

共享单车区域减排效益与潜力研究

陈源, 赵磊, 孙浩东, 王路

江苏大学土木工程与力学学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年3月2日; 录用日期: 2023年3月24日; 发布日期: 2023年3月31日

摘要

相比燃油或用电的交通工具, 共享单车有着显著的减排效益。研究通过共享单车骑行数据, 结合共享单车运营特征、碳排放特征及共享单车交通分担率等指标, 依据减排效益核算模型计算共享单车在空间投放不同区域的减碳量, 分析共享单车减排效益与潜力。结果显示共享单车在不同区域均有显著减排效益, 其中在步行占比较大区域也能产生一定的减排效益, 在小汽车替代率占比较高区域减排效益最显著。因此为了提高共享单车的减排效益, 政府应该继续促进共享单车的发展, 提高共享单车的覆盖范围, 鼓励更多的居民使用共享单车。

关键词

共享单车, 减排效益, 周转次数, 替代率

Research on Emission Reduction Benefit and Potential of Bike-Sharing Area

Yuan Chen, Lei Zhao, Haodong Sun, Lu Wang

School of Civil Engineering and Mechanics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Mar. 2nd, 2023; accepted: Mar. 24th, 2023; published: Mar. 31st, 2023

Abstract

Compared with vehicles powered by oil or electricity, shared bikes have significant emission reduction benefits. Based on the riding data of shared bikes, combined with the operating characteristics, carbon emission characteristics, traffic sharing rate and other indicators of shared bikes, the research calculated the carbon reduction amount of shared bikes in different spatial areas according to the emission reduction benefit accounting model, and analyzed the emission reduction benefits and potential of shared bikes. The results show that bike-sharing has significant emission

reduction benefits in different regions, among which, the area with a relatively large proportion of walking can also produce certain emission reduction benefits, and the area with a relatively high proportion of car substitution rate has the most significant emission reduction benefits. Therefore, in order to improve the emission reduction benefits of shared bikes, the government should continue to promote the development of shared bikes, improve the coverage of shared bikes, and encourage more residents to use shared bikes.

Keywords

Shared Bike, Emission Reduction Benefit, Turnover Times, Substitution Rate

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 共享单车减排效益研究背景及现状

1.1. 研究背景

2021年,中国二氧化碳排放量达到105.23亿吨,其中由道路交通产生的碳排放超过总碳排放量的10%。因此,做好道路交通碳减排工作能够有效地减少二氧化碳排放。党的二十大报告明确提出推动绿色发展,促进人与自然和谐共生。同时共享单车被普遍认为具有有效减少机动车的出行,减少城市二氧化碳的排放,缓解城市污染等出行优势[1][2]。而在移动互联网环境下发展共享单车是积极稳妥推进碳达峰碳中和、实现交通出行高质量发展的有效途径。

现有共享单车核算方法主要包括两类:一类是通过IPCC报告中的燃料碳排放系数乘以各种交通方式燃料的消费量;第二类是核算得到各种交通方式人均里程的碳排放因子,然后将各交通方式的行车里程与碳排放因子相乘。本文通过第二种核算方法研究共享单车的减排效益,并假设共享单车在不同空间分布上存在减排差异,以期通过如何提高共享单车的使用率增大共享单车减排效益。

1.2. 研究现状

共享单车减排效益主要体现在共享单车这种绿色出行方式替代公众原有的交通出行方式,以减少私人小汽车、摩托车、公交车等能耗较高且排碳量高的交通出行方式,从而减少碳排放。国内外学者相关研究主要集中在两个方面,即共享单车使用影响因素研究、共享单车减排量计算及减排效益分析。

共享单车使用影响因素研究方面,李玉等[3]基于成都市共享单车骑行数,运用正交设计法设计SP调查问卷,采集出行者的出行偏好数据,分析影响共享单车选择的显著影响因素的程度。李哲奇[4]以共享单车服务质量作为切入点进行理论与实证研究,构建了其与感知价值、满意度和行为意图的理论模型。

共享单车减排量计算及减排效益分析方面,李文翔等[5]基于上海市摩拜共享单车骑行数据,结合精细化的交通方式碳排放因子及共享单车替代率调查数据,来计算共享单车替代其他交通方式所减少的各种温室气体排放,并分析共享单车的时空分布特征。陈凤先等[6]对共享单车骑行的“降碳”效益方法学进行了梳理并定量核算了“降碳效益”。

然而,目前共享单车在城市空间分布上的差异与共享单车替代使用上的减排效益量化研究还不多见。本文将通过替代率和被替代的交通方式在区域的占比研究共享单车的减排效益,同时考虑区域空间特征,用人均每公里节碳量衡量共享单车的减排量研究共享单车在城市中不同功能区域带来的减排效益以及减

排潜力。

2. 共享单车碳减排核算模型

2.1. 核算思路

目前国内碳减排核算常用的方法学主要包括以下七步：确认核算边界、确认替代交通工具类型、确认减排因子、确认基线情景、核算项目排放量、核算基线排放量和确定减排量。其中基线排放量为基线单人每千米排放因子和替代出行距离和人次的乘积；基线人·千米排放因子的计算基于每种替代交通方式出行方式的占比，两者加权平均即为基线人·千米排放因子。本文借鉴上述步骤，旨在探讨共享单车在划分区域内产生的减排效益和影响共享单车减排效益空间异质性的因素。

研究根据不同区域共享单车使用的差异性，分为 K1、K2 两种情景，分别考虑公共交通年运营里程、公共交通年运送量、公共交通保有量、每辆公共交通生产碳排放、平均寿命、私人交通生命周期内运营里程数、每辆私人交通生产碳排放、常用人次、碳排放因子和共享单车替代各种交通工具占比等指标，计算公交车、出租车、地铁、私有自行车、电动车、摩托车、小汽车等出行方式在生产阶段和使用阶段的人均每公里 CO₂ 排放量和节碳量。研究选取居住地、商业区、大学校园、公园、工作地等不同的空间地段，根据各种交通工具的节碳量和被替代交通工具的占比，进而计算不同区域的节碳量，分析共享单车小区域减排效益。最后从共享单车服务质量、共享单车选择行为影响因素等方面对共享单车减排潜力进行分析，给城市管理者 and 共享单车企业推广共享单车提供相关的决策依据，提高共享单车的减排效益，降低中国二氧化碳排放量，进而促进城市低碳交通出行体系的转型升级。

2.2. 核算路径及模型

通常城市用地功能划分为商业区、居民区、工业区、市政与公共服务区、郊区、风景旅游区等。本文选取了商业区、居民区、公园、工作地、大学校园几个较为典型的区域进行研究。

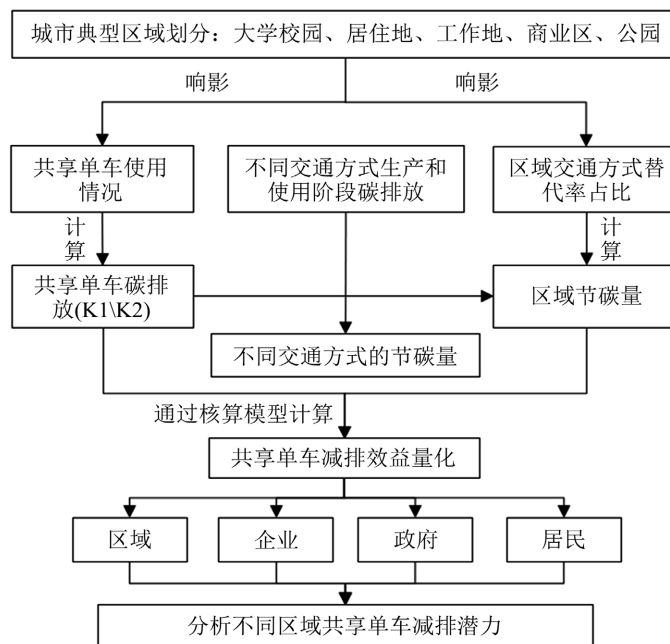


Figure 1. Accounting path and model

图 1. 核算路径及模型

不同的区域中共享单车替代的交通方式和替代率占比有显著差异,例如,校园共享单车主要替代步行、公交车和电动车;居住地和工作地共享单车替代的形式更加多样,如共享单车+公交车或者共享单车+地铁的交通方式出行,替代了原有的电动车、出租车等碳排放高的出行方式。同时,不同区域中共享单车的使用寿命、平均每公里出行距离、周转次数不同,因此在划分的不同区域中共享单车的碳排放量和各交通方式的节碳量也有差异。本研究的核算路径及模型如图1所示。

共享单车减排效益的影响因素主要分为宏观和微观影响因素。

影响共享单车减排效益宏观影响因素分为:共享单车交通基础设施、城市气候条件、城市政策等。共享单车基础设施的完善程度对出行者是否会选择使用共享单车影响较大。随着我国机动化不断发展,提高共享单车的使用寿命,有利于提高共享单车的骑行体验,在一定程度上影响共享单车对出行者的吸引力。同时提高共享单车的使用期限能有效减少碳排放。

影响共享单车减排效益微观因素分为:性别、年龄、受教育程度、收入水平、出行目的和出行费用。

《2016年中国共享单车市场研究报告》显示,截至2016年底,中国共享单车市场整体用户数量达到1886万。深圳共享单车用户主要以性为主,占比57.3%,女性用户占比42.7%,主要使用人群年龄则为35~45岁,其次为30~35岁的人群,25~28岁人群排名第三。《2017年共享单车用户分析》显示,共享单车的用户中,本科以上学历占比76.4%,其中本科学历用户占比51.9%;硕士学历用户占比18.3%;博士及以上学历占比6.2%。收入较高的人群,在选择出行时更注重考虑出行的舒适度、时效性和安全性,而收入较低的人群,在选择出行时更加注重经济性和便捷性。共享单车的注册和使用都较为便捷,而且单价定在1~2元每小时,票价较为低廉。

2.3. 共享单车减排效益核算方法

2.3.1. 确认核算边界

核算边界是计算碳排的重要基础,根据《广东省自行车骑行碳普惠方法学》定义:“项目的合规文件安放并运营自行车活动的地理范围”。本研究选取城市典型区域内共享单车的投放区域。

2.3.2. 确认替代交通工具类型

根据方法学及相关文献,替代的交通工具类型大多指城市交通出行方式,一般包括公共汽车、出租车、私家车、摩托车、水上客运、地铁(含城铁和轻轨)、非机动车出行(包括步行、私人自行车、人力船等)。

本研究中碳减排核算的替代出行方式包括公交车、地铁、出租车、小汽车、摩托车、电动车、私有自行车和步行8种方式。其中涉及使用碳排放的主要包括公交车、地铁、出租车、小汽车、摩托车、电动车6种。

2.3.3. 确认减排因子

本研究共享单车碳减排核算的温室气体类型仅仅考虑CO₂,减排因子根据相关文献确定。

2.3.4. 共享单车减排效益核算方法

车辆生命周期内的碳排放即为车辆在生产和使用阶段的碳排放总和。在功能单位确定中以“克/人公里(gCO₂/p·km)”量化共享单车及其被替代的各交通方式的碳排放。建立共享单车低碳效益模型如下:

1) 生产碳排放

车辆生产过程中的单位碳排放与车辆生命周期内的运营里程数、使用寿命、载容量(共享单车为周转率)等有关。公共交通工具 x (公交车、出租车、地铁)、私人交通 y (私有自行车、电动车、摩托车、小汽车)、共享单车 z 出行分别按式(1)、(2)、(3)得到 $E_{px,i}$ 、 $E_{py,i}$ 、 $E_{pz,i}$:

$$E_{px,i} = (C_{x,i}) / (M_{i,y} \cdot N_{i,y} \cdot T_i) \quad (1)$$

式中, $E_{px,i}$ 表示公共交通工具生命周期内人均单位里程排放量($\text{gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$); $C_{x,i}$ 表示生产单位第 i 种公共交通工具的碳排放(gCO_2); $M_{i,y}$ 表示交通工具 i 在 y 年的单位运送旅客量(人); T_i 表示公共交通工具 i 的使用寿命(年)。

$$E_{py,i} = (C_{y,i}) / (P_i \cdot Q_i \cdot T_i) \quad (2)$$

式中, $E_{py,i}$ 表示私人交通工具生命周期内人均单位里程排放量($\text{CO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$); $C_{y,i}$ 表示生产单位第 i 种私人交通工具的常用人次(人); Q_i 表示第 i 种私人交通工具年运营里程(km); T_i 表示第 i 种私人交通工具的使用寿命(年)。

$$E_{pz,i} = (C_{z,i}) / (D \cdot R \cdot T) \quad (3)$$

式中, $E_{pz,i}$ 表示共享单车生命周期内人均单位里程排放量($\text{gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$); $C_{z,i}$ 表示共享单车单位生产碳排放(gCO_2); D 表示共享单车的年周转次数(次); R 表示共享单车的次均出行距离(km); T 表示共享单车的使用寿命(年)。

2) 使用碳排放

车辆使用过程中产生的碳排放与其燃料(油、气、电)和各燃料的排放因子有关, 即:

$$E_u = k_i \cdot \theta_i \quad (4)$$

式中, K_i 表示车辆使用过程中各种燃料的排放量(L 或 m^3 或 $\text{kW}\cdot\text{h}$); θ_i 表示车辆使用过程中各燃料的碳排放因子。

3) 共享单车低碳效应

某种替代情形下, 被替代各交通方式的总的单位节碳量 Q_φ :

$$\begin{aligned} Q_\varphi &= \sum E_{\varphi,i} \\ &= n_{x,i} (E_{wx,i} - E_{wz,i}) + n_{y,i} (E_{wy,i} - E_{wz,i}) - n_u E_{wx,i} \\ &= n_{x,i} E_{wx,i} + n_{y,i} E_{wy,i} - E_{wz,i} \end{aligned} \quad (5)$$

式中, Q_i 表示被替代各交通方式的单位节碳量($\text{gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$); $n_{x,i}$ 、 $n_{y,i}$ 、 n_u 分别表示某种情形下被替代的公共交通工具、私人交通工具、步行的占比; $E_{wx,i}$ 、 $E_{wy,i}$ 、 $E_{wz,i}$ 表示各被替代出行方式的单位碳排放量($\text{gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$)。

3. 减排效益量化

3.1. 各交通方式节碳量计算

根据式(3)计算出共享单车在日均周转次数为 4 次, 使用寿命为 5 年, 次均出行距离为 2.2 公里的情况下, 记为 K1, 共享单车的生产碳排放为 $4.98 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$ 。共享单车在日均周转次数为 2.9, 使用寿命为 3 年, 次均出行距离为 2.2 公里的情况下, 记为 K2, 共享单车的生产碳排放为 $11.45 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$ 。

根据式(1)、(2)、(3)、(4)计算得出: 在情景 K1 下, 公交车的节碳量为 $26.4 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 出租车的节碳量为 $121.82 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 地铁的节碳量为 $17.72 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 私有自行车的节碳量为 $-2.31 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 电动车的节碳量为 $35.17 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 摩托车的节碳量为 $52.40 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 小汽车的节碳量为 $183.75 \text{ gCO}_2/\text{p}\cdot\text{km}$, 步行的节碳量为 -4.98 (见表 1)。在 K2 情形下, 公交车的。共享单车替代出租车和小汽车的节碳量最大, 私有自行车和步行的节碳量最小。节碳量由大到小的排序为: 小汽车 > 出租车 > 摩托车 > 电动车 > 公交车 > 地铁 > 私有自行车 > 步行(见表 2)。

Table 1. Carbon saving per kilometer per person of each mode of transportation under K1 scenario**表 1.** K1 情景下各交通方式人均每公里节碳量

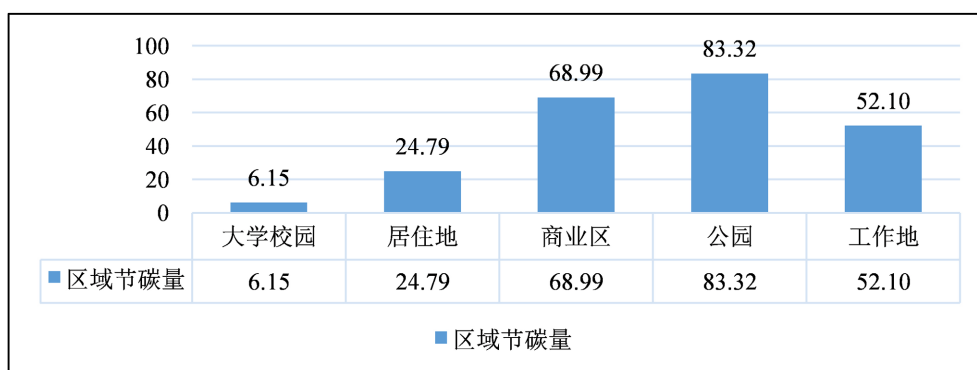
交通方式	公交车	出租车	地铁	私有自行车	电动车	摩托车	小汽车	步行
节碳量(K2) (gCO ₂ /p·km)	26.40	121.82	17.72	-2.31	35.17	52.40	184.48	-4.98

Table 2. Carbon saving per kilometer per person of each mode of transportation under K2 scenario**表 2.** K2 情景下各交通方式人均每公里节碳量

交通方式	公交车	出租车	地铁	私有自行车	电动车	摩托车	小汽车	步行
节碳量(K2) (gCO ₂ /p·km)	19.93	115.41	11.02	-8.78	28.70	45.93	178.01	-11.45

3.2. 区域减排效益量化

校园交通方式主要分为：公交车、出租车、私有自行车、电动车、小汽车和步行。根据问卷调查，共享单车主要替代步行和公交车这两种交通方式。公交车占比 35.6%，步行占比 65.2%，占比最多，私有自行车占比 0.2%，其他交通方式占比较少，忽略不计。在情景 K1 下，根据公式(5)计算得出校园人均每公里的节碳量为 6.15 gCO₂/p·km；居住地步行的占比最多，占比 45.0%，小汽车和公交车占比相差不多，分别为 22.8%和 20.3%，在 K2 情景下根据公式(5)计算得出居住地人均每公里的节碳量为 24.79 gCO₂/p·km；商业区占比最高的是公交车和出租车，分别占比 20.3%和 22.8%。在情景 K2 下，根据公式(5)计算出节碳量为 68.9 gCO₂/p·km；公园占比最高的是公交车 44.6%和小汽车 41.3%，在情景 K2 下，根据公式(5)计算出人均每公里节碳量为 83.32 gCO₂/p·km，节碳量最高；工作地占比与商业区占比类似，在情景 K2 下，根据公式(5)计算出工作地人均每公里节碳量为 52.10 gCO₂/p·km。不同区域人均每公里节碳量由大到小排序为：公园 > 商业区 > 工作地 > 居住地 > 大学校园。如图 2。

**Figure 2.** Column chart of carbon saving in each delivery area**图 2.** 各投放区域节碳量柱状图

4. 结论

共享单车的使用在不同投放区域都能达到一定的减排效益，尤其是替代小汽车和出租车等碳排放量较多的交通方式的区域人均每公里减排量最为显著。共享单车企业在投放共享单车时应该适当考虑该地区，性别、年龄、受教育程度、收入水平、出行费用和气候条件，合理投放，降低共享单车单次费

用,优化共享单车结构和设计,提高共享单车的舒适度、安全性等方面,以提高出行者的使用率。此外,政府应该大力宣传和鼓励共享单车的使用,制定相关的交通政策和经济政策,倡导共享绿色出行。

基金项目

江苏大学第二十一批学生科研课题立项项目(项目编号: 21C391); 2022 年度江苏高校哲学社会科学研究一般项目(2022SJYB2224); 2022 年教育部产学合作协同育人项目“智能建造与管理综合创新实践平台”(项目编号: 220602725062335)。

参考文献

- [1] 史丹,叶云岭. 城市交通碳排放趋势与减排对策研究——以上海市为例[J]. 现代管理科学, 2022(4): 3-14.
- [2] 石兵,黄茜子,宋兆翔,徐建桥. 基于用户激励的共享单车调度策略[J]. 计算机应用, 2022, 42(11): 3395-3403.
- [3] 李玉. 城市共享单车选择行为及发展对策研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2018.
- [4] 李哲奇,陈虎,安志馨. 城市共享单车服务质量对消费者心理行为的驱动性研究[J]. 东岳论丛, 2022, 43(2): 136-146.
- [5] 李文翔,唐桂孔,刘博,王银,余海军. 基于摩拜骑行数据的上海市共享单车减排效益时空分析[J]. 环境科学学报, 2021, 41(11): 4752-4759.
- [6] 陈凤先,耿直,刘昊林,独威. 共享骑行减污降碳效益研究[J]. 中国环境管理, 2022, 14(5): 95-103.