

基于梳棉机外观设计的专家和用户语义评价比较研究

李晓娇¹, 马彧², 陈永超²

(1.内蒙古财经大学 会计学院, 内蒙古 10139; 2.天津工业大学 机械工程学院, 天津 300387)

摘要: **目的** 研究专家与用户对产品外观语义认知及设计语义评价结果的差异, 探索在产品研发的初步评价环节, 小样本专家评价能否替代或预测用户评价。 **方法** 进行两个阶段的问卷调查。第一阶段, 统计专家与用户的设计认知语义计数, 筛选高频词汇作为第二阶段的评价语义。第二阶段, 分别进行较小的专家样本和较大的用户样本的问卷调查, 应用典型相关分析方法, 对专家与用户语义评价结果进行相关分析, 进一步应用聚类分析法, 检验评价结果的一致性。 **结果** 以梳棉机外观设计为对象, 选取 12 款梳棉机为刺激材料, 专家语义第 1 集合与用户语义第 1 集合具有较强相关性(Pearson's $r=0.938$, $F=2.542$, $p=0.054$), 2 类聚类结果显示专家语义与用户语义评价结果完全一致, 3 类聚类不一致率仅为 8.333%。 **结论** 表面上看, 专家语义与用户语义不同, 体现出专家与用户对设计的认知差异, 但最终的评价结果具有一致性。因此, 小样本的专家语义评价, 能够在一定程度上预测用户语义评价结果, 该方法能够帮助设计研发团队掌握和预测用户的设计评价与认知, 为纺机企业设计初评价阶段节约一定的成本投入。 **关键词:** 专家; 用户; 语义; 设计评价; 梳棉机
中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)04-0258-07
DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.04.032

A Comparative Study on Semantic Evaluation of Experts and Users Based on Carding Machine Appearance Design

LI Xiao-jiao¹, MA Yu², CHEN Yong-chao²

(1.School of Accounting, Inner Mongolia University of Finance and Economics, Inner Mongolia 10139, China;
2.School of Mechanical Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387, China)

ABSTRACT: This paper aims to focus on the differences between experts and users in product appearance semantic cognition and design semantic evaluation results, and explore whether a small sample of expert evaluation can replace or predict user evaluation in the preliminary evaluation of product development. A two-stage questionnaire survey was conducted. In the first stage, the design cognitive semantics of experts and users are counted, and high-frequency words are selected as evaluation semantics for next stage. In the second stage, a questionnaire survey is conducted among a smaller sample of experts and a larger sample of users. With canonical correlation analysis, the correlation results are calculated from evaluation data of experts and users, and further cluster analysis is used to check the consistency of evaluation results. Based on the carding machine appearance, 12 carding machine are selected as stimulus materials. The first sets of experts' and users' semantics evaluation are strongly correlated (Pearson's $r=0.938$, $F=2.542$, $p=0.054$); the class-II clustering results show that the semantic evaluation results of experts and users are completely consistent, and the inconsistency rate of the class-III clustering is only 8.333%. Expert semantics and user semantics are different, reflecting the difference between experts and users' perceptions of design, but the final evaluation results are consistent. Therefore, a small sample of expert semantic evaluation can predict the results of user semantic evaluation to a certain extent, this method can help the design and development team to master and predict the design evaluation and users cognition, and save a

收稿日期: 2021-09-10

作者简介: 李晓娇 (1996—), 女, 内蒙古人, 硕士, 内蒙古财经大学会计学院初级辅导员, 主要研究方向为工业设计及产品设计。

通信作者: 马彧 (1962—), 男, 江苏人, 硕士, 天津工业大学机械工程学院教授, 主要从事纺织机械装备设计、中国文化遗产设计、产品设计方面的教学与研究。

certain amount of cost investment for textile machinery enterprises in the initial evaluation stage of design.

KEY WORDS: expert; user; semantic; design evaluation; carding machine

1 研究背景

设计评价是产品设计过程中的重要环节,对制定下一步设计决策与成本控制起到关键作用^[1]。然而,在企业设计与研发过程中,研发团队往往主要依靠主观经验对设计方案进行初步评价,存在一定的不确定性和局限性^[2]。虽然设计评价领域的研究提供了诸多可行的方法,但是此类方法多聚焦于算法的解释^[2-6],并且未能确定企业专家的评价是否具备用户评价的同等效力。如果专家评价结果与用户评价结果存在一致性,那么组织较小规模的企业内部专家评价,不仅避免了依靠设计师主观经验的不客观性,而且能够降低产品设计研发阶段的成本与设计方案等机密外泄的风险。

同时,设计评价的初衷实际是对用户可能反应的一种提前预判,目前所采用的通用办法是进行大样本的用户调研。然而,大样本用户调研往往受制于调研对象的认真程度、抽样样本的合理程度,以及问卷量表的信效度等因素的影响,如果想要得到令人满意并客观有效的调研数据,则需要前期投入较大的时间、精力和成本。专家的设计认知属于相对较为抽象的理性思维,用户的设计认知属于相对较为具象的感性思维,专家与用户对设计的认知存在着明显的差异^[7-9]。因此,基于上述研究,本文提出基于梳棉机外观设计的专家和用户语义评价比较研究,若能验证并建立专家与用户多维认知的一致性关系^[10-11],则能够通过专家评价有效预测用户评价结果,在一定程度上替代用户样本,有效地缩短前期设计研发时间,并节约企业成本。

2 研究方法

2.1 方法概述

语义评价是产品外观设计评价的主要手段,亦被广泛关注并应用于工业设计研究、设计评价等研究领域。设计语义评价是基于 Charles.E.Osgood 提出的语义差分 (Semantic Differential) 理论所发展的^[12],其基本方法是应用 Likert 量表,对设计对象进行语义量化,从而实现多个设计方案的评价与决策^[13-15]。

典型相关分析 (Canonical Correlation Analysis) 能够探究两组多维数据之间的相关关系,并应用于多个领域学科的研究^[16-18]。借鉴这些方法,本文应用典型相关分析,检验多维专家语义评价与多维用户语义评价的一致性。聚类分析 (Cluster Analysis) 是研究分类的一种多元统计方法,能够将多维的大样本数据进行分类研究。主要应用于对消费者类型细分的产品设计研究,有助于分析特定典型用户群体的偏好倾

向^[19-21]。本文应用聚类分析进一步研究多维专家语义评价与多维用户语义评价的分类一致性。此项研究针对相同的一组梳棉机外观设计,分别对专家与用户进行语义评价问卷调查,应用典型相关分析和聚类分析验证并建立专家与用户的语义评价关系,以确定专家评价能够为企业产品设计评价发挥积极作用。

2.2 评价对象

当前研究选择以梳棉机外观设计为对象。作为纺织机械设备的典型代表,其设计与研发周期相对较长,合理有效的专家评价方法,对产品设计研发的实际意义更为显著。梳棉机作为棉纺行业纺纱原棉生产线中的重要工序,主要是将卷曲块状的棉纤维、化学纤维梳理伸直为单纤维状。依据梳理机的工作原理,其结构划分为 3 个模块:预梳模块、主梳模块、成条部分。因此,在外观方面,主流梳棉机外观多呈现为三段式箱体结构,部件划分清晰明确,整体统一性高^[22]。由于纺机设备外观结构主要为钣金材料,受限于钣金工艺和加工特性,形态以线型几何形状为主,曲面形态应用较少^[23]。梳棉机使用环境多见于纺织车间,存在大量细小的棉絮纤维,极易产生挂花等现象,因此外观设计尽可能减少外露机械结构。梳棉机结构特点和以上限制决定了其鲜明的设计特色,表现出独特的机械美学,造型设计去除多余的装饰,强调结构功能特点,突出整体性。搜集市场上的梳棉机类型,选取 12 款国内外现有品牌梳棉机作为评价对象,12 款梳棉机见图 1。所有评价对象均以 1200 px×900 px 图片的轴测图进行展示,并且所有图片均应用 Photoshop 软件遮盖品牌标志、型号和铭牌等标识信息,以排除品牌效应对测试者的潜在影响。

2.3 调查对象与实施过程

2.3.1 调查对象

调查对象共分为两组展开进行,即专家组和用户组,正式问卷调研于 2018 年 10 月 26—30 日在中国国际纺织机械展览会暨 ITMA 亚洲展览会现场进行。专家组选择来自 5 个纺织机械设备制造企业的 12 位行业专家作为调研对象,共发放 12 份问卷,累计回收 12 份有效问卷(其中,技术工程师 2 人,工业设计师 2 人,营销经理 1 人;年龄: $M=36.200$, $SD=2.168$;其中女性 5 人)。用户组以梳棉机设备的需求方为选择范围,针对纺织品制造企业在职专业人员为调研对象,共发放 30 份问卷,累计回收来自 10 个企业的 26 份有效问卷(年龄: $M=35.192$, $SD=3.347$;其中女性 14 人)。



图 1 12 款梳棉机
Fig.1 12 carding machines

表 1 语义计数统计
Tab.1 Semantic counting statistics

专家组		用户组	
语义	计数	语义	计数
简洁	10	简约	16
新颖	8	大气	13
统一	8	整洁	12
匀称	6	科技	12
理性	6		

表 2 重测信度检验
Tab.2 Test-retest reliability

用户语义	ICC	95% CI	Df	p
Y1	0.709	0.257~0.907	11	0.003
Y2	0.600	0.070~0.866	11	0.015
Y3	0.738	0.312~0.917	11	0.020

2.3.2 调查实施过程

调查实施过程共分为两个阶段：第一阶段以收集描述评价语义为目的，第二阶段根据第一阶段评价语义计数结果，选择高频语义作为量表题目进行问答。

专家对设计的认知倾向于抽象的设计理论与原则。因此，专家评价语义首先应参照相关语义研究成果。当前，基于工业设计评价的研究主要聚焦于设计风格、设计创新、设计形式美学法则三个方面。首先，设计风格方面：极简主义设计符合现代社会的审美倾向，简约主义风格表现、良好的视觉可用性设计、理性主义美学是目前设计理论界对极简主义设计的共识^[24-25]。其次，在设计创新维度，以新颖性、个性化、差异化作为设计研究关注的焦点^[26]。最后，设计原则方面，元素统一、形体均衡、比例协调为诸多设计领域提供有效参考^[27]。根据前文对梳棉机外观设计的分析，其特性应重点关注上述三个方面。

参照上述三个评价维度，第一阶段要求参与专家列举出 3 个以上能够表示梳棉机外观设计的语义词汇。由于用户对设计的认知体现为直观感受，所以直接要求参与用户列举出 3 个以上语义词汇，分别完成对评价语义结果的计数统计，专家组除去少于 2 个的语义，用户组除去少于 10 个的语义，语义计数统计见表 1。

选择计数最高的 3 个语义作为第二阶段语义评价问卷题目。综合文献分析和专家语义的统计结果，得出专家组题目为：“我认为这个梳棉机外观设计符

合简约主义设计风格 (X1)”“我认为这个梳棉机外观设计具有创新性 (X2)”“我认为这个梳棉机外观设计统一的美学法则 (X3)”。用户组题目为：“我认为这个梳棉机外观设计感觉是简约的 (Y1)”“我认为这个梳棉机外观设计感觉是大气的 (Y2)”“我认为这个梳棉机外观设计感觉是整洁的 (Y3)”。应用 Likert-7 分量表 (“1”表示对题目陈述的内容非常不赞同，“7”表示对题目陈述的内容非常赞同)，采用被试内实验方式 (Within Subject Design)，每个参与者对所有评价对象进行评价。由于用户组缺乏设计专业知识，对第二阶段用户问卷量表进行信度检验，在用户组 26 人样本中随机抽取 12 名调研对象，再次填写用户组第二阶段的评价问卷题目，进行重测信度检验，见表 2，均满足 $ICC \geq 0.6$ 的中高信度标准，表明用户组问卷是有效可靠的。

2.4 调查结果与分析

从语义统计结果看，专家组语义体现了专业性，倾向于对梳棉机外观设计的理性概括，用户组语义则倾向于感性直观地描述。无论是从有效语义数量还是从语义属性方面，均体现出专家和用户对梳棉机外观设计认知的差异。

分别对专家组和用户组内语义变量间相关性进行分析，评价语义变量相关性见表 3。专家组语义之间不存在相关性，说明基于专业知识，专家能够区分设计风格、设计创新、设计原则三个维度的语义，具有区别效应。用户组语义存在显著相关性，说明用户对设计认知的直观描述体现出聚合效应，用户无法清晰地区分语义间的差别，不具备专业的知识背景。应

表 3 评价语义变量相关性
Tab.3 Correlation of experts' and users' semantic variables

专家语义	X1	X2	X3	用户语义	Y1	Y2	Y3
X1	1	0.446	0.450	Y1	1	0.847***	0.652**
X2		1	0.288	Y2		1	0.767***
X3			1	Y3			1

注：*表示 $p<0.1$ ，**表示 $p<0.05$ ，***表示 $p<0.01$

表 4 专家与用户集合典型相关系数（标准化）
Tab.4 Typical correlation coefficient between experts and users (standardized)

变量	专家集合			变量	用户集合		
	1	2	3		1	2	3
X1	-0.120	-1.185	-0.184	Y1	-0.689	0.647	1.628
X2	-0.134	0.585	-0.951	Y2	-0.172	0.582	-2.140
X3	-0.888	0.436	0.539	Y3	-0.214	-1.466	0.482

表 5 被解释方差比例
Tab.5 Explained variance ratio

典型变量	专家集合	用户集合
1	0.498	0.809
2	0.312	0.131
3	0.189	0.060

表 6 评价结果聚类（ $K=2$ ）
Tab.6 Clustering of evaluation results ($K=2$)

产品 编号	专家组 类别	专家组聚 类中心	用户组 类别	用户组聚 类中心
1	1	0.693	1	0.405
2	2	0.348	2	0.675
3	1	0.482	1	0.771
4	1	0.414	1	0.417
5	1	0.736	1	0.504
6	1	0.585	1	0.724
7	2	0.866	2	0.998
8	1	0.732	1	0.966
9	1	1.176	1	0.352
10	1	0.974	1	1.022
11	2	0.974	2	1.017
12	2	0.307	2	0.644

用典型相关分析方法，对专家评价和用户评价进行一致性检验，建立语义评价量表。将两组评价变量（专家语义={X1, X2, X3}，用户语义={Y1, Y2, Y3}）作为两个变量集合，进行集合相关性分析。结果显示，专家组第 1 个语义集合与用户组第 1 个语义集合具有高度相关性（Pearson's $r=0.938$, $F=2.542$, $p=0.054$ ）。专家与用户集合典型相关系数（标准化）见表 4，正负一致，说明各个专家语义和用户语义之间为正相关，两组第 1 语义集合被解释方差比例，见表 5，均

表 7 评价结果聚类（ $K=3$ ）
Tab.7 Clustering of evaluation results ($K=3$)

产品 编号	专家组 类别	专家组聚 类中心	用户组 类别	用户组聚 类中心
1	1	0.730	1	0.120
2	2	0.484	2	0.458
3	3	0.685	3	0.874
4	1	0.441	1	0.377
5	1	0.418	1	0.512
6	3	0.255	3	0.641
7	2	0.616	2	0.458
8	1	0.258	1	0.625
9	1	0.591	1	0.344
10	3	0.729	3	0.616
11	3	0.757	3	0.561
12 (in-con)	3	0.191	2	0.998

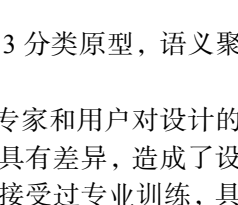
注：in-con 表示专家组和用户组评价结果不一致的分类产品编号

满足中等（ >0.330 ）以上标准，说明典型相关分析结果可靠。

为进一步验证专家与用户的语义评价一致性，对 12 款梳棉机外观设计进行分类研究，采用 K-means 聚类分析法，检验分类结果是否一致。评价结果聚类（ $K=2$ ）见表 6，评价结果聚类（ $K=3$ ）见表 7。如果分为 2 类，专家组语义评价与用户组语义评价分类结果完全一致，如果分为 3 类，只有第 12 个设计对象的分类结果不一致，不一致率仅为 8.333%。

对于语义描述的差异，依据聚类中心与聚类中心距，可将 12 款梳棉机外观设计进行分类。根据 Rosch 原型理论，原型即为某类别的平均形态^[28-30]。因此，可将聚类中心距最小的梳棉机作为设计风格（类别）原型，梳棉机 4 号和 12 号可作为 2 分类原型，梳棉

表 8 语义聚类分析结果
Tab.8 Semantic clustering analysis results

分类 (K)	编号		专家组			用户组		
			简洁	新颖	统一	简约	大气	整洁
2	4		2.962	3.115	2.846	2.800	3.000	3.200
	12		3.500	3.269	5.154	4.200	4.000	4.000
3	1		2.923	2.346	3.231	3.000	2.600	3.000
	11		3.885	3.038	4.000	4.400	3.600	3.200
	7		4.000	3.385	5.731	5.000	5.200	4.200

机 1 号、11 号、7 号可作为 3 分类原型，语义聚类分析结果见表 8。

上述结果进一步证明，专家和用户对设计的认知角度不同，且认知深入程度具有差异，造成了设计认知表现各具特色。专家由于接受过专业训练，具备职业技能，更容易透过设计形式表现，对设计方案进行理性地审视和评价。用户由于缺少相应的专业知识储备，仅能够对设计进行直觉地感知。虽然认知表现迥异，但是评价的最终结果一致，在不讨论设计的绝对好坏的前提下，专家和用户对设计风格、设计语义的认知结果近似。那么，可以得出，在产品研发、设计阶段的初步评价环节，可根据企业内部专家的评价结果来预测用户的评价，用于帮助企业审视当前产品设计策略，以调整设计导向，矫正设计定位。

3 结语

语义计数结果显示，专家评价高频语义为：“简洁”“新颖”“统一”，是倾向于对设计属性的描述和对设计原则遵守的审视，体现了设计风格、设计创新、设计形式美学法则三个维度的专业性，倾向于对梳棉机外观设计的理性概括。用户评价高频语义为：“简约”“大气”“整洁”，倾向于对产品设计综合且直观的感知，是感性意向的体现。组内语义相关分析显示，专家的语义认知体现出区分效应，表明了专家的职业经验和专业认识。用户组语义高度相关，说明用户的语义认知具有较强的聚合效应，也表明用户的产品认知思维存在相对的随意性和不稳定性。正如罗仕鉴观点，专家和用户的确存在对产品设计的认知差异^[7-9]，

这一点在本研究的梳棉机外观设计语义评价中表现明显。然而,即使存在多维的语义认知差异,典型相关分析结果显示,最终的评价结果仍然具有较高的一致性,聚类分析结果进一步验证了这种一致性,专家的专业素质及从业经验可能是决定此现象的关键因素。因此,将专家语义评价应用于产品设计阶段的初步评价环节是可行的,能够预测用户的评价结果甚至在一定程度上替代用户评价,从而避免了大样本数据调研的资源消耗,降低了用户主观问卷导致的不稳定性和不准确性。

语义变量能够较好地描述产品设计风格特征,并且在专家和用户评价中具有不同的表现形式,虽然存在差异,但是都能够获取评价主体对设计对象的认知。产品设计语义评价可以作为产品评价的有效手段,并且以专家为主体的评价是可行的,但是这并不代表可以完全替代用户语义调查。如果应用专家评价预测或替代用户评价,应首先用本研究方法验证专家语义评价和用户语义评价结果的一致性,并且建议企业组织跨领域专家团队,尽量满足一定的从业年限,以提高专家评价的可靠性。

参考文献:

- [1] 肖子涵,耿秀丽. 基于拓展 TOPSIS 的风险型产品服务系统设计方案选择方法[J]. 机械设计与研究, 2017, 33(1): 87-91.
XIAO Zi-han, GENG Xiu-li. Risky Product Service System Design Concept Selection Based on Extended TOPSIS Approach[J]. Mechanical Design and Research, 2017, 33(1): 87-91.
- [2] 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]. Mechanical Design, 2020, 37(1): 135-139.
- [3] Chou Jyh-Rong. A Gestalt-Minimalism-based Decision-making Model for Evaluating Product Form Design[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2011(41): 607-616.
- [4] 王媚雪,翟洪磊. 基于 AHP 与 TOPSIS 法的自闭症儿童康复训练产品设计评价方法及应用[J]. 图学学报, 2020, 41(3): 453-460.
WANG Mei-xue, ZHAI Hong-lei. Evaluation Method and Application of Rehabilitation Products for Autistic Children Based on AHP and TOPSIS[J]. Acta Graphics Sinica, 2020, 41(3): 453-460.
- [5] 王宇,周俊杰,石元伍. 基于模糊层次分析法的儿童教育机器人设计[J]. 包装工程, 2021, 42(10): 151-156.
WANG Yu, ZHOU Jun-jie, SHI Yuan-wu. Design of Children Education Robot Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(10): 151-156.
- [6] 唐琳,常瑜,王子瑞. 基于 QFD 与 AHP 的老年人健身器械造型设计[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 199-204.
TANG Lin, CHANG Yu, WANG Zi-rui. Design of Children Education Robot Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 199-204.
- [7] 罗仕鉴,翁建广. 产品设计中基于群体文化学的隐性知识表达[J]. 机械工程学报, 2008, 44(4): 15-20.
LUO Shi-jian, WENG Jian-guang. Patterns of Tacit Knowledge Based on Ethnography in Product Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2008, 44(4): 15-20.
- [8] 罗仕鉴,潘云鹤,朱上上. 产品设计中基于图解思维的隐性知识表达[J]. 机械工程学报, 2007, 43(6): 93-98.
LUO Shi-jian, PAN Yun-he, ZHU Shang-shang. Patterns of Tacit Knowledge Based on Graphic Thinking in Product Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007, 43(6): 93-98.
- [9] 罗仕鉴,潘云鹤. 产品设计中的感性意向理论、技术与应用研究进展[J]. 机械工程学报, 2007, 43(3): 8-13.
LUO Shi-jian, PAN Yun-he. Review of Theory, Key Technologies and Its Application of Perceptual Image in Product Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007, 43(3): 8-13.
- [10] Crilly Nathan, Moultrie James, Clarkson P. Seeing Things: Consumer Response to the Visual Domain in Product Design[J]. Design Studies, 2004, 25: 547-577.
- [11] 蒋依彤,陈永超,徐以贴. 基于多维认知结构的产品设计评价研究[J]. 工业设计, 2020(2): 50-51.
JIANG Yi-tong, CHEN Yong-chao, XU Yi-tie. Product Design Evaluation Based on Multidimensional Cognitive Structure[J]. Industrial Design, 2020(2): 50-51.
- [12] OSGOOD C E, SUCI C J, TANNENBAUM P H. The Measurement of Meaning[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1957.
- [13] 陈永超,邵永凯,安琦. 基于主成分层次分析的产品设计语义差分评价研究[J]. 包装工程, 2018, 39(22): 138-143.
CHEN Yong-chao, SHAO Yong-kai, AN Qi. Semantic Differential of Product Design Evaluation Based on Principal Component Analysis and Analytic Hierarchy Process Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 138-143.
- [14] 杨宁,陈永超,张阳. 梳棉机外观参数化设计与评价研究[J]. 工业设计, 2019(6): 159-160.
YANG Ning, CHEN Yong-chao, ZHANG Yang. Research on Appearance Parametric Design and Evaluation of Carding Machine[J]. Industrial Design, 2019(6): 159-160.
- [15] 段正洁,谭浩,赵丹华,等. 基于风格语义的产品造型设计评价策略[J]. 包装工程, 2018, 39(12): 107-112.
DUAN Zheng-jie, TAN Hao, ZHAO Dan-hua, et al. Evaluation Strategy of Product Modeling Design Based on Style Semantics[J]. Packaging Engineering, 2018,

- 39(12): 107-112.
- [16] Hotelling H. Relations between Two Sets of Variates[J]. *Biometrika*, 1936, 28(34): 321-377.
- [17] 孙劲光, 贾彦勇, 宋晟民. 基于度量学习和典型相关分析的亲缘关系识别网络[J]. *控制与决策*, 2021, 36(8): 1977-1983.
- SUN Jin-guang, JIA Yan-yong, SONG Sheng-min. Kinship Relationship Recognition Network Based on Metric Learning and Canonical Correlation Analysis[J]. *Control and Decision Making*, 2021, 36(8): 1977-1983.
- [18] 陈薇, 蔡瑞初, 伍运金, 等. 基于多组典型相关变量的因果关系发现算法[J]. *计算机应用研究*, 2021, 38(1): 53-56.
- CHEN Wei, CAI Rui-chu, WU Yun-jin, et al. Multiset Canonical Correlation Variables Based Causal Discovery Algorithm[J]. *Computer Application Research*: 2021, 38(1): 53-56.
- [19] 楚东晓, 李林飞. 基于消费者类型的灯具形态设计偏好研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(4): 135-143.
- CHU Dong-xiao, LI Lin-fei. User Preference in Lamp Morphological Design Based on Consumer Type[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(4): 135-143.
- [20] 刘春荣, 丁效国, 解洋, 等. 年轻消费者对轿车前视造型相似性的认知研究[J]. *包装工程*, 2018, 39(24): 158-162.
- LIU Chun-rong, DING Xiao-guo, XIE Yang, et al. Young Consumers' Perception of the Similarity between the Passenger Car Forms in Front View[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(24): 158-162.
- [21] 吴莹莹, 肖旺群. 基于因子聚类分析的儿童陪伴机器人用户细分[J]. *包装工程*, 2020, 41(14): 216-221.
- WU Ying-ying, XIAO Wang-Qun. User Segmentation of Children Partner Robots Based on Factor and Clustering Analysis[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(14): 216-221.
- [22] 彭霞霞, 马彧. 浅析情感化造型语言在JWF1213型梳棉机外观造型设计中的应用[J]. *商场现代化*, 2016(26): 241-242.
- PENG Xia-xia, MA Yu. Analysis of the Application of Emotional Modeling Language in the Appearance Design of JWF1213 Carding Machine[J]. *Market Modernization*, 2016(26): 241-242.
- [23] 周红宇, 苏晨, 戚得众, 等. 基于钣金工艺的机械设备造型设计研究[J]. *机械设计*, 2015, 32(10): 119-121.
- ZHOU Hong-yu, SU Chen, QI De-zhong, et al. Research on Modeling Design of Machinery Equipment Based on Sheet Metal Processing[J]. *Mechanical Design*, 2015, 32(10): 119-121.
- [24] Chou Jyh-Rong. A Gestalt-Minimalism-based Decision-making Model for Evaluating Product form Design[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2011, 41: 607-616.
- [25] Mugge Ruth, Schoormans Jan. Product Design and Apparent Usability. The Influence of Novelty in Product Appearance[J]. *Applied Ergonomics*, 2012, 43: 1081-1088.
- [26] Hekkert Paul, Snelders Dirk, Wieringen Piet. "Most Advanced, Yet Acceptable": Typicality and Novelty as Joint Predictors of Aesthetic Preference in Industrial Design[M]. London, England: *British Journal of Psychology*, 2003.
- [27] 孙琳. 基于美学原理的石油机械设备外观设计方法[J]. *石油天然气学报*, 2011, 33(2): 158-160.
- SUN Lin. Method of Aesthetic Principle-based Outside Design of Petroleum Machinery[J]. *Journal of Oil and Gas Technology*, 2011, 33(2): 158-160.
- [28] Rosch Eleanor. "Cognitive Representations of Semantic Categories" *Journal of Experimental Psychology*[J]. *General*, 1975, 104: 192-233.
- [29] Jr Veryzer, Hutchinson J. The Influence of Unity and Prototypicality on Aesthetic Responses to New Product Designs[J]. *Journal of Consumer Research*, 1998, 24: 374-394.
- [30] 陈永超, 侯妍妍, 蒋依彤, 等. 吹风机外观风格差异分析与设计[J]. *包装工程*, 2020, 41(8): 180-185.
- CHEN Yong-chao, HOU Yan-yan, JIANG Yi-tong, et al. Difference Analysis and Design of Hair Dryer Appearance Style[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(8): 180-185.