

科技人才区域集聚为何不同

——基于创新环境空间差异的解释

郭淑芬¹ 张文礼²¹

(1. 山西财经大学 资源型经济转型协同创新中心;

2. 山西财经大学 工商管理学院, 山西 太原 030006)

【摘要】:我国科技人才集聚具有地区差异性,并且与创新环境表现出明显的空间同位与同向演化特征,因此,从创新环境空间差异这一角度解释科技人才在区域集聚上的不同具有合理性。利用 2010-2019 年中国内地 31 个省(市、区)面板数据,通过构建空间杜宾模型考察区域创新环境对科技人才集聚的影响。结果表明:在全国总样本下,良好的区域创新环境显著促进本地区科技人才集聚,并对周围地区产生虹吸效应;在分样本情境下,地区创新环境对科技人才集聚的影响具有空间异质性,在东、中、西部地区,创新环境均对本地科技人才集聚产生不同程度的促进作用,其中,东部和中部地区创新环境的本地科技人才集聚作用最显著,西部地区相对较弱,同时,东部地区创新环境对邻近地区科技人才集聚具有显著虹吸效应,而中部地区和西部地区未有体现。据此,针对不同区域提出不同创新环境改善建议,以促进科技人才集聚。

【关键词】:创新环境 科技人才集聚 空间杜宾模型 空间异质性

【中图分类号】:F124.5 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1001-7348(2022)11-0152-09

0 引言

中共十九大报告指出,人才是实现民族振兴、赢得国际竞争主动的战略资源,尤其强调要“培养造就一大批具有国际水平的战略科技人才、科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队”,这表明科技人才已经成为我国发展的战略性人力资源^[1]。各城市和地区逐渐意识到培育、吸引和留住科技人才是地区发展的关键,纷纷通过放宽落户限制、加强财政补贴等手段为“引凤”工作加码提速,然而,各地区聚才效果差别很大。《中国科技统计年鉴》数据显示,2019 年广东省以超全国 16% 的 R&D 人员全时当量位居我国内地 31 省区之首,远超西部 10 省区 R&D 人员全时当量之和;北京市以占全国 2.51% 的建成区面积汇聚了全国 6.54% 的 R&D 人员全时当量。从动态演化来看,近 10 年(2010-2019 年)江苏、浙江两省涨幅分别达到 101.15% 和 139.27%,但吉林、黑龙江、新疆等省区 R&D 人员全时当量不升反降。可以看出,科技人才流动的“孔雀东南飞”现象仍在持续。

在此背景下,众多学者围绕影响人才或科技人才集聚的因素展开讨论。早期研究多关注地区综合环境的作用,但国内外学者沿着不同的研究思路进行,国内学者主要从政治、经济、文化等细分维度展开研究,例如,徐茜等^[2]指出,人口、经济、生活、

作者简介:郭淑芬(1970—),女,山西长治人,博士,山西财经大学资源型经济转型协同创新中心教授、博士生导师,研究方向为区域创新与资源优化配置、产业创新与战略管理;张文礼(1995—),女,山西太原人,山西财经大学工商管理学院博士研究生,研究方向为区域创新与人才集聚。

基金项目:国家社会科学基金项目(20BJY040);山西省软科学研究计划项目(2019041008-1)

自然和制度环境等城市综合环境是人才集聚的重要基础；李乃文等^[3]研究发现产业经济环境、教育环境、社会文化环境对人才集聚具有显著影响。国外学者倾向于将吸引人才的地区环境特征划分为软、硬两类因素，其中，软因素主要包括城市氛围、社会文化特征、人口多样性、包容性和开放性等，硬因素主要包括投资可用性、就业机会以及生活成本等^[4,5,6]，优化地区环境是吸引知识型产业、集聚人才、形成具有吸引力的社会经济平台的有效途径^[7]。进一步地，Esmaeilpoorarabi 等^[8]对软、硬两类因素在吸引人才过程中扮演的不同角色进行讨论，发现在城市和地区尺度上，软因素主要以硬因素提供的设施为基础吸引集群规模的知识工作者，培育人才力量。虽然国内外学者呈现出差异化的研究倾向，但实质都是探讨地区综合环境对人才集聚的影响。

随着创新环境概念的提出，关于人才或科技人才集聚影响因素的研究逐渐加入了对创新环境的讨论。国内学者牛冲槐等(2007)率先指出，良好的科技创新环境是吸引科技型人才、发挥科技型人才集聚效应的重要因素；王全纲等^[9]也提出科技创新环境是高端人才流动与集聚的内涵性因素，但两项研究都仅停留在观点层面，未进行机制分析和进一步的实证检验。徐倪妮等^[10]采用普通面板回归模型，实证检验了研发经费投入强度和财政科技投入规模等创新环境是影响省际科技人才流动的主要因素，但李婧等^[11]研究指出我国科技人才表现出明显的空间集聚特征。因此，在分析科技人才集聚影响因素时，需要考虑空间效应的影响，否则可能导致估计结果有偏。

综上所述，相关学者多从地区综合环境角度讨论人才或科技人才集聚成因，虽然近年来关于科技人才集聚影响因素的研究逐渐加入了对创新环境的讨论，但缺乏空间效应下的实证分析。同时，由空间相关性引发的一些更为细致的问题也尚未解答，如创新环境对本地和邻近地区人才集聚的影响是否相同？创新环境好的地区会通过溢出效应正向促进周围地区科技人才集聚，还是会通过虹吸效应对其产生负向影响？这些影响是否存在空间异质性？针对上述问题，本文利用 2010–2019 年中国内地 31 个省(市、区)面板数据，通过构建空间杜宾模型探究创新环境对科技人才集聚的影响，并通过空间效应分解、分样本回归等进行深入剖析，以期为我国各地区制定提升科技人才集聚水平的政策提供依据。

1 区域创新环境与科技人才集聚时空关系分析

1.1 区域创新环境与科技人才集聚程度测度

区域创新环境由欧洲创新研究小组(GREMI)最先提出，在此基础上众多学者不断推进，逐步形成了学界对于区域创新环境内涵的共识，即创新主体所处的由文化环境、基础设施、市场规模、管理体制、政策与法规等众多要素构成的区域环境。在区域创新环境评价方面，学者基于不同研究范围、研究目的等，采用不同方法与评价指标体系进行测算，如表 1 所示。

表 1 区域创新环境评价要素

作者	名称	评价范围	创新环境要素
于明洁等 ^[12]	区域创新环境	省际	创新意识；创新链接；创新基础；创新熟练度
许婷婷等 ^[13]	区域创新环境	地市	基础设施环境；市场环境；创新人文环境；金融环境
侯鹏等 ^[14]	区域创新环境	省际	制度环境；要素条件；产业环境；需求环境
中国科技发展战略研究小组	中国区域创新能力评价报告	省际	创新基础设施；市场环境；劳动者素质；金融环境；创业水平
中国科学技术发展战略研究院	中国区域科技创新评价报告	省际	科技人力资源；科研物质条件；科技意识

陈搏 ^[15]	区域创新环境	省际	金融支持；人才支持；政府政策；政府项目；教育和培训；研究与开发转移；商务环境；市场开放程度；有形基础设施；文化和规范
魏新颖等 ^[16]	创新环境	省际	信息化水平；市场化程度；劳动者素质；金融环境
姜海宁等 ^[17]	资源型城市创新环境	地市	基础设施环境；人力资源环境；金融环境；市场环境；制度环境

已有研究多强调，创新物质基础、政府创新政策或科技投入、技术创新市场环境等是评价区域创新环境的重要维度，在政府的政策扶持下，创新主体通过科研经费等投入，借助市场机制下形成的高效技术交易平台，促进创新活动的顺利展开。此外，较多研究指出，创新氛围对于地区创新活动具有重要作用，活跃的创新氛围进一步促进人才之间的创新交流与创意碰撞，使地区创新活动愈发频繁，是形成良好创新环境的重要原因^[18,19]。基于以上讨论，本文从创新经济基础、创新政策环境、创新市场交易以及创新活力氛围 4 个维度对区域创新环境进行评价。参考相关文献^[20,21,22]，各维度分别以 R&D 经费投入强度、科技支出占财政支出比重、每万人技术市场成交额和每万人专利授权量等指标度量。为了避免赋权过程中主观因素和客观因素的局限性，采用最大熵值法计算各指标权重。

《国家中长期科技人才发展规划(2010-2020 年)》对科技人才进行了明确定义，提出科技人才是具有一定专业知识或专门技能，从事创造性科学技术活动，并对科学技术事业及经济社会发展作出贡献的劳动者。同时，有研究指出 R&D 从业人员全时当量这一指标更能反映科技人才实际资源量^[23]。科技人才作为一种特殊资源，在物理空间或者逻辑空间上倾向于局部集中从而形成科技人才聚集现象，现有研究对于这一现象的描述多基于对人才集聚度的测算，采用的指标主要有人才密度、人才区位熵、基尼系数等。借鉴大多数研究的做法，本文以 R&D 人员全时当量作为科技人才的代理变量，进一步采用区位熵测算科技人才集聚度，具体测算公式为： $LQ=LRD/LLRD' / L'$ ，其中， L_{RD} 为研究省份 R&D 人员全时当量， L 为研究省份全部从业人员数， L'_{RD} 为全国 R&D 人员全时当量， L' 为全国全部从业人员数。

1.2 科技人才集聚与区域创新环境时空关系初步分析

根据上述公式对 2010、2014 和 2019 年内地 31 省(市、区)科技人才集聚度和地区创新环境水平进行测算。基于测算结果，运用 ArcGIS 软件，采用分位数法对 31 省(市、区)科技人才集聚度由高到低依次划分为高人才集聚区、较高人才集聚区、较低人才集聚区和低人才集聚区 4 个等级，按创新环境水平由高到低依次划分为优创新环境区、较优创新环境区、较劣创新环境区和劣创新环境区，绘制结果分别如图 1 和图 2 所示。

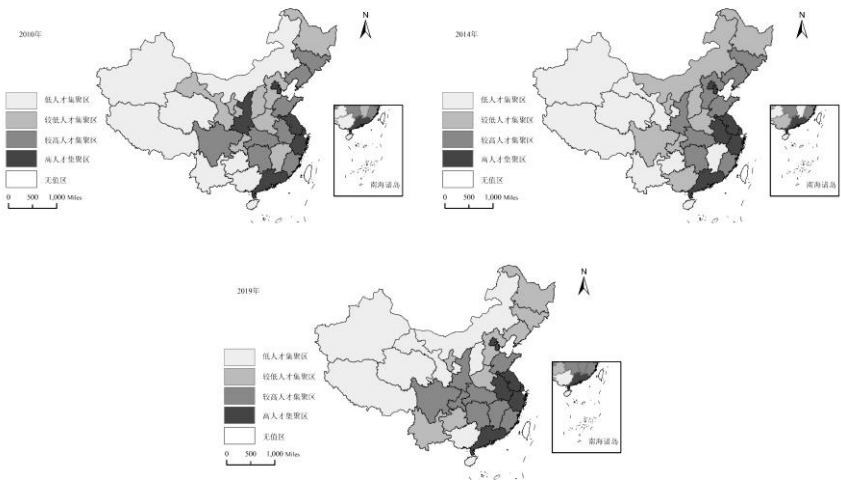


图 1 中国内地 31 省(市、区)科技人才集聚的空间分布

从图 1 可以看出,科技人才集聚度在东、中、西三大地区存在显著差异,其中,东部地区科技人才集聚度普遍较高,研究年度内有一半以上省份处于高人才集聚区,以京津冀都市圈、长三角经济区和珠三角城市群最具代表性;中部地区科技人才集聚度次之,较低人才集聚区与较高人才集聚区交错分布;西部地区科技人才集聚度最低,一半以上省份位于低人才集聚区,整体表现为集中连片式人才集聚洼地。从纵向演化来看,2010 年我国科技人才集聚度最高的地区主要集中在江苏、上海、广东、北京、天津、浙江等东部沿海省份以及陕西省,科技人才集聚度最低的地区大片集聚于西部地区,而较低人才集聚区与较高人才集聚区交叉错落分布于中部大部分省份及东北地区,相对而言较为零散;2014 年,陕西省人才集聚度跌出第一梯队,由紧邻沪浙苏三省市的安徽省取而代之,较高人才集聚区和较低人才集聚区分别呈现连片发展趋势,低人才集聚区依旧集中分布在西部大部分地区以及中部的江西省等地;2019 年科技人才在空间上的分布不均衡性加剧,各个梯度人才集聚区的连片发展趋势进一步强化。整体来看,全国范围内科技人才由最初分散分布逐渐成片集聚于京津冀、长三角和珠三角等地区,“东—中—西”阶梯式递减趋势加强。

从图 2 可以看出,31 省(市、区)创新环境水平表现出与科技人才集聚相似的空间分布特征与演化趋势。东部地区创新环境水平最高,尤其是东南沿海形成了优创新环境区的链式集聚区;中部地区次之,大部分省份处于较优创新环境区和较差创新环境区;西部地区则表现为全国创新洼地,绝大部分地区为劣创新环境区和较差创新环境区。从动态演化过程看,2010 年全国创新环境最优的地区主要集中在江苏、上海、广东、北京、天津、浙江等东部沿海省份以及山东省,创新环境最劣的地区大片集聚于西部省份,而较优创新环境区与较差创新环境区交叉错落分布于中部大部分省份及东北地区;2014 年,紧邻长三角与珠三角的福建省创新环境指数快速增长,取代山东省进入全国创新环境第一梯队,较优创新环境区与较差创新环境区分别呈现出连片发展趋势,而劣创新环境区依旧集中分布在西部大部分地区以及中部个别省份;进入 2019 年,创新环境水平空间分布不均衡性加剧,各个梯度人才集聚区的连片发展趋势以及由东南向西北阶梯式下降的带状分布格局进一步强化。整体来看,研究年度内各省份变化较大:东部的山东、中部的山西以及西部的新疆等地均出现不同程度降级,同时,中、西部地区内部分布结构进一步趋于集中,全国范围内创新环境也由最初较为分散的非连续性交错分布,逐步演变为东—中—西逐级下降的带状分布格局。

综合来看,静态而言,研究年度内我国科技人才集聚与创新环境表现出较为明显的空间同位特征:高人才集聚区与优创新环境区均集中于东部的京津冀、长三角、珠三角地区,较高人才集聚区与较低人才集聚区、较优创新环境区与较差创新环境区在中部地区交错分布,低人才集聚区与劣创新环境区则在西部地区连片呈现,科技人才集聚与创新环境均由东向西呈现阶梯式递减的分布情况。动态而言,二者表现出高度趋同的发展趋势:由最初相对分散的分布状态逐渐成片集聚于以京津冀、长三角和珠三角地区为核心向中部延伸的部分省份,东—中—西阶梯式递减趋势加强。整体而言,创新环境指数较高的地区科技人才集聚度也普遍较高,创新环境指数较低的地区科技人才相对稀少。因此初步推断,创新环境空间差异可能是形成科技人才集聚的一个重要影响因素。

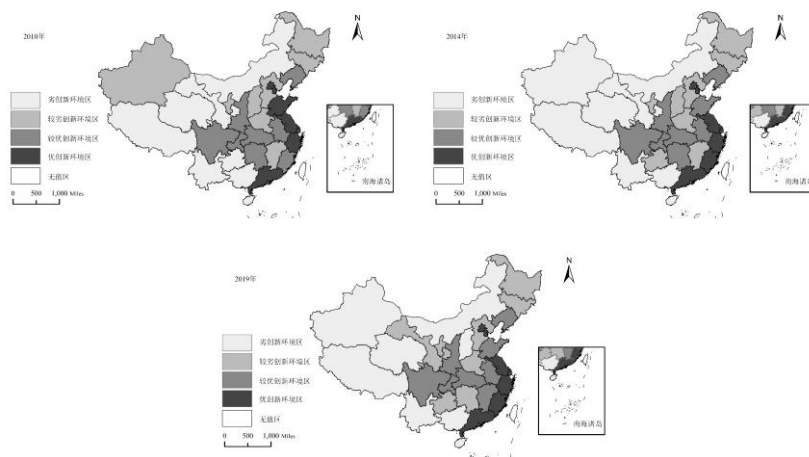


图 2 中国内地 31 省(市、区)创新环境的空间分布

2 创新环境对科技人才集聚影响分析

2.1 空间计量模型

通过上述分析可知,我国创新环境与科技人才集聚表现出明显的空间相关关系,创新环境地区间差异可能是解释科技人才集聚现象的一个崭新视角。空间单元的异质性与空间单元之间的相互关联,决定了按照标准计量经济学同方差和截面无关假设估计出来的结果是有偏和无效的,因此,必须通过构建空间计量模型探讨创新环境对科技人才集聚的具体影响。空间计量模型的基本形式有空间滞后模型(SAR)、空间误差模型(SEM)和空间杜宾模型(SDM)3种,不同空间计量模型的本质内涵差别较大。参照已有研究^{[23][23]}的做法,本文按照SDM-SAR/SEM的路径,从形式更一般化的空间杜宾模型出发,分析其是否可简化为SAR或SEM模型,从而筛选拟合效果最优的空间计量模型。模型基本形式如下:

$$Y = \rho WY + X\beta_1 + WX\beta_2 + \epsilon \quad (1)$$

其中, Y 表示被解释变量科技人才集聚度, X 表示核心解释变量创新环境和控制变量, ρ 为空间自相关系数, W 为空间权重矩阵, ϵ 为误差项。值得注意的是,当 ρ 不为 0 时,模型无法简化为 SAR 或 SEM,估计的系数不能有效说明自变量对因变量影响程度的大小。此时借鉴 LeSage 等^{[24][24]}的做法,采用偏微分方法将总效应分解为直接效应和间接效应,分别反映解释变量对本地区和其它地区造成的平均影响,有效解决空间溢出效应的估计偏误问题。

2.2 空间权重矩阵选择

为了保证实验结果的稳健性,本文分别基于空间邻近和地理邻近分析创新环境对科技人才集聚的影响,采用以下两种距离的空间权重矩阵:

(1) 邻接空间权重矩阵(W_1)。

依据两区域是否地理相邻进行设定,相邻设定为 1,不相邻设定为 0,具体的矩阵元素设定公式为:

$$W_{pq} = \begin{cases} 1, & \text{区域 } p \text{ 与区域 } q \text{ 相邻} \\ 0, & \text{区域 } p \text{ 与区域 } q \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (p \neq q)$$

(2) 反距离空间权重矩阵(W_2)。

邻接矩阵将不相邻省区之间的联动性视为零,然而,由于中国各省区行政面积差异较大,有些省区虽然地理上不相邻,但实际地理距离比其它相邻省区之间的地理距离更近,因此,构建反距离空间权重矩阵。在反距离空间权重矩阵下,各省区之间空间联动性会随着距离的增加而递减,距离越近,省区间空间联动性越强。构建反距离空间权重矩阵,以两区域间直线距离平方的倒数作为矩阵元素,具体计算公式如下:

$$w_{pq} = \frac{1}{d_{pq}^2} \quad (p \neq q)$$

其中, d_{pq} 为使用经度和纬度计算的 p 、 q 两省省会城市间距离。

2.3 变量说明及数据来源

经济发展水平、医疗服务、地区开放程度、绿化、交通情况以及艺术表演活动等均会对科技人才流动与集聚产生影响^{[25][26]}，因此，将其作为控制变量加入模型中进行分析。变量说明如表 2 所示。所有经济数据均以 2010 年为基期的 GDP 价格指数进行平减处理，以消除各年价格因素对分析结果的影响，同时，对所有绝对量指标进行相对化处理，以消除各省规模差异带来的估计误差。数据主要来源于《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》和国家统计局官网，个别缺失数据通过插值法补充。

表 2 变量说明

变量	指标	符号	含义
被解释变量	科技人才集聚度	Agg	R&D 人员全时当量区位商
解释变量	区域创新环境	ie	区域创新环境综合指数
控制变量	经济发展水平	eco	人均 GDP
	医疗服务条件	med	每万人拥有卫生技术人员数
	地区开放程度	open	进出口总额/GDP
	地区绿化程度	green	建成区绿化覆盖率
	公共交通情况	traf	每万人拥有公共交通工具
	艺术表演活动	art	艺术表演观众人次/常住人口

3 实证结果分析

3.1 空间相关性检验

运用 Stata 软件计算 2010-2019 年我国内地 31 个省(市、区)的科技人才集聚度和创新环境 Moran' sI 指数值。可以看出，在两种空间权重矩阵下，各省市科技人才集聚度和创新环境的 Moran' sI 值均显著为正，说明我国科技人才集聚和创新环境存在明显的正向空间自相关性，这就要求在研究二者相关关系时，必须考虑其空间依赖性，否则将导致估计结果有偏。

3.2 空间计量模型估计结果与分析

极大似然比检验(LR 检验)结果显示，相较于空间滞后模型和空间误差模型，空间杜宾模型能更好地测算中国省际创新环境对科技人才集聚的具体影响。同时，Hausman 检验结果显示，在分析该问题时，随机效应空间杜宾模型优于固定效应空间模型。因此，采用随机效应下的空间杜宾模型进行回归分析。

从表 3 回归结果可以看出，在邻接权重矩阵和反距离空间权重矩阵下，创新环境均对区域科技人才集聚产生显著正向影响，在全样本下支持了“良好的创新环境会对科技人才集聚产生正向促进作用”这一猜想。此外，地区经济发展水平、对外开放程度以及城市公共交通条件等也均在 1%水平下正向促进科技人才集聚，表明地区经济基础与物质基础仍然是科技人才空间集聚的重要条件，科技人才集聚离不开创新环境与社会环境的综合提升。

表 3 随机效应空间杜宾模型 (SDM) 回归结果

变量	W ₁	W ₂
cons	-0.1827 (-0.64)	-0.1448 (-0.34)
ie	2.7144*** (4.72)	2.8512*** (4.24)
eco	4.41e-06** (2.02)	9.46e-06*** (3.68)
med	0.0015 (1.25)	0.0013 (1.09)
open	0.0000*** (5.66)	0.0000*** (5.66)
green	0.0049 (1.46)	0.0041 (1.29)
traf	0.0129*** (3.06)	0.0106*** (2.57)
art	0.0388 (0.44)	0.1015 (1.29)

注：括号中数字为 z 统计量，下同

3.3 空间效应分解

由于空间溢出效应的存在，创新环境的回归系数无法单独解释为对科技人才集聚的影响，因此，需要通过偏微分方法对空间总效应进行分解，从而更好地说明创新环境影响科技人才集聚的直接效应与间接效应。

(1) 直接效应分析。

在两种空间权重矩阵下，创新环境对科技人才集聚的直接影响系数分别为 2.7129 和 2.8939，且均通过了 1% 显著性水平检验，说明区域创新环境可以有效促进当地科技人才集聚；地区经济发展水平、对外开放程度以及交通条件等在两种空间权重矩阵下均对当地科技人才集聚度产生显著正向影响，表明地区发展的经济基础与物理条件仍然是科技人才择城的重要考虑因素。此外，由回归结果可知，创新环境显著性程度远高于其它指标，即与其它因素相比，创新环境会对科技人才产生更加强烈的吸引力。

(2) 间接效应分析。

观察创新环境对科技人才集聚的间接作用，在反距离空间权重矩阵下比在 0-1 邻接空间权重矩阵下负向作用的显著程度高。一方面，各省(市、区)的地理范围差异较大，区域创新环境导致的人才虹吸效应、回流效应更依赖于实际地理距离而非区域邻接状况；另一方面，在合理度量空间距离并考虑空间效应的情况下，良好的创新环境将对周边地区产生更为强烈的人才虹吸效应，降低邻近地区科技人才集聚程度。同时，医疗服务水平、地区开放程度等对科技人才集聚的间接影响系数均显著为负，表明医疗服务水平、地区开放程度越高，越会通过虹吸效应吸引周围地区科技人才流入本地，对周围地区科技人才集聚产生显著负向作用；地区经济发展水平对科技人才集聚的间接影响系数显著为正，在全域范围内表现出明显的空间溢出效应；而绿化和交通对周围地区科技人才集聚的间接作用在两种空间权重矩阵下均不显著，说明该类环境因素并不会对周边地区科技人才集聚产生显著影响。

(3) 直接效应与间接效应综合分析。

创新环境对本地科技人才集聚具有显著正向影响，而对周围地区产生显著负效应，说明区域间创新环境差异容易导致科技人才集聚的“马太效应”，即“优→更优”与“劣→更劣”的极化发展趋势。因此，综合来看，优化创新环境不仅是加强本地科技人才集聚、促进地区创新驱动发展的关键，也是缩小地区间发展差距、实现区域均衡发展的根本路径。

3.4 分样本回归

鉴于东、中、西部地区存在较大差异，本文进一步分地区进行回归，两种空间权重矩阵下的分地区回归结果来看，在不同空间权重矩阵下，东部、中部和西部地区回归结果差异较大，表现出地域上的异质性特征。

(1) 直接效应分析。

在东部、中部和西部地区，创新环境均对本地科技人才集聚产生不同程度的促进作用，其中，东部和中部地区创新环境对本地科技人才的集聚作用最显著，西部地区相对较弱；不同地区交通通达性均对科技人才空间集聚表现出显著正向促进作用，说明在当前发展阶段，城市公共交通发展是科技人才择城的重要考虑因素，由城市公共交通带来的通勤成本与时间成本下降有利于科技人才空间集聚。此外，中部9省的医疗服务情况对当地科技人才集聚产生微弱的负向影响，可能是因为此处基于数据可得性采用“每万人拥有的卫生技术人员数”这一指标进行度量，只考虑了医疗服务人员数量，未能全面反映地区真实医疗水平，而科技人才对医疗的需求已经不只停留在数量层面，导致回归结果表现为微弱负影响。此外，值得关注的是，西部地区仅有创新环境和公共交通两类因素表现出明显的科技人才集聚效应，说明当前阶段西部各省除了要大力优化创新环境外，还需加快交通基础设施建设，为科技人才的留、用提供良好的物理基础。

(2) 间接效应分析。

在两种空间权重矩阵下，东部地区创新环境对邻近地区科技人才集聚产生显著虹吸效应，且在反距离空间权重矩阵下比在0-1邻接空间权重矩阵下表现出更显著的负向作用，再次说明区域创新环境导致的人才虹吸效应、回流效应更依赖于实际地理距离，在合理度量空间距离并考虑空间效应的情况下，良好的创新环境将对周边地区产生更强烈的人才虹吸效应，降低邻近地区科技人才集聚程度。而在当前阶段，中部和西部地区的创新环境尚未表现出明显的人才虹吸效应，可能与中西部地区本身科技人才集聚程度不高有关。此外，分样本下地区经济发展、医疗服务水平、对外开放程度、绿化、艺术表演等变量在不同空间权重矩阵下表现出的作用方向与显著程度都不相同，说明该类因素对科技人才集聚的作用相对不稳定。

(3) 直接效应与间接效应综合分析。

对东部地区而言，创新环境对本地科技人才集聚具有显著正向影响，而对周围地区具有显著负效应，随着时间的推移将逐步扩大地区间科技人才集聚差距，在一定程度上呈现出极化的发展趋势；中部和西部地区创新环境也都呈现出不同程度的本地科技人才集聚效应，但尚未体现出明显的科技人才虹吸或溢出效应。因此，人才流动机制可能是进一步破除人才壁垒、提升人才集聚程度与利用效率的途径之一。

4 结语

4.1 主要结论

本文利用我国内地31个省(市、区)2010-2019年面板数据，采用空间分析技术、空间杜宾模型和偏微分方法，在分析创新环境与科技人才集聚时空演化特征的基础上，系统研究了创新环境对科技人才集聚的影响，得出以下结论：

(1) 中国区域创新环境和科技人才集聚的分布格局与演化趋势高度同构，具有明显的空间同位与同向演化特征，由最初的点状分散分布向集中连片式分布演变，且在研究年度内东—中—西逐级下降的带状分布趋势逐渐加强。

(2) 创新环境与地区经济发展水平、对外开放程度、公共交通条件等因素均对当地科技人才集聚产生显著正向影响，但相对而言，区域创新环境对科技人才集聚的影响更显著。

(3) 在全样本下，良好的创新环境可以显著促进本地区科技人才集聚，而对周边地区产生强烈的人才虹吸效应。在直接效应和间接效应的共同作用下，地区间创新环境差异导致科技人才集聚的极化现象。因此，优化创新环境不仅是加强本地科技人才集聚、促进地区创新驱动发展的关键，同时也是缩小地区间发展差距、实现区域均衡发展的根本路径。

(4) 东、中、西三大地区创新环境对科技人才集聚的作用表现出显著的空间异质性。在东、中、西部地区，创新环境均对本地科技人才集聚产生不同程度的促进作用，其中，东部和中部地区创新环境对本地科技人才的集聚作用最显著，西部地区相对较弱。东部地区创新环境对邻近地区科技人才集聚产生显著虹吸效应，而中部地区和西部地区未有体现。

诸多文献对科技人才集聚影响因素进行了有益探索，并在不断挖掘中发现创新环境的重要作用，但尚缺乏考虑空间依赖性的详细讨论。“我国科技人才表现出明显的空间集聚特征”这一科学洞见启发本研究从空间视角探讨人才集聚的影响因素，通过运用空间探索性分析与空间计量模型等手段证实了“空间邻近”在科技人才集聚过程中发挥的重要作用，研究结果也表明科技人才的集聚研究考虑空间依赖性可以有效避免估计偏误问题。进一步地，本研究从动态时空演化特征、全国和东中西分样本以及不同邻近性等多个方面，较为详细地回答了在空间效应的影响下创新环境与人才集聚之间的相关关系。研究结论显示，二者呈现出明显的同向演化特征，且相比于其它因素，创新环境对人才集聚的作用更加显著，反映出优化创新环境是提升科技人才集聚力的有效途径，但不同地理区位和不同地理邻近特征下的差异化表现也表明个体差异不容忽视。研究结论可为我国各省区提升科技人才集聚水平提供理论依据，有利于各省市区针对自身发展阶段与要素禀赋汇聚科技人才、制定创新政策。

4.2 政策启示

(1) 筑巢引凤，积极改善创新环境，增强地区科技人才吸引力。一是政府要提高对科技创新工作的重视程度，充分发挥政府资金的引导作用，通过加大财政科技投入等方式支持研究开发、成果转化等创新活动；二是企业、高校等创新主体要加大科研经费等投入力度，为科技人才开展创新活动提供良好的科研条件；三是完善各级技术交易市场，鼓励科技型人才创新创业；四是营造“崇尚创新”的氛围，促进人才之间的创新交流与创意碰撞。从优化创新环境入手，集聚科技人才，为创新活动厚植沃土。

(2) 分进合击，不断推进地区创新环境与社会生活环境的协同提升。良好的创新环境有利于人才发展，同时，生活环境舒适与否也对科技人才分布产生至关重要的影响。美国布鲁金斯学会对创新集聚区的分析指出，创新集聚区已由过去功能单一、相对孤立的区域转变为多功能集聚区，更加注重工作与生活的有机结合，这体现了创新环境与社会生活环境协同优化的发展趋势。一方面，加大科创经费投入，完善技术市场，营造创新氛围，为科技人才发展提供平台；另一方面，完善交通基础设施，优化人居环境，营造包容开放的社会氛围，提供充足的医疗保障等，为科技人才安居乐业创造良好环境。

(3) 因地制宜，基于不同发展阶段，各地区宜采取差异化措施，靶向科技人才集聚影响因素。东部地区各省份需要加强创新环境与社会生活环境的同步建设，在进一步集聚科技人才的同时，防止局部虹吸效应导致科技人才集聚极化现象发生，同时，推动长三角、珠三角等城市群充分发挥规模集聚优势，以点向面，打造城市群甚至更大空间范围的科技人才集聚区；中部地区应进一步优化地区创新环境，通过为科技人才搭建适宜开展创新活动的平台，吸引地区内外人才汇集，为中部崛起战略提供智力支撑；西部地区一方面应在当前阶段加快交通基础设施建设，为科技人才流入打造便捷通道，另一方面要促进地区创新环境优化，为科技人才集聚提供条件保障。

(4)因势利导,优化体制机制,加强地区间创新合作。地区间经济差距对科技人才集聚具有较为显著的影响,对于经济劣势省份而言,如何充分利用错位竞争力扬长避短,实现低成本、高效率的科技人才集聚,是破除发展藩篱的关键所在。科技人才作为一种特殊的资源,在短时间内总量相对固定,对于人才集聚高地的邻近地区而言,充分利用地缘优势将科技人才虹吸效应转化为溢出效应,在资源约束下最大化汇聚科技人才是获得发展的可行路径。因此,必须优化跨区域协同创新机制,深化户籍制度改革,破除科技人才流动的体制机制障碍,构建跨区域创新合作网络,从而形成科技人才环流,为创新驱动发展蓄力赋能。

4.3 研究不足与展望

本文基于创新环境与科技人才集聚同向演化的时空特征,从空间视角出发探讨了创新环境对科技人才集聚的影响,但仍存在一些不足之处:一是鉴于科技人才数据可获得性,本文研究对象为31省(市、区),未来研究可以充分利用大数据等手段获得各城市的科技人才数据,在相关数据的支撑下可能得出更加细致的研究结论;二是限于篇幅,本文仅初步验证了中国省际创新环境与科技人才集聚的空间相关关系,提供了提升创新环境从而促进地方人才集聚的探索性经验证据,没有作更深入的机制探讨,要彻底打开科技人才集聚力提升的“黑箱”,还有赖于进一步探索,未来研究可以沿着这一方向逐步深入。

参考文献:

- [1]许治,张建超.新中国成立以来政府对科技人才注意力研究——基于国务院政府工作报告(1954—2019年)文本分析[J].科学学与科学技术管理,2020,41(2):19-32.
- [2]徐茜,张体勤.基于城市环境的人才集聚研究[J].中国人口·资源与环境,2010,20(9):171-174.
- [3]李乃文,刘会贞.基于系统动力学的产业发展不同阶段人才集聚的决定因素分析[J].科技进步与对策,2012,29(5):152-155.
- [4]FLORIDA R.Cities and the creative class[M].Routledge,2005.
- [5]DARCHEN S,TREMBLAY D G.What attracts and retains knowledge workers/students:the quality of place or career opportunities:the cases of Montreal and Ottawa[J].Cities,2010,27(4):225-233.
- [6]BEREITSCHAFT B,CAMMACK R.Neighborhood diversity and the creative class in Chicago[J].Applied Geography,2015,63:166-183.
- [7]PANCHOLI S,YIGITCANLAR T,GUARALDA M.Place making for innovation and knowledge-intensive activities:the Australian experience[J].Technological Forecasting and Social Change,2019,146:616-625.
- [8]ESMAEILPOORARABI N,YIGITCANLAR T,GUARALDA M,et al.Does place quality matter for innovation districts:determining the essential place characteristics from Brisbane's knowledge precincts[J].Land Use Policy,2018,79:734-747.
- [9]王全纲,赵永乐.全球高端人才流动和集聚的影响因素研究[J].科学管理研究,2017,35(1):91-94.
- [10]徐倪妮,郭俊华.科技人才流动的宏观影响因素研究[J].科学学研究,2019,37(3):414-421,461.

-
- [11]李婧, 产海兰. 中国 R&D 人员流动的空间分布及其影响因素分析[J]. 研究与发展管理, 2018, 30(4):94-104.
- [12]于明洁, 郭鹏, 贾颖颖. 区域创新环境与创新产出协调发展研究[J]. 情报杂志, 2012, 31(4):196-201.
- [13]许婷婷, 吴和成. 基于因子分析的江苏省区域创新环境评价与分析[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(4):124-128.
- [14]侯鹏, 刘思明, 建兰宁. 创新环境对中国区域创新能力的影响及地区差异研究[J]. 经济问题探索, 2014, 35(11):73-80.
- [15]陈搏. 创新参与者视角的创新环境评价研究[J]. 科研管理, 2015, 36(S1):84-93.
- [16]魏新颖, 王宏伟, 徐海龙. 创新投入、创新环境与高技术产业绩效[J]. 中国科技论坛, 2019, 35(11):30-37.
- [17]姜海宁, 张文忠, 余建辉, 等. 山西资源型城市创新环境与产业结构转型空间耦合[J]. 自然资源学报, 2020, 35(2):269-283.
- [18]李兰冰, 刘秉镰. “十四五”时期中国区域经济发展的重大问题展望[J]. 管理世界, 2020, 36(5):8, 36-51.
- [19]唐承丽, 郭夏爽, 周国华, 等. 长江中游城市群创新平台空间分布及其影响因素分析[J]. 地理科学进展, 2020, 39(4):531-541.
- [20]张之光, 杜宁, 马伟晗. 区域创新环境是否提高了中国信息技术产业创新效率——基于两阶段创新过程的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(5):47-56.
- [21]霍丽霞, 王阳, 魏巍. 中国科技人才集聚研究[J]. 首都经济贸易大学学报, 2019, 21(5):13-21.
- [22]郭鑫鑫, 杨河清. 中国省际人才分布影响因素的实证研究[J]. 人口与经济, 2018, 39(3):47-55.
- [23]张扬. 创新型城市试点政策提升了科技人才集聚水平吗——来自 240 个地级市的准实验研究[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(12):116-123.
- [24]LESAGE J P, PACE R K. Spatial econometric modeling of origin-destination flows[J]. Journal of Regional Science, 2008, 48(5):941-967.
- [25]张所地, 胡丽娜, 周莉清. 都市圈中心城市人才集聚测度及影响因素研究[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(20):54-61.