

城市信息流网络与服务集聚的交互效应研究动态

黄知微^{1,2}

(1. 同济大学交通学院, 上海 201804; 2. 同济大学城市交通研究院, 上海 201804)

摘要: 选取来自国际学术期刊的论文, 以概述形式对城市交通理论方法、实证分析等研究成果进行总结性介绍, 旨在增强城市交通业界与学界对国际学术动向及研究热点的关注, 促进学术交流。《城市信息流网络、服务业集聚及其异质性交互效应: 来自粤港澳大湾区的实证研究》一文, 以粤港澳大湾区为案例, 分析城市信息流网络与服务集聚的时空特征, 并构建空间联立方程模型, 探究二者间的交互作用与空间溢出效应, 同时考察网络功能、集聚方向和服务业类型的异质性影响。结果表明: 大湾区信息流网络已从松散的双核心结构演变为紧密的多中心交互模式; 服务业总体集聚水平有所提升, 但专业化集聚与多样化集聚存在显著的空间不对称性; 城市信息流网络与服务专业化集聚之间存在双向抑制效应, 而与多样化集聚之间呈现互补互促关系, 该结论通过了稳健性检验; 研究还揭示了二者交互关系中的空间依赖效应与行业异质性, 并阐明了其相互作用路径。这些发现有助于理解网络空间环境下的服务业集聚, 为信息时代优化区域空间结构与调整产业布局提供参考。

关键词: 城市网络; 服务业集聚; 信息流; 粤港澳大湾区; 空间联立方程

Academic Dynamics on the Interactive Effects Between Urban Information Flow Networks and Service Industry Agglomeration

Huang Zhiwei^{1,2}

(1. College of Transportation, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. Urban Mobility Institute, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: A review of selected papers from international academic journals is presented to summarize research findings, theoretical approaches, and empirical analyses of urban transportation. The aim is to enhance the communication between industrial and academic fields in urban transportation, highlight international research focuses, and promote academic exchange. The reviewed paper, titled "Urban Information Flow Networks, Service Sector Agglomeration, and Their Heterogeneous Interaction Effects: An Empirical Study from the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area", uses the Greater Bay Area as a case study to analyze the spatiotemporal characteristics of urban information flow networks and service industry agglomeration. It constructs spatial simultaneous equations to investigate the interaction between the two and their spatial spillover effects, while also examining the heterogeneous impacts of network functions, agglomeration directions, and service industry types. The results indicate that the information flow network in the Greater Bay Area has evolved from a loose dual-core structure to a tightly integrated, polycentric interactive pattern; while the overall level of service industry agglomeration has increased, significant spatial asymmetry exists between specialized and diversified agglomeration; there is a bidirectional inhibitory effect between urban information flow networks and specialized service industry agglomeration, whereas a complementary and mutually reinforcing relationship exists with diversified agglomeration—a conclusion that has passed robustness tests. The paper also reveals the spatial dependence effects and industrial heterogeneity in the interaction between these two phenomena and elucidates their interaction pathways. These findings contribute to the understanding of service industry agglomeration in a networked spatial environment and provide a reference for optimizing regional spatial structures and adjusting industrial layouts in the information age.

Keywords: urban networks; service industry agglomeration; information flow; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; spatial simultaneous equations

收稿日期: 2026-06-15

作者简介: 黄知微(2002—), 女, 湖南常德人, 硕士研究生, 研究方向为基于多源数据与出行方式选择模型的航线客流预测, 电子邮箱 2406118014@qq.com。

引用格式：黄知微. 城市信息流网络与服务业集聚的交互效应研究动态[J]. 城市交通, 2026, 24(4): 122-126.

Huang Zhiwei. Academic dynamics on the interactive effects between urban information flow networks and service industry agglomeration[J]. Urban Transport of China, 2026, 24(4): 122-126.

研究背景

自工业革命以来,城市中资本与劳动力持续集中,产业集聚成为其发展的关键特征。传统产业集聚依赖于地理空间,在资源、人力资本、交通等优势驱动下形成协同效应。然而,在全球化与信息化时代,互联网技术使城市发展不再孤立,集聚特征正从依托场所空间的集聚外部性,向依托流空间的网络外部性拓展。信息流网络凭借其虚拟性与高渗透性,与服务业快速融合,催生了新地理集聚、旧集聚消散以及“虚拟集聚”等新模式。

部分研究认为,信息流网络可能替代产业集聚收益,导致产业布局分散;但另一些证据表明,信息发达地区的新兴产业反而呈现出地理上的集聚趋势。与此同时,德国鲁尔区与美国底特律的案例显示,专业化集聚可能导致城市功能衰退。由此可见,信息流与集聚经济的关系已超越单向替代,呈现出复杂的空间交互特征。

粤港澳大湾区作为典型的超大城市区域,自《粤港澳大湾区发展规划纲要》实施以来,在数字信息与服务业发展方面取得了显著进展,但也面临着信息流网络管理与产业布局调整的双重挑战。基于此,该研究提出以下问题:粤港澳大湾区城市信息流网络与服务业集聚的发展是否存在演化规律?城市信息流网络与服务业集聚之间的交互影响机制是什么?不同集聚模式和服务业类型如何影响其交互性质?

研究方法

1) 城市信息流网络指数的测度。

研究以百度搜索指数数据为基础,构建了粤港澳大湾区11个城市间的有向信息流矩阵。该矩阵中的搜索指数反映城市居民对另一城市相关信息的关注强度,用以表征城际信息流交互的方向与规模。

在此矩阵基础上,研究采用加权有向替代中心性(Directed Alternative Centrality, DAC)和有向替代权力(Directed Alternative Power, DAP)两个指标,测度各城市在信息流网络中的功能地位。两者的核心区别在

于: DAC衡量的是城市汇聚和分配信息流资源的总体能力,该能力既取决于城市自身信息连接的广度和强度,也受其所连接城市在网络中中心性水平的影响;DAP则衡量城市对信息流路径的控制与支配能力,通过考察城市连接对象的反向中心性,识别那些在网络中具有结构性控制力的节点。通过这两个维度的交叉分析,可将城市划分为典型世界城市(高DAC-高DAP)、枢纽世界城市(高DAC-低DAP)、网关世界城市(低DAC-高DAP)和边缘城市(低DAC-低DAP)4种类型。

2) 服务业集聚指数的测度。

该研究将城市服务业分为3类,进而从多样化集聚和专业化集聚两个维度,分别测度各城市的服务业集聚水平:

① 生产性服务业,包括信息传输、软件和信息技术服务,交通运输、仓储和邮政服务,金融服务,租赁和商务服务,科学研究和技术服务;

② 消费性服务业,包括房地产业,住宿和餐饮业,批发和零售业,居民服务、修理和其他服务业,文化、体育和娱乐业;

③ 公共服务业,包括教育,卫生和社会工作,水利、环境和公共设施管理业,社会保障和社会组织。

多样化集聚指数(urban services diversified agglomeration index, IDA)通过比较各城市各行业就业结构与该年度粤港澳大湾区整体行业就业结构的偏离程度加以计算,指数值越大,表明该城市相对于整个湾区具有更强的多样化集聚优势。专业化集聚指数(urban services specialized agglomeration index, ISA)则取城市各行业中就业占比相对区域平均水平的最高值,指数值越大,表明该城市在某一特定服务业类型上的专业化集聚优势越突出。两类指数分别对应Jacobs外部性(跨行业知识溢出)和Marshall外部性(同行业知识共享)的理论逻辑,能够较为全面地刻画服务业集聚的双重形态。

3) 空间联立方程模型。

为处理内生性问题,并考虑空间溢出与变量间的交互作用,研究采用广义三阶段空间最小二乘法(GS3SLS)构建空间联立方程模

型。基准模型主要考察城市信息流网络与总体服务业集聚的交互作用及空间溢出效应。模型的核心设计思路如下:

① 双向交互关系设定。模型将城市信息流网络变量(DAC, DAP)和服务业集聚变量(ISA, IDA)均设为内生变量,分别构建信息流网络方程和集聚方程,使两者在同一体系内互为解释变量,从而捕捉信息流网络与服务业集聚之间的双向因果关系。

② 空间效应引入。模型在每个方程中均加入了核心变量的空间滞后项(通过空间权重矩阵将邻近城市的观测值纳入模型),用以识别3类空间效应:一是本地变量受邻近城市同类变量的影响(即空间自相关);二是邻近城市的信息流网络对本地服务业集聚的跨区域溢出;三是邻近城市的服务业集聚对本地信息流网络的反向溢出。

③ 控制变量选取。信息流网络方程的控制变量包括交通能力、城镇化水平、技术与创新水平、互联网发展水平;服务业集聚方程的控制变量包括城市人口规模、人力资本、市场化水平、开放水平和环境规制强度。空间权重矩阵采用地理邻近矩阵,并在稳健性检验中替换为技术邻近矩阵。

4) 变量与数据来源。

内生变量分为2类:城市信息流网络变量(即有向替代中心性、有向替代权力)和服务业集聚变量(服务业专业化集聚、服务业多样化集聚,以及按生产性服务业、消费性服务业、公共服务分别计算的专业化和多样化集聚指数)。

该研究数据的来源为2011—2021年粤港澳大湾区11个地级市的面板数据。社会经济数据主要来自《中国城市统计年鉴》和各市统计公报。百度搜索指数数据来源于百度指数官网(<http://index.baidu.com>),用以表征城市间信息流强度。

研究结果

1) 信息流网络的时空特征。

粤港澳大湾区信息流网络已从相对松散的双核心结构,演变为紧密的多中心交互模式。平均而言,信息流总量从28 974上升至54 958,增长了89.68%。在空间结构上,广州和深圳为最高层级的信息交换中心;东莞、香港、佛山为第二层级;惠州、珠海为第三层级;中山、江门、肇庆、澳门为第四层级。香港和澳门是典型的“信息流入”城市,而深圳则是“信息流出”高地。

在有向替代中心性方面,广州和深圳取值最高,香港和澳门的有向替代中心性则显著高于其有向替代权力。在有向替代权力方面,广州和深圳对信息流资源的控制力最强,东莞、佛山、香港也具有较高值。基于有向替代中心性与有向替代权力的二维分布,城市类型可划分为:广州和深圳为“典型世界城市”,香港和澳门为“枢纽世界城市”,佛山和东莞为“网关世界城市”,其余城市为边缘城市。

2) 服务业集聚的时空特征。

2011—2021年,粤港澳大湾区服务业多样化与专业化集聚水平均呈上升趋势,但存在显著的不平衡与空间异质性。多样化集聚与专业化集聚的空间分布格局几乎相反:广州和深圳具有较高的多样化集聚,但专业化集聚排名较低;香港、澳门、肇庆、佛山则具有较强的专业化集聚,而多样化集聚相对较低。

细分服务业类型后发现,广州在不同行业类型的多样化集聚中表现强劲;深圳在消费性服务业多样化集聚方面特征显著;珠海在生产性服务业的多样化与专业化集聚方面均表现良好;佛山和肇庆的公共服务专业化集聚水平较高;澳门在生产性服务业多样化集聚和消费性服务业专业化集聚方面保持高水平;香港在各服务业类型中均表现出明显的专业化集聚优势。

3) 城市信息流网络与服务业集聚的交互关系。

① 空间相关性检验。

全局莫兰指数检验表明,大部分时期城市信息流网络变量与服务业集聚变量的全局莫兰指数均通过显著性检验,表明两者存在显著的空间关联性。城市有向替代权力、服务业多样化集聚、生产性服务业多样化集聚、消费性服务业多样化与专业化集聚呈一定程度的空间负相关性;其他变量呈正相关。

② 基准回归结果。

城市信息流网络与服务业专业化集聚之间存在双向抑制效应。服务业专业化集聚对有向替代中心性的影响系数为-0.528(1%显著性水平),有向替代中心性对服务业专业化集聚的影响系数也显著为负。有向替代权力与服务业专业化集聚之间同样存在双向负向关系,但服务业专业化集聚对有向替代权力的抑制效应(-3.014)强于对有向替代中心性的抑制效应,而有向替代中心性对服务业专业化集聚的负向影响(-0.269)高于有向

替代权力对服务业专业化集聚的负向影响(-0.068)。

城市信息流网络与服务业多样化集聚之间存在双向促进效应。服务业多样化集聚对有向替代中心性的影响系数为0.486(1%显著性水平),有向替代中心性对服务业多样化集聚的影响系数为0.603(1%显著性水平)。有向替代权力与服务业多样化集聚之间也存在显著的双向促进关系。

空间溢出效应方面:邻近城市的服务业专业化集聚对本地服务业专业化集聚产生负向溢出效应($W \times ISA$ 系数为-0.537,在1%水平上显著);邻近城市有向替代中心性的提升会促进本地有向替代中心性($W \times DAC$ 系数为0.373,在1%水平上显著),但邻近城市有向替代权力对本地有向替代权力($W \times DAP$)的影响不显著;邻近城市的信息流对本地服务业专业化集聚产生负向影响($W \times DAC \rightarrow ISA$ 的系数为-0.147,在10%水平上显著; $W \times DAP \rightarrow ISA$ 的系数为-0.064,在1%水平上显著);邻近城市服务业多样化集聚的提升有利于本地服务业多样化集聚($W \times IDA$ 系数为0.698,在1%水平上显著)。W 为空间权重矩阵。

③ 分行业类型的异质性分析。

生产性服务业:城市信息流网络与生产性服务业专业化集聚之间存在稳健的相互促进关系(有向替代中心性对生产性服务业专业化集聚系数为0.688,生产性服务业专业化集聚对有向替代中心性系数为0.460);城市信息流网络与生产性服务业多样化集聚之间也存在相互促进关系,但促进作用小于对专业化集聚的促进作用。

消费性服务业:城市信息流网络与消费性服务业专业化集聚之间几乎不存在显著的交互关系(仅有向替代权力对消费性服务业专业化产生负向影响,系数为-0.255);与消费性服务业多样化集聚之间存在明显的促进关系(有向替代中心性对消费性服务业多样化集聚系数为0.455,消费性服务业多样化集聚对有向替代中心性系数为0.455),且信息流对多样化集聚的促进效应更大。

公共服务业:城市信息流网络与公共服务业专业化集聚之间存在相互抑制效应(有向替代中心性对公共服务业专业化集聚系数为-0.267,在5%水平上显著;公共服务业专业化集聚对有向替代中心性系数为-0.096,不显著;有向替代权力对公共服务业专业化集聚系数为-0.077,在1%水平

上显著;公共服务业专业化集聚对有向替代权力的抑制系数为-1.138,在1%水平上显著);与公共服务业多样化集聚之间存在互补与相互促进关系(有向替代中心性对公共服务业多样化集聚系数为0.208,在5%水平上显著;公共服务业多样化集聚对有向替代中心性系数为0.349,在1%水平上显著)。

④ 稳健性检验。

研究进行了4项稳健性检验:使用新浪微博转发数据替代百度搜索指数重建信息流网络;以技术邻近空间权重矩阵替代地理邻近权重矩阵;采用广义空间自回归三阶段最小二乘法(GS3SLSAR)替代原估计方法;剔除2019年后的样本以排除COVID-19的干扰。所有检验结果均与基准回归结论一致,验证了研究结论的稳健性。

⑤ 非线性效应检验。

城市信息流网络与服务业专业化集聚之间存在U型关系:有向替代中心性的一次项系数为-0.787(在10%水平上显著),二次项系数为0.030(在5%水平上显著);有向替代权力的一次项系数为-0.130(在10%水平上显著),二次项系数为0.002(在10%水平上显著)。与服务业多样化集聚之间存在倒U型关系:有向替代中心性的一次项系数为-1.919(在5%水平上显著),二次项系数为-0.097(在5%水平上显著);有向替代权力的一次项系数为-0.130(在10%水平上显著),二次项系数为-0.002(在10%水平上显著)。

⑥ 空间边界分析。

当距离超过100 km时,有向替代中心性对服务业专业化集聚的影响系数从-0.371变为-0.197,有向替代中心性对服务业多样化集聚的影响系数从0.695降至0.315,且服务业专业化和多样化集聚对有向替代中心性的影响不再具有统计显著性。邻近区域信息流网络对本地服务业集聚的溢出效应随距离增加而减弱。

研究总结

该研究以粤港澳大湾区为案例,构建了城市信息流网络与服务业集聚交互效应的分析框架,得出以下核心结论:

1) 粤港澳大湾区信息流网络从松散的双核心结构演变为紧密的多中心交互模式。广州和深圳为“典型世界城市”,香港和澳门为“枢纽世界城市”,佛山和东莞为“网关世界城市”,其余城市为边缘城市。服务业专业化与多样化集聚水平均有所提升,但

存在显著的空间与行业异质性。

2) 城市信息流网络与服务业专业化集聚之间存在双向抑制效应,与服务业多样化集聚之间存在双向促进效应。该结论通过了多项稳健性检验。非线性效应检验表明,信息流网络与专业化集聚呈U型关系,与多样化集聚呈倒U型关系。

3) 交互关系存在空间依赖与行业异质性。邻近区域的信息流会提升本地信息流网络地位,但抑制本地服务业集聚。分行业看,信息流网络与生产性服务业的专业化及多样化集聚均呈相互促进关系;与消费性服务业的专业化集聚几乎无显著交互,但与多样化集聚相互促进;与公共服务业的专业化集聚相互抑制,与多样化集聚相互促进。

4) 作用路径方面,城市信息流网络通过优化创新搜索环境和提高协同互补水平,促进服务业多样化集聚;通过虚拟集聚与行

业垄断抑制专业化集聚。服务业多样化集聚通过知识溢出和网络收益增强,促进信息流动;专业化集聚则通过引发区域信息锁定,抑制城际信息流动。

该研究的局限性在于:研究主要聚焦粤港澳大湾区,未来可扩展至全国范围;数据来源也可进一步多元化;行业类型可扩展至制造业等;未来还可考虑采用更精细的数据定量检验作用路径。

资料来源: Zhou Yutao, Duan Wei, Wang Shaobo, et al. Urban information flow networks, service industry agglomeration and their heterogeneous interactive effects: evidence from the Guangdong- Hong Kong- Macao Greater Bay Area[J]. Cities, 2025, 166: 106285.

(上接第7页)

[3] 赵建明, 谭英嘉, 朱一洲, 等. 城市轨道交通大规模成网后常规公交线网服务优化研究: 以深圳为例[J]. 城市公共交通, 2022(10): 53-58.

Zhao Jianming, Tan Yingjia, Zhu Yizhou, et al. Research on service optimization of conventional bus line network after large-scale urban rail transit network formation—a case study of Shenzhen[J]. Urban Public Transport, 2022(10): 53-58.

[4] 李飞, 操宗武, 李云辉. 公交线网重构的必要性[J]. 黑龙江交通科技, 2024, 47(2): 182-185.

Li Fei, Cao Zongwu, Li Yunhui. The necessity of bus network reconstruction[J]. Communications Science and Technology Heilongjiang, 2024, 47(2): 182-185.

[5] 刘先锋, 陆玉雄. 浅谈理想公交线网的设计与落实[J]. 城市公共交通, 2021(5): 38-42.

Liu Xianfeng, Lu Yuxiong. Research on the design and implementation of ideal bus network[J]. Urban Public Transport, 2021(5): 38-42.

[6] 沈帝文. 公交线网革命的国外经验实践[C]//中国科学技术协会, 交通运输部, 中国工程院. 2017年世界交通运输大会论文集. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017: 2256-2267.

[7] 刘华胜. 城市轨道交通与常规公交协调优化

关键方法研究[D]. 长春: 吉林大学, 2015.

Liu Huasheng. Study on key methods of coordinate optimization between rail and bus[D]. Changchun: Jilin University, 2015.

[8] 尹怡晓, 赵海宾, 郭忠, 等. 基于轨道交通一体化的公交线网优化调整方法[J]. 交通运输研究, 2021, 7(3): 62-71.

Yin Yixiao, Zhao Haibin, Guo Zhong, et al. Optimization and adjustment method of bus network based on rail transit and bus integration[J]. Transportation Standardization, 2021, 7(3): 62-71.

[9] 戴章. 城市轨道交通与常规公交线网耦合优化设计研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2022.

Dai Zhang. Research on coupling optimization design of urban rail transit and local bus transit network[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2022.

[10] 孙杨. 城市轨道交通新线投入运营下常规公交线网优化调整方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012.

Sun Yang. Methodology of bus network optimization and adjustment under the operation of urban new rail transit line[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2012.

[11] 王炜, 杨新苗, 陈学武, 等. 城市公共交通系统规划方法与管理技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 77-97.