

中国大陆城市建成环境与共享单车配置的关系^{*}

曹小曙, 罗依

(中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 共享单车是一种绿色健康灵活的交通出行方式, 给城市居民提供便捷出行服务的同时也造成了资源浪费和配置错位等问题。当前该领域的研究主要侧重于建成环境与共享单车的互动关系, 集中对某些城市和区域的出行需求与共享单车相关性进行分析, 对国家层面建成环境与共享单车配置的研究相对较少。以中国大陆 275 个城市为研究样本, 利用多元回归分析对中国大陆城市建成环境与共享单车配置之间的关系进行了测算, 在此基础上利用地理加权回归(GWR)模型分析了建成环境各变量对共享单车配置影响的空间异质性。结果显示: ① 建成环境与共享单车配置之间存在相关性, 零售业服务人数、道路密度对共享单车配置数量产生正向影响, 收入水平与城市化区域面积对共享单车配置数量产生负向影响。② 建成环境对共享单车配置数量的影响存在显著的空间异质性。从东部到西部, 零售业服务人数、道路密度对共享单车配置的正向影响与收入水平的负向影响皆在增强; 城市化区域面积对共享单车配置的影响在大部分城市区域呈负向作用, 整体呈现以中部地区为核心向外负向作用逐渐减弱的圈层结构。

关键词: 建成环境; 共享单车配置; 地理加权回归

中图分类号: U491.225 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2020)01-0077-09

Relationship between built environment and bikeshare allocation in the mainland of China

CAO Xiaoshu, LUO Yi

(School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Bikeshare is a green, healthy and flexible mode of transportation. While it benefits local residents, it causes some problems such as resource waste and allocation mismatch. Much research focused on the interaction between built environment and bikeshare in cities, but few studies explore the relationship between built environment and bikeshare allocation at a large scale. In this paper, the relationship between built environment and bikeshare allocation in the mainland of China and how the spatial heterogeneity of bikeshare allocation was affected by built environment variables were studied by using multiple regression analysis and with the Geographically Weighted Regression model, respectively. The results show that: 1) Built environment and bikeshare allocation are correlated. The number of retail salespersons and road density are positively related with bikeshare allocation, while income level and urban area are negatively associated with bikeshare allocation. 2) Bikeshare allocation shows a significant spatial heterogeneity. The number of retail salespersons, road density and income level increasingly affect bikeshare allocation from east to west. The urban area has a negative effect on bikeshare allocation within most cities, and its impact decreases gradually from core to periphery.

Key words: built environment; bikeshare allocation; geographic weighted regression

* 收稿日期: 2019-02-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671160)

作者简介: 曹小曙(1970生), 男; 研究方向: 交通地理与土地利用; E-mail: caoxsh@mail.sysu.edu.cn

作为一种绿色低碳健康的交通出行方式,共享单车不仅可以给人们提供方便的出行服务,提高短途出行效率,还可以衔接公共交通,提供“出行一公里”服务,延伸公共交通的可达性,有效缓解城市交通拥堵状况,是城市健康发展、绿色发展、共享发展的切实要求^[1-3]。共享单车并不是一个完全陌生的新鲜事物,而是在公共自行车的基础上发展而来的,可以说本质上就是无桩式的公共自行车。公共自行车早期发源于欧洲,随后跟着全球化潮流席卷世界,到 2018 年,全球共有 600 多个城市和地区拥有公共自行车系统^[4]。2005 年国内第一个公共自行车系统落户北京,随后共享经济和“互联网+”理念在国内传播,以新技术平台为基础的共享单车在我国城市中应运而生,与公共自行车相比其是互联网技术发展的结果,也是应对灵活存取需求的需要。到 2018 年 10 月,中国大陆共有 275 个城市引入共享单车项目^[5],其模式体现为下载手机 APP 寻找车辆,利用扫二维码、蓝牙开锁等智能方式解锁自行车,通过后台监控车辆运营状况^[6]。共享单车的配置主要是指自行车投入量,除了市场、政策、运营模式等难以量化的因素以外,能够量化衡量的建成环境也会影响共享单车的配置。共享单车在给城市带来便利的同时,也存在管理混乱配置过剩等问题,引发社会对押金风险、骑行安全、停放秩序等多方面的担忧,而大量投入城市的共享单车对原本的公共自行车系统也造成了一定冲击,诸如广州等城市的公共自行车系统因此停运,导致大量资源浪费加剧城市交通治理困境。而上述这些问题的解决都有赖于中国大陆城市建成环境与共享单车配置关系的研究,梳理不同城市不同建成环境下共享单车配置的脉络,对今后共享单车优化配置提出建议。

由于共享单车源于我国,且在国外刚刚兴起,因此国外大多数学者的研究还主要集中于对共享单车的前身公共自行车的讨论上,符合行业发展规律^[2]。国外学者研究发现建成环境的特征影响用户使用公共自行车^[7],土地利用混合度、收入水平、人口密度、就业密度、中央商务区(CBD)、商业设施密度(如零售业,尤其是食品类)、住宅密度、自行车基础设施建设情况、未拥有汽车的家庭数量等因素都对公共自行车的配置产生了直接或间接影响。城市建成环境中,在一定区域范围内高度混合的土地利用也可能诱导居民采用自行车通勤^[8-9],混合土地利用可以增加居民就近工作的机会、满足其他出行需求,减少小汽车通勤需求,增

加公共自行车配置需求^[10-11],并且土地利用的多样性影响出行者对共享单车系统的选择和出行路线的选择^[12-14]。Rixey^[15]利用回归分析美国三个不同城市人口和建成环境对月均自行车使用量的影响,得出收入水平、人口密度、就业密度是影响共享单车配置的关键积极因素,而 Tran 等^[16]研究发现人口密度和就业密度可以促进共享单车流量,更进一步考虑人口密度和就业密度以及模拟车站潜在位置的拓扑和气象参数,可以估计公共自行车出行数量和流量,考虑车站的潜在位置投放车辆^[17-22]。对巴塞罗那的研究显示,从城市边缘进入城市中心即中央商务区(CBD)的时候,人们对公共自行车的需求会变得更加活跃,车站越靠近特定的土地用途(如零售商店、学校和就业中心)越容易被使用^[23-24]。对明尼苏达的研究显示自行车站附近的商业设施密度对自行车年度使用数量存在影响,自行车站在更接近商业设施的地方会导致更多人选择共享单车系统,且自行车站点附近食品相关业态比非食品业态更具有积极影响^[25]。对澳大利亚布里斯班 citycycle 计划进行调查,利用相关和回归分析得到城市核心高住宅密度、自行车道与共享单车配置之间存在显著相关性^[26],站点周围较高的住宅密度显著增加了使用共享单车系统的可能性^[27]。对华盛顿和蒙特利尔的自行车系统研究发现自行车基础设施、未拥有汽车的家庭数量对公共自行车流量存在积极影响^[28-30]。与国外相比,国内对公共自行车的研究相对较少,理论研究较为缺乏,但实证研究正蓬勃发展,而共享单车属于近两年来的新事物,学术界对它的相关研究还比较少,有价值的文章更是不多^[1]。目前关于公共自行车与共享单车之间的研究较为孤立,缺乏联系^[1]。国内学者在对公共自行车的实证研究中发现建成环境与出行需求密切相关,土地利用混合度、人口密度、日常服务设施(购物、餐饮、绿地)、商业设施、住房面积、自行车基础设施建设情况(如站点设施、绿道长度)、公共交通条件(如公交线路数量、公交站点数量)等都对公共自行车的配置存在影响。在对中山公共自行车系统的研究中,发现土地利用混合度较高、人口密度较大的区域公共自行车的需求也较大^[31],罗桑扎西等^[32]对南京市桥北区公共自行车使用情况进行研究,提出站点附近餐饮网点购物网点的密度越高、站点距离地铁站越近、附近公交站点数越少、站点容量越大则公共自行车的使用量越大,公共自行车系统需要配置的量也越大。孙艺玲等^[4]对深圳市南山区公共自行车的使用情

况进行研究,结果显示道路用地面积越多、工业建筑面积越大、商业设施面积越大、住房面积越大、公交线路数量越多、到地铁站的距离越大、绿道长度越短,公共自行车的使用频次越多,则公共自行车系统需要配置的量越大。

总体而言,目前大多数研究集中于城市或区域内部建成环境对公共自行车或共享单车需求、流量或使用的影响,较少涉及到国家层面建成环境对公共自行车或共享单车配置的影响,而关于建成环境与共享单车配置关系的定量研究则更少。立足于建成环境能够影响共享单车的需求或使用量,而共享单车的需求或使用量又是决定配置的重要因素,本文将研究视角聚焦到城市,分析各个大陆城市建成环境与共享单车配置之间存在的关系,并探讨这种关系在空间尺度上是否存在差异,为解决城市共享单车配置问题提供参考依据。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究样本与数据

共享单车的配置具有时序性,为了快捷准确地

进行分析,截止 2017 年 12 月,通过交通与发展政策研究所网站^[5]公布的网络大数据统计获取各个大陆城市共享单车车辆数,包括摩拜、ofo、小鸣、小蓝、酷骑、优拜、桔子单车、骆驼单车、永安行等,基本上囊括市面上各个共享单车运营品牌。中国大陆共有 338 个城市,其中包含 334 个地级单元(地级市、地区、自治州、盟)与 4 个直辖市^[32],其中 91 个城市还未有共享单车项目进驻,因此将研究对象确定为剩余的 275 个城市。中国大陆城市建成环境数据均来源于《中国城市统计年鉴(2017)》^[33]。

结合建成环境 5D 模型^[34]与影响共享单车配置的建成环境因素研究,考虑数据合理性与可获得性,用人口密度、就业密度、建筑用地面积比例、居住用地比例表征 5D 模型中的密度因子,用零售业服务人数表征多样性因子^[35],用道路密度来表示设计因子^[34],用人均道路面积与每万人拥有公共汽车数量表征可达性因子^[36],另外将分析收入水平^[15]、城市化区域面积^[37]等因子是否对城市共享单车配置存在影响(表 1)。

表 1 建成环境与共享单车配置变量
Table 1 The variables of built environment and bikeshare allocation

变量分类	变量名	描述	均值	标准差
因变量	共享单车配置车辆数/辆	共享单车系统车辆数量	13 032	91 114
密度变量	人口密度/(人·km ⁻²)	年平均人口/行政区域土地面积	449	357
	就业密度/(人·km ⁻²)	从业人员期末人数/行政区域土地面积	177	385
	建筑用地面积比例/%	城市建设用地面积/行政区域土地面积	2	5
	居住用地面积比例/%	居住用地面积/行政区域土地面积	0.62	1.29
多样性变量	零售业服务人数/万人	服务当地的零售业人员数	4	13
设计变量	道路密度/%	年末实有城市道路面积/行政区域土地面积	0.30	0.64
可达性变量	人均公共汽车拥有量/辆	每万人拥有公共汽车数量	10	16
	人均道路面积/m ²	人均城市道路面积	14	10
其他变量	收入水平/亿元	城市收入水平用 GDP 代替	70	108
	城市化区域面积/km ²	建成区面积	161	221

因变量共享单车配置车辆数现状分布存在明显空间差异,53 个城市(占城市总数 19%)聚集了 87% 的共享单车车辆,且体现出东部沿海城市、平原城市共享单车数量较多,而西南、西北、东北等地区城市共享单车车辆数较少的空间分布特征。广州市、南京市、北京市、杭州市、上海市、佛山市、成都市、潍坊市、天津市、青岛市的共享单车

数量在 275 个城市中排名前 10。由此可以看出共享单车的车辆数在空间上的分布是不均衡的。

解释变量建成环境各个因子总体上呈现出高值分布在环渤海、长三角、珠三角与成渝等经济发达地区,低值分布在西部、中部、东北等需要开发、振兴、崛起的地区的特征。密度变量总体上呈现出东部沿海城市密度较高、西部城市密度较低的空间

特征。其中就业密度、建筑用地面积比例、居住用地比例的空间分布特征较为相似，绝大多数城市就业密度在 1 ~ 95 人/km² 区间内（占城市总数 68%），建筑用地面积比例在 0.30% ~ 1.38% 区间内（占城市总数 74%），居住用地面积比例在 0.01% ~ 0.35% 区间内（占城市总数 67%）。而人口密度体现出更强的空间差异性，城市与城市之间的差异更大，多数城市在 4 ~ 201 人/km² 区间内（占城市总数 40%）。多样性变量零售业服务人数高值分布在环渤海、长三角与成渝地区，低值分布在西北、东北、长江以南地区，值得注意的是，西藏整体表现中等偏下，但其城市拉萨处于中等水平，高于中国西北、东北、长江以南地区。设计变量呈现出东部沿海城市密度较高，其他地区密度较低的空间特征，且大部分地区设计因子得分较低处于 0.00% ~ 0.21% 区间内（占城市总数 76%），城市与城市之间相差不大。可达性变量人均公共汽车拥有量与人均道路面积呈现出较大差异。在新疆与西藏区域，二者之间的差异性最大，新疆与西藏的人均公共汽车拥有量水平较低但人均道路面积却较高，或与新疆西藏疆域面积大但人口少有关。对于人均公共汽车拥有量因子而言，高值只在成都市出现。总体来说，超过半数城市人均公共汽车拥有量在 1 ~ 7 辆区间内（占城市总数 57%），半数城市人均道路面积在 1 ~ 3 m² 区间内（占城市总数 50%）。其他变量收入水平与城市化区域面积因子体现出相似的空间分布特征，高值总体上分布于环渤海、长三角、成渝、珠三角地区、低值分布在西部地区。绝大多数城市收入水平处于（2.29 ~ 52.57）亿元区间范围内（占城市总数 76%），大多数城市城市化区域面积在 8 ~ 115 km² 区间内（占城市总数 72%）。

1.2 模型选择

在开展各自变量与因变量关系的探索性分析时，发现各个解释变量和因变量之间都是线性关系，且前人研究中孙艺玲等^[4]、Rixey^[15]、Mateo^[26]、罗桑扎西等^[32]多使用相关和回归分析的方法，故拟采用多元线性回归模型研究建成环境与共享单车配置的关系，计算公式如下：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_i X_i \quad (1)$$
式中，因变量 Y 为每个城市的共享单车车辆数； X_i ($i=1, 2, 3, \cdots, 10$) 为 10 个解释变量；参数 β_i ($i=1, 2, 3, \cdots, 10$) 为每个自变量 X_i 的回归系数，表示当其他解释变量不变时，该解释变量变化一个单位时因变量的变化值； Y 为因变量值； β_0 为

常数项。

先进行全变量回归，发现回归结果虽然能够通过 F 检验，但病态指数 $CI > 30$ ，说明解释变量间的共线性较为严重。故改用逐步回归，最终剔除人口密度、就业密度、建筑用地面积比例、居住用地比例、人均公共汽车拥有量和人均道路面积 6 个解释变量， $CI < 15$ ，通过共线性检验。结果如表 2 所示，零售业服务人数、道路密度、收入水平、城市化区域面积 4 个变量对共享单车车辆数有显著影响。收入水平、城市化区域面积 2 个变量与共享单车配置呈现负相关，而零售业服务人数、道路密度的增加能带来共享单车车辆数的增加。

表 2 多元线性回归分析结果汇总表

Table 2 The results of stepwise regression analysis

解释变量	系数	t 检验	Sig.
常数项	22 875	3.72	0.00
零售业服务人数	9 887	9.58	0.00
道路密度	31 794	3.50	0.00
收入水平	-589	-3.61	0.00
城市化区域面积	-139	-2.68	0.01

通过多元线性回归已经可以确认建成环境对共享单车配置具有显著影响，然而这一影响在空间上的分布可能存在差异性，即建成环境与共享单车配置的关系可能存在空间异质性，拟用 Arcgis 软件对多元线性回归模型进行空间异质性判断^[38]。首先利用普通最小二乘法（ordinary least squares, OLS）探究建成环境与共享单车配置二者之间的影响关系。若这种关系在研究区域内存在一致性，则 OLS 模型（全局模型）能够提供最佳解释方程。然而，空间数据往往具有空间自相关和空间异质性（或区域变化）等属性，以致很难满足 OLS 回归方法的假定条件和要求，致使模型估计产生偏差^[37]。考虑到不同城市中建成环境各个变量与共享单车配置之间的关系可能不同，本文在 OLS 模型分析基础上，采用地理加权回归模型（局部模型）进行探究，模型公式

$$Y_i = \beta_0 (U_i, V_i) + \beta_1 (U_i, V_i) X_{1i} + \beta_2 (U_i, V_i) X_{2i} + \cdots + \beta_p (U_i, V_i) X_{pi} + \varepsilon_i \quad (2)$$
式中，因变量 Y_i 为城市 i 的共享单车车辆数； β_0 为截距； β_p 为城市 i 的第 p 个自变量系数； X_{pi} 为城市 i 的第 p 个自变量； ε_i 为误差项。GWR 模型自

变量的回归系数是随着空间位置的变化而变化的。

2 模型结果

2.1 OLS 模型结果

对多元逐步回归保留的通过了共线性检验的变量进行普通最小二乘法回归（OLS），运算结果见表 3。

以共享单车车辆数为因变量的模型的决定系数 R^2 为 0.278 5，校正决定系数（Adjusted R^2 ）为 0.266 6，说明模型只解释了 26.66% 的共享单车车辆数的变化。所有解释变量均通过了显著性检验，其中零售业服务人数、道路密度与车辆数之间存在正向关系，收入水平、城市化区域面积与车辆数之

间存在负向关系，与多元线性回归的结果一致。它们与车辆数的关联系数分别为 8 504、37 035、-693、-106，即在其他解释变量不变的情况下，零售业服务人数每增加 1 万人，则该城市的共享单车车辆数约增加 8 504 辆；道路密度每增加 1%，车辆数约增加 37 035 辆；收入水平每增加 1 亿元，车辆数减少 693 辆；城市化区域面积每增加 1 km²，车辆数减少 106 辆。

同时，Koenker 检验显著说明 OLS 模型在整个研究区域内发生变化，即存在不稳定性，需要通过 GWR 模型解决空间的不稳定性，即探讨空间异质性问题。

表 3 OLS 模型运算结果¹⁾
Table 3 The results of OLS model

解释变量	估计参数	标准差	t 检验	稳健概率	VIF
常数项	27 692	6 662	4.15	0.00 *	—
零售业服务人数	8 504	1 064	7.99	0.00 *	1.46
道路密度	37 035	9 731	3.81	0.00 *	1.62
收入水平	-693	169	-4.28	0.00 *	2.39
城市化区域面积	-106	51	-2.07	0.03 *	2.81
决定系数 R^2	0.278 5				
校正决定系数（Adjusted R^2 ）	0.266 6				
AICc	6 321				
Koenker（BP）	88				

1) Koenker 检验（ $P < 0.000$ ）显示需通过稳健概率来评估解释变量的统计显著性；“*”表示该变量具有统计显著性。

2.2 GWR 模型结果

将 OLS 模型结果里面表现显著的变量进行 GWR 模型运算，结果显示（表 4），模型的决定系数 R^2 为 0.782 8，校正决定系数（Adjusted R^2 ）为

0.765 2，说明 GWR 模型解释了 76.52% 的共享单车车辆数的变化，与 OLS 相比解释的程度大大增加。AICc 值明显低于 OLS 模型，拟合性能与 OLS 模型相比有显著提高。

表 4 GWR 模型运算结果
Table 4 The results of GWR model

解释变量	最小值	25% 分位数	中位数	75% 分位数	最大值
常数项	-28 161	7 182	14 843	32 359	63 146
零售业服务人数	-72	1 508	4 604	12 502	36 035
道路密度	2 725	15 906	28 750	68 922	327 108
收入水平	-4 932	-1 253	-335	-37	2 401
城市化区域面积	-389	-74	-37	-14	505
决定系数 R^2	0.782 8				
校正决定系数（Adjusted R^2 ）	0.765 2				
AICc	604 4				
带宽（Bandwidth）	927 935				

各解释变量对共享单车车辆数的影响存在较大的空间差异（图 1）。零售业服务人数对共享单车车辆数的影响在大部分地域空间和城市范围内呈正向作用（占土地总面积 87%，占城市总数 99%），整体上从东部向西部影响逐渐由负向作用转为正向作用，且正向作用在增强，大部分零售业服务人数越多的城市共享单车车辆数就越多。道路密度对车辆数的影响在全部地域空间和城市范围呈现正向作用，从东部向西部影响逐渐在增强，相较东部发达城市而言，西部城市道路密度增加对共享单车车辆数的增加作用更明显。收入水平对车辆数的影响在

大部分地域空间和城市范围内呈负向作用（占土地总面积 73%，占城市总数 81%），从东部到西部负向作用逐渐增强，且渐渐转向正向作用，相较东部城市而言，西部城市收入水平越增加车辆数反而越少。城市化区域面积对车辆数的影响在大部分地域空间和城市范围内呈负向作用（占土地总面积 73%，占城市总数 82%），整体呈现以中部为核心向外负向作用逐渐减弱的同心圆，对同心圆外围地区而言增加城市化区域面积对车辆数的减少作用在减弱。

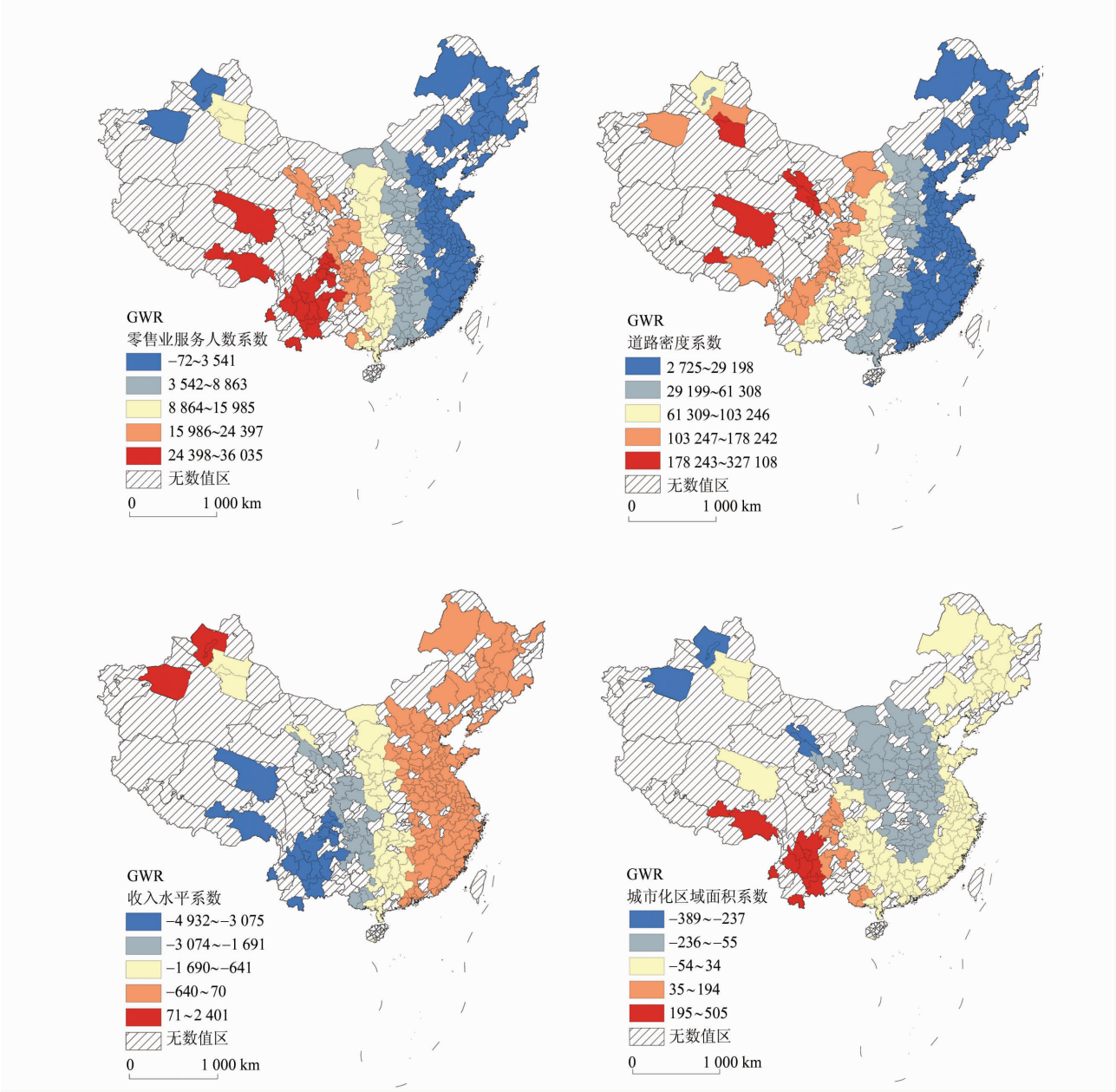


图 1 GWR 模型参数估计空间分布图

Fig. 1 Spatial variation of the local coefficients of independent variables in GWR modeling

3 结 论

运用多元回归分析与地理加权回归模型 2 种方法, 对中国大陆 275 个城市建成环境与共享单车配置之间的关系进行研究, 得出的主要结论为:

1) 中国大陆城市建成环境存在较强的空间差异性。城市与城市之间建成环境的建设成就有较大差距, 存在不平衡现象。总体呈现出环渤海、长三角、珠三角与成渝等经济发达地区的城市建成环境发展现状较好, 而西部、中部、东北等需要开发、振兴、崛起的地区建成环境发展较差的空间分布特征。

2) 中国大陆城市共享单车配置的分布存在明显空间差异。东部沿海城市与平原城市的车辆数分布较多, 而西南、西北、东北等地区城市的车辆数分布较少。

3) 建成环境与共享单车配置之间存在相关性, 多元逐步回归消除共线性后得到零售业服务人数与道路密度对车辆数的影响是正向的, 而收入水平和城市化区域面积的影响是负向的, 实际上在收入水平和城市化区域面积较高的城市, 城市交通系统更为完善, 共享单车投放对整体交通的影响相对较小。

4) 建成环境与共享单车配置之间的关系存在空间异质性。OLS 回归的结果与多元线性回归一致, 中国大陆城市区域整体上零售业服务人数和道路密度越大, 共享单车车辆数则越多, 但收入水平

越高、城市化区域面积越大车辆数反而越少。根据 GWR 模型回归结果, 零售业服务人数、道路密度对共享单车配置的影响在大部分城市区域呈正向影响, 且从东部到西部逐渐增强, 相较东部城市而言, 西部城市车辆数分布较少、基础较差、基数较小, 故而增加零售业服务人数和道路密度对共享单车配置的积极影响更大; 收入水平对车辆数的影响在大部分城市区域呈负向影响, 且从东部到西部逐渐增强, 说明收入水平与共享单车配置不匹配, 且在西部城市尤其能体现出这种不平衡不充分发展的现象; 城市化区域面积对车辆数的影响在大部分城市区域呈负向作用, 整体呈现以中部为核心向外负向作用逐渐减弱的同心圆, 说明城市化区域面积与共享单车配置发展情况不一致, 同心圆核心区域城市化区域面积增加共享单车数量反而会骤减。

在现今经济新常态的大背景下, 从注重量向质转变, 从高碳向低碳转变, 低碳是城市未来的发展方向。在中国大陆城市纷纷引入共享单车项目来补充城市交通时, 也面临着配置问题, 更是出现了不少城市配置过剩导致管理困难, 更甚者影响城市交通环境。本研究揭示了中国大陆城市建成环境与共享单车配置之间的关系, 在还未发展成熟、收入水平相对不高的城市中, 提高零售业服务人数和道路密度后, 可以更大程度促进共享单车项目投入, 为城市共享单车项目面临的配置问题提供一个参考依据。

参考文献:

- [1] 许璇璇. 公共自行车与共享单车研究综述[C]// 2018 中国城市规划年会论文集. 杭州: 中国城市规划年会, 2018.
- [2] 杨证轲, 董恺凌, 张学梅. 国内外共享单车研究综述[J]. 成都大学学报(社会科学版), 2018(2): 27-33.
YANG Z C, DONG K L, ZHANG X M. A review of research on bicycle-sharing in China and foreign countries[J]. Journal of Chengdu University (Social Sciences), 2018(2): 27-33.
- [3] 屠晓杰. 共享经济新风口, 绿色出行新体验——关于共享单车的一些思考和建议[J]. 中国电信业, 2017(7): 16-18.
TU X J. Sharing the new economic climate, a new experience of green travel—Some thoughts and suggestions on sharing bicycles[J]. China Telecom Industry, 2017(7): 16-18.
- [4] 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 Y L, TONG D, CAO C. 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.
- [5] 交通与发展政策研究所. 共享单车数据库[DB/OL]. <http://www.itdp-china.org/dbs/index/#/getcompany/2>, 2017-12-30.
- [6] 蒋梦帆. 共享单车影响下的居民出行行为研究——以厦门市思明区为例[C]//2017 中国城市规划年会论文

- 集. 广东东莞:中国城市规划年会, 2017.
- [7] SCHONER J, LEVINSON D. Which station? Access trips and bike share route choice[J]. David Matthew Levinson, 2013, 8:1 – 14.
 - [8] CERVERO R. Built environments and mode choice: toward a normative framework[J]. *Transportation Research (Part D:Transport & Environment)*, 2002, 7(4):265 – 284.
 - [9] FRANK L D. Impacts of mixed used and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, walking [J]. *Transportation Research Record*, 1995, 1466:44 – 52.
 - [10] KOCKELMAN K M. Travel behavior as function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from San Francisco Bay area[J]. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 1997, 1607(1607):116 – 125.
 - [11] CERVERO R, DUNCAN M. Which reduces vehicle travel more: jobs-housing balance or retail-housing mixing? [J]. *University of California Transportation Center Working Papers*, 2008, 72(4):475 – 490.
 - [12] CERVERO R, KOCKELMAN K M. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design[J]. *Transportation Research (Part D: Transport & Environment)*, 1997, 2(3):199 – 219.
 - [13] HESS P M, MOUDON A V, LOGSDON M. Measuring land use patterns for transportation research[J]. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2001, 1780(1):17 – 24.
 - [14] KEVIN J, KRIZEK. Residential relocation and changes in urban travel: does neighborhood-scale urban form matter? [J]. *Journal of the American Planning Association*, 2003, 69(3):265 – 281.
 - [15] RIXEY R A. Station-level forecasting of bikesharing ridership[J]. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2013, 2387(-1):46 – 55.
 - [16] TRAN T D, OVTRACHT N, DARCIER B F. Modeling bike sharing system using built environment factors[J]. *Procedia Cirp*, 2015, 30:293 – 298.
 - [17] KITAMURA R, MOKHTARIAN P L, LAIDET L. A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay Area [J]. *Transportation*, 1997, 24(2):125 – 158.
 - [18] RIETVELD P. Non-motorised modes in transport systems: a multimodal chain perspective for the Netherlands [J]. *Transportation Research (Part D:Transport & Environment)*, 2000, 5(1):31 – 36.
 - [19] CHATMAN D G. How the built environment influences non-work travel[D]. USA: University of California, Los Angeles, 2005:48 – 106.
 - [20] SCHWANEN T, MOKHTARIAN P L. What if you live in the wrong neighborhood? The impact of residential neighborhood type dissonance on distance traveled[J]. *Transportation Research (Part D: Transport & Environment)*, 2005, 10(2):127 – 151.
 - [21] CAO X, HANDY S L, MOKHTARIAN P L. Self-Selection in the Relationship between the built environment and walking: empirical evidence from northern California [J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(1):55 – 74.
 - [22] CAO X, HANDY S L, MOKHTARIAN P L. The influences of the built environment and residential self-selection on pedestrian behavior: evidence from Austin, TX [J]. *Transportation*, 2006, 33(1):1 – 20.
 - [23] KALTENBRUNNER A, MEZA R, GRIVOLLA J, et al. Urban cycles and mobility patterns: Exploring and predicting trends in a bicycle-based public transport system [J]. *Pervasive & Mobile Computing*, 2010, 6(4):455 – 466.
 - [24] FROELICH J, NEUMANN J, OLIVER N. Sensing and predicting the pulse of the city through shared bicycling. [C]// *International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Pasadena, California, USA: DBLP, 2009: 1420 – 1426.
 - [25] WANG X, LINDESY G, SCHONER J E, et al. Modeling bike share station activity: Effects of nearby businesses and jobs on trips to and from stations[J]. *Journal of Urban Planning & Development*, 2016, 142(1):15 – 31.
 - [26] 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 & Practice)*, 2016, 94:295 – 307.
 - [27] FULLER D, GAUVIN L, KESTENS Y, et al. Impact evaluation of a public bicycle share program on cycling: A case example of BIXI in Montreal, Quebec[J]. *American Journal of Public Health*, 2013, 103(3):E85 – E92.
 - [28] FAGHIH-IMANI A, ELURU N, EL-GENEIDY A M, et

al. How land-use and urban form impact bicycle flows: evidence from the bicycle-sharing system (BIXI) in Montreal[J]. *Journal of Transport Geography*, 2014, 41:306 – 314.

[29] BUEHLER R, PUCHER J. Cycling to work in 90 large American cities: new evidence on the role of bike paths and lanes[J]. *Transportation*, 2012, 39(2):409 – 432.

[30] BUCK D, BUEHLER R. Bike lanes and other determinants of capital bikeshare trips[C]// *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*. Washington DC, USA: TRB, 2012:1 – 11.

[31] ZHANG Y, THOMAS T, BRUSSEL M, et al. Exploring the impact of built environment factors on the use of public bikes at bike stations: Case study in Zhongshan, China[J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 58:59 – 70.

[32] 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 S Z X, ZHEN F, YIN Q Y. 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.

[33] 国家统计局城市社会经济调查总队. 中国城市统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2016.

[34] CERVERO R, SARMIENTO O, JACOBY E, 等. 建成环境对步行和自行车出行的影响——以波哥大为例[J]. *城市交通*, 2016, 14(5):83 – 96.

CERVERO R, SARMIENTO O, JACOBY E, et al. Influences of built environments on walking and cycling: lessons from Bogotá[J]. *City Transportation*, 2016, 14(5):83 – 96.

[35] BOAMET M G, SARMIENTO S. Can land-use policy really affect travel behaviour? A study of the link between non-work travel [J]. *Urban Studies*, 1998, 35(7):1155 – 1169.

[36] ZHANG M. The role of land use in travel mode choice: Evidence from Boston and Hong Kong[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2004, 70(3):344 – 360.

[37] CERVERO R, JIN M. Effects of built environments on vehicle miles traveled: evidence from 370 US urbanized areas[J]. *Environment and Planning A*, 2010, 42(2):400 – 418.

[38] 杨文越, 李涛, 曹小曙. 广州市社区出行低碳指数格局及其影响因素的空间异质性[J]. *地理研究*, 2015, 34(8):1471 – 1480.

YANG W Y, LI T, CAO X S. The spatial pattern of community travel low carbon index (CTLCI) and spatial heterogeneity of the relationship between CTLCI and influencing factors in Guangzhou [J]. *Geographical Research*, 2015, 34(8):1471 – 1480.

(责任编辑 秦社彩)