

基于结构方程的拥挤收费公众可接受性模型

孙祥龙, 陆建

(东南大学 江苏省交通运输规划与管理重点实验室, 210096 南京)

摘要: 为了从心理学的角度解释影响拥挤收费公众可接受性的原因,揭示心理因素对可接受性的影响规律.以心理学理论为基础,选择社会规范、问题感知、个人规范、感知行为控制、行为意愿、感知有效、感知公平、感知自由8个心理因素作为研究变量,构建了公众可接受性的心理因素结构模型;根据模型的要求,开发了心理因素量表,并利用该量表对单一拥挤收费措施和加入了改善公交的组合措施进行了调查;利用调查的897个小汽车用户样本对结构模型进行了拟合与估计.结果表明:在可接受性的解释因素上两个措施没有显著的不同,感知公平、感知自由、个人规范、感知行为控制对可接受性有直接影响;影响效果分析表明感知公平和感知自由是影响公众可接受性的关键因子.提高公平性或增加可替代的出行方式有助于提高拥挤收费的公众可接受性.

关键词: 拥挤收费;公众可接受性;结构方程模型;关键影响因子

中图分类号: U491 **文献标志码:** A **文章编号:** 0367-6234(2012)12-0140-05

Public acceptability model of congestion pricing based on structural equation model

SUN Xiang-long, LU Jian

(Key Laboratory of Transportation Planning and Management of Jiangsu Province, Southeast University, 210096 Nanjing, China)

Abstract: To explain the reasons of influencing public acceptability of congestion pricing from psychological point of view, and reveal the influence law of psychological factors on acceptability, the structural equation model of public acceptability is built with psychological factors social norm, problem perception, personal norm, perceived behavioral control, behavioral intention, perceived effectiveness, equity and freedom. A scale is developed to measure these psychological factors. Single congestion pricing policy and combined measure of congestion pricing to improve transit are investigated by the scale. The default structural model is fitted and estimated by 897 samples of car user. The results show that the explanatory factors for acceptability are not significantly different between two measures, perceived fairness, freedom, personal norm and perceived behavioral control have direct impact on acceptability. The perceived fairness and freedom are the key factors to affect the public acceptability. The model results may provide a basis for managers to increase the acceptability of congestion pricing policy.

Key words: congestion pricing; public acceptability; structural equation model; key influence factors

很多研究将收费措施视为解决城市交通问题的有效方法,但在现实中,拥挤收费却很少被采用.除了硬件的原因外,缺乏公众和政府的支持是

拥挤收费实施的一个巨大障碍^[1-3]. 对于一个新系统的实施效果,系统的接受性有着举足轻重的影响.如果拥挤收费措施在低接受性条件下实施,可能会引起公众的不满和社会的负面舆论,更严重的是,这些消极态度可能会体现在具体的出行行为上,从而影响措施的有效性,甚至导致措施的完全失败^[4]. 导致人们无法接受该措施的原因,除了措施本身的系统因素外,公众的心理感知因

收稿日期: 2012-06-06.
基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2011AA110302);
江苏省普通高校研究生科研创新计划(cxzz_0167).
作者简介: 孙祥龙(1984—),男,博士研究生;
陆建(1972—),男,教授,博士生导师.
通信作者: 陆建, lujian_1972@seu.edu.cn.

素也至关重要,本文主要研究心理因素对公众可接受性的影响,通过模型定量评价心理因素对可接受性的影响。

1 结构方程模型

结构方程模型 (Structural equation model, SEM)是在统计分析技术基础上发展形成的,是一种建立、估计和检验因果关系模型的方法,可以替代多元回归、路径分析、因子分析、方差分析等方法,清晰分析单项指标对总体的作用和单项指标间的相互关系。目前流行的结构方程建模技术有两类,一种是基于最大似然估计的协方差结构分析方法,称为硬模型 (Hard modeling),以 LISREL (Linear structural relationship) 方法为代表;另一种则是基于偏最小二乘法的方差分析方法,被称为软模型 (Soft modeling),以 PLS (Partial least square) 方法为代表。

1.1 模型设定

在利他主义理论中^[5],社会规范、个人规范、问题感知、行动意愿之间存在正相关关系,前一个变量直接影响后一个,也会直接影响更后面的变量;计划行为理论^[6]提出了感知行为控制对行为意愿

有积极影响。行为意愿与可接受性之间存在着对措施的评价过程。如果公众愿意减少车辆使用,也觉得建议的措施对自己和社会产生积极的影响,那么他们会接受这项措施;相反,如果他们觉得措施对解决交通问题没有效果,而且对他们来说不公平,那么他们就会反对这项措施,即使他们愿意减少车辆使用。根据 Eriksson 等^[7-8]的研究,对于“推动措施”个人规范可能直接影响接受性。个人对资源和机会的控制也可能对接受性有直接影响。

根据上述分析,采用 LISREL 方法,建立公众可接受性的心理因素结构方程模型,如图 1 所示。图中 ξ 为外生潜变量; η 为内生潜变量; x 为外生潜变量的显变量; y 为内生潜变量的显变量; γ 为外生潜变量与内生潜变量之间的路径系数; β 为内生潜变量之间的路径系数; λ 为显变量在潜变量上的载荷系数; $e_1 \sim e_{19}$ 为显变量的残差; $e_{20} \sim e_{25}$ 为内生潜变量的误差。

潜变量与潜变量之间的结构方程为

$$\eta = \beta\eta + \gamma\xi + e. \tag{1}$$

潜变量与显变量之间的测量模型为

$$x = \lambda_x\xi + e, y = \lambda_y\eta + e. \tag{2}$$

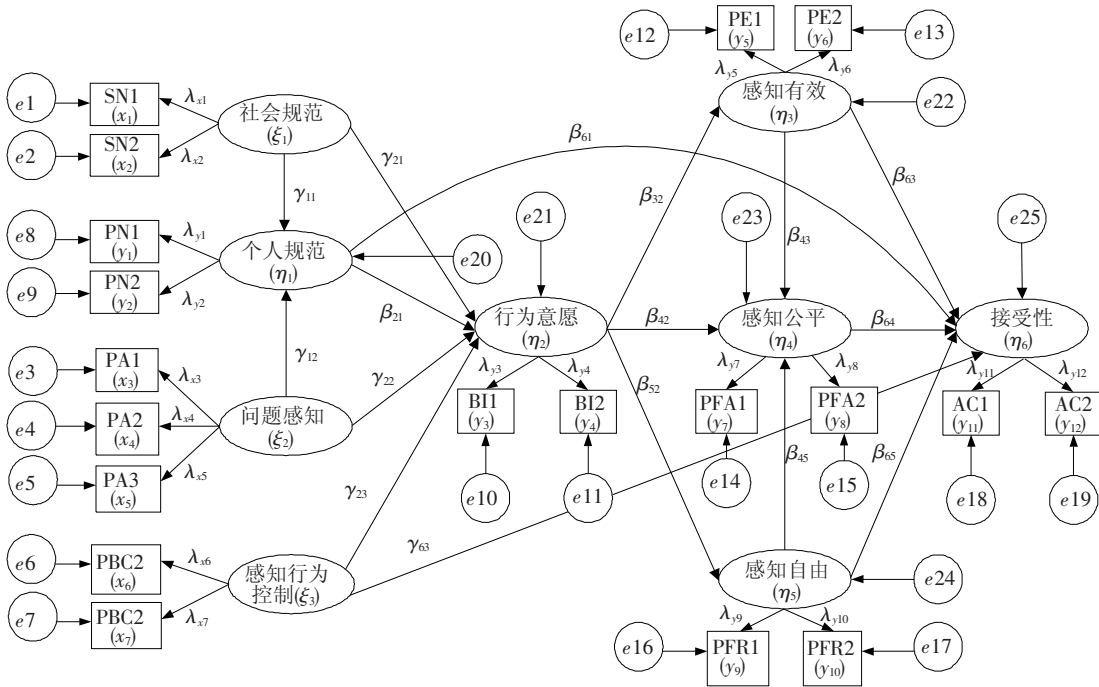


图 1 公众可接受性的心理因素理论结构模型

1.2 模型识别

使用 t 法则对结构方程模型识别,模型可识别的一个必要条件为

$$t \leq 0.5(m+n)(m+n+1). \tag{3}$$

式中: t 为模型中自由参数个数, m 是显变量 x 的数目, n 是显变量 y 的数目。本研究的理论模型

中, $m = 7, n = 12$,则 $0.5(m+n)(m+n+1) = 190$,而 $t = 53 < 190$,说明模型可以识别。

2 量表开发与数据收集

最终量表包括两部分,心理因素量表和社会人口特征。社会人口特征包括:性别、年龄、教育背

景、家庭组成、收入、居住—工作地、心理因素的测量如下。

社会规范(SN)使用两个测量项目:亲戚朋友会支持我减少车辆使用(SN1);我会按照亲戚朋友的意思来减少车辆使用(SN2),采用5点范围评价,1代表完全不可能,5代表完全可能。感知行为控制(PBC)使用两个测量项目:我能够控制小汽车使用(PBC1);如果愿意,我可以很容易地减少车辆使用(PBC2),1代表完全不同意,5代表完全同意。问题感知(PA)使用3个测量项目:拥挤(PA1);环境污染(PA2);交通噪声(PA3),1代表没问题,5代表非常严重。个人规范(PN)使用两个测量项目:我有道德上的义务为减轻城市交通问题而减少车辆使用(PN1);我有道德上的义务来减少车辆使用,而不管其他人怎么做(PN2),1代表完全不同意,5代表非常同意。行为意愿(BI)使用两个测量项目:我愿意为减轻城市交通问题而减少车辆使用(BI1),1代表完全不愿意,5代表完全愿意;您愿意为减轻城市交通问题,而减少车辆使用的可能性(BI2),0~100%。感知有效(PE)的测量:减少拥挤有效程度(PE1),1代表完全没效果,5代表非常有效;如果拥挤收费被实施,车辆会减少百分数(PE2),0~20%。感知公平(PFA)的测量:措施对自己公平程度(PFA1);对其他人公平程度(PFA2),1代表非常不公平,5代表非常公平。感知自由(PFR)的测量:措施对自由选择出行方式的影响(PFR1);措施是否会使出现变得困难(PFR2),1代表影响非常大,5代表完全不影响。可接受性(AC)的测量:您对措施的态度(AC1),1代表非常不满意,5代表非常满意;您是否支持措施(AC2),1代表完全不支持,5代表完全支持。

在正式调查之前,对初始量表进行了预试。采用Cronbanh's α 系数对问卷信度进行了检验, α 系数为0.72~0.84,当大于0.7的临界标准^[9]时,说明这些指标满足内部一致性的要求,可以用于正式测量。正式调查共发放了1200份问卷,剔除无效问卷后,最终用于分析的问卷897份,占发放总数的74.8%。

3 拥挤收费模型评价

3.1 模型拟合与估计

本研究使用AMOS7.0对模型进行拟合与估计^[9]。由于样本数据的非正态性,使用AMOS7.0中Bootstrap方法进行估计,表1为在5%置信水平下的部分估计结果。估计的模型如图2所示。

表 1 Bootstrap 方法的参数估计

路径	标准误差	均值	临界比率	标准化系数	概率
PN←SN	0.512	-0.083	-0.162	-0.079	0.430
PN←PA	0.651	0.079	0.121	0.084	0.408
BI←SN	0.044	0.141	3.205	0.143	0.021
BI←PN	0.107	0.447	4.178	0.453	0.003
BI←PA	0.045	0.102	2.267	0.108	0.046
BI←PBC	0.173	0.410	2.370	0.414	0.004

模型整体拟合度检验结果如表2所示,各评价指标达到理想状态,模型整体拟合较好。

表 2 拥堵收费模型拟合度评价

配适指标	指标计算值	指标判断标准
卡方统计量(χ^2)	0.122	$P > 0.005$
拟合优度指数(GFI)	0.923	> 0.900
残差均方根(RMR)	0.036	< 0.050
估计误差均方根(RMSEA)	0.043	< 0.080
比较拟合指数(CFI)	0.944	越接近1越好
增值拟合指标(IFI)	0.945	越接近1越好

3.2 影响效应分析

模型中的路径系数反映了结构变量之间的直接影响效应,而不存在直接路径的变量之间也存在着间接影响效应,直接影响效应与间接影响效应的和为总体影响效应。表3为变量对可接受性的影响效应。

表 3 变量对可接受性的影响效应

影响因素	直接效应	间接效应	总体效应
社会规范	0	0.03	0.02
个人规范	0.16	0.07	0.23
问题感知	0	0.02	0.02
感知行为控制	0.19	0.06	0.25
行为意愿	0	0.15	0.15
感知有效	0	0	0
感知公平	0.54	0	0.54
感知自由	0.23	0.11	0.34

各变量的总体效应由大到小依次为感知公平(0.54)→感知自由(0.34)→感知行为控制(0.25)→个人规范(0.23)→行为意愿(0.15)→社会规范(0.02)→问题感知(0.02)→感知有效(0.00),感知公平和感知自由是影响拥挤收费可接受性的两个关键因素。

感知自由对可接受性的直接效应(0.23)大于它通过感知公平来影响可接受性的间接效应(0.11),说明感知公平在感知自由影响可接受性中不能发挥影响作用。

4 组合措施模型评价

4.1 模型拟合与估计

使用Bootstrap法对模型进行拟合和估计。模型的整体拟合度 P 为0.134,GFI为0.966,RMR为0.033,RMSEA为0.037,CFI为0.953,IFI为

0.957,各评价指标满足判别标准,模型整体拟合度较好.估计的模型如图 3 所示.

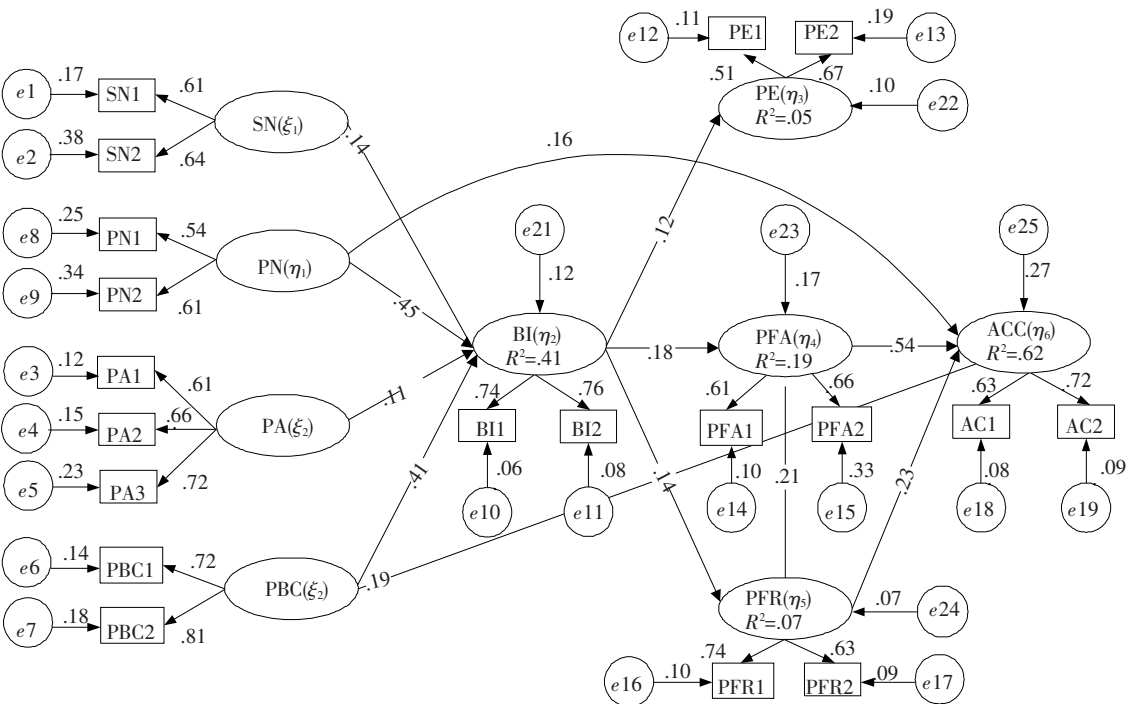


图 2 拥堵收费公众可接受性模型

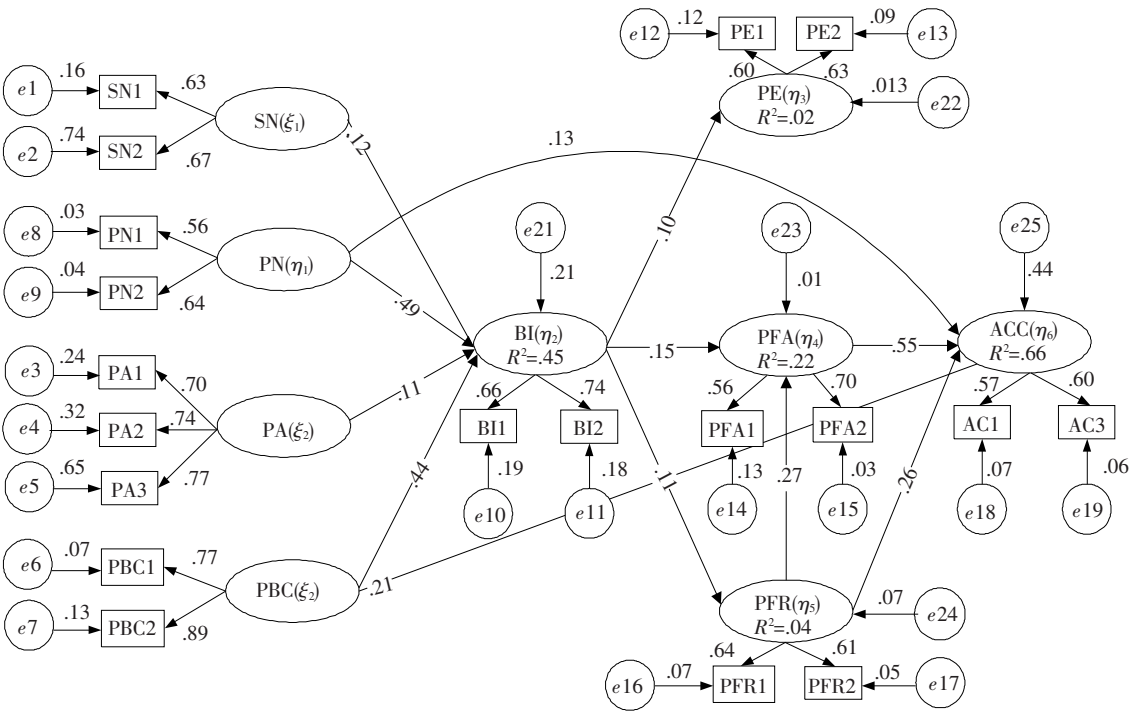


图 3 组合措施公众可接受性模型

4.2 影响效应分析

各变量的总体效应由大到小依次为感知公平 (0.55) → 感知自由 (0.41) → 感知行为控制 (0.26) → 个人规范 (0.19) → 行为意愿 (0.13) → 社会规范 (0.02) → 问题感知 (0.01) → 感知有效 (0.00), 感知公平和感知自由是影响拥挤收费可接受性的两个关键因素.

5 模型分析

本文使用同一个理论模型对单一拥挤收费和加入了改善公交的组合措施进行了检验与估计, 结果发现, 在可接受性的解释因素上两个措施没有显著不同. 本文验证了感知公平是影响可接受性的关键因子, 这个结论与 Eriksson 等^[7-8] 和

Cools 等^[10]的研究结论吻合. Bamberg 等^[11]认为感知有效也对道路收费的接受度非常重要,然而,在本研究中感知有效并不与接受性直接相关,这可能与测量的方法有关;与本文期望相同的是,感知自由与可接受性显著相关,这与 Bamberg 等对道路收费的研究结论是一致的.

公平性与可接受性之间的关系表明措施越能体现公平性,公众接受度就越高. 调查中发现,公众对收费措施公平性的关心主要是公车的使用,税收的分配和管理. 因此,实施拥挤收费一定要对公车进行改革,让公众相信措施对所有的车辆都是平等对待的,同时要向公众说明税收的用处(例如用于改善公交、减低车辆使用税、道路建设等);另外公众参与决策也可能会提高他们的感知公平性.

个人规范、感知行为控制、感知自由与可接受性之间的显著关系表明,为了接受拥挤收费政策,小汽车用户需要有道德上的义务,而且还要增加可替代的出行方式,使得出行选择自由不受限制.

本文的研究结果对于解释影响公众可接受性的原因以及比较不同国家公众可接受性影响因素之间的差异有一定的意义. Fujii 等^[12]研究发现,感知公平和自由对道路收费可接受性的影响在发达国家(如日本、瑞典)与发展中国家(如中国)同样重要,而收入变量只在中国对可接受性有间接影响,在日本和瑞典对可接受性没有影响. 综合这些成果以及本文的分析,可以推断一些影响因素可能是超越文化的,而其他一些因素可能仅在特别的国家和地区起作用.

模型中可接受性的解释方差超过了 60%,说明这些因素能够很好地解释可接受性,但仍会有其他因素对可接受性有重要影响,例如,感知利益、个人结果期望等. 因此,下一步要明确其他心理因素对可接受性的影响.

6 结 论

1)以心理学理论为基础,利用 LISREL 的结构方程方法,构建了公众可接受性心理因素模型;并根据模型的需要开发了心理因素量表.

2)利用样本数据对理论模型进行了检验与估计,结果表明两个措施可以使用相同因素来解释,感知公平、感知自由、个人规范、感知行为控制对可接受性有直接影响.

3)影响效应分析表明,对可接受性的总体效应由大到小依次是感知公平、感知自由、感知行为控制、个人规范、行为意愿、社会规范、问题感知、感知有效;感知公平和感知自由是影响公众可接

受性的关键因子.

4)根据模型的分析结果,在提高公平性和发展可替代出行方式等方面提出了提高可接受性的建议.

参考文献:

- [1] GARLING T, SCHUITEMA G. Travel demand management targeting reduced private car use: effectiveness, public acceptability and political feasibility [J]. *Journal of Social Issues*, 2007, 63(1): 139 - 153.
- [2] SCHADE J, SCHLAG B. Acceptability of urban transport pricing strategies [J]. *Transportation Research Part F*, 2003, 6(2): 45 - 61.
- [3] SCHUITEMA G, STEG L, ROTHENGATTER J A. The acceptability, personal outcome expectations, and expected effects of transport pricing policies [J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2010, 30(4): 587 - 593.
- [4] 宗芳. 基于非集计模型的交通需求管理策略评价研究[D]. 长春:吉林大学, 2008.
- [5] SCHWARTZ S. Elicitation of moral obligation and self-sacrificing behavior: an experimental study of volunteering to be a bone marrow donor [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1970, 15(4): 283 - 93.
- [6] AJZEN I. The theory of planned behavior [J]. *Organizational Behavior and Human Decision process*, 1991, 50(2): 179 - 211.
- [7] ERIKSSON L, GARVILL J, NORDLUND A M. Acceptability of travel demand management measures: the importance of problem awareness, personal norm, freedom, and fairness [J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2006, 26(1): 15 - 26.
- [8] ERIKSSON L, GARVILL J, NORDLUND A M. Acceptability of single and combined transport policy measures: the importance of environmental and policy specific beliefs [J]. *Transportation Research Part A*, 2008, 42(8): 1117 - 1128.
- [9] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2009.
- [10] COOLS M, BRIJS K, TORMANS H, *et al.* The socio-cognitive links between road pricing acceptability and changes in travel behavior [J]. *Transportation Research Part A*, 2011, 45(8): 778 - 779.
- [11] BAMBERG S, RÖLLE D. Determinants of people's acceptability of pricing measures: replication and extension of a causal model [C]//SCHADE J, SCHLAG B. *Acceptability of Transport Pricing Strategies*. Oxford: Elsevier, 2003: 235 - 248.
- [12] FUJII S, GARLING T, JAKOBSSON C, *et al.* A cross-country study of fairness and infringement on freedom as determinants of car owners' acceptance of road pricing [J]. *Transportation*, 2004, 31(3): 285 - 295.

(编辑 魏希柱)