

基于感性分析的女性电动汽车造型偏好研究

马新博, 李延

(华北理工大学 机械工程学院, 河北, 唐山 063210)

摘要: 为了解女性消费者对电动汽车造型的感性需求, 解决女性感性需求与电动汽车造型匹配的问题, 提出一种基于感性分析的女性电动汽车造型偏好研究方法。分析电动汽车相较于传统内燃机汽车的造型差异, 从而明确电动汽车造型设计方向并利用形态分析法对电动汽车进行形态解构; 基于感性工学的理论框架, 收集并筛选电动汽车感性词汇以及代表样本; 采用因子分析法提取影响女性电动汽车造型偏好的主要因子; 通过层次分析法构建判断矩阵, 计算电动汽车感性词汇的相对权重; 运用QFD质量功能展开工具构建感性意象与汽车设计元素之间的映射模型, 将用户感性意象转化为女性偏好的电动汽车造型设计元素。得出了女性用户更加偏好轴距占车长比例 $\leq 60\%$ 、A柱倾斜角较大、无格栅设计、封闭式轮毂、圆润或融合型前照灯、细长型尾灯、弹出式门把手、圆润型肩线、悬浮顶型车窗的电动汽车造型设计。基于感性分析的女性电动汽车造型偏好研究框架能有效提取女性消费者对电动汽车造型的感性需求, 对女性电动汽车造型设计有一定的指导意义。

关键词: 感性工学; AHP层次分析法; QFD质量功能展开; 女性偏好; 电动汽车造型

中图分类号: U462 文献标志码: A DOI: 10.3969/j.issn.2095-1469.2025.03.13

Perceptual Analysis of Women's Preferences in Electric Vehicle Styling

MA Xinbo, LI Yan

(School of Mechanical Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, Hebei, China)

Abstract: To understand female consumers' perceptual needs for electric vehicle styling and to solve the problem of matching these needs with electric vehicle designs, a research method based on perceptual analysis for styling electric vehicles for women is proposed. This study analyzes the styling differences between electric vehicles and traditional fuel vehicles to determine the direction of electric vehicle styling. Additionally, morphological analysis is used to deconstruct the design of electric vehicles. Based on the theoretical framework of perceptual engineering, perceptual vocabulary and representative samples for electric vehicles are collected and selected. Factor analysis is used to extract the main factors affecting the styling of electric vehicles for women. The judgment matrices are constructed using the hierarchical analysis to calculate the relative weights of the perceptual terms. Using quality function deployment tools, a mapping model between perceptual imagery and automobile design elements is built to transform users' perceptual imagery into design elements for women's electric vehicle styling. It is concluded that female users prefer EV styling designs with a wheelbase $\leq 60\%$ of the vehicle length, a larger A-pillar tilt angle, a grille-less design,

收稿日期: 2023-12-19 改稿日期: 2024-05-27 网络首发日期: 2024-07-22

基金项目: 河北省高等学校人文社会科学研究项目(BJ2017071): 基于现代化城市公共交通设施环境中无障碍设计的研究

参考文献引用格式:

马新博, 李延. 基于感性分析的女性电动汽车造型偏好研究[J]. 汽车工程学报, 2025, 15(3): 409-418.

MA Xinbo, LI Yan. Perceptual Analysis of Women's Preferences in Electric Vehicle Styling [J]. Chinese Journal of Automotive Engineering, 2025, 15(3): 409-418. (in Chinese)



closed wheels, rounded or fused headlights, slim taillights, pop-up door handles, rounded shoulder lines, and floating roof windows. The research framework based on perceptual analysis can effectively extract female consumers' needs for electric vehicle styling. This framework provides some guidance for the design of electric vehicles for women.

Keywords: Kansei Engineering; analytic hierarchy process; quality function deployment; female preference; electric vehicle styling

随着汽车行业的高速发展, 各大汽车生产企业正在加快电动汽车产品的研发与创新, 而在激烈的市场竞争中, 电动汽车外观造型体现出的感性情绪, 在很大程度上影响消费者对电动汽车的态度, 决定消费者的购车意向。同时, 在汽车行业针对不同消费群体进行定制化的电动汽车造型设计已成为汽车产业的重要发展趋势。女性作为电动汽车的重要消费群体, 其审美、偏好和使用需求与男性有明显区别。与男性相比女性情感更加细腻、丰富。但是长期以来, 汽车设计领域对女性消费者的关注和研究还比较缺乏, 大多汽车品牌的设计方案仍然停留在“男性视角”的范畴, 这已难以适应女性消费者日益增长的购车需求。如何针对女性消费者特点进行电动汽车的造型设计创新, 成为电动汽车企业亟待解决的问题。

感性工学 (Kansei Engineering) 是一门研究人类感知、情感和体验的学科, 它通过深入挖掘用户对产品的主观感受, 帮助设计师更好地理解用户需求^[1]。近年来, 感性工学已被广泛地应用在了汽车造型设计中。鞠清绘等^[2]通过层次分析法与熵权法构建了一种主客观相结合的汽车造型评价模型, 减小了汽车造型设计中感性意象描述的误差; 张言林等^[3]采用单一感性因素进行试验设计, 验证了性别对感性工学的应用存在影响; 刘一赫^[4]通过感性工学与 GA-BP 神经网络算法结合的方式将用户倾向的感性意象与新能源汽车造型设计相联系, 为新能源汽车造型设计提供了新思路; WU Qing 等^[5]对影响汽车艺术设计的关键因素进行了全面系统的分析, 从技术和艺术两个方面探讨了新能源汽车造型设计的规律; 曾栋等^[6]通过对国内外感性工学相关文献的研究, 提出了感性工学应用在汽车造型设计中的一般方法流程。总的来说, 感性工学在汽车造型设计中的应用已经较完善, 将其应用

在女性电动汽车研究中能获取女性用户对电动汽车造型的偏好和情感认知, 进而掌握用户对电动汽车的感性需求, 设计更具吸引力和情感共鸣的车型, 同时探索兼顾女性审美与使用需求的电动汽车造型设计新方法。研究结果可为电动汽车企业开发女性定制车型提供重要参考, 拓宽电动汽车在女性消费群的市场应用空间。本研究将为广大女性消费者带来更符合自身特点的电动出行体验, 推动电动汽车行业的消费升级。

1 研究方法

感性工学是一种以“感性”为导向的新产品开发方法, 通过定量分析消费者的感性反应来指导产品的设计与开发^[7]。其基本思路是利用统计学等量化手段建立产品设计特征与消费者感受之间的内在联系模型, 以此来实现消费者需求与产品设计方案之间的匹配^[8]。

KJ法也被称为亲和图法 (Affinity Diagram), 主要用于对混乱无序的语言文字资料进行整理和归纳, 通过揭示它们之间的内在联系, 从而发现解决问题的新方法和途径。通过KJ法能将收集到的各种汽车进行归纳、分类, 从而明确目前市场上较受女性用户欢迎的电动汽车设计方向。

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是一种集系统化、层次化于一体的分析方法^[9]。它通过构建判断矩阵, 计算各方案在不同判断准则上的相对重要性, 从而进行量化的方案评价与选择。层次分析法能有效处理决策问题中的多目标、多准则与多方案的复杂决策情况。通过层次分析法建立女性电动汽车感性词汇判断矩阵, 计算各个感性词汇的权重值, 从而得出各感性词汇的重要性。

质量功能展开 (Quality Function Deployment, QFD) 是一种能将用户的需求转化为设计要求、造

型要素特点的系统的分析方法^[10]。采用质量屋的形式，通过将收集到的用户需求进行整理、分析、比较，以此来确定各个需求的重要度，进而转换为产品特性、造型元素特征等。利用QFD建立感性词汇与电动汽车造型特征之间的映射模型，根据其造型特征的权重值，制定符合用户感性需求的电动汽车设计方案。

以此构建的女性电动汽车偏好研究框架能有效实现消费者需求分析与汽车造型设计的有机统一。总的来说，感性分析可以深入挖掘消费者的感性反馈；KJ法能将收集到的电动汽车样本进行分类；层次分析法可以确定感性词汇的相对权重；QFD能将感性需求转化为具体的汽车造型部件设计要求，从而获取产品最佳的设计方案。结合运用，既考虑了消费者的主观感受又兼顾了设计方案的客观评判，实现了方案设计的科学系统化。

2 电动汽车造型特点及形态解析

电动汽车相较于传统内燃机汽车更符合当前和未来科技的发展趋势。电动汽车摒弃了庞大的内燃机，采用质量与体积都小于内燃机的电动机，使汽车驱动装置的质量与体积大大减小，布局发生了很大的变化，汽车造型设计也迎来了非常大的改变^[11]。就像电子元器件的微型化使电子设备的体积缩小，汽车驱动装置的变化给予了设计师更多的发挥空间，形式追随功能的设计规律在电动汽车造型设计上的指导意义减弱，电动汽车的结构和造型设计进入了一个新的阶段。

2.1 整体比例形态

与传统内燃机汽车不同，电动汽车轴距较长、前后悬的长度较短^[12]；A柱和C柱倾角更大，整体车型倾向于单厢车，与传统车型在分类、特征线和型面处理上有所区别。如图1所示，同一级车型在车长相同的情况下，内燃机汽车前悬与后悬明显大于电动车的前悬与后悬，电动汽车轴距大于内燃机汽车。这是由于电池布置在前后轮之间增大轴距能提升电动汽车续航里程；同时，电动汽车更偏向使用更大尺寸的轮胎以保证轮胎轴距视觉上的平衡。与内燃机汽车表现出的机械美感不同，电动汽车的

设计更加注重简洁与平衡，因此造型更简单，有效减少了特征线和曲面的变化^[13]。

总的来说，电动汽车相较于传统内燃机汽车在比例形态上的变化有：

(1) 轴距占车长比例增大；

(2) A柱倾斜角增大，一般情况下电动汽车A柱底端会更靠前，增大A柱倾角能起到弱化车头视觉效果的作用，同时可以通过增大倾斜角度来尽量减少车身曲面的转折，从而提供更加流畅的空气动力形态。

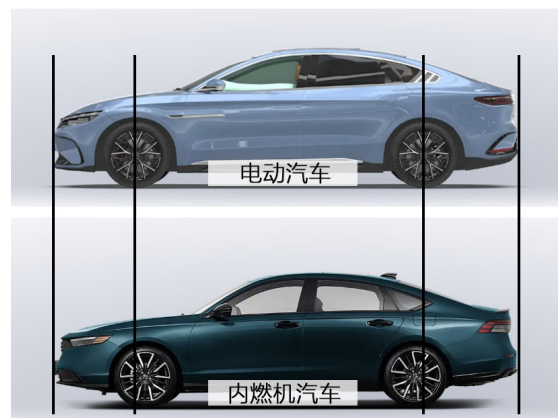


图1 电动汽车与内燃机汽车轴距对比

2.2 造型细节

2.2.1 进气口格栅

电动机不需要通过燃烧产生动能，因而也不需要空气的参与做功，产生的热量也会更少，所以对散热的需求也会更低，不再需要大的通风面积。因此，传统内燃机汽车进气口格栅的设计失去了原本的意义。同时，为了降低空气阻力，增加电动汽车的续航里程，格栅的设计需改进。

目前，在电动汽车进气口格栅的设计主要分3类：

(1) 无格栅设计，删除格栅造型^[14]；

(2) 封闭式格栅设计，依然保留内燃机汽车的格栅造型，在无格栅设计的基础上进行；

(3) 汽车前端采用平面化的设计替代内燃机汽车的格栅设计。

这3种电动汽车格栅形式如图2所示。

2.2.2 轮毂

参数化设计在电动汽车造型设计的过程中应用



图2 无格栅、封闭式格栅与平面式格栅

得越来越广泛，它先将某一元素阵列化，然后将其融合到造型设计中^[15]，其中在轮毂造型设计中应用最明显。同时为了更大程度地减小电动汽车所受空气阻力提升续航里程，电动汽车轮毂通常会采用封闭式的设计^[16]。目前汽车轮毂的造型设计主要有2种形式：

- (1) 封闭型轮毂设计，以面的设计为主；
- (2) 镂空型轮毂设计，以线条的设计为主。

这2种电动汽车轮毂如图3所示。

2.2.3 车灯

随着照明技术的进步，LED、OLED以及激光光源等新兴照明光源逐渐应用在车辆照明系统中^[17]。这些光源在能耗、亮度和使用寿命等方面具有明显优势，同时这些光源结构更加简单，形式更加多变，因此，汽车车灯的设计变得更加多样。在造型设计上电动汽车的灯光设计更加简约，从而保证电动汽车整体设计的简洁、流畅和优雅；更注重整体式设计，将车灯与车身融为一体，强调车灯与车辆线条的协调性和美感；更注重流线型设计，以突显车辆的流线型车身和未来感，同时也能提高车辆的辨识度；更加注重细节处理，通过细节表现出车灯的精致感和细腻度。



图3 电动汽车两种轮毂设计形式

在车灯的设计上，不同的汽车制造商会根据其独特的设计理念和品牌风格进行独特的设计。目前常见的汽车前照灯造型主要有4种：常规型、圆润型、融合型、平面型。这4种电动汽车前照灯如图4所示。



图4 四种电动汽车前照灯

常见的汽车尾灯造型主要有3种：常规型、细长型、C型。这3种电动汽车尾灯如图5所示。



图5 三种电动汽车尾灯

2.2.4 门把手

传统内燃机汽车门把手的设计主要考虑机械结构和功能性，而电动汽车门把手除了考虑机械结构外，还会考虑整体车身的流线型和科技感。因此，电动汽车门把手的设计更加复杂，需要更多的技术和美学考量^[18]。

常见的电动汽车门把手主要有如下3种。

(1) 传统机械式：与普通汽车门把手类似，采用机械结构，开门关门需要手动操作。

(2) 隐藏式：造型简洁，与车身融为一体，降低空气阻力，更加美观。

(3) 弹出式：采用机械结构，在车门解锁时自动弹出，方便乘客上下车。

2.3 线面处理

2.3.1 车窗

电动汽车的车窗外观设计更加简洁、流畅，追求整体美感，与整体车身造型相融合。尺寸相较于传统内燃机汽车通常更大，形状更加多样化，可以提供更好的视野和采光效果。常见的电动汽车车窗形式主要有：悬浮顶型、梯形和橄榄型^[19]。这3种电动汽车车窗如图6所示。

2.3.2 肩线

肩线在很大程度上影响汽车造型风格，目前肩线的设计主要分为如下3类。

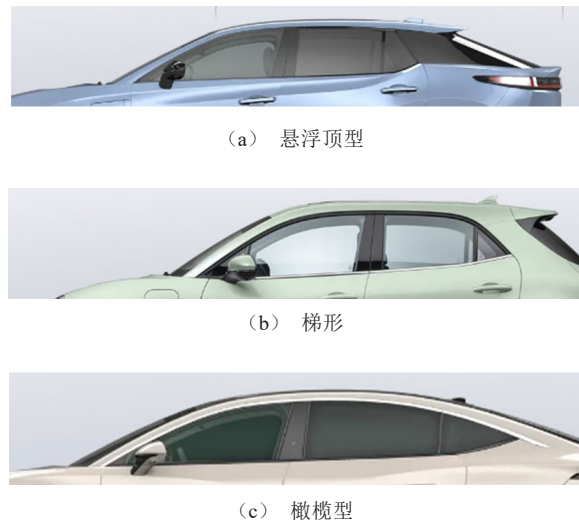


图6 三种电动汽车车窗

(1) 直线型：在汽车的前部和后部相交于一点，给人一种优雅而动态的感觉。

(2) 圆润型肩线：这种肩线在车身的前部和后部都采用曲线设计，给人一种更加柔和和流线型的感觉，比较适合造型可爱的电动汽车^[20]。

(3) 折线式肩线：在汽车的前部和后部都有明显的折线，给人一种更加运动和现代的感觉。

2.4 设计要素解构

根据以上分析，对电动汽车造型进行解构，共9个造型设计要素，26个项目，见表1。

3 女性电动汽车造型意象研究过程

3.1 样本收集与筛选

在汽车之家、懂车帝等汽车资讯网站以及电动汽车制造企业的官方网站，按照产品典型样本搜集的方式进行搜索，在搜集过程中综合考虑电动汽车品牌、风格、车型等因素。收集了36款较受女性欢迎的电动汽车，这其中涵盖了大多数主流的电动汽车品牌。采用KJ法，将搜集到的电动汽车样本分类，最终得到了12个典型电动汽车样本，为保证变量的确定性，对收集到的汽车样本进行去色处理，如图7所示。

表 1 电动汽车形态解构

特征项	要素水平类目	要素代码
轴距占车长比例 A1	>60%	A11
	≤60%	A12
A 柱倾斜角 A2	较小	A21
	常规	A22
	较大	A23
格栅 B1	无格栅设计	B11
	封闭式格栅	B12
	平面化格栅	B13
轮毂 B2	常规型	B21
	封闭型	B22
前照灯 B3	常规型	B31
	平面型	B32
	融合型	B33
	圆润型	B34
尾灯 B4	常规型	B41
	细长型	B42
	C 型	B43
门把手 B5	常规型	B51
	隐藏式	B52
	弹出式	B53
肩线 C1	直线型	C11
	圆润型	C12
	分段型	C13
车窗 C2	悬浮顶型	C21
	梯形	C22
	橄榄型	C23

3.2 意象词汇收集与筛选

通过检索网站、文献、书籍等,以及对 18~50 岁女性用户进行问卷调研,合并语义相近的词汇,删掉与女性电动汽车造型相关度过低的词汇,初步得到 30 个感性词汇。邀请 20 人(男性 6 位,女性 14 位,其中有 5 位汽车造型设计师、5 位工业设计专业教师和 10 位工业设计专业学生)进行第 2 次筛选。6 位男性调研对象均对汽车设计有所研究,可以更加全面地考虑问题,同时能从男性的角度给出女性电动汽车设计的意见。最终选出了 9 个代表性的感性词汇,依次是“优雅的”“可爱的”“时尚的”

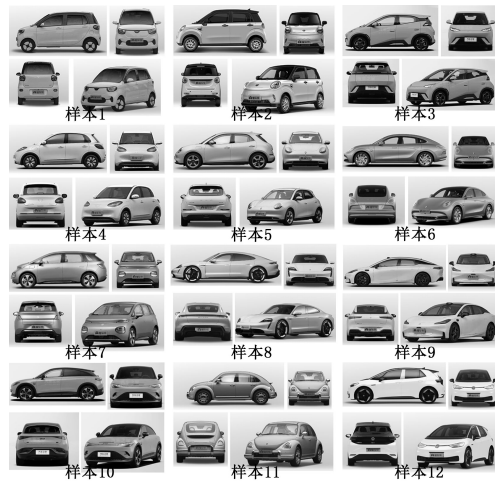


图 7 汽车样本

“精致的”“前卫的”“小资的”“亮丽的”“轻盈的”以及“娇小的”。

采用 5 级里克特量表让调研对象为感性词汇与样本的关联度进行打分,分值设置为: 5、4、3、2、1,以“优雅的”为例,5 分表示非常优雅、3 分表示优雅、1 分表示不优雅、2 分和 4 分为中间值。共收集到 52 份问卷,去除 3 份无效问卷共得到 49 份有效问卷。根据 49 份有效问卷,计算得出样本感性词汇的平均得分,见表 2。

表 2 感性词汇矩阵数据

样本号	优雅的	可爱的	时尚的	精致的	前卫的	小资的	亮丽的	轻盈的	娇小的
1	4.69	3.82	4.65	3.35	3.88	3.98	3.65	3.48	3.45
2	4.41	4.06	3.61	4.55	3.54	3.91	3.56	3.74	3.74
3	4.03	3.99	3.70	4.01	3.51	3.84	3.49	3.58	4.31
4	2.91	3.59	2.96	4.16	3.15	4.15	4.02	3.76	3.69
5	3.87	3.68	3.54	4.16	3.85	4.02	4.13	3.49	4.28
6	4.41	3.91	3.72	4.12	3.32	3.69	4.04	3.29	4.48
7	3.78	3.24	3.85	4.16	3.72	3.29	3.62	4.01	3.91
8	3.34	4.79	3.41	4.34	3.43	4.51	4.05	4.83	4.82
9	2.65	4.03	2.75	2.76	2.88	2.31	2.46	4.01	3.91
10	3.17	4.05	3.84	3.39	3.74	2.89	2.97	3.77	3.85
11	3.45	3.35	2.92	3.21	3.52	2.62	3.01	3.49	3.83
12	2.36	2.98	2.44	3.08	2.47	3.09	2.77	2.71	2.46

进行因子分析前,对变量进行巴特利特(Bartlett)球形度检验,判断 Sig 值与 KMO 值,结果见表 3。

表3 KMO和巴特利特球形度检验

KMO 取样适切性量数		0.621
近似卡方		70.643
巴特利特球形度检验	自由度	36
	显著性	0

由表3可知，KMO值为0.621，大于临界值0.6，适合进行因子分析，Bartlett球形度检验结果显示P值为0，小于0.05，表明问卷具有良好的信效，选取的指标适合进行因子分析。通过SPSS软件，运用因子分析法得到解释的总方差(表4)、旋转后的成分矩阵(表5)和成分得分系数矩阵(表6)。由表4可知，有3个主成分的特征值>1且累积方差贡献为86.622%>80%的标准，可确定这3个主成分包含了指标中的大部分信息，数据信息损失较少，可以较好地解释初始数据，予以提取。

表4 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差/ %	累积/ %	总计	方差/ %	累积/ %	总计	方差/ %	累积/ %
1	4.791	53.231	53.231	4.791	53.231	53.231	2.729	30.319	30.319
2	1.723	19.145	72.375	1.723	19.145	72.375	2.634	29.268	59.587
3	1.282	14.247	86.622	1.282	14.247	86.622	2.433	27.036	86.622
4	0.449	4.989	91.611						
5	0.363	4.028	95.639						
6	0.198	2.198	97.837						
7	0.105	1.169	99.006						
8	0.068	0.755	99.761						
9	0.022	0.239	100.000						

由表5与表6可知，成分1在“小资的”“亮丽的”以及“精致的”上具有较大的载荷，可以归为一类，小资的成分得分系数最大，定义为小资因子；成分2在“时尚的”“前卫的”和“优雅的”上具有较大的载荷，归为一类，时尚的得分系数最大，定义为时尚因子；成分3在“轻盈的”“可爱的”与“娇小的”上具有较大的载荷，归为一类，“轻盈的”得分系数最大，定义为轻盈因子。

3.3 构建女性电动汽车AHP判断矩阵

根据以上分析构建女性电动汽车造型层次结构模型，如图8所示。

表5 旋转后的成分矩阵

感性词汇	成分		
	1	2	3
小资的	0.906		
亮丽的	0.904		
精致的	0.876		
时尚的		0.929	
前卫的		0.875	
优雅的		0.863	
轻盈的			0.919
可爱的			0.874
娇小的			0.793

表6 成分得分系数矩阵

感性词汇	成分		
	1	2	3
优雅的	-0.001	0.365	-0.120
可爱的	-0.089	-0.027	0.407
时尚的	-0.136	0.433	-0.033
精致的	0.390	-0.113	-0.032
前卫的	-0.151	0.399	0.037
小资的	0.420	-0.121	-0.073
亮丽的	0.395	-0.060	-0.086
轻盈的	-0.092	-0.089	0.448
娇小的	-0.019	0.009	0.331

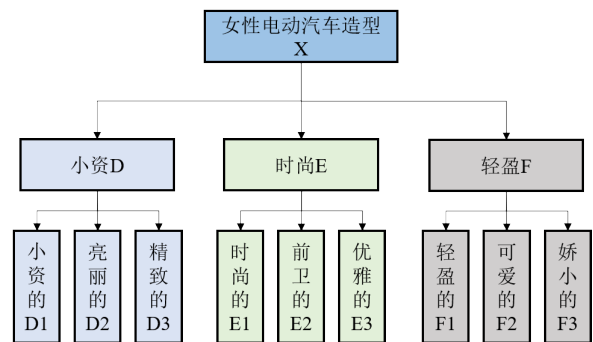


图8 女性电动汽车造型层次结构模型

运用AHP层次分析法构造女性电动汽车用户情感需求矩阵，并通过决策评估一致性检验，进一步确定用户需求的权重，达到减少决策偏差的目的。邀请汽车造型设计师5位、工业设计老师5位、工业设计学生10位、女性电动汽车用户10位共30人组

成评价小组，其中男性9位、女性21位。9位男性调研对象能从男性的角度给出女性电动汽车设计的建议，同时男性调研用户均对汽车设计有所研究，可以更加综合考虑问题。调研小组通过判断矩阵标度对电动汽车造型层次结构进行两两比较打分，评估准则层“小资”“时尚”“轻盈”对目标层女性电动汽车造型的重要程度并得到各自对应的权重，构建判断矩阵标度方式见表7^[21]。最终得到准则层判断矩阵及权重，见表8。为了保证试验的简洁直观性，主要针对女性电动汽车AHP层次结构模型中的准则层进行打分。

表7 判断矩阵标度

标度	重要程度说明
1	同样重要
3	行指标比列指标稍微重要
5	行指标比列指标明显重要
7	行指标比列指标强烈重要
9	行指标比列指标极端重要
2/4/6/8	以上两两判断中间的重要程度
倒数	若A比B明显重要，则在A行B列填5；当分析B对A重要程度时，则填写1/5

表8 判断矩阵平均权重值

X	A	B	C	权重
A	1	1/3	2	0.23
B	3	1	5	0.65
C	1/2	1/5	1	0.12

层次分析法的计算结果显示，最大特征根为3.004，根据RI表查到对应的RI值为0.525，CI=0.002，因此，CR=CI/RI=0.004<0.1，通过一次性检验。由表8可知，由“小资的”“亮丽的”“精致

的”构成的小资因子所占的权重为0.23；由“时尚的”“前卫的”“优雅的”构成的时尚因子所占权重为0.65；由“轻盈的”“可爱的”“娇小的”构成的轻盈因子所占权重为0.12。

3.4 QFD建立用户感性映射模型

运用QFD工具建立用户感性意象与汽车造型设计元素之间的映射模型。将计算得出的用户感性词汇权重值，导入QFD质量屋的左墙，将经过形态解析后的电动汽车部件形态作为工程特性导入QFD质量屋的天花板中。邀请5位汽车外饰设计师组成焦点小组，通过焦点小组建立QFD质量屋矩阵，采用空格、s、c、n来对质量屋左侧的用户感性意象权重与天花板的部件形态特征进行矩阵判断，其中空格为0分表示无相关关系；s为3分表示弱相关；c为5分表示中度相关；n为7分表示强相关。女性电动汽车造型设计质量屋矩阵见表9~10。

表9 女性电动汽车造型设计质量屋（一）

设计要素	轴距占车长比例	A柱倾斜角			格栅			轮毂			
		A11	A12	A21	A22	A23	B11	B12	B13	B21	B22
感性意象 权重											
小资 0.23		n		c	n	c		s	s	c	
时尚 0.65		c	c	c	s	c	n	c	s	s	c
轻盈 0.12		c	c	s	n	c	n	s	c		n
设计要素重要度	3.85 5.46	3.61 3.94 5.46	6.54 3.61 3.24	2.64 5.24							
重要度的相对值/%	3.26 4.62	3.05 3.33 4.62	5.53 3.05 2.74	2.23 4.43							

根据QFD质量屋矩阵可以计算得出各个设计要素重要度，根据设计要素重要度值的大小，筛选出每个形态要素中重要度值最高的方案。其中，重要度值占比最大的各个设计要素方案为：轴距占车

表10 女性电动汽车造型设计质量屋（二）

设计要素	前大灯				尾灯			门把手			腰线			车窗		
	B31	B32	B33	B34	B41	B42	B43	B51	B52	B53	C11	C12	C13	C21	C22	C23
感性意象 权重																
小资 0.23	c	c	n	n		n	s		c	n		s	s	n		s
时尚 0.65	s	n	c	c	c	n	s	s	n	n	s	c	c	n	s	c
轻盈 0.12	s	n	c	c	s	c	c		n	c	s	n	c	c		c
设计要素重要度	3.46	6.54	5.46	5.46	3.61	6.76	3.24	1.95	6.54	6.76	2.31	4.78	4.54	6.76	1.95	4.54
重要度的相对值/%	2.93	5.53	4.62	4.62	3.05	5.72	2.74	1.65	5.53	5.72	1.95	4.04	3.84	5.53	1.65	3.84

长比例 $\leq 60\%$ 、A柱倾斜角较大、无格栅设计、封闭式轮毂、圆润或融合型前照灯、细长型尾灯、弹出式门把手、圆润型肩线设计、悬浮顶型车窗。

4 结语

以女性电动汽车为研究对象,以满足女性用户对电动汽车造型的感性需求为研究目的,提出了基于感性工学的女性电动汽车造型设计方法。在感性工学的理论框架下,通过层次分析法、QFD质量功能展开工具等方法的组合运用构建了女性电动汽车造型要素偏好预测模型。该模型建立了电动汽车造型要素与感性意象的映射关系,能直观展现女性用户对电动汽车造型各个部位的设计偏好。得出了在电动汽车造型设计上女性更加喜欢的造型设计元素。

同时,这一课题的研究也存在着一些不足之

处。本文的研究局限在汽车造型元素上,没有考虑到各个元素间相互协调的效果;文章缺乏对设计合理性的探讨,缺少对研究结果的验证;研究结果可能受到数据样本的局限性影响,无法代表整个研究群体的特征。在今后的研究中,将针对这些问题进一步优化,综合考虑电动汽车造型元素间的协调效果,同时考虑结果的可实行性;加入对研究结果的验证环节以确保试验设计的合理性;增加样本数量,提高试验设计的严谨性。

总的来说,该方法降低了女性电动汽车造型设计中的主观性,能在一定程度上满足女性用户对电动汽车造型的感性需求。此外,该方法也可应用在面向其他用户群体的电动汽车造型设计上,为方案设计提供一定的数据支撑,从而设计出更加贴合用户感性需求的产品。

参考文献 (References)

- [1] 罗丽弦,洪玲.感性工学设计[M].北京:清华大学出版社,2015.
LUO Lixian, HONG Ling. Kansei Engineering Design [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015. (in Chinese)
- [2] 鞠清绘,刘炜祯,阮景奎.基于感性意象的概念汽车车身造型评价研究[J].包装工程,2023,44(4):270-276.
JU Qinghui, LIU Weizhen, RUAN Jingkui. Evaluation Study on Conceptual Vehicle Styling Design Based on Perceptual Image [J]. Packaging Engineering, 2023, 44(4):270-276. (in Chinese)
- [3] 张言林,李博,方迪.性别对感性工学在设计应用中的影响研究[J].设计,2021,34(19):23-25.
ZHANG Yanlin, LI Bo, FANG Di. Research on the Influence of Gender on the Kansei Engineering in Design [J]. Design, 2021, 34(19):23-25. (in Chinese)
- [4] 刘一赫.基于感性工学和GA-BP神经网络算法能源汽车感性意象造型设计研究[D].上海:华东理工大学,2022.
LIU Yihe. Research on Perceptual Image Modeling Design of New Energy Vehicles Based on Kansei Engineering and GA-BP Neural Network [D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2022. (in Chinese)
- [5] WU Qing, ZHU Benyan, XU Jinpeng. Research on New Energy Vehicle Modeling Design Based on the Converge of Art and Technology [J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 587(1): 012009.1-012009.7.
- [6] 曾栋,程海峰,李坤刚,等.感性工学在汽车造型设计中的应用现状与发展趋势[J].现代制造工程,2019(3):148-153,61.
ZENG Dong, CHENG Haifeng, LI Kungang, et al. Research Status and Development Trend of Kansei Engineering in Automobile Styling [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2019(3):148-153,61. (in Chinese)
- [7] 李月恩,王震亚,李大可.感性工程学理论研究及产品开发应用[J].武汉理工大学学报,2010,32(6):168-172.
LI Yueen, WANG Zhenya, LI Dake. Researching on the Kansei Engineering and the Product Developing Using [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2010, 32(6):168-172. (in Chinese)
- [8] YIE Z, TAKAHARA H, MATSUBARA Y, et al. KANSEI Engineering and Design Support System [J]. Japanese Journal of Ergonomics, 1992, 28(Supplement):322-323.
- [9] SAATY T L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process [J]. International Journal of Services Sciences, 2008, 1(1):83-98.
- [10] 苏强,余传文,张海军,等.基于QFD模型的汽车产品定义方法[J].汽车工业研究,2023(3):36-39.
SU Qiang, YU Chuanwen, ZHANG Haijun, et al. An Automotive Product Definition Method Based on QFD Modeling [J]. Automotive Industry Research, 2023(3):

- 36-39.(in Chinese)
- [11] 江海龙,殷晓晨,李呈祥.新能源汽车造型设计趋势研究[J].设计,2021,34(13):8-10.
JIANG Hailong, YIN Xiaochen, LI Chengxiang. Research on the Styling Design Trend of New Energy Vehicles[J]. Design, 2021, 34(13): 8-10. (in Chinese)
- [12] 任敏,李海迪,任龙慧,等.探讨电动汽车外饰造型设计发展趋势[J].时代汽车,2022(11):128-130.
REN Min, LI Haidi, REN Longhui, et al. Discussion of the Development Trend of Electric Vehicle Exterior Styling Design[J]. Auto Time, 2022(11): 128-130. (in Chinese)
- [13] 孔德洋,黄偲蕊,麻殊捷.基于情感分析的汽车造型设计感性评价方法[J].同济大学学报(自然科学版),2022,50(12):1817-1824.
KONG Deyang, HUANG Sirui, MA Shujie. Perceptual Evaluation Method of Automobile Styling Design Based on Sentiment Analysis [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2022, 50(12): 1817-1824. (in Chinese)
- [14] 任敏.新语境下的微型电动汽车前脸外饰造型设计研究[J].景德镇学院学报,2022,37(6):101-104.
REN Min. Research on the Style Design of Mini-Electric Vehicle Front Face in New Context [J]. Journal of Jingdezhen University, 2022, 37(6): 101-104. (in Chinese)
- [15] 王波,耿硕晨.电动汽车外饰造型设计发展趋势研究[J].汽车工程学报,2019,9(4):285-293.
WANG Bo, GENG Shuochen. Research on Development Trends of Electric Vehicle Exterior Design [J]. Chinese Journal of Automotive Engineering, 2019, 9(4): 285-293. (in Chinese)
- [16] 李彦龙,朱晖,杨志刚.基于低风阻的电动汽车造型设计[J].同济大学学报(自然科学版),2017,45(9):1366-1371.
LI Yanlong, ZHU Hui, YANG Zhigang. Electric Car Design Based on Low Drag [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2017, 45(9): 1366-1371. (in Chinese)
- [17] 周绍栋,聂畅,张辉,等.汽车前照灯发展综述与智能化趋势展望[J].机械工程学报,2023,59(22):380-400.
ZHOU Shaodong, NIE Chang, ZHANG Hui, et al. Intelligent Automobile Headlights: Recent Developments and Future Trends [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2023, 59(22): 380-400. (in Chinese)
- [18] 王进.特斯拉汽车造型设计研究[D].芜湖:安徽工程大学,2022.
WANG Jin. Research on Tesla Car Modeling Design [D]. Wuhu: Anhui Polytechnic University, 2022. (in Chinese)
- [19] 李勇,马洪杰,刘远哲,等.基于SPSD评价标准的纯电动汽车感性意象设计方法[J].机械设计,2019,36(3):134-138.
LI Yong, MA Hongjie, LIU Yuanzhe, et al. Kansei Image Design Method of Battery Electric Vehicle Based on SPSPD Evaluation Standard [J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(3): 134-138. (in Chinese)
- [20] 邓昭,朱庆彬.基于技术驱动下的微型电动汽车造型设计研究[J].设计,2022,35(10):132-135.
DENG Zhao, ZHU Qingbin. Research on Innovative Design of Ecological Products from the Perspective of Symbiosis Theory [J]. Design, 2022, 35(10): 132-135. (in Chinese)
- [21] 程永胜,徐骁琪,卜俊,等.基于KE和AHP理论的汽车造型意象评价方法研究[J].现代制造工程,2020(7):102-109.
CHENG Yongsheng, XU Xiaoqi, BU Jun, et al. Evaluation Method of Automobile Modeling Image Based on KE and AHP [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2020(7): 102-109. (in Chinese)

作者简介



马新博(1998-),男,河北张家口人,硕士研究生,主要研究方向为感性工学与汽车造型设计。

E-mail: 2580548669@qq.com

通信作者



李延(1969-),女,河北唐山人,硕士,教授,主要研究方向为美术学。

E-mail: 446875478@qq.com