

# 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

钱 佳, 汪德根, 牛 玉  
(苏州大学旅游系, 江苏 苏州 215123)

**摘要:** 城市公共自行车因其零排放、灵活性强和可达性高等优点, 成为城市公交和地铁之间转换和衔接的重要市内交通工具, 也是短距离出行的重要交通方式。基于探索性因子分析, 构建了影响使用公共自行车满意度的结构方程假设模型, 并以苏州公共自行车为研究对象, 通过验证性因子分析, 实证研究城市居民使用公共自行车满意度的影响因素。结果显示: ① 灵活便捷、设计布局、舒适环保和安全是居民使用公共自行车满意度的关键因素, 经济成本和运营服务是重要因素。② 灵活便捷对满意度影响程度最大, 其影响路径系数为0.40, 其次为设计布局和舒适环保, 路径系数分别为0.39和0.36, 安全、经济成本和运营服务影响程度相对较小。③ 灵活便捷、设计布局、舒适环保、安全和运营服务与满意度表现为正相关, 而经济成本与满意度表现为负相关。最后, 提出了完善城市公共自行车建设和发展的相关对策, 以期为提高公共自行车利用率, 真正实现节能环保绿色出行的目标。

**关键词:** 城市公共自行车; 满意度; 影响因素; 苏州市

DOI: 10.11821/dlyj201402014

## 1 引言

随着城市化和机动化的发展, 机动车保有量迅速增长, 给城市道路交通带来巨大压力, 交通堵塞和交通事故问题日益凸显。同时, 由于机动车数量的增加, 产生了噪声和废气等严重的城市污染现象, 2012年12月起, 中央气象台连续发布雾霾黄色预警, 京津地区、河北、河南、江苏及安徽等超过17个省市出现了严重的雾霭天气, 持续时间长, 涉及范围广, 给城市居民生活带来了巨大影响, 也违背了生态城市建设理念。在此背景下, 低碳交通和绿色出行成为当前许多大城市交通发展的重要选择<sup>[1]</sup>。自行车交通具有低碳环保、短距离出行可达性良好、有利于身体健康等优点。因此, 将自行车与公共交通两大城市的重要元素结合起来, 创建公共自行车系统, 以吸引更多的小汽车出行者向公共交通方式转移, 提高城市公共交通的吸引力与竞争力, 成为缓解城市交通, 降低城市空气污染, 促进整个城市交通良性发展的一个重要措施。

收稿日期: 2013-07-15; 修订日期: 2013-12-22

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41271134); 教育部人文社会科学研究基金项目 (10YJC790245); 江苏省普通高校研究生科研创新工程项目 (CXLX13-846)

作者简介: 钱佳 (1990-), 女, 江苏苏州人, 硕士, 主要研究城市旅游和高铁旅游。E-mail: qj2115@163.com

通讯作者: 汪德根 (1973-), 男, 安徽黄山人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究高铁旅游和城市旅游。

E-mail: wdg713@163.com

“公共自行车”(Public Bicycle)或“自行车共享”(Bike Sharing)概念源自欧洲。1965年阿姆斯特丹的白色自行车为第一代公共自行车起源;紧随其后哥本哈根出现Bycyklen第二代公共自行车系统;到20世纪90年代末期,利用现代先进的电子、信息集成、无线通讯和互联网技术的第三代公共自行车系统在欧洲很多国家相继出现并且成功运用<sup>[2]</sup>。荷兰、丹麦和德国是世界上最初推行公共自行车交通系统较为成功的几个国家,从20世纪70年代以来就致力于发展自行车交通,制定了自行车总体规划,并投入大量资金支持建设<sup>[3-5]</sup>。除了政策支持外,为优化自行车交通环境,这些国家还尤其重视硬件设施建设。丹麦和荷兰从1995年和2000年开始实行公共自行车交通系统,如今各自首都哥本哈根和阿姆斯特丹都拥有超过400 km的自行车专用道<sup>[6,7]</sup>。德国柏林2004年完全隔离的自行车专用道则达到了860 km,并建设了60 km路边自行车车道<sup>[8]</sup>。这些自行车专用道以醒目的颜色与普通车道区分,并与连接不同街道或穿越街区的捷径构成了一个整合的自行车网络系统,通过自行车专用标识,保障自行车路权优先。交通静化的路交叉路的设计处理进一步增强了行人和骑行者的安全性<sup>[9-11]</sup>,大大促进自行车出行<sup>[12]</sup>。如今荷兰27%居民使用自行车出行,位列欧洲第一,丹麦和德国分别以18%和10%位列第二和第三<sup>[13]</sup>。自行车已成为当地居民娱乐、健身、购物、短距离出行,供外地游客旅游及与大容量公共交通接驳的重要交通工具。纵观这些国家自行车交通的成功推行,不仅得益于政府对规划资助自行车设施和项目的重视,也归功于通过建设自行车专用设施不断优化居民自行车出行环境。

杭州是中国最早推出免费公共自行车的城市之一。2008年5月1日,杭州采用“一次规划、分步实施”的举措,于2008年5月1日在61个服务网点开始试行运营首批2500辆公共自行车<sup>[14]</sup>。杭州在政府资金、用地和自行车路权的支持下,2011年公共自行车租用量达8718.19万人次,日均租用量突破23万人次,一辆车平均每天租用5次以上<sup>[15]</sup>,如今杭州形成了“随用随骑、骑后速还”的用车理念,构建了公共自行车有限时间的免费租赁交通系统<sup>[16]</sup>,是中国唯一被BBC选中8座全球公共自行车服务最棒的城市之一<sup>[17]</sup>。现今,北京、上海、武汉、南京、苏州、常州和无锡等60多个城市都正式运行公共自行车系统,许多县市也正在积极筹建中。综观各城市的公共自行车系统实践,现阶段仍存在着规模化、网络化程度不足,自行车出行环境差,系统租借手续复杂,租押金过高,管理模式不合理,社会认同度不高等问题,济南、郑州、三亚和常州等城市公共自行车都曾面临夭折的困境。可见,城市公共自行车系统亟待进一步的建设和完善。

德国、荷兰和丹麦等欧洲国家公共自行车的成功推行,改变了城市居民的出行方式和生活方式,自行车出行已渐成时尚。苏州公共自行车自2010年8月在古城区起步以来,截止2012年底,市区已有417个站点,共9000辆公共自行车,具有一定规模,但使用率不高,累计租用量仅为1102万人次,与杭州相比处于较低水平。可见,苏州公共自行车系统尚未得到市民完全认可,使用满意度不高。基于此,本文以苏州为案例地,研究城市居民使用公共自行车满意度的影响因素,为提高公共自行车使用率,提升其服务性,提高市民使用意识和满意度,真正为实现“低碳交通、绿色出行”的目标提供参考,同时为国内城市公共自行车系统建设提供有价值的借鉴。

## 2 研究设计与模型构建

### 2.1 预测题项生成

本研究在回顾相关文献的基础上<sup>[18-24]</sup>,归类整理了现有测量指标,并结合实际使用经

验,初步获得了27个影响居民使用公共自行车满意度感知的因素,并按照通俗易懂的原则,修改得到27个题项。针对每个题项,采用李克特5级量表形式,以“很不赞同—很赞同”分别由低到高赋1~5分。

## 2.2 探索性因子分析

为保证量表能真实反映居民满意度的影响因素,在进行正式的问卷调查之前,对量表进行了预测试。预测试于2012年6月16-17日,在印象城和十全街设有公共自行车地点,采用随机抽样调查方式,请市民评价影响其使用公共自行车满意度的27个因素。共发放130份问卷,回收有效问卷119份,回收有效率为91.54%。通过获得的数据,运用因子分析法对这27个因素进行降维以减少27个指标间的多重共线性,并剔除影响小的因素<sup>[25]</sup>。在SPSS 19.0中采用主成分分析法进行探索性因子分析,采用最大方差进行正交旋转。结果显示,总量表KMO值为0.809,巴特勒球形检验值为1549.581, P值为0.000,说明量表适合做因子分子<sup>[26]</sup>。以特征根大于1为原则进一步抽取公因子,经正交旋转后,删除因子载荷小于0.5的题项(缺少带亲子后座的公共自行车配置;没有配备便携锁,不方便临时停放;租赁点无还车位导致租车费用上升),同时一个公因子只含一个题项的也予以剔除(使用公共自行车可降低交通事故发生率,缓解城市交通问题)。经过探索、删除后得到23个题项构成的6个公因子,累计方差贡献率为74.13%,每个题项在其单一维度的因子上负荷率均大于0.5(表1),说明提取的公因子解释效果理想<sup>[27]</sup>。6个公因子中,第1个公因子为“灵活便捷( $\xi_1$ )”,含5个题项(为了便于后面结构方程模型分析,分别赋予 $X_1 \sim X_5$ 序号,下同);第2个公因子为“运营服务( $\xi_2$ )”,含5个题项( $X_6 \sim X_{10}$ );第3个公因子为“经济成本( $\xi_3$ )”,含4个题项( $X_{11} \sim X_{14}$ );第4个公因子为“设计布局( $\xi_4$ )”,含4个题项( $X_{15} \sim X_{18}$ );第5个公因子为“舒适环保( $\xi_5$ )”,含3个题项( $X_{19} \sim X_{21}$ );第6个公因子为“安全( $\xi_6$ )”,含2个题项( $X_{22} \sim X_{23}$ )。

## 2.3 假设模型构建

结构方程模型是一种实证分析模型方法,通过寻找变量间内在的结构关系验证某种结构关系或模型的假设是否合理、模型是否正确,且如果模型存在问题,可以指出如何加以修改。结构方程模型中有2个基本模型:测量模型与结构模型。测量模型反映潜在变量与观测变量之间的关系,结构模型表示潜在变量之间的关系<sup>[28]</sup>。二者的矩阵方程表示如下:

$$x = \Lambda x \zeta + \delta \quad (1)$$

$$y = \Lambda y \eta + \varepsilon \quad (2)$$

$$\eta = B \eta + \Gamma \zeta + \zeta \quad (3)$$

式(1)和式(2)为观测模型。式中: $x$ 为外生潜变量 $\zeta$ 的观测变量; $y$ 为内生潜变量 $\eta$ 的观测变量; $\Lambda x$ 与 $\Lambda y$ 分别为 $x$ 和 $y$ 的因素负荷量; $\delta$ 是 $x$ 的测量误差, $\varepsilon$ 为 $y$ 的测量误差。式(3)为结构模型,其中 $B$ 为内生潜变量系数矩阵, $\Gamma$ 为外生潜变量系数矩阵, $\zeta$ 为结构模型中无法预测到或解释到的误差项,称为残差。

在探索性因子分析的基础上,根据上述原理构建了市民使用公共自行车满意度假设模型(图1)。该模型包含6个潜变量和26个观测变量,其中满意度为内生潜变量,灵活便捷、运营服务、经济成本、设计布局、舒适环保和安全为外生潜变量,是公共自行车使用满意度的主要因素,存在着相关关系,因而该模型是一个具有因果关系的结构方程模型。

## 2.4 研究假设

**2.4.1 灵活便捷( $\xi_1$ )** 市民是否使用公共自行车作为其出行方式,很大程度上取决于该

表 1 测量指标因子分析结果及参考来源

Tab. 1 Results of Factor Analysis and reference sources of measuring indicators

因子及公因子	特征值	贡献率(%)	因子载荷	指标来源
灵活便捷( $\xi_1$ )	2.770	16.079		
节约出发地到目的地步行时间( $X_1$ )			0.748	
方便灵活,可自由选择行程和路径,可以深入城市内部( $X_2$ )			0.726	
提高与地铁和公交车转乘的衔接度( $X_3$ )			0.737	[18],[19]
使用自行车可利用空隙和支路避开交通堵塞( $X_4$ )			0.608	
自行车租赁卡与苏州通卡通用( $X_5$ )			0.540	
运营服务( $\xi_2$ )	2.607	15.429		
自行车租赁卡办卡和遗失补办手续繁琐( $X_6$ )			0.636	
车辆调度系统不完善,调配速度得不到保障( $X_7$ )			0.768	
租赁点刷卡借还车系统经常发生故障( $X_8$ )			0.790	[20],[21]
公共自行车服务热线不畅( $X_9$ )			0.634	
公共自行车的维修保养不及时( $X_{10}$ )			0.682	
经济成本( $\xi_3$ )	2.595	15.378		
公共自行车办卡需要缴纳的押金太高( $X_{11}$ )			0.774	
延迟还车处罚力度太高( $X_{12}$ )			0.772	[19],[22]
一次使用免费时间太短( $X_{13}$ )			0.631	
丢失赔偿力度太高( $X_{14}$ )			0.612	
设计布局( $\xi_4$ )	2.115	13.459		
站点规模无等级化,在人流密集区的租赁点或使用高峰期借不到车( $X_{15}$ )			0.752	
租赁点太少,常常在附近找不到借车点( $X_{16}$ )			0.767	[18],[19],[20]
租赁点距离公交站点或地铁口较远( $X_{17}$ )			0.502	
租赁点分布索引系统不完善,难以确定目的地附近是否有租赁点( $X_{18}$ )			0.511	
舒适环保( $\xi_5$ )	2.017	8.069		
用公共自行车可欣赏沿途景观( $X_{19}$ )			0.598	
公共自行车无废气排放( $X_{20}$ )			0.853	[18],[23]
公共自行车噪声污染小( $X_{21}$ )			0.790	
安全( $\xi_6$ )	1.429	5.718		
城市路段大多“机非混行”,使用存在安全隐患( $X_{22}$ )			0.853	[24]
自行车受天气影响大,雨雪天使用安全隐患大( $X_{23}$ )			0.779	

交通方式是否具有便利性。指标  $X_1 \sim X_5$  分别从出行时间、行程灵活度、租车可得和转乘反映公共自行车的灵活便捷程度(表1)。本研究认为,某种公共交通方式使用的灵活便捷程度将直接影响市民用后感受,为此提出以下假设:

$H_1$ : 灵活便捷对满意度有直接显著影响

**2.4.2 运营服务 ( $\xi_2$ )** 公共自行车运营服务可分为硬件服务和软件服务。其中,硬件服务由指标  $X_7$  和  $X_8$  反映,软件服务通过  $X_6$ 、 $X_9$  和  $X_{10}$  衡量。交通运输业是传统的服务产业,使用者对服

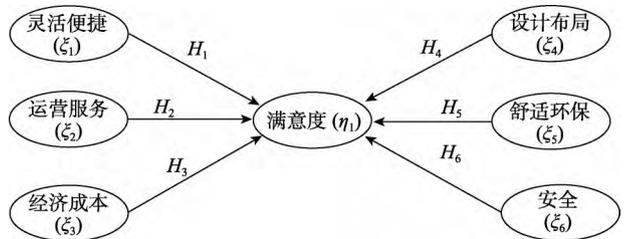


图 1 居民使用公共自行车满意度假设模型

Fig. 1 Hypothetical model of residents' satisfaction to use public bikes

务质量感知的好坏将直接影响其满意程度,因而,提出以下假设:

$H_2$ : 运营服务对满意度有直接显著影响

**2.4.3 经济成本 ( $\xi_3$ )** 潜在使用者将公共自行车的性价比同其他公共交通工具相比较,并作出权衡。由于公共自行车是一种租赁的交通方式,因而办理租赁和使用中都会产生费用,通过  $X_{11}$ - $X_{14}$  来衡量。本研究认为,市民使用公共自行车过程中所付出的经济成本是决定其用后满意程度的一个直接因素,因而,做出如下假设:

$H_3$ : 经济成本对满意度有直接显著影响

**2.4.4 设计布局 ( $\xi_4$ )** 设计布局是指公共自行车站点分布和站点规模合理性,以及站点系统完善度。通过  $X_{15}$ - $X_{18}$  反映设计布局可能存在的非合理性。本研究认为,设计布局合理性会直接影响公共自行车使用的满意度,因此,提出以下假设:

$H_4$ : 设计布局对满意度有直接显著影响

**2.4.5 舒适环保 ( $\xi_5$ )** 公共自行车最突出的特点是其零排放、无噪声和低碳环保。因此,通过指标  $X_{20}$  和  $X_{21}$  反映公共自行车环保性,舒适度则通过指标  $X_{19}$  反映。本研究认为,舒适环保性会直接影响公共自行车使用的满意度,因此,提出以下假设:

$H_5$ : 舒适环保对满意度有直接显著影响

**2.4.6 安全 ( $\xi_6$ )** 居民是否选择某种运输方式出行,会综合考虑多种因素,而安全是出行前提性因素,由  $X_{22}$  和  $X_{23}$  测量。从外界环境和现有交通状况衡量,本研究认为使用公共自行车安全程度将直接影响市民的使用满意度,因而提出假设:

$H_6$ : 安全对满意度有直接显著影响

## 2.5 问卷设计及调查

本研究正式的调查问卷分为三部分:第一部分为居民人口学特征,包含性别、年龄、文化程度、职业和月均收入;第二部分为被调查者的用车习惯,包括使用频率、租车时间、用车时长及租车的用途;第三部分为上述23个测量题项,居民满意度( $\eta_1$ )通过“公共自行车整体满意度高( $Y_1$ )”、“我愿意使用公共自行车作为交通工具( $Y_2$ )”和“我愿意推荐亲友使用公共自行车( $Y_3$ )”来度量。

此次调查时间为2012年10月13-14日和12月15-16日,分别在观前街、苏州公园、桂花公园、金益二村、平江路、体育馆、印象城及圆融时代广场等人流密集,周边有公共自行车点的地方,对市民进行随机调查。采用现场调查回收问卷的形式,共发放问卷500份,回收有效问卷432份,有效问卷回收率为86%。

## 2.6 研究方法

运用SPSS 19.0对测量模型进行信度和效度检验,并通过AMOS 18.0运用验证性因子分析(CFA)对探索性因子分析建立的维度进行检验,通过模型的拟合优度指标来考察其与数据的拟合程度,并对假设模型进行修正。最后,通过最大似然估计法(ML)对居民使用公共自行车满意度假设模型进行参数估计。

# 3 结果分析

## 3.1 信度与效度检验

为保证问卷测量的可靠性,运用SPSS软件对测量指标进行信度分析。结果显示,测量总量表的克朗巴哈 $\alpha$ 值为0.814,说明量表具有较好的内部一致性。模型中各基本维度的克朗巴哈 $\alpha$ 值在0.684~0.864之间(表2),均大于0.5的标准<sup>[29]</sup>,说明各测量题项可信。组

合信度最小为0.76，均大于0.7，说明观测变量内部具有异质性，平均方差提取在标准值0.5附近，表示各观测变量可以较好解释对应潜变量<sup>[30]</sup>。

### 3.2 验证性因子分析

#### 3.2.1 测量模型检验及修正

运用AMOS18.0对测量模型进行验证性因子分析，在7个测量模型中，所有观测变量的标准化负荷取值在0.48~

0.85之间（图2），符合大于0.4的标准<sup>[31]</sup>， $t$ 检验值均在0.01水平上达到显著，说明各观测变量都可以很好地解释相应的潜变量，不需对观测变量进行删除。

通过拟合度检验发现部分拟合指数没有达到理想值，因而对测量模型进行修正。根据AMOS输出的修正指数报表可以发现，增加 $e_3$ 与 $e_{11}$ 、 $e_{17}$ 与 $e_{20}$ 之间的共生关系可以分别减小卡方值16.209和13.369（表3），同时增加 $P$ 值，且界定误差变量相关并没有违反SEM的假定<sup>[32]</sup>，因而增加上述变量之间的联系。

3.2.2 结构模型检验及修正 为考察各潜变量之间的结构关系是否合理，对结构模型进行检验和修正。根据AMOS修正指数报表发现，运营服务与经济成本、运营服务与设计布局、舒适环保与灵活便捷、设计布局与经济成本、设计布局与灵活便捷间修正指数较高（表3），为降低卡方值，增加显著性 $P$ 值，尝试建立上述潜变量间的关系。

表3 结构方程模型修正指数报表

Tab. 3 The modification index of the structural equation model

	MI	Par Change		MI	Par Change
运营服务<-->经济成本	41.196	0.256	$e_3 <--> e_{11}$	16.209	0.189
运营服务<-->设计布局	37.483	0.195	$e_{17} <--> e_{20}$	13.369	0.118
舒适环保<-->灵活便捷	31.633	0.118			
设计布局<-->经济成本	27.975	0.331			
设计布局<-->灵活便捷	12.960	0.131			

按照一次释放一个的原则逐次对假设模型进行修正，可以发现， $\chi^2/df=1.092$ ，CFI、IFI和NNFI都达到了大于0.9的标准，特别地，RMSEA值为0.021（小于0.05）表明模型适配度非常好<sup>[33]</sup>。虽然GFI、AGFI和NFI未达0.9的标准，但介于0.8~0.9之间表示模型拟合度可以接受<sup>[34]</sup>（表4）。总的来说，修正后的模型拟合度更好，因此选择为最终模型（图2）。

基于最大似然估计法，对本研究的最终结构关系模型进行参数估计，可以判别结构模型中初始假设关系是否成立，由图2可知，假设 $H_1 \sim H_6$ 均成立。依据结构关系模型路径系数（标准化参数估计值）的大小可判别最终结构关系模型中各潜变量之间的影响关系以及潜变量中各观测变量的影响程度，图2显示了各变量之间的影响关系路径及影响程度。

### 3.3 居民使用公共自行车满意度影响因素分析

3.3.1 灵活便捷与满意度关系验证 ( $H_1$ ) 灵活便捷是满意度最重要正向影响因素，路径

系数为0.40 ( $t=4.40$ ), 假设  $H_1$  成立。公共自行车的灵活便捷程度越大, 居民使用公共自行车的满意程度就越高。调查发现, 公共自行车使用人群中, 27.9%为学生, 其次是企事业单位管理人员占27.5%和外来务工人员24.6%, 其日常出行一般为工作或上学, 对时间有严

表4 居民使用公共自行车满意度模型拟合度检验

Tab. 4 Goodness-of-fit indices of residents' satisfaction to use public bikes

拟合指数	绝对拟合指数			增值拟合指数					精简拟合指数	
	$\chi^2/df$	GFI	RMSEA	AGFI	NFI	CFI	IFI	NNFI	AIC	CAIC
理想值	1-3	>0.9	<0.1	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9	越小越好	越小越好
假设模型	1.588	0.856	0.052	0.827	0.738	0.881	0.884	0.868	581.833	839.700
修正模型	1.092	0.899	0.021	0.876	0.823	0.982	0.982	0.979	442.357	726.449

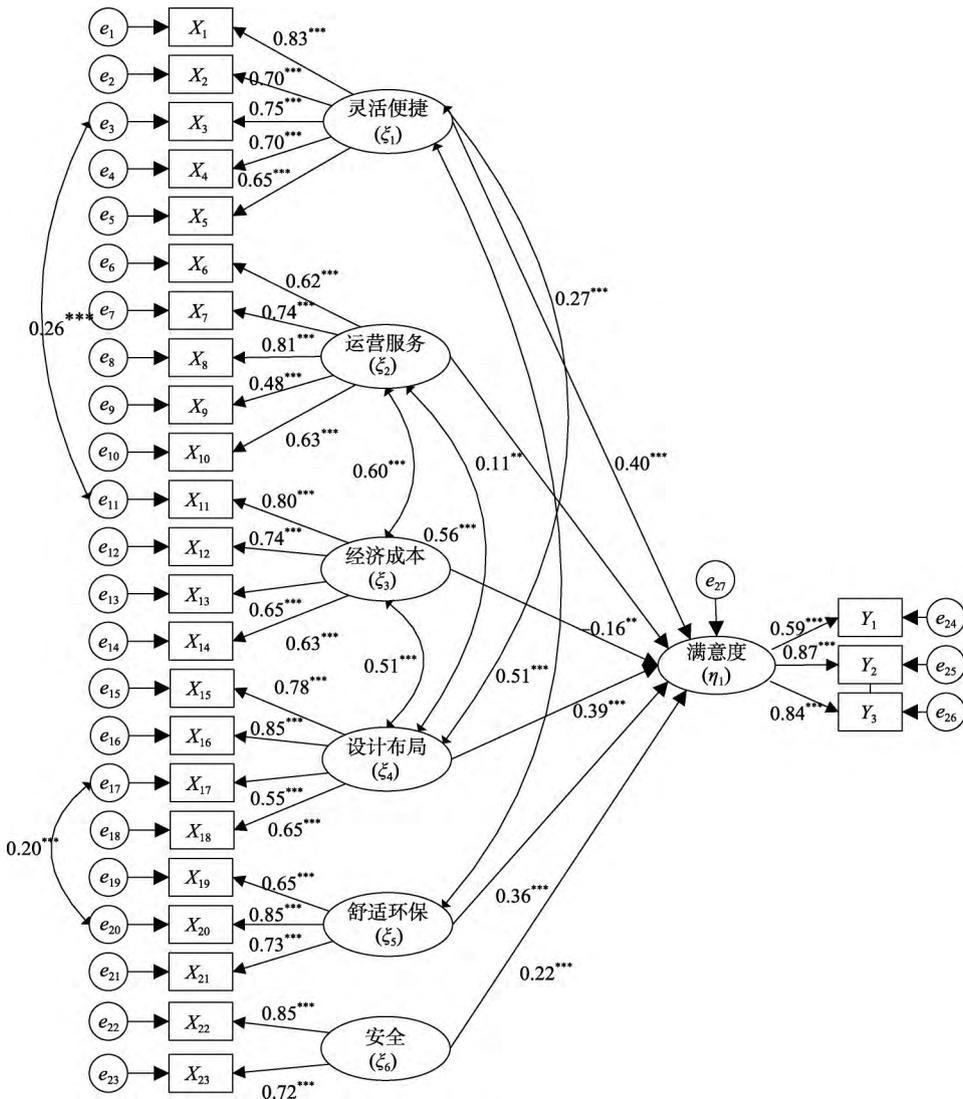


图2 模型参数估计

Fig. 2 Parameter estimation of the model

注: \*\*\*表示在0.001水平下显著, \*\*表示在0.01水平下显著

格要求,那么出行的时间价值和使用交通工具所带来的便捷性通常就会成为其选择出行方式的最主要因素,因而灵活便捷对满意度产生影响最为显著。在灵活便捷各观测变量中,公共自行车所带来的时间节约(0.83)和提高转乘衔接度(0.75)对居民使用满意度影响较大,其次为灵活度(0.70)和避开拥堵(0.70)。

调查中,76.8%的居民赞同公共自行车可以“节约出发地到目的地步行时间”,73.9%的居民赞同使用公共自行车“提高与地铁和公交车转乘的衔接度”。这是因为自行车方便灵活,可达性高,能够节约居民从居住地到公交站点的步行时间、候车时间和从车站至目的地的步行时间。研究表明,在4.6 km范围内,即便常规公交极为发达和完善,自行车交通仍然具有时间上的优势<sup>[35]</sup>,因为自行车交通能够实现“门对门”的服务,解决居民出行“最后一公里”问题,恰好弥补公共交通存在的缺陷,是公共交通重要的衔接工具。调查发现,苏州的公共自行车在公交站台附近和地铁站出入口均有设点,如苏州地铁1号线共有24个站,公共自行车借还点建了43个,布置了1880辆车,基本达到了方便居民换乘的目的。“使用自行车可利用空隙和支路避开交通堵塞”和“公共自行车方便灵活,可自由选择行程和路径,可以深入城市内部”两项的得分均值分别为4.19和4.15(李克特五分量表中,一般均值在1~2.4之间表示反对,2.5~3.4之间表示中立,3.5~5之间表示赞同<sup>[36]</sup>),可以认为居民普遍赞同在短距离出行中使用公共自行车,尤其是在早晚高峰时,可以避免交通拥堵造成的延误,是出行效率较高的交通方式。

综上所述,公共自行车时间价值和提升换乘的便利性对居民满意度起主要作用,而公共自行车的灵活性对提升满意度起辅助作用。因此,应科学规划公共自行车租赁点间距和与其他交通工具站点的距离,并制定相应转乘鼓励措施;同时,充分利用苏州胡同和支路等道路资源,建设自行车专用路及通行捷径,提升行车效率。

**3.3.2 运营服务与满意度关系验证 ( $H_2$ )** 运营服务对满意度有正向影响,路径系数为0.11( $t=2.77$ ),假设 $H_2$ 成立。公共自行车交通属于城市服务产品,质量越高则使用者满意程度越高。服务可分为硬件服务与软件服务。硬件服务因子( $X_8$ , 0.81和 $X_7$ , 0.74)对满意度影响要高于软件服务因子( $X_{10}$ , 0.63、 $X_6$ , 0.62和 $X_9$ , 0.48),这是因为硬件好坏可直观被感受到,而软件服务因其无形性而不易被感知。调查显示,80.4%的居民对“租赁点刷卡借还车系统经常发生故障”持中立或赞同态度,50.7%的居民认为“公共自行车的维修保养不及时”,租赁系统的故障或车况质量不佳会导致公共自行车不可用,从而降低公共自行车的使用率。

概而言之,运营服务中的硬件系统对满意度影响最为显著,其中租还车系统运行良好是最关键因素,因而对公共自行车系统和车辆的进行定期维护,提高设施的服务能力,保证公共自行车可用将有效提高公共自行车使用满意度。

**3.3.3 经济成本与满意度关系验证 ( $H_3$ )** 经济成本与满意度之间有负相关关系,路径系数为-0.16( $t=-2.85$ ),假设 $H_3$ 成立,说明经济成本越小,其用后满意程度就越大。使用公共自行车的多为中低收入人群(3000元以下的占41.7%,3000-5000元的占30.1%),其选择出行方式,很大程度上会考虑费用,往往偏向于经济成本低的公共交通工具。公共自行车使用产生的费用主要有办理租车卡所需的押金( $X_{11}$ )、超过免费时间产生的费用( $X_{12}$ 、 $X_{13}$ )和因丢失损坏需缴纳的罚金( $X_{14}$ )。首先,市民对“公共自行车办卡需要缴纳的押金太高”赞同度最高(0.80),对其满意度影响最大。调查发现,现苏州园区公共自行车实行免押金,只需缴纳10元工本费,但需园区户籍才可办理,限制较高,所以苏州市民普遍还是采用缴纳200元押金并预存100元消费金的方式办理租车卡。由于公共自行车受众

多为中低收入人群,办理中的300元一次性支出占其交通成本比例过高得到了普遍认同,表现在样本统计中,3000元以下收入人群该项的均值为3.71,3000~5000元收入人群该项均值为3.65。其次,对于“延迟还车处罚力度太高(0.74)”和“一次使用免费时间太短(0.65)”居民也持一定的赞同态度。由于使用公共自行车多为短距离出行,市民大多可在1小时以内使用完毕(0.5小时以内为48.9%,0.5~1小时为35.9%),因而不会因超过免费时长而产生费用,但仍有51.8%的使用者认为延迟还车收取的费用过高。由于公共交通中出租车和地铁费用较高,因此公交车费用是市民对比公共自行车收费的主要依据,对于1小时左右的行程,如果公共自行车在费用上不能体现优势,则居民还是会选择公交车出行,避免因突发情况而超过免费时长被收取费用;而如果免费时间太短,则市民往往会选择步行。第三,对“丢失赔偿力度太高(0.63)”赞同度最低。居民使用公共自行车一般多为由出发点直接到达目的地,不会进行中途停靠,使用中丢失的可能性较低,所以该项赞同程度较低。

综上,办理租车卡押金费用是公共自行车使用经济成本主要影响因素,延迟还车收取费用和丢失赔偿也对满意度产生影响。因此,可通过全市采用园区办卡模式,降低租车押金,有效提高居民使用公共自行车满意度。

**3.3.4 设计布局与满意度关系验证(H<sub>4</sub>)** 设计布局与居民使用公共自行车满意度存在显著正相关关系,路径系数为0.39( $t=3.99$ ),仅次于灵活便捷,假设H<sub>4</sub>成立。根据图2,对设计布局解释最大的是“租赁点太少,常常在附近找不到借车点(0.85)”和“站点规模无等级化,在人流密集区的租赁点或高峰期借不到车(0.78)”,其次是“租赁点分布索引系统不完善,难以确定目的地附近是否有租赁点(0.65)”和“租赁点距离公交站点或地铁口较远(0.55)”。

首先,根据问卷调查结果,市民中有63.4%赞同“租赁点太少,常常在附近找不到借车点”,说明目前租赁点数量不足是影响市民使用满意度最突出因素。调查发现,苏州公共自行车现有300多个公共自行车网点,超过7000多辆车,但目前车辆使用平均日周转率为5.4次,市民累计办卡超过10万张,可见当前公共自行车数量还不能满足日益增长的需求。其次,62.7%被调查者赞同“站点规模无等级化,在人流密集区的租赁点或高峰期借不到车”。苏州公共自行车租赁点规模等级化不明显,存在站点利用率不均现象。从使用时间看,市民租用自行车多集中在7-9点和17-19点的上下班高峰时期,呈现潮汐租赁现象,早晚高峰时段租换车困难;尤其在一般居住区,市民多是以上班为出行目的,由于站点设置密度不如商业区和景区大,因此导致市民换车频率加大,出行时间延长,相应的车辆回流时间一再增加,造成空架时间过长。第三,现阶段租赁点的分布索引仅为一张区域公共自行车租赁点分布示意图,且尺寸较小,不能清晰辨识,也无法提供附近租赁点的动态信息和具体位置,因而对市民出行使用造成了很大的不便。

综上,现阶段苏州公共自行车租赁点数量不足和规模等级不明显是影响满意度的首要因素,因此增加租赁点数量和密度,并形成等级化、层次化是提升满意度的重点。此外,通过完善的分布索引系统,方便市民快速获得附近租赁点情况,也可以有效提高使用满意度。

**3.3.5 舒适环保与满意度关系验证(H<sub>5</sub>)** 舒适环保对居民使用公共自行车满意度有重要影响(路径系数=0.36, $t=3.97$ ),假设H<sub>5</sub>成立,表明随着环境污染不断加重,交通压力不断提升,自行车的环境友好性和舒适度成为使用者选择的主要原因之一。由图2可知,无废气排放是公共自行车环保性的最重要影响因素(0.85),高于无噪声污染(0.73)。统计

发现,公共自行车环保性2项指标“公共自行车噪声污染小”和“公共自行车无废气排放”得分均值分别为4.50和4.66,赞同度非常高。另外,公共自行车满足人们健康出行需求。调查显示,45~65岁的中老年人对“公共自行车噪声污染小”、“公共自行车无废气排放”和“用公共自行车可欣赏沿途景观”赞同度较高,得分均值分别为4.44、4.75和4.06,主要是因为该部分人群使用公共自行车主要是作为锻炼身体和观光代步工具,因而其对公共自行车所带来的舒适环保感知更为强烈。

环保性和舒适性都对市民使用公共自行车满意度产生影响,其中环保性影响程度更大。目前,多数大中城市出现的“雾霾”天气引起了广泛的关注,苏州作为生态城市和旅游城市,提倡使用公共自行车有利于提升城市空气质量。一方面,应加强对公共自行车宣传力度,鼓励市民积极使用;另一方面,要不断完善公共自行车系统建设,提升使用率。

**3.3.6 安全与满意度关系验证 ( $H_6$ )** 安全对满意度有显著的正向影响,路径系数为0.22 ( $t=3.19$ ),假设 $H_6$ 成立,说明自行车出行安全得到保障,使用者的满意度也会得到提升。自行车是各种公共交通方式中的弱者,现有的路面条件和外界的气候环境都会影响自行车出行的安全程度,其中“机非混行”的交通现状是降低行车安全性的主要因素(0.85),其次为雨雪天使用(0.72)。调查发现,目前道路情况对自行车使用者造成的安全隐患一方面是因拓宽非机动车道、设立公交站点及挪出部分路面作为停车位而造成的非机动车道过窄,另一方面是因一部分道路未设置非机动车道与机动车道隔离设施,导致自行车无独立使用空间。这种情况在苏州古城区尤为突出,如西中市、养育巷,或是未设置隔离带,或是被小汽车停放所占用,非机动车道行车秩序混乱。“城市路段大多‘机非混行’,使用公共自行车存在安全隐患”在样本中的得分均值达到了4.18,说明使用者普遍认为在现有交通条件下,使用公共自行车出行安全性差。另一方面,由于自行车直接暴露与外界环境中,对天气的适应性差,49.3%被调查者赞成“自行车受天气影响大,雨雪天使用安全隐患大”,30.4%持中立态度,说明对外界环境的影响也会造成公共自行车使用安全程度降低。

综上,骑行危险是抑制公共自行车广泛使用的一项重要因素,提高安全性是保障公共自行车出行的关键。因此,可通过保留或拓宽非机动车道和另辟单独的自行车专用通道,确保骑公共自行车的市民能够安全出行。

## 4 结论与讨论

(1) 通过探索性因子分析法,获得了影响苏州市民使用公共自行车满意度的6个因素,分别为“灵活便捷”、“运营服务”、“经济成本”、“设计布局”、“舒适环保”和“安全”。

(2) “灵活便捷”、“设计布局”、“舒适环保”和“安全”正向强显著影响满意度,说明都是满意度的重要关键影响因素。“灵活便捷”、“设计布局”和“舒适环保”对满意度影响程度大,“安全”因素影响程度相对较小。“运营服务”和“经济成本”弱显著影响满意度,说明其都为满意度的影响因素,且对满意度影响程度较小,其中,“运营服务”因素与满意度正相关,“经济成本”因素与满意度负相关。“灵活便捷”与“舒适环保”,“设计布局”与“运营服务”,“设计布局”与“经济成本”,“运营服务”与“经济成本”之间都存在正向强显著相互影响,且影响程度很大;“灵活便捷”与“设计布局”存在正向强

显著相互影响，但影响程度较小(图3)。

(3) 灵活便捷各观测变量中“节约出发地到目的地步行时间(0.83)”和“提高与地铁和公交车转乘的衔接度(0.75)”路径系数最大，对满意度影响更强烈；设计布局中，应着重增加租赁点数量和密度(0.85)，并形成等级化(0.78)以提高满意度；舒适环保中，环保因子比舒适因子影响程度大，“公共自行车噪声污染小(0.85)”和“公共自行车无废气排放(0.73)”路径系数高于“用公共自行车可欣赏沿途景观(0.65)”；安全因子中，城市路段“机非混行”的现状降低了公共自行车使用率，应通过保障公共自行车使用者出行安全提升其满意度；经济成本因子中，市民普遍赞同公共自行车办卡押金过高(0.80)，是影响其选择公共自行车的重要原因；运营服务因子中，硬件服务对满意度影响程度较大，完善租赁点刷卡借还车系统(0.81)和车辆调度系统(0.74)建设是提升满意度的有效途径。

通过对苏州案例的探讨，本文提出了相关建议，一方面帮助完善苏州公共自行车系统建设，提升公共自行车的服务性，提高居民使用满意度，从而推动实现“低碳交通、绿色出行”的目标，促进苏州交通方式多样化和城市的可持续发展；另一方面为其他城市公共自行车系统的建设提供借鉴，对落实“节能减排”和发展“低碳经济”，实现资源节约型、环境友好型社会构建有着积极的意义和作用。

通过对苏州案例的探讨，本文提出了相关建议，一方面帮助完善苏州公共自行车系统建设，提升公共自行车的服务性，提高居民使用满意度，从而推动实现“低碳交通、绿色出行”的目标，促进苏州交通方式多样化和城市的可持续发展；另一方面为其他城市公共自行车系统的建设提供借鉴，对落实“节能减排”和发展“低碳经济”，实现资源节约型、环境友好型社会构建有着积极的意义和作用。

参考文献(References)

[1] 高波阳, 刘卫东. 道路交通节能减排途径与潜力分析. 地理研究, 2013, 32(4): 767-775. [Gao Boyang, Liu Weidong. Emissions reduction potential analysis of road transportation. Geographical Research, 2013, 32(4): 767-775.]
[2] 王志高, 孔喆, 谢建华. 欧洲第三代公共自行车系统案例及启示. 城市交通, 2009, 7(4): 7-12. [Wang Zhigao, Kong Zhe, Xie Jianhua. The 3rd Generation of Bike Sharing Systems in Europe: Programs and Implications. Urban Transport of China, 2009, 7(4): 7-12.]
[3] Netherlands Ministry of Transport. The Dutch Bicycle Master Plan. Hague: Ministry of Transport, Public Works, and Water Management, 1999.
[4] Danish Ministry of Transport. Promoting Safer Cycling: A Strategy. Copenhagen: Danish. Ministry of Transport, 2000.
[5] German Federal Ministry of Transport. FahrRad Ride Your Bike! National Bicycle Plan. Berlin: German Federal

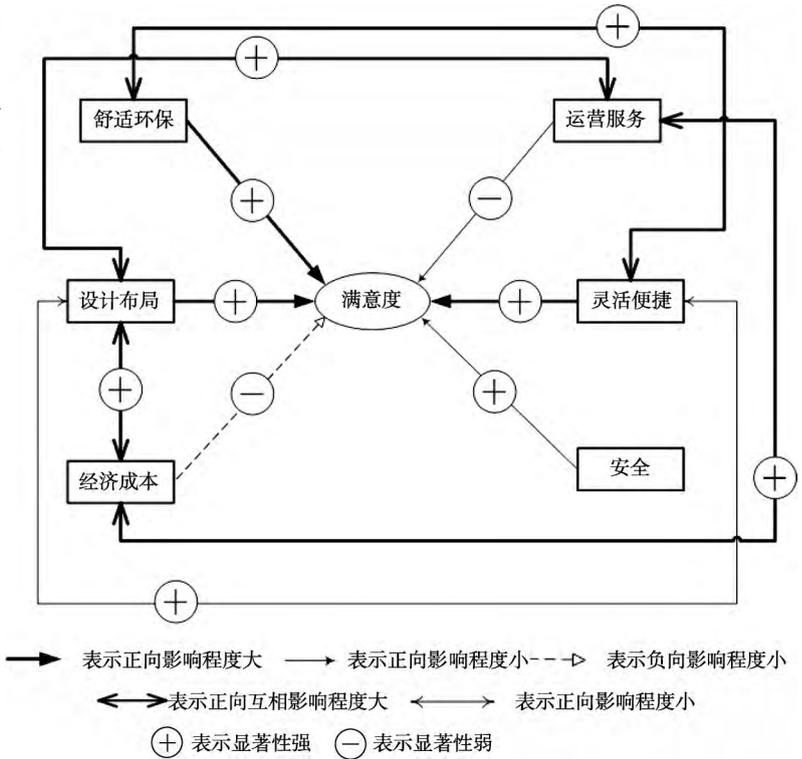


图3 城市居民使用市内公共自行车的影响机理

Fig. 3 Influence mechanism of urban residents using city public bikes

Ministry of Transport, 2002.

- [6] City of Amsterdam. The Amsterdam Bicycle Policy. Amsterdam: Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer, 2003.
- [7] City of Copenhagen. Bicycle Account. Copenhagen: City of Copenhagen, 2004.
- [8] Fahrradverkehr. Bicycling Transportation in Berlin. Berlin: Senatsverwaltung fuer Stadtentwicklung, 2007.
- [9] Herrstedt L. Traffic calming design: A speed management method: Danish experiences on environmentally adapted through roads. *Accident Analysis and Prevention*, 1992, 24: 3-16.
- [10] Webster D C, Mackie A M. Review of Traffic Calming Schemes in 20 mph Zones: TRL Report 215. Crowthorne: Transport Research Laboratory, 1996.
- [11] Morrison D, Thomson H, Petticrew M. An evaluation of the health effects of a neighbourhood traffic calming scheme. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2004, 58: 837-840.
- [12] Rietveld P, Daniel V. Determinants of bicycle use: Do municipal policies matter? *Transportation Research A*, 2004, 38: 531-550.
- [13] 周宏, 韩良峰. 城市交通: 走绿色环保发展之路: 荷兰城市自行车交通建设的经验和启示. *经济问题探索*, 2011, (9): 176-180. [Zhou Hong, Han Liangfeng. City traffic: to go a green development road: The experience and inspiration of Holland city bicycle traffic construction. *Inquiry into Economic Issues*, 2011, (9): 176-180.]
- [14] 北京交通发展研究中心, 北京交通大学. 2003-2007年疏堵工程实施项目总结分析报告. 2008. [Beijing Transportation Research Center, Beijing Jiaotong University. The summary and analysis report of dredging project from 2003 to 2007. 2008.]
- [15] 公共自行车已遍布我国61个城市. [http://www.stdaily.com/kjrb/content/2012-10/11/content\\_526728.htm](http://www.stdaily.com/kjrb/content/2012-10/11/content_526728.htm), 2012-10-11. [Public bicycle has spread all over the 61 cities of China. [http://www.stdaily.com/kjrb/content/2012-10/11/content\\_526728.htm](http://www.stdaily.com/kjrb/content/2012-10/11/content_526728.htm), 2012-10-11.]
- [16] 李敏洁. 国内外公交自行车的对比研究: 以哥本哈根和杭州为例. *经营管理者*, 2010, (8): 49-50. [Li Minjie. Comparison of domestic and foreign public bicycle: Taking Copenhagen and Hangzhou as an example. *Manager' Journal*, 2010, (8): 49-50.]
- [17] 叶天池. 城市道路设计中公共自行车服务点的思考. *科技创新导报*, 2012, (4): 229-230. [Ye Tianchi. Thinking of the public bicycle service sites in the design of City Road. *Science and Technology Innovation Herald*, 2012, (4): 229-230.]
- [18] 杨波霞, 邓卫, 胡启洲. 大城市自行车交通发展的理性引导及对策研究. *现代交通技术*, 2006, (4): 50-53. [Yang Boxia, Deng Wei, Hu Qizhou. Research on Rational Guidance and Strategy of Bicycle Traffic in Big Cities. *Modern Transportation Technology*, 2006, (4): 50-53.]
- [19] 王树盛. “公共自行车热”带来的思考. *江苏城市综合交通专栏*, 2010, (7): 41-42. [Wang Shushen. Thinking brought from public bicycle craze. *Jiangsu Urban Planning*, 2010, (7): 41-42.]
- [20] 阚宇衡, 邱欣. 杭州公共自行车交通系统发展优化建议与思考. *西部交通科技*, 2012, (3): 76-79. [Kan Yuheng, Qiu Xin. Optimization recommendations and thinking of Hangzhou public bicycle transportation system development. *Western China Communications Science & Technology*, 2012, (3): 76-79.]
- [21] 谷丛, 王菲. 城市公共自行车的“公共性”功能设计研究: 以杭州为例. *装饰*, 2011, (5): 110-111. [Gu Cong, Wang Fei. Study on the “Publicness” function of city's public bicycle: Take Hangzhou for example. *Art & Design*, 2011, (5): 110-111.]
- [22] 刘璐, 李杨, 徐国虎. 武汉市公共自行车服务满意度实证研究. *物流工程与管理*, 2011, 33(5): 116-117. [Liu Lu, Li Yang, Xu Guohu. Empirical study of bike sharing service satisfactions in Wuhan City. *Logistics Engineering and Management*, 2011, 33(5): 116-117.]
- [23] 胡喜含. 杭州公共自行车景区游客体验研究. *经济研究导刊*, 2010, (35): 87-91. [Hu Xihan. Research on the visitor's experience of the public bicycle scenic in Hangzhou. *Economic Research Guide*, 2010, (35): 87-91.]
- [24] 何博, 卢青. 城市公共自行车系统运营模式浅析. *交通企业管理*, 2012, (4): 49-51. [He Bo, Lu Qing. Study on the operation mode of city public-bike system. *Transportation Enterprise Management*, 2012, (4): 49-51.]
- [25] 汪侠, 吴小根, 章锦河, 等. 基于结构方程模型旅游消费效用影响因素研究: 以杭州市为例. *地理研究*, 2012, 31(31): 543-554. [Wang Xia, Wu Xiaogen, Zhang Jinhe, et al. Investigating influencing factors of tourism consumption

- coupon effect based on structural equation model approach: A case study of Hangzhou. *Geographical Research*, 2012, 31(3): 543-554.]
- [26] 周玮, 黄震方, 殷红卫, 等. 城市公园免费开放对游客感知价值维度的影响及效应分析: 以南京中山陵为例. *地理研究*, 2012, 31(5): 873-884. [Zhou Wei, Huang Zhenfang, Yin Hongwei, et al. Analysis of impact and effect of tourists' perceived value dimensions of a free urban park: Based on study of Dr.Sun Yat-sen's Mausoleum in Nanjing. *Geographical Research*, 2012,31(5): 873-884.]
- [27] 汪德根, 陈田, 刘昌雪, 等. 发达地区居民对节假日调整影响休闲旅游的感知分析. *地理研究*, 2009, 28(5): 1414-1426. [Wang Degen, Chen Tian, Liu Changxue, et al. Analysis on the residents' perception of the impacts of holiday revision on leisure travel in the developed regions: Cases of Shanghai, Hangzhou and Suzhou. *Geographical Research*, 2009, 28(5): 1414-1426.]
- [28] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用. 重庆: 重庆大学出版社, 2009. 8-15. [Wu Minglong. *Structural Equation Model: Operation and Application of AMOS*. Chongqing: Chongqing University Press, 2009. 8-15.]
- [29] Nunally J. *Psychometric Theory*. 2nd ed. NY: McGrawHill, 1978.
- [30] 卢韶婧, 张捷, 张宏磊. 旅游地映像、游客满意度及行为意向关系研究: 以桂林七星公园为例. *人文地理*, 2011, 补卷(4): 121-126. [Lu Shaoping, Zhang Jie, Zhang Honglei, et al. A study on the relationship between tourism destination image, tourist satisfaction and behavioral intentions: A case study of Guilin Seven Star Park. *Human Geography*, 2011, 26(4): 121-126.]
- [31] 王山河, 陈烈. 基于结构方程式模型的广州城市形象元素分析评价. *经济地理*, 2010, 30(1): 69-74. [Wang Shanhe, Chen Lie. Evaluation of city image elements of Guangzhou based on structural equation model. *Economic Geography*, 2010, 30(1): 69-74.]
- [32] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用. 重庆: 重庆大学出版社, 2009. 14. [Wu Minglong. *Structural Equation Model: Operation and Application of AMOS*. Chongqing: Chongqing University Press, 2009. 14.]
- [33] Steiger J H. Structure model evaluation and modification: An interval estimation approach. *Multivariate Behavioral Research*, 1990, 25: 173-180.
- [34] 黄颖华, 黄福才. 旅游者感知价值模型、测度与实证研究. *旅游学刊*, 2007, 22(8): 42-47. [Huang Yinghua, Huang Fucui. Tourists' perceived value model and its measurement: An empirical study. *Tourism Tribune*, 2007, 22(8): 42-47.]
- [35] 李琼星, 汤照照. 大城市自行车交通发展的利弊与方向. *中南公路工程*, 2003, 28(1): 111-113. [Li Qiongxing, Tang Zhaozhao. Advantages, disadvantages, and prospects of bicycle transportation in metropolises. *Central South Highway Engineering*, 2003, 28(1): 111-113.]
- [36] 苏勤, 钱树伟. 世界遗产地旅游者地方感影响关系及机理分析: 以苏州古典园林为例. *地理学报*, 2012, 67(8): 1137-1148. [Su Qin, Qian Shuwei. Influence relationship and mechanism of tourists' sense of place in world heritage sites: A case study of the Classical Gardens of Suzhou. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 67(8): 1137-1148.]

## **Analysis of the influencing factors of urban residents to use urban public bikes: A case study of Suzhou**

QIAN Jia, WANG Degen, NIU Yu

(Tourism Department of Soochow University, Suzhou 215123, Jiangsu, China)

**Abstract:** Because of the advantages of zero-emission, strong flexibility and high accessibility, urban public bikes have become an important urban vehicle for conversion and connection between bus and subway, and is also a crucial mode of transportation for short distance travel. By taking Suzhou's public bikes as a study object, this paper builds a hypothetical structural equation model of the influence on the satisfaction of using public-bike based on exploratory factor analysis (EFA) and empirically studies the satisfaction and its impact mechanism of urban residents to use public-bike based on confirmatory factor analysis (CFA). The results are shown as follows. (1) Convenience and flexibility, design and layout, comfortability and environmental friendliness, as well as safety are the key factors of residents' satisfaction of using public-bike and economic costs and operational services are important ones. (2) Convenience and flexibility has the greatest influence on satisfaction with the path coefficient of 0.40, followed by design and layout, comfortability and environmental friendliness, with the path coefficients of 0.39 and 0.36, respectively. The influences of safety, economic costs and operational services are relatively small. (3) Convenience and flexibility, design and layout, comfortability and environmental friendliness, safety, as well as operational services show positive correlations with satisfaction, while economic costs show a negative one. Finally, countermeasures of improving the construction and the development of urban public-bike are proposed in order to improve the utilization and to achieve the goal of energy conservation, environmental friendliness and green travel.

**Key words:** urban public bike; satisfaction; influencing factor; Suzhou