

# 基于数量化理论的家具造型意象设计

于娜, 张聪, 杜游, 王华

(南京林业大学 家居与工业设计学院, 南京 210037)

**摘要:** **目的** 研究从消费者角度分析家具形态特征设计的方法。**方法** 以新中式座椅为对象, 数量化理论为基础, 通过家具造型的形容词汇和语意差分法来获取消费者对家具的感性意象, 再从部件要素、结构、装饰、材质等多方面, 综合提取出影响造型设计的关键要素, 并借助聚类分析获取代表性新中式家具样本图片, 通过多元回归分析构建用户感性意象与产品造型设计要素之间的关联性模型。**结论** 初始模型显著性  $P$  值略大于显著水平 0.05, 不能非常显著地表达感性意象与造型设计之间的线性关系, 为了使数据更具有科学性得到最优模型, 需要采取后退的进入方式建立新的模型, 最终通过理论分析为家具造型设计提供指导。

**关键词:** 优化设计; 感性意象; 数量化 I 类; 新中式座椅

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)22-0183-06

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.22.030

## Furniture Modeling Image Design Based on Quantitative Theory

YU Na, ZHANG Cong, DU You, WANG Hua

(College of Furniture and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**ABSTRACT:** The work aims to analyze the design of furniture form features from the consumers' perspective. Taking the new Chinese seats as the object and based on the quantitative theory, the consumer's emotional image on the furniture was obtained through the descriptive vocabularies and SD method. Then, from component elements, structure, decoration, material and other aspects, the key elements affecting the modeling design were integrally extracted, and the sample pictures of representative new Chinese seats were obtained through cluster analysis. The model for the correlation between user's emotional image and product modeling design elements was constructed by multiple regression analysis. In conclusion, the significance  $P$  value of the initial model is 0.05 slightly greater than the significant level, which cannot significantly express the linear relationship between the emotional image and the modeling design. In order to make the data more scientific to obtain the optimal model, a new model should be established by taking the recessive entry approach. Ultimately, the guidance is provided for the furniture modeling design based on the theoretical analysis.

**KEY WORDS:** optimal design; emotional image; quantitative type I; the new Chinese seats

在设计中有目的、有意识地激发用户的某种情感, 能更好地实现设计的目的性<sup>[1-2]</sup>。目前企业和设计师非常关注市场产品同质化的现象, 而解决此问题关注用户的需求必不可少, 以用户需求为核心的产品设计理论指导用户设计方法论和用户研究方法论, 设

计方法主要有感性工学和情感设计等<sup>[3-4]</sup>, 解决了以往的设计中很难将消费者的感性认知以数理化的方式呈现出来, 即难以量化感性因素, 运用工学技术加以量化<sup>[5]</sup>。简而言之, 研究人的感觉与产品设计之间的关联, 都可纳入感性工学研究范畴<sup>[6-7]</sup>。数量化

收稿日期: 2018-07-18

基金项目: 国家社科基金艺术学一般项目 (2018BH01332); 教育部人文社会科学研究一般项目 (17YJCZH231); 江苏省高校哲学社会科学研究项目 (2015SJB040/2018SJA0109); 江苏省优势学科建设项目 (PAPD)

作者简介: 于娜 (1981—), 女, 山东人, 博士, 南京林业大学教授, 主要从事家具与工业设计人体工程学方面的研究。

通信作者: 张聪 (1992—), 女, 江苏人, 南京林业大学硕士生, 主攻家具造型设计。

I类理论致力于将消费者感性需求与产品造型要素结合,可以分析产品造型设计元素与消费者各感性意象之间的关联,即将消费者对产品的感性意象转化为具体的设计要素<sup>[8-9]</sup>,是探究消费者感性需求与产品造型要素之间关联性最常用的方法之一。目前国内外对于将数量化I类应用到产品设计方面已经逐渐丰富,根据数量化I类建立感性意象语意与造型形态元素之间的数学模型<sup>[10]</sup>,以及消费者对动漫儿童家具的感性意象与造型设计要素之间的最佳线性模型<sup>[11]</sup>。

本文以新中式座椅为对象,从部件要素、结构、材质等多方面综合提取关键造型设计要素,采用语意差分法和聚类分析法获取代表性语意词对图片,基于多元回归分析构建用户感性意象与新中式座椅造型要素之间的关联性模型。

## 1 代表性词汇和图片的选取

从期刊杂志和论文中收集描述新中式座椅造型形态的词汇,共收集有68对形容词对建立新中式座椅感觉特性词汇库。选取20~30岁的在校大学生作为调研对象,制作问卷1,运用SD法及相近词汇合并整合最终获得5组语意样本词汇对,即简约—繁复,功能—艺术,时尚—古典,高雅—庸俗,灵秀—规矩。

从家具网站上广泛收集新中式座椅图片,尽量涵盖不同的品牌和不同的价位,包括国内外经典以及认可度和市场占有率较高的具有中国元素和文化的家具座椅,考虑座椅外观造型相异的原则,筛选得到新中式座椅图片170幅。经过聚类分析最终筛选出26个新中式座椅样本,见表1。

表1 新中式座椅代表性图片  
Tab.1 Representative picture of new Chinese seats

图示									
样本序号	样本 1	样本 2	样本 3	样本 4	样本 5	样本 6	样本 7	样本 8	样本 9
图示									
样本序号	样本 10	样本 11	样本 12	样本 13	样本 14	样本 15	样本 16	样本 17	样本 18
图示									
样本序号	样本 19	样本 20	样本 21	样本 22	样本 23	样本 24	样本 25	样本 26	

## 2 感性语意空间构建

### 2.1 造型设计要素提取

经过资料和调研分析发现,座椅是由椅背、座面、扶手、腿足等很多部件共同组合而成的,各形态部件还有装饰和材质的变化,而且考虑到靠背与扶手、靠背与腿足、靠背与座面是否连体等结构的变化,因此从形态、结构和材质等多个方面进行外观造型要素的划分,最终将造型项目确定为9个部分,见表2。

将造型项目作为项目,造型项目中的各造型要素作为类目。假设有 $m$ 个项目,第 $i$ 个项目 $X_i$ 有 $r_i$ 个类目 $X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{iri}$ ,那么对于 $n$ 个样本而言, $\delta_k(i, j)(k=1, 2, \dots, n; i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, r_i)$ 为第 $i$ 个项目之 $j$ 类目在第 $k$ 个样品中的反应,并按照样公式(1)取值:

$$\delta_k(i, j) = \begin{cases} 1(\text{第}k\text{个样品中,第}i\text{个项目的定性数据为第}j\text{类}) \\ 0(\text{其他}) \end{cases} \quad (1)$$

假定因变量与各项目、类目的反应间存在在线性关系,则可建立如下的数学模型<sup>[12]</sup>:

$$y_k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{r_i} \delta_k(i, j) b_{ij} + \varepsilon_k \quad (2)$$

其中: $b_{ij}$ 仅依赖于 $i$ 项目之 $j$ 类目的系数; $\varepsilon_k$ 为第 $k$ 次抽样中的随机误差。

根据表2和公式(1)得到170个新中式座椅的反应矩阵,由于数量多仅展示其中5个的矩阵,见表3。

### 2.2 感性语意空间构建

结合之前已选取的26幅代表性图片和5对代表性造型感性意象词对,制作成新中式座椅的感觉特性调查问卷2,采用7分制标准的语意差分法,要求受试者根据自己的主观想法,对每一幅代表性图片的5对代表性词对进行评分。最终共回收101份问卷,剔除漏填和10个以上极值作答的问卷,有效问卷100份,有效率达到99%,其中男生41人,女生59人。将问卷2中数据进行均值处理,得到表4的结果。

表 2 造型设计要素  
Tab.2 Modeling design elements

造型项目		设计造型要素															
X1	靠背	X11	线条	X12	板状												
X2	扶手形状	X21	不出头直线	X22	不出头转角 直线	X23	出头直线	X24	弧形	X25	S形	X26	无				
X3	扶手装饰 构件	X31	独立线形	X32	其他线	X33	非线形	X34	无								
X4	座面形状	X41	方形	X42	圆形	X43	方圆结合										
X5	腿部	X51	弯腿	X52	直线方腿	X53	直线圆腿	X54	其他								
X6	靠背连体	X61	靠背与扶手 连体	X62	靠背与后腿 连体	X63	靠背与座 面连体	X64	分体								
X7	座面的支撑	X71	腿	X72	支架												
X8	后腿支撑 扶手/搭脑	X81	不支撑	X82	直线型支撑	X83	曲线形支撑										
X9	材质搭配	X91	木色主体+ 暖色	X92	木色主体+ 冷色	X93	非木色	X94	纯木色								

表 3 造型反应矩阵  
Tab.3 Modeling reaction matrix

序号	X11	X12	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X31	X32	X33	X34	X41	X42	X43	X51
图片 1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
图片 2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
图片 3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
图片 4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
图片 5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
序号	X52	X53	X54	X61	X62	X63	X64	X71	X72	X81	X82	X83	X91	X92	X93	X94
图片 1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
图片 2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
图片 3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
图片 4	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
图片 5	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0

表 4 新中式座椅感性意象语义得分均值  
Tab.4 The mean score of new Chinese seats' emotional image semantics

样本	简约—繁复	时尚—古典	功能—艺术	高雅—庸俗	灵秀—规矩
1	-1.57	-0.11	0.81	-0.70	-0.47
2	-1.13	-0.37	-0.19	-0.74	-0.20
3	-0.29	0.66	0.91	-0.32	0.44
4	-0.05	1.23	0.70	-0.47	-0.11
5	-0.18	0.28	1.74	-0.55	-0.58
6	-0.96	-0.67	0.31	-0.53	-0.54
7	-0.72	0.38	-0.49	-0.22	0.97
8	-0.59	0.55	0.74	-0.50	-0.36
9	-1.11	0.74	0.37	-0.68	0.08
10	-0.10	-0.52	-0.84	-0.17	0.34
11	-0.63	-0.92	1.61	-0.83	-0.98
12	-1.24	-0.25	0.95	-0.99	-0.86

续表 4

样本	简约—繁复	时尚—古典	功能—艺术	高雅—庸俗	灵秀—规矩
13	-0.93	0.21	-0.14	-0.48	-0.15
14	-0.98	1.03	0.71	-0.89	0.12
15	0.05	0.11	1.09	-0.32	-0.30
16	0.16	0.72	0.56	-0.05	0.05
17	-0.74	-0.95	0.23	-0.40	-0.16
18	0.05	0.77	0.29	-0.14	0.31
19	-1.11	-0.41	-0.05	-0.06	0.00
20	-0.88	-0.85	0.65	-0.59	-0.40
21	-0.46	0.95	0.53	-0.55	-0.28
22	-1.17	0.02	-0.29	0.14	0.56
23	-0.85	0.25	0.62	-0.88	-0.69
24	-0.61	-0.36	0.54	-0.33	-0.19
25	-0.51	0.14	0.08	-0.38	0.26
26	0.22	0.59	0.75	-0.14	0.46

### 3 多元线性模型筛选和结果分析

#### 3.1 线性模型的筛选

由于数量化 I 类理论模型与多元回归模型相同, 所以本文利用 SPSS18.0 统计软件进行数据分析, 以造型要素的反应矩阵为自变量, 如表 3, 新中式座椅各感性意象语意得分均值为因变量, 如表 4, 获取类目得分、常数项、复相关系数、决断系数及偏相关系数的数值。

1) 采取强行进入的方式建立模型。在确定模型时, 首先需要考虑调整  $R$  方, 它代表能解释模型中数据的多少; 然后就是模型的显著性  $P$  值, 若是  $P$  值小于 0.05, 那么说明模型中至少有一个自变量  $X$  对因变量  $Y$  产生显著影响, 若是  $P$  值大于 0.05, 则说明所有的自变量  $X$  对因变量  $Y$  都不产生显著影响; 最后就是各个模型中各自变量回归系数显著数量,

小于 0.05 的  $P$  值数量越多, 说明该模型中有更多的自变量  $X$  对因变量  $Y$  产生显著影响。以词对“简约—繁复”为例, 见表 5, 模型 1 的调整  $R$  方值为 0.691, 说明模型 1 能够解释因变量“简约—繁复”中的 69.1% 的数据, 一般大于 60% 表示模型的拟合度合格; 显著性  $P$  值为 0.072 略大于 0.05, 说明自变量造型要素对因变量“简约—繁复”没有产生显著影响。该模型中自变量的回归系数  $P < 0.05$  的数量为 0 个, 由此可以判定需要对感性语意词汇“简约—繁复”建立新的模型。

2) 采取后退的进入方式建立新的模型。对因变量“简约的—繁复的”采取后退式的进入方法, 一共得到 12 个模型, 如表 5。在所有模型中, 第 2 个模型开始  $P$  值小于显著性水平 0.05, 自变量回归系数显著数量也在逐渐变大, 直到第 10 个模型, 调整  $R$  方为 0.902, 拟合度非常好, 且  $P$  值 0.000 小于显著性水平

表 5 “简约—繁复”的模型汇总  
Tab.5 The summary of "simple-complicated" model

模型	进入方式	$R$ 方	调整 $R$ 方	显著性 $P$	回归系数显著数量
1	Enter	0.938	0.691	0.072	0
2	Backward	0.938	0.742	0.030	1
3	Backward	0.938	0.779	0.012	3
4	Backward	0.937	0.805	0.004	5
5	Backward	0.936	0.823	0.001	5
6	Backward	0.934	0.835	0.001	5
7	Backward	0.928	0.837	0.000	5
8	Backward	0.920	0.833	0.000	6
9	Backward	0.910	0.828	0.000	6
10	Backward	0.902	0.825	0.000	8
11	Backward	0.889	0.815	0.000	8
12	Backward	0.887	0.808	0.000	8

0.05, 且回归系数  $P$  值小于 0.05 的数量为 8 个, 也是所有模型中最多的数量, 因此自变量造型要素与因变量“简约—繁复”之间的线性关系显著, 适合建立线性模型, 表明该预测模型非常理想, 能够真实的用于新

中式座椅造型的意象设计。

3) 拟定回归模型方程。经过筛选得出因变量“简约—繁复”第 10 个模型的类目得分、常数项、复相关系数、决断系数及偏相关系数的数值, 见表 6。

表 6 感性语意词汇“简约—繁复”与造型要素之间的线性关系分析 (最优模型 10)

Tab.6 An analysis of the linear relationship between "simple-complicated" and modeling elements(optimal model 10)

项目	类目	类目得分	方程显著值 $P$	项目	类目	类目得分	方程显著值 $P$	项目	类目	类目得分	方程显著值 $P$
X1 靠背	X11			X3 X4 座面形状	X34			X6 X7 座面的支撑	X64		
	X12	-0.476	0.001		X41				X71		
	X21				X42				X72	-0.319	0.012
	X22				X43				X81	0.280	0.027
X2 扶手形状	X23			X5 腿部	X51			X8 后腿支撑扶手/搭脑	X82		
	X24				X52	-0.261	0.025		X83	-0.397	0.194
	X25	0.388	0.004		X53				X91		
	X26				X54				X92		
X3 扶手装饰构件	X31	0.201	0.112	X6 靠背连体	X61	-0.242	0.108	X9 材质搭配	X93	0.790	0.008
	X32				X62				X94	-0.433	0.001
	X33	-0.422	0.045		X63						
常数		-0.050		复相关系数 $R$		0.950		决定系数 $R^2$		0.902	

因变量“简约—繁复”的第 10 个模型保留 X12, X25, X31, X33, X52, X61, X72, X81, X83, X93, X94 共 11 个变量, 最终回归模型方程为:

$$Y_1 = -0.050 - 0.476X_{12} + 0.388X_{25} + 0.201X_{31} - 0.422X_{33} - 0.261X_{52} - 0.242X_{61} - 0.319X_{72} + 0.280X_{81} - 0.397X_{83} + 0.790X_{93} - 0.433X_{94}$$

(因变量  $Y_3$ “简约—繁复”, 模型 10)

同样的方法可以求出另外 4 对感性意象词汇“功能—艺术”、“时尚—古典”、“高雅—庸俗”、“灵秀—规矩”的最终回归模型方程。

### 3.2 结果分析

根据模型中的决定系数, 可以反应出预测模型对原始数据造型要素和语意词汇得分的解释程度, 拟合度越高越好; 根据显著性  $P$  值是否小于 0.05 可以得出自变量造型要素对因变量语意词汇是否显著影响; 根据类目得分可以得出各类目对因变量语意词汇的影响方向和大小, 由此得出以下结论。

感性意象词组“简约—繁复”与新中式座椅造型要素关联性的预测线性模型如式  $Y_1$  所示, 其决定系数为 0.902 这表明该模型的拟合度非常好能够反映 90.2% 的数据, 且线性预测模型具有较高精度。同样的方法分析可以得出其他感性意象与新中式座椅造型要素关系模型的拟合度, 并且实验证明拟合度都不错。

回归系数显著值  $P$  反映某自变量对因变量的影响是否显著, 当回归系数显著值  $P$  小于显著水平 0.05 时, 表明自变量  $X$  能够显著的影响因变量  $Y$ 。感性意象词组“简约—繁复”的预测线性模型  $Y_1$  中, X12 板

状靠背、X25S 形扶手、X33 非线形扶手装饰构件、X52 直线方腿、X72 支架支撑座面、X81 后腿不支撑扶手/搭脑、X93 非木色材质和 X94 纯木色材质, 对因变量“简约的—繁复的”有显著的影响, 而 X31 独立线形扶手装饰构件、X61 靠背与扶手连体和 X83 曲线形后腿支撑扶手/搭脑, 对因变量“简约的—繁复的”有影响, 但是影响并非显著。同样的方法, 可以研究造型要素对其他感性意象的影响度。

类目得分的大小则代表各造型元素与各意象语意的相关程度, 类目得分既有正值, 也有负值, 本文中正值代表类目偏向右侧的意象语意, 负值代表类目偏向左侧的意象语意。在因变量“简约的—繁复的”预测线性模型  $Y_1$  中, X12 板状靠背会使新中式座椅显得更加简约, 此外 X33 非线形扶手装饰构件、X52 直线方腿、X72 支架支撑座面、X94 纯木色材质、X61 靠背与扶手连体和 X83 曲线形后腿支撑扶手/搭脑, 也会使新中式座椅显得更加简约, 只是影响显著程度不同而已。同样的方法, 可以研究造型要素与其他感性意象之间的关联性, 从而来指导设计。

## 4 结语

数量化理论作为意象造型设计最常用方法之一, 将家具要素作为自变量, 感性意象评分作为因变量, 多元回归分析得到复相关系数、决定系数、偏相关系数和标准系数等, 其中决定系数代表模型对数据解释的精度, 偏相关系数表示造型设计要素对感性词汇的贡献率大小。文中以新中式座椅为对象, 基于数量化

I类理论,构建用户感性意象与新中式座椅造型设计要素之间的最佳关联性数学模型,数据分析表明,经过后退进入方式的模型优化之后拟合度很好,且自变量造型要素与因变量感性语意词汇之间的线性关联全部显著,说明数量化 I类理论能够将情感化设计以统计数据呈现,有效地为新中式家具以及其他产品提供新的创新设计理论指导,具有广泛的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 柳沙. 人与物互动中的情感[J]. 装饰, 2005(4): 37—38.  
LIU Sha. Emotions in the Interaction between People and Things[J]. Zhuangshi, 2005(4): 37—38.
- [2] 周文治, 赵江洪. “情绪罗盘”: 一种产品造型情绪设计方法[J]. 装饰, 2017(1): 122—123.  
ZHOU Wen-zhi, ZHAO Jiang-hong. Emotion Compass: a Method of Emotional Product Design[J]. Zhuangshi, 2017(1): 122—123.
- [3] 李月恩, 王震亚, 徐楠. 感性工程学[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.  
LI Yue-en, WANG Zhen-ya, XU Nan. Kansei Engineering[M]. Beijing: China Ocean Press, 2009.
- [4] NAGAMACHI M. Kansei Engineering: a New Ergonomic Consumer-oriented Technology for Product Development[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1995, 15(1): 3—11.
- [5] 张仲凤, 黄凯. 基于感性工学的家具造型创新设计研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(11): 195—199.  
ZHANG Zhong-feng, HUANG Kai. Innovative Design of Furniture Modeling Based on Perceptual Engineering[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2012, 32(11): 195—199.
- [6] 姚湘, 胡鸿雁, 李江泳. 基于感性工学的车身侧面造型设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(4): 40—43.  
YAO Xiang, HU Hong-yan, LI Jiang-yong. Research on Car Side Modeling Design Based on the Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(4): 40—43.
- [7] 于娜, 张聪. 古典坐墩造型设计的感知意象研究[J]. 包装工程, 2017, 38(12): 104—109.  
YU Na, ZHANG Cong. Sit Pier Perceptual Image Based on the Modeling Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(12): 104—109.
- [8] 周美玉. 感性·设计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001.  
ZHOU Mei-yu. Kansei Design[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2001.
- [9] 杨元, 刘文金. 办公座椅感性意象与造型要素关联性研究[J]. 林业工程学报, 2016, 1(3): 139—143.  
YANG Yuan, LIU Wen-jin. Research on the Correlativity of Perceptual Image and Modeling Elements of Office Seating[J]. Journal of Forestry Engineering, 2016, 1(3): 139—143.
- [10] 吴珊. 家具形态元素情感化研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.  
WU Shan. Emotional Study Inform Element of Furniture[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2009.
- [11] 张振华. 动漫趣味儿童家具形态的用户体验[D]. 南京: 南京林业大学, 2011.  
ZHANG Zhen-hua. User Experience Design Study of Animation and Cartoon Funny Children Furniture Form[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2011.
- [12] 李永锋. 基于数量化理论 I 的产品意象造型设计研究[J]. 机械设计, 2010, 27(4): 40—43.  
LI Yong-feng. Research on Product Image Design Based on Quantitative Theory I[J]. Journal of Machine Design, 2010, 27(4): 40—43.