

基于感性工学的陶瓷酒瓶造型设计研究

刘永红, 刘磊

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 在消费者意识形态升级和消费市场全球化竞争发展的趋势下, 应用感性工学理论探索陶瓷酒瓶的创新设计, 从而迎合消费者的感性需求, 提升陶瓷酒瓶的附加价值。 **方法** 首先, 利用眼动仪对陶瓷酒瓶造型特征进行分析, 提取其造型关键点并计算其权重; 其次, 广泛收集陶瓷酒瓶样本图片, 以模糊综合评价方法和多维尺度分析方法进行代表性陶瓷酒瓶样本图片的提取; 再次, 收集并萃取相关感性意象词汇, 对每个代表性陶瓷酒瓶进行感性意象评分; 最后, 通过量化一类理论进行造型类目与感性意象之间数学模型的构建, 得出两者造型类目与感性意象关联库, 并以实例分析检验数据结论的可靠性。 **结果** 通过分析特定人群的感性需求, 总结出“优雅的”“尊贵的”2 个意象, 并基于关联库生成了具有良好评价效果的陶瓷酒瓶设计方案。 **结论** 感性工学能够被很好地应用于陶瓷酒瓶的造型设计研究, 为陶瓷酒瓶造型设计提供切实可行的辅助作用和理论依据。

关键词: 陶瓷酒瓶; 感性工学; 造型设计; 数量化理论 I 类

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)20-0330-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.20.039

Modeling Design of Ceramic Liquor Bottle Based on Kansei Engineering

LIU Yong-hong, LIU Lei

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: Under the trend of consumer ideology upgrading and the development of global trade, the innovative design of ceramic liquor bottles is explored using kansei engineering to cater to the perceptual needs of consumers and enhance the inner value. First of all, the key points of ceramic liquor bottle are analyzed and extracted and its weight is calculated by eye tracker technology. Then, sample pictures are extensively collected and fuzzy comprehensive evaluation methods and multidimensional scale analysis methods are adopted to extract representative sample pictures of ceramic liquor bottles. At the same time, relevant perceptual image vocabulary is collected and extracted, and the perceptual image for each representative ceramic wine bottle is scored. Finally, the mathematical model between the modeling category and the perceptual image is constructed by Quantifying theory I, the correlation library between the two modeling categories and the perceptual image is built, and the reliability of the data conclusion is verified by an example analysis. By analyzing the perceptual needs of specific groups of people, two perceptual images of “elegance” and “nobility” are summarized, and a ceramic bottle design work with good evaluation effects is generated based on the correlation library. Kansei engineering can be well applied and provide a theoretical basis for the design and evaluation of ceramic liquor bottles.

KEY WORDS: ceramic wine bottle; kansei engineering; modeling design; quantitative theory I

陶瓷酒瓶在我国拥有着悠久的历史, 蕴含着浓厚的人文素养。鉴于陶瓷与雕刻、书法、绘画等其他艺

术形式有着良好的兼容能力, 优良的物理与化学性能, 以及被人们所赋予的高洁、温润似玉般的品性,

收稿日期: 2021-07-22

基金项目: 湖南省创新平台与人才计划项目 (2016RS2008); 基于数字化创新设计的陶瓷 3D 打印关键技术开发与应用 (706096491033)

作者简介: 刘永红 (1972—), 男, 安徽人, 博士, 湖南大学教授, 主要研究方向为机械工程。

通信作者: 刘磊 (1995—), 男, 湖南人, 湖南大学硕士生, 主攻设计学。

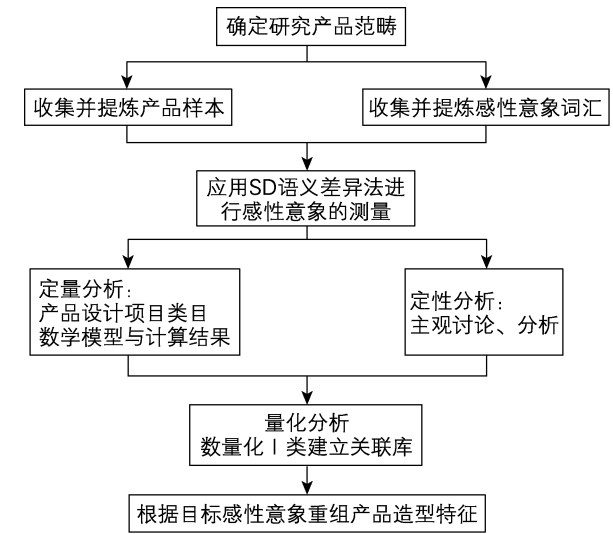


图 1 感性工学应用流程
Fig.1 Kansei engineering application process

长久以来在我国酒类产品包装中一直占据着重要的地位^[1]。而随着我国经济的发展，市场全球化的完善，市场竞争加剧，消费者意识形态水平进一步提高，人们已经从“量的消费阶段”过渡为“质的消费阶段”，开始逐渐关注“感性消费”^[2]。陶瓷酒瓶已不再被视为纯粹的功能性物质容器，更多是被赋予了象征性、装饰性等感性内容，其外部造型形态也逐渐成为人们购买整套酒产品的关键^[3]。本次研究尝试从陶瓷酒瓶的造型特征出发，以感性工学理论为基础，探讨陶瓷酒瓶造型特征与消费者感性需求之间的关系，为陶瓷酒瓶造型设计提供一定的理论参考和应用探究。

1 感性工学及其应用流程

1.1 感性工学

感性工学是一门融合了设计学、心理学、工程学等，具有较强综合属性和交叉属性的新型学科，最初是由长山本健一在 1986 年的美国密西根大学的“车的文化论”演讲中提出的^[4]。作为一种以消费者为导向的产品设计开发技术，其核心是将消费者对产品的感觉和主观感性意象进行定性、定量的呈现，利用梳理统计的方法将其与产品属性进行关联性分析，从而指导设计师进行新产品的开发^[5]。它的出现，改变了产品设计师从自身角度出发，以主观思维进行思考的传统设计法则，真正做到了“以人为本”的设计理念。

1.2 感性工学的应用流程及相关理论

感性工学的本质是以理性方法和手段将人的感性认知与相关问题量化，建立“人”与设计物或现象之间的逻辑对等关系，从而将模糊、难以明确的感性需求转化为设计要素，指导设计的进行^[6]。因此，在确定了研究对象之后，如何获取并量化用户的感性意象便是感性工学的重点所在。而大量收集产品样本和

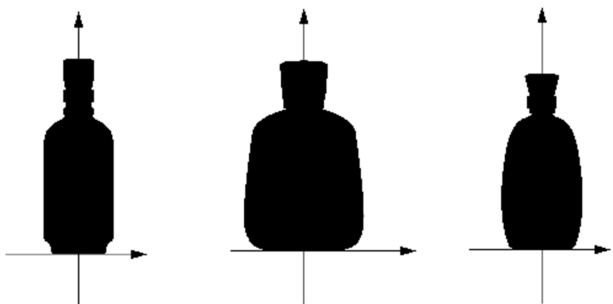


图 2 用于眼动分析的 3 款陶瓷酒瓶外形
Fig.2 Shapes of three ceramic liquor bottles for eye movement analysis

感性意象词汇用于代表性感性造型因素、代表性感性意象词汇的提取则是感性工学的第一步^[7]。而后，通过定性与定量的分析方法，将代表性产品样本进行造型解构，利用数量化 I 类理论建立起其与消费者感性意象之间的数学模型，便可得出两者的关联性，从而指导设计的进行^[8]，见图 1。

数量化 I 类理论是感性工学最常用的数据处理理论，通过将定性数据进行量化，利用几何多元线性回归分析等数学统计方法建立起它们之间的数学模型，从而实现对因变量的预测。它的实质是通过数学统计分析中的多元回归分析方法建立定性变量与定量变量之间的关联关系^[9]。

2 代表性陶瓷酒瓶样本的收集与造型特征提取

2.1 陶瓷酒瓶造型特征分析

造型特征指形态独特或显著性高于整体的部分，通常具有标志性、可辨识性与区别性。陶瓷酒瓶作为陶瓷器物的一种延展，其各部位造型特征依然笼罩在中国传统的讲究完整的求全意识形态下。多以拟人的方式对各种器物的不同部位进行命名，如“口、颈、肩、腹、足、底”等，而在其附件与装饰件上，也相应的以“耳、鼻、嘴”等进行命名^[10]。

研究挑选了市场上销量较高的 3 款白酒的陶瓷酒瓶进行眼动仪分析，通过将其造型转变为封闭的贝塞尔曲线并进行黑色填充，来消除色彩、纹理、图案、品牌形象等对情绪或注意力的影响，同时让其造型边缘与背景形成强对比^[11]，以获得陶瓷酒瓶具体的造型特征点信息，见图 2。

以 5 名设计系本科生和研究生、1 名陶瓷酒瓶工艺者、1 名日常爱好饮酒人员为被测对象，每人按顺序对 5 张代表性曲线照片逐一观察 5 s，结合 Tobii Pro X-120 眼动仪获取了 21 份眼动热点图。通过叠加分析，得到 3 款酒瓶的热点图视觉注视分布状况，见图 3。其中颜色可以反映出被聚焦区域的时间长短，强度从红、黄、绿依次递减，不难发现在瓶肩、瓶底、瓶腹 3 处被聚焦的强度最高，其次为瓶口和瓶颈。

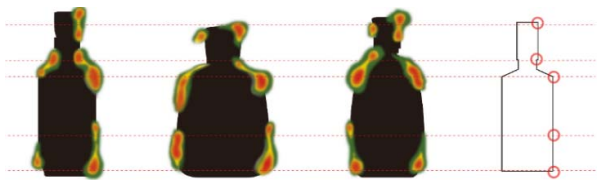


图 3 陶瓷酒瓶热点图
Fig.3 Ceramic liquor bottle heat map

表 1 陶瓷酒瓶被关注部位及时长权重
Tab.1 Ceramic liquor bottles' concerned parts and weights

瓶口权重	瓶颈权重	瓶肩权重	瓶腹权重	瓶底权重
0.15	0.08	0.29	0.23	0.25

通过对相关区域被关注时长的计算,综合红色区域的呈现面积,得出各区域被关注的比重,见表 1。

2.2 陶瓷酒瓶研究样本的收集与提取

通过电子商业平台、文献查阅、实地拍摄等方式和渠道的初步提取,筛选出陶瓷酒瓶样本图片 387 个。通过 15 位设计学院硕士研究生和 3 位设计学博士研究生组成的焦点小组,将陶瓷酒瓶样本总库以一定特征进行归类分组,例如瓶身线条硬朗程度和转折处角度的钝、锐等,并剔除掉其中外观相似性较大的样本,初步得到 77 款陶瓷酒瓶图片并对其进行编号 P1~P77,见图 4。

利用模糊综合评价方法,以陶瓷酒瓶的 5 个特征点及其相应的权重为模糊评价的 5 个因素,结合李克特量表对所有样本库中的酒瓶进行两两评判。每次评判 5 个部位,分别将瓶口、瓶颈、瓶肩、瓶腹、瓶底按顺序标记为 A、B、C、D、E,并将得分进行权重



图 4 用于代表性样本筛选的 77 款陶瓷酒瓶样本
Fig.4 Samples of ceramic liquor bottles for representative sample screening

表 2 酒瓶造型差异打分示意
Tab.2 Scores of liquor bottle shape's difference

部位	0 非常相似	1 相似	2 不确定	3 不相似	4 非常不相似
A 瓶口					
B 瓶颈					
C 瓶肩					
D 瓶腹					
E 瓶底					

加成后对其进行打分,以求取样本之间的差异性程度并对其进行提炼,见表 2。因此每个样本与其他样本的差异值则为 $[0.15A+0.08B+0.29C+0.23D+0.25E]$ 。此数值越大,代表对应两者的差异性越大。

本次评测组由 15 位具有陶瓷制作与设计相关背景的学生和 3 位专家组成,对所有数据进行平均值求取后获得酒瓶两两差异值。将所有酒瓶两两评判的差异值整理得到 77×77 的差异性矩阵,见表 3。

通过 SPSS 对所有数据进行 Z-core 标准化,让所有数据符合标准正态分布并进行多维尺度分析,得出 77 个陶瓷酒瓶样本的六维空间坐标值,见表 4。

通过以上维度数据,利用 SPSS 进行系统聚类分析,为最大限度避免单个样本独立于整体分组中,以及挑选出足够样本以进行后续研究,将总样本划分为 13 个族群。通过 K 均值聚类分析,得到每个个案距离其聚类中心的距离,见表 5。从中挑选出每个组内距离聚类中心最近的样本并将其作为代表性样本,见图 5。

2.3 造型类目特征的解构

对选取出的陶瓷酒瓶按照瓶口、瓶颈、瓶肩、瓶腹及瓶底 5 个特征项目进行类目提取。其中通过 A 瓶口项目总结出 6 个类目,分别为 a1 直型、a2 方头直型、a3 圆头直型、a4 椭圆头直型、a5 倒梯形、a6 菱形;B 瓶颈为 3 个类目,分别为 b1 短颈、b2 中长颈、b3 长颈;C 瓶肩得出 4 个类目,分别为 c1 八字型、c2 直角拱形、c3 外凸型、c4 内凹型;D 瓶腹特征项目有 5 个类目,分别为 d1 梯形、d2 竖直型、d3 倒梯形、d4 外凸型、d5 内凹型;E 瓶底特征项目有 5 个类目,包含 e1 直角型、e2 倒梯形、e3 梯形、e4 双直角型、e5 内凹型。代表性陶瓷酒瓶样本特征解构见图 6。

表 3 酒瓶造型差异值矩阵
Tab.3 Difference matrix of wine bottle shape

样本	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	...	P76	P77
P1	0.00	2.78	2.90	1.99	1.59	1.85	2.19	2.64	...	2.28	2.56
P2	2.78	0.00	2.27	2.79	2.29	1.83	2.49	3.50	...	2.96	3.61
P3	2.90	2.27	0.00	3.08	2.22	1.88	3.38	2.50	...	1.45	2.01
P4	1.99	2.79	3.08	0.00	2.87	2.55	1.06	2.69	...	2.83	3.12
P5	1.59	2.29	2.22	2.87	0.00	0.76	2.19	2.90	...	1.52	2.37
P6	1.85	1.83	1.88	2.55	0.76	0.00	2.24	2.88	...	2.82	3.32
P7	2.19	2.49	3.38	1.06	2.19	2.24	0.00	2.38	...	2.80	2.62
P8	2.64	3.50	2.50	2.69	2.90	2.88	2.38	0.00	...	3.48	2.40
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
P76	2.28	2.96	1.45	2.83	1.52	2.82	2.80	3.48	...	3.04	2.42
P77	2.56	3.61	2.01	3.12	2.37	3.32	2.62	2.40	...	3.62	0.00

表 4 77 个陶瓷酒瓶的六维空间坐标值
Tab.4 Six-dimensional space coordinate values of 77 ceramic liquor bottles

样本编号	维度 1	维度 2	维度 3	维度 4	维度 5	维度 6
P1	0.278 7	0.293 4	0.428 5	0.179 6	-1.790 9	-1.683 7
P2	-1.208 8	-0.327 8	1.717 1	1.565 7	0.869 8	-0.011 3
P3	0.070 7	1.062 3	1.017 1	-1.748 8	0.841 8	-0.279 7
P4	0.867 9	0.431 7	0.809 3	0.976 9	-1.525 6	-0.939 4
P5	0.391 3	0.004 6	2.153 6	-0.910 6	-0.317 5	-0.306 9
P6	-0.927 3	-0.260 8	2.084 5	0.318 9	0.467 7	0.199 9
P7	1.699 4	0.499 3	-2.264 0	-1.083 8	-0.861 9	-0.381 3
P8	1.158 1	1.725 1	0.015 3	0.444 8	0.535 7	1.034 0
...	...	...	...	...	...	...
P76	-0.489 5	0.766 5	-0.894 5	-0.125 9	1.094 7	-1.687 9
P77	0.739 3	1.987 9	-0.172 7	-0.368 8	1.153 8	0.047 5

表 5 聚类成员
Tab.5 Cluster members

个案号	聚类	距离	个案号	聚类	距离	个案号	聚类	距离
1	4	0.672 889	27	5	0.917 963	53	11	0.904 654
2	2	0.707 764	28	12	0.600 342	54	4	0.392 511
3	13	0.473 578	29	13	1.117 285	55	8	0.378 627
4	4	0.728 172	30	8	0.450 180	56	13	0.950 941
5	6	1.284 362	31	8	0.260 994	57	2	0.335 408
6	6	0.835 300	32	3	0.514 860	58	2	0.532 008
7	7	0.000 000	33	6	0.615 956	59	13	0.559 344
8	8	0.684 537	34	12	0.589 345	60	11	0.904 654
9	9	1.123 571	35	12	1.045 296	61	3	0.516 244
10	10	0.358 924	36	8	0.255 824	62	10	0.597 028
11	9	0.841 892	37	4	0.407 380	63	9	0.651 790
12	12	0.548 236	38	12	0.243 726	64	8	0.233 403
13	13	0.734 299	39	4	0.257 385	65	12	0.276 204
14	1	0.544 195	40	12	0.405 688	66	8	0.159 865
15	3	0.861 912	41	3	0.878 485	67	9	0.484 477
16	13	0.933 652	42	4	0.569 604	68	9	0.770 817
17	3	1.013 424	43	10	0.207 565	69	3	0.894 359
18	2	0.748 822	44	4	0.588 627	70	8	1.592 818
19	5	0.917 963	45	13	0.762 996	71	9	0.840 385
20	9	0.739 649	46	3	1.336 412	72	10	0.728 020
21	13	1.252 738	47	12	0.157 714	73	9	0.732 234
22	12	0.229 646	48	6	0.691 761	74	12	1.359 486
23	2	0.516 378	49	3	0.941 529	75	2	1.165 089
24	4	0.416 325	50	8	0.363 294	76	10	0.396 168
25	8	0.525 296	51	12	0.618 340	77	13	1.825 040
26	2	0.523 980	52	1	0.544 195			



图 5 陶瓷酒瓶代表性样本
Fig.5 Representative sample pictures of ceramic liquor bottles

3 陶瓷酒瓶感性意象空间的建立

3.1 感性意象词汇的筛选与提炼

从大型数字商业平台、酒企商城官网、陶瓷器皿设计网站、论坛及焦点小组访谈等渠道收集到的形容词有 509 个。通过集群分析，排除掉意义相近的词汇

后得到 209 个意象词汇。通过邀请 25 位具有设计学背景的专家学者对收集到的词汇进行分组筛选。依次从低层次的词汇组中提炼出具有该组代表性的感性词汇，并且可以对上述词汇库中没有的词汇进行补充添加。感性词汇的逐层挑选示意图 7。

运用以上方法，按照词汇意义对其进行相似度分组后进行初步筛选，从 209 个感性形容词中提取出 28 个形容词，见表 6。

由于上述筛选后的词汇感性意象涵盖范围较广，语义意象空间的复杂度过高，将导致被测对象的认知负荷增加，所以需要将通过一次逐层分类筛选后的 28 个感性词汇进行问卷调查，从而将认知率高的词汇进行进一步提取^[12]。通过邀请相关专业人员进行问卷调查，从 49 份问卷结果中得到词汇被勾选总次数，见图 8。

通过提取其中被选择次数为 15 次及以上的词汇进行辅助修正并进行反义词配对，最终得到 8 组感性意象形容词，见表 7。

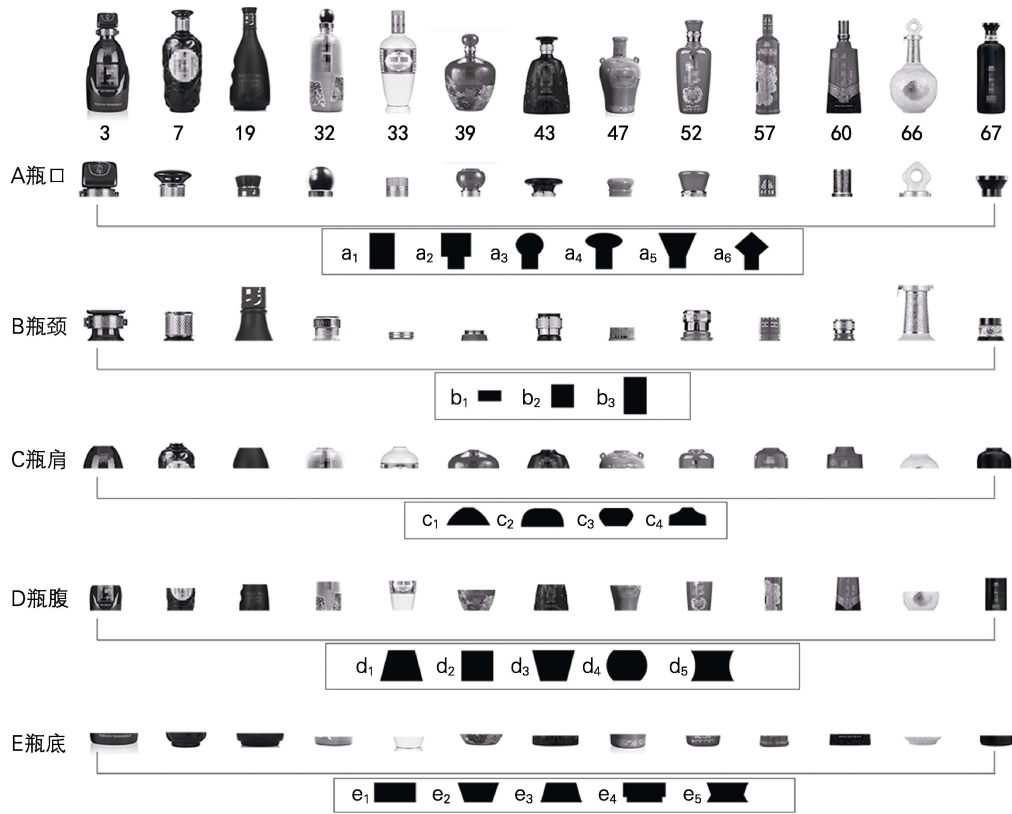


图 6 代表性陶瓷酒瓶样本特征解构
Fig.6 Deconstruction of representative ceramic liquor bottle sample characteristics

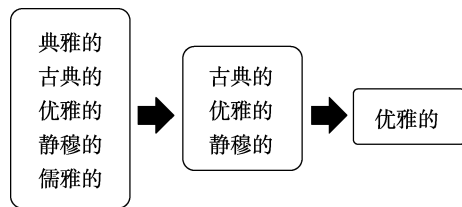


图 7 感性词汇的逐层挑选示意
Fig.7 Selection chain of perceptual words

3.2 感性意象评价实验

通过向被测对象展示 13 张带有图片的语义差异 7 级量表进行本次感性意象评价实验问卷，并建立各

表 6 逐层分类筛选出的感性词汇
Tab.6 Perceptual words screened by layer-by-layer classification

逐层分类后的感性词汇			
俊俏的	抽象的	敦厚的	匀称的
优雅的	刻板的	自然的	简洁的
动态的	轻灵的	具象的	可爱的
前卫的	秀气的	浮夸的	精妙的
流畅的	华丽的	传统的	冷酷的
单调的	稳重的	尊贵的	硬朗的
高挑的	紧凑的	粗犷的	圆润的

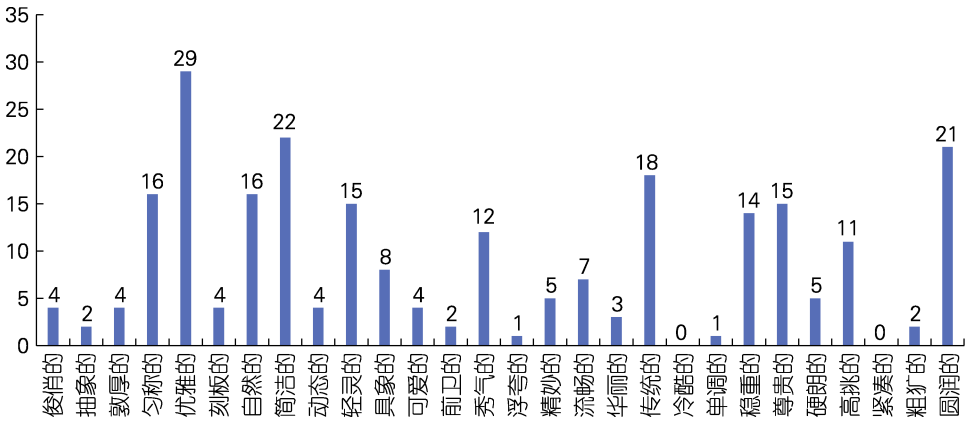


图 8 感性词汇问卷调查结果
Fig.8 Perceptual words questionnaire survey results

表 7 陶瓷酒瓶造型意象词汇组
Tab.7 Word pair of ceramic bottle shape imagery

编号	意象词汇组	编号	意象词汇组
1	匀称的—参差的	5	轻灵的—厚重的
2	优雅的—粗犷的	6	传统的—时尚的
3	自然的—机械的	7	尊贵的—平和的
4	简洁的—精美的	8	圆润的—硬朗的

陶瓷酒瓶造型与感性意象之间的关系。本次问卷调查邀请了具备本科以上学历、设计学或设计工程专业且具备陶瓷工艺制作相关理论的专家学者 42 位，其中男性 23 位，女性 19 位，实验采用深度访谈方法，在实验前已向被测对象说明本实验的目的及应用的评价方法。本次实验共收回有效问卷 42 份，回收率 100%。将问卷整理后，得到 42 份应用感性意象词汇评价陶瓷酒瓶造型的数据结果平均值，见表 8。

表 8 感性意象形容词评价
Tab.8 Evaluation of perceptual image adjectives

样本	优雅的一 粗犷的	自然的一 机械的	简洁的一 精美的	轻灵的一 厚重的	传统的一 时尚的	尊贵的一 平和的	圆润的一 硬朗的	匀称的一 参差的
	4.40	4.81	3.64	5.12	3.95	4.19	4.02	4.10
	3.98	3.69	4.21	5.33	3.33	3.95	3.71	4.07
	3.02	3.14	3.24	3.52	4.48	3.71	3.29	3.98
...	...	...	...	...	...	...	...	...
	3.62	3.50	2.76	4.40	3.62	3.90	3.98	3.00

4 数量化 I 类理论构建感性意象与造型类
目形态关联库

根据数量化 I 类理论，将陶瓷酒瓶造型特征这一定感性变量作为设计项目（Item），样本库中相同设计项目的不同造型种类，即定性变量的不同取值称为类目（Category）。假设样本总数为 n ，项目数为 X ，类目数为 r ，则第 1 个项目 X_1 的类目数为 r_1 ，将 r_1 个类目分别记为 $c_{11}, c_{12}, \dots, c_{1r}$ 。同理，第 2 个项目 X_2 的 r_2 个类目为 $c_{21}, c_{22}, \dots, c_{2r}$ 。依此类推，第 m 个项目 X_m 的 r_m 个类目为 $c_{m1}, c_{m2}, \dots, c_{mr}$ 。则总计类目数如下：

$$X = \begin{bmatrix} \delta_1(1,1) & \cdots & \delta_1(1,r_1) & \delta_1(2,1) & \cdots & \delta_1(2,r_2) & \cdots & \delta_1(m,1) & \cdots & \delta_1(m,r_m) \\ \delta_2(1,1) & \cdots & \delta_2(1,r_1) & \delta_2(2,1) & \cdots & \delta_2(2,r_2) & \cdots & \delta_2(m,1) & \cdots & \delta_2(m,r_m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \delta_n(1,1) & \cdots & \delta_n(1,r_1) & \delta_n(2,1) & \cdots & \delta_n(2,r_2) & \cdots & \delta_n(m,1) & \cdots & \delta_n(m,r_m) \end{bmatrix}$$

$(i=1,2,\cdots,n; j=1,2,\cdots,r; k=1,2,\cdots,c_j)$

(1)

(3)

依上所述，将 13 个陶瓷酒瓶样本及其在 8 个感性意象上的评价价值进行梳理，得到造型特征类目等数据结果，见表 9。

若假设陶瓷酒瓶各造型项目与各类目、感性评价价值这两者之间存在线性相关关系，由此可建立以下线

$$p = \sum_{j=1}^m r_j$$

(1)

称 $\delta_i(j,k)(i=1,2,3\cdots n; j=1,2,3\cdots m; k=1,2,3\cdots r_j)$ 为第 j 个设计项目的第 k 个类目在第 i 个样本中的感性意象影响值，则有：

$$\delta_i(j,k) = \begin{cases} 1(\text{第}i\text{个样本, 第}j\text{个设计项目为}k\text{类目}) \\ 0(\text{否则}) \end{cases}$$

(2)

当第 i 个样本的第 j 个项目的造型类目为 k 时， $\delta_i(j,k)$ 值为 1，反之为 0。由所有 $\delta_i(j,k)$ 所构成的矩阵如下：

性模型：

$$y_i = \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^{c_j} \delta_i(j,k) a_{jk} + \varepsilon_i \quad (i=1,2,3\cdots n)$$

(4)

其中， a_{jk} 为第 j 个设计项目的第 k 类要素得分，

表 9 陶瓷酒瓶样本各造型特征类目与意象评分
Tab.9 Ceramic wine bottle samples of each modeling feature category and image score value

样本	瓶口特征项（A）						瓶颈特征项（B）			…	感性意象评价值得分			
编号	a1	a2	a3	a4	a5	a6	b1	b2	b3	…	优雅的	自然的	…	匀称的
03	0	1	0	0	0	0	1	0	0	…	4.40	4.81	…	4.10
07	0	0	0	1	0	0	0	1	0	…	3.98	3.69	…	4.07
19	0	0	0	0	1	0	0	0	1	…	3.02	3.14	…	3.98
32	0	0	1	0	0	0	1	0	0	…	4.12	4.14	…	3.55
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
67	0	0	0	0	1	0	0	1	0	…	3.62	3.50	…	3.00

ε_i 表示第 i 次抽样的随机误差。

通过将所有样本进行相应的感性语义评分, 可得到每个陶瓷酒瓶样本与相应的感性意象的关联性。然而要想知道每个设计类目应用于设计项目时对陶瓷酒瓶造型的感性意象的影响, 需要利用最小二乘法对 a_{jk} 进行拟合估计。进而构造正规方程组式:

$$X^T X \hat{a} = X^T y \tag{5}$$

其中, X 表示自变量的反应矩阵; $y=[y_1, y_2, y_3 \cdots y_n]^T$; $\hat{a}=[a_{11}, \cdots, a_{1r_1}, \cdots, a_{m1}, \cdots, a_{mr_m}]^T$ 。求得 $\hat{a}$ 之后便可得到 y_i 的预测方程:

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j, k) \hat{a}_{jk} \tag{6}$$

其中, $\delta_i(j, k)$ 表示第 i 个样本的第 j 个项目是否具备 k 类目, 当具备时, 其值为 1; 不具备时, 其值为 0。而 $\hat{a}_{jk}$ 表示样本在第 j 个项目 k 类目时的感性意象评分。

由于本次样本的多个特征项目的量纲和数值量级并不在同一维度, 如果直接使用原始数据, 各评价价值将对最终的感性意象产生不同的影响程度。因此, 需要对其进行标准化处理, 以获得相同的尺度。标准化后的 y_i 的预测方程:

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j, k) \hat{a}_{jk}^* + \bar{y} \tag{7}$$

其中, $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$, 表示所有样本基于某一特定感性词汇的评价均值; $\hat{a}_{jk}^*$ 为标准系数, $\hat{a}_{jk}^* = \hat{a}_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{r_j} n_{jk} \hat{a}_{jk}$, 其中 n_{jk} 表示所有样本在第 j 个项目、 k 类目时的存在次数。由标准系数可知各设计类目对感性词汇的影响。通过多元线性回归分析, 求得各造型项目下各类目的感性意象评分分值, 将每个造型类目和各感性意象评价价值进行一一排列并标准化, 得到造型类目与感性意象关联库, 见表 10。

在造型类目与感性意象关联库表格数据中, 值的大小表示了某一造型类目对目标感性意象的影响力,

值的正负表示该造型类目在感性意象坐标轴上的方向。通过将各感性意象下的造型类目分值以升序排列, 即可得到相对应的造型类目形态关联库, 见表 11。

5 实践设计与实验结果检验

5.1 产品定位与形态需求分析

本次实践设计的产品定位为高端商务类白酒包装, 其目标消费者具有较高学历教育水平, 社会资历及自身资产均有相当建树的人群。依据马斯洛需求层次理论, 这类人群是已经实现了生理需求、安全需求的金字塔中上层人士, 在社交、尊重和自我实现方面有较高追求, 结合饮酒习性, 这类人的年龄一般在 30~45 岁且以男性为主。依据此分析, 利用问卷进行感性需求调查。通过分析收集到的 36 份有目标性投放的问卷数据, 得到该年龄段人群对陶瓷酒瓶的造型需求以“优雅的”“尊贵的”为主。

在“优雅的”感性意象中, A 瓶口造型项目的 6 个类目与其关联性强弱依次为: a1、a6、a5、a3、a4、a2, 见表 11。即当 1 个陶瓷酒瓶的瓶口造型为 5 个类目中的 a1 时, 最能在消费者心目中产生优雅的印象, 采用 a2 瓶口造型类目时, 将是酒瓶最具粗犷的印象。从形态分析来看, 这 5 个类目的形态逐渐由简洁、高耸走向硬朗、低矮。其中虽然 a6 与 a2 均为正方形的造型叠加, 但 a6 为倾斜的菱形状态, 其对角线处于竖直方向, 使得它与 a2 相比, 具有更高的态势, 给人一种挺拔的肃静感, 瓶颈也是修长型, 关联度较高。映射到实际生活中, 踮起脚尖芭蕾舞女、时装模特等通常被认为是优雅的, 以其身材瘦削、身形修长符合人们的审美。这说明人们在看待不同的事物时, 在审美意识上具有类似的衡量标准, 在陶瓷酒瓶中也不例外。在“尊贵的”意象中, 形态特征较为硬朗、高耸的造型排位靠前。例如具有向上态势的 a6、倒梯形瓶口 a5 和修长的瓶颈 b3, 在瓶肩处, 2 个意象的造型略有分歧, “优雅的”以柔和的圆润曲线为主, 而“尊贵的”以硬朗的折弯曲线为主。考虑到商务型白酒包装的主要用户为男性, 这里选择硬朗的 c4 为重点类目, 其他类目备选。瓶腹由于差异性

表 10 造型类目与感性意象关联库
Tab.10 Relational library of modeling category and perceptual image

编号	优雅的	自然的	简洁的	轻灵的	传统的	尊贵的	圆润的	匀称的
a1	-0.751 99	-0.084 17	-1.797 27	-1.307 04	0.362 64	0.233 84	0.320 83	-1.266 43
a2	1.665 73	2.667 96	0.209 58	1.996 34	1.082 86	2.530 24	0.626 16	1.963 24
a3	0.229 46	0.036 59	0.472 02	0.334 34	0.801 83	-0.107 83	-0.487 23	-0.644 94
a4	0.397 03	-0.373 99	1.201 43	1.291 81	-1.558 82	0.575 51	-0.539 93	0.327 82
a5	-0.321 11	-0.808 72	-0.581 58	-0.258 38	0.335 19	-0.303 07	0.303 27	0.192 71
a6	-0.608 36	-0.034 72	2.203 58	-0.826 13	-0.616 39	-1.653 48	-0.712 25	0.933 87
b1	0.708 22	0.904 51	0.381 11	0.892 68	0.886 79	0.748 29	-0.112 76	0.226 17
b2	-0.139 58	-0.350 99	-0.554 24	-0.093 37	-0.403 98	0.031 63	0.181 76	-0.505 65
b3	-1.115 61	-0.696 01	0.659 84	-1.233 22	0.952 15	-0.723 76	-0.691 34	1.287 72
c1	-0.184 70	0.425 31	0.509 75	-0.156 70	0.995 72	0.360 90	-0.252 17	1.512 89
c2	-0.802 14	-0.408 49	-1.414 56	-0.921 12	0.756 08	0.874 19	-0.199 89	-0.964 05
c3	-0.274 94	-0.782 27	0.129 18	0.245 87	-0.926 83	-0.346 07	-0.712 25	-0.352 86
c4	1.819 62	1.000 35	0.820 65	1.317 86	-0.485 68	-1.072 41	2.069 13	-0.031 18
d1	1.734 12	1.977 91	-0.690 93	0.476 55	-0.028 19	-0.491 33	2.382 82	-0.481 53
d2	-0.412 68	0.022 78	-1.269 83	-0.464 28	1.453 21	1.484 31	0.249 73	-0.631 65
d3	-0.887 64	-1.031 45	-0.583 73	-0.572 83	-0.790 67	-0.181 43	-0.628 60	-0.116 96
d4	0.161 07	0.057 29	0.724 16	0.400 56	0.377 02	-0.421 61	-0.068 14	0.637 92
d5	0.138 27	-0.724 76	0.659 84	0.096 60	-2.511 71	-0.258 91	-1.172 33	-1.253 56
e1	0.115 47	0.402 31	-0.588 01	0.140 02	0.586 16	1.344 85	0.040 60	-0.237 05
e2	-0.830 64	-0.801 44	0.102 38	-0.808 04	-0.398 54	-1.382 31	-0.823 78	-0.374 30
e3	1.819 62	1.000 35	0.820 65	1.317 86	-0.485 68	-1.072 41	2.069 13	-0.031 18
e4	-0.488 67	-0.696 01	0.434 71	0.422 27	0.952 15	0.787 02	-0.294 00	1.770 24
e5	2.880 00	3.000 00	2.880 00	3.240 00	3.070 00	3.480 00	2.790 00	2.640 00

表 11 感性意象与造型类目形态关联库
Tab.11 Relational library of perceptual image and modeling

	优雅的	自然的	简洁的	轻灵的	传统的	尊贵的	圆润的	匀称的
A								
B								
C								
D								
E								

表 12 意象形态关联库
Tab.12 Relational library of perceptual modeling

	优雅的	尊贵的
A		
B		
C		
D		
E		

强且权重值不大,从而给予其较大的自由度。在瓶底处,为了呼应瓶肩,营造一种庄严、稳重的氛围,选择 e3 作为重点类目。

5.2 基于意象形态关联库的实践设计

基于以上分析,从表 11 中分别提取出相应感性意象评价价值前两名的各部位造型类目,见表 12。

将这些造型类目进行主观性的设计组合并进行评分筛选,得到以下概念设计方案,见图 9。

通过邀请 12 位具有设计教育背景 and 良好审美能力的设计系教师、学生团队以投票的方式从模型方案中选出其认为最具“优雅的”“尊贵的”陶瓷酒瓶造型概念,见图 9。对得票数最多的酒瓶 3 号方案进行

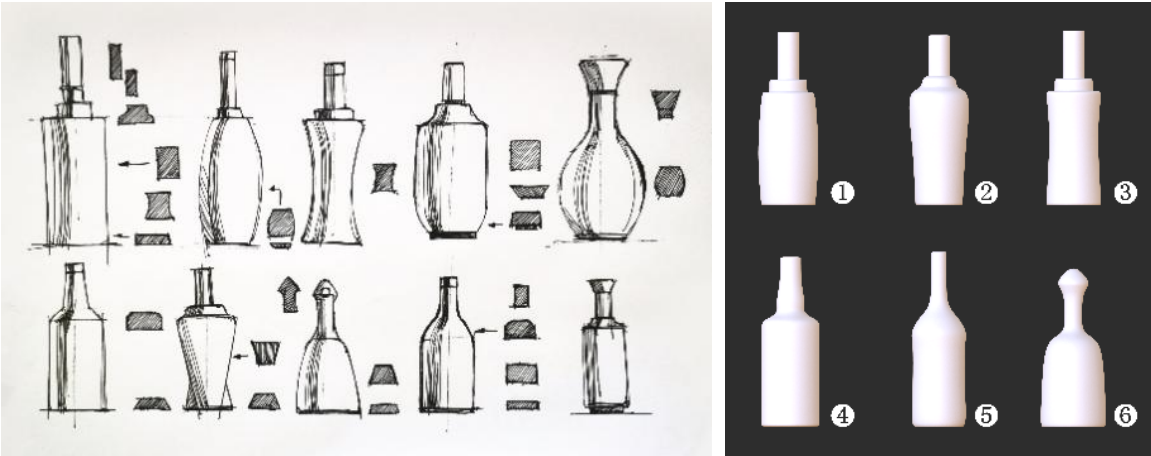


图 9 以各类目组合生成的陶瓷酒瓶造型设计草图与模型方案
Fig.9 Ceramic wine bottle shape design scheme generated by various types of combinations



图 10 通过筛选并细化后的方案三视图
Fig.10 Three views of the plan after screening and refinement



图 11 设计方案效果
Fig.11 Design scheme renderings

细化设计，通过筛选并细化后的方案三视图见图 10。

在最终设计时，考虑到酒瓶整体色彩搭配、瓶身纹理等需符合商务工作性质的中性风格，给予瓶身整体较为素雅的色彩，并在瓶盖处、瓶腹两侧给予银灰色，在瓶颈处、瓶腹两侧铺首衔环处给予红色点缀。同时，在瓶身少许部位给予镀铬处理，让瓶体在室内灯光环境下显得更为精致，设计方案效果见图 11。

5.3 实验结果检验

以本次设计结果为实验组，从本次研究样本库中随机挑选出 2 款陶瓷酒瓶作为参照组，见图 12。邀请年龄在 30~45 岁间、具有良好教育背景的人士 16 名，其中男性 13 名，女性 3 名，组成评价小组。以 7 级李克特量表对 3 款陶瓷就酒瓶进行 8 个感性意象的整体评判。在问卷结束后对答卷人进行短时访谈，以辅助结果评判。通过 SPSS 进行问卷可靠性分析，得到基于标准化项的克隆巴赫 Alpha 系数为 0.845，见表 13。接近 1，表明该问卷信度较好，结果数据可靠性较强^[13]。数据结果取均值汇总，见表 14。

由 3 款陶瓷酒瓶感性意象评价结果可知，以“优雅的”“尊贵的”2 个主要感性意象进行设计的陶瓷酒瓶在感性意象评判中，“优雅的”在 7 级李克特量



图 12 用于评测的 3 款陶瓷酒瓶
Fig.12 Three ceramic wine bottles used for evaluation

表 13 问卷可靠性分析结果
Tab.13 Questionnaire reliability analysis results

可靠性统计		
克隆巴赫 Alpha	基于标准化项的克隆巴赫 Alpha	项数
0.889	0.845	8

表取得的结果为 3.12，“尊贵的”感性意象取值为 2.98，在 1~7 的坐标轴上，取值均小于 4，具有明显的意象取向。可以看出设计方案较好地满足了消费者这 2 个感性意象的需要。

表 14 3 款陶瓷酒瓶感性意象评价结果
Tab.14 Evaluation results of the perceptual
image of the three ceramic wine bottles

感性意象词汇	A	B	C
优雅的—粗犷的	3.12	4.05	4.65
自然的—机械的	4.53	3.02	4.91
简洁的—精美的	4.32	4.26	3.22
轻灵的—厚重的	4.56	4.51	4.63
传统的—时尚的	3.23	4.13	3.59
尊贵的—平和的	2.98	4.29	4.58
圆润的—硬朗的	4.91	3.42	5.96
匀称的—参差的	3.10	4.55	3.34

6 结 语

在市场经济与商品贸易飞速发展的今天，商品的质量、价格已不再是决定消费者购买与否的唯一标准。随着物质生活水平的提升，从马斯洛需求层次理论可知，人们对情感和归属的需求越来越高，反映在消费产品中则是希望它能符合自身的感性需求，抑或能带来某种心理上的慰藉，成为自己身份品味或气质的象征。通过引入感性工学的相关技术与理论，将产品感性意象进行提取并利用数量化理论建立其与造型类目之间的关联库，从而指导新产品的设计，极大地满足了消费者对产品的感性需求，为产品提高了市场竞争力与附加价值。本文以陶瓷酒瓶为研究对象，综合眼动分析和模糊综合评价等方法，收集并提取了陶瓷酒瓶代表性造型类目，建立了其与消费者感性意象的关系。之后会将其应用于指导产品设计。通过问卷评价检测，证实该方法与相关理论是有效的。实验结果为陶瓷酒瓶的造型设计提供了一种新的思路，也为特定感性意象下的陶瓷酒瓶设计提供了关联库进行参考。

参考文献：

[1] 陈海波, 袁莉. 国内陶瓷酒瓶生产概况及今后发展趋势[J]. 陶瓷科学与艺术, 2012, 46(11): 8-9.
CHEN Hai-bo, YUAN Li. Overview of Domestic Ceramic Wine Bottle Production and Future Development Trends [J]. Ceramic Science and Art, 2012, 46(11): 8-9.
[2] 许莹. 论感性消费及设计战略[J]. 装饰, 2006(9): 115.
XU Ying. Emotion Consumption and Design Strategy [J]. Zhuangshi, 2006(9): 115.
[3] 马爽, 钱省三. 消费者对白酒包装满意度的模糊综合

评价[J]. 包装工程, 2011, 32(7): 32-36.
MA Shuang, QIAN Xing-san. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Consumer Satisfaction of Distilled Spirits[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7): 32-36.
[4] YAMAMOTO K. Kansei Engineering-the Art of Automotive Development at Mazda[M]. Ann Arbor: The University of Michigan, 1986.
[5] PIERRE L. Beyond Kansei Engineering: the Emancipation of Kansei Design[J]. International Journal of Design, 2013, 7(2): 83-94.
[6] 陈金亮, 赵锋, 李毅, 等. 基于感性工学的产品设计方法研究[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 162-167.
CHEN Jin-liang, ZHAO Feng, LI Yi, et al. Product Design Method Based on Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 162-167.
[7] 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 Zheng-ya, XU Nan. Kansei Engineering[M]. Beijing: China Ocean Press, 2009.
[8] 林丽, 郭主恩, 阳明庆. 面向产品感性意象的造型优化设计研究现状及趋势[J]. 包装工程, 2020, 41(2): 65-79.
LIN Li, GUO Zhu-en, YANG Ming-qing. Current Research Situation and Trend of Product Image-based Modeling Optimization[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(2): 65-79.
[9] 李永锋, 朱丽萍. 基于 VRML 的产品感性设计系统研究[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 197-200.
LI Yong-feng, ZHU Li-ping. Research on Product Perceptual Design System Based on VRML[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 197-200.
[10] 杨永善. 中国陶瓷艺术与造型意识[J]. 装饰, 2008(S1): 100-102.
YANG Yong-shang. Chinese Porcelain Art and Sculpting Consciousness[J]. Zhuangshi, 2008(S1): 100-102.
[11] BERNHARD SCHÖLKOPF. JOHN PLATT. THOMAS HOFMANN. Graph-Based Visual Saliency[J]. Proc of Neural Information Processing Systems, 2007, 19: 545-552.
[12] 夏言伟. 基于情感化的家用制氧机设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2015.
XIA Yan-wei. Research and Design of Domestic Oxygenator Based on Emotional Design Theory[D]. Nanjing: Southeast University, 2015.
[13] 张虎, 田茂峰. 信度分析在调查问卷设计中的应用[J]. 统计与决策, 2007(21): 25-27.
ZHANG Hu, TIAN Mao-feng. The Application of Reliability Analysis in the Design of Questionnaire[J]. Statistics and Decision, 2007(21): 25-27.