

教育与经济

DOI:10.15998/j.cnki.issn1673-8012.2024.03.004

高等教育集聚对区域创新效率的溢出效应研究



石曼丽

(华中科技大学 教育科学研究院, 武汉 430074)

摘要:创新是引领国家发展的第一动力。高等教育培养的高素质人力资本是实现国家技术创新的关键载体,而高等教育集聚能够增强人力资本的知识要素与技术要素,进而赋能区域创新。在对高等教育集聚推动区域创新效率理论探讨的基础上,基于我国31个省份2003—2020年的面板数据,采用动态空间杜宾模型实证考察高等教育集聚对区域创新效率的空间溢出效应及其衰减边界。研究结果表明:第一,各省份高等教育集聚和区域创新效率具有显著的空间相关性,呈现高-高集聚和低-低集聚空间分布态势。第二,高等教育集聚不仅对本地区创新效率有促进作用,而且对相邻省域的区域创新效率产生明显的溢出效应。具体而言,高等教育集聚通过知识溢出效应、人力资本效应和社会网络效应促进本地区以及相邻地区的创新效率提升。此外,本省份创新效率的提升也会对相邻省份的创新产生促进作用,各省份当期创新效率越高则下一期的创新效率越有可能提高。第三,高等教育集聚的溢出效应存在空间衰减特征。具体表现为:700千米以内高等教育集聚存在正向溢出效应,700-1400千米存在负向空间抑制效应,1400千米后不再存在空间外溢效应,溢出效应存在空间异质性。第四,在控制变量中,经济发展水平、产业结构升级和政府干预程度对区域创新效率均有显著的促进作用,对外开放程度对区域创新效率有负向抑制作用。因此,应多以高水平院校为中心进行聚集,充分发挥高等教育集聚产生的溢出效应,通过社会网络的外部性优势,努力突破高等教育集聚的地理距离限制,进而实现省域协同创新发展。

关键词:高等教育集聚;区域创新效率;溢出效应;动态空间杜宾模型;地理衰减边界

[中图分类号]G644;F014.1 [文献标志码]A [文章编号]16738012(2024)03003816

修回日期:20240208

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目“非营利性民办高校高质量发展的制度创新研究”(20YJA880024)

作者简介:石曼丽,女,湖北武汉人,华中科技大学教育科学研究院博士生,主要从事高等教育经济与管理研究。

引用格式:石曼丽.高等教育集聚对区域创新效率的溢出效应研究[J].重庆高教研究,2024,12(3):3853.

Citation format:SHI Manli. Research on the spillover effect of higher education agglomeration on the regional innovation efficiency [J]. Chongqing higher education research, 2024, 12(3):3853.

创新是引领国家发展的第一动力。党的二十大报告指出：“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，要培育创新文化，营造创新氛围，提升国家创新体系整体效能。”在创新型国家建设的大背景下，如何优化资源配置已成为一个亟待解决的问题。已有研究表明，区域创新效率与资源整体的优化配置紧密相关。创新离不开教育，优质的高等教育是重要的技术源泉，高等教育培养的人力资本是技术创新的保障。随着经济与高等教育快速发展，日益增多的高等教育资源开始流入资源聚集区，出现高等教育集聚现象。集聚区内的高校通过正式和非正式的关系对区域内的资源进行共享和整合，高等教育集聚的创新优势得以体现。高等学校作为知识创新和知识传播的主体，通过人力资本累积、科研成果转化、高层次团队引领以及高质量前沿技术应用4种路径影响区域创新^[1]。然而，由于中国各地区地理环境和物质条件基础不同，高等学校层次存在明显差异。2022年我国高校排名前10的省份，6个在东部，3个在中部，仅有1个在西部。高等教育稀缺的地区是否创新效率一定落后？中小微企业是创新发展的主力军，宁波市由于邻近上海和杭州，受江苏省的辐射，其“小巨人”企业数量仅次于北京和上海^[2]，但宁波市并非拥有优质高等教育资源的城市，所以可能的原因是受惠于相邻地区高等教育发展的溢出效应。面对以上诸多经验事实，高等教育集聚究竟是否有利于相邻地区的区域创新？对该问题的考察将为区域经济和大量新校区的建设提供重要的参考，也为政府制定合理的高等教育与区域创新发展政策以及推进创新型国家建设提供参考。鉴于此，本研究采用2003—2020年的省级面板数据，通过动态空间杜宾模型测度高等教育集聚对区域创新效率的空间溢出效应及其衰减边界，试图回答高等教育集聚对区域创新效率是否存在空间外溢？若存在此效应，其空间外溢辐射的边界又在何处？

一、理论分析

知识经济时代，高等教育的载体——大学成为经济社会的中心^[3]。大学通过提供基础理论支持和教育资源共享等多种方式参与地区经济发展^[4]，集知识输出、人才培养和创新实践为一体，为社会的可持续发展提供优质人才动能^[5]。高校在科技创新中扮演着关键角色，通过提供知识与技术，为区域企业创新带来技术支持和研发氛围，与本地及异地企业共同开展研发合作及科技成果转化等，促进隐性知识的显性转化。特别是研究型大学，它们是科技创新的源头，是创新人才培养的摇篮地，许多城市的高新产业集群都以大学为核心进行聚集，例如美国硅谷等^[5]。高校作为研究活动的上游主体，开启了创新的大门。有研究表明，高校与区域人力资本水平呈正相关^[6]，这是因为大学在开展科研活动时，通过提升研究人员和学生的能力，不仅产生了知识，还提升了地区人力资本水平。研究证明，意大利产业创新效率在大学扩张后得到明显提升，主要原因是大学引进了大量科研人员及他们进行的高质量研究^[7]，高等教育成为推动区域创新效率增长的引擎。

在高等教育与经济演化的交互过程中，形成了一种高等教育集聚的特殊现象。Knowles提出，集聚可以分为集中和聚合，指各类产业或经济主体在空间距离上的接近，也指这一区域内各产业或经济主体多层次、高频率地交流与互动^[8]。高等教育集聚则是指在某一区域以某一个或几个知名高校为核心，大量相互关联的高校及其支撑机构在(地理)空间上集聚，出现竞争现象^[9]。高等教育聚集区的高校在内部互动上体现为组织上的集聚，主要通过经验交流、能力互补、知识流动来形成一个广阔的知识要素市场。个人或组织通过互动交流来加速概念、思想等的传播与融合，无形之中形成开放包容的学术氛围，如举办学术研讨会、科技交流会等^[10]。知识具有黏滞性，通过面对面交流、现场演示、资源共享等，助力各方人员能力互补，提升效率^[11]。在创新活动中，高校承担创新活动的研究任务，

企业承担创新活动的转化发展任务^[12]。高等教育集聚区由于累积了大量智力资本,更容易吸引各类生产部门和企业在本地区选址,节约经营成本,提高生产效率^[13]。大学通过开展一系列科研活动,将科研成果以专利转让等方式注入企业而产生经济价值,在此过程中,产生了人力资本的集聚,高等教育的经济功能得到发挥。高等教育集聚通过高校的自身优势吸引各类企业和生产活动向其靠拢,为区域创新效率的提升提供开放、有效的支持系统。另外,集聚区内组织间的内部互动和集聚所带来的外部效应都离不开社会网络关系,网络外部性是集聚外部性的重要补充。齐美尔认为,在个体进入某个组织网络中时,会将他所隶属的其他群体关系带入新的组织网络中^[14]。因此,在这个组织网络结构里,高校间、区域间、高校与区域间都并非直接的线性关系,而是平面相交后组织网络间的关系,而网络的位置、强弱、结构等均会导致集聚的不同走向。与此同时,通过各区域产业链之间的联系以及人才和劳动力的流动等方式,创新要素在区域间的组织网络中溢出,推动区域创新效率的提升。高校以及区域间的连接所产生的网络外部性加强了区域创新主体在空间上的联系,使得知识溢出效应和人力资本效应超越距离的限制。

根据极化—淋下效应理论的解释,发展是通过创新的累积而实现的。在区域发展中,创新通常由少量的“核心区”向外围的“边缘区”涓滴,这些“边缘区”在依附“核心区”获得发展后也会反过来促进“核心区”的发展,淋下效应最终战胜极化效应^[15]。早期受历史、文化、人口等影响,高等教育“核心区”存在于高等院校较多的大城市,呈现多种态势,分别是国防政策驱动的大学集群、市场经济驱动的大学集群、区域文化驱动的大学集群和人口密度驱动的大学集群^[16]。与此类似,在创新要素集聚的空间分布上,我国东部发达省份为高水平集聚良性地带,西部地区则是低水平创新凹地,东西部地区创新效率相差甚远^[17],且省域间的创新差异超过了省域内部地区的创新差异^[18]。随着高等教育的迅猛发展,大量人力、资本、技术要素不断流入高等教育集聚区,受社会网络强度的影响,它们在人才培养、知识创新、社会服务等方面对其他地区产生的辐射大小不一。一些考虑省域地理因素的研究指出,地理空间和网络空间并非相互割裂,虽然社会网络的外部性会加速创新要素的流动,但省域间对知识溢出的吸收效率仍受距离的影响。从整体上看,区域溢出效应随距离的增加逐渐减弱^[19]。Keller的研究表明,与工业先进、创新水平高的地区越邻近,越有利于本地获取先进的前沿技术,但技术扩散的程度受地理因素限制,当空间距离每增加1 200千米,技术扩散会缩减50%^[20]。我国学者同样证实,西部地区缺少技术的辐射,是由于技术在空间扩散过程中消耗所致^[21]。虽然受到地理因素的限制,但知识溢出的外部性仍能够给附近企业带来利益,带动相邻地区的经济增长^[22]。

鉴于此,本研究将探究高等教育集聚与区域创新效率的空间相关性,以及高等教育集聚对区域创新效率是否存在溢出效应。若二者存在空间相关性,则知识溢出效应、人力资本效应和社会网络效应亦存在空间相关性,空间状态下高等教育集聚影响区域创新效率的路径如图1所示。具体而言,高等教育集聚通过知识溢出效应、人力资本效应和社会网络效应来影响本地区创新效率。在高校间的良性竞争下,3种影响效应的空间相关性共同推动了知识创造,本省份高等教育集聚通过3种影响效应的互动影响相邻省份区域创新效率。由于地区间的共享效应,本地与相邻省份区域创新效率存在空间相关性,因此本地区域创新效率的提升能够影响相邻省份的区域创新效率,最终共同促进各省份创新效率提升。反之,区域创新效率的提升和创新氛围的形成,为本地和相邻省份高等教育的发展提供了新动力,通过完善高校创新基础设施,提升科研人员创新积极性,促进高校集聚活力,最终实现高等教育集聚与区域创新效率的协同发展。但这一路径受省域间空间距离的影响。因此,本文将进一步考察高等教育集聚对区域创新效率空间溢出效应的衰减边界,探究3种影响效应的溢出范围。

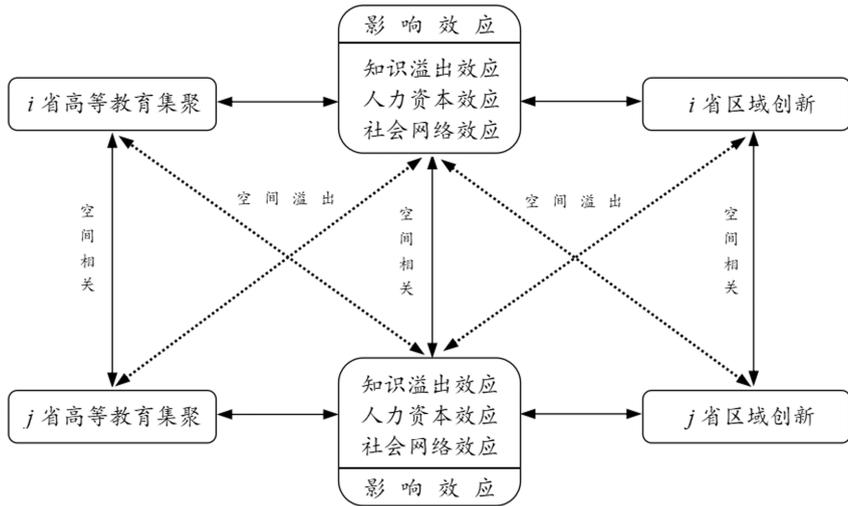


图1 高等教育集聚的区域创新效率溢出效应

二、研究方法和数据说明

(一)研究方法

1. 空间相关性检验

空间权重矩阵可以描述事物间的关联程度,通过构建矩阵 W 来表征空间截面单元间的相互依赖程度。常见的空间权重矩阵有邻接权重矩阵、距离权重矩阵、经济权重矩阵等,本文采用地理距离矩阵(W_1)来测量区域间的相关性,采用引力距离矩阵(W_2)来进行稳健性检验。地理距离矩阵(W_1)为两个区域间地理距离倒数的平方,通过计算经纬度得到;引力距离矩阵(W_2)为两个区域地理距离平方的倒数与该区域人均 GDP 的乘积。在全局空间相关性的测量中,本文采用全局莫兰指数(Moran's I)来度量高等教育集聚与区域创新效率的空间自相关特征,Moran's I 计算方式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

其中, n 为区域总数, W_{ij} 为空间权重矩阵, X_i 为第 i 个地区的观测值, \bar{X} 为所有区域的均值。莫兰指数值反映了观测省域间的空间相关程度,该指数取值为 -1 到 1 之间。当 I 值大于 0 且越接近于 1 时表示高等教育集聚与区域创新效率为空间正相关且正相关程度高;当 I 值小于 0 且越接近 -1 表示高等教育集聚与区域创新效率为空间负相关且负相关程度高,空间差异性大; I 值为 0 表示两个变量不存在空间相关性。空间权重矩阵如下:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{省份 } i \text{ 与省份 } j \text{ 相邻} \\ 0, & \text{省份 } i \text{ 与省份 } j \text{ 不相邻 } (i \neq j) \end{cases}$$

2. 空间计量模型

“地理学第一定律”认为,任何事物之间都具有关联性,且距离越近的地区关联性越强^[23]。本研究旨在考察高等教育集聚对区域创新效率的空间外部性,故在考察高等教育集聚与区域创新效率关系时引入空间效应加以分析。空间计量模型有多种形式,包括空间滞后回归模型(SLM)、空间误差模型(SEM)和空间杜宾模型(SPDM)。Lesag 等考虑了变量在空间上的这一依赖性后,建立了同时包

含两个变量空间滞后项的空间杜宾模型^[24]²⁰³。在社会发展惯性的影响下,引入创新效率滞后一期的变量不仅能够验证区域创新效率的动态演化特征,同时考虑了没有被纳入模型但对被解释变量产生影响的变量。此模型稳定性强,在考察解释变量与被解释变量的空间效应时独具优势。因此,本文通过引入时间滞后项、空间滞后项和时空滞后项的动态空间杜宾模型来探究高等教育集聚与区域创新效率的关系。模型如下:

$$IE_{it} = \tau IE_{it-1} + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} IE_{it} + \varphi \sum_{j=1}^n W_{ij} IE_{it-1} + \beta_1 X_{it} + \beta_2 Z_{it} + \theta_1 \sum_{j=1}^n W_{ij} X_{it} + \theta_2 \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, IE_{it-1} 为地区第 t 年滞后一期的区域创新效率; $\sum_{j=1}^n W_{ij} IE_{it}$ 为区域创新效率的空间滞后项; $\sum_{j=1}^n W_{ij} IE_{it-1}$ 为区域创新效率的时空滞后项; W_{ij} 表示空间权重矩阵; X_{it} 表示高等教育集聚; Z_{it} 为控制变量的集合; $\sum_{j=1}^n W_{ij} X_{it}$ 表示高等教育集聚的空间滞后项; $\tau, \rho, \varphi, \beta, \theta$ 为估计参数; μ_i 为个体固定效应; γ_t 为时间固定效应; ε_{it} 为随机误差项。

(二) 变量选取

被解释变量:区域创新效率(IE)。人力和资源的投入是开展创新活动的先决条件,省域知识存量也会影响各地区创新水平的高低^[25]。因此,本研究选择R&D内部经费支出、R&D人员全时当量和R&D资本存量分别表示省域创新财力、人力和存量资源投入,用专利授权数(pat)来衡量城市的创新产出。其中,对R&D资本存量的估计,参照“R&D支出价格指数”^[26]将R&D内部经费支出以2000年为基期平减为不变价格。现实中创新资源投入的研发与转化在时间上均存在一定的滞后,故本研究将时间滞后期设定为一年。关于区域创新效率的测算有两种思路,一种是采用随机前沿模型(SFA)的参数分析方法,一种是通过数据包络分析(DEA)测算的非参数分析方法。考虑到随机因素对区域创新效率带来的影响,若采用非参数分析法则容易造成偏误,因此本研究采用Aigner等人提出的科学性与合理性更强的随机前沿生产函数^[27]。在参考盛彦文等人^[28]研究的基础上,构建形式更为灵活的超越对数随机前沿生产函数模型来测算区域创新效率,这在一定程度上避免了测算误差。函数具体形式如下:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_j \beta_j \sum_j \ln X_{ijt} + \varepsilon_i (\varepsilon_i = V_{it} - U_{it}) \quad (3)$$

创新效率(Innovation efficiency, IE)的定义为:实际产出与前沿可实现的最大产出之比^[29],计算公式为:

$$IE_i = \frac{f(X_i, \beta) \exp(V_i - U_i)}{f(X_i, \beta) \exp(V_i)} = \exp(-U_i) \quad (4)$$

式(3)中, y_{it} 表示 i 地区第 t 年的创新产出; X_{ijt} 为第 j 个投入变量; ε_i 为复合结构扰动项, V_{it} 与 U_{it} 相互独立, V_{it} 为随机误差项,服从 $N(0, \sigma_v^2)$ 分布, U_{it} 表示影响创新效率的随机因素,为技术非效率项; β_0 为截距项; β_j 为待估参数。

解释变量:高等教育集聚(Edu)。高等教育集聚由质量集聚和数量集聚共同组合而成^[30],本研究将借鉴赵志强等^[31]对高等教育质量集聚的测度方法,用 Edu_1 表示高等教育质量集聚,公式为:

$$Edu_1 = \sum (1/X_i) / n$$

借鉴张虎等^[32]对空间集聚的测算方式,采用区位熵表征高等教育数量集聚(Edu_2),计算公式为:

$$Edu_2 = \left(1 - \frac{|Edu_s - Edu_t|}{Edu_s + Edu_t} \right)$$

因此,高等教育集聚的计算公式如下:

$$Edu = \left[\sum (1/X_i) / n \right] \times \left(1 - \frac{|Edu_s - Edu_t|}{Edu_s + Edu_t} \right) \quad (5)$$

其中, Edu 为高等教育集聚指数; X_i 为*i*地区进入全国排名前100的高校数; n 表示地区的高等学校总数; Edu_s 为在校学生区位熵; Edu_t 为专任教师区位熵。

控制变量:经济发展水平、产业结构升级、对外开放程度、政府干预程度。其中,经济发展水平用人均GDP衡量;产业结构升级用第三产业值与地区GDP的比值表示;对外开放程度用进出口总额与地区GDP的比值表示;政府干预程度用政府一般预算支出/地区GDP表示。

(三)数据来源

本研究样本为2003—2020年中国31个省份的面板数据集。相关数据主要来源于《中国统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中国教育统计年鉴》、《中国大学评价研究报告》、中经网统计数据库、Wind数据库、Eps数据库和国家基础地理信息中心,数据均为整理和计算所得。表1分别报告了各变量描述统计结果,可以看出,区域创新效率的最小值与最大值差距较大,标准差为0.164,均值为0.393。说明地区间的区域创新效率存在较大差异,总体水平较低,有较大的提升空间。高等教育集聚的标准差为0.034,均值为0.030,表明高等教育集聚水平在不同区域的差距不大,但总体水平较低。变量均不存在异常值,数据较为平稳,所有变量的方差膨胀因子均小于10,说明变量间没有多重共线性问题。

表1 各变量描述统计结果

变量名称	样本量	标准差	均值	最大值	最小值	方差膨胀因子
区域创新效率	558	0.164	0.393	0.866	0.107	-
高等教育集聚	558	0.034	0.030	0.242	0	1.270
经济发展水平	558	0.744	10.354	11.813	8.663	1.670
产业结构升级	558	0.094	0.441	0.797	0.300	2.140
对外开放程度	558	0.460	1.312	2.599	0.644	2.340
政府干预程度	558	0.187	0.254	1.262	0.092	1.380

三、实证分析

(一)空间相关性分析

1. 全局空间相关性

采用基于地理距离矩阵的全局莫兰指数对高等教育集聚与区域创新效率的空间相关性进行测量,用式(1)进行计算。结果如表2所示。

由表2可知,区域创新效率指数与高等教育集聚指数均为正值,且*P*值均显著。从区域创新效率指数的变化趋势看,2003—2020年呈逐年递增趋势,说明随着时间的推移,其相关性不断增强;高等教育集聚指数在0.1左右上下波动,这一波动幅度在合理范围内。总体上,两个变量均有较强的空间相关性,某省份的区域创新效率和高等教育集聚会对相邻地区产生显著影响。

表2 全局空间自相关检验结果

年份	区域创新效率指数	高等教育集聚指数	年份	区域创新效率指数	高等教育集聚指数
2003	0.069***	0.082***	2012	0.092***	0.110***
2004	0.073***	0.077***	2013	0.093***	0.107***
2005	0.076***	0.122***	2014	0.095***	0.101***
2006	0.078***	0.105***	2015	0.096***	0.117***
2007	0.081***	0.111***	2016	0.098***	0.110***
2008	0.083***	0.089***	2017	0.100***	0.089***
2009	0.086***	0.094***	2018	0.100***	0.107***
2010	0.089***	0.095***	2019	0.101***	0.091***
2011	0.090***	0.107***	2020	0.102***	0.142***

注:***、**、*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著,下同。

2. 局域空间相关性

全局空间自相关仅能检验具体年份两个变量的空间相关性,为了进一步考察各省份在空间上的集聚类型,将继续开展局域空间相关性检验。由于篇幅限制,仅展现2003年和2020年各省份高等教育集聚与区域创新效率的莫兰散点图,每一个点表示该省份的莫兰指数值(如图2)。其中,在区域创新效率方面,2003年和2020年多数省份处于低-低集聚象限,其次是高-高集聚象限,只有小部分省份处于低-高和高-低集聚象限。可以看出,大部分省份的区域创新效率呈现较强的空间正相关,但四象限各省份数量几乎没有变动,说明我国整体的区域创新效率没有大幅增长。在高等教育集聚方面,2003年多数省份处在低-低集聚象限,其次是低-高集聚象限,而2020年高-高集聚象限的省份在四象限中占据第二,说明高等教育的协同效应开始增强,多数省份的高等教育集聚对相邻省份高校集聚有促进作用。

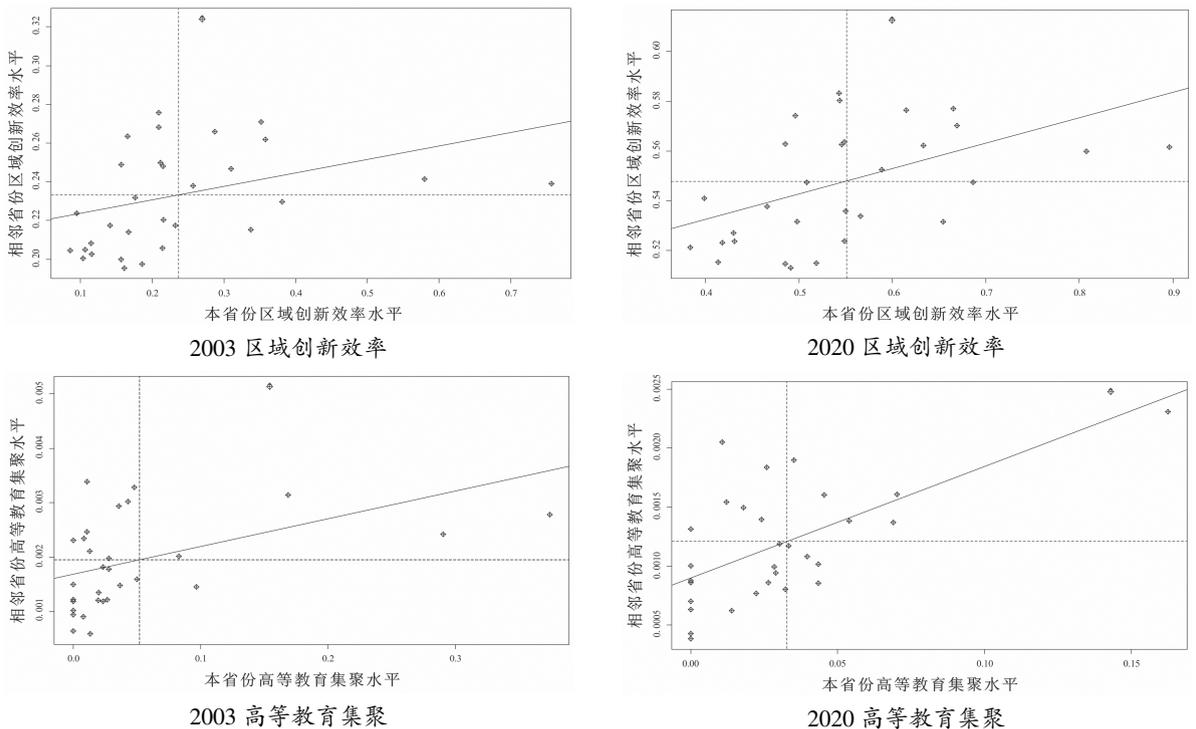


图2 2003年和2020年高等教育集聚与区域创新效率莫兰指数散点图

(二)空间模型检验

在开始空间计量分析前,需要检验动态空间杜宾模型是否符合本研究的需要。因此,本文通过 LM(Robust) 检验、LR 检验、Wald 检验和 Hausman 检验来对模型进行判别(见表 3)。从检验结果可以看出,空间滞后模型与空间误差模型均可以判断空间溢出效应,但进一步通过 Wald 检验与 LR 检验对模型进行筛选发现,Wald 检验与 LR 检验的 P 值都在 1% 的水平上显著,均拒绝原假设。另外, Hausman 检验结果也拒绝了原假设,在 5% 的置信水平下显著,这说明使用空间滞后模型(SLM) 和空间误差模型(SEM) 来检验高等教育集聚的溢出效应都不太准确。因此,本文最终采用固定效应下的动态空间杜宾模型来考察高等教育集聚对区域创新效率的空间外溢效应及其衰减边界。

表 3 模型选择检验结果

检验	统计量	检验	统计量
LM (lag) 检验	73.105***	Wald_spatial_lag	15.82***
Robust LM (lag) 检验	49.617***	LR_spatial_lag	15.41***
LM (error) 检验	26.435***	Wald_spatial_error	15.60***
Robust LM (error) 检验	2.947*	LR_spatial_error	15.83***
Hausman 检验	22.07**		

(三)回归结果分析

表 4 为高等教育集聚对区域创新效率溢出效应的实证结果,采用极大似然法进行估计。其中,第(1)列为加入时间滞后项和空间滞后项的空间面板模型,第(2)列为在此基础上加入时空滞后项的动态空间杜宾模型,第(3)列和第(4)列为变更了空间权重矩阵后的估计结果。首先,在第(1)列中,高等教育集聚项显著为正,说明本省份高等教育集聚能够促进该省份创新效率的提升。其次,在第(2)列中,从时间维度来看,区域创新效率的时间滞后项显著为正,说明在地区资本累积效应下,当期的创新效率越高则下一期的创新效率越有可能提高。从空间维度来看,区域创新效率的空间滞后项显著为正,说明地区间存在技术的共享效应,相邻省份区域创新效率的提升会带动本地区创新效率的提升;高等教育集聚的空间项系数显著为正,说明高等教育集聚通过知识溢出效应、人力资本效应和社会网络效应促进了相邻省份区域创新效率提升,本地区高等教育集聚对相邻省份的区域创新效率存在溢出效应。从时空维度来看,区域创新效率的时空滞后项显著为正,说明相邻省份当期区域创新效率的提升会对本地区下一期创新效率的提升产生促进作用。最后,为了检验结果的稳健性,将地理距离矩阵($W1$) 用引力距离矩阵($W2$) 进行替换,以上系数的符号及显著性均未发生改变,表明回归结果具有较好的稳健性。

表 4 动态空间杜宾模型估计结果

变量名称	(1)	(2)	(3)	(4)
	空间面板模型 (地理距离矩阵)	动态空间杜宾模型 (地理距离矩阵)	空间面板模型 (引力距离矩阵)	动态空间杜宾模型 (引力距离矩阵)
区域创新效率	1.049***	1.053***	1.023***	1.024***
时间滞后项	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)
区域创新效率	0.043***	1.190***	0.079***	0.292***
空间滞后项	(0.059)	(0.180)	(0.025)	(0.085)
区域创新效率		1.745***		0.399***
时空滞后项		(0.199)		(0.091)

续表

变量名称	(1)	(2)	(3)	(4)
	空间面板模型 (地理距离矩阵)	动态空间杜宾模型 (地理距离矩阵)	空间面板模型 (引力距离矩阵)	动态空间杜宾模型 (引力距离矩阵)
高等教育集聚	0.053*** (0.008)	0.051*** (0.008)	0.040*** (0.007)	0.040*** (0.007)
经济发展水平	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
产业结构升级	0.000 (0.003)	-0.004 (0.003)	-0.006* (0.003)	-0.007** (0.003)
对外开放程度	-0.001** (0.001)	-0.001*** (0.001)	-0.000 (0.001)	-0.000 (0.001)
政府干预程度	0.014*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.010*** (0.002)	0.010*** (0.002)
高等教育集聚 空间滞后项	0.638*** (0.059)	0.548*** (0.059)	0.064*** (0.021)	0.063*** (0.021)
经济发展水平 空间滞后项	0.045*** (0.007)	0.041*** (0.007)	0.005** (0.002)	0.005** (0.002)
产业结构升级 空间滞后项	0.181*** (0.030)	0.107*** (0.029)	0.011 (0.011)	0.002 (0.011)
对外开放程度 空间滞后项	-0.016*** (0.004)	-0.015*** (0.004)	-0.003* (0.002)	-0.003 (0.002)
政府干预程度 空间滞后项	0.090*** (0.019)	0.082*** (0.019)	0.019* (0.010)	0.020* (0.010)
R-sq	0.992	0.998	0.999	0.999
样本量	527	527	527	527

注:①括号内为系数对应的标准误,下同;②0.000是由于小数位数的取值所得,下表同。

由于高等教育集聚项及其滞后项显著为正,说明高等教育集聚存在空间溢出效应,不仅会对本地区创新效率产生影响,同时也影响相邻地区的创新效率。因此,为了更加准确地探究高等教育集聚对区域创新效率的影响程度,本文采用 Lesage 提出的偏微分方法^{[24]38}将空间效应分解为直接效应和间接效应。直接效应为对本地区创新效率的影响,间接效应为对相邻地区创新效率的影响,分解结果如表5所示。

表5 空间溢出效应分解结果

变量	地理距离矩阵(W1)			引力距离矩阵(W2)		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
高等教育集聚	0.032*** (0.008)	0.243*** (0.031)	0.275*** (0.032)	0.038*** (0.007)	0.042*** (0.016)	0.080*** (0.018)
经济发展水平	0.002** (0.001)	0.019*** (0.003)	0.020*** (0.004)	0.001 (0.001)	0.004** (0.002)	0.005** (0.002)
产业结构升级	-0.008** (0.003)	0.057*** (0.014)	0.049*** (0.014)	-0.007** (0.003)	0.004 (0.009)	-0.003 (0.009)
对外开放程度	-0.001 (0.001)	-0.007*** (0.002)	-0.008*** (0.002)	0.000 (0.001)	-0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)

政府干预程度	0.010*** (0.002)	0.034*** (0.010)	0.044*** (0.010)	0.009*** (0.002)	0.014 (0.009)	0.024*** (0.009)
--------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	------------------	---------------------

通过溢出效应的分解结果可以看出,在地理距离矩阵和引力距离矩阵下高等教育集聚对区域创新效率的总效应及其分解效应均显著为正,高等教育集聚对区域创新效率的间接影响明显大于对本地区的直接影响。前文分析中提到,高等教育集聚成为一种经济活动,而经济活动在空间上的集聚被验证是实现区域创新发展的决定条件之一^[33]。高等教育集聚水平越高,创新活动所需的人才和技术就越有保障,创新效率就越能提升。高等教育集聚通过高校间稳定的合作交流和技术共享,能扩大高校的研发规模,提高知识的产出效率,为企业输送所需人才,带来大量的知识、信息与技术等,保障创新要素的商业转化,从而提升企业的创新效率。同时,由于地区间存在学习和模仿效应,这会激励周边地区加大研发投入,加速知识的溢出。知识溢出效应和人力资本效应通过社会经济联系和交通网络的影响向邻近地区实现社会网络化溢出,通过网络自身的三元闭合特征和结构洞特征,打破网络中省域原有的技术壁垒,为其带来新的知识和技术,实现创新效率的进一步提升^[34]。因此,研究结果验证了理论分析中高等教育集聚通过知识溢出效应、人力资本效应和社会网络效应对区域创新效率产生的直接和间接影响,且溢出效应更为显著。

在控制变量中,经济发展水平的滞后项显著为正,且总效应及其分解效应均显著为正,说明经济发展水平的提高对本地区和相邻地区创新效率都有促进作用。技术创新对资金的需求较高,经济高水平发展能够为创新活动在物质上提供有力的支持,资金的大量投入能够减少研发风险,加速科研成果转换为实际生产力,提高创新效率,避免研发过程中因大量不确定性带来的资源浪费。产业结构升级的滞后项显著为正,说明产业结构升级能够促进区域创新效率的提升。产业结构的升级强化了各生产部门和行业间的交流互动,通过不同企业间的知识和技术共享,促进不同企业的产业互补以及产业链上下游企业的发展,增强地方产学研合作,带动创新效率的提升。产业结构升级的总效应和间接效应显著为正,但直接效应为负值,在5%的水平下显著。这可能由于不同时期产业政策不同,区域间的发展不平衡导致部分地区在产业结构转型升级上失去竞争力,而教育水平的提升和技术的进步进一步加剧了这种影响。对外开放程度的滞后项显著为负,总效应和间接效应显著为负,直接效应为负值,且未表现出统计学意义上的显著性。仅从系数值而言,对外开放程度对区域创新效率有抑制作用。经济发展水平低的地区对外开放时间晚以及领域较窄,其金融结构和贸易结构不匹配,抑制了金融发展的效率和规模,而创新活动高度依赖经济高质量发展,因而造成对外开放对创新效率的作用不显著。政府干预程度滞后项显著为正,总效应及其分解效应同样显著为正,说明政府的行政管理手段促进了企业群和城市群的科技协同创新,从而促进了区域创新效率的提升。

(四) 异质性分析

通过上述分析可以看出,高等教育集聚对本地区以及相邻地区的区域创新效率均有显著影响。本研究中高等教育集聚指标由高等教育数量集聚与质量集聚乘积所得,为了探究二者对区域创新效率的影响程度,将进一步进行结构异质性分析(见表6)。由表6可以看出,数量集聚和质量集聚的直接及间接影响均显著为正,说明无论是数量集聚还是质量集聚均对本地区和相邻地区的创新效率产生促进作用。质量集聚系数值明显高于数量集聚系数值,说明质量集聚水平越高对相邻省份区域创新效率的影响越大。具体而言,高水平院校是重大科学技术的突破地,拥有较多的科学研究人员,这是创新成果高效产出的前提,其通过知识溢出效应提升本地区和相邻地区知识存量,为创新驱动发展提供支撑^[35]。高水平院校集聚通过经验交流、技术共享、专业分工等培养大量优质人才,为地方输送高素质劳动力。另外,社会网络效应存在一定程度的优先级,高水平院校集聚的成本外部性能够加快

知识溢出效应和人力资本效应的扩散,率先加速高水平院校创新网络的形成。

表6 结构异质性分析结果

高等教育质量集聚	高等教育质量集聚空间滞后项	高等教育数量集聚	高等教育数量集聚空间滞后项
0.050*** (0.007)	0.512*** (0.055)	0.030*** (0.003)	0.123*** (0.024)

表7为高等教育集聚对区域创新效率溢出效应的地区异质性分析结果,可以看出,东、中、西部区域创新效率的时间滞后项均显著为正,说明对地区创新资本的累积有显著作用。中部地区创新效率的空间和时空滞后项以及西部地区创新效率的时空滞后项并不显著,可能是由于西部和中部地区早些年组织网络缺乏链接,交通相对不发达,导致知识和人力资本溢出效应弱,地区间创新资源无法有效共享。

表7 地区异质性分析结果

变量名称	东部	中部	西部
区域创新效率时间滞后项	1.075*** (0.006)	0.892*** (0.018)	0.778*** (0.021)
区域创新效率空间滞后项	0.484*** (0.142)	0.097 (0.126)	0.386* (0.219)
区域创新效率时空滞后项	0.578*** (0.152)	0.007 (0.109)	0.328 (0.218)
高等教育集聚	0.002 (0.005)	-0.014*** (0.004)	0.080* (0.045)
高等教育集聚空间滞后项	0.090** (0.037)	-0.015 (0.012)	0.038 (0.207)
样本量	187	136	204

东部地区高等教育集聚的直接影响不显著,间接影响显著为正,原因可能在于东部地区为我国经济、对外贸易和科技中心,有着得天独厚的区位优势,经济发展和区域进口贸易是东部地区创新效率提升的重要动力^[36]。这说明东部地区创新效率的提升并非仅由高校集聚的外部性优势支撑,高等教育集聚的影响效应对东部地区创新效率的提高并不明显,这与朱芮瑶的研究结果相同^[37]。但东部地区教育资源丰富,高层次学校占比高,因此东部地区应在交通基础设施普遍完善和信息化水平高速发展等优势叠加下,充分利用其社会网络的优势,发挥知识溢出效应及人力资本效应对相邻省份创新效率的促进作用。

中部地区高等教育集聚对本地创新效率有抑制作用,西部地区高等教育集聚对本地区创新效率有显著的促进作用。可能的原因是,受政策倾斜的影响,政府对东部和西部地区的高等教育财政投入明显高于中部地区,中部地区高等教育发展形成“结构性凹陷”,而西部地区高等教育发展虽整体水平不高,但存在结构性“高地”^[38]。因此,在经济发展水平较低的地区,高等教育集聚所产生的外部效应对该地区创新效率的促进作用较为明显。中部和西部地区高等教育集聚的溢出效应均不明显,可能由于政府对中西部地区教育经费投资呈现相对规模大、绝对规模小的特点,导致中西部地区在人才培养、科研项目、校企合作等方面的投入十分有限,高等教育发展缓慢。另外,知识和人力资本的集聚会带来交通及科研转化成本的升高,中西部地区高等教育集聚的成本外部性难以促进知识溢出效应和人力资本效应的扩散,创新网络的形成较为困难。由于中部和西部地区数字鸿沟差异大、资源集聚水平低、信息化基础设施差等原因,导致其社会网络效应较弱,高等教育集聚难以通过3种影响

效应对区域创新效率产生影响。

(五) 高等教育集聚对区域创新效率的空间衰减边界

上述研究已经证实高等教育集聚对区域创新效率存在空间溢出效应,接下来进一步探究高等教育集聚通过 3 种影响效应对区域创新效率的空间衰减边界。通常来说,省域间的空间相关性会随着地理距离的增加而减弱,从而造成高等教育集聚对区域创新效率产生空间外溢边界。为此,本文参考

其他文献处理办法,给定不同距离阈值。若省份 i 和省份 j 的距离超过该阈值,则为 $\frac{1}{d_{ij}}$,否则值为 0,

计算方式为: $Thre_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}}, \frac{1}{d_{ij}} \geq d \\ 0, \frac{1}{d_{ij}} < d \end{cases}$, 即 $Thre_{ij}$ 用于观测随着省份间空间单元的扩大,空间相关系数是否

会发生变化。因此,回归模型将以 200 千米为单位距离阈值逐次递增,即每增加 200 千米进行连续回归,高等教育集聚的回归系数及标准误如图 3。

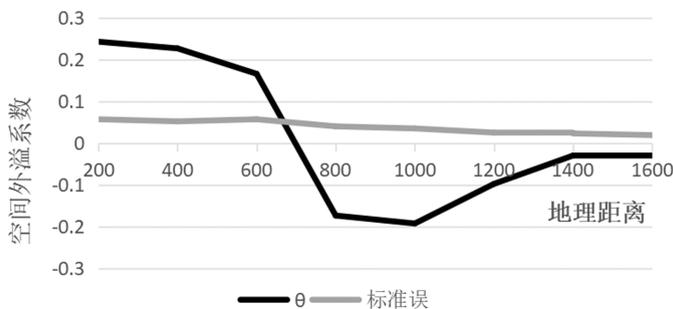


图 3 高等教育集聚空间外溢系数随地理距离的变化

图 3 表明,高等教育集聚的空间外溢系数在 200-1 400 千米区域内显著,且均在 1% 水平上显著。在距离超过 1 400 千米外,空间外溢系数不再显著,证实了空间衰减边界说。将高等教育集聚的空间外溢系数随省域间地理距离的增加所产生的变化分成 3 个区间进行讨论。当距离阈值小于 700 千米时,高等教育集聚对区域创新效率产生积极的促进作用,在省域间距离为 200 千米时达到峰值(0.243)。但随着地理距离的增加,空间外溢系数逐渐减小,可能的原因是随着省域间距离的递增,社会网络效应逐渐弱化,高等教育集聚的正向促进效应逐步降低,但仍在发挥作用。可以看出,高等教育集聚的知识溢出效应、人力资本效应及社会网络效应能够有力地提升周边城市的区域创新效率,且对越邻近的省域创新效率产生的促进作用越强,这符合地理学第一定律。当距离阈值在 700~1 400 千米时,高等教育集聚的空间相关系数显著为负,呈现倒 U 型趋势。这表明高等教育集聚对区域创新效率有显著的抑制作用,且在 1 000 千米左右抑制作用最强。这可能由于地理距离带来的交通阻隔,导致知识资本和人力资本扩散受阻,另外,由于地区间发展不平衡,发达地区资源难以和落后地区共享,模仿效应难以生效。当距离超过 1 400 千米时,高等教育集聚的空间外溢系数开始波动,且 P 值不显著,说明高等教育集聚对区域创新效率的空间溢出效应存在边界阻隔。

四、结论与建议

本文选取 2003—2020 年中国 31 个省份的面板数据,通过莫兰指数和动态空间杜宾模型实证考察了高等教育集聚对区域创新效率的空间溢出效应及其衰减边界,研究结论如下:

第一,高等教育集聚对区域创新效率存在溢出效应。尽管当前文献为高等教育集聚影响区域创新能力的相关研究打下了基础^[36,39-40],但鲜有文献关注高等教育集聚是否对区域创新效率产生影响以及在多大范围内产生作用。对此问题的关注将影响我国高等教育助推创新型国家的建设。本研究表明,各省份高等教育集聚与区域创新效率存在显著的空间相关性特征,高等教育集聚不仅对本地区创新效率有促进作用,而且对相邻省份的区域创新效率也产生明显的溢出效应。高等教育集聚每提高1%,本地区创新效率提升0.032%,而相邻省域创新效率提升0.243%。在社会网络的快速发展下,各地区加速了创新要素丰富的高等教育集聚区技术、人才、知识等要素的流动,高等教育集聚对区域创新效率的溢出效应大于对本地区的直接效应。此外,本省份当期创新效率提高1%,相邻省份当期创新效率提高1.190%,相邻省份下一期创新效率提升1.745%。由此可以看出,高等教育集聚促进了不同类型的高校互补学习和同类型的高校良性竞争,通过知识溢出效应、人力资本效应和社会网络效应推动了创新要素在本地区以及相邻地区的加速呈现,提升了国家创新体系的整体效能。另外,在控制变量中,经济发展水平、产业结构升级和政府干预程度对区域创新效率均有显著的促进作用,对外开放程度对区域创新效率有抑制作用。

第二,高等教育集聚的溢出效应具有空间衰减特征。有研究表明,高等教育资源配置对区域创新能力的溢出效应存在空间衰减性^[41],但高等教育集聚的外部性在多大范围内产生影响还需要进一步考察。随着交通和互联网移动设施的快速发展,社会网络连接产生的集聚网络外部性将强化省域间创新要素的空间联系,但完全依赖网络外部性的观点则忽视了不同省域的承接能力。本研究结论表明,在700千米以内高等教育集聚存在正向的溢出效应,700~1400千米为负向的空间抑制效应,1400千米后不再存在空间外溢。这说明,虽然社会网络的外部性能够帮助知识溢出效应和人力资本效应突破一定的地理距离限制,但省域间对知识和人才的吸收效率仍受地理距离的影响。高等教育集聚对区域创新效率的溢出效应随空间距离的增加逐渐减弱,证实了空间衰减边界说。

第三,高等教育集聚对区域创新效率的溢出效应存在结构异质性和区域异质性。不同类型的高等教育集聚对区域创新效率产生的作用存在差异。本研究结构异质性结果表明,高等教育质量集聚对创新效率产生的外部效应远大于数量集聚产生的影响。高等教育质量集聚提高1%,相邻省份创新效率提高0.512%,而高等教育数量集聚提高1%,相邻省份创新效率只能提高0.123%,这与周光礼等的研究结果相同^[35],说明优质高校集聚产生的影响在更大程度上带动了区域创新效率的提升,而执着于集聚的数量看似能够受益于集聚带来的效用,实则难以有效促进区域创新效率的提高。从区域异质性来看,高等教育集聚在东部地区产生正向的溢出效应,在中部和西部地区产生的影响并不显著。当前研究多强调区域均衡发展和资源均衡分配对国家经济发展的重要性^[42],高等教育集聚虽在一定程度上提升了西部地区的创新效率,但受交通、移动基础设施、政府财政支持、经济关联网等的影响,与承接能力较强的东部地区相比,能发挥的溢出效应相对微弱。

基于上述研究结论,本文提出如下建议:

第一,合理分配高等教育资源,充分发挥高等教育集聚产生的溢出效应,实现省域协同创新发展。首先,将高校类型与区域层级相结合,在盘点好本地区资源存量的基础上对不同类型的高校合理规划,充分发挥高等教育资源存量丰富的东部地区对中西部地区的辐射作用。同时,加强对产业能力较强的珠三角、粤港澳大湾区等地高等教育资源的投入。在高等教育布局上,增加产业能力较强地区应用型高校数量,提升其经济发展对高等教育的反哺能力,进而加速省域创新效率提升,推动创新型国家建设。其次,立足不同高校的创新禀赋,加大对研究型大学科研经费投入,提升研究型大学的科研

产出能力,保证知识溢出和人力资本溢出的可持续性。同时,促进应用型高校与龙头企业的合作,提升应用型高校研究成果的转化能力,充分发挥高等教育集聚对省域协同创新发展的支撑作用。

第二,发挥社会网络的外部性优势,努力突破高等教育集聚的地理距离限制,增强省域创新溢出承接能力。对于社会网络连接紧密且地理位置邻近的省域而言,社会网络外部性能够强化高等教育集聚外部性对区域创新效率提升的效用。对于区域间地理距离相对较远的省域,首先,应优化交通、信息网络等硬环境,加强数字基础设施建设,提高偏远地区数字网络覆盖率。通过远程交流与合作,让创新要素的流动实现动态平衡,打破高等教育集聚的溢出效应受地理距离因素的限制,增强偏远地区创新溢出承接能力。其次,应从地区间差异出发,营造开放包容、兼收并蓄的创新文化软环境,从而使该地区成员拥有开放的沟通环境、共同的创新意识和高效的合作氛围,保障社会创新网络的稳定性。

第三,多以高水平院校为中心进行聚集,激发质量集聚的积极效应,提高省域创新内生动力。首先,区域创新效率的提高并非线性过程,一线城市综合经济实力强、交通基础设施建设完善、信息化水平高,能够加速知识的溢出和技术的转化,为区域创新效率驱动经济发展提供有力支持。高水平院校一般集中在一线城市,政府应在一线城市多布局前沿科技企业及一流科研创新平台。加强高水平院校与社会各方的关联意识,使知识传递与科技创新前沿相结合,探索适宜的“产学研”协同创新机制,保证高等教育质量集聚的延续性。其次,对于集聚效应不明显的中西部地区,政府应通过出台政策文件,加大R&D经费投入,加强对“高、精、尖”学科和特色学科的投入,帮助中西部地区提升高等教育质量以及创新转化能力,在中西部地区形成政府出台政策、高校知识溢出、企业技术转化、市场提供服务的创新生态链,吸引高质量创新要素聚集,强化社会网络效应赋能知识溢出效应和人力资本效应,为区域创新发展提供内生动力。

参考文献:

- [1] 赖德胜,王琦,石丹渐.高等教育质量差异与区域创新[J].教育研究,2015,36(2):44-50.
- [2] 陈武元,蔡庆丰,程章继.高等学校集聚、知识溢出与专精特新“小巨人”企业培育[J].教育研究,2022,43(9):47-65.
- [3] 潘懋元,刘振天.发挥大学中心作用 促进知识经济发展[J].教育发展研究,1999(6):2833.
- [4] MULLIN J, KOTVAL-K Z, COOPER J. The university and local economic development[J]. *Transylvanian review of administrative sciences*, 2012, 8(SI):126136.
- [5] 杜德斌,何舜辉.全球科技创新中心的内涵、功能与组织结构[J].中国科技论坛,2016(2):1015.
- [6] ORLANDO M J, VERBA M, WEILER S. Universities, agglomeration and regional innovation[J]. *Review of regional studies*, 2019, 49(3):407427.
- [7] COWAN R, ZINOVYEVA N. University effects on regional innovation[J]. *Research policy*, 2013, 42(3):788800.
- [8] WEBER A. Theory of the location of industries[J]. *Nature*, 1960, 15(1):1.
- [9] 闻曙明,施琴芬.高等教育集聚起因分析[J].江苏高教,2005(2):1315.
- [10] 杨倬铤.高等教育空间集聚对区域创新能力的影响研究[D].呼和浩特:内蒙古财经大学,2022:11.
- [11] DIEGO B, JORDI B I, TOM K. Face-to-face communication in organizations[J]. *The review of economic studies*, 2021, 88(2):574609.
- [12] CARLINO G, KERR W R. Agglomeration and innovation[J]. *Handbook of regional and urban economics*, 2015(5):349-404.
- [13] 张力.产学研协同创新的战略意义和政策走向[J].教育研究,2011,32(7):1821.
- [14] 周雪光.组织社会学十讲[M].北京:社会科学文献出版社,2003:114.
- [15] 赫希曼·艾伯特.经济发展战略[M].北京:经济科学出版社,1992:170.
- [16] 吴岩,刘永武,李政,等.建构中国高等教育区域发展新理论[J].中国高教研究,2010(2):45.

- [17] 宋旭光,赵雨涵. 中国区域创新空间关联及其影响因素研究[J]. 数量经济技术经济研究,2018,35(7):2240.
- [18] 王承云,孙飞翔. 长三角城市创新空间的集聚与溢出效应[J]. 地理研究,2017,36(6):1042-1052.
- [19] FISCHER M M, VARGA A. Spatial knowledge spillovers and university research: evidence from Austria[J]. Annals of regional science,2003,37(2):303-322.
- [20] KELLER W. Geographic localization of international technology diffusion[J]. American economic review,2002,92(1):120-142.
- [21] 刘璇,邓向荣. 技术空间扩散范围测度研究:以我国四大直辖市为例[J]. 科学学研究,2010,28(9):1334-1337,1346.
- [22] FELDMAN M P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: a review of empirical studies[J]. Economics of innovation and new technology,1999(8):525.
- [23] TOBLER W R. A Computer movie simulating urban growth in the detroit region [J]. Economic geography,1970,46(sup1):234-240.
- [24] LESAGE J, PACE R K. Introduction to spatial econometrics[M]. New York:Chapman and Hall/CRC,2009.
- [25] ROMER P M. Endogenous technological change[J]. Journal of political economy,1990,98(5):74-102.
- [26] 朱平芳,徐伟民. 政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响:上海市的实证研究[J]. 经济研究,2003(6):45-53,94.
- [27] DENNIS A, KNOX L C A, PETER S. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of econometrics,1977,6(1):24-37.
- [28] 盛彦文,骆华松,宋金平,等. 中国东部沿海五大城市群创新效率、影响因素及空间溢出效应[J]. 地理研究,2020,39(2):257-271.
- [29] 张建平,姜妍,葛扬. 要素市场扭曲对区域创新效率的影响研究[J]. 江西财经大学学报,2019(4):10-23.
- [30] 邱均平,温芳芳. 我国高等教育资源区域分布问题研究:基于2010年中国大学及学科专业评价结果的实证分析[J]. 中国高教研究,2010(7):17-21.
- [31] 赵志强,蔡文伯. 高等教育集聚对经济高质量增长的空间溢出效应[J]. 统计与决策,2022,38(19):54-56.
- [32] 张虎,韩爱华. 制造业与生产性服务业耦合能否促进空间协调:基于285个城市数据的检验[J]. 统计研究,2019,36(1):39-50.
- [33] GLAESER E L, KALLAL H D, SCHEINKMAN J A, et al. Growth in cities[J]. Journal of political economy,1992,100(6):1126-1152.
- [34] ZHAN C, BEN D, LIANG D, et al. 'Buzz-and-pipeline' dynamics in Chinese science: the impact of interurban collaboration linkages on cities' innovation capacity[J]. Regional studies,2022,56(2):290-306.
- [35] 周光礼,赵之灿,耿孟茹. 高等教育资源空间布局及其对区域科技创新能力的影响:基于中国五大城市群的实证研究[J]. 现代大学教育,2023,39(1):66-75,112.
- [36] 侯鹏,刘思明. 内生创新努力、知识溢出与区域创新能力:中国省级面板数据的实证分析[J]. 当代经济科学,2013,35(6):14-24,122.
- [37] 朱芮瑶. 高等教育集聚对区域创新能力影响研究[D]. 大连:东北财经大学,2016:46.
- [38] 李硕豪,王婉玥. 我国中西部高等教育结构性差距指数分析[J]. 高等教育研究,2020,41(8):42-51.
- [39] 熊璞,李超民. 中国区域创新能力空间差异的新解释:基于高等教育集聚的视角[J]. 管理现代化,2021,41(6):42-48.
- [40] 吴卫红,杨婷,张爱美. 高校创新要素集聚对区域创新效率的溢出效应[J]. 科技进步与对策,2018,35(11):46-51.
- [41] 吴菊珍,谌艳芳. 高等教育资源配置对区域创新能力影响的实证研究[J]. 江西师范大学学报(自然科学版),2018,42(3):283-290.
- [42] 陈雨欣,苗成林. 城市群集聚效应对高质量发展的影响:以山东半岛城市群为例[J]. 重庆文理学院学报(社会科学版),2024,43(1):38-48.

Research on the Spillover Effect of Higher Education Agglomeration on the Regional Innovation Efficiency

SHI Manli

(School of Education, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Innovation is the primary driving force behind a nation's development. The high-quality human capital nurtured through higher education serves as the crucial vehicle for realizing advancements in the country's innovative technologies. The clustering of higher education not only empowers human capital with knowledge but also significantly contributes to enhancing the vibrancy of regional innovation through advanced technologies. Based on the theoretical exploration of the efficiency of regional innovation driven by the clustering of higher education and the panel data from 31 provinces in China from 2003 to 2020, the spatial spillover effects and decay boundaries of higher education clustering on regional innovation efficiency were examined empirically by using dynamic spatial Durbin Model. The research results indicate that firstly there is a significant spatial correlation between higher education agglomeration and regional innovation efficiency in various provinces, showing high-high and low-low agglomeration spatial distribution; secondly, higher education agglomeration not only promotes regional innovation efficiency in the local, but also has a significant spillover effect on regional innovation efficiency in neighboring provinces; specifically, higher education agglomeration promotes innovation efficiency in the region, as well as in neighboring regions, through knowledge spillover effects, human capital effects, and social network effects; in addition, innovation efficiency improvement in the province facilitates innovation efficiency in neighboring provinces, and the stronger the innovation efficiency is in the current period, the more likely it will improve in the next period; thirdly, the spillover effect of higher education agglomeration has a spatial attenuation; specifically, there is a positive spillover effect within 700 km, a negative spatial inhibition effect from 700 to 1,400 km, and no spatial spillover after 1,400 km; additionally, such spillover effect has spatial heterogeneity; fourthly, among the control variables, economic development, industrial structure upgrading, and government interventions all have significant promoting effects on regional innovation efficiency, while the scale of external openness has a negative inhibiting effect. Therefore, it is necessary to focus on gathering high-level institutions, fully leverage the spillover effects generated by the aggregation of higher education, and strive to overcome the geographical distance limitations of higher education aggregation through the external advantages of social networks, thereby achieving coordinated innovation and development within the province.

Key words: higher education agglomeration; regional innovation efficiency; spillover effect; dynamic spatial Durbin Model; geographic attenuation boundaries