

基于博弈论的公交车外观装饰研究

宗威, 李涵, 郑湘晶, 马秉辉

(中国矿业大学, 徐州 221116)

摘要: **目的** 探寻决定公交车外观装饰的设计博弈关系。**方法** 采用以微观经济学为基础的博弈论, 应用非零和博弈以及纳什均衡等博弈方法, 对与车身装饰的决定和使用有较大利益相关的参与者进行分类, 并着重选取了 3 类更具代表性的利益方进行此次决策研究。为了获取最优的公交车外观装饰决策, 同时还结合了模糊评价分析。将 3 类影响所有参与者的因素进行列举, 然后选取权重。通过使用所有参与者对不同方案的评价结果进行模糊评价分析, 通过评价的占比, 得出最优的设计决策。**结果** 同时契合了所有参与者需求的方案, 在进行这两类分析方法之后, 都得出了相似的排序。设计方案保证了所有人的利益, 并且通过定量的方式得到了验证。**结论** 通过实例调查发现, 博弈论与模糊分析结合得出的设计决策对公交车外观装饰具有一定的指导意义, 为设计流程提供了有意义的参考方法。

关键词: 博弈论; 城市公交车; 模糊分析; 装饰

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)14-0357-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.14.048

Bus Appearance Decoration Based on Game Theory

ZONG Wei, LI Han, ZHENG Xiang-jing, MA Bing-hui

(China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

ABSTRACT: The purpose of this paper is to explore the design game relationship that determines the appearance decoration of buses. Using game theory based on microeconomics, non-zero-sum game and Nash equilibrium game methods, the decision-making and use of car body decoration are classified, and three more representative stakeholders are selected for this decision-making study. In order to obtain the optimal decision-making of bus appearance decoration, the fuzzy evaluation analysis is also combined. Three kinds of factors affecting all participants are listed, and then weight is selected. By using all participants to make a fuzzy evaluation analysis of the evaluation results of different schemes, and through the proportion of evaluation, the optimal design decision results are obtained, which meet the needs of all participants at the same time. After carrying out these two kinds of analysis methods, similar ranking is obtained. The design scheme guarantees the interests of all people, and gets the validation conclusion through the quantitative way. Through the case study, it is found that the design decision made by the combination of game theory and fuzzy analysis has certain guiding significance for the bus appearance decoration, and provides a reference for the design process.

KEY WORDS: game theory; city bus; fuzzy analysis; decoration

随着中国国力的发展, 人民的交通工具有了众多的选择。在此情况下, 以公交车为代表的公共设施集合了多方利益, 是一个以满足总体利益为首要目的的公共产品。公交车的运作模式和设计目的比较特殊,

其外观以及功能的设计对城市的环境^[1]构成以及是否能够美化城市^[2]并塑造良好的乘客体验^[3]吸引了许多学者的探讨^[4]。然而, 其中很大一部分是站在独立的某一角度进行公交车外观装饰的建议及研究, 这样

收稿日期: 2021-03-09

基金项目: 教育部高等教育司产学合作协同育人项目(201801300007); 中国矿业大学研究生教育教学改革研究与实践项目(2019YJSJG022); 国家级大学生创新训练计划项目(201810290046)

作者简介: 宗威(1983—), 男, 江苏人, 博士, 中国矿业大学副教授, 主要研究方向为工业设计。

的优点有：(1)充分考虑到某一视角下涉及的利益；(2)充分吸收了此角度的信息并进行了相对完整的策略分析；(3)比较好地为某一立场得出了有效且具有实用性的结论。同时，这样也有缺点：(1)角度过于单一，并不能完好地适应于现实情况；(2)产品外观设计是一个多元素考虑主观客观、个体需求以及环境适应性相互取舍之后的设计结果^[5]，而单独从某一视角考虑很难得出多方利益最大化的结论以及策略^[6]。为人服务、为人所用，以整体大多数人的利益为核心的理念在公共产品的设计中尤为重要。因此，为了解决单独一方视角下利益的不确定性，参考了相应学者对产品结构的供应链设计决策^[7]与城市公交车车身图案设计理念^[8]探讨中的一些视角。本文希望通过多因素博弈分析^[9]，探讨出公交车外观装饰设计中涉及的各方立场的潜在关系，并运用经典理论如非零、博弈和纳什均衡，从更为理性的立场为公交车外观设计提供决策。

1 博弈论以及公交车外观装饰现状分析

1.1 博弈论概述

博弈论最开始运用的主要方面为利益平衡上的问题。博弈论的首要假定是：每一名参与者的行动目的是达到最大程度地发挥其效用。

根据公交车外观的设计流程，基于完全信息的静态博弈的情况进行乘客、公交车企业以及设计师之间的理性博弈分析。合理运用博弈论基于各方都理性的基础下可以比较有效地帮助公交车企业和设计师对设计方案做出选择。

1.2 公交车外观装饰设计的现状

国内市场上使用的公交车的来源主要都是来自公交集团责任有限公司在汽客车厂进行的采购。车体装饰技术也从手动喷漆逐渐变为数字化的电脑喷绘技术，并且通过这项技术对公交车的外观进行了大改变或者使广告利益最大化。公交车的装饰过程见图1，公交车公司是先从车型设计并制造好的汽车厂购置，再请专门负责车身外观装饰喷绘的相关部门将设计转印到公交车车身上。许多公交车企业有自己的广告主，因此有较大部分广告主为了实现自己的利益最大化，在公交车上大幅印刷宣传广告，使得“车身装饰”几乎等同于“广告”。以长春市2009年的新闻报道为例^[10]，更新的公交车禁止做车体广告，直至最近的成都、丹东等一系列城市，公交车的“去广告化”也正在发生。公交车以特色装饰代替广告逐渐成为主流，如何真正地做好装饰，并且从原来的广告主单一的利益最大化改变成多方利益的最大化，这符合当前的城市化趋势和大多数人的利益^[11]。依据目前的社会现状，本文采取外形及运营形态最为相似的旅游大巴车为分析案例。

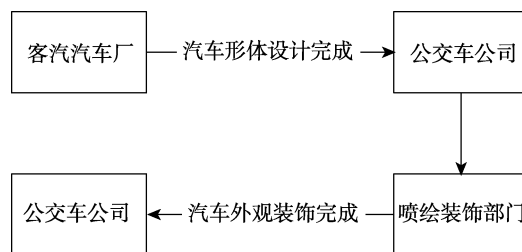


图1 装饰过程

Fig.1 The process of decoration

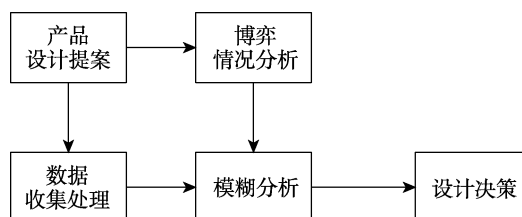


图2 决策过程

Fig.2 The process of decision

1.3 产品设计决策过程

此次分析通过博弈分析法，在纳什均衡的基础上，可以得出一个各方利益最大化的策略组合，采取模糊评价分析模型进行二次讨论分析，利用赋值计算得出最有利的决策过程，这样就能得出更为理性和综合的参考为大巴车设计提供帮助。具体决策过程见图2。

2 外观装饰设计决策博弈分析

2.1 正和博弈

根据博弈论4个要素：至少有两个参与者 i_1, i_2, i_3, \dots ；每个自我个体 i 都有一个 X_i 信息空间，每个对象可以遵循该信息库的战略 S_i 空间，策略 $s=(s_1, s_2, s_3, \dots, s_n)$ ；然后是参与者根据策略组合所得的收益 $ui(s)$ 。

多方共赢、总体满意的局面，意味着所有的参与者都能有所获益。与正和博弈相对立的就是零和博弈，在微观博弈中，参与者的利润基于另一方的损失，并且各方利益之和为零。因此，公交车外观装饰决策是以实现多方利益的共同最大化为主要目标，符合正和博弈的基本定义。

2.2 纳什均衡

纳什均衡^[12]是战略合并的平衡，每个参与者的战略都是使其他参与者的战略合并为当前最佳效用受益的战略。根据定义：战略组合 δ^* 是纳什均衡组合，那么对于每位个体 i ：

$$ui(\delta_i^*, \delta^* - i) \geq ui(s_i, \delta^* - i), s_i \in S_i$$

因此，基于纳什均衡进行决策可以带来比其他策略更多的收益。



图 3 设计方案
Fig.3 The plans of design

在整个公交车外观装饰的过程中,每个参与者代表的立场与利益不同,因此为了取得最高期望效益的策略也就会存在差异。若所有参与者都认为存在合适的策略组合使之得到正和博弈的结果,可采用博弈论里面的去除劣势策略的方法,因此,建立了一个更为简单的博弈模型,并最终达到了纳什均衡。

2.3 外观装饰设计案例的博弈分析

2.3.1 设计案例介绍

通过对汽车的外观装饰工艺的分析与研究^[13],制作了大巴车可能会有几种外观装饰工艺并与目前的广告装饰设计进行对比分析^[14]。设计案例见图 3。车厂根据方案,会邀请设计师、乘客以及公司财务人员进行商讨以及决策,三方信息互相公开。

大巴车的车型设计不变,外观喷涂装饰发生了变化。方案 1:鲜明的图案以及适当的图案占比,图案设计贴合车型。方案 2:以椭圆为主要形状,在车的前后进行斜对称贴图,风格新颖。方案 3:装饰块面较大,色调较为阴沉,比较突出设计师的个人特色。

2.3.2 主要博弈参与者的规定

一辆公交车从研发到使用需要经过许多部门,如研发部、模具车间、财务部、营销部门。不仅如此,有些大巴车的外观设计还有可能外包给专门的设计公司进行设计,生产企业为了控制成本,还会对材料的使用有非常严格的采购与使用。因此为了使博弈的结果更为清楚地得出,笔者在这里缩减了此次博弈的复杂度,选取了 3 个在公交车外观装饰决定中占主要利益代表的参与者作为此次分析的主要博弈方。

根据前文公交车外观装饰过程分析以及以人为本也就是以用户为核心的设计观念,选择大巴车企业、设计部门、乘客作为主要博弈方的利益代表。他们各自代表了产品使用、产品装饰和消费者。根据这个简化的三方模型,现实中设计决策所涉及的各个利益个体就清晰明了地被划分开来。

2.3.3 参与者所代表的具体利益

在每位个体都是足够理性的这一大前提下,所有参与的自我个体都将考虑以下因素,以满足自我利益达到最高的需求。

1) 大巴车企业利益。装饰成本低,但是装饰效果不错,能够吸引乘客的注意以及提升乘客的满意程度,进而实现自己的利润最大化。同时,装饰的维护

成本和精力也不能过高,在应对新的“去广告化”潮流中,能够把企业的特色和风格展现出来,从偏好层面更加获得乘客的青睐。

2) 设计部门利益。设计方案能够落地并且方案结束时间较快,从调研到落地的自身精力消耗较少,设计方案能够彰显自己的设计特色并且使获得的设计报酬最大化。

3) 乘客利益。大巴车的外观装饰体面,乘车体验过程良好,但是乘车成本降低。如果大巴车的装饰成本过高,会导致企业需要更多的利润,进而导致自身的乘车成本过高。

2.3.4 博弈策略组合分析

大巴车公司将公交车外观装饰的信息全部公开给此博弈的参与者,每个参与者充分代表己方的利益。对提供的设计案例进行优劣排序。大巴车公司、设计部门、乘客分别为参与者 A、B、C。这几款设计案例分别为 1、2、3。对此博弈,本次方案分析如下:企业的排序是{1,3,2},设计师的排序是{2,3,1},乘客的排序是{1,2,3}。该博弈具有纯战略均衡的特征,相应收益函数:

$$\begin{aligned} U_A(1) &= U_B(2) = U_C(1) = 1 \\ U_A(3) &= U_B(3) = U_C(2) = 0 \\ U_A(2) &= U_B(1) = U_C(3) = -1 \end{aligned}$$

如果选择方案 1,三者效用之和最大,可以得出组合(1,1,1)是纳什均衡,因此方案 1 最符合所有人的共同利益最大化的博弈要求。

3 模糊分析模型下的设计决策决定

由于实际设计决策的考虑因素较多,并且许多评价都是比较偏向定性的,很难准确地在多个利益方之间进行很好的评价信息的传导以及导致最后的决定出现偏差。所以在这样的设计情况之下,用模糊分析方法模型中的主因素决定型批判模型进行分析,可以获得更定量的评估,以提高设计决策的效率^[15]。

3.1 模糊分析的定义

设 U 是论域,称映射:

$$A(x): U \rightarrow [0,1]$$

定义了 U 上的模糊子集 A 。 A 的成员函数是映射 $A(x)$,它表示 x 与 A 的成员关系。

设 $R = (r_{ij})_{m \times n}$,若 $0 \leq r_{ij} \leq 1$,则称 R 为模糊矩阵。

表1 评价结果
Tab.1 The consequence of judging

方案	独特性			美观度			成本		
	好	较好	差	好	较好	差	好	较好	差
方案1	0.5	0.4	0.1	0.8	0.2	0	0.6	0.3	0.1
方案2	0.7	0.2	0.1	0.6	0.4	0	0.4	0.3	0.3
方案3	0.4	0.5	0.1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.5	0.2

3.2 评价指标的定义

做出以这三方的利益要求为基础的交集,以评价对象集合 $U = \{\text{独特性,美观度,成本}\}$ 和评价范围集合 $V = \{\text{好,较好,差}\}$, 评价对象权重系数: $A = (0.1, 0.4, 0.5)$ 。

3.3 模糊分析模型

根据能够量化评价的模糊乘法,可以求出相应的总体评价向量 S 。

模糊分析的算法定义: $B = A \odot P$

算式中: P 为评价矩阵。

根据算法 \odot 的性质,重要因素起主要评判决策的模型得以使用:

$$b_j = \max\{(a_i \wedge p_{ij}) \mid 1 \leq i \leq n\} (j = 1, 2, \dots, m)$$

3.4 评价结果整理

先依据各方自身的利益要求对设计方案 1—3 进行模糊评价,以评价表为评价数据来源,由企业、设计师、乘客三方共组成的 20 人评价团进行评价然后采集数据,评价由(好、较好、差)三选一的方式进行,按照所占比进行统计,模糊评价结果见表 1。

上面 3 张图的综合评估矩阵可以从表 1 中获得:

$$R = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.1 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 \\ 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.5 & 0.1 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 \end{bmatrix}$$

式中:方案 1 的 R 、方案 2 的 S 、方案 3 的 T 的评估矩阵均包括 3 个要素:独特性、美观度、成本。

方案 1、方案 2、方案 3 的模糊综合评价集为:

$$B_1 = A \odot R = (0.5, 0.3, 0.1)$$

$$B_2 = A \odot S = (0.5, 0.4, 0.2)$$

$$B_3 = A \odot T = (0.4, 0.5, 0.2)$$

在归一化过程中,向量评估器获得的不同评估的比率为:

$$B_1^{''} = (0.56, 0.33, 0.11)$$

$$B_2^{''} = (0.46, 0.36, 0.18)$$

$$B_3^{''} = (0.37, 0.45, 0.18)$$

分析之后的结果:方案 1 的评价最好,为最优设计决策。方案 2 次之,方案 3 为最不推荐的设计决策。因此,较为清晰和全面的方案抉择排序就可以为评价所用。

4 结语

由于人的生物特性,在进行评价的过程中,包括设计决策评价,难免有情感伴随其中,所以最后的设计结果使在特定环境下某一方的利益被忽视,集体的利益没有实现最优的结果。推进设计能够充分地实行其奉献社会^[16]和以人为本的基本设计理念^[17],尝试将具有分析多方利益的经典博弈理论以及模糊分析的方法带入这次的设计案例中,使其符合均衡条件^[18],最后得出各方都满意的一个设计决策。在城市的公共领域中,总体利益的追求应该是要放在首位的,这样能够更好地推动公共建设的进展。

通过将博弈论的分析方法以及模糊分析的相关算法运用到公共产品设计案例的决策过程中帮助决策者做出更加符合集体利益的设计决策。在实际过程中的利益博弈会更加复杂和交错。本文在相对简化的框架下进行以总体效用最大化为目标的分析,对设计方案的评价提出了一个更加全面和新颖的视角。

参考文献:

- [1] 赵超. 包容性设计在城市交通设施设计中的应用[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 8-14.
ZHAO Chao. Application of Inclusive Design in Urban Traffic Facilities Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 8-14.
- [2] 张钰粮, 刘洋. 公交车外观设计与城市环境建设的融合[J]. 设计艺术研究, 2018, 8(6): 92-96.
ZHANG Yu-liang, LIU Yang. Integration of Bus Appearance Design and Urban Environment Construction[J]. Design Art Research, 2018, 8(6): 92-96.
- [3] 颜大威. 交互设计对城市公共设施的更新[J]. 艺术科技, 2016, 29(6): 348-349.
YAN Da-wei. Renewal of Urban Public Facilities by Interactive Design[J]. Art and Technology, 2016, 29(6): 348-349.
- [4] 张晓玮. 青岛地铁公共艺术设计的文化可持续发展研究[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 87-91.
ZHANG Xiao-wei. Research on the Cultural Sustainable Development of Qingdao Metro Public Art Design[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(16): 87-91.
- [5] 肖江浩, 董石羽. 基于感性工学的童车外观情感意象研究[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 267-272.
XIAO Jiang-hao, DONG Shi-yu. Research on Emotional Image of Children's Car Appearance Based on Perceptual Engineering[J]. Packaging Engineering, 2019,

- 40(12): 267-272.
- [6] 张爽, 孙绍荣, 马慧民. 包装垃圾源头减量治理的三群体演化博弈分析[J]. 包装工程, 2018, 39(13): 129-137.
ZHANG Shuang, SUN Shao-rong, MA Hui-min. Three Group Evolutionary Game Analysis of Source Reduction of Packaging Waste[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(13): 129-137.
- [7] 顾巧论, 高铁杠, 石连栓. 基于博弈论的逆向供应链定价策略分析[J]. 系统工程理论与实践, 2005(3): 20-25.
GU Qiao-lun, GAO Tie-gang, SHI Lian-shuan. Pricing Strategy Analysis of Reverse Supply Chain Based on Game Theory[J]. System Engineering Theory and Practice, 2005(3): 20-25.
- [8] 吴清, 黄修瑞, 孙辉, 等. 城市公交车的车身图案和色彩设计理念探讨[J]. 包装工程, 2008, 29(6): 145-148.
WU Qing, HUANG Xiu-rui, SUN Hui, et al. Discussion on the Body Design and Color Eesign Concept of Urban Buses[J]. Packaging Engineering, 2008, 29 (6): 145-148.
- [9] 侯冠华. 结合博弈思想与模糊分析的产品设计决策研究[J]. 机械设计, 2014, 31(7): 117-120.
HOU Guan-hua. Research on Product Design Decision-making Based on Game Theory and Fuzzy Analysis[J]. Mechanical Design, 2014, 31(7): 117-120.
- [10] 张辉. 长春市公交车车身外观装饰设计可行性方案研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2012.
ZHANG Hui. Feasibility Study of Bus Body Decoration Design in Changchun[D]. Changchun: Northeast Normal University, 2012.
- [11] 李海霞. 城市公共设施设计的地域文化重构[J]. 包装工程, 2019, 40(2): 221-224.
LI Hai-xia. Reconstruction of Regional Culture in Urban Public Facilities Design[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(2): 221-224.
- [12] 朱·佛登伯格, 让·梯若尔 Tirole. 博弈论[M]. 黄涛, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2010.
ZHU Feldenberg, Jean Tirol. Game Theory[M]. HUANG Tao, Translation. Beijing: Renmin University Press, 2010.
- [13] 马丽莎, 吕健, 单军军, 等. 基于眼动追踪的汽车造型特征线设计方法研究[J]. 包装工程, 2019, 40(4): 234-241.
MA Li-sa, LYU Jian, SHAN Jun-jun, et al. Research on Design Method of Automobile Modeling Feature Line Based on Eye Tracking[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(4): 234-241.
- [14] 马庆, 于帆. 电动车色彩的设计管理流程研究[J]. 包装工程, 2016, 37(10): 142-146.
MA Qing, YU fan. Research on Design Management Process of Electric Vehicle Color[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(10): 142-146.
- [15] 李志强, 袁婷玉, 孙涛, 等. 基于模糊综合评价法的包装方案评估[J]. 包装工程, 2019, 40(23): 189-195.
LI Zhi-qiang, YUAN Ting-yu, SUN Tao, et al. Evaluation of Packaging Scheme Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(23): 189-195.
- [16] 彭媛媛. 城市公共设施交互设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(16): 248-251.
PENG Yuan-yuan. Research on Interactive Design of Urban Public Facilities[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 248-251.
- [17] 秦迪, 王悦, 何东全. 城市有机更新中以人为本的设计理念与方法[J]. 城市发展研究, 2019(2): 36-40.
QIN Di, WANG Yue, HE Dong-quan. People-oriented Design Concept and Method in Urban Organic Renewal[J]. Urban Development Research, 2019(2): 36-40.
- [18] 许仁宗, 樊滢琳, 杨武亮. 利益博弈视角下城市设计与控规编制——以某市环湖片区规划实践为例[J]. 中外建筑, 2017(6): 126-127.
XU Ren-zong, FANJing-lin, YANG Wu-liang. Urban Design and Regulation Planning from the Perspective of Interest Game: Taking the Planning Practice of a City's Lake Rim Area as an Example[J]. Chinese and Foreign Architectures, 2017(6): 126-127.