

基于改进 AHP 法的广佛城际 公交满意度模糊综合评价*

温惠英, 吴璐帆, 梅家骏
(华南理工大学土木与交通学院, 广东 广州 510641)

摘要: 基于改进的 AHP 法和模糊综合评价, 在满意度影响因素和出行者特性的基础上, 从经济性、可靠性、便捷性、舒适性、可达性 5 个方面着手, 建立了城际公交出行满意度评价体系; 结合广佛城际公交出行调查数据, 计算出了各指标层的权重及满意度评分, 绘制了重要度 - 满意度四分图。结果表明: 舒适性、可达性对广佛城际公交出行满意度的影响较大; 广佛城际公交出行满意度总分为 63.8, 介于“一般”和“满意”之间, 且可达性和经济性方面得分较高。

关键词: 城际公交; 改进 AHP 法; 模糊综合评价; 满意度

中图分类号: U125 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2018)05-0064-08

Fuzzy comprehensive evaluation of Guangzhou-Foshan public transit satisfaction of inter-city based on improved AHP method

WEN Huiying, WU Lufan, MEI Jiajun

(School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: Using the improved AHP method and fuzzy comprehensive evaluation, this paper establishes an inter-city transit satisfaction evaluation system from five aspects including economy, reliability, convenience, comfort and accessibility on the basis of analyzing the satisfaction and traveler characteristics. And then combining Guangzhou and Foshan inter-city transit travel survey data, to calculate weights of index layer and satisfaction score, and create four paradigm analysis model. The results show that the comfort and accessibility have great influence on inter-city transit satisfaction. The total score of travel satisfaction of Guangzhou-Foshan inter-city transit is 63.8, which is between “average” and “satisfied”, and the scores of accessibility and economy are higher.

Key words: inter-city transit; improved AHP method; fuzzy comprehensive evaluation; satisfaction

随着城市化进程的加快, 中心城市的快速扩张带动了周边卫星城的发展, 中心城市与卫星城之间的关系越来越密切, 人口流动也日益增多。大流量、高频率的客流对城际短途客运的运输能力、服务水平等提出了更高要求, 城际公交应运而生。城际公交主要包含城际常规公交、城际地铁、城际轨

道和城际班车。有别于市内公交, 城际公交行驶距离远, 行驶时间长。因此, 研究城际公交出行满意度评价体系, 准确分析出行者的需求特性以改善公交服务水平, 显得尤为重要。

公交出行满意度评价是在服务质量指标量化区分的基础上, 基于乘客满意度打分, 采集乘客对各

* 收稿日期: 2017-10-10

基金项目: 国家自然科学基金(51378222, 51578247)

作者简介: 温惠英(1965年生), 女; 研究方向: 交通运输规划与管理、交通安全; E-mail: hywen@scut.edu.cn

个指标的满意程度^[1]。公交出行满意度直观反映了乘客出行态度，以往学者的相关研究主要集中在城际出行的行为特性与发展管理模式方面^[2-5]，而城际公交满意度影响特性方面的研究较少。在国外，Friman 等^[6]利用评估模型分析了公共交通乘客的满意度，研究发现乘客总体满意度与累计满意度正相关。Castillo 等^[7]、Nkurunziza 等^[8]、Wen Tailai 等^[9]分别从不同角度，研究公交出行满意度受乘客感知等其他因素的影响，及其与出行方式价值感知、出行目的等存在的密切联系；在国内，以满意度指数为基础的综合评价法在公交服务水平和乘客满意度研究中被广泛使用，主要集中在满意度指标选取、制定、满意度评价和乘客意向信息采集等方面^[10-13]。公交满意度的涵盖基于运营属性的因素（如准时性、安全性、可靠性、可达性等）和人性化服务评估的因素（如便捷性、舒适性等）^[14]。目前对城际公交满意度的研究，往往都忽略了公交满意度各涵盖层面对乘客总体满意度的影响。

本文在分析出行者满意度影响因素和出行者特性的基础上，将改进的 AHP 法和模糊综合评价法相结合，构建了城际公交出行满意度评价体系，并研究了各评价指标对于满意度的影响。本文的研究结果可为城际公交服务方面的决策提供理论依据。

1 城际公交出行满意度模型

1.1 改进的 AHP - 模糊综合评价模型

AHP - 模糊综合评价模型由韩利等^[15]提出，该模型能够将定性和定量分析结合，减少个人主观臆断带来的弊端。传统的 AHP 法采用 1 - 9 比例标

度法，分别对每一层次评价指标的相对重要性进行定性描述。因该方法存在结果不合理、过程繁琐等问题，我国学者对标度进行一系列改进。目前，主要的标度法有 0 - 2 三标度法、-1 - 1 三标度法、-2 - 2 五标度法、9/9 - 9/1 分数标度法和 $e^{0.4} - e^{8.4}$ 指数标度法等十几种。骆正清等^[16]从标度可记忆性、标度均匀性、权重保序性、权重拟合性、判断一致性等方面对上述方法进行了比较，建议对于精度要求较高的多准则下的排序问题使用指数标度 $e^{0.4} - e^{8.4}$ 。因此，本文尝试采用指数标度 $e^{0.4} - e^{8.4}$ 对城际公交出行满意度进行评价。本文的城际公交出行满意度模型由改进的层次分析法和模糊综合评价两个部分组成。评价模型的框架如图 1 所示。

1.2 确定评价指标体系

根据城际公交系统的特点，分析影响城际公交出行者满意度的主要因素，结合相关规范及调查数据，基于经济性、可靠性、便捷性、舒适性、可达性 5 个方面确定了 10 个指标，构建了城际公交出行满意度评价体系，如图 2 所示。

1.3 层次分析法确定权重系数

运用改进的层次分析法确定评价指标的权重系数，按以下步骤进行。

1.3.1 构造判断矩阵 改进的 AHP 层次分析法采用指数标度 $e^{0.4} - e^{8.4}$ ，指数标度描述如表 1。分别对评价指标每一层次的相对重要性进行量化表示，构建判断矩阵 A_{ij} 。

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \text{其中 } a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (1)$$

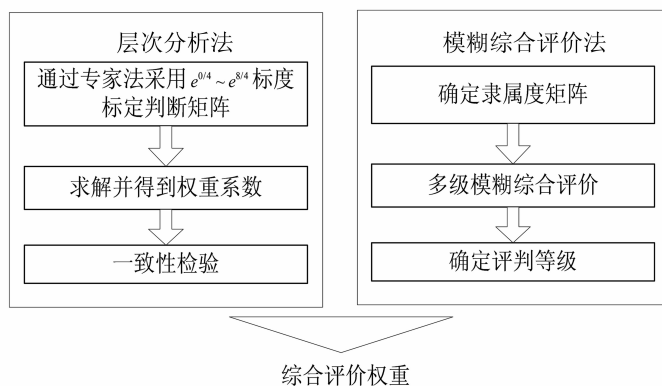


图 1 城际公交出行满意度评价模型

Fig. 1 Transit traveling satisfaction model of inter-city

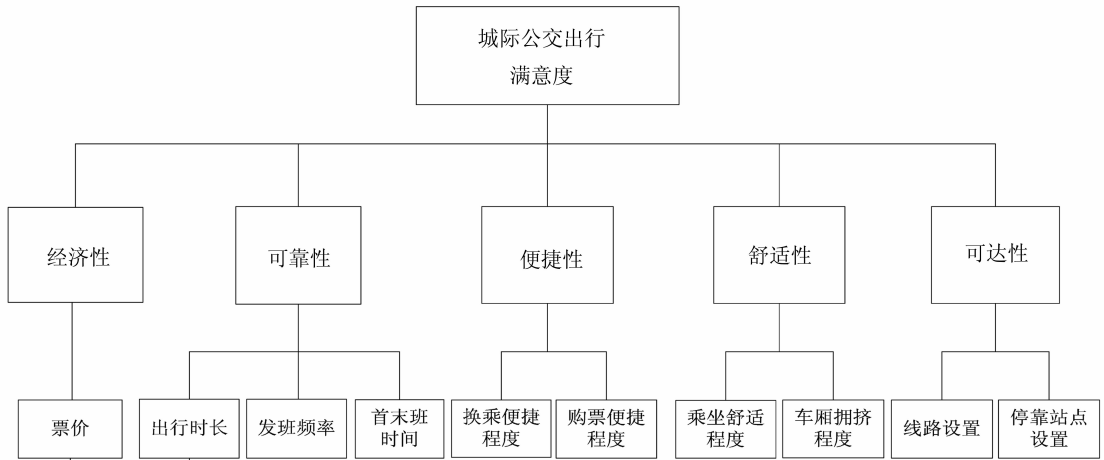


图 2 城际公交出行满意度评价体系

Fig. 2 Transit traveling satisfaction evaluation system of inter-city

1.3.2 计算权重系数 针对判断矩阵, 首先计算矩阵每行所有元素的几何平均值 \bar{w}_i , 从而规范化求得各层指标权重系数 w_i 。计算公式为:

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$w_i = \bar{w}_i / \sum_{i=1}^n \bar{w}_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

由 w_i 可知特征向量 $\mathbf{W} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$, 即为各层指标的相对权重系数。

表 1 指数标度描述

Table 1 Description of index

阶数	标度	阶数	标度
1	$e^{0/4} (1)$	6	$e^{5/4} (3.490)$
2	$e^{1/4} (1.284)$	7	$e^{6/4} (4.482)$
3	$e^{2/4} (1.649)$	8	$e^{7/4} (5.755)$
4	$e^{3/4} (2.117)$	9	$e^{8/4} (7.390)$
5	$e^{4/4} (2.718)$		

1.3.3 一致性检验 为降低判断思维不一致性的时候出现的偏差, 需引入一致性比例 CR 对指标进行一致性判断。对于 $n \geq 3$ 阶的判断矩阵, 当 $CR < 0.1$ 时, 认为判断矩阵的一致性是可以接受的, 否则应对判断矩阵作适当修正, 直至判断矩阵具有满意的一致性为止。计算公式为:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(Aw_i)_i}{nw_i} \quad (4)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

式中, \mathbf{A} 为判断矩阵, w_i 为各层指标权重系数, n 为阶数, λ_{\max} 为判断矩阵的最大特征值, CI 为矩阵的一致性指标, RI 为平均随机一致性指标, 其取值如表 2 所示。

表 2 平均随机一致性指标 RI

Table 2 The coincidence ratio RI

阶数	RI	阶数	RI
1	0.00	6	1.24
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12		

1.4 模糊评价综合法确定综合权重

1.4.1 确定指标集合及等级集合 评价指标分为准则层和指标层, 准则层 $\mathbf{U} = \{\text{经济性、可靠性、便捷性、舒适性、可达性}\}$ 。指标层共计 10 个因素, 分别为票价、出行时长、发班频率、首末班车时间、换乘便捷程度、购票便捷程度、乘坐舒适程度、车厢拥挤程度、线路设置、停靠站点设置。在城际公交出行者满意度评价中, 等级分为 5 级, 即 $\mathbf{V} = \{\text{非常满意, 满意, 一般, 不满意, 非常不满意}\}$ 。

在建立起等级的模糊子集以后, 必须对所选取的评判对象的每个因素 u_i 进行逐步量化, 确定被评价对象的模糊子集的隶属矩阵 \mathbf{R} , 如式 (7) 所示。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (7)$$

式中, r_{ij} 表示某个被评价对象从因素 u_i 来看对 V_j 等级模糊子集的隶属度, $0 < r_{ij} < 1$ 。 R 包含了按评价标准集合 V 对评价因素集合 U 进行评价所获得的全部信息。本文通过问卷调查获取出行者对各个指标的评分, 各指标的每种等级总数所占总人数的比值即为隶属度。

1.4.2 合成模糊综合评价的结果向量 将求得的权重集 W 和隶属矩阵 R 进行合成, 得到综合评价结果向量 $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ 。

$$B = W \cdot R = (w_1, w_2, \dots, w_n) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (8)$$

2 广佛城际公交出行满意度评价模型

2.1 广佛城际公交运行基本情况

根据“珠三角同城化、广佛先试先行”、“广佛同城化、交通先行”的指示精神, 广佛两市开启跨市客运同城化改革工作。通过在两市范围内全面推行广佛快巴, 以及在广州市区、番禺区与佛山禅城、南海、顺德区之间两市联系紧密的区域提供广佛城巴、广佛常规公交等客运服务, 构建广佛交通出行换乘服务体系。目前运营线路广佛快巴 31 条、广佛城巴 13 条、广佛常规公交 65 条, 为乘客提供点点直达、大站快车、站站停靠多样化的运输服务满足各区域、各类型乘客的出行需求。另外, 地铁广佛线自 2010 年开通至今, 日均客流增长至 16 万人次, 列车准点率达到 99.9%。根据佛山铁投集团提供的 2011 - 2015 年地铁运营里程及客流量最新数据, 广佛线地铁年运营里程基本稳定在 1 090 万公里, 客流量则逐年攀升, 年客流量以 11.0% ~ 12.0% 的年增长率持续增长。因此, 广佛线地铁已经成为广佛城际公共交通出行的主要交通方式。

2.2 广佛居民出行特征调查分析

2016 年 11 月, 对广州市与佛山居民开展了城

际公交出行满意度调查。调查地点为广州市和佛山市区的 11 个城际公交车站, 包括城际公交换乘枢纽、大型城际公交场站、普通城际公交汽车站、城际地铁站 (地铁广佛线) 和城际轨道车站 (广佛肇城际轨道) 五种类型, 以降低样本的多重共线性。共分发问卷 2 000 份, 回收有效问卷 1859 份, 问卷有效率达 93%。问卷内容包括出行者的个人属性信息、出行信息和满意度信息。个人属性信息主要包括性别、年龄、职业、学历、月收入等; 出行信息主要包括每周往返次数、往返广佛时间段、出行目的和单次出行平均用时; 满意度信息主要包括出行者对于广佛城际出行的票价、出行时长、发班频率、首末班车时间、换乘便捷性、乘坐舒适性、线路设置等方面的满意度感知。在有效样本中, 年龄主要集中在 20 ~ 50 岁, 学历在本科及以下, 月收入在 8 千元以下, 每周往返次数 5 次以下, 单次出行平均用时 90min 以内, 职业、每周往返次数、出行时间段、出行目的的分布较为均匀, 数据具有合理性。所得的居民出行特征如表 3 所示。

由于问卷中各指标的 5 个选项均呈现有序变化, 采用 5 分制的李克特量表法 (Likert scale) 研究乘客对城际公交服务的满意度。在进行评估结果分析前, 首先对问卷信度和效度进行分析。使用 SPSS19.0 计算李克特量表的 Cronbach's α 系数, 计算出各个指标的 Cronbach's α 系数均大于 0.7, 说明问卷内在信度较高。通过因子分析方法, 计算出 KMO 样本测度数值为 0.843, Bartlett 显著性概率 (sig 值) 为 0.000, 即相关系数在 0.001 水平显著, 说明数据适合做因子分析。

2.3 确定权重指标系数

从广佛城际公交发展情况出发, 邀请相关领域的专家及学者, 对准则层和指标层各因素的重要程度进行打分, 从而基于指数标度 $e^{0/4} - e^{8/4}$, 构建了 A 、 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 共 5 个判断矩阵。通过改进的 AHP 法计算得指标层及准则层权重如表 4。经一致性检验, 各个指标的 CR 值均小于 0.1, 满足一致性要求。

2.4 确定模糊综合评价矩阵

根据调查问卷结果, 按不同指标及不同评价等级进行统计, 即为相对应的评价指标隶属度。指标层的隶属度如表 5 所示。

表 3 广佛公交出行特征统计
Table 3 Statistics of Guangzhou-Foshan transit traveling

类别	统计结果
性别	男 (51.93%); 女 (48.07%)
年龄	20 岁以下 (10.14%); 20 ~ 35 岁 (64.19%); 36 ~ 50 岁 (20.15%); 51 ~ 65 岁 (3.46%); 65 岁以上 (2.06%)
职业	学生 (14.63%); 公务人员 (3.46%); 企业员工 (38.53%); 私营企业主 (8.96%); 事业单位工作人员 (13.28%); 其他 (21.13%)
学历	高中、中专及以下 (36.73%); 大专 (31.32%); 本科 (28.74%); 硕士 (2.34%); 博士及以上 (0.87%)
月收入	3 千元以下 (25.73%); 3 千到 5 千元 (42.14%); 5 千到 8 千元 (20.22%); 8 千到 1 万元 (5.87%); 1 万元以上 (6.04%)
每周往返次数	10 次以上 (20.58%); 5 ~ 10 次 (14.20%); 3 ~ 5 次 (22.03%); 3 次以下 (43.19%)
往返广佛时间段	00:00 - 06:00 (1.10%); 06:00 - 10:00 (30.60%); 10:00 - 16:00 (33.30%); 16:00 - 20:00 (27.00%); 20:00 - 24:00 (8.00%)
出行目的	探亲访友 (17.50%); 上下班 (13.10%); 上学 (4.70%); 购物 (22.80%); 娱乐 (19.10%); 就医 (4.30%); 公务 (8.80%); 其他 (9.70%)
单次出行平均用时	30 min 以下 (9.70%); 30 ~ 60 min (47.20%); 60 ~ 90 min (31.06%); 90 ~ 120 min (8.17%); 120 min 以上 (3.88%)

表 4 满意度指标层及准则层权重
Table 4 The weight of satisfaction index

目标层	准则层权重	指标层权重	排序
城际公共交通居民出行满意度	经济性 0.155	票价 1.00 (0.155)	4
		出行时长 0.60 (0.056)	6
	可靠性 0.094	发班频率 0.24 (0.023)	9
		首末班车时间 0.16 (0.015)	10
	便捷性 0.073	换乘便捷程度 0.62 (0.045)	7
		购票便捷程度 0.38 (0.028)	8
	舒适性 0.422	乘坐舒适程度 0.44 (0.186)	2
		车厢拥挤程度 0.56 (0.236)	1
	可达性 0.256	线路设置 0.68 (0.174)	3
		停靠站点设置 0.32 (0.082)	5

表 5 指标层隶属度表
Table 5 The membership of layer index

准则层	指标层	隶属度				
		非常满意	满意	一般	不满意	非常不满意
经济性 U_1	票价	0.12	0.25	0.47	0.15	0.01
	出行时长	0.08	0.17	0.42	0.22	0.11
可靠性 U_2	发班频率	0.04	0.18	0.41	0.25	0.12
	首末班车时间	0.07	0.32	0.41	0.10	0.10
便捷性 U_3	换乘便捷程度	0.06	0.23	0.64	0.05	0.01
	购票便捷程度	0.11	0.12	0.52	0.20	0.05
舒适性 U_4	乘坐舒适程度	0.11	0.56	0.31	0.02	0.01
	车厢拥挤程度	0.01	0.24	0.20	0.40	0.14
可达性 U_5	线路设置	0.05	0.41	0.44	0.05	0.06
	停靠站点设置	0.07	0.31	0.52	0.08	0.02

根据式 (8)，将指标层权重集与隶属度矩阵合成为一级模糊综合评价矩阵 B 。

$$B = \begin{bmatrix} 0.12 & 0.25 & 0.47 & 0.15 \\ 0.07 & 0.20 & 0.42 & 0.21 \\ 0.05 & 0.19 & 0.60 & 0.11 \\ 0.05 & 0.38 & 0.25 & 0.23 \\ 0.06 & 0.38 & 0.46 & 0.06 \end{bmatrix}$$

同理，将准则层权重与一级模糊综合评价矩阵合成，广佛城际居民公交出行满意度综合权重为 $w = (0.07, 0.33, 0.38, 0.16, 0.06)$ 。

为了便于评价，分别对各评价等级赋予了标准值 $V = \{\text{非常满意, 满意, 一般, 不满意, 非常不满意}\} = \{100, 80, 60, 40, 20\}$ 。计算得广佛城际公交出行满意度总分为 63.8，各准则层满意度得分如表 6 所示。

表 6 各准则层满意度得分

Table 6 The satisfaction score of criterion layers

准则层	经济性	可靠性	便捷性	舒适性	可达性
得分	66.4	58.1	63.8	61.8	66.7

2.5 讨论与分析

根据改进的 AHP 法确定的广佛城际公交出行各准则层权重，舒适性、可达性对于总体满意度的影响较大，权重系数分别达到 0.422 和 0.256；而各指标层中，车厢拥挤程度、乘坐舒适程度、线路设置、票价对于总体满意度影响较大，权重系数分

别达到 0.236、0.186、0.174、0.155。考虑广佛城际居民出行目的主要集中在购物娱乐、探亲访友等非通勤出行，通勤出行比例较小，因此在交通方式的选择方面更注重舒适性和可达性，而对于可靠性、经济性要求相对较低。而在可靠性准则层下，出行时长相比于发班频率和首末班车时间，权重最大，高达 0.60，可见出行者更看重整体出行时间成本；在便捷性准则层下，换乘便捷程度权重达 0.62，合理的公交接驳对于城际公交出行者的重要性更大；在可达性准则层下，线路设置权重达 0.68，由于城际公交实现两个城市之间的客流运输，线路设置的合理性对于出行者总体满意度提升影响更大。

从评价结果来看，在广佛城际公交出行满意度评价中，有 7% 的出行者选择“非常满意”，33% 的出行者选择“满意”，38% 的出行者选择“一般”，16% 的出行者选择“不满意”，6% 的出行者选择“非常不满意”。满意度总分为 63.8，处于“一般”和“满意”之间。各准则层中，可达性和经济性得分较高，而可靠性得分最低。说明广佛城际公交系统的线路设置、停靠站点设置及票价较为合理，而出行时长、发班频率和首末班车时间则尚有改进空间。公交运行及服务水平应做到以人为本，注重人性化服务，这样才能吸引更多出行者响应“公交优先”政策。

根据满意度评分和重要度指数绘制四分图，如图 3 所示。在优势区中，乘坐舒适程度、线路设置、票价是对于提升出行体验较有竞争力的指标，

其满意度评分也较高,应保持其优势;修补区中,车厢拥挤程度对于提升总体满意度权重较大,其满意度评分较低,相关部门应投入资源进行改善,使其往优势区转变;机会区中,出行时长和发班频率满意度较低,但其对于总体满意度提升的影响不大,相对来说可以暂缓考虑;维持区中的停靠站点设置、换乘便捷程度、购票便捷程度、首末班车时间,一方面要维持其服务水平,另一方面可以注意发挥这些因素的优势,使之向优势区变化。

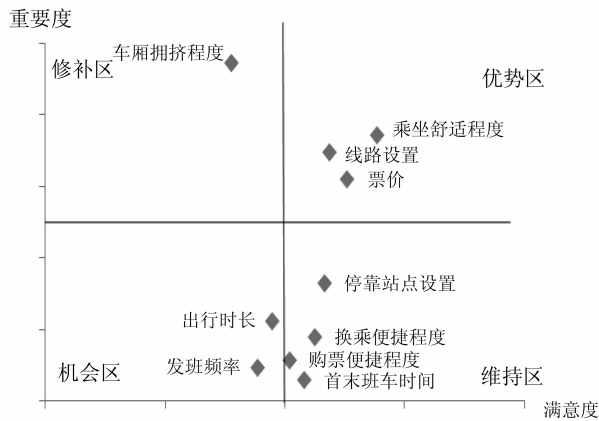


图3 重要度 - 满意度四分图

Fig. 3 The importance-satisfaction four paradigm analysis

3 结束语

本文运用改进的 AHP - 模糊综合评价法,将定量与定性相结合,综合考虑城际交通特性和乘客出行特性,构建了基于“经济性、可靠性、便捷性、舒适性、可达性”五个准则的城际公交出行满意度评价体系;通过开展广佛城际满意度大型调研,并应用该模型进行评价,获得了广佛城际公交出行各指标层的权重和出行者满意度评价,最后运用四分图对各指标的重要度 - 满意度进行分析。本文的结论有利于相关部门准确判断影响已有城际公交系统服务水平的指标,并进行有针对性的改善,从而加快广佛同城化的发展,实现“公交优先”。为使该评价体系更具普适性,今后可基于更多的两城一体化城际公交出行数据,逐步完善城际公交满意度指标选取和权重指标系数的确定等问题,以便进一步提高该评价方法的实用性和可靠性。

参考文献:

- [1] 毛海斌. 中国城市居民出行特征研究[D]. 北京:北京工业大学,2005.
- [2] 刘健,张宁. 基于模糊聚类的城际高铁旅客出行行为实证研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2012, 12(6):100 - 105.
LIU J, ZHANG N. Empirical research of intercity high-speed rail passengers' travel behavior based on fuzzy clustering model[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2012, 12(6): 100 - 105.
- [3] 牟振华,李美玲,崔东旭. 广佛同城背景下居民城际出行行为研究[J]. 城市发展研究,2014,8:44 - 49 + 68.
MOU Z H, LI M L, CUI D X. Intercity travel behavior study under the integration of Guangzhou and Foshan[J]. Urban Development Studies, 2014, 8:44 - 49 + 68.
- [4] 吴麟麟,张明岩,汪洋. 基于面板数据的宁杭城际出行选择行为研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2015(1):226 - 231.
WU L L, ZHANG M Y, WANG Y. Analysis of Ninghang intercity travel mode choice behavior based on panel data[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2015(1):226 - 231.
- [5] 吴麟麟,卢海琴,汪洋,等. 引入忠诚度变量的城际出行方式动态选择行为研究[J]. 公路交通科技, 2014, 31(11):123 - 129.
WU L L, LU H Q, WANG Y, et al. Research on intercity travel mode dynamic choice behavior with introduced loyalty variable[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2014, 31(11):123 - 129.
- [6] MARGARETA F, BO E, TOMMY G. Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services [J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2001(8): 95 - 104.
- [7] del CASTILLO J M, FRANCISCO G B. A methodology or modeling and identifying users satisfaction issues in public transport systems based on users surveys[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012(54):1104 - 1114.
- [8] ALPHONSE N, MARK Z, MARK B, et al. Modelling commuter preferences or the proposed bus rapid transit in Dar - es - Salaam [J]. Journal of Public Transportation, 2012, 15(2): 95 - 116.
- [9] WEN Tailai, CHING Fuchen. Behavioral intentions of public transit passengers: the roles of service quality, per-

- ceived value, satisfaction and involvement[J]. *Transport Policy*, 2011, 18(2): 318 - 325.
- [10] 赵明宇, 孙立军, TYLER Nick, 等. 基于归纳式学习法的通勤交通满意度指标研究[J]. *同济大学学报: 自然科学版*, 2011, 39(9): 1303 - 1306.
ZHAO M Y, SUN L J, TYLER N, et al. Development of satisfaction index of commute travel based on inductive learning[J]. *Journal of Tongji University (Nature Science)*, 2011, 39(9): 1303 - 1306.
- [11] 刘武, 李文子. 城市公交服务乘客满意度指数模型[J]. *城市交通*, 2007, 5(6): 65 - 69.
LIU W, LI W Z. Exploration of an index model of passenger satisfaction on urban transit services[J]. *Urban Transport of China*, 2007, 5(6): 65 - 69.
- [12] 武荣侦, 翟栋栋, 郗恩崇. 城市公共交通服务满意度评价模型[J]. *交通运输工程学报*, 2009, 9(4): 65 - 70.
WU R Z, ZHAI D D, XI E C. Evaluation model of satisfaction degree for urban public transit service[J]. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2009, 9(4): 65 - 70.
- [13] 尹峰, 李枫. 公共交通服务水平的模糊评价[J]. *上海交通大学学报*, 2002, 34(增刊): 100 - 101.
YIN F, LI F. Fuzzy evaluation on level of services of public transit[J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University*. 2002, 34(s): 100 - 101.
- [14] 徐以群, 陈茜. 城市公共交通服务水平的指标体系[J]. *城市交通*, 2006, 4(6): 42 - 46.
XU Y Q, CHEN X. System of LOS indicators for urban public transportation[J]. *Urban Transport of China*, 2006, 4(6): 42 - 46.
- [15] 韩利, 梅强, 陆玉梅, 等. AHP - 模糊综合评价方法的分析与研究[J]. *中国安全科学学报*, 2004, 14(7): 86 - 89.
HAN L, MEI Q, LU Y M, et al. Analysis and study on AHP - Fuzzy comprehensive evaluation[J]. *China Safety Science Journal*, 2004, 14(7): 86 - 89.
- [16] 骆正清, 杨善林. 层次分析法中几种标度的比较[J]. *系统工程理论与实践*, 2004, 9(9): 51 - 60.
LUO Z Q, YANG S L. Comparative study on several scales in AHP[J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2004, 9(9): 51 - 60.