

产业集聚、空间溢出与区域创新效率

——以长江经济带为例

李武艳¹, 周依甸²

(1.浙江财经大学 土地与城乡发展研究院, 杭州 310018; 2.浙江财经大学 工商管理学院, 杭州 310018)

摘要: 创新是国家发展第一动力, 产业集聚是提升区域创新效率的关键途径之一, 研究二者关系有利于优化产业空间布局和完善区域创新政策。基于2009—2018年长江经济带108个地级市全产业数据, 运用数据包络分析(DEA)等方法揭示长江经济带区域创新效率时空演变特征, 其次建立空间计量模型, 利用多种空间矩阵分析产业专业化、多样化集聚对区域创新效率影响的空间溢出效应。结果表明: ①总体来看, 长江经济带区域创新效率先上升后下降, 具有阶段性特征; ②产业专业化、多样化集聚对区域创新效率均具有显著的正向影响; ③从溢出效应来看, 多样化集聚对经济水平相近地区的区域创新效率具有更强的促进作用。因此, 长江经济带城市群应加快发展产业专业化、多样化集聚, 提高欠发达区域经济发展水平, 促进多样化集聚对相邻区域创新效率的扩散作用。

关键词: 区域创新效率; 专业化与多样化; 溢出效应; 长江经济带

中图分类号: F124.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)8—0011—12

一、引言

经过改革开放40多年来的建设和发展, 中国经济已由高速增长阶段转化为高质量发展阶段, 亟需实现从传统要素驱动、投资驱动转向创新驱动(辜胜阻等, 2018)。继十八届五中全会提出创新为五大发展理念之一后, “十九大”报告再次指明创新是引领国家发展的第一动力。然而, 受制于中国区域发展程度的空间差异, 产业创新发展呈现多样态势, 部分地区创新效率较低成为限制经济总体水平上升的主要羁绊(程叶青等, 2014)。中国自然条件复杂且区域空间差异大, 边缘效应显著(卢小平, 2020), 区域资源集聚或受到邻近地区的影响(陈柯等, 2020), 依据产业集聚对区域创新效率的空间效应, 合理化的产业布局将成为提升区域创新效率重要途径之一。

产业专业化集聚和多样化集聚对区域创新效率影响的相关研究, 在国内外已有了广泛探索。专业化集聚过程中形成的物质资本要素集聚, 可促进资本深化, 也可以促进劳动分工精细化, 进而提升技能、知识和机械专业化, 促进技术创新, 驱动技术外溢(李天籽和陆铭俊, 2022)。也有学者对此观点持有不同看法, 认为专业化集聚会抑制创新, 由于资源的有限性, 当专业化集聚提高后, 产业内的企业需要面临激烈的资源竞争, 劳动力的频繁流动会导致企业创新成果的同化, 抑制企业创新投入, 进而阻碍区域创新效率的提升(苏依依和周长辉, 2008)。专业化集聚与区域创新效率的关系探索已经较为成熟, 但是随着产业布局的不断变迁, 学者们对于产业集聚和创新效率的关系, 不再囿于专业化集聚, 出现了基于产业多样化集聚的拓展。多样化集聚中的互补产业间可以形成网络化的创新模式, 有利于协同创新, 促进各组织之间形成相互依赖的关系, 加速了知识的集聚、流动及产出, 促进跨学科领域的合作, 提升了组织对知识溢出的吸收能力, 有利于促进区域技术创新(刘娜等, 2018)。与此同时, 由于不同产业的企业难以形成统一协调的行为准则, 这会对知识和资源的溢出和共享存在较大的阻碍作用, 可能会对创新带来抑制作用(黎欣, 2021)。

通过对上述研究梳理发现, 虽然产业集聚与区域创新效率的关系仍处于争议之中, 但是多样化集聚和专业化集聚的合理配置可有效提升区域创新效率, 已成为学界共识(马志东和俞会新, 2016)。而现有研究中, 多是基于传统计量模型探讨两种集聚对区域创新效率的影响, 忽略了不同空间距离下的溢出效应(Jang

收稿日期: 2022-03-30

基金项目: 浙江省哲学社会科学项目“微观尺度下都市区耕地功能转型及其驱动机制研究”(21NDJC097YB); 国家自然科学基金“基于可行能力的农户耕地保护补偿方式偏好研究”(41301194)

作者简介: 李武艳, 博士, 浙江财经大学土地与城乡发展研究院教授, 研究方向: 土地利用与生态安全、区域经济协调发展; 周依甸, 硕士, 浙江财经大学工商管理学院, 研究方向: 技术创新管理。

et al, 2017)。近年来,关于空间溢出效应的相关研究逐渐丰富,但多仅基于地理空间矩阵开展研究,非地理距离下产业集聚与区域创新效率的空间效应尚不明晰。事实上,信息技术飞速发展,地理距离在区域创新中所起的作用将会被弱化。经济水平邻近地区更易将创新资源投入到共享活动中,相应的经济行为、要素配置方式、企业研发模式也会逐渐趋同,从而促进知识溢出与技术创新的扩散。因此,研究经济距离下产业集聚对区域创新效率的作用路径,更具有现实意义。

长江经济带横跨中国东中西三大区域,近年来的经济总量在我国经济总量之中的占比达到了45%以上,具有极强的产业集群带动效应,以电子信息为代表的产业规模在国内占比常年保持在50%以上。将长江经济带作为重点发展对象,培育具有国际竞争力的产业集群,对我国产业发展起着重要的示范作用。然而,长江经济带省市之间经济发展不均衡,产业同质性问题愈发突出,使得区域之间竞争不断加剧,限制了各地创新能力的提升,经济呈现出显著的负外部性。在长江经济带实现创新区域协调发展的过程中,洞悉区域创新效率存在的问题,利用产业集聚对区域创新效率的空间溢出效应,是提升区域创新效率是关键所在。本文将2009—2018年作为研究时段,以长江经济带108个地级市^①作为基本单元,划分为上中下游^②,考察区域创新效率的时空演变特征及产业集聚对区域创新效率增长的空间溢出效应。具体研究将围绕以下两个方面展开:①区域创新效率本身的时空演化特征是什么?②产业集聚对区域间创新效率提升的影响是什么?在此基础上,为了更细致地探索产业集聚对区域创新效率变化的空间溢出效应,研究进一步将空间距离划分为地理和经济两个维度,关注不同空间距离下对空间溢出效应的影响。本文不仅是对上述理论争议的实证检验,还可以丰富和拓展产业集聚与区域创新相关研究内容,在现实方面,以期为政府部门更合理的规划产业空间布局提供政策建议,为区域创新效率的提升研究与实践提供参考。

二、理论机制分析

(一)区域创新效率的空间相关性

新经济地理学理论说明创新活动存在着显著的空间效应。这意味着创新活动不仅仅可以影响本地创新的产出,并且区域间创新活动也会发生相互作用,从而影响区域创新成果产出的空间分布格局(马静等, 2017)。分析区域创新效率可知,它是起步于多种创新要素投入终止于最终创新成果产出的一个具有多阶段、多环节及多要素特点的价值链有序传递的系统过程,是在一定地区空间上的创新系统变化的过程,最终达到一定规模。这个过程与地域空间上的制度、法规、开放程度、文化等都是一种有机结合的过程(黄解宇和杨再斌, 2006)。基于上述分析,提出假设1:

区域创新效率存在空间相关性(H1)。

(二)产业集聚对区域创新效率的空间溢出效应

区域创新系统是一种网络型结构,不仅包含各类企业和科研院所,还包含教育、政府及金融等多种行业组织,通过互相的联系和作用来提高知识存量。在这些的创新组织中,企业是最为关键的创新主体,能够对知识进行有机转化,得到相应的新产品或新技术,是区域创新的主战场。

创新、集聚之间保持有彼此依存、彼此促进的密切关系(Gordon, 2005)。产业集聚与资本要素、技术要素等要素的集聚是相辅相成的关系(李颖, 2022)。根据内生增长理论,资本要素、技术要素等都具有明显的溢出效应,其中资本要素集聚可以分为人力资本集聚和物质资本集聚。创新的知识正是通过这种溢出效应,提高全社会生产率,实现经济增长,提升区域创新成果产出。要素的集聚导致了交易成本和运输成本的降低,丰沛的劳动力及处于不断发展之中的市场规模,上述条件均会为相关创新源源不断地注入活力,让新品研发速度更快,让技术得到进一步扩散,让企业接纳新技术的能力更强,进而影响区域创新效率(刘婧等, 2018),还可以通过弱化创新风险,保证其实际成功率,助力相关成果的推广,总之能够给技术创新产生正面作用(曲晨瑶等, 2017)。因此,合理的要素集聚规模可以促进知识溢出和技术创新。值得一提的是,在产业集聚的作用下,区域内的各类设施也会得到政府支持,企业可以共享基础设施,进而降低区域内创新要素的投入成本(蔡森, 2022)。产业集聚通过要素集聚带来的知识溢出效应和技术创新扩散促进区域创新效率的提升,如图1所示。

① 毕节市、铜仁市由于数据缺失较多,未被列入研究单元。

② 上游地区:重庆市、四川省、云南省、贵州省;中游地区:江西省、湖北省、湖南省;下游地区:上海市、江苏省、浙江省、安徽省。

基于此,提出假设2:

产业集聚通过空间溢出效应对区域创新效率有显著影响(H2)。

1. 专业化集聚对区域创新效率的影响

Marshall(1890)等学者认为当知识溢出在相同产业的企业间发生时,一定区域内同类产业的集中度越高,就越有利于技术创新的发生,专业化程度越高,知识溢出的效果越强。那么同一产业内的知识溢出效应是如何在产业区内发生的。

专业化集聚过程中导致人力资本的集聚

可以加强信息的共享,产生更为强大的创造力,是推动技术升级的关键力量(李天籽和陆铭俊,2022)。同时,由于距离的邻近性和相同的文化教育背景,人力资本的集聚可以提高显性知识的溢出,并且提高隐性知识的扩散,能让知识自原先的知识中心处朝向四周地区进行不断扩散,最终使得特定区域整体上拥有了更为理想的创新产出(周璇和陶长琪,2019)。专业化集聚过程中带来的物质资本要素集聚,可以吸引更多的资本大量流入,进而带来资本深化,为区域创新奠定了扎实的创新资本。亚当·斯密(2005)认为,随着物质资本的不断积累,劳动分工会加速且更趋合理化,进而为经济增长提供极大助力。专业化集聚能够让劳动分工朝着更为精细化的方向发展,进而提升技能、知识和机械专业化,促进技术创新,驱动高新技术的外溢,进而提升区域创新效率。随着专业化集聚的不断发生,各种技术要素也会不断集聚,发挥出经济要素的职能,让产业下不同组织、层级之间出现更为活跃的交互作用,进而实现技术创新(胡海鹏等,2019)。

基于此,提出假设2a:

专业化集聚通过空间溢出效应正向促进区域创新效率(H2a)。

2. 多样化集聚对区域创新效率的影响

Jacobs(1969)指出,随着互补性产业的不断发展和彼此作用,会催生出更多的、更具价值的互补性知识,且会进入产业区内进行不同程度的交流,加速和加深区域技术创新。在产业内,互补性知识通过何种方法方式发挥其溢出效应是一个值得研究的问题。

由于区域内个创新主体是以网络的形式相互连接在一起。因此的多样化集聚过程中导致的人力资本集聚是来自不同的创新组织,培育出多样化的科研团队,促进跨学科领域的合作,提升区域创新效率(刘娜等,2018)。同时,互补产业间由于不会带来竞争威胁,有利于协同创新、相互扶持,产生了一种具有网络化特点的创新模式,为不同组织架构了一种彼此依存的密切关系,使得相关知识的流转和应用得到了进一步加速,也为各类组织开辟了更多、更高效的知识获取途径,能够有效拔高组织利用此种溢出的能力,从而助力区域技术的整体创新。区域内相关联产业的邻近可以带来的物质资本集聚,通过可以加强彼此之间的协作,最大化实现资源整合,促进技术创新进程。多样化集聚过程中带来的技术要素多样化集聚,能够助力一个产业更好地汲取相关产业的经验,补足自身短板,谋求技术层面的进步。一方面,技术要素的多样化集聚为地区内的中小企业提供了更多向技术前沿面学习和模仿的机会,这些企业可以先通过模仿来筛选出适合自己的生产技术直至成熟,这种行为有利于降低创新成本(朱永明和郭家欣,2020);另一方面,同个区域范围下的不同产业能够经由各种合作方式进行知识交互,形成新的理念和技术,此类互补性知识发生的空间溢出可以为组织的长效发展带来诸多益处(苏佳坤等,2020)。

基于此,提出假设2b:

多样化集聚通过空间溢出效应正向促进区域创新效率(H2b)。

(三)不同空间距离下产业集聚对区域创新效率的影响差异

Glaeser et al(1992)和Henderson(2003)等学者证明了由于知识要素的特殊性,地理邻近性会影响知识溢出。因此会拉大区域技术创新差距,影响创新成果的区域分布。

基于经济地理学视角观之,在相应区域之中发生的所有生产活动可被整体看待,即将之视作一个完整的经济地域系统。在这一系统之中,内部和外部环境、各个子行业间、各个企业间必然会存在着人力资本交换、

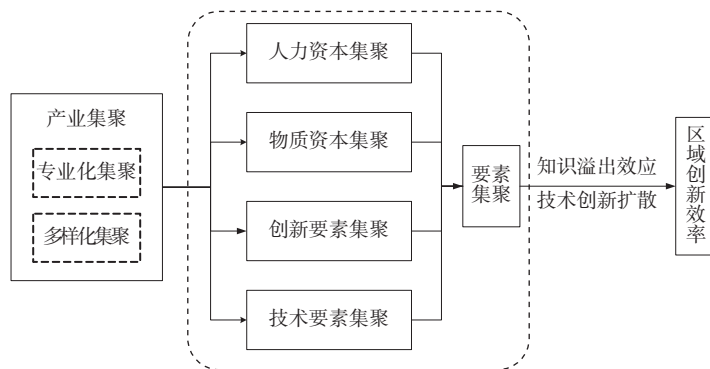


图1 产业集聚对区域创新效率的影响路径

物质资本交换、能源交换等诸多活动,而此类活动无不属于一种传输过程,换言之,企业之间的关联、影响均会反馈到地域空间层面上(陈跃刚等,2018)。在信息技术日新月异的当下,地理距离施加给区域创新的效应正在不断变弱,而经济距离则刚好相反。因为具有相似的文化背景的地区之间隐性知识的溢出效应要更强,经济水平相似的地区文化会得到水平相近的教育支持,进而文化背景趋同(周璇和陶长琪,2019)。由于,经济距离较短的地区间无论是在技术创新层面又或是在产业结构层面均会保持着更为密切的内在联系(冯星宇等,2021),所以,经济水平接近的那些地区之间通常更易将某些经济资源拿出来,投入到共享活动中去,相应的经济行为、要素配置方式、企业研发模式也会逐渐趋同,从而促进知识溢出与技术创新的扩散,如图2所示。

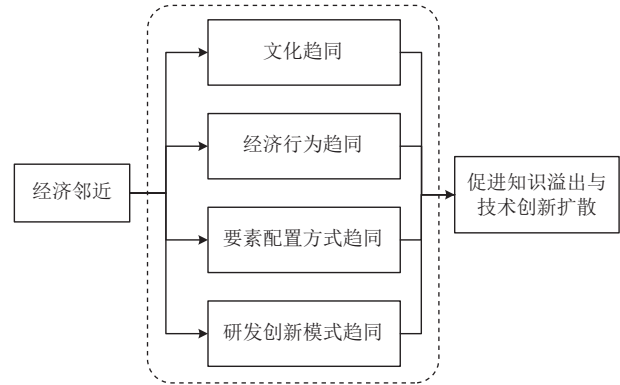


图2 经济邻近性对知识溢出和技术效应的影响路径

基于此,提出假设3:

基于经济邻近性的空间溢出效应强于基于地理邻近性的空间溢出效应(H3)。

三、研究方法 with 数据来源

(一)区域创新效率的测度

1. 模型设定

本文采用数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)对区域创新效率进行测度,基于规模报酬不变假设前提的模型(constant returns to scale, CRS),公式如下:

$$\begin{cases} \min \left[\theta - \varepsilon \left(\sum_{k=1}^K s^- + \sum_{l=1}^L s^+ \right) \right] \\ \text{s.t.} \quad \sum_{m=1}^M x_{mk} \lambda_m + s^- = \theta x_k^m, \quad k = 1, 2, \dots, K \\ \sum_{m=1}^M y_{ml} \lambda_m - s^+ = y_l^m, \quad l = 1, 2, \dots, L \\ \lambda_m \geq 0, \quad m = 1, 2, \dots, M \end{cases} \quad (1)$$

其中: θ 为决策单元的综合效率指数; s^+ 、 s^- 为松弛变量,为创新资源达到DEA有效需要减少的投入量; ε 为非阿基米德无穷小量; K 、 L 分别为投入和产出指标; m 为决策单元; x_{mk} 为第 m 个城市的第 k 种投入资源; y_{ml} 分别为第 m 个城市的第 l 种产出资源; λ_m 为权重变量,用来判断决策单元的规模收益。当在模型中加入约束条件 $\sum_{m=1}^M \lambda_m = 1$,将其转变为规模报酬可变的模型(variable returns to scale, VRS)。最终测算结果综合效率(Inn)为纯技术效率(TE)和规模效率(SE)的乘积,取值范围为 $[0, 1]$ 。 Inn 指的是,创新资源要素的配置和利用效率等综合效率; TE 指的是技术进步带来的生产效率, SE 为的是创新资源当前规模和最适规模两者之间存在的差距。

本文利用全要素生产率增长率指数模型(malmquist)来分析区域创新效率的动态变动趋势(Grosskopf 和 Roos, 1998),分解公式如式(2)所示:

$$TFP = EC \times TC = PEC \times SEC \times TC \quad (2)$$

其中:全要素生产率(TFP)、综合技术效率变化指数(EC)、技术进步变化指数(TC)、纯技术效率变化指数(PEC)及规模效率变化指数(SEC)分别反映某一决策单元时期 t 的生产率与时期 $t-1$ 的全要素生产率、技术效率、技术前沿、纯技术效率及规模效率发生变化效率的比值,大于1表示效率提高,小于1表示效率降低。

2. 区域创新效率的指标选取

目前关于区域创新效率的投入指标选取在学界已经达成共识的部分,大体上可以分为人力和资金投入、科技和经济产出四个方面(修国义和郑雪,2020;朱丽霞等,2019)。近年来,已有学者关注到创新环境因素已

不再是外生干扰因素,同时技术创新活动也能够通过知识溢出带动各行业的创新发展,带来相应的社会效益,因而,将创新环境投入和社会效益产出纳入指标体系,但相关研究仍停留在省域层面,忽略了地市尺度的研究。本文综合已有的区域创新效率的研究指标,在地市尺度展开实证探索,以丰富区域创新效率在不同尺度上的时空变化规律,详细指标选取见表1。

表1 区域创新效率测度指标

指标类型	一级指标	二级指标
投入指标	人力投入	从事科技活动人员数(个)
	资本投入	全社会固定资产投资额(万元)
	创新环境投入	邮电业务总量(万元) 高等学校数(所)
产出指标	科技成果产出	国内专利申请量(个)
	经济产出	人均地区生产总值(元)
	社会效益产出	全员劳动生产率[万元/(人·年)] 职工平均工资(元/人)

(二)变量测度

1. 产业集聚的测度

本文用克鲁格曼指数(Krugman specialization index)与赫芬达尔指数(Hirschman-Herfindahl index)的倒数分别来表示长江经济带专业化集聚(Ksi)与多样化集聚(Div)水平(张雯熹等,2019),公式如下:

$$Ksi = \sum_{i=1}^I \left| \frac{emp_{i,r}}{emp_r} - \frac{emp_i}{emp} \right| \quad (3)$$

$$Div = \frac{1}{\sum_{i=1}^I \left(\frac{emp_{i,r}}{emp_r} \right)^2} \quad (4)$$

其中: i 为产业; r 为城市; emp 为长江经济带的就业人数。 Ksi 指数值越高,说明产业专业化水平越高; Div 指数值越大,说明城市的产业分散程度越高,多样化水平越高。

2. 控制变量的测度

为了剔除其他潜在变量对研究结果的影响,需要控制一部分统计学变量(陈秋玲等,2021;胡艳和周玲玉,2018;叶堂林等,2021),①教育水平(Edu)采用财政教育支出来表示;②医疗水平(Hea)采用医院床位来表示;③开放程度($Open$)采用外商直接投资额占地区生产总值比重表示(用当年平均汇率折算);④金融发展水平(Fin)采用年末金融机构人民币各项贷款余额占地区生产总值比重表示;⑤工业化进程(Ind)采用第二产业增加值占地区生产总值比重来表示;⑥企业规模(Sca)采用工业企业年均产值表示;⑦人口数量(Peo)采用年平均人口数表示。

(三)空间面板模型的设定

本文运用空间滞后模型(spatial lag model, SLM)、空间误差模型(spatial error model, SEM)及空间杜宾模型(spatial Dubin model, SDM),探索专业化集聚、多样化集聚对区域创新效率的空间效应。

(1)模型1:SLM,反映了区域创新效率不仅是本地产业集聚模式的函数,同时也受相邻地区的区域创新效率的影响,模型如下:

$$\ln Inn = \alpha + \rho w(\ln Inn) + \beta_1 \ln Z + \beta_2 \ln C + \varepsilon \quad (5)$$

(2)模型2:SEM,将空间因素放入到误差项中,模型如下:

$$\ln Inn = \alpha + \beta_1 \ln Z + \beta_2 \ln C + \varepsilon, \quad \varepsilon = \eta w \varepsilon + \mu \quad (6)$$

(3)模型3:SDM,综合考虑了本地区专业化集聚、多样化集聚对相邻地区的区域创新效率产生空间溢出效应,以及区域创新效率的空间溢出效应,模型如下:

$$\ln Inn = \alpha + \rho w(\ln Inn) + \beta_1 \ln Z + \beta_2 \ln C + \xi_1 w \ln Z + \xi_2 w \ln C + \varepsilon \quad (7)$$

其中: ρ 为空间滞后系数; ε 为空间自相关的误差项; η 为空间误差系数; α 为截距项; β 、 ξ 分别为影响因子对本地和邻近地区区域创新效率的影响; Z 为产业集聚指标,包括产业专业化集聚(Ksi)和产业多样化集聚(Div); C 为控制变量指标; w 为空间权重矩阵; μ 为随机误差项。

本文选择了二进制邻接矩阵来构建地理空间权重矩阵(W_1),其空间相关性可以用0(共边)和1(不共边)表示(陈靖和魏良庆,2019),公式如式(3)所示^③:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{区域 } i, j \text{ 相邻} \\ 0, & \text{区域 } i, j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (8)$$

对于经济距离权重矩阵(W_2)的选择,本文引用了地理集中度指数来表示地区经济集聚程度,其计算公式如下(陶长琪,2016):

$$W_{i,j} = \frac{1}{1 + |R_i - R_j|} \quad (9)$$

$$R_i = \frac{X_i / \sum_{i=1}^N X_i}{TER_i / \sum_{i=1}^N TER_i}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (10)$$

其中: R_i 为地区*i*在2009—2018年的平均经济集聚度; X_i 为第*i*个地区的生产总值; TER_i 为第*i*个地区的建成区面积; N 为地区数量。

(四)数据来源

本文选取了2009—2018年的面板数据进行研究,同时,考虑到多数创新活动的周期存在较大差异,考虑到本文所选指标特点,同时借鉴相关研究(陈凯华等,2012),本文选取滞后期统一为2年。因此本文创新产出指标选用*t*年的数据,创新投入指标则选用*t*-2年。根据《中国城市统计年鉴》《中国城市年鉴》和长江经济带108个地级市的统计年鉴(2007—2019年)将全产业划分为19个产业^④并测算出专业化集聚指数和多样化集聚指数。考虑到产业集聚对区域创新效率影响具有时间滞后性,对应的区域创新效率滞后1年。

四、长江经济带区域创新效率的时空演变特征

(一)长江经济带区域创新效率空间变化特征

运用Maxdea 8.0软件,测度长江经济带上中下游2009—2018年的创新综合效率、纯技术效率及规模效率结果见表2。总体来看,2009—2018年长江经济带的区域创新综合效率的整体不高,区域创新综合效率的均值位于0.40~0.50。其中,2009—2013年综合效率均值从0.41升至0.46,2015—2018年呈现波动下降的状态,表明长江经济带区域创新综合效率水平整体呈现出先上升后下降的态势。

对综合效率进行分解来看,纯技术效率均值处于0.48~0.77,整体虽呈现出上升的态势,但期间伴有波动下降,下游地区和上游地区的纯技术效率(0.64)均值高于中游地区(0.52);规模效率的均值处于0.56~0.82,整体上呈现出下降的态势,上游地区(0.75)的规模效率略高于下游地区(0.71)和中游地区(0.67)。虽然长江经济带综合创新效率呈现出了微弱的增长,规模效率对区域创新综合效率的贡献也高于纯技术效率,但事实上综合效率的增长基本上是由纯技术效率的增长带来的,纯技术效率的年均增幅(2.87%)略高于规模效率的年均降幅(2.55%)。而各流域的规模效率倒退严重,其中中游地区的倒退尤为明显,研究期内的降幅达到38.55%,这一现象需要引起警惕。这意味着长江经济带产业规模效率方面存在不足,需要加强规划,形成合理的产业布局。

对分流域来看区域创新综合效率,各流域存

表2 长江经济带上中下游区域创新各效率均值

效率	地区	年份										均值
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Inn	下游	0.39	0.44	0.50	0.52	0.50	0.41	0.41	0.46	0.43	0.48	0.45
	中游	0.35	0.37	0.34	0.35	0.36	0.34	0.33	0.36	0.32	0.36	0.35
	上游	0.47	0.50	0.49	0.51	0.52	0.51	0.50	0.53	0.50	0.49	0.50
	均值	0.41	0.44	0.44	0.46	0.46	0.42	0.41	0.45	0.42	0.44	0.43
TE	下游	0.50	0.56	0.63	0.67	0.63	0.59	0.64	0.72	0.66	0.82	0.64
	中游	0.41	0.44	0.44	0.47	0.50	0.52	0.54	0.60	0.52	0.71	0.52
	上游	0.53	0.56	0.57	0.60	0.65	0.65	0.67	0.72	0.67	0.78	0.64
	均值	0.48	0.52	0.54	0.58	0.59	0.59	0.62	0.68	0.62	0.77	0.60
SE	下游	0.78	0.78	0.78	0.77	0.78	0.69	0.64	0.63	0.65	0.57	0.71
	中游	0.83	0.80	0.74	0.71	0.68	0.64	0.59	0.59	0.58	0.51	0.67
	上游	0.86	0.86	0.83	0.80	0.76	0.74	0.70	0.68	0.71	0.60	0.75
	均值	0.82	0.81	0.78	0.76	0.74	0.69	0.64	0.63	0.65	0.56	0.71

③ 由于舟山市是海岛,无共边城市,因此将其与嘉兴市、宁波市设定为相邻城市。

④ 19个产业包括:农林牧渔业,采矿业,制造业,电力、热力、燃气及水生产和供应业,建筑业,批发和零售业,交通运输、仓储和邮政业,住宿和餐饮业,信息传输、计算机服务和软件业,金融业,房地产业,租赁和商务服务业,科学研究、技术服务和地质勘查业,水利、环境和公共设施管理业,居民服务、修理和其他服务业,教育、卫生和社会工作,文化、体育和娱乐业,公共管理、社会保障和社会组织。

在显著的地区差异,上游地区效率最高,下游次之,中游最低,这与各流域的经济背景存在出入。为了进一步探究“上游地区创新效率最高”的原因,本文进一步对下游和上游地区的创新环境投入指标与社会效益产出指标的平均增速进行了对比分析。可以发现,由于上游地区社会效益产出的起点较低,所以其在研究期内的平均增速远高于下游地区,而下游地区的创新环境投入增速则快于上游地区。下游地区虽然具有高投入、高产出的特征,但是在达到一定规模阶段后,要素投入对创新产出的拉动能力存在边际效用递减(朱巍等,2018;李政等,2017)。上游地区由于发展的较晚,目前大部分地区仍然处于技术创新的开始阶段,对于周边地区的溢出有着较强的吸收能力,可以通过加大创新投入,拉动创新产出。而中游地区大多数企业仍处于原材料初加工阶段,对创新溢出的吸收能力具有局限性,企业竞争力不强,这都制约了区域创新成果的产出(韩兆洲和操咏慧,2019)。因此,目前阶段上游地区区域创新效率高于下游地区。

为了进一步分析长江经济带创新综合效率的空间演变特征,本文结合2009—2018年的创新效率的变异系数(表3),从波动趋势看,在整个研究期内,长江经济带总体的综合创新效率的区域间差异正在拉大,变异系数值为从0.51上升至0.54,下游、上游地区的变动趋势与总体趋势基本一致。不同的是,中游地区的变异系数数值有所降低,表明中游地区的城市间区域创新效率的差距正在缩小。从变异系数的数值来看,下游地区的变异系数均值(0.42)要显著低于中游地区(0.62)和上游地区(0.54),表明下游地区的创新效率的分布较为集中,而中游地区和上游地区的创新效率的离散度较高,主要集中在成都、武汉等中心城市。这在一定程度上,也验证了区域创新效率具有集聚性和空间相关性。

(二)长江经济带区域创新效率时序变化特征

本文利用malmquist指数进一步展示了长江经济带整体区域创新效率在时间维度上的动态发展变化(表4)。总体来看,长江经济带区域创新投入产出的全要素生产率为1.084,综合技术效率、技术进步、纯技术效率及规模效率的变化指数分别为1.004、1.108、0.996和1.004,除纯技术效率外,其余4个指标的均值均大于1,表明在研究期内,长江经济带的区域创新效率水平总体上有所改善,主要得益于技术进步效率改进。相较于技术进步效率来说,综合技术效率更能体现技术引进带来的效果,而综合技术效率不高表明在研究期内长江经济带产业仍然存在粗放型的特征。可喜的是,综合技术效率的变化呈现出波动上升的态势,说明目前各地区在重视技术引进的同时,也注意了加强创新管理模式,提高资源的配置效率。需要注意的是,目前长江经济带技术进步效率存在下降的趋势,说明技术进步开始放缓,表明提高长江经济带全要素效率从依靠技术引进转向自主创新的需求变得更为迫切。

五、长江经济带产业集聚对区域创新效率的空间溢出效应

(一)区域创新效率的空间效应检验

为了初步验证区域创新效率的空间相关性,本文基于地理邻接矩阵和经济距离空间矩阵,对长江经济带108个地级市区域创新效率进行空间自相关检验(表5)。总体来看,区域创新效率的全局莫兰指数(MI)值在5%水平上均通过了显著性检验,各地级市的区域创新效率水平存在显著的空间正相关性。因此将基于地理和经济尺度测算的空间因素纳入到分

表3 长江经济带综合效率的变异系数

地区	年份									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
下游	0.42	0.45	0.45	0.40	0.37	0.37	0.38	0.37	0.48	0.50
中游	0.56	0.65	0.68	0.65	0.68	0.61	0.62	0.62	0.61	0.51
上游	0.51	0.50	0.52	0.52	0.51	0.55	0.56	0.58	0.53	0.57
总体	0.51	0.53	0.55	0.53	0.52	0.53	0.55	0.54	0.56	0.54

表4 长江经济带区域创新效率Malmquist指数及其分解

时段	EC	TC	PEC	SEC	TFP
2009—2010	0.906	1.627	0.952	0.952	1.474
2010—2011	0.842	1.528	0.912	0.923	1.287
2011—2012	1.226	0.771	1.103	1.112	0.945
2012—2013	0.877	0.831	0.899	0.975	0.729
2013—2014	1.083	0.917	1.097	0.987	0.993
2014—2015	0.886	0.967	0.856	1.035	0.857
2015—2016	1.212	0.936	1.132	1.070	1.135
2016—2017	0.919	1.626	0.980	0.937	1.494
2017—2018	1.088	0.770	1.037	1.049	0.838
均值	1.004	1.108	0.996	1.004	1.084

表5 2010—2018年全局莫兰指数检验

年份	全局莫兰指数(MI)	
	W_1	W_2
2010	0.106 **	0.014***
2011	0.165 ***	0.007***
2012	0.180***	0.007***
2013	0.160 ***	0.007***
2014	0.100**	0.009***
2015	0.143***	0.013***
2016	0.122**	0.012 ***
2017	0.242 ***	0.007***
2018	0.104 ***	0.005***

注:*, **, ***分别表示 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$ 。

析中,确实更符合长江经济带区域创新效率发展的客观实际。莫兰相关系数仅提供初步证据,下文将通过空间回归模型中的区域创新效率的空间相互作用来进行更进一步的检验。

运用 Anselin 简易判断法则(表 6),在地理邻接矩阵下和经济距离空间矩阵下,空间误差及空间滞后的拉格朗日乘数统计值和稳健拉格朗日乘数统计值分别 10% 的显著水平上显著。根据 Anselin 简易判断法则,本文可以选择空间误差模型和空间滞后模型,并进一步利用似然比(LR)检验量对 SDM 是否可以退化会 SLM 和 SEM 进行检验,并拒绝了原假设。因此,本文选择用 SDM 对产业集聚对区域创新效率的空间溢出效应进行识别。

(二)空间计量结果分析

在构建模型前,通过对各变量的前期检验发现,产业集聚与区域创新效率呈现出高度相关,为下文的实证探索提供了一定的依据。同时,通过计算方差膨胀因子(1.168 ~ 6.273)排除了多重共线性问题。利用三种空间计量模型识别了专业化集聚和多样化集聚对区域创新效率的影响,由表 7 和表 8 可以看出,SLM 与 SEM 的大部分估计结果在数值与显著性方面虽与 SDM 有所差异,但是符号基本一致,验证了本文采用 SDM 的稳健性。

本文主要研究的是产业专业化、多样化集聚对区域创新效率的空间效应,考虑到该地区的区域创新效率在受到本地产业集聚的影响外,也会受到其他地区的影响。为了进一步分析这种空间溢出效应,在两种空间矩阵下,本文利用 SDM 将直接效应和溢出效应进行分解(表 9)。直接效应为产业集聚的对本地区域创新效率直接系数,而间接效应则解释了本区域产业集聚对邻近区域创新效率的影响,能够更全面地解释产业专业化集聚、多样化集聚对区域创新效率的实际影响。从直接效应来看,无论是地理邻接还是经济距离矩阵,产业专业化集聚和多样化集聚对区域创新效率都具有显著的正向影响。从间接效应来看,地理邻接矩阵下专业化集聚与多样化集聚的溢出效应在统计上并不显著,但是在经济距离下其系数均为正,存在显著的空间溢出效应,且多样化集聚的溢出效应系数(1.550)大于专业化集聚的溢出效应(0.771)。除了产业集聚外,在两种空间矩阵下,开放程度与医疗水平对区域创新效率的直接效应影响系数均为负数,说明两者的水平越高,对区域创新效率的抑制性越强。这可能是由于,长江经济带大部分地区在开放程度不高的情况下,地区产品的科技含量有限,对进口产品的依赖度高,而区域创新效率的提高需要对外开放达到一定水平才能提高(赵儒煜等,2021)。医疗水平作为一般性基础设施,医疗水平的提高可能会挤占地方政府对创新活动的补贴和投入,引起区域创新效率的损失(潘雅茹和罗良文,2019)。

表 6 空间计量模型的相关检验

检验	相关统计值	
	W_1	W_2
空间误差拉格朗日乘数 $LM\ ERR$	82.239***	209.480***
稳健空间误差拉格朗日乘数 $R-LM\ ERR$	17.313***	157.510***
空间滞后拉格朗日乘数 $LM\ LAG$	68.521***	59.725***
稳健空间滞后拉格朗日乘数 $R-LM\ LAG$	3.595*	7.755***
空间滞后似然比检验 $LR_Spatial_Lag$	21.05**	28.84***
空间误差似然比检验 $LR_Spatial_Error$	20.57**	27.42***

注:*, **, *** 分别表示 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$ 。

表 7 两种空间矩阵下 SLM 和 SEM 估计结果

变量	模型 1:SLM		模型 2:SEM	
	W_1	W_2	W_1	W_2
$\ln Ksi$	0.119** (0.0491)	0.113** (0.0493)	0.128** (0.0500)	0.113** (0.0495)
$\ln Div$	0.134* (0.0687)	0.127* (0.0692)	0.138** (0.0698)	0.130* (0.0693)
$\ln Open$	-0.0298** (0.0138)	-0.0313** (0.0138)	-0.0290** (0.0139)	-0.0322** (0.0139)
$\ln Fin$	-0.00618 (0.0337)	-0.00371 (0.0339)	0.00157 (0.0348)	0.0246 (0.0420)
$\ln Ind$	0.120*** (0.0340)	0.118*** (0.0344)	0.123*** (0.0341)	0.122*** (0.0346)
$\ln Sca$	0.00899 (0.0287)	0.00914 (0.0290)	0.00674 (0.0296)	-0.000946 (0.0315)
$\ln Peo$	-0.0732 (0.0722)	-0.0695 (0.0725)	-0.0764 (0.0724)	-0.0660 (0.0726)
$\ln Edu$	-0.00652 (0.0314)	-0.00416 (0.0315)	-0.0116 (0.0318)	-0.00528 (0.0328)
$\ln Hea$	-0.0929* (0.0491)	-0.0964* (0.0507)	-0.0893* (0.0502)	-0.0927* (0.0524)

注:*, **, *** 分别表示 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$;括号中的数据为对应的 t 统计量。

表 8 两种空间矩阵下 SDM 估计结果

变量	模型 3:SDM		变量	模型 3:SDM	
	W_1	W_2		W_1	W_2
$\ln Ksi$	0.157*** (0.0508)	0.109** (0.0515)	$W \times \ln Ksi$	-0.151* (0.0906)	1.952* (1.077)
$\ln Div$	0.157** (0.0710)	0.130* (0.0717)	$W \times \ln Div$	-0.00160 (0.123)	3.825** (1.752)
$\ln Open$	-0.0281** (0.0138)	-0.0350** (0.0142)	$W \times \ln Open$	-0.0116 (0.0189)	-1.235 (0.394)
$\ln Fin$	0.0548 (0.0407)	0.0974** (0.0426)	$W \times \ln Fin$	-0.0961 (0.0658)	-0.527 (0.825)
$\ln Ind$	0.128*** (0.0344)	0.128*** (0.0360)	$W \times \ln Ind$	-0.0372 (0.0684)	0.697 (0.851)
$\ln Sca$	0.0167 (0.0342)	0.00539 (0.0366)	$W \times \ln Sca$	0.00352 (0.0475)	0.383 (0.487)
$\ln Peo$	-0.0761 (0.0718)	-0.0683 (0.0738)	$W \times \ln Peo$	0.123 (0.156)	2.473 (1.666)
$\ln Edu$	0.0281 (0.0375)	0.0355 (0.0399)	$W \times \ln Edu$	0.105 (0.0683)	-0.600 (0.711)
$\ln Hea$	-0.0309 (0.0570)	-0.0535 (0.0601)	$W \times \ln Hea$	-0.317*** (0.0987)	0.204 (0.602)
ρ	0.115*** (0.0428)	-1.267** (0.554)			

注:*, **, *** 分别表示 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$;括号中的数据为对应的 t 统计量。

表9 不同空间矩阵下直接效应与间接效应的分解

变量	直接效应		间接效应		总效应	
	W_1	W_2	W_1	W_2	W_1	W_2
lnKsi	0.155***(-0.0516)	0.125**(-0.0505)	-0.143(-0.101)	0.771*(-0.448)	0.0116(-0.101)	0.896***(-0.441)
lnDiv	0.156**(-0.0679)	0.156**(-0.0672)	0.0168(-0.128)	1.550**(-0.643)	0.173(-0.136)	1.707***(-0.644)
lnOpen	-0.0271**(-0.0132)	-0.0349**(-0.0137)	-0.0151(-0.0218)	-0.0782(-0.185)	-0.0422(-0.0259)	-0.113(-0.188)
lnFin	0.0512(-0.0386)	0.0907**(-0.0402)	-0.102(-0.0677)	-0.3(-0.363)	-0.0513(-0.072)	-0.209(-0.366)
lnInd	0.127***(-0.0332)	0.132***(-0.0338)	-0.0204(-0.0771)	0.25(-0.389)	0.107(-0.0851)	0.382(-0.39)
lnSca	0.0186(-0.0335)	0.0103(-0.0356)	0.00236(-0.0506)	0.147(-0.216)	0.021(-0.052)	0.158(-0.215)
lnPeo	-0.0726(-0.0744)	-0.0471(-0.0743)	0.127(-0.176)	1.132(-0.702)	0.0544(-0.192)	1.085(-0.701)
lnEdu	0.0301(-0.0355)	0.0293(-0.0369)	0.124*(-0.0692)	-0.264(-0.321)	0.154**(-0.0754)	-0.235(-0.32)
lnHea	-0.0352(-0.0551)	-0.046(-0.0575)	-0.363***(-0.106)	0.111(-0.304)	-0.398***(-0.111)	0.0652(-0.297)

注: *、**、***分别表示 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$; 括号中的数据为对应的 t 统计量。

(三) 稳健性检验

由于本文研究的是全产业专业化、多样化集聚对经济水平邻近地区创新效率的空间效应,所以本文将经济距离水平差距来衡量地区间经济水平的差距来构建空间权重矩阵。为检验上述回归结果的稳健性,本文通过改变被经济水平的度量方法进行稳健性测试。因此,本文尝试利用人均GDP增速来替代地区GDP构建经济权重矩阵 W_3 ,具体测算与式(9)和式(10)一致。通过空间相关性检验后,依据前文的检验步骤,利用空间杜宾模型分解后结果见表10。

从直接效应来看,产业专业化集聚、产业多样化集聚对区域内创新效率都具有显著的正向影响。从间接效应来看,产业专业化集聚与多样化集聚对区域创新效率的间接效应的影响系数分别为1.282和2.068,均达到了显著水平($p < 0.05$),即专业化集聚与多样化集聚对经济水平邻近地区区域创新效率的具有正向的溢出效应,且产业多样化集聚的溢出效应强于产业专业化集聚。因此,本文在前文得到的主要结论并不受到经济水平空间矩阵构建的影响,经济水平水平的差异测度方式未对估计结果造成太大影响,本部分的估计结果具有稳健性。

表10 稳健性检验的空间效应分解

变量	W_3		
	直接效应	间接效应	总效应
lnKsi	0.134*** (0.0504)	1.282*** (0.110)	1.416*** (0.0980)
lnDiv	0.150** (0.0670)	2.068*** (0.155)	2.218*** (0.145)
lnOpen	-0.0352** (0.0138)	-0.000313 (0.0335)	-0.0355 (0.0289)
lnFin	0.0990** (0.0400)	-0.425*** (0.0964)	-0.326*** (0.0909)
lnInd	0.144*** (0.0336)	0.346*** (0.107)	0.489*** (0.102)
lnSca	0.0226 (0.0355)	0.169*** (0.0537)	0.192*** (0.0449)
lnPeo	-0.0481 (0.0745)	2.199*** (0.166)	2.151*** (0.147)
lnEdu	0.0214 (0.0368)	-0.488*** (0.0756)	-0.466*** (0.0673)
lnHea	-0.0320 (0.0576)	0.412*** (0.0874)	0.380*** (0.0651)

注: *、**、***分别表示 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$; 括号中的数据为对应的 t 统计量。

六、研究总结

(一) 研究结论

本文基于2009—2018年长江经济带地级市的面板数据,利用数据包络分析法对长江经济带108个地级市的区域创新效率进行了测度及分解。中国大陆地市众多,不同地市之间呈现出彼此依存、彼此作用的特征。因此将创新环境指标与社会效益指标纳入区域创新效率的评价范围在地市层面展开研究是具有现实意义的。对比学者在省级层面展开研究得到的结果,认为区域创新效率呈现出“东-中-西”由高到低的梯度顺序,且大部分结论认为区域创新效率整体呈现出波动上升的态势(彭绪庶和张笑,2022;刘小双,2021),这些与本文的实证略有出入。根据本文的实证结果,长江经济带的区域创新效率的排列顺序由高到低为“上游-下游-中游”,且呈现出先上升后下降的波动趋势。与省级尺度实证结果的差异性,进一步说明了在地市尺度将创新环境指标与社会效益指标纳入区域创新效率的评价范围具有实践意义,丰富了不同尺度区域创新效率的时空变化规律。从地区间的变化趋势来看,已有研究表明目前区域创新效率差异正在趋于收敛,尤其是西部地区的增长势头较快,而东部地区则有明显的下降趋势(兰海霞和赵雪雁,2020),这一定程度上为本文的实证结果提供了支撑。在测度了区域创新效率的基础上,本文利用了多种空间权重矩阵,对产业集聚与区域创新效率的空间溢出效应进行了实证检验,总的来说,专业化集聚与多样化集聚都有利于区域创新效率的提高。进一步证实,长江经济带专业化集聚带来的市场竞争劣势弱于集聚带来的资源优势,而多样化集聚带来的异质性知识资源互补优势强于不同产业间知识流动难的劣势。研究也说明了,经济水平相似的地区更易产生知识溢出与技术创新的扩散,且多样化集聚带来的互补型的知识溢出效应超过了专业化集聚。

结合上述分析,主要结论如下:①长江经济带区域创新效率整体具有阶段性,呈现出先上升后下降的趋势,其中,上中下游区域创新效率存在失衡现象,其中,上游地区的整体效率最高,下游地区次之,中游地区较低;②产业专业化集聚和多样化集聚都对区域创新效率有着正向影响;③从溢出效应来看,地区间经济水平相近时,多样化集聚带来的知识溢出和技术扩散效应更强。

(二)建议与展望

根据本文的研究结论,提出如下建议:①加快发展长江经济带的产业专业化集聚、多样化集聚,促进区域创新效率提升。一方面,为推动产业朝着专业化集聚的方向不断发展,要加大其他配套的扶持力度,提升地区内主导产业的专业化集聚,围绕传统支柱制造业加大研发投入,形成更具效率的科技成果转化机制;另一方面,政府要引导各领域融合发展,提倡多种产业共存的发展模式,采取多种产业并存的混合模式,鼓励工业区内产业分散发展。②长三角城市群由于经济差距较小,需要利用好地区之间的产业集聚溢出效应,通过调整自身的产业空间布局,采取多种产业并存的混合模式,着力打造现代化都市圈,加深、加固中心城市、城市群之间的联系。位于经济发达地区间的城市,需要利用好两地之间的产业集聚溢出效应,通过调整自身的产业空间布局,成为两大都市中间的副中心城市。③长江中游城市群和成渝城市群由于区域间经济水平差距较大。因此在现阶段要利用好产业集聚对本地区域创新效率的影响。建议在做多做强中心城市方面多下功夫,对于综合承载力较为理想的城市。经济较发达的城市应更加重视提升产业的多样化集聚水平,实现资源要素跨区域的高效流动。针对经济水平较为落后的小城市则需结合自身的要素禀赋,充分发挥自身资源优势,提升产业专业化集聚水平。

在后续的相关研究中,可以进一步从微观主体的角度重点研究不同产业集聚对区域创新效率的影响,尤其是高新技术产业值得重点关注;另外,可尝试对区域创新系统的分解处理,设计并打造具有链式特点的数据包络模型,基于动态的视角去分析和探究产业集聚施加给区域创新效率的影响。

参考文献

- [1] 蔡森, 2022. 政府创新偏好对区域科技创新水平的影响及空间溢出效应[J]. 区域经济评论, (3): 37-45.
- [2] 陈靖, 魏良庆, 2019. 空间权重矩阵设置标准和方法的比较研究[J]. 产业科技创新, 1(2): 57-58, 61.
- [3] 陈凯华, 官建成, 寇明婷, 2012. 中国高技术产业“高产出、低效益”的症结与对策研究——基于技术创新效率角度的探索[J]. 管理评论, 24(4): 53-66.
- [4] 陈柯, 尹良富, 汪俊英, 2020. 中国制造业产业集聚影响因素的实证研究[J]. 上海经济研究, (10): 97-108.
- [5] 陈秋玲, 洪佳妮, 孙婷, 等, 2021. 中国集成电路产业创新产出的分布特征及影响因素[J]. 上海商学院学报, 22(4): 72-82.
- [6] 陈跃刚, 张弛, 吴艳, 2018. 长江三角洲城市群多维邻近性与知识溢出效应[J]. 城市发展研究, 25(12): 34-44.
- [7] 程叶青, 王哲野, 马靖, 2014. 中国区域创新的时空动态分析[J]. 地理学报, 69(12): 1779-1789.
- [8] 冯星宇, 戴俊骅, 孙东琪, 2021. 中国文化产业在省域空间集聚及其溢出效应分析[J]. 经济地理, 41(10): 233-240.
- [9] 辜胜阻, 吴华君, 吴沁沁, 2018. 创新驱动与核心技术突破是高质量发展的基石[J]. 中国软科学, (10): 9-18.
- [10] 韩兆洲, 操咏慧, 2019. 我国区域创新效率测度及收敛性研究[J]. 数学的实践与认识, 49(17): 63-76.
- [11] 胡海鹏, 袁永, 廖晓东, 等, 2019. 珠三角九市创新要素集聚能力评价研究[J]. 科技与经济, 32(4): 16-20.
- [12] 胡艳, 周玲玉, 2018. 长江经济带高新技术产业创新效率及其影响因素研究[J]. 工业技术经济, 37(6): 71-77.
- [13] 黄解宇, 杨再斌, 2006. 金融集聚论: 金融中心形成的理论与实践解析[M]. 北京: 中国社会科学出版社.
- [14] 兰海霞, 赵雪雁, 2020. 中国区域创新效率的时空演变及创新环境影响因素[J]. 经济地理, 40(2): 97-107.
- [15] 黎欣, 2021. 产业集聚、知识产权保护与区域创新发展[J]. 云南财经大学学报, 37(2): 1-12.
- [16] 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, 27(7): 43-55, 65.
- [17] 李天籽, 陆铭俊, 2022. 城市人力资本与企业创新[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), (3): 115-123.
- [18] 李颖, 2022. 产业协同集聚影响全要素能源效率的“U”型关系再检验——基于集聚质量和深度的双重视角[J]. 生态经济, 38(1): 69-76.
- [19] 李政, 杨思莹, 何彬, 2017. FDI抑制还是提升了中国区域创新效率? ——基于省际空间面板模型的分析[J]. 经济管理, 39(4): 6-19.
- [20] 刘婧, 占绍文, 王敏, 2018. 文化创意企业知识产权能力的影响因素——基于西安市园区企业问卷调查的分析[J]. 中国科技论坛, (3): 124-134, 142.
- [21] 刘娜, 陈斐, 达庆利, 2018. 中国制造业人力资源集聚: 趋势和影响因素效应[J]. 技术经济, 37(2): 120-127.

- [22] 刘小双, 2021. 长江经济带创新效率时空特征及其影响因素研究[J]. 价格理论与实践, (5): 157-160, 195.
- [23] 卢小平, 2020. 区域互补与群体间发展差距累积风险防范——基于四省区的实证分析[J]. 中国特色社会主义研究, (Z1): 102-110.
- [24] 马静, 邓宏兵, 蔡爱新, 2017. 中国城市创新产出空间格局及影响因素——来自 285 个城市面板数据的检验[J]. 科学与科学技术管理, 38(10): 12-25.
- [25] 马志东, 俞会新, 2016. 产业集聚与城镇化关系的实证分析——基于我国东中西部差异的视角[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 41(6): 80-87.
- [26] 潘雅茹, 罗良文, 2019. 基础设施投资对区域创新效率的异质性影响研究[J]. 贵州社会科学, (4): 145-153.
- [27] 彭绪庶, 张笑, 2022. 基于创新创业的区域创新效率时空特征研究[J]. 技术经济, 41(3): 1-12.
- [28] 曲晨瑶, 李廉水, 程中华, 2017. 高技术产业集聚对技术创新效率的影响及区域差异[J]. 科技管理研究, 37(11): 98-104.
- [29] 苏佳坤, 郭鹏, 赵静, 等, 2020. 跨组织项目合作的知识共享行为演化博弈研究[J]. 科技管理研究, 40(18): 179-187.
- [30] 苏依依, 周长辉, 2008. 企业创新的集群驱动[J]. 管理世界, 25(3): 94-104.
- [31] 陶长琪, 2016. 空间计量经济学的前沿理论及应用[M]. 北京: 科学出版社.
- [32] 修国义, 郑雪, 2020. 高技术产业集聚对区域创新效率的溢出效应研究——基于空间计量模型的分析[J]. 科技与管理, 22(2): 24-31.
- [33] 亚当·斯密, 2005. 国民财富的性质和原因的研究[M]. 香港: 华夏出版社.
- [34] 叶堂林, 李璐, 王雪莹, 2021. 我国东部三大城市群创新效率及影响因素对比研究[J]. 科技进步与对策, 38(11): 36-45.
- [35] 张雯熹, 吴群, 王博, 2019. 产业专业化、多样化集聚对城市土地利用效率影响的多维研究[J]. 中国人口·资源与环境, 29(11): 100-110.
- [36] 赵儒煜, 肖茜文, 王铁钊, 2021. 金融发展、对外开放与区域科技创新[J]. 税务与经济, (2): 62-69.
- [37] 周璇, 陶长琪, 2019. 要素空间集聚、制度质量对全要素生产率的影响研究[J]. 系统工程理论与实践, 39(4): 1051-1066.
- [38] 朱丽霞, 贺容, 郑文升, 2019. 长江中游城市群城市创新效率的时空格局及其驱动因素[J]. 长江流域资源与环境, 28(10): 2279-2288.
- [39] 朱巍, 陈慧慧, 张景, 2018. 基于专利角度的创新投入产出绩效比较研究——以北京、上海、深圳、青岛、杭州等九城市为样本[J]. 科技管理研究, 38(5): 77-86.
- [40] 朱永明, 郭家欣, 2020. 产业技术创新战略联盟企业竞合策略研究——基于联盟企业不对称学习能力视角[J]. 科技管理研究, 40(20): 133-141.
- [41] ANDERSSON R, QUIGLEY J M, WILHELMSSON M, 2005. Agglomeration and the spatial distribution of creativity[J]. Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation, 84(3): 445-464.
- [42] GLAESER E L, KALLAL H D, SCHEINKMAN J A, 1992. Growth in cities[J]. Journal of Political Economy, 100(6): 1126-1152.
- [43] GORDON I R, MCCANN P, 2005. Innovation, agglomeration, and regional development[J]. Journal of Economic Geography, 5(5): 523-543.
- [44] GROSSKOPF S, ROOS P, 1998. Malmquist productivity indexes: A survey of theory and practice[M]. Berlin: Springer Netherlands.
- [45] HENDERSON J V, 2003. Marshall's scale economies[J]. Journal of Urban Economics, 53(1): 1-28.
- [46] JACOBS J, 1969. The economy of cities[M]. New York: Random House.
- [47] JANG S, KIM J, VON Z M, 2017. The importance of spatial agglomeration in product innovation: A micro-geography perspective[J]. Journal of Business Research, (78): 143-154.
- [48] MARSHALL A, 1890. Principles of economics: An introductory volume[M]. London: The Macmillan Press.

Industrial Agglomeration, Spatial Spillover and Regional Innovation Efficiency: A Case Study of Yangtze River Economic Belt

Li Wuyan¹, Zhou Yidian²

(1. Institute of Land and Urban Rural Development, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China;

2. School of Business Administration, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Innovation is the first driving force of national development. Industrial agglomeration is the key factor to promote the development of regional innovation. Studying the relationship between innovation and industrial agglomeration is conducive to optimizing the spatial layout of the industry and improving regional innovation policies. Based on the whole industry data of 108 prefecture level cities in the Yangtze River Economic Belt from 2009 to 2018, the data envelopment analysis (DEA) model and other methods were used to measure the regional innovation efficiency and to reveal the spatial-temporal evolution characteristics of regional innovation efficiency. Besides, a spatial econometric model was established to analyze the spatial spillover effect of industrial specialization and diversified agglomeration on regional innovation efficiency. The results show that on the whole, the regional innovation efficiency of the Yangtze River economic belt first rises and then declines, with the characteristics of stages. Industrial specialization and diversified agglomeration have a significant positive impact on the regional innovation efficiency. From the perspective of spillover effect, diversified agglomeration has a stronger role in promoting the regional innovation efficiency of the adjacent areas. Therefore, it is recommended that the Yangtze River Economic Belt urban agglomeration should accelerate the development of industrial specialization and diversification. Underdeveloped regions should improve the level of economic development and promote the diffusion effect of diversification and agglomeration on the innovation efficiency of neighboring regions.

Keywords: regional innovation efficiency; specialization and diversification; spillover effect; Yangtze River Economic Belt