

数字经济背景下区域创新能力的时空演变及影响因素研究——以成渝地区双城经济圈为例¹

陶 熠^{1, 2, 3} 曾庆均¹ 吴佑波^{2, 3}

(1. 重庆工商大学长江上游经济研究中心, 重庆 400067;

2. 重庆工商大学管理科学与工程学院, 重庆 400067;

3. 重庆工商大学特色农产品加工储运重庆市工程技术研究中心, 重庆 400067)

【摘要】: 数字经济可以通过促进区域创新推动经济增长, 但存在空间异质性。以成渝地区双城经济圈为例, 运用 ArcGIS 自然间断点分类法对区域 2010—2020 年创新能力的时空演变特征进行分析, 采用 Moran' s I 指数、Moran 散点图和 Lisa 集聚图对区域空间内各地区创新能力与周边地区的空间相关效应进行分析, 采用空间滞后模型 (SLM)、空间误差模型 (SEM) 对影响区域创新能力的经济基础、外贸水平、高等教育水平、财政投入以及信息发展水平五个因素进行空间计量回归实证分析。研究发现: (1) 2010—2020 年成渝地区双城经济圈创新能力呈总体上升趋势, 其中成都市创新能力一直处于高水平, 重庆市创新能力在 2020 年由之前的较高水平跃升到高水平, 成都和重庆两个中心城市的带动作用明显; (2) 成渝地区双城经济圈空间内各地区创新能力与周边地区存在空间关联效应; (3) 信息发展水平、财政投入、外贸水平对区域创新能力有显著促进作用; (4) 经济基础、高等教育水平对区域创新能力没有显著的正向相关性。根据研究结论, 本文提出加大全社会研发投入强度、抢抓数字经济战略机遇期、增强高等院校对区域创新的贡献度和构筑开放合作的协同创新体系等对策建议。

【关键词】: 数字经济; 区域创新能力; 时空演变; 影响因素

【中图分类号】: F061.5 **【文章编号】**: 1673-0186 (2023) 004-0061-016 **【文献标识码】**: A

【DOI 编码】: 10.19631/j.cnki.css.2023.004.005

习近平总书记指出, 虽然我国经济总量已跃居世界第二, 但大而不强、臃肿虚胖体弱等问题相当突出, 主要体现在创新能力不强, 这是影响我国经济高质量发展的“阿喀琉斯之踵”^[1], 创新能力不适应高质量发展要求是我国当前发展面临的主要问题^[2]。创新是引领发展的第一动力^[3], 党的十九大以来, 党中央坚持把科技创新摆在国家发展全局的核心位置^[4], 希望广大科学家和科技工作者肩负起历史责任, 坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康, 不断向科

¹ **【基金项目】**: 国家社会科学基金项目“西部陆海新通道与内陆开放型经济融合发展的机制路径研究”(20XJY001); 重庆市教委科学技术研究项目“复杂自适应创业生态系统演变进化建模及仿真研究”(KJQN202000847)。

【作者简介】: 陶熠, 重庆工商大学长江上游经济研究中心博士研究生、讲师, 研究方向: 区域经济、产业经济、流通经济; 曾庆均(通信作者), 重庆工商大学长江上游经济研究中心博士生导师、二级教授, 研究方向: 区域经济、产业经济、流通经济; 吴佑波, 重庆工商大学管理科学与工程学院副教授, 研究方向: 创新创业。

学技术广度和深度进军^[5]。

我国区域创新能力时空演变表明,我国已逐渐形成以广东、北京、江苏和上海为引领的区域创新发展格局^[6]。区域创新能力相关研究集中在京津冀、长三角城市群、粤港澳大湾区、长江经济带^[7,8,9,10]。由于经济、产业结构、教育、人力资源等发展水平不一,地区之间的创新能力有较大的区域时空特征和地区差异。如京津冀城市群的创新能力一直处于全国领先地位,长三角城市群的创新能力增长迅速,原因在于经济发展水平、集聚经济、外商投资、劳动力素质、政府资助、基础设施、产业结构和高新技术产业对城市群创新效率的直接作用和溢出效应^[11]。长三角城市群的创新效率与城市 R&D 经费投入关联密切,呈正相关关系^[12]。长三角城市群创新能力在空间上呈现出向内陆扩散的趋势,空间分布更加均衡,R&D 人员对长三角城市创新能力的影响程度最高^[13],长三角城市群创新能力在空间上表现为同类集聚倾向,创新能力强的城市周围往往也是创新能力强的城市,而创新能力弱的城市周围往往是创新能力弱的城市,呈现明显的马太效应^[14]。长三角城市群的创新网络结构日益紧密,呈现“多中心化”的空间结构特征^[15],协同创新网络空间由“三足鼎立”向“多中心、多层次、趋平衡”转变^[16],但长三角城市群绿色创新能力整体偏低且发展不均衡^[17]。对京津冀城市群协同创新能力评价显示,京冀和津冀协同创新水平逐步攀高,但与京津冀、京津依然存在差距。协同创新程度排序由高到低依次为京津、京津冀、津冀、京冀^[18]。蔡晓琳等学者从城市科技创新的角度评价了珠三角城市创新能力,发现珠三角的区域创新能力总体呈上升趋势,各市的科技创新能力差异较大^[19],存在城市间创新能力不平衡、教育科技支出少、知识未能有效转化等问题^[20]。

数字经济发展能有效推动区域创新能力提升^[21],数字经济可以通过促进区域创新推动城市经济增长,但是在西部地区该影响不显著^[22]。政府引导基金显著促进了区域创新能力的提升^[23],但在不同区域存在着显著差异,有些区域影响不显著。吴晓波等对比浙江、北京、上海、江苏、广东、山东六省市创新型经济表现,研究了数字经济背景下浙江省创新型经济发展的赋能对策^[24]。互联网发展对长三角城市群创新能力不仅有显著的正向影响,还有显著的正向空间溢出效应^[25]。互联网既能促进区域创新开发能力的提升,也能推动区域创新转化能力的提高,具有较强的创新溢出效应,但西部地区的创新溢出效应最弱^[26]。我国省域互联网发展水平具有明显的区域异质性,空间视角下互联网发展对经济关联地区创新能力的影响效应大于空间邻接地区,应因地制宜实施创新驱动发展战略^[27]。互联网通过知识溢出促进区域创新能力,但在不同区域存在着显著的差异^[28]。

已有研究成果表明,区域创新能力及其影响因素存在空间异质性,数字经济发展对中东部地区区域创新能力提升有显著促进作用。相较于中东部地区,我国西部地区为相对后发地区,中东部地区区域内亦存在相对后发地区。根据后发优势理论,数字经济背景下,后发地区如何打造数字经济新优势,发挥互联网对区域创新能力提升的显著正向影响以及正向空间溢出效应等,实现后发地区的跨越式发展,具有重要的理论意义和现实价值。相较于中东部先发地区,西部后发地区最具典型代表性的区域包括成渝地区双城经济圈^[29]。2020年1月,习近平总书记主持召开中央财经委员会第六次会议,作出推动成渝地区双城经济圈建设的重大决策部署。2021年10月,中共中央、国务院印发《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》提出“打造带动全国高质量发展的重要增长极和新的动力源”“共建具有全国影响力的科技创新中心”^[30]。党的二十大报告指出,“促进区域协调发展……推动成渝地区双城经济圈建设”。成渝地区双城经济圈建设成为新时代新征程加快构建新发展格局、着力推动高质量发展的重要内容^[31]。

数字经济背景下,成渝地区双城经济圈科技创新与经济高质量发展耦合协调度呈逐年上升趋势,且成都、重庆明显高于经济圈其余地区^[32]。成渝地区双城经济圈金融创新与技术创新的交互嵌合作用对经济增长具有显著促进效应^[33],区域创新能力整体协同发展向心力不足,“虹吸效应”大于“带动效应”^[34],熵权法确定的区域创新发展综合指数体现了空间分异^[35]。结合东中部京津冀、长三角城市群、粤港澳大湾区、长江经济带创新能力等现有研究成果,西部成渝地区双城经济圈创新能力是如何演变的?有哪些空间特征?哪些因素会影响其变化?除依靠研究与发展人员投入提升区域创新能力以外^[36],其他影响因素对成渝地区双城经济圈创新能力的影响如何?是否存在空间异质性和区域差异?各影响因素的作用机理和作用效度如何?以上问题亟待厘清。本文以成渝地区双城经济圈为例,对区域创新能力的时空演变、空间特征和影响因素进行研究,可以为相对后发地区发挥后发优势,有效提升区域创新能力提供示范借鉴和启示。

一、数据来源与研究方法

根据本文的理论基础，从官方公布的各类统计资料中收集研究所需要的数据，并选择空间回归模型、空间自相关分析、Arc GIS 聚类分析等研究方法。

（一）数据来源

针对城市创新能力的衡量，目前学术界没有统一的指标。盛彦文等用专利申请授权数来衡量城市创新能力^[11]；徐林用高技术产值、专利授权数量来衡量城市创新产出^[12]；包海波等、王海花等采用专利申请数来衡量城市的创新能力^[13,16]；也有学者通过构建综合评价指标体系衡量城市的创新能力^[14,19]。由于专利申请数受环境和人为影响因素较小，根据数据可得性、全面性、权威性，本文采用每万人专利申请数来衡量区域创新能力。本文数据主要来源于中国城市统计年鉴、地方统计年鉴、重庆统计年鉴、四川省统计年鉴以及相应市县科技局。

（二）研究方法

1. 空间回归模型

空间自回归分析可以采用不同的空间回归模型，安塞林（Anselin）提出了空间滞后模型、空间误差模型^[37]，勒沙杰和佩斯（Le Sage&Pace）力推空间杜宾模型^[38]，此外还有空间杜宾误差模型。空间滞后模型主要用于分析因变量之间的空间关联性对模型影响比较突出的情况，空间误差模型主要用于模型中的误差项在空间中相关的情况，空间杜宾模型考虑了外生变量空间溢出效应对因变量的影响，空间杜宾误差模型则应用较少。

2. 空间自相关分析—Moran' s I 指数

采用 Moran' s I 指数对区域创新能力的空间自相关进行分析，以观察在空间中某个地区的创新能力的观察值是否与相邻空间创新能力的观察值相近。一般采用 Moran' s I 指数对全域空间自相关进行测度。计算 Moran' s I 指数的公式如下：

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

其中：Xi 为地区 i 创新能力的属性值，Wij 为地区 i 与地区 j 之间的空间权重矩阵， $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}$ 为所有空间权重的聚合，n 为研究地区的总数。经过方差归一化处理，Moran' s I 指数的取值在[-1, 1]，Moran' s I 指数大于 0 表示空间正相关，取值越大表示空间正相关越明显，Moran' s I 指数小于 0 表示空间负相关，其值越小表示空间异质性越大；Moran' s I 指数接近 0，则空间随机分布不相关。

3. Arc GIS 聚类分析

Arc GIS 中有多种标准分类方法，如相等间隔、分位数、自然间断点、几何间隔、标准差等，其中，自然间断点法能最恰当地将相似值进行分组，并且使各个类别之间差异最大化。根据研究对象和研究目的，本文采用自然间断点分类法对区域创新能

力进行空间分类，以此得出该区域创新能力的时空演变特征。

二、区域创新能力的时空演变及空间效应

本文以成渝地区双城经济圈为例，采用 Arc GIS 自然间断点分类法对区域 2010—2020 年创新能力的时空演变特征进行分析，采用 Moran' s I 指数、Moran 散点图和 Lisa 集聚图对区域创新能力的空间效应进行分析。

（一）区域创新能力的时空演变

本文以成渝地区双城经济圈为例，采用自然间断点分类法对区域创新能力进行分类，分别为：创新能力高水平区域、创新能力较高水平区域、创新能力中等水平区域、创新能力较低水平区域和创新能力低水平区域。2010—2020 年成渝地区双城经济圈创新能力的时空演变见图 1。

从 2010 年、2012 年、2014 年、2016 年、2018 年、2020 年成渝地区双城经济圈创新能力的时空演变可以看出，11 年来成渝地区双城经济圈创新能力呈总体上升趋势（图 1）。其中成都创新能力一直处于高水平，重庆创新能力在 2020 年由之前的较高水平跃升到高水平。另有两个非常明显的特征：一是成都、重庆两个极核城市之间的遂宁、眉山、内江等地创新能力由于两个极核城市的带动，创新能力由 2010 年的低水平大幅提升到 2020 年的中等水平；二是毗邻成都的绵阳、德阳，创新能力由 2010 年的中等水平跃升至 2020 年的高水平。区域创新能力空间溢出效应非常明显，充分体现了成都和重庆两个中心城市的带动作用。

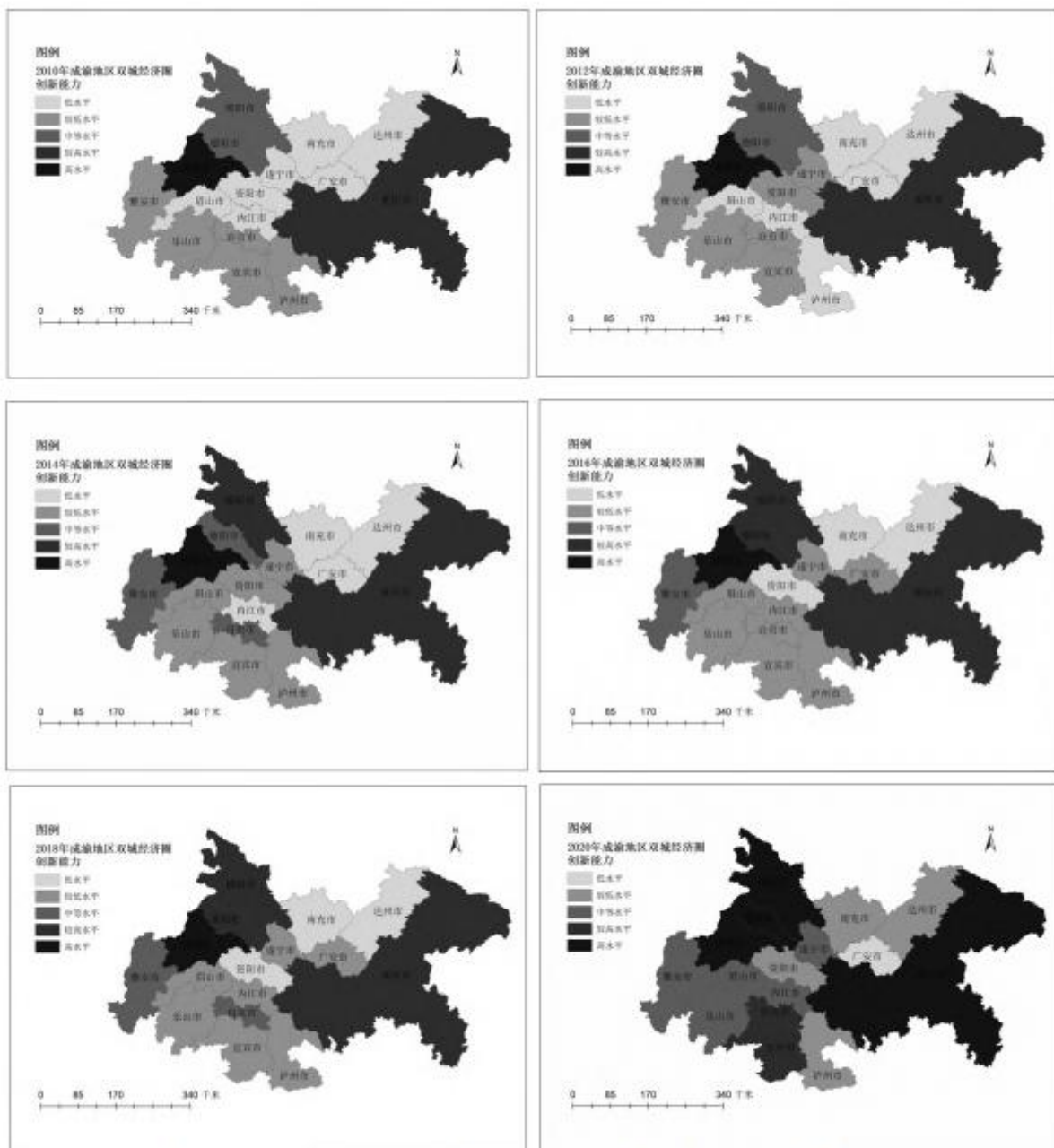


图1 2010—2020年成渝地区双城经济圈创新能力的时空演变

注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2019)1822号的标准地图制作，底图无修改

（二）区域创新能力的空间效应

为了对区域创新能力在空间上的相关效应进行研究，本文采用车相邻的关系构建空间权重矩阵，并进行标准化，利用Stata/SE 15.1对成渝地区双城经济圈规划范围内16个城市2010—2020年创新能力的全局Moran's I指数进行计算，结果见表1。计算结果表明2010—2020年，成渝地区双城经济圈创新能力Moran's I指数均为正值，除了个别年份，整体有增加的趋势，并且通过z统计量检验，Moran's I指数在各时期0.05的水平上显著。表明该地区的创新能力在各个年份都呈现比较明显的正相关性，各相邻地区的创新能力在空间上存在聚集效应，即创新能力相对较高的地区在空间上呈现相邻聚集现象，而创新能力相对较低的地区在空间上也存在相邻聚集现象。

表 1 2010—2020 年成渝地区双城经济圈创新能力 Moran' s I 指数值

年份	Moran' s I	Z	P
2010	0.104	2.545	0.005
2011	0.119	2.511	0.006
2012	0.131	2.796	0.003
2013	0.122	2.619	0.004
2014	0.117	2.421	0.008
2015	0.102	1.933	0.027
2016	0.171	3.170	0.001
2017	0.180	3.473	0.000
2018	0.158	3.006	0.001
2019	0.119	1.916	0.019
2020	0.171	2.320	0.010

采用 Moran 散点图和 Lisa 集聚图（图 2、图 3）研究成渝地区双城经济圈空间内各地区创新能力与周边地区的空间相关效应。从 2010 年和 2020 年的 Moran 散点图来看，各地区所在点在四个象限均有一定扩散趋势。其中德阳、绵阳向外扩散明显，说明这两个地区的创新能力在不断提升，与周边地区的差异越来越大。创新能力弱的广安、南充、达州也不断向外扩散，说明与其他地区的创新能力分化越来越大，存在一定极化效应。从整体看，除了绵阳从 H-L 象限变到 H-H 象限，自贡和宜宾有从 L-L 象限变到 H-L 象限的趋势外，其他地区所处的象限 2020 年相较于 2010 年一直没有变化，说明成渝地区双城经济圈创新能力的空间固定特征较为突出。

H-H 象限：处于第一象限最右侧的成都由于创新要素的高度聚集，自身创新能力比较强，处于成都周边的德阳、绵阳近年来创新能力也在不断提升，形成了高水平创新能力集聚的空间关联区域，该区域创新能力的空间正向溢出效应明显。从 Lisa 集聚图看，2010 年绵阳的 H-H 集聚特征具有显著性，而成渝、德阳的 H-H 集聚特征不具有显著性。

H-L 象限：重庆处于 Moran 散点图的第四象限，说明重庆地区创新能力相对较高，而周边的达州、广安、遂宁、资阳、内江、泸州等地区的创新能力较弱，存在中间高、周边低的极化效应。从 2010 年和 2020 年的 Lisa 集聚图可知，重庆市的 H-L 集聚特征均显著。

L-L 象限：处于该象限的地区自身创新能力低，而周边地区创新能力也较低，差距较小，形成了低水平创新能力的空间聚集。处于该象限的地区主要为位于川东北的广安、达州、南充连片地带和处于川南地区的内江、乐山、自贡连片地带。从 Lisa 集聚图看，2010 年和 2020 年南充市的 L-L 集聚特征显著，其他地区 L-L 集聚特征不显著。

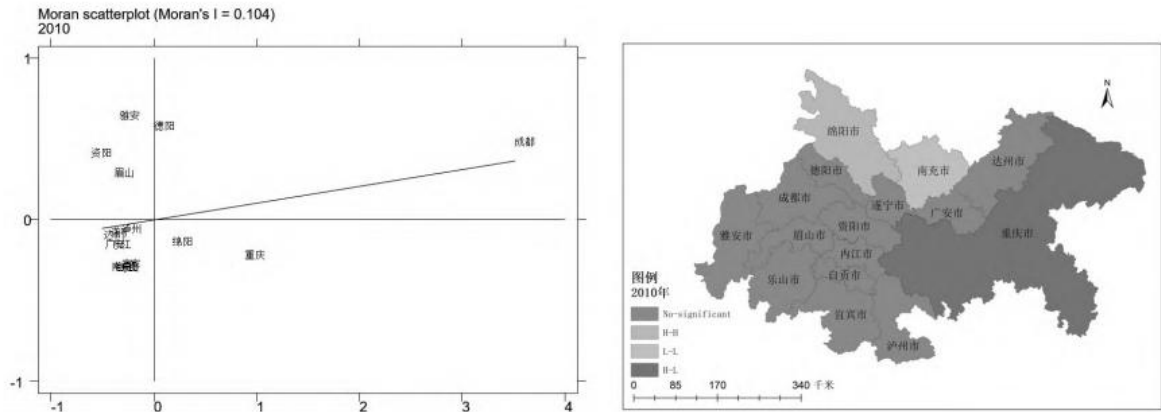


图 2 2010 年成渝地区双城经济圈创新能力 Moran 散点图和 Lisa 集聚图

注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作，底图无修改

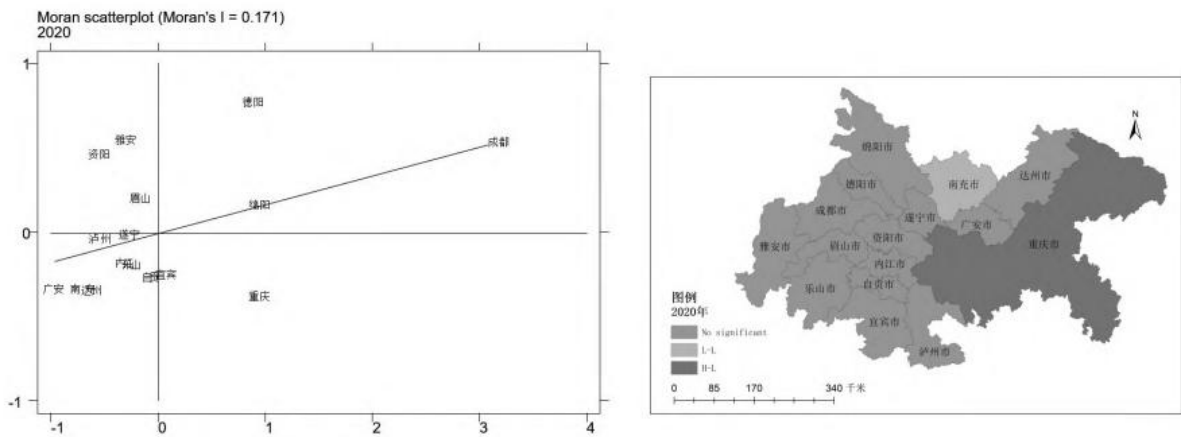


图 3 2020 年成渝地区双城经济圈创新能力 Moran 散点图和 Lisa 集聚图

注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作，底图无修改

L-H 象限：处于该象限的地区自身创新能力低，而周边地区的创新能力高，资阳、雅安、眉山地处成都周边，而创新能力的 Moran 散点图象限一直没有发生变化，说明这些地区的创新能力水平一直比较低，受周边地区的影响不大，从 Lisa 集聚图看，这种 L-H 集聚特征不显著。

三、区域创新能力的影响因素研究

以上研究证明，成渝地区双城经济圈创新能力存在空间聚集和明显的空间相关效应。一个地区的创新能力除了受其本身所具有的创新要素的影响，还会受到其他地区创新能力的影响，区域创新能力的影响因素是多方面的。数字经济背景下，数字化加速了技术、资金、人才等要素流动，提升了产业发展效率，对高技术产业出口亦有空间溢出效应^[39]。综合现有研究，本文认为数字经济背景下影响区域创新能力的主要因素有经济基础、外贸水平、高等教育水平、财政投入以及信息发展水平。

（一）变量选取

1. 被解释变量——创新能力

现有研究主要以专利申请数或专利授权数来衡量一个地区的创新能力，由于专利授权数会受人为因素影响，所以本文以平均每万人专利申请数来衡量一个地区的创新能力水平。

2. 影响因素——经济基础、外贸水平、高等教育水平、财政投入、信息发展水平

衡量一个地区的经济发展水平主要有三种方式：一是采用人均 GDP 衡量；二是采用地区 GDP 的年增长率衡量；三是采用地区 GDP 衡量^[40]。本文参考李林汉等^[41]的做法，采用人均 GDP 衡量经济发展的水平，即一个地区创新能力的经济基础。国际贸易强化创新交流，促进技术创新，本文使用人均进出口额衡量一个地区的外贸水平。高等教育是培养创新人才的重要环节，高等教育发展水平在一定程度上反映了一个地区的创新能力水平，本文采用每万人普通高等学校在校学生人数反映地区高等教育发展水平。财政支持是科技创新的重要保证，本文用科学技术的人均财政支出反映地区对创新的投入支持。信息发展是创新的助推器，本文用信息社会发展指数来反映地区信息发展水平。创新能力的影响因素指标确定见表 2。

表 2 区域创新能力的影响因素

指标	代码	解释变量
经济基础	PGDP	人均地区生产总值(元/人)
外贸水平	FTL	人均进出口额(美元/人)
高等教育水平	HEL	每万人普通高校在校学生人数(个/万人)
财政投入	FIL	人均科学技术一般公共预算支出(元/人)
信息发展水平	ISI	信息社会发展指数

(二) 模型设定

本文研究证明区域创新能力存在空间相关性，如果不考虑空间影响，可能会造成估计结果的误差。本文构建两种空间模型进行比较，即空间滞后模型和空间误差模型，根据相关检验对使用的空间模型进行确定和选择。由于创新要素的投入效应具有一定滞后性，已有研究表明一般滞后时间为 2 年，由于各地区空间自相关存在一定的不连续性，所以本文选择截面数据进行研究。2020 年由于新冠疫情的影响，当年的专利申请数可能存在一定偏差，所以本文选择时间节点较近的 2019 年的专利申请数作为被解释变量，2017 年的创新能力影响因素作为解释变量，相关研究模型如式 (2)、式 (3)，为了缓解异方差对模型估计的影响，对模型方程两边的变量分别取对数：

$$\text{空间滞后模型 (SLM): } \ln(PPP) = \alpha + \rho W \ln(PPP) + \beta_1 \ln(PGDP) + \beta_2 \ln(FTL) + \beta_3 \ln(HEL) + \beta_4 \ln(FIL) + \beta_5 \ln(ISI) + \varepsilon \quad (2)$$

$$\text{空间误差模型 (SEM): } \ln(PPP) = \alpha + \beta_1 \ln(PGDP) + \beta_2 \ln(FTL) + \beta_3 \ln(HEL) + \beta_4 \ln(FIL) + \beta_5 \ln(ISI) + \varepsilon, \varepsilon = \lambda W \varepsilon + \mu \quad (3)$$

其中， ε 和 μ 为随机误差项， W 为 16×16 阶的空间权重矩阵， ρ 为相邻地区对本地区的影响系数， λ 为相邻地区观察值的

误差对本地区观察值的影响系数。

拉格朗日乘数检验结果见表 3, LM(Lag) 和 Robust LM(Lag) 均没有通过显著性检验, 而 LM(Error) 和 Robust(Error) 均通过了 1%水平上的显著性检验, 因此考虑空间误差模型为适合研究区域创新能力影响因素的空间模型^[42]。

表 3 空间回归模型检验表

空间自相关检验	统计值	P 值
Moran's I(error)	4.969	0.000
Lagrange Multiplier (lag)	2.026	0.155
Robust LM (lag)	0.596	0.440
Lagrange Multiplier(error)	9.541	0.002
Robust LM(error)	8.110	0.004
Lagrange Multiplier(SARMA)	10.137	0.001

(三) 回归结果分析

回归结果见表 4, 从自然对数似然函数值来看, 空间滞后模型的 Log likelihood 最高, 进一步从赤池信息准则和施瓦茨准则两个指标看, 空间滞后模型的 AIC 和 SC 值也是最低的, 因此空间误差模型 (SEM) 为本文分析空间效应的最优模型, 与拉格朗日乘数检验的结果一致。在五个影响因素中, 空间误差模型有 3 个解释变量呈显著相关, 空间滞后模型只有 2 个解释变量呈显著相关。 λ 是相邻地区解释变量的误差对本地区目标观测的影响, 其值为 0.733, 显著性高。

采用空间误差模型 (SEM) 回归结果分析影响区域创新能力的因素, 结果如下:

第一, 信息发展水平对区域创新能力有显著促进作用。信息发展水平对创新能力的影响系数为 1.863, 即在控制其他影响因素不变的情况下, 信息发展水平每提升 1%, 该区域创新能力即每万人专利申请数将提升 1.863%。2017 年中国信息社会发展指数为 0.47, 而四川信息社会发展指数为 0.40, 重庆信息社会发展指数为 0.42, 成渝地区双城经济圈的平均信息社会发展指数仅为 0.37。横向比较来看, 相对于东中部发达地区, 成渝地区的信息社会发展比较落后, 信息社会发展指数低于全国平均水平。特别是成渝地区双城经济圈规划范围内的广安、资阳、南充、达州、遂宁等地区的信息社会发展水平滞后, 提升区域信息社会发展水平带来的红利明显, 对该地区的创新能力影响大, 有显著的正向促进作用。

第二, 财政对科学技术的支出对区域创新能力有显著促进作用。财政对科学技术的支出对创新能力的影响系数为 0.397, 即在控制其他因素不变的情况下, 财政在科学技术上的支出每增加 1%, 该区域创新能力即每万人专利申请数就会提升 0.397%。成渝地区双城经济圈地处中国西部, 产业体系基础薄弱, 主要依靠技术含量低、劳动密集型、资本密集型的制造加工业、传统服务业来推动经济快速发展, 企业将资金投入科学技术研发的动力较弱, 企业投入技术创新的要素不足, 研发人员、研发资金缺口较大, 财政预算对科学技术的投入对地区创新能力的提升尤为重要, 有显著的正向促进作用。

表 4 区域创新能力影响因素的实证结果

解释变量	解释变量含义	SLM(空间滞后模型)	SEM(空间误差模型)
lnpgdp	经济基础	-0.767 [0.6188] (-1.2400)	-0.489 [0.4785] (-1.0223)
lnfil	外贸水平	0.180** [0.0685] (2.6302)	0.113** [0.0483] (2.3278)
Inhel	高等教育水平	0.080 [0.0924] (0.8701)	0.043 [0.0638] (0.6708)
lnfil	财政投入	0.241 [0.1732] (1.3897)	0.397** [0.1360] (2.9178)
lnisi	信息发展水平	2.116*** [0.8106] (2.6108)	1.863** [0.5173] (3.6019)
cons	常数	9.796* [5.7926] (1.6912)	6.870 [4.5208] (1.5197)

p		0.184 (0.7201)	
λ			0.733** [4.0023]
R-squared	R2	0.871	0.844
Log likelihood	自然对数似然函数值	0.911	3.523
AIC	赤池信息准则	14.178	8.954
SC	施瓦茨准则	20.359	15.134

注：*表示 $p < 0.10$ ，**表示 $p < 0.05$ ，***表示 $p < 0.01$ 。括号内为 z 统计值，方括号内为标准误

第三，外贸水平对区域创新能力的提高有显著促进作用。外贸水平对创新能力的影响系数为 0.113，即在控制其他影响因素的情况下，外贸水平每提升 1%，该区域创新能力即每万人专利申请数将提高 0.113%。随着“一带一路”“渝新欧”“西部陆海新通道”的深入建设，成渝地区的外贸快速增长，进出口规模不断扩大，外贸结构进一步优化。从出口看，四川的机电产品、高新技术产品出口总值不断提升，重庆笔记本电脑、燃油摩托车、汽车等产品的出口额位居全国前列，自动数据处理设备及其部件、集成电路等高技术产品出口额不断增加。成渝地区的企业通过出口与国外企业进行竞争，就必须了解国际市场先进的技术和产品，从而不断刺激新技术的发展。从进口看，集成电路、计量检测仪器、存储部件、半导体制造设备等高新技术产品的进口额占比不断提升，通过引进国外先进技术，结合本地区创新研发，可以快速帮助成渝地区双城经济圈不断创新发展，提高区域创新能力。

第四，人均 GDP 和高等教育水平对区域创新能力没有显著正向相关性。与一些已有研究结论不同的是，人均 GDP 和反映高等教育水平的每万人高等学校在校人数对区域创新能力没有显著的正向相关性。近年来我国研发支出占国内生产总值的比重不断增加，2017 年比重为 2.05%、2020 年为 2.2%，但相较于发达国家的 2.8%~4.9% 还有很大差距。成渝地区的研发支出占地区生产总值的比重一直都低于全国平均水平，2017 年四川的比重为 1.72%，重庆的比重为 1.87%，低投入比重会影响经济增长对地区创新能力的提升作用和效果。成渝地区经济基础薄弱，产业结构层次不高，使经济增长对地区创新能力的正向效应没有显现出来。但随着经济结构的不断调整和优化，经济增长对地区创新能力的提升正向促进作用会不断凸显。本文研究中体现创新能力人力资本的高等教育水平在模型中没有通过显著性检验，原因在于创新的主体除了大学生外，更多的是在企事业单位，本文中选择的大学学生人数代表性不高，因此在回归结果中出现了偏差。

四、研究结论与建议

本文以成渝地区双城经济圈 16 个城市 2010—2020 年的每万人专利申请数为例，研究区域创新能力的时空演变及影响因素，结论如下：

第一，区域创新能力呈总体上升趋势。2010—2020 年成渝地区双城经济圈创新能力呈总体上升趋势，其中成都创新能力一直处于高水平，重庆创新能力在 2020 年由之前的较高水平跃升到高水平。雅安、乐山、自贡、宜宾、资阳、南充、达州等地的创新能力也有不同程度的提升，毗邻成都的绵阳、德阳，创新能力由 2010 年的中等水平跃升至 2020 年的高水平。成都、重庆两个极核城市之间的遂宁、眉山、内江等地的创新能力由于两个极核城市的带动，由 2010 年的低水平大幅提升到 2020 年的中

等水平，区域创新能力空间溢出效应非常明显，成都和重庆两个中心城市的带动作用明显。

第二，区域创新能力存在空间相关性。从全局 Moran' s I 指数来看，成渝地区双城经济圈创新能力存在空间集聚，空间相关效应明显。从 2010 年和 2020 年的 Moran 散点图和 Lisa 集聚图来看，大部分地区的创新能力处于第一象限和第三象限，说明了该经济圈的创新能力在空间上存在较强的相关性。成渝地区创新能力的时空固定特征明显，绝大部分地区一直处于同一象限（绵阳除外），处于第一象限的成都、绵阳、德阳的创新能力高，呈现高高聚集的空间效应。处于第四象限的重庆的创新能力呈现高低聚集的空间效应，周边带动能力弱，存在极化效应。处于第三象限的广安、南充、达州、内江、乐山、宜宾、泸州、遂宁创新能力主要呈现低低聚集的空间特征，主要位于川东北和川南地区。处于第二象限的雅安、资阳、眉山创新能力呈现低高聚集的空间特征，创新能力受周边地区的影响不大。

第三，信息发展水平、财政投入、外贸水平对区域创新能力的提高有显著促进作用。通过拉格朗日乘数检验，本文选择空间误差模型（SEM）来对区域创新能力进行空间分析。结果表明，信息发展水平、财政投入通过了 1% 水平上的显著性检验，对该区域的创新能力有显著的正向促进作用，信息发展水平的正向促进作用最大，控制其他影响因素不变的情况下，信息发展水平每提高 1%，该区域的创新能力提高 1.863%。外贸水平通过了 5% 水平上的显著性检验，对区域创新能力有正向促进作用，控制其他影响因素不变的情况下，外贸水平每提升 1%，区域创新能力提升 0.113%。由于成渝地区双城经济圈创新投入占 GDP 的比重较低、产业结构层次不高以及创新主体低代表性等原因，经济基础和高等教育水平没有通过显著性检验。

根据研究结论，本文对提升区域创新能力提出以下建议：

一是加大全社会研发投入强度。坚持政府引导、市场主体，以国家高新技术产业开发区等国家级开发区、国家级科技企业孵化器、省市级园区为载体，以行业龙头企业、独角兽企业、瞪羚企业，高新技术企业、科技型企业、专精特新中小企业等为主体，整合创新财政资金投入支持方式，引导金融资本和社会资本投入，发挥财政资金“杠杆”效应，加大全社会研发投入强度。迭代升级网上技术市场，促进技术转移力度，发展壮大技术转移、科技金融等科技服务业。加快科技服务业数字化转型，充分发挥其对科技创新全链条、产业创新全生态的支持促进所带来的“鲶鱼效应”。

二是抢抓数字经济战略机遇期。数字经济发展可促进创新要素流动、提高知识溢出、知识创造强度和效率，由此带来的价值创造可提升区域创新能力。应加强顶层设计，加快数字经济赋能产业升级，共绘数字产业图谱，同频共振推动“芯屏器核网、云联数算用”全产业链补链强链延链。共建共享 5G 等新型基础设施，一体化推进工业互联网应用普及力度，推进产业数字化、数字产业化，加快数字化场景应用，推动传统产业数字化转型，增强创新要素空间溢出效应。

三是增强高等院校对区域创新的贡献度。全球典型区域科技创新中心如旧金山湾区、伦敦湾区、东京湾区、粤港澳大湾区均拥有世界一流大学，高等院校和科研院所集聚^[43]，知识溢出、人才输送和科技成果转化应用对区域创新能力建设做出了重要贡献。本文研究发现高等院校在校生人数对区域创新能力没有通过显著性检验，原因在于在校生创新贡献度低。应加大创新型人才、数字化人才培养力度，建设世界一流大学，以一流高校、一流学科建设带动一流人才培养。引进国内国外一流大学和科研机构，合作开展人才培养和科技攻关，加大科技成果转化效能。厚植人才成长沃土，吸引留住精英人才，解决创新人才的后顾之忧。以科学城建设为依托，以点带面，系统性打造宜居、宜业、宜游、宜养、宜学的高品质生活圈，增强高等院校对区域创新的贡献度。

四是构筑开放合作的协同创新体系。从本文研究结论区域创新能力存在空间相关性可以看到，空间集聚效应和空间溢出效应均体现了创新要素的流动。应充分发挥数字经济在开放合作协同创新体系中的重要作用，扩大区域开放水平，加强国际科技合作，加强区域各城市、各区域构筑多层次、多类型的开放合作协同创新体系。如加大并行工程的运用、线上线下融合产业、企业技术联盟等。加强区域政府间科技合作，加强毗邻地区、中心城市周边地区等空间相邻区域间协同创新开放合作，加强区域内国家级高新区、国家级科技孵化器、自由贸易试验区、综合保税区等功能区之间的协同创新，加强产业链联合技术攻关，

加强科技服务业融合发展, 创设“创新”飞地等创新合作。打造区域联合技术中心、行业技术联合中心、企业技术联合中心等新型研发机构, 破除行政区隔和利益藩篱, 推动成渝地区双城经济圈由成都、重庆两个创新极核演变进化为成渝地区双城经济圈各市、区、县全域创新网络。

参考文献

- [1] 习近平. 深入理解新发展理念[J]. 求是, 2019(10):4-16.
- [2] 习近平. 新发展阶段贯彻新发展理念必然要求构建新发展格局[J]. 求是, 2022(17):4-17.
- [3] 习近平. 全党必须完整、准确、全面贯彻新发展理念[J]. 求是, 2022(16):4-9.
- [4] 习近平. 加快建设科技强国实现高水平科技自立自强[J]. 求是, 2022(9):4-15.
- [5] 习近平. 面向世界科技前沿面向经济主战场面向国家重大需求面向人民生命健康不断向科学技术广度和深度进军[N]. 人民日报, 2020-09-12(001).
- [6] 杨博旭, 柳卸林, 王宁. 中国区域创新能力时空演变和趋势分析[J]. 科技管理研究, 2022(7):1-9.
- [7] 潘春苗, 母爱英, 翟文. 中国三大城市群协同创新网络结构与空间特征——基于京津冀、长三角城市群和粤港澳大湾区的对比分析[J]. 经济体制改革, 2022(2):50-58.
- [8] 孙燕铭, 谌思邈. 长三角区域绿色技术创新效率的时空演化格局及驱动因素[J]. 地理研究, 2021(10):2743-2759.
- [9] 孟霏, 鲁志国. 粤港澳大湾区城市技术创新能力时空演化及影响因素研究——来自空间、门限面板数据模型的实证检验[J]. 科技进步与对策, 2020(14):56-65.
- [10] 张弼弛, 曹阳. 长江经济带城市群创新能力空间差异研究[J]. 学习与实践, 2021(10):78-87.
- [11] 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(2):257-271.
- [12] 徐林. 长三角城市群创新效率测度[J]. 统计与决策, 2021(2):84-87.
- [13] 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(5):51-58.
- [14] 谢守红, 甘晨, 于海影. 长三角城市群创新能力评价及其空间差异分析[J]. 城市问题, 2017(8):92-95+103.
- [15] 毛伟. 长三角城市群创新网络的演化与特征[J]. 学习与探索, 2020(5):90-97.
- [16] 王海花, 孙芹, 杜梅, 等. 长三角城市群协同创新网络演化及形成机制研究——依存型多层网络视角[J]. 科技进步与对策, 2020(9):69-78.

-
- [17] 葛世帅, 曾刚, 胡浩, 等. 长三角城市群绿色创新能力评价及空间特征[J]. 长江流域资源与环境, 2021(1):1-10.
- [18] 孙丽文, 张蝶, 李少帅. 京津冀协同创新能力测度及评价[J]. 经济与管理, 2018(3):12-16.
- [19] 蔡晓琳, 刘阳, 黄灏然. 珠三角城市科技创新能力评价[J]. 科技管理研究, 2021(4):68-74.
- [20] 姜文仙, 张慧晴. 珠三角区域创新能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2019(8):39-47.
- [21] 熊励, 蔡雪莲. 数字经济对区域创新能力提升的影响效应——基于长三角城市群的实证研究[J]. 华东经济管理, 2020(12):1-8.
- [22] 金通, 吴旻. 数字经济、创新能力和经济增长的关系研究[J]. 社会科学战线, 2022(12):248-252.
- [23] 薛宏刚, 王浩, 管艺洁. 政府引导基金能否促进区域创新能力的提高? [J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2021(4):68-77.
- [24] 吴晓波, 李思涵, 徐宁, 等. 数字经济背景下浙江省创新型经济发展评价及赋能对策研究——基于2014—2017年六省市的对比分析[J]. 科技管理研究, 2020(13):157-164.
- [25] 戴志敏, 余志伟. 互联网发展对长三角城市群创新能力的影响——兼论政府科技支持的门槛效应[J/OL]. 软科学: 1-13. [2023-02-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1268.g3.20220804.1240.008.html>.
- [26] 惠宁, 白思. 打造数字经济新优势: 互联网驱动区域创新能力提升[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2021(6):18-28.
- [27] 仇怡, 朱玉安. 互联网发展对区域创新能力的影响效应及异质性分析[J]. 吉首大学学报(社会科学版), 2022(3):65-77.
- [28] 李雪, 吴福象, 竺李乐. 互联网发展水平、知识溢出与区域创新能力[J]. 经济经纬, 2022(3):15-25.
- [29] 陶熠, 曾庆均, 吴佑波. 成渝地区双城经济圈农业高质量发展的时空特征及驱动机制研究[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2022(11):97-111.
- [30] 成渝地区双城经济圈建设规划纲要[N]. 人民日报, 2021-10-21(001).
- [31] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N]. 人民日报, 2022-10-26(001).
- [32] 魏奇锋, 徐霞, 杨彩琳, 等. 成渝地区双城经济圈科技创新与经济高质量发展耦合协调度研究[J]. 科技进步与对策, 2021(14):54-61.
- [33] 杨力, 朱国龙, 魏奇锋. 金融创新、技术创新与经济增长的嵌合驱动研究——基于成渝地区双城经济圈的数据实证[J]. 经济体制改革, 2021(4):195-200.

-
- [34] 黄寰, 况嘉欣, 张秋凤, 等. 成渝地区双城经济圈的协同创新发展能力研究[J]. 技术经济, 2021(6):31-38.
- [35] 陈京晶, 周立新, 李大鹏, 等. 成渝地区双城经济圈区域创新极化与区域创新联系[J]. 统计与信息论坛, 2021(11):53-62.
- [36] 陈丽莉, 颜锦江. 成渝城市群高校 R&D 知识溢出与区域创新能力研究[J]. 软科学, 2021(12):62-67.
- [37] ANSELIN L. Spatial econometrics:methods and models[M]. Dordrecht:Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [38] LESAGE J, PACE R K. Introduction to spatial econometrics[M]. Boca Raton: CRC Press, Taylor&Francis Group, 2009.
- [39] 段小梅, 陈罗旭. 数字经济对高技术产业出口竞争力的空间溢出效应——以长江经济带为例[J]. 重庆工商大学学报(社会科学版), 2022(4):129-139.
- [40] 宋晨泽, 贾敬全. 经济增长与产业结构升级关联性研究[J]. 长春理工大学学报(社会科学版), 2021(2):76-80.
- [41] 李林汉, 田卫民. 数字金融发展、产业结构转型与地区经济增长——基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 金融理论与实践, 2021(2):8-16.
- [42] ANSELIN, L, FLORAX, R. Small sample properties of tests for spatial dependence in regression models:some further results. in:Anselin, L. and Florax, R. (Eds). New Directions in Spatial Econometrics[M]. Berlin Heidelberg:Springer, 1995:21-74.
- [43] 李兰芳, 唐璐, 陈云伟, 等. 全球主要城市群科技创新中心建设经验对成渝地区的启示[J]. 科技管理研究, 2022(6):162-169.