



高技术产业集聚模式与创新产出的时空效应研究

吕承超, 商圆月

青岛科技大学 经济与管理学院, 山东 青岛 266061

摘要: 高技术产业存在专业化集聚、多样化集聚和市场竞争3种集聚模式, 高技术产业集聚与创新产出具有相关性。已有关于高技术产业集聚与创新产出关系的研究忽略了时间和空间因素的影响, 导致研究的局限性。

基于此, 以高技术产业为研究对象, 探讨高技术产业集聚模式对创新产出的作用机制。从时间和空间视角, 立足于产业整体和五大行业, 分别引入时间滞后项、空间滞后项和时空滞后交互项, 构建动态空间面板模型, 分析高技术产业专业化集聚、多样化集聚和市场竞争3种集聚模式与创新产出的时空效应。

研究表明, 高技术产业创新产出呈现显著的空间依赖特征, 表现为空间异质性, 整体呈现高-高和低-低的空间集聚分布, 同时还具有显著的累积循环效应和空间溢出效应。高技术产业多样化集聚短期内会对创新产出产生负向的区域间溢出效应, 从长期看区域内溢出效应消失, 区域间溢出效应由负向转为正向。集聚模式对创新产出的时空效应还存在行业差异, 以行业为研究对象时, 航空航天器制造业创新产出短期内受到市场竞争的负向区域间空间溢出, 电子及通信设备制造业创新产出短期不仅受到专业化集聚和市场竞争的正向区域内空间溢出, 还受到多样化集聚对区域整体的负向空间溢出, 其他行业的创新产出没有受到集聚的显著影响; 从长期看产业集聚对创新产出的空间溢出效应并不显著。

研究结果丰富了高技术产业集聚与创新产出关系的相关经验研究, 为高技术产业集聚模式的选择提供了经验证据, 为高技术产业创新产出发展提供了战略方向。

关键词: 高技术产业; 集聚模式; 创新产出; 时空效应; 动态空间面板模型

中图分类号: F26 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2017.02.006

文章编号: 1672-0334(2017)02-0064-16

引言

新常态下, 经济如何由劳动密集型转为技术密集型和资本密集型, 如何由要素和投资驱动转为创新驱动, 成为国家经济发展的重要课题。高技术产业是技术密集型产业, 其技术引进和科技研发是加速产业结构转型升级的重要途径, 是实现创新驱动发展战略的重要力量。根据国内外已有研究, 区域创新能力可以从创新投入、创新环境和创新产出3个

维度进行测度^[1]。但由于创新投入主要侧重于创新资源, 而创新环境较复杂, 不可控因素较多, 因此, 学者往往选用创新产出衡量区域创新。观察近17年中国高技术产业创新产出的变化情况, 发现与1997年相比, 2014年省际高技术产业的创新产出水平显著提高, 创新产出水平较高地区主要分布在京津冀、长三角和珠三角, 与高技术产业集聚区基本重合; 此外, 行业层面的产业集聚与创新产出之间也呈现显

收稿日期: 2016-10-31 **修返日期:** 2017-02-15

基金项目: 全国统计科学研究计划项目(2014LY035); 山东省软科学研究项目(2015RKB01043)

作者简介: 吕承超, 经济学博士, 青岛科技大学经济与管理学院讲师, 研究方向为国民经济学和品牌经济学等, 代表性学术成果为“中国高技术产业专业化比多样化更有利于区域产业创新吗?”, 发表在2016年第6期《研究与发展管理》, E-mail: chengchao0532@126.com

商圆月, 青岛科技大学经济与管理学院硕士研究生, 研究方向为国民经济等, 代表性学术成果为“高技术产业空间差距及分布时空演进”, 发表在2016年第6期《财经科学》, E-mail: shangyuanyue0910@163.com

著的相关关系^[2]。

在经济发展过程中,国家采取“以点带面,局部带动整体”的发展模式推动高技术产业发展。纵观高技术产业的空间分布可以发现,高技术产业基本形成由北京、上海、深圳等核心区向外围欠发达地区扩散的“中心-外围”分布格局。这种分布格局短期内提高了周边地区产业发展水平和区域创新实力,但是长期却导致地区间、产业间创新资源空间差异性较大,形成不同的集聚格局^[3],进而使产业发展趋向于两级或多级分化^[4],影响经济发展水平和创新产出水平。因此,为验证产业集聚和创新产出的时空作用效果,本研究收集整理1997年至2014年中国省际高技术产业数据,构建动态空间面板模型,基于时间和空间的角度对集聚模式和创新产出的时空效应进行实证检验,并提出相应的政策建议。

1 相关研究评述

目前产业集聚主要有专业化集聚、多样化集聚和市场竞争3种类型,分别产生Mar外部性、Jacobs外部性和Porter外部性3种溢出效应,Mar外部性和Jacobs外部性分别强调产业内和产业间企业集聚造成的知识溢出,Porter外部性是由企业市场竞争导致的知识溢出。已有关于产业集聚与创新产出的研究主要包括以下方面。

第一种观点认为专业化集聚显著影响创新。ROSENTHAL et al.^[5]和VAN DER PANNE^[6]认为专业化集聚可以促进技术创新,作用程度远超过其他两种集聚模式,杜威剑等^[7]和梁琦等^[8]也分别从企业数据和长三角制造业数据中得到相似结论。但专业化集聚对传统制造业创新的促进作用效果较短暂,对高技术产业(如医药、电子和通信设备制造业)的促进作用较持久^[9-10]。除此之外,有学者对上述观点提出了反对意见,他们认为不论是工业、服务业还是高技术产业,专业化集聚均抑制了创新产出^[11]。除此之外,有学者认为专业化集聚对创新的促进作用存在条件限制。当以时间为限制条件时,专业化集聚对创新由抑制作用变为促进作用^[12];当以城市规模和产业集聚程度为限制条件时,专业化集聚与创新之间大致存在倒U形关系,当城市规模较小、产业集聚程度较低时,专业化集聚会促进创新,但随着城市规模扩大和产业集聚度增加,专业化集聚对创新的促进作用削弱,抑制作用增强^[13];此外,金融市场的发展在一定程度上影响了产业集聚对创新效率的推动效果^[14]。

第二种观点认为多样化集聚对创新产生显著影响。首先,JACOBS^[15]提出不同产业间集聚可以促进知识溢出,进而推动产业经济增长并提高技术创新水平。随后,FELDMAN et al.^[16]以美国为例、CAINELLI et al.^[17]以意大利为例、GREUNZ^[18]以高技术产业为例,对上述观点进行验证。中国学者虽然同意多样化集聚促进创新,但对专业化集聚和多样化集聚对创新影响效果的问题存在争议^[19]。部分学者在分别

采用英国^[20]、意大利^[21]和瑞典^[22]的数据进行研究时,发现多样化集聚对创新产出具有抑制作用或者没有显著影响。多样化集聚对创新的作用效果并不是一成不变的,而是受集聚程度和技术水平的影响,当集聚程度和技术水平相对较高时,多样化集聚会为不同企业的企业提供异质性技术和知识,进而增强企业创新活力^[23],但需要注意的是,当多样化集聚过度时,由于认知差异的存在,会降低企业创新的积极性^[24]。

第三种观点认为市场竞争对创新具有溢出效应。关于市场竞争与创新关系的研究分为3种情况。①市场竞争加剧促使企业为满足消费者多样化需求加快创新和产品更新换代步伐^[25],国内外学者针对24个转型国家^[26]、日本制造业^[27]和中国省际面板行业^[28-29]数据,就市场竞争对创新产出的正向作用进行验证。②市场垄断可以在一定程度上将创新外部性内部化,进而激励企业创新活动。GILBERT et al.^[30]、BLUNDELL et al.^[31]和彭向等^[32]均对上述观点进行实证分析。③市场竞争与创新产出之间存在非线性倒U形关系^[33],这是因为过度市场竞争会挫伤创新积极性,减少创新投入,从对瑞典^[34]、法国^[35]和中国^[36-37]的实证研究中分别得到相似的研究结果。

纵观已有关于产业集聚和创新产出关系的研究,大多集中于单一集聚和制造业方面,综合考虑3种集聚模式对高技术产业创新产出影响的研究较少,而且已有研究的方法具有一定局限性,忽视了创新产出的时间因素(累积循环效应)、空间因素(空间溢出效应)和内生性问题,且没有考虑产业集聚对创新产出的影响是否存在行业差异。为此,本研究在已有研究基础上,以高技术产业和五大行业为对象,探讨中国高技术产业不同集聚模式对创新产出的影响;同时,考虑到累积循环效应和空间溢出效应,引入时间滞后项、空间滞后项和时空交互滞后项,分别构建无时空效应模型、时间效应模型、空间效应模型和时空效应模型,研究不同集聚模式与创新产出的时空效应并对其进行分解。

2 模型构建

2.1 作用机制

产业集聚是指处于特定领域的相关企业或机构,由于产业发展共性和互补性等特征,在特定地理区域形成相互支撑、相互联系的产业群或产业带的现象。国内外学者尝试从产业区位、技术创新、竞争优势等角度,研究产业集聚的发展和形成机制。部分学者采用面板数据对产业集聚与创新产出的关系进行验证^[38],并从理论层面解释产业集聚对创新产出的作用机制^[39]。①通过企业间的学习效应,刺激知识和技术溢出。产业集聚使大量的人财物在区域内聚集,加强企业间的业务往来,推动企业合作和细化分工,增强同质企业和关联企业的信息沟通,进而推动知识和技术溢出进程,产生Mar外部性和Jacobs外部性,促进创新产出的形成和发展^[40]。②企业间

竞争增加,加速企业的创新能力。随着高技术产业集聚区内生产同质产品的企业增多,企业间的竞争逐渐加剧,各企业出于市场份额的考虑,提升自身研发能力,加快产品更新换代的速度,进而刺激Porter外部性的产生^[41]。③交易成本降低,规模效益增加。集聚区内的知识、信息和人才大量流动,形成较完善的交流网络,加上交通基础设施网络化的日益完善,传统城市界限被打破,交通运输成本大幅降低,极大地加快了创新产出的扩散速度,进而促进企业的产品创新和区域经济增长^[42-43]。

2.2 理论模型

本研究以柯布道格拉斯生产函数为基础,参考GRILICHES^[44]的知识生产函数模型,引入3种集聚模式的替代变量,构建创新产出生产函数模型,即

$$income_{i,j,t} = A_{i,j,t} \cdot per_{i,j,t}^{\beta_1} \cdot res_{i,j,t}^{\beta_2} \quad (1)$$

其中, i 为地区; j 为行业,表示高技术产业五大细分行业,根据《中国高技术产业统计年鉴》统计数据,高技术产业包括医药制造业、航空航天器制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗及仪器仪表制造业; t 为时期。 $income$ 为创新产出,已有研究测量创新产出的指标有新产品产值和专利申请量等,本研究采用新产品销售收入测量,主要原因为:①相对于新产品产值来说,数据连贯易获取,并且与创新产出关联性较大;②专利申请量等指标受到较多人为因素干扰,容易因为不确定因素产生异常变动;③新产品数量不能充分反映产品异质性问题。 per 为研发人员投入,用R&D人员折合全时当量测量,一般认为,高技术产业研发人员投入程度越高,产业科技研发人力资源越丰富,对应的创新产出水平越高。 res 为研发资本存量,采用永续盘存法度量,以1997年为基期估测其他年份资本存量,参考YOUNG^[45]的方法,各地区初始资本存量以1997年R&D经费内部支出除以10%估算,其他年份资本存量参考张军等^[46]的方法,即 $K_{i,j,t} = K_{i,j,t-1}(1-\delta) + C_{i,j,t}$, K 为资本存量, δ 为折旧率(取9.600%), C 为新增资本存量净值,此处为R&D经费内部支出。 β_1 为研发人员投入的产出弹性系数, β_2 为研发资本存量的产出弹性系数。

A 为希克斯中性的技术进步效率函数,本研究进一步扩展关于专业化集聚、多样化集聚和市场竞争的技术进步效率函数,具体公式为

$$A_{i,j,t} = g(spe_{i,j,t}, div_{i,j,t}, com_{i,j,t}) = A_{i,j,0} \cdot spe_{i,j,t}^{\beta_1} \cdot div_{i,j,t}^{\beta_2} \cdot com_{i,j,t}^{\beta_3} \quad (2)$$

其中, $A_{i,j,0}$ 为*i*地区*j*行业初始技术水平; spe 为专业化集聚程度; div 为多样化集聚程度; com 为市场竞争程度; β_1 为专业化集聚对技术进步效率的影响弹性系数, β_2 为多样化集聚对技术进步效率的影响弹性系数, β_3 为市场竞争对技术进步效率的影响弹性系数,假定生产函数规模报酬不变,则 $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$ 。

专业化集聚表现为在某一地区生产同种产品的若干企业及其上下游企业高度密集分布,其产生的知识和技术溢出即Mar外部性。专业化集聚程度为

$$spe_{i,j,t} = \frac{inc_{i,j,t}}{inc_{i,t}} \quad (3)$$

其中, $inc_{i,j,t}$ 为*i*地区*j*行业*t*时期主营业务收入, $inc_{i,t}$ 为*i*地区*t*时期高技术产业主营业务收入, $inc_{j,t}$ 为中国*j*行业*t*时期主营业务收入, inc_t 为*t*时期中国高技术产业主营业务收入。

多样化集聚表现为不同产业的企业在地理上形成集聚分布,网络化体系使不同产业的企业沟通和交流,加速Jacobs外部性对周边地区的影响。多样化集聚程度为

$$div_{i,j,t} = \frac{\frac{1}{\sum_{j \neq a} (\frac{inc_{i,a,t}}{inc_{i,t} - inc_{i,j,t}})^2}}{\frac{1}{\sum_{j \neq a} (\frac{inc_{a,t}}{inc_t - inc_{j,t}})^2}} = \frac{i \text{ 地区其他行业 } t \text{ 时期主营业务收入 HHI 的倒数}}{\text{中国其他行业 } t \text{ 时期主营业务收入 HHI 的倒数}} \quad (4)$$

其中, $inc_{i,a,t}$ 为*i*地区其他行业*t*时期的主营业务收入(除*j*行业以外), $inc_{a,t}$ 为各地区*t*时期高技术产业的主营业务收入。

市场竞争表现为生产同质产品的企业过度饱和,企业为增加自身竞争力,采取价格或非价格手段打压竞争对手。市场竞争程度为

$$com_{i,j,t} = \frac{\frac{num_{i,j,t}}{inc_{i,j,t}}}{inc_{j,t}} \quad (5)$$

其中, $num_{i,j,t}$ 为*i*地区*j*行业*t*时期企业数, $num_{j,t}$ 为中国*j*行业*t*时期企业数。

将(2)式代入(1)式,两边取对数可得

$$\ln income_{i,j,t} = \ln A_{i,j,0} + \beta_1 \ln spe_{i,j,t} + \beta_2 \ln div_{i,j,t} + \beta_3 \ln com_{i,j,t} + \beta_1 \ln per_{i,j,t} + \beta_2 \ln res_{i,j,t} \quad (6)$$

高技术产业经济发展存在地区和行业差异,从时间角度看,不同时期的经济关联度逐渐增加^[47]。从空间角度看,创新产出往往受到周边地区创新产出水平的影响^[48]。因此,为了探讨集聚模式和多维影响因素对创新产出的影响程度,本研究分别引入时间和空间因素扩展(6)式,构建以下4种计量模型,即

模型1

$$\ln income_{i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln spe_{i,j,t} + \beta_2 \ln div_{i,j,t} + \beta_3 \ln com_{i,j,t} + \beta_1 \ln per_{i,j,t} + \beta_2 \ln res_{i,j,t} + \beta_4 \ln edu_{i,t} + \beta_5 \ln fdi_{i,t} + \varepsilon_{i,j,t} \quad (7)$$

模型2

$$\ln income_{i,j,t} = \beta_0 + \alpha \ln income_{i,j,t-1} + \beta_1 \ln spe_{i,j,t} + \beta_2 \ln div_{i,j,t} + \beta_3 \ln com_{i,j,t} + \beta_1 \ln per_{i,j,t} + \beta_2 \ln res_{i,j,t} + \beta_4 \ln edu_{i,t} + \beta_5 \ln fdi_{i,t} + \varepsilon_{i,j,t} + \omega_{i,j} \quad (8)$$

模型3

$$\begin{aligned} \ln income_{i,j,t} = & \beta_0 + \rho w \ln income_{i,j,t} + \beta_1 \ln spe_{i,j,t} + \\ & \beta_2 \ln div_{i,j,t} + \beta_3 \ln com_{i,j,t} + \beta_4 \ln per_{i,j,t} + \\ & \beta_5 \ln res_{i,j,t} + \beta_6 \ln edu_{i,t} + \beta_7 \ln fdi_{i,t} + \\ & \beta_8 w \ln spe_{i,j,t} + \beta_9 w \ln div_{i,j,t} + \\ & \beta_{10} w \ln com_{i,j,t} + \beta_{11} w \ln per_{i,j,t} + \\ & \beta_{12} w \ln res_{i,j,t} + \beta_{13} w \ln edu_{i,t} + \\ & \beta_{14} w \ln fdi_{i,t} + \lambda w \varepsilon_{i,j,t} + \mu_{i,j,t} \end{aligned} \quad (9)$$

模型4

$$\begin{aligned} \ln income_{i,j,t} = & \beta_0 + \alpha \ln income_{i,j,t-1} + \rho w \ln income_{i,j,t} + \\ & \eta w \ln income_{i,j,t-1} + \beta_1 \ln spe_{i,j,t} + \\ & \beta_2 \ln div_{i,j,t} + \beta_3 \ln com_{i,j,t} + \beta_4 \ln per_{i,j,t} + \\ & \beta_5 \ln res_{i,j,t} + \beta_6 \ln edu_{i,t} + \beta_7 \ln fdi_{i,t} + \\ & \beta_8 w \ln spe_{i,j,t} + \beta_9 w \ln div_{i,j,t} + \\ & \beta_{10} w \ln com_{i,j,t} + \beta_{11} w \ln per_{i,j,t} + \\ & \beta_{12} w \ln res_{i,j,t} + \beta_{13} w \ln edu_{i,t} + \\ & \beta_{14} w \ln fdi_{i,t} + \lambda w \varepsilon_{i,j,t} + \mu_{i,j,t} + \omega_{i,j} \end{aligned} \quad (10)$$

其中, edu 为人力资本水平, fdi 为外商直接投资。

本研究选取人力资本水平和外商直接投资^[49]作为控制变量。人力资本水平用平均受教育年限测量,平均受教育年限为6岁及以上的小学、初中、高中、中专及以上文化程度人口按6:9:12:16的比例加权求和值。外商直接投资是创新资本的重要来源之一,用实际利用外资金额测量。此外,本研究并未选取更多控制变量,主要考虑到:①选取较少的指标变量,可以有效避免变量间的多重共线性;②创新产出的时间滞后项考虑了遗漏变量问题,包含了未纳入的控制变量对创新产出的影响。

模型1为静态非空间面板模型,不存在创新产出的时间和空间效应, β_0 为截距项, β_4 为人力资本水平的弹性系数, β_5 为外商直接投资的弹性系数, $\varepsilon_{i,j,t}$ 为误差项。

模型2为动态非空间面板模型,考虑到创新产出水平的累积循环效应,加入创新产出的时间滞后项 $\ln income_{i,j,t-1}$, α 为创新产出水平的空间依赖程度, $\omega_{i,j}$ 为个体效应。

模型3为静态空间面板模型,在模型1的基础上引入空间滞后项。 $w \ln income_{i,j,t}$ 为创新产出的空间滞后项,表示相邻地区创新产出水平的交互影响; w 为空间权重矩阵,加有 w 的解释变量为相应各变量的空间滞后项,代表相邻地区解释变量的交互影响; ρ 为创新产出的空间效应,若 ρ 显著为正表示创新产出存在正向空间溢出效应,反之则存在负向空间溢出效应; β_6 为专业化集聚程度空间滞后项系数, β_7 为多样化集聚程度空间滞后项系数, β_8 为市场竞争程度空间滞后项系数, β_9 为研发人员空间滞后项系数, β_{10} 为研发资本空间滞后项系数, β_{11} 为人力资本水平空间滞后项系数, β_{12} 为外商直接投资空间滞后项系数。 $w \varepsilon_{i,j,t}$ 为误差项空间滞后项,表示创新产出误差的空间依赖, λ 为其对应的弹性系数; $\mu_{i,j,t}$ 为个体和时间的固定效应。

模型4为动态空间面板模型,在模型2和模型3基

础上引入创新产出的时间滞后项和空间滞后项,还引入创新产出的时空滞后交互项 $w \ln income_{i,j,t-1}$, η 为产出弹性系数。

不同于传统回归系数的分析,当空间面板模型空间滞后项系数 $\rho \neq 0$ 时,各解释变量的回归系数并不能直接衡量解释变量对被解释变量的影响,此时需要对模型进行分解。本研究采用偏微分方法对模型时空效应进行分解^[50],模型4可以转换为

$$\begin{aligned} \ln income_{i,j,t} = & (I - \rho w)^{-1} (\alpha + \eta w) \ln income_{i,j,t-1} + \\ & (I - \rho w)^{-1} (\beta_1 \ln spe_{i,j,t} + \beta_2 \ln div_{i,j,t} + \\ & \beta_3 \ln com_{i,j,t} + \beta_4 \ln per_{i,j,t} + \beta_5 \ln res_{i,j,t} + \\ & \beta_6 \ln edu_{i,t} + \beta_7 \ln fdi_{i,t} + \beta_8 w \ln spe_{i,j,t} + \\ & \beta_9 w \ln div_{i,j,t} + \beta_{10} w \ln com_{i,j,t} + \beta_{11} w \ln per_{i,j,t} + \\ & \beta_{12} w \ln res_{i,j,t} + \beta_{13} w \ln edu_{i,t} + \beta_{14} w \ln fdi_{i,t}) + \\ & (I - \rho w)^{-1} (\beta_0 + \lambda w \varepsilon_{i,j,t} + \mu_{i,j,t} + \omega_{i,j}) \end{aligned} \quad (11)$$

为简单表示,对(11)式进行偏微分,可得

$$\left[\frac{\partial Y}{\partial x_{1b}} \dots \frac{\partial Y}{\partial x_{nb}} \right]_t = (I - \rho w)^{-1} [\beta_{1b} I + \beta_{2b} w] \quad (12)$$

$$\left[\frac{\partial Y}{\partial x_{1b}} \dots \frac{\partial Y}{\partial x_{nb}} \right] = [(1 - \alpha) I - (\rho + \eta) w]^{-1} [\beta_{1b} I + \beta_{2b} w] \quad (13)$$

其中, Y 为被解释变量; X 为解释变量; I 为 $n \times n$ 的单位阵, n 为空间单元个数(即本研究中的地区数),取值为31; β_{1b} 为被解释变量对第 b 个解释变量的偏微分系数; β_{2b} 为被解释变量对第 b 个解释变量空间滞后项的偏微分系数。(12)式和(13)式为被解释变量对解释变量的偏微分构成的矩阵式,分别表示短期效应和长期效应;矩阵对角线上的元素为分解后的直接效应,表示本地区解释变量对被解释变量的影响,存在区域内空间溢出效应;非对角线上的元素为分解后的间接效应,表示本地区解释变量对其他地区被解释变量的影响,存在区域间空间溢出效应。总效应等于直接效应与间接效应之和。

为进一步观测高技术产业整体集聚模式和创新产出的时空效应,本研究将五大细分行业数据进行平均化处理,构建高技术产业整体计量模型,(7)式~(13)式均适用于高技术产业。当(10)式中的 j 取值为0时界定为高技术产业,则高技术产业动态空间计量模型为

$$\begin{aligned} \ln income_{i,t} = & \beta_0 + \alpha \ln income_{i,t-1} + \rho w \ln income_{i,t} + \\ & \eta w \ln income_{i,t-1} + \beta_1 \ln spe_{i,t} + \beta_2 \ln div_{i,t} + \\ & \beta_3 \ln com_{i,t} + \beta_4 \ln per_{i,t} + \beta_5 \ln res_{i,t} + \\ & \beta_6 \ln edu_{i,t} + \beta_7 \ln fdi_{i,t} + \beta_8 w \ln spe_{i,t} + \\ & \beta_9 w \ln div_{i,t} + \beta_{10} w \ln com_{i,t} + \beta_{11} w \ln per_{i,t} + \\ & \beta_{12} w \ln res_{i,t} + \beta_{13} w \ln edu_{i,t} + \beta_{14} w \ln fdi_{i,t} + \\ & \lambda w \varepsilon_{i,t} + \mu_{i,t} + \omega_i \end{aligned} \quad (14)$$

其中, $\mu_{i,t}$ 为高技术产业个体和时间的固定效应, ω_i 为高技术产业个体效应。

2.3 空间自相关检验和空间权重矩阵的构建

(1) 空间自相关检验

检验经济变量空间相关性是建立空间计量模型

的关键步骤。本研究选择Moran's I指数验证创新产出的空间自相关,原假设为 $H_0: cov(x_i, x_c) = 0, \forall i \neq c$ (即不存在空间自相关),具体公式为

$$Moran's I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{c=1}^n w_{i,c} (x_i - \bar{x})(x_c - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{c=1}^n w_{i,c}} \quad (15)$$

其中, x_i 为第*i*个空间单元观测值,即*i*地区的创新产出; x_c 为第*c*个空间单元观测值,即*c*地区的创新产出; $i = 1, \dots, n, c = 1, \dots, n; w_{i,c}$ 为空间权重矩阵的(*i*,*c*)元素,即*i*地区与*c*地区之间的距离; \bar{x} 为全部地区创

新产出的平均值, $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$, 令 $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$ 。

Moran's I指数的取值介于-1~1,大于0表明存在空间正相关,小于0表明存在空间负相关,等于零则认为空间随机分布。Moran's I指数绝对值大小表示空间相关性的强弱,指数值越接近于1,表示空间集聚越明显。Moran's I指数仅揭示全局空间自相关,局部空间自相关需要借助Moran's I散点图。

(2) 空间权重矩阵的构建

空间权重矩阵主要有邻接空间权重矩阵、地理距离空间权重矩阵和经济空间权重矩阵3种,经过对比分析,本研究最终选择经济空间权重矩阵,理由如下:①邻接空间权重矩阵主要反映地理邻接对空间溢出的影响,忽略了地理相近但不相邻地区间的辐射影响;②地理距离空间权重矩阵解决了邻接空间权重矩阵不适用于“孤岛”的问题,却忽略了经济发展水平差异对相邻地区影响不尽相同的问题,例如,尽管河北省在地理分布上与北京、天津、山东等省市相邻,但其经济发展明显与北京和天津的关联性较大。经济空间权重矩阵弥补了邻接空间权重矩阵和地理空间权重矩阵的局限性。本研究以经济空间权重矩阵为基础,选择创新产出均值作为测量经济距离的指标^[51-52],构建空间权重矩阵为

$$w = w_1 \text{diag}\left(\frac{\bar{Y}_1}{\bar{Y}}, \frac{\bar{Y}_2}{\bar{Y}}, \dots, \frac{\bar{Y}_n}{\bar{Y}}\right) \quad (16)$$

其中, w 空间权重矩阵; w_1 为地理距离空间权重矩阵; \bar{Y}_i 为*i*地区创新产出的加权平均值, $i = 1, \dots, n, \bar{Y}_i = \frac{1}{t_1 - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_1} Y_{i,t}$, t_0 为样本考察期的初始年份, t_1 为

样本考察期的结束年份; \bar{Y} 为中国创新产出的加权平

均值, $\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=t_0}^{t_1} Y_{i,t}}{n(t_1 - t_0 + 1)}$ 。实践中,对空间权重矩阵标准化处理,避免因数值差距较大或数值遗漏而引起的误差。

3 数据来源和空间自相关检验

3.1 数据来源和描述性统计

从地区和行业角度出发,本研究选取1997年至

2014年31个省、市和自治区的面板数据,研究集聚模式与创新产出的关系。依据地理分布特征,将中国划分为东、中、西3个地区,东部地区包括辽宁、北京、天津、河北、山东、江苏、浙江、上海、福建、广东、海南,中部地区包括黑龙江、吉林、内蒙古、山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南,西部地区包括陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、重庆、四川、贵州、云南、广西、西藏。依据产业分布特征,高技术产业分为医药制造业、航空航天器制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗及仪器仪表制造业。

选取新产品销售收入度量高技术产业创新产出,数据源于《中国高技术产业统计年鉴》。在度量集聚程度、研发人员投入和研发资本存量时涉及到的高技术产业主营业务收入、企业数、研发R&D内部经费支出和R&D人员折合全时当量等数据来源于《中国高技术产业统计年鉴》,各省外商直接投资数据来源于历年各省统计年鉴,各省人口数及分地区受教育程度人口数来源于《中国统计年鉴》。对于缺失数据,参考杰弗里·M·伍德里奇^[53]的处理方法,对部分零值数据加1处理。专业化集聚、多样化集聚、市场竞争的单位为%,人力资本水平的单位为年,新产品销售收入和研发资本存量的单位为亿元人民币,外商直接投资的单位为亿美元,研发人员投入的单位为百人/年。相关数据以1997年为基期,通过价格水平折算为实际值。主要变量的统计特征见表1,变量样本观测值为558。

3.2 空间自相关检验

采用测算创新产出的Moran's I指数检验空间相关性,结果见表2。考察期内,Moran's I指数均为正值,在1%的置信水平下显著,表明中国高技术产业存在显著正向空间相关性。换句话说,高技术产业空间分布非均质,创新产出水平高的地区相邻近,创新产出水平低的地区相邻近。本研究分别测算三大空间权重矩阵的Moran's I指数,限于篇幅,邻接距离空间权重矩阵和地理距离空间权重矩阵测算结果并未在正文体现。经对比分析,发现经济空间权重矩阵的Moran's I指数远远大于邻接距离空间权重矩阵和地理距离空间权重矩阵,说明通过经济空间权重矩阵测算的创新产出空间相关性更强,地区间创新产出表现更强的集聚现象,这也是本研究最终将经济空间权重矩阵纳入空间计量模型的原因之一。从时间层面分析,Moran's I指数在考察期内呈现波动上升趋势,与1997年相比,2014年的Moran's I指数增长6.985%。1997年至2010年大体呈现4年为周期的先下降后上升的变化趋势,2011年至2014年呈现U形变动趋势。这表明考察期内中国高技术产业创新产出的空间依赖性波动较大,近年来有不断增强的趋势。

Moran's I指数研究结果表明,中国高技术产业创新产出存在高值与高值集聚、低值与低值集聚的现象,但并没有说明中国高技术产业创新产出空间集聚分布。为此,本研究运用Moran散点图分析中国高技术产业创新产出的空间分布,通过对考察期内高

表1 主要变量统计特征

Table 1 Statistical Features of the Main Variables

行业	变量	income	spe	div	com	per	res	edu	fdi
中国高技术产业	平均值	369.448	1.595	0.889	4.251	89.960	5.801	7.987	38.754
	标准差	1048.827	0.830	0.217	7.469	227.271	17.303	1.294	57.967
医药制造业	平均值	37.221	2.628	0.949	1.428	14.535	11.885	7.987	38.754
	标准差	81.714	1.702	0.290	0.811	24.851	24.889	1.294	57.967
航空航天器制造业	平均值	11.129	2.786	0.829	3.736	11.405	8.540	7.987	38.754
	标准差	28.542	4.026	0.219	10.897	18.078	21.132	1.294	57.967
电子及通信设备制造业	平均值	215.867	0.655	0.741	3.302	47.177	49.587	7.987	38.754
	标准差	673.544	0.410	0.261	14.469	166.701	191.640	1.294	57.967
电子计算机及办公设备制造业	平均值	87.644	0.628	1.067	10.519	9.141	10.292	7.987	38.754
	标准差	330.044	0.928	0.325	31.848	32.453	28.914	1.294	57.967
医疗及仪器仪表制造业	平均值	18.135	1.334	0.839	2.102	9.254	5.801	7.987	38.754
	标准差	60.285	1.214	0.237	8.407	23.178	17.303	1.294	57.967

表2 创新产出的Moran's I指数

Table 2 Moran's I Index of Innovation Output

年份	Moran's I	z 值	p 值
1997	0.587	7.013	0
1998	0.652	7.438	0
1999	0.625	7.178	0
2000	0.603	7.128	0
2001	0.482	5.860	0
2002	0.486	5.971	0
2003	0.540	6.467	0
2004	0.537	6.621	0
2005	0.514	6.246	0
2006	0.522	6.355	0
2007	0.582	6.934	0
2008	0.587	7.034	0
2009	0.583	6.625	0
2010	0.558	6.479	0
2011	0.609	6.801	0
2012	0.596	6.714	0
2013	0.611	6.770	0
2014	0.628	6.952	0

技术产业创新产出的空间分布进行对比,发现考察期内河北、贵州和黑龙江高技术产业创新产出由期初高值与高值集聚分布跃迁至期末高值与低值集聚或低值与低值集聚分布,安徽由期初低值与高值集聚分布跃迁为期末高值与高值集聚分布,其他省份维持原有集聚分布不变。综合来看,大部分东部和中部的省市属于高创新产出与高创新产出区域集聚,原因如下:①东部省市经济发展良好,产品更新换代快,企业竞争激烈,企业为实现发展必须不断提

高自身创新水平;②近年来,随着中部崛起战略的实施,中部产业发展受到扶持,人力资源和创新要素持续流入,教育科研资源不断丰富,形成高技术产业发展与创新的良性互动,有效提高了中部创新产出水平。西部绝大多数省市属于低创新产出与低创新产出区域集聚,可能的原因是,西部高技术产业发展不完善,经济水平和科研能力相对低下,人才储备薄弱,导致创新产出能力低下。另外,周边地区创新能力不足,对本地区创新产出并没有产生正向溢出。

4 实证研究

4.1 基于中国高技术产业的时空效应及分解

为保证回归结果稳健,本研究以中国高技术产业为研究对象,以创新产出为被解释变量,分别构建无时空效应模型(普通面板模型)、时间效应模型(动态面板模型)、空间效应模型(空间面板模型)和时空效应模型(动态空间面板模型)4个模型,表3给出回归结果。从模型回归结果看,无时空效应模型采用固定效应模型,其拟合程度较好,整体模型显著,但由于缺乏时空因素,可能会产生内生性问题;时间效应模型考虑到累积循环效应,引入被解释变量的滞后一期,使用两步法系统GMM估计,一定程度上解决了模型的内生性问题,但未考虑空间溢出;空间面板模型(空间滞后模型SLM、空间误差模型SEM和空间杜宾模型SDM)只考虑解释变量以及被解释变量的空间溢出,没考虑时间因素,这可能会导致估计结果脱离实际,该模型通过Hausman检验,选择固定效应或随机效应;动态空间面板模型(动态空间滞后模型SLM、动态空间杜宾模型SDM)既考虑到空间滞后($wlnincome$)和时间滞后($lnincome_{t-1}$),还加入了时空滞后交互项($wlnincome_{t-1}$),使模型既有效解决内生性问题又符合客观实际,并选择固定效应保证回归结果准确可靠。本研究基于 R^2 、Loglikelihood(后文简

写为 $\text{Log } L$) 和 AIC 值综合考虑选择最佳模型, 从回归结果看, 动态空间杜宾面板模型的 R^2 和 $\text{Log } L$ 值大于其他模型, AIC 值小于其他模型, 表明该模型拟合效果最优。因此, 中国高技术产业的时空效应采用模型 4 进行计量, 回归结果以动态空间杜宾模型回归结果作为分析依据。

由表 3 动态空间面板模型 SDM-FE 结果可知, 被解释变量的时间滞后项和空间滞后项系数分别为 0.555 和 0.252, 两者均为正值, 且通过 1% 的显著性检验, 表明中国高技术产业创新产出存在显著的累积

循环时间效应和空间溢出效应, 即产业创新产出呈现时间连续和空间依赖特征, 当期创新产出不仅受到前一期创新产出影响, 还受到周边地区创新产出的影响, 这与空间自相关检验结果一致, 进一步说明省际间高技术产业创新产出存在相互影响, 表现出一定程度的空间集聚特征。这是因为随着基础设施完善和信息技术发展, 创新要素流动速度加快, 知识、技术和生产要素在区域间不断扩散, 区域间相互影响也随之增强。被解释变量时空滞后交互项系数为 -0.068, 没有通过显著性检验, 表明创新产出的交

表 3 基于中国高技术产业的时空效应回归结果

Table 3 Time-space Effect Regression Results of China's High-tech Industry

变量	无时空效应	时间效应		空间效应		时空效应	
	面板数据模型 - 固定效应模型	动态面板模型 - 2SGMM	空间面板模型 - SLM-FE	空间面板模型 - SEM-RE	空间面板模型 - SDM-FE	动态空间面板模型 - SLM-FE	动态空间面板模型 - SDM-FE
$\ln income_{t-1}$		0.644***				0.580***	0.555***
$w \ln income$			-0.133	-0.091	-0.298***	-0.083*	0.252***
$w \ln income_{t-1}$						0.017	-0.068
$\ln spe$	2.00E-04	0.001	-0.002	4.00E-04	-0.001	-0.001	-0.001
$\ln div$	-0.019*	-0.006	-0.020**	-0.016*	-0.020***	-0.011*	-0.013***
$\ln com$	1.78E-05	1.68E-05	6.00E-05	1.62E-05	7.00E-05	4.00E-05	8.00E-05
$\ln per$	0.762***	0.386**	0.681***	0.833***	0.659***	0.433**	0.458***
$\ln res$	-0.142	-0.088	-0.248**	-0.098	-0.261***	-0.149*	-0.188
$\ln edu$	7.298***	1.614	4.218***	5.848***	3.479***	2.595**	2.277***
$\ln fdi$	0.183**	0.103	0.059	0.228***	0.043	0.040	0.068
$w \ln spe$					-5.50E-04		3.30E-04
$w \ln div$					-0.030***		-0.026***
$w \ln com$					-1.38E-05		6.00E-05
$w \ln per$					0.464***		0.533
$w \ln res$					0.100		-0.115
$w \ln edu$					7.269***		1.997
$w \ln fdi$					-0.264		0.159
R^2	0.676		0.586	0.832	0.679	0.762	0.771
F	124.020***						
$\text{Log } L$			-712.318	-808.203	-622.481	-622.481	-613.953
豪斯曼检验	35.960***		58.220***	-26.020	176.650***		
AIC	1501.062		1442.636	1638.406	1430.634	1194.887	1186.168
一阶自相关		-2.510 (0.012)					
二阶自相关		0.417 (0.677)					
过度识别检验		24.950 (1)					

注: ***为在1%显著性水平上显著, **为在5%显著性水平上显著, *为在10%显著性水平上显著, 下同; 一阶自相关和二阶自相关的数据为 z 值, 括号内数据为 p 值; 过度识别检验的数据为 χ^2 值, 括号内数据为 p 值。

表4 基于中国高技术产业的时空效应分解结果
Table 4 Time-Space Effect Decomposition Results of China's High-tech Industry

变量	短期					
	动态空间面板模型 - SLM-FE			动态空间面板模型 - SDM-FE		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
<i>ln spe</i>	-0.001	1.17E-04	-0.001	-0.001	0.001	9.36E-05
<i>ln div</i>	-0.011**	0.001	-0.010**	-0.012**	-0.019***	-0.030***
<i>ln com</i>	0	-8.15E-06	5.69E-05	0	1.86E-05	1.30E-04
<i>ln per</i>	0.437**	-0.037	0.400***	0.448***	0.358**	0.807***
<i>ln res</i>	-0.153**	0.013	-0.140**	-0.199**	-0.062	-0.261**
<i>ln edu</i>	2.844**	-0.237	2.607**	2.375**	1.182	3.557**
<i>ln fdi</i>	0.039	-0.003	0.036	0.058	0.124	0.182
变量	长期					
	动态空间面板模型 - SLM-FE			动态空间面板模型 - SDM-FE		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
<i>ln spe</i>	7.29E-06	-1.32E-06	5.97E-06	4.94E-06	-5.92E-06	-9.85E-07
<i>ln div</i>	3.62E-04	-6.1E-05	3.01E-04	3.60E-04	2.81E-04*	0.001*
<i>ln com</i>	6.47E-08	-1.11E-08	5.35E-08	1.05E-07	-4.51E-08	0
<i>ln per</i>	0.531	-0.087	0.445	0.513	0.153	0.665*
<i>ln res</i>	0.069	-0.012	0.058	0.113	-0.016	0.098
<i>ln edu</i>	22.499	-3.495	19.004	15.390	-0.857	14.533
<i>ln fdi</i>	0.013	-0.002	0.011	0.018	0.005	0.022

互影响呈现负时空效应,但这种作用效果并不明显。

集聚模式的回归系数不能直接反映其对创新产出的作用程度,需依据分解后的短期和长期直接效应、间接效应和总效应来解释时空作用效果。本研究采用偏微分方法,将解释变量时间效应分解为长期效应和短期效应,再进一步将空间效应分解为直接效应、间接效应和总效应。表4给出解释变量对创新产出影响的6种效应,分别为短期直接效应、短期间接效应、短期总效应、长期直接效应、长期间接效应、长期总效应。为保证分解的准确性,本研究选择拟合最优的动态空间杜宾模型进行效应分解。

从集聚模式分析,发现短期专业化集聚和市场竞争对创新产出的空间溢出并不显著,多样化集聚对创新产出的直接效应、间接效应和总效应均显著为负,说明多样化集聚对创新产出表现出负向的区域内和区域间空间溢出,但是长期区域内溢出逐渐消失,并呈现正向区域间溢出。其原因在于:①当多样化集聚处于低水平时,产业与产业之间存在着较大制度差异,导致具有异质性的产业内企业无法形成协调一致的行为准则,进而使区域间、产业内的知识共享和资源流动出现障碍,最终抑制创新产出^[54]。②当企业规模发展到一定程度时,多样化集聚产生的外部效应将会减小,甚至会削弱原有优势产业的发展,进而不利于创新产出。长期研究人员

投入的空间总效应通过10%的显著性检验,相对来说显著性较差,而研发资本存量的空间效应不显著,表明长期控制变量对创新产出的空间溢出作用较弱或不存在。短期研发人员投入对创新产出产生正向区域内和区域间空间溢出,短期研发资本存量对创新产出产生负向区域内空间溢出,对区域间创新产出影响不显著。

4.2 基于分行业高技术产业的时空效应及分解

集聚模式对创新产出的时空效应不仅存在整体差异,还存在行业差异,张昕等^[55]研究发现专业化集聚和多样化集聚对医药、电子及通信设备制造业的作用不同。本研究采用高技术产业五大行业面板数据,构建动态空间面板模型,研究集聚模式与创新产出的时空效应关系是否存在行业差异,并综合权衡 R^2 、 $\text{Log}L$ 和 AIC 值选择具体模型。表5和表6给出实证研究结果。

(1)医药制造业时空效应及分解。通过比较,最终选择动态空间滞后模型回归结果进行分析。由表5可知,创新产出时间滞后项系数显著为正,为0.375;空间滞后项系数显著为负,为-0.230;时空滞后交互项系数不显著。说明医药制造业的创新产出存在正向累积循环效应和负向空间溢出效应,但不存在时空效应。从表6时空效应分解结果看,无论是长期还是短期,专业化集聚、多样化集聚和市场竞争对

表5 基于分行业高技术产业的时空效应回归结果

Table 5 Time-space Effect Regression Results Based on the Industrial Perspective of High-tech Industry

变量	医药制造业		航空航天器制造业		电子及通信设备制造业		电子计算机及办公设备制造业		医疗及仪器仪表制造业	
	动态空间 面板模型 - SLM-FE	动态空间 面板模型 - SDM-FE	动态空间 面板模型 - SLM-FE	动态空间 面板模型 - SDM-FE	动态空间 面板模型 - SLM-FE	动态空间 面板模型 - SDM-FE	动态空间 面板模型 - SLM-FE	动态空间 面板模型 - SDM-FE	动态空间 面板模型 - SLM-FE	动态空间 面板模型 - SDM-FE
$\ln income_{t-1}$	0.375***	0.328***	0.660***	0.640***	0.579***	0.487***	0.637***	0.645***	0.495***	0.485***
$w\ln income$	-0.230***	0.322***	-0.076*	0.137***	-0.073*	0.207***	0.022	0.040	-0.225***	0.233***
$w\ln income_{t-1}$	0.020	-0.144	0.336***	0.172*	-0.098	-0.269***	-0.027	0.107	-0.121	-0.138
$\ln spe$	1.13E-04	1.41E-04	0.001	0.001*	0.015**	0.014**	0.001	0.001	0.001*	0.001*
$\ln div$	-0.001	-0.001	0.006	0.006	-0.002	-0.003	0.005	0.006	0.001	-9.19E-05
$\ln com$	-0.002*	-0.003**	-1.30E-04**	-1.11E-04**	8.05E-05***	1.14E-04***	-2.57E-05	-2.73E-05	3.89E-06	7.78E-08
$\ln per$	0.225*	0.204	0.027	0.015	0.099	0.163*	0.177**	0.192***	0.216**	0.220**
$\ln res$	0.501*	0.558**	0.302	0.291	0.096	0.112	0.273***	0.226**	0.235	0.260
$\ln edu$	0.627	0.788	0.432	0.754	1.902	1.906	-2.578	-2.293	1.153	1.153
$\ln fdi$	0.003	-0.029	0.077	0.038	0.028	0.065	0.238*	0.197	0.059	0.078
$w\ln spe$		-0.004		0.001		0.003		-0.004		0.003
$w\ln div$		0.017*		0.003		-0.020*		0.003		-0.015
$w\ln com$		-0.001		-1.20E-04		-5.14E-06		-3.65E-05		-1.25E-04*
$w\ln per$		-0.231		-0.117		0.265		0.129		-0.097
$w\ln res$		0.766*		0.260		0.144		-0.305		0.117
$w\ln edu$		-1.933		4.169		8.974***		0.827		-1.528
$w\ln fdi$		-0.591**		-0.470		0.413**		-0.148		-0.041
R^2	0.749	0.701	0.526	0.521	0.696	0.706	0.666	0.663	0.705	0.689
$\text{Log } L$	-719.679	-875.256	-858.770	-857.380	-701.018	-911.855	-884.031	-884.939	-832.976	-874.665
AIC	1338.198	1319.260	1702.769	1706.820	1326.362	1291.324	1763.677	1772.511	1410.827	1416.620
BIC	1385.137	1396.070	1749.708	1783.630	1373.301	1368.133	1810.616	1849.321	1457.766	1493.430

创新产出的空间溢出均不显著。短期研发人员投入和研发资本存量对创新产出呈现正向区域内空间溢出和负向区域间空间溢出,即研发人员投入和研发资本存量增加短期提升本地区的创新产出,然而,知识产权保护制度和地区保护主义的存在,限制了对周边地区创新产出的溢出效应。

(2)航空航天器制造业时空效应及分解。本研究选择动态空间滞后模型对集聚模式与创新产出的关系进行解释,由表5可知,创新产出时间滞后项和时空滞后交互项系数显著为正,分别为0.660和0.336;空间滞后项显著为负,为-0.076。说明创新产出水平不仅存在时间连续的变化趋势,还存在正向时空效应,表明某地区前一期创新产出加快时,相邻地区在当期创新产出也将加速,这体现了地区之间创新产出的相互依赖性,而且这种依赖特征具有滞后性。但是其空间效应呈现显著的负向影响,即创新产出抑制周边地区创新产出。从表6时空效应分解结果看,长期中解释变量对创新产出的溢出效应均会消失。短期中专业化集聚和多样化集聚对创新产出的

空间作用不明显,而市场竞争对区域内创新产出呈现显著的空间溢出效应,但是对区域间的空间溢出效应较弱,影响程度仅为8.03E-06。短期研发资本存量对创新产出的直接效应和总效应均为正值,且通过10%显著性检验,说明研发资本存量的增加推动了本地区创新产出水平的提高,对周边地区创新产出的空间溢出不显著。

(3)电子及通信设备制造业时空效应及分解。从表5的回归结果看,动态空间杜宾模型拟合效果更优,创新产出时间滞后项和空间滞后项系数显著为正,分别为0.487和0.207,说明电子及通信设备制造业表现出显著的累积循环效应和空间溢出效应,与前文空间相关性的检验结果一致。创新产出时空滞后交互项系数为-0.269,且在1%显著性水平下显著,表明电子及通信设备制造业创新产出存在显著的负向时空效应,即相邻地区前一期创新产出提高时,本地区当期创新产出将会放缓,地区间存在经济竞争,且这种竞争具有时间滞后特征^[56]。从表6时空效应分解结果看,长期中集聚模式和控制变量对

表6 基于分行业高技术产业的时空效应分解结果

Table 6 Time-space Effect Decomposition Results Based on the Industrial Perspective of High-tech Industry

变量	短期						长期						
	动态空间面板模型-SLM-FE			动态空间面板模型-SDM-FE			动态空间面板模型-SLM-FE			动态空间面板模型-SDM-FE			
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应	
医药制造业	lnspe	1.29E-04	-1.45E-05	1.15E-04	3.84E-04	-0.003	-0.003**	1.58E-06	-4.68E-07	1.11E-06	1.96E-06	-3.18E-06	-1.22E-06
	ln div	-0.001	2.10E-04	-0.001	-0.002	0.014**	0.012**	1.10E-05	-3.52E-06	7.52E-06	1.33E-05	-1.96E-05	-6.24E-06
	ln com	-0.002	4.52E-04	-0.002	-0.002*	-0.001	-0.003*	1.25E-05	-3.72E-06	8.79E-06	1.16E-05	-8.94E-07	1.07E-05
	ln per	0.237**	-0.046*	0.191**	0.221*	-0.238	-0.018	0.112	-0.034	0.078	0.100	-0.096	0.004
	ln res	0.480*	-0.099	0.381*	0.496**	0.440	0.936**	0.479	-0.158	0.321	0.459	0.189	0.648
	ln edu	0.755	-0.103	0.652	1.066	-2.020	-0.954	4.355	-1.212	3.143	5.691	-7.695	-2.004
	ln fdi	0.008	-0.002	0.005	0.007	-0.492***	-0.485**	0.005	-0.001	0.003	0.001	0.021	0.023
航空航天器制造业	lnspe	0.001	-7.03E-05	0.001	0.001*	0.0005	0.001**	3.36E-06	-1.16E-05	-8.23E-06	3.42E-06	1.81E-06	5.24E-06
	ln div	0.006	-4.84E-04	0.005	0.006	0.003	0.009	1.23E-04	-0.002	-0.001	1.74E-04	7.87E-05	2.52E-04
	ln com	-1.20E-04**	8.03E-06	-1.11E-04**	-9.91E-05**	-0.0001	-1.92E-04	3.03E-08	-7.35E-07	-7.04E-07	3.52E-08	4.79E-08	8.32E-08
	ln per	0.020	-0.002	0.019	0.011	-0.097	-0.087	0.049	0.248	0.298	0.039	0	0.039
	ln res	0.298*	-0.024	0.274*	0.283	0.181	0.465	0.323	-1.698	-1.376	0.321	0.247	0.569
	ln edu	0.681	-0.060	0.621	0.906	3.773	4.679	5.690	-8.392	-2.701	6.923	16.219	23.142
	ln fdi	0.078	-0.006	0.072	0.052	-0.473	-0.421	0.032	-0.607	-0.575	0.038	-0.046	-0.008
电子及通信设备制造业	lnspe	0.016**	-0.001	0.015**	0.014**	3.59E-04	0.014***	0.001	-2.45E-04	0.001	0.001	-2.75E-04	2.76E-04
	ln div	-0.003	1.76E-04	-0.002	-0.003	-0.017	-0.019**	3.81E-05	-1.17E-05	2.64E-05	2.52E-05	6.06E-05	8.58E-05
	ln com	8.92E-05***	-6.13E-06	8.30E-05***	1.20E-04***	-3.15E-05	8.83E-05	2.09E-08	-6.44E-09	1.44E-08	3.36E-08	-2.01E-08	1.34E-08
	ln per	0.098	-0.008	0.090	0.163*	0.204*	0.367**	0.049	-0.016	0.033	0.065	0.023	0.088
	ln res	0.095	-0.005	0.090	0.103	0.076	0.178	0.039	-0.011	0.029	0.032	-0.001	0.031
	ln edu	2.235	-0.143	2.092	1.883	7.804***	9.687***	22.006	-6.632	15.374	7.953	20.618	28.571
	ln fdi	0.035	-0.002	0.033	0.057	0.331*	0.388**	0.009	-0.003	0.006	0.007	0.030	0.036
电子计算机及办公设备制造业	lnspe	0.001	-1.11E-05	0.001	0.001	-0.005	-0.004	1.65E-05	3.61E-07	1.68E-05	1.79E-05	5.61E-05	7.40E-05
	ln div	0.005	-3.38E-06	0.005	0.007	0.004	0.010	1.28E-04	-2.94E-06	1.25E-04	1.53E-04	-0.001	-0.001
	ln com	-2.06E-05	-1.02E-06	-2.16E-05	-2.22E-05	-4.65E-05	-6.87E-05	2.69E-09	4.71E-10	3.17E-09	3.98E-09	1.62E-08	2.01E-08
	ln per	0.173**	0.003	0.175**	0.189***	0.175	0.364**	0.099	0.001	0.100	0.185	2.012	2.198
	ln res	0.266***	0.011	0.277**	0.216**	-0.340	-0.124	0.222	0.074	0.295	0.123	-1.091	-0.967
	ln edu	-2.270	-0.107	-2.377	-1.991	1.014	-0.977	21.067	4.518	25.585	24.457	138.805	163.261
	ln fdi	0.237*	0.004	0.242*	0.194	-0.228	-0.034	0.206	0.015	0.221	1.39E-01	-1.126	-0.988
医疗及仪器仪表制造业	lnspe	0.001	-1.53E-04	0.001	0.001	0.002	0.003	1.93E-06	-8.68E-07	1.06E-06	1.69E-06	2.59E-06	4.28E-06
	ln div	0.001	-1.98E-04	0.001	4.17E-04	-0.012	-0.012	1.89E-05	-8.50E-06	1.04E-05	1.76E-05	-1.32E-05	4.35E-06
	ln com	6.41E-06	-1.16E-06	5.24E-06	7.98E-06	-1.10E-04**	-1.02E-04*	3.82E-10	-1.70E-10	2.12E-10	5.65E-10	-6.08E-10	-4.31E-11
	ln per	0.216***	-0.040***	0.176***	0.226***	-0.100	0.126	0.111	-0.049	0.062	0.121	-0.063	0.058
	ln res	0.229	-0.041	0.188	0.240	0.005	0.245	0.180	-0.077	0.102	0.198	-0.003	0.195
	ln edu	1.372	-0.234	1.138	1.391	-1.338	0.052	7.701	-3.236	4.465	7.857	-4.499	3.358
	ln fdi	0.057	-0.012	0.045	0.074	-0.078	-0.004	0.023	-0.011	0.012	0.026	-0.011	0.016

创新产出的空间效应均没有通过显著性检验,表明解释变量对被解释变量的时间效应是在不断递减。短期中专业化集聚和市场竞争对创新产出存在显著的正向区域内溢出效应,多样化集聚对创新产出呈现显著的负向总效应。短期研发人员投入对区域间和整体创新产出都呈现正向溢出效应,这正好与专业化集聚对创新产出的正向作用相呼应,作为技术指向性的制造业,其产业发展需要较高的人力资本、信息交通和资本投入,因此劳动力和资本的投入可以在一定程度刺激创新产出。

(4)电子计算机及办公设备制造业时空效应及分解。由表5动态空间滞后模型的回归结果可知,创新产出时间滞后项系数显著为正,为0.637,空间滞后项系数虽为正值但不显著,表明电子计算机及办公设备制造业符合经济发展的可持续性,但是其省际间创新产出的发展并不显著影响本地区创新产出。创新产出时空滞后交互项系数为-0.027,但并不显著,表明电子计算机及办公设备制造业创新产出不存在时空效应。从表6创新产出时空效应分解结果看,无论是长期还是短期,专业化集聚、多样化集聚和市场竞争对创新产出的空间效应均不存在。短期中研发人员投入、研发资本存量 and 外商直接投资的直接效应和总效应均显著为正,间接效应不显著,表明研发人员投入和研发资本存量对区域内创新产出存在显著的正向溢出,而对区域间创新产出作用不显著,长期空间效应消失。

(5)医疗及仪器仪表制造业时空效应及分解。选择动态空间滞后模型对医疗设备及仪器仪表制造业进行分析,由表5可知,与医药制造业相同,医疗及仪器仪表制造业创新产出表现出循环可持续发展特征,并且省际创新产出发展存在交互影响,但是其时空效应不显著。从表6时空效应分解结果看,短期和长期中,专业化集聚、多样化集聚和市场竞争对创新产出的空间效应均不显著,表明集聚对医疗及仪器仪表制造业的创新产出不存在地区间空间溢出。短期中研发人员投入对创新产出的直接效应和总效应均为正值,通过了1%的显著性检验,而间接效应显著为负,表明研发人员投入对区域内创新产出呈现正向的空间溢出,而对区域间创新产出呈现负向的空间溢出。总的来说,对区域内的正向促进作用大于区域间的负向抑制作用,但长期看这种空间效应逐渐消失。

4.3 讨论

本研究运用Moran's I 指数和Moran散点图对中国高技术产业创新产出的空间相关性进行研究,发现考察期内高技术产业创新产出具有正向的空间相关性,在地理分布上,绝大部分东中部省市处于高-高集聚分布,而西部省市处于低-低集聚分布,且近年来呈现增强的趋势。张玉明等^[57]和李国平等^[58]以专利申请受理数度量创新产出,选取邻接权重矩阵测量Moran's I 指数,并进一步绘制Moran散点图,本研究的结论与他们的基本一致。

基于高技术产业创新产出的空间相关性,本研究进一步探讨集聚模式对创新产出的时空效应,研究结果见表7。研究发现中国高技术产业存在显著的累积循环效应和空间溢出效应,但不存在时空效应。短期创新产出更多地受到多样化集聚影响,专业化集聚和市场竞争影响不显著,长期多样化集聚对创新产出的区域间溢出效应由负向转为正向。相反的,程中华等^[59]认为市场竞争可以显著提高创新绩效,他们的研究成果与本研究结果有所差异。原因:①选取数据存在差异。本研究选用新产品销售收入作为创新产出的替代变量,而程中华等^[59]选取新产品产值占工业总产值的比重作为创新绩效的替代变量,且数据的时间跨度存在差异。②研究方法存在差异。本研究构建动态空间面板模型,既考虑时间因素和空间因素,又考虑两者的交互影响,程中华等^[59]采用空间面板模型,仅考虑了空间因素。

从分行业的回归结果看,五大行业创新产出均存在累积循环效应,但并不是所有行业都存在空间溢出效应和时空效应。医药制造业表现出负向空间溢出效应,时空效应不显著;航空航天器制造业表现出负向空间溢出效应和正向时空效应;电子及通信设备制造业呈现正向空间溢出效应和负向时空效应;电子计算机及办公设备制造业的空间效应和时空效应均不显著;医疗及仪器仪表制造业呈现正向空间效应,时空效应不显著。短期集聚模式(主要是市场竞争)显著抑制了区域内航空航天器制造业的创新产出,专业化集聚和市场竞争显著刺激了电子及通信设备制造业区域内创新产出,而多样化集聚则抑制了该行业的区域整体创新产出,其他行业的创新产出均没有受到集聚模式的显著影响,长期溢出效应逐渐消失。集聚模式对创新产出的时空效应还存在行业差异,是因为行业性质和行业集聚程度的差异性。医药制造业、医疗和仪器仪表制造业企业生产规模较小,行业集中度较低,整体科研转化率较低,企业更愿意通过价格手段提升市场竞争力,而不是创新产出^[60],因此集聚模式对创新产出的空间影响较弱。航空航天器制造业作为国家重点发展领域,其企业数量受到一定的限制和保护,无论是专业化集聚还是多样化集聚都会使区域内和区域间创新要素集聚,进而增加行业创新投入比重,但创新投入与创新产出并没有表现出明显的格兰杰因果关系^[61],因此这两种集聚模式并没有很好地推动创新产出,相对来说,少量的企业分布为行业带来了创新活力。电子及通信设备制造业独立创新性较强,创新与其他行业的关联性较弱,往往是行业内部的知识和技术交流对创新产出起到正向作用,因此专业化集聚可以推动区域内企业的创新产出,而多样化集聚不利于区域间创新产出发展;此外,电子及通信设备制造业的科技资源主要分布在以广东省为首的少数省份,大部分科技资源投入较少^[62],因此,适当的内部竞争有利于企业争取科技资源,进而形成创新产出。电子计算机及办公设备制造业企业数量

表7 集聚模式对创新产出的时空效应
Table 7 Time-space Effect Between Agglomeration Models and Innovation Output

行业	创新产出的时空效应			集聚模式对创新产出的时空效应						
	时间效应	空间效应	时空效应	短期效应			长期效应			
				专业化集聚	多样化集聚	市场竞争	专业化集聚	多样化集聚	市场竞争	
高技术产业	正	正	无	无	负向直接效应、负向间接效应和负向总效应	无	无	无	正向间接效应和正向总效应	无
医药制造业	正	负	无	无	无	无	无	无	无	无
航空航天器制造业	正	负	正	无	无	负向直接效应和负向总效应	无	无	无	无
电子及通信设备制造业	正	正	负	正向直接效应和正向总效应	负向总效应	正向直接效应	无	无	无	无
电子计算机及办公设备制造业	正	无	无	无	无	无	无	无	无	无
医疗及仪器仪表制造业	正	正	无	无	无	无	无	无	无	无

不断增多,市场容量逐渐趋于饱和,企业更愿意通过降价的方式挤占市场份额,虽然这种方式短期内会提升自身竞争力,但是长期导致企业创新产出活力不足,所以整体看来无论是长期还是短期集聚模式对创新产出的作用效果均不显著。

5 结论

本研究以产业整体和行业为研究视角,探讨集聚模式与创新产出的作用机制,选取1997年至2014年中国高技术产业相关数据,引入创新产出时间滞后项、空间滞后项和时空滞后交互项,构建动态空间计量模型,分析集聚模式与创新产出的时空效应关系,并在此基础上对创新产出的时空效应进行分解。研究表明,多样化集聚对高技术产业创新产出存在短期负向区域内和区域间空间溢出效应,专业化集聚和市场竞争的作用效果不显著,这表明多样化集聚抑制了创新产出,尽管影响程度较小。此外,集聚模式对创新产出的时空效应存在明显的行业差异。集聚模式的改变虽然显著影响航空航天器制造业和电子及通信设备制造业的创新产出,但是对医药制造业、电子计算机及办公设备制造业和医疗及仪器仪表制造业的创新产出影响程度较弱。其中,航空航天器制造业创新产出仅对市场竞争程度的变化做出短期负向区域内空间溢出的调整,而电子及

通信设备制造业创新产出则对3种集聚模式产生短期正向或负向的空间溢出效应。

5.1 实践启示

(1)政府应该放宽西部地区的产业保护政策,提高地方行业的市场集中度,积极推动外资企业在西部投资建厂,对于过度竞争的行业(如航空航天器制造业),市场竞争对区域内创新产出已经表现出显著的负效应,政府应该积极引导,促进行业合理布局,完善知识保护体制,推动企业为获取竞争优势提高创新产出效率。另外,在资源配置和分割方面应深化财政体制改革,取消限制劳动力自由流动的显性和隐性制度规范,加大地区教育投入力度,增强劳动力的人力资本水平,有效利用人员投入和资本投入对行业间、地区间的知识和技术溢出效应。

(2)产业集聚模式对地区和行业创新产出的作用效果存在差异,因此各省市应综合考虑地区资源禀赋优势,提出差异化发展战略。对于发展充分、产业相对优势逐渐削弱的东部地区,如环渤海和珠三角地区,国家应该重点打造高技术产业市场和研发枢纽,加快产业相关环节向中西部转移的步伐,降低因产业集聚造成的拥挤成本,带动周边地区产业发展。对于专业化发展不足的中西部地区,国家应该采取内部激励与外部转移结合的方式,一方面,维持和鼓励现有优势产业发展,如医药制造业、电子计算机及

办公设备制造业等;另一方面,积极吸引边缘机构和外部主体,推动东部地区创新要素向对口西部省市转移,加强同质企业的交流和协作^[63]。

(3)与政府导向相比,市场导向更有利于企业渐进创新^[64],企业作为市场经济的主体,在产业集聚背景下,维持企业持续创新实力是增强其竞争实力的重要途径。这就需要政府放宽市场准入,推行市场导向型经济,为企业打造开放式创新氛围,推动企业与多种创新资源对接,增强产学研的互补效应,并进一步通过减免赋税和设立天使基金等举措降低其创新风险。此外,企业也应该与周边院校、科研院所等机构合作,强化企业人员培训,加强人力资本投入,确保企业优秀人才来源;同时,提高企业管理者的市场管控和信息整合能力,强化企业、政府和机构间的网络化合作,建立信息反馈机制,对项目实施进行实时跟踪,确保跨区域项目的顺利实施,尽可能防范风险发生。

5.2 研究局限和展望

尽管本研究丰富了产业集聚和创新产出关系的研究成果,但是也存在一些局限,需要在之后的研究中扩展。①本研究数据来源于高技术产业,未来可以将动态面板模型应用于中低技术产业的研究中,测试研究结论对其他行业的适用性。②本研究仅对集聚模式与创新产出的时空效应关系进行探讨,并未测量集聚模式对创新产出影响的具体门槛水平。未来的研究可以进一步引入门槛水平,测量其作用边界。③本研究在构建动态面板模型时仅引入平均受教育年限和外商直接投资控制变量,没有充分考虑到外部环境因素的影响,未来可以进一步加大控制变量引入,对本研究结论进行进一步的检验,保证研究结果的严谨性。

参考文献:

- [1] 易平涛,李伟伟,郭亚军. 基于指标特征分析的区域创新能力评价及实证. *科研管理*, 2016, 37(增刊): 371-378.
YI Pingtao, LI Weiwei, GUO Yajun. An evaluation of regional innovation capacity and an empirical study based on the index characteristic analysis. *Science Research Management*, 2016, 37(Supplement): 371-378. (in Chinese)
- [2] 张丽华,林善浪. 创新集聚与产业集聚的相关性研究. *科学学研究*, 2010, 28(4): 635-640.
ZHANG Lihua, LIN Shanlang. Research on the correlation between innovation agglomeration and industrial agglomeration. *Studies in Science of Science*, 2010, 28(4): 635-640. (in Chinese)
- [3] 方远平,谢蔓. 创新要素的空间分布及其对区域创新产出的影响:基于中国省域的ESDA-GWR分析. *经济地理*, 2012, 32(9): 8-14.
FANG Yuanping, XIE Man. The effect of innovation elements agglomeration on regional innovation output: based on Chinese provinces and cities' ESDA-GWR analysis. *Economic Geography*, 2012, 32(9): 8-14. (in Chinese)
- [4] 梁晓艳,李志刚,汤书昆,等. 我国高技术产业的空间集聚现象研究:基于省际高技术产业产值的空间计量分析. *科学学研究*, 2007, 25(3): 453-460.
LIANG Xiaoyan, LI Zhigang, TANG Shukun, et al. A study on the spatial distribution of Chinese hi-tech industries: spatial econometrics analysis based on province-level industrial output value. *Studies in Science of Science*, 2007, 25(3): 453-460. (in Chinese)
- [5] ROSENTHAL S S, STRANGE W C. Geography, industrial organization, and agglomeration. *The Review of Economics and Statistics*, 2003, 85(2): 377-393.
- [6] VAN DER PANNE G. Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. *Journal of Evolutionary Economics*, 2004, 14(5): 593-604.
- [7] 杜威剑,李梦洁. 产业集聚会促进企业产品创新吗? 基于中国工业企业数据库的实证研究. *产业经济研究*, 2015(4): 1-9, 20.
DU Weijian, LI Mengjie. Does industrial agglomeration increase enterprises' product innovation: an empirical study based on Chinese industrial enterprises database. *Industrial Economics Research*, 2015(4): 1-9, 20. (in Chinese)
- [8] 梁琦,詹亦军. 地方专业化、技术进步和产业升级:来自长三角的证据. *经济理论与经济管理*, 2006(1): 56-62.
LIANG Qi, ZHAN Yijun. Regional specialization, technology progress and industrial upgrading: evidences from Yangtze River Delta. *Economic Theory and Business Management*, 2006(1): 56-62. (in Chinese)
- [9] HENDERSON V, KUNCORO A, TURNER M. Industrial development in cities. *Journal of Political Economy*, 1995, 103(5): 1067-1090.
- [10] BEAUDRY C, BRESCHI S. Are firms in clusters really more innovative?. *Economics of Innovation and New Technology*, 2003, 12(4): 325-342.
- [11] COMBES P P. Economic structure and local growth: France, 1984-1993. *Journal of Urban Economics*, 2000, 47(3): 329-355.
- [12] DE LUCIO J J, HERCE J A, GOICOLEA A. The effects of externalities on productivity growth in Spanish industry. *Regional Science and Urban Economics*, 2002, 32(2): 241-258.
- [13] 沈能,赵增耀. 集聚动态外部性与企业创新能力. *科研管理*, 2014, 35(4): 1-9.
SHEN Neng, ZHAO Zengyao. Dynamic agglomeration externalities and enterprise innovation ability. *Science Research Management*, 2014, 35(4): 1-9. (in Chinese)
- [14] 张长征,黄德春,马昭洁. 产业集聚与产业创新效率:金融市场的联结和推动:以高新技术产业集聚和创新为例. *产业经济研究*, 2012(6): 17-25.
ZHANG Changzheng, HUANG Dechun, MA Zhaojie. Industrial agglomeration and industrial innovation efficiency: coupling effects of the financial markets: based on the agglomeration and innovation of China hi-tech industry. *Industrial Economics Research*, 2012(6): 17-25. (in Chinese)
- [15] JACOBS J. *The economy of cities*. New York: Vintage, 1969: 256-280.
- [16] FELDMAN M P, AUDRETSCH D B. Innovation in cities: science-based diversity, specialization and localized competi-

- tion. *European Economic Review*, 1999, 43(2): 409-429.
- [17] CAINELLI G, LEONCINI R. Externalities and long-term local industrial development. Some empirical evidence from Italy. *Revue D'économie Industrielle*, 1999, 90(1): 25-39.
- [18] GREUNZ L. Industrial structure and innovation: evidence from European regions. *Journal of Evolutionary Economics*, 2004, 14(5): 563-592.
- [19] 赖永剑. 集聚、空间动态外部性与企业创新绩效: 基于中国制造业企业面板数据. *产业经济研究*, 2012(2): 9-17.
- LAI Yongjian. Agglomeration spatial dynamic externalities and enterprise innovation performance: based on panel data of China manufacturing enterprises. *Industrial Economics Research*, 2012(2): 9-17. (in Chinese)
- [20] BAPTISTA R, SWANN P. Do firms in clusters innovate more?. *Research Policy*, 1998, 27(5): 525-540.
- [21] PACI R, USAI S. Externalities, knowledge spillovers and the spatial distribution of innovation. *GeoJournal*, 1999, 49(4): 381-390.
- [22] ANDERSSON R, QUIGLEY J M, WILHELMSSON M. Agglomeration and the spatial distribution of creativity. *Papers in Regional Science*, 2005, 84(3): 445-464.
- [23] 刘修岩, 王璐. 集聚经济与企业创新: 基于中国制造业企业面板数据的实证研究. *产业经济评论*, 2013, 12(3): 35-53.
- LIU Xiuyan, WANG Lu. Agglomeration economics and firm innovation practices: evidence from Chinese manufacturing enterprises. *Review of Industrial Economics*, 2013, 12(3): 35-53. (in Chinese)
- [24] NOOTEBOOM B, VAN HAVERBEKE W, DUYSTERS G, et al. Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 2007, 36(7): 1016-1034.
- [25] PORTER M E. Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 1998, 76(6): 77-90.
- [26] CARLIN W, SCHAFFER M, SEABRIGHT P. A minimum of rivalry: evidence from transition economies on the importance of competition for innovation and growth. *Contributions to Economic Analysis & Policy*, 2004, 3(1): 17-1-17-45.
- [27] OKADA Y. Competition and productivity in Japanese manufacturing industries. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2005, 19(4): 586-616.
- [28] 薄文广. 外部性与产业增长: 来自中国省级面板数据的研究. *中国工业经济*, 2007(1): 37-44.
- BO Wenguang. Externalities and industrial economic growth: evidences from Chinese provincial panel data. *China Industrial Economics*, 2007(1): 37-44. (in Chinese)
- [29] 吴三忙, 李善同. 专业化、多样化与产业增长关系: 基于中国省级制造业面板数据的实证研究. *数量经济技术经济研究*, 2011, 28(8): 21-34.
- WU Sanmang, LI Shantong. Specialization, diversity and industrial growth. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2011, 28(8): 21-34. (in Chinese)
- [30] GILBERT R J, NEWBERY D M G. Preemptive patenting and the persistence of monopoly. *The American Economic Review*, 1982, 72(3): 514-526.
- [31] BLUNDELL R, GRIFFITH R, VAN REENEN J. Dynamic count data models of technological innovation. *The Economic Journal*, 1995, 105(429): 333-344.
- [32] 彭向, 蒋传海. 产业集聚、知识溢出与地区创新: 基于中国工业行业的实证检验. *经济学(季刊)*, 2011, 10(3): 913-934.
- PENG Xiang, JIANG Chuanhai. Industrial agglomeration, technological spillovers and regional innovation: evidences from China. *China Economic Quarterly*, 2011, 10(3): 913-934. (in Chinese)
- [33] SCHERER F M. Market structure and the employment of scientists and engineers. *The American Economic Review*, 1967, 57(3): 524-531.
- [34] TINGVALL P G, POLDAHL A. Is there really an inverted U-shaped relation between competition and R&D?. *Economics of Innovation and New Technology*, 2006, 15(2): 101-118.
- [35] ASKENAZY P, CAHN C, IRAC D. Competition, R&D, and the cost of innovation: evidence for France. *Oxford Economic Papers*, 2013, 65(2): 293-311.
- [36] 平新乔, 周艺艺. 产品市场竞争度对企业研发的影响: 基于中国制造业的实证分析. *产业经济研究*, 2007(5): 1-10.
- PING Xinqiao, ZHOU Yiyi. The impacts of product market competition on innovation. *Industrial Economics Research*, 2007(5): 1-10. (in Chinese)
- [37] 陈羽, 李小平, 白澎. 市场结构如何影响R&D投入? 基于中国制造业行业面板数据的实证分析. *南开经济研究*, 2007(1): 135-145.
- CHEN Yu, LI Xiaoping, BAI Peng. How market structure influence R&D input: an empirical analysis on China's manufacture's panel data. *Nankai Economic Studies*, 2007(1): 135-145. (in Chinese)
- [38] BEAUDRY C, BRESCHI S. Are firms in clusters really more innovative?. *Economics of Innovation and New Technology*, 2003, 12(4): 325-342.
- [39] 杨浩昌, 李廉水, 刘军. 高技术产业聚集对技术创新的影响及区域比较. *科学学研究*, 2016, 34(2): 212-219.
- YANG Haochang, LI Lianshui, LIU Jun. Impact of high-tech industrial agglomeration on technological innovation and its regional comparison. *Studies in Science of Science*, 2016, 34(2): 212-219. (in Chinese)
- [40] LUNDVALL B. *National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning*. London: Anthem Press, 2010: 219-258.
- [41] RICHARDSON G B. *Competition, innovation and increasing returns*. Aalborg: Danish Research Unit for Industrial Dynamics, 1996.
- [42] KLINE S J, ROSENBERG N. *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*. Washington, DC: National Academy Press, 1986: 621-630.
- [43] HENDERSON J V, WANG H G. Urbanization and city growth: the role of institutions. *Regional Science and Urban Economics*, 2007, 37(3): 282-313.
- [44] GRILICHES Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 1979, 10(1): 92-116.

- [45] YOUNG A. Gold into base metals: productivity growth in the People's Republic of China during the reform period. *Journal of Political Economy*, 2003, 111(6):1220-1261.
- [46] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000. *经济研究*, 2004, 39(10):35-44.
ZHANG Jun, WU Guiying, ZHANG Jipeng. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000. *Economic Research Journal*, 2004, 39(10):35-44. (in Chinese)
- [47] 史修松. 我国高技术产业分布、区域创新及相关性分析. *科学学与科学技术管理*, 2008, 29(9):114-118.
SHI Xiusong. Distribution of China high technology industry, regional innovation and correlation analysis. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2008, 29(9):114-118. (in Chinese)
- [48] 林善浪, 张作雄, 刘国平. 技术创新、空间集聚与区域碳生产率. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(5):36-45.
LIN Shanlang, ZHANG Zuoxiong, LIU Guoping. Technological innovation, spatial agglomeration and regional carbon productivity. *China Population, Resources and Environment*, 2013, 23(5):36-45. (in Chinese)
- [49] 王红领, 李稻葵, 冯俊新. FDI与自主研发: 基于行业数据的经验研究. *经济研究*, 2006, 41(2):44-56.
WANG Hongling, DAVID Daokui Li, FENG Junxin. Does FDI facilitate or dampen indigenous R&D?. *Economic Research Journal*, 2006, 41(2):44-56. (in Chinese)
- [50] ELHORST J P. Dynamic spatial panels: models, methods, and inferences. *Journal of Geographical Systems*, 2012, 14(1):5-28.
- [51] 林光平, 龙志和, 吴梅. 中国地区经济 σ -收敛的空间计量实证分析. *数量经济技术经济研究*, 2006, 23(4):14-21, 69.
LIN Guangping, LONG Zhihe, WU Mei. A spatial investigation of σ -convergence in China. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2006, 23(4):14-21, 69. (in Chinese)
- [52] 李婧, 谭清美, 白俊红. 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. *管理世界*, 2010(7):43-65.
LI Jing, TAN Qingmei, BAI Junhong. Spatial econometric analysis on region innovation production in China. *Management World*, 2010(7):43-65. (in Chinese)
- [53] 杰弗里·M·伍德里奇. *计量经济学导论: 现代观点*. 北京: 中国人民大学出版社, 2003:286-288.
WOOLDRIDGE J M. *Introductory econometrics: a modern approach*. Beijing: China Renmin University Press, 2003:286-288. (in Chinese)
- [54] 陈劲, 梁靓, 吴航. 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. *科学学研究*, 2013, 31(4):623-629, 577.
CHEN Jin, LIANG Liang, WU Hang. Industrial agglomeration and innovation performance under the background of open innovation: evidence from Chinese high-tech industries. *Studies in Science of Science*, 2013, 31(4):623-629, 577. (in Chinese)
- [55] 张昕, 李廉水. 制造业聚集、知识溢出与区域创新绩效: 以我国医药、电子及通讯设备制造业为例的实证研究. *数量经济技术经济研究*, 2007, 24(8):35-43, 89.
ZHANG Xin, LI Lianshui. Manufactory industry agglomeration, knowledge spillover and regional innovation performance. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2007, 24(8):35-43, 89. (in Chinese)
- [56] 董理, 张启春. 我国地方政府公共支出规模对人口迁移的影响: 基于动态空间面板模型的实证研究. *财贸经济*, 2014(12):40-50.
DONG Li, ZHANG Qichun. The impact of local government public expenditure size on migration in China: a dynamic spatial panel data approach. *Finance & Trade Economics*, 2014(12):40-50. (in Chinese)
- [57] 张玉明, 李凯. 中国创新产出的空间分布及空间相关性研究: 基于1996-2005年省际专利统计数据的空间计量分析. *中国软科学*, 2007(11):97-103.
ZHANG Yuming, LI Kai. Research on the spatial distribution and dependence of Chinese innovative output: spatial econometrics analysis based on province-level patent data. *China Soft Science*, 2007(11):97-103. (in Chinese)
- [58] 李国平, 王春杨. 我国省域创新产出的空间特征和时空演化: 基于探索性空间数据分析的实证. *地理研究*, 2012, 31(1):95-106.
LI Guoping, WANG Chunyang. Spatial characteristics and dynamic changes of provincial innovation output in China: an investigation using the ESDA. *Geographical Research*, 2012, 31(1):95-106. (in Chinese)
- [59] 程中华, 刘军. 产业集聚、空间溢出与制造业创新: 基于中国城市数据的空间计量分析. *山西财经大学学报*, 2015, 37(4):34-44.
CHENG Zhonghua, LIU Jun. Industrial agglomeration, spatial spillovers and manufacturing innovation: spatial econometric analysis based on Chinese cities' data. *Journal of Shanxi University of Finance and Economics*, 2015, 37(4):34-44. (in Chinese)
- [60] 王旭. 从创新厌恶到创新包容: 银行债权治理的创新效应研究. *科研管理*, 2015, 36(11):184-192.
WANG Xu. From innovation aversion to innovation tolerance: a study of influence of bank debt governance towards technological innovation. *Science Research Management*, 2015, 36(11):184-192. (in Chinese)
- [61] 魏洁云, 江可申, 李雪冬. 中国高技术产业创新投入与产出的关联测度分析. *数量经济技术经济研究*, 2014, 31(1):77-92.
WEI Jieyun, JIANG Keshen, LI Xuedong. Correlation analysis of Chinese hi-tech industries measure of innovation input and output. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2014, 31(1):77-92. (in Chinese)
- [62] 肖泽磊, 李帮义, 胡灿伟. 基于综合区位熵指数的中国高技术产业科技资源布局研究. *科学学与科学技术管理*, 2010, 31(10):47-53.
XIAO Zelei, LI Bangyi, HU Canwei. The research on scientific and technological resource allocation of high-tech industry in China based on the index of comprehensive location quotient. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2010, 31(10):47-53. (in Chinese)

- [63] 黄玮强,庄新田,姚爽. 基于创新合作网络的产业集群知识扩散研究. *管理科学*, 2012, 25(2): 13-23.
HUANG Weiqiang, ZHUANG Xintian, YAO Shuang. Study on knowledge diffusion of industry clusters based on the innovation cooperation network. *Journal of Management Science*, 2012, 25(2): 13-23. (in Chinese)
- [64] 李晓冬,王龙伟. 市场导向、政府导向对中国企业创新驱动的比较研究. *管理科学*, 2015, 28(6): 1-11.
LI Xiaodong, WANG Longwei. The comparative study of promoting effectiveness of market orientation and government orientation on innovation. *Journal of Management Science*, 2015, 28(6): 1-11. (in Chinese)

The Time-space Effect Research of High-tech Industrial Agglomeration Model and Innovation Output

LYU Chengchao, SHANG Yuanyue

School of Economics and Management, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China

Abstract: The high-tech industry has three kinds of models, namely, localization agglomeration, diversification agglomeration and market competition, which are related to the development of innovation output. Existing research on high-tech industrial agglomeration and innovation output has neglected the influence of time and space effect, which leads to the limitation of the research. Based on this, we explore the mechanism of high-tech industry agglomeration models and innovation output. From the perspective of time and space, we respectively introduce the time lags, the spatial lags and time-space interaction lags to construct dynamic spatial econometric model which based on high-tech industry and five sectors. The model can analyze the time-space effect between three agglomerations of high-tech industry and innovation output.

The results show that the innovation output of the high-tech industry showed significant spatial dependence and spatial heterogeneity, which has presented the high-high spatial concentration and low-low spatial concentration. At the same time, innovation output also has significant circulating cumulative effect and the spillover effect. High tech industry agglomeration diversification will produce short-term reverse to innovation output inter-regional and intra-regional spillover effect, but the long-term inter-regional effect will change from negative to positive. In addition, there are industrial differences in the time-space effects of innovation output. When taking the industry as the research object, innovation output of the aircraft and spacecraft manufacturing will suffer from negative inter-regional spatial spillover in the short term, and innovation output of electronic and telecommunication equipment manufacturing is affected by the positive intra-regional spatial spillover of specialized agglomeration and market competition, furthermore, affected by the negative spatial spillover of diversified agglomeration. In addition, other industry's innovation output has not been significantly affected by agglomeration, and the spatial spillover effect of long-term industrial agglomeration on innovation output is not significant.

The results of the study enriches the related study on relationship of high-tech industrial agglomeration and innovation output, and provides empirical evidences of how to choose the agglomeration model of regional high-tech industry. Furthermore, it provides a strategic direction for the development of high-tech industry technology innovation.

Keywords: high-tech industry; agglomeration models; innovation output; time-space effect; dynamic spatial panel model

Received Date: October 31st, 2016 **Accepted Date:** February 15th, 2017

Funded Project: Supported by the National Statistical Science Research Program(2014LY035) and the Shandong Soft Science Research Project (2015RKB01043)

Biography: LYU Chengchao, doctor in economics, is a lecturer in the School of Economics and Management at Qingdao University of Science and Technology. His research interests include national economics and brand economics. His representative paper titled "Is specialization of China's high-tech industry more conducive to regional industrial innovation than diversification?" was published in the *R&D Management* (Issue 6, 2016). E-mail: chengchao0532@126.com

SHANG Yuanyue is a master degree candidate in the School of Economics and Management at Qingdao University of Science and Technology. Her research interest focuses on national economics. Her representative paper titled "Spatial disparity and temporal: spatial evolution of high-tech industry in China" was published in the *Finance & Economics* (Issue 6, 2016). E-mail: shanguanyue0910@163.com □