

城市人口规模、产业集聚模式与城市创新

——来自 271 个地级及以上城市的经验证据

陈大峰 闫周府 王文鹏

【摘要】文章运用 2003~2018 年中国 271 个地级及以上城市的面板数据,综合考察城市人口规模、产业集聚模式对城市创新的影响,探讨城市人口规模如何在产业集聚的创新效应中发挥作用。研究发现:(1)城市人口规模增加有助于城市创新;(2)专业化集聚对城市创新存在显著的正向促进作用,但多样化集聚与城市创新的关系呈倒“U”形;(3)城市人口规模显著抑制专业化集聚对城市创新的促进作用;(4)在多样化集聚拐点的左侧,城市人口规模扩张强化了多样化集聚对城市创新的促进作用,在拐点的右侧,城市人口规模则强化了多样化集聚对城市创新的负向影响。文章认为,在推进城市创新过程中,应当把握城市人口规模和产业集聚模式特点,使二者相协调,尤其是要主动把握多样化集聚影响城市创新的拐点特征变化,优化城市创新的结构空间。

【关键词】城市人口规模 城市创新 产业集聚 资源错配 工具变量法

【作者】陈大峰 南京审计大学信息工程学院,高级实验师;闫周府 上海海洋大学经济管理学院,讲师;王文鹏 上海财经大学公共经济与管理学院,博士研究生。

一、引言

随着中国经济由高速增长向高质量发展阶段转变,建设创新型经济已成为推动中国经济质量、效率和动力变革的一项重要任务。城市作为创新活动的空间载体,不仅是微观企业进行研发创新的基地,更是中国建设创新型经济的重要支撑。改革开放以来,中国城镇建设快速发展,1978~2019 年,城市化水平由 17.92% 提高到 60.60%,城镇人口规模已达 8.48 亿人^①。人口向城镇集中,赋予城镇更多新的内涵,为辖区内企业带来集聚优势,包括较低的劳动力和运输成本、获得中间产品的便利性及生产制造过程中的分工优势(杨本建、黄海珊,2018)。那么,人口规模、产业集聚在城市创新活动中发挥怎样的作用?

^① 国家统计局:《2019 年国民经济和社会发展统计公报》(http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfh/202002/t20200228_1728913.html),2020 年 2 月 28 日。

已有研究对人口规模、产业集聚与城市创新的关系进行了探讨,但往往将人口规模或产业集聚视为独立的变量,分别考察人口规模(Feldman等,1999;Bettencourt等,2007)或产业集聚(Baptista等,1998;Beaudry等,2009)对城市创新的影响,忽略了二者的协同作用。在不同历史阶段,城市人口规模会发生变化,产业集聚水平依赖人口规模 and 市场需求不断调整(袁冬梅等,2019),同时也为人口规模扩张创造条件(韩峰、李玉双,2019),二者相互渗透,共同作用于城市创新。通常产业集聚可以划分为专业化集聚和多样化集聚^①(Hoover,1948),当城市人口规模较小时,专业化集聚模式是合适的,而随着人口规模的扩大,多样化集聚模式将使城市获益更多(孙晓华、周玲玲,2013)。人口规模和集聚模式协调一致,更有利于城市创新发展。然而,一些地方政府盲目扩张城市人口规模,片面追求产业专业化或多样化,使城市人口规模与产业集聚发展失调,最终导致地区资源配置效率低下,经济结构性问题突出(袁冬梅等,2019),对城市创新产生诸多不利影响。

二、文献综述

作为现代城市的主要特征,人口集聚对城市创新的影响引起学界的关注。Feldman等(1999)研究指出,人口集聚提供了面对面交流的机会,有助于隐性知识传播,创新效率更高。Black等(1999)研究发现,城市人口规模扩张加速了当地人力资本积累,有助于创新活动和专利申请数量的增加。Bettencourt等(2007)通过分析美国1980~2001年城市人口规模与专利活动之间的关系发现,随着人口规模增加,发明活动的回报不断上升,这为高质量人力资本向城市中心集聚及城市创新提供了解释。曾婧婧、周丹萍(2019)聚焦中国59个创新型城市,发现以常住人口衡量的城市规模对政府创新投入和城市创新能力等具有显著的调节效应。

产业集聚对城市创新的影响也是学界关注的重点。新增长理论和新经济地理理论指出,产业集聚外部性、知识溢出效应与规模收益递增对城市创新具有重要影响(Krugman,1991;金煜等,2006)。产业集聚能有效促进微观主体之间信息、技术和思想的传播与共享,从而加速城市创新(Balland等,2015)。产业集聚缩短了企业间的地理距离,从而增加微观主体间思想碰撞和创意合作的概率,与此同时,知识溢出还能有效降低创新的内在不确定性,降低技术转化与应用推广的成本。然而,由于不同产业的要素密集度及市场定位不同,集聚模式选择的差异使产业集聚对城市创新的影响存在一定分歧,主要有以下两种观点。

一种观点认为,专业化集聚模式更有利于城市创新。Marshall(1890)指出,同类产业

^① 专业化集聚是指同类产业或生产相似产品产业的地理集中,多样化集聚是指不同产业在特定地理区域上的集中。

通过集中选址,共享信息、基础设施及劳动力市场等,有助于加快知识和技术在行业内的扩散与应用。专业化集聚便于同一领域内企业面对面交流,加速新技术的出现(Beaudry 等, 2009)。不同的经验研究为此提供了支持,如 Baptista 等(1998)以英国 1975~1982 年 248 家制造业企业的创新数据为样本,实证检验了专业化集聚对企业创新数量的促进作用;霍春辉、杨锐(2016)使用中国省级面板数据研究发现,产业专业化外部性对电子产业和仪器仪表业等产业创新绩效有显著的正向影响。

另一种观点则倾向于支持产业多样化有助于创新,认为不同类型行业的集中选址,有助于塑造多样化的城市环境,便于新思想和新技术的交流和融合,从而提高“思想碰撞”成功的概率(Jacobs, 1969)。Beaudry 等(2009)指出,差异性企业或行业的地理集聚有利于新技术或新产品的创造,产业多样化集聚才是推动城市创新的主要动力源泉。Feldman 等(1999)运用美国 SBIDB 创新数据库实证考察产业集聚对新产品的影响,发现产业多样化更能促进企业新产品的产生。Hanlon 等(2017)以英国部分城市为例,发现多样化集聚比专业化集聚更有利于城市创新。吴三忙、李善同(2011)的研究结论也支持产业多样化对城市创新具有显著的促进作用。张宗益、李森圣(2014)基于时变参数与动态面板方法分析中国 28 个省份的高新技术行业集聚外部性的长期动态特征,发现产业多样化与区域创新之间呈非线性关系。显然,不同的集聚模式对城市创新的影响效果是不同的,如果从市场结构与创新关系的角度看,专业化理论认为垄断比地方竞争更能保持创新动力,多样化理论则认为激烈的竞争环境比垄断更能促使城市创新竞争力的提升(沈能、赵增耀, 2014)。

总体而言,现有文献从不同角度揭示人口规模、产业集聚等因素对城市创新的影响及其作用机理,但存在以下不足:(1)产业集聚影响城市创新的研究结论存在争议,需要进一步检验;(2)分别考察城市人口规模或产业集聚模式对城市创新的影响,鲜有研究考虑二者对城市创新的协同作用;(3)忽略内生性问题。鉴于此,本文采用城市面板数据探讨产业集聚对城市创新的影响及其差异,分析产业集聚在大中小城市中的创新效应差异。

三、理论分析与待检验假设

为了阐释城市人口规模约束下产业集聚模式选择对城市创新的影响,本文借鉴 Venables(2007)的研究,假设城市创新生产函数满足以下函数形式:

$$Y = A E^{\alpha} K^{\beta} H^{\gamma} \quad (1)$$

其中, Y 表示城市的创新产出, K 、 H 分别表示物质资本和人力资本要素的投入, E 表示集聚因子, A 表示其他影响城市创新水平的因素; β 和 γ 分别表示物质资本和人力资本要素对创新产出的弹性;城市创新生产函数具有规模报酬不变的性质, $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

为简化分析,假定一个城市内部创新的技术水平相同,但研发创新在城市之间存在

差异,这种差异主要源于城市规模和产业集聚经济的不同(Duranton 等,2001)。根据现有文献对集聚因子 E 决定因素的讨论,设集聚因子为:

$$E=f(Scal, Spe, Scal \times Spe, Div, Div^2, Scal \times Div) \quad (2)$$

其中, $Scal$ 表示城市规模^①, Spe 表示专业化集聚, Div 表示多样化集聚。由于城市本身相当于提供一种信息传导机制,有助于促使知识、信息的交流和扩散,后者有助于产生高水平的创新活动。因而“城市规模—产业集聚经济”的协同效应形成了一种指数形式“叠加效应”(Davis 等,2019)。为方便求解,本文将 E^α 具体表示为:

$$E^\alpha=\exp(a_1 Scal+a_2 Spe+a_3 Scal \times Spe+a_4 Div+a_5 Div^2+a_6 Scal \times Div) \quad (3)$$

将式(3)代入式(1),两边分别取对数,可得:

$$\ln Y=\ln A+a_1 Scal+a_2 Spe+a_3 Scal \times Spe+a_4 Div+a_5 Div^2+a_6 Scal \times Div+\beta \ln K+\gamma \ln H \quad (4)$$

将式(4)对 Spe 求一阶导数和对 Div 求一阶、二阶导数,则:

$$\partial \ln Y / \partial Spe=a_2+a_3 Scal \quad (5)$$

$$\partial \ln Y / \partial Div=a_4+2a_5 Div+a_6 Scal \quad (6)$$

$$\partial^2 \ln Y / \partial (Div)^2=2a_5 \quad (7)$$

式(5)显示,产业专业化与城市创新产出之间的关系受 a_2 和 $a_3 Scal$ 的影响;式(6)和式(7)显示,产业多样化与城市创新产出存在非线性关系,二者之间的关系受 a_4 、 $a_5 Div$ 和 $a_6 Scal$ 的共同影响。

以上推导显示了人口规模约束下集聚模式选择对城市创新的影响。专业化集聚使企业之间可以共享投入要素和专业劳动力市场,从而直接降低企业生产成本和“面对面”信息交流成本,提高产品研发创新成功的可能性。而多样化集聚对城市创新的影响存在阶段性特征,在产业多样化发展的初级阶段,城市密集的多元化环境为微观主体创造更多面对面交流的机会,知识、信息和技术在产业之间能够得到有效传播,有助于充分发挥多样化集聚对城市创新的促进作用。而在产业多样化的发展后期,多样性的产业或企业过度集聚于某一城市会产生严重的“拥挤效应”,导致交易成本迅速上升、过度竞争等一系列问题,从而过度产业多样化将对城市创新产生消极影响。

城市人口规模增加能够带来劳动力集聚、学习新技能、共享公共投入品和消费多元化等正向的集聚经济效益(梁婧等,2015)。就专业化集聚而言,现有文献表明专业化集聚作为一种空间外部规模效应,在较小空间范围内“共享生产投入要素市场”是形成规模经济的主要原因(霍春辉、杨锐,2016)。对于传统制造业和成熟专业化集聚而言,继续扩大城市人口规模所带来的经济租金上升、交通成本增加、劳动力工资上涨、环境恶化

① 现有文献中关于城市集聚经济替代变量的选择主要有两种,一种是基于总量数据如人口数表示集聚经济,另一种是用经济活动情况。本文主要利用城市人口规模衡量集聚经济。

等规模不经济问题将会超过集聚经济带来的效益。因此,城市人口规模与专业化集聚之间存在负向关系,城市人口规模扩张可能会减弱专业化集聚的正外部性(知识溢出效应),甚至降低城市创新效率。就多样化集聚而言,在其发展的初级阶段,城市人口规模与多样化集聚的相互协调能促使城市创新产出与创新绩效不断提升。产业间知识溢出的创新效应更可能在人口规模较大的城市空间产生,具备一定规模的城市是吸收或容纳更多互补性、差异性产业和企业集聚的前提,所以只有在较大人口规模下多样化才有可能具有规模收益递增效应(傅十和、洪俊杰,2008)。在多样化发展后期,城市人口的不断集聚所带来的问题也会产生负效应。这一阶段城市扩张与人口集聚会加剧产业多样化过度集聚对城市创新的负面影响。

鉴于此,本文提出假设 1:城市人口规模对城市创新具有正向影响。假设 2:专业化集聚对城市创新具有正向促进作用;多样化集聚与城市创新的关系为倒“U”形曲线。假设 3:城市人口规模扩张会负向抵消专业化集聚对城市创新的促进作用;在倒“U”形曲线的左侧,城市人口规模扩张会强化多样化集聚对城市创新的促进作用,在拐点的右侧,城市人口规模扩张会强化多样化集聚对城市创新的抑制作用。

四、计量模型、变量与数据

(一) 计量模型设定与变量说明

为了检验不同产业集聚模式对城市创新的影响。本文构建以下计量模型:

$$\ln Invent_{it} = \beta_0 + \beta_1 Sca_{it} + \beta_2 Spe_{it} + \beta_3 Div_{it} + \beta_4 (Div_{it})^2 + \lambda' X + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中, i 表示城市, t 表示年份; $\ln Invent_{it}$ 为被解释变量,表示*i*城市*t*年的专利授权量的自然对数^①。关键解释变量包括: Sca_{it} 表示城市人口规模; Spe_{it} 表示*i*城市*t*年的专业化集聚; Div_{it} 表示*i*城市*t*年的多样化集聚。 X 为一组其他控制变量,包括外商直接投资(Fdi)、人力资本(Hum)、政府支出规模(Gov)、研发投入($R\&D$)和交通基础设施($Infra$)等; u_i 表示不可观测的地区固定效应; v_t 表示时间效应; ε_{it} 为随机扰动项。

为了检验假设 3 是否成立,本文在式(8)中分别引入城市人口规模与专业化集聚交互项、城市人口规模与多样化集聚交互项、城市人口规模与多样化集聚平方项交互项。相关变量说明如下。

1. 被解释变量。本文被解释变量为城市创新($Invent$)。现有文献中反映创新能力或创新产出的变量有专利申请量、专利授权量、新产品市场价值等。其中,专利申请量侧重反映创新活动的投入情况,专利授权量和新产品市场价值侧重反映创新活动的产出情况,本文采用专利授权数量的对数衡量城市创新。

① 由于样本数据中专利授权量最小值为 0,故而此处为专利授权量加 1 之后再取自然对数。

2. 核心解释变量。本文的核心解释变量为:(1)城市人口规模(Sca)。采用市辖区年末人口数的自然对数衡量人口规模。(2)专业化集聚(Spe)。采用就业人员在行业间的分配比例作为衡量标准。具体来说,借鉴袁冬梅等(2019)的做法,选择就业人员最多的产业作为该城市的专业化产业,用该产业在城市中的就业份额占该产业在全国中就业份额的比值衡量,即: $Spe_i = \max_j (S_{ijt}/S_{jt})$ 。其中, S_{ijt} 为*i*城市*t*年产业*j*的就业人员占该城市就业总量的比重, S_{jt} 为*t*年产业*j*的就业人员占全国总就业的比重^①。(3)多样化集聚(Div)。与专业化集聚衡量方法相同,采用相对指数来度量,即: $Div_i = 1/\sum_j |S_{ijt} - S_{jt}|$ 。

3. 其他控制变量。本文的其他控制变量为:(1)研发投入($R\&D$)。本文采用城市地方政府预算中的科技经费投入占GDP的比重来度量。(2)外商直接投资(Fdi)。采用各城市实际利用外商投资额的自然对数来度量,根据各年度平均汇价进行换算,并以2003年为基期使用GDP平减指数进行平减以消除通货膨胀的影响。(3)人力资本(Hum)。借鉴杨仁发(2013)的方法,采用每万人中普通高等院校在校生数量度量^②。(4)政府支出规模(Gov)。采用各城市财政支出与GDP的比值来衡量。(5)交通基础设施($Infra$)。借鉴韩峰、柯善咨(2012)处理方法,采用城市市区人均道路占有面积来度量。

(二) 数据来源及说明

本文使用2003~2018年中国地级及以上城市面板数据,剔除数据缺失较多的城市,得到271个样本。相关数据主要来自2004~2019年《中国城市统计年鉴》、专利云数据库^③、中经网统计数据库及部分省统计年鉴。对于个别城市少数年份的缺失数据,进行线性插值处理。为消除离群值的影响,对相关连续变量的数据在1%和99%水平上进行winsorize处理。变量的描述性统计如表1所示。

表2给出了各变量的相关系数,与预期基本一致,且在1%的水平上显著。此外,各个解释变量之间的相关系数的绝对值均小于0.7,其中最大值为0.625。进一步,通过考察方差膨胀因子发现VIF取值处于区间[1.75, 2.64],远小于10,故不存在多重共线性问题。

(三) 内生性问题与计量方法选择

内生性问题直接导致计量回归结果无法收敛到模型参数的真实值。由于专业化集

① 涉及的产业分别为:(1)采矿业;(2)制造业;(3)电力、热力、燃气及水生产和供应业;(4)建筑业;(5)批发与零售业;(6)交通运输、仓储和邮政业;(7)住宿和餐饮业;(8)信息传输、软件和信息技术服务业;(9)金融业;(10)房地产业;(11)租赁和商务服务业;(12)科学研究、技术服务业;(13)水利、环境和公共设施管理业;(14)居民服务、修理和其他服务业;(15)教育;(16)卫生和社会工作;(17)文化、体育与娱乐业;(18)公共管理、社会保障和社会组织。

② 个别城市个别年份的外商直接投资、普通高校在校生数为0,处理时均加1。

③ 专利云数据库网址:<https://www.patentcloud.com/>。

聚、多样化集聚会产生知识溢出效应从而提升城市创新水平,同时城市创新水平也会影响城市产业专业化、产业多样化的空间集聚程度。因此,计量模型中存在潜在的

表 1 变量的描述性统计

变 量	均值	标准差	最小值	最大值
专利授予量的对数	6.302	1.912	1.946	10.74
年末市辖区人口(万人)的对数	4.597	0.737	3.047	6.746
专业化集聚	3.557	2.947	1.400	16.832
多样化集聚	2.229	0.892	0.882	5.123
研发投入占 GDP 的比重(%)	0.242	0.289	0.003	1.638
实际利用外商投资额(万元)的对数	10.144	3.514	0	15.42
万人中高校在校生数量	5.241	1.569	0	7.526
政府财政支出与 GDP 的比值	0.168	0.137	0.040	0.995
人均(万人)道路占有面积(平方公里)	10.841	6.546	1.910	38.589

双向因果关系。如果使用最小二乘法(OLS)或固定效应法(FE)进行回归,可能会导致模型参数估计结果有偏、不一致。因此,本文采用工具变量法(IV)解决内生性问题。

表 2 各变量的相关系数

变量	Invent	Sca	Spe	Div	R&D	Fdi	Hum	Gov	Infra
Invent	1								
Sca	0.625	1							
Spe	-0.200	-0.208	1						
Div	0.282	0.337	-0.491	1					
R&D	0.488	0.142	-0.083	0.035	1				
Fdi	0.605	0.516	-0.137	0.317	0.249	1			
Hum	0.513	0.195	-0.147	0.243	0.343	0.337	1		
Gov	0.060	-0.132	0.119	-0.155	0.421	-0.072	0.100	1	
Infra	0.469	0.031	0.008	0.064	0.294	0.270	0.355	0.011	1

本文采用城市层面的专业化集聚、多样化集聚的去当期平均值作为工具变量,因为当地区固定效应和年份效应被控制后,该变量能够刻画各城市一年份的产业集聚经济水平,它与该城市一年份的产业专业化或多样化相关,但与每年的城市创新水平没有直接的因果关系,可以在一定程度上避免内生性问题对计量结果的影响。考虑到专利授权量数据具有计数特征,且样本中个别城市有些年份的专利授权量的对数为 0,因此,本文主要采用 IV-Tobit 模型进行估计。同时,为了得到平均边际效应,直观地分析变量估计系数值,本文还拟合了常规的线性模型。

五、计量回归结果与分析

(一) 产业集聚对城市创新的影响

表 3 给出了式(8)的估计结果。由于模型 1、模型 2 未对可能存在的内生性问题进行处理,故本文主要分析模型 3 的回归结果。模型 3 显示,Wald 外生性检验值在 1%水



表3 产业集聚与城市创新(N=4334)

变 量	POOLED 模型 1	FE 模型 2	IV-Tobit 模型 3
人口规模	0.965*** (0.025)	2.093*** (0.062)	0.956*** (0.022)
专业化集聚	-0.002 (0.005)	0.063*** (0.011)	0.018** (0.008)
多样化集聚	0.290*** (0.069)	0.166* (0.093)	0.516*** (0.120)
多样化集聚平方	-0.035*** (0.0110)	-0.036** (0.016)	-0.056*** (0.021)
研发投入	0.779*** (0.063)	1.030*** (0.057)	0.780*** (0.059)
外商直接投资	0.072*** (0.005)	0.069*** (0.006)	0.066*** (0.005)
人力资本	0.195*** (0.017)	0.257*** (0.011)	0.176*** (0.012)
政府支出规模	-0.734*** (0.131)	0.818*** (0.108)	-0.632*** (0.131)
交通基础设施	0.059*** (0.003)	0.106*** (0.003)	0.052*** (0.002)
常数项	-2.235*** (0.178)	-2.739*** (0.262)	-3.802*** (0.305)
R ²	0.734	0.746	
F 统计量	1191.76***	895.47***	
Hausman 检验		577.36***	
Wald 统计量			13006.38***
Wald 外生性检验			20.01***

注：(1)括号内数值为异方差稳健标准误；(2)控制了地区固定效应和年份效应；(3)*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著。

增强城市的创新能力。假设 1 得到验证。专业化集聚系数在 1%的水平上显著为正,表明专业化集聚在推进城市创新过程中发挥了促进作用,专业化水平越高,城市创新能力越强。同类企业集中选址,一方面降低了企业研发和交易成本,另一方面通过共享资源及面对面更直接的沟通 and 交流,提升了知识和技术在行业内的传播速度,增加了企业创新成功的可能性。多样化集聚的一次项系数为正,二次项系数为负,且均在 1%的水平上显著,表明多样化集聚与城市创新之间呈倒“U”形。当多样化集聚处在一个较低的水平时,多样化集聚水平的提高可以加快产业间的信息共享和交流合作,从而有利于增强知识溢出效应,提高城市创新水平。然而,随着多样化集聚水平的进一步提升,在某一临界点之后,产业多样化集聚对城市创新表现出明显的抑制作用,多样化集聚水平越高,其对城市创新的抑制作用越大。多样化水平的快速提升会对城市发展带来一定的“拥挤效应”,使产业间资源竞争加剧,交易成本上升,恶化城市创新环境。假设 2 得到验证。

其余控制变量的回归结果基本符合预期。研发投入、外商直接投资、人力资本和交通基础设施的估计系数均在 1%的水平上显著为正,表明这些因素均有助于城市创新。政府支出系数在 1%的水平上显著为负,可能的解释是地方政府过度干预会造成要素配置扭曲,降低城市创新水平。

(二) 城市人口规模对产业集聚创新效应的异质性影响

为了检验本文假设 3 是否成立,对各引入交互项模型进行计量回归,估计结果如表

平上显著为正,表明本文选取的工具变量是合理的,能够解决理论上可能存在的双向因果关系问题。内生性问题处理后,城市人口规模系数在 1%的水平上显著为正,说明城市人口规模扩张有助于城市创新水平的提升。通常城市人口规模增加意味着市场销售潜力的提升,企业研发的新产品能够在快速增长的市场中获得高额利润回报,这会激励企业加大创新投入,从而增

4 所示。模型 4 显示,专业化集聚与城市人口规模的交互项系数为 -0.031,且在 1%水平上显著,这意味着专业化集聚对城市创新的促进作用会受城市人口规模的影响,城市人口规模越大,专业化集聚对城市创新的促进作用

表 4 城市人口规模对产业集聚创新效应的影响及其差异(IV-Tobit)(N=4334)

变 量	模型 4	模型 5	模型 6
人口规模	1.056*** (0.039)	0.697*** (0.061)	0.837*** (0.039)
专业化集聚	0.161*** (0.047)	0.017** (0.008)	0.025*** (0.008)
多样化集聚	0.518*** (0.122)	0.252* (0.130)	0.782*** (0.145)
多样化集聚平方	-0.062*** (0.021)	-0.111*** (0.023)	-0.199*** (0.043)
研发投入	0.817*** (0.061)	0.761*** (0.056)	0.763*** (0.063)
外商直接投资	0.066*** (0.006)	0.068*** (0.005)	0.065*** (0.006)
人力资本	0.178*** (0.012)	0.175*** (0.012)	0.167*** (0.013)
政府支出规模	-0.732*** (0.137)	-0.672*** (0.125)	-0.597*** (0.141)
交通基础设施	0.051*** (0.002)	0.053*** (0.002)	0.052*** (0.003)
人口规模×专业化集聚	-0.031*** (0.010)		
人口规模×多样化集聚		0.108*** (0.024)	
人口规模×多样化集聚平方			0.019*** (0.005)
常数项	-3.006*** (0.273)	-1.648*** (0.331)	-2.485*** (0.271)
Wald 统计量	24645.80***	27122.32***	21544.63***
Wald 外生性检验	31.41***	6.35***	36.74***

注:同表 3。

用越弱。反之,城市人口规模越小,专业化集聚对城市创新的促进作用越强。为了进一步观察城市人口规模在专业化集聚的创新效应中发挥的作用,本文参照回归系数的特征变化绘制了城市人口规模对专业化集聚创新效应影响的模拟图(见图 1)。从中可以看出,对于专业化集聚程度较高的城市而言,扩大城市人口规模并不利于城市创新效率的提高;对于城市人口规模较大的城市而言,继续提高专业化集聚(外部性)水平,反而会降低城市创新能力和创新效率,即城市人口规模在专业化集聚的创新效应中表现为明显的负向抑制作用。现实中,城市人口规模扩张存在一定“拥挤效应”,这会带来诸多规模不经济问题,而这些问题的负面影响有可能超过专业化集聚经济所创造的效益,进而降低城市创新效率。可见,城市创新需要城市人口与产业协调集聚,只有当二者协调一致时,才有利于城市创新效率的提高。

模型 5 显示,城市人口规模与多样化集聚的交互项系数为 0.108,且在 1%水平上显著,这说明多样化集聚对城市创新的促进作用同样会受到城市人口规模的影响,即城市人口规模有助于增强多样化集聚对城市创新的促进作用。在引入城市人口规模与多样化集聚二次项的交互项之后,多样化集聚系数由 0.252 上升为 0.782,而多样化集聚的二次项系数则由 -0.111 下降为 -0.199,城市人口规模与多样化集聚平方的交互项系数为 0.019,且

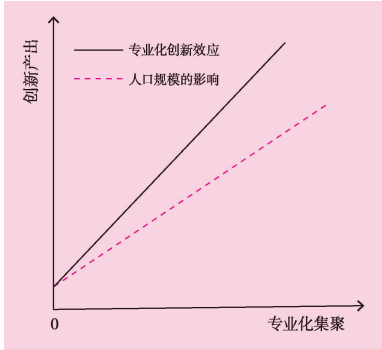


图 1 人口规模对专业化创新效应的影响

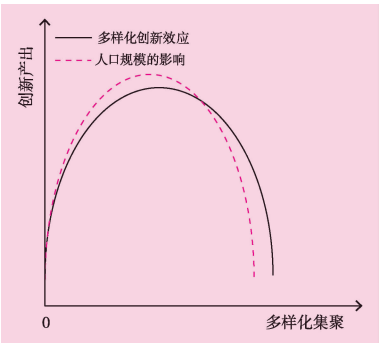


图2 人口规模对多样化创新效应的影响

在1%的水平上显著,这意味着城市人口规模强化了多样化集聚与城市创新的倒“U”形关系,即城市人口规模增大了多样化集聚倒“U”形的曲率,加快了拐点的到来,也提高了拐点值对应的创新产出(见图2)。在多样化集聚拐点的左侧,多样化集聚对城市创新存在正向促进作用,城市人口规模扩张能够放大这一正向效应,即多样化集聚的创新效应会随着城市人口规模扩张而不断增强;在拐点右侧,即当多样化集聚程度增高到对城市创新产生负向效应时,城市人口规模扩大会强化这一负向效应。产业多样化过度集聚的负效应会随着城市人口规模扩张所产生的消极外部性而不断加剧,在产业多样化外部性给定的情况下,城市人口规模扩张将会使产业多样化过度集聚的负向效应愈演愈烈。因此,研究假设3得到验证。此外,模型5和模型6的回归结果显示多样化集聚对城市创新的影响仍呈倒“U”形特征,其余控制变量与表3基本一致,参数估计值未发生显著变化,回归结果稳健。

六、稳健性检验

前面计量回归结果已经验证了假设1、假设2和假设3,为了检验结果的稳健性和可靠性,本文借鉴Duranton等(2001)的研究,对专业化指标重新设定,具体为:

$$Spe_u = \sum_{j=1}^n \left| \frac{S_{ijt}}{\sum_{j=1}^n S_{ijt}} - \frac{\sum_{i=1}^m S_{ijt}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m S_{ijt}} \right| \quad (9)$$

式(9)中, m 为样本城市总数, n 为行业总数。

对专业化的新测度值采用2SLS对包含交互项的模型进行重新估计,结果如表5中模型7至模型9所示。对比表4中IV-Tobit的回归结果,各解释变量和交叉项的估计方向和显著性均没有发生改变。另外,为了比较2008年国际金融危机前后的变化,表5中模型10和11在式(8)中分别引入时间虚拟变量,结果显示交互项系数估计值不显著,表明城市人口规模对多样化创新效应2008年前后没有发生变化。因此,本文替换指标、调整回归方法及进行分阶段回归的稳健性检验结果均验证了研究假设依然成立。

七、进一步讨论

为了进一步考察多样化集聚对城市创新的偏效应,依据式(8),在等式两边分别对多样化集聚求偏导,可以得到:

表 5 稳健性检验(N=4334)

变 量	2SLS			IV-Tobit	
	模型 7	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11
人口规模	1.171*** (0.058)	0.700*** (0.071)	0.835*** (0.047)	0.959*** (0.024)	0.958*** (0.022)
专业化集聚	2.601*** (0.623)	0.761* (0.393)	0.876* (0.467)	0.018** (0.008)	0.018** (0.008)
多样化集聚	0.776*** (0.239)	0.542** (0.242)	1.056*** (0.308)	0.519*** (0.116)	0.513*** (0.130)
多样化集聚平方	-0.098*** (0.032)	-0.139*** (0.034)	-0.222*** (0.059)	-0.055** (0.022)	-0.055** (0.026)
研发投入	0.727*** (0.064)	0.741*** (0.063)	0.736*** (0.069)	0.783*** (0.059)	0.782*** (0.059)
外商直接投资	0.071*** (0.006)	0.070*** (0.006)	0.068*** (0.006)	0.066*** (0.005)	0.066*** (0.005)
人力资本	0.171*** (0.018)	0.170*** (0.018)	0.163*** (0.019)	0.175*** (0.012)	0.175*** (0.012)
政府支出规模	-0.719*** (0.133)	-0.678*** (0.133)	-0.618*** (0.147)	-0.638*** (0.135)	-0.636*** (0.135)
交通基础设施	0.053*** (0.003)	0.053*** (0.003)	0.052*** (0.003)	0.052*** (0.002)	0.052*** (0.002)
常数项	-4.174*** (0.666)	-2.495*** (0.676)	-3.342*** (0.753)	-2.691*** (0.224)	-2.675*** (0.238)
Wald 统计量				24625.72***	24680.69***
Wald 外生性检验				23.44***	18.56***
Kleibergen-Paap rk LM	34.011***	32.923***	30.366***		
Kleibergen-Paap Wald F	17.859[7.03]	17.337[7.03]	16.209[7.03]		

注:(1)Kleibergen-Paap rk LM 和 Wald F 统计量是对工具变量的检验;(2)中括号内数值为 Stock-Yogo Weak ID test 检验在 10%水平上的临界值;(3)模型 7 中人口规模与专业化集聚交互项估计值为 -0.460,模型 8 中人口规模与多样化集聚交互项估计值为 0.106,模型 9 中人口规模与多样化集聚平方交互项估计值为 0.019,均在 1%的水平上显著;(4)模型 10 中时间虚拟变量、人口规模与多样化集聚交互项估计值为 -0.002,模型 11 中时间虚拟变量、人口规模与多样化集聚平方交互项估计值为 -0.0002,均在 10%的水平上不显著;(5)其他同表 3。

$$\partial \ln Invent / \partial Div = \beta_3 + 2\beta_4 Div \quad (10)$$

分别将表 3 模型 2 中多样化集聚一次项 β_3 的系数估计值 0.166 和多样化集聚二次项 β_4 的系数估计值 -0.036 代入式(10),则多样化集聚对城市创新效应的拐点值约为 2.305。需要特别说明的是,本文所考察的 271 个城市样本中,2018 年多样化集聚的平均值约为 2.082,67.5%城市的多样化集聚水平处于拐点的左侧,也有部分城市高于拐点值,最高为 5.123。这提示差异化对城市发展的重要性,城市之间应避免盲目模仿,需要结合多样化处于拐点的位置制定发展战略,尤其是要结合多样化水平的变化进行动态调整,尽可能最大化地发挥多样化集聚对城市创新的正向效应。

参照中国 2014 年划分城市人口规模等级的标准,本文以城市人口为依据将 271 个地级及以上城市划分为大型、中型和小型三类,对各类城市子样本分别进行回归(见表 6 模型 12 至模型 14),3 个子样本回归均通过了 Wald 外生性检验。结果显示,大中型城市的多样化集聚与城市创新的倒“U”形关系依然成立,大型城市的倒“U”形关系拐点值大于中型城市,即在产业多样化发展的初级阶段,产业间的合作交流、信息共享,以及劳动力在行业间流动能够促进大城市产生更多的知识溢出,但在产业多样化过度拥挤阶段会对大城市创新产生更大抑制作用。小型城市样本的回归结果中人口规模变量对城市

表 6 大型、中型和小型城市的子样本回归结果(IV-Tobit)

变 量	大城市 模型 12	中型城市 模型 13	小型城市 模型 14	大城市 模型 15	中型城市 模型 16	小型城市 模型 17
人口规模	0.974*** (0.033)	0.303** (0.122)	-0.447 (1.138)	1.402*** (0.145)	0.606* (0.318)	-1.242 (4.705)
专业化集聚	0.051*** (0.012)	0.046** (0.020)	0.371 (0.434)	0.854*** (0.259)	0.509 (0.442)	-0.004 (2.048)
多样化集聚	0.595*** (0.142)	1.468*** (0.351)	13.008 (17.287)	0.516*** (0.195)	1.359*** (0.376)	17.603 (37.820)
多样化集聚平方	-0.070*** (0.024)	-0.220*** (0.065)	-2.540 (3.572)	-0.080** (0.033)	-0.213*** (0.068)	-3.457 (7.678)
研发投入	0.921*** (0.084)	0.492*** (0.169)	0.718 (1.027)	1.131*** (0.135)	0.679*** (0.245)	0.541 (1.684)
外商直接投资	0.095*** (0.009)	0.047*** (0.012)	0.024 (0.073)	0.098*** (0.012)	0.048*** (0.013)	0.034 (0.116)
人力资本	0.233*** (0.019)	0.051* (0.028)	-0.061 (0.223)	0.256*** (0.027)	0.050* (0.029)	-0.072 (0.316)
政府支出规模	-0.721*** (0.216)	-0.275 (0.354)	4.164 (6.127)	-0.873*** (0.301)	-0.586 (0.465)	5.876 (13.701)
交通基础设施	0.048*** (0.003)	0.036*** (0.007)	0.005 (0.048)	0.038*** (0.005)	0.037*** (0.008)	0.000 (0.074)
人口规模×专业化集聚				-0.161*** (0.052)	-0.104 (0.099)	0.122 (0.673)
常数项	-3.665*** (0.309)	-0.608 (0.873)	-14.526 (23.345)	-5.307*** (0.687)	-1.375 (1.227)	-18.246 (41.224)
Wald 统计量	13551.75***	2919.67***	53.64*	7194.77***	2585.39***	28.040
Wald 外生性检验	26.35***	44.23***	45.74***	48.20***	34.59***	43.80***
观察值	2382	1392	560	2382	1392	560

注:(1)参照 2014 年国务院印发《关于调整城市规模划分标准的通知》,将样本城市中 2018 年末市辖区人口小于 50 万人为小型城市,50 万~100 万人为中型城市,100 万人以上为大型城市;(2)其他同表 3。

创新的影响并不显著,因此,小型城市的地方政府需要转变思路,在城市发展过程中注重城市专业化和内涵建设。

模型 15 至模型 17 引入专业化集聚与城市人口规模交互项,结果显示,大型城市的交互项系数为 -0.1608,且在 1%的水平上显著,中型和小型城市的交互项系数估计值均不显著。这说明在大型城市中专业化集聚对城市创新的正向影响会随着城市人口规模的扩张而弱化,但对中小型城市影响不明显。在引入多样化集聚与城市人口规模的交互项后,大型城市的交互项系数显著为负,即大型城市的人口规模扩张能延缓多样化创新效应拐点的到来,而小型城市的交互项系数显著为正,表明人口规模扩张加快了拐点的到来。因此,各类城市如何巩固产业集聚对城市创新的促进效应,是城市化进程中需要考量的问题。

八、研究结论与政策启示

本文考察了城市人口规模、产业集聚模式对城市创新的影响,探讨了城市人口规模如何在产业集聚的创新效应中发挥作用。研究发现:(1)城市人口规模扩张有助于城市创新水平的提升。(2)不同产业集聚模式对城市创新的影响不同,专业化集聚与城市创新呈正向线性关系,专业化水平越高,城市创新能力越强;随着集聚水平的提升,多样化集聚对城市创新逐渐由促进转向抑制。(3)不同产业集聚模式对城市创新的影响受到城市人口规模变化的影响,随着城市人口规模的提升,专业化集聚对城市创新的促进作用逐渐减弱,但多样化集聚与城市创新之间的倒“U”形关系得到强化。在区分不同城市层级之后,随着城市人口规模的扩张,专业化集聚对大型城市创新的促进效应逐渐弱化,而中小型城市无变化。与小型城市相比,多样化集聚影响大型城市创新的倒“U”形拐点出现更早,这对大型城市创新产生不利影响。

根据上述研究发现,本文提出以下政策建议:(1)积极发挥产业专业化对城市创新的促进作用,加快知识和技术在行业内的扩散与应用。对于中小型城市而言,应当结合当地资源特点,积极引导产业内交流,鼓励企业创新合作,形成发展合力,推动城市创新。在此过程中,应保持不同产业间竞争活力,警惕地区发展过度依赖某种产业,造成产业单一甚至低端产业锁定的现象。(2)对于大型城市而言,地方政府需要采取灵活的发展策略,在城市发展过程中不能片面追求城市人口规模的扩大,应依据市场变化适时对产业结构进行调整,积极推进产业集聚发展以提高抵御经济风险的能力。同时加大科研投入,吸引和培养优秀人才,将提升本地区人力资本水平和发展集聚经济融合起来,形成协同效应,共同推动城市创新能力的提高。(3)根据城市结构特点,在推进多样化集聚的过程中,早期应注重城市人口规模扩张所产生的创新效应,将人口规模扩张与选择适宜的产业多样化发展相协调,充分发挥集聚经济效应。中后期应控制城市人口规模以缓解多样化集聚对城市创新的不利影响。政府部门应采取适当的措施,引导城市人口有序流动,防止人口过度集中在某一区域,积极改善生产生活环境,降低拥挤效应带来的成本,为自主创新提供良好的服务平台。

参考文献:

1. 傅十和、洪俊杰(2008):《企业规模、城市人口规模与集聚经济——对中国制造业企业普查数据的实证分析》,《经济研究》,第11期。
2. 韩峰、柯善咨(2012):《追踪我国制造业集聚的空间来源:基于马歇尔外部性与新经济地理的综合视角》,《管理世界》,第10期。
3. 韩峰、李玉双(2019):《产业集聚、公共服务供给与城市规模扩张》,《经济研究》,第11期。
4. 霍春辉、杨锐(2016):《集聚外部性对产业创新绩效的影响研究》,《经济管理》,第3期。

5. 金煜等(2006):《中国的地区工业集聚:经济地理、新经济地理与经济政策》,《经济研究》,第4期。
6. 梁婧等(2015):《城市人口规模与劳动生产率:中国城市人口规模是否过小?——基于中国城市数据的研究》,《经济学(季刊)》,第2期。
7. 沈能、赵增耀(2014):《集聚动态外部性与企业创新能力》,《科研管理》,第4期。
8. 孙晓华、周玲玲(2013):《多样化、专业化、城市规模与经济增长——基于中国地级市面板数据的实证检验》,《管理工程学报》,第2期。
9. 吴三忙、李善同(2011):《专业化、多样化与产业增长关系——基于中国省级制造业面板数据的实证研究》,《数量经济技术经济研究》,第8期。
10. 杨本建、黄海珊(2018):《城区人口密度、厚劳动力市场与开发区企业生产率》,《中国工业经济》,第8期。
11. 杨仁发(2013):《产业集聚与地区工资差距——基于我国269个城市的实证研究》,《管理世界》,第8期。
12. 袁冬梅等(2019):《产业集聚模式选择与城市人口规模变化——来自285个地级及以上城市的经验证据》,《中国人口科学》,第6期。
13. 张宗益、李森圣(2014):《高技术产业集聚外部性特征的动态性和差异性研究——基于时变参数估计的分析》,《产业经济研究》,第3期。
14. 曾婧婧、周丹萍(2019):《政府创新投入和城市规模等级对城市创新能力的影响》,《城市问题》,第5期。
15. Balland P., Boschma R., Frenken K. (2015), Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics. *Regional Studies*. 49(6): 907-920.
16. Baptista R., Swann P. (1998), Do Firms in Clusters Innovate More?. *Research Policy*. 27(5): 525-540.
17. Beaudry C., Schiffauerova A. (2009), Who's Right, Marshall or Jacobs? The Localization Versus Urbanization Debate. *Research Policy*. 38(2): 318-337.
18. Bettencourt L.M.A., Lobo J., Strumsky D. (2007), Invention in the City: Increasing Returns to Patenting as a Scaling Function of Metropolitan Size. *Research Policy*. 36(1): 107-120.
19. Black D., Henderson J.V. (1999), A Theory of Urban Growth. *Journal of Political Economy*. 107(2): 252-284.
20. Davis D.R., Dingel J.I. (2019), A Spatial Knowledge Economy. *American Economic Review*. 109(1): 153-170.
21. Duranton G., Puga D. (2001), Nursery Cities: Urban Diversity, Process Innovation and the Life Cycle of Products. *American Economic Review*. 91(5): 1454-1477.
22. Feldman M.P., Audretsch D.B. (1999), Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition. *European Economic Review*. 43(2): 409-429.
23. Hanlon W.W., Miscio A. (2017), Agglomeration: A Long-run Panel Data Approach. *Journal of Urban Economics*. 99: 1-14.
24. Hoover E.M. (1948), *The Location of Economic Activity*. New York: McGraw-Hill.
25. Jacobs J. (1969), *The Economy of Cities*. New York: Vintage Books USA.
26. Krugman P. (1991), Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*. 99(3): 483-499.
27. Marshall A. (1890), *Principles of Economics*. London: Macmillan.
28. Venables A.J. (2007), Evaluating Urban Transport Improvements: Cost Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income Taxation. *Journal of Transport Economics and Policy*. 41(2): 173-188.

(责任编辑:朱 犁)