

长三角城市群创新能力的空间特征及影响因素分析

□ 包海波 林纯静

摘要: 长江三角洲一体化发展已经上升为国家战略,创新引领是长三角城市群的重要功能。基于2007~2017年专利申请数据对长三角城市群26个城市创新能力的空间特征进行分析,并建立空间计量模型探讨其影响因素。研究结果显示:长三角城市群创新能力在空间上呈现出向内陆扩散的趋势,空间分布更加均衡;城市创新能力的空间相关性和集聚特征显著;上海、苏州、无锡和南通等城市处于高高集聚区,而杭州、南京和合肥等城市存在虹吸效应;影响因素中,R&D人员对长三角城市群创新能力的影响程度最高。最后,提出了提升长三角城市群创新能力的对策建议。

关键词: 城市;创新能力;空间特征;影响因素;长三角城市群

中图分类号: C962 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9092(2019)05-0051-008

DOI:10.15944/j.cnki.33-1010/d.2019.05.007

一、引言

2018年11月5日,习近平总书记宣布支持长江三角洲一体化发展并上升为国家战略。长三角城市群是“一带一路”和长江经济带的重要交汇地带,在国家发展格局中具有重要战略地位。引领和支撑国家创新发展是长三角城市群的重要功能,促进区域内创新要素自由流动和高效配置,完善区域协同创新体系,构建协同创新共同体,对长三角城市群打造具有全球影响力的科技创新高地具有重要意义。随着交通、通讯等基础设施的高速发展,创新要素流动日益频繁,城市之间的竞争

不再仅仅是单个城市的单打独斗,而逐渐表现为城市群之间的竞争,只有拥有产业集群和经济规模优势的城市群才能应对城市竞争与合作的挑战^①。创新是引领发展的第一动力,我国经济已经由高速发展阶段转向高质量发展阶段,创新驱动发展的重要性日益提升,但创新的发展具有明显的空间集聚特征和空间溢出效应,长三角城市群推进创新一体化发展,需要进一步分析创新的空间特征并探究城市创新差距的影响因素。

对创新能力空间特征的研究目前主要使用省域层面专利统计数据,分析空间集中特征和空间相关性^{②③④},但创新溢出在较小的空间尺度上更

收稿日期:2018-12-15

作者简介:包海波,中共浙江省委党校经济学教研部教授,硕士生导师;林纯静,中共浙江省委党校硕士研究生。

基金项目:浙江省软科学计划重点项目“深化浙江省企业知识产权发展的思路与对策研究”(编号:2018C25040);浙江省社科规划项目“新兴产业技术标准国际化路径与政策体系研究”(编号:20NDJC238YB)。

- ① 方创琳《中国城市群研究取得的重要进展与未来发展方向》,《地理学报》2014年第8期。
- ② 李国平、王春杨《我国省域创新产出的空间特征和时空演化:基于探索性空间数据分析的实证》,《地理研究》2012年第1期。
- ③ 王庆喜、张朱益《我国省域创新活动的空间分布及其演化分析》,《经济地理》2013年第10期。
- ④ 蒋天颖《我国区域创新差异时空格局演化及其影响因素分析》,《经济地理》2013年第6期。

具有显著性^①,有学者开始从地级市尺度对创新的空间分布进行研究^{②③④⑤}。基于城市群创新集聚与协作的特点,将创新与城市群两个角度结合起来的开始出现,这些研究从城市群内各城市创新能力的测度与评价、空间特征、影响因素等方面进行。国内对城市群创新能力的研究还较少,所选取的研究对象以长三角城市群、京津冀城市群、珠三角城市群、成渝城市群为主。长三角城市群创新活动活跃,创新要素集聚,逐渐成为研究热点,陈瑜等(2017)以江浙沪25个城市为研究对象,发现长三角地区创新呈现空间锁定和分布不均衡现象,城市群创新能力强弱分化明显^⑥;谢守红等(2017)构建了创新能力评价指标体系,对长三角城市群26个城市的创新能力进行评价,发现城市群创新能力差异显著,且存在正的空间相关性^⑦;王振等(2018)研究发现长三角城市群的科技创新驱动力呈现出首位城市层、核心城市层、节点城市层和一般城市层四个层次的空间分布,层级之间存在梯度扩散效应^⑧;滕堂伟等(2018)的分析发现长三角城市群创新的差异缩小,空间格局呈现出原有的“Z”字形,政府支持和产业集群环境是影响创新水平最主要的因素^⑨;黄丽等(2018)则认为信息化水平是影响长三角创新产出的主导因素^⑩;刘鉴等(2018)的研究表明长三角城市群创新具有显著的空间溢出效应,人力资本、资金投入及创新平台对本城市和周边城市皆有正向作用,而经济发展水平、政府支持、对外交流对本城市有正向作用,对周边城市具有负向溢出效应^⑪。其他城市群的研究中,张贵等(2018)以京津冀城市群为研究对象认为京津存在虹吸效应,

城市群不存在收敛特征^⑫;张鸿武等(2018)则选择长三角和珠三角两个城市群进行对比,结果显示长三角创新集聚特征明显,珠三角创新空间相关性较弱、极化特征明显,高科技企业是影响城市群创新最重要的因素^⑬。城市群内创新能力的空间格局体现的是城市群各级城市的地域劳动分工和经济社会联系,城市的创新功能不断凸显,已有研究分析了长三角城市群创新的时空格局和影响因素,本文从新长三角城市群26个城市创新能力的分布差异、空间格局和集聚特征多个角度、多种方法对长三角城市群创新能力的空间特征进行综合分析,并考虑到创新的空间溢出效应,建立了空间计量模型分析影响城市创新能力的因素,以期对长三角城市群以及全国其他城市群更好地实施创新驱动发展战略和制定创新发展政策提供理论依据。

二、研究数据与方法

(一) 研究数据

创新能力是衡量区域竞争力和综合实力的重要指标。对城市创新能力的评价学术界尚未形成统一标准,有些学者选择从创新基础、创新投入、创新产出等多方面构建指标体系进行综合评价,有些学者直接考察创新的成果。各个方法都有其优缺点,构建综合指标体系涉及创新的各个方面,但存在重复计算和数据缺失的问题,且学者对创新投入能否反映实际创新能力也存在质疑。创新的主体是企业,专利数据较接近创新的商业应用,能较好的衡量企业的创新能力。本文借鉴已有的

- ① 牛欣、陈向东《城市创新跨界合作与辐射距离探析:基于城市间合作申请专利数据的研究》,《地理科学》2013年第6期。
- ② 王春杨、张超《中国地级区域创新产出的时空模式研究:基于ESDA的实证》,《地理科学》2014年第12期。
- ③ 王俊松、颜燕、胡曙虹《中国城市技术创新能力的空间特征及影响因素:基于空间面板数据模型的研究》,《地理科学》2017年第1期。
- ④ 何舜辉、杜德斌、焦美琪等《中国地级以上城市创新能力的时空格局演变及影响因素分析》,《地理科学》2017年第7期。
- ⑤ 马静、邓宏兵、蔡爱新《中国城市创新产出空间格局及影响因素:来自285个城市面板数据的检验》,《科学学与科学技术管理》2017年第10期。
- ⑥ 陈瑜、谢富纪《基于ESDA的中国长三角地区创新空间分异及演进研究》,《技术经济》2017年第3期。
- ⑦ 谢守红、甘晨、于海影《长三角城市群创新能力评价及其空间差异分析》,《城市问题》2017年第8期。
- ⑧ 王振、卢晓菲《长三角城市群科技创新驱动力的空间分布与分层特征》,《上海经济研究》,2018年第1期。
- ⑨ 滕堂伟、方文婷《新长三角城市群创新空间格局演化与机理》,《经济地理》2017年第4期。
- ⑩ 黄丽、王晓燕、熊瑶《长三角城市群创新产出差异的时空演变及影响因素》,《科技管理研究》2018年第9期。
- ⑪ 刘鉴、杨青山、江孝君等《长三角城市群城市创新产出的空间集聚及其溢出效应》,《长江流域资源与环境》2018年第2期。
- ⑫ 张贵、李涛《京津冀城市群创新产出空间差异的影响因素分析》,《华东经济管理》2018年第1期。
- ⑬ 张鸿武、李涛《长三角和珠三角城市群创新的空间效应及影响因素研究——基于空间面板杜宾模型的分析》,《湖南科技大学学报(社会科学版)》2018年第4期。

研究,认为专利申请量受人为因素影响较小,且更具时效性,比专利授权量更能反映一个地区的创新能力,因此本文选用专利申请量作为衡量城市创新能力的指标^①。研究区域为2016年国务院常务会议通过的《长江三角洲城市群发展规划》中确定的26个城市,包括上海,江苏9市(南京、镇江、扬州、常州、苏州、无锡、南通、泰州、盐城),浙江8市(杭州、嘉兴、湖州、绍兴、宁波、舟山、金华、台州)和安徽8市(合肥、芜湖、滁州、马鞍山、铜陵、池州、安庆、宣城),研究时间跨度为2007~2017年。本文数据来源于各市统计年鉴和《中国城市统计年鉴》。

(二) 研究方法

1. 区位基尼系数与集中度指数。

本文采用区位基尼系数和集中度指数分析创新能力在空间上的地理集中程度。区位基尼系数计算公式为:

$$G = \frac{1}{2n^2\bar{x}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j| \quad (1)$$

其中 x_i 或 x_j 为城市 i 或 j 的专利申请数, \bar{x} 为变量 x_i 的均值, n 为城市数量, G 为区位基尼系数, G 值在 0-1 之间, G 值越大表示地理集中程度越高。集中度指数计算方法:

$$CR_n = \sum_{i=1}^n S_i \quad (2)$$

其中 S_i 是第 i 个城市专利申请量占全部城市专利申请量的份额,本文采用前 6 位。

2. 探索性空间数据分析(ESDA)

采用全域空间自相关和局部空间自相关系数分析长三角城市群创新能力的空间关联特征。基于阈值相邻规则设定空间权重,采用全局 Moran's I 指数描述所有城市之间的整体空间关联程度,其计算公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} Z_i Z_j}{\sigma^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij}} \quad (3)$$

其中, $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$, $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$, $\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$, n 为城市数量, X_i 是城市 i 专利申请量, W_{ij} 为空间权重矩阵, Moran's I 取值范围在 $[-1, 1]$ 之间, Moran's I > 0 表示空间正相关,即创新能力强的城

市相互集聚; Moran's I < 0 表示空间负相关,即创新能力强的城市周围是创新能力弱的城市; Moran's I = 0 表示空间不相关,随机分布。Moran's I 绝对值越趋近于 1 表明空间关联程度越强。使用局部空间自相关系数进一步衡量区域内部各城市创新能力的空间关联性,计算公式为:

$$LISA_i = Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j \quad (4)$$

$LISA_i$ 为正值表示同类型属性值的城市相邻近,负值表示不同类型属性值的城市相邻近,常用 Moran 散点图和 Lisa 集聚图表示这种城市与邻近城市之间的关系。

三、长三角城市群创新能力分布的空间特征

(一) 长三角城市群创新能力的空间分布差异

为分析长三角城市群创新能力的空间差异,本文计算了长三角各地级市 2007~2017 年专利申请量的区位基尼系数(Gini)和集中度指数(CR₆) (图1) 结果表明:26 个城市的创新能力显示出高水平的空间集中。2007 年区位基尼系数和集中度指数分别为 0.6199 和 0.6082,说明专利产出还集聚在少数城市,2007~2017 年区位基尼系数和集中度指数呈不断下降的趋势,地理集中程度随着时间缓慢下降,表明长三角城市群的创新能力的空间上呈不断扩散的趋势,但 2017 年区域基尼系数和集中度指数开始提升,专利产出在空间上可能已经开始出现极化效应。

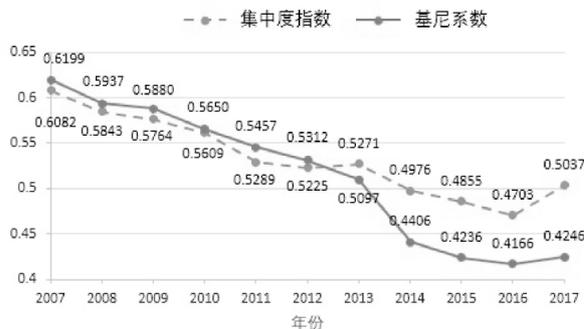


图1 2007~2017年长三角城市群创新能力的基尼系数(Gini)和集中度指数(CR6)

(二) 长三角城市群创新能力的总体空间格局

区位基尼系数和集中度指数仅仅能反映空间

① Crescenzi R, Rodriguez-Pose A, Storper M. The Territorial Dynamic of Innovation in China and India. Journal of Economic Geography 2012.5.

集中程度,并不能清晰地描述创新能力相似的城市在空间上位置关系和分布情况,本文采用专利申请量的空间分布图分析长三角城市群创新能力的总体分布特征,图2为2007年和2017年长三角城市群创新能力的空间四分位图。2007年长三角城市的创新能力整体上由沿海向内陆递减,呈片状分布,表现出集聚特征,高水平创新能力的城市主要集中在沿海地区,分布为上海、苏州、南通和杭州、绍兴、宁波两个片区,高水平城市周边成片分布着中高水平城市,主要集中在苏南地区和浙江中部,中高水平城市周边散落分布中低水平和低

水平城市。2007~2017年长三角城市群创新能力逐渐向内陆扩展,空间分布更为分散,省会城市表现突出。2013年南京由中高水平城市变为高水平城市,2014年合肥从中低水平城市发展为中高水平城市,在2017年又成为高水平城市。从2007~2017年,长三角城市群创新能力的空间格局比较稳定,上海、苏州、杭州、宁波创新能力一直处于高水平,苏南地区城市的创新能力一直稳定在中高水平,安徽非省会城市的创新水平则一直处于中低水平和低水平,与李国平提及的创新空间格局具有锁定特征和路径依赖的观点相一致。

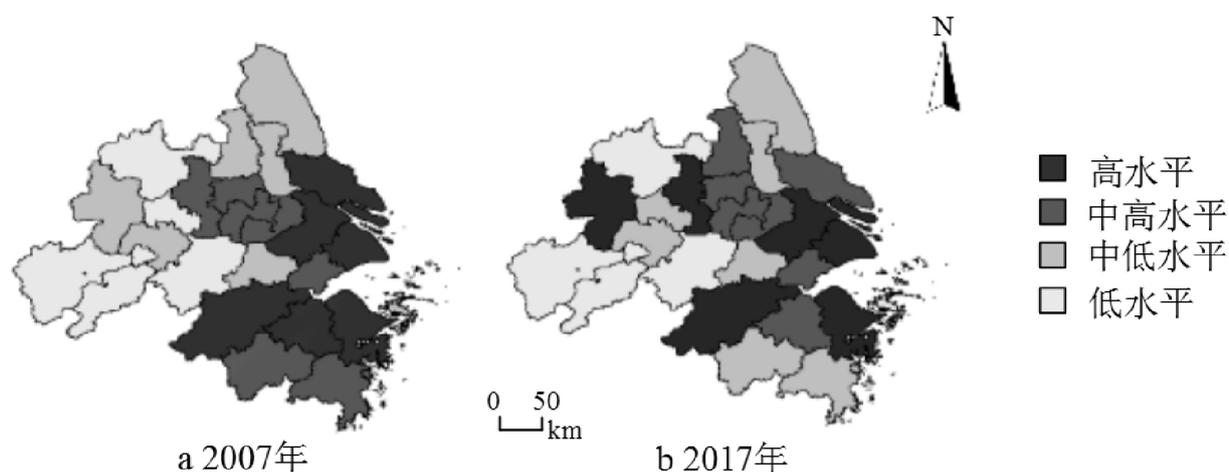


图2 2007年和2017年长三角城市群创新能力的空间分布图

(三) 长三角城市群创新能力的空间集聚特征

区位基尼系数和集中度指数不能反映创新能力相似的区位在空间上的分布情况,为分析长三角城市群创新能力的空间关联特征,本文计算了2007~2017年专利申请量的全局空间自相关系数(表1),结果如下:长三角城市群创新能力的Moran's I指数在10%的显著性水平下均为正值,

说明创新能力在空间上呈现出显著的集聚特征,相邻城市的创新能力水平具有一致性。2007~2010年Moran's I指数不断上升,2010~2016年呈不断下降趋势,说明城市之间的联系程度并不是一成不变的,表现为先上升后下降,空间自相关和集聚特征有所弱化,但总体而言,还是处于较高水平。

表1 2007~2017年长三角城市群创新能力的Moran's I指数

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Moran's I	0.370	0.409	0.474	0.573	0.513	0.316	0.236	0.239	0.232	0.213	0.294
P 值	0.022	0.018	0.013	0.004	0.005	0.029	0.061	0.055	0.068	0.085	0.035

为具体探究每个城市与周边城市的关联特征,本文进一步计算了局部空间自相关系数,用Moran散点图和Lisa集聚图来反映长三角城市群的局部关联模式(图3),结果如下:从Moran散点图看出,2007年代表各城市的点集聚在中心点处,

2017年各点向四个象限分散,说明长三角城市群创新能力强的城市和创新能力弱的城市分化越来越明显,与陈瑜的研究结论类似。杭州、南京和合肥的点向外扩散明显,说明随着这些城市创新能力的不断提高,周边城市创新能力并没有随之提

高,存在竞争现象和极化效应。创新能力弱的铜陵、安庆和池州与其他城市的分化也在扩大。从各个象限来看,除了无锡实现了从L-H象限到H

-H象限、合肥从L-L象限到H-L象限的变化,大部分的城市一直处于同一象限没有变化,说明长三角城市群创新能力的空间锁定特征比较明显。

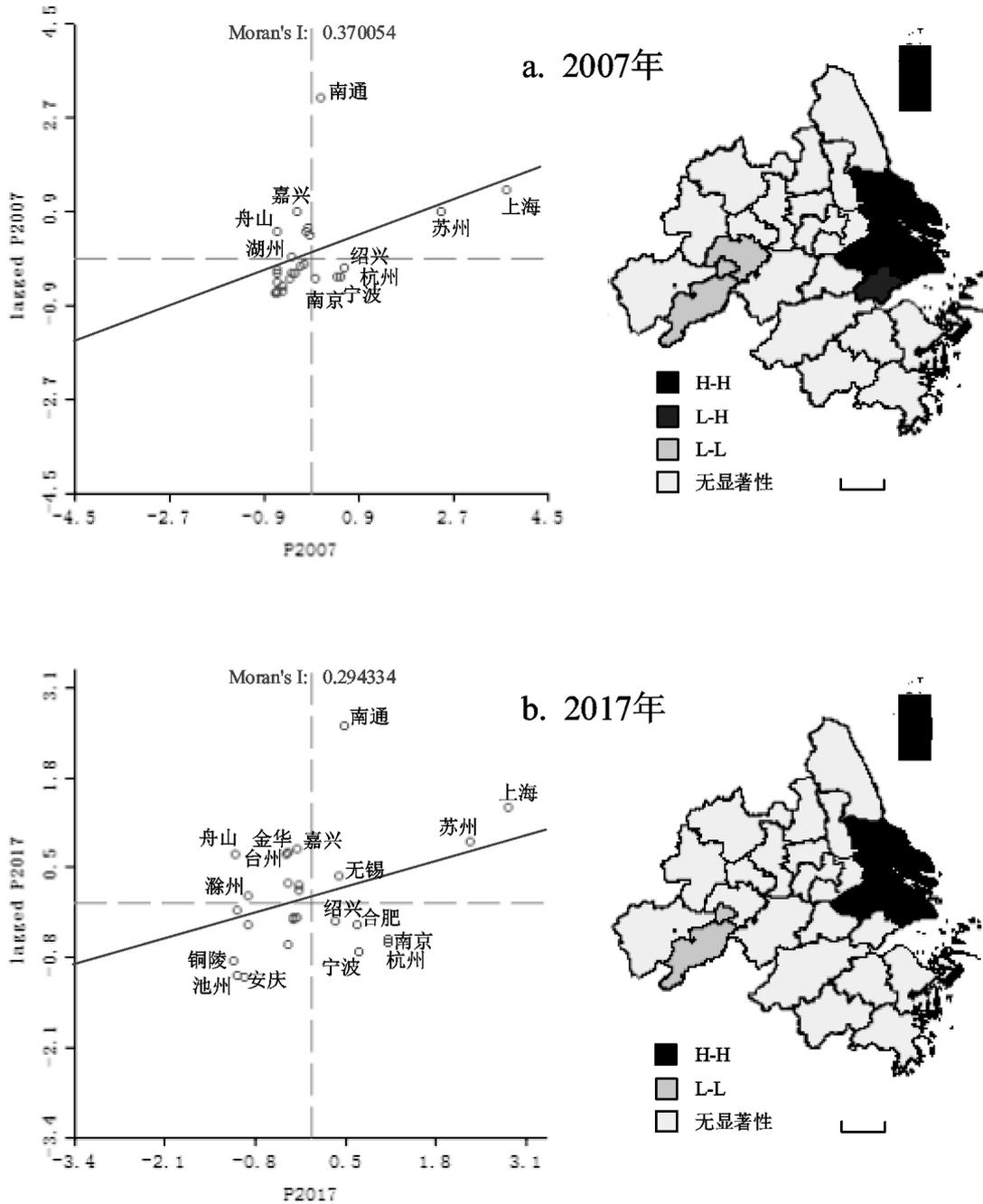


图3 长三角城市群创新能力的 Moran's I 散点图和 Lisa 集聚图

H-H 象限: 从 Lisa 集聚图可以看出,具有高显著性高集聚的城市有上海、苏州和南通,在 Moran 散点图第一象限最右侧的两点即是上海和苏州,上海和苏州本身创新能力强,周边地区的南

通和无锡创新能力也比较强,形成了高水平创新能力相互集聚的创新区域,说明区域创新溢出效应明显,空间联系紧密。

H-L 象限: 杭州、南京和宁波稳定处于 Moran

散点图第二象限,说明这类城市自身创新水平较高,但周边城市相对较低,空间分布呈核心-边缘结构,即中间高、周边低的分化格局,但从 Lisa 集聚图看出并不具有显著性。杭州、南京和合肥自身创新能力不断增强,但并没有带动周边城市创新能力水平的提高,城市创新能力的区域极化效应不断增强。

L-H 象限: 主要分布在创新能力强的上海、苏州、杭州和宁波等城市周边,形成中间低、周边高的分化格局,但除了 2007 年的湖州,其他城市都不具有显著性。湖州、嘉兴、舟山、台州和金华一直稳定在这一象限,说明受周边城市影响有限,创新能力与周边城市的差距一直较大。随着无锡和合肥创新能力的提升,周边的镇江、常州和滁州便形成了该类型的空间格局。

L-L 象限: 该城市类型在安徽和苏中地区成片分布,创新能力水平较低且周边城市的创新能力水平也低,差距较小。从 Lisa 集聚图看出,2012 年芜湖、安庆、铜陵和池州的 L-L 集聚皆具有显著性,2017 年减少为铜陵和池州,说明周边城市创新能力有所提升。

四、长三角城市群创新能力影响因素的空间计量分析

上文研究结果已显示,长三角城市群创新能力具有高度的集聚性和空间关联性,专利申请量的 Moran's I 指数为正,且都具有显著性,说明城市创新能力不仅受自身条件影响,还受周边城市的影响。影响城市创新能力的因素很多,综合已有研究^{①②},本文认为主要因素包括研发投入、创新环境、创新政策和创新基础。选用 R&D 人员反映创新的研发投入;高校数量和研究机构数量衡量创新环境;科学技术的财政支出反映创新政策;人均 GDP 表征创新基础。考虑到实际情况下的创新投入产出之间存在时滞,滞后期一般为 2 年,本文采用截面数据,以 2017 年的专利申请量作为被解释变量,对应 2015 年影响因素的指标数据作为解释变量。

由于普通计量模型没有考虑到空间相关性,可能会造成偏误,本文首先构建不考虑空间影响的 OLS 模型,然后设定空间权重 W 构建空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM),并通过空间相关性诊断结果对模型进行检验和选择。各模型表达式为:

OLS 模型:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \varepsilon$$

空间滞后模型(SLM):

$$\ln Y = \rho W + \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \varepsilon$$

空间误差模型(SEM):

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \varepsilon$$

$$\varepsilon = \lambda W \varepsilon + \mu$$

上式中: W 为 $n \times n$ 阶空间权重矩阵, ε 和 μ 为随机误差项, ρ 反映了相邻区域观察值对本区域观察值的影响, λ 反映了相邻区域观察值的误差对本区域观察值的影响。

OLS 模型回归结果分析如下(表 2): 模型拟和优度 R^2 为 0.9432, R&D 人员、高校数量和研究机构数量的回归系数为正,且具有显著性,说明对创新能力的影响具有正向作用;人均 GDP 结果为负显著;财政科技支出未表现出显著性结果。空间相关性检验结果中 OLS 回归残差 P 值为 0.08,表明长三角城市群创新能力在空间上具有明显的相关关系,因此有必要进一步用空间计量模型进行研究。

关于空间计量模型选择问题,本文依据 Anselin 和 Florax 提出的标准进行判断: 从表 3 中看出, LMlag 不显著而 LMerr 显著, R-LMlag 不显著而 R-LMerr 显著,因此,空间误差模型比空间滞后模型更优^③。对空间滞后模型和空间误差模型进行拟合分析,进一步判断模型拟合的优劣,结果见表 2,比较 OLS 模型、SLM、SEM 的拟和优度 R^2 可以看出, SEM>SLM>OLS 模型,且 SEM 的对数似然值 LogL 最大, AIC 值和 SC 值最小,与前文 SEM 最优的诊断结果相一致,因此,下文根据 SEM 对影响长三角城市群创新能力的各种因素进行分析。

① 蒋天颖《浙江省区域创新产出空间分异特征及成因》,《地理研究》2014 年第 10 期。

② 谭俊涛、张平宇、李静《中国区域创新绩效时空演变特征及其影响因素研究》,《地理科学》2016 年第 1 期。

③ Anselin L., Florax R.J.G.M.. Small Sample Properties of Tests for Spatial Dependence in Regression Models: Some Further Results [M]. Berlin Heidelberg: Springer, 1995.1.

表2 长三角城市群创新能力影响因素的
计量模型分析结果

变量	OLS 模型	SLM	SEM
常数	6.245 2 * * * (1.87)	6.360 3 * * * * (3.90)	7.576 2 * * * * (6.08)
R&D 人员	0.673 6 * (0.25)	0.705 8 * * * (3.15)	0.786 2 * * * * (4.38)
高校数量	0.449 9 * * * * (0.11)	0.445 7 * * * * (4.68)	0.483 2 * * * * (6.37)
研究机构 数量	0.337 0 (0.16)	0.343 0 * (2.38)	0.308 0 * * (3.08)
财政科技 支出	-0.233 7 (0.15)	-0.253 5 (-1.93)	-0.277 3 * * * * (-2.58)
人均 GDP	-0.481 5 * (0.23)	-0.481 6 * (-2.38)	-0.678 8 * * * * (-3.88)
ρ/λ	\	-0.040 8 (-0.57)	-0.529 3 * * * (-3.05)
R ²	0.943 2	0.943 9	0.960 5
Log likelihood	-0.728 2	-0.687 7	2.371 0
AIC	15.456 3	15.375 4	7.258 1
SC	24.263 0	24.182 0	14.806 7

注: * 表示 $P < 0.05$; * * 表示 $P < 0.01$; * * * 表示 $P < 0.001$;
OLS 模型括号内为 t 统计值 SLM、SEM 括号内为 z 统计值。

表3 长三角城市群创新能力空间相关性诊断结果

空间自相关检验	VALUE	PROB
Moran's I (error)	-1.750 3	0.080 1
Lagrange Multiplier (lag)	0.258 1	0.611 5
Robust LM (lag)	0.064 8	0.799 1
Lagrange Multiplier (error)	4.648 0	0.031 1
Robust LM (error)	4.454 7	0.034 8
Lagrange Multiplier (SARMA)	4.712 7	0.094 8

在 SEM 中,R&D 人员、高校数量和研发机构数量对长三角城市群创新能力都具有显著的正向影响。R&D 人员的投入对城市创新能力的影响系数为 0.7862,说明在其他条件不变的情况下,R&D 人员每增加 1%,城市的专利产出上升 0.79%,研发人员投入对城市创新能力的促进作用最大,企业作为创新的主体,是专利产出的主要平台,企业 R&D 人员作为高端的人力资本,创新的主要推动力量,对城市创新的发展最为重要,与吴玉鸣的研

究认为的区域创新与人力资本关联密切的结论一致^①。其次,高校和研究机构也是影响城市创新能力的重要因素,影响系数分别为 0.4832 和 0.3080。创新能力包括技术创新和知识创新,高校和研究机构作为知识创新的来源,不仅可以创造出前沿的创新成果,还可以与企业通过产学研合作创新获得专利产出。

与已有的研究结论不同,财政科技支出和人均 GDP 并没有对城市创新能力产生正向作用,回归系数为负且通过 1% 的显著性检验。发达国家财政科技支出占 GDP 的比重在 2.13%~3.1% 之间,而我国只有 1% 左右^②,财政科技支出对创新能力的作用毋庸置疑,其设定在本模型中没有表现出正向作用并不代表应减少财政科技支出。可能由于本文以专利申请量衡量创新能力,财政科技支出的部分投向为基础研究,创新成果没有表现为专利产出,没有体现出财政科技支出的作用。一般认为经济发展会增加科技投入,从而促进创新发展。长三角部分城市依靠劳动密集型加工制造业形成技术含量低的产业集聚,实现经济快速发展,企业并没有将资金投入研发的动力。随着经济的增长,此类城市面临的资源约束越来越严峻,需重视科技创新的作用实现产业转型升级。方成也认为低层次的产业结构锁定使得经济发展与创新水平形成负循环效应,但随着产业结构调整与高级化,经济发展对创新能力的作用会逐渐显现^③。

另外,由于选择了拟合程度最优的空间误差模型,长三角城市群的空间相关性可能是由人文地理、产业结构或对外开放等未考虑到的因素引起的。与现有研究认为的创新能力存在正向溢出效应不同,模型结果显示空间溢出效应为负,城市创新能力的提升并没有向周边溢出,与前文所述一致,强创新能力的城市不再高度集聚于沿海地带,开始向内陆扩散。城市之间对人才、资金等创新要素的竞争,特别是高铁开通后的“虹吸效应”使得要素不断由沿途地级市向中心城市转移^④。杭

① 吴玉鸣《空间计量经济模型在省域研发与创新中的应用研究》,《数量经济技术经济研究》2006 年第 5 期。

② 包健《我国财政科技支出优化分析》,《科学管理研究》2010 年第 3 期。

③ 方成、赵磊、杨宏浩《浙江省创新产出空间相关性及其影响因素研究》,《华东经济管理》2014 年第 7 期。

④ 张克中、陶东杰《交通基础设施的经济分布效应:来自高铁开通的证据》,《经济学动态》2016 年第 6 期。

州、南京、合肥和宁波等城市创新能力不断提高,但周边城市并没有随之提高,存在极化效应,空间特征呈不断分化的趋势。

五、结论与启示

本文基于2007~2017年专利申请数据对长三角城市群26个城市创新能力的空间特征进行分析,并建立空间计量模型探讨其影响因素。结论如下:

长三角城市的创新能力整体上由沿海向内陆递减,但随着南京、合肥创新能力的提高,空间能力呈现出向内陆扩散趋势。区位基尼系数和集中度指数也表明,地理集中程度不断下降,专利产出在空间上的分布更加均衡,有趋同的迹象。Moran's I指数表明创新能力在空间上呈现出显著的空间相关性和集聚特征,但随时间推移有所弱化;Moran散点图和Lisa集聚图表明,大部分城市空间格局稳定,具有锁定特征,仅少部分城市(无锡、合肥)实现从低水平创新区到高水平创新区的跨越,多数城市稳定在同一象限。上海、苏州、无锡和南通等城市处于高高集聚区;杭州、南京和合肥作为区域创新极,对周边城市带动效应并不明显,存在极化效应。空间计量结果表明,R&D人员、高校数量和研发机构数量对长三角城市创新能力具有显著的正向影响,其中R&D人员影响程度最高,而财政科技支出和人均GDP对城市专利产出影响为负向。

根据研究结论,本文政策启示如下:

第一,健全协同创新发展机制。首先,邻近创新能力强的城市,得益于经济与创新活动的交流合作,人才、技术、创新思想等要素的流动,受到的溢出和带动作用较强,城市创新能力不断提高,从而形成高水平创新能力集聚的空间格局,如无锡创新能力不断提高,与上海、苏州和南通形成高水平集聚区。其次,创新能力弱的区域通常与创新能力强的区域地理距离较远,区域之间联系较少,低水平创新能力集聚锁定特征明显,如安徽大部

分地区长期处于低水平集聚状态。同时,杭州、南京和合肥等城市存在明显的虹吸效应,城市间对创新要素的竞争,使得吸引力较弱的周边地区创新要素不断流向中心城市,中心城市创新能力不断提高,周边地区反而降低。因此,对整个长三角城市群而言,应健全协同创新机制,发挥增长极带动作用,共建开放型的创新网络,创新技术合作模式,深化科技资源共享,促进区域创新要素自由流动与高效配置。

第二,提升城市自身创新能力。空间溢出效应虽然存在,但决定城市创新能力更重要的是城市自身综合条件,各城市人力资本、创新环境的不同是导致创新能力差距的主要原因。南京、合肥并没有受益于创新空间溢出,但创新能力不断提高,进入高水平城市梯队,取决于这两个城市不断发挥自身高校和科研机构的资源优势,改善创新环境,吸引人才流入,提高人力资本在区域创新中的作用。因此,创新水平较低的城市应加大科技投入,构造政策比较优势,吸引人才、资金等要素流入;同时,加强与创新能力强的城市交流合作,提高自身知识吸收能力,促进知识溢出、转移和扩散,从而不断提高城市自身创新能力,缩小与高水平创新区之间的差距,实现长三角城市群科技创新协同发展。

第三,引进和培养创新人才。高端的创新研发人才作为重要的创新投入要素,对城市创新能力的影 响程度最高。长三角城市群应立足自身产业基础,根据产业发展导向做好人才精准引进,优化政府人才资金的配置,创新人才引进政策,放宽人才落户条件,满足产业转型升级、新兴产业培育的人才需求。此外,长三角城市群高等院校资源丰富,南京、合肥等集聚大量高校师生及专业技术人才的城市已经开始不断发挥其人力资本优势,城市创新能力不断提升,其他城市也应注重对人才的培养,创造更优的创新环境,提高创新人才的积极性,促进城市创新能力的提升。□

(责任编辑:石洪斌)