

# 共享单车投放点布局与投放量的最优化模型构建

◆靳凤侠 齐梦珂

(河南科技学院 河南新乡 453003)

**摘要:**本文针对共享单车投放站点的设置与投放数量问题。首先从优化的角度出发,基于多点距离之和相对较短的原则从所考虑备选对象中选择出若干个较为理想的可行投放站点。其次从上述可行站点中,综合考虑投放站点运行外部主要影响因素,运用层次分析法筛选出最优的投放站点。其次运用动力系统模型来解决在投放站点的投放数量。这一解决方法不仅可以克服以往文献中计算量大的弱点,而且可以为公交站点设置、招生考试考点设置等类似问题提供了一个具有一般性的、切实可行的、可借鉴的有效途径。

**关键词:**动力系统模型;层次分析法;投放点与投放数量

## 一、引言

伴随着经济的飞速发展,越来越多的家庭拥有自己的私家车,国家各个城市的机动车数量也在持续增长,环境污染,道路拥堵等一系列问题也随之诞生。为了响应绿色理念,一种新型的共享单车应运而生。“共享单车”的概念最早起源于欧洲,作为低碳、环保、节能、健康的新型交通工具,正在中国许多城市迅速推广和普及,为市民提供便利的公共交通服务,在建设低碳城市,提升城市品质,创建资源友好型社会中将会发挥重要作用。共享单车作为一种低碳、环保、节能、健康的出行方式,被迅速普及,共享单车在一定程度上,能够减少机动车的使用量,同时符合人们绿色出行的理念。但是如果共享单车的投放地点与投放量安排的不够合理,会造成资源的浪费。对共享单车的投放地点及投放量进行建模,使共享单车能够更好地运营下去,意义是十分重大的。为了使系统维持动态平衡,需要通过对站点单车的投放量进行合理的分析,建立相应的调度模型。本文讨论了共享单车的配置点设置及投放量问题。

## 二、共享单车设置点的环境条件

为了叙述的方便和计算的简单,我们假如对所考虑的设置点的内外部环境不出现大的改变。比如对于单车站点服务区外的居民偶然的借车情况不再考虑,不考虑因为人为原因而导致的自行车的丢失等问题,近似的认为所有站点的单车总数保持不变、由于出行时间与出行距离等因素的影响,单车投放点有一定的服务范围。当居民从服务区内出发时,单车在居民的出行选择方式之内,否则,不考虑单车的出行方式。

## 三、模型的建立与求解

### 3.1 关于共享单车站点确定的建模与求解:

对于共享单车站点设置问题,考虑到共享单车站点选取的影响因素与公交站点建立的影响因素大体相同,因此为了得到较优的共享单车投放地点,本文首先分别以此地区的各个公交站点为圆心,以  $R$  为半径做圆(圆允许出现交叉情况,交叉情况采取就近原则,选择距离近的点)。然后对于每个圆内的站点按距离进行初步排序筛选,接着用层次分析进行具体筛选。

### 模型的建立

对于所划分的某一圆内,若有  $Q$  个待筛选站点,小区、景点、超市、学校总数为  $P$ ,假设预选站点的位置坐标为  $(m_j, n_j)$ , 小区、景点、超市、学校等地的位置坐标分别为  $(x_{1i}, y_{1i})$ ,  $(x_{2i}, y_{2i})$ ,  $(x_{3i}, y_{3i})$ ,  $(x_{4i}, y_{4i})$ 。利用多点直线距离公式进行选址,可以得到每个待选投放地点到各个位置的距离:

$$d = \sum_{k=1}^4 \sqrt{(m_j - x_{ki})^2 + (n_j - y_{ki})^2}$$

这样就可以得到  $P$  个地点到  $Q$  个待筛选地点的距离之和,不妨将此距离之和按照从小到大排列的前  $t$  个作为理想的单车投放点,把其余的筛选点淘汰。

如果我们按照距离最短排序,就得到排在前  $t$  个点。接下来我们从竞争环境,地理位置,人口密度,人均GDP,使用人群,节能减排意识六个影响因素出发,运用层次分析来分析这些因素对单车投放点的影响,进而我们可以根据这  $t$  个站点的权重来进

行最优的站点选取。

### 3.2 关于共享单车站点的投放数量的模型构建:

首先我们根据上述确定的站点,在这些站点先投放一批单车。投放时如果按照某一站点  $h$  周围人口数的 40% 比例投放。每隔一段时间,根据共享单车的使用情况,各个站点的单车数量都会发生改变,再次统计各个站点的单车数量,通过数据的变化,利用统计到某一阶段各个站点的借还车频率,建立动力系统模型<sup>[1]</sup>,

$$\begin{cases} x_{1,m+1} = p_{11}x_{1m} + p_{21}x_{2m} + \cdots + p_{n1}x_{nm} \\ x_{2,m+1} = p_{12}x_{1m} + p_{22}x_{2m} + \cdots + p_{n2}x_{nm} \\ \vdots \\ x_{n,m+1} = p_{1n}x_{1m} + p_{2n}x_{2m} + \cdots + p_{nn}x_{nm} \end{cases} \quad (1)$$

求平衡点(即各个站点稳定时的单车数量)。

## 四、结论

在本文中,我们首先利用小区、景点、超市、学校到预设投放站点的距离值和及层次分析法建立了投放站点科学选取和布局的决策模型。其次建立动力系统模型来确定在每一个待投放站点的投放单车数量。其主要优点体现在:首先使用了预选法,利用多点直线距离公式进行选址,可以得到每个待选投放地点到各个位置的距离,通过待投放站点到所有小区、景点、超市、学校距离之和相对较短这一标准,遴选到若干个待投放站点。这样就大大简少了以往文献中计算工作量,可以说这是投入少、收效好的关键步骤,值得推广和运用。接下来对得到较少的可行待投放站点,进一步建立了层次结构模型,根据实际情况中的主要外部影响因素,进行权向量求解,进一步得到不同的方案对待投放站点的组合权重。由于层次分析法模型具有定性分析与定量分析的功能和特点,其实用性与可靠性是显而易见的。因此,该模型对仓库建造的位置选择,供货商的合理选址、公务员的选拔、学生奖学金的发放等与实际生活中密切相关并备受关注的热点问题也是同样适用的

## 参考文献:

- [1]叶其孝,姜启源.数学建模[M](第五版),北京:机械工业出版社,2014.
- [2]秦茜.公共自行车租赁系统调度问题研究[D].北京交通大学,2013.
- [4]曹茂林.层次分析法确定评价指标权重及Excel计算[J].江苏科技信息,2012,(02):39-40.
- [5]鲍娜.城市公共自行车租赁点选址决策及调度模型研究[D].长安大学,2012.
- [6]秦孝敏.城市公共自行车租赁点布局及配置优化研究[D].西南交通大学,2015.
- [7]李庆扬.数值分析[M](第五版).北京:清华大学出版社,2008.
- [8]战春梅,赵则海,崔百宁.基于层次分析法的多媒体教学评价研究综述[J].肇庆学院学报,2014,35(2):40-43.
- [9]杨克磊,和美.采用层次分析法的员工绩效评价研究[J].重庆理工大学学报,2015,29(10),143-146.
- [10]赵元,罗世超.层次分析法在高校贫困生认定中的方法和运用探析[J].学理论,2013,18:335-336.
- [11]王建,庞永杰,杨卓懿,胡中慧.改进模糊层次分析法在AUV总体性能评价中的应用[J].上海交通大学学报,2015,49(2):275-280.

**作者简介:**靳凤侠(1983-),女,河南原阳人,博士,副教授,主要决策理论及其应用研究。

**基金项目:**河南科技学院2018年大学生创新训练计划项目(2018CX73)。