

基于生活形态分析与模糊综合评价的老年人家具配色设计研究

白桂婷, 朱丽萍, 李永锋
(江苏师范大学, 江苏 徐州 22116)

摘要: **目的** 对老年人家具配色设计进行评价, 为老年人家具行业提供配色设计参考, 从而改善老年人家具的视觉体验。**方法** 提出基于生活形态分析与模糊综合评价相结合的研究方法。首先进行文献研究与实地访谈, 在老年人生活形态分析的基础上确定老年集群, 并进行老年集群家具色彩的感性意象实验得到感性词汇; 然后, 通过 Munsell 色彩体系和 PCCS 色彩体系, 进行老年集群家具配色方案设计, 对设计样本进行老年集群家具配色的模糊综合评价实验; 最后, 对配色评价因子进行权重分析, 再对评价结果进行模糊合成计算, 再依据计算结果确定最优方案。**结论** 以现实型老年人家具配色作为研究案例, 结果表明基于生活形态分析与模糊综合评价的老年人家具配色设计方法是有效可行的。

关键词: 家具配色设计; 生活形态; 模糊综合评价法; Kano 模型; 感性意象

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)06-0125-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.06.013

Color Matching Design of Elderly-oriented Furniture Based on Life Style Analysis and Fuzzy Comprehensive Evaluation

BAI Gui-ting, ZHU Li-ping, LI Yong-feng
(Jiangsu Normal University, Jiangsu Xuzhou, 221116, China)

ABSTRACT: The work aims to evaluate the color matching design of the elderly-oriented furniture and provide reference for the color matching design in the elderly-oriented furniture industry, so as to improve the visual experience of the elderly-oriented furniture. A research method based on the combination of life style analysis and fuzzy comprehensive evaluation was proposed. Firstly, literature research and field interviews were carried out to determine the elderly cluster based on the analysis of the elderly life style. Then, the perceptual image experiment was conducted to the color of the elderly cluster furniture to get the perceptual vocabulary. Next, the color scheme of the elderly cluster furniture was designed through Munsell color system and PCCS color system. Then, the fuzzy comprehensive evaluation experiment of the color matching of the elderly cluster furniture was carried out on the design samples. Finally, the weight analysis was conducted to the color matching evaluation factors. Then, the fuzzy synthesis calculation was carried out on the evaluation results, and the optimal scheme was determined according to the calculation results. With the color matching of realistic elderly-oriented furniture as a research case, the results show that the color matching design method of elderly-oriented furniture based on life style analysis and fuzzy comprehensive evaluation is effective and feasible.

KEY WORDS: furniture color matching design; life style; fuzzy comprehensive evaluation method; Kano model; perceptual image

我国步入老龄化社会已超过 20 年, 多年来国内民众主要的养老方式始终为居家养老^[1]。在居家养老

环境中, 家具作为人们高频使用的环境设施, 与老年人的身心健康息息相关^[2], 其配色效果会直接影响老

收稿日期: 2022-10-11

基金项目: 江苏师范大学研究生科研项目创新计划项目 (2021XKT0351)

作者简介: 白桂婷 (1998—), 女, 硕士生, 主攻工业设计与家具产品设计。

通信作者: 朱丽萍 (1980—), 女, 硕士, 副教授, 主要研究方向为产品设计、交互设计、设计心理学。

年人的视觉体验与心理感受^[3]。良好的配色设计可以直接有效地传达积极信息,提升老年人的购买欲与满意度,使其从被动的消费者变为主动的生活者,提高自身的生活质量^[4]。然而,国内学者对老年人家具配色设计的研究较为匮乏,多数家具的配色方案来源于设计师的主观意志,并未系统地考虑老年人的色彩需求^[5]。

生活形态分析旨在减少设计师的主观性设计,它有利于明确产品开发的需求方向^[6],了解不同老年集群的生活特征^[7]。生活形态分析可以帮助设计师有效地考虑老年集群的使用习惯与核心需求,减少设计师和老年集群间的认知偏差,更加客观地评估不同老年集群的差异化需求,可进一步使产品更适合老年人的需求。由于老年人对色彩的感性意象成为色彩设计的重要考虑因素^[8],所以,使用感性意象来确定老年集群的色彩需求。

用户对产品色彩的偏好存在着不可避免的主观模糊性,导致难以准确评估^[9]。而模糊综合评价可以很好地处理主观且模糊的问题,更重要的是,它能够以客观清晰的数据准确地评估出老年人的色彩偏好,非常适合帮助设计师准确了解老年人的喜好和需求^[10],将模糊的色彩信息成功转化为真实客观的数据^[11],缩短设计时间,降低设计成本,提高设计质量,为有效的色彩设计应用带来实用价值^[12]。

鲜有研究使用生活形态分析和模糊综合评价对老年家具配色领域进行研究,通过生活形态分析与模糊综合评价法对家具配色进行研究,充分了解老年集群的生活形态有助于产品优化与设计师明确设计方向,可将主观评价转化为客观数据,让产品更具竞争力并赋予其更人性化的设计,提高研究的适用性与合理性。因此,本研究以老年人家具为例,基于老年人的生活形态分析和模糊综合评价法评估老年人家具配色方案,旨在为老年人家具行业提供配色设计参考,从而提升老年人家具的视觉体验。

1 理论背景

1.1 生活形态分析

生活形态分析是对不同人群在文化、态度、意见、兴趣等行为的认知集合。它主要是了解消费者的不同价值观和需求,将消费者划分为不同生活形态的集群,对其进行差异化分析,进而掌握消费者的特性和真实的心理需求,以此作为市场产品设计开发的依据^[13]。

由于生活形态分析是一种无法直接形容或解释的感性因素^[14],本研究使用科学的方法设计生活形态问卷,对问卷数据进行分析,得到老年人对家具色彩需求的异同,以此划分出不同的老年集群,依据集群间的差异性进行以“群”而异的研究,通过该方法实质性地掌握老年人的真实需求,探索产品设计更多的可能性,给老年用户提供舒适的生活,使本研究更具实际价值。

1.2 模糊综合评价法

美国 Zadeh 教授基于模糊数学提出模糊综合评价法,这是一种处理事物不确定性的评价方法,其本质是通过建立模糊集的隶属函数与运算变换,对模糊事物进行定量分析的综合评价方法^[15]。

由于色彩本身具有不确定性、感性等因素及老年人的不同认知与个人喜好等,这均使老年人家具配色设计存在着明显的模糊性和不确定性^[16]。通过模糊数学方法对老年人家具配色设计进行综合评价,将主观模糊的评价信息转化为客观准确的定量评价,避免主观评价的片面性^[17],为老年人家具配色设计评价提供行之有效的方法,提高设计评价的客观性和合理性^[18]。本研究将该方法运用在建立模糊评价矩阵和其数值计算与大小排序上。

1.3 Munsell 色彩体系与 PCCS 色彩体系

Munsell 色彩体系是通过坐标参数找到相对应的颜色值来衡量色彩间的数值差异,形成有唯一性的系统化颜色数字编码工具^[19]。Munsell 色彩体系的优势在于以人的感觉为标准,能精确科学地识别出人眼所见的颜色,且该色彩体系在三维空间中的任意一点都对应于现实世界中的颜色^[20],但它在日常生活中使用率并不高^[21]。PCCS 色彩体系是根据颜色的物理特性发展起来的色彩坐标系,将色彩三属性整合为色相与色调,形成不同的色调系列^[22]。其优势是将色调与色彩心理感受相对应,通过色彩数据的分析和归纳,形成按照形容词性词汇进行分类的色彩组合,这有助于更直观快速地应用到实际工作中,但基于颜色的物理特性会导致色彩关系的表达模糊,对后期的实际应用有一定的影响^[23]。

将 Munsell 色彩体系与 PCCS 色彩体系相结合,既弥补各自的不足,又发挥各自的优势, Munsell 色彩体系的精准性色彩表达有效弥补 PCCS 色彩体系的模糊色彩表达,将 Munsell 色彩体系的数据对应关系与 PCCS 色彩体系的简洁实用特点有效地结合,提高色彩使用的准确性与便捷性。色相环与色调分布见图 1—2。

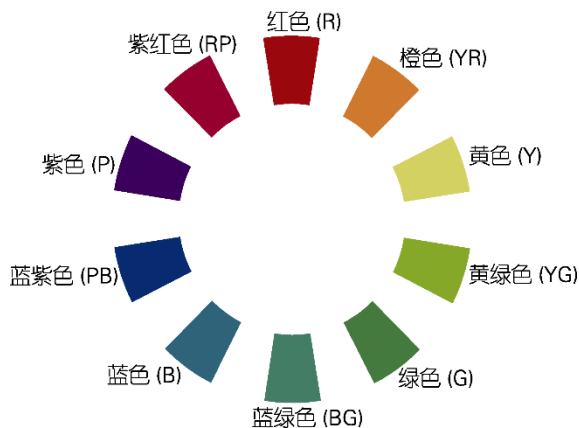


图 1 色相环
Fig.1 Hue circle

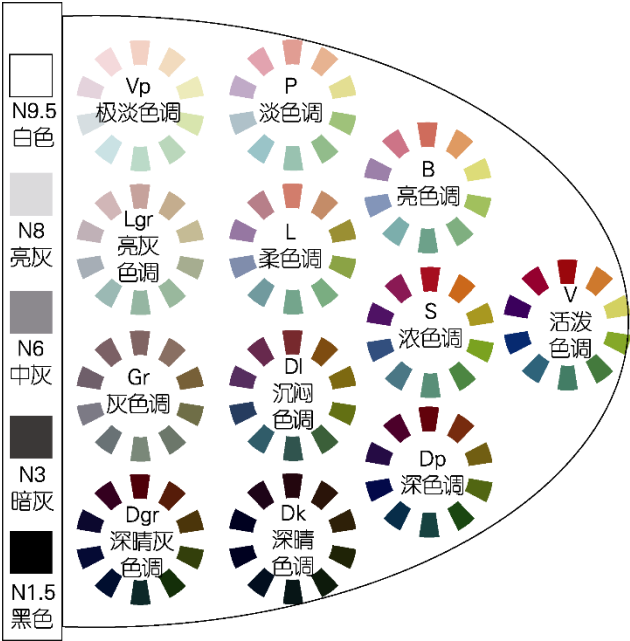


图 2 色调分布
Fig.2 Tone distribution

结合 Munsell 色彩体系和 PCCS 色彩体系, 将 10 种色相和 12 种色调与 10 种无彩色相组合成 Hue & Tone130 色彩体系, 见表 1。

2 研究方法

本研究提出了一种基于生活形态分析与模糊综合评价法的老年人家具配色评价方法, 研究架构见图 3。先基于生活形态分析进行老年人家具配色设计, 内容包括使用老年人生活形态分析, 进行老年集群家具色彩感性意象分析和老年集群家具配色方案设计。再进行老年集群家具配色的模糊综合评价, 内容包括对设计样本进行模糊评价实验, 配色评价因子的权重分析, 评价结果的模糊合成, 依据评价结果确定最优方案。

2.1 基于生活形态分析的老年人家具配色设计

2.1.1 老年人生活形态分析

根据老年人的身心状况和家具特点, 进行生活形态问卷调研, 通过分析问卷确定老年集群, 接着分析

表 1 Hue & Tone130 色彩体系
Tab.1 Hue & Tone130 color system

色彩	色调	色相										
		R (红色)	YR (橙色)	Y (黄色)	YG (黄绿色)	G (绿色)	BG (蓝绿色)	B (蓝色)	PB (蓝紫色)	P (紫色)	RP (紫红色)	N (无彩色)
华丽	V 活泼 色调	 5R 4/14 229/0/13	 5YR 6.5/15 255/127/0	 5Y 8/15 255/242/0	 5GY 7/12 140/201/25	 5G 5/11 17/147/82	 5BG 5/11 1/144/102	 5B 5/11 3/115/138	 5PB 4/12 26/67/155	 5P 4/12 95/35/141	 5RP 4/12 212/0/57	N9.5 255/255/255
	S 浓色调	 5R 5/10 227/26/42	 5YR 6/12 242/100/1	 5Y 6/11 191/169/11	 5GY 6/10 115/184/29	 5G 5/9 22/156/83	 5BG 5.5/9 40/163/119	 5B 5/9 42/135/145	 5PB 4/9 57/89/153	 5P 4/10 106/51/135	 5RP 4/10 187/45/105	N9 242/242/242
	B 亮色调	 5R 7/10 251/103/89	 5YR 8/7 253/166/74	 5Y 8/11 255/242/63	 5GY 8/11 179/221/61	 5G 7/10 116/196/118	 5BG 7/9 78/181/135	 5B 7/8 103/195/183	 5PB 7/8 128/166/206	 5P 7/9 177/137/193	 5RP 7/10 248/117/157	N8 222/222/222
明亮	P 淡色调	 5R 8/6 251/167/157	 5YR 9/4 253/192/145	 5Y 9/6 255/242/124	 5GY 8.5/6 173/219/93	 5G 8/6 145/209/127	 5BG 8/5 153/215/179	 5B 8/5 153/216/212	 5PB 8/6 179/204/206	 5P 8/6 207/179/215	 5RP 8/6 251/174/193	N7 186/186/186
	Vp 极淡 色调	 5R 9/2 253/217/205	 5YR 9/1 254/230/194	 5Y 9/1 255/250/184	 5GY 9/2 230/245/164	 5G 9/2 192/230/184	 5BG 9/2 191/230/200	 5B 9/2 204/236/232	 5PB 9/1 217/228/228	 5P 9/2 234/216/227	 5RP 9/2 249/223/226	N6 161/161/161
朴素	Lgr 亮灰 色调	 5R 8/2 210/168/159	 5YR 8/2 208/180/137	 5Y 8/2 208/194/142	 5GY 8/3 171/181/136	 5G 8/2 153/193/151	 5BG 8/3 144/193/156	 5B 7.5/2 153/194/181	 5PB 7/2 166/181/183	 5P 7/2 198/183/186	 5RP 7.5/2 215/188/188	N5 127/127/127
	L 柔色调	 5R 6/6 234/124/104	 5YR 7/5 215/144/92	 5Y 6/4 166/151/51	 5GY 6/5 140/174/67	 5G 6/6 103/186/116	 5BG 6.5/6 90/177/132	 5B 6/5 91/165/159	 5PB 6/4 123/150/181	 5P 6/4 165/123/177	 5RP 7/4 202/130/144	N4 82/82/82
	Gr 灰色调	 5R 5.5/2 138/101/97	 5YR 5/2 145/111/93	 5Y 5/1 130/99/61	 5GY 5/2 112/116/72	 5G 5/2 103/124/100	 5BG 5/2 116/139/116	 5B 6/2 98/116/114	 5PB 5/2 121/123/131	 5P 5/2 115/95/108	 5RP 5/2 133/95/104	N3 51/51/51

续表

色彩	色调	色相										
		R (红色)	YR (橙色)	Y (黄色)	YG (黄绿色)	G (绿色)	BG (蓝绿色)	B (蓝色)	PB (蓝紫色)	P (紫色)	RP (紫红色)	N (无彩色)
暗淡	Di 沉闷 色调											
		5R 5/5 149/60/53	5YR 4/6 149/78/29	5Y 5/5 138/112/12	5GY 5/5 96/122/38	5G 4/5 47/105/70	5BG 4/6 37/95/81	5B 4/6 32/104/113	5PB 4/6 51/71/108	5P 4/5 99/63/110	5RP 5/5 126/58/88	N2 26/26/26
	Dp 深色调											
		5R 3/10 138/0/7	5YR 4/9 150/58/4	5Y 5/8 126/100/12	5GY 4/8 73/114/26	5G 3/7 0/86/48	5BG 3.5/7 1/78/70	5B 4/10 5/60/88	5PB 3/9 13/32/120	5P 3/8 72/13/104	5RP 3/10 105/0/51	N1.5 0/0/0
	Dk 暗色调											
		5R 2.5/8 112/11/1	5YR 3/7 112/41/3	5Y 3.5/8 89/55/8	5GY 3/6 51/73/18	5G 3/6 14/57/21	5BG 3/4 1/47/45	5B 2.5/4 4/36/65	5PB 3/5 10/21/82	5P 3/6 32/10/70	5RP 3/6 73/0/35	
	Dgr 暗灰 色调											
		5R 2.3/3 45/0/5	5YR 2/72 53/21/3	5Y 2/3 53/32/6	5GY 2/2 33/36/10	5G 2/2 1/24/10	5BG 2/2 1/22/23	5B 2/2.5 2/22/35	5PB 2/2.5 5/11/48	5P 2/2 26/9/42	5RP 2/2 40/0/24	

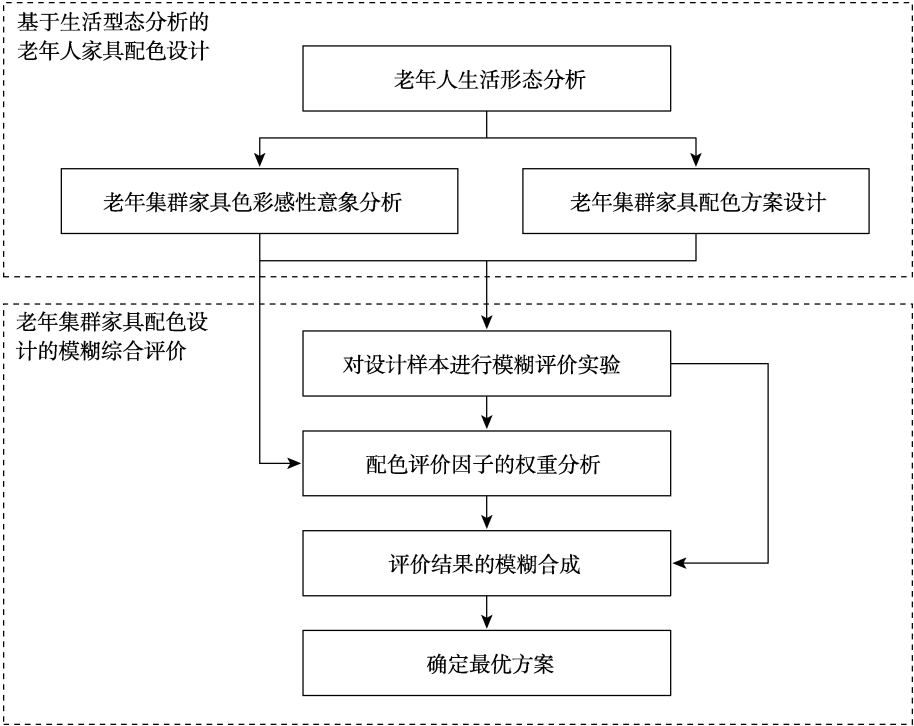


图 3 研究架构
Fig.3 Research framework

出不同老年集群的集群特征,并针对其中某一类型的老年集群创建出用户画像^[24],展开对该集群的老年人家具配色设计研究。根据集群间的差异化特征,设计出符合老年集群的核心色彩需求,可进一步了解不同类型老年集群的色彩偏好,使本研究更综合、全面。

2.1.2 老年集群家具色彩感性意象分析

首先搜集描述家具的感性词汇并进行归纳;然后选取市场最为常见的家具,从中挑选出典型的家具样本即评价对象;最后,针对归纳的感性词汇和典型的家具样本,进行老年集群的家具感性实验,得到老年集群的家具色彩感性意象需求。通过研究老年集群的

家具色彩感性意象需求,建立老年人家具配色的因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$,即老年人家具配色评价因子,可提高老年人家具设计的成功率。

2.1.3 老年集群家具配色方案设计

首先对老年集群进行焦点小组访谈,分析老年集群在日常生活中使用家具的行为特征,设计出家具实验样本;然后搜集市场上的主流家具色彩组合,基于前期的色彩意象需求调研和 KJ 法挑选出典型的家具配色组合,并设计另外的配色方案,形成实验配色样本;最后将其一并赋色到家具实验样本上,从而获得符合要求的家具配色方案。

2.2 老年集群家具配色设计的模糊综合评价

2.2.1 对设计样本进行模糊评价实验

首先, 通过感性意象分析确定评价指标, 即通过老年人家具感性意象分析确定感性意象评价指标, 并结合老年集群的家具配色方案, 设计出模糊综合评价问卷; 然后, 进行模糊综合评价实验, 汇总实验数据并进行平均化处理, 得到色彩模糊综合评价实验的观测值; 最后, 划分评价等级, 将模糊综合评价实验的观测值通过隶属函数转化成不同等级的隶属度, 建立评价集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_j\}$ 。

2.2.2 配色评价因子的权重分析

不同的老年人对家具配色的偏好权重有所差异。因此, 本研究在老年人生活形态分析的基础上, 结合老年集群家具色彩的感性意象, 调研设计出 Kano 问卷并进行调查, 通过 Kano 模型对老年人的配色需求进行分类, 分别为吸引需求 (Attractive)、期望需求 (One-dimensional Need)、基本需求 (Must-be Need)、无关需求 (Indifferent Need) 以及逆向需求 (Reverse Need)。使用熵权法确定初始权重, 先使用式 (1) 将各个指标的数据规范化。

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}; \forall i, j \quad (1)$$

式中: r_{ij} 为第 i 方案在第 j 指标的评价值; m 为方案数量; P_{ij} 为第 j 个指标下第 i 个方案占该指标的比重 (若同时有正、负向指标, 应先将数据处理为同方向的数据)。再使用式 (2) 计算各个指标的熵值。

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}; \forall j \quad K = \frac{1}{\ln m}, 0 \leq e_j \leq 1 \quad (2)$$

通过式 (3) 计算出老年集群对家具配色需求的初始权重。

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} = \frac{1 - e_j}{n - E} \quad (3)$$

对实验的观测值进行 Kano 分类, 根据分类结果调整初始权重系数, 将调整系数 0.4、0.2、0.1、0 和 0 分别用于吸引需求 (A)、期望需求 (O)、基本需求 (M) 和无关需求 (I)、逆向需求 (R) [25]。通过的 Kano 模型确定各因素的权重, 权重集 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ 。本研究的 Kano 模型主要应用于老年集群家具配色评价权重分析中的 4 个过程: 进行比较问卷调查、建立判断矩阵、计算相对权重值形成加权系数集。老年集群对家具配色需求权重的计算公式如下:

$$W_j = \frac{w_j k_j}{\sum_{j=1}^n w_j k_j} \quad (4)$$

式中: W_j 为第 j 个家具配色的最终权重; w_j 为第 j 指标的初始权重; k_j 为调整系数。

2.2.3 评价结果的模糊合成

将各因素的数据进行隶属函数转换建立起模糊评价矩阵 R , 在模糊评价矩阵 R 中, 第 i 个 r 评价指标中第 j 个评价等级则表示为 r_{ij} , 见式 (5)。

$$R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_i \\ \vdots \\ R_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1j} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2j} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \cdots & r_{ij} & \cdots & r_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mj} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

通过加权平均型合成 $M(\bullet, +)$ 求解模糊关系, 得到老年集群家具的最优配色方案, 模糊矩阵的合成公式如下:

$$B = W \bullet R = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_m) \quad (6)$$

$$b_j = \sum_{i=1}^n w_j \bullet r_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

2.2.4 确定最优方案

采用参数加权平均法给予各评价等级参数值, 即 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_j\}$, 根据式 (8) 可计算出评价样本的综合数值 α 。

$$\alpha = \frac{\sum_{j=1}^n b_j v_j}{\sum_{j=1}^n b_j} \quad (8)$$

依据 α 的数值大小对样本评价结果进行优先级排序, 依据排序结果确定最优方案, 使评价结果更为灵敏且全面。

3 案例研究

随着人口老龄化, 我国多数老年人选择居家养老, 因此家具设计对老年人的生活尤为重要, 本研究选择老年人家具配色作为案例进行研究。

3.1 老年人家具配色设计

3.1.1 生活形态分析

色彩喜好会受到老年人的年龄、性别、种族和文化背景等因素的影响。因此, 本研究通过生活形态问卷调研分析不同集群的老年人。邀请 66 名受试者 (男性 23 名, 女性 43 名, 平均年龄为 63.5 岁, 且无色觉障碍问题) 进行老年人生活形态问卷调研, 本问卷以生活形态理论为依据 [26], 结合老年人的生活特征设计 20 道题项。该问卷具有良好的效度, 其 Cronbach's α 系数为 0.84, 这表明本问卷具有较高的内部一致性信度。问卷题项类型包括: 家庭、社交、爱好、个性、

生活、消费和尝新；问卷使用 5 阶 Likert 量表，即“非常不同意”“不同意”“无所谓”“同意”“非常同意”，依次进行 1~5 分的赋值，具体测量的题目介绍，见表 2。

表 2 老年人家具生活形态分析问卷结构的题项内容
Tab.2 Content of items in the questionnaire structure of life style analysis for the elderly-oriented furniture

题项类型	题项	题项内容
家庭	H6	我喜欢在家跟家人聊天、学习
	H7	我认为家具配色会带来生活上的愉悦感
	H15	做事前，我通常会和家人沟通讨论
社交	H20	我喜欢与人互动社交、讲古，来建立友谊
爱好	H3	我有很多娱乐活动（看电视、上网、运动、打牌、种花等）
个性	H4	我是个有主见而且做事有条理的人
	H10	日常活动中，我是比较活跃的人
	H11	我的兴趣很容易由一件事转移到另外一件事
	H12	我喜欢回忆往事，喜欢旧事物
	H16	我不认为把每一样东西都应该保持到原位
生活	H1	我喜欢市场上的家具配色
	H8	我喜欢华丽复杂的家具配色
	H9	我喜欢自然简单的家具配色
	H13	我习惯把每一样东西归位，有计划地做事情
	H19	我的生活作息很有规律并且我喜欢对身体有益的健康食物
消费	H5	我在购买家具时会考虑其实用程度
	H14	只要现有的家具还能用就不会随着流行换新
	H17	我购买家具会在意家具的色彩搭配
尝新	H2	我容易接受新事物、学习拓展知识
	H18	我喜欢追求流行、新奇的事物，尝试新的冒险

对问卷数据进行因子分析与聚类分析，根据各方面的分析值确定不同类型的老年集群，共提取理性消费、家庭和睦、健康养生、社交互动、娱乐爱好、追求时尚 6 个因子，从而得到现实、保守、前卫 3 种类型的老年集群，见表 3。

表 3 老年人生活形态聚类分析结果
Tab.3 Results of cluster analysis of elderly life style

因子名称	集群 1	集群 2	集群 3
健康养生	0.510	-0.150	-0.020
娱乐爱好	-1.220	0.200	0.330
理性消费	0.040	0.320	-0.590
社交互动	0.280	0.290	-0.670
追求时尚	-0.690	0.000	0.380
家庭和睦	0.610	-0.530	0.600
因子集合	家庭和睦 健康养生	理性消费 社交互动	追求时尚 娱乐爱好
集群命名	现实型	保守型	前卫型

依据表 3 可知，现实、保守、前卫 3 种类型的老年集群大致有以下特征：现实型老年集群在健康养生方面和家庭和睦方面得分较高。表明现实型老年集群重视自身健康，生活规律平实，而且非常注重家庭，

大部分时间都在照顾家人的日常生活。保守型老年集群在理性消费方面和社交互动方面得分较高，该集群老年人消费谨慎且生活节俭，他们主要购买必需品，不会冲动消费，喜欢与邻里好友聊天，但不愿尝试新事物，很少有娱乐活动。前卫型老年集群在追求时尚方面和娱乐爱好方面得分较高，该集群老年人观念新潮，具有时尚新奇意识，关注流行趋势并且兴趣爱好丰富，乐于参加集体活动和文娱表演等休闲活动等。

现实型老年集群与其他两种类型的老年集群相比，居家活动时间明显较多，对家具的关注度高，受到家具配色的影响最大。此外，由于现实型老年集群从工作事务转为家庭琐碎，社会角色和生活方式的改变会使其产生较大的心理压力。优秀的家具配色设计有助于缓解现实型老年集群的心理压力，营造舒适的居家环境对现实型老年集群来说尤为重要。因此，通过创建现实型老年集群的用户画像明确研究对象，见表 4。

3.1.2 家具色彩感性意象分析

本研究从老年人生活形态的角度出发，深入探讨现实型老年人对家具配色设计的感性意象。从表 3 可知现实型老年人居家时间长且喜欢养生，根据该集群特征选择入户访谈的方式进行家具色彩的感性意象评

表 4 现实型老年人用户画像
Tab.4 Realistic elderly user portraits

白奶奶		
性别：女	年龄：64 岁	
职业：自由业	收入：2k	
居住地：福建泉州	爱好：看电视、养生、养花	
性格：和蔼慈祥、好相处	健康状况：良好，无重大疾病	
家具使用情况：有一年以上的使用情况，长时间接触家具		
家庭情况：有 6 口人，跟儿子一起生活，平时在家照顾小孩		
日常描述：		
白奶奶生活规律平实，由于子女忙于工作，主要由她负责做饭、做家务、接送孩子上学。因为白奶奶长期居家，导致她没有社交和娱乐活动，而且照顾孩子需要耗费大量的精力，这都使她产生较大的挫败感。白奶奶关注健康保健资讯，经常在家做按摩、泡脚等健康管理活动		
典型场景：		
今年的 2 月 24 日，白奶奶像往常一样。每天早上 6 点起床，接送孩子上学，回家后便开始做家务，她操持家人的日常生活，闲暇之余，她通过看电视来放松身心，因此，她一边看电视一边泡脚。但她总觉得闷闷不乐，然后她发现屋里的家具颜色太暗、太沉闷了，受到家里的家具颜色的影响，让她感觉很不开心		
用户问题：		
想拥有一个轻松自然的家庭环境，希望家具的配色可以让人心情愉悦		

价实验, 让现实型老年人进行相对性形容词的感性评估, 归纳出现实型老年集群的色彩喜好感性偏向。

首先通过文献研究、查阅资料, 搜集有关家具色彩的感性词汇, 使用 KJ 法将其归纳为 24 个; 其次选取市场上最常见的 24 款家具, 并采用焦点小组法从中挑选出 8 款典型样本; 最后, 针对 24 个形容词和 8 款典型样本, 采用 5 阶 Likert 量表设计调查问卷, 邀请 36 名受试者 (男性 14 名, 女性 22 名, 平均年龄 65.9 岁, 均为现实型老年人且无色觉障碍问题) 进行家具色彩的感性意象评价实验。使用因子分析来分析家具色彩的感性意象评价的结果, 以特征值大于 1 的标准提取因子, 解释的累积总方差为 96.776%, 见表 5。对因子的数值进行优先级排序, 选取各因子中数值最高的感性词汇作为最终的家具色彩的感性意象, 即建立老年人家具配色的因素集 $U = \{\text{庄重的, 愉悦的, 年轻的, 沉稳的, 多彩的}\}$ 。

3.1.3 家具配色方案设计

首先, 对现实型老年人进行焦点小组访谈, 分析现实型老年人在日常生活中使用家具的行为特征, 选择使用频率最高而且使用范围最广的家具, 即座椅为例, 设计出家具实验样本; 其次, 搜集市场上 36 套主流的色彩组合, 基于现实型老年人的色彩意象需求, 剔除掉奇怪、特殊或相似的色彩组合, 从中挑选出 12 套具有代表性的色彩组合; 再次, 用 KJ 法从中选出 3 套并另外设计出 3 套, 共 6 套色彩组合作为实验配色样本; 最后, 基于 Munsell 色彩体系与 PCCS 色彩体系, 即 Hue&Tone130 色彩体系。以座椅的椅垫、靠背、椅框的配色组合为例, 将 6 套色彩组合一并赋色到家具实验样本上, 从而获得符合要求的现实型老年人家具配色方案, 见图 4。

表 5 家具感性词汇的因子分析结果
Tab.5 Factor analysis results of furniture perceptual vocabulary

感性词汇	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5
庄重的	0.936	0.138	-0.153	0.101	0.182
轻盈的	0.926	0.148	-0.085	0.085	0.031
温馨的	0.897	0.225	0.108	0.216	0.175
大气的	0.884	0.400	0.131	0.054	-0.067
华丽的	0.806	0.342	0.309	0.321	0.140
高雅的	0.762	0.446	0.140	0.281	0.276
现代的	0.740	0.392	0.479	0.173	-0.118
浪漫的	0.687	0.572	0.384	0.162	0.074
粗俗的	0.014	0.903	0.302	0.122	0.198
单一的	0.296	0.856	0.207	0.338	0.118
朴素的	0.407	0.851	0.036	-0.100	0.084
愉悦的	0.462	0.802	0.299	0.198	0.030
明快的	0.246	0.736	0.473	0.157	0.368
无聊的	0.541	0.724	0.300	0.294	0.049
休闲的	0.450	0.722	0.459	0.025	-0.240
冷淡的	0.516	0.711	0.341	0.328	-0.004
可爱的	0.230	0.692	0.669	0.081	0.086
简洁的	0.524	0.573	0.446	0.332	-0.095
年轻的	0.058	0.323	0.825	0.389	-0.112
灰暗的	-0.421	0.304	0.780	-0.160	-0.095
时尚的	0.556	0.379	0.733	-0.004	-0.007
沉稳的	0.143	0.148	0.098	0.917	0.211
实用的	0.424	0.428	0.071	0.763	0.070
多彩的	0.233	0.263	-0.263	0.285	0.848
特征值	7.931	7.480	3.990	2.501	1.324
方差的/%	33.044	31.166	16.626	10.422	5.517
累计的/%	33.044	64.210	80.836	91.259	96.776



图 4 6 套老年人家具配色设计实验样本
Fig.4 6 sets of color matching design test samples of elderly-oriented furniture

在 Hue&Tone130 色彩体系中，6 套配色方案的色相色调分布情况见图 5。从图 5 可知，6 套配色方案的整体色彩纯度与明度普遍偏低，且具有明显的暖色倾向，暖色调具有稳重感和安全感，让人感觉温暖舒适。

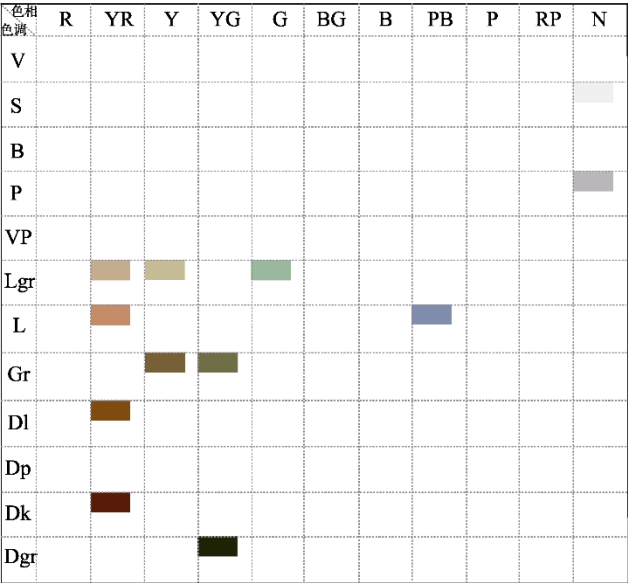


图 5 色相色调分布
Fig.5 Hue tone distribution map

3.2 配色设计的模糊综合评价

3.2.1 对设计样本进行模糊评价实验

基于现实型老年人的家具感性意象分析，确定 5 种感性意象评价指标分别为“庄重的”“愉悦的”“年轻的”“沉稳的”和“多彩的”，结合现实型老年人的家具配色方案，设计出模糊综合评价问卷，问卷采用 7 阶 Likert 量表；邀请 36 名受试者（与之前实验相同）进行色彩模糊综合评价实验，实验中要求受试者依据个人主观感受对 6 套配色方案的 5 种评价指标进行评价，共获得有效调查问卷 30 份。然后，对实验数据进行汇总和平均化处理，可得到色彩模糊综合评价实验的观测值，见表 6。

表 6 色彩模糊综合评价实验的观测值
Tab.6 Observed values of color fuzzy comprehensive evaluation test

评价指标	样本 (a)	样本 (b)	样本 (c)	样本 (d)	样本 (e)	样本 (f)
庄重的	2.73	3.67	4.76	5.20	4.70	4.26
愉悦的	2.70	3.03	4.80	5.00	4.00	3.60
年轻的	3.13	2.33	5.36	3.53	3.33	3.43
沉稳的	3.47	3.53	5.53	5.33	4.70	4.83
多彩的	2.20	2.50	3.13	3.76	3.46	3.33

为了有效地分析和比较各配色方案,使用式(9)—(11)所示隶属函数,将表6的观测值转换为优、中、差三个层面的隶属度,使各评价指标值变换到[0,1]区间范围内。

优
$$f_1(x_1)=\begin{cases} 1 & 5\leq x_1\leq 7 \\ \frac{(x_1-3)}{2} & 3\leq x_1<5 \\ 0 & 1\leq x_1<3 \end{cases} \quad (9)$$

中
$$f_2(x_1)=\begin{cases} \frac{(7-x_1)}{2} & 5\leq x_1\leq 7 \\ 1 & 3\leq x_1<5 \\ \frac{(x_1-1)}{2} & 1\leq x_1<3 \end{cases} \quad (10)$$

差
$$f_3(x_1)=\begin{cases} 0 & 5\leq x_1\leq 7 \\ \frac{(5-x_1)}{2} & 3\leq x_1<5 \\ 1 & 1\leq x_1<3 \end{cases} \quad (11)$$

3.2.2 配色评价因子的权重分析

针对现实型老年人构建 Kano 模型,以家具色彩的感性意象词汇“庄重的”“愉悦的”“年轻的”“沉稳的”和“多彩的”作为评价指标,设计出 Kano 问卷并进行 Kano 问卷调查。邀请 30 名受试者(男性 14 名,女性 16 名,平均年龄 63.6 岁,所有受试者均为现实型老年人且具有一年以上家具使用经验,无色觉障碍问题),要求他们根据日常使用家具的主观感受对各指标的需求性进行数值评估,将所有受试者对 5 个家具配色的感性意象指标进行分类汇总,得到 Kano 类别,见表 7。

表 7 家具色彩感性意象指标的 Kano 类别
Tab.7 Kano category of furniture color perceptual image index

家具色彩	吸引需	期望需	基本需	无关需	逆向需	Kano
感性指标	求(A)	求(O)	求(M)	求(I)	求(R)	类别
庄重的	11	2	9	8	0	A
愉悦的	7	10	9	4	0	O
年轻的	8	4	11	7	0	M
沉稳的	11	7	9	3	0	A
多彩的	5	1	16	8	0	M

模糊综合评价实验的观测值,通过式(1)—(3)进行熵权法的计算,确定初始权重。再使用式(4)计算出现实型老年人家具配色评价的最终权重,见表 8。

3.2.3 评价结果的模糊合成

将实验数据通过隶属函数进行转换,即式(9)—(11),可得到模糊评价矩阵。例如样本(a)的模糊评价矩阵 R_1 。

表 8 现实型老年人 Kano 最终权重
Tab.8 Final weights of realistic elderly Kano

Kano 类别	A	O	M	A	M
属性	庄重的	愉悦的	年轻的	沉稳的	多彩的
初始权重	0.172	0.190	0.353	0.152	0.133
调整系数	0.400	0.200	0.100	0.400	0.100
最终权重	0.318	0.176	0.163	0.281	0.062

$$R_1 = \begin{pmatrix} (0.000, 0.865, 1.000) \\ (0.000, 0.850, 1.000) \\ (0.065, 1.000, 0.935) \\ (0.235, 1.000, 0.765) \\ (0.000, 0.600, 1.000) \end{pmatrix}$$

把样本(a)的模糊评判矩阵 R_1 和表 8 的最终权重数据,带到式(6)—(7)进行模糊评价合成计算,可得到样本(a)模糊矩阵的合成 B_1 。

$$B_1 = (0.077, 0.906, 0.923)$$

经过归一化处理后,样本(a)模糊矩阵的合成 B_1 。

$$B_1 = (0.040, 0.475, 0.485)$$

重复以上步骤,可得到现实型老年人家具配色方案的模糊综合评价数据,见表 9。

表 9 家具配色方案的模糊综合评价数据结果
Tab.9 Fuzzy comprehensive evaluation data results of furniture color matching scheme

样本	优	中	差	加权平均数
(a)	0.040	0.475	0.485	0.278
(b)	0.164	0.445	0.391	0.387
(c)	0.467	0.473	0.060	0.704
(d)	0.336	0.489	0.175	0.581
(e)	0.319	0.500	0.181	0.569
(f)	0.278	0.500	0.222	0.528

3.2.4 确定最优方案

对评语集中的优、中、差进行等级赋值,即 $V = \{1.000, 0.500, 0.000\}$,使用式(8)计算出综合评价数值 α ,对各方案 α 的数值大小进行优先级排序,可得到样本(c)>样本(d)>样本(e)>样本(f)>样本(b)>样本(a)。

4 讨论

如表 9 所示,在现实型老年人家具配色方案的模糊综合评价中,样本(c)是最受现实型老年人青睐的样本。探究其因在于现实型老年人的家具配色设计与日常生活中使用家具的习惯有关;家具配色设计是否实用及其色彩所营造的心理情感,是现实型老年人评价家具配色的两个重要因素。我国多数现实型老年人居家时间较长,与家具的接触时间较长,对家具的关

注度较高。此时若使用过于艳丽且对比强烈的配色组合,很容易对现实型老年人造成视觉上的干扰,从而引起现实型老年人精神紧张、倦怠等问题,影响现实型老年人的正常生活秩序。

样本(c)的家具配色采用亮灰色调与柔色调的组合,色相上是属于对比色的关系,但在色调上均属于朴素色调。根据入户访谈调研得知,大部分现实型老年人偏爱原木色,样本(c)以原木色为主,原木色是一种大自然的颜色,让现实型老年人感觉熟悉又有亲和力,拉近现实型老年人与家具的距离,并能给现实型老年人带来愉悦的心情。样本(c)中的坐垫颜色为浅蓝色,这不仅让现实型老年人从视觉上感受到轻松舒缓,而且柔和的冷暖对比强调了座椅的整体结构,为现实型老年人增加安稳感。竹原色的靠背让现实型老年人在使用家具时感受到清新自然,因为现实型老年人的视觉感官能力下降,所以,他们在选择软垫配色时,不仅会遵从个人主观喜好,也会考虑实际使用情况。因此,柔和且耐脏的样本(c)配色方案深受现实型老年人青睐,给现实型老年人在使用家具时带来更好的视觉体验,能够有效地满足现实型老年人的实际需求。

通过对样本(d)、样本(e)与样本(f)的家具配色组合的分析表明,样本(d)的家具配色组合采用亮灰色调、沉闷色调和暗色色调,色相上属于邻近色的关系;样本(e)与样本(f)的家具配色组合采用亮灰色与灰色调,在色相与色调上都颇为接近。因此,样本(d)、样本(e)与样本(f)在整体配色上没有明显差异,而现实型老年人因视觉器官老化会导致老年性视力下降,如果家具配色的视觉效果偏暗淡,不够清晰明亮,会让现实型老年人感受到过于沉闷无趣。样本(b)的家具配色组合采用亮灰色调与暗灰色调,这种配色组合在色调上有着较强的对比关系,但是色相上却极为类似。虽然明亮大胆的家具配色可以短时间内吸引现实型老年人的注意力,但长时间使用明亮大胆的家具配色会刺激现实型老年人的视觉感官,反而更容易引起视觉疲劳。

从3.1.1节的生活形态分析可知,现实型老年人注重家庭生活与实用的生活技能,具有较强的养生保健意识。此外,现实型老年人理财消费意识较为一般,这可能是因为他们满足生活而没有过多的消费欲望。因此,在选择家具颜色时,他们往往会选择实用且稳重的色彩搭配。而样本(a)的整体色调为亮灰色调,且软垫颜色为无彩色的浅灰色,浅色系的软垫颜色在日常使用中,容易沾染污渍,抗污性不高且具有过于轻便的视觉感受,导致现实型老年人担心椅子结构不稳定等质量问题。

5 结语

本研究提出生活形态分析与模糊综合评价相结合

的方法,对老年人家具配色进行评价。使用生活形态分析能明确用户的需求,提高设计师以用户为中心的设计意识;使用模糊综合评价法能有效应对评价过程中的主观性,从而科学严谨地进行家具配色设计评价。总体而言,生活形态分析与模糊综合评价法相辅相成,使设计可以更好地满足不同老年人的需求,提高产品的市场竞争力,对家具产品的设计具有一定的参考价值。

本研究为现实型老年人家具产品配色提供更准确有效的指导方法,并为我国老年人家具行业的色彩设计与发展提供更客观的理论依据和更科学的评价方法。由于本研究受试者来源于现实型老年人,且因受试者数量、个体差异等方面的影响,均使本研究存在一定的局限性,在今后的研究中,将商榷本实验方案是否适用于其他集群老年人的问题,并使用眼动仪、电子测量仪等设备配合实验进行深入研究,使实验的观测评估更为客观科学,从而使研究结论更具普适性。

参考文献:

- [1] 梁海艳. 人口老龄化背景下的社区居家养老[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(13): 3320-3325.
LIANG Hai-yan. Community Home-Based Care for the Elderly under the Background of Aging Population[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2019, 39(13): 3320-3325.
- [2] 孙欣欣, 许柏鸣. 基于情感交互理论的家具设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(14): 113-116.
SUN Xin-xin, XU Bo-ming. Furniture Design Based on Affective Interaction Design Theory[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(14): 113-116.
- [3] ULUSOY B, OLGUNTÜRK N, ASLANOĞLU R. Colour Semantics in Residential Interior Architecture on Different Interior Types[J]. Color Research & Application, 2020, 45(5): 941-952.
- [4] MAN Ding, WEI Dong. Product Color Emotional Design Considering Color Layout[J]. Color Research & Application, 2018: col.22338.
- [5] 刘肖健, 李桂琴, 孙守迁. 基于交互式遗传算法的产品配色设计[J]. 机械工程学报, 2009, 45(10): 222-227.
LIU Xiao-jian, LI Gui-qin, SUN Shou-qian. Color Mapping Design from Image to 3D Product Model[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2009, 45(10): 222-227.
- [6] 黄薇. 基于生活形态研究的老年产品设计需求分析[J]. 装饰, 2007(5): 116-117.
HUANG Wei. Analysis of Product Design for Senior Citizen Basing on the Living State Research[J]. Art & Design, 2007(5): 116-117.
- [7] 汪颖, 尤临临. 基于生活形态理论的老年族群特征与需求[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(12): 2649-2654.
WANG Ying, YOU Lin-lin. Characteristics and Needs of the Elderly Ethnic Groups Based on the Theory of Life

- Form[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2020, 40(12): 2649-2654.
- [8] 杨冬梅, 张健楠, 丁满, 等. 基于感性意象的老年产品色彩设计方法[J]. 机械设计, 2018, 35(3): 110-113.
YANG Dong-mei, ZHANG Jian-nan, DING Man, et al. Color Design Method for Elderly Products Based on Kansei Image[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(3): 110-113.
- [9] 高帅, 朱丽萍, 李永锋. 基于灰色聚类法的老年人APP用户界面配色评价研究[J]. 包装工程, 2021, 42(6): 198-205.
GAO Shuai, ZHU Li-ping, LI Yong-feng. Color Matching Evaluation of APP User Interface for Elderly Based on Grey Clustering Method[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(6): 198-205.
- [10] HSIAO S W, YANG Meng-hua, LEE C H. An Aesthetic Measurement Method for Matching Colours in Product Design[J]. Color Research & Application, 2017, 42(5): 664-683.
- [11] 杨延璞, 陈登凯, 顾蓉, 等. 基于色彩案例和灰度关联分析的产品配色设计方法[J]. 图学学报, 2016, 37(4): 509-513.
YANG Yan-pu, CHEN Deng-kai, GU Rong, et al. Product Color Design Method Based on Color Case and Grey Relational Analysis[J]. Journal of Graphics, 2016, 37(4): 509-513.
- [12] 李晓娜, 韩彤, 刘宝顺. 家具产品用户体验的模糊综合评价研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 126-130.
LI Xiao-na, HAN Tong, LIU Bao-shun. User Experience in Furniture Product Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation Theory[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 126-130.
- [13] 谭嫒嫒, 耿道双. 生活形态下的智能家居产品设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(22): 108-113.
TAN Yuan-yuan, GENG Dao-shuang. Household Smart Product Design under the Lifestyle[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(22): 108-113.
- [14] 磨炼. 基于生活形态的产品设计方法研究[J]. 机械设计, 2013, 30(7): 127-128.
MO Lian. Research of Product Design Method Based on Lifestyle[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(7): 127-128.
- [15] 魏峰, 董石羽, 徐伯初, 等. 基于模糊层次分析的高速列车座椅舒适度评估与应用[J]. 机械设计, 2017, 34(4): 119-123.
WEI Feng, DONG Shi-yu, XU Bo-chu, et al. Comfort Evaluation and Application of High-Speed Train Passenger Seat Based on FAHP[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(4): 119-123.
- [16] 苏建宁, 康亚君, 张书涛, 等. 面向认知主体的产品意象造型创新设计方法[J]. 现代制造工程, 2018(6): 108-113.
SU Jian-ning, KANG Ya-jun, ZHANG Shu-tao, et al. Innovative Design Method of Product Image Styling Oriented to Cognitive Subject[J]. Modern Manufac-
- turing Engineering, 2018(6): 108-113.
- [17] ZHANG Xin-xin, YANG Ming-gang, SU Jian-ning, et al. Research on Product Color Design Decision Driven by Brand Image[J]. Color Research & Application, 2020, 45(6): 1202-1216.
- [18] 胡珊, 刘晶. 模糊综合评价法在产品设计方案决策中的应用[J]. 机械设计, 2020, 37(1): 135-139.
HU Shan, LIU Jing. Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation Method in Product Design Scheme Decision[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(1): 135-139.
- [19] 黄茜, 陈飞虎. 四大色彩体系对比分析研究[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 266-272.
HUANG Qian, CHEN Fei-hu. Comparative Analysis of Four Major Color Systems[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 266-272.
- [20] 何劲涛, 陈登凯, 余隋怀. 基于色彩调和理论的文化创意产品色彩设计与评价方法研究[J]. 西北工业大学学报, 2020, 38(4): 766-773.
HE Jin-tao, CHEN Deng-kai, YU Sui-huai. Research on Color Design and Evaluation Method of Cultural Creative Products Based on Color Harmony Theory[J]. Journal of Northwestern Polytechnical University, 2020, 38(4): 766-773.
- [21] 日本色彩设计研究所. 配色手册[M]. 刘俊玲, 陈舒婷, 译. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2018.
Japan Color Design Institute. Color Matching Manual[M]. Liu Jun-ling, Chen Shu-ting, Translated. Nanjing: Jiangsu Phoenix Science and Technology Press, 2018.
- [22] 小林重顺. 色彩心理探析[M]. 南开大学色彩与公共艺术研究中心, 译. 北京: 人民美术出版社, 2006.
Kobayashi Shigesun. An Analysis of Color Psychology[M]. The Color and Public Art Research Center of Nankai University, Translated. Beijing: People's Fine Arts Publishing House, 2006.
- [23] MA M Y, CHEN C Y, WU F G. A Design Decision-Making Support Model for Customized Product Color Combination[J]. Computers in Industry, 2007, 58(6): 504-518.
- [24] 谭浩, 郭雅婷. 基于大数据的用户画像构建方法与运用[J]. 包装工程, 2019, 40(22): 95-101.
TAN Hao, GUO Ya-ting. Construction Method and Application of Personas Based on Big Data[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(22): 95-101.
- [25] YADAV H C, JAIN R, SINGH A R, et al. Kano Integrated Robust Design Approach for Aesthetical Product Design: A Case Study of a Car Profile[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2017, 28(7): 1709-1727.
- [26] 吴垠. 关于中国消费者分群范式(China-Vals)的研究[J]. 南开管理评论, 2005, 8(2): 9-15.
WU Yin. The Research towards Model of China-Vals[J]. Nankai Business Review, 2005, 8(2): 9-15.