

影响三厢轿车运动意象的造型形式研究

伦博¹, 陈奕名², 冉思杰², 邓春艳¹, 刘娇³

(1.重庆金康赛力斯新能源汽车设计院有限公司造型部, 重庆 401135;

2.东风小康汽车有限公司造型部, 重庆 400033; 3.札幌市立大学, 北海道 0620906)

摘要: **目的** 针对汽车开发过程中的造型样式与用户感知意象匹配问题, 提出一种基于用户感知意象的汽车造型形式研究方法。**方法** 以运动意象为例, 通过对车型样本的造型元素及造型形式进行分析, 提取每个样本车型的造型元素及造型形式; 通过用户感知意象调查, 获取每个样本车型运动意象评价值; 结合样本车型的造型元素、造型形式及其运动意象评价值, 创建意象评价矩阵。以造型元素和造型形式为自变量, 以运动意象评价值为因变量, 分析各个造型元素的不同造型形式对运动意象评价值的影响差异显著性。**结果** 发现A柱角度、尾箱盖结束趋势等造型元素的不同造型形式, 显著影响汽车的运动意象。**结论** 将显著影响运动意象的造型形式运用于汽车造型方案设计, 形成造型样式样本, 通过用户意象调查验证了结论的正确性。

关键词: 运动意象; 差异显著性; 汽车造型元素; 汽车造型形式

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)20-0095-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.20.015

Modeling Form That Affects the Sedan Sports Image

LUN Bo¹, CHEN Yi-ming², RAN Si-jie², DENG Chun-yan¹, LIU Jiao³

(1.Modeling Design Department of Chongqing Jinkang Seres New Energy Vehicle Design Institute Co., Ltd, Chongqing 401135, China; 2.Modeling Design Department of DFSK MOTOR Co., Ltd, Chongqing 400033, China;

3.Sappora City University, Hokkaido 0620906, Japan)

ABSTRACT: The work aims to propose a method for the study on the form of automobile modeling based on user perception image, aiming at the matching between modeling style and user perception image in the process of automobile development. Taking sports image as an example, the modeling elements and modeling forms of the model samples were analyzed to extract the modeling elements and modeling forms of each sample. Based on the survey of user perception image, the evaluation value of sports image of each sample model was obtained. In combination with the modeling elements, modeling forms and evaluation values of their sports images of the model, the image evaluation matrix was created. With modeling elements and modeling forms as independent variables and sports image evaluation values as dependent variables, the significant difference in the influence of different modeling forms of each modeling element on sports image evaluation values was analyzed. The results showed that, different modeling forms of modeling elements such as A-pillar angle and ending of tail box cover significantly affected the sports image of the automobile. The modeling forms that significantly affect the sports image are applied to the design of automobile modeling schemes to form modeling style samples, and the correctness of the conclusions is verified through the user perception image survey.

KEY WORDS: sports image; significant difference; element of automobile modeling; form of automobile modeling

汽车间技术差距的缩小, 使汽车外观造型逐渐成为消费者关注的重要因素。如何塑造符合消费者感知

收稿日期: 2019-05-25

基金项目: 重庆市教委科学技术研究项目 (KJ1500912)

作者简介: 伦博 (1986—), 男, 辽宁人, 重庆金康赛力斯新能源汽车设计院工程师、设计师, 主要研究方向为汽车造型设计、工程设计和模型设计。

意象需求的汽车造型,成为近年来一个研究热点。一些学者试图在消费者感知意象与汽车造型特征之间建立映射关系。如罗仕鉴等人^[1]提出了以SUV为例,通过研究消费者的差异化需求,构建了消费者偏好与产品外形特征之间的映射模型。卢兆麟等人^[2]通过自然语言处理对汽车造型隐性风格进行表征,提出了基于自然语言处理的汽车造型风格推导与评价方法。胡伟峰等人^[3]研究了造型特征线和意象词汇之间的映射关系。柯善军等人^[4]运用逻辑回归方法分析了消费者品牌形象与造型形式的相关性。另外一些学者在研究映射关系的基础上,进一步寻求造型优化与评价方法。如苏建宁等人^[5]以感性意象和造型特征元素之间的对应关系为依据,运用蚁群算法对造型特征元素进行了组合优化。徐江等人^[6]通过数量化I类方法求取造型特征与感性意象之间的量化关系,并以此为目标,通过遗传算法建立了造型优化函数。朱炜等人^[7]以汽车侧面轮廓和前脸轮廓为对象,建立品牌形象与设计因子之间的映射模型,并探索了基于品牌形象的SUV造型设计方法^[7]。此外,造型意象研究的技术手段也越来越多样化。例如,有些学者运用眼动仪进行了眼动跟踪实验^[8],运用事件相关电位技术测量了用户电脑信息^[9],探讨汽车造型的认知机制及用户感知意象的思维表征。另外,汽车消费主力人群也趋向年轻化。年轻消费群体个性鲜明,要求产品造型能够反映其独特的个性特征,运动意象较好地诠释了年轻消费群体活力、动感的个性形象^[10]。本文以运动意象为例,以三厢轿车为样本,通过分析现有车型的造型形式与用户感知意象间的关系,探寻影响汽车运动意象的造型形式。首先收集现有车型图片,处理形成样本,

按照造型元素,提取各个样本的造型形式。然后通过用户感知意象判断,获取每个车型样本的运动意象值。针对各个造型元素,观察不同造型形式的样本车型之间,是否存在运动意象值的显著差异,如果存在,则表明该造型元素的不同造型形式对运动意象的影响显著不同,定义这类造型元素为影响运动意象的“特征造型元素”。进一步观察该造型元素的各个造型形式对运动意象的影响,是否存在明显的正向关系,如果存在,定义这类造型形式为正向影响运动意象的“特征造型形式”。特征造型元素和特征造型形式即为影响汽车运动意象的造型元素与造型形式。以特征造型元素为线索,以特征造型形式为参考,造型开发人员即可塑造出符合消费者感知意象需求的汽车造型。

1 样本车型的造型分析

1.1 样本设计

为保证样本间的可比性,车型样本需具备同等数量、类别的造型元素;考虑到样本的代表性,样本群的造型形式应基本涵括常见的汽车造型形式。最终,从大众、奥迪、莲花、捷豹、标致、雷诺、别克、福特、丰田、尼桑、长安等国内外十九个汽车品牌中,筛选出四十五款三厢轿车作为样本来源。

截取四十五款车型的正侧面图像,采取“强化部分视觉特征,弱化其他视觉特征”的方式对车型图像进行简化处理^[11]。消除背景等无关因素,以及光影、色彩、质感等视觉特征,得到了四十五个样本,样本处理见图1。

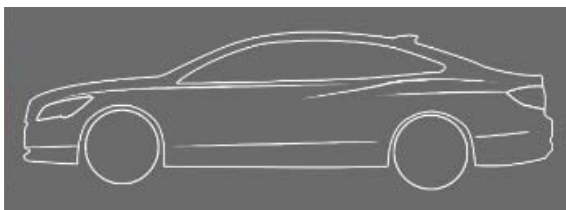


图1 样本处理

Fig.1 Sample processing

1.2 造型形式归类

对具有一定设计经验的汽车设计师进行访谈,运用主成分分析法,总结影响汽车正侧面意象感知的造型元素。影响汽车正侧面的四个意象感知层次的十七个造型元素,见表1^[1-2]。

根据十七个造型元素,为每个造型元素形式的提取设定统一规则,并参照规则提取每个样本的造型形式。例如,A/C柱交点高度的形式提取规则如下:取A柱和C柱外边线中点处的切线的交点,并以轮直径为单位,计算交点距离地面的高度值。造型形式提取见图2。

表1 造型元素
Tab.1 Modeling elements

感知层次	造型元素
体量	长高比、轴距
姿态	A/C柱交点前后位置、A/C柱交点高度、A柱角度、尾箱盖结束趋势
动势	引擎盖转角、接近角、离去角、裙线、腰线倾角、尾箱盖、尾部夹角
细节	车顶线、车窗下部线、腰线数量、腰线曲率、尾箱盖、C柱关系

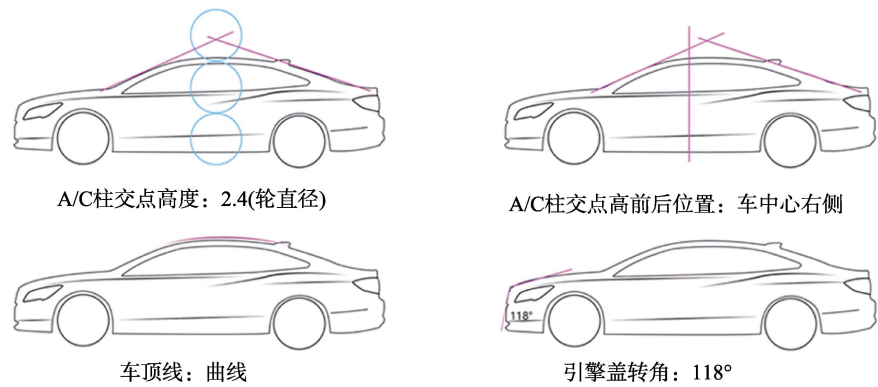


图 2 造型形式提取
Fig.2 Exaction of modeling form

对于可度量的造型形式，如长高比、轴距、A/C 柱交点高度、腰线数量、腰线曲率，以及各个倾角、转角和夹角，按度量值的大小，对每个样本的该造型形式进行归类^[11]。如 A/C 柱交点高度的归类规则为：小于或等于 2.5 为造型形式 1；2.5~2.6 为造型形式 2；2.6 及以上为造型形式 3，则图 2 中样本的 A/C 柱交点高度为造型形式 1。对于不可度量的造型形式，如 A/C 柱交点前后位置、尾箱盖与 C 柱关系、车顶线和裙线，则按照位置关系及形状类别，对每个样本的造型形式进行归类^[11]。如 A/C 柱交点前后位置的归类规则为：位于车中心前部为造型形式 1；位于车中心后部为造型形式 2，则图 2 中样本的 A/C 柱交点前后位置为造型形式 2。

2 样本车型的造型意象

2.1 用户感知意象调查

将处理后的样本进行汇总，并制作用户感知意象调查问卷。对于每个样本，用户根据自身的主观感受

选择“1”或“0”。其中“1”表示用户认为该样本车型具有运动意象，“0”表示用户认为该样本车型不具有运动意象。统计每个样本的判断选择结果，并将选择“1”的用户数量占比定义为该样本的运动意象判断选择率。运动意象判断选择率越高的样本，即是运动意象更明确、用户更容易判断选择的样本；反之，运动意象判断选择率越低的样本，则是用户不能确定的、运动意象不明确的样本，或是被用户感知为其他意象的样本。

为保证参与用户对汽车有一定的了解，要求所有参与用户有汽车的相关经历，需满足以下条件之一：

- （1）自己或较亲密的人拥有或曾经拥有汽车；
 - （2）自己或家人准备购买汽车；
 - （3）比较关注汽车行业或对汽车感兴趣。
- 最终有一百一十四位用户参与了意象调查，包括五十九位男性和五十五位女性，平均年龄 27.2 岁（年龄范围 17~38 岁），收回有效问卷一百一十一份。

2.2 意象评价矩阵

综合每个样本的造型形式类别代码及运动意象判断选择率，形成的意象评价矩阵，见表 2^[13]。

表 2 意象评价矩阵
Tab.2 Matrix of image evaluation

样本号	造型形式类别代码																	意象判断选择率/%
	长高比	轴距	A柱角度	A/C柱 连线交点与中 线位置关系	A/C柱 连线交点高度	车窗下 部倾角	引擎盖 转角	接近角	离去角	尾箱盖与C柱 夹角	尾箱盖是否上 翘	尾箱转折是否 内收	车顶线是否平 直	裙线与前悬线条呼 应关系	腰线数量	腰线曲率	腰线倾角	
1	1	1	1	2	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	63.2
2	3	3	1	2	3	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	52.6
3	2	2	1	2	3	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	54.4
4	1	1	2	2	3	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	60.5
5	1	1	1	2	3	1	2	3	3	1	2	2	1	2	2	2	1	57
6	3	3	1	2	3	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	55.3
7	3	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	52.6
8	1	2	1	2	2	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	52.6
9	2	2	1	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	3	78.1

续表 2

样本号	造型形式类别代码																	意象判断选择率/%
	长高比	轴距	A柱角度	A/C柱连线交点与中轴线位置关系	A/C柱连线交点高度	车窗线下部倾角	引擎盖转角	接近角	离去角	尾箱盖与C柱夹角	尾箱盖是否上翘	尾箱转折是否内收	车顶线是否平直	裙线与前后悬线条呼应关系	腰线数量	腰线曲率	腰线倾角	
10	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	54.4
11	2	2	1	2	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	53.5
12	2	1	1	2	2	2	3	2	1	1	2	1	2	3	2	1	2	58.8
13	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	3	1	55.3
14	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	3	60.5
15	2	2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	53.5
16	2	1	1	2	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	3	1	64
17	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	58.8
18	2	1	1	2	2	3	3	1	2	1	1	2	1	3	2	3	3	58.8
19	1	1	1	2	2	2	1	2	3	1	2	1	1	2	2	3	3	57.9
20	2	3	1	2	3	3	2	1	2	1	1	1	1	2	2	3	2	50.9
21	1	1	2	1	1	3	2	3	3	1	2	1	1	2	2	3	2	64.9
22	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	3	2	55.3
23	3	2	1	2	1	2	2	1	3	1	1	1	1	3	1	2	3	64.9
24	1	1	1	2	1	3	2	3	3	2	2	2	1	2	3	1	2	50
25	3	1	1	2	1	2	2	1	3	1	2	1	1	2	3	3	1	63.2
26	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	51.8
27	1	1	1	2	2	3	2	1	3	2	2	2	1	3	3	2	2	61.4
28	2	1	2	2	3	3	2	2	3	2	2	1	1	3	3	1	2	51.8
29	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	2	1	1	3	2	1	2	50
30	2	2	1	2	3	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	54.4
31	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	1	1	1	38.6
32	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	1	2	1	38.2
33	1	1	2	2	2	3	1	3	3	2	2	2	1	2	1	1	3	47.4
34	3	2	3	2	2	3	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	36
35	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	38.6
36	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	48.2
37	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	29.8
38	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	39.5
39	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	3	1	3	1	33.3
40	1	2	2	2	3	2	1	3	2	1	2	2	1	3	1	1	1	39.5
41	3	2	1	2	2	3	2	1	1	2	2	2	1	3	1	2	2	23.7
42	2	2	1	2	2	3	1	1	1	2	2	2	2	3	1	1	2	46.5
43	2	1	3	2	3	3	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	34.2
44	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	22
45	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	37.7

3 差异显著性分析

3.1 造型元素分析

以造型元素作为自变量，意象判断选择率为因变

量，运用 SPSS 软件进行齐性检验及差异显著性分析。

如果通过齐性检验，就接着查看单因素方差分析的结果，引擎盖转角齐性检验见表 3，单因素方差分析见表 4，为引擎盖转角对运动意象的影响分析相关表格。表 3 显示的显著性 *p* 值为 0.527，大于 0.05，

表 3 引擎盖转角齐性检验
Tab.3 Homogeneity test on engine cap angle

Levene 统计资料	df1	df1	显著性
0.650	2	42	0.527

表 4 单因素方差分析
Tab.4 One-way analysis of variance (one-way ANOVA)

	平方和	<i>f</i>	均值平方	<i>F</i>	显著性
群组间	2782.236	2	1391.118	17.848	0.000
群组内	3273.567	2	77.942	/	/
统计	6055.803	4	/	/	/

注：“/”表示该项目无内容

表明通过齐性检验。

查看表 4 中单因素方差分析结果,显著性 p 值小于 0.05,表明引擎盖转角造型形式不同的样本之间,运动意象判断选择率存在显著差异,即引擎盖转角对运动意象有显著影响。

如未通过齐性检验,则通过 Welch's t-test 来检验组间差异,离去角齐性检验,见表 5, Welch's t-test 分析见表 6,为离去角对运动意象的影响分析相关表格。表 5 中显著性 p 值为 0.019,小于 0.05,表明未通过齐性检验。

表 5 离去角齐性检验
Tab.5 Homogeneity test on departure angle

Levene 统计资料	df1	df1	显著性
4.333	2	42	0.019

表 6 Welch's t-test 分析
Tab.6 Analysis on Welch's t-test

	统计资料	df1	df2	显著性
Welch	9.443	2	26.591	0.001

查看表 6 中 Welch's t-test 分析结果,发现显著性

p 值小于 0.05,表明离去角造型形式不同的样本之间,运动意象判断选择率存在显著差异,即离去角对运动意象有显著影响。

分析所有的造型元素后发现: A 柱角度、尾箱盖结束趋势、引擎盖转角、离去角、腰线倾角、尾箱盖与尾部夹角、尾箱盖与 C 柱关系均对运动意象有显著影响,这些造型元素即为影响运动意象的“特征造型元素”。

3.2 造型形式分析

两两比较(方差齐性时运用 Tukey HSD 方法,方差不齐时运用 Games-Howell 方法)并确定影响运动意象的造型形式。Tukey HSD 方法检验造型形式之间的差异见表 7, Games-Howell 方法检验造型形式之间的差异,见表 8,分别为引擎盖转角和离去角的各个造型形式两两比较的结果,其中引擎盖转角方差齐性。通过 Tukey HSD 方法来检验两两之间的差异,结果可以发现:引擎盖造型形式 1 和引擎盖造型形式 2 之间 ($p<0.001$),以及造型形式 1 和造型形式 3 之间 ($p<0.001$),差异显著。离去角方差不齐时,需要通过 Games-Howell 方法来检验两两之间的差异,见表 8,可以发现:离去角造型形式 1 和离去角造型形式 2 之间 ($p=0.002$),以及造型形式 1 和造型形式 3 之间 ($p=0.001$),差异显著。

绘制误差条形图(横轴为特征造型元素的各个造型形式,纵轴为意象判断选择率),分析造型形式与运动意象的影响关系。引擎盖转角的误差见图 3,可以发现引擎盖转角造型形式 1 的意象判断选择率平均值(置信区间为 95%),明显低于造型形式 2 和造型形式 3 的意象判断选择率平均值(置信区间为 95%)。据此可以确定引擎盖转角造型形式 1 相对造型形式 2 和造型形式 3,对运动意象的影响显著,为负向影响(均值低于 50%,置信区间为 95%);引擎盖转角造型形式 2 和造型形式 3 对运动意象的影响为正影响(均值高于 50%,置信区间为 95%),但相互之间差异不显著。

表 7 Tukey HSD 方法检验造型形式之间的差异
Tab.7 Test of difference among forms of automobile modeling based on Tukey HSD

(I) 引擎盖转角	(J) 引擎盖转角	平均差异 (I-J)	标准误差	显著性	95%置信区间	
					下限	上限
1	2	-14.23555*	2.82376	0.000	-21.0959	-7.3752
	3	-21.61294*	4.49146	0.000	-32.5249	-10.7010
2	1	14.23555*	2.82376	0.000	7.3752	21.0959
	3	-7.37739	4.35628	0.220	-17.9610	3.2062
3	1	21.61294*	4.49146	0.000	10.7010	32.5249
	2	7.37739	4.35628	0.220	-3.2062	17.9610

注：“*”表示平均差异的显著性水平在 0.05 以下,即对应的第 5 列的显著性值小于 0.05;“(I)”表示第 1 列的造型形式组别;“(J)”表示第 2 列的造型形式组别;“(I-J)”表示第 1 列造型形式组别的意象判断选择率均值与第 2 列造型形式组别的意象判断选择率均值之间的差值

表 8 Games-Howell 方法检验造型形式之间的差异
Tab.8 Test of difference among forms of automobile modeling based on Games-Howell

(I) 离去角	(J) 离去角	平均差异 (I-J)	标准误差	显著性	95% 置信区间	
					下限	上限
1	2	12.72619*	3.44989	0.002	-21.1943	-4.2581
	3	-13.55762*	3.29344	0.001	-21.7011	-5.4142
2	1	12.72619*	3.44989	0.002	4.2581	21.1943
	3	-0.83143	3.04902	0.960	-8.4934	6.8305
3	1	13.55762*	3.29344	0.001	5.4142	21.7011
	2	0.83143	3.04902	0.960	-6.8305	8.4934

注：“*”表示平均差异的显著性水平在 0.05 以下，即对应的第 5 列的显著性值小于 0.05；“(I)”表示第 1 列的造型形式组别；“(J)”表示第 2 列的造型形式组别；“(I-J)”表示第 1 列造型形式组别的意象判断选择率均值与第 2 列造型形式组别的意象判断选择率均值之间的差值

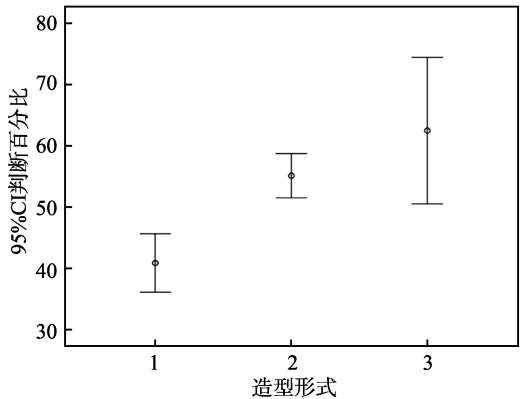


图 3 引擎盖转角的误差
Fig.3 Error of engine cap angle

综合两两比较及分析误差条形图后的结论，造型形式对运动意象的影响见表 9。

表 9 造型形式对运动意象的影响
Tab.9 Influence of the forms of automobile modeling on the sports image

特征造型元素	两两比较			影响关系		
	1/2	1/3	2/3	1	2	3
A 柱角度	-	+	-	+	0	-
尾箱盖结束趋势	+	/	/	+	0	/
引擎盖转角	+	+	-	-	+	+
离去角	+	+	-	-	+	+
腰线倾角	-	+	-	-	0	+
尾箱盖与尾部夹角	+	/	/	+	-	/
尾箱盖与 C 柱关系	+	/	/	+	-	/

注：“+”表示差异显著或正影响；“-”表示差异不显著或负影响；“0”表示无法判断影响关系；“/”表示该项目无内容

4 结果讨论

4.1 A 柱角度

根据 A 柱角度的造型形式归类规则：小于或等于 30°为形式 1，30°~33°为形式 2，大于或等于 33°

为形式 3，A 柱角度大小对比见图 4。结合表 9，可以得出结论：较小的 A 柱角度是显著地正向影响汽车运动意象的特征造型形式，如图 4a；较大的 A 柱角度则显著地负向影响汽车运动意象的特征造型形式。感知角度较小的 A 柱角度更符合空气动力学要求，更利于表现汽车的气动性能，塑造动势感。



图 4 A 柱角度大小对比
Fig.4 Comparing the angles of A-pillar

4.2 尾箱盖结束趋势

根据尾箱盖结束趋势的造型形式归类规则：向上翘为形式 1，水平或向下倾斜为形式 2，尾箱盖结束趋势对比见图 5。结合表 9，可以得出结论：向上翘的尾箱盖结束趋势是显著正向影响汽车运动意象的特征造型形式，如图 5a；尾箱盖结束趋势水平或向下斜，对汽车运动意象的影响无法判断。从感知角度来看，尾箱盖结束趋势向上翘，视觉上拉高了汽车尾部，使汽车呈现处前低后高的姿态，有利于营造汽车的动势感。



图 5 尾箱盖结束趋势对比
Fig.5 Comparing the ending of tail box cover

4.3 引擎盖转角

根据引擎盖转角的造型形式归类规则：小于或等于 110°为形式 1、110°~130°为形式 2、大于或等于 130°为形式 3，引擎盖转角大小对比见图 6。结合表 9，可以得出结论：较大的引擎盖转角是显著地正向影响汽

车运动意象的特征造型形式,如图6a;较小的引擎盖转角,则显著地负向影响汽车运动意象的特征造型形式。从感知角度来看,较大的引擎盖转角有利于气流顺畅流过,气动阻力小,有利于塑造高速运动感。

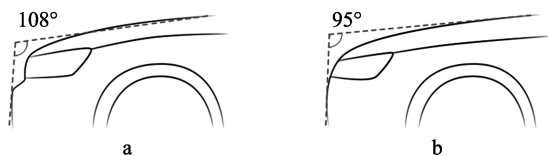


图6 引擎盖转角大小对比
Fig.6 Comparing the engine cap angle

4.4 离去角

根据离去角的造型形式归类规则:小于或等于 21° 为形式1, $21^\circ\sim 25^\circ$ 为形式2,大于或等于 25° 为形式3,离去角大小对比见图7。结合表9,可以得出结论:较大的离去角是显著正向影响汽车运动意象的特征造型形式,如图7b;较小的离去角,则显著地负向影响汽车运动意象的特征造型形式。从感知角度来看,较大的离去角使汽车尾部呈上翘趋势,拉高了汽车尾部视觉,强化了运动感。



图7 离去角大小对比
Fig.7 Comparing the departure angle

4.5 腰线倾角

根据腰线倾角的造型形式归类规则:小于 5° 为形式1,等于 5° 为形式2,大于 5° 为形式3。腰线倾角大小对比见图8。结合表9,可以得出结论:较大的腰线倾角是显著正向影响汽车运动意象的特征造型形式,如图8a;较小的腰线倾角,则显著地负向影响汽车运动意象的特征造型形式。从感知角度来看,较大的腰线倾角会产生向前的动势,产生速度感。



图8 腰线倾角大小对比
Fig.8 Comparing the angle of waist line

4.6 尾箱盖与尾部夹角

根据尾箱盖与尾部夹角的造型形式归类规则:锐角夹角为形式1,直角或钝角夹角为形式2,见图9。结合表9,可以得出结论:锐角形式的尾箱盖与尾部夹角是显著正向影响汽车运动意象的特征造型形式;尾箱盖与尾部夹角为直角或钝角,显著地负向影响汽

车运动意象的特征造型形式。从感知角度来看,尾箱盖与尾部夹角为锐角,呈现向外的方向性,动感更明显。

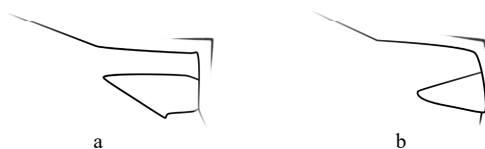


图9 尾箱盖与尾部夹角对比
Fig.9 Comparing the angle between tail box cover and tail

4.7 尾箱盖与C柱关系

根据尾箱盖与C柱关系的造型形式归类规则:圆弧过渡为形式1,直接转折为形式2,见图10。结合表9,可以得出结论:圆弧过渡的尾箱盖与C柱关系是显著正向影响汽车运动意象的特征造型形式;尾箱盖与C柱之间直接转折,则显著的负向影响汽车运动意象的特征造型形式。从感知角度来看,尾箱盖与C柱圆弧过渡,线条更流畅、动感,更利于运动意象的表达。



图10 尾箱盖与C柱关系对比
Fig.10 Comparing the relationship between tail box cover and C-pillar

5 结果验证

运用结论中显著正向和负向影响汽车运动意象的造型形式,分别设计了两款三厢轿车的正侧面造型方案,作为检验结论的样本,见图11。

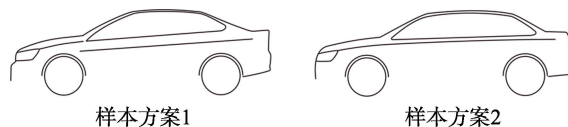


图11 验证方案对比
Fig.11 Comparing the design schemes for validation

其中,样本方案1运用了显著正向影响汽车运动意象的特征造型形式,包括较小的A柱角度、向上翘的尾箱盖结束趋势、较大的引擎盖转角、较大的离去角、较大的腰线倾角、锐角形式的尾箱盖与尾部夹角、圆弧过渡形式的尾箱盖与C柱连接。样本方案2则运用了显著负向影响汽车运动意象的造型形式。

通过线上用户问卷的方式,由用户在两个样本方案中选择一个更具运动意象的样本。实际参与问卷调查并提交了有效问卷的用户六十一位(三十一位男性

和三十位女性,平均年龄 26.3 岁)。结果有五十位用户选择了样本方案 1,占比为 88.52%,远远大于现有车型样本的用户意象判断选择率(最大值 78.10%)。综上所述可以看出:在造型方案中运用显著正向影响运动意象的特征造型形式,确实提高了用户的运动意象感知,证明了结论的正确性。

6 结语

通过比较各个造型元素不同造型形式的运动意象值间的差异显著性,发现了影响运动意象的特征造型元素及特征造型形式。用户感知意象是多因素综合影响的结果,造型意象来源于多个局部相互作用形成的整体感受,需要进一步对多个造型元素的不同造型形式进行关联分析,研究其对汽车运动意象的交互影响作用。

观察所有样本的运动意象判断选择率,分布相对集中(均值 50.52,最大值 78.10,最小值 22.00,方差 137.63)。其中一个可能的原因,是每个车型表达的造型意象是多维的,而影响不同维度造型意象的特征造型形式各不相同且相互影响,因此,影响某个维度造型意象的特征造型形式,对另一个维度造型意象的交互影响作用,也是下一步的研究方向。此外,本文仅分析了汽车正侧面的造型线对造型意象的影响,还须分析面型、色彩、质感等因素的影响;并进一步研究汽车其他造型面(如汽车前脸和尾部等)的造型元素和造型形式对用户感知意象的影响,以及透视角度下(如前后 45°透视角度)汽车运动意象的用户感知变化。

参考文献:

- [1] 罗仕鉴,李文杰,傅业焘. 消费者偏好驱动的 SUV 产品族侧面外形基因设计[J]. 机械工程学报, 2016, 52(2): 173-181.
LUO Shi-jian, LI Wen-jie, FU Ye-tao. Consumer Preference-driven SUV Product Family Profile Gene Design[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2016, 52(2): 173-181.
- [2] 卢兆麟,程若丹,石清吟,等. 基于自然语言处理的汽车造型风格推导与评价[J]. 汽车工程, 2016, 38(5): 553-560.
LU Zhao-lin, CHENG Ruo-dan, SHI Qing-yin, et al. Vehicle Styling Feature Derivation and Evaluation Based on Natural Language Processing[J]. Automotive Engineering, 2016, 38(5): 553-560.
- [3] 胡伟峰,张明明,谢伟,等. 基于感性意象的越野车造型设计研究[J]. 机械设计, 2014, 31(11): 108-110.
HU Wei-feng, ZHANG Ming-ming, XIE Wei, et al. Reach on SUV Modeling Design Based on Perceptual Image[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(11): 108-110.
- [4] 柯善军,魏莹,成振波. 基于逻辑回归的汽车造型品牌形象研究[J]. 图学学报, 2016, 37(4): 524-529.
KE Shan-jun, WEI Ying, CHENG Zhen-bo. Research of Brand Image for Automobile Styling Based on Logistic Regression[J]. Journal of Graphics, 2016, 37(4): 524-529.
- [5] 苏建宁,王瑞红,赵慧娟,等. 基于感性意象的产品造型优化设计[J]. 工程设计学报, 2015, 22(1): 35-41.
SU Jian-ning, WANG Rui-hong, ZHAO Hui-juan, et al. Optimization Design of Product Modeling Based on Kansei Image[J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2015, 22(1): 35-41.
- [6] 徐江,孙守迁,张克俊. 基于遗传算法的产品意象造型优化设计[J]. 机械工程学报, 2007(4): 53-58.
XU Jiang, SUN Shou-qian, ZHANG Ke-jun. Product Image Form Optimization Design Based on Genetical Gorithm[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2007(4): 53-58.
- [7] 朱炜,赵磊,王小龙. 基于品牌意象的 SUV 造型设计方法[J]. 机械设计, 2017, 34(1): 118-121.
ZHU Wei, ZHAO Lei, WANG Xiao-long. SUV Modeling Design Method Based on Brand Image[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(1): 118-121.
- [8] 卢兆麟,张悦,成波,等. 基于风格特征的汽车造型认知机制研究[J]. 汽车工程, 2016, 38(3): 280-287.
LU Zhao-lin, ZHANG Yue, CHENG Bo, et al. A Study on the Cognitive Mechanism of Car Styling Based on Style Feature[J]. Automotive Engineering, 2016, 38(3): 280-287.
- [9] 张艳河. 基于脑电的用户感知意象思维表征[J]. 机械设计, 2017, 34(6): 113-118.
ZHANG Yan-he. User Thinking Representation of Product Image Based on ERPS[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(6): 113-118.
- [10] 闵光培. 汽车造型的运动意象风格研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2007.
MIN Guang-pei. Research on the Sports Image of Automobile Form[D]. Changsha: Hunan University, 2007.
- [11] 柯善军,刘红杰. 基于品牌意象的产品造型评价技术研究[J]. 包装工程, 2010, 31(18): 38-41.
KE Shan-jun, LIU Hong-jie. Research of Product Model Evaluation Based on Brand Image[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(18): 38-41.
- [12] YANAGISAWA H, MURAKAMI T. Factors Affecting Viewpoint Shifts When Evaluating Shape Aesthetics Towards Extracting Customer's Latent Needs of Emotional Quality[C]. New York: 2008 ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, ASME, 2008.
- [13] LANZOTTI A, TARANTINO P. Kansei Engineering Approach for Total Quality Design and Continuous Innovation[J]. Training for Quality Merged Journal, 2008, 20(4): 324-337.