

基于造型美学的牙科椅意象造型设计

陈艳艳, 董继先, 郭西雅
(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: **目的** 提升牙科椅的情感价值, 满足患者以及医护人员的感性诉求, 提出基于造型美学的牙科椅意象造型设计方法。**方法** 通过李克特量表对具有代表性的感性意象词汇对进行量化处理, 采用形态分析法提取牙科椅的造型设计要素, 并将提取的造型设计要素分解为造型设计类目, 结合 SPSS 软件, 运用多元线性回归方法建立感性语义与造型设计类目的关联; 分析整理得出造型设计类目得分, 得分值的大小体现了造型设计要素对感性语义的贡献程度; 在此基础上, 运用造型美学设计的加法和减法对感性语义贡献最大的设计要素类目进一步分析研究, 得出满足用户感性需求的牙科椅造型设计关键点。**结论** 这些优化点有助于牙科椅造型的精准化设计, 也为后续牙科椅造型设计系统的建立提供理论依据。

关键词: 牙科椅; 感性意象; 造型要素; 造型美学设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)06-0181-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.06.035

Image Modeling Design of Dental Chair Based on Plastic Aesthetics

CHEN Yan-yan, DONG Ji-xian, GUO Xi-ya
(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: In order to improve the emotional value of dental chair, satisfying the emotional demands of patients and medical staff, a design method of dental chair image modeling based on modeling aesthetics is proposed. The Likert scale is used to the quantitative design of the perceptual image vocabulary pair, the morphological analysis method is used to extract the design elements of the dental chair, and the extracted modeling design elements are decomposed into modeling design categories, combined with SPSS software, the multiple linear regression method is used to establish the relation of the perceptual semantics and the design elements. By analyzing and sorting out the score of the styling design category, the size of score value reflects the contribution of modeling design elements to perceptual semantics. On this basis, the addition and subtraction of the modeling aesthetic design is applied to the design elements of the greatest contribution in emotional semantics to further analysis and study, the key point of shape design of dental chair is given to meet the user's emotional needs. These optimization points are helpful to the precise design of dental chair modeling. It also provides a theoretical basis for the establishment of the follow-up dental chair modeling design system.

KEY WORDS: dental chair; perceptual image; modeling elements; modeling aesthetic design

牙科椅的种类繁多、功能齐全, 无论是国内的西北医疗、佛山中创、安乐、上海品润等医疗器械公司, 还是国外的德国 KAVO、西诺德等品牌公司, 牙科综合治疗机中的牙科椅从最初的功能型向美观化、人性化发展, 不断满足使用者的精神需求。研究牙科椅中的内隐性知识, 深入挖掘用户的使用痛点和情感需

求, 将会对牙科椅的设计起到至关重要的作用。内隐性知识是人类所拥有却无法轻易描述的技能、判断和直觉, 如洞察力、灵感、视觉感受、经验等, 这类知识带有主观性、随意性和模糊性, 将其概念化地表示出来是知识建模的难点和关键^[1]。如何抓住医生和口腔患者在使用过程中的内隐性知识, 并将这些内隐性

收稿日期: 2018-01-09

作者简介: 陈艳艳 (1991—), 女, 陕西人, 陕西科技大学硕士, 主攻感性工学与产品造型设计。

通信作者: 董继先 (1957—), 男, 陕西人, 陕西科技大学教授、博士生导师, 主要研究方向为机械设计与制造以及机电一体化。

知识量化或半量化的传递出来,进而转化为设计元素,是牙科椅造型设计中的一大难点。

1 牙科椅造型设计研究现状

在牙科椅造型设计过程中,虽然会受到牙科椅功能与结构的限制,具有一定的局限性,但是也需要设计者站在精神的高度层次上审视产品,避免设计在外观上会出现一种视觉冲突,即口腔患者在使用过程中产生一种排斥的心理。目前,有多位学者对牙科椅做了相关研究,许世虎等^[2]从用户的生活习性、产品偏好、消费心理以及生活状态等方面进行问卷调查,把用户的需求分为显性需求和潜在需求,力求赋予牙科检查椅更多的“情感”,着重用户的第一感,对牙科检查椅进行造型上的优化改良。高晋等^[3]主要分析了牙科椅设计的“以人为本”,为后续牙科椅设计提供理论依据。王殊轶等^[4]对牙科椅的倾仰角度变化、人体肌电影响、背部压力分布等之间的关系进行研究,为病人的舒适性和牙科医生手术过程中的手术需要之间的协调性提供参考依据。牙科椅的舒适度被研究得较多,且都是关于人机工程学方面的研究,而对于牙科椅整体造型设计及其在感性工学方面的研究少之又少。本文针对普通牙科椅(牙科椅面三折式除外),挖掘口腔患者与牙科医生在使用牙科椅过程中的内隐性知识,运用产品意象造型设计和造型美学设计方法进行分析研究。

2 造型美学和产品意象造型设计

2.1 造型美学中的加法和减法设计

造型的加法与减法设计是基于产品审美规律的提取与应用^[5]。造型的加法设计用于表现两个或多个子单元之间的并列关系,或者过渡关系,如果能很好处理这两者的关系,将会使整体造型看起来和谐统一,一般有4种形式:(1)堆叠,即将两个子单元直接并列放置,中间不需要过渡设计,这样的造型形式适合功能性较明确、体积较大的机械产品;(2)过渡,在进行造型设计的过程中,可以加入第三个形态,即在其他两个子单元之间起到过渡作用,也可以采用边缘倒角的方法实现单元之间的连接;(3)包裹,即用一个面包裹所有子单元形体,这样的形式就会使整体的造型不会看起来杂乱无章,使形体与面达到完美的衔接,具有整体性、归一性;(4)融合,将一个或多个子单元融入整体的造型方法,但不会影响独立单元的功能,可以采用嵌入法,也可以在形体处理的过程中,采用渐消面使整体造型的重心发生偏移,达到整体与局部的和谐统一^[6]。

造型的减法设计一般用于表现形体的简约性、统一性,使两个子单元之间的衔接更为紧凑,更加完整,

一般会采用下面的4种方法:(1)挤压,一般用于不是中规中矩的产品,可以将形体的局部或者边缘进行挤压,可以挤压出关键点,进行功能区域的引导性设计^[7];(2)切割,一般用于子单元形体的设计,例如可以在切割的表面设置一种特殊的功能区域;(3)拉伸,可以将子单元形体进行局部拉伸,使形体产生形变,具有一定的独特性及方向感;(4)折叠,既可以达到表现产品强烈的对比关系及明暗关系,又可以表现产品的雕塑感、硬朗感,一般适用于平面元素的立体化处理^[8]。

2.2 产品意象造型设计

产品意象造型设计是基于人认知视知觉原则,以造型因素为对象,将非理性的感性意象信息加以量化发展概念设计的方法。在研究的过程中,可以剔除产品色彩的影响,进行去色处理,将会提高对造型意象的认知研究。在产品意象造型设计中,常采用形态分析法,该方法先将产品形态分解为若干独立的设计项目,再将各独立的设计项目分解为若干设计要素^[9]。

3 研究过程

3.1 牙科椅代表性样本的收集与选取

通过和牙科诊所的医护人员交流,以及口腔产品介绍手册、品牌官方网站等途径进行样本搜集,初步得到110个牙科椅样本,其中包括西北医疗、佛山中创、安乐、西诺德、卡瓦等品牌的产品。经过多元尺度分析和聚类分析,最终选取代表性样本30个。对样本进行去色处理,仅用不同的灰度表示牙科椅的配色差异,避免了色彩因素对牙科椅造型感性意象的影响。牙科椅典型样本的选取见图1。

3.2 牙科椅感性意象词汇的收集与选取

通过口腔产品宣传册、口腔诊所的专业人员以及牙科椅研究的相关论文,运用头脑风暴法、口语分析法,尽可能多地收集牙科椅感性意象词汇。首先对初步获得的感性意象词汇整合分析,将意思相似的词语聚类分析最后得到13对描述造型风格的形容词。其次,进行问卷调查和统计分析。通过“问卷星”创建调查问卷,问卷调查邀请多人参加,包括工业设计专业的学生及老师、牙科医生、牙科椅设计专业人员,通过牙科椅图片认知对感性评价形容词打分。打分使用5分量表,分值设置为“-2, -1, 0, 1, 2”,分别代表“很不注重、不注重、一般、注重、很注重”。回收获得119份有效的调查问卷,并对所得数据进行统计分析,感性词汇问卷调查结果见表1。最终选取的典型感性意象词汇为复杂—简约、冷漠—亲和、笨重—轻巧、杂乱—和谐。

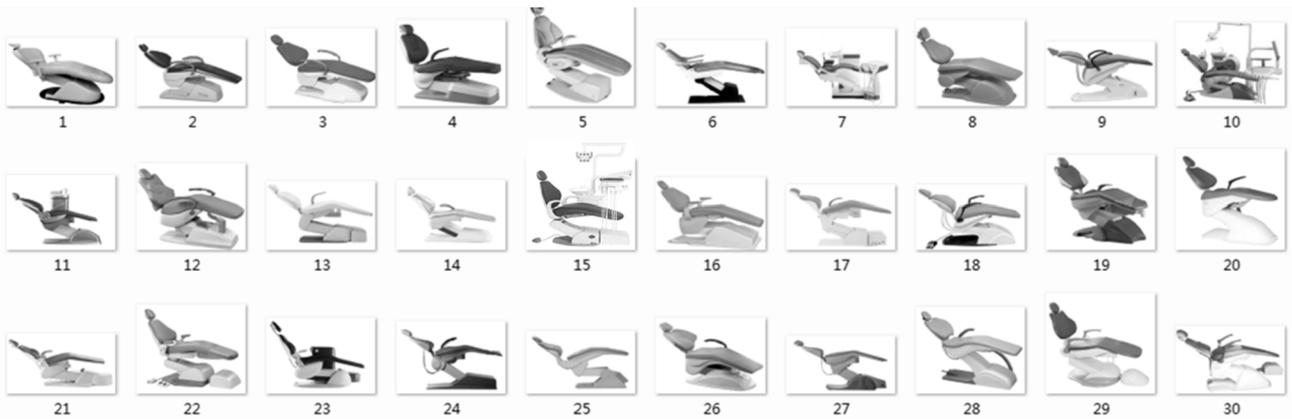


图 1 典型牙科椅样本
Fig.1 Typical machine samples

表 1 感性词汇问卷调查结果
Tab.1 Perceptual vocabulary survey results

感性词汇	评分统计					均值
	很不注重	不注重	一般	注重	很注重	
科技—机械	6.72%	15.97%	39.5%	21.01%	16.81%	0.25
时尚—呆板	5.88%	19.33%	41.18%	27.73%	5.88%	0.08
轻巧—笨重	4.2%	12.61%	35.29%	33.61%	14.29%	0.41
和谐—杂乱	6.72%	15.13%	27.73%	28.57%	21.85%	0.44
严谨—随意	8.4%	15.13%	29.41%	28.57%	18.49%	0.34
个性—大众	5.88%	21.01%	40.34%	24.37%	8.4%	0.08
女性—男性	6.72%	23.53%	42.02%	22.69%	5.04%	-0.04
张扬—低调	4.2%	15.13%	43.7%	27.73%	9.24%	0.23
简约—复杂	3.36%	8.4%	31.09%	36.97%	20.17%	0.62
创新—普通	5.04%	15.13%	30.25%	31.93%	17.65%	0.42
亲和—冷漠	5.88%	10.92%	30.25%	31.93%	21.01%	0.51
清新—沉闷	5.88%	13.45%	27.73%	36.97%	15.97%	0.44
平滑—方正	5.04%	15.97%	34.45%	34.45%	10.08%	0.29

3.3 牙科椅造型要素分析

利用形态分析法对牙科椅造型要素进行分析,先将牙科椅形态分解为若干独立的设计项目,再将各个独立的设计项目分解为若干设计类目。由于牙科椅需要完成上升、下降、俯、仰体位和复位等动作,结构复杂缜密,进而约束了牙科椅的造型要素,因此需要全方位的考虑牙科椅的造型因素,并先将其视为重要设计要素。牙科椅的形态可以分解为头枕、靠背、扶手、底板、座下壳、支架壳、底板壳等 7 个造型设计项目,并对其进行编号,分别用 T, K, F, Z, D, B, X 表示 7 个造型设计项目。牙科椅的头枕可以分为平展直、平展弧、内凹 3 种类型,即用 T₁, T₂, T₃ 表示,牙科椅的其它造型设计项目也可以分为多个造型设计类目,结果见表 2。

3.4 建立牙科椅造型要素与感性意象间的关联

3.4.1 建立感性评价矩阵

使用 E-Prime, 结合李克特量表,对选取的 30 张具有代表性的牙科椅造型图片进行问卷调查的设计,调查问卷具体设计见表 3。问卷由 3 个要素组成,即样本图片、感性意象词汇对和受试者。采用李克特 7 级测量方法,通过量尺中的数字 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 可以对每个代表性感性形容词对进行打分。以感性意象词汇对“复杂—简约”为例,“1”代表“样本非常复杂”,“2”代表“样本较复杂”,“3”代表“样本有点复杂”,“4”代表“样本介于复杂—简约中间”,“5”代表“样本有点简约”,“6”代表“样本较简约”,“7”代表“样本非常简约”。

表2 牙科椅设计要素类目
Tab.2 Design factors category of dental chair

造型项目	分类	图示	造型项目	分类	图示
头枕 (T)	平展弧 (T ₁)		支架壳 (Z)	弧 (Z ₁)	
	平展直 (T ₂)			方正 (Z ₂)	
	内凹 (T ₃)			方扁 (Z ₃)	
靠背 (K)	平展直 (K ₁)		底板 (D)	平直 (D ₁)	
	平展蝴蝶 (K ₂)			圆弧 (D ₂)	
	内凹蝴蝶 (K ₃)		底板壳 (B)	有细节 (B ₁)	
	内凹圆弧 (K ₄)			无细节 (B ₂)	
扶手 (F)	没有 (F ₁)		座下壳 (X)	圆形 (X ₁)	
	弧 (F ₂)			三角 (X ₂)	
	直 (F ₃)			圆弧 (X ₃)	
				梯 (X ₄)	

表3 牙科椅样本的 Likert7 级量表调查问卷设计
Tab.3 Questionnaire design of dental chair sample Likert7 scale

样本图片	感性意向 形容词对	量尺
	复杂—简约	1 2 3 4 5 6 7
	冷漠—亲和	1 2 3 4 5 6 7
	杂乱—和谐	1 2 3 4 5 6 7
	笨重—轻巧	1 2 3 4 5 6 7

选择 50 位受试者进行测试, 考虑到牙科椅不属于大众化产品, 因此需选择一些专业人员进行打分, 受试者分别为工业设计研究生 15 名、牙科医护人员 30 名以及西诺医疗牙科椅设计人员 5 名。50 位受试者分别对每个牙科椅造型图片按照感性意象形容词对进行打分, 得到每个样本图片在某感性意象词汇上的感性评价值, 最后采用 SPSS 软件对数据进行平均值处理。在造型要素反映值分析过程中, 需将 30 个牙科椅样本的造型要素量化, 转化为 1 和 0 表示的定量数据。当第 s 样本中第 a 项目的定性数据为第 c 类目时, $ds=1$; 否则 $ds=0$, 其中: a 为项目, c 为类目,

$ds(a,c)$ 称为第 a 项目的第 c 类目在第 k 样本的反应^[10]。

3.4.2 牙科椅造型要素与感性意象关系的分析

利用数量化理论 I 类对牙科椅造型要素与感性意象之间的关系进行分析研究。数量化理论 I 类就是研究一组定性变量 x (自变量)与一组定量变量 y (因变量)之间的关系, 通过多元线性回归方法, 进一步了解变量间所呈现的对应关系^[11]。即以感性意象平均值为因变量, 30 个牙科椅样本造型要素反映值为自变量, 运用 SPSS22.0 软件, 通过多元线性回归处理两者之间的关系。在做回归分析的过程中, 得出的“容忍度”值大于 0.01,“方差膨胀系数”(VIF)大于 10, 且 DW 检验值为 1.924 即接近于 2, 则可预测自变量间不存在共线性问题。显著性检验的 P 值为 0.034, 小于 0.05 显著水平, 则表示本研究数据整体解释变异量达到显著水平。最终整理得出所需要的各感性意象词汇对应下的造型设计类目得分表, 结果见表 4。

表4 造型设计类目与感性意象词汇之间的关联分析结果
Tab.4 The correlation analysis between the category of design and Kansei imagery

设计要素	造型设计类目	类目得分			
		复杂— 简约	冷漠— 亲和	杂乱— 和谐	笨重— 轻巧
头枕 (T)	平展弧 (T ₁)	0.080	0.073	-0.395	0.487
	平展直 (T ₂)	-0.426	-0.221	-0.501	0.465
	内凹 (T ₃)	-0.106	-0.324	0.324	0.430
靠背 (K)	平展直 (K ₁)	-0.304	-0.475	-0.024	0.021
	平展蝴蝶 (K ₂)	已排除	已排除	已排除	已排除
	内凹蝴蝶 (K ₃)	-0.430	-0.113	0.302	-0.038
	内凹圆弧 (K ₄)	0.012	0.236	-0.141	-0.128
扶手 (F)	没有 (F ₁)	已排除	已排除	已排除	已排除
	弧 (F ₂)	-0.094	0.142	0.270	0.332
	直 (F ₃)	0.145	-0.027	0.130	-0.164
支架壳 (Z)	弧 (Z ₁)	-0.143	0.625	0.045	0.022
	方正 (Z ₂)	-0.160	0.356	0.041	-0.031
	方扁 (Z ₃)	0.110	0.561	-0.135	0.166
底板 (D)	平直 (D ₁)	0.380	-0.250	-0.295	0.020
	圆弧 (D ₂)	0.294	-0.163	0.471	-0.030
底板壳 (B)	有细节 (B ₁)	已排除	已排除	已排除	已排除
	无细节 (B ₂)	0.401	0.619	0.059	-0.063
座下壳 (X)	圆形 (X ₁)	-0.085	0.064	0.191	-0.084
	三角 (X ₂)	已排除	已排除	已排除	已排除
	圆弧 (X ₃)	0.310	0.154	0.232	0.021
	梯形 (X ₄)	0.358	0.081	-0.053	-0.349

3.5 牙科椅意象造型研究结果分析

类目得分的高低即是这个设计要素对感性意象词汇贡献度的大小、影响程度及方向, 类目得分有正

有负，正值代表对感性意象词汇有正向作用，负值则代表对感性意象词汇有负向作用^[12]。

将牙科椅头枕造型 T_1 中每个造型类目的效用值由大到小的排列为：平展弧 > 内凹 > 平展直，说明平展弧偏向简约的程度就比平展直偏向简约的程度大。同理，靠背为内凹圆弧、扶手为平直形、支架壳为方扁形、底板为平直形、座下壳为圆弧对感性意象词汇“简约”的贡献则比其它造型设计类目对“简约”的贡献大。在亲和感中，头枕为平展弧、靠背为内凹圆弧、扶手为弧形、底板和坐下壳为圆弧，则其对亲和感的贡献就比其它造型设计类目的贡献大，这也验证了市场上的牙科椅多采用大量的圆弧，来减少牙科椅对口腔医护人员在使用过程所产生的冷漠感。同样，和谐感和轻巧感所对应的造型设计类目亦可合理有效地指导牙科椅造型创新设计，从而满足用户对牙科椅的感性需求。

3.6 基于造型美学的创新设计优化点

运用造型美学设计中的加法和减法，结合上一步对牙科椅重要造型设计类目的分析，以“简约性”为主，得出牙科椅造型设计的优化点。

1) 平展弧的头枕、内凹圆弧的靠背，含有此设计要素的牙科椅更偏向于简约型。采用造型美学加法设计中的“过渡”形式，在平展弧的头枕和内凹圆弧的靠背之间加入金属双关节装置，即双关节式头枕，就可快速自动调节，适应治疗情况的变化，同时适合患者的各种体位。也可在头枕和靠背之间加入电动装置，就可轻缓地移动患者的头部，毫不费力地实现所需的治疗定位。此设计满足了牙科椅功能与形式的统一，也满足了使用者的人性化需求。在靠背的背面，可以采用“折叠”和“切割”的减法设计，将二维平面打破，让其有一种凹凸感。靠背表面可以设计符合人机工学的凹槽曲线，采用特制的散热材料饰面，可以防止热量在座垫与靠背部位累积。

2) 在内凹圆弧靠背的两侧与平直形的两个扶手中间，采用“过渡”的加法设计，可以采用舒适无缝的装饰，如可以为毛绒或者皮质材质，使患者的双臂可以安全舒适的放置，进而可以轻松的接受治疗。

3) 在方扁形的支架壳和圆形的座下壳中间，也采用造型美学加法设计中的“过渡”与“融合”形式，在两者中间嵌入连杆，使牙科椅椅面可以降低一定的高度，便于儿童和老年患者使用。座下壳表面可以采用“拉伸”的减法设计，对其侧面进行局部拉伸，可以设置局部的操控区域，也便于患者自己调节到牙科椅舒适的角度。这样既保证了牙科椅的外观造型具有统一与变化的美感，又满足了牙科椅需要完成上升、下降、俯、仰体位和复位等动作的功能需求。

4) 为了减少牙科椅的占地空间，增加医生的治

疗位空间，在圆形的座下壳，方扁形的支架壳以及底板壳之间结合“包裹”和“堆叠”的加法设计，座下壳被包含在支架壳里并堆叠在底板壳上，三者垂直设计，在不影响功能需求的前提下，达到牙科椅设计中统一与均衡的美学规律。三者之间比例和尺度也限制了牙科椅的整体造型风格。

4 结语

美观的牙科椅造型设计有赖于美学规律的合理运用，而造型美学中的加法和减法设计可帮助设计师更容易地理解和掌握设计的实施步骤。这里将造型美学设计方法引入到牙科椅的意象造型设计中。首先通过对牙科椅的造型设计要素与感性意象词汇进行分析，得出对感性意象词汇贡献较大的牙科椅造型设计类目，接着利用造型美学设计规律对重要造型设计类目进一步研究分析，得出牙科椅造型设计优化点，为牙科椅的感性及创新设计以及医疗产品感性设计提供了一种新思路，也为后续牙科椅造型设计系统的建立提供理论依据。

参考文献：

- [1] 罗仕鉴, 朱上上, 孙守迁. 产品造型设计中的用户知识与设计知识研究[J]. 中国机械工程, 2004, 15(8): 709—712.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang, SUN Shou-qian. Case Study on User Knowledge and Design Knowledge in Product Form Design[J]. China Machinery Engineering, 2004, 15(8): 709—712.
- [2] 许世虎. 用户潜在需求下的牙科检查椅优化设计[J]. 包装工程, 2016, 37(8): 101—104.
XU Shi-hu. Optimized Design of Dental Chair under the Potential Demand of uses[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(8): 101—104.
- [3] 高晋. 浅谈牙科椅设计中的“以人为本”[J]. 企业技术开发, 2010, 29(20): 194—195.
GAO Jin. Talking about "Human Centered" in the Design of Dental Chairs[J]. Technological Development of Enterprise, 2010, 29(20): 194—195.
- [4] 王殊轶, 于成龙, 杨鹏. 牙科坐椅倾仰角度调节对病人舒适性影响的综合研究[J]. 工业工程与管理, 2014, 19(5): 99—103.
WANG Shu-yi, YU Cheng-long, YANG Peng. Comprehensive Study on the Influence of Tilt Angle Adjustment of Dental Chair on Patient Comfort[J]. Worker Industrial Engineering and Management, 2014, 19(5): 99—103.
- [5] 顾炎辉. 基于造型美学的清淤车外观设计方法研究[J]. 机械设计, 2013, 30(7): 121—123.
GU Yan-hui. Study on the Design Method of Dredging Vehicle Based on Modeling Aesthetics[J]. Journal of

- Machine Design, 2013, 30(7): 121—123.
- [6] 海燕, 周小儒, 袁金龙. 汽车前脸造型的仿生设计[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 112—116.
HAI Yan, ZHOU Xiao-ru, YUAN Jin-long. Bionic Design of Automobile Front Face[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 112—116.
- [7] 朱毅, 赵江洪. 造型的美学属性及其多向性研究[J]. 包装工程, 2014, 35(18): 25—29.
ZHU Yi, ZHAO Jiang-hong. The Aesthetic Properties and Pleiotropy of Automobile-modeling Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(18): 25—29.
- [8] 徐晓龙. 基于病房医疗产品造型的严肃性与亲和性研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2014.
XU Xiao-long. Research on Seriousness and Affinity Based on Ward Medical Product Modeling[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2014.
- [9] 李永峰, 朱丽萍. 粗糙集理论在产品意象造型设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2010, 31(18): 28—45.
LI Yong-feng, ZHU Li-ping. Research on the Application of Rough Set Theory in the Form Design of Product Image [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(18): 28—45.
- [10] 刘征宏, 谢庆生, 李少波. 基于潜在语义分析和感性工学的用户需求匹配[J]. 浙江大学学报, 2016, 50(2): 224—233.
LIU Zheng-hong, XIE Qing-sheng, LI Shao-bo. User Needs Matching Based on Latent Semantic Analysis and Kansei Engineering[J]. Zhejiang University Journal, 2016, 50(2): 224—233.
- [11] 苏建宁, 王鹏, 张书涛. 产品意象造型设计关键技术研究进展[J]. 机械设计, 2013, 30(1): 97—100.
SU Jian-ning, WANG Peng, ZHANG Shu-tao. Progress In Research on the Key Technology of Product Image Design[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30 (1): 97—100.
- [12] 胡志刚, 魏雪婷, 乔现玲. 基于统计学方法的数控机床感性意象研究[J]. 现代制造工程, 2014(8): 26—31.
HU Zhi-gang, WEI Xue-ting, QIAO Xian-ling. Research of CNC Machine Tools Kansei Based on Statistical Methods[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2014(8): 26—31.