

停车收费对私家车拥有者出行选择影响研究

吴欣萍

重庆交通大学交通运输学院 重庆 400074

摘要: 停车收费政策作为交通需求管理的手段之一,在调节居民出行结构,改善城市交通拥堵方面有重要的作用,不同的停车收费标准对于出行选择的影响也不同。本文以重庆市中心城区为例,结合对私家车拥有者在停车收费政策影响下的出行选择调查数据,基于非集计Logit模型理论,建立包括停车收费等影响因素的出行方式选择模型。研究得出,年收入、停车收费、停车时间对私家车拥有者出行方式选择有显著影响,以及在不同的收费价格下,小汽车出行分担率和向公交出行的转移比例。

关键词: 停车收费; 出行方式选择; 非集计Logit模型; 出行方式分担率

Research on the influence of parking charge on travel choice of private car owners

Xinping Wu

School of Transportation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074

Abstract: As one of the means of traffic demand management, parking charge policy plays an important role in regulating the residents' travel structure and improving urban traffic congestion. Different parking charge standards have different effects on travel choice. This paper takes the central city of Chongqing as an example, combined with the survey data of the travel choice of private car owners under the influence of parking fee policy, and based on the Logit model theory of disaggregated, establishes the travel mode choice model including the influencing factors such as parking fee. The results show that annual income, parking charge and parking time have significant influence on the travel mode choice of private car owners, and the share rate of car travel and the transfer proportion of bus travel under different toll prices.

Keywords: Parking charge; Travel mode selection; Non-lumped Logit model; Travel mode sharing rate

引言:

近年来,随着城市的发展和机动化进程的加快,小汽车出行逐渐成为居民出行的首选。越来越多的家庭购入小汽车,汽车保有量的激增会给人口密集的城市增加动态和静态的交通压力,分别是道路的拥堵和停车的困难。截至2021年,重庆市中心城区汽车保有量达180.8万量,而停车泊位存在巨大的缺口,停车的供需矛盾问题突出。

Downs定理指出“交通需求总是趋于超过交通设施的供给能力”,因此仅仅是依靠加大交通基础设施建设来迎合交通需求,缓解交通压力,不管是在理论和实践方面都被认为是不可取的。在交通领域,交通需求管理方法是解决城市交通拥堵、协调交通供需与城市发展、促进交通可持续发展的重要方法与措施^[1]。停车收费作为

交通需求管理的手段之一,由于容易实施、效果显著的特点,目前已被国内外多个城市广泛的采用。

在制定停车收费标准调整方案时,需要明确停车收费是如何对出行者的行为产生影响的。本文针对重庆市中心城区私家车拥有者,通过RP和SP调查搜集数据,建立基于非集计Logit模型的停车收费价格影响下的私家车拥有者出行选择模型,利用SPSS软件对模型进行求解,分析停车收费与私家车拥有者出行选择的关系,对制定合理的停车收费标准政策具有重要的意义^[2]。

一、国内外研究回顾

1. 停车收费对出行行为选择影响研究现状

停车收费策略调节出行者出行选择行为,主要是通过设置合理的停车收费价格,增加出行者的出行成本实现的。Peng等人研究了波特兰地区停车收费策略对城市

居民出行方式选择的影响, 并建立了一个嵌套Logit模型, 发现停车费率对于出行目的为通勤的选择有显著的影响, 适当地提高停车价格和公交服务水平能够减少小汽车和增加公共交通的使用^[3]。此外, Yoram Shiftan 和 Rachel Burd-Eden 在以色列海法市进行停车行为调查并建立了Logit模型, 研究结果表明: 当停车政策改变时, 非通勤出行者较通勤出行者对停车政策的变化更为敏感^[4]。

国外对于停车收费价格对出行方式选择行为的研究较多, 由于经济、文化方面的差异, 国外的研究成果难以直接应用于中国城市。目前国内的研究主要集中在停车收费定价机制、停车行为等方面。关宏志等人通过调查北京中心城区停车人员的出行意愿, 建立了考虑停车费用的出行方式选择模型, 研究结果表明: 停车收费对于出行者选择出行方式有显著的影响^[5]。

2. 重庆市中心城区停车收费现状分析

2022年重庆市开始实施重庆中心城区路内停车费新规, 停车费逆势上涨, 在重要商圈和非重要商圈地方都有不同程度的涨价, 最高涨幅达到150%, 最低涨幅也在60%。

停车收费政策实施后, 一部分人仍然会选择开车出行, 另一部分人选择取消出行或者改变出行地点。取消出行虽然在一定程度上可以减少中心城区的交通拥堵, 但是这不是希望的结果。放弃开车出行的那部分人将出行方式从小汽车转为公共交通, 这是收费政策实施后期望的理想结果。所以, 停车收费政策的实施需要对中心商业的影响降到最低的同时, 又让尽可能多的私家车拥有者从开车出行转向公共交通出行。

二、数据调查、信度和效度检验

1. 调查方法

为了研究停车费用对私家车拥有者出行方式选择的影响, 实现对已发生和未发生的数据采集, 本文采用了RP调查+SP调查相结合的调研方法。主要的调查内容如下:

个人特征: 其中包括年龄、性别、受教育程度、年收入;

出行特征: 其中包括出行目的(通勤或非通勤)、出行距离、出行时间;

停车特征: 其中包括停车费用、停车时间。

在SP调查中, 设计了不同的停车收费价格, 询问出行者在不同停车收费价格下的出行方式选择意向(小汽车、公共交通)。此外, 本次研究假定了公共交通的服务水平保持不变, 只考虑了停车收费价格的变化, 停车的

收费价格在原来的收费标准上每小时分别上调1元、2元、3元、4元、6元、8元和10元。

2. 调查问卷的信度和效度检验

此次调查主要通过网络和实地调查两种途径, 共发出调查问卷1025份, 剔除掉作答不完整的无效问卷, 共计回收有效问卷935份, 问卷的有效回收率为91.22%。

信度与效度分析是检验调查问卷质量, 提高研究结果精密度的重要环节。本文统计整理回收的问卷和剔除无效问卷之后, 采用SPSS软件的可靠性分析工具对问卷的信度和效度进行检验。对于信度的检验, 调查问卷的Alpha值达到了0.802(介于0-1之间), 说明问卷的信度较好, 内容一致性较高, 问卷调查结果可靠; 对于效度的检验, 分别得到KMO检验值0.769(介于0-1之间)和Bartlett's球形检验近似卡方值996.486($p=0.00<0.05$)。问卷的信度和效度均符合检验标准, 说明本次调研获得的数据真实有效。

三、考虑停车收费的非集计Logit模型模型

1. 特征变量的选取

特征变量的选择即为对影响私家车拥有者出行方式选择的因素进行选取。出行方式选择影响因素众多, 根据以往的研究可划分为出行者个人特征、出行特征以及交通设施的服务水平。本次研究假定交通设施服务水平保持不变, 选取了个人特征和出行特征两类特征变量, 再考虑到停车特征, 所选取的特征变量及变量取值详见下表1。

表1 特征变量选取

类别	变量名称	变量名	变量赋值
个人特征	年龄	x_{1n}	25岁以下: 1; 25-35以下: 2; 35-45以下: 3; 45以上: 4
	性别	x_{2n}	男性: 1; 女性: 2
	学历	x_{3n}	高中及以下: 1; 大学: 2; 研究生及以上: 3
	年收入	x_{4n}	10W以下: 1; 10W以上: 2
出行特征	出行目的	x_{5n}	通勤: 1; 非通勤: 2
	出行距离	x_{6n}	出行总里程(单位: km)
	出行时间	x_{7n}	采用实际值(单位: h)
停车特征	停车费用	x_{8n}	采用实际值(单位: 元/小时)
	停车时间	x_{9n}	采用实际值(单位: h)

2. 模型建立

Logit模型是非集计模型中最常用的模型之一, 因为模型数学形式简洁, 物理意义易懂, 被广泛应用于交通领域, 比如交通方式划分中的分担率预测、交通方式的

选择、交通分配等^[6]。

本文的研究中, 假定私家车拥有者出行方式的选择仅有小汽车和公共交通出行两项, 即 $m = (1, 2)$, 其中 $m=1$ 为小汽车, $m=2$ 为公共交通。所以, 二项 Logit 回归模型的线性表达式如下:

$$V_m^n = \alpha + \sum_{i=1}^k \theta_i x_{im}$$

式中: V_m^n —— 出行者 n 选择方案 m ($=1, 2$) 时的效用函数固定项;

α —— 模型的常数项;

θ_i ($i=1, 2, \dots, k$) —— 各特征变量的回归系数;

x_{im} ($i=1, 2, \dots, k$) —— 出行者 n 选择方案的第 k 个特征变量的参数;

由于出行方式的选择仅有两项, 所以两项出行方式选择概率为:

$$P_1^n = \frac{e^{V_1^n}}{e^{V_1^n} + e^{V_2^n}} = \frac{1}{1 + e^{-(V_1^n - V_2^n)}}$$

$$P_2^n = 1 - P_1^n = \frac{e^{V_2^n}}{e^{V_1^n} + e^{V_2^n}} = \frac{1}{1 + e^{(V_1^n - V_2^n)}}$$

式中: P_m^n —— 出行者 n 选择方案 m ($=1, 2$) 的概率;
 V_m^n —— 出行者 n 选择方案 m ($=1, 2$) 的效用固定项。

3. 模型参数的标定

利用 SPSS 软件对调查数据进行 Logit 二项回归分析, 得到模型的参数标定结果, 见下表 2。

表 2 参数标定结果

特征变量	系数	标准差	显著性水平 sig
年龄	0.326	0.314	0.322
性别	-0.412	0.825	0.214
学历	0.355	0.412	0.256
年收入	0.829	0.126	0.000
出行目的	0.369	0.526	0.502
出行距离	-0.096	0.086	0.812
出行时间	-0.102	0.421	0.826
停车费用	-0.388	0.206	0.000
停车时间	-0.315	0.625	0.009

在 Logit 回归模型中, 若 Sig. 小于 0.05, 表明该特征变量对于出行方式的选择有显著的影响, 否则无。表中系数为正, 表明该特征变量与私家车拥有者选择小汽车出行的概率呈正相关; 系数为负, 则呈负相关。此外, 系数的大小表示该特征变量对私家车拥有者出行方式选择的影响程度, 系数越大, 表示该特征变量的变化对出行方式选择的影响程度越大, 反之则影响程度越小。

由表 2 的参数标定结果可知, 9 个变量中只有年收入、

停车费用和停车时间 (Sig. 小于 0.05) 这三个影响因素对私家车拥有者选择出行方式有显著影响。年收入的系数为正, 说明年收入越高, 私家车拥有者选择小汽车出行的概率越高; 停车费用和停车时间的系数为负, 说明停车费用越高、停车时间越长, 私家车拥有者选择公共交通出行的概率越高。在出行方式选择方面, 停车价格的上升对于私家车拥有者的影响是很直观有效的。分析结果跟实际出行方式选择情况大体上一致。

4. 出行方式分担率的预测与变化分析

该出行方式选择模型的场景假设私家车拥有者在本次出行时只有小汽车和公共交通出行两个选择。假设私家车拥有者出行选择概率表达式中, 除了停车费用的项外, 其他变量保持恒定不变。根据上表 2 可知, 停车费用的系数为 -0.388, 那么说明停车费用每增加 1 个单位, 私家车拥有者选择小汽车出行的概率为原来的 $e^{-0.388}$ 倍。

在 Logit 模型中, 只改变某一个特征变量而其他变量保持不变, 经常用相对风险比 OR 来衡量该特征变量的变化对选择的影响。所以假设当停车收费方案保持不变的时候, 即停车收费没有增长时, 私家车拥有者都选择小汽车出行, 此时小汽车出行的分担率为 100%, 公共交通出行的分担率为 0%。最后计算得到在不同停车费率增幅下的出行分担率变化如下表 3:

表 3 不同停车价格增幅下出行方式分担率变化

停车价格增值 (元)	小汽车出行分担率	向公共交通出行转移比例
1	67.84%	32.16%
2	46.03%	53.97%
3	31.22%	68.78%
4	21.18%	78.82%
6	9.75%	90.25%
8	4.49%	95.51%
10	2.06%	97.94%

根据表 3 可知, 在公共交通服务水平的前提下, 随着前期停车收费价格的增加, 出行方式由小汽车转向公共交通出行的比例迅速增加, 小汽车出行分担率下降速度较快, 即私家车拥有者对停车价格变化的敏感性较高。但是当停车收费价格增加到一定程度时, 小汽车出行分担率下降的速度在变缓, 敏感性也逐渐降低。由此可以看出, 对于私家车拥有者来说, 这时停车费用对于他们改变出行方式选择的影响已经最大化, 停车价格费用的增加已经不能有效的改变他们的出行选择。

5. 模型评价

本文中的模型优度比 R^2 为 0.456, 当优度比达到 0.2-

0.4时就表明模型的精度较高, 该模型的优度比超过了0.4, 模型具有较好的拟合精度, 能够较为真实的反映特征变量对出行选择的影响。

四、结论

结合上文对Logit模型的分析, 可得出以下结论:

(1) 年龄、性别、学历、出行时间、出行距离等影响因素对于出行选择的影响不大, 私家车拥有者选择小汽车出行或公共交通出行, 收入的差异、停车收费标准以及停车时间是决定选择的关键因素;

(2) 随着停车收费费率提高, 小汽车出行分担率逐渐降低, 私家车拥有者倾向于放弃小汽车出行, 转而选择公共交通出行;

(3) 停车收费政策对于中心城区私家车拥有者出行方式选择的调节, 不能一味通过提高收费价格来实现, 提高收费价格对于出行选择的调节作用是有限的, 还应该探寻验证更多方式来增加出行者放弃小汽车出行, 转向公共交通出行的吸引力;

(4) 本文仅就停车收费价格与私家车拥有者出行选择的影响进行了分析。实际上, 在停车管理方面, 影响出行选择的因素还有很多。今后可以进行更多影响因素与出行选择的研究。

参考文献:

[1] 庞钰驹, 戴梦希. 停车收费影响下深圳居民公交出行选择研究[J]. 现代交通技术, 2015, 12(01): 41-43+77.

[2] 包丹文, 邓卫, 顾仕琿. 停车收费对居民出行方式选择的影响分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2010, 10(03): 80-85. DOI: 10.16097/j.cnki.1009-6744.2010.03.005.

[3] Zhongren Peng and Kenneth J. Dueker and James G. Strathman. Residential Location, Employment Location, and Commuter Responses to Parking Charges[J]. Transportation Research Record, 1996, 1556(1): 109-118.

[4] Shiftan, Y., & Burd-Eden, R. (2001). Modeling Response to Parking Policy. Transportation Research Record, 1765(1), 27-34.

[5] 贾洪飞, 龚勃文, 宗芳. 交通方式选择的非集计模型及其应用[J]. 吉林大学学报(工学版), 2007(06): 1288-1293. DOI: 10.13229/j.cnki.jdxbgxb2007.06.012.

[6] 关宏志, 李洋, 秦焕美, 王兆荣. 基于TDM概念调节大城市繁华区域出行方式的调查分析——以停车收费价格调节出行方式为例[J]. 北京工业大学学报, 2006(04): 338-342.