

基于卢因行为模型的共享汽车出行选择

罗 薇, 孙立山, 王顺超, 荣 建

(北京工业大学北京市交通工程重点实验室, 北京 100124)

摘 要: 针对共享汽车发展过程中的普及率低、接受程度低、使用率低等问题,以交通出行者为研究对象,基于改进的卢因行为模型,通过问卷调查,从个体特征、出行特征、信息感知多维角度分析了共享汽车出行行为,并通过构建非集计模型分析了交通出行者是否选择共享汽车、共享汽车出行者出行强度、非共享汽车出行者未来是否选择共享汽车等方面的影响因素。研究结果表明:共享汽车男性出行者比女性出行者更多,受教育程度越高,选择共享汽车的意愿越大;学生、公司职员2类人群共享汽车出行次数较少,每月5次以下;已使用共享汽车1~6个月的人群和感知共享汽车信息量较大的人群出行稳定,强度较高,每月20次以下;出行者获得共享汽车信息准确性偏低时,若提高信息准确性,共享汽车使用强度也会增大;出行者获取共享汽车信息越早,共享汽车出行强度越大;非共享汽车出行者所获取的信息量越大、时间越早,未来选择共享汽车的意愿越大。

关键词: 共享汽车; 卢因行为模型; 出行选择; 信息感知; 问卷调查; 非集计模型

中图分类号: U 491.1

文献标志码: A

文章编号: 0254-0037(2019)05-0476-09

doi: 10.11936/bjtxb2018020011

Travel Choice of Car-sharing Based on Lewin Metal of Behavior

LUO Wei, SUN Lishan, WANG Shunchao, RONG Jian

(Beijing Key Laboratory of Traffic Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: To address the issues about the low popularity rate, acceptance degree and usage of car-sharing, regarding traffic traveler as the research object, Lewin metal of behavior was improved in this paper. Based on an car-sharing analysis by a questionnaire on travel behavior from the perspective of individuals, trip and information perception characteristic, influence factors of choosing car-sharing, use intensity, choosing car-sharing in future were studied by establishing three disaggregate models. The results indicate that males are more willing to choose car-sharing to travel than females. The higher the amount of schooling, travelers are more willing to choose car-sharing. Students and office workers' trip frequency is relatively low, just under 5 times a month. Travelers, who have already used carsharing for one month to 6 months, trip frequency is relatively higher, which is stabilized under 20 times a month. When car-sharing information is low, the more accurate of car-sharing information, the higher the car-sharing use intensity is. The earlier one gets the car-sharing information, the higher the car-sharing use intensity is. The larger amount of car-sharing information and the earlier the car-sharing information obtainment, non-car-sharing travelers are more willing to choose car-sharing in future. The research

收稿日期: 2018-02-01

基金项目: 北京市交通委员会资助项目(ZD1825-JNBJ2);北京市自然科学基金资助项目(4181002,L181001)

作者简介: 罗 薇(1989—),女,博士研究生,主要从事行人行为特性、共享汽车方面的研究, E-mail: luoweibjut@163.com

通信作者: 孙立山(1980—),男,教授,主要从事客运枢纽规划设计、行人行为特性、共享汽车方面的研究, E-mail: lssun@

bjut.edu.cn

results can provide theoretical underpinning for studying travel choice of carsharing, and provide theory gist for relevant policy making.

Key words: car-sharing; Lewin metal of behavior; travel choice; information perception; questionnaire; disaggregate model

随着城市汽车数量的激增,出现了道路拥堵、交通污染、资源浪费等一系列“城市病”,各界人员开始寻求新的更符合“低碳经济”“生态型社会”等可持续性理念的新型交通方式或政策:新型交通方式如共享单车、共享汽车等;政策如设置公交专用道、扩建地铁网络等。其中,作为“互联网+交通”发展背景下共享经济概念在交通领域的实践,共享汽车因其随借随还、全智能化及高便捷性,受到了世界各国的欢迎。我国北京、上海、深圳等大中城市也在积极推广共享汽车项目,并得到相关部门的政策支持,如交通运输部发布了《关于促进汽车租赁业健康发展的指导意见》,明确提出鼓励分时租赁发展。国内注册运营共享汽车的企业发展迅速,已有300多家。但是在取得进步的同时,共享汽车的发展依然面临着普及率低、接受程度低、用户使用信息极度缺乏等问题^[1-2]。

政策鼓励、积极发展与接受程度不高、使用率低的矛盾引起了学者们的关注,他们开始研究共享汽车出行行为。Shaheen等^[3-4]通过分析顾客行为,发现人们愿意使用共享汽车的主要因素是共享汽车带来的经济性和便利性,还通过意愿调查,探讨了在一个封闭的社区内老年人使用共享电动汽车替代私家车情况,结果表明,77%的参与者因为高油价而改变了他们的驾驶行为。Zhou^[5]分析了洛杉矶加利福尼亚大学通勤者的个人特征和汽车共享特征,研究发现汽车共享在上班族、大学生和女雇员中最受欢迎。Firnkorn等^[6]通过网上调查分析了Car2Go使用情况,发现电子化情景影响了被调查者的汽车购买意愿。Kim等^[7]探索了首尔汽车共享参与者对汽车拥有和项目参与的态度。张森等^[8]收集了上海271份问卷,调查了通勤距离、价格对共享汽车使用的影响,并指出若能在我国推广共享汽车将大幅降低城市温室气体排放。周彪等^[9]利用Mcfadden提出的离散选择模型^[10]研究了上海消费者选择汽车拥有和共享汽车的主要影响因素。孔德洋等^[11]提出一种在电动汽车共享系统日收益最大化前提下的动态定价的策略,通过价格杠杆来调节用户需求,以达到供需平衡。

随着交通与管理学科对出行者出行行为研究的不断深入,对共享汽车出行行为的研究开始进入了活动分析的视角,但是共享汽车行为选择内在规律的分析还不够完善,需要通过深层剖析共享汽车出行的内在机理,为完善共享汽车行为相关理论、相关政策制定等提供数据与理论支持。基于此背景,本文通过改进的卢因行为模型,调查共享汽车选择及使用情况,首先从出行者个体特征、出行信息特征、共享汽车感知三方面分析了共享汽车出行行为影响因素,其次建立了3个非集计模型,分别分析了交通出行者是否选择共享汽车、共享汽车出行强度、非共享汽车出行者未来是否选择共享汽车等方面的影响因素。研究结果可为相关政府部门与运营企业提高出行者对共享汽车的接受程度、提升服务质量和相关政策制定等提供数据与理论支持。

1 理论基础及数据获取

1.1 理论基础

自20世纪开始,许多学者对人类行为产生了浓厚的兴趣,积极参与相关科学研究。其中美国社会学家、心理学家库尔特·卢因在《拓扑心理学原理》中首次提出他著名的卢因行为模型(Lewin metal of behavior)^[12],以后逐渐发展为研究人类行为的一般范式。卢因行为模型基本原理是:人类的行为是个人与环境相互作用的产物,将影响人类行为的因素归纳为个人内在因素和外部环境因素的结论具有广泛适用性。卢因行为模型为

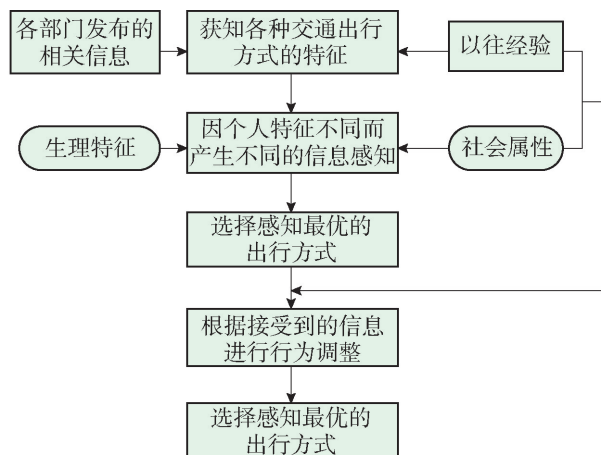
$$B=f(P,E) \quad (1)$$

式中: B 表示个人行为; P 表示个人的内在特征及其内在条件, $P_1, P_2, \dots, P_n$ 构成内在条件、特征的各种心理,如生理特征等; E 表示个人所处的外部环境, $E_1, E_2, \dots, E_n$ 构成外部环境的各种因素,如自然环境、社会环境等。

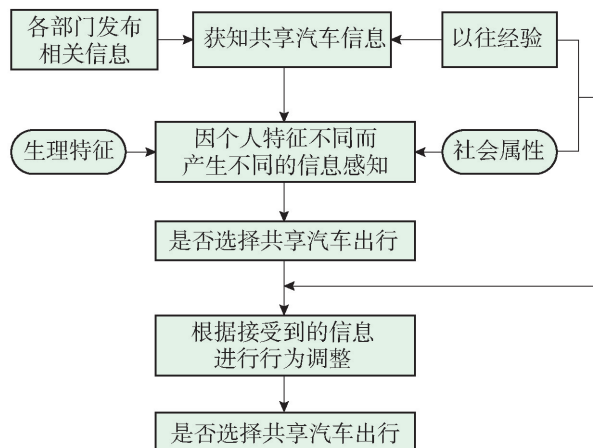
为分析共享汽车出行行为影响因素及强度,本文基于卢因行为模型将交通出行分为获取—感知—选择—调整—再选择5个步骤,如图1(a)所示。进而共享出行行为可简化为图1(b)所示的选择行为流程:获取共享信息—感知—选择—调整—再选择,从而改进后的卢因行为模型可表示为

$$P_c + E_c = B_c \rightarrow B'_c \quad (2)$$

整个共享汽车选择行为流程中,重要的2个结果节点为初次是否接受共享汽车(B_c)以及调整后是否选择共享汽车(B'_c)。而短时间内出行者个人特征(P_c)及社会环境(E_1)变化较小,因此,共享信息的获知(E_2)对调整后是否选择共享汽车尤为重要。本文的研究重点是哪些个体特征、社会环境、信息感知影响共享汽车出行的选择。进一步可分解为3个问题:选择共享汽车出行的影响分析、共享汽车出行强度的影响分析及未来是否选择共享汽车出行的影响分析。



(a) 交通出行选择行为流程



(b) 共享汽车出行选择行为流程

图1 出行选择行为流程

Fig.1 Process of travel choice behavior

1.2 数据获取

针对本文研究的3个问题,将问卷内容设计为出行者个体特征、共享汽车出行信息特征、共享汽车信息感知三部分。问卷设有跳题逻辑,获取了被调查者的个体特征后,如被调查者为共享汽车出行者,则继续填写其共享汽车出行行为特征及对共享汽车的信

息感知;若被调查者非共享汽车出行者,则跳过共享汽车出行特征选项,直接进入共享汽车的信息感知调查选项,并在最后调查未来是否选择共享汽车出行。问卷内容逻辑如图2所示。调查对象为交通出行者,通过网上问卷调查,回收有效问卷数据477条。

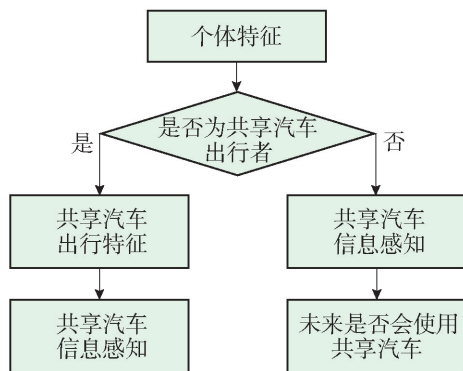


图2 问卷内容逻辑

Fig.2 Logic of questionnaire content

表1 问卷内容

Table 1 Content of questionnaire

序号	问卷内容	类目
1	出行者个体特征	性别、年龄、职业、受教育程度、月收入、驾龄、私家车拥有量、住房拥有量
2	共享汽车出行信息特征	共享汽车时间、使用强度(每月使用次数)、行程距离(每月行驶距离)、出行目的、替代方式
3	共享汽车信息感知	信息量、信息准确度、获取信息时间的早晚

2 共享汽车出行行为影响因素分析

2.1 共享汽车出行者个体特征

个体特征是出行者本身的自然属性和社会属性。出行者的个体特征是对出行者进行标识,对出行者进行客观描述的有效工具。本文主要分析的共享汽车出行者个体特征包括性别、年龄、职业、受教育程度、月收入、驾龄、私家车拥有量、住房拥有量。调查结果(见表2)显示,北京共享汽车出行者中男性居多,占54.87%;年龄集中在25~40岁,占76.1%;职业公司职员最多,占39.82%;教育程度高,大专及本科以上占98.23%;月收入中等偏上,4000元以上占70.80%;驾龄1a以上的占73.45%;多数共享汽车出行者无私家车(占64.60%),无住房者也偏多(占67.26%)。

表 2 共享汽车出行者个体特征

Table 2 Individual characteristic of car-sharing traveler

变量	类别	比例/%	变量	类别	比例/%
性别	男	54. 87	月收入	2 000 元以下	13. 27
	女	45. 13		2 000 ~ 4 000 元	15. 93
年龄	18 ~ 25 岁	22. 12		4 000 ~ 8 000 元	35. 40
	25 ~ 40 岁	76. 10		8 000 ~ 15 000 元	30. 09
	40 ~ 60 岁	0. 89		15 000 元以上	5. 31
	60 岁以上	0. 89	驾龄	1 a 以下	26. 55
职业	党政机关、事业单位工作人员	22. 12		1 ~ 5 a	50. 44
	教职工	6. 19		6 ~ 10 a	22. 12
	学生	28. 32		10 a 以上	0. 89
	公司职员	39. 82	私家车拥有量	无	64. 60
	其他	3. 55		1 辆燃油车	28. 32
教育程度	高中及以下	1. 77		1 辆新能源车	2. 65
	大专及本科	23. 89	住房拥有量	2 辆及以上	4. 43
	硕博士及以上	74. 34		无	67. 26
				1 辆燃油车	27. 43
				2 辆及以上	5. 31

2.2 共享汽车出行特征

出行信息特征包括使用共享汽车时间、使用强度(每月使用次数)、行程距离(每月行驶距离)、出行目的等. 共享汽车出行特征调查结果如图 3 所示,大部分共享汽车出行者使用共享汽车的时间较短,88. 05%的在 1 a 以内;每月共享汽车使用次数集中在 20 次以内,占 96. 02%;每次行驶距离集中在中短途出行,70 km 以内的占 84. 28%;出行目的以上班、旅游、商务、购物为主,占 91. 41%. 此外,通过调研发现,共享汽车主要替代了公交车、出租车、地铁、私家车出行,占 83. 23%.

2.3 共享汽车信息感知特征

共享汽车信息感知包括三方面:对共享汽车感知的信息量、信息准确度和获取信息时间的早晚. 信息感知等级分为 5 级:1 代表信息量最小,信息准确度最低,获取信息时间最晚;5 代表信息量最大,信息准确度最高,获取信息时间最早. 共享汽车信息感知调查结果如图 4 所示,信息量、信息准确度不高,集中在 2、3 等级;获取信息时间较晚,集中在 3、4 等级. 因此,说明共享汽车信息传播度不高,信息感知提高空间大.

3 共享汽车出行行为的建模分析

3.1 非集计模型基础理论

Logit 模型是最早的离散选择模型,也是目前应用

最广的模型^[13],属于多重变量分析范畴,是统计实证分析的常用方法. 逻辑分布(logistic distribution)公式为

$$P(Y = 1 | X = x) = \frac{\exp(x'\beta)}{1 + \exp(x'\beta)} \tag{3}$$

式中 β 为常用极大似然估计.

Logit 模型的概率表达式具有显性特点,模型的求解速度快,应用方便. 当模型选择集没有发生变化,而仅仅当各变量的水平发生变化(如出行时间发生变化)时,可以方便地求解各选择枝在新环境下的各选择枝的被选概率. 根据 Logit 模型的不相关选择项独立性假设(independence from irrelevant alternation, IIA)特性,选择枝的减少或者增加不影响其他各选择枝之间被选概率比值的大小,因此,可以直接将需要去掉的选择枝从模型中去掉,也可将新加入的选择枝添加到模型中直接用于预测. 本文基于交通出行者问卷调查数据,通过交通行为分析工具非集计模型,进行选择共享汽车出行、共享汽车出行强度及未来是否选择共享汽车出行的影响分析.

3.2 BL 模型和 ML 模型的建立

对交通出行者是否选择共享汽车、非共享汽车出行者未来是否选择共享汽车这 2 个研究问题,因变量为“选择” $y = 1$ 和“不选择” $y = 0$,因此,选择二项选择(binary logit, BL)模型. 令 $y = 0$ 的效用函数为 0(即未选择共享汽车的选择枝为参考选择枝),

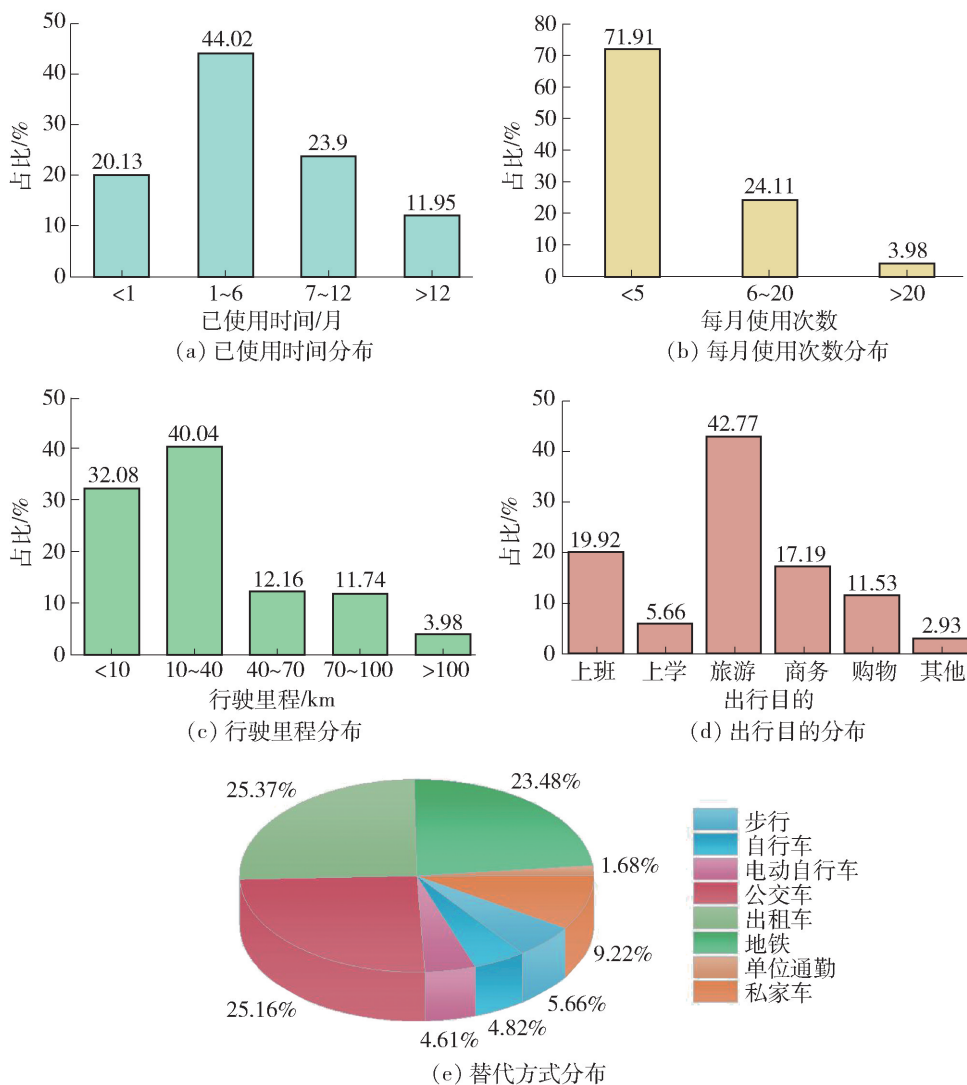


图3 共享汽车出行特征

Fig. 3 Trip characteristic of car-sharing

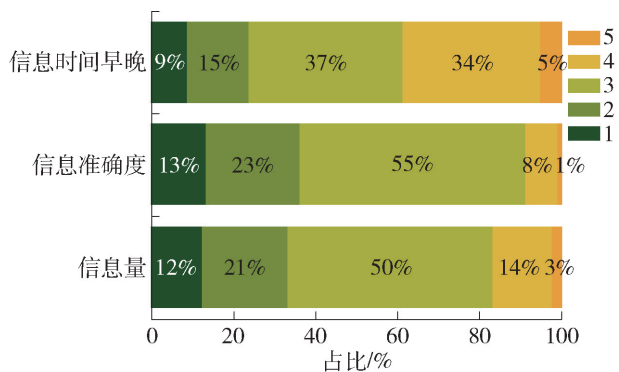


图4 出行者共享汽车信息感知特征

Fig. 4 Car-sharing information perception characteristic of traveler

$y = 1$ 的效用函数为

$$V(V = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n)$$

则 $y = 1$ 的概率为

$$P(y = 1) = \frac{\exp(V)}{1 + \exp(V)} \quad (4)$$

$y = 0$ 的概率为

$$P(y = 0) = \frac{1}{1 + \exp(V)} \quad (5)$$

因此,模型最终可以表示为

$$U = V + \varepsilon = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (6)$$

其中 $\beta_0 \sim \beta_n$ 通过极大似然法进行参数标定并检验其显著性。

针对共享交通出行者共享汽车使用强度问题,将每月使用次数作为因变量,有强度 1 (<5 次)、强度 2 (6~20 次)、强度 3 (>20 次) 3 个因变量取值,故选择多项选择 (multinomial logit, MNL) 模型。MNL 是 Logit 类模型的基本型式,其效用随机项 $\varepsilon_{i,q}$

相互独立且服从同 - gumble 极值分布. 基于概率理论, J 个选择项 MNL 模型可以表示为

$$P_{i,q} = \frac{\exp(bV_{i,q})}{\sum_{j=1}^J \exp(bV_{j,q})}$$

(7)

式中: $P_{i,q}$ 为出行者 q 对选择项 i 的概率; b 为参数.

本文研究的 3 个问题的主要因变量和自变量如表 3 所示. 针对交通出行者是否选择共享汽车的问题, 本文建立 BL 模型, 将是否选择共享汽车出行作为因变量, 初步选择性别、年龄、职业、受教育程度、月收入、驾龄、住房情况、车辆情况作为影响共享汽车出行行为选择的影响因素. 通过运用皮尔森卡方统计方法来检验因变量与自变量间的相关性分析, 为防止遗漏某些重要自变量, 本文选择稍大的显著水平 (Sig = 0. 25) 为标准^[14], 将有显著相关性的因素保留. 最终, 影响因素为性别 (Sig = 0. 008)、年龄 (Sig = 0. 043)、职业 (Sig = 0. 040) 和受教育程度 (Sig = 0. 014).

针对共享汽车出行者共享汽车使用强度的问

题, 建立 MNL 模型, 初步选择性别、年龄、职业、受教育程度、月收入、驾龄、身份、住房情况、车辆情况、是否使用共享汽车、使用强度、已使用时长、使用距离、使用目的、替代方式、信息量、信息准确度、信息获取时间作为影响共享汽车出行强度的影响因素. 同样, 经过相关性分析, 最终影响因素为职业 (Sig = 0. 155)、已使用时长 (Sig = 0. 036)、信息量 (Sig = 0. 057)、信息准确度 (Sig = 0. 059) 和获取信息时间 (Sig = 0. 109).

针对非共享汽车出行者未来是否选择共享汽车的问题, 本文建立 BL 模型, 初步选择性别、年龄、职业、受教育程度、月收入、驾龄、住房情况、车辆情况、信息量、信息准确性、信息获取时间作为影响出行者未来选择共享汽车的影响因素. 同样, 经过相关性分析, 最终将性别 (Sig = 0. 194)、信息量 (Sig = 0. 133)、信息准确度 (Sig = 0. 165)、获取信息时间 (Sig = 0. 069) 作为影响共享汽车出行未来行为选择的影响因素.

表 3 Logit 模型因变量和自变量
Table 3 Dependent and independent variables of logit model

因变量	自变量	
Y_1 : 交通出行者是否选择共享汽车	X_1 : 性别	男 = 1, 女 = 0
	X_2 : 年龄	18 ~ 25 岁 = 1, 25 ~ 40 岁 = 2, 40 ~ 60 岁 = 3, 60 岁以上 = 4
	X_3 : 职业	党政机关、事业单位工作人员 = 1, 教职工 = 2, 学生 = 3, 公司职员 = 4, 其他 = 5
	X_4 : 受教育程度	高中及以下 = 1, 大专及本科 = 2, 硕士、博士及以上 = 3
Y_2 : 共享汽车出行强度影响因素	X_3 : 职业	党政机关、事业单位工作人员 = 1, 教职工 = 2, 学生 = 3, 公司职员 = 4, 其他 = 5
	X_5 : 已使用时长	1 个月以下 = 1, 1 ~ 6 个月 = 2, 7 ~ 12 个月 = 3, 1 ~ 2a = 4
	X_6 : 信息量	1、2、3、4、5 (1 代表信息量最小, 5 代表信息量最大)
	X_7 : 信息准确度	1、2、3、4、5 (1 代表信息准确度最低, 5 代表信息准确度最高)
Y_3 : 非共享汽车出行者未来是否选择共享汽车	X_8 : 获取信息时间早晚	1、2、3、4、5 (1 代表获取信息时间最晚, 5 代表获取信息时间最早)
	X_1 : 性别	男 = 1, 女 = 0
	X_6 : 信息量	1、2、3、4、5 (1 代表信息量最小, 5 代表信息量最大)
	X_7 : 信息准确度	1、2、3、4、5 (1 代表信息准确度最低, 5 代表信息准确度最高)
	X_8 : 获取信息时间早晚	1、2、3、4、5 (1 代表获取信息时间最晚, 5 代表获取信息时间最早)

3.3 模型求解及结果分析

对交通出行者是否选择共享汽车的 BL 模型采用向前沃尔德检验, 估计具体结果如表 4 所示. 运

用 SPSS 回归得到最终模型, 筛选出 2 个变量即性别、受教育程度作为模型中最终变量. 出行者选择共享汽车的效用可以表示为

表 4 二项 Logit 回归模型估计结果
Table 4 Results of binary logit model

方程中的变量	<i>B</i>	S. E.	Wals	df	Sig	exp(<i>B</i>)
性别	1. 179	0. 524	5. 053	1	0. 025	3. 250
受教育程度	1. 443	0. 742	3. 786	1	0. 052	4. 234
常量	-7. 495	2. 922	6. 581	1	0. 010	0. 001

注:此处 *B* 为模型的解释系数.

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_4 X_4 \tag{8}$$

根据标定结果,可得

$$Y_1 = -7. 495 + 1. 179X_1 + 1. 443X_4 \tag{9}$$

式中: X_1 表示性别; X_4 表示受教育程度.

性别和受教育程度的回归系数均为正,说明男性出行者比女性出行者选择共享汽车意愿更高,受教育程度越高,选择共享汽车的意愿越大.

针对共享汽车出行者共享汽车使用强度的 MNL 模型,将使用强度每月 21 次及以上作为建模参考类别,共享汽车出行者使用强度多项 Logit 回归模型建模结果如表 5 所示. 由表 5 最终得到广义 Logit 模型估计式为

$$\ln \frac{P_1}{P_3} = -23. 042 + 0. 932X_{31} + 27. 403X_{32} + 0. 133X_{33} + 0. 182X_{34} + 27. 031X_{51} + 26. 566X_{52} + 26. 385X_{53} + 28. 086X_{61} + 26. 76X_{62} + 27. 311X_{63} + 27. 125X_{64} - 26. 439X_{71} - 26. 446X_{72} + 0. 157X_{73} + 0. 141X_{74} - 26. 897X_{81} - 26. 896X_{82} - 26. 864X_{83} - 24. 489X_{84} \tag{10}$$

$$\ln \frac{P_2}{P_3} = -20. 412 - 2. 796X_{31} + 21. 956X_{32} - 0. 400X_{33} - 0. 545X_{34} + 23. 075X_{51} + 24. 468X_{52} + 25. 013X_{53} + 19. 908X_{61} + 23. 888X_{62} + 22. 232X_{63} + 22. 791X_{64} - 24. 875X_{71} - 24. 828X_{72} - 0. 471X_{73} + 0. 387X_{74} - 26. 899X_{81} - 26. 896X_{82} - 23. 484X_{83} - 21. 700X_{84} \tag{11}$$

由建模结果可知,共享汽车出行者使用强度与个体特征、出行特征、信息感知的影响关系如下:

1) 职业为学生、公司职员的人群在共享汽车出行强度每月 5 次以下的标定值分别为 0. 133、0. 182,均为正值,说明该 2 类人群每月使用共享汽车次数较少,5 次以下.

2) 已使用共享汽车 1~6 个月的人群在共享汽车出行强度每月 6~20 次的标定值为 24. 468,为正值,说明已使用共享汽车 1~6 个月的人群使用强度为每月 6~20 次.

3) 获取共享汽车信息量等级 3、4 的人群在共享汽车出行强度每月 5 次以下、6~20 次的标定值分别为 27. 311、27. 125、22. 232、22. 791,说明获取共享汽车信息量较大的人群共享汽车使用强度稳定,倾向于每月 20 次以下.

4) 获取共享汽车信息准确性等级 1、2 的人群在共享汽车出行强度每月 5 次以下的标定值分别为 -26. 439、-26. 446,均为负值,说明在出行者获得共享汽车信息准确性偏低时,出行者获取共享汽车信息准确性越高,共享汽车出行强度每月 5 次以下的概率越低,选择出行强度每月 5 次以上的概率越高. 即出行者获得共享汽车信息准确性偏低时,若提高信息准确性,共享汽车使用强度也会增大.

5) 获取共享汽车信息时间等级 1、2、3、4 的人群在共享汽车出行强度每月 5 次以下、6~20 次的标定值分别为 -26. 897、-26. 896、-26. 894、-24. 489、-26. 899、-26. 896、-23. 484、-21. 700,均为负值. 说明随着出行者获取共享汽车信息时间越早,共享汽车出行强度每月 20 次以下的概率越低,选择出行强度每月 21 次以上的概率越高. 即出行者获取的共享汽车信息越早,则共享汽车出行强度越大.

针对交通出行者未来是否选择共享汽车的 BL 模型,本文采用向前沃尔德检验,估计结果见表 6. 运用 SPSS 回归得到最终模型,筛选出 2 个变量(信息量、信息获取时间)作为模型中最终变量. 出行者未来选择共享汽车的效用可以表示为

$$Y_3 = \beta'_0 + \beta_6 X_6 + \beta_8 X_8 \tag{12}$$

根据标定结果,可得

$$Y_3 = 0. 762 + 0. 505X_6 + 0. 760X_8 \tag{13}$$

式中: X_6 为信息量; X_8 为信息获取时间.

信息量和信息获取时间的回归系数均为正,说明出行者所获取的信息量越大,未来选择共享汽车的意愿越大;出行者所获取信息的时间越早,未来选择共享汽车的意愿越大.

表 5 多项 Logit 回归模型估计结果
Table 5 Results of multinomial logit model

变量	共享汽车 出行强度 1 ^①	参数 1	显著 水平 1	共享汽车 出行强度 2 ^①	参数 2	显著 水平 2
职业为党政机关、事业单位工作人员		0. 932	0. 300		- 2. 796	0. 884
职业为教职工		27. 403	0. 998		21. 956	0. 279
职业为学生		0. 133	0. 000		- 0. 400	0. 981
职业为公司职员		0. 182	0. 000		- 0. 545	0. 972
职业为其他		0 ^②			0 ^②	
已使用共享汽车 1 个月以下		27. 031	0. 136		23. 075	0. 060
已使用共享汽车 1 ~ 6 个月		26. 566	0. 837		24. 468	0. 030
已使用共享汽车 7 ~ 12 个月		26. 385	0. 225		25. 013	0. 560
已使用共享汽车 1 a 以上		0 ^②			0 ^②	
获取共享汽车信息量等级 1		28. 086	0. 065		19. 908	0. 215
获取共享汽车信息量等级 2		26. 760	0. 122		23. 888	0. 176
获取共享汽车信息量等级 3	每月 5 次以下	27. 311	0. 009	每月 6 ~ 20 次	22. 232	0. 046
获取共享汽车信息量等级 4		27. 125	0. 022		22. 791	0. 047
获取共享汽车信息量等级 5		0 ^②			0 ^②	
获取共享汽车信息准确性等级 1		- 26. 439	0. 029		- 24. 857	0. 051
获取共享汽车信息准确性等级 2		- 26. 446	0. 033		- 24. 828	0. 052
获取共享汽车信息准确性等级 3		0. 157	0. 983		- 0. 471	0. 948
获取共享汽车信息准确性等级 4		0. 141	0. 991		0. 387	0. 969
获取共享汽车信息准确性等级 5		0 ^②			0 ^②	
获取共享汽车信息时间等级 1		- 26. 897	0. 000		- 26. 899	0. 000
获取共享汽车信息时间等级 2		- 26. 896	0. 010		- 26. 896	0. 010
获取共享汽车信息时间等级 3		- 26. 894	0. 000		- 23. 484	0. 000
获取共享汽车信息时间等级 4		- 24. 489	0. 000		- 21. 700	0. 000
获取共享汽车信息时间等级 5		0 ^②			0 ^②	

注:①以每月使用共享汽车 21 次及以上作为参考类别;②因为此参数冗余,所以将其设为 0.

表 6 二项 Logit 回归模型估计结果
Table 6 Estimated results of binary logit model

变量	<i>B</i>	S. E.	Wals	df	Sig	exp(<i>B</i>)
信息量	0. 505	0. 210	2. 814	1	0. 016	1. 665
信息获取时间早晚	0. 760	0. 249	9. 145	1	0. 002	2. 136
常量	0. 762	0. 229	11. 089	1	0. 001	2. 143

注:此处 *B* 为模型的解释系数.

4 结论

- 1) 男性比女性更愿意选择共享汽车出行,受教育程度越高,选择共享汽车的意愿越大.
- 2) 学生、公司职员这 2 类人群共享汽车出行次数较少,每月 5 次以下.

- 3) 已使用共享汽车 16 个月的人群和感知共享汽车信息量较大的 2 类人群出行稳定,强度较高,每月 20 次以下.
- 4) 出行者获得共享汽车信息准确性偏低时,若提高信息准确性,共享汽车使用强度也会增大.
- 5) 出行者获取共享汽车信息越早,共享汽车使

用强度越大。

6) 非共享汽车出行者所获取的信息量越大、时间越早,未来选择共享汽车的意愿越大。

参考文献:

- [1] 俞海红. 电动汽车公共租赁发展的对策研究——以杭州地区为例[J]. 科技通报, 2016, 32(3): 205-208.
YU H H. Research on the countermeasures for the development of electric vehicles in public rental-taking hangzhou as an example [J]. Bulletin of Science and Technology, 2016, 32(3): 205-208. (in Chinese)
- [2] 陈国鹏. “互联网+交通”视角下缓解城市交通拥堵的私家车共享模式研究[J]. 城市发展研究, 2016, 23(2): 105-109.
CHEN G P. Research on the private cars sharing mode to alleviate urban traffic congestion in the “Internet + Transportation” perspective[J]. Urban Studies, 2016, 23(2): 105-109. (in Chinese)
- [3] SHAHEEN S A, COHEN A P. Worldwide car-sharing growth: an international comparison [J]. Transportation Research Record, 2007, 1992: 81-89.
- [4] SHAHEEN S A, CANO L, CAMEL M, et al. Exploring electric vehicle carsharing as a mobility option for older adults: a case study of a senior adult community in the San Francisco Bay Area [J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2016, 10(5): 406-417.
- [5] ZHOU J. An analyzed university employee car-sharers in Los Angeles [J]. Transportation Research Part D: Transport & Environment, 2012, 17(8): 588-591.
- [6] FIRNKORN J, MÜLLER M. Free-floating electric carsharing-fleets in smart cities: the dawning of a post-private car era in urban environments? [J]. Environmental Science & Policy, 2015, 45: 30-40.
- [7] KIM D, KO J, PARK Y. Factors affecting electric vehicle sharing program participants' attitudes about car ownership and program participation [J]. Transportation Research Part D: Transport & Environment, 2015, 36: 96-106.
- [8] 张森, 惠英, 汪鸣泉. 汽车共享对城市温室气体排放的影响[J]. 中国人口资源与环境, 2012(9): 30-34.
ZHANG M, HUI Y, WANG M Q. Urban greenhouse gas emission of car sharing [J]. China Population Resources and Environment, 2012(9): 30-34. (in Chinese)
- [9] 周彪, 周溪召, 李彬. 基于上海市消费者的汽车共享选择分析[J]. 上海理工大学学报, 2014, 36(1): 97-102.
ZHOU B, ZHOU X Z, LI B. Choice analysis of car sharing in consideration of the consumers in Shanghai [J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 2014, 36(1): 97-102. (in Chinese)
- [10] MCFADDEN D. Modeling the choice of residential location [J]. Transportation Research Record, 1978, 673: 72-77.
- [11] 孔德洋, 王敏敏, 马丹. 电动汽车分时租赁动态定价策略研究[J]. 上海汽车, 2017(1): 38-43.
KONG D Y, WANG M M, MA D. Research on dynamic pricing strategy of EV time sharing [J]. Shanghai Auto, 2017(1): 38-43. (in Chinese)
- [12] 卢因 库尔特. 拓扑心理学原理[M]. 北京: 北京商务印书馆, 2003: 6-98.
- [13] 关宏志. 非集计模型: 交通行为分析的工具[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004: 10-60.
- [14] 周茜. 基于多项 Logit 模型的居民幸福感研究[D]. 南京: 南京大学, 2016.

(责任编辑 梁 洁)