

产城融合对城市创新持续性的影响

——基于长三角41个城市的实证研究

张治栋,秦潇丹

(安徽大学经济学院,安徽合肥230601)

摘要:在新时代城市建设过程中,产城融合和城市创新持续性成为两个重要的着力点。将长三角地区41个地级及以上城市作为研究对象,探索产城融合对长三角城市创新持续性的影响效果及作用路径。研究结果显示:(1)长三角产城融合度逐年上升,实现了从轻度失调向初步协调的积极转变。(2)产城融合能够有效提高城市创新持续性,且在90%分位数上对城市创新持续性发挥最大化的积极作用。(3)产城融合能够通过推动产业结构转型、提高人才集聚程度、提升信息化水平三种途径提高城市创新持续性。(4)长三角地区的产城融合和城市创新持续性具有正向空间相关性,产城融合的提高可以通过正向空间溢出效应改善邻近城市的创新持续性,且相较于地理因素而言,经济因素下产城融合对城市创新持续性的正向溢出作用更强。

关键词:产城融合;城市创新持续性;产业结构转型;人才集聚;信息化

中图分类号:F290 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2025)01-0001-11

DOI:10.20211/j.cnki.jnufe.2025.01.004

一、引言

城镇化是现代化的必由之路,是区域协调发展的重要支撑,也是扩大内需和推进工业现代化的有力手段。然而,传统的城镇化模式容易造成产业发展与城市建设分离,进而导致一系列城市问题亟待解决。例如,工业发展缺乏城市的支撑作用会引发居家分离、交通拥堵、环境污染等城市病害^[1],严重时甚至成为沉睡之城甚至鬼城^[2],造成“有城无产”现象。而部分产业园区由于缺乏前瞻规划或后期公共服务设施,难以吸引人口迁入,无法缓解大城市交通拥堵压力的问题^[3],则会导致“有产无城”现象。因此,为了避免盲目城镇化导致的负面影响,必须注重推进产城融合发展,实现以产业带动城市发展、以城市促进产业发展的良性互动。党的二十大报告强调了以人为核心的新型城镇化,并提出依托城市群和都市圈构建大中小城市协调发展格局。可以说,“产城融合”已经成为我国城市规划和经济发展中的重要策略之一,是促进我国区域协调发展的重要推动力量。

与此同时,城市创新成为现代社会中不可或缺的要素,为个体城市的发展注入了生机活力。在关注城市创新的同时,更要关注创新如何在城市中生根发芽,确保创新成果能够长期稳定地促进城市发展。因此,深入探讨如何提升城市创新持续性,便显得尤为重要。城市创新与其所处的城市环境、产业基础和发展水平紧密相关,从产城融合角度研究城市创新的持续推进机制,有助于将创新活动与城

收稿日期:2024-04-10;修回日期:2024-12-08

基金项目:安徽省科学编制计划重大项目“推动长三角一体化经济高质量发展的实施评估与政策优化研究”(2022AH040005);国家社会科学基金青年项目“地方财政支出影响民营企业创新的效应检验与政策优化设计研究”(19CJY055)

作者简介:张治栋(1965—),男,安徽滁州人,经济学博士,安徽大学经济学院教授,博士生导师,研究方向为产业集聚与区域经济发展;秦潇丹(2000—),女,河南商丘人,通讯作者,安徽大学经济学院硕士研究生,研究方向为产业集聚与区域经济发展。

市发展紧密结合,确保创新能够深入到产业生产和社会生活的各个领域。在转型升级的大背景下,这对于推动城市可持续发展以及全方位增强城市综合竞争力具有深远意义。

长三角地区是我国最具活力、创新能力最强的经济区域之一。2020年12月,科技部印发了《长三角科技创新共同体建设发展规划》,这进一步凸显了科技创新在长三角新的历史发展格局下的重要地位。本文选择长三角地区作为研究区域,希望为我国其他城市创新的持续发展提供一定的参考价值。

二、文献综述

关于产城融合与创新的相关文献主要分为两部分。一方面,部分学者从产城融合的作用路径出发,分析其对创新产生的影响。张建清等^[4]从产业平衡、职住平衡、消费平衡、公共基础设施等四个路径分析其对创新绩效的影响,结果表明产业平衡和职住平衡有助于提高创新绩效。杨亚平和许悦靖^[5]认为产城融合主要通过促进服务共享、要素畅通和协同创新等路径发挥作用,促使升格开发区所在城市创新增长。另一方面,伴随着对产城融合概念的辨析与测度更加深化,部分学者通过测算具体的产城融合度,进一步深入思考人口、城镇和产业之间的相互关系,分析产城融合对创新的影响。刘诗源等^[6]通过构建产城融合综合评价指标体系,认为产城融合能提高区域创新能力,且与“先产后城”的城镇化路径相比,“先城后产”的城镇化路径下产城融合对区域创新的正面作用更加显著。邓郴宜等^[7]运用耦合协调度原理测算人口、产业与城市的匹配协调度,并以此衡量产城融合程度,从“量”“质”两个维度探究产城融合影响绿色技术创新的效应,发现长三角产城融合推动绿色技术创新的“量”“质”齐升。黄小勇和李怡^[8]利用熵值法测算城市的产城融合水平,实证验证了产城融合水平的提高可以促进城市绿色创新效率提升。

在现有产城融合对创新影响的研究中,鲜有学者探讨产城融合与创新持续性之间的关系。与持续性创新或渐进性创新有所不同,创新持续性在微观层面上指的是对企业技术的反馈和积累效应,从而实现后续的技术创新活动的长期开展^[9]。关于创新持续性,早期学者们主要从理论和概念的角度探索其含义与重要性^[10],而后期学者们更多地关注创新持续性的平滑机制和产生的效果^[11]。随着研究的深入,学者们开始关注创新持续性的影响因素。Wang *et al.*^[12]考察了可持续创新与产业转型升级之间的因果关系,认为可持续创新在长期内促进了产业结构高级化,在短期内促进了产业结构合理化。杨世明和黄婧涵^[11]认为对外直接投资促进了区域持续创新,但随着对外直接投资规模的逐渐增长,对外直接投资对创新持续性的影响不断减弱。李健等^[13]研究发现政府补贴有助于降低企业在创新过程中面临的外部资金约束,保持企业创新投资活动的连续性,进而确保企业可持续创新活动的进行。持续创新是实现技术突破的前提,也是城市核心竞争力提升的关键环节。那么,作为区域协调发展的重要体现,产城融合对城市创新持续性是否产生影响?若有,通过何种机制产生影响,该影响是否具有空间溢出效应?为解答上述问题,本文从城市创新持续性的角度出发,探索产城融合与城市创新持续性之间的因果关系,从而为产城融合的经济影响研究增添实质内容。

相对于以往研究,本文可能的边际贡献如下:首先,不同于以往对城市创新的研究,将研究重点拓展到城市创新持续性上,深入分析产城融合对城市创新持续性的作用影响;其次,从产业结构、人才集聚和信息化的视角深入挖掘产城融合作用于城市创新持续性的具体传导路径;最后,从空间相关性出发探讨产城融合对城市创新持续性的影响是否存在空间溢出效应,更好地揭示了产城融合与城市创新持续性之间的复杂关系,同时也为政府宏观层面的政策制定提供了参考。

三、理论分析与假说提出

(一) 产城融合对城市创新持续性的直接影响

为了探究产城融合对城市创新持续性的影响,本文从知识积累效应、沉没成本效应与状态依赖效应三个方面进行分析。从知识溢出效应的角度来看,创新持续性是“学习效应”导致知识溢出,进而促进创新循环累积的结果^[14]。知识积累对于创新产出的推动主要体现在人力资本方面,高技能员工所承载的知识因素对于持续创新至关重要^[10]。通过产城融合,企业和机构能够为员工提供优质的工作环境以及丰富的文化和生活设施。这些因素能够推动地区人力资本数量和质量的提高,进而产生知

识积累,促使创新行为循环往复。从沉没成本效应的角度看,持续创新是为了避免创新中断造成巨大损失的结果。产城融合是促进市场化、实现资源要素配置均衡的重要途径,通过产城融合及其配套的政策体系,可以释放技术交易需求,创造良好的研发环境,激励增加研发投入^[15]。然而,在研发投入中,存在由知识信息搜索、研发团队建设、优秀人才引进等产生的固定费用,这些费用一旦投入就难以收回,成为沉没成本,它们构成了创新活动的进入和退出壁垒^[16]。因此,为了避免沉没成本的损失,地区会持续增加研发投入,倾向于持续创新,以增加创新成功的概率^[10]。从状态依赖效应的角度看,创新持续性是外部环境对创新产出促进的结果。“状态依赖性”的核心在于创新的外部性,即地区由于外部环境或资源变量的变动影响创新倾向^[17]。产城融合通过缓解工业脱离城镇化路线过度发展、产业园区功能单一以及产城功能匹配失衡等一系列问题保障了城市和产业的平衡发展^[18]。这为地区创新活动创造了有利环境,保障了创新的可持续性。基于以上观点,本文提出假说1。

假说1:产城融合有助于城市创新持续性的提升。

(二) 产城融合对城市创新持续性的作用机制

1. 产业结构转型

产城融合在提升城镇化水平和质量方面发挥了积极作用,提高了地区吸引外商投资的能力。外资企业带来先进技术和管理经验的同时,推动了当地高新技术产业的发展,加速了产业结构的转型升级^[19]。此外,随着产城融合程度的提升,战略性新兴产业,如新能源、新材料、新一代信息技术等,迎来了快速发展。这促使原本由重工业主导的产业结构逐渐向以现代服务业和高新技术产业为主导进行转变,实现了产业结构的优化。而产业结构转型作为促进经济发展的有效战略,对于区域创新持续性至关重要^[12]。随着产业结构的不断升级,一方面,高附加值和高技术企业的涌入加速了传统低效企业的淘汰,由于竞争效应的存在倒逼生产部门进行创新。另一方面,产业结构的改善带来经济活动的聚集,形成了规模经济效应,这进一步增加了科技创新活动,并且新的科技和知识的扩散与传播会引发新一轮的科技创新^[20],从而确保了创新的可持续性。

2. 人才集聚

随着产城融合日益加深,城市规模的扩大带动了基础设施的更新与完善。高质量的城市基础设施显著提升了人才的工作舒适度和生活幸福感,强化了城市的吸引力,促进了人才的引进与集聚^[21]。一方面,人才的集中有助于形成快速交流知识与想法的创新氛围。依靠集聚平台,个体可以充分挖掘和利用彼此的知识和经验,加速有效信息的整合,促进知识的共享与传播,从而催生知识创新和技术发展。另一方面,人才的汇集实现了生产资源与知识经验的无缝对接和全面运用,提升了整体的创新效率^[22]。通过人才集聚的协同作用,不仅释放了个体的创新潜力,还通过共享公共资源和集体成果激发了团队创新活力,显著降低了创新的风险与成本,为持续开展创新活动打下了坚实的基础。

3. 信息化

信息技术的普及与运用已成为现代城市化进程中的显著特征。在产城融合策略的积极推动下,城市正以迅猛的速度迈向数字化、网络化与智能化,城市信息化水平持续攀升。而城市信息化水平提升,不仅是加速城市智慧转型的重要源泉,更是推动城市创新发展的关键驱动力。从知识传播的角度出发,先进的信息通信技术为知识的广泛传递提供了快速便捷的平台,降低了信息搜索成本,极大地扩展了知识传播的范围与速度,从而激发了城市创新活力^[23]。从研发投入的角度看,信息技术的发展优化了传统产业布局,增强了产业间的协同竞争关系,从而提高了传统产业与新兴产业的绩效^[24],确保了研发创新资金的稳定投入,支持城市持续进行创新实践。

基于以上分析,本文提出假说2。

假说2:产城融合可以通过加快产业结构转型、提高人才集聚程度和提升信息化水平途径推动城市创新持续性的提升。

(三) 产城融合对城市创新持续性的空间溢出效应

产城融合是一种发展模式,它通过打破区域间的地理障碍,有效地促进了经济活动的融合与发展。产城融合不再让经济活动局限在各自区域内,而是将产业与城市紧密结合,实现了经济联系的全面增强^[25]。一方面,产城融合的关键在于发展有竞争力的产业和流动的人力资本,促进知识和技术在不同区域和城市之间的快速传播和扩散^[26]。这不仅有助于提高本地企业在研发创新过程中的决策与管理效率,还增加了不同行业、不同区域之间集成创新的机会,为邻近地区的企业持续创新提供了有利的条件。另一方面,产城融合通过提升资源配置的效率,吸引创新要素流向经济回报更加丰厚的地区,进而促成了要素配置的优化。这一过程改善了区域内创新活动的要素结构和规模,显著减轻了周边城市在知识与技术创新方面的成本负担,从而推动了更广泛领域内可持续创新活动的繁荣发展。基于以上分析,本文提出假说3。

假说3:产城融合对长三角地区城市创新持续性的影响存在正向空间溢出效应。

四、研究设计

(一) 模型设定

1. 基准回归模型设定

首先,为了验证产城融合对城市创新持续性产生的影响,构建如下模型:

$$PERS_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IC_{i,t} + \sum \beta_j X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中*i*和*t*分别表示城市及年份;*PERS_{i,t}*为被解释变量,表示*i*城市在*t*年的创新持续性;*IC_{i,t}*为核心解释变量,表示城市*i*在*t*年的产城融合度;*X_{i,t}*为一系列控制变量; μ_i 、 δ_t 、 $\varepsilon_{i,t}$ 分别为城市固定效应、时间固定效应以及随机误差项。

其次,分位数回归模型由于不易受到极值的干扰,可以获得更加稳健的估计结果。因此,采用分位数回归模型,描绘不同创新持续性水平下产城融合对城市创新持续性的影响,其具体形式如下:

$$PERS_{i,t}(\tau) = \beta_0 + \beta_1 IC_{i,t} + \sum \beta_j X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

在式(2)中, τ 是观测到的分位点,其余指标与式(1)一致。

2. 中介效应模型设定

为解答产城融合究竟通过何种路径推动城市创新持续性这一问题,本文通过构建中介效应模型对其进行检验。中介效应模型的设定如下:

$$M_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 IC_{i,t} + \sum \alpha_j X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$PERS_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 IC_{i,t} + \gamma_2 M_{i,t} + \sum \gamma_j X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中 *M_{i,t}* 是中介变量,包括产业结构转型(*IND*)、人才集聚度(*TALENT*)和信息化水平(*INFORM*),其余指标与式(1)一致。

3. 空间效应模型设定

为探索产城融合对周边城市创新持续性的提升是否存在空间溢出效应,在基准模型中引入产城融合、创新持续性以及控制变量的空间交互项,建立空间杜宾模型(SDM),如下所示:

$$PERS_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IC_{i,t} + \sum \beta_j X_{i,t} + \rho W \times PERS_{i,t} + \omega_1 W \times IC_{i,t} + \sum \omega_j W \times X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

其中,*W*为空间权重矩阵,分别采用地理距离矩阵、经济距离矩阵与经济地理嵌套矩阵进行回归,以此加深对产城融合与城市创新持续性空间分布特征的认识; ρW 是根据空间权重矩阵计算的空间自回归系数; ω_1 和 ω_j 分别是解释变量和控制变量的空间交互项系数。

(二) 变量说明

1. 被解释变量:城市创新持续性

创新持续性反映了创新活动的连续性和长期变化趋势,考虑到从创新产出的角度出发能够更好

地评估持续创新^[11],本文借鉴 Ye and Zhao^[27]的研究方法,使用专利申请数的环比增长率与当期创新申请数的乘积来衡量城市的创新持续性。具体的计算公式如下所示:

$$PERS_{i,t} = \frac{OIN_{i,t} + OIN_{i,t-1}}{OIN_{i,t-1} + OIN_{i,t-2}} \times (OIN_{i,t} + OIN_{i,t-1}) \quad (6)$$

其中, $PERS_{i,t}$ 表示城市*i*在*t*年的创新持续性; $OIN_{i,t}$ 、 $OIN_{i,t-1}$ 、 $OIN_{i,t-2}$ 表示城市*i*在*t*、*t*-1、*t*-2年的专利申请数。

2. 核心解释变量:产城融合度

产城融合度反映了城市产业发展、城镇化以及人口发展的协调程度。本文参考从海彬等^[25]的做法,从人口、产业、城镇等三个维度对产城融合的内涵进行解读,具体指标设定见表1。对于其涉及的16个指标,选择熵值法对数据进行标准化处理以及确定指标权重。

为了对产城融合进行定量分析,本文参考耦合研究领域的相关文献,把产城融合看成是一个系统,而这个系统由人口、产业和城镇3个子系统构成。通过计算这3个子系统之间通过各自要素产生相互作用、彼此相互影响的程度来对产城融合进行量化评估。具体计算公式如下所示:

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 + \varphi U_3 \quad (7)$$

$$C = \frac{3 \sqrt[3]{U_1 U_2 U_3}}{U_1 + U_2 + U_3} \quad (8)$$

$$IC = \sqrt{CT} \quad (9)$$

其中, T 表示不同系统之间的综合协调指数, C 表示人口系统、产业系统、城镇系统之间的耦合度; IC 表示产城融合度; U_1 、 U_2 、 U_3 表示用熵值法计算的人口系统、产业系统、城镇系统的综合得分, α 、 β 、 φ 由熵值法确定。

3. 中介变量

为验证产城融合对城市创新持续性的影响机制,本文以理论机制分析为依据,选取三个中介变量,分别为产业结构转型(IND)、人才集聚度($TALENT$)与信息化水平($INFORM$)。其中,产业结构转型,参考何小钢等^[28]的研究,以第三产业与第二产业之比衡量;人才集聚度参考熊学丽等^[29]的研究,以每百万人中从事信息计算机软件业、金融业、租赁商业服务业、科研技术地质勘查业、教育业、文化体育娱乐业的总人数与城市总人口之比衡量;信息化水平参考何小钢和郭晓斌^[30]的研究,以各城市邮电业务总量占该地区生产总值之比衡量。

4. 控制变量

为了更精确地分析产城融合对创新持续性的影响,选取部分控制变量,主要包括:对外依赖程度(Ext),以进出口总额占GDP比重表征;金融效率(Fin),以年末金融机构贷款额与存款额的比重表征;交通便利程度(Tra),以城市道路面积占城市建设面积的比重表征;政府干预程度(Dgi),以政府财政支出占GDP的比重表征。

表1 产城融合程度综合评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性	
产城融合度	人口	第二产业从业人员比重	+	
		第三产业从业人员比重	+	
		教育支出占比	+	
		人均社会消费品零售总额	+	
		普通中学在校学生人数	+	
		年末金融机构人民币各项存款余额	+	
		每单位建成区土地面积产值	+	
		工业总产值	+	
	产业	第二产业占GDP的比重	+	
		第三产业占GDP的比重	+	
		城镇	人均地区生产总值	+
			固定资产投资	+
			建成区面积	+
			人口密度	+
		互联网宽带接入用户数	+	
		每万人拥有的医生数量	+	

(三) 数据来源和描述性统计

本文以长三角地区 41 个地级及以上城市^①作为研究样本,时间跨度为 2005—2020 年,原始数据来源于《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》以及各城市的统计公报。各变量数据的描述性统计分析见表 2。

五、实证结果

(一) 长三角产城融合分析

基于熵值法与耦合协调度模型,本文量化了 2005—2020 年长三角地区产业、城镇、人口以及产城融合度的演变趋势,具体如图 1 所示。由图 1 可观察到长三角产城融合度整体呈现稳步上升的趋势,并可划分为三个主要阶段^②。具体来说,初始阶段为 2005 年,此时长三角产城融合处于轻度失调状态;随后的第二阶段,即 2006—2018 年间,进入了一个发展调和的阶段;最后的第三阶段覆盖 2019—2020 年,达到了初级融合协调的状态。总体上,长三角产城融合经历了从轻度失调向初步协调的积极转变。

此外,长三角产城融合三要素,产业、城镇、人口从时间序列上均呈现出稳步上升的趋势,总体趋于正向发展。然而,三者之间的内部协调性并不均衡,产业发展指数在整个时间段内始终高于城镇和人口发展指数。这表明在长三角地区,产城融合的进程主要表现为产业进步带动,同时伴随着城市功能的增强和人口聚集效应的支撑,三者协同作用,共同促进产城融合水平的提升。

(二) 基准回归检验

基于 2005—2020 年长三角地区 41 个城市的面板数据,本文运用双向固定效应模型分析了产城融合对城市创新持续性产生的影响,具体的基准回归结果如表 3 所示。其中,列(1)和列(2)均在 1% 的水平下显著,说明产城融合对城市创新持续性具有显著的促进作用,验证了前文提出的假说 1。此外,为了更准确地阐明产城融合和城市创新持续性间的非线性关系,本文选取 10%、25%、50%、75% 和 90% 五个分位点,以验证产城融合对城市创新持续性的影响是否存在差异,回归结果如表 3 列(3)至列(7)所示。结果显示,随着产城融合水平的提高,产城融合对 10%、25%、50% 和 75% 分位数的城市创新持续性的促进作用为先上升后下降,最后在 90% 分位数上产城融合对城市创新持续性产生的积极影响达到最大。这说明在创新基础较强的城市,产城融合可能更能激发创新活动,而在创新能力较弱的城市,即使产城融合程度提高,也可能因缺乏足够的吸收能力而难以转化为创新成果。

表 2 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>PERs</i>	656	3.592	5.720	0.006	1.336	43.230
<i>IC</i>	656	0.409	0.134	0.175	0.383	0.933
<i>IND</i>	656	0.915	0.317	0.313	0.869	2.751
<i>TALENT</i>	656	2.539	1.870	0.650	2.014	16.320
<i>INFORM</i>	656	0.004	0.007	0.001	0.003	0.161
<i>Dgi</i>	656	0.150	0.080	0.055	0.133	1.485
<i>Ext</i>	656	0.055	0.081	0.001	0.032	1.107
<i>Fin</i>	656	0.737	0.289	0.276	0.735	7.076
<i>Tra</i>	656	0.179	0.089	0.033	0.166	0.919

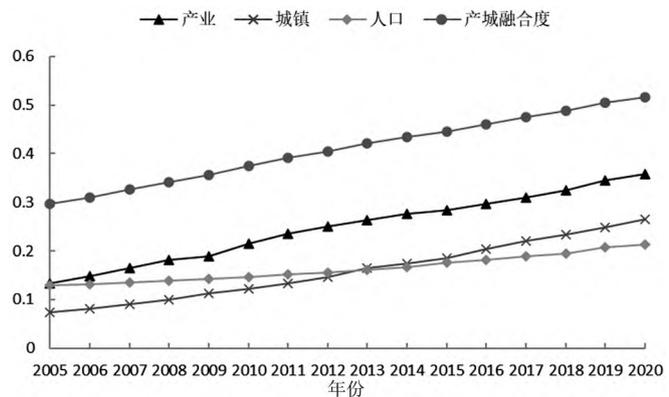


图 1 2005—2020 年长三角产城融合度及子系统评价指数变化

^①长三角 41 个地级及以上城市包括:上海市、南京市、无锡市、徐州市、常州市、苏州市、南通市、连云港市、淮安市、盐城市、扬州市、镇江市、泰州市、宿迁市、杭州市、宁波市、温州市、嘉兴市、湖州市、绍兴市、金华市、衢州市、舟山市、台州市、丽水市、合肥市、芜湖市、蚌埠市、淮南市、马鞍山市、淮北市、铜陵市、安庆市、黄山市、滁州市、阜阳市、宿州市、六安市、亳州市、池州市、宣城市。

^② $0 < D \leq 0.2$ 表示处于严重失调阶段; $0.2 < D \leq 0.3$ 表示处于轻度失调阶段; $0.3 < D \leq 0.5$ 表示处于发展调和阶段; $0.5 < D \leq 0.8$ 表示初级融合协调阶段; $0.8 < D \leq 1$ 表示处于高级融合协调阶段。

表3 基准检验结果

变量	均值回归		分位数回归				
	(1)	(2)	10% (3)	25% (4)	50% (5)	75% (6)	90% (7)
<i>IC</i>	70.798*** (16.533)	78.498*** (20.066)	42.183*** (4.470)	44.966*** (4.644)	44.823*** (5.900)	41.952*** (8.726)	47.999*** (11.727)
常数项	20.537*** (5.196)	-22.764*** (6.267)	-20.005*** (3.312)	-20.604*** (3.440)	-19.354*** (4.371)	-12.928** (6.464)	-6.458 (8.687)
N	656	656	656	656	656	656	656
R ²	0.507	0.550	0.395	0.452	0.554	0.681	0.774
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
控制变量	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著，括号内为稳健标准差。

(三) 机制效应检验

基于前文理论分析,本文利用逐步回归法对中介机制模型依次进行检验,其结果如表4所示。其中,从列(2)、列(4)和列(6)看,产城融合对产业结构转型、人才集聚、信息化这三种效应的影响均在5%的水平下正向显著。从列(3)、列(5)和列(7)看,产城融合对城市创新持续性的影响系数,均在1%的水平下正向显著,且较列(1)有所下降,说明三种中介效应在产城融合促进城市创新持续性提升上间接起到正向作用。综上所述,产城融合能通过推动产业结构转型、提高人才集聚程度、提升信息化水平提高城市创新持续性,假说2得到验证。

表4 逐步回归检验结果

变量	<i>PERS</i> (1)	<i>IND</i> (2)	<i>PERS</i> (3)	<i>TALENT</i> (4)	<i>PERS</i> (5)	<i>INFORM</i> (6)	<i>PERS</i> (7)
<i>IC</i>	78.498*** (20.066)	1.822** (0.864)	63.977*** (16.716)	11.732*** (4.344)	58.375*** (17.260)	0.048** (0.019)	70.212*** (18.844)
<i>IND</i>			7.972*** (2.252)				
<i>TALENT</i>					1.715*** (0.384)		
<i>INFORM</i>							174.080*** (36.988)
常数项	-22.764*** (6.267)	0.342 (0.251)	-25.488*** (5.600)	-1.338 (1.303)	-20.469*** (5.088)	-0.014** (0.007)	-20.327*** (6.007)
N	656	656	656	656	656	656	656
R ²	0.550	0.613	0.636	0.370	0.688	0.168	0.713
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：***、**和* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著，括号内为稳健标准差。

(四) 空间效应检验

在三种不同的空间距离权重矩阵下,LR 检验和 Wald 检验确认了 SDM 模型不会退化为 SAR 或 SEM 模型。同时,Hausman 检验的结果拒绝了随机效应模型有效的原假设,并且 LR 检验进一步表明双固定效应模型优于时间和城市的单个固定效应模型。因此,最终采用包含时间和城市双重固定效应下的 SDM 模型进行实证分析。

如表 5 所示,在不同的空间权重矩阵中,产城融合对地区创新持续性的直接效应、间接效应与总效应均显著为正,说明产城融合在对本地创新持续性产生明显促进作用的同时,还对邻近地区的创新持续性产生了正向的溢出效应,会促进周边地区创新持续性的提高,假说 3 得到验证。在地理距离矩阵下,产城融合对城市创新持续性的直接效应大于间接效应;在经济距离矩阵与经济地理嵌套矩阵下,产城融合对城市创新持续性的间接效应大于直接效应。这说明经济因素在一定程度上增强了产城融合对城市创新持续性的正向溢出效应。原因可能是经济资源在空间上的集中,加剧了有竞争力产业的发展,促进知识和技术在不同区域和城市之间的快速传播和扩散,为邻近地区持续创新提供了有利条件。

(五)内生性与稳健性检验

1. 内生性检验

为了解决内生性问题对基准回归结果的偏差影响,借鉴韦庄禹和武可栋^[15]的研究方法,选取同一年度城市所在省份中除该城市外其他城市产城融合度的均值作为工具变量(IV)^①。其原因在于,就相关性而言,一个城市的产城融合发展状况会受到所在省份其他城市产城融合发展的影响;就外生性而言,该省份其他城市的产城融合发展情况与本城市创新持续性并无直接相关关系。本文利用两阶段最小二乘法(2SLS)和最优广义矩估计(GMM)重新对模型进行估计,回归结果如表 6 所示。根据表 6 中的不可识别检验和弱工具变量检验的结果,可以得知所选的工具变量不存在弱工具变量、识别不足以及过度识别问题,即工具变量的选择是合理的。由表 6 列(2)和列(4)的结果可知,在考虑了变量的内生性后,产城融合在 1% 的水平下对城市创新持续性的影响显著为正。因此,在考虑内生性问题的情况下,产城融合对城市创新持续性依旧具有显著的促进作用。

2. 稳健性检验

第一,替换核心解释变量。为了能够更全面地理解产城融合对城市创新持续性的影响,验证上文结论的稳健性,参考邓郴宜等^[7]的研究,采用修正后的耦合协调模型重新测算了长三角地区各城市的

表 5 空间杜宾模型检验结果

	地理距离矩阵	经济距离矩阵	经济地理嵌套矩阵
	(1)	(2)	(3)
直接效应	80.950*** (5.848)	81.942*** (5.912)	81.943*** (5.813)
间接效应	70.712** (34.700)	102.339*** (18.016)	102.342** (13.852)
总效应	151.662*** (36.260)	184.281*** (21.483)	184.285*** (15.491)
N	656	656	656
R ²	0.634	0.623	0.623
时间固定	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes
控制变量	Yes	Yes	Yes

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为稳健标准差。

表 6 内生性检验结果

变量	2SLS		GMM	
	IC (1)	PERS (2)	IC (3)	PERS (4)
IV	0.656*** (0.075)		0.441*** (0.063)	
IC		58.407*** (16.593)		8.595*** (4.874)
N	656	656	656	656
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
Kleibergen-Paap rk LM statistic	65.034	[0.00]	47.484	[0.00]
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic	76.671	{16.38}	48.390	{16.38}

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,()内数值为稳健标准差,[]内数值为p值,{ }内数值为Stock-Yogo弱识别检验10%水平下的临界值。

①选取同一年度除上海市外长三角地区其他40个城市的产城融合度的均值作为上海市对应的工具变量。

产城耦合协调度,得到调整后的产城融合度(IC_{adj})作为替代变量进行稳健性检验。具体的回归结果见表7列(1),替换后的核心解释变量系数在1%的水平下显著为正,验证了前文回归结果的稳健性。

第二,替换被解释变量。参考杨世明和黄婧涵^[11]的做法,采用发明专利授权数代替专利申请数,计算其环比增长率,得到重新衡量的城市创新持续($PERS_{adj}$)。具体的回归结果见表7列(2),替换被解释变量后,核心解释变量系数在1%的水平下显著为正,与基准回归结果相符合,进一步验证了研究结论的稳健性。

第三,剔除各省省会与上海市。参考吴欣雨等^[31]的研究,发现各省省会、上海市与其他地级市在城镇化水平、创新水平等方面存在较大差异。因此,将上海市、南京市、杭州市和合肥市的样本剔除后进行稳健性检验。具体的回归结果见表7列(3),在剔除省会城市与上海市后,产城融合的回归系数在5%的水平下仍然显著,表明本文的结论是稳健可靠的。

第四,剔除极端值影响。为了排除极端值对估计结果的影响,参考田时中和陈浩鹏^[32]的研究,对所有变量上下1%缩尾处理后重新进行参数估计。具体的回归结果见表7列(4),经过缩尾处理后,产城融合对城市创新持续性的回归系数在5%的水平下显著为正。因此,基准回归的结果是稳健的。

六、结论与建议

本文利用2005—2020年长三角地区的地级市面板数据,探讨了产城融合对城市创新持续性的影响及其作用机制。得出以下主要结论:(1)长三角产城融合经历了从轻度失调向初步协调的积极转变。(2)产城融合显著促进了长三角地区的创新持续性,且对城市创新持续性的影响具有分位数异质性。(3)中介效应分析表明,产城融合有助于改善长三角地区的产业结构、提高人才集聚程度和提升信息化水平,进而对城市持续创新产生积极影响。(4)在长三角地区,产城融合在对本地创新持续性产生明显促进作用的同时,对邻近地区的创新持续性也产生了正向的溢出效应,会促进周边城市创新持续性的提高。

根据本文的研究结论,提出如下建议:(1)继续推进产业政策和城市规划的深度融合,制定科学合理的城市规划和产业规划,打造特色明显、竞争力强的产业基地,形成产业链、创新链和价值链相互融合的产业集群,确保城市发展和产业布局相协调,形成产城互动发展的良好格局。(2)坚持以产城融合为驱动力,培育新兴产业和未来产业,积极推进“产城融合”战略与产业结构转型相结合,设立人才特区,提供优惠的税收、住房政策,吸引高端人才和创新团队集聚,并加大信息基础设施投资,提高城市网络覆盖率和数据处理能力,打造更加友好的信息化环境,从而释放对城市可持续创新的驱动力。(3)充分发挥产城融合的空间溢出效应,加强区域合作,改善长三角区域内的交通基础设施建设,提高城际交通的便捷性,促进人流、物流的高效流动,共同建立技术研发基地、创新孵化器、产学研合作中心等,促进科研资源共享,推动创新成果在区域内的转化和应用。

表7 稳健性检验结果

变量	$PERS$ (1)	$PERS_{adj}$ (2)	$PERS$ (3)	$PERS$ (4)
IC_{adj}	89.371*** (22.698)			
IC		46.640*** (13.741)	54.442** (23.408)	54.124*** (18.461)
常数项	-23.796*** (6.360)	-13.519*** (4.223)	-14.984** (7.113)	-11.120 (6.989)
N	656	656	592	656
R^2	0.667	0.685	0.682	0.698
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为稳健标准差。

参考文献:

- [1] PEI Y L, CAI X X, Li J, et al. Method for identifying the traffic congestion situation of the main road in cold-climate cities based on the clustering analysis algorithm[J]. Sustainability, 2021, 13(17): 9741.
- [2] WOODWORTH M D, WALLACE J L. Seeing ghosts: parsing China's "ghost city" controversy[J]. Urban geography, 2017, 38(8): 1270 - 1281.
- [3] 王晓红,冯严超. 中国产城融合的影响因素识别与空间效应分析[J]. 南京财经大学学报,2018(5):30 - 39.
- [4] 张建清,白洁,王磊. 产城融合对国家高新区创新绩效的影响——来自长江经济带的实证研究[J]. 宏观经济研究, 2017(5):108 - 117.
- [5] 杨亚平,许悦靖. 经济技术开发区升格、产城融合与城市创新水平[J]. 科技管理研究,2023,43(14):241 - 250.
- [6] 刘诗源,向海凌,吴非. 产城融合能促进区域创新吗? ——来自中国 285 个地级市的经验证据[J]. 科研管理,2022, 43(7):37 - 44.
- [7] 邓郴宜,万勇,汪子泉. 产城人融合是否促进了绿色技术创新“量质齐升”——以长三角城市群为例[J]. 华东经济管理,2023,37(11):17 - 28.
- [8] 黄小勇,李怡. 产城融合对大中城市绿色创新效率的影响研究[J]. 江西社会科学,2020,40(8):61 - 72.
- [9] 余芬,樊霞,李芷珊. 企业金融化提升创新持续性了吗? ——兼论制度环境的影响[J]. 研究与发展管理,2021,33(3):1 - 13.
- [10] PETERS B. Persistence of innovation: stylised facts and panel data evidence[J]. The journal of technology transfer, 2009, 34(2): 226 - 243.
- [11] 杨世明,黄婧涵. 对外直接投资能否提升中国持续创新能力[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报),2021(6):85 - 101.
- [12] WANG D, XU D Y, ZHOU N, et al. The asymmetric relationship between sustainable innovation and industrial transformation and upgrading: evidence from China's provincial panel data[J]. Journal of cleaner production, 2022, 378: 134453.
- [13] 李健,杨蓓蓓,潘镇. 政府补助、股权集中度与企业创新可持续性[J]. 中国软科学,2016(6):180 - 192.
- [14] 鲍新中,屈乔,尹夏楠. 企业持续创新动力机制和影响因素的国外研究综述[J]. 华东经济管理,2016,30(7):167 - 172.
- [15] 韦庄禹,武可栋. 产城融合、交易成本与企业创新[J]. 调研世界,2023(7):38 - 45.
- [16] KHANNA R, GULER I, NERKAR A. Fail often, fail big, and fail fast? Learning from small failures and R&D performance in the pharmaceutical industry[J]. Academy of management journal, 2016, 59(2): 436 - 459.
- [17] 何熙琼,杨昌安. 中国企业的创新持续性及其作用机制研究——基于成本性态视角[J]. 科学学与科学技术管理, 2019,40(5):105 - 121.
- [18] 刘荣增,王淑华. 城市新区的产城融合[J]. 城市问题,2013(6):18 - 22.
- [19] 马子量. 西北地区城市化进程对产业结构演变的驱动效应研究[J]. 中国人口·资源与环境,2016,26(11):37 - 44.
- [20] 万伦来,左悦. 产城融合对区域碳排放的影响——基于经济转型升级的中介作用[J]. 安徽大学学报(哲学社会科学版),2020,44(5):114 - 123.
- [21] 高云虹,陈敏. 城市品质、人才集聚与城市创新[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2023,23(2):89 - 102.
- [22] 张所地,闫昱洁,李斌. 城市基础设施、人才集聚与创新[J]. 软科学,2021,35(2):7 - 13.
- [23] 杨志浩,郑玮. 产业融合与城市创新——来自“三网融合”的证据[J]. 科研管理,2023,44(6):126 - 136.
- [24] 赵玉林,李丫丫. 技术融合、竞争协同与新兴产业绩效提升——基于全球生物芯片产业的实证研究[J]. 科研管理, 2017,38(8):11 - 18.
- [25] 丛海彬,邹德玲,刘程军. 新型城镇化背景下产城融合的时空格局分析——来自中国 285 个地级市的实际考察[J]. 经济地理,2017,37(7):46 - 55.
- [26] 余义勇,张骁. “产-人-环”一体化常熟经济技术开发区转型升级路径与发展模式研究[J]. 科技进步与对策, 2019,36(22):43 - 50.
- [27] YE Y X, ZHAO S Y. The effect of outward FDI on capabilities of sustained innovation: evidence from China[J].

Sustainability, 2023, 15(5): 4196.

- [28] 何小钢, 罗奇, 陈锦玲. 高质量人力资本与中国城市产业结构升级——来自“高校扩招”的证据[J]. 经济评论, 2020(4): 3-19.
- [29] 熊学丽, 郁港宁, 黄加顺. “创城”与人才集聚——基于创新型城市的准自然实验[J]. 科学学与科学技术管理, 2024, 45(4): 1-20.
- [30] 何小钢, 郭晓斌. 网络基础设施、知识溢出与城市创新——来自“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 经济经纬, 2023, 40(1): 36-46.
- [31] 吴欣雨, 高立, 郭震, 等. 绿色信贷对环境污染治理的影响机制及异质性研究: 基于我国长三角地区的实证检验[J]. 产业经济评论, 2023(2): 69-90.
- [32] 田时中, 陈浩鹏. 税收竞争对地区经济韧性的影响与机制研究——来自 14 城市群 183 城市的经验证据[J]. 西部论坛, 2023, 33(4): 92-108.

(责任编辑: 陈 春; 英文校对: 谈书墨)

The Impact of Industry-City Integration on the Sustainability of Urban Innovation: An Empirical Study Based on 41 Cities in the Yangtze River Delta

ZHANG Zhidong, QIN Xiaodan

(Anhui University, College of Economics, Hefei 230601, China)

Abstract: In the new era, the process of city construction has focused on the integration of industry and city and the sustainability of urban innovation. The article uses a sample of 41 cities at the prefecture level and above in the Yangtze River Delta to explore the effects and paths of industry-city integration on the sustainability of urban innovation in the region. The results of the study show the following: (1) the integration of industry and cities in the Yangtze River Delta has increased year by year, realizing a positive shift from mild dysfunction to initial coordination. (2) Industry-city integration can effectively improve the sustainability of urban innovation and maximize this positive effect in the 90% quartile. (3) Industry-city integration can improve the sustainability of urban innovation by promoting industrial structure transformation, concentrating talent, and upgrading informatization. (4) There is a positive spatial correlation between industry-city integration and the sustainability of urban innovation in the Yangtze River Delta. Greater industry-city integration can improve the sustainability of innovation in neighboring cities through positive spatial spillovers, and these spillovers are stronger under the economic factor than the geographic factor.

Key words: industry-city integration; urban innovation continuity; industrial structure transformation; talent concentration; informatization