

基于共享度的共享单车需求分析模型

黄泽利¹, 万超静², 胡秋秋², 邢伟*

(*. 东华理工大学 理学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 针对共享单车投放量与需求问题, 本文结合共享单车的相关数据, 以深圳市为例分析. 从深圳市各区投放量, 用户量, 面积三方面进行考虑, 数量上, 提出共享单车共享度模型, 通过共享度反映用户需求情况. 空间上, 根据各区共享单车和用户的密度, 随机模拟用户与单车分布, 通过用户与单车的最小距离, 判断能否满足用户需求, 得出深圳市现有共享单车不能满足用户. 最后简述了模型的推广及改进.

关键词: 共享单车; 需求分析; 共享度; 随机模拟

共享单车是指单车企业在校园、地铁公交站点、居民区、商业区、公共服务区等提供自行车的共享服务, 是共享经济的一种新形态. 这些自由的共享单车有别于公共自行车, 它不需要归还到指定的地点, 因此很有可能解决网约车等出行工具遗留的“最后一公里”问题。

目前, 国内共享单车已经到了“泛滥”的地步, 覆盖了全国半数以上的城市, 各大城市路边排满了各种颜色的共享单车. 共享单车在方便人们出行的同时, 也因不合理停靠给城市公共空间的管理带来了一些问题, 影响了社会公共秩序。

因此, 合理的分析共享单车的市场需求和城市的容纳量的关系, 探究共享单车的投放量是否满足了用户需求, 对于城市的管理及运营公司的单车投放都具有重要的意义。

1 共享单车的市场概括及分析

共享单车的出现, 将共享经济推入了一个崭新的局面. 2017 年被誉为是“共享单车的元年”, 打开手机, 人们能选择各种各样的出行方式, 而共享单车几乎成了人们短途出行的首选。

据《2017 年共享单车与城市发展白皮书》^[1]中的数据, 共享单车已经覆盖了 50 多个城市, 其中还包括部分海外城市, 如伦敦、新加坡等。

据《2017 共享单车市场报告》^[2]显示, 共享单车从 2016 年 7 月月活跃用户数 54 万, 到 2017 年 1 月月活跃用户数突破 1000 万, 再到今年 5 月接近 7000 万活跃用户。

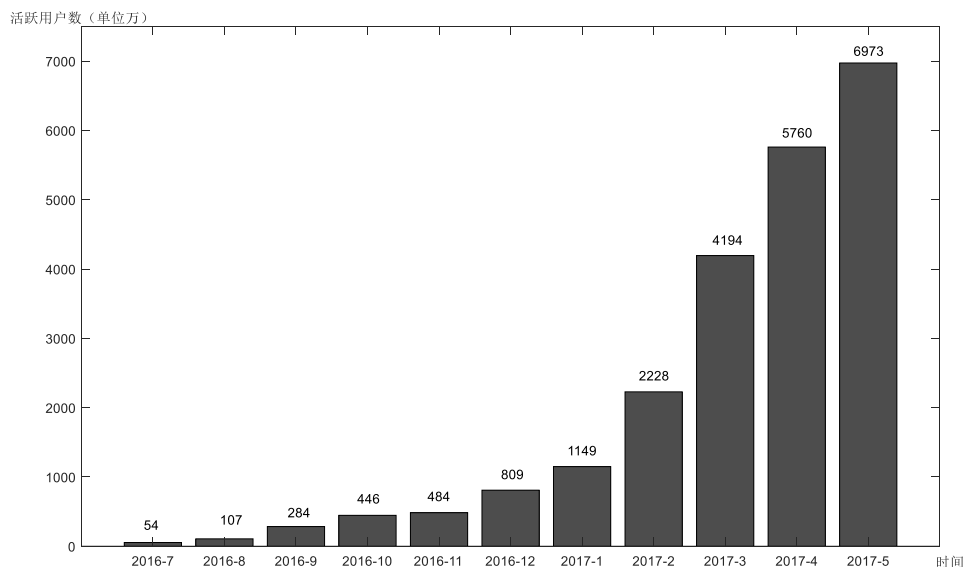


图 1 共享单车月活跃用户增长趋势图

通过图 1 可知，2017 年上半年共享单车的用户增长迅速，其中 2017 年 1 月至 5 月活跃用户月平均增长达 1456 万，据此速度增长的话，预计到 2017 年 8 月，月活跃用户人数将超过 1 亿。

面对如此巨大的共享单车市场及用户，共享单车在全国的投放量已经超过 1000 万辆，并且投放量还在持续的增加。那么，如此多的共享单车是否已经满足了用户的需求呢？由于各城市用户量及共享单车的投放量都各不相同，本文以深圳市为例，研究深圳市的共享单车与用户需求问题。

2 深圳市共享单车现状分析

据深圳市交通运输委发布的《深圳市互联网自行车发展评估报告》^[3]显示，深圳市的共享单车投放量已经超过 53 万辆，覆盖了深圳市的各区，各区具体的共享单车投放量如表下所示：

表 1 深圳市各区共享单车投放量（单位：万辆）

深圳市各区	宝安	南山	福田	罗湖	龙华	龙岗	光明	盐田	坪山	大鹏
投放量	12.7	9.7	8.9	8.4	7.1	3.4	1.1	0.3	0.3	0.1

深圳市的共享单车注册用户已经超过 1052 万人，但是对于各区的用户数量，没有查阅到相关的数据。因此，采用相应的比例计算得到各区的用户人数，计算公式如下：

$$p_i = N \cdot \frac{n_i}{P} \quad i \in \{1, 2, \dots, 10\}$$

式中， p_i 是第*i*区的共享单车用户总量， N 为深圳市的共享单车的注册用户数量， n_i 为第*i*个区的常住人口数量， P 为深圳市常住人口数。

通过查阅《深圳市统计年鉴 2016》^[2]，得到深圳市常住人口为 1137.87 万人，各区的常住人口数如下：

表 2 深圳市各区的常住人口（单位：万人）

各区编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
深圳市各区	福田	罗湖	南山	盐田	宝安	龙岗	龙华	坪山	光明	大鹏
人口数	144.06	97.56	129.12	22.12	286.33	205.24	151.15	35.61	53.12	13.56

由此，计算出各区共享单车的注册用户量，结果如下：

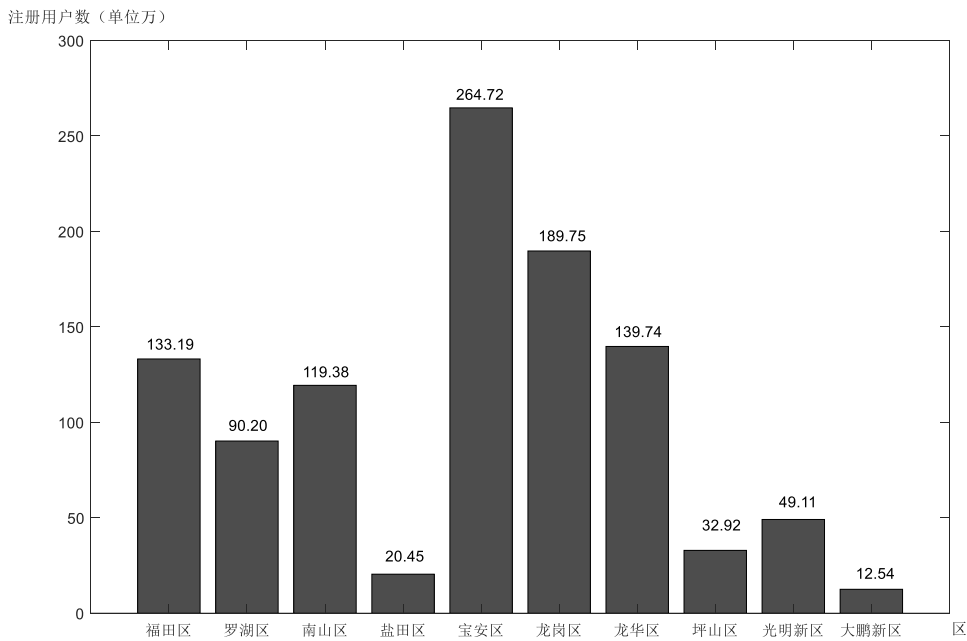


图 2 深圳市各地区注册用户图

根据图 2 可知，共享单车在各区的注册用户和常住人口相接近，但由于深圳市外来人口数量巨大，因而共享单车的用户还是远小于深圳市的总人口，这也反映出深圳市共享单车市场巨大。

3 深圳市共享单车的需求分析

对于满足用户的需求，从数量和空间两方面进行考虑：数量上，用户需要使用，共享单车的数量足够多；空间上，用户只需前行一定的距离，就能够使用到共享单车。

下面对深圳市各区的共享单车与用户的需求进行定量分析。

3.1 基于共享单车共享度的需求分析

根据共享单车的投放量与用户的数量，还是不能够准确反映出的用户需求是否得到满足。因为各区存在面积的差异，这将导致各区用户密度和共享单车密度不相同，因此结合各区的面积进行分析，通过查询深圳市相关的数据，得到各区的面积如下：

表 3 深圳市各区的面积（单位：km²）

各地区	福田区	罗湖区	南山区	盐田区	宝安区	龙岗区	龙华区	坪山区	光明新区	大鹏新区
地区面积	78.66	78.76	185.49	74.64	398.38	387.82	175.58	167.01	155.45	295.06

由于共享单车存在损坏和私用的情况，而导致用户无法使用，据相关的人士分析^[5]，摩拜单车的损坏率在 10%，ofo 损坏率可能高达到 20-30%，据此，假设共享单车的损坏率为 20%，可得各区的共享单车的密度：

$$\rho_{bike}^i = \frac{0.8 \times b_i}{S_i} \quad i \in \{1, 2, \dots, 10\}$$

其中 ρ_{bike}^i 为第 i 区共享单车的密度， b_i 为第 i 区共享单车的投放量， S_i 为第 i 区的面积，经计算各区的共享单车密度如下：

表 4 深圳市各区的共享单车密度（单位：辆/平方千米）

地区	福田区	罗湖区	南山区	盐田区	宝安区	龙岗区	龙华区	坪山区	光明新区	大鹏新区
共享单车密度	905.16	853.23	418.35	32.15	255.03	70.14	323.50	14.37	56.61	2.71

根据上图 2 中各区的用户数量，可计算出各区的用户密度：

$$\rho_{people}^i = \frac{U_i}{S_i} \quad i \in \{1, 2, \dots, 10\}$$

其中， ρ_{people}^i 为第 i 区的用户密度， U_i 为第 i 区的用户数量， S_i 为第 i 区的面积，经计算各区的用户密度如下：

表 5 深圳市各区的用户密度（单位：人/平方千米）

地区	福田区	罗湖区	南山区	盐田区	宝安区	龙岗区	龙华区	坪山区	光明新区	大鹏新区
用户密度	16932.37	11452.51	6435.93	2739.82	6644.91	4892.73	7958.77	1971.14	3159.22	425.00

通过得到的共享单车密度和共享单车用户密度，由此，定义共享单车的共享度，公式如下：

$$h = \frac{\rho_{people}}{\rho_{bike}}$$

其中， h 为共享单车共享度， ρ_{people} 为共享单车用户的密度， ρ_{bike} 为共享单车的密度。

对于共享度 h ，能够反映出每辆共享单车平均应该被多少用户所共享，当共享度的值小于等于 1 时，称为饱和态，即相当于每名用户都能够分到一辆共享单车，所有用户的需求都能够得到满足，当共享度的值大于 1 时，表明每辆共享单车需要被多名用户同时使用，即存在用户的需求不能被满足。实际生活与生产中，考虑效益，管理，交通等各方面的因素，共享度的值往往是大于 1 的，那么其值为多少，才能够较好的满足用户的需求呢？

对于多少人共用一辆共享单车出行最为合适，需要结合具体的实际情况，如时间段，市区位置，人流量等因素，没有明确具体的标准，作者认为共享度的值在 1-6 之间都能够较好的在数量上满足用户的需求，当共享度在 7-15 时，存在部分用户的需求无法满足的情况，其值越大，则越多的用户不能满足需求。

由此，计算深圳市各区的共享度，结果如下图：

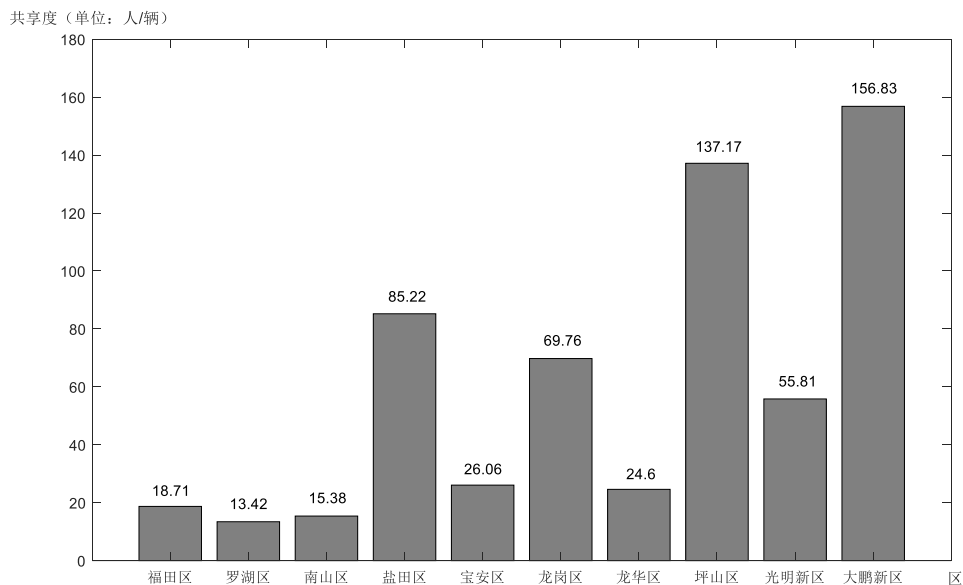


图 3 深圳市各区共享单车的共享度

根据计算所得的各区共享度，其中罗湖共享度值最小为 13.4，平均每 13 人共享一辆共享单车，大鹏新区的共享度的值最大为 156.83，用户的需求极大的不满足，其中深圳市的平均共享度为 60.30。由此在数量，深圳市的共享单车的投放量并未满足用户的需求，且有较多的用户没有得到满足。

3.2 基于共享单车空间分布的需求分析

通过上述分析，可知在数量上，用户的需求已经得不到满足。在此基础上，从空间的角度对共享单车的需求进行分析，讨论离用户最近的共享单车的距离。首先，针对最近共享单车的距离计算，做出如下的假设：

- 1.假设所有用户都能使用到身边最近的任何共享单车。
- 2.假设用户以最短距离去使用最近的共享单车，不考虑道路，围栏等情况。
- 3.假设在单位面积里，共享单车和用户都服从均匀分布。

根据以上的假设，使用均匀分布模拟单位面积中共享单车和用户的分布。

Step1: 根据上述深圳市各区的用户密度和共享单车密度，使用均匀分布模拟单位面积（ km^2 ）中共享单车和用户的分布，运用 MATLAB 编程模拟，做出相关的散点图，如下：

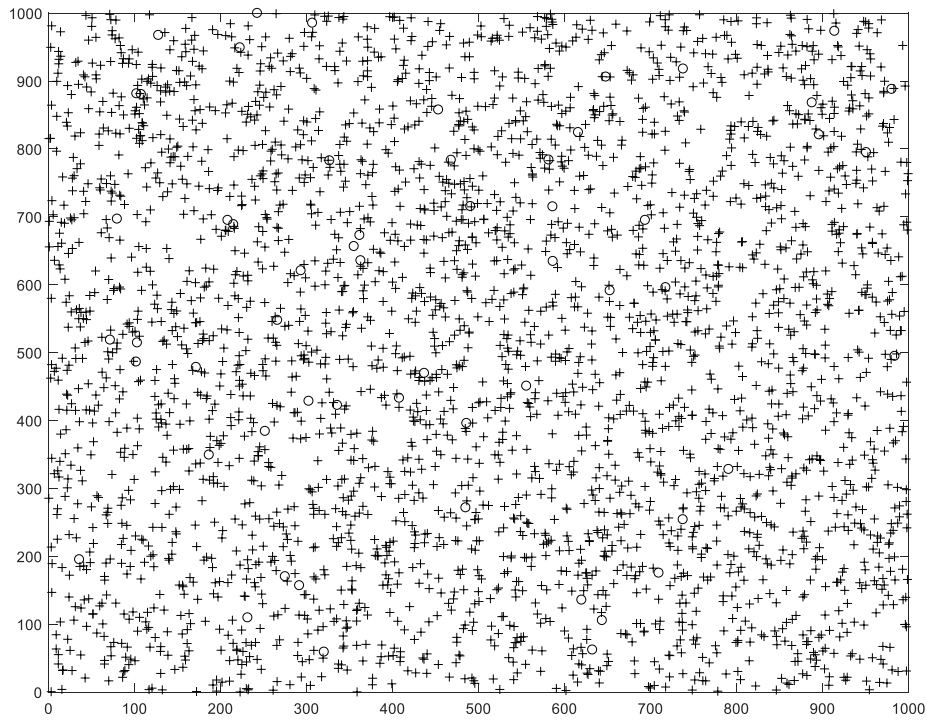


图 4 光明新区共享单车和用户随机分布图

注：加号点代表用户，圈代表共享单车

Step2:根据 Step1 可知，均匀分布随机模拟的每辆共享单车和用户都存在一个坐标。由此，可得出每位用户所有共享单车与之间最小距离：

$$d_i = \min\{\sqrt{(x_p^i - x_b^j)^2 + (y_p^i - y_b^j)^2}\} \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}, j \in \{1, 2, 3, \dots, m\}$$

其中， x_p^i, y_p^i 为第 i 名用户的坐标， x_b^j, y_b^j 为第 j 辆共享单车的坐标， n 和 m 分别为该区用户密度和共享单车密度的取整值。

那么，用户与共享单车最短距离的平均值为：

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

D 的值能够从空间的角度刻画每位用户使用最近的一辆共享单车所需步行的距离。相对于短途出行来说，用户所能够接受的步行的距离往往需要根据用户的具体情况而定，据相关的统计数据显示^[4]，深圳市有 45.74%的用户骑行的距离为 1 公里以内，36.75%的用户骑行距离为 1-2 公里。作者认为当 D 值超过 100 时，共享单车在空间上没有满足用户的需求。

由此，对深圳市各区的 D 值进行计算，由于采用随机模拟，故取 10 次模拟的平均值，结果如下：

表 6 深圳市各区用户使用共享单车所需前行的最短距离（单位：米）

地区	福田区	罗湖区	南山区	盐田区	宝安区	龙岗区	龙华区	坪山区	光明新区	大鹏新区
各区的 D 值	16.91	17.38	25.00	103.68	33.05	64.63	28.53	145.81	68.77	326.76

根据表 6 中的数据可知，福田区，罗湖区等七个区的 D 值小于 100 米，在空间上能够满足用户的需求，距离最大的为大鹏新区 326.76 米，对于用户需求极大的不满足，深圳市各区的平均最短距离为 83.05 米，小于 100 米，在空间分布上部分区能够满足用户的需求。

通过以上分析，在数量上，平均每 60 个用户共享一辆共享单车，在空间上，平均每位用户使用最近的共享单车需要步行 83.05 米，尽管用户骑车需要前行的距离较小，但是在数量上并没有足够多的共享单车来满足用户。因此，深圳市的共享单车数量并不能满足用户的需求。

对于其他的一二线城市，亦可采用相同的方法，搜集相关的数据进行分析与研究。

4 小结

本文通过对共享单车市场的需求分析，以深圳市为例进行分析与计算，提出共享单车的共享度，以共享度描述共享单车的共享情况，实现了共享单车数量上和空间上的定量需求分析，得出深圳市 1052 万的共享单车用户，53 万的共享单车投放不能满足用户的需求。

对于各城市合适的投放量的计算，可设置合适的共享度，进行逆向计算，可得到一个合适的投放量，对于单车企业投放共享单车具有指导作用；在随机模拟共享单车和用户的分布上，可通过查阅相关的共享单车分布情况，采用合适的随机模拟方法，将得到更加准确的 D 值，并根据 D 值，可给出共享单车在投放上的一些指导。

参考文献

- [1] 北京清华同衡规划设计院, 摩拜单车. 2017 年共享单车与城市发展白皮书[R]. 2017, 4, 12
- [2] QuestionMobile 机构. 2017 共享单车市场报告[R]. 2017, 7. [Online]
Available: http://www.questmobile.com.cn/blog/blog_97.html
- [3] 深圳市交通运输委. 深圳市互联网自行车发展评估报告[R]. 2017, 5. [Online]
Available: http://www.sz.gov.cn/cn/xxgk/zfxxgj/bmdt/201705/t20170509_6668690.htm
- [4] 深圳市统计局. 深圳统计年鉴 2016[M]. 北京: 中国统计出版社. 2017, 1, 20
- [5] 郭梦仪. 共享单车之殇: 成本高企 盈利受困[N]. 中国经营报, 2016, 12, 24

An Demand Analytical Model for Sharing Bicycles Needs Based on The Degree of Sharing

HUANG Zeli¹, WANG Chaojing², HU Qiuqiu², XING Wei^{*}

(*, East China university and technology, College of Science, Nanchang 330013, China)

Abstract: Share Bike Supply and user needs of the problem, the paper combines the relevant data of the shared bicycle, exploring the situation in Shenzhen. From the Shenzhen City, the amount of traffic, the amount of users, the area to consider three aspects, From the number of analysis, a shared bicycle sharing model is proposed, Through the degree of sharing reflects the needs of users. In space, according to the sharing of bicycles and users of the district density, random simulation of the user and bicycle distribution, through the minimum distance between the user and the bicycle to determine whether to meet user needs, It is concluded that the existing bicycles in Shenzhen can not meet the users. Finally, the generalization and improvement of the model are briefly introduced.

Keywords: sharing bicycles; demand analysis; degree of sharing; Random simulation