

# 东北地区城市韧性时空特征分析

史慧影

兰州大学资源环境学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2022年1月24日; 录用日期: 2022年2月25日; 发布日期: 2022年3月4日

## 摘要

为了使得城市能够应对其形成和发展过程中所面临的各种冲击和挑战, 必须提高城市的抗冲击能力和恢复能力, 也就是提高城市韧性。本文利用层次分析法, 对我国东北地区的城市韧性进行综合测算, 并对其时空特征进行分析: ① 从时间特征来看: 总体来看, 2003~2017年东北地区整体的城市韧性有所提高, 分省份来看, 2003~2017年辽宁省的城市韧性有所下降, 吉林省和黑龙江省的城市韧性则有所提高; ② 从空间特征来看: 东北地区城市韧性的空间分异特征显著, 辽宁省的城市韧性最高, 吉林省次之、黑龙江省的城市韧性最低; 省会城市和副省级城市大连、资源型城市大庆的城市韧性要高于一般城市; 位于边缘地区, 距离省会城市较远的城市, 受到辐射带动能力较弱, 城市韧性较低。③ 对于不同城市, 影响其韧性水平的因素不同。

## 关键词

东北地区, 城市韧性, 时空特征, 层次分析法

# Spatio-Temporal Characteristics of Urban Resilience in Northeast China

Huiying Shi

College of Earth and Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou Gansu

Received: Jan. 24<sup>th</sup>, 2022; accepted: Feb. 25<sup>th</sup>, 2022; published: Mar. 4<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In order for cities to cope with the various shocks and challenges faced in the process of their formation and development, it is necessary to improve the impact resilience and resilience of cities, that is, to improve urban resilience. This paper uses the analytic hierarchy method to comprehensively calculate the urban resilience in northeast China, and analyze its spatio-temporal character-

ristics: 1) From the perspective of time characteristics: Overall, the overall urban resilience of northeast China has improved from 2003 to 2017, and from the perspective of provinces, the urban resilience of Liaoning Province has declined from 2003 to 2017, and the urban resilience of Jilin Province and Heilongjiang Province has improved; 2) From the perspective of spatial characteristics: the spatial differentiation characteristics of urban resilience in Northeast China are significant, with Liaoning Province having the highest urban resilience, followed by Jilin Province and Heilongjiang Province with the lowest urban resilience; the urban resilience of provincial capital and sub-provincial city Dalian and resource-based Daqing is higher than that of general cities; cities located in marginal areas and farther away from provincial capitals have weak radiation driving capacity and lower urban resilience. 3) For different cities, the factors affecting their resilience level are different.

## Keywords

Northeast China, Urban Resilience, Spatio-Temporal Characteristics, AHP

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着社会经济水平的不断发展,城市这一复杂的社会生态系统,其形成和发展过程中所面临的冲击和挑战也在不断增多。这些冲击和挑战不仅包括诸如地震、寒潮、海啸、飓风等自然灾害,还包括了环境污染、自然资源枯竭、火灾、疾病传播、恐怖袭击等人为灾害,具有难以完全避免的不确定性[1]。应急管理部发布的数据显示:2020年,我国全年各种自然灾害共造成1.38亿人次受灾,直接经济损失3701.5亿元<sup>1</sup>。自2020年初新冠疫情爆发以来,截至2022年1月10日,全球新冠肺炎累计确诊病例已突破3亿例,累计死亡人数超过550万人<sup>2</sup>。城市同时面临着来自外部冲击和内部扰动两方面的风险,如果没有充分的应急准备和充足的应急能力,将造成巨大的经济和人员损失,亟待提高城市韧性,以期应对各种风险[2]。城市作为人类活动的重要载体,其健康有序的发展是人民美好生活的前提条件和根本保障。2013年,洛克菲勒基金会在全球选择了100个城市进行韧性城市建设项目[3]、联合国《2030年可持续发展议程》和《新城市议程》提出建设“包容、安全、有韧性和可持续的城市和人类住区”的可持续发展目标[4]。提高城市韧性是推动城市可持续发展、实现区域协调发展的重要措施,建设具有较强抵抗风险能力的“韧性城市”,也是我国城市发展建设的重要目标之一[5]。

## 2. 文献综述

国内外学者有关于城市韧性的研究聚焦在韧性城市的概念形成与演化、城市韧性的实证研究、城市韧性的评估体系和模型构建等方面[2]。国外学者对于“韧性”的研究较早,对于“韧性”在各种不同领域的应用展开了一系列的研究[6][7]。国内学者对城市韧性的研究起步较晚,前期的研究主要是对国外研究进展的综述[8][9][10]。韧性一词来源于拉丁文“Resilio”,本意指“回复到原始状态”,韧性的概念

<sup>1</sup>数据来源:中华人民共和国应急管理部. 应急管理部发布2020年全国自然灾害基本情况[EB/OL].(2021-01-08)[2022-01-10]. [https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202101/t20210108\\_376745.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202101/t20210108_376745.shtml)

<sup>2</sup>数据来源:凤凰网. 新冠肺炎 COVID-19 全球疫情实时动态[EB/OL].(2021-01-10)[2022-01-10]. <https://news.ifeng.com/c/special/7uLj4F83Cqm>

从工程韧性、生态韧性逐渐发展演变为演进韧性[11]。目前来说,韧性城市的定义在学术界并没有达到共识,但大多认可韧性是一种不断变动的动态系统,应不断进行创新和改进,这比较符合演进韧性的特点[1]。国内外学者对于城市韧性实证研究,例如基于地理学视角进行研究的社区韧性[12][13]、城市韧性[14][15][16][17]、经济韧性[10][18][19][20]、乡村振兴演进韧性[21]。关于城市韧性评价指标体系和模型构建的研究成果非常丰富。Norris F H 认为应将社会资本、信息通信、经济发展、以及社区应急能力等四个方面纳入到灾害韧性的模型中[22]。Curren 等建立的社区韧性评价指标体系包括生态、经济、社会、基础设施、制度和社区能力等指标[23]。Profiriev 等构建的评价体系包括自然、经济、人力、社会、政治以及建成资本等指标[24]。李亚等从社会韧性、社区韧性、环境韧性、组织韧性、经济韧性及基础设施韧性等六个方面来构建城市灾害韧性评价指标体系[25]。

东北地区城市化水平整体较高,抵御各种风险冲击的能力尚有不足。基于以上考虑,本文从东北地区 34 个地级及以上的城市研究尺度出发,利用层次分析法,对我国东北地区的城市韧性进行综合测算,并对东北地区的城市韧性时空特征进行研究,总结东北地区城市韧性的作用机理,以期为提高东北地区城市韧性提供依据。

### 3. 研究方法、指标体系构建及数据来源与处理

#### 3.1. 研究方法

为在一定程度上消除主观因素的干扰所产生的计算误差,本文借鉴张明斗等做法,采用层次分析法(AHP)对我国东北地区 34 个地级及以上城市的韧性度进行综合测算[26][27]。

该方法的具体步骤如下:

$$\text{求随机变量的均值: } E(Q_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{ij} \quad (1)$$

$$\text{求 } Q_i \text{ 的均方差: } \sigma(Q_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - E(Q_i))^2} \quad (2)$$

$$\text{求指标 } Q_i \text{ 的权系数 } \omega_j = \sigma(Q_j) / \sum_{j=1}^m \sigma(Q_j) \quad (3)$$

$$\text{进行多指标决策与排序: } D_i(\omega) = \sum_{j=1}^m y_{ij} \omega_j \quad (4)$$

#### 3.2. 指标体系构建

运用层次分析法对城市韧性进行综合测算,首先要从不同的维度出发,定义出衡量城市韧性的一级指标。其次,针对于不同的一级指标,要依据全面、合理的原则来选择其所要包含的二级指标。因此,本文借鉴李晓娟等做法[28],共划分为目标层、一级指标和二级指标三个层次。目标层的核心为城市韧性,城市是一个极其复杂的系统,并且处于不断地变动之中,城市的兴起和发展受到方方面面的影响,包括自然、经济、政治、人口、基础设施水平等等。参考已有研究成果,确保所建立层次结构的系统性、完整性和合理性以及所需数据的可获得性,最终选择经济韧性、社会韧性、生态环境韧性、基础设施韧性作为一级指标,14 个评价因子作为二级指标,构建城市韧性评价指标体系[26][28]。

城市的经济水平越高,越有利于提高城市防灾减灾和灾后恢复能力。本文选取了人均地区生产总值(万元/万人)、财政收入(万元)、当年实际使用外资金额(万美元)以及城乡居民储蓄年末余额(万元)作为衡量城市经济韧性的指标。人均地区生产总值反映了城市原本经济水平,以及进一步发展经济的能力,属于正向指标。财政收入说明了地方政府的财政能力,收入越高,预防潜在危机的水平越高,遭受到危害

后复原速度越快,因此也属于正向指标。当年实际使用外资金额,表征了城市发展对外来资金的依赖程度,依赖程度越高,对城市持续稳定的发展越不利。当失去外部资金支持时,就会受到强大的冲击,属于负向指标。城乡居民储蓄年末余额是城市居民将成本投入到当年的生产生活中去,剩余的资金以及当年所产生的收益。代表了居民生产能力以及进一步发展的潜力,属于正向指标。

本文选取了普通高校学生在校人数(人),和医院、卫生院床位数(张)作为衡量社会韧性的指标。普通高校学生在校人数越多,表明城市居民整体受教育水平越高,在城市受到外部冲击时,应对风险的能力更强,属于正向指标。居民是社会的重要组成部分,医疗保障体系越健全,居民生活则会越稳定,从而使城市能够稳定发展,属于正向指标。

生态环境是衡量城市韧性的重要依据,良好的生态环境能够提高城市防御灾害的能力。本文采用建成区绿化覆盖率(%)、人均绿地面积(平方米/人)以及工业废水排放量(万吨)等指标来衡量城市生态环境韧性。其中建成区绿化覆盖率和人均绿地面积对城市生态环境的影响主要体现在其能够改善气候、净化大气和减少噪音等三个方面,属于正向指标。而工业废水排放量越大,对环境的负面影响越大,处理废水所消耗的人力和物力资源越多,属于负向指标。

基础设施建设是城市发展一个至关重要的因素,维持着城市系统的正常运转。本文选取了人均道路面积(平方米/人),每万人拥有公共汽车量(辆)、排水管道长度(公里)、年末移动电话用户数(户)以及固定资产投资额(万元)五个指标来衡量城市基础设施韧性程度。人均道路面积越大,城市交通的通达度越好,有利于城市经济的发展,当面临突发灾害时,城市居民也可以快速撤离,属于正向指标。每万人拥有公共汽车量越多,居民愿意选择公交车的几率会随之增大。可以有效减少私家车对于交通的影响和汽车尾气对城市环境的影响属于正向指标。在城市面对冲击时,基础设施应能够承受一定的压力,并在极端条件下能够有一个缓冲的时间,因此排水管道长度应为正向指标。移动电话用户数从侧面反映了城市的经济水平,以及与城市外部的联系程度,数值越大城市韧性越高,属于正向指标。固定资产投资额反映了城市固定资产的建造和购买量,其数值越大,说明城市居民对固定资产的投资和需求就越大,固定资产投资额的提高能够增加城市的稳定性,并促进城市的经济发展,属于正向指标。

指标体系构建后,对东北地区 34 个地级及以上城市的城市韧性进行综合测算,最终得到城市韧性的综合指数(表 1)。

**Table 1.** Urban resilience evaluation index system

**表 1.** 城市韧性评价指标体系

目标层	一级指标	权重	二级指标	权重
城市韧性	经济韧性	0.2641	人均地区生产总值(万元/万人)	0.0687
			财政收入(万元)	0.0752
			当年实际使用外资金额(万美元)	0.0628
			城乡居民储蓄年末余额(万元)	0.0574
	社会韧性	0.1812	普通高校学生在校人数(人)	0.0863
			医院、卫生院床位数(张)	0.0949
	生态环境韧性	0.1812	建成区绿化覆盖率(%)	0.0477
			人均绿地面积(平方米/人)	0.0611
			工业废水排放量(万吨)	0.0724

Continued

		人均道路面积(平方米/人)	0.0818
		每万人拥有公共汽车量(辆)	0.0745
基础设施韧性	0.3735	排水管道长度(公里)	0.0781
		年末移动电话用户数(户)	0.0679
		固定资产投资额(万元)	0.0712

注：表中的权重值利用层次分析法计算得到。

### 3.3. 数据来源与处理

本文以东北地区 34 个地级及以上城市作为研究对象，对东北地区的城市韧性进行综合测算，并分析东北地区城市韧性的时空特征。本文所使用的数据来源主要是《中国统计年鉴》2003 年和 2017 年数据。选取的时间节点比较特殊，2003 年 3 月，温总理主持国务院常务会议时提出振兴东北老工业基地的思路。本文试图探索从 2003 年到 2017 年的 14 年时间里，东北地区的城市韧性发生了何种变化。为消除量纲差别，本文采用极差法对原始数据进行标准化处理，将各指标数据换算成 0~1 之间的数值[27]。具体计算公式如下：

对于越大越好的正向指标，其标准化公式如下：

$$a_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (5)$$

对于越小越好的负向指标，其标准化公式如下：

$$a_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (6)$$

## 4. 东北地区城市韧性的时空特征分析

### 4.1. 东北地区城市韧性的时间变化特征

综合考虑城市的经济、社会、生态环境、基础设施四个维度，对数据进行综合测算，可以得到 2003 年和 2017 年东北地区 34 个地级及以上城市的韧性水平(表 2)。

**Table 2.** Comprehensive measurement results of urban resilience

**表 2.** 城市韧性的综合测算结果

城市	2003 年	2017 年
辽宁省	0.3385	0.3317
沈阳市	0.7143	0.6641
大连市	0.5818	0.5331
鞍山市	0.3809	0.3365
抚顺市	0.3254	0.3031
本溪市	0.2759	0.3508
丹东市	0.2577	0.2977
锦州市	0.3085	0.2694

## Continued

营口市	0.2671	0.3250
阜新市	0.2506	0.2744
辽阳市	0.2953	0.2927
盘锦市	0.3454	0.2850
铁岭市	0.2314	0.2804
朝阳市	0.1865	0.1972
葫芦岛市	0.3181	0.2340
吉林省	0.2898	0.3119
长春市	0.6290	0.6314
吉林市	0.3464	0.3339
四平市	0.2027	0.2450
辽源市	0.2135	0.2788
通化市	0.2296	0.2649
白山市	0.2121	0.2174
松原市	0.2481	0.3179
白城市	0.2367	0.2062
黑龙江省	0.2872	0.2948
哈尔滨市	0.6204	0.6767
齐齐哈尔市	0.2538	0.2713
鸡西市	0.2350	0.2432
鹤岗市	0.2378	0.2322
双鸭山市	0.2209	0.2407
大庆市	0.5045	0.5150
伊春市	0.2476	0.2247
佳木斯市	0.2335	0.2752
七台河市	0.2165	0.2463
牡丹江市	0.3113	0.2365
黑河市	0.1595	0.2188
绥化市	0.2060	0.1565
均值	0.3089	0.3140

从表 2 结果看,东北地区 34 个地级及以上城市 2003 年的平均韧性指数是 0.3089,2017 年的平均韧性指数是 0.3140。2003~2017 年东北地区整体的城市韧性有所提高。2003~2017 年辽宁省的平均韧性指数从 0.3385 下降为 0.3317。这主要是由于其重工业国企发展颓势,随着改革开放的深入进行,老牌的重工业国企受到的冲击越来越大。很多企业没能深化改革加以应对,业绩不好。因为辽中南地区正是重工业国企的大面积聚集地,这种现象表现的更加明显,辽宁省这几年的 GDP 负增长也说明了这一点。可见辽宁省需要进行大胆的经济体制改革,不断优化产业结构。引入更有活力更具创新能力的思想方法,结合

自身优势发展创新型经济。只有这样才能走出阵痛期迎来新的振兴。吉林省的平均韧性指数从 0.2898 上升到 0.3119，黑龙江省的平均韧性指数从 0.2872 上升到 0.2948。一方面，这种增长得益于东北振兴战略的实施。近年来大批国家项目落户东北，东北地区的基础设施有了显著改善，城市总体水平有了一定程度的提高。但是我们也要看到，14 年间黑龙江省和吉林省的城市韧性增长并不显著。这与近年来东北经济增速落后于全国水平的事实吻合。尽管城市基础设施已经有了较高改善但是这还远远不足，招商引资进度依旧乏力，人才外流严重。可见东北振兴依旧任重而道远。需要进一步开放发展。

#### 4.2. 东北地区城市韧性的空间变化特征

从表 2 和图 1、图 2 可以看出，2003 年和 2017 年辽宁省的平均韧性指数最高，吉林省次之、黑龙江省的平均韧性指数最低。首先是因为辽宁省具有得天独厚的区位优势，其位于东北三省的门户位置，与河北省直接接壤，与北京、天津仅一步之遥，有利于得到首都的辐射带动作用，促进辽宁省经济发展和城市建设。而黑龙江和吉林交通条件和地理位置相对较差。其次是因为辽宁省基础设施建设更加完善，交通便利，通达度较高，有利于企业的进驻，沈阳更是成为了 5G 时代到来的首批试点城市。最后就是因为辽宁省内重点高校数量较多，培养出大批的各类优秀人才，而人才是城市创新发展的源动力。

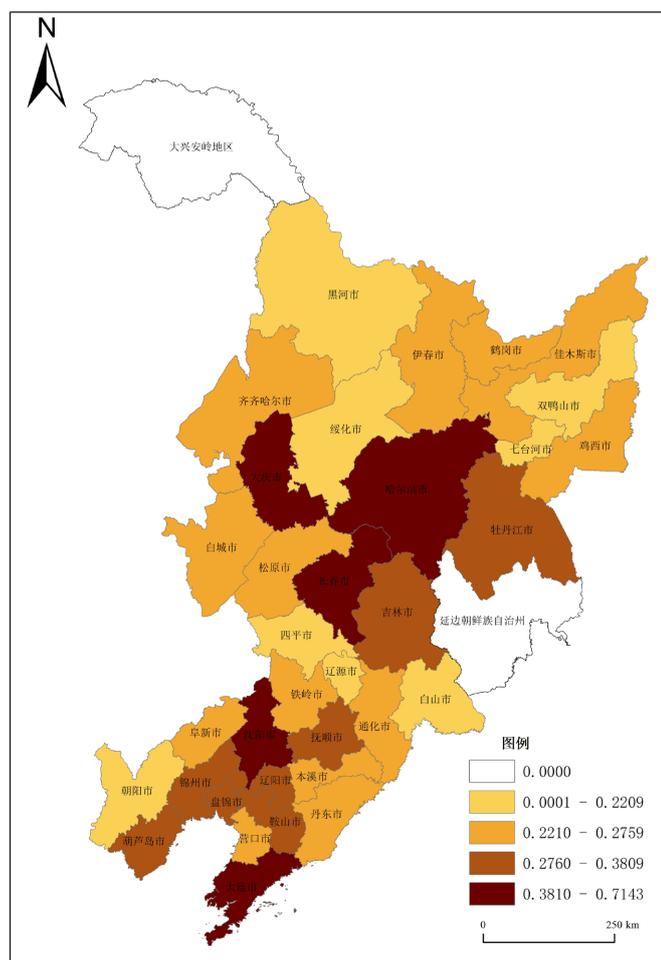
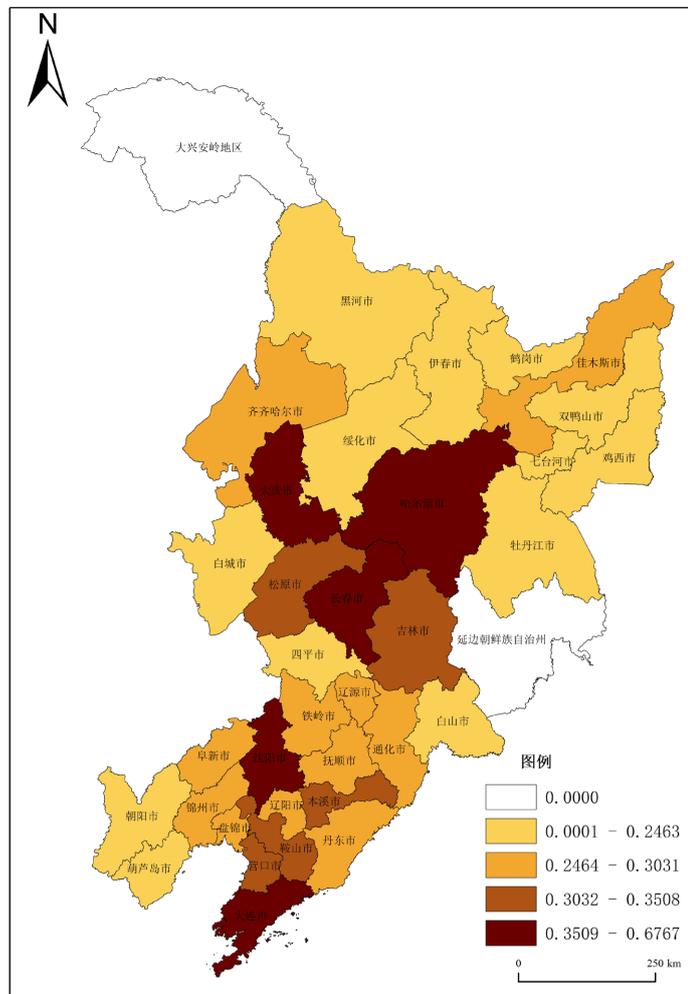


Figure 1. Spatial distribution map of urban resilience in Northeast China in 2003

图 1. 2003 年东北地区城市韧性空间分布图



**Figure 2.** Spatial distribution map of urban resilience in Northeast China in 2017  
**图 2.** 2017 年东北地区城市韧性空间分布图

从城市的角度来看，2003 年城市韧性指数最高的 5 个城市依次为沈阳市(0.7143)、长春市(0.6290)、哈尔滨市(0.6204)、大连市(0.5818)、大庆市(0.5045)。最低的 5 个城市依次为黑河市(0.1595)、朝阳市(0.1865)、四平市(0.2027)、绥化市(0.206)、白山市(0.2121)。2017 年城市韧性指数最高的 5 个城市依次为哈尔滨市(0.6767)、沈阳市(0.6641)、长春市(0.6314)、大连市(0.5331)、大庆市(0.515)。最低的 5 个城市依次为绥化市(0.1565)、朝阳市(0.1972)、白城市(0.2062)、白山市(0.2174)、黑河市(0.2188)。可以看出 2003 年和 2017 年城市韧性指数最高的 3 个城市均为省会城市，这是因为沈阳市、长春市、哈尔滨市等省会城市，是一个省的政治、金融、经济、医疗、教育中心，资源集聚度远高于省内的其他地级市，能够吸引各类人才和发展潜力较高企业的集聚，提高高质量的就业机会；以较少的土地资源产生更多的经济总量，更为有效的利用土地资源，产生一定的规模效应。同时通过辐射效应带动周边城市的经济增长。其次为副省级城市大连市和资源型城市大庆市。大连市作为滨海城市有着不冻港的地理优势，港口发达，造船业规模位居全国第一，且有大量军方订单，经济发达。大连还具有环境优势。城市绿化率高，工业污染较轻，其城市韧性较高。大庆市因具有石油资源以及与之配套的石油化工产业而具有较高的经济水平，人均 GDP 最高、市民生活水平高、城市基础设施齐全。城市韧性指数较低的几座城市大多位于边缘位置

受到省会城市的辐射带动作用较弱。

## 5. 结论和建议

### 5.1. 结论

本文旨在通过分析东北地区城市韧性的时空特征来研究影响东北地区城市韧性的因素，充实现有研究的同时，也为探索提高东北地区城市韧性路径提供参考意见，实现东北地区城市的可持续发展，因此本文运用层次分析法分析东北地区 34 个地级及以上城市的城市韧性时空分布特征得到以下评价结果：

① 从时间特征来看：总体来看，2003~2017 年东北地区整体的城市韧性有所提高；分省份来看，2003~2017 年辽宁省的城市韧性有所下降，吉林省和黑龙江省的城市韧性则有所提高；分城市来看，2003~2017 年东北地区 20 个地级及以上城市韧性水平有所提高，14 个地级及以上城市韧性水平有所下降。

② 从空间特征来看：东北地区城市韧性的空间分异特征显著，具有优越区位优势辽宁省的城市韧性最高，吉林省次之、黑龙江省的城市韧性最低；各类资源集聚度较高的省会城市和拥有终年不冻港、生态环境优良的副省级城市大连、石油资源丰富及石油配套产业基础雄厚的资源型城市大庆的城市韧性要高于一般城市；位于边缘地区，距离省会城市较远的城市，受到辐射带动能力较弱，城市韧性较低。

③ 对于不同类型、不同地理位置的城市，影响其韧性水平的因素不同。

### 5.2. 建议

针对本文的分析，提出以下建议：

① 要加强对城市韧性的研究，加深对城市韧性内涵的理解，从多个维度系统地了解城市韧性，进一步丰富可能影响城市韧性的因素的种类，完善城市韧性衡量体系与评价方法，研究建立更加详细合理实用性更强的指标体系，从而确保研究结论的准确性，更有效地指导政府决策。

② 要重视城市韧性的应用，将城市韧性与城市规划、城市防灾减灾、智慧城市、可持续发展进一步结合，针对性地解决城市发展过程中所存在的问题，引导城市向健康、有序的方向发展。

③ 对于不同城市，影响其韧性水平的因素不同，不能利用同一模式去提高不同城市的韧性水平，而是要“对症下药”，才能够药到病除。加强东北地区高速铁路等交通基础设施建设，以便加强东北三省之间、省会城市与非省会城市、核心城市与边缘城市之间的沟通联系强度，借助辽宁省的各项优势提高黑龙江省和吉林省的城市韧性，优先发展省会城市，通过省会城市的辐射作用带动非省会城市韧性提升。

④ 要注重经济建设，引进新的创新开放的思想，实现产业变革。努力改善东北地区的招商环境，开放包容为外商创造更好的经营条件。根据不同城市自身特点来确定优势产业。同时还应该注意协调好经济韧性与生态环境韧性之间的关系。在发展经济的同时，注重城市生态环境的保护，提高污水治理效率，增加城市绿化覆盖率，避免出现以损失生态环境韧性为代价来提高城市经济水平的情况。

⑤ 要提高城市应对不确定性风险的能力。面对突如其来的新冠肺炎疫情冲击，许多城市暴露了疏于防范疫情风险的短板，造成了巨大的财力物力损失，究其原因可能是许多城市都未将疫情传播等公共卫生风险纳入到韧性城市建设范畴，缺乏对不确定性风险的系统准备。要完善应对不确定性风险的处理方案和应对措施，将突发事件的应急处理纳入到日常管理当中。

## 参考文献

- [1] 邵亦文, 徐江. 城市韧性: 基于国际文献综述的概念解析[J]. 国际城市规划, 2015, 30(2): 48-54.
- [2] 许振宇, 张心馨, 曹蓉, 等. 基于知识图谱的国内外韧性城市研究热点及趋势分析[J]. 人文地理, 2021, 36(2): 82-90.

- [3] Spaans, M. and Waterhout, B. (2017) Building Up Resilience in Cities Worldwide—Rotterdam as Participant in the 100 Resilient Cities Programme. *Cities*, **61**, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.011>
- [4] 任朝旺. 共享经济对城市经济韧性的影响机制及指标构建[J]. 贵州社会科学, 2021(8): 110-116.
- [5] 杨秀平, 王里克, 李亚兵, 等. 韧性城市研究综述与展望[J]. 地理与地理信息科学, 2021, 37(6): 78-84.
- [6] Holling, C.S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **4**, 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- [7] Modica, M. and Reggiani, A. (2015) Spatial Economic Resilience: Overview and Perspectives. *Networks & Spatial Economics*, **15**, 211-233. <https://doi.org/10.1007/s11067-014-9261-7>
- [8] 方修琦, 殷培红. 弹性、脆弱性和适应——IHDP 三个核心概念综述[J]. 地理科学进展, 2007, 26(5): 11-22.
- [9] 胡晓辉. 区域经济弹性研究述评及未来展望[J]. 外国经济与管理, 2012, 34(8): 64-72.
- [10] 孙久文, 孙翔宇. 区域经济韧性研究进展和在中国应用的探索[J]. 经济地理, 2017, 37(10): 1-9.
- [11] 李志刚, 胡洲伟. 城市韧性研究: 理论、经验与借鉴[J]. 中国名城, 2021, 35(11): 1-12.
- [12] Berkes, F. and Ross, H. (2013) Community Resilience: Toward an Integrated Approach. *Society & Natural Resources*, **26**, 5-20. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.736605>
- [13] 郭永锐, 张捷. 社区恢复力研究进展及其地理学研究议题[J]. 地理科学进展, 2015, 34(1): 100-109.
- [14] 修春亮, 魏冶, 王绮. 基于“规模-密度-形态”的大连市城市韧性评估[J]. 地理学报, 2018, 73(12): 2315-2328.
- [15] 孙阳, 张落成, 姚士谋. 基于社会生态系统视角的长三角地级城市韧性度评价[J]. 中国人口资源与环境, 2017, 27(8): 151-158.
- [16] 白立敏, 修春亮, 冯兴华, 等. 中国城市韧性综合评估及其时空分异特征[J]. 世界地理研究, 2019, 28(6): 77-87.
- [17] 朱金鹤, 孙红雪. 中国三大城市群城市韧性时空演进与影响因素研究[J]. 软科学, 2020, 34(2): 72-79.
- [18] 王永贵, 高佳. 新冠疫情冲击、经济韧性与中国高质量发展[J]. 经济管理, 2020, 42(5): 5-17.
- [19] 徐圆, 张林玲. 中国城市的经济韧性及由来: 产业结构多样化视角[J]. 财贸经济, 2019, 40(7): 110-126.
- [20] 谭俊涛, 赵宏波, 刘文新, 等. 中国区域经济韧性特征与影响因素分析[J]. 地理科学, 2020, 40(2): 173-181.
- [21] 唐任伍, 郭文娟. 乡村振兴演进韧性及其内在治理逻辑[J]. 改革, 2018(8): 64-72.
- [22] Norris, F.H., Stevens, S.P., Pfefferbaum, B., et al. (2008) Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, And Strategy for Disaster Readiness. *American Journal of Community Psychology*, **41**, 127-150. <https://doi.org/10.1007/s10464-007-9156-6>
- [23] Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., et al. (2008) A Place-Based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters. *Global Environmental Change*, **18**, 598-606. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>
- [24] Porfiriev, B.N., Dmitriev, A., Vladimirova, I., et al. (2017) Sustainable Development Planning and Green Construction for Building Resilient Cities: Russian Experiences within the International Context. *Environmental Hazards-Human and Policy Dimensions*, **16**, 165-179. <https://doi.org/10.1080/17477891.2017.1280000>
- [25] 李亚, 翟国方. 我国城市灾害韧性评估及其提升策略研究[J]. 规划师, 2017, 33(8): 5-11.
- [26] 张明斗, 冯晓青. 中国城市韧性度综合评价[J]. 城市问题, 2018(10): 27-36.
- [27] 王明涛. 多指标综合评价中权重确定的离差、均方差决策方法[J]. 中国软科学, 1999(8): 100-101.
- [28] 李晓娟, 李璐璐, 朱月月. 韧性城市恢复能力评价研究[J]. 工程管理学报, 2021, 35(4): 48-52.