

基于感性工学的老年陪护机器人造型设计

毕翼飞¹, 王年文², 朱亦吴²

(1.河北科技师范学院, 秦皇岛 066000; 2.燕山大学, 秦皇岛 066000)

摘要: **目的** 以感性工学相关理论为支撑, 研究老年陪护机器人的造型设计。**方法** 通过语义差异法分析市场现有产品, 结合 Likert 心理量表构筑产品感性意象评价体系。根据意象尺度法, 从造型、色彩、材质 3 个因素绘制意象尺度图, 再通过层次分析法进行推论。通过意象尺度图将现有产品风格约束下的老年人用户群体的感性意象转化为设计要素, 应用于老年陪护机器人的造型设计。**结论** 感性工学可以有效应用于情感陪护类产品的造型设计。

关键词: 感性工学; 家庭服务机器人; 语义差异法; 意象尺度法; 老年陪护

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)02-0160-06

Form Design of Accompany Robot for the Elderly Based on Kansei Engineering

BI Yi-fei¹, WANG Nian-wen², ZHU Yi-wu²

(1.Hebei Normal University of Science and Technology, Qinhuangdao 066000, China;

2.Yanshan University, Qinhuangdao 066000, China)

ABSTRACT: Based on the related theory of Kansei Engineering, it researches the modeling design of accompany robot for the elderly. The existing market products are analyzed by semantic differential method, combined with the Likert psychological scale constructs Kansei image evaluation system of products. According to the image scaling, drawing image scale from three factors: modeling, color and material, and then the analytic hierarchy process is used to make inferences. Through the image scale map, the perceptual image of the old user group under the restriction of the existing product style is transformed into the design factor, and applied to the modeling design of the elderly accompany robot. The results show that the Kansei engineering can be effectively applied to the modeling design of emotional accompany products.

KEY WORDS: Kansei engineering; home service robot; semantic differential method; image scale method; elderly accompany

随着人口老龄化现象加重, 老年人这一特殊群体在子女经常不在身边的时候, 容易出现情感缺失和生活难以自理等问题^[1]。为了解决该类问题, 老年陪护机器人作为一种以服务老年群体的商品出现在消费市场中^[2]。该产品填补老年人的情感缺失, 满足老年人的情感倾向。在对产品感性意象的研究中, 苏建宁等^[3]认为情感化设计已经成为产品设计必须考虑的因素, 产品的造型设计如何从“形式追随功能”转变

成“形式追随情感”是极为重要的。所以老年陪护机器人的造型设计应该从用户的情感需求出发。

1 产品感性意象的研究

1.1 理论指导

目前在产品的消费市场上, 由于技术的限制, 不少产品在功能上大同小异, 同类产品相互比较, 很难

收稿日期: 2017-11-06

基金项目: 2017 年度河北省社会科学基金项目 (HB17YS024)

作者简介: 毕翼飞 (1980—), 女, 河北人, 硕士, 河北科技师范学院讲师, 主要从事产品策划、服务设计和设计评价的研究。

通讯作者: 王年文 (1979—), 男, 湖南人, 硕士, 燕山大学副教授, 主要从事康复医疗产品创新设计与评价。

有新的突破口。在这种情况下,满足消费者情感需求的造型设计成为了吸引消费者购买的决定性因素。为了应对竞争高度激烈的市场,工业设计师在产品设计中越来越注重对产品感性意象的研究,将用户的情感倾向体现在产品的造型、材质、色彩上,提升产品的附加价值^[4]。

产品的感性意象通过产品的造型、色彩、材质等因素,以及外在文化环境对其所赋予的内在含义,形成沟通性的语言^[5]。造型、色彩、材质 3 个因素作为用户情感的主要载体,是产品感性意象研究的重要构成部分。

在现阶段,研究产品感性意象的主流理论是感性工学,是一种在具体的设计过程中将用户模糊的感性需求通过定量、半定量的方式转换为确切的设计需求的设计理论^[6]。

所以为了提高设计效率,节省产品开发成本,老年陪护机器人造型设计的感性意象研究应该以感性工学作为理论指导,从造型、色彩、材质 3 个因素进行展开。

1.2 设计流程

近些年来,伴随着理论体系不断完善与发展,感性工学也越来越多地参与产品的设计,其中引用较多的,并且具有一定实践性和代表性的是语义差异法、意向尺度法和层次分析法。

合理运用这些方法,围绕造型、色彩、材质,可以节省产品开发成本,提升产品开发效率。所以在老年陪护机器人的造型设计研究中,语义差异法、意向尺度法和层次分析法可以在设计流程中作为理论支撑,见图 1。

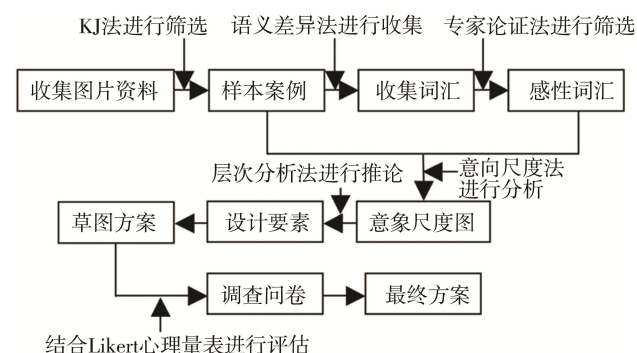


图 1 造型设计流程

Fig.1 Modeling design process

具体流程如下:

1) 通过网络、医院、养老机构等渠道收集市场中大量主流品牌的老年陪护机器人样本图片,运用 KJ 法分类,进行比较分析,得出调查问卷的产品样本。

2) 根据语义差异法,收集受测者描述样本案例的形容词,整理并将其组成感性意象词汇对(比如“自然

感—科技感”),再对收集的感性意象词汇对进行筛选。

3) 结合意象尺度法,建立语义差分调查问卷,对样本案例进行评估。调查问卷以 Likert 心理量表作为评估标准,受测目标包含样本案例和感性意象词汇对,最后绘制意象尺度图并进行分析。

4) 通过层次分析法进行推论,总结出具体设计要素。根据设计要素,画出 6 款草图方案,以调查问卷的方式进行再次评估,筛选出最终方案,并对最终方案进行验证。

2 老年陪护机器人设计的感性意象研究

2.1 老年陪护机器人的设计需求

老年陪护机器人本质上是一种针对老年人这种特殊用户群体的家庭服务机器人,所以运用语义差异法指导老年陪护机器人造型设计中感性意象的研究,首先要从家庭服务机器人的样本案例的收集开始。通过网络、新闻报道、杂志期刊等途径搜集大量的家庭服务机器人图片,为了减少对受测者的影响,收集到的图片必须是市场上主流产品的实际案例,并且能够准确表达出该产品的整体造型与部分结构^[7]。基于该要求,共收集了 300 张家庭服务机器人的图片,运用 KJ 法进行评估分析,去掉表现模糊以及立意不清的图片,将造型相似的图片进行编号并集中,分组进行预览并找出具有代表性的样本案例,得出 10 款家庭服务机器人样本案例,见图 2。

2.2 感性意象词汇收集与筛选

通过语义差异法指导老年陪护机器人造型设计,即收集大量的感性意象词汇,并整理具有相反含义的词汇对。该步骤是整个老年陪护机器人造型感性意象研究中的重点。首先,以筛选的 10 款家庭服务机器人样本案例为测试目标,寻找 30 位老年人用户作为受测者进行测试,受测者应该满足两个条件:(1) 年龄位在 60~80 岁之间;(2) 对家庭服务机器人具有一定的了解,最好使用或者接触过家庭服务机器人以及相关产品。每位受测者需要从造型、色彩以及材质 3 个方面,结合 10 款样本案例进行感性意象词汇总结,每个方面总结感性意象词汇不少于 20 个。

邀请 3~5 名专家对受测者反映的感性意象词汇分类,首先将表达模糊不清、意思相近、用法偏僻的感性意象词汇剔除,从造型、色彩以及材质 3 个因素出发,由低层次到高层次提炼出具有代表性的感性意象词汇,最后将提炼筛选过的词汇按照相反对立的含义组成 60 个感性意象词汇对。使用 60 对感性意象词汇对受测者进行二次测试,根据受测者的意见每个因素筛选出 2 对,分别用 x 和 y 进行标注(x 和 y 分别代表样本案例在相对应的意向尺度图中的横纵坐标),最终得到 6 对感性意象词汇对,见表 1。



图 2 样本案例
Fig.2 Sample case

表 1 感性意象词汇对
Tab.1 Kansei image vocabulary pair

类别	标注	感性意象词汇对
造型	x_1	自然感—科技感
	y_1	流线型—曲线型
色彩	x_2	搭配单一—搭配多样
	y_2	彩色色调—灰度色调
材质	x_3	粗糙感—光滑感
	y_3	厚重感—轻巧感

2.3 基于语义差异的问卷调查

基于筛选出来的样本案例和感性意象词汇对进行问卷调查。该调查问卷本质上是对 30 位老年受测者的二次测试，发放 30 份（每份调查问卷包含 10 个样本案例），有效问卷 30 份。在调查问卷中，结合以语义差异法为基础的意象尺度法^[5]，建立 Likert 7 级

量表，收集对上述 10 款家庭服务机器人样本案例的评价结果。将样本案例的感性意象等级化、标准化，由-3 分~3 分划分为 7 个等级对其进行评价^[8]。其中，以感性意象词汇对中材质方面的“粗糙感—光滑感”为例，-3 分代表极为粗糙，-2 分代表较为粗糙，-1 分代表粗糙，0 分代表着中性感觉，1 分代表光滑，2 分代表较为光滑，3 分代表极为光滑。这 7 个等级的划分反映了受测者对样本案例的感性认知的心理变化量，为老年陪护机器人的感性意象研究提供可靠的数据支撑。

2.4 意象尺度图的绘制与分析

根据调查问卷所反馈的结果，对 10 个样本案例的得分评价进行统计，算出每个样本案例中每对感性意象词汇的平均得分值，见表 2。从造型、色彩以及材质 3 个因素结合 Likert 7 级量表绘制 3 张意象尺度图^[9]。

表 2 样本评分数值
Tab.2 Sample score value

感性词汇对	样本编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
自然感—科技感	1.4	-0.8	2.4	2.3	-1.8	-1.2	0.4	1.7	2.1	2.6
流线型—曲线型	2.4	2.6	-2.2	-2.5	-1.6	-0.8	-1.3	2.0	2.5	-1.8
搭配单一—搭配多样	-0.5	-0.9	-1.6	-1.1	-2.2	-1.5	-0.8	-1.9	0.2	-0.6
彩色色调—灰度色调	1.5	2.1	1.7	2.6	1.9	1.3	2.0	1.1	0.7	2.3
粗糙感—光滑感	2.1	2.3	1.6	2.2	1.3	1.9	1.2	2.5	2.7	2.0
厚重感—轻巧感	-0.2	0.4	1.2	0.6	1.3	1.5	1.8	-0.4	-0.7	-1.2

以造型意象尺度图为例,“自然感—科技感”标注为 x_1 ,“自然感”和“科技感”分别代表 x 轴上的负、正两轴;“流线型—曲线型”标注为 y_1 ,“流线型”和“曲线型”分别代表 y 轴上的负、正两轴。表 2 中,样本 1 在“自然感—科技感”和“流线型—曲线型”评价的平均得分分别是 1.4 和 2.4,所以样本 1 在造型意象尺度图中的坐标为 (1.4, 2.4), 10 个样本案例的坐标点在造型意象尺度图构成了一条折线。

依次将 10 个样本的坐标标注在造型、色彩和材质 3 张意象尺度图中(见图 3—图 5)。这 3 张意象尺

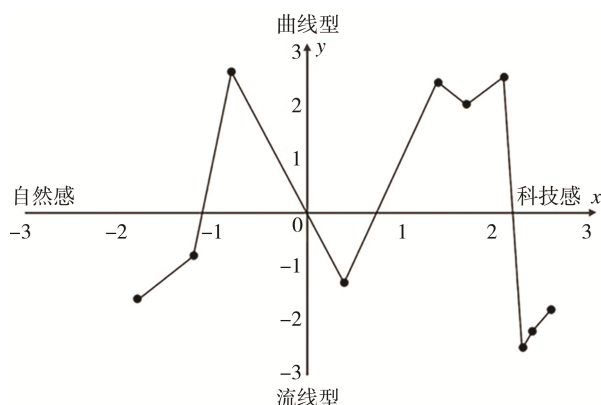


图 3 造型意象尺度图
Fig.3 Modeling image scale

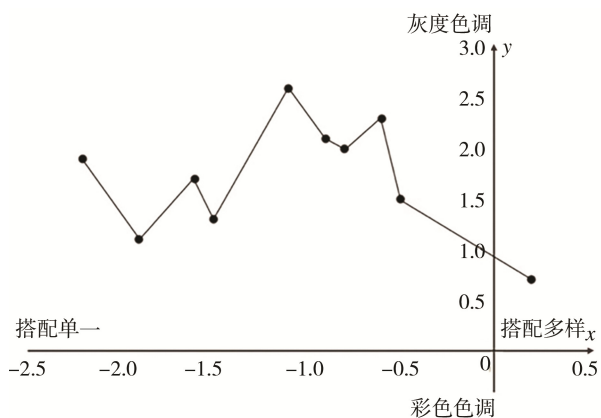


图 4 色彩意象尺度图
Fig.4 Color image scale

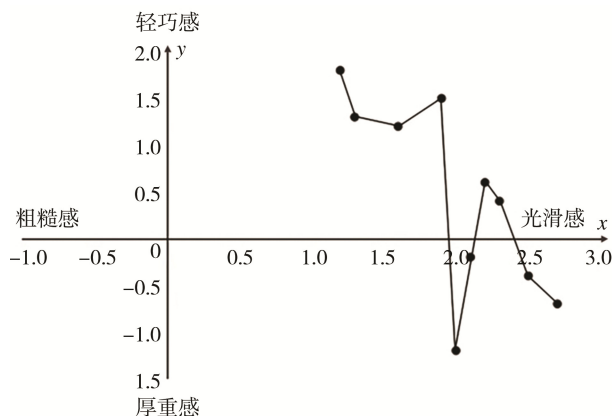


图 5 材质意象尺度图
Fig.5 Material image scale

度图从造型、色彩和材质 3 个因素准确反映出老年人用户对老年陪护机器人的感性需求,表现出一定的情感倾向,对此进行比较分析,可以得出以下 3 点。

1) 从造型的角度来看,分布在正 x 轴上的数据有 7 个,分布在负 y 轴上的数据有 6 个,说明该产品的造型应该以科技感为主,产品大体特征线多为流畅洒脱的流线型。

2) 从色彩的角度来看,大部分坐标点分布在正 y 轴上和负 x 轴上。说明该产品的色彩应该以灰度色调为主,深浅灰、黑、白相结合,不能出现大面积彩色。在色彩搭配上不能出现过多色彩,以单一色彩或以 2~3 种色彩相互搭配为主。

3) 从材质的角度来看,所有的点分布在正 x 轴上,负 y 轴上有 4 个点,正 y 轴只有 6 个点。说明该产品的材质应该光滑流畅,不能使用磨砂材质,并且该材质质量较轻。

3 最终设计方案

3.1 老年陪护机器人草图方案设计

通过对意象尺度图进行分析,可以得出老年陪护机器人的造型设计有 6 个要素:科技感、流线型、色彩协调、灰度色调、光滑感、轻巧感。从人文关怀出发,结合造型、色彩、材质 3 个因素去对感性意象进行拓展,所以这 6 个要素既属于老年人用户的情感倾向,也是该类产品在层次分析法中的拓展层。

李卓等^[10]认为,从根层开始向下拓展至技术特性,每一层的概念都是对上一层次的拓展和细分。老年陪护机器人的主要功能是照顾老年人的生活起居和满足其情感需求^[11],是一种从人文关怀出发的设计,人文关怀即是根层,造型、色彩、材质 3 个因素是基本层,科技感等 6 个要素是拓展层。由此推论,可以得出确切的设计要素,见表 3。

综合分析,对老年陪护机器人的造型设计形成 6 款草图方案,图 6 所。

3.2 草图方案评估

对受测者再次结合 Likert 量表进行问卷调查。将受测者对方案的喜爱分为 5 档属性进行评价^[9],50 分代表“非常喜欢”,25 分代表“较为喜欢”,0 分代表“可以接受”, -25 分代表“不能接受”, -50 分代表“讨厌”,通过评分的高低筛选消费者喜欢的方案。发放 30 份问卷,实收 30 份问卷,对调查问卷的评价结果进行统计,见表 4。

3.3 老年陪护机器人最终方案设计及评估

由表 4 可知,方案 4 得分最高。因为老年陪护机器人的功能需要支持老年人日常生活和娱乐,所以通过感性工学的研究方法得出的设计要素,最终方案应

表 3 层次分析表
Tab.3 Layer analysis table

根层	基本层	拓展层	形态层	本质要素	技术特性
人文 关怀	造型	科技感	装饰小且少	局部	减少装饰、局部细化
			形态分明	整体	整体形态用大线条分割
		流线型	线条流畅	整体	细节用小线条分割
	线条平滑，波动小		过渡	平滑处理、小倒角	
	色彩	色彩协调	色彩单一	整体	转折幅度小、避免尖角
			色彩对比较弱	局部	搭配不超过3种
		灰色调	简洁感	整体	用色调相近色彩区分
			灰度要有区分	局部	黑白灰搭配，白色底色
	材质	光滑感	塑料材质	外壳	高级灰色、彩灰
			金属材质	关节、机械手	工程塑料，表面金属涂层处理
		轻巧感	透明材质	显示屏、交互组件等	镶边和工艺缝用金属材质
复合材质			外壳	有机玻璃、透明塑料的应用	
	碳纤维材质	局部	质量轻，耐磨损，应用到外壳中		
				应用到结构或者模块连接处	

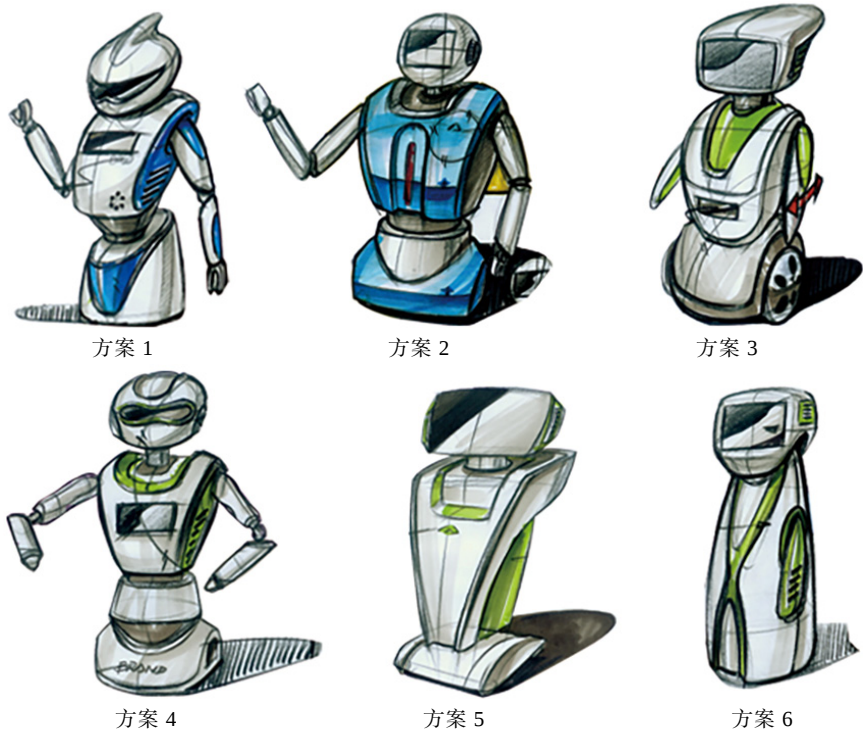


图 6 方案草图
Fig.6 Primary design sketch

表 4 方案评分数值
Tab.4 Program score value

方案样本	1	2	3	4	5	6
得分	21	36	31	42	9	13

该为拟人形态，集情感交流、监护陪护、集成小家电为一体，采用轮式驱动，主体分为 6 个组成部分，分别是头部、胸部、手臂、腹部、便携设备、底座。

产品整体配色为灰白搭配，见图 7，避免单调的同时更显沉稳，躯干和头部线条圆滑流畅，使得产品科技

感十足。造型参考孩童形象，拟人化的设计拉近了与老年用户的距离，使用户忽视了机器人产品本身带来的冰冷感和距离感。产品胸口的交互显示屏更加方便与用户进行情感沟通，符合老年人的审美以及感性需求。

该产品各部分及功能如下：头部为显示系统、交互系统、音频系统，胸部为显示系统、中央处理系统，腹部为多功能系统（根据集成的小家电功能各有不同），便携设备为提醒系统、监测系统，底座为清洁系统、行走系统、动力系统，见图 8。



图7 产品造型图

Fig.7 Product modeling

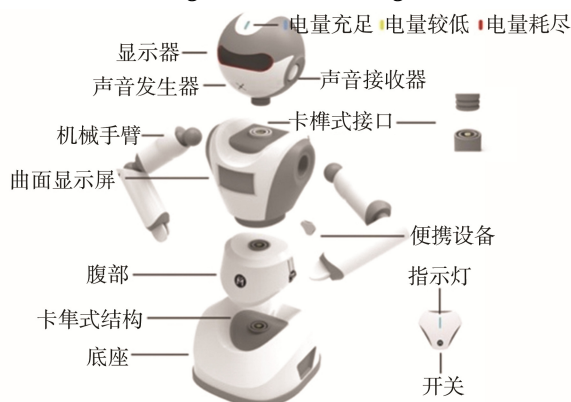


图8 结构分解图

Fig.8 Structural decomposition diagram

最后,再次结合 Likert 量表对最终方案进行评分,50分代表非常喜欢,25分代表较为喜欢,0分代表可以接受,-25分代表不能接受,-50分代表讨厌,最后的平均分数表示消费者对应该区间的态度。调查发放30份问卷,实收30份问卷,评估平均分为35.8,代表受测者对最终方案的喜好程度在较为喜欢和非常喜欢之间。通过评估,证明这种基于语义差异法、意向尺度法和层次分析法相结合的研究方法可行。

4 结论

通过感性工学中语义差异法、意向尺度法、层次分析法3种研究方法相结合作为理论支撑,结合老年陪护机器人造型设计的实例分析,得出该类产品的造型设计既需要通过流线型的线条处理和少量高级灰的涂装以及光滑且质量轻的材质搭配来表达科技感,又需要通过拟人化的亲和形态来表达人文关怀。本文为该类产品以及相关产品造型设计的感性意象研究提供了参考和借鉴,最终方案的评估结果反应了消费者面对这种基于感性工学的不同研究方法相结合模式下的设计产物,表现出一种喜爱程度。根据消费者对方案的认同,证明了该研究模式在老年陪护机器人造型设计领域中具体一定的可行性和应用性,应用范围将会越来越广。

参考文献:

- [1] 王田苗, 陈殿生, 殷兰兰. 服务机器人辅助老年人生活的新模式与必要性[J]. 机器人技术与应用, 2010(1): 2—5.
WANG Tian-miao, CHEN Dian-sheng, YIN Lan-lan. Robot-assisted Service Life of Older Persons and the Need for a New Model[J]. Technique and Applications, 2010(1): 2—5.
- [2] 罗坚. 老年服务机器人发展现状与关键技术[J]. 电子测试, 2016(6): 133—134.
LUO Jian. Development Status and Key technology of Service Robot for the Elderly[J]. Electronic Test, 2016(6): 133—134.
- [3] 苏建宁, 张秦玮, 吴江华. 产品多意象造型进化设计[J]. 计算机集成制造系统, 2014(11): 2675—2682.
SU Jian-ning, ZHANG Qin-wei, WU Jiang-hua. Evolutionary Design of Product Multi-image Styling[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2014(11): 2675—2682.
- [4] 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.
LUO Shi-Jian, PAN Yun-he. Research on Inductive Image Theory, Technology and Application in Product Design[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2007(3): 8—13.
- [5] 苏建宁. 产品意象造型设计关键技术研究进展[J]. 机械设计, 2013(1): 97—100.
SU Jian-ning. Research Progress on Key Technology of Image Imagery Design[J]. Journal of Machine Design, 2013(1): 97—100.
- [6] 苏建宁. 感性工学及其在产品中的应用研究[J]. 西安交通大学学报, 2004(1): 60—63.
SU Jian-ning. Research on the Kansei Engineering and Its Application to Product Design[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2004(1): 60—63.
- [7] 苏建宁. 产品意象造型设计中的耦合特性研究[J]. 机械设计, 2017(1): 105—109.
SU Jian-ning. Coupling Characteristics Study in Product Image Modeling Design[J]. Journal of Machine Design, 2017(1): 105—109.
- [8] 周志勇. 基于感性工学的护理床设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(12): 102—105.
ZHOU Zhi-yong. Design of Nursing Bed Based on Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(12): 102—105.
- [9] 朱彦. 基于感性工学的家庭服务机器人外形设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(14): 50—54.
ZHU Yan. The Form Design of Home Service Robots Based on Kansei Engineering Theory[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(14): 50—54.
- [10] 李卓. 基于感性工学分级推论法的农场车设计开发[J]. 武汉理工大学学报, 2008(4): 125—127.
LI Zhuo. Design and Development of Farm Car Based on Kansei Engineering Theory[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2008(4): 125—127.
- [11] 张婷婷. 我国老人护理服务机器人的应用探析[J]. 管理观察, 2014(10): 138—140.
ZHANG Ting-ting. Analysis of the Application of Nursing Service Robot in China[J]. Management Observer, 2014(10): 138—140.