

文章编号: 1671-4229(2018)06-0088-07

东莞市摩拜单车使用时空特征与影响因素分析

高 枫, 李少英*, 吕帝江, 黄冠平

(广州大学 地理科学学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 近年共享单车得到快速发展, 研究共享单车使用时空分异规律及其影响机制对规范共享单车投放、提高使用效率具有重要意义. 文章基于东莞市摩拜单车数据, 采用地理探测器模型, 分析共享单车骑行目的地时空分布规律及其影响因素. 结果表明: ①在时间上, 共享单车使用具有早晚高峰的特征, 使用频率变幅休息日比工作日稳定, 使用频率值最高出现在工作日休息时段; ②在空间上, 共享单车骑行目的地土地利用类型主要为城镇用地和工业用地, 主要分布在地铁沿线、东莞南部及东南部区域; ③在影响因素方面, 共享单车骑行目的地分布受建成环境影响显著, 其中 POI 多样性的影响力最强, 其次分别为土地利用类型、路网密度、离地铁站点距离, 且建成环境因子交互影响力远大于自然环境因子.

关键词: 共享单车; 时空特征; 建成环境; 地理探测器; 影响因素

中图分类号: U 491.2 文献标志码: A

近年, 共享单车在我国得到快速发展. 《2016 中国共享单车市场研究报告》指出, 2016 年我国共享单车用户总量已达到 1 886 万, 共享单车投放量和用户数量也将继续迅速发展, 在其出现的短短 1 a 内, 已快速发展为人们的主要出行方式之一^[1]. 共享单车的出行在给人们带来出行便利的同时, 也相应带来了各种问题, 如占用公共空间、乱停乱放和投放量过大等.

目前关于共享单车使用的研究, 多数学者认为建成环境特征(如用地混合)、公共交通水平(如地铁)、天气特征和自行车相关服务设施等是共享单车出行时空特征的影响因素^[2-8]. 如 SHEN 等^[2]采用空间自回归模型研究共享单车使用时空模式, 发现土地使用混合程度、公共交通、自行车设施, 及运营商相关促销活动对共享单车使用产生了积极影响, 降雨和高温产生了负面影响; CERVERO 等^[3]考察了哥伦比亚首都波哥大的环境特征、土地覆盖类型和城市化水平对休闲和交通出行的影响, 发现人们在高度城市化地区偏向步行旅行, 而在城市化水平较低地区偏向骑行出行, 此外, 娱乐区域面积也有显著影响; CORCORAN 等^[4]采用泊松回归模型, 发现天气和特殊事件对公共自行车及共享单车分布的时空模式产生影响; FAGHIH-IMANI 等^[5]采用混合线性模型, 分析了天气、时间、基础设施、土地利用和建成环境对蒙特利尔有桩公共自行车时空分布的影响, 并提供

关于车站大小和位置决定的建议; MENG 等^[6]通过问卷调查发现, 天气状况和天气预报是新加坡骑行行为的主要影响因素; O' BRIEN 等^[7]通过分析共享单车使用的时间变化特征, 推断用户群体的人口结构和意图, 提出了一种基于地理足迹和日、周、使用率空间变化的共享单车使用率分类方法; 罗桑扎西等^[8]采用多元线性回归模型研究, 结果表明服务设施分布、基础设施及公共交通条件是公共自行车使用的主要影响因素.

国内外研究主要集中在公共自行车, 对无桩共享单车使用特征研究极少. 此外, 在研究方法上, 多数学者采用线性方法如泊松回归模型、混合线性模型、多元线性回归模型等^[4-5, 8], 缺少从空间视角分析共享单车使用的空间分异性, 以及衡量影响因素之间的交互影响. 基于此, 本文采用土地利用数据、POI 数据、道路数据、地铁站点、地形坡度、海拔高度等数据, 利用地理探测器模型探测共享单车使用时空分布的驱动因子, 以及解释因子的独立作用和交互作用的影响.

1 材料与方法

1.1 研究区概述

广东省东莞市(113°31'E ~ 114°15'E, 22°39'N ~ 23°09'N), 位于广东省南部, 随着工业化和城市化高度发

收稿日期: 2018-11-19; 修回日期: 2018-12-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41871290); 广州市科技计划资助项目

作者简介: 高 枫(1996—)男, 硕士研究生. E-mail: vincenttheone@163.com

* 通信作者. E-mail: lsy_0130@163.com

展, 东莞市公共交通也在不断完善. 2017年1月摩拜单车正式在东莞市内开始试运营, 成为摩拜单车进驻的第12个中国城市, 并且东莞市成为继广佛之后第2个可跨市借还单车的城市. 截至2018年3月, 东莞市区域内由摩拜、ofo等运营商共计投放了约77.5万辆共享单车, 共享单车在解决东莞市民“最后一公里”的问题上, 发挥着重要作用. 因此, 东莞市可作为共享单车使用的典型研究区.

1.2 数据来源与处理

摩拜共享单车数据通过互联网爬虫技术获取, 数据信息包括共享单车ID号、类别、使用时间、经度、纬度. 考虑到工作日与休息日的差异, 采集了2017年12月30日星期六与12月20日星期三, 共2d的共享单车数据, 数据采集时间为早上8时~夜间21时, 采集时间间隔为1h. 经过数据清洗后共得到2734779条有效位置数据, 其中共享单车使用记录为893537条(其余均为闲置记录). 利用Arcmap软件对单车数据进行预处理, 包括统一投影坐标、数据去重、数据转换.

土地利用数据基于SPOT5遥感影像, 通过人工目视解译并进行精度质量检验修正而成. 本文建立的土地利用分类体系1级类型包括林地、草地、水域、未利用地共4类, 2级类型包括水田、浇地、果园、城市绿地、城镇用地、港口码头用地、工业用地、公路用地、铁路用地、基塘、开发用地、农村用地等共12类; POI数据通过百度地图API获取, 经投影坐标转换、去重处理及整理分类后, 最终获取共106322个兴趣点; 道路数据源自OSM开源地图(<https://www.openstreetmap.org/>), 包含路名、等级、长度等信息; 海拔和坡度数据源于SRTM数据.

1.3 研究方法

1.3.1 数据格网化

数据格网化处理是一种较常用的数据离散化方法, 该方法通过在指定范围内创建完整覆盖该范围的指定单元大小的规则格网^[9]. 按实际需要创建格网后, 可利用该格网对所在区域其他数据进行按格网汇总统计, 实现数据的离散化即空间化, 使格网内每一个单元都具有相应的属性, 以便进行空间分析与模拟研究.

1.3.2 地理探测器

为探测空间分异性及进一步研究其背后驱动力, 王劲峰等^[10]提出了地理探测器(Geodetector)模型, 该方法最早用于研究地理环境因子对疾病发生的影响. 地理探测器模型由4部分组成: 风险探测器、因子探测器、生态探测器和交互探测器^[11].

因子探测器, 主要探测因变量 Y 的空间分异性, 及判断自变量 X 多大程度上解释了因变量 Y , 用 q 值来度

量, 即分别计算某因子在全区的总方差和次级区域内的方差之和, 其公式为^[10]

$$sww = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2 \quad (1)$$

$$sst = N \sigma^2 \quad (2)$$

$$q = 1 - \frac{sww}{sst} \quad (3)$$

式中: $h=1, \dots, L$ 为因变量 Y 或自变量 X 的分层或分区; N_h 和 N 分别为 h 区和全区的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是 h 区和全区因变量 Y 值的方差; sww 和 sst 分别为区内方差之和与全区总方差^[10]. q 值的值为 $[0, 1]$, q 值越大说明因变量 Y 的空间分异性越显著; 如果分区是由自变量 X 生成的, 则 q 值越大说明自变量 X 对因变量 Y 的解释力越强, 反之则越弱. 特殊情况下, q 值为1表明自变量 X 完全控制了因变量 Y 的分布, q 值为0则说明自变量 X 与因变量 Y 没有任何关系, q 值的大小表明 X 解释了 $100 \times q\%$ 的 Y ^[10].

交互探测器, 主要用于探测不同影响因子之间的交互影响作用, 即分析影响因子 X_1 和 X_2 共同影响作用时是否会增强或削弱对因变量 Y 的影响作用力. 先分别计算2个影响因子 X_1 和 X_2 对因变量 Y 的 q 值: $q(X_1)$ 和 $q(X_2)$; 其次计算2个影响因子相交(叠加 X_1 和 X_2 相切形成的新多边形)时的 q 值: $q(X_1 \cap X_2)$; 最后比较 $q(X_1)$ 、 $q(X_2)$ 和 $q(X_1 \cap X_2)$.

1.3.3 相关指标计算

路网密度指在某范围内道路总长度与该范围面积的比率, 常用作衡量某范围地区交通状况、出行便利程度的指标之一, 通过Arcmap软件中Zonal Statistic工具计算获得. 到达地铁站点距离通过Arcmap软件中Network Analysis工具分析获得路网距离. 本文通过统计格网内POI种类数目(POI多样性)来度量土地利用混合程度.

2 结果与分析

2.1 共享单车使用时间分布特征分析

对共享单车数据进行统计后得到东莞市工作日、休息日的共享单车使用情况图(图1). 可发现: ①东莞市休息日和工作日共享单车的使用都具有明显的峰值和谷值特征. 工作日具有2个明显的峰值, 分别发生在12~13时和20~21时, 一个明显谷值出现在18~19时; 休息日峰值出现在17~18时, 谷值出现在18~19时; ②共享单车使用频次变幅休息日比工作日稳定, 工作日具有更明显的峰值和谷值, 反映了东莞市工作日共享单车使用具有异于休息日的上下班通勤的特征.

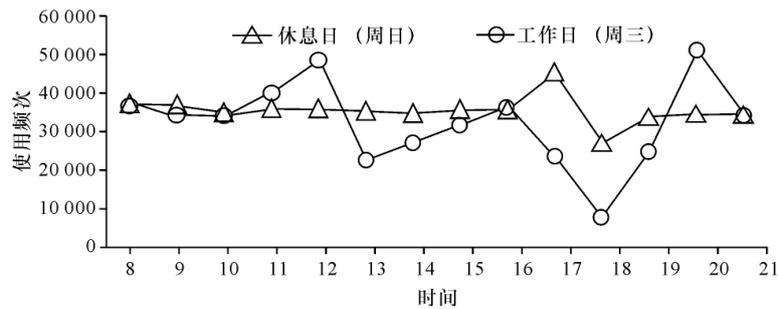


图1 共享单车使用时间分布

Fig. 1 The temporal distribution of the usage of bike sharing

值得注意的是:①共享单车工作日使用峰值分别出现在12~13时和8~10时,均不在工作日上午时间内,而在中午休息、晚上下班非工作时间内;②谷值出现在18~19时这个工作日下班时间内,一定程度上说明了东莞市人们相对较少在工作日的上下班通勤时间段内选择共享单车出行,相反,在工作日的休息时间段内相对较多选择共享单车出行。

2.2 共享单车使用空间分布特征分析

2.2.1 共享单车使用总体空间分布

为掌握东莞市共享单车的空间分布规律,将研究区域划分为 $500\text{ m}\times 500\text{ m}$ 的格网,共10 191个网格,按格网统计每个时段内共享单车的分布数量。首先提取每个时段内(间隔为1 h)被使用单车骑行目的地的位置,

并统计被使用与闲置单车数量。其次计算出每个格网上共享单车骑行目的地分布的日均数量。

(1) 东莞市工作日与休息日的日均共享单车骑行目的地分布在空间上分布较为相似(图2),共享单车分布主要集中在东莞地铁二号线沿线、东莞南部及东南部区域。

(2) 东莞市日均(工作日与休息日)共享单车骑行目的地分布较多的地区分布在地铁二号线沿线地区,包括石龙、东城、莞城、厚街、虎门等经济发展水平较高的街镇,以及南部邻近深圳市的区域、北部邻近广州市的区域。这些地区经济较为发达,人口相对密集,相应交通及基础设施较为完善,运营商也多投放共享单车于此,人们对共享单车的需求也相对较高。

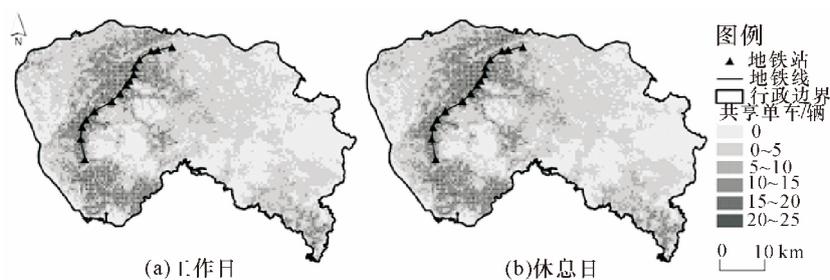


图2 共享单车使用空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of the usage of bike sharing

(3) 分布较低区域主要集中在东部及东南部山地区域。这些区域经济发展水平相对落后,人口分布相对稀疏,且东南部山地区域地势为骑行带来不便,共享单车投放量及人们的需求也相对较少,且该区与共享单车集中分布区域距离较远,往来两地的人们一般选择更快捷的出行方式。

2.2.2 共享单车使用与地铁站点空间分布

值得注意的是,东莞市目前只开通了一条地铁线(二号线于2016年5月27日开通),由图3可见,以工作日为例,共享单车骑行目的地分布较密集区域主要集中在地铁站点邻近区域。为深入分析东莞市共享单车使用与地铁交通的关系,本文对东莞市地铁二号线站点3

km范围内创建环形缓冲区,设置距离间隔为500 m。东莞市地铁二号线相邻最近的2个站点直线距离为1.2 km,15个站点两两平均直线距离为2.56 km,故对相交的缓冲区进行融合处理,最后利用各距离缓冲区对共享单车进行空间统计,结果见图3。

如图3所示,东莞市地铁站点周边共享单车骑行目的地分布密度与到达站点距离成负相关关系。0~500 m缓冲区内共享单车分布密度为 $59\text{ 辆}\cdot\text{km}^{-2}$,500~1 000 m缓冲区单车密度为 $54.94\text{ 辆}\cdot\text{km}^{-2}$,1 000~1 500米缓冲区单车密度为 $53.4\text{ 辆}\cdot\text{km}^{-2}$,1 500~2 000 m缓冲区单车密度为 $45.67\text{ 辆}\cdot\text{km}^{-2}$,2 000~2 500 m缓冲区单车密度为 $44.62\text{ 辆}\cdot\text{km}^{-2}$,2 500~3 000 m缓冲

区单车密度为 $41.87 \text{ 辆} \cdot \text{km}^{-2}$ 。结果表明: 在 3 km 范围内, 与地铁站距离越近, 共享单车骑行目的地分布密度越高, 骑行抵达地铁站的共享单车使用频数越高, 也说明了共享单车充当着与地铁轨道交通接驳的角色。

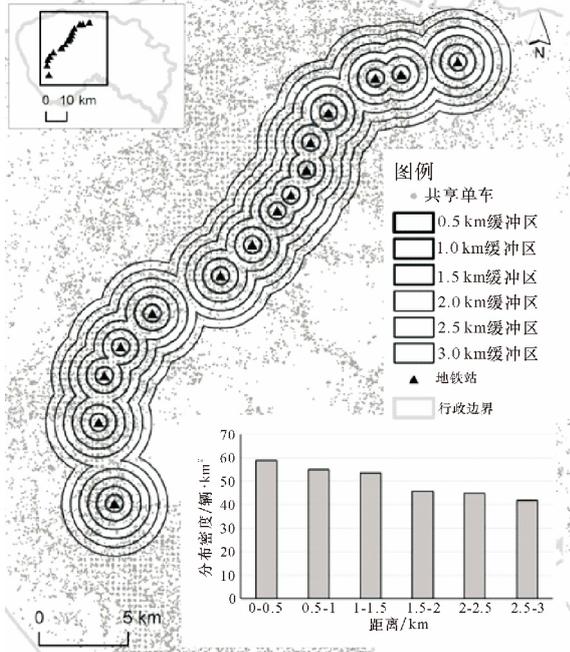


图 3 工作日共享单车使用与地铁站点空间分布

Fig. 3 The spatial distribution of bike sharing and metro station on weekdays

2.2.3 共享单车使用与土地利用空间分布

为探析共享单车使用与土地利用的关系, 以共享单车使用峰值(周三 12~13 时、周三 20~21 时、周六 17~18 时)与谷值(周三 18~19 时、周六 18~19 时)时段目

的地为例进行分析(图 4), 结果发现: ①工作日、休息日各时段骑行到达城镇用地的共享单车最多, 其次是工业用地; ②峰值时段共享单车骑行到达工业用地的占比高于谷值时段, 而谷值时段骑行到达城镇用地的占比高于峰值时段, 这说明共享单车在峰值时段被骑往工业用地, 而谷值时段则较多被骑往城镇用地; ③工作日峰值、谷值时段到达工业用地和城镇用地占比的变化幅度较大, 而休息日较少, 说明了工作日共享单车的使用具有更明显的往来于工业用地和城镇用地的通勤特征。

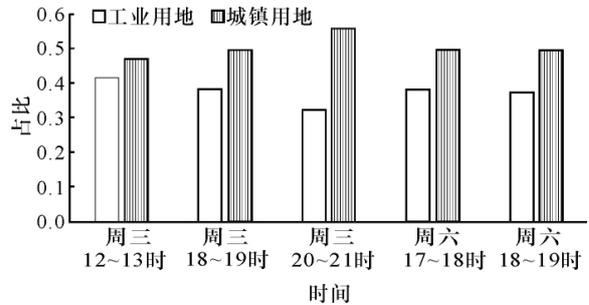


图 4 共享单车使用目的地土地利用占比

Fig. 4 The land use proportion of the bike sharing destination

2.3 共享单车使用时空分布的影响因素分析

2.3.1 影响因子的选取

大多研究认为建成环境特征(如用地混合)、公共交通水平(如地铁)、天气特征和自行车相关服务设施等是共享单车出行的时空特征的影响因素^[2-8, 11-12]。其中天气特征对共享单车的使用具有重要影响, 如雨天和高温天气下人们对共享单车的使用会大幅减少, 故需考虑研究时间内的天气特征。据表 1, 研究时间内无降水, 温度较适宜, 天气对共享单车使用影响不大。

表 1 天气概况

Table 1 The weather summary

数据采集日期	天气状况	气温	风力风向
2017 年 12 月 20 日	晴/晴	18 °C / 7 °C	无持续风向 < 3 级 / 无持续风向 < 3 级
2017 年 12 月 30 日	多云/多云	22 °C / 14 °C	无持续风向 < 3 级 / 无持续风向 < 3 级

共享单车的使用与建成环境有较大联系, 共享单车骑行目的地的时空分布可理解为建成环境各因素相互作用耦合的结果。以前人研究为鉴, 并针对研究区域的特性, 选取反映研究区域建成环境和自然环境的多项指标, 对东莞市工作日和休息日共享单车使用时空分布的影响机制进行探测分析。选取指标包括路网密度(X_1)、到达地铁站点路网距离(X_2)、POI 多样性(X_3)、海拔高度(X_4)以及地势坡度(X_5)、土地利用现状分类(X_6) (图 5)。

2.3.2 影响因素因子探测

本文将 $X_1 \sim X_4$ 、 X_6 指标因子划分为 5 个级别, X_5

指标因子划分为 16 个类别, 并对因子数据进行 $500 \text{ m} \times 500 \text{ m}$ 格网化统计, 采用地理探测器模型, 分别计算出各自变量因子对东莞市共享单车使用时空分布的贡献力 q 值。

本文采用地理探测器模型进行因子探测, 结果如表 2、图 6, 可知东莞市日均共享单车骑行目的地分布主要受 POIs 多样性、土地利用现状分类、路网密度及到达地铁站点路网距离因子的影响, 而受海拔、坡度因子影响较小, 说明了共享单车出行受所在地建成环境影响较大, 受自然环境影响较小。

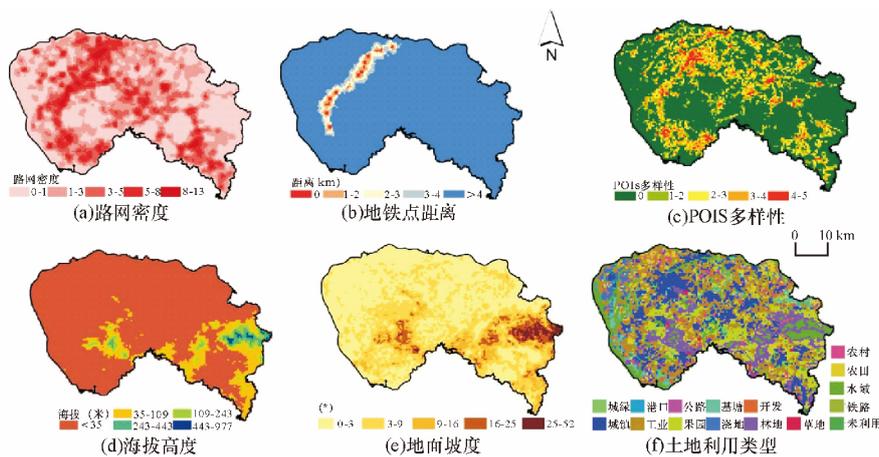


图 5 影响因子分布

Fig. 5 The distribution of influence factors

表 2 影响因子及地理探测结果

Table 2 Influence factors and the results of geodetector

指标	阈值					q 值 (Y ₁)	q 值 (Y ₂)
	一级区	二级区	三级区	四级区	五级区		
路网密度	≤1	>1~3	>3~5	>5~8	>8	0.289 4	0.3101
地铁站点距离	≤1	>1~2	>2~3	>3~4	>4	0.160 3	0.165 9
POIs 多样性	≤2	>2~4	>4~6	>6~8	>8~11	0.360 4	0.392 6
海拔	≤35	>35~109	>109~243	>243~443	>443~977	0.057 9	0.062 0
坡度	≤3	>3~9	>9~16	>16~25	>25~52	0.059 7	0.063 8
土地利用类型	土地利用分类共 16 个类别					0.306 6	0.325 1

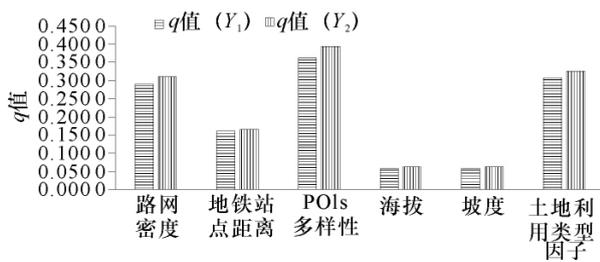


图 6 影响因子 q 值

Fig. 6 The q value of influence factors

(1) 建成环境因素对共享单车骑行目的地分布的影响作用较大,具体表现为:对于工作日及休息日均共享单车骑行目的地分布(Y₁、Y₂)建成环境因素产生的影响作用力大小为:POIs 多样性(X₃) > 土地利用现状分类(X₆) > 路网密度(X₁) > 到达地铁站点距离(X₂)。

建成环境因素对 Y₁、Y₂ 的影响力较为相似,且各因子影响力排名一致。POIs 多样性(X₃)的 q 值最大,为 0.360 4,表示 X₃ 解释了 36.04% 的共享单车骑行目的地分布。虽忽略地物占地面积属性,但 POIs 多样性一定程度上可度量土地利用混合程度。POIs 多样性越大,即单位面积上 POIs 种类分布越齐全,说明该单元上分布着越多不同类别、具有不同社会职能的公共设施,越能

满足居民的出行需求。土地利用混合程度较高的区域,一定程度上缩小了居民的出行范围,居民出行选择更偏向慢行交通方式,如步行、骑行等,故该因子具有较大影响力。土地利用现状分类(X₆)的 q 值为 0.306 6,说明了地类的分布对共享单车的骑行目的地分布影响较大。路网密度(X₁)的地理探测 q 值为 0.289 4,单位面积上的路网密度越高,说明其交通通达性、便捷程度越高,为共享单车的通过和使用提供了条件。到达地铁站点距离(X₂)的地理探测 q 值为 0.160 3,东莞市目前只有地铁二号线投入运营,共享单车与地铁轨道交通的“骑乘”或“骑乘骑”接驳出行特征并不突出,但该地铁线路沿线及站点周边地区是共享单车集中分布区域,随着东莞市地铁系统的不断发展延伸,该因子对共享单车分布的影响作用可能会增大。

(2) 为探究自然环境和建成环境对共享单车骑行目的地分布的影响差异,本文选用了海拔高度(X₄)、坡度(X₅)作为自然环境影响因子进行地理探测,结果发现自然环境对 Y₁、Y₂ 分布的影响力均较不明显,具体表现为:对于工作日及休息日均共享单车骑行目的地分布(Y₁、Y₂),自然环境因素对其影响的作用力大小均为:坡度(X₅) > 海拔高度(X₄)。

坡度(X_5)和海拔高度(X_4)的地理探测 q 值分别为0.0597和0.0579。东莞市总体上人口密度较高和社会经济发展水平较发达的地区多分布在平原或三角洲上,坡度值和海拔值高的地区一般是共享单车投放较少,居民对共享单车需求也较小的地区。故坡度(X_5)和海拔高度(X_4)这两个自然环境因素对共享单车使用的分布影响作用力较小。

2.3.3 影响因素交互探测

为度量影响因素之间对共享单车使用产生的交互影响,采用地理探测器中的交互探测对因子进行两两组合探测研究,结果(表3和表4)表明,无论是自然环境因子还是建成环境因子,它们两两之间的交互影响力均大于各单一因子的影响力。

表3 Y_1 交互探测结果

Table.3 The results of interactive Geodetector of Y_1

影响力 q 值	因子	0.2894 X_1	0.1603 X_2	0.3604 X_3	0.0579 X_4	0.0597 X_5	0.3066 X_6
0.2894	X_1	0.2894					
0.1603	X_2	0.3400	0.1603				
0.3604	X_3	0.4374	0.4195	0.3604			
0.0579	X_4	0.2984	0.2008	0.3727	0.0579		
0.0597	X_5	0.3017	0.2039	0.3790	0.0683	0.0597	
0.3066	X_6	0.4124	0.3945	0.4165	0.3111	0.3163	0.3066

表4 Y_2 交互探测结果

Table.4 The results of interactive Geodetector of Y_2

影响力 q 值	因子	0.3101 X_1	0.1659 X_2	0.3926 X_3	0.062 X_4	0.0638 X_5	0.3251 X_6
0.3101	X_1	0.3101					
0.1659	X_2	0.3608	0.1659				
0.3926	X_3	0.4721	0.4507	0.3926			
0.0620	X_4	0.3195	0.2096	0.4051	0.0620		
0.0638	X_5	0.3230	0.2126	0.4100	0.0730	0.0638	
0.3251	X_6	0.4363	0.4137	0.4472	0.3302	0.3350	0.3251

(1)对东莞市工作日共享单车的使用分布影响有较大作用力的交互因子有:POI多样性与路网密度(2因子共同作用时 q 值为0.4374)、POI多样性与到达地铁站点距离(2因子共同作用时 q 值为0.4195)、土地利用分类与POI多样性(2因子共同作用时 q 值为0.4165)、土地利用分类与路网密度(2因子共同作用时 q 值为0.4124)。

(2)对休息日共享单车的使用分布影响有较大作用力的交互因子有:POI多样性与路网密度(2因子共同作用时 q 值为0.4721)、POI多样性与到达地铁站点距离(2因子共同作用时 q 值为0.4507)、土地利用分类与POI多样性(2因子共同作用时 q 值为0.4472)、土地利用分类与路网密度(2因子共同作用时 q 值为0.4363)。(1)、(2)说明了这些交互因子共同作用时均增加了对共享单车使用分布的解释力。

(3)自然环境因子之间的交互作用远低于建成环境因子之间的影响力,自然环境因子与建成环境因子相组合的交互影响力远大于自然环境因子之间的影响力,说

明共享单车的使用分布受建成环境的影响较大,受自然环境的影响较小。

3 结 论

(1)从时间上看,共享单车使用具有早晚高峰的特征,使用频率变幅休息日比工作日稳定,使用频率值最高出现在工作日休息时段。值得注意的是,东莞人较少在工作日上下班通勤时间段内选择共享单车出行,相反较多在休息时间段内选择共享单车出行。

(2)从空间上看,东莞市工作日与休息日的日均共享单车骑行目的地空间分布较相似,主要集中在东莞地铁二号线沿线、东莞南部及东南部区域。目前东莞只有地铁二号线投入运营,共享单车分布最密集的区域大多集中在地铁站点邻近区域,说明了东莞市共享单车一定程度上承担着“出行最后一公里”的任务,且随着东莞地铁的不断发展,“骑乘”出行特征将会更加凸显。

(3)从影响因素上看,东莞市休息日和工作日共享

单车骑行目的地的分布主要受所在建成环境的影响显著,受自然环境影响较不显著。因子探测结果表明,建成环境对共享单车分布的影响作用力较大。其中,POI多样性对共享单车分布的影响作用力最强,其次分别为土地

利用现状分类、路网密度、到达地铁站点路网距离。交互探测结果表明,每两两交互因子之间的交互影响力均大于各单一因子对共享单车使用分布的影响,且建成环境因子交互影响力远大于自然环境因子。

参考文献:

- [1] 梁忠让. 从共享单车的发展看慢行交通的回归[J]. 工程建设与设计, 2017(10): 88-89.
- [2] SHEN Y, ZHANG X, ZHAO J. Understanding the usage of dockless bike sharing in Singapore[J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2018, 12(9): 686-700.
- [3] CERVERO R, LSARMIENTO O, JACOBY E, et al. Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá[J]. Urban Transport of China, 2009, 3(4): 203-226.
- [4] CORCORAN J, LI T, ROHDE D, et al. Spatio-temporal patterns of a public bicycle sharing program: The effect of weather and calendar events[J]. Journal of Transport Geography, 2014, 41: 292-305.
- [5] 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.
- [6] MENG M, ZHANG J, WONG Y D, et al. Effect of weather conditions and weather forecast on cycling travel behavior in Singapore[J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2016, 10(9): 773-780.
- [7] O'BRIEN O, CHESHIRE J, BATTY M. Mining bicycle sharing data for generating insights into sustainable transport systems[J]. Journal of Transport Geography, 2014, 34(219): 262-273.
- [8] 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.
- [9] 胡云锋, 王倩倩, 刘越, 等. 国家尺度社会经济数据格网化原理和方法[J]. 地球信息科学学报, 2011, 13(5): 573-578.
- [10] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.
- [11] WANG J F, LI X H, CHRISTAKOS G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(1): 107-127.
- [12] 王劲峰, 廖一兰, 刘鑫. 空间数据分析教程[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

The temporal and spatial distribution and influence factors of the usage of dockless bike sharing in Dongguan

GAO Feng, LI Shao-ying, LYU Di-jiang, HUANG Guan-ping
(School of Geographical Sciences Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In recent years, bike has developed rapidly in China. It is of great significance to study the temporal and spatial distribution of bike sharing and its impact mechanism to improve the efficiency of its usage. Based on the mobike data in Dongguan, this paper uses the geodetector model to explore the temporal and spatial distribution of bike sharing destinations and its influencing factors. The results show that: ① In terms of time, the bike sharing has the characteristics of morning and evening peaks. The frequency of use on day-off is more stable than working days, and the highest frequency of use occurs at resting hours of working day-offs; ② In terms of spatial distribution, the bike sharing destination mostly are urban land and industrial land, mainly distributed along the subway, south and southeast of Dongguan. Within 3 km of the subway station, the closer the subway station is, the higher is the distribution density of bike sharing; ③ In terms of influencing factors, the denser the bike sharing destinations is significantly affected by the onsite environment. The diversity of POIs is the strongest, followed by land use type, road density, distance to subway stations. And the interaction influence of onsite environment factors is much greater than natural factors.

Key words: bike sharing; temporal and spatial distribution; built environment; geodetector; influence factors

【责任编辑: 孙向荣】