

城市公共自行车系统运营绩效评价 ——以湖南省株洲市为例

曾 振

(深圳市城市规划设计研究院, 广东 深圳 518031)

摘要: 有关公共自行车系统的研究大多集中于前期的租赁点布局、自行车道建设等方面, 对其运营后的评价研究较少, 且缺乏指导性。围绕公共自行车系统运营绩效评价这一主题, 首先提出评价指标体系构建原则和方法。进而从建设投入水平、运营服务水平、综合效益水平3个准则层面共19项指标构建评价指标体系。基于该方法对湖南省株洲市公共自行车系统进行评价, 结果显示, 其整体发展运营情况良好, 但信息化水平还有提升空间。最后, 对株洲市公共自行车系统发展提出优化建议和措施。

关键词: 交通规划; 公共自行车; 绩效评价; 指标体系; 株洲

Performance Evaluation for Urban Bike Sharing System: A Case Study in Zhuzhou, Hunan

Zeng Zhen

(Urban Planning & Design Institute of Shenzhen, Shenzhen Guangdong 518031, China)

Abstract: Most previous studies on bike sharing system focus on the distribution of rental stations and construction of bicycle lanes, while neglect the performance evaluation and guidance. Centering on performance evaluation on bike sharing system, this paper first proposes principles and methodology for establishment of the evaluation indices framework. Considering the level of construction investment, operation and service, and comprehensive benefits, the evaluation indices system consisting of 19 indicators at three criteria levels is developed. Based on the method, the performance of bike sharing system in Zhuzhou, Hunan is evaluated. Results show that the overall development and operation of the system is good, but the level of roadway service and information development is relatively low. Finally, the paper provides suggestions on the development of bike sharing system in Zhuzhou.

Keywords: transportation planning; bike sharing; performance evaluation; indices system; Zhuzhou

收稿日期: 2014-03-02

作者简介: 曾振(1987—), 男, 湖南长沙人, 硕士, 城市规划师, 主要研究方向: 城市设计。

Email: zengzhen3412@163.com

自2008年杭州市大规模运营公共自行车系统并取得良好反响以来, 截至2013年6月, 中国已有50多个城市开展公共自行车项目建设, 并呈现速度快、规模大等特点。当前, 学术界对公共自行车系统的研究大多集中于前期的租赁点布局、自行车道建设等方面, 对其运营后的评价研究较少, 通常以车辆日均使用量、使用频次等指标来评定, 缺乏指导性。构建城市公共自行车系统运营绩效评价指标体系, 对公共自行车运营状况进行合理的绩效评价, 掌握其总体发展水平并发现现存问题, 可为完善自行车交通系统提供规划、管理等方面的依据, 对促进城市交通系统优化、推动步行和自行车交通系统

发展有重要作用。

1 公共自行车系统运营绩效评价指标体系构建

1.1 指标体系构建原则

影响公共自行车系统运营绩效的因素涉及多方面, 包括道路建设、租赁点布局等, 但对其评价不应过于大而全, 否则容易重复。评价指标的选择必须依据对公共自行车系统的正确分析和理解, 应能最大限度反映对系统的客观影响。本文指标体系的构建基于三点原则:

1) 科学性原则。

以系统内部要素及其本质联系为依据,采用定性与定量相结合的方法,保证评价体系的科学性,并客观反映公共自行车系统内部相互关系的量化特征。

2) 客观实用性原则。

指标选取以及权重赋值应客观公正,保证数据来源可靠、准确、可获取。评价指标的可比性越强,评价结果越接近系统自身运行的真实状况。

3) 整体完备性原则。

指标体系应从不同维度反映公共自行车系统的特征和使用效率,并反映系统的主要影响效果。

1.2 指标体系构建方法

由于城市公共自行车系统运营绩效评价需考虑的因素较多、涉及面较广,不能用简单的线性结构表述各指标的内在联系,要结合中国城市公共自行车系统实际情况和特点,筛选和增补相关指标。本文采用层次分析法建立树状关系结构进行分析,运用目标层次分类展开法,将目标按逻辑分类向下展开为若干目标,再将各个目标分别向下展开成分目标或准则,依此类推,直到可进行定量或定性分析(指标层)为止。

1.3 评价指标构成

基于指标体系构建原则与方法,本文从建设投入水平、运营服务水平、综合效益水平3个准则层面对城市公共自行车系统运营绩效进行评价^[2]。

1.3.1 建设投入水平

基础设施建设是自行车交通系统发展的基础,也是自行车交通系统发展水平的重要体现。本文从道路系统、租赁系统、优先通行措施三个层面选取有效道路比例、租赁点密度等指标进行评价。

1) 有效道路比例。

有效道路比例指自行车行驶的道路中未被机动车占用道路长度占自行车道路总长度的比例。欧美国家大多数城市的自行车交通基本上拥有绝对的路权,然而中国自行车专用道的有效性并不能得到保障,由于管理滞后,机动车长期占用自行车专用道,大大降低了公共自行车的出行效率以及使用安全性。

2) 隔离道路比例。

隔离道路比例即采取绿植、栅栏等设施隔离机动车和自行车行驶路面道路长度占道

路总长度的比例。由于路权纷争以及车流、人流混杂,自行车行驶环境受到极大影响,是否设有隔离设施保证安全行驶是出行者考虑是否选择公共自行车出行的关键要素之一。

3) 需求满足率。

需求满足率指使用者借车或换车需求被及时满足次数与使用者为借车或换车到达租赁点总次数的比值,反映了租赁点提供的自行车或者停车位满足使用者需求的程度^[3],直接体现了租赁点的供应能力。若供应能力无法满足需求,将导致公共自行车系统失去其短距离交通快捷的优势。

4) 日均车辆租用频率。

日均车辆租用频率指单辆自行车每天被租用的次数,是衡量城市公共自行车系统运营最直接的指标,体现公共自行车系统的使用效率,直接反映居民的出行方式倾向。这一指标可通过智能化系统统计得出。

5) 租赁点均衡性。

租赁点均衡性指同一租赁点内对应高峰时段租用次数与可租用自行车总量的比值,以高峰时段最大租用次数作为所需运输能力,反映了公共自行车系统服务的均衡程度,可以为后期租赁点布局以及灵活调配公共自行车提供依据。

6) 租赁点密度。

租赁点密度指服务区域内租赁点数量与服务区域面积的比值,反映使用者接近公共自行车的程度以及获取公共自行车的便捷程度。

7) 人均自行车量。

人均自行车量为公共自行车数量与服务区域总人口的比值,是反映居民享受公共自行车服务实际能力的重要指标,同时也反映了公共自行车系统的规模化程度。

8) 交叉口优先通行。

交叉口自行车通行时间直接反映了自行车通行是否优先,从使用者的角度出发,更短的出行时间无疑是公共自行车系统提供优质服务的重要部分。

1.3.2 运营服务水平

运营服务水平是公共自行车系统得以快速、可持续发展的关键环节,本文从行车安全性、行车便捷性、公益化程度、人性化程度、信息智能化程度5个层面选取自行车完好率、换乘距离等指标进行评价。

1) 自行车完好率。

自行车完好率指完好的公共自行车数量与公共自行车总量的比值。公共自行车往往

承载负荷较大,需要具备良好的性能。出于安全性考虑,使用者对这一指标较为敏感。

2) 换乘距离。

换乘距离为出发点至租赁点距离与还车点至目的地距离之和,这一指标直接反映了公共自行车使用的便利程度。换乘距离是准确反映公共自行车系统衔接换乘协调性的综合性定量指标,是衡量换乘连续性、紧凑性、客流转换顺畅性的重要定量指标。

3) 收费制度。

收费制度主要反映公共自行车免费的时间长度以及超时使用的收费标准,这一指标也是维持公共自行车正常运行的基本条件之一。

4) 车型多样化。

车型多样化主要考量公共自行车样式的多元化程度,是否从人本主义出发,兼顾考虑老人群体的需求以及亲子座椅配车的比例。

5) 电话服务质量。

使用者在出行前一般不会事先查询信息,而是在使用过程中遇到问题的情况下通过服务电话解决。电话服务质量指标指提供服务的及时有效次数在使用者欲寻求帮助总次数中所占的比例。

6) 租赁识别可靠性。

租赁识别可靠性反映系统使用者通过系统租赁点终端或车辆连接识别器成功识别身份信息、在系统中正确记录使用信息的程度。该指标为使用者顺利有效使用车辆的次数在使用总次数中所占的比例。

7) 信息系统更新频率。

信息系统更新频率可反映使用者了解动态信息、确保高效出行的情况。该指标可以通过信息更新有效次数与信息实际更新总次数的比值获得。

1.3.3 综合效益水平

综合效益水平主要包括社会效益、经济效益和环境效益,本文采用自行车出行比例、公众满意度、交通拥堵指数等指标进行评价。

1) 自行车出行比例。

自行车出行比例为自行车出行量占各种交通方式出行总量的比例。自行车出行比例的增大,将在一定范围内降低小汽车出行比例,而转移至公共交通和公共自行车,可有效改善交通结构^[4]。

2) 公众满意度。

公众满意度为感到满意人数与调查总人数的比值,主要反映公共自行车的社会效

益,体现公共自行车的社会影响力以及对城市形象的影响。

3) 交通拥堵指数。

根据道路通行情况,一些城市利用交通拥堵指数综合反映道路网畅通或拥堵状况,相当于将拥堵情况数字化。该指数通过对分布在城市各条道路的动态车辆位置信息进行深加工处理获得^[5](指标需从相关交通部门获取)。

4) 尾气排放减少量。

尾气排放减少量指公共自行车系统使用前一定服务区域面积内机动车尾气排放量的差值。该指标用来反映公共自行车系统发展对城市环境质量的改善程度。

1.4 指标体系层级结构

综合建设投入水平、运营服务水平和综合效益水平三方面的各项指标,构建城市公共自行车系统运营绩效评价指标体系,见图1。

2 株洲市公共自行车系统评价

2.1 发展概况

湖南省株洲市公共自行车系统自2011年5月开始运营,截至2013年6月日均使用量达到约18.5万次·d⁻¹,租用频率高达12次·d⁻¹·辆⁻¹,成为当前中国公共自行车使用周转率最高的城市(见表1),形成独具特色的“株洲模式”。截至2013年6月,株洲市公共自行车系统已办理市民卡约20万张,累计租还车次数达8000余万人次,单日使用量最高突破22万人次,租赁点1411个,自行车2.8万辆^[6](见表2)。株洲市公共自行车系统已经深入人心,极大地满足了市民出行、观光、休闲、娱乐、健身等多方面的需求,同时推动了城市经济社会的良性发展。基于株洲效应的带动,短时间内中国许多城市掀起了一股公共自行车系统建设热潮。

2.2 运营绩效评价

当前株洲市公共自行车系统仍处在快速发展阶段,相关交通配套设施以及管理措施还没有完全落实,因此,本文对其进行运营绩效评价时没有将交叉口优先通行、信息系统更新频率两项指标计入,可在今后视其发展再行加入。运营绩效评价过程如下:

2.2.1 确定指标权重

本文设置指标体系的目的是为提升公共

自行车系统日后运营服务管理水平,亦即评价体系应以使用者感受为准,以便提供更优质的服务,因此调研使用者对当地自行车运营情况的直接感受(主观意向赋权)相比其他方式更具科学性、客观性。由于每个指标的具体赋值因为使用者的差异和偏好有所不同,各个层次的权重赋值并非完全绝对划分,而具有一定的浮动性。综合以上考虑,以主观赋权法中的集值统计迭代法为各层次指标赋值^[9],其过程如下:

1) 选取 $A(A \geq 1)$ 位调研使用者,让每位使用者对指标集 $Y = \{Y_j\} (j=1, 2, \dots, 17)$ 中每个指标给出一个权重,则可以得到其认为在指标集 Y 中最重要的 $S(1 \leq S \leq 17)$ 个指标。即第 $k(1 \leq k \leq A)$ 位自行车使用者选取的结果是指标集 Y 的一个子集 $Y^{(k)} = \{Y_1^{(k)}, Y_2^{(k)}, \dots, Y_S^{(k)}\} (k=1, 2, \dots, A)$ 。

2) 建立公式函数 $\beta_k(j) = \begin{cases} 1, & \text{若 } Y_j \text{ 属于 } Y^{(k)} \\ 0, & \text{若 } Y_j \text{ 不属于 } Y^{(k)} \end{cases}$, 令某个指标的出现频次 $G_j = \sum_{k=1}^A \beta_k(j)$, 最终确定每个指标权重 $W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^n G_j}$ 。

2.2.2 量化分级

采用专家打分法,对每一个指标得到的

统计结果进行量化分级,共分为4个等级,分别为1, 3, 5, 7分。例如第一个指标“有效道路比例”, $>80\% \sim 100\%$ 得7分, $>60\% \sim 80\%$ 得5分, $>40\% \sim 60\%$ 得3分, $\leq 40\%$ 得1分。最终绩效评价指数为各项指标的分值与权重相乘的总和。

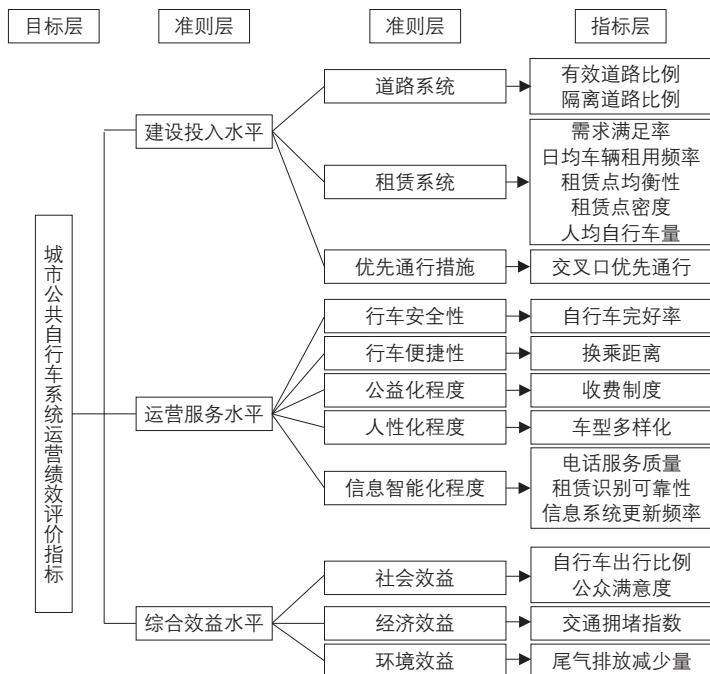


图1 城市公共自行车运营绩效评价指标体系

Fig.1 Performance evaluation indices system for urban bike sharing system

表1 株洲市与部分建设公共自行车系统的城市数据比较

Tab.1 Comparison of bike sharing systems between Zhuzhou and several cities

城市	株洲	杭州	武汉	法国巴黎	法国里昂	西班牙巴塞罗那
市区面积/km ²	260	728	931	114	48	101
市区人口/万人	117	223	529	220	50	160
公共自行车数量/万辆	2	5.01	7	2.36	0.40	0.60
租赁点数量/个	1 058	2 000	1 706	1 750	343	400
人均自行车量/(辆·万人 ⁻¹)	170.9	224.6	132.3	107.2	80	37.5
服务点密度/(个·km ⁻²)	4.06	2.74	1.83	15.3	7.1	3.96
自行车租用频率/(次·d ⁻¹ ·辆 ⁻¹)	10.0	11.7	10.8	13	12.5	

注:株洲、武汉的数据截至2012年12月,杭州数据截至2010年5月。杭州市区面积、人口统计不包含余杭区和萧山区;武汉市区面积、人口统计不包含黄陂区、新洲区、蔡甸区和江夏区。
资料来源:根据文献[1], [6], [7]整理。

表2 株洲市城市公共自行车系统使用量增长情况

Tab.2 Growth of bike sharing system usage in Zhuzhou

年份	公共自行车数量/ 万辆	租赁点数量/ 个	办卡数量/ 万张	日均使用量/ 万次	自行车租用频率/ (次·d ⁻¹ ·辆 ⁻¹)
2011	1.0	503	11.3	11.0	4.7
2012	2.0	1 058	17.0	14.0	10.0
2013	2.6	1 200	24.0	20.0	11.0

资料来源: <http://www.zzgtn.com/>, 并根据文献[7]整理。

根据调查数据,统计得到株洲市公共自行车系统运营绩效评价各指标结果(见表3);最终运营绩效评价指数为4.92(最后分值>6~7为优,>4.5~6为良好,>3~4.5为一般,≤3为较差),整体发展运营情况良好,但在各项准则层层面,评价结果有所不同(见表4)。其中,综合效益水平评价结果最优,这直接体现公共自行车系统对城市交通、环境的改善以及公众满意度的提升,带来间接的社会效益。建设投入水平、运营服务水平整体较好(以理想评价指数的60%作为参照),但在一些关键指标上还有待进一步加强,如换乘距离、需求满足率等,表明株洲市公共自行车系统设施配套有待优化,若交叉口优先通行、信息系统更新频率指标纳入统计,相应结果会下降,这也与株洲市公共自行车系统发展处于快速成长阶段有一定关系。

3 株洲市公共自行车系统优化建议与措施

3.1 完善道路系统

在城市快速发展进程中,株洲市道路系

统中自行车道的建设一直被忽视,导致目前自行车出行环境不佳。结合株洲市城市道路系统的实际情况,建议所有主、次干路及重要支路均应设置非机动车道,并提出四种改造方案,以优化出行环境^[1]。

- 1) 已有非机动车道的道路,完善非机动车标志标线,部分路段设置隔离设施;
- 2) 没有非机动车道、但机动车道较宽的道路,压缩机动车道,重划标线增设非机动车道;
- 3) 没有非机动车道、但人行道较宽的道路,利用人行道部分空间设置非机动车道;
- 4) 车行道与人行道不具备设置自行车道条件的道路,进行交通管制,如限制车速、高峰时段限制流量等。

3.2 构建“B&R”绿色出行模式

公共自行车系统需要融入城市公共交通系统,与公共汽车站、轨道交通车站等实现无缝对接,构建高效、便捷的“B&R”(Bicycle & Ride,自行车换乘公共交通)绿色出行模式。总体来看,株洲市部分公共自行车系统租赁点的布局与公共交通车站的结合还不紧密,导致换乘时间较长。公共自行车

表3 评价指标的权重及评价价值
Tab.3 Weight of evaluation indices and evaluation values

准则层(权重)	指标层	指标统计结果	指标分值	权重
建设投入水平(0.4)	有效道路比例/%	68.16	5	0.04
	隔离道路比例/%	23.50	3	0.04
	需求满足率/%	64.22	3	0.08
	日均车辆租用频率/次	12	7	0.08
	租赁点均衡性/%	66.18	3	0.06
	租赁点密度/(个·km ²)	4.06	5	0.05
	人均自行车量/(辆·万人 ⁻¹)	170.9	5	0.05
运营服务水平(0.3)	自行车完好率/%	94.77	5	0.05
	换乘距离/m	251	3	0.08
	免费时间(收费制度)/h	3	5	0.03
	车型多样化/%	10.0	3	0.03
	电话服务质量/%	45	5	0.03
	租赁识别可靠性/%	85	5	0.08
综合效益水平(0.3)	自行车出行比例/%	13.7	5	0.08
	公众满意度/%	94.27	7	0.09
	交通拥堵指数	4.8	5	0.07
	尾气排放减少量/万 t	2.1	5	0.06

租赁点布局要充分考虑换乘的连续性、紧凑性，建议与重要公共交通车站换乘步行时间控制在 2 min 以内，以实现“B&R”绿色出行模式。

3.3 租赁点布局规模等级化、网络密度标准化

株洲市公共自行车系统在需求满足率、租赁点均衡性上评价值较低，原因是管理上存在着一卡多用的情况，同时反映了设施投入的缺失，也直接体现出部分租赁点布局尚不合理。比较近几年自行车投入量与日均使用量、自行车租用频率的关系，发现均分别呈现显著正相关性(见图 2 和图 3)。图 2b 显示，公共自行车作为一种规模效益产品，存在着供需平衡，当自行车设施投入量基本满足用户需求时，租用量将趋于稳定并不再随自行车的投入变化而增长。图 3b 说明，自行车租用频率因受服务时间、服务特点等因素的限制，存在上限，在自行车设施过量投入的情况下，平均单车使用率将呈现下降趋势^[10]。可见，株洲市公共自行车系统供给能力尚未满足出行需求，没有达到饱和负荷状

态，供不应求的趋势仍然存在，租用量仍有上升空间；而自行车租用频率增长速度有放缓趋势，说明设施投入量仍需扩大，但是已经接近最佳需求。目前，株洲市在部分区域的公共自行车租赁点布局上没有完全考虑市场需求的差异化，容易出现出行需求量大的区域车辆供不应求，而出行需求量小的区域车辆资源闲置，导致车辆利用率低。因此，建议在对需求量进行分析的基础上，形成规模分区，构建网络密度标准化、规模等级化的布局方式(见图 4)，形成满足布设间距的租赁点网络，实现不同时间、空间上供给与需求的平衡。

3.4 优化信息系统建设

株洲市公共自行车系统信息更新不足，

表 4 运营绩效评价指数统计

Tab.4 Statistics of performance evaluation indices

准则层指标	建设投入水平	运营服务水平	综合效益水平	总计
评价指数 (理想状态下该准则层评价指数)	1.8(2.8)	1.44(2.1)	1.68(2.1)	4.92(7)

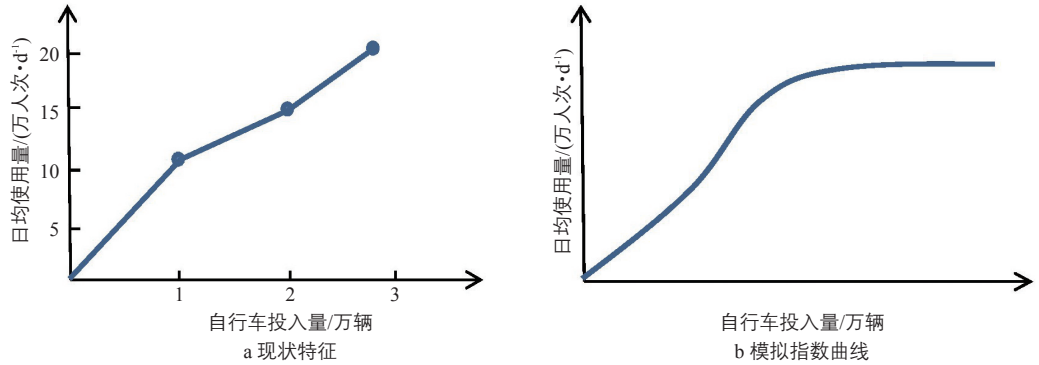


图 2 公共自行车投入量与日均使用量的关系
Fig.2 Relationship between the number of public bicycles and daily usage

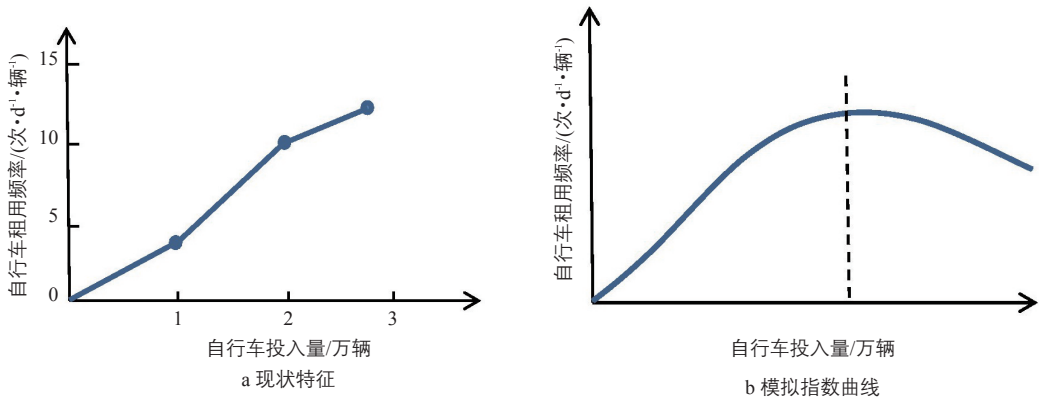


图 3 公共自行车投入量与自行车租用频率的关系
Fig.3 Relationship between the number of public bicycles and rental frequency

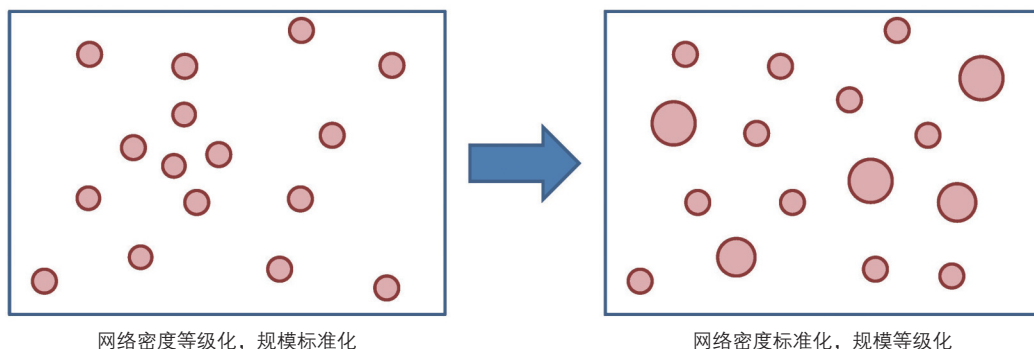


图4 租赁点布局方式比较

Fig.4 Comparison among different distribution patterns of rental stations

使用者无法得到较为及时和全面的信息。因此,应提升各租赁点的数据收集和后台处理能力,尽量做到每隔几分钟即对发布数据进行自动更新,使用者可通过电脑或手机上网查询,随时随地了解动态信息,使株洲公共自行车进入智能信息化时代。

4 结语

城市公共自行车系统作为一种绿色、经济、便捷的交通方式是解决城市交通拥堵困局、回归低碳出行的重要路径。本文通过构建公共自行车系统运营绩效指标体系,对发展较为成功的株洲市公共自行车系统进行评价,并从道路系统改善、绿色交通模式、租赁点规划布局、信息系统建设四个方面提出进一步完善优化的建议与措施。需要指出的是,这一绩效评价指标体系尚有不完善之处,例如综合效益水平准则层选取的指标比较单一,相应指标不能完全体现综合效益水平,这也是未来研究的方向。

参考文献:

References:

- [1] 广州市现代快速公交和可持续交通研究所. 中国公共自行车信息网[EB/OL]. 2013 [2014-02-15]. <http://www.publicbike.net/>.
- [2] 陈茜, 陈学武. 城市常规公共交通发展水平综合评价指标体系研究[J]. 城市交通, 2003 (1): 8-12.
- [3] 龚迪嘉. 公共自行车交通系统在上海和长沙的应用机制研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2009.
- [4] 钱科烽, 祝伟, 余伟, 周扬军. 城市公共自行车系统发展综合评价指标体系研究[C]//毛蒋兴, 刘芳, 杨一虹. 规划师论丛: 转型期

城乡规划建设实践研究. 广西: 广西科学技术出版社, 2012.

- [5] 张雪莲, 于蕾, 刘梦涵. 基于交通需求的路网交通拥堵评价模型[J]. 现代交通技术, 2008, 5(6): 71-75.
Zhang Xuelian, Yu Lei, Liu Menghan. Traffic Demand-based Traffic Congestion Measurement Model for Road Networks[J]. Modern Transportation Technology, 2008, 5(6): 71-75.
- [6] 王志高, 孔喆, 谢建华, 尹立娥. 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.
Wang Zhigao, Kong Zhe, Xie Jianhua, Yin Li'e. The 3rd Generation of Bike Sharing Systems in Europe: Programs and Implications[J]. Urban Transport of China, 2009, 7(4): 7-12.
- [7] 株洲市规划设计院. 株洲市步行和自行车交通系统专项规划[R]. 株洲: 株洲市规划局, 2011.
- [8] 王涛. 公共自行车的株洲模式[EB/OL]. 2012 [2014-02-15]. http://www.zgjt.com/content/2012-04/15/content_1346.htm.
- [9] 祝翔. 公共自行车系统服务水平综合评价研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2011.
- [10] 石晓凤, 崔东旭, 魏薇. 杭州公共自行车系统规划建设与使用调查研究[J]. 城市发展研究, 2011, 18(10): 105-114.
Shi Xiaofeng, Cui Dongxun, Wei Wei. The Investigation of the Relationship between Using and Planning of Public Bicycle in Hangzhou[J]. Urban Studies, 2011, 18(10): 105-114.
- [11] 钟红梅, 熊瑶. 城市公共自行车系统规划建设探讨——以株洲市公共自行车系统为例[C]//中国城市规划学会. 多元与包容——2012中国城市规划年会论文集. 云南: 云南科学技术出版社, 2012.