

基于多源数据的城镇中心性测度及规划应用

——以常州为例

李哲睿 甄峰 黄刚 秦萧

提要 利用要素流大数据分析城镇在动态网络中的中心性是测度城镇中心性的重要视角,但忽略了信息时代城镇要素系统“动静交织”的特征。将居民的活动强度与活动场所纳入城镇中心性的分析,提出了“微观居民活动+中观活动场所布局+宏观城镇社会经济运行”的多维视角下、“动静结合”的分析方法,并利用新浪微博签到、百度POI及统计年鉴等多源数据构建了具体的测度框架。对常州市的城镇中心性进行了测度并应用于现状城镇等级结构的划分,识别出“中心城区错位、中心镇数量不足、城镇等级空间失衡”的“哑铃式”现状城镇等级结构。所提出的研究思路与方法适用于市、县域尺度城镇中心性的分析和城镇体系的规划。

关键词 多源数据;城镇中心性;“动静结合”;常州市

Measurement of Urban Centrality Based on Multi-Source Data and Its Planning Application——A Case Study of Changzhou

LI Zherui, ZHEN Feng, HUANG Gang, QIN Xiao

Abstract: Big Data provide new source to measure and analyze urban centrality in dynamic networks. However, such an approach tends to neglect the interweaving characteristics of dynamic and static urban systems in the information age. In this paper, the intensity and location of resident activity are included in the analysis of urban centrality in combination with a multi-dimensional perspective that incorporates resident activities at the micro-level, activity sites at the meso-level and urban socioeconomic operation at the macro-level. A specific measurement framework is built by using Sina Weibo data, Baidu POI data, statistical data and other sources. This paper measures the urban centrality of Changzhou City and its result is applied to determine the present urban hierarchy structure. A "dumbbell" structure of urban hierarchy is identified that reveals key problems such as the dislocation of central urban area, insufficient number of central towns and uneven spatial distribution of urban hierarchy. The research ideas and methods proposed in this paper are applicable to the analysis of urban centrality at the city and county levels and the planning of urban system.

Keywords: multi-source data; urban centrality; dynamic and static; Changzhou

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.201903014
文章编号 1000-3363(2019)03-0111-08

作者简介

李哲睿, 南京大学建筑与城市规划学院, 博士生, 494789492@qq.com

甄峰, 南京大学建筑与城市规划学院教授, 博导

黄刚, 常州市规划设计院副院长、高级规划师

秦萧, 南京大学建筑与城市规划学院助理研究员

城镇中心性是指中心地为其他地区提供服务的能力,而城镇中心性的测度对区域的协同发展、资源的合理配置及城镇体系的科学规划起着至关重要的作用(Christaller, 1966)。基于“中心地”理论,利用统计数据对社会经济空间进行静态、宏观的评估是测度城镇中心性的传统方法(Christaller, 1966; Kresl, et al, 1999; 王丽,等, 2013)。近年来,信息和通信技术(Information and Communication Technology, 以下简称“ICT”)的快速发展使得城镇从等级特征明显的节点发展成关联紧密的网络(Castells, 2011; 甄峰,等, 2012; 秦萧,等, 2013; 甄峰,等, 2014; Kellerman, 2016),利用交通流数据或手机信令数据分析城镇之间的人口流联系,进而测度城镇节点在人口流网络中的中心性是目前流行的研究方式(宋伟,等, 2008; 钟业喜,等, 2011; 钮心毅,等, 2017)。相比交通流数据,手机信令数据可以表征人口流的全部交通出行方式,因此在模拟城市联系时更为准确(丁亮,等, 2016)。但是,手机信令数据也存在获取成本高、通信基站空间分布不均等缺陷,限制了其在规划实务中的应用与推广。

社交网络的普遍使用为研究城镇体系提供了新的契机。例如,Shen,等(2016)利

用社交网络签到数据研究了天津市的城市空间结构; Zhen, 等 (2017)利用新浪微博数据划定了长三角城市群的空间范围。与交通流数据和手机信令数据相比, 社交网络签到数据获取免费、数据来源丰富、空间精度高(以个体用户的经纬度记录空间位置), 适用于不同空间尺度下的城镇体系研究。

然而, 大数据的出现只是将研究城镇中心性的视角从物质空间的描述转移到活动空间的刻画, 目前尚缺乏两者结合的方法框架。就测度城镇中心性而言, “动”、“静”视角的交互及多源数据的整合有其必要性。一方面, 场所空间和流空间相互依存、难以分割: 场所空间是不同流要素在聚集作用下形成的物质实体, 其吸引居民的活动并提供空间载体, 居民的活动则随着时间的推移影响着场所空间的分布与形态, 两者交织构成了城镇(秦萧, 等, 2017)。另一方面, “大”、“小”数据各有应用价值, 适宜补充使用: “大数据”可以提供海量微观个体的动态活动信息, 以弥补“小数据”连续性和客观性的不足(吴志峰, 等, 2015; Liu, et al, 2015); “小数据”能从多维度描述城镇静态的宏观发展水平, 提升“大数据”的稳定性并规避冗余信息的误导(Graham, 2013; Kellerman, 2016)。因此, “大小数据”的结合有利于增强城市研究结果的科学性。此外, 由于乡镇尺度统计数据及动态流大数据的匮乏, 现有研究在市、县尺度存在空白。如何利用“有限的的数据”探讨适宜市、县尺度的城镇中心性测度方法并应用于规划实务是规划学者关注的热点。

本文利用新浪微博签到、百度POI及统计年鉴等多源数据测度常州市城镇的中心性, 并应用于现状城镇等级结构的划分, 以期实现两个方面的价值: 理论上, 基于“动静结合”的思路, 构建多源数据支撑下的城镇中心性测度框架, 为相关研究提供思路与方法借鉴; 实践上, 识别常州市城镇中心性分布的现状特征和问题, 为其新一轮总体规划的编制提供政策建议。

1 研究思路、技术框架与研究方法

1.1 “动静结合”的城镇中心性研究思路

“流动”是信息时代城镇要素系统的主要特征。ICT的发展提升了个体活动、传统物质场所空间, 乃至整个区域的“流动性”。具体来说, 随着“移动式”生活方式的普及, 居民活动的范围与时间均表现出极大的弹性, 成为“流空间”的主要缔造者(席广亮, 等, 2016; 席广亮, 等, 2017)。作为居民活动流的空间载体, 传统场所空间在ICT的影响下则表现出空间边界逐渐模糊、功能更加复合、选址更为灵活、场所间关联更加紧密等新特征(席广亮, 等, 2016; 席广亮, 等, 2017)。区域则从层级分明的等级体系向多中心网络发展: 中心区域的复合功能空间增多, 通过进一步集聚人流, 巩固在要素流网络中的中心地位; 边缘区域凭借资源优势 and 时空压缩的机遇形成新的流要素集散中心, 对单中心、圈层式的空间结构发起挑战(Hjorthol, 等, 2009)。换言之, ICT对城镇的社会经济组织产生了系统性的影响, “完全静止”的物质要素不再存在, “流动性”理应纳入城镇中心性的分析。

然而, 由于所有要素同时保留着地理空间的特征, “动静结合”才是测度信息时代城镇中心性的科学视角。事实上, 信息使用的空间不均衡, 以及信息化影响下的个体差异, 使得居民的日常活动并未完全摆脱区位的制约, 而场所的主要功能和范围仍有较为明晰的界定, 区域的等级体系在一定时段内也不会发生剧变(席广亮, 等, 2013)。尽管ICT对城市要素的作用由于形式不同而难以量化, 但可以根据要素的区位自由度将城镇中心性的构成剖析为三个层次: 一是以小时和天为移动周期的微观个体的时空行为活动, 可以从近乎纯动态的视角揭示城镇“流空间”的组织, 进而测度城镇在人口流网络中的中心性; 二是以天和月为变化周期的中观活动场所的布局。活动场所为拥有相同活动目的的群体提供空间, 并在人的利用与评估中进行调整。但场所功能和布局

的变化受到人力、租金、土地性质等因素的影响, 因此“流动性”相对适中, 能够表征城镇在居民不同类型活动网络中的中心性。三是以年为跨度的宏观区域的社会经济运行水平。区域在空间上包含旅游、居住、工业等多个功能板块, 是“流”与“场所”的汇聚地及产生作用的结果。个体人或场所的移动及运行情况通过长期的交互发展, 最终影响区域的人口规模、经济实力、基础设施建设强度等统计指标, 因此适宜从纯静态视角测度城镇中心性。人的活动、活动场所的分布, 以及区域的运行之间因果交织, 是从微观到宏观、由“静”至“动”, 测度信息时代城镇中心性的不同视角(图1), 统筹城镇在这三个视角下的中心性是研究信息时代城镇体系的重要环节。

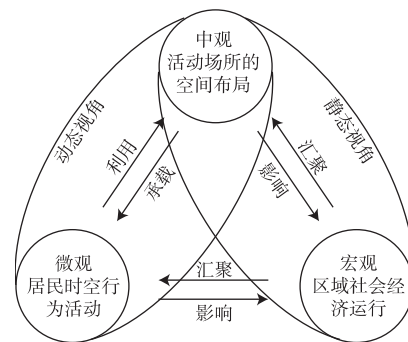


图1 “动静结合”的城镇中心性研究思路
Fig.1 "Dynamic and static" approach to urban centrality

资料来源: 笔者自绘。

1.2 多源数据支撑下的城镇中心性测度框架与方法

基于多源数据的城镇中心性测度框架包含数据采集与处理、城镇中心性指标体系构建、总体城镇中心性指数测算三个部分(图2)。

数据采集与处理: 首先, 采集新浪微博签到数据。采集时间宜包含连续的工作日与休息日, 并根据用户ID、签到时间、签到地点三个字段提取可以表征人口流动情况的微博流^①。其次, 以镇、街道为地理空间单元采集百度POI、统计年鉴及矢量路网数据。

城镇中心性指标体系构建: 基于“动静结合”的研究思路, 构建三级指

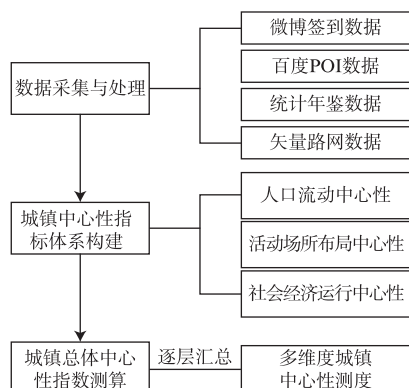


图2 多源数据支撑下的城镇中心性测度框架
Fig.2 Measurement framework of urban centrality supported by multi-source data
资料来源：笔者自绘。

表1 城镇中心性指标体系
Tab.1 Urban centrality index system

一级指标	二级指标	三级指标
城镇总体中心性	人口流动中心性	人流联系度
		人流隶属度
	活动场所布局中心性	工贸场所空间分布熵
		休闲旅游场所空间分布熵
		综合服务场所空间分布熵
	社会经济运行中心性	人口规模
		经济实力
		交通设施建设

资料来源：笔者自绘。

标体系（表1）。城镇中心性为一级指标，由人口流动中心性、活动场所布局中心性和社会经济运行中心性三个二级指标构成，每个二级指标包含相关的三级指标。三级指标的选取依据与处理方法如下：

（1）人流联系度与隶属度

社会网络分析中，由于节点相互之间多少都有要素的流动，因此要素流动的强度与比例对测度节点的中心性至关重要（Hughes，1992）。人流联系度反映了城镇节点间的人口流动强度，用微博流的流入量与流出量之和进行表示。

$$R_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (\text{式1})$$

式1中， R_i 为单元*i*的人流联系度； R_{ij} 是单元*i*与单元*j*之间微博流流入量与流出量之和；*n*是研究单元的数量。

人流隶属度体现了城镇节点对其他节点的吸引力。以微博流流入、流出量的比例表征人流隶属度。

$$F_{ij} = R_{ij} / R_j \quad (\text{式2})$$

$$F_i = \sum_{j=1}^n F_{ij} \quad (\text{式3})$$

式2中， F_{ij} 为单元*i*和*j*之间的人流联系度占*j*全部人流联系度的比例。式3中， F_i 是单元*i*的人流隶属度。

（2）场所空间分布熵

《国家新型城镇化规划（2014—2020年）》提出“人本空间的营造”，人本需求成为未来建设活动场所的基本导向。基于人的生产、生活需求，将活动场所分为工贸、休闲旅游与综合服务三类（表2），借鉴区位熵的概念，测算工贸、休闲旅游与综合服务类百度POI的空间分布熵，以反映城镇布局不同类型活动场所时的中心性：

$$LQ_{ij} = \frac{Q_{ij}/Q_i}{Q_j/Q} \quad (\text{式4})$$

式4中， LQ_{ij} 为单元*i*的*j*类型活动场所的空间分布熵； Q_{ij} 为单元*i*空间范围内*j*类型活动场所的百度POI数量； Q_i 为整个研究范围内所有类型活动场所的数量； Q_j 为整个研究范围内*j*类型活动场所的数量； Q 为整个研究范围内工贸、休闲旅游、综合服务活动场所的总数。百度POI的场所类型划分标准如表2所示。

表2 百度POI数据采集分类

Tab.2 Classification of Baidu POI

活动场所类型	百度POI类型
工贸	公司、企业、园区、厂矿
休闲旅游	博物馆、动物园、度假村、风景区、公园、运动场所、农家院、水族馆、文物古迹、游乐园、植物园、KTV、电影院
综合服务	便利店、超市、教育机构、中介机构、福利机构、学校、政府机构、酒店、购物中心、商铺、医院、诊所、图书馆

资料来源：笔者自绘。

表3 常州市城镇中心性研究数据采集情况

Tab.3 Data acquisition of Changzhou's urban centrality

数据类型	采集时间	数据来源	数据量(条)
微博流	2017-06-01—2017-06-30	新浪微博	8 056
工贸类POI	2017-06-01	百度地图	46 211
休闲旅游类POI	2017-06-01	百度地图	3 134
综合服务类POI	2017-06-01	百度地图	87 301
总人口、GDP(镇及街道)	—	《2015常州统计年鉴》	—
矢量路网	—	常州市规划设计院(2017年数据)	—
矢量行政边界	—	常州市规划设计院(2017年数据)	—

资料来源：笔者自绘。

（3）人口规模、经济实力与交通设施建设

城市规模是城镇中心性的传统表现形式，但学界对城市规模的影响因素并无定论。Henderson提出人口规模可以表示城市规模，而经济实力与基础设施对人口的集聚有突出的积极影响（Henderson，1987；覃一冬，2012；盛科荣，等，2013）。考虑到镇、街道统计数据的获取性，以研究单元内的总人口、GDP与县道及以上等级公路的长度表征人口规模、经济实力与交通设施建设，进而分析城市的规模。

城镇总体中心性指数测算：城镇总体中心性指数由各级指标逐层汇总所得，即上级指标是对应的下级指标之和。为消除量纲，在计算一、二级指标之前，对第三级指标的数据进行极差标准化处理。在探讨城镇总体中心性指数之前，宜系统地分析各维度的城镇中心性。

2 常州市城镇中心性的测度及规划应用

2.1 常州市概况及数据采集

截至2018年末，常州市下辖5个市辖区和一个县级市（溧阳市）。《常州市城市总体规划（2011—2020年）》（现版总规）确定了“1-2-9-17”的市域城镇体系，即1个中心城市（常州市中心城区）、2个二级中心城市（金坛城区和溧阳城区）、9个中心镇，以及17个一般镇（图3）。需要说明的是，三个城区在空间上均包含一定数量的镇和街道。目前，常州新一轮的总体规划启动编制，测度城镇中心性是总规编制的重要前置

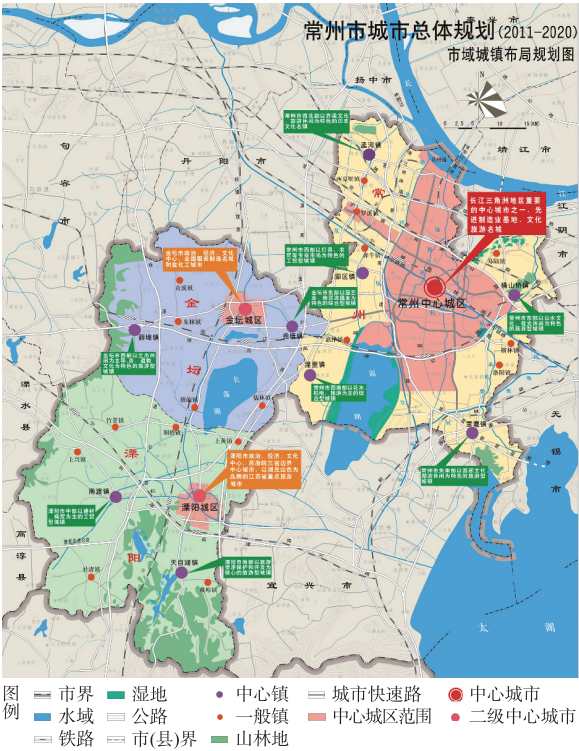


图3 常州市域城镇布局规划

Fig.3 Urban system plan of Changzhou

资料来源：常州市规划设计院.《常州市城市总体规划（2011—2020年）》，2011.

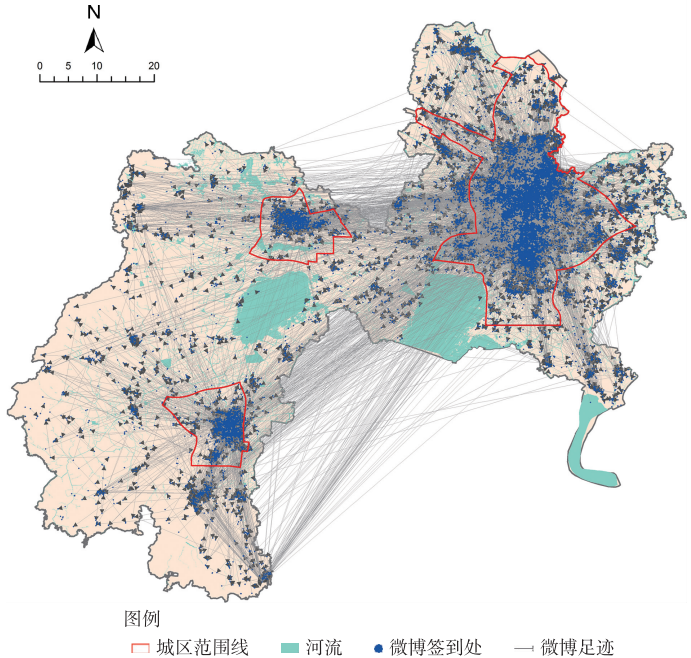


图4 常州市域微博流数据提取

Fig.4 Extraction of microblog flow of Changzhou

资料来源：笔者自绘。

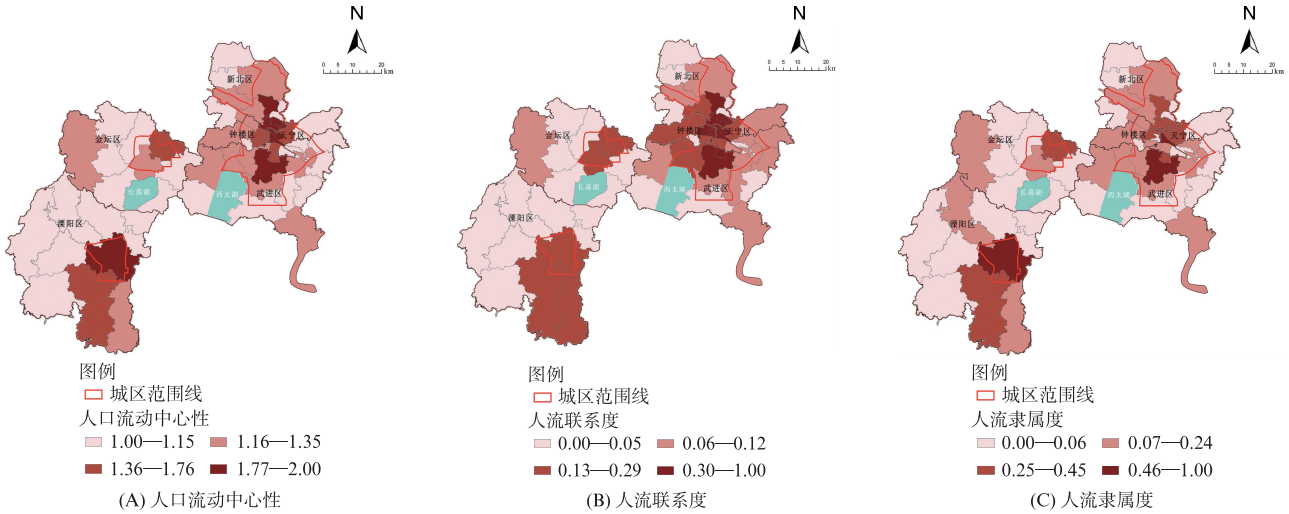


图5 城镇人口流动中心性测度

Fig.5 Centrality measured by urban residents flow

资料来源：笔者自绘。

性工作。考虑到研究逻辑的连贯性和对新一轮总规的指导意义，沿用现版总规中的城区空间范围和城镇数量，重点关注建制镇、街道的中心性测度、现状的城镇等级结构以及未来的优化方向。研究数据的采集情况如下（表3、图4）：

2.2 常州市城镇中心性测度结果

2.2.1 各维度城镇中心性测度（人口流动中心性、活动场所布局中心性、社会经济运行中心性、城镇总体中心性）

（1）人口流动中心性

人口流动中心性呈现出“三核一

片、东高西低”的空间分布特征。三核是中心城区、金坛城区与溧阳城区，一片是市域东部，其人口流动明显强于市域西部（金坛区和溧阳区）（图5-A）。人流联系度与隶属度的空间分异特征较为相似：三个城区在居民流动网络中占

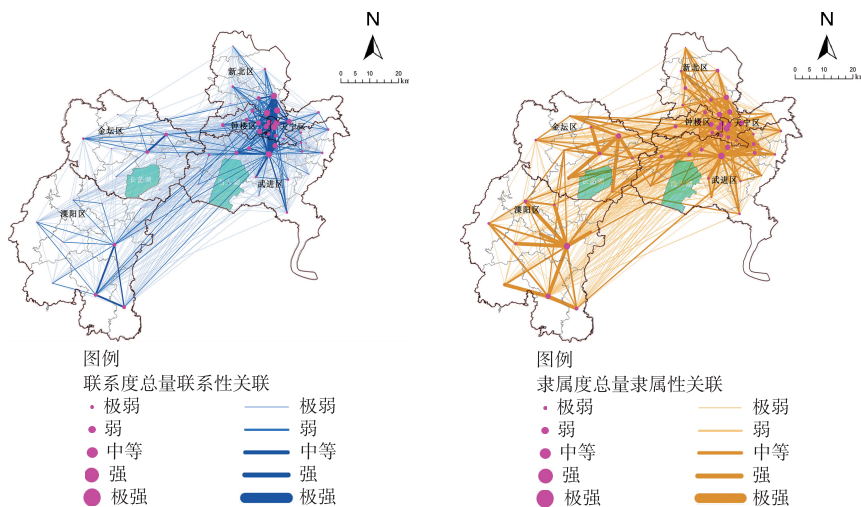


图6 “流空间”结构

Fig.6 Structure of "flow space"

资料来源：笔者自绘。

据主导地位。中心城区周边的城镇节点对人流要素的集散作用与和城区的距离呈反比，总体保持在较高水平。金坛区和溧阳区内网络结节性强的城镇节点较少（图5-B、图5-C）。

进一步分析“流空间”结构，可以看出，市域东部的新北、天宁、钟楼、武进四区内人口流动频繁、相互关联紧密（图6）。金坛区内，人口流动主要围绕城区组织，但同时受到市域东部的强力牵引。溧阳区的人口流网络相对孤立，各城镇节点围绕溧阳城区形成“星状”结构，凸显出溧阳城区的核心地位（图6）。

(2) 活动场所布局中心性

活动场所的布局呈现出“三心一圈”的空间结构。“三心”是活动场所高度集聚的三个城区，其中中心城区的湖塘镇成为场所布局中心性最高的节点（图7-A）。嘉泽镇、春江镇、洛阳镇等城镇形成了中心城区外围的“一圈”，这些节点与中心城区的核心地段有一定距离，因此各类场所的配置较为齐全，以满足当地居民的生活生产需要（图7-A）。金坛城区和溧阳城区是市域西部仅有的中心性较强的节点，其余城镇的活动场所布局偏少（图7-A）。

工贸、休闲旅游、综合服务三类活动场所的空间分布特征相差较大。工贸方面，中心城区北部、东部的乡镇集聚了大量的企业，而城区的核心地段出现了工贸场所的“真空”，说明传统工贸产业已转移至城区外围（图7-B）。不同的是，金坛和溧阳的城区分别布局着省级工业经济开发区，是工贸企业选址的重要场所，因此这两个城区的工贸场所布局中心性远超周边乡镇（图7-B）。相比工贸场所，休闲旅游场所的布局更加集中，“旅游胜地”天目湖镇成为第一层级（0.42—1.00）中仅有的城镇，“花木之乡”嘉泽镇紧随其后，但大多数乡镇的中心性位于最低层级（0.00—0.02）（图7-C）。综合服务场所的布局表现出由城区向外围乡镇圈层式衰减的规律。中心城区的湖塘镇的中心性最高，并和相邻街道构成了市域的综合服务核。金坛区和溧阳城区以外的乡镇几乎没有承

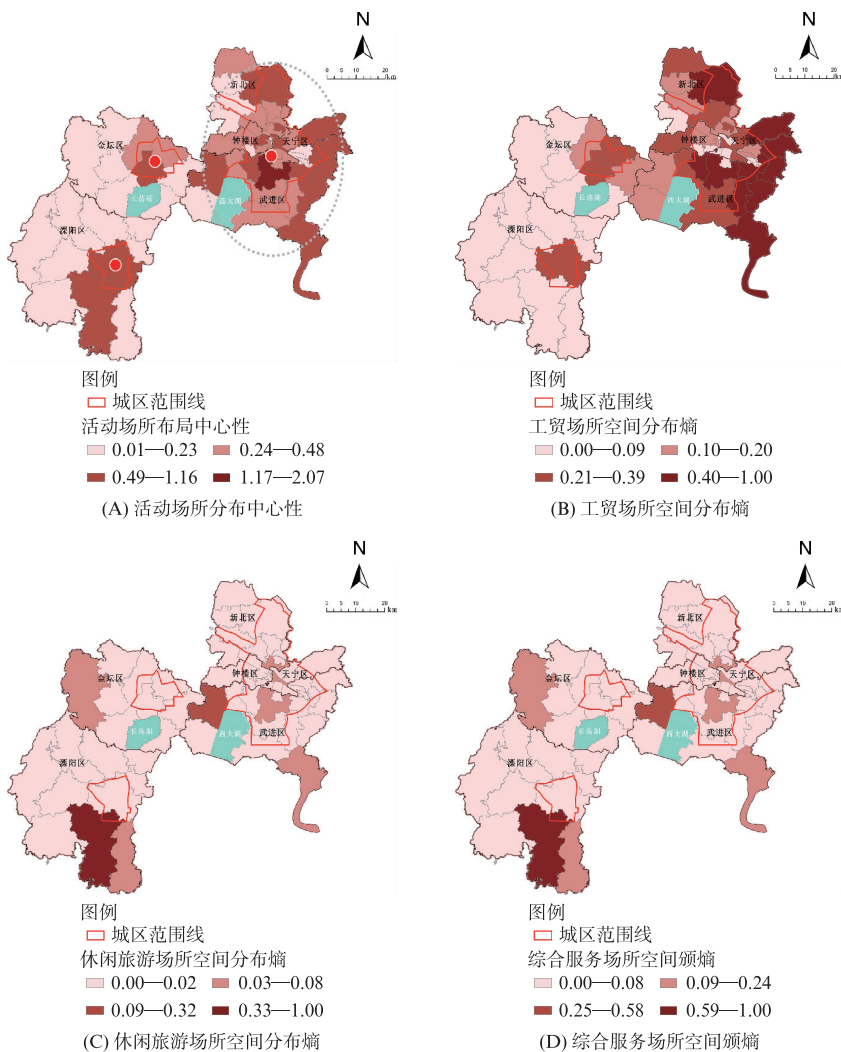


图7 活动场所布局中心性测度

Fig.7 Centrality measured by activity spaces

资料来源：笔者自绘。

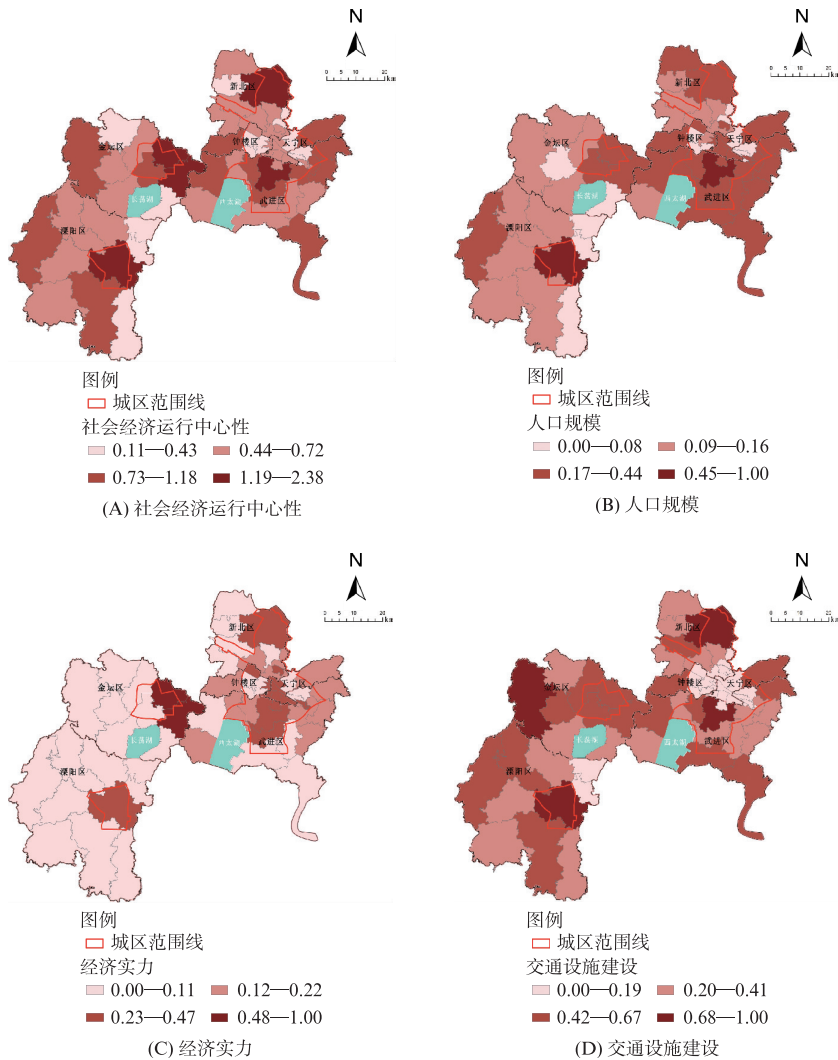


图8 社会经济运行中心性测度

Fig.8 Centrality measured by socio-economic operation
资料来源：笔者自绘。

担综合服务的功能（图7-D）。

（3）社会经济运行中心性

社会经济运行水平的分布相对均衡。中心城区的春江镇、湖塘镇、金坛城区，以及溧阳城区位于第一层级（1.19—2.38）（图8-A）。中心城区内部形成了南北向的带状中心性高值区，城区的外部则有邹区、横山桥、雪堰等多个发展较好的乡镇（图8-A）。金坛区和溧阳区内乡镇的发展差异较小，上兴镇、薛埠镇和天目湖镇较为突出，前者的农业颇具规模，后者旅游资源丰富，产业的优势促进了三地社会经济的发展（图8-A）。

具体到各项统计指标，人口高度集中在市域东部（图8-B）。中心城区外围

乡镇的人口中心性总体高于城区内部，这与中心城区主要提供就业和区域公共服务的职能定位有关。经济规模则凸显出城区的辐射带动作用：金坛城区的经济实力最强，溧阳城区与中心城区中的多个街道组成第二层级（0.23—0.47），而市域西部的所有乡镇（尧塘镇、儒林镇除外）均位于最低层级（图8-C）。交通设施中心性的空间分布较为分散，市域的东部与西部都有第一层级的乡镇，由于关注的是公路而非城市道路的建设情况，中心城区内出现了一定范围的中心性低值区（图8-D）。

（4）城镇总体中心性

结合动态与静态视角，常州市的城镇总体中心性表现出“东强西弱”的空

间特征。市域东部集聚了大量第二层级（1.60—2.81）及以上的镇或街道，湖塘镇和溧城镇成为全市中心性最高的节点（图9）。市域西部城镇的中心性整体不强，但金坛城区、溧阳城区及天目湖镇表现突出（图9）。从各层级的构成来看，除了第一层级仅有两个镇以外，第二（18个）、三（22个）、四（19个）层级的城镇数量大致相当。

2.2.2 基于城镇总体中心性的现状城镇等级结构划分与优化建议

（1）现状城镇等级结构划分

将三个城区内各单元的总中心性的平均值作为城区的总体中心性指数，依照现版总规将城镇划分为四个等级，识别出“4-9-6-10”的“哑铃”型结构（图10）。4个中心城市指金坛城区和尧塘镇，以及溧阳城区和天目湖镇，它们两两组成了市域的核心增长极（图10）。除金坛区的薛埠镇以外，9个副中心城市中的8个位于市域东部。尽管中心城区中部分镇、街道的中心性在全市优势明显，但由于中心城区范围过大，其总体中心性层级只对应副中心城市（图10）。作为承接和扩散发展要素的重要节点，6个中心镇分布于市区和溧阳区，金坛区内没有中心镇（图10）。10个一般镇中的8个集聚在市域西部，说明常州东、西部间存在巨大的发展差距（图10）。对比现版总规中空间分布相对均衡的“金字塔”式城镇等级结构，可以发现，多源数据支撑下的实际现状呈现出“中心城区层级错位、中心镇数量不足、城镇等级空间失衡”的现象。

（2）优化建议

学界对城镇等级结构的合理性评判素来持有争论，“垄断型的首位式”、“均衡型的分散式”及“协调型的金字塔式”都有可取之处。但一般而言，对于工业化向信息化过渡的城市，序列特征明显、空间分布均衡的“金字塔式”结构更有利于控制各等级城镇的数量和规模，并避免城镇的同质化竞争。因此，从促进区域协调、城乡统筹的角度对常州市的城镇等级结构提出优化建议：

缩小中心城区范围。现版总规中的中心城区范围过大，超出了常州市的功

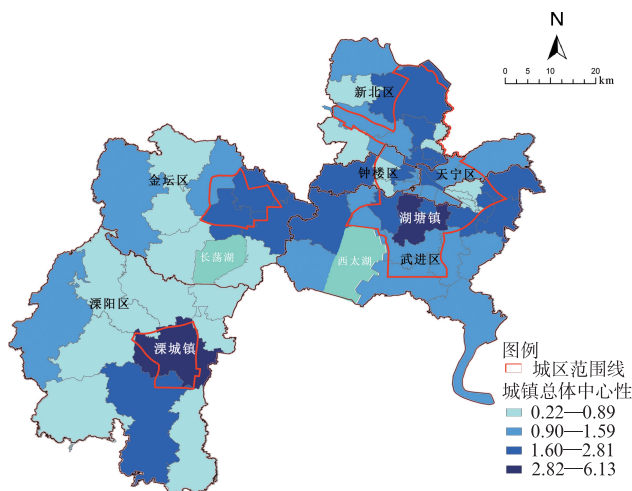


图9 城镇总体中心性测度
Fig.9 Overall centrality measurement of cities and towns
资料来源：笔者自绘。

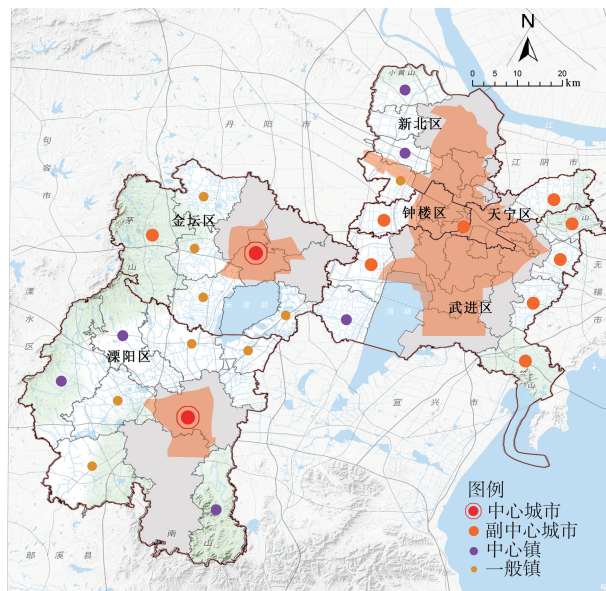


图10 基于城镇总体中心性的现状城镇等级结构划分
Fig.10 Classification of city and town hierarchy based on overall centrality
资料来源：笔者自绘。

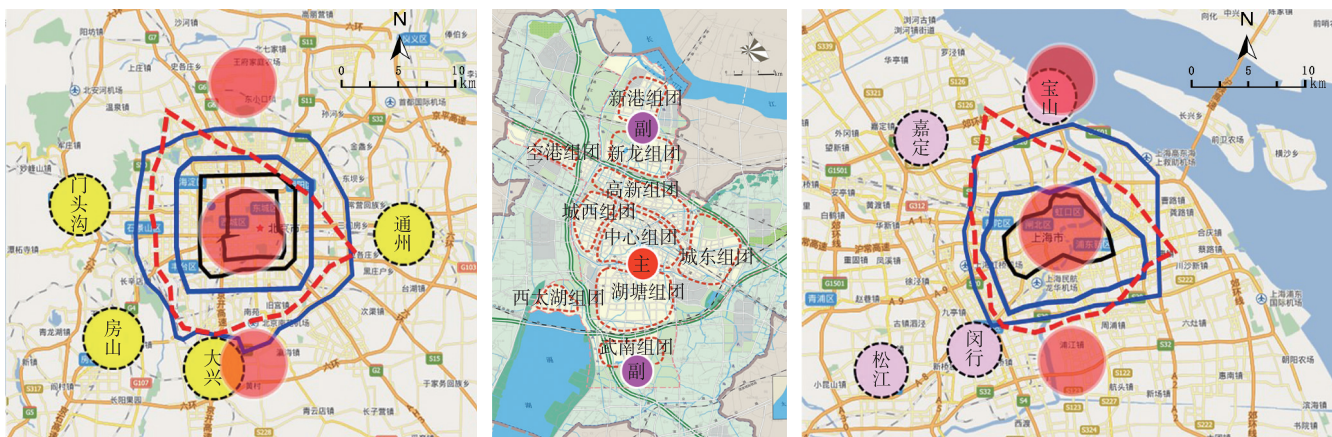


图11 常州中心城区空间尺度分析（与上海比较）
Fig.11 Spatial scale analysis of the central district of Changzhou (compared to Shanghai)
资料来源：笔者自绘。

能空间尺度。以常州中心城区的主城区（人口约200万人）为例，其相当于上海的中环至外环尺度、北京的四环至五环尺度（人口约1 000万人）（图11），这直接导致了常州中心城区内镇、街道数量过多、发展水平差异过大、中心城区的整体实力不强。未来应聚焦打造现代服务业集聚、功能复合、风貌优良的紧凑型中心城区。

培育市域西部高等级城镇。目前，常州市域西部的城镇综合实力普遍较

弱，中心镇数量不足，形成了“发展的凹陷区”。但同时金坛、溧阳城区的发展态势良好，对临近乡镇的辐射带动作用突出，城区空间范围有外扩趋势。未来应加速发展金坛经济开发区和溧阳经济开发区，进一步增强其集散人口、知识和技术等流要素的能力，进而带动周边城镇等级的提升。

完善区域交通网络。常州市的高等级城镇分布有着明显的交通指向性，交通设施建设的不足是市域西部发展孤立

而滞后的重要原因，但这同时也是一个“机会窗口”。应加速打造串联溧阳、金坛生态及休闲旅游资源、衔接常州市域东部、连接长三角其他城市的旅游公路，以创新思维完善区域交通网络

3 结语

本文利用多源数据探讨了“动静结合”思路下的城镇中心性测度框架。此框架与规划实务结合紧密：微博签到数

据、百度POI数据的获取和处理难度低、精度高,可以较好地替代手机信令数据,以分析流要素网络的结构。此外,通过综合指标体系的构建,以及空间分析、描述统计、归纳等方法的交互使用,拓宽了信息时代城镇中心性的研究视角。在测度多维度城镇中心性的基础上,划分了常州市现状城镇等级结构,并提出优化城区范围、培育西部中心镇和加速区域交通网络建设等建议。

本文存在两个方面的不足。一是城镇之间除了人流联系,还有许多其他类型的联系,如货物流、金融流和信息流等,整合不同类型的流要素可以更加全面地分析“流空间”视角下的城镇中心性。二是可以探讨利用统计数据及文本大数据从开放程度、产业集群、重大项目布局、政治制度等方面描述传统物质空间的方法,进一步“释放”“大”、“小”数据结合的优势。

感谢吴志强院士对本文的指导。

注释

- ① 微博流提取过程:将每个用户的微博签到按照签到时间从早至晚进行排序,并投影到地理空间单元上。如果用户在相邻的签到时间内跨单元签到,那么这两次微博签到组成1条微博流。1条微博流里,签到时间较早的单元为出发地(流出地),时间较晚的签到地点为目的地(流入地)。

参考文献 (References)

- CHIRISTALLER W. Central place in southern Germany[M]. BASKIN C W, translate. Englewood Cliffs NJ and London: Prentice Hall, 1966.
- CASTELLS M. The rise of the network society: the information age: economy, society, and culture [M]. New York: John Wiley & Sons, 2011.
- 丁亮,钮心毅,宋小冬.上海中心城就业中心体系测度——基于手机信令数据的研究[J].地理学报,2016,71(3):484-499. (DING Liang, NIU Xinyi, SONG Xiaodong. Identifying job centrality system based on mobile phone data [J]. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(3): 484-499.)
- GRAHAM M. Geography / internet: ethereal alternate dimensions of cyberspace or grounded augmented realities[J]. The Geographical Journal, 2013, 179(2): 177-182.
- HENDERSON J V. Chapter 23 general equilibrium modeling of systems of cities[J]. Handbook of Regional and Urban Economics, 1987, 2: 927-956.
- HUGHES I H L. Centrality and the structure of urban interaction: measures, concepts, and applications[J]. Social Forces, 1992, 71(1): 17-51.
- HJORTHOL R, GRIPSRUD M. Home as a communication hub: the domestic use of ICT[J]. Journal of Transport Geography, 2009, 17(2): 0-123.
- KRESL P K, SINGH B. Competitiveness and the urban economy: twenty-four large us metropolitan areas[J]. Urban Studies, 1999, 36(5), 1017-1027.
- KELLERMAN A. Geographic interpretations of the internet[M]. Berlin: Springer, 2016.
- LIU J, LI J, LI W, et al. Rethinking big data: a review on the data quality and usage issues[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2015, 115: 134-142.
- 钮心毅,王焱,丁亮.利用手机信令数据测度城镇体系的等级结构[J].规划师,2017,33(1):50-56. (NIU Xinyi, WANG Gui, DING Liang. Utilizing mobile phone data to measure urban hierarchy system[J]. Planners, 2017, 33(1): 50-56.)
- 覃一冬.我国城市人口规模分布演化影响因素研究[J].人口与经济,2012(4):21-26. (QIN Yidong. Study on the influencing factors of the evolution of urban population size distribution in China[J]. Population & Economy, 2012(4):21-26.)
- 秦萧,甄峰,熊丽芳,等.大数据时代城市时空行为研究方法[J].地理科学进展,2013,32(9):1352-1361. (QIN Xiao, ZHEN Feng, XIONG Lifang, et al. Research method of urban time-space behavior in big data era[J]. Progress in Geography, 2013, 32(9): 1352-1361.)
- 秦萧,甄峰.大数据与小数据结合:信息时代城市研究方法探讨[J].地理科学,2017,37(3):321-330. (QIN Xiao, ZHEN Feng. Combination of large data and small data: an approach to urban research in information age[J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(3):321-330.)
- 宋伟,李秀伟,修春亮.基于航空客流的中国城市层级结构分析[J].地理研究,2008(4):917-926. (SONG Wei, LI Xiuwei, XIU Chunliang. Urban hierarchical structure analysis of Chinese cities based on air passenger flow data[J]. Geographical Research, 2008(4): 917-926.)
- 盛科荣,金耀坤,纪莉.城市规模分布的影响因素——基于跨国截面数据的经验研究[J].经济地理,2013,33(1):66-71. (SHENG Kerong, JIN Yaokun, JI Li. Influencing factors of urban size distribution: an empirical study based on cross-sectional data[J]. Economic Geography, 2013, 33(1): 66-71.)
- SHEN Y, KARIMI, K. Urban function connectivity: characterisation of functional urban streets with social media check-in data[J]. Cities, 2016, 55: 9-21.
- 王丽,邓羽,牛文元.城市群的界定与识别研究[J].地理学报,2013,68(8):1059-1070. (WANG Li, DENG Yu, NIU Wenyuan. Research on the definition and recognition of urban agglomeration[J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(8): 1059-1070.)
- 吴志峰,柴彦威,党安荣,等.地理学碰上“大数据”:热反应与冷思考[J].地理研究,2015,34(12):2207-2221. (WU Zhifeng, CHAI Yanwei, DANG Anrong, et al. Geography interact with big data: dialogue and reflection[J]. Geographical Research, 2015, 34(12): 2207-2221.)
- 席广亮,甄峰,沈丽珍.南京市居民流动性评价及流空间特征研究[J].地理科学,2013,33(9):1051-1057. (XI Guangliang, ZHEN Feng, SHEN Lizheng. Study on resident liquidity evaluation and flow spatial characteristics of Nanjing[J]. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(9): 1051-1057.)
- 席广亮,甄峰.互联网影响下的空间流动性及规划应对策略[J].规划师,2016,32(4):11-16. (XI Guangliang, ZHEN Feng. Spatial liquidity and planning strategies affected by internet [J]. Planners, 2016, 32(4): 11-16.)
- 席广亮,甄峰.基于大数据的城市规划评估思路与方法探讨[J].城市规划学刊,2017(1):56-62. (XI Guangliang, ZHEN Feng. A discussion on the ideas and methods of urban planning assessment based on big data [J]. Urban Planning Forum, 2017(1): 56-62.)
- 钟业喜,陆玉麒.基于铁路网络的中国城市等级体系与分布格局[J].地理研究,2011(5):785-794. (ZHONG Yexi, LU Yuqi. Urban hierarchical system and distribution pattern in China based on railway network[J]. Geographical Research, 2011(5): 785-794.)
- 甄峰,王波,陈映雪.基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J].地理学报,2012,67(8):1031-1043. (ZHEN Feng, WANG Bo, CHEN Yingxue. Characteristics of Chinese urban network based on network social space——taking Sina micro-blog as an example[J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(8): 1031-1043.)
- 甄峰,秦萧.大数据在智慧城市研究与规划中的应用[J].国际城市规划,2014,29(6):44-50. (ZHEN Feng, QIN Xiao. The application of large data in the research and planning of intelligent cities[J]. Urban Planning International, 2014, 29(6): 44-50.)
- ZHEN F, CAO Y, QIN X, et al. Delineation of an urban agglomeration boundary based on Sina Weibo microblog 'check-in' data: a case study of the Yangtze River Delta[J]. Cities, 2017, 60: 180-191.

修回: 2019-04