

心理因素影响的公交方式选择行为模型

陈坚^{*1a, 1b}, 傅志妍², 钟异莹^{1b}

(1. 重庆交通大学 a. 交通运输工程重庆市重点实验室; b. 交通运输学院, 重庆 400074;

2. 重庆第二师范学院 经济与工商管理系, 重庆 400067)

摘要: 为解决已有城市公交方式选择行为模型无法定量描述心理因素对选择行为的影响, 分析了计划行为理论在公交方式选择行为的适用性. 基于态度、主观规范及知觉行为控制3个心理因素变量决定公交方式出行行为意向的理论框架, 构建公交方式选择行为结构方程模型. 确定模型中心理因素变量对应的具体测量变量, 并提出模型的求解方法和参数检验标准. 最后, 将模型运用于重庆和成都的实例分析中, 共回收有效问卷790份. 计算结果表明, 3个心理因素变量对重庆和成都公交出行方式选择行为意向解释度分别为72%和66%, 其中知觉行为控制因素的影响最大, 且心理因素变量间存在着相互作用关系.

关键词: 城市交通; 选择行为; 计划行为理论; 心理因素; 知觉行为控制

Choice Behavior Model of Urban Public Transport Considered the Psychological Factors Affecting

CHEN Jian^{1a, 1b}, FU Zhi-yan², ZHONG Yi-ying^{1b}

(1a. Chongqing Key Lab of Transportation Engineering; 1b. School of Traffic & Transportation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China; 2. Department of Economics & Business Administration, Chongqing University of Education,

Chongqing 400067, China)

Abstract: In order to solve the problem that the existing choice behavior model of urban public transport can not describe the process of psychological factors affecting, the applicability of theory of planned behavior (TPB) in public transport mode choice is analyzed. Based on the theoretical framework of public transport choice behavior intention determined by residents' attitude, the subjective norm and perceived behavior control(PBC), structural equation model of public transport mode choice behavior is constructed. Then, specific variables corresponding to psychological variables in the model is determined, meanwhile, method of solving the model and parameter test standard are put forward. Finally, the model is applied to the analysis of typical city Chongqing and Chengdu, in China. And a total of 790 valid questionnaires are collected. The calculation results show that the degree interpretation of public transport choice intention by three psychological factors in Chongqing is 72% and Chengdu is 66%, and the greatest influenced by PBC. Moreover, there is interaction relationship between psychological factors.

Keywords: urban traffic; choice behavior; theory of planning behavior; psychological factors; perceived behavioral control

收稿日期: 2016-10-19

修回日期: 2016-12-02

录用日期: 2016-12-14

基金项目: 国家自然科学基金/National Natural Science Foundation of China(51308569); 中国博士后科学基金/China Postdoctoral Science Foundation Funded Project(2016M592639); 重庆市教育委员会人文社会科学研究重点项目/The Humanities and Social Sciences Research Major Project of Chongqing Education Commission(14SKG03); 重庆市社会科学规划培育项目/The Social Science Planning Project of Chongqing(2015PY36).

作者简介: 陈坚(1985-), 男, 江西赣州人, 副教授, 博士.

***通信作者:** chenjian525@126.com

0 引言

近年来,我国城市交通拥堵问题日益严重,并呈现出向中小城市不断蔓延的趋势,优先发展城市公共交通已经成为社会各界的普遍共识.城市公交分担率直接反映了公交在城市交通系统中的地位与作用,是居民公交方式选择行为在一定供给条件下的结果体现.准确分析居民城市公交方式选择行为规律是科学规划公交供给的前提基础.

目前公交方式选择行为模型是基于最大效用理论,以公交方式费用、时间及出行者个体特性为主要变量,假设出行者总是选择效用函数最大的方案^[1-2];肖海燕等根据出行者决策过程存在可能犯错的特性构建了具有颤抖效应的方式选择模型^[3];但Hunecke等研究表明出行者自身心理因素比社会经济属性及基础设施对出行方式选择预测的影响更大^[4].但已有研究无法定量描述出行者公交方式选择行为心理因素的影响机理,也难以分析不同心理因素对公交方式选择结果作用大小.本文在计划行为理论基础上,构建考虑心理因素的城市公交方式选择行为模型,从而完善和补充现有公交方式选择行为分析方法.

1 TPB的适应性分析

结合费用、时间(在途时间和等待时间)等客观指标影响的公交方式选择效用模型在一般常规通勤出行行为分析中具有较好效果,但无法完全适应特殊情形下及复杂群体的公交方式选择行为.而从心理因素的视角研究出行者对公交方式服务(方便性、可靠性、舒适性)等特性的主观感受是提高公交方式选择行为模型解释性的新思路^[5].

计划行为理论(Theory of Planning Behavior, TPB)以期望价值为出发点,从信息加工角度研究解释个体行为发生的一般决策过程,已被广泛应用于成瘾行为、社会与学习行为、商业行为等多种领域^[6].陆莹莹构建了TPB框架下的居民废旧家电和废旧电子产品回收行为分析模型^[7].杨燕等在TPB模式下探索了行人违章过街的心理决策过

程^[8].景鹏等在传统方式选择Logit模型基础上增加了心理潜变量的影响分析^[9].黄纯辉等研究了重大节假日公路免通行费影响下的私家车出行者TPB意愿模型^[10].

TPB是在理性行为理论上,增加了知觉行为控制对行为意向存在影响的假设,从而提升了理性行为理论的预测能力^[11].在TPB理论中,个人对事物的信念、态度、人格特质等外部因素,决定态度、主观规范及知觉行为控制;而态度、主观规范及知觉行为控制将全部或部分影响行为意向;行为意向又将最终决定人体具体行为,为从心理因素角度研究居民公交出行选择行为提供了理论架构.通过结合城市公交出行者心理特性,选取态度、主观规范和知觉行为控制3个心理因素作为分析的变量,构建公交方式选择行为TPB分析模型.

2 城市公交方式选择行为TPB模型

2.1 模型假设

(1) 出行者态度、主观规范、知觉行为控制3个心理因素间存在相互作用关系;

(2) 出行者态度、主观规范、知觉行为控制3个心理因素正向影响公交方式选择行为意向.

城市居民出行决策过程所面临的情景和内心感受决定了出行者对公交方式的态度、主观规范和知觉行为控制,并影响出行者的行为意向,进而决定选择行为结果.而出行者态度、主观规范和知觉行为控制间存在相互作用,具体模型框架如图1所示.

2.2 模型变量

模型架构中涉及4个心理因素潜变量,其中出行者对公交方式的态度(AT)、主观规范(SN)和知觉行为控制(PBC)为预测变量,公交出行行为意向(TBI)是中介变量,行为意向的结果为是否选择公交出行,各变量的详细界定如表1所示.

各心理因素潜变量的测量变量如表2~表5所示,测量方式采用李克特(likert)7点量表.

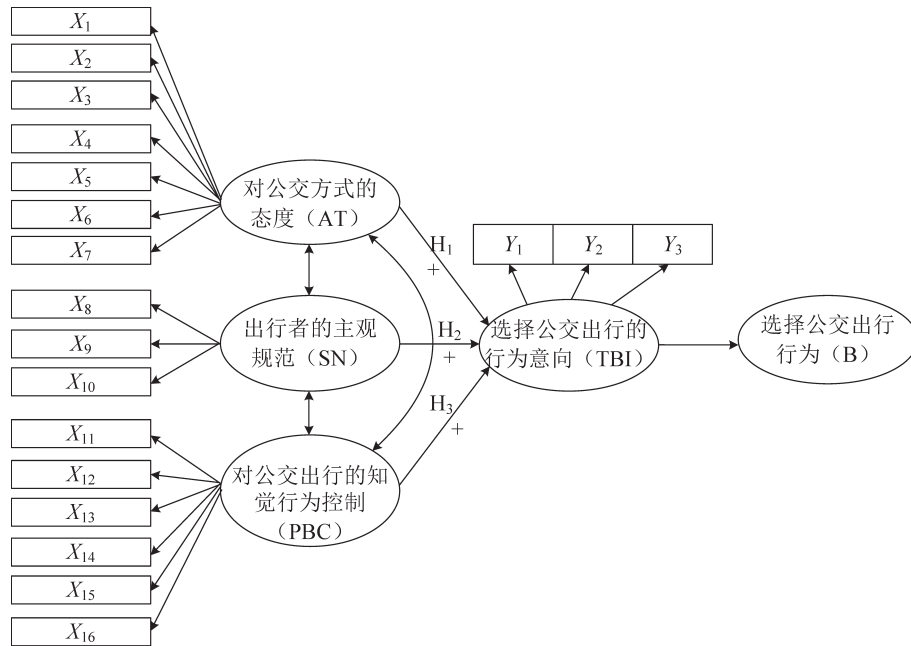


图1 模型框架

Fig. 1 Model framework

表1 研究变量的理论与操作定义

Table 1 Theory of variables and definition of operation

序号	研究变量	理论型定义	操作型定义
1	态度(AT)	个人对于从事某特定行为正向或负向的评价	出行者对公交方式的正面或负面评价
2	主观规范(SN)	个人对于进行一项行为时所感受到的社会压力	主群体和次群体对出行者选择公交方式的看法和支持程度
3	知觉行为控制(PBC)	个人知觉到完成某项行为容易或困难的程度	出行者对公交的关注程度
4	公交出行行为意向(TBI)	评估自己将来会进行某项特定行为的意愿与可能性	出行者选择公交的意愿及鼓励他人选择公交的可能性

表2 态度变量的具体描述

Table 2 The specific description of attitude variables

心理因素潜变量	编号	数学符号	变量说明
态度(AT)	AT ₁	X ₁	出发地到公交站点所花时间很少
	AT ₂	X ₂	换乘其他公交线路或其他交通方式便利性很高
	AT ₃	X ₃	公交线路班次密度很合适
	AT ₄	X ₄	公交线路所经站点信息表述清楚
	AT ₅	X ₅	对公交车安全状况总体满意
	AT ₆	X ₆	对公交车环境总体满意
	AT ₇	X ₇	公交车票价很合理

表3 主观规范变量的具体描述

Table 3 Specific description of subjective norm variables

变量名称	编号	数学符号	变量说明
主观规范(SN)	SN ₁	X ₈	家人、朋友的意见对我是否选择公交出行影响力很大
	SN ₂	X ₉	电视、网络、报纸等媒体对我是否选择公交出行影响很大
	SN ₃	X ₁₀	政府公交优先发展政策的优惠措施对我是否选择公交出行影响很大

表4 知觉行为控制变量的具体描述

Table 4 Specific description of perceived behavioral control variables

变量名称	编号	数学符号	变量说明	属性
知觉行为控制 (PBC)	PBC ₁	X ₁₁	一般来说,我选择公交出行的意愿比其他交通方式高	重要性
	PBC ₂	X ₁₂	公交是我日常出行不可或缺的一部分	
	PBC ₃	X ₁₃	性价比高是我选择公交出行的重要因素	
	PBC ₄	X ₁₄	从安全角度来说,选择公交出行最好	情景
	PBC ₅	X ₁₅	跟朋友或同学一起活动时,我选择公交的意愿较高	
	PBC ₆	X ₁₆	出行目的对我是否选择公交影响很大	

表5 公交方式选择意向变量的具体描述

Table 5 Specific description of bus mode choice intention variables

变量名称	编号	数学符号	变量说明
公交出行意向(TBI)	TBI ₁	Y ₁	将经常选择公交出行
	TBI ₂	Y ₂	未来1年,很乐意鼓励他人选择公交
	TBI ₃	Y ₃	未来1年,愿意办理公交卡,优先选择公交出行的可能性很高

2.3 数学模型

为定量描述变量间的因果关系及变量对公交方式选择结果的影响,基于结构方程模型进行模型数学分析.将X定义为外生显变量,Y为内生显变量,ξ为外生潜变量,η为内生潜变量.用于描述显变量X、Y分别与潜变量ξ、η之间的关系为测量模型,描述潜变量ξ、η之间的关系为结构模型.

(1) 测量模型.

$$X_{(16 \times 1)} = \Lambda_X \xi_{(16 \times 3)(3 \times 1)} + \delta_{(16 \times 1)} \quad (1)$$

$$Y_{(3 \times 1)} = \Lambda_Y \eta_{(3 \times 1)(1 \times 1)} + \varepsilon_{(3 \times 1)} \quad (2)$$

式中:X为由16个自变量的测量值构成的向量;ξ为由3个外生潜变量构成的向量;Λ_x为X对ξ的因子负荷矩阵;δ为由X的观测误差构成的向量;Y为由3个因变量的测量值构成的向量;η为由1个内生潜变量构成的向量;Λ_y为Y对η的因子负荷矩阵;ε为Y的观测误差构成的向量.

(2) 结构模型.

$$\eta_{(1 \times 1)} = B \eta_{(1 \times 1)(1 \times 1)} + \Gamma \xi_{(1 \times 3)(3 \times 1)} + \zeta_{(1 \times 1)} \quad (3)$$

式中:B为内生潜变量的结构系数矩阵,其对角线元素均为0,且要求I-B是非退化的(即矩阵行列式的值不为0),B系数矩阵的元素反映了模型中内生潜变量对其他内生潜变量的作用大小;Γ为外生潜变量ξ的结构系数矩阵,Γ系数矩阵中的元素反映了外生潜变量ξ对内生潜变η量的作用大小;ζ为模型的误差向量.

2.4 模型求解与检验

运用AMOS软件对模型进行求解,通过定量参数估计所生成的测量变量协方差矩阵Σ,与样本协方差矩阵S的接近程度进行结果检验.若模型拟合度越好,则代表模型可用性越高,参数估计越准确.拟合度检验指标分为绝对拟合度检验指标和增值拟合度检验指标,前者包括近似误差均方根(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA,要求小于0.05)、拟合优度指数(Goodness of Fit Index, GFI,要求大于0.9),用以确定模型可以预测协方差矩阵和相关矩阵的程度;增值拟合度检验指标包括规范拟合指数(Normed Fit Index, NFI)、比较拟合指数(Bentler's Comparative Fit Index, CFI)、增值拟合指数(Incremental Fit Index, IFI)、调整自由度拟合优度指数(Adjusted Goodness of Fit Index, AGFI),增值拟合度检验指标反映了理论模型与生成模型的接近程度,检验值均要求大于0.9.

3 实例分析

以重庆市和成都市的公交出行者为调查对象,进行公交出行选择行为特性对比研究.在设计初始问卷基础上,通过预测试收集的数据对问卷项目进行纯化及信效度检验,从而得到最终问卷.调查于2016年9月在重庆和成都各发放问卷400份,剔除不认真填答、缺失值个数大于3,连续选择极端值超过5个的样本,最终共回收有效问卷

790份,有效回收率98.75%。模型检验指标计算结果如表6所示,除NFI略低于标准值外,其余指标均满足要求,表示模型拟合度符合标准要求,模型计算结果有效。

表6 模型拟合度检验结果
Table 6 Inspection results of model fit degree

评价指标	绝对拟合度检验指标		增值拟合度检验指标			
	RMSEA	GFI	NFI	CFI	IFI	AGFI
标准值	<0.05	>0.90	>0.90	>0.90	>0.90	>0.90
实际值	0.02	0.92	0.88	0.99	0.99	0.91

3.1 测量模型

分别以重庆市和成都市数据进行测量模型和结构模型计算。两组数据的标准化负荷量值除成都数据的SN₃为0.44外,其余均大于0.5,表示该测量模型的适配度良好,负荷量值越大,说明测量变量更能有效反映其测得的心理因素变量信息。同时,

各测量变量的标准化负荷量T检验值均达到显著水平,表明模型具有较好的解释能力。4个心理因素变量的组合信度也都大于0.60,模型信度较好。平均方差抽取量接近0.50,模型解释能力基本可接受,具体参数计算结果如表7所示。

表7 测量模型计算结果
Table 7 Measurement model calculation results

测量指标	标准化负荷量		T值		组合信度		平均方差抽取量	
	重庆	成都	重庆	成都	重庆	成都	重庆	成都
态度					0.782 6	0.863 7	0.453 6	0.480 4
AT ₁	0.52	0.58	3.23***	3.87***				
AT ₂	0.58	0.67	3.56***	3.74***				
AT ₃	0.72	0.55	3.34***	2.93**				
AT ₄	0.68	0.70	5.48***	6.00***				
AT ₅	0.72	0.80	5.97***	6.22***				
AT ₆	0.62	0.65	4.23***	3.92***				
AT ₇	0.76	0.85	—	—				
主观规范					0.712 5	0.685 0	0.416 7	0.435 0
SN ₁	0.68	0.65	4.56***	4.42***				
SN ₂	0.71	0.83	3.89***	4.34***				
SN ₃	0.56	0.44	—	—				
知觉行为控制					0.854 9	0.818 5	0.512 8	0.440 9
PBC ₁	0.90	0.94	5.14***	5.37***				
PBC ₂	0.72	0.61	5.29***	5.07***				
PBC ₃	0.59	0.68	4.36***	5.49***				
PBC ₄	0.65	0.63	3.28***	4.84***				
PBC ₅	0.52	0.51	4.62***	4.66***				
PBC ₆	0.68	0.52	—	—				
公交出行行为意向					0.813 6	0.820 9	0.593 6	0.605 2
TBI ₁	0.81	0.72	—	—				
TBI ₂	0.76	0.83	8.69***	7.27***				
TBI ₃	0.83	0.78	4.57***	6.79***				

注:*表示 $p < 0.05$,**表示 $p < 0.01$,*** $p < 0.001$ 。

3.2 结构模型

两组数据结构模型计算结果如表8所示,重庆和成都的公交出行行为意向R-square值分别为0.72和0.66,表明态度、主观规范及知觉行为控制

可解释出行行为意向的72%和66%,各路径系数的检验T值均达到显著性水平,表明态度、主观规范、知觉行为控制3个心理因素变量对行为意向存在正向影响。

表8 结构模型计算结果
Table 8 Structural model calculation results

应变量/自变量	R-square		标准化路径系数		T 值	
	重庆	成都	重庆	成都	重庆	成都
公交出行行为意向(TBI)	0.72	0.66				
态度(AT) (H1)			0.21	0.25	2.01*	3.01**
主观规范(SN) (H2)			0.28	0.24	3.12**	2.64**
知觉行为控制(PBC) (H3)			0.62	0.55	4.56***	4.31***

注: *表示 $p < 0.05$, **表示 $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

重庆市实例数据计算结果如图2所示(图中各标准化路径系数均达显著性水平),其中态度、群体影响力、知觉行为控制3个心理因素变量对公交出行行为意向的贡献度分别为0.21、0.28、0.62,知觉行为控制的影响最大.而在态度的测量变量中AT₃(公交发车间隔)、AT₅(公交安全性)的作用更为显

著;SN₂(电视、网络、报纸等媒体宣传)对群体影响力的作用最明显;PBC₁(较其他方式公交的选择意愿)是知觉行为控制最主要的测量变量.表明重庆市居民对公交方式选择的意愿主要来自知觉行为控制和群体影响力,个人主观态度的贡献很弱.

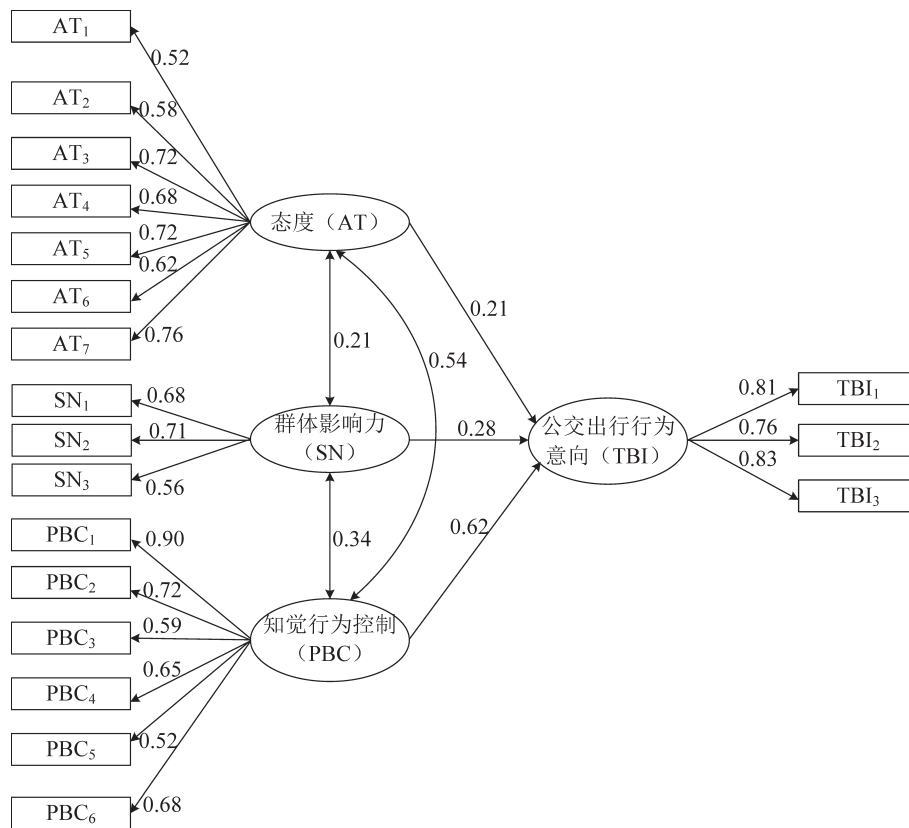


图2 重庆市实例分析结果

Fig. 2 Analysis results of Chongqing

图3为成都市实例分析结果(图中各标准化路径系数均达显著性水平),其中态度对公交方式选择行为意向的贡献度为0.25较重庆高,而知觉行为控制的贡献度0.55降低了0.07,群体影响力为0.24,表明成都市居民对公交出行态度在方式选择

行为意向中发挥了更大作用.态度心理因素变量中AT₅(公交安全性)、AT₄(公交站牌信息)作用更为显著;群体影响力中同样是SN₂(电视、网络、报纸等媒体宣传)作用最大;但知觉行为控制成都市居民更关注PBC₃(公交性价比).

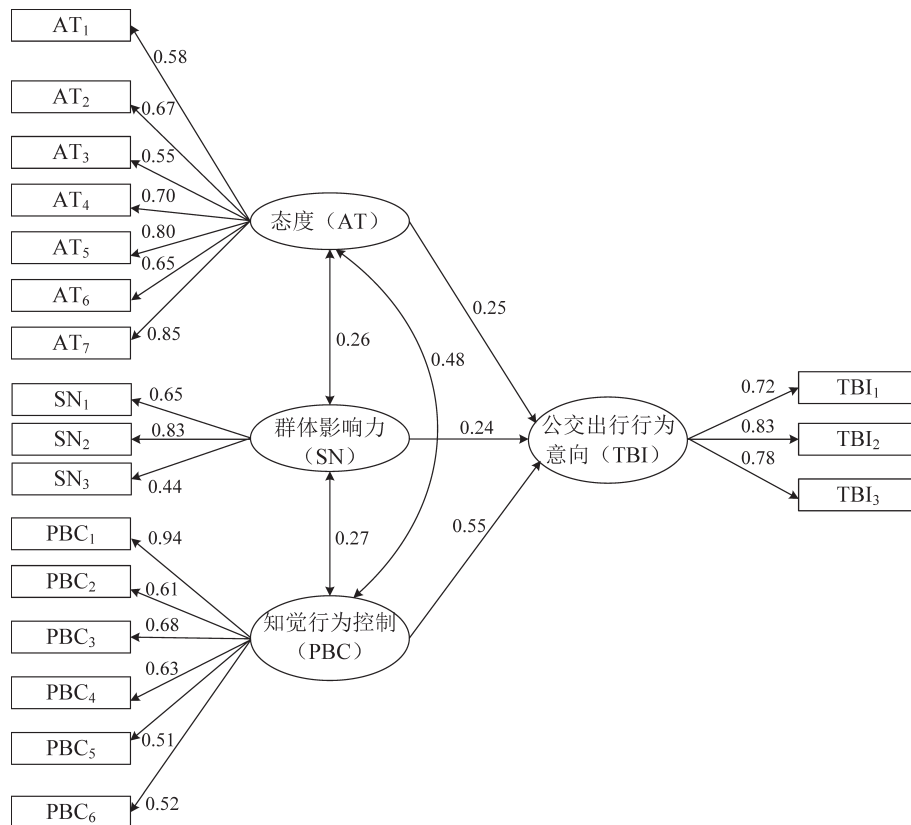


图3 成都市实例分析结果

Fig. 3 Analysis results of Chengdu

4 结论

随着交通、心理学、信息等学科交叉研究的日益增多,分析出行者个体心理因素对公交方式选择的影响为进一步解析公交出行方式选择行为内在机理提供了可能.本文在TPB理论框架基础上,结合公交出行方式特性,构建了涵盖态度、主观规范和知觉行为控制等心理因素影响的结构方程模型,对模型中心理因素潜变量的测量变量进行了具体化描述,并运用于重庆和成都两个城市的对比实例分析中,表明模型具有较好的适用性.

参考文献:

- [1] 陈俊励, 马云龙, 朱楠. 基于巢式Logit模型的公交出行方式选择行为研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2011, 11(1): 120-125. [CHEN J L, MA Y L, ZHU N. A study on bus travel mode choice behavior based on a nested logit model[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2011, 11(1): 120-125.]
- [2] 狄迪, 杨东援. 基于多区域人群的上海公交走廊出行行为[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2016, 44(3): 369-376. [DI D, YANG D Y. Travel behavior analysis of different-regional passengers for public transport corridor in Shanghai[J]. Journal of Tongji University (Nature Science), 2016, 44(3): 369-376.]
- [3] 肖海燕, 度巍. 出行者出行方式选择行为的重复博弈分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2015, 15(2): 24-28. [XIAO H Y, DU W. Repeated games analysis of trip model choice behavior[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2015, 15(2): 24-28.]
- [4] HUNECKE M, HAUSTEIN S, BÖHLER S, et al. Attitude-based target groups to reduce the ecological impact of daily mobility behavior[J]. Environment and Behavior, 2010(42): 3-43.
- [5] DONALD I, COOPER S R. A facet approach to extending the normative component of the theory of reasoned action[J]. British Journal of Social Psychology, 2001(40): 599-621.
- [6] AJZEN I. The theory of planned behavior[J]. Organizational Behavior and Human Decision Process, 1991, 50(2): 179-211.