

张学波, 何志浩, 于伟, 等. 城市群空间结构对经济韧性的影响 [J]. 地理科学, 2025, 45(5): 1014-1025. [Zhang Xuebo, He Zhihao, Yu Wei et al. Impact of spatial structure of urban agglomerations on economic resilience. Geographical Science, 2025, 45(5): 1014-1025.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.20240367; cstr: 32176.14.geoscience.20240367

城市群空间结构对经济韧性的影响

张学波^{1,2}, 何志浩¹, 于伟^{1,2}, 郭付友^{1,2}, 赵林^{1,2}

(1. 曲阜师范大学地理与旅游学院, 山东 日照 276826; 2. 曲阜师范大学黄河生态研究院, 山东 曲阜 273165)

摘要: 以中国 15 个城市群多年份数据为样本, 在测度并分析城市群空间结构特征和经济韧性水平的基础上, 借助双向固定效应模型和中介效应模型检验并剖析城市群空间结构对经济韧性的影响机制。结果表明: ①中国 15 个城市群的空间结构整体呈微弱的单中心化趋势。②研究期内各城市群的经济韧性存在较大差距, 东部沿海地区城市群的经济韧性水平总体高于内陆地区城市群。③城市群空间结构对经济韧性的影响呈现显著的线性负相关关系, 说明当城市群空间结构多中心化有利于经济韧性的提升。④效应模型显示, 产业结构升级在城市群空间结构影响经济韧性的过程中起到间接中介作用。异质性分析表明, 相较于高等级发展阶段城市群, 中等级和低等级发展阶段城市群的多中心化更有利于其经济韧性提升; 多中心结构在城市群经济韧性水平较高时对于其经济韧性的提升效应更为明显。

关键词: 城市群; 经济韧性; 产业结构升级

中图分类号: F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2025)05-1014-12

城市群是区域各城市经济社会密切联系并发展到高级阶段的空间形态, 城市群空间结构是城市群发育程度与演化过程的关键反映^[1]。伴随着经济水平的提升、交通网络的完善和信息技术的发展, 城市群空间结构往往呈现出由单中心向多中心演化的趋势, 一体化水平进一步提升, 城市群系统性优势和整体功能得以更好地发挥^[2]。但是, 不同空间结构特征的城市群经济韧性往往存在差异。那么城市群空间结构与经济韧性是否存在关联, 这一理论问题有待探究。当前, 城市群既是中国构建新发展格局引领经济发展的重要载体, 也是应对不确定性外部冲击的缓冲垫^[3]。在不确定性语境下, 研究城市群空间结构对经济韧性的影响, 对提升城市群抗风险能力、促进城市群经济稳定发展具有现实参考意义。

城市群空间结构对经济韧性的影响可从对经济增长的影响中得到启示, 目前研究主要聚焦于何种空间结构的城市群具有更好的经济绩效。学界针对城市群空间结构的单中心和多中心 2 种类型开展深入研究, 得到显著差异的结论。一种观点认为, 单中心空间结构更有利于城市群经济发展。单中心空间结构有利于城市群中心城市获得规模经济和集聚经济, 成长为增长极并通过知识外溢、产业分工等途径带动城市群整体经济增长^[4], 而多

收稿日期: 2024-04-23; **修订日期:** 2024-08-09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42071150, 42471192)、山东省泰山学者青年专家计划 (tsqn202306183)、山东省社会科学规划研究项目 (24CGLJ15)、山东省自然科学基金项目 (ZR2024MD041) 资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (42071150, 42471192), Taishan Scholars Youth Expert Support Plan of Shandong Province (tsqn202306183), Social Science Foundation of Shandong (24CGLJ15), Natural Science Foundation Project of Shandong Province (ZR2024MD041).]

作者简介: 张学波 (1982—), 男, 山东冠县人, 教授, 博导, 主要研究方向为城市与区域发展。E-mail: xuebozhang@126.com

通信作者: 何志浩。E-mail: hezhihao2022@126.com

中心空间结构不仅会带来较高的交通成本,还可能导致生产要素分散,不利于城市群获得规模经济效益^[5]。另一种观点认为,多中心空间结构更有利于带动城市群经济发展。随着人口和资源要素不断向中心城市集聚,单中心城市群往往会出现“拥堵效应”等集聚不经济现象^[6-7],即规模经济带来的正外部性低于集聚经济的负外部性带来的成本。因此,城市群空间结构由单中心向多中心转型被视为缓解集聚不经济、提升城市群整体经济效率的有效途径^[8]。此外,有研究发现,城市群空间结构与经济增长之间存在非线性关系^[9]。

虽然学界在城市群空间结构与经济增长的关系上尚未达成一致的结论,但城市群空间结构对其经济发展有着深刻影响,为探究城市群空间结构对经济韧性的影响奠定了基础。一方面,已有研究评价经济韧性水平高低主要以经济增长波动为依据;另一方面,经济体量越大的经济体在面临冲击时更具抵抗力,且冲击过后恢复周期更短^[10]。另外,相关研究表明,省域多中心空间结构和城市多中心空间结构对经济韧性有显著的促进作用^[10-11]。既然城市空间结构和省域空间结构可对经济韧性产生影响,那么城市群空间结构是否会对经济韧性产生影响?如果城市群空间结构能够对经济韧性产生影响,其影响机制是什么?城市群空间结构趋向单中心化还是多中心化更有利于提升城市群经济韧性?需要进一步关注及探讨。基于此,本文选取中国 15 个城市群作为研究样本,在测度其经济韧性水平与空间结构指数的基础上,实证检验城市群空间结构对经济韧性的影响,以期为中国城市群发展规划与经济韧性提升提供理论参考。

1 理论分析与研究假设

1.1 城市群空间结构对经济韧性的影响

经济韧性反映了经济系统面对外界冲击时展现出的一种抵御、调整和恢复发展的能力,受到要素的集聚程度、配置效率以及由此产生的产业结构优化升级等因素的影响^[11]。而城市群空间结构的形成与演化,正是城市群内部要素集聚与分散交互作用的结果^[12]。由此,本文借鉴集聚经济理论来探讨城市群空间结构对经济韧性的影响。

单中心结构城市群内部的中心城市往往有显著的成本和区位优势,人才、资金等要素向其持续集聚,对外围城市产生巨大的“虹吸效应”。一方面,要素的过度集聚通过“拥堵效应”等负外部性削弱城市群的规模经济效益。另一方面,城市群形成“中心-边缘”结构,导致城市群内部悬殊的经济差距,出现“马太效应”,城市群内部资源错配、无序竞争等问题愈加凸显,不利于抵抗外部冲击能力的形成^[13],即城市群整体经济韧性不高。相比之下,多中心结构城市群能疏解中心城市的拥堵效应,推动要素在城市群内部协调配置、整合开发与高效利用,在整体上形成更大规模的集聚经济。多中心结构的城市群拥有多个中心城市或副中心城市,对周边城市经济要素发挥着组织分流的功能^[14],有利于整体上实现规模经济。其次,多中心结构能促进城市群内部城市间经济要素的高效流动和优化配置,形成城市间相对均衡的分布态势,城市间的经济差距保持在合理区间,中小城市能借助大城市的带动作用推动自身发展,实现城市群整体上经济效率提升,增强经济体抵抗力、恢复力与创新力,由此,多中心结构的城市群借助整体上较大的经济规模和较高的经济效率提升自身应对不确定性冲击的经济韧性。基于此,提出假设 1:城市群空间结构对经济韧性的影响呈线性负相关关系,即城市群空间结构的多中心化有利于经济韧性提升。

1.2 城市群多中心空间结构影响经济韧性的机制

相比单中心结构,多中心结构能够降低行政边界的壁垒效应,有利于城市群内部经济要素的高效流动和信息技术的快速传播,从而促进城市间产业结构的协同升级^[10,15-16],形成协作水平更高、更加专业化和多样化的产业结构,有助于城市群摆脱路径锁定,提升城市

群经济韧性。一方面,产业结构升级带来多样化的产业结构,不仅能分化系统风险,降低外部冲击力度,还能丰富城市群经济系统在恢复期的路径选择^[17]。另一方面,产业结构层次越高,区域经济系统运行越平稳,受到外部冲击后恢复的周期则越短^[10,18]。综上,城市群产业结构升级不仅能够增强经济系统运行的稳定性,而且使城市群经济系统在冲击过后具备更强的恢复和调整能力。基于此,提出假设 2:多中心空间结构城市群有利于产业升级,提升城市群应对外部冲击的抵抗力和恢复力,提高城市群经济韧性水平。

新经济地理学认为,在多中心结构的城市群内,中小城市有更多机会分享大城市的创新资源,获得正向创新溢出,提升自身创新水平^[19]。其次,多中心空间结构有助于城市间创新网络的建立,中小城市能够获得大城市知识的溢出效应,进而提升其创新能力和创新效率^[19]。此外,多中心结构增强了城市间的创新竞争,激发了城市的创新活力,提升了城市群整体的创新能力^[20]。一般来说,创新能力越强的地区创造新发展路径的能力越强,从而使得城市群更具韧性^[21-22]。由此,多中心结构从创新能力视角强化了城市群在遭受冲击后探索更优路径的内生动力。基于此,提出假设 3:多中心结构的城市群有利于提升创新能力,进而提高城市群经济韧性水平。

2 研究方法 with 数据

2.1 变量选取

1)核心解释变量。本文的核心解释变量为城市群空间结构指数(*poly*)。常住人口是城市群基本的构成要素和经济要素,是衡量城市规模进而刻画城市群空间结构特征的重要指标^[23]。因此,本文使用常住人口计算城市群空间结构指数。

赫芬达尔指数通常用于衡量产业集中度水平,被广泛用来表征城市群空间结构的单中心-多中心程度,通过多年份的变化反映城市群单中心或多中心趋势。为消除城市群内部城市数量对空间结构测算的影响,运用标准化的赫芬达尔指数进行测算^[24]。

2)被解释变量。被解释变量为城市群经济韧性水平(*res*)。城市群作为区域经济发展的重要载体,其经济系统受到诸多因素的影响。因此,运用综合指标法对城市群经济韧性进行评价。参考既有相关研究^[25-27],将城市群经济韧性分为抵抗力、恢复力和创新力 3 个维度,构建综合评价指标体系(表 1)。首先,对所有指标进行标准化处理;其次,采用熵值法对所有指标进行赋权;最后,得到城市群经济韧性。

3)控制变量。本文选取可能影响城市群经济韧性的变量作为控制变量,具体包括:政府干预水平(*gov*),具体为财政支出与地区生产总值之比;外资利用程度(*ufc*),使用实际利用外资金额与地区生产总值之比来表征;通信基础设施(*commi*),使用每万人移动电话用户数来表征;人口密度(*hum*),具体为常住人口与土地面积之比。

4)中介变量。产业结构升级(*instr*)是第一个中介变量,使用三次产业产值占比的相对变化进行刻画^[28]。首先,按照将第一产业、第二产业、第三产业从低到高顺序赋权,其次乘以各自产值占总产值的比重,最终得到产业结构升级指数。第二个中介变量为创新能力(*inno*),采用专利授权数来表示。

2.2 模型构建

基于理论分析与研究假设,为验证城市群空间结构对经济韧性的影响,构建如下基准回归模型:

$$res_{it} = c + \beta poly_{it} + \alpha x_{it} + v_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中, res_{it} 表示城市群 i 在 t 年的经济韧性值; $poly_{it}$ 表示城市群 i 在 t 年的空间结构指数; x_{it} 表示其他可能影响城市群经济韧性的控制变量; δ_i 表示城市群固定效应; v_t 表示时间固

表 1 城市群经济韧性评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of economic resilience of urban agglomeration

目标层	准则层	指标层	单位	指标解释
城市群经济韧性水平	抵抗力	人均GDP	元	经济基础
		进出口总额/GDP	%	贸易依存度
		年末人均储蓄余额	元	居民抗风险能力
		城镇登记失业率	%	企业抗风险能力
		泰尔指数		产业结构合理程度
	恢复力	人均固定资产投资额	元	投资规模
		社会消费品零售总额/GDP	%	市场规模
		财政收入/财政支出	%	财政自给能力
		年末金融机构存贷款比	%	金融发展质量
	创新力	科技支出/财政支出	%	科技投入
		每万人普通高等学校在校学生数	人	创新潜力
		教育支出/财政支出	%	教育事业投入
		流动资产合计/GDP	%	要素流动投资水平
		第三产业增加值/第二产业增加值	%	产业结构高级化水平

定效应; ε_{it} 表示随机扰动项; c 为常数项; α 为控制变量参数; β 为待估参数。

为检验城市群空间结构影响经济韧性的机制,借鉴最新研究成果^[29],本文采用四段式中介效应检验方法,在此基础上并通过 Sobel 检验和 Bootstrap 检验对回归结果做进一步判断,以增强机制检验的完备性和可信度^[29]。构建如下机制检验模型:

$$M_{it} = c + \beta_1 poly_{it} + \alpha x_{it} + \nu_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$res_{it} = c + \beta_2 M_{it} + \alpha x_{it} + \nu_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$res_{it} = c + \beta_3 poly_{it} + \beta_4 M_{it} + \alpha x_{it} + \nu_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中, M 为中介变量; β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 为待估参数。

2.3 数据来源

根据国家“十四五”规划中提出的城市群名单(https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm),在确保数据可获取的前提下,结合 2008 年和 2012 年发生的全球金融危机这一类型外部冲击,最终选取 15 个城市群(哈长、辽中南、京津冀、中原、晋中、兰西、宁夏沿黄、关中平原、山东半岛、长江中游、成渝、长三角、珠三角、北部湾、海峡西岸)作为研究样本,研究时段为 2009—2019 年。数据主要来源于 2009—2020 年各市的统计年鉴^①、国民经济与社会发展统计公报(<http://www.gov.cn/shuju/index.htm>)。

3 城市群空间结构及经济韧性测度与分析

3.1 城市群空间结构的测度与分析

对 2009—2019 年中国 15 个城市群的空间结构演变特征进行分析,将 15 个城市群每年的空间结构指数取均值(表 2)。研究期内城市群空间结构指数均值从 2009 年的 0.061 1

① <https://data.cnki.net/> [2023-08-16]

增长至 2019 年的 0.0758, 呈现逐年增长的趋势, 表明中国 15 个城市群的空间结构整体呈现微弱的单中心化趋势, 但单中心演化的速度较为缓慢, 总体较为稳定。

3.2 城市群经济韧性的测度与分析

表 3 显示, 中国城市群经济韧性水平差距较大。借鉴相关研究对城市群区域的划分^[30], 总体上东部沿海地区城市群的经济韧性高于内陆地区城市群。具体来看, 经济韧性均值排名前 2 位的城市群为长三角和珠三角城市群, 均值排名后 2 位的城市群分别为成渝和中原城市群。

相比长三角、珠三角城市群, 经济韧性较小的中原、成渝城市群经济体量小, 产业结构高级化程度较低, 且存在科技创新能力较弱等状况。从城市群经济韧性增长率来看, 成渝、长江中游和中原城市群的增长率高于其他城市群, 这可能与中部崛起、西部(东中西部地区划分依据参考国家统计局关于三大地带标准, <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=E0103>)大开发等区域协调发展战略的深入实施有关。

表 2 2009—2019 年中国城市群空间结构指数均值

Table 2 Mean spatial structure index of urban agglomerations in China from 2009 to 2019

年份	城市群空间结构指数	年份	城市群空间结构指数
2009	0.0611	2015	0.0693
2010	0.0640	2016	0.0709
2011	0.0656	2017	0.0737
2012	0.0662	2018	0.0747
2013	0.0672	2019	0.0758
2014	0.0679		

表 3 2009—2019 年中国城市群经济韧性测度结果及排序

Table 3 Result and ranking of economic resilience of urban agglomerations in China from 2009 to 2019

排名	城市群	城市群经济韧性均值	排名	城市群	增长率/%
1	长三角	0.507	1	成渝	85.59
2	珠三角	0.504	2	长江中游	60.72
3	山东半岛	0.489	3	中原	51.88
4	京津冀	0.482	4	山东半岛	42.00
5	晋中	0.480	5	长三角	38.41
6	兰西	0.419	6	京津冀	34.06
7	辽中南	0.405	7	珠三角	34.04
8	北部湾	0.378	8	兰西	30.75
9	哈长	0.368	9	北部湾	30.28
10	海峡西岸	0.362	10	海峡西岸	29.18
11	长江中游	0.349	11	关中平原	20.89
12	宁夏沿黄	0.337	12	宁夏沿黄	19.77
13	关中平原	0.334	13	辽中南	17.35
14	成渝	0.306	14	哈长	16.72
15	中原	0.292	15	晋中	7.97

4 城市群空间结构对经济韧性影响的实证分析

4.1 基准回归结果

城市群空间结构对经济韧性的影响呈现显著的线性负相关关系。如表 4 所示, 在依次加入控制变量后, 城市群空间结构指数的估计系数仍显著为负。列(4)中城市群空间结构

表 4 城市群空间结构影响经济韧性的基准回归结果

Table 4 Baseline regression result of the impact of spatial structure of urban agglomerations on economic resilience

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>poly</i>	-0.508 ^{**} (-1.99)	-0.619 ^{**} (-2.59)	-0.640 ^{***} (-2.63)	-0.627 ^{**} (-2.55)
<i>gov</i>	-0.788 ^{***} (-5.61)	-0.864 ^{***} (-6.55)	-0.865 ^{***} (-6.54)	-0.863 ^{***} (-6.50)
<i>ufc</i>		0.839 ^{***} (4.71)	0.855 ^{***} (4.70)	0.860 ^{***} (4.70)
<i>commi</i>			-0.005(-0.46)	-0.005(-0.52)
<i>hum</i>				-0.015(-0.41)
常数项	0.479 ^{***} (17.69)	0.475 ^{***} (18.81)	0.518 ^{**} (5.44)	0.610 ^{**} (2.49)
R^2	0.824	0.849	0.849	0.849
城市群固定	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是

注:括号内的数值为*t*值;***、**、*分别表示在1%,5%,10%的水平上显著;*poly*为空间结构指数;*gov*为政府干预水平;*ufc*为外资利用程度;*commi*为通信基础设施;*hum*为人口密度;空白项为无数据,样本量为165。

指数的估计系数为-0.627,且在5%的水平下显著,表明研究期内城市群空间结构单中心化程度的提高不利于城市群经济韧性的提升,说明城市群空间结构趋向多中心时能够提升经济韧性,假设1得到初步证实。其原因在于,城市群人口及经济活动的过度集中,可能带来要素配置效率较低,资源错配、无序竞争等问题突出,进而导致城市群内部经济发展差距扩大,出现“极化效应”,不利于城市群经济韧性提升。相反,多中心空间结构有助于培育更多的经济中心,多层次的中心城市协同配合,形成合理有序的联系网络,城市群内部城市间实现经济互利和资源共享,不仅带动了外围地区的发展,而且提高了城市群整体的经济效率,实现城市群规模经济效益的最大化,从整体上提升了城市群经济韧性。

4.2 稳健性检验

1) 更换变量。表5中,列(1)采用首位度指数替换原核心解释变量进行回归,计算过程见文献[31]。列(2)采用核心变量法^[17]测度的城市群经济韧性替换原被解释变量进行回归,如公式(5~7)所示。结果表明,城市群空间结构指数的估计系数均显著为负,说明本文

表 5 城市群空间结构影响经济韧性的稳健性检验估计结果

Table 5 Robustness test estimation result of the impact of spatial structure of urban agglomerations on economic resilience

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>poly</i>	-0.552 ^{***} (-3.60)	-10.528 [*] (-1.70)	-0.803 ^{***} (-2.77)	-0.933 ^{**} (-2.15)
<i>gov</i>	-0.756 ^{***} (-5.92)	-19.315 ^{***} (-5.77)	-0.676 ^{***} (-3.64)	-0.607 ^{***} (-3.00)
<i>ufc</i>	0.908 ^{***} (5.04)	15.299 ^{***} (3.32)	0.954 ^{***} (4.84)	0.999 ^{***} (4.22)
<i>commi</i>	-0.002(-0.15)	0.006(0.02)	-0.009(-0.74)	-0.013(-0.46)
<i>hum</i>	-0.037(-1.04)	1.874 ^{**} (2.02)	0.010(0.25)	0.015(0.23)
常数项	0.771 ^{***} (3.15)	-7.722(-1.25)	0.469 [*] (1.80)	0.624(1.07)
样本量	165	165	132	120
R^2	0.856	0.437	0.815	0.967
城市群固定	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是

注:括号内的数值为*t*值;***、**、*分别表示在1%,5%,10%的水平上显著;*poly*为空间结构指数;*gov*为政府干预水平;*ufc*为外资利用程度;*commi*为通信基础设施;*hum*为人口密度。

基准回归结果是稳健的。

$$res_{it} = (\Delta x_i - \Delta E) / |\Delta E| \quad (5)$$

$$\Delta x_i = x_{it} - x_{it-1} \quad (6)$$

$$\Delta E = [(E_{nt} - E_{nt-1}) / E_{nt-1}] x_{it-1} \quad (7)$$

式中, res_{it} 表示城市群 i 第 t 年的经济韧性; Δx_i 为城市群 i 的实际地区生产总值运行情况; ΔE 为以全国的实际国内生产总值为基础, 预测得出的城市群 i 的地区生产总值运行情况; x_{it} 表示城市群 i 在 t 时期的实际地区生产总值; x_{it-1} 表示城市群 i 在 $t-1$ 时期的实际地区生产总值; E_{nt} 与 E_{nt-1} 分别表示 t 时期和 $t-1$ 时期全国的实际国内生产总值; $res_{it} > 0$ 时, 表示城市群的经济韧性高于全国经济韧性平均水平; $res_{it} < 0$ 时, 表示城市群的经济韧性低于全国经济韧性平均水平。

2) 样本和内生性检验。首先, 本文剔除包含直辖市的城市群样本再次进行检验, 结果见表 5 列(3)。其次, 考虑到城市群空间结构与经济韧性之间可能存在内生性问题, 本文将核心解释变量的滞后 3 期作为工具变量, 采用两阶段最小二乘法(2SLS)^[32] 进行估计, 结果见表 5 列(4)。结果表明, 城市群空间结构指数的估计系数均显著为负, 再次印证了基准回归结果和假设 1 的成立。

4.3 中介效应机制检验

为检验假设 2 和假设 3, 本文采用四段式中介效应检验方法^[29] 进行检验(表 6)。列(1)为城市群空间结构影响经济韧性的总效应。列(2)中城市群空间结构指数的估计系数显著为负, 说明城市群空间结构的多中心化可以显著促进城市群产业结构升级。列(3)为产业结构升级对经济韧性的影响, 其在 1% 的水平上显著为正, 说明产业结构升级能够显著促进城市群经济韧性的提升。列(4)为城市群空间结构与产业结构升级同时纳入经济韧性的决定因素模型的估计结果, 产业结构升级在 1% 的水平上显著为正, 而城市群空间结构的显著性水平相比总效应有所下降, 表明产业结构升级是城市群多中心空间结构推动城市群经济韧性提升的重要机制。Sobel 检验显示其 Z 统计量为 -2.176, 在 5% 水平上显著; Bootstrap(1000 次)抽样检验显示, 置信度为 95% 的中介效应置信区间不包含 0, 说明中介效应检验结果有效, 假设 2 成立。同理, 结合列(5)(6)(7)结果, 可得出创新能力的中介效应不存在。在此基础上, 本文进行了 Sobel 检验和 Bootstrap(1000 次)抽样检验, 结果显示创新能力并不发挥中介作用。因此, 假设 3 不成立。可能的原因在于, 专利在授权过程中通常在程序上需要较长的审批时间, 在时间上具有一定的滞后性, 进而低估了城市群创新能力的真实水平。

4.4 异质性检验

考虑到不同城市群的经济水平、内部发展状况、地方政策等存在较为明显的差异, 需要进一步探讨城市群空间结构对经济韧性的影响是否具有异质性。借鉴既有相关研究^[31], 将 15 个城市群按照发展阶段划分为高等级(长三角、京津冀、珠三角、成渝、长江中游)、中等级(山东半岛、辽中南、海峡西岸、关中平原、中原、北部湾、哈长)和低等级(兰西、宁夏沿黄、晋中)发展阶段城市群 3 个样本进行分组回归。由表 7 列(1)(2)(3)可知, 中等级发展阶段和低等级发展阶段城市群空间结构指数的估计系数显著为负, 高等级发展阶段城市群空间结构指数的估计系数不显著为负。可能原因是, 高等级发展阶段城市群均为国家级城市群, 其发展定位更为清晰, 分工与协作能力更强, 要素流动更加合理有序, 从而有效提升了城市群内部资源的协同配置效率, 在一定程度上削弱了城市群空间结构单中心化对经济韧性的负向影响。

表 6 城市群空间结构影响经济韧性的中介效应检验

Table 6 Test of the mediating effect of urban agglomeration spatial structure on economic resilience

变量	(1) <i>Res</i>	(2) <i>instr</i>	(3) <i>Res</i>	(4) <i>Res</i>	(5) <i>Inno</i>	(6) <i>Res</i>	(7) <i>Res</i>
<i>poly</i>	-0.627** (-2.55)	-0.477* (-1.72)		-0.514** (-2.16)	-0.319 (-0.13)		-0.628** (-2.54)
<i>instr</i>			0.270*** (3.66)	0.251*** (3.42)			
<i>inno</i>						-0.003 (-0.32)	-0.003 (-0.35)
<i>gov</i>	-0.863*** (-6.50)	-0.093 (-0.62)	-0.783*** (-6.17)	-0.834*** (-6.52)	-0.510 (-0.39)	-0.796*** (-5.98)	-0.864*** (-6.48)
<i>ufc</i>	0.860*** (4.70)	0.121 (0.59)	0.782*** (4.41)	0.840*** (4.79)	8.408*** (4.63)	0.827*** (4.13)	0.885*** (4.48)
<i>commi</i>	-0.005 (-0.52)	0.010 (0.83)	-0.005 (-0.46)	-0.011 (-1.19)	0.037 (0.35)	-0.001 (-0.10)	-0.005 (-0.51)
<i>hum</i>	-0.015 (-0.41)	-0.157*** (-3.79)	0.018 (0.48)	0.025 (0.67)	0.434 (1.19)	-0.026 (-0.68)	-0.014 (-0.37)
常数项	0.610** (2.49)	3.194*** (11.57)	-0.265 (-0.79)	-0.171 (-0.53)	6.360*** (2.62)	0.612** (2.38)	0.629** (2.50)
样本量	165	165	165	165	165	165	165
R^2	0.849	0.898	0.856	0.862	0.923	0.842	0.849
城市群固定	是	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是	是
Sobel-Z			-2.176**			0.384	
Bootstrap(1000次) 置信区间			[-0.474, -0.024]			[-0.018, 0.025]	

注:括号内的数值为 t 值;***、**、*分别表示在1%, 5%, 10%的水平上显著;*poly*为空间结构指数;*gov*为政府干预水平;*ufc*为外资利用程度;*commi*为通信基础设施;*hum*为人口密度;*instr*为产业结构升级;*inno*为创新能力;*Res*为经济韧性;空白项为无数据。

前文从整体上检验了城市群空间结构单中心化不利于城市群经济韧性提升这一假设,但这仅是总体平均水平的检验。按照经济韧性水平将城市群进行分层,使用分位数回归的方法,检验不同分位数经济韧性的城市群空间结构对经济韧性的影响水平。借鉴文献[10]的做法,本文对计算的各年份城市群经济韧性从高到低排序,取分位数25%, 50%, 75%的样本并划为高经济韧性组、中等经济韧性组、低经济韧性组3组,然后进行回归,即高经济韧性(25%)、中等经济韧性(50%)、低经济韧性(75%)。由表7列(4)(5)(6)可知,随着分位数的提高,城市群空间结构指数的回归系数由显著为负演变为不显著为负,表明城市群空间结构多中心化有利于经济韧性的提升,但对于经济韧性较低的城市群提升效应并不明显。可能的原因是经济韧性较低的城市群内部资源较为匮乏,基础设施建设较为落后,城市间互联互通水平较低,城市群空间结构无法充分发挥多中心发展模式下的优势,从而导致多中心空间结构的正向边际效应较低。

5 结论与讨论

5.1 主要结论

本文基于空间结构单中心-多中心维度,选取2009—2019年中国15个城市群作为研究样本,在理论分析城市群空间结构对经济韧性影响的基础上,实证探究城市群空间结构对经济韧性的影响效应及作用机制。结论如下:①研究期内中国15个城市群的空间结构

表 7 城市群空间结构影响经济韧性的异质性检验

Table 7 Heterogeneity test of the impact of urban agglomeration spatial structure on economic resilience

变量	不同发展阶段的城市群			不同分位数上的回归检验		
	(1) 高等级	(2) 中等级	(3) 低等级	(4) 25%	(5) 50%	(6) 75%
<i>poly</i>	-0.423 (-1.28)	-0.898 ^{***} (-2.73)	-3.110 ^{***} (-3.56)	-0.952 ^{**} (-2.09)	-0.895 ^{**} (-2.06)	-0.582 (-1.35)
<i>gov</i>	-0.738 ^{***} (-4.90)	-0.403 (-1.48)	-0.725 ^{***} (-3.45)	-1.350 ^{***} (-4.93)	-1.169 ^{***} (-4.50)	-0.640 [*] (-3.14)
<i>ufc</i>	0.454 (1.35)	0.902 ^{***} (4.15)	2.542 ^{***} (3.74)	1.038 ^{**} (2.43)	1.057 ^{***} (2.62)	1.420 ^{***} (2.95)
<i>commi</i>	0.004 (0.49)	-0.018 (-0.62)	-0.014 (-0.64)	0.002 (0.07)	-0.010 (-0.41)	-0.018 (-0.78)
<i>hum</i>	-0.028 (-0.69)	0.169 (0.78)	-0.327 ^{***} (-4.26)	0.067 (0.87)	0.020 (0.22)	-0.087 (-1.66)
常数项	0.599 ^{**} (2.19)	-0.435 (-0.32)	2.354 ^{***} (4.16)	0.143 (0.22)	0.540 (0.74)	1.242 [*] (2.80)
样本量	55	77	33	165	165	165
R^2	0.976	0.821	0.977	0.824	0.830	0.849
城市群固定	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是

注：括号内的数值为 t 值；***、**、*分别表示在1%，5%，10%的水平上显著；*poly*为空间结构指数；*gov*为政府干预水平；*ufc*为外资利用程度；*commi*为通信基础设施；*hum*为人口密度；25%，50%，75%为分位数，分别对应高、中、低经济韧性。

整体上呈现出单中心性强化的趋势，但单中心演化的速度较为缓慢，总体较为稳定。②研究期内各城市群的经济韧性存在较大差异，总体上东部沿海地区城市群的经济韧性高于内陆地区城市群。③城市群空间结构的单中心化与经济韧性之间呈现显著的负相关关系，即城市群空间结构的单中心化不利于其经济韧性的提升，进而表明城市群空间结构的多中心化能够提升城市群经济韧性。④中介效应机制检验表明，产业结构升级在城市群空间结构影响经济韧性的过程中起到正向中介作用。异质性分析结果显示，相较于高等级发展阶段城市群，中等级和低等级发展阶段城市群的多中心化在提升城市群经济韧性方面的边际效应更为突出；多中心空间结构在城市群经济韧性水平较高时的正向效应更加明显。

5.2 讨论与启示

相比既有研究，本文将研究尺度从城市、省域扩展到城市群，在中国着力打造国家级中心城市，以城市群为载体推进中国式现代化的时代背景下，聚焦城市群空间结构是否影响经济韧性这一科学命题，探讨了经济韧性的影响因素。其次，既有研究往往通过将城市群内部城市经济韧性的均值作为城市群的经济韧性，一定程度上未能充分体现城市群的整体性。本文通过构建综合指标体系将城市群作为一个整体评价其经济韧性，使得测度结果更具合理性。以下方面仍有待深入探究。其一，城市群空间结构的测算方面，在数据可获取的情况下，可利用职住数据、通勤数据、手机信令数据等高精度、动态的数据更精确地识别城市群空间结构。其二，各城市群虽然在空间上虽不邻接，但时刻进行着信息的交换和要素的流动，理论上城市群之间存在相互影响及溢出效应，但由于空间不邻接无法构造空间权重矩阵，难以借助空间计量模型探究城市群经济韧性的溢出效应。

基于主要研究结论，得到以下政策启示：①应积极通过推进城市群多中心化发展提升城市群经济韧性。在不同层次的城市群内部积极培育多个中心城市或次中心城市，构建多

中心、网络化、一体化的城市群空间结构,从整体上提升城市群应对外部冲击和 risk 的能力。②需加大新型基础设施的建设力度,促进城市群形成全方位、多层次、立体化的互联互通网络,为城市群的多中心化发展提供设施保障;加强城市群内部不同行政区划政府间的合作,共建发展平台,促进要素在城市群内自由、高效流动,推进各城市协调、均衡发展,进一步优化城市群空间结构。③以城市群为载体,推进产业结构升级,提升其经济韧性。各城市应结合自身禀赋和比较优势,以国家落实高质量发展战略为契机,优化产业布局,推进城市群产业结构转型升级。

参考文献(References):

- [1] 孙久文,周孝伦.多维视角下的长三角城市群空间结构及其影响因素——基于 NPP-VIIRS 夜间灯光数据和高德人口迁徙数据[J].经济地理,2023,43(5):78-88.[Sun Jiuwen,Zhou Xiaolun.Spatial structure and influencing factors of the Yangtze River Delta Urban Agglomeration from a multidimensional perspective:Based on NPP-VIIRS nighttime lighting data and Gaode's population migration data.Economic Geography,2023,43(5):78-88.]
- [2] 孙铁山.中国三大城市群集聚空间结构演化与地区经济增长[J].经济地理,2016,36(5):63-70.[Sun Tieshan.Evolution of agglomeration and its spatial structure with economic growth in three major metropolitan regions of China.Economic Geography,2016,36(5):63-70.]
- [3] 张振,李志刚,胡璇.城市群产业集聚、空间溢出与区域经济韧性[J].华东经济管理,2021,35(8):59-68.[Zhang Zhen,Li Zhigang,Hu Xuan.Industrial agglomeration,spatial spillover,and regional economic resilience of urban agglomeration.East China Economic Management,2021,35(8):59-68.]
- [4] 杨宏昌,戴宏伟.“中心开花”需时日:空间结构对区域经济发展的影响——以我国 19 个城市群为例[J].科技进步与对策,2024,41(3):64-73.[Yang Hongchang,Dai Hongwei.“Central blossoming” takes more time:The impact of spatial structure on regional economic development with 19 city-clusters in China as examples.Science & Technology Progress and Policy,2024,41(3):64-73.]
- [5] Parr J B.Agglomeration economies:Ambiguities and confusions[J].Environment and Planning A: Economy and Space,2002,34(4):717-731.
- [6] Henderson V.The urbanization process and economic growth:The so-what question[J].Journal of Economic Growth,2003,8(1):47-71.
- [7] Glaeser E L,Ponzetto G A M,Zou Y M.Urban networks:Connecting markets,people,and ideas[J].Papers in Regional Science,2016,95(1):17-60.
- [8] Benita F,Urzuá C M.Efficient creativity in Mexican metropolitan areas[J].Economic Modelling,2018,71:25-33.
- [9] 王磊,李成丽.我国中部地区城市群多中心结构的生长效应[J].长江流域资源与环境,2018,27(10):2231-2240.[Wang Lei,Li Chengli.The effect of multi-center structure of urban agglomerations in central China.Resources and Environment in the Yangtze Basin,2018,27(10):2231-2240.]
- [10] 滕祥河,钱美君,文传浩.多中心空间结构对区域经济韧性的影响研究[J].技术经济,2022,41(6):121-130.[Teng Xiange,Qian Meijun,Wen Chuanhao.The affect of polycentric spatial structure on regional economic resilience.Journal of Technology Economics,2022,41(6):121-130.]
- [11] 张安伟,胡艳.多中心空间结构与城市经济韧性[J].财经研究,2023,49(9):4-18.[Zhang Anwei,Hu Yan.Polycentric spatial structure and urban economic resilience.Journal of Finance and Economics,2023,49(9):4-18.]
- [12] 王彩艳,刘修岩.城市群多中心空间结构对乡村振兴的影响——基于中国 19 个城市群的实证分析[J].经济地理,2023,43(1):55-63.[Wang Caiyan,Liu Xiuyan.The influence of polycentric spatial structure of urban agglomeration on rural revitalization:Based on 19 urban agglomerations in China.Economic Geography,2023,43(1):55-63.]
- [13] 栾浩.演化经济地理学视角下东部地区经济韧性时空差异研究[D].济南:山东师范大学,2022.[Luan Hao.Study on the temporal and spatial differences of economic resilience in eastern China from the perspective of Evolutionary Economic Geography.Jinan:Shandong Normal University,2022.]
- [14] 宋林,张蕾蕾.城市群多中心空间结构与地区收入差距——基于我国十大城市群的实证分析[J].经济问题探索,2023(4):86-101.[Song Lin,Zhang Leilei.Polycentric spatial structure of urban agglomeration and regional economy disparity—Based on the empirical test of ten urban agglomerations in China.Inquiry into Economic Issues,2023(4):86-101.]
- [15] Martin R,Sunley P,Tyler P.Local growth evolutions:Recession,resilience and recovery[J].Cambridge Journal of Regions,Economy and Society,2015,8(2):141-148.
- [16] 柯蕴颖,王光辉,刘勇.城市群一体化促进区域产业结构升级了吗[J].经济学家,2022(7):62-75.[Ke Yunying,Wang Guanghui,Liu Yong.Does the integration of urban agglomerations promote the improvement of regional industrial structure.Economist,2022(7):62-75.]

- [17] 尹勇, 苏欣怡, 谢晓琪. 产业结构升级对市域经济韧性的空间效应 [J]. 经济地理, 2023, 43(8): 86-92+112. [Yin Yong, Su Xinyi, Xie Xiaoqi. The spatial effect of industrial structure upgrading on urban economic resilience. *Economic Geography*, 2023, 43(8): 86-92+112.]
- [18] 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. [Tan Juntao, Zhao Hongbo, Liu Wenxin et al. Regional economic resilience and influential mechanism during economic crises in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(2): 173-181.]
- [19] 黄永春, 邹晨, 吴商硕. 区域空间结构对科技创新的影响机制研究 [J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 2065-2076. [Huang Yongchun, Zou Chen, Wu Shangshuo. Research on the influence mechanism of regional spatial structure on scientific and technological innovation. *Studies in Science of Science*, 2022, 40(11): 2065-2076.]
- [20] 王金哲, 温雪. 单中心还是多中心——城市群空间结构与创新能力研究 [J]. 宏观经济研究, 2022(9): 87-96. [Wang Jinzhe, Wen Xue. Monocentric or polycentric: A study on the spatial structure and innovation capability of urban agglomerations. *Macroeconomics*, 2022(9): 87-96.]
- [21] Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience[J]. *Regional Studies*, 2015, 49(5): 733-751.
- [22] Filippetti A, Gkotsis P, Vezzani A et al. Are innovative regions more resilient? Evidence from Europe in 2008—2016[J]. *Economia Politica*, 2020, 37(3): 807-832.
- [23] 童玉芬, 杨艳飞, 韩佳宾. 人口空间集聚对中国城市群经济增长的影响——基于 19 个城市群的理论与实证分析 [J]. 人口研究, 2023, 47(3): 121-132. [Tong Yufen, Yang Yanfei, Han Jiabin. The impact of population spatial agglomeration on the economic growth of urban agglomerations in China: A theoretical and empirical analysis based on 19 urban agglomerations. *Population Research*, 2023, 47(3): 121-132.]
- [24] 周韩梅, 刘新智. 我国八大城市群空间结构的演化特征及其驱动因素 [J]. 经济问题探索, 2023(10): 73-84. [Zhou Hanmei, Liu Xinzhi. Evolution characteristics and driving factors of spatial structure of eight urban agglomerations in China. *Inquiry into Economic Issues*, 2023(10): 73-84.]
- [25] 张明斗, 张震. 长三角城市群城市经济韧性的空间关联网络研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2023, 39(1): 69-179. [Zhang Mingdou, Zhang Zhen. Spatial correlation network of urban economic resilience in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration. *Geography and Geo-Information Science*, 2023, 39(1): 69-79.]
- [26] 种照辉, 覃成林, 招汶珊. “新基建”对区域经济韧性的影响研究 [J]. 统计与信息论坛, 2023, 38(12): 25-36. [Chong Zhaohui, Qin Chenglin, Zhao Wenshan. Research on the impact of “New Infrastructure” on regional economic resilience. *Journal of Statistics and Information*, 2023, 38(12): 25-36.]
- [27] 何志浩, 张学波, 卢冰坤, 等. 中国城市群经济韧性时空演变及障碍因子分析 [J]. 地理与地理信息科学, 2023, 39(6): 125-133. [He Zhihao, Zhang Xuebo, Lu Bingkun et al. Spatio-temporal evolution and obstacle factor analysis of economic resilience of urban agglomerations in China. *Geography and Geo-Information Science*, 2023, 39(6): 125-133.]
- [28] 黄寰, 黄辉, 肖义, 等. 产业结构升级、政府生态环境注意力与绿色创新效率——基于中国 115 个资源型城市的证据 [J]. 自然资源学报, 2024, 39(1): 104-124. [Huang Huan, Huang Hui, Xiao Yi et al. Industrial structure upgrading, government's attention to ecological environment and the efficiency of green innovation: Evidence from 115 resource-based cities in China. *Journal of Natural Resources*, 2024, 39(1): 104-124.]
- [29] 钟顺昌, 焦怡萌, 闫程莉, 等. 建设用地资源空间集聚对减污降碳协同的影响机制 [J]. 地理学报, 2024, 79(3): 688-711. [Zhong Shunchang, Jiao Yimeng, Yan Chengli et al. The impact mechanism of spatial agglomeration of construction land resources on the synergistic reduction of pollutants and CO₂. *Acta Geographica Sinica*, 2024, 79(3): 688-711.]
- [30] 张国俊, 王运喆, 王珏晗, 等. 中国城市群经济增长质量与数量协调关系的时空演化与机理 [J]. 地理科学, 2021, 41(12): 2075-2086. [Zhang Guojun, Wang Yunzhe, Wang Juehan et al. The spatio-temporal evolution and mechanism of the coordination between quality and quantity of economic growth in Chinese urban agglomerations. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(12): 2075-2086.]
- [31] 孙斌栋, 张之帆, 李琬. 中国省域人口空间结构特征及其对经济绩效的影响——基于实体城市的空间识别 [J]. 地理科学, 2021, 41(11): 1884-1896. [Sun Bindong, Zhang Zhifan, Li Wan. Characteristics and impact of population spatial structure on economic performance in China based on spatial identification of physical cities. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(11): 1884-1896.]
- [32] 陈强. 计量经济学及 Stata 应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015. [Chen Qiang. *Econometrics and Stata applications*. Beijing: Higher Education Press, 2015.]
- [33] 郭一鸣, 蔺雪芹, 边宇. 中国城市群空气质量时空演化特征及其影响因素 [J]. 生态经济, 2019, 35(11): 167-175. [Guo Yiming, Lin Xueqin, Bian Yu. The spatial-temporal characteristics and influencing factors of air quality in China's urban agglomerations. *Ecological Economy*, 2019, 35(11): 167-175.]

Impact of spatial structure of urban agglomerations on economic resilience

Zhang Xuebo^{1,2}, He Zhihao¹, Yu Wei^{1,2}, Guo Fuyou^{1,2}, Zhao Lin^{1,2}

(1. School of Geography and Tourism, Qufu Normal University, Rizhao 276826, Shandong, China; 2. Institute of Yellow River Ecology, Qufu Normal University, Qufu 273165, Shandong, China)

Abstract: Urban agglomerations strengthen the economic and social ties between cities in the region, forming an integrated whole and is conducive to resisting risks and maintaining stable development, while the spatial relationship between cities within urban agglomerations, i.e., the structure of urban agglomerations, has yet to be explored in terms of its impact on economic resilience. This article measures and analyzes the spatial structure characteristics of urban agglomerations and economic resilience levels using multi-year data from 15 urban agglomerations in China as samples, and utilizes a two-way fixed effects model and an intermediary effect model to test and evaluate the impact mechanism of spatial structure of urban agglomerations on their economic resilience. The findings indicate that: 1) The average value of spatial structure index of urban agglomerations increased from 0.0611 in 2009 to 0.0758 in 2019, which suggests that the spatial structure of China's 15 urban agglomerations as a whole shows a slight trend of monocentrism. 2) There is a large gap in the economic resilience of urban agglomerations during the study period, compared with inland agglomerations, urban agglomerations in the eastern coastal areas had greater economic resilience. 3) There is a significant linear negative correlation between the spatial structure of urban agglomerations and economic resilience, which suggests that multi-centralization of the spatial structure of urban agglomerations improves economic resilience. After a series of robustness tests such as changing variables, limiting samples and eliminating endogeneity, this conclusion still holds. 4) The intermediary effect model reveals that industrial structure upgrading plays an indirect intermediary role in the process of the spatial structure of urban agglomerations influencing economic resilience. Heterogeneity analysis shows that compared with high-level development stage urban agglomerations, multi-centralization of medium and low development stage urban agglomerations is more beneficial to their economic resilience, and the polycentric structure has a more obvious effect on the enhancement of economic resilience of urban agglomerations when the level of economic resilience of urban agglomerations is high. This article transcends the inherent administrative divisions, extends the research scale to the level of urban agglomerations, empirically analyzes the impact of spatial structure characteristics on regional economic resilience in a larger range, and provides some empirical evidence for improving the economic resilience of urban agglomerations from the perspective of spatial development patterns.

Key words: urban agglomeration; economic resilience; industrial structure upgrading