

# 基于拓展 SEM 模型的共享汽车用户使用意向分析<sup>1</sup>

王哲源 李星 乔俊杰 王玥 邹禹坤 温馨 郝偲成

**【摘要】**共享汽车作为一种新型交通方式，能够减少城市居民私家车的总体数量，进而缓解交通拥堵。随着共享汽车数量快速增长，其对于用户使用意向考虑不足等问题在逐步显现。为深入研究用户使用意向对共享汽车的影响，本文基于问卷调查和统计分析总结了成都市共享汽车用户的出行特征，通过设计 14 个潜变量及相应的观测项，构建用户使用意向模型，并结合计划行为理论、技术接受模型以及解构计划行为理论对结构方程模型进行拓展。结果表明感知安全性、感知收费水平以及感知设施水平等因素对使用意向有着间接效果，而行为态度、主观规范和感知行为控制对共享汽车使用意向有着直接效果。本文为增加共享汽车用户使用率、提升服务水平以及促进共享汽车发展等提供了一定的思路、方法和对策。

**【关键词】**共享汽车；使用意向；结构方程模型

## 1 引言

共享汽车作为一种替代交通方式，能够减少城市居民私家车的总体数量，从而缓解交通拥堵以及相关的空气污染和能源消耗<sup>0</sup>。虽然共享汽车规模和服务质量在逐步提升，但更需要站在用户的角度来进行思考，更加全面深入地了解影响共享汽车用户使用意向的各因素及其之间的关系。

闫康礼<sup>0</sup>等人将共享汽车与私家车进行对比，研究发现，影响用户使用意向的首要因素则是共享汽车租金的设置，其次是共享汽车网点的设置。赵敏<sup>0</sup>等人基于计划行为理论构建共享汽车用户出行使用意向的结构方程模型，研究发现感知价值是影响用户行为态度的首要因素，感知风险因素则与共享汽车用户的使用意向有着负相关性，而行为态度是最重要因素。Eunjeong Ko<sup>0</sup>等人通过 logistic 回归模型分析影响当前共享汽车用户和潜在用户使用意愿的因素，发现性别、汽车拥有量和教育程度等变量对使用共享出行汽车的意愿有显著影响。Curtale R<sup>0</sup>等人基于技术接受与使用统一理论（UTAUT）的扩展理论，考察了六种心理因素对行为使用意向的影响，结果表明社会影响力是行为意图的最重要影响因素，其次是预期有用性和个人态度。

---

<sup>1</sup> 基金项目

基于多元大数据与综合交通模型的交通规划分析应用技术研究

在关于共享汽车用户使用意向的现有研究中，大多研究基于计划行为理论和技术接受模型来分析行为态度、主观规范等因素对共享汽车用户使用意向的影响，而行为态度和主观规范等因素仍可以进一步解构为其他多种因素。因此本研究将对相关理论进行改进拓展，结合实际调查数据，更加真实的了解共享汽车用户的出行需求，并将影响用户使用意向的各因素进一步解构，深入了解影响共享汽车用户使用意向的各个因素及其之间的关系，以期能够为提升共享汽车使用率提出针对性的措施。

## 2 共享汽车用户出行行为调查分析

### 2.1 问卷设计理论基础

#### 2.1.1 计划行为理论

计划行为理论（Theory of Planned Behavior, TPB）是一种广泛应用的行为模型，该理论于 1975 年 Ajzen 和 Fishbein<sup>0</sup> 共同提出。在该理论中，行为的最佳决定因素被认为是个人的行为意向因素，而行为意向又受其他三个因素的影响，即行为态度、主观规范和感知行为控制，如图 2-1 所示。

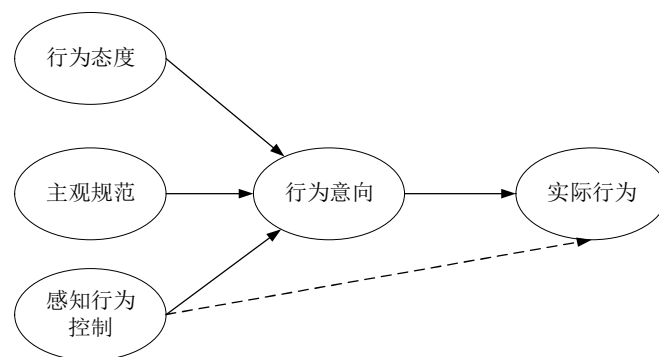


图 2-1 计划行为理论

#### 2.1.2 技术接受模型

Davis<sup>0</sup> 提出的技术接受模型（Technology Acceptance Model, TAM）是分析用户如何接受某种新技术或执行特定行为的最常用的理论之一。如图 2-2 所示，该模型既包括人们采用新技术或执行特定行为意向的核心变量即感知易用性、感知有用性、使用态度，又包括结果变量即行为意图、技术使用。

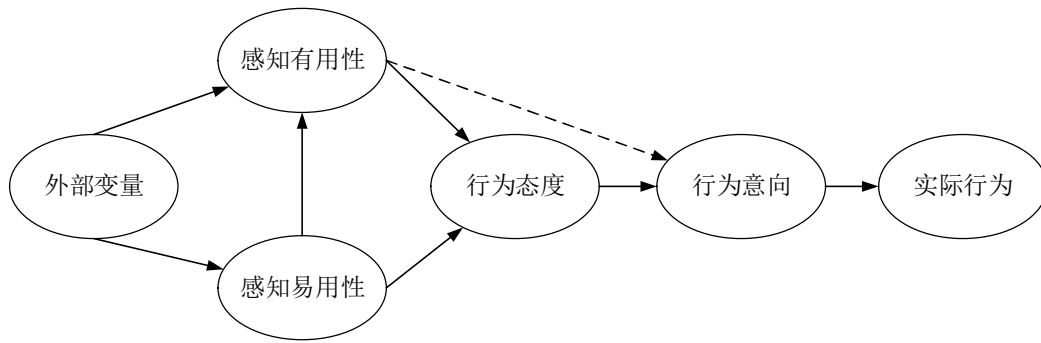


图 2-2 技术接受模型

### 2.1.3 解构计划行为理论

Taylor 和 Todd<sup>0</sup>将 Ajzen 提出的计划行为理论与 Davis 的技术接受模型相结合从而对计划行为理论进行分解，提出了解构计划行为理论（Decomposed Theory of Planned Behaviour, DTPB），如图 2-3 所示，这样一维的变量被解构为多维的变量，从而可以更清晰、更具体地解释影响行为意向和实际使用行为的因素。

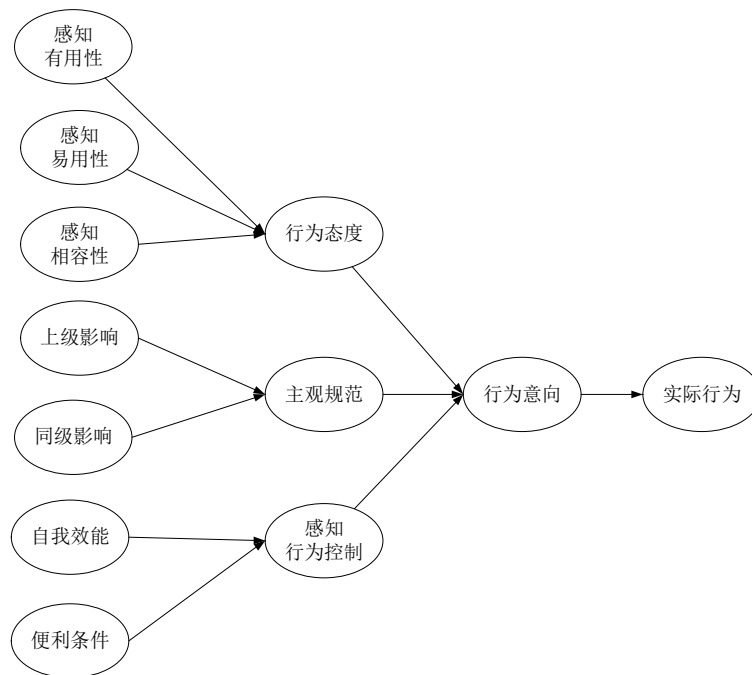


图 2-3 解构计划行为理论

### 2.2.4 结构方程模型

Jöreskog<sup>0</sup>提出的结构方程模型（Structural Equation Model, SEM）用于量化潜变量之间的关系，经常被用于归纳和演绎研究<sup>错误!未找到引用源。</sup>，SEM 中包括观测变量、潜变量及误差变量。结构方程模型是组合起来的一系列模型，主要包括两个基本模型，测量模型和结构

模型<sup>0</sup>，其中测量模型（式 2.1，式 2.2）是线性模型，它根据观测变量生成，能够反映出潜变量与观测变量之间的关系。而结构模型则能够量化潜变量之间的关系<sup>错误!未找到引用源。</sup>。

测量模型：

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \quad (2.1)$$

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2.2)$$

结构模型及其矩阵表达式：

$$\eta = \beta \eta + \Gamma \xi + \zeta \quad (2.3)$$

$$\begin{pmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \beta_{12} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_{32} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \gamma_2 \\ \gamma_3 \end{pmatrix} \xi + \begin{pmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

式中

$x$  ——外衍观测变量（自变量）所构成的向量； $y$  ——内衍观测变量（因变量）所构成的向量； $\xi$  ——外衍潜变量所构成的向量； $\eta$  ——内衍潜变量所构成的向量； $\delta$  —— $x$  变量中测量误差所构成的向量； $\varepsilon$  —— $y$  变量中测量误差所构成的向量； $\Lambda_x$  ——结构系数矩阵，由外衍观测变量在外衍潜变量上的回归系数构成； $\Lambda_y$  ——结构系数矩阵，由内衍观测变量在内衍潜变量上的回归系数构成； $\beta$  ——内衍潜变量之间的相关系数矩阵（ $m \times n$ ）； $\Gamma$  ——外衍潜变量之间的相关系数矩阵（ $m \times n$ ）； $\zeta$  ——测量误差所构成的矩阵。

## 2.2 成都市共享汽车用户出行调查

### 2.2.1 构造调查变量

为了能够更加清晰的体现出影响共享汽车用户使用意向的因素，本文结合计划行为理论、技术接受模型、结构计划行为理论以及结构方程模型来构造相关变量，共构造了 14 个变量。根据多元指标原则，即任何一个潜变量都要由至少两个观测项进行反映，因此本文中各潜变量都通过两项或三项观测项进行反映，各个潜变量有关描述及其对应的观测项见表 2-1。

表 2-1 潜变量及观测变量相关描述

潜变量符号	潜变量	观测变量符号	观测项
PS	感知安全性	PS <sub>1</sub>	我认为驾驶共享汽车不会造成人身伤害
		PS <sub>2</sub>	我认为使用共享汽车不会泄露个人信息
		PS <sub>3</sub>	我认为共享汽车押金能按时退回
PCL	感知收费水平	PCL <sub>1</sub>	我认为共享汽车出行收费合理
		PCL <sub>2</sub>	我认为共享汽车押金设置合理
		PCL <sub>3</sub>	我对共享汽车提供的优惠力度满意
PFL	感知设施水平	PFL <sub>1</sub>	我认为共享汽车车型丰富
		PFL <sub>2</sub>	我认为共享汽车内部空间舒适
PU	感知有用性	PU <sub>1</sub>	共享汽车节约了我的出行时间
		PU <sub>2</sub>	共享汽车满足了我对出行舒适度的要求
		PU <sub>3</sub>	共享汽车节约了我的出行成本
PEC	感知易用性	PEC <sub>1</sub>	我认为共享汽车租赁点数量设置合理
		PEC <sub>2</sub>	我能在任意时间租到共享汽车
		PEC <sub>3</sub>	我认为共享汽车租赁点位置设置合理
PC	感知相容性	PC <sub>1</sub>	我以往的驾驶技术能运用于使用共享汽车出行
		PC <sub>2</sub>	使用共享汽车出行符合我的环保出行观念
SI	上级影响	SI <sub>1</sub>	我的老师或老板认为，我应该使用共享汽车出行
		SI <sub>2</sub>	一些权威机构（认为，我应该使用共享汽车出行
PI	同级影响	PI <sub>1</sub>	我的家人认为，我应该使用共享汽车出行
		PI <sub>2</sub>	我的朋友认为，我应该使用共享汽车出行
FC	便利条件	FC <sub>1</sub>	我认为使用共享汽车时，发生问题能得到有效及时的解决
		FC <sub>2</sub>	共享汽车租赁点与目的地（或出发地）之间的距离合理
SE	自我效能	SE <sub>1</sub>	我了解使用共享汽车的流程
		SE <sub>2</sub>	我能熟练自如的使用共享汽车出行
BA	行为态度	BA <sub>1</sub>	我认为使用共享汽车比购买私家车有助于环保
		BA <sub>2</sub>	我认为使用共享汽车有助于节约出行成本
		BA <sub>3</sub>	我认为使用共享汽车有助于缓解城市交通拥堵
SN	主观规范	SN <sub>1</sub>	整个社会舆论认为，我应该使用共享汽车出行
		SN <sub>2</sub>	对我重要的人认为，我应该使用共享汽车出行
PBC	感知行为控制	PBC <sub>1</sub>	我很容易选择共享汽车出行
		PBC <sub>2</sub>	使用共享汽车出行在我的能力范围内
UI	使用意向	UI <sub>1</sub>	比起私家车出行，我将更多使用共享汽车出行
		UI <sub>2</sub>	比起公共交通出行，我将更多使用共享汽车出行
		UI <sub>3</sub>	我愿意增加共享汽车的使用频率

### 2.2.2 问卷设计与数据获取

本文关于共享汽车用户使用意向的调查问卷主要包括两部分，第一部分主要是针对用户的一些基本出行信息进行收集，如用户是否使用过共享汽车，使用共享汽车的频率及使用共享汽车的出行目的等，第二部分则针对感知安全性、感知收费水平和感知设施水平等潜变量及其观测变量进行提问。针对第一部分的问题采用常规的单向选择题或多项选择题进行设置，共包括 8 道题，第二部分的问题则采用李克特 5 级量表法（Likert Scale）错误:未找到引用源。进行设置，共包括 34 道题。本文采用线上调查的方式针对成都市共享汽车用户进行调研，最终回收到了 443 份有效问卷。

## 2.3 样本数据分析及检验

### 2.3.1 信度分析

本文采用 Cronbach  $\alpha$  (Alpha) 系数作为检验量表信度的指标，得到的分析结果如表 2-2 所示。由分析结果可知，各潜变量的 Cronbach  $\alpha$  值均大于 0.7，说明问卷数据的可用性较高，其中感知有用性的 Cronbach  $\alpha$  值为 0.9，量表信度较为理想，整体的 Cronbach  $\alpha$  值为 0.889，属于可接受范围内。

表 2-2 潜变量信度统计表

符号	潜变量	观测项数量	Cronbach $\alpha$ 值
PS	感知安全性	3	0.890
PCL	感知收费水平	3	0.773
PFL	感知设施水平	2	0.838
PU	感知有用性	3	0.900
PEC	感知易用性	3	0.894
PC	感知相容性	2	0.759
SI	上级影响	2	0.845
PI	同级影响	2	0.748
FC	便利条件	2	0.848
SE	自我效能	2	0.844
BA	行为态度	3	0.794
SN	主观规范	2	0.851
PBC	感知行为控制	2	0.738
UI	使用意向	3	0.894
-	整体	-	0.889

### 2.3.2 效度分析

效度分析的目的在于验证量表的有效性，计算结果如表 2-3 所示。因子分析载荷系数均介于 0.712 至 0.927 之间，均大于 0.5，因此上述潜变量与其观测变量之间具有良好的相关性；除同级影响、自我效能和感知行为控制三个潜变量的 KMO 值介于 0.6 与 0.7 之间，其他潜变量的 KMO 值均大于 0.7，因此，仍可以认为上述潜变量整体满足要求；Bartlett 球形检验值 p 均小于 0.05，表明量表具有可接受的有效性；而累积方差贡献率均大于 70%，符合要求。

表 2-3 效度分析统计表

符号	潜变量	观测项符号	因子分析载荷系数	KMO 值	Bartlett 球形检验值 p	累计方差贡献率 (%)
PS	感知安全性	PS <sub>1</sub>	0.894	0.747	0.004	82.013
		PS <sub>2</sub>	0.91			
		PS <sub>3</sub>	0.912			
PCL	感知收费水平	PCL <sub>1</sub>	0.797	0.742	0.021	79.741
		PCL <sub>2</sub>	0.892			
		PCL <sub>3</sub>	0.891			
PFL	感知设施水平	PFL <sub>1</sub>	0.827	0.7	0	76.024
		PFL <sub>2</sub>	0.927			
PU	感知有用性	PU <sub>1</sub>	0.819	0.752	0.003	83.281
		PU <sub>2</sub>	0.81			
		PU <sub>3</sub>	0.809			
PEC	感知易用性	PEC <sub>1</sub>	0.913	0.75	0	82.503
		PEC <sub>2</sub>	0.908			
		PEC <sub>3</sub>	0.904			
PC	感知相容性	PC <sub>1</sub>	0.736	0.715	0.002	77.685
		PC <sub>2</sub>	0.816			
SI	上级影响	SI <sub>1</sub>	0.831	0.726	0.015	76.588
		SI <sub>2</sub>	0.752			
PI	同级影响	PI <sub>1</sub>	0.768	0.668	0.032	75.81
		PI <sub>2</sub>	0.754			
FC	便利条件	FC <sub>1</sub>	0.832	0.709	0	70.157
		FC <sub>2</sub>	0.766			
SE	自我效能	SE <sub>1</sub>	0.833	0.6	0.003	77.067
		SE <sub>2</sub>	0.762			
BA	行为态度	BA <sub>1</sub>	0.818	0.748	0	82.493
		BA <sub>2</sub>	0.804			
		BA <sub>3</sub>	0.903			
SN	主观规范	SN <sub>1</sub>	0.712	0.703	0.008	77.051

		SN <sub>2</sub>	0.801			
PBC	感知行为	PBC <sub>1</sub>	0.728	0.697	0.016	76.094
	控制	PBC <sub>2</sub>	0.831			
UI	使用意向	UI <sub>1</sub>	0.816	0.749	0.002	82.514
		UI <sub>2</sub>	0.909			
		UI <sub>3</sub>	0.9			

### 3 模型分析

#### 3.1 模型构建

为进行深入研究，本文对部分潜变量进行多维解构，结合计划行为理论、技术接受模型以及解构计划行为理论，对共享汽车使用意向模型进行创新拓展，关于共享汽车使用意向的拓展模型如图 3-1 所示。

在拓展的模型中，根据共享汽车的使用特点及性能，构建出感知安全性、感知收费水平和感知设施水平三个维度的变量，并根据 TAM 将这三个变量作为 DTPB 中感知有用性和感知易用两个变量的外部变量，并将 TPB 中行为态度、主观规范、感知行为控制三个潜变量进一步解构为 7 个维度的潜变量。

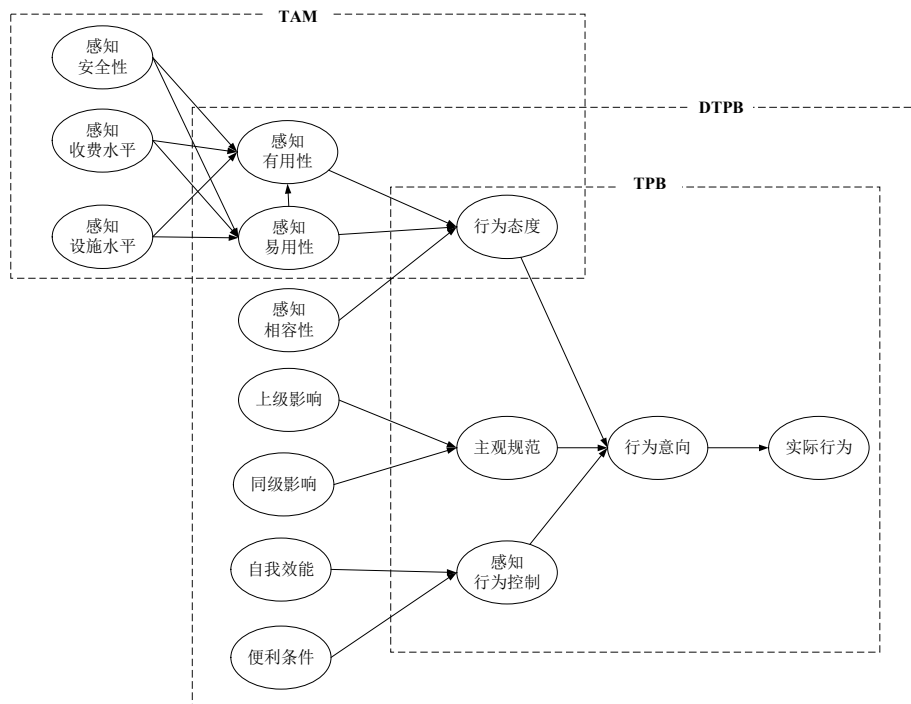


图 3-1 共享汽车使用意向模型理论图



## 3.2 模型假设

在共享汽车使用意向模型理论图中，单向箭头表示潜变量对另一潜变量之间的单向效应。根据这一特征，共提出 17 个潜变量之间的影响关系假设。

假设 1 (S<sub>1</sub>)：PS 对 PU 存在着正向作用；假设 2 (S<sub>2</sub>)：PCL 对 PU 存在着反向作用；假设 3 (S<sub>3</sub>)：PFL 对 PU 存在着正向作用；假设 4 (S<sub>4</sub>)：PS 对 PEC 存在着正向作用；假设 5 (S<sub>5</sub>)：PCL 对 PEC 存在着反向作用；假设 6 (S<sub>6</sub>)：PFL 对 PEC 存在着正向作用；假设 7 (S<sub>7</sub>)：PEC 对 PU 存在着正向作用；假设 8 (S<sub>8</sub>)：PU 对 BA 存在着正向作用；假设 9 (S<sub>9</sub>)：PEC 对 BA 存在着正向作用；假设 10 (S<sub>10</sub>)：PC 对 BA 存在着正向作用；假设 11 (S<sub>11</sub>)：SI 对 SN 存在着正向作用；假设 12 (S<sub>12</sub>)：PI 对 SN 存在着正向作用；假设 13 (S<sub>13</sub>)：SE 对 PBC 存在着正向作用；假设 14 (S<sub>14</sub>)：FC 对 PBC 存在着正向作用；假设 15 (S<sub>15</sub>)：BA 对 UI 存在着正向作用；假设 16 (S<sub>16</sub>)：SN 对 UI 存在着正向作用；假设 17 (S<sub>17</sub>)：PBC 对 UI 存在着正向作用。

## 3.3 模型拟合

### 3.3.1 初始拟合模型

通过 Amos 软件建立结构方程初始模型图，如图 3-2 所示。对模型中的内衍变量和外衍变量各设置一个误差变量 (Error)，用于解释其他变量无法解释的部分，初始共享汽车使用意向模型中共包括 48 个误差变量，分别命名为 e1 至 e48，为了能够估计误差项的误差变量，各误差项的初始路径系数固定为 1。

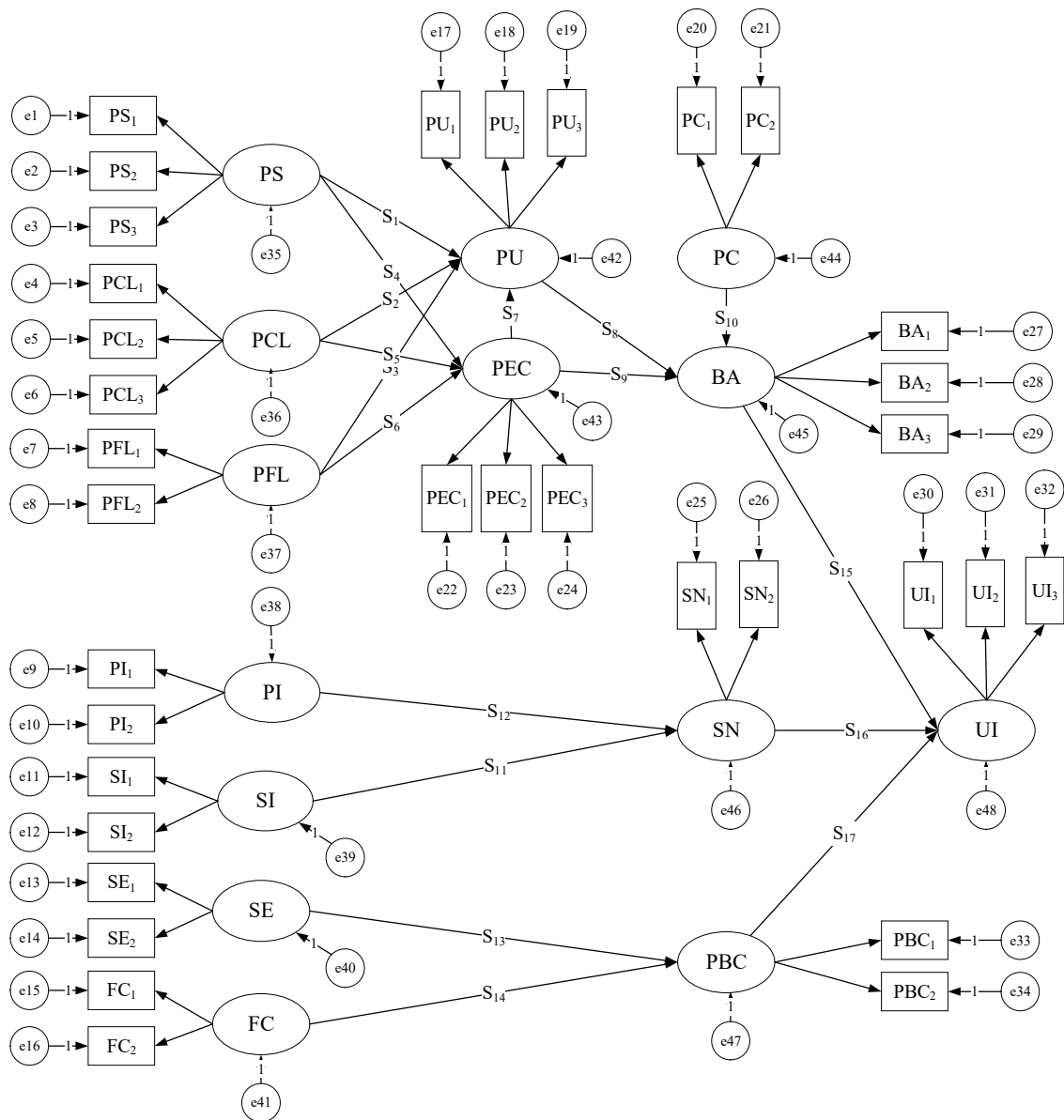


图 3-2 结构方程初始模型图

### 3.3.2 拟合指标

结构方程模型拟合度的大小能够代表初始共享汽车使用意向模型可行性的高低，模型的拟合度越大，表示模型在实际中的可用性越高。本文结合 CMIN/DF、GFI、PMR 等拟合指标来分析模型的拟合度大小。各拟合指标运算结果如表 3-1 所示。其中 NFI 的值为  $0.805 > 0.8$ ，CFI 的值为  $0.825 > 0.8$ ，IFI 的值为  $0.856 > 0.8$ ，TLI 的值为  $0.893 > 0.8$ ，RFI 的值为  $0.861$  接近 1，上述五个指标均属于基准比较，指标值均大于 0.8 但小于 0.9，说明拟合指标一般勉强可接受，但模型仍有优化的空间；而 P 值为  $0.018 < 0.5$ ，CMIN/DF 的值为  $3.988 > 3$ ，GFI 的值为  $0.438 < 0.8$ ，RMR 的值为  $0.976 > 0.08$ ，RMSEA 的值为  $0.158 > 0.1$ ，

AGFI 的值为 0.344<0.8，指标值均未达到标准，说明模型和数据的配适度较低，必须对模型做进一步的调整。因此接下来本文将对共享汽车使用意向初始模型进行优化调整。

表 3-1 初始模型拟合结果

P	CMIN/ DF	GFI	RMR	RMSE A	AGFI	NFI	CFI	IFI	TLI	RFI
0.018	3.988	0.438	0.976	0.158	0.344	0.805	0.825	0.856	0.893	0.861

### 3.4 模型优化

根据输出的相关数据对初始模型进行优化，首先参考修正指标（Modification Indices, MI）值，生成的修正指标值如表 3-2 所示，其中 e36 和 e37 之间的 MI 值最大为 276.367，此时若建立 e36 和 e37 之间的关联路径，即认为二者之间存在互为因果的关系，那它们之间的协方差将增加 1.168，P 值也将有所增加，从而模型的拟合度也将得到提升。

表 3-2 模型修正指标值

路径	M.I.	Par Change
e36<--> e37	276.367	1.168
e18<--> e19	19.867	0.217
e5 <--> e22	4.468	0.65
e2 <--> e23	4.128	0.61
e1<--> e4	4.336	0.050

此外，在输出结果中，发现 PEC--->PU 的 estimate 值为 0.12，P 值为 0.022<0.05，PC--->BA 的 estimate 值为 0.13，P 值为 0.016<0.05，即路径系数值偏低，说明感知易用性和感知有用性潜变量之间的关联性较弱，而感知相容性这一变量不能对共享汽车使用意向有着明显的影响。潜变量之间的影响不存在实质性的意义，因此在优化过程中，可考虑删除对应路径，优化后的结构方程路径图如图 3-3 所示。

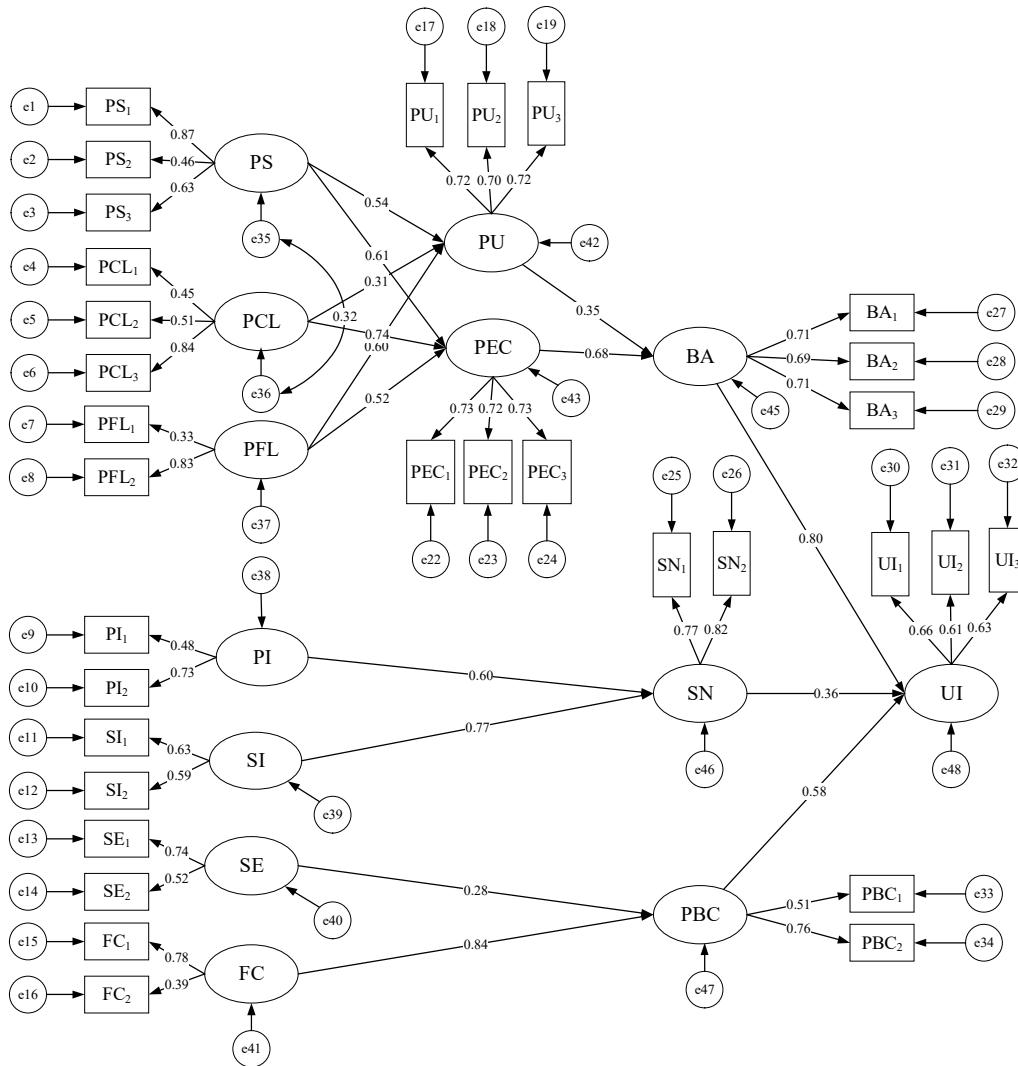


图 3-3 优化后的结构方程路径图

优化后的模型相关修正指标如表 3-3 所示。其中 P 值为  $0.766 \geq 0.05$  达到显著性要求，CMIN/DF 的值为  $2.632 < 3$ ，GFI 的值为  $0.926 > 0.9$ ，RMR 的值为  $0.059 < 0.08$ ，RMSEA 的值为  $0.026 < 0.08$ ，AGFI 的值为  $0.924 > 0.9$ ，NFI 的值为  $0.924 > 0.9$ ，CFI 的值为  $0.962 > 0.9$ ，IFI 的值为  $0.945 > 0.9$ ，TLI 的值为  $0.917 > 0.9$ ，RFI 的值为  $0.904$  接近 1。

表 3-3 优化后的模型拟合值

P	CMIN/DF	GFI	RMR	RMSEA	AGFI	NFI	CFI	IFI	TLI	RFI
0.766	2.632	0.926	0.059	0.067	0.924	0.924	0.962	0.945	0.917	0.904

### 3.5 验证假设

根据标准化路径系数值对所提出的假设进行验证，各潜变量间的路径系数及假设验证

分析如表 3-4 所示，其中 S.E.为估计参数的标准误差，C.R.为检验统计量，即临界比，临界比值为 t 检验的 t 值，若 C.R.>1.96 则表明达到标准，P 代表显著性水平。

表 3-4 路径系数及假设验证分析

假设	假设内容	标准化路径系数	S.E.	C.R.	P	是否成立
S1	PS 对 PU 正向影响	0.542	0.028	2.472	***	成立
S2	PCL 对 PU 正向影响	0.312	0.184	2.243	0.080	成立
S3	PFL 对 PU 正向影响	0.600	0.036	3.634	***	成立
S4	PS 对 PEC 正向影响	0.611	0.028	4.232	***	成立
S5	PCL 对 PEC 正向影响	0.735	0.027	2.290	0.072	成立
S6	PFL 对 PEC 正向影响	0.522	0.045	2.450	***	成立
S7	PEC 对 PU 正向影响	-	-	-	-	不成立
S8	PU 对 BA 正向影响	0.352	0.154	2.270	0.023	成立
S9	PEC 对 BA 正向影响	0.683	0.047	2.001	***	成立
S10	PC 对 BA 正向影响	-	-	-	-	不成立
S11	SI 对 SN 正向影响	0.771	0.035	3.295	***	成立
S12	PI 对 SN 正向影响	0.600	0.036	3.077	0.052	成立
S13	SE 对 PBC 正向影响	0.284	0.036	4.779	***	成立
S14	FC 对 PBC 正向影响	0.843	0.053	3.971	***	成立
S15	BA 对 UI 正向影响	0.800	0.041	2.902	***	成立
S16	SN 对 UI 正向影响	0.362	0.031	4.032	***	成立
S17	PBC 对 UI 正向影响	0.582	0.032	3.790	***	成立

在优化的模型中，PEC--->PU 和 PC--->BA 两条路径被删除，所以假设 S7 和假设 S10 不成立，而剩下其余路径的 P 值均<0.05 且 C.R.>1.96，表明假设均得到验证。因此可以得到感知安全性、感知设施水平和感知收费水平对感知有用性能够产生正向的影响，同样也能够对感知易用性产生正向的影响；感知有用性和感知易用性能够对行为态度产生正向的影响；上级影响和同级影响能够对主观规范产生正向影响；自我效能和便利条件能够对感知行为控制产生正向影响；行为态度、主观规范和感知行为控制会对共享汽车使用意向产生正向影响。

## 4 数据分析及结果

### 4.1 使用意向影响效果分析

本文通过输出的直接效果、间接效果以及总效果来分析影响成都市共享汽车用户使用意向的各潜变量。直接效果值即为路径图中两变量之间的标准化路径系数值；间接效果值即为路径系数的乘积值；总效果则为直接效果和间接效果之和。拓展的共享汽车使用意向模型中各变量对使用意向 UI 的影响效果如表 4-1 所示。

表 4-1 各潜变量对使用意向 UI 的影响效果

效果	PS	PCL	PFL	PU	PEC	SI	PI	FC	SE	BA	SN	PBC
直接效果	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.800	0.362	0.582
间接效果	0.486	0.489	0.454	0.281	0.546	0.279	0.217	0.491	0.165	0	0	0
总效果	0.486	0.489	0.454	0.281	0.546	0.279	0.217	0.491	0.165	0.800	0.362	0.582

通过表 4-1 可知，感知安全性 PS、感知收费水平 PCL、感知设施水平 PFL、感知有用性 PU、感知易用性 PEC、上级影响 SI、同级影响 PI、设施便利 FC 和自我效能 SE 对使用意向有着间接效果，而行为态度 BA、主观规范 SN 和感知行为控制 PBC 对共享汽车使用意向有着直接效果。因此，在提升共享汽车用户的使用意向时，可以从上述几个因素进行着手。

### 4.2 观测项对各潜变量影响分析

同时，根据优化后的结构方程模型，可以得到各变量的回归方程式如下。通过各变量的回归方程式，可分析出其观测变量对其的影响程度，结合不同观测变量的内容可以针对性的提出提升共享汽车用户使用意向的对策。

$$PS=0.87PS_1+0.46PS_2+0.63PS_3 \quad (4.1)$$

针对感知安全性 PS，其观测变量分别为 PS<sub>1</sub>、PS<sub>2</sub> 和 PS<sub>3</sub>，系数分别为 0.87、0.46 和 0.43，PS<sub>1</sub> 的系数最大，表明 PS<sub>1</sub> 对感知安全性变量的影响最大，PS<sub>1</sub> 的问题是共享汽车不会造成人身伤害，因此通过加共享汽车车身结构对人体的安全性能水平，可以提高用户的感知安全性从而增加共享汽车使用意向。

$$PCL=0.45PCL_1+0.51PCL_2+0.84PCL_3 \quad (4.2)$$

针对感知收费水平 PCL，其观测变量中 PCL<sub>3</sub> 的系数最大为 0.84，因此可通过提高共享汽车的优惠力度，来提升用户的感知收费水平从而增加共享汽车使用意向。

$$PFL=0.33PFL_1+0.83PFL_2 \quad (4.3)$$

针对感知设施水平 PFL，其观测变量中 PFL<sub>2</sub>的系数最大为 0.83，因此可通过提升共享汽车内部空间舒适度，来提升用户的感知设施水平，从而增加共享汽车的使用意向。

$$PI=0.48PI_1+0.73PI_2 \quad (4.4)$$

针对同级影响 PI，其观测变量中 PI<sub>2</sub>的系数最大为 0.73，因此可通过提升周围朋友的影响力度来提升同级影响，从而增加共享汽车的使用意向。

$$SI=0.63SI_1+0.59SI_2 \quad (4.5)$$

针对上级影响 SI，其观测变量中 SI<sub>1</sub>的系数最大为 0.63，因此可通过提升领导的影响力来提升上级影响，从而增加共享汽车的使用意向。

$$SE=0.74SE_1+0.52SE_2 \quad (4.6)$$

针对自我效能 SE，其观测变量中 SE<sub>1</sub>的系数最大为 0.74，因此可通过提升用户对共享汽车的了解及驾驶熟练程度，来提升自我效能从而增加共享汽车的使用意向。

$$FC=0.39FC_1+0.78FC_2 \quad (4.7)$$

针对设施便利 FC，其观测变量中 FC<sub>2</sub>的系数最大为 0.78，因此可通过合理设置共享汽车网点与用户需求点之间的距离，来提升设施便利程度从而增加共享汽车的使用意向。

$$PU=0.72PU_1+0.70PU_2+0.72PU_3 \quad (4.8)$$

针对感知有用性 PU，其观测变量中 PU<sub>1</sub>和 PU<sub>3</sub>的系数相同均为 0.72，因此除了通过 PS、PCL 和 PFL 来影响用户对有用性的感知水平，还可以通过节省出行成本和出行时间来提升用户的感知有用性水平，从而增加共享汽车的使用意向。

$$PEC=0.73PEC_1+0.72PEC_2+0.73PEC_3 \quad (4.9)$$

针对感知易用性 PEC，其观测变量中 PEC<sub>1</sub>和 PEC<sub>3</sub>的系数相同均为 0.73，因此除了通过 PS、PCL 和 PFL 来影响用户对易用性的感知水平，还可以通过合理设置汽车租赁点的位置，方便用户在任何时间和地点租赁到共享汽车，从而提升用户的感知易用性水平，增加共享汽车的使用意向。

$$BA=0.71BA_1+0.69BA_2+0.71BA_3 \quad (4.10)$$

针对行为态度 BA，其观测变量中 BA<sub>1</sub>和 BA<sub>3</sub>的系数相同均为 0.73，因此除了通过 PU 和 PEC 来影响用户的自我效能，还可以通过采用新能源共享汽车等措施来提升用户的自我效能，从而增加共享汽车的使用意向。

$$SN=0.77SN_1+0.82SN_2 \quad (4.11)$$

针对主观规范 SN，其观测变量中 SN<sub>2</sub> 的系数最大为 0.82，因此除了通过 PI 和 SI 来影响主观规范，还可以通过增设宣传大使扩大公众人物的影响力等方式来提升用户的主观规范，从而增加共享汽车的使用意向。

$$PBC=0.51PBC_1+0.76PBC_2 \quad (4.12)$$

针对感知行为控制 PBC，其观测变量中 PBC<sub>2</sub> 的系数最大为 0.76，因此除了通过 SE 和 FC 来影响感知行为控制，还可以简化共享汽车的使用手续流程等，使更多人有能力使用共享汽车，从而提升感知行为控制增加共享汽车的使用意向。

$$UI=0.66UI_1+0.61UI_2+0.63UI_3 \quad (4.13)$$

针对使用意向 UI，其观测变量中 UI<sub>1</sub> 的系数最大为 0.66，因此除了通过 BA、SN 和 PBC 来影响使用意向，还可以通过鼓励公众在特定情况下采用共享汽车出行从而放弃私家车的购买，以此来增加共享汽车用户的使用意向。

### 4.3 提取影响用户使用意向的关键因素

从各潜变量对使用意向的影响总效果来看，行为态度、感知易用性及便利条件的效果值最大，分别为 0.800、0.546 和 0.491，结合具体观测项题目，可以发现行为态度无法直接量化，并且作为感知易用性的中介变量，可通过提升用户的感知易用性来提升用户的行为态度，因此对感知易用性和便利条件两个潜变量展开分析。

感知易用性包含三个观测项，各观测项的统计人数如图 4-1 所示，结合感知易用性的回归方程式可知，观测项 PEC<sub>1</sub> 和 PEC<sub>3</sub> 对感知易用性的影响相对较大，PEC<sub>1</sub> 代表“我认为共享汽车租赁点数量设置合理”，PEC<sub>3</sub> 代表“我认为共享汽车租赁点位置设置合理”，由此可知，共享汽车网点位置和数量是影响共享汽车用户的使用意向的重要因素。PEC<sub>1</sub> 和 PEC<sub>3</sub> 均为量表题，平均分为 2.88 和 2.91，均低于 3 分，说明共享汽车租赁点位置和数量的设置仍有进一步的提升空间，因此为了提升共享汽车用户的使用意向，合理的设置共享汽车网点位置是必不可少的一个环节。



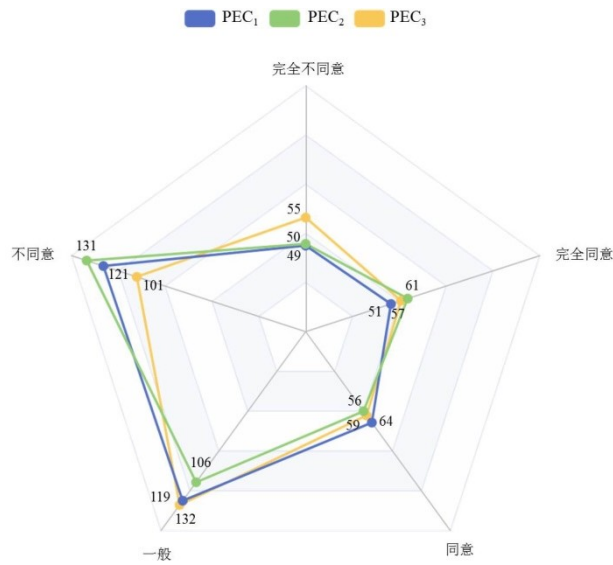


图 4-1 感知易用性选项统计

便利条件包含两个观测项，各观测项的统计人数如图 4-2 所示。结合便利条件的回归方程式可知，观测项 FC<sub>2</sub>对感知易用性的影响相对较大，FC<sub>2</sub>代表“共享汽车租赁点与目的地（或出发地）之间的距离合理”，由此可知，共享汽车租赁点与目的地（或出发地）之间的距离是影响共享汽车用户的使用意向的重要因素，该题的平均分为 2.82，影响较大但分数相对较低，说明在进行网点选址的过程中需要着重考虑距离因素。

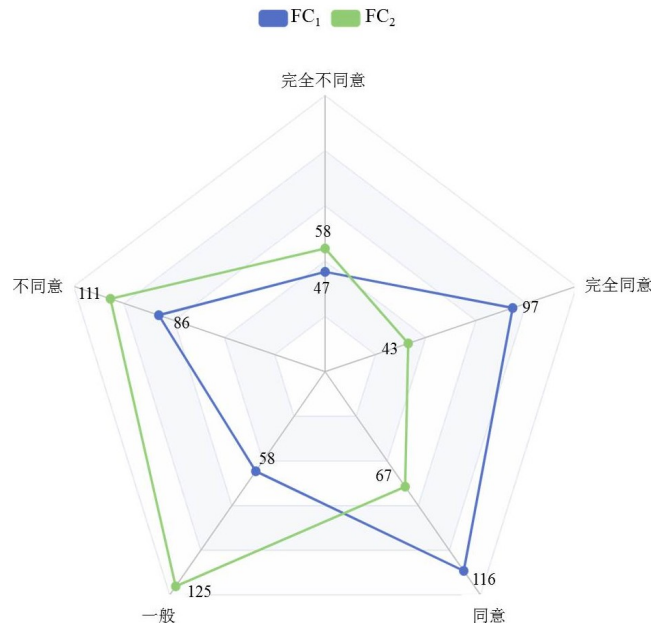


图 4-2 便利条件选项统计

## 5 结论

本文对 TPB、TAM 及 DTPB 中的部分潜变量进行多维解构,并结合计划行为理论、技术接受模型以及解构计划行为理论,对共享汽车使用意向模型进行创新拓展,根据共享汽车的使用特点及性能,构建出感知安全性、感知收费水平和感知设施水平 3 个维度的变量,根据 TAM 将这 3 个变量作为 DTPB 中感知有用性和感知易用两个变量的外部变量,将 TPB 中行为态度、主观规范、感知行为控制 3 个潜变量进一步解构为 7 个维度的潜变量。

通过输出的直接效果、间接效果以及总效果值来解释影响成都市共享汽车用户使用意向的各潜变量,通过各变量的回归方程式分析出其观测变量对其的影响程度。结果表明感知安全性、感知收费水平以及感知设施水平等因素对使用意向有着间接效果,而行为态度、主观规范和感知行为控制对共享汽车使用意向有着直接效果。本文根据上述分析结果提取出了影响用户使用意向的关键因素,即网点选址的合理性是影响使用意向的重要因素,因此,从用户角度出发,为提升共享汽车用户的出行使用意向,合理的设计共享汽车网点选址是十分必要的。

## 参考文献

- [1] 赵永全, 朱兴和. 共享新能源汽车分时租赁网点的选址优化分析[J]. 科技视界, 2018, 000(12):223-224.
- [2] 闫康礼, 申栋夫, 汪寒冰, 等. 共享汽车供给模式影响下私家车用户出行方式选择演化研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2022, 20(01):63-72.
- [3] 赵敏, 王善勇. 电动汽车共享的使用意向研究[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2018, 39(03):32-38.
- [4] Ko Eunjeong, Kim Hyungjoo, Lee Jinwoo. Survey Data Analysis on Intention to Use Shared Mobility Services[J]. Journal of Advanced Transportation, 2021, 2021(3):1-10.
- [5] Curtale R, Liao F, Peter V. User acceptance of electric car-sharing services: The case of the Netherlands[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2021, 149(7):266-282.
- [6] Frade I, Ribeiro A, Goncalves G, et al. Optimal Location of Charging Stations for Electric Vehicles in a Neighborhood in Lisbon, Portugal[J]. Transportation Research Record

Journal of the Transportation Research Board 2252(2012):91-98.

[7]Davis F D . Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology[J]. Mis Quarterly, 1989, 13(3):319-340.

[8]Taylor S , Todd P A . Understanding Information Technology Usage : A Test of Competing Models[J]. Information Systems Research, 1995, 5(2):91-108.

[9]Sprent R . Structural Equation Models in the Social Sciences.by Arthur S. Goldberger; Otis Dudley Duncan[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1974, 137(2):276-277.

[10]刘红德,冯晓丽,张丹晨.基于结构方程的共享汽车顾客满意度测评研究——以北京市为例[J].现代营销(下旬刊),2020(07):176-179.

### 作者简介

王哲源，男，硕士，成都市规划设计研究院，助理工程师。电子邮箱：  
410209053@qq.com

李星，男，硕士，成都市规划设计研究院，高级工程师。乔俊杰，男，硕士，成都市规划设计研究院，高级工程师。

王玥，女，硕士，崇州市住建局，主任科员。邹禹坤，男，硕士，成都市规划设计研究院，工程师。

温馨，女，硕士，成都市规划设计研究院，工程师。

郝偲成，女，硕士，成都市规划设计研究院，助理工程师。