

产业结构高级化的经济韧性效应

——以中国东北地区为例

白景博

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2026年7月31日; 录用日期: 2026年8月29日; 发布日期: 2026年9月15日

摘 要

本研究基于2000~2020年面板数据, 测算中国东北地区产业结构高级化指数和经济韧性水平, 分析了二者的时空格局与空间关联, 并运用空间杜宾模型实证检验了产业结构高级化的经济韧性效应。研究发现: (1) 东北地区34个城市产业结构高级化水平呈先降后升的波动变化, 空间上由2000年和2010年的低、中水平集聚向2020年的低、中、高水平明显分化的空间格局; 经济韧性水平总体偏低, 但持续提升趋势, 空间上经济韧性由2000年的整体处于低水平逐渐演变为2020年的核心城市处于高水平, 其他城市处于中等水平空间格局。(2) 双变量全局莫兰指数表明研究期间内二者的空间关联由空间分散演变为空间负相关。双变量局部莫兰指数表明研究期间二者局部空间集聚特征以“低-高”和“高-低”集聚为主。(3) 空间杜宾模型结果分析表明, 东北地区产业结构高级化会对城市自身的经济韧性产生显著抑制作用, 但其空间溢出作用不显著。

关键词

产业结构高级化, 经济韧性, 东北地区, 空间杜宾模型

The Economic Resilience Effects of Industrial Structure Upgrading

—Evidence from Northeast China

Jingbo Bai

College of Geographical Science, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: July 31, 2026; accepted: August 29, 2026; published: September 15, 2026

Abstract

Based on panel data from 2000 to 2020, this study measures the index of industrial structure

文章引用: 白景博. 产业结构高级化的经济韧性效应[J]. 可持续发展, 2026, 16(9): 82-94.

DOI: 10.12677/sd.2026.169318

upgrading and the level of economic resilience in Northeast China, analyzes their spatiotemporal patterns and spatial associations, and empirically examines the effect of industrial structure upgrading on economic resilience using a Spatial Durbin Model. The results show that: (1) The level of industrial structure upgrading across the 34 cities in Northeast China exhibits a fluctuating pattern of initial decline followed by an increase, with the spatial pattern evolving from clustering at low and medium levels in 2000 and 2010 to pronounced differentiation among low-, medium-, and high-level areas in 2020. The overall level of economic resilience remains relatively low but shows a continuous upward trend, with its spatial pattern gradually evolving from generally low levels in 2000 to a configuration in 2020 in which core cities exhibit high economic resilience while other cities remain at a medium level. (2) The bivariate global Moran's I indicates that the spatial association between industrial structure upgrading and economic resilience evolved from spatial dispersion to a negative spatial correlation during the study period. The bivariate local Moran's I further indicates that the local spatial clustering between the two variables was primarily characterized by "low-high" and "high-low" clusters during the study period. (3) The results of the Spatial Durbin Model indicate that industrial structure upgrading in Northeast China exerts a significant inhibitory effect on the economic resilience of individual cities, while its spatial spillover effect is not statistically significant.

Keywords

Industrial Structure Upgrading, Economic Resilience, Northeast China, Spatial Durbin Model

Copyright © 2026 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

在全球经济的深度调整与不确定性风险增加的背景下,经济韧性引起了学界的广泛关注[1][2],在此背景下,如何提升经济系统的抗风险能力和可持续性,成为了区域发展中亟待解决的关键问题。东北地区作为传统工业基地,为全国工业化进程的推进作出了重大贡献,然而在改革开放以后,东北地区经济增长速度不仅慢于东南沿海地区,且低于全国平均水平[3],经济增长动力不足导致了东北地区经济系统抗风险能力弱、可持续性和恢复力弱等特征。

自 20 世纪 70 年代以来,包括德国鲁尔、英国曼彻斯特、以及美国五大湖地区在内的西方国家传统工业区普遍陷入衰退,引起了产业转型的阵痛[4],80 年代起国内以东北地区为代表的传统工业基地逐渐步入衰退期。学界将东北地区在计划经济向市场经济转型过程中所遭遇的主导产业衰退等困境概括为“东北现象”[5]。李诚固[6]较早分析了“东北现象”的特征,并指出产业结构老化是其产生衰退的核心原因,褚敏和踪家峰[7]指出经济结构扭曲是东北经济失速的根本原因。因此,传统工业基地产业结构转型具有长期性和复杂性。为了摆脱困境,东北地区近年来正积极探索从传统重化工业向数字经济、冰雪文旅等第三产业方向转型,然而,东北地区产业结构升级的过程是在人口收缩、传统重工业退出和就业岗位消失的背景下进行的,因此,东北地区产业结构高级化的经济韧性效应可能有别于其他地区,产业结构的高级化转型究竟是增强还是削弱了东北地区经济系统的抗风险能力、恢复力和转型力,需要重新探讨。

现有关于产业高级化主要考察了其影响因素以及中介作用机制。赵文琦[8]发现了能源产业智能化对产业高级化具有显著促进作用,且产业高级化水平越低的地区,智能化提升的正向效应越大。罗君名[9]则运用空间杜宾模型分析发现,数智化对文旅产业高级化具有积极影响。刘京华等[10]通过构建中介效应模型,实证发现产业结构高级化在科技创新抑制碳排放的过程中发挥了中介作用。

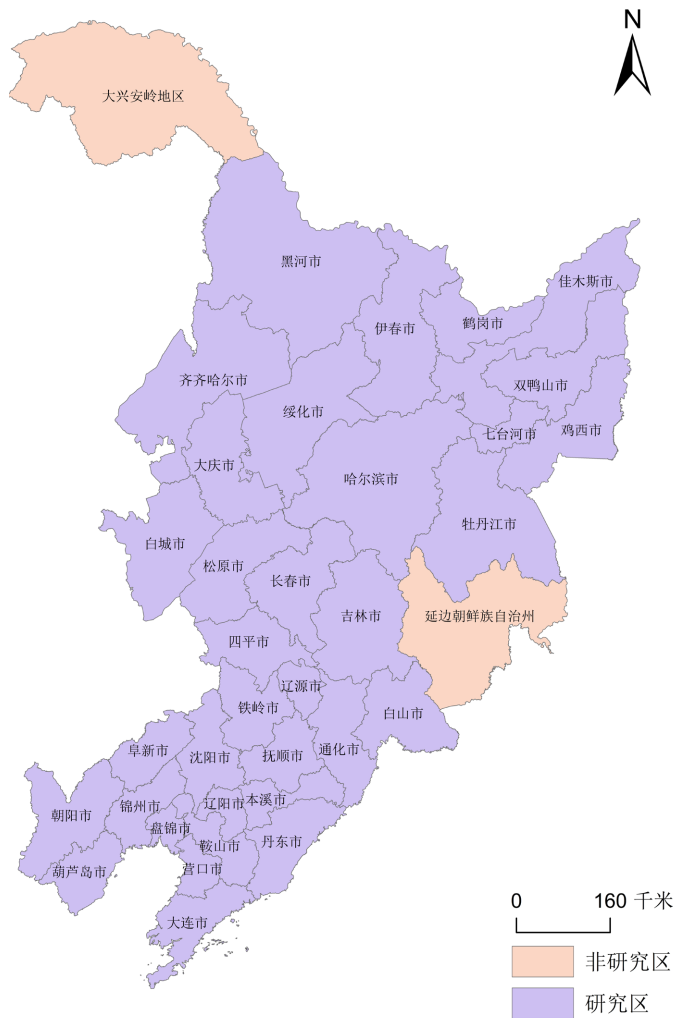
有关经济韧性的研究主要集中于水平测度、时空演化、效应以及影响因素等方面。蒋云正等[11]利用核心变量法测度了省域尺度的经济韧性，进一步探讨了其时空格局、非均衡特征及演化机制。林晓燕等[12]构建了经济韧性的多维指标体系，测算了全国 280 个城市的经济韧性水平，并指出科技创新与市场规模对经济韧性的提升具有核心驱动作用。

关于产业结构高级化和经济韧性二者关系的研究，有学者基于运用双固定效应模型实证了产业结构高级化对长三角地区的经济韧性的影响[13]，但其研究仍然较少，对以东北为代表的传统工业基地，在产业逐渐服务化的过程中，如何影响区域经济系统的韧性，当前研究中仍为空白。

鉴于此，本文以中国东北三省研究对象，在测度东北地区产业结构高级化水平和经济韧性水平的基础上，明晰二者的时空变化格局和空间关联，剖析产业结构高级化的经济韧性的效应，并提出对策建议，为东北地区在转型进程中有效增强经济韧性提供理论依据与参考。

2. 研究区域、数据来源和变量选取

2.1. 研究区域



注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作，底图无修改。

Figure 1. Study area
图 1. 研究区域

东北地区涵盖辽宁省、吉林省和黑龙江三省，共 36 个地级行政单元，基于数据的可获取性，剔除延边朝鲜族自治州和大兴安岭地区，故本文的研究范围为 34 个地级市(图 1)。近年来，东北地区面临人口外流严重，且人口自然增长率低，老龄化程度加深，是我国人口收缩最严重的区域。多个城市还有房屋空置率高、产业结构不合理、营商环境差、经济增长动力不足，经济抗风险能力、恢复能力以及创新转型能力弱问题。

2.2. 数据来源

本文所使用的社会经济数据通过中国经济社会大数据研究平台检索¹得到，为保证面板数据的完整性，部分缺失的数据通过线性插值法填补。

2.3. 变量选取

(1) 被解释变量：经济韧性(ers)

本文借鉴先前研究[14] [15]，遵循科学性、系统性和数据可获取性原则，从恢复与抵抗力、调节与适应力、创新与转型力 3 个维度选取 9 个指标构建测度经济韧性水平的指标体系，具体如表 1 所示。其中，人均 GDP 与城镇化率反映区域经济发展的稳定性；在岗职工平均工资及城镇居民人均可支配收入共同体现区域经济抵御风险的能力。财政自给率与人均社会消费品零售额则表征区域在应对风险时的自我调节与适应能力。此外，科技与教育作为衡量地区创新潜力的关键要素，通过技术和教育支出占地方一般公共预算支出的比重、万人高校在校生数量综合反映区域的创新水平与转型能力。经济韧性水平越高，则经济系统韧性越强。

Table 1. Indicator system for measuring economic resilience

表 1. 经济韧性水平测度指标体系

维度	指标(单位)	计算方法	方向	权重
经济韧性水平	人均 GDP(元)	GDP/年末总人口	+	0.1006
	恢复与抵抗力			
	在岗职工平均工资(元)	直接获取	+	0.0900
	城镇居民人均可支配收入(元)	直接获取	+	0.0686
	城镇化率(%)	城镇人口/行政区面积	+	0.0179
	调节与适应力			
	财政自给率(%)	一般财政公共预算收入/一般财政公共预算支出	+	0.04046
	人均社会消费品零售额(元)	社会消费品零售额/年末总人口	+	0.1116
	创新与转型力			
	科学技术支出占地方一般公共预算支出比重(%)	科学技术支出/一般财政公共预算支出	+	0.3514
	教育支出占地方一般公共预算支出比重(%)	教育支出/一般财政公共预算支出	+	0.0535
	万人高校在校生数(人/万人)	普通高等学校在校大学生数/年末总人口	+	0.1657

(2) 核心解释变量：产业结构高级化指数(isu)

以第三产业增加值与第二产业增加值的比值来衡量，数值越大，表明第三产业增加值越高。

(3) 控制变量

经济韧性受多种因素的影响，本文在模型设定中引入了一系列控制变量，旨在考察影响东北地区经济韧性的其他因素。

¹<https://data.cnki.net/>

① 人口密度(popde): 以单位行政区面积内的年末总人口来衡量, 人口聚集会给经济韧性带来影响, 还通过优化人力资本结构, 促进了信息和知识的快速传播, 催生创新, 促进经济适应长期结构性变化。

② 基本公共服务供给水平(bn): 以万人医疗和卫生机构所拥有的床位数来衡量。基本公共服务供给的均等化有助于缩小区域间的经济韧性差距。

③ 基础设施完善程度(pgv): 以公路年货运量占年末总人口的比重来衡量, 交通等基础设施的不断完善在刺激经济、拉动 GDP 和就业方面作用显著。

④ 生态环境质量(gr): 以建成区绿化覆盖率来衡量, 一个经济系统如果能够通过技术创新和严格监管有效管理环境成本, 其适应能力和长期稳定性就更强。

3. 研究方法

3.1. 熵值法

熵值法是一种客观赋权方法。对比主观赋权法, 其优势在于能够避免人为赋权导致的权重偏差问题。本文采用传统熵值法对 2000~2020 年中国东北地区 34 个城市的经济韧性水平进行测算。具体计算公式详见文献[16]。

3.2. 双变量空间自相关

本文使用双变量空间自相关分析探讨了产业结构高级化与经济韧性水平之间的空间相关性, 剖析个别城市的产业结构高级化是否会对邻近城市的经济韧性产生影响, 包括全局双变量全局空间自相关和双变量局部空间自相关。计算公式为:

$$I_{global} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

$$I_{local} = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})}{S^2}$$

其中, I_{global} 和 I_{local} 分别表示全局双变量莫兰指数和局部双变量莫兰指数, n 为地区总数; w_{ij} 为空间权重矩阵; x_i 和 x_j 分别为 i 和 j 的属性值; 和 S^2 为属性值的均值和方差。

3.3. 空间杜宾模型

空间杜宾模型(SDM)为空间滞后模型(SAR)和空间误差模型(SEM)的组合扩展形式, SDM 同时引入因变量和自变量的空间滞后项, 能够捕捉被解释变量的空间溢出效应和解释变量空间滞后对被解释变量的影响, 更准确地描述空间数据之间的关系[17]。

$$ers_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} ers_{jt} + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{kit} + \lambda_k \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n W_{ij} x_{kjt} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it}$$

式中, ers_{it} 为被解释变量经济韧性水平, i 代表城市, t 为时间, α 为常数项, ρ 为空间自回归系数, x_{kit} 为核心解释变量和一组控制变量。 β_k 为第 k 个解释变量的回归系数, λ_k 为第 k 个解释变量的空间滞后项系数, n 为研究城市总数, K 为解释变量的个数, W_{ij} 为空间权重矩阵, μ_i 、 ν_t 依次为城市个体固定效应与年份时间固定效应, ε_{it} 为随机扰动项。

4. 结果分析

4.1. 产业结构高级化与经济韧性的时空格局

4.1.1. 产业结构高级化的时空格局

研究期间内东北地区 34 个城市经济韧性水平偏中低。2000、2010、2020 年 34 个城市产业结构高级化平均值分别为 0.959、0.794、1.903，2000~2010 年间产业结构高级化指数下降 17.21%，这可能源于此时期内助力工业发展政策的有效落实，东北地区以装备制造、石油化工、资源开采与加工为代表的重化工业的产能重新得以扩张，暂时性地提升了东北地区第二产业的产值。2010~2020 期间产业结构高级化指数增长 139.67%，此时期东北地区产能过剩、资源枯竭等结构性困境，第二产业产值迅速下降，第三产业产值相对上升。

利用 Arc GIS 将其可视化，将产业结构高级化划分为低、中、高三种水平，结果如图 2 所示。2000 年，产业结构高级化的水平整体偏低，低水平和中水平在空间上明显集聚，表明该时期东北地区的产业结构由第二产业向第三产业转型。2010 年，低水平地区的城市进一步扩展，在政策的推动下，第二产业重新成为了东北地区大部分城市的经济支柱。其中，黑河的产业高级化水平最高，该城市的重工业基础较为薄弱，其第三产业增加值的相对高水平由边境商务贸易所驱动。2020，34 个城市的产业结构高级化水平呈现明显的低、中、高水平分化的空间格局，2020 年，东北地区整体产业结构高级化指数有所提升，高水平的城市主要分布在吉林省西部、东南部，黑龙江省大部以及辽宁省部分地区，其中，绥化市最高，盘锦市最低。绥化作为农业主产区，第一产业占比较高，第三产业农产品流通、仓储物流及行政公共服务等传统第三产业维持了基本规模，但现代生产性服务业发育不足。盘锦则凭借一定规模的石油化工工业，使其第二产业增加值长期维持在高水平，因此产业高级化水平相对较低。

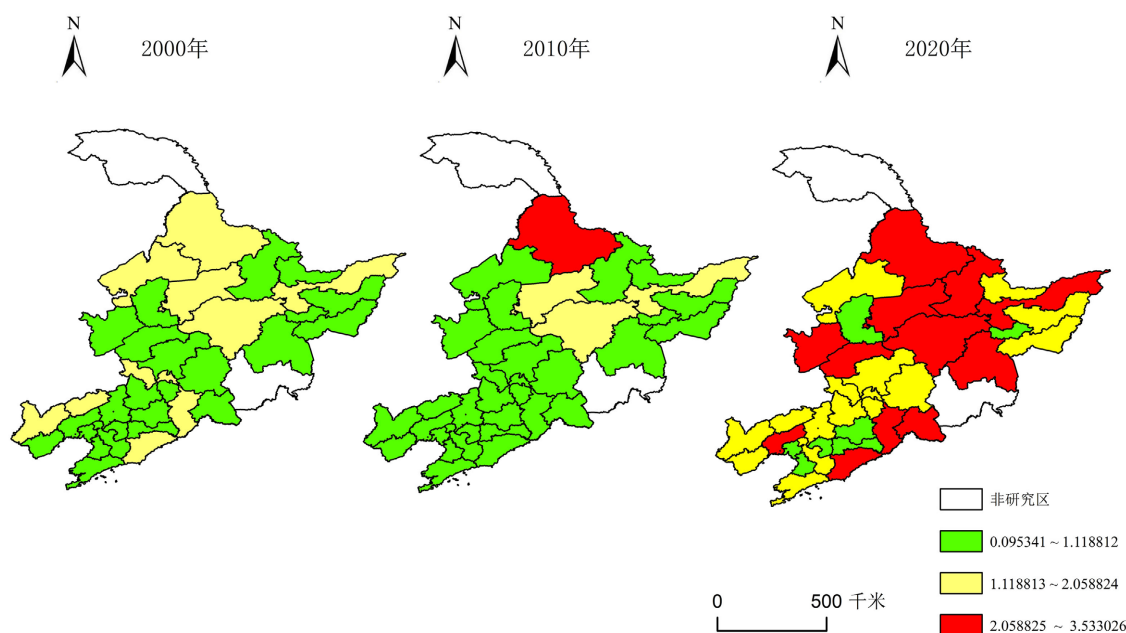


Figure 2. Spatiotemporal patterns of industrial structure upgrading
图 2. 产业结构高级化的时空格局

4.1.2. 经济韧性的时空格局

整体看来，研究期间内东北地区 34 个城市经济韧性水平偏低。2000、2010、2020 年 34 个城市经济

韧性平均值分别为 0.064、0.154、0.277，两段时期内分别增长 140.63%%和 79.87%，2010~2020 年间经济韧性增长速率慢于 2000~2010 年。鹤岗市、伊春市、双鸭山、七台河等资源型城市经济韧性水平严重滞后，其 2020 年经济韧性水平不足沈阳等核心城市的一半。随着资源逐渐枯竭、市场需求下降以及生态保护政策趋严，资源型城市新兴产业培育不足，未能形成新的经济增长点。同时，随着大量青壮年劳动力和高素质人才持续向核心城市和沿海地区流动，进一步削弱了当地的人力资本积累和创新能力，使城市缺乏产业转型所需的人才支撑和市场活力。相比之下，沈阳、大连、长春、哈尔滨等核心城市凭借具有一定技术创新，提升了其经济系统应对外部高风险的能力。

利用 Arc GIS 将其可视化，并将经济韧性水平划分为低、中、高水平，结果如图 3 所示。2000 年，34 个城市韧性水平整体均处于低水平，原因可能是该时期东北地区的新兴产业发展不足，无法有效吸纳从传统工业中释放出的劳动力，经济系统无法分散外部风险。2010 年，34 个城市经济韧性水平的空间格局差异开始显现，辽中南，哈长两大城市群中的大部分城市的经济韧性提升至中等水平，较低的经济韧性水平主要分布在辽宁省和吉林省交界处以及黑龙江省的北部。原因可能是由于在东北地区两大城市群内部完善的交通网络和较强的经济联系进一步提升了区域资源配置效率，而对城市群边缘地区的带动作用有限。2020 年，空间格局差异进一步弱化，东北地区四大核心城市以及大庆市的经济韧性水平均提升至高水平，外围城市均提升到了中等水平。

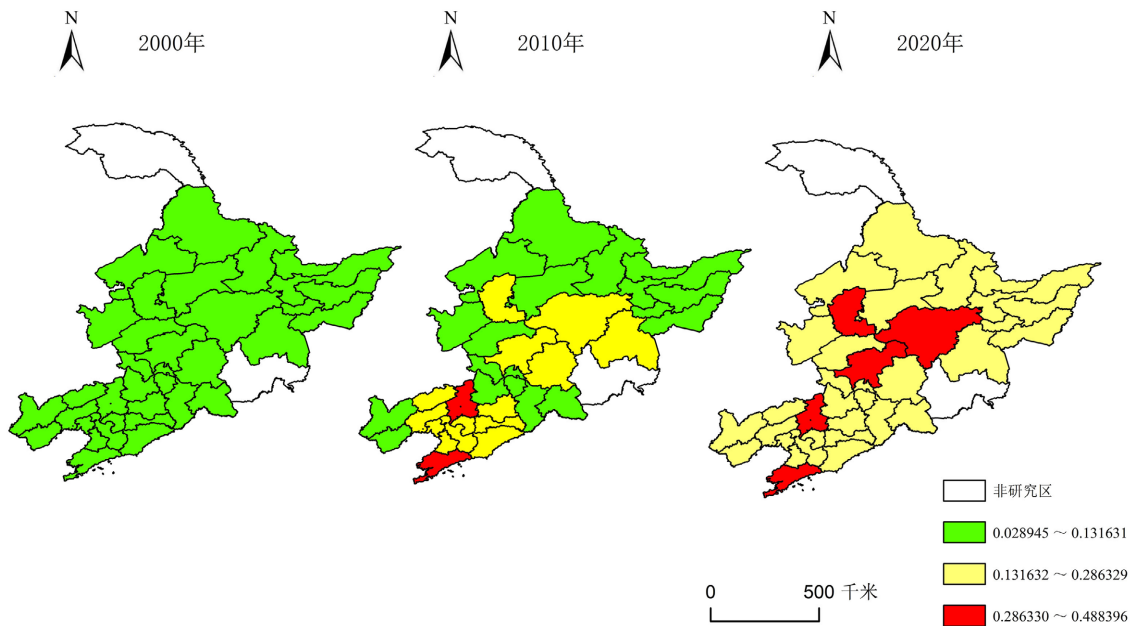


Figure 3. Spatiotemporal patterns of economic resilience
图 3. 经济韧性的时空格局

4.2. 产业结构高级化与经济韧性的空间关联

产业结构高级化与经济韧性的双变量全局莫兰指数如表 2 所示，结果表明，二者的空间关联具有明显的阶段性特征，研究期间内二者的空间关联由空间分散演变为空间负相关。2000 年，产业结构高级化和经济韧性水平的双变量全局莫兰指数分别为-0.107，但未能通过显著性检验，表明此时二者的空间关联较弱，尚未形成明显的空间集聚特征。2010 年，双变量全局莫兰指数为-0.135，并在 1%水平上显著，表明二者在空间上开始呈现负相关特征，即产业结构高级化程度较高城市的周边地区经济韧性相对较低。2020 年，双变量全局莫兰指数为-0.084，并在 5%水平上显著，二者空间负相关程度有所减弱。

Table 2. Bivariate global Moran's I of spatial autocorrelation
表 2. 双变量空间自相关全局莫兰指数

	2000	2010	2020
Moran's I	-0.107	-0.135***	-0.084**
Z-value	-0.5944	-2.7942	-1.8048

注：*，**，***分别代表在 10%，5%和 1%水平上显著。

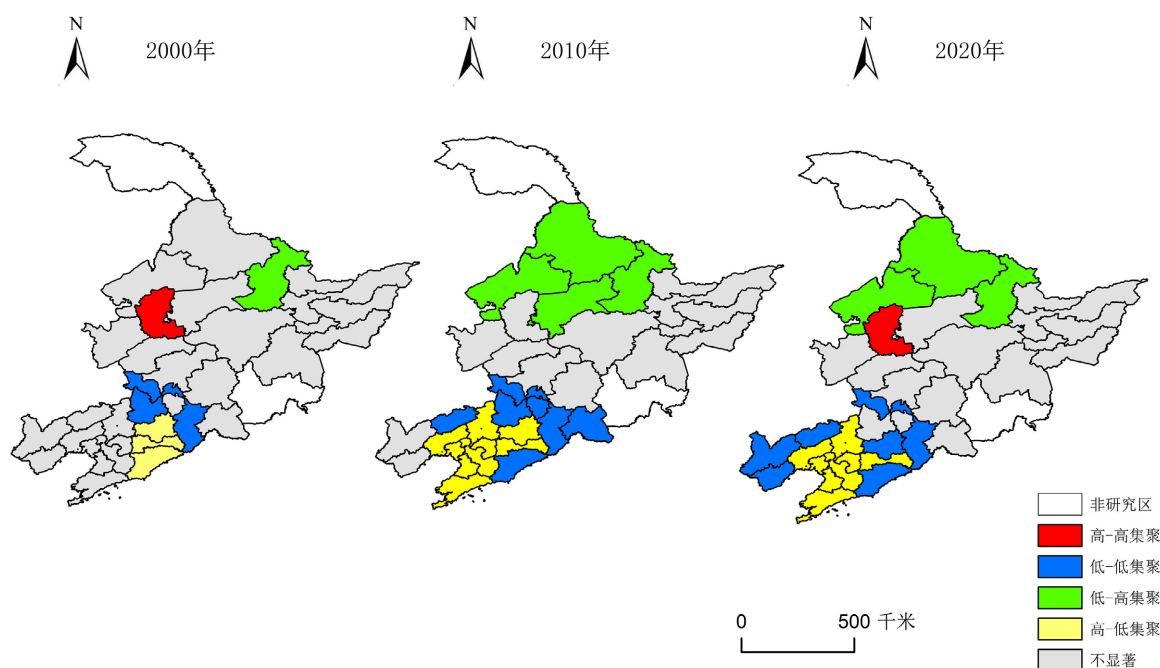


Figure 4. LISA cluster map of bivariate local spatial autocorrelation
图 4. 双变量局部空间自相关 LISA 聚类图

为进一步确认二者聚类关系的空间分布，利用 Arc GIS 绘制双变量局部空间自相关 LISA 聚类图，结果如图 4 所示。2000 年大部分城市为不显著状态，说明这一时期二者空间关联尚未形成稳定的空间格局，整体关联性较弱。其中，大庆为高-高集聚，铁岭、四平、通化为低-低集聚，这 4 个城市的产业结构高级化与经济韧性水平具有同向的空间关联特征。抚顺、本溪、丹东、3 个城市为高-低集聚，说明经济韧性与周边地区的产业结构高级化的空间错位的态势开始出现。2010 年，二者的聚类状态发生了明显的变化，出现低-低、低-高和高-低三种聚类状态，且呈片状分布，低-低集聚状态的城市主要分布在辽宁省西部及其与吉林省的交界地带，包括铁岭、四平、通化、白山等城市，表明这些城市自身的经济韧性水平低，其周边城市的产业结构高级化水平也低。低-高集聚主要分布在黑龙江省西部，包括齐齐哈尔、黑河、绥化等城市，表明这些城市经济韧性水平较低，而周边城市的产业结构高级化水平较高。由于黑龙江西部城市对农业和资源型相关产业的高度依赖，导致周边地区产业结构向第三产业转化时带来的部分优势未能充分转化为本地经济韧性的提升。高-低聚类状态主要分布在辽宁省南部，包括沈阳、大连、鞍山、辽阳等城市，这些城市经济韧性水平较高，但其周边城市的产业结构高级化水平较低。这部分区域依靠核心城市的支撑已经形成较强的经济韧性优势，但这种优势尚未充分带动周边城市实现产业结构同步升级。原因可能是这些城市在长期发展过程中形成了较为完善的产业体系和较强的市场联系，高附加值的现代服务业形成一定规模，因此自身经济韧性较高，但周边部分城市仍然存在传统产业比重较高、现代服务业发

展不足以及产业转型动力不足等问题，使其产业结构高级化水平相对较低。2020 年的空间聚类格局相对稳定，低 - 高和高 - 低两种聚类状态仍占据主导。值得注意的是，大庆由 2010 年的不显著状态转变为高 - 高集聚，当其自身经济韧性水平较高时，其周边城市产业结构高级化水平也较高。这可能是由于大庆重新依托重工业和石油开采与化工业，城市经济系统的抗风险与恢复能力有效增强。

4.3. 空间杜宾模型结果分析

4.3.1. 空间杜宾模型的检验

被解释变量经济韧性水平的莫兰指数检验结果如表 3 所示，结果显示研究期间各年莫兰指数至少在 5%水平上显著，表明经济韧性水平呈现明显的空间聚集状态。空间杜宾模型的相关检验如表 4 所示，LM 检验和 Robust-LM 检验中的统计量至少在 5%水平上显著，拒绝使用空间误差模型和空间滞后模型，选择使用空间杜宾模型。Hausman 检验的统计量在 1%水平上显著，故拒绝随机效应模型，使用固定效应模型。在固定效应 LR 检验中，个体固定效应和时间固定效应的统计量均在 1%水平上显著，因而本文将采取个体时间双向固定效应模型。Wald 检验和 LR 检验的统计量至少在 5%水平上显著，表明空间杜宾模型拒绝退化为空间误差模型和空间滞后模型。因此，本文将采取时间个体双固定的空间杜宾模型来分析东北地区产业结构高级化对经济韧性的空间效应。

Table 3. Moran's I test for economic resilience
表 3. 经济韧性水平的莫兰指数检验

年份	Moran's I	Z 值	年份	Moran's I	Z 值
2000	0.251***	3.417	2011	0.328***	3.798
2001	0.239***	3.265	2012	0.344***	3.995
2002	0.203***	2.867	2013	0.310***	3.887
2003	0.287***	3.362	2014	0.356***	4.051
2004	0.133**	1.991	2015	0.370***	4.062
2005	0.228***	3.236	2016	0.368***	3.837
2006	0.261***	3.567	2017	0.352***	3.800
2007	0.256***	3.536	2018	0.367***	3.838
2008	0.269***	3.696	2019	0.298***	3.815
2009	0.243***	3.367	2020	0.326***	3.256
2010	0.277***	3.809			

注：*，**，***分别代表在 10%，5%和 1%水平上显著。

Table 4. Estimation results of the spatial Durbin model
表 4. 空间杜宾模型检验结果

检验	统计量	检验	统计量
LM_error	234.135***	LR 时间固定	803.42***
RLM_error	206.609***	Wald 误差	115.49**
LM_lag	33.732***	Wald 滞后	130.34***
RLM_lag	6.207**	LR 误差	117.04***
Huasman	67.29***	LR 滞后	127.35***
LR 个体固定	123.36***		

注：*，**，***分别代表在 10%，5%和 1%水平上显著。

为了避免模型构建中选取的变量之间存在共线, 对所选变量进行多重共线性检验, 结果如表 5 所示。各变量方差膨胀因子(VIF)均小于 10, 表明解释变量和控制变量间不存在多重共线性, 表明该空间杜宾模型的变量设定具有合理性。

Table 5. Multicollinearity test
表 5. 共线性检验

变量	isu	popde	bn	pgv	gr
VIF	1.15	1.43	1.39	1.65	1.23

4.3.2. 空间杜宾模型回归结果

空间杜宾模型的回归结果如表 6 所示, 经济韧性的空间自相关系在 1%水平上显著, 表明经济韧性具有正向的空间溢出效应, 本地区经济韧性水平的提升能有效地促进周边地区的经济韧性。产业结构高级化的主效应系数为-0.00719, 且在 1%水平上显著, 表明产业结构高级化对东北地区经济韧性的提升具有抑制作用。

控制变量方面, 人口密度、万人医疗和卫生机构所拥有的床位数、人均公路客运量的回归系数均在 1%水平上显著为正, 表明人口聚集、基本公共服务水平和基础设施均对本地区城市经济韧性水平的提高具有正向推动作用。建成区绿化覆盖率的回归系数在 5%水平上显著为负, 表明生态环境质量的改善会抑制本地区经济韧性。为全面反映变量之间的相互关系, 进一步考察空间效应关系, 本文将使用偏微分的方法将空间杜宾模型分解为直接效应、间接效应和总效应。

Table 6. Regression results of the spatial Durbin model
表 6. 空间杜宾模型回归结果

变量	估计结果	变量	估计结果
isu	-0.00719** (-2.35)	W*isu	-0.00354 (-0.40)
popde	0.000116** (2.23)	W*popde	0.000371*** (3.13)
bn	0.00128*** (6.22)	W*pgv	-0.000162 (-0.24)
pgv	0.000355*** (3.36)	W*bn	0.00437*** (10.36)
gr	-0.000448** (-2.49)	W*gr	0.0000847 (0.18)
Spatial rho		0.434*** (7.76)	
sigma2_e		0.000632*** (18.44)	
N		714	

注: *, **, ***分别代表在 10%, 5%和 1%水平上显著。

4.3.3. 空间杜宾模型的效应分解

Table 7. Decomposition of spatial Durbin model effects
表 7. 杜宾效应分解

变量	直接效应	间接效应	总效应
isu	-0.00759** (-2.26)	-0.0105 (-0.69)	-0.0181 (-1.08)
popde	0.000148*** (2.73)	0.000710*** (3.14)	0.000858*** (3.35)
bn	0.00133*** (6.10)	0.000661 (0.54)	0.00199 (1.49)
pgv	0.000722*** (6.44)	0.00768*** (9.57)	0.00840*** (9.75)
gr	-0.000452** (-2.43)	-0.000154 (-0.19)	-0.000606 (-0.69)

注: *, **, ***分别代表在 10%, 5%和 1%水平上显著。

为进一步考察产业结构高级化的经济韧性空间效应，本文使用偏微分的方法将空间杜宾模型分解为直接效应、间接效应和总效应。结果如表 7 所示，核心解释变量产业结构高级化的直接效应系数为-0.00859，且在 5%水平上显著为正，表明产业结构高级化对东北地区经济韧性的提升具有抑制作用，产业结构高级化每提升 1 个单位，可以使得该城市经济韧性水平下降 0.00859 个单位。原因可能是东北地区产业结构高级化在一定程度上表现为第二产业产值的相对下降与收缩，出现“旧动能退出较快、新动能培育不足”的矛盾，导致经济的抗风险能力降低，从而削弱了该城市经济韧性。间接效应和总效应的回归系数为负，但不显著。表明产业结构高级化对经济韧性的空间溢出作用有限。

控制变量方面，人口密度对经济韧性的直接效应、间接效应和总效应为正且显著，表明人口聚集对本地区、周边地区和东北地区整体的经济韧性水平具有促进作用。这主要源于人口集聚能够形成明显的规模经济；扩大大地市场规模；促进资本、技术和信息的流动；降低企业生产和交易成本，增强城市抵御冲击、风险和恢复经济可持续增长的能力。此外，东北地区城市之间联系较为紧密，人口集聚程度较高的城市能够通过劳动力流动、消费需求扩散等渠道，从而将提升经济韧性的优势要素传递至周边地区。万人医疗和卫生机构所拥有的床位数对经济韧性的直接效应分别在 1%显著为正，但间接效应和总效应不显著。较完善的基本公共服务能够提高本地区居民的文化和健康水平，改善城市居民的预期，并在面对经济冲击时发挥一定的保障和风险缓冲作用，增强城市经济系统的抗冲击和恢复能力。人均公路货运量对经济韧性的直接效应、间接效应和总效应的回归系数均在 1%水平上显著为正，表明基础设施完善程度的提高可以促进本地区、周边地区和东北地区整体经济韧性水平的提高。一方面，基础设施完善程度的提高意味着单位人口所承载的物资流通能力增强，这有助于降低运输成本、缩短供应链响应周期，并在极端气候频发的条件下保障生活与生产物资的应急调配，从而强化本地区经济系统抵御外部冲击的基础供给韧性。另一方面，公路等基础设施作为区域间要素流动的关键载体，弱化地理空间距离对产业链协同的制约，促进了城市间在生产活动中的协作，进而通过空间溢出效应带动周边地区经济活力和抗风险能力的同步提升。建成区绿化覆盖率的直接效应回归系数在 5%水平上显著为负，间接效应和总效应的回归系数不显著，表明生态环境质量的提高会抑制本地区经济韧性的发展。原因可能是在东北地区城市在经济增长乏力的约束条件下，较高的绿化覆盖率往往伴随着较大的维护成本和财政支出压力，对公共财政产生了挤出效应，从而抑制了经济韧性水平的提高。

4.3.4. 稳健性检验

本文通过替换空间权重矩阵对空间杜宾模型进行稳健性检验，结果如表 8 所示。在不同空间权重下核心解释变量产业结构高级化对经济韧性的直接效应、间接效应和总效应在作用方向和显著性水平上未发生实质性变化，进一步印证了本文核心结论具有较强的稳健性。

Table 8. Robustness test results
表 8. 稳健性检验

变量	直接效应	间接效应	总效应
isu	-0.00801** (-2.13)	-0.00573 (-0.51)	-0.0125 (-1.00)
Spatial rho		0.439*** (8.76)	
sigma		0.000574*** (18.37)	
2_e			
N		714	

注：*，**，***分别代表在 10%，5%和 1%水平上显著。

5. 结论

本文以东北地区为研究对象，测度了东北地区产业结构高级化和经济韧性水平的基础上，分析了二

者的时空格局变化与空间关联,剖析产业结构高级化的经济韧性效应,并挖掘了一些影响经济韧性的潜在因素。研究结果表明:(1)东北地区34个城市产业结构高级化水平呈先降后升的波动变化,空间上由2000年和2010年的低、中水平集聚向2020年的低、中、高水平明显分化的空间格局;经济韧性水平总体偏低,但持续提升趋势,空间上经济韧性由2000年的整体处于低水平逐渐演变为2020年的核心城市处于高水平,其他城市处于中等水平空间格局。(2)双变量全局莫兰指数表明研究期间内二者的空间关联由空间分散演变为空间负相关。双变量局部莫兰指数表明研究期间二者局部空间集聚特征以“低-高”和“高-低”集聚为主。(3)空间杜宾模型结果分析表明,东北地区产业结构高级化会对城市自身的经济韧性产生显著抑制作用,但其空间溢出作用不显著。

6. 建议与不足

6.1. 建议

根据研究结果,结合东北地区实际,提出以下政策建议:(1)东北地区应立足当前的实际,未来产业政策应更加注重产业升级的质量而非产业规模的扩张,防止工业进一步收缩,构建工业与服务业相互促进、协同发展的现代产业体系。推动装备制造、汽车制造、石油化工等优势产业向高端化、智能化方向转型升级的同时,加快培育研发设计、现代物流、科技服务、软件信息、数字金融等现代生产性服务业,提高产业体系的稳定性和抗风险能力。(2)强化创新驱动对产业结构和经济韧性的支撑作用。充分发挥高校、科研院所和创新平台的资源优势,建立健全对高层次人才的吸引政策,促使关键核心技术和科技成果本土化转化,不断提升东北地区的自主创新能力,为东北地区经济系统的创新与转型力的提升提供条件。

6.2. 不足与展望

本文在测度剖析东北地区产业结构高级化和经济韧性时空格局的基础上,分析了二者的空间关联,以及产业结构高级化对经济韧性的影响。但仍存在一定不足。首先,基于数据的可获取性原则,未能对更长时间序列数据开展动态分析,以此来解释产业结构高级化对经济韧性的长期效应。其次,产业结构高级化的测度方法仍有完善空间,未来可结合多源数据和新手段,提高测度的科学性和准确性。最后,有关产业结构的经济韧性效应未来可细化至县域尺度,详细揭示单元内部的异质性。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Martin, R. (2011) Regional Economic Resilience, Hysteresis and Recessary Shocks. *Journal of Economic Geography*, 12, 1-32. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019>
- [3] 乔榛, 路兴隆. 新中国70年东北经济发展: 回顾与思考[J]. 当代经济研究, 2019(11): 5-12, 113.
- [4] 魏后凯, 王颂吉. 中国“过度去工业化”现象剖析与理论反思[J]. 中国工业经济, 2019(1): 5-22.
- [5] 刘海军, 张超, 闫莉. 东北振兴二十年历程与新时代推动东北全面振兴[J]. 改革, 2023(9): 53-66.
- [6] 李诚固. 东北老工业基地衰退机制与结构转换研究[J]. 地理科学, 1996(2): 106-114.
- [7] 褚敏, 踪家峰. 政府干预、金融深化与经济结构转型——基于“新东北现象”的考察[J]. 中国软科学, 2018(1): 63-76.
- [8] 赵文琦. 能源产业智能化发展能否提升产业高级化水平[J]. 商业观察, 2026, 12(4): 79-83.
- [9] 罗君名. 数智化对海南文旅产业高级化的作用机理及空间效应[J]. 海南师范大学学报(社会科学版), 2026, 39(2): 153-164.
- [10] 刘京华, 武嘉懿, 方忠. 科技创新、产业结构高级化与碳减排——来自中国省级面板的证据[J]. 经济研究参考, 2026(3): 98-119.

- [11] 蒋正云, 刘庆芳, 宋金平. 中国区域经济韧性的格局特征及演化机制[J]. 经济地理, 2023, 43(6): 1-12.
- [12] 林晓燕, 杨莹, 方基凤. 中国城市经济韧性测度及空间演化研究: 以 280 个地级及以上城市为例[J]. 北京城市学院学报, 2023(6): 25-33.
- [13] 尹正, 曹可盈. 长三角地区产业结构高级化对城市经济韧性的影响[J]. 常州工学院学报, 2025, 38(4): 51-58.
- [14] 黄琼, 崔子怡. 中国城市韧性发展水平测度、差异分解与动态演变及障碍因子识别[J]. 统计与决策, 2023, 39(13): 106-111.
- [15] 薛晨浩, 白永平, 王生鹏. 基于多维评价方法的沿黄地区经济韧性时空分异规律[J]. 干旱区地理, 2025, 48(6): 1103-1114.
- [16] 李萌, 刘皓, 史聆聆, 等. 基于熵值法的城市生态经济综合评价体系构建及江苏省评价研究[J]. 生态经济, 2022, 38(8): 68-71, 87.
- [17] Zhu, Y., Xu, Y. and Yin, S. (2024) How Does Digital Technology Innovation Drive Synergies for Reducing Pollution and Carbon Emissions? *Sustainable Cities and Society*, **116**, Article ID: 105932.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105932>