《经济问题探索》2021 年第 3 期

长三角城市群交通基础设施、经济联系和集聚

——基于空间视角的分析

郝凤霞，张诗葭

（同济大学，上海 200092）

摘　要：城市群内经济联系和集聚的水平在一定程度上反映了其经济发展的目标，交通基础设施在区域一体化建设中起着重要的作用，对经济联系和集聚起到了显著的影响。本文使用长三角城市群 23 个主要城市 2008－2017 年的相关数据，发现城市间的经济联系与聚集水平在不断加强；同时都体现出了明显的地区分布特征。进一步将交通基础设施的影响考虑在内，本文通过构建空间杜宾模型，实证检验了交通基础设施对经济聚集的影响。结果发现，以路网密度为代表的交通基础设施建设对于城市自身的经济集聚产生了负面影响，但其产生的空间溢出效应则为周边城市带来了正向的影响。因此，在未来长三角城市群的一体化发展中，要进一步加强城市经济联系、改善城市群结构；同时要提高交通基础设施的质量；政府应积极引导，以强化跨地区合作与交流。

关键词：长三角城市群；经济联系与集聚；交通基础设施；引力模型；空间计量模型

中图分类号：F061.5　　文献标识码：A　　文章编号：1006－2912（2021）03－0080－12

一、引　言

城市群作为城市发展到一定阶段后出现的空间组织形式，在推动要素更大范围流动、实现资源更广泛配置、获取更多协同效应等方面，有着单一城市无法比拟的优势[1]（魏丽华，2018）。其依托人口、产业、科技和金融优势，建立起与现代市场经济相适应的城市空间组织形式，成为国家经济发展和参与国际竞争的核心增长极[2]（范晓敏，2020）。在我国众多的城市群之中，长三角城市群是区域一体化程度最高、经济社会最为发达、城市间联系最为紧密的一个。

长三角区域一体化发展在过去几十年一直稳步推进，其始于 1982 年国务院发布的《关于成立上海经济区和山西能源基地规划办公室的通知》。至 2016 年 5 月，国家发改委、住建部发布《长江三角洲城市群发展规划》，此时的长三角城市群已经包括了上海，江苏省的南京、无锡、常州、苏州、南通、盐城、扬州、镇江、泰州，浙江省的杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、舟山、台州，安徽省的合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城共 26 个城市。2018 年 6 月，上述三省一市印发《长三角地区一体化发展三年行动计划》；11 月，习近平总书记提出将支持长江三角洲区域一体化发展并上升为国家战略。2019 年 3 月，《政府工作报告》中提出将长江三角洲区域一体化发展并上升为国家战略，编制实施发展规划纲要；5 月，中共中央政治局会议审议纲要，长三角规划范围正式扩容至以上述 26 个城市为核心辐射至三省一市的全部城市。长三角城市群一体化高质量发展走上了越来越紧密的合作和发展道路。

作为我国经济实力最强的城市群，长三角正朝着高质量一体化发展的目标不断迈进，城市群内产业结构不断优化，人口与城市内部经济集聚不断增强，城市间经济联系与合作更加紧密，是中国参与国际竞争的重要平台、经济社会发展的重要引擎。而在长三角

作者简介：郝凤霞（1973－），女，河南济源人，同济大学经济与管理学院副教授，博士，研究方向：产业经济学、经济政策分析；张诗葭（1997－），女，浙江嘉兴人，同济大学经济与管理学院硕士研究生，研究方向：财政学。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一体化发展战略中，交通作为基础设施的一个重要组成部分，在区域发展中发挥了重要的作用。交通基础设施通过连接各地区，一方面带来了城市间经济联系强度的增加，另一方也对于城市内部的经济集聚会产生影响，但这种影响是不确定的，其会受到“向心力”和“离心力”的影响，从而对本地经济集聚产生或正或负的影响。

因此本文使用2008年－2017年长三角城市群的相关数据对其经济联系强度、内部经济集聚现象进行了分析，并将交通基础设施引入了实证模型，旨在回答以下问题：1. 过去十年中，长三角城市群内经济联系与经济集聚的演变及特征是什么，其是否顺应了一体化目标发展？2. 交通基础设施对于城市内部的经济集聚会产生什么样的影响？3. 考虑到交通设施连接了不同的城市，形成了交通网络，从而单个城市的交通建设是否会对周边城市的经济集聚产生空间溢出效应，从而影响整个区域的发展？

本文的其余部分安排如下：第二节为文献综述；第三节介绍了研究设计和方法；第四节为实证研究结果；最后为结论与建议。

二、文献综述

（一）城市经济联系与经济集聚

强化空间经济联系是长三角城市群发展的重要途径[3]（刘建朝、高素英，2013），其表现为经济实体区域间相互作用和关系，而城市之间联系的强度也会作用于城市的经济表现，进而影响一个区域或国家的整体经济活力[4]（苗洪亮、周慧，2017）。这类研究通常用于更为细化的城市群、经济区和省级行政区划的范围，已有众多文献[5]－[12]对我国的主要城市群和部分省级行政区划内部的经济联系进行了分析，通过其考察城市结构和发展。而道路交通网络是实现城市间运输联系的基础，完善的交通运输体系是促进生产要素流动、实现区域联系与合作的必要条件。随着我国交通基础设施网状的空间布局的逐步形成，部分学者开始关注在网络模型中交通设施的布局和城市引力、经济发展之间的联系。李永奎等（2019）[13]从网络视角出发，构建高铁网络以及长三角和长江中游城市群引力网络，寻找两者的相关性和作用关系。于建峰等（2019）[14]以兰西城市群为例，运用改进的引力模型计算铁路和高速公路运输模式下城市间的联系强度。这些研究考虑了区域内的交通设施的空间布局，将交通基础设施的作用引入到了空间视角之中；但这类方法基于特定模型的计算和现状分析，并未采用统计推断和因果检验等实证分析。

另一方面，经济集聚体现了经济活动在地理空间分布上的集中现象。国外的安东尼奥·卡洛斯·特谢拉（António Carlos Teixeira，2006）[15]、阿德尔赫德·霍尔（Adelheid Holl，2007）[16]以及国内的廖茂林等（2018）[17]和刘荷、王健（2014）[18]以及Yu等人（2015）[19]都发现交通基础设施投资对经济集聚水平有显著的影响，但这种影响呈现出明显的“倒U型”特征，即若区域交通基础设施建设不足、运输成本较高，增加交通基础设施的供给量可以提高经济的集聚程度；当区域的交通基础设施增加到一定数量使得运输成本处在中间水平与过低水平之间的临界点，继续增加供给量可能会产生不利于经济集聚的“离心力”，从而降低区域内经济聚集的水平。

因此，考虑到交通基础设施与经济发展的关系时，必须更加聚焦于城市群结构、经济联系强度以及交通基础设施对于城市内部经济集聚的影响。

（二）传统理论和文献中交通经济设施与经济发展的关系

将交通基础设施纳入经济学研究的范畴最早可追溯至亚当·斯密（Adam Smith），其在《国富论》开篇第三章中就论及了交通发展对市场范围拓展的重要作用[20]。而基础设施投资作为政府支出的重要组成部分进入理论研究的视野源于20世纪30年代的凯恩斯主义的兴起，指出基础设施投资可以通过乘数效应带动数倍于投资额的社会总需求从而推动经济发展。

20世纪90年代，巴罗首次将政府支出引入生产函数[21]，许多学者开始对基础设施对于经济整体产生的作用进行实证研究，这也成为了经济学家一直关注的一个重点。最为普遍的研究集中于交通基础设施对于经济增长的作用。主流的观点认为交通经济设施对经济增长起到了促进作用，在实证方面，无论是从交通基础设施投资额[22]，还是公路里程和密度上[23]以及交通基础设施的类别上[24]－[25]，都有学者对其进行了证明。但是，帕尔蒂尔等（Paltiel，2009）[26]则指出在没有需求的情况下基础设施本身并不能对经济增长产生太大的贡献；而交通基础设施由于其网络化的特性，从而具有向心力和离心力，向心力有利于促进经济的增长与聚集，而离心力则促使要素和经济活动向其他区域扩散，从而不利于本地的经济发展[27]（赵伟，2020）。

（三）新地理经济学下交通基础设施与经济聚集的文献

传统的经济理论一般认为要素在地理空间中的流动是在瞬间完成的。因此，要素的运输通常被认为是

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

无成本的，交通基础设施对区域经济发展产生溢出效应的可能性较小。然而，生产要素和商品的运输成本不可能为零[28]。以保罗·克鲁格曼（Paul Krugman）为代表的新经济地理学认为由交通基础设施形成的有形运输成本是影响经济发展的一个重要因素[18]。交通基础设施的空间溢出效应的作用机制如下：一方面，它连接了各个地区，有助于降低运输成本[29]；另一方面，交通基础设施的完善可以提高某个地区的可达性和吸引力，增强其地理优势，从而加速生产要素的流动[30]。

近年来，随着新经济地理学和空间计量模型的发展以及我国交通基础设施的完善、交通网络的形成，学者们更多地把研究重心放到了交通网络对于地区经济聚集和其产生的空间溢出效应上。在这类研究中，通过构建空间权重矩阵将位置信息引入模型，从而使得各地区之间的经济变量产生地理空间上的联系。实证方面，关于交通基础设施对经济发展产生的空间溢出效应的研究主要集中于近十年左右。林雄斌等（2018）[31]、马卫等（2018）[32]和伊恩·麦克拉克伦等（Ian MacLachlan，2019）[33]，通过运用空间计量模型，实证研究发现交通基础设施有利于经济增长和经济活动的空间集聚，但交通基础设的外溢作用存在地区和行业差异以及时滞效应。总体来看，目前的大多数研究都集中于省级层面，仅有小部分文献[34]-[35]聚焦于区域内及地级市的相关研究。而正是交通经济设施带来的经济集聚的空间溢出效应，使得一地的交通建设对周边城市产生显著的影响，从而加强了城市群内各城市间的经济联系，促进了一体化的发展。

总结已有文献，可以发现，关于交通基础设施与经济发展之间的关系目前的研究已经较为成熟，但主要在核心解释变量的衡量、计量方法等方面有所变化和改进，且主要关注于更为宏观的国家和省级层面，而城市群内部经济结构与交通基础设施之间的关系较为割裂，缺乏一个统一的框架。与现有文献相比，本文有以下方面的创新。第一，本文使用了市一级层面的数据，将交通基础设施建设的影响放到了区域城市群的中观层面，不同于大部分现有文献研究中使用省级的宏观概念或对于企业影响等的微观层面，并对于我国现阶段大力推进长三角城市群一体化高质量协调发展有一定的借鉴意义；第二，本文考虑了长三角城市群经济发展中城市间的经济联系和城市内的经济聚集两个方面，使得结果更加全面；第三，在分析了交通基础设施建设对于经济聚集的影响时同时考虑了其带来的区域间互相作用的空间效应，使得对于城市群的研究不再是割裂的各个城市，更加符合交通设施网络化和经济发展区域化的一个事实，也为经济集聚的空间溢出效应加强了城市间区域联系提供了依据。

三、研究设计与方法

（一）长三角城市群经济联系特征和演变：引力模型

区域经济联系表现为经济实体区域间相互作用和关系，是衡量区域发展水平的重要依据。在研究方法方面，主要有引力模型、城市流分析、节点和线路分析、地缘经济关系匹配分析等[36]。其中，引力模型是测算区域经济联系最常用的方法，其始于1929年赖利（Reilly）[37]借鉴牛顿的力学引力模型，1946年齐普夫（Zipf）进一步对引力模型作了理论阐释，并将其引入到城市体系研究中，其一般表达式为：

$$R_{ij} = \frac{\sqrt{P_i V_i} \times \sqrt{P_j V_j}}{D_{ij}^b} \tag{1}$$

其中，R_{ij}为城市i与城市j之间的经济联系强度，P表示城市的人口指标，本文使用城市常住人口数来衡量；V表示城市的经济指标，本文使用城市生产总值来衡量，并以2008年为基期对其进行了平减；D_{ij}为城市之间的地理距离；b为引力衰减指数，通常取值为2。这一模型体现了两个城市间理想的对等关系，但是事实并非如此，经济发展水平高的城市对于周围城市的影响会更大，城市之间的经济联系强度应当是不对等的，引入参数$k = \frac{V_i}{V_i + V_j}$，从而使用两个城市的GDP比重来反映影响程度的大小，修正后的引力模型为：

$$R_{ij} = \frac{V_i}{V_i + V_j} \cdot \frac{\sqrt{P_i V_i} \times \sqrt{P_j V_j}}{D_{ij}^b} \tag{2}$$

在此模型的基础上，得到与经济联系强度相关的其他表达式[36]：

$$R_i = \sum_{i=1}^{n} R_{ij} \tag{3}$$

$$I_{ij} = \frac{R_{ij}}{R_i} \tag{4}$$

R_i为城市i与区域其它所有城市的经济联系强度的总量，可以反映城市i与区域内其他所有城市经济联系的强弱；I_{ij}为城市i经济联系的隶属度，可以反映城市i经济联系的主要方向，将I_{ij}取得最大值时的城市j称为城市i的经济联系的首选地。

（二）长三角经济聚集特征和演变：经济密度

经济集聚是指经济活动在地理空间分布上的集中现象，其已成为推动我国城市群和区域经济发展的重

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

要力量。在经济学领域，针对宏观经济、产业发展等的聚集程度衡量方面，有很多不同的指标。迪朗东和普加（Duranton&Puga，2002）[38] 用空间基尼系数测量了制造业地区专业化水平的变化。但是艾里森和格莱泽（Ellision&Glaeser，1997）[39] 认为，空间基尼系数大于零并不一定表明有聚集发生，其方差的计算方法会高估一地的集聚度，为此他们提出了被后来者称为 EG 指数的集聚衡量指标。EG 指数更加侧重从行业层面测度产业集聚程度，另一种较为流行的聚集衡量指标——区位熵，即区域规模优势指数，则侧重从区域角度衡量集聚情况。

在经济集聚程度上，经济密度是最为常见的指标，一个城市的经济密度是指该城市的国民生产总值与其土地面积之比，从而反映单位土地面积上经济活动的效益和密集程度，经济密度的值越大，就说明该城市土地的利用效率越高，经济聚集也更显著[40]。经济密度的计算公式为：$ED_{it} = Y_{it}/S_i$，其中 Y 表示城市 i 的国内生产总值（千万元），S 为其土地面积（平方公里）。

（三）交通基础设施对长三角经济集聚的影响：空间计量模型

地理学第一定律指出，所有事物都与其他事物相关联，但较近的事物关联度更高。同样的，在经济层面上，也应该考虑到不同城市之间的联系与影响。

1. 数据和变量

本文使用 2008－2017 年长三角城市群 23 个城市的平衡面板数据，数据来源于各城市《统计年鉴》，并使用各城市《国民经济和社会经济发展统计公报》作为补充，部分缺失数据使用线性差值法补齐。由于无锡、铜陵、池州三市缺乏公路里程的核心数据，因此未将其纳入我们的实证研究范围。

被解释变量为以经济密度衡量的经济集聚水平。核心解释变量方面，考虑到交通基础设施从投资到建设完成并投入使用，存在着一定的滞后性，直接使用当年投资额衡量交通运输水平并不妥当。而长三角地区地处平原，地形地貌差异不大，公路建设成本不会存在过大差距，公路密度可以作为交通基础设施水平的一个较好的衡量标准。其计算公式为：$rd_{it} = road_{it}/S_i$，其中 road 为城市 i 的公路里程（千米），S 为土地面积（平方公里）。控制变量上，根据现有文献[11]、[18]、[19]，本文选择了城市人口、固定资产投资、科技创新水平、政府支出、政府收入、经济开放度、劳动参与率和工业化程度这八个变量（表 1）。

表 1　变量定义与说明

变量属性	变量名称	英文缩写	描述与衡量指标
被解释变量	经济密度	ED	经济密度 = 国内生产总值/土地面积。
核心解释变量	公路密度	rd	公路密度 = 公路里程/土地面积。
控制变量	城市人口	lnpc	城市年末常住人口的对数。
	固定资产投资	lninv	固定资产投资额以 2008 年为基期进行平减，并取对数。
	科技创新水平	lnrd	研发经费内部支出以 2008 年为基期进行平减，并取对数。
	政府支出	lnexp	政府一般公共预算支出以 2008 年为基期进行平减，并取对数。
	政府收入	lninc	政府财政收入以 2008 年为基期进行平减，并取对数。
	经济开放度	lnfdi	实际利用外资额以 2008 年为基期进行平减，并取对数。
	劳动参与率	lpr	职工数占常住人口的比重。
	工业化程度	ind	第二产业与第三产业生产值占 GDP 的比重

2. 空间自相关分析

空间权重矩阵是进行空间计量分析的必备条件，它是分析数据空间结构的表示。本文基于后邻接，选取二进制 0－1 空间权重矩阵来反映两个城市之间的空间相邻关系。当两个城市相邻时，则权重矩阵元素取 1；否则，则取 0。即：

$$W_{ij} = \begin{cases} 1，城市\ i\ 与城市\ j\ 在地理上相邻 \\ 0，城市\ i\ 与城市\ j\ 在地理上不相邻 \end{cases} \quad (5)$$

空间自相关性是衡量同一区域内不同区位之间是否存在彼此依存和相互影响的指标，也是确定是否需要构建空间计量模型的以进行进一步分析的依据。针对空间自相关性的检验，最为常用的指标为莫兰指数（Moran´s I），其计算公式为：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\ (x_i - \bar{x})\ (x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}} \quad (6)$$

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

其中，S^2为样本方差，w_{ij}为空间权重矩阵的（i，j）元素，而$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}$，如果空间权重矩阵为行标准化，则$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}=n$。此时的 Moran´s I 可以写为：

$$I=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(x_j-\bar{x}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2} \quad (7)$$

莫兰指数取值一般介于 -1 到 1 之间，如果其 > 0 则表示不同地区之间存在正向的空间关系，< 0 则表示存在负向的空间关系。如果莫兰指数接近于 0，则表明空间分布是随机的，不存在空间自相关，没有建立空间计量模型的必要。

3. 模型设计

为考察长三角城市群内公路密度与经济密度之间的关系，根据上文莫兰指数结果并参考已有文献[18]-[19]，构建如下计量模型：

$$ED_{it}=\alpha ED_{it-1}+\rho\sum_{j=1}^{N}W_{ij}ED_{it}+\gamma\sum_{j=1}^{N}W_{ij}rd_{it}+\beta\, rd_{it}+\eta C_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中 i 代表城市，t 代表年份，μ_i和 λ_t分别表示不可观察的地区和时间效应，ε_{it}为随机误差项。ED_{it}为第 i 个城市第 t 年的经济密度，为本文的被解释变量。公路密度（rd）是模型的核心解释变量，以公路密度的变化反映城市在交通基础设施水平的差异。$W_{ij}ED_{it}$为空间权重矩阵与经济密度的交互项；$W_{ij}rd_{it}$为空间权重矩阵与公路密度的交互项。C 为控制变量集合。此外，考虑到经济聚集的持续性效应，本文将经济密度的一期滞后项（ED_{it-1}）作为控制变量引入模型。

四、研究结果

（一）长三角城市群经济联系特征和演变

将相关数据代入模型，计算得到长三角经济联系演变过程和特征。为更加简洁明了地展现演变过程，本文选取了 2008 年、2012 年、2017 年作为时间断面，同时考虑到安徽省于 2014 年首次明确加入了长三角城市群，因此将 2014 年也作为一个样本年份纳入。图 1、图 2 和表 2 分别为长三角 23 个城市间的经济联系强度图、城市对外经济联系总量图和城市经济联系首选地及隶属度表，可以发现 2008 年 - 2017 年长三角城市群内空间经济联系演变存在以下特征：

区域内城市间经济联系不断加强。2008 年各城市间的经济联系比较稀疏，且强度较低，并较集中于上海市及其周边城市，受到了交通基础设施的限制，显示出了较强的空间特性。随着时间的推移，首先，产生经济联系的城市组数目有大幅增加；其次，城市组间经济联系的强度也不断增强；最后，从图中可以发现，除了上海和苏州之外，南京和杭州及其邻近城市经济联系正在不断增强，开始形成新的区域经济联系网络。分省份角度看，在这十年间，江浙沪三省间的经济联系正逐步增强且已经变得十分紧密；而安徽省与城市群内另外三省的经济联系一直都较弱，且省内的城市经济联系强度也并不高。这受到三方面的影响，首先安徽省的经济发展水平与其他三省相比仍有较大差距，从而产生的经济引力较弱；第二，受到政策影响，安徽省加入城市群一体化发展规划的时间较晚；第三，受到地理位置因素的影响，其处于长三角城市群的边缘位置，交通成本较高，受中心城市的影响小。

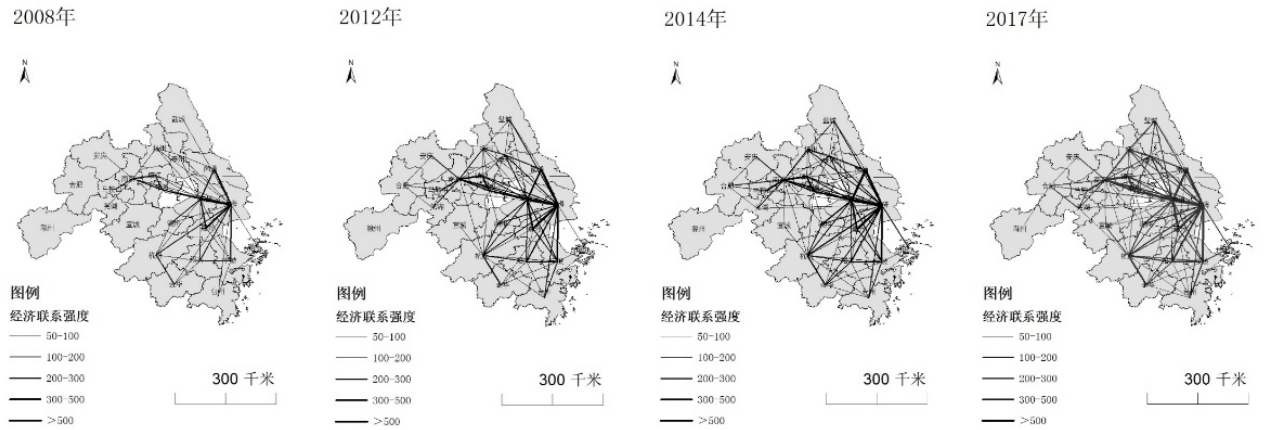

图 1　长三角城市群 23 个城市间经济联系（2008 年、2012 年、2014 年和 2017 年）

城市群内各城市对外经济联系总量逐步增强，并且显示出了强烈的空间分布特征。其中对外经济联系强度最大的城市集中于苏南和浙北地区，并从“上海 - 苏州”这一个单一的中心不断发展，逐步形成多中心的格局。在这十年间，安徽省各城市的对外经济联系总量处于较为落后的位置，在 2008 年占据了“<200”的八个城市中的六个，至 2012 年，对外经济联系总量“<200”的城市则全部为安徽省内城市，且至 2017 年未有进一步

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

发展，这制约了其自身发展和融入城市群一体化的目标；而省会城市合肥和与其相邻的芜湖和马鞍山在对外经济联系总量方面有了一定的增长，在2017年几乎达到了苏北和浙南城市的水平。因此，未来进一步发展中一方面要继续推动中心城市的带动和辐射作用，增强其影响力；同时也要关注安徽省内经济实力较弱的地区，完善城市间的交通基础设施的互联互通，特别是加强其与合肥、南京的联系。

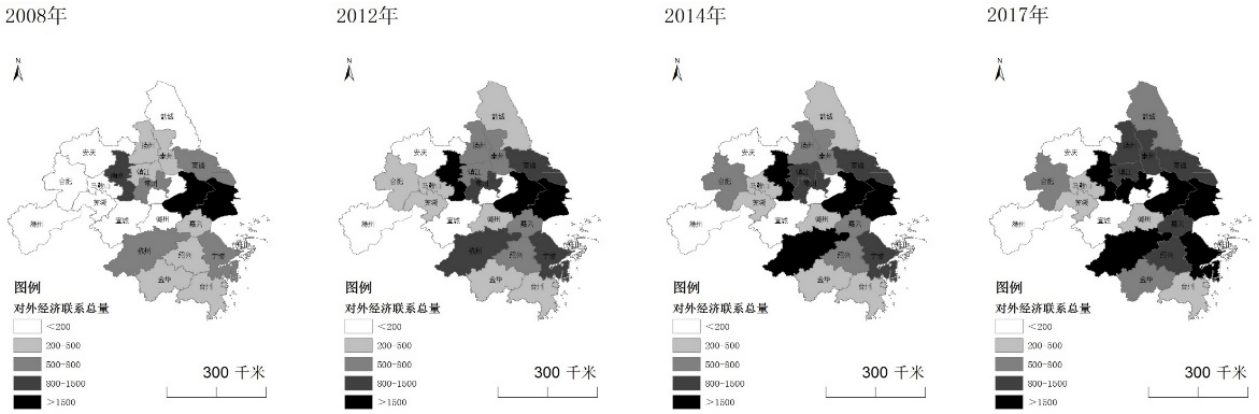

图2　长三角城市群各城市对外经济联系总量（2008年、2012年、2014年和2017年）

在经济联系方向上，长三角城市群内保持了一个较为稳定的状态，除了2017年湖州的首选地由嘉兴变更为杭州之外，其他城市在2008年、2012年、2014年和2017年的首选地没有发生任何变化。以2017年为例，无一例外，所有城市的首选地都为与其在地理空间关系上有邻接的城市，显示出了强烈的邻域指向性。苏州和宁波为首选地中出现最多的城市，频数为3；其次是南京、镇江、泰州、杭州和芜湖，频数为2。这些城市都与三个及以上的其他城市相邻，而作为长三角内经济最发达的上海市却只有两个相邻城市（苏州和嘉兴），因此其经济引力受到了空间距离的较大限制。隶属度方面，总体也保持着较为平稳的态势，除个别城市外（苏州、金华、合肥、芜湖、安庆、宣城），多数城市的隶属度有轻微程度的下降，体现了城市群内经济联系的一个更加多元性，而安徽省城市则与区域内首选地的经济联系隶属度进一步加强。

表2　长三角城市群各城市经济联系首选地和隶属度（2008年、2012年、2014年和2017年）

	2008年		2012年		2014年		2017年	
城市	首选地	隶属度	首选地	隶属度	首选地	隶属度	首选地	隶属度
上海	苏州	0.3685	苏州	0.3588	苏州	0.3562	苏州	0.3529
南京	镇江	0.1996	镇江	0.1890	镇江	0.1891	镇江	0.1883
常州	镇江	0.2924	镇江	0.2879	镇江	0.2876	镇江	0.2865
苏州	上海	0.3095	上海	0.3186	上海	0.3197	上海	0.3168
南通	苏州	0.2133	苏州	0.2080	苏州	0.2083	苏州	0.2092
盐城	泰州	0.2236	泰州	0.2169	泰州	0.2088	泰州	0.2153
扬州	泰州	0.2830	泰州	0.2749	泰州	0.2740	泰州	0.2731
镇江	常州	0.2979	常州	0.2950	常州	0.2943	常州	0.2934
泰州	扬州	0.2666	扬州	0.2605	扬州	0.2597	扬州	0.2590
杭州	金华	0.1709	金华	0.1621	金华	0.1689	金华	0.1697
宁波	绍兴	0.2292	绍兴	0.2283	绍兴	0.2269	绍兴	0.2253
嘉兴	苏州	0.1807	苏州	0.1735	苏州	0.1723	苏州	0.1717
湖州	嘉兴	0.1192	嘉兴	0.1190	嘉兴	0.1190	杭州	0.1199
绍兴	宁波	0.2158	宁波	0.2130	宁波	0.2208	宁波	0.2126
金华	杭州	0.2213	杭州	0.2245	杭州	0.2261	杭州	0.2294
舟山	宁波	0.3133	宁波	0.3109	宁波	0.3132	宁波	0.3153

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

台州	宁波	0.2301	宁波	0.2266	宁波	0.2262	宁波	0.2267
合肥	芜湖	0.1475	芜湖	0.1687	芜湖	0.1690	芜湖	0.1711
芜湖	马鞍山	0.2166	马鞍山	0.2508	马鞍山	0.2509	马鞍山	0.2523
马鞍山	南京	0.2660	南京	0.2560	南京	0.2555	南京	0.2565
安庆	合肥	0.1979	合肥	0.2240	合肥	0.2237	合肥	0.2234
滁州	南京	0.1749	南京	0.1686	南京	0.1682	南京	0.1673
宣城	芜湖	0.1422	芜湖	0.1599	芜湖	0.1588	芜湖	0.1582

（二）长三角城市群经济密度特征和演变

长三角城市群区域内经济密度整体水平稳步提高（图3），上海作为城市群内最核心的城市，其经济密度也是最高的，于2008年就达到了22.52千万元/平方公里，远远超过其他城市，在城市群内形成了明显的集聚极。在区域分布上，城市群内经济聚集水平最高的城市位于上海及其周边地区，同时这也是长三角城市群地理几何中心附近和江浙沪三省交界处，交界地带为跨省间的合作交流提供了地理便利。以上海为中心，经济密度向南北两个方向呈现逐步降低的趋势，浙南地区与苏北地区聚集水平较低。而安徽省则是整体水平都较低，从2008年－2017年，只有合肥、芜湖、马鞍山三市进入了第二等级，与另外三省相比差距较大。在图中，有几个城市需要特别注意，常州、镇江和嘉兴市的经济生产总值在城市群内并非处于领先地位，但其经济密度却比较高，原因在于，它们离上海、苏州较近，可以受到溢出效应的影响，而较小的土地面积又使得这些城市的经济进一步集聚；与其相反，长三角的另一个较为重要的城市——杭州，虽然其GDP总值很高，但它的经济密度却比较低，与泰州、绍兴等三线城市相差无几，这主要是因为相较其他城市，杭州市的土地面积巨大，是其邻市上海的两倍、嘉兴的四倍有余，从而在一定程度上不利于它的经济聚集。

在交通基础设施方面，经济聚集更多地涉及到城市内部，因此使用城市的公路密度进行衡量。图4为长三角各城市公路密度图。同经济密度一样，长三角城市群公路密度水平稳步提高，但在地区分布呈现了不一样的特征。2008年，公路最密集的城市位于上海、浙北和苏南地区，浙南地区和安徽省整体水平明显落后。2012年和2014年，安徽省公路密度呈现不断上升的态势。至2017年，长三角城市群23个城市道路密度图与2008年产生了明显不同，除最密集的上海、浙北和苏南地区之外，安徽省和江苏省的道路密度几乎持平，而浙南地区在过去十年中则没有产生特别大的变化。安徽省在不断通入长三角城市群一体化的过程中，正在不断加大道路基础设施建设，加强与周边江苏省的联系，不断提高交通运输水平。

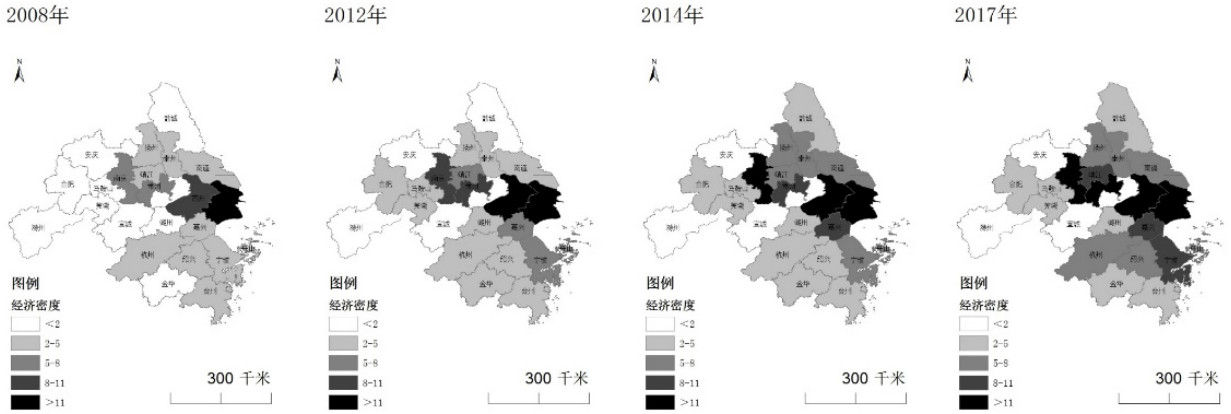

图3　长三角城市群23个城市经济密度（2008年、2012年、2014年和2017年）

将图3与图4结合到一起，可以发现，两者的水平分布和其随时间的变化有很大的重合性。因此，本文就经济密度和公路密度两者间的关系进行了实证检验，本部分内容为之后的实证研究提供了现实基础。交通基础设施加强了城市间的经济联系，同时也为城市经济集聚提供了溢出效应的载体，城市内部经济集聚的溢出效应同样也会带来城市间的经济影响、加强城市的外部经济联系，从而从内部集聚和外部联系两个方面共同促进长三角城市群的经济聚集和一体化发展。因此，本文将经济集聚的空间溢出效应也纳入了实证检验的范围。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

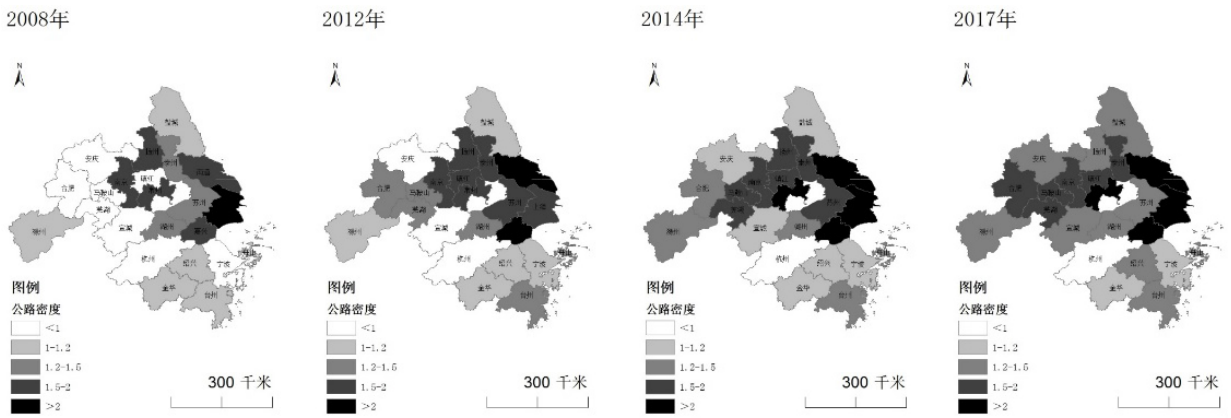

图 4　长三角城市群 23 个城市公路密度（2008 年、2012 年、2014 年和 2017 年）

（三）空间计量模型实证结果

1. 莫兰指数与空间自相关

莫兰指数结果由图 5 给出。2008 年 – 2017 年，经济密度表现出较为稳定和显著的空间正相关性，均在 0.23 – 0.25 左右浮动，在 1% 的水平上显著，并存在一定的增长趋势。由莫兰检验可以看出其存在着正向的空间溢出效应，有进一步建立模型研究的需要。由于同时存在空间误差和空间滞后的影响，最终选择了空间杜宾模型（SDM）进行实证研究。

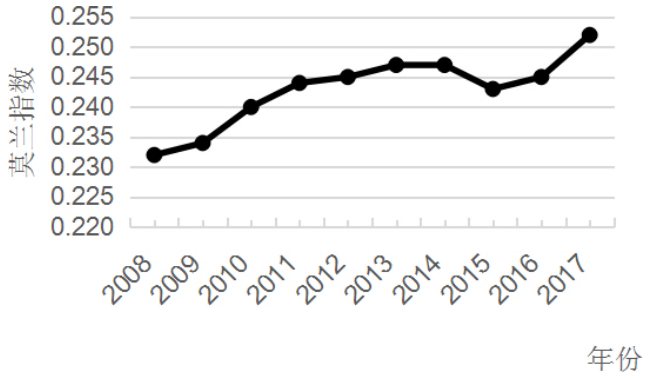

图 5　截面空间莫兰检验结果

2. 模型实证结果

将长三角城市群 23 个城市 2008 – 2017 十年间的相关数据代入实证模型进行检验，实证回归结果如表 3 所示。在空间杜宾模型中，解释变量系数已经没有意义，因此将其省略，主要关注直接效应和间接效应。其中直接效应表示公路密度对当地经济集聚产生的影响，而间接效应表示公路密度对周边城市经济集聚产生的影响，也就是其空间效应。

表 3　空间杜宾模型实证结果

	短期直接效应	短期间接效应	长期直接效应	长期间接效应
rd	–0.484*** (0.053)	1.181*** (0.130)	–12.923*** (1.383)	9.005*** (1.024)
lnpc	2.076*** (0.114)	0.358*** (0.044)	21.887*** (1.856)	–35.586*** (3.106)
lninv	0.695*** (0.156)	0.119*** (0.025)	7.383*** (1.960)	–12.008*** (3.211)
lnrd	0.072* (0.042)	0.012* (0.007)	0.765* (0.448)	–1.244* (0.729)
lnexp	0.085** (0.042)	0.015** (0.007)	0.906* (0.468)	–1.473* (0.762)

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

lninc	0.392*** (0.054)	0.067*** (0.009)	4.157*** (0.777)	-6.76*** (1.280)
lnfdi	-0.18*** (0.019)	-0.031*** (0.003)	-1.907*** (0.309)	3.101*** (0.511)
lpr	0.007*** (0.002)	0.001*** (0.000)	0.075*** (0.020)	-0.122*** (0.033)
ind	-0.014 (0.012)	-0.002 (0.002)	-0.141 (0.119)	0.230 (0.193)

注：括号内为标准误，*、**、***分别表示系数在10%、5%和1%的统计水平上显著。

对于交通基础设施，无论是短期直接效应还是长期直接效应，其系数都显著为负，说明过去十年中，以路网密度为代表的交通基础设施建设对于城市自身的经济集聚的影响已经是负面的了，交通基础设施并不利于本地区吸收外部要素发展经济，这也意味着在长三角城市群内交通基础设施建设已经超过经济发展的需要，存在着投资过度的问题。与其相反，在间接效应方面系数则显著为正，说明交通基础设施的建设产生了空间溢出效应，通过降低运输成本、提高地区间要素交换，从而对周边城市的经济聚集带来正向的影响。而与短期影响相比，长期影响的系数明显更大。因此现阶段在长三角城市群内，道路密度对内和对外存在着相反的两种影响，对城市自身来说，交通基础设施的作用已经是负面的了，但其产生的空间溢出效应有利于周边城市的经济集聚，在未来一体化进程中各方如何调节、平衡好是需要重点考虑的方向。

控制变量方面，在短期效应和长期直接效应中，城市人口、固定资产投资、科技创新水平、政府财政收支以及劳动参与率都对一个城市的经济密度有着促进作用。但这些变量的长期间接效应却显著为负，说明长期来看，一个城市自身人口、投资、政府收支、劳动参与率的发展，并不利于其周边城市的经济集聚。因此目前应继续重视城市人口对经济发展的作用，保障人民权益，吸引人才流入，提高人口素质；加大固定资产投资，将投资与劳动两个要素结合，共同推动城市内部的经济集聚；政府规划和相关政策扶持同样可以促进地区的经济集聚，应合理提高政府财政支出水平，优化财政支出结构，加强各城市间政府的合作交流，打破行政壁垒，推动城市群一体化发展。但同时，也要避免在人口、投资等方面区域内白热化、不合理的竞争。对外开放度则对城市内经济集聚产生了显著的负向影响，在一体化背景之下，未来城市发展中不应过度依赖外资，将发展重点聚焦于区域内部，合理利用周边城市要素资源，互为补充、共同发展。

3. 稳健性检验

为了验证交通设施在长三角城市群内的经济聚集效应并考察表3中结果的稳健性，参考董洪超等(2019)[41]的做法，本文在稳健性检验部分更换空间权重矩阵，选择各城市间的地理距离权重矩阵来替代空间相邻权重矩阵，计算公式为：$W_{ij}=\frac{1}{d_{ij}^2}$，其中$d$为城市$i$与城市$j$的地理空间距离。同时，改换核心解释变量公路密度为公路里程对数(lnrl)进行稳健性检验。结果如表4所示，其中(1)-(4)列改换了空间权重矩阵，(5)-(8)列使用了公路里程的对数(lnrl)作为衡量指标。

表4 稳健性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	短期直接效应	短期间接效应	长期直接效应	长期间接效应	短期直接效应	短期间接效应	长期直接效应	长期间接效应
rd /lnrl	-0.224*** (0.040)	2.842*** (0.338)	-10.028*** (1.123)	2.100*** (0.353)	-0.386*** (0.053)	1.221*** (0.112)	-10.772*** (1.017)	5.900*** (0.751)
lnpc	1.078*** (0.129)	0.352*** (0.062)	4.086*** (0.867)	-8.41*** (1.093)	1.855*** (0.117)	0.314*** (0.038)	14.099*** (0.953)	-26.733*** (2.062)
lninv	0.358*** (0.159)	0.114** (0.046)	1.304** (0.532)	-2.774** (1.193)	0.654*** (0.155)	0.11*** (0.025)	4.987*** (1.266)	-9.471*** (2.488)

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

lnrd	0.018 (0.044)	0.005 (0.014)	0.061 (0.165)	-0.136 (0.341)	0.067 (0.042)	0.011 (0.007)	0.506 (0.321)	-0.958 (0.608)
lnexp	0.022 (0.046)	0.006 (0.015)	0.072 (0.172)	-0.167 (0.357)	0.059 (0.045)	0.010 (0.007)	0.450 (0.344)	-0.855 (0.657)
lninc	0.185*** (0.057)	0.060*** (0.018)	0.687*** (0.216)	-1.435*** (0.434)	0.401*** (0.052)	0.067*** (0.009)	3.058*** (0.460)	-5.804*** (0.938)
lnfdi	-0.113*** (0.022)	-0.037*** (0.006)	-0.421*** (0.074)	0.882*** (0.154)	-0.185*** (0.019)	-0.031*** (0.003)	-1.409*** (0.186)	2.674*** (0.391)
lpr	0.007*** (0.002)	0.002*** (0.001)	0.028*** (0.009)	-0.057*** (0.016)	0.006*** (0.002)	0.001*** (0.000)	0.049*** (0.014)	-0.093*** (0.027)
ind	-0.018 (0.012)	-0.006 (0.004)	-0.071 (0.049)	0.142 (0.095)	-0.010 (0.011)	-0.002 (0.002)	-0.073 (0.080)	0.138 (0.151)

注：括号内为标准误，*、**、***分别表示系数在10%、5%和1%的统计水平上显著。

表4显示，使用地理距离权重矩阵的回归中公路密度的直接效应系数为负，间接效应系数为正，结果稳健。改换核心解释变量的结果同样稳健。稳健性检验的结果说明了本文实证研究所得出的结论是可靠的，交通基础设施对于城市本地的经济聚集已经出现了负向作用，但在区域内却产生了正向的空间溢出效应。

五、结论与建议

使用长三角城市群23个主要城市2008-2017年相关数据，通过引力模型和经济密度的计算，文章发现：城市间的经济联系与经济聚集都在逐步加强，城市的经济发展和城市间的经济合作都进一步提高和深化；但同时，两者都体现出了很明显的地区分布特征，联系强度和经济密度都从上海向南北两个方向逐步减弱，而安徽省相较于其他两省一市而言，在对外联系和经济集聚方面仍有较大差距。

进一步将交通基础设施的网络化作用考虑在内，结合以往相关文献，本文构建了空间杜宾模型，实证检验了交通基础设施对经济聚集的影响。结果发现，以路网密度为代表的交通基础设施建设对于城市自身的经济集聚会产生负面影响，交通基础设施已经不利于本地区吸收外部要素发展经济；但是交通基础设施的建设会产生空间溢出效应，对周边城市的经济聚集带来正向的影响。控制变量方面，本文发现城市人口、固定资产投资、科技创新水平、政府财政收支以及劳动参与率都对一个城市的经济密度有着促进作用。基于这些结论，本文提出以下建议：

第一，进一步加强城市经济联系和跨地区合作，以上海龙头带动、江苏浙江安徽协同发力，形成多中心的城市空间结构。在长三角城市群区域一体化发展过程中，加强城市间和省份间的联系和合作是毋庸置疑的大方向。城市群涉及到了不同级别的城市，从而可以充分利用其地区互补性，加速区域内要素流转和流通。同时应充分发挥核心城市的影响和辐射作用，以核心城市带动周边城市发展，进而推动区域整体、全面的一体化发展。长三角城市群内目前正经历着由单一中心——上海，向多中心转移的趋势，南京、杭州、苏州等城市也在区域内发挥着越来越重要的作用，从而可以防止出现单一城市过度扩张带来的聚集不经济的负面影响[11]，因此，应进一步促进城市群内多中心的城市结构的形成完善。中小城市则可以成为区域内经济联系的节点，推动区整体的分工协作和功能互补。对于安徽省来说，其经济发展水平和加入城市群规划时间都落后于另外两省一市，应把握此次政策机遇，为经济发展注入动力，通过加强和邻近的南京、湖州等地的交流合作，利用好城市群内各种要素资源，尽快融入长三角城市群的一体化进程。

第二，努力提高交通基础设施质量和水平，而不是纯粹地进一步加大投资。对城市群内部的经济集聚而言，交通基础设施的数量已经超过其自身经济发展的需求，但是其加强了与周边城市的联系，对区域内其他城市可以产生正向的空间溢出效应。因此，未来在交通经济设施投资方面，不能再一味的追求数量，而是要进一步关注提高道路交通设施的质量以及高铁、城际铁路等新型交通基础设施的建设，不断完善三省一市交界地区的道路设施互联互通，从而促进资源要素跨地区有序自由流动。本文对于交通基础设施建设水平的衡量主要考虑了公路密度方面，但在实际中，影响运输成本和城市间联系的不仅仅与密度有关，道路的质量也是一个重要的影响方面。因此，这是本文的一个不足之处，在未来的学习研究中，如何完善交通基础设施的衡量指标是需要进一步思考的问题。

第三，积极转变政府职能，加强政策引导和扶

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

持，保障完善群众生活生产需求，不断提高人口素质和生产力水平。应加大财政支持力度，用于城市群的建设发展和相关运行保障。在城市群内进行试点，给予其更大的改革自主权和必要的管理权限，打破城市间、省际间的行政壁垒，创新政府管理和服务，从而为经济集聚的空间效应创造溢出通道。优化公共资源配置，促进要素跨区域流动和公共服务共建共享，实现教育、医疗、文化、旅游等合作发展、提高城市群整体水平和影响力。完善各项民生工程，加大人才引进和培养，加强区域内产学研结合，发挥好高质量劳动力在经济发展中的作用。

参考文献:

[1] 魏丽华. 我国三大城市群内部经济联系对比研究 [J]. 经济纵横,2018(01):45-54.

[2] 范晓敏. 城市群如何带动区域经济增长 [J]. 人民论坛,2020(16):72-73.

[3] 刘建朝,高素英. 基于城市联系强度与城市流的京津冀城市群空间联系研究 [J]. 地域研究与开发,2013,32(02):57-61.

[4] 苗洪亮,周慧. 中国三大城市群内部经济联系和等级结构的比较——基于综合引力模型的分析 [J]. 经济地理,2017,37(06):52-59.

[5] 李燕,贺灿飞. 基于"3D"框架的长江三角洲城市群经济空间演化分析 [J]. 经济地理,2013,33(05):43-46,66.

[6] 汤放华,汤慧,孙倩,汤迪莎. 长江中游城市集群经济网络结构分析 [J]. 地理学报,2013,68(10):1357-1366.

[7] 李敬,陈澍,万广华,付陈梅. 中国区域经济增长的空间关联及其解释——基于网络分析方法 [J]. 经济研究,2014,49(11):4-16.

[8] 王方方,杨焕焕. 粤港澳大湾区城市群空间经济网络结构及其影响因素研究——基于网络分析法 [J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2018(04):110-120,191.

[9] 李影影,黄琪,曹卫东,张宇. 经济联系视角下泛长三角网络结构研究 [J]. 世界地理研究,2019,28(01):68-78.

[10] 安俞静,刘静玉,乔墩墩. 中原城市群城市空间联系网络格局分析——基于综合交通信息流 [J]. 地理科学,2019,39(12):1929-1937.

[11] 李博雅. 长三角城市群空间结构演化与溢出效应研究 [J]. 宏观经济研究,2020(05):68-81.

[12] 赵峥. 共建长三角基础设施体系:价值、挑战与对策 [J]. 重庆理工大学学报(社会科学),2020,34(01):1-7.

[13] 李永奎,常诚,郭英,李彪. 高铁网络与城市关联的时空演化与相关性分析 [J]. 华东经济管理,2019,33(03):5-11,2.

[14] 于建峰,曾俊伟,钱勇生,广晓平. 不同交通方式对兰西城市群空间分布影响研究 [J]. 铁道运输与经济,2019,41(10):7-13,40.

[15] António Carlos Teixeira. Transport policies in light of the new economic geography: The Portuguese experience [J]. Elsevier B. V.,2006,36(4).

[16] Adelheid Holl. Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme [J]. Elsevier Ltd,2006,15(4).

[17] 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(05):63-73.

[18] 刘荷,王健. 交通基础设施对制造业集聚的溢出效应:基于地区和行业的实证分析 [J]. 东南学术,2014(04):96-105.

[19] Nannan Yu,Gert de Roo,Martin de Jong,Servaas Storm. Does the expansion of a motorway network lead to economic agglomeration? Evidence from China [J]. Elsevier Ltd,2016,45.

[20] 冯伟,徐康宁. 交通基础设施与经济增长:一个文献综述 [J]. 产经评论,2013,4(03):63-70.

[21] Minoo Farhadi. Transport infrastructure and long-run economic growth in OECD countries [J]. Elsevier Ltd,2015,74.

[22] 徐瑾,潘俊宇. 交通基础设施促进经济增长的时空差异与机制分析——基于双向固定效应模型的研究 [J]. 经济问题探索,2019(12):29-42.

[23] 徐学明,王仕杰,陈艳艳,刘小明. 公路基础设施与经济增长关系研究 [J]. 公路,2019,64(12):189-193.

[24] 施震凯,邵军,浦正宁. 交通基础设施改善与生产率增长:来自铁路大提速的证据 [J]. 世界经济,2018,41(06):127-151.

[25] Gabriel M Ahlfeldt,Arne Feddersen. From periphery to core: measuring agglomeration effects using high-speed rail [J]. Oxford University Press,2018,18(2).

[26] Paltiel, Jeremy,Huang, Yasheng. Capitalism with Chinese Characteristics: Entrepreneurship and the State [J]. ProQuest,2009,42(4).

[27] 赵伟. 长三角一体化与粤港澳大湾区战略:

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一个空间经济学视野[J].社会科学战线,2020(05):85-93.

[28] Wang, S., Fisher, R., 2014. Transportation, iceberg costs and the adjustment of industrial structure in China. Transport. Res. Part D: Transport Environ. 32, 278-286.

[29] Guanqiu Qi, Wenming Shi, Kun-Chin Lin, Kum Fai Yuen, Yi Xiao. Spatial spillover effects of logistics infrastructure on regional development: Evidence from China[J]. Transportation Research Part A, 2020, 135.

[30] Li, K. X., Qi, G., 2016. Transport connectivity and regional development in China. J. Int. Logistics Trade 14(2), 142.

[31] 林雄斌,杨家文,陶卓霖,宋金平,任颋.交通投资、经济空间集聚与多样化路径——空间面板回归与结构方程模型视角[J].地理学报,2018,73(10):1970-1984.

[32] 马卫,曹小曙,黄晓燕,刚毅.丝绸之路沿线交通基础设施空间经济溢出效应测度[J].经济地理,2018,38(03):21-29,71.

[33] Xiongbin Lin, Ian MacLachlan, Ting Ren, Feiyang Sun. Quantifying economic effects of transportation investment considering spatiotemporal heterogeneity in China: a spatial panel data model perspective[J]. The Annals of Regional Science: An International Journal of Urban, Regional and Environmental Research and Policy, 2019, 63(4).

[34] 王春杨,任晓红.高铁对京津冀城市群时空格局的影响[J].城市问题,2018(10):37-44.

[35] 宋敏,陈益鑫.城市群综合交通运输效率对经济增长的影响——基于长三角与粤港澳大湾区的比较研究[J].城市问题,2019(09):45-53.

[36] 欧向军,薛丽萍,顾雯娟.江苏省县市经济联系的空间特征[J].经济地理,2015,35(08):24-31.

[37] Reilly W J. Methods for the Study of Retail Relationships[M]. Texas: Bureau of Business Research, 1959.

[38] Duranton, G. & Puga, D. Microfoundations of urban agglomeration economies (NBER Working Papers No,9931). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Reaserach, 2003.

[39] Glenn Ellison, Edward L. Glaeser. Geographic Concentration in U. S. Manufacturing Industries: A Dartboard Approach[J]. The University of Chicago Press, 1997, 105(5).

[40] 石林,傅鹏,李柳勇.高铁促进区域经济一体化效应研究[J].上海经济研究,2018(01):53-62,83.

[41] 董洪超,蒋伏心,路璐.空间视角下的交通运输与产业集聚——基于空间杜宾模型的实证分析[J].经济问题探索,2019(02):118-129.

[42] 任晓红,张宗益.交通基础设施与制造业区位选择的空间计量经济学分析[J].经济问题探索,2010(10):13-17.

[43] 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(01):50-64.

(编辑校对:孙 敏 陈晓云)

Transportation Infrastructure, Economic Connection and Aggregation of Yangtze River Delta
——A Analysis Based on Spatial Perspective

Hao Fengxia, Zhang Shijia

Abstract: The level of economic connection and agglomeration in urban agglomerations reflects the goal of their economic development to some extent, and the transportation infrastructure plays a significant role in regional integration and have huge impacts on the economic connection and agglomeration. Referring to the data of 23 major cities in the Yangtze River Delta from 2008 to 2017, this paper finds that the economic connection and agglomeration between cities have been constantly strengthening. At the same time, both of them show obvious regional distribution characteristics. Further taking the influence of transportation infrastructure into consideration, this paper examines the influence of transportation infrastructure on economic aggregation by constructing a Spatial Durbin Model. It is found that the transportation infrastructure represented by road network density has a negative impact on the economic agglomeration of the cities themselves, but its spatial spillover effect has a positive impact on the surrounding cities. Therefore, in the future integrated development of Yangtze River Delta, it is necessary to further strengthen the urban economic ties and improve t the urban agglomeration structure. At the same time, to improve the quality of transport infrastructure, the government should give active guidance to strengthen trans-regional cooperation and exchanges.

Keywords: Yangtze River Delta; Economic ties and agglomeration; Transportation infrastructure; The gravity model; Spatial econometric model

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net