

机场基础设施对城市全要素生产率的影响研究

——基于建设全国统一大市场视角

廖唐勇

(中山大学 粤港澳发展研究院, 广州 510275)

摘要:完善的交通网络是形成全国统一大市场、实现高质量发展目标的基础支撑。基于2008—2016年机场与城市匹配的面板数据,从全国统一大市场角度考察机场基础设施对城市全要素生产率的影响。研究发现,机场基础设施对城市全要素生产率具有显著的提升作用。中介效应分析表明,促进技术创新和产业结构升级是两个重要的中间机制。门槛回归分析表明,不同经济发展水平的城市均能够从机场网络中获得生产率溢价,并且市场化程度和人力资本水平较高的城市获益更多。空间溢出分析表明,机场基础设施不仅能够提升所在城市自身的全要素生产率,而且对机场网络中“相邻城市”与“相似城市”的全要素生产率也具有明显的提升作用。研究结论为基于公共支出视角的内生增长模型提供了理论支持,对于通过推动市场设施联通构建全国统一大市场,助力实现经济高质量发展具有一定参考价值。

关键词:基础设施;全要素生产率;技术创新;产业结构升级;空间溢出

中图分类号:F221 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-4543(2023)01-0018-16

一、引言

《中共中央 国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》(2022)指出,要“推进市场设施高标准联通”“促进商品要素资源在更大范围内畅通流动”,为构建新发展格局提供了基础支撑。特别值得关注的是,作为机场基础设施支撑的航空运输是一种远距离、高时效、开放性的运输方式,在促进形成全国统一大市场方面发挥了重要作用。事实上,自“十二五”时期国家明确民航机场的战略产业地位以来,中国机场布局不断增加,航线网络持续完善。截至2019年末,中国拥有颁证运输机场238个,定期航班航线5521条。从航空运输规模看,2019年中国定期航班运输总周转量为129195百万吨公里,旅客周转量为1169680百万人公里,货邮周转量为25395百万吨公里,中国已成为世界航空运输排名第二的民航大国。

中国机场交通发展取得的显著成效,在促进形成全国统一大市场的同时产生的经济绩效如何?机场网络通过何种途径提升了城市生产率?不同经济发展水平、市场化程度和人力资本条件的城市能否普遍受益于机场网络?机场网络对城市生产率的影响是局限于城市内部还是溢出到了机场网络中的其他城市?科学评估机场网络对中国城市生产率的影响,对于新时期优化基础设施投资政策、推进全国统一大市场建设,助力实现经济高质量发展均具有一定参考价值。

二、文献综述

作为经济发展的先行资本,包括机场在内的基础设施对区域经济发展具有广泛而深远的影响,许多文献从不同视角对此进行了探讨。宏观层面,现有文献主要关注基础设施对经济增长(Faber,

收稿日期:2022-07-13

作者简介:廖唐勇(1985-),男,江西赣州人,中山大学粤港澳发展研究院博士研究生,研究方向为公共经济学、区域经济学。

2014;廖茂林等,2018)^[1~2]、就业(Duranton and Turner,2012;McGraw,2020;Sheard,2014;Blonigen and Cristea,2015)^[3~6]、贸易(Duranton et al.,2014;Donaldson,2018;Cristea,2011)^[7~9]、一体化(刘生龙和胡鞍钢,2011;范欣等,2017)^[10~11]等方面的影响。随着数据可得性的增强,许多文献从微观层面研究了基础设施对企业生产成本(Li and Li,2013;张光南等,2014)^[12~13]、生产率(Holl,2016;刘冲等,2020)^[14~15]、区位选择(Bel and Fageda,2008)^[16]、资源配置效率(Ghani et al.,2016;李兰冰等,2019)^[17~18]的影响。以上研究表明,基础设施影响了微观企业的行为选择并从整体上有利于宏观经济发展。

既有文献为后续研究提供了重要思路和可供借鉴的方法,但也存在以下不足:首先,现有文献主要关注加总的基础设施或公路、铁路等传统基础设施,针对机场这一现代基础设施的研究较少。机场与其他交通设施具有不同的比较优势(Harrigan,2010)^[19],突出的时间价值和距离价值使其在经济影响方面有别于传统的公路、铁路和水路设施(Giroud,2013;Hummels and Schaur,2013;Campante and Yanagizawa - Drott,2018)^[20~22],机场作为点状基础设施(Percoco,2010)^[23],其承载的空间联系形式也不同于公路和铁路等线状基础设施,这些方面均表明,需要针对机场网络进行专项研究才能够准确评估其在经济发展中的作用。其次,当前的基础设施研究已从侧重于经济增长的数量方面转向关注经济增长的质量方面,但是大多数研究仅局限于基础设施作用于生产率的影响效应(刘生龙和胡鞍钢,2010;Farhadi,2015)^[24~25],对于影响机制的研究还有待进一步识别与检验。最后,现有文献日益关注基础设施建设对不同城市类型的差异化影响以及空间外部性问题,但其分析维度仍有待拓展。例如:有文献专门研究基础设施网络对非中心城市、县级城市的影响(Faber,2014;李兰冰等,2019)^{[1][18]},但忽略了经济发展水平和人力资本条件等经济特征、市场化程度等制度因素对城市间利益分配的影响;也有研究采用市场可达性(Donaldson and Hornbeck,2016)^[26]、空间计量(张勋等,2018)^[27]等方法评估地面交通的全局性影响,但是对点状网络下空间溢出问题的探讨还较为缺乏。针对这些问题,本文研究了机场基础设施对中国城市全要素生产率的影响,通过中介效应模型检验了机场基础设施影响城市全要素生产率的作用机制,利用门槛回归模型考察了机场网络对不同经济发展水平、市场化程度和人力资本条件城市的差异化影响,并利用空间计量模型分析了点状机场网络中生产率效应的空间溢出问题。

相较于已有研究,本文的新意在于:首先,理论方面。自Barro(1990)^[28]基于公共支出角度建立内生增长模型以来,相关研究普遍基于基础设施可以降低交易成本,进而提高经济效率的逻辑探究基础设施对生产率的外溢效应。但是大多数文献仅着眼于交易成本降低是否影响了生产率,对其影响机制的探讨较为缺乏。本研究从交易成本降低促进市场一体化视角提出并验证了创新促进和产业升级两个要素作用于宏观生产率的机制,为基于公共支出角度的内生增长模型提供了理论支持。其次,实证方面。现有文献通常基于历史或地理信息构建工具变量,识别公路和铁路等传统线状基础设施的经济影响,但是该方法较难适用于中国这种发展时间较短、基于点状网络、需要以交通流量为测度指标的机场基础设施研究,本研究构建的Bartik工具变量为克服这一实证难点提供了一条思路。最后,研究对象与实践价值方面。尽管机场网络在中国经济发展中的作用不断凸显,但是目前国内尚缺乏深入的实证研究,本研究是一个新的尝试,希冀研究结论对于通过推动市场设施联通构建全国统一大市场,助力实现经济高质量发展具有一定参考价值。

三、现实背景与理论假设

(一)现实背景

随着中国经济由高速增长转向高质量发展阶段,机场基础设施网络在经济发展中的作用日益受到重视。习近平总书记于2017年2月23日视察北京新机场建设时指出:“机场是国家发展一个新的动力源”,把机场对经济发展的作用提升到前所未有的高度。2022年4月26日中央财经委员会第十一次会议进一步明确了机场作为“产业升级基础设施”的功能定位,强调要“布局建设一批支线机场、

通用机场和货运机场”,以促进现代产业发展。事实上,中国不仅依托机场大力发展“临空经济”等新经济形态,而且提出了“空中丝绸之路”等新经济构想,机场基础设施在国家整体发展战略中的地位不断凸显。

机场网络已成为中国经济循环的重要节点。在国内循环方面,随着机场布局和航线网络的逐渐完善,机场交通在中国综合交通运输体系中的贡献不断增大。从考虑运输距离的周转量指标看,《中华人民共和国2019年国民经济和社会发展统计公报》数据显示,中国机场旅客运输周转量的增长率远高于公路和铁路,并在总周转量占比上达到33.1%,超过了公路(25.1%),快速向铁路(41.6%)逼近。在国际循环方面,机场客运交通不仅是中国国际人员流动中的绝对主导方式,而且机场货运功能在中国国际经济联系中的贡献也日渐重要。以货物价值衡量,中国航空货运占国际货运总价值的比例达到19%。自2013年“一带一路”伟大构想提出,到2017年“空中丝绸之路”内涵扩展,中国与“一带一路”沿线国家的航线联系快速发展,仅2019年就新开通409条“一带一路”民航航线(2020年全国交通运输工作会议)。此外,中国147个综合保税区中有26个布局在机场周边。机场网络不仅是联通国内市场的重要节点,而且是区域经济融入全球市场的重要渠道。

临空经济已成为中国产业升级的重要形式。中国临空经济区起步于1992年成立的成都航空港经济开发区,随后在全国范围内快速发展,至2014年底,累计已有62个城市规划或建设了临空经济区。在此基础上,随着国家发展改革委员会、民航总局于2015年发布的《关于临空经济示范区建设发展的指导意见》,中国先后依托大型枢纽机场设立了17个国家级临空经济示范区。截至2021年,中国依托机场规划建设的临空经济区接近100个。作为临空经济的主导产业,集成电路、计算机、生物医药等高科技高附加值新兴产业产品更新迭代快、生命周期短、市场竞争激烈,航空运输可以满足其对中间品和产成品的运输时效要求,以实现技术创新收益,而总部经济、金融、会展等现代服务业的发展则更多地依靠航空服务实现管理人员与专业人才的跨城市便捷流动,以实现组织协调、信息传递和服务提供。这些以临空经济形式集聚发展的先进制造业和现代服务业是中国产业结构转型升级的重要载体。

(二)理论假设

自然地理和空间距离因素导致贸易成本过高是形成市场分割的一个重要原因,这种贸易成本既包括直接发生的货币成本,也包括以时间成本衡量的机会成本。Hummels和Schaur(2013)^[21]的研究表明,时间成本是重要的贸易壁垒,每增加1天运输时间,对贸易的影响相当于征收0.6%~2.1%的从价关税。过高的贸易成本限制了商品、要素的自由流动,使资源配置无法达到最优状态,降低了经济运行效率。机场交通作为一种远距离、高时效、开放性^①运输方式,在降低远距离产品或服务贸易成本方面具有天然优势,可以打破由于自然地理和空间距离因素导致的市场分割,促进商品、劳动、技术、知识的跨城市流动和统一市场的形成,有利于扩大市场规模、促进充分竞争,深化专业化分工与集聚,便利技术扩散,从而改善资源配置效率,提高城市生产率。因此提出如下假设:

假设1:机场网络有利于提高城市生产率。

市场一体化会带来市场扩张和竞争加剧,并影响企业的创新行为。一方面,在典型的新经济地理模型中,完善的机场交通可以降低企业的冰山运输成本,扩大企业的市场潜力和销售规模(Sheard, 2014)^[5]。事实上,便捷的机场交通不仅能够降低产品运输成本和终端销售价格,从而实现原有市场扩张,而且有助于企业通过员工的商务旅行开拓新的贸易机会(Poole, 2013)^[29]。考虑到企业主要依靠产品销售来回收研发投资,因而更大的市场规模和更多的销售机会意味着研发项目可以获得更高的投资回报,从而激励企业进行研发投入和技术创新。另一方面,市场一体化也使得不同地区的企业可以相互进入对方的市场,导致市场重合从而加剧潜在的市场竞争并催生企业的技术创新需求。

^①此处的开放性指的是:机场作为一种点状基础设施,其支持的客货流动必定发生在机场所在城市与其他城市之间,而非机场所在城市内部。

Acemoglu 和 Linn(2004)^[30] 以及 Aghion 等(2005)^[31] 的研究表明,潜在的市场规模和竞争压力分别是诱致企业技术创新的重要激励因素和倒逼机制。

贸易是结构转型的重要诱因(Uy et al., 2013)^[32]。机场网络可以促进密集使用机场交通服务的可贸易部门扩张,从而影响城市的产业结构。作为一种快速、高价值的运输方式,机场交通主要服务于具有高时效运输需求和“体积小、重量轻、价值高”产品特征的高技术制造业部门以及知识资本密集、需要面对面接触以实现信息交流或服务提供的高端生产性服务业部门的发展(Albalade and Fageda, 2016; Sheard, 2014)^{[33][5]}。高技术制造业本身具有较高的生产率,该部门的扩张能够对城市生产率产生明显的结构红利;高端生产性服务业的发展不仅因为其生产率及增长率高于平均水平而产生结构红利(李平等, 2017)^[34],并且可以通过中间投入形式把知识资本导入制造业生产并提高制造业部门的生产率(顾乃华, 2010; 刘奕等, 2017)^[35~36],进而提高城市整体生产率。因此提出如下假设:

假设 2: 机场网络通过促进技术创新和产业结构升级提高城市生产率。

基础设施联通导致的市场一体化对不同城市的异质性影响不仅是重要的理论问题,而且是重要的实践问题。首先,是不是不同经济发展水平的城市均能够从基础设施联通中受益,这关乎基础设施联通促进高质量发展的可行性。新经济地理视角的实证研究表明,运输成本的降低可能导致生产活动和经济资源向中心城市集聚,使外围非中心城市因经济增长速度下降而受损(Faber, 2014)^[1]。本研究认为,这种“虹吸效应”本质是要素流动引起产出水平的变化。然而,本研究关注的全要素生产率反映的是要素使用的有效性,其变化主要依赖于技术进步、效率提升和规模经济等因素(Färe et al., 1994)^[37]。基于上述影响机制分析,本研究预期,机场网络中不同经济发展水平的城市均能够从机场交通服务完善中获得生产率溢价。其次,从基础设施联通中受益的程度是否受到市场化水平的制约,这涉及到如何推进全国统一大市场建设以获得最佳实践效果。显然,现实中的市场分割不仅包括自然地理分割,而且包括制度性分割,前者可以通过交通、通讯等基础设施消除,而后者则需要制度规则的一体化加以克服。若两个区域之间存在严重的制度性分割,市场交易的制度性成本很高,则即便具有完善的交通基础设施网络,也难以充分发挥作用。因此,预期市场化水平较高、制度性分割较弱地区的城市能够更多地受益于机场网络带来的生产率促进效果。最后,考虑到高质量人力资本是企业技术创新过程和高技术制造业以及知识密集型生产性服务业发展的核心投入,对于人力资本水平较低的城市,机场网络也难以发挥其通过促进技术创新和产业结构升级从而提升城市生产率的作用,所以预期机场基础设施对城市生产率的提升作用在高人力资本城市更加明显。因此提出如下假设:

假设 3: 不同经济发展水平的城市都能够从机场网络中获得生产率溢价,并且市场化水平和人力资本水平较高的城市相比于市场化水平和人力资本水平较低的城市受益幅度更大。

机场基础设施的网络结构导致机场网络中的城市生产率存在空间依赖。一方面,机场作为一种点状基础设施,机场网络中的城市发展不仅依赖于城市自身机场提供的交通服务,而且必然依赖于与其具有航线连接的其他城市的机场交通服务,这种机场交通服务不仅包括终点航班服务,而且包括中转航班服务。在中国的枢纽-干线-支线机场体系中,枢纽机场的航班中转服务对于非枢纽城市尤其重要。因此,特定城市的生产率受到其他城市机场交通服务的影响。另一方面,特定城市的技术知识可以由人员流动、中间品贸易等方式通过机场网络溢出到其他城市,从而使不同城市之间的生产率产生空间相关。因此提出如下假设:

假设 4: 机场对城市生产率的影响具有空间溢出效应,这种溢出效应既体现在不同城市生产率之间的空间依赖,又表现在特定城市的生产率对其他相关城市机场交通服务的依赖。

四、模型设定

(一) 基准回归: 两阶段效率分析

为了检验机场基础设施是否有助于促进城市全要素生产率的提升,需要对全要素生产率进行测算。宏观层面全要素生产率的测算方法主要有随机前沿分析法、数据包络分析法和增长核算法三种,

其中随机前沿分析法具有可以区分随机扰动和技术效率的优势,因而被广泛运用于宏观生产率分析。本研究基于 Battese 和 Coelli (1992)^[38] 提出的柯布-道格拉斯形式随机前沿生产函数模型,测算城市层面各年份的全要素生产率:

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_{it} + \alpha_2 \ln L_{it} + \alpha_3 t + v_{it} - u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T \quad u_{it} = u_i \exp[-\eta(t - T)] \quad (1)$$

其中, Y, K, L 分别代表产出、资本、劳动, i 和 t 分别代表城市和时期。 $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ 是随机误差, $u_{it} \sim N^+(\mu, \sigma_u^2)$ 是技术无效率, v_{it} 与 u_{it} 均服从 iid 假定且相互独立。 η 是体现技术无效率随时间递减的参数。据此可得城市的全要素生产率为:

$$\begin{aligned} TFP_{it} &= TE_{it} \times \exp(\alpha_0 + \alpha_3 t) \\ TE_{it} &= \exp(-u_{it}) \end{aligned} \quad (2)$$

其中, TE_{it} 为城市 i 时期 t 的技术效率, $\exp(\alpha_0 + \alpha_3 t)$ 是时期 t 的前沿技术水平。在此基础上设定如下实证方程:

$$\ln TFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln G_{it} + Z_{it} \beta_Z + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, 系数 β_1 度量了机场基础设施 G 对全要素生产率的影响。 Z_{it} 是控制变量向量, 具体涉及人力资本、金融发展、经济集聚、政府规模、外商直接投资等宏观生产率研究所强调的影响因素, β_Z 是待估计的控制变量系数向量, α_i 是城市个体效应, ε_{it} 是随机误差项。

(二) 机制分析: 中介效应模型

为了实证检验机场基础设施影响城市全要素生产率的作用路径, 借鉴 Baron 和 Kenny (1986)^[39] 提出的中介效应模型分析框架, 采用逐步回归方法对促进技术创新和产业结构升级两个中间机制进行检验, 在估计模型(3)的基础上进一步设定并估计以下模型:

$$M_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \ln G_{it} + Z_{it} \gamma_Z + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$\ln TFP_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 \ln G_{it} + \varphi_2 M_{it} + Z_{it} \varphi_Z + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中, M 是待检验的中介变量, 包括创新指数和产业结构。检验步骤为: 在模型(3)中机场基础设施对全要素生产率影响显著的前提下, 通过模型(4)检验机场基础设施对城市创新水平和产业结构两个中介变量的影响, 然后通过考察由机场基础设施及中介变量共同作为解释变量的扩展模型(5), 观察机场基础设施与中介变量系数的显著性和变化情况来分析中介效应的存在性。具体而言, 如果在模型(4)中机场基础设施对中介变量的影响显著, 而在模型(5)中中介变量对城市全要素生产率的影响也显著, 并且机场基础设施的系数相对于不包含中介变量的模型(3)有所变化, 则说明机场基础设施通过此中介机制影响了全要素生产率。

(三) 异质性分析: 门槛效应模型

为了分析机场网络对不同经济发展水平、市场化程度和人力资本条件城市的差异化影响, 并克服分组回归法分组标准难以把握以及城市在样本期间分组固定的不足, 解决传统面板门槛模型无法处理内生性问题而产生的估计偏差, 基于 Soe 和 Shin (2016)^[40] 的最新研究成果, 设定如下可以同时处理门槛效应和内生性问题的门槛模型:

$$\ln TFP_{it} = (\phi_1 \ln G_{it} + Z_{it} \phi_Z) I(q_{it} \leq \bar{q}) + (\phi'_1 \ln G_{it} + Z_{it} \phi'_Z) I(q_{it} > \bar{q}) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中, q_{it} 为用于划分样本并反映城市经济发展水平、市场化程度和人力资本条件的门槛变量, \bar{q} 为待确定的门槛值, $I(\cdot)$ 为示性函数。对式(6)进行差分变换之后, 使用广义矩方法可以获得模型系数的一致估计。

(四) 空间溢出效应分析: 空间杜宾模型

机场基础设施的网络结构使得机场网络中的城市生产率存在空间依赖, 借鉴空间计量方法对此进行检验。观测期间的空间依赖可以通过空间自回归模型、空间误差模型以及空间杜宾模型等形式进行刻画, 其中空间自回归模型的重要局限之一是假定所有解释变量的直接效应和间接效应具有相同的比例 (Elhorst, 2014)^[41], 而空间误差模型则无法刻画间接效应, 这两种模型都难以全面准确地评估

机场交通对城市生产率的空间溢出影响。为了有效刻画理论分析部分所阐述的两种不同类型的空间溢出来源,根据 LeSage 和 Pace(2009)^[42] 的建议,设定如下同时包括被解释变量和解释变量空间滞后项的空间杜宾模型(SDM):

$$\ln TFP_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln TFP_{jt} + \vartheta + X_{it} \lambda + \sum_{j=1}^N w_{ij} X_{jt} \theta + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, w_{ij} 是空间权重矩阵 W 第 i 行第 j 列的元素, $X = (\ln G, Z)$ 。

空间权重矩阵 W 的建构方法如下:其一,考虑到机场网络背景下航线连接重塑了城市之间的空间邻近关系(Cohen and Paul, 2003)^[43],并成为技术扩散和生产率溢出的重要渠道,因此以航线连接定义城市之间的相邻关系,设定“空间相邻”权重矩阵为 W_{con} ,当样本期初城市 i 与城市 j 之间有直接的航线连接时,元素 $w_{ij} = 1$,否则 $w_{ij} = 0$ 。这一权重矩阵可以很好地刻画具有直接航线联系的城市之间的空间溢出效应。其二,考虑到无直接航线联系的城市之间也可能通过航班中转服务等渠道而产生空间相关,进一步基于经济距离方法定义空间权重矩阵,以刻画机场网络中所有城市之间的空间溢出效应。根据新贸易理论,人均收入水平差距较小的地区之间更可能发生产业内贸易,并因而更多地使用贸易伙伴城市的机场交通服务,因此构建“经济相似”权重矩阵 W_{eco} ,其元素为 $w_{ij} = 1/d_{ij}$,其中, $d_{ij} = |\bar{y}_i - \bar{y}_j|$ 是城市 i 与城市 j 的人均 GDP 在样本期内时间均值之差的绝对值。对各权重矩阵对角线元素取值为 0 并进行行标准化,使各行的元素之和为 1。

五、数据与变量

2008—2016 年机场与城市匹配面板数据主要来源于《中国城市统计年鉴》《中国民航统计年鉴》。鉴于构建平衡面板数据的需要并保证样本机场在机场体系中的持续重要性,将分析样本限制在开通时间在 2008 年之前,并且 2017 年旅客吞吐量在 100 万人次以上的 72 个机场,对应于 70 个地级以上城市。样本机场飞机起降架次约占同期所有机场飞机起降架次总数的 86%,具有良好的总体代表性。各变量的具体测度如下。

(一)被解释变量

全要素生产率。以资本存量、劳动作为投入,实际 GDP 作为产出,采用随机前沿方法进行测算。其中,资本存量采用永续盘存法由公式 $K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t/P_t$ 计算,各城市期初资本存量 K_0 借鉴柯善咨和赵曜(2014)^[44] 的思路,通过限额以上工业企业固定资产净值 \times (GDP/限额以上工业总产值)方法估算,年折旧率 δ 设为 5%, I_t 是全社会固定资产投资总额, P_t 是以 2008 年为基期换算的固定资产投资价格指数。劳动投入采用就业人数衡量,等于单位从业人员数加上私营与个体从业人员数之和。实际 GDP 采用以 2008 年为基期的 GDP 平减指数对名义 GDP 进行调整得到,GDP 平减指数由国内生产总值指数推算得到。利用 Frontier 4.1 软件对随机前沿生产函数模型(1)进行参数估计,结果如表 1 所示。 $\gamma = 0.941$,表明技术无效率是复合误差项变异的主要来源,LR 检验也拒绝技术无效率项不存在的原假设,这些都说明使用随机前沿模型估计中国通航城市的生产函数比传统计量模型更为合理。同时, η 为正且显著,表明技术无效率随时间递减。

表 1 中国通航城市随机前沿生产函数模型参数估计结果

	系数	估计值	标准误
Constant	α_0	1.679***	(0.52)
lnK	α_1	0.591***	(0.04)
lnL	α_2	0.270***	(0.02)
t	α_3	0.037***	(0.01)
	σ^2	0.122***	(0.02)

表1(续)

	系数	估计值	标准误
	γ	0.941***	(0.01)
	μ	0.679***	(0.05)
	η	0.011**	(0.00)
对数似然函数值		568.790	
技术无效率不存在的 LR 检验		1227.396***	

(二)核心解释变量

机场基础设施。基础设施的度量包括价值形态的公共资本存量、实物形态的资本存量和运营服务流量三种方式。价值形态的公共资本存量基于公共投资流量数据由永续盘存法累积计算得到,该方法存在两个方面的缺陷:一方面,遗漏了私人投资形成的基础设施资本(Gramlich,1994)^[45],因而存在系统性测量误差;另一方面,由于存在不同形式的无效率投资,公共投资支出往往不能转化为相同数量的资本形成(Pritchett,1996)^[46],因而存在方法适用性问题。此外,还存在无法反映基础设施质量和分类投资数据可得性较差等问题(刘生龙和胡鞍钢,2010)^[24]。实物形态的资本存量通常采用交通里程或交通密度衡量,可以很好地克服价值形态指标的缺陷,因而被应用于大部分基础设施研究。然而,实物形态指标仍然存在不能反映运营效率差异导致相同基础设施提供的运营服务存在数量区别等缺陷。例如:同样是一条2800米的机场跑道,在繁忙枢纽与支线机场之间因为利用强度和运营效率不同,其提供的交通服务也存在较大差异。因此,越来越多的研究直接关注基础设施运营实际提供的交通服务(张光南和宋冉,2013;Blonigen and Cristea,2015)^{[47][6]},以运营服务流量作为基础设施的代理变量。考虑到中国机场对中国经济发展的影响取决于其实际提供的运营服务数量而非资本存量,本研究使用各个机场的飞机起降架次作为机场基础设施的测度指标。在民航统计中,飞机起降架次指标综合反映了航线数量与航班频率两个维度的信息,可以很好地衡量机场交通服务的便利程度。

(三)中介变量

城市创新水平。采用城市创新指数衡量,该指数基于国家知识产权局的专利数据,采用专利更新模型估计专利价值并加总到城市层面。数据来源于复旦大学产业发展研究中心编制的《中国城市和产业创新力报告2017》,该报告评价了2001—2016年中国地级城市的创新指数,目前已广泛应用于创新及高质量发展的相关研究,记为 *Innov*。

产业结构。结合理论分析和中国临空经济实践,机场交通主要服务于对原材料和产成品运输时效具有很高要求,并且产品具有“体积小、重量轻、价值高”特征的先进制造业;以及依赖于面对面接触的知识密集型高端生产性服务业的发展,因此,采用先进制造业和高端生产性服务业就业占城市总就业的比重作为产业结构的测度,记为 *Structure*。其中,先进制造业包括医药制造业(27),通信设备、计算机及其他电子设备制造业(40),仪器仪表及文化、办公用机械制造业(41)这3个两位数制造业,依据《中国工业企业数据库》(2008—2013),将行业所属企业的就业人数加总到城市层面,得到各城市先进制造业的就业人数;高端生产性服务业包括信息传输、计算机服务和软件业,金融业,租赁和商业服务业,科学研究、技术服务和地质勘查业4个行业,就业人数直接从《中国城市统计年鉴》中获取。

(四)门槛变量

经济发展水平。采用人均GDP测度。

市场化水平。采用各城市所在省(自治区、直辖市)的市场化指数衡量,该指数基于政府与市场关系、非国有经济发展、产品市场发育程度、要素市场发育程度、市场中介组织发育和法律制度环境等5个方面的信息,采用主成分分析法构建,可以作为一个负向指标较好地反映由于制度性因素引起的市

场分割水平。数据来源于王小鲁等(2019)编制的《中国分省份市场化指数报告(2018)》。

人力资本水平。采用在校大学生数量占人口数量的比例表示,这是数据约束条件下反映城市教育发展和人力资本状况的常用指标,记为 *HK*。

(五)其他控制变量

金融发展水平。采用年末金融机构贷款余额与 GDP 的比值衡量,记为 *FIN*。

经济集聚。采用就业密度测度,定义为就业人数与土地面积之比,记为 *Agg*。

政府规模。采用扣除教育和科学技术支出的财政支出占 GDP 之比测度,记为 *Gov*。

外商直接投资。采用经过汇率调整的当年实际使用外资金额占 GDP 的比重度量,记为 *FDI*。

相关变量说明与统计描述如表 2 所示。

表 2 变量说明与统计描述

变量	含义(单位)	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
<i>TFP</i>	全要素生产率	630	3.219	1.425	0.450	7.630
<i>G</i>	机场基础设施(万架次)	630	8.583	11.501	0.162	74.188
<i>HK</i>	人力资本水平	630	0.042	0.035	0.001	0.131
<i>FIN</i>	金融发展水平	630	1.280	0.754	0.222	7.450
<i>FDI</i>	外商直接投资	630	0.026	0.022	0.000	0.132
<i>Agg</i>	经济集聚(人/平方公里)	630	275.692	518.064	2.021	4638.848
<i>Gov</i>	政府规模	630	0.140	0.186	0.013	2.192
<i>Innov</i>	城市创新指数	630	34.040	91.552	0.049	1061.371
<i>Structure</i>	产业结构	420	0.144	0.042	0.054	0.358
<i>Market</i>	市场化水平	630	6.509	1.933	-0.230	10.000
<i>pcgdp</i>	人均 GDP(万元/人)	630	7.355	6.315	0.782	50.630

六、实证结果

基于中国 70 个通航城市 2008—2016 年的匹配面板数据,从中介机制、门槛特征、空间溢出等角度实证分析中国机场对中国城市全要素生产率的影响,相关检验结果如表 3 至表 7 所示。

(一)基准回归结果:生产率效应评估

为了评估机场基础设施对城市生产率的影响,对模型(3)进行估计,结果如表 3 所示。(1)列是基于固定效应估计的基准回归结果,机场交通的系数在 1% 显著性水平上显著为正,表明机场交通有助于城市全要素生产率的提升,验证了本文的假设 1。从效应大小来看,航班量每增长 1%,可以使城市全要素生产率增长 0.266%。

控制变量方面。人力资本促进了全要素生产率的提升,这主要是因为更高素质的劳动力有利于先进技术的创造与吸收;经济集聚促进了全要素生产率的提升,这是因为集聚有利于节约交易成本,并通过共享、匹配和学习三种途径提高经济效率;金融发展水平对全要素生产率的影响为正,这主要得益于金融发展对资本配置效率的提升作用;外商直接投资对城市全要素生产率的影响为负,这表明在本研究的样本数据中,与外商直接投资有关的市场攫取、人力资本攫取和技术锁定等负面溢出效应大于示范效应、产业关联和人才培养等正面溢出效应,因而并未从整体上提升城市生产率;政府支出对城市全要素生产率的影响不显著。这些结论与理论预期及同类文献的研究结论基本一致。

表3 机场基础设施与城市全要素生产率

	被解释变量:lnTFP					ΔlnTFP
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	基准模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)
lnG	0.266*** (0.02)	0.190*** (0.02)	0.238*** (0.02)	0.255*** (0.03)	0.010*** (0.00)	
ΔlnG						0.004*** (0.00)
HK	3.638*** (0.79)	2.214*** (0.59)	3.285*** (0.68)	4.013*** (1.13)	0.100** (0.04)	0.250*** (0.05)
Agg	0.000*** (0.00)	0.000*** (0.00)	0.000** (0.00)	0.000*** (0.00)	0.000 (0.00)	0.000 (0.00)
Gov	0.016 (0.04)	0.014 (0.03)	-0.026 (0.04)	0.014 (0.04)	-0.010*** (0.00)	-0.003 (0.00)
FIN	0.033*** (0.01)	0.018** (0.01)	0.029** (0.01)	0.032** (0.01)	0.000 (0.00)	0.003*** (0.00)
FDI	-0.917*** (0.28)	-0.644*** (0.23)	-0.833*** (0.28)	-0.920** (0.35)	-0.094** (0.04)	-0.054** (0.02)
L. lnTFP					0.956*** (0.00)	
_cons	-3.189*** (0.22)	-1.167*** (0.16)	-2.996*** (0.25)	-3.030*** (0.22)	0.058*** (0.02)	0.156*** (0.01)
adj. R ²	0.839	0.834	0.853	0.826		0.646
N	630	630	630	531	560	560

注: **和***分别表示5%和1%的显著性水平; ()内数值为标准误差; 所有模型均控制了固定效应。

在基准模型的基础上,实施5项稳健性检验。其一,为了避免关键变量测度差异引起的结论偏差,(2)列采用递归方法,根据 $K_{i0} = I_{i0}/(\delta + g_i)$ 计算各城市的初始资本存量,其中 g_i 是各城市1987—2007年的平均固定资产投资增长率。其二,为了避免遗漏变量导致的结论偏差,(3)列进一步控制了公路基础设施以及信息基础设施两种竞争性解释因素。其三,考虑到生产率较高的中心城市可能具有更多的航空运输需求并开通更多航班,为了缓解这一反向因果问题,(4)列排除了北京、上海、广州三大门户复合枢纽机场以及昆明、成都、西安、重庆、乌鲁木齐、郑州、沈阳、武汉等八大区域枢纽机场样本。其四,考虑到当期生产率可能与上一期的生产率存在较强相关性,(5)列将滞后一期的城市生产率作为当期生产率的一个解释变量,构建动态面板模型并采用SYS-GMM进行估计。其五,为了检验变量形式对变量之间因果关系识别的影响,(6)列对被解释变量与核心解释变量采用差分形式进行模型设定。不难发现,无论是更换变量测度方法还是新增控制变量,或是排除存在潜在内生性子样本,以及更改模型设定和估计方法,各替代估计结果的影响方向和显著性与基准估计结果均一致,仅

在系数大小上存在区别,这说明机场交通有利于提升城市生产率的结论比较稳健。当然,是否建设机场和开通航班并不是随机决定的,很大程度上取决于城市的自主选择,并且这种选择可能与某些对城市生产率具有影响的城市特征因素系统相关,并成为解释变量内生性的潜在来源。尽管本研究已尽可能地城市特征变量加以控制,以缓解这一“自选择”问题带来的偏差,但是由于无法穷尽所有可能因素,若变量控制不充分仍然可能存在内生性偏误,因此更加严谨的检验有赖于后文基于工具变量法的估计。

(二)中介机制分析:技术创新与产业升级

为了识别机场交通作用于城市生产率的中间机制,利用中介效应模型(4)和模型(5)对促进技术创新和产业结构升级两种机制进行检验,结果如表4所示。为了方便比较,(1)列重复列示了表3中的基准模型回归结果。(2)列基于模型(4)采用城市创新水平对机场交通进行回归,结果表明机场交通服务提升了城市创新水平。(3)列在(1)列的基础上加入城市创新水平变量,结果显示城市创新水平对城市生产率的影响显著为正,且机场交通对城市生产率的影响系数显著下降,这说明促进技术创新是机场交通作用于城市生产率的一个重要中间机制。同理,(4)列的回归结果显示,机场交通服务提升了先进制造业和高端生产性服务业部门的就业比重。(5)列的回归结果显示,先进制造业和高端生产性服务业部门就业比重增加对城市生产率的影响显著为正,并且机场交通对城市生产率的影响系数有所下降,这说明促进产业结构升级也是机场交通提升城市生产率的一个中间机制,从而验证了本文的假设2。

表4 中介机制分析:促进技术创新与产业结构升级

	促进技术创新				产业结构升级
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>lnTFP</i>	<i>lnInnov</i>	<i>lnTFP</i>	<i>Structure</i>	<i>lnTFP</i>
<i>lnG</i>	0.266*** (0.02)	1.452*** (0.15)	0.078*** (0.02)	0.019** (0.01)	0.251*** (0.02)
<i>lnInnov</i>			0.130*** (0.01)		
<i>Structure</i>					0.785*** (0.18)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
adj. R ²	0.839	0.772	0.943	0.155	0.852
N	630	630	630	420	420

注:**和***分别表示5%和1%的显著性水平;()内数值为标准误差;所有模型均控制了固定效应。

(三)工具变量估计:Bartik IV

尽管前文针对基准回归结果已做了初步的稳健性检验,但是为了消除仍然存在内生性而产生结论偏差的可能性,进一步借助工具变量法解决潜在的内生性问题,以便更加准确可靠地评估机场网络的生产率效应并识别其影响机制。具体而言,采用Bartik工具变量进行估计,其构造方法为 $IV_{it} = G_{i0}(1 + g_{0,t})$,其中 $g_{0,t}$ 为从年份0到年份t期间机场交通的全国增长率。本质上,Bartik工具变量将城市机场交通量的增长率分解为全国增长率和城市特定增长率,并以全国增长率预测样本期内的城市机场交通量,将该预测值作为城市机场交通实际值的工具变量。一方面,基于全国增长率的预测值可视作为城市机场交通量的一部分,容易满足相关性条件;另一方面,单一城市层面的冲击无法影响全国整体层面的增长率,因而满足外生性条件。因此,Bartik工具变量适用于本研究。

表5 机场基础设施与城市全要素生产率: Bartik IV 估计

	促进技术创新				产业结构升级
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>lnTFP</i>	<i>lnInnov</i>	<i>lnTFP</i>	<i>Structure</i>	<i>lnTFP</i>
<i>lnG</i>	0.292*** (0.02)	1.553*** (0.13)	0.100*** (0.02)	0.017*** (0.00)	0.279*** (0.02)
<i>lnInnov</i>			0.124*** (0.00)		
<i>Structure</i>					0.739*** (0.13)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Kleibergen - paap rk LM 统计量	101.506 [0.000]	101.506 [0.000]	78.390 [0.000]	60.369 [0.000]	58.795 [0.000]
Kleibergen - Paap Wald rk F 统计量	230.045 {16.38}	230.045 {16.38}	132.982 {16.38}	119.674 {16.38}	120.258 {16.38}
N	630	630	630	420	420

注:***表示1%的显著性水平;()内数值为标准误差;Kleibergen - Paap rk LM 检验的原假设为“H0:工具变量不可识别”,[]内数值为对应的P值;Kleibergen - Paap Wald rk F 检验的原假设为“H0:工具变量弱识别”,{}内数值为 Stock - Yogo 弱识别检验对应于10%显著性水平的临界值。

表5是采用 Bartik 工具变量对机场交通影响城市生产率的效果和机制进行 2SLS 估计的结果。Kleibergen - paap rk LM 检验的 P 值为 0.000,说明不存在因为不满足秩条件而导致的不可识别问题。Kleibergen - Paap Wald rk F 检验统计量大于 Stock - Yogo 弱识别检验对应于 10% 显著性水平的临界值,表明不存在弱工具变量问题。可以发现,在工具变量估计中,机场交通对城市全要素生产率依然具有显著的正向影响,而且促进技术创新与产业结构升级两种中间机制也仍然成立。

(四) 门槛效应分析:经济发展水平、市场化程度和人力资本条件

为了考察不同经济发展水平、市场化程度和人力资本条件的城市在机场网络中受益程度的差别,表6汇报了门槛效应模型(6)基于 Bartik 工具变量的 FD - GMM 估计结果。首先,以人均 GDP 作为门槛变量的回归结果显示,线性检验 p 值为 0.00,说明存在门槛效应,门槛值为 11.842,上区制样本比例为 15.56%。从回归系数看,机场交通服务在经济发展水平全区间均显著为正,这表明机场网络对城市生产率的影响并非城市之间的“零和博弈”,而是可以在不同经济发展水平城市之间实现生产率提高的“共赢发展”,通过机场设施连通构建全国统一市场促进城市高质量发展具有可行性。其次,以市场化水平作为门槛变量的回归结果也表明门槛效应显著,门槛值为 5.793,上区制样本比例为 60.95%。从回归系数看,机场交通服务在市场化程度全区间均显著为正,但在高区制下机场交通对城市生产率的促进作用高于低区制下的促进作用,这说明通过市场设施联通消除自然地理分割与通过市场化改革消除制度性分割是互补而不是替代关系,两者应协同推进以发挥政策组合效应。最后,以人力资本作为门槛变量的回归结果同样显示存在门槛效应,门槛值为 0.011,上区制样本比例为 76.51%。从回归系数看,当人力资本低于门槛值时机场交通服务对城市生产率的影响不显著,但是在跨过门槛值之后机场交通对城市生产率的促进作用变得显著,这说明若要充分发挥机场交通对城市生产率的促进作用,需要有高质量的人力资本作为要素保障。以上检验结果与理论预期均一致,从而验证了本文的假设 3。

表6 门槛回归结果:基于 Bartik IV 的 FD-GMM 估计

门槛变量 q	被解释变量: $\ln TFP$		
	(1)	(2)	(3)
	人均 GDP	市场化水平	人力资本
$\ln G \cdot I(q \leq \bar{q})$	0.310 *** (0.01)	0.188 *** (0.02)	0.019 (0.02)
$\ln G \cdot I(q > \bar{q})$	0.423 *** (0.02)	0.230 *** (0.01)	0.432 *** (0.01)
系数差异 Δ	0.113 *** (0.02)	0.042 ** (0.02)	0.413 *** (0.02)
控制变量	Yes	Yes	Yes
门槛值 \bar{q}	11.842 ***	5.793 ***	0.011 ***
上区制样本 (%)	15.56	60.95	76.51
线性检验 (p-value)	0.00	0.00	0.00
N	630	630	630

注: ** 和 *** 分别表示 5% 和 1% 的显著性水平; () 内数值为标准误差; 所有模型均控制了固定效应。

(五) 空间溢出分析: 空间相邻与经济相似

为了分析机场网络对城市生产率影响的空间溢出效应, 表 7 报告了基于准极大似然法 (QMLE) 空间杜宾模型 (7) 的参数估计结果。模型简化检验拒绝了“ $\theta = 0$ ”以及“ $\theta + \rho\lambda = 0$ ”的原假设, 说明模型不能简化为空间自回归模型或空间误差模型。由回归结果可知, 在“空间相邻”与“经济相似”两种权重设定下, 全要素生产率和机场基础设施的空间滞后项系数均显著为正, 说明两种空间溢出机制均存在。在此基础上, 由于存在空间反馈效应, 模型系数的点估计值无法有效反映解释变量对被解释变量的实际影响, 因此需要采用直接效应、间接效应和总效应分别测度解释变量变化对城市自身、其他相关城市和经济整体的被解释变量的边际效应 (LeSage and Pace, 2009)^[42]。在 (1) 列“空间相邻”权重与 (2) 列“经济相似”权重下, 机场交通的直接效应、间接效应和总效应均正向显著, 这说明机场交通服务不仅促进了机场所在城市全要素生产率的增长, 而且能够通过终点服务或中转服务促进机场网络中“相邻城市”与“相似城市”全要素生产率的增长, 从而验证了本文的假设 4。

表7 空间溢出效应分析: 基于空间相邻与经济相似双重视角

	被解释变量: $\ln TFP$	
	(1)	(2)
	空间相邻	经济相似
$W \times \ln TFP$	0.759 *** (0.03)	0.671 *** (0.03)
$\ln G$	0.014 *** (0.01)	0.032 *** (0.01)
$W \times \ln G$	0.054 *** (0.02)	0.107 *** (0.02)
控制变量	Yes	Yes

表7(续)

	被解释变量:lnTFP	
	(1)	(2)
	空间相邻	经济相似
直接效应	0.025*** (0.01)	0.055*** (0.01)
间接效应	0.257*** (0.04)	0.366*** (0.03)
总效应	0.281*** (0.05)	0.420*** (0.04)
$H_0:\theta=0$	0.000	0.000
$H_0:\theta+\rho\lambda=0$	0.000	0.000
Log-likelihood	1529.025	1443.193
R ²	0.153	0.063
N	630	630

注:***表示1%的显著性水平;()内数值为标准误差;所有模型均控制了固定效应。

七、结论与启示

现有文献大多局限于分析基础设施对生产率的影响效果,缺乏影响机制的深入研究,较少关注基础设施对不同类型城市的差异化影响,鲜有讨论点状网络下的空间溢出效应问题,关于机场基础设施与生产率关系的专项研究则更少。本研究基于2008—2016年中国机场与城市匹配的面板数据,从中间机制、门槛特征和溢出效应等角度考察机场基础设施对中国城市全要素生产率的影响。研究发现:

中国机场基础设施对中国城市全要素生产率具有显著提升作用。中介效应分析表明,促进技术创新和产业结构升级是两种重要的中间机制。门槛回归分析表明,不同经济发展水平的城市均能够从机场网络中获得生产率溢价,并且市场化程度和人力资本水平较高城市获益更多。空间溢出效应分析表明,机场交通不仅能够提升所在城市自身的全要素生产率,而且对机场网络中“相邻城市”与“相似城市”的全要素生产率也具有明显的提升作用。

本文研究了中国机场对中国城市全要素生产率的影响,这对于制定机场基础设施相关政策,服务全国统一大市场建设,助力实现党的十九大提出的“更高质量、更有效率、更加公平、更可持续”发展目标,具有一定参考价值。

第一,机场交通有利于促进城市全要素生产率提升,并且不同经济发展水平的城市均能够从机场网络中获得生产率溢价,这表明通过推动市场设施联通构建全国统一大市场,助力实现经济高质量发展具有现实可行性,对于新时期延续中国经济奇迹具有重要意义。因此,就交通与高质量发展的关系而言,许多地方政府在新时期“要想强,上民航”的观念具有合理性,在新的发展阶段应将机场投资布局和航线网络建设置于“长江经济带”“一带一路”等国家战略中更加突出的位置,适当调整交通投资重点方向,加大机场基础设施投资力度,助力中国由经济大国迈向经济强国。

第二,由于机场网络通过促进技术创新和产业结构升级提高城市全要素生产率,因此国家层面应当进一步出台优惠政策,扶持以高科技高附加值、先进制造业和高端生产性服务业为主要产业形态的临空经济发展,并在现行创新促进政策中统筹考虑机场网络在促进贸易和技术扩散中的特殊作用,充分释放机场交通在促进产业结构升级与发展方式转变中的潜力。

第三,考虑到机场对全要素生产率的影响存在市场化程度和人力资本水平的加速门槛效应,因

此,在全国统一大市场建设过程中,应当通过市场设施联通消除自然地理分割和通过市场化改革消除制度性分割协同推进,同时注重强化城市发展的人才保障,以获得最佳政策效果。

第四,考虑到机场基础设施不仅能够提升城市自身的全要素生产率,而且还可以提升机场网络中其他相关城市的全要素生产率,因此,应当从国家层面统筹考虑机场空间布局 and 区域协调发展,把更多城市纳入机场网络。鉴于机场布局区域不平衡的现状,应当在新增机场布局中对中西部地区有所倾斜,尤其是将更多发展动能不足的中西部城市纳入机场网络,以分享技术扩散带来的连接红利,并对西部地区已有机场在航线安排上适度倾斜,切实发挥机场交通网络在促进区域协调发展中的作用。

参考文献:

- [1] Faber B. Trade Integration, Market Size, and Industrialization: Evidence from China's National Trunk Highway System[J]. *Review of Economic Studies*, 2014, (3): 1046 - 1070.
- [2] 廖茂林, 许召元, 胡翠, 喻崇武. 基础设施投资是否还能促进经济增长? ——基于 1994 ~ 2016 年省际面板数据的实证检验[J]. *管理世界*, 2018, 34(5): 63 - 73.
- [3] Duranton G, Turner M A. Urban Growth and Transportation[J]. *Review of Economic Studies*, 2012, 79(4): 1407 - 1440.
- [4] McGraw M J. The Role of Airports in City Employment Growth, 1950 - 2010[J]. *Journal of Urban Economics*, 2020, 116: 103240.
- [5] Sheard N. Airports and Urban Sectoral Employment[J]. *Journal of Urban Economics*, 2014, 80: 133 - 152.
- [6] Blonigen B A, Cristea A D. Air Service and Urban Growth: Evidence from A Quasi - natural Policy Experiment[J]. *Journal of Urban Economics*, 2015, 86: 128 - 146.
- [7] Duranton G, Morrow P M, Turner M A. Roads and Trade: Evidence from the US[J]. *Review of Economic Studies*, 2014, 81: 681 - 724.
- [8] Donaldson D. Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure[J]. *American Economic Review*, 2018, 108: 899 - 934.
- [9] Cristea A D. Buyer - seller Relationships in International Trade: Evidence from U. S. States' Exports and Business - class Travel[J]. *Journal of International Economics*, 2011, 84(2): 207 - 220.
- [10] 刘生龙, 胡鞍钢. 交通基础设施与中国区域经济一体化[J]. *经济研究*, 2011, 46(3): 72 - 82.
- [11] 范欣, 宋冬林, 赵新宇. 基础设施建设打破了国内市场分割吗? [J]. *经济研究*, 2017, 52(2): 20 - 34.
- [12] Li H, Li Z. Road Investments and Inventory Reduction: Firm Level Evidence from China[J]. *Journal of Urban Economics*, 2013, 76: 43 - 52.
- [13] 张光南, 洪国志, 陈广汉. 基础设施、空间溢出与制造业成本效应[J]. *经济学(季刊)*, 2014, 13(1): 285 - 304.
- [14] Holl A. Highways and Productivity in Manufacturing Firms[J]. *Journal of Urban Economics*, 2016, 93: 131 - 151.
- [15] 刘冲, 吴群锋, 刘青. 交通基础设施、市场可达性与企业生产率——基于竞争和资源配置的视角[J]. *经济研究*, 2020, 55(7): 140 - 158.
- [16] Bel G, Fageda X. Getting There Fast: Globalization, Intercontinental Flights and Location of Headquarters [J]. *Journal of Economic Geography*, 2008, (8): 471 - 495.
- [17] Ghani E, Goswami A, Kerr W. Highway to Success: The Impact of the Golden Quadrilateral Project for the Location and Performance of Indian Manufacturing[J]. *Economic Journal*, 2016, 126: 317 - 357.
- [18] 李兰冰, 阎丽, 黄玖立. 交通基础设施通达性与非中心城市制造业成长: 市场势力、生产率及其配置效率[J]. *经济研究*, 2019, 54(12): 182 - 197.
- [19] Harrigan J. Airplanes and Comparative Advantage[J]. *Journal of International Economics*, 2010, 82(2): 181 - 194.
- [20] Giroud X. Proximity and Investment: Evidence from Plant - Level Data[J]. *Quarterly Journal of Economics*,

- 2013, (2):861-915.
- [21] Hummels D L, Schaur G. Time as A Trade Barrier[J]. *American Economic Review*, 2013, 103(7):2935-2959.
- [22] Campante F, Yanagizawa - Drott D. Long - Range Growth: Economic Development in the Global Network of Air Links[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2018, 133(3):1395-1458.
- [23] Percoco M. Airport Activity and Local Development: Evidence from Italy[J]. *Urban Studies*, 2010, 47(11):2427-2443.
- [24] 刘生龙, 胡鞍钢. 基础设施的外部性在中国的检验: 1988—2007[J]. *经济研究*, 2010, 45(3):4-15.
- [25] Farhadi M. Transport Infrastructure and Long - run Economic Growth in OECD Countries[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2015, 74:73-90.
- [26] Donaldson D, Hornbeck R. Railroads and American Economic Growth: A “Market Access” Approach[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2016, 131(2):799-858.
- [27] 张勋, 王旭, 万广华, 孙芳城. 交通基础设施促进经济增长的一个综合框架[J]. *经济研究*, 2018, 53(1):50-64.
- [28] Barro R J. Government Spending in A Simple Model of Endogeneous Growth[J]. *Journal of Political Economy*, 1990, 98(5):103-125.
- [29] Poole J P. Business Travel as An Input to International Trade[R]. California: Working Paper, 2013.
- [30] Acemoglu D, Linn J. Market Size in Innovation: Theory and Evidence from the Pharmaceutical Industry[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2004, (3):1049-1090.
- [31] Aghion P, Bloom N, Griffith R, et al. Competition and Innovation: An Inverted U Relationship[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2005, (2):701-728.
- [32] Uy T, Yi K, Zhang J. Structural Change in An Open Economy[J]. *Journal of Monetary Economics*, 2013, 60:667-682.
- [33] Albalade D, Fageda X. High - Tech Employment and Transportation: Evidence from the European Regions [J]. *Regional Studies*, 2016, 50(9):1564-1578.
- [34] 李平, 付一夫, 张艳芳. 生产性服务业能成为中国经济高质量增长新动能吗[J]. *中国工业经济*, 2017, (12):5-21.
- [35] 顾乃华. 生产性服务业对工业获利能力的影响和渠道——基于城市面板数据和 SFA 模型的实证研究 [J]. *中国工业经济*, 2010, (5):48-58.
- [36] 刘奕, 夏杰长, 李焱. 生产性服务业集聚与制造业升级[J]. *中国工业经济*, 2017, (7):24-42.
- [37] Färe R, Grosskopf S, Norris M, Zhang Z. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Changes in Industrialised Countries[J]. *American Economic Review*, 1994, 84:66-83.
- [38] Battese G E, Coelli T J. Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 1992, (1):153-169.
- [39] Baron R M, Kenny D A. The Moderator - mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic and Statistical Considerations[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1986, 51(6):1173-1182.
- [40] Soe M H, Shin Y. Dynamic Panels with Threshold Effect and Endogeneity[J]. *Journal of Econometrics*, 2016, 195:169-186.
- [41] Elhorst J P. Matlab Software for Spatial Panels[J]. *International Regional Science Review*, 2014, 37(3):389-405.
- [42] LeSage J P, Pace R K. Introduction to Spatial Econometrics[M]. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009.
- [43] Cohen J P, Paul C J M. Airport Infrastructure Spillovers in A Network System[J]. *Journal of Urban Economics*, 2003, 54:459-473.

- [44] 柯善咨,赵曜. 产业结构、城市规模与中国城市生产率[J]. 经济研究,2014,49(4):76-88,115.
- [45] Gramlich E M. Infrastructure Investment: A Review Essay [J]. Journal of Economic Literature, 1994, 32(3):1176-1196.
- [46] Pritchett L. Mind Your P's and Q's: The Cost of Public Investment is Not the Value of Public Capital [R]. Washington: The World Bank, 1996.
- [47] 张光南,宋冉. 中国交通对“中国制造”的要素投入影响研究[J]. 经济研究,2013,48(7):63-75.

责任编辑、校对:陆为群

The Impact of Airport Infrastructure on Urban Total Factor Productivity: From the Perspective of Constructing a Unified National Market

LIAO Tang - yong

*(Institute of Guangdong, Hong Kong and Macao Development Studies,
SunYat - sen University, Guangzhou 510275, China)*

Abstract: Well - developed transportation network is the basis of forming a unified national market and achieving high quality development goals. Based on airport - city matching panel data from 2008 to 2016, this paper examines the impact of airport infrastructure on urban total factor productivity from the perspective of unified national market. It is found that airport infrastructure has a significant improvement effect on urban total factor productivity. Mediating effect analysis shows that promoting technological innovation and upgrading industrial structure are two important intermediate mechanisms. Threshold regression analysis shows that cities with different economic development levels can obtain productivity premium from airport network, and cities with higher marketization degree and human capital level benefit more. Spatial spillover analysis shows that airport infrastructure can not only improve the total factor productivity of the city itself, but also the total factor productivity of “adjacent cities” and “similar cities” in the airport network. The research conclusion provides theoretical support for the endogenous growth model based on public expenditure, and has important policy implications for building a unified national market to help achieving high - quality development by promoting the connectivity of market facilities.

Key words: Infrastructure; Total Factor Productivity; Technological Innovation; Industrial Structure Upgrading; Spatial Spillover