

交通基础设施、地区贸易流量与经济增长效率*

玉国华 王定祥 邓翔 任伊梦

摘要:交通基础设施是世界各国极为重视的投资项目,其发展水平深刻影响一国经济增长质量。本文建立了一个多部门、多地区的空间经济模型,用来讨论空间一般均衡条件下交通基础设施、地区贸易流量与经济增长效率的关系。理论上,交通基础设施建设所带来的运输成本下降,有利于促进商品、资源、要素在更广大的范围流动,并通过增加地区贸易流量提升经济增长效率。基于匹配整合的中国城市数据分析表明,公路、铁路、高铁快速扩张能够显著提升地区贸易流量。进一步检验交通基础设施影响经济增长效率的渠道机制发现,公路、铁路、高铁、航空均能够通过地区贸易流量来提升经济增长效率。上述结论在考虑计量方法的不同方式以及遗漏变量、互为因果等干扰因素后仍然具有稳健性。本文丰富了交通基础设施与经济增长效率关系的研究,同时为全国统一大市场建设下交通基础设施在促进商品要素流动、打破区域市场分割、提高资源配置效率方面提供经验证据和重要启示。

关键词:交通基础设施 经济增长效率 空间一般均衡 全国统一大市场

一、引言

交通是兴国之要、强国之基,提高交通基础设施建设水平有利于实现经济高质量发展目标。进入21世纪,中国交通基础设施建设取得了“跨越式”发展,^①不断完善的立体性、综合性、区域性现代化交通基础设施助推了商品、要素、资源跨区流动,对沿线地区经济发展产生了重大影响,也为构建统一开放、竞争有序的全国大市场提供了坚强支撑。2022年4月10日,中共中央、国务院印发了《关于加快建设全国统一大市场的意见》,提出“加快建立全国统一的市场制度规则,打破地方保护和区域市场分割,打通制约经济循环的关键堵点,促进商品要素资源在更大范围内畅通流动,加快建设高效规范、公平竞争、充分开放的全国统一大市场”。^②建设全国统一大市场是构建新发展格局、推动经济高质量发展的基础支撑和内在要求(陈斌开、赵扶扬,2023)。很显然,打破空间和区域维度上的市场分割,削弱“行政区经济”所引起的制度性摩擦,促进商品在更大范围内畅通流动,提升资源要素市场化配置效率是建设全国统一大市场的核心要义。党的二十大报告中指出:“坚持把发展经济的着力

* 玉国华、王定祥(通讯作者),西南大学经济管理学院,邮政编码:400715,电子邮箱:guohuayu2015@163.com,wdx6188@126.com;邓翔、任伊梦,四川大学经济学院,邮政编码:610065,电子邮箱:dengxiang@scu.edu.cn,yimeng@stu.scu.edu.cn。基金项目:国家社会科学基金青年项目“数字金融赋能农村中低收入群体财富积累的机制与对策研究”(23CJY039);重庆市社会科学规划成渝地区双城经济圈建设重大项目“双城经济圈建设中数字经济的区域协同治理路径研究”(2023ZDSC05)。感谢匿名审稿专家的宝贵建议,文责自负。

①根据《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》,“十三五”期间,中国综合交通网络总里程突破600万公里,高速公路对20万人口以上城市覆盖率超过98%,高速铁路运营里程翻一番、对百万人口以上城市覆盖率超过95%,民用运输机场覆盖92%左右的地级市。

②《中共中央 国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》,《人民日报》2022年4月11日。

点放在实体经济上,推进新型工业化,加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。”^①历史经验表明,交通基础设施是建立市场联系的基本纽带,完善的交通基础设施有利于促进要素充分自由流动,提高资源配置效率与扩大市场空间范围。在全国统一大市场建设背景下,跨区域交通基础设施在促进资源要素充分流动、支撑地区产品供需平衡、实现经济增长效率优先方面具有不可替代的贡献。经济增长效率是指经济增长中对投入要素的利用效率,表现为追求既定要素投入成本下的产出最大化,或产出既定下的要素投入成本最小化(傅元海等,2016)。当前,唯有进一步打破商品在不同区域和不同部门流通的贸易壁垒,促进商品在更大范围和更广领域的有效配置,才能推动经济实现质的有效提升和量的合理增长。所以,探究交通基础设施影响经济增长效率的内在机制及其作用效应,无论是在理论指导还是实践应用上均具有重大意义。

长期以来,交通基础设施与经济增长的关系是学界关注的焦点,学者们从不同角度对交通基础设施与经济增长的关系进行了研究,如:Baum-Snow(2007)、胡鞍钢和刘生龙(2009)、刘生龙和胡鞍钢(2011)、张学良(2012)、Duranton & Turner(2012)、Duranton et al.(2014)、王雨飞和倪鹏飞(2016)、张克中和陶东杰(2016)、Baum-Snow et al.(2017)、张勋等(2018)、逯建等(2018)、Bernard et al.(2019)、郭广珍等(2019)、李兰冰等(2019)、Yao et al.(2020)、Abeberese & Chen(2021)、孙伟增等(2022),此类研究普遍支持“交通基础设施能够促进地区经济增长”的基本观点,这为理解交通基础设施与经济增长的关系提供了较为丰富的经验证据。此外,还有学者基于不同案例、理论和方法研究了交通基础设施的经济增长效应。Donaldson & Hornbeck(2016)利用市场可达性指标分析了交通基础设施的经济效应,研究指出,地区间铁路连通不仅直接影响本地经济发展,也在综合交通网络发展下间接影响其他地区经济发展。Ghani et al.(2016)基于印度“黄金四角项目”对高速公路进行升级改造的自然实验,发现高速公路网络提高了沿线企业的效率、规模和存活概率,分析认为这一促进作用主要源自吸引新企业的进入,在加剧市场竞争的过程中淘汰了效率低下企业。Donaldson(2018)基于英殖民时期印度的档案数据,考察了印度铁路网建设所带来的影响,研究发现,印度庞大的铁路网建设极大地降低了地区间的贸易成本,从而扩大了商品的运输和消费范围,更大程度地发挥了各地区在商品生产上的比较优势,由此引致福利改进。陈晓佳等(2021)通过构建量化空间均衡模型,剖析了综合交通运输和交通结构的经济效应及其差异化影响,研究表明,单一交通网络的经济效应具有边际递减的特征,而经过优化换乘和联运规划的一体化交通网络会显著提高运输经济效应。Fajgelbaum & Redding(2022)建立了一个具有要素流动特征的空间经济模型,他们利用阿根廷1869—1914年空间面板数据,实证分析了国外市场一体化和国内市场一体化所产生的经济效应,其中,铁路网建设分别使GDP、人口规模和居民福利增长了12.8%、9.4%和4.8%。其背后的基本逻辑是,作为国民经济中的基础性产业,交通基础设施是社会经济发展不可或缺的重要因素,其具有投资规模大、建设周期长、功能覆盖广等特点,不仅能够创造有效需求,而且还具有网络系统特征,是提升通达水平、实现有效连接、强化区际联系的重要载体,可以加速区域间资本、知识、劳动力等要素流动。不仅如此,交通基础设施能降低运输成本,加快推进区域市场一体化进程(李兰冰、张聪聪,2022),有助于降低地区间经济壁垒,推动地区间进行多维度、复合性、交互化的深度合作,促进资源要素实现跨区域、跨领域、跨行业优化配置,因而成为驱动经济增长的一个重要引擎。可以说,在过去数十年里,中国经济快速增长离不开交通基础设施对促进地区间商品、资源、要素流动的重要作用。

同时,也有部分学者指出不应高估交通基础设施对经济增长的影响效果,交通基础设施的大规模扩张可能会引致地区发展不平衡、扩大地区经济差距等问题。新贸易理论和空间经济学指

^①习近平:《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》,《人民日报》2022年10月26日。

出,在垄断竞争条件下,由于存在本地市场效应,交通基础设施条件改善所引起的贸易成本降低会使得发达地区(或中心区)源源不断地从欠发达地区(或外围区)汲取资源,从而导致经济活动在地理空间上的分布呈现“中心—外围”稳定均衡的结构特征(Krugman, 1991; Baldwin et al., 2001; Fujita & Hamaguchi, 2001; Fujita & Mori, 2005; 赵作权, 2012; Tabuchi et al., 2018),由此造成经济空间格局不均等。目前,已有证据表明,交通建设过度扩张可能无法实现经济充分发展,甚至会产生负向效应。譬如,Ortega et al.(2012)研究指出,高铁建设是为了更有效地促进经济中心联系,一般而言,距离高铁站越近的地区经济效益越好,距离高铁站越远的地区经济效益越差,如果高铁网络呈现出极化的空间布局特征,那么将会使得经济活动更加中心化,从而导致地区间经济非平衡性增长。Banerjee et al.(2020)基于中国1986—2006年县域层面数据,研究了交通网络建设对区域经济增长的影响,结果发现,距离交通线路较近地区的人均GDP水平较高、收入不平等程度较高、企业数量较多、平均企业利润也较高。研究还指出,地区到交通线路的直线距离对收入增长率的影响并不显著,因而交通网络可能只对整体经济增长造成影响。Fajgelbaum & Schaal(2020)分析了空间均衡下交通运输网络的全局优化问题,探讨了如何借助交通基础设施投资实现地区间运输效率最优化,并结合欧洲24个国家的路网数据估算了交通运输网络扩张所引致的资源误配情况,研究表明,欧洲各国的交通运输网络并未达到最优规模,交通运输网络过度扩张所引起的效率损失为2%。Duan et al.(2020)考察了中国高铁网络对风险资本流动的影响,研究指出,出行时间缩短1%将导致风险投资交易增加0.02,异质性分析发现,高铁网络虽有利于缓解企业信息不对称,使小型企业、初创企业和新兴行业从中获益更多,但高铁网络也会扩大发达城市与欠发达城市间的经济发展差距。Herzog(2021)估计了美国州际公路系统对美国各州市场准入和经济活动的影响,发现高速公路网络通过降低市场准入增加了劳动力就业,但短期内对工资的影响较小。研究还发现,虽然改善落后地区的市场准入可以使当地获益,但代价是使中心区的经济活动向外围区扩散。

纵观既有文献,本文不难获得如下基本观点:(1)完善的交通基础设施有利于降低运输成本,通过促进市场联结实现地区间企业分工协作,在推进区域一体化及市场一体化进程的同时,拓宽市场边界并提高资源配置效率,从而影响经济增长;(2)交通基础设施强化了发达地区与欠发达地区的经济联系,促进了生产要素在地区间的流动、集聚、扩散,在市场的的作用下源源不断地输送至生产效率最高、经济效益最好的地区,这在一定程度上重塑了经济资源要素的空间分布结构,对塑造经济地理格局起着至关重要的作用;(3)交通基础设施作为一国重大的基础设施投资项目,其规划建设难免存在一定的不合理性,非最优的交通基础设施布局会引起空间要素错配,由此导致地区生产率差异以及地区间经济差距扩大。基于这些认识和判断,本文认为这类研究仍存在进一步拓展和深化的空间:

第一,现有研究讨论交通基础设施与经济增长效率的文献仍然匮乏,对于发展中国家借助交通基础设施来提升经济增长效率的理论研究仍较少见。在未来,随着全国统一大市场建设纵深推进,区域交通运输基础设施网络日趋完善,影响生产要素流动的障碍将显著弱化,阻碍地区间商品流通的摩擦将明显减少,制约中国经济发展效率的各种扭曲将逐渐减弱,生产、贸易、劳动力流动等因素所引起的地区间相互作用将成为经济增长效率提升中的重要传导机制。在此背景下,进一步优化交通基础设施的空间布局,研究如何通过交通基础设施来减少要素在不同地区之间的流动摩擦,并通过促进地区贸易往来实现经济高效率增长就显得十分紧迫。

第二,基于交通运输成本变化角度来探究交通基础设施对经济规模或经济增速的影响文献较多,而分析空间均衡下的交通基础设施及其所带来的经济增长效率问题偏少。空间经济学始终强调,经济活动的空间分布格局主要由“向心力”与“离心力”所致,二者在一定条件下达到稳定状态。

此时,市场总供给和总需求相等,市场达到出清,经济实现“帕累托效率”。对此,本文提出疑问:交通基础设施如何能够有效促进商品、资源、要素充分流动并实现最优的经济增长效率?遗憾的是,目前尚未有文献提供一个统一的理论框架来为这个问题提供支撑。

第三,现有研究主要聚焦单一交通工具的经济增长效应问题,并未从多种运输方式的综合性角度考虑交通基础设施对地区贸易往来和经济增长效率的影响。目前,中国“公、铁、水、空”多式联运的交通运输方式日渐完善,可供市场主体选择的交通运输工具更加多样,其能够以更低廉的交通运输成本参与到更大的全国统一大市场竞争中。因此,比较分析各类交通基础设施对经济增长效率的影响确有必要。同时,由于存在测量误差、遗漏变量、互为因果等可能性,对于交通基础设施与经济增长效率之间的关系仍需要通过大量的数据、方法进行实证检验,从而保证研究结论更为准确和稳健。

较之已有研究,本文有三方面潜在贡献:(1)视角上,交通基础设施作为要素流动的重要载体,不仅能够促进地区间要素充分流动而降低资源错配,还能够优化资源配置过程中影响经济增长。与以往文献关注经济增长规模或经济增长率不同,本文研究的焦点在于经济增长效率,剖析交通基础设施如何通过地区贸易流量影响经济增长效率,讨论交通基础设施如何在提高资源配置效率过程中实现经济生产效率最优化,这能为深化经济体制改革、建设全国统一大市场、构建“双循环”新发展格局提供思路,因而在视角和内容上具有新颖性。(2)理论上,建立了一个包含流动劳动力、刻画地区间贸易和反映资源配置状况的空间经济模型,在该模型中,商品在不同地点之间运输主要依靠交通基础设施,而最优运输成本被定义为生产者在不同地点之间的最低成本线路决策,由此产生了空间一般均衡条件下的经济增长问题。同时,空间一般均衡条件下的交通基础设施对应的是资源配置效率最优化,因而能从理论层面探讨交通基础设施对经济增长效率的影响。相比之下,这一理论框架的建立能够讨论多种内生变量之间的互动关系,从而使交通基础设施影响经济增长效率的内在机制更为清晰、丰富和完整。(3)方法上,利用中国2004—2019年284个地级及以上城市数据验证理论推测,本文区别于Donaldson & Hornbeck(2016)、Liu et al.(2019)、刘冲等(2020)、吴群锋等(2021)、Flückiger et al.(2022)构造市场可达性指标的方法,从综合交通基础设施的视角创建了一个高度精细的中国交通基础设施分布数据库,分别探究由公路、铁路、高铁、航空四种交通运输方式所构建的交通基础设施对经济增长效率的影响。较之已有研究,本文所采用的数据既涵盖了交通基础设施长度的信息,又包含了交通基础设施数量的信息,还反映了交通基础设施运营时间的信息,因而信息更全面,测量误差也更小。此外,本文还处理了遗漏变量、互为因果等潜在的识别问题,通过Sys-GMM法、安慰剂检验、工具变量法来确保研究结论的稳健性。

本文余下部分安排为:第二部分建立了一个空间一般均衡下交通基础设施、地区贸易流量与经济增长效率的理论分析框架,并提出研究假说;第三部分设计了检验理论假说的实证方案,包括模型设计、变量测度和数据描述性统计;第四部分展示了基准回归结果,并进行详细解析;第五部分为稳健性检验和内生性处理;最后总结全文。

二、理论框架

交通基础设施在促进要素流动配置、打破地区贸易壁垒、削弱市场分割程度方面具有举足轻重的作用。本文将从理论上探讨交通基础设施如何有效提升地区贸易流量,以及如何通过地区贸易流量提高经济增长效率,进而达到经济高质量发展目标。本文建立了一个劳动力自由流动下的空间经济模型,在该模型中,商品主要由交通基础设施建设所形成的路网进行运输,运输成本取决于每个地区运输量和交通基础设施建设水平,由此产生了空间一般均衡下的经济增长效率问题。实际上,该模型主要是解决政府部门如何以最小化的交通基础设施建造成本来实现各个地区经济效益最大化问题。

(一) 消费行为

自空间经济学创立以来,理论创新层出不穷,空间经济模型在揭示经济活动空间分布和动态增长过程中应用颇为广泛。为此,本文借鉴“中心—外围”模型基本思路(Krugman,1991),令代表性家庭消费主要由可贸易商品(C)和不可贸易商品(H)两部分构成,则代表性家庭的效用函数可表示为:

$$U_j = U(C_j, H_j) = C_j^\mu H_j^{1-\mu}, C_j \geq 0, H_j \geq 0, 1 \geq \mu \geq 0, j \in N(j) \quad (1)$$

其中, U_j 、 C_j 和 H_j 分别为地区 j 的代表性家庭效用、可贸易商品消费数量、不可贸易商品消费数量; μ 、 $1-\mu$ 分别为代表性家庭在可贸易商品和不可贸易商品方面的支出份额; $N(j) = \{1, 2, 3, \dots, J\}$ 。同时,代表性家庭对可贸易商品组合的消费量为常用的CES函数形式:

$$C_j = \left[\sum_{n=1}^N (C_j^n)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, C_j \geq 0, C_j^n = (C_j^1, \dots, C_j^N) \quad (2)$$

其中, C_j^n 为地区 j 第 n 个部门生产的可贸易商品数量; σ 为可贸易商品间替代弹性。

(二) 生产行为

生产函数具有新古典经济模型的基本形式,生产过程需要投入资本(K)和劳动力(L)两种生产要素,且产出受到生产效率(A)的影响。为此,假定地区 j 第 n 个生产部门的生产函数为:

$$Y_j^n = F(K_j^n, A_j^n L_j^n) = (A_j^n a_{j,L}^n L_j^n)^{1-\theta} (a_{j,K}^n K_j^n)^\theta, A_j^n \geq 0, K_j^n \geq 0, L_j^n \geq 0 \quad (3)$$

其中, Y_j^n 是地区 j 第 n 个生产部门的总产出; A_j^n 是地区 j 第 n 个生产部门的生产效率,通常代指全要素生产率(TFP); $K_j^n = (K_j^{1n}, \dots, K_j^{mn})'$,是地区 j 第 n 个生产部门的资本投入; L_j^n 是地区 j 第 n 个生产部门的劳动力投入; θ 是资本产出弹性。在式(3)基础上,借鉴Romer(1990)的内生增长模型思路,假定生产部门中有 $a_{j,L}^n$ 比例的劳动力从事产品生产,有 $1-a_{j,L}^n$ 比例的劳动力从事技术研发,因而生产效率内生于从事技术研发劳动力的人力资本。类似的,有 $1-a_{j,K}^n$ 比例的资本被用于技术研发,则对应的生产效率变化表达式为:

$$\dot{A}_j^n = B[(1-a_{j,K}^n)K_j^n]^\nu [(1-a_{j,L}^n)L_j^n]^\rho (A_j^n)^\vartheta, B \geq 0, 1 \geq \nu \geq 0, 1 \geq \rho \geq 0, \vartheta > 1 \quad (4)$$

其中, \dot{A}_j^n 、 $(1-a_{j,K}^n)K_j^n$ 和 $(1-a_{j,L}^n)L_j^n$ 分别是地区 j 第 n 个生产部门的生产效率变化、用于技术研发资本、用于从事技术研发劳动力; B 是转换参数; ν 、 ρ 、 ϑ 分别为用于技术研发资本、用于从事技术研发劳动力和生产效率的弹性。对式(4)两边同时除以 A_j^n ,则有:

$$\frac{\dot{A}_j^n}{A_j^n} = g_{j,A}^n = B[(1-a_{j,K}^n)K_j^n]^\nu [(1-a_{j,L}^n)L_j^n]^\rho (A_j^n)^{\vartheta-1} \quad (5)$$

其中, $g_{j,A}^n$ 是地区 j 第 n 个生产部门的生产效率增长率。对式(5)两边同时取对数并求导:

$$\dot{g}_{j,A}^n = \nu g_{j,K}^n g_{j,A}^n + \rho g_{j,L}^n g_{j,A}^n + (\vartheta - 1)(g_{j,A}^n)^2 \quad (6)$$

其中, $g_{j,K}^n$ 、 $g_{j,L}^n$ 分别是地区 j 第 n 个生产部门的资本和劳动力增长率。通过观察式(6)发现,当已有生产技术对新技术研发具有较大影响时($\vartheta > 1$),那么资本、劳动力增长与生产效率增长之间具有同步关系。因此,由资本、劳动力增长所带来的技术进步,将会使得经济增长效率得到提升,这为下文分析交通基础设施与经济增长效率之间的关系提供了理论依据。

(三) 运输成本

运输成本是区域贸易往来中无处不在的力量,其是影响市场一体化的关键所在。本文采用“冰

山”型成本衡量产品在地区间的运输成本(Samuelsan,1952)。“冰山”型成本的设定十分巧妙,其不需要对具体的交通运输工具进行考虑,而交通基础设施建设水平的提高普遍能降低运输成本。本文假定可贸易商品在地区*j*以外的其他地区每销售一单位商品需运送 $\tau(\tau \geq 1)$ 单位的产品,也即 $\tau - 1$ 单位的产品在运输途中“融化”。令从地区*j*的*n*部门运送至地区*j*以外的地区*l*的可贸易商品数量为 Q_{jl}^n 。同时,令地区*j*、地区*l*间的交通基础设施建设水平为 T_{jl} ,则地区*j*、*l*间的运输成本函数可表示为:

$$\tau_{jl}^n = \tau_{jl}(Q_{jl}^n, T_{jl}), Q_{jl}^n \geq 0, T_{jl} \geq 0 \quad (7)$$

由式(7)可以假定两条符合交通运输规律的基本条件:第一,单位运输成本随运输产品数量增加而递增,即 $\frac{\partial \tau_{jl}^n}{\partial Q_{jl}^n} \geq 0$;第二,单位运输成本随地区*j*和地区*l*之间的交通基础设施建设水平不断提高而递减,即 $\frac{\partial \tau_{jl}^n}{\partial T_{jl}} \leq 0$ 。不难理解,商品运输数量增加会造成交通运行时间耗费,也会因运输过程中的拥堵问题而导致交通运输效率降低。一般而言,道路越宽阔,交通拥挤程度可能越小,并且完善的交通基础设施能够提供更多的线路选择,因而有利于提高地域的联通性,这些因素都会显著降低地区间运输成本。

(四) 预算约束

对于地区*j*而言,其内部既存在生产和消费的情形,又存在将所生产的商品运输至其他地区的情形,还存在从其他地区购入商品的情形,即地区*j*的预算约束受到本地产出和外地产出的影响。假定地区*j*从地区*l*购入商品,则地区*j*的预算约束可表示为:

$$\underbrace{C_j^n}_{\text{消费}} + \underbrace{\sum_{l \in N(j)} (1 + \tau_{jl}^n) Q_{jl}^n}_{\text{运输}} \leq \underbrace{Y_j^n}_{\text{产出}} + \underbrace{\sum_{l \in N(j)} Q_{lj}^n}_{\text{购入}}, Q_{lj}^n \geq 0 \quad (8)$$

本文令 λ_j^n 为影子价格,其反映了地区*j*第*n*种商品的单位边际成本。除了上述约束条件,本文还对交通基础设施建设成本进行限定,以此来分析最优交通基础设施投资问题。具体而言,在地区*j*和地区*l*之间建设线路 T_{jl} 需要投入 $\zeta_{jl}^T T_{jl}$ 单位的固定资源 I_{jl} ,则地区*j*和地区*l*之间的交通基础设施建设的预算约束可表示为:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{l \in N(j)} \zeta_{jl}^T T_{jl} \leq I_{jl} \quad (9)$$

其中, ζ_{jl}^T 为交通基础设施单位成本,其包含交通基础设施单位建造成本 $\zeta_{b,jl}^T$ 和后期维护成本 $\zeta_{m,jl}^T$,即 $\zeta_{jl}^T = \zeta_{b,jl}^T + \zeta_{m,jl}^T, 1 < \zeta_{m,jl}^T < \zeta_{b,jl}^T < \infty$ 。其中, ζ_{jl}^T 越大则表明交通基础设施单位成本越高。当建设线路 T_{jl} 的投入下限 \underline{T}_{jl} 存在时,表明追加地区*j*和地区*l*之间的交通基础设施投资能够提升两地通达性水平。同时,由于交通基础设施建设资源的有限性,本文需要定义建设线路 T_{jl} 的投入上限,记作 \overline{T}_{jl} 。

(五) 空间一般均衡

空间一般均衡是指经济要素自由流动情况下,以各个地区代表个体不存在改变自身行为的稳定状态,即“没有改变空间行为刺激”的空间“帕累托效率”状态。为此,本文主要分析劳动力在不同地区自由流动时最优地区贸易流量及其产生的经济增长效率问题。从政府的角度来看,其目的在于通过最小化的交通基础设施建造成本来实现家庭效用和企业生产最优化。那么,对应的目标函数和预算约束分别为:

$$\text{Max } U_j = U(C_j, H_j) = C_j^\mu H_j^{1-\mu} \quad (10)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} c_j L_j \leq C_j, h_j L_j \leq H_j, L_j U(C_j, H_j) \leq L_j U_j, c_j \geq 0, h_j \geq 0 \\ \sum_{j=1}^J L_j = L, L_j \geq 0 \\ C_j^n + \sum_{l \in N(j)} [1 + \tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}^n, T_{jl})] \mathbf{Q}_{jl}^n \leq (A_j^n a_{j,L}^n L_j^n)^{1-\theta} (a_{j,K}^n K_j^n)^\theta + \sum_{l \in N(j)} \mathbf{Q}_{lj}^n \\ \dot{A}_j^n = B [(1 - a_{j,K}^n) K_j^n]^\nu [(1 - a_{j,L}^n) L_j^n]^\rho (A_j^n)^\varphi, B \geq 0 \\ 0 \leq \underline{T}_{jl} \leq T_{jl} \leq \bar{T}_{jl} \leq \infty \\ \sum_{n=1}^N K_j^n \leq K_j, K_j \geq 0 \\ \sum_{j=1}^J \sum_{l \in N(j)} (\zeta_{b,jl}^T + \zeta_{m,jl}^T) T_{jl} \leq I_{jl} \end{cases} \quad (11)$$

本文根据目标函数式(10)和预算约束条件式(11),进一步构造如下拉格朗日函数:

$$\begin{aligned} L = & U_j - \sum_{j=1}^J \omega_j L_j (U_j - C_j^\mu H_j^{1-\mu}) - W^L \left(\sum_{j=1}^J L_j - L \right) \\ & - \sum_{j=1}^J \lambda_j^C \left[c_j L_j + \phi \sum_{n=1}^N \sum_{l \in N(j)} \tau_{jl} \left(\sum_{n=1}^N m^n \mathbf{Q}_{jl}^n, T_{jl} \right) \mathbf{Q}_{jl}^n - C_j(C_j^1, \dots, C_j^N) \right] - \sum_{j=1}^J \lambda_j^H (h_j L_j - H_j) \\ & - \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \lambda_j^n \left[C_j^n + \sum_{l \in N(j)} [\mathbf{Q}_{jl}^n + (1 - \phi) \tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}^n, T_{jl}) \mathbf{Q}_{jl}^n] - (A_j^n a_{j,L}^n L_j^n)^{1-\theta} (a_{j,K}^n K_j^n)^\theta - \sum_{l \in N(j)} \mathbf{Q}_{lj}^n \right] \\ & - \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \lambda_j^A \left[B [(1 - a_{j,K}^n) K_j^n]^\nu [(1 - a_{j,L}^n) L_j^n]^\rho (A_j^n)^\varphi - \dot{A}_j^n \right] \\ & - \sum_{j=1}^J W_j \left(\sum_{n=1}^N L_j^n - L_j \right) - \sum_{j=1}^J \sum_k R_j^k \left(\sum_{n=1}^N K_j^n - K_j \right) \\ & - \lambda_T \left[\sum_{j=1}^J \sum_{l \in N(j)} (\zeta_{b,jl}^T + \zeta_{m,jl}^T) T_{jl} - I_{jl} \right] + \sum_{j,l} \xi_{jl}^T (T_{jl} - \underline{T}_{jl}) + \sum_{j,l} \xi_{jl}^{\bar{T}} (\bar{T}_{jl} - T_{jl}) \end{aligned} \quad (12)$$

式(12)中, ω_j 为地区 j 劳动力比例; $W^L, \lambda_j^C, \lambda_j^H, \lambda_j^n, \lambda_j^A, W_j, R_j^k, \lambda_T, \xi_{jl}^T, \xi_{jl}^{\bar{T}}$ 分别为影子价格, 即拉格朗日乘子; $\phi \in \{0, 1\}$ 表示可贸易商品的运输拥堵程度。

接下来, 本文根据式(12)可以进一步推导出可贸易商品消费量(C_j)、不可贸易商品消费量(H_j)、生产效率(A_j^n)、可贸易商品流量(\mathbf{Q}_{jl}^n)、交通基础设施建设(T_{jl})的一阶条件(FOCs):

$$\omega_j L_j \mu C_j^{\mu-1} H_j^{1-\mu} - \lambda_j^C L_j = 0 \quad (13)$$

$$\omega_j L_j (1 - \mu) C_j^\mu H_j^{-\mu} - \lambda_j^H L_j = 0 \quad (14)$$

$$\lambda_j^n (1 - \theta) (A_j^n)^{-\theta} (a_{j,L}^n L_j^n)^{-\theta} (a_{j,K}^n K_j^n)^\theta - \lambda_j^A \vartheta B [(1 - a_{j,K}^n) K_j^n]^\nu [(1 - a_{j,L}^n) L_j^n]^\rho (A_j^n)^{\varphi-1} + \lambda_j^A (\dot{A}_j^n)' = 0 \quad (15)$$

$$-\lambda_j^C \phi \left[\tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}, T_{jl}) + \frac{\partial \tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}, T_{jl})}{\partial \mathbf{Q}_{jl}} \mathbf{Q}_{jl} \right] - \lambda_j^n (1 - \phi) \left[\tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}^n, T_{jl}) + \frac{\partial \tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}^n, T_{jl})}{\partial \mathbf{Q}_{jl}^n} \mathbf{Q}_{jl}^n \right] - \lambda_j^n + \lambda_j^n = 0 \quad (16)$$

$$\phi \sum_{n=1}^N \lambda_j^C \mathbf{Q}_{jl}^n \left[-\frac{\partial \tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}, T_{jl})}{\partial T_{jl}} \right] + (1 - \phi) \sum_{n=1}^N \lambda_j^n \mathbf{Q}_{jl}^n \left[-\frac{\partial \tau_{jl}(\mathbf{Q}_{jl}^n, T_{jl})}{\partial T_{jl}} \right] + (\xi_{jl}^T - \xi_{jl}^{\bar{T}}) - \lambda_T (\zeta_{b,jl}^T + \zeta_{m,jl}^T) = 0 \quad (17)$$

理论上,求解地区 j,l 之间可贸易商品的最优流量等价于两地之间最小成本的交通线路建设问题。为此,假定运输成本具有如下函数表达式:

$$\tau_{jl}^n = \tau_{jl}(Q_{jl}^n, T_{jl}^n) = \zeta_{jl}^{\tau} \frac{(Q_{jl}^n)^{\eta}}{(T_{jl}^n)^{\omega}}, \eta \geq 0, \omega \geq 0 \quad (18)$$

其中, ζ_{jl}^{τ} 为影响运输成本的交通拥挤成本, ζ_{jl}^{τ} 越大说明地区 j,l 之间的拥堵程度越高,则可贸易商品在 j,l 之间运输所花费的成本越大; η 为可贸易商品的单位运输成本弹性, η 越大说明可贸易商品在地区 j,l 之间运输所花费的成本越大; ω 为交通基础设施的单位运输成本弹性, ω 越大说明可贸易商品在地区 j,l 之间运输所花费的成本越小,因为交通基础设施建设越完善,则地区 j,l 之间的运输效率越高。可以证明,当且仅当 $\eta \geq \omega$ 时,交通基础设施投资才具备收敛性。

更进一步,在无摩擦的市场经济中,可贸易商品在各地区间自由、无障碍地流动,必然导致地区间的价格差异降低,本文由此获得可贸易商品在地区 j,l 之间流动的均衡价格表达式:

$$\lambda_l^n \leq \left(1 + \tau_{jl}^n + \frac{\partial \tau_{jl}^n}{\partial Q_{jl}^n} Q_{jl}^n \right) \lambda_j^n \quad (19)$$

式(19)表明, λ_l^n/λ_j^n 越小,则可贸易商品的市场分割程度越小。同时,式(19)是可贸易商品流动的无套利条件,即可贸易商品在地区 j,l 之间的影子价格之比 λ_l^n/λ_j^n 必须等于或小于边际运输成本,否则生产者套利行为仍会发生。

最后,结合前文式(13)一(17)社会计划者问题的一阶条件,并利用式(18)和式(19)可以得到可贸易商品在地区 j,l 之间运输的最优贸易流量(Q_{jl}^{n*})、交通基础设施投资的最优水平(T_{jl}^{n*})方程:

$$Q_{jl}^{n*} = \left[\frac{1}{1 + \eta} \times \frac{(T_{jl}^n)^{\omega}}{\zeta_{jl}^{\tau}} \text{Max} \left\{ \frac{\lambda_l^n}{\lambda_j^n} - 1, 0 \right\} \right]^{1/\eta} \quad (20)$$

$$T_{jl}^{n*} = \left[\frac{\omega}{\lambda_T} \times \frac{\zeta_{jl}^{\tau}}{\zeta_{b,jl}^T + \zeta_{m,jl}^T} \left(\sum_{n=1}^N \lambda_j^n (Q_{jl}^n)^{1+\eta} \right) \right]^{1/(1+\omega)} \quad (21)$$

通过式(20)(21)可以揭示空间一般均衡条件下交通基础设施、地区贸易流量与经济增长效率之间的一般性规律,具体分析如下:

第一,式(20)表明,可贸易商品在地区 j,l 之间的运输数量会随着价格差升高而增加,随着可贸易商品的单位运输成本弹性 η 增加而下降。这意味着,当可贸易商品在地区 j,l 之间的价格差存在时,可贸易商品的运输数量越大则越需要更为完善的交通基础设施,这将有助于提高可贸易商品的运输效率。理论上,完善的交通基础设施有利于降低成本、提高市场可达性、提升市场一体化程度,促使各个地区企业能够相互进入对方市场,进而扩大各个地区产业、行业、企业的潜在市场规模,由此促进资源要素在各地区更进一步地进行整合、配置、利用,各地区企业贸易往来的机会逐渐增多。其背后所蕴含的理论机理是,在越来越大的市场空间条件下,伴随交通路网逐步建设完善,地区间交通运输成本显著降低,较完备的交通基础设施系统能够将原本遍布在不同地区零散、碎片化的资源进行有效整合,使各地区企业在一个充分竞争的市场环境中从事生产活动与商品贸易,资本、劳动力、科技、数据等生产要素的市场一体化程度不断提高。相应地,市场一体化程度提高意味着地区间贸易壁垒显著降低,各项生产要素在地区间流动的成本也将不断降低,企业便能以更低的成本从更广泛的市场中引入相应的资源要素,以更低廉的价格和更优质的投入要素组合来从事产品生产活动,在充分利用资源的过程中缩减企业生产成本并广泛开展地区贸易,从而增加地区贸易流量。据此,本文将上述理论分析概括为假说1:

H1: 交通基础设施能降低交通运输成本, 加快资源要素流动, 促进地区间贸易往来, 增加地区贸易流量。

第二, 式(21)表明, 当交通基础设施建设的单位成本 λ_T 给定时, $\frac{\partial T_{jl}^*}{\partial Q_{jl}^n} > 0$, 故交通基础设施建设的最优水平随着贸易流量的增长而增加。同时, 存在 $\frac{\partial T_{jl}^*}{\partial \zeta_{jl}^T} > 0$ 、和 $\frac{\partial T_{jl}^*}{\partial \zeta_{b,jl}^T} < 0$, 这也说明交通道路越拥挤, 则交通基础设施建设水平越需要提高, 且交通基础设施投资成本与建造难度、维护成本呈正相关关系, 因为诸如气候变化、山川起伏、河流阻隔、地形复杂等因素所导致的建设难度和维护难度增大, 将会使得交通基础设施总投资成本增加。所以, 在空间一般均衡条件下, 交通基础设施建设需要充分考虑地区之间的地区贸易流量水平, 贸易流量较高的地区, 其所对应的交通基础设施理应更密集。与之相反, 贸易流量较低的地区, 其所对应的交通基础设施理应更稀疏。进一步地, 本文将式(15)代入式(19), 且令稳态时生产效率增长率为0, 则有:

$$A_j^{n*} = \left(\frac{\lambda_j^A}{\lambda_j^T} \right)^{\vartheta+\theta-1} \times \left(1 + \tau_{jl}^n + \frac{\partial \tau_{jl}^n}{\partial Q_{jl}^n} Q_{jl}^n \right)^{\vartheta+\theta-1} \times \left\{ \frac{\partial B [(1 - a_{j,K}^n) K_j^n]^\rho [(1 - a_{j,L}^n) L_j^n]^\rho}{(1 - \theta)(a_{j,L}^n L_j^n)^{-\theta} (a_{j,K}^n K_j^n)^\theta} \right\}^{\vartheta+\theta-1} \quad (22)$$

式(22)表明, 交通基础设施对经济增长效率的影响可借助地区贸易流量进行刻画, 若资本产出弹性 $\theta (0 \leq \theta \leq 1)$ 给定, 则 $\vartheta + \theta - 1 > 0$ 。所以, 地区贸易流量越大, 经济增长效率越高。同时, 结合式(18)进行分析, 当 $\eta \geq \omega$ 时, 可贸易商品的单位运输成本对交通基础设施建设的弹性小于其对运输的弹性, 即交通基础设施建设水平越高, 可贸易商品的单位运输成本越小, 可贸易商品运输数量就越多, 相应的地区经济增长效率也越高。由此可见, 交通基础设施是畅通国内各地区市场的重要媒介, 交通运输成本下降所引起的市场可达性和一体化程度提高, 促进经济资源不断由低效率企业向高效率企业转移、由不具有比较优势的企业向具有比较优势企业转移, 经济资源要素的充分流动改变了各个地区企业生产过程中要素投入的成本、数量、收益, 从而促使地区内部企业结合自身资源禀赋条件合理运用区域内外要素进行产品生产。在产品市场上, 由于总体交易规模扩大, 平均意义上的企业能够以更低的运输成本将更多的产品销售到更多市场, 从而享受更大的“规模经济”, 直接降低企业平均成本并提高生产率(刘冲等, 2020)。同时, 发达的交通基础设施体系有利于打破“行政区经济”^①保护和区域市场分割状态, 有利于形成经济专业化分工协作的氛围和格局, 有利于促进区域要素市场之间的平衡发育和健全, 减少要素价格扭曲和产业内部资源错配, 因而能够深度激发市场经济活力并提升经济增长效率。据此, 本文提出假说2:

H2: 交通基础设施、地区贸易流量对经济增长效率存在正向影响, 交通基础设施能够通过增加地区贸易流量提升经济增长效率。

三、实证策略

(一) 模型设计

本文遵照理论假说顺序, 首先设计如下计量模型:

$$trade_{it} = C_1 + \alpha_1 transport_{it} + \beta X_{it} + v_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (23)$$

$$efficiency_{it} = C_1 + \alpha_1 transport_{it} + \beta X_{it} + v_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (24)$$

其中, 被解释变量 $trade_{it}$ 、 $efficiency_{it}$ 分别为地区贸易流量和经济增长效率; 解释变量 $transport_{it}$ 为交通基础设施, 分别由公路($highway_{it}$)、铁路($railway_{it}$)、高铁(hsr_{it})、航空($airline_{it}$)四项指标进行

^①Young(2000)和周黎安(2004)指出, 中国分权体制下, 地方政府由于引资竞争而引起生产要素流动不畅, 这将导致所谓的“行政区经济”问题。

度量。在式(23)(24)中,本文还引入了一系列城市特征作为模型的控制变量,记作 X_{it} ,包括:技术创新($technology_{it}$)、人力资本($human_{it}$)、金融发展($finance_{it}$)、产业结构升级($upgrade_{it}$)、政府干预($fiscal_{it}$)、外商直接投资(fdi_{it})、基础设施($infrastructure_{it}$)、医疗条件($medical_{it}$)、城市化率($urban_{it}$)。此外, C_1 为常数项; α_1 和 β 分别为回归系数; i 和 t 分别为城市、时间; v_i 、 γ_t 分别为城市固定效应和时间固定效应; ϵ_{it} 为随机扰动项。

然后,本文设计了交通基础设施通过地区贸易流量影响经济增长效率的计量模型,具体如下:

$$efficiency_{it} = C_1 + \alpha_1 transport_{it} + \alpha_2 trade_{it} + \beta X_{it} + v_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (25)$$

其中,被解释变量 $efficiency_{it}$ 为经济增长效率;解释变量 $transport_{it}$ 为交通基础设施;机制变量 $trade_{it}$ 为地区贸易流量; α_1 、 α_2 、 β 分别为回归系数。其余变量、符号含义同上,故不再赘述。

(二)变量测度

1.被解释变量:经济增长效率。经济增长效率的内涵十分丰富,这也使测度经济增长效率的指标不相一致。目前,学界主要基于两种方法:全要素生产率和投入产出维度(谢康等,2021)。为此,本文借鉴唐未兵等(2014)的做法,以经济集约化水平来衡量经济增长效率,具体公式如下:

$$efficiency_{it} = (gtfp_{it}/g_{it}) / [(\rho gl_{it} + \chi gk_{it})/g_{it}] \\ = gtfp_{it} / (\rho gl_{it} + \chi gk_{it}), gtfp_{it} = g_{it} - \rho gl_{it} - \chi gk_{it} \quad (26)$$

其中, $gtfp_{it}$ 为全要素生产率^①增长率; g_{it} 为经济增长率; ρ 、 χ 分别为索洛余值法计算的劳动力和资本产出弹性; gl_{it} 和 gk_{it} 分别为劳动力和资本增长率。由式(26)可知,经济增长效率的提升与 $gtfp_{it}$ 息息相关,当 $gtfp_{it} > g_{it}$ 时,经济增长效率会随之提升,当 $gtfp_{it} < g_{it}$ 时,经济增长效率会随之下降,当 $gtfp_{it} = g_{it}$ 时,经济增长效率不变。

2.解释变量:交通基础设施。中国历来重视交通基础设施建设,从水运到公路,从铁路到航空,交通基础设施建设已实现从“初步连通”向“联结成网”的重大跨越,为经济高质量发展奠定了坚实基础。纵观国内交通运输行业发展现状,目前使用最为广泛的客货运输交通方式主要是公路、铁路和航空,但国家统计局未针对各类交通基础设施进行详细统计。因此,本文结合数据可得性,参考文雁兵等(2022)的思路,选取公路、铁路、高铁、航空作为交通基础设施的测度对象,由此构成了一个涵盖广泛的交通基础设施变量体系。其中,公路的计算公式为“(普通公路里程数+高速公路里程数)/城市行政区面积”;普通铁路以城市铁路运营时间进行测度,铁路运营年份之前赋值为“0”,铁路开始运营年份赋值为“1”;高速铁路以城市开通高铁时间进行测度,高铁开通前赋值为“0”,高铁开通后赋值为“1”;民用航空以城市民航通航时间进行测度,民航通航前赋值为“0”,民航通航后赋值为“1”。

3.机制变量:地区贸易流量。为了提高地区贸易流量指标的精度,本文借鉴李自若等(2020)、李自若等(2022)的做法,通过引力模型法对该指标进行估算,公式如下:

$$Q_i^{RS} = \frac{y_i^R d_i^S}{y_i} \delta_i^{RS} \quad (27)$$

其中, Q_i^{RS} 为*i*部门从R省到S省的贸易量; y_i^R 为R省*i*部门总产出; d_i^S 为S省对*i*部门的总需求(等于总产出); y_i 为加总的全国*i*部门总产出; δ_i^{RS} 为*i*部门在R省和S省之间的摩擦系数。

^①本文运用超效率SBM模型和GML指数对全要素生产率(TFP)进行估算。其中,产出指标为城市实际GDP;投入指标分别为“永续盘存法”计算的城市资本存量和单位从业人员期末数。同时,对于基期资本存量的测算,本文假定资本投资效率符合几何递减规律,利用公式 $K_{2002} = I_{2002} \times [(g_e + \delta_k) + (1 + g_e)/(g_e + \delta_k)]/2$ 来测算基期资本存量。其中, K_{2002} 为2002年资本存量; I_{2002} 为2002年固定资产投资; g_e 为2002年至2003年经济增长率; δ_k 为年度资本折旧率,参照张军等(2004)的做法,令 $\delta_k = 9.60\%$ 。

由式(27)可以得到*i*部门在R省和S省之间的摩擦系数计算公式：

$$\delta_i^{RS} = Q_i^{RS} / \left(\frac{y_i^R d_i^S}{y_i} \right) \quad (28)$$

本文结合式(27)和式(28),按照如下步骤对中国2004—2019年地区贸易流量进行估算：

第一步,通过2002年、2007年、2012年、2017年《中国统计年鉴》《中国投入产出表》《中国地区投入产出表》中获取基础年各省各部门省际贸易流量(Q_i^{RS})^①、总产出(y_i^R)、总需求(d_i^S)以及全国总产出(y_i)数据,然后根据式(28)计算摩擦系数(δ_i^{RS})。

第二步,假定各省总产出与GDP呈正相关关系,各省总产出与GDP增长率间存在如下关系式：

$$\begin{aligned} Y_{t+5}^R / Y_t^R &= 1 + op_n^R \\ &= (1 + a_n^R g_{t+1}^R)(1 + a_n^R g_{t+2}^R)(1 + a_n^R g_{t+3}^R)(1 + a_n^R g_{t+4}^R)(1 + a_n^R g_{t+5}^R), \\ n &= 1, 2, 3, 4, 5 \end{aligned} \quad (29)$$

其中, op_n^R 为R省5年总产出增长率; Y_t^R 为R省第*t*年总产出; g_t^R 为R省第*t*年GDP增长率; a_n^R 为比例系数,可以通过求解非线性方程组得出。值得一提的是,对于个别省份GDP正负变化较大的省份,本文将按照各省每五年GDP的变化拆分总产出数据或按照产出与GDP的比例平滑数据,鉴于做法与李自若等(2022)一致,此处不再赘述。

第三步,在获得基础年摩擦系数、计划年各省总产出数据后,利用式(27)对地区贸易流量进行估算。

4. 控制变量。本文控制变量测度方法如下:(1)技术创新,以专利授权数与专利申请数、专利授权数之和的比值测度;(2)人力资本,以每万人在校大学生数测度;(3)金融发展,以年末金融机构贷款余额与GDP之比测度;(4)产业结构升级,以第三产业增加值与第二产业增加值之比测度;(5)政府干预,以财政支出与GDP之比测度;(6)外商直接投资,以当年实际使用外资金额测度;(7)基础设施,以市辖区年末实有道路面积测度;(8)医疗条件,以城市执业(助理)医师数测度;(9)城市化率,以市辖区人口与全市总人口之比测度。

(三)数据说明与描述性统计

鉴于2021年《中国城市统计年鉴》数据口径与其他年份不一致,部分变量指标难以获取和测算,故本文使用中国2004—2019年地级及以上城市数据作为研究对象。由于研究时间跨度较长,本文剔除了缺失重要统计数据资料的部分城市,个别指标缺失数据运用线性插值法补齐,最终获得284个城市的平衡面板数据,样本观测数为4544个。本文将上述的数据和变量指标整合成2004—2019年城市层面的面板数据,并对所有以货币形式表示的变量进行平减处理。需要进一步说明的是,本文数据通过历年《中国铁道年鉴》《中国交通年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》、各省(自治区、直辖市)统计年鉴、地方国民经济和社会发展统计公报、中国民航局、交通运输部、中国铁路总公司网站等资料手工搜集整理而得,表1为变量说明及描述性统计结果。

表1 描述性统计

| 变量 | 代码 | 测度说明 | 均值 | 最小值 | 最大值 |
|--------|-------------------|---------|------------|----------|-------------|
| 经济增长效率 | <i>efficiency</i> | 经济集约化水平 | -0.0193 | -87.1636 | 21.0851 |
| 地区贸易流量 | <i>trade</i> | 引力模型估算 | 38675.7400 | 127.6317 | 426727.8000 |

^①本文令可获得分部门省际贸易流量数据的年份为基础年,并假定摩擦系数从基础年到指定计划年无变化。其中,基础年为2002年、2007年、2012年、2017年,计划年为2004—2019年除基础年之外的其他年份。使用2002年摩擦系数估算2003年、2004年省际贸易数据,使用2007年摩擦系数估算2005年、2006年、2008年、2009年省际贸易数据,使用2012年摩擦系数估算2010年、2011年、2013年、2014年省际贸易数据,使用2017年摩擦系数估算2015年、2016年、2018年、2019年省际贸易数据。

续表1

| 变量 | 代码 | 测度说明 | 均值 | 最小值 | 最大值 |
|--------|-----------------------|-----------------|-------------|----------|---------------|
| 交通基础设施 | <i>highway</i> | 公路里程数/城市行政区面积 | 98.6669 | 2.8999 | 942.2932 |
| | <i>railway</i> | 铁路(运营=1;未运营=0) | 0.9630 | 0.0000 | 1.0000 |
| | <i>hsr</i> | 高铁(开通=1;未开通=0) | 0.3184 | 0.0000 | 1.0000 |
| | <i>airline</i> | 航空(通航=1;未通航=0) | 0.3996 | 0.0000 | 1.0000 |
| 技术创新 | <i>technology</i> | 专利授权数/(申请数+授权数) | 20.3554 | 0.2830 | 72.7316 |
| 人力资本 | <i>human</i> | 每万人在校大学生数 | 180.6929 | 0.0000 | 3502.1800 |
| 金融发展 | <i>finance</i> | 年末金融机构贷款余额/GDP | 112.9287 | 7.5319 | 962.2103 |
| 产业结构升级 | <i>upgrade</i> | 第三产业增加值/第二产业增加值 | 91.0055 | 9.4317 | 1347.7440 |
| 政府干预 | <i>fiscal</i> | 财政支出/GDP | 26.0124 | 0.9232 | 1162.8770 |
| 外商直接投资 | <i>fdi</i> | 当年实际使用外资金额 | 249786.3000 | 0.0000 | 12500000.0000 |
| 基础设施 | <i>infrastructure</i> | 市辖区年末实有道路面积 | 1546.1420 | 0.0000 | 22160.0000 |
| 医疗条件 | <i>medical</i> | 执业(助理)医师数 | 8799.9290 | 377.0000 | 115771.0000 |
| 城市化率 | <i>urban</i> | 市辖区人口/全市总人口 | 35.7295 | 0.0000 | 100.0000 |

四、实证结果

(一)基准回归结果

本文使用Stata16.0软件进行回归分析,表2为模型1基准回归结果。其中,列(1)—(4)分别汇报了公路、铁路、高铁、航空对地区贸易流量的回归结果。容易看出,在引入时间和城市固定效应条件下,公路、铁路、高铁均能够有效促进地区贸易流量增长,回归系数分别为0.2084、0.4684、0.2154,这符合假说1的理论预期,而且公路、铁路、高铁对地区贸易流量的回归系数均在1%的水平上显著。因此,完善的交通基础设施建设为全国统一大市场建设奠定了坚实的基础保障,正如本文理论研究所揭示的,交通基础设施建设能够促进生产要素充分流动,提高区域市场一体化程度,在高效整合各地区生产要素的过程中满足企业生产需求,降低企业生产要素投入成本,从而促进地区间贸易往来,增加地区贸易流量。

本文还发现,航空对地区贸易流量的影响显著为负,回归系数为-0.1873,该结果值得深入探讨。本文认为可能存在两个原因:一方面,航空运输具有一定特殊性,其主要承担客运功能,航空货运方式在总体交通货运中所占比例较低,^①因而航空与地区贸易流量之间直接的正相关关系难以体现;另一方面,作为一个处于快速发展的国家,中国航空线路、机场数量、航空辐射范围仍有优化空间,由于航空建造依赖于城市群建设,其分布特征与城市群的空间布局存在极大关联,唯有进一步扩宽航空可达性和区域均衡性,进一步引导和优化航空货运流量配置,才能在提高航空运输效率的同时增加地区贸易流量。

表2 回归结果

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|
| | <i>Intrade</i> | <i>Intrade</i> | <i>Intrade</i> | <i>Intrade</i> |
| <i>lnhighway</i> | 0.2084*** (2.84) | | | |
| <i>railway</i> | | 0.4684*** (7.32) | | |

^①根据2020年《中国城市统计年鉴》,中国2019年城市公路货运量、水运货运量、民用航空货邮运量分别为3827971万吨、799314万吨、1458.09万吨。其中,民用航空货邮运量占比仅为0.03%。

续表 2

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---------------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| | <i>Intrade</i> | <i>Intrade</i> | <i>Intrade</i> | <i>Intrade</i> |
| <i>hsr</i> | | | 0.2154*** (6.94) | |
| <i>airline</i> | | | | -0.1873*** (-4.17) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 时间固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 4544 | 4544 | 4544 | 4544 |
| 可决系数 R ² | 0.4590 | 0.8678 | 0.8685 | 0.8675 |

注：***、**、*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；系数下括号内为t值，根据地级市聚类稳健标准误计算，下表若无特殊说明则与此相同；限于篇幅，正文中未列示控制变量回归结果，留存备索，以下表格做相同处理。

表3为模型2基准回归结果，从中不难发现，公路、铁路、高铁和航空均有助于提升经济增长效率，回归系数分别为0.0330、0.0382、0.0191和0.0697，且分别在5%或10%的水平上显著，这符合本文理论预期。由此可见，交通基础设施有利于打破区域间经济贸易壁垒，并有利于削弱“行政区经济”所引起的制度性摩擦，在促进商品、资源、要素充分流动的过程中提升经济增长效率。

表 3 回归结果

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | <i>efficiency</i> | <i>efficiency</i> | <i>efficiency</i> | <i>efficiency</i> |
| <i>lnhighway</i> | 0.0330* (1.68) | | | |
| <i>railway</i> | | 0.0382* (1.67) | | |
| <i>hsr</i> | | | 0.0191** (2.24) | |
| <i>airline</i> | | | | 0.0697* (1.83) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 时间固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 4544 | 4544 | 4544 | 4544 |
| 可决系数 R ² | 0.0059 | 0.0553 | 0.0553 | 0.0554 |

(二) 机制回归结果

表4报告了交通基础设施、地区贸易流量对经济增长效率的回归结果。表4列(1)—(4)分别为公路、铁路、高铁和航空通过地区贸易流量影响经济增长效率的回归结果。可以发现，无论是公路，还是铁路、高铁、航空均能够有效提升地区经济增长效率，回归系数分别为0.0003、0.0250、0.0110和0.0774，且回归系数分别在10%或5%的水平上显著。同时，地区贸易流量对经济增长效率的影响也为正，故本文提出的假说2得到充分验证。此外，在引入地区贸易流量作为机制变量后，航空对经济增长效率的影响显著为正。本文结合表2和表3中航空对经济增长效率的回归结果，认为地区间航空发展极大增强了交通运输效率，能够促进生产性资源要素（如资本、知识、劳动力等）在更大的空间范围流动，显著提高了地区就业规模、企业数量和创新活力，由此带动地区经济增长效率提升。总体上，交通基础设施有利于打破市场分割、促进要素流动和提升运输效率，在促进地区贸易往来的过程中影响地区贸易流量。同时，交通基础设施增强了地区间经济联系，显著降低了贸易成本，从而推动地区的垂直专业化分工和商品贸易往来，通过“市场竞争效应”优化资源配置，发挥产业集聚的“规模经济”（Brinkman, 2016），发挥超大规模经济优势，从而能够提高经济增长效率。

表4 回归结果

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | <i>efficiency</i> | <i>efficiency</i> | <i>efficiency</i> | <i>efficiency</i> |
| <i>lnhighway</i> | 0.0003* (1.84) | | | |
| <i>railway</i> | | 0.0250* (1.71) | | |
| <i>hsr</i> | | | 0.0110** (2.14) | |
| <i>airline</i> | | | | 0.0774* (1.85) |
| <i>lntrade</i> | 0.0370 (0.78) | 0.0384 (0.74) | 0.0379 (0.78) | 0.0404 (0.76) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 时间固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 4544 | 4544 | 4544 | 4544 |
| 可决系数 R ² | 0.0061 | 0.0555 | 0.0555 | 0.0556 |

五、稳健性检验与内生性处理

考虑到不同交通基础设施的数据特征,本文首先利用基于系统广义矩估计方法(Sys-GMM)的动态面板模型检验公路影响经济增长效率结果的稳健性,然后通过安慰剂检验分别对铁路、高铁和航空影响经济增长效率的可靠性程度进行判定,最后本文将利用工具变量法处理模型内生性问题。这是因为,交通基础设施与经济增长效率之间难免存在互为因果情形,或者是建模过程中的遗漏变量和变量选取时的测量误差等问题,导致在识别二者因果关系时存在一定的困难。

(一) Sys-GMM法

本文利用 Sys-GMM 法进行稳健性检验的结果如表 5 所示。其中,表 5 中列(1)、列(2)结果显示,AR(2)在 10% 的显著性水平上不成立,故 GMM 估计有效。同时,Hansen 检验统计量均不显著,所以工具变量也有效。接下来,对表 5 结果进行详细解析。首先,仅考虑公路对地区贸易流量的直接效应时,公路对地区贸易流量在 1% 的水平上具有显著正向影响,回归系数为 0.0021。其次,引入地区贸易流量作为解释变量后,无论是公路,还是地区贸易流量均对经济增长效率的提升具有积极作用,二者的回归系数分别为 0.0002 和 0.0050。该结果进一步说明地区间利用本地资源优势进行跨区域资源整合的前提离不开一个较为完备的交通基础设施系统,地区交通基础设施条件越好,生产要素流动的范围越广,城市内部企业生产的产品成本更低,产品附加值更高,在全国统一大市场建设下,企业在参与市场竞争过程中的实力也越强,从而能够更好地通过增加地区贸易流量来提升地区经济增长效率。

表5 稳健性检验:Sys-GMM法

| 变量 | (1) | (2) |
|------------------|----------------------|----------------------|
| | <i>lntrade</i> | <i>efficiency</i> |
| <i>lnhighway</i> | 0.0021*** (8.24) | 0.0002* (1.86) |
| <i>lntrade</i> | | 0.0050 (0.48) |
| 滞后项 | 0.3424*** (46.24) | 0.0791*** (66.23) |

续表5

| 变量 | (1) | (2) |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| | <i>Intrade</i> | <i>efficiency</i> |
| 控制变量 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 |
| 时间固定效应 | 是 | 是 |
| AR(1) | -10.4440*** [0.01] | -10.0791*** [0.01] |
| AR(2) | -0.3540 [0.72] | -0.9507 [0.34] |
| Hansen Test | 36.80 [0.48] | 37.27 [0.50] |
| 观测值 | 4260 | 4260 |

注:回归系数下方的括弧内为z值,根据地级市聚类稳健标准误计算;中括号内为p值,下同。

(二)安慰剂检验

前文采用Sys-GMM法检验了公路影响经济增长效率的稳健性程度,为了进一步检验铁路、高铁和民航回归结果在多大程度上受到随机因素或遗漏变量的影响,本文通过随机化城市铁路、高铁和民航开通时间来进行安慰剂检验。具体而言,参照La Ferrara et al.(2012)、Li et al.(2016)、Cantoni et al.(2017)、刘瑞明等(2020)、卢盛峰等(2021)、陈钊和申洋(2021)的做法,结合284个城市铁路、高铁和民航开通情况,随机生成处理组并按照表4列(2)一(4)所涉及的模型进行1000次重复回归,并对1000次回归中铁路、高铁和航空的回归系数和p值进行统计,重点考察铁路、高铁和航空影响经济增长效率的回归系数和p值(见图1),然后与表4中铁路、高铁和航空的回归系数(回归系数分别为0.0250、0.0110和0.0774)和对应的p值(p值分别为1.71、2.14和1.85)进行比较,以此来检验经济增长效率是否显著受到除铁路、高铁和航空因素之外的其他因素影响。

本文通过观察图1中子图(a)、子图(b)和子图(c),不难看出,在1000次随机化实验中,铁路、高铁和航空的回归系数总体上以零为均值并呈现出正态分布,且随机化实验的核心回归系数均偏离了图中竖线所在位置,这就说明铁路、高铁和航空对地区经济增长率的正向效应主要受铁路运营、高铁开通和民航开通的影响。换言之,铁路、高铁和航空对经济增长效率的影响并非偶然。同时,随机化实验中回归系数的p值均小于表4中的真实回归系数的p值,表明前文铁路、高铁和航空对经济增长效率的回归结果具有较高的可信度,交通基础设施的确有利于提升经济增长效率。

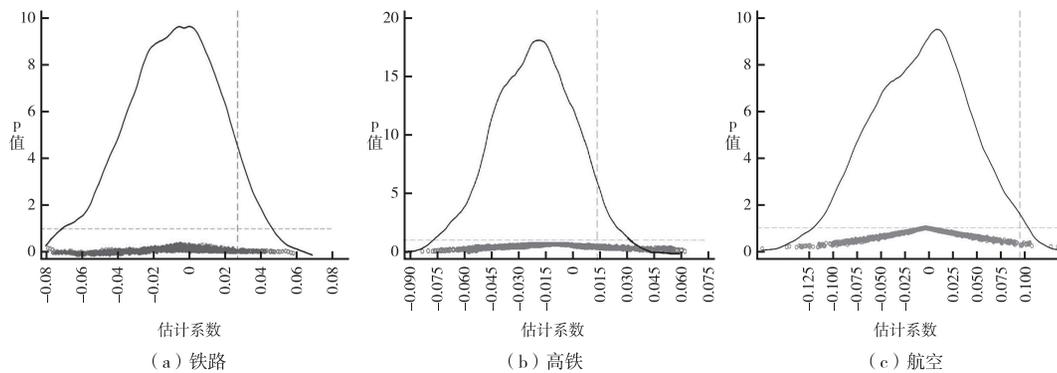


图1 安慰剂检验

(三)内生性处理

1.公路的内生性分析。工具变量法(IV)是处理内生性问题的一种经典方法。通常来说,寻找工

具变量一般从地理或历史角度出发,这能使工具变量同时满足与内生变量相关和扰动项无关两个基本条件。对于公路来说,由于公路修建与所经过地表陡峭程度存在强相关关系,而具有地理信息属性的地表陡峭程度与地区贸易流量和经济增长效率之间不存在明显相关性。为此,本文参考Duflo & Pande(2007)、刘冲和周黎安(2014)的做法,以地形起伏坡度(*Rdls*)作为公路的工具变量。表6为内生性分析结果,其中,基于TOLS法回归的列(1)中第一阶段结果显示,地形起伏坡度对公路具有负向影响,回归系数为-11.8718,且回归系数在1%的水平上显著,这说明地形起伏坡度的增长确实会增加公路建造难度,加大公路的建造成本。进一步地,基于TOLS法回归的列(2)中第二阶段结果显示,公路和地区贸易流量对经济增长效率的影响均为正,回归系数系数分别为0.0004和0.0006,且公路的回归系数在10%的水平上显著,这说明本文结论具有稳健性。

表6 内生性分析

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | <i>lntrade</i> | <i>efficiency</i> | <i>lntrade</i> | <i>efficiency</i> |
| <i>lnhighway</i> | 0.0250*** (15.13) | 0.0004* (1.78) | | |
| <i>railway</i> | | | 1.8044** (2.28) | 0.5572* (1.91) |
| <i>lntrade</i> | | 0.0006 (1.06) | | 0.0062 (0.36) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 时间固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 第一阶段 | -11.8718*** (-18.71) | -0.1998*** (12.05) | 0.0002*** (4.96) | 0.0002*** (5.00) |
| Kleibergen-Paap rk LM | 316.51*** [0.01] | 231.54*** [0.01] | 20.56*** [0.01] | 20.95*** [0.01] |
| Cragg-Donald Wald F | 370.73 | 265.53 | 76.29 | 78.08 |
| Kleibergen-Paap rk Wald F | 349.94 | 250.26 | 24.61 | 25.03 |
| 观测值 | 3744 | 3744 | 4244 | 4244 |
| 可决系数 R ² | 0.9723 | 0.0009 | 0.9831 | 0.0033 |

2. 铁路的内生性分析。鉴于铁路和高铁当前承担的职能有所差异,铁路主要承担货运功能,而高铁主要承担客运功能。所以,对于二者的工具变量选择本文分别采用不同的思路,以此来处理模型潜在的内生性问题。具体而言,本文借鉴Banerjee et al.(2020)的做法,选择19世纪中期至20世纪初中国历史名城^①和通商口岸^②连接线^③与地级及以上城市中心最短距离作为铁路的工具变量,连接历史名城和通商口岸的直线组成了中国20世纪80年代最为重要的交通基础设施网络体系,因为这是中国建造的第一批现代化的交通基础设施(铁路),而后诸多交通基础设施建设都是沿着这些线路展开。同时,由于这些铁路建造年代久远而具备外生性条件。表6列(3)、列(4)汇报了内生性分析

①历史名城指19世纪中期至20世纪初中国具有重要政治经济地位的城市,包括:北京、成都、贵阳、昆明、兰州、南昌、太原和西安8个城市。

②1842年8月29日,《南京条约》被迫开放的通商口岸是上海、广州、厦门、宁波和福州。鉴于厦门和福州距离较近,且均为福建省下辖的两个重要城市,故未将其纳入工具变量构造之中。

③如果两个城市间的距离小于100公里,本文就对这两个城市进行连线,这条线路会持续穿越不同区域、省份、城市、县城等,直到遇到自然屏障(如海岸线、高原山脉、大型湖泊、内陆沙漠等)或与另一个国家接壤时方才终止,这些连接的直线构成了一个较为系统的交通基础设施网络体系。

结果。可以看出,铁路对地区贸易流量的影响为正,回归系数分别为1.8044,且回归系数在5%的水平上显著。同时,引入地区贸易流量作为机制变量后,铁路、地区贸易流量均对经济增长效率存在正向影响,二者的回归系数分别为0.5572和0.0062。由此可见,铁路能通过地区贸易流量这一变量来提升经济增长效率,这与前文研究结论相一致。

表7 内生性分析

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | <i>lntrade</i> | <i>efficiency</i> | <i>lntrade</i> | <i>efficiency</i> |
| <i>hsr</i> | 4.0451*** (4.43) | 0.0142 (0.08) | | |
| <i>airline</i> | | | -5.4803*** (6.13) | 0.6538* (1.76) |
| <i>lntrade</i> | | 0.0080 (0.71) | | 0.0245 (1.17) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 时间固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 第一阶段 | 0.0820*** (5.91) | 0.1655*** (13.61) | 0.1099*** (6.29) | 0.0883*** (5.04) |
| Kleibergen-Paap rk LM | 34.66*** [0.01] | 171.09*** [0.01] | 39.18*** [0.01] | 25.47*** [0.01] |
| Cragg-Donald Wald F | 39.56 | 194.85 | 43.16 | 26.77 |
| Kleibergen-Paap rk Wald F | 34.97 | 185.21 | 39.59 | 25.36 |
| 观测值 | 4544 | 4544 | 3744 | 3744 |
| 可决系数R ² | 0.9485 | 0.0060 | 0.9281 | 0.1955 |

3. 高铁的内生性分析。本文参考Faber(2014)、张梦婷等(2018)、唐宜红等(2019)的做法,构建“最小生成树”(least cost path spanning tree networks)作为高铁的工具变量,来处理模型潜在的内生性问题,以此识别高铁与经济增长效率之间的因果关系。由于最小生成树是借助自然地理信息计算的最小建设成本,因而满足工具变量基本条件。表7列(1)、列(2)汇报了内生性分析结果。其中,列(1)为高铁影响地区贸易流量的回归结果,列(2)则为高铁、地区贸易流量影响经济增长效率的回归结果。本文通过观察稳健性检验结果,发现TOLS第一阶段结果完全符合预期,表7列(1)、列(2)的工具变量回归系数均在1%的水平上显著。同时,高铁对地区贸易流量的影响显著为正,回归系数为4.0451,这与前文得到的结果较为相似。此外,引入地区贸易流量作为机制变量后,核心变量的回归系数符号方向并未发生明显变化,高铁和地区贸易流量的回归系数分别为0.0142和0.0080,这进一步论证了本文研究结论的稳健性程度。

4. 航空的内生性分析。最后,本文还将中国历史军事机场建造作为民用机场开通的工具变量,这个想法主要参考Gibbons & Wu(2020)的研究而来。他们指出,中国20世纪40年代建造的许多军用机场后来改为民用或军民合用机场,这通常是因为军事冗余而非当地特定的需求所致,所以中国历史军事机场的修建可以作为21世纪航空运输发展的代理变量。基于这一思路,本文从美国国会图书馆地图目录(第2007627806项)中查阅了1943年中国历史军事机场位置信息地图,^①通过手工搜集整理了中国1943年军事机场所在地及其对应的具体城市,并用作航空的工具变量,内生性分析结果见表7列(3)、列(4)。^②其中,列(3)、列(4)中TOLS第一阶段结果显示,工具变量的回归系数均

①因为该地图没有提供经纬度信息,本文无法准确测量军事机场与城市之间的地理距离,只能通过城市名称辨别军事机场所处的地理位置。

②鉴于该地图并未绘制黑龙江、吉林、辽宁、新疆的军事机场建设状况,本文在内生性分析时将样本剔除。

在1%水平上显著,这符合本文预期,说明中国历史军事机场修建与民用航空之间确实存在显著的相关性。同时,航空对地区贸易流量具有显著的抑制作用,回归系数为-5.4803,虽然该回归系数值较大,但从回归系数符号的影响方向来看,前文结论并未发生改变。此外,引入地区贸易流量作为机制变量后,航空、地区贸易流量对经济增长效率均具有正向影响,回归系数分别为0.6538和0.0245,该检验结果与前文研究结论基本一致。

六、结论与政策启示

中国正在从经济大国向经济强国迈进,实现经济高质量发展不再是单纯依靠投资、消费、出口等传统“引擎”拉动,而是通过制度改革优势有效激发市场经济的活力,通过提升经济增长效率驱动经济长期增长。全国统一大市场建设极大地释放了市场竞争潜力,优化了生产要素资源配置,打破了商品、资源、要素的市场分割程度,较大程度上实现了商品、资源、要素在区域间的联动配置。毋庸置疑,交通基础设施在加快经济要素流动、提升资源配置效率、促进经济高效发展、推动全国统一大市场建设方面大有可为,这使本文深入研究交通基础设施影响经济增长效率的内在机制和作用效应极具意义。本文建立了一个多部门、多地区空间经济模型,讨论了空间一般均衡条件下交通基础设施、地区贸易流量与经济增长效率的关系。根据理论推导的研究假说,利用中国2004—2019年地级及以上城市数据,检验了交通基础设施主干力量的公路、铁路、高铁、航空影响经济增长效率的效应机制。本文研究表明:(1)理论上,交通基础设施能促进地区间贸易往来,并通过增加地区贸易流量提升经济增长效率;(2)公路、铁路、高铁快速扩张能够对地区贸易流量产生显著的正向影响;(3)机制检验结果显示,公路、铁路、高铁、航空能够通过增加地区贸易流量提升经济增长效率。上述结论在考虑不同计量方法、遗漏变量、互为因果等干扰因素后依然稳健。

本文为研究交通基础设施与地区经济增长的相关文献提供了新的视角和启发,所得到的研究结论有利于了解交通基础设施在过去一段时期内对中国地区经济效率增长的贡献,因而对政策制定具有重要的参考价值。一方面,在全国统一大市场建设下,完善交通基础设施建设是打破区域市场分割、加快经济要素流动、提升资源配置效率、激发经济增长潜力的重要前提。“十四五”时期,加快交通运输行业转型升级是改善国内市场一体化和降低市场准入的关键所在,应充分发挥交通基础设施在促进经济增长效率过程中基础性、先导性、战略性和服务性作用,优化不同区域、城市、行业的交通基础设施布局,构建功能完备、级配合理、覆盖城乡的综合交通运输体系和现代化高质量交通运输网络。另一方面,随着中国交通基础设施建设日益完善,经济增长效率对满足基本需求的交通基础设施的依赖性逐渐下降,对高效运行的交通运输需求逐步增加。这表明决策者在评估交通基础设施投资的成本和收益时,需要兼顾交通基础设施建设的“效率”和“公平”问题,虽然通过改善落后地区的市场准入可以让落后地区受益,但也要注意交通建设成本过高、使用效率较低、项目重复建设的弊端,科学规划建设城市现代交通运输系统。

总而言之,中国交通基础设施布局仍有优化空间,既要发挥各类交通运输工具在资源再配置中的“有形之路”功能,促进商品、资源、要素在全国范围内自由流动和配置,也要借助政府在突破“行政区经济”藩篱过程中的“有形之手”作用,探索建立地方政府间的利益协调和平衡发展制度,进而塑造一个“有效市场+有为政府”的体制模式,最终为提升经济增长效率、建设全国统一大市场和构建“双循环”新发展格局提供有力支撑。

参考文献:

- 陈斌开 赵扶扬,2023:《外需冲击、经济再平衡与全国统一大市场构建——基于动态量化空间均衡的研究》,《经济研究》第6期。
- 陈晓佳 徐玮 安虎森,2021:《交通结构、市场规模与经济增长》,《世界经济》第6期。
- 陈钊 申洋,2021:《限购政策的空间溢出与土地资源配置效率》,《经济研究》第6期。
- 傅元海 叶祥松 王展祥,2016:《制造业结构变迁与经济增长效率提高》,《经济研究》第8期。

- 郭广珍 刘瑞国 黄宗晔,2019:《交通基础设施影响消费的经济增长模型》,《经济研究》第3期。
- 胡鞍钢 刘生龙,2009:《交通运输、经济增长及溢出效应——基于中国省际数据空间经济计量的结果》,《中国工业经济》第5期。
- 李兰冰 阎丽 黄玖立,2019:《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》,《经济研究》第12期。
- 李兰冰 张聪聪,2022:《高速公路连通性对区域市场一体化的影响及异质性分析》,《世界经济》第6期。
- 李自若 夏晓华 黄桂田,2020:《中国省际贸易流量再估算与贸易演变特征研究》,《统计研究》第8期。
- 李自若 杨汝岱 黄桂田,2022:《中国省际贸易流量与贸易壁垒研究》,《经济研究》第7期。
- 刘冲 吴群锋 刘青,2020:《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》,《经济研究》第7期。
- 刘冲 周黎安,2014:《高速公路建设与区域经济发展:来自中国县级水平的证据》,《经济科学》第2期。
- 刘瑞明 毛宇 亢延锟,2020:《制度松绑、市场活力激发与旅游经济发展——来自中国文化体制改革的证据》,《经济研究》第1期。
- 刘生龙 胡鞍钢,2011:《交通基础设施与中国区域经济一体化》,《经济研究》第3期。
- 卢盛峰 董如玉 叶初升,2021:《“一带一路”倡议促进了中国高质量出口吗——来自微观企业的证据》,《中国工业经济》第3期。
- 逯建 杜清源 孙浦阳,2018:《时间成本、城市规模与人均经济增长——基于铁路时刻数据的实证分析》,《管理世界》第5期。
- 孙伟增 牛冬晓 万广华,2022:《交通基础设施建设与产业结构升级——以高铁建设为例的实证分析》,《管理世界》第3期。
- 唐未兵 傅元海 王展祥,2014:《技术创新、技术引进与经济增长方式转变》,《经济研究》第7期。
- 唐宜红 俞峰 林发勤 张梦婷,2019:《中国高铁、贸易成本与企业出口研究》,《经济研究》第7期。
- 王雨飞 倪鹏飞,2016:《高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化》,《中国工业经济》第2期。
- 文雁兵 张梦婷 俞峰,2022:《中国交通基础设施的资源再配置效应》,《经济研究》第1期。
- 吴群锋 刘冲 刘青,2021:《国内市场一体化与企业出口行为——基于市场可达性视角的研究》,《经济学(季刊)》第5期。
- 谢康 廖雪华 肖静华,2021:《效率与公平不完全相悖:信息化与工业化融合视角》,《经济研究》第2期。
- 张军 吴桂英 张吉鹏,2004:《中国省际物质资本存量估算:1952—2000》,《经济研究》第10期。
- 张克中 陶东杰,2016:《交通基础设施的经济分布效应——来自高铁开通的证据》,《经济学动态》第6期。
- 张梦婷 俞峰 钟昌标 林发勤,2018:《高铁网络、市场准入与企业生产率》,《中国工业经济》第5期。
- 张学良,2012:《中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应》,《中国社会科学》第3期。
- 张勋 王旭 万广华 孙芳城,2018:《交通基础设施促进经济增长的一个综合框架》,《经济研究》第1期。
- 赵作权,2012:《中国经济核心—边缘格局与空间优化发展》,《管理世界》第10期。
- 周黎安,2004:《晋升博弈中政府官员的激励与合作——兼论我国地方保护主义和重复建设问题长期存在的原因》,《经济研究》第6期。
- Abeberese, A.B. & M. Chen (2022), “Intranational trade costs, product scope and productivity: Evidence from India’s golden quadrilateral project”, *Journal of Development Economics*, 156, <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2021.102791>.
- Baldwin, R. et al. (2001), “Global income divergence, trade, and industrialization: The geography of growth takeoffs”, *Journal of Economic Growth*, 6(1): 5—37.
- Banerjee, A. et al. (2020), “On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China”, *Journal of Development Economics*, 145, <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102442>.
- Baum-Snow, N. (2007), “Did highways cause suburbanization?”, *Quarterly Journal of Economics*, 122(2): 775—805.
- Baum-Snow, N. et al. (2017), “Roads, railroads and decentralization of Chinese cities”, *Review of Economics & Statistics*, 99(3): 435—448.
- Bernard, A. et al. (2019), “Production networks, geography, and firm performance”, *Journal of Political Economy*, 127(2): 639—688.
- Brinkman, J.C. (2016), “Congestion, agglomeration, and the structure of cities”, *Journal of Urban Economics*, 94: 13—31.

- Cantoni, D. et al. (2017), "Curriculum and ideology", *Journal of Political Economy*, 125(2): 338—392.
- Donaldson, D. (2018), "Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure", *American Economic Review*, 108(4—5): 899—934.
- Donaldson, D. & R. Hornbeck (2016), "Railroads and American economic growth: A 'market access' approach", *Quarterly Journal of Economics*, 131(2): 799—858.
- Duan, L.L. et al. (2020), "Transportation network and venture capital mobility: An analysis of air travel and high-speed rail in China", *Journal of Transport Geography*, 88, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102852>.
- Duflo, E. & R. Pande (2007), "Dams", *Quarterly Journal of Economics*, 122(2): 601—646.
- Duranton, G. & M.A. Turner (2012), "Urban growth and transportation", *Review of Economic Studies*, 79(4): 1407—1440.
- Duranton, G. et al. (2014), "Roads and trade: Evidence from the US", *Review of Economic Studies*, 81(2): 681—724.
- Faber, B. (2014), "Trade integration, market size, and industrialization: Evidence from China's national trunk highway system", *Review of Economic Studies*, 81(3): 1046—1070.
- Fajgelbaum, P. & E. Schaal (2020), "Optimal transport networks in spatial equilibrium", *Econometrica*, 88(4): 1411—1452.
- Fajgelbaum, P. & S.J. Redding (2022), "Trade, structural transformation, and development: Evidence from Argentina 1869—1914", *Journal of Political Economy*, 130(5): 147—217.
- Flückiger, M. et al. (2022), "Roman transport network connectivity and economic integration", *Review of Economic Studies*, 89(2): 774—810.
- Fujita, M. & N. Hamaguchi (2001), "Intermediate goods and the spatial structure of an economy", *Regional Science and Urban Economics*, 31(1): 79—109.
- Fujita, M. & T. Mori (2005), "Frontiers of the new economic geography", *Papers in Regional Science*, 84(3): 377—405.
- Ghani, E. et al. (2016), "Highway to success: The impact of the golden quadrilateral project for the location and performance of Indian manufacturing", *Economic Journal*, 126(591): 317—357.
- Gibbons, S. & W. J. Wu (2020), "Airports, access and local economic performance: Evidence from China", *Journal of Economic Geography*, 20(4): 903—937.
- Herzog, I. (2021), "National transportation networks, market access, and regional economic growth", *Journal of Urban Economics*, 122, <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103316>.
- Krugman, P. (1991), "Increasing returns and economic geography", *Journal of Political Economy*, 99(3): 483—499.
- La Ferrara, E. et al. (2012), "Soap operas and fertility evidence of Brazil", *American Economic Journal: Applied Economics*, 4(4): 1—31.
- Li, P. et al. (2016), "Does flattening government improve economic performance? Evidence from China", *Journal of Development Economics*, 123: 18—37.
- Liu, C. et al. (2019), "Transportation infrastructure, competition and productivity: Theory and evidence from China", *Economics Letters*, 174: 74—77.
- Ortega, E. et al. (2012), "Territorial cohesion impacts of high-speed rail at different planning levels", *Journal of Transport Geography*, 24(4): 130—141.
- Romer, P.M. (1990), "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, 98(5): 71—102.
- Samuelson, P.A. (1952), "The transfer problem and transport costs: The terms of trade when impediments are absent", *Economic Journal*, 62(246): 278—304.
- Tabuchi, T. et al. (2018), "Does technological progress magnify regional disparities?", *International Economic Review*, 59(2): 647—663.
- Yao, S.J. et al. (2020), "Can time-space compression promote urban economic growth? Evidence from China's high-speed rail projects", *China & World Economy*, 28(5): 90—117.
- Young, A. (2000), "The razor's edge: Distortions and incremental reform in the People's Republic of China", *Quarterly Journal of Economics*, 115(4): 1091—1135.

Transport Infrastructure, Regional Trade Flow and Economic Growth Efficiency

YU Guohua^a, WANG Dingxiang^a, DENG Xiang^b and REN Yimeng^b

(a: Southwest University, Chongqing, China;

b: Sichuan University, Chengdu, China)

Summary: Countries worldwide attach great importance to transportation infrastructure, for its development level profoundly affects the quality of a country's economic growth. Since the 21st century, China's transportation infrastructure has achieved leapfrog development. For example, expressway, high-speed railway and air transportation have accelerated the cross regional flow of productive factors such as population, capital, and technology and the process of market integration, as well as the three-dimensional, comprehensive and regional modern transportation network layout. Transportation infrastructure is the basic link to establish market connections, which is conducive to promoting the smooth flow of goods on a larger scale and improving the efficiency of market-oriented allocation of resources. Against the background of building a unified domestic market, cross regional transportation infrastructure has an irreplaceable role to promoting the full flow of resource, supporting the supply-demand balance of regional products, and prioritizing economic development efficiency.

This paper establishes a multi-sector and multi-region spatial economic model to discuss the relationships among transport infrastructure, regional trade flow and economic growth efficiency in spatial general equilibrium. Theoretically, the reduction in transportation costs brought about by the construction of transport infrastructure is conducive to promoting the flow of goods, resources, and factors over a broader range, and improving economic growth efficiency by increasing regional trade flow. The analysis of Chinese urban data based on matching and integration shows that the rapid expansion of highway, railway, and high-speed railway can significantly increase regional trade flow. Further testing the mechanism that transport infrastructure affects the economic growth efficiency shows that highway, railway, high-speed railway, and aviation can improve economic growth efficiency through increasing regional trade flow. The above conclusion remains robust after considering different methods of measurement, as well as interference factors such as omitted variables and mutual causality.

The contributions of this paper are three-fold. Firstly, this paper focuses on the efficiency of economic growth, rather than the scale or rate of economic growth. This paper analyzes how transportation infrastructure affects economic growth efficiency through increasing regional trade flow, and discusses how transportation infrastructure optimizes economic production efficiency in improving resource allocation efficiency, so it has novelty in research perspective and content. Secondly, a spatial economic model is established that includes mobile labor, depicts inter-regional trade, and reflects resource allocation. In this model, the transportation of goods mainly relies on transportation infrastructure, and the optimal transportation cost is defined as the lowest cost route decision of producers between different locations, resulting in economic growth issues in spatial general equilibrium. Thirdly, using the data of 284 cities in China from 2004 to 2019 to verify the theoretical hypothesis, this paper builds a highly refined distribution database of China's transportation network from the perspective of a comprehensive transportation network to explore the impact of highway, railway, high-speed railway and civil aviation on regional trade flow, and economic growth efficiency.

This paper enriches research on the relationship between transport infrastructure and economic growth efficiency. It provides empirical evidence and important insights for transport infrastructure to promote the flow of commodity factors, break regional market segmentation, and improve resource allocation efficiency under the construction of a unified domestic market. When evaluating the costs and benefits of transportation infrastructure investment, decision-makers should fully consider the hidden cost, and pay attention to the practical problems of high investment cost, low use efficiency and repeated construction of projects. In general, it is necessary to optimize the role of transportation infrastructure in resource reallocation, relies on the government to break through the "administrative region economy" barrier and provide transportation guarantees for improving the efficiency of economic growth, building a unified domestic market, and building a new development pattern based on "dual circulation".

Keywords: Transport Infrastructure; Economic Growth Efficiency; Spatial General Equilibrium; Unified Domestic Market

JEL Classification: D24, F11, O11, R41

(责任编辑:金禾)

(校对:木丰)