

基于感性意象认知的香水瓶造型优化设计 和应用

吴金梦¹, 林 丽¹, 江作亚²

¹贵州大学机械工程学院, 贵州 贵阳

²贵州大学现代制造技术教育部重点实验室, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年11月10日; 录用日期: 2023年12月1日; 发布日期: 2024年2月19日

摘 要

为提高用户产品情感体验, 满足香水瓶造型的情感化设计需求, 在感性工学相关理论和技术背景下, 建立香水瓶造型 - 感性意象认知模型, 以辅助设计师进行造型优化设计决策。首先, 大量收集香水瓶样本和表达香水瓶的感性意象形容词, 通过聚类分析和多元尺度分析法筛选出代表性样本和感性意象形容词, 根据香水瓶造型特点运用形态分析法进行造型设计要素分析, 进行造型意象认知实验, 建立香水瓶造型意象认知空间; 其次, 利用数量化一类理论的多元线性回归分析建立香水瓶造型设计要素与意象认知的映射模型, 并进行模型有效性验证; 最后, 基于映射模型进行香水瓶造型优化设计 and 应用。研究表明, 运用感性工学技术可以将感性意象认知因素量化, 建立的造型 - 意象认知映射模型可以参数化表达意象认知与产品造型之间的关系, 能够为设计师进行香水瓶设计提供有效参考。

关键词

感性意象, 造型要素, 香水瓶, 感性工学, 数量化I类

Optimal Design and Application of Perfume Bottle Modeling Based on Perceptual Image Cognition

Jinmeng Wu¹, Li Lin¹, Zuoya Jiang²

¹School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²Key Laboratory of Advanced Manufacturing Technology of the Ministry of Education, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Nov. 10th, 2023; accepted: Dec. 1st, 2023; published: Feb. 19th, 2024

文章引用: 吴金梦, 林丽, 江作亚. 基于感性意象认知的香水瓶造型优化设计 and 应用[J]. 设计, 2024, 9(1): 474-485.

DOI: 10.12677/design.2024.91057

Abstract

In order to improve the emotional experience of products and meet the emotional design requirements of perfume bottle modeling, a perfume bottle modeling-perceptual image cognitive model was established under the background of Kansei Engineering theory and technology to assist designers in modeling optimization design decision. Firstly, a large number of samples of perfume bottles and perceptual image adjectives expressing perfume bottles are collected, and representative samples and perceptual image adjectives are screened out by cluster analysis and multivariate scale analysis. According to the characteristics of perfume bottles, morphological analysis is used to analyze the elements of modeling design, and modeling image cognitive experiments are carried out to establish the cognitive space of perfume bottles; secondly, the mapping model of perfume bottle design elements and image cognition is established by using multiple linear regression analysis of quantitative theory, and the validity of the model is verified; finally, based on the mapping model, the perfume bottle modeling optimization design and application are carried out. The research shows that using Kansei Engineering technology can quantify perceptual image cognitive factors, and the modeling-image cognitive mapping model can parameterize the relationship between image cognition and product modeling, which can provide effective reference for designers to design perfume bottles.

Keywords

Kansei Image, Modeling Elements, Perfume Bottle, Kansei Engineering, Quantitative Class I

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济的快速发展和生活水平的提升,香水行业市场规模不断扩大,在我国呈现稳步上升趋势[1]。从用户体验角度来看,香水瓶是用户体验香水产品的第一感受载体,是香水最有效的广告。在购买香水时,用户是通过香水的包装设计初步判断该款香水的风格和味道,奠定对香水的第一印象。设计精美的香水瓶可以准确表达出香水所蕴含的无形气质和魅力。在传统香水的制作过程中,香水瓶的研发成本大概占到香水整个成本的50%以上,而香水瓶身的设计现已占到20%~30% [2]。香水瓶的整体造型能够给消费者心理上对香水品质的感受,而产品的价值在于满足人们情感的需要,情感成为设计师在产品研发过程中的重点关注问题[3],好的造型能够激发用户好的产品情感体验,在用户感性需求和审美不断提升的产品市场环境下,基于感性意象认知的情感化造型设计成为提升产品竞争力的关键。

目前对香水瓶的情感化设计研究较少,赵艳萍等人[1]提出了一种基于消费者心理以情感化设计理念,用艺术通感作指导进行香水瓶设计的研究方法,田连玮等人[4]从简约设计理念分析香水瓶设计。以上研究对香水瓶造型情感设计指导有限,而感性工学是一种以感性意象认知作为基础探究用户感性需求、将非理性的感性意象信息量化的技术,通过分析造型设计要素,建立与意象认知关联的映射模型,被广泛应用于产品造型意象设计研究[5],通过感性工学相关理论和技术,可以提升用户产品造型情感体验和满意度。

因此,为了更好地在同质化严重的香水瓶造型市场中设计出符合用户情感诉求的香水瓶,本研究以

感性工学理论和技术为指导,从感性意象认知与造型设计出发,构建造型-感性意象认知映射模型,得出符合用户感性意象需求的造型要素,指导设计师对香水瓶造型进行优化设计。

2. 研究背景和框架

2.1. 研究背景

2.1.1. 感性工学理论及技术

感性工学(Kansei Engineering)是一种利用工程技术将用户的感性需求进行量化,将设计要素与用户意象认知进行关联,辅助产品创新设计的理论和技术,帮助设计师了解用户感性意象认知,在产品造型优化设计中广泛应用[6]。苏建宁等人[7]基于感性工学建立了产品造型与感性意象关联,以自行车车架为例,对造型进行优化设计,汪群等人[8]基于感性工学成功探究了威士忌酒瓶造型设计,林哲辉等人[9]基于感性工学理论,通过分解剃须刀的视觉造型要素和听觉设计要素,结合数量化 I 类和神经网络得到剃须刀的多感官意象设计方法,还有学者在飞桥游艇的造型[10]以及汽车造型[11]上结合了感性工学理论进行相关研究。以上研究表明,感性工学理论及技术为产品创新设计提供了科学的理论指导方法,有效指导设计师进行产品意象设计。

2.1.2. 产品造型感性意象认知

产品感性意象认知是用户进行产品体验时产生的主观情感和产品属性相碰撞产生的心理综合反应。产品造型意象产生于用户对产品造型认知的过程,如图 1 所示,产品造型意象认知过程可以视为用户收到造型刺激后视觉感官系统对造型感性需求获取,再通过大脑结合记忆和经验进行意象评价的过程。

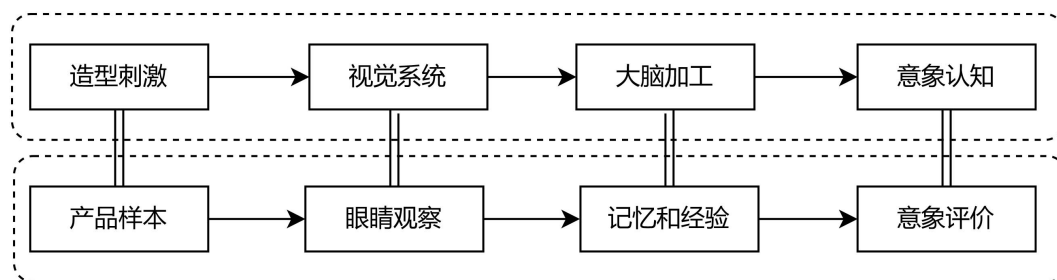


Figure 1. Cognitive process of product modeling image

图 1. 产品造型意象认知过程^①

2.1.3. 数量化 I 类理论

数量化 I 类理论(Quantification Theory Type I, QTT I) [12]常被应用于感性工学相关研究,是感性工学中进行回归分析并构建线性关联模型的常用方法。在产品设计中,基于数量化 I 类理论将设计要素进行参数化处理,将设计要素作为自变量,将用户感性意象作为因变量,建立设计要素与感性意象的多元线性回归模型,已被广泛应用于各个领域[13] [14],此外,孔德洋等人[11]通过数量化 I 类理论建立了感性意象评分与纯电动汽车设计要素的映射模型,王新亭等人[15]基于数量化 I 类理论建立了电动代步车造型与意象认知的关联。由此,数量化 I 类是研究产品造型和感性意象认知之间数学关系的有效方法。

2.2. 研究框架

基于上述研究背景,基于感性意象认知的香水瓶造型优化设计 and 应用研究框架如图 2 所示,总体分为 6 个步骤:

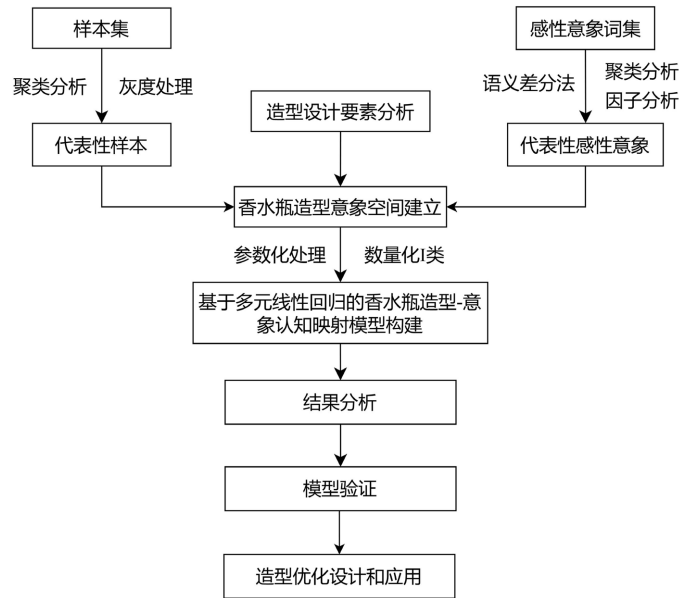


Figure 2. Optimal design and application research framework of perfume bottle modeling based on perceptual image cognition
图 2. 基于感性意象认知的香水瓶造型优化设计和应用研究框架^①

3. 香水瓶造型意象认知空间建立

3.1. 代表性样本筛选

从香水瓶产品书籍或网站等途径收集各种造型的香水瓶的图片，共 215 张图片，对这些各种各样的香水瓶图片进行初步的整理和分类，首先基于聚类分析法，根据香水瓶给人的第一印象先进行一个大概的感觉分类，以便进行粗糙的筛选。通过从 215 海量样本的筛选，筛选后的样本数量仍然较多，不利于深入研究，因此根据香水瓶造型差异大的样本中筛选出最终实验样本，经本科以上学历 5 人投票，根据票数由高到低，得到最终 8 个代表性实验样本，为了排除色彩、背景环境等因素对用户的干扰，对选取的样本进行了去背景和去色处理，最终样本如图 3 所示。



Figure 3. Representative samples
图 3. 代表性样本^②

3.2. 代表性感性意象词筛选

感性意象词是用户对产品体验的心理外表达，能够表达用户的内心感受，是用户对产品的意象认知的体现。用户对产品的意象认知通常用词义相反的词组来表示，因此本研究采用感性意象词组描述用户对产品的意象认知。

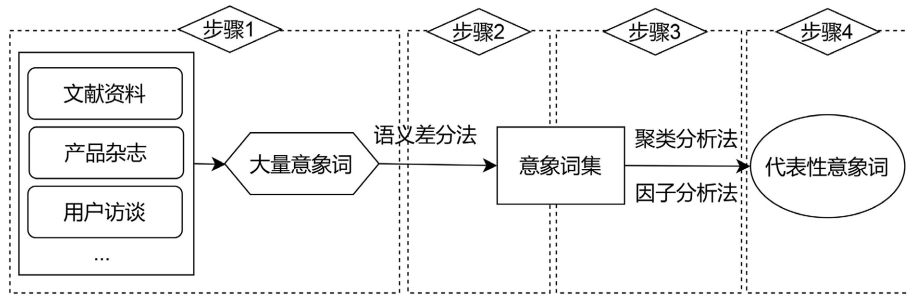


Figure 4. Selection of representative perceptual image words
图 4. 代表性感性意象词筛选^①

产品代表性意象词收集分为如图 4 的四个步骤，筛选出代表香水瓶造型的感性意象词。步骤 1：首先从文献资料、产品杂志结合用户访谈等途径收集大量的感性意象词组，得到如表 1 所示的 45 对感性意象词组；步骤 2：使用 SD 法对收集到的大量意象词组进行评估；步骤 3：使用聚类分析结合因子分析法对步骤 2 的语义差分结果进行分析；步骤 4：基于前面的步骤确定描述香水瓶造型的代表性意象词组。最后得到代表香水瓶造型的感性意象词组为：高级的 - 普通的、可爱的 - 稳重的、复杂的 - 简约的、精致的 - 朴实的、便宜的 - 昂贵的、阳刚的 - 柔美的。

Table 1. Selected perceptual image phrases in step 1
表 1. 步骤一选择的 45 个感性意象词组

| 步骤一选择的 45 个感性意象词组 | | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 古典的 - 现代的 | 花哨的 - 素净的 | 和谐的 - 冲突的 | 流行的 - 落伍的 | 低调的 - 高调的 |
| 精致的 - 朴实的 | 有趣的 - 乏味的 | 优美的 - 难看的 | 光滑的 - 粗糙的 | 经典的 - 通俗的 |
| 性感的 - 中性的 | 圆润的 - 棱角的 | 高端的 - 低端的 | 可爱的 - 稳重的 | 昂贵的 - 便宜的 |
| 拘束的 - 奔放的 | 独特的 - 普通的 | 夸张的 - 写实的 | 高档的 - 普通的 | 简洁的 - 繁杂的 |
| 阳刚的 - 柔美的 | 轻巧的 - 笨重的 | 奢华的 - 低调的 | 漂亮的 - 丑陋的 | 理性的 - 感性的 |
| 单调的 - 丰富的 | 高级的 - 低级的 | 复杂的 - 简约的 | 硬朗的 - 柔和的 | 新颖的 - 老套的 |
| 艺术的 - 庸俗的 | 装饰的 - 实用的 | 朴实的 - 华丽的 | 协调的 - 失调的 | 高级的 - 普通的 |
| 精美的 - 粗劣的 | 时尚的 - 呆板的 | 轻巧的 - 厚重的 | 单调的 - 创意的 | 精致的 - 朴实的 |
| 好用的 - 难用的 | 典雅的 - 粗俗的 | 冷淡的 - 热情的 | 大众的 - 个性的 | 保守的 - 创新的 |

3.3. 香水瓶造型意象空间构建

3.3.1. 基于 SD 法的香水瓶造型意象认知实验

45 位消费者或潜在消费者(23 名男性，22 名女性)参与香水瓶感性意象认知实验。采用 SD 法中的李克特 5 分量表设计香水瓶造型感性意象问卷，以意象词组高级的 - 普通的为例，1 表示很高级，2 表示比

较高级、3表示不高级也不普通的中性程度，4表示比较普通，5表示很普通，分值越靠近左侧表示越高级，越靠近右侧越普通，实验问卷如图5所示。实验结束后整理被试实验数据，为研究提供数据基础。

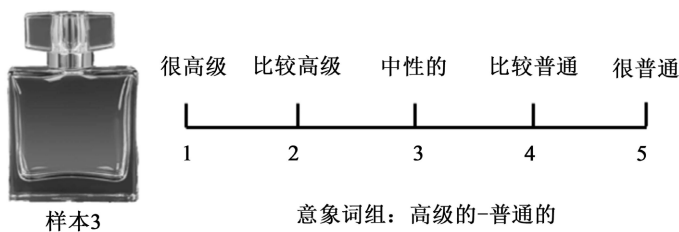


Figure 5. Questionnaire of perfume bottle modeling image cognition
图5. 香水瓶造型意象认知实验问卷^①

3.3.2. 基于形态分析法的香水瓶造型要素分析

基于形态分析法提取香水瓶的造型设计要素进行分解，确定造型设计要素的关键类目，得出关键造型设计要素。从形状、尺寸比例、外部装饰和位置关系四个项目出发，以瓶身形状、瓶盖形状、瓶盖与瓶身高度比、整体、瓶盖与瓶身为分类基准，分解出5个大类，共计13个类目，每一个类目定义如表2所示。

Table 2. Category of modeling elements of perfume bottles

表2. 香水瓶造型要素类目

| 项目 | 分类 | | |
|------|----------------|---------------|-----------|
| | 分类基准 | 类目 | 类目描述 |
| 形状 | 瓶身形状 X_1 | 圆形 X_{11} | 瓶身形状为圆形 |
| | | 矩形 X_{12} | 瓶身形状为矩形 |
| | | 不规则形 X_{13} | 瓶身形状为不规则形 |
| | 瓶盖形状 X_2 | 圆形 X_{21} | 瓶盖形状为圆形 |
| | | 矩形 X_{22} | 瓶盖形状为矩形 |
| | | 不规则形 X_{23} | 瓶盖形状为不规则形 |
| 尺寸比例 | 瓶盖与瓶身高度比 X_3 | 等比例 X_{31} | 瓶盖与瓶身高度相等 |
| | | 大比例 X_{32} | 瓶盖大于瓶身 |
| | | 小比例 X_{33} | 瓶身大于瓶盖 |
| 外部装饰 | 整体 X_4 | 无 X_{41} | 无附加装饰物 |
| | | 有 X_{42} | 有附加装饰物 |
| 位置关系 | 瓶盖与瓶身 X_5 | 平行 X_{51} | 瓶盖与瓶身平行 |
| | | 不平行 X_{52} | 瓶盖与瓶身不平行 |

3.3.3. 造型设计要素参数化处理

为了进行后续的映射模型构建和分析，对造型要素进行参数化编码，得到如表3所示数据表，表中数据1代表该样本具有该项目中该类目的属性，数据0代表该样本无该项目中该类目的属性。将用户对样本的定性描述转化成为可以被处理的定量的描述。

Table 3. Parametric coding of perfume bottle modeling elements
表 3. 香水瓶造型要素参数化编码

| 样本 | 圆形 X_{11} | 矩形 X_{12} | 不规则 形 X_{13} | 圆形 X_{21} | 矩形 X_{22} | 不规则 形 X_{23} | 等比例 X_{31} | 大比例 X_{32} | 小比例 X_{33} | 无 X_{41} | 有 X_{42} | 平行 X_{51} | 不平行 X_{52} |
|-------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| 样本 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 样本 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 样本 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 样本 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 11 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 样本 12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

在具体的某一类意象感知下，某一位测试者针对其中每一个样本的造型设计要素类目进行语意差异法(Semantic difference, SD)打分，得到如下的意象感知空间。

$$\begin{bmatrix} A_{1,1}^{m,n} & A_{1,2}^{m,n} & A_{1,3}^{m,n} & \dots & A_{1,J}^{m,n} \\ A_{2,1}^{m,n} & A_{2,2}^{m,n} & A_{2,3}^{m,n} & \dots & A_{2,J}^{m,n} \\ & \dots & & A_{i,j}^{m,n} & \dots \\ A_{I,1}^{m,n} & A_{I,2}^{m,n} & A_{I,3}^{m,n} & \dots & A_{I,J}^{m,n} \end{bmatrix} \tag{1}$$

其中 $A_{i,j}^{m,n}$ 为第 m 个评价者对第 n 类子意象感知的第 i 个评价样本，第 j 个设计项目的意象感知值。那么针对第 m 个评价者对第 n 类子情感下所有样本的认知空间上述公式所示。根据形态造型影响因素表和各类目的定义可以清楚地了解每个项目和所有类目的定义描述，接着，整理出 45 名被试，12 个样本的造型要素的对应意象认知平均得分如表 4 所示：

Table 4. Category of modeling elements of perfume bottles
表 4. 香水瓶造型要素类目

| 样本 | 高级的 - 普通的 Y_1 | 可爱的 - 稳重的 Y_2 | 复杂的 - 简约的 Y_3 | 精致的 - 朴实的 Y_4 | 便宜的 - 昂贵的 Y_5 | 阳刚的 - 柔美的 Y_6 |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 样本 1 | 4.322 | 3.71 | 4.825 | 4.551 | 1.362 | 1.821 |
| 样本 2 | 1.364 | 2.80 | 2.265 | 2.387 | 4.340 | 4.271 |
| 样本 3 | 2.913 | 4.274 | 3.227 | 3.601 | 2.530 | 2.134 |
| 样本 4 | 1.871 | 1.724 | 1.646 | 1.374 | 3.423 | 4.397 |
| 样本 5 | 2.929 | 4.232 | 1.367 | 2.127 | 3.624 | 1.257 |
| 样本 6 | 1.685 | 3.566 | 3.213 | 2.373 | 3.861 | 2.426 |

续表

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 样本 7 | 4.355 | 4.254 | 4.265 | 4.196 | 1.654 | 2.344 |
| 样本 8 | 2.333 | 2.464 | 1.697 | 1.446 | 2.647 | 3.453 |
| 样本 9 | 4.635 | 2.317 | 4.211 | 1.958 | 4.443 | 4.354 |
| 样本 10 | 4.327 | 3.693 | 4.267 | 4.182 | 1.553 | 2.933 |
| 样本 11 | 3.753 | 2.177 | 3.978 | 3.480 | 2.114 | 3.419 |
| 样本 12 | 1.884 | 2.897 | 4.023 | 2.085 | 3.251 | 3.975 |

4. 基于多元线性回归的香水瓶造型 - 意象认知映射模型建立

4.1. 映射模型建立

以参数化处理后的设计特征作为自变量, 以被试对香水瓶造型的意象感知词汇评价平均值作为因变量, 将数据导入 SPSS 统计软件, 对所得数据进行多元线性回归分析。整理后可得标准化的类目得分, 其结果见表 5:

Table 5. Category of modeling elements of perfume bottles

表 5. 香水瓶造型要素类目

| 项目分类 | | 高级的 - 普通的 Y_1 | | 可爱的 - 稳重的 Y_2 | | 复杂的 - 简约的 Y_3 | | 精致的 - 朴实的 Y_4 | | 便宜的 - 昂贵的 Y_5 | | 阳刚的 - 柔美的 Y_6 | |
|------------------------|------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| 分类 基准 | 类目 | 类目得分 | 范围 | 类目得分 | 范围 | 类目得分 | 范围 | 类目得分 | 范围 | 类目得分 | 范围 | 类目得分 | 范围 |
| 瓶身形 状 X_1 | 圆形 X_{11} | -0.886 | | -2.254 | | 0.496 | | -1.523 | | 0.684 | | 1.329 | |
| | 矩形 X_{12} | 0.536 | 1.022 | 0.153 | 2.407 | -0.016 | 1.299 | 0.319 | 1.842 | -0.433 | 1.117 | 0.341 | 2.023 |
| | 不规则形 X_{13} | 0.136 | | -0.532 | | -0.803 | | -0.68 | | 0.631 | | 0.694 | |
| 瓶盖形 状 X_2 | 圆形 X_{21} | 0.112 | | -2.421 | | 0.103 | | -0.62 | | 0.794 | | 0.697 | |
| | 矩形 X_{22} | -1.946 | 2.058 | 0.107 | 2.446 | -0.891 | 0.994 | -1.269 | 0.649 | 1.603 | 2.118 | -0.031 | 1.087 |
| | 不规则形 X_{23} | -0.225 | | -0.025 | | -1.025 | | -0.906 | | -0.585 | | -0.39 | |
| 瓶盖与 瓶身高 度比 X_3 | 等比例 X_{31} | 0.657 | | -1.271 | | -0.447 | | -2.144 | | 2.631 | | 2.214 | |
| | 大比例 X_{32} | -1.053 | 1.120 | 1.143 | 2.414 | -3.297 | 3.42 | -1.974 | 1.121 | 1.811 | 2.243 | -0.886 | 3.886 |
| | 小比例 X_{33} | -1.463 | | 0.861 | | 0.123 | | -0.82 | | 0.388 | | -1.652 | |
| 整体 X_4 | 无 X_{41} | -0.352 | 1.066 | 0.377 | 1.473 | 0.268 | 1.81 | 0.128 | 1.024 | -0.414 | 1.83 | 0.512 | 1.16 |
| | 有 X_{42} | -1.418 | | -1.096 | | -1.542 | | -0.896 | | 1.416 | | 1.704 | |
| 瓶盖与 瓶身 X_5 | 平行 X_{51} | 0.264 | 2.137 | 0.629 | 1.880 | 0.252 | 0.654 | 0.124 | 1.003 | -0.523 | 2.634 | -0.323 | 2.757 |
| | 不平行 X_{52} | -1.873 | | -1.251 | | -0.402 | | -0.879 | | 2.111 | | 2.434 | |
| 复相关系数 R | | 0.897 | | 0.935 | | 0.853 | | 0.942 | | 0.866 | | 0.96 | |
| 决定系数 R^2 | | 0.794 | | 0.875 | | 0.728 | | 0.887 | | 0.75 | | 0.922 | |
| 常数项 C | | 3.973 | | 3.581 | | 3.538 | | 4.094 | | 1.809 | | 2.136 | |

表 5 中类目得分的高低说明该项目解释意象认知的高低程度, 类目得分既有正值又有负值, 正值代表意象词组右侧的意象认知, 而负值代表对应的意象词组左侧意象感知。比如对于“高级的 - 普通的”

这一意象感知词汇，正的类目得分代表这一要素的出现会增加造型的“普通的”的意象认知，而数值越大则代表解释的程度越高，相反，负值的代表这一要素的出现会增强造型的“高级的”意象感知，数值的绝对值越大代表增强的程度越高。范围是每个要素中最大类目得分与最小类目得分差值，用于衡量每个项目在整体预测中的贡献程度。比如对于“高级的 - 普通的”这一对意象认知词汇，的范围最大，那么由此可以推断，在影响香水造型的“高级的 - 普通的”意象感知的造型要素中，这一意象认知的改变对最为敏感，同时也是最为重要。由上述表格及分析可得，6组意象感知词汇与造型设计要素组成要素之间联立的回归方程式如下：

$$Y_1 = \begin{Bmatrix} -0.886 \times X_{11} \\ 0.536 \times X_{12} \\ 0.112 \times X_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.624 \times X_{21} \\ -1.946 \times X_{22} \\ -0.225 \times X_{23} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.657 \times X_{31} \\ -1.053 \times X_{32} \\ -1.463 \times X_{33} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.352 \times X_{41} \\ -0.1418 \times X_{42} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.264 \times X_{51} \\ -1.873 \times X_{52} \end{Bmatrix} + 3.973 \quad (2)$$

$$Y_2 = \begin{Bmatrix} -2.254 \times X_{11} \\ 0.125 \times X_{12} \\ -0.523 \times X_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -2.421 \times X_{21} \\ 0.107 \times X_{22} \\ -0.025 \times X_{23} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -1.271 \times X_{31} \\ 1.143 \times X_{32} \\ 0.861 \times X_{33} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.377 \times X_{41} \\ -1.096 \times X_{42} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.629 \times X_{51} \\ -1.251 \times X_{52} \end{Bmatrix} + 3.581 \quad (3)$$

$$Y_3 = \begin{Bmatrix} 0.496 \times X_{11} \\ -0.016 \times X_{12} \\ -1.803 \times X_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.103 \times X_{21} \\ -0.891 \times X_{22} \\ -1.025 \times X_{23} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.447 \times X_{31} \\ -3.297 \times X_{32} \\ 0.123 \times X_{33} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.268 \times X_{41} \\ -1.542 \times X_{42} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.252 \times X_{51} \\ -0.402 \times X_{52} \end{Bmatrix} + 3.538 \quad (4)$$

$$Y_4 = \begin{Bmatrix} -1.523 \times X_{11} \\ 0.319 \times X_{12} \\ -0.680 \times X_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.620 \times X_{21} \\ -1.269 \times X_{22} \\ -0.906 \times X_{23} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -2.144 \times X_{31} \\ -1.974 \times X_{32} \\ -1.023 \times X_{33} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.128 \times X_{41} \\ -0.896 \times X_{42} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.124 \times X_{51} \\ -0.879 \times X_{52} \end{Bmatrix} + 4.094 \quad (5)$$

$$Y_5 = \begin{Bmatrix} 0.684 \times X_{11} \\ -0.433 \times X_{12} \\ 0.631 \times X_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.794 \times X_{21} \\ 1.603 \times X_{22} \\ -0.585 \times X_{23} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 2.631 \times X_{31} \\ 1.811 \times X_{32} \\ 0.388 \times X_{33} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.414 \times X_{41} \\ 1.416 \times X_{42} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.523 \times X_{51} \\ 2.111 \times X_{52} \end{Bmatrix} + 1.809 \quad (6)$$

$$Y_6 = \begin{Bmatrix} 1.329 \times X_{11} \\ 0.341 \times X_{12} \\ 0.694 \times X_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.697 \times X_{21} \\ -0.031 \times X_{22} \\ -0.39 \times X_{23} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 2.241 \times X_{31} \\ -0.886 \times X_{32} \\ -1.652 \times X_{33} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.512 \times X_{41} \\ 1.704 \times X_{42} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.323 \times X_{51} \\ 2.434 \times X_{52} \end{Bmatrix} + 2.136 \quad (7)$$

4.2. 结果分析

从模型计算结果可以得出，对“高级的 - 普通的” Y_1 意象贡献率最高的造型要素是瓶盖与瓶身的位置关系，范围值为“2.137”，外部装饰贡献率最低，范围值“1.066”。说明在对香水瓶进行“高级的 - 普通的”意象认知时，瓶盖与瓶身的位置关系起到了最主要的作用，而外部装饰的有无影响作用最小。“高级的 - 普通的”得分最高的要素组合为：圆形瓶身形状 + 矩形瓶盖形状 + 瓶盖与瓶身高度比小 + 有外部装饰 + 瓶盖与瓶身不平行。

归纳以上分析，可以看出，在对香水瓶感性意象的影响要素中，瓶盖与瓶身位置关系的影响最大，其次是瓶盖与瓶身高度比和瓶身形状。

4.3. 模型验证

为了进一步了解该模型计算出来的意象感知得分值与用户的心理感受是否真实相符，需要对映射模型进行检验。首先由被试者对验证样本进行主观意象感知评价实验，再将该模型的计算值与实际值进行T检验，从而可以验证分析结果可信度。



Figure 6. Verification samples
图 6. 验证样本^②

选择非实验样本中的其他样本作为验证样本，如图 6 所示，将样本的造型要素编码，如表 6 所示，将要素编码带入多元回归方程中，计算出验证样本的意象感知得分，将其与实际评测数据进行样本 T 检验，用以判断该模型的可信度。

Table 6. Model verification sample modeling element coding
表 6. 模型验证样本造型要素编码

| 样本 | 圆形 X ₁₁ | 矩形 X ₁₂ | 不规则形 X ₁₃ | 圆形 X ₂₁ | 矩形 X ₂₂ | 不规则形 X ₂₃ | 等比例 X ₃₁ | 大比例 X ₃₂ | 小比例 X ₃₃ | 无 X ₄₁ | 有 X ₄₂ | 平行 X ₅₁ | 不平行 X ₅₂ |
|------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 样本 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 样本 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 样本 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

将验证样本造型组成要素特性代入多元回归方程中，计算出其意象得分。以样本 1 “高级的 - 普通的” 意象得分计算为例： $Y_1 = 0.536 + 0.112 - 1.463 - 0.352 + 0.264 + 3.937 = 3.070$ ，同理，计算出 4 个样本的 6 个意象实验的得分值如表 7 所示。

Table 7. Verify the prediction value of cognitive mapping model of sample modeling image
表 7. 验证样本造型意象认知映射模型预测值

| 样本 | 高级的 - 普通的 Y ₁ | 可爱的 - 稳重的 Y ₂ | 复杂的 - 简约的 Y ₃ | 精致的 - 朴实的 Y ₄ | 便宜的 - 昂贵的 Y ₅ | 阳刚的 - 柔美的 Y ₆ |
|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 样本 1 | 3.070 | 3.180 | 4.268 | 3.101 | 2.144 | 2.034 |
| 样本 2 | 1.648 | 0.773 | 4.780 | 1.383 | 2.738 | 2.690 |
| 样本 3 | 1.604 | 1.022 | 1.671 | 1.202 | 4.515 | 3.256 |
| 样本 4 | 1.267 | 3.418 | 0.543 | 0.543 | 3.136 | 2.169 |

邀请 36 名被试进行 SD 法 5 阶量表的意象认知评分，对 4 个香水瓶造型样本就 6 组意象感知进行评价，统计所有被试的问卷情况后，将各意象感知得分平均值整理成下表 8 数据。

为验证模型的可靠性，通过 SPSS 软件对 30 个实验测试样本感性评价与模型预测值进行 T 检验，检验结果显示其 P 值大于 0.05，表明不存在显著差异，说明文中模型具有可靠性。

Table 8. Verify the experimental test value of sample modeling image cognition

表 8. 验证样本造型意象认知实验测试值

| 样本 | 高级的 - 普通的 Y_1 | 可爱的 - 稳重的 Y_2 | 复杂的 - 简约的 Y_3 | 精致的 - 朴实的 Y_4 | 便宜的 - 昂贵的 Y_5 | 阳刚的 - 柔美的 Y_6 |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 样本 1 | 3.185 | 3.267 | 4.326 | 3.475 | 2.360 | 1.945 |
| 样本 2 | 1.424 | 1.312 | 4.347 | 1.688 | 2.821 | 3.012 |
| 样本 3 | 1.769 | 1.321 | 1.855 | 1.421 | 4.447 | 3.458 |
| 样本 4 | 1.322 | 3.886 | 0.896 | 1.152 | 3.004 | 2.565 |

5. 香水瓶造型优化设计与应用

根据市场调研结合线下用户反馈，用户对香水瓶的感性意象需求为高级的、简约的、精致的，依据用户需求，设计了如图 7 所示 2 个香水瓶造型方案，对设计的方案进行灰度化处理以控制色彩等因素的影响。



Figure 7. Optimal design scheme of perfume bottle shape
图 7. 香水瓶造型优化设计方案^①

对设计方案使用模型针对高级的 - 普通的、复杂的 - 简约的、精致的 - 朴实的意象词组预测意象认知得分，得分如表 9 所示。然后，邀请 36 名被试，对两个方案进行感性意象词组的意象认知评价，评价结果如表 10 所示。

Table 9. Score of cognitive mapping model of modeling image in optimized design scheme

表 9. 优化设计方案造型意象认知映射模型得分

| 方案 | Y_1 | Y_3 | Y_4 |
|----|-------|-------|-------|
| 一 | 1.012 | 3.274 | 2.576 |
| 二 | 2.670 | 3.481 | 2.226 |

Table 10. Evaluation score of modeling image cognition experiment of optimized design scheme

表 10. 优化设计方案造型意象认知实验评价得分

| 方案 | Y_1 | Y_3 | Y_4 |
|----|-------|-------|-------|
| 一 | 1.165 | 3.369 | 2.487 |
| 二 | 2.068 | 3.755 | 2.053 |

将表 9 和表 10 各意象词组各方案的得分情况进行对比。除方案 2 的高级的 - 普通的意象词组评分差异较大外,其余预测值与实验评分值平均值差异较小,且在用户需求的感性意象需求范围内。由此表明,基于感性工学理论和技术,利用数量化 I 类理论构建的造型 - 感性意象认知模型能够辅助设计师香水瓶造型设计,让香水瓶设计的更符合用户的情感需求。

6. 结语

在市场环境下,香水一直拥有巨大的潜力,而以情感需求为导向探究差异化的香水造型设计方向对适应市场多样化需求极具必要性。本研究从用户感性需求出发,利用所构建的样本空间和语意空间确定了香水瓶的造型意象设计元素和代表性意象词,再结合数量化 I 类理论建立造型设计元素与感性意象评价结果的映射模型,并量化得到两者的线性关系,并进行香水瓶造型优化设计应用。研究表明:所建立的模型能够有效辅助设计师进行产品造型优化设计,在设计活动中更加高效和科学。

在未来的研究中,还需注意被试的选择,接受实验的人数过少或类型单一,可能存在主观判断等的不科学性存在,因此,在这个过程中需要从被试的年龄、职业、产品使用情况等方面进行筛选,涵盖各个不同阶层和文化背景的用户。

基金项目

本课题来源于贵州省科学技术基金资助项目黔科合基础(ZK[2021]055)。

注 释

- ①图 1、图 2、图 4、图 5、图 7 来源:作者自制
②图 3、图 6 来源:电商平台 www.taobao.com 搜索结果

参考文献

- [1] 赵艳萍,郑枫. 香水瓶的情感化设计研究[J]. 日用化学工业, 2021, 51(1): 63-67.
- [2] 侯洁,孟衍,高力群. 浅析香水瓶身设计[J]. 中国包装工业, 2013(16): 39+42.
- [3] 卢杨,吴玥,刘长奥,等. 面向用户情感体验的产品美学智能评估方法研究[J]. 包装工程, 2023, 44(16): 67-78.
- [4] 田连玮,舒余安. 基于简约设计理念的香水瓶设计研究[J]. 艺术与设计(理论), 2020, 2(10): 110-112.
- [5] Vieira, J., Osório, J.M.A., Mouta, S., et al. (2017) Kansei Engineering as a Tool for the Design of In-Vehicle Rubber Keypads. *Applied Ergonomics*, **61**, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.12.019>
- [6] 林丽,郭主恩,阳明庆. 面向产品感性意象的造型优化设计研究现状及趋势[J]. 包装工程, 2020, 41(2): 65-79.
- [7] 苏建宁,李鹤岐. 基于感性意象的产品造型设计方法研究[J]. 机械工程学报, 2004(4): 164-167.
- [8] 汪群,许世虎,陈奕安,林彦呈. 基于感性工学的威士忌酒瓶造型设计[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 256-260.
- [9] 林哲辉,吴正仲,罗峰,潘国庆. 基于感性工学与人工神经网络的电动剃须刀多感官意象设计方法[J]. 机械设计, 2023, 40(2): 149-156.
- [10] 张阳,宋磊,李学林,等. 基于感性工学的飞桥游艇造型灰关联度研究[J]. 包装工程, 2023, 44(16): 180-187.
- [11] 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.
- [12] 罗仕鉴,潘云鹤. 产品设计中的感性意象理论、技术与应用研究进展[J]. 机械工程学报, 2007(3): 8-13.
- [13] 宋莹,阮胜坤. 基于数量化理论 I 的男衬衫设计要素感性评价[J]. 丝绸, 2023, 60(3): 105-112.
- [14] 陈慧珊,李艳,宋武. 基于魅力工学的传统器物设计评价应用研究[J]. 包装工程, 2021, 42(8): 307-313.
- [15] 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.