

面向智慧城市的共享单车出行时空特征研究

——以广州天河中心区为例

魏宗财, 莫海彤, 刘玉亭

华南理工大学建筑学院, 亚热带建筑科学国家重点实验室, 广州 510641

摘要 信息通信技术的快速发展和广泛使用推动了智慧城市的发展, 变革了市民的生产方式和生活方式。如何基于智慧技术, 精准识别社会需求, 实现供需的匹配, 是智慧城市研究的新内容。近年来出现的共享单车作为一种便捷、高效、绿色的新型出行方式, 普及度较高, 但相关研究成果较少。以天河中央商务区(CBD)为研究范围, 基于对研究范围内的共享单车在工作日和休息日的分布和使用情况的分析, 重点探究天河北、天河路、珠江新城等商业金融区的单车流动强度和出行的时空特征。研究发现, 在时间分布方面, 共享单车在工作日的出行具有早高峰特征; 而在休息日, 共享单车全天的出行较为平均, 高峰使用时段集中在午间和下午, 拥有更高的使用效率。在空间分布方面, 工作日共享单车的出行集中在广园快速路沿线的交通枢纽和教育科研功能区; 而在休息日, 单车则散布在外围的地区, 出行轨迹主要分布在中部的天河路商圈和南部的珠江新城商圈。同时, 单车在商业金融区整体呈现低流动、低使用的特征, 而共享单车出行密度较高的区域流动强度依然较低, 建议进一步通过构建智能反馈系统对单车的分布情况、流动性和用户出行的情况进行实时监控, 为科学、合理的单车调配提供参考, 并为共享单车的调配布局提出优化策略。

关键词 共享单车; 时空特征; 智慧城市

信息通信技术的快速发展和广泛使用推动了智慧城市的发展, 变革了市民的生产方式和生活方式。“高铁、移动支付、共享单车和网购”被誉为中国在现代的“新四大发明”, 显示出中国在智慧城市建设方面所取得的进

展。党的十九大报告中将“智慧社会”作为创新型国家建设的重要内容, 揭示出在新时代, 智慧城市并非仅仅是智慧技术进步表征的智能城市, 更应是技术向社会, 特别是人们生产和生活的全面渗透。面对新的形势,

收稿日期: 2018-06-30; 修回日期: 2018-08-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(41801150, 41801161, 41771175); 广东省哲学社会科学“十三五”规划项目(GD17YGL01); 广州市哲学社会科学规划课题(2018GZQN09); 亚热带建筑科学国家重点实验室开放课题(2018ZB13)

作者简介: 魏宗财, 助理研究员, 研究方向为智慧城市、住房与社区规划, 电子信箱: weizongcai@scut.edu.cn; 刘玉亭(通信作者), 教授, 研究方向为城市贫困、社区规划, 电子信箱: ytliu@scut.edu.cn

引用格式: 魏宗财, 莫海彤, 刘玉亭. 面向智慧城市的共享单车出行时空特征研究——以广州天河中心区为例[J]. 科技导报, 2018, 36(18): 71-80; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.18.008

智慧城市的规划建设和研究需从聚焦技术的作用和影响转向智慧社会的研究^[1-2],涵盖了智慧城市内部的空间、功能关系、城市间网络的形成及居民主观需求的智慧识别与供给^[3]。有学者认为,基于信息技术建构的智慧城市是人类走向更美好城市文明的一种状态^[4]。但总体来说,既有对智慧城市的研究偏重于探讨技术智能对城市运行和建设的影响和作用,但智慧城市不等于智能城市,其建设涵盖了空间、经济、社会、制度等多维的城市发展模式的变革,是否满足人们对美好生活的需求更是重要的检验标准。故需从更为广泛的视角去深入探讨智慧城市的建设。

近年来,随着移动互联网技术的发展和共享经济的崛起,共享单车作为“互联网+共享模式”的产物^[5],以环保、便捷、低费用的新型出行方式迅速获得多方青睐,成为中国共享经济的典型代表。2014年,以ofo共享单车和摩拜单车为代表的共享单车依托于手机网络结算和无桩停放的模式在中国迅速兴起。据中商产业研究院研究成果,截至2017年12月,共享单车在中国用户规模已达2.21亿,占网民总体的28.6%。在日订单量上,全国市场日订单达到5000万单左右,ofo共享单车和摩拜单车分别达到2500万单和1630万单^[6]。可以说,共享单车对于解决城市交通出行的“最初和最后一公里”难题,重塑以慢行为主导的低碳交通,推动城市可持续发展具有重要作用。共享单车数据中携带的海量、动态、精准的位置信息使得运用大数据进行智慧城市交通管理成为可能。目前,ofo共享单车和摩拜单车两家企业已相继发布“奇点”和“魔方”城市慢行交通大数据平台,并与政府和相关企业、学者进行合作。可以预见,这将为挖掘共享单车出行的时空特征,并为单车实时调配、停放点规划配置等优化提供参考。

有关信息通信技术对交通出行的影响一直是城市研究的热点话题^[7-10]。国内外有关单车的研究主要集中在公共自行车方面,主要对发展历程和模式^[11-14]、出行时空特征^[15-16]、满意度评价^[17]、供需匹配^[18-19]、站点选址^[20]、建成环境影响^[21-22]等方面进行探讨。共享单车采取无桩式,与有桩式的公共自行车系统在运营模式、用户规模及所面临的问题上都存在较大差异。目前对共享单车的相关研究较少,且主要从共享经济的角度切入,内容集中在运营、监管、治理等方面^[23-27]。张泽华等^[25]从供给侧角度剖析共享单车分配不均、盗车霸车等行为,强调政府在适当干预方面的重要作用。秦铮等^[26]

认为,共享单车面临政府失灵和市场失灵双重问题,应该构建政府、市场、社会三方协同机制。在出行的时空特征方面,邓力凡等^[28]基于订单数据发现共享单车的出行存在潮汐性和单向性现象,认为这是引致其供给出现时空失衡的原因。但结合共享单车的分布、流动性和使用的时空特征对共享单车在某种用地类型的供需匹配关系分析还较少;现有研究多从城市角度进行特征描述,对城市片区尺度的分析较为欠缺。

因此,本研究使用广州市天河区中心区的摩拜单车数据,具体范围北至广州环城高速,南至临江大道,东至天府路,西至梅东路(图1),通过对工作日和休息日的共享单车的流动强度和模拟的出行轨迹进行时间统计和空间可视化分析,探究城区尺度及不同类型功能区尺度的共享单车流动和使用的时空特征,并进一步讨论其供需匹配问题,提出相应的优化策略,以期为实现共享单车的精准投放和调配、更好地满足市民的出行需求提供参考。

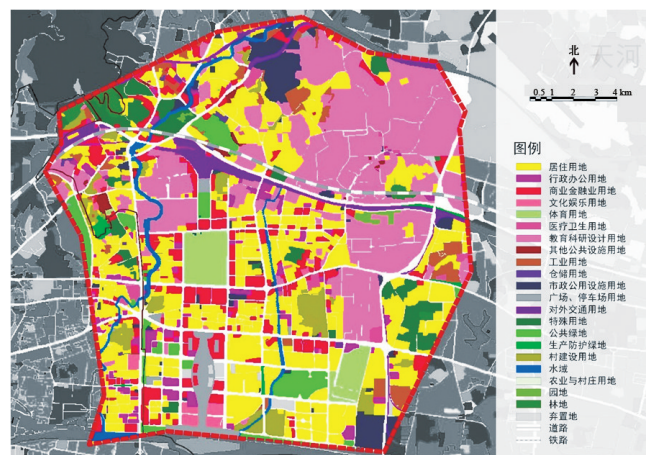


图1 研究范围的土地利用现状
(来源:根据《广州市城市总体规划(2011—2020)》中心城区用地现状图绘制)

Fig. 1 Land use map of the research scope

1 数据来源和研究方法

1.1 研究地区概况

广州市的共享单车数量在国内名列前茅。据广州市交通规划研究院和摩拜单车联合发布的《2017年华南区首部共享单车出行报告》,各共享单车企业在广州市已累计投放车辆70余万辆^[29]。选择天河中央商务区(CBD)为研究范围,具体原因包括:该CBD位居2016年中国国家级CBD生产总值第一名,集聚了超过100家总

部企业以及全广州70%的金融机构和90%的外资银行总资产^[30],囊括了天河北商圈天河路商圈和珠江新城商圈,是华南区重要城市景点,出行到访量增幅第一^[29]。研究范围主要包括商业金融(B)、教育科研(A3)和居住(R)3类用地功能区(图1)。在商业金融区,天河北商圈位于研究范围北部,包括东方宝泰购物广场和建国酒店等;天河路商圈位于研究范围中部,包括太古汇、天环、天河城等9大商业综合体,时尚天河等3个地下商城以及体育中心等3处文化场馆;珠江新城商圈则位于研究范围南部,拥有西塔商场、高德置地广场、高德汇、猎德中心商业裙楼等顶级消费商业,以及猎人坊、兴盛路等以美食玩乐为主的特色风情街^[31]。教育科研区位于研究范围的东北部,包括华南理工大学等7所高等院校以及广东省社会科学院等8处研究机构。居住区则涵盖了商品房、城中村、复建房等多种类型,在研究范围分散布局。

1.2 数据来源

研究所用数据为2017年10月31日、11月2日(工作日)以及11月12日(休息日)从摩拜单车app中采集的26.7万条共享单车分布数据,包括单车编号、经纬度、爬取时间等。考虑到共享单车出行的短距离性^[32],研究数据在全天每隔0.5 h采集一次,以更精确地模拟其出行轨迹,更全面地展示共享单车的时空分布。

1.3 分析方法

使用Excel和ArcGIS软件对原始数据进行数据清洗,并进一步获取单车的分布点和模拟的出行轨迹。首先,清理掉原始数据中在全部时间段中只出现过一次就驶出研究范围的单车。其次,通过Excel软件对各辆单车的经纬度进行计数,统计其平均流转次数,筛选出不同时段中流转次数低于均值和高于均值的单车分布点,此步骤用于获取不同流动强度的单车及其分布数据。再次,清除全天都未移动过的单车数据,并进一步将处理后的数据表转换为地理信息系统(geographic information system, GIS)点数据,运用线追踪间距工具生成模拟路径以模拟共享单车的出行轨迹。最后,使用密度分析工具对单车使用的时空分布特征进行量度,并分析研究范围内的共享单车流动强度和使用量(图2)。

对不同时间段、不同流动强度的单车类型和模拟生成的出行轨迹进行空间分布的耦合分析,时间段分为早高峰、晚高峰、全天和部分其他时间段;单车类型

分为流动强度低(流转次数低于均值)和流动强度高(流转次数高于均值);出行轨迹囊括研究范围在工作日和休息日的轨迹数据。

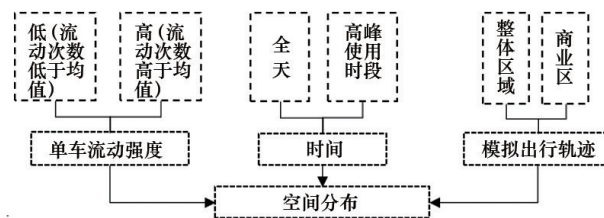


图2 研究设计框架

Fig. 2 Research framework

2 共享单车出行的时空特征

2.1 总体特征

2.1.1 时间分布特征

共享单车在工作日的出行集中在上午时段,而在休息日,共享单车全天的出行较为平均,高峰使用时段主要为午间和下午。具体而言,在工作日,共享单车的出行占比在9:00(除凌晨的单车调度)达到了全天的最高点(5.5%),并持续到11:00,故早高峰的出行时段为9:00—11:00(图3),稍滞后于广州市的交通早高峰(7:00—9:00),但在广州交通晚高峰时段的使用率较低(仅为2.3%),不及全天的平均水平,这反映出共享单车在工作日的出行并不存在晚高峰现象。在休息日,共享单车在上午的高峰出行时刻为7:00,占总量比重为4.9%,略低于工作日的早高峰数值,高峰时长也明显短于后者。观察发现可能是部分工作的市民仍需在周末上班所致;午间(11:00—14:00)的使用量保持较高水平,是全天的第一个持续的高峰期(除凌晨的单车调度外);晚高峰的出行时段为16:00—18:00,较广州的交通晚高峰稍稍提前,单车的出行占比较高(4.0%),这可能是下午购物消费、休闲和下班市民的离开行为引致(图3),详细原因尚需进一步调查。特别地,共享单车的使用量在工作日和休息日的凌晨(0:00—6:00)达到全天最高,初步访谈发现是由于共享单车企业在夜间调配和投放车辆。具体到商业金融、教育科研和居住区3类功能区出行的时间分布格局,商业金融区和居住区在工作日的出行要少于休息日,而教育科研区则相反(图4)。在工作日,教育科研区的出行占比最高,为52.3%;在休息日,居住区的出行占比最高(38.9%);而

商业金融区在工作日和休息日的出行占比均为最低,分别为11.4%和26.6%,具体原因有待进一步调查研究。

共享单车在休息日的流转次数(9.6次)多于工作日(5.1次),反映出其在休息日拥有更高的使用频率。对具体时刻作进一步分析,共享单车在工作日和休息日的不同时刻的使用效率亦存在显著差异。以流转次数

低于均值的单车为例,在工作日,共享单车的流动强度较低的时刻是上午和中午(7:00—14:00),而在休息日的时刻则为下午和傍晚(16:00—20:00)(图5)。共享单车企业将大量单车进行集中调配导致单车的流动强度降低,可能是上述现象产生的重要原因。

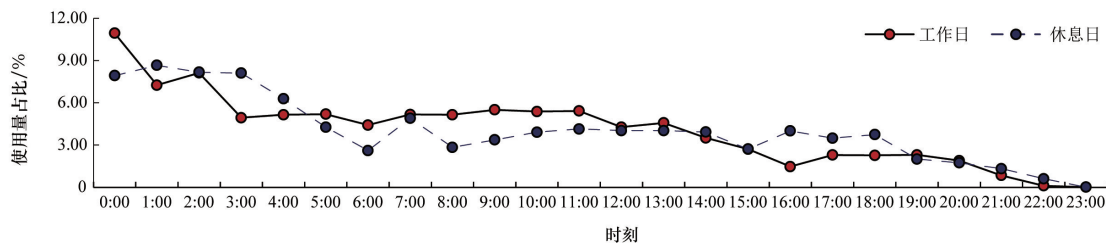


图3 共享单车分时段使用量占全天总使用量比值分布

Fig. 3 The proportion of travel of sharing-bikes at different times of the day

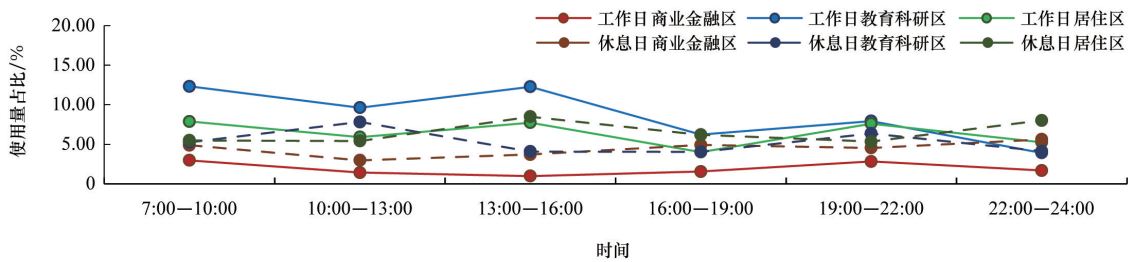


图4 三类功能区的共享单车分时段使用量占全天总使用量比值分布

Fig. 4 Proportion of travel at different times of the day among areas under three different land use

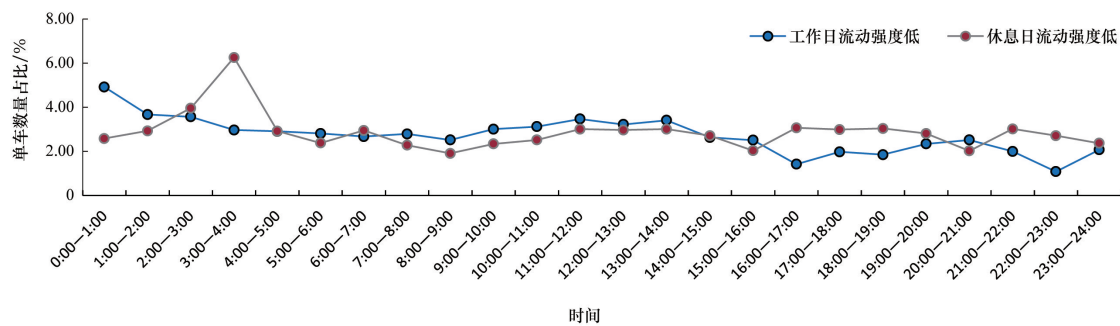


图5 不同流动强度的共享单车分时段数量占全天总数量比值分布

Fig. 5 Proportion of the number of sharing-bikes with different turnover rate at different times of the day

当前,共享单车的移动距离仍以短程为主,80%的共享单车的移动距离在1.6 km以内。其中,共享单车在工作日的移动距离(1.17 km)整体上略长于在休息日的移动距离(1.01 km)(表1),而在工作日和休息日的交通早高峰时段,共享单车平均移动距离(0.96 km,0.71 km)均短于其在交通晚高峰时的移动距离(1.04 km,0.76 km)。

2.1.2 空间分布特征

从共享单车流转次数的角度来看,在工作日,流动强度较高(流转次数高于平均值)的单车集中分布在广园快速路沿线的交通枢纽和教育科研功能区(图6(a))。在早高峰时段,流动强度较高的共享单车主要分布在广州火车东站和客运站的交接位置,初步调研发现由于该人行通道距离较长、交通流线复杂等原因

表1 天河区中心区共享单车移动距离(均值)分布

Table 1 Distribution of shared bicycle movement distance (mean) in central Tianhe District

单位: km

时间	早高峰(7:00—9:00)移动距离	晚高峰(17:00—19:00)移动距离	全天平均移动距离
工作日	0.96	1.04	1.17
休息日	0.71	0.76	1.01

导致出行市民多选择共享单车通行。在晚高峰时段,共享单车则集中在华南理工大学、华南农业大学等各高校,可能是师生密集的离校活动引致。流动强度较低(流转次数低于平均值)的单车则散布于研究范围的商业金融区和居住区内,在早高峰时段,该类型共享单车主要分布在北部的沙河顶(批发集散中心)、中部的体育中心及附近的商务办公中心;晚高峰时段共享单车则散布于各地铁站的附近,包括3号线的珠江新城、岗顶、天河客运站等站点,均是通勤人流密集的地区。

在休息日,流动强度较高的单车集中在教育科研

区和南部沿江地带(图6(b))。早高峰时段流动强度较高的单车集中在高校内部的食堂和主要的景观游览点,观察发现:主要是学生的早饭行为和游客的游览观赏出行所致。而在晚高峰时段,该类单车较多分布在校园周边的居民区和商业街。流动强度较低的单车则散布在中部和南部的居住区,早高峰时段单车分散在片区各处,特别是杨箕地铁站附近和江边的居住区;晚高峰时段则集中于中部各个地铁站附近。这可能是共享单车企业对部分地区的过量、集中投放所致,具体原因仍需进一步结合单车出行轨迹分布情况进行分析。



(a) 工作日

(b) 休息日

图6 不同流动强度的共享单车空间分布

Fig. 6 Spatial distribution of sharing-bikes with different turnover rate

从模拟的出行轨迹对共享单车的空间分布情况作进一步的探究发现,单车在工作日的出行主要集中于中北部的广园快速路两侧及东北部的高校地区(图7(a)),这与基于共享单车流转次数的分析结果相符。观察发现,由于该路段公交站点间隔较远且缺乏地铁站点,过往人流选择了共享单车来解决最后一公里的接驳问题。具体到早高峰时段,共享单车的出行主要分布在高校区和南北穿越快速路的人行通道,前者表

现为高校的师生在校园内的通行;后者可能的原因是快速路北侧以居住区为主,而南侧则是就业岗位集中的办公区域,通勤出行需从北到南穿越;晚高峰时段的出行亦集中在快速路一带。在休息日,共享单车的出行集中分布在天河路和珠江新城两大商圈(图7(b)),其中以体育中心、岗顶和石牌为核心的天河路商圈密度最高,该商区综合了商业、休闲娱乐等功能,市民的休闲消费行为较为活跃。

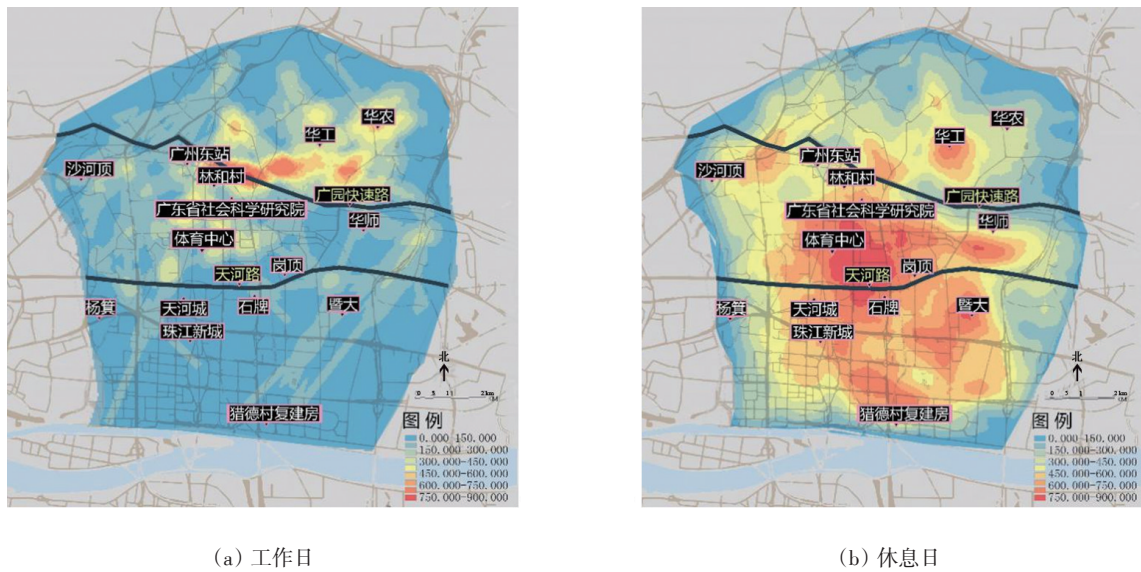


图7 研究范围共享单车出行密度图

Fig. 7 Travel density of sharing-bikes

综上,基于对流动强度和模拟出行轨迹两方面的分析,研究范围内工作日共享单车的分布和出行均集中在广园快速路一带;而在休息日,单车则散布在外围地区,但其出行轨迹集中在中部的天河路商圈。受文章篇幅限制,下文仅对商业金融区内共享单车流动性和出行的时空间分布特征作进一步的探究。

2.2 共享单车在商业金融区出行的时空间特征

商业金融区的共享单车出行在空间上具有高度集聚性。如上所述,在交通高峰时段,商业金融区是共享单车出行密度较高的地区,这在工作日集聚于以广州市体育中心为中心的商业区,而在休息日则集中在天河路、珠江新城等地区。研究发现,商业金融区的共享单车在工作日和休息日的出行高峰时段存在显著差异。在工作日,商业金融区共享单车出行的高峰时段为10:00—12:00、13:00—15:00和19:00—21:00,与广州市的交通早晚高峰时段不仅不一致,反而成互补态势;而在休息日,单车出行的高峰时段为7:00—9:00、16:00—18:00和22:00—24:00,并在22:00—24:00的时段达到全天(除凌晨)使用量的最高峰。总体来说,在该类功能区共享单车出行的高峰集中在下午和晚上。

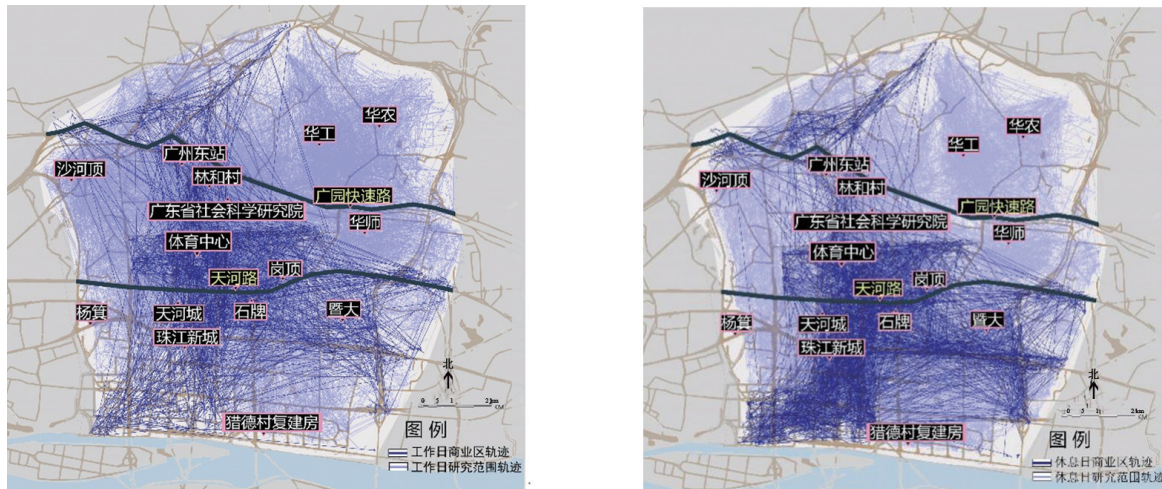
在工作日,商业金融区的出行轨迹集中分布在体育中心,并以此为中心向外扩散,散布在批发市场、城中村、复建房、大型交通枢纽及附近地区(图8(a))。研

究还发现,在出行高峰期时段,共享单车的分布呈现明显的沿地铁站周围的城市干道出行的特征,这与已有研究中提出的市民在使用共享单车时偏好选择主干道,存在较为明显的主干道>次干道>支路的特征结论相符合^[32]。具体而言,上午的共享单车出行高峰时段为10:00—12:00,出行轨迹主要分布在天河大厦等写字楼密集地区;午间的高峰使用时段为13:00—15:00,轨迹集中分布在东北侧;晚上的高峰时段为19:00—21:00,出行主要分布在林和西附近。结合流动强度进行分析(表2),天河路商圈的使用量偏高,但流动强度最低,可能与之前提到的共享单车企业在天河路商圈过度投放有关;天河北商务圈和珠江新城商圈的流动强度较高,可能会出现供不应求的情况。

在休息日,商业金融区的共享单车出行密度的最高值位于珠江新城、体育中心附近,并向外扩散至花城广场、六运小区等以餐饮和购物为主的地区(图8(b))。在高峰时段,单车流动强度较高的地方为各大型购物商场和商业、居住功能混合的街区。具体地,上午7:00—9:00集中在珠江新城;下午16:00—18:00分布在沿江一带、体育中心、跑马场、天平架附近;晚上22:00—24:00则分布在华夏路、体育西小区、天河路等以餐饮和底商为主的街区;这些街区的共同特点是居住和商业功能混合布局,内部有许多驰名和特色的饭店和网红店,是全市夜晚最具活力的地区之一。结合

流动强度进行分析(表2),珠江新城商圈的使用量和流动强度均较高,而天河路商圈的使用量偏高,但流动强

度依然最低;天河北商务圈使用量较低,但流动强度较高,匹配关系良好。



(a) 工作日

(b) 休息日

图8 商业金融区共享单车模拟轨迹空间分布

Fig. 8 Simulation trajectory of sharing-bikes in the commercial area

表2 不同商圈的建成环境和共享单车的流动强度、出行特征比较

Table 2 Comparison of built environment characteristics and flow intensity and usage of bike-sharing among different trading areas

商圈名称	周边区域	主导功能	标志性商业	流动强度、使用量	工作日			休息日		
					10:00—12:00	13:00—15:00	19:00—21:00	7:00—9:00	16:00—18:00	22:00—24:00
天河北商务圈	紧邻广州东站和林和西	商务宾馆、高档百货	东方宝泰、建国酒店	流动强度	高	中	高	高	中	高
				使用量	中	高	高	低	低	低
天河路商圈	邻近体育中心和地铁站	以商超百货为主	天河城、太古汇等	流动强度	低	低	低	低	低	低
				使用量	高	中	中	中	中	高
珠江新城商圈	紧邻花城广场、大剧院等	商务办公、百货	花城汇等	流动强度	中	高	中	中	高	中
				使用量	低	低	低	高	高	中

3 结论

智慧城市的规划和管理应以人为本、以城市空间智慧干预为理念,实现对城市资源配置能力的精准优化。故城市共享单车系统的实时调配和停放系统的规划要体现人本主义的思想,通过对共享单车大数据的实时监测和分析,发掘其当前时空分布和运行轨迹的特征,运用GIS对上述状态进行量度,智慧识别用户

的实时需求,为城市共享单车智慧精准调配和用户信息反馈系统的构筑提供参考,并为共享单车的调配布局提出优化策略,有利于城市慢行交通系统的进一步完善。

基于对研究范围内的共享单车在工作日和休息日的出行数据的分析,重点探究商业金融区的单车的流动强度和使用的时空特征。研究发现,在时间分布方面,共享单车在工作日的出行集中在上午,并未出现

一些研究提及的晚高峰特征;而在休息日,共享单车全天的出行较为平均,高峰使用时段集中在午间和下午,流转次数要多于工作日,使用效率更高。另外,共享单车的移动距离仍以短程为主。在空间分布方面,基于对流动强度和模拟出行轨迹两方面的分析,研究范围内工作日共享单车的出行集中分布在中心的广园快速路一带;而在休息日,单车则散布在外围的地区,但其出行轨迹集中于中部的天河路商圈。商业金融区呈现低流动、低使用的特征,工作日出行主要分布在以办公和城际交通为主的林和西和体育中心附近;休息日出行主要分布在以休闲娱乐为主的珠江新城和石牌桥一带,整体使用靠近天河路和珠江新城商圈。但天河路的共享单车在时间和空间上的供给与市民的实际需求存在显著不匹配的问题。

依托GPS定位技术和移动智能终端,对居民出行的时空间特征进行动态监测,识别骑行热点区域,并据此提出用车和停车等方面的引导和调控政策,优化共享单车的时空配置。建议在工作日酌情减少对天河路商圈的地铁站周边的单车投放,将更多单车调配到广州东站和林和西附近;在休息日根据天河路和珠江新城商圈共享单车的分布情况、流动性和用户出行的情况进行精准监测,并构建智能实时反馈系统对车辆的投放或调配进行实时指导,以精准匹配市民的使用需求。同时,共享单车企业在线向用户提供有关邻近的单车分布和流动性特征的实时信息,以辅助居民进行出行和活动决策。此外,企业通过对用户出行时空间特征的监测,结合附近道路特征,向用户提供可达性最高的停靠区域,并构建虚拟电子围栏,规范共享单车的使用和停放,推动城市管理的规范和可持续发展。

当然,本研究存在一些不足。目前采集的共享单车的分布数据只能模拟单车的出行轨迹,后续可使用更精确的订单数据进行研究。另外,模拟的用户出行轨迹只能反映用户对共享单车的部分需求,对单车使用者的潜在需求和满意程度也需要作进一步的深入探析。需要指出的是,受数据获取的限制,文中仅使用了3天的数据来研究共享单车出行的时空间特征,为了有效研究更一般的情况,未来仍有待更多、更连续的数据提供进一步的支撑。

致谢:本研究为广州市人文社会科学重点研究基地成果。感谢脉策数据研习社为本研究所提供共享单车数据。

参考文献 (References)

- [1] 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, Qing Xiao. The application of big data in smart city research and planning[J]. Urban Planning International, 2014, 29(6): 44-50.
- [2] 甄峰, 席广亮, 秦萧. 基于地理视角的智慧城市规划与建设的理论思考[J]. 地理科学进展, 2015, 34(4): 402-409.
Zhen Feng, Xi Guangliang, Qing Xiao. Smart city planning and construction based on geographic perspectives: Some theoretical thinking[J]. Progress in Geography, 2015, 34(4): 402-409.
- [3] 魏宗财, 甄峰, 席广亮, 等. 全球化, 柔性化, 复合化, 差异化: 信息时代城市功能演变研究[J]. 经济地理, 2013, 33(6): 48-52.
Wei Zongcai, Zhen Feng, Xi Guangliang, et al. Globalization, flexibility, composition, differentiation: study on the evolution of urban functions in the information age[J]. Economic Geography, 2013, 33(6): 48-52.
- [4] 王世福. 城市设计建构具有公共审美价值空间范型思考[J]. 城市规划, 2013, 37(3): 21-25.
Wang Shifu. Urban design as the way to establish space paradigm of public aesthetic value[J]. City Planning Review, 2013, 37(3): 21-25.
- [5] 刘欣萌. “互联网+共享模式”下单车市场的瓶颈与对策[J]. 交通财会, 2017(8): 57-62.
Liu Xinmeng. The bottleneck and countermeasures of "bicycle-sharing + Internet" mode[J]. Finance & Accounting for Communications, 2017(8): 57-62.
- [6] 中商产业研究院. 2018年中国共享单车行业研究报告[EB/OL]. (2018-03-23)[2018-06-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1595688116073469728&wfr=spider&for=pc>.
ASKCI Consulting Co., Ltd. 2018 Research report on Chinese sharing bicycle industry[EB/OL]. (2018-03-23)[2018-06-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1595688116073469728&wfr=spider&for=pc>.
- [7] Zhen F, Wei Z. Influence of information technology on social spatial behaviors of urban residents—Case of Nanjing City in China[J]. Chinese Geographical Science, 2008, 18(4): 316-322.
- [8] Wang B, Zhen F, Wei Z, et al. A theoretical framework and methodology for urban activity spatial structure in e- society: Empirical evidence for Nanjing City, China[J]. Chinese Geographical Science, 2015, 25(6): 672-683.
- [9] 甄峰, 魏宗财, 杨山, 等. 信息技术对城市居民出行特征的影响[J]. 地理研究, 2009, 28(5): 1307-1317.
Zhen Feng, Wei Zongcai, Yang Shan, et al. The impact of information technology on the characteristics of urban resident travel: Case of Nanjing[J]. Geographical Research, 2009, 28(5):

- 1307-1317.
- [10] 甄峰, 翟青, 陈刚, 等. 信息时代移动社会理论构建与城市地理研究[J]. 地理研究, 2012, 31(2): 197-206.
Zhen Feng, Zhai Qing, Chen Gang, et al. Mobile social theory construction and urban geographic research in the information era[J]. Geographical Research, 2012, 31(2): 197-206.
- [11] Demaio P. Bike-sharing: History, impacts, models of provision, and future[J]. Journal of Public Transportation, 2014, 12(4): 41-56.
- [12] Fishman E, Washington S, Haworth N, 等. 公共自行车文献综述[J]. 城市交通, 2014(2): 84-94.
Fishman E, Washington S, Haworth N, et al. A review of public bike research[J]. Urban Transport of China, 2014(2): 84-94.
- [13] 黄建德. 城市公共自行车系统发展研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
Huang Jiande. Research on the development of urban public bicycle system[J]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2013.
- [14] 潘海啸, 汤葐, 麦贤敏, 等. 公共自行车交通发展模式比较[J]. 城市交通, 2010, 8(6): 40-43.
Pan Haixiao, Tang Yang, Mai Xianmin, et al. Over review of bicycle transportation development in urban areas[J]. Urban Transport of China, 2010, 8(6): 40-43.
- [15] 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.
Liu Bing, Cao Juanjuan, Zhou Yujie, et al. A study on the temporal-spatial features of bicycle-sharing activities: A case of Hangzhou[J]. Urban Planning Forum, 2016(3): 77-84.
- [16] 郭素萍, 甄峰, 尹秋怡. 城市公共自行车出行时空特征分析[J]. 规划师, 2017, 33(6): 112-118.
Guo Suping, Zhen Feng, Yin Quiyi. Analysis on space-temporal characters of public bicycles[J]. Planners, 2017, 33(6): 112-118.
- [17] 钱佳, 汪德根, 牛玉. 城市居民使用市内公共自行车的满意度影响因素分析: 以苏州市为例[J]. 地理研究, 2014, 33(2): 358-371.
Qian Jia, Wang Degen, Niu Yu. Analysis of the influencing factors of urban residents to use urban public bikes: A case study of Suzhou[J]. Geographical Research, 2014, 33(2): 358-371.
- [18] 林燕平, 窦万峰. 基于网络模型的城市公共自行车需求量预测研究[J]. 计算机应用研究, 2017, 34(9): 2692-2695.
Lin Yanping, Dou Wanfeng. Research on demand prediction of urban bicycle sharing based on network model[J]. Application Research of Computers, 2017, 34(9): 2692-2695.
- [19] 张冰琦, 周杨, 李强, 等. 城市公共自行车租赁点配车量优化模型研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2016, 52(4): 506-511.
Zhang Bingqi, Zhou Yang, Li Qiang, et al. Optimizing the number of bicycles in a public renting station[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2016, 52(4): 506-511.
- [20] García-Palomares J C, Gutiérrez J, Latorre M. Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach [J]. Applied Geography, 2012, 35(1/2): 235-246.
- [21] Wang Y, Chau C K, Ng W Y, et al. A review on the effects of physical built environment attributes on enhancing walking and cycling activity levels within residential neighborhoods[J]. Cities, 2016, 50: 1-15.
- [22] 罗桑扎西, 甄峰, 尹秋怡. 城市公共自行车使用与建成环境的关系研究: 以南京市桥北片区为例[J]. 地理科学, 2018, 38(3): 332-341.
Luosang Zhaxi, Zhen Feng, Yin Quiyi. How built environment influence public bicycle usage: Evidence from the bicycle sharing system in Qiaobei Area, Nanjing[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(3): 332-341.
- [23] 宋雄伟. 城市共享单车的协商治理逻辑[J]. 中国青年社会科学, 2017(5): 1-4.
Song Xiongwei. Consultative governance of bicycle-sharing system[J]. China Youth University of Political Studies, 2017(5): 1-4.
- [24] 姜宁. 从“共享单车”的监管看政府如何在分享经济中发挥作用[J]. 河北学刊, 2017(4): 138-142.
Jiang Ning. How governments play their roles in the share economy in the perspective of bike-sharing[J]. Hebei Academic Journal, 2017(4): 138-142.
- [25] 张泽华, 林晓言, 张雅萍. 供给侧视角下共享单车现存问题经济本质分析[J]. 城市发展研究, 2017, 24(11): 83-88.
Zhang Zehua, Lin Xiaoyan, Zhang Yaping. The economic nature and solutions of bicycle-sharing[J]. Urban Development Studies, 2017, 24(11): 83-88.
- [26] 秦铮, 王钦. 分享经济演绎的三方协同机制: 例证共享单车[J]. 改革, 2017(5): 124-134.
Qing Zheng, Wang Qin. Synergy mechanism in the vision of sharing economy: Taking shared bikes for example[J]. Reform, 2017(5): 124-134.
- [27] 宋姝凝. 共享单车的法律监管问题研究[J]. 河南社会科学, 2017, 25(7): 67-70.
Song Shuning. Research on the legal supervision of shared bicycle[J]. Henan Social Sciences, 2017, 25(7): 67-70.
- [28] 邓力凡, 谢永红, 黄鼎曦. 基于出行时空数据的共享单车设施规划研究[J]. 规划师, 2017, 33(10): 82-88.
Deng Lifan, Xie Yonghong, Huang Dingxi. Bicycle-sharing facility planning base on riding spatio-temporal data[J]. Plan-

- ners, 2017, 33(10): 82-88.
- [29] 《2017年华南区首部共享单车出行报告》今日发布[EB/OL]. (2017-07-21)[2018-05-01]. http://www.sohu.com/a/159104201_756254.
2017 South China sharing bicycle trip report[EB/OL]. (2017-07-21)[2018-05-01]. http://www.sohu.com/a/159104201_756254.
- [30] 中国社会科学院城市发展与环境研究所. 国家级CBD第一名!《商务中心区蓝皮书》出炉[EB/OL]. (2017-09-14)[2017-05-02]. <http://gz.leju.com/news/2017-09-14/07466313880491045208377.shtml>.
Institute for Urban and Environmental Studies Chinese Academy of Social Sciences. First place among national CBD! The publication of blue book on central business district [EB/OL]. (2017-09-14)[2017-05-02]. <http://gz.leju.com/news/2017-09-14/07466313880491045208377.shtml>.
- [31] 网易房产. 珠江新城PK天河路 谁是称霸华南“第一商圈”[EB/OL]. [2016-08-15]. <http://gz.house.163.com/16/0813/16/BUC3B16P00873L40.html>
Housing.163. Zhujiang New Town PK Tianhe Road, who is "the first business circle" in south China[EB/OL]. [2016-08-15]. <http://gz.house.163.com/16/0813/16/BUC3B16P00873L40.html>
- [32] Koala. 成长的烦恼, 中国城市公共自行车乘数量全球第一的背后(上)[J]. 中国自行车, 2015(12): 78-81.
Koala. Growing pains. Behind the world's first largest number of urban public bicycles of Chinese cities[J]. China Bicycle, 2015(12): 78-81.

Spatiotemporal characteristics of bike-sharing: An empirical study of Tianhe District, Guangzhou

WEI Zongcai, MO Haitong, LIU Yuting

School of Architecture, State Key Laboratory of Subtropical Building Science, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China

Abstract With the prevalence of smart city, big data and sharing economy, bike-sharing as a mode of transport to lessen carbon dioxide, promote public health, and solve the problem of the first/last mile connection to other transition modes has been popular in China since 2008. This paper conducts a spatiotemporal analysis of bike-sharing in areas under different land uses, especially the commercial area, in Tianhe district, Guangzhou. The data used in this project consist of over 267 thousand sharing bikes recorded on two weekdays plus one weekend in October and November, 2017. Line tracking and density analysis tools are used in the geographic information system to simulate cycling tracks and carry out a spatial visualization analysis of different time and distance distributions of cycling flows during the day. Results show that, in the time aspect, travel of bike-sharing on weekdays happens mainly in the morning rush hours, while travel at the weekend could be more dispersed. In the space distribution aspect, sharing bikes on weekdays are centrally distributed along the Guangyuan expressway while at weekends, bicycles tend to spread out in the periphery, especially the Tianhe road and Zhujiang New Town trading area. The sharing-bikes in the commercial area are characterized by low turnover rate as well as low usage. The paper suggests that the future allocation of sharing bikes should meet the spatiotemporal characteristics of cycling. The present findings could be useful for bike-sharing enterprises and the authority who want to promote the use of sharing bikes, lower marginal operating costs and further encourage the practice of human-oriented planning that addresses citizens' everyday experience and quality of life.

Keywords bike-sharing system; spatiotemporal characteristics; smart city ●



(责任编辑 王志敏)