

FDI技术转化及制造业集聚创新空间响应

李 娜^{1,2}, 伍世代^{3,4}

(1. 集美大学财经学院, 厦门 361021; 2. 集美大学产业与区域经济研究中心, 厦门 361021;
3. 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007; 4. 福建师范大学旅游学院, 福州 350007)

摘要: 基于FDI技术转化的视角, 结合264个城市17年连续面板数据, 运用随机前沿生产函数模型、交叉项模型、空间杜宾模型和热点探测法, 分析FDI技术转化机制及制造业集聚创新空间响应路径, 结论: ① FDI技术转化是制造业集聚创新的重要驱动力; ② 基于马歇尔外部性的分析发现集聚规模效应和FDI技术外溢的双向作用是FDI技术转化的作用机制; ③ 区域、行业 and 区位3个视角的路径研究揭示FDI嵌入制造业集聚促进跨区域生产网络链接, 推动FDI技术转化在生产网络中传导, 进而促进创新生产网络形成, 带动邻近空间TFP增长, 缓解极化发展问题, 促进区域平衡发展。该研究试图为中国构建新型开放和创新体系, 促进制造业集聚转型升级和区域高质量发展提供科学佐证和政策启示。

关键词: FDI技术转化; 制造业集聚; 创新空间; 马歇尔外部性; 响应路径; 中国
DOI: 10.11821/dljy020190642

1 引言

中国历来是吸引外商直接投资 (foreign direct investment, FDI) 的大国。世界金融危机后全球投资贸易萎缩, 但流入中国的FDI持续增加。改革开放40多年的实践证明, FDI对中国制造业集聚形成具有巨大的推动作用, 引领了外向型制造业集聚的发展^[1-3]。制造业集聚一度成为区域、区际乃至国家经济增长的引擎, 对中国经济的贡献率超过10%^[4]。随着人口等红利的消退, FDI低成本导向和制造业集聚升级的结构性矛盾日益突出。但据联合国贸易和发展会议 (UNCTAD) 发布的《2019世界投资报告》显示, 近年来高技术FDI流入发展中国家的占比大幅增加, 部分FDI的最终消费市场转向中国市场。在全球产业链重组的背景下, 制造业集聚能否继续有效利用外部资源, 突破结构性困境, 加速转型升级, 逐步成为区域竞争力重塑关注的焦点。

制造业集聚是以本地化市场组织为载体的大规模生产集群, 通过连接复杂的生产单元, 经由劳动力蓄水池、中间品投入共享及知识技术溢出等马歇尔外部效应的发挥, 促进集群内的知识技术共享, 获取外部规模经济效应进而推动增长, 因此制造业集聚的转型升级也是生产网络的转型升级。在科技创新逐步取代传统要素成为经济增长主要贡献力量的趋势下^[5], 高效创新网络成为增长的重要动力载体, 研究制造业的转型升级也是研究创新生产网络发展的问题。那么FDI能否促进制造业的技术进步, 推动创新效应的产

收稿日期: 2019-07-26; 修订日期: 2019-12-25

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目 (16YJC790050); 国家自然科学基金项目 (71804059)

作者简介: 李娜 (1980-), 女, 福建泉州人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为经济地理与区域产业发展。
E-mail: lean118@jmu.edu.cn

通讯作者: 伍世代 (1962-), 男, 福建松溪人, 教授, 博士生导师, 研究方向为城市与区域规划。
E-mail: sdlw8726@sina.com

生,进而促进创新网络的发展?如果可以,其作用机制及实现路径如何?对上述问题进行探讨,能为中国构建新型开放和创新体系,推动制造业集聚转型升级和区域高质量发展提供科学佐证。为此本文以FDI技术转化为视角,研究FDI对制造业集聚的创新效应及其引致的集聚创新空间演化。研究发现:FDI显著促进了制造业集聚的创新发展,外部规模效应和技术外溢效应的双向作用是FDI促进制造业集聚创新的重要作用机制;FDI嵌入引起制造业上下游产业关联,促进FDI技术转化效应的传导,进而推动制造业集聚创新网络的形成;而制造业集聚对FDI技术转化的创新空间响应推动了区域的平衡发展。

在相关研究方面,近年来各级政府和学术界广泛关注FDI与制造业集聚创新升级,聚焦FDI与制造业集聚内生增长和创新空间演化的成果颇多^[6-8]。现有研究表明外国公司投资易于形成集聚^[9,10],FDI对中国制造业集聚产生了重要推动作用,有力地促进了产业的地理集中^[11-13],而集聚效应也有助于吸引FDI进入^[14-19]。然而以区位论为基础的研究多将FDI视为传统生产要素,考虑FDI在集聚中产生的外部性问题,鲜见关于FDI在集聚中对生产率的促进和技术转化的机理和实证研究,致使后续研究在FDI与集聚是否具有紧密关联上产生了分歧。陆续有研究指出FDI与产业集聚之间的关联效应并不持久^[3,19,20],产业集聚在某种程度上抑制了FDI的溢出效应^[21];也有研究鲜明地指出由于存在知识产权盗取问题,外资和集聚企业的合作动力缺乏^[22];但亦有研究表明区域的制度环境有助于吸引以知识产权保护为核心战略的知识密集型制造业的集聚^[23]。

种种分歧促进了对FDI与产业集聚内在机制的研究,索洛剩余和新增长理论均指出传统生产要素之外的技术、信息等新生产要素对经济产业的拉动具有不容忽视的效应,因而探究FDI在集聚中技术、生产率是否内化为集聚效应的问题成为新的研究趋势^[24]。有研究指出FDI与中国高技术产业之间存在互动关系^[25],FDI和产业集聚二者的相互作用对TFP增长具有显著影响^[26],产业集聚密集性促进FDI技术的外溢和扩散^[6],对发展中国家本土创新有着积极的影响,而FDI的累积能促进制造业在全球价值链中地位的提升^[7]。这些研究从不同视角深化了对FDI内在转化机理的认识,丰富了FDI和产业集聚关联效应的研究,然而主要关注点仍在FDI对集聚产生的外部性作用上,FDI究竟能不能促进集聚的技术发展,是否具有技术传导通路等问题辨析不明。

上述研究侧重于FDI与制造业集聚基于外部性效应引致的创新,而演化经济地理学则更关注集聚的社会网络组织结构演化。越来越多的研究从技术和知识外溢的视角揭示集聚创新对空间演化的重要影响^[8,27,28],也出现了创新技术转移格局和空间响应的研究^[23,29],其中集聚创新空间的研究日益增加,突出表现为对企业创新网络及多产业集群网络演化的研究增多。企业创新网络的研究多集中于影响因素、发展动力和机理以及多维邻近方面,认为企业创新网络的影响因素主要来自于政府、中介和企业自身的规模、发展阶段及行业影响方面,地理、认知、组织等多维邻近对创新网络发展有重要的促进作用^[30]。而随着“流空间”研究逐步超过“地方空间”研究^[31],多集聚网络研究由地方观向跨区域网络观转向,集聚的本地化结构将沿价值链层级结构呈跨区域层级演化,跨区域技术网络在区域协作中的重要性日益突出,推动区域间协作生产网络的形成^[32-35]。纵观集聚创新网络空间研究,多以区域内与区域间的生产组织结构演化研究为主,对引起创新网络演化的内在驱动机制,尤其是开放条件下FDI在集聚创新中的转化效应及其对集聚空间结构演化的作用尚待进一步探讨。

综上,目前FDI与产业集聚研究聚焦于FDI对产业集聚内部增长机理和空间创新网络研究上,然而现有研究或关注FDI外溢对集聚增长的关联,忽略了集聚空间发展的特质,亦或关注集聚创新网络演化,忽略了内生增长的驱动机制,且对FDI在集聚中的转

化效应辨析不明,制约了对FDI与集聚双向作用与生产组织演化的深入认识。有别于以往研究,本文可能的贡献在于:第一,立足于构建创新网络和统筹国内外两种资源的大局,以FDI技术转化为新视角,将内生增长和空间演化置于同一研究框架中,探讨FDI对制造业集聚创新网络形成的影响,丰富创新经济地理学的研究;第二,通过构造要素配置、规模效应和技术进步指数,量化马歇尔外部性效应,揭示FDI技术转化对制造业集聚创新的作用机制,加深对FDI与集聚内在驱动机制的认识;第三,从区域、产业和区位3个角度考察制造业集聚的创新空间响应,对探索制造业集聚利用国内外两种资源构建创新网络具有积极的政策意义。

2 机理分析

2.1 FDI在制造业集聚中的技术转化

集聚的规模效应和技术外溢推动了FDI的技术转化。第一,集聚促进同行业和中间品投入企业的集中,形成活跃繁荣的商业环境,传播丰富的市场信息,共享技术进步成果,形成“黏性信息”的传播与共享平台,为知识的快速传播奠定了基础。其次,集聚中的跨国公司能通过如下渠道产生技术外溢:跨国公司和集聚地的供应商合作,使供应商便于获取生产工艺、生产工序及新产品的技术信息;跨国公司向集聚地进行直接投资,通过生产示范、产品展示以及管理技能等对集聚地企业产生示范效应,推动集聚企业“干中学”的开展;跨国公司通过人力资源培训促进集聚企业技术及管理人才成长,为开展创新活动储备丰富的人力资源;跨国公司于集聚地投资建立研发中心,进行项目的研发以及基础研究开发,使集聚得以最大程度地直接获得跨国公司的技术转化。第三,技术外溢通过“黏性信息”共享平台传导,惠及集聚地企业,集聚地企业通过学习、吸收和磨合,消化FDI的技术溢出,提升技术水平,实现FDI的技术转化。

2.2 FDI技术转化下制造业集聚的创新空间响应

创新经济地理学认为,单个企业出于规避创新能力不足和资源稀缺的弊端,致力于通过创新网络获取知识与资源的外部性。促使创新网络形成的因素主要有3个方面:具有不断进入的新成员,并能与网络内成员产生联系;网络内成员间存在优势互补的合作;区域内成员与区域外成员有着密切关联^[31]。集聚生产组织链接及马歇尔外部性为创新网络的形成奠定了良好的基础。首先,集聚使企业得以规避人力资本投入专有性束缚,蓄水池产生引力效应,推动企业依据路径依赖次第进入集聚。第二,同行业的集中有利于吸引中间品生产行业,共享信息与基础设施,形成垂直化分工,降低中间品交易的成本,形成网络成员垂直化优势互补。第三,知识技术外溢效应的发挥,使企业有机会共享技术进步的成果,突破单一企业创新与资源的稀缺,寻找相互合作的企业,实现企业与生产网络的双重创新。第四,许多研究指出知识技术的溢出不仅仅局限于区域内,地理、知识、社会、文化等多维邻近会推动区域间的创新活动,邻近的网络更能促进区域间的合作^[36]。因此存在跨区域的网络外部性替代本地集聚经济作用的可能^[37],小城市可借用邻近大规模城市集聚的外部性^[38],集聚的腹地也更易基于地理相邻、网络相似的特征与集聚地网络交互,形成跨区域的网络传导机制。

结合前述分析可推制造业集聚创新空间响应的路径:首先,FDI在路径依赖效应下进入制造业集聚,与集聚地成员产生联系。其次,FDI通过技术转化效应,促进集聚地创新发展;与同行业和中间投入行业产生水平和垂直的优势互补。然后,FDI技术转化的空间外溢效应强化水平和垂直的优势互补,促进本地与跨区域创新网络形成(图1)。

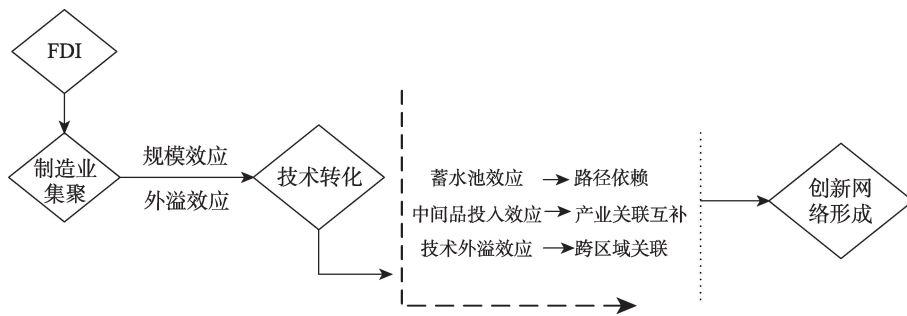


图1 机理分析框架图

Fig. 1 Frame diagram for the analysis of mechanism

以上机理分析表明，FDI通过制造业集聚规模效应和技术溢出效应促成了技术转化，经由集聚蓄水池产生引力效应，与同行业和中间品行业形成优势互补，推动了制造业集聚跨区域创新网络的形成。接下来将通过实证对此推理进行检验。

3 研究方法与研究区概况

3.1 基础计量模型设定

基于上述机理分析，实证检验FDI对制造业集聚创新的影响、FDI在其间的技术转化机制以及集聚的创新空间响应，分别设立如下交叉项模型和空间计量模型。

3.1.1 交叉项模型

$$TFP_{it} = \delta_0 + \delta_1 FDI_{it} + \delta_2 LQ_{it} + \delta_3 FDI_{it} \times LQ_{it} + \beta X + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中： TFP 表示全要素生产率，其值越大，表明该区域的全要素生产率越高，要素利用和转化效率越高，技术进步的作用越明显； FDI 代表外商直接投资存量； LQ 代表制造业集聚水平；交叉项 $FDI \times LQ$ 代表 FDI 通过集聚效应产生的作用； X 代表控制变量集； i 和 t 分别表示地区和年份， ε_{it} 为随机扰动项。

3.1.2 空间计量模型 设立空间计量（面板）模型，用以分析制造业集聚对FDI技术转化的空间效应：

$$wY_{it} = \delta_0 + \delta_1 FDI_{it} + \delta_2 LQ_{it} + \delta_3 FDI_{it} \times LQ_{it} + \beta X + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中： Y 表示创新效应； w 为空间权重矩阵； X 代表控制变量集； μ_i 代表区域 i 的个体效应； ε_{it} 为随机扰动项。由于空间计量模型存在空间误差模型、空间滞后模型以及空间杜宾模型，因而需要通过LR和LM检验选择合适的模型进行估计。

3.2 变量选取

3.2.1 被解释变量 全要素生产率用以衡量劳动力、资本和土地等生产要素不变的情况下，产出仍然能够增加的部分。有别于仅以专利等指标衡量技术创新的研究，TFP能对技术进步创新进行综合性的量化考察，因此以TFP作为衡量FDI技术转化对集聚创新带来的综合影响。在TFP的衡量上借鉴张军等的研究方法^[39-41]，以柯布-道格拉斯生产函数（C-D函数）为基础，对TFP进行估计。C-D函数模型基本形式如下：

$$Y_{it} = A(t)L_{it}^{\beta_1}K_{it}^{\beta_2}e^{v_{it}-u_{it}} \quad (3)$$

对方程两边取对数后，令
$$u_{it} = e^{-\eta(t-T)\mu_i} \quad (4)$$

则
$$TFP_{it} = e^{-u_{it}} \quad (5)$$

式中: Y 表示制造企业产值; $A(t)$ 为综合技术水平; L 表示劳动力投入数量; K 表示固定投入数量; β 表示不同生产要素的产出弹性; v_{it} 表示不可控因素产生的随机误差,服从正态分布; u_{it} 为生产无效率项; u_i 代表服从非负的单侧正态分布; T 为总时期数; TFP_{it} 表示 i 行业 t 年的全要素生产效率; i 和 t 分别表示地区和年份。

通过超越对数的随机前沿生产函数模型(SFA)对TFP的4个部分分解值,即技术进步、技术效率、规模效应和要素配置效率进行核算,再对其进行加总,计算各区域的TFP。分解值的计算公式如下:

$$\partial_{ik} = \beta_k + \beta_{kk} \ln k_{it} + \beta_{ik} t + \beta_{ki} \ln l_{it} \quad (6)$$

$$\partial_{il} = \beta_l + \beta_{ll} \ln l_{it} + \beta_{il} t + \beta_{li} \ln k_{it} \quad (7)$$

$$TC_{it} = \beta_t + t\beta_{tt} + \beta_{tk} \ln k_{it} + \beta_{tl} \ln l_{it} \quad (8)$$

$$TEC_{it} = \eta u_{it} \quad (9)$$

$$SEC_{it} = (RTS_{it} - 1) \sum_{j=1}^2 \lambda_{ij} x_{ij} \quad (10)$$

$$FAEC_{it} = \sum_{j=1}^2 (\lambda_{ij} - S_{ij}) \quad (11)$$

$$RTS_{it} = \sum_{j=1}^2 \partial_{ij} \quad (12)$$

$$\lambda_{ij} = \partial_{ij} / RTS_{it} \quad (13)$$

式中: TC_{it} 、 TEC_{it} 、 SEC_{it} 、 $FAEC_{it}$ 分别代表 i 行业 t 年的技术进步、技术效率、规模效应和要素配置效率; S_{ij} 代表 t 时刻要素 j 的实际成本占 i 行业总成本的份额。

上述参数的估计经由随机前沿生产函数(SFA)进行估计, SFA模型如下:

$$\ln adi_{it} = \beta_0 + \beta_t t + \beta_k \ln k_{it} + \beta_l \ln l_{it} + \beta_{kk} t \ln k_{it} + \beta_{ll} t \ln l_{it} + \beta_{kl} \ln k_{it} \ln l_{it} + \beta_{tt} t^2 + \beta_{kk} (\ln k_{it})^2 + \beta_{ll} (\ln l_{it})^2 - u_{it} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

式中: adi_{it} 为以工业增加值代表的制造业产值; k_{it} 代表固定资产投入; l_{it} 代表劳动力投入; ε_{it} 为误差项。

3.2.2 核心解释变量 基础模型中涉及两个核心解释变量: ① FDI采用永续盘存法进行存量换算; ② 制造业集聚水平(LQ), 采用制造业从业人员构造的区位熵进行衡量。

3.2.3 控制变量 结合集聚理论及机理推导, 设立如下控制变量。

本地市场效应变量包括: 市场规模以代表本地市场需求的人均地区生产总值(per-grp)表示; 人力资本以反映劳动力成本的人均工资水平(perincome)表示。

创新潜力变量包括: 创新环境以政府科技投入占政府公共投入之比(seg)表示; 创新人力资源以每万人高等学校在校生数(h)表示。

3.3 数据来源及处理

实证分析以地级及以上城市为主要研究单元, 以2003年的行政区划为准, 对拆分和撤销的单元进行分解或合并, 统一行政单位统计口径, 剔除缺失值单元, 以及产业结构单一引致指数失真的研究单元, 最终选取全国范围内264个地级及以上城市为主要研究对象。采用1999—2015年的面板数据进行分析。数据主要来源于2000—2016年《中国统计年鉴》《中国区域统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国地区投入产出表》、中经网数据库以及国泰安数据库等。

SFA模型中的数据处理: ①工业增加值(adi)采用收入法进行衡量, 计算劳动者报酬、折旧、税金和利润四部分总和, 以各地级及以上城市人均GDP进行平减。②固定资

产投入 (k) 用永续盘存法进行换算, 初始固定资产存量计算参考相关文献^[42]。以1999年为基期, 用基年固定资产投资额除以10%作为初始固定资产存量; 折旧率上, 参考投入产出表反映的各行业固定资产折旧率, 以年均6%进行折旧核算。③ 劳动力投入 (l) 以劳动力工资总额进行衡量, 以各个地级市的人均GDP指数进行平减。

核心解释变量的数据处理: ① FDI以逐年汇率换算, 按照上述固定资产换算方法, 采用永续盘存法进行存量换算, 以人均GDP进行平减。② 制造业集聚水平 (LQ) 基于中国制造业中劳动力占较大比例的特点, 区位熵的测度主要以地级市的各行业从业人员数为基础。

其余控制变量涉及货币计价的, 均以人均GDP指数进行平减。此外, 为了规避可能存在的共线性和异方差问题, 对所有变量取自然对数处理。

3.4 典型研究区选择

近年来FDI在中国的投资不仅集中在东部地区, 还呈现出中进西扩的格局。但由于研究的问题涉及跨区域的创新网络, 空间关联的生产网络是其形成要件, 因此典型区考虑选择制造业集聚和FDI均具有显著空间相关性的区域。通过Getis-Ord G_i^* 指数对1999—2015年264个城市的制造业集聚和FDI进行局部空间自相关分析, 结果显示, 呈现显著空间相关关系的制造业集聚与FDI在分布上具有大幅的重叠区域, 即集中分布在山东、江苏、上海、浙江、福建、广东6个沿海省份的72个地级及以上城市中, 故选择该72个城市为典型研究区。

较之其他地区, 选择典型区进行研究的意义在于: 首先, 典型区中制造业集聚和FDI均呈现明显的空间关联, 有助于网络化的研究。第二, 典型区集中的东南沿海地区是中国开放最早、外向型经济发展最成熟, 融入全球产业链最深的地区, 也是FDI与制造业集聚结构性矛盾突出的地区, 对该地区的研究有助于解决国内存在的低成本导向型生产的结构性问题, 为统筹国内外两种资源, 促进制造业转型升级, 构筑中国新型开放和创新体系提供思路。第三, 中西部FDI主要源于东南部地区的区际产业转移和重要发展战略引资, 虽然也形成了一定的集聚发展, 但起步时间较晚, 尚未在区域间形成连片发展的态势, 且并未如东南沿海地区般集群众多、性质多样、集聚机制和效应发挥良好。因此选择东南沿海6个省份72个城市为典型研究区具有较为突出的代表性。

4 FDI对TFP影响的结果分析

4.1 全国与典型区TFP比较

为了避免面板数据可能存在的伪回归现象, 采用LLC检验、Fisher检验和Hardri LM三种方法对变量进行平稳性检验, 检验结果显示接近90%的数据在0.0000的显著水平上拒绝存在单位根的原假设, 所选取的数据平稳, 不存在伪回归, 可以进行回归分析。对公式(14)采用随机前沿生产函数法, 通过对固定效应LSDV模型、MLE模型和时变衰减模型逐次回归, 估计参数。将参数估计的结果带入公式(6)~公式(13)中, 计算TC、TEC、SEC、FAEC, 而后将其相加, 得出264个城市17年的动态TFP值。

以测算出的TFP为基础, 将全国与典型区的TFP进行对比, 判断FDI对制造业集聚区创新发展的影响。通过图2可知, 典型区的TFP高于全国平均水平, 受国际环境波动的影响比全国范围小, 且增长较为稳定高速。该结果初步反映典型区更能促进全要素生产率的提高。那么TFP的提高是否由FDI引起? 该问题将通过基准模型继续进行检验。

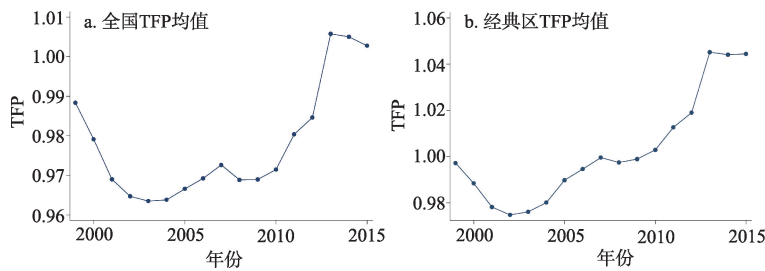


图2 TFP均值对比图

Fig. 2 The compared graphs for means of TFP

4.2 基础模型分析结果

从FDI对TFP影响的回归结果看(表1),全国模型中FDI回归系数为负,并呈不显著相关,而典型区FDI回归系数呈显著正相关;全国模型中LQ及其与FDI的交叉项回归系数均呈显著正相关;典型区中交叉项系数也呈显著正向关,LQ系数虽不显著,但也为正数。以上结果反映FDI对制造业集聚全要素生产率的提高具有显著的促进作用,同时FDI还通过集聚效应的发挥进一步促进了制造业集聚全要素生产率的进步。

4.3 稳健性检验

为了证实上述结论的有效性,继续对典型区的FDI进行指标替换,进行进一步的检验。考虑到FDI存在异质性,故结合进入中国FDI的不同性质,将FDI按科技含量划分,参考现有文献^[43],以中国港澳台地区的FDI代表低科技含量投资,将外国企业的投资视为高科技含量投资^②。以F代表FDI企业产值占比,以FH代表中国港澳台投资产值占比,FF表示外国企业直接投资占比,为了防止遗漏变量,在基础模型上继续固定了时间和地区效应,回归结果列于表2中。3个模型结果均显示不同FDI投资企业对制造业集聚的综合效率均有显著的促进效应。替换了指标后的稳健性检验证明异质性FDI显著促进了制造业集聚全要素生产率的提高,表明FDI在集聚中转化效应良好。

表1 FDI对TFP影响的回归结果

Tab. 1 Regression results of the effect of FDI on TFP for the whole country and typical agglomeration area

变量	全国	典型区	变量	全国	典型区
$\ln FDI$	-0.001 (0.001)	0.006* (0.003)	$\ln perincome$	0.012 (0.008)	-0.053*** (0.019)
$\ln LQ$	0.001*** (0.000)	0.008 (0.009)	$\ln seg$	-0.011*** (0.001)	0.015*** (0.002)
$\ln FDI * \ln LQ$	0.015*** (0.003)	0.003*** (0.000)	$\ln h$	-0.003*** (0.001)	-0.001 (0.001)
$\ln pergrp$	0.005 (0.006)	0.009 (0.008)	$Constant$	-0.182** (0.079)	0.340* (0.179)
观测样本	4488	1224	$Prob > F$	0.000	
$R-squared$	0.234	0.441	$Prob > \chi^2$		0.000
			$Hausman$	1171.955 [0.000]	11.602 [0.114]

注:*** $P < 0.01$, ** $P < 0.05$, * $P < 0.1$; 圆括号内为标准差; 方括号内为Hansman检验后的P值,若 $P > 0.1$ 采用随机效应模型,反之则采用固定效应模型。

② 外国企业投资还包含来自除欧美日以外的不发达国家的投资,但不发达国家投资占比较小,故不单列考察。

表2 指标替换的回归结果

Tab. 2 Regression results for the replacement of index

变量	FDI企业产值占比(F)	外国企业直接投资占比(FH)	中国港澳台地区投资产值占比(FH)
lnF*lnLQ	0.008*** (0.002)		
lnFF*lnLQ		0.011*** (0.003)	
lnFH*lnLQ			0.012*** (0.003)
lnpergrp	-0.008 (0.011)	-0.007 (0.011)	-0.008 (0.011)
lnperincome	-0.157*** (0.027)	-0.159*** (0.026)	-0.157*** (0.027)
lnseg	0.004 (0.003)	0.003 (0.003)	0.004 (0.003)
lnh	-0.002 (0.001)	-0.002 (0.001)	-0.002 (0.002)
Constant	1.523*** (0.269)	1.530*** (0.266)	1.523*** (0.265)
年份固定	是	是	是
地区固定	是	是	是
观测样本	1224	1224	1224
R-squared	0.573	0.566	0.575
Hausman	48.042 [0.00]	48.102 [0.00]	25.271 [0.00]
Prob>F	0.000	0.000	0.000

注：*** $P<0.01$ ，** $P<0.05$ ，* $P<0.1$ ；圆括号内为标准差；方括号内为Hansman检验后的P值，其中P均小于0.1，强烈拒绝采用随机效应模型的假设，因此采用固定效应模型进行检验。

5 FDI技术转化作用机制检验

前述实证结果表明FDI对制造业集聚的综合生产效率有显著的促进作用，FDI在集聚中的要素转化效应良好。那么该转化效应是不是能促进技术进步？如果可以，该技术进步效应的机制如何？以第二部分的FDI技术转化与创新机理推导为基础，结合集聚的马歇尔外部性特征，对FDI转化的作用机制进行验证。

5.1 指标选取和模型设定

5.1.1 指标选取 第二部分分析表明FDI通过集聚的劳动力蓄水池、中间品投入和知识外溢等外部性的发挥，促进技术的转化，提高集聚的创新水平。据此分别设立要素配置效率指标代表集聚中劳动力等要素集中产生的效应，设立规模效应指标表征集聚中间品行业集中产生的集聚外部规模效应，设立技术进步效应指标反映知识外溢带来的效应。同时以TFP分解值表征要素配置效率、规模效应和技术进步效应（公式6~公式13）。

5.1.2 模型设定 由于FDI和集聚效应的发挥具有一定的时滞性，因此设立动态面板回归模型，以主要解释变量滞后一期表示，对FDI产生的效应进行分析，设立的模型如下：

$$Y_{it} = \delta_0 + \delta_1 FDI_{it} + \delta_2 FDI_{it-1} + \delta_3 LQ_{it} + \delta_4 LQ_{it-1} + \beta X + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

式中：Y代表各效应变量；FDI_{it}代表FDI滞后项；LQ_{it}代表制造业集聚滞后项，控制变量X与模型（1）相同。

5.2 机制检验计量结果

表3报告了FDI对三种效应的影响,第一行代表被解释变量。计量结果显示:①以要素配置效应为被解释变量的模型中FDI回归系数为正,但不显著,制造业集聚滞后项显著相关,表明制造业集聚的要素配置通过制造业集聚累积后发挥效应,而FDI并未对要素配置发挥效应;②以规模效应为被解释变量的模型中FDI的回归系数呈显著正相关,反映FDI对制造业集聚的外部规模效应有显著的促进,然而FDI滞后项和人均工资水平呈显著负相关,市场规模水平为负,说明收入水平和市场规模制约了规模效应的发挥,反映FDI更注重本地的市场,而市场规模制约了FDI长期效应的发挥;③以技术进步效应为被解释变量的模型中FDI的回归系数呈显著正相关,反映FDI对制造业集聚的技术进步有显著的促进效应,然而FDI滞后项、市场规模水平、人均工资水平均呈显著负相关,进一步反映了本地市场规模制约FDI动态效应的发挥;此外代表创新潜力的政府科技投入项呈显著正相关,表明创新氛围的培养更有助于推动FDI在集聚中的技术转化。

5.3 FDI技术转化对制造业集聚创新的影响

为了进一步检验FDI对制造业集聚是否真正产生了创新促进作用,设立计量模型衡量FDI是否促进了制造业集聚专利申请水平的上升,专利申请水平的上升是否又推动了制造业集聚工业增加值的提高,由此判断FDI的技术转化是否促进了制造业集聚的创新。据此思路设置的模型如下:

$$PA_{it} = \partial_0 + \partial_1 FDI_{it} + \beta X + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

$$ADI_{it} = \partial_0 + \partial_1 PA_{it} + \beta X + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

式中:PA代表每十万人专利申请数;ADI为产业增加值;X为控制变量集;将可能影响集聚创新发明的技术交易额(tmv)、每万人高等学校在校生数(h)、人均地区生产总值(pergrp)、人均工资水平(perincome)作为控制变量。囿于数据的可得性,选取1999—2015年典型区六省市的数据,数据主要来源于2000—2016年《中国统计年鉴》及中经网数据库。

表3 机制检验结果

Tab. 3 Results for the test of mechanism

变量	要素配置 (FAEC)	规模效应(SEC)	技术进步(TC)
lnFDI	0.003 (0.014)	0.016** (0.007)	0.011** (0.005)
lnFDIt	-0.010* (0.005)	-0.008*** (0.003)	-0.006*** (0.002)
lnLQ	0.005 (0.022)	0.046*** (0.013)	0.035*** (0.010)
lnLQt	0.033** (0.015)	0.023*** (0.008)	0.019*** (0.006)
lnpergrp	0.032 (0.031)	-0.005 (0.012)	-0.005*** (0.009)
lnperincome	0.306*** (0.054)	-0.123*** (0.031)	-0.094*** (0.023)
lnseg	0.008 (0.005)	0.003 (0.002)	0.002*** (0.002)
lnh	0.003 (0.003)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)
Constant	-2.871*** (0.476)	1.215*** (0.330)	1.266*** (0.244)
年份固定	是	是	是
地区固定	是	是	是
观测样本	1152	1152	1152
R-squared	0.278	0.673	0.860
Hausman	59.903 [0.000]	51.411 [0.000]	43.994 [0.000]
Prob>F	0.000	0.000	0.000

注:*** $P < 0.01$, ** $P < 0.05$, * $P < 0.1$; 圆括号内为标准差;方括号内为Hansman检验后的P值,其中P均小于0.1,强烈拒绝采用随机效应模型的假设,因此采用固定效应模型进行检验。

表4 FDI对制造业集聚创新影响计量结果

Tab. 4 Measurement results of the effect of FDI on the innovation of manufacturing industry agglomeration

变量	PA	ADI	变量	PA	ADI
<i>lnfdi</i>	1.651* (0.687)		<i>lnpergdp</i>	0.412* (0.189)	-0.075*** (0.009)
<i>lnpa</i>		0.074*** (0.013)	<i>lnperincome</i>	-5.751* (2.431)	1.890*** (0.359)
<i>lntmv</i>	0.787*** (0.099)	-0.015 (0.022)	<i>Constant</i>	18.586 (28.588)	-10.160** (3.394)
<i>lnh</i>	0.725*** (0.124)	0.216*** (0.045)	<i>Prob>F</i>	0.000	0.000
观测样本	102	102	<i>Hausman</i>	36.832 [0.000]	71.724 [0.000]
<i>R-squared</i>	0.873	0.839			

注：*** $P < 0.01$ ，** $P < 0.05$ ，* $P < 0.1$ ；圆括号内为标准差；方括号内为Hansman检验后的P值，其中P均小于0.1，强烈拒绝采用随机效应模型的假设，因此采用固定效应模型进行检验。

表4报告了FDI对PA的影响，以及专利增长对ADI的影响。结果表明FDI对制造业集聚专利增长有显著促进作用，专利增长又促进了制造业集聚产业增加值的提高，进一步证实了FDI的技术转化效应对制造业集聚创新具有显著的促进作用。

综上，通过机制检验及进一步分析可得如下主要结论：FDI对制造业集聚的作用机制体现在规模效应和技术进步效应上；FDI通过制造业集聚，推动中间品投入等外部规模效应的发展，通过生产链接促进技术外溢，而技术的外溢又促进集聚的技术进步，推动了创新的产生。该实证结论证实了2.1推导的机理。

6 制造业集聚对FDI技术转化的创新空间响应路径

前述研究证实FDI对制造业集聚具有技术促进和创新推动效应，接下来继续结合2.2的机理推导，从空间溢出、产业网络关联以及区位变迁3个角度次第分析制造业集聚对FDI技术转化的创新空间响应路径。

6.1 FDI技术转化空间外溢效应：区域的视角

据公式(2)进行空间外溢效应实证检验，在核心变量上分别选取TC和TFP，在控制变量上除了原模型中的控制变量外，再加上能影响集聚规模效应的企业规模(*avc*，以企业平均产值表示)以及影响空间网络中的重要组成内资企业(*df*，以内资企业产值占比表示)。

在空间计量模型的选择上，通过LM和LR检验后(表5、表6)，选择SDM模型对72个城市17年的面板数据进行估计。表5中FDI和交叉项的直接、间接和总回归系数均呈显著正相关，表明FDI通过集聚效应的发挥，促进技术进步在区域内部和跨区域间传导。表6中FDI的三个回归系数均呈显著正相关，但交叉项系数仅在直接效应上呈显著正相关，表明FDI促进了本地和跨区域全要素生产率的提高，全要素生产率提高和FDI技术溢出有着紧密的联系。综合表5和表6的结果，可以证实FDI通过制造业集聚的技术溢出效应，促进技术进步在区内和区间的传导，推动跨区域全要素生产率的提高。

6.2 FDI嵌入与区域产业网络关联：行业的视角

前述研究证实FDI技术转化具有空间外溢效应，推动制造业集聚本地和跨区域的技术传导。该传导是否具有网络性？如果具备，则表明FDI技术转化能促进区域间制造业

表5 FDI对技术进步影响的空间计量结果

Tab. 5 Spatial measurement results of the effect of FDI on the technical progress

变量	LR_Direct	LR_Indirect	LR_Total
lnFDI	0.008*** (0.002)	0.059* (0.024)	0.067** (0.024)
lnLQ	-0.005 (0.006)	-0.056 (0.060)	-0.061 (0.060)
lnFDI*lnLQ	0.003*** (0.000)	0.007* (0.004)	0.010** (0.004)
lnpergrp	-0.008* (0.004)	0.001 (0.060)	-0.007 (0.061)
lnperincome	-0.086*** (0.007)	0.035 (0.103)	-0.051 (0.104)
lnseg	0.000 (0.001)	0.024*** (0.006)	0.025*** (0.006)
lnh	-0.001** (0.000)	-0.007 (0.006)	-0.008 (0.006)
lnavc	-0.004 (0.002)	0.036* (0.018)	0.033* (0.018)
lndf	0.003 (0.004)	0.272*** (0.070)	0.275*** (0.071)
Spatial rho	0.798*** (0.033)	R-sq	0.7757
观测样本	1224	Hausman	49.582 [0.000]
LM 检验	chi ² 81.64 Prob 0.0000	LR 检验	chi ² 34.89 Prob 0.0001

注: *** $P < 0.01$, ** $P < 0.05$, * $P < 0.1$; 圆括号内为标准差; 方括号内为Hansman检验后的 P 值, 其中 P 均小于0.1, 强烈拒绝采用随机效应模型的假设, 因此采用固定效应模型进行检验。

表6 FDI对TFP影响的空间计量结果

Tab. 6 Spatial measurement results of the effect of FDI on TFP

变量	LR_Direct	LR_Indirect	LR_Total
lnFDI	0.011*** (0.003)	0.044* (0.022)	0.054** (0.022)
lnLQ	-0.004 (0.007)	-0.006 (0.057)	-0.010 (0.057)
lnFDI*lnLQ	0.004*** (0.000)	0.004 (0.004)	0.008** (0.004)
lnpergrp	-0.010 (0.005)	0.006 (0.056)	-0.004 (0.057)
lnperincome	-0.114*** (0.009)	0.001 (0.095)	-0.113 (0.095)
lnseg	0.001 (0.001)	0.019*** (0.006)	0.020*** (0.005)
lnh	-0.002*** (0.001)	-0.013** (0.006)	-0.015** (0.006)
lnavc	-0.004 (0.003)	0.035** (0.017)	0.031* (0.017)
lndf	0.005 (0.005)	0.204*** (0.064)	0.209*** (0.065)
Spatial rho	0.731*** (0.044)	R-sq	0.5738
观测样本	1224	Hausman	39.494 [0.000]
LM 检验	chi ² 81.64 Prob 0.0000	LR 检验	chi ² 34.89 Prob 0.0001

注: *** $P < 0.01$, ** $P < 0.05$, * $P < 0.1$; 圆括号内为标准差; 方括号内为Hansman检验后的 P 值, 其中 P 均小于0.1, 强烈拒绝采用随机效应模型的假设, 因此采用固定效应模型进行检验。

集聚创新网络的形成。第二部分的推导指出FDI通过供应商协作、直接投资、人力资源培训和研发中心协作等产生技术溢出效应, 因此FDI与制造业集聚行业尤其是上游行业关联密切与否直接影响创新网络传导机制的形成, 因而可通过考察FDI对集聚区行业的关联情况分析FDI溢出是否具有网络效应。据此思路, 拓展Javocik等的研究方法^[44,45], 设立FDI前向关联指数。

FDI前向关联指数代表FDI产出中本地上游行业的参与度:

$$L - F_{inj} = \sum_{im \neq j} [\partial_{ij} \sum_i (SR_{it} - EX_{it})] \times FD_{jmt} \quad (18)$$

式中: $L-F$ 为上游行业参与度系数; FD 为下游行业中外资企业占比; SR 为上游行业的销售收入; EX 为上游行业的出口收入; ∂ 为直接消耗系数; i 代表上游行业; j 为下游行业; m 为外资企业; t 代表年份。

选择六省市20个制造业门类(扣除外资影响小的烟草行业), 结合2002年、2007年、2012年中国地区投入产出表确定上下游行业关系, 测算2003—2015年的 $L-F$ 指数。而后对其进行平均, 选择每个行业中 $L-F$ 最高的3个地区。表7显示江苏、上海、福建、广东与外资企业前向联系深的行业广泛覆盖了制造业中的轻重行业, 具备通过FDI的嵌入串联制造业上下游, 形成前后向、上下游联系的网络链接关系。该网络链接的形成有

表7 分地区制造业前向关联优势产业

Tab. 7 Correlation of the forward link for the advantage industries of manufacturing industry agglomeration in sub-regions

地区	行业
山东	食品 (1.881)、饮料 (1.527)、农副产品 (1.368)、医药 (1.112)
江苏	电子通信 (15.888)、通用设备 (7.457)、黑色金属 (7.422)、专用设备 (6.495)、交通运输 (4.679)、饮料 (2.173)、造纸 (1.868)、食品 (0.851)、医药 (0.843)、农副产品 (0.544)、石油炼焦 (0.386)、非金属矿物 (0.266)、
上海	有色金属 (7.266)、化学原料 (4.795)、化学纤维 (3.664)、交通运输 (0.422)、非金属矿物 (0.270)、石油炼焦 (0.268)
浙江	金属制品 (10.302)
福建	化学纤维 (11.534)、通用设备 (8.423)、化学原料 (7.335)、黑色金属 (6.528)、专用设备 (5.044)、服装 (2.138)、纺织 (0.783)、造纸 (0.773)
广东	交通运输 (17.179)、电气机械 (6.482)、仪器仪表 (4.445)、金属制品 (4.273)、服装 (1.671)、纺织 (0.469)

助于FDI技术转化的空间外溢,促进制造业集聚创新网络的形成。

6.3 制造业集聚创新空间响应:区位的视角

技术空间溢出和关联产业网络结构分析表明FDI技术空间外溢和上下游产业链能促进制造业集聚创新网络的形成与发展。接下来从区位变迁的视角进一步印证制造业集聚是否对创新存在空间响应。前述研究表明TFP不仅能反映要素转化的综合效率,还能反映集聚的马歇尔外部效应,综合了技术进步、规模效应和要素配置的效果,因此以TFP空间演化为基础有助于探讨制造业集聚的创新空间格局。将TFP投置于典型区72个地级及以上城市的政区图中,以自然断点法进行分类,得到TFP的时序分布图组,并在此基础上进行ESDA热点探测。

由于FDI受世界经济环境和政策的影响较大,因此选择特殊时间节点进行对比分析。时间节点以2001年中国加入WTO和2008年世界性金融危机进行划分。考虑环境影响存在一定的滞后性,选取滞后一年为对比观察期。图3反映TFP的分布和热点变化:①从分布图上看,2002—2009年TFP高速和低速发展地区均明显增加,但网络圈层结构不明显,极化现象比较严重;2009—2015年,高速发展和低速发展地区减少,出现明显的环绕核心区的圈层发展结构;②从TFP热点图上看,热点图反映高值和低值的聚类,2002—2009年也呈现热点区增多,圈层结构不明显和不平衡发展加剧的情况;2009—2015年热点区减少,中值以上区域增多,中心-外围圈层结构明显,共同发展的地区增多;③分布图和热点图均显示2009—2015年区域极化现象减缓,表7所示FDI嵌入后上下游关联效应强的上海、江苏、福建和广东地区呈现明显的高值区引领的次第发展的圈层结构。

TFP区位分布和热点分布产生阶段性变化可能的原因是:①中国加入WTO后FDI进入进一步扩大,以出口导向型和劳动密集型生产为主的FDI占主要地位,FDI技术外溢获益者以出口企业为主,带动了出口企业TFP和外向型集聚的迅速增长。然而FDI偏重低成本的导向使其较为关注劳动力等成本上的优势,注重出口市场而忽略本地市场,参与本地产业链的程度不高,对本地生产网络的影响较小。②金融危机之后,全球投资和贸易萎缩,欧美大力促进制造业回流,而国内环境监管力度加大,市场制度日趋完善,人口要素红利消褪,部分粗放经营FDI外移,留下来和新进入的FDI以集约化生产为主,本地市场导向型FDI逐步增加,该转化促进了中间品生产关联,推动上下游产业的合作,FDI技术转化对本地生产网络的影响加大,有利于创新空间网络的形成;③创新空

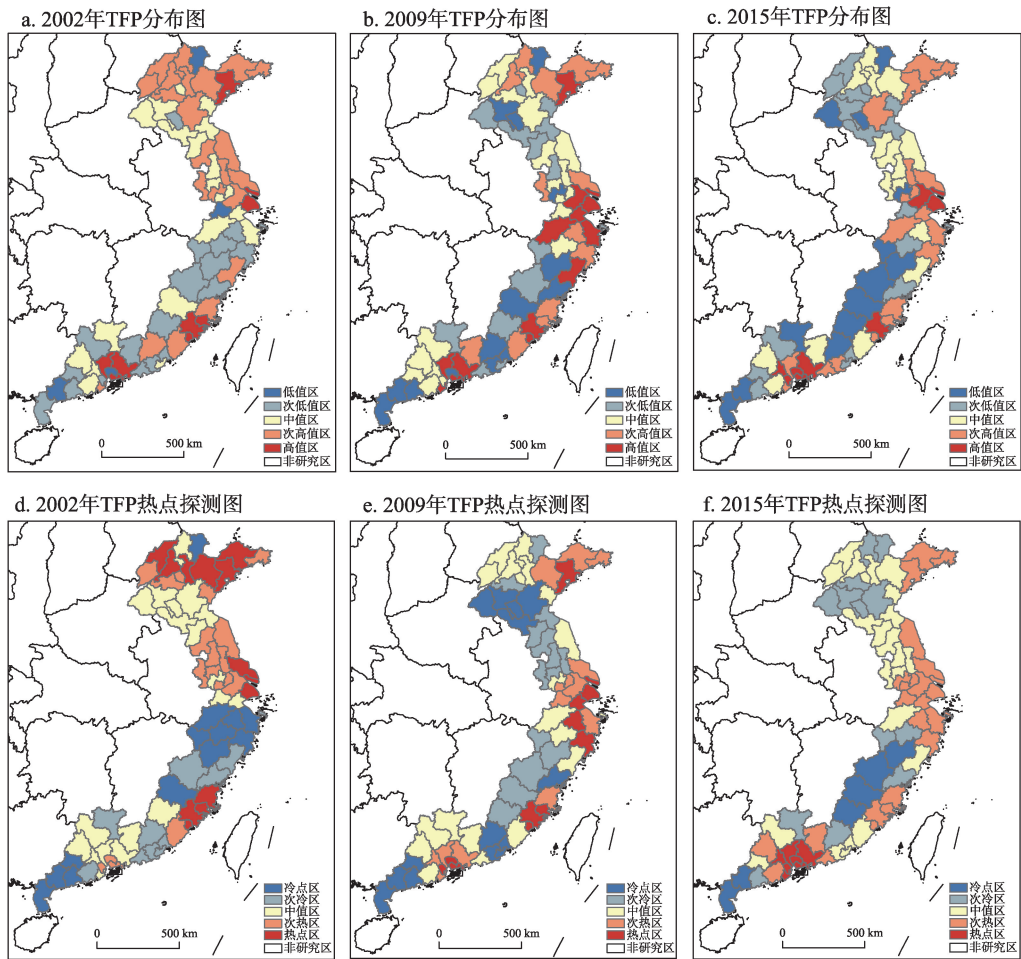


图3 典型区创新空间分布图

Fig. 3 Chart of the distribution for the innovation space in typical areas

注: 该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2019)1838号的标准地图制作, 底图无修改。

间网络的发展强化了技术转化在上下游产业中的传导, 促进本地生产组织的升级, 进而带动区内和区外TFP的增长, 推动了区域的平衡发展。区位变迁分析再次证实FDI技术转化推动集聚创新网络的形成, 并得到制造业集聚的空间响应。

7 结论与讨论

7.1 结论

虽然流入中国的FDI出现本地化市场转向的迹象, 但FDI低成本导向和制造业集聚升级的结构性矛盾仍然存在, 成为制约制造业集聚转型升级和区域高质量发展的瓶颈, 因此对FDI技术转化及其对制造业集聚创新网络形成影响的探讨有助于制造业集聚突破瓶颈, 推动区域的高质量发展。文章将FDI与制造业集聚内生增长研究和创新空间演化研究结合起来, 对FDI技术转化的机制及其对制造业集聚创新网络发展的路径进行了探讨。研究所得结论为:

(1) FDI技术转化是制造业集聚创新的重要驱动力。FDI促进制造业集聚全要素生产率的提高,反映了FDI对集聚的作用不再局限于对资本等传统生产要素的补充上,FDI的技术转化对技术进步的作用逐渐增长,推动了集聚的创新。

(2) 制造业集聚规模效应发挥和FDI技术外溢双向作用是FDI技术转化效应的重要作用机制。通过对马歇尔外部性进行解构,从要素配置、规模效应和技术进步三个角度检验FDI在制造业集聚中的技术转化机制,发现FDI通过供应商协作、直接投资、人力资源培训和研发中心协作等产生技术溢出,而集聚外部规模效应强化了技术溢出,使其成为推动集聚企业技术进步的黏性知识。因此FDI技术转化是制造业集聚规模效应发挥和FDI技术外溢双向作用的结果。

(3) 制造业集聚创新空间响应的路径为:FDI嵌入促进跨区域生产网络的链接,促进FDI技术外溢在生产网络中的传导,进而推动创新生产网络的形成。从区域、产业和区位3个视角再对马歇尔外部性进一步进行解构发现:FDI技术外溢不仅局限于制造业集聚内,还扩散至集聚外的区域,推动了区域创新;FDI嵌入促进跨区域前后向、上下游行业集中和生产网络链接,该链接使FDI技术外溢在生产网络中的传导效应进一步提高,有力推动了制造业集聚跨区域分工和优势互补,创新生产网络形成;创新网络形成进一步扩大了FDI技术转化的效应,带动邻近空间TFP增长,缓解制造业集聚极化发展问题,促进区域平衡发展。

7.2 讨论

研究证实FDI存在技术转化效应,并促进制造业集聚区域创新网络发展,这对中国进一步扩大对外开放和吸收外资,促进制造业集聚转型升级,构建新型开放和创新体系提供了重要的科学佐证,据此提出如下对策建议:

(1) 中国应继续实施扩大开放的基本国策,配合产业发展政策吸收外资。鉴于FDI关注本地市场才能更好与本地产业形成生产链接关系,在引资政策上要注重配合中国产业发展和区域分工的规律,强化引导本地市场导向型FDI流入的政策取向。

(2) 注重本地市场和买方需求的培育。首先完善市场机制,培育公平竞争的市场环境,强化FDI进入的依赖路径,吸引更多本地市场导向型FDI进入。其次,加强供给侧改革,培育成熟的买方供给市场,以丰富买方供给市场为目的带动企业在产品研发和创新上的投入,以丰富的产品提高买方需求的层次,促进规模化买方需求市场的建立,进而强化对高质量FDI的引力效应。

(3) 加强集群之间的分工与合作,推动集群由单极化发展转向集群生产链合作。首先注重中间品市场培育,改善营商环境,促进中间品行业发展,推动上下游、前后向关联的生产组织联系的加深,促进本地化生产网络发展。其次,减少区域间行政性壁垒,降低交易成本,依据空间优势形成集群间的优势互补与分工合作,构造跨区域产业生产体系,促进区域间技术转化效率提高和创新网络发展,推动区域在创新生产网络链接的作用下平衡发展。

本文研究尝试以FDI的技术转化为新视角,将FDI与制造业集聚内生增长研究和集聚区域创新空间演化置于同一研究框架中,试图站在统筹国内外两种资源的大局上,研究制约制造业集聚转型升级和区域高质量发展的瓶颈问题。研究从较为宏观的视角探讨了FDI技术转化的效应和机制,尝试论证制造业集聚对此产生的创新响应路径,构造了较为完整的证据链。然而关于创新的衡量是一个复杂且动态多变的复合系统工程,以内生综合增长为出发点构建创新产出指标,虽能从一定程度上说明问题,但仍略显不足。同时囿于典型区范围内统一口径和连续时间段微观企业创新数据获取难度较大,本文没

有进一步就微观企业进行更为精细化的研究。如何结合微观企业体现的创新特性,构造以企业为主导的动态复合性指标,进一步揭开区域掩盖下异质性企业在开放和创新体系中的能动效应,是尚待努力的方向。

致谢: 真诚感谢匿名评审专家在论文评审中所付出的时间和精力,评审专家关于制造业集聚创新空间分析的思路、空间计量方法的选择和多样化指标选取方面的修改意见,使本文获益匪浅。

参考文献(References)

- [1] Cheng L, Kwan Y K. Chapter Title: The location of foreign direct investment in Chinese regions: Further analysis of labor quality. *National Bureau of Economic Research*, 2000, 26(3): 213-238.
- [2] 张宇, 蒋殿春. FDI、产业集聚与产业技术进步: 基于中国制造业数据的实证检验. *财经研究*, 2008, (1): 72-82. [Zhang Yu, Jiang Diancun. FDI, industrial agglomeration and technology progress: Evidence from Chinese manufacturing industries. *Journal of Finance and Economics*, 2008, (1): 72-82.]
- [3] 易会文, 钱学锋, 刘建明. FDI与中国产业关联分析. *中南财经政法大学学报*, 2011, (2): 61-67. [Yi Huiwen, Qian Xuefeng, Liu Jianming. The analysis on the industrial linkage between FDI and China. *Journal of Zhongnan University of Economics and Law*, 2011, (2): 61-67.]
- [4] Hu C, Xu Z Y, Yashiro N. Agglomeration and productivity in China: Firm level evidence. *China Economic Review*, 2015, 33(4): 50-66.
- [5] 樊杰, 刘汉初. “十三五”时期科技创新驱动对我国区域发展格局变化的影响与适应. *经济地理*, 2016, 36(1): 1-9. [Fan Jie, Liu Hanchu, Impacts and adaptation of China's regional development pattern changes influenced by scientific and technological innovation driven during the thirteenth national five-year plan period, *Economic Geography*, 2016, 36(1): 1-9.]
- [6] Ning L, Wang F, Li J. Urban innovation, regional externalities of foreign direct investment and industrial agglomeration: Evidence from Chinese cities. *Research Policy*, 2016, 45(4): 830-843.
- [7] 杨仁发, 李娜娜. 产业集聚、FDI与制造业全球价值链地位. *国际贸易问题*, 2018, (6): 68-81. [Yang Renfa, Li Nana. Industrial agglomeration, FDI and position of manufacturing global value chains. *Journal of International Trade*, 2018, (6): 68-81.]
- [8] 王春杨, 孟卫东. 基础研究投入与区域创新空间演进: 基于集聚结构与知识溢出视角. *经济经纬*, 2019, 36(2): 1-8. [Wang Chunyang, Meng Weidong. Basic research input on spatial evolution of regional innovation: An analysis from the perspective of cluster structure and knowledge spillover. *Economic Survey*, 2019, 36(2): 1-8.]
- [9] Ge Y. Globalization and industry agglomeration in China. *World Development*, 2009, 37(3): 550-559.
- [10] Alfaro L, Chen M X. The global agglomeration of multinational firms. *Journal of International Economics*, 2014, 94(2): 263-276.
- [11] 梁琦. 中国工业的区位基尼系数: 兼论外商直接投资对制造业集聚的影响. *统计研究*, 2003, (9): 21-25. [Liang Qi. A study of Gini-coefficient of Chinese manufacturing industry and the influence on the manufacturing industry from FDI. *Statistical Research*, 2003, (9): 21-25.]
- [12] 贺灿飞, 潘峰华, 孙蕾. 中国制造业的地理集聚与形成机制. *地理学报*, 2007, 62(12): 1253-1264. [He Canfei, Pan Fenghua, Sun Lei. Geographical concentration of manufacturing industries in China. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(12): 1253-1264.]
- [13] 接玉芹. 江苏沿海经济带 FDI 与产业集聚互动关系研究. *财经问题研究*, 2016, (10): 36-40. [Jie Yuqin. The study on the interaction between FDI and the industrial agglomeration in coastal economic zone in Jiangsu province. *Research on Financial and Economic Issues*, 2016, (10): 36-40.]
- [14] Ng L F, Tuan C. Spatial agglomeration, FDI, and regional growth in China: Locality of local and foreign manufacturing investments. *Journal of Asian Economics*, 2006, 4(17): 691-713.
- [15] 贺灿飞, 刘洋. 产业地理集聚与外商直接投资产业分布: 以北京市制造业为例. *地理学报*, 2006, 61(12): 1259-1270. [He Canfei, Liu Yang. Industrial agglomeration and sectoral distribution of foreign direct investment: A case study of Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(12): 1259-1270.]

- [16] 李娜. 东亚对福建直接投资集聚的计量分析. 龙岩学院学报, 2008, 26(5): 33-36, 85. [Li Na. Quantitative analysis on agglomeration of direct investment in Fujian from East Asia. Journal of Longyan University, 2008, 26(5): 33-36, 85.]
- [17] 陈嘉, 韦素琼, 陈松林. 1991年来台商在大陆直接投资区位选择及驱动机制. 地理学报, 2014, 69(6): 838-849. [Chen Jia, Wei Suqiong, Chen Songlin. The locational choice and driving forces mechanism of TDI in the Chinese Mainland for recent 20 years. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(6): 838-849.]
- [18] Yamashita N, Matsuura T, Kentaro N. Agglomeration effects of inter-firm backward and forward linkages: Evidence from Japanese manufacturing investment in China. Journal of International Economics, 2014, 34(12): 24-41.
- [19] Huang H, Wei Y D. Spatial inequality of foreign direct investment in China: Institutional change, agglomeration economies, and market access. Applied Geography, 2016, 69(4): 99-111.
- [20] 王鹏, 张淑贤. 外资嵌入型产业集群的网络结构特征: 以深圳市电子信息产业集群为例, 中国科技论坛, 2017, (10): 47-54. [Wang Peng, Zhang Shuxian. Network structure characteristics of foreign investment embedded in industrial cluster: Taking Shenzhen electronic information industrial cluster as an example. Forum on Science and Technology in China, 2017, (10): 47-54.]
- [21] 毕红毅, 张海洋. 产业集聚对山东省FDI技术溢出的影响研究. 国际贸易问题, 2012, (4): 73-82. [Bi Hongyi, Zhang Haiyang. Industry cluster and technology spillover: Based on Shandong province analysis. Journal of International Trade, 2012, (4): 73-82.]
- [22] 王琛, 林初昇, 戴世续. 产业集群对技术创新的影响: 以电子信息产业为例. 地理研究, 2012, 31(8): 1375-1386. [Wang Chen, Lin Chusheng, Dai Shixu. Research on the relationship between industrial cluster and technological innovation of China's electronics and information industry. Geographical Research, 2012, 31(8): 1375-1386.]
- [23] 林兰. 重化工业集群式创新机制与空间响应研究. 地理学报, 2016, 71(8): 1400-1415. [Lin Lan. Innovation dynamics and spatial response of heavy-chemical industry: Rethinking the cluster innovation. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(8): 1400-1415.]
- [24] 李娜, 伍世代. 论空间经济学与经济地理学的交集及形成条件. 山东财经大学学报, 2015, 27(4): 84-90. [Li Na, Wu Shidai. Intersection between spatial economics and economic geography and its formation conditions. Journal of Shandong University of Finance and Economics, 2015, 27(4): 84-90.]
- [25] 曾鹏, 孔令乾. FDI与高技术产业集聚互动机理探讨: 新经济地理学视角, 重庆大学学报: 社会科学版, 2017, 23(6): 1-12. [Zeng Peng, Kong Lingqian. Study of the interactive mechanism between FDI and high tech industry agglomeration: The perspective of new economic geography. Journal of Chongqing University: Social Science Edition, 2017, 23(6): 1-12.]
- [26] 张公崑, 陈翔, 李赞. FDI、产业集聚与全要素生产率增长: 基于制造业行业的实证分析. 科研管理, 2013, (9): 114-122. [Zhang Gongwei, Chen Xiang, Li Zan. FDI, Industrial agglomeration and total factor productivity growth. Science Research Management, 2013, (9): 114-122.]
- [27] 邱士雷, 王子龙, 杨琬琨, 等. 高技术产业创新能力的空间集聚效应分析. 研究与发展管理, 2018, 30(6): 128-137. [Qiu Shilei, Wang Zilong, Yang Wankun, et al. Spatial agglomeration effect of high-tech industries' innovation capability. R&D Management, 2018, 30(6): 128-137.]
- [28] 毛琦梁, 王菲, 李俊. 新经济地理、比较优势与中国制造业空间格局演变: 基于空间面板数据模型的分析. 产业经济研究, 2014, (2): 21-31. [Mao Qiliang, Wang Fei, Li Jun. New economic geography, comparative advantage and spatial restructuring of Chinese manufacturing industries: Analysis based on spatial panel model. Industrial Economics Research, 2014, (2): 21-31.]
- [29] 段德忠, 杜德斌, 湛颖, 等. 中国城市创新技术转移格局与影响因素. 地理学报, 2018, 73(4): 738-754. [Duan Dezhong, Du Debin, Chen Ying, et al. Technology transfer in China's city system: Process, pattern and influencing factors. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 738-754.]
- [30] 曹贤忠, 曾刚, 司月芳, 等. 企业创新网络与多维邻近性关系研究述评. 世界地理研究, 2019, 28(5): 165-171. [Cao Xianzhong, Zeng Gang, Si Yuefang, et al. Research progress on firm innovation networks and multi-dimensional proximity from the perspective of economic geography. World Regional Studies, 2019, 28(5): 165-171.]
- [31] 周灿, 曾刚, 尚勇敏. 演化经济地理学视角下创新网络研究进展与展望. 经济地理, 2019, 39(5): 27-36. [Zhou Can, Zeng Gang, Shang Yongmin. Progress and prospect of research on innovation networks: A perspective from evolutionary economic geography. Economic Geography, 2019, 39(5): 27-36.]
- [32] Cassi L, Wal A L. The evolution of trade and scientific collaboration networks in the global wine sector: A longitudinal study using network analysis. Economic Geography, 2012, 88(3): 311-334.
- [33] Turkina E, Assche A V, Kali R. Structure and evolution of global cluster networks: Evidence from the aerospace industry.

- Journal of Economic Geography, 2016, 16(6): 1211-1234.
- [34] 刘国巍, 张婷婷, 于娟. 创新网络的区域协同系统与产业经济增长关系研究. 中国科技论坛, 2017, (11): 123-132. [Liu Guowei, Zhang Tingting, Yu Juan. The relationship between regional cooperative system of RIN and industrial economic growth. Forum on Science and Technology in China, 2017, (11): 123-132.]
- [35] 段德忠, 杜德斌, 杨凡, 等. 产业技术变迁与全球技术创新体系空间演化. 地理科学, 2019, 39(9): 1378-1387. [Duan Dezhong, Du Debin, Yang Fan, et al. Industrial technology changes and spatial evolution of global technological innovation system. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(9): 1378-1387.]
- [36] 郭琪, 贺灿飞. 演化经济地理视角下的技术关联研究进展. 地理科学进展, 2018, 37(2): 229-238. [Guo Qi, He Canfei. Progress of research on technological relatedness in the perspective of evolutionary economic geography. Progress in Geography, 2018, 37(2): 229-238.]
- [37] 林柄全, 谷人旭, 王俊松, 等. 从集聚外部性走向跨越地理边界的网络外部性: 集聚经济理论的回顾与展望. 城市发展研究, 2018, 25(12): 82-89. [Lin Bingquan, Gu Renxu, Wang Junsong, et al. From agglomeration externalities to network externalities of crossing borders: Frontier progress of agglomeration economics. Urban Development Studies, 2018, 25(12): 82-89.]
- [38] Meijers E J. Borrowed size, agglomeration shadows and cultural amenities in north-west Europe. European Planning Studies, 2015, 23(6): 1090-1109.
- [39] 张军, 施少华, 陈诗一. 中国的工业改革与效率变化: 方法、数据、文献和现有的结果. 经济学: 季刊, 2003, (4): 1-38. [Zhang Jun, Shi Shaohua, Chen Shiyi. The industry reform and efficiency change in China: Methodology, data, literatures and conclusions. China Economic Quarterly, 2003, (4): 1-38.]
- [40] 范剑勇, 冯猛, 李方文. 产业集聚与企业全要素生产率. 世界经济, 2014, 37(5): 51-73. [Fan Jianyong, Feng Meng, Li Wenfang. The industry agglomeration and the total factor productivity from enterprises. The Journal of World Economy, 2014, 37(5): 51-73.]
- [41] 郭庆旺, 贾俊雪. 中国全要素生产率的估算: 1979—2004. 经济研究, 2005, (6): 51-60. [Guo Qingwang, Jia Junxue. Estimating total factor productivity in China. Economic Research Journal, 2005, (6): 51-60.]
- [42] 刘建国, 李国平, 张军涛, 等. 中国经济效率和全要素生产率的空间分异及其影响. 地理学报, 2012, 67(8): 1069-1084. [Liu Jianguo, Li Guoping, Zhang Juntao, et al. Spatial distribution and its affecting factors of economy efficiency and total factor productivity in China: 1990-2009. Acta Geographica Sinica, 2012, (8): 1069-1084.]
- [43] 方凯, 陈新华. 外商直接投资对我国技术进步的影响: 基于技术势差视角的分析. 科技管理研究, 2013, 33(16): 62-66. [Fang Kai, Chen Xinhua. Study on the impact of foreign direct investment on China's technological progress from the perspective of technical potential difference. Science and Technology Management Research, 2013, 33(16): 62-66.]
- [44] Javocik B S. Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? Research of spillovers through backward linkages. American Economic Review, 2004, 94(3): 605-627.
- [45] 陈琳, 罗长远. FDI的前后向关联和中国制造业企业生产率的提升: 基于地理距离的研究. 世界经济研究, 2011, (2): 48-53, 88. [Chen Lin, Luo Changyuan. Forward and backward linkages from FDI and the productivity improvement of China's manufacturing firms: A perspective of geographic distance. World Economy Study, 2011, (2): 48-53, 88.]

Technological transformation of FDI and its innovative spatial response based on manufacturing industry agglomeration

LI Na^{1,2}, WU Shidai^{3,4}

(1. Collage of Finance and Economics, Jimei University, Xiamen 361021, Fujian, China; 2. Industrial and Regional Economic Research Center, Jimei University, Xiamen 361021, Fujian, China; 3. School of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China; 4. College of Tourism, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: China is one of the major countries attracting FDI. However, there is a structural discrepancy between low- cost- oriented FDI and the upgrade of manufacturing industry agglomeration. Against this backdrop, attention is focused on reshaping regional competitiveness so that manufacturing industry agglomeration can enhance an effective use of external resources, overcome the predicament of the structural discrepancy, and accelerate the transformation and upgrading of the industrial structure. However, current research looks at the problem between the endogenous growth power and the innovative space of FDI and agglomeration in isolation, and it cannot clearly recognize the effect of the transformation of FDI based on agglomeration, which limits the understanding of the two- way effect and evolution of organized production during FDI and agglomeration. Therefore, this paper takes the technological transformation of FDI as a new perspective to analyse the mechanism of this transformation and the path of the innovative spatial response based on manufacturing industry agglomeration by setting up a stochastic frontier production function model, a cross-item model and the spatial Doberman model and by using data covering 264 cities in China over the period 1999-2015. The results show the following: (1) The technological transformation of FDI is an important driving force for the innovation of manufacturing industry agglomeration. (2) The analysis based on Marshallian externalities finds that the dual role based on the scale effect of manufacturing industry agglomeration and the diffusion effect of FDI is a functionary mechanism for the technological transformation of FDI. (3) The analysis from the region, industry and location perspectives reveals that the embeddedness of FDI helps to push the formation of the link of the trans-regional production network, promotes the transmission of spillovers from technological progress through the network platform, and then pushes the formation of an innovation network for production. The formation of the regional innovation network witnesses a rapid increase in TFP for adjacent spaces, alleviates the polarization in regional development, and promotes balanced regional development. This paper implies that China should continue to implement the basic national policy of opening wider to the outside world, absorb foreign investment through cooperative industrial development policy, and promote clustering from single polarization to chain cooperation. This study makes an effort to provide scientific evidence and policy implications for boosting China's opening up and building its innovative system and for promoting the agglomeration of the manufacturing industry and the high-quality development of the regional economy.

Keywords: technological transformation of FDI; manufacturing industry agglomeration; innovative space; Marshallian externalities; response path; China