

城市居民低碳出行倾向影响因素的实证分析^{*1}

魏庆琦^{1, 2} 肖伟¹ 朱焕亮³

(1. 重庆交通大学 经济与管理学院, 重庆 400074;

2. 电子科技大学 经济与管理学院, 四川 成都 610054;

3. 中国航空综合技术研究所, 北京 100028)

【摘要】: 低碳出行倾向是低碳出行行动的前因。为引导城市居民选择低碳出行, 有必要研究其低碳出行倾向的影响因素。结合出行行为决策理论、消费者选择理论和有限理性理论, 归纳出 6 类城市居民低碳出行倾向影响因素: 公交友好、情境依赖、时间感知、价格感知、学习能力和社会规范等。在此基础上, 对 6 类因素进行了验证性因子分析, 构建了路径分析模型。研究证实了 6 类因素对城市居民低碳出行倾向具有较强的影响作用。

【关键词】: 出行行为倾向; 影响因素; 因子分析; 低碳交通

【中图分类号】: F062.2 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1671-4407(2017)07-057-05

1 引言

为了完成“到 2020 年, 二氧化碳排放强度相对 2005 年水平下降 40% ~ 45%”的目标, 中国政府采取了一系列低碳治理措施, 并设置了大量“低碳城市”和“低碳交通”试点。由于交通运输行业已成为全球第二大碳排放部门^[1], 同时, 到 2020 年我国城市交通碳排放将占整个交通运输行业的 46%^[2], 目前, 城市交通碳减排已成为我国大中城市交通管理部门工作中的一项重要内容。由于城市交通出行的实施者是成千上万独立决策的个体出行者, 而政府主管部门并不能代替其决策是否选择低碳出行模式。因此, 要保障城市低碳交通治理的效果, 必须充分了解城市出行者的行为决策特征, 使出行者决策顺应管理者制定的政策而进行低碳化转变。根据 Ajzen^[3] 提出的计划行为理论, 态度影响行为倾向, 而行为倾向则是能够影响实际行为的重要心理因素。Van 等^[4] 认为出行倾向是连接出行态度和实际出行行为的重要心理因素, 它帮助塑造了出行者的出行偏好, 并有助于进一步形成稳定的出行决策模式。同时, 由于出行行为倾向对于出行行为决策影响的重要性和长期性, 城市交通管理者在设计出行行为引导政策时应当充分考虑到目标群体的出行行为倾向。相关研究表明, 出行行为引导政策很难直接作用于实际出行行为, 但是能够通过改善出行行为倾向达到出行行为决策引导的目的^[5-7]。因此对出行行为倾向的影响因素进行研究是十分必要的。

出行行为倾向影响因素是出行行为倾向形成的前因。虽然国内外学者对出行行为决策影响因素进行了大量的研究, 并取得了一定的研究成果, 但是依然存在以下问题: ①针对整体出行行为决策进行研究, 没有对出行行为决策由影响因素到倾向再到偏好最后到实际行为决策的过程进行划分, 研究点不够细致; ②现有针对出行行为倾向的文献主要集中于国外研究, 针对中国

¹ 基金项目: 国家社会科学基金项目“基于有限理性出行行为引导下的城市低碳交通体系治理研究”(13CGL151)

第一作者简介: 魏庆琦(1982—), 女, 重庆万州人, 博士, 副教授, 研究方向为低碳交通行为。E-mail: weiqingqi@163.com

出行者的研究较少；③国内与交通出行行为倾向有关的少量研究往往关注旅游产品的选购，而关注城市低碳交通的非常罕见。针对以上问题，本文采用探索性因子分析与验证性因子分析相结合的方法，对城市低碳出行倾向影响因素进行归纳与提炼，并通过比较分析各影响因素之间作用机理，提出我国城市低碳交通治理的政策建议。

2 城市居民低碳出行倾向影响因素的提取

2.1 文献元分析

文献元分析是一种对现有文献资料的非介入性研究，其具体过程是采用统计分析和测量等方法，对某一研究主题现有文献进行搜集、统计、分析与综合，提炼出当前理论界对该主题的主要观点和认识^[8]。由于低碳出行行为倾向研究较为少见，本文共收集并筛选出 28 篇与低碳出行和公交出行相关的国内外研究文献。经过梳理，针对低碳出行和公交行为倾向的影响因素的研究主要从个体选择理论、知识管理理论、有限理性理论和社会心理等四种角度对出行倾向影响因素进行了研究。

(1) 个体选择理论。出行行为研究中的个体选择理论来自传统的微观经济学中的消费者选择理论，主要研究在一定的资源预算约束下个体行为人的选择偏好。个体选择理论将出行者视为绝对理性人，并将出行决策问题简化为静态的成本效用分析，其中最常见的是经典的 Wardrop 用户均衡 UE 原则和系统最优 SO 原则^[9]。个体选择理论主要关注外部情境对个体出行决策的影响^[10]，此类研究中常见的外部情境参数包含出行价格^[11]、出行时间^[11-12]、出行距离^[13-14]和交通网络状态^[15]等。例如，Davis 和 Kilian^[16]认为通过征收碳排放费增加私家车出行价格能够有效提升美国出行者的低碳出行倾向。Ettema 等^[17]研究了事故导致交通拥堵情况下的出行者出发时间选择问题，认为拥堵时间的长度将直接影响出行者重新择路倾向。Kahttak 等^[18]研究认为出行距离对出行者换路倾向具有显著影响，短距离出行者的换路倾向更大，而长距离出行者即使发生了换路行为，也更倾向于再回到之前规划好的路径上去，其择路的柔性更小。刘有军和田聪^[15]比较了方格网式和环形放射式等不同路网形态对城市交通拥堵影响的差异，认为不同路网形态对交通拥堵的形成具有显著的影响，显然这也将进一步影响出行者对路况的预期，进而影响出行倾向。黄海军^[19]总结了拥挤道路收费对出行倾向的影响。陈坚^[20]验证了公交票价对出行倾向具有一定影响。

(2) 知识管理理论。相对于个体选择理论主要考虑外部情境因素对出行倾向的影响，知识管理理论视角主要研究出行个体的内部因素对出行倾向的作用。传统知识管理中的学习能力、知识吸收、知识存量主要对应出行行为研究中对路网状态和路径成本参数等信息的搜集能力、处理能力以及对熟悉路网参数的预测能力等。例如，Van 等^[21]研究发现社交网络能够影响出行者对出行模式的看法，进而影响出行倾向，而学历作为学习的能力和知识存量的显性测量变量与出行量显著相关。Ory & Mokhtarian^[22]研究了出行者学习能力和出行倾向之间的影响，认为通过多次出行提升学习能力和知识存量，能够改善个体出行偏好并引发更多的出行需求。Ettema 等^[17]认为，在广义出行费用提高时（如拥堵），个体将更有动力实践信息搜集和知识吸收等行为，进而增加知识存量并改变出行倾向，同时也提升了出行个体的学习能力。

(3) 有限理性理论。近年来，出行行为研究者发现传统经济学中的“理性人”假设只能处理静态完全信息背景的出行行为决策问题，与不确定路网下的出行行为模型相去甚远，而基于前景理论和“累积前景理论”的“有限理性人”模型与实际出行者行为更加契合^[10, 23-26]。有限理性理论下的出行行为研究主要分析了出行者的损失厌恶、参考点依赖和小概率放大等因素对出行行为倾向的影响。例如：Tang 等^[24]认为受有限理性行为因素影响，出行者低碳出行倾向上升，具体表现为降低车速、稳定交通流、减少能耗与污染物排放。Tang 等^[25]研究认为有限理性行为因素将增加出行者对出行成本的预期，进而改变出行行为倾向。徐红利^[26]认为出行者对收益与损失的喜好、风险态度等有限理性因素将直接影响出行者对路径成本效用的判断，并影响出行倾向。韩秀竹^[10]认为有限理性中的参考点依赖是影响出行行为倾向的主要原因之一。

(4) 社会心理角度。有部分研究从社会心理角度对出行行为倾向的形成及其影响因素进行了研究，认为个体形象、工具属性和道德感受是最重要的影响因素。例如，Steg^[21]采用主成分分析方法将出行模式选择倾向影响因素归纳为个体形象、工具属性和社会规范。Van 等^[4]发现，为了塑造富有、权力等个体形象，出行者倾向于选择高碳的私家车出行模式，而社会规

范因素则有助于增加出行者的低碳出行倾向，其中个体形象因素与出行者所在城市的经济发展程度显著相关。Lois 等^[27] 采用结构方程模型和西班牙私家车驾驶者调查数据测算了个体形象、工具属性和社会规范三种因素对私家车出行倾向的影响力，验证了社会心理因素对出行倾向的影响。杨冉冉和龙如银^[28] 将城市居民绿色出行的社会心理影响因素总结为社会规范（群体压力、社会风气和“面子”因素）、交通工具特性（舒适性、便利性、经济性和安全性）以及出行者心理因素（环境认知、责任感和行为感知），正好分别对应国外成熟的个体形象、工具属性和社会规范^[4, 21, 27] 三项分类。

通过对以上文献进行分析，得到城市居民低碳出行倾向影响因素共 24 项。在此基础上，按照以下标准对获取的初始影响因素集中进行处理：①因素合并，即对出现在不同文献中具有相同或相近含义的影响因素进行合并与统一命名；②因素删减，即对于某些文献中划分过细或与主流文献相违背的影响因素进行删减；③因素筛选，即对于只出现在某一文献而未获得其他相关文献支持的影响因素不予选用。经过文献元分析，共获得 15 项初始因素，包括：时间依赖、空间依赖、人物依赖、个体形象、时间关注、社会规范、公交信息存量、公交卡储备、时间敏感、价格敏感、信息获取能力、参考点依赖、损失厌恶、公交偏爱和路径决策柔性。

2.2 调研访谈分析

为验证初始因素的有效性，2016 年 3 月至 4 月间，针对 42 位普通城市出行者进行低碳出行倾向影响因素的深度访谈，访谈者部分来自重庆某大学教师和在职工程硕士，部分在重庆市南坪、解放碑和观音桥等 CBD 区域随机抽样获得。为确保数据真实性和有效性，整个访谈过程严格根据访谈提纲和预先设计的问题进行，每次访谈确保访谈时间在半小时左右。42 位受访者中，10 人为重庆高校教师，10 人为在职工程硕士，9 人为南坪中央商务区样本，10 人为解放碑中央商务区样本，13 人为观音桥中央商务区样本。通过深度访谈，共收集到 17 项选择频次较大的具体影响因素，将其与文献元分析中提取的初始影响因素相比较，发现这 17 项访谈因素能够完全涵盖 15 项文献元分析因素。通过深度访谈发现了两项影响因素：换乘规划能力和需求量柔性并未包含在之前获得的 15 项文献元分析因素集中。因此将文献元分析获得的 15 项影响因素与深度访谈获得的 2 项影响因素相结合，共获得 17 项城市居民低碳出行倾向影响因素。

3 城市居民低碳出行倾向影响因素的实证分析

3.1 问卷设计和数据收集

由于本文的研究对象是普通的城市出行者，因此问卷主要于 2016 年 4 月至 5 月在重庆市南坪、解放碑和观音桥等中央商务区随机发放。由于在线问卷将限制问卷的可获得性，可能剔除对信息技术应用不熟练的低学历样本和中老年样本，同时，由于在线问卷的受访者可能集中于调查者的社会关系群体，可能造成调查样本选择的偏见，因此此次问卷调查主要通过实地发放并现场回收纸质问卷进行。调查开始前对调查员进行了两次统一培训，为确保受访者对问卷题项的正确理解，确保调查员在受访者填写问卷前对受访者讲解问卷调查的目的，并随时回答受访者对题项的问题。最终调查问卷包含 27 个题项，其中基本信息共 10 个题项，主体部分共 17 个题项。主体部分题项采用 Likert 5 量表设计，由 1 至 5 分别表示很不同意、不同意、不确定、同意和非常同意。整个调查共发放问卷 386 份，回收问卷 352 份，剔除填写有误、信息不全和胡乱填写的问卷 26 份，共获得有效问卷 326 份，有效问卷回收率为 84.46%，符合问卷回收率要求。从回收的有效问卷来看，受访者有 43.5% 为男性，56.3% 为女性；56.5% 的受访者拥有私家车、43.5% 的受访者没有私家车；26.4% 的受访者年龄在 23 岁以下、44.3% 的受访者年龄在 24 ~ 30 岁、27.6% 的受访者年龄在 31 ~ 55 岁、1.6% 的受访者年龄在 55 岁以上。

3.2 信度与效度分析

为确保测量结果的一致性和一贯性，采用 Cronbach's α 系数对问卷信度进行检查，结果表明问卷整体 Cronbach's α 系数为 0.597，表明问卷内部一致性较好，量表具有较高信度。为检验各题项之间的相关性，采用 KMO 检验和 Bartlett 球形检

验对问卷效度进行检验，经计算，KMO 值为 0.706，Bartlett 球形检验的显著性概率为 0.000，卡方值为 436.635，自由度为 136，表示相关系数矩阵不是单位矩阵，可以进行因子分析。

3.3 探索性因子分析

在前文信度分析和效度分析的基础上，应用主成分法提取因子。采用 Varimax 正交极大旋转法，以特征根大于等于 1 为原则确定提取因子的有效数目，得到 6 项城市居民低碳出行倾向影响因子，其累积方差贡献率为 66.912%，满足主成分分析要求。对 17 项因素进行因子载荷分析，正交旋转后的因子载荷矩阵如表 1 所示。

表1 旋转后的因子载荷矩阵

影响因素	因子					
	1	2	3	4	5	6
公交信息存量	0.797	-0.021	0.15	-0.055	0.022	-0.162
公家卡储备	0.632	0.247	-0.147	0.104	0.033	-0.1
公交偏爱	0.614	0.269	-0.089	0.075	-0.067	0.004
参考点依赖	0.603	0.02	-0.017	0.224	-0.003	0.173
时间关注	0.09	0.699	0.337	-0.036	-0.129	-0.055
时间敏感	0.087	0.691	-0.202	0.253	0.036	0.291
需求量柔性	0.317	0.581	-0.173	0.197	0.015	-0.039
空间依赖	-0.009	-0.137	0.754	0.021	-0.065	0.159
时间依赖	-0.12	-0.003	0.667	0.22	0.169	-0.092
人物依赖	0.023	0.346	0.572	-0.033	0.232	-0.02
价格敏感	0.142	0.164	0.005	0.726	0.013	0.105
路径决策柔性	0.147	0.052	0.219	0.609	-0.083	-0.008
个体形象	0.085	0.074	-0.071	0.567	0.116	-0.654
损失厌恶	-0.05	0.08	-0.014	0.151	0.807	0.143
主观规范	0.043	-0.137	0.202	-0.279	0.758	-0.081
信息获取能力	0.339	-0.029	-0.086	0.202	-0.086	0.721
换乘规划能力	-0.035	0.167	0.064	0.243	0.233	0.676

3.4 验证性因子分析

为了进一步验证 6 类影响因子的合理性，对获得的数据进行验证性因子分析。经计算，6 因素模型各项拟合指数如表 2 所示。由表 2 可知，6 因子模型的 χ^2 、df、 χ^2/df 、P、RMSEA、CFI、GFI、IFI、PGFI、PNFI 值分别为 134.232、87、13.543、0.047、0.92、0.941、0.926、0.535 和 0.521，均达到拟合标准，说明 6 因子模型符合拟合度与简约度要求。

表2 模型适配度检验结果

评价指标	χ^2	df	χ^2/df	RM-SEA	CFI	GFI	IFI	PGFI	PNFI
标准值	—	—	1 ~ 2	< 0.05	> 0.9	> 0.9	> 0.9	> 0.5	> 0.5
实际值	134.232	87	1.543	0.047	0.92	0.941	0.926	0.535	0.521

城市居民低碳出行倾向影响因子标准化路径系数如图 1 所示。由图 1 可知，17 个因素在 6 维度上的标准化因子载荷最小

值为 0.577、最大值为 0.892，所有载荷值均介于 0.50 ~ 0.95 之间，表明模型拟合程度较高，路径关系显著，在统计学上具有显著性。这进一步说明了城市居民低碳出行倾向影响因素的结构效度得到了较好的数据支持。

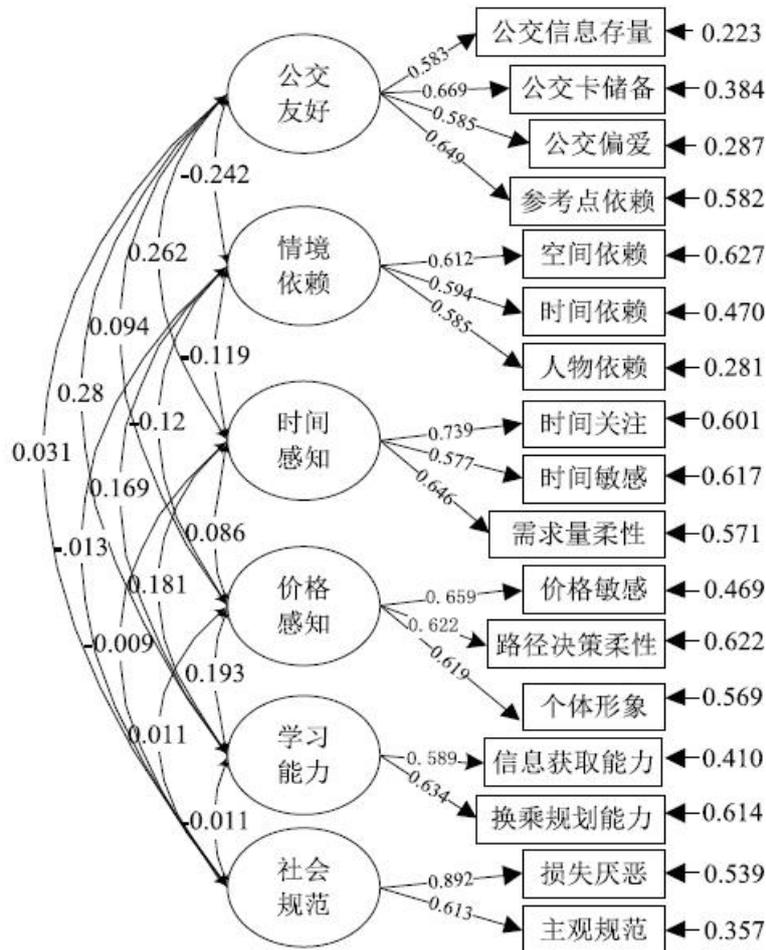


图1 城市居民低碳出行倾向影响因素标准化路径图

4 结论

4.1 结果分析

通过探索性因子分析与验证性因子分析，本文归纳并提取了影响城市居民低碳出行倾向的 6 类因素，分别为公交友好、情境依赖、时间感知、价格感知、学习能力和社会规范。对各影响因素具体分析如下：

(1) 公交友好。公交友好因子包含公交信息存量、公交卡储备、公交偏爱、参考点依赖等因素，它描述了城市居民对公交出行信息的掌握、随身携带公交卡的情况、对公交出行的偏爱程度以及对出行时间约束的了解。城市居民出行模式决定了其出行的碳强度，由于私家车出行和公交出行具有可替代性，更多的公交出行量直接意味着更少的私家车出行量以及更少的碳排放量。因此，城市居民对公交车出行的态度能够显著影响其低碳出行倾向。因此，城市居民对公交出行的态度越友好，其乘坐公交出行的倾向和低碳出行的倾向就越强烈。

(2) 情境依赖。情境依赖包含空间依赖、时间依赖和人物依赖等因素，它描述了出行者决策的空间、时间和人物粘性。在

拥有私家车后，出行者往往首选私家车出行。要引导此私家车拥有者转向低碳公交出行，就需要引导此类出行者放弃他们首选的私家车出行模式，改选公交出行模式。而情境依赖程度较低的出行者模式决策柔性更大，更容易转向公交出行等低碳出行模式。

(3) 时间感知。时间感知因子包含时间关注、时间敏感和需求柔性等因素，它描述了出行者对出行时间的关注程度、由于出行时间延迟改变出行行为决策的倾向以及出行者出行需求削减的容易程度。出行者对时间的感知能够体现其对出行时间的重视程度，以及由于出行时间变化导致出行决策更改的难易。重视时间的出行者在出行前进行详细路径规划、出行中更改出行决策以及削减出行需求的倾向更显著。由于道路拥堵时轨道交通出行的准时性和出行时间最小，因此在早晚高峰时段时间感知较强的出行者更倾向于选择轨道交通出行或者公交优先政策下的公交出行，相对于私家车出行者碳排放更少。但是在非拥堵时段和路段，由于私家车出行时间小于轨道交通出行和公交出行，此类出行者更倾向于选择碳排放较高的私家车出行。

(4) 价格感知。价格感知因子包含价格敏感、路径决策柔性和个体形象等因素，它描述了出行者由于价格因素选择公交出行的倾向、由于价格因素更改路径决策的倾向以及认为私家车出行对个人形象的正面影响程度。根据 Van 等[4] 对亚洲 6 大城市的实证研究，发展中国家人群和较少驾驶私家车的人群通常选择公交低碳出行，但更加赞同私家车出行可以塑造“有能力”“富裕”的正面个人形象。因此，个体形象因素与出行者的价格感知负相关。政府能够通过征收出行费和降低公交票价促进价格感知因子较强的出行者选择公交出行，以降低城市交通碳排放量。

(5) 学习能力。学习能力因子包含信息获取能力和换乘规划能力等因素，它描述了出行者对于出行信息的获取能力和出行换乘的规划能力。由于换乘是阻碍出行者选择公交出行的重要因素之一，较强的路段信息的搜集、处理、分析和预测等能力能够显著降低换乘难度，促进出行者选择换乘出行。具有较强学习能力的出行者，一方面可以通过规划合理的换乘路线减少出行时间、节约出行花费、提高出行的舒适、安全和准时等影响因素；另一方面也更容易接受停车换乘等出行方式。通过提高学习能力增加换乘，能够在满足出行者需求的基础上最大程度地增加单次出行公交模式的比例，降低出行碳排放。

(6) 社会规范。社会规范因子包含损失厌恶和主观规范等因素，它描述了相对于准点到达的收益出行者对迟到等损失更加厌恶的程度，以及出行者爱护环境、遵守规则和利他主义等对社会规范和他人评价的重视程度。由于社会规范因子得分较高的出行者更加重视其行为对环境、社会和他人的影响，以及得到的社会评价，因此社会规范感较强的出行者低碳出行倾向更加强烈。

4.2 研究总结

本文结合行为经济学、消费者选择理论以及有限理性理论对城市居民低碳出行倾向影响因素进行了研究。采用探索性因子分析与验证性因子分析相结合的方法，归纳与总结了城市居民低碳出行倾向六类影响因素。本文能够为城市管理者开展低碳交通治理提供一定的信息支持。但本文并没有测算各因素对城市居民低碳出行行为的影响程度，这将是未来进一步研究的主要内容。同时，由于数据样本所限，本文所建立模型的普适性有待进一步验证。

参考文献：

- [1] 袁长伟, 张倩, 芮晓丽, 等. 中国交通运输碳排放时空演变及差异分析[J]. 环境科学学报, 2016 (12): 4555-4562.
- [2] 江玉林, 姜克隽. 中国城市交通节能政策研究[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009.
- [3] Ajzen I. The theory of planned behavior [J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991, 50: 179-211.

-
- [4] Hong T V, Kasem C, Satoshi F. The effect of attitudes toward cars and public transportation on behavioral intention in commuting mode choice: A comparison across six Asian countries [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2014, 69(69):36-44.
- [5] Vredin J M, Heldt T, Johansson P. The effects of attitudes and personality traits on mode choice [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2006, 40(6): 507-525.
- [6] Kuppam A R, Pendyala R M, Rahman S. Analysis of the role of traveler attitudes and perceptions in explaining mode-choice behavior [J]. *Transportation Research Record*, 1999, 1676: 69-76.
- [7] Schwanen T, Mokhtarian P L. What affects commute mode choice: Neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods? [J]. *Journal of Transport Geography*, 2005, 13(1):83-99.
- [8] 王娟茹, 朱焕亮. 跨国公司回任人员知识转移影响因素分析[J]. *技术经济*, 2014 (3) : 20-26.
- [9] Wardrop J G. Some theoretical aspects of road traffic research [J]. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 1952, 1(3): 325-362.
- [10] 韩秀竹. 某于 SEM 的出行择路准则异质性的实证研究[D]. 南京: 南京大学, 2015.
- [11] 贾顺平, 周洋帆, 张思佳. 交通拥堵收费的经济意义与社会条件分析[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2014(1): 14-19.
- [12] Khattak A J, Schofer J L, Koppelman F S. Commuters' enroute diversion and return decisions: Analysis and implications for advanced traveler information systems [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1993, 27(2): 101-111.
- [13] Oppewal H, Timmermans H J P. Context effects and decompositional choice mode [J]. *Papers in Regional Science*, 1991, 70(2): 113-131.
- [14] Zhang J, Timmermans H, Borgers A, et al. Modeling traveler choice behavior using the concepts of relative utility and relative interest [J]. *Transportation Research Part B Methodological*, 2004, 38(3): 215-234.
- [15] 刘有军, 田聪. 不同路网形态下城市交通拥堵特性分析[J]. *中国公路学报*, 2013 (1) : 163-169, 190.
- [16] Davis L W, Kilian L. Estimating the effect of a gasoline tax on carbon emissions [J]. *Journal of Applied Econometrics*, 2009, 26(7):1187-1214.
- [17] Ettema D, Tamminga G, Timmermans H, et al. A micro-simulation model system of departure time using a perception updating model under travel time uncertainty [J]. *Transportation Research Part A:Policy and Practice*, 2005, 39(4): 325-344.
- [18] Khattak A J, Schofer J L, Koppelman F S. Commuters' enroute diversion and return decisions: Analysis and implications for advanced traveler information systems [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*,

1993, 27(2): 101-111.

[19] 黄海军. 拥挤道路使用收费的研究进展和实践难题[J]. 中国科学基金, 2003(4): 198-203.

[20] 陈坚. 出行行为与公交定价理论及应用研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.

[21] Berg P V D, Arentze T, Timmermans H. A path analysis of social networks, telecommunication and social activity-travel patterns [J]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2013, 26(61): 256-268.

[22] Ory D T, Mokhtarian P L. Modeling the structural relationships among short-distance travel amounts, perceptions, affections, and desires [J]. *Transportation Research Part A: Policy & Practice*, 2009, 43(1): 26-43.

[23] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: An analysis of decisions under risk [J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263-292.

[24] Tang T Q, Huang H J, Shang H Y. Influences of the driver's bounded rationality on micro driving behavior, fuel consumption and emissions [J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2015, 41: 423-432.

[25] Tang T Q, Luo X F, Liu K et al. Impacts of the driver's bounded rationality on the traffic running cost under the car-following model [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2016, 457(1): 316-321.

[26] 徐红利. 基于有限理性的城市交通系统均衡与拥挤收费策略研究[D]. 南京: 南京大学, 2011.

[27] D Lois, López-Sáez M. The relationship between instrumental, symbolic and affective factors as predictors of car use: A structural equation modeling approach [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2009, 43(9-10): 790-799.

[28] 杨冉冉, 龙如银. 基于扎根理论的城市居民绿色出行行为影响因素理论模型探讨[J]. *武汉大学学报(哲学社会科学版)*, 2014(5): 13-19.