

创新主体研发投入对区域创新产出的影响研究

——基于空间面板模型的实证检验

范晓莉 李秋芳¹

(天津城建大学 经济与管理学院, 天津 300384)

【摘要】: 基于 2008—2018 年的面板数据, 分析区域创新产出的动态演进及空间特征, 并进一步运用空间计量模型验证创新主体研发投入对区域创新产出的影响。研究表明: 我国创新主体研发投入不断提升, 区域创新产出呈现多极化不协调发展特征并具有空间相关性; 高校对创新产出的贡献大于企业和科研机构, 企业研发经费投入对创新产出作用更加显著, 科研机构研发人员投入更有助于促进创新产出。

【关键词】: 创新主体研发投入 区域创新产出 空间面板模型

0 引言

党的十九大报告明确提出创新是引领发展的第一动力, 十九届四中全会进一步强调要充分发挥科技创新引领作用。2019 年, 我国 R&D 基础研究经费达到 22143.6 亿元, 占全社会 R&D 经费支出的 2.23%, 但与创新型国家相比仍有差距。现阶段我国区域间科技发展不平衡问题较为突出, 创新能力区域分异特征明显, 部分地区创新水平滞后, 阻碍了我国整体创新发展的步伐, 同时也制约着我国区域经济协调发展。因此, 统筹科技创新资源分布, 营造有利于多主体创新发展的环境, 加快提升落后地区创新发展水平, 为实现经济提质增效提供持续动力是发展的关键。通过发挥创新主体作用提升自主创新能力, 打造创新驱动区域经济增长的新引擎, 是我国当前经济高质量发展的必然选择。那么, 如何发挥创新主体的作用来提升区域创新能力? 如何以创新主体为平台, 优化不同地区的创新要素结构? 这些问题是实现我国经济高质量发展不容回避的重要问题。

近年来, 随着建设创新型国家与创新驱动发展战略的稳步推进, 学者从不同角度对区域创新问题进行了大量研究。一是开展区域创新空间异质性特征及影响因素研究。李星从城市群角度研究发现我国区域创新能力呈现上升趋势, 且区域之间创新能力的总体差距呈减弱趋势, 但区域创新能力不平衡现象仍然存在^[1]。柳卸林和田凌飞通过构建知识产出函数验证了受区域异质性的影响, 不同地区的产业结构、空间格局和区域规模对区域创新绩效的作用存在差异性^[2]。徐斌等认为科技人才集聚、产业集聚对区域创新的影响, 主要通过知识溢出、技术溢出和规模经济效应促进区域创新^[3]; 二是分析创新主体对区域创新产出的影响。部分学者认为创新主体活动对区域创新起到了正向促进作用。Fritsch 等提出大学、企业和研发机构作为创新主体, 是开展创新活动和知识溢出的来源, 对本地和邻近地区创新产出均有显著影响^[4]。Buesa 等证实了创新公司、大学和公共行政机构开展的研发活动也有助于提高创新产出^[5]。Cowan 和 Zinovyeva 则发现新设立的高校数量增加会推动地区创新活动的开展, 进而带来高质量的科学研究促进创新产出^[6]。高月姣等构建面板模型实证表明主体之间的有效互动能够显著推动区域创新^[7]。王春杨等研究证

¹作者简介: 范晓莉, 经济学博士, 天津城建大学经济与管理学院副教授、硕士生导师, 研究方向: 城市与区域经济、城市问题与产业经济;

李秋芳, 天津城建大学经济与管理学院硕士研究生, 研究方向: 产业经济学。

基金项目: 天津市科技发展战略研究计划项目——“天津市科技创新生态系统演化路径与发展建设研究”(项目编号: 18ZLZXZF00280; 项目负责人: 范晓莉) 成果之一; 天津城镇化与新农村建设研究中心开放基金项目——“新时代天津市创新环境与产业结构优化升级耦合研究”(项目编号: KFJJ18-03; 项目负责人: 范晓莉) 成果之一

实研发经费、研发人员投入的增加能够有效促进科研机构和高校对创新产出的贡献^[8]。肖兴志和徐信龙认为创新能力实质上就是创新主体不断创造新知识新技术的能力，是多种创新主体创新能力的整合^[9]。也有学者认为创新主体受某些因素影响不利于开展创新活动。任志成等认为企业规模扩张超过一定临界点后，劳动力成本上升会阻碍企业创新发展^[10]。徐彦坤等发现当企业面临外部环境规制冲击时，出现的创新资源要素转移会对技术创新产生不利影响^[11]。

学者从多个角度深入剖析了区域创新，但关于创新主体活动对区域创新产出不同阶段的影响研究还存在不足：现有研究大多选择单一指标验证创新主体研发投入对创新产出的影响，关于差异性创新主体和多阶段创新产出的研究还不够充分。不同创新主体依据各自功能开展创新活动，在创新产出不同阶段的表现存在差异。因此，本文基于 2008—2018 年省际面板数据，在分析区域创新产出动态分布及空间特征的基础上，探究创新主体研发投入对初始阶段和最终阶段区域创新产出的影响，为我国各地区合理分配创新资源，提升区域创新水平，推动区域协调发展提供参考。

1 研究设计和数据来源

1.1 核密度估计法

这里假设 P 维随机向量 x 的密度函数为 $f(x)=f(x_1, \dots, x_n)$, 核密度估计公式：

$$f(x) = \frac{1}{nh^p} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (1)$$

其中， $K(\cdot)$ 为核函数， $x_1, \dots, x_n$ 为服从独立同分布的样本，这里的样本为区域创新产出数据， n 为样本数量， h 为带宽，以均方误差最小为原则并运用 Epanechnikov 核函数进行估计。

1.2 莫兰指数

通过 Moran' I 指数的大小来反映各地区创新产出在空间上的空间关联特征。

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

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

其中， X_{ij} 为地区 i 的创新产出， n 为地区数量， W_{ij} 表示空间权重矩阵，当地区 i 和 j 相邻时 $W_{ij}=1$, 当地区 i 和 j 不相邻时 $W_{ij}=0$ 。莫兰指数 I 经方差归一化后，取值范围在 -1 到 1 之间， I 值越趋近于 1, 说明地区 i 与邻近地区间的空间正相关性越大， I 值越趋近于 0, 说明地区 i 与邻近地区间的空间正相关性越小。

1.3 空间计量模型

本文构建了考虑空间效应的空间计量模型。

空间误差模型 (SEM) :

$$inv_{it} = C + \beta_1 rde_{it} + \beta_2 rdp_{it} + \varphi X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

空间杜宾模型 (SDM) :

$$inv_{it} = C + \beta_1 red_{it} + \beta_2 rdp_{it} + \rho_1 W rde_{it} + \rho_2 W rdp_{it} + \varphi X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式中, i 代表地区, j 代表创新主体, inv 表示创新产出, rde 表示创新主体研发经费投入, rdp 表示创新主体研发人员投入, X 表示控制变量集。 W 代表邻接空间权重矩阵, 其中 $W_{inv_{it}}$ 、 $W_{rde_{it}}$ 、 $W_{rdp_{it}}$ 分别表示创新产出加权后的空间滞后变量、创新主体研发投入和研发人员投入加权后的空间滞后变量, μ 、 v 分别表示地区个体效应和时间效应, ε_{it} 为随机扰动项。

1.4 变量选取与数据说明

被解释变量。已有研究对创新产出的选取指标有所不同, 通常有专利申请量、专利授权量、新产品销售收入等。本文考虑到创新产出表现的两个阶段, 选取专利授权量 (pat) 反映创新初始产出, 主要代表新知识的产出; 选取新产品销售收入 (rnp) 反映创新最终产出, 主要衡量新知识的市场输出。

核心解释变量。本文核心解释变量包括创新主体的研发经费投入和研发人员投入。其中, 研发经费投入 (rde) 用 R&D 经费内部支出来衡量, 研发人员投入 (rdp) 用 R&D 人员折合全时当量来反映。

控制变量。为保证计量结果的准确性, 避免遗漏变量导致的内生性问题, 本文选取外商直接投资、信息化程度、市场化水平作为控制变量。其中, 外商直接投资 (fdi) 用实际利用外商直接投资额表示, 信息化程度 (xx) 用互联网普及率来衡量, 市场化水平 (mar) 用技术市场成交额占 GDP 的比重来反映。

文中数据来源于 2009—2019 年《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》以及各省区市的统计年鉴等, 并以 2008 年为基期进行消除通货膨胀处理, 所有变量均取自然对数, 用以消除异方差的影响。

2 创新产出的动态演进特征及空间关联性分析

2.1 区域创新产出的动态演进特征

运用核密度估计法来研究 2008—2018 年我国各地区专利授权量和新产品销售收入峰值及偏斜变化, 反映我国区域创新产出的动态演进特征, 由于篇幅有限, 本文只显示专利授权量核密度分布图 (见图 1)。研究发现: 从曲线位置平移来看, 研究期内两条核密度分布曲线均呈现显著向右平移的趋势, 说明 2008—2018 年我国各地区的创新产出均呈现不断上升趋势。从主峰来看, 专利授权量和新产品销售收入的核密度函数中心分别由 2008 年的 37 百件和 780 亿元增至 2018 年的 312 百件和 2554 亿元, 进一步验证了区域创新产出的变化情况; 从波峰来看, 两条核密度分布曲线的主峰高度均呈现显著下降的趋势, 而小峰高度则未出现明显变化, 说明 2008—2018 年我国区域创新产出能力低的省份差距逐步缩小, 而区域创新产出能力高的省份差距则未发生明显变化。整体来看, 我国区域创新产出核密度分布均呈现“分散式单峰”特征, 分布形状未发生明显变化, 说明区域创新发

展的不协调特征仍较为显著；研究期内我国区域创新产出分布呈现多极分化态势，并表现出一定的固化状态；从小峰平移来看，2008—2018 年专利授权量和新产品销售收入核密度函数中心分别由 531 百件和 7057 亿元增至 4783 百件和 43832 亿元，说明创新要素高度集聚地区存在循环累积因果效应，因此这一类型地区的创新产出水平提高更明显，但不同省份的创新分散化特征仍较为显著，这也制约了我国区域创新产出水平的提升。

2.2 区域创新产出的空间关联性分析

如表 1 所示，2008—2018 年的专利授权量、新产品销售收入 Moran’ I 均在 5%显著性水平下呈现正向空间自相关，说明我国创新产出存在明显的空间依赖性，地区内部显示出较强的空间集聚特征。Moran’ I 增大进一步表明，近年来我国各地区创新活动的空间相关性呈现不断增强态势。

表 1 区域创新产出莫兰指数

	专利授权量 pat		新产品销售收入 rnp	
	Moran’ I	P 值	Moran’ I	P 值
2008 年	0.161	0.054	0.285	0.005
2009 年	0.223	0.018	0.192	0.032
2010 年	0.222	0.018	0.276	0.005
2011 年	0.261	0.008	0.301	0.002
2012 年	0.258	0.008	0.351	0.001
2013 年	0.237	0.013	0.261	0.007
2014 年	0.261	0.007	0.300	0.002
2015 年	0.259	0.008	0.316	0.002
2016 年	0.259	0.008	0.369	0.000
2017 年	0.242	0.012	0.361	0.001
2018 年	0.270	0.006	0.369	0.000

3 实证结果分析

创新产出不同阶段的计量结果见表 2。

3.1 创新产出初始阶段结果分析

从 SEM 模型结果来看，高校研发经费投入和研发人员投入对创新产出均表现显著正效应，说明创新初始阶段高校作为知识创新主体更具有优势；企业研发经费投入的提高更有助于促进创新产出，而研发人员投入则不具有显著性，说明企业研发经费

投入对区域创新产出的作用更强；科研机构中研发人员投入对创新产出表现出较强的正向促进效应，但研发经费投入尚未表现出显著相关关系，说明创新初始阶段科研机构中研发人员投入对促进创新产出更易发挥作用。

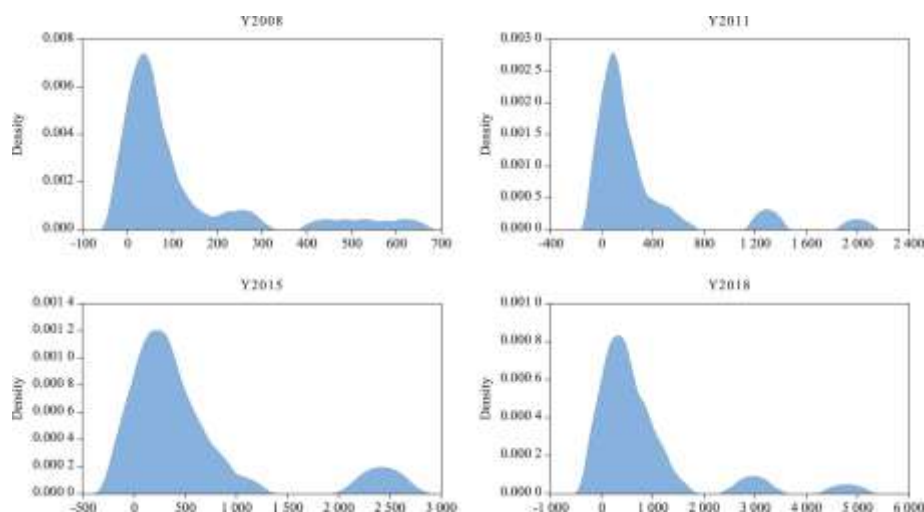


图 1 2008—2018 年我国各地区专利授权量的核密度分布图(单位：百件)

从 SDM 模型结果来看，创新主体研发投入呈现出一定的空间溢出效应。其中，企业和科研机构的研发经费投入对邻近地区溢出效应表现显著的正效应，而企业的研发人员投入则对邻近地区的创新产出溢出效应表现显著的负效应，说明加大研发经费投入更有利于推动区域创新产出且贡献较大。与之不同，高校尚未表现出显著的溢出效应，这可能是由于高校知识型创新主体的特殊性，与外部信息交流较少，且在不同地区的分布差异较大，导致这一效应并不明显。

3.2 创新最终产出阶段结果分析

从 SEM 模型结果来看，高校的研发经费投入和研发人员投入均表现出显著正效应，再次证明了高校在区域创新中的重要地位；企业的研发人员投入和研发经费投入均呈现微弱显著性；与之不同，科研机构的研发人员投入表现出显著正效应，而研发经费投入则不具有显著性且回归系数符号为负，说明科研机构在创新最终产出阶段较为依赖研发人员的投入，研发经费作用较弱甚至为负。

从 SDM 模型结果来看，高校研发投入表现出显著的溢出效应。其中，研发人员投入对邻近地区创新产出的影响呈现显著的正效应，而研发人员投入对邻近地区创新产出则表现出明显的负向效应。相比之下，科研机构和企业对邻近地区均未表现出显著溢出效应，这可能是由于不同省域间差异较大，不同区域产生的影响不同，由此这一效应尚未显现出来。因此，在创新产出最终阶段，高校和科研机构的研发人员投入对创新产出作用更为显著，企业由于外部因素未能有效发挥促进区域创新的作用，此外，高校的空间溢出范围更大，且研发人员作用更显著。

4 结论与建议

4.1 研究结论

在探究我国创新产出不同阶段空间演化特征的基础上，运用空间面板模型分析创新主体研发投入对区域创新产出不同阶段的影响。结论如下：

从创新产出空间演进特征分析来看,创新产出呈现显著上升趋势,但区域创新呈现多极分化态势且不协调特征仍较为显著,呈现一定的固化状态;我国区域创新存在显著的空间分化特征,地区之间具有较强的空间依赖性,高-高集聚主要分布在京津冀、长三角地区以及安徽、河南、湖南和湖北等中部地区,低-低集聚仍集中于新疆、甘肃、青海等西部欠发达地区;从空间计量结果来看,创新主体对不同阶段创新产出的影响及溢出效应存在明显差异。其中,高校研发人员和经费投入均有利于促进创新产出且作用较强,科研机构更加依赖于研发人员投入促进创新产出,企业则主要通过增加研发经费投入来加快科技创新。高校研发投入的溢出效应表现在创新最终产出阶段,与之不同,企业和科研机构的这一溢出效应则表现在创新初始阶段。

表 2 创新产出不同阶段计量结果(2008—2018 年)

解释变量	专利授权量(pat)						新产品销售收入(rnp)					
	高校		企业		科研机构		高校		企业		科研机构	
	SEM	SDM	SEM	SDM	SEM	SDM	SEM	SDM	SEM	SDM	SEM	SDM
rdp	0.354***	0.214**	-0.068	0.063	0.255**	0.157	0.574***	0.673***	0.181	0.354**	0.640***	0.592***
	(3.58)	(2.03)	(-0.39)	(0.65)	(2.23)	(1.45)	(3.28)	(3.64)	(1.16)	(2.03)	(3.42)	(3.03)
rde	0.151***	0.089	0.439***	0.234**	0.033	-0.087	0.264**	0.204*	0.304*	0.031	-0.033	-0.087
	(2.49)	(1.38)	(4.58)	(2.22)	(0.42)	(-1.13)	(2.46)	(1.81)	(1.91)	(0.16)	(-0.26)	(-0.62)
mar	0.013	-0.003	0.022	0.001	-0.003	-0.011	0.091**	0.091**	0.101**	0.086*	0.062	0.060
	(0.51)	(-0.10)	(0.87)	(0.05)	(-0.13)	(-0.43)	(2.02)	(1.99)	(2.19)	(1.85)	(1.30)	(1.26)
xx	0.041***	0.032***	0.031***	0.025***	0.046***	0.032***	0.018***	0.010	0.012**	0.003	0.025***	0.012
	(15.12)	(5.72)	(8.42)	(4.39)	(15.85)	(5.62)	(4.71)	(0.99)	(2.12)	(0.27)	(6.22)	(1.22)
fdi	0.200***	0.122**	0.265***	0.158***	0.244***	0.171***	-0.077	-0.110	0.093	-0.035	0.039	-0.033
	(4.30)	(2.50)	(6.01)	(3.29)	(4.94)	(3.41)	(-1.03)	(-1.29)	(1.34)	(-0.40)	(0.50)	(-0.36)
W.rdp		0.142		-0.272*		0.198		0.788**		-0.219		-0.048
		(0.62)		(-1.86)		(1.07)		(1.92)		(-0.82)		(-0.14)
W.rde		0.122		0.328*		0.281**		-0.535***		0.390		0.123
		(1.05)		(1.83)		(2.10)		(-2.62)		(1.21)		(0.51)
R ²	0.757	0.680	0.817	0.748	0.660	0.543	0.661	0.660	0.824	0.754	0.506	0.425
N	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330

4.2 对策建议

优化创新资源配置,提高创新主体产出贡献。依据创新产出不同阶段的资源需求对创新产出的影响程度合理分配资源,以避免出现资源错配现象。推进高校和科研机构人才机制建设,形成与人才结构相适应的人才储备体系,强化企业创新人才队伍建设,鼓励企业与高校联合培养创新型人才,解决企业人才短缺问题。构建以企业为主体、以市场为导向的科技成果转化机制,提升专利转移和技术成果转化能力。

强化顶层设计,加快构建差异化的区域创新体系。各地区依托要素禀赋选择适宜本地区发展的创新模式。充分发挥各创新区域的空间关联特性,实现区域之间的良性竞争与合作。加快推进一对一精准帮扶,中西部地区应充分发挥资源禀赋优势,与东部地区开展合作,助推西部欠发达地区尽快融入区域创新网络。

积极打造协同创新平台,推进协同创新纵深发展。加快构建协同创新平台,促进企业、高校、科研机构等创新主体开展产学研协同合作,积极打造创新集聚中心。推进创新驱动发展战略,鼓励优质创新主体开展前瞻性及关键技术研发工作,支持劣势创新主体开展基础研究。实施专项科研战略,关注因经济效益偏低而缺乏研发动力的企业,引入社会资本和金融投资为企业研发项目提供支持和保障。

参考文献:

- [1]李星.城市群创新能力的空间差异研究[J].经济体制改革,2020(1):66-72.
- [2]柳卸林,田凌飞.不同产业研发投入对区域创新产出的影响[J].科技进步与对策,2019,36(4):33-39.
- [3]徐斌,罗文.价值链视角下科技人才分布对区域创新系统效率的影响[J].科技进步与对策,2020,37(7):52-61.
- [4]FRITSCH M,SLAVTCHEV V.Determinants of the efficiency of regional innovation systems[J].Regional Studies,2011,45(7):905-918.
- [5]BUESA M,HEIJES J,BAUMERT T.The determinants of regional innovation in Europe:A combined factorial and regression knowledge production function approach[J].Research Policy,2010,39(6):722-735.
- [6]COWAN R,ZINOVYEVA N.University effects on regional innovation[J].Research Policy,2013,42(3):788-800.
- [7]高月姣,吴和成.创新主体及其交互作用对区域创新能力的影响研究[J].科研管理,2015,36(10):51-57.
- [8]王春杨,孟卫东.基础研究投入与区域创新空间演进——基于集聚结构与知识溢出视角[J].经济经纬,2019,36(2):1-8.
- [9]肖兴志,徐信龙.区域创新要素的配置和结构失衡:研究进展、分析框架与优化策略[J].科研管理,2019,40(10):1-13.
- [10]任志成,戴翔.劳动力成本上升对出口企业转型升级的倒逼作用——基于中国工业企业数据的实证研究[J].中国人口科学,2015(1):48-58.
- [11]徐彦坤,祁毓.环境规制对企业生产率影响再评估及机制检验[J].财贸经济,2017,38(6):147-161.