

区域创新产出的空间特征及其影响因素

陈 强, 王丹丹

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 利用 Moran's I 指数对 30 个省、直辖市、自治区进行创新产出的空间自相关分析, 并采用地理加权回归(GWR)模型探索不同因素对区域创新产出的影响。结果表明: 区域创新产出具有明显的空间正相关特征, 江苏、浙江、上海 3 个省级行政区已成为典型的区域创新“热点”, 并对周边区域形成辐射效应; R&D 人员全时当量、R&D 投入强度、每十万人中高校在校人数以及移动互联网用户数在不同区域对创新产出的影响程度存在显著差异。

关键词: 区域创新; 创新产出; 空间特征; 影响因素

中图分类号: F124.3

文献标志码: A

Spatial Characteristics of Regional Innovation Output and Its Influencing Factors

CHEN Qiang, WANG Dandan

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The Moran's I index was used to conduct the spatial autocorrelation analysis of innovation output in 30 provincial administrative region. Then, the impact of different factors on regional innovation output was explored using the geographically weight regression (GWR) model. It is shown that regional innovation output has the characteristics of positive correlation. Jiangsu, Zhejiang, and Shanghai have become the typical “hot spots” of regional innovation, and promote the development of surrounding areas; the effect of the factors, i. e., R&D full-time equivalent, R&D input intensity, the number of college students per 100 000 persons and the number of mobile Internet users, on innovation output is significantly different in different areas.

Key words: regional innovation; innovation output;

spatial characteristics; influencing factors

波特提出了“国家竞争优势四因素论”, 认为国家经济发展经历生产要素驱动、投资驱动、创新驱动及财富驱动 4 个阶段^[1]。在当前发展背景下, 依赖于生产要素驱动和投资驱动的发展模式已经不再是主流。各国为推动自身经济社会发展、争取新时代竞争的制高点, 已然开始了以“创新”为主要支撑点的竞争。

熊彼特于 1912 年在其著作《经济发展理论》中首次提出创新理论^[2], 正是由于创新被不断引入经济体系, 经济才得以持续发展, 否则经济体系就是静态的, 缺乏持续发展动力。区域创新系统概念正式出现于 20 世纪 90 年代, 但目前关于区域创新系统尚未形成较为一致的定义。Cook 是区域创新系统概念最早的提出者, 认为区域创新系统是在一定地理空间内, 由企业、高校、研发机构等组织构成的组织体系^[3]。Erkko^[4]从系统角度解读, 认为“知识应用和利用子系统”与“知识产生和扩散子系统”作为 2 个子系统构成了区域创新系统。

区域创新产出是区域创新系统的最终结果, 是区域创新能力的直接体现。在对区域创新产出进行研究时, 大多数学者采用专利数进行量化。柳卸林等^[5]在研究研发投入对创新产出的影响时采用企业专利申请数衡量区域创新产出。吴玉鸣^[6]在研究北京区域创新影响因素时采用各省专利授权数反映各地的创新产出。还有诸多学者也采取专利相关的数据衡量区域创新产出^[7-8]。在实证分析中, 基于数据要求, 专利数是被最为广泛采用的指标。然而, 鉴于创新活动主体的多样性, 构建量化指标体系能够更好地解释区域创新产出。

收稿日期: 2021-01-20

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(21ZDA018)

第一作者: 陈 强(1969—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为科技创新治理。

E-mail: chenqiang@tongji.edu.cn

通信作者: 王丹丹(1995—), 女, 硕士生, 主要研究方向为技术与创新管理。E-mail: w_dd2022@163.com



论文
拓展
介绍

创新产出相关的实证研究早期多集中于时间序列数据上,空间位置差异性并没有被关注。随着空间经济学在一些领域的发展以及空间计量方法的成熟,创新产出在空间方面的研究也逐步发展起来。焦敬娟等^[9]对我国各省级行政区创新产出的空间演化特征进行探讨,发现我国的创新能力确有提升,但区域间存在差距。蒋天颖等^[10]以浙江省为例,利用引力模型研究创新产出的空间联系。关于区域创新产出的影响因素,国内外学者也进行了相关研究,包括研发投入、区域环境等^[11-12]。还有学者从知识流动的角度研究知识资本对于区域创新的影响^[13-15]。葛雅青^[8]基于空间视角对中国人才的聚集以及人才对区域创新的影响进行了研究。秦放鸣等^[16]则采用空间计量的方式研究金融聚集对区域创新的影响。熊雯婕等^[17]和周经等^[18]从空间角度分析企业创新的影响因素、创新环境对区域创新的影响等。

关于创新产出的影响因素,多在时间序列上进行了实证研究,在空间上的实证研究多集中于单一因素。基于区域创新产出的空间特征进行影响因素研究能够更加直观地看到区域对因素的敏感度,更有利于各区域采取对自身更有价值的措施。

我国整体创新能力近年来有了大幅提升,但各省级行政区的创新发展处于不平衡状态。总体上,区域间的发展协调性有待提升。通过构建区域创新产出量化体系,评估各省级行政区的创新产出能力,并进一步分析创新产出的空间特征,探索各省级行政区创新产出的影响因素。

1 区域创新产出的空间异质性评价

1.1 数据来源

以我国大陆地区30个省级行政区(西藏自治区数据缺失较多,故不纳入研究范围;下文中的我国指我国大陆地区)为研究对象,对2014年—2019年的数据进行分析。所有数据均来源于《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、国家统计局以及各省级行政区的统计厅。在构建区域创新产出量化指标体系的基础上,利用主成分分析法对各省级行政区的创新产出打分,然后进行实证分析。

1.2 指标选取

在创新产出的相关研究中,发明专利数是最为广泛采用的指标,然而单一指标难以全面量化创新产出。为弥补单一指标的缺陷,从创新主体的角度补充相关指标。创新主体主要分为高等院校、研究机构和企业三大类。高等院校和研发机构的创新产出有很大一部分是知识产出,偏向于基础研究成果,更多以论文、报告等形式展现,仅仅依赖于专利类指标无法完整体现这类主体的创新产出,因此增加论文相关指标。企业是商业主体,拥有更多的商业敏感度,其创新活动以消费者为中心,最终结果是向市场推出新产品,因而增加新产品数量和销售额指标,以更加全面地体现企业创新产出成果。从论文、专利、新产品3个层面构建了区域创新产出量化指标体系,指标选取遵循科学性、可操作性与导向性原则。具体指标如表1所示。

表1 区域创新产出量化指标

Tab.1 Quantitative indicators of regional innovation output

指标符号	指标名称	单位	指标意义
x_1	发明专利申请数	项	专利是广为采取的创新产出量化指标,数据稳定、可持续
x_2	发明专利授权数	项	
x_3	研发机构发表科技论文数	篇	从论文角度量化创新产出,能够代表高校、研发机构的知识产出结果
x_4	高校发表科技论文数	篇	
x_5	新产品开发数	个	新产品是企业商业化产出的量化指标
x_6	新产品销售收入	元	

1.3 主成分分析

利用 SPSS (statistical product and service solution) 软件进行数据分析时,软件会默认对数据进行标准化处理以消除数据量纲的影响。进行主成分分析时,首先要进行 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 和 Bartlett 检验以确定样本数据是否适合该方法。一般而言,KMO 检验值越接近1,说明样本数据越适合进行主成分分析,Bartlett 检验的显著性小于0.05就认为数据可以进行主成分分析。主成分分析结果

显示,KMO 检验值为0.71,Bartlett 检验的显著性为0,因此样本数据适合进行主成分分析。如表2所示,经过数据处理,最终提取的2个主成分方差解释度达到了86.634%,整体解释效果良好。

基于以上结果,得到2个主成分 F_1 和 F_2 的表达式,如下所示:

$$F_1 = 0.349x_1 + 0.478x_2 + 0.194x_3 + 0.417x_4 + 0.462x_5 + 0.475x_6$$

$$F_2 = 0.126x_1 - 0.188x_2 + 0.785x_3 + 0.401x_4 -$$

表 2 2019 年区域创新产出主成分分析的解释的总方差

Tab.2 Total variance explained by principal component analysis of regional innovation output in 2019

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差百分比	累积/%	合计	方差百分比	累积%
1	3.974	66.233	66.233	3.974	66.233	66.233
2	1.224	20.401	86.634	1.224	20.401	86.634
3	0.606	10.097	96.730			
4	0.174	2.901	99.632			
5	0.016	0.259	99.890			
6	0.007	0.110	100.000			

$0.312x_5 + 0.272x_6$ 94.600%、94.500%、94.300%，整体解释效果良好。

对 2014 年—2018 年的数据同样进行 KMO 和 Bartlett 检验,结果均显示数据适合主成分分析,方差解释度分别达到了 86.600%、95.100%、根据分析结果,计算 2014 年—2019 年 30 个省级行政区的创新产出得分,如表 3 所示。从表 3 可以看出,我国 30 个省级行政区的创新产出得分差距明显。

表 3 2014 年—2019 年 30 个省级行政区创新产出得分

Tab.3 Innovation output scores of 30 provincial administrative region from 2014 to 2019

省级行政区	各年度创新产出得分					
	2019 年	2018 年	2017 年	2016 年	2015 年	2014 年
北京	2.468 4	3.931	3.977	4.101	4.262	4.294
天津	-0.478 2	3.115	-0.442	-0.357	-0.326	-0.267
河北	-0.490 6	2.469	-0.652	-0.690	-0.706	-0.604
山西	-0.890 0	1.902	-1.138	-1.147	-1.130	-1.040
内蒙古	-1.085 4	1.512	-1.298	-1.313	-1.321	-1.232
辽宁	-0.297 3	0.909	-0.203	-0.208	-0.098	0.100
吉林	-0.751 6	0.697	-0.789	-0.833	-0.865	-0.775
黑龙江	-0.726 6	0.227	-0.820	-0.714	-0.655	-0.662
上海	0.696 6	0.103	1.125	1.209	1.279	1.353
江苏	3.115 1	-0.042	4.343	4.487	4.493	4.438
浙江	1.902 0	-0.101	2.077	1.988	1.732	1.706
安徽	0.103 0	-0.141	0.554	0.432	0.266	0.138
福建	-0.292 5	-0.293	-0.526	-0.564	-0.655	-0.611
江西	-0.593 7	-0.297	-0.962	-1.049	-0.982	-0.935
山东	0.908 8	-0.478	1.388	1.645	1.720	1.693
河南	-0.041 9	-0.491	-0.194	-0.138	-0.125	-0.106
湖北	1.512 1	-0.510	0.408	0.386	0.412	0.356
湖南	-0.101 3	-0.594	-0.213	-0.173	-0.170	-0.136
广东	3.931 1	-0.727	3.722	3.063	2.934	3.027
广西	-0.815 3	-0.752	-0.683	-0.677	-0.736	-0.788
海南	-1.227 1	-0.815	-1.497	-1.457	-1.447	-1.390
重庆	-0.510 4	-0.858	-0.589	-0.462	-0.542	-0.597
四川	0.226 6	-0.890	0.338	0.324	0.309	0.209
贵州	-0.978 9	-0.979	-1.178	-1.188	-1.167	-1.167
云南	-0.857 8	-0.993	-1.015	-0.994	-1.003	-1.021
陕西	-0.140 7	-1.079	-0.222	-0.234	-0.095	-0.042
甘肃	-0.993 1	-1.085	-1.177	-1.131	-1.102	-1.087
青海	-1.285 3	-1.227	-1.567	-1.557	-1.558	-1.488
宁夏	-1.227 6	-1.228	-1.497	-1.479	-1.459	-1.397
新疆	-1.078 6	-1.285	-1.270	-1.269	-1.263	-1.214

2 区域创新产出的空间自相关分析

基于 30 个省级行政区的创新产出得分,分析我国创新产出的空间特征。采用全局和局部 Moran's

I 指数对各省级行政区创新产出得分进行分析,探索我国各省级行政区创新产出的空间特征。

首先计算全局 Moran's I 指数,探索各省级行政区的创新产出是否存在空间相关性,并根据结果分

析相关程度。全局 Moran's I 指数的计算式如下所示:

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j \omega_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_i \sum_j \omega_{ij} \sum_i (y_i - \bar{y})^2}$$

式中: n 为研究要素总数; y_i, y_j 为省级行政区*i, j*的创新产出得分; \bar{y} 为创新产出得分均值; ω_{ij} 为省级行政区*i, j*之间的空间权重。空间权重矩阵的构建采用了基于Rook一阶相邻规则的矩阵形式,如下所示:

$$\omega_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{当 } i \text{ 与 } j \text{ 相邻} \\ 0, & \text{当 } i \text{ 与 } j \text{ 不相邻} \end{cases}$$

I 取值为正时,表示属性相似的要素聚集在一起,反之,则是属性不同的要素聚集在一起。

全局 Moran's I 指数能够在整体上确定全国30个省级行政区的创新产出是否存在空间相关性,但无法解释局部具体是如何相关的,而局部 Moran's I 指数能够进一步解释局部是如何聚集的。局部 Moran's I 指数计算式如下所示:

$$I_i = \frac{Z_i}{S_j^2} \sum_i \omega_{ij} Z_j$$

$$Z_i = y_i - \bar{y}_i$$

$$Z_j = y_j - \bar{y}_j$$

$$S_j^2 = \frac{1}{n} (y_j - \bar{y}_j)^2$$

由全局 Moran's I 指数的计算及分析(见表4)可知,2014年—2019年我国30个省级行政区创新产出全局 Moran's I 指数均在0.15~0.20内浮动。Moran's I 结果解释规则表明,我国30个省级行政区

创新产出具有显著空间自相关性,即区域创新产出具有正相关关系,创新产出高的省级行政区相互聚集,创新产出低的省级行政区也相互靠拢。2014年—2019年,全局 Moran's I 指数呈现先增大后减小的趋势,表明我国各省级行政区的创新产出聚集有一个先增加有缓慢下降的过程,虽然存在波动,但是空间正相关的整体特征并没有发生变化。

表4 全局 Moran's I 指数分析结果

Tab.4 Analysis results of global Moran's I index

全局空间自相关分析结果			
年份	I	P	Z
2014	0.179	0.040	2.03
2015	0.190	0.030	2.15
2016	0.200	0.025	2.20
2017	0.211	0.020	2.32
2018	0.178	0.044	2.01
2019	0.159	0.068	1.83

由全局 Moran's I 指数结果证实了我国30个省级行政区的创新产出存在正相关关系,但是对于如何相关、哪些省级行政区相关没有给出解释。因此,需要进一步进行局部 Moran's I 指数检验。

局部 Moran's I 指数分析结果如表5所示。如果处在第一象限,就说明该省级行政区自身的创新产出较高并且处于一个高产出的环境中;如果处在第二象限,就说明该省级行政区自身的创新产出较低,但是身处高产环境;如果处在第三象限,就表明该省级行政区创新产出低并且周围省级行政区创新产出也低;如果处在第四象限,就表明该省级行政区自身的创新产出很高,但是周边省级行政区的创新产出较低。

表5 局部 Moran's I 指数分析结果

Tab.5 Analysis results of partial Moran's I index

年份	第一象限省级行政区	第二象限省级行政区	第三象限省级行政区	第四象限省级行政区
2014	上海、浙江、江苏、山东	天津、福建、江西、湖南、广西、安徽	内蒙古、山西、青海、宁夏、贵州、云南、陕西、辽宁、甘肃、吉林、黑龙江、重庆、河北	北京、广东、四川、湖北
2016	上海、浙江、江苏、山东、安徽	天津、福建、江西、湖南、广西	内蒙古、山西、青海、宁夏、贵州、云南、陕西、辽宁、甘肃、吉林、黑龙江、重庆、河北	北京、广东、四川、湖北
2019	上海、浙江、江苏、山东、安徽	天津、福建、江西、广西、湖南	内蒙古、山西、青海、宁夏、贵州、云南、陕西、辽宁、甘肃、吉林、黑龙江、重庆、河北	北京、广东、四川、湖北

上海、浙江、江苏、山东4个省级行政区一直处于自身高产出且高产出环境的第一象限。上海、浙江、江苏在地理空间上聚集成一个高产出区域,其影响力向周围辐射,有效带动周边创新产出的提升。2014年后,安徽省就在此高产出区域辐射带动下从第二象限跃升至第一象限。安徽省近年来针对区域创新出台了多种政策和举措,为区域创新发展提供

基础与保障。合肥市实施了人才引进措施,从落户、住房、医疗、子女教育多方面保障优秀人才的工作和生活,致力于“引进人才”“留住人才”;积极引进先导性产业,从资金、政策、人才等层面支持企业入驻。安徽省政府注重与江浙沪地区的沟通交流,鼓励与江浙沪相关企业、研发机构的合作,推动双方创新产业链的深度融合。因此,安徽省创新产出的提升是

政策措施、区域治理、周围环境等多因素作用的结果,江苏、浙江、上海和山东这一创新“热点”的辐射作用对安徽的创新产出产生了积极的影响。

北京、广东、湖北3个省级行政区都具有自身创新发展优势。北京聚集大量顶尖高校、企业(中关村),这些资源为其创新发展奠定了良好的基础;作为我国改革开放的先行者,广东吸收了大量的外部资源,这也推动了其自身创新发展;湖北拥有众多高校、研发机构,获得了创新发展的知识优势。因此,这3个省级行政区处于自身的创新产出较高、周边省级行政区的创新产出较低的第四象限。促进这些省级行政区与周边区域的知识、人才、技术交流,发挥其积极的辐射带动作用,能够有力提升周边低产出省级行政区的创新水平,进而推动整个区域创新水平的提升。

天津、福建等省级行政区则是属于身处高产出环境但自身的产出并不高的情况,这一类区域与2014年安徽的处境相似,将来可能受到周边高产出省级行政区的辐射带动作用,从而有效提升自身的创新产出。天津与北京空间距离近,随着京津冀一体化的进一步推进,会有效增加两者之间经济、文化、知识的交流;江西、福建的地理位置与安徽相似,与江浙沪毗邻,能够受到周边环境的积极影响,从而提升自身的创新产出;广西则更可能受广东影响,在现有水平上提升创新产出;湖南与湖北临近,加强两省之间的交流能够有效促进湖南的创新产出。

我国的西北地区和部分中部地区,部分省级行政区自身的创新产出不高,并且周边缺乏高产出省级行政区带动其发展,长期以来创新产出表现不佳。

3 我国区域创新产出的影响因素

传统的最小二乘(OLS)模型关注“整体”“均值”,无法观测因素在单个区域的影响系数。在区域创新产出差异较大并且存在明显空间特征的前提下,采用地理加权回归模型能够更好地研究各因素在不同省级行政区的作用,从而能够有针对性地提供建议。

3.1 变量选取

以第1节中主成分分析得到的各省级行政区创新产出得分为被解释变量。研发投入、创新环境、外部交流3个区域创新产出的影响因素为解释变量。解释变量与被解释变量如表6所示。

表6 解释变量与被解释变量

Tab.6 Explanatory variables and explained variables

变量类型	变量符号	变量含义
被解释变量	y	主成分分析得到的创新产出得分
	X_1	R&D投入强度
	X_2	R&D人员全时当量
解释变量	X_3	每十万人中高校在校人数
	X_4	金融机构贷款余额
	X_5	移动互联网用户数
	X_6	外商直接投资(FDI)
	X_7	技术市场成交额
	X_8	人均产值

(1)研发投入

研发投入主要分为资金投入和人力投入两大部分。通常采用R&D投入强度量化研发资金投入,R&D人员全时当量则是被广泛采用的人力资本投入的量化指标。

(2)创新环境

主要从教育环境、金融环境、通信基础和经济环境4个方面进行研究,分别选取每十万人中高校在校人数、金融机构贷款余额、移动互联网用户数和人均产值4个变量进行量化分析。

(3)外部交流

虽然区域是具有明显边界的,但是并不意味着区域是封闭,良好的外部交流能够有效推动区域创新发展。外商投资是区域与外部交流的重要方式,外商投资的方式也呈现出多样化,既包含资金注入,也包含在某一区域内开办公司等。这些互动交流会带来知识、人才、资金的流动以及新的技术,为区域创新注入新的活力。

3.2 实证研究

采用地理加权回归模型进行实证研究。将空间地理位置嵌入模型,研究不同因素在不同地理位置对创新产出的影响,计算式如下所示:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) X_{ik} + \epsilon_i$$

式中: β_0 为常数项; (u_i, v_i) 为第*i*个省级行政区的坐标; p 为解释变量的个数; $\beta_k(u_i, v_i)$ 为第*i*个省级行政区的第*k*个回归参数,是地理位置的函数; X_{ik} 为第*i*个省级行政区的第*k*个解释变量; ϵ_i 为随机误差。利用Arcgis软件完成我国30个省级行政区创新产出影响因素的地理回归分析,结果如表7所示。

根据我国各省级行政区的地理位置、经济发展等情况,我国省级行政区大致分为东部地区(北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广

表7 30个省级行政区地理加权回归实证结果
 Tab.7 Empirical results of GWR in 30 provincial administrative region

省级行政区	截距	各解释变量影响系数							
		R&D投入强度	R&D人员全时当量	FDI	每十万人中高校在校人数	移动互联网用户数	金融机构贷款余额	技术市场成交额	人均产值
北京	-1.153	1.672	18.52	7.717	-45.81	-0.4759	0.05150	12.92	0.2634
天津	-1.155	1.950	18.39	7.671	-42.03	-0.4727	0.04946	12.89	0.2632
河北	-1.156	1.824	18.44	7.703	-43.64	-0.4606	0.05188	12.92	0.2641
辽宁	-1.139	1.789	18.56	7.632	-38.67	-0.3442	0.06039	13.08	0.2713
上海	-1.177	3.193	17.80	7.466	-64.15	-0.5030	0.06089	13.10	0.2634
江苏	-1.175	3.059	17.86	7.502	-46.32	-0.5526	0.04192	12.79	0.2587
浙江	-1.187	3.482	17.63	7.438	-51.65	-0.6035	0.03804	12.75	0.2564
广东	-1.231	4.703	16.82	7.319	-62.06	-0.6635	0.03606	12.75	0.2544
福建	-1.204	3.950	17.33	7.390	-16.40	-0.3986	0.04375	12.87	0.2651
海南	-1.269	5.434	16.26	7.186	-20.71	-0.3988	0.04570	12.88	0.2656
山东	-1.165	2.564	18.10	7.583	-9.59	-0.3546	0.04510	12.93	0.2676
山西	-1.176	2.218	18.13	7.716	-16.03	-0.3491	0.04845	12.95	0.2688
内蒙古	-1.144	0.280	19.36	7.936	1.82	-0.2818	0.04699	13.04	0.2723
吉林	-1.128	1.577	18.71	7.625	-0.38	-0.2600	0.04954	13.09	0.2745
黑龙江	-1.113	1.031	18.99	7.671	-31.57	-0.4340	0.04768	12.88	0.2645
安徽	-1.185	3.327	17.68	7.490	-22.30	-0.3108	0.05471	13.04	0.2725
江西	-1.206	3.996	17.28	7.409	-9.26	-0.2259	0.05541	13.17	0.2785
河南	-1.188	3.199	17.68	7.560	6.37	-0.1581	0.05398	13.32	0.2839
湖北	-1.205	3.912	17.28	7.476	19.14	-0.1515	0.05039	13.36	0.2834
湖南	-1.223	4.521	16.92	7.383	40.81	-0.0146	0.05141	13.60	0.2985
广西	-1.260	5.357	16.35	7.219	53.63	-0.0089	0.04848	13.87	0.2994
重庆	-1.242	4.831	16.65	7.341	15.50	-0.0398	0.05788	13.44	0.2955
四川	-1.282	5.467	16.31	6.916	55.12	0.1205	0.05318	13.20	0.3078
贵州	-1.266	5.342	16.37	7.167	43.04	0.0227	0.05289	13.48	0.3010
云南	-1.297	6.037	16.03	6.795	76.36	0.1424	0.04733	13.33	0.3128
陕西	-1.203	3.155	17.51	7.658	-28.34	-0.1690	0.06718	13.33	0.2845
甘肃	-1.277	3.981	16.96	6.797	37.39	0.1809	0.06175	13.09	0.3050
青海	-1.298	5.762	16.21	6.363	67.02	0.2544	0.05112	12.91	0.3156
宁夏	-1.229	2.382	17.72	7.577	-14.89	-0.0330	0.07270	13.40	0.2913
新疆	-1.314	6.695	15.90	5.513	83.41	0.3958	0.04385	12.57	0.3211

东、海南)、中部地区(山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、广西)和西部地区(重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆)。从实证结果可知,各因素在30个省级行政区对创新产出的影响既存在相似性又存在差异性。同一区域创新产出的影响存在相似性,不同区域创新产出的影响存在差异性,因此以区域为划分进行分析。实证结果表明,对于R&D投入强度,不同区域的影响系数明显不同,对西部地区的影响更大,影响系数均值为4.850,而东部、中部地区的影响系数仅为2.942、3.056。这意味着在创新产出水平更高、研发投入更大的省级行政区,R&D投入强度在提升创新产出中

发挥的作用已然有限,而在刚开始推动创新活动或者创新产出水平尚不高的区域对创新产出影响更大。然而,R&D人员全时当量的影响系数则呈现出不同的变化规律,在东部、中部地区该因素的影响系数更大,说明对东部、中部地区创新产出的影响更大。因此,在创新产出更高的东部、中部地区,研发人才依旧是影响创新产出的关键因素,采取吸引人才的相关政策能够显著促进创新水平的提升。

对于外商直接投资(FDI),我国大部分省级行政区的影响系数差距不大,基本稳定在7.5左右,新疆、甘肃、青海、云南等西部省级行政区的影响系数偏低。相较于西部省级行政区,东部、中部省级行政

区的创新产出水平更高,经济发展水平更高,基础设施、投资环境等也存在一定的优势,因此能够更大地发挥外资的作用。

每十万人中高校在校人数回归系数则出现了更大的差异,不仅体现在数值的大小上,还体现在对区域创新产出影响的正负关系上。东部地区由于更优的地理位置和经济发展水平,区域内的高校数量更多,因而具备更多高校人才资源。实证研究表明,该因素在东部地区对创新产出不再具有促进作用,反而出现了抑制作用,但是在大多数西部地区,每十万人中高校在校人数依然具有正向的促进作用。移动互联网用户数的影响系数呈现出相似的规律。金融机构贷款余额和技术市场成交额对创新产出有明显的促进作用,但是在区域间的差异不大。

4 结论与建议

(1)加强省级行政区间的沟通交流,发挥创新高产省级行政区的辐射作用。我国各省级行政区总体上呈现出“东高西低”的空间特征。空间特征具体表现为空间正相关,并且在东部沿海地区,尤其是长三角一带形成了明显的高产出聚集。高产出聚集区域对周围省级行政区产生正面辐射作用,带动周边区域创新发展。因此,对于高产出区域,要加强与周边区域的互动交流,通过有效的交流联系带动低产出区域的创新发展。在中部、西部地区,由于存在大量创新产出较低的区域,因此可以从培育某一个或者某一些创新点开始,后续发挥创新点的辐射作用,进而带动周边低产出区域的创新发展。

(2)资源合理配置。对我国30个省级行政区创新产出影响因素的研究表明,R&D投入强度、R&D人员全时当量、每十万人中高校在校人数和移动互联网用户数的影响系数在区域间呈现出一定差异。在东部、中部地区,R&D人员全时当量的影响程度比西部地区的更大,因此东部地区采取行之有效的人才吸引措施对创新产出有显著促进作用的。然而,R&D投入强度这一指标在西部地区的影响更大,加强西部地区的R&D投入强度能够对西部地区的创新产出有较大的提升作用,并且每十万人中高校在校人数和移动互联网用户数在西部地区同样有正向影响,改善西部地区的教育环境可为高等院校吸引更多的学生,完善互联网设施等措施能够有效推动该地区的创新发展。

作者贡献声明:

陈强:提出研究选题与模型,梳理研究思路,指导写作。

王丹丹:模型构建和计算,论文撰写。

参考文献:

- [1] 波特·迈克尔. 国家竞争优势[M].北京:华夏出版社,2002.
PORTER Michael. The competitive advantage of nations [M]. Beijing:Huaxia Publishing House, 2002.
- [2] 熊彼特·约瑟夫. 经济发展理论[M].北京:商务印书馆,1991.
SCHUMPETER Joseph. Theory of economic development [M]. Beijing:The Commercial Press, 1991.
- [3] COOK P. Regional innovation system: competitive regulation in the new Europe[J]. Geoforum, 1992, 23:365.
- [4] ERKKO A. Evaluation of RTD in regional systems of innovation[J]. European Planning Studies, 1998, 6(2):131.
- [5] 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, 36:33.
LIU Xielin, TIAN Lingfei. The impact of R&D investment in different industries on regional innovation output [J]. Science and Technology Progress and Policy, 2019, 36:33.
- [6] 吴玉鸣. 大学、企业研发与首都区域创新的局域空间计量分析[J]. 科学学研究, 2006, 24(3):398.
WU Yuming. A local spatial quantitative analysis of university, enterprise R&D and capital regional innovation [J]. Studies in Science of Science, 2006, 24(3):398.
- [7] 潘雄锋,杨越. 中国区域创新的俱乐部收敛及其影响因素研究[J]. 科学学研究, 2014, 32:314.
PAN Xiong feng, YANG Yue. Research on club convergence of regional innovation in China and its influencing factors [J]. Studies in Science of Science, 2014, 32:314.
- [8] 葛雅青. 中国国际人才集聚对区域创新的影响:基于空间视角的分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40:32.
GE Yaqing. The impact of China's international talent agglomeration on regional innovation: an analysis based on a spatial perspective [J]. Science and Technology Management Research, 2020, 40:32.
- [9] 焦敬娟,王姣娥,程珂. 中国区域创新能力空间演化及其空间溢出效应[J]. 经济地理, 2017, 37:11.
JIAO Jingjuan, WANG Jiao'e, CHENG Ke. The spatial evolution of China's regional innovation capability and its spatial spillover effects[J]. Economic Geography, 2017, 37:11.
- [10] 蒋天颖,谢敏,刘刚. 基于引力模型的区域创新产出空间联系研究:以浙江省为例[J]. 地理科学, 2014, 34:1320.
JIANG Tianying, XIE Min, LIU Gang. Research on the spatial connection of regional innovation output based on the gravity model: taking Zhejiang Province as an example [J]. Geographical Sciences, 2014, 34:1320.
- [11] 惠宁,刘鑫鑫. 互联网发展对中国区域创新能力的影响效应[J]. 社会科学, 2020(6):30.
HUI Ning, LIU Xinxin. The impact of Internet development

- on China's regional innovation capabilities [J]. *Social Science Research*, 2020(6): 30.
- [12] 肖振红, 范君获. 区域 R&D 投入、产学研耦合协调度与科技绩效 [J]. *系统管理学报*, 2020, 29: 847.
XIAO Zhenhong, FAN Jundi. Regional R&D investment, industry-university-research coupling coordination degree and technological performance [J]. *Journal of System Management*, 2020, 29: 847.
- [13] 苏屹, 林周周, 欧忠辉. 知识流动对区域创新活动两阶段的影响研究 [J]. *科研管理*, 2020, 41: 100.
SU Yi, LIN Zhouzhou, OU Zhonghui. Research on the impact of knowledge flow on the two stages of regional innovation activities [J]. *Scientific Research Management*, 2020, 41: 100.
- [14] TAPPEINER G, HAUSER C, WALDE J. Regional knowledge spillovers: fact or artifact? [J]. *Research Policy*, 2007, 37(2): 861.
- [15] EASTERBY-SMITH M, LYLES M A, TSANG E W K. Inter-organizational knowledge transfer: current themes and future prospects [J]. *Journal of Management Studies*, 2008, 45: 677.
- [16] 秦放鸣, 张宇. OFDI 逆向技术溢出、金融集聚与区域创新: 基于空间计量和门槛回归的双重检验 [J]. *工业技术经济*, 2020, 39: 50.
QIN Fangming, ZHANG Yu. OFDI reverse technology spillover, financial agglomeration and regional innovation-based on the double test of spatial measurement and threshold regression [J]. *Industrial Technology Economy*, 2020, 39: 50.
- [17] 熊雯婕, 殷凤. 互联网金融发展提升了区域创新效率吗: 基于空间杜宾模型的实证分析 [J]. *技术经济*, 2020, 39: 73.
XIONG Wenjie, YIN Feng. Does the development of Internet finance improve the efficiency of regional innovation: an empirical analysis based on the spatial Dubin model [J]. *Technoeconomics*, 2020, 39: 73.
- [18] 周经, 黄凯. OFDI 逆向技术溢出提升了区域创新能力吗? 基于空间杜宾模型的实证研究 [J]. *世界经济与政治论坛*, 2020(2): 108.
ZHOU Jing, HUANG Kai. Does OFDI reverse technology spillover enhance regional innovation capabilities? An empirical study based on the spatial Dubin model [J]. *Forum on World Economics and Politics*, 2020(2): 108.

~~~~~

(上接第 1450 页)

- sediments [C]//Seventh International Conference on the Behaviour of Offshore Structures. Oxford: Pergamon Press, 1994: 217-230.
- [27] FINNIE I M S. Performance of shallow foundations in calcareous soil [D]. Perth: University of Western Australia, 1993.
- [28] LEE K K, CASSIDY M J, RANDOLPH M F. Bearing capacity on sand overlying clay soils: experimental and finite-element investigation of potential punch-through failure [J]. *Geotechnique*, 2013, 63(15): 1271.
- [29] CHUNG S F, RANDOLPH M F, SCHNEIDER J A. Effect of penetration rate on penetrometer resistance in clay [J]. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 2006, 132(9): 1188.
- [30] ARANY L, BHATTACHARYA S, MACDONALD J H, *et al.* Closed form solution of Eigen frequency of monopile supported offshore wind turbines in deeper waters incorporating stiffness of substructure and SSI [J]. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2016, 83: 18.