

人口流动视角下长三角城市空间网络测度及其腹地划分

朱鹏程, 曹卫东*, 张宇, 袁婷, 章屹祯

(安徽师范大学 地理与旅游学院, 中国安徽 芜湖 241002)

摘要: 基于腾讯人口迁徙大数据, 通过引入网络聚集度、节点中心性指数以及两种网络关联测度方法, 对长三角地区人口流动网络结构进行分析后划分出中心城市网络腹地范围, 并揭示出空间结构特征。研究表明: 网络方面, 长三角人口流动具有显著层级特征, 形成“一主四副”多核心结构, 网络联系整体呈“Z”型空间分布, 具有地理集中性与强烈空间差异, 且城市省际联系较弱; 腹地方面, 各中心城市网络腹地空间结构与人口流动网络特征相对应, 具有重叠性、邻近性特征, 并存在区域差异。可为合理制定城市发展战略、促进区域协同发展提供科学借鉴与参考。

关键词: 城市群; 都市圈; 人口流动网络; 网络关联测度; 城市网络腹地; 长三角一体化; 上海

中图分类号: F291.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-8462(2019)11-0041-08

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2019.11.006

Measurement of Urban Spatial Network and Its Hinterworld Division in the Yangtze River Delta from the Perspective of Population Flow

ZHU Pengcheng, CAO Weidong, ZHANG Yu, YUAN Ting, ZHANG Yizhen

(School of Geography and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241002, Anhui, China)

Abstract: Based on Tencent's population migration data, this paper analyzes the structure of population mobility network of the Yangtze River Delta region by introducing network aggregation degree, node centrality index and two network association measurement methods, then can divide the hinterworld scope of the central city and reveal the spatial structure characteristics. The research shows that: In terms of network research, the population movement in the Yangtze River Delta has significant hierarchical characteristics, and forms a multi-core structure of "one main and four pairs". The spatial distribution of urban pedestrian flow is generally "Z" shape. Network connections show geographical concentration and strong spatial differences, and urban inter-provincial links are weak; In terms of hinterworld research, the spatial structure of the hinterworld of each central city corresponds to the characteristics of the population mobility network, with overlapping and adjacent features, and regional differences. In order to provide a scientific reference for the rational formulation of urban development strategies and the promotion of regional coordinated development.

Keywords: urban agglomeration; metropolitan area; population mobility network; network association measurement; hinterworld; Yangtze River Delta integration; Shanghai

城市群作为我国新型城镇化的主体空间形态, 其核心枢纽城市与周边区域形成协同发展已成为推动新型城镇化的重要形式之一, 在这种背景下, 核心枢纽城市对其发展空间与竞争态势表现出日益增强的敏感性, 腹地资源大小与质量更是其所关注的重要方面。基于此, 正确把握核心枢纽城市腹地范围将成为保证区域内各城市实现合理功能整合的关键, 对于积极推进长三角区域一体化建设具

有重要现实意义。

纵观国内外相关研究, 关于腹地的研究进展主要集中在以下几方面: ①概念内涵日益丰富。腹地概念起源于“港口”理论的发展并用来指代港口周围的物资集散区域^[1], 随着腹地研究区域从港口周边地区过渡到内陆城市, 进而深入到“都市圈”、“城市群”, 其概念内涵也一直处于动态变化中, 一些学者也提出了“城市经济影响区”、“势力圈”、“城市吸

收稿时间 2018-09-11; 修回时间 2019-04-26

基金项目 国家自然科学基金项目(41571124)

作者简介 朱鹏程(1995—), 男, 江苏镇江人, 硕士研究生。主要研究方向为区域发展与城乡规划。E-mail: 819366799@qq.com。

通讯作者 曹卫东(1973—), 男, 安徽寿县人, 博士, 教授, 博士生导师。主要研究方向为交通物流、区域空间结构演化。E-mail: weidong-wh@163.com。

引范围”等相似概念,其内涵与腹地概念基本一致,即为一个城市的吸引力和辐射力对其周边地区的社会经济联系起着主导作用的地域范围^[2-5]。近年来在区域空间结构网络化发展背景下^[6],Taylor^[7]提出了用“Hinterworld”(网络腹地)概念来表征城市在网络中的影响范围,城市影响力的重叠使得传统腹地研究中空间边界的影响逐渐减弱,腹地研究重点也应指向城市影响强度的地理范围变化^[8]。②研究尺度不断扩展。早期腹地研究尺度主要集中在单一中心城市的影响范围,随着研究的不断推进,相关学者基于全国^[9]、区域^[10]、特定城市间^[11]等多尺度展开系列研究^[12]。③测度方法日渐多样。一般来说主要有经验法、数理法、空间软件分析法与网络关联测度方法四种。经验法即实际调查验证法,该方法主要通过“流态”数据来测度城市与腹地之间的“流入—流出”关系,进而确定中心城市的腹地范围;数理法也称为数学模拟法或理论法,其以空间相互作用的引力模式为基础,并通过建立抽象模型进行推算,断裂点、Huff概率模式^[4,13-14]、场强模型及改进场强模型^[9]等可以说是研究中心对外围辐射力逐渐衰减的典型范式;借助计算机技术模拟已成为城市腹地划分的新手段,GIS、RS、ESDA等空间分析软件的引入也使得腹地范围的界定更为精准与科学,刘承良^[15]、王成新^[16]等采用几何原理并结合计算机软件空间分析技术勾勒出城市腹地范围,对于腹地研究也是一种很好的补充^[17];网络关联测度方法是依据城市间作用力的强度划分城市派系的方法,李涛、王焱等采用关联测度方法进行实证分析,提供了描述分析“中心—腹地”关系的新视角与新途径^[18-19]。④研究数据趋于多元。传统研究多采用社会经济统计数据(人口、经济规模等)以及时空距离,并基于相应数学模型来确定中心城市与其腹地间关系^[20-21],随着信息技术与互联网大数据的迅猛发展,城市间人流、客流、物流^[22-23]、信息流^[24]、金融流^[18-19,25]等关系型数据也逐渐应用于城市腹地研究之中,识别结果也更为精确。

综上所述,目前针对城市腹地的探讨多以中心城市作为研究的立足点,且重在探究腹地范围测度及其形态变化,对于城市关联网络视角下的中心城市网络腹地以及叠合腹地间的多重交互作用的研究较为缺乏。长三角作为我国经济最为发达、人口最为密集的地区之一,区域竞争激烈、城市发展定位不清等问题正严重阻碍着区域高质量一体化发展的推进,亟须对其区域空间结构与中心城市腹

地范围进行研究。鉴于此,本文以人口流动数据为基础,综合两种关联测度方法来划分长三角中心城市网络腹地,并试图揭示其所呈现的空间特征,以为合理制定城市发展战略、促进城市与腹地间协同发展提供理论与现实借鉴。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

本文的研究地域为长三角地区,即以沪苏浙皖组成的三省一市内共41座地级及以上城市作为研究的范围。其位于“一带一路”与长江经济带的重要交汇地带,区域面积 $35.9 \times 10^4 \text{ km}^2$,截至2017年底,长三角地区生产总值达到19.5万亿元,总人口2.2亿人,分别约占全国的23.61%、16.08%,作为我国城镇化程度、经济发展水平最高的地区之一,其经济的快速发展吸引了大量外来人口的迁入,并使其成为我国主要人口承载区。自长三角区域一体化发展上升为国家战略,其带来了更为频繁的人口要素的跨区域流动,改变与重塑着区域空间结构,并将继续产生深刻的社会经济影响以及空间效应,基于人口流动视角研究长三角地区城市腹地则具有重要实践意义。

1.2 数据来源

本文研究数据来源于腾讯迁移数据。“腾讯位置大数据”是腾讯公司推出的基于定位服务(Location Based Service, LBS)的人口日常流动大数据平台,其通过手机用户的定位信息反映人口流动轨迹,最终呈现各个城市前10位的流入地和流出地,具有典型性与有效性^[26]。研究通过腾讯位置大数据平台,运用Python技术采集了从2016年10月11日—2017年10月10日期间共计365天的长三角41个地级及其以上城市间近30万条人口流动数据,作为构建长三角城市人口流动网络的依据。使用统计软件对这30万条人口流动数据进行筛选与整理,得到1681个具有“从城市A流入到城市B”属性的关联网络矩阵,该矩阵由行数据和列数据构成,行数据表现为某城市对外的流,列数据表现为指向某城市的流,并由此增加方向属性,构建出一个 41×41 的长三角城市人口流动非对等向量矩阵,从而进行城市网络的测度。

1.3 研究方法

1.3.1 网络聚集度与节点中心性

为量化城市网络中心性,Narisra Limtanakool^[27]提出用Entropy Index(EI)来衡量城市网络各个链路

上“流”均匀分布的程度,它可以看作是网络结构维度的度量指标,刘铮^[28]也称之为网络聚集度评价指标:

$$EI = -\sum_{i=1}^L \frac{Z_i \ln Z_i}{\ln L} \quad (1)$$

式中: $0 \leq EI \leq 1$; Z_i 值为节点 i 所有相关的链接流量之和与网络中所有链接流量之和的比值; L 为节点总数。当 $EI = 0$ 时,“流”主要集中在一个链接上,网络中有且只有一个最强节点;而当 $EI = 1$ 时,网络中的“流”均匀分配在各个链路上,各个节点的强度相同,不存在层次结构。

基于流的有向性,刘铮^[28]从上文网络聚集度公式中衍生出节点中心性评价指标,用以描述该节点在网络中的地位及其在整个网络中的重要程度与影响力。即对于某一节点 i , 其中心性 EI_i :

$$EI_i = -\sum_{j=1}^J \frac{x_j \ln x_j}{\ln(J-1)} \quad (2)$$

式中: x_j 为从节点 j 到节点 i 的流与节点 j 到所有节点的流之比; J 为与节点 i 相联系的节点总数。 EI_i 值越高,说明节点 i 在整个网络中的重要程度也就越高,具有支配地位和优先选择权。

1.3.2 绝对关联度法与相对关联度法

城市在不断发展、扩张和发挥职能的过程中,与不同规模、类型的城市有着不同程度的相互作用,并在整个地域内形成有等级的、多层覆盖的作用力范围,陆大道曾指出,以城市为核心的腹地划分就是要在中心城市作用力的“力场”中寻找反映作用力突然减少的部分^[29]。网络关联测度方法可以说是依据城市间作用力的强度划分城市派系的方法^[19],并主要分为以下两种:

①绝对关联度法。该方法先是计算区域内城市之间相互联系强度,本文将城市 i 与城市 j 之间的联系强度定义为:

$$V_{ij} \text{ 或 } V_{ji} = T_{ij} + T_{ji} \quad (3)$$

式中: T_{ij} 表示从城市 i 流入到城市 j 的人口数; T_{ji} 表示为从城市 j 流入到城市 i 的人口数。将城市间连接度以最大值的百分比进行标准化处理,即将网络关联度中最大值定义为 100,可得到城市 i 与其他城市的网络联系强度的标准化数值。之后利用 SPSS 22.0 软件中系统聚类分析工具对城市 i 与其他所有城市的联系强度进行系统聚类,并依据聚类结果划分出城市 i 与其他城市的联系强度层级,一般而言,处于较高层级的城市与城市 i 之间的网络距离较小,联系也更为紧密,本文将联系强度从高到低依

次划分为强联系、较强联系、中关联系以及弱联系四个层级,并将处于前三个层级的城市单元划分为该中心城市的网络腹地。

②相对关联度法。Taylor^[30]于 2004 年提出基于“相对联系度”的城市网络腹地的划分方法,其具体表现为:对于城市 i 而言,将城市 i 与区域内其他城市 j 的联系强度 V_{ij} 与这些城市自身的总关联度 N_j 做回归分析,进而分析残差 R_{ij} ,公式为:

$$V_{ij} = a + bN_j(+R_{ij}) \quad (j = 1, 2, \dots, n, j \neq i) \quad (4)$$

式中:如果残差 R_{ij} 为正,则意味着该城市 j 与城市 i 间是强联系的,反之则为弱联系。但由于各样本间的残差数值差异较大,不能很好地显示观测值明显偏离回归值的情况。本文参照相关研究经验^[18-19],采用标准残差来进行联系强弱的判断,取标准残差大于 1 的为强联系单元,介于 0~1 的为较强联系单元, -1~0 之间的为较弱联系单元,而小于 -1 的则定义为弱联系单元,将其分为四个层级,并取前两层级城市单元组成该中心城市的网络腹地。

然而不论是对城市间联系强度进行系统聚类划分腹地范围层级,还是计算标准残差来界定城市网络腹地,其本质上都强调突出了城市在发展过程中的联系偏好与倾向,这种作用力强度的地理范围变化一定程度上表征了城市网络腹地的结构形态。绝对关联度法能够体现城市在网络中的主要联系方向以及整体格局,较为清晰把握区域中主要城市单元的相互作用,相对关联度法则能够揭示区域网络中的一般节点城市之间的联系格局,在城市腹地研究中,结合两者既能体现流动空间中跨区域联系,同时兼顾网络腹地的地域性,从而才能更为深入了解中心与腹地的辩证关系。

参考李涛等^[18]的研究将上述两种方法所得结果进行复合,将城市腹地分为 A、B、C 三类。其中, A 类腹地为两种方法界定的腹地中所共有的城市单元,即为该城市的主要网络腹地; B 类腹地为绝对关联度法中有而相对关联度法所没有的城市单元; C 类腹地与 B 类腹地正好相反,为相对关联度较强而绝对关联度较弱的一般节点城市单元。

2 长三角人口流动网络格局

2.1 人口流动网络结构

纵观长三角 41 座地级及以上城市所形成的人口流动网络,网络聚集度 EI 值达到了 0.90,城市之间普遍联系,区域空间结构已由传统中心地等级体系向扁平化空间网络结构过渡,城市网络结构也逐

渐集中在某些特定节点,不同层次的城市节点以及联系轴线组合成为长三角城市群网。

2.1.1 网络节点层级显著

利用公式(2)计算出长三角地区41座城市中心性并进行排序,发现城市中心性分布具有典型长尾特征并呈现显著幂率分布,空间极化现象明显,表现出由核心枢纽城市主导的梯级规模层级特征,并分为了3个层级(图1)。上海中心性值达到了2.43,领先其后的苏州0.72,位于网络核心枢纽地位;位于第二层级的城市主要有苏州(1.71)、南京(1.67)、合肥(1.53)、杭州(1.46)四市,中心性值较低的杭州领先其后的无锡0.63,处于第二层级的四座城市中心度与中心性排名虽有浮动,但一直位居网络前5,且四市之间差距较小,在城市网络中地位相当,共同构成长三角人流网络区域中心;剩余城市中心性分布变化平缓且无明显落差,城市之间差距小于0.1,则为一般节点城市。

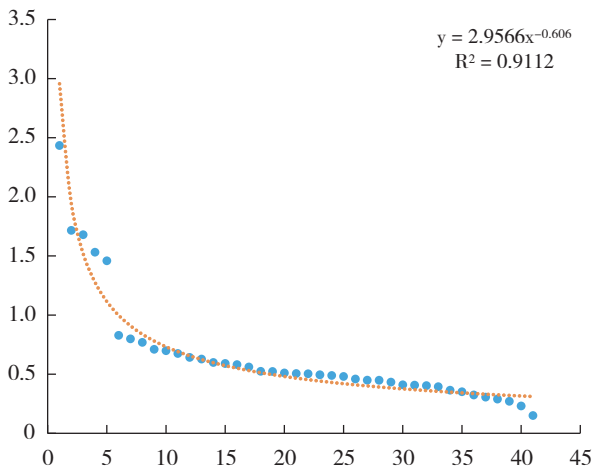


图1 长三角城市中心性值分布
Fig.1 Distribution of the city centrality value in the Yangtze River Delta

整体而言,长三角地区人口流动相对分散,高位城市人口集聚稍显不足。研究通过计算41座城市的中心度^①,并以最大值百分比的标准化处理后进行排序,按照位序—规模法则,采用对数模型对城市中心度进行 $y=a+bx$ 形式的回归分析(图2),发现最高层级城市的中心度理论值2.2362与其实际值2之间存在差距,回归线的斜率 b 值绝对值0.8843小于1,可以看出,长三角地区中小城市发育较快,上海作为高位序城市,其流动人口吸纳能力

相对不足,规模仍有上升空间。

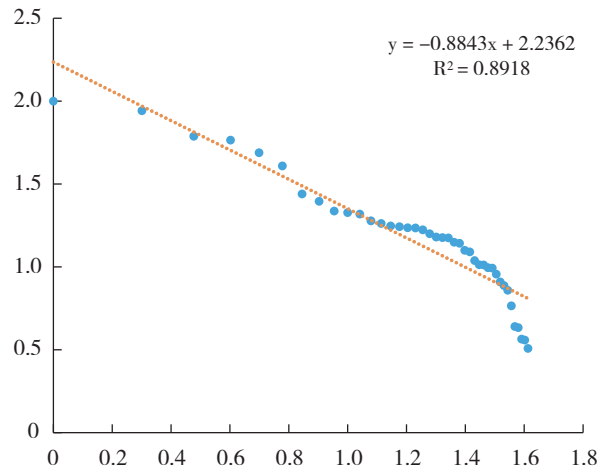


图2 城市中心度对数位序分布

Fig.2 The relation of city center degree and their ranks

2.1.2 网络联系强度分明

通过公式3计算出一年内各城市之间人口网络关联变量 T_{ij} 与 T_{ji} 的加和,并以城市间联系最大值百分比进行标准化处理。后运用自然间断点分级法对该网络进行分层拆解,从高至低将联系强度分为5个层级,并绘制成相应的人口流动空间分布格局图(图3)。

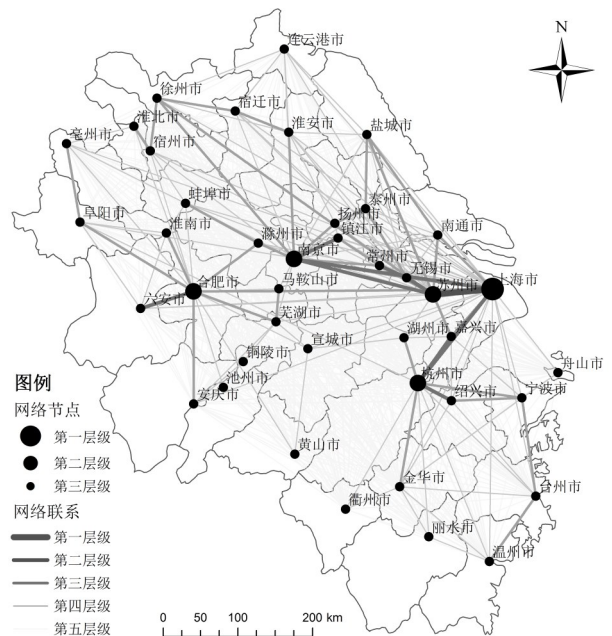


图3 长三角人口流动空间分布格局图
Fig.3 Spatial distribution pattern of population flow in the Yangtze River Delta

^①中心度,又称为点度中心度,即该节点 i 出度与入度的加和,中心度的高低一定程度上表征了该节点在整个网络中的绝对重要程度。计算公式为 $\sum_{j=1}^n T_{ij} + T_{ji} (j = 1, 2, \dots, n, j \neq i)$, T_{ij} 表示从城市 i 流入到城市 j 的人口数, T_{ji} 表示从城市 j 流入到城市 i 的人口数。

网络联系整体呈“Z”形(南京—苏州—上海—杭州—绍兴)空间分布。其中,处于首位的城市间联系为上海—苏州(100),领先其后的苏州—无锡(44.6)过2倍,为网络强联系城市对。网络较强联系城市对共有9组,前10组城市对虽只占样本总量的1.2%,但城市间联系强度占整个长三角地区联系强度的比重却高达28.26%,构成了长三角人口流动网络核心联系,网络一般联系城市对共有38组,其城市联系强度总和占整个长三角强度总和的33.30%,构成人口流动网络主要联系线。

2.2 人口流动网络特征

2.2.1 长三角区域形成“一主四副”多核心结构

人口流动与集聚正改变与重塑着区域原有的人口分布格局,并推动了一些人口集聚载体城市从“节点”升级为“枢纽”。①区域尺度上来看,以上海为核心枢纽的中心地格局已形成。其与区域内其他40个城市均存在着联系,近距离与苏州、杭州等区域中心城市之间联系频繁,远距离上与合肥保持着很高的联系度,联系强度总和占整个区域的23.29%。②地方尺度上则呈现以区域中心城市为核心的放射状空间结构,具体表现为:安徽省主要形成以合肥为核心的中心地结构,其与周围邻近城市阜阳、淮南、滁州、安庆、芜湖、六安之间联系紧密,核心—边缘结构明显;浙江省呈现出“一主一次”双核心结构,其中,杭州为省内首位核心城市,作为门户城市的宁波市与其周围城市形成密切联系而成为重要人流集散中心;江苏省由于南京与苏州双核心存在,在长江沿岸地区形成联系较为紧密的关联网络,并整体呈北向延展,同时因为无锡、徐州等人流集散节点城市的存在,省内中心地结构并不明显,但南京、苏州在省内双核地位不容置疑。综合而言,长三角人口流动网络是以少数城市为核心、各城市联系紧密的无标度网络,并形成以上海为核心枢纽,苏州、南京、合肥、杭州为区域中心的“一主四副”多核心结构。

2.2.2 城市联系具有明显地理集中性与强烈空间差异

据图3可以发现,北部开阔地带内的城市中心性普遍较低,位于陇海、京沪两大铁路交汇处的徐州因其交通区位优势成为北部平原地区增长核心,并与周边地区联系密切,但城市间联系强度整体上远不及皖中、苏南地区;同时,皖南与浙西南地区城市由于地形地貌等构成的地理障碍以及交通基础设施的不够完善,实力普遍较弱,城市间相互联系

有限,人口流动空间结构较为松散。综上,城市联系密集区域主要集中于沿江两岸与环杭州湾地区,边缘地区因区位、自然以及交通等因素制约处于离散结构,二者共同构成了长三角人口流动网络空间格局,并呈现强烈空间差异性。

2.2.3 人口流动以省内流动为主,城市省际联系较弱

据腾讯人口流动数据显示,流动人口中省内流动、跨省流动人口占比分别为67.5%和32.5%。其中,江苏省作为人口流动活跃省份,其省内人口流动规模占比为59.9%,安徽、浙江两省省内流动规模占比同样高达60.7%与66.9%。不论是从区域整体亦或是省域范围来看,省内流动占比均超过了50%,人口跨省流动性较弱。在省际联系中,苏沪人流联系较为活跃,占总跨省流动人口的41.3%,其后的苏皖、浙沪跨省流动占比为19.5%和18.2%,构成了长三角省际联系的主体。整体而言,长三角地区人口流动呈现出很强的本地化特征,省会城市间联系较弱,省际联系主要集中于东部地区。

3 城市网络腹地划分及特征

3.1 城市网络腹地划分

由于长三角区域内城市节点数目较多,依据1.3.2中两种划分方法,以人流联系分别界定网络节点中处于前两层级——上海、苏州、南京、合肥与杭州这5座城市的网络腹地。

3.1.1 基于绝对关联度法的腹地划分

运用绝对关联度法划分目标城市网络腹地(图4),经观察可以发现:①上海市网络腹地范围基本覆盖整个长三角区域,其既与邻近城市(南通、嘉兴)联系紧密,又与处于第二层级的城市保持着较强关联,但腹地数量相对较少,一定程度上体现其联系的集中性;②苏州与南京两市网络腹地基本局限于省域范围,但两市位于行政边界位置,受地理邻近性影响,其腹地范围均突破省域边界,浙江嘉兴市为苏州网络腹地单元之一,南京市腹地范围已拓展到安徽滁州、马鞍山两市;③合肥与杭州在腹地分布特征上具有一定相似性,两市网络腹地除上海外,其覆盖范围都仅局限于省域范围内,并伴有影响盲区;④位于第二层级的四座城市腹地单元中均包含了上海,一定程度上表明了上海在长三角区域中的核心枢纽地位。

绝对关联度法以城市联系绝对值作为测度指标,因人口流动呈现邻域渗透以及核心节点之间的双向流动特征,该城市邻近单元以及区域内重要城

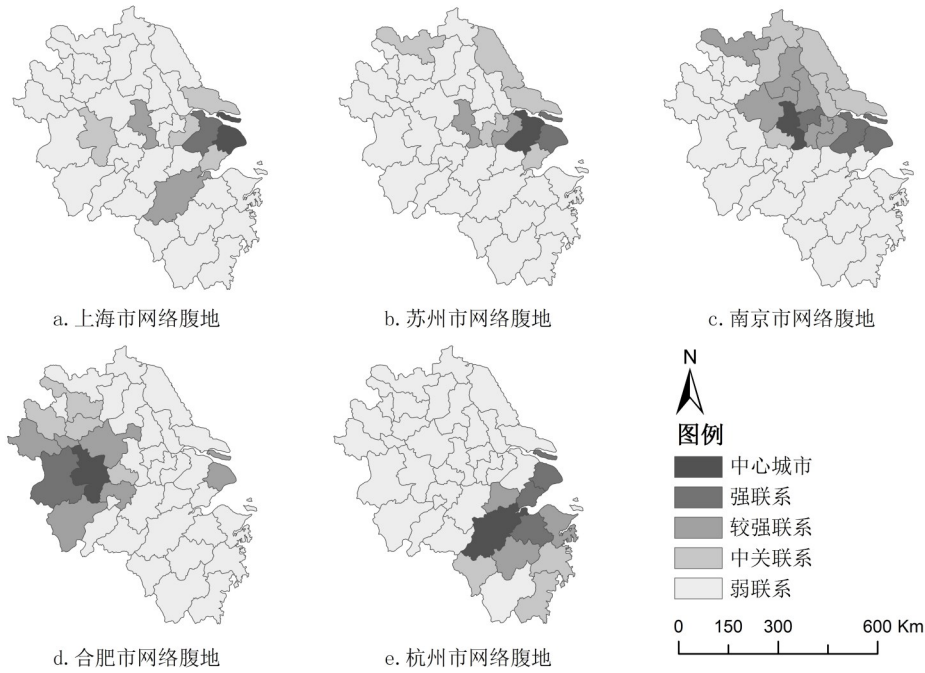


图4 长三角中心城市网络腹地划分(绝对关联度法)

Fig.4 Classification for hinterworld of central city in the Yangtze River Delta(the measurement of absolute connectivity)

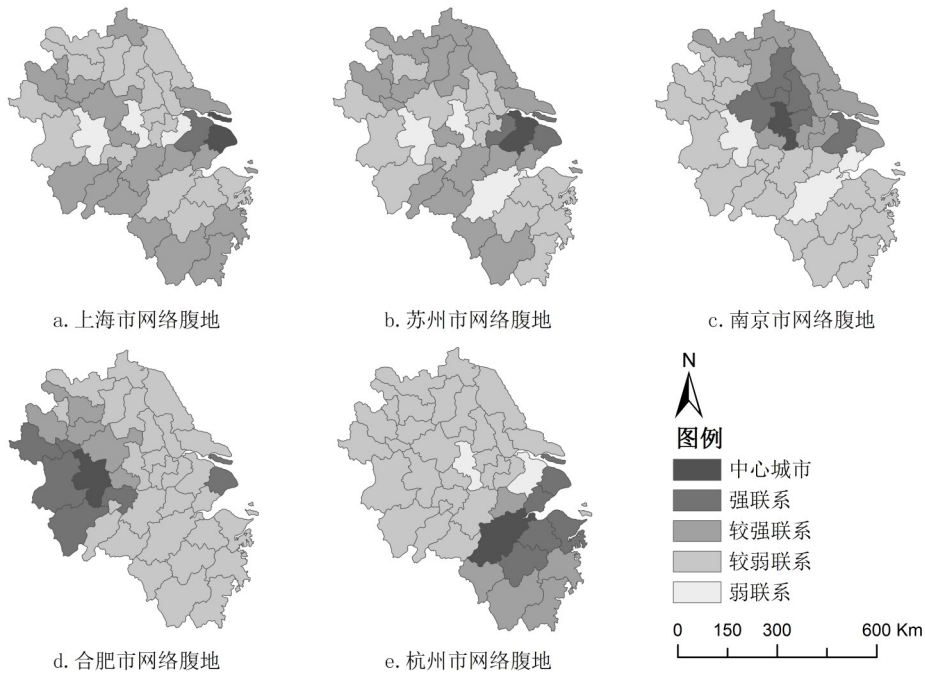


图5 长三角中心城市网络腹地划分(相对关联度法)

Fig.5 Classification for hinterworld of central city in the Yangtze River Delta(the measurement of relative connectivity)

市往往会是其腹地单元。

3.1.2 基于相对关联度法的腹地划分

运用相对关联度法划分目标城市网络腹地(图5),经观察可以发现:①基于相对关联度法所划分的上海市网络腹地范围仍基本覆盖整个长三角区域,但其腹地单元数量大大增加,这些城市主要分布于省际交界地带以及省域边缘地区,并在区域经

济发展中处于落后地位,与此同时,南京、合肥以及杭州三市已不在上海市腹地范围内;②苏州网络腹地不仅突破了省域边界,其影响范围甚至扩展到整个长三角区域,腹地分布与上海网络腹地具有一定相似性;③南京、合肥以及杭州三市的网络腹地与绝对关联度法所得结果整体上差异较小,除杭州市在相对关联度法得出的腹地单元中增加了丽水市

外,南京与合肥网络腹地并无城市单元的增减。

相对关联度法强调城市联系的相对强度,核心城市间联系强度对比各自总关联度而言则呈现弱联系特征,那些联系绝对值较小而相对值较大的一般节点城市单元更有可能构成该城市的网络腹地。

3.1.3 两种方法划分结果的复合

将上述两种方法所得结果进行复合,并列出现目标城市网络腹地分类情况(表1),结合腹地划分结果可将5所城市分为两类。

一类为上海市与苏州市,两市三类腹地中均有城市单元,且其影响范围基本覆盖整个长三角区域,在腹地分布上具有相似性。上海市作为核心枢纽城市,具有较强的影响力,嘉兴、苏州、南通三市邻近上海,为其A类腹地城市,杭州、合肥、南京以及无锡为上海B类腹地,C类腹地包含了18所城市并分布于省际交界地带以及省域边缘地区,整体上上海市影响范围主要集中于浙皖两省。苏州市作为江苏省门户城市,在上海的强影响下,其腹地范围突破省域边界并扩展到整个长三角区域,同时苏州市与省内其他城市之间联系也较强,主要影响范围除沿江城市外还包含了省内北部边缘地区。

另一类为南京市、合肥市与杭州市,三市腹地单元主要分布于A类腹地中,且其腹地范围基本局限于所在省域。三市网络腹地除上海外,南京市因位于行政边界位置,受地理邻近性影响其腹地范围扩展到安徽滁州、马鞍山两市,杭州网络腹地覆盖全省,而合肥在省内却存在着影响盲区,可见三市作为省会城市其在区域内影响范围与强度也有着一定差别。

综合来看,城市网络腹地空间格局与前文人口流动网络结构特征遥相呼应。

3.2 城市网络腹地特征

3.2.1 不同城市腹地范围存在着交叉与重叠

随着城市影响力的不断扩张与重叠,空间边界的影响逐渐弱化,城市间的竞争合作关系使其影响范围相互交叉与重叠。上海地理影响范围基本覆盖整个长三角区域,其网络腹地与区域中心城市的腹地都存在着重叠。其中,苏州中心性仅次于上海并在地理上邻近上海,在其腹地单元中共有18座城市与上海市网络腹地重合,重合单元大多分布于沿江地区。同时,区域中心城市之间腹地范围同样存在着交织现象,位于苏皖省际交界地带的马鞍山与滁州左邻合肥,右靠南京,并与两市形成紧密联系进而成为两市的竞争腹地,湖州位于苏州杭州两市之间也成为二者共有的腹地单元。此外,江苏省内城市单元大多同时与南京和苏州保持着密切关联,从而成为两市共同的竞争腹地。

传统腹地研究往往通过引力模型、断裂点模型以及场强模型来界定中心城市腹地范围,每一个中心城市与其腹地城市单元构成向心式空间结构^[25],并形成明确空间边界,但在全球化、区域一体化背景下,空间组织表现为城市间水平多向联系的网络结构。城市也不再隶属于某一中心城市,其与多个城市之间形成紧密联系从而成为了几个城市共同的竞争腹地。

3.2.2 腹地单元往往邻近其所属的中心城市

人口流动主要呈现邻域渗透以及核心节点城市间双向流动特征,基于人流数据划分的城市网络腹地呈现出明显邻近性特征。这种特征在城市主要腹地单元即A类腹地中尤为突出。嘉兴、南通、苏州三市邻近上海并与之形成密切人口往来而成为上海主要腹地单元;苏州A类腹地共有6个城市单元,其中嘉兴、南通、上海、无锡四市分布在苏州四周并将其包围;南京、合肥、杭州三市A类腹地单元数量较多,其在地理空间上连续并分布于周围。也出现了一些嵌入式的“飞地型”腹地^[23],例如上海

表1 长三角中心城市网络腹地分类表
Tab.1 Classification for hinterworld of central city in the Yangtze River Delta

城市层级	中心城市	城市网络腹地		
		A类腹地	B类腹地	C类腹地
第一层级	上海	嘉兴、南通、苏州	杭州、合肥、南京、无锡	安庆、蚌埠、亳州、池州、滁州、湖州、淮北、淮南、黄山、丽水、连云港、马鞍山、衢州、台州、铜陵、温州、宣城、舟山
第二层级	苏州	嘉兴、南通、上海、无锡、徐州、盐城	常州、南京	蚌埠、亳州、池州、湖州、淮安、淮北、淮南、黄山、丽水、连云港、马鞍山、衢州、铜陵、宿迁、宣城、舟山
	南京	常州、滁州、淮安、连云港、马鞍山、南通、上海、苏州、泰州、无锡、宿迁、徐州、盐城、扬州、镇江		
	合肥	安庆、蚌埠、亳州、滁州、阜阳、淮南、六安、马鞍山、上海、芜湖、宿州		
	杭州	湖州、嘉兴、金华、宁波、衢州、上海、绍兴、台州、温州	丽水	

的腹地连云港,但这种现象只是少数。

地理距离往往是影响城市间人口流动的首要因素,城市间的人口流动行为一般会随着距离增加而减弱,相邻城市之间由于空间距离较短、生活习惯相近以及风俗文化相通也容易形成较为活跃的人口流动,因而城市网络腹地呈现出明显邻近性特征。

3.2.3 各城市网络腹地分布具有区域差异

腹地是城市对周围地区起主要影响作用范围的空间表征,不同地区城市的腹地范围以及结构形态千差万别。杭州市地理影响范围主要集中于省内东部丘陵以及北部平原地区,黄山、宣城二市与杭州相接,但其与杭州之间的人口联系微弱而并未成为杭州腹地,研究认为是省内西部地区的山地地形阻碍了两市与杭州之间的人口流动。同时,位于安徽江淮台地丘陵区的合肥与其周围城市之间人口联系密切,形成类似中心地形态的腹地结构;而上海地处长江和黄浦江入海汇合处,东濒东海,其城市网络腹地也只能向西延伸扩张。

城市腹地受到空间可达性以及地理区位影响表现出很强的区域差异,一方面,空间可达性与地区自然地理条件以及交通运输条件密切相关,地形、水体以及山地沟谷等构成的地理障碍与通道,是区域空间要素流动和路径形成的最为主要的基础条件^[31],自然地理障碍增加了要素流空间转移的成本,一定程度上会抑制山地以及水体两侧地区间的人口流动,从而限制城市腹地范围。另一方面,地理区位差异也会影响到城市网络腹地的分布以及结构形态。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文鉴于区域多核心的网络化趋势,在定量分析长三角地区人口流动网络结构特征基础上,采用两种关联测度方法并综合划分结果界定了区域内以上海、苏州、南京、合肥以及杭州为代表的中心城市网络腹地,并探讨网络腹地空间格局及其特征。主要结论如下:

①人口流动网络结构方面,长三角人口流动网络是以少数城市为核心、各城市联系紧密的无标度网络,具有显著层级特征,上海作为高位序城市,其流动人口吸纳能力相对不足,规模仍有上升空间;人口流动网络联系整体呈“Z”形空间分布。

②人口流动网络特征方面,长三角地区形成以

上海为核心枢纽,苏州、南京、合肥、杭州为区域中心的“一主四副”多核心结构;城市联系具有明显地理集中性与强烈空间差异;人口流动也呈现出很强的本地化特征,城市省际联系较弱。

③城市网络腹地划分方面,上海、苏州两市腹地基本覆盖整个长三角区域,且在腹地分布上具有一定相似性,南京、杭州与合肥三市作为省会城市,其网络腹地范围基本局限于所在省域,且其影响范围与强度在区域内也有着一定差别。

④城市网络腹地特征方面,长三角中心城市腹地特征与其人口流动特征相对应,城市网络腹地具有重叠性、邻近性特征,并存在区域差异。

4.2 讨论

需要指出的是,本研究仍存在一定的局限性。一方面,本研究以“空间相互作用”与“流动空间”理论为基础,人流作为沟通城市之间资源交换、资本流动与信息交流的重要载体可以说是城市网络关联体系的重要表征,因此选取了具有代表性的人流联系探讨城市腹地空间结构及其特征,但城市关联体系表现为人流、物流、资金流、信息流和技术流等多种要素的空间相互作用,仅基于人流联系的研究其结论可能存在一定片面性;另一方面,城市腹地范围并不是静止和一成不变的,其可能随着城市自身实力以及区域网络化水平的不断提升而处于扩张阶段,由于数据的可获取性问题,本研究仅以1年人口流动数据探究城市网络腹地格局,而未能基于动态视角分析近年来城市网络腹地的结构变化。随着信息技术的推进以及数据平台的完善,基于多要素流与多时间段的城市网络腹地研究将是未来研究的重要方向。

参考文献:

- [1] Chisholm G G. Handbook of commercial geography[M]. London: Longmans, Green and Co., 1932.
- [2] 顾朝林,刘志红. 济南城市经济影响区的划分[J]. 地理科学, 1992(1): 15 - 26.
- [3] 周一星,张莉. 改革开放条件下的中国城市经济区[J]. 地理学报, 2003(2): 271 - 284.
- [4] 王德,赵锦华. 城镇势力圈划分计算机系统的开发研究与应用——兼论势力圈的空间结构特征[J]. 城市规划, 2000(12): 37 - 41.
- [5] 周一星. 城市地理学[M]. 北京: 商务印书馆, 1995.
- [6] Castells M. The rise of the network society[M]. Oxford: Blackwell, 1996.
- [7] Taylor P. Urban hinterworlds: geographies of corporate service provision under conditions of contemporary globalisation [J].

(下转第133页)

- Sheffield [J]. *Geoforum*, 2000(31): 437 - 451.
- [16] Karen A D, Robert E L. 'Editors' review roundtable: Cities and the creative class[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2005, 71(2): 203 - 219.
- [17] 李双成,蔡运龙. 地理尺度转换若干问题的初步探讨[J]. *地理研究*, 2005, 24(1): 11 - 18.
- [18] 白光润. 应用区位论[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [19] 文嫣,胡兵. 中国省域文化创意产业发展影响因素的空间计量研究[J]. *经济地理*, 2014, 4(2): 101 - 107.
- [20] 李双成,蔡运龙. 地理尺度转换若干问题的初步探讨[J]. *地理研究*, 2005, 24(1): 11 - 18.
- [21] 王宇洁,仲利强. 杭州文化创意产业区的空间发展格局及空间影响[J]. *建筑与文化*, 2015(1): 141 - 143.
- [22] 马仁锋. 大都市创意空间识别研究[J]. *地理科学进展*, 2012, 31(8): 1 013 - 1 023.
- [23] 蒋海兵,张文忠,余建辉. 杭州生产性服务业的时空格局演变[J]. *经济地理*, 2015, 35(9): 103 - 111.
- [24] 马仁锋,王腾飞,张文忠,等. 文化创意产业区位模型与浙江实证[J]. *地理研究*, 2018, 37(2): 379 - 390.
- [25] 周尚意,杨鸿雁,孔翔. 地方性形成机制的结构主义与人文主义分析[J]. *地理研究*, 2011, 30(9): 1 566 - 1 576.
- [26] Christian H E, Bull F C, Middleton N J, et al. How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? results from the RESIDE study[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 2011, 55(4): 69 - 72.
- [27] Frank L D, Pivo G. Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single occupant vehicle, transit, and walking[R]. Paper presented at the 73rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 1994.
- [28] 江慧娟. 基于多源时空数据的城市社区宜居性动态评价方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2017.
- [29] 王振波,徐建刚,朱传耿,等. 中国县域可达性区域划分及其与人口分布的关系[J]. *地理学报*, 2010, 65(4): 416 - 426.
- [30] 向云波,张勇,袁开国,等. 湘江流域县域发展水平的综合评价及特征分析[J]. *经济地理*, 2011, 31(7): 1 088 - 1 093.
- [31] 李佳洺,张文忠,马仁锋,等. 城市创新空间潜力分析框架及应用[J]. *经济地理*, 2016, 36(12): 224 - 232.
- [32] 陈蔚珊,柳林,梁育填. 基于POI数据的广州零售商业中心热点识别与业态集聚特征分析[J]. *地理研究*, 2016, 35(4): 703 - 716.
- [33] 吴丹丹,马仁锋,张悦,等. 杭州文化创意产业集聚特征与时空格局演变[J]. *经济地理*, 2018, 38(10): 127 - 135.

(上接第48页)

- Geography, 2001, 86(1): 51 - 60.
- [8] Cheng Y, Legates R. China's hybrid global city region pathway: evidence from the Yangtze River Delta[J]. *Cities*, 2018, 77: 81 - 91.
- [9] 潘竟虎,石培基,董晓峰. 中国地级以上城市腹地的测度分析[J]. *地理学报*, 2008(6): 635 - 645.
- [10] 汤放华,汤慧,孙倩,等. 长江中游城市群经济网络结构分析[J]. *地理学报*, 2013(10): 1 357 - 1 366.
- [11] 孔凡娥,周春山. 广州城市腹地划分及变化研究[J]. *城市发展研究*, 2006(4): 7 - 12.
- [12] 冷炳荣,杨永春,李英杰,等. 中国城市经济网络结构空间特征及其复杂性分析[J]. *地理学报*, 2011(2): 199 - 211.
- [13] 潘竟虎,戴维丽. 基于网络分析的城市影响区和城市群空间范围识别[J]. *地理科学进展*, 2017, 36(6): 667 - 676.
- [14] 钮心毅,王垚,丁亮. 区域城镇体系中城市腹地划分理论模型的验证[J]. *城市规划*, 2018, 42(12): 9 - 16, 32.
- [15] 刘承良,余瑞林,熊剑平,等. 武汉都市圈经济联系的空间结构[J]. *地理研究*, 2007, 26(1): 199 - 211.
- [16] 王成新,郝兆印,姚士谋,等. 城市群时代中心城市的影响腹地界定研究——以济南市为例[J]. *人文地理*, 2012, 27(4): 78 - 82.
- [17] 曾舜英,陈忠媛. 基于Voronoi图的城市体系空间结构及吸引范围——以广东省为例[J]. *华南师范大学学报: 自然科学版*, 2017(1): 87 - 94.
- [18] 李涛,周锐. 长三角地区网络腹地划分的关联测度方法比较[J]. *地理学报*, 2016, 71(2): 236 - 250.
- [19] 王垚,钮心毅,宋小冬,等. 人流联系和经济联系视角下区域城市关联比较——基于手机信令数据和企业关联数据的研究[J]. *人文地理*, 2018, 33(2): 84 - 91, 146.
- [20] 韩艳红,陆玉麒. 基于时间可达性的城市吸引范围演变研究——以南京都市圈为例[J]. *人文地理*, 2014, 29(6): 95 - 103.
- [21] 张延吉,秦波,郑媛. 腹地范围与行政辖区吻合状况及其对县域经济的影响[J]. *地域研究与开发*, 2018, 37(1): 6 - 10.
- [22] 隆国强. 确定城市吸引范围方法的进一步探讨[J]. *城市问题*, 1988(1): 12 - 16.
- [23] 周一星,张莉. 中国大陆口岸城市外向型腹地研究[J]. *地理科学*, 2001(6): 481 - 487.
- [24] Green H L. Hinterland boundaries of New York city and Boston in southern New England[J]. *Economic geography*, 1955, 31(4): 283 - 300.
- [25] 赵渺希,唐子来. 基于网络关联的长三角区域腹地划分[J]. *经济地理*, 2010, 30(3): 371 - 376.
- [26] 王贤文,王虹茵,李清纯. 基于地理位置大数据的京津冀城市群短期人口流动研究[J]. *大连理工大学学报: 社会科学版*, 2017, 38(2): 105 - 113.
- [27] Limtanakool N, Dijst M, Schwanen T. A theoretical framework and methodology for characterising national urban systems on the basis of flows of people: empirical evidence for france and germany[J]. *Urban studies*, 2007, 44(11): 2 123 - 2 145.
- [28] 刘铮,王世福,赵渺希,等. 有向加权型城市网络的探索性分析[J]. *地理研究*, 2013, 32(7): 1 253 - 1 268.
- [29] 陆大道. 区位论及区域研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [30] Taylor P J, Derudder B. World city network: a global urban analysis[J]. *International Social Science Journal*, 2004, 31(4): 641 - 642.
- [31] 来逢波. 综合运输体系对区域经济空间格局的塑造与优化研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2013.