

基于数量化理论 I 的中控面板造型设计研究

许小侠¹, 韩亚新¹, 许牧云², 傅洪发¹, 王卿九¹

(1. 长春工业大学, 长春 130012; 2. 北汽福田汽车股份有限公司, 北京 102206)

摘要: **目的** 以汽车中控面板造型为研究对象, 从用户的角度出发, 设计出符合用户感性需求的产品。**方法** 首先, 采用 SD (语义差分) 法制作调查问卷, 收集并筛选可以描述中控面板造型形态的感性意象词汇与中控面板样本图片, 基于视觉认知与审美对中控面板样本进行形态分析, 提取最具代表性的形态曲线, 并结合用户需求搜集影响中控面板造型设计的关键性设计元素; 其次, 通过数量化理论 I 的产品意象造型设计方法, 对中控面板提取的六大设计元素的形态特征量化赋值, 借助 SPSS 统计软件进行多元回归分析, 构建自变量与因变量的数学映射模型, 从而预测设计元素与感性意象词汇间的相关性。**结果** 经过案例分析, 证明该设计方法能更准确地算出中控面板最佳造型设计方案, 是切实可行的。**结论** 利用数量化理论 I 进行产品意象造型设计, 可以有效地为中控面板造型设计方案和评价提供客观的决策依据。

关键词: 数量化理论 I; 中控面板; 感性工学; 产品意象造型设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)04-0175-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.04.021

Research on Modeling Design of Automobile Central Control Panel Based on Quantification Theory I

XU Xiao-xia¹, HAN Ya-xin¹, XU Mu-yun², FU Hong-fa¹, WANG Qing-jiu¹

(1. Changchun University of Technology, Changchun 130012, China; 2. Beiqi FOTON Motor Co., Ltd., Beijing 102206, China)

ABSTRACT: Taking the modeling of Automobile Central Control Panel as the research object, from the point of view of users, the products that meet the users' perceptual needs are designed. Firstly, the SD (semantic difference) method was used to make a questionnaire, and the perceptual image words and sample pictures which could describe the shape of the central control panel were collected and selected, based on the visual cognition and aesthetics, the morphological analysis was conducted to extract the most representative morphological curves, and the user need was combined to collect key design elements that affect the modeling design of the center control panel; Secondly, through the method of product image modeling design based on quantitative theory I, the six design elements of morphological characteristics extracted from the central control panel were assigned quantitatively, and the multiple regression analysis was carried out with the help of SPSS statistical software to construct a mathematical mapping model of independent and dependent variables, thus predicting the correlation between design elements and perceptual image vocabulary. Through the case analysis, it is proved that this design method can more accurately calculate the best modeling design scheme of the central control panel, which is feasible. The use of quantitative theory I in product image modeling design can effectively provide objective decision-making basis for the design scheme and evaluation of central control panel.

KEY WORDS: quantitative theory I; central control panel; kansei engineering; product image modeling design

随着个性消费时代的到来, 消费者的需求也日益多样化和差异化。他们在选择商品时会更加注重情感

方面的需求、精神层次的愉悦和个性的展现。中控面板作为汽车内饰中最关键的驾驶操纵系统, 负责控制

收稿日期: 2021-11-05

基金项目: 吉林省教育厅“十三五”科学技术项目 (JJKH20200659KJ)

作者简介: 许小侠 (1977—), 女, 吉林人, 博士, 长春工业大学讲师, 主要研究方向为产品设计、计算机辅助工业设计、车身造型设计。

整部车辆,并且处于用户视觉中心的位置,其形态能够最直观地体现出汽车内饰的整体风格。目前汽车市场的各细分市场日趋饱和,汽车中控面板在操控性能、生产工艺与基础材质等方面虽然没有薄弱的环节,然而功能叠加、造型均一化问题日益突显^[1]。因此,新产品研发需要以人为主要研究对象,充分考虑消费者和社会的各种因素。在此过程中,需要解决的关键问题是将模糊的人为感性因素量化为具体的数据模型,而感性工学(Kansei Engineering)作为工学的一个新的分支,可以将感性工学与工学相结合,依据人的喜好来设计产品^[2]。文中将汽车中控面板为研究对象,以数量化理论 I 为基础,运用感性工学技术来指导产品意象造型设计,从而满足年轻一代对中控面板造型设计的感性需求。

1 理论基础与研究思路

1.1 感性工学

1970 年,日本广岛大学副教授长町三生首次将感性分析引入到工学研究中,这种研究方法被称为感性工学。它可以深入挖掘用户对产品的感性认知,将难以量化的感性因素,借助工学技术,通过数理化的方式定性、定量地呈现出来,从而指导设计。在研究设计元素与感性意象之间的联系时,常用的方法有数量化理论 I、粗糙集分析、遗传算法、多元回归法等,而数量化理论 I 方法使用频率最高^[3]。

1.2 数量化理论 I

数量化理论 I 属于多元分析系统的一个分支。依据研究问题的差异性,可以将数量化理论分为 I、II、III、IV 四类^[4]。数量化理论 I 类主要用于探究用户的感性意象评估与某个产品的形态之间的内在关系,它可以将多个因变量进行量化赋值,之后利用多元分析方法,在感性意象评估与设计元素之间建立数学映射模型,从而推算因变量对感性认知的预测贡献值,可以节省前期调研分析时间并获得最佳设计方案。

1.3 产品意象造型设计

产品意象造型设计的研究涉及认知学、心理学、美学、人机工程、感性工学等多个领域^[5]。研究方法包含形态分析法、语义差分法(SD)等。产品意象造型设计的第一步是需要制定设计目标,接着找出产品中隐含的意象信息,从而帮助用户有效地表达他们的情感需求,然后分析相关的产品设计元素,最后通过相关的研究方法,找出能引起某种联想的造型元素来抒发用户的感性需求,进而展开产品的造型设计。

1.4 研究思路

以中控面板的造型为研究对象,在文中首先通过 SD 法确定产品的感性意象词汇,同时对已确定的样

本进行形态分析与提取;然后对产品进行感性意象评估;接着借助 SPSS 统计分析软件进行多元回归分析,构建数量化理论 I 的数学模型;最后设计新方案并验证。使用的具体方法为 SD 法、形态分析法、数量化理论 I 方法。设计思路见图 1。

2 研究过程

2.1 定位人群

根据中汽协的数据统计,18~29 岁的汽车拥有者所占比例远远超过 50%,这一年轻群体已逐渐成为引领汽车消费的主力军。文中对 22~30 岁敢于挑战新鲜事物、追求独特个性的年轻消费者展开调研。这一目标人群的特点是即将走向社会的毕业生或者刚刚参加工作的年轻群体,他们憧憬美好事物,喜欢互联网产品,注重生活品质,并且具有潜在购车行为。针对以上特点,展开目标人群的需求特征分析见图 2。此研究可以通过了解年轻一代对汽车中控面板的感性需求,从而更好地引领汽车行业的发展。

2.2 中控面板样本收集

从汽车之家,易车网等网站,汽车 4S 销售店,杂志刊登及电视宣传等途径找出国内外关注度较高的汽车品牌,累计 30 个品牌,选取了 117 个样本图片。请设计研究人员以客观的方式剔除模糊的、重复的样本图片。保留具有一定差异性却非极端意象的样本,初步选出了 54 个形态最佳的中控面板正视图作为代表样本。为避免非研究因素的影响,用 Photoshop 软件对 54 个样本图片进行处理。邀请 5 名汽车设计行业工作人员,5 名汽车销售顾问和 10 名潜在消费对象,共 20 名受测者。受测者可以依据自己的主观感受对 54 个样本进行分类统计,根据相似度的度量

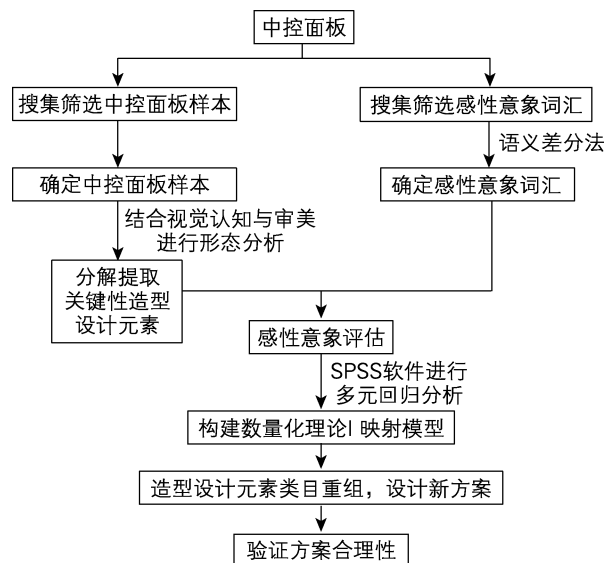


图 1 设计思路

Fig.1 Design ideas

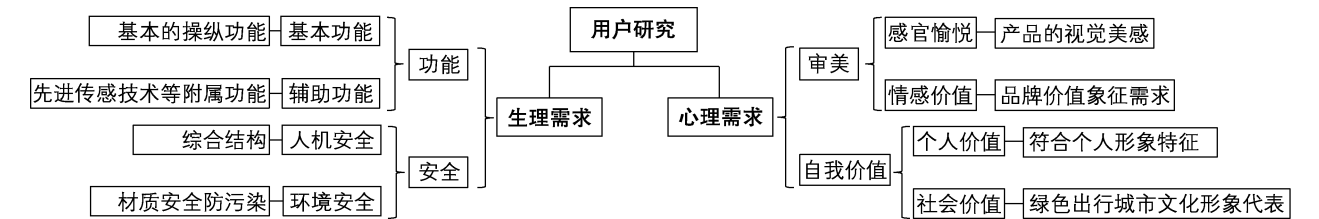


图 2 目标人群需求特征分析
Fig.2 Demand characteristics analysis chart of target population

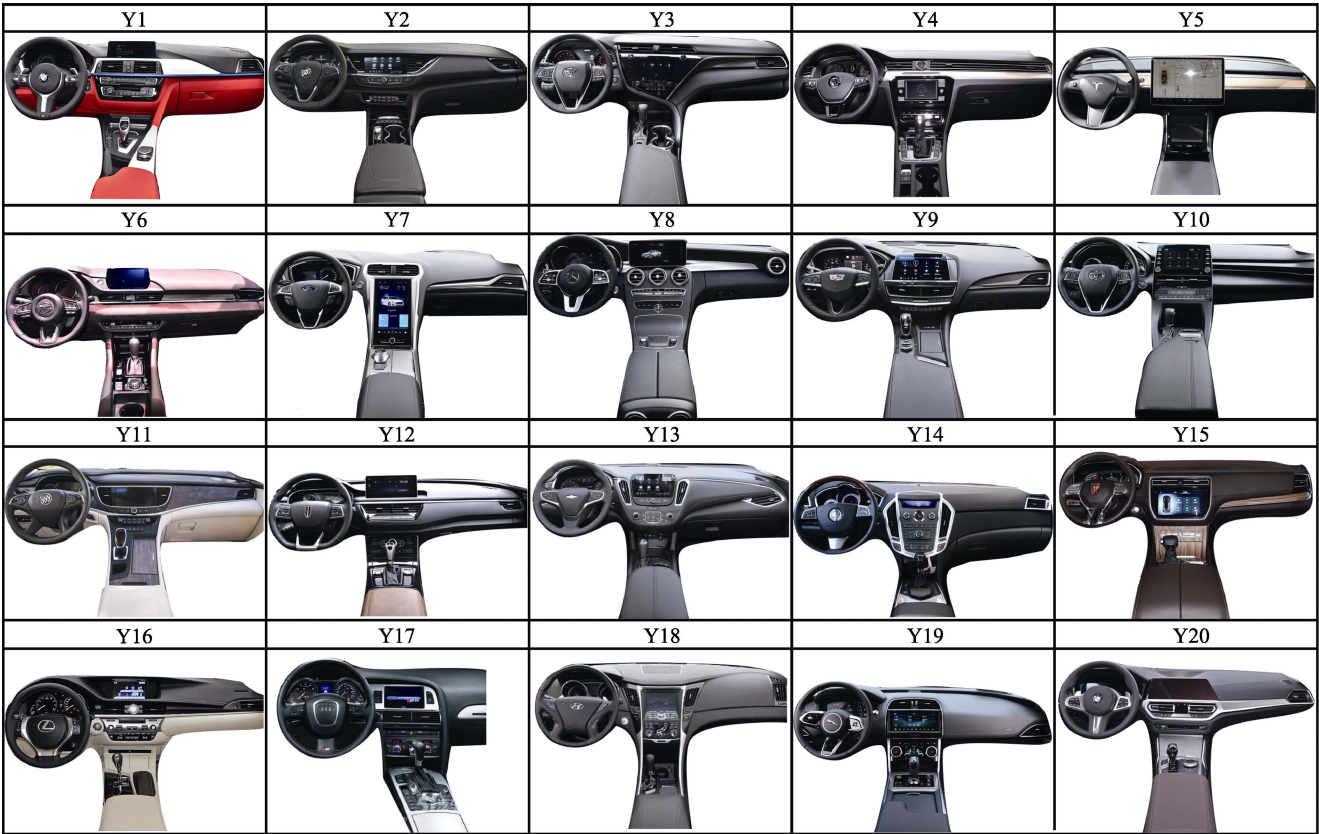


图 3 代表性样本
Fig.3 Representative samples

对样本进行划分，结合实际情况选取出最具代表性的 20 个产品样本作为本次调查的样本对象，并进行编号与细化处理，代表性样本见图 3。

2.3 确定样本造型设计元素

由于设计者和普通用户在认知方式和手段上存在一定的差异性，在提取中控面板造型设计元素时，综合考虑了产品造型结构、产品设计意图及用户的视觉认知审美感受。

从产品的体量和形态入手，提取出 3 个对用户的感性意象认知有直接影响的造型特征，分别为：中控面板的整体外轮廓、特征图形轮廓与视觉中心细节形态。首先，通过提取整体轮廓特征线可以反映出中控面板形态体量认知要素的比例与空间信息，明晰中控面板造型的基本走势^[6]；其次，通过中控屏、装饰带与两侧排气格栅等特征图形的提取，了解中控面板的整体造型风格；再次，提取了位于视觉中心且组成中

控面板基本面部特征的出风口、中控屏及装饰部件，通过这些面部特征进行局部或系列造型的变化来实现不同情绪的转换与表达。

参考捷豹 XEL2020 款中控面板造型，首先根据中控面板的形面关系提取整体外轮廓曲线，在刻画时尽可能保证曲线在转折处的连续性，绘制出黑色的曲线（见图 4）；其次，对中控面板的形状识别元素进



图 4 设计元素的提取
Fig.4 Extraction of design elements

行提取,绘制出与背景分离的、均匀的、封闭的曲线,在提取时将中控面板的细节模糊仅强调形状轮廓,得到橙色的闭合曲线;最后绘制用户视觉中心涉及的细节部分轮廓曲线,仍使用闭合的线条,绘制出绿色的曲线。

为获取用户受到哪些设计元素的影响,将中控面板涉及的造型元素进行标注,并制作成调查问卷,见图 5。请男女比例为 1:1 共 20 位受试者,对各造型设计元素进行打分,1~5 代表重要程度,共 5 个等级,重要性从“1”开始依次递增。最终计算出均值排名前 3 的设计元素,分别为中控屏幕、屏幕衔接与中控面板颜色搭配,见表 1。

结合形态分析与问卷调查,一共得到 6 个影响中控面板造型设计的关键性设计元素,将该 6 个元素项目分解为 19 个子类,编码并绘制形态,见表 2。

2.4 感性词汇的提取与筛选

通过查阅产品意象相关书籍,搜集对中控面板进行感性意象表达的形容词,初步整理了 78 个与中控面板风格意象相关的感性词汇,进行同义词甄选并将低频词汇排除,最后按照正反义词将它们一一配对。经进一步整理后,最终确定了频率最高且互为反义词的 4 组感性意象词组进行评价实验,见表 3。

2.5 感性意象评估

将 20 个中控面板样本与 4 对感性词组,根据 SD 法,采用五级量表见图 6,制作成调查问卷见图 7,发放问卷 110 份,除去无效问卷,有效回收率达到 83%。

汽车中控面板设计元素



图 5 汽车中控面板设计元素

Fig.5 Design elements of automobile central control panel

表 1 设计元素均值得分
Tab.1 Design element mean score

设计元素	均值
中控屏幕	4.23
屏幕衔接	3.82
颜色搭配	3.55

表 2 设计元素分类表

Tab.2 Classification table for design elements

设计元素	设计类目	表现形态
X ₁ 整体外轮廓曲线	流线形 C ₁₁	
	几何形 C ₁₂	
	异形 C ₁₃	
X ₂ 特征图形轮廓曲线	C ₂₁	
	C ₂₂	
	C ₂₃	
X ₃ 视觉中心细节形态	C ₃₁	
	C ₃₂	
	C ₃₃	
X ₄ 中控屏幕	普通单屏 C ₄₁	
	普通多屏 C ₄₂	
	延展大屏 C ₄₃	
	延展大屏加后排单屏 C ₄₄	
X ₅ 屏幕衔接	悬浮式 C ₅₁	
	升降式 C ₅₂	
	嵌入式 C ₅₃	
X ₆ 颜色搭配	黑白灰 C ₆₁	
	局部彩色 C ₆₂	
	多彩色 C ₆₃	

表 3 感性词组

Tab.3 Perceptual phrases

序号	感性词组
1	传统的一科技的
2	突兀的一流畅的
3	繁复的一极简的
4	普通的一个性的

2.6 基于数量化理论 I 的映射模型构建

数量化理论 I 类是采用说明性多变量模拟线性表达式中基准变量 y 的定量变化^[7]。根据数量化理论 I 的思想, 中控面板造型设计元素作为项目 (item), 设计元素下的各种取“值”作为类目 (category), 如, 项目是中控面板的整体外轮廓特征曲线, 而类目是流线形、几何形、异形。设某问题包括项目 m 个, 考虑其对基准变量 y 的影响, 进而实现对 y 的预测。第 i 个项目的类目为 C_i , 那么类目个数总计为 $\sum_{i=1}^m C_i = P (i=1, 2, \cdots, m)$ 。对 n 个样本, $y(n) = r_{ij}(n)$ 其中 $(i=1, 2, \cdots, m; j=1, 2, \cdots, C_i)$ 其表示第 n 个中控面板样本下的第 i 个项目 (设计元素) 中对应的第 j 个类目 (设计元素类目) 对基准变量 y 的影响。

$$r_{ij}(n) = \begin{cases} 0(\text{其余情况}) \\ 1(\text{当且仅当样品}n\text{有第}i\text{项目第}j\text{类目的特性时}) \end{cases} \quad (1)$$

根据式 (1) 对设计类目进行赋值, 当且仅当样品 n 有第 i 项目的第 j 类目的特性时, 将样本中具备对应类目的设计元素类目取值为“1”, 不具备的取值为“0”。以中控面板整体外轮廓特征曲线为例, 针对样本 1 的外轮廓形态为几何形, 则赋值“1”的对应类目为 C_{12} , 其余类目均赋值为“0”。

由所有的 $r_{ij}(n)$ 组成的自变量的反应矩阵记为

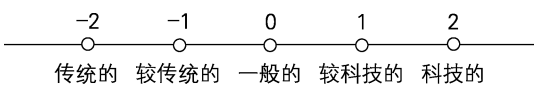


图 6 语义评分五级量表
Fig.6 Five-level semantic rating scale

关于中控面板感性意象认知调查问卷

该问卷是关于中控面板外观设计的感性认知调查。以下有20个中面板样本图片, 每个样本右侧有对应的感性词汇, 请在观察样本后, 选择您认为的等级进行打分, 谢谢合作!

性别 男 ☐ 女 ☐ 年龄 _____ 职业 _____ 是否购买过汽车 是 ☐ 否 ☐

	感性词组	-2	-1	0	1	2
1	传统—科技					
2	突兀—流畅					
3	繁复—极简					
4	普通—个性					

图 7 感性意象认知调查问卷
Fig.7 Perceptual image cognition questionnaire

X , 矩阵见 (2) 式。

$X = [r_{ij}(n)] =$

$$\begin{bmatrix} r_{11}(1) & r_{12}(1) & \cdots & r_{1C_1}(1) & \cdots & r_{m1}(1) & \cdots & r_{mC_m}(1) \\ r_{11}(2) & r_{12}(2) & \cdots & r_{1C_1}(2) & \cdots & r_{m1}(2) & \cdots & r_{mC_m}(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{11}(n) & r_{12}(n) & \cdots & r_{1C_1}(n) & \cdots & r_{m1}(n) & \cdots & r_{mC_m}(n) \end{bmatrix} \quad (2)$$

假设基准变量 y 与各项目类目存在线性关系, 建立感性意象评估值 y 与设计元素类目之间的数学模型, 见式 (3)。

$$y_n = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{C_i} r_{ij}(n) a_{ij} + \varepsilon_n \quad (3)$$

其中: y_n 表示第 n 个样本的感性意象评估值; a_{ij} 表示第 i 项目中的第 j 类目对基准变量 y 的影响, 也就是 a_{ij} 是定性变量 $r_{ij}(n)$ 的一个数量化; ε_n 表示第 n 次抽样中的随机误差。

在该研究中, 样本个数 $n=1, 2, \cdots, 20$; 项目个数为 6, 参考设计元素与类目特征表与上述公式, 将感性意象评估值与设计元素及类目相互匹配编码, 建立中控面板感性评价矩阵, 见表 4。

3 中控面板感性意象造型设计

3.1 结果分析

根据上述中控面板感性评价矩阵, 运用最小二乘法来求做逼近求得近似解, 并结合 SPSS 统计软件进行多元线性回归分析, 从而实现对基准变量 y 的预测^[8]。以“传统的一科技的”为例, 分别计算得出类目得分、偏相关系数、决断系数、复相关系数、常数项等数值。计算结果, 见表 5。

复相关系数 R 与决断系数 R^2 可以反映预测模型对设计元素和感性意象词汇得分的解释程度, 其拟合度越高越好, 经计算“传统的一科技的”这对感性词汇的实际测量值与预测数值之间的复相关系数 $R = 0.864 > 0.85$, 决断系数 $R^2 = 0.746 > 0.7$, 由此可知该感性意象预测模型较为理想, 可用于中控面板造型设计的预测; 在该研究当中, 偏相关系数反映的是某一设计元素 (如, X_1 整体外轮廓曲线) 对某一对感性意象词汇 (如, 传统的一科技的) 的贡献大小^[9]; 类目

表 4 感性评价矩阵
Tab.4 Perceptual evaluation matrix

样本 编号	感性意象词汇评价				设计元素																	
					A			B			C			D			E			F		
	C-K	T-L	F-J	P-G	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₁₁	C ₃₂	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	C ₄₄	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃	C ₆₁	C ₆₂	C ₆₃
1	0.86	0.13	0.34	0.25	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
2	0.15	0.32	0.82	0.45	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
...		...											...									
20	1.02	−0.03	0.28	0.67	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1

表 5 “传统的一科技的”与设计元素的
线性关系分析结果

Tab.5 Analysis of linear relationship between “traditional-technological” and design elements

设计项目	设计类目	偏相关系数	类目得分
X ₁ 整体外轮廓曲线	C ₁₁	0.816	0.764
	C ₁₂		-0.271
	C ₁₃		0.509
X ₂ 特征图形轮廓曲线	C ₂₁	0.265	0.112
	C ₂₂		0.218
	C ₂₃		-0.089
X ₃ 视觉中心细节形态	C ₃₁	0.387	0.417
	C ₃₂		0.543
	C ₃₃		0.324
X ₄ 中控屏幕	C ₄₁	0.408	-0.354
	C ₄₂		-0.085
	C ₄₃		0.247
	C ₄₄		0.597
X ₅ 屏幕衔接	C ₅₁	0.167	-0.459
	C ₅₂		-0.124
	C ₅₃		0.609
X ₆ 颜色搭配	C ₆₁	0.674	0.486
	C ₆₂		0.901
	C ₆₃		0.241
决断系数		0.746	
复相关系数		0.864	
常数项		0.436	

得分则代表某个设计元素类目（如，流线形 C₁₁）对“传统的一科技的”感性意象的影响程度，而类目得分数值的正负代表影响的方向，若数值为负则代表类目偏左的“传统的”意象，反之，则代表偏右的“科技的”意象^[10]。以中控面板整体外轮廓特征设计元素项目为例，其类目得分 C₁₂ < C₁₃ < C₁₁，这表明在“传统的一科技的”感性意象词汇中，C₁₁（流线形）呈现出的科技感最强，其次为 C₁₃（异形），而 C₁₂（几何形）更能呈现出传统的感性意象。根据（3）式，经计算可得出“传统的一科技的”预测模型为：

$$y_{\text{科技的一传统的}} = 0.764 \cdot C_{11} - 0.271 \cdot C_{12} + 0.509 \cdot C_{13} + 0.112 \cdot C_{21} + 0.218 \cdot C_{22} - 0.089 \cdot C_{23} + 0.417 \cdot C_{31} + 0.543 \cdot C_{32} + 0.324 \cdot C_{33} - 0.354 \cdot C_{41} - 0.085 \cdot C_{42} + 0.247 \cdot C_{43} + 0.597 \cdot C_{44} - 0.459 \cdot C_{51} - 0.124 \cdot C_{52} + 0.609 \cdot C_{53} + 0.486 \cdot C_{61} + 0.901 \cdot C_{62} + 0.241 \cdot C_{63}$$

通过求“传统的一科技的”感性意象词汇的偏相关系数数值可以看出，中控面板 X₁ 整体外轮廓曲线 > X₆ 颜色搭配 > X₄ 中控屏幕 > X₃ 视觉中心细节形态 > X₂ 特征图形轮廓曲线 > X₅ 屏幕衔接，数值越大证明该设计元素项目对感性意象词汇的贡献程度越大^[11]。同理可以求出另外 3 对感性意象词汇“突兀的一流畅的”“繁复的一极简的”“普通的一个性的”的数学模型方程式。

3.2 设计方案与验证

根据“传统的一科技的”感性词汇模型数据分析，可以看出中控面板造型设计元素项目中的不同类目对感性意象词汇影响程度是不同的，为测试该结论是否有效，可以通过将不同分值的设计类目进行排列组合，得到多个新的组合方案进行验证。以“传统的一科技的”为例，使用设计元素类目中得分最高的 C₁₁、C₂₂、C₃₂、C₄₄、C₅₃ 和 C₆₂ 进行方案 1 的草图绘制；得分较高的 C₁₃、C₂₁、C₃₁、C₄₃、C₅₂ 和 C₆₁ 进行方案 2 的草图绘制；得分最低的 C₁₂、C₂₃、C₃₃、C₄₁、C₅₁ 和 C₆₃ 进行方案 3 的草图绘制。在绘制时，尽量避免轮廓曲线之间的交叉，利用大块面进行形状设计元素的描绘，通过调整曲线关系，制成草图，见图 8。

在草图方案制作完毕后，邀请工业设计专业的学生对草图方案进行感性意象评估，仍采用里克特量表 5 级评分方法对 3 个方案分别打分。评估后分析计算得出均值，见表 6。可以看出，分值从方案 1 到方案 3 呈递减趋势。得分最高方案 1，所呈现出的感性意象是最具“科技感”fgg 是最具“传统性”。

根据感性意象评估数据挑选最符合“科技的”草图方案 1 进行细节深化并构建三维模型，建模渲染得到三维效果图，见图 9。将最终效果图作为实验

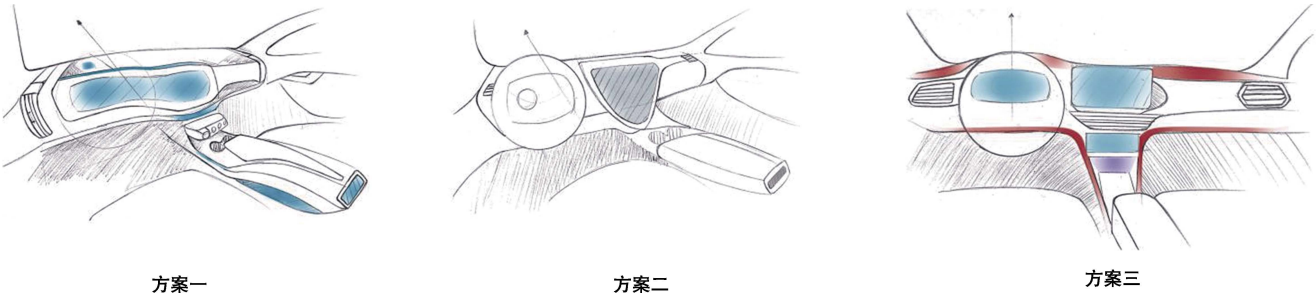


图 8 方案草图
Fig.8 Draft plans

表 6 设计方案感性意象评估值
Tab.6 Evaluation value of perceptual image in design scheme

设计方案	方案 1	方案 2	方案 3
感性意象评估值	1.75	0.82	-0.21



a



b

图 9 中控面板三维模型
Fig.9 3D model of central control panel

样本，再次采用问卷的形式在线投放进行验证，获取受试者的感性意象评估数值，将无驾驶经验的问卷剔除，最终共获得有效问卷 102 份，整理计算数据后，得到用户意象评价量表，中控面板造型设计样本在设计实践中的均值为 1.58，与“科技的”感性意象词汇一致。

经验证后得出的感性意象评估值与设计思路一致，证明该方法的预测是准确的、有效的。通过“传统—科技的”中控面板造型设计这一实践，证明通过改变产品设计类目的组合可以有效地改变产品感性意象的表达。在基于数量化理论 I 的中控面板造型设计研究中，结合多元分析的研究方法，解决了各种定性研究问题，对中控面板及其他产品的造型设计具有一定的示范意义。

4 结语

在产品意象造型的研究中，为满足不同用户的情感需求，经常利用感性工学研究系统中的数量化理论 I 方法对感性因素进行量化赋值，获取具体的数据，之后借助 SPSS 统计分析软件进行多元线性回归分析，建立产品造型设计元素与用户感性意象之间的联系，找到对感性意象贡献程度最大的设计元素项目进

行提取并重新组合，从而形成新的设计。以中控面板为例，把中控面板设计元素项目看作自变量，把感性意象评估值看作因变量，使用统计分析软件进行多元线性回归分析得到类目得分、偏相关系数、决断系数 R^2 、复相关系数 R 、常数项 C 等。基于数量化理论 I 类，构建中控面板造型设计元素项目与用户感性意象认知之间的最佳映射数学模型，数据分析表明，模型拟合度良好，说明数量化理论 I 能够将感性因素用数据呈现出来，之后再将设计元素项目重组，通过案例评估测试，证明这种方法是切实可行的，可以为中控面板及对多项目组合的产品造型设计提供新的创新设计理论指导，有效地辅助了产品意象造型设计。

参考文献：

[1] 王新亭, 王灿, 王欢欢, 等. 基于数量化 I 类理论的电动代步车造型设计[J]. 机械设计与制造, 2020(7): 165-169.
WANG Xin-ting, WANG Can, WANG Huan-huan, et al. Modeling Design of Electric Scooter for the Elderly Based on the Theory of Quantification-1 Type[J]. Machinery Design & Manufacture, 2020(7): 165-169.

[2] 李雄, 苏建宁, 陈彦嵩, 等. 产品意象造型设计应用研究进展[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 1-9.
LI Xiong, SU Jian-ning, CHEN Yan-hao, et al. Review of Product Image Form Design and Its Application[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 1-9.

[3] 王博伦. 未来乘用车仪表板系统造型设计研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2016.
WANG Bo-lun. Research on Styling Design of Instrument Panel System in Future Vehicle[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2016.

[4] 付晓佳. 基于形态控制的乘用车中控区造型感性设计研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019.
FU Xiao-jia. Research on Shape Sensibility Design of Passenger Car Console Based on Shape Control[D]. Changchun: Jilin University, 2019.

[5] 陈奕冰, 万中娇, 于东玖, 等. 基于用户感性需求的家用饮水机创新设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(8): 173-179.
CHEN Yi-bing, WAN Zhong-jiao, YU Dong-jiu, et al. Innovative Design of Household Water Dispenser Based on User's Perceptual Needs[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(8): 173-179.

[6] 周志勇, 程建新, 张新月. 感性工学在护理床护栏设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2016, 37(8): 98-100, 142.
ZHOU Zhi-yong, CHENG Jian-xin, ZHANG Xin-yue. Application of Kansei Engineering in Nursing Beds Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(8): 98-100.

(下转第 250 页)