

高速铁路对生产性服务业空间集聚的影响 ——以长三角城市群为例

唐昭沛^{1,3}, 吴威^{1,2*}, 刘玮辰^{1,2}, 李晓丽^{1,2}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008; 2. 中国科学院流域地理学重点实验室, 南京 210008;
3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:为深入探究高铁与生产性服务业空间集散间的关系, 论文以长三角城市群为研究区域, 基于2002—2017年26个地级及以上城市高铁运营数据和城市经济数据, 通过多期双重差分模型的静态视角和动态双重差分模型的动态视角考察高速铁路对生产性服务业及其细分行业的空间集聚效应。结果表明: ① 高铁效应与城市高铁发展水平密切相关, 受时空压缩和客运组织的综合影响。对生产性服务业而言, 静态层面上, 高铁显著促进生产性服务业向沿线城市集聚; 动态层面上, 高速铁路对生产性服务业空间集聚效应具有显著的阶段性和滞后性, 且作用强度随高铁网络化逐年增强。② 高铁影响下生产性服务业细分行业空间组织趋于差异化, 其中研发设计业为“高显著促进型”产业, 信息服务业和金融服务业为“中显著促进型”产业, 运输服务业、节能环保服务业、生产性租赁服务与商务服务业为“高显著抑制型”产业, 高铁对批发与贸易经纪代理服务影响不显著。③ 高铁对生产性服务业细分行业动态效应具有显著行业异质性和阶段性, 这一阶段性特征与高铁对生产性服务业整体的动态效应保持相对一致; 具有相同静态特征的产业在高铁影响下表现出相同的动态空间特征。

关键词: 高速铁路; 生产性服务业; 空间集聚; 长三角城市群

近年来, 中国高速铁路发展迅速并取得巨大成就, 健全和完善了全国综合交通运输体系, 并重塑着交通运输格局。截至2018年底, 中国高速铁路运营里程达到2.9万km, 成为世界上高铁运营里程最长、运输密度最高的国家。高速铁路的建设产生显著的“时空收敛”效应, 对区域空间格局和经济格局重构产生着重大影响^[1-2], 被认为是刺激经济发展的重要驱动力^[3]。在这一背景下, 高铁对经济发展的效应研究逐渐成为相关学者关注的热点。受社会经济基础、城市规模以及综合交通体系等因素的综合影响^[4-5], 高铁在强化经济发展增长效应和结构效应^[6]的同时会加大地区间经济不平等^[7-8], 导致全国

区域经济格局向非均衡方向发展^[9-10]。同时, 高铁显著促进劳动力、信息、技术等要素在城市间快速流动^[11-12], 高铁站点成为产业分层集聚的中心^[13], 城市就业在高铁沿线趋于分散, 市场潜力以高铁为廊道、以高铁城市为中心, 呈“多中心—廊道”结构分布^[14]。服务业发展作为优化经济结构、促进经济增长的重要途径^[15], 以服务业为对象探讨高铁效应的相关成果已较为丰富。高铁影响服务业空间格局, 通过对单条高铁线开通前后沿线城市生产性服务业空间格局的分析, 认为高铁对生产性服务业区位选择具有极大的吸引力并能够推动沿线城市向以服务业为主的第三产业发展^[16-17], 在提升城市经济

收稿日期: 2020-02-25; 修订日期: 2020-12-14。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871122); 中国科学院战略性先导科技专项(A类)子课题(XDA20010101)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41871122; The Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences, No. XDA20010101.]

第一作者简介: 唐昭沛(1996—), 女, 河南安阳人, 硕士生, 主要从事区域发展与运输地理研究。

E-mail: tangzhaopei18@mails.ucas.ac.cn

***通信作者简介:** 吴威(1976—), 男, 安徽歙县人, 博士, 副研究员, 主要从事区域发展与运输地理研究。E-mail: wuw@niglas.ac.cn

引用格式: 唐昭沛, 吴威, 刘玮辰, 等. 高速铁路对生产性服务业空间集聚的影响: 以长三角城市群为例 [J]. 地理科学进展, 2021, 40(5): 746-758. [Tang Zhaopei, Wu Wei, Liu Weichen, et al. Effects of high-speed rail on the spatial agglomeration of producer services: A case study of the Yangtze River Delta urban agglomeration. Progress in Geography, 2021, 40(5): 746-758.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.05.003

潜力和城市间经济强度方面具有显著作用^[18]。高铁发展引致产业空间分异,受高铁空间溢出效应影响^[19-20],高铁干线对旅游业的发展具有锁定效应^[21-22],并能够显著促进创新产业^[23]以及房地产业在高铁沿线城市集聚^[24]。随着研究的不断深入,近年来部分学者探究了不同尺度下高铁对生产性服务业空间集聚的作用效应,发现高铁作用下全国地级及以上城市生产性服务业分布具有沿高速铁路收缩的态势^[25],而受城市群经济发展水平和空间结构差异的影响,高铁对不同城市群生产性服务业集聚的效应具有非均衡性^[26-27]。此外,高铁对生产性服务业的这一效应主要通过时空压缩以及区域可达性的提升来实现,具体表现为强化区位优势、优化市场结构、整合要素资源以及拉动外来投资等^[25-26]。

综上,尽管从生产性服务业视角开展高铁产业空间集聚效应研究引起了学者的广泛关注,但从既有成果看,在以下3个方面还可以进一步推进相关研究:在研究内容上,目前国内外高铁效应研究趋向于以生产性服务业整体或其某一细分行业(如金融服务业、信息服务业等)为对象展开研究,随着中国高铁网络的建设与成型,综合考察高铁网络对生产性服务业及其细分行业的空间效应更加符合现实背景和发展需求;在研究方法上,部分学者采用多元线性回归模型以及面板数据模型探讨高铁空间效应,以高铁开通前后的产业集聚变化作为考察依据,忽略了高铁开通时间先后带来的效应差异,难以精准识别高速铁路对生产性服务业空间集聚的影响;在研究尺度上,已有研究多在省级、地级市层面展开,对城市群内部高铁空间效应的研究相对较少,而高速铁路是城市群内重要交通干线和经济廊道,在城市群层面探讨高铁空间效应更具现实意义。鉴于此,本文拟以长三角城市群26个地级及以上城市为研究对象,综合静态和动态视角,借助双重差分模型探讨高铁发展对长三角城市群生产性服务业空间集聚的影响,并试图对可能原因进行解释,以期丰富交通地理学研究内容,为高铁时代的生产性服务业发展提供一定参考。

1 研究区域与数据来源

长三角城市群是中国发展程度最高的城市群之一。根据国务院2016年5月批准的《长江三角洲城市群发展规划》,长三角城市群包括上海市,江苏

省的南京、无锡、常州、苏州、南通、盐城、扬州、镇江以及泰州,浙江省的杭州、宁波、绍兴、湖州、嘉兴、金华、舟山、台州,安徽省的合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、宣城、池州以及滁州等26个地级及以上城市。2017年长三角城市群GDP总额超16.5万亿元,其中第三产业占比53.4%,达8.82万亿元。

依据中华人民共和国行业标准《高速铁路设计规范》(TB10621—2014),高速铁路为“新建设计速度为250~350 km/h、运行动车组列车的标准轨距客运专线铁路,设计速度分为250、300、350 km/h三级”。截至2017年12月31日,长三角城市群内有20个城市开通高铁且高铁站点设置在市辖区(图1),本文将这20个城市作为实验组;宣城、舟山、南通、泰州、扬州以及盐城等6个城市尚未开通高铁,本文将这6个城市作为对照组。

本研究时间跨度为2002—2017年,研究中使用的数据主要包括高铁运营数据及城市统计数据。高铁运营数据涉及2008—2017年间各城市高铁开通的年份、市辖区高铁站单日常停高铁班次数量以及各班次列车经停站点,其中2008—2014年的高铁数据通过各年份《全国铁路旅客列车时刻表》整理得到,2015—2017年的高铁运营数据通过12306网站查询。研究期内各研究单元的城市统计数据包括生产性服务业总体及分行业就业数据、第二产业

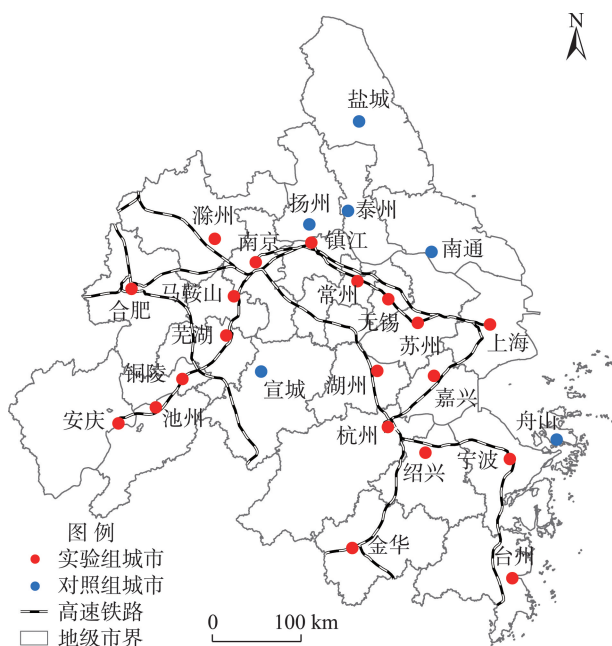


图1 2017年长三角城市群高铁分布
Fig.1 High-speed rail of the Yangtze River Delta urban agglomeration, 2017

产值增长率等,均来自2002—2017年间各年《中国城市统计年鉴》,部分缺失数据通过各城市历年《国民经济与社会发展统计公报》补充。

2 研究模型与方法

本文利用双重差分模型分析高铁对生产性服务业及其细分行业的空间效应,以区位熵和就业密度作为生产性服务业集聚的测度指标,并进一步运用稳健性检验证实结果的可靠性和可信度。

2.1 双重差分模型

双重差分法又称为倍差法(difference-in-difference, DID),通过设置虚拟变量综合考察政策实施的“有无差异”和“前后差异”,并在模型中加入相关指标作为控制变量以消除其他因素的影响^[28-29]。在本研究中,“有无差异”表现为城市是否开通高铁,即把城市划分为高铁城市和非高铁城市2类;“前后差异”表现为考察年份是处于高铁开通之前或开通之后,从而通过对比高铁城市和非高铁城市的生产性服务业集聚程度差异,考察高铁在这一过程中起到的作用。参考Bertrand等^[30]和Beck等^[31]的研究,设置如下多期双重差分模型:

$$LQ_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{treated}_{it} \times \text{year}_{it} + \beta_2 \text{control}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: LQ_{it} 是被解释变量,为*i*城市*t*年某产业的区位熵,用于衡量生产性服务业集聚程度; $\text{treated}_{it} \times \text{year}_{it}$ 是核心解释变量,记为DID,其中 treated_{it} 为分组虚拟变量,如果*i*城市已经开通高铁,则 $\text{treated}_{it} = 1$, 否则为0; year_{it} 为时间虚拟变量,随各城市高铁开通时间变化,若*i*城市在*t*当年开通高铁,则 $\text{year}_{it} = 1$, 否则 $\text{year}_{it} = 0$; μ_i 表示城市固定效应,控制影响生产性服务业集聚但不随时间发生变动的个体因素; λ_t 表示时间固定效应,控制随时间变化且对所有城市生产性服务业产生影响的时间因素; ε_{it} 表示误差项; β_0 为截距; β_1 、 β_2 为系数; control_{it} 表示影响生产性服务业集聚且随*i*和*t*变动的控制变量,参考相关生产性服务业集聚影响因素的研究^[32-33],本文共选取8个指标作为影响生产性服务业集聚的控制变量,并对控制变量进行同取对数的处理以减少多重共线性。

8个控制变量选择如下(表1):① 信息化水平(Int_{it})。互联网时代的生产性服务业发展与信息化水平密切相关,城市的信息化水平在很大程度上影

响着生产性服务业企业的服务质量和服务速度,从而影响生产性服务业的区位选择。本文以互联网接入户数占总户数的比重衡量城市信息化水平。② 政府干预度(Fin_{it})。一方面,政府的政策和资金扶持对生产性服务业企业具有极大吸引力;另一方面,过度的政府干预会限制服务业发展,从而降低生产性服务业的选择意向。本文以财政支出占GDP的比重作为政府干预度的考察指标。③ 市场对外开放程度(Fdi_{it})。在经济全球化背景下,开放的环境和制度更有利于资本和技术的交换,是生产性服务业空间布局的重要考虑因素。本文以当年实际使用外资衡量市场对外开放度。④ 市场需求(Manu_{it})。由于工业和服务业之间具有紧密的前后向联系,工业发展水平较高的区域往往具有更大的生产性服务业发展需求,从而带动生产性服务业发展、吸引服务业企业集聚。本文以第二产业产值增长率作为市场需求的衡量依据。⑤ 固定资产投资(Inv_{it})。地区固定资产投资的提高往往意味着更好的投资环境和更优的市场空间,从而影响生产性服务业的区位选择。本文以人均固定资产投资为考察指标。⑥ 人均收入水平(Wage_{it})。人均收入水平是劳动力成本的量化,较高的人均收入水平会带来企业成本的提高,但同时有助于吸引优质劳动力,为企业创造财富。本文以平均工资作为人均收入水平的衡量依据。⑦ 人口(Peo_{it})。人口数量是城市规模的客观反映,在一定程度上会影响市场规模,从而对生产性服务业企业的空间布局产生影响。本文以常住人口数量来衡量人口规模。⑧ 交通基础设施(Road_{it})。交通基础设施的改善及便利性的提高,是吸引生产性服务业集聚的重要特质。本文以城市人均道路面积衡量交通基础设施水平。

式(1)主要探讨高铁对城市群生产性服务业集聚的影响,核心解释变量DID的系数 β_1 是此模型主要关注的高铁效应,若 β_1 显著为正,表明高铁发展对长三角生产性服务业集聚具有促进作用;若 β_1 显著为负或不显著,则高铁促进长三角生产性服务业分散或效应不显著。

式(1)以是否开通高铁为高铁解释变量,对所有高铁城市都赋予相同的变量值,忽略了城市间高铁发展水平差异对服务业集聚的影响,降低了模型分析精度。为此,本文构建高铁发展水平指标 HSR_{it} , 从高铁联系的广度和强度衡量城市高铁发展状况,并参考Kanagaretnam等^[34]以及何靖^[35]等的做

法,将高铁发展水平 HSR_{it} 及其与虚拟变量 $treated_{it}$ 和 $year_{it}$ 的交互项引入DID模型构建,公式如下:

$$HSR_{it} = \sqrt{connected_{it} \times trains_{it}} \tag{2}$$
$$LQ_{it}' = \alpha_0 + \alpha_1 HSR_{it} + \alpha_2 treated_{it} + \alpha_3 year_{it} + \alpha_4 HSR_{it} \times treated_{it} + \alpha_5 HSR_{it} \times year_{it} + \alpha_6 treated_{it} \times year_{it} + \alpha_7 HSR_{it} \times treated_{it} \times year_{it} + \alpha_8 control_{it} + \mu_i' + \lambda_t' + \varepsilon_{it}' \tag{3}$$

式中： HSR_{it} 为 i 城市 t 年高铁发展水平指标， $connected_{it}$ 为 i 城市 t 年通过高铁能够直达的城市群内城市数量， $trains_{it}$ 表示 i 城市与城市群内其他城市单日直达高铁班次总量； LQ_{it}' 为区位熵； α_0 为截距， $\alpha_1 \sim \alpha_8$ 为变量系数； μ_i' 表示城市固定效应； λ_t' 表示时间固定效应； ε_{it}' 表示误差项。

式(3)为基于高铁发展水平的改进模型,分析可知,对于对照组城市,即 $treated_{it} = 0$, 高铁开通前后对产业集聚的影响分别为 $\alpha_1 HSR_{it}$ 、 $(\alpha_1 + \alpha_3) HSR_{it}$, 即 $diff_0 = \alpha_3 HSR_{it}$; 对于实验组城市,即 $treated_{it} = 1$, 高铁开通前后对产业集聚的影响分别为 $(\alpha_1 + \alpha_4) HSR_{it}$ 、 $(\alpha_1 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_7) HSR_{it}$, 即 $diff_1 = (\alpha_5 + \alpha_7) HSR_{it}$, 二次差分可得 $diff_2 = \alpha_7 HSR_{it}$, 因此式(3)的核心解释变量为 $HSR_{it} \times treated_{it} \times year_{it}$, 记作 DID1, 该项系数 α_7 是模型关注的高铁效应, 若 α_7 显著为正, 则高铁显著促进生产性服务业的集聚。

由于长三角城市群高铁网络是逐步完善的,对

生产性服务业的影响具有阶段性和动态性,上述模型侧重于考察高铁开通的静态效应,为进一步分析高铁效应的动态变化,本文基于式(1)改进得到动态效应模型式(4),具体设定如下:

$$LQ_{it}'' = \theta_0 + \sum_{t=2008}^{2017} \theta_t treated_{it} \times year_{it} + \theta_1 treated_{it} + \theta_2 year_{it} + \theta_3 control_{it} + \mu_i'' + \lambda_t'' + \varepsilon_{it}'' \tag{4}$$

式中： LQ_{it}'' 为区位熵； θ_0 为截距； θ_t 表示以 2008 年为基准年,2008—2017 年的一系列估计值； μ_i'' 表示城市固定效应； λ_t'' 表示时间固定效应； ε_{it}'' 表示误差项。

综上,本文对高铁空间效应的研究从以下 3 个方面展开:① 运用多期双重差分模型(式 1)考察高铁对生产性服务业集聚的静态影响;② 引入高铁发展水平指标 HSR_{it} , 基于改进的双重差分模型(式 3)考察高铁对生产性服务业及其细分行业的静态效应;③ 构建动态双重差分模型(式 4),进一步分析高铁对生产性服务业及其细分行业的动态效应。

2.2 区位熵

区位熵、基尼系数、赫芬达尔指数、集中度指数、就业密度等是测度产业集聚水平的常用指标。其中区位熵常被用来分析区域主导产业的专业化程度,考虑到其消除了地区规模带来的影响,能够更加真实地反映地理要素的集聚状态,本文采用区位熵测度生产性服务业集聚水平,其值越高,表明

表 1 模型中变量的设定及说明
Tab.1 Definition and measurement of variables

变量	指标	缩写	测度方法
生产性服务业集聚指数	区位熵	LQ_{ij}	$LQ_{ij} = \frac{x_{ij} / \sum_j x_{ij}}{\sum_i x_{ij} / \sum_i \sum_j x_{ij}}$, x_{ij} 为 i 城市 j 行业的就业人数
虚拟变量	政策虚拟变量	$treated_{it}$	若 i 城市处于实验组, $treated_{it}$ 取 1; 否则为 0
	时间虚拟变量	$year_{it}$	若城市 i 在 t' 年开通高铁, $t \geq t'$ 时, $year_{it} = 1$; 否则 $year_{it} = 0$
控制变量	高铁发展水平	HSR_{it}	$HSR_{it} = \sqrt{connected_{it} \times trains_{it}}$, $connected_{it}$ 为 i 城市 t 年通过高铁能够直达的城市群内城市数量, $trains_{it}$ 表示 i 城市与城市群内其他城市单日直达高铁班次总量
	信息化水平	Int_{it}	互联网接入户数占总户数的比重
	政府干预度	Fin_{it}	财政支出占 GDP 的比重
	市场对外开放程度	Fdi_{it}	当年实际使用外资
	市场需求	$Manu_{it}$	第二产业产值增长率
	固定资产投资	Inv_{it}	人均固定资产投资
	人均收入水平	$Wage_{it}$	平均工资
	人口	Peo_{it}	常住人口
	交通基础设施	$Road_{it}$	城市人均道路面积

生产性服务业在该区域集聚性越强。公式如下:

$$LQ_{ij} = \frac{x_{ij} / \sum_j x_{ij}}{\sum_i x_{ij} / \sum_i \sum_j x_{ij}} \quad (5)$$

式中: LQ_{ij} 表示 i 城市 j 行业的区位熵; x_{ij} 表示 i 城市 j 行业的就业人数。

2.3 就业密度

就业密度通过计算某产业在单位区域面积的从业人数来测度产业的空间集聚程度,密度值越大,表明产业的地域集中度越高。当前长三角高铁以客运为主,高铁带来的时空压缩效应直接表现为沿线地区要素流动加快和区位可达性提高,从而作用于劳动力池,因此在稳健性检验中将就业密度作为区位熵的替代指标,以测度生产性服务业集聚程度。计算公式如下:

$$IC_{it} = x_{it} / \text{area}_i \quad (6)$$

式中: IC_{it} 表示 i 城市 t 年某产业就业密度, x_{it} 表示 i 城市 t 年某产业从业人数, area_i 表示 i 城市的行政区土地面积。

3 高速铁路对生产性服务业集聚的影响

3.1 对生产性服务业的总体影响

3.1.1 高速铁路开通对生产性服务业集聚的静态效应

通过多期双差分模型考察高铁对生产性服务业的作用效应,发现无论模型中是否加入控制变量,高速铁路对长三角城市群生产性服务业的空间效应保持一致,始终表现为促进集聚。在只考虑高铁作用的情况下,即在式(1)中仅加入高铁变量,不加入其他控制变量(表2模型1),高铁在5%的显著性水平下促进长三角生产性服务业向高铁城市集聚,作用强度为0.0252。在此基础上,向模型中逐渐加入控制变量(表2模型2~5),这一过程中模型的拟合优度不断提升,尽管高铁的作用强度大小随控制变量的增减发生波动性变化,但高铁效应核心解释变量DID的估计系数始终显著为正,显著性水平稳定在5%和1%之间,这一方面表明高速铁路促进长三角生产性服务业集聚,与覃成林等^[25]、Shao等^[27]的研究结果具有一致性;另一方面也说明生产性服务业的空间布局是一个复杂的经济现象,高铁与其

他经济社会因素共同作用于生产性服务业的集聚。

为了进一步实证分析城市间高铁发展水平差异对长三角城市群生产性服务业集聚的影响,利用改进的双差分模型(式3)深入考察高铁对长三角生产性服务业的静态效应(表2模型6~10),并与多期双差分模型的检验结果对比分析(表2模型1~5)。总体上,从高铁开通与否的单一视角(多期双差分模型,式1)和高铁发展水平的综合视角(改进的双差分模型,式3),尽管高铁作用强度具有波动性,但不同视角下作用方向始终具有稳定性,均对生产性服务业集聚具有显著的促进效应,保持相对一致,即高铁显著提升了沿线城市吸引生产性服务业在此集聚的能力。此外,2个视角下的高铁效应也表现出一定差异,在控制变量一定的情况下,基于高铁发展水平这一视角的高铁效应表现出更高的显著性,这表明高铁发展水平对生产性服务业集聚具有更充分的解释力和相关性,高铁效应会随各城市的高铁班次及可达城市数量产生差异,即高铁效应不仅表现为时空距离的缩短,与客运组织的联系同样密切,这一结果与曹小曙等^[26]的观点相呼应。生产性服务业空间集聚不仅受到高铁的影响,还会受到市场需求、人力资本、技术创新等因素的综合影响。表2的实证结果表明,市场需求和对外开放度的提升显著促进长三角生产性服务业集聚。作为服务业产出的需求部门,城市工业发展水平的提高将会促进信息服务业、金融服务业等生产性服务业的集聚;较高的对外开放水平往往会带来国外资金、技术、管理方法等,为服务业企业创造活跃的市场氛围以及宽松的政策环境,从而吸引生产性服务业集聚。市场信息化水平、固定资产投资以及交通基础设施建设等发展水平的提高促进产业空间分散,长三角各城市协同发展成效显著,城市间要素流动活跃,利于生产性服务业分散布局。政府干预度对生产性服务业的影响不显著,考虑到政府干预效力受到政府政策和服务业自身发展规律性的协同作用,对生产性服务业的效应相对不稳定。此外,人均收入水平和人口数量对生产性服务业集聚具有促进作用但不显著,这一结果表明长三角人力资本的竞争优势和累积效应有待进一步释放。

3.1.2 高速铁路开通对生产性服务业集聚的动态效应

考虑到高铁网络发展的时序性和阶段性,高铁对生产性服务业的影响具有城市个体差异性

表2 高速铁路对生产性服务业空间集聚的双重差分检验

Tab.2 DID test results of the effect of high-speed rail on the agglomeration of producer services

变量	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7	模型8	模型9	模型10
DID	0.0252** (2.16)	0.0243** (2.23)	0.0296*** (2.76)	0.0380*** (3.46)	0.0373*** (3.15)					
DID1						0.2556*** (4.72)	0.2588*** (4.76)	0.1923*** (3.92)	0.1806*** (3.66)	0.1804*** (3.68)
HSR _{it}						0.1282** (2.53)	0.1422*** (2.79)	0.0711 (1.54)	0.0741 (1.62)	0.0749 (1.64)
HSR _{it} × treated _{it}						-0.1361*** (-2.59)	-0.1412*** (-2.69)	-0.0966** (-2.05)	-0.0925** (-1.97)	-0.0920** (-1.97)
HSR _{it} × year _{it}						-0.2474*** (-4.72)	-0.2595*** (-4.93)	-0.1661*** (-3.46)	-0.1614*** (-3.38)	-0.1625*** (-3.43)
ln Int _{it}		-0.0357* (-1.94)	-0.2100*** (-5.78)	-0.1159*** (-2.85)	-0.1195*** (-2.93)		-0.0722* (-1.95)	-0.1823*** (-5.21)	-0.1339*** (-3.46)	-0.1399*** (-3.61)
ln Fin _{it}		-0.0499 (-1.38)	-0.0577*** (-3.18)	-0.0221 (-1.11)	-0.0197 (-0.98)		0.0075 (0.37)	-0.0172 (-0.93)	-0.0024 (-0.12)	-0.0007 (-0.04)
ln Fdi _{it}			0.1400*** (9.28)	0.1822*** (10.39)	0.1771*** (9.92)			0.1435*** (9.41)	0.1642*** (9.56)	0.1598*** (9.23)
ln Manu _{it}			0.0745*** (2.96)	0.0676*** (2.58)	0.0747*** (2.82)			0.0647** (2.37)	0.0680** (2.47)	0.0753*** (2.73)
ln Inv _{it}				-0.1288*** (-4.69)	-0.1229*** (-4.47)				-0.0818*** (-3.02)	-0.0738*** (-2.73)
ln Wage _{it}				0.0270 (0.84)	0.0327 (1.00)				0.0318 (0.99)	0.0399 (1.24)
ln Peo _{it}					0.0484 (0.68)					0.0234 (0.34)
ln Road _{it}					-0.0641** (-2.12)					-0.0783*** (-2.72)
year	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
city	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
N	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416
R ² (组内)	0.0309	0.0424	0.2353	0.2785	0.2876	0.1716	0.1804	0.2640	0.3009	0.3128

注：*、**和***分别表示通过10%、5%和1%的显著性水平检验，括号内为t值，下同；均控制时间和城市效应。

段差异性，利用动态双重差分模型进一步实证分析高铁开通对长三角城市群生产性服务业集聚的动态效应(表3)。

高铁对长三角城市群生产性服务业的动态效应具有显著的阶段性。2008—2013年，长三角城市群高铁处于起步阶段，对生产性服务业集聚的影响不显著；2014—2017年，长三角城市群高铁发展逐步进入网络化阶段，高铁显著促进生产性服务业在高铁城市集聚。2008—2013年间研究区内累计有14个城市开通高铁，相对集中于沪苏浙(78.6%)，主要覆盖上海、苏南、浙东北及浙南地区，安徽仅有皖中的合肥、滁州开通高铁。在长三角高铁网络化过程中，城市群内开通高铁城市增至20个，安徽沿江芜湖、马鞍山、铜陵、池州、安庆以及浙江金华等市

相继开通高铁，这期间长三角城市群的高铁网络逐步完善，省际连通性得到明显提升，高铁效应从不显著到显著促进产业集聚。

高铁对长三角城市群生产性服务业的效应自2014年开始显现且作用强度逐年递增，一方面与高铁网络的逐步完善相关，另一方面也表明高铁动态效应具有滞后性。长三角高铁发展初期，仅有合宁—合武客运专线，单条高铁线路对周围地区经济发展具有一定的带动作用，但影响能力和影响范围有限，因此在这一阶段高铁对生产性服务业的影响尚不显著。在高铁网络化阶段，高铁效应表现为显著促进生产性服务业集聚，这一转变与产业特性联系密切，生产性服务业以人力资本、信息和知识作为主要投入要素，为其他产业的中间需求提供非生产

表3 高铁对生产性服务业的动态效应

Tab.3 Dynamic effect of high-speed rail on producer services

变量	生产性 服务业总体	研发设计与其他 技术服务业	信息 服务业	金融 服务业	运输 服务业	节能与环保 服务业	生产性租赁服务 与商务服务业	批发与贸易经纪 代理服务业
$treated_{2008} \times year_{2008}$	0.0095 (0.14)	-0.0449 (-0.44)	0.0188 (0.38)	-0.1188* (-1.96)	0.0322 (0.42)	0.0374 (0.44)	0.1004 (0.75)	0.0983 (0.84)
$treated_{2009} \times year_{2009}$	0.0862** (2.35)	-0.0599 (-1.11)	-0.0541** (-2.06)	-0.0590* (-1.82)	0.0172 (0.42)	-0.0330 (-0.72)	0.0810 (1.13)	0.1797*** (2.87)
$treated_{2010} \times year_{2010}$	0.0118 (0.54)	-0.0712** (-2.20)	-0.0243 (-1.54)	-0.0218 (-1.13)	0.0091 (0.37)	-0.0118 (-0.43)	-0.0349 (-0.81)	0.0656* (1.75)
$treated_{2011} \times year_{2011}$	0.0009 (0.04)	0.0677** (2.07)	-0.0078 (-0.49)	-0.0054 (-0.28)	0.0066 (0.26)	-0.0081 (-0.29)	-0.0236 (-0.54)	-0.0309 (-0.81)
$treated_{2012} \times year_{2012}$	0.0080 (0.37)	0.0701** (2.20)	-0.0033 (-0.22)	-0.0127 (-0.66)	0.0117 (0.48)	-0.0310 (-1.15)	-0.0072 (-0.17)	-0.0508 (-1.38)
$treated_{2013} \times year_{2013}$	0.0192 (0.95)	0.0364 (1.22)	0.0110 (0.76)	0.0101 (0.56)	-0.0293 (-1.30)	-0.0184 (-0.73)	-0.0253 (-0.64)	0.0670* (1.94)
$treated_{2014} \times year_{2014}$	0.0267* (1.75)	0.0333* (1.88)	0.0242* (1.77)	0.0335*** (2.00)	-0.0529** (-2.36)	-0.0059 (-0.23)	-0.0674* (-1.71)	-0.0017 (-0.05)
$treated_{2015} \times year_{2015}$	0.0633*** (3.31)	0.0222** (2.00)	0.0344** (2.49)	0.0371** (2.09)	-0.0048** (-2.07)	-0.0297 (-1.25)	-0.0744** (-2.00)	0.0188 (0.58)
$treated_{2016} \times year_{2016}$	0.0653*** (3.41)	0.0455*** (2.71)	0.0383*** (2.66)	0.0400** (2.35)	-0.0050*** (-2.65)	-0.0484** (-2.02)	-0.0774** (-2.05)	0.0379 (1.15)
$treated_{2017} \times year_{2017}$	0.0693*** (3.58)	0.0481*** (3.04)	0.0456*** (3.35)	0.0446*** (2.64)	-0.0100*** (-2.88)	-0.0634*** (-2.67)	-0.0978*** (-2.61)	0.0483 (1.48)
year	是	是	是	是	是	是	是	是
city	是	是	是	是	是	是	是	是
N	416	416	416	416	416	416	416	416
R ² (组内)	0.3212	0.3337	0.3150	0.2355	0.1640	0.2973	0.2179	0.3471

注：由于下文未涉及相关分析，故其他控制变量的结果未在表格中列出，下同。

性服务,倾向于在要素流动高效便捷、市场活力得到充分释放的地区发展,从而形成集聚态势。高铁网络化带来地区可达性的提升,具体表现在就业可达性、市场可达性以及知识可达性3个方面,从而产生劳动力池效应、市场结构效应及知识溢出效应^[36],为城市市场环境活力的提升带来新的发展动力,从而影响企业的区位选择和劳动力的就业选择,满足生产性服务业发展的需求,并最终表现为促进生产性服务业集聚。此外,高铁网络化的另一个重要表现是高铁的要素整合效应得以凸显,能够有效汇聚沿线地区的信息、资本、人力等要素,形成自由流通的劳动力流和信息流,高铁城市的可达性和便利性进一步提升,市场潜力得以扩大,满足了生产性服务业对人力资本、信息和知识的高需求,并为产业集聚创造了丰富的要素基础和稳定的市场空间。值得关注的是,在高铁网络化阶段,相较于开通高铁城市数量的增加,研究区内各城市的高铁发展更多地表现为可达性的提升和列车频次的增加,这表

明高铁效应会受到客运组织的影响,客运组织的提升会使高铁效应沿着既有的方向不断强化。

3.2 对生产性服务业细分行业的影响

3.2.1 高铁开通对细分行业的静态效应

依据《国民经济行业分类》(GB/T4574—2017)将生产性服务业分为7个细分行业,依次为批发与贸易经纪代理服务业、货物运输通用航空生产仓储和邮政快递服务业(下称运输服务业)、信息服务业、金融服务业、研发设计与其他技术服务业(下称研发设计业)、节能与环保服务业、生产性租赁服务与商务服务业,并借助式(3)分析高铁对7个细分行业的静态空间效应(表4)。基于这一效应的作用方向和显著性水平将高铁静态效应分为6种类型,其中作用方向表现为促进产业集聚或抑制产业集聚,显著性水平包括低显著性(显著性水平为10%)、中显著性(显著性水平为5%)和高显著性(显著性水平为1%)。

受产业特性及城市发展水平的影响,高铁对长

表4 高速铁路对生产性服务业细分行业空间集聚的双重差分检验

Tab.4 DID test results of the effect of high-speed rail on the agglomeration of subdivided producer services

变量	研发设计与其他 技术服务业	信息 服务业	金融 服务业	运输 服务业	节能与环保 服务业	生产性租赁服务 与商务服务业	批发与贸易经纪 代理服务业
HSR _{it}	0.1546** (2.22)	0.0587 (0.80)	0.0534 (1.22)	-0.0218 (-0.41)	-0.0885 (-1.37)	-0.2367*** (-2.91)	0.0398 (0.49)
year _{it}	-0.0520 (-1.58)	0.0471 (1.37)	-0.0761*** (-3.69)	-0.0485* (-1.94)	0.0144 (0.48)	-0.0368 (-0.96)	-0.0131 (-0.34)
treated _{it} × year _{it}	-0.0280 (-0.86)	-0.0647* (-1.88)	0.0208 (1.00)	0.0415* (1.65)	-0.0231 (-0.76)	-0.0260 (-0.68)	-0.0036 (-0.09)
HSR _{it} × year _{it}	-0.1293* (-1.80)	-0.1440* (-1.89)	-0.0754* (-1.65)	0.0991* (1.81)	0.1552** (2.31)	0.2645*** (3.12)	-0.1264 (-1.48)
HSR _{it} × treated _{it}	-0.1636** (-2.57)	-0.0739 (-0.98)	-0.0803* (-1.78)	0.0224 (0.41)	0.1256* (1.90)	0.1945** (2.32)	-0.0329 (-0.39)
DID1	0.1799*** (2.70)	0.1596** (2.02)	0.1027** (2.17)	-0.1601*** (-2.80)	-0.1933*** (-2.79)	-0.2238*** (-2.69)	0.1194 (1.35)
year	是	是	是	是	是	是	是
city	是	是	是	是	是	是	是
N	416	416	416	416	416	416	416
R ² (组内)	0.2989	0.3244	0.1901	0.1666	0.2870	0.1889	0.3037

三角城市群生产性服务业细分行业的静态效应存在显著行业异质性。①“高显著促进型”为研发设计业,该产业在高铁城市的集聚程度显著高于非高铁城市,高铁静态效应的作用强度为0.1799。产业集聚与产业特性密切相关,研发设计业具有高技术门槛、高产业附加值、高知识密集度等特性^[33],倾向于向技术、信息、知识等要素快速流动的地方集聚,并最终形成企业研发总部、产业研发园区等组织形态以追求专业化外部性。高铁发展改善城市区位,提升要素的运输时效性,带来更高的运输效率,为知识要素集聚和高素质人才流动提供空间和场所,极大提高了沿线城市的知识可达性和信息可达性,促进研发设计业在高铁沿线城市集聚。②“中显著促进型”包括:信息服务业和金融服务业。高铁促进这2类产业在高铁城市集聚(显著性水平为5%),作用强度分别为0.1596和0.1027。这2类产业与研发设计业具有一定的共性,同属知识密集型产业,对便捷的区位交通以及技术和智力等要素具有较强的依赖性,加之高铁的开通在加快要素流动的同时,能够调节区域的生产资料交换和配置,为信息服务业和金融服务业的发展提供要素保障;此外,受到城市基础设施配套、周边产业基础、前后向关联产业、金融资源供需关系等多层次的影响^[38],信息服务业和金融服务业的发展具有向以产业多样化及产业专业化为特征的大城市集聚的趋势,因此与研发设计业相似,信息服务业和金融服务业均具

有向高铁城市集聚的趋势,但与高铁联系的紧密程度弱于研发设计业。③“高显著抑制型”包括:运输服务业、节能与环保服务业、生产性租赁服务与商务服务业。高速铁路促进这些产业的分散(显著性水平为1%),即高铁网络联系广度和强度的提高反而会带来这些产业向非高铁城市集聚。而非高铁城市具有相对低价的土地成本,并且可以享受到邻近高铁城市带来的溢出效应,成为运输服务业、节能与环保服务业、生产性租赁服务与商务服务业布局的集聚区域。④“不显著型”为批发与贸易经纪代理服务业,高铁对此类产业集聚的作用效应不显著。较之其他细分行业,长三角批发与贸易经纪代理服务业市场化程度较高^[37],在生产发展和城市消费需求的影响下,此行业对供需关系的变化较为敏感,而与高铁的关联性不大,因此高铁对长三角批发与贸易经纪代理服务业的影响不显著。

3.2.2 高铁开通对细分行业的动态效应

考虑到经济发展和产业布局是一个复杂的动态过程,单从静态视角出发无法精准刻画高铁对产业集聚的作用效应,借助动态双差分模型(式4)进一步考察高铁对生产性服务业细分行业的动态效应(表3)。一方面,高铁对细分行业的动态效应具有显著行业异质性和效应阶段性,其阶段性特征与高铁对生产性服务业整体的动态效应基本一致;另一方面,对各细分行业而言,高铁的动态效应与静态效应间存在对应关系,静态效应类似的产业其动态效

应亦相类似。

高速铁路对“高显著促进型”产业和“中显著促进型”产业的动态效应都表现出从促进分散到促进集聚的变化趋势,并具有一定波动性。由于“高显著促进型”产业(研发设计业)与“中显著促进型”产业(信息服务业和金融服务业)均属于高附加值产业,对要素流动具有较大依赖性,高铁动态效应也具有一定共性。在作用方向上,高铁自2014年开始稳定促进这2类产业在高铁城市集聚,反映出高铁效应具有滞后性,这是由于高铁对于高端要素集聚的强化作用无法在短期内完全发挥,需要一定的时间实现效应累积,与前文得出“高铁对生产性服务业的动态效应具有滞后性”的结论相一致;在作用强度上,受到这一时期长三角高铁网络化以及前期高铁累计效应释放的综合影响,高铁对这2类产业的作用强度逐年增强。此外,受产业特性的影响,高铁对这2类产业的作用效应具有时间差异。对信息服务业和金融服务业而言,高铁效应显现较早但具有一定不稳定性,这一特征与2类行业部分服务于城市基本需求的特性有关。高铁开通加快劳动力、技术、信息等要素流动,在服务城市信息和金融产业发展的同时带动城市对于信息服务和金融服务等发展需求的提升,这种提升具有快速响应但并不持久的特性,由此导致高铁效应显现较早但并不稳定。不同于信息服务业和金融服务业,研发设计业区域性服务特征明显,与城市综合服务功能的提升联系紧密,在以要素流动为主要特征的市场作用下,高铁开通与城市综合服务功能改善具有一定的时间差,由此导致高铁对长三角城市群研发设计业的总体效应显现较晚,但稳定持久。

高铁对“高显著抑制型”产业的动态效应具有从无显著影响到显著促进产业分散的趋势。相较于研发设计业、金融服务业等产业,运输服务业、节能与环保服务业、生产性租赁服务与商务服务业市场门槛相对较低,对市场辐射范围和竞争强度变化敏感性差^[36],同时提供的产品特性决定了服务提供必须靠近服务对象,因此高铁发展初期对此类产业影响不显著。此外,“高显著抑制型”产业对高速客运系统的依赖性较弱且敏感性较低,与城市相关产业基础以及产业成本等密切联系。其中运输服务业与货运体系及用地成本关系紧密,相对完整高效的运输体系以及空间较大的低价土地对于运输服务业具有极大吸引力;节能与环保服务业的发展则与城市环境污染治理的需求关联较大;生产性租赁

服务与商务服务业的发展受到城市基础产业需求的制约^[38],对发展环境和产业的专业化程度具有更高的要求,因此高铁对“高显著抑制型”产业的影响在前期不显著。随着高铁网络化发展,沿线城市要素流动加快,信息传递效率提升,非高铁城市在享有便捷要素流动的同时还具有相对较低的产业成本,吸引该类产业布局,因此在高铁发展后期,高铁效应的作用方向逐渐转化为促进产业分散。

高铁对“不显著型”产业的动态效应具有不稳定性。高铁开通初期,高铁城市批发零售业集聚程度显著高于非高铁城市,高铁效应表现为显著促进作用;随着高铁网络的进一步完善,其集聚趋势逐渐消失,最终表现为高铁效应不显著。这是由于批发零售业对物流和货运体系具有较高的要求,更倾向于在综合交通货运体系较为完善的地区集中,对以客运为主的高铁敏感性有限。

3.3 稳健性检验

为检验上述结论的可靠性,本文从平行趋势检验及变换被解释变量的稳健性检验两方面进行验证。

3.3.1 平行趋势检验

双重差分估计的一个重要条件是实验组和对照组要具有平行的趋势,即在开通高铁以前,实验组和对照组城市的生产性服务业区位熵应维持基本平行的时间趋势。本文在式(1)的基础上引入分组变量与时间虚拟变量的交叉项进行平行趋势检验,选取高铁开通前后3 a作对比,结果表明,高铁开通以前实验组与对照组区位熵的差异不显著(显著性水平低于10%),通过平行趋势检验。

3.3.2 变换被解释变量的稳健性检验

在满足平行趋势检验的基础上,本文进一步采用替换被解释变量的方式进行稳健性检验,采用产业就业密度作为前文区位熵的替代变量,进行实证检验。以生产性服务业总体就业密度为被解释变量,在有控制变量和无控制变量的情况下分别对式(1)检验,得到核心解释变量系数依次为0.0242、0.0133,显著性水平为1%;同等情况下对式(3)检验,核心解释变量系数依次为0.2552、0.1219,显著性水平为1%。检验结果与前文基本保持一致,证实了模型结果的稳健性。

4 结论与讨论

本文以长三角城市群26个地级及以上城市为案例区,基于2002—2017年各市高铁运营数据和城

市统计数据,建立多期双重差分模型和动态双重差分模型,从静态和动态的视角出发探讨高铁对长三角城市群生产性服务业整体以及细分行业的空间集聚效应。结论如下:

(1) 生产性服务业集聚是一个复杂的综合过程,市场需求以及对外开放程度均对这一集聚过程具有积极作用;市场信息化水平、固定资产投资以及交通基础设施建设促进长三角生产性服务业在城市群内分散布局。此外,通过高铁变量的对比分析,发现综合考虑高铁联系广度和强度的高铁发展水平对生产性服务业集聚具有更充分的解释力,即高铁效应与时空压缩和客运组织联系紧密。

(2) 高铁开通显著促进长三角城市群生产性服务业空间集聚。从静态视角出发,仅考虑高铁作用时,高铁效应强度为0.0252,在5%的显著性水平下促进长三角生产性服务业向高铁城市集聚,随控制变量的加入,模型的拟合优度不断提升,高铁效应始终表现为促进产业集聚。在动态层面上,高铁对生产性服务业的作用效应具有显著的阶段性和滞后性,高铁发展初期对生产性服务业的影响不显著,在高铁网络化阶段显著促进生产性服务业的集聚且作用强度不断增强。

(3) 受产业特性及城市发展水平的影响,高速铁路对长三角城市群生产性服务业细分行业的静态效应具有显著行业异质性。基于高铁效应的作用方向和显著性水平将其分类,其中研发设计业为“高显著促进型”产业,“中显著促进型”产业为信息服务业和金融服务业,高铁高显著抑制运输服务业、节能环保服务业、生产性租赁服务与商务服务业的集聚,且对批发与贸易经纪代理服务业影响不显著。

(4) 高铁对长三角生产性服务业细分行业的动态效应具有显著行业异质性和效应阶段性,与高铁对生产性服务业整体的动态效应保持相对一致;同时,高铁的动态效应与静态效应间存在对应关系,静态效应类似的产业其动态效应亦相类似。高速铁路对“高显著促进型”产业和“中显著促进型”产业的效应都表现出从促进分散到促进集聚的动态变化,并具有一定波动性;对“高显著抑制型”产业的动态效应从无显著影响转为显著促进产业分散;对“不显著型”产业的动态效应具有不稳定性。

本文以长三角城市群为研究区域进行高铁空间效应的探讨,侧重于分析高铁对城市群的整体效

应。考虑到城市群内的城市在发展阶段、产业结构以及产业发展水平上具有多样性和差异性,以不同类型的主导产业、不同规模的城市为对象开展研究,以深入探讨高铁的空间效应在城市尺度的差异是进一步的研究方向。

参考文献(References)

- [1] 王姣娥,焦敬娟,黄洁,等. 交通发展区位测度的理论与方法[J]. 地理学报, 2018, 73(4): 666-676. [Wang Jiao'e, Jiao Jingjuan, Huang Jie, et al. Theory and methodology of transportation development and location measures. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 666-676.]
- [2] 王姣娥,焦敬娟,金凤君. 高速铁路对中国城市空间相互作用强度的影响[J]. 地理学报, 2014, 69(12): 1833-1846. [Wang Jiao'e, Jiao Jingjuan, Jin Fengjun. Spatial effects of high-speed rails on interurban economic linkages in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(12): 1833-1846.]
- [3] Chen C L. Reshaping Chinese space- economy through high-speed trains: Opportunities and challenges [J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 22: 312-316.
- [4] 孙娜,张梅青. 基于高铁流的中国城市网络结构特征演变研究[J]. 地理科学进展, 2020, 39(5): 727-737. [Sun Na, Zhang Meiqing. Network structure and evolution characteristics of cities in China based on high-speed railway transport flow. *Progress in Geography*, 2020, 39(5): 727-737.]
- [5] 宋文杰,朱青,朱月梅,等. 高铁对不同规模城市发展的影响[J]. 经济地理, 2015, 35(10): 57-63. [Song Wenjie, Zhu Qing, Zhu Yue mei, et al. The impacts of high speed railways for different scale cities. *Economic Geography*, 2015, 35(10): 57-63.]
- [6] 王雨飞,倪鹏飞. 高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化[J]. 中国工业经济, 2016(2): 21-36. [Wang Yufei, Ni Pengfei. Economic growth spillover and spatial optimization of high-speed railway. *China Industrial Economics*, 2016(2): 21-36.]
- [7] Chen Z H, Haynes K E. Impact of high-speed rail on regional economic disparity in China [J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 65: 80-91.
- [8] 吴威,曹有挥,张璐璐,等. 基于供给侧的区域交通发展水平综合评价: 以中国三大城市群为例[J]. 地理科学, 2018, 38(4): 495-503. [Wu Wei, Cao Youhui, Zhang Lulu, et al. Comprehensive evaluation of regional integrated transportation development level based on supply- front perspective: Taking three major urban agglomerations in China as examples. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38

- (4): 495-503.]
- [9] 黄洁, 钟业喜, 李建新, 等. 基于高铁网络的中国省会城市经济可达性 [J]. 地理研究, 2016, 35(4): 757-769. [Huang Jie, Zhong Yexi, Li Jianxin, et al. Economic accessibility of provincial capital cities in China based on the presence of high-speed rails. *Geographical Research*, 2016, 35(4): 757-769.]
- [10] 陈博文, 陆玉麒, 柯文前, 等. 江苏交通可达性与区域经济发展水平关系测度: 基于空间计量视角 [J]. 地理研究, 2015, 34(12): 2283-2294. [Chen Bowen, Lu Yuqi, Ke Wenqian, et al. Analysis on the measuring of the relationship between transportation accessibility and level of regional economic growth in Jiangsu: Based on spatial econometric perspective. *Geographical Research*, 2015, 34(12): 2283-2294.]
- [11] Hiramatsu T. Job and population location choices and economic scale as effects of high-speed rail: Simulation analysis of Shinkansen in Kyushu, Japan [J]. *Research in Transportation Economics*, 2018, 72: 15-26.
- [12] 刘玮辰, 曹有挥, 吴威, 等. 长江经济带铁路客运通达能力空间格局及第三产业发展效应分析 [J]. 地理科学, 2019, 39(4): 626-635. [Liu Weichen, Cao Youhui, Wu Wei, et al. Spatial patterns and the tertiary industry effects of railway passenger accessibility in the Yangtze River economic belt. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(4): 626-635.]
- [13] 王丽, 曹有挥, 仇方道. 高铁开通前后站区产业空间格局变动及驱动机制: 以沪宁城际南京站为例 [J]. 地理科学, 2017, 37(1): 19-27. [Wang Li, Cao Youhui, Qiu Fangdao. Spatial change and driving mechanism of the industry in regions of HSR stations before and after the opening: A case study of Nanjing HSR station. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(1): 19-27.]
- [14] 张萌萌, 孟晓晨. 高速铁路对中国城市市场潜力的影响: 基于铁路客运可达性的分析 [J]. 地理科学进展, 2014, 33(12): 1650-1658. [Zhang Mengmeng, Meng Xiaochen. Impact of high-speed railway on market potential of Chinese cities: Analyses based on railway passenger transport accessibility. *Progress in Geography*, 2014, 33(12): 1650-1658.]
- [15] Zhao M X, Liu X J, Derudder B, et al. Mapping producer services networks in mainland Chinese cities [J]. *Urban Studies*, 2015, 52(16): 3018-3034.
- [16] 杨帆. 生产性服务业发展的动力机制与空间效应研究进展 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(6): 750-760. [Yang Fan. Progress of research on the growth dynamics and spatial effects of producer services. *Progress in Geography*, 2018, 37(6): 750-760.]
- [17] 肖雁飞, 张琼, 曹休宁, 等. 武广高铁对湖南生产性服务业发展的影响 [J]. 经济地理, 2013, 33(10): 103-107. [Xiao Yanfei, Zhang Qiong, Cao Xiuning, et al. The impact of Wuhan-Guangzhou High-speed Railway on the development of Hunan producer services. *Economic Geography*, 2013, 33(10): 103-107.]
- [18] 丁秋贤, 朱丽霞, 张辉, 等. 高速铁路对沿线城市可达性及经济联系的影响: 以汉宜高速铁路为例 [J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2015, 49(6): 952-957. [Ding Qiuxian, Zhu Lixia, Zhang Hui, et al. Impact of high-speed railway on accessibility and economic linkage of cities along the railway: A case study of Hanyi High-speed Railway. *Journal of Central China Normal University (Natural Sciences)*, 2015, 49(6): 952-957.]
- [19] Wang L, Yuan F, Duan X J. How high-speed rail service development influenced commercial land market dynamics: A case study of Jiangsu Province, China [J]. *Journal of Transport Geography*, 2018, 72: 248-257.
- [20] Laird J J, Nellthorp J, Mackie P J. Network effects and total economic impact in transport appraisal [J]. *Transport Policy*, 2005, 12(6): 537-544.
- [21] 郭建科, 王绍博, 王辉, 等. 哈大高铁对东北城市旅游供需市场的空间效应研究: 基于景点可达性的分析 [J]. 地理科学进展, 2016, 35(4): 505-514. [Guo Jianke, Wang Shaobo, Wang Hui, et al. Impact of Harbin-Dalian High-speed Railway on the spatial distribution of tourism supply and demand markets in Northeast China cities: Based on the accessibility of the scenic spots. *Progress in Geography*, 2016, 35(4): 505-514.]
- [22] 汪德根. 高铁网络化时代旅游地理学研究新命题审视 [J]. 地理研究, 2016, 35(3): 403-418. [Wang Degen. Thinking on the new topics of tourism geography research in high-speed rail network era. *Geographical Research*, 2016, 35(3): 403-418.]
- [23] 黄苏萍, 李燕. 高铁对沿线城市群科技创新的影响 [J]. 经济问题探索, 2018(1): 38-46. [Huang Suping, Li Yan. Impact of high-speed rail on technological innovation: A study of urban agglomerations along the rails. *Inquiry into Economic Issues*, 2018(1): 38-46.]
- [24] Andersson D E, Shyr O F, Fu J. Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan [J]. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(1): 166-174.
- [25] 覃成林, 杨晴晴. 高速铁路对生产性服务业空间格局变迁的影响 [J]. 经济地理, 2017, 37(2): 90-97. [Qin Chenglin, Yang Qingqing. The effect of HSR on the spa-

- tial pattern dynamics of producer service. *Economic Geography*, 2017, 37(2): 90-97.]
- [26] 曹小曙, 洪浩霖, 梁斐雯. 高铁对中国城市群生产性服务业集聚的影响 [J]. *热带地理*, 2019, 39(3): 440-449. [Cao Xiaoshu, Hong Haolin, Liang Feiwen. Effect of high-speed rail on producer services' agglomeration in Chinese urban agglomerations. *Tropical Geography*, 2019, 39(3): 440-449.]
- [27] Shao S, Tian Z H, Yang L L. High speed rail and urban service industry agglomeration: Evidence from China's Yangtze River Delta region [J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 64: 174-183.
- [28] Ashenfelter O, Card D. Using the longitudinal structure of earnings to estimate the effect of training programs [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 67(4): 648-660.
- [29] 周黎安, 陈烨. 中国农村税费改革的政策效果: 基于双重差分模型的估计 [J]. *经济研究*, 2005(8): 44-53. [Zhou Li'an, Chen Ye. The policy effect of tax-and-fees reforms in rural China: A difference-in-differences estimation. *Economic Research Journal*, 2005(8): 44-53.]
- [30] Bertrand M, Mullainathan S. Is there discretion in wage setting? A test using takeover legislation [J]. *The RAND Journal of Economics*, 1999, 30(3): 535-554.
- [31] Beck T, Levine R, Levkov A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States [J]. *The Journal of Finance*, 2010, 65(5): 1637-1667.
- [32] 何永达. 人力资本、知识创新与服务业空间集聚: 基于省际面板数据的计量分析 [J]. *经济地理*, 2015, 35(9): 120-125. [He Yongda. Human capital, knowledge innovation and service industry spatial agglomeration: A panel data analysis based on provincial. *Economic Geography*, 2015, 35(9): 120-125.]
- [33] 席强敏, 陈曦, 李国平. 中国生产性服务业市场潜能与空间分布: 基于面板工具模型的实证研究 [J]. *地理科学*, 2016, 36(1): 1-9. [Xi Qiangmin, Chen Xi, Li Guoping. Market potential and spatial distribution of producer services in China: An empirical research based on panel model with instrument variables. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 1-9.]
- [34] Kanagaretnam K, Lobo G J, Yang D H. Joint tests of signaling and income smoothing through bank loan loss provisions [J]. *Contemporary Accounting Research*, 2004, 21(4): 843-884.
- [35] 何靖. 延付高管薪酬对银行风险承担的政策效应: 基于银行盈余管理动机视角的PSM-DID分析 [J]. *中国工业经济*, 2016(11): 126-143. [He Jing. The policy effect of CEO deferred compensation on bank risk taking: A PSM-DID analysis based on bank earnings management. *China Industrial Economics*, 2016(11): 126-143.]
- [36] 邢丽峰. 高铁对京沪沿线区域第三产业集聚影响研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2018. [Xing Lifeng. Study on the impact of high-speed railway on the agglomeration of tertiary industry along the Jinghu Line. Beijing, China: Beijing Jiaotong University, 2018.]
- [37] 宋昌耀, 罗心然, 席强敏, 等. 超大城市生产性服务业空间分工及其效应分析: 以北京为例 [J]. *地理科学*, 2018, 38(12): 2040-2048. [Song Changyao, Luo Xinran, Xi Qiangmin, et al. Spatial division and its effects of producer services in a megacity: Evidence from Beijing. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(12): 2040-2048.]
- [38] 郑长娟, 邹德玲, 王琳. 浙江服务业发展的时空演化 and 行业集聚特征 [J]. *经济地理*, 2015, 35(4): 114-122. [Zheng Changjuan, Zou Deling, Wang Lin. Spatial and temporal evolution and industry agglomeration features of service industry in Zhejiang. *Economic Geography*, 2015, 35(4): 114-122.]

Effects of high-speed rail on the spatial agglomeration of producer services: A case study of the Yangtze River Delta urban agglomeration

TANG Zhaopei^{1,3}, WU Wei^{1,2*}, LIU Weichen^{1,2}, LI Xiaoli^{1,2}

(1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China;

2. Key Laboratory of Watershed Geographic Sciences, CAS, Nanjing 210008, China;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on the data of 26 cities in the Yangtze River Delta during 2002–2017, this study analyzed the effect of high-speed rail (HSR) on producer services from both static and dynamic perspectives using the difference-in-difference model to explore the relationship between the high-speed rail and the spatial agglomeration of producer services. The results show that: 1) The effect of HSR is strongly associated with the development level of high-speed rails, and includes the organization of passenger traffic and space-time compression. The producer services agglomeration in the Yangtze River Delta has been greatly improved along HSR. According to the statistics from 2002 to 2017, HSR has actively contributed to the agglomeration of producer services, with the intensity increased during the development of high-speed rail network in the Yangtze River Delta. Temporally, the influence of HSR on producer services agglomeration can be categorized into two stages, exhibiting a lagging effect of the high-speed rail construction. 2) The effects of HSR vary for different industries, featuring significant heterogeneity. While facilitating the agglomeration of some industries among cities along HSR lines, HSR has contributed to the decentralization of other industries into cities without HSR stations. Research and design services belong to the highly-promoted type, which means that HSR promotes the agglomeration of research and design services in the cities with HSR stations. The second category is moderately-promoted type, which includes computer services and financial services. High-speed rail gears up the agglomeration of the above industries with different intensity. Energy saving and environmental protection services tend to be developed among cities without HSR stations, which is the same for transport services and productive leasing services. These three kinds of industries are classified as highly-restrained type, which has tendencies to locate in cities with no high-speed rail. The last category is the "no significance" type, containing wholesale and retail industry. 3) The impact of HSR on subcategories of industries exhibits heterogeneity across industries. From the dynamic perspective, the impacts on total producer services can be divided into two stages, corresponding to that of HSR development in the Yangtze River Delta. Besides, the dynamic effect of HSR is in accordance with its static effect on subcategories of industries.

Keywords: high-speed rail; producer services; spatial agglomeration; Yangtze River Delta urban agglomeration