

陕西省自然灾害的社会易损性分析^{*}

文彦君

(宝鸡文理学院 灾害监测与机理模拟陕西省重点实验室, 陕西 宝鸡 721013)

摘 要:应用主成分分析法,选取 10 个主要社会经济指标,以陕西省的 11 个地级市作为研究对象,对其自然灾害社会易损性进行分析。确定三个主成分作为评价自然灾害社会易损性的指标,计算得出陕西省各地市相应主成分的得分和排名,在此基础上对相应地区的自然灾害社会易损性进行评价。

关键词:陕西省;自然灾害;社会易损性;主成分分析法

中图分类号:X43 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-811X(2012)02-0077-05

自然灾害是人类社会不能适应或者调整极端、突然的环境变化的产物,是由致灾因子、孕灾环境和承灾体共同作用的结果^[1-3]。自然灾害的成因机制、发生发展规律及时空分布规律等基本问题经过长期的研究,已经取得了长足的进步^[4-5]。1990 年代以来,“减轻灾害风险”已经成为灾害研究领域的主流观念,“国际战略减灾计划(ISDR)”、“国科联综合风险研究计划(ICSU-IRDR)”及“全球变化人文因素计划之综合风险防范科学计划(IHDP-IRG)”等的实施,表明灾害形成过程中的社会人文因素越来越受到重视^[6-7]。而承灾体—人类社会的易损性逐渐成为灾害研究及减灾战略中的重要主题。国内外学者对易损性的研究已经取得一定进展,英国布拉福特大学的地理学者 Westgate 和 O’Keefe 领导的灾害研究中心最早认识到了易损性的重要性,并着力开展了灾害易损性研究。Pelandra 指出“灾害是社会易损性的实现”,“灾害是一种或多种致灾因子对易损性人口、建筑物、经济财产或敏感性环境打击的结果”。Kenneth Hewitt 编辑出版了题为“从人类生态学看:灾难的解释”的论文集,建立了灾害易损性分析的基本方法。1990 年代, Susan L. Cutter 等以国家社会经济和人口统计数据为基础建立了自然灾害社会易损性指数。目前,灾害易损性研究的焦点主要集中于易损性的统一概念、评价指标体系、评价模型和评价方法等方面,进一步的研究将有助于降低人类社会面临自然灾害的风险和减轻灾害损失^[1,5,8-9]。

1 区域环境背景分析

陕西省位于 105°29′ ~ 111°15′E 和 31°42′ ~

39°35′N 之间,全省设西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南、汉中、延安、榆林、安康、商洛 10 个省辖市和杨陵农业高新技术产业示范区,全省面积为 20.58 万 km²。2010 年末全省总人口为 3 873 万人,而其中农业人口为 2 552 万人,占总人口的 65.9%。2010 年末全省国内生产总值(GDP)为 10 123.48 亿元,在全国 31 个省、市、自治区中排名为第 17 名,人均 GDP 为 27 133 元,社会、经济发展的各项指标都远远落后于中东部各个省市地区^[10]。陕西省地处青藏高原东北侧,呈南北向带状,以北山和秦岭山脉为界,北部为干旱和半干旱的黄土高原,中部为湿润和半湿润的关中盆地,南部为湿润的秦巴山地。由于特定的地理环境和西风带环流的共同作用,使得该地区成为中国各类自然灾害频繁发生的地区之一。气象灾害、洪水灾害、地震灾害、地质灾害、森林火灾等均时常发生,而且给人民和社会造成了惨重的人员伤亡和经济损失^[11-13]。由于经济社会发展相对落后,社会承灾能力较弱,频繁发生的各类自然灾害严重制约了陕西省经济社会可持续发展。

2 陕西省自然灾害社会易损性分析

2.1 自然灾害社会易损性的内涵和易损性指标

从广义来看,易损性是指事物容易受到伤害或损伤的程度,主要反映人类社会对自然灾害风险的承受能力^[4-5,8-9,14]。从社会学方面看,易损性是人类及其社会结构的薄弱环节的体现,所以人们可以从社会分异或社会系统组成的不利条件作为切入点来识别社会的易损性。社会易损性就是

^{*} 收稿日期:2011-09-13

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);宝鸡文理学院重点科研项目(ZK0922);宝鸡文理学院自然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,讲师,主要研究方向为地震灾害风险与灾害地质。

E-mail: wenyanyun2003@163.com

反映人类社会在自然灾害条件下的潜在损失,它涉及到人们的生命财产、健康状况、生存条件以及社会物质财富、社会生产能力、社会结构和秩序、资源和生态环境等方面的损失。这种损失既是社会个体的损失,也是社会整体的损失,它是自然过程和社会过程的相互作用的结果^[8]。近年来,国际社会科学界在认识影响社会易损性主要因素问题上,逐渐取得了共识,认为下列因素是决定社会易损性的主要组成:资源、信息、知识和技术的缺乏,政治权力和代表性的有限性,社会资本的不足,信仰和生活习惯,住房状况,易损的和行动不便的人群,基础设施和生命线的类型和密度等^[4-5,8]。

社会易损性的问题涉及到区域人口、社会结构和社会文化等方面的问题,是一个复杂的多种因素相互影响的整体。参考已有的研究成果,并结合地理学家 Cutter 以县为单元构建的美国社会易损性的评价指标体系^[9,15-17],本文以《陕西省统计年鉴(2011)》^[10]、《中国民政统计年鉴(2011)》^[18]资料为基础,选取农业人口比例、女性人口比重、产值密度、人均社会保障补助支出、卫生机构床位数密度、城镇社区服务设施率、建筑密度、人口密度、公路密度、最低生活保障人数比重这 10 个指标对陕西省的社会易损性进行评价。

2.2 自然灾害社会易损性分析

主成分分析法(Principal Component, PC)是把原来多个变量化为少数几个综合指标的一种统计

分析方法,是多元统计分析技术中应用广泛的一种方法。该方法将原始多个变量线性组合为少数几个彼此独立,但包含原始多个变量绝大部分信息的新的综合变量,即主成分,从而既可实现对原始多变量反映信息的概括和简化,同时又能更集中、更典型地揭示研究对象的总体特征^[15,19-20]。

主成分表达式为:

$$y_i = l_{i1}x_1 + l_{i2}x_2 + \cdots + l_{ip}x_p, \quad (1)$$

式中: x_1, x_2, \cdots, x_p 为原变量, p 为原变量个数; $y_i (i = 1, 2, \cdots, m)$ 为主成分, m 为选定的主成分个数,且 $m \leq p$; $l_{i1}, l_{i2}, \cdots, l_{ip}$ 为线性组合系数。

其基本原理是通过原变量的协方差矩阵或相关系数矩阵的特征值(λ_i)及其对应的特征向量来确定各个主成分。其中,第 1 主成分 y_1 的方差最大,且方差值为原变量协方差阵或相关系数阵的最大特征值 λ_1 ,第 2 主成分 y_2 的方差次大,方差值等于次大特征值 λ_2 ,等等;而式(1)中的组合系数 $l_{i1}, l_{i2}, \cdots, l_{ip}$ 就是这些特征值对应的特征向量。各主成分的方差占原多变量总方差的百分比称为主成分的方差贡献,某主成分的方差贡献越大说明该主成分解释的有关研究对象的信息越多,因此越重要;前几个主成分的方差之和占总方差的百分比称为累积方差贡献率;通常用累积方差贡献率来决定选用几个主成分来讨论问题。选取已有的灾害易损性研究成果中的社会(含经济易损性)易损方面指标进行主成分分析(表 1)。

表 1 自然灾害社会易损性主要指标

指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
意义	农业人口比例 (%)	女性人口比重 (%)	产值密度 (万元/km ²)	社会保障补助支出 (万元)	卫生机构床位数密度 (张/万人)
说明	农业人口/区域 总人口	女性人口/区域 总人口	GDP/区域总面积		卫生机构床位数/区域 总人口
指标	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
意义	城镇社区服务设施率 (个/万人)	人口密度 (人/km ²)	公路密度 (km/km ²)	最低生活保障人 数比重(%)	建筑密度 (m ² /km ²)
说明	城镇社区服务设施个 数/区域总人口		公路里程/区域 总面积	享受最低保障人口 数/区域总人口	商品房竣工面积/区域 总面积(替代建筑密度)

具体步骤如下。

(1) 因为原始数据的量纲不同,所以首先对原始的基础数据矩阵进行标准化处理。在所选标准中农业人口比重、女性人口比重、人口密度和最低生活保障人数比重等 4 个指标对自然灾害的社会易损性正向影响(即同增大同减小),而其余 6 个

指标对自然灾害易损性成反向影响(即一方增大则另一方减小),所以在计算过程中这 6 个指标取负值^[15-16],使得各个指标均与易损性同向变化。利用 Excel 办公软件录入基础数据,再利用 DPS 软件对基础数据进行标准化处理,然后对上述 5 个指标取负值及标准化处理后的数据(表 2)。

表 2

标准化处理后的数据

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
西安	-1.200 5	1.273 0	-1.848 0	0.923 0	-1.469 3	-1.692 7	0.985 8	-1.067 5	-1.149 8	-0.904 3
铜川	-1.267 4	-0.284 3	0.391 0	-1.618 8	-1.916 6	-1.928 6	-0.374 4	-0.215 6	1.116 5	0.470 3
宝鸡	-1.191 3	0.262 0	0.345 9	0.363 2	-0.548 6	0.404 9	-0.397 9	0.084 6	-0.373 0	0.211 4
咸阳	0.203 8	0.338 8	-0.097 9	0.557 8	0.200 6	0.202 3	0.337 8	-1.687 9	-0.498 3	0.124 7
渭南	0.359 7	1.388 3	0.282 6	0.660 1	1.257 5	0.370 0	0.139 7	-1.353 8	-0.521 9	0.311 2
延安	0.181 7	0.380 8	0.590 7	-0.111 3	-0.039 1	0.085 9	-0.760 5	1.046 3	0.247 2	0.547 9
汉中	1.266 4	-0.676 8	0.632 6	-0.321 6	0.188 1	0.735 9	-0.567 7	0.663 5	-0.207 6	0.471 7
榆林	0.672 1	-0.108 4	0.452 7	-1.034 8	0.073 1	0.621 9	-0.705 4	0.753 9	1.411 6	0.511 8
安康	1.633 8	-1.994 2	0.672 9	-0.350 0	1.089 0	-0.481 3	-0.595 7	-0.074 2	0.455 9	0.524 7
商洛	0.111 0	-1.134 6	0.667 9	-0.931 1	0.993 6	1.336 8	-0.606 4	0.536 0	1.234 7	0.473 0
杨凌	-0.769 4	0.555 5	-2.090 4	1.863 5	0.171 6	0.345 1	2.544 6	1.314 7	-1.715 3	-2.742 3

(2) 计算相关系数矩阵。基于(1)步处理得到的数据矩阵, 利用 DPS 软件进行计算得到各指标之间的相关系数(表 3), 相关矩阵中的各元素反映了各指标间相关程度的大小。

表 3

各指标之间的相关系数矩阵

指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
X_1	1.000 0	-0.558 4	0.538 9	-0.237 0	0.737 8	0.463 1	-0.444 6	0.108 7	0.305 3	0.443 6
X_2	-0.558 4	1.000 0	-0.552 7	0.591 3	-0.301 0	-0.181 6	0.502 6	-0.358 9	-0.595 4	-0.402 8
X_3	0.538 9	-0.552 7	1.000 0	-0.757 1	0.327 9	0.324 3	-0.935 3	0.063 8	0.770 4	0.926 0
X_4	-0.237 0	0.591 3	-0.757 1	1.000 0	0.137 1	0.074 1	0.816 4	-0.157 4	-0.955 4	-0.772 1
X_5	0.737 8	-0.301 0	0.327 9	0.137 1	1.000 0	0.751 1	-0.121 3	0.071 1	0.048 2	0.140 4
X_6	0.463 1	-0.181 6	0.324 3	0.074 1	0.751 1	1.000 0	-0.155 5	0.366 8	0.093 4	0.099 6
X_7	-0.444 6	0.502 6	-0.935 3	0.816 4	-0.121 3	-0.155 5	1.000 0	-0.040 4	-0.809 5	-0.968 9
X_8	0.108 7	-0.358 9	0.063 8	-0.157 4	0.071 1	0.366 8	-0.040 4	1.000 0	0.206 1	-0.186 9
X_9	0.305 3	-0.595 4	0.770 4	-0.955 4	0.048 2	0.093 4	-0.809 5	0.206 1	1.000 0	0.754 9
X_{10}	0.443 6	-0.402 8	0.926 0	-0.772 1	0.140 4	0.099 6	-0.968 9	-0.186 9	0.754 9	1.000 0

2.3 相关矩阵的特征值和特征向量

总共有 11 个待评区域, 每个区域有 10 个评价指标, 则原始数据矩阵表为: $X = (x_{ij})_{11 \times 10}$, $i = 1, 2, \dots, 11$; $j = 1, 2, \dots, 10$ 。利用表 2 计算出来的相关矩阵 R 求 10 个特征值: $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{10} > 0$, 以及对应的特征向量 $e_i = (e_{1j}, e_{2j}, \dots, e_{10j})$, $j = 1, 2, \dots, 10$ 。特征值表示第 m 个主成分在综合评价中所起作用的大小^[15, 19-20]。利用 DPS 软件得出指标的特征值和贡献率(表 4)。

表 4

指标的特征值和贡献率

指标序号	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	5.165 6	51.655 8	51.655 8
2	2.247 9	22.478 6	74.134 4
3	1.260 4	12.604 2	86.738 6
4	0.676 1	6.761 0	93.499 6
5	0.287 1	2.871 4	96.371 0
6	0.209 0	2.090 2	98.461 2
7	0.098 3	0.982 6	99.443 8
8	0.045 1	0.451 1	99.894 9
9	0.010 0	0.099 6	99.994 4
10	0.000 6	0.005 6	100.000 0

通过表 4 我们可以看出, 变量相关矩阵中最大的三个特征根为 5.165 6、2.247 9、1.260 4, 都大于 1, 三个指标的累积贡献率为 86.738 6%, 后面 7 个指标的累积贡献率为 13.261 4%。则可以看出前三个主成分已能基本包含原始数据的全部信息, 故取前三个为主成分而进行进一步的分析。再利用 DPS 软件计算出三个主成分的各个指标符合的(e_i), 得出陕西省地级市自然灾害的社会易损性主成分负荷(表 5)。

表 5 陕西省自然灾害社会易损性主成分负荷

指标	第一主成分	第二主成分	第三主成分
X_1	-0.621 9	-0.582 0	0.190 0
X_2	-0.705 4	-0.155 9	0.368 2
X_3	0.949 8	-0.017 6	0.152 2
X_4	0.846 5	0.443 0	0.203 8
X_5	0.333 9	0.868 2	0.257 4
X_6	0.309 5	0.805 9	-0.041 1
X_7	0.930 9	0.216 1	-0.126 9
X_8	0.169 1	0.309 4	-0.885 1
X_9	0.877 4	-0.281 0	-0.200 2
X_{10}	0.889 0	-0.252 1	0.341 3

综上分析, 我们首先从表 3 中看出, 第一主成分对灾害易损性贡献最大, 而表 4 中看出, 在第一

主成分中, X_3 、 X_4 、 X_7 、 X_9 、 X_{10} 的负荷值比例最大, 分别是产值密度、社会保障补助支出、人口密度、最低生活保障人数比重和建筑密度, 说明这 5 个指标对陕西省的自然灾害的社会易损性影响相对其他指标较大。产值密度反映一个地区的经济密度, 它反映了一个地区社会经济的发展水平和发展阶段; 社会保障补助支出反映区域对紧急事件的重视程度, 是区域人群特别是弱势群体灾后自我救助和自我恢复的基本保证; 人口密度反映了区域城市化和人口发展水平及承灾体人群暴露于自然灾害风险的程度; 最低生活保障人数比重反映了区域人群灾后整体生存能力的大小; 建筑密度可以衡量一个地区土地利用的程度, 是衡量一个区域开发和建设成果的重要指标, 它体现了人们的社会经济活动的强度和社会财富的数量^[8,14-15,19]。这些指标总体反映了区域社会经济发展水平。社会经济发展水平愈高, 物质财富愈丰富, 社会的基础设施建设愈完善, 社会对自然灾害的抵御能力就愈强, 人类的社会经济活动使社会易损性减弱。

第二主成分中, X_5 、 X_6 、 X_8 的负荷值为最大, 分别是卫生机构床位数密度、城镇社区服务设施率及公路密度等 3 个指标。卫生机构床位数密度可以衡量区域灾时救助能力的大小, 是减少人员伤亡的重要防灾措施; 城镇社区设施服务率则可以衡量区域灾时社区服务条件, 是居民灾后生存的重要保障; 公路密度反映发生灾害时的救灾和避灾能力^[8,14-15,19]。这三个指标反映了区域防灾减灾

综合能力, 健全完善的社会服务设施及道路交通等基础设施, 可在减灾救灾、灾后恢复重建、稳定社会秩序等方面发挥重要作用, 使灾害社会易损性减弱。

第三主成分中, X_1 、 X_2 的负荷值为最大, 分别是农业人口比重、女性人口比重。农业人口是人类抵抗自然灾害最弱的一个群体, 所以农业人口是造成社会易损的一个重要方面; 女性人口由于身体素质、受教育程度及社会地位等因素的影响, 防灾抗灾能力较弱, 属于灾害易损人群^[8,14-15,19]。这两个指标属于区域人口易损性指标, 反映了区域弱势群体所占比重。其指标数值越高, 则区域人群遭受自然灾害伤害的风险越大, 抵御自然灾害、灾后独立生存与恢复的能力越弱。

2.4 各个主成分的得分及排名

上述三个主成分可以基本包含原始数据的全部信息。利用 DPS 软件可以计算出每个地区的主成分得分与排名(表 6)。表 6 中的数值代表各个主成分的得分值, 正值越大说明灾害的易损性越大。从 3 个主成分的各自得分来看:

(1)第一主成分中排名在前面的是铜川、榆林、商洛、延安。这些地市的产值密度、社会保障补助支出、建筑密度等指标相对较低, 反映出其社会经济发展相对落后, 物质财富积累、社会基础设施等程度较低, 社会对自然灾害抵御能力不强。而杨凌、西安、咸阳等地市虽然人口密度较大, 暴露于自然灾害风险较高, 但其相对发达的社会经济水平有效降低自然灾害的社会脆弱性。

表 6 各地区主成分得分与排名

地级市	第一主成分得分	排名	地级市	第二主成分得分	排名	地级市	第三主成分得分	排名
铜川	1.025 2	1	渭南	1.209 1	1	渭南	1.587 7	1
榆林	0.908 8	2	商洛	0.779 4	2	延安	0.589 1	2
商洛	0.782 2	3	汉中	0.700 2	3	咸阳	0.361 5	3
延安	0.595 6	4	咸阳	0.421 2	4	汉中	0.221 8	4
宝鸡	0.340 4	5	安康	0.351 7	5	榆林	-0.012 5	5
汉中	0.272 4	6	榆林	0.242 6	6	西安	-0.103 2	6
安康	0.081	7	延安	0.198 1	7	安康	-0.339 4	7
渭南	-0.059 3	8	杨凌	0.108 8	8	宝鸡	-0.365 1	8
咸阳	-0.254 1	9	宝鸡	-0.085 4	9	铜川	-0.860 2	9
西安	-1.112 8	10	西安	-1.564 9	10	杨凌	-0.960 9	10
杨凌	-2.579 4	11	铜川	-2.360 8	11	商洛	-1.485 6	11

(2)第二主成分中排名在前的城市是渭南、商洛、汉中和咸阳。这些地市的卫生机构床位数密度、城镇社区服务设施率及公路密度相对较低, 反映出其灾时救助能力及社区服务条件较差, 公共应急救援服务工作存在不足, 道路交通等基础设施相对落后, 不能很好地满足区域防灾减灾的社会需要。

(3)第三主成分中得分排在前面的地区是渭南、延安、咸阳、汉中。这些地市的农业人口比

重及女性人口比重指标相对较高, 反映出其工业化、城市化发展水平相对较低, 承灾脆弱人群比例相对较高, 区域整体抵御自然灾害、灾后恢复能力相对较弱。

3 结论

通过上述分析, 得出如下主要结论:

(1)影响陕西省自然灾害社会易损性的各项指

标, 可组合为三个主成分, 分别反映区域社会经济发展水平、区域防灾减灾综合能力及区域人口结构易损性程度;

(2) 铜川、榆林、商洛、延安等地市的自然灾害社会经济损失性较高;

(3) 渭南、商洛、汉中和咸阳等地市的自然灾害社会保障易损性较高;

(4) 渭南、延安、咸阳、汉中等地市的自然灾害人口结构易损性较高。

参考文献:

- [1] 史培军. 论灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报, 1991(11): 37-42.
- [2] 史培军. 再论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(4): 6-17.
- [3] 葛全胜, 陈洋勤, 方修琦, 等. 全球变化的区域适应研究: 挑战与研究对策[J]. 地球科学进展, 2004, 19(4): 516-524.
- [4] 郭跃. 自然灾害的社会学分析[J]. 灾害学, 2008, 23(2): 87-91.
- [5] 郭跃. 灾害易损性研究的回顾与展望[J]. 灾害学, 2005, 20(4): 92-96.
- [6] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 1-9.
- [7] 史培军. 五论灾害系统研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(5): 1-9.
- [8] 郭跃. 自然灾害的社会易损性及其影响因素研究[J]. 灾害学, 2010, 25(1): 84-88.
- [9] 蒋勇军, 况明生, 匡鸿海, 等. 区域易损性分析、评估及易损度区划[J]. 灾害学, 2001, 16(3): 59-64.
- [10] 陕西省统计局, 国家统计局陕西省调查总队. 陕西统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [11] 杜继稳, 常星源, 米丰收, 等. 陕西省自然灾害综合预报回顾与展望[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(4): 143-148.
- [12] 段桂兰, 刘瑞芳, 陶建玲, 等. 陕西洪涝灾害与对策[J]. 陕西气象, 2008(1): 33-36.
- [13] 王雁林. 陕西省地质灾害实例分析及致灾模式探讨[J]. 灾害学, 2008, 23(3): 57-61.
- [14] 姜彤, 许朋柱. 自然灾害研究的新趋势—社会易损性分析[J]. 灾害学, 1996, 11(2): 5-9.
- [15] 赵卫权, 郭跃. 基于主成分分析法和 GIS 技术的重庆市自然灾害社会易损性分析[J]. 水土保持研究, 2007, 14(6): 305-308.
- [16] 郭跃, 朱芳, 赵卫权, 等. 自然灾害社会易损性评价指标体系框架的构建[J]. 灾害学, 2010, 25(4): 68-72.
- [17] 刘兰芳, 彭蝶飞, 邹君. 湖南省农业洪涝灾害易损性分析与评价[J]. 资源科学, 2006, 28(6): 60-67.
- [18] 中华人民共和国民政部. 中国民政统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [19] 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): 15-32.
- [20] 徐建华. 计量地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

Analysis on Social Vulnerability to Natural Disasters in Shannxi Province

Wen Yanjun

(Key Lab of Disaster Monitoring and Mechanism Simulating of Shaanxi Province, Baoji University of Arts and Science, Baoji 721013, China)

Abstract: By applying principle component analysis method, social vulnerability to natural disasters in 11 cities of Shaanxi province is discussed based on 10 main socio-economic indexes. 3 principal components are constructed for the evaluation of social vulnerability to natural disaster, based on which the scores and ranks of the 11 cities in Shaanxi province are calculated. Therefore, the social vulnerability to natural disasters of corresponding regions is evaluated.

Key words: Shaanxi province; natural disasters; social vulnerability; principal component analysis

(上接第 71 页)

Warning and Forecast System of Potential Thunderstorm Based on Weather Patterns in Beijing

Xiong Yajun, Liao Xiaonong, Yu Bo, Wei Dong and Wu Qingmei

(Beijing Meteorological Observatory, Beijing 100089, China)

Abstract: Through the comparative analysis of 457 thunderstorms from 1997 to 2006 in Beijing, the circulation patterns of thunderstorms are classified into 11 patterns as northeast cyclone and shallow groove pattern, Baikal and Mongolian cyclone pattern and coming-west groove pattern. Thirty-three convective parameters, such as convective available potential, lifted index, relative storm helicity index and so on, are calculated using meteorological sounding data of south suburb meteorological observatory. The six convective parameters, BCAPE, BLI, MDCI, KNEW, BIC and SWISS are chosen as key elements of forecast of potential thunderstorm. Using the six parameters and regression estimation of event probabilities (REEP), the probability regression forecast question in eleven weather patterns are established. According to the forecasting fields of WRF model, probability regression forecast of thunderstorm in Beijing in 3 to 36 hours is completed. The experimental result shows that the forecast system is correct and has a certain reference value.

Key words: weather pattern; potential thunderstorm; warning and forecast; regression estimation of event probabilities; Beijing