



引用格式:李巧茹,陈克,陈亮,等.主观幸福感视角下的交通出行决策[J].科学技术与工程,2020,20(19):7916-7921

Li Qiaoru, Chen Ke, Chen Liang, et al. Travel choice of public transport considering subjective well-being [J]. Science Technology and Engineering, 2020, 20(19): 7916-7921

# 主观幸福感视角下的交通出行决策

李巧茹<sup>1</sup>, 陈克<sup>1</sup>, 陈亮<sup>1</sup>, 王海波<sup>1</sup>, 赵会凯<sup>2</sup>

(1. 河北工业大学土木与交通学院,天津 300401;2. 天津市公路事业发展服务中心,天津 300170)

**摘要** 为研究出行者在整个出行过程中的情感体验,验证出行幸福感量表的适用性,分析天津市私家车车主乘坐公共交通出行过程中的感知体验和主观幸福感,利用结构方程模型(SEM)确定研究变量之间的关系,建立SEM-Logit整合模型。结果表明,选取感知易用性(PEU)、感知有用性(PU)、不愉快-愉快(U-P)、情绪终止-激活(D-A)维度作为出行体验的四个维度,其对出行幸福感的影响系数分别为0.34、0.20、0.033、0.23,对出行幸福感的解释程度达55%;整合模型优度比传统的Logit模型提高了0.182,出行幸福感对出行方式选择行为存在显著影响。

**关键词** 出行决策;公共交通;幸福感;SEM-Logit整合模型

中图法分类号 U491.1; 文献标志码 A

## Travel Choice of Public Transport Considering Subjective Well-being

LI Qiao-ru<sup>1</sup>, CHEN Ke<sup>1</sup>, CHEN Liang<sup>1</sup>, WANG Hai-bo<sup>1</sup>, ZHAO Hui-kai<sup>2</sup>

(1. School of Civil and Transportation, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China;

2. Tianjin Highway Development Service Center, Tianjin 300170, China)

**[Abstract]** To study the traveler's psychological evolution and emotional experiences during travelling, a corresponding questionnaire was designed to investigate the perceived experiences and subjective well-being of private car owners in their commuting of public transport. The influence of different travel characteristics on travel subjective well-being was analyzed. The relationship between variables was determined by using structural equation model (SEM), and the SEM-Logit integration model was established. The results show that the impact coefficients on travel happiness of four dimensions of travel experience of perceived ease of use (PEU), perceived usefulness (PU), unpleasant-pleasant (UP), deactivated to activated (DA) are 0.34, 0.20, 0.033, and 0.23, respectively. And their explanation of travel well-being is up to 55%. The goodness of the integrated model is 0.182, higher than the traditional Logit model. Travel well-being has a significant impact on travel mode.

**[Key words]** subjective well-being; travel choice; public transport; SEM-Logit integration model

限行政策的实施、低碳出行政策的倡导、恶劣天气条件的影响、个人的环境责任感驱使交通方式转变,京津冀地区急需探索可持续的交通发展模式<sup>[1]</sup>。另外随着人们生活水平的提高,拥有私家车的人数达到一定数量,居民出行不仅仅满足于到达目的地,出行幸福感也越来越受到关注。在出行方式选择的研究中考虑情绪因素,从出行幸福感角度探索决策效用与体验效用之间的关系,将有助于深入分析出行方式选择机理和内在规律<sup>[2-3]</sup>,为“低碳出行,绿色出行”提供合理化建议。

出行幸福感是指在“出行”这一情境下,个体通过感知与体验将主观幸福感具象化的基本过程。现有的研究通常以短期积极情绪(情绪幸福感)和出行满意度(认知评判)为指标量化出行幸福感,

Singleton<sup>[4]</sup>从确定出行目标、意义和自我实现等层面深入分析,对出行幸福感的含义进行扩展。研究表明不同出行者的出行幸福感感知不相同,且出行方式与出行幸福感具有交互影响作用。Friman等<sup>[5]</sup>对瑞典三个城市的居民进行了问卷调查,结果表明日常出行的满意度直接影响出行幸福感,且驾驶等主动出行模式比公共交通具有更积极的作用。De Vos等<sup>[6]</sup>认为在出行方式的选择中,出行满意度和幸福感两者不仅与“出行偏好和选择”的结果有关,同时也是出行决策的前提条件。付学梅等<sup>[7]</sup>运用ICLV(integrated choice and latent variable)模型,以考虑出行个人偏好和出行决策者的态度对出行行为的影响为切入点,对绍兴市居民的出行行为进行了分析。陈月霞等<sup>[8]</sup>建立包含低碳出行心理潜

收稿日期:2019-10-12; 修订日期:2019-11-14

基金项目:国家自然科学基金(51678212);河北省高等学校科学技术研究项目(QN2018231)

第一作者:李巧茹(1972—),女,河北石家庄人,副教授,硕士研究生导师。研究方向:交通控制及出行行为。E-mail:1742464956@qq.com。

变量的多项 Logit 模型, 分析不同低碳心理变量对出行方式选择的影响。

通过对国内外出行选择与主观幸福感相关性影响研究发现, 中国出行幸福感研究起步较晚, 出行幸福感的量化内容有待明确。且国外的出行幸福感量表是否适用于中国, 仍需进一步论证。另外现有出行行为选择的研究, 大多考虑个人态度偏好、出行满意度等潜变量, 对于出行幸福感的考察力较弱, 模型较少涉及出行决策与出行幸福感关系分析, 对出行行为选择与出行幸福感的定量关系有待进一步研究和探讨。本文设计适用于中国的出行幸福感量表, 以网络问卷形式调查分析天津市私家车车主在选择公共交通出行过程中的出行幸福感, 构建基于出行幸福感的 SEM-Logit 出行方式选择模型, 分析出行幸福感对交通出行决策的影响。

## 1 样本选取及问卷设计

### 1.1 调查地区背景

自 2014 年 3 月 1 日起, 天津市开始实施尾号限制。根据 2017 年中国主要城市交通分析报告显示, 与 2016 年相比, 天津市一年内的交通拥堵天数减少 49 天, 交通需求管理(TDM)政策的作用不容忽视, 同时出行方式的多样化也是一个重要成因。网约车服务使用现象普遍, 且平均每名共享单车用户在工作日的平均乘坐次数为 2.44 次<sup>[9]</sup>。随着地铁线路的开通和运营, 公交线路建设的不断加快, 天津居民的出行方式更加多样化。

作为中国四个直辖市之一, 据预测, 到 2020 年, 天津市中心城区公共交通出行将占机动车出行的 60%。根据《天津市轨道交通网络规划》, 到 2030 年, 天津市轨道交通占居民出行的 35% 以上, 占公共交通客流的 60% 以上<sup>[10]</sup>。

### 1.2 问卷设计

问卷设计如下: 广义出行幸福感一般从出行满意度(认知评判层面)和狭义出行幸福感(情绪感受层面)两方面进行量度。认知评判方面参考技术接受模型, 总结出行满意度的常用指标<sup>[11]</sup>; 相应的情绪感受层面参考瑞典核心情感量表(SCAS), 该量表的分值一般从 -4~4 分, 分别代表某种情绪的最负面与最正面状态。中国现有的问卷调查研究中, 5 分李克特量表被广泛采用, 研究综合考虑中国人群对事物评价的偏好和国外量表划分的细致程度, 对于所有的测量项目, 采用 7 分量表来考察受访者对这些项目的认可程度, 其中 7 分表示最高认可, 1 分表示最不认可, 见表 1。

公共交通是指公共汽车和地铁以及其他交通

工具和二者的组合使用。

表 1 问卷设计

Table 1 The questionnaire design

维度潜变量	题项	来源
感知易用性 (PEU)	不方便-方便	技术接受 模型
	不灵活-灵活	
	不顺利-顺利	
感知有用性 (PU)	浪费时间-节约时间	模型
	贵-便宜	
	拥挤-不拥挤	
不愉快-愉快 (U-P)	伤心-开心	瑞典核心 情感量表
	不满意-满意	
	沮丧-愉悦	
情绪终止-情绪 激活(D-A)	消极的-有活力的	(SCAS) <sup>[12]</sup>
	困倦的-警觉的	
	木讷的-清醒的	
出行幸福感 (SWBT)	因为这次出行, 我充满活力	出行满意度 量表 (STS) 生活满意度 量表(SWLS) <sup>[13-15]</sup>
	这次出行带来的体验很好	
	这次出行很有意义	
	这次出行带来的积极	
	影响大于消极影响	
	这次出行提高了我日常出行的幸福感	

### 1.3 样本分析

本次调查于 2018 年 6—7 月在天津中心城区进行, 随机选择(包括网上随机发布)了 910 名私家车车主。通过分析得出, 不会选择公共交通工具的私家车车主为 269 人, 占总调查人数的 29.6%; 会选择公共交通工具的私家车车主为 641 人, 占 70.4%, 在这 641 人中, 92.8% 的人选择乘坐地铁, 如表 2 所示。

表 2 私家车主使用公共交通的频率(N=910)

Table 2 The frequency of private car owners using public transport (N=910)

	频率	比例/%
不会选择公共交通	从不使用	29.6
	隔几周会使用一次	14.2
	限号当天偶尔会使用	14.6
会选择公共交通	限号当天有一半的概率会使用	15.3
	限号当天一般都会使用	12.8
	除限号当天外, 也会使用	13.6

注: 限行主要是指对车牌尾号的限制; 这里的公共交通包括公共交通和私家车的结合。

样本的人口统计情况如下: 男性占比 70.8%, 天津女性驾驶员的数量远低于男性驾驶员, 这也解释了调查中男性驾驶员的比例较高的原因; 根据天津市统计局发布的数据, 2017 年职工平均工资为 5 607 元, 本文中参与调查的出行者平均收入为 9 320 元, 私家车拥有者的收入高于这个水平是合理的; 同时, 样本年龄在 20~40 岁, 占样本总数的

70.7%，比较符合现实情况。此外，受访者的专业多样化，整体教育水平较高，可以更好地理解问卷中的问题，见表3。

表3 样本特征( $N=641$ )  
Table 3 Sample characteristics ( $N=641$ )

调查属性		比例/%
性别	男	70.8
	女	29.2
年龄	<20岁	8.8
	20~30岁	35.9
	30~40岁	34.8
	>40岁	20.4
年收入	≤50 000元	20.0
	50 001~150 000元	40.2
	150 001~200 000元	22.4
	>200 000元	17.4
教育水平	高中或以下	18.0
	高职或大专	39.2
	本科及以上	42.8
职业	教师	18.5
	企业职工	20.6
	公务员及事业单位	15.6
	个体经营	15.4
	自由职业	15.2
	其他	14.8

## 2 SEM-Logit 模型建立

按照效用函数概率项分布不同，目前使用的非集计模型主要包括 Probit 模型、Binary logit(BL) 模型、multinomial logit(MNL) 模型及 nest logit(NL) 模型等。其中 BL 模型适合于仅有 2 个选择方案的模型。研究考虑的出行方式选择集合包括两个选择肢，分别为小汽车和公共交通，即出行方式  $i = 1$  为小汽车， $i = 2$  为公共交通，私家车主在做出出行决策时，总是选择效用最大的方案。效用函数一般包括固定项  $V_{ni}$  和不可观察的误差部分  $\varepsilon_{ni}$ ，即个体  $n$  选择出行方式  $i$  的效用函数可表示为

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (1)$$

假设个体决策总是选择效用函数最大的，传统的 Logit 模型可表示为

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_{i=1}^m e^{V_{ni}}}, \quad m = 1, 2 \quad (2)$$

式(2)中： $P_{ni}$  表示私家车主  $n$  选择交通方式  $i$  的概率。

将出行幸福感特征潜变量添加到 Logit 模型中效用函数的固定项，则改进的效用函数可表示为

$$V_{ni} = b_k x_{nik} + c_k \eta_{nil} \quad (3)$$

式(3)中： $x_{nik}$  为私家车主  $n$  选择第  $i$  种交通方式的第  $k$  个特征变量； $\eta_{nil}$  为不可观测的潜变量； $b_k$ 、 $c_k$

是待估计的参数； $l$  为潜变量的数量。

为进一步通过结构方程模型描述潜变量之间、潜变量与其测量变量之间的关系，以一个外生潜变量为例，其观测潜变量解释的载荷因子  $\Lambda_y$  看作各观测变量的权重，对其进行标准化，得到观测变量的权重：

$$\begin{cases} a_1 = \frac{\Lambda_{y1}}{\Lambda_{y1} + \Lambda_{y2} + \dots + \Lambda_{yn}} \\ a_2 = \frac{\Lambda_{y2}}{\Lambda_{y1} + \Lambda_{y2} + \dots + \Lambda_{yn}} \\ \vdots \\ a_n = \frac{\Lambda_{yn}}{\Lambda_{y1} + \Lambda_{y2} + \dots + \Lambda_{yn}} \end{cases} \quad (4)$$

将观测到的变量代入，得到私家车主出行幸福感中感知易用性、感知易用性等各潜在变量的适配值。

$$\eta_1 = a_1 y_{11} + a_2 y_{12} + \dots + a_n y_{1n} \quad (5)$$

得到出行幸福感各潜变量适配值后，即可确定效用函数的固定项，此时式(2)可以转变为含有潜变量的 Logit 模型：

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_{i=1}^m e^{V_{ni}}} = \frac{e^{b_k x_{nik} + c_k \eta_{nil}}}{\sum_{i=1}^m e^{b_k x_{nik} + c_k \eta_{nil}}}, \quad m = 1, 2 \quad (6)$$

## 3 问卷数据处理与模型结果分析

### 3.1 信效度分析

问卷中各题项的可靠性及其有效性检验如表 4，各维度所属题项的标准因子载荷均在 0.6 以上，

表4 信效度分析  
Table 4 Reliability and validity analysis

潜变量	标准因子载荷 ***	CR	AVE	克隆巴赫系数
PEU	PEU1	0.747		
	PEU2	0.667	0.768	0.525
	PEU3	0.756		0.767
PU	PU1	0.704		
	PU2	0.7	0.749	0.5
	PU3	0.714		0.749
U-P	U-P 1	0.765		
	U-P 2	0.84	0.82	0.604
	U-P 3	0.718		0.818
D-A	D-A 1	0.82		
	D-A 2	0.692	0.753	0.508
	D-A 3	0.61		0.728
SWBT	SWBT1	0.665		
	SWBT2	0.643		
	SWBT3	0.865	0.839	0.514
	SWBT4	0.638		0.828
	SWBT5	0.746		

注：\*\*\*， $P < 0.001$ 。

*t* 统计量均在 0.001 程度上显著。组合信度 (CR) 大于 0.7, Cronbach's  $\alpha$  系数均处于 0.7 以上, 平均方差提取值 AVE 高于 0.5, 问卷题项检验符合要求。

各个潜在变量(维度)之间应该有中等程度的相关关系, 一般潜在变量(维度)之间的相关系数在 0.1~0.6, 各个潜在变量(维度)与总体之间的相关系数在 0.3~0.8, 说明问卷数据的结构效度良好。同时在进行结构效度的检验时, 每个潜变量的 AVE 平方根须大于潜变量之间相关系数的平方( $R^2$ ), 如表 5 所示, 问卷题项的结构效度符合要求。

### 3.2 结构方程模型参数估计及分析

结构方程模型拟合优度如表 6 所示, 各项指标均符合要求。

表 5 结构效度检验

Table 5 Structural validity test

	SWBT	PEU	PU	U-P	D-A
SWBT	<b>0.717</b>				
PEU	0.546 ***	<b>0.725</b>			
PU	0.425 ***	0.21 ***	<b>0.707</b>		
U-P	0.514 ***	0.291 ***	0.205 ***	<b>0.777</b>	
D-A	0.463 ***	0.277 ***	0.395 ***	0.209 ***	<b>0.713</b>
M	5.83	4.99	5.15	4.81	5.35
SD	0.90	1.15	1.09	1.11	1.09

注: \*\*\*,  $P < 0.001$ , 字体加黑的数值为该维度的 AVE 平方根。

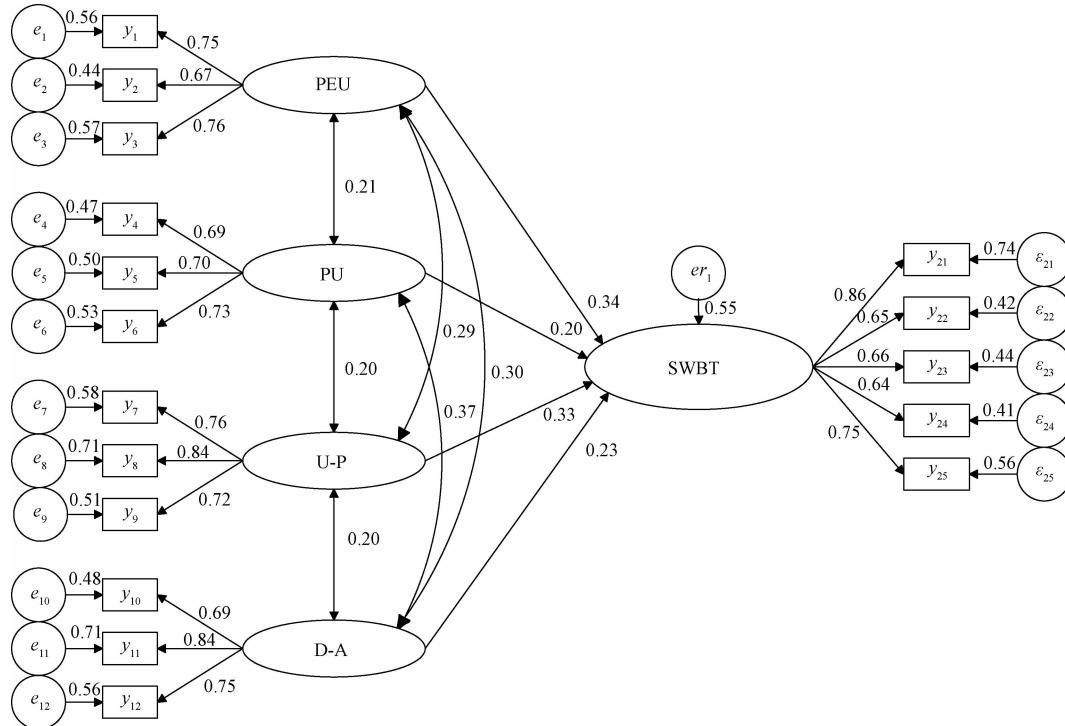


图 1 结构方程模型  
Fig. 1 Structural equation model

如图 1 所示, 每个观测变量对潜变量的解释都达到了 60% 以上, 说明本研究所选取的观测变量, 在标定潜变量的特征方面较为准确, 可以较好地解释各潜变量所包含的内容; 各潜变量之间的路径系数绝对值大于 0.2, 表明出行感知体验的不同层面对于出行幸福感的解释性较好, 同时对出行幸福感都有正向的促进作用, 该模型估计结果较为理想。

根据图 1, 出行体验的四个维度对出行幸福感的影响载荷因子系数(路径系数)按照大小进行排列, 可以得到它们的影响程度从大到小为 PEU、U-P、D-A、PU。由此得出出行体验中感知易用性 (PEU) 对出行幸福感的影响最大。相对而言, 出行方式的灵活性、方便性等对私家车主公共交通出行体验影响程度最大, 即换乘路线是否方便、出行过程是否顺利等方面的因素会显著影响到公共带给

表 6 结构方程模型的拟合统计量

Table 6 The fitting statistics of structural equation model

统计量	统计量范围	模型统计量
CMIN/DF	< 3	1.928
RMR	< 0.08	0.066
GFI	> 0.9	0.964
AGFI	> 0.9	0.949
NFI	> 0.9	0.948
TLI	> 0.9	0.967
CFI	> 0.9	0.974
RMSEA	< 0.08	0.038

出行者的体验,说明私家车主选择可替代的公共交通方式时对其出行服务质量有所担忧,也一定程度反映出公共交通和私人交通的结合使用效率有待提高等。

U-P 维度对私家车主在乘坐公共交通时的出行幸福感影响也比较显著,即出行情绪幸福感中的开心程度、愉悦感、心理上的满意度对出行带来的体验感受和出行意义有着显著的正向影响;D-A 维度对出行幸福感影响相对较为不显著;PU 维度在所选取的 4 个外生潜变量中,对私家车主乘坐公共交通过程中出行幸福感(SWBT)有着一定的影响显著性,但相对于其他三个维度影响稍小。

### 3.3 Logit 模型参数估计及分析

首先对二元 Logit 模型进行参数估计,分析私家车主的公共交通选择意愿。通常规定显著性  $\alpha = 0.05$ ,一般如果变量的  $|t| > 1.96$ ,则有 95% 的正确率认为该变量对选择结果会产生影响。建立并分析仅考虑出行者个体特征显变量和出行特征显变量的二元 Logit 选择模型,在此效用函数的基础上,增加出行幸福感的潜变量,构建 SEM-Logit 整合模型。通过 TransCAD 软件对二元 Logit 选择模型进行估计时,去掉  $|t| \leq 1.96$  的变量,经过多次试验,得到模型的参数估计和检验结果,如表 7 所示。

整合模型 SEM-BL1 和 SEM-BL2 模型中各变量的  $t$  均大于 1.96,参数估计结果满足要求,说明在 95% 的可靠性水平上认为出行幸福感的潜变量对出行行为选择结果有一定影响。增加出行幸福感知层面的潜变量后,进一步增加出行幸福感情绪层面的潜变量,整合模型常数项的  $t$  减小,说明未考虑出行幸福感的传统二项选择 Logit 模型存在遗漏变量的情况,引入出行幸福感潜变量的整合模型将对影响出行选择结果的变量做进一步的解释和补充。另外出行者社会经济属性、出行特征相关属性等显变量对私家车主选择公共交通的影响逐渐增大,说明如果二元 Logit 选择模型如果不考虑潜变量,出行者社会经济属性、出行特征相关属性的重要性会被低估。

出行幸福感的四个维度感知易用性(PEU)、感知有用性(PU)、不愉快-愉快维度(U-P)、情绪终止-情绪激活维度(D-A)其参数  $t$  检验值均大于 1.96,且均为正值,说明出行幸福感潜变量对私家车主公共交通选择行为有显著的正向影响。

模型标定结果评价如表 8 所示,可得出如下结论。

(1)最大似然函数估计值  $L(\theta)$  明显增加,在假设  $H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_k \cdots = 0$  下,给定显著性水平  $\alpha = 5\%$ , $-2[L(0) - L(\hat{\theta})]$  的值均大于卡方检验值  $\chi^2_{\alpha}$ ,原假设不成立,表明本研究建立模型中的特征变量对私家车主选择公共交通有显著的影响。

(2)模型的参数估计和检验结果显示,私家车主选择公共交通模型的模型优度比  $\rho^2$  均大于 0.2,说明模型的精度较好;另外相比于未考虑潜变量的 Logit 模型,考虑出行幸福感潜变量的整合模型的各项检验指标均更优,其中模型优度由 0.237 提高到了 0.419,说明整合模型的解释能力大幅提升,出行幸福感潜变量对出行者出行的方式选择有重要影响。

(3)根据命中率检验公式,对私家车主的公共交通选择模型的命中率进行检验,三种模型命中率均大于 70%,说明建立模型参数标定有效,且考虑出行幸福感潜变量的选择模型命中率更高,说明考虑包含情绪层面的广义出行幸福感选择模型更贴近实际的出行行为选择结果。

## 4 结论

出行幸福感研究作为交通领域新兴起的方向,理论分析与实例验证都有待进一步深入研究。从出行者主观幸福感的角度出发,将出行幸福感作为出行效用的一部分考虑,为出行选择的内在机理分析提供了新的思路。通过网络问卷调查,获得了私家车车主乘坐公共交通工具的频率和感知体验。结合数理统计和结构方程模型,验证了设计量表的适用性,分析不同维度的出行体验对私家车主乘坐公共交通时出行幸福感的影响。得出如下结论。

表 7 考虑出行幸福感的二元 Logit 选择模型结果

Table 7 Binary Logit selection model results considering travel happiness

模型	项目	常数项	性别	年龄	职业	出行目的	出行时间	是否有同伴陪同	PEU	PU	U-P	D-A
BL 模型	参数值	-2.329	-0.162	0.246	-0.308	-0.462	-0.347	-0.084	—	—	—	—
	$t$	-5.523	-2.278	2.167	-2.156	-2.304	-3.086	-1.994	—	—	—	—
SEM-BL1	参数值	-4.247	-0.171	0.260	-0.379	-0.517	-0.408	-0.162	0.464	0.318	—	—
	$t$	-4.539	-2.157	2.082	-2.234	-2.287	-3.241	-2.011	2.081	2.216	—	—
SEM-BL2	参数值	-6.445	-0.196	0.319	-0.458	-0.585	-0.503	-0.268	0.569	0.432	0.625	0.476
	$t$	-3.285	-2.015	1.989	-2.422	-2.103	-2.921	-2.254	2.245	2.124	2.303	1.994

表 8 模型标定结果评价

Table 8 Evaluation of model calibration results

变量	二元 Logit 选择模型	SEM-BL1 模型	SEM-BL2 模型
$L(0)$	-444.307	-444.307	-444.307
$L(\hat{\theta})$	-339.006	-286.134	-258.142
似然比	216.602	316.346	372.330
优度比	0.237	0.356	0.419
命中率/%	72.1	75.6	80.7

注:  $\hat{\theta}$  为变量参数  $\theta$  的估计值;  $L(0)$  为待估参数均为 0 时的似然函数值;  $L(\hat{\theta})$  为估计参数  $\theta_k$  的似然函数值

(1) 问卷题项的信效度和区别效度分析均满足要求,量表设计合理。

(2) 每个问卷题项观测变量对出行体验潜变量的解释均达到 60% 以上,各潜变量之间的路径系数绝对值大于 0.2,表明选取的出行体验四个维度对出行幸福感的解释性较好,其中感知的易用性对出行幸福感的影响最大。

(3) 考虑出行幸福感的 SEM-Logit 模型似然比、优度比和命中率指标均优于传统 Logit 模型,更贴近实际的出行行为选择结果。

## 参 考 文 献

- 1 李 鹏,江书平,曹秀芬. 低碳试点城市居民自行车出行影响因素研究——以保定市为例[J]. 调研世界, 2017(12): 25-29.  
Li Peng, Jiang Shuping, Cao Xiufen. A study on the influencing factors of residents' bicycle travel in low-carbon pilot cities—a case study of Baoding City[J]. The World of Survey and Research, 2017(12): 25-29.
- 2 曹 洋. 幸福感视角下出行方式选择行为研究[D]. 南京: 东南大学, 2018.  
Cao Yang. Research on travel mode selection behavior from the perspective of subjective well-being[D]. Nanjing: Southeast University, 2018.
- 3 Gan Z, Feng T, Yang M. Exploring the effects of car ownership and commuting on subjective well-being: a nationwide questionnaire study [J]. Sustainability, 2019, 11(1): 84.
- 4 Singleton, Patrick A. Walking (and cycling) to well-being: modal and other determinants of subjective well-being during the commute [J]. Travel Behaviour and Society, 2019, 16: 249-261.
- 5 Friman M, Garling T, Ettema D, et al. How does travel affect emotional well-being and life satisfaction [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2017, 106: 170-180.
- 6 De Vos J, Witlox F. Travel satisfaction revisited. On the pivotal role of travel satisfaction in conceptualising a travel behaviour process[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2017, 106, 364-373.
- 7 付学梅, 隋志才. 基于 ICLV 模型的通勤方式选择行为[J]. 系统管理学报, 2016, 25(6): 1046-1050.  
Fu Xuemei, Juan Zhicai. Commuting mode choice behavior based on ICLV model[J]. Journal of Systems & Management, 2016, 25(6): 1046-1050.
- 8 陈月霞, 陈 龙, 查奇芬, 等. 基于低碳心理潜变量 Logit 模型的出行方式预测模型[J]. 公路交通科技, 2017, 34(9): 100-108.  
Chen Yuexia, Chen Long, Zha Qifan, et al. A travel mode forecasting model based on low-carbon psychological latent variable logit model[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2017, 34(9): 100-108.
- 9 天津市城市规划设计研究院. 天津共享单车出行报告: 2018-7[R]. 天津: 天津市交通规划研究中心, 2018.  
Tianjin Urban Planning and Design Institute. Tianjin bike-sharing travel report: 2018-7[R]. Tianjin: Tianjin traffic planning research center, 2018.
- 10 天津市人民政府. 天津市轨道交通线网规划(2012—2020) [EB/OL]. (2013-08-12) [2020-01-02]. www.huaxia.com/jtzq/tjxw/2013/08/3475246.html.  
Tianjin Municipal People's Government. Tianjin Rail Transit Network Planning (2012—2020) [EB/OL]. (2013-08-12) [2020-01-02]. www.huaxia.com/jtzq/tjxw/2013/08/3475246.html.
- 11 Eriksson L, Friman M, G, Rling T. Perceived attributes of bus and car mediating satisfaction with the work commute[J]. Transport Research Part A: Policy and Practice, 2013, 47: 87-96.
- 12 Västfjäll D, Garling T. Validation of short self-report measure of core affect [J]. Scandinavian Journal of Psychology, 2007, 48: 233-238.
- 13 Russell J A. Core affect and the psychological construction of emotion[J]. Psychological Review, 2003, 110(1): 145-72.
- 14 Bergstad C J, Gamble A, Gärbling T, et al. Subjective well-being related to satisfaction with daily travel[J]. Transportation, 2011, 38(1): 1-15.
- 15 Lorenzo-Seva U, Calderon C, Ferrando J P, et al. Psychometric properties and factorial analysis of invariance of the satisfaction with life scale (SWLS) in cancer patients[J]. Quality of Life Research, 2019, 28(5): 1255-1264.