

深圳城市出行空间结构研究

张茜¹ 段城江¹ 周典^{1,*} 王宇鹏¹ 郭莉² (1. 西安交通大学 人居环境与建筑工程学院, 陕西 西安, 710049; 2. 深圳市规划国土研究中心, 广东 深圳, 518040)

【摘要】居民日常出行既反映城市人口转移与集聚的真实路径,也体现着城市不同空间的使用强度差异。基于深圳第五次居民出行调查数据,研究从出行规模、出行时间和出行目的三方面分析城市居民出行的时空分布规律;并利用 SPSS 的 K-MEANS 聚类方法将市域 482 个交通小区划分为高热、次热、低热三类区域;由此识别出全市三级出行中心,三条出行走廊和五个出行组团,并将深圳城市出行总结为“多心多廊组团式”空间结构;最后从中心城区与外围郊区出行空间模式、城市出行中心与建成环境中心体系比较、五大出行组团发展差异等方面总结了深圳城市出行空间结构的特征。

【关键词】城市居民出行;城市空间结构;多心多廊组团式;深圳

【中图分类号】TU984

【文献标识码】A

0 引言

城市空间结构一直是城市规划研究的重要内容,随着“新数据环境”^[1]下研究资料和分析方法的不断更新,空间结构研究的对象也从静态的物质空间延伸到动态的城市使用空间^[2-4]。居民日常出行作为城市空间使用状况最直接的表征,不仅显示出城市人口移动与集聚的真实路径,也体现着城市不同空间差异化的使用强度,由此勾勒出一一种新的功能性的城市空间结构的研究方法。

近年来借助多渠道的具有定位信息的出行统计数据,不少学者从自下而上的个人使用视角出发,分析宏观尺度的城市空间结构特征,其研究可归纳为以下三方面:

第一,城市出行的基本规律。分析人群集聚度、离散度及集聚位置的时空变化规律^[5],并从不同区位空间的活动强度^[6]及不同类型活动的时空分布特征^[9-12]两方面探讨城市出行规律。

第二,城市中心识别及评价。多以地理学和形态学方法进行定量研究,依据出行规模和密度识别

城市中心及其等级体系^[13-14],并进一步分析中心区的功能和形态特征^[15],或对城市多中心体系发育状况进行评判^[16]。

第三,城市空间的功能组织。以居住、就业、游憩等单一或混合的城市功能区识别为主要目的,对微博签到信息进行文本分析^[17],或者依据上班、回家、休憩等活动错峰发生的特征,选取典型时间段进行出行密度分析^[18-20],研究功能区与各类 POI 数据间的相关性^[21-22],可发现城市活力空间的变化规律及其影响机制。

总体来看,有关城市出行空间结构的研究仍在初期探讨阶段。本研究的特点在于:1) 既往研究多采集手机、公交卡、自行车 IC 卡、百度热力图、微博签到等间接或局部数据,本研究直接引用更为全面准确的深圳城市出行调查数据;2) 将研究范围拓展至全市域,从出行规模、出行时间、出行目的等多维度出发,以聚类分析方法探讨城市出行的空间结构规律,并将其与物质空间结构进行比较研究。

1 研究对象及数据来源

以深圳市域为研究对象,总规将全市 8 个行政区和 2 个功能区并作 5 个分区进行研究,其中,福田、罗湖、南山为中心城区;宝安、光明为西部滨海分区;龙华、龙岗(西部)为中部分区;坪山、龙岗(东部)为东部分区;盐田、大鹏为东部滨海分区;后 4 个分区统称为外围地区或郊区。

基金项目:国家科技基础性工作专项(2013FY112500);深圳市规划国土发展研究中心政府规划师基金项目“深圳市多中心空间结构的演化特征及实施策略研究”

* 通讯作者:周典(1963-),男,博士,西安交通大学人居环境与建筑工程学院博导、教授、副院长。主要研究方向:建筑设计与设计方法、居住环境规划与设计、生态建筑设计、气候环境与城市规划。Email: Dian_z@mail.xjtu.edu.cn。

研究数据来自 2010 年深圳市第五次居民出行调查,以 2% 的抽样率获取了 9.8 万户,共计 22 万居民在工作日 24 小时内的 112607 份出行数据。每份数据均包含出发地、到达地、出行目的、出行方式、出行时间等信息,并与居民的居住地、工作地、收入等个人信息挂钩。为了研究方便,各类地点信息被统一划归到深圳市域的 482 个交通小区进行分析。

2 城市出行时空特征分析

分析城市出行的时空分布规律,主要目的是研究城市空间的日常使用状况。因此,本文以到达地为切入点统计各交通小区的出行数据,并采用热力图和 ArcGIS 中克里金插值等方法进行可视化分析。

2.1 出行规模

深圳不同交通小区之间全天总出行量的差距非常显著,沙头角的出行量最高,达到 755 次;马安堂的出行量最低,仅有 5 次;市域均值则为 234 次。整体来看,中心城区日出行次数普遍较高,且形成了南山、福田—罗湖等若干绵延分布的高值集聚区;外围地区日出行次数普遍较低,其高值区域量级降低,布局也较分散;此外,市域东南和中部的低山丘陵地带,出行活动强度显著弱于其他平原地区(图 1,本文部分插图见封二)。

进一步透过出行密度图(图 2)简化分析可知,居民出行活动呈现“局部集聚、圈层递减”的特征。全市域共形成了 5 个显著的高密度热点区,分别是中心城区的南山、福田—罗湖和外围地区的盐田、横岗、龙华,每个热点区外围圈层式围绕着次一级的低值区域,由此形成一个层级丰富的出行中心。当然,中心城区出行中心的活力更强,出行密度更高,因此其等高线分布更密集,坡度也更大。

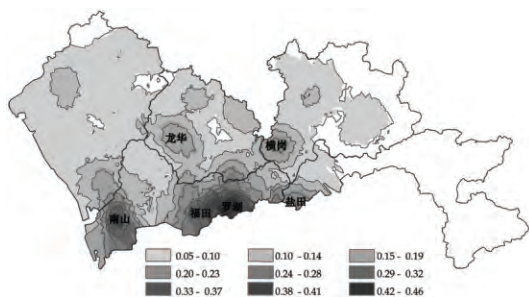


图 2 出行密度分布图(千次/ km^2)

图片来源:作者自绘

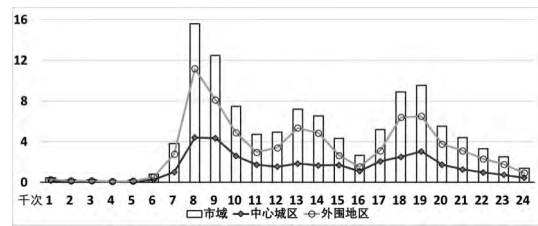


图 3 全天 24 小时的出行量变化

图片来源:作者自绘

2.2 出行时间

从时间维度(图 3)看,深圳具有早、中、晚三个出行高峰,在出行规模上,早高峰>晚高峰>午高峰。此外,外围地区呈现更明显的波动性和高峰出行特征;中心城区除早晚高峰外,维持相对稳定的中间状态。

对比全天出行密度热力图(图 4)可知,市域出行热点分布呈现“密集均衡—收缩弱化—同步回升—中心独聚”的时空演变特征。早高峰(8:00—9:00)时段,居民出行最为活跃,市域出行热点数量最多,布局密集,中心外围间相对均衡;此时以上班活动为主,因此热点分布也反映了市域就业格局。10:00—16:00 时之间,活力地区明显减少,出行量降至高峰时刻的一半以下,以致郊区不再具备显著的出行热点;中心城区原有的大面积高值集聚区也开始收缩拆分,最终汇聚到华强北、国贸、后海三个不连续的小范围热点区;其中,午高峰时(13:00—14:00 时)因回家行为增涨,郊区出行热点会短时增加。18:00—19:00 时晚高峰时段,大量人口返回居住地,中心城区和外围的出行热度同步回涨,此时也是中心城区与外围地区出行强度差异最小的时刻。20:00 时之后,城市进入夜生活时段,较多的娱乐消费活动出现,热点区再次向餐饮、休闲等商业功能发达的中心城区集中,外围郊区迅速进入出行蛰伏期。

2.3 出行目的

出行行为依据目的可分为 5 类:工作、回家、休闲(娱乐、商业等)、公共(就医、上学等)和其他。其中,工作(31.31%)和回家出行(39.82%)占绝大多数;中心城区公共出行比例更高,外围地区回家和休闲活动比例稍高,工作出行比例基本持平(图 5)。

总体看,几类出行均呈现中心化分布特征,形成了各自的高值集聚区,且其高值区域具有显著重叠性,如中心城区的国贸、华强北、后海、梅林、皇

岗,外围地区的横岗、盐田、沙头嘴、龙华、新安等。此外,各类出行活动依然具有明显的中心—外围差异,相对郊区而言,中心城区的高值集聚区活力更强,范围更广,分布更密集。

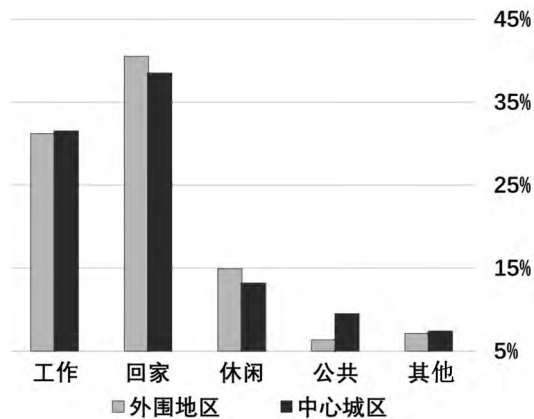


图5 五类出行的比例差异
图片来源: 作者自绘

具体看,几类出行行为除了规模和量级差异外,其高值区的分布格局和蔓延范围也有所不同(图6)。其中,工作和回家的出行密度位于相似量级;但回家的热点目的地更加分散均衡,不仅在中心城区形成了范围广阔的居住热点区,郊区亦形成了西乡—新安、龙华—民治、观澜、沙井、布吉、龙岗等大规模居住组团;工作出行目的地的活跃程度根据产业性质存在等级差异,中心城区的皇岗—华强北—国贸、南头—后海—蛇口属于市级商业办公核心区,外围的沙井、公明、龙华、横岗含有片区级商业中心,它们所提供的就业岗位密度高于城北和城西的郊区产业园区。休闲和公共活动的出行密度位于相似量级,且与回家出行的空间格局呈现明显相关性,说明这两类行为通常在各片区内部就近解决,区别在于公共出行的中心—外围差异更为显著,反映市域公共资源配置仍存在城郊不均问题;而休闲行为集聚特征最突出,其高值区蔓延范围最小,由此也说明了商业娱乐设施对区位的高度依赖性。

3 城市出行空间聚类分析

3.1 聚类方法

采用 SPSS 的 k-means 方法,对市域 482 个交通小区进行聚类分析(表2),以此作为识别深圳城市

出行空间结构的依据。参与聚类的指标共 19 项(表2),可分为出行规模、出行目的、人口规模 3 类,其数据均由深圳市第五次居民出行调查计算得出。通过聚类,深圳市域被划分为三大类出行空间,其中高热区和次热区又细分为 3 个亚级,低热区细分为 4 个亚级(表1)。

表1 k-means 聚类结果

聚类等级	交通小区数量	比例
一级高热区	12	2.5%
二级高热区	23	4.8%
三级高热区	34	7.1%
一级次热区	50	10.4%
二级次热区	78	16.2%
三级次热区	30	6.2%
一级低热区	85	17.6%
二级低热区	107	22.2%
三级低热区	39	8.1%
四级低热区	24	5.0%
总计	482	100%

3.2 聚类结果

解读空间聚类结果(图7)发现:市域高热区、次热区、低热区的面积分别占 9.7%、20.7% 和 69.6%;三类空间在出行规模和密度,工作和居住人口密度等方面体现出明显级差;高热区商业出行突出,次热区回家出行比例较大,低热区出行相对单一,目的混合度明显偏低(图8)。以下从空间布局、出行规模、用地性质等方面进行具体分析。

(1) 高热区

一级高热区是市域商业中心或交通枢纽,前者指华强北商圈,后者指新安、福永、公明、石岩、南湾、沙头角、葵涌等客运站所在地,它们承担着城郊之间的通行联系。这两类地区全天候处于出行高热状态,总出行量、工作和商业出行量、工作人口密度均领先其他区域,空间上以独立散点式布局为主。

二级高热区主体位于关内旧城区,如沙嘴、皇岗、东门、国贸、蛇口、南头等,也包括新安、西乡、民治、布吉等少量邻近二线关的地区。其空间区位相对集中,是市域建筑密度、出行密度、居住和就业人口密度最高的地区之一。用地性质以居住和商业为主,也留有不少城中村。内部职住平衡状况相对较差,调查居民中实现本地就业的仅占 39.3%。

三级高热区主要分布于郊区中心及其周边地带,如沙井、龙华、龙岗、坪山、西乡、公明等。空间上集中于市域外围,且布局相对均衡,用地性质以居住和商业为主,兼有少量工业。虽然其出行和人

口密度不高,但内部职住平衡状况较好,实现同地就业的居民达 66.9%,同时其商业出行比例和目的混合度较高。

表 2

各级聚类的指标平均值

聚类名称		高热区			次热区			低热区			
		一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级	四级
出行规模	全天出行量	668	464	519	303	301	285	165	104	51	79
	最高小时出行量	81.2	54.4	68.5	42.1	45.1	41.3	27.3	17.9	12	13.5
	最低小时出行量	1.2	1.2	1.1	1	1	2.3	1	1	1	1
	小时出行量中位值	27.9	19.5	21.8	12.8	11.9	12.3	6.8	4.5	2.6	4
	小时出行量标准差	21.8	14.3	17.7	10.6	11.4	10.2	7	4.9	3.2	3.4
	出行密度	0.27	0.41	0.18	0.33	0.11	0.15	0.1	0.05	0.02	0
	热点频率	4.25	1	2.09	0.12	0.36	0.17	0.01	0	0	0
出行目的	办公出行比例	30.2	29.5	28	28.7	33	29.8	34.3	34.1	55.5	23
	回家出行比例	32.6	38.7	35.9	40.6	41.2	40.8	37.2	50.6	26.4	66.7
	商业出行比例	20.3	16	20.3	12.2	13.6	13.6	12.1	7.4	7.4	5
	公共出行比例	6.5	8.1	6.7	10.6	6.2	8.6	9.3	4.5	5.9	2.4
	其他出行比例	10.5	7.8	9.1	8	6	7.2	7.1	3.4	4.8	3
	目的混合度	1.91	1.78	1.84	1.71	1.65	1.67	1.66	1.27	1.23	0.97
人口规模	居住人数	3.46	2.29	2.42	1.32	1.36	1.16	0.5	0.4	0.1	0.36
	工作人数	4.02	1.94	2.39	1.14	1.42	1.11	0.61	0.34	0.27	0.29
	居住且工作人数	2.37	0.9	1.62	0.46	0.77	0.53	0.22	0.18	0.04	0.19
	地块面积	3.8	1.24	3.44	1.04	3.38	2.99	2.34	4.19	4.21	23.13
	居住人口密度	1.14	2.0	0.8	1.38	0.47	0.55	0.29	0.18	0.03	0.02
	工作人口密度	2.02	1.73	0.8	1.23	0.51	0.58	0.38	0.14	0.11	0.01

备注: 表中出行量和热点频率以次计; 出行密度以千次/km² 计; 比例以%计; 人数以千人计; 面积以 km² 计; 人口密度以千人/km² 计

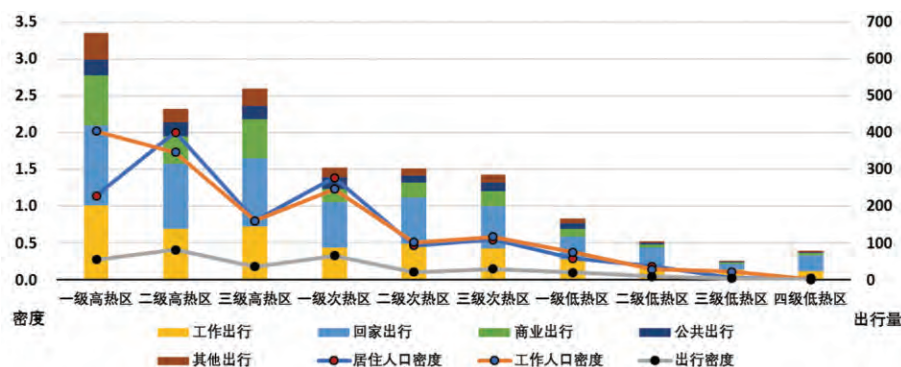


图 8 各级聚类空间出行量、出行密度及人口密度均值

图片来源: 作者自绘

(2) 次热区

次热区基本上围绕高热区分布,且呈连片蔓延态势。一级次热区主体在关内新城,包括洪湖、翠竹和围岭三个公园周边的大片居住区,以及景田、梅林、南头、蛇口等地的现代化社区,其生活及公共配套设施完善,居住和就业人口密度均处于全

市前列。

二级次热区主体分布在外围郊区,其中,位于中部和西部滨海分区的以工业用地为主,位于东部和东部滨海分区的以居住用地为主。由此级别开始,各交通小区的出行密度和人口密度明显降低。

三级次热区多位于城市建成区向非建设区过渡的边缘地带,往往滨山临湖或靠近组团间的生态隔离带,用地性质以低密度住宅或特殊的公共空间为主,前者包括波洛菲诺、怡景花园、莲花山庄等一些别墅区;后者如世界之窗、锦绣中华民俗村、深圳大学和盐田港等。

(3) 低热区

一级低热区分两种情况,中心城区以公共管理和服务用地,以及高校和科研用地为主(含科技园);外围郊区以工业和居住混合用地为主。市域空间布局分散且均衡,出行目的以公共和上班偏多。二级低热区以郊区外围工业园和各组团间的隔离绿地为主,多以环带状格局分布在市域北部;此外,也包括东部滨海分区的一些景区和度假村。三级低热区多为港口、城市公园和一些生态保护区的边缘地带。四级低热区包括机场和以自然山体水库为主的非建成区。

4 城市出行空间结构及其特征

4.1 城市出行空间结构

结合出行数据分析和空间聚类结果,深圳城市出行整体呈现“多心多廊组团式”空间结构,共形成3级15个出行中心,3条南北向出行走廊和5个相对独立的出行组团(图9)。这种均衡、有序、开放的空间体系既由城市出行的时间距离成本和供需平衡机制等内在属性所决定,也受益于深圳全域相对发达的经济环境和成熟的物质空间规划体系。

(1) 三级出行中心

出行中心的识别主要依据空间聚类结果,并遵循以下原则:①每个中心必定包含一定数目的高热交通小区;②高等级出行中心内部层级体系更健全,所拥有的高热交通小区数目更多,覆盖范围也更广。

由此,识别出城市出行主中心2个,为福田—罗湖和南山;城市出行副中心7个,为宝安、沙井、光明新城、龙华、布吉、横岗和盐田;组团出行中心6个,为航空城、石岩、平湖、龙岗、坪山和葵涌。

整体来看,出行中心的空间布局相对均衡,分布密度也基本合理。而且,以中心城区为圆心,三级出行中心呈现明显的扇面圈层式分布特征:两个主中心居于内层;五个副中心位于中层;六个组团中心处于外层;而靠近珠江口的外缘又形成两个新

的副中心。

此外,各类出行的规模和密度会依据中心级别逐次降低;城市主中心的公共和工作出行比例较高,城市副中心的回家出行比例稍高,组团中心的休闲和其他出行比例较高(图10)。这说明各组团中心所在片区的中心外围特性强烈,导致其休闲和其他出行更加集聚化。

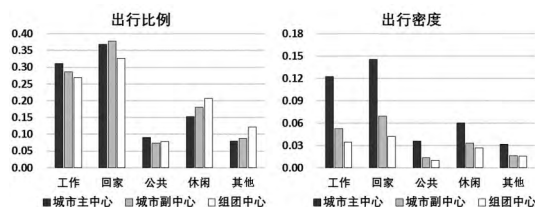


图10 各级出行中心的出行比例和密度

图片来源: 作者自绘

(2) 三条出行走廊

由中心城区向外放射,市域形成3条南北向的城市出行走廊:南山—宝安—航空城—沙井、福田—龙华—石岩—光明新城、罗湖—布吉—福冈—龙岗,它们反映着不同出行中心和组团间的出行联系。

相关研究^[24]也论证了这一点,2000年时,深圳跨区机动化出行绝大多数发生在罗湖—福田之间;但到2010年,除了中心城区内部,宝安、龙华、布吉、横岗与中心城区之间的跨区机动化出行也得到质性增强,由此导致这些郊区组团内部的机动化出行比例比10年前降低了30%~36%。

另一方面,城市出行走廊的方向和区位也与深圳交通体系现状和空间规划思路相吻合。深圳目前建成8条地铁线,而其中延伸至郊区的3条线路即指向沙井、龙华和龙岗方向;同样,深圳总规确立了东中西3条城市发展轴,也与城市出行走廊基本一致。

(3) 五大出行组团

市域形成中心、西部、中部、东部、东北5大出行组团,这既延续了总规的分区概念,也与深圳的地形地貌和建成环境格局基本吻合。五大出行组团之间通常由山体或防护绿带自然分割,组团内部则填充着各种湖泊、公园或生态区,由此在宏观和中观尺度都形成一种外向疏散的开放格局。五大组团范围涵盖了城市建成区和出行高热区及次热区

的主体部分,每个组团均由若干个高等级出行中心和低等级出行中心共同组成。因此,其外部相对独立,但内部自成体系。

4.2 城市出行空间结构特征解析

(1) 中心城区和外围郊区分别呈现“马赛克式”和“同心圆式”出行空间模式

放大到单一行政区或功能区尺度上,中心城区出行呈现“马赛克式”空间模式,外围郊区出行呈现“同心圆式”空间模式(图11)。

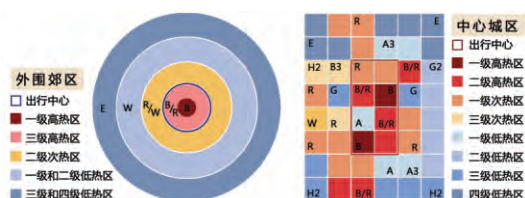


图11 中心城区和外围郊区的出行空间模式

图片来源: 作者自绘

对中心城区而言,不同类型的聚类空间相互镶嵌,拼贴成一个整体。其出行中心主要由一级、二级高热区和一级次热区的空间单元组成,兼有少量一级低热区空间单元,对应的用地性质主要是商业、商务、居住和公共管理;城区外缘则由一级次热区和各级低热区空间单元组成,用地性质更加复杂,比较特殊的如港口、高校和科研用地等。

对外围郊区而言,不同类型的聚类空间逐层外推,形成一种圈层结构。其中,出行中心由一级、三级高热区空间单元组成,用地性质以商业和居住为主;郊区外缘依次由二级次热区、一级和二级低热区、三级和四级低热区组成,对应用地性质也从居住向工业和非建成区逐渐过渡。当然,对不同郊区组团而言,不一定会出现全部5种圈层类型。

(2) 城市出行中心形成门槛较高,与建成环境中心体系存在局部等级错位现象

日常出行反映人们对空间具体而真实的使用状态,因此城市出行空间结构必定与城市物质空间结构具有显著相关性。但深入比较两者的中心体系会发现,城市出行中心体系与建成环境中心体系虽在空间格局上基本吻合,在等级配置上却存在局部错位现象。

深圳总规提出“三轴两带多中心的轴带组团式”空间结构,也将公共中心体系划分为3个等级,但除主中心之外,其余两个等级的公共中心构成与

城市出行空间结构有显著差异。具体来说,总规中的龙岗和坪山二级公共中心被降级为三级出行中心;沙井、布吉、横岗三级公共中心被提升为二级出行中心;观澜三级公共中心在出行结构中取消;新增宝安二级出行中心和石岩三级出行中心。

为解释上述差异产生的原因,特引入用地规划图、建筑容积率和PSFHI指数分布图(图12)进行分析。由用地规划可识别出城市功能中心,即商业商务、公共服务和居住等城市生活职能高度集中且混合的地区;由容积率可识别出物理层面的建筑中心,即每个片区开发强度和建设规模最大的地区;由PSFHI指数(即公共服务设施高度指数,由杨俊宴,史北祥等^[23-25]提出, $PSFHI = \text{街区内商业商务、公共管理和文体等公共服务设施总建筑面积} / \text{总用地面积}$)则可识别出真实建成的城市中心区。

将它们与出行空间结构进行对比,会发现相比建成环境,城市出行中心的形成门槛更高,既要满足硬件标准,又要符合功能需求。具体来说,建筑容积率高,意味着所承载的人口规模和密度更大,则出行的本体基数更充足;城市功能中心用地混合,意味着出行目的更多元化,整体吸引力高,总出行量也更大;公共服务设施密集,则能刺激公共、工作和其他出行行为发生——只有三者并存才有可能产生较高等级的城市出行中心。

因此,观澜、松岗、光明、坪山、龙岗、坪地、坑梓等街道或因人口集聚不足,或因功能开发不成熟,或因缺失公共服务设施,均未成为出行中心或中心等级被降低;反之宝安、沙井、布吉、横岗出行中心等级则得以提升;而石岩、葵涌成为三级出行中心,与其所在片区相对独立或偏远,而出行行为本身严格遵循时间距离成本规律有关。

(3) 五大组团发展具有阶段差异,整体呈现“南密北疏,西强东弱”的不均衡格局

对五大出行组团进行横向比较,会发现其现状发展阶段明显不同,各组团内部的出行中心数目、等级、规模和分布格局都有显著差异,由此也导致整个市域呈现“南密北疏,西强东弱”的不均衡格局。

其一,依据出行中心数量和等级,以及高热交通小区的密度和面积对五大组团的发展成熟度进行排序,则中心组团>西部组团>中部组团>东北组团>东部组团。处于绝对领先地位的中心组团自不

必说,外围郊区中发展最好的西部组团也拥有 3 个城市出行副中心和 2 个组团出行中心,其一级、二级和三级高热交通小区数量分别达到 7 个、3 个和 18 个;而对比之下,发展较慢的东北组团则缺乏一级高热交通小区,东部组团全部高热交通小区总数甚至只有 5 个。

其二,从出行组团的内外联系性看,西部、中部和东部组团与中心城市间的联系相对紧密,均形成了相应的出行走廊,东部组团则明显偏弱。此外,受制于地理环境限制,东部组团内部联系也明显不足,仅形成单线性的联系通道,不似其他组团构成了完整的闭合环路。最后,相对成熟的西部、中部等组团高热区和次热区的亚等级更丰富,分布较均质,空间格局也更有规律性,其内部会形成相对完善的热力层级梯度,其高热区、次热区、低热区之间通常构成相对稳定的金字塔型体系结构。

5 结论

本文从出行规模、出行时间和出行目的三个维度出发,分析深圳市域出行的基本规律后,利用空间聚类方法将全域 482 个交通小区划分为高热、次热、低热 3 大级别 10 个亚级,由此识别出 3 级 15 个出行中心,3 条南北向出行走廊和 5 个相对独立的出行组团,并将深圳城市出行总结为“多心多廊组团式”空间结构。

总体来说,深圳市出行空间结构是相对均衡、有序和开放的,优于我国大多数同级别的单中心团块状城市,这与深圳优越的经济条件和长期坚持的全域组团式开发思路有关。当然,由出行空间结构也能发现深圳城市开发中仍存在一些问题,如区域发展差异较显著,建成环境中心体系与出行中心体系存在局部等级错位,部分偏远地区缺乏具有带动效应的次级发展中心等。结合本文的研究结论,对深圳市未来城市发展提出两点建议: 1) 可参考城市出行中心,修正城市公共中心体系规划; 2) 应借助地铁等公共交通网络建设,强化不同出行中心和组团间的通行廊道,并依托交通枢纽培育城市功能节点。

致谢: 本文研究数据采集得到北京大学 John Zacharias 教授的大力支持,在此表示感谢。△

【参考文献】

[1] 龙瀛,孙立君,陶遂. 基于公共交通智能卡数据的城市研究

综述 [J]. 城市规划学刊, 2015(3): 70-77.

- [2] 叶宇,魏宗财,王海军. 大数据时代的城市规划响应 [J]. 规划师, 2014(8): 5-11.
- [3] 宋小冬,丁亮,钮心毅. “大数据”对城市规划的影响: 观察与展望 [J]. 城市规划, 2015, 39(4): 15-18.
- [4] 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.
- [5] 柴彦威,申悦,陈梓烽. 基于时空行为的人本导向的智慧城市规划与管理 [J]. 国际城市规划, 2014, 29(6): 31-37.
- [6] 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.
- [7] 吴志强,叶钟楠. 基于百度地图热力图的城市空间结构研究——以上海中心城区为例 [J]. 城市规划, 2016, 40(4): 33-40.
- [8] 刘冰,曹娟娟,周于杰,等. 城市公共自行车使用活动的时空特征研究——以杭州为例 [J]. 城市规划学刊, 2016(3): 77-84.
- [9] RATTI C, FRENCHMAN D, PULSELLI R M, et al. Mobile Landscapes: Using Location Data from Cell Phones for Urban Analysis [J]. *Environment & Planning B: Planning & Design*, 2006, 33(5): 727-748.
- [10] BECKER R A, CACERES R, HANSON K, et al. A Tale of One City: Using Cellular Network Data for Urban Planning [J]. *IEEE Pervasive Computing*, 2011, 10(4): 18-26.
- [11] MANFREDINI F, PUCCI P, TAGLIOLATO P. Toward a Systemic Use of Manifold Cell Phone Network Data for Urban Analysis and Planning [J]. *Journal of Urban Technology*, 2014, 21(2): 39-59.
- [12] LEE R, WAKAMIYA S, SUMIYA K. Discovery of unusual regional social activities using geo-tagged microblogs [J]. *World Wide Web-internet & Web Information Systems*, 2011, 14(4): 321-349.
- [13] BERTAUD A. The Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome Or Unforeseen Consequence? [J]. *Infection & Immunity*, 2004, 74(7): 43-60.
- [14] 李娟,李苗裔,龙瀛,等. 基于百度热力图的中国多中心城市分析 [J]. 上海城市规划, 2016(3): 30-36.
- [15] 钮心毅,丁亮,宋小冬. 基于手机数据识别上海中心城的城市空间结构 [J]. 城市规划学刊, 2014(6): 61-67.
- [16] 张晓云,谭兴业,殷健,等. 基于“形”和“流”的城市多中心体系实证研究——以沈阳市中心城区为例 [J]. 城市规划, 2016(51): 50-56.
- [17] 陈映雪,甄峰. 基于居民活动数据的城市空间功能组织再探究——以南京市为例 [J]. 城市规划学刊, 2014(5): 72-78.
- [18] 甄峰,王波,秦萧,等. 基于大数据的城市研究与规划方法创新 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015: 123-140.
- [19] JUKKA M. Krisp. Planning Fire and Rescue Services by Visualizing Mobile Phone Density [J]. *Journal of Urban Technology*, 2010, 17(1): 61-69.
- [20] Hauger D, Schedl M. Exploring Geospatial Music Listening

- Patterns in Microblog Data [J]. 2012: 133-146.
- [21] 韩昊英, 于翔, 龙瀛. 基于北京公交刷卡数据和兴趣点的功能区识别 [J]. 城市规划, 2016, 40(6): 52-60.
- [22] 张程远, 张淦, 周海瑶. 基于多元大数据的城市活力空间分析与影响机制研究——以杭州中心城区为例 [J]. 建筑与文化, 2017(9): 183-187.
- [23] 杨俊宴. 城市中心区规划设计理论与方法 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2013.
- [24] 史北祥. 亚洲城市中心区极核结构现象的定量研究 [D]. 南京: 东南大学, 2015: 27.
- [25] 杨俊宴, 吴明伟. 城市 CBD 空间形态量化研究——中国 CBD 发展量化研究之二 [J]. 城市规划, 2006, 30(2): 18-25.
- [26] 彭珂珂, 孙永海, 李智, 等. 2010 年深圳市居民出行调查与分析研究 [J] // 中国城市交通规划 2012 年年会暨第 26 次学术研讨会, 2012: 1465-1473.
- [27] 张亮, 岳文泽, 刘勇. 多中心城市空间结构的多维识别研究——以杭州为例 [J]. 经济地理, 2017, 37(6): 67-75.
- 作者简介: 张 茜(1990-), 女, 西安交通大学人居环境与建筑工程学院博士生。主要研究方向: 城市气候环境研究。
- 收稿日期: 2018-10-07

Study on the Spatial Structure of Urban Travel in Shenzhen

ZHANG Xi, DUAN Chengjiang, ZHOU Dian, WANG Yupeng, GUO Li

【Abstract】The daily travel of residents not only forms the path of urban population transfer and agglomeration, but also reflects the variety in use intensity of different urban spaces. Based on the fifth Shenzhen residents travel survey data, firstly, this paper analysis the temporal and spatial distribution of residents' travel behaviors from there dimensions of travel scale, travel time and travel purpose. The next step is to use K-MEANS clustering method supported by SPSS to divide the 482 city-traffic-zones into three types, as high heat area, sub heat area and low heat area, through which we can identify the urban travel centers of three levels, three travel corridors and five travel groups, and sum up Shenzhen as a multi-center, multi-corridor and clustered city on the basis of its travel spatial structure. Finally, the characters of this spatial structure are analyzed from three aspects: travel space models of urban central area and outer suburb, center systems comparison of urban travel and built environment, and development differences of the five travel groups.

【Keywords】Urban Residents Travel; Urban Spatial Structure; Multi-Center; Multi-Corridor And Clustered City; Shenzhen

深圳城市出行空间结构研究

张 茜 段城江 周 典 王宇鹏 郭 莉

(正文第 16-23 页)

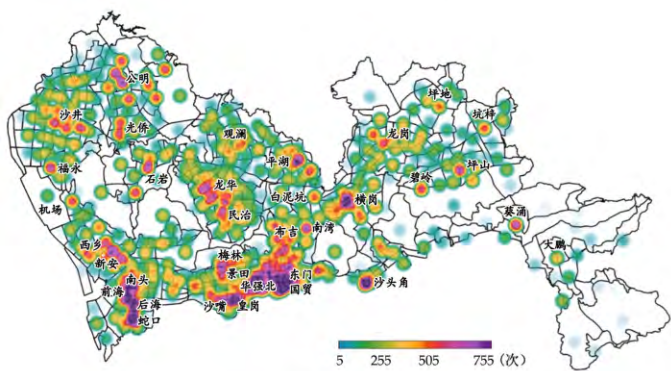


图 1 全天出行量分布图

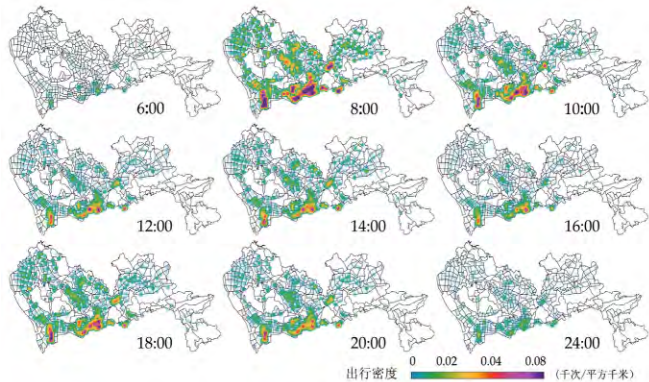


图 4 全天典型时刻的出行密度热力图

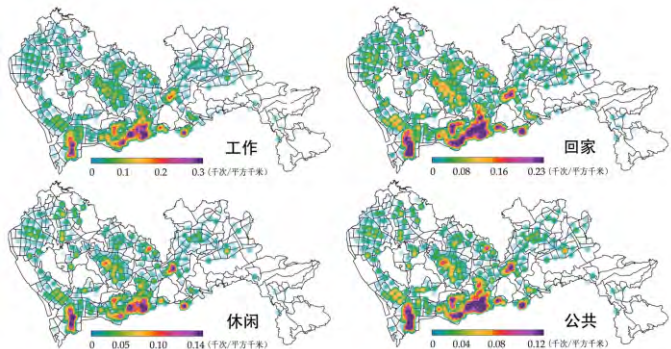


图 6 各类出行的密度分布图

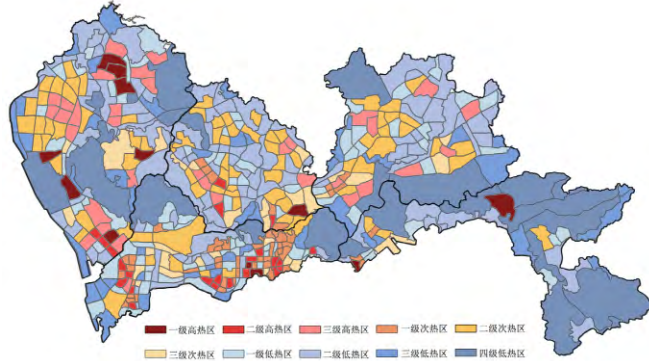


图 7 城市出行空间聚类图

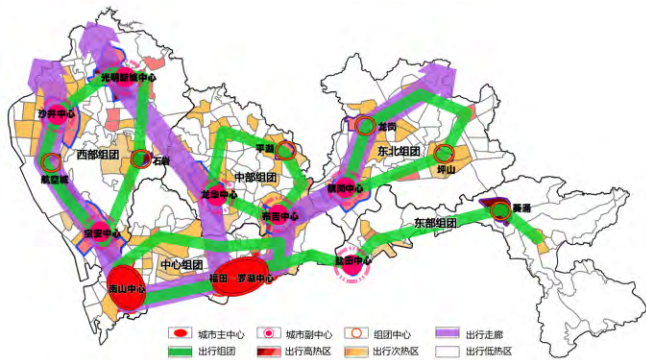


图 9 深圳城市出行空间结构图

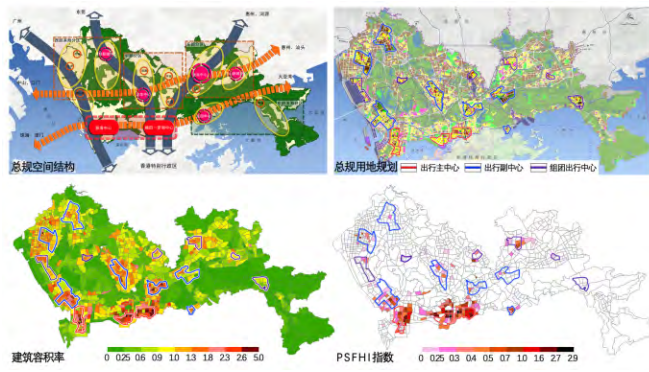


图 12 城市空间结构、用地规划、建筑容积率和 PSFUI 指数分布图