

# 科技创新对科技人才聚集的影响及其空间溢出效应

——基于空间面板 Durbin 模型的实证研究

刘玉成<sup>1,2</sup>

(1. 长江大学 长江经济带发展研究院, 湖北 荆州 434023;

2. 长江大学 经济与管理学院, 湖北 荆州 434023)

**摘要:**基于2000—2017年省际面板数据和空间面板 Durbin 模型,研究了地区科技创新能力对科技人才聚集的影响及其空间溢出效应。结果表明:地区科技创新能力提升不仅有助于本地区科技人才的聚集,也有利于通过溢出效应促进邻近地区的科技人才聚集;科技创新能力提升对科技人才聚集的影响具有显著的地区差异;科技创新与科技人才聚集均具有空间相关性。因此,应强化科技创新与科技人才聚集的结合,在完善多方联动机制的基础上共建跨区科技人才流动平台,科学构建科技人才自由流动机制,并引导科技人才向科技创新优势和特色地区聚集。

**关键词:**科技创新;人才聚集;溢出效应;地区差异

**中图分类号:**C961.9;F241.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-1505(2019)05-0080-12

**DOI:**10.14134/j.cnki.cn33-1337/c.2019.05.008

## Influence of S&T Innovation on S&T Talent Aggregation and Its Spatial Spillover Effect——An Empirical Study Based on Spatial Panel Durbin Model

LIU Yu-cheng<sup>1,2</sup>

(1. *Research Institute of Yangtze River Economic Belt Development, Yangtze University, Jingzhou 434023, China;*

2. *School of Economics and Management, Yangtze University, Jingzhou 434023, China*)

**Abstract:** Based on the provincial panel data 2000—2017 and the Spatial Panel Durbin Model, the paper empirically studies the influence of scientific and technological (S&T) innovation on scientific and technological talent aggregation (SITTA)

**收稿日期:**2019-06-21

**基金项目:**国家社会科学基金项目“新常态下新型职业农民培育机制与政策研究”(15BJY092);长江经济带发展研究院开放基金项目“产业转型背景下长江经济带产业结构与就业结构协调关系研究”(CJKE-2017-03);长江大学社会科学基金项目“区域协同视角下长江经济带人才共享的福利效应与协调机制研究”(2018CSY01)

**作者简介:**刘玉成,男,长江大学长江经济带发展研究院、经济与管理学院副教授,经济学博士,主要从事劳动经济学与产业经济学研究。

and its spatial spillover effect. The results show that the promotion of regional S&T innovation contributes to the STTA of the region itself and its adjacent areas. The influence of S&T innovation on STTA is significantly different in different areas. Both S&T innovation and STTA show the feature of spatial autocorrelation. Therefore, the government should strengthen the coordination between S&T innovation and STTA, co-build the cross-regional STTA mobile platform on the basis of improving the multi-linkage mechanism, scientifically construct the free flow mechanism of S&T talent and guide the STTA toward the regions with advantages and characteristics of S&T innovation.

**Key words:** S&T innovation; talent aggregation; spatial spillover effect; regional difference

科技人才的合理聚集是经济高质量发展的重要支撑。在我国建设现代产业体系的关键时期,人才特别是科技人才的合理流动和聚集是关键,而地区科技创新能力是吸引科技人才流入和聚集的重要因素。长期以来,由于科技创新能力、经济发展水平等方面的地区差异,我国科技人才一直由中西部地区向东部地区单向流动和聚集。随着西部大开发、中部崛起、推动长江经济带发展等一系列国家战略的实施,我国地区差异逐渐缩小,这使得科技人才在地区间自由流动和自发聚集成为可能。但是从我国人才现状来看,科技人才在跨地区、跨行业、跨体制流动和聚集方面仍然还存在着诸多障碍,科技创新与科技人才聚集还未形成相互促进的良性循环,这将对我国现代实体经济发展形成制约。由此,从科技创新这一角度出发,探索地区科技创新能力,提升对科技人才聚集的影响及空间溢出效应,有助于各地区充分利用科技创新效应吸引科技人才聚集,这对促进我国区域经济多点多极增长具有重要的作用,也有利于人才要素的合理配置,从而促进我国经济平衡发展和高质量发展。基于此,本文利用2000—2017年中国省际面板数据研究科技创新对科技人才聚集的影响,从而提出促进科技人才聚集的政策建议。

## 一、文献综述

在产业转型的大背景下,我国经济正面临产业结构调整和产业深度融合的重大转折,而在这一关键阶段,科技创新将成为驱动经济发展的关键因素。当前,关于人才聚集与科技创新的文献主要集中于以下四个方面:

1. 科技人才聚集的机理。科技人才聚集的机理较为复杂,现有文献未能做出系统而权威地阐释,因此现有结论争议依然较大。从国外研究来看,Foster 基于扩展的无边界人才模型(BTM)来阐释科技人才的聚集机理<sup>[1]</sup>,Harvey 等认为地区知名度提高将引起科技人才的持续流入并形成人才集聚<sup>[2]</sup>,而Feeney 等却认为科技创新团队和谐的关系将吸引人才形成人才聚集<sup>[3]</sup>。国内学者与国外学者的研究角度完全不同,刘和东认为国内市场规模通过虹吸效应驱动人才流动并形成人才集聚<sup>[4]</sup>,冯涛等认为区域人力资本存量和人才迁移意愿导致人才流动从而形成人才聚集<sup>[5]</sup>,唐朝永等认为协同创新网络的形成导致了人才集聚效应<sup>[6]</sup>,冯南平等认为创新环境、创新投入和创新效率的提升导致人才流动从而形成人才聚集<sup>[7]</sup>。

2. 科技人才聚集的影响因素。影响科技人才聚集的因素较多,刘兵等在全面梳理现有文献的基础上将人才聚集的影响因素归纳为生活保障、资金保障、人才结构、人才激励等15个主要方面<sup>[8]</sup>。从地区层面来看,市场规模<sup>[9]</sup>、R&D 经费和高技术产业增加值<sup>[10]</sup>、空间异质性<sup>[11]</sup>、创业活动强度与文化氛围<sup>[12]</sup>、经济发展水平<sup>[13]</sup>、高技术产业发展状况<sup>[14]</sup>等因素都会影响地区人才聚集规模和聚集程度,但从长期观察来看,自然资源禀赋并非地区人才聚集的重要影响因素<sup>[15]</sup>。从政策层面来看,个人福利政策<sup>[16]</sup>、收入分配制度与人才定价机制<sup>[17]</sup>、人才激励政策<sup>[18]</sup>会影响人才聚集。从人才层面来看,人才的初始禀赋<sup>[9]</sup>、机会成本与人才努力程度<sup>[18]</sup>、教育经历<sup>[12]</sup>等均会影响人才聚集。

3. 科技创新的溢出效应。现有研究表明,科技创新具有溢出效应,这种溢出效应对地区的科技水平、生产效率、要素聚集等方面均会产生正向影响。从国外研究来看,Giuliano 等认为科技创新的溢出效应会促进邻近地区的企业提高创新能力<sup>[19]</sup>, Battke 等认为科技创新的溢出效应将引起外在的要素聚集效应<sup>[20]</sup>。近年来,我国学者也关注到了科技创新的溢出效应。兰芳等认为金融科技人才聚集将产生技术溢出效应<sup>[21]</sup>,谷国锋等、赵增耀等认为区域创新具有显著的空间自相关性和空间溢出性<sup>[22-23]</sup>,宛群超等认为科技创新具有正向的空间自相关、集聚和溢出效应<sup>[24]</sup>。但是,科技人才的聚集效应需要依赖科技创新的溢出效应来发挥作用。

4. 科技创新对科技人才聚集的影响。科技创新与科技人才聚集之间具有双向影响<sup>[25]</sup>,但现有文献更多关注科技人才聚集对科技创新的影响,例如,刘和东认为人才集聚通过迂回效应不断提升群落内创新能力<sup>[4]</sup>,梁林等认为人才的外部聚集导致人才资源流入从而促进科技创新<sup>[26]</sup>,修国义等认为科技人才聚集强度、均衡度及规模对区域创新效率具有显著影响<sup>[27]</sup>。在科技创新对科技人才聚集的影响方面,现有文献关注并不多,且较多停留在理论层面和定性研究层面。Lai 等认为科技创新过程中知识管理成为科技人才集聚的媒介<sup>[28]</sup>,Giuliano 等认为科技创新有助于科技人才的外部聚集<sup>[19]</sup>,昌先宇等认为人力资本存量水平提高将通过技术创新的外溢效应来促进人才聚集<sup>[29]</sup>。

以上研究表明,科技人才聚集的机理较为复杂,影响因素众多,其中科技创新在科技人才聚集的过程中发挥了极为重要的作用,但现有文献更多关注的是人才聚集对科技创新的影响,在科技创新对科技人才聚集的影响效应、溢出效应及地区差异等方面,现有文献还缺乏足够的关注和实证证据支持。基于此,研究科技创新对科技人才聚集的影响及其空间效应具有重要的理论意义和现实价值。

## 二、地区科技创新影响科技人才聚集的作用机制

现有研究表明,科技创新与科技人才聚集之间具有双向作用。地区科技人才聚集将通过扩大地区科技人才规模、优化地区人才资源配置、提升地区科技创新效率等途径对地区科技创新产生作用,并通过知识和技术的溢出效应带动邻近地区的科技创新。而关于地区科技创新对科技人才聚集的作用机理,本文分析如下:

1. 科技创新通过优化地区产业结构引起科技人才聚集。科技创新对地区产业结构的影响主要表现在两个方面:一是促进传统产业改造升级,二是引领新兴产业发展,这将促进地区产业结构转型升级并优化地区产业结构,进而影响科技人才的供需及其匹配与组合<sup>[30]</sup>。由此,科技人才结构也将随之调整,以达到人才结构与产业结构的匹配。在产业结构调整的过程中,人才需求结构将趋向于创新型、专业型、知识型,与产业结构不匹配的传统人才将逐渐被挤出,由此导致科技人才向关键行业、重点企业、新型岗位流入并形成聚集。

2. 科技创新通过改善发展环境来吸引科技人才聚集。环境因素是影响人才聚集的重要因素之一。科技创新有助于提升地区科技竞争水平、改善经济发展质量,最终提升地区经济发展的整体水平和地区经济形象,而地区经济发展水平和经济形象的提升也会带来地区经济环境、科技创新环境、教育环境等方面的改善,这将增强地区对创新型科技人才的吸引力,进而吸引科技人才向该地区流入并形成科技人才聚集。

3. 科技创新通过提升科技人才的价值来吸引科技人才聚集。根据马斯洛的需求层次理论,自我实现是人类的最高需求。科技创新将促进地区科技竞争力提升并进而提高生产效率和分配水平,这将有利于科技人才自我价值的实现,从而吸引科技人才向科技创新水平较高的地区流入并形成聚集。而随着科技人才的流入和聚集,地区科技创新能力将进一步提升,又将吸引更多的科技人才流入,从而形

成强者愈强的人才聚集马太效应。

4. 科技创新通过溢出效应促进邻近地区的人才聚集。从地区科技创新的竞争过程来看,由于资源禀赋、产业特色、地缘优势等方面的原因,部分地区将在竞争中脱颖而出成为科技创新核心地区,引起人才的净流入而形成人才聚集,短期内将对邻近地区的人才产生虹吸效应,导致邻近地区人才聚集度下降。随着核心地区科技创新水平的进一步提高,核心地区人才的持续流入虽然导致人才聚集程度提高,但也导致人才聚集的边际效应趋于递减,从而科技人才等生产要素有向周边地区流动的内在需求;同时,在科技创新优势下,核心地区的产业发展也需要向周边地区扩散,以谋求更多市场和发展空间、吸纳更多企业融入产业链,由此,核心地区的产业优势向邻近地区的扩散将对邻近地区产生溢出效应,从而带来邻近地区人才的流入并逐渐形成人才聚集。基于此,本文认为科技创新促进人才聚集的过程中将通过溢出效应推进邻近地区的人才聚集。

### 三、地区科技创新影响科技人才聚集的实证研究

本文主要探索地区科技创新对科技人才聚集的影响,关注的主要问题包括:科技人才聚集和科技创新是否具有空间自相关性;科技创新能力提升对科技人才的聚集是否具有显著影响,影响方向如何;如果地区科技创新能力提升会影响科技人才聚集,那么这种影响对邻近地区是否具有溢出效应;对我国东中西部地区来说,科技创新能力提升对科技人才聚集的影响是否具有显著差异。

#### (一) 模型与变量

1. 模型介绍。传统面板模型通常假定变量在不同截面之间相互独立,但这一假定通常并不成立。空间面板模型改进了这一缺陷,充分考虑了面板数据的空间相依性,从而得到更为有效的估计结果。目前计量实证中常用的空间计量模型包括空间自回归模型(SAR)、空间误差模型(SEM)以及空间Durbin模型(SDM)。本文研究科技创新对科技人才聚集的影响,而科技人才的聚集涉及科技人才在地区间的流动和聚集,且科技创新存在空间外溢效应,因此本文选择空间面板Durbin模型进行研究。空间面板Durbin模型的一般形式为:

$$Y_{it} = \rho WY_{it} + X_{it}\beta + WX_{it}\theta + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中 $\rho$ 表示空间自相关系数, $W$ 表示空间权重矩阵, $WY$ 、 $WX$ 分别表示因变量和自变量的空间滞后项, $\beta$ 、 $\theta$ 为系数列向量, $i$ 、 $t$ 分别为截面和时间, $\mu$ 、 $\gamma$ 分别为个体、时间效应, $\varepsilon$ 为随机误差项,且 $\varepsilon \sim N(0, \delta^2 I_n)$ 。

2. 变量及数据来源。由于反映科技创新的变量较多,本文根据已有文献的研究结论及变量的显著性来选择科技创新变量,为了准确识别科技创新对科技人才聚集的影响,本文还控制了与科技人才聚集相关的众多变量。模型的因变量为科技人才资源,以各地区的规上企业R&D人才数量来表示。观察变量为地区科技创新能力,现有文献一般采用专利申请数、科技论文发表量、地区R&D项目数、地区R&D支出、技术市场成交额、新产品销售收入等来表达<sup>[31-32]</sup>,本文尝试以专利申请数、新产品销售收入作为科技创新变量,从而考察科技创新对科技人才聚集的影响效应。

为了准确识别科技创新对人才聚集的影响并提高模型参数估计的有效性,本文需要控制科技人才聚集的影响因素。从文献分析来看,科技人才聚集的影响因素众多,根据数据的可得性和完整性,本文遴选变量以度量经济发展水平、对外开放程度、企业规模、经营环境、政府创新支持水平、医疗水平、教育水平等因素,具体描述如表1。

表1 变量描述

变量类别	拟考察因素	变量符号	变量含义	变量单位
因变量	科技人才资源	<i>RDT</i>	规上企业 R&D 人才	人
观察变量	地区创新能力	<i>SR</i>	规上企业新产品销售收入	万元
		<i>PAT</i>	规上企业专利申请数	件
控制变量	经济发展水平	<i>PGDP</i>	人均 GDP	元/人
	对外开放程度	<i>FT</i>	进出口贸易	万美元
	企业规模	<i>TA</i>	规上企业总资产	亿元
	经营环境	<i>ENT</i>	规上企业数	个
	创新支持力度	<i>EXP</i>	规上企业 R&D 支出	万元
	医疗水平	<i>HP</i>	平均卫生人员数	人/万人
	教育水平	<i>EF</i>	平均教育经费	元/人

注:表中规上企业指规模以上企业,即年销售收入为 2000 万元及以上的企业。

本文所有变量的数据均来源于 2000—2018 年各年度《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》及各省(市、区)统计年鉴,西藏地区由于数据不全而未纳入研究样本,因此最终得到 30 个省级地区、18 个年度的面板数据。在后文的计量实证中,为了消除量纲的影响并降低可能的异方差影响,本文对所有的变量均作对数化处理,并将变量分别记为 *LRDT*、*LSR*、*LPAT*、*LPGDP*、*LFT*、*LTA*、*LENT*、*LEXP*、*LHP*、*LEF*。

## (二) 空间相关性检验

在使用空间计量方法之前需对变量进行空间相关性检验,若变量存在空间相关性,则选择空间计量方法,否则只需要使用普通面板模型进行分析。变量的空间相关性检验包括莫兰指数(Moran)、吉尔里指数(Geary)和 GO 指数(Getis-Ord)等三种方法,为了弥补单个指数检验的缺陷,通常利用多个指数进行检验。由于 GO 指数弥补了吉尔里指数无法识别热点区域和冷点区域的缺陷,因此本文利用莫兰指数和 GO 指数进行空间自相关检验。

1. 全局空间自相关检验。本文利用莫兰指数和 GO 指数来检验变量的全局空间自相关性,部分检验结果见表 2。

表2 变量的全局空间自相关检验

时间	<i>RDT</i>		<i>SR</i>		<i>PAT</i>	
	莫兰指数	GO 指数	莫兰指数	GO 指数	莫兰指数	GO 指数
2000	0.165(0.060)*	0.193(0.037)**	0.261(0.004)***	0.194(0.014)**	0.139(0.066)*	0.426(0.026)**
2004	0.145(0.081)*	0.19(0.080)*	0.22(0.017)**	0.195(0.066)*	0.19(0.029)**	0.451(0.009)***
2008	0.191(0.027)**	0.219(0.067)*	0.219(0.018)**	0.195(0.018)**	0.286(0.002)***	0.397(0.002)***
2012	0.203(0.060)*	0.232(0.069)*	0.277(0.003)***	0.233(0.028)**	0.323(0.000)***	0.455(0.012)**
2016	0.157(0.049)**	0.216(0.046)**	0.242(0.007)***	0.243(0.019)**	0.332(0.001)***	0.513(0.008)***

注:表中\*、\*\*、\*\*\*分别表示检验的显著水平为 10%、5%、1%,括号中的数字为检验的伴随概率。限于篇幅,表中只列出了部分年份的检验结果。

由表 2 的检验结果可知,莫兰指数和 GO 指数在所有年份均为正,且莫兰检验和 GO 检验均拒绝了“无空间自相关”的原假设,由此可知 *RDT*、*SRN*、*PAT* 在全域范围内均存在显著的空间正向自相关,这表明 *RDT*、*SRN*、*PAT* 在全域范围内具有空间集聚特征。

2. 局部空间自相关检验。图 1 给出了 *RDT*、*SR*、*PAT* 的 Moran 散点图,限于篇幅,本文仅给出了

2017年的图形。从图1可以看出,各省(市、区)位于一、三象限的居多,呈现出典型的“高一高”聚集和“低—低”聚集态势,且各省(市、区)的科技人才及科技创新的聚集均具有正向空间相关性。

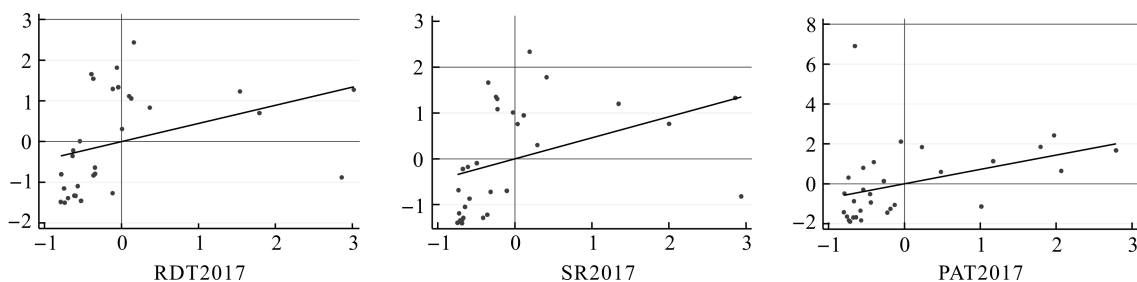


图1 变量RDT、SR、PAT的局部空间自相关Moran散点图

### (三) 空间计量实证

1. 基于全国数据的实证研究。(1) 模型构建及估计类型选择。基于变量空间自相关检验,本文在模型(1)的基础上设定空间面板Durbin模型。反复模拟Durbin滞后项,发现仅有WLSR、WLPAT、WLPGD、PWLFT显著,因此构建如下模型:

$$LRDT_{it} = \rho WLRDT_{it} + \beta_0 LSR_{it} + \beta_1 LPAT_{it} + \beta_2 LPGDP_{it} + \beta_3 LFT_{it} + \beta_4 LTA_{it} + \beta_5 LENT_{it} + \beta_6 LEXP_{it} + \beta_7 LHP_{it} + \beta_8 LEF_{it} + \theta_0 WLSR_{it} + \theta_1 WLPAT_{it} + \theta_2 WLPGD_{it} + \theta_3 WLFT_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中W表示空间权重矩阵,WLRDT、WLSR、WLPAT、WLPGD、WLFT分别表示变量LRDT、LSR、LPAT、LPGDP、LFT的空间滞后项, $i = 1, 2, \dots, 30$ 表示30个省(市、区), $t = 2000, 2001, \dots, 2017$ 表示时间,其他符号的意义与模型(1)相同。

关于模型的估计类型选择,本文首先进行Hausman检验,得到 $\chi^2 = 23.610, P = 0.005 < 1\%$ ,表明模型采用固定效应估计优于随机效应估计。进一步作固定效应类型选择,结果见表3。

表3 模型的固定效应类型选择

指标	模型类型		
	个体固定	时点固定	个体时点双固定
调整的 $R^2$	0.889	0.875	0.1637
Log-likelihood	-74.13	-42.623	-138.588
残差平方和	20.84	33.796	16.898
rho	0.699***	0.098	-0.290*
Wald_spatial_lag	31.055***	67.161***	53.43***
LR_spatial_lag	22.813**	41.774***	50.204***
Wald_spatial_error	27.132***	49.504***	51.227***
LR_spatial_error	23.397***	40.36***	47.535***

注:表中\*、\*\*、\*\*\*分别表示检验的显著水平为10%、5%、1%。

由表3可知,个体时点双固定效应模型的Log-likelihood指标最小,但其拟合优度 $R^2$ 最小,且空间自回归系数 $\rho$ (rho)为负,与表2和图1的结果不符。个体固定效应模型在 $R^2$ 、Log-likelihood、残差平方和、rho等指标上都优于时点固定效应模型,且Wald检验、LR检验的显著性水平平均达到1%。基于以上分析,本文认为采用个体固定效应模型最优。

(2) 模型估计结果。模型(2)的个体固定效应估计见表4,为方便对比,表中也列出了随机效应估计结果。

表4 空间面板 Durbin 模型回归结果及效应分解

变量	模型估计		固定效应模型影响效应分解		
	个体固定效应	随机效应	直接效应	间接效应	总效应
<i>LSR</i>	0.059** (0.027)	0.051* (0.027)	0.084*** (0.031)	0.838* (0.452)	0.922** (0.468)
<i>LPAT</i>	0.058** (0.025)	0.048** (0.023)	0.032** (0.013)	1.324*** (0.340)	1.356*** (0.348)
<i>LPGDP</i>	0.058** (0.127)	0.048** (0.114)	0.032** (0.139)	1.324*** (0.107)	1.356*** (0.181)
<i>LTA</i>	0.431*** (0.100)	2.210*** (0.087)	0.457** (0.112)	1.039*** (0.394)	1.496*** (0.479)
<i>LEXP</i>	0.642*** (0.101)	0.687*** (0.049)	0.686*** (0.103)	1.562*** (0.265)	2.248*** (0.514)
<i>LFT</i>	0.167** (0.042)	-0.029 (1.321)	0.187* (0.041)	0.423 (0.390)	0.610* (0.294)
<i>LENT</i>	0.024 (0.047)	0.026 (0.045)	0.026 (0.050)	0.059 (0.119)	0.085 (0.359)
<i>LHP</i>	0.431*** (0.100)	0.308*** (0.082)	0.257 (0.062)	0.699*** (0.478)	0.956*** (0.168)
<i>LEF</i>	-0.705*** (0.108)	-0.829*** (0.103)	-0.741*** (0.110)	1.680*** (0.534)	0.939*** (0.260)
<i>C</i>		0.244*** (0.034)			
<i>WLSR</i>	0.198*** (0.014)	0.239*** (0.085)			
<i>WLPGDP</i>	1.673*** (0.099)	1.618*** (0.298)			
<i>WLFT</i>	0.578*** (0.317)	0.390*** (0.093)			
<i>WLPAT</i>	0.434*** (0.094)	0.526** (0.259)			
rho	0.699*** (0.055)	0.697*** (0.056)			
调整的 $R^2$	0.889	0.929			
Log-likelihood	-74.130	-11.951			

注:模型采用最大似然法估计,表中\*、\*\*、\*\*\*分别表示检验的显著水平为10%、5%、1%,括号中的数字为标准差。下同。

由前文可知,Hausman 检验统计量的显著性水平为 $0.005 < 1\%$ ,因此在1%显著性水平下拒绝了随机效应模型。另外,由表3可知,固定效应模型的对数似然值(Log-likelihood)显著小于随机效应模型,这表明模型(2)采用固定效应估计更优。*LSR*、*LPAT*的估计结果及显著性在固定效应、随机效应两种模式下变化不大,表明*LSR*、*LPAT*对*LRDT*的影响较为稳定,并未因模型估计类型的变化而出现较大差异。以下将基于固定效应模型进行分析。

①模型整体分析。从固定效应估计结果来看,调整的 $R^2 = 0.889$ ,Log-likelihood = -74.13,表明模型的解释能力和显著性都比较理想。模型自变量的显著性较为理想,除*LENT*之外其他变量的显著性水平平均达到5%,表明模型的变量选择和控制有效。

② 空间自回归系数分析。在固定效应、随机效应两种模式下空间自回归系数  $\rho$  (rho) 均为正,且显著性水平达到1%,这与图1的结果一致。这表明我国的科技人才聚集在省域之间具有明显的空间相关性,由此说明一个地区的人才由于流动而呈现聚集趋势时,必然会受到相邻地区或与其具有类似特征(经济特征、地域特征等)的地区的影响,这种影响会进一步加速聚集效应。

③ 核心观察变量分析。从固定效应模型和随机效应模型估计结果来看, $LSR$ 、 $LPAT$ 的符号均为正,且显著性水平达到5%,表明地区科技创新能力提升有助于地区科技人才的聚集。在我国经济转型和科技创新发展的关键时期,缺乏科技含量或科技含量不足的产品很难在激烈的市场竞争中立足,因此企业的新产品中蕴含了大量的科技创新元素,新产品销售收入的增加,意味着企业的科技创新获得市场认可;而企业专利申请数量直接反映了企业的科技创新能力和科技创新潜力,专利申请数量的增加充分表明企业具有较好的科技创新基础,包括创新人才、创新政策、创新投入、创新环境等,同时还反映出企业在科技创新方面取得较好的成效,并在未来具有较好的市场潜力。因此,新产品销售收入和专利申请数量增加充分反映了企业的科技创新能力,而这种能力的提升,能够吸引相邻地区和具有相似特征的地区科技人才的流入并促进人才聚集。 $LSR$ 、 $LPAT$ 的空间滞后项  $WLSR$ 、 $WLPAT$ 的系数为正且显著性水平均达到5%,表明地区科技创新能力提升对科技人才聚集具有显著的促进作用,这种滞后效应与当期效应的同向作用将导致影响效应叠加,从而进一步加速科技人才聚集。

④ 控制变量。从模型的控制因素来看, $LPGDP$ 、 $LTA$ 、 $LEXP$ 、 $LFT$ 、 $LHP$ 等变量的回归系数为正且显著性水平都达到5%,表明地区经济发展水平提高、企业总体规模增大、创新支持力度增强、对外开放程度提高、医疗水平改善均能显著促进地区科技人才的聚集,而经营环境( $LENT$ )改善虽然有利于科技人才聚集,但其影响并不显著。 $LEF$ 的系数为负且显著性水平为5%,表明地区教育水平增加并不一定有利于科技人才的聚集。究其原因,本文认为,具有较高教育水平的地区其科技人才的基数也较大,对人才的需求增幅有限,人才准入门槛也较高,随着教育水平进一步提高,人才产出量的增加导致人才竞争将进一步加剧,因此科技人才有向其他地区流出的趋势, $LEF$ 的效应分解进一步印证了这一观点。

控制变量中仅有 $LPGDP$ 、 $LFT$ 两个变量具有显著的空间滞后影响。 $LPGDP$ 对科技人才聚集具有滞后的负效应,与 $LPGDP$ 的当期负效应一起将形成负向的叠加影响。 $LFT$ 对科技人才聚集具有滞后的正效应,从而与 $LFT$ 的当期正效应形成加速作用,进一步促进科技人才聚集。

⑤ 效应分解。从核心观察变量来看, $LSR$ 、 $PAT$ 的直接效应、间接效应均为正且显著,表明地区科技创新能力提升不仅对本地区的科技人才聚集具有促进作用,而且会对邻近地区产生空间溢出效应,从而推动邻近地区的科技人才聚集。从控制变量来看, $LPGDP$ 、 $LTA$ 、 $LEXP$ 、 $LFT$ 的直接效应、间接效应均为正且显著,表明地区经济发展水平提高、企业总体规模增大、地方创新支持力度增强、地方对外开放程度提升能提高本地区的科技人才聚集,同时对邻近地区的科技人才聚集也会产生促进作用; $LENT$ (经营环境)对本地区和邻近地区科技人才聚集的影响效应均不显著; $LHP$ 的直接效应为负但不显著,间接效应和总效应为正且显著,表明地区医疗水平的提高对本地区科技人才聚集的影响有限,但能显著促进邻近地区的人才聚集; $LEF$ 的直接效应为负且显著、间接效应为正且显著,表明教育水平提高存在显著的正向外溢出效应,能促进邻近地区的科技人才聚集。

(3) 模型的内生性分析与稳健性检验。本文的文献综述表明,科技创新与科技人才聚集之间可能存在双向因果关系,而双向因果关系将导致模型的估计有偏、非一致。目前空间计量模型对于内生性问题处理还缺乏有效的方法,部分文献利用解释变量的滞后变量作为工具变量进行IV估计,但该方法存在弱工具变量问题<sup>[33]</sup>。本文采用空间面板Durbin模型,但对该模型不能用常用的偏效应方法(其他条件不变时,解释变量 $x$ 的变化对被解释变量 $y$ 的影响 $\partial y/\partial x$ )来解释变量的系数,因此本文更关注的是系数的符号和显著性,即模型系数是否有偏并不影响本文的结论。基于此,本文通过改变模型的变量和估计方法来考查系数的符号与显著性的稳健性,结果见表5。



表5 模型的稳健性检验

	模型(2)	模型(2)	模型(2)	模型(2)	模型(2)	模型(2)	模型(2)
LSR系数的符号	+	+	+	+	+	+	+
LPAT系数的符号	+	+	+	+	+	+	+
LSR系数的显著性	**	***	*	**		***	
LPAT系数的显著性	**	*			**		**
估计方法	最大似然法	GMM估计	IV估计	IV估计	IV估计	最大似然法	最大似然法
变量增减				去掉LPAT	去掉LSR	去掉LPAT	去掉LSR

注:表中IV估计的工具变量为LSR、LPAT的一阶滞后变量。

从表5的结果可知,对模型(2)改变变量和估计方法后,核心观察变量的符号和显著性仍然具有较好的稳健性。由于本文结论是基于变量回归系数的符号和显著性得到的,因此本文的结论不会受到模型内生性的影响。

2. 分地区比较研究。按照模型(2)的思路,本文分地区进行比较研究。在东部地区回归模型中,*LPGDP*、*LENT*、*LFT*的空间滞后项显著;在中部地区回归模型中,*LPGDP*、*LTA*、*LEXP*、*LHP*、*LENT*的空间滞后项显著;在西部地区模型中,*LPAT*、*LPGDP*、*LTA*、*LEXP*、*LENT*的空间滞后项显著。分地区回归结果见表6,为了节省篇幅,本文没有给出模型估计类型选择结果,在表6中也未列出空间滞后项的估计结果。

表6 分地区空间面板Durbin模型回归结果

变量	东部地区	中部地区	西部地区
<i>LSR</i>	0.045 (0.051)	0.116*** (0.041)	0.071*** (0.026)
<i>LPAT</i>	-0.236*** (0.055)	0.119*** (0.041)	0.096*** (0.028)
<i>LPGDP</i>	-0.031 (0.232)	1.004*** (0.189)	0.257** (0.126)
<i>LTA</i>	0.711*** (0.162)	0.377** (0.159)	0.013 (0.035)
<i>LEXP</i>	0.795*** (0.109)	0.192** (0.085)	0.105* (0.064)
<i>LFT</i>	-0.421*** (0.116)	0.024 (0.051)	0.013 (0.034)
<i>LENT</i>	-0.428*** (0.074)	0.441*** (0.068)	0.465*** (0.061)
<i>LEF</i>	-0.513*** (0.180)	-0.788*** (0.215)	-0.173* (0.108)
<i>LHP</i>	0.466*** (0.163)	0.197 (0.194)	-0.030 (0.104)
rho	0.385*** (0.098)	0.443*** (0.085)	0.472** (0.070)
Hausman 检验	chi2 = 31.770 P = 0.000	chi2 = 19.810 P = 0.005	chi2 = 46.970 P = 0.000
调整的 R <sup>2</sup>	0.723	0.765	0.841
Log-likelihood	-46.373	-96.029	-136.544

从表6的结果来看,调整的 $R^2$ 均大于0.7,Log-likelihood也较为理想,空间自回归系数 $\rho$ (rho)均显著为正。从核心观察变量来看,LSR在东、中、西部具有正向影响,但在东部地区并不显著,LPAT在东部地区具有显著负向影响,在中、西部地区具有显著正向影响。综合LSR、LPAT的影响来看,科技创新显著地促进了中、西部地区的科技人才聚集,但却不能促进东部地区的科技人才聚集。对此结果,本文认为,多年来东部地区在政策红利的推动下,经济和社会得到快速发展,但在长期高速发展之后,东部地区出现了经济增长趋缓、产能过剩等现实问题,迫切需要进行产业转型和结构调整,并向中西部地区转移产能、人才、资金等,由此导致中西部地区的科技创新能力和人才聚集程度显著增强。

#### 四、结论与政策建议

本文基于2000—2017年中国省际面板数据,利用空间面板Durbin模型研究了科技创新对科技人才聚集的影响,研究结果表明地区科技创新能力提升对本地区科技人才聚集具有显著影响,同时这种影响还会对邻近地区带来正向溢出效应。本文的主要研究结论包括:

1. 地区科技创新能力提升有助于本地区科技人才的聚集。科技人才的流动受到各种因素的影响,但在经济快速发展的背景下,科技人才更看重个人价值的实现和事业的成功,从而凭借高创新性获得超出平均水平的收益,而地区科技创新能力越强,科技人才实现这一目标的可能性越大。新产品销售收入和专利申请数均能反映地区科技创新能力,从实证结果来看,随着地区新产品销售收入和专利申请数的增加,科技人才有进一步向该地区流入的趋势,由此形成科技人才的进一步聚集。当前我国经济正进入转型的关键时期,而复杂的国际形势和日益加剧的国外压力迫使我国必须抓紧时间练好内功,加速提升科技创新能力,而现有研究表明,科技人才聚集有助于科技创新能力提升。因此,在合理的政策引导下,我国科技创新和科技人才聚集将能够形成相互促进的良性互动状态。

2. 地区科技创新能力提升能通过溢出效应促进邻近地区的科技人才聚集。地区科技创新能力提升不仅能吸引科技人才向本地区聚集,同时也能引起邻近地区科技人才的流入,这种状态的长期持续势必形成区域性的科技人才聚集和产业聚集。以智能制造为例,我国正在形成珠三角、长三角、环渤海和中西部四大产业智能制造集聚区,而产业集聚必然要求科技人才同步聚集。为了避免我国产业发展中曾经出现过的同质化发展及竞争问题,我国应该根据产业特色和产业优势合理规划产业集聚区,实行错位竞争和优势互补。因此,我国应围绕科技创新优势和产业特色,科学遴选优势地区,在科技创新发展过程中鼓励生产要素特别是科技人才的流入和聚集,最终以优势地区为核心形成区域性产业特色和产业优势集聚区。

3. 科技创新能力提升对科技人才聚集的影响具有显著的地区差异。从我国东中西部地区来看,科技创新对科技人才聚集的影响存在明显差异,即科技创新驱动显著地促进了中、西部地区的科技人才聚集,但却不能促进东部地区的科技人才聚集。近年来,中西部地区充分发挥后发优势,在各方面加速赶超并逐渐缩小与东部地区的差距。在科技创新方面,中西部地区通过模仿、吸收和创新,科技创新能力显著增强,与东部地区科技创新之间的差距逐渐缩小。而科技创新能力提升对科技人才聚集的影响存在地区差异,将进一步缓解东部地区与中西部地区之间的巨大科技人才差距,这有助于进一步缩小地区科技创新差距,从而有利于我国经济形成均衡发展。

4. 科技创新与科技人才聚集均具有空间相关性。从莫兰指数、GO指数以及空间自回归系数来看,科技创新与科技人才聚集均具有正向空间相关性。一个地区的科技创新能力提升和科技人才聚集必然会受到邻近地区的影响,同时该地区科技创新能力提升和科技人才聚集也会对邻近地区产生积极

影响。进入21世纪以来,我国各地区的整体科技创新能力显著提升,但受到科技人才流动不畅的影响,科技创新质量和能力的提升也受到限制。基于科技创新与科技人才聚集的空间相关性特征,我国应着力打破人才流动的地域限制,从区域经济一体化的视角来规划人才聚集和产业聚集,从而实现党的十九大提出的“破除妨碍劳动力、人才社会性流动的体制机制弊端”这一目标。

根据以上研究结论和分析,本文提出以下政策建议:

1. 利用地区科技创新效应吸引科技人才聚集,实现科技创新与人才聚集相互促进的良性互动。多点多极发展、错位发展是我国实现区域经济平衡发展的路径之一。我国各地区应根据本地的创新驱动战略,在科技创新过程中凝练科技创新方向,充分利用科技创新提升的空间效应,吸引科技人才向本地区流入并形成聚集效应,由此进一步推动科技创新能力提升。为了实现这一目标,各地区应科学设计创新驱动的长期战略,突出科技创新发展的差异化和特色化,做好产业发展的科学规划和战略布局,科学设计科技人才流入路径,完善科技人才薪酬制度和人才评价、激励、补偿机制。

2. 邻近地区之间应加强合作,充分发挥科技创新的溢出效应,打造特色产业带。从国家战略上来看,我国应以科技创新优势和创新特色为标准,科学遴选区域核心地区,并围绕核心地区打造具有较高广度、梯度和深度的全产业链,从而提高产业的抗风险能力和话语权。为了实现这一目标,邻近地区之间应加强合作,在促进科技人才向核心地区定向聚集的同时,也充分利用科技创新的溢出效应吸引科技人才向邻近地区聚集,培育区域性产业优势和产业特色,从而打造区域性的高科技产业带。

3. 构建和完善人才政策的多方联动机制,共建跨区科技人才流动平台。各地区在制定人才政策时,应构建和完善多方联动机制,促进人才的合理有序流动,避免恶性竞争和“抢人大战”。同时,还要做好科技人才的动态调整和战略储备,加强科技人才流动和聚集的动态监测和评估,构建跨区域科技人才流动平台,从而共享科技人才流动和聚集的红利。

4. 构建“市场为主、政府为辅”的人才流动政策,促进科技人才的合理配置。根据实证结果,我国科技创新促进人才聚集存在显著的区域差异,在中西部地区科技创新能力快速提升的背景下,科技人才加速聚集,这势必会对东部地区科技人才存量产生不利影响。由此,我国应前瞻性地评估和预测人才区域性流动状况,在坚持市场为主导的人才流动导向的同时,还要适时辅以政策调节,在促进科技人才在中西部地区形成聚集效应的同时,还要确保东部地区现有科技创新优势不下降。

## 参考文献:

- [1] FOSTER C L. Managing the Flow of Talent through Organizations——A Boundary-less Model[J]. *Development and Learning in Organizations*, 2015, 29(1): 15-19.
- [2] HARVEY W S, GROUTSIS D. Reputation and Talent Mobility in the Asia Pacific[J]. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 2015, 53(1): 22-40.
- [3] FEENEY B C, COLLINS N L. A New Look at Social Support: a Theoretical Perspective on Thriving through Relationships[J]. *Personality and Social Psychology Review*, 2015, 19(2): 113-147.
- [4] 刘和东. 国内市场规模与创新要素集聚的虹吸效应研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2013(7): 104-112.
- [5] 冯涛, 王成军, 胡旭, 等. 区域人力资本质量与人才迁移特征关系研究[J]. *科技管理研究*, 2016(4): 97-101.
- [6] 唐朝永, 牛冲槐. 协同创新网络、人才集聚效应与创新绩效关系研究[J]. *科技进步与对策*, 2017(3): 134-139.
- [7] 冯南平, 魏芬芬. 创新要素区域流动的影响因素及其时间差异分析[J]. *中国科技论坛*, 2017(2): 114-120.
- [8] 刘兵, 梁林, 李嫒. 我国区域人才聚集影响因素识别及驱动模式探究[J]. *人口与经济*, 2013(4): 78-88.
- [9] GROSSMANN M, DIETL H, LANG M. Revenue Sharing and Competitive Balance in a Dynamic Contest Model[J]. *Review of Industrial Organization*, 2010, 36(1): 17-36.

- [10] 纪建悦,张学海. 我国科技人才流动动因的实证研究[J]. 中国海洋大学学报,2010(3):65-69.
- [11] 曹薇,刘春虎. 科技型人才聚集核心城市空间影响力研究[J]. 科技进步与对策,2018(20):38-45.
- [12] COWLING M,LEE N. How Entrepreneurship,Culture and Universities Influence the Geographical Distribution of UK Talent and City Growth[J]. Journal of Management Development,2017,36(2):178-195.
- [13] 曹薇,邱荣燕. 科技型人才聚集与协同创新产出的非线性关系——基于1995—2014年高技术产业省际面板数据[J]. 科技管理研究,2017(4):140-143.
- [14] 裴玲玲. 科技人才集聚与高技术产业发展的互动关系[J]. 科学学研究,2018(5):813-824.
- [15] EMERY J C H,FERRER A,GREEN D. Long-term Consequences of Natural Resource Booms for Human Capital Accumulation[J]. ILR Review,2012,65(3):708-734.
- [16] 潘朝晖,刘和福. 科技与管理人才流动因素的认知冲突研究——基于两个群体的比较分析[J]. 科学学与科学技术管理,2012(2):146-152.
- [17] 雷鸣,周国华. 技术要素自由流动及相应策略研究[J]. 江西财经大学学报,2013(5):35-41.
- [18] 李光红,孙丽丽,李文喜. 演化博弈视角下人才集聚关键影响因素及发展路径研究[J]. 东岳论丛,2013(11):141-144.
- [19] GIULIANO C,ALESSIA L T,DANIELA M. Spillovers through Backward Linkages and the Export Performance of Business Services—Evidence from a Sample of Italian Firms[J]. International Business Review,2014,23(3):552-565.
- [20] BATTKE B,SCHMIDT T S,STOLLENWERK S,et al. Internal or External Spillovers—Which Kind of Knowledge Is More Likely to Flow within or across Technologies[J]. Research Policy,2016,45(1):27-41.
- [21] 兰芳,邓黎桥,董亮. 金融人才聚集的空间溢出效应研究——基于空间 Durbin 面板模型的实证分析[J]. 现代财经,2017(5):16-25.
- [22] 谷国锋,李连刚,王建康. 中国科技创新的空间集聚及其溢出效应——基于面板数据空间计量分析[J]. 科学决策,2015(12):42-56.
- [23] 赵增耀,章小波,沈能. 区域协同创新效率的多维溢出效应[J]. 中国工业经济,2015(1):32-44.
- [24] 宛群超,邓峰. FDI、科技创新与中国新型城镇化——基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 华东经济管理,2017(10):103-111.
- [25] PISANO G P. You Need an Innovation Strategy[J]. Harvard Business Review,2015,93(6):44-54.
- [26] 梁林,刘兵. 科技型中小企业如何在恰当时间获得匹配人才? ——基于“聚集+培育”双轮驱动视角[J]. 科学学与科学技术管理,2015(7):167-180.
- [27] 修国义,韩佳璇,陈晓华. 科技人才集聚对中国区域科技创新效率的影响——基于超越对数随机前沿距离函数模型[J]. 科技进步与对策,2017(19):36-40.
- [28] LAI Y L,HSU M S,LIN F J,et al. The Effects of Industry Cluster Knowledge Management on Innovation Performance[J]. Journal of Business Research,2014,67(5):734-739.
- [29] 昌先宇,赵彦云. 中国人力资本经济增长效应的计量研究——基于省际空间面板数据的实证分析[J]. 统计信息论坛,2017(11):10-20.
- [30] 周彬. 经济结构、技术创新与经济危机[J]. 经济与管理研究,2016(4):3-9.
- [31] 白俊红,王林东. 创新驱动对中国地区经济差距的影响:收敛还是发散? [J]. 经济科学,2016(2):18-27.
- [32] 纪玉俊,李超. 创新驱动与产业升级——基于我国省际面板数据的空间计量检验[J]. 科学学研究,2015(11):1651-1659.
- [33] 田相辉,张秀生. 空间外部性的识别问题[J]. 统计研究,2013(9):94-100.

