

综合体分时租赁小汽车对出行方式转移行为影响

吴娇蓉^{1,2}, 王宇沁^{1,2}, 林子昀³, 王佐灵⁴

(1. 同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804; 2. 同济大学 城市交通研究院, 上海 201804;

3. 厦门市交通研究中心, 福建 厦门 361000; 4. 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海 200092)

摘要: 以综合体机动化出行的综合出行成本为切入点, 采用情景分析法, 构建多元 Logit 模型, 研究私家车、出租车、分时租赁小汽车、公共交通方式成本变化对出行行为的影响。分析得出, 随着出行方式由“私有化”转向“公共化”, 由私家车到出租车到分时租赁小汽车到公共交通, 出行者对车外时间的敏感度逐渐高于车内时间。随着分时租赁小汽车布点加密、车外时间缩短, 由其替代私家车、公交等其他方式出行的意愿显著, 但并不能降低“小汽车”出行比例。当同时采取公共交通车内时间缩短、分时租赁车外时间缩短、分时租赁收费上涨三个措施时, 公共交通出行比例呈现缓慢下降趋势, 分时租赁小汽车出行比例呈现缓慢上升趋势; 而在此基础上如果同时缩短公共交通车外时间, 公共交通出行比例才有可能实现回升。综合体发展分时租赁小汽车的同时, 应仍然秉持公交优先的发展理念。

关键词: 城市综合体; 分时租赁小汽车; 方式转移; 多项 Logit 模型

中图分类号: U121

文献标志码: A

Impact of Time-Sharing Automobile on Modal Shift Behavior in Urban Complex

WU Jiaorong^{1,2}, WANG Yuqin^{1,2}, LIN Ziyang³,
WANG Zuoling⁴

(1. Key Laboratory of Road and Transportation Engineering of the Ministry of Education, Shanghai 201804, China; 2. Urban Mobility Institute, Tongji University, Shanghai 201804, China; 3. Xiamen Transport Research Center, Xiamen 361000, China; 4. Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper focuses on the comprehensive travel cost of motorized trips to urban complex, and adopts the scenario analysis method to construct a multinomial logit model to study the impact of changes in the cost of private cars, taxi, time-sharing automobiles,

and public transportation on travel behavior. The analysis shows that travelers become increasingly sensitive to out-of-car time than to in-car time, with the mode transferring from “private” to “public”, namely private car - taxi - time-sharing automobile - public transportation. The time-sharing automobile with the encryption of the location, the shortening of outside-car time, the alternative to private car, public transportation, and other means of travel is significant, which cannot reduce the proportion of private car use. At the same time, when the travelling time is shortened, the rental fee is increased, and the time for public transportation is shortened, the proportion of public transport will not be affected. With the development of time-sharing automobile, the strategy for public transport priority should still be pursued.

Key words: urban complex; time-sharing automobile; modal split; multinomial logit model

城市综合体是指在步行可达的地块范围内, 通过高强度的立体纵向多层次开发, 实现多种城市功能的高度复合, 是集多种城市功能于一体的微缩型城市实体。用地功能混合、开发强度高的集约型土地复合开发模式, 具有居民出行频率高、公共空间有限、土地资源价值高的特点。随着私家车出行量的增加, 综合体停车空间资源和周边道路逐渐难以满足私家车出行的需求, 除了继续提高公共交通吸引力外, 仍需寻找可替代、可转移私家车的出行方式。对综合体私家车出行者的意愿调查显示, 若放弃开车, 有接近 50% 的受访者表示将会选择出租、分时租赁汽车共享出行, 而仅有约 30% 的受访者表示会选择公共交通, 可见具有共享出行属性的分时租赁小汽车相比公交出行有较大的吸引力。本文将机

收稿日期: 2019-04-30

基金项目: 国家自然科学基金(71734004)

第一作者: 吴娇蓉(1973—), 女, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为移动性规划。E-mail: wjrshtj@163.com

通信作者: 王宇沁(1990—), 女, 助理研究员, 工学博士, 主要研究方向为移动性规划。

E-mail: 27jtyshwyq@tongji.edu.cn



动化出行方式的综合出行成本为切入点,研究综合体出行者的私家车、出租车、分时租赁小汽车、公共交通方式综合成本变化对出行行为的影响;采用情景分析法,假定综合体不提供私家车停车泊位,只提供分时租赁汽车网点,分析开车者选择分时租赁、公共交通和出租车三种机动化出行方式的行为选择变化。

1 分时租赁小汽车的使用意愿及替代研究

比利时的调查表明,会员每月驾驶分时租赁小汽车主要用于休闲时段的出行,如购物、拜访朋友或者度假^[1-2]。Millard^[3]在调查中也同样发现,在分时租赁小汽车的出行目的中通勤比例较小,而较大部分比例出行在需要携带东西、有多个目的地时选择汽车共享服务。周彪等^[4]、Hui等^[5]利用离散选择模型,研究消费者选择汽车拥有和汽车共享的主要影响因素,并基于对上海市消费者的问卷调查,构建单次出行选择汽车共享的多项Logit模型和因汽车共享而放弃购车的多项Logit模型,分析影响消费者选择汽车共享的不同因素,研究发现人们选择出行方式时主要考虑经济和快捷因素。何璇^[6]采用结构方程建模和中介效应分析法构建北京市分时租赁消费者满意度与忠诚度模型。在考虑选择分时租赁小汽车时,其价格是最主要的影响因素,在无车一族中,受教育程度和从家步行至最近地铁站的时间是最重要的影响因素,在有车一族中,汽车共享的价格和家庭中未成年人数是最重要的影响因素。

在机动化出行替代方面,分时租赁小汽车还增

加了无车市民的机动化出行选择。Brian^[7]研究了汽车共享对广大郊区居住者的影响,他认为对于每天私家车使用时间1~2 h、且居住在公共交通服务水平较低区域的居民,分时租赁小汽车会给无车的人带来如私人小汽车出行一样的机动性。葛王琦等^[8]从大数据分析着手,比较分析分时租赁与小客车的运营特征差异,从交通特征切入,归纳总结了对分时租赁新的认识:既是公共交通的补充,也与出租汽车、网约车等形成错位互补。杨东援^[9]、程苑^[10]则认为,分时租赁小汽车在城市公共空间资源占用方面与私家车更加相似,属于私人小汽车出行方式,对于道路资源的消耗大于公共交通。因此分时租赁小汽车不仅会对私家车,同时会对公共交通出行产生替代效应。

2 案例选取及数据准备

2.1 综合体出行数据采集

本文选取上海市8个发展较为成熟且市域分布相对分散的商办综合体作为研究案例,为有效采集综合体活动群体的出行行为特征及交通意愿数据,本研究结合RP调查(revealed preference survey)和SP调查(stated preference survey),设计了一份半结构式问卷,主要在综合体活动较为集聚的地点(主要商业建筑出入口)进行多轮问卷调查。共回收有效问卷4 017份(有效回收率约为70%)。有效问卷清洗依据主要为:①出行起点、出行目的、出行方式等基础出行数据信息完整有效;②开车群体停车费用为非零;③调查数据估算的行程速度符合交通工具速度阈值。

表1 上海市各综合体出行方式比例

Tab.1 Travel mode proportion of urban complexes in Shanghai

综合体名称	区位	出行方式占比/%				
		小汽车	公共交通	出租车	慢行交通	其他
八佰伴	浦东、内环	20.7	57.6	6.5	13.0	2.2
虹口龙之梦	浦西、内环	21.0	66.0	3.0	10.0	0
江桥万达	浦西、外环	24.0	42.0	4.0	16.0	14.0
日月光中心	浦西、内环	10.2	65.0	7.1	16.4	1.3
莘庄龙之梦	近郊闵行区莘庄、外环外	34.0	39.0	4.0	15.0	8.0
嘉亭荟	远郊嘉定安亭镇、外环外	31.0	45.0	1.0	10.0	13.0
月星环球港	浦西、内环	11.0	68.0	3.0	16.0	2.0
五角场万达	浦西、中环	21.3	64.5	3.5	5.7	5.0

对8个案例综合体的出行方式选择进行初步统计,各综合体所处方位及出行结构如表1所示。由表1可知,公共交通承担了较大比例的出行。除日月光中心和月星环球港,综合体小汽车出行比例通

常不低于20%。且调查数据显示,分时租赁小汽车现状出行占比约为5%~8%。

2.2 综合体分时租赁小汽车分布及使用现状

案例附近正在逐步增设分时租赁小汽车网点,8

个综合体附近网点布设情况如表2所示,其中50%网点需加收10元还车服务费。

表2 上海市各综合体附近分时租赁小汽车网点状况

Tab.2 Conditions of time-sharing automobile stations around urban complexes

综合体名称	周边网点步行	取车服务费/	还车服务费/
	距离/m	元	元
八佰伴	32	0	0
虹口龙之梦	328	0	10
江桥万达	954	0	0
日月光中心	1 500	10	10
莘庄龙之梦	968	0	0
嘉亭荟	54	0	0
月星环球港	347	0	10
五角场万达	619	0	10

基于综合体附近网点分时租赁小汽车取还车订单数据,可分工作日、非工作日,对其进行全日分时段用车强度统计,如图1所示。统计结果显示,工作日早高峰用车时段较为密集(6:30—8:30),晚高峰用车相对分散,非工作日早晚用车高峰均较工作日后移,且用车量低于工作日。由用车量差异可猜测,分时租赁小汽车出行方式已渗透入部分通勤及商务出行。

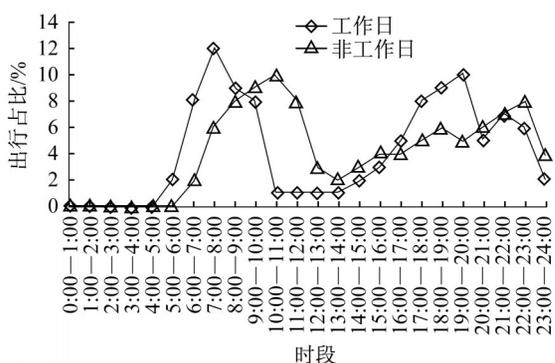


图1 分时租赁点工作日与非工作日用车时间分布

Fig.1 Usage distribution over day time of weekdays and weekends

3 综合体分时租赁小汽车对私家车替代性

分时租赁小汽车与私家车在出行速度、时间以及舒适性上相当^[7],但在出行成本及使用便捷性上各具优劣。本节综合考虑两种方式的客观使用成本及出行者主观使用意愿,探讨分时租赁小汽车对私家车的替代可能性。

3.1 出行成本对比

出行成本由经济成本与时间成本组成。经济成本主要包括固定成本与使用成本。有学者测算拥挤收费政策下新加坡中心城区出行者小汽车出行成本时得出,年固定成本和年使用成本总和占年收入的百分比不超过16%^[11]。在测算私家车使用总成本时,通常会考虑折旧、保险、燃油、维修、轮胎损耗等成本^[12]。叶盈^[13]测算杭州市民出行方式链成本时,考虑了电耗、票费、停车费、打车费等成本。王汉斌等^[14]研究网约车与传统出租车运营成本差异时,提出传统出租车运营经济成本包括政府税收、车辆购置、维护管理和司机分成成本。

时间成本等于出行时间和时间价值乘积。其中时间价值分为资源时间价值和行为时间价值,前者主要用于交通运输投资项目的评价,影响因素为地区生产总值、职工人口和收入水平,测算方法主要有生产法^[15]、收入法^[16]和综合分析法,计算方法相对固定;行为时间价值则主要用于交通方式分担率分析与预测,影响因素可以分为出行主体和交通设施属性^[17],主要通过模型标定测算获得。本文在进行时间成本测算时,时间价值主要通过效用函数标定得到,出行时间由车内出行时间和车外出行时间组成。

从出行成本构成角度,分时租赁小汽车与私家车相比,在以下三个组成部分均体现出低成本优势:

(1)固定经济成本:分时租赁小汽车固定经济成本近乎为零。私家车固定经济成本指小汽车购买者即使不使用小汽车也需要花费的成本,不随小汽车的使用与否、使用多少而变化。本文在讨论私家车固定经济成本时,主要包括小汽车折旧成本,车辆保险成本,车牌价格成本,以及居住区停车费成本。

(2)使用经济成本:私家车的能源成本和维修成本转变成分时租赁小汽车租金,私家车停车费由分时租赁小汽车网点服务费替代。基于调查数据统计可对两种方式的使用成本进行粗略估算。在不计优惠券的情况下,分时租赁小汽车使用经济成本50%分位数为 $1.6 \text{元} \cdot \text{km}^{-1}$ (已计入网点服务费),相比私家车 $0.7 \text{元} \cdot \text{km}^{-1}$ (不计停车费)稍高,但若考虑停车费,私家车单程停车费均值约为10.5元,出行距离取50%分位数 $7.3 \cdot \text{km}$,则单程小汽车停车费成本约为 $1.4 \text{元} \cdot \text{km}^{-1}$,私家车使用的总经济成本上涨至 $2.1 \text{元} \cdot \text{km}^{-1}$,可见分时租赁小汽车在使用经济成本方面亦略低于私家车。

(3)时间成本:分时租赁小汽车网点取还车增加了一定的车外出行时间,包括步行时间和取还车时

间。其中还车步行时间根据上海市各综合体周边网点步行距离 80% 分位数为 9 min (不计超出 10 min 理想步行距离的网点), 1 min 还车; 取车步行时间计 9 min, 1 min 取车, 同时需要 2 min 拨打客服预留时间, 即分时租赁小汽车出行时间在车内出行时间的基础上还需增加约 22 min 的车外时间, 存在 5~10 min 的波动(还车延误等)。

综上所述, 兼顾经济与时间成本, 分时租赁小汽车在取代私家车的客观可能性上, 存在一定的成本优势。

3.2 综合体私车群体对分时租赁小汽车的可转移性

综合体小汽车泊位供不应求, 为缓解泊位紧张, 政府及规划部门通常采取提高停车费、控制泊位数等措施。但现有措施也难以缓解综合体停车紧张现状, 根据上海市杨浦区信息管理中心所提供的 2017 年五角场万达广场地下车库出入库车辆数据, 周末全天小汽车停车泊位饱和度(车库实际车辆存量与车库总泊位数的比值) 11:00—19:00 均大于 0.8, 13:00 和 18:00 更是接近 1.0, 如图 2 所示。

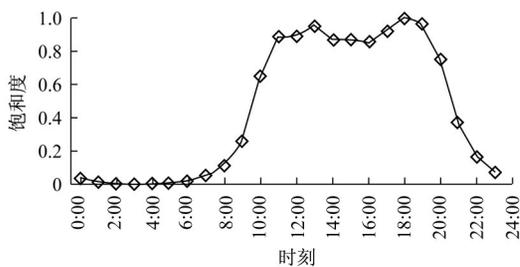


图 2 万达广场地下车库饱和度时变图

Fig. 2 Parking saturation time-varying graph of Wanda Underground Parking Lot

各案例综合体因其分时租赁设施供应条件的差异, 活动群体对分时租赁小汽车的使用意愿不同, 如图 3 所示。“会主动使用”的比例为 11%~29% 不等; 但当私家车过于不便时, 存在 12%~33% 的受访者表示愿意转移到分时租赁小汽车, 但仍有相当比例的群体对原有出行方式较为坚持。综上所述, 大部分案例综合体存在半数左右的活动人群, 在主观使用意愿上, 有转移到分时租赁小汽车的可能性。

4 综合体出行方式选择行为特征

4.1 模型构建及标定结果

多项 Logit 模型 (multinomial logit model, MNL)

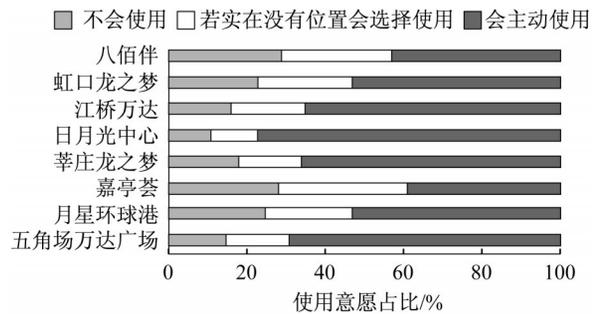


图 3 综合体对分时租赁小汽车使用意愿

Fig.3 Usage intension of time-sharing automobile in different urban complexes

是离散选择模型中最常用的模型之一。本研究基于问卷调查得到的受访者个人信息和出行信息, 对综合体活动人群进行出行方式选择模型的标定, 定量分析各类成本对出行方式选择行为的影响。模型因变量为出行方式选择, 选择只设置了私家车、分时租赁小汽车、公共交通和出租车 4 种, 以出租车作为参照。建模参数选择停车收费分析中较为敏感的车内时间、车外时间、经济成本、家庭年收入和出行目的。

采用逐步加变量法建模, 每次排除不显著变量, 保留显著变量, 最终调整似然比指数达到 0.288, 模型拟合程度较好, 并且两个似然比统计量均高于各自卡方分布临界值, 模型显著。最终标定效用函数如下:

$$V_{CAR} = 1.14720 - 0.02423E_{CAR} - 0.04022I_{CAR} - 0.02132O_{CAR} + 0.22210W \quad (1)$$

$$V_{EVC} = 1.45230 - 0.02512E_{EVC} - 0.01833I_{EVC} - 0.03692O_{EVC} \quad (2)$$

$$V_{BUS} = 1.61230 - 0.02234E_{BUS} - 0.01452I_{BUS} - 0.03842O_{BUS} - 0.02580W \quad (3)$$

$$V_{TAXI} = -0.02323E_{TAXI} - 0.02137I_{TAXI} - 0.03414O_{TAXI} + 0.24270W \quad (4)$$

式中: E_{CAR} 为小汽车使用经济成本, 包括油费、保养费、非居住区停车费和过路费, 单位为元, 其中油费为本次出行距离与每公里燃油成本乘积, 保养费为本次出行距离与每公里保养成本乘积; E_{EVC} 为分时租赁小汽车使用经济成本, 包括租赁费用及借还车点服务费; E_{BUS} 、 E_{TAXI} 分别为公共交通、出租车使用经济成本, 公共交通为票价, 出租车为出租车费, 单位为元; I_{CAR} 、 I_{EVC} 、 I_{TAXI} 分别为小汽车、分时租赁小汽车、出租车车内时间, 通过高德 API(application programming interface) 批量获取, 单位为 min; O_{CAR} 、 O_{EVC} 、 O_{TAXI} 分别为小汽车、分时租赁小汽车、出租车车外时间, 根据调查问卷小汽车车外时间取平均值

3 min, 出租车平均等车时间取 7 min; I_{BUS} 为公共交通工具内时间, $I_{\text{BUS}} = \text{总出行时间} - O_{\text{BUS}}$, 总出行时间通过高德 API 获取, 单位为 min; O_{BUS} 为公共交通车外时间, 等于公共交通总出行距离与公共交通车内出行距离的差除以步行速度, 再加上候车次数和单次候车时间的乘积, 单次候车时间根据调查取平均候车时间, 为 4 min; W 为家庭年收入, 单位为万元。

4.2 不同出行方式对出行成本的敏感度

由模型标定结果可知, 各出行方式的经济成本、车内时间、车外时间以及出行者年收入, 均对方式选择存在显著影响。且收入越高的群体, 乘坐公共交通可能性越低, 而分时租赁小汽车的选择概率与居民收入之间未呈现显著相关。

不同出行方式的选择行为对出行成本的三个组成部分, 即经济成本(E)、车内时间成本(I)和车外时间成本(O), 亦表现出了不同的敏感度。

出行经济成本(E)方面, 敏感度由小到大为公共交通 < 出租车 < 私家车 < 分时租赁小汽车。这是由于各种方式的计费模式不同, 公共交通与出租车的出行成本基本固定, 居民敏感程度较弱, 而分时租赁小汽车的出行经济成本是按每分钟收费, 因此经济敏感性较强。

车内时间成本(I)方面, 敏感度由小到大为公共交通 < 分时租赁小汽车 < 出租车 < 私家车。公共交通和分时租赁的出行方式均为站点—站点模式, 出行时间固定, 出行者在选择该方式前基本已有确定的时间概念。但选择私家车和出租车的居民, 一般对出行效率有较高的需求。

车外时间成本(O)方面, 敏感度由小到大为私家车 < 出租车 < 分时租赁小汽车 < 公共交通。符合实际情况, 居民对公共交通的敏感程度主要集中在车外时间, 及步行到站点时间或步行到目的地时间。

提取各出行方式效用函数中经济成本变量(E)对应参数, 可得到车内时间及车外时间的相对价值, 即 ∞_I / ∞_E , ∞_O / ∞_E , 如表 3 所示。时间价值越高, 即该项时间每提高 1 min, 对于方式效用的负向影响越大, 也即此类方式出行者对于该时间的敏感度越高。故可将时间价值视为此类方式的选择对于对应时间项的敏感度。

由表 3 可知, 各种出行方式对于车内车外时间成本的敏感度存在较大差异, 私家车出行的车内时间价值最高(1.66 元·min⁻¹), 公共交通出行的车外时间价值最高(1.72 元·min⁻¹)。即私家车出行对车内时间的增加较为敏感, 而公交出行对车外时间的

表 3 各方式车内外时间价值表

Tab.3 In-car and out-of-car time value of different travel modes

出行方式	车内时间价值/ (元·min ⁻¹)	车外时间价值/ (元·min ⁻¹)	车外时间/ 车内时间
私家车	1.66	0.88	0.53
分时租赁小汽车	0.73	1.47	2.01
公共交通	0.65	1.72	2.64
出租车	0.92	1.47	1.59

增加较为敏感, 即行程长短或路况将较为显著地影响私家车的使用, 出行起终点到公交站点及候车时间将较为显著地影响公共交通的使用。

车外车内时间比值分布在 0.5~3.0 之间, 并随着出行方式由“私有化”向“公有化”转变, 由私家车向出租车、分时租赁小汽车、公共交通的转变而逐渐增大。由此可见分时租赁小汽车的“私有化”程度介于出租车与公共交通之间, 且车外时间价值约为车内时间价值的两倍。即分时租赁小汽车的车外时间(网点分布等因素), 较大影响了使用者对这一出行方式的使用效用。

5 分时租赁小汽车综合出行成本变化对出行结构的影响分析

采用情景分析法, 假定一个较为极端的简化情景, 即综合体不提供私家车停车泊位, 取而代之增设分时租赁汽车网点, 则开车者只能选择分时租赁、公共交通和出租车三种机动化出行方式, 以上文模型标定所得公式(1)~(4)为基础进行出行方式分担比例测算分析。

5.1 简化情景下的出行方式比例测算

假设综合体周边的分时租赁小汽车维持现状还车服务费(5元)以及取还车便捷性(起终点步行至网点总时间 10 min), 以此作为情景方案一。相比于私家车, 分时租赁小汽车综合出行成本主要区别在于使用经济成本和车外时间成本。分时租赁小汽车使用经济成本 E_{EVC} , 根据上海分时租赁小汽车 EVCARD 的订单数据, 取还车计费时间单价取 0.6 元·min⁻¹, 服务费仅考虑综合体附近网点还车服务费, 取 5 元。

各个方式到综合体的车内时间、车外时间、出行成本均基于调查数据的统计值, 如表 4 所示。并在该模型下加入分时租赁小汽车后, 算得各方式的出行比例。

在该条件下同时计算模型的初始状态, 各种交

表 4 综合体模型预测初始值

Tab.4 Initial value of model estimation

出行方式	I/min	O/min	W/万元	E/元
私家车	27.4	3.0	1.0	22.6
分时租赁小汽车	27.4	25.5	1.0	10.0
公共交通	29.3	17.4	1.0	2.5
出租车	27.4	7.0	1.0	30.1

通方式的出行比例变化如表 5 所示。

表 5 综合体加入分时租赁小汽车后各出行方式比例预测

Tab.5 Travel mode proportion estimation after considering time-sharing automobile

数据来源	出行方式占比/%					
	私家车	分时租赁小汽车	公共交通	出租车	慢行交通	其他
现状调查	21.0		56.0	5.0	13.0	5.0
现状机动化出行	26.0		68.0	6.0		
模型计算	21.4	23.9	46.3	8.3		
情景方案一		29.8	59.5	10.7		

可以发现,模型计算结果与现状调查结果相近。

表 6 情景方案描述指标

Tab.6 Description indexes of scenarios

情景方案	公共交通车内时间	公共交通车外时间	分时租赁小汽车车外时间	分时租赁出行成本	注释
一	维持现状	维持现状	维持现状	维持现状	假定综合体不提供私家车停车泊位
二	维持现状	维持现状	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	维持现状	在方案一的基础上, 分时租赁布点变密
三	维持现状	维持现状	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	逐步上升至 50% (10→15)元·h ⁻¹	在方案二的基础上, 分时租赁收费上涨
四	逐步下降至 50% (29.3→14.6)min	维持现状	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	逐步上升至 50% (10→15)元·h ⁻¹	在方案三的基础上, 公共交通车内时间缩短
五	逐步下降至 50% (29.3→14.6)min	逐步下降至 50% (17.4→8.7)min	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	逐步上升至 50% (10→15)元·h ⁻¹	在方案四的基础上, 公共交通车外时间缩短
六	维持现状	维持现状	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	逐步上升至 50% (10→15)元·h ⁻¹	分时租赁布点变密、收费上涨 同时进行
七	逐步下降至 50% (29.3→14.6)min	维持现状	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	逐步上升至 50% (10→15)元·h ⁻¹	分时租赁布点变密、收费上涨, 公共交通车内时间缩短 同时进行
八	逐步下降至 50% (29.3→14.6)min	逐步下降至 50% (17.4→8.7)min	逐步下降至 50% (25.5→12.7)min	逐步上升至 50% (10→15)元·h ⁻¹	分时租赁布点变密、收费上涨, 公共交通车内时间和车外时间缩短 同时进行
九	逐步下降至 50% (29.3→14.6)min	逐步下降至 50% (17.4→8.7)min	分时租赁车外时间下降幅度/出行成本上涨幅度= 1.47		公共交通车内、车外时间缩短, 分时租赁车外时间下降幅度/出行成本上涨幅度保持一定比例关系

对不同情景下的出行比例计算,可以得到不同情景方案下的居民出行比例变化,如图 4 所示。方

因模型中未考虑慢行交通和其他方式,这两种方式和一部分公共交通出行转移到了分时租赁小汽车上,与实际情况相符,从侧面验证了模型的可靠性。而在私家车出行比例设为 0 后,原私家车出行大部分转移至公共交通,公共交通比例上升至 59.5%。

5.2 基于情景方案的分时租赁小汽车综合出行成本

基于已有的模型可以对不同情况下的居民出行进行情景分析,本文主要考虑以下 5 个要素构建情景方案:①不提供私家车停车泊位,私家车出行比例为 0;②分时租赁站点布点密集程度上升;③公共交通出行水平优化;④公共交通站点布点密集程度上升;⑤分时租赁出行费用上升。其中出行水平优化主要表现在车内出行时间下降,而分时租赁站点密集程度上升主要表现在车外出行时间下降;对综合体停车费的考虑体现在分时租赁出行收费上涨情景方案中。对综合体泊位数的考虑间接通过分时租赁布点密度大小、车外时间(含步行到租赁点的步行时间加取车时间)来反映。总共形成表 6 的 9 个出行情景方案。

案一为基础情景,各项均维持不变,在图中即为方案二在 y 轴的起点,方案二到方案五为连续逐步变化

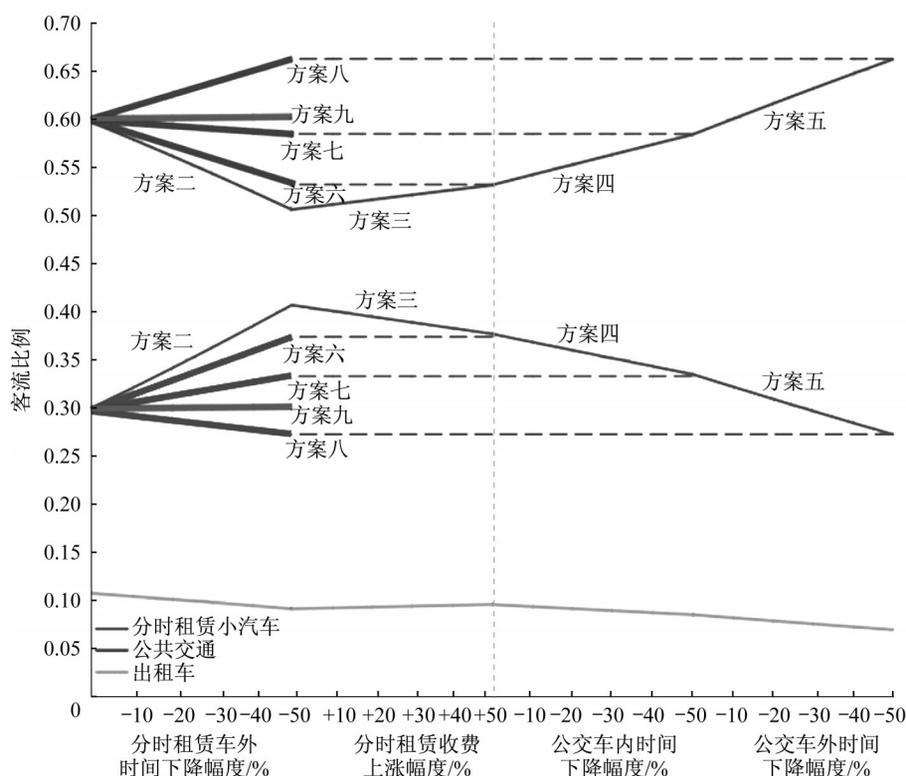


图4 分时租赁小汽车与公共交通时间与收费变化的分析结果

Fig.4 Analysis results of changes in time-sharing automobile and public transport travel time and charging

的过程(分时租赁车外时间下降到分时租赁收费上涨到公交车内时间下降再到公交车外时间下降),均在前一方案的基础上增加单项变化。方案六到方案九则为多项指标同步变化,可视为前面几个单项变化方案的叠加。

情景模拟旨在分析时间经济成本变化时,公交与分时租赁小汽车比例的变化情况,从分析结果可知:

(1)当分时租赁小汽车布点加密时,假设车外时间降低50%(25.5 min下降至12.7 min),公共交通将流失近10%的客流转移到分时租赁小汽车,对应方案二。

(2)分时租赁小汽车收费上涨对其客流分担的影响较小,当收费上涨50%(10元·h⁻¹上涨至15元·h⁻¹)时,分时租赁小汽车客流分担比仅下降2.5%左右,对应方案三。

(3)在分时租赁小汽车布点加密且收费上涨的基础上,公交可通过提高服务水平(车内外时间下降50%),实现客流回升(上涨至66.2%),对应方案四、方案五。

(3)公交车外时间与公交车内时间下降同等比例时(均下降50%),即公交车外时间(例如步行到站时间)与候车时间整体缩短,更有利于公交对客流的

吸引,对应方案四、方案五。

(4)方案六、方案七、方案八均为多项指标同步变化,其最终结果与单项逐步变化方案(方案二到方案五)叠加后的值等同。以方案八为例,其线末端值与方案二、三、四、五逐步叠加得到的最终值齐平。由此可见多项指标同时变化的效果可等同于单项指标分别调整的效果叠加。

(5)方案二显示分时租赁小汽车布点加密时将分流公交客流。而公交客流流失并非分时租赁小汽车替代私家车情景下所期望出现的情况,因而需采取其他措施同步维持公交方式分担比例。方案九则模拟了一个理想状态,即分时租赁车外时间降幅与分时租赁收费涨幅比值为1.47时,且公交服务水平同步改善时,公交客流比例将不受影响。

6 结论

本文通过调研采集数据,建立综合体出行者行为选择多项Logit模型,采用情景分析法,量化分析了出行成本对综合体不同出行方式的影响差异,并标定出不同出行方式的车内及车外时间价值。采用情景分析方法,假设综合体不提供私家车停车位,取而代之提供分时租赁汽车网点,随着布点加密,车

外时间缩短,分时租赁小汽车替代私家车、公交等其他方式出行意愿显著。在发展分时租赁小汽车的同时,仍应秉持公交优先的发展理念。即同时采用分时租赁车外时间缩短、分时租赁收费上涨、公共交通工具内时间和车外时间缩短等措施,且控制分时租赁车外时间降幅与分时租赁收费涨幅之间的比例关系,才能有助于调节综合体停车空间资源和周边路网的道路资源供需水平。本研究对于综合体出行结构有机更新有着积极的指导意义,综合体规划管理者和分时租赁运营公司可通过寻求网点投放密度和价格调节的平衡点,实现公交分担率、分时租赁分担率与运营者收益的共赢。

参考文献:

- [1] MUHR E. Report customer survey car-sharing Brussels [R]. [S.L.]:Project MOMO Grant agreement, 2009.
- [2] MUHR E. Report survey on satisfaction of Cambio client in Wallonia[R]. [S.L.]:Project MOMO Grant Agreement, 2010.
- [3] MILLARD B A. Car sharing: where and how it succeeds[M]. Washington D C: Transportation Research Board, 2005.
- [4] 周彪,周溪召,李彬. 基于上海市消费者的汽车共享选择分析[J]. 上海理工大学学报, 2014, 36(1): 97.
ZHOU Biao, ZHOU Xizhao, LI Bin. Choice analysis of car sharing in consideration of the consumers in Shanghai [J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 2014, 36(1): 97.
- [5] HUI Ying, WANG Mingquan. Consuming demand incentive of potential car sharing users and its developing policy: take Shanghai as a case study [C]//2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, Changsha: IEEE Computer Society, 2010: 1031-1034.
- [6] 何璇. 北京分时租赁消费者满意度与忠诚度研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
HE Xuan. A study on the consumer satisfactory and loyalty of the car-sharing in Beijing [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2017.
- [7] BRIAN H. Carsharing: increasing rural transportation options in the great central valley[R]. Irvine: Sustainable Communities Leadership Program Report, 2000.
- [8] 葛王琦, 邵丹, 程杰. 汽车分时租赁对上海市小客车发展的影响[C]//2017年中国城市交通规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 2962-2973.
GE Wangqi, SHAO Dan, CHENG Jie. The impact of time-shared car rental on the development of cars in Shanghai [C]// Proceedings of the 2017 China Urban Transport Planning Annual Conference. Beijing: China Building Industry Press, 2017: 2962-2973.
- [9] 杨东援. 共享交通与空间资源共享[J]. 交通与港航, 2017, 4(2): 1.
YANG Dongyuan. Shared transportation and share of space resource [J]. Communication & Shipping, 2017, 4(2): 1.
- [10] 程苑. 汽车共享下的城市交通出行方式博弈研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.
CHENG Yuan. Research on a game process of urban transport mode under carsharing [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2015.
- [11] 熊思敏. 多种政策下新加坡拥挤收费效果及作用机理研究[D]. 上海: 同济大学, 2014.
XIONG Simin. Research on the effect and mechanism of crowding charges in Singapore under various policies [D]. Shanghai: Tongji University, 2014.
- [12] 何建中. 城市地区私人小汽车出行成本构成理论及其量化评估方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2009.
HE Jianzhong. The constitution theory and quantitative evaluation method of trip cost about private car in urban areas [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2009.
- [13] 叶盈. 出行方式链成本测算方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
YE Ying. Study on the travel mode chaining cost [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2015.
- [14] 王汉斌, 岳帅. 网约车指导定价模型研究[J]. 价格月刊, 2016(10): 32.
WANG Hanbin, YUE Shuai. Research on guiding pricing model of online booking vehicle [J]. Prices Monthly, 2016(10): 32.
- [15] 张媛媛. 重庆市主城区公共交通出行成本研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2013.
ZHANG Yuanyuan. The research on travel costs of mass transit in main urban area of Chongqing [D]. Chongqing: Chongqing Jiaotong University, 2013.
- [16] 瞿丹, 陈潜洋. 公共交通出行综合成本现状研究[J]. 市场研究, 2013(11): 18.
QU Dan, CHEN Qianyang. Research on the current situation of the comprehensive cost of public transportation [J]. Marketing Research, 2013(11): 18.
- [17] 张天然. 基于交通网络均衡理论的交通需求管理政策评价研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
ZHANG Tianran. Research on traffic demand management policy evaluation based on traffic network equilibrium theory [D]. Shanghai: Tongji University, 2008.