

碳普惠政策对公众公交选择行为的影响研究

李雨润¹, 张萌萌^{1,*}, 张洁²

(1. 山东交通学院 交通与物流工程学院, 济南 250300; 2. 山东正衡交通工程有限公司, 济南 250001)

摘要:为研究碳普惠政策对公众公交选择行为的影响,采用 SP 问卷调查方式,采集公众的个人属性、交通属性、低碳属性数据,建立模拟碳普惠政策场景下公众公交出行方式的二元 Logit 模型,定量分析了典型属性指标对公众公交选择行为的影响,并对模型进行检验;最后构建敏感性模型,验证碳普惠政策对公众公交选择行为的影响。研究表明:碳普惠政策的实施,能够提升公交分担率 24%;年龄、性别、职业、通勤里程、通勤时间、通勤距离、低碳概念了解度及碳普惠了解度是影响公众公交出行选择行为的主要影响因素;公众对碳普惠了解度与公交选择行为呈正相关。因此碳普惠政策的实施及推广,将能有效增加公众对公交的选择意向。

关键词:城市交通;碳普惠政策;二元 Logit 模型;公交出行选择;碳普惠了解度

中图分类号:U12 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-4602(2025)03-0150-07

Research on the impact of carbon inclusive policies on people's behavior of public transport selection

LI Yurun¹, ZHANG Mengmeng^{1,*}, ZHANG Jie²

(1. School of Transportation and Logistics Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan 250300, China;
2. Shandong Zhengqu Transportation Engineering Corporation, Jinan 250001, China)

Abstract: In order to study the impact of carbon inclusive policies on people's behavior of public transport selection, SP questionnaire survey was used to collect people's personal attributes, traffic attributes and low-carbon attribute data, and a binary logit model was established to simulate people's trip choice of public transport under the scenario of carbon inclusive policy. The influence of typical attribute indicators on people's public transport selection was analyzed, and the model was tested. Finally, a sensitivity model is constructed to verify the impact of carbon inclusive policies on people's behavior of public transport selection. The results show that the implementation of carbon inclusive policies can increase the share rate of public transport by 24%. Age, gender, occupation, commuting mileage, commuting time, commuting distance, comprehension of low-carbon concept and awareness of carbon inclusive policies are the main influencing factors affecting people's trip choice of public transport. People's awareness about carbon inclusion is positively correlated with

收稿日期:2024-01-13

基金项目:国家自然科学基金(52102412);山东省自然科学基金(ZR2021MF019);山东省自然科学基金青年项目(ZR2021QF110);山东省社会科学规划研究项目(22CJJ31);山东省重点研发计划(软科学)重点项目(2023RZB06052)

作者简介:李雨润(1999—),女,山东济南人。硕士,研究方向为交通运输规划与管理。E-mail:1484085306@qq.com。

*通信作者:张萌萌(1981—),女,山东济南人。博士,教授,主要从事智能交通、交通规划、交通安全等方面的研究。
E-mail:zhangmengmeng@sdjtu.edu.cn。

their choice of public transport. Therefore, the implementation and promotion of carbon inclusive policies will effectively increase people's intention to choose public transportation.

Key words: urban traffic; carbon inclusive policies; binary Logit model; trip choice of public transport; awareness of carbon inclusion

据《2030年前碳达峰行动方案》统计,交通运输行业的碳排放约占全国终端碳排放总量的15%,其中道路交通占比约为82%,城市交通碳排放占道路交通的比例约45%。城市交通碳排放主要来源为小汽车。而公交具有载客量大,占用道路资源少,完成同量级的运输任务能耗小,碳排放强度低的优势,实施公交优先,提升公交分担率,对于降低城市交通碳排放具有重要的作用。“碳普惠”是节能减碳的激励机制,研究碳普惠政策的实施对公众公交选择行为的影响,对科学、有效地实施碳普惠政策具有重要的意义。

公交出行选择行为研究可以从个人出行行为偏好研究和交通方式选择研究两个方面展开,相关学者利用非集计模型对个体的出行行为特征进行分析,MOSHE等^[1]于1986年首次将效用理论与非集计模型结合应用于交通领域,此后不断被推广与改进,克服了传统的非集计模型的缺点。Probit模型和Logit模型是两种较为常用的非集计模型,从理论上讲,Logit模型能更好地解释决策者的决策行为,所需数据量较少,模型结构简单,易于求解;张兵等^[2]基于二元Logit模型,分析考虑心理变量的老年人错峰出行选择行为。李纲等^[3]构建基于全区域数据、核心区内出行数据、外围区内出行数据和核心区与外围区之间的出行数据4个二元Logit模型,验证出行区域对通勤出行者的出行行为影响。安尼瓦等^[4]以乌鲁木齐市为例,基于Logit模型对公交出行选择影响因素做了研究。林子敬等^[5]采用SP调查,建立二元Logit模型,分析大连新建地铁对公交出行选择的影响因素。周辉宇等^[6]基于SP调查,采用二元Logit模型,探索了公交换乘站之间的距离、出行端点与站点的间距均会影响公众选择公交的概率。韩宝睿等^[7]基于非集计模型对城市夜间弹性公交进行研究。孔德学等^[8]考虑付费方式、运输时间、选择重视因素和情境选择行为对高速公路差异化收费的货车出行行为进行研究。温慧敏等^[9]发现居住地距新线距离是影响新线对其吸引力最重要的因素。另一方面,公交作为碳排放强度较低的一种交通方式,能源经济学领域的学者利用多种方法对不同交通部门的能耗和碳排放进行了测算,结果普遍表明,相较于私家车,公交的人均百公里能耗和碳排放强度比较低。毛保华等^[10]在碳达峰目标下,对我国城市客运交通发展提出引导策略研究。张玲^[11]基于碳普惠制对城市共享单车出行碳减排量核算进行研究。然而现有的研究,很少采用非集计模型对交通低碳化与公众出行方式选择进行研究。赵力萱等^[12]在碳减排的背景下,制定了公交线路规划方法。陈丹等^[13]综合考虑旅客周转量中长期增长趋势与交通运输行为微观特征。单肖年等^[14]认为公交系统低碳转型发展需以人均碳排放为特征指标。但仍缺少对公众出行方式选择与公众出行低碳意识水平的内生决定与外生影响机制一般原理进行解释的理论研究。

本文以SP调查问卷^[15]为数据采集手段,将居民个人属性、交通属性、低碳属性作为自变量,公交出行选择概率作为因变量,构建非集计交通行为分析模型。本研究共采集调查问卷829份(<2000),公众面对的公交方式出行选择枝集合由0(选择公交出行)和1(不选择公交出行)组成,且通过Shapiro-Wilk检验此问卷数据并不符合正态分布,因此本文选取二元Logit模型来描述该问题。运用模型系数的Omnibus检验以及Hosmer-Lemeshow检验,检验模型的拟合优度,并采用最大似然法对模型进行参数标定。在分析影响公众选择公交出行方式的主要因素基础上,探究碳普惠政策对公众公交出行的影响。

1 数据采集与分析

为研究公众公交出行方式选择行为,对公众的出行行为进行数据调查与统计,采用SP调查方法,假定在碳普惠模拟情境下公众的出行选择意愿。

1.1 问卷设计

模型的准确性取决于调查数据,而SP调查能否成功,主要取决于调查问卷的设计^[10]。在调查之前,明确研究方向——碳普惠政策对公众公交选择行为的影响,因此设计了以下模拟场景,采集公众属性及出行选择偏好:

- 1) 乘坐一次公交平均可减少二氧化碳排放量 398 g,可获得 5 个碳积分;
- 2) 300 个碳积分可兑换价值 10 元的购物卡或等值充值卡。

1.2 数据采集

在分析公众公交选择行为影响因素的基础上,设计调查问卷,问卷由 4 部分组成:第 1 部分为个人属性,包括年龄、性别、职业;第 2 部分为交通属性,包括日常通勤里程、通勤费用、通勤时间;第 3 部分为低碳属性,包括低碳出行了解度、碳普惠了解度、是否使用过碳普惠平台;第 4 部分为公交出行选择偏好,包括是否选择公交出行。问卷调查以线上形式展开,共获得有效问卷 829 份。

1.3 模型因子分析

本模型变量名称及赋值见表 1。

2 模型构建

本文以碳普惠政策实施作为研究背景,通过将低碳属性引入二元 Logit 模型,深入分析碳普惠政策实施对于公众公交选择行为的影响。

2.1 效用函数构建及参数标定

传统的效用函数,一般考虑乘行时间、等车时间及乘车费用等,本文增加碳普惠政策带来的碳积分兑换金钱的效用,结合本文的分析变量,公众选择公交出行方式的效用函数如下:

$$U_{ij} = V_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

式中: U_{ij} 为公众 i 选择出行方式 j 所获得的总效用, j 为 0 表示不选择公交出行,1 表示选择公交出行; V_{ij} 为公众 i 选择出行方式 j 的效用函数中的固定项; ϵ_{ij} 为不可观测因素构成的随机项,假定 ϵ_{ij} 的各分量服从相互独立的 Gumbel 分布。

V_{ij} 包括个人属性、交通属性、低碳属性,假设为线性效用函数,由于求解方便、具有叠加效用,该假设被广泛采用,由此:

$$V_{ij} = \sum_{k=1}^k \theta_k X_{kij} \quad (2)$$

式中: X_{kij} 为公众 i 对第 j 个出行方式的第 k 个影响因素; θ_k 为待定系数,可通过最大似然法进行估计。

2.2 二元 Logit 模型构建

假定公众选择公交出行是方案中效用最大的,则公众 i 选择公交出行的概率可以表示为

$$P_{ij} = \text{Prob}(U_{ij} \geq \max U_{ij}; j \in A_i) = \text{Prob}[V_{ij} + \epsilon_{ij} \geq \max(V_{ij} + \epsilon_{ij})] \quad (3)$$

式中: A_i 为公众 i 交通方式选择集; j 为 0 表示不选择公交出行,为 1 表示选择公交出行。

公众出行行为非集计模型^[11]可以表示为

$$P_{ij} = e^{V_{ij}} / (\sum_{j \in A_i} e^{V_{ij}}) \quad (4)$$

在本研究中,因变量公交出行选择意向为二分类变量,公众选择公交出行的概率为

表 1 变量名称及赋值

因素	变量名称	变量含义	赋值
出行行为偏好	碳普惠政策下公众	否	0
	是否选择公交出行	是	1
个人属性	年龄/岁	>60	1
		<18	2
		[18,60]	3
	性别	男	1
		女	2
	职业	退休职工	1
在校学生		2	
上班族		3	
交通属性	通勤里程/ km	<5	1
		[5,10)	2
		[10,60]	3
		>60	4
		<10	1
	通勤时间/ min	[10,30)	2
		[30,60]	3
		>60	4
	通勤费用/元	<1	1
		[1,3)	2
[3,10)		3	
[10,30]		4	
>30		5	
低碳属性	低碳出行了解度	不了解	1
		了解	2
	碳普惠了解度	了解	1
		不了解	2

$$P_{i1} = \frac{e^{V_{i1}}}{e^{V_{i0}} + e^{V_{i1}}} = \frac{1}{1 + e^{V_{i0} - V_{i1}}} \quad (5)$$

公众不选择公交出行的概率为

$$P_{i0} = 1 - P_{i1} \quad (6)$$

其中,选择公交出行与不选择公交出行的概率之比为

$$O_{dds} = \frac{P(Y=1 | X)}{P(Y=0 | X)} = \frac{P_{i1}}{P_{i0}} \quad (7)$$

式中: O_{dds} 为选择公交出行的发生比。

优势比 $EXP(B)$ 为公交出行选择的发生比 O_{dds} 的变化率,作为一种衡量效应大小的指标,优势比用于评估一个自变量对事件影响程度的强弱。当优势比等于 1 时,意味着该变量对事件的发生没有影响;当优势比大于 1 时,表明这个变量可能是一个风险因素;而当优势比小于 1 时,则暗示这个变量可能具有保护作用。

2.3 模型参数标定及模型质量检验

二元 Logit 回归最关键的就是标定 B_0, B_1, \dots, B_k 这组权值,本文选用最大似然法。选择公交出行与不选择公交出行之间相互独立,那么它们的联合分布为各边缘分布的乘积。得到似然函数为

$$L(B) = \prod_{i=1}^n (\pi(X_{ij})^{X_{ij}} (1 - \pi(X_{ij}))^{1-X_{ij}}) \quad (8)$$

式中: B_0 为回归截距; B_k 为自变量 k 的回归系数; X_{ij} 为公众 i 选择第 j 种出行方式。

通过式(8)得出使得这个似然函数的值最大的参数估计:

$$\ln L(B) = \sum_{i=1}^n (X_{ij} \ln[\pi(X_{ij})] + (1 - X_{ij}) \ln[1 - \pi(X_{ij})]) \quad (9)$$

继续对这 $k+1$ 个 B 分别求偏导,得到 $k+1$ 个方程。解这 $k+1$ 个方程形成的方程组就可求得 B 。

对于本模型,首先将通过 Hosmer-Lemeshow(HL)检验进行模型的拟合优度检验,基于卡方检验的思想,通过比较实际观察值和预测的预期概率是否存在显著差异来评估模型的校准性。如果显著性大于 0.05,则通过 HL 检验,即说明预测值与真实值之间并无非常明显的差异。其次通过 Cox-Snell 广义决定系数(Cox-Snell R^2)和 Nagelkerke 广义决定系数(Nagelkerke R^2)检测模型的准确性,其原理与线性回归分析中的决定系数 R^2 相似,这 2 个指标都在 0~1 取值,指标越大,说明变异中被模型解释的比例越大,模型预测的准确性越高^[16]。结果如表 2 和表 3 所示。

表 2 模型拟合度检验

	卡方	显著性 P
Hosmer-Lemeshow 检验	10.355	0.808

表 3 模型预测准确性检验

步骤	-2 对数似然值	Cox-Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	105.9	0.913	0.882

根据表 2 所示,当显著性不小于检验水准时(即 $P > 0.05$),认为当前数据中信息已经充分被提取,模型拟合优度好。模型拟合优度通过检验,拟合良好($P = 0.808 > 0.05$);Cox-Snell R^2 和 Nagelkerke R^2 分别为 0.913 和 0.882,均大于 0.2 且接近于 1,说明模型预测的准确性接受度高。

3 影响因素显著性分析

通过已建立的二元 Logit 模型,运用 SPSS22.0 软件对各变量进行标定,模型输出结果包括在碳普惠政策下,各因素对公众是否选择公交出行的影响情况,如表 4—6 所示,当显著性 $P \leq 0.05$,表示在 5% 的水平上拒

表 4 个人属性二元 Logit 回归分析结果

影响因素	B	标准误差	显著性 P	$Exp(B)$
年龄(1=18 岁以下)	0.205	0.097	0.004	1.233
年龄(2=18~60 岁)	0.775	0.056	0.002	2.447
个人属性 性别(男)	1.374	0.025	0.001	1.232
职业(1=在校学生)	0.532	0.126	0.001	1.445
职业(2=上班族)	0.635	0.135	0.003	1.339

绝原假设,回归系数显著。

3.1 个人属性

由于年龄、职业为多分类变量,仅用1个回归系数来解释多分类变量之间的变化关系及其对因变量的影响较差,因此设置哑变量。年龄、性别、职业3个变量的显著性均小于0.05,是影响公众公交出行的显著性因素。针对年龄变量,以60岁以上为参照,年龄为18岁以下和18~60岁分别是60岁以上选择公交出行的1.233倍和2.447倍,碳普惠作

为一种新的政策,年轻人对此接纳与运用能力更好。针对性别变量,其回归系数为正,表明相同情况下,男性比女性更愿意选择公交出行,且男性是女性选择公交出行的1.232倍。针对职业变量,以退休工人作为参照,其回归系数为正,学生、上班族更愿意选择公交出行,分别是退休职工的1.445倍和1.339倍。

3.2 交通属性

交通属性中的通勤里程、通勤时间、通勤费用呈明显相关。针对通勤里程变量,回归系数为负,表明公众通勤里程越短,越倾向于选择公交出行,在其他解释变量不发生改变的情况下,通勤里程影响因素每增加5 km,公众选择公交出行概率减少1.462。针对通勤时间变量,回归系数为负,表明公众通勤时间越短,越倾向于选择公交出行,在其他变量不发生改变的情况下,通勤时间影响因素每增加10 min,公众选择公交出行概率减少2.354。针对通勤费用变量,回归系数为正,表明通勤费用越高,越倾向于选择公交出行,在其他解释变量不发生改变的情况下,通勤费用影响因素每增加1个单位,公众选择公交出行概率增加1.253倍。

3.3 低碳属性

低碳属性中的低碳出行了解度、碳普惠了解度2个变量的显著性均小于0.05,则低碳出行了解度和碳普惠了解度是显著性因素。针对低碳出行了解度变量,回归系数为正,表明公众对低碳出行了解度越高,越愿意选择公交出行。碳普惠了解度的回归系数为正,表明公众对碳普惠了解度越高,越愿意选择公交出行。该项变量在问卷中设置了非常了解和不了解2个选项,表示在其他变量不发生变化的情况下,碳普惠了解度影响因素变化1个单位,公众选择公交的概率增加3.543倍。表明公众对碳普惠了解度越高,在碳普惠模拟场景下,公众越愿意选择公交出行支持碳普惠政策。存在这一现象的原因是由于设置场景是基于碳普惠奖励机制下对公交出行的选择,因此相较于不熟悉碳普惠政策的公众,熟悉碳普惠政策的公众自然更愿意选择公交出行。

4 敏感性分析

剔除样本中对碳普惠不了解的公众,在公众对碳普惠了解的前提下,通过敏感性分析各影响因素的关系,验证哪些因素对公众公交出行选择更加敏感,具有哪些属性的公众是公交出行选择的人群。

4.1 敏感性模型的构建

对影响因素的灵敏度分析主要是通过计算弹性值分析不同的影响因素对出行方式选择的影响。选择出行方式 j 的概率对第 k 种影响因素的弹性值可按式确定:

$$E(S_{kj}) = \frac{\partial P_j}{\partial S_{kj}} \times \frac{S_{kj}}{P_j} = \theta_k (1 - P_j) \times S_{kj} \quad (10)$$

式中: $E(S_{kj})$ 为选择公交出行方式 j ($j=0$ 为不选择公交, $j=1$ 为选择公交)的概率对该出行方式第 k 种影响因素的弹性值; θ_k 为第 k 种影响因素的估计参数值; P_j 为出行方式选择概率; S_{kj} 为第 j 种出行方

表5 交通属性二元Logit回归分析结果

影响因素	B	标准误差	显著性P	Exp(B)
通勤里程(1=增加5 km)	-0.222	0.023	0.002	1.462
交通属性 通勤时间(1=增加10 min)	-0.107	0.143	0.001	2.354
通勤费用(1=增加1元)	0.231	0.037	0.401	1.253

表6 低碳属性二元Logit回归分析结果

影响因素	B	标准误差	显著性P	Exp(B)
低碳属性 低碳出行了解度(1=不了解)	0.429	0.073	0.001	0.264
碳普惠了解度(2=不了解)	1.518	0.046	0.002	3.543

式第 k 种影响因素的平均值。

4.2 敏感性结果分析

由式(10)计算得,针对年龄的弹性值为-1.243,说明年龄的增加会减少选择公交的效用。针对性别的弹性值为0.183,即弹性值小于1,说明性别的改变对公众选择公交的效用较小。针对通勤里程、通勤时间和通勤费用,其弹性值分别为-2.132、-1.254、-1.347,均小于0且小于-1,说明这3种影响因素的增加会减少选择公交方式的效用。针对低碳出行了解度的弹性值为3.932,说明公众对低碳出行了解度越高,选择公交方式出行的可能性就越大。

5 结论

为探究碳普惠政策对公众公交出行选择的影响,将个人属性、交通条件、低碳属性作为自变量进行了研究,将是否选择公交出行作为因变量,并引入哑变量,构建了二元Logit回归模型,采用了Hosmer-Lemeshow检验与一致性检验,验证了二元Logit回归模型的有效性,揭示了不同因素对公众选择碳普惠出行的致因机理。并得出以下结论:

1) 个人属性。通过分析公众的年龄、性别、职业发现在碳普惠模拟场景下,60岁以下,即身份为学生或上班族的更倾向选择公交出行,且男性比女性更愿意接受公交出行,应加强这些公众的碳普惠政策了解度。

2) 交通属性。通过分析公众的通勤里程、通勤时间、通勤距离发现在碳普惠模拟场景下,随着通勤里程、通勤时间、通勤距离的增加,公众对公交出行的选择概率随之减少。

3) 低碳属性。通过分析公众的低碳出行了解度和碳普惠了解度,在碳普惠模拟场景下,了解低碳出行和碳普惠政策的公众更倾向选择公交出行。

4) 通过敏感性分析得出,在公众对碳普惠了解的前提下,年轻人、了解低碳属性的公众更愿意选择公交方式出行;碳普惠政策能够有效提升公众公交选择出行率。

本文的研究存在以下不足:

1) 所构建的模型具有移植性,但由于不同城市对低碳属性了解及文化存在差异,导致样本存在偏差,对参数标定的移植性较差,需要进一步优化。

2) 为验证碳普惠对公众公交选择的影响,在因变量中设置了哑变量,哑变量的选择优化方法有待进一步研究。

3) SP调查数据是调查者在模拟情境下对某种出行方式的意向选择,当实际出行时,会由于行为和意向不一致而产生误差,需要利用心理学的方法,进一步完善模型,这也是出行行为理论的下一步研究方向。

4) 弹性值往往难以捕捉多个输入变量之间的相互作用和复杂关系,且忽略了输入数据的不确定性,而实际中数据可能受到噪声、误差或不确定性的影响,这会导致对模型整体稳健性的误判。

参考文献(References):

- [1] MOSHE B, ANDRÉ P. Analysis of a dynamic residential location choice model with transaction cost[J]. *Journal of Regional Science*, 1986, 26(2): 321-341. DOI: 10.1111/j.1467-9787.1986.tb00823.x.
- [2] 张兵, 余凤君, 刘建荣, 等. 考虑心理变量的老年人错峰出行选择行为分析[J]. *华东交通大学学报*, 2022, 39(5): 86-96.
ZHANG Bing, YU Fengjun, LIU Jianrong, et al. Analysis on the choice behavior of the elderly off-peak travel considering psychological factors[J]. *Journal of East China Jiaotong University*, 2022, 39(5): 86-96.
- [3] 李纲, 成德衡, 彭程. 出行区域对通勤者出行选择行为模型的影响[J]. *大连交通大学学报*, 2018, 39(6): 106-111. DOI: 10.13291/j.cnki.djdxac.2018.06.022.
LI Gang, CHENG Deheng, PENG Cheng. Impact of trip regions on commuter choice behavior model[J]. *Journal of Dalian Jiaotong University*, 2018, 39(6): 106-111. DOI: 10.13291/j.cnki.djdxac.2018.06.022.
- [4] 安尼瓦·奴尔加马力, 王令飞, 斯木吐拉·艾力. 基于Logistic模型的定制公交出行选择影响因素研究: 以乌鲁木齐市为例[J]. *公路与汽运*, 2019(6): 23-25.
ANIWA Nurgamali, WANG Lingfei, SMUTULA Lii. Research on the influencing factors of customized bus travel choice based on Logistic model: A case study of Urumqi City[J]. *Highway & Automotive Applications*, 2019(6): 23-25.

- [5] 林子敬,左志. 大连新建地铁对公交出行选择的影响[J]. 交通运输研究,2017,3(1):31-38. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2017.01.005.
LIN Zijing,ZUO Zhi. Impact of new built subway on public transport mode choice behavior in Dalian[J]. Transport Research,2017,3(1):31-38. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2017.01.005.
- [6] 周辉宇,张晨燕,李红昌. 基于出行者选择的公交和共享单车竞争关系影响因素研究[J]. 长安大学学报(社会科学版),2020,22(2):48-61. DOI:10.3969/j.issn.1671-6248.2020.02.005.
ZHOU Huiyu,ZHANG Chenyan,LI Hongchang. Influencing factors on the competition relationship between public bus and bike sharing based on traveler's choice[J]. Journal of Chang'an University(Social Sciences Edition),2020,22(2):48-61. DOI:10.3969/j.issn.1671-6248.2020.02.005.
- [7] 韩宝睿,宋婉璐,孙雅丽,等. 基于非集计模型的城市夜间弹性公交设置参数分析[J]. 交通运输研究,2019,5(4):97-103. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2019.04.011.
HAN Baorui,SONG Wanlu,SUN Yali,et al. Analysis of urban nighttime elastic bus setting parameters based on non-collective model[J]. Transport Research,2019,5(4):97-103. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2019.04.011.
- [8] 孔德学,敖谷昌,徐威威,等. 考虑高速公路差异化收费的货车出行行为研究[J]. 交通运输研究,2023,9(4):84-92. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2023.04.008.
KONG Dexue,AO Guchang,XU Weiwei,et al. Truck travel behavior considering expressway differentiated charge[J]. Transport Research,2023,9(4):84-92. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2023.04.008.
- [9] 温慧敏,朱珊,孙建平,等. 轨道新线对公共交通乘客吸引力影响因素研究[J]. 交通运输系统工程与信息,2023,23(4):282-289. DOI:10.16097/j.cnki.1009-6744.2023.04.028.
WEN Huimin,ZHU Shan,SUN Jianping,et al. Assessment of impact factors on passenger attraction of new metro line[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology,2023,23(4):282-289. DOI:10.16097/j.cnki.1009-6744.2023.04.028.
- [10] 毛保华,陈硕,吴雪妍,等. 碳达峰目标下我国城市客运交通发展的引导策略研究[J]. 交通运输研究,2022,8(3):21-29. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2022.03.002.
MAO Baohua,CHEN Shuo,WU Xueyan,et al. Development policy for urban transport of China with carbon peaking goal[J]. Transport Research,2022,8(3):21-29. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2022.03.002.
- [11] 张玲. 基于碳普惠制的城市共享单车出行碳减排量核算研究:以北京市为例[J]. 城市公共交通,2021(5):43-46. DOI:10.3969/j.issn.1009-1467.2021.05.023.
ZHANG Ling. Research on carbon emission reduction accounting based on carbon GSP system for bike-sharing travel: Taking Beijing as an example[J]. Urban Public Transport,2021(5):43-46. DOI:10.3969/j.issn.1009-1467.2021.05.023.
- [12] 赵力萱,吴泽驹,何康园,等. 碳减排背景下定制公交线路规划方法[J]. 交通运输研究,2022,8(3):56-65. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2022.03.006.
ZHAO Lixuan,WU Zeju,HE Kangyuan,et al. Customized bus route planning in context of carbon emission reduction[J]. Transport Research,2022,8(3):56-65. DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2022.03.006.
- [13] 陈丹,于慧,汤程,等. 城市公共客运交通碳排放及其大气环境影响的实证研究[J]. 交通运输系统工程与信息,2023,23(4):1-10. DOI:10.16097/j.cnki.1009-6744.2023.04.001.
CHEN Dan,YU Hui,TANG Cheng,et al. Empirical study on carbon dioxide emissions and atmospheric environment impact of urban public passenger transportation[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology,2023,23(4):1-10. DOI:10.16097/j.cnki.1009-6744.2023.04.001.
- [14] 单肖年,胡颖,寇泷丹,等. 碳达峰目标下城市公共交通系统低碳转型路径[J]. 交通运输工程与信息,2023,21(3):1-12. DOI:10.19961/j.cnki.1672-4747.2022.08.011.
SHAN Xiaonian,HU Ying,KOU Longdan,et al. Low-carbon transformation path for urban public transportation system with carbon peak target[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology,2023,21(3):1-12. DOI:10.19961/j.cnki.1672-4747.2022.08.011.
- [15] 金方磊,刘畅,陈涛. 基于多源问卷数据融合的公铁货运方式选择模型研究[J]. 铁道经济研究,2022(4):35-40. DOI:10.3969/j.issn.1004-9746.2022.04.007.
JIN Fanglei,LIU Chang,CHEN Tao. Road or railway freight mode choice modelling based on multi-source survey data fusion[J]. Railway Economics Research,2022(4):35-40. DOI:10.3969/j.issn.1004-9746.2022.04.007.
- [16] 谢佳,赵怀明,胡骥,等. 后疫情时期公共汽电车引流策略研究[J]. 城市交通,2022,20(6):65-72. DOI:10.13813/j.cn11-5141/u.2022.0030.
XIE Jia,ZHAO Huaiming,HU Ji,et al. Bus transit attraction strategies in the post-pandemic period[J]. Urban Transport,2022,20(6):65-72. DOI:10.13813/j.cn11-5141/u.2022.0030.