

共享单车出行的建成环境影响机制*——以上海市为例

The Impact Mechanism of Built Environment on Shared Bikes Travel: A Case Study of Shanghai

严亚磊 于涛 沈丽珍 YAN Yalei, YU Tao, SHEN Lizhen

摘要 共享单车在促进绿色出行的同时也给城市管理和建设带来挑战。以上海市为例,抓取摩拜单车出行轨迹及土地利用、道路网络、公共交通、服务设施等建成环境数据,构建回归模型,探索共享单车出行的建成环境影响机制。得出结论:街道尺度的人口密度、容积率促进共享单车出行,微观尺度的土地混合利用促进共享单车出行;共享单车与公交形成竞争关系,与地铁为共生关系,“地铁+共享单车”成为普遍的换乘模式;城市支路网密度提升可有效促进共享单车出行;共享单车出行与居住设施、教育设施、办公设施等通勤出行起终点的相关性较强。以期为营建有利于共享单车出行的建成环境提供相关建议。

Abstract Shared bikes have become an indispensable green way of urban travel, but they also pose many challenges for urban management and construction. Taking Shanghai as an example, the study captures the Mobike cycling track and built environment data, including land use, road network, public transportation, and service facilities. Regression models are estimated to explore the impact mechanism of the built environment on shared bicycle travel. Results show that the population density and floor area ratio with the street scale can promote shared bikes travel, and the micro-scale mixed land use also promotes shared bikes travel. The shared bikes form a competitive relationship with public transportation and a symbiotic relationship with the subway, and "metro + shared bicycle" becomes a common transfer mode. Local roads effectively promote shared bikes travel, and shared bikes travel is more relevant to commuting factors such as residence, education and office facilities. The study aims to provide advice on building a built environment that is conducive to shared bicycle travel.

关键词 建成环境;共享单车;绿色出行;回归分析;上海市

Key words built environment; shared bikes; green travel; regression analysis; Shanghai

文章编号 1673-8985 (2020) 06-0085-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20200612

作者简介

严亚磊

南京大学建筑与城市规划学院
硕士研究生

于涛 (通信作者)

南京大学建筑与城市规划学院,中国城市规划学会城乡治理与政策研究学委会
副秘书长,副教授,博士

沈丽珍

南京大学建筑与城市规划学院
副教授,博士

0 引言

共享单车又称互联网租赁自行车,是“市场主导、政府引导、公众参与”的全新公共服务供给模式^[1]。截至2018年,国内共享单车投放量已达到2 300万辆,总用户数量超过2.2亿。其在降低传统公共交通运载负荷、缓解交通拥堵的同时,也有利于公共健康、减少碳排放,已经成为不可或缺的绿色出行方式^[2]。与之

相对,共享单车也给城市管理带来诸多难题^[3],2017年,上海、北京等市纷纷颁布共享单车管理规范,摩拜开发智能“魔方”“需求红包车”,旨在规范共享单车的运营与管理。然而,共享单车问题更多源自建成环境的空间结构不合理^[4],政策完善与技术改进只能起到一定程度的缓解作用。在此背景下,明晰建成环境对共享单车出行的影响机制能够有效指导城市规

*基金项目:国家自然科学基金项目“中小城市高铁新城地域空间效应与机制研究——以京沪高铁为例”(编号51878330);中央高校基本科研业务费专项资金(编号090214380024);国家自然科学基金项目“智慧区域概念、评价指标与网络特征研究:以长三角为例”(编号41871160)。

划与建设,提高城市公共交通能力,促进居民绿色出行。

国内外学者研究发现自行车出行受到天气、地形等自然环境,年龄、性别、教育水平、家庭状况等个体属性,以及建成环境的影响^{[5]767, [6-8]}。自然环境、个体属性无法通过外在干预改变,而建成环境可通过主动式的规划建设来优化且具备长期有效性,因此许多学者开始关注建成环境对自行车出行的影响,研究发现在人口密度、土地开发强度、土地利用混合度等指标较高的地区,以及各种设施配套距离较短的地区,居民选择自行车出行的意愿增加^[9-10];道路连通性和自行车基础设施与居民自行车出行路径的选择直接相关^[11-12],并影响居民是否选择自行车出行,一般情况下,低等级道路、密集的交叉口有利于自行车出行^[13];与地铁站的接驳也促进了自行车的使用,但公交站点与自行车出行之间的关系并不明确^{[5]768},如南京、杭州等市公共自行车出行量与公交站点的密度呈负相关^{[14]338, [15]},这是因为二者的竞争关系大于互补关系;餐厅、零售商店、超市、学校等设施越密集,自行车的使用率就越高^{[14]338};居住、商业、工业等不同类型用地的公共自行车使用频率也不同^{[16]1330, [17]}。就研究视角而言,早期研究多为基于个体层面的问卷调查,验证个体居住区域的建成环境特征与自行车出行水平的相关性,但这种方法忽略了位于同一个地理单元内的个体自相关问题,对结果真实性造成一定影响;近年来,有学者开始利用公共自行车运营大数据,探讨公共自行车站点自行车使用率与周边建成环境的关系^{[14]334, [16]1326},研究方法以回归分析为主。

已有文献证实了土地利用、道路网络、公共交通和服务设施等建成环境要素与自行车出行的关联,但共享单车出行的建成环境影响机制研究还有待深化。首先,现有研究大多关注公共自行车站点的自行车出行量与建成环境之间的关系,而共享单车的无桩使用模式使其出行规律更加复杂。目前共享单车的相关研究集中在出行时空特征、数量配置和

空间调度、停车设施规划等方面^{[18]68, [19]1123, [20]},对于共享单车出行与建成环境的研究尚处于起步阶段。其次,学者们主要研究工作日与周末、工作日高峰时段与平缓时段等不同时间维度下共享单车出行的建成环境影响因素异同^{[21], [22]4},少有研究从建成环境的空间尺度入手,如在街道层面主要研究共享单车的总量调度问题,而在微观地块层面主要研究共享单车的过度集聚问题,两种尺度下建成环境对共享单车出行的影响机制可能不同。最后,现有研究很少考虑建成环境因测量范围不一致所导致研究结果的差异性,如罗桑扎西等^{[14]334}、孙艺玲等^{[16]1326}在研究公共自行车站点周围建成环境对公共自行车出行的影响时,分别测度了站点周围300 m、500 m、1 000 m半径内的土地利用、道路网络、公共交通站点等要素,导致所发现的自行车出行的建成环境影响因素并不相同,因此后续研究需要验证不同测量范围的建成环境对自行车出行的影响异同。

综上所述,本研究以上海市为例,爬取了摩拜共享单车出行大数据和网络开源的建成环境数据,利用ArcGIS空间分析工具构建了街道和微观200 m×200 m地块两种尺度的相关数据集,并在200 m×200 m地块构建3种测量范围的建成环境,运用SPSS回归分析探讨不同尺度、不同测量范围下的土地利用、道路网络、公共交通和服务设施等建成环境要素影响共享单车出行的异同点,为政府建设更利于共享单车出行的建成环境,管理、引导共享单车企业发展等提供建议。

1 研究方法

1.1 核密度估计

核密度估计是利用非参数估计,根据样本本身的特点来拟合点或线分布密度函数的方法。可以用来识别居民出行行为的空间集聚、热点区模式等,公式如下:

$$f(x) = \left(\frac{1}{nh}\right) \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

式中: $K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$ 为密度函数; n 为点的数量; x_i 为抽取的样本点; h 为带宽。随着 h 的增大,核密度分析愈加平滑,但会掩盖小区域的结构。因此,在ArcGIS中进行核密度估计时,应当注意搜索半径的设置,以达到最好的拟合效果。

1.2 回归分析

回归分析是利用样本数据探索因变量与相关变量之间线性或非线性数量关系式的统计分析方法,被广泛应用于建成环境对自行车出行的影响机制研究中^{[14]335, [16]1238, [22]6}。

当因变量为连续型时,选取多元线性回归分析,公式如下:

$$P = a_0 + \sum_{i=1}^l a_i C_i + b \quad (2)$$

式中: P 代表自行车出行量; a_0 为常数项; l 为建成环境指标总数; C_i 为第 i 个建成环境指标; a_i 为回归系数; b 为误差项。

当因变量为离散型且只有2个值时,选取二元Logit回归分析,公式如下:

$$\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = Z_0 + \sum_{i=1}^l K_i X_i \quad (3)$$

式中: P_1 、 P_2 分别为两种值的概率; Z_0 为常数项; l 为建成环境变量指标总数; X_i 表示第 i 个建成环境指标; K_i 为第 i 个建成环境指标的回归系数。

2 研究区域与数据处理

2.1 研究区概况

上海市作为迈向卓越的全球城市,致力于构筑绿色便捷的公共交通体系。与此同时,上海市居民选择非机动车出行的意愿不断升高,截至2018年,上海市中心城区非机动车出行的比例达到16.3%。共享单车的出现则是居民非机动车出行比例提升的重要因素。2017年年底,上海市共享单车投放量达150万辆,注册用户突破1 300万,共享单车已经成为上海市公共交通体系的重要组成部分。且上海市

颁布“禁投令”之后,共享单车的出行规律变得更加稳定,能够为北京、深圳等相似城市提供借鉴。

设置200 m的搜索半径对摩拜单车出行轨迹进行核密度分析(见图1),发现共享单车出行分布在郊环内,热点区主要集中在中环内。因此,本文分别选取郊环、中环作为街道尺度、微观地块尺度分析的边界。

2.2 数据来源

共享单车数据来自摩拜单车出行大数据。运用Python编程对摩拜单车App进行数据包的抓取与解析,频率约为10 min/次,获取上海市2018年9月17日至2018年9月23日一周内摩拜App上实时显示的共享单车ID、经纬度。利用Excel和ArcGIS软件,根据同一ID的共享单车在不同时间经纬度的变化计算共享单车出行起点、终点,考虑到摩拜单车GPS定位的精度,去除轨迹长度小于100 m的数据,得到上海市在该时段一周内454 268辆摩拜单车的出行数据。

建成环境数据来自传统的统计数据和网络开源大数据,包括:①上海市2010年的第六次全国人口普查分街道数据。②2018年第一季度除崇明区外上海市所有建筑的边界与层数,共533 207栋,由城市数据派提供。③土地利用现状数据,根据2015年上海市的土地利用现状图(源于《上海市城市总体规划(2017—2035年)》),在ArcGIS软件中将公共设施用地、公园广场、居住用地、工业用地、交通用地5类用地进行数字化处理,由于不同公共设施用地对共享单车的使用需求差异很大,参照Winters M等^[23]的划分标准,根据Google Earth历史卫星影像图和POI数据将公共设施用地细分为商业用地、教育用地、娱乐用地、办公用地4类,最终用地分类为商业用地、教育用地、娱乐用地、办公用地、公园广场、居住用地、工业用地、交通用地。④路网数据,2018年12月从OpenStreetMap获取,整理为快速路(高速公路、快速路)、城市干道(国道、省道、县道及城市干路)、城市支路和街巷道路

(小区或街区内部道路)、交叉口数量。⑤POI数据,2018年9月从高德地图上获取,去除同名数据后,筛选研究区内地铁站、公交站、居住设施(居住小区、商务住宅)、购物设施(大型超市、综合商场、社区超市、便利店)、办公设施(公司企业)、教育设施(大学、高中、初中及小学、培训机构等)、公园广场、餐饮设施(中餐、西餐、快餐店等),共计386 925条数据。

2.3 指标体系构建

在建成环境变量方面,结合前人研究,选取土地利用、道路网络、公共交通、服务设施4类,街道尺度建成环境变量的统计分析见表1。容积率、建筑密度根据建筑数据计算所得,其中容积率为建筑总面积除以地块面积,建筑密度为建筑占地面积除以地块面积;土地利用混合度参考Cervero R等^[24]的方法,计算公式如下:

$$M_i = - \sum_{k=1}^K \frac{P(k,i) \ln(P(k,i))}{\ln(K)} \quad (4)$$

式中: M_i 表示第*i*个街道的土地利用混合度; K 表示街道*i*的土地利用类型数量,本文中为5类; $P(k,i)$ 表示第*k*种土地利用类型在*i*街道的面积占比。经计算,上海市郊环内街道的土地利用混合度分布见图2a,相比于容积率、建筑密度的中心式分布,高土地利用混合度的街道主要分布在上海市主城区边缘及副城中心地区。

表1统计了上海市郊环范围内所有街道的建成环境指标,反映街道尺度研究范围内的整体建成环境特征。其中,地铁站统计的是出入口数量,因为人流量越大的地铁站,其出入口个数也越多,利用出入口个数测量可以考虑地铁站规模等级的影响。

3 结果分析

3.1 共享单车出行特征

共享单车出行在时间上表现为三峰式分布,工作日有明显的出行早高峰、午高峰、晚高峰,而周末出行频数变化相对平缓。图3统计

了2018年9月17日至2018年9月23日上海市一周内454 268辆摩拜单车在各小时内的出行量(以共享单车的驶出记作1次出行),可以看出共享单车出行在工作日与休息日表现出不同的特征。在工作日,早高峰峰值较大,如2018年9月18日,在早晨7:00—9:00间的出行量达到201 789次;午高峰的持续时间较短,且峰值较小;晚高峰的峰值低于早高峰,但持续时间较长,从下午4:00开始,至晚上8:00结束。造成这种现象的原因是早晨骑行目的相对单一,以通勤为主,大量出行集中在较短时间内;而傍晚骑行目的更加多样化,包含了游憩、休闲、购物等,出行时间更加分散。相比于工作日,周末共享单车出行并没有明显的出行高峰,出行量的变量相对平缓,说明在上海市,共享单车是一种比较重要的通勤或通勤换乘工具。此外,天气对共享单车的出行也产生了较强的影响,如2018年9月20日为雨天,共享单车出行量急剧减少,但仍有一部分人继续选择共享单车出行。剔除天气的影响,选取全天出行次数最多的9月18日进行研究,全天总计729 787次骑行。

共享单车出行在空间上表现为集中式分布。从共享单车出行轨迹核密度分析图(见图1)中可以看出,共享单车出行主要集中在中

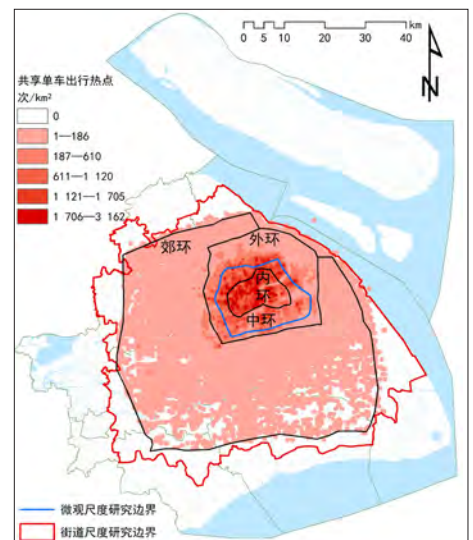


图1 摩拜单车出行轨迹核密度分布图
Fig.1 The kernel density estimation of Mobike travel trajectory
资料来源:笔者自绘。

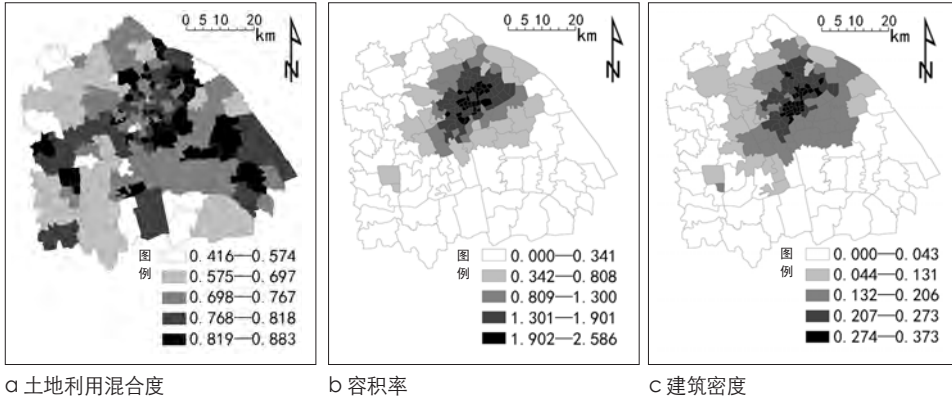


图2 街道尺度土地利用指标
Fig.2 The land use indicators at street scale

表1 上海市郊环范围内所有街道的建成环境指标

Tab.1 The built environment variables of all streets in Shanghai

建成环境指标		指标值
土地利用	容积率	0.324
	建筑密度	0.062
	人口密度/ (人/hm ²)	54.072
	土地利用混合度	0.671
道路网络	快速路密度/ (km/km ²)	0.344
	城市干道密度/ (km/km ²)	1.264
	城市支路密度/ (km/km ²)	2.657
	街区道路密度/ (km/km ²)	2.992
公共交通	交叉口密度/ (个/km ²)	21.412
	地铁站出入口/ (个/ km ²)	0.200
服务设施	公交站/ (个/ km ²)	3.225
	居住设施/ (个/ km ²)	9.226
	购物设施/ (个/ km ²)	1.954
	办公设施/ (个/ km ²)	51.300
	教育设施/ (个/ km ²)	9.333
	娱乐设施/ (个/ km ²)	7.440
	公园广场/ (个/ km ²)	1.926
	餐饮设施/ (个/ km ²)	21.637

资料来源:笔者自制。

环内,即上海市杨浦区、虹口区、静安区、普陀区、长宁区、徐汇区、黄浦区全区及浦东新区的部分街道,这些地区共享单车出行占全市的71.5%。在街道层面统计了郊环内各街道共享单车的出行量(单车出行起点和终点的平均数)(见图4a),发现共享单车出行总量较高的街道主要分布在主城区边缘,如普陀区长征镇,宝山区大场镇,杨浦区五角场街道,浦东新区陆家嘴街道、三林镇、花木街道、北蔡镇、张江镇等。在微观尺度,借鉴网格划分的方法^{[8]70,[9]125},构建200 m×200 m的网格地块作为基本研究单元(见图4b),定义出行量大于400次为出行热

点,提取单车出行热点共计7 796个基本研究单元,其分布较为分散。

3.2 回归模型构建

在街道尺度,共享单车主要面临资源是否合理配置,即数量调度的问题;而在微观地块尺度,则需要应对单车爆棚问题,即识别共享单车出行热点区域并进行停靠站点布局。因此,在街道尺度,构建共享单车出行量(借出量与归还量的平均值)密度与建成环境变量之间的多元线性模型;在微观尺度,考虑到共享单车出行热点是受热点周边一定半径内的

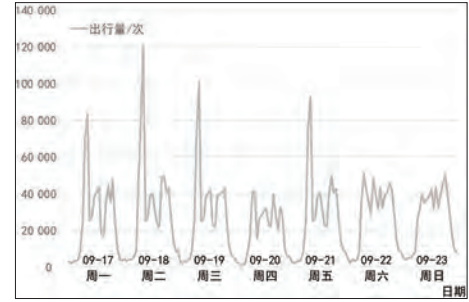


图3 一周内摩拜单车出行量变化
Fig.3 Changes in Mobike traveling during the week
资料来源:笔者自绘。

建成环境的影响,建成环境测量方式的不同可能会导致研究结果的差异,因此构建了共享单车出行热点与微观地块中心300 m、500 m、1 000 m范围内的建成环境变量之间的二元Logit模型。回归分析要求自变量之间存在非线性关系,通过SPSS进行共线性检验,剔除方差膨胀因子(VIF) >10的建筑密度、街区道路密度、交叉口密度3个变量。在微观尺度,共享单车出行与地块中心500 m范围内的建成环境回归模型的伪R² (0.375) 最高,即地块中心500 m范围内的建成环境对共享单车出行的解释效果最优,因此在微观尺度选取地块中心500 m范围内的建成环境进行分析(见表2)。

街区道路密度、交叉口密度被当作奇异值的原因如下:本文的路网数据来自OpenStreetMap,统计的街区道路多为不对共享单车开放的小区内部道路,并不能影响共享单车的出行。交叉口密度与路网密度存在较高的相关性,道路越密集的区域,交叉口密度也越高,而回归分析要求自变量之间相互独立,因此模型中剔除了交叉口变量。

在街道尺度,共享单车出行同时受到土地利用、道路网络、公共交通和服务设施的影响。①在土地利用方面,容积率与人口密度的标准系数分别为0.233和0.331,土地利用混合度未通过显著性检验,证明高强度的土地利用开发可以促进共享单车出行,而街道尺度的土地利用混合使用与共享单车出行之间并无关联。因为上海市在旧城改造和新城建设中居住设施逐渐向郊区迁移^[25],主城区或副城中

表2 共享单车出行与建成环境变量的回归模型

Tab.2 Regression model of shared bikes travel and built environment variables

建成环境	二级指标	街道尺度		微观尺度	
		标准系数	显著性	标准系数	显著性
土地利用	容积率	0.233**	0.003	0.064	0.613
	人口密度	0.331***	0.000	—	—
	土地利用混合度	0.020	0.617	0.182**	0.009
道路网络	快速路密度	-0.014	0.652	0.012	0.350
	城市干道密度	0.090*	0.014	0.034	0.082
	城市支路密度	0.249***	0.000	0.318*	0.031
	街道面积	0.054	0.186	—	—
公共交通	地铁站出入口密度	-0.126*	0.014	0.378***	0.000
	公交站密度	-0.153*	0.017	-0.179**	0.005
	居住设施密度	0.152*	0.045	0.202*	0.031
	办公设施密度	0.269**	0.002	0.234**	0.007
服务设施	教育设施密度	0.234**	0.003	0.175*	0.042
	购物设施密度	-0.034	0.645	-0.148	0.491
	餐饮设施密度	0.114	0.324	0.032*	0.027
	娱乐设施密度	-0.137	0.207	0.089	0.328
	公园广场密度	0.066**	0.006	0.072**	0.003

注:***代表99.9%显著性, **代表99.0%显著性, *代表95.0%显著性, “—”代表未参与模型。

资料来源:笔者自制。

心集聚了大量商业、商务、娱乐等设施,街道尺度土地利用混合度的提升并没有带来居住与就业的平衡。②在道路网络方面,城市支路密度和城市干道密度的标准系数分别为0.249和0.090,快速路密度与街道面积未通过显著性检验,证明城市支路网密度提升可有效促进共享单车出行,城市干道密度也能小幅促进共享单车出行,街道密度和城市快速路密度与共享单车出行无关。③在公共交通方面,地铁站出入口密度与公交站密度的标准系数分别为-0.126和-0.153,证明密集的公交站与地铁站在一定程度上会抑制共享单车出行。④在服务设施方面,居住设施密度、办公设施密度、教育设施密度、公园广场密度的标准系数分别为0.152、0.269、0.234、0.066,餐饮设施密度与娱乐设施密度未通过显著性检验,证明密集的居住、办公、教育设施能够大幅促进共享单车出行,公园广场可以小幅促进共享单车出行,餐饮、娱乐设施与共享单车出行无关。

在微观尺度,共享单车出行同样受到建成环境的影响。①整体而言,500 m半径内的建成环境变量对共享单车出行的解释率最高,

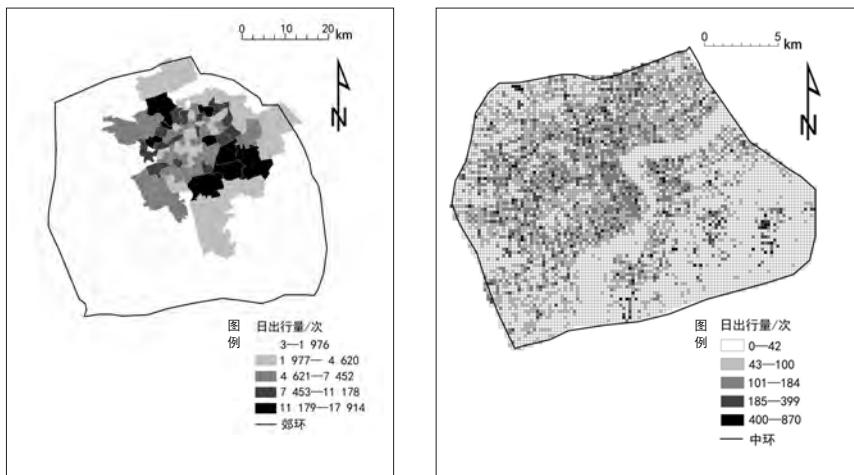
伪R²达37.5%。可能是因为在微观尺度市民选择共享单车出行时普遍可以接受500 m的步行距离,因此当设施内部用地匮乏时,可在设施周边500 m范围内铺设自行车停靠站点。②在土地利用方面,仅有土地利用混合度通过显著性检验,标准系数为0.182,证明微观尺度的土地利用混合使用可以带来各种服务设施的混合,缩短出行距离进而促进共享单车出行。③在道路网络方面,仅有城市支路密度通过显著性检验,标准系数为0.318,密集的支路网能够促进共享单车出行。④在公共交通方面,地铁站出入口密度与公交站密度的标准系数分别为0.378和-0.179,证明在微观尺度地铁站能够吸引共享单车出行,与共享单车形成共生关系;而公交站则抑制共享单车出行,与共享单车形成竞争关系。⑤在服务设施方面,居住、办公、教育、餐饮、公园广场密度的标准系数分别为0.202、0.234、0.175、0.032、0.072,娱乐设施未通过显著性检验,证明居住、办公、教育设施能够大幅促进共享单车出行,餐饮设施、公园广场可以小幅促进共享单车出行,娱乐设施与共享单车出行无关。

3.3 建成环境影响机制

街道尺度与微观尺度下建成环境对共享单车出行的影响机制在土地利用和公共交通两方面差异较大,在道路网络、服务设施两方面具有相似性(见图5)。①在土地利用方面,街道尺度共享单车出行主要受到街道人口密度和容积率的影响,微观尺度共享单车出行主要受到土地利用混合度的影响。因此,在街道尺度关注高强度的土地利用开发模式;在微观尺度提升地块土地利用混合使用,打造“15分钟生活圈”;建设利用共享单车出行的建成环境。②在公共交通方面,地铁站在街道尺度抑制共享单车出行,在微观尺度促进共享单车出行;公交站在两种尺度下都抑制共享单车出行。说明共享单车作为新型的城市公共交通方式,与城市公交形成了竞争关系,不过由于上海市轨道交通建设较为发达,地铁成为市民日常出行的首选,“共享单车+地铁”成为普遍的交通模式,在微观尺度地铁站与共享单车形成共生关系。③在道路网络方面,城市支路在两种尺度下都能促进共享单车出行,因为城市支路连接着各类服务设施,充当着吸引自行车出行的“磁铁”。上海市在21世纪初推进公共交通出行时,很多道路取消或缩窄了自行车道,对于骑行者来说,设置有非机动车道的道路都是可以选择的,因此街道尺度的城市干道也能在一定程度上促进共享单车出行。④在服务设施方面,共享单车出行与居住设施、教育设施、办公设施等通勤出行起终点的相关性较强,与购物、娱乐、公园广场等休闲设施呈现出弱相关或不相关。证明在工作日,共享单车出行目的主要为通勤, TANG Y等^[26]对比了上海、北京、杭州3座城市公共自行车用户的出行行为,也发现上海市公共自行车用户出行的主要目的是通勤。

4 结论与讨论

自行车出行的影响因素探析在国内外已广泛进行,但共享单车方面的研究相对匮乏,且少有研究从空间尺度上探讨不同测量范围的建成环境对共享单车出行的影响。为此,本



a 街道尺度共享单车出行量分布 b 微观尺度共享单车出行热点

图4 两种尺度下研究区范围及共享单车出行概况

Fig.4 Distribution map of the study area and shared bikes trips under two scales

资料来源:笔者自绘。

文从街道、微观200 m×200 m地块两种尺度构建回归模型分析共享单车出行的建成环境影响机制。研究结论为:①共享单车出行在时间上呈现为三峰式分布特征,早高峰最强,晚高峰次之且持续时间长,午高峰峰值较小且持续时间短;在空间上表现为集中式分布,出行热点主要集中在上海市中环内,出行总量较高的街道分布在主城区边缘。②两种尺度下,土地利用与公共交通对共享单车出行的影响机制不同。首先,街道尺度下高强度的土地利用开发(人口密度、容积率)是促进共享单车出行的影响因素;微观尺度下通过地块土地混合利用打造“15分钟生活圈”,缩短出行距离进而促进共享单车出行。其次,共享单车与传统城市公共交通存在竞争关系,但微观尺度存在着“地铁+共享单车”换乘的出行模式,因此在地铁站周边应当合理布置自行车停靠站点。③两种尺度下,道路网络与服务设施对共享单车出行的影响具有相似性。首先,城市支路网密度提升可有效促进共享单车出行,但目前上海市的绿色出行体系建设不够完善,人们对自行车出行舒适环境的诉求并没有得到满足。开放式街区由于产权问题难以推广,规划建设新的自行车道也相对困难,未来上海市需要从道路绿化、地面铺装、路灯设置等细节方面优化

现有的非机动车道,营造称心如意的道路环境。其次,在工作日上海市共享单车出行与居住设施、教育设施、办公设施等通勤出行起终点的相关性较强,未来规划共享单车停靠站点时应当有所侧重。

本文利用摩拜单车骑行大数据与地图开放大数据,结合人口普查、土地利用等传统数据,探讨了不同尺度、不同测量范围下建成环境对共享单车出行的协同影响机制,为共享单车资源配置、共享单车停靠站点规划布局及土地开发利用等提供建议。然而,由于数据和技术限制,本文仅考虑了客观建成环境,未来可结合主观与客观建成环境,从两种环境对自行车出行的不同作用机制,POI设施的等级规模,天气、地形等自然因素及居民个体属性不同造成的自选择效应等方面进行深入研究。

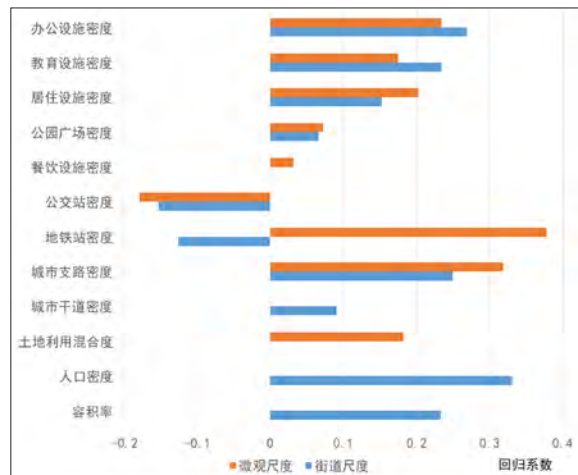


图5 街道尺度与微观尺度下建成环境变量的影响系数

Tab.5 Influence coefficients of built environment variables at street scale and micro scale

资料来源:笔者自绘。

参考文献 References

[1] 郭鹏,林祥枝,黄艺,等. 共享单车:互联网技术与公共服务中的协同治理[J].公共管理学报, 2017, 14 (3):1-10, 154. GUO Peng, LIN Xiangzhi, HUANG Yi, et al. Shared bikes: collaborative governance in internet technology and public services[J]. Journal of Public Management, 2017, 14(3): 1-10, 154.

[2] 中国信息通信研究院政策与经济研究所. 中国共享单车行业发展报告(2018) [R]. 2018. China Academy of Information and Communications Technology Policy and Economics Research Institute. China sharing bicycle industry development report (2018)[R]. 2018.

[3] 杨柳,李铭鑫. 基于文献计量的我国共享单车热点研究[J]. 中国商论, 2018, 756 (17):161-165. YANG Liu, LI Mingxin. Research on China's shared bikes hotspot based on bibliometrics[J]. China Business & Trade, 2018, 756(17): 161-165.

[4] 周建高. 共享单车爆棚与中国城市空间结构问题[J]. 长安大学学报(社会科学版), 2017, 19 (2): 20-29. ZHOU Jianga. The boom of sharing bicycles and Chinese urban spatial structure[J]. Journal of Chang'an University (Philosophy and Social Science Edition), 2017, 19(2): 20-29.

[5] 梁凯丽,曹小曙,黄晓燕. 基于知识图谱的公共自行车出行研究进展[J]. 地理科学进展, 2017, 36 (6): 762-773. LIANG Kaili, CAO Xiaoshu, HUANG Xiaoyan. Research progress on bikesharing travel based on CiteSpace[J]. Progress in Geography, 2017, 36(6): 762-773.

- [6] 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.
- [7] MATEO-BABIANO I, BEAN R, CORCORAN J, et al. How does our natural and built environment affect the use of bicycle sharing?[J]. *Transportation Research Part A (Policy and Practice)*, 2016, 94: 295-307.
- [8] EL-ASSI W, SALAH M M, NURUL H K. Effects of built environment and weather on bike sharing demand: a station level analysis of commercial bike sharing in Toronto[J]. *Transportation*, 2017, 44(3): 589-613.
- [9] BRAZA M, SHOEMAKER W, SEELEY A. Neighborhood design and rates of walking and biking to elementary school in 34 California communities[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2004, 19(2): 128-136.
- [10] OWEN N, BOURDEAUDHUIJ I D D, SUGIYAMA T, et al. Bicycle use for transport in an Australian and a Belgian city: associations with built-environment attributes[J]. *Journal of Urban Health*, 2010, 87(2): 189-198.
- [11] GARRARD J, ROSE G, LO S K. Promoting transportation cycling for women: the role of bicycle infrastructure[J]. *Preventive Medicine*, 2008, 46(1): 55-59.
- [12] BERRIGAN D, PICKLE L W, DILL J. Associations between street connectivity and active transportation[J]. *International Journal of Health Geographics*, 2010, 9(1): 20.
- [13] FAGHIH-IMANI A, HAMPSHIRE R, MARLA L, et al. An empirical analysis of bike sharing usage and rebalancing: evidence from Barcelona and Seville[J]. *Transportation Research Part A (Policy and Practice)*, 2017, 97: 177-191.
- [14] 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.
LUO Sangzhaxi, ZHEN Feng, YIN Qiuyi. 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.
- [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] 孙艺玲, 全德, 曹超. 城市建成环境对公共自行车使用的影响机制研究——以深圳市南山区为例[J]. *北京大学学报 (自然科学版)*, 2018, 54 (6) : 1325-1331.
SUN Yiling, TONG De, CAO Chao. How urban built environment affects the use of public bicycles: a case study of Nanshan District of Shenzhen[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2018, 54(6): 1325-1331.
- [17] 朱玮, 庞宇琦, 王德, 等. 上海市闵行区公共自行车出行特征研究[J]. *上海城市规划*, 2012 (6) : 102-107.
ZHU Wei, PANG Yuqi, WANG De, et al. Research on the travel characteristics of public bicycle in Minhang District, Shanghai[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2012(6): 102-107.
- [18] 杨永崇, 柳莹, 李梁. 利用共享单车大数据的城市骑行热点范围提取[J]. *测绘通报*, 2018, 497 (8) : 68-73.
YANG Yongchong, LIU Ying, LI Liang. Urban cycling hot spot extraction based on sharing-bikes' big data[J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2018, 497(8): 68-73.
- [19] 高檀, 宋辞, 舒华, 等. 北京市摩拜单车源汇时空特征分析及空间调度[J]. *地球信息科学学报*, 2018, 20 (8) : 1123-1138.
GAO Ying, SONG Ci, SHU Hua, et al. Spatial-temporal characteristics of source and sink points of Mobikes in Beijing and its scheduling strategy[J]. *Journal of Geo-Information Science*, 2018, 20(8): 1123-1138.
- [20] 邓力凡, 谢永红, 黄鼎曦. 基于骑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]. *Planners*, 2017, 33(10): 82-88.
- [21] 孙艺玲, 袁玉玺, 涂媛杰, 等. 共享单车出行动力机制研究及智能停放点规划[C]//共享与品质——2018中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
SUN Yiling, YUAN Yuxi, TU Yuanjie, et al. Research on the mechanism of shared bicycle movement and intelligent parking point planning[C]//Sharing and Quality: Proceedings of the Annual National Planning Conference, 2018. Beijing: China Architecture & Building Press, 2018.
- [22] 刘子明, 陈宇. 长沙市摩拜单车出行空间分布特征与影响因子分析[C]//共享与品质——2018中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
LIU Ziming, CHEN Yu. Analysis of spatial distribution characteristics and influencing factors of Mobike travel in Changsha City[C]//Sharing and Quality: Proceedings of the Annual National Planning Conference, 2018. Beijing: China Architecture & Building Press, 2018.
- [23] WINTERS M, BRAUER M, SETTON E M, et al. Built environment influences on healthy transportation choices: bicycling versus driving[J]. *Journal of Urban Health*, 2010, 87(6): 969-993.
- [24] CERVERO R, KOCKELMAN K M. Travel demand and the 3Ds: density, diversity and design[J]. *Transportation Research*, 1996, 2(3): 199-219.
- [25] 王丹. 制度变迁背景下上海居住空间结构演化研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2011.
WANG Dan. A study on Shanghai urban residential spatial structure during institutional change[D]. Shanghai: East China Normal University, 2011.
- [26] TANG Y, PAN H X, SHEN Q. Bike-sharing systems in Beijing, Shanghai, and Hangzhou and their impact on travel behavior[C]//Transportation Research Board 90th Annual Meeting. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2011: 1.