

# 长三角区域科技创新资源空间差异及创新效应

曹贤忠<sup>1</sup>, 叶雷<sup>2</sup>, 易臻真<sup>1</sup>, 孙东琪<sup>3</sup>

1. 华东师范大学中国现代城市研究中心, 上海 200062

2. 安徽师范大学经济管理学院, 芜湖 241002

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

**摘要** 科技创新资源是区域开展创新活动的基石, 在区域经济发展中占有举足轻重的地位。以长三角区域41个城市为研究对象, 基于全局和局部自相关等方法, 重点分析了2000—2018年长三角区域研发经费、研发人员、企业等科技创新资源的空间分布及动态演变特征, 并运用多元回归模型分析了科技创新资源对区域创新能力的影响。研究发现, 长三角区域科技创新资源总体较为丰富, 大致呈现出合肥—南京—苏州—上海—杭州—宁波等城市构成的Z形空间格局, 空间差异在2000—2018年呈现出不断缩小的态势, 科技创新资源对区域创新能力均具有显著的促进作用, 随着科技创新资源空间分布的越来越均衡, 区域创新能力也相应呈现出越来越高的趋势。提出了促进长三角区域创新发展的对策建议。

**关键词** 科技创新; 创新资源; 区域发展; 空间分布; 长三角

科技创新资源是支持科技创新活动的物质和信息保障, 是一个国家科技创新活动的基础设施, 主要包括创新条件资源、创新人力资源、创新投入资源、创新信息资源、创新成果资源、创新政策资源等各类支撑和推动科技创新的资源, 是带动经济超越简单再生产和扩大再生产的创新经济要素、制度要素和社会要素的总和<sup>[1]</sup>。具体包括科技文献、科学数据、科技人才、重大科研设施、大型科研仪器、科研机构、科研条件、科研基地、科技金融、科技创

业载体、产业基地等<sup>[2-3]</sup>。科技创新资源日益成为国家的重要战略资源, 显示出在国家竞争中的战略地位<sup>[4]</sup>。加强创新资源整合共享和高效配置, 将创新资源优势转化为创业创新优势, 是实施创新驱动发展战略, 建设创新型国家的重要任务。

习近平总书记多次强调, 长三角地区要实现更高质量的一体化发展, 不仅要提供优质产品, 更要提供高水平科技供给, 助推全国高质量发展。长三角区域包括沪、苏、浙、皖三省一市, 是中国经济最

收稿日期: 2021-04-15; 修回日期: 2021-10-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(41801109, 42171184)

作者简介: 曹贤忠, 副教授, 研究方向为创新网络与区域经济发展, 电子信箱: xzcao@geo.ecnu.edu.cn

引用格式: 曹贤忠, 叶雷, 易臻真, 等. 长三角区域科技创新资源空间差异及创新效应[J]. 科技导报, 2021, 39(24): 22-29; doi: 10.3981/j.

issn.1000-7857.2021.24.003

具活力、开放程度最高、创新能力最强的区域之一。一些学者指出科技创新领域率先实现一体化是推动长三角区域一体化的突破口,而科技创新领域的一体化离不开科技创新资源的支撑<sup>[5-6]</sup>。长三角地区科技创新资源丰富且各具特色,上海是中国具有世界影响力的人才高地和开放前沿,江苏制造业实力和应用技术创新能力强,浙江互联网经济领先发展,安徽大科学设施和基础科研能力一枝独秀。然而,长三角地区科技创新资源空间分布是否均衡?不同的科技创新资源空间分布有何差异?基于长三角高质量一体化目标,有哪些优化策略?这些问题尚待深入研究。

本研究从科技创新投入资源和创新主体资源(高校、科研机构、企业)2个方面,尝试深入剖析长三角区域41个城市间科技创新资源的区际差异及空间关联,并结合长三角区域高质量一体化发展的目标,从管理体制创新、科技创新资源共享等方面提出促进长三角区域实现创新驱动发展的应对策略。

## 1 科技创新资源空间分布研究现状

基于Web of Science和中国知网(CNKI)科技文献数据库,系统梳理国内外相关领域研究文献发现,科技创新空间分布问题一直是经济学、管理学和地理学者关注的重点领域,创新投入资源、创新产出、创新效率的空间差异以及科技创新资源评价更是成为当前研究的重中之重。

一是科技创新资源空间分布相关研究集中于科技创新投入资源和创新产出2个方面。例如,程泉民<sup>[7]</sup>对创新资源采用科技人力资源、科技物力资源、科技财力资源和科学技术资源4方面的评价指标对中国2000—2010年的数据进行分析,研究发现中国创新资源在空间分布上具有堆集现象并且与传统地区经济发展程度和地理位置等具有高度相关性;邹琳等<sup>[8]</sup>运用探索性空间数据分析(exploratory spatial data analysis,ESDA)方法,对长三角城市群研发(R&D)投入相关数据进行分析,研究发现长三角城市群研发投入城市间差异化的整体变

化呈逐渐缩小的趋势,且研发经费投入呈现出显著的极化现象;吕海萍等<sup>[9]</sup>通过趋势面、引力模型进行空间数据的分析,得出中国创新资源空间分布呈现明显的“东南高、西北低”的空间指向性,在时间维度上呈现“东高、西低、北降、南升”的趋势,创新资源指标与各地的经济发展正相关。李凌月等<sup>[10]</sup>基于探索性空间数据分析方法,以专利申请数作为创新产出的衡量指标,分析了上海2000—2018年市域创新产出空间分布和创新中心的演化特征,研究发现创新产出的空间分布呈现出快速交通导向下的均质化扩散和多中心结构趋向。张鹏、陈培安<sup>[11]</sup>指出区域科技创新资源分布不均是制约区域经济发展的关键难题,并运用突变级数法研究山东省科技创新资源的空间分布与经济发展水平的协同状况,发现山东省科技创新资源空间分布不均,科技创新资源与经济发展水平整体上呈现正相关趋势。

二是科技创新资源投入产出效率也受到了众多学者的关注。发达国家的经验表明,科技资源是一国科技创新能力建设的基础,科技创新能力不强的重要原因之一是科技资源的相对滞后和效率低下<sup>[12]</sup>,因此,如何及时、有效、科学合理地将高校、科研院所的优势科技资源配置到企业科技创新活动中,实现产学研各方科技资源的有效整合,是经济学、管理学和地理学者不断探索的主要方向,也是区域科技创新能力提升需要解决的难题。吕国庆等<sup>[13]</sup>借助1985—2010年装备制造业专利数据,分析了长三角装备制造业产学研科技创新资源空间特征,发现长三角各城市之间的产学研交流以等级扩散为主;盛彦文等<sup>[14]</sup>指出,长三角科技创新由单中心驱动转变为多中心驱动,科技创新网络中心位置、中介地位、结构洞运用能力、集聚程度对长三角城市群创新效率具有显著影响;王承云等<sup>[15]</sup>研究指出科技创新资源是嘉昆太汽车产业集群形成与发展的主要动力因子;邹琳等<sup>[16]</sup>指出,长三角城市群对新技术产品和服务的需求激发了科技创新资源跨区域配置,科技资源的充分利用对于推动城市间创新合作具有重要积极作用。

三是关于科技创新资源评价的指标研究。方远平、谢蔓<sup>[17]</sup>选取了研究与试验发展人员占总就业

人员的比例、研究与试验发展经费支出、普通高等院校的数量、技术市场成交合同数、每万人口在校大学生数5个指标用来衡量创新要素空间分布及其差异,专利授权量用来衡量创新产出的指标。曹贤忠等<sup>[18]</sup>选取了R&D投入经费和R&D人员投入2类资源表征科技创新资源,并选取了专利授权数、科技论文发表数、新产品产值3个指标表征创新产出。

综上所述,科技创新资源空间分布及影响受到了经济学、管理学和地理学者的高度关注,然而,已有研究更多的关注区域科技创新投入资源,没有将创新主体融合在一起进行研究,根据Cooke的区域创新系统理论<sup>[9]</sup>,企业、高校、科研机构等创新主体在区域创新过程中发挥着知识生产和转移转化的作用,也是非常重要的科技创新资源。同时,已有研究较少关注科技创新资源空间布局对区域创新能力的影响,较多集中于从科技创新外部因素影响的研究。因此,从科技创新投入资源(研发经费、研发人员)和创新主体资源(企业)2个方面对长三角区域41个城市的科技创新资源空间分布进行分析,并通过空间关联方法探讨城市间科技创新资源的差异化特征,通过多元回归模型分析科技创新资源对区域创新能力的影响,有助于弥补以往研究的缺憾。

## 2 研究方法 with 数据来源

### 2.1 评价指标及案例选取

科技创新资源在以往研究中,主要围绕创新投入资源和创新产出能力的空间分布进行研究,本研究认为科技创新资源应更多的是指创新投入资源、创新条件资源,如R&D经费资源、R&D人员资源、高校/科研机构及企业等,由于高校和科研机构数量相对较为稳定,难以观察其空间变化,因此重点选取了R&D经费资源、R&D人员资源、高科技企业资源三类进行分析,并分别选取R&D经费(亿元)、R&D人员(万人)、企业数(规模以上工业企业个数)作为测度指标,探讨2000年、2018年长三角区域41个城市的科技创新资源空间分布特征及动态演变。

关于研究案例的选取,本研究认为长三角区域范围经历了几次比较大的调整,根据《长三角地区区域发展规划》(2009—2020),长三角城市群包括上海、江苏和浙江的16个核心城市;根据2016年5月国务院批准的《长江三角洲城市群发展规划》,长三角城市群包括上海、江苏、浙江、安徽的26个城市。2019年10月15日,长三角城市经济协调会第十九次会议召开,会上全票通过蚌埠、黄山、六安、淮北、宿州、亳州、阜阳等7个城市加入长三角城市经济协调会,实现了41个城市全覆盖。因此,本研究中长三角区域是指长三角区域“一市三省”内的所有城市,共计41个城市。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 全局空间自相关

全局空间自相关用于分析科技创新资源空间关联程度的总体特征,公式如下:

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

式中, $n$ 为城市数; $W_{ij}$ 为空间权重系数,由城市间距离的平方的倒数计算得到; $x_i$ 为城市 $i$ 科技创新资源; $\bar{x}$ 为科技创新资源的平均值; $I$ 为莫兰指数,取值范围为 $(-1, 1)$ 。 $I > 0$ 为空间正相关,表示科技创新资源在空间上显著集聚,说明相邻城市之间的科技创新资源具有相似属性, $I$ 越接近1表示集聚程度越高; $I < 0$ 为空间负相关,表明高与低的科技创新资源城市倾向于集聚在一起, $I$ 越接近-1表示离散程度越高; $I = 0$ 表示不存在空间自相关,说明科技创新资源在城市间的分布是完全随机的。

#### 2.2.2 局部空间自相关

局部空间自相关作为全局自相关的分解,可用于分析区域内部地区与周边地区之间的科技创新资源的空间差异程度与显著性水平,公式如下:

$$I_i = Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j \quad (2)$$

式中, $I_i$ 反映了城市 $i$ 周边城市科技创新资源的空间集聚程度,其值大于期望值时,表征存在空间集聚现象,即空间正相关,反之则为空间负相关; $Z_i$ 、 $Z_j$ 分别为城市 $i$ 和城市 $j$ 的标准差标准化值。

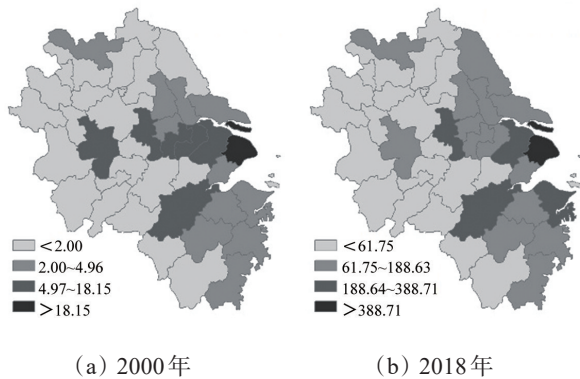
### 2.3 数据来源及处理

数据主要来自2001—2018年的《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、41个城市统计年鉴,2000—2018年《中国城市统计年鉴》《2000年第一次全国R&D资源清查资料汇编》《2009年第二次全国R&D资源清查资料汇编》。部分城市R&D经费和人员投入指标缺失,在数据处理过程中还参考了前后年份的数值,采用平均值和根据增长率做了合理测算。经过检验,采集的数据总体较为稳定,具有较高的可信性和可靠性,可以运用于长三角区域城市科技创新资源的时空分布分析。

## 3 实证结果分析

### 3.1 长三角区域科技创新资源空间分布特征

图1~图3分别显示了2000年和2018年的长三角地区研发经费、研发人员和企业的时空分布。



基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)2885号的标准地图制作。下同

图1 2000、2018年长三角区域研发经费(亿元)时空分布

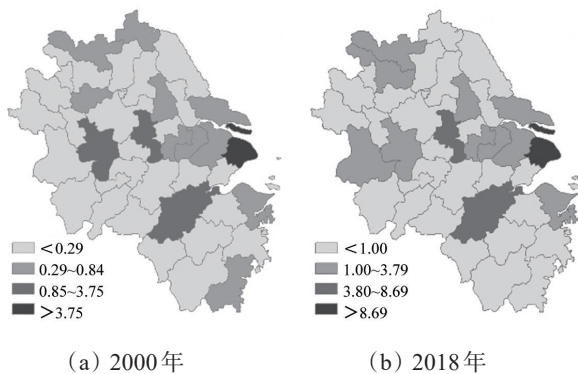


图2 2000、2018年长三角区域研发人员(万人)时空分布

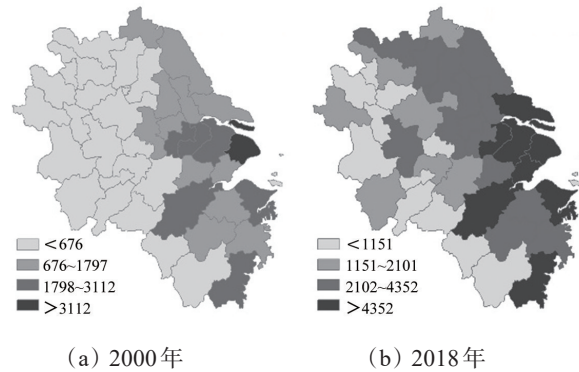


图3 2000、2018年长三角地区企业(个)时空分布

可以看出长三角地区科技创新资源总体上从沿海地区向内陆地区减弱,科技创新资源呈现为Z形分布(南京-上海-杭州-宁波)。

具体而言,2000年研发经费主要集中于上海、南京、杭州和合肥以及苏锡常(苏州、无锡和常州)等省级行政中心和经济发达城市,苏北、浙西和安徽大部分地区为科技创新资源贫乏区,研发经费不足2亿元,2018年研发经费主要集中分布于上海、杭州、南京等少数核心城市,表明这种空间集聚特征得到进一步强化。研发人员的空间分布较为分散,空间集聚特征不明显,主要分布于上海、南京、杭州等省级中心、宁波、南通和温州等沿海城市以及苏南等经济发达地区。企业呈现明显的从沿海向内陆减弱的同心圆分布模式,2000年企业主要分布于东部沿海地区,安徽和浙西地区企业数量较少,2018年这种集聚特征虽然进一步强化,但合肥、滁州、芜湖等安徽省部分城市规上企业得到大幅提升。

### 3.2 长三角区域科技创新资源空间集聚效应

空间集聚效应分析可以剖析长三角地区整体发展差异程度和协同发展水平。利用GeoDa软件及式(1)计算长三角地区2000年和2018年的全局自相关Moran指数,用于分析长三角地区41个城市科技创新资源的协同发展水平的空间相关性。

表1列出了长三角地区科技创新资源的Moran检验结果。可以看出,2000年和2018年研发经费和企业存在显著的空间相关性( $P$ 均小于0.050),而研发人员不存在显著的空间相关性,说明长三角地区各城市的研发人员在空间上的集聚现象不显著。换句话说,研发经费和企业空间的分布并不

是完全随机的,而是有相似值的城市在空间上趋于集聚分布,而研发人员在空间上的分布趋于随机,说明长三角地区在研发人员配置上具有较好的协同发展能力。2018年研发经费、研发人员和企业的 Moran 指数较2000年具有较大提升,表明长三角地区科技创新资源的集聚强度不断提升。

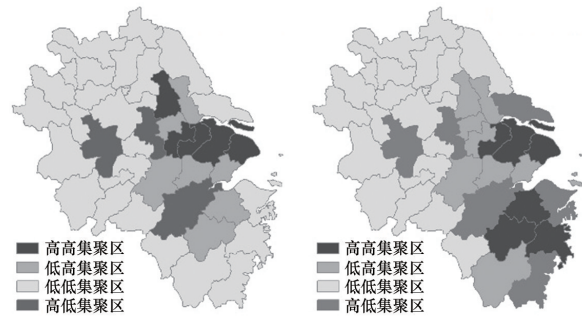
表1 2000、2018年长三角区域科技创新资源全局自相关 Moran 指数  $I$  及相关性  $P$

指标	2000年		2018年	
	$I$	$P$	$I$	$P$
研发经费	0.102	0.042	0.414	0.004
研发人员	0.003	0.201	0.031	0.157
企业	0.455	0.004	0.688	0.001

### 3.3 长三角科技创新资源空间差异分析

利用 GeoDa 软件及式(2)计算2000年和2018年的长三角地区科技创新资源的局部自相关 Moran 指数,通过 Moran 散点图象限划分的顺时针方向将局部空间自相关依次划分为4种类型:高高集聚区,表明城市自身与周边城市的科技创新资源水平都较高,区际空间差异程度小;高低集聚区,表明城市的科技创新资源水平高而周边城市较低,区际空间差异程度大;低低集聚区,表明城市自身与周边城市的科技创新资源水平都较低,区际空间差异小;低高集聚区,表明城市的科技创新资源水平低而周边城市较高,区际空间差异大(图4~图6)。

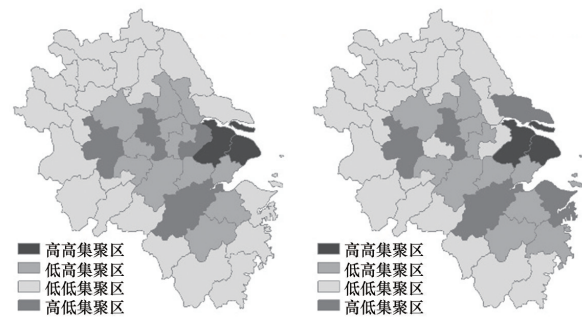
2000年研发经费高高集聚区主要分布于上海和苏锡常,2018年扩展至浙江的绍兴、金华和台州。2000年高低集聚区主要为南京、杭州和合肥,作为省会城市和省域科技中心,集聚了全省大部分的研发经费,自身研发资金投入远高于周边地区,2018年高低集聚区数量增加明显,南通、宁波和温州由低低集聚区转变为高低集聚区。低高集聚区主要为紧邻高高集聚区的城市,如宣城、湖州和嘉兴等,周边城市研发经费投入高而自身研发经费较低。2000年低低集聚区主要为浙西、苏北和安徽的连片区域,不仅自身研发经费较少,周边地区研发经费也较少,大多属于欠发达城市,2018年浙西地区研发经费投入提升较快,如温州由低低集聚区转变为高低集聚区。



(a) 2000年

(b) 2018年

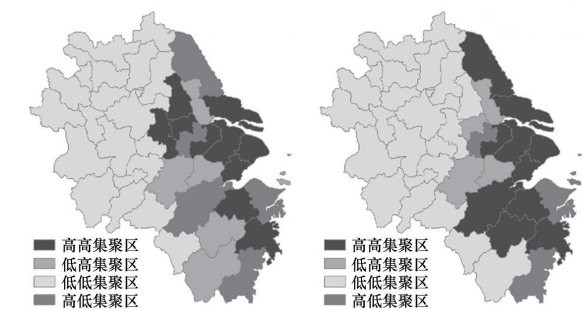
图4 长三角区域研发经费局部空间自相关集聚



(a) 2000年

(b) 2018年

图5 长三角区域研发人员LISA集聚



(a) 2000年

(b) 2018年

图6 长三角区域企业LISA集聚

研发人员高高集聚区分布于上海和苏州,2000年和2018年保持不变。2000年高低集聚区主要为南京、杭州、合肥和常州,2018年无锡转变为低低集聚区,南通由低低集聚区转变为高低集聚区。低高集聚区主要分布于高低集聚区和高高集聚区周边。低低集聚区主要分布于长三角边缘地区,数量较多,且在2018年有所增长,如芜湖、泰州、无锡由低高集聚区转变为低低集聚区,表明研发人员在空间上的集聚有所增强。

企业主要集中在长三角地区的东南部。2000年高高集聚区和高低集聚区主要分布于以南京-上海-杭州-台州为节点的Z形区域,2018年南京、镇江、扬州等城市由高高集聚区转为低低集聚区,而南通、盐城、金华、杭州则由高低集聚区转变为高高集聚区,表明东部沿海地区的差异逐渐变小。高低集聚区的分布较为分散,2000年主要分布于杭州、宁波、盐城等城市,2018年数量有所减少,仅有为宁波、温州和常州3个城市。低高集聚区数量较少,主要为宣城、湖州、丽水等区域一般城市。

#### 4 科技创新资源对区域创新能力的影 响

为检验科技创新资源对区域创新能力的影响,参考已有学者的通行做法,以研发经费、研发人员和企业数为核心解释变量。专利被认为是表征区域创新能力的重要指标之一,已被广泛应用于区域创新相关研究之中,众多研究成果也表明,专利能有效评价一个区域的创新能力<sup>[20-21]</sup>,因此选择专利授权量为被解释变量,以人口规模、在校大学生数、外商直接投资为控制变量,构建多元线性回归模型,对长三角地区41个城市的创新能力进行回归分析。构建回归模型如下:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \varepsilon \quad (3)$$

式中, $Y_i$ 为第*i*个城市的专利授权量; $X_{1i}$ 、 $X_{2i}$ 、 $X_{3i}$ 分别

为第*i*个城市的研发经费、研发人员和企业数等核心解释变量; $X_{4i}$ 、 $X_{5i}$ 、 $X_{6i}$ 分别为第*i*个城市的人口规模、在校大学生数、外商直接投资等控制变量; $\alpha$ 为常数项; $\beta$ 代表变量的回归系数; $\varepsilon$ 代表残差。

为控制潜在的内生性问题,对被解释变量作滞后一期处理。并对原始数据进行中心化处理,以便于比较不同科技创新资源对创新能力的差异性影响。通过对普通最小二乘法(OLS)、空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM)中的对数似然函数值(LogL)、赤池信息准则(AIC)和施瓦茨准则(SC)的检验发现,认为空间滞后模型的拟合效果最好。模拟结果见表2。

从表2可以看出,不同科技创新资源对区域创新能力的影响存在显著差异。从核心解释变量来看,研发人员对区域创新能力的促进作用最强,从两个时间截面的估计结果来看,研发人员均在1%水平上显著,且相较于研发经费和企业,研发人员的相关系数提升最大,表明人才是促进长三角地区创新能力的最关键创新资源,且这种重要性在不断增强。研发经费投入的回归系数相较于研发人员相对较小,但研发经费在2个时间截面中在5%及以上水平上显著,表明研发经费投入对区域创新能力具有显著促进作用。企业的回归系数最小,但回归系数呈上升趋势,企业在2个时间截面的估计中均在5%水平上显著,表明企业在区域创新中的作用越来越重要。从控制变量来可能,人口规模通常用于表示集聚经济相关的外部性,但人口规模对区

表2 2000、2018年长三角区域科技创新资源对创新能力影响的估计结果

变量	2000年			2018年		
	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM
研发经费	19.676***	20.099***	19.316***	58.271**	37.037**	45.947**
研发人员	224.799***	217.833***	229.341***	704.272***	893.881***	933.060***
企业	0.028**	0.030**	0.031**	0.833**	0.523**	0.497**
人口规模	0.018	0.017	0.017	1.799	3.611	3.454
在校大学生数	0.058***	0.032***	0.033***	0.036***	0.037***	0.034***
外商直接投资	0.002**	0.003**	0.003**	0.039***	0.032***	0.032***
R <sup>2</sup>	0.866	0.898	0.870	0.789	0.814	0.792
LogL	-217.019	-216.935	-216.868	-395.734	-390.97	-395.356
AIC	448.038	439.870	447.737	805.468	797.939	804.711
SC	460.033	453.579	459.732	817.463	811.648	816.706
样本数N	41	41	41	41	41	41

注:\*, $P < 0.10$ ; \*\*, $P < 0.05$ ; \*\*\*, $P < 0.01$ 。

域创新能力的影响不显著,表明长三角地区创新活动未能形成有效的规模经济效应。在校大学生数不仅可以体现劳动力素质的高低,还可以间接地体现一个地区高校创新资源的丰富程度,在校大学生数在1%水平上显著,体现了劳动力素质和高校创新资源对创新活动的显著促进作用。外商直接投资是开放式创新背景下区域获取外部创新资金、异质性知识和技术的重要途径,外商直接投资在5%水平上显著,表明外商直接投资可以有效促进区域创新能力。通过2000和2018年的结果比较可以发现,随着科技创新资源空间布局的不断均衡,区域科技创新能力也相应显著提升。

## 5 结论

运用全局和局部空间自相关研究方法,对2000、2018年长三角区域41个城市的科技创新资源(研发经费、研发人员、企业)的空间分布和集聚特征进行分析,发现长三角区域科技创新资源丰富,但空间分布差异巨大,且2000年—2018年呈现出空间差异不断缩小的态势。构建的多元回归分析模型结果显示,科技创新资源(研发经费、研发人员、企业)对长三角区域41个城市的区域创新能力均有显著促进作用,从2000—2018年,科技创新资源对区域创新能力的促进作用越来越显著,且研发人员发挥的作用更大,同时也表明,科技创新资源空间分布趋于均衡,有利于区域创新能力的提升。本研究的这一发现,与以往研究发现研发经费更有利于区域创新的认识不一样,需要更加重视并发挥研发人员在区域创新过程中的作用;同时,空间差异的特征分析为推动长三角科技创新资源布局也提供了一定借鉴。

基于长三角区域高质量一体化发展及上海建设具有全球影响力科创中心的目标,提出如下建议:

一是尽快建立长三角区域科技创新资源管理协调机制,制定更加有效的支持创新、促进技术转移成果转化以及促进科技创新资源合理利用的政策工具。

二是加大长三角区域科技创新资金中长期投

入,有学者研究表明,研发经费投入对于区域经济增长具有显著的正向促进作用,且在中长期的效果会更加显著<sup>[22]</sup>。因此,建议在现有基础上,不仅要注重短期内提高长三角各城市研发经费投入强度,更应加强对重大关键技术的中长期持续高投入,促进高质量科技成果的产出。

三是构建长三角区域科技创新资源共建共享网络,发挥企业的创新主体作用,联合地方政府、高校、科研机构、中介机构、行业协会等主体构建科技创新资源共建共享网络。

四是促进长三角区域科技创新人才合理流动。科技创新资源分布的不均衡严重制约了区域创新能力的提升,由于配套设施及政策的吸引,创新型人才大多集中于少数的发达城市,建议进一步创新管理体制机制,打造良好的人才流动生态,促进创新型人才在长三角不同城市间合理流动,为人才欠缺区域提供创新保障。

五是加强跨界合作获取更多创新知识。研发人员的空间关联性高于研发经费和企业等科技创新资源,也就是说研发人员是区域创新发展的根本动力,从长三角进一步高质量发展的目标来看,应着眼于从外部吸引高层次人才或创新资金参与到长三角一体化建设中。因此,应加强国际合作获取更多的创新知识,从而推动长三角区域科技创新体系建设。

## 参考文献(References)

- [1] 陈健,何国祥.区域创新资源配置能力研究[J].自然辩证法研究,2005(3):78-81.
- [2] 石蕾,刘娟,王健.国家科技资源共享服务平台对科技创新支撑作用的研究[J].中国科技资源导刊,2017(49):88-93.
- [3] 郭庆宾,杨婉蓉.湖北科技创新资源集聚能力的时空演变分析[J].统计与决策,2017(5):125-127.
- [4] Yeung H W, Coe N M. Toward a dynamic theory of global production networks[J]. *Economic Geography*, 2015, 91(1):29-58.
- [5] 曾刚,曹贤忠,王丰龙,等.长三角区域一体化发展推进策略研究——基于创新驱动与绿色发展的视角[J].安徽大学学报(哲学社会科学版),2019,43(1):148-156.
- [6] 陈雯,杨柳青,张鹏,等.长三角区域合作类型、障碍和治理路径[J].城市规划,2021,45(3):15-20.

- [7] 程泉民. 科技资源存量的地区分布及其变化[J]. 调研世界, 2012(11): 23-26.
- [8] 邹琳, 曾刚, 曹贤忠. 基于ESDA的长三角城市群研发投入空间分异特征及时空演化[J]. 经济地理, 2015, 35(3): 73-79.
- [9] 吕海萍, 池仁勇, 化祥雨. 创新资源协同空间联系与区域经济增长——基于中国省域数据的实证分析[J]. 地理科学, 2017, 37(11): 1649-1658.
- [10] 李凌月, 张啸虎, 罗瀛. 基于创新产出的城市科技创新空间演化特征分析——以上海市为例[J]. 城市发展研究, 2019(6): 87-92.
- [11] 张鹏, 陈培安. 山东省科技创新资源空间分布与经济发展水平协同分析[J]. 技术与创新管理, 2016, 37(3): 256-262.
- [12] 马宁, 王立. 企业主导型产学研合作创新模式分析[J]. 科学学研究, 2005(S1): 244-248.
- [13] 吕国庆, 曾刚, 郭金龙. 长三角装备制造业产学研创新网络体系的演化分析[J]. 地理科学, 2014, 34(9): 1051-1059.
- [14] 盛彦文, 苟倩, 宋金平. 城市群创新联系网络结构与创新效率研究——以京津冀、长三角、珠三角城市群为例[J]. 地理科学, 2020, 40(11): 1831-1839.
- [15] 王承云, 马任东, 王鑫. 长三角一体化背景下“嘉昆太”跨行政区域汽车产业集群研究[J]. 人文地理, 2019, 34(5): 93-100.
- [16] 邹琳, 曾刚, 朱贻文, 等. 长江经济带装备工业知识空间网络特征及优化路径[J]. 经济地理, 2019, 39(11): 113-122.
- [17] 方远平, 谢蔓. 创新要素的空间分布及其对区域创新产出的影响——基于中国省域的ESDA-GWR分析[J]. 经济地理, 2012, 32(9): 8-14.
- [18] 曹贤忠, 曾刚, 邹琳. 长三角城市群R&D资源投入产出效率分析及空间分异[J]. 经济地理, 2015, 35(1): 104-111.
- [19] Cooke P. Regional innovation systems competitive regulation in the new Europe[J]. Veterinary Nursing Journal, 2014, 23(10): 22-24.
- [20] 丁焕峰, 何小芳, 孙小哲. 中国城市专利质量评价及时空演进[J]. 经济地理, 2021, 41(5): 113-121.
- [21] 周锐波, 刘叶子, 杨卓文. 中国城市创新能力的时空演化及溢出效应[J]. 经济地理, 2019, 39(4): 85-92.
- [22] Cao X, Zeng G, Teng T, et al. The best spatial scale of firm innovation networks: Evidence from Shanghai high-tech firms[J]. Growth and Change, 2018, 49(4): 696-711.

## Spatial distribution and development strategies of science and technology innovation resources in Yangtze River Delta regions

CAO Xianzhong<sup>1</sup>, YE Lei<sup>2</sup>, YI Zhenzhen<sup>1</sup>, SUN Dongqi<sup>3</sup>

1. The Center For Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China

2. School of Economics and Management, Anhui Normal University, Wuhu 241002, China

3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

**Abstract** Science and technology innovation resources are the cornerstone of the regional innovation activities and play an important role in the regional economic development. The spatial distribution of the innovation resources is a focus of the economic and geographic studies. Based on the global and local autocorrelation methods, this paper studies the spatial distribution and the dynamic evolution of the scientific and technological innovation resources in the Yangtze River Delta regions from 2000 to 2018, including the R&D funds, the R&D personnel, and the innovative enterprises, and with the help of multiple regression models, analyzes the impact of the scientific and technological innovation resources on the regional innovation capability. It is shown that the Yangtze River Delta regions are rich in scientific and technological innovation resources, in a spatial “Z” pattern composed of Hefei, Nanjing, Suzhou, Shanghai, Hangzhou, and Ningbo among other cities, and the spatial difference shows a shrinking trend from 2000 to 2018. It is shown that the scientific and technological innovation resources play a significant role in promoting the regional innovation capacity. As the spatial distribution of the scientific and technological innovation resources becomes more and more balanced, the regional innovation capacity correspondingly presents a higher and higher trend. This paper puts forward some countermeasures and suggestions to promote the innovation and the development of the Yangtze River Delta regions.

**Keywords** technological innovation; innovation resources; regional development; spatial distribution; Yangtze River Delta ●



(责任编辑 刘志远)