

# 东北振兴以来东北地区城市脆弱性时空格局演变

赵林,王维,张宇硕,李瑞,吴殿廷\*

(北京师范大学 地理学与遥感科学学院 北京 100875)

**摘要:**从经济、资源环境和社会三方面构建城市脆弱性综合评价体系,运用综合指数法和GIS手段对东北振兴政策实施以来东北地区的城市脆弱性时空格局演变进行分析。研究发现:时间序列上,东北振兴以来,东北地区城市脆弱性演化历程可分为高脆弱性主导阶段(2003—2006年)和低脆弱性主导阶段(2007—2011年),城市脆弱性总体上呈现减小趋势,且区域差距不断缩小;空间演化上,城市脆弱性空间格局日趋均衡,高脆弱性城市呈现扎堆聚集的特点,低脆弱性城市与东北经济空间格局基本吻合,省际之间脆弱性程度内蒙东部最小,其次是辽宁和吉林,黑龙江最高,就区内差异而言,除黑龙江区内差距扩大外,其他三省均波动下降,区域中心城市的脆弱性不断降低且差距不断缩小,资源型城市的脆弱性程度下降幅度较大,内部呈现不平衡的特点。国家战略调整与重要规划实施、区域产业调整与财政金融扶持、区域开放带动与空间布局优化以及资源型城市转型政策是东北振兴战略对城市脆弱性时空格局演变的重要作用机制。

**关键词:**城市脆弱性;时空格局演变;东北地区;东北振兴

中图分类号:F127 文献标志码:A 文章编号:1000-8462(2014)12-0069-09

DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2014.12.011

## The Spatio-Temporal Evolution about Urban Vulnerability on the Northeast Region since Northeast Revitalization

ZHAO Lin, WANG Wei, ZHANG Yu-shuo, LI Rui, WU Dian-ting

(School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** By constructing comprehensive evaluation system of urban vulnerability, using compensive index method and the visualization of GIS, this paper analyzed the spatial-temporal evolution of Urban vulnerability of the Northeast region in China since Northeast Revitalization. Results are shown as follows. In the time series, the evolution of vulnerability can be divided into a high-vulnerability leading stage (2003-2006) and low-vulnerability leading stage (2007-2011). The vulnerability of northeastern cities generally decreased and the vulnerability gap shrank. The spatial pattern of urban vulnerability has become increasingly balanced. High-vulnerability cities show the characteristics of clustering. Low-vulnerability cities and the northeast economic area basically match. Among provinces, eastern Inner Mongolia has the lowest vulnerability, followed by Liaoning and Jilin, while Heilongjiang has the highest degree of vulnerability. In terms of differences between areas, the other three regions have experienced decreasing volatility at the same time that the Heilongjiang area gap is widening. The degree of vulnerability of the regional central city is also decreasing, and the gap is also shrinking. Resource-based city have experienced a larger decline in vulnerability. The internal gap is unbalanced. Mechanisms of effect which the strategy of revitalizing northeast has on temporal and spatial pattern of city vulnerability evolution consist of several aspects, i.e. the adjustment of national strategy and the implementation of Important plans, the adjustment of regional industries and fiscal and financial support, the drive of regional opening policies and the optimization of spatial arrangement, the transformational policies of the resource type cities and so on.

**Key words:** urban vulnerability; spatio-temporal evolution; the Northeast Region; Northeast Revitalization

自2003年国家实施振兴东北等老工业基地战略以来,东北地区在资源型城市经济转型、棚户区改造、老工业区改造、基础设施建设等方面取得了

显著成绩,促进了城市转型和城镇化发展。但东北地区的城市在城镇化动力、经济实力、资源型城市转型等方面仍然存在诸多问题和挑战<sup>[1]</sup>,总体来

收稿时间 2014-06-18, 修回时间 2014-09-25

作者简介:赵林(1988),男,山东东平人,博士研究生。主要研究方向为区域可持续发展。E-mail: zhaolin19880112@126.com。

※通讯作者:吴殿廷(1958),男,辽宁大连人,教授,博士生导师。主要研究方向为城市与区域发展。E-mail: wudianting@bnu.edu.cn。

看,东北地区的城市仍是一个脆弱性系统,对其脆弱性的研究亟需展开。

脆弱性概念起源于自然灾害研究<sup>[2]</sup>。1980年代以来,脆弱性研究逐步成为全球环境变化和可持续发展研究中的热点和前沿领域<sup>[3-6]</sup>,受到学者、科学研究计划和机构(IHDP、IPCC、IGBP)的广泛关注<sup>[7-10]</sup>。脆弱性研究已经成为分析人地相互作用程度、机理与过程,区域可持续发展的一个非常基础性的科学知识体系<sup>[11-12]</sup>。城市作为人地相互作用最复杂的区域,具有典型的脆弱性特征,近年来,城市脆弱性的研究成为学者的研究重点,并取得了丰硕成果。目前,对于城市脆弱性的研究主要集中在城市脆弱性概念界定<sup>[9,13-16]</sup>、脆弱性理论模型<sup>[17-18]</sup>、动力机制<sup>[14,17-20]</sup>、规避措施<sup>[21-23]</sup>及脆弱性评价<sup>[21-28]</sup>等方面。其中因进行脆弱性评价可以有效测度城市脆弱性的程度,进而采取对策予以规避,所以对城市脆弱性的评价成为脆弱性研究的重要内容。就对城市脆弱性的评价而言,基本上是通过建立指标体系,运用不同数理分析方法得出脆弱度指数,进而判断城市脆弱性程度,目前常用的方法有综合指数法<sup>[14]</sup>、函数模型法<sup>[25]</sup>、集对分析法<sup>[21]</sup>、数据包络法<sup>[26]</sup>、情景分析法<sup>[27]</sup>和神经网络法<sup>[22]</sup>等,近年来,GIS技术在脆弱性评价中应用开始逐渐增多<sup>[42]</sup>。学者分别从经济<sup>[21,25]</sup>、社会<sup>[14,22-23]</sup>、生态<sup>[13]</sup>等角度对资源型城市<sup>[14,21,25]</sup>、旅游城市<sup>[28]</sup>、沿海城市<sup>[29]</sup>、绿洲城市<sup>[30]</sup>等特殊类型城市的脆弱性进行了研究,并取得一系列成果。

纵观以往文献资料,就城市脆弱性评价而言,以往的研究多从经济、生态、社会等单一角度进行研究,而对于城市综合的脆弱性研究有待进一步深化。基于此,本文以东北地区这一特殊区域为研究单元,通过建立涵盖经济、生态、社会三方面的综合城市脆弱性评价指标体系,采用综合指数法,并利用GIS可视化手段予以表达,来研究自东北振兴政策实施以来东北地区城市脆弱性的时空格局演化历程,以期能为政府决策提供科学支撑。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区概况

2003年国家出台了《关于实施东北地区等老工业基地振兴战略的若干意见》,正式启动了东北振兴战略,2007年国家制定了《东北振兴规划》,确定了东北振兴的总体思路、主要目标及加快东北地区振兴的政策措施。东北振兴以来,国家、省域乃至各

级地方政府在产业调整、企业改革、财税及金融支持、对外开放、区域空间规划以及资源型城市转型试点等方面制定了一系列振兴措施。东北振兴十年来,东北地区的城市经济实力显著提高,经济结构进一步优化,社会发展水平不断提高,生态环境质量得到较大改善,城市的可持续发展能力得到显著增强。但是,东北地区的城市发展仍然存在较多的问题,表现为城镇化的动力不足,城市群的整体实力较弱,资源型城市转型困难等<sup>[1]</sup>。总体来看,虽然自振兴以来东北地区城市的经济、社会及生态环境得到巨大改善,可持续发展能力得到提高,脆弱性程度得到降低,但是对于资源型城市居多,经济实力总体偏弱的整个东北地区城市而言,城市系统仍然具有明显的脆弱性特征,因此对其开展脆弱性研究显得尤为必要。

本文的研究区域为传统意义上的东北地区,即包括辽宁省、吉林省、黑龙江省和内蒙古自治区东部。考虑到数据可得性,重点选取了该地区37个地级以上的城市,包括辽宁省14个城市,吉林省8个城市(除延边),黑龙江省12个城市(除大兴安岭地区)和内蒙古自治区东部3个城市(除兴安盟)。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 研究指标体系与数据来源

城市脆弱性的研究可以分为城市外部脆弱性研究和城市内部脆弱性研究两大类。其中,城市外部脆弱性研究主要包括全球气候变化背景下的城市脆弱性研究和城市自然灾害脆弱性研究,研究重点是探讨区域、城市、社区及城市人群等对外界环境变化的应对能力。城市内部脆弱性研究主要包括城市生态脆弱性研究、城市经济发展脆弱性研究、城市社会脆弱性研究等,将城市视为一个有机体,将人类经济社会活动作为城市生长的外界扰动,关注城市系统内部各子系统及要素的结构特征,衡量城市有机体的健康状况及发展能力<sup>[16]</sup>。本文研究的城市脆弱性属于城市内部脆弱性研究范畴,认为城市脆弱性(Urban Vulnerability)是城市可持续发展能力一种度量,是指在自然因素和人文因素综合作用下,涵盖经济、社会、资源环境三个子系统的城市系统在面对系统内外多种因素影响时所表现出来的敏感性以及应对能力的强弱,进而使得城市朝着不可持续的方向演化。换言之,城市脆弱性强,则可持续发展能力弱。

遵循指标选取的科学性、系统性、全面性、合理性和可获得性等原则,根据城市脆弱性的概念,并

借鉴相关研究成果,从敏感性和应对能力两个角度出发,构建了涵盖经济、社会、资源环境三方面的城市脆弱性评价指标体系(表1)。本文研究所选取的数据主要来自2004—2012年《中国城市统计年鉴》、《辽宁省统计年鉴》、《吉林省统计年鉴》、《黑龙江统计年鉴》、《内蒙古统计年鉴》。

### 1.2.2 指标权重确定

确定指标权重的方法有主观赋权法和客观赋权法两种方法。在客观赋权法中,熵值法由于其既能反映指标信息的效应价值,又能克服指标间的信息重叠,被社会经济等研究领域广泛应用<sup>[32]</sup>。此处,采用熵值法来计算获得城市脆弱性评价指标的权重系数。计算步骤如下:

①构建原始指标数据矩阵:有  $m$  个城市,  $n$  项评价指标,形成原始指标数据矩阵  $X = (x_{ij})_{m \times n}$  ( $0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq n$ ),  $x_{ij}$  为第  $i$  个城市第  $j$  个指标的指标值。

②数据标准化处理

③计算第  $j$  项指标下第  $i$  个城市指标值的比重

$$p_{ij} : p_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^m y_{ij}$$

④计算第  $j$  项指标的熵值  $e_j : e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$ ,

其中,  $k = 1/\ln m$

⑤计算评价指标  $j$  的差异性系数  $g_j : g_j = 1 - e_j$

⑥计算评价指标  $j$  的权重  $w_j : w_j = g_j / \sum g_j$

### 1.2.3 研究模型

由城市脆弱性的概念可知,敏感性( $S$ )和应对能力( $R$ )是脆弱性的基本特征。城市脆弱性是城市系统敏感性和应对能力相互影响、相互制约形成的。可见,城市脆弱性( $UV$ )是敏感性和应对能力的函数,即  $UV = f(S, R)$ 。据此可以建立起城市脆弱性

的评价模型:

$$UV_i = f(S_i, R_i) = S_i / R_i$$

式中:  $UV_i$  表示城市  $i$  的脆弱性指数;  $S_i$  表示城市  $i$  的敏感性指数;  $R_i$  表示城市  $i$  应对能力指数。其中,  $S_i = \sum w_{sj} y_{sij}$ ,  $R_i = \sum w_{rj} y_{rij}$ ,  $w_{sj}$  与  $w_{rj}$  为敏感性指标与应对能力指标权重,  $y_{sij}$  与  $y_{rij}$  为敏感性指标与应对能力指标标准化之后的值。城市脆弱性与敏感性成正比,与应对能力成反比。

## 2 结果分析

结合源数据,运用城市脆弱性评价模型可以计算得出2003—2011年东北地区城市脆弱性脆弱度指数(表2)。本文运用系统聚类的方法将东北地区的城市的脆弱度指数分为五级(高脆弱性,较高脆弱性,中等脆弱性,低脆弱性,较低脆弱性)。

### 2.1 城市脆弱性时间演变特征分析

2.1.1 总体上呈现减小趋势,但又具有不平衡的特点。根据计算得出的城市脆弱度指数,可以发现,2003年以来,东北地区的城市脆弱性程度总体上呈现不断降低的趋势。就东北地区37座城市的城市脆弱度的平均值而言,2003年为1.896,为中度脆弱性,2007年为1.081为较低脆弱性,可见,东北地区城市的脆弱性降低明显。就各脆弱性等级的城市所占的比例(图1)可以发现,2003年以来,较低脆弱性和低脆弱性的城市所占比例迅速增长,而高脆弱性和较高脆弱性的城市所占比例骤减,如2003年,较低脆弱性以下城市所占比例为16.2%,而到2011年,所占比例则高达78.4%。说明自国家实施振兴东北老工业基地战略以来,东北地区的城市可持续发展能力不断得到提升,使得脆弱性程度不断降低。此外,东北地区的城市脆弱性降低幅度具有不平衡的特点,其中,下降幅度较大的多为资源型城市及

表1 城市脆弱性评价指标体系  
Tab.1 Urban vulnerability evaluation index system

城市脆弱性评价指标体系	敏感性	经济	第一产业占GDP比重,第一产业从业人员比重,人均GDP,地均GDP,经济增长率,金融机构贷款余额占GDP比重,单位GDP耗水,单位GDP耗电,存贷比,内资企业占工业总产值比重,工业依存度
		社会	城镇失业率,人均社会消费品零售额,人均房地产开发投资额,住宅投资占固定资产投资比例
		资源环境	人口密度,单位面积工业SO <sub>2</sub> 排放量,单位面积工业废水排放量,单位面积工业烟尘排放量
	应对能力	经济	地区GDP,第二产业占GDP比重,第二产业从业人员比重,第三产业占GDP比重,第三产业从业人员比重,实际利用外资,固定资产投资完成额,客运总量,货运总量,固定资产投资密度,地方财政自给率,科教支出占财政支出比重,人均固定资产投资完成额,万人在校大学生数,百人图书馆藏书量
		社会	城乡居民储蓄年末余额,万人医院、卫生院床位数,邮电业务总量,万人国际互联网用户数,城镇职工平均工资,社会消费品零售总额,万人拥有医生数,人均日生活用水量,人均日生活用电量,人均城市道路面积,万人公共汽车数量,人均电话用户数
		资源环境	建成区绿化覆盖率,人均绿地面积,供水总量,工业固定废物综合利用效率,行政区土地面积,工业二氧化硫排放达标率,工业烟尘去除达标率

表2 东北地区城市脆弱性脆弱度指数(2003—2011)  
Tab.2 Vulnerability index of Northeast City(2003-2011)

城市	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
赤峰市	2.109	1.875	1.819	1.794	1.579	1.408	1.094	0.946	1.035
通辽市	2.348	2.135	2.153	2.181	1.789	1.586	1.625	1.020	1.019
呼伦贝尔市	1.579	1.459	1.285	1.322	1.322	1.190	1.244	1.191	0.912
沈阳市	0.911	0.796	0.770	0.740	0.659	0.625	0.592	0.480	0.472
大连市	0.957	0.859	0.798	0.774	0.679	0.598	0.567	0.473	0.497
鞍山市	1.563	1.462	1.525	1.533	1.346	1.216	1.110	0.955	0.979
抚顺市	1.443	1.440	1.459	1.356	1.314	1.223	1.165	1.006	0.920
本溪市	1.728	1.647	1.630	1.617	1.119	1.361	1.152	1.054	1.067
丹东市	1.639	1.420	1.273	1.203	1.218	1.174	1.086	0.843	0.967
锦州市	1.906	1.995	1.856	1.686	1.578	1.469	1.378	1.157	0.997
营口市	1.781	1.559	1.517	1.520	1.477	1.287	1.253	1.073	0.978
阜新市	1.955	1.623	1.758	1.525	1.511	1.421	1.377	1.242	1.269
辽阳市	2.168	1.883	1.832	1.711	1.523	1.271	1.195	0.998	1.023
盘锦市	1.613	1.554	1.467	1.406	1.392	1.299	1.253	1.079	1.038
铁岭市	2.763	2.574	2.372	2.111	1.896	1.610	1.534	1.239	1.143
朝阳市	2.981	2.641	2.375	2.074	1.861	1.800	1.778	1.485	1.517
葫芦岛市	1.493	1.536	1.672	1.644	1.502	1.405	1.399	1.317	1.316
长春市	1.089	0.939	0.898	0.880	0.806	0.735	0.721	0.587	0.580
吉林市	1.247	1.299	1.357	1.141	0.996	0.971	0.896	0.886	0.815
四平市	2.289	2.354	2.425	2.200	1.813	1.772	1.616	1.532	1.330
辽源市	2.696	2.982	2.086	1.680	1.657	1.465	1.155	1.062	1.083
通化市	1.688	1.494	1.546	1.422	1.274	1.140	1.113	1.044	1.011
白山市	2.711	2.559	2.201	2.127	1.811	1.630	1.332	1.259	1.167
松原市	2.355	2.088	1.770	1.445	1.247	1.195	1.224	1.143	1.059
白城市	2.026	2.061	2.194	1.901	1.655	1.539	1.602	1.493	1.238
哈尔滨市	1.019	0.911	0.911	0.822	0.757	0.715	0.653	0.566	0.545
齐齐哈尔市	1.689	1.531	1.476	1.698	1.600	1.465	1.332	1.230	1.167
鸡西市	1.985	1.787	1.789	1.658	1.501	1.458	1.362	1.312	1.146
鹤岗市	2.309	2.066	1.905	1.960	1.824	1.756	1.783	1.555	1.373
双鸭山市	2.362	2.082	1.729	1.986	1.922	1.934	1.910	1.884	1.392
大庆市	0.963	0.933	0.764	0.750	0.698	0.662	0.614	0.572	0.472
伊春市	3.111	2.591	2.755	2.646	2.557	2.301	2.246	2.130	2.085
佳木斯市	2.000	1.827	1.825	1.488	1.536	1.484	1.451	1.399	1.215
七台河市	1.917	1.840	1.741	1.573	1.485	1.477	1.359	1.110	1.143
牡丹江市	1.338	1.255	1.202	1.201	1.166	1.030	1.030	1.066	0.897
黑河市	2.484	2.404	2.505	2.368	2.182	2.143	1.868	1.790	1.796
绥化市	1.943	1.862	2.048	2.025	1.847	1.714	1.386	1.264	1.317

一些中等地级市如辽源等,而下降幅度较小的多为区域中心城市如沈阳、大连等,这与东北振兴以来,国家积极促进资源型城市转型,及一些国家级区域战略的实施密切相关。

2.1.2 东北地区城市脆弱性的绝对差异变小,相对差异波动下降。根据计算得出的城市脆弱性得分并结合相关公式,计算得出2003—2009年东北地区城市脆弱性的极差、标准差、变异系数和基尼系数(表3)。由表3看出,东北地区城市脆弱度指数的极差呈现不断下降趋势,表明东北地区的城市间脆弱性差距不断缩小,呈均衡发展的趋势。标准差数值亦不断下降,表明城市脆弱性区域之间的绝对差异不断减小,城市与城市之间差距不断缩小。变异系数的数值呈现先升高,后降低,再升高,又降低的

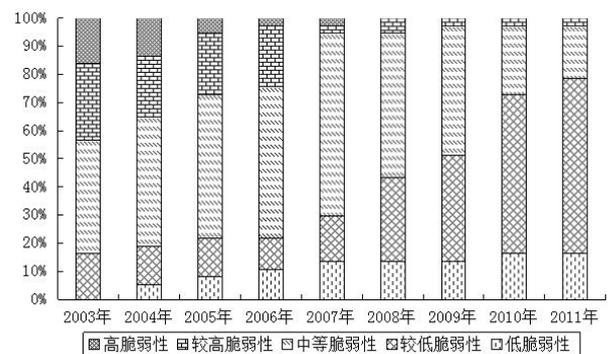


图1 各类型脆弱性城市所占比例(2003—2011)

Fig.1 The proportion of each type of vulnerability city (2003-2011)

M型趋势,表明东北地区城市脆弱性区域之间的相对差异呈现出波动下降的特点,城市之间脆弱性

差距由高脆弱、大差距,向低脆弱、小差距发展。基尼系数的变化趋势亦证明了相对差异的变化特点。综合绝对差异和相对差异,表明东北地区城市的脆弱性程度的区域差距不断缩小,城市脆弱性格局由区域差距较大的高脆弱性格局向区域日趋均衡的低脆弱性格局演变。

表3 城市脆弱性极差、标准差、变异系数和基尼系数  
(2003—2011)

Tab.3 The Range, Variation Coefficient and the Gini Coefficient of urban vulnerability(2003-2011)

年份	极差	标准差	变异系数	基尼系数
2003	2.200	0.575	0.303	0.170
2004	2.186	0.544	0.308	0.172
2005	1.991	0.502	0.297	0.165
2006	1.905	0.466	0.292	0.162
2007	1.898	0.423	0.289	0.158
2008	1.703	0.396	0.290	0.158
2009	1.679	0.380	0.296	0.161
2010	1.657	0.368	0.320	0.172
2011	1.613	0.334	0.309	0.162

2.1.3 东北地区城市脆弱性时间序列上具有阶段性特征。根据东北地区城市脆弱度得分指数,可以发现东北地区城市脆弱性在时间序列上阶段性演化特征明显。高脆弱主导阶段(2003—2006年),东北地区高脆弱性的城市占的比例比较高,2003年,较高脆弱性以上城市在全部城市中比例高达43.2%,直到2006年,此比例仍为24.3%。低脆弱主导阶段(2007—2011年),东北地区高脆弱性的城市所占比例急剧减少,2007年,较高脆弱性城市所占比例为5.4%,2011年该比例则为2.7%,仅有一座城市处于较高脆弱性,相反,此阶段低脆弱性城市所占比例急剧提高,2007年,低脆弱性城市比例为29.7%,2011年则为78.4%,意味着超过七成的城市脆弱性较低,说明2007年国务院批复实施《东北振兴规划》以来,东北地区城市无论是在经济实力,还是社会发展,乃至生态建设方面都取得了长足进步。

## 2.2 城市脆弱性的空间格局演变特征分析

根据计算得出的城市脆弱度指数,并依据系统聚类的结果,绘制出东北地区城市脆弱性空间格局演变图(图2)。

### 2.2.1 总体特征

①东北地区城市脆弱性空间分布上呈现日趋均衡的态势。2003—2011年,高脆弱性区域不断减少,低脆弱性区域不断扩大,2007年以后,中等脆弱性及以下区域占据主导,且分布日趋均衡。印证了

前文城市之间脆弱性差距由高脆弱、大差距,向低脆弱、小差距发展的判断。②高脆弱性城市呈现扎堆的特点。从图中可以看出,脆弱程度较高的城市呈簇状的扎堆聚集,北部以黑河、伊春、绥化和鹤岗等为主聚集,南部以朝阳、赤峰、通辽和铁岭为主聚集,这些城市因为经济发展落后,资源枯竭,转型困难,故城市脆弱性程度较高。③低脆弱性城市分布与东北经济空间格局基本吻合。东北地区城市脆弱性程度低的城市主要有沈阳、大连、长春、哈尔滨、大庆、吉林等,这些城市基本位于哈大线和滨洲—滨绥线上,同时也是东北地区沈阳经济区、辽宁沿海经济带、长吉图一体化、哈大齐工业走廊等国家战略上的核心城市。

### 2.2.2 沿海与内陆脆弱性格局演变特征

①沿海地区与内陆相比,沿海地区城市脆弱性程度要低于内陆地区,2011年沿海城市脆弱性度指数平均值为0.965,而内陆城市脆弱度指数平均值为1.102,其主要原因在于沿海地区区位优势,对外开放较早,经济实力雄厚,从“五点一线”战略到辽宁沿海经济带上升为国家战略,极大促进了沿海城市的发展。值得注意的是沿海与内陆的差距渐成缩小态势。②就沿海地区内部演变而言,东部优于西部。因为东部的大连和丹东处于辽宁沿海经济带的核心区位,经济实力较强,城市可持续发展能力较强,而西部的葫芦岛和盘锦为资源型城市,特殊的产业背景使其脆弱性程度较高。③就内陆地区而言,由于南部多数城市发展要早于北部,基础较好,在东北振兴战略以来,较早受益于优惠政策,且北部地区资源枯竭型城市较多,故南部优于北部;东部地区因开放程度较高,产业结构多元化,而西部相对封闭落后,且经济发展主要依赖其矿产资源,脆弱性较高,故东部优于西部。

### 2.2.3 城市脆弱性的省际格局演变特征

①省际之间脆弱性演变比较。结合表2数据,计算得出东北地区各区域脆弱性历年平均得分,并制作出折线图(图3)。可以看出,四区域城市脆弱性均呈下降趋势,但下降幅度不同,就下降幅度而言,内蒙东部>吉林>辽宁>黑龙江,内蒙东部在2007年以后下降幅度最大,就现水平而言,以2011年为例,内蒙东部脆弱性程度最小,其次是辽宁和吉林,黑龙江城市脆弱性程度最高。②省际间内部区域差距比较。计算内蒙东部、辽宁、吉林、黑龙江四区域内部各城市脆弱度历年得分的标准差和变异系数,并制作成折线图(图4)。可以看出,就绝对差异而

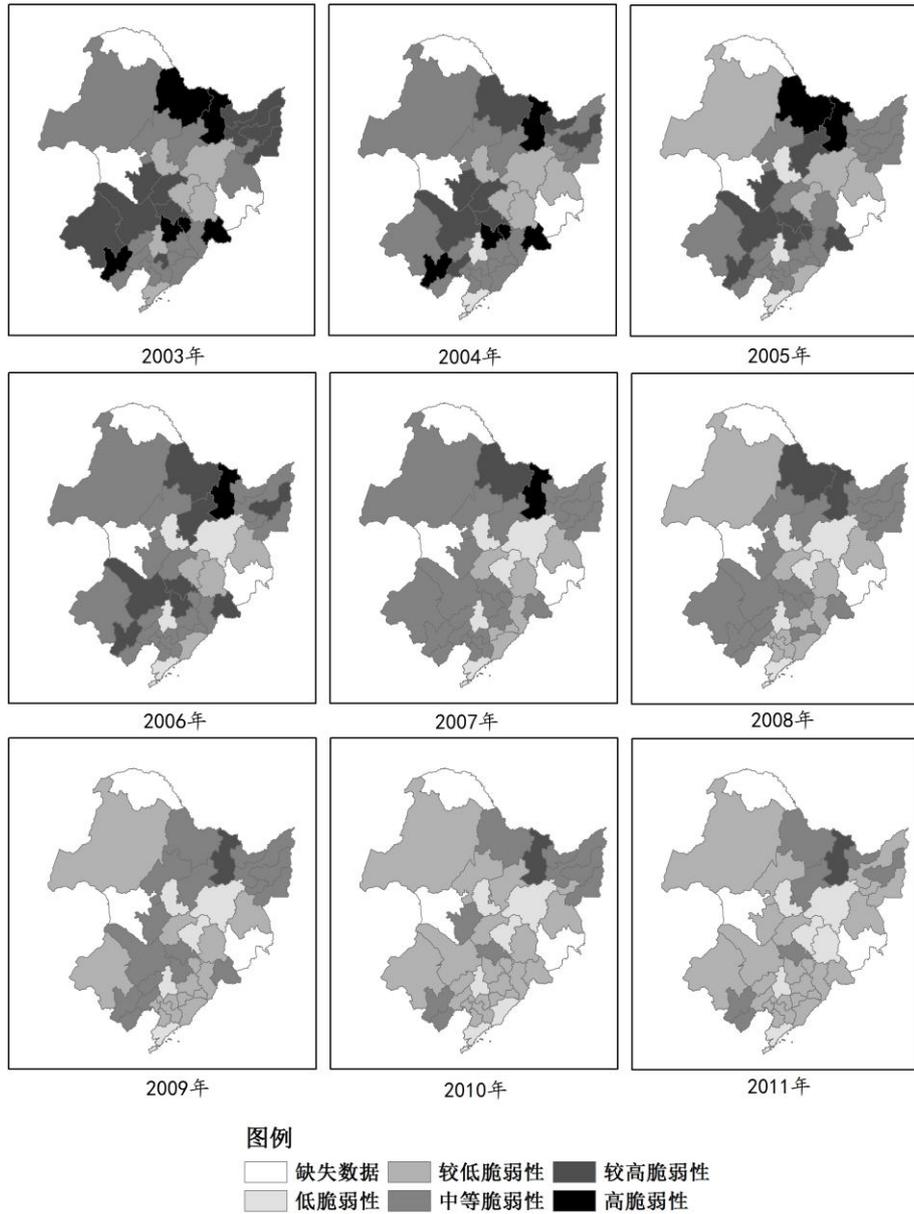


图2 东北地区城市脆弱性空间格局演变图  
Fig.2 Urban vulnerability map spatial pattern evolution in Northeast China

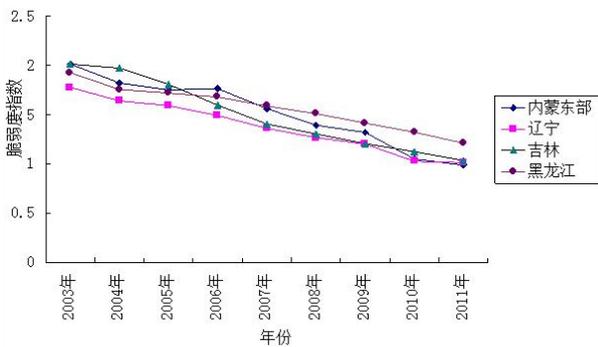


图3 东北地区省际脆弱度历年得分折线图(2003—2011)  
Fig.3 Provinces in Northeast China vulnerable degree of calendar year score line chart(2003-2011)

言,除辽宁内部差异持续减小外,其他三区域的城  
市脆弱性的差异均呈现出波动下降的态势,但总体  
而言,四区域的脆弱性均朝均衡格局演进,就  
相对差异而言,内蒙东部、辽宁和吉林三区域呈  
现波动下降趋势,区域差距在缩小,而黑龙江的区  
域绝对差异则呈扩大趋势。

### 2.3 特殊类型城市脆弱性演变特征分析

2.3.1 区域中心城市演变特征分析。东北地区的  
区域中心城市指大连、沈阳、长春、哈尔滨。将四座城  
市2003—2011年城市脆弱性得分制作成折线图  
(图5)。①就城市脆弱性变化趋势而言,四座城市的  
脆弱性程度均呈现不断降低的趋势,均由较低脆弱

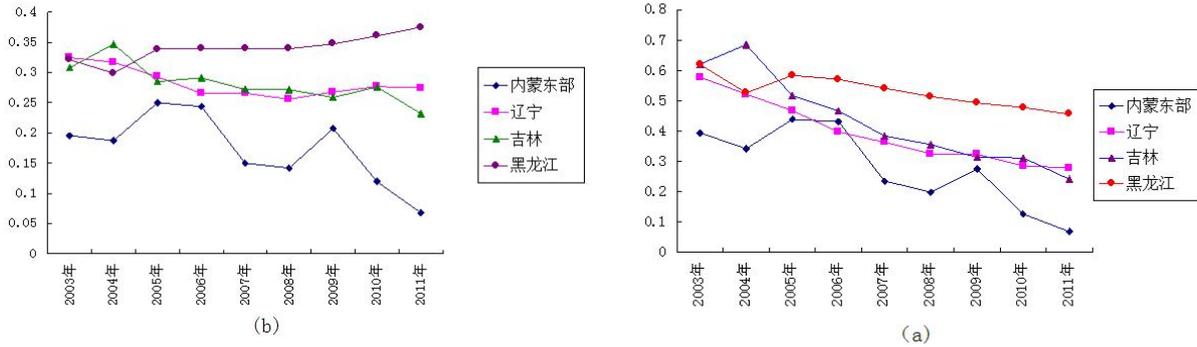


图4 东北地区各城市脆弱度历年得分的标准差(a)和变异系数(b)折线图

Fig.4 The line chart of standard deviation(a) and coefficient of variation (b) about urban vulnerability

度演进为低脆弱度,但下降幅度又有所不同,长春下降幅度最大,其次为哈尔滨、大连,沈阳下降幅度最小。②就四座城市脆弱性差异而言,经计算四座城市历年脆弱度得分标准差可以发现,四座城市的脆弱性差距呈现不断缩小的趋势,这跟前文得出的东北地区城市脆弱性呈现均衡态势相吻合。③结合四座城市敏感性系数和应对能力系数可以发现,沈阳和大连一直为应对能力主导下的低脆弱性类型,而哈尔滨和长春则由敏感性主导向应对能力主导转变。

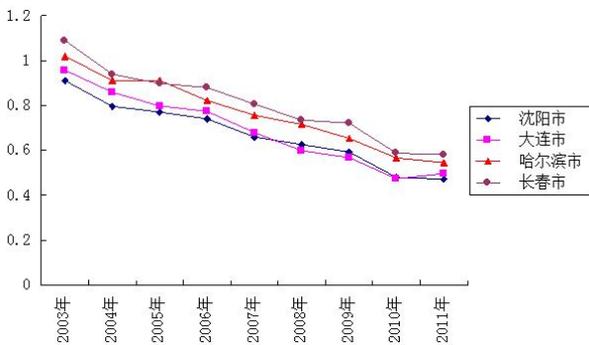


图5 东北地区区域中心城市历年脆弱度得分(2003-2009)

Fig.5 The urban vulnerability of regional central city in Northeast China(2003-2011)

2.3.2 资源型城市脆弱性演变特征分析。东北地区地级以上的资源型城市主要有21个(表4)。结合各资源型城市历年脆弱度指数,可以得出:①东北振兴以来,东北地区资源型城市的脆弱性总体上呈现大幅度下降的趋势,例如较低脆弱性的城市所占比例由2003年的9.5%上升到2011年的76.2%,可见东北地区城市较高脆弱性状况得到较大改善。②资源型城市内部呈现不平衡的特点,例如大庆一直处于低脆弱水平,而伊春则一直处于高脆弱水平,但其内部脆弱性差距呈现缩小的趋势。2003年两者脆弱度指数之差为2.148,而到2011年则为1.613。③

从资源型城市分类来看,就成长阶段而言,脆弱性程度最高的是衰退型,其次是成长型,再次是再生型,成熟型城市脆弱性程度最低,就依托资源或矿业类型而言,脆弱性程度较高的是森木类,其次是综合类,再次是煤炭类,继而是冶金类,油气类城市脆弱性最低。

表4 资源型城市基本情况  
Tab.4 Basic situation of resources city

城市	资源	类型	城市	资源	类型
呼伦贝尔市	煤炭	成长型	辽源市	综合	衰退型
松原市	油气		白山市	综合	
赤峰市	煤炭	伊春市	森木		
本溪市	冶金	鹤岗市	煤炭		
吉林市	森木	双鸭山市	煤炭		
黑河市	森木	七台河市	煤炭		
大庆市	油气	鞍山市	冶金		
鸡西市	煤炭	盘锦市	油气		
牡丹江市	森木	葫芦岛	冶金		
阜新市	煤炭	通化	冶金		
抚顺市	煤炭	衰退型			再生型

### 3 东北振兴战略对城市脆弱性时空格局演化的影响机制分析

东北振兴战略对东北地区城市脆弱性时空格局演化的作用机制是通过作用于微观层面进而反映到宏观层面实现的。微观层面上,通过国家战略的调整、区域规划实施、产业政策调整、财政金融政策扶持、区域开放带动战略、经济空间布局优化以及资源型城市转型试点等政策的实施,从不同方面作用于东北地区城市的经济子系统、社会子系统和资源环境子系统,从而使得城市综合系统脆弱性程度发生改变。微观层面的城市脆弱性发生改变,进而会传递到宏观层面的时空格局演化上,形成东北振兴战略政策与城市脆弱性相互作用的耦合过程,从而形成涵盖总体格局、省际格局、中心城市格局

以及资源城市格局的东北地区城市脆弱性时空格局演化特征(图6)。

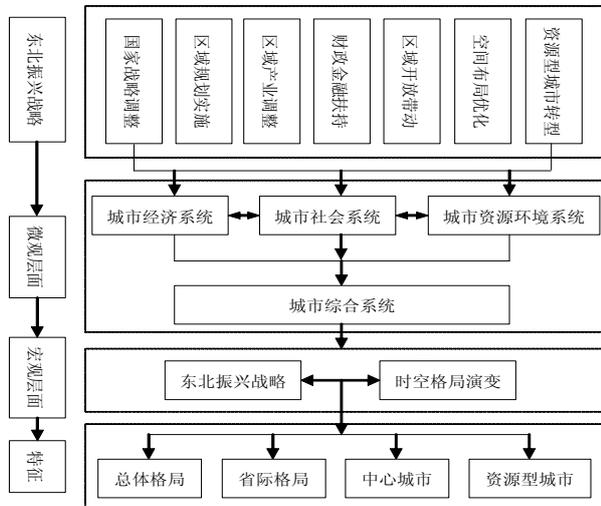


图6 东北振兴战略对城市脆弱性时空格局演化的作用机制  
Fig.6 The mechanism of impacts Northeast Revitalization has on spatio-temporal evolution of urban vulnerability

### 3.1 国家战略调整与重要规划实施作用机制

2003年东北振兴战略正式启动,并上升为国家战略,国家、省域以及各级政府都采取一系列措施推进东北地区的振兴,东北地区城市的经济实力不断提高,基础设施不断完善,生态环境得到较大改善,使得城市可持续发展能力不断增强,城市脆弱性得到较大降低。2007年后,先后出台并实施了《东北振兴规划》、《辽宁沿海经济带发展规划》、《沈阳经济区新型工业化综合配套改革试点总体方案》、《中国图们江区域合作开发规划纲要》等,极大地促进了东北地区城市经济社会的发展,使得东北地区城市脆弱性空间格局呈现日趋均衡态势。

### 3.2 区域产业调整与财政金融扶持影响机制

东北振兴战略实施以来,政府通过出台产业、企业调整政策,对东北地区传统优势产业进行改造和扶助,加大对高新技术产业的支持力度,利用信息技术改造传统产业,制定一系列产业振兴规划,促进了产业结构优化升级,同时积极引导企业体制改革,增强了经济活力。财政金融扶持政策是重要的外部动力,通过豁免历史欠税、免征部分税费以及进行税费优惠、利用税收杠杆扶持部分产业发展,同时利用增加投资计划,提高对老工业基地调整改造专项投资以及调整贷款利率等手段刺激东北地区经济发展。通过区域产业调整,实现产业结构优化升级,运用财政金融扶持政策进一步刺激东北地区发展,使得东北地区经济水平不断提高,结

构不断优化,进而提高了城市可持续发展的能力,降低了城市系统的脆弱性。

### 3.3 区域开放带动与空间布局优化作用机制

区域开放带动是实现东北振兴的重要途径,通过扩大开放领域,鼓励外资参与企业改革,利用外国先进技术推进重点行业和企业技术进步,促进东北地区产业的发展,同时通过加强与东北亚地区之间能源、原材料、商品、劳务和技术之间的合作,提高了东北地区外向经济的水平,促进了经济结构多元化发展,进而增强了东北地区城市系统的稳定性,降低了经济社会发展的敏感性。在产业空间布局上,通过建设辽宁沿海经济带、沈阳经济区、长吉图开发开放先导区与哈大齐工业走廊,城市区域经济差距不断减小,优化了东北地区经济空间格局,因此东北地区城市系统的脆弱性空间格局呈现均衡态势,区域差距不断缩小。

### 3.4 资源型城市转型推进机制

资源型城市是东北地区城市中重要组成部分,东北振兴前资源型城市存在经济发展缓慢,生态环境恶化等一系列问题。东北振兴战略实施以来,通过利用中央及省级的财力性转移支付,健全资源型城市可持续发展长效机制,培育壮大接续替代产业,积极发展新兴产业,推进产业结构优化升级,实现资源型城市产业发展转型,提高了经济可持续发展能力;社会发展方面,通过扩大就业,完善社会保障体系,加快棚户区改造,社会系统脆弱性明显降低,同时,通过加强环境治理与保护,使得资源型城市的生态环境得到较大改善,生态环境脆弱状况得到改观。资源型城市的转型发展使得其城市可持续发展能力增强,城市经济、社会、生态环境脆弱性明显降低。

## 4 结论与讨论

①时间序列上,东北振兴以来,东北地区城市脆弱性演化可分为高脆弱性主导阶段(2003—2006年)和低脆弱性主导阶段(2007—2011年),得益于东北振兴的政策,东北地区城市脆弱性总体上呈现减小趋势,城市脆弱性的区域差距不断缩小。

②空间演化上,东北地区城市脆弱性空间格局日趋均衡,高脆弱性城市呈现扎堆聚集的特点,低脆弱性城市与东北经济空间格局基本吻合,省际之间脆弱性程度内蒙东部最小,其次是辽宁和吉林,黑龙江城市脆弱性程度最高,就区内差异而言,除黑龙江区内差距在扩大外,其他三区域均波动

下降。

③特殊类型城市演化上,区域中心城市的脆弱性程度呈不断降低的趋势,且差距不断缩小;资源型城市的脆弱性程度下降幅度较大,内部呈现不平衡的特点,市际之间差距呈缩小趋势,不同发展阶段和资源类型的城市脆弱性程度各异。

④国家战略调整与重要规划实施、区域产业调整与财政金融扶持、区域开放带动与空间布局优化以及资源型城市转型政策是东北振兴战略对城市脆弱性时空格局演变的重要作用机制。

本文尝试着从经济、社会、资源环境三方面对城市脆弱性进行概念界定和评价,但未对经济、社会、资源环境三个子系统耦合过程进行研究,对城市脆弱性时空格局的内在驱动机制以及对脆弱性调控策略的研究文章也未深化,而这些问题需在今后深入研究。

#### 参考文献:

- [1] 张平宇. 振兴东北 以来区域城镇化进展、问题及对策[J]. 中国科学院院刊, 2013, 28(1): 1 - 6.
- [2] Turner B L, Kasperson R E, Matson P A, et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science[J]. Proceedings of the national academy of sciences, 2003, 100(14): 8 074 - 8 079.
- [3] Kates R W, Clark W C, Corell R, et al. Environment and Development :Sustainability Science[J]. Science, 2001, 292(5 517): 641 - 642.
- [4] Kelly P M, Adger W N. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and Facilitating adaptation[J]. Climatic change, 2000, 47(4): 325 - 352.
- [5] Liverman D M. Drought impacts in Mexico :Climate, agriculture, technology, and land tenure in Sonora and Puebla[J]. Annals of the Association of American Geographers, 1990, 80(1): 49 - 72.
- [6] Mustafa D. Structural Causes of Vulnerability to Flood Hazard in Pakistan[J]. Economic Geography, 1998, 74(3): 289 - 305.
- [7] Timmerman P. Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society[J]. Environmental Monograph, 1981, 21(3): 164 - 173.
- [8] Bohle H G. Vulnerability and criticality :Perspectives from social geography [R]. Bonn :Intermanional Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP), 2001.
- [9] McCarthy J J, Canziani O F, Leary N A, et al. Cliamte Change 2001 :Impacts, Adaptation and Vulnerability [R]. Stockholm : Stockholm Environment Institute(SEI), 2001.
- [10] Moran E, Ojima D, Buchman N, et al. Global land project :Science plan and implementation strategy[R]. International Geopere-Biosphere Program(IGBP), 2005.
- [11] Cutter S L. The vulnerability of science and the science of vulnerability[J]. Annals of the Association of American Geographers, 2003, 93(1): 1 - 12.
- [12] 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[J]. 地理学报, 2006, 61(2): 115 - 126.
- [13] 於琨,曹明奎,李克让. 全球气候变化背景下生态系统的脆弱性评价[J]. 地理科学进展, 2005, 24(1): 61 - 69.
- [14] 苏飞,张平宇. 矿业城市社会系统脆弱性研究——以阜新市为例[J]. 地域研究与开发, 2009, 28(2): 71 - 74.
- [15] Fineberg H V, Wilson M E. Social vulnerability and death by infection[J]. The New England journal of medicine, 1996, 334(13): 859.
- [16] 王岩,方创琳,张蕾. 城市脆弱性研究评述与展望[J]. 地理科学进展, 2013, 32(5): 755 - 768.
- [17] Cutter S L, Boruff B J, Shirley W L. Social vulnerability to environmental hazards[J]. Social science quarterly, 2003, 84(2): 242 - 261.
- [18] Romero Lankao P, Qin H. Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change[J]. Current opinion in environmental sustainability, 2011, 3(3): 142 - 149.
- [19] Belliveau S, Smit B, Bradshaw B. Multiple exposures and dynamic vulnerability :evidence from the grape industry in the Okanagan Valley, Canada[J]. Global Environmental Change, 2006, 16(4): 364 - 378.
- [20] Eriksen S H, Brown K, Kelly P M. The dynamics of vulnerability :locating coping strategies in Kenya and Tanzania[J]. The Geographical Journal, 2005, 171(4): 287 - 305.
- [21] 苏飞,张平宇. 基于集对分析的大庆市经济系统脆弱性评价[J]. 地理学报, 2010, 65(4): 454 - 464.
- [22] 李鹤,张平宇. 东北地区矿业城市社会就业脆弱性分析[J]. 地理研究, 2009, 28(3): 751 - 760.
- [23] 刘继生,那伟,房艳刚. 辽源市社会系统的脆弱性及其规避措施[J]. 经济地理, 2010, 30(6): 944 - 948.
- [24] Feng Y, He D. Transboundary water vulnerability and its drivers in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19(2): 189 - 199.
- [25] 苏飞,张平宇,李鹤. 中国煤矿城市经济系统脆弱性评价[J]. 地理研究, 2008, 27(4): 907 - 916.
- [26] 刘毅,黄建毅,马丽. 基于DEA模型的我国自然灾害区域脆弱性评价[J]. 地理研究, 2010, 29(7): 1153 - 1162.
- [27] Metzger M J, Leemans R, Schröter D. A multidisciplinary multi-scale framework for assessing vulnerabilities to global change[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2005, 7(4): 253 - 267.
- [28] 苏飞,储毓婷,张平宇. 我国典型旅游城市经济脆弱性及障碍因素分析[J]. 经济地理, 2013, 33(12): 189 - 194.
- [29] 李博,韩增林. 沿海城市人地关系地域系统脆弱性研究——以大连市为例[J]. 经济地理, 2010, 30(10): 1722 - 1728.
- [30] 高超,金凤君,雷军,等. 干旱区绿洲城市经济系统脆弱性评价研究[J]. 经济地理, 2012, 32(8): 43 - 49.
- [31] 欧向军,甄峰,秦永东,等. 区域城市化水平综合测度及其理想动力分析——以江苏省为例[J]. 地理研究, 2008, 27(5): 993 - 1002.