

东北地区中老年矿业城市经济系统脆弱性

孙平军, 修春亮

(东北师范大学城市与环境科学学院, 长春 130024)

摘 要:基于对脆弱性的认识和理解,通过构建脆弱性评估模型,运用主成分分析法和熵值法相结合方法对东北地区矿业城市经济系统的脆弱性进行评价,找出其脆弱性的影响因素和作用机制。评价结果表明:经济系统脆弱性高的矿业城市主要集中分布于黑龙江省;不同矿产资源类型的矿业城市经济系统脆弱性指数平均值具有煤炭类>综合类>冶金类>油气类的趋势;矿业城市经济系统脆弱性随着其生命周期的推进逐渐增大;经济系统面对资源枯竭、国有企业改革等扰动的敏感性对决定其脆弱性程度作用更为显著。最后从产业结构、所有制结构、规模结构、组织结构、技术结构、投资结构、区位条件等方面的优化和调整来降低经济系统的脆弱性,实现城市经济的可持续发展。

关 键 词:经济系统脆弱性;矿业城市;主成分分析法;熵值法;东北

1 引言

自20世纪80年代以来,随着全球环境变化研究的兴起,脆弱性逐渐成为全球环境变化与可持续性科学研究的热点与前沿领域之一,也是许多国际性科学计划的重要研究内容,并取得重要进展^[1-7],但是对经济、社会系统的脆弱性研究明显不足。由于种种原因,从评价指标到评价方法,都尚未形成一套完整的体系。就评价指标来说,敏感性指标多选取矿业依存度、矿业从业率,对所有制结构、集约发展、轻重工业比重等方面的考虑较小;而评价方法,目前运用最多的是层次分析法^[8-9],然而,层次分析法的相对权重是通过判断矩阵经计算得来的,从建立层次结果到合成对比矩阵,人的主观因素较大。基于这几个方面的原因,本文选取研究单元相对独立的东北地区的矿业城市为研究对象,通过分析中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征,构建脆弱性评价指标体系,结合主成分分析法和熵值法,做矿业城市经济系统脆弱性评价,以期矿业城市经济系统脆弱性研究提供一个研究案例。

2 矿业城市经济系统脆弱性

2.1 概念与内涵

2.1.1 矿业城市的概念与内涵

矿业城市是指因矿产资源开采、及其产品初加

工而形成和发展起来的^[10-11]。矿业城市的概念可以从质和量两个方面来界定:质的方面看矿业经济对城市社会经济的影响及所占的地位;量的方面看矿业产值在当地工业总产值中所占的比重及矿业从业人员在城市全部职工中所占比例^[10]。前者称为矿业依存度,后者称为矿业从业率。有学者提出以矿业产值占当地全部工业产值20%为尺度^[12]。本文根据美国学者哈里斯(C·D·Harris)统计描述的简单分类法,凡矿业从业职工占城市全部从业职工总数15%以上或矿业产值占城市工业总产值10%的城市,即为矿业城市。中老年矿业城市是指步入矿产资源开采、初加工的成长、衰退阶段的矿业城市。本文中选取的样本矿业城市是按照中国矿业联合会界定的发展阶段而言的。这类城市具有两个基本特征:①有一般城市的集聚、辐射、带动功能,成为区域经济社会发展的中心;②经济发展对矿产资源具有高度的依赖性,可持续发展受制于资源的可枯竭性,表现出独特的发展规律。

2.1.2 区域经济系统脆弱性的概念和内涵

“脆弱性”通常被界定为系统容易受到损害的可能性、程度或状态^[13-17],但由于不同应用领域研究对象和学科视角的不同,同一概念被不同研究领域学者所运用时内涵有所不同。随着脆弱性研究领域的不断拓展,目前,“脆弱性”的概念逐渐演变成包含“风险”、“敏感性”、“适应性”、“恢复力”等一系列

收稿日期:2009-09;修订日期:2010-01.

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(40635030)。

作者简介:孙平军(1981-),男,湖南隆回人,硕士研究生,研究方向为城市规划与设计。E-mail: sunpj031@nenu.edu.cn

通讯作者:修春亮(1964-),男,教授,博士生导师。E-mail: xiuchl@nenu.edu.cn

相关概念在内的一个概念的集合,内涵不断丰富。

区域经济系统是一个开放的系统,要保持良好的运行状态需要面对区域内外多重扰动因素的作用^[18-21]。本文认为区域经济系统脆弱性是指由于区域经济系统对区域内外扰动的敏感性以及缺乏应对能力而使其容易向不利于区域可持续发展方向演变的一种状态。它是源于系统内部的、与生俱来的一种属性,只有当系统遭受扰动时这种属性才表现出来。区域经济系统的内部特征是系统脆弱性产生的主要原因;而扰动与区域经济系统之间的相互作用使其脆弱性放大或缩小,是区域经济系统脆弱性发生变化的驱动因素,但这种驱动因素的作用过程是通过影响该系统内部特征而使系统脆弱性发生改变来体现的。

2.2 中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征

我国的矿产资源所有权及开发使用权归国家所有,在统一的大市场、大中国的背景下,中老年矿业城市经济发展在面对资源逐渐枯竭、公有制改革、市场需求波动的扰动时,表现出比较普遍的脆弱性特征。

(1) 以资源产业为主导的产业老化,接续替代产业发展只初具规模。矿业城市由于特殊的资源结构、投资结构以及国内外能源需求结构,致使矿业城市产业结构长期以来层次水平低,专业化部门单一,工业综合发展程度低(表 1)。固定资产投资中,多集中于资源产业的开采和初加工中去。比如阜新就把大部分资金投入到了煤炭产业上,从而忽视了培育地方经济和其他产业发展,最终导致僵化单一的以煤炭产业为主的产业结构。尽管近年来煤炭资源的萎缩,已经引起了政府的高度重视,并采取措施发展如现代农业、电子、纺织、化工、轻工等地方工业和非煤产业,但因地方工业起步较晚,新兴成长的产业还不具较大规模。

(2) 产业内部结构不协调。矿业城市因矿产资源的开采、初加工而形成、发展起来的^[21]。城市产业结构是以资源型、粗放型为特征,在国家的大量投资下迅速形成的,而不是顺乎产业结构的演变逐渐形成的,缺乏正常产业演变序列的人才、资金、技术的有力基础。这主要表现在:第一,在所有制结构上,国有和集体工业所占比重较大,非国有经济特别是民营经济发展缓慢。第二,在产品结构上,名牌拳头产品所占比重小,粗加工产品和初级产品较多,产品在市场上竞争力不强。第三,在技术结构

上,技术装备和工艺比较落后,技术创新能力不强,高新技术产业和新型产业发展缓慢。第四,在企业的组织结构上,缺少具有强大竞争能力的企业群体,绝大部分企业呈“散、小、弱”状态。第五,在投资结构上,资金投放过于分散,重点不突出。

(3) 经济总量低,经济发展缓慢。矿业城市经济总量偏低,经济发展缓慢,原因:一是地方工业的规模、发展水平较低;二是受矿产资源枯竭和矿产资源行业不景气的影响较大;三是产业结构的低级化、重型化,设备老化,生产技术落后等带来的不利影响,其经济发展速度远远低于全国平均水平。例如,阜新市的经济发展速度不但低于全国平均水平,也远远低于辽宁省平均水平,是发达省份中的贫困地区。截至 2006 年人口占全省总人口的 4.6%,GDP 却仅占全省的 1.8%,居全省倒数第一。

(4) 与外部竞争的能力低下。在市场经济条件下,矿业城市表现出来的城市竞争力低下。原因在于:①城市内部各种生产要素条件,如水、资本、人力资本等严重不足;加上空间结构松散、资本使用率低;地方财政自给率低、基础设施建设滞后、城市发展环境恶劣;②体制、机制的影响:外部市场需求的变化,如煤炭市场疲软,地方市场缺乏挑剔性;国内计划经济体制的遗留和国有企业的垄断;③地处内陆地区,通达性差,不能充分享受改革的收益和发达地区经济发展的辐射效应;④生态环境破坏严重,城市宜居性差,招商引资缺乏吸引力。

表 1 2007 年东北地区矿业城市产业结构情况(单位:%)
Tab.1 The industrial structure of some of the Northeast China's mining cities in 2007 (Unit:%)

城 市	从业人员			GDP		
	第一产业	第二产业	第三产业	第一产业	第二产业	第三产业
大庆	0.88	30.21	23.94	3.03	84.97	12.01
鹤岗	9.78	11.61	7.55	23.09	42.50	34.41
七台河	1.14	11.04	3.75	10.24	51.78	37.97
双鸭山	15.09	9.93	8.75	28.65	42.79	28.56
鸡西	7.19	13.47	9.13	26.89	31.46	41.64
白山	1.90	5.20	7.26	13.92	54.43	31.65
松原	2.72	10.57	10.35	17.96	57.55	24.49
辽源	0.36	3.98	4.84	14.78	51.17	34.04
抚顺	0.65	16.15	10.89	6.68	55.95	37.37
阜新	0.45	7.86	8.30	21.56	38.87	39.56
鞍山	0.71	20.88	17.20	4.55	55.79	39.65
本溪	0.23	14.27	9.62	5.96	61.85	32.19
葫芦岛	0.52	12.69	10.45	13.78	49.43	36.78
盘锦	18.32	15.75	11.03	10.75	71.51	17.75

资料来源:《2008 中国城市统计年鉴》。

3 研究对象和研究方法

3.1 研究对象

矿业城市是东北老工业基地的重要组成部分。东北三省县级和县级以上城市共有 90 个，其中矿业城市 33 个，占 1/3 以上。按人口计算，矿业城市拥有人口 3627.75 万人，占东北三省人口总数 10696 万人的 33.92%^[20]。矿业城市的可持续发展成为东北老工业基地振兴中一个不容忽视的问题。选取东北三省主要矿业城市进行脆弱性评价（表 2），具有典型的代表和实践意义：①东北三省一直以来是我国重要的能源、原材料生产基地，矿业城市比较集中的区域；②党的十六大明确提出支持资源枯竭型城市发展接续产业和振兴东北等老工业基地，东北三省矿业城市的可持续发展关系到国家宏观发展战略的实施；③东北三省位于一个非常独特的文化区域内，研究单元相较完整，具有可比性。

3.2 研究方法

矿产资源对城市发展产生深远影响，依托矿产资源开采及其产品初加工而形成单一的产业结构和就业结构，是矿业城市社会经济发展具有多种扰动因子中的主导因素。根据对经济系统脆弱性内涵的理解，认为其是关于敏感性及其应对能力的函数关系式，据此构建经济系统脆弱性评价模型^[19]：

$$v_i=k_i s_i/r_i \tag{1}$$

式中： k_i 是矿业城市 i 资源的枯竭程度，依据矿业城市不同发展阶段取不同的值（中年=1，老年=2）， v_i 代表地区 i 的经济系统脆弱性指数，其值越大，脆弱性越高； s_i 表示系统对扰动的暴露-敏感程度，由系统内外扰动和压力因子决定； r_i 代表系统的应对能力，包括恢复力和适应能力，由系统内部条件决定。

4 矿业城市经济系统脆弱性评价

4.1 评价指标体系

基于中老年矿业经济系统脆弱性的主要特征，从产业结构、所有制结构、规模结构、组织结构、技术结构、投资结构和区位优势 7 个方面来构建中老年矿业城市经济系统脆弱性评价指标（表 3）。其中： $S1$ =工业增加值/GDP； $S2$ =(采掘业+制造业)单位从业人员/单位总就业人员； $R1$ =[(三产从业人员/总从业人员)×(三产产值/GDP)] 的平方根； $R2$ =社会商品零售总额/总人口； $S3$ =国有规模以上工业产

值/GDP； $S4$ =(国有单位+集体单位)从业人员/单位总就业人员； $R3$ =GDP/行政区划面积； $R4$ =GDP/总人口数； $R5$ =地方财政总收入/地方财政总支出； $S6$ =工业用电总量/GDP； $S7$ =全年总供水量/GDP； $R8$ =工业增加值/全年平均就业数； $R9$ =(科学支出+教育支出)/地方财政总支出； $R10$ =(环境基础设施投资+环境污染投资)/地方财政支出； $R11$ =规定资产投资/行政区面积； $R12$ =实际利用外资额/地方财政支出； $R13$ =邮政业务总量+电信业务总量； $R16$ =移动电话使用户数/总户数； $R17$ =(高等学校+中学+小学)教师数/总人口数。以上数据来源于《2007 年辽宁省统计年鉴》、《2007 年黑龙江省统计年鉴》、《2007 年吉林省统计年鉴》、《2007 年城市统计年鉴》。

表 2 案例矿业城市基本情况
Tab.2 The situations of 14 typical mining cities in Northeast China

类型	城市	省份	发展阶段	城市规模
煤炭	鹤岗	黑龙江	老年	大
	双鸭山	黑龙江	中年	中等
	鸡西	黑龙江	老年	大
	抚顺	辽宁	老年	特大
	阜新	辽宁	老年	大
油气	大庆	黑龙江	中年	特大
	盘锦	辽宁	中年	大
综合	白山	吉林	中年	大市
	辽源	吉林	中年	中等
	鞍山	辽宁	中年	特大
	本溪	辽宁	中年	大
冶金	葫芦岛	辽宁	中年	大

注：发展阶段的界定来源于中国矿业联合会。

表 3 矿业城市经济系统脆弱性评价指标体系
Tab.3 Indicators for evaluating the vulnerability of economic systems of mining cities

指标类型	指标体系	指标代码	指标类型	指标体系	指标代码
产业结构	资源产业产值/GDP	S1	技术结构	单位产值电耗	S6
	资源产业单位从业人员/单位总就业人员	S2		单位产值水耗	S7
	第三产业系数	R1		三废综合利用产值	R7
	人均社会商品零售额	R2	投资结构	全员劳动生产率	R8
	国有经济/GDP	S3		科教支出/地财政支出	R9
所有制结构	公有制单位从业人员/单位总就业人员	S4		环保投资/地方财政支出	R10
	国有经济投资额/固定资产投资总额	S5		固定资产投资密度	R11
规模结构	地均 GDP	R3	区位优势	实际利用外资比重	R12
	人均 GDP	R4		邮电业务总量	R13
	地方财政自给率	R5		客运总量	R14
组织结构	规模以上工业增加值/工业总产值	R6		货运总量	R15
	备注： S_i 表示敏感性指标； R_i 表示应对能力指标			移动电话使用率	R16
				教育从业人员/总人口	R17

4.2 评价方法的选取及计算步骤

目前,随着脆弱性研究的深入,脆弱性评价方法也日益多样化、复杂化。矿业城市经济系统脆弱性影响因素众多,且影响因素与脆弱性之间通常存在复杂的非线性关系,加上指标权重确定困难。主成分分析法是一种通过降维技术把多个变量化为少数几个主成分的统计方法,而熵值法是一种从一组不确定事物中提取信息量,按照信息熵的大小来确定各指标权重的方法^[22]。本文尝试用主成分分析法和熵值法相结合来评价矿业城市经济系统的脆弱性。具体的计算步骤如下:

(1) 用主成分分析法确定新的经济系统脆弱性评价指标体系

① 原始数据的标准化处理。该研究采用标准差标准化方法进行处理,求取标准化后的数据矩阵 Y_{ij} 。其公式如下:

$$Y_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / S_j \quad (i=1, 2, \cdots, n; j=1, 2, \cdots, m)$$

式中: \bar{x}_j 为样本均值, S_j 为样本标准差。

② 建立相关系数矩阵 R 。采用标准化后的数据矩阵 Y_{ij} , 求取相关系数矩阵:

$$R=(r_{ij})_{p \times p}, \text{ 其中, } r_{ij} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{n-1} Y_{ik} Y_{jk}$$

③ 求相关系数矩阵的特征值, 确定主成分个数即新指标个数 m 。计算相关矩阵 R 的特征值和方差贡献率。根据最初几个特征值在全部特征值中的累积方差贡献率大于等于一定的百分率 (一般取 85%) 的原则, 确定选取的主成分个数 m , m 即为新指标个数。

④ 求取各特征值所对应的特征向量(表 4、5)。主成分载荷反映各主成分与原始变量的相关性。在敏感性指标中: $F1$ 中载荷较大的因子是 $S1$ 、 $S3$ 、 $S5$, 主要反映矿业城市经济系统内部产业结构的单一, 国有经济的垄断情况; $S6$ 、 $S7$ 在 $F2$ 中的载荷较大, 该主成分通过单位产值能耗来反映矿业城市的技术结构情况; $F3$ 中 $S2$ 具有较高的载荷, 主要反映矿业城市从业率; $F4$ 与 $S4$ 相关, 这个主成分可称为矿业城市公有制单位就业的依赖性。在应对能力指标体系中: $F1$ 中载荷较大的因子是 $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$ 、 $R5$ 、 $R8$ 、 $R10$ 、 $R13$ 、 $R16$, 主要反映矿业城市综合经济实力、城市经济转型以及地方财政积累情况;

$R12$ 、 $R14$ 、 $R15$ 在 $F2$ 中的载荷较大, 该主成分主要反映矿业城市的对外经济联系情况; $F3$ 中 $R6$ 、 $R9$ 、 $R11$ 具有较高的载荷, 主要反映城市的资金投入情况; $F4$ 与 $R17$ 相关, 这个主成分可称为城市的人才储备能力; $F5$ 与 $R7$ 相关, 该主成分主要反映城市的集约发展情况。

⑤ 用特征值和标准化后的分值加权求和得到各评价对象新敏感性和应对能力指标值(表 6)。

(2) 利用熵值法计算经济系统新的脆弱性评价指标体系的客观权重

① 数据的非负数化处理。利用主成分分析法实现降维后有负数, 因此需要对数据进行非负化处理

表 4 敏感性指标旋转后的主成分荷载
Tab.4 The loading of each principal component after rotation of the sensibility indicators

	F1	F2	F3	F4
S1	-0.78	-0.027	-0.049	0.229
S2	-0.041	-0.283	0.95	-0.042
S3	0.866	-0.032	-0.361	0.215
S4	-0.267	0.125	-0.047	0.93
S5	0.751	-0.365	0.251	-0.273
S6	-0.24	0.902	-0.21	-0.043
S7	0.026	0.928	-0.042	0.135
特征值	2.054	1.906	1.146	1.059
贡献率/%	29.348	27.2228	16.369	15.133
贡献累计率/%	29.348	56.577	72.946	88.079

表 5 应对能力旋转后的主成分荷载
Tab.5 The loading of each principal component after rotation of the response capability indicators

	F1	F2	F3	F4	F5
R1	-0.622	0.087	0.432	0.598	0.069
R2	0.790	0.106	0.271	0.143	0.451
R3	0.795	0.289	0.443	-0.117	-0.215
R4	0.993	-0.025	-0.009	0.079	0.030
R5	0.932	0.266	-0.005	-0.176	0.022
R6	0.601	-0.243	-0.692	-0.019	-0.232
R7	0.222	0.185	0.262	-0.094	0.868
R8	0.845	-0.302	-0.120	0.175	0.086
R9	-0.277	-0.053	-0.806	-0.034	-0.289
R10	0.968	-0.011	0.073	-0.083	-0.032
R11	0.630	0.247	0.622	-0.125	-0.302
R12	0.366	0.772	0.226	0.422	0.066
R13	0.747	0.466	0.000	-0.293	0.088
R14	-0.055	0.834	0.128	-0.172	0.036
R15	0.143	0.944	-0.045	-0.160	0.058
R16	0.779	-0.151	-0.147	0.521	0.178
R17	-0.063	-0.460	-0.073	0.814	-0.154
特征值	7.356	3.057	2.158	1.746	1.318
贡献率/%	43.273	17.983	12.693	10.269	7.750
贡献累计率/%	43.273	61.256	73.948	84.218	91.968

表 6 矿业城市经济系统新评价指标

Tab.6 The new indicators for evaluating the economic systems of mining cities

城市	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F5
鹤岗	1.242	0.772	1.097	-0.890	-5.580	-4.218	-1.033	-2.678	-1.358
双鸭山	-0.470	-1.050	-0.620	-1.570	-6.282	-2.178	0.038	-2.146	-1.364
鸡西	-1.380	-0.930	0.187	-1.660	-3.233	0.038	0.597	-0.988	-0.919
大庆	0.112	-0.220	-0.040	-0.040	14.016	2.280	2.250	2.650	2.831
抚顺	0.054	0.841	-0.790	-0.010	1.220	1.100	-1.318	0.490	2.543
阜新	2.190	1.033	0.006	1.415	-5.956	-1.679	-1.973	-0.943	-1.723
盘锦	0.750	-1.610	-0.890	0.702	7.398	0.802	1.745	0.272	0.864
鞍山	0.042	-0.500	-0.800	0.679	7.573	6.820	2.003	2.407	1.907
本溪	-0.920	3.985	-0.490	0.575	2.147	3.121	0.530	0.640	-0.224
葫芦岛	-0.910	-0.600	0.082	-0.170	-4.677	-1.593	-2.818	-1.975	-0.725
白山	0.539	-0.520	2.219	0.626	-3.655	-1.780	-0.501	2.483	-0.719
辽源	-1.240	-1.200	0.032	0.333	-2.970	-2.713	0.482	-0.212	-0.979

表 7 新指标的信息熵、效用值及权重

Tab.7 The information entropies, utility values and weights of the new indicators

新指标	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F5
信息熵	0.875	0.854	0.823	0.915	0.798	0.899	0.925	0.896	0.84
效用值	0.125	0.146	0.177	0.085	0.203	0.101	0.075	0.104	0.16
权重	0.2345	0.274	0.332	0.159	0.315	0.158	0.117	0.162	0.248

理,这里通过数据平移来实现。为方便起见,仍记非负化的数据为 x_{ij} :

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj})}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj})},$$

$(i=1,2,\cdots,n,j=1,2,\cdots,m),$

其中, m 是通过主成分分析得出的主成分因子数。

② 计算第 j 个评价对象第 i 项指标占该指标的比重: $P_{ij}=x_{ij}/\sum_{i=1}^m x_{ij}$ 。

③ 计算 j 个评价对象的第 i 项指标的熵值 E 和信息效用值 D (表 7):

$$E_i = -(\ln m)^{-1} \sum_{i=1}^m P(x_{ij}) \ln P(x_{ij}), D_i = 1 - E_i。$$

④ 定义第 j 项指标的权重(表 7):

$$W_i = D_i / \sum_{i=1}^m D_i。$$

⑤ 计算第 i 个对象系统的得分(表 8):

$$S_i = \sum_{i=1}^n W_i \times P_i。$$

4.3 评价结果及分析

运用上面构建的脆弱性评价模型(1),得到东北地区中老年矿业城市的经济系统脆弱指数 v_i (表 8)。并根据脆弱性特征,运用聚类分析法将其划分为 3 个等级。评价结果表明:

(1) 从能源类型的角度来说,中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征为 (图 1): 脆弱度,煤

表 8 样本矿业城市经济系统的敏感性指数、应对能力指数与脆弱性指数

Tab.8 The assessments results of economic sensitivity, response capability and vulnerability of classical mining cities

城市	s	r	v	脆弱性等级
鹤岗	0.278	0.013	20.610	高
双鸭山	0.030	0.023	1.299	中
鸡西	0.086	0.056	1.540	中
大庆	0.080	0.204	0.394	低
抚顺	0.143	0.120	1.192	中
阜新	0.281	0.021	13.420	高
盘锦	0.049	0.134	0.365	低
鞍山	0.057	0.178	0.323	低
本溪	0.116	0.104	1.116	中
葫芦岛	0.063	0.030	2.077	中
白山	0.157	0.065	2.436	中
辽源	0.052	0.051	1.021	中

炭>综合>冶金>油气;敏感性,煤炭>综合>冶金>油气;应对能力,油气>冶金>综合>煤炭。原因在于:一方面源于科技的进步,动力能源需求结构由煤炭转向石油、天然气,以及生产建设对钢材的需要,导致矿城面对市场需求与价格波动的“外界扰动”差异;另一方面国家对能源、原材料的投资力度有所侧重,加上东北地区的煤炭开采基本趋于“尾声”,而其他类型的资源开采前景远大。

(2) 从城市的规模角度来说,中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征为(图 2):脆弱度,大城市>中等城市>特大城市;敏感性,大城市>特大城市>中等城市;应对能力,特大城市>大城市>中等城

市。这是因为特大城市经济发展综合程度高,产业结构相对完整,而中等城市由于规模相对较小,外部要素的扶持见效快。

(3) 从城市矿产资源开采所处的阶段来说,中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征为:脆弱度,老年期>中年期;敏感性,老年期>中年期;应对能力,中年期>老年期。从这个侧面也说明矿业城市经济发展对资源具有高度的“路径依赖”性。

(4) 从城市所处的区位来说,中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征为(图 3):脆弱度,黑龙江省>辽宁省>吉林省;敏感性,黑龙江省>辽宁省>吉林省;辽宁省>黑龙江省>吉林省。位于黑龙江省的矿业城市除大庆是石油城市外,其余均为煤炭城市,且鹤岗、鸡西市处于发展的老年期,因此,其矿业城市经济发展脆弱性的总体水平最高,大庆市由

于国家的大力支持及自身产业转型,其脆弱度是最低的;而位于辽宁省的矿业城市其中处于老年期的煤炭城市有 2 个,而葫芦岛、盘锦市规模小,国有化程度高,所以总体上看,其经济发展的脆弱性程度相对较高,仅次于黑龙江省;吉林省的矿业城市都属于中年期的综合性城市,其经济发展的综合化程度相对来说较高,因而表现出较低的脆弱度。

(5) 从脆弱性与敏感性及脆弱性与应对能力之间的相互关联度来看,中老年矿业城市经济系统脆弱性的主要特征为:经济系统面对资源枯竭、国有企业改革等扰动的敏感性对决定其脆弱性程度作用更为显著——经济系统脆弱性与敏感性之间的相关系数为 0.881,而与应对能力之间的相关系数为-0.54。

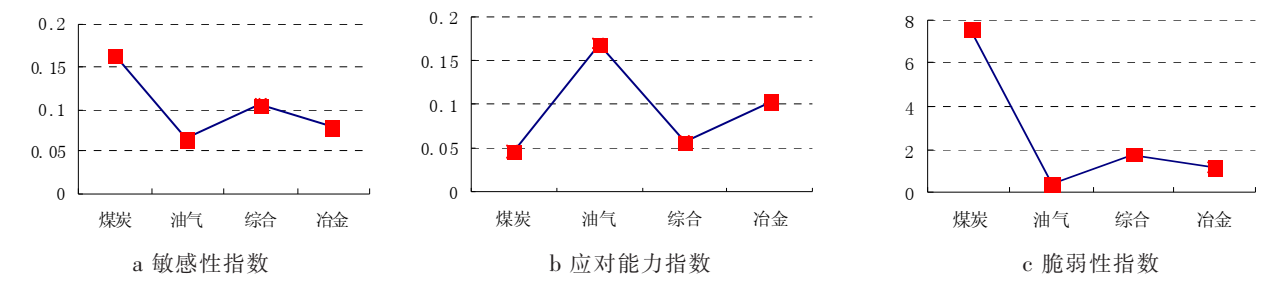


图 1 资源类型经济系统脆弱性特征
Fig. 1 The characteristics of the economic system's vulnerabilities

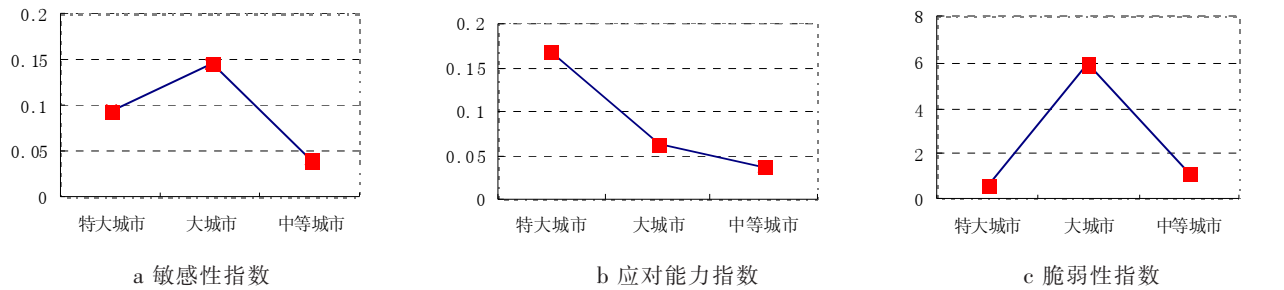


图 2 城市规模经济系统脆弱性特征
Fig. 2 The characteristics of the cities size's vulnerabilities

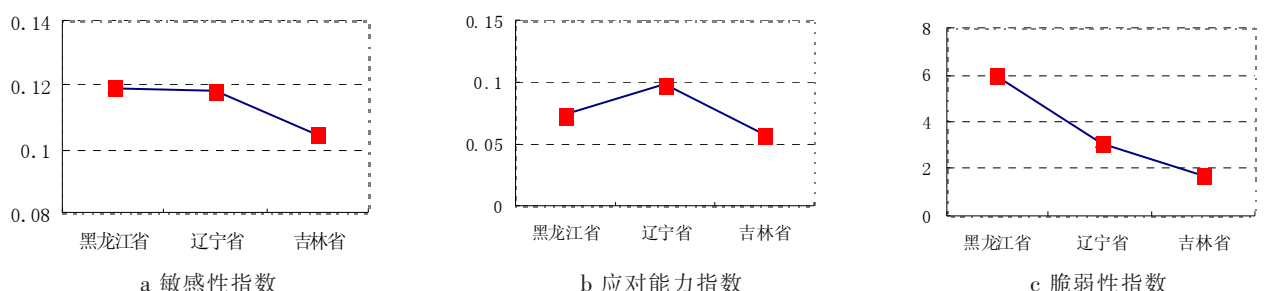


图 3 地域分布经济系统脆弱性特征
Fig. 1 he characteristics of the Geographic distribution'svulnerabilities

5 结语与不足

从某种意义上说,脆弱性是可持续发展的反方向发展,没有脆弱性或者脆弱性很低才能实现可持续发展,区域经济可持续发展是一个不断抑制脆弱性实现螺旋式上升的过程,要实现矿业城市经济可持续发展,需要降低经济系统脆弱性。

内部结构的不稳定性是矿城经济系统脆弱性的主要原因,故可以从这些方面来降低其脆弱性:①产业结构方面,一是改造资源产业,由单一转向综合多元化,二是延长产业链和发展替代产业实现产业结构优化;②投资结构方面,依据矿城发展阶段而适度减少对资源产业、国有企业的投资,加大对中小企业和民营企业、生产支撑体系、生活设施等的投资;③组织结构方面,明确政府和企业各自的职能、加强空间资源的整合;④技术结构方面,加大科研投入,用高新技术武装传统资源产业,使其向精密加工和深加工发展,最终形成以技术密集型加工业为重心的高加工度化产业地区,结合本地条件向高新技术领域中的生物工程、电子信息、新能源、新材料等领域进军,同时加大教育、科研投资,储备人才;⑤所有制结构方面,降低国有企业在地区国民经济中的份量,实现投资主体多元化,发展混合型所有制经济;⑥区位条件方面,加强区域合作与联系,做好中心城市和发达地区的经济辐射和产业转移接受准备。但不论是内部结构的优化调整,还是与外部系统的协调发展,资金是关键,从矿业城市发展的特征和历程来看,具有典型的“外部要素投入”推动经济发展的特征,故此,短期内需要加大中央、上级政府的财政、政策上的倾斜,设立专项基金用于援助衰退产业的退出、培育接替产业的发展以及生态环境的恢复与还原是必要的。

文中通过城市间的横向比较来来测算矿业城市经济系统的脆弱度,结果是相对的,存在一定的局限性。

参考文献

- [1] Cutter S L. The vulnerability of science and the science of vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers*, 2003, 93(1): 1-12.
- [2] Adrianto L, Matsuda Y. Developing economic vulnerability indices of environmental disasters in small island regions. *Environmental Impact Assessment Review*, 2002, 22 (4): 393-414.

- [3] 赵跃龙, 张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究. *地理科学*, 1998, 18 (1): 73-79.
- [4] 刘燕华, 李秀彬. 脆弱性生态环境与可持续发展. 北京: 商务印书馆, 2001.
- [5] 史培军, 王静爱, 陈婧, 等. 当代地理学之人地相互作用研究的趋向: 全球变化人类行为计划(IHDP)第六届开放会议透视. *地理学报*, 2006, 61(2): 115-126.
- [6] 张平宇. 全球环境变化研究与人文地理学的参与问题. *世界地理研究*, 2007, 16(4): 76-81.
- [7] 宋长青, 冷疏影, 吕克解. 地理学在全球变化研究中的学科地位及重要作用. *地球科学进展*, 2000, 15 (3): 318-320.
- [8] 王让会, 樊自会. 塔里木河流域生态脆弱性评价研究. *干旱环境监测*, 1998, 12(4): 39-44.
- [9] 李晓秀. 北京山区生态系统稳定性评价模型初步研究. *农村生态环境*, 2000, 16(1): 21-25.
- [10] 田亚平, 刘沛林, 郑文武. 南方丘陵区生态脆弱度评估: 以衡阳盆地为例. *地理研究*, 2005, 24(6): 843-851.
- [11] 张以诚. 我国矿业城市现状和可持续发展对策. *中国矿业大学学报*, 1999(1): 75-80.
- [12] 朱训. 矿业城市的可持续发展是振兴东北老工业基地的基础. *资源·产业*, 2004, 6(5): 1-4.
- [13] Kates R W, Clark W C, Corell R, et al. Environment and development: Sustainability science. *Science*, 2001, 292: 641-642.
- [14] Turner II B L, Kasperson R E, Matsone P A, et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS*, 2003, 100(14): 8074-8079.
- [15] Janssen M A, Schoon M L, Ke W M, et al. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change*, 2006, 16: 240-252.
- [16] Sánchez-Rodríguez Roberto, Seto K C, Simon D, et al. Science Plan: Urbanization and Global Environmental Change. HDP Report No.15, Bonn, Germany, 2005.
- [17] Buchman N, Canadell J, Graumlich L, et al. Global land project: Science plan and implementation strategy. IGBP Report No.53/IHDP Report No.19, 2005.
- [18] 李鹤, 张平宇, 程叶青. 脆弱性的概念及其评价方法. *地理科学进展*, 2008, 27(2): 18-25.
- [19] 李鹤, 张平宇. 东北地区矿业城市经济系统脆弱性分析. *煤炭学报*, 2008, 33(1): 116-120.
- [20] 方修琦, 殷培红. 弹性、脆弱性和适应: IHDP 三个核心概念综述. *地理科学进展*, 2007, 26(5): 11-22.
- [21] 朱训. 矿业城市的可持续发展是振兴东北老工业基地的基础. *资源·产业*, 2004, 6(5): 1-4.
- [22] 徐建华. 现代地理学中的数学方法. 北京: 高等教育出版社, 2002.

Analysis on Vulnerability of the Economic System of Middle and Old Aged Mining Cities in Northeast China

SUN Pingjun, XIU Chunliang

(Department of Geography, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Based on the knowledge and understanding of vulnerability, this article constructed a vulnerability assessment model, combining entropy value method and principal component analysis, and made a study on the vulnerability of the economic systems of mining cities in Northeast China, to discover the influencing factors and the functional mechanisms. The results indicate that most mining cities with high vulnerability are spatially concentrated in Heilongjiang Province. The mean vulnerability scores of mining cities for different mineral resources have a descending trend of coal resources > integrated mineral resources > metal resources > petroleum resources. The vulnerability scores have a tendency to increase with the development of mining cities. The sensitivity to the gradual depletion of regional mining resources and the State-owned enterprise reforms has more remarkable influence on the degree of vulnerability of mining cities. Finally, by considering the industrial structure, ownership, size scale, organizational structure, technological structure, investment structure and locational capacity, optimization and adjustment are made to reduce the vulnerability of economic systems and to achieve the sustainable development of urban economy.

Key words: the vulnerability of the economic system; mining city; principal component analysis; entropy value method; Northeast China

本文引用格式：
孙平军, 修春亮. 东北地区中老年矿业城市经济系统脆弱性. 地理科学进展, 2010, 29(8): 935-942.