面向品牌风格的机械装备造型创新设计研究

苏建宁[1]，李晓晓[1]，王鹏[1]，李雄[2]，邱凯[2]
（1.兰州理工大学 设计艺术学院，兰州 730050；2.兰州理工大学 机电工程学院，兰州 730050）

摘要：目的 探究机械装备造型设计过程中品牌风格有效延续的路径和方法，旨在为产品的创新设计与品牌风格的演进提供新思路。**方法** 首先，解析品牌风格与流行趋势，以定性和定量相结合的方式，提炼感性意象与造型特征；然后，采用形态分析解构目标产品，明确主要造型要素，通过眼动实验客观分析其视觉关注度，进而在品牌风格与流行趋势的意象约束下，运用形状文法推演产品造型要素，生成设计方案；最后，利用语意差分法对方案进行评价。**结果** 以红山恒应力试验机为例，验证得到的设计方案满足品牌风格与意象定位的要求。**结论** 以品牌发展的视角，构建了面向品牌风格的机械装备造型设计方法，该方法能够有效延续品牌风格，并获得符合现代工业装备审美标准的产品创新设计方案，为相关行业的产品造型创新设计提供参考。

关键词： 产品造型设计；品牌风格；眼动实验；形状文法；创新设计
中图分类号： TB472 **文献标识码：** A **文章编号：** 1001-3563(2019)18-0028-07
DOI： 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.18.004

Innovative Design of Mechanical Equipment Form for Brand Style

SU Jian-ning[1], *LI Xiao-xiao*[1], *WANG Peng*[1], *LI Xiong*[2], *QIU Kai*[2]
(1.School of Design Art, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China; 2.School of Mechanical & Electronical Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

ABSTRACT: It aims to explore the path and method of effective continuation of brand style in the process of mechanical equipment form design, and to provide new ideas for the innovative design of products and the evolution of brand. Firstly, the brand style and fashion trends were analyzed, and the combination of qualitative and quantitative methods was used to extract the kansei image and form features. Secondly, the target product was deconstructed through morphological analysis, the main form elements were clearly defined, and the visual attention was objectively analyzed through the eye movement experiment. Then, the shape grammar was used to derive the product form elements to generate the designs under the image constraints of brand style and fashion trends. Finally, the Semantic Differential method was applied to evaluate the designs. Taking Hongshan constant stress testing machine as an example, it is verified the design meets the requirements of brand style and image positioning. From the perspective of brand development, the mechanical equipment form design method for brand style was developed. It can effectively extend the brand style and obtain product innovation designs that meet the aesthetic standards of modern industrial equipment, and provide the reference for the product form innovative design in related industries.

KEY WORDS: product form design; brand style; eye movement experiment; shape grammar; innovative design

制造业是国民经济的基础，也是我国经济“创新驱动、转型升级”的主战场[1]。为打造中国制造新优势，实现“三个转变”，创新设计是重要抓手和战略举措[2]。机械装备作为制造业的主体，积极推进品牌战

收稿日期： 2019-06-19
基金项目： 国家自然科学基金资助项目（51465037）
作者简介： 苏建宁（1974—），男，甘肃人，博士，兰州理工大学设计艺术学院教授，主要研究方向为产品意象造型设计、产品创新设计、智能设计。

略、提升品牌价值成为持续发展的关键。品牌风格是企业传达品牌文化和理念，保证在多样化的市场中识别产品品牌的重要媒介。产品作为品牌风格语言的重要载体，在更新换代时，既要满足市场多样化的需求，又要保持品牌的独特性[3]。如何通过创新设计在产品换代过程中延续品牌的风格，形成统一、连贯的产品形象，强化消费者的品牌认知是当前的研究热点之一。

傅业焘等人[4]通过研究产品族的风格意象和外形特征，构建了一种面向风格意象的产品族外形基因设计方法。Mccormack 等人[5]在对别克汽车造型文法研究的基础上，总结概括了别克品牌汽车形态基因特征。王贞等人[6]通过研究工程机械的技术体系和造型特征之间的层次关系，提出了品牌造型特征创新设计方法。李江泳等人[7]通过分析产品如何体现品牌特色，提出了基于品牌的工程机械造型特征设计方法。赵静等人[8]针对开发产品既继承品牌风格又兼具自身特质的问题，提出了基于形状文法的电动汽车造型设计方法。柳禄等人[9]提出了面向品牌识别的产品 DNA 设计方法与关键技术，以高压清洗机为例，验证了方法的效用性。上述研究集中于风格意象与形态特征之间的映射关系和品牌产品基因特征的遗传与变异，对流行趋势影响品牌风格演化下的产品造型创新设计研究较少。本文构建面向品牌风格的机械装备造型设计方法，使新产品方案在延续品牌风格的同时，依据流行趋势进一步丰富品牌风格。

1　品牌风格与流行趋势

品牌风格是在企业高度凝炼用户的情感体验、审美经验等基础上，将其内涵统一外化，形成能够深刻引起受众共鸣的一种心理形式，呈现一种独特、区别于其他品牌风格的表达形式与主要特征，是品牌本身内在精神与外在形式的统一[10]。因此，对品牌风格的描述和研究，需要综合品牌的精神内涵和形态特征，两者共同奠定了品牌的风格特征[11]。精神内涵包括品牌的文化理念、情感体验、形象感知等隐性知识，形态特征则是形态、材质、色彩等显性知识的集合[12]。

品牌风格经过长期的积淀具有相对稳定性，但随着技术、审美等因素的发展，产品更新受到流行趋势的刺激，品牌风格亦会受到影响。因此，企业需要分析行业的流行趋势，明确消费者对行业的意象偏好，与时俱进地推动品牌风格的演进。

2　品牌风格下机械装备造型创新设计方法

面向品牌风格的机械装备造型设计方法，主要包括品牌风格研究、流行趋势研究、创新设计与方案评价四个部分，见图 1。

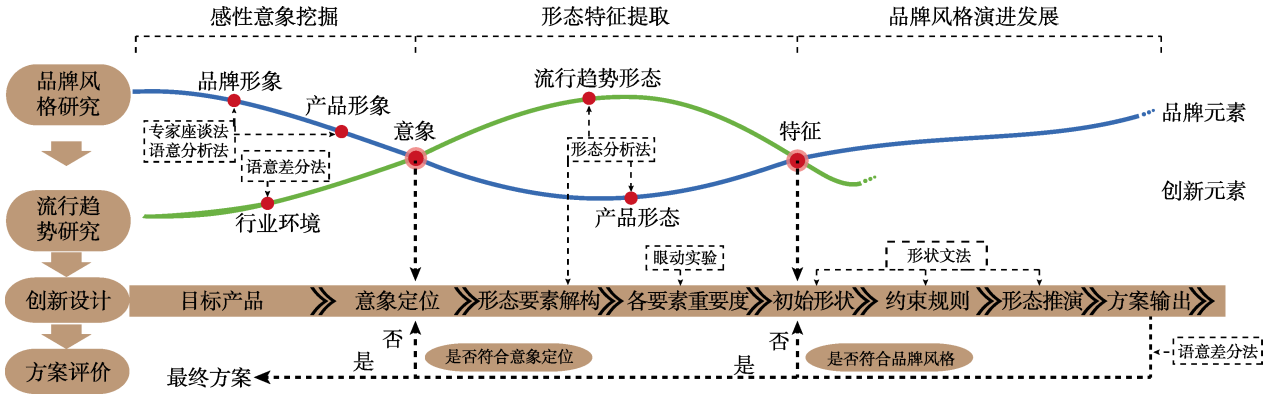


图 1　品牌风格下机械装备造型创新设计方法

Fig.1　Innovative design method of mechanical equipment form under brand style

首先，解析品牌风格。通过分析企业文化、产品意象、产品形象等挖掘品牌的精神内涵与典型产品，运用专家座谈法、语意分析法、形态分析法，得到凝练品牌风格的感性意象与造型特征，将其作为产品设计中的品牌元素。其次，对流行趋势进行研究。搜集行业优秀产品，通过语意差分法、聚类分析[13]得到行业流行趋势的感性意象和与之匹配的产品形态特征，作为创新元素推动产品造型的演进。然后，对目标产品进行创新设计。明确产品主要造型要素，通过眼动实验[14-15]分析其关注度，选择品牌造型特征、流行趋势意象造型特征与目标产品造型要素作为初始形状，在品牌风格与流行趋势的约束下，运用形状文法[16]推演生成新形态。最后，方案评价。依据品牌风格与意象定位，利用语意差分法对推演生成的方案进行评价，验证方法的合理性。

3　应用实例

案例来源于天水红山试验机有限公司的实际项目，以恒应力试验机设计为例。该产品形态较为陈旧，在造型方面与红山新一代的品牌风格不尽相符，企业希望通过创新设计使其形态更好地凸显品牌风格，并

符合现代工业装备的审美标准。

3.1 品牌风格研究

3.1.1 企业精神内涵的提取

天水红山试验机有限公司是我国试验机行业的领先企业，曾被政府评定为全国试验机行业的“排头兵”，获得过国家科技进步二等奖，一直秉承着“和谐立本、创新为先、行者无疆”的企业理念。新一代产品在造型上，突出“山”巍峨的形象与“鼎”尊贵的气质，体现产品挺拔刚强的个性特点，象征企业不断创新、立志于做行业领袖的气概。运用专家座谈法与语意分析法，将企业的文化内涵与产品的形象定位转换为感性意象词汇，总结为品质感、大气感和挺拔感。

3.1.2 典型产品造型特征提取

邀请相关专家根据企业的产品形象（Products Identity，PI）进行凝练升华，概括出来的形象要素为“三平一鼎、撇捺当中、动静相宜、凹凸有致”与三种主要产品色彩。以此确定品牌典型产品为万能试验机，运用计算机辅助设计软件进行形态特征提取，将描绘出的形态进行归纳整理，删除相似度高的形态，最终获得局部特征线、轮廓线、形状组合等共七个代表性特征，见图 2。

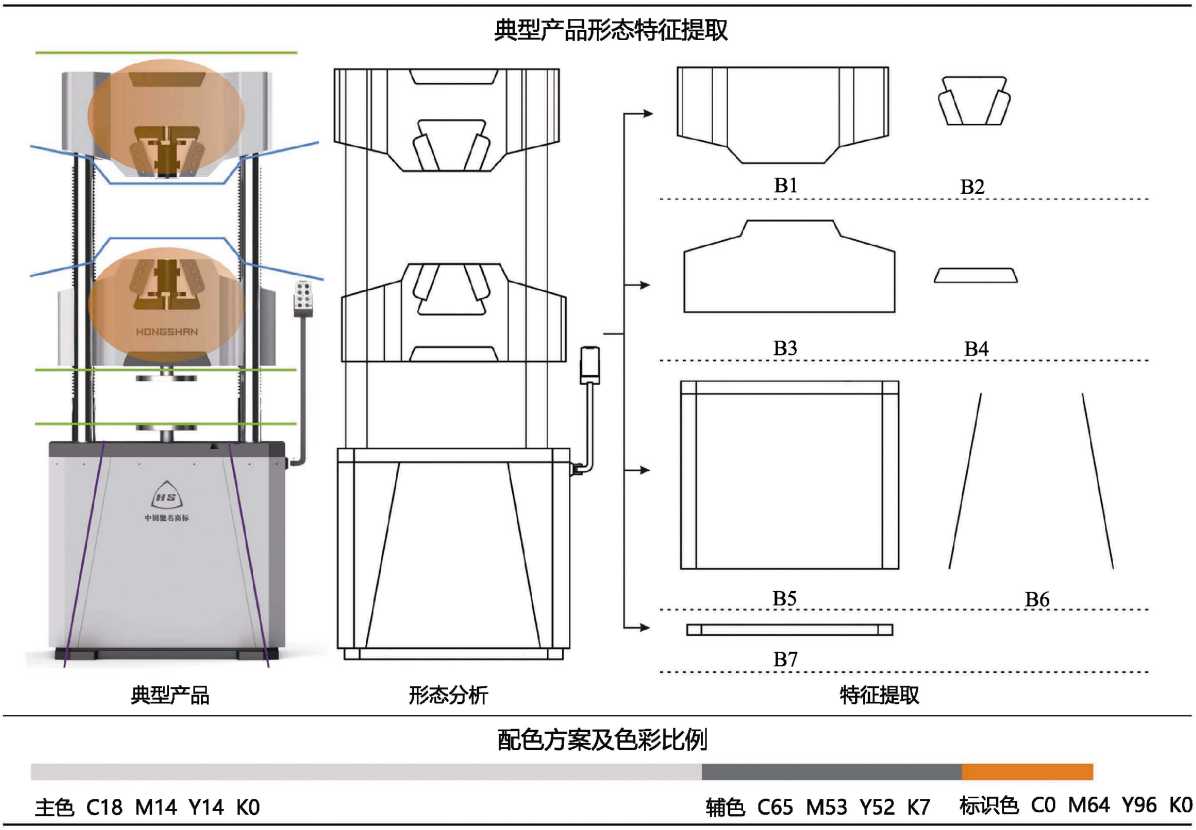


图 2 典型产品造型特征

Fig.2 Form features of typical product

3.2 流行趋势研究

3.2.1 流行趋势的提取

随着科技水平的不断提高，试验机技术在国内外得到了迅猛发展。新型试验机不仅自动化水平高、稳定可靠，并且简洁整体、品牌识别度高。通过试验机产品图册、网站等多种渠道收集国内外市场反响优良的产品二十七款与试验机描述性词汇六十二个，经专家讨论去除相似性较高的样本与词汇，获得代表性产品样本十一个（见图 3）与感性意象词汇九个，见表 1。使用 5 阶语意差分法建立调查问卷，收回有效问卷 15 份，通过聚类分析，结果为硬朗感、科技感，如表 1。

3.2.2 流行趋势意象造型特征提取

产品根据类别与功能特点的不同，所传达的风格意象也不相同。试验机受功能、结构、材料等因素的约束，多以方、直等几何形态呈现。为塑造出机械装备理性派的硬朗感与科技感，选择同类约束条件下的机床装备作为参考产品，在流行趋势的感性意象引导下，对国内外机床品牌调研。选择形态简洁、大气、线条硬朗有力的某品牌机床为流行趋势参考产品。搜集该品牌代表性产品图片，运用形态分析法，实现造型的抽象化和符号化，见表 2。

图 3　代表性样本

Fig.3　Representative samples

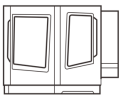
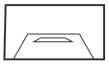
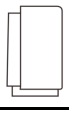
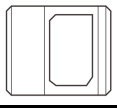
表 1　聚类结果

Tab.1　Clustering results

意象	现代感	硬朗感	大气感	整体感	科技感	挺拔感	简约感	沉稳感	精密感
类别	①	②	①	①	①	①	①	②	②
距离	0.756	0.595	1.077	0.732	0.510	0.717	0.905	1.151	1.273

表 2　流行趋势意象造型特征

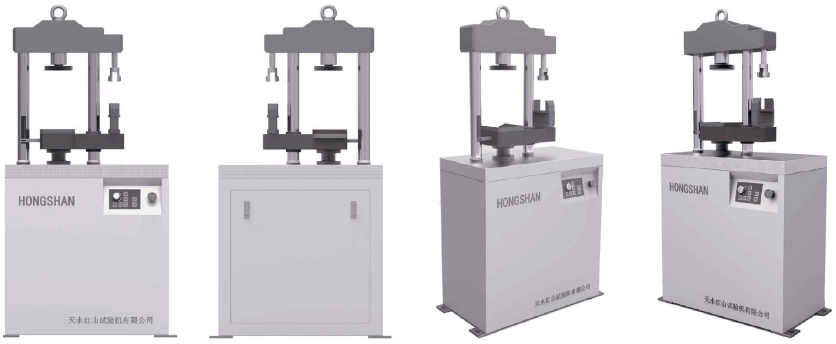
Tab.2　Image styling characteristics of popular trend

序号	代表产品	特征提取	序号	代表产品	特征提取
P1			P2		
P3			P4		
P5			P6		
P7			P8		

3.3　创新设计

3.3.1　产品造型要素关注度眼动实验

1）实验设计。通过眼动追踪实验分析恒应力试验机各部分形态特征的关注度。为全面展示其形态，将整体表现最完整的正面、背面、左 45°侧面和右 45°侧面作为实验样本，见图 4。由于企业 PI 已确定色彩方案，所以样本统一灰度处理。为降低被试者对样本功能结构的关注，设置产品看板使其了解产品的功能结构。制定实验导语，说明实验要求、操作提示等信息。由于实验样本为单产品多视角，为避免被试者在熟悉产品形态后受无用注视时间的干扰，显示时间不作限定，四张实验样本随机呈现。实验要求被试者观看实验样本并根据美学原则，口述评价产品形态。



a 正面 b 背面 c 左45°侧面 d 右45°侧面

图 4 恒应力试验机实验样本

Fig.4 Experimental sample of constant stress tester

2）实验仪器及被试者选择。实验采用 Tobii X2－30 眼动仪，由软件 ErgoLAB 完成实验样本的呈现及眼动数据的记录与分析，采用 14 英寸 Dell 显示屏，分辨率为 1440×900，实验样本图片的大小和分辨率均采用统一的数值。实验对象共十二人，其中男女各六人；设计专业研究生十人，用户两人，均无色盲和色弱，视力或矫正视力均在 1.0 以上。

3）产品解析与眼动指标的选择。采用形态分析法解析红山恒应力试验机，其主要造型要素为上横梁 A、下横梁 B、箱体及控制面板 C、底脚 D 四个部分，预设的兴趣区域（Areas of Interest，AOI）见图 5。ErgoLAB 软件可记录、分析多项眼动指标，根据其含义选择注视点个数（Fixation Count）、访问次数（Visit Count）、注视时间（Visit Duration）三项指标数据进行分析[17]。

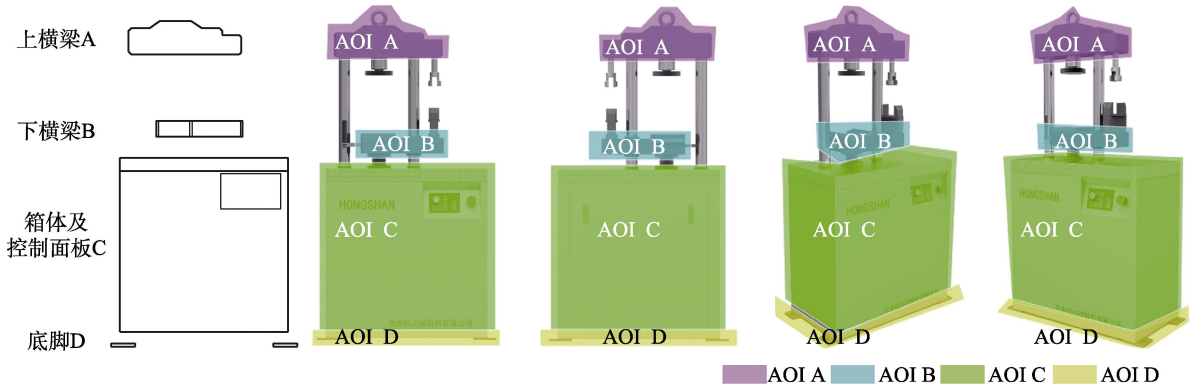


图 5 恒应力试验机形态分析与 AOI 区域划分

Fig.5 Morphological analysis and AOI area division of constant stress tester

4）实验结果分析。综合被试者三项实验指标平均值数据统计结果，见表 3，四个兴趣区域注视点个数由多到少依次为 AOI C、AOI B、AOI A、AOI D，访问次数由高到低依次为 AOI C、AOI B、AOI A、AOI D，注视时间由多到少依次为 AOI B、AOI C、AOI D、AOI A。口述评价中形态单调、上下不协调、下横梁与底脚部分造型传统等问题反映比较集中。综合评定来看，箱体及控制面板 C 和下横梁 B 两个部分形态特征要素关注度最高，其次为上横梁 A 与底脚 D。

表 3 AOI 区域注视点个数、访问次数、注视时间均值结果

Tab.3 Average number of fixation, visit counts and visit durations in the AOI area

项目	区域			
	AOI A	AOI B	AOI C	AOI D
注视点个数	2.10	2.49	4.71	1.96
访问次数	1.89	1.98	2.93	1.54
注视时间	0.91	1.44	1.33	1.26

3.3.2 产品造型要素形态推演

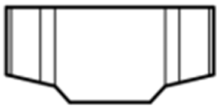
综上分析，恒应力试验机的意象定位为品质感、大气感、挺拔感、硬朗感和科技感。在产品造型设计过程中应在箱体及控制面板 C、下横梁 B 两个部分塑造强烈的品牌风格，以提高产品的品牌辨识度；上横梁 A、底脚 D 两个部分根据流行趋势进行创新，来推动品牌的演化发展。

将各造型要素进行编码，选择品牌造型特征、流行趋势意象造型特征与目标产品造型要素作为初始形状，应用五种基本语法规则[18]：置换（R1）、增删（R2）、缩放（R3）、旋转（R4）、微调（R5），执行形状文法。其中上横梁 A、箱体及控制面板 C 的推演过程，见表 4。

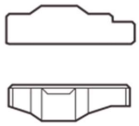
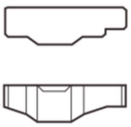
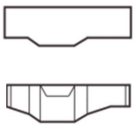
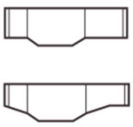
表 4　造型要素推演过程

Tab.4　Deduction process of form elements

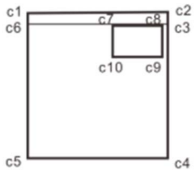
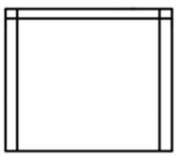
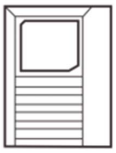
a 上横梁 A 推演过程

	目标产品特征	品牌产品特征	流行趋势产品特征	
初始形状				
		B1	P4	P6

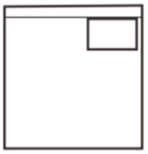
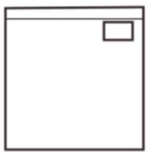
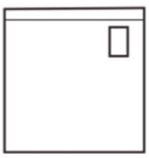
依据：上横梁 A 造型要素推演过程中，注重根据流行趋势的创新。因此，选择一项品牌产品特征，两项流行趋势意象特征作为初始形状输入。

执行形状文法		R4 → / R1+R5 ←		R1+R5 → / R2+R3 ←		R2 → / R2 ←		R1 ↓
尺寸约束/mm	460 < a11a15 < 480		130 < a3a13 < 150		80 < a9a12			

b 箱体及控制面板 C 推演过程

	目标产品特征	品牌产品特征		流行趋势产品特征
初始形状				
		B5	B6	P3

依据：箱体及控制面板 C 造型要素推演过程中，注重品牌风格的延续。因此，选择两项品牌产品特征，一项流行趋势意象特征作为初始形状输入。

执行形状文法		R3 → / R1 ←		R4 → / R1+R5 ←		R2+R5 → / R2 ←		R2+R5 ↓
尺寸约束/mm	680 < c1c2 < 730		710 < c2c4 < 750		c1c2 < c2c4			

3.3.3　方案生成

将造型要素推演的方案进行整合，形成多款恒应力试验机的整机方案。邀请经验丰富的设计师与工程师进行初步优选，得到三款方案，结合企业 PI 配色方案进行二维渲染，见图 6。

3.4　方案评价

依据上述的品牌风格延续与产品意象定位，采用语意差分法进行评价分析。组织十二位专家评价，其中包括企业决策者四人、工业设计师两人、工程师三人和用户三人。评价结果显示，三款方案的品牌风格与意象定位的符合程度平均分值均在三分以上，符合设计要求；其中方案二品牌风格符合程度最高，大气感、挺拔感最强；方案三品质感、硬朗感、科技感最强。说明该方法可以有效延续品牌风格，并得到产品创新设计方案。最终，经多方交换意见，企业选中最凸显品牌风格的方案二，方案深化效果见图 7。

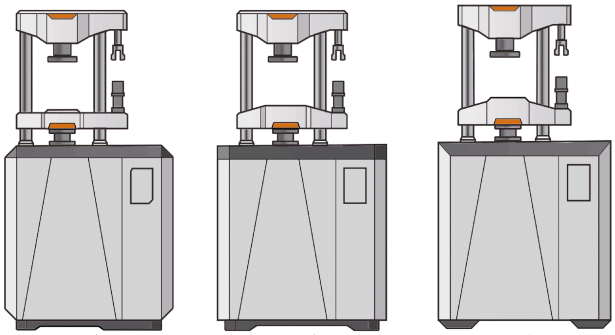


图 6 推演方案
Fig.6 Deduction scheme

图 7 方案深化效果
Fig.7 Deepening effect of scheme

4 结语

从品牌发展的视角，提出了品牌风格下的机械装备创新设计方法。通过解析品牌风格和流行趋势，获得产品的意象定位与造型特征，以视觉认知的客观数据分析产品造型要素的受关注度，以此运用形状文法驱动产品形态的品牌化创新设计。该方法可以使产品达到延续品牌风格的同时，满足消费者时代审美的需要，从而提升产品的品牌识别度与消费者的品牌认知度，进而塑造强烈的品牌风格，推动品牌产品的演化发展，为相关行业的产品造型创新提供参考。

参考文献：

[1] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273-2284.
ZHOU Ji. Intelligent Manufacturing: Main Direction of "Made in China 2025"[J]. China Mechanical Engineering, 2015, 26(17): 2273-2284.

[2] 路甬祥. 创新设计竞争力研究[J]. 机械设计, 2019, 36(1): 1-4.
LU Yong-xiang. Research on Competitiveness of Innovation Design[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(1): 1-4.

[3] 刘霁虹. 基于认知识别的谱系化产品设计研究[J]. 装饰, 2016(2): 142-143.
LIU Ji-hong. Study on Product Pedigree Design Based on Pattern Recognition[J]. Zhuangshi, 2016(2): 142-143.

[4] 傅业焘，罗仕鉴. 面向风格意象的产品族外形基因设计[J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(3): 449-457.
FU Ye-tao, LUO Shi-jian. Style Perception-Oriented Product Family Shape Gene Design[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2012, 18(3): 449-457.

[5] MCCORMACK J P, CAGAN J, VOGEL C M. Speaking the Buick Language: Capturing, Understanding, and Exploring Brand Identity with Shape Grammars[J]. Design Studies, 2004, 25(1): 1-29.

[6] 王贞，赵江洪. 论工程机械品牌的造型特征创新[J]. 装饰, 2013(12): 98-99.
WANG Zhen, ZHAO Jiang-hong. Form Feature Innovation of Construction Machinery Brand[J]. Zhuangshi, 2013(12): 98-99.

[7] 李江泳，姚湘. 面向品牌的工程机械造型特征设计研究[J]. 机械设计, 2014, 31(6): 102-104.
LI Jiang-yong, YAO Xiang. Research on Modeling Feature Design of Engineering Ma-chinery Facing Brand[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(6): 102-104.

[8] 赵静，张琳. 基于形状文法的电动汽车品牌继承性设计方法[J]. 包装工程, 2018, 39(22): 163-168.
ZHAO Jing, ZHANG Lin. Design Method of Electric Vehicle Brand Inheritance Based on Shape Grammar[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 163-168.

[9] 柳禄，傅秀清，康敏. 面向品牌识别的中小企业产品造型 DNA 设计研究[J]. 机械设计, 2014, 31(9): 105-108.
LIU Lu, FU Xiu-qing, KANG Min. Research on Product DNA of SME Facing Brand Identity[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(9): 105-108.

[10] 丁胜年，杜军虎. 从符号学看产品设计风格延续性意义[J]. 包装工程, 2010, 31(16): 45-47.
DING Sheng-nian, DU Jun-hu. Continuity Significance of Product Design Style from the Semiotics[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(16): 45-47.

[11] 赵丹华，何人可，谭浩，等. 汽车品牌造型风格的语义获取与表达[J]. 包装工程, 2013, 34(10): 27-30.
ZHAO Dan-hua, HE Ren-ke, TAN Hao, et al. Research on Semantic Acquisition and Expression of Car Brand Styling[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(10): 27- 30.

[12] 卢兆麟，薛澄岐，汤文成，等. 工业设计中基于风格特征的产品设计 DNA 研究[J]. 机械设计, 2010, 27(7): 7-14.
LU Zhao-lin, XUE Cheng-qi, TANG Wen-cheng, et al. Research on Product Design DNA Based on Stylistic Feature in Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2010, 27(7): 7-14.

（下转第 47 页）

[7] 周红宇, 戚得众, 韩晓东. 瓦楞纸印刷机造型设计评价研究[J]. 机械设计, 2017, 34(7): 119-123.
ZHOU Hong-yu, QI De-zhong, HAN Xiao-dong. Modeling Design Evaluation of Corrugated Printing Press[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(7): 119-123.

[8] 钟奇, 裴学胜, 郭钢, 等. 基于多项眼动数据的拖拉机造型设计评选模型[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 166-169.
ZHONG Qi, PEI Xue-sheng, GUO Gang, et al. The Selection Model of Tractor Appearance Design Based on Multiple Eye Movement Data[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 166-169.

[9] 李浩. 新产品非结构化需求转换、概念测试与初始配置方法研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
LI Hao. Research on Methods on Unstructured Requirement Conversion, Concept Test and Initial Configuration[D]. Chongqing: Chongqing University, 2012.

[10] 唐帮备, 郭钢, 王凯, 等. 联合眼动和脑电的汽车工业设计用户体验评选[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(6): 1449-1458.
TANG Bang-bei, GUO Gang, WANG Kai, et al. User Experience Evaluation and Selection of Automobile Industry Design with Eye Movement and Electroencephalogram[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(6): 1449-1458.

[11] TSAIWC, ROLW, LEECF. Study on the Usability of Various Button Sizes and Visual Feedbacks in Small Touch-Screens[J]. Journal of Ergonomic Study, 2014, 12(1): 56-67.

[12] 卢国英, 侯冠华. 产品造型设计决策过程中的眼动机制研究[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 215-220.
LU Guo-ying, HOU Guan-hua. Eye Tracking of Product Design Decision Making Strategy[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 215-220.

（上接第 34 页）

[13] 苏建宁, 李鹤歧, 李奋强. 产品设计中的感性意象定位研究[J]. 兰州理工大学学报, 2004, 30(2): 40-43.
SU Jian-ning, LI He-qi, LI Fen-qiang. Investigation of Kansei Image Direction for Product Design[J]. Journal of Lanzhou University of Technology, 2004, 30(2): 40-43.

[14] 苏建宁, 邱凯, 张书涛, 等. 基于眼动数据的产品造型设计要素评价方法研究[J]. 机械设计, 2017, 34(10): 124-128.
SU Jian-ning, QIU Kai, ZHANG Shu-tao, et al. Evaluation Method Study of Product Modeling Design Elements Based Oneye Movement Data[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(10): 124-128.

[15] 林丽, 高芸坤, 阳明庆, 等. 基于视觉认知理论的产品形态优化设计方法[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 16-22.
LIN Li, GAO Yun-kun, YANG Ming-qing, et al. Product Shape Optimization Design Method Based on Visual Cognition Theory[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 16-22.

[16] 卢兆麟, 汤文成, 薛澄岐. 简论形状文法及其在工业设计中的应用[J]. 装饰, 2010(2): 102-103.
LU Zhao-lin, TANG Wen-cheng, XUE Cheng-qi. Discussion on Shape Grammar and Its Application in Industrial Design[J]. Zhuangshi, 2010(2): 102-103.

[17] 卢兆麟. 面向工业设计的产品设计 DNA 关键技术与应用方法研究[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2012.
LU Zhao-lin. Study on Key Technology and Application Methods of Design DNA in Industrial Design[M]. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2012.

[18] 王伟伟, 杨延璞, 杨晓燕, 等. 基于形状文法的产品形态创新设计研究与实践[J]. 图学学报, 2014, 35(1): 68-73.
WANG Wei-wei, YANG Yan-pu, YANG Xiao-yan, et al. Method of Product Form Design Based on Shape Grammar[J]. Journal of Graphics, 2014, 35(1): 68-73.