

基于专利的我国省域创新能力时空演变及影响因素研究

王琴梅 赵婧如

(陕西师范大学国际商学院, 陕西西安 710119)

摘要: 以我国30个省域为研究对象, 以万人发明专利授权量为衡量指标, 运用基尼系数、集中度指数、空间自相关和空间计量模型探究我国省域创新能力的时空演变特征及其影响因素。研究表明: 各省创新能力在2007—2018年间整体上有所提升, 空间分布格局呈现由沿海到内陆阶梯降低的形态; 省域间创新能力水平表现出显著的空间正相关性, 创新能力集聚性明显; 经济发展水平、基础设施水平、对外开放度、政府支持及创新投入对省域创新能力具有显著的正向促进作用, 东中西三大地带创新能力影响因素存在差异, 需因地制宜制定适合各自的创新能力提升对策。

关键词: 省域创新能力; 时空演变; 莫兰指数; 空间杜宾模型; 区域差异

中图分类号: F124.3

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2021.06.011

Research on Space-time and Influence Factors of Innovation Ability in China's Provinces Based on Patents

WANG Qinmei, ZHAO Jingru

(International Business School, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119)

Abstract: Taking 30 provinces of China as the research object, and taking the number of 10 000 invention patents granted as the measurement index, the gini coefficient, concentration index, spatial autocorrelation and spatial econometric model are used to explore the spatial-temporal evolution characteristics and influencing factors of China's provincial innovation capacity. The research shows that the innovation capacity of provinces has been improved on the whole from 2007 to 2018, and the spatial distribution pattern is reduced from the coastal to the inland. The innovation ability level among provinces shows significant positive spatial correlation and innovation ability aggregation is obvious. The level of economic development, the level of infrastructure, openness to the outside world, government support and innovation investment have a significant positive effect on the innovation ability of the province. There are differences in the influencing factors of innovation ability in the eastern and Western regions, so it is necessary to work out appropriate measures to improve innovation ability according to local conditions.

Keywords: provincial innovation ability, spatio-temporal evolution, moran's I, spatial durbin model, regional differences

在中国特色社会主义进入新时代的大背景下, 创新已经成为驱动经济增长的第一动能。从党的十八大明确提出创新驱动发展战略, 到“十三五”规划将创新摆在五大发展理念之首,

再到党的十九大把创新视为建设现代化经济体系的战略支撑, 我国已经开启了创新驱动经济高质量发展的新时代。今后我国各地区只有转变发展模式, 提升区域创新能力, 从依靠以往

作者简介: 王琴梅 (1962—), 女, 陕西师范大学教授、博士生导师, 博士, 主要研究方向为发展经济学与中国西部经济发展; 赵婧如 (1998—), 女, 陕西师范大学硕士研究生, 主要研究方向为区域经济理论与政策 (通信作者)。

收稿时间: 2021年3月30日。

的要素投入转变为由创新驱动、科技驱动的发展,才能增强地区整体实力,从而实现经济可持续高质量的发展。我国幅员辽阔,创新要素的不均衡分布使得各省域创新能力大相径庭。而创新能力的非均衡发展无疑会导致区域发展差距的进一步扩大。因此,要促进区域协调发展,必须要缩小区域创新能力的差距。发明专利作为科技创新活动的产物,其与技术进步和自主创新能力关系最为密切,能很好体现地区创新能力,是衡量一个地区科研产出质量和创新能力水平的综合指标。本文在充分考虑我国各省域创新能力时空演变非均衡性的基础上,研究我国30个省域创新能力时空格局演变及其影响因素,为实施针对性的创新优化布局政策、促进区域协调发展提供依据。

1 文献综述与问题的提出

国内外学者对创新能力问题已经进行了深入研究和探索,成果主要集中在以下4个方面:①创新能力的内涵。区域创新系统最早于2001年由Cooke^[1]提出,认为创新能力形成于企业、高校和科研院所等一系列密切关联的不同创新主体之间的良性互动合作,同时特定的创新环境和资源会对创新能力产生重要影响。在国内研究中,和亚民^[2]曾对创新能力进行了探讨,他认为永无止境的好奇心和永不满足的求解欲望是创新能力的重要前提。随后,学者们将其拓展到区域创新系统中。甄峰等^[3]认为创新能力内涵是在创新活动过程中,创新主体充分运用现代通信技术,持续把知识、信息等创新要素引入到社会生产过程中的一种能力,反映了区域的知识发展和技术进步的综合概况。②创新能力的评价体系构建及测度。创新能力的测度较为复杂,测量指标在学术界并未形成共识。在评价体系构建方面主要分成单指标体系和多指标体系两种类型。Hagedoorn等^[4]从专利量、专利引证、研发与实验投入和新产品产出对创新能力进行评价。在《中国区域创新能力报告》中,构建的指标体系主要包括知识创造、知识获取、企业创新、创新环境、创新绩

效五大方面在内的共百余个指标,揭示了不同区域经济发展的内在动因,具有全面性和科学性。③创新能力的空间分布特征。创新活动在地理位置分布上表现出高度非均衡性,且出现空间互相关联的现象,创新能力高的地带一般都集中在少数的发达中心地区。Lim^[5]利用专利数据集实证分析了美国大都市带创新能力的时空模式,表明创新能力较强的活跃地带位于加利福尼亚州及南部沿海都市区。魏守华等^[6]研究发现,我国区域创新能力在空间上存在显著正相关性,且东部地区表现更为明显。④创新能力的影响因素。对于创新能力影响因素及驱动机制的研究,在构建模型方面基本上使用了知识生产函数^[7]。Riddell等^[8]依据内生增长模型,利用广义两阶段随机效应模型分析影响美国创新能力的因素,研究发现高科技就业量对创新的影响作用最大。国内研究者基于国外相关理论,结合我国实际情况,纳入制度因素和环境因素。在有关被解释变量的选择上,主要采用了专利申请量、专利授权数、科研论文数量、科技成果数量和新产品市场价值等指标。

综上所述,学术界对创新能力问题进行了多角度的探讨,为本文的研究奠定了坚实的基础。但现有研究仍存在一些不足:一是在研究内容方面,现有的关于创新能力研究成果大多为静态分析,往往采用某一年的截面数据进行研究^[9],由于涉及时空动态分析的文献不多,无法很好地体现区域创新能力的动态变化。二是在研究方法方面,大多是进行经典计量模型回归^[10],而基于面板数据对因变量的影响因素进行的过程中,忽视了空间关联效应,导致参数估计有所偏差^[11],因此有必要在检验空间效应是否存在的基础上决定是否引入空间计量模型。

针对上述不足,本文将基于我国30个省域创新能力现状,采用万人发明专利授权量衡量各省域创新能力水平,从时间和空间两个维度动态分析创新能力演变情况,综合运用基尼系数、集中度指数和Moran's I空间分析及空间

计量模型方法，探究省域创新能力的空间分布格局、时空转移特征以及影响创新能力的因素，并进一步对我国东中西部三大地带创新能力的差异及其影响因素进行深入分析，提出有针对性的优化建议。

2 我国省域创新能力的时序演变状况

2.1 指标选取及数据来源

目前，学术界对创新能力的测度并未形成统一标准，有的采用创新环境、创新投入、创新产出等多方面指标构建创新能力评价体系，有的采用专利数量来衡量创新能力。方法各有利弊，有学者指出构建综合评价体系在要素叠加容易存在数据匹配能力缺失及计算重复的局限性^[12]，所以专利数据仍是衡量区域创新能力的有效指标^[13-14]，且专利与创新呈高度相关^[15]。我国专利数据分为发明、实用新型和外观设计专利3种，不同类型的专利审批难度、技术含量等有所差别，其中发明专利体现的技术含量、创新价值更高，能较好反映地区自主创新能力。因此，本文选取万人发明专利授权量作为衡量各省创新能力水平的指标。

综合考虑数据的可获取性与准确性，鉴于西藏自治区及香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省数据缺失较多，暂不纳入本研究的范围。因此，本文将我国30个省（自治区、直辖市）的创新能力为研究对象。数据来源为2008—2019年《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及各省份的统计年鉴和相关统计公报。

2.2 时序演变及特征

2.2.1 总体趋势及差异情况

为分析我国省域创新能力的总体时间演变趋势及差异特征，本文比较了我国30个省份2007年、2013年和2018年发明专利授权量的总量及年均增长率，如表1所示。

表1显示：①我国各省域的发明专利授权量在绝对值上都有大幅提高，说明各地区创新能力的总体趋势是都有较大程度的提升。2007年到2018年期间，发明专利授权量年均增长较快的省

份有安徽、福建、宁夏、广西和重庆，全国各地年均增长率都在10%以上，整体发展势头良好。②我国各省域创新能力水平存在明显差异。发明专利授权量排名较前的省份基本都稳定在北京、广东、安徽、江苏、浙江和山东6个东部省域，属于创新能力高水平地区。创新能力较低的地区则主要集中于西部地区，如2018年发明专利授权量不足1000件的有内蒙古、海南、青海、宁夏和新疆等省份，属于创新贫瘠地区，说明我国创新能力水平存在省域不平衡的特点。

2.2.2 集聚趋势变化

为反映我国区域创新能力在集聚上的演变特征，本文利用区位基尼系数（Gini, G ）和集中度指数（Concentration Ratio, CR_n ）定量衡量创新能力的空间集聚水平^[16]，反映空间差异情况。区位基尼系数（ G ）的计算公式如下：

$$G = \frac{1}{2n^2 \bar{X}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_i - X_j|$$

其中， n 表示省域数目， \bar{X} 是整个研究区域用于衡量创新能力的万人发明专利授权量平均值， X_i 、 X_j 表示省域*i*或省域*j*的万人发明专利授权量。

集中度指数（ CR_n ）的计算公式为：

$$CR_n = \sum_{i=1}^n S_i$$

其中， S_i 为第*i*名省域万人发明专利授权量占整个研究范围万人发明专利授权量的份额。本文采用前5位，即 CR_5 。

为更好地体现时空集聚性变化，本文通过绘制趋势图来更直观体现其变化情况，如图1所示。

图1显示：①我国省域创新能力集聚水平变化存在明显集聚态势。2007年的区位基尼系数和集中度指数分别为0.50和0.62，到2018年则分别为0.37和0.60，说明我国的专利产出只是集中在少数省域，创新能力水平呈现不均衡态势。②两个指数均呈下降趋势，说明集聚强度随时间推移缓慢减小。空间集中程度有所下降，说明我国各省份创新能力在空间上呈现扩散趋势，基本处于稳定态势。

表1 2007—2018年我国省域创新能力整体差异

省域	2018年		2013年		2007年		年均增长率/%
	专利授权量/件	排名	专利授权量/件	排名	专利授权量/件	排名	
北京	46 978	2	20 695	1	4 824	1	15.29
天津	5 626	16	3 141	14	1 164	8	10.35
河北	5 126	17	2 008	18	462	15	16.23
山西	2 284	23	1 332	20	307	21	13.36
内蒙古	864	27	549	26	120	26	13.13
辽宁	7 176	14	3 830	11	1 220	7	11.71
吉林	2 868	20	1 496	19	454	16	12.21
黑龙江	4 309	19	2 238	17	668	13	12.36
上海	21 331	5	10 644	5	3 259	3	12.46
江苏	42 019	3	16 790	3	2 220	4	20.18
浙江	32 550	4	11 139	4	2 213	5	18.30
安徽	14 846	7	4 241	8	317	20	27.18
福建	9 858	10	2 941	15	336	19	23.51
江西	2 524	21	923	23	176	25	18.11
山东	20 338	6	8 913	6	1 435	6	18.02
河南	8 339	12	3 173	13	563	14	18.35
湖北	11 393	9	4 052	10	886	9	17.31
湖南	8 261	13	3 613	12	735	12	16.32
广东	53 259	1	20 084	2	3 714	2	18.11
广西	4 330	18	1 295	22	188	23	21.66
海南	489	29	449	28	51	28	15.18
重庆	6 570	15	2 360	16	354	18	20.03
四川	11 697	8	4 566	7	825	10	18.03
贵州	2 081	24	776	25	233	22	14.67
云南	2 297	22	1 312	21	368	17	12.13
陕西	8 884	11	4 133	9	755	11	16.66
甘肃	1 280	25	785	24	180	24	13.04
青海	298	30	91	30	28	30	15.93
宁夏	744	28	184	29	32	29	21.73
新疆	923	26	540	27	90	27	15.66

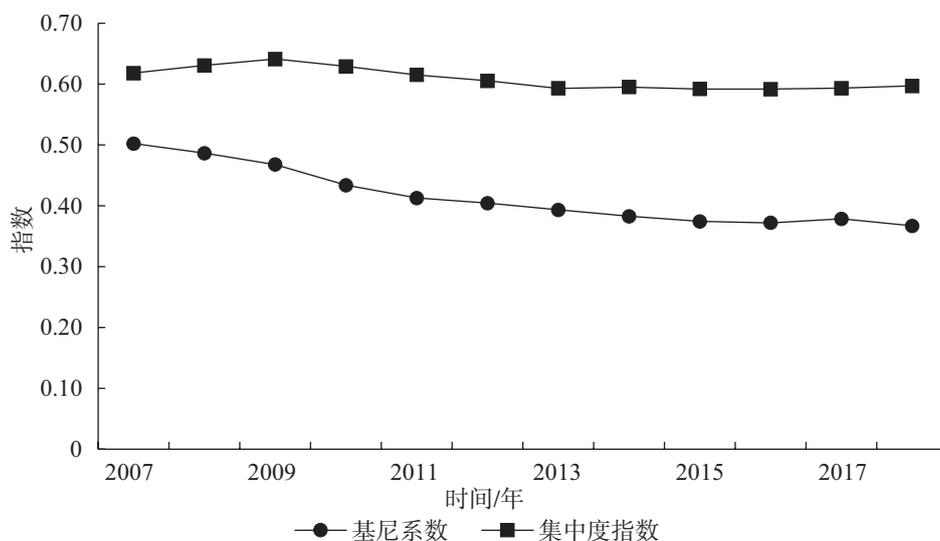


图1 2007—2018年我国省域创新能力基尼系数和集中度指数变化趋势

3 我国省域创新能力的空间演变格局

3.1 空间演变可视化分析

区位基尼系数和集中度指数虽能从总体上反映我国创新能力的空间集中程度，但并未直观、清晰地展现各省域创新能力在空间上的位置关系和分布情况。为充分刻画我国各省域创新能力空间格局的演变特征，本文结合 ArcGIS 10.2，采用

万人发明专利授权量对我国各省域创新能力的时空演变格局进行可视化分析。通过自然断裂法将创新能力水平分为低水平区域、中低水平区域、中高水平区域和高水平区域 4 个等级，绘制出 2007 年、2013 年和 2018 年我国省域范围创新能力水平空间分异图，如图 2 所示。

图 2 显示：①从全国总体来说，相比于 2007 年、2013 年和 2018 年我国省域的创新能力的有所

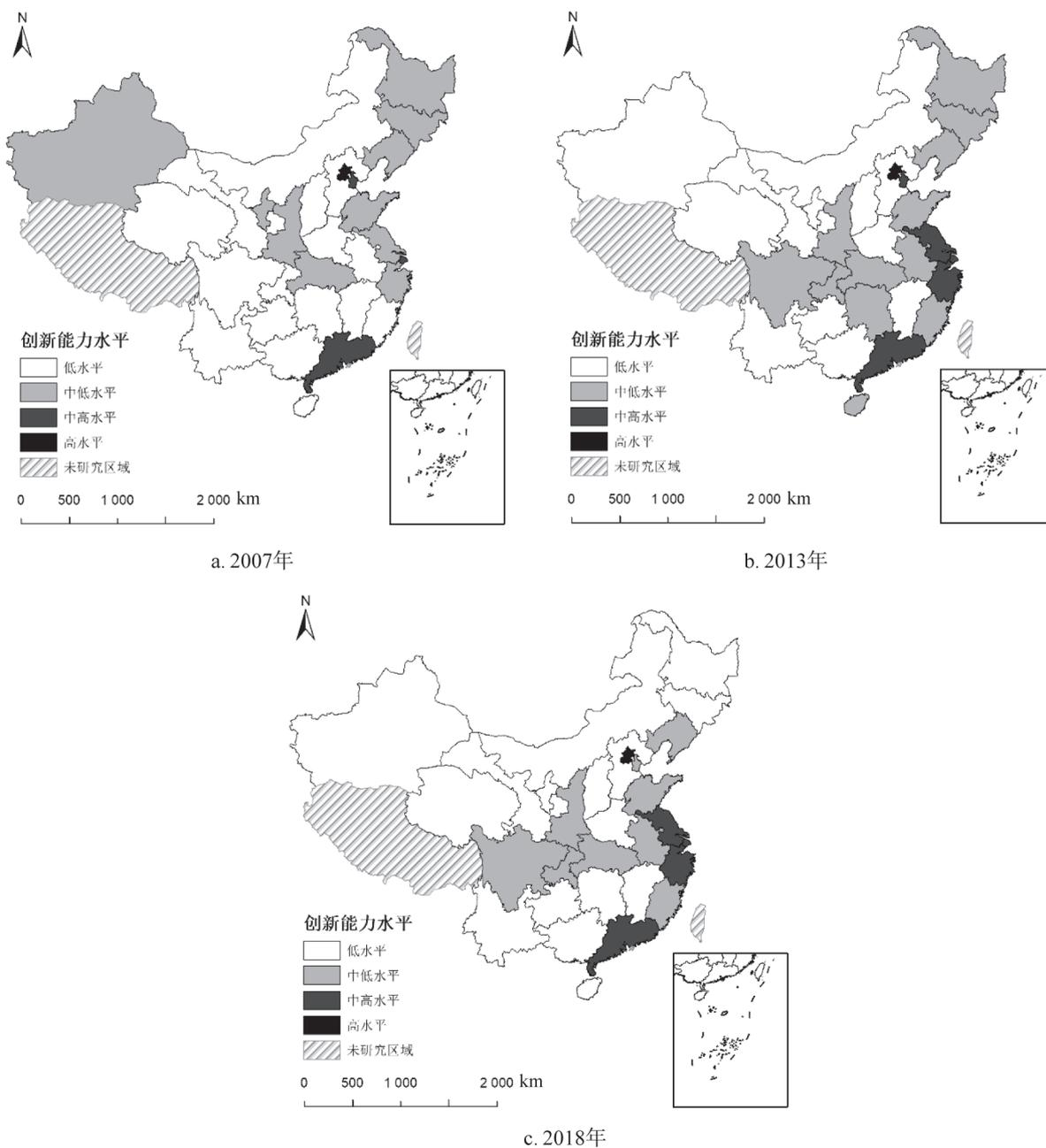


图 2 2007 年、2013 年和 2018 年我国省域创新能力水平空间分异图

注：该图基于全国地理信息资源目录服务系统下载的审图号为 GS (2016) 2556 号的标准地图制作，底图无修改。

提高，高水平及中高水平的省域数量明显增多，说明各地区实施创新驱动发展有所成效。②创新能力强的省份在空间上形成集聚发展趋势，东部地区一直保持着创新能力高地的领先优势，沿海地区呈带状集聚发展，而中西部地区的创新能力水平较为薄弱，西部创新极辐射带动能力不强。③目前我国创新能力时空格局已逐步稳定，特别是从2013年到2018年，创新能力水平呈现较为稳定的时空演化特征，表明创新发展具有锁定性和路径依赖性^[17]。

3.2 空间关联特征分析

3.2.1 全局自相关检验

为判断我国30个省域创新能力是否存在空间相关性，本文引入全局空间自相关分析，采用全局Moran's I指数检验所有省域之间的整体空间关联程度。计算公式如下：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} Z_i Z_j}{\sigma^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij}}$$

其中， $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$ ， $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ ， $\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ ， n 是研究区域单元总数； X_i 是省域*i*的万人发明专利授权量； W 是标准化的空间权重矩阵，本文采用的是基于地理距离及经济距离的空间权重矩阵，

即 $w_1 = \frac{1}{d_{ij}^2}$ ， $w_2 = \frac{1}{|Y_i - Y_j|}$ ， d 为两省会城市间的地理距离， \bar{Y} 代表各省域历年人均GDP的平均值。

本文测算了2007—2018年万人发明专利授权量的全局Moran's I指数以分析我国创新能力的空间关联特征，结果如表2所示。

表2显示：①在地理距离矩阵和经济距离空间权重矩阵下，2007—2018年我国省域创新能力的全局莫兰指数显著为正，表明各省域的创新能力的存在空间正相关关系。②从波动情况来看，莫兰指数呈下降趋势，说明创新的空间集聚强度有所降低，其原因可能在于全国各省均加大了创新要素投入，各地区创新能力普遍提高，由此形成集聚程度有所下降的局面。

3.2.2 局部空间自相关分析

全局Moran's I指数只是探讨研究区域总体空间差异的均值，并未很好地反映局部空间上的差异变化。为探究各省域与周边省域的空间关联特征，本文用Moran's I散点图来反映中国30个省域创新能力的局部关联模式，如图3所示。

图3显示：①从创新能力水平的集聚分布情况来看，大部分省域位于第一、三象限，即HH和LL区，这说明我国各省创新能力存在空间相关性，空间集聚特征显著，区域差距也较为明显。②较多省域分布在第三象限，说明这些地区

表2 2007—2018年中国区域创新能力的全局Moran's I指数

时间/年	地理距离矩阵			经济距离矩阵		
	Moran's I	Z值	P值	Moran's I	Z值	P值
2007	0.256	4.135	0.000	0.693	8.248	0.000
2008	0.263	4.170	0.000	0.678	7.954	0.000
2009	0.211	3.495	0.000	0.661	7.887	0.000
2010	0.173	3.044	0.002	0.620	7.658	0.000
2011	0.153	2.829	0.005	0.592	7.516	0.000
2012	0.159	2.906	0.004	0.588	7.443	0.000
2013	0.140	2.755	0.006	0.545	7.308	0.000
2014	0.124	2.511	0.012	0.524	7.060	0.000
2015	0.117	2.318	0.020	0.511	6.656	0.000
2016	0.112	2.245	0.025	0.508	6.607	0.000
2017	0.099	2.155	0.031	0.475	6.546	0.000
2018	0.092	2.018	0.044	0.467	6.293	0.000

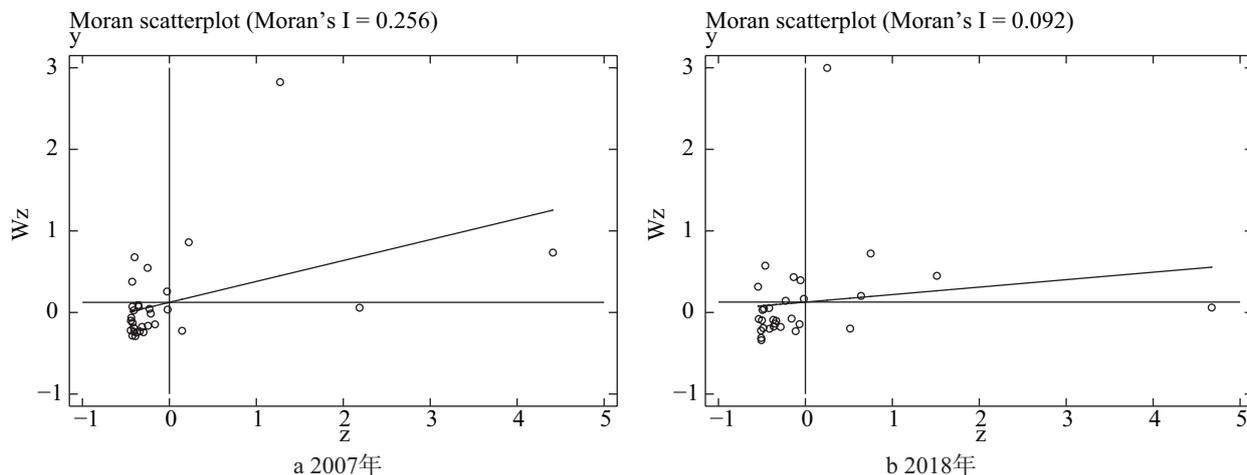


图3 2007年和2018年我国省域创新能力莫兰散点图

自身及周边的创新较弱，为创新低洼区。③从跃迁类型看，大部分省域基本维持相同水平类型，说明创新能力水平的局部集聚特征变化不大，存在一定的时空惯性^[18]。

4 我国省域创新能力影响因素的实证分析

以上研究结果显示，我国省域创新能力呈现高度集聚性和空间关联性，因此在建立影响因素的计量模型时，除了考虑一般的影响因素外，还应当考虑空间效应对各省域创新能力的影响，即本文将空间因素纳入模型。

4.1 影响因素选取

遵循研究惯例，本文选取万人发明专利授权量为创新指标，已有研究从创新基础、创新投入、创新主体等多方面对创新能力影响因素进行探索。基于现有研究成果并结合我国的实情，本文将经济水平、基础设施、政府支持、教育水平、对外开放度、创新投入和创新平台作为影响因素，为进一步提升创新能力、缩小地区差距提供科学依据。各指标及其表示方法如表3所示。

4.2 模型构建

创新依赖于知识生产活动，大多将知识生产函数模型用作研究创新活动的主要理论模型。本文从Jaffe的知识生产函数分析框架出发，得到关于创新能力的一般表达式。为尽可能消除异方差，对指标进行取对数处理，构造模型形式如下：

$$\ln PAT_{i,t+1} = \alpha_1 \ln GDP_{i,t} + \alpha_2 \ln FAC_{i,t} + \alpha_3 \ln GS_{i,t} + \alpha_4 \ln EDU_{i,t} + \alpha_5 \ln OPEN_{i,t} + \alpha_6 \ln RD_{i,t} + \mu_i + \zeta_t + \varepsilon_{i,t}$$

其中， i 、 t 分别代表省域和年份， μ 、 ζ 分别为省份固定效应和年份固定效应， ε 为随机误差项。

为考虑空间相关性带来的影响，本文引入空间计量模型，以空间权重矩阵表达各地区间的空间关联关系，具体模型形式如下所示。

(1) 空间滞后模型 (SLM)

$$\ln PAT_{i,t+1} = \rho W \ln PAT_{i,t+1} + \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{i,t} + \beta_2 \ln FAC_{i,t} + \beta_3 \ln EDU_{i,t} + \beta_4 \ln GS_{i,t} + \beta_5 \ln OPEN_{i,t} + \beta_6 \ln RD_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

(2) 空间误差模型 (SEM)

表3 创新能力影响因素指标选取及含义

指标及符号	指标描述	单位
经济水平 (GDP)	人均GDP	元/人
基础设施 (FAC)	互联网宽带接入用户数	万户
教育水平 (EDU)	普通高等学校在校 生人数	万人
政府支持 (GS)	科学技术支出占 GDP比重	%
对外开放度 (OPEN)	对外贸易依存度	%
创新投入 (RD)	R&D资本存量占 GDP比重	%

数据来源：2008—2019年《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及各省市统计年鉴及相关统计公报。考虑到创新从投入到产出存在一定的时滞性，本文采取一年的滞后后期进行处理。

$$\ln PAT_{i,t+1} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{i,t} + \beta_2 \ln FAC_{i,t} + \beta_3 \ln EDU_{i,t} + \beta_4 GS_{i,t} + \beta_5 OPEN_{i,t} + \beta_6 RD_{i,t} + (1 - \rho W) \varepsilon_{i,t}$$

(3) 空间杜宾模型 (SDM)

$$\ln PAT_{i,t+1} = \rho W \ln PAT_{i,t+1} + \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{i,t} + \beta_2 \ln FAC_{i,t} + \beta_3 \ln EDU_{i,t} + \beta_4 GS_{i,t} + \beta_5 OPEN_{i,t} + \beta_6 RD_{i,t} + \beta_7 W \ln GDP_{i,t} + \beta_8 W \ln FAC_{i,t} + \beta_9 W \ln EDU_{i,t} + \beta_{10} WGS_{i,t} + \beta_{11} WOPEN_{i,t} + \beta_{12} WRD_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

构建空间计量模型时需要设定相应的空间权重矩阵,用于反映个体在空间中的相互依赖关系。本文将设置地理距离矩阵和经济距离矩阵来表述区域间的相关关系。

4.3 回归结果及分析

为分析模型差异性,本文首先构建OLS模型,进而构建空间面板模型。在此基础上进行Hausman检验,结果均拒绝使用随机效应模型的原假设,因此采用固定效应模型。如表4所示,回归结果表明,在未考虑空间效应情况时,本文

所选取的变量对我国省域创新能力有较高的解释力,模型拟合优度均达到90%。但前文经空间自相关检验发现,我国省域创新能力存在显著的空间正相关性,若在模型中忽略空间相关性的影响,易导致模型估计存在偏误。因此,本文进一步用空间计量模型进行探究。

为比较不同空间权重矩阵对我国省域创新能力的影 响,分别基于地理距离矩阵和经济距离矩阵进行分析。在空间面板模型的选择上,本文借助Anselin提出的筛选法则,利用LM检验及Wald检验对空间面板模型进行筛选。结果表明拉格朗日乘数通过了显著性检验,表明存在空间自相关。同时,在表5中,Wald检验结果均拒绝模型退化的原假设,说明SDM为最优模型。

为比较两种权重矩阵下空间杜宾模型的优劣,对比拟合优度及赤池信息准则值,结果发现地理距离矩阵下的空间杜宾模型信息值最优,说明地理距离更能决定空间溢出效应的大小和方向,因此本文主要选用地理距离矩阵下的空间杜宾模型进行分析(表6)。

表6显示:①各省的经济发展水平是影响创新能力的最主要因素。说明区域创新与经济发展直接挂钩,发达的经济能为创新活动带来资金、设备、人才和环境等全方位的支持,同时也能为创新产出提供巨大的市场,促进创新投入产出体系的良性循环。②基础设施对创新能力有显著促进作用。互联网用户数作为代表基础设施的变量,其影响系数为0.258,并在1%水平下显著,说明完备的基础设施能保障创新攻关工作的顺利进行。③政府支持、创新投入和对外开放度都对创新能力带来不同程度的正向影响。一般来说,政府对创新活动的支持体现在各项优惠政策及加大科研经费投入,以鼓励企业和科研机构进行创新,对

表4 OLS模型回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	省份固定效应模型	年份固定效应模型	双固定效应模型
lnGDP	1.613*** (8.07)	0.394*** (5.18)	0.635*** (6.99)
lnFAC	0.250** (2.17)	0.110* (1.72)	0.118* (1.76)
lnEDU	0.230 (0.48)	0.085 (1.27)	0.103 (1.40)
OPEN	0.006 (1.28)	0.009*** (5.95)	0.007*** (4.46)
GS	-0.007 (-0.16)	0.137*** (4.26)	0.120*** (3.51)
RD	0.165*** (4.89)	0.106*** (14.27)	0.110*** (13.46)
cons	-22.797*** (-4.28)	-7.375*** (-7.36)	-10.840*** (-9.28)
R ²	0.92	0.90	0.93
F	129.258	463.858	244.675
观测值	330	330	330

注: *、**、***分别代表在10%、5%、1%水平上显著,括号内数值为t统计量。下同。

表5 Wald检验结果

空间权重矩阵	Wald变量	p值
地理距离矩阵	57.35	0.000
	48.49	0.000
经济距离矩阵	22.26	0.001
	24.82	0.000

表 6 空间计量模型回归结果

变量	地理距离矩阵			经济距离矩阵		
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM
<i>lnGDP</i>	0.819*** (5.09)	0.658*** (4.67)	0.622*** (3.50)	0.707*** (4.47)	0.706*** (4.39)	0.759*** (4.72)
<i>lnFAC</i>	0.290*** (5.02)	0.319*** (5.94)	0.258*** (4.58)	0.220*** (3.97)	0.231*** (4.17)	0.265*** (4.39)
<i>lnEDU</i>	0.066 (0.42)	-0.021 (-0.14)	0.097 (0.60)	0.054 (0.34)	0.054 (0.34)	0.129 (0.79)
<i>OPEN</i>	0.008*** (4.39)	0.007*** (3.77)	0.008*** (4.55)	0.009*** (4.55)	0.009*** (4.78)	0.009*** (4.37)
<i>GS</i>	0.094*** (3.56)	0.091*** (3.59)	0.061** (2.44)	0.090*** (3.38)	0.094*** (3.49)	0.081*** (3.01)
<i>RD</i>	0.114*** (5.71)	0.109*** (6.27)	0.065*** (2.83)	0.103*** (5.19)	0.101*** (4.82)	0.121*** (5.74)
<i>W×lnGDP</i>			-0.152 (-0.36)			0.518 (1.44)
<i>W×lnFAC</i>			0.856*** (5.76)			0.202 (1.58)
<i>W×lnEDU</i>			-0.854** (-2.06)			-0.454 (-1.19)
<i>W×OPEN</i>			-0.012*** (-2.58)			0.007 (1.38)
<i>W×GS</i>			-0.030 (-0.48)			0.047 (0.88)
<i>W×RD</i>			0.092* (1.87)			0.180*** (3.87)
ρ 或 λ	-0.275*** (-2.85)	-0.457*** (-4.04)	-0.425*** (-4.03)	0.124 (1.62)	0.025 (0.28)	0.066 (0.77)
R^2	0.81	0.85	0.84	0.84	0.84	0.80
<i>AIC</i>	-225.79	-256.74	-265.73	-218.46	-241.90	-229.99
<i>BIC</i>	-149.81	-226.35	-166.96	-142.48	-211.50	-131.22
观测值	330	330	330	330	330	330

创新能力的发展起着重要作用；R&D经费作为创新的直接投入要素，也能在一定程度上提升地区的创新能力水平；对外开放能够引进国外先进的管理方法和人才用于提升本地技术创新能力，从而拉动地区创新能力的提升。④在地理距离矩阵的空间杜宾模型下，基础设施、教育水平、对外开放度及创新投入的空间滞后项均显著。其中，基础设施和创新投入的滞后项系数分别为 0.856 和 0.092，表明周边省域的基础设施建设及创新投入有利于本省域创新能力的提高，基础设施完备

的周边地区可以通过搭建有效的平台产生溢出，通过地区间的创新合作来提升本省域创新能力水平，R&D资本要素的流动性越大，对周边地区的创新活动产生的影响越大；教育水平空间滞后项对本地区创新能力的影响为负，可能是由于高等教育对创新作用的边际贡献在递减。

由前文对我国省域创新能力整体状况及时空演变的结果可知，我国 30 个省域的创新水平呈现明显的不均衡态势，在分布趋势上呈现明显的东、中、西差异格局。为更有针对性地

提出提升东、中、西部创新能力的建议,促进三大地带创新能力协调发展,本文将用基于地理权重矩阵的SDM模型依次对三大地带创新能力的影响因素进行分析(表7)。

从表7可以看出,我国当前东中西部创新能力的影响因素存在一定差异:①东部地区的经济水平、创新投入和对外开放度有助于创新能力的提升。②中部地区则是教育水平、政府支持和R&D资本存量对其创新能力有显著正向影响,其中教育水平的提升作用最为显著,能给创新研发活动输送创新型研发人才,保证地区开展持续创新活动。③西部地区的基础设施和政府支持有助于提升本地创新能力。

表7 东中西部回归结果

变量	(10)	(11)	(12)
	东部地区	中部地区	西部地区
lnGDP	1.708*** (4.98)	0.272 (0.64)	0.044 (0.15)
lnFAC	0.120 (0.89)	-0.486*** (-2.76)	0.163* (1.93)
lnEDU	-0.769** (-2.26)	2.488*** (5.78)	-0.064 (-0.23)
OPEN	0.015*** (3.68)	-0.043*** (-3.16)	-0.019** (-2.31)
GS	0.039 (0.96)	0.141*** (3.46)	0.478*** (3.97)
RD	0.243*** (6.26)	0.296*** (7.49)	-0.009 (-0.15)
$W \times \ln GDP$	-0.418 (-0.25)	-0.221 (-0.31)	1.994** (2.48)
$W \times \ln FAC$	0.088 (0.16)	-0.573** (-2.24)	0.055 (0.15)
$W \times \ln EDU$	1.708 (1.47)	2.181*** (2.72)	-1.458 (-1.46)
$W \times OPEN$	0.005 (0.34)	-0.118*** (-4.18)	-0.016 (-0.65)
$W \times GS$	-0.185 (-1.42)	-0.047 (-0.37)	0.575 (1.50)
$W \times RD$	0.372** (2.12)	0.216*** (2.86)	-0.198 (-1.16)
ρ	-0.455** (-2.04)	-0.496*** (-3.62)	-0.870*** (-5.99)
R^2	0.71	0.17	0.01
AIC	-102.10	-102.59	-73.82
BIC	-29.41	-38.18	-1.13
观测值	121	88	121

5 结论与建议

5.1 研究结论

本文以2007—2018年万人发明专利授权量为衡量创新能力的指标,运用基尼系数、集中度指数及空间自相关方法研究我国30个省域创新能力的时空演变特征,并构建空间计量模型分析其影响因素。

(1)从省域创新能力来看,2007—2018年我国30个省域创新能力水平均有所提高,万人发明专利授权量的区位基尼系数和集中度指数的递减趋势表明创新能力的集中程度不断下降,但我国三大地带的创新能力总体上仍为东强西弱的阶梯状格局。

(2)从空间自相关性来看,由Moran's I指数及散点图可看出,创新能力在空间上呈现显著的空间正相关性和集聚性。在影响创新能力的因素方面,模型结果表明,经济水平、基础设施、对外开放度、政府支持及创新投入对我国省域创新能力具有显著的正向促进作用,其中基础设施和创新投入也对邻近省域有正向溢出作用,教育水平和对外开放度呈负向溢出作用。

(3)在东、中、西部三大地带创新能力影响因素差异的实证分析中,三大地带相关影响因素有所差别。东部地区创新能力受到经济发展水平影响最大,中部地区的教育水平、政府支持及R&D资本存量给创新能力带来显著提升,西部地区创新能力受基础设施和政府支持的影响较大。

5.2 对策建议

(1)针对我国30个省域的总体性建议:第一,加大创新要素投入,创造良好的创新环境。经济发展及基础设施的完善在一定程度上能优化创新环境,促进创新溢出,各省需加大科技资源投入力度,加强科学技术的公共财政支出,保障创新研发的资金充足,制定合理政策吸引创新人才和资金等要素的流入。第二,加大政府扶持力度。政府的政策指导及资金支持是我国创新能力提升的关键。政府政策导向能推进各地区创新要素的高效合理的配置,调配先进设备,筹集足够

资金为各项科研攻关工作做好充足准备。

(2) 针对不同地带的差别化建议: 第一, 对东部地区的建议。在率先发展经济的同时, 也要加大创新投入力度, 为持续的高水平创新做好准备。东部地区为我国创新能力龙头, 除自身创新发展外, 还需通过创新开放共享等方式带动薄弱地区发展。第二, 对中部地区的建议。注重教育提升, 可通过设立大学科技园及产学研计划, 使校、企及科研院所联合起来进行科研攻关, 同时政府要加大财政科技支出的力度, 提供充足资金支撑创新研发。第三, 对西部地区的建议。西部地区基础设施不完备是制约其创新能力提升的重要因素, 因此需着重完善基础设施, 营造良好的创新环境; 政府要重视创新发展, 制定西部倾斜政策, 加大创新活动的财政扶持力; 要加强自身技术吸收能力, 并发挥自身资源优势, 将省会城市培育成创新增长极, 提高本省的创新扩散效应, 带动整个西部地区创新发展, 从而缩小与发达地区的创新能力差异。

参考文献

- [1] COOKE P. Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy[J]. *Industrial and corporate change*, 2001, 10(4): 945-974.
- [2] 和亚民. 人才成功的内因和外因[J]. *江汉论坛*, 1982(2): 41-44.
- [3] 甄峰, 黄朝永, 罗守贵. 区域创新能力评价指标体系研究[J]. *科学管理研究*, 2000, 18(6): 5-8.
- [4] HAGEDOORN J, CLOODT M. Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? [J]. *Research policy*, 2003, 32(8): 1365-1370.
- [5] LIM U. The spatial distribution of innovative activity in US metropolitan areas: evidence from patent data [J]. *The journal of regional analysis and policy*, 2003, 33(2):97-126.
- [6] 魏守华, 嵇金吉, 何嫒. 区域创新能力的空间分布与变化趋势[J]. *科研管理*, 2011, 32(4): 152-160.
- [7] GRILICHES Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth [J]. *Bell journal of economics*, 1979, 55(1): 92-116.
- [8] RIDDEL M, SCHWER R K. Regional innovative capacity with endogenous employment: empirical evidence from the US[J]. *Review of regional studies*, 2003, 33(1): 73-84.
- [9] 梅琳, 严静, 周唯, 等. 长江经济带城市创新水平的时空格局及影响因素研究[J]. *华中师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 53(5): 715-723.
- [10] 王晶晶, 程钰, 曹欣欣. 山东省区域创新产出空间演化与影响因素研究[J]. *华东经济管理*, 2018, 32(11): 14-21.
- [11] 赵金金. 中国区域旅游经济增长的影响因素及其空间溢出效应研究: 基于空间杜宾面板模型[J]. *软科学*, 2016, 30(10): 53-57.
- [12] 何舜辉, 杜德斌, 焦美琪, 等. 中国地级以上城市创新能力的时空格局演变及影响因素分析[J]. *地理科学*, 2017, 37(7): 1014-1022.
- [13] GRILICHES Z. Patent statistics as economic indicators: a survey[J]. *Journal of economic literature*, 1990, 28(4):1661-1707.
- [14] ACS Z J, ANSELIN L, VARGA A. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge[J]. *Research policy*, 2002, 31(7): 1069-1085.
- [15] MARYANN P FELDMAN, FLORIDA R. The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States[J]. *Annals of the association of american geographers*, 1994, 84(2): 210-229.
- [16] 滕堂伟, 方文婷. 新长三角城市群创新空间格局演化与机理[J]. *经济地理*, 2017(4): 66-75.
- [17] 包海波, 林纯静. 长三角城市群创新能力的空间特征及影响因素分析[J]. *治理研究*, 2019, 35(5): 51-58.
- [18] 李斌, 田秀林, 张所地, 等. 城市创新能力评价及时空格局演化研究[J]. *数理统计与管理*, 2020, 39(1): 139-153.