

游艇设计中感性意象空间的构建

李淑江, 张育辉, 窦如宏
(青岛科技大学, 青岛 266061)

摘要: **目的** 构建游艇设计中的感性意象空间, 为游艇的造型设计提供了较为科学的参考依据。**方法** 采用调查问卷的方式筛选出代表游艇感性特征的词汇, 广泛收集世界知名船舶游艇公司的官方网站、大型游艇交易网站, 游艇杂志及游艇论坛上高端游艇的外观图片, 并筛选出具有代表性的游艇样本图片; 运用语义差异法对游艇样本图片的感性意象进行定量评价; 运用 SPSS 因子分析法提取了感性意象的公因子; 运用 SPSS 统计分析软件对游艇感性意象词汇之间存在的相关性进行了探究; 运用聚类分析法对游艇感性意象进行分类。**结果** 提取了不同类型的游艇感性意象, 构建了游艇的感性意象空间。**结论** 通过对游艇感性意象空间的构建, 对于游艇设计中把握不同类型的游艇感性意象具有指导意义。

关键词: 感性工学; 游艇; 意象空间; 因子分析法; 聚类分析法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)14-0135-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.14.020

The Construction of Perceptual Image Space in Yacht Design

LI Shu-jiang, ZHANG Yu-hui, DOU Ru-hong

(Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266061, China)

ABSTRACT: The work aims to construct a perceptual image space in yacht design, which provides a scientific reference for yacht design. The questionnaires were used to screen out the vocabulary representing the perceptual characteristics of the yacht. The high-end yacht pictures on official websites of the world-renowned ship and yacht companies, large yacht trading websites, yacht magazines and yacht forums were collected, and the representative pictures of yacht samples were screened out. The semantic difference method was used to quantitatively evaluate the perceptual images of the yacht sample pictures. The SPSS factor analysis method was used to extract the common factors of the perceptual image. The SPSS statistical analysis software was used to explore the correlation between the yacht's perceptual image vocabularies. The cluster analysis was conducted to classify the yacht's perceptual images. The perceptual images of different types of yachts were extracted and the perceptual image space of the yacht was constructed. The construction of the yacht's perceptual image space is of guiding significance to grasp the perceptual images of different types of yachts in yacht design.

KEY WORDS: perceptual engineering; yacht; image space; factor analysis; cluster analysis

游艇是一种具有航海、娱乐、运动和休闲等功能的高端休闲娱乐型船舶。作为一种水上高级消费品, 它已经成为阶层、财富、地位和品味的象征。游艇的消费需求呈现感性化特征, 消费人群对游艇的认知更多地依靠对游艇造型风格、象征意义等精神层面的理解, 其呈现出来的感性意象成为用户认可度的重要媒

介。游艇设计需在稳定的结构、优良的性能、和谐的人艇关系的基础上彰显时尚、风格、品质、价值等象征意义的表达^[1], 从而满足消费者对游艇的情感诉求及造型审美的需要。感性设计是介于设计学、工学及其他学科之间的一门综合性交叉学科, 也是依据顾客对产品感官和心理评价进行产品设计开发的一种方

收稿日期: 2020-06-21

基金项目: 青岛科技大学社会科学基金项目(2018-2020)

作者简介: 李淑江(1976—), 男, 山东人, 博士, 青岛科技大学副教授, 主要研究方向为产品设计策略与原型创新、游艇设计方法及人机交互。

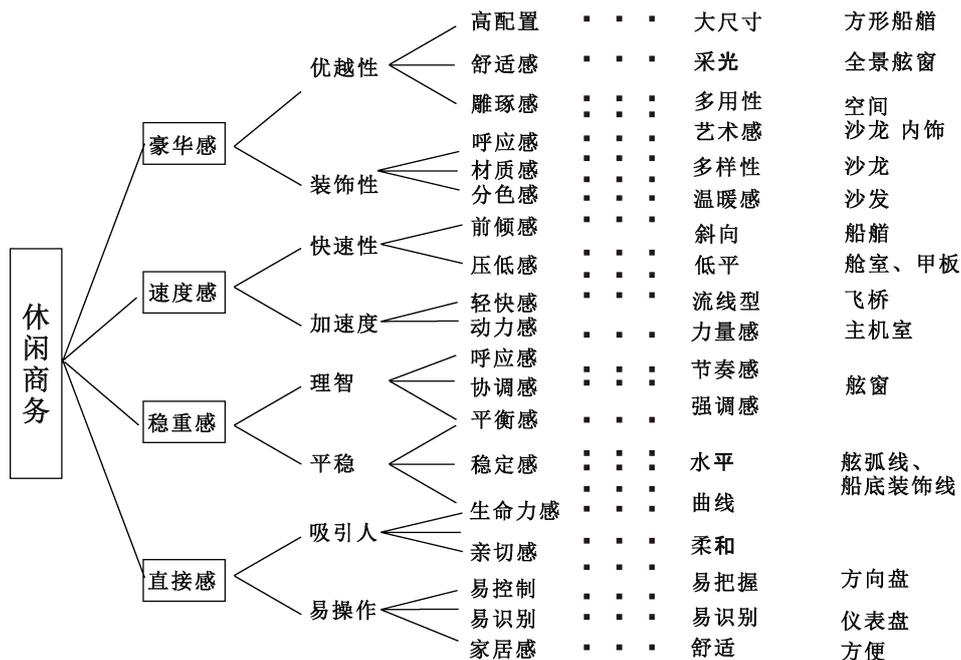


图1 游艇设计的感性分层
Fig.1 Perceptual hierarchy of yacht design

法。它以工程技术为手段，使用眼动追踪仪器、VR虚拟现实技术、可穿戴生理记录仪器、面部表情追踪仪器等设备，设法将人的感性量化，并转化为产品设计的形态要素，感性工学可以弥补缺少美学训练的工程师对审美的缺失和过分强调感性的设计师对于定量评价的理性认识的缺失^[2-4]，本文借助于感性工学的研究方法对不同类型的游艇造型进行量化分析，并构建出游艇设计的感性意象空间。

1 游艇的感性意象

意象是一种对过去经验的整体感觉，它往往是没有细节的，代表了事物某一项或几项突出的特征。当物体或事件实体不在眼前时，也可凭着自身经验在脑中产生该物体的形象。例如，人要在脑中形成“游艇”的意象，并非仅来自一艘游艇的实体刺激，只要具备游艇特征的任何物体，包括图片或模型等，都能引发对游艇的意象^[5,6]。意象借助于不同主体的独特感受形成的精神体验，呈现出不同的表现方式，能够代表物体所有意象的空间组合叫做意象空间。

产品的意象^[7]是指设计师在产品过程中，从一些有触发性的事物提取出用于表现产品特质的心理感受，是设计师希望通过产品传达给消费者，让消费者喜欢某种造型特征。游艇作为一种高档的水上娱乐消费品，面向的都是顶级消费群体，因此游艇的设计与其他消费品不同，应当更加关注人们对游艇的情感趋向及感性需求，关注游艇形态对速度、动力、风格及象征意义的诠释。游艇设计的感性分层^[8]见图1。

2 研究动态

学术界已有学者开始应用感性工学研究游艇设计美学的应用价值，华东理工大学的周美玉应用感性工学对游艇的形态意象认知展开研究^[9]；湖南大学的赵云运用感性量化的方法构建了中型游艇的造型特征和形态意象的空间关系^[10]；哈尔滨工程大学的王雪从形态语义的角度归纳了游艇造型的基本原理，研究影响游艇造型设计的主要因素^[11]。台湾大学的陈重盛教授翻译了日本学者的《船之美学》，并对现有的商船分不同种类做了美学的分析。台湾成功大学的陈政宏教授对游艇的造型意象的获取展开研究^[12]。然而现有的研究没有从不同游艇类型的感性意象和整体意象之间的关系展开研究，对游艇的感性认识不完整，这也是本文的研究目的。

本文将先对整体游艇样本进行意象空间的分析，然后采用聚类分析构建不同特征的游艇样本意象空间，从而使游艇的意象空间有个完整的认识。

3 研究程序与方法

感性工学是利用理性的数学方法去探讨人们情感世界中模糊的、复杂的感性认知，并将这种认知定性或定量地表达出来，从而在设计时与产品的造型特征相结合，通过造型特征表达出人们的内心情感，使产品符合用户和设计方双方的心理满意。

感性设计是从目标用户的感性调查开始的。消费者与设计者的游艇造型感性意象认知匹配模型见图2。由感性评价到产品物理量的提取是感性设计最基本

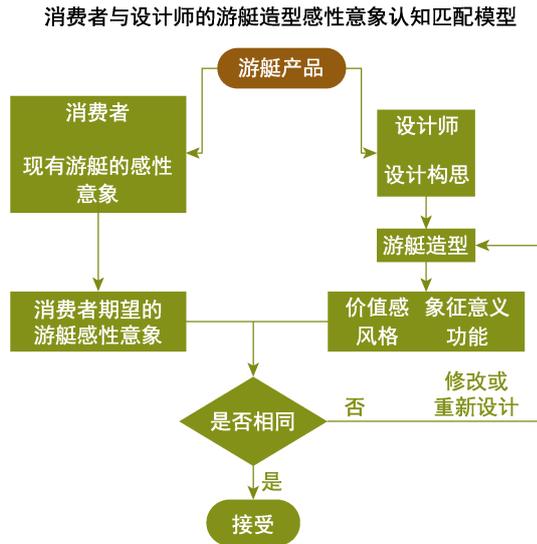


图 2 消费者与设计的游艇造型感性意象认知匹配模型
Fig.2 Perceptual image's cognitive matching model of consumer and designed yacht modeling

的手法，这种手法的一般程序为^[13]：(1) 产品开发思路的确定；(2) 收集感性词汇，收集样本图片，建立语义意象空间，选择设计要素；(3) 根据产品实例评价感性词汇；(4) 感性评价尺度转换为工学尺度；(5) 设计要素与意象的关系调查；(6) 结果验证。

在本文中首先对调查问卷所得数据采用方差分析将特异感觉剔除，只保留能够体现大多数人感觉的数据；然后分析了三十对感性词汇的相关性；接着对存在相关性的感性词汇提取了公共因子；最后使用聚类分析法将感性词汇分类。使用的具体方法依次为方差分析、相关性分析、因子分析、聚类分析。

3.1 方差分析

方差分析^[14]多用于研究不同效应对指定试验的影响是否显著。对于样本中的一组观测值 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ，可计算出样本均值 \bar{x} 和标准差 S 。

3.2 相关性分析

相关性分析是研究两个及两个以上处于同等地位随机变量间的相关关系的统计分析方法。相关性分析是因子分析的前提，因为随机变量之间具有相关性才会存在公因子。

各随机变量之间的相关程度用相关系数 r 表示。当随机变量是正相关时， r 的取值在 0 和 1 之间；当随机变量是负相关时， r 的取值在 -1 和 0 之间。相关系数 r 的绝对值越接近 1，两变量的相关性越强。

3.3 因子分析

因子分析用最少数互不相关的公共因子的线性组合，再加上特殊因子去描述原始的一组存在相互关系的变量。其目的是尽量合理地去解释存在于原始变量之间的相关关系，并简化变量的维数和结构^[15]。

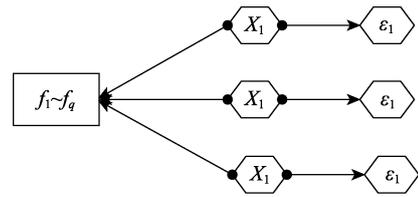


图 3 公因子图示
Fig.3 Diagram of common factors

3.3.1 因子分析的模式架构

因子分析是想用少数几个因子来表示相互之间有关系的一对复杂的变量，每个变量受共同因子 (f_j) 和独特因子 (ϵ_i) 的影响，可以用线性关系来表达。表达式如下：

$$\begin{aligned} X_1 &= \mu_1 + l_{11}f_1 + l_{12}f_2 + \dots + l_{1q}f_q + \epsilon_1 \\ X_2 &= \mu_2 + l_{21}f_1 + l_{22}f_2 + \dots + l_{2q}f_q + \epsilon_2 \\ &\dots \\ X_p &= \mu_p + l_{p1}f_1 + l_{p2}f_2 + \dots + l_{pq}f_q + \epsilon_p \end{aligned} \quad (1)$$

式中， $f_1 \sim f_q$ 为共同因子，它们影响每个变量 X_i ，因子分析法就是要求解这些共同因子^[16]， μ_i 代表平均数， ϵ_i 代表特殊因子， l_{ij} 表示第 i 个变量 X_i 在第 j 个公因子中的权重或者因子负荷量。公因子的个数 q 会少于变量的个数 p ，同时要求变量在共同因子中的负荷量达到 0.7 以上，这样就达到了减少变量的数目，并且保持解释能力基本不变的目的。用因子分析提取上述共同因子，见图 3。

3.3.2 因子旋转

一般因子分析模型得到的公共因子没有较好的解释，此时对因子进行旋转，便可以得到原始变量和公共因子之间关系的较好解释。

3.3.3 共同因子个数的确定

因子分析是为了达到简化的目的，因此选取的因子个数越少越好，但少数因子的解释能力相对较低，因此简化与代表性变成取舍的问题。以下为常用来决定选取共同因子个数的准则。

1) 凯莎 (Kansei) 准则：保留特征值大于 1 的主成分，即除非选取的因子的解释能力比原来变量平均解释的还多，否则不取。

2) 碎石图 (Scree) 检验^[17]：碎石图是 Cattell 于 1966 年提出的一种图形判断方法，其原理与主成分分析相同，当折线开始平缓时，则表示之后的特征值都差不多，所以之后的特征值都不选取。

3) 累积解释能力：选取的累积解释特征值比例要达到研究者设定的最低值，一般要求高于 70%。

3.4 聚类分析

聚类分析是根据变量的某些属性把它们分到一些组中，使同组内的变量尽可能地相似，不同组内的

表1 选定的感性词汇
Tab.1 Selected perceptual vocabulary

豪华/朴素	摩登/复古	花哨/素净	精致/粗糙	气派/寒酸	霸道/秀气
直线/曲线	动感/安静	品味/通俗	独特/普通	变化/单调	安全/危险
奢华/素雅	浪漫/实际	强烈/柔和	品质/粗劣	大众/个性	高级/低级
速度/平稳	迅速/缓慢	国际/本土	现代/传统	实用/装饰	硬朗/柔和
长型/宽型	高尚/低俗	昂贵/低廉	厚重/轻快	雄伟/小巧	宽敞/狭窄
圆滑/尖锐	张扬/含蓄	友善/机械	抢眼/平庸	和谐/突兀	明亮/阴暗
前卫/古典	优雅/庸俗	威严/亲切			

变量尽可能地不一样。聚类分析的过程分为三个步骤。

1) 数据变换处理。对原始数据进行数据变换处理,从而消除计量单位的不同对结果的影响。

2) 计算聚类统计量。数据变换处理后得到聚类统计量,用来表明各变量间的关系密切程度。欧式距离(Euclidean distance)是在聚类分析中使用的最为广泛的距离,以样品 \bar{x}_i 和 \bar{x}_j 为例,它们之间的距离记为 d_{ij} ,距离越小表示它们越相似。

3) 选择聚类方法。已知聚类分析的统计量,采用一定的聚类分析方法,将彼此之间关系密切的样本或变量归为一类,将彼此之间关系不密切的样本或变量区分开来。Ward法(离差平方和法),即同类样品的离差平方和应当较小,类与类之间的离差平方和较大,样品距离为欧式距离。

4 实例研究

4.1 数据准备

4.1.1 收集意象词汇

这个步骤的目的是从消费者的心理层面出发,广泛收集哪些形容词可以用来表征游艇的意象,将具有代表性的形容词词汇作为后续游艇感性描述的依据。首先初选了七十五对感性词汇,然后经过十位研究生同学、六位老师、五位游艇从业者及五位游艇消费者筛选,最后选定了其中的三十九对感性词汇。

4.1.2 收集游艇样本

广泛收集包括世界范围内知名船舶游艇公司的官方网站、大型游艇交易网站,游艇杂志及游艇论坛上最新高端游艇的外观图片。所收集的游艇图片均为高清图,并且使用Photoshop软件将其转换为黑白图像,以消除色彩对调查问卷填写的影响。

首先与研究生同学进行讨论,挑选国内外比较著名的市场占有率高、消费者认知度高、外观设计已经成为经典,并且能够引领未来外观设计方向的品牌游艇作为典型样本。

4.1.3 制作调查问卷

根据选定的三十九对感性词汇(见表1)和二十张代表性游艇样本(见图4),制作调查问卷,见图5,



图4 代表性游艇样本图片
Fig.4 Pictures of representative yacht samples

游艇造型意向研究调查问卷

您好,感谢您在百忙中抽出时间参与我们支持我们的工作,这份调查问卷总共有20艘游艇,每个游艇都有相对的几个词汇,请您根据自己的感觉在相应的做标记。

性别: 男 女 年龄: 职业:

豪华	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	朴素	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	摩登	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	复古	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	花哨	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	素净	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
精致	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	粗糙	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	气派	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	寒酸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	霸道	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	秀气	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
直线	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	曲线	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	动感	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	安静	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	品味	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	通俗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
独特	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	普通	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	变化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	单调	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	安全	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	危险	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
奢华	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	素雅	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	浪漫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	实际	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	强烈	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	柔和	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
速度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	平稳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	迅速	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	缓慢	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	国际	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	本土	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
品质	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	粗劣	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	大众	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	个性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	高级	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	低级	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
现代	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	传统	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	实用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	装饰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	硬朗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	柔和	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
长型	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	宽型	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	高尚	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	低俗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	昂贵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	低廉	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
圆滑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	尖锐	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	张扬	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	含蓄	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	友善	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	机械	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
厚重	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	轻快	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	雄伟	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	小巧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	宽敞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	狭窄	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
抢眼	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	平庸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	和谐	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	突兀	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	明亮	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	阴暗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
前卫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	古典	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	优雅	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	庸俗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	威严	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	亲切	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

感谢您对此次调查的理解与支持!

图5 调查问卷
Fig.5 Questionnaire

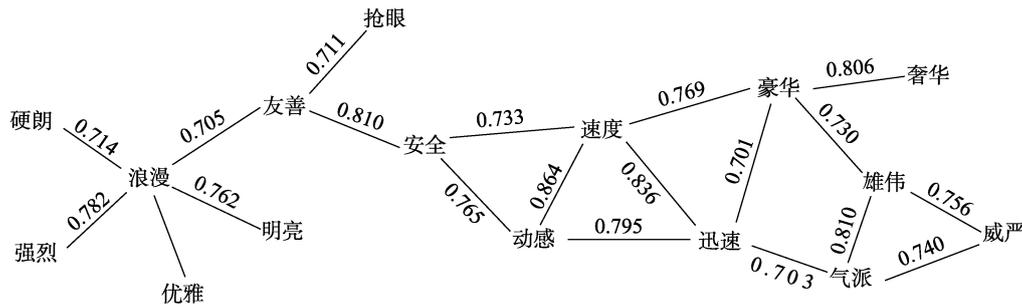


图 6 感性词汇关系网

Fig.6 Perceptual vocabulary relationship network

向工业设计专业的师生、游艇从业者、游艇消费者发放，目的是收集每一位受访者对每一张样本图片的感性意象，感性意象的评价尺度采用语义差异法。最后剔除掉不合格的调查问卷后，总共得到二十份有效调查问卷。

4.1.4 调查结果模型

对调查问卷进行统计，得到调查结果的模型为：

$$\begin{pmatrix} A_{11}^k & A_{12}^k & \cdots & A_{1j}^k \\ A_{21}^k & A_{22}^k & \cdots & A_{2j}^k \\ \vdots & \vdots & A_{ij}^k & \vdots \\ A_{i1}^k & A_{i2}^k & \cdots & A_{ij}^k \end{pmatrix} \quad (*)$$

其中， A_{ij}^k 为第 k 个受访者对第 i 个样本图片的第 j 个感性词汇的评价偏好程度。

4.2 初步统计分析

因为评价结果必须体现绝大多数人的感觉，所以应先剔除特异的感觉，对第 i 个样本图片的第 j 个感性词汇的评价偏好程度的均值和方差为：

$$\bar{A}_{ij} = \sum_{k=1}^K A_{ij}^k / K \quad (2)$$

$$\sigma = \left[\sum_{k=1}^K (\bar{A}_{ij} - A_{ij}^k)^2 / (K - 1) \right]^{1/2} \quad (3)$$

根据莱依达准则，满足 $|\bar{A}_{ij} - A_{ij}^k| > 3\sigma$ 的结果予以剔除，最后得到的均值 \bar{A}_{ij} 为大多数人的评价。

4.3 感性词汇相关性分析

在 SPSS19.0 软件中，相关系数的绝对值 $|r| > 0.562$ 即表示相关性显著，由于篇幅有限，在此只列出样本 1 中相关系数 $|r| > 0.7$ 的感性词汇之相关系数 $|r|$ 。感性词汇关系网见图 6。通过图 6，可以更加直观地看出感性意象词汇之间的相关关系，图中感性词汇之间的数字即两者相关系数 $|r|$ 。

4.4 提取公共因子

经过相关性分析后，得知某些感性意象词汇之间存在一定的相关性，接下来使用因子分析的方法提取这些感性意象词汇的共同因子。

使用 SPSS19.0 对矩阵 (*) 进行因子分析，得到

表 2 解释的总方差 (部分)

Tab.2 Total variance of interpretation (part)

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 /%	累积 /%	合计	方差的 /%	累积 /%
1	12.278	31.482	31.482	12.278	31.482	31.482
2	5.145	13.193	44.675	5.145	13.193	44.675
3	3.622	9.287	53.962	3.622	9.287	53.962
4	3.262	8.363	62.325	3.262	8.363	62.325
5	2.861	7.337	69.663	2.861	7.337	69.663
6	2.302	5.904	75.566	2.302	5.904	75.566
7	1.787	4.583	80.149	1.787	4.583	80.149
8	1.486	3.810	83.959	1.486	3.810	83.959
9	1.177	3.017	86.976	1.177	3.017	86.976
10	1.046	2.683	89.659	1.046	2.683	89.659
11	0.933	2.392	92.051			

样本的“解释的总方差”表格 (见表 2)、“旋转成分矩阵”(见表 3)、“旋转空间中的成分图”(见图 7)等。

从表 2 数据看出前十个公因子的累积方差已经达到 85% 以上，所以提取这十个公因子就能够比较好地解释样本 1 中所有变量所包含的信息了。第十个公因子后的特征值变化不大，所以选取十个公因子是比较恰当的。

为了更好地解释因子分析模型得到的公共因子，对因子进行旋转处理，旋转成分矩阵见表 3。从表 3 中可以看出，第 1、5、6、7、10 公因子更能代表浪漫、精致、摩登、花哨、霸道这几个变量因素，第 2、4 公因子更能代表速度、品质这几个变量因素，第 3、8 公因子更能代表气派、品味、国际这几个变量因素。进一步分析，根据每个变量的特点，把第 1、5、6、7、9、10 公因子解释为风格层面，把 2、4 公因子解释为功能层面，把 3、8 公因子解释为价值感层面，从而构成游艇的感性意象空间，见表 4。

通过对二十个样本的旋转成分矩阵表格的观察，可以发现主成分均在 9~11 组，而且其对公因子的累积解释比例均超过 87%，也就表明有 9~11 组主成分公因子可以解释游艇的绝大多数感性意象空间。解释的总方差 (所有样本) 见表 5。

表3 旋转成分矩阵
Tab.3 Rotation component matrix

	成分									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
浪漫	0.892	0.039	0.145	0.237	0.146	-0.067	0.037	0.080	0.116	-0.130
强烈	-0.85	0.046	-0.054	0.133	0.150	0.302	0.116	-0.130	-0.082	0.083
明亮	0.832	0.191	0.121	-0.130	0.022	0.159	0.155	0.200	0.235	-0.012
友善	0.680	0.418	0.026	-0.228	0.200	-0.375	0.110	0.034	0.027	-0.125
和谐	0.657	0.203	0.315	-0.127	0.268	-0.018	0.186	0.007	-0.388	-0.321
优雅	0.655	0.270	-0.101	0.269	-0.075	-0.234	0.157	-0.212	0.011	-0.421
直线	0.651	-0.070	0.404	-0.207	-0.449	0.098	-0.157	0.092	-0.183	0.046
硬朗	-0.605	-0.239	-0.024	-0.461	-0.386	0.211	-0.181	0.003	-0.187	-0.021
张扬	-0.604	-0.123	-0.453	0.211	0.117	0.336	-0.240	0.041	0.041	-0.282
大众	-0.580	-0.132	0.199	-0.386	-0.114	-0.242	-0.236	0.171	0.145	0.234
高尚	0.536	0.283	0.103	-0.065	0.337	0.046	-0.022	0.530	-0.355	-0.191
高级	0.458	0.184	0.321	0.392	-0.222	0.057	0.309	0.327	0.059	0.076
豪华	0.026	0.889	0.176	0.060	0.167	0.156	-0.026	0.071	0.188	-0.109
奢华	0.122	0.762	0.274	0.029	0.007	0.075	0.253	0.192	0.314	0.129
宽敞	0.134	0.689	0.238	-0.198	0.053	0.042	0.376	0.064	-0.150	0.294
速度	-0.477	-0.654	-0.391	-0.144	0.015	0.189	0.068	0.046	0.016	0.186
动感	-0.595	-0.653	-0.233	-0.036	0.151	0.043	0.188	0.082	0.168	0.140
安全	0.631	0.653	0.050	-0.171	0.009	-0.160	0.024	0.273	0.024	0.053
迅速	-0.329	-0.652	-0.447	-0.056	-0.043	0.291	0.153	0.003	-0.034	0.135
实用	-0.248	0.596	0.194	0.165	0.130	-0.525	-0.208	0.285	0.084	0.266
雄伟	-0.005	0.395	0.863	-0.027	0.075	0.087	0.141	0.017	0.063	-0.054
威严	0.202	0.316	0.773	0.271	-0.166	-0.074	0.079	0.113	0.063	0.212
气派	0.266	0.461	0.673	-0.026	0.026	0.064	-0.027	-0.126	0.121	-0.253
品质	0.142	0.051	-0.073	0.859	-0.172	-0.050	-0.179	-0.195	-0.117	0.117
独特	-0.181	-0.210	0.347	0.725	0.072	0.183	0.109	0.001	-0.160	-0.115
前卫	-0.161	0.400	-0.031	0.646	0.216	0.243	0.020	-0.036	0.470	0.062
圆滑	0.028	-0.009	0.022	0.045	0.874	0.102	-0.226	-0.183	-0.243	-0.179
精致	0.009	0.255	-0.003	-0.007	0.807	0.064	0.061	-0.058	0.087	0.120
长型	0.034	0.317	0.197	0.094	-0.745	-0.001	-0.237	-0.063	-0.092	-0.268
厚重	0.202	0.278	0.424	0.046	0.637	-0.016	-0.409	0.238	-0.155	-0.036
摩登	-0.101	0.112	0.043	0.024	0.100	0.868	0.113	-0.141	-0.194	0.214
抢眼	-0.480	-0.134	0.051	0.346	0.080	0.726	0.029	0.076	0.173	0.016
花哨	-0.306	0.074	-0.102	0.314	0.038	0.051	-0.826	0.102	-0.039	-0.026
现代	-0.057	0.138	0.066	0.346	0.019	0.271	0.781	0.201	0.108	0.037
品味	0.510	0.222	0.074	-0.061	-0.253	-0.213	0.017	0.689	-0.010	-0.252
变化	-0.221	-0.248	-0.015	0.504	0.121	0.254	-0.075	-0.618	-0.035	-0.294
昂贵	0.259	0.524	0.266	0.289	0.061	-0.075	-0.078	-0.554	0.350	-0.020
国际	0.169	0.237	0.130	-0.159	-0.071	-0.149	0.125	-0.083	0.820	-0.048
霸道	-0.349	0.019	-0.047	0.058	0.132	0.182	0.086	-0.073	-0.014	0.789

通过 SPSS 统计分析软件进行因子分析, 可发现游艇意象空间主要由三个主成分构成, 不同的样本在主成分构成的空间中所占的比重见图 7。

4.5 感性词汇的分类

使用 SPSS 对所有样本进行聚类分析, 得到使用

ward 联接的树状图, 见图 8。设置聚类个数为 3, 在图中只有三条横线的位置用红色竖线断开, 然后把仍然连在一起的感性词汇分为一类, 从而得到了三个类别: 把豪华、奢华、精致、品质、现代、国际、高级、品味、气派、昂贵、雄伟、长型、宽敞、明亮、安全、高尚、优雅、和谐、友善等十九个感性词汇归为一类,

表 4 游艇的感性意象空间
Tab.4 Perceptual image space of the yacht

感性空间	感性词汇对
风格层面	浪漫—实际
	精致—粗糙
	摩登—复古
	花哨—素净
	霸道—秀气
功能层面	速度—平稳
	品质—粗劣
价值感层面	气派—寒酸
	品味—通俗

表 5 解释的总方差（所有样本）
Tab.5 Total variance of interpretation (all samples)

样本编号	提取的主成分	累积解释比例/%
1	10	89.659
2	11	90.060
3	11	93.867
4	11	92.182
5	10	89.747
6	11	90.698
7	9	87.667
8	9	88.054
9	10	89.566
10	11	91.042
11	9	87.588
12	11	91.290
13	11	91.290
14	11	90.766
15	10	91.683
16	9	87.540
17	9	91.178
18	10	91.793
19	10	89.634
20	9	86.701

把张扬、强烈、硬朗、威严、霸道、直线、抢眼、前卫、独特、摩登、动感、迅速、速度、变化、花哨、浪漫等十六个感性词汇归为一类，把大众、实用、圆滑、厚重等四个感性词汇归为一类。

统计得票数在十票以上的感性词汇，共有十对：豪华—朴素、品质—粗劣、圆滑—尖锐、厚重—轻快、前卫—古典、动感—安静、高尚—低俗、张扬—含蓄、花哨—素净、硬朗—柔和。选择这十对感性词汇构成游艇的感性意象空间。位于第一类的豪华—朴素、品质—粗劣、高尚—低俗属于价值感和象征意义层面；位于第二类的张扬—低调、硬朗—柔和、前卫—古典、

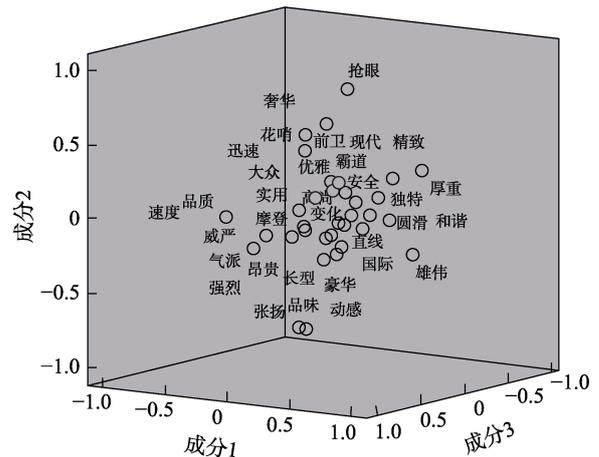


图 7 旋转空间中的成分图
Fig.7 Composition diagram in rotating space

使用Ward联接的树状图
重新调整距离聚类合并

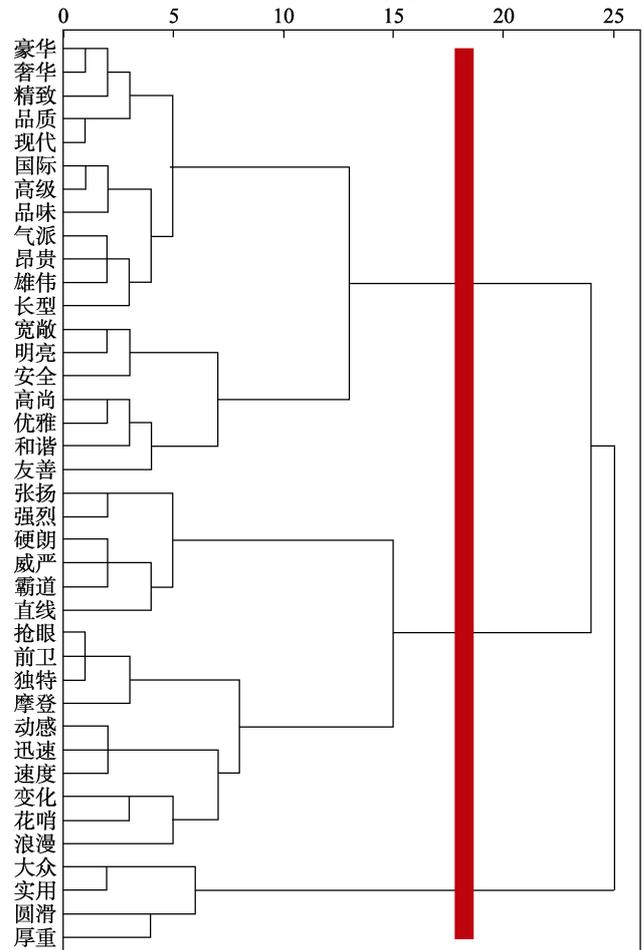


图 8 使用 ward 联接的树状图
Fig.8 Tree diagram joined by ward

花哨—素净属于风格层面；位于第三类的实用—装饰、圆滑—尖锐、厚重—轻快属于功能性层面。

4.6 游艇感性意象

经过总结归纳调查问卷，由结果可知，受访者对

于游艇的感性认知主要分为使用功能和动力性能的实用性、价值与品质相关的价值性、美学与象征意义相关的美学属性。由此可见与人们一般常识中认为的游艇代表着身份、地位,注重美感又要考虑实用性的印象大致相同。

消费者对产品造型的意象感知是多方向的,不同于子系统的造型意象感知会对产品的整体造型意象产生不同的影响,所以在理性分析人群的感性认知的基础上,从硬朗—柔和、安静—动感、现代—传统三个方向上建立语义差异立体分析模型,表现游艇的感性意象空间。

5 结语

本文通过大量的游艇样本分析和问卷调查,运用统计分析软件 SPSS19.0 进行数据统计和分析,并运用主成分分析法提取影响游艇造型意象的公因子,从而筛选出能够代表游艇感性意象的形容词对;然后运用专家访谈法筛选出风格各异的游艇样本图片,将游艇样本与感性词汇组合在一起,进行游艇样本的感性意象调查,从而建立了游艇的造型意象空间矩阵,为游艇的造型设计提供了较为科学的参考依据。

参考文献:

- [1] LARSSON L, ELIASSON R E. Principles of Yacht Design[M]. London: International Marine/Mc Graw-Hill, 2000.
- [2] 朱斌, 江平宇, 苏建宁. 一种感性设计的产品平台参数的辨识方法研究[J]. 机械工程学报, 2004, 40(2): 87-91.
ZHU Bin, JIANG Ping-yu, SU Jian-ning. Study on Identification of Product Platform Parameters Based on Kansei Engineering[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2004, 40(2): 87-91.
- [3] NAGAMACHI M. Kansei Engineering: A New Ergonomic Consumer-oriented Technology for Product Development[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1995(15): 3-11.
- [4] CAGAN J, VOGEL C M. Creating Breakthrough Products: Innovation from Product Planning to Program Approval[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, Inc., 2001.
- [5] 孙菁. 基于意象的产品造型设计方法研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2007.
SUN Jing. Research on Method of Image-based Product from Design[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2007.
- [6] 李亚维. 游艇造型的风格和功能分类系统研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2011.
LI Ya-wei. Research on Yacht Modeling Style and Function Classification[D]. Changsha: Hunan University, 2011.
- [7] 黄琦, 孙守迁. 基于意象认知模型的汽车草图设计技术研究[J]. 浙江大学学报(工学版), 2006, 40(4): 553-559.
HUANG Qi, SUN Shou-qian. Research on Automobile Sketch Design Based on Image Cognition Model[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2006, 40(4): 553-559.
- [8] 李淑江. 基于感性工学的游艇造型设计原理与方法研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2015.
LI Shu-jiang. The Design Principle and Method of Yacht on Kansei Engineering[D]. Qingdao: Qingdao University of Science & Technology, 2015.
- [9] 周美玉, 戴广亮. 游艇形态意象认知与感性设计研究[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2013, 39(4): 539-544.
ZHOU Mei-yu, DAI Guang-liang. Research of Yacht from Image Cognition and Kansei Design[J]. Journal of Donghua University(Natural Science), 2013, 39(4): 539-544.
- [10] 赵云. 中型游艇造型特征与感性意象相关性研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2011.
ZHAO Yun. A Research on the Relationship between Medium-sized Yacht' form Feature and Image[D]. Changsha: Hunan University, 2011.
- [11] 王雪. 设计形态语义学在游艇造型设计中的应用研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2012.
WANG Xue. A Study of Design Form Pragmatic on Yacht Modelling[D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2012.
- [12] 陈政宏, 刘佳达. 巨型动力游艇外形与感性认知之关系[J]. 中国造船及轮机工程学刊, 2005, 24(3): 153-164.
CHEN Zheng-hong, LIU Jia-da. An Analysis of the Relationship between Mega Motor Yachts' Features and Aesthetic Perceptions[J]. Journal of Taiwan Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2005, 24(3): 153-164.
- [13] 周美玉, 郭明. 基于关键造型特征的产品感性设计模型研究[J]. 包装工程, 2010, 31(4): 1-3.
ZHOU Mei-yu, GUO Ming. Research on the Product Emotional Design Model Based on Key Styling Features[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(4): 1-3.
- [14] 杜强, 贾丽艳. SPSS 统计分析从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
DU Qiang, JIA Li-yan. SPSS Statistical Analysis from Entry to Proficient[M]. Beijing: People Post Press, 2011.
- [15] 百度文库. SPSS 数据分析教程-第12章-因子分析要点 [DB/OL]. (2015-03-13) [2020-04-13]. <https://wenku.baidu.com/view/a373b8490912a2161479298b.html?from=search>. Baidu Library. Data Analysis Tutorial-Chapter 12-Factor Analysis[DB/OL]. (2015-03-13) [2020-04-13]. <https://wenku.baidu.com/view/a373b8490912a2161479298b.html?from=search>.
- [16] 黄琦. 基于产品风格认知模型的计算机辅助概念设计技术的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
HUANG Qi. Research on the Technology of Computer-aided Conceptual Design Based on Product Style Recognition Model[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2005.
- [17] 王震亚. 基于感性工学的装载机人机系统设计研究[D]. 济南: 山东大学, 2011.
WANG Zhen-ya. Human-Machine System Design of Loader Based on Kansei Engineering[D]. Jinan: Shandong University, 2011.