

城市建成环境对共享单车 使用空间分布的影响

——以长沙市为例

崔树强¹, 朱佩娟^{1,2}, 张美芳¹, 张鸿辉³

1. 湖南师范大学 资源与环境科学学院, 长沙 410081;
2. 湖南师范大学 地理空间大数据挖掘与应用湖南省重点实验, 长沙 410081;
3. 广东国地规划科技股份有限公司, 广州 510650

摘要: 可随处取用停放的共享单车给居民出行带来便利的同时也给城市空间带来挑战, 研究其空间分布可以认识建成环境对共享单车出行的影响与机制. 构建“5 维度 3 类型”研究框架, 基于开放大数据平台获取长沙市工作日分时段共享单车定位数据, 引入“共享单车使用度”概念刻画共享单车使用空间, 运用回归分析、地理探测器、GWR 等方法探究城市建成环境对共享单车使用空间分布的影响. 研究发现: 长沙市共享单车使用与居住、商业服务业、公共管理与公共服务用地面积比重、POI 密度与多样性、路网密度、土地利用类型多样性等因素具有正相关关系, 与距市中心距离和距公交站距离负相关. 从建成环境 5 维度看, 城市空间功能、设施密度、设施多样性、区位优势、距公交站距离在其各自维度内影响更为显著. 不同类型建成环境因子影响力不同, 呈现区域差异, 其影响机制是以政府、企业和居民为主体, 在外引力、基础力和内生力共同作用下, 主体层、环境层、表现层三者有机融合的结果.

关键词: 共享单车使用空间; 城市建成环境; 空间分布; 影响因素; 长沙市

中图分类号: K901; F29

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2020)06-0089-11

共享单车又称互联网租赁自行车, 是指以移动互联网平台为依托, 利用网络支付、GPS 等网络技术手段, 在公共服务区提供租赁自行车共享服务^[1]. 但与北美地区常见的有固定的站点, 需要定点取车, 定点还车的“老式”共享单车不同, 中国的共享单车目前仍处于可以随处取用和停放的状态^[2]. 一方面, 部分地区由于共享单车挤占公共空间、肆意停放, 引发城市管理对共享单车使用的限制^[3]. 另一方面, 城市中不同区域建成环境对共享单车的适应性存在极大的差异, 诸多地区出现共享单车无法发挥有效作用的现象, 造成资源的浪费^[4]. 进一步探索共享单车使用的空间状况, 提升建成环境对共享单车使用的适宜性是保障共享单车可持续发展的重要基础.

现有文献已经广泛验证了建成环境对交通出行的影响, 并对城市建成环境的评价与影响因素有着不同的理解, 例如 Maat 等^[5]发现工作地点的环境特征会对城市居民使用小汽车通勤产生重要影响; Frank 等^[6]发现出行起点、终点的建成环境都对交通出行有重要影响. 周素红等^[7]、陈博文等^[8]通过对广州市的实证研究, 揭示了城市土地利用特征对居民通勤行为的影响. 纵观类似研究, 土地利用的强度、土地混合使用的情况、居住地的人口密度、就业密度、到市中心的距离等建成环境因素被认为是影响居民交通出行的主要因素^[9], 如何通过优化城市建成环境引导城市居民出行成为城市地理研究中的重要领域^[10-11]. 共享单车不同时段的空间分布是居民出行需求与城市建成环境空间供给相互作用的结果: 一方面, 居民出行需求会

收稿日期: 2019-01-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871318); 湖南省重点学科地理学建设项目(2011001).

作者简介: 崔树强(1993-), 男, 博士研究生, 主要从事城乡空间结构等方面的研究.

通信作者: 朱佩娟, 副教授.

引导自行车的投放数量与空间分布,另一方面,建成环境的功能与空间供给特征也引导了自行车的空间集散.需要说明的是,仅仅是某个时间段的单车空间分布格局不足以全面综合地反映不同类型的建成环境因素对共享单车使用的影响,也难以总结归纳普遍规律,造成质性研究部分中的单调性与刻板缺陷^[12].本文中的共享单车使用空间分布与共享单车空间分布有所区别,前者是指共享单车在某个时间段内被使用的所在区域,研究的是共享单车在某时某地使用情况的空分异现象.这一视角有利于摆脱对获取成本偏高的运营数据的依赖,充分利用开放大数据平台相对低廉易得的数据源,从整体上把握城市共享单车使用空间的分布规律,为认识居民使用共享单车出行行为特征与机制探索新的研究途径,对于规范共享单车运营管理和科学的城市规划也具有现实意义.

本文以长沙市中心城区为案例地开展实证研究,通过网络数据挖掘技术获取工作日不同时间段的共享单车定位和分布数据,结合空间兴趣点(Point of Interest, POI)和道路网络等地理空间数据,运用探索性回归、地理探测器、GWR 等分析方法,定量分析研究区城市建成环境因素对共享单车使用空间分布产生的不同影响,为促进共享单车建成环境适宜性及优化城市空间结构提供科学依据.

1 研究思路与分析框架

1.1 研究区概况

长沙市是湖南省省会,是全国资源节约型社会与环境友好型社会建设综合配套改革试验区核心城市,中国中西部地区最具竞争力的城市^[13].2017 年末常住人口达 791.81 万人,其中城镇人口 614.36 万人,城镇化率达 77.59%.随着城市社会经济的不断发展,基础设施、城乡建成环境、城市形象和品质的不断提升,长沙市的共享单车也从无到有、从有到多.截至 2017 年 12 月总投放量已超过 48.5 万辆,数量增长迅猛,为市民带来便利,但也给城市空间与环境带来管理难题.为化解共享单车发展与建成环境空间冲突,2018 年 1 月长沙市政府出台了《长沙市促进互联网租赁自行车规范发展的指导意见(试行)》.本文研究区域包括芙蓉区全区、开福区、岳麓区、天心区、雨花区近市中心的主要区域,涉及桂花坪、桔子洲等 50 个街道.该区域面积约为 230 km²,人口将近 200 万,由湘江水系将研究区划分为河东与河西 2 个部分,相较于河东老城区的发展,河西为湘江新区的核心所在地,主要团块状山体为岳麓山(图 1).将研究范围划分为 500 m×500 m 的网格进行分析,得到 1 088 个基本研究单元.

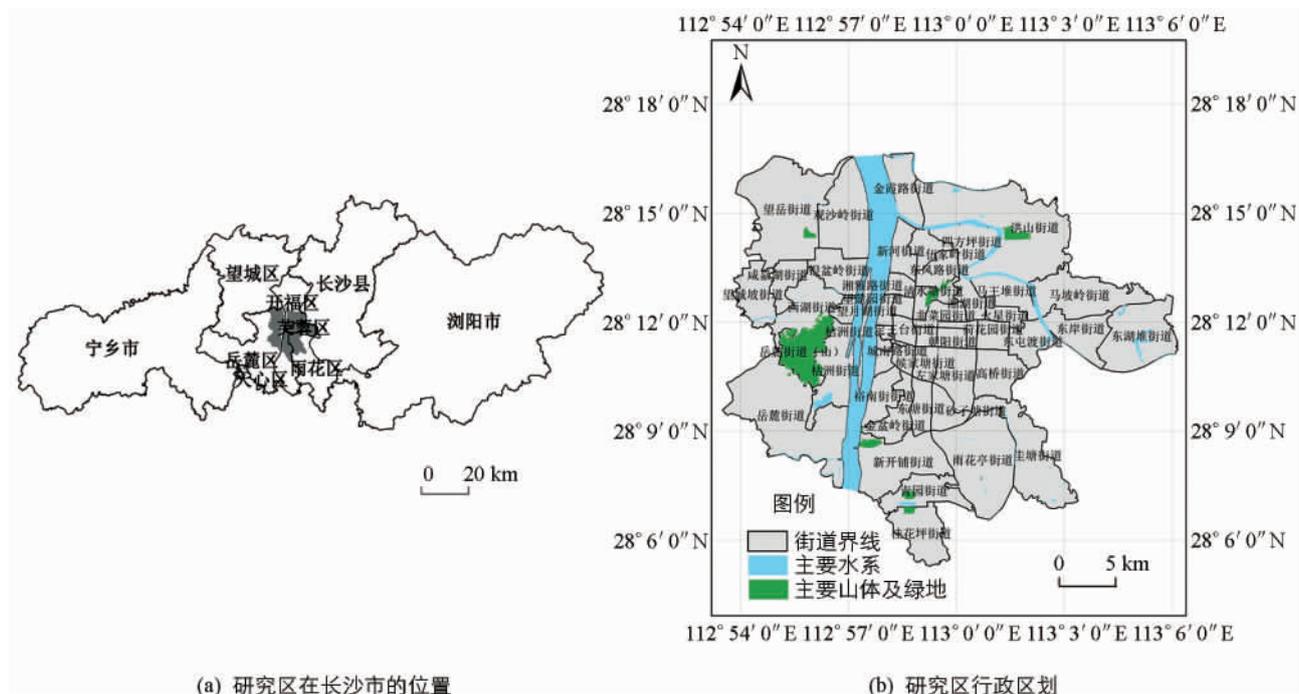


图 1 研究区域行政区划示意图

1.2 分析框架

从空间供给的角度考虑, 建成环境是指人为建设、改造的各种建筑物和场所, 以及可以通过政策、人为行为改变的环境, 由土地利用、交通组织、空间设计等一系列要素组合而成^[14]. 本文分析框架中的 5 维度是指密度、多样性、设计、目的地可达性、到公共交通距离^[15]. 每一维度内初步选择最具代表性的 2 个指标, 以期探究不同维度之间的影响差异和同一维度内不同指标的影响差异. 从密度维度来看, 多数研究认为, 采取非机动车出行的概率与居民生活的社区人口密度之间存在显著的正向关系^[16], 还与城市设施密度也紧密相关^[17]. 多样性一直被认为是影响出行行为的重要建成环境要素, 但其影响显著性存在争议^[18], 本文从城市用地多样性和城市设施多样性分别考量. 设计维度的分析主要从形态与功能 2 个角度展开, 城市社区形态和空间所承载的功能会导致共享单车的使用存在差异, 后者实际上是单个城市用地斑块的强主导功能, 与用地多样性所强调的复合功能有所区别. 目的地可达性、到公共交通距离具体可从距离市中心可达度^[17]、道路可达性^[19]、距地铁站点距离^[20]和距公交站点距离^[21] 4 种被普遍认为对出行选择有显著影响的因素考虑.

从居住出行行为看, 城市居民以家为原点的出行活动会受到社区空间形态、居住地的规模和不同社区的人口密度大小的影响. 开放社区对共享单车的容纳度在理论上比封闭社区要高^[22]. 一定区域内, 居住地的规模和不同社区的人口密度大小, 间接暗示了居民个体往返家中的出行集散流向. 从工作出行行为看, 居民使用共享单车的特点会因工业、商业和服务业等不同生产活动规律而存在差异, 以不同业态的用地规模量化这种差异具有合理性^[23]. 其他单车使用行为具有强烈的不确定性和随机性, 除了吸引游客往之的休闲游憩空间本身以外, 还包含目的地可达性以及到公共交通距离两大维度的中介性因素, 共享单车与其他交通方式的接驳与融合在此时显得尤为重要, 任何一个区域都有可能促使居民骑单车出行, 最终以城市土地利用类型与城市设施多样性展现居民游憩与娱乐活动的多样性^[24]. 故本文进一步将指标分为居住类、工作类及其他类(图 2), 以便对比分析建成环境对共享单车使用的影响.

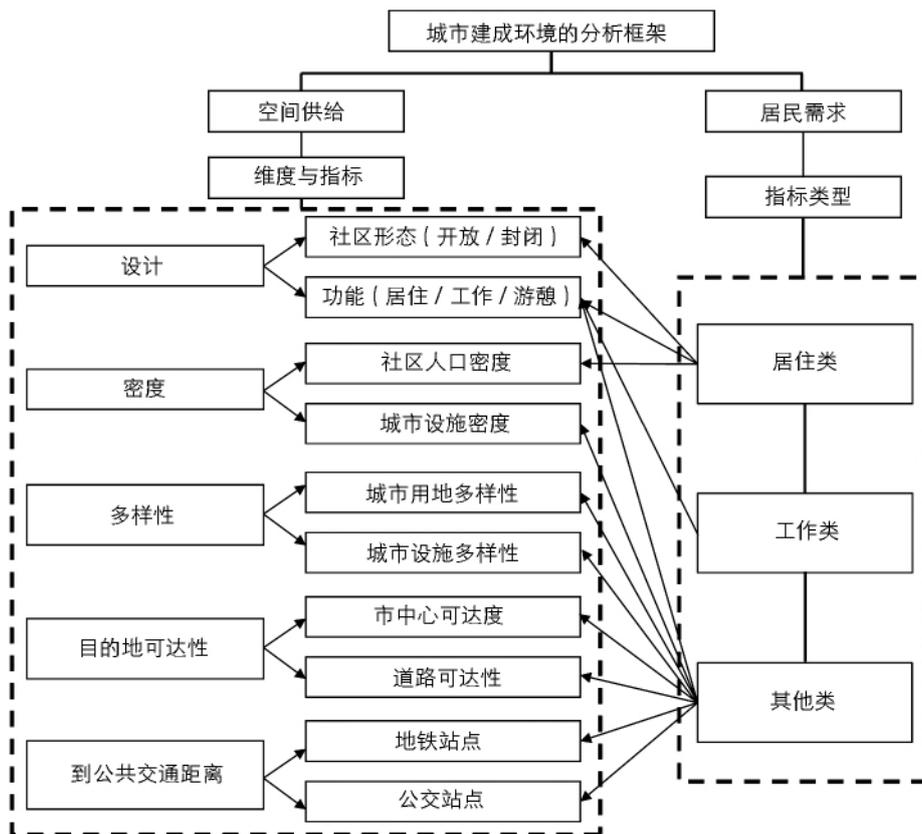


图 2 城市建成环境分析框架

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文使用的共享单车定位数据为摩拜单车数据,依据单车装载的 GPS 系统(Global Positioning System),通过百度地图(<http://lbsyun.baidu.com/>)提供的 API 开放接口通过特定的计算机语言编写程序进行爬取。考虑天气情况和数据的代表性,分别爬取 2017 年 11 月 15 日(周三)和 12 月 8 日(周五)2 个工作日数据,这两日天气晴朗少风,平均气温约为 11~17℃,适宜自行车出行。考虑到共享单车出行的短距离性,爬虫程序每隔 0.5 h 爬取一次单车信息,包含单车 ID(编号)、单车位置(经纬度)和定位时间等信息。结合实地调研与相关专家的意见,考虑所爬取数据的完整性、代表性和可操作性,本研究选择凌晨 2:00—2:30 段数据共计 64 140 条作为表征夜晚单车量的数据(y_α),白天 15:30—16:00 数据代表白天单车量的数据(y_β)共计 78 924 条。然后进行数据清洗:一是剔除掉不需要的字段或者为空的信息;二是以单车 ID(编号)为条件剔除每个时间段重复出现的单车数据,使得每一辆单车在一个时间段内的数据具有唯一性,分别得到 43 972,42 803 条有效数据;三是进行坐标转换。最后借助 ArcGIS 工具进行可视化表达与空间分析。

建成环境数据中,封闭社区地块数据通过 2017 年 Landsat TM 卫星遥感影像与“天地图·湖南·长沙”围墙和大门信息的识别,结合百度街景与实地调研获取。各类用地数据是来源于 2016 年长沙市土地利用现状图以及对 2016 年 Landsat TM 卫星遥感影像数据的解译、校对等处理得到,一共 15 种类型。POI 数据基于百度地图 API 抓取,涉及餐饮、住宿、休闲娱乐等 12 个大类共 181 963 条。其他各类社会经济统计数据来源于《2017 长沙统计年鉴》《中国城市统计年鉴 2016》或实地调研获取,指标体系构建如表 1 所示。

表 1 城市建成环境对共享单车使用空间影响的指标体系

因变量	预设解释变量	建成环境特征维度	表征意义	预期影响
	封闭社区地块面积指数(X_1)	设计	表征社区物质空间隔离及形态破碎程度	-
	居住用地面积比重(X_2)		表征基本单元内居住用地规模大小	+
	工业用地面积比重(X_3)		表征基本单元内工业用地规模大小	+
	商业服务业用地面积比重(X_4)		表征基本单元内商服用地规模大小	+
	公共管理与公共服务用地面积比重(X_5)		表征基本单元内公服用地规模大小	+
	公园绿地用地面积比重(X_6)		表征基本单元内游憩用地规模大小	+
共享单车使用度 ($Y = y_\alpha - y_\beta $)	人口密度(X_7)	密度	表征基本单元内活力大小与人群疏密	+
	POI 密度(X_8)		表征基本单元内 POI 数量的多少	+
	土地利用类型多样性(X_9)	多样性	表征城市空间的多样性与功能的协调性	+
	POI 多样性(X_{10})		表征基本单元内不同类型 POI 组合差异	+
	距市中心距离(X_{11})	目的地可达性	表征基本单元的区位条件	-
	路网密度(X_{12})		表征其可达性与通达性	+
	距地铁站距离(X_{13})	到公共交通距离	表征基本单元离地铁站的远近程度	-
	距公交站距离(X_{14})		表征基本单元离公交站的远近程度	-

注:封闭地块面积指数 $ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A}$, e_{ik} 是封闭地块总边缘长度, A 是空间总面积;土地利用类型多样性指数即香农多样性指数 $SHDI$

$= -\sum_{i=1}^m (P_i) \ln(P_i)$, $P_i = S_i/S$, S_i 为第 i 种用地类型地块的面积, S 为所有用地类型地块的总面积, m 为用地类型总数; POI 多样性即辛

普森多样性指数 $D = 1 - \sum_{i=0}^n (N_i/N)$, D 表示 POI 多样性, N_i 代表一个基本单元内第 i 种 POI 类型的数量, N 代表一个基本单元内所有 POI 类型的总数量, n 表示一个基本单元中 POI 类型总数。

[1] Wang JF, Li XH, Christakos G, Liao YL, Zhang T, Gu X & Zheng XY. 2010. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China. *International Journal of Geographical Information Science* 24(1): 107-127.
 [2] Wang JF, Zhang TL, Fu BJ. 2016. A measure of spatial stratified heterogeneity. *Ecological Indicators* 67: 250-256.
 [3] 王劲峰, 徐成东. 2017. 地理探测器：原理与展望. *地理学报* 72(1): 116-134. [Wang JF, Xu CD. 2017. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica* 72(1):116-134.]

2.2 研究方法

逐步回归是建立在 OLS 模型基础上的分析，而 OLS 模型的一个重要假设就是观测样本相互独立且误差项同方差，但是不同区域的共享单车使用度之间存在空间相关性，忽略这种空间关系无疑会降低模型结果的准确性，因此本文在逐步回归模型分析基础上选用地里加权回归进行探究，揭示系数在不同样本空间位置的变化规律^[25]，公式为：

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_m \beta_m(u_i, v_i)x_{im} + \epsilon_i$$

式中：因变量为 Y_i ；自变量 x_m 在空间位置 i 上的参数值为 x_{im} ，空间位置 i 的坐标即 (u_i, v_i) ，回归方程的截距通过 $\beta_0(u_i, v_i)$ 表示； m 代表模型自变量数目， ϵ_i 则为误差项。

但由于地理加权模型没有较强的诊断性，且影响共享单车使用的因素较多，本文在城市建成环境分析框架的基础上，首先运用地理探测器中因子探测器方法检验各因素与因变量相关性的大小，解决以往研究方法在影响因子选择和处理上的选择度不高的问题，从而剔除相关系数较小的变量^[26]，计算公式为：

$$P_{D,H} = 1 - \frac{1}{n\sigma_H^2} \sum (n_{D,i} \cdot \sigma_{H,D,i}^2)$$

式中： $P_{D,H}$ 为影响因子 D 对共享单车的使用度 H 的解释力； $n_{D,i}$ 代表在影响因子 D 的子区域 i 内的样本数， n 代表整个区域格网单元； σ_H^2 为整个研究范围内共享单车使用度的离散方差； $P_{D,H}$ 的取值区间为 $[0, 1]$ 。

进而采用逐步回归的方法排除回归模型中弱相关因子的干扰，消除自变量间多重共线性，逐步剔除和引入新变量，筛选出对因变量起关键解释作用的自变量，使最终模型中所有自变量均显著^[27]，最后运行 GWR 模型，深入探究不同影响因素在不同区域的显著程度。

3 城市建成环境对共享单车使用空间分布的影响因素及作用机制

3.1 影响因素的识别

通过地理探测器的因子探测结果可知，变量公园绿地用地面积比重 (X_6) 没有通过显著性水平为 0.05 的相关性检验，原因可能是由于公园绿地基本上是山地、河道两岸等自然景观覆盖的区域，共享单车难以进入，这也与长沙市实际情况相符。其余变量均对共享单车的使用有不同程度的影响，相关性较强，进而通过逐步回归与地理加权回归模型计算，以识别出影响共享单车使用的主要建成环境因素。

运用 SPSS 20.0 工具对其它影响因素进行逐步回归分析，结果显示各模型回归的 F 值均通过 1% 的显著性检验，表明模型设定较合理，回归结果具有可信性，但模型 10 最优，其 R^2 为 0.236，调整 R^2 为 0.229 (表 2)，对于截面数据来说， R^2 系数和修正 R^2 均显示方程具有较好的拟合程度^[28]。模型 10 进一步剔除了封闭地块面积指数 (X_1)、工业用地面积比重 (X_3)、人口密度 (X_7) 3 个建成环境因素，表明城市空间形态破碎程度与人口密度对共享单车使用的影响并不显著，更多居民在健康出行的理念下自主选择共享单车的交通方式，受城市建成环境潜在的滞后性影响较弱^[29]。工业用地较少且分布在城区外围，容易导致个体选择其他快速交通出行方式。其余变量的回归系数均通过了 0.05 的显著性检验 (表 3)，并且所有变量的容差均大于 0.5， VIF 值均小于 2，排除了变量之间存在的多重共线性问题^[30]。

表 2 逐步回归模型摘要

逐步回归模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
标准偏斜度错误	0.932	0.906	0.895	0.890	0.887	0.884	0.883	0.882	0.879	0.878
Durbin-Watson	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.877
F	166.292	120.350	91.31	72.312	60.122	51.62	45.005	39.891	36.386	33.274
R	0.364	0.426	0.449	0.459	0.466	0.472	0.475	0.478	0.483	0.486
R^2	0.133	0.182	0.202	0.211	0.217	0.223	0.226	0.228	0.233	0.236
调整 R^2	0.132	0.18	0.2	0.208	0.214	0.218	0.221	0.223	0.227	0.229
显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 3 逐步回归分析结果

建成环境特征维度	输入到方程的变量	标准化系数	回归系数 显著性 Sig.	共线性统计量	
				容差	VIF
设计	居住用地面积比重(X_2)	0.16	0.000	0.608	1.645
	商业服务业用地面积比重(X_4)	0.054	0.08	0.745	1.342
	公共管理与公共服务用地面积比重(X_5)	0.083	0.004	0.856	1.168
密度	POI 密度(X_8)	0.136	0.000	0.543	1.84
多样性	土地利用类型多样性(X_9)	0.072	0.039	0.577	1.733
	POI 多样性(X_{10})	0.082	0.021	0.565	1.769
目的地可达性	距市中心距离(X_{11})	-0.109	0.002	0.575	1.74
	路网密度(X_{12})	0.08	0.02	0.599	1.669
到公共交通距离	距地铁站距离(X_{13})	0.087	0.015	0.56	1.785
	距公交站距离(X_{14})	-0.078	0.024	0.603	1.659

由于研究数据空间分布的非均匀性,故采用 GWR 模型,以调整型空间核回归为基础,按交叉确认法(CV)确定带宽,运算得到结果,此时 R^2 与修正 R^2 分别为 0.778 与 0.604, R^2 值越大意味着解释变量对影响共享单车使用的贡献度越高,而逐步回归模型只取得解释变量 22.6% 的作用效果,远低于 GWR 模型 60.4% 的拟合效果(表 4)。此外,根据 Fotheringham 等^[31] 的评价标准,如果赤池信息准则(AICc)的下降值大于或等于 3 就可以比较不同种类的模型拟合显著程度的显著性,AICc 值越小则表明模型拟合的显著性越好,再次证明基于局域统计的 GWR 模型比逐步回归模型性能优越。

表 4 GWR 模型参数估计及检验结果

模型	Bandwidth 值	Sigma 值	AICc 值	R^2	调整 R^2
逐步回归	—	0.772	2 822.796	0.236	0.229
GWR	6 373.428	0.755	2 811.019	0.778	0.604

3.2 影响因素分析

1) 从总体来看,长沙市共享单车的使用度与居住、商业服务业、公管与公服用地面积比重、POI 密度与多样性、路网密度、土地利用类型多样性等因素呈现明显的正相关关系,距地铁站距离因素也与共享单车使用度正向弱相关,距市中心距离和距公交站距离与共享单车使用度呈明显的负相关关系。共享单车使用度并没有随着离地铁站距离的减少而表现出明显的使用度增加,这与相关文献^[17,32] 的研究结果存在一定的差异,但并不矛盾。关键原因是前述学者所选的研究区域皆为公共交通系统比较发达的一线城市,而长沙市目前投入运行的只有 2 条地铁线,未形成网络体系,地铁站偏少。在本文所划分的 1 088 个格网中,涉及有地铁站的格网只有 31 个,占总数的 3%,从共享单车的整体使用来看影响不显著,这与黄晓燕等^[33] 的观点一致。此外,越靠近市中心或公交站,共享单车使用量越多,表明城市居民在选择使用共享单车时始终遵循就近原则。结合前述分析,对长沙市而言,共享单车更多的辅助是与公交站而不是地铁站的接驳,随着未来长沙城市地铁系统的完善,这一关系将发生变化。

2) 就 5 维度总体而言,设计维度中的指标保留最多,各个维度内部的指标有明显差异。具体来看,在设计维度内,城市空间的功能比城市社区形态更能影响居民对共享单车的使用,特别是居住、商服、公管与公服等功能。密度维度集中体现为 POI 密度的影响,说明城市设施密度比城市社区人口密度对共享单车使用的影响更有意义。多样性维度中的土地利用类型多样性与 POI 多样性均对共享单车使用有影响,但城市设施的多样性比城市用地的多样性影响更显著。目的地可达性维度中距市中心距离、路网密度与共享单

车使用度存在反向相关性,且区位优势比道路的可达性更关键。公共交通距离维度中,在人为排除距地铁站距离因素的干扰后,距公交站距离成为影响长沙市共享单车使用的首要因素。

3)从3类型因素来看,不同类型相关因素影响程度各异,回归系数空间异质性明显。居住相关因素中,居住用地面积比重对共享单车使用空间的影响较距市中心距离的作用显著。居住地用地面积比重影响力回归系数呈现河西大于河东的格局,最大系数位于长沙市中心城区西南部;工作相关因素中,商业服务业用地面积比重对共享单车使用空间的影响较公共管理与公共服务用地面积比重的作用显著。商业服务业用地面积比重的影响力也呈现河西大于河东的格局特征,且主要是在河西城区边缘(岳麓山除外)。公共管理与公共服务用地面积比重影响力的空间异质性较小,只对城北区域影响较为显著;其他相关因素中,影响力从大到小排序为POI密度、距市中心距离、POI多样性、土地利用类型多样性、路网密度、距公交站距离。其中POI密度与POI多样性的影响力在空间上均呈现由主城区东北向西南逐渐递减的相似规律。距市中心城距离的影响力呈现中心最大,然后先减小后变增大的规律,形成环状格局,影响最明显的区域在以市中心为圆心的半径为3 000 m至5 000 m的区域。

4)城市建成环境主要影响因素回归系数空间分异特征与建成环境空间供给条件、空间需求特征和空间基础有关。从空间供给条件来看,是否有充足的共享单车停放空间和单车使用的适宜环境对共享单车使用度影响较明显。如近几年重点建设的河西新区,配套居住区、商业设施、公共管理与服务设施建设的自行车停车场地、专用自行车道有效引导了自行车的使用(图3a,b,c);市中心区域交通便捷,出行方式可替代性强,对共享单车的停放空间供给有限,其使用共享单车对距市中心城距离这一要素敏感性反而降低(图3d)。从空间需求特征看,偏爱骑行的学生及年轻人聚集程度较高的河西居住区,共享单车使用度明显较高(图3a)。从空间基础看,老城区、新城区有明显差异(图3e,f)。新区受POI密度及多样性影响明显,设施投入带动共享单车使用的边际效益高于成熟地区。

3.3 影响因素的作用机制

城市建成环境作为城市建设者与居民共同存在的物质空间,包含了供给—需求的内在交互作用,共享单车的使用空间分布是建成环境空间供给与居民出行需求相互影响的结果(图4),其主要受到外引力、内生力和基础力的共同作用。

外引力主要来源于政府与企业。政府的政策管制和规划设施配置可能影响交通设施、公共服务设施空间的部署安排,并由此形成对共享单车存放的空间限制、空间供给及其使用的吸引。政府作为城市建设活动的主导者,往往从密度、多样性、设计等不同维度对空间进行主动式干预,具体表现为公共服务设施的数量及其组合配置、公共交通系统便利性的提升、共享单车停放区域的设置等。企业依据市场原则,会倾向于在空间供给条件好、成本低和空间需求高的区域进行单车的更多投放,种种行动的实施形成共享单车的使用空间分布的外引力。居民出行需求是共享单车使用的主要内生力,居民结合自身需求与偏好,更加关注微观层面上空间配置,个体结合出行动机有选择地对城市建成环境与空间进行识别与分类,以满足其职住通勤和消费休闲的需求。当然,每座城市都有一定的历史过程,不同地点既定的区位条件以及城市功能空间结构所形成的空间基础,成为共享单车使用的基础力。3种作用力交互作用,从而呈现出一定时期内城市内部共享单车使用空间的分布规律。政府、居民与企业是促发这一结果最具影响力的三大主体。政府会引导企业与居民的行为,企业依据市场原则,会倾向于在空间供给条件好、成本低和空间需求高的区域进行单车的更多投放,激发居民对共享单车的使用,或由于投放过度而受到政府的空间限制。这一系列的空间表现不断在政府、居民与企业之间反馈,从而直接或间接地对城市建成环境产生影响,形成一种循环反复的作用过程。这一过程中主体层、环境层、表现层三者有机融合,相辅相成。

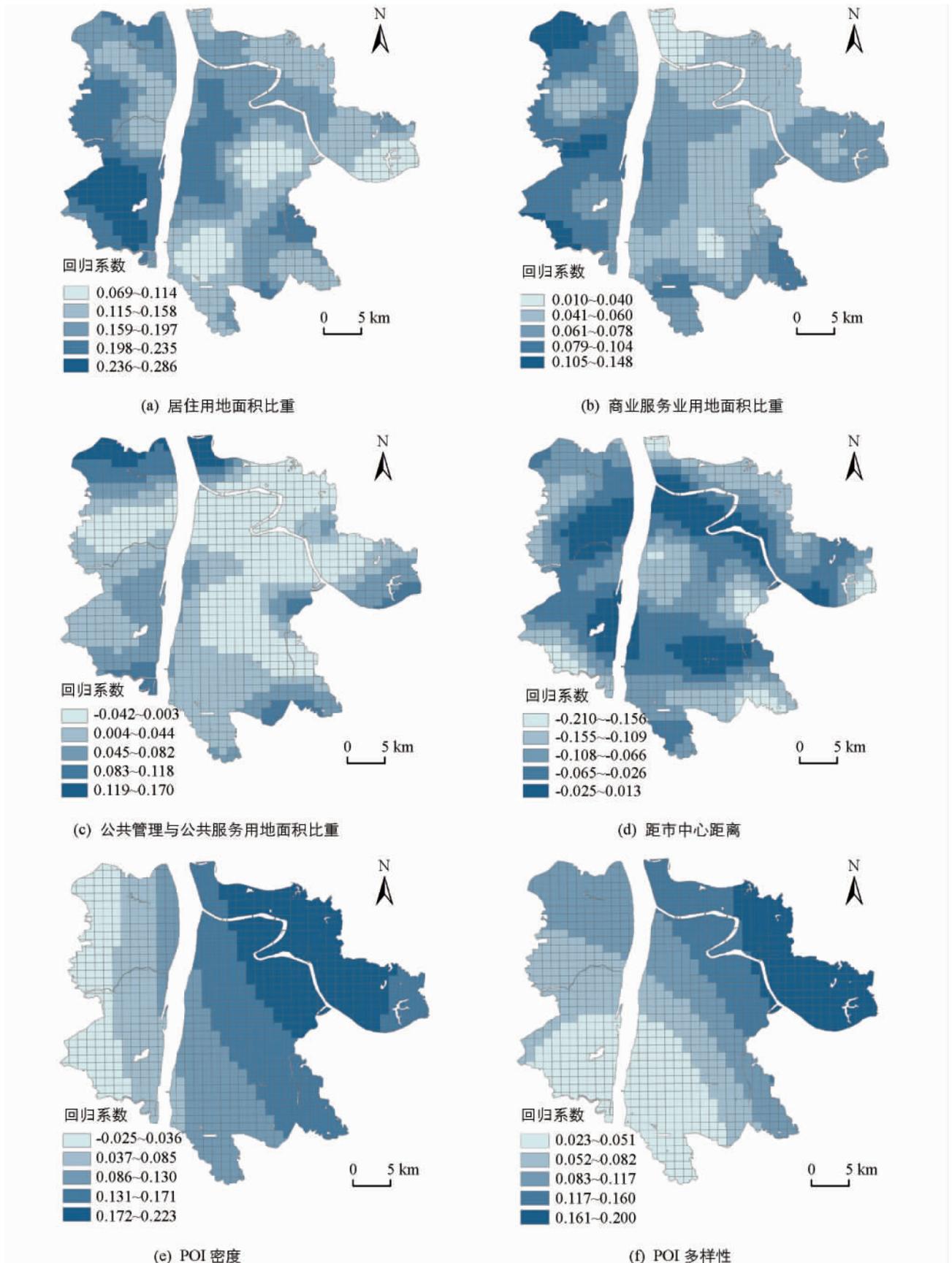


图 3 城市建成环境主要影响因素回归系数空间分布

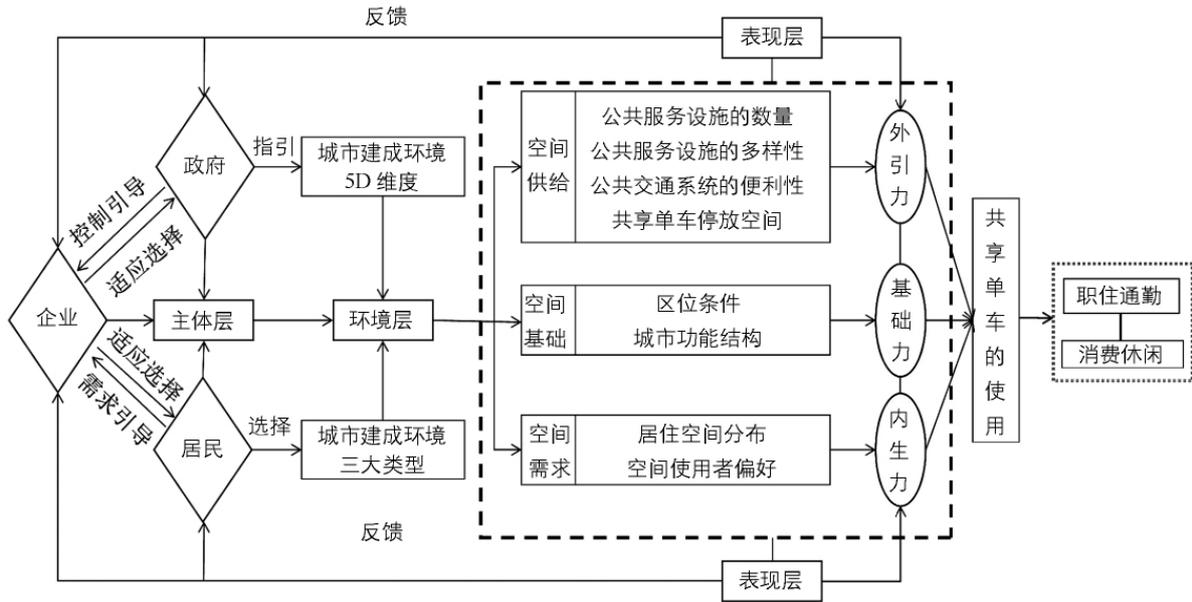


图 4 城市建成环境对共享单车使用的影响机制

4 结论与讨论

4.1 主要结论

本文以共享单车定位数据为基础,以长沙市为案例地,构建“5 维度 3 类型”建成环境特征评价框架,初选 14 个影响因素,通过地理探测器分析、逐步回归分析排除变量间多重共线性问题,运用 GWR 分析,揭示城市建成环境对共享单车使用空间的影响因素与作用机制。研究发现:① 从总体来看,长沙市共享单车的使用与居住、商业服务业、公管与公服用地面积比重、POI 密度与多样性、路网密度、土地利用类型多样性等因素呈现明显的正相关关系,与距市中心距离和距公交站距离呈明显的负相关关系。② 从建成环境的 5 维度来看,城市空间的功能、设施密度、设施多样性、区位优势、距公交站距离在各自维度内的两两比较下影响更为显著。③ 不同类型建成环境因子对共享单车使用度的影响不同且呈现空间差异,其与建成环境空间主体特征、空间需求特征和空间实体特征有关。④ 城市建成环境对共享单车使用空间的影响是以政府、企业和居民为主体,在外引力、基础力和内生力共同作用下,主体层、环境层、表现层三者有机融合的结果。

4.2 讨论

共享单车为城市居民提供“最后一公里”的方便,低碳环保,且减小了公共交通压力,但共享单车市场竞争激烈,作为一种公共品充斥着城市空间,新事物与城市空间环境有待更好地融合。只有了解城市建成环境对共享单车使用空间的影响因素与作用机制,强化公共空间与环境对共享单车的适应性,专注于良好的城市维度把控,才能引导个体的时空行为选择,促进城市形态和功能结构的良性转变,推动低碳绿色城市的发展。当然,基于共享单车定位数据的研究与应用还处于初步探索阶段,未考虑个体的品牌偏好和共享单车的投放行为所引起的误差,对城市建成环境的具体情况(如停车情况、车道情况、社区情况等)还有待选取更多的指标来表征。未来宜结合建成环境及所涉及的个体社会、经济等微观层面调查进一步验证与探究。

参考文献:

[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.

[2] HAMILTON T L, WICHMAN C J. Bicycle Infrastructure and Traffic Congestion: Evidence from DC's Capital Bike-

- share [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 87: 72-93.
- [3] 周亚平, 游 勇. 分享与共荣: 共享经济的扩散机制研究——以共享单车的扩散为例 [J]. *兰州大学学报(社会科学版)*, 2018, 46(1): 23-32.
- [4] 夏 莹. 论共享经济的“资本主义”属性及其内在矛盾 [J]. *山东社会科学*, 2017(8): 14-20.
- [5] MAAT K, TIMMERMANS H J P. Influence of the Residential and Work Environment on Car Use in Dual-Earner Households [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2009, 43(7): 654-664.
- [6] FRANK L D, PIVO G. Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking [J]. *Transportation Research Record*, 1994, 1446: 44-52.
- [7] 周素红, 闫小培. 广州城市空间结构与交通需求关系 [J]. *地理学报*, 2005, 60(1): 131-142.
- [8] 陈博文, 周素红, 姜 超. 活动视角下建成环境对广州居民通勤效率的影响 [J]. *城市规划学刊*, 2016(4): 67-74.
- [9] GUO Z. Home Parking Convenience, Household Car Usage, and Implications to Residential Parking Policies [J]. *Transport Policy*, 2013, 29: 97-106.
- [10] 周素红, 杨利军. 广州城市居民通勤空间特征研究 [J]. *城市交通*, 2005, 3(1): 62-67.
- [11] 周素红, 闫小培. 基于居民通勤行为分析的城市空间解读——以广州市典型街区为案例 [J]. *地理学报*, 2006, 61(2): 179-189.
- [12] 张福磊. 城市治理研究与建构主义路径 [J]. *中国行政管理*, 2015(8): 88-93.
- [13] 周国华, 贺艳华. 长沙城市土地扩张特征及影响因素 [J]. *地理学报*, 2006, 61(11): 1171-1180.
- [14] FRANK L D, SCHMID T L, SALLIS J F, et al. Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005, 28(2): 117-125.
- [15] CERVERO R, KOCKELMAN K. Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design [J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1997, 2(3): 199-219.
- [16] 孙斌栋, 但 波. 上海城市建成环境对居民通勤方式选择的影响 [J]. *地理学报*, 2015, 70(10): 1664-1674.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] BADLAND H M, SCHOFIELD G M, GARRETT N. Travel Behavior and Objectively Measured Urban Design Variables: Associations for Adults Traveling to Work [J]. *Health & Place*, 2008, 14(1): 85-95.
- [20] 黄 彬. 杭州市公共自行车系统运行状况调查分析与展望 [J]. *城市规划学刊*, 2010(6): 72-79.
- [21] 周素红, 宋江宇, 宋广文. 广州市居民工作日小汽车出行个体与社区双层影响机制 [J]. *地理学报*, 2017, 72(8): 1444-1457.
- [22] 朱佩娟, 贺清云, 朱 翔, 等. 论城市空间破碎化研究 [J]. *地理研究*, 2018, 37(3): 480-494.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 李 雨, 韩 平, 任 东, 等. 基于地理探测器的农田土壤重金属影响因子分析 [J]. *中国农业科学*, 2017, 50(21): 4138-4148.
- [27] 杨玉竹, 邵景安, 钟建兵. 山区农户耕地投入影响因素分析 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2016, 38(2): 104-112.
- [28] 王介勇, 刘彦随, 陈秧分. 农村空心化程度影响因素的实证研究——基于山东省村庄调查数据 [J]. *自然资源学报*, 2013, 28(1): 10-18.
- [29] 刘 宛. 城市设计与相关学科的关系 [J]. *城市规划*, 2003, 27(3): 53-57, 72.
- [30] 陈 升, 李兆洋. 共享性资源对资源型地区产业集群竞争力影响的实证研究 [J]. *经济地理*, 2014, 34(2): 114-119.
- [31] FOTHERINGHAM A S, KELLY M H, CHARLTON M. The Demographic Impacts of the Irish Famine: Towards a

Greater Geographical Understanding [J]. Transactions of the Institute of British Geographers, 2013, 38(2): 221-237.

[32] 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.

[33] 黄晓燕, 张爽, 曹小曙. 广州市地铁可达性时空演化及其对公交可达性的影响 [J]. 地理科学进展, 2014, 33(8): 1078-1089.

The Influence of the Built Environment on the Spatial Distribution of Bicycle-Sharing Use ——Taking Changsha as an Example

CUI Shu-qiang¹, ZHU Pei-juan^{1,2},
ZHANG Mei-fang¹, ZHANG Hong-hui³

1. College of Resources and Environmental Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. Key Laboratory of Geospatial Big Data Mining and Application, Hunan Province,
Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

3. Guangdong Guodi Planning and Technology Co., Ltd., Guangzhou 510650, China

Abstract: While bicycle-sharing can be parked and obtained almost anywhere, thus making residents' travel more convenient, they also impose challenges on urban space. It is of great significance to study the spatial distribution of bicycle-sharing for understanding the laws and mechanisms of built environment affecting bicycle-sharing travel. In this study, a "five-dimension and three-type" research framework is constructed, and based on the bicycle-sharing positioning data in Changsha in different time intervals on weekdays from the open big data platform, the concept of "bicycle-sharing usage" is introduced to describe the bicycle-sharing use space, and regression analysis, geo-detector and GWR (geographically weighted regression) are used to explore the impact of urban built environment on the spatial distribution of bicycle-sharing use. The results show that bicycle-sharing in Changsha is in positive correlations with the proportion of land area for residential areas, commercial service industry, public management and public service, POI density and diversity, road network density and the diversity land use type, and in negative correlations with the distance from the city center and from bus stops. The influences of the five dimensions of the built environment (urban spatial function, facility density, facility diversity, location advantage and distance from the bus station) are more significant in their respective dimensions. Different types of built environmental factors have different influences and present regional differences. The impact mechanism is based on the government, enterprises and residents. Under the combined effects of external gravity, basic force and endogenous force, the main layer, the environmental layer and the performance layer are closely integrated.

Key words: bicycle-sharing use space; urban built environment; spatial distribution; influencing factor; Changsha City

责任编辑 胡杨