

大都市带基础设施、城市规模与城市经济增长 ——一个中介效应与调节效应的综合分析框架

胡晨光¹ 孙久文² 王婷婷¹

(1. 浙江工业大学 经济学院 浙江 杭州 310023; 2. 中国人民大学 应用经济学院 北京 100872)

摘要: 本文通过中介效应和调节效应的综合分析框架,从理论与实证层面,研究大都市带基础设施通过城市规模的中介效应,以及基础设施通过调节城市规模的调节效应影响城市经济增长的内在机理。在测算中国环渤海、长三角、华南三大都市带城市基础设施存量的基础上,以三大都市带为例的实证研究发现:(1)大都市带城市规模构成基础设施促进城市经济增长的中介变量,但这一中介效应在三大都市带存在差异;(2)大都市带城市基础设施调节城市规模促进城市经济增长的调节效应在华南和环渤海得到支持,在长三角这一效应为负但不显著;(3)大都市带城市基础设施存在通过城市规模和城市投资的链式中介效应或多重中介效应影响城市经济增长的机制,控制上述效应后,城市基础设施对城市产出增长的弹性下降;(4)大都市带最优城市规模受基础设施的调节作用因其对城市规模的集聚经济、集聚不经济等状况影响不同而存在差异。本研究对中国大都市带建设具有重要理论借鉴与实践参考价值。

关键词: 大都市带; 基础设施; 城市规模; 城市经济增长

中图分类号: F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-0566(2020)10-0085-11

Infrastructure , City Size and City Economic Growth in Megalopolis: A Comprehensive Analysis Framework of Mediating Effect and Moderating Effect

HU Chen-guang¹ , SUN Jiu-wen² , WANG Ting-ting¹

(1. School of Economics , Zhejiang University of Technology , Hangzhou 310023 , China;

2. School of Applied Economics , Renmin University of China , Beijing 100872 , China)

Abstract: Based on the comprehensive analysis framework of mediating effect and moderating effect , this paper studies the inner mechanism of infrastructure to the city economic growth through the mediating effect of city size , and moderating effect of infrastructure to city size from the theoretical and empirical aspects. On the basis of the calculation of the city infrastructure stock of China's three megalopolises , namely Bohai rim , Yangtze river delta and south China , the empirical study with the three megalopolises as an example finds that : (1) The city size of the megalopolis constitutes an mediating variable for infrastructure to promote city economic growth , but these mediating effects are different in the three megalopolises. (2) The moderating effect of city infrastructure regulating city size and promoting city economic growth in megalopolis was confirmed in South China and Bohai Rim , but was negative and insignificant in the Yangtze River Delta. (3) There is a mechanism of city infrastructure affecting city economic growth through the chain mediating effect or

收稿日期: 2020-02-18 修回日期: 2020-09-03

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(16BJL123)。

作者简介: 胡晨光(1973—) 男 江西进贤人 经济学博士 浙江工业大学经济学院教授 博士生导师。研究方向: 区域经济与城市经济。

multiple mediating effect of city size and city investment. After controlling the above effects, the elasticity of city infrastructure to city output growth decreases. (4) The optimal city size of the megalopolis is moderated by the effect of the agglomeration economy or agglomeration diseconomy of city size which is affected by the infrastructure of city. This study has important theoretical and practical reference value for the construction of China's megalopolises.

Key words: megalopolis; infrastructure; city size; city economic growth

大都市带或者产业集聚经济圈是国家参与国际经济竞争的重要空间载体^[1],其在国家参与国际经济竞争中的核心地位日益受到学界和政府相关部门的重视。为迎接全球经济挑战,美国 2050 空间规划特别提出要重点提升 11 个大都市区的全球经济竞争力。大都市区和大都市带在内涵和外延方面存在差异,但一般而言,地理空间层面大都市区包含在大都市带之内,大都市区经济竞争力与大都市带经济竞争力合而为一。美国寻求提升 11 个大都市区全球经济竞争力的行为实质代表了其寻求提升大都市带经济竞争力。大都市带城市经济增长的活力是影响其经济竞争力的重要因素,寻找能够支撑大都市带城市经济增长的因素用来指导其城市建设实践,对于提升大都市带城市经济资源配置效率及其经济活力,非常重要。

影响城市经济增长活力的因素有很多,包括基础设施、城市规模等。大都市带基础设施是否能通过影响城市规模影响城市经济增长,现有文献对此还缺乏关注。与现有重点探讨基础设施与经济增长或者城市规模与经济增长两变量关系的研究不同,本文按照世界银行对基础设施的定义,在中国沿海三大都市带基础设施存量测算的基础上,以中国沿海三大都市带为例,研究大都市带城市基础设施通过城市规模的中介效应,以及城市基础设施通过调节城市规模的调节作用影响城市经济增长的内在机理;构建一个分析基础设施、城市规模综合影响大都市带城市经济增长的分析框架,为大都市带的建设实践提供决策参考。

一、文献综述

(一) 基础设施与经济增长

基础设施对经济增长的作用可以分为两个阶段。第一阶段是基础设施作为投资要素形成资本

存量的阶段;第二阶段是基础设施建成成为资本存量后的阶段。其中,前者作为一种“投资”通过需求拉动及资本积累在短期影响经济增长,后者作为具有“外部性”的准公共物品,能对经济增长产生长期影响。

对于基础设施投资流量对经济增长影响的论述,可以追溯到凯恩斯有关公共工程通过乘数效应增加就业的理论分析,凯恩斯认为,公路、铁路等公共工程通过直接和间接就业效应对经济增长有一种投资乘数效应,但乘数效应可能因资金需求增加引起的利率上升、信心、进出口等因素的影响而发生变化^[2-3]。由于基础设施投资过程中的挤出效应、社会心理、贸易效应、投入产出联系等因素影响着基础设施投资流量的乘数效应和产业关联,相关文献研究表明,对于不同地区、不同产业而言,基础设施投资流量的产出效应存在差异^[4-5]。

基础设施存量对经济增长外部性的研究主要集中在金钱外部性与技术外部性方面^①,相关研究认为基础设施存量通过金钱外部性或技术外部性降低了私人资本的生产成本,提高了生产率^[6-7],或者提高了交易效率,改善了发展环境^[8-9]。但基础设施存量与经济增长的关系并非一个完全的正外部性,有研究表明基础设施存量的增加对经济增长可能存在负向影响,或者一定条件下影响不显著^[10-11],另一些研究认为基础设施存量与经济增长之间存在非线性关系^[12-13]。

(二) 基础设施与城市规模

基础设施对城市规模的影响主要集中在基础设施对人口资源和劳动力要素集聚的影响方面。新经济地理学相关研究表明,基础设施是影响产业集聚的重要变量,基础设施通过影响交易成本

^① 可能由于基础设施数据获取方面存在的困难,在现有有关基础设施存量对经济增长影响研究的文献中,常用提供基础设施服务的相关替代变量,例如公路里程、公路线路数、公路密度、移动电话普及率、固定电话普及率等测度基础设施存量。

从而影响城市和区域的产业集聚,一方面它可能通过改进投资环境促进集聚,另一方面,它可能通过影响运输成本,促进产业扩散和城市体系演化^[14-15]。这终将影响城市规模。更快的通勤时间、市郊相对市中心舒适值的变化等因素将促使市中心人口减少,Baum-Snow(2007)^[16]研究了美国大都市地区洲际高速公路(基础设施)对中心城市人口市郊化的影响,研究发现1950—1990年期间美国大都市带地区每条新建高速公路促使传统的中心城市人口减少了18%。刘秉镰和杨晨(2016)^[17]以中国21省区面板数据为样本的研究表明,交通基础设施和信息基础设施会通过降低运输成本、优化空间布局以及重塑企业内外部网络关系等机制进一步加强城市体系内部各节点之间的联系,推动城市规模分布向多中心和分散化发展。

(三) 城市规模与经济增长

城市规模是影响城市经济与稳定增长的重要因素和力量,大城市通常能够比小城市更能抵御增长波动的风险,从而能为持续增长提供更好的支撑条件^[18]。城市规模对于城市经济增长的促进作用主要体现在生产的规模经济,以及外部性产生的集聚经济方面;新经济地理学的相关理论充分阐述了外部性对城市经济增长和产业集聚的重要影响^[15,19]。一些文献实证研究了城市规模与城市经济增长的关系,研究发现城市规模的扩张有助于提升城市劳动生产率^[20-21]。但另有研究表明,城市规模与经济增长之间的关系受城市规模扩大引起的集聚不经济力量的影响,随着城市规模的扩大,拥挤效应的显现并不断加强会造成城市效率的下降,进而阻碍城市的经济增长^[22-23]。

(四) 最优城市规模

有关最优城市规模的研究,主要集中在单城市最优城市规模和城市体系的最优城市规模方面,单城市最优城市规模的探讨多基于成本-收益、效应最大化、集聚经济的分析框架,而城市体系最优城市规模的研究主要从首位度和位序规模维度展开^[24]。尽管一些文献从成本-收益、效应最大化、集聚经济、首位度、位序-规模系数等视角探讨了最优城市规模的边界,但越来越多的文

献研究认为,最优城市规模受很多因素影响^[25-26]。

(五) 简要评述

现有文献对于基础设施的研究常局限于对经济性基础设施构成变量——如交通、电信等变量的替代变量——如公路里程、电话数量等,进行研究,或者研究对基础设施测度口径与世界银行定义有较大差异;对基础设施、城市规模影响经济增长的研究多囿于基础设施投资引起的产业关联,基础设施影响经济增长的外部性,以及城市规模影响经济增长的规模经济、集聚经济等方面,缺乏参照世界银行对基础设施的定义,在大都市带城市基础设施存量测算基础上对大都市带城市基础设施如何通过城市规模的中介效应,以及基础设施如何通过调节城市规模的调节效应影响城市经济增长的理论研究与实证探讨。对上述问题进行研究,不仅可以丰富有关基础设施影响大都市带城市经济增长的理论文献,研究结论对于大都市带城市建设也具有重要决策参考价值。

二、理论分析与研究假说

(一) 大都市带城市基础设施与经济增长

基础设施(政府公共投资)建设一方面为具有比较优势的区域提供了区域经济发展所需的生产要素,另一方面降低具有比较优势区域产品生产和销售以及要素获取的空间运输成本和交易成本,为区域企业发展和产业集聚提供有利的软硬件环境,提升区域产业竞争力^[27],这有利于区域经济增长。大都市带城市基础设施投资是地方和中央政府根据城市经济发展需求进行公共财政支出的产物,对于大都市带一个特定的城市而言,其交通、信息及能源等经济性基础设施存量适应城市发展要求的质量改善和存量提高,通过其对私人投资的金钱外部性、技术外部性影响,可以促进企业家、劳动力、资本等要素向城市集聚,改善要素生产效率,促进经济增长。适应大都市带城市经济发展需求的文化教育、医疗保健等社会性基础设施存量的增加,有利于改善大都市带城市居民的生活环境、生存状态,调整市民身心状态,提升劳动者人力资本,更好地促进城市经济增长。综

上分析,可以提出假说 1。

假说 1:大都市带城市基础设施存量增加对城市经济增长具有促进作用。

(二) 城市规模的中介效应

适应城市经济发展需求的基础设施存量增加,可以为城市提供更好基础设施,满足城市更高质量和更多数量基础设施服务的需求。城市更好的基础设施,通过运输成本的降低、市场范围扩大、企业库存降低、分工效率的提升等外部性影响,可以提升城市企业和产业的生产效率,使城市工人凭借更高的边际产出获取更高工资收入,这将引起其他区域劳动力等要素的流入。城市基础设施存量增加,还意味着城市经济发展软硬件投资环境的改善,这将吸引外来企业,促进城市投资,产生更多就业机会,导致劳动力要素流入。除更高的工资收入和更多就业机会将吸引外来劳动力要素,促使城市规模扩大之外,城市基础设施存量的增加,也常常意味着城市居民享有比以往更多、更好的公共服务,如便利的交通设施,完善的电网、水网,优质的教育设施,这些都会成为吸引外来人口和高素质劳动力向城市集聚的动力,促使城市规模扩大。

城市相对更好的公共服务和基础设施可以促成企业和人口集聚,带来城市规模扩大。城市规模扩大带来市场规模扩大,这使城市企业生产能够享有规模经济的好处。城市更大的市场规模易于吸引更多投资,并通过规模经济提升企业竞争力,促进城市经济增长。除了规模经济外,城市规模扩大还将由于城市企业和人口集中产生的集聚经济提升城市要素资源配置和使用效率,促进城市经济增长。因而,如果大都市带城市规模扩张产生规模经济与集聚经济,城市规模扩大将促进城市经济增长。

然而,城市基础设施存量增加对城市规模变化的影响并非单向。新经济地理学有关城市层级体系的理论研究表明,市场潜力函数的变化,城市制造业总体运输成本的降低,有助于推动城市规模经济较小的制造行业,或者产品运输成本较高的制造行业向外扩散,形成城市层级。基础设施

作为影响城市发展“广义运输成本”的重要变量,其存量增加给城市带来的“广义运输成本”降低,构成推动城市要素外流的力量。城市基础设施存量增加最终是否能促进大都市带城市规模增加,并通过城市规模的集聚经济影响城市经济增长,完全取决于基础设施存量增加给城市规模变化带来的集聚与扩散力变化的比较。为此,可以提出假说 2。

假说 2:大都市带城市规模构成城市基础设施影响城市经济增长的中介变量,在基础设施存量增加影响城市经济增长方面起中介作用。

(三) 基础设施调节城市规模影响城市经济增长的效应

基础设施存量是重要的生产要素和生活要素,具有公共性、公益性特征,常常既服务于社会生产部门,又服务于居民,它既是生产条件又是生活条件。在城市规模一定的情况下,如果基础设施服务无法满足城市经济发展的需求,城市出现供电紧张、水资源不足、环境污染等拥挤问题,就会导致集聚区域出现生产的外部不经济,这将削弱城市的整体效率和竞争能力,不利于城市经济增长;而适应城市经济发展需求的基础设施存量的增加和质量改善,将通过对城市要素质量和配置效率的提升,提升城市规模经济和集聚经济的效率,促进城市经济增长。

城市基础设施存量,包括社会性基础设施存量提高,给地区经济发展软硬件环境带来的改善,有利于该地区吸引一些具有较高生产效率的企业,这些企业可能具有较高的资产投入或者技术投入。在城市规模相同的情境下,具有更高基础设施存量的城市,由于可能集聚更多的相对高效率的企业,其生产性资源配置的生产效率一般而言会更高。此外,社会性基础设施质量的改善和存量的增加,可以提高公共服务质量,为城市居民提供相对较好的生产环境、生活环境,提升和改善劳动者文化素质和身体素质,促进城市经济增长。一般而言,城市进行基础设施投资,都是为了满足城市发展需求,以改善该城市生产效率。为此,可以提出假说 3。

假说3:大都市带城市基础设施存量增加会正向调节城市规模对经济增长的影响,对城市经济增长起促进作用。

(四) 基础设施存量与最优城市规模

城市规模扩大对于城市经济增长的影响主要有两方面:一方面,如果城市规模的扩张处于集聚经济阶段,或者集聚经济力量大于集聚不经济力量阶段,城市资源承载能力没有充分利用;那么,城市规模的扩张有利于发挥城市集聚经济的力量,促进城市经济增长。另一方面,如果城市规模扩张已经进入集聚不经济阶段,城市资源的承载能力已不能满足城市经济增长的需求,集聚不经济的力量超过集聚经济的力量,这时城市规模扩张将对城市经济增长起负面作用。大都市带相关城市由早年各自相对分散、孤立、不成系统的城市,历经多年经济增长,最后通过各自经济联系的强化构成大都市带的城市系统。对大都市带城市系统内部城市而言,随着城市规模的不断扩大,其规模变化引起的集聚不经济力量终将超过集聚经济的力量,其经济增长发展到一定阶段就会存在最优城市规模。基础设施存量对最优城市规模起正向调节、负向调节还是无影响,取决于其对城市规模集聚经济、集聚不经济等影响情况。譬如,如果城市基础设施存量正向调节城市规模,则意味着基础设施对城市规模集聚经济的正向调节使城市可以承受一个更大规模城市产生的更多集聚不经济。由此,可以提出假说4。

假说4:大都市带存在一个使经济增长产出最大化的最优城市规模,但最优城市规模的大小受基础设施对其调节作用的影响。

三、研究设计

(一) 数据来源与变量说明

1. 数据来源

本文以环渤海、长三角、华南三大都市带2003—2015年的统计数据为研究样本,在控制相关变量基础上,对基础设施存量、城市规模与经济

增长的相关关系进行研究。研究所用城市人口、GDP、GDP生产指数、汇率和外商直接投资数据来源于相关年份的《中国城市统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》、《中国统计年鉴》;基础设施投资流量数据来源于相关年份各城市统计年鉴按行业分固定资产投资数据^①。在计算基础设施存量和外商直接投资存量时,由于缺少各城市的固定资产投资价格指数,本文以《中国统计年鉴》中各省的固定资产投资价格指数代替。

2. 变量测度与说明

本文以城市人均实际GDP来测度经济增长,以2003年为基期,根据各市GDP生产指数计算实际GDP,然后除以各市的常住人口,以此得到各市人均实际GDP(单位:元/人)。

以人均基础设施存量作为本文基础设施存量的测度(单位:元/人)。尽管基础设施总量常常被用来测度地区基础设施条件的好坏,但真正对城市经济和福利增长具有决定性影响的是人均基础设施存量。人均基础设施存量的数量,符合城市经济发展需求,就会促进城市经济增长;相反,就会抑制城市经济增长。基础设施分为经济性基础设施和社会性基础设施。官方并没有公开发布各城市的基础设施存量数据,为测算各城市基础设施存量数据,本文参照世界银行有关基础设施的分类,按照表1有关经济性基础设施与社会性基础设施的行业分类,选取各市每年对电力、燃气、水的生产和供应业,交通运输、仓储和邮政业,信息传输、计算机服务和软件业,水利、环境和公共设施管理业,教育、卫生,社会保障和社会福利业,文化、体育、娱乐业的固定资产投资额数据进行加总,计算经济性基础设施与社会性基础设施年度投资;在此基础上根据永续盘存法,对各市基础设施存量进行计算。为剔除价格因素的影响,本文以2003年为基期,根据相关城市省一级固定资产投资价格指数,将名义基础设施投资流量数据转

^① 广东茂名2005年分行业固定资产投资数据缺乏,本研究根据茂名2003—2012年间以2003年为基期的固定资产分行业基础设施实际投资的数据(不含2005年)计算算数平均增长率,根据算数平均增长率,在2004年分行业基础设施实际投资基础上推算广东茂名2005年分行业基础设施实际投资,之后根据本文基础设施核算的要求,加总后作为广东茂名2005年基础设施的实际投资额。

换为实际基础设施投资流量数据,从而计算实际基础设施存量。永续盘存法公式为 $X_t = (1 - \delta) X_{t-1} + \Delta X_t$, X_t 表示 t 年基础设施存量, ΔX_t 表示基础设施投资流量。本文采用公式 $X_{t_0} = \Delta X_{t_0} / (g + \delta)$ 确定基期基础设施存量;基期为 2003 年, ΔX_{t_0} 表示基期基础设施投资流量, g 表示各市 2003—2012 年 10 年间基础设施投资的算术平均增长率^①, δ 表示折旧率。本文参照张军,吴桂英和张吉鹏(2004) 测算资本折旧率的方式^[28],利用《中国固定资产投资年鉴》提供的 2003—2012 年城镇固定资产投资分行业数据,测算了经济性、社会性基础设施中“建筑”、“设备”和“其他费用”等投资在总投资额中的各自占比,通过加权得出中国经济性、社会性基础设施的综合折旧率分别为 9.23%、8.44%,以此作为各城市经济性、社会性基础设施的综合折旧率。之后,根据不同类型基础设施折旧率,采用永续盘存法计算及加总各城市经济性、社会性基础设施存量得到各市总的基础设施存量。

表 1 基础设施行业分类

经济性基础设施行业	社会性基础设施行业
电力、燃气、水的生产和供应业	教育、卫生
交通运输、仓储和邮政业	社会保障和社会福利业
信息传输、计算机服务和软件业	文化、体育、娱乐业
水利、环境和公共设施管理业	

本文以城市常住人口数测度城市规模(单位:万人)。三大都市带部分地级城市缺乏 2010 年以前的常住人口数据,本文利用全国第五次人口普查(2000 年)和第六次人口普查(2010 年)相关地级市的 2000 年、2010 年相关常住人口规模数据,计算出相关地级市 2000—2010 年间的人口几何平均增长率,根据 2000—2010 年间人口几何平均增长率推算其 2003—2009 年的常住人口数据。

此外,本文引入城市常住人口计算的人均外商直接投资存量及产业结构变量作为控制变量。本文参照基础设施类似的计算方法,根据永续盘存法,以 2003 年为基期,用相关统计年鉴报告的外

商直接投资流量数据计算存量(单位:元/人)。用当年美元平均汇率将统计年鉴报告的美元表示的当年实际使用外商直接投资额换算成人民币,再用基期的省级固定资产投资价格指数将名义外商直接投资调整为实际外商直接投资。用永续盘存法用计算存量时,采用张军,吴桂英和张吉鹏(2004) 计算中国省级物质资本存量时测算的综合折旧率 9.6% 作为 FDI 的折旧率^[28], FDI 存量增长率为 2003—2012 年 10 年间算术平均增长率。

城市的产业结构变量,本文以各市第三产业增加值与第二产业增加值之比进行测度。

(二) 计量模型与估计方法

通过构建中介效应与调节效应模型,本文以中国环渤海、长三角、华南三大都市带为例,实证研究基础设施存量通过城市规模影响城市经济增长的中介效应,基础设施存量调节城市规模影响城市经济增长的调节效应,以及基于城市经济增长视角,研究城市规模在基础设施存量调节影响下的最优城市规模。城市人均实际产出用 $pgdp$ 表示, pop 表示城市常住人口规模, $pinf$ 表示人均基础设施存量, $pfdi$ 表示城市人均 FDI, IS 表示城市产业结构, ln 表示对变量取自然对数。模型构建如下, X_j 代表控制变量人均 FDI 和产业结构取对数后的控制变量向量,控制变量向量的乘积项为其系数向量,其他变量含义如前文所述。

$$lnpgdp_{it} = c_i + \alpha_1 lnpinf_{it} + X_{jt} \alpha_j + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$lnpop_{it} = c_i + \beta_1 lnpinf_{it} + X_{jt} \beta_j + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$lnpgdp_{it} = c_i + \gamma_1 lnpinf_{it} + \gamma_2 lnpop_{it} + X_{jt} \gamma_j + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$lnpgdp_{it} = c_i + \theta_1 lnpinf_{it} + \theta_2 lnpop_{it} + \theta_3 lnpinf_{it} * lnpop_{it} + X_{jt} \theta_j + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$lnpgdp_{it} = c_i + \mu_1 lnpinf_{it} + \mu_2 lnpop_{it} + \mu_3 lnpinf_{it} * lnpop_{it} + \mu_4 ln^2 pop_{it} + X_{jt} \mu_j + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

模型(1)、(2)、(3) 实证研究城市规模在城市基础设施存量影响城市经济增长过程中的中介效

^① 基础设施投资的增长与区域(城市) 经济发展对其服务需求的增长密切相关,受政府决策影响。一般而言,区域(城市) 的基础设施投资不存在几何级数的平均增长现象。因而,在一个较短的时期内,为避免基础设施投资波动对核算的影响,以算术平均增长率计算基础设施投资的平均增长率更为合理。

应;模型(3)、(4)在模型(1)的基础上实证研究基础设施存量调节城市规模影响城市经济增长的调节效应;模型(5)用于实证研究基础设施存量的调节作用对最优城市规模的影响。在上述模型基础上,本文根据2003—2015年中国环渤海、长三角、华南三大都市带的相关面板数据,采用固定效应模型^①对大都市带基础设施、城市规模与城市经济增长之间的中介效应与调节效应,以及最优城市规模,进行实证研究。在对回归模型进行内生性和异方差检验基础上,为避免内生性和异方差对模型回归带来的影响,本文采用国际上常用的GMM和稳健标准误的估计方法处理实证研究中的内生性和异方差。寻找合理的工具变量是实施GMM估计的关键,本文通过引入内生性解释变量的一阶滞后项作为工具变量^②,以及在其他解释变量(含控制变量)的一阶滞后项中补充寻找与内生变量相关的个别工具变量,一并作为工具变量,以满足GMM估计的过度识别要求。通过对模型中交互项变量的对数值做中心化处理,以避免多重共线性问题。

四、实证分析

(一) 城市规模的中介作用

表2报告了环渤海、长三角、华南三大都市带城市规模在基础设施存量增加促进城市经济增长中的中介作用,假说1、假说2得到了实证研究的

有力支持。研究表明:各大都市带的城市基础设施存量增加对城市经济增长和城市规模变化均具显著影响,人均基础设施的产出弹性达50%以上。环渤海和华南大都市带城市基础设施存量增加通过影响城市规模扩张对经济增长具有显著正向影响,长三角大都市带城市基础设施存量增加引起城市规模收缩从而对经济增长具有显著负向影响。长三角城市规模显著为负的中介作用表明其城市基础设施的改善引起了人口要素向其他城市扩散。根据中介效应的判断标准,环渤海、长三角、华南三大都市带城市基础设施存量变化对经济增长的促进作用有一部分是通过城市规模的中介作用实现的。根据MacKinnon等(1995)的相关研究^[29]可以计算出,环渤海大都市带基础设施通过城市规模产生的中介效应与基础设施对经济增长的总效应之比为3.04%,长三角中介效应与总效应之比为-4.53%,华南中介效应与总效应之比为7.46%。三大都市带中,华南基础设施通过城市规模促进城市经济增长的中介效应与总效应之比最大,环渤海次之,长三角为负。华南大都市带城市规模影响城市经济增长的中介效应与总效应之比最大的原因在于其城市基础设施存量增加相对更大幅度地促进了城市规模扩张,并通过城市规模扩张的规模经济、集聚经济更大程度地促进了城市经济增长。

表2 城市规模在基础设施存量影响城市经济增长中的中介作用

地区	环渤海			长三角			华南		
	lnpgdp	lnpop	lnpgdp	lnpgdp	lnpop	lnpgdp	lnpgdp	lnpop	lnpgdp
lnpop			0.676*** (0.126)			0.722*** (0.178)			0.770*** (0.175)
lnpinf	0.531*** (0.020)	0.024*** (0.004)	0.518*** (0.021)	0.531*** (0.040)	-0.031* (0.016)	0.516*** (0.038)	0.530*** (0.032)	0.053*** (0.005)	0.506*** (0.016)
Weak IV	221.244 (19.93)	1322.829 (19.93)	204.120 (19.93)	5111.526 (19.93)	160.162 (19.93)	1957.246 (19.93)		37.925 (13.43)	585.973 (19.93)
Hansen J statistic	0.941	0.110	0.268	0.738	0.228	0.770		0.342	0.775
N	572	572	572	300	300	300	360	360	360
R ²	0.888	0.320	0.890	0.917	0.459	0.922	0.880	0.401	0.895

注:(1)本文R²表示拟合优度,N表示研究样本数量,()内数字为稳健标准误,***、**、*分别表示计量结果1%、5%、10%水平上显著;(2)华南的模型1变量不存在内生性,故回归仅做面板聚类标准误分析;(3)Weak IV用于检验弱工具变量,报告的是Kleibergen-Paap rk Wald F statistic统计值,括号内是Stock-Yogo检验10%水平的临界值;(4)Hansen J statistic报告的是p值,用于检验工具变量的外生性;(5)由于篇幅所限,本文控制变量计量回归结果不予报告,特此说明;(6)以上注释,下同。

① 固定效应模型包括个体固定效应和时期固定效应,本文实证研究经检验适用于双向固定效应,但只考虑个体固定效应,原因有两方面:一是短面板数据较少考虑时期固定效应,二是本文考虑时期固定效应的相关回归结果与理论和经验相违背。此外,本研究进行的个体效应和Hausman辅助回归检验,同样支持选择固定效应。

② 个别内生性解释变量经研究引入了二阶滞后项作为工具变量。

(二) 基础设施存量的调节效应

良好的基础设施服务能够从整体上改善城市经济要素的发展环境。在相同的城市规模下,能够提供更好基础设施服务的城市可以更好地发挥人口和产业集聚带来的规模经济、集聚经济的影响。表 3 报告了环渤海、长三角和华南三大都市带城市基础设施存量调节城市规模影响城市经济增长的调节效应。表 3 表明:三大都市带除长三角外,基础设施存量均正向显著调节城市规模促进城市经济增长;长三角大都市带城市基础设施存量在不显著的水平上负向调节城市规模影响经济增长,与前文提出的假说 3 不符。上述结果表明长三角基础设施投资建设相对于经济社会发展需求可能相对超前,其基础设施的改善并没有给长三角城市集聚经济带来显著改善。

表 3 基础设施存量调节城市规模对城市经济增长的影响

地区	变量	lnpop	lnpinf	lnpinf* lnpop	Weak IV	Hansen J statistic	N	R ²
环渤海	lnpgdp	0.228 (0.205)	0.522*** (0.022)	0.063*** (0.024)	201.320 (19.93)	0.305	572	0.895
长三角	lnpgdp	0.708*** (0.178)	0.512*** (0.038)	-0.027 (0.047)	2021.193 (19.93)	0.852	300	0.923
华南	lnpgdp	0.612*** (0.195)	0.522*** (0.182)	0.064** (0.029)	371.844 (13.43)	0.950	360	0.897

(三) 基础设施存量对最优城市规模的调节效应

表 4 报告了引入城市规模二次项这一非线性

表 4 基础设施存量对最优城市规模的调节

地区	变量	lnpop	lnpinf	lnpinf* lnpop	ln ² pop	Weak IV	Hansen J statistic	N	R ²
环渤海	lnpgdp	-1.095 (1.405)	0.525*** (0.021)	0.057** (0.025)	0.097 (0.102)	349.442 (19.93)	0.358	572	0.895
长三角	lnpgdp	0.511 (1.630)	0.513*** (0.040)	-0.029 (0.049)	0.015 (0.120)	1944.756 (19.93)	0.848	300	0.923
华南	lnpgdp	10.791** (4.250)	0.540*** (0.020)	0.190*** (0.052)	-0.832** (0.341)	5.332 (3.81)	0.757	360	0.885

注:华南大都市带城市规模变量(常住人口)存在内生性,模型 5 引入城市规模变量二次项之后,难以寻找到合适的工具变量,本文采用有限信息最大似然估计方法(liml)对引入城市规模二次项之后导致的弱工具变量问题进行处理。

五、回归结果的进一步讨论

(一) 基础设施影响城市经济增长中介机制的进一步讨论

城市基础设施投资带来的基础设施存量改善,有利于促进城市人口要素集聚,人口要素集聚产生的规模经济、集聚经济有利于促进区域投资增加,这将提高城市非基础设施资本存量水平或者技术水平,促进城市经济增长。上述论述实质揭示了基础设施存量改善影响城市经济增长的一条链式中介路径,即基础设施存量改善→影响城市规模→影响城市投资→影响城市经济增长。在城市规模相同情境

关系研究中国三大都市带城市基础设施存量对最优城市规模调节效应的估计结果,假说 4 没有得到实证研究的很好支持。回归结果表明,除华南大都市带城市基础设施通过对城市规模集聚经济的正向调节作用调节最优城市规模外,包含辽宁省城市样本的环渤海、长三角大都市带均不存在最优城市规模。这表明环渤海、长三角城市规模对城市经济增长的影响还处于集聚经济比较大的阶段,引入城市规模的二次项后,集聚不经济还未体现。包含辽宁省城市样本的环渤海大都市带不存在最优城市规模的原因应该与辽宁省城市人口向外流失引起的资源配置改善有关。根据本文对辽宁省各市 2004-2015 年常住人口增长率的研究,辽宁省 14 个地级市除沈阳、大连两城市外,其他地级市常住人口近年来都出现了负增长,一些城市甚至连续 10 余年人口负增长。辽宁省多个地级市劳动力资源在市场资源配置机制引导下的外流,降低了地级市富余劳动力数量,故将辽宁省地级市的研究样本纳入到环渤海大都市带进行研究,可能会由于辽宁省城市人口资源配置效率改善,使得环渤海大都市带城市样本整体表现为集聚经济,不存在最优城市规模。

下,基础设施存量改善本身也可能直接促进投资,给城市带来更多投资或者技术进步,即存在另外一条影响城市经济增长的多重中介路径,即基础设施存量改善→影响城市投资→影响城市经济增长。为了检验上述分析,本文构建计量模型(6)、(7),对上述链式中介效应和多重中介效应进行检验。与前文类似,本文城市非基础设施存量用人均非基础设施资本存量表示。公式中 pk 代表城市的人均非基础设施资本存量,即人均资本存量中除去人均基础设施资本存量的部分。参照陈建军和胡晨光(2008)^[30]的研究,本文用常住人口核算的人均非基础设施资本存

量来测度城市投资变化或者技术进步的情况。非基础设施资本存量根据各城市固定资产投资流量数据在扣除基础设施投资流量数据之后,按照上述永续盘存法计算。用永续盘存法用计算存量时,非基础设施资本投资价格指数采用省级固定资产投资价格指数,综合折旧率采用张军,吴桂英和张吉鹏(2004)计算中国省级物质资本存量时测算的9.6%的折旧率作为测算非基础设施资本存量的折旧率^[28]。在公式(7)中系数 δ_3 显著情况下,可以结合模型(1)-(3)以及模型(6)研究链式中介效应和多重中介效应。在模型(6)中,如果 π_1 、 π_2 中只存在系数 π_1 显著,则只有链式中介效应;如果只有系数 π_2 显著,则只有多重中介效应;如果 π_1 、 π_2 都显著,则不仅有链式中介效应,而且有多重中介效应。

$$\ln pk_{it} = c_i + \pi_1 \ln pop_{it} + \pi_2 \ln pinf_{it} + X_{jt} \pi_j + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln pgdp_{it} = c_i + \delta_1 \ln pop_{it} + \delta_2 \ln pinf_{it} + \delta_3 \ln pk_{it} + X_{jt} \delta_j + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

表5报告了相应的回归结果。回归表明,城市基础设施对经济增长的影响,不仅存在基础设施存量改善→影响城市规模→影响城市投资→影响城市经济增长的链式中介效应,而且存在基础设施存量改善→影响城市投资→影响城市经济增长的多重中介效应。长三角、华南大都市带存在多重中介效应,不存在链式中介效应,而环渤海大都市带存在显著链式中介与多重中介效应。在引入链式中介与多重中介效应之后,人均基础设施的产出弹性下降到20%以下。

表5 城市规模在基础设施存量影响城市经济增长中的中介作用

地区	环渤海		长三角		华南	
	lnpk	lnpgdp	lnpk	lnpgdp	lnpk	lnpgdp
lnpop	1.215*** (0.315)	0.042 (0.086)	0.401 (0.281)	0.490*** (0.094)	0.128 (0.367)	0.850*** (0.089)
lnpinf	0.776*** (0.035)	0.117** (0.017)	0.703*** (0.063)	0.172*** (0.032)	0.921*** (0.029)	0.132*** (0.017)
lnpk		0.511*** (0.019)		0.488*** (0.025)		0.395*** (0.016)
Weak IV	131.610 (13.43)	186.354 (19.93)	91.780 (19.93)	1238.925 (19.93)	45.250 (13.43)	733.061 (13.43)
Hansen J statistic	0.815	0.458	0.111	0.737	0.140	0.511
N	572	572	300	300	360	360
R ²	0.901	0.968	0.917	0.969	0.858	0.967

(二) 最优城市规模的进一步讨论

前文提出环渤海样本整体体现为集聚经济的可能原因是因为研究样本中包含了辽宁省城市样本,为证实这一判断,本文将辽宁省城市样本从环渤海大都市带剔除,按模型(5)对不含辽宁省城市样本的大都市带最优城市规模进行实证检验。此外,为给前述引入城市规模二次项后包含辽宁省城市样本的环渤海及长三角城市规模还处于集聚经济阶段的理论判断,提供进一步的实证研究支持,本文通过引入城市规模的三次项构建计量模型(8)对包含辽宁省城市样本的环渤海及长三角大都市带最优城市规模进行实证研究。

$$\ln pgdp_{it} = c_i + \rho_1 \ln pinf_{it} + \rho_2 \ln pop_{it} + \rho_3 \ln pinf_{it} * \ln pop_{it} + \rho_4 \ln^2 pop_{it} + \rho_5 \ln^3 pop_{it} + X_{jt} \rho_j + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

表6报告了最优城市规模进一步讨论的回归结果,环渤海①报告的是剔除辽宁省城市样本之后的最优城市规模回归结果,研究表明剔除了辽宁省城市样本之后,环渤海大都市带存在最优城市规模,这支持前文有关辽宁省城市人口向外流失引起的环渤海大都市带资源配置改善使包含辽宁省城市样本的环渤海大都市带不存在最优城市规模的相关判断。环渤海②和长三角引入城市规模三次项后的回归结果表明,包含辽宁省城市样本的环渤海和长三角最优城市规模呈“倒N”形状,城市的集聚经济体现在城市规模的二次项,集聚不经济体现在城市规模三次项和一次项,这支持前文有关环渤海和长三角大都市带不存在城市规模二次项表示的城市集聚不经济的判断。

表7报告了根据模型(5)和模型(8)测算的三大都市带最优城市规模,华南和不包含辽宁省城市样本的环渤海大都市带在城市规模二次项水平上存在最优城市规模,其人均基础设施存量总体均值水平上的最优城市规模分别为655.22和2163.43万人;而包含辽宁省城市样本的环渤海和长三角大都市带在城市规模三次项水平上存在最优城市规模,其人均基础设施存量总体均值水平上的最优城市规模分别为1810.39和2165.88万

人^①。由回归结果可以看出,引入城市规模二次项测算华南和环渤海①最优城市规模时,城市规模的二次项代表城市规模的集聚不经济,一次项代表集聚经济;引入城市规模三次项测算环渤海②和长三角的最优城市规模时,城市规模的三次项和一次项代表城市的集聚不经济,二次项代表集聚经济。回归研究表明,在最优城市规模的研究中,由于基础设施对三大都市带城市规模集聚经

济或者集聚不经济调节影响的差异,华南基础设施正向调节最优城市规模,长三角基础设施负向调节最优城市规模,环渤海基础设施对最优城市规模的调节影响不显著。回归结果显然支持前述基础设施对最优城市规模起正向调节、负向调节作用还是无影响,完全取决于其对城市规模集聚经济、集聚不经济等影响情况的分析。

表 6 环渤海、长三角大都市带最优城市规模

地区	变量	lnpop	lnpinf	lnpinf* lnpop	ln ² pop	ln ³ pop	Weak IV	Hansen J statistic	N	R ²
环渤海①	lnpgdp	10.613 *** (3.537)	0.475 *** (0.023)	0.038 (0.033)	-0.691 *** (0.242)		109.985 (19.93)	0.509	360	0.895
环渤海②	lnpgdp	-91.856 *** (18.864)	0.498 *** (0.022)	-0.013 (0.026)	14.224 *** (2.905)	-0.720 *** (0.147)	212.392 (19.93)	0.228	572	0.904
长三角	lnpgdp	-42.251 *** (7.074)	0.510 *** (0.038)	-0.102 ** (0.042)	6.610 *** (1.061)	-0.335 *** (0.053)	1912.711 (19.93)	0.883	360	0.931

表 7 最优城市规模测算值

单位:万人

地区	环渤海①	环渤海②	环渤海②	长三角	长三角	华南
变量	pop ^{optimal}	pop ^{optimal}	pop ^{worst}	pop ^{optimal}	pop ^{worst}	pop ^{optimal}
pinf	2163.43	1810.39	289.77	2165.88	238.32	655.22
pinf _{15max}				1977.98	260.97	818.39
pinf _{15min}				2204.09	234.20	654.17

注:(1) pinf、pinf_{15max}、pinf_{15min}对应面板数据调节变量人均基础设施的总体均值、2015 年最大值和 2015 年最小值, pop^{optimal}、pop^{worst}对应不同人均基础设施存量水平上的最优城市规模和最差城市规模。

六、总结性评论

通过构建中介效应和调节效应的综合分析框架,本文从理论与实证层面,研究大都市带基础设施通过城市规模的中介效应,以及基础设施通过调节城市规模的调节效应影响城市经济增长的内在机理。在测算中国环渤海、长三角、华南三大都市带城市基础设施存量基础上,以三大都市带为例的实证研究发现:(1)大都市带城市规模构成基础设施促进城市经济增长的中介变量,但这一中介效应在三大都市带存在差异;(2)大都市带城市基础设施调节城市规模促进城市经济增长的调节效应在华南和环渤海得到支持,在长三角这一效应为负但不显著;(3)大都市带城市基础设施存在通过城市规模和城市投资的链式中介效应或多重中介效应影响城市经济增长的机制,控制上述效应后,城市基础设施对城市产出增长的弹性下降;(4)大都市带最优城市规模受基础设施的调节作用因其对城市规模的集聚经

济、集聚不经济等状况影响不同而存在差异。

本文研究表明,基础设施通过城市规模的中介,以及调节城市规模的调节作用影响城市经济增长,但这一中介或者调节作用是否显著促进或者抑制城市经济增长,受“广义运输成本”、外部性、城市集聚经济等因素影响。在最优城市规模方面,大都市带基础设施通过对城市规模集聚经济、集聚不经济或者无集聚经济的不同调节影响,影响最优城市规模:基础设施促进城市集聚,则提升最优城市规模;促进城市要素扩散,则降低最优城市规模。2015 年长三角和华南大都市带城市基础设施存量变化对最优城市规模人口变化的调节范围约处于 164-226 万人。

《面向基础设施的美国 2050 远景规划》提出未来的基础设施建设与投资的远景对于提升美国国家竞争力,满足美国有关能源和气候的控制,非常重要。中国沿海大都市带城市基础设施的建设与投资对于该地区城市交通、供水、能源生产和传

① 2015 年,环渤海和长三角大都市带常住人口规模突破最优城市规模的城市只有各自的首位城市北京和上海,分别为 2415.27、2170.5 万人。华南最优城市规模不大与其多数城市规模较小,集聚经济不强有关,其大都市带共计 30 个城市,但 2015 年只有 7 个城市人口规模大于 610 万人,且只有广州、深圳 2 个城市 1000 万人口以上,分别为 1350.11、1137.87 万人。

输系统等经济发展环境而言,同样非常重要。本研究对中国大都市带建设具有重要理论借鉴与实践参考价值,其理论借鉴与实践参考价值主要有:(1)基础设施通过城市规模的中介效应,以及通过调节城市规模的调节效应对城市经济增长具有重要影响,大都市带建设需要重视城市基础设施投资。(2)中国要实现中部崛起、西部开发战略,需要在中西部发展若干个具有一定国际影响力的大都市带或者城市群,建设中西部大都市带或者城市群需要重视中国沿海三大都市带的城市建设经验。各级政府要重视中西部大都市带或者城市群基础设施建设,力求通过基础设施投资,提高基础设施服务水平,优化区域城市要素资源配置,促进城市经济增长。

参考文献:

[1]胡晨光.产业集聚与集聚经济圈的演进[M].北京:中国人民大学出版社,2014.

[2]KEYENES J M. Essays in persuasion [M]. London, Macmillan Press,1931.

[3]KEYENES J M. The general theory of employment, interest and money [M]. London: Macmillan Press,1936.

[4]ASCHAUER D A. Is public expenditure productive [J]. Journal of Monetary Economics,1989,23(2):177-200.

[5]张光南,李晓瑛,陈广汉.中国基础设施的就业、产出和投资效应——基于1998—2006年省际工业企业面板数据研究[J].管理世界,2010(4):5-13+31

[6]DUGGAL V G, SALTZMAN C, Klein L R. Infrastructure and productivity: A nonlinear approach [J]. Journal of Econometrics,1999,92(1):47-74.

[7]HULTEN C R, BENNATHAN E, SRINIVASAN S. Infrastructure, externalities, and economic development: A study of the indian manufacturing industry [J]. World Bank Economic Review,2006,20(2):291-308.

[8]刘秉镰,武鹏,刘玉海.交通基础设施与中国全要素生产率增长——基于省域数据的空间面板计量分析[J].中国工业经济,2010(3):54-64.

[9]郑世林,周黎安,何维达.电信基础设施与经济增长[J].经济研究,2014(5):77-90.

[10]EVANS P, KARRAS G. Are government activities productive? Evidence from a panel of U. S. states [J]. The review of Economics and Statistics,1994,76(1):1-11.

[11]高翔,龙小宁,杨广亮.交通基础设施与服务业发展——来自县级高速公路和第二次经济普查企业数据的证据[J].管理世界,2015(8):81-96.

[12]MODY A, WANG F. Explaining industrial growth in coastal China: Economic reforms ... and what else? [J].

World Bank Economic Review,1997,11(2):293-325.

[13]DÉMURGER S. Infrastructure development and economic Growth: An explanation for regional disparities in China? [J]. Journal of Comparative Economics,2001,29(1):95-117.

[14]BALDWIN R E, FORSLID R, MARTIN P, et al. Economic geography and public policy [M]. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 2003.

[15]安虎森.空间经济学原理[M].北京:经济科学出版社,2005.

[16]BAUM-SNOW N. Did Highways cause suburbanization? [J]. Quarterly Journal of Economics,2007,2(122):775-805.

[17]刘秉镰,杨晨.基础设施影响城市规模分布的作用机理及实证研究[J].经济与管理研究,2016,37(3):20-28.

[18]孙久文.城市经济学[M].北京:中国人民大学出版社,2016.

[19]FUJITA M, KRUGMAN P, VENABLES A J. The spatial economy: Cities, regions and international trade [M]. MIT press, Cambridge, MA, 1999.

[20]SVEIKAUSKAS L. The productivity of cities [J]. Quarterly Journal of Economics,1975,89(3):393-413.

[21]SEGAL D. Are there returns to scale in city size? [J]. Review of Economics & Statistics,1976,58(3):339-350.

[22]AU C-C, HENDERSON J V. Are chinese cities too small? [J]. Review of Economic Studies,2006,73(3):549-576.

[23]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(4):76-88+115.

[24]胡晨光,潘莉燕,王婷婷.最优城市规模研究:文献综述[J].经济学家,2017(9):97-104.

[25]HENDERSON J V. General equilibrium modeling of systems of cities [M]. Handbook of Regional & Urban Economics 2:927-956, North-Holland, Amsterdam, 1987.

[26]ANAS A, ARNOTT R, SMALL K A. Urban spatial structure [J]. Journal of economic literature,1998,36(3):1426-1464.

[27]胡晨光,程惠芳,俞斌.“有为政府”与集聚经济圈的演进——一个基于长三角集聚经济圈的框架[J].管理世界,2011(2):88-95.

[28]张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952—2000[J].经济研究,2004(10):35-44.

[29]MACKINNON D P, WARIS G, DWYER J H. A simulation study of mediated effect measures [J]. Multivariate Behavioral Research,1995,30:41-62.

[30]陈建军,胡晨光.产业集聚的集聚效应——以长江三角洲次区域为例的理论和实证分析[J].管理世界,2008(8):68-83.

(本文责编:王延芳)