

# 产品造型设计中面向多维感知 KE 模型的构建

周庆燕, 何利力, 郑军红  
(浙江理工大学, 杭州 310018)

**摘要:** **目的** 提出面向多维感知的 KE 模型, 解决完整表达消费者的情感需求, 以及消费者需求向产品设计要素转化所得的结果时, 提高产品形态设计阶段的实用价值的问题。 **方法** 首先采用语义差异法 (SD) 及主成分分析法构建消费者情感认知空间, 然后利用多感官多维度的特征解构方法获得多维造型特征空间, 在此基础上通过偏最小二乘法分析贡献率, 建立多维造型特征空间与情感认知空间的映射关系, 得到不同情感下对应的产品设计要素。 **结论** 利用 KE 模型获得了产品设计中造型特征要素与感性意象词的映射关系, 解决了一维 KE 模型情感需求不全面的问题, 同时向相关企业和设计者推荐产品设计中的关键设计要素。

**关键词:** KE 模型; 语义差异法 (SD); 主成分分析; 多维感知; 特征解构; 偏最小二乘

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)22-0164-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.22.029

## Construction of Multi-dimensional Perception KE Model in Product Modeling Design

ZHOU Qing-yan, HE Li-li, ZHENG Jun-Hong  
(Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310018, China)

**ABSTRACT:** The work aims to propose the KE model for multi-dimensional perception to solve the problem of improving the practical value of the product form design stage when fully expressing the emotional needs of consumers and the results of transforming consumers' needs into product design elements. Firstly, the semantic difference method (SD) and principal component analysis were used to construct consumer emotion cognitive space. Then, multi-sensory multi-dimensional feature deconstruction method was used to obtain the multi-dimensional modeling feature space. On this basis, the contribution rate was analyzed by partial least square method, the mapping relation between multi-dimensional modeling feature space and emotional cognitive space was established, and the corresponding product design elements under different emotions were obtained. The proposed KE model is used to obtain the mapping relation between modeling feature elements and perceptual image words in product design, which solves the problem that the emotional needs of the one-dimensional KE model are not comprehensive, and recommends key design elements of product design to related enterprises and designers.

**KEY WORDS:** KE model; semantic difference method (SD); principal component analysis; multi-dimensional perception; feature deconstruction; partial least squares

在体验经济时代,产品情感设计阶段的质量是影响消费者购买决策的关键因素之一。美国著名心理学家唐纳德诺曼认为,设计的情感方面对成功设计产品很重要。在产品开发中可以量化客户情感的一种方法是感性工学(KE),将客户或消费者的情感转化为真实设计元素。蔡瑞虹等<sup>[1]</sup>构建了基于感性工学的云石机意象造型

与人的感性认知对应关系模型,设计了一套云石机的造型设计方案。汪群等<sup>[2]</sup>以感性工学理论为指导对威士忌酒瓶的造型进行了设计。王莹等<sup>[3]</sup>以冬季女外套为例,运用感性工学的基本原理,建立了设计要素空间和感性意象空间,预测了冬季女外套款式的感性评价。毕翼飞等<sup>[4]</sup>提出了适用于情感陪护类产品设计的感性工学研

收稿日期: 2019-09-17

基金项目: 浙江省科技厅重大项目 (2015C03001)

作者简介: 周庆燕 (1988—), 女, 安徽人, 浙江理工大学博士生, 主要从事制造业信息化、产品设计。

究方法,以老年陪护机器人造型设计为例对该方法进行验证。张春强等<sup>[5]</sup>运用 KE 模型,对机械设备的色彩进行研究。这些感性工学应用实践大多倾向于关注产品的特定设计特征如产品形态、颜色或材质等单一维度。然而,现实生活中用户的情感是复杂的,仅通过形、色、质等造型特征中的一类特征构建的一维 KE 模型不能激发出用户完整的产品认知,这种模式下的 KE 模型预测的用户情感意象可靠性低,继而使得产品的概念设计方案的价值也很低。因此,要通过多感官通道(视觉,听觉,嗅觉等)与产品的形、色、质等多维造型特征要素共同激发情感,从而产生用户对产品的完整情感意象。为了充分表达用户对产品的情感认知,本文构建基于产品形、色、质等多维造型特征空间,研究多维变量 KE 模型,以获得需求感知中的产品设计要素,并进行实证研究。

表 1 初始意象词汇对  
Tab.1 Initial image vocabulary pair

| 序号 | 词汇对   | 序号 | 词汇对   | 序号 | 词汇对    | 序号 | 词汇对     | 序号 | 词汇对   |
|----|-------|----|-------|----|--------|----|---------|----|-------|
| 1  | 独特—大众 | 6  | 亮丽—暗淡 | 11 | 敏捷—笨重  | 16 | 轻薄—厚实   | 21 | 时尚—过时 |
| 2  | 亲和—疏远 | 7  | 实用—装饰 | 12 | 简洁—复杂  | 17 | 男性化—女性化 | 22 | 高雅—俗气 |
| 3  | 轻松—严肃 | 8  | 流线—呆板 | 13 | 华丽—朴素  | 18 | 成熟—幼稚   | 23 | 可爱—丑陋 |
| 4  | 前卫—传统 | 9  | 牢固—脆弱 | 14 | 飘逸—普通  | 19 | 柔软—硬朗   | 24 | 科技—现代 |
| 5  | 精密—粗糙 | 10 | 人性—机械 | 15 | 高品质—劣质 | 20 | 魅力—平淡   |    |       |

为了提取更为可靠的感性词,本文使用 spss16.0 软件利用因子分析法进行主成分分析,判别出主因子,并在 Osgood 建立的 EPA 维度<sup>[6]</sup>基础上确定一系列描述机器人的意象词汇,如美/丑、雅/俗等属于评价因子;轻/重、细密/稀疏等则是潜在因子;而意象词动/静、明/暗等这类词属于活动因子,从而获取情感维度的潜在因子和因子负载,很显然所提取的因子具有典型的 EPA 三因子结构,随后对这些因子进行聚类,以提取出具有代表性且结构完整的意象词汇对。得到聚类树图,见图 1,由该图可知感性词汇对可分为 4 类。

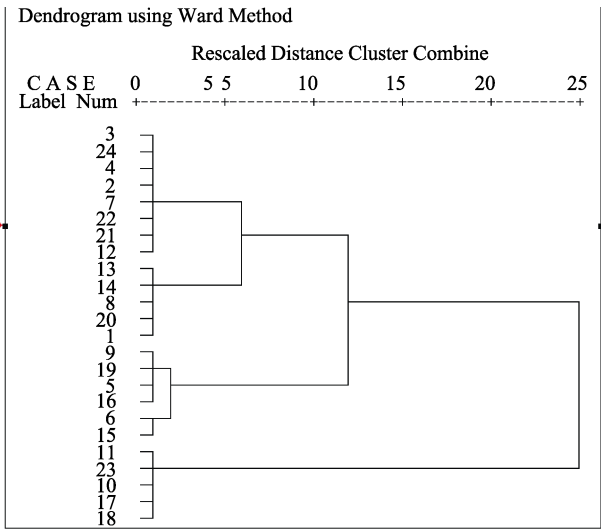


图 1 意象词汇对的聚类树图

Fig.1 Clustering tree diagram of image vocabulary pairs

再根据欧式距离,获得感性词汇对与聚类几何中

1 情感认知空间的构建

感性意象词能够反映用户的情感需求,是 KE 模型中重要问题之一。需要很好地区分消费者所选的感性意象词,从而提高情感设计的准确性。本文选择一款儿童智能机器人早教机作为案例研究对象,以消费者为导向选择感性意象词,进而明确产品设计定位,并选择目标用户。首先,结合相关文献调查和杂志、互联网等的见解收集目标产品设计界认可度较高且被大众熟知的感性词汇共 86 个。由于单个的感性词汇一般存在冗余、关联、依赖、因果等的关系,需要对收集的感性词汇运用语义差异法(SD),筛选出更能反映用户心理的多维度情感的意象词汇对。最终筛选出 24 组适合描述用户多维度情感的意象词对,见表 1。

心的距离,结果见表 2。选取每类离聚类中心最近的

表 2 意象词汇对到聚类几何中心的距离  
Tab.2 The distance from image vocabulary pair to clustering geometry center

| 聚类 | 词汇对序号 | 意象词汇对        | 距离       |
|----|-------|--------------|----------|
| 1  | 3     | 轻松—严肃(E/P)   | 0.143 39 |
|    | 24    | 科技—现代(E)     | 0.063 24 |
|    | 4     | 前卫—传统(E)     | 0.191 78 |
|    | 22    | 高雅—俗气(E)     | 0.174 82 |
|    | 7     | 实用—装饰(N/A)   | 0.161 63 |
|    | 21    | 时尚—过时(E)     | 0.116 04 |
|    | 2     | 亲和—疏远(P)     | 0.154 20 |
|    | 12    | 简洁—复杂(E)     | 0.305 29 |
| 2  | 13    | 华丽—朴素(E)     | 0.240 98 |
|    | 14    | 飘逸—普通(E/A)   | 0.198 15 |
|    | 20    | 魅力—平淡(E)     | 0.167 03 |
|    | 8     | 流线—呆板(E)     | 0.250 97 |
| 3  | 1     | 独特—大众(A)     | 0.166 25 |
|    | 6     | 亮丽—暗淡(P)     | 0.224 61 |
|    | 15    | 高品质—劣质(A)    | 0.476 12 |
|    | 19    | 柔软—硬朗(P)     | 0.174 43 |
|    | 9     | 牢固—脆弱(P)     | 0.117 70 |
|    | 5     | 精密—粗糙(A)     | 0.270 84 |
| 4  | 16    | 轻薄—厚实(A)     | 0.253 34 |
|    | 11    | 敏捷—笨重(P)     | 0.207 82 |
|    | 23    | 可爱—丑陋(E)     | 0.197 08 |
|    | 10    | 人性—机械(P)     | 0.084 42 |
|    | 17    | 男性化—女性化(N/A) | 0.197 15 |
|    | 18    | 成熟—幼稚(P)     | 0.210 07 |

意象词汇对 24, 1, 9, 10。

## 2 多维造型特征空间的构建

### 2.1 产品造型特征属性

由于产品多维特征属性,产品设计特征可分为外显的(explicit)、语言学的(linguistic)和内隐的(implicit)3个特征。在此基础上,Han & Hong提出依靠产品使用者界面设计决定,将产品设计特征分成个体、整合、互动3种。林丽<sup>[7]</sup>以产品硬界面(广义的人机界面)和软界面(狭义的人机界面)两大类别作为产品形态解构的立足点。本文结合 Han & Hong 的人机界面组件(Human interface Elements, HIEs)观点,将产品从独特属性、综合属性、交互属性进行解构。

独特属性细化为主体和组元件。主体包含主体造型、连接模式、边角处理和细节特征4个方面。具体而言,关于产品整体轮廓或外观形状、颜色、材质、体积、质量、尺寸规格都属于主体造型。通常一个产品是由两个基本对象进行布尔操作形成的综合形态。从形态学的角度来看,连接模式被定义为两个基本对象之间的关系,如并集关系、交集关系和补集关系。边角处理主要是用边线处理方法识别产品的特征形态,确定产品的整体外观轮廓。细节特征包括特征点、特征线、特征面等。组元件被定义为造型、颜色、明度、纹理等的单一属性。

综合属性细化知觉单元组和文化象征。知觉单元组是类同造型、颜色、纹理等属性集合,被定义为设计特征的集合。部分-整体关系定义为知觉单元组与主体之间的阵列布局的相关关系,如位置关系,比例

位置和色彩搭配关系。基于陈霖院士<sup>[8]</sup>的拓扑性质知觉理论分析,知觉物体的知觉单元重视单元组要素解析,为产品特征解构“集合属性”奠定理论基础。而文化象征是一种非物质本身的感知,是产品所蕴含的社会习俗、精神象征、主题概念等。

交互属性细化信息输入和信息输出。信息输入的HIEs包含操作属性,如按键操作、施力大小等。信息反馈HIEs定义了声音效果,指示灯闪烁等反馈信号。

本文从产品特征属性出发,将产品从独特属性、综合属性、交互属性层面进行分析,从而为后文的产品造型特征解构提供依据。

### 2.2 面向产品感知意象的多维造型特征解析

在KE中,传统方法以形态分析学为指导,从经验或主观出发将产品形态解构为“项目”和“类别”的图示化表达<sup>[9]</sup>,而无法解构为详细的组件。产品特征包括产品的形、色、质等其他信息,这些都是属于人机界面。人机界面组件作为多维特征最小单位的逻辑单元,通过不同类型感官通道,使人与机器间不断交换信息,更直接地传递产品多维度造型特征的情感信息,因此被定义为用户视、触、嗅、听、操作或使用的特征集合,是一个外观和感觉的认知过程。

产品设计特征具有外部和内部双重特征,如外部特征:功能、颜色、纹理、形状等<sup>[10]</sup>,内部特征:品牌、文化等<sup>[11]</sup>。Seva提到设计具有独特、综合和互动3个组成部分<sup>[12]</sup>。本文在此基础上,提出了一种更精确的人机界面的层次化造型特征设计要素的解构方法,产品造型特征由独特属性、综合属性和交互属性引发,见图2。

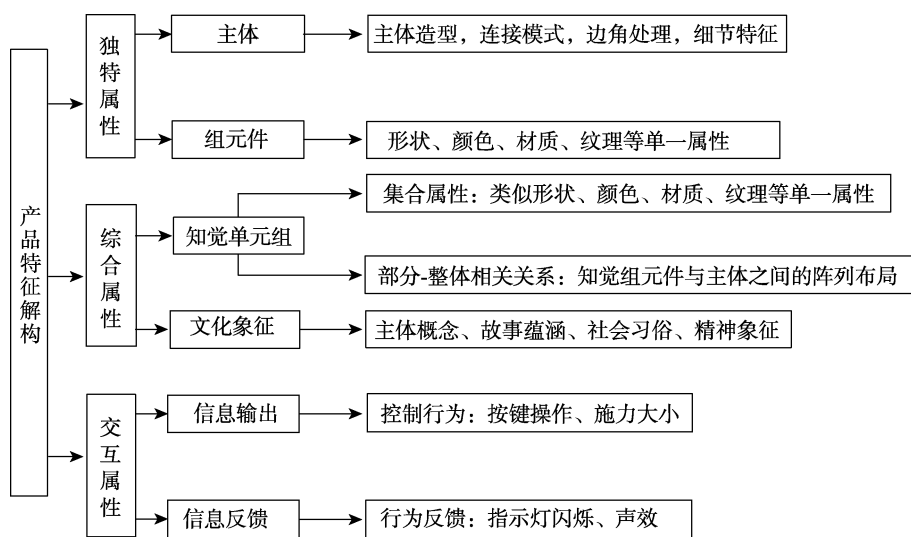


Fig.2 Deconstruction of product features

产品造型特征解构过程由4个步骤组成。

1) 定义多维造型设计特征。

2) 多属性多感官通道模型分析。从产品的独特属性、综合属性和交互属性3个方面分解产品特征。

产品的独特属性分成主体和组元件。通过视觉感知通道从主体造型、连接模式、边角处理、细节特征 4 个方面收集主体设计特征的 HIEs。其次将综合属性层面的 HIEs 分为类同产品形状、颜色、材质、纹理等的单一属性的知觉组元件集合和部分—整体相关关系。然后，通过视觉、听觉、触觉或嗅觉等多感知通道将交互式属性层面的 HIEs 细分为信息输入和信息反馈。

3) 多维产品特征解构。

4) 多维造型特征空间主特征设计要素判别。

综合以上步骤,以造型特征取代产品部件作为提取原则,解构产品的全范围 HIEs 对多维设计特征的获取至关重要。

2.3 多维造型特征空间设计要素提取

产品意象是所有特征共同激发用户情感的结果,除了产品形、色、质、肌等的多维造型设计要素,还与人的多感官通道相关。然而,通过产品多维感知的造型特征解构,获得的产品造型设计要素数量繁多,并不是每个 HIEs 都能明显激发出设计者对其蕴藏的某个特定的感性意象,因而,还需要进行主特征设计要素提取。

首先搜集智能机器人图片,按照上文的造型特征

解构方法,对其中一款 v8 型号的“好儿优”儿童智能机器人早教机特征解构,见图 3。采用上文方法解析设计要素,共解析出 36 个设计要素,见表 3—表 5。考虑到解构的 HIEs 是定性变量,因而引入由 0 和 1 表示的虚拟变量进行定量计算。为了避免虚拟变量陷阱,使用了  $n-1$  个虚拟变量, $n$  表示每个定性变量的类型数量。例如,主体材质有 4 种类型:塑料、金属、复合、碳纤维。引入 3 个虚拟变量,并且 4 种类型以二进制字符串的形式编码,即 100, 010, 001 和 000。



图 3 “好儿优”儿童智能机器人  
Fig.3 "HOW ARE YOU" children's intelligent robot

表 3 “独特属性”解构编码及设计变量值  
Tab.3 "Unique attributes" deconstruction coding and design variable values

| 分类  | 序号 | HIEs            | 变量值          |
|-----|----|-----------------|--------------|
| 主体  | 1  | A1 主体标识 logo 大小 | 大、小          |
|     | 2  | A2 主体颜色         | 独立色、无彩色、有彩色  |
|     | 3  | A3 主体材质         | 塑料、金属、复合、碳纤维 |
|     | 4  | A4 主体边角倒角弧度     | 大、小          |
|     | 5  | A5 主体造型         | 圆柱形、圆柱切面、圆台形 |
|     | 6  | A6 主体重量         | 轻、重、一般       |
|     | 7  | A7 机身主体材质光泽度    | 光滑反光、磨砂不反光   |
| 组元件 | 8  | A8 底座形状         | 圆柱形、圆柱切面、圆台形 |
|     | 9  | A9 底座颜色         | 独立色、无彩色、有彩色  |
|     | 10 | A10 底座材质        | 塑料、金属、复合、碳纤维 |
|     | 11 | A11 底座面积        | 大、小          |
|     | 12 | A12 底座材质肌理感     | 强、弱          |

表 4 “综合属性”解构编码及设计变量值  
Tab.4 "Comprehensive attributes" deconstruction coding and design variable values

| 分类    | 序号 | HIEs          | 变量值            |
|-------|----|---------------|----------------|
| 知觉单元组 | 1  | B1 主体与底座色彩    | 相似、相异          |
|       | 2  | B2 主体与底座材质    | 一致、相异          |
|       | 3  | B3 主体与底座轴心线对齐 | 是、否            |
|       | 4  | B4 操作界面所处主体布局 | 正面偏上、正面偏下      |
|       | 5  | B5Logo 所处主体布局 | 正面上侧、正面下侧、正面中间 |
|       | 6  | B6 主辅色比重      | 大、小            |
|       | 7  | B7 材质数量       | 少、多            |
|       | 8  | B8 色彩数量       | 少、多            |

表 5 “交互属性”解构编码及设计变量值  
Tab.5 "Interactive attributes" deconstruction  
coding and design variable values

| 分类              | 序号 | HIEs               | 变量值          |
|-----------------|----|--------------------|--------------|
| 信息<br>输入、<br>输出 | 1  | C1 控制面板所处主体位置      | 正面偏上、正面偏下    |
|                 | 2  | C2 控制面板颜色          | 与主色一致、与主色相异  |
|                 | 3  | C3 控制面板触摸肌理        | 电容式、电阻式、红外线性 |
|                 | 4  | C4 触摸屏长宽比          | 4: 3; 16: 9  |
|                 | 5  | C5 旋钮组形态           | 电源、音量        |
|                 | 6  | C6 电源键色调           | 红、黑、与主色一致    |
|                 | 7  | C7 电源键在机身的<br>位置   | 顶面右侧、顶面中间    |
|                 | 8  | C8 扬声器在机身的<br>位置   | 侧面、正面        |
| 信息<br>反馈        | 9  | C9 各指示图标色彩         | 相同、相异        |
|                 | 10 | C10 各图标系列排列布局      | 横排、竖排        |
|                 | 11 | C11 工作状态指示灯        | 红色、绿色        |
|                 | 12 | C12 触摸屏灵敏度反馈       | 快、慢          |
|                 | 13 | C13 按键反馈力度大小       | 大、小          |
|                 | 14 | C14 旋钮反馈力度大小       | 大、小          |
|                 | 15 | C15 开关机反馈音效        | 相同、相异        |
|                 | 16 | C16 各图标设计识别<br>准确度 | 难、易、一般       |

3 多维造型特征到感性设计空间的映射

选取 10 个代表性的智能机器人样本，与意象词汇相结合做调查问卷，以此分析意象词汇与造型要素间的对应关系。邀请 30 名具有设计背景的参与者(15 名男性和 15 名女性，平均年龄 26 岁)进行问卷调查，使用 4 组感性意象词对智能机器人样本进行评分，评分范围为 1 至 7 分，然后整理每个样本对应的意象词对的 SD 平均值。将每款机器人的 SD 平均值作为因变量，将变量的编码矩阵(即二进制串)作为自变量。由于本文所取样本数据量不大，因而采用偏最小二乘(PLS)的方法来建立自变量和因变量之间的关系。并利用 PLS 分析的贡献率确定 10 个主特征变量，见表 6。

多维造型特征空间和感性意象空间，在关联模型上是多个自变量(多维造型特征)和多个因变量(情感意象)的函数关系。由表 6 可知该多维 KE 模型中具备形状、颜色、材质、纹理、相关关系、信息输入、反馈信息等变量，是典型的多维变量 KE 模型。机器

表 6 每个意象词汇对对应的贡献率排前 10 的设计变量

Tab.6 Top 10 design variables for contribution rate  
corresponding to each image vocabulary

| 科技—现代 |     |       | 独特—大众 |       |  | 牢固—脆弱 |       |  | 人性—机械 |       |  |
|-------|-----|-------|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|
| 编号    | 贡献率 |       | 编号    | 贡献率   |  | 编号    | 贡献率   |  | 编号    | 贡献率   |  |
| 1     | A3  | 0.358 | A5    | 0.274 |  | A3    | 0.278 |  | A4    | 0.467 |  |
| 2     | A12 | 0.332 | A2    | 0.209 |  | A4    | 0.216 |  | C7    | 0.412 |  |
| 3     | C3  | 0.317 | A8    | 0.196 |  | A6    | 0.203 |  | C2    | 0.386 |  |
| 4     | C5  | 0.287 | A1    | 0.187 |  | A10   | 0.193 |  | C1    | 0.362 |  |
| 5     | C12 | 0.276 | C1    | 0.175 |  | A11   | 0.173 |  | C12   | 0.357 |  |
| 6     | C15 | 0.235 | C5    | 0.158 |  | A12   | 0.165 |  | C16   | 0.338 |  |
| 7     | C7  | 0.201 | B4    | 0.149 |  | B2    | 0.154 |  | C11   | 0.291 |  |
| 8     | C6  | 0.179 | C15   | 0.134 |  | B3    | 0.138 |  | C4    | 0.274 |  |
| 9     | A2  | 0.164 | C10   | 0.131 |  | A7    | 0.127 |  | C13   | 0.269 |  |
| 10    | A8  | 0.153 | C6    | 0.122 |  | C3    | 0.116 |  | C14   | 0.224 |  |

人早教机在评价因子维度上需要通过产品的材质，以及用户的交互操作设置来表现科技—现代感；在活动因子维度方面，需要注重产品造型、材质、颜色等主体特征，以及主体上信息输入输出的形态位置和信息反馈的形式，来表现独特—大众感；在潜在因子维度上有两组情感：牢固—脆弱和人性—机械，前者在于产品主体和主元件上，后者表现在产品交互属性的特征上。这一结果说明，KE 模型的稳定性很大程度上受用户对产品形态意象感知结果的影响。不同情感意象对应的产品设计要素也不同，通过本文所提 KE 模型可以甄别出影响不同情感意象的产品关键设计要素。

4 结语

1) 提出面向多维感知的 KE 模型思想，用以获取产品设计要素，并以儿童智能机器人早教机的造型设计为实验研究样本进行实例分析，对该模型的构建过程进行了详细描述。文中将用户对产品的感性意象联系到产品的造型设计要素中，建立了早教机造型的 KE 模型。

2) 以消费者为导向选择能够反映用户对早教机整体情感的词汇对，并运用主成分分析法获取主因子。由于早教机的整体造型设计涉及很多层面上因素的影响，不能仅仅从单一的情感维度分析用户对产品的感性意象，本文建立了 EPA 情感维度并做聚类分析，从而准确的获取用户对早教机产品的情感需求。

3) 在产品造型特征空间构建方面的研究中，采用 HIEs 解构的思想，通过多维度多感官的层面分析甄别出激发产品设计意象的关键 HIEs，为选定的多维情感层面上的用户意象归纳了满足产品的多维特征属性的要求，由此，可以为设计者在早教机的整体造型设计阶段提供较为理性全面的设计要素，帮助设计者把握用户对产品的心理需求，设计出用户真正喜欢的产品。

(下转第 189 页)

- nications Press, 2014.
- [11] 胡文发. 手机 widget 平台的研究与构建[D]. 北京: 北京邮电大学, 2010.  
HU Wen-fa. Research and Construction of Mobile Widget Platform[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2010.
- [12] 戴慧萍. 响应式设计对网页界面的影响[J]. 艺术教育, 2015(1): 250.  
DAI Hui-ping. The Influence of Responsive Design on Web Interface[J]. Art Education, 2015(1): 250.
- [13] 熊先青, 吴智慧. 家居产业智能制造的现状与发展趋势[J]. 林业工程学报, 2018, 3(6): 11-18.  
XIONG Xian-qing, WU Zhi-hui. Present Situation and Development Trend of Intelligent Manufacturing in Home Furnishing Industry[J]. Journal of Forestry Engineering, 2018, 3(6): 11-18.
- [14] 李慧敏, 吴智慧. 面向老年人的新媒体家具系统设计研究[J]. 家具, 2017, 38(3): 41-45.  
LI Hui-min, WU Zhi-hui. Design and Research of New Media Furniture System for the Elderly[J]. Furniture, 2017, 38(3): 41-45.
- [15] 郭伟娟, 熊先青, 唐远明. 基于 2020 软件的大规模定制衣柜信息交互技术[J]. 林业工程学报, 2018, 3(2): 153-158.  
GUO Wei-juan, XIONG Xian-qing, TANG Yuan-ming. Study on Large Quantity of Information Interactive Technology for Customized Wardrobe Production Based on 2020 Software[J]. Journal of Forestry Engineering, 2018, 3(2): 153-158.
- [16] 方晓阳, 徐伟. 二十一世纪初中国家具设计理论研究概况[J]. 家具与室内装饰, 2018(8): 18-20.  
FANG Xiao-yang, XU Wei. A Survey of the Theoretical Research on Chinese Furniture Design in the Early 21st Century[J]. Furniture and Interior Decoration, 2018(8): 18-20.
- [17] 王小凡, 关惠元. 基于微信平台的沙发企业品牌推广探究[J]. 家具, 2017, 38(3): 93-96.  
WANG Xiao-fan, GUAN Hui-yuan. Research on Sofa Enterprise Brand Promotion Based on Wechat Platform[J]. Furniture, 2017, 38(3): 93-96.

(上接第 168 页)

4) 根据用户意象所得到的设计要素对产品的造型设计具有一定的可行性和应用性, 因而本文的研究方法和理论分析可供其他相关产品造型设计作参考和借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 蔡瑞虹, 程建新, 周志勇. 云石机意象造型认知与感性设计研究[J]. 机械设计, 2018, 35(1): 121-124.  
CAI Rui-hong, CHENG Jian-xin, ZHOU Zhi-yong. Research on Imagery Cognition and Sensibility Design of Marble Machine[J]. Machine Design, 2018, 35(1): 121-124.
- [2] 汪群, 许世虎, 陈奕安. 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.  
WANG Qun, XU Shi-hu, CHEN Yi-an. Model Design of Whiskey Bottle Based on Perceptual Engineering[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 256-260.
- [3] 王莹, 陈雁. 冬季女外套款式感性研究和应用[J]. 纺织学报, 2007, 28(11): 97-100.  
WANG Ying, CHEN Yan. Sensual Research and Application of Winter Women's Jacket Styles[J]. Journal of Textiles, 2007, 28(11): 97-100.
- [4] 毕翼飞, 王年文, 朱亦吴. 基于感性工学的老年陪护机器人造型设计[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 160-165.  
BI Yi-fei, WANG Nian-wen, ZHU Yi-wu. Model Design of Elderly Escort Robot Based on Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 160-165.
- [5] 张春强, 吉晓民. 符合时代特征的机械设备色彩情感化设计研究[J]. 机械设计, 2018, 35(3): 124-128.  
ZHANG Chun-qiang, JI Xiao-min. Research on the Color Emotional Design of Mechanical Equipment Conforming to the Characteristics of the Times[J]. Machine Design, 2018, 35(3): 124-128.
- [6] SCHUTTE S T W, EKLUND J, AXELSSON J R C. Concepts, Methods and Tools in Kansei Engineering[J]. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 2004, 5(3): 214-231.
- [7] 林丽, 薛澄岐, 王海燕. 优化 KE 模型的产品形态解构方法[J]. 东南大学学报, 2010, 40(6): 1353-1357.  
LIN Li, XUE Cheng-qi, WANG Hai-yan. Deconstruction Method of Product Shape for Optimizing KE Model[J]. Journal of Southeast University, 2010, 40(6): 1353-1357.
- [8] 刘玲玲, 薛澄岐. 面向多维 KE 模型构建的产品特征解构方法[J]. 工程设计学报, 2014, 21(4): 323-328.  
LIU Ling-ling, XUE Cheng-qi. Deconstruction of Product Features for Multidimensional KE Model Construction[J]. Journal of Engineering Design, 2014, 21(4): 323-328.
- [9] LIN Y C, LAI H H, YEH C H. Consumer-oriented Product Form Design Based on Fuzzy Logic: a Case Study of Mobile Phones[J]. Ergon, 2007, 37(6): 531-543.
- [10] LIN C. A Vision-oriented Approach for Innovative Product Design[J]. Advanced Engineering Informatics Human-centered Product Design and Development, 2009, 23(2): 191-200.
- [11] HUANG H. Factors Influencing the Usability of Icons in the LCD Touch Screen[J]. Displays, 2008, 29(4): 339-344.
- [12] SEVA R R, DUH H B L, HELANDER M G. The Marketing Implications of Affective Product Design[J]. Ergon, 2007, 38(6): 723-731.