口总量是地震灾害脆弱性的主要影响因素,并且综合其他因素共同影响地震灾害宏观人口脆弱性。

(2) 陕南、陕北地区人口暴露性和敏感性指数高于关中平原,抗灾恢复力指数总体偏高。

(3) 陕西省地震灾害人口脆弱性区域差异比较明显:陕南、陕北地区的地震灾害人口脆弱性明显高于关中平原;且具有明显的空间差异性,关中平原、汉中盆地、秦岭山地及陕北黄土高原中部某些县的人口脆弱性较高。

本文没有考虑地形地貌、人们的生理条件、建筑物抗震能力不同等影响因素,仅仅局限于其人的因素影响,分析评估结果具有一定的片面性。因此,在地震灾害人口脆弱性评估中须加强对这些因素的研究。

## 参考文献:

- [1] 马玉宏,赵桂峰.地震灾害风险分析及管理[M].北京:科学出版社,2008.
- [2] 石勇,许世远.自然灾害研究性进展[J].自然灾害学报,2011,20(2):131-137.

- [3] 葛全胜,邹铭,郑景云.中国自然灾害风险综合评估初步研究[M].北京:科学出版社,2008.
- [4] 商彦蕊.干旱、农业旱灾与农户旱灾脆弱性分析——以邢台县典型农户为例[J].自然灾害学报,2000,9(2):55-61.
- [5] 刘吉夫,陈颢,史培军,等.中国大陆地震风险分析模型研究[J].北京师范大学学报(自然科学版),2008,44(5):520-523.
- [6] 张金水,贾增科.城市地震灾害社会脆弱性评价指标体系研究[J].科技向导,2010,36(1):13-14.
- [7] 刘欢,徐中春,吴绍洪,等.基于GIS的中国地震灾害人口风险性分析[J].地理科学进展,2012,31(3):368-374.
- [8] 聂承静,杨林生,李海荣.中国地震灾害宏观人口脆弱性评估[J].地理科学进展,2012,31(3):375-382.
- [9] 陈颢,刘杰,陈棋福,等.地震危险性分析和震害预测[M].北京:地震出版社,1999.
- [10] 陕西省统计局.2011年陕西省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2011.
- [11] 文彦君.陕西省自然灾害的社会易损性分析[J].灾害学,2014,27(2):77-81.
- [12] 苏桂武,朱林,马宗晋,等.京津唐地区地震灾害区域宏观脆弱性变化的初步研究——空间变化[J].地震地质,2007,29(1):15-31.
- [13] 尹占娥,许世远.城市自然灾害风险评估研究[M].北京:科学出版社,2012.
- [14] 吴金华,李纪伟,朱鸿儒.基于ArcGIS区统计的延安市土地生态敏感性评价[J].自然资源学报,2011,7(9):1-4.
- [15] 国家统计局.中国2010人口普查资料[M].北京:中国统计出版社,2010.
- [16] 王春菊,汤小华.GIS支持下的土壤侵蚀敏感性评价研究[J].水土保持通报,2005,25(1):68-74.
- [17] 朱林.地震灾害区域宏观脆弱性变化的初步研究——以京津唐地区为例[D].北京:中国地震局地质研究所,2006.