

文章编号:1007-6735(2017)05-0444-06

DOI:10.13255/j.cnki.jusst.2017.05.007

基于扩散理论的中国公共自行车系统发展研究

高 闻, 董洁霜, 费毅博

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 通过对国内外公共自行车发展情况分析, 结合中国公共自行车系统数据研究其快速发展的原因及未来趋势, 基于扩散理论解释公共自行车产生和增长的动力机制. 经过主成份分析计算人口、面积、年份、地理位置、相对距离等5个因素对于公共自行车系统建设的贡献程度, 得出系统得分公式, 利用公式对各个区域系统进行检测, 发现得分落在 $(-0.5, 0.5)$ 区间内的累计频率达到80%, 因此可以作为系统建设的特征指标, 为政府和企业进行公共自行车系统规划建设提供合理的理论依据.

关键词: 公共自行车; 动力机制; 扩散理论; 因子分析

中图分类号: F 204

文献标志码: A

Diffusion of Bike-Sharing: Evidence from China

GAO Wen, DONG Jieshuang, FEI Yibo

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Based on the analysis on the development of public bicycles at home and abroad, the causes and future trends of the rapid development of public bicycle system in China were studied, and the dynamic mechanism of the public bicycle generation and growth was explained based on the diffusion theory. Based on the principal component analysis, the factors such as the population, area, year, geographical location and relative distance were used to determine the contribution degree of the public bicycle system. The formula for the system score was obtained by using the detection of regional systems. It is found, in the $(-0.5, 0.5)$ score interval, the cumulative frequency reaches 80%, so it can be used as a system construction characteristics indicator. For the government and enterprises to plan and construct the public bicycle system, the results provide a reasonable theoretical basis.

Keywords: bike-sharing; dynamic mechanism; diffusion theory; factor analysis

自行车作为交通工具的一种, 其起源以及使用已有上百年的历史. 特别是公共自行车作为公共交

通设施的一部分, 成为解决城市“最后一公里”问题的突破口. 公共自行车是一种在公共场合为多目标

收稿日期: 2017-03-22

基金项目: 国家自然科学基金青年基金资助项目(51408356)

第一作者: 高 闻(1993-), 男, 硕士研究生. 研究方向: 区域交通规划、港口集疏运. E-mail: sh_gaowen@163.com

通信作者: 董洁霜(1973-), 女, 副教授. 研究方向: 城市规划、区域交通规划. E-mail: 564577126@qq.com

人群提供具有网络特征的、自助式、短途的自行车租赁服务的系统,能够为减少交通环境影响、提高城市机动性并为公共交通两端的接驳提供支撑。

公共自行车早期发展缓慢,2004 年时仅有 11 个公共自行车项目,且全部集中在欧洲。中国大陆公共自行车系统的爆发式增长推进了全球公共自行车系统的发展,2008 年中国运营的公共自行车系统仅占全球的 4.35%,而到了 2013 年 5 月已增加到 18.65%,占全球 73.17% 的公共自行车在中国运行。可见中国公共自行车系统的建设在全球公共自行车系统的发展中日益重要。因此,有必要对公共自行车系统规划建设的内在机制进行研究分析,探索公共自行车系统的发展规律,预测未来公共自行车的发展趋势。

1 研究思路

为了研究中国公共自行车系统发展原因和扩散机制,首先要对公共自行车的发展现状有所了解,对公共自行车的发展进行了描述。本文对中国 2008 年至今现有的公共自行车系统建设数据进行了跟踪统计分析。数据主要来源为政府报告、运营商数据和网页信息。通过数据统计描述系统在空间上的分布特点和联系程度,了解系统建设行为在时间上的增长趋势,以及通过最新运营数据和初始投放量之间的

面板数据比较,表明系统的运营效果和未来发展形势。以需求动力和扩散理论来解释公共自行车迅速发展的内在动力和扩散方式,并通过对国内主要公共自行车系统建设及运营单位的调查访谈,作为解释因素的信息补充。最后通过主成分分析法得出对系统建设有重要影响的因素,并构建因素的影响函数作为公共自行车系统的评价得分,以该特征值指标预测未来系统建设的可能性。

2 公共自行车系统发展

2.1 系统发展

公共自行车系统发展已有 50 余年,整体归纳,主要经历了 4 个发展阶段^[1],如表 1 所示。

1964 年第一代公共自行车出现,阿姆斯特丹推行出了“Witte Fietsen”,也称为“White Bikes”^[2]。1995 年第二代公共自行车出现在哥本哈根,名为“Bicyklen”又称为“City Bikes”。英国普次茅斯大学在紧接着的下一年推出了另一种新的公共自行车。这一系统以及之后的第三代公共自行车系统,应用电子锁、通信系统、智能卡,以及移动互联网技术。全球正在研发的第四代公共自行车系统吸收了前三代的主要优点并有所创新^[3]。这代系统目标是使公共自行车与其他公共交通方式无缝衔接,并能使用一卡通进行所有出行换乘的便捷支付。

表 1 公共自行车发展阶段总结

Tab.1 Summary of the development of public bicycles

项目	第一代	第二代	第三代	第四代
系统特点	漆成白色,易被偷盗	车身坚固,防盗锁,增加广告面板	电子锁,借还卡	一卡通,移动站点,清洁能源
系统属性	免费公用系统	投币式系统	智能化系统	需求反馈的多模式系统

早期的公共自行车发展缓慢,直到里昂公共自行车系统的出现才打破了平静。2005 年,随着 Velo'v 工程的引入,公共自行车系统很快就被作为一种更加安全的交通方式迅速发展起来。截至 2008 年,公共自行车骑行公里数就达到了 3 600 万 km^[4]。里昂公共自行车项目的成功引起了欧洲和其他城市的关注,公共自行车从这时起开始了较快的增长,至今已遍布全球 33 个国家。

2.2 中国公共自行车系统

自 2008 年杭州和北京公共自行车系统建设以来,全国现在共有 306 个公共自行车系统,共计 1 003 941 辆自行车分布于 30 个省份。从公共自行车系统的分布可以看出:绝大多数公共自行车系统

分布在中部以及东部城市,中国的主要城市都分布有公共自行车系统。东部沿海城市公共自行车系统分布比较密集,同时公共自行车数量相比内地也比较多。这一分布状态基本与中国人口密度分布相对应。中国的公共自行车系统多采用第三代公共自行车系统,至今已建成约 300 个,建设范围遍及全国 30 个省,近 200 个市县。杭州公共自行车系统运营良好,作为世界上最大的公共自行车系统,“杭州模式”有许多可借鉴之处^[5]。武汉作为最早引进公共自行车系统的城市之一,却在建设不久后运营亏损,系统关闭,而最近政府又开始了新的规划与建设^[6]。可见由于公共自行车系统存在着不同的建设主体和运营模式,公共自行车的发展也显现出了诸多差异。

3 公共自行车系统建设特征

3.1 发展趋势

3.1.1 系统建设

由图1可以看出,从2012年起系统建设速度较快,系统数量在两年内就从100个增加到接近300多个,增加趋势比较明显.由于2015年的数据只有上半年的统计量,所以按照全年的系统数量估算后可以看出,公共自行车增长的速度处于“S”型增长曲线的平稳增长阶段,意味着未来中国公共自行车的建设速度开始放缓,进入了平稳过渡期.

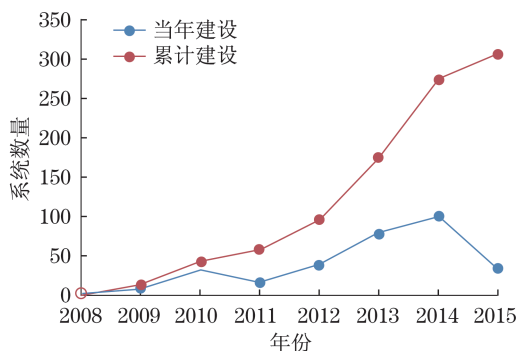


图1 公共自行车系统年增长趋势

Fig.1 Annual growth trend of the public bicycle system

3.1.2 系统车辆数

2008年和2009年建成的系统现有规模和初始规模基本相同,虽然系统的建设运营时间较长,但公共自行车系统运营效果不佳以及系统的盈利不足以支持系统的扩容和改建.自2010年之后,系统数量和规模增长率都维持在两倍以上.2013年的增长率是2.42,是系统增长最快的一年,2014年增长率只有1.40,虽然系统的初始投放量和前几年相比基本一致,但增长速度放缓.

图2表示后期建设的系统虽然在初始投入量和早期的系统接近,但是系统的规模并不随时间的增加而增加,主要因为系统快速增长的实际效果逐渐显现,系统建设逐渐从数量的快速增加进入到效果影响的内涵式发展阶段.而且系统之间建设模式以及运营管理存在差异,早期的系统难以获利或是政府补贴不足.加之服务年限的增加导致系统整体维护成本增加,使得系统难再有扩建的可能性.

3.2 系统扩容

3.2.1 行政区系统分布

系统的建设扩张不仅有时间维度的特征,从空间维度也有不同的表现.本文根据省级行政区划对

数据进行统计分类,以合适的规模来进行研究分析;同时,公共自行车是公共交通,其管理和运营是在政府的管理和指导下进行的,以行政区划分析也比较合适.

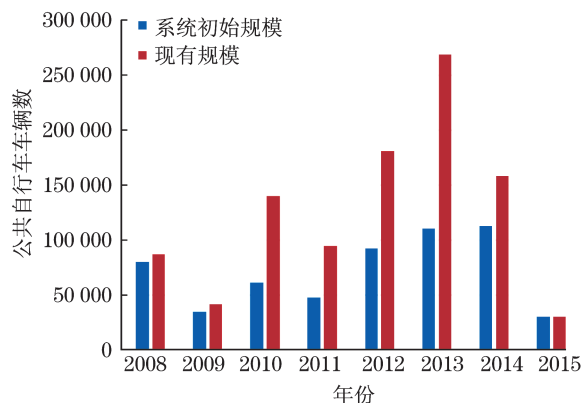


图2 公共自行车数量规模

Fig.2 Quantity scale of public bicycles

图3显示出不同省份公共自行车系统数量差异比较大.广东、浙江和江苏以及山东省的公共自行车系统数量排在前列,占据了国内公共自行车系统数量的大多数,而西南和西北的多数省份公共自行车数量较少.

在统计的数据中,主要增长的省份是江苏、浙江、山东和广东,江苏和浙江公共自行车系统都有超过半数的系统扩大了规模.主要增长的省份都是位于中国的沿海城市,处于经济比较发达的区域.相对内陆的省份,特别是贵州江西等城市公共自行车系统并没有系统扩建.这说明公共自行车系统的建设和地理位置有一定的联系.

3.2.2 行政区划系统扩建

与系统扩建相对应的公共自行车数量的增长来看(见图4),江苏和浙江是数量增长最快的两个省份,其次,北京、山西和广东也是主要的车辆数增长省份.这也就意味着系统数量的增长和数量的增长是一致的,反映出系统的扩大并不是单个系统的数量增加,而是不同系统的均匀增长,也说明了同一行政区域内公共自行车投资建设比较平衡.

综上所述,公共自行车系统的规划建设具有一定的规律性.公共自行车初始建设量每年基本是相同的,而且系统建设和发展都集中在较发达的沿海城市;也说明公共自行车系统建设存在区域的集群发展现象,并不是自由离散的;并且不同的公共自行车系统在建设和发展中有联系和相互的影响作用.

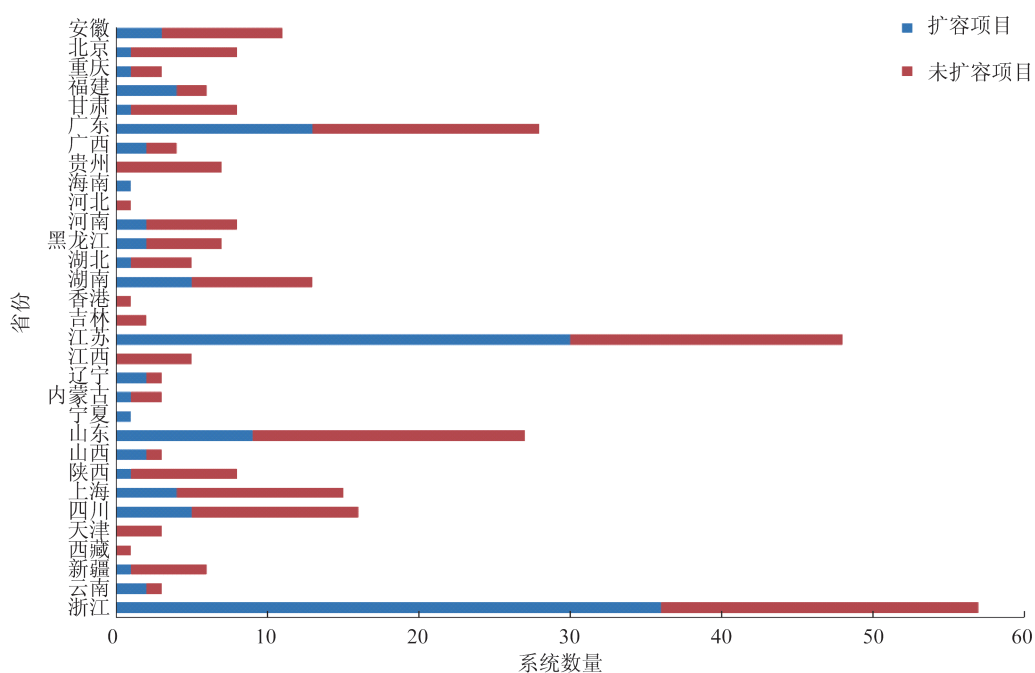


图 3 中国各省公共自行车系统数量
Fig.3 Number of public bicycle systems in China

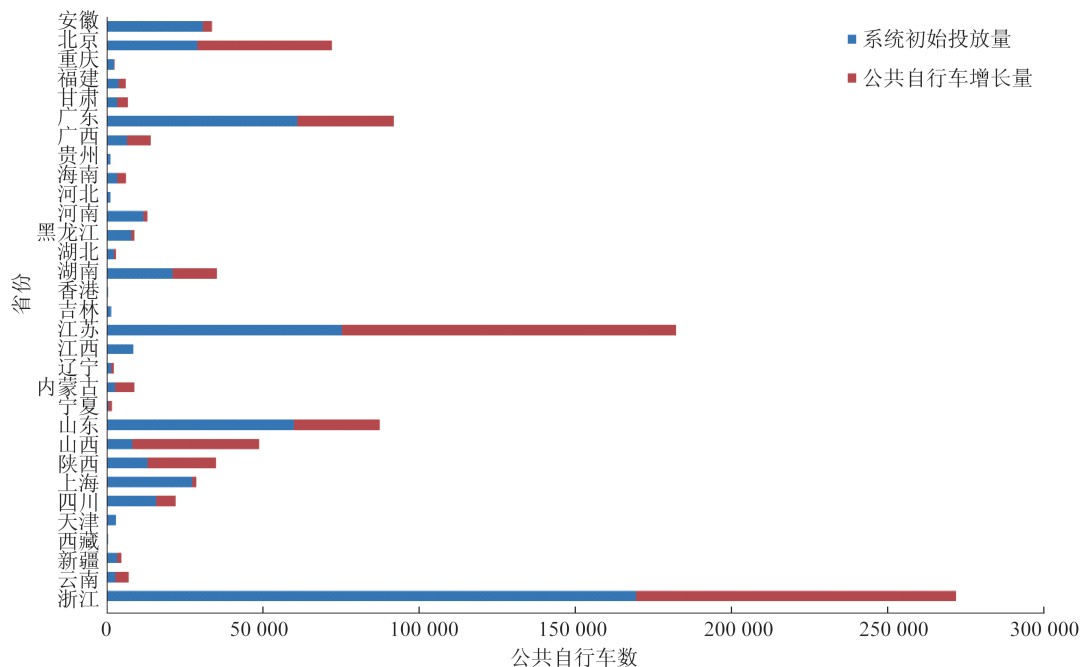


图4 中国各省公共自行车车辆数统计

Fig.4 Statistics on public bicycle vehicles in China provinces

4 系统增长分析预测

4.1 内部需求动力

公共自行车的使用主要是为了减少私人小汽车的使用,解决最后一公里出行的问题,同时给城市带

来良好的生活空间,减少交通拥挤和碳排放^[7].因此,公共自行车系统建设的主要需求动力在于城市交通的拥挤压力以及交通换乘体系的便捷性.因此,沿海城市的公共自行车系统出现时间都相对较早,而且规模也比较大.主要是东部沿海城市经济比较发达,小汽车保有量较高,交通压力大,人均出行产

生量和需求量比较高,所以对于新交通方式的产生具有较大吸引力^[8].同时伴随大量的土地开发和人口增长,竞租理论下的城市居住区外移增加了居民同公共建筑之间的交通距离,也为公共自行车的产生提供了客观上的需求动力.

4.2 扩散机制

统计数据显示,系统的建设并不总是沿着自东向西,从沿海城市向经济不发达地区的发展趋势.所以,本文以“扩散理论”来解释公共自行车的快速增长,即公共自行车系统的决策和建设存在社会学的互动机制.扩散理论并不是研究单个系统如何产生与建设,而是研究多个系统是如何影响其他系统的建设和增长^[9].根据扩散理论的分析,公共自行车系统的快速发展主要通过以下 3 种方式.

4.2.1 案例学习

中国的公共自行车系统并不是新鲜产物,而是借鉴国外的发展经验,里昂、伦敦、蒙特利尔等城市的公共自行车系统的成熟应用和广泛影响效果是中国建立公共自行车系统的初始基础和借鉴依据.国内公共自行车系统的不断成熟,杭州系统的成功对于其他系统建设发展影响较大,相继产生了“杭州模式”和“株洲模式”^[10].其次,中国国内自行车普及率较高,有较好的使用基础,这也减少了促进公共自行车系统建设的阻碍.

4.2.2 政策移植

政策移植(policy transfer)是将一个地区的政策应用到另一个地区的过程^[11].公共自行车政策的移植具有便捷性和广泛适用性,相较于政府的其他政策,公共自行车政策存在较少的实施阻力,有利于政府快速进行决策、社会和企业迅速投资建设、市民接受和使用更加容易.移植的便捷性和环境相似性

是临近地区公共自行车系统快速建设的有利条件,这也是行政辖区内部市县公共自行车系统相继增加的原因.

4.2.3 投资运营模式

中国的公共自行车建设基本都是政府主导建设,主要分为政府投资建设运营、政府购买企业运营、政企合营(PPP)3 种运营模式^[12].政府在公共自行车系统建设中的支撑作用以及资金的保障作用,避免了一般工程规划建设融资的阻力.而且公共自行车建设方便,施工周期短,可实施性强,使得短期内公共自行车系统得以快速投入使用.

4.3 未来发展预测

根据公共自行车发展的扩散规律,使用主成分分析法对影响公共自行车建设发展的时空和距离因素进行因子分析.根据已有的系统资料,分别统计不同系统所在地的常驻人口数量和辖区面积,共同分析人口(Po)、面积(Ar)、年份(Da)、地理位置(Ab-Di)、相对距离(Di)5 个要素之间的主要贡献程度,找出主要的影响因子^[13],具体结果如表 2~4 所示.

表 2 KMO 和 Bartlett 的检验
Tab.2 Test of KMO and Bartlett

Kaiser-Meyer-Olkin 度量	Bartlett 的球形度检验		
	近似卡方	df	Sig.
0.525	106.520	10	0

KMO 抽样适度度量用于研究变量之间的偏相关系数,一般来说 KMO 值越逼近 1,表明对这些因子进行因子分析的效果越好,0.5 以上表示可以接受,本文为 0.525,可用于作因子分析. Bartlett 球形检验中近似卡方为 106.520,可认为标量高度相关,足够为因子分析提供合理的基础.

表 3 总方差解释表
Tab.3 Total variance explained

组件	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分率/%	累积/%	总计	方差百分率/%	累积/%	总计	方差百分率/%	累积/%
1	1.606	32.117	32.117	1.606	32.117	32.117	1.420	28.392	28.392
2	1.220	24.408	56.525	1.220	24.408	56.525	1.347	26.941	55.332
3	0.962	19.237	75.762	0.962	19.237	75.762	1.021	20.430	75.762
4	0.668	13.353	89.114						
5	0.544	10.886	100.000						

通过最大方差的方法,可筛选主要解释因子.表 3 中,前 3 个因子的累积贡献率为 75.762%,可以看作 3 个主要成分.

由于主成分分析方法本身是一种矩阵变换方

法,因此最终的 3 个主成分含义并不十分明确.但是根据表 4 可以看出,主成分 1 中,Di 系数较大;主成分 2 中,Po,Ar 系数较大;主成分 3 中 Da 系数较大.因此可以将影响公共自行车系统的主要 3 个因子概

括成:空间因子、社会经济因子、时间因子. 根据不同因子的解释程度累计频率给出系统得分公式为

$$\begin{aligned} \text{系统得分} = & \text{空间} \times 0.2839 + \\ & \text{社会经济} \times 0.2694 + \text{时间} \times 0.2043 \quad (1) \end{aligned}$$

表4 成份得分系数矩阵

Tab.4 Component score coefficient matrix

因素	成分		
	1	2	3
Po	-0.201	0.670	-0.084
Ar	0.154	0.549	0.157
Da	-0.058	0.041	0.975
Ab-Di	-0.549	-0.003	0.081
Di	0.598	-0.120	-0.002

空间因素和社会经济因素对公共自行车的发展起到主要的影响作用,表明公共自行车建设过程中地域性的差异以及空间距离是影响扩散传播的主要因素. 社会经济因素表述了公共自行车建设需求的强度,但解释性低于空间因素,这表示部分公共自行车系统的建设是由于扩散效应传播的影响,并不是系统内部需求产生的作用,这同时验证出扩散理论对解释公共自行车系统快速增长起到主要作用. 最后是时间因素,时间因素表明系统增长随着时间的延续成一定规律的发展,但并不是主要的一个影响原因.

根据得分公式计算出每个系统的综合分数,并对结果进行统计分析,发现系统得分落在(-0.5, 0.5)区间的累计频率达到80%. 所以可以通过地区要素资料来计算未来系统建设可能的总得分. 若预测区域得分特征值在-0.5~0.5之间,即说明该地区具有较大的系统建设的概率,可能成为公共自行车系统未来的发展规划区域.

5 结 论

本文以2008年至今的公共自行车系统跟踪数据以及政府、运营商报告,对中国公共自行车系统增量进行分析研究. 并通过需求产生和扩散理论分别对公共自行车的产生以及快速发展进行了解释. 分析表明:未来中国仍是世界公共自行车系统发展的重要区域,但是中国公共自行车系统建设开始进入了“增长—稳定”的过渡时期. 最后本文通过因子分析确定了对系统建设影响的时空和社会经济因子,统计现有系统的得分特征值,预测未来区域得分在(-0.5, 0.5)区间为系统可能性建设的特征值指标. 通过预测,可以为政府和企业决策规划提供一定的

依据和理论支持.

扩散理论只能解释公共自行车快速增长的主要原因. 影响因子并未完全解释公共自行车建设的发展特性,本文只是通过量化指标来进行分析,未来可以从社会学角度以及行为特性等角度对公共自行车快速发展的原因进行更好的解释和完善.

参考文献:

- [1] DEMAIO P. Bike-sharing: history, impacts, models of provision, and future [J]. Journal of Public Transportation, 2009, 12(4): 41-56.
- [2] 王志高,孔喆,谢建华,等. 欧洲第三代公共自行车系统案例及启示[J]. 城市交通, 2009, 7(4): 7-12.
- [3] SHAHEEN S, GUZMAN S, ZHANG H. Bikes sharing in Europe, the Americas, and Asia: past, present, and future [C] // 2010 Transportation Research Board Annual Meeting. California: Institute of Transportation Studies, 2010.
- [4] SHAHEEN S, GUZMAN S. Worldwide bikesharing [J]. Access, 2011(39): 22-27.
- [5] 顾玲玲. 城市公共自行车系统主要运营模式探究[J]. 决策与信息, 2014(4): 47, 49.
- [6] 王玉园,李芳. 城市准公共物品的管理困境及对策分析——以武汉市公共自行车为例[J]. 经营管理者, 2011(21): 13-14.
- [7] CERVERO R, SARMIENTO O L, JACOBY E, et al. Influences of built environments on walking and cycling: lessons from Bogotá [J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2009, 3(4): 203-226.
- [8] 朱玮,庞宇琦,王德. 自行车出行行为和决策研究进展[J]. 国际城市规划, 2013, 28(1): 50-55.
- [9] PARKES S D, MARSDEN G, SHAHEEN S A, et al. Understanding the diffusion of public bikesharing systems: evidence from Europe and North America [J]. Journal of Transport Geography, 2013, 31: 94-103.
- [10] 曾振. 公共自行车系统的“株洲模式”研究[J]. 现代城市, 2014, 9(2): 24-26.
- [11] MARSDEN G, FRICK K T, MAY A D, et al. How do cities approach policy innovation and policy learning? A study of 30 policies in Northern Europe and North America [J]. Transport Policy, 2011, 18(3): 501-512.
- [12] 潘海啸,汤赜,麦贤敏,等. 公共自行车交通发展模式比较[J]. 城市交通, 2010, 8(6): 40-43.
- [13] WASHINGTON S P, KARLAFTIS M G, MANNERING F L. Statistical and econometric methods for transportation data analysis [M]. Boca Raton: CRC Press, 2003.

(编辑:丁红艺)