

宁波市过江通道限行服务满意度调查与分析

郑义彬¹, 罗轶¹, 陈文鑫², 韩红艳¹

(1. 武汉理工大学 交通学院, 湖北 武汉 430063; 2. 北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

摘要: 以宁波市过江通道——江厦桥和灵桥为例, 针对 596 份私家车主对过江通道限行服务满意度问卷的调查结果, 先利用因子分析法筛选出 5 个因子, 再通用二项 Logistic 法构建过江通道限行服务满意度评价模型, 预测一段时间内通道限行服务满意度。

关键词: 城市交通; 过江通道; 限行; 服务满意度; 宁波

中图分类号: U491.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)02-0020-03

按照国际通行说法, 100 万辆以上汽车保有量是一座城市进入“汽车社会”的标志。继北京、上海、成都、广州、深圳、天津、杭州、苏州之后, 宁波成为国内第 9 座汽车保有量过百万辆的城市。2001—2015 年, 全市九座以下私家车年均增长率达到 22.0%, 远超过其他车种的增长速度。汽车总量的高速增长导致宁波市核心区高峰时段交通拥挤, 行车难成为影响城市发展、居民生活的民生问题, 不得不对小汽车实行限制措施。但宁波市核心区江厦桥和灵桥实行限行政策后产生了一些争议, 一部分观点认为两座桥梁的单双号限行政策导致两座桥梁和其他相邻通道之间交通流震荡, 交通需求管理效果也不明显; 另一些观点则认为需扩大限行桥梁数量, 形成核心区局部单双号限行区域, 起到核心区域交通需求管理的效果。该文通过问卷调查构建过江通道限行服务满意度评价模型, 评估限行措施的效果和不足, 提出适合宁波市的交通需求管理政策。

1 调查问卷基本情况

1.1 问卷问题设置

调查问卷的内容主要包括私家车主个人信息和过江通道限行服务满意度, 其中服务满意度包括总体满意度与 7 个分项满意度。通过查阅相关资料, 利用主成分分析法筛选并确定 7 个影响满意度的因素, 分别为限行处罚力度 F_1 、缓解道路拥堵 F_2 、提高空气质量 F_3 、限行标志大小与反光度 F_4 、两桥同时限行的规则 F_5 、限行监控力度 F_6 、限行标志数量与布局 F_7 。针对过江通道服务满意度的 8 个问题设置“非常满意、满意、一般、不太满意、不满意”5 个选项, 参考李克特五级评分法, 结合问卷数据特征, 对 5 个选项分别赋值 5、4、3、2、1 分进行统计分析。

1.2 数据基本情况

被调查人员的性别基本为女: 男 = 1 : 6, 男性车主占绝大多数, 反映了社会驾驶员以男性为主、女性为辅的现状; 年龄构成呈现两头小、中间大的锥状分布, 以 29~40 岁的青年为主, 年龄布局相对合理; 驾龄结构分布较均匀, 4~7 年居多; 被调查车辆中本地车辆所占比例高达 96%; 被调查人员中在宁波的居住时间较长的所占比例大, 其中 10 年以上占 67%。宁波市过江通道单双号限行政策的重点服务对象为本地车辆, 而且江厦桥和灵桥限行措施已实施 10 年, 在宁波居住时间越久的驾驶员越了解这项政策, 这不仅增加了所采集问卷数据的可信度, 也方便对民意资料信息的收集。

综上, 问卷调查数据采集的针对性较强, 结构性严密, 有效性高。共回收 596 份居民满意度有效问卷, 具有良好的随机分布、合理性和详细数据, 具备分析价值。

1.3 信度及效度检验

为确保问卷结构的合理性和有效性, 对调查问卷的信度和效度进行检验。信度检验采用克隆巴哈 (Cronbach) α 系数, 其值为 0~1。若 $\alpha \geq 0.9$, 则认为内在信度很高; 若 $0.7 \leq \alpha < 0.9$, 则认为内在信度较好或可接受。经过统计分析, 这次问卷调查数据的 α 为 0.815, 信度较好。

利用 KMO 和 Bartlett 检验 7 个服务满意度因素的效度及相关性。结果显示: Bartlett 检验统计量的观测值为 342.167, 概率 P 接近零。取显著性水平为 0.05, 因 P 值小于显著水平, 应拒绝原始假设, 认为相关系数矩阵与单位矩阵显著不同。KMO 值为 0.733, 根据盖乌斯·尤利乌斯·恺撒给出的 KMO 度量, 原始变量适用于因子分析。

2 因子分析

2.1 提取分析因子

为提高所提取因子对于原始因素的解释力,并使降维效果更显著,对 7 个因素进行因子分析。正

常情况下,所提取因子的累积方差贡献率(即因子累计反映原始因素的信息量)应大于 80%。如表 1 所示,当提取因子数为 5 时,5 个因子共解释 7 个因素总方差的 88.998%,原始信息较少丢失,因子分析的效果理想。

表 1 因子特征值及方差贡献率统计

因子 编号	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	总计	方差/%	累加/%	总计	方差/%	累加/%	总计	方差/%	累加/%
1	2.912	41.595	41.595	2.912	41.595	41.595	1.644	23.481	23.481
2	1.137	16.237	57.833	1.137	16.237	57.833	1.408	20.115	43.596
3	0.945	13.498	71.330	0.945	13.498	71.330	1.163	16.612	60.209
4	0.651	9.294	80.625	0.651	9.294	80.625	1.016	14.514	74.723
5	0.586	8.373	88.998	0.586	8.373	88.998	0.999	14.275	88.998
6	0.444	6.340	95.338						
7	0.326	4.662	100.000						

2.2 命名分析因子

将 7 个与服务满意度有关的因素进行降维处理,并通过方差最大法对因子载荷矩阵实施正交旋转,得到各因素在 5 个因子上的载荷(见表 2)。

表 2 旋转后的因子载荷矩阵

因子 编号	各因素的荷载						
	F_3	F_2	F_4	F_6	F_5	F_1	F_7
1	0.869	0.792	0.279	-0.028	0.187	0.337	0.183
2	0.028	0.253	0.831	0.776	0.030	0.056	0.215
3	0.045	0.248	-0.203	0.399	0.936	0.071	0.135
4	0.183	0.233	-0.118	0.276	0.057	0.908	0.107
5	0.175	0.070	0.205	0.111	0.119	0.107	0.940

由表 2 可知:1) 因素 F_3 和 F_2 在第 1 个因子上有较高的载荷,第 1 个因子可解释为外部因素 f_1 ; 2) 因素 F_4 和 F_6 在第 2 个因子上有较高的载荷,第 2 个因子可解释为监督力度与标志外观质量 f_2 ; 3) 因素 F_5 在第 3 个因子上有较高的载荷,第 3 个因子可解释为限行规则 f_3 ; 4) 因素 F_1 在第 4 个因子上有较高的载荷,第 4 个因子可解释为限行处罚力度 f_4 ; 5) 因素 F_7 在第 5 个因子上有较高的载荷,第 5 个因子可解释为标志数量布局 f_5 。

3 二项 Logistic 分析

3.1 数据基本处理

根据因子分析中得到的权重值(即表 2 所示旋转后的因子载荷矩阵),对每份样本数据中 5 个因子的满意度进行加权计算,公式如下:

$$W_{ij} = \frac{q_j}{q_1 + q_2 + \dots + q_j} \quad (i = 1, 2, \dots, 6)$$

$$S_i = F_{i1}W_{i1} + F_{i2}W_{i2} + \dots + F_{ij}W_{ij}$$

式中: W_{ij} 为服务满意度因素 j 在第 i 个因子上的权重; q_j 为服务满意度因素 j 旋转后的因子载荷值; S_i 为加权计算后第 i 个因子的满意度得分; F_{ij} 为第 i 个因子中服务满意度因素 j 在问卷中的得分。

通过加权计算得到各因子的满意度得分后,将得分大于 3 分的样本标记为 1,记作满意;将得分小于等于 3 的样本标记为零,记作不满意,从而将数值型变量转化为(0,1)变量。

3.2 建立回归方程

利用向前 LR 策略进行变量筛选,结果显示,显著性水平取 0.05 时,各因子的概率 P 值均小于显著性水平,模型中的全体解释变量与 Logit P 的线性关系显著,模型较合理(见表 3)。

表 3 方程中有效因子的检验统计量

步骤	因子	系数 值 B	标准 误 $S.E.$	卡方值 $Wald$	自由 度 df	P 值	$\text{Exp}(B)$
1	f_1	4.286	0.476	80.981	1	0.000	72.707
2	f_1	4.583	0.593	59.631	1	0.000	97.806
	f_5	2.795	0.707	15.632	1	0.000	16.367
3	f_1	4.610	0.649	50.490	1	0.000	100.502
	f_2	2.080	0.615	11.442	1	0.001	8.004
	f_5	2.763	0.736	14.098	1	0.000	15.854
4	f_1	4.665	0.683	46.640	1	0.000	106.117
	f_2	2.920	0.749	15.193	1	0.000	18.545
	f_3	1.964	0.682	8.298	1	0.004	7.126
	f_5	2.552	0.719	12.597	1	0.000	12.834

续表 3

步骤	因子	系数 值 B	标准 误 $S.E.$	卡方值 $Wald$	自由 度 df	P 值	$\text{Exp}(B)$
	f_1	4.284	0.706	36.836	1	0.000	72.497
	f_2	2.930	0.760	14.872	1	0.000	18.733
5	f_3	1.973	0.723	7.453	1	0.006	7.194
	f_4	1.853	0.756	6.004	1	0.014	6.377
	f_5	2.523	0.753	11.229	1	0.001	12.467

根据表 3 中 5 个有效因子的系数值,得到如下回归方程:

$$\text{Logit}P = 4.284f_1 + 2.930f_2 + 1.973f_3 + 1.853f_4 + 2.523f_5$$

过江通道限行服务满意度评价模型的预测结果见表 4。由表 4 可知:服务评价模型的预测结果与问卷调查样本数据的结果基本一致,预测精度高达 91.0%,预测效果好。

表 4 服务评价模型预测结果及其精度

步骤	实际结果	模型评价结果		百分比 正/%	预测精 度/%
		不满意	满意		
1	不满意	118	9	92.9	89.9
	满意	11	61	84.7	
2	不满意	124	3	97.6	90.5
	满意	16	56	77.8	
3	不满意	122	5	96.1	91.5
	满意	12	60	83.3	
4	不满意	116	11	91.3	91.5
	满意	6	66	91.7	
5	不满意	118	9	92.9	91.0
	满意	9	63	87.5	

4 建议

根据上述分析结果,主要针对因子 f_1 、 f_2 及 f_5 提出对策建议。

4.1 空气质量与道路拥堵的改善

空气质量与道路拥堵是影响目前限行服务满意度的最主要因素,应从交通管理控制和交通需求管理两方面对车辆进行管控,提高市民对城市空气质量和道路拥堵的满意度。

(1) 交通控制管理。在交通高峰期对车辆进行控制管理,如禁止货车通行、出台相关政策鼓励出行者使用大容量车辆出行等,提高宁波市三江六岸车

辆流量缓冲效率,方便出行者顺利通过过江通道,缓解交通拥堵。

(2) 交通需求管理。利用经济补助刺激计划,如企业提供公交客票补贴、交通津贴、给使用替代方式出行的员工增加假期等刺激方式,政府机构提供公交月票打折、公交补贴等刺激方式,使公交、小汽车合乘等交通方式更具吸引力。

4.2 限行标志大小与反光度及限行监控力度改善

宁波江厦桥和灵桥旁绿化程度高,限行标志易被树木遮挡,且部分标志由于使用时间久等原因反光度有所降低,无法起到很好的警示作用。建议适当增大限行标志牌,剪除遮挡视线的树枝,并更换反光材料。

目前主要依靠人眼通过视频识别交通违章行为,无法做到百分百准确。建议采用智能化自动识别设备提高识别精度,加强监控力度,提高限行服务满意度。

4.3 限行标志数量与布局的改善

目前限行标志物数量较少,且只分布在江厦桥与灵桥两侧。建议扩大辐射区域,便于出行者及时调整出行路线,提高限行服务满意度。

5 结语

利用因子分析法与二项 logistic 法,根据 596 份调查问卷数据筛选因子,构建限行服务满意度回归模型,模型中包含 5 个有效因子,从多角度考虑出行者对于限行服务的主观感受,并将满意度从定性感受转换成定量数据。回归模型分析发现,出行者对于道路拥堵及空气质量尤其看重,也符合当前出行者对于限行服务的诉求。文中的分析方法不仅有助于评价出行者对江厦桥和灵桥限行服务的满意度,也能适用于未来一段时间内政策变化、基础设施变化等满意度预测。

参考文献:

- [1] 陆化普.城市交通供给策略与交通需求管理对策研究[J].城市交通,2012,10(3).
- [2] Mahendra A. Vehicle restrictions in four Latin American cities: is congestion pricing possible[J]. Transport Reviews, 2008, 28(1).
- [3] Loukopoulos P, Jakobsson C, Gärling T, et al. Public attitudes towards policy measures for reducing private car use: evidence from a study in Sweden[J]. Environ-

(下转第 43 页)

于对非优先相位绿灯时间的压缩,交叉口饱和度增加后,非优先相位最大可压缩时间受到限制,部分优先请求无法得到执行。

4 结论

该文以交叉口人均延误最小为目标建立有轨电车信号优先控制策略,VISSIM 仿真结果表明:该控制策略可有效降低交叉口人均延误,同时不影响非优先相位社会车辆的正常运行;其控制效果与有轨电车发车间隔、交叉口饱和度密切相关,发车间隔较小时其可有效减少交叉口人均延误,交叉口饱和度较小时其对人均延误的降低效果较明显。

但该优先控制策略未考虑有轨电车沿线交叉口存在线控或面控的情况,需进一步优化,使其具有更强的扩展性。另外,有轨电车与常规公交存在多相位优先请求情况下的协调控制策略有待研究。

参考文献:

- [1] 安健,郭继孚,张栋,等.公交优先发展评价共识:打造非小汽车导向的城市出行环境[J].城市交通,2018(3).
- [2] Ma Wanjing, Yang Xiaoguang. Design method of U-turn between adjacent intersections for bus priority [A]. Eighth International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals (ICCLTP) [C]. 2008.
- [3] 马万经,吴明敏,韩宝新,等.考虑可变速度调节的单个交叉口公交信号优先控制方法[J].中国公路学报,2013,26(2).
- [4] Wan-jing Ma, Han-zhou Xie, Yu Bai, et al. Signal timing optimization model based on dual-ring phase scheme

for roundabout[J]. Journal of Central South University, 2013, 20(2).

- [5] Jia Hu, Byungkyu Brian Park, Young-Jae Lee. Transit signal priority accommodating conflicting requests under connected vehicles technology [J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2016, 69.
- [6] 乔文鑫,王铤.基于交叉口可靠性的公交优先信号配时优化模型[J].交通运输系统工程与信息,2017,17(2).
- [7] 汪林.基于预测的快速公交信号优先设计及效果仿真[J].公路交通科技,2017,34(6).
- [8] 温兆鹏.影响现代有轨电车运营安全的主要因素分析及对策[J].现代城市轨道交通,2018(4).
- [9] 王舒祺.现代有轨电车交叉路口优先控制管理方法研究综述[J].城市轨道交通研究,2014,17(6).
- [10] 李曙光,魏靖雅,折胜军.考虑物理排队的自适应公交优先信号设置[J].长安大学学报:自然科学版,2017,37(1).
- [11] 董玉璞,孙剑,李克平.基于逻辑规则的拥挤干道公交优先控制策略[J].交通信息与安全,2013,31(4).
- [12] 刘立龙,李建成.基于 VISSIM 的现代有轨电车交叉口信号优先控制策略研究[J].公路与汽运,2014(6).
- [13] 俞忠东,刘树青,沈文超,等.基于模糊控制的公交信号优先控制方法研究[J].交通信息与安全,2015,33(1).
- [14] 王安麟,孙晓龙,钟馥声.一种基于通行优先度规则的城市交通信号自组织控制方法[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2018,37(2).
- [15] 李振龙,王保菊,金雪,等.综合考虑公交相位优先和非公交相位补偿的单个信号优化方法[J].科学技术与工程,2015,15(12).

收稿日期:2018-06-21

(上接第22页)

- mental Science and Policy, 2005, 8(1).
- [4] 杨静,毛保华,丁勇.北京与国际大都市道路交通比较研究[J].综合运输,2009(4).
- [5] 徐东云,张雷,兰荣娟.城市交通拥堵的背景变换分析[J].城市问题,2009(3).
- [6] 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).
- [7] 陈艳艳,刘小明,陈金川.城市交通需求管理及应用[M].北京:人民交通出版社,2009.
- [8] 张磊,王道勇.公共自行车服务满意度实证研究:以武汉市居民使用情况为例[J].经营管理者,2011(13).
- [9] 陈文鑫,岳昊,韩红艳,等.宁波市公共自行车服务满意度评价模型构建研究[J].山东科学,2018,31(2).

- [10] 吴冰,陈斯琪.共享单车顾客满意度模型研究[J].社会科学前沿,2017,6(8).
- [11] 朱智洛,李克特式量表与模糊语义量表计分的差异比较:以正态模糊数仿真为例[J].统计与决策,2007(22).
- [12] 薛薇.统计分析方法及应用[M].北京:电子工业出版社,2014.
- [13] 高浩然,陈瀚,李沁鲜.基于层次分析法的小汽车尾号限行政策评价[J].公路与汽运,2011(5).
- [14] 杨秋萍,郭姣辰.北京奥运会前后出行交通情况的满意度调查与分析:基于北京海淀区居民的研究[J].中国高新技术企业,2009(4).

收稿日期:2018-05-29