

基于三维距离的省域创新绩效空间溢出效应研究

张睿¹, 孙雨芹¹, 于渤²

(1. 桂林理工大学 旅游与风景园林学院, 广西 桂林 541000; 2. 哈尔滨工业大学 经济与管理学院, 哈尔滨 150000)

摘要: 运用空间计量模型对2010—2019年28个省份自治区面板数据实证分析, 研究省际创新绩效溢出效应空间格局, 分析三维距离对省域创新绩效空间溢出影响, 探索通过区域创新能力构建促进创新强省创新绩效正向空间溢出效应。研究发现: 省域创新绩效由低向高增长阶段对邻近省域产生回流效应; 在高位增长阶段, 对空间邻接和地理距离邻近、经济水平差距大的省域具有回流效应; 对空间邻接、地理距离邻近和经济距离邻近省域产生正向空间溢出效应。经济发展水平越接近, 原始创新力对区域创新绩效溢出效应的促进越明显, 且呈倒U型曲线趋势; 经济水平差距是技术创新力直接效应与间接效应差距的关键因素; 空间邻接和地理距离邻近是成果转化力空间正向溢出的关键因素。

关键词: 区域创新绩效; 三维距离; 溢出效应; 区域创新能力

中图分类号: F204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)5—0012—13

一、引言

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出“坚持创新驱动发展, 全面塑造发展新优势”的重大战略举措, 坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位。在我国新型举国体制对技术创新的大力支持下, 整体实力和水平取得了长足发展, 创新成为推动新经济新动能发展的重要源泉。但南北经济发展差距呈扩大趋势, 区域经济发展不平衡不充分问题仍然突出, 推进区域协调发展成为我国“十四五”时期经济社会发展主要目标。

Myrdal 和 Sitohang(1957)认为当区域的经济发展超过起飞阶段时会具有一种自我发展的能力, 可以不断地积累有利因素, 为自己的进一步发展创造条件; 而落后地区难以依靠其自身力量实现经济起飞。二元经济结构理论、区域经济发展的梯度转移理论、经济增长极理论都指出区域经济增长是非均衡的, 区域经济发展的差距必然随着经济增长而扩大, 在此过程中政府的干预是必要的。为缩小地区经济发展差距, 从2000年“实施西部大开发战略”、2003年“东北地区老工业基地振兴战略”、2004年“中部崛起战略”开始, 我国已制定多项促进区域协调发展的规划。“十四五”规划更是将“推动西部大开发形成新格局, 推动东北振兴取得新突破, 促进中部地区加快崛起, 鼓励东部地区加快推进现代化”上升为国家战略。

现有关于驱动经济增长和发展的动力源泉研究主要包含劳动分工驱动模式、资本驱动模式、人力资本驱动模式、劳动生产率驱动模式、政府调控驱动模式及创新驱动模式(郑世林和张美晨, 2019; 秦晓钰, 2020)。改革开放以来, 我国经济发展实现了经济规模和发展水平的双跃迁, 竞争优势从基于要素禀赋尤其是劳动力禀赋形成的价格优势向基于产业体系形成的产业规模优势转变, 并进入到创新优势转变的起步阶段(史丹和李鹏, 2019), 党的十八大明确提出“着力增强创新驱动发展新动力, 加快形成经济发展新方式”, 我国正面临着由要素驱动转向创新驱动的重要阶段, 区域经济发展不再是要素竞争而是区域创新能力的竞争。因此, 我国多项区域协调发展规划均强调促进经济强省成长为全国重要创新策源地、地区经济加快发展的重要增长极, 增强经济强省对全国经济发展的影响力和带动力, 进一步发挥经济强省对区域经济发展的辐射带动作用。由2020年《中国创新能力评价报告》可知, 我国许多经济强省也是创新强省, 如广东、江苏、山东、浙江、湖北等高经济总量省份, 其创新能力均居于全国首列。创新是引领发展的第一动力, 区域创新绩效是区域创新能力运行结果的体现, 区域创新绩效的提升可有效推动本区域经济增长(苏屹和李丹, 2021), 区域创

收稿日期: 2021-09-24

基金项目: 国家社会科学基金“西南民族地区旅游职业农民知识转移促进乡村振兴的新动力及机制”(21BGL153)

作者简介: 张睿, 博士, 桂林理工大学旅游与风景园林学院副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 创新管理、知识管理、乡村旅游; (通讯作者)孙雨芹, 桂林理工大学旅游与风景园林学院硕士研究生, 研究方向: 创新管理、旅游经济; 于渤, 博士, 哈尔滨工业大学经济与管理学院教授, 博士研究生导师, 研究方向: 技术经济与管理。

新绩效产生正向空间溢出时促进邻近区域经济发展。因此,充分发挥在创新强省对经济总量较低省份的创新绩效提升过程中的引领拉动作用是实现区域协调发展的重要路径。

创新绩效具有空间溢出效应,创新资源具有稀缺性和追逐自身价值最大化的特点(杨省贵和顾新, 2011),创新能力较强的经济发达区域有更大的能力从较弱地区吸引资本和人力资源(Capello, 2006),创新资源的向好流动进一步拉大区域之间创新绩效的差距;另外,创新能力较强区域的技术创新、管理创新、模式创新等创新要素外溢均可以显著提升邻近区域创新绩效(Deng et al, 2019)。因此,我国省域创新绩效究竟具有怎样的空间影响关系?省际创新绩效溢出效应的空间格局与发展变化如何?创新强省创新绩效是否具有正向空间溢出效应?如何通过促进创新强省创新绩效正向溢出引领拉动经济总量较低省份创新绩效的提升?现有研究成果缺乏对上述问题深入分析与明确回答。因此,本文将分析我国省域创新绩效发展的空间格局及发展变化过程,探索多维距离对省域创新绩效空间溢出的影响,研究创新强省如何通过创新能力构建提升其对经济总量较低省份创新绩效空间正向溢出效应。本文对增强创新强省对区域创新绩效的辐射带动作用,促进经济总量较低省份创新绩效的提升,实现区域经济协调发展具有重要的理论和现实意义。

二、文献综述

(一)区域创新绩效影响因素研究

创新是一个复杂的现象,创新绩效受诸多因素影响,因而不能完全用创新投入和产出的关系来衡量(Makkonen和van der Have, 2013)。因此,学者对区域创新绩效影响因素展开了较为深入的研究。在政府政策对区域创新绩效的影响上,研究发现政府战略引领、政府主导的资源配置、创新要素配置效率、技术中介数量、财政科技支出、财政科技支出竞争、适度税收竞争、地方政府对外商直接投资的竞争及创新环境建设促进区域创新绩效的提升(Paci et al, 2014; Wu和Xu, 2013; 卞元超等, 2020; 张娜和邓金钱, 2021; Wang和Yang, 2020);政府支持会强化基础研究强度对区域创新产出结构的抑制作用(高丽娜和蒋伏心, 2021);成果转化阶段的政府干预在高知识资源区域比在低知识资源区域更有利于区域创新绩效提升(康淑娟和安立仁, 2020)。在区域协同创新对创新绩效的影响上,区域协同创新对于区域创新绩效的提升具有促进作用(范斐等, 2020),其中,科研人员投入、创新需求主体、经济发展水平、科研经费投入、创新市场环境、创新供给主体对周边城市协同创新绩效的影响显著为正(赵滨元, 2021a);经济邻近性和制度邻近性能够促进协同创新绩效的提升,认知邻近性与协同创新绩效呈倒“U”形曲线的关系(吴和成和赵培皓, 2020)。在区域创新系统各要素对创新绩效的影响上,研究发现知识溢出、企业家精神(陈红梅等, 2021)、创新主体合作强度(苏屹和李忠婷, 2021)、区域数字化接入水平(周青等, 2020)、区域数字化建设(李雪等, 2021)、区域产学研协同创新知识网络(刘友金等, 2017)、信息扩散与产业集聚(吴中超, 2021)、企业所有权和区域产业结构(Li et al, 2014)等要素对区域创新绩效具有正向促进作用。在多维距离对区域创新绩效的影响上,地理区位与社会经济特征对区域创新投入和产出间存在显著的正向空间相关(李婧等, 2010);地理邻近性、经济邻近性、技术邻近性和制度邻近性均对省内区域空间关联产生显著影响,而文化邻近性对省内区域空间关联的影响并不显著(邱洪全, 2021);城市间时间距离、技术距离等在科创中心辐射效应对区域创新绩效的影响上呈负相关,经济差距是影响科创中心辐射效应的首要因素(许学国等, 2021)。

(二)区域创新绩效空间溢出研究

区域创新绩效存在较大的空间不均衡性(范斐等, 2020),从实践角度来说,区域创新绩效的提升路径主要分为两方面:一是依靠区域内生创新努力,二是吸收其他区域的先进技术与知识(苏屹等, 2021)。地理学第一定律指出“任何事物都是空间相关的”(Tobler, 1970),但不同区域创新绩效及其空间溢出效应存在显著差距(赵滨元, 2021a)。因此,学者对区域创新绩效溢出效应影响因素进行了大量探索,研究发现创新群落的溢出效应促进区域创新绩效和创新能力的溢出效应(王淑英等, 2019),创新产出、研发投入和集聚经济促进区域创新溢出(Song和Zhang, 2017),省域创新要素集聚与创新绩效的溢出效应呈现先增后减的倒“U”形趋势,创新要素不同的集聚水平对创新绩效的溢出效应门槛值存在差异(吴卫红等, 2020);高技术产业创新绩效存在显著的正向空间溢出效应(王晓红等, 2021),同时,研发人员和研发资金等创新要素流动区域创新绩效产生正向的空间溢出效应,金融资源集聚对创新资源流动与邻近地区创新经济产出的关系表现出显著

的负向调节作用(Wang et al, 2018);数字经济增强区域创新绩效的空间溢出效应,且东部溢出效果更强(李雪等, 2021);区域协同创新的创新投入及创新主体等因素对邻近区域创新绩效会产生正向空间溢出(赵滨元, 2021b);地方财政科技资助对邻近区域创新绩效产生显著溢出(张雯和吴福象, 2021)。空间距离对区域创新绩效溢出的影响研究表明,地理距离与区域创新绩效溢出效应呈反向关系(赵增耀等, 2015);地理区位特征与社会经济特征与区域创新绩效空间溢出效应相关(李婧等, 2010);经济社会距离和地理距离通过促使知识溢出推动区域创新绩效的空间溢出;经济距离对推动区域创新绩效的空间溢出的作用强于地理距离;地理距离因素是知识溢出推动西部地区创新绩效空间溢出的较大限制因素(李婧和何宜丽, 2017)。

(三)研究评述

区域创新绩效受诸多因素影响且存在空间溢出效应,学者研究了政府政策、区域协同创新、区域创新系统各要素等对区域创新绩效的影响,讨论了创新群落的溢出效应、创新要素集聚与流动、数字经济发展等因素对创新绩效空间溢出效应的影响,分析了地理距离、区位特征和经济距离等空间距离与区域创新绩效溢出的相关关系,但对多维距离下我国省际创新绩效溢出效应的空间格局及发展变化过程未做深入分析;缺乏探索区域创新能力构建对我国省域创新绩效空间溢出效应的影响。

Roper et al(2008)认为由于日趋复杂和多样化的创新活动,单个组织难以独立完成创新全过程,不同组织在创新过程中分工与合作完成知识创造、技术创新并最终实现大规模市场应用的全部创新活动。根据创新链的过程视角,区域中组织创新活动可分为三类:原始创新、技术创新和成果转化,区域创新能力本质上是区域内各组织创新能力的集合。因此,根据区域创新活动的特征,区域创新能力可分为三个维度,即:区域中参与创新活动的组织体现出来的原始创新力、技术创新力和成果转化力。

综上,为了深刻理解区域不同类型创新活动和创新能力对创新绩效溢出的影响,将在空间邻接距离、地理距离和经济距离下分析我国省域创新绩效空间溢出格局,明确三维距离下创新强省创新绩效溢出的发展变化过程,探索创新强省成长各阶段创新绩效的回流效应和正向溢出效应,研究三维距离下区域原始创新力、技术创新力和成果转化力对创新绩效的间接效应,从区域三种创新能力构建视角探讨如何增强创新强省对经济总量较低省份创新绩效的正向空间溢出效应。以期提高创新强省创新绩效正向溢出效应,发挥创新强省对经济总量较低省份创新绩效的辐射带动作用,促进区域经济协调发展。

三、理论分析与研究假设

知识创造是发达经济体和发展中经济体创新绩效的最强预测指标,知识跨区域扩散是为追求经济增长,是促进知识在更大范围流动和创新绩效溢出的有效措施,是发展中经济体创新绩效的最强预测指标(Robertson et al, 2021)。知识溢出是指信息、技术、管理经验等各类知识经过交易、非交易的方式从原先拥有的主体向新拥有的主体流动的过程。知识密集型产业具有聚集倾向性,但外溢是创新的一个重要特征,创新要素的流动产生区域间创新溢出,地理位置和空间位置越邻近,知识传播的程度越高、技术溢出效应越明显(Petit et al, 2009)。因此,区域间创新发展不具有独立性,创新溢出具有空间相关性。De Noni et al(2018)指出经济不发达地区与知识密集型区域的合作创新可获得更多知识溢出机会,对创新绩效的贡献大于区域创新本地化模式。因此,经济总量较低省份与创新强省的合作创新对创新绩效的贡献更大,知识溢出促进了相邻省域创新绩效的提升。在举国创新体制下,我国各省在科技创新各领域的合作不断增强,同时,信息技术的快速发展、基础设施的日益完善、人才和资本等创新要素跨区域流动使区域的空间互动联系越发紧密,提升了区域创新绩效的空间依存性

基于此,提出假设1:

我国省域创新绩效具有空间溢出效应,溢出效应强弱受空间邻接距离、地理距离和经济距离影响(H1)。

创新合作的过程也是知识溢出与流动过程,地理邻近可以促进知识的传播(杨博旭等, 2019),隐性知识的扩散与流动主要依赖于“面对面”交流(Rosenthal和Strange, 2004),形成创新所需的知识流会随着相互之间地理距离的加大而呈现快速衰减(王峤等, 2021),即:知识溢出在地理上具有缩减效应。因此,地理距离的邻近可促进区域创新绩效溢出(Hjaltadóttir et al, 2020)。空间因素影响地区创新活动的转移,高水平的邻居更能促进本地区创新水平的提高(张虎和周迪, 2016)而知识在区域间的空间溢出效应会随着空间距离的

缩小而不断增强(Caniëls和Verspagen, 2001)。同时,省际知识溢出对区域创新绩效的影响显著受限于区域消化吸收能力(苏屹等, 2021)。Adams et al(1968)对创新获取过程的空间特征进行深入探讨,经济不发达区域技术创新的应用成本更高,经济距离比地理距离对创新空间溢出的影响力更大。

基于此,提出假设2:

创新强省对空间邻接距离、地理距离和经济距离邻近省份具有正向溢出效应(H2)。

创新绩效是创新能力的直接体现,区域创新活动具有明显的“过程溢出”和“空间关联”特征,使区域创新绩效存在明显的空间关联关系(张静和李平, 2017)。因此,区域创新活动的开展和区域创新能力的构建不仅对创新绩效具有直接效应,还对其他区域产生间接效应。地理空间不仅为创造新知识提供了平台,而且作为溢出过程的结果,也为知识的商业化提供了平台(Audretsch, 2003)。同时,我国经济发展较好区域,一般都创新活力强,新产业、新经济快速成长,为经济发展提供了新的强劲动力,反之亦然(盛垒和张子彧, 2021)。区域经济差距反映了创新动能的差距。

基于此,提出假设3:

区域创新能力越强,区域创新绩效正向空间溢出效应越大(H3)。

为了清晰描述区域不同类型创新活动和创新能力对创新绩效空间溢出效应的影响,将从区域创新能力的原始创新力、技术创新力和成果转化力三个维度展开研究。因此,假设H3分为以下三个假设:

区域原始创新力越强,区域创新绩效正向空间溢出效应越大(H3a);

区域技术创新力越强,区域创新绩效正向空间溢出效应越大(H3b);

区域成果转化力越强,区域创新绩效正向空间溢出效应越大(H3c)。

四、模型设定与数据说明

(一)变量和数据

本文数据来源为2011—2020年国家统计局发布的《中国统计年鉴》和科技部与科技火炬中心发布的《中国科技统计年鉴》,实际研究样本时间为2010—2019年。考虑到数据的可得与完整性,研究样本剔除了我国港、澳、台、海南、西藏和青海等,即研究样本为28个省(市及自治区),下文统称为省域,共280个观测样本。

1. 因变量

鉴于新产品销售收入能够反映创新绩效的最终产出(Pellegrino et al, 2012; 陈劲等, 2013; 苏屹和李忠婷, 2021),选取各省规模以上工业企业新产品销售收入以衡量创新绩效,为因变量。

2. 自变量

选取各省域原始创新力、技术创新力和成果转化力三个核心解释变量指标。参考以往研究,以基础研究经费衡量原始创新力(柳卸林和何郁冰, 2011),考虑到基础研究经费投入与知识创造之间存在时滞性,本文选取的有关基础研究经费的时序数据都滞后三期(2007—2016年)。专利指标包含了大量关于技术、发明及发明者的信息(白俊红和蒋伏心, 2015),由于我国各省域三种产品专利申请数量数据较为连续完整、应用广泛且专利授权存在滞后效应(李婧等, 2010)。因此以我国三种产品专利申请数衡量技术创新力的指标(徐宁等, 2014);以吸纳技术成交额(王晓红等, 2021)衡量成果转化力。

3. 控制变量

创新型城市试点政策是我国政府为了培养新动能、建设创新辐射引领作用强的区域创新中心而做出的国家战略(曾婧婧和周丹萍, 2019)。创新型城市试点建设政策综合反映了区域位置、金融发展、人力资本水平、产业结构及投融资水平(徐换歌和蒋硕亮, 2020; 胡兆廉等, 2021)。金融资本活跃度指标综合体现了金融体系构成、经济发展、产业结构、对外开放程度、政治法律因素等要素(纪志宏, 2013)。以往研究表明创新绩效还会受到区域内创新型城市建设政策(Wang, 2013; 王峤等, 2021)、金融资本活跃度(何宜庆等, 2020)影响。为排除其他变量的影响(Anselin, 2013)和避免相似类型的因素由于存在共线性使得结果产生偏差(陈依曼等, 2020),结合既有对我国省域创新绩效影响因素研究,本文采用区域内创新型城市建设政策和金融资本活跃度作为控制变量。区域内创新型城市建设政策用创新型城市数量衡量(郭丰等, 2021),金融资本活跃度用年末金融机构存贷比衡量。

各变量的描述性统计分析见表1。

表 1 变量说明表

变量类型	变量名称	代表符号	变量指标	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	创新绩效	<i>Sal-Inc</i>	规模以上工业企业 新产品销售收入	5.28×10^7	7.0×10^7	1012001	4.30×10^8
解释变量	原始创新力	<i>res</i>	基础研究经费	164934.9	260894.1	2283	2111730
	技术创新力	<i>patapp</i>	三种产品专利申请量	94582.53	129632.4	739	807700
	成果转化力	<i>deal</i>	吸纳技术成交额	3225410	4159605	126095	3.22×10^7
控制变量	区域内创新型城市建设政策	<i>innocity</i>	创新型城市数量	2.075	1.669272	1	10
	金融资本活跃度	<i>finact</i>	银行存款与贷款余额比值	2.075	0.136673	0.448677	1.255125

(二) 空间计量模型构建

常见的空间计量模型主要有空间杜宾模型、空间误差模型及空间自相关模型(Anselin, 2013)。为保证计量结果稳健性,采用 likelihood ratio(LR)检验分别检验区域原始创新力、技术创新力、成果转化力所适用的空间计量模型。根据 LR 检验与 Hausman 检验结果,选择固定效应模型,采用时间效应与个体效应双效应模型。据此,三个解释变量的模型设定为

$$\ln Sal-Inc_{it} = \alpha + \rho w \ln Sal-Inc_{it} - 3 + \beta_1 \ln res_{it} + \beta_2 \ln res_{it} + \partial X_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_t + \varphi_i \quad (1)$$

$$\ln Sal-Inc_{it} = \alpha + \rho w \ln Sal-Inc_{it} + \beta_1 \ln patapp_{it} + \partial X_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_t + \varphi_i \quad (2)$$

$$\ln Sal-Inc_{it} = \alpha + \rho w \ln Sal-Inc_{it} + \beta_1 \ln deal_{it} + \partial X_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_t + \varphi_i \quad (3)$$

其中: i 与 t 分别为考察样本的省域与时间; $\ln Sal-Inc_{it}$ 、 $\ln res_{it}$ 、 $\ln deal_{it}$ 及 $\ln res_{it}$ 分别为省域 i 在 t 年的规模以上工业企业销售收入、基础研究经费、吸纳技术成交额的对数值及基础研究经费对数值的平方; α 为常数项; ρ 为空间自相关系数; w 为三种相应的空间权重矩阵; β_1 、 β_2 及 ∂ 为变量的回归系数; X 为两个控制变量; μ 为随机扰动项; ε 为不随个体变化的时间效应; φ 为不随时间变化的个体效应。

(三) 空间权重矩阵构建

旨在探究三种创新能力如何影响我国各省创新绩效及其空间作用,通过构建模型考察在空间邻接距离、地理距离和经济距离下区域创新绩效的空间溢出效应及区域创新能力构建与创新绩效溢出之间的空间关系。Anselin(1992)提出空间计量分析首先需要构建空间权重矩阵,据此从空间位置与经济发展两个角度引入空间邻接矩阵、地理距离矩阵及经济距离矩阵,并对矩阵进行标准化处理,构建三类空间权重矩阵, W_{ij}^1 、 W_{ij}^2 和 W_{ij}^3 分别为 i 省域与 j 省域的空间邻接矩阵、地理距离矩阵和经济距离矩阵。

(1)空间邻接矩阵。

$$w_{ij}^1 = \begin{cases} 1, & i \text{ 和 } j \text{ 相邻} \\ 0, & i \text{ 和 } j \text{ 不相邻} \end{cases}, \quad i \neq j \quad (4)$$

(2)地理距离矩阵。

$$w_{ij}^2 = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}^2}, & w_{ij} = \frac{w_{ij}^1}{\sum_j w_{ij}^1}, \quad d \text{ 表示地理距离} \\ 0 \end{cases} \quad (5)$$

(3)经济距离矩阵。

$$w_{ij}^3 = \begin{cases} \frac{1}{|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|}, & w_{ij} = \frac{w_{ij}^3}{\sum_j w_{ij}^3}, \quad Y \text{ 表示平减后的 GDP 值} \\ 0 \end{cases} \quad (6)$$

五、实证结果与分析

(一) 省域创新绩效空间溢出效应分析

利用 Moran's I 指数可以对空间自相关性进行分析,是进行空间分析的基础(Anselin, 2013)。基于 stata16.0 软件,采用空三种空间权重矩阵对 2010—2019 年我国各省创新绩效空间相关性进行分析。考虑到标准化矩阵会使数据更加稳健。因此文中所有矩阵均进行了标准化处理,全局 Moran's I 指数结果见表 2。

横向来看,创新绩效指标在三种权重矩阵下的 Moran's I 指数值均显著为正,说明省域创新绩效在全国

范围内呈现出明显的空间依赖性,省际创新活动存在空间溢出效应。因此,假设H1成立。

纵向来看,创新绩效在三种空间权重矩阵下的全局关系均呈现出从增长到减小的变动,省域创新绩效空间集聚特征具有先增后减的趋势,省域创新绩效空间依存性在2010—2013年呈逐年增强趋势,在2014—2019年缓慢减弱,这说明省域创新绩效空间集聚优势存在一定的减弱趋势。

由全局的Moran's I 指数值可以知道,区域创新绩效在经济距离矩阵中表现出最明显的空间依赖性波动并且在三个矩阵中都呈现先增后减的趋势。据此,将其划分为2010—2013年与2014—2019年两个阶段。此外,为了进一步分析各省创新绩效空间差异性分布特征,利用经济距离矩阵做局部Moran's I 指数分析,2010—2019年结果如图1所示。

由图1可知,在2010—2013年,上海、浙江、江苏和山东处于“热点”空间聚集,说明这四个省域之间“热点”聚集产生了创新绩效正向空间溢出效应;安徽在此阶段具有由第二象限移向第一象限的趋势,说明长三角省域对其产生正向溢出使其创新绩效向高于均值的趋势发展。广东处于“热-冷”集聚区域,即自身创新绩效高于均值而周围省域低于均值,且广东的发展产生负向空间溢出而产生回流效应;该阶段湖北从第三向第四象限移动,表明其创新绩效由低向高发展且高于全国平均水平。湖南由第二向第一象限移动,表明由于其他省域对湖南正向溢出使其创新绩效发展高于平均水平;云、贵、川等西部省域在第三象限“冷点”空间聚集,

表2 三种矩阵下全局Moran's I 指数结果表

年份	空间邻近矩阵	地理距离矩阵	经济距离矩阵
2010	0.297*** (2.834)	0.313*** (5.090)	0.116** (1.731)
2011	0.347*** (3.251)	0.332*** (5.350)	0.154** (2.148)
2012	0.349*** (3.296)	0.337*** (5.467)	0.152** (2.146)
2013	0.341*** (3.195)	0.341*** (5.480)	0.165** (2.269)
2014	0.330*** (3.144)	0.340*** (5.533)	0.165** (2.306)
2015	0.296*** (2.853)	0.332*** (5.422)	0.153** (2.171)
2016	0.290*** (2.825)	0.331*** (5.437)	0.158** (2.239)
2017	0.258*** (2.595)	0.337*** (5.626)	0.146** (2.136)
2018	0.229*** (2.406)	0.321*** (5.546)	0.147** (2.208)
2019	0.215*** (2.306)	0.302*** (5.320)	0.140** (2.160)

注: *表示 $p < 0.1$, **表示 $p < 0.05$, ***表示 $p < 0.01$;括号内为 Z 统计量。

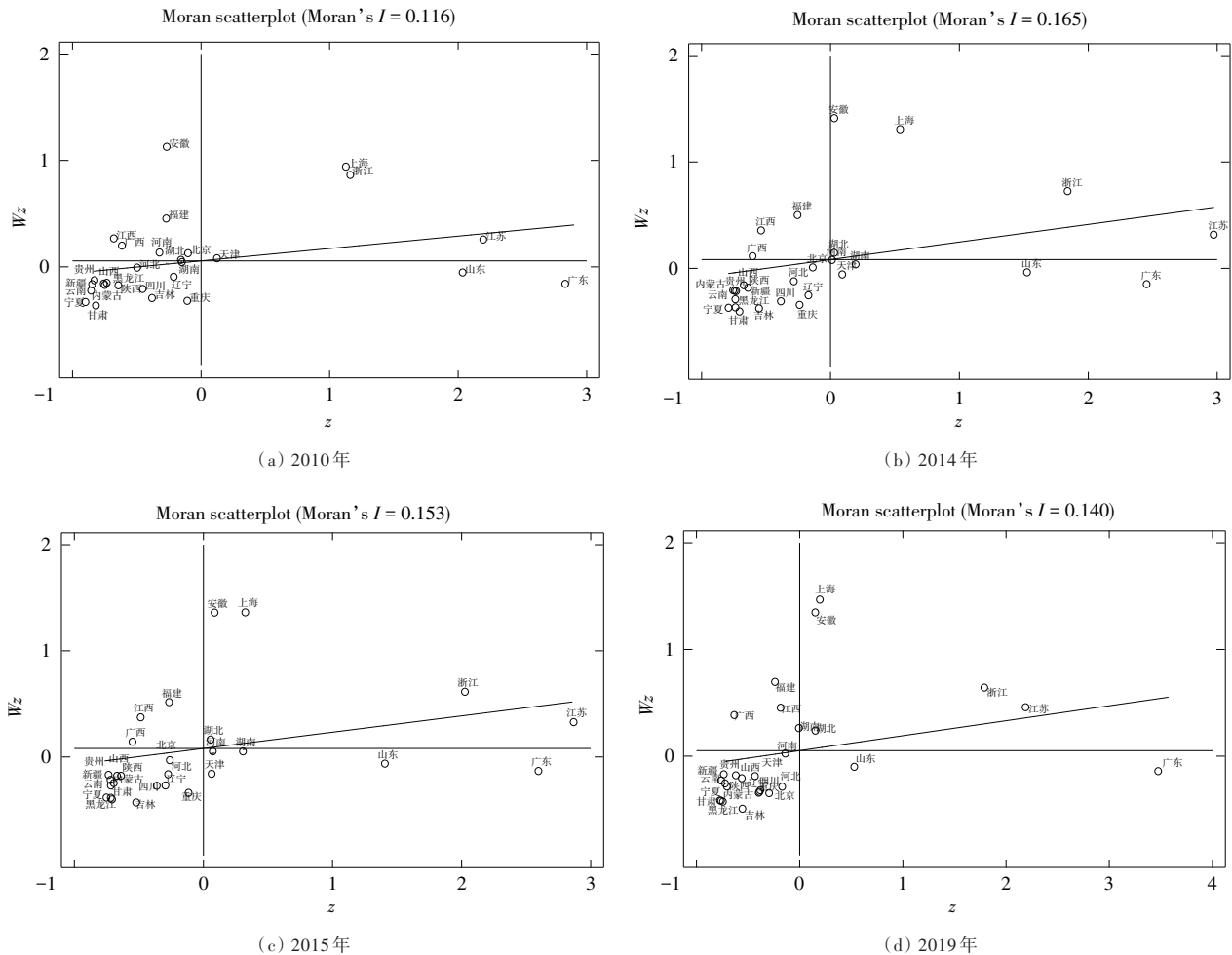


图1 2010—2019年各省域局部Moran's I 指数图

各省创新绩效低且无空间正向溢出效应;东北三省亦在“冷点”空间聚集,各省创新绩效低且无空间正向溢出效应。在该阶段,我国各省创新绩效空间溢出效应呈现为:上海、浙江、江苏与山东之间存在创新绩效正向空间溢出。长三角省域对邻近省域安徽具有正向空间效应。广东对邻近省域具有回流效应。湖北创新绩效由低向高发展,对邻近省域无空间正向溢出效应。湖南受其他省域创新绩效正向溢出效应,创新绩效发展趋势向好。云、贵、川等西部省域“冷点”空间聚集且创新绩效无正向空间溢出效应;东北三省在“冷点”空间聚集且创新绩效无正向空间溢出效应。

在 2014—2019 年,江苏、浙江、上海、山东继续位于第一象限,此外安徽移动至第一象限。安徽在第一阶段开始处于第二象限,这表明安徽自身创新绩效低,而周边省域如浙江、江苏创新绩效高,安徽 2014 年移动至第一象限,说明邻近省域对其创新绩效产生正向空间溢出。湖北继续延续第一阶段向第四象限移动的趋势,自 2018 年移至第四象限,说明其创新绩效高于平均水平,保持快速发展,且对邻近省域存在负空间自相关特征,开始对周围省域具有回流效应。广东创新绩效持续高位发展仍对周围省域回流效应明显。湖南自 2016 年开始向第二象限方向移动,受广东和湖北回流效应影响创新绩效相对于均值在下降,在 2019 年低于均值。东北三省持续“冷点”空间聚集,云、贵、川等西部省域亦处于“冷点”空间聚集。该阶段我国各省创新绩效空间溢出效应呈现为:受空间异质性显著影响,泛长三角区域联动发展优势增强并产生正向空间溢出。湖北创新绩效提升且在 2018 对邻近省域产生回流效应。广东创新绩效保持高位发展且对邻近省域持续产生回流效应。受广东和湖北回流效应影响,湖南创新绩效相对于均值在下降并在 2019 年低于均值。云、贵、川等西部省域继续呈现“冷点”空间聚集且无创新绩效正向空间溢出效应;东北三省持续在“冷点”空间聚集且无创新绩效正向空间溢出效应。

研究发现:创新绩效低的相邻省域均在“冷点”空间聚集,且对邻近省域创新绩效无正向空间溢出。湖南创新绩效水平的发展在两个阶段变化显著:在第一阶段,邻近省域对湖南创新绩效溢出效应体现为正向拉动使其创新绩效向好发展且高于全国平均水平;在第二阶段,湖南受回流效应影响,创新绩效降至均值水平以下,这说明创新绩效的扩散效应与回流效应影响省域创新绩效发展。湖北在第一阶段创新绩效由低向高增长,第二阶段创新绩效增长至较高水平后开始对邻近省域开始产生回流效应;长三角省域与广东均为创新强省且在两阶段中创新绩效均保持高位增长,长三角省域对空间邻接距离、地理距离和经济距离邻近省域具有正向溢出效应,其中,政策支持是长三角创新要素发挥区域空间溢出效应的核心动力(胡兆廉等, 2021),政府干预是创新强省正向空间溢出效应主要推动力量;广东对空间邻接距离和地理距离邻近、经济水平差距大的省域具有回流效应。因此,假设 H2 部分成立。

(二)省域创新能力对总体创新绩效空间影响分析

1. 模型与选择检验

为了得到统计可信的结果及确定具体的空间计量模型及是否需要选择固定效应模型,而 LR 与 Hausman 检验是空间计量研究中常用的处理方法(Anselin, 2013)。因此在空间回归之前进行 LR 与 Hausman 检验,分别对变量选取最适宜的估计模型,控制个体效应和时间效应,进行固定效应估计,估计结果见表 3。

表 3 各变量空间计量模型结果

变量	原始创新力			技术创新力			成果转化力		
	空间邻接	地理距离	经济距离	空间邻接	地理距离	经济距离	空间邻接	地理距离	经济距离
<i>lnres</i>	-1.545*** (0.443)	-1.829*** (0.488)	-1.476*** (0.440)						
<i>lnres</i>	10.729*** (2.908)	12.771*** (3.185)	10.167*** (2.872)						
<i>lnpatapp</i>				0.388*** (0.039)	0.381*** (0.044)	0.337*** (0.054)			
<i>lndeal</i>							0.109*** (0.370)	0.183*** (0.034)	0.105*** (0.037)
<i>innocity</i>	0.054** (0.024)	0.070*** (0.025)	0.052** (0.024)	0.081*** (0.022)	0.088*** (0.022)	0.051** (0.023)	0.044** (0.025)	0.072*** (0.024)	0.035 (0.024)
<i>finact</i>	-0.433* (0.238)	-0.274 (0.247)	-0.573** (0.238)	-0.395* (0.219)	-0.430* (0.223)	-0.613*** (0.225)	-0.395 (0.242)	-0.135 (0.235)	-0.459* (0.240)
<i>pho</i>	0.258*** (0.071)	0.279** (0.110)	0.202** (0.093)	0.251*** (0.058)	0.282*** (0.079)	0.190** (0.094)	0.256*** (0.068)	0.505*** (0.070)	0.291*** (0.084)

续表3

变量	原始创新力			技术创新力			成果转化力		
	空间邻接	地理距离	经济距离	空间邻接	地理距离	经济距离	空间邻接	地理距离	经济距离
sigma2_e	0.041*** (0.003)	0.043*** (0.004)	0.040*** (0.003)	0.039*** (0.003)	0.040*** (0.003)	0.037*** (0.003)	0.043*** (0.004)	0.046*** (0.004)	0.042*** (0.004)
拟合优度 R^2	0.642	0.680	0.683	0.853	0.831	0.798	0.663	0.669	0.656
最大似然值 Log-L	49.191	42.098	52.327	54.476	51.787	62.421	41.253	29.900	44.159

注：*表示 $p < 0.1$ ，**表示 $p < 0.05$ ，***表示 $p < 0.01$ ；括号内为 Z 统计量。

由表 3 可知,三个控制变量的空间自相关系数(ρ)的值在三种空间权重矩阵下的值均大于 0.19,均通过了 5% 的显著检验,说明区域原始创新力、技术创新力、成果转化力在省域之间存在正向空间相关性。创新型城市建设与金融资本活跃度通过了显著检验,说明其该因素影响区域创新绩效。因此,应进一步结合区域创新能力探究省域创新绩效的空间影响。

2. 空间权重矩阵下省域创新能力对总体创新绩效的影响分析

由上表 3 可知,各省域创新能力在同一空间权重矩阵对总体创新绩效的贡献均有显著的正向空间效应,但贡献程度不同,在三种空间权重矩阵均稳健体现为:原始创新力 > 技术创新力 > 成果转化力。

原始创新力在三种空间权重矩阵下均表现为二次项为正、一次项为负,这说明各省域原始创新力与创新绩效并非是线性增长关系而是存在曲线增长关系。进一步结合 R^2 、Log-L 的值,发现经济距离矩阵对原始创新力的解释最好,即:经济水平越发达的省域,基础研究对总体创新绩效的提升效果越显著,这说明在全国层面,我国经济水平发达的省域,如广东、江苏、山东、浙江、湖北等省增加原始创新投入对全国总体创新绩效的提升作用更强。同时,经济发展水平越接近的省域之间,原始创新投入产生的创新绩效溢出效应越显著。

对比分析技术创新力在三种空间权重矩阵下的结果发现:在空间邻接矩阵下,技术创新力每增加 1%,创新绩效增长 0.388%;在地理距离矩阵下,技术创新力每增加 1%,创新绩效增长 0.381%;在经济距离矩阵下,技术创新力每增加 1%,创新绩效增长 0.337%。进一步结合 R^2 、Log-L 的值,三个矩阵对技术创新力的解释均较强,这说明技术创新力对空间邻近、地理距离相近和经济发展水平相近的省域之间的创新绩效具有较强的空间正向溢出效应。

对比分析成果转化力在三种空间权重矩阵下的结果发现,成果转化力每增加 1%,在空间邻接矩阵中创新绩效增长约为 0.109%;在地理距离矩阵中创新绩效增长约为 0.183%;在经济距离矩阵下创新绩效的增长约为 0.105%。结合 R^2 、Log-L 的值,发现在地理距离矩阵下,成果转化力对总体创新绩效的促进作用最大,说明相较于经济水平差距,地理距离远近是成果转化力促进创新绩效空间溢出效应的关键因素。

(三)省域创新能力对创新绩效的直接效应与间接效应

为了探究各省域创新能力对创新绩效的直接效应与间接效应,依据 LR 检验与 Hausman 检验结果,分别选取最适宜的估计模型运用偏微分法对其空间效应进行进一步分析,回归估计结果见表 4。

表 4 各变量直接效应与间接效应回归结果

		原始创新力			技术创新力			成果转化力		
		空间邻接	地理距离	经济距离	空间邻接	地理距离	经济距离	空间邻接	地理距离	经济距离
直接效应	ln	-1.464*** (0.445)	-1.704*** (0.476)	-1.456*** (0.437)	0.394*** (0.038)	0.386*** (0.043)	0.338*** (0.053)	0.122*** (0.035)	0.191*** (0.034)	0.113*** (0.036)
	ln	10.272*** (2.912)	11.979*** (3.098)	10.051*** (2.842)						
	C1	0.060** (0.026)	0.073*** (0.026)	0.060** (0.025)	0.080*** (0.019)	0.087*** (0.019)	0.054*** (0.019)	0.044** (0.021)	0.073*** (0.022)	0.039* (0.021)
	C3	-0.383 (0.257)	-0.260 (0.267)	-0.529** (0.258)	-0.387* (0.223)	-0.421* (0.229)	-0.577** (0.231)	-0.346 (0.250)	-0.126 (0.249)	-0.415* (0.250)
间接效应	ln	1.524 (1.401)	4.569** (2.083)	0.524 (1.508)	0.126*** (0.034)	0.150*** (0.050)	0.041 (0.083)	0.255*** (0.063)	0.184*** (0.045)	0.197** (0.079)
	ln	-7.914 (9.186)	-27.636** (13.728)	-1.657 (10.001)						
	C1	0.079 (0.052)	0.047 (0.096)	0.218*** (0.056)	0.026*** (0.010)	0.035** (0.015)	0.039* (0.016)	0.040 (0.056)	0.073** (0.032)	0.175** (0.079)
	C3	0.581 (0.413)	-0.223 (0.698)	0.813 (0.526)	-0.131 (0.093)	-0.180 (0.138)	-0.006 (0.148)	0.652 (0.478)	-0.149 (0.281)	0.770 (0.719)

注：*表示 $p < 0.1$ ，**表示 $p < 0.05$ ，***表示 $p < 0.01$ ；括号内为 Z 统计量。

表4显示三种创新能力对创新绩效的直接效应呈现出:原始创新力>技术创新力>成果转化力;三种矩阵下省域*i*的原始创新力对邻近省域创新绩效的间接影响均呈现倒U型曲线趋势。因此,假设H3a部分成立。

当省域*i*的技术创新力在空间邻接、地理距离及经济距离空间矩阵下每增加1%,邻近省域的创新绩效分别增加0.126%、0.15%、0.041%,说明技术创新力对邻近省域有正向空间溢出,当技术创新力提升,创新绩效的溢出效应增强,即假设H3b成立。

对比技术创新力对创新绩效影响的直接和间接效应,在空间邻接矩阵和地理距离矩阵下,技术创新力对创新绩效影响的直接效应为间接效应的3.13和2.57倍,在经济距离矩阵下直接效应为间接效应的8.24倍。这说明,省域与邻近省域经济发展水平差距越大,技术创新力的直接效应与间接效应差值越大。

当省域*i*成果转化力增加1%,在空间邻接权重矩阵下邻近省域的创新绩效增加0.255%,在地理距离矩阵下邻近省域的创新绩效增加0.184%,在经济距离矩阵中邻近省域的创新绩效增加0.197%。因此,假设H3c成立。在空间邻接矩阵下,成果转化力的间接效应最强,相较于经济差距,空间邻近是成果转化力对邻近省域创新绩效空间溢出效应的关键因素。

六、结论

(一)结论与讨论

(1)在三种空间权重矩阵下,创新绩效在全国范围内呈现出明显的空间依赖性,即:空间邻接距离、地理距离和经济距离邻近促进省域创新绩效空间溢出效应。低创新绩效的相邻省域在“冷点”空间聚集,且对邻近省域无创新绩效正向溢出效应。创新强省创新绩效正向溢出效应可以拉动省域创新绩效的提升;反之,回流效应可导致邻近省域创新绩效的降低。省域创新绩效由低向高增长阶段对邻近省域产生回流效应;在高位增长阶段对空间邻接距离和地理距离邻近、经济水平差距大的省域具有回流效应;对空间邻接距离、地理距离和经济距离邻近省域产生正向空间溢出效应,其中,政府干预通过发挥创新要素的区域空间溢出效应(胡兆廉等,2021)推动创新强省创新绩效的正向空间溢出效应。

(2)在三种空间权重矩阵下,省域原始创新力、技术创新力、成果转化力对总体创新绩效均有显著的正向空间效应,且在三种空间权重矩阵均稳健体现为:三种能力对总体创新绩效贡献及其直接效应的影响由高到低依次为:原始创新力、技术创新力和成果转化力;经济水平越发达的省域,基础研究投入对总体创新绩效的提升效果越显著。

(3)经济距离是原始创新力影响省域创新绩效溢出的关键因素,经济水平差距越小的省域,基础研究投入产生的创新绩效溢出效应越明显,且呈现倒“U”型曲线趋势。这说明省域*i*在曲线的拐点之前增加基础研究投入对于邻近省域创新绩效有正向促进作用,超过拐点之后省域*i*原始创新能力增强对邻近省域创新绩效存在回流效应。即:省域*i*原始创新能力很强时,具有较强的创新资源集聚能力,利用与邻近省域之间的空间优势吸纳其技术创新与成果转化资源的加入。此时,对邻近省域创新绩效存在负向空间溢出。

(4)三种空间权重矩阵对技术创新力解释均较强,即:区域技术创新力对空间邻近、地理距离相近和经济发展水平相近的省域之间的创新绩效具有较强的空间正向溢出效应。经济发展水平相近的邻近省域更应开展跨区域的协调与合作,联合开展技术创新研究,促进创新要素跨区域流动,在技术创新领域利用区位优势实现成果共享、优势互补,对邻近省域创新绩效的促进效果将更为显著。

经济距离差距是省域技术创新力直接效应与间接效应差距的关键因素,例如:广东技术创新力的提升对自身创新绩效影响显著,广西虽然与其邻近,但是由于二者经济发展水平差距较大,广东技术创新力的提升对广西创新绩效的空间溢出效应较低。

(5)空间邻接矩阵和地理距离矩阵对成果转化力解释较强,即:空间邻接和地理距离邻近是区域成果转化力促进创新绩效空间溢出效应的关键因素。因此,在空间邻接和地理距离邻近且经济水平差距较大的省域间,加强创新成果转化活动的联系是发挥创新强省创新绩效正向空间溢出效应的关键促使。增加技术成果转化力是提升新兴经济体区域创新绩效的有效手段(Wang et al, 2020),知识溢出往往发生在具有技术关联性的产业间。因此,在技术创新成果大规模产业化扩散阶段,经济总量较低省域通过承接创新强省的产业转移与创新强省分工合作、优势互补,创新强省知识溢出与经济总量较低省域自有知识的有效协同(苏屹和

林周周, 2021)可促进其正向空间溢出效应。

(二) 启示

(1)在2010—2013年,长三角省域高创新绩效对安徽产生正向空间效应使其创新绩效由低向高发展;在2014—2019年,长三角省域的空间关联效应保持平稳增强,安徽在该阶段创新绩效高于全国平均水平且保持高位增长,长三角创新绩效整体提升体现出了区域联动发展的优势。自2004年国家提出中部崛起战略后,安徽开始加强与中部地区多维度合作和承接其产业转移,其经济发展增速较快。同时,由于安徽长期以来受惠于上海、江苏和浙江,特别是2008年安徽加入长三角合作机制以来,与长三角省域在科技创新各领域的合作不断增强,安徽通过国家科学中心、科学城、自主创新示范区、两心共创等平台建设推进区域间基础研究和科技创新合作。在产业转移上,以2016—2018年统计数据为例,沪苏浙在皖亿元以上在建项目投资15654.7亿元,占全省利用省外资金48%,其中新建10亿元以上大项目270个,占全省38.5%,为加快推进长三角一体化发展,2019年和2020年沪苏浙在皖投资继续保持高位增长,安徽深入参与长三角发展分工合作,成为沪苏浙地区产业、资本等向中部转移的重点省域。由于空间、地理和经济距离的邻近,沪苏浙与安徽在区域原始创新活动、技术创新活动和成果转化活动中保持紧密联系,这些省域与安徽之间创新要素频繁流动,沪苏浙创新绩效对安徽的发展具有较强的空间正向溢出效应。因此,创新强省沪苏浙对安徽的辐射和带动作用进一步显现。

(2)当区域经济发展水平超过了起飞阶段,会具有自我发展能力,湖北在迈向创新强省的过程中创新绩效逐年增长,但自2018年开始湖北创新绩效的提高对邻近省域开始产生回流效应,这表明,该阶段湖北处于增长极的极化效应阶段,该阶段的主要特征是科技进步、社会变迁、知识进化这些要素使发达区域有更大的能力从较弱地区吸引资本和劳动力(Capello, 2006),极化效应使创新要素从邻近省域不断流向增长极,加大了湖北与邻近省域创新绩效和经济发展的两极分化。市场力的作用通常是倾向于扩大区域间经济发展的差距,长三角一体化发展的成功经验显示,政府干预通过发挥创新要素的区域空间溢出效应(胡兆廉等, 2021)推动创新强省发挥创新绩效的扩散作用。因此,为促进湖北发挥创新增长极的扩散作用,推动湖北与空间邻接、地理距离和经济距离邻近省域开展原始创新、技术创新与成果转化活动的合作与交流;与空间邻接、地理距离邻近且经济发展水平差距大的省域合作开展科技成果的市场化扩散与应用活动,鼓励创新要素在区域间流动,促进知识溢出,提高湖北区域创新绩效空间正向溢出效应,带动邻近省域经济发展。

(3)广东的经济总量和创新能力均居全国首位,2010—2019年广东创新绩效一直保持高位发展但对邻近省域却始终具有回流效应,其邻近省域创新绩效一直低位发展,广东与邻近省域之间发展格局体现为强者越强、弱者越弱的局面。虽然湖南、江西、广西诸省与广东地域相连、经济联系密切、人力资源和资本区域间流动频繁,但产业布局关联度不高,广东的高劳均产出和收入悬殊让优势资源进一步向经济发达的核心地带流动,而这进一步加剧区域经济增长的不平衡(吴立军和李佛关, 2015)。地理距离远近是成果转化力促进创新绩效空间溢出效应的关键因素,为发挥广东作为创新强省的区域辐射带动作用,可将成果转化力的构建作为突破口,在广东与邻近省域之间合作开展创新成果转化活动,提高省际产业关联度。技术创新成果的大规模商业化应用能力在区域创新绩效中起到更重要的作用(Chen和Guan, 2012),政府支持是提高经济不发达区域创新绩效的核心条件(Zhang et al, 2020),经济不发达区域创新应用初期的成本高于收益,支持创新应用的公共成本较高,此刻,支持技术引进的公共政策非常重要(Camagni和Capello, 1998)。因此,在该过程中政府应起到重要的协调促进作用并承担公共成本。

(三) 不足

①本研究省域创新强省对经济总量较低省域的创新绩效溢出影响,数据颗粒度较大,未来应以城市面板数据进一步验证研究结论;②提出空间邻接距离、地理距离和经济距离邻近促进省域创新绩效溢出,但是没有明确三种距离对省域创新绩效溢出影响的具体阈值,未来可继续讨论区域创新绩效空间溢出是否受经济特征距离、社会文化距离等多维距离的影响及影响阈值;③提出创新强省通过区域创新三种能力的构建提升创新绩效对经济总量较低省域的正向空间溢出效应,但未涉及创新强省与不同多维距离省域间区域联合创新的具体路径策略,这些研究不足有待进一步拓展和深化。

参考文献

- [1] 白俊红, 蒋伏心, 2015. 协同创新、空间关联与区域创新绩效[J]. 经济研究, 50(7): 174-187.

- [2] 卞元超, 吴利华, 白俊红, 2020. 财政科技支出竞争是否促进了区域创新绩效提升? ——基于研发要素流动的视角[J]. 财政研究, (1): 45-58.
- [3] 陈红梅, 梁敏, 乔朋华, 2021. 企业家精神、研发投入与区域创新绩效[J]. 调研世界, (3): 58-64.
- [4] 陈劲, 梁靓, 吴航, 2013. 开放式创新背景下产业集聚与创新绩效关系研究——以中国高技术产业为例[J]. 科学学研究, 31(4): 623-629.
- [5] 陈依曼, 李立勋, 符天蓝, 2020. 中国城市创新能力及其影响因素的空间分异——基于 GWR 模型的实证[J]. 热带地理, 40(2): 323-334.
- [6] 范斐, 连欢, 王雪利, 等, 2020. 区域协同创新对创新绩效的影响机制研究[J]. 地理科学, 40(2): 165-172.
- [7] 高丽娜, 蒋伏心, 2021. 基础研究强度与区域创新绩效——政府支持与人力资本结构的调节效应[J]. 科技进步与对策, 38(20): 47-53.
- [8] 郭丰, 杨上广, 柴泽阳, 2021. 创新型城市建设实现了企业创新的“增量提质”吗? ——来自中国工业企业的微观证据[J]. 产业经济研究, (3): 128-142.
- [9] 何宜庆, 吴铮波, 吴涛, 2020. 金融空间特征、技术创新能力与产业结构升级——以八大经济区为例[J]. 经济经纬, 37(1): 96-104.
- [10] 胡兆廉, 石大千, 马静, 2021. “近水楼台”抑或“点石成金”? ——创新型城市的空间溢出效应研究[J]. 经济与管理研究, 42(1): 66-87.
- [11] 纪志宏, 2013. 存贷比地区差异研究——基于商业银行分行数据的研究[J]. 金融研究, (5): 12-31.
- [12] 康淑娟, 安立仁, 2020. 政府干预、知识资源与区域创新绩效——基于价值链视角的双重门限效应[J]. 科技进步与对策, 37(1): 57-64.
- [13] 李婧, 何宜丽, 2017. 基于空间相关视角的知识溢出对区域创新绩效的影响研究——以省际数据为样本[J]. 研究与发展管理, 29(1): 42-54.
- [14] 李婧, 谭清美, 白俊红, 2010. 中国区域创新生产的空间计量分析——基于静态与动态空间面板模型的实证研究[J]. 管理世界, (7): 43-55.
- [15] 李雪, 吴福象, 竺李乐, 2021. 数字经济与区域创新绩效[J]. 山西财经大学学报, 43(5): 17-30.
- [16] 刘友金, 易秋平, 贺灵, 2017. 产学研协同创新对地区创新绩效的影响——以长江经济带 11 省市为例[J]. 经济地理, 37(9): 1-10.
- [17] 柳卸林, 何郁冰, 2011. 基础研究是中国产业核心技术创新的源泉[J]. 中国软科学, (4): 104-117.
- [18] 秦晓钰, 2020. 创新型人力资本驱动的中国经济增长模式转型研究[D]. 济南: 山东大学.
- [19] 邱洪全, 2021. 多维邻近性、空间关联与区域协同创新绩效[J]. 科技管理研究, 41(11): 93-101.
- [20] 盛垒, 张子彧, 2021. 我国南北经济分化的影响因素研究——基于区域创新能力差异的视角[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 55(5): 727-740.
- [21] 史丹, 李鹏, 2019. 中国工业 70 年发展质量演进及其现状评价[J]. 中国工业经济, (9): 5-23.
- [22] 苏屹, 李丹, 2021. 研发投入、创新绩效与经济增长——基于省级面板数据的 PVAR 实证研究[J]. 系统管理学报, 30(4): 763-770.
- [23] 苏屹, 李忠婷, 2021. 区域创新系统主体合作强度对创新绩效的影响研究[J]. 管理工程学报, 35(3): 64-76.
- [24] 苏屹, 林周周, 2021. 自有知识、知识溢出与区域创新产出[J]. 科研管理, 42(1): 168-176.
- [25] 苏屹, 林周周, 王铁男, 2021. 中国省际知识溢出对区域创新绩效的非线性影响研究[J]. 管理工程学报, 35(1): 47-56.
- [26] 王峤, 刘修岩, 李迎成, 2021. 空间结构、城市规模与中国城市的创新绩效[J]. 中国工业经济, (5): 114-132.
- [27] 王淑英, 常乐, 张水娟, 等, 2019. 创新生态系统、溢出效应与区域创新绩效——基于空间杜宾模型的实证研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), (1): 107-116, 128.
- [28] 王晓红, 张少鹏, 张奔, 2021. 创新型城市试点政策与城市产学研知识流动——基于长三角城市群的空间 DID 模型分析[J]. 科学学研究, 39(9): 1671-1682.
- [29] 吴和成, 赵培皓, 2020. 邻近性视角下长三角协同创新绩效影响因素实证研究[J]. 科技管理研究, 40(7): 96-103.
- [30] 吴立军, 李佛关, 2015. 泛珠三角经济圈区域内经济增长差异及收敛性探究[J]. 广东财经大学学报, 30(4): 35-43.
- [31] 吴卫红, 董姗, 张爱美, 等, 2020. 创新要素集聚对区域创新绩效的溢出效应研究——基于门槛值的分析[J]. 科技管理研究, 40(5): 6-14.
- [32] 吴中超, 2021. 网络结构、创新基础设施与区域创新绩效——基于网络 DEA 乘法模型的分析[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 20(2): 79-89.
- [33] 徐换歌, 蒋硕亮, 2020. 国家创新型城市试点政策的效果及空间溢出[J]. 科学学研究, 38(12): 2161-2170.
- [34] 徐宁, 徐鹏, 吴创, 2014. 技术创新动态能力建构及其价值创造效应——来自中小上市公司的经验证据[J]. 科学与科学技术管理, 35(8): 125-134.
- [35] 许学国, 桂美增, 张嘉琳, 2021. 多维距离下科创中心辐射效应对区域创新绩效的影响——以长三角地区为例[J]. 科

- 技进步与对策, 38(1): 56-64.
- [36] 杨博旭, 王玉荣, 李兴光, 2019. 多维邻近与合作创新[J]. 科学学研究, 37(1): 154-164.
- [37] 杨省贵, 顾新, 2011. 区域创新体系间创新要素流动研究[J]. 科技进步与对策, 28(23): 60-64.
- [38] 曾婧婧, 周丹萍, 2019. 区域特质、产业结构与城市创新绩效——基于创新型城市试点的准自然实验[J]. 公共管理评论, 1(3): 66-97.
- [39] 张虎, 周迪, 2016. 创新价值链视角下的区域创新水平地区差距及趋同演变——基于 Dagum 基尼系数分解及空间 Markov 链的实证研究[J]. 研究与发展管理, 28(6): 48-60.
- [40] 张静, 李平, 2017. 中国区域创新绩效的过程溢出与空间关联[J]. 西部论坛, 27(3): 34-44.
- [41] 张娜, 邓金钱, 2021. 地方政府行为选择与区域创新绩效: 基于主导和竞争的双重视角[J]. 经济问题探索, (4): 68-79.
- [42] 张雯, 吴福象, 2021. 财政科技资助、知识资本禀赋与区域创新绩效[J]. 经济问题探索, (4): 27-36.
- [43] 赵滨元, 2021a. 数字经济对区域创新绩效及其空间溢出效应的影响[J]. 科技进步与对策, 38(14): 37-44.
- [44] 赵滨元, 2021b. 京津冀协同创新绩效影响因素分析——基于空间杜宾模型[J]. 商业经济研究, (1): 162-166.
- [45] 赵增耀, 章小波, 沈能, 2015. 区域协同创新效率的多维溢出效应[J]. 中国工业经济, (1): 32-44.
- [46] 郑世林, 张美晨, 2019. 科技进步对中国经济增长的贡献率估计: 1990—2017年[J]. 世界经济, 42(10): 73-97.
- [47] 周青, 王燕灵, 杨伟, 2020. 数字化水平对创新绩效影响的实证研究——基于浙江省 73 个县(区、市)的面板数据[J]. 科研管理, 41(7): 120-129.
- [48] ADAMS F G, MILGRAM G, GREEN E W, et al, 1968. Undeveloped land prices during urbanization: A micro-empirical study over time[J]. The Review of Economics of Statistics, 50(2): 248-258.
- [49] ANSELIN L, 1988. Spatial econometrics: Methods and models[M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [50] ANSELIN L, HUDAK S, 1992. Spatial econometrics in practice: A review of software options[J]. Regional Science and Urban Economics, 22(3): 509-536.
- [51] AUDRETSCH D B, 2003. Innovation and spatial externalities[J]. International Regional Science Review, 26(2): 167-174.
- [52] CAMAGNI R, CAPELLO R, 1998. Indivisibilità e irreversibilità nei processi di adozione delle tecnologie rinnovabili in Ambiente Urbano[M]. Turin: SEAT, 223-246.
- [53] CANIËLS M C, VERSPAGEN B, 2001. Barriers to knowledge spillovers and regional convergence in an evolutionary model[J]. Journal of Evolutionary Economics, 11(3): 307-329.
- [54] CAPELLO R, 2006. Knowledge and accessibility for regional cohesion in the enlarged Europe[J]. Italian Journal of Regional Science, 5(2): 129-144.
- [55] CHEN K, GUAN J, 2012. Measuring the efficiency of China's regional innovation systems: Application of network data envelopment analysis(DEA)[J]. Regional Studies, 46(3): 355-377.
- [56] DE NONI I, ORSI L, BELUSSI F, 2018. The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European Regions[J]. Research Policy, 47(1): 1-13.
- [57] DENG J, ZHANG N, AHMAD F, et al, 2019. Local government competition, environmental regulation intensity and regional innovation performance: An empirical investigation of Chinese provinces[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(12): 2130.
- [58] HJALTADÓTTIR R E, MAKKONEN T, MITZE T, 2020. Inter-regional innovation cooperation and structural heterogeneity: Does being a rural, or border region, or both, make a difference?[J]. Journal of Rural Studies, 74: 257-270.
- [59] WANG J M, YANG L, 2020. Does factor endowment allocation improve technological innovation performance? An empirical study on the Yangtze River Delta region[J]. Science of The Total Environment, 716: 137107.
- [60] LI J, SUTHERLAND D, NING L, et al, 2014. Firm ownership, industrial structure, and regional innovation performance in China's provinces[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 26(9): 1001-1022.
- [61] MAKKONEN T, VAN DER HAVE R P, 2013. Benchmarking regional innovative performance: Composite measures and direct innovation counts[J]. Scientometrics, 94(1): 247-262.
- [62] MYRDAL G, SITHANG P, 1957. Economic theory and under-developed regions[M]. London: Duckworth.
- [63] PACI R, MARROCU E, USAI S, 2014. The complementary effects of proximity dimensions on knowledge spillovers[J]. Spatial Economic Analysis, 9(1): 9-30.
- [64] PELLEGRINO G, PIVA M, VIVARELLI M, 2012. Young firms and innovation: A microeconomic analysis[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 23(4): 329-340.
- [65] PETIT M L, SANNA-RANDACCIO F, SESTINI R, 2009. Asymmetric knowledge flows and localization with endogenous R&D: A dynamic analysis[J]. Economic Modelling, 26(2): 536-547.
- [66] ROBERTSON J, CARUANA A, FERREIRA C, 2021. Innovation performance: The effect of knowledge-based dynamic capabilities in cross-country innovation ecosystems[J]. International Business Review, 20: 101866.
- [67] ROPER S, DU J, LOVE J H, 2008. Modelling the innovation value chain[J]. Research Policy, 37(6-7): 961-977.

- [68] ROSENTHAL S S, STRANGE W C, 2004. Evidence on the nature and sources of agglomeration economies[M]. Handbook of Regional and Urban Economics. Amsterdam: North-Holland.
- [69] SONG H, ZHANG M, 2017. Spatial spillovers of regional innovation: Evidence from Chinese provinces[J]. Emerging Markets Finance & Trade, 53(9): 2104-2122.
- [70] TOBLER W R, 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region[J]. Economic Geography, 46(S1): 234-240.
- [71] WANG J, 2013. The Economic impact of special economic zones: Evidence from Chinese municipalities[J]. Journal of Development Economics, 101: 133-147.
- [72] WANG X, FANG H, ZHANG F, et al, 2018. The spatial analysis of regional innovation performance and industry-university-research institution collaborative innovation—An empirical study of Chinese provincial data[J]. Sustainability, 10(4): 1243.
- [73] WANG Z, HE Q, XIA S, et al, 2020. Capacities of business incubator and regional innovation performance [J]. Technological Forecasting and Social Change, 158: 120125.
- [74] WU J, XU M, 2013. Technology intermediaries and regional innovation performance: An empirical study in China[J]. Asian Journal of Technology Innovation, 21(sup2): 7-19.
- [75] ZHANG M, LI B, YIN S, 2020. Configurational paths to regional innovation performance: The interplay of innovation elements based on a fuzzy-set qualitative comparative analysis Approach[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 32(12): 1422-1435.

Research on the Spatial Spillover Effects of Provincial Innovation Performance Based on Three-dimensional Distance

Zhang Rui¹, Sun Yuqin¹, Yu Bo²

(1. College of Tourism and Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin 541000, Guangxi, China;

2. School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150000, China)

Abstract: The spatial measurement model was used to empirically analyze the panel data from 28 provinces of China from 2010 to 2019, study the spatial change of inter-provincial innovation performance spillover effect, analyze the spillovers of three-dimensional distance on provincial innovation performance, and explore how to promote the positive spatial spillover effects from innovation-strong province innovation performance through the construction of regional innovation capacity. It is found that the provincial innovation performance has return effects on neighboring provinces from low to high growth. In the high growth stage, it has return effects on spatial neighbor and geographical proximity with large economic level gap. And positive spatial spillover effects on spatial proximity, geographical proximity and economic distance. The closer the economic development level, the more obvious the original innovation power to promote the regional innovation performance spillover effects, and it shows an inverted U-shaped curve. The economic level gap is the key factor for the gap between the direct and indirect effects of technological innovation. The spatial proximity and geographical proximity are the key factors of the positive spillover of achievement transformation force.

Keywords: regional innovation performance; three-dimensional distance; spillover effects; innovation ability