

黄泮爵, 杨滔. 2022. 珠三角城市空间联系及社会网络——基于“流空间”的分析. 热带地理, 42 (3): 422-430.  
Huang Fengjue and Yang Tao. 2022. Exploring the Spatial Structure of Pearl River Delta: Based on "Space of Flows". *Tropical Geography*, 42 (3): 422-430.

## 珠三角城市空间联系及社会网络 ——基于“流空间”的分析

黄泮爵<sup>1</sup>, 杨滔<sup>2</sup>

(1. 新加坡国立大学 地理系, 新加坡 119260; 2. 清华大学 建筑学院, 北京 100084)

**摘要:** 基于A股上市公司对外投资行为所构拟的资本流、人口迁徙大数据所构拟的交通流和搜索引擎指数所构拟的信息流构建“流空间”网络,对珠三角城市空间联系特征与演进趋势进行定性描述与定量分析,并对城市群内流空间网络结构进行探讨。研究表明,珠三角城市群城市体系空间结构紧紧围绕广、佛、莞、深这一南北纵深的区域发展走廊,在信息流上呈现广州、深圳双核,交通流上呈现广州、深圳与东莞三核,资本流上呈现深圳单核发展的态势;城市网络呈现显著的核心—半边缘—边缘的非均衡结构,珠江东岸成为珠三角地区功能集聚、要素流动与城镇联系的高地,在城市网络中具有较高的资源配置能力;发展要素在湾区城市间自由流动仍存阻碍,城市间呈梯度发展差异,广州、深圳不论在流要素的吸引还是输出上均大幅超出其他城市。要实现珠三角地区城市群物理层面真正的同城、协同或融合,一方面需要打通阻碍要素自由流通的壁垒,另一方面需要打造城市核心竞争力。

**关键词:** 珠三角; 流空间; 城市空间联系; 社会网络  
**中图分类号:** F299.27      **文献标志码:** A  
**DOI:** 10.13284/j.cnki.rddl.003461

**文章编号:** 1001-5221(2022)03-0422-09  
**开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



全球化进程悄然改变了国家、地区及城市的空间秩序,加快了城市和区域重组,重塑了全球城市景观。2017-07-01,《深化粤港澳合作推进湾区建设框架协议》于香港签署,珠三角协同港澳两地进行区域尺度上的重构,粤港澳大湾区进入实质性建设阶段(国家发展和改革委员会等,2017)。“十四五”期间,粤港澳大湾区与京津冀协同发展、长三角高质量一体化、成渝双城经济圈、海南自贸岛一同构成了国家空间战略“4+1”的菱形结构,成为中国参与全球竞争的重要空间单元。珠三角作为粤港澳大湾区大陆一侧联系中国经济内循环和外循环的纽带,依托其独特的海湾优势、开放的内部经济结构和高效的资源配置能力(张日新等,2017),不断迭代城市群机能,成为内地外向度最高的经济区域,对外开放的重要窗口和参与全球竞争和区域

一体化的重要空间载体,其背后的城市体系抑或是社会空间的价值网络,正成为激发湾区空间发展的脉搏与势能。

关于城市体系的研究,学术界经历了由“场所空间”向“流空间”的转变。所谓“场所空间”,即空间中独一无二的、人类日常活动的地点或场所(高鑫等,2012)。自信息革命以来,各种生产要素凭借互联网得以超越时间和空间的界限。城市作为诸多生产要素的空间聚合态,在要素的流动与交换下,逐渐形成复杂而统一的关联网络。“流空间”一词由西班牙社会学家Manuel Castells于1989年提出,是对与数字时代动态交互的时间和空间的一种文化抽象(Castells,1989)。他将空间视作为社会实践分时进行提供的物质支撑。区别于传统的基于空间上物理邻近的“场所空间”,“流空间”由流通介

**收稿日期:** 2021-04-14; **修回日期:** 2021-06-10

**作者简介:** 黄泮爵(1995—),男,福建漳州人,硕士,实习规划师,研究方向为智慧城市与城市定量研究,(E-mail) huangfengjue@u.nus.edu;

**通信作者:** 杨滔(1976—),男,湖南常德人,哲学博士,副教授,研究方向为空间句法与智慧城市,(E-mail) taoyang128@qq.com。

质, 构成要素流的合适对象和这些流所经过的组织节点所构成, 要素在时间中的位置比所处的空间位置更为重要 (Stalder, 2003)。流空间的出现改变了原有城市空间研究的范式, 研究视角从城市内部的静态空间转向城市外部的动态联系。根据流空间要素的构成类型, 可大致将现有研究分为三类: 一是基于企业投资或服务行为所建构的企业组织网络, 对城市关联网络进行的探索。如 Taylor 等 (2002) 选取跨国先进生产性服务提供商为切入点, 使用互锁网络模型测度不同城市在全球城市网络中的连通性; 唐子来等 (2014) 通过企业关联网络从全球、国家与地区 3 个空间尺度对长三角地区城市体系进行比较研究; 赵渺希等 (2014) 使用总部—分支机构企业数据对京津冀城市群中的 3 个产业部类进行度量, 进而对京津冀城市空间网络进行评估; 王方方等 (2019) 通过建立粤港澳大湾区内上市公司母子企业联系, 发现湾区内部城市间联系度强弱与母子企业联系度呈正比。上述研究虽在企业选择和分析上有所差异, 但都表明企业投资行为在不同研究区域与研究尺度上均能较好地体现城市经济流空间联系, 反映城市群与节点城市在经济关联网络上的地位和作用; 二是基于基础设施视角, 对城市关联网络进行测度。如 Townsend (2001) 和孙中伟 (2009) 通过互联网带宽流量描述了全球城市网络结构如何在互联网的快速发展和大量部署下进行重构; 沈丽珍等 (2018) 使用快递物流对区域流空间特征进行测度。三是基于社会文化视角, 对城市关联网络进行建模。如陈浩等 (2011) 在对赴珠三角及港澳旅客实际到达情况分析的基础上, 运用网络理论, 对珠三角城市群旅游地网络空间模式进行探究。许培源等 (2019) 基于湾区知识创新网络视角, 对影响城市间创新合作的因子进行挖掘。得益于信息及通信技术的发展, 数据获取的方式趋于多样。如熊丽芳等 (2013) 借助百度指数计算模拟城市间信息流, 分析长三角城市网络的时空演变; Hui 等 (2018) 使用基于位置的大数据研究了粤港澳大湾区的城市空间联系。

综上所述, 在对城市体系的认识中, 城市已经从碎片化空间里的“地点空间”转化为联系日益紧密的“流空间”中的网络节点。城市在这种关系空间上的生产逐渐成为一种超越本地空间与行政区划的流动。城市不再只是静态的统计对象, 而变成在

反身性作用下, 多维尺度空间中具有高密度交易网络的节点。网络中货物、资本、劳动力和信息的流动构成了城市的经济竞争力, 城市成为各种“流”的集散地, 实现城市—区域间的价值流动和资本循环。其中, 城市体系中的核心节点通过控制、协调和分配这些流动, 进一步实现价值增值和经济增长。由此可见, 城市应该是一个流要素网络在空间生产的结果<sup>①</sup>。

总体而言, 良好的城市体系能赋能城市节点, 合理地引导和分配流通要素; 而要素的跨域流动, 也会引发城市序列的更迭与城市体系的重构, 最终形塑区域协调发展的结果 (张艺帅等, 2018)。然而, 在过往研究中, 主要基于单一的流空间要素对城市关联网络进行提取分析, 缺少将不同的流要素类型置于同一空间背景下对城市网络格局的形塑作用的对比。因此, 本文选取资本流、交通流与信息流 3 个维度构拟流空间, 对珠三角城市空间联系及社会网络展开对比分析, 并将所构拟的流空间网络向具体的社会现实空间映射, 以期对珠三角城市群协同发展规划提供科学依据。

## 1 研究区概况、数据与方法

### 1.1 研究区域概况

珠三角城市群包括“广佛肇” (广州、佛山、肇庆)、“深莞惠” (深圳、东莞、惠州)、“珠中江” (珠海、中山、江门) 等 3 个新型都市区, 总面积约 5.53 万 km<sup>2</sup>。据广东省第七次全国人口普查公报<sup>②</sup>显示, 2020 年, 珠三角 9 市总人口占全省人口总量的 61.91%, 创造全省 81% 的生产总值。珠三角城市群是一个具有复杂人口动态、密集经济活动和丰富创新集群的城市化区域, 作为粤港澳大湾区大陆一侧重要组成部分, 其对内可成为具有强大辐射效应的增长极, 扩大广东省腹地城市的经济效益, 为区域一体化提供深厚的支撑。对外衔接香港与澳门特别行政区, 参与进全球城市竞争中。在此背景下, 如何将珠三角城市间空间联系外显以更深入地探索城市间交互逻辑, 成为本研究的主要内容。

### 1.2 研究方法

为综合考虑研究区域内不同类型流空间构成要素, 选取 A 股上市公司对外投资情况构拟“资本流”, 对应基于企业投资或服务行为所建构的企业

① 为什么 GDP 很重要, 但对考察城市的经济竞争力还远远不足? (2017-12-17) . [http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_74602e600102wq96.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_74602e600102wq96.html)。

② [http://stats.gd.gov.cn/tjgb/content/post\\_3283423.html](http://stats.gd.gov.cn/tjgb/content/post_3283423.html)。

组织网络；使用基于位置的人口迁徙数据构拟“交通流”，对应基于社会文化视角的人群行为；使用谷歌、百度两大搜索引擎中相关城市的搜索指数构拟“信息流”，对应基于互联网基础设施的互联互通。通过社会网络分析方法，对上述流要素进行节点中心性测度，以确定城市节点在不同流要素网络中的重要性及各节点所形成的空间联系网络（Wasserman et al., 1994）。

无标度网络通常包括两种属性：节点和连接。度中心性可以衡量每个节点上的连接数量，可用指向该节点的连接数量和该节点指向其他节点的数量解释。一个节点的中心度可反映该节点在网络中的地位，中心度越高，与其他节点的联系越多。各城市的度中心性计算方式为：

$$Czsj(v) = \deg(v) \quad (1)$$

式中： $v$ 为网络中的节点。

节点 $v_j$ 与相邻节点的度中心性计算方式为：

$$Czsj(v_i) = \sum_{i=1}^n a(v_i, v_j) \quad (2)$$

式中： $i$ 是网络中的节点数； $a(v_i, v_j)$ 是一个强度函数，当且仅当节点 $v_i$ 和节点 $v_j$ 相连时， $a(v_i, v_j) = 1$ ，否则 $a(v_i, v_j) = 0$ 。

### 1.3 数据

1.3.1 上市公司数据 上市公司作为其所在行业与地区内企业的代表，通常具有较高的市场占有率，平均资本规模大，社会影响力高。此外，金融资本具有“黏性”，在空间上的流动和聚集具有偏好性而非随机性。因此，上市公司跨城市的投资决策在促进物质要素流通的同时，也在有形无形地重塑城市节点与城市网络关系，引发场所空间的变革，最终影响区域中的城市体系结构。考虑到大多数B股上市公司在A股市场同样发行股票且B股上市公司绝对数量较少，因此通过“企查查”开放数据平台“前瞻云”，获取截止到2020年12月底珠三角地区所有A股上市公司及其对外投资数据。

通过筛选经营状态为“存续”的上市公司，获得珠三角A股上市公司共计601家在此基础上，查询并统计全部上市公司对外投资设立的全资或控股子公司数目，共计931家。

1.3.2 人口位置大数据 腾讯通过智能手机定位信息与其他使用其基于位置服务（Location-Based Service）的应用来搜集带有地理标签的签到信息，生成人口分布热力图、人口迁徙图和交通流量图。该

数据包含人们一段出行的起点城市与终点城市，只要用户在该期间使用手机，其位置移动信息便会被系统匿名处理后记录下来。有学者通过实证研究了LBS数据在微观尺度上的准确性，发现其在与人口统计数据的回归中表现出较高的相关性，因此，使用LBS不仅可以推测地区人口分布情况，还可以探知地区出行趋势。本文通过爬取腾讯位置大数据，考虑2020年由于疫情防控要求，无法较好地表征区域人口自然流动情况，故抽样2019年一个周末（2月17日）和一个工作日（3月15日）进行研究。该数据显示了研究时段内珠三角地区公交、铁路出行的交通流量。

1.3.3 搜索引擎检索指数 选取百度指数、谷歌趋势构拟城市间信息流要素。其中，百度指数是以百度用户搜索行为数据为基础，可查看某时段内某个关键词的搜索热度。相类似的，谷歌趋势也可查看某一关键词在一定时间范围内的搜索趋势。将珠三角城市名称作为搜索关键词，时间跨度为2016-2020年，最终统计不同城市对之间的搜索次数，作为城市节点间信息流的测度结果。

## 2 珠三角流空间网络特征

### 2.1 要素流的空间联系特征

通过构建珠三角地区内的流空间网络（资本流、交通流与信息流），发现珠三角地区城市流空间网络呈现显著的核心—半边缘—边缘的非均衡结构，发展要素在湾区城市间自由流动仍存阻碍，城市间呈梯度发展差异。整体上，要素流网络主要以广州、深圳为双核心，资本流、交通流与信息流之间存在空间分异。1) 资本流方面（图1），深圳成为对外投资的桥头堡，与湾区内其他城市均建立投资关系，对外投资额占有所有资本流的67%。其中对东莞投资最为活跃，占深圳对外投资总额的18%，占研究区域内所有城市对外投资总额的12.46%。值得注意的是，深圳对惠州投资额仅次于对东莞投资额，占总资本流的9.7%，表明惠州抓住深圳产业外溢的机会，将其产业链接入“大深圳”都市圈，发展的模式及方向逐渐从“深圳创新+惠州制造”转向“深圳孵化，惠州产业化”，深化两地新兴产业协同合作。2020年广东省印发《关于培育战略性新兴产业集群和战略性新兴产业集群的意见》，提出深圳、惠州产业并联共赢策略，具体包括新一代电子信息、先进材料和生物医药与健康等。随着惠州土地势能的进一步释放，深圳与惠州的资本互

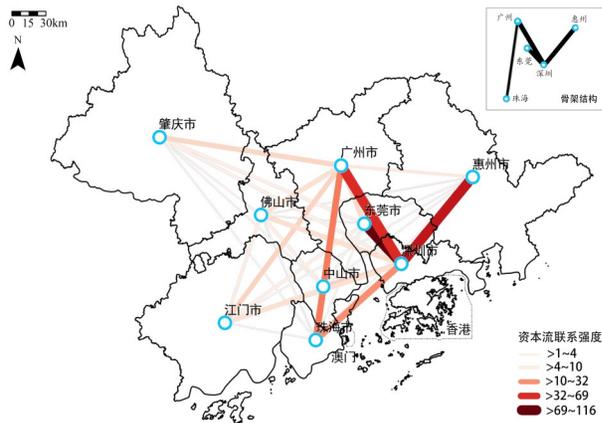


图1 珠三角地区资本流网络及骨架结构  
Fig.1 Capital flow network and skeleton structure in the Pearl River Delta

注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的标准地图制作，底图无修改。后图同。

动将更加紧密（广东省人民政府，2020）。2) 交通流方面（图2），湾区内城市之间的联系度在工作日与周末和交通工具的使用上并未出现较大分异。交通联系最强的城市对有广州—佛山、深圳—东莞、广州—深圳、惠州—深圳与东莞—广州等。这些交通流活跃的城市基本都覆盖有较为完善的综合交通设施，其中，广州计划于2035年建成全球交通枢纽，深圳致力于打造湾区国际交通枢纽，惠州规划打造湾区腹地枢纽门户。值得注意的是，在交通流上湾区核心虽已经高度组网，但环湾通道仍存在薄弱环节，如珠江西岸佛山、中山两城交通联系仍较弱，需加强交通基础设施的共建共享与互联互通。此外，跨珠江城市对如中山—深圳、中山—东莞等城际通道仍需打通，以实现珠三角1h生活圈。3) 信息流方面（图3），联系强度最大的城市对主要为广州—深圳、深圳—广州和深圳—惠州等。可以看出，珠三角地区内信息交换总体上较为活跃，在珠

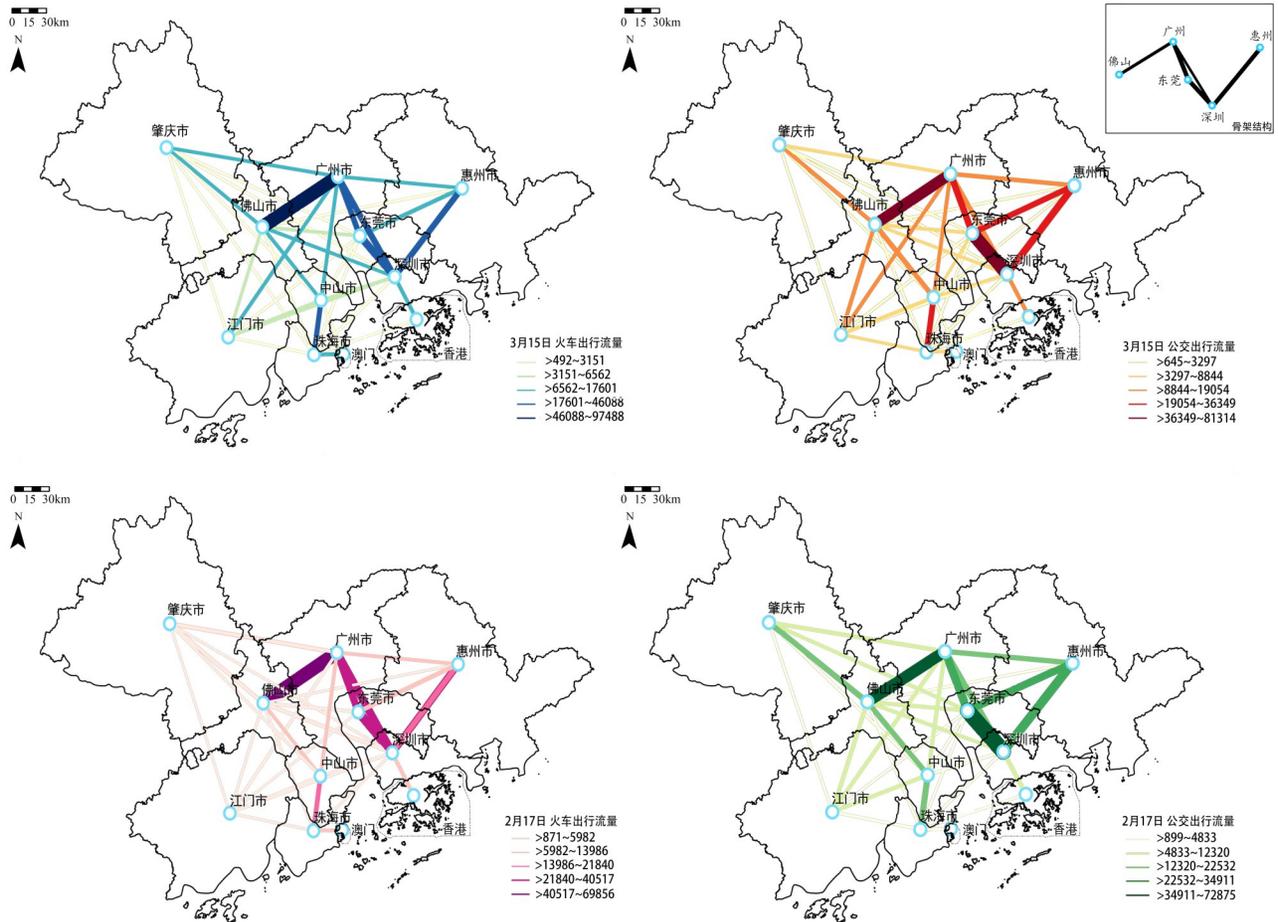


图2 珠三角地区交通流网络及骨架结构（2月17日、3月15日）  
Fig.2 Traffic flow network and skeleton structure in the Pearl River Delta (17<sup>th</sup>, February and 15<sup>th</sup>, March)

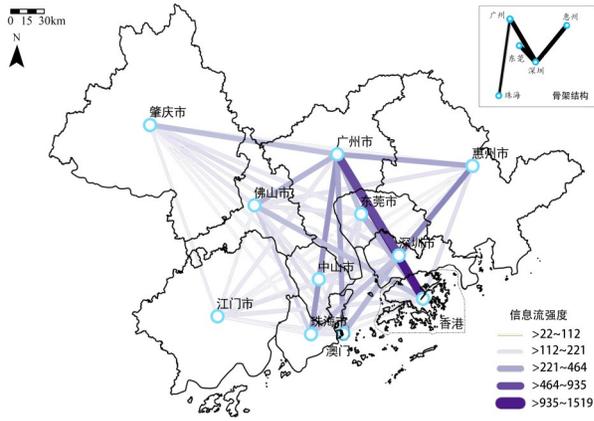


图3 珠三角地区信息流网络及骨架结构 (2016—2020年)  
Fig.3 Information Flow Network and Skeleton Structure in the Pearl River Delta (2016-2020)

江东岸高度集中, 形成了一条中介环节少的快捷信息通道。

### 2.2 要素流的社会网络特征

通过度量珠三角地区内各城市信息流、交通流和资本流的度中心性 (表1), 可以看到, 广州、深圳不论在流要素的吸引还是输出上均大幅超出其他城市。具体来说, 信息流由于本身低门槛、快速响应的特点, 使城市体系降维, 城市网络整体结构扁平化的同时呈现多中心性。其中, 广州与深圳成为信息极核, 拥有较高的信息交换水平。在交通流上, 得益于省会城市在交通基础设施上的历史积淀, 广州在入度上远超深圳。东莞、佛山紧随其后, 说明这两座城市具备成为地区交通枢纽的辐射强度与中转效应。在资本流上, 深圳在资本市场表现活跃, 远超广州。其中, 东莞、惠州、珠海成为备受资本青睐的投资地。

为进一步识别珠三角地区内要素流的社会网络结构, 构建湾区流空间核心—半边缘—边缘模型

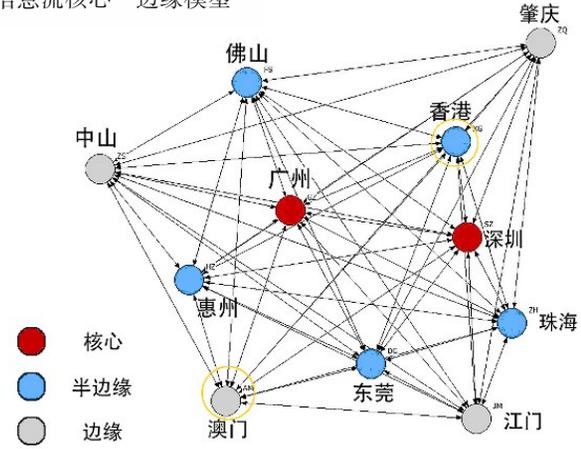
表1 珠三角地区城市度中心性

Table 1 Centrality of city degrees in the Pearl River Delta

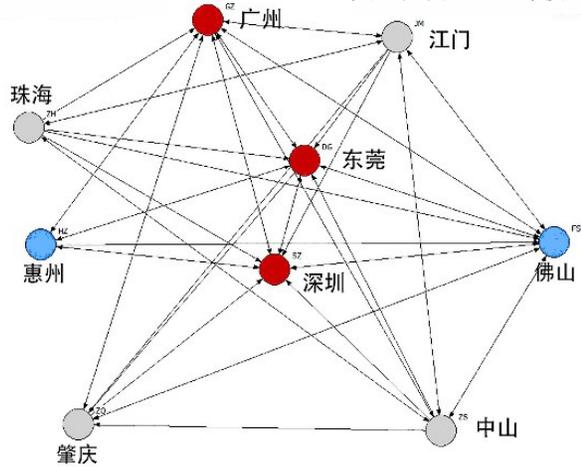
城市	信息流		交通流		资本流	
	出度	入度	出度	入度	出度	入度
广州	27.800	16.807	25.862	31.338	26.401	17.565
深圳	27.139	19.187	26.259	20.405	40.086	23.707
东莞	13.951	10.586	22.510	21.028	8.405	16.164
佛山	12.226	8.714	19.358	21.170	6.034	6.897
惠州	8.101	10.963	10.545	12.354	2.909	11.530
珠海	6.858	10.672	6.202	4.208	7.435	11.961
中山	6.432	6.251	10.832	7.713	3.879	5.388
江门	6.039	6.010	4.524	3.770	3.233	4.203
肇庆	4.512	7.120	2.419	6.525	1.940	2.909

(图4)。总体上, 信息流、交通流与资本流组成的要素流网络具有一定相似性, 主要围绕广州、深

信息流核心—边缘模型



交通流核心—边缘模型



投资流核心—边缘模型

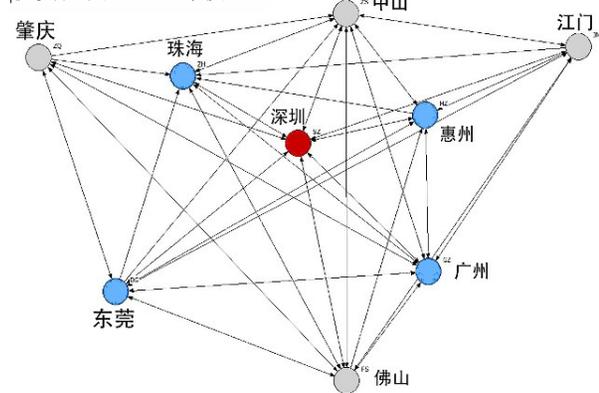


图4 珠三角地区流空间核心—半边缘—边缘结构

Fig.4 Core-half edge-edge structure of the space of flows of the Pearl River Delta space of flows

圳、东莞等节点构建区域极核，特别是仅占整体网络27%的核心城市对产生了约74.7%的资本联系，54.7%的信息联系和55.2%的交通联系（邱坚坚，等，2019）。具体来看，在信息流上，形成了以广州、深圳为核心，佛山、惠州、东莞与珠海为半边缘节点的结构，其空间骨架结构呈沿珠江东岸的反“y”字型构架。相比东岸形成的通道化效应，珠江西岸信息流分布较为均质。需要注意的是，由于港澳区别于大陆的社会环境与政治管制导致其在现有数据所呈现的网络结构中位于半边缘与边缘，但不可否认港澳在信息流内外部联系中的重要作用。交通流上，形成了以广州、深圳和东莞为核心，惠州和佛山为半边缘节点的结构，其空间骨架结构呈宽“N”字型构架，在湾区中部呈起伏带状。资本流上，形成了以深圳为核心节点，珠海、惠州、东莞和广州为半边缘节点的结构，其空间骨架结构呈窄“N”字型构架，向珠江收束。

### 3 结论与讨论

通过对珠三角地区城市信息流、交通流和资本流所表征的流空间进行特征识别与提取，得出以下结论：

1) 珠三角地区城市体系空间生长寻循广州—东莞—深圳这一区域脉络。这一呈“西北—东南”走向的脉络与信息流、资本流与交通流的底层骨架结构相符。可以说流要素的跨区域流通在一定程度上促成了城市体系空间结构的转变，形塑了地区城市景观。因此，要实现珠三角地区城市群物理层面真正的同城、协同或融合，一方面需要打通阻碍要素自由流通的壁垒，如通过制度创新在治理尺度上规避两个竞争城市共同行动的困难，最大程度地降低地方保护、行政壁垒、无序竞争等非市场化因素导致的零和竞争；实现城际基础设施互联互通，加快要素流通与循环；合理配置跨界公共服务以满足跨城通勤的需要。另一方面需要打造城市核心竞争力，互联网的快速发展给城市体系结构降维调整带来窗口期，为边缘城市跃级式提升带来可能。在传统规模上弱势的城市如惠州、珠海等可以通过互联网的快速连接与响应挣脱物理距离上的地域黏性束缚。

2) 珠三角地区流空间网络呈现显著的核心—半边缘—边缘的非均衡结构，发展要素在湾区城市

间自由流动仍存阻碍，城市间呈梯度发展差异。具体来说，在信息流上呈现广州、深圳双核，交通流上呈现广州、深圳与东莞三核，资本流上呈现深圳单核发展的态势。各要素流网络在空间上均表现出明显的结构特征，珠江东岸成为珠三角地区功能集聚、要素流动与城镇联系的高地，在城市网络中具有较高的资源配置能力。从当前流空间发展态势可以推断，未来珠三角地区位于广州—东莞—深圳这一区域轴线上的城市职能会得到进一步强化，进而向东西辐射更广泛的沿海城市经济带，普惠珠海、中山、惠阳、惠州、惠东与汕尾等城市。

在资本流空间中，深圳对惠州的投资行为可以延展至粤港澳大湾区与泛珠三角地区的产业协同发展策略，即在充分整合区域发展极核生产要素的基础上，实现产业的梯度转移。具体措施是在地区发展走廊上布局创新功能的空间载体，打造“广州知识城—广州科学城—广州教育城—东莞滨海湾新区—深圳大空港—南山高新区—深港创新合作区—香港科技园”科技创新研发走廊（赵晓斌等，2018），与珠三角地区传统加工业对接，向外逐步转移高端制造业、一般制造业和重工业产业，拓展泛珠地区的服务腹地，形成梯度产业圈层。通过对产业布局的协同规划，可在一定程度上抵消国家城市区位政策下由于有限的溢出效应使核心城市与周边边缘化空间“脱钩”的影响，让更广泛的地区在粤港澳的辐射下参与国内与国际双循环，突破行政边界壁垒，将“深圳孵化，惠州产业化”经验推广至湾区及更远端的城市节点。通过内生性的技术创新，将传统增长极迭代更新，可在一定程度上避免由于传统发展要素如土地等驱动的经济增长随时间带来的边际效益递减之维谷。

此外，从信息流的社会网络特征中可以提取识别出两类城市模式：第一类是呈信息发散、资本发散的城市如广州、深圳；第二类是呈信息发散、资本汇聚的城市，如东莞、惠州；对于第一类城市的形成，其主要原因在于广州、深圳通过历史积淀与城市区位政策红利，通过自身极化效应已形成体量的规模经济，开始对周边城市施加“支配影响”，发挥其作为区域极核的乘数效应与扩散效应。“大深圳”都市圈的建设便是其中的一个缩影。第二类城市主要位于第一类城市的辐射圈层内，成为承接资本和产业要素转移的自然先发地。惠州市资本市

场起步晚,但其直接融资额平均值在湾区内仅次于深圳,上市公司平均市值位居珠三角第三。东莞身为区域交通枢纽与对外口岸,在向外输出信息的同时,也因其体系健全的制造业,获得资本青睐。

本研究基于多元城际关系型数据的测度分析为流空间网络研究提供了接近珠三角真实发展状况的量化表征方式,但仍有以下不足:1) 研究范围仅局限于珠三角城市群内部,未从国家与全球层面探索珠三角与外部城市群的联系。区域内城市体系演进是复杂的,依赖于国家和部门的不同投资文化,需要围绕不同尺度不同领域回路的节点。因此,外部因素是否以及如何成为形塑城市体系的势能仍值得探讨。2) 研究尺度更集中于区域视角,主要是在城市—区域层面上对珠三角地区内城市体系结构的观察与分析,未对尺度粒度更精细的空间重构进行识别,在一定程度上忽略了城市更新带来的内生动力。3) 由于数据获取存在一定难度,仅使用A股上市公司作为样本对珠三角地区公司企业投资行为进行构拟,未能覆盖全行业,存在一定偏误。未来可在完善港澳数据的基础上,聚焦城际联系背后的空间与社会经济驱动因素,为更深入理解城市空间联系与社会网络提供实证依据。

### 参考文献 (References):

- Cao H and Xu Y. 2020. Finance Industry Network Structure of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. Guangzhou: 7<sup>th</sup> Annual International Conference on Geo-Spatial Knowledge and Intelligence.
- Castells M. 1989. *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring, and the Urban-Regional Process*. Oxford: Basil Blackwell.
- 陈浩, 陆林, 郑嬿婷. 2011. 基于旅游流的城市群旅游地旅游空间网络结构分析——以珠江三角洲城市群为例. 地理学报, 66(2): 257-266. [Chen Hao, Lu Lin and Zheng Shanting. 2011. Spatial Network Structure Analysis of Tourism in Urban Agglomerations Based on Tourism Flow: the Case of Pearl River Delta Urban Agglomeration. *Journal of Geography*, 66(2): 257-266.]
- 高鑫, 修春亮, 魏治. 2012. 城市地理学的“流空间”视角及其中国化研究. 人文地理, 27(4): 32-36. [Gao Xin, Xiu Chunliang and Wei Ye. 2012. The "Space of Flows" Perspective of Urban Geography and Its Chinesecization. *Human Geography*, 27(4): 32-36.]
- 国家发展和改革委员会, 广东省人民政府, 香港特别行政区政府, 澳门特别行政区政府. 2017. 深化粤港澳合作 推进大湾区建设框架协议. (2017-07-01) [2021-04-11]. <https://www.bayarea.gov.hk/sc/about/agreement.html>. [National Development and Reform Commission, People's Government of Guangdong, The Government of the Hong Kong, The Government of the Macao. 2017. Framework Agreement on Deepening Guangdong-Hong Kong-Macao Cooperation in the Development of the Greater Bay Area. (2017-07-01) [2021-04-11]. <https://www.bayarea.gov.hk/sc/about/agreement.html>.]
- 广东省人民政府. 2020. 广东省人民政府关于培育发展战略性支柱产业和战略性新兴产业集群的意见. (2020-05-20) [2021-04-11]. [http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfh/content/post\\_2997541.html](http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfh/content/post_2997541.html). [People's Government of Guangdong. 2020. Opinions of the People's Government of Guangdong Province on Fostering the Development of Strategic Pillar Industry Clusters and Strategic Emerging Industry Clusters. (2020-05-20) [2021-04-11]. [http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfh/content/post\\_2997541.html](http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfh/content/post_2997541.html).]
- Hui Eddie C M, Li Xun, Chen Tingting and Lang Wei. 2018. Deciphering the Spatial Structure of China's Megacity Region: A New Bay Area—The Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area in the Making. *Cities*, 105: 102168. doi.org/10.1016/j.cities.2018.10.011.
- 邱坚坚, 刘毅华, 陈浩然, 高枫. 2019. 流空间视角下的粤港澳大湾区空间网络格局——基于信息流与交通流的对比分析. 经济地理, 39(6): 7-15. [Qiu Jianjian, Liu Yihua, Chen Haoran and Gao Feng. 2019. Spatial Network Pattern of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area from the Perspective of Space of Flows—A Comparative Analysis Based on Information Flow and Traffic Flow. *Economic Geography*, 39(6): 7-15.]
- 孙中伟, 路紫, 贺军亮. 2009. 世界互联网信息流的空间格局及其组织机理. 人文地理, 24(4): 43-49. [Sun Zhongwei, Lu Zi and He Junliang. 2009. The Spatial Pattern of World Internet Information Flow and Its Organization Mechanism. *Human Geography*, 24(4): 43-49.]
- 沈丽珍, 席广亮, 秦萧, 汪侠. 2018. 基于快递物流测度的区域流动空间特征——以江苏省为例. 人文地理, 33(1): 102-108. [Shen Lizhen, Xi Guangliang, Qin Xiao and Wang Xia. 2018. Spatial Characteristics of Regional Mobility Based on Express Logistics Measure—Jiangsu Province as an example. *Human Geography*, 33(1): 102-108.]
- Stalder F. 2003. *The Status of Objects in the Space of Flows*. Toronto: University of Toronto.
- Taylor P J, Catalano G and Walker D R F. 2002. Measurement of the World City Network. *Urban Studies*, 39: 2367-2376.
- Townsend A M. 2001. Network Cities and the Global Structure of the Internet. *American Behavioral Scientist*, 44(10): 1697-1716.

- 唐子来, 李涛. 2014. 长三角地区和长江中游地区的城市体系比较研究: 基于企业关联网络的分析方法. 城市规划学刊, (2): 24-31. [Tang Zilai and Li Tao. 2014. A Comparative Study of Urban Systems in the Yangtze River Delta Region and the Middle Reaches of the Yangtze River: An Analytical Approach Based on Enterprise Linkage Networks. *Journal of Urban Planning*, (2): 24-31.]
- 王方方, 杨焕焕, 刘猛. 2019. 粤港澳大湾区空间经济结构与网络协同发展的实证. 统计与决策, (13): 125-129. [Wang Fangfang, Yang Huanhuan and Liu Meng. 2019. Empirical Evidence on the Spatial Economic Structure and Network Synergy Development in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *Statistics and Decision Making*, (13): 125-129.]
- Wasserman S and Faust K. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 许培源, 吴贵华. 2019. 粤港澳大湾区知识创新网络的空间演化——兼论深圳科技创新中心地位. 中国软科学, (5): 68-79. [Xu Peiyuan and Wu Guihua. 2019. Spatial Evolution of Knowledge Innovation Networks in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area—Also on the Status of Shenzhen as a Science and Technology Innovation Centre. *China Soft Science*, (5): 68-79.]
- 熊丽芳, 甄峰, 王波, 席广亮. 2013. 基于百度指数的长三角核心区城市网络特征研究. 经济地理, 33 (7): 67-73. [Xiong Lifang, Zhen Feng, Wang Bo and Xi Guangliang. 2013. A Study on the Characteristics of Urban Networks in the Core Region of Yangtze River Delta Based on Baidu Index. *Economic Geography*, 33(7): 67-73.]
- 张日新, 谷卓桐. 2017. 粤港澳大湾区的来龙去脉与下一步. 改革, (5): 64-73. [Zhang Rixin and Gu Zhuotong. 2017. The Ins and
- Outs of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area and the Next Step. *Reform*, (5): 64-73.]
- 张艺帅, 赵民, 王启轩, 程遥. 2018. “场所空间”与“流动空间”双重视角的“大湾区”发展研究——以粤港澳大湾区为例. 城市规划学刊, (4): 24-33. [Zhang Yishuai, Zhao Min, Wang Qixuan and Cheng Yao. A Study on the Development of "Great Bay Area" from the Perspective of "Place Space" and "Mobility Space": Guangdong, Hong Kong and Macao Guangdong-Hong Kong-Macao-Great Bay Area as an Example. *Journal of Urban Planning*, (4): 24-33.]
- 赵渺希, 魏冀明, 吴康. 2014. 京津冀城市群的功能联系及其复杂网络演化. 城市规划学刊, (1): 46-52. [Zhao Miaoxi, Wei Jiming and Wu Kang. 2014. Functional Linkages and the Evolution of Complex Networks in the Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration. *Journal of Urban Planning*, (1): 46-52.]
- 赵晓斌, 强卫, 黄伟豪, 钱实. 2018. 粤港澳大湾区发展的理论框架与发展战略探究. 地理科学进展, 37 (12): 1597-1608. [Zhao Xiaobin, Qiang Wei, Huang Weihao and Xian Shi. 2018. Exploring the Theoretical Framework and Development Strategies for the Development of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *Advances in Geographical Sciences*, 37(12): 1597-1608.]

---

#### 作者贡献声明:

**黄洋爵**: 收集整理数据、绘制论文图表、全文撰写及修改。

**杨滔**: 指导研究过程, 提出修改意见, 提升论文质量等。

## Exploring the Spatial Structure of Pearl River Delta: Based on "Space of Flows"

Huang Fengjue<sup>1</sup> and Yang Tao<sup>2</sup>

(1. Department of Geography, Faculty of Arts & Social Science, National University of Singapore, Singapore 119260, Singapore;

2. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** As China's reform enters deep water and the opening-up enters a new stage, the Pearl River Delta (PRD) region, an important spatial carrier of the national location policy, has become the focus of attention in terms of improving collaborative governance capabilities within the region and optimizing the spatial system structure of urban agglomerations. In this study, a "space of flows" network was developed based on the capital flow, constructed using the foreign investment behavior of A-share listed companies, traffic flow, constructed using population migration data, and information flow constructed using the search engine index. The social network analysis method was used to qualitatively describe and quantitatively analyze the spatial connection characteristics and evolution trend of the PRD cities. The study shows that the urban system of the PRD urban agglomeration has been developed into a "space of flows" network. Additionally, it shows that the spatial structure of the urban system of the PRD urban agglomeration is closely centered on the regional development corridor of Guangzhou, Florida, Dongguan, and Shenzhen, which is deep in the north-south direction. Capital, traffic, and information flows form a network structure with Guangzhou and Shenzhen as the regional extreme nuclei. The urban network shows a significant coresemi-edge-edge unbalanced structure, and the free flow of development factors among cities in the Bay Area is still hindered, with gradient development differences among cities. Overall, the factor flow network is mainly based on Guangzhou and Shenzhen as the dual cores, with spatial differentiation among capital, transportation, and information flows, forming a more apparent network power center on the east bank of the Pearl River. By measuring the degree of centrality of information, traffic, and capital flow of each city in the PRD, Guangzhou, and Shenzhen were found to significantly exceed other cities in terms of attraction and output of flow factors. In terms of investment flow, a narrow "N" structure is formed with Shenzhen as the core node which converges toward the Pearl River; in terms of traffic flow, a wide "N" structure is formed with Guangzhou, Shenzhen and Dongguan as the core, which undulates in the middle of the Bay Area; in terms of information flow, a narrow "N" structure is formed with Guangzhou, Shenzhen and Dongguan as the core. In terms of information flow, an inverse "y" structure is formed along the east bank of the Pearl River with Guangzhou and Shenzhen as the core. Based on the empirical study findings, the development planning of the PRD urban agglomeration is discussed in the light of its actual development. To promote the deep integration of urban agglomerations in the PRD region, it is necessary to avoid zero-sum competition caused by non-market factors through institutional innovation on the one hand, and through increasing the investment in infrastructure construction and accelerating the circulation of factors on the other. In addition, the rapid response of the Internet can help cities at the geographical periphery break free from the geographical constraints of physical distance to develop faster.

**Keywords:** Pearl River Delta; space of flows; urban spatial linkages; social network analysis