

文章编号: 2095-2163(2020)04-0172-05

中图分类号: TB472

文献标志码: A

基于感性工学的老年轮椅造型设计研究

倪晴, 高瞩, 林靖朋

(上海工程技术大学 艺术设计学院, 上海 201620)

摘要: 本文对研究老年智能轮椅的造型进行设计研究, 通过语义差异法与 KJ 法, 结合因子分析法与意向尺度法构筑产品感性意象评价体系。从造型、色彩、材质三个因素进行层次分析推论, 并将其应用到老年智能轮椅的造型设计上。通过犀牛软件建模, 得出产品造型设计, 借助于专家评估法与 Likert 心理量表对方案草图进行评估, 最终得出最优方案。

关键词: 轮椅; 老年; 因子分析; 层次分析

Research on model design of elderly wheelchair based on perceptual engineering

NI Qing, GAO Zhu, LIN Jingpeng

(School of Art and Design, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] This paper studies the design of the elderly intelligent wheelchair. Through the semantic difference method and KJ method, combined with factor analysis method and intention scale method, the perceptual image evaluation system of products is constructed. From the three factors of shape, color and material quality, the analytic hierarchy process is deduced and applied to the design of the elderly intelligent wheelchair. Expert evaluation method and Likert psychological scale are used to evaluate the scheme sketch, and finally the optimal scheme is obtained.

[Key words] wheelchair; elderly; factor analysis; AHP

0 引言

目前社会老龄化, 老年残疾人数量有所增加^[1]。家庭核心化, 教育功能弱化等社会问题导致年轻一代缺乏敬老爱老助老意识, 残疾人的身心健康受到社会的广泛关注。调查发现, 老年残障人群的特征分为以下几点: 活动范围较小, 无障碍设施的不完善也间接导致残障人群的出行率降低^[2-4]; 具有强烈的孤独感, 自卑感; 产生自我抱怨, 忧郁的心情, 敏感度增加, 自尊心变强^[5-7]。

随着社会经济的发展, 残障老年人参与社会的意识越来越强, 对辅助和特殊用品的需求也继续增长。大量学者和设计师参与了以往产品的设计研究, 其中, 郭丽丽基于 KANO 模型改善了轮椅的功能、形状和人机交互性。杨锦平等对多功能健康伴老椅的设计, 使老人获得心理上的独立感; 王宇搭建了以 arm 嵌入式微控制器为核心的智能控制硬件平台, 开发了智能轮椅样机。但是, 大多数老年轮椅设计研究仍停留于部分功能性的满足。消费者对市场上助老轮椅的普遍感受是复杂、冰冷、严肃、危险等, 很难有温暖、安全、舒适的感觉^[8]。并没有满足残障人士的情感需求^[9]。

1 产品感性意向的设计方法

1.1 设计流程

感性功效学越来越多地参与到设计实践中。通过情感测量, 将人类的感知需求转化为产品设计特征。合理运用感性工学设计方法, 提取影响老年残障用户需求的关键情感因子, 得到满足老年残障用户轮椅样本特征; 然后应用语意差异法、层次分析法、Likert 量表、专家评估法等在设计流程中作为理论支撑^[10]。

具体设计流程如下:

(1) 从网络、养老机构等媒介收集轮椅相关样本。采用卡片法、比较分析法等筛选出问卷的产品样本。

(2) 选取实验中的语义意象, 整理出探究产品意象语义的形容词对, 筛选出收集到的情感意象词汇对。

(3) 轮椅样本经过初选后与选出的代表性意象语意词汇对结合, 建立语义差异量表, 采用因子分析法对样本案例进行评估。

(4) 从色彩、材质、造型三个方面进行层次分析和推理, 总结出设计要素。

(5) 进行草图方案评估, 通过 likert 量表分析法筛选出最终方案, 并用专家评估法对方案进行最终

作者简介: 倪晴(1994-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 产品设计。

收稿日期: 2019-11-21

验证。

1.2 因子分析数学模型

对于不同的数据类型或分析对象,通常采用 R 型和 Q 型因子分析。R 型主要用于数据分析和不同变量之间的降维,而 Q 型主要对样本本身的特征进行分析。本文主要介绍 R 型因子分析,其数学模型如下:

设原始数据中有 n 个原始变量 y_1, \dots, y_n , 标准后的均值为 0, 标准差为 1。每个原始变量用 m ($m < n$) 个因子 f_1, \dots, f_m 的线性组合表示, 可得:

$$\begin{cases} Y_1 = a_{11}f_1 + a_{12}f_2 + \dots + a_{1m}f_m + \varepsilon_1, \\ Y_2 = a_{21}f_1 + a_{22}f_2 + \dots + a_{2m}f_m + \varepsilon_2, \\ \vdots \\ Y_n = a_{n1}f_1 + a_{n2}f_2 + \dots + a_{nm}f_m + \varepsilon_n. \end{cases}$$

矩阵形式表示为 $Y = AF + \varepsilon$ 。

式中, Y 为可实测的随机向量; F 为因子; A 为因子载荷矩阵; a_{ij} 为因子载荷; ε 为可以剔除的因子, 如本文中筛选不必要感性词汇过程的干扰因子。

2 老年智能轮椅设计的感性意向研究

2.1 老年轮椅的造型设计需求

本研究以休闲运动轮椅为对象,广泛收集休闲运动轮椅的样本。基于产品造型的清晰度、产品拍摄角度的一致性和形状相似性考虑,初步筛选出 65 个产品样本,最终选出 36 个造型样本。运用 KJ 法进行评估分析,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 款老年休闲运动轮椅样本案例。

2.2 感性意象词汇收集与筛选

基于用户群体的特殊性,把用户群体锁定在有选择意识的老年群体。首先,对于老年轮椅感性意象词汇进行收集。其次,对相近、同义或者相反含义词汇进行精简。根据老年轮椅的基本造型特征,对收集到的感知词进行分层分类,最后得到 20 个组

词,如图 1 所示。根据选择的 20 个词汇量,问卷调查结果如图 2 所示。针对问卷调查结果,进行专家评估。最终筛选出 7 组感性意象词汇。即:安全-危险,耐用-易碎,简单-复杂,温暖-寒冷,灵巧-笨拙,稳定-明快,明亮-黑暗。



图 1 感性词对

Fig. 1 Perceptual word pairs

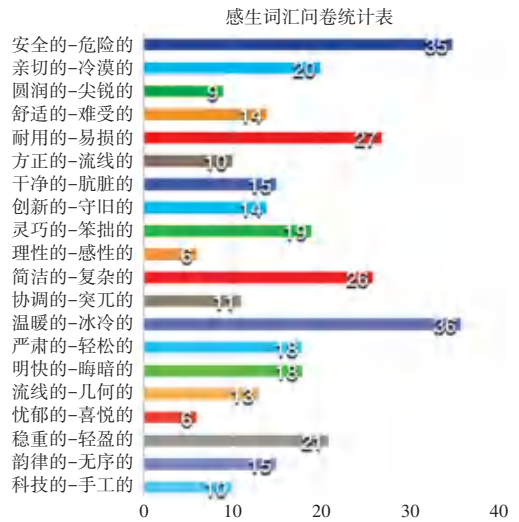


图 2 调查结果

Fig. 2 Survey results

2.3 语义差异问卷调查

使用语义差异方法从 10 个样本和 7 组感性词汇(从-3 分到 3 分)中建立 7 个等级量表。如安全的-危险的这对意向词对, -3 表示非常危险, 3 表示非常安全。基于所选的样本案例和感性图像词进行了问卷调查。调查对象要求对轮椅使用基本了解以及对轮椅生产技术基本了解,调研人员根据经验感受对产品样本进行打分。根据调查问卷反馈的结果,计算出样本的感性意象词对均值,见表 1。

表 1 38 名老年用户对轮椅感性评价均值

Tab. 1 Average value of 38 elderly users' perception of wheelchair

样本	安全的	耐用的	简单的	温暖的	灵巧的	稳定的	明快的
X_1	0.48	- 0.81	2.43	1.78	2.18	- 1.67	2.69
X_2	2.00	2.25	0.64	0.74	- 1.93	2.52	1.00
X_3	- 1.14	- 0.94	- 2.25	- 1.39	0.25	0.41	- 1.86
X_4	- 1.53	0.63	2.17	1.26	2.37	- 0.47	2.12
X_5	2.47	2.27	1.13	1.68	1.72	2.76	1.95
X_6	2.64	2.33	1.48	2.23	0.67	2.43	2.61
X_7	- 1.23	- 0.92	- 1.34	- 1.57	- 0.59	- 1.97	1.46
X_8	- 2.57	0.25	1.83	- 1.16	1.95	- 1.65	0.69
X_9	1.36	1.87	- 0.77	0.93	1.73	- 0.53	2.00
X_{10}	2.53	2.15	1.93	0.42	1.78	2.49	1.22

2.4 语义差异问卷分析

将轮椅感性评价的平均值输入 spss 软件进行因子分析,各分量的方差贡献率和累积贡献率见表 2。前 2 个公因子的特征根大于 1,且解释力较大,因此提取前 2 个主成分。第一主成分方差贡献率为 51.500%,第二主成分方差贡献率为 28.401%。2 个

表 2 公因子提取

Tab. 2 Common factor extraction

成分	初始值特征			旋转载荷平方和		
	特征根合计	方差/%	累计/%	特征根合计	方差/%	累计/%
1	3.605	51.500	51.500	3.053	43.614	43.614
2	1.988	28.401	79.901	2.540	36.287	79.901

表 3 成分得分系数矩阵

Tab. 3 Component score coefficient matrix

感性意向词	成分	
	F_1	F_2
安全的-危险的	0.313	-0.034
耐用的-易损的	0.292	-0.004
简洁的-复杂的	-0.036	0.344
温暖的-冰冷的	0.138	0.235
灵巧的-笨拙的	-0.185	0.355
稳重的-轻盈的	0.342	-0.146
明快的-晦暗的	9.830E-05	0.323

将 2 个公因子命名为 F_1 和 F_2 ,通过对照公式 (2) 和表 3,计算每个样本的综合因子得分,见表 4。有 7 个样本为正值样本,最低分样本为 X_3 。

$$S = \left(\frac{43.614}{79.901}\right) \times F_1 + \left(\frac{36.287}{79.901}\right) \times F_2. \quad (2)$$

在公式中: S 是各样本综合因子得分; F_1 为各样本第一公因子得分; F_2 为各样本第二公因子得分。

在成分矩阵列表 3 中,2 个主要成分给出的数值显示了感性词和主要成分之间的相互系数。系数越大,它们之间的联系越紧密。在主成分 1 的相互系数列表中,3 个数值最大的感性词汇是“安全”、“耐用”和“稳定”,这几个形容词与用户在操作和使用机器后的感受有较紧密的联系;在主成分 2 的相关系数列表中,数值最大的 3 个感性词汇是“灵巧”、“简洁”、“明快”,这 3 个形容词与用户在看到器械后的直观感受有较紧密的联系。

3 设计方案

3.1 智能轮椅结构要素

智能轮椅通常由机器本身和控制系统组成。它是一种以智能系统为核心的机械轮椅设备,可以通

公因子的方差贡献率在轮换后有所变化,但顺序不变,累积方差贡献率仍为 79.901%。说明这 2 个主成分包含了所有测量指标的主要信息。前 2 个主成分足以替代所有原始变量,2 个公因子对各成分的矩阵见表 3。

过用户的自我控制来移动。驱动方式有手动、电动、手轮圈、手摇曲柄等;附加功能包括辅助站立、平躺、折叠等;外观需求包括车体颜色、车轮外形、座椅外形、车架外形;舒适需求包括靠背材质、扶手材质、座椅高度等要素。智能轮椅结构如图 3 所示。



图 3 轮椅结构

Fig. 3 Wheelchair structure

3.2 老年轮椅设计定位

3.2.1 目标用户定位

基于对用户的调查与访谈,轮椅作为残障人士的主要活动工具,需求量较大。但是,不同的产品定位决定了产品不同材料和功能。本文研究的智能轮椅主要用户群体为有一定经济基础、对价格具有包容性的老年人和残疾人。

3.2.2 智能轮椅功能定位

为了增强老年人的精神生活与用户体验,本设计将通过智能显示屏,实现老人与轮椅的人机交互。智能轮椅的核心功能是驾驶,如手动操作,自动回避,语音通讯,默认驾驶等。本文通过市场研究和用户反馈,在智能轮椅的设计中增加了扩展踏板和弹簧座等附加功能。

3.2.3 智能轮椅设计方案

本文通过因子分析,可以得出老年人智能轮椅的造型设计有6个要素:安全、耐用、稳重、简洁、灵巧、明快。同时,结合造型、色彩、材质3个维度对感性意向进行拓展,从根层开始向下拓展至对应的设计特征,逐层细分,经过分析及实地考察,最终绘制出老年智能轮椅的阶层图,如图4所示。

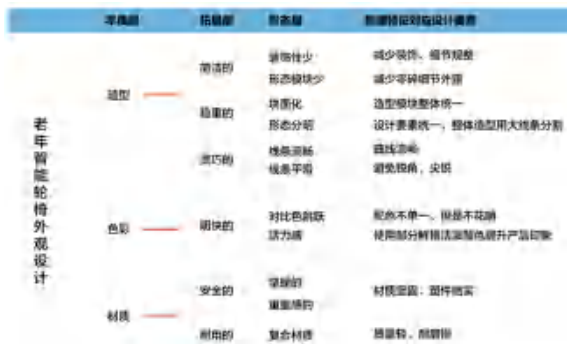


图4 层次分析

Fig. 4 level analysis

造型上,减少装饰,形态稳重具有科技感,线条流畅,简洁;材质选用高强度碳钢与充气减震轮胎,并搭载强力双电机;在色彩方面,根据老年人的喜好和残疾人的心理,在轮椅的色彩设计中选择了黑色、深灰色和亮橙色3种颜色组合。低饱和度的颜色会给用户带来安静稳重的感觉,高饱和度的颜色会给用户带来活力和温暖。

综合分析,对老年智能轮椅的造型设计形成4组方案,如图5所示。



图5 造型设计方案

Fig. 5 Design scheme

表4 样本因子综合得分

Tab. 4 comprehensive scores of sample factors

样本	F_1	F_2	综合得分
X_6	1.182	0.475	0.861
X_5	1.015	0.391	0.732
X_{10}	0.802	0.203	0.530
X_2	1.294	-1.003	0.251
X_1	-0.786	1.355	0.186
X_9	0.146	0.143	0.145
X_4	-0.673	1.062	0.115
X_8	-1.300	0.232	-0.604
X_7	-1.017	-0.959	-0.991
X_3	-0.663	-1.901	-1.225

3.3 方案评估

对已绘制方案进行专家评估进行问卷调查。通过SPSS软件统计,设计专家给出的方案1、方案2和方案3的原始总体得分和平均得分见表5。

表5 三组专家总得分与平均分

Tab. 5 Total and average scores of three groups of experts

评价组别	高校设计专家组		企业设计团队1		企业设计团队2	
	总计(5人)	平均	总计(3人)	平均	总计(3人)	平均
方案1	445	5.9	323	4.69	367	4.95
方案2	421	5.74	356	4.73	324	4.68
方案3	378	5.15	284	4.21	265	4.17
方案4	489	6.23	375	4.93	383	5.12

3组专家的评估结果得出:大学专家、企业设计团队1和企业团队2对方案4相对满意。而3组专家对方案3相对不满意。对方案1与方案2各有不同观点。

3.4 老年智能轮椅最终方案设计及评估

由表5可知,方案4均在两组专家评估内得分最高。产品整体为稳重的深色调,加入高亮度配色,避免单调的同时显得沉稳大气,造型整体块面划分较大,底盘敦厚,使产品显示出安全性和稳重性。产品侧面线条圆滑流畅,增加科技感。最后,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,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”。通过消费者对产品的调查问卷,评估平均分为43.9,代表受测者对最终方案较为满意。

4 结束语

通过感性工效学、因子分析法、层次分析法等研究方法相结合作为理论支撑,结合老年智能轮椅造型设计的案例分析,得出该类产品的造型设计。本文为该类产品以及相关产品造型设计的感性异乡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乐于