

基于人流活动特征的城市空间结构研究*

——以厦门市为例

Research on Urban Spatial Structure Based on the Characteristics of Crowd Movement: A Case Study of Xiamen

黄建中 胡刚钰 许晔丹 HUANG Jianzhong, HU Gangyu, XU Yedan

摘要 借鉴城市网络研究的理论与方法,基于LBS大数据,从人流活动特征的视角对厦门市的空间结构特征展开研究。以厦门本地人群、漳州人群、泉州人群和全国旅游商务人群4大类人群在厦门市内活动形成的网络体系来反映城市空间结构的实质特征,包括人流活动中心的分布,以及活动中心之间的关联特征等。研究表明,厦门市的中心体系具有“多点网络化”特征,外围组团对人群的分流作用尚不明显,本岛“一核独大”。组团内部的高强度联系中心包括商业中心、大型交通枢纽、大型住区、旅游景点、高校片区、工业园等,主要分布在厦门本岛。总体来看,厦门市多中心的空间结构尚未充分形成。厦门岛外4大新城不仅要在未来发展中致力于保证组团规模来增强独立性、尽量维持相对较高的职住平衡水平,构建综合服务齐全的“城市副中心”,还要承担“承内启外”的角色,构筑面向厦漳泉地区的发展“桥头堡”。

Abstract Drawing on the theory and method of urban network research, based on LBS big data, this paper studies the characteristics of spatial structure of Xiamen from the perspective of the characteristics of crowd movement. The network system formed by Xiamen local population, Zhangzhou population, Quanzhou population and national tourism and business population in Xiamen reflects the essential characteristics of urban spatial structure, including the distribution of activity centers and the correlation characteristics among these centers. The study shows that the central system of Xiamen has the characteristics of multi-point network, but the outside districts are not so strong. The Island is one core alone. The high-intensity connect centers include commercial centers, large-scale transportation hubs, large-scale residential areas, tourist attractions, university areas, industrial districts and so on, which are mainly distributed in Xiamen Island. Generally speaking, the multi-center spatial structure of Xiamen has not yet been fully formed. The study suggests that the four new towns outside Xiamen Island should not only devote themselves to ensuring the size to enhance independence, maintain a relatively high level of occupational-residential balance, and build a city sub-center with complete comprehensive services, but also assume the role of connecting the inside and the outside to build a bridgehead for the development of Xiamen-Zhangzhou-Quanzhou metropolitan area in the future.

关键词 人流活动特征 | 城市空间结构 | LBS大数据 | 厦门 | 厦漳泉

Keywords Characteristics of crowd movement | Urban spatial structure | LBS big data | Xiamen | Xia-Zhang-Quan

文章编号 1673-8985 (2019) 05-0062-06 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j.supr.20190510

作者简介

黄建中

同济大学建筑与城市规划学院,
高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室
教授,博士生导师

胡刚钰 (通讯作者)

上海同济城市规划设计研究院有限公司
工程师,硕士

许晔丹

新城控股集团
硕士

厦门市隶属福建省,市域面积1 699.39 km², 2017年常住人口达420万人。厦门与漳州、泉州并称“厦漳泉”,是闽南金三角经济区。在最新的《全国城镇体系规划(2016—2030)》中,厦门被定位为11个国家中心城市之一。厦门市呈“海岛+海湾”的空间形态

格局,本岛及岛外多个组团为城市多中心发展奠定了自然基础。目前岛外常住人口和建设用地已经超过全市的50%,在空间形态上,山海分隔的组团城市格局已经很清晰(图1)。但另一方面,空间形态的“多中心”是否意味着厦门真正实现了多中心空间结构的“空

*基金项目:上海同济城市规划设计研究院有限公司科研课题“基于交通情景模拟的大城市‘空间结构—交通模式’耦合与优化研究”(编号KY-2016-YB-07)。

间绩效”尚有待论证。本文基于LBS大数据,以厦门市内人流活动形成的网络体系来反映城市空间的结构特征。这些特征主要包括活动中心的形成和分布,以及各组团、各功能中心之间的关联特征。大样本的人流活动特征从城市空间使用者的角度反映了城市内部各功能组团的联系情况,为城市空间结构分析提供了新的视角。

1 相关研究回顾

城市空间结构是一个跨学科的研究对象,由于各个学科的研究角度不同,难以形成一个共同的概念框架^[1]。自20世纪60年代以来,诸多学者对城市空间结构的概念做了深入探讨。Foley, Webber等认为城市空间结构包括“形式”和“过程”两个方面。“形式”是指物质要素和活动要素的静态空间分布,如建筑或建成环境;“过程”是指要素之间的相互作用,如交通网络^[2-3]。Bourne概述了城市系统的3个核心概念:城市形态(Urban form),要素相互作用(Urban interaction),以及城市空间结构(Urban spatial structure)。其中城市空间结构强调了城市要素的空间分布和相互作用的内在机制^[4]。因此,形态的多中心并不能被直接视为真正的多中心结构,而要看要素组织、交通联系等内在机制是否呈现多中心化^{[5]24}。需要超越大城市“空间形态”本身而深入分析城市空间要素的联系和作用机制。

既往研究中,诸多学者从多个层面对城市空间结构进行了深入研究。如社会层面,对城市社会空间分异、居住空间分异等重大城市社会空间问题展开了实证研究,重视对动力机制和演变趋势的认识,特别关注城市中的弱势群体、城市中公共资源分配的空间公平问题^[6]。交通层面,较多研究集中在城市交通系统与土地利用两者之间的关系上,认为两者之间存在一种相互联系、相互制约的循环作用与相互反馈作用^[7-8]。也有学者将城市空间解构成不同的类型,对单一类型空间进行研究。如城市商业空间方面,研究认为城市

商业空间结构就是城市商业活动中销售和消费因素相互作用的动态平衡关系在商业业态及其等级、规模、组织等方面的空间体现^[9]。而城市生态空间方面,研究认为生态导向的城市空间结构研究总体上还处于一种理念引导与模式探讨的阶段,研究方法上主要以定性为主,生态导向下的城市空间结构优化技术是目前城市空间结构研究领域的要点^[10-11]。

总体来看,城市空间结构研究具有跨学科综合性的特点,推动其发展的动力实际上是我国高速发展的城市化。既往研究比较集中在宏观层面,从微观个体出发,自下而上探究城市空间结构特征的研究尚不多见。随着大数据时代的到来,大数据的应用为城市空间结构研究注入了新的活力,而厦门由于其得天独厚的岛内岛外空间形态而备受关注。如李峰清等运用LBS大数据深入解析了厦门市城市空间结构绩效^{[5]22};黄建中等运用LBS大数据,基于“职住平衡度”和“交通模式”两大要素模拟了不同情景下的厦门市空间运行状况^[12]。在此基础上,本文亦基于LBS大数据,以厦门市内人流活动形成的网络体系来反映城市空间的结构特征,尝试从城市空间使用者的角度揭示城市内部各功能组团的联系情况,为评价厦门市多中心“空间绩效”是否实现提供新的解答思路。

2 研究思路与数据来源

本文采用的是基于GPS定位嵌入的LBS(Location Based Service)位置服务数据。2016年6月13日—2016年6月26日期间出现在厦门市的共计3 079 752个独立手机终端用户被筛选出来,通过追溯这些用户过去3个月在全国的所有LBS轨迹,首先明确用户出现频率最高的城市作为其归属地,在此基础上展开用户居住地、就业地画像分析。

通过数据画像,辨识出居住在厦门的手机用户174.31万人,研究定义为厦门本地人群;两周内出现在厦门空间范围,并在全中国其他城市居住用户95.38万人,这部分人群可以判定为两周内出现在厦门旅游、商务、探



图1 厦门市行政区划图
资料来源:厦门市城市总体规划(2011—2020)。

亲的人口,约占手机用户总数的30%,可见,厦门作为国内外著名的旅游城市,来自全国各地的人流是厦门城市交通的重要组成部分,研究把这部分人群定义为全国人群;两周内出现在厦门,居住地在漳州、泉州的用户分别为16.51万人、21.78万人,这些人群代表了厦漳泉区域一体化的主体。

以上几类人群出于不同的出行目的,集聚的点和移动的路线有所不同,在城市内形成复杂的活动网络。通过将这几类人群的活动进行拆解和综合,集计每个交通小区的吸发总量,将吸发总量集中的地方定义为活动中心;而各活动中心的关联特征则通过OD联系来反映,以此刻画厦门市人群活动体系特征,并反映厦门市城市空间结构特征。

在地域范畴上,本文按照基本的空间格局和行政区划,将厦门市全域分为5个交通大区,分别为厦门本岛、集美、海沧、同安、翔安;然后在大区的基础上,以重要的区域性交通干道和功能板块为依据,划分47个交通中区;最后将中区按主干道进一步切分为257个交通小区(图2)。本文涉及的研究区域主要是交通大区 and 交通小区。

3 厦门市本地人群的空间活动结构特征

选取厦门本地人群一天的出行吸发总量分布来反映人群活动中心的分布情况;选取工作日5天的累计OD联系总量来反映人群出行网络联系。

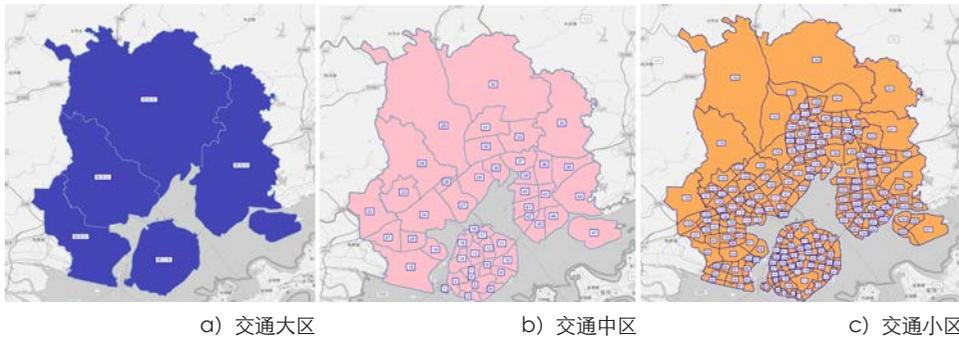


图2 厦门交通小区划分
资料来源:笔者自绘。

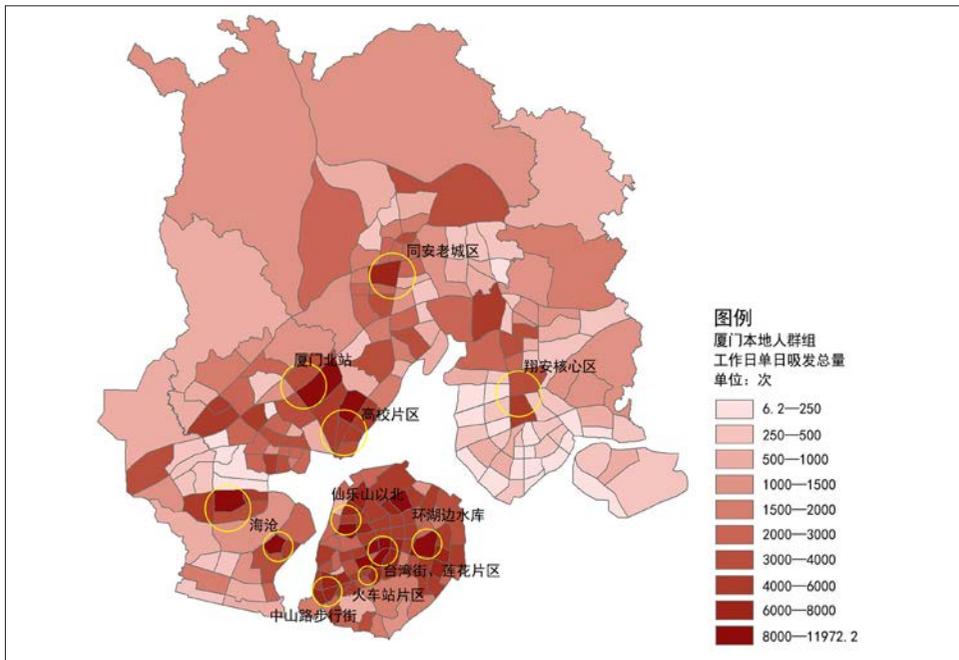


图3 厦门本地人群活动中心分布图
资料来源:厦门LBS大数据,笔者自绘。

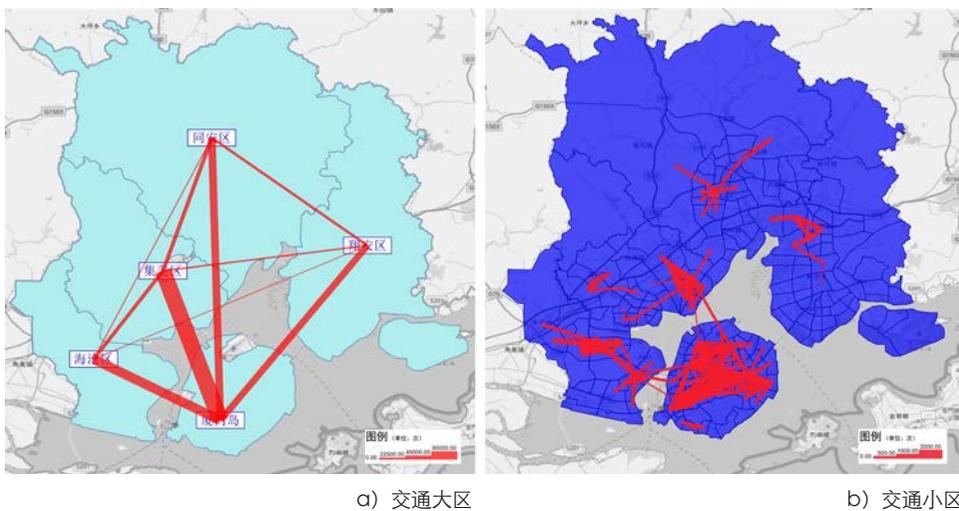


图4 厦门本地人群活动关联特征
资料来源:厦门LBS大数据,笔者自绘。

3.1 活动中心

在活动中心的空间分布上,本岛的集中强度明显高于外围地区。活动集中区域有3类:一是城市商业中心所在片区,如中山路步行街、台湾街、莲花等片区;二是大型居住社区,如环湖边水库、仙岳山以北等;三是大型交通枢纽如火车站片区。岛外的活动集中点相对分散,几个重要区域包括厦门北站、集美大学和华侨大学等形成的高校片区、海沧的工业园区和大型居住区、同安老城区、翔安核心区等(图3)。

3.2 关联特征

在交通大区层面,本岛与集美之间的OD联系明显强于其他大区,本岛对海沧次之,对同安、翔安联系相对较弱,外围4区之间的联系明显较弱。结合交通小区层面来看(仅显示前300个最大的OD对),厦门本岛的中心作用十分突出,是厦门本地人群活动的主要聚集地,外围组团的分流作用尚不明显。同时,外围组团之间的联系网络尚未成熟,对本岛核心的分流作用较弱。

厦门本岛内的OD联系主要集中在火车站、几个大型居住片区和商业片区之间,如中山路步行街、台湾街、莲花、环湖边水库、仙岳山以北等,形成网络化格局。厦门岛外4个区的OD联系大多以综合型生活服务区为中心向外围交通小区辐射,联系范围基本集中在大区内部。少数片区,如集美的厦门北站、高校片区,以及海沧的大型工业区、居住区较多接入本岛OD联系网络中(图4)。

4 全国人群组在厦门市的空间活动结构特征

本文把居住地识别在厦门、漳州、泉州以外的人群定义为全国人群组。LBS大数据表明,全国人群组累计约占手机用户总数的30%,因此对厦门城市空间有重要影响。选取全国人群组一天的出行吸发总量分布来反映人群活动中心的分布情况;选取工作日5天的累计OD联系总量来反映人群出行网络联系。

4.1 活动中心

在空间分布上,全国旅游、商务人群高度聚集在厦门本岛,且相比于厦门本地人群的活动集中程度更为明显(图5)。本岛活动集中的区域有3类,一是区域交通枢纽,如厦门高崎国际机场、厦门站、高崎站;二是著名旅游景点,如鼓浪屿、厦门大学、中山街、台湾街以及服务于旅游的交通枢纽,如国际邮轮中心等;三是大型居住及酒店区,如环湖边水库等区域。外围组团的几个集中区分别为厦门北站、集美大学和华侨大学等形成的高校片区、海沧的工业园区和大型居住区、同安老城区、翔安的核心区等。可以预见的是,由于厦门本岛著名旅游景区和服务设施的不可移动性,未来旅游人口大规模流入并聚集于本岛的趋势不会改变。

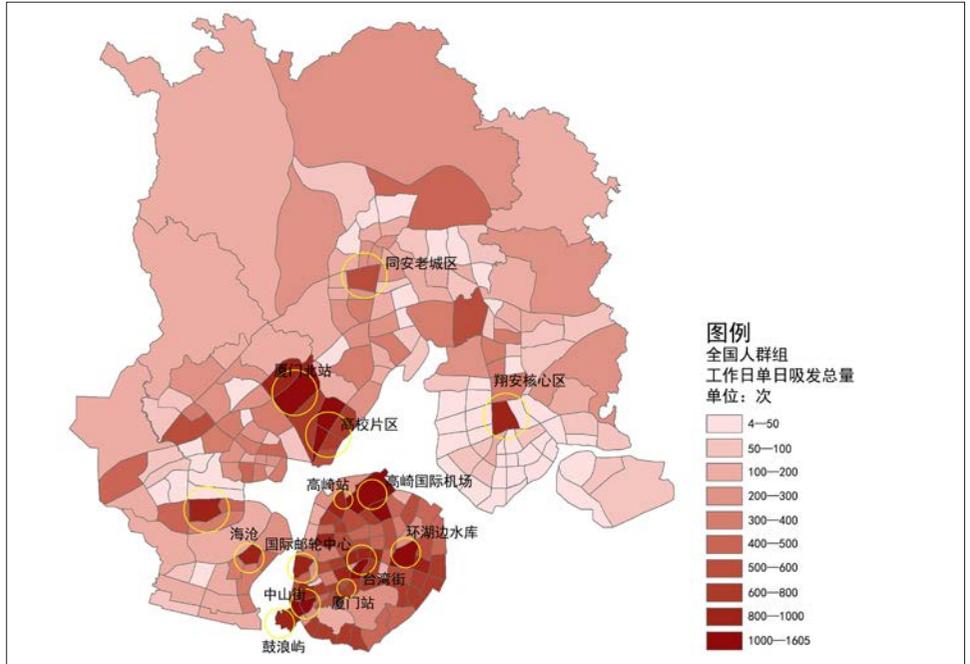


图5 全国人群组活动中心分布图
资料来源:厦门LBS大数据,笔者自绘。

4.2 关联特征

在交通大区层面,仍然是本岛与集美之间的联系最强。这与厦门北站设于集美,而全国人群的集散主要依赖机场和高铁站有着较大关系。此外,全国人群组在厦门岛外4个区之间的OD联系普遍较弱,厦门本岛的旅游服务资源以及服务资源的高度集中使得本岛向心特征十分突出。但是,随着高崎机场的搬迁,翔安新机场和相关重大交通设施建设的展开,未来旅游集散可能会逐渐向岛外转移,尤其是翔安与本岛之间跨海交通需求可能迅速增加(图6a)。

从交通小区层面看(仅显示前300个最大的OD对),厦门本岛的OD联系主要集中在西南沿海包括鼓浪屿、厦门大学等在内的旅游景点集中区,厦门站、高崎机场等交通枢纽区,以及配套良好的、交通方便的酒店、宾馆,一般位于景点周围和成熟的大型商业区内,总体形成多点网络化格局。岛外几个区的OD联系大多集中在大区内部的小区之间,联系比较密切的两处:一是厦门北站与集美大学、华侨大学等高校聚集区之间,推测可能由于高校对外交流较多,也是旅游人群的目的地之一,并且由于距离厦门北站很近,通常作为旅游第一站或最后一站;二是海沧工业园区与生活服务中心之间的联系,推测外来商务人群积极活动于海沧工业园

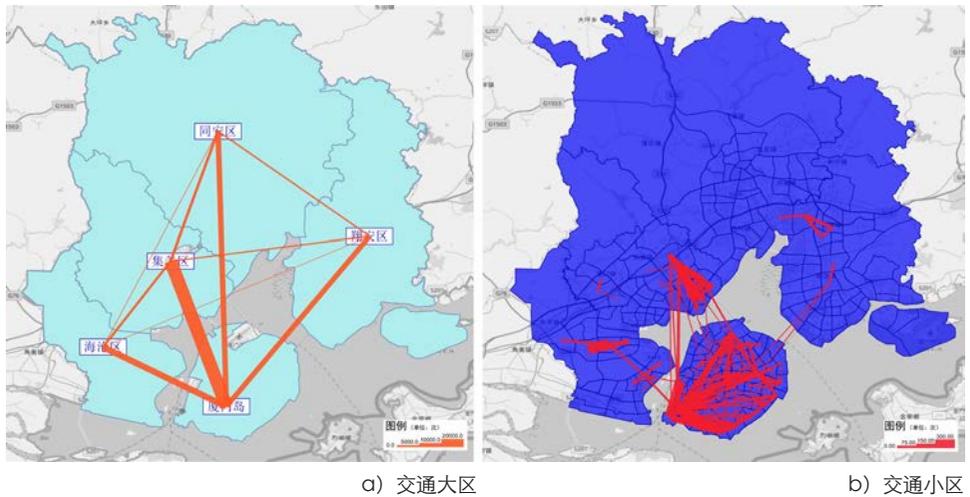


图6 全国人群组活动关联特征
资料来源:厦门LBS大数据,笔者自绘。

区。在本岛和外围组团的联系方面,以集美和本岛的联系最明显,主要方向是厦门北站和鼓浪屿、高崎机场之间,也符合交通大区层面的全国旅游商务人群集散预判(图6b)。

本文还对比了全国人群组在工作日和周末的OD分布与总量特征。结果表明,全国人群组工作日单日出行总量一般高于周末(表1)。可以推测,外来旅游人口并没有集中在周末,而商务人群的活动使得工作日的出行总量反

而更多。另外,周末与工作日出行OD分布特征极为类似,高强度的OD联系网络主要集中在本岛,说明对于全国旅游和商务人群而言,高频率出行所对应的出发地和目的地在周末和平时都是趋同的。

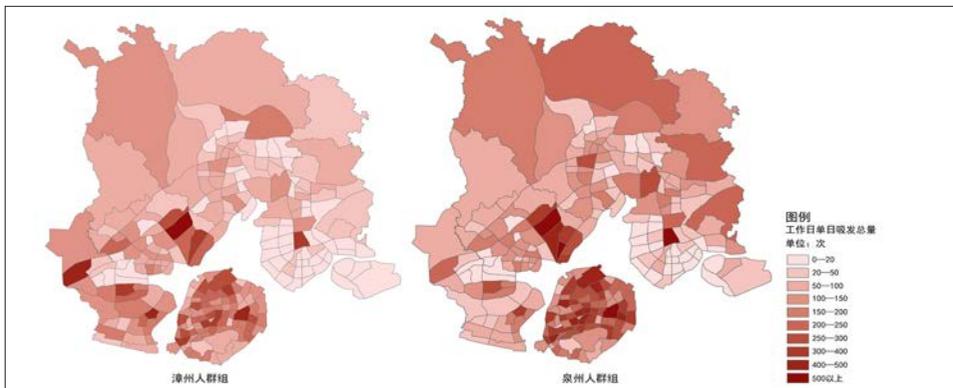
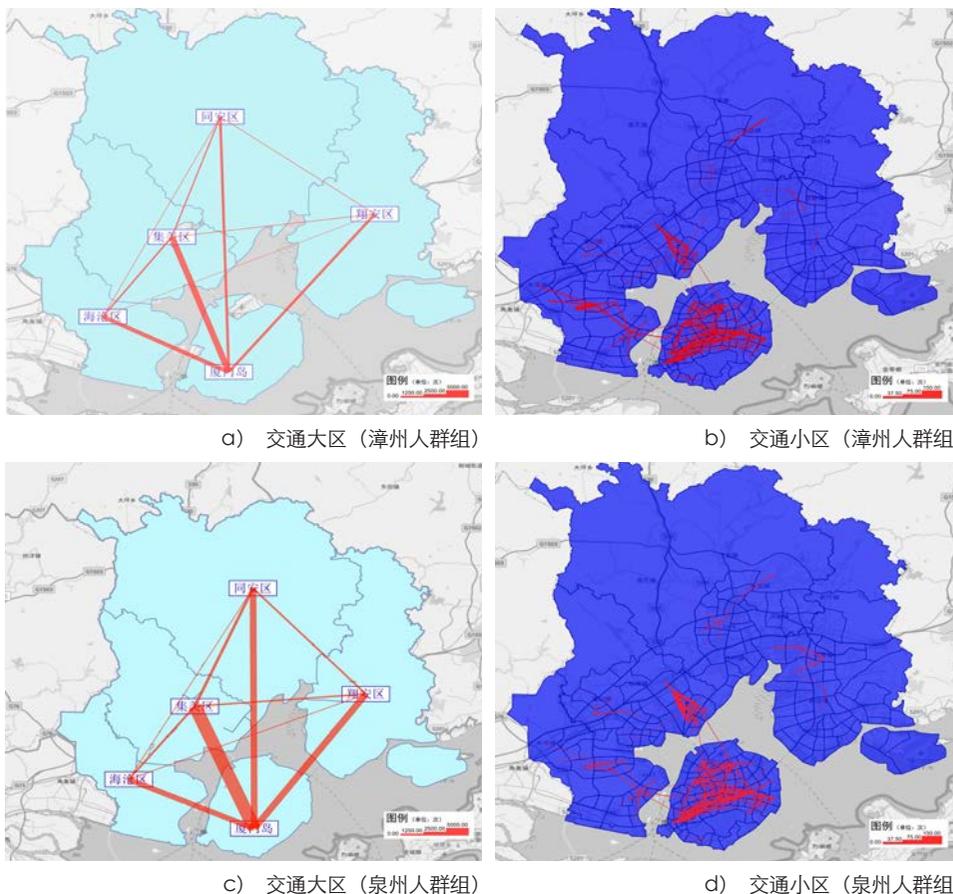
5 厦漳泉区域人群在厦门市的空间活动结构特征

相较于厦门本地人群及全国旅游商务人

表1 厦门各交通大区全国人群组工作日与周末单日出行抓取OD矩阵表 (单位:次)

交通大区	同安区		翔安区		集美区		海沧区		厦门岛	
	工作日	周末	工作日	周末	工作日	周末	工作日	周末	工作日	周末
同安区	1 280	1 277	255	244	475	438	144	114	930	822
翔安区	259	244	962	958	234	210	117	87	864	816
集美区	464	422	234	234	2 415	2 323	391	375	2 204	2 000
海沧区	135	100	115	87	395	384	951	841	1 086	978
厦门岛	922	849	872	778	2 268	2 018	1 060	937	13 412	12 226

资料来源:厦门LBS大数据,笔者自制。

图7 漳州、泉州人群组在厦门市活动分布图
资料来源:厦门LBS大数据,笔者自绘。图8 漳州、泉州人群组在厦门市活动关联特征图
资料来源:厦门LBS大数据,笔者自绘。

群,尽管漳州、泉州人群总量较少,但其在厦门的活动分布能够在一定程度上代表厦漳泉一体化发展的态势。

5.1 活动中心

分析显示,泉州人群在厦门市内的活动强度更大。漳州、泉州人群在厦门本岛的集聚地类似,主要包括中山路步行街、国际邮轮中心、高崎机场、火车站、环湖边水库大型居住区等。而在岛外地区,集美区的厦门北站、集美大学和华侨大学等形成的高校片区是两地人群共同的高密度活动区。漳州人群在地域更靠近的海沧区活动强度更大,具体包括海沧东孚镇、海沧工业园区和大型居住区等。而泉州人群在地域更接近的翔安区,这一特征并不明显,泉州人群在厦门的活动还是主要集中于本岛和集美(图7)。

5.2 关联特征

漳州、泉州人群组相对于厦门市和全国人群组来说,是一个较小的数量团体,因此OD联系总体强度并不大。在交通大区层面(图8a, c),漳州OD联系在本岛与集美之间最强,海沧次之。泉州人群活动强度更大,本岛和集美之间活动最频繁,其余几个区差距不大。在交通小区层面(图8b, d),两地人群的活动集中点几乎一致,难以看出差别,与厦门本地人群活动特征亦十分相似。

漳州、泉州人群到厦门的活动目的可能是短期商务出行或短途的旅游与消费等,但无论什么目的,厦门对区域人群的吸引主要还是集中在本岛。厦门本岛仍然是“厦漳泉一体化”的极核。厦门对区域人流的吸引力在一定程度上可以解释为厦门高品质的城市公共服务和宜居环境在厦漳泉地区具有显著的优势,并承担了部分人群的区域性高端生活服务功能。

6 结论与建议

6.1 主要结论

总体来看,厦门市本地人群、全国旅游商

表2 厦门市各类人群活动特征对比表

人群组	活动中心	跨组团主要联系方向	组团内部主要联系方向
厦门 本市	城市商业中心 大型居住社区 大型交通枢纽	本岛和外围组团之间 尤其本岛—集美	本岛商圈—住区—枢纽之间 岛外各区中心辐射
全国 其他	大型交通枢纽 著名旅游景点 大型居住社区	本岛和外围组团之间 尤其本岛—集美	本岛景点—枢纽—住区之间 集美/海沧中心辐射
漳州市	本岛/海沧/集美的 中心区	本岛—集美 本岛—海沧	本岛商圈—住区—枢纽之间 集美中心辐射
泉州市	本岛/集美的中心区	本岛和外围组团之间 尤其本岛—集美	本岛商圈—住区—枢纽之间 集美中心辐射

资料来源:笔者自制。

务人群、厦漳泉一体化区域人群(漳州、泉州人群)的活动中心的分布和活动网络格局各具特点,也存在部分共性(表2)。

各活动中心的分布与活动中心之间的OD联系共同阐释了厦门市网络化的空间格局特征。在本地人群、区域人群和全国人群的共同作用下,厦门市的中心体系具有“多点网络化”的特征。在交通大区层面,本岛—集美的联系最为密切,其余几个外围组团的发展建设还在进行中,对人群的分流作用尚不明显,本岛仍是“一核独大”。在交通小区层面,组团内部的高强度联系中心包括商业中心、大型交通枢纽、大型住区,典型的如中山路步行街、厦门火车站、高崎机场、环湖边水库大型住区等,还包括旅游景点、高校片区、工业园等,如鼓浪屿、厦门大学、海沧工业园等。这些核心节点空间大多还是分布在厦门本岛,外围组团仅集美区凭借厦门北站和高校,吸引到较多人群,海沧、同安、翔安的吸引力较为不足。因此,总体来看,厦门市多中心的空间结构尚未充分形成,形态上的“多中心”并未带来真正意义上的“多中心空间绩效”。

6.2 空间结构优化建议

由于旅游资源和岛内设施的不可移动性,旅游人口向岛内集聚的交通压力在未来不会减少。若延续这样的发展态势,随着漳州、泉州规模增长和区域融合发展进程的推进,厦门岛内将面临“岛外新城副中心跨海通勤”“厦漳泉一体化”“国内外旅游人流”增长的三重向心压力,未来岛内交通、过海通道

地区将更加不堪重负。因此,必须基于“空间绩效”的考量对外围新城地区的定位、能级和组团分工进行妥善的安排。

鉴于上述趋势,厦门岛外4大新城不仅仅要在未来发展中致力于保证组团规模来增强独立性、尽量维持较高职住平衡水平,构建综合服务齐全的“城市副中心”,还要承担“承内启外”的角色,构筑面向厦漳泉地区的发展“桥头堡”。从现实趋势看,尽管海沧地区目前仍然存在高比例的跨海就业,但上述地区的发展显然已经有助于“分流”漳州进入厦门的人流。翔安、同安新城发展也应当面向泉州,辐射和服务区域发展,由于泉州的经济繁荣度相对漳州更高,因此更接近泉州的“翔安副中心”可能应当被赋予更重要的规模能级和更齐备、高端的公共服务功能,以满足区域一体化发展对维系厦门岛内—岛外城市空间绩效的要求。■

(感谢同济大学赵民教授对本论文的指导和帮助,感谢上海同济城市规划设计研究院有限公司“厦门城市空间形态与结构研究”项目课题组对本论文的大力支持。)

参考文献 References

- [1] 唐子来. 西方城市空间结构研究的理论与方法[J]. 城市规划汇刊, 1997(6): 1-11.
TANG Zilai. Description and explanations of urban spatial structure: a review of research developments[J]. Urban Planning Forum, 1997(6): 1-11.
- [2] FOLEY D. An approach to metropolitan spatial

structure[M]//WEBBER M. Explorations into urban structure. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 1964.

- [3] WEBBER M. The urban place and the non-place urban realm[M]// WEBBER M. Explorations into urban structure. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 1964.
- [4] BOURNE L. Internal structure of the city: readings on space and environment [M]. Oxford: Oxford University Press. 1971.
- [5] 李峰清, 赵民, 吴梦笛, 等. 论大城市“多中心”空间结构的“空间绩效”机理——基于厦门LBS画像数据和常规普查数据的研究[J]. 城市规划学刊, 2017(5): 21-32.
LI Fengqing, ZHAO Min, WU Mengdi, et al. Polycentric mega-city and its mechanism of spatial performance: findings from Xiamen based on LBS and census data[J]. Urban Planning Forum, 2017(5): 21-32.
- [6] 易峥, 阎小培, 周春山. 中国城市社会空间结构研究的回顾与展望[J]. 城市规划汇刊, 2003(1): 21-24.
YI Zheng, YAN Xiaopei, ZHOU Chunshan. Urban social spatial structure research in China: review and prospect[J]. Urban Planning Forum, 2003(1): 21-24.
- [7] 董黎明. 土地利用——一个永恒不断的话题[J]. 国外城市规划, 2000, 15(1): 1.
DONG Liming. Landuse—an eternal and constant topic[J]. Urban Planning Overseas, 2000, 15(1): 1.
- [8] 毛蒋兴, 阎小培. 城市土地利用模式与城市交通模式关系研究[J]. 规划师, 2002, 18(7): 69-72.
MAO Jiangxing, YAN Xiaopei. Study on relationship between urban landuse pattern and urban transportation pattern[J]. Planners, 2002, 18(7): 69-72.
- [9] 仵宗卿, 柴彦威. 商业活动与城市商业空间结构研究[J]. 地理学与国土研究, 1999, 15(3): 20-24.
WU Zongqing, CHAI Yanwei. Research on commercial activities and urban commercial space structure[J]. Geography and Territorial Research, 1999, 15(3): 20-24.
- [10] 叶玉瑶, 张虹鸥, 周春山, 等. “生态导向”的城市空间结构研究综述[J]. 城市规划, 2008, 32(5): 69-74, 82.
YE Yuyao, ZHANG Hong'ou, ZHOU Chunshan, et al. Review of ecology oriented urban space structure[J]. City Planning Review, 2008, 32(5): 69-74, 82.
- [11] 王甫园, 王开泳. 城市化地区生态空间可持续利用的科学内涵[J]. 地理研究, 2018, 37(10): 1899-1914.
WANG Fuyuan, WANG Kaiyong. The scientific connotation of sustainable utilization of ecological space in urbanized areas[J]. Geographical Research, 2018, 37(10): 1899-1914.
- [12] 黄建中, 胡刚钰, 赵民, 等. 大城市“空间结构-交通模式”的耦合关系研究——对厦门市的多情景模拟分析和讨论[J]. 城市规划学刊, 2017(6): 33-42.
HUANG Jianzhong, HU Gangyu, ZHAO Min, et al. On the interconnection of spatial structure and traffic mode of mega-cities: multi-scenario simulation in Xiamen City[J]. Urban Planning Forum, 2017(6): 33-42.