

煤矿井下履带钻机产品族造型设计

何玢洁

(中煤科工集团西安研究院有限公司, 西安 710077)

摘要: **目的** 为了提高煤矿井下履带钻机产品在市场中的品牌效应, 赋予产品独特的形态特征及风格意象, 提升产品市场竞争力。**方法** 以中煤科工集团西安研究院有限公司煤矿井下履带钻机的产品设计DNA 隐性风格特征和显性风格特征为切入点, 通过用户调查和专家访谈的方式明确用户感性意象需求及企业核心价值观的表达, 并对履带钻机色彩要素、造型要素分别进行分析与提炼, 确定意象主题与具象载体, 融合于设计之中形成具体的设计方案。**结果** 通过对企业系列煤矿井下履带钻机产品族的造型设计, 使产品具有明显的DNA 风格特征。**结论** 使每台钻机产品的造型在创新中保持一定的继承性, 在增强产品与用户的交流、塑造并传达品牌特征与定位、降低产品开发的不确定性方面都具有积极的意义。

关键词: 造型设计; 产品族; 风格特征; 基因元素

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)22-0123-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.22.016

Modeling Design of Crawler Drilling Machine Products under the Coalmine Well

HE Bin-jie

(CCTEG Xi'an Research Institute, Xi'an 710077, China)

ABSTRACT: This paper aims to improve the brand effect of the crawler drilling machine in the market, endow the product with the unique form and style imagery and improve its market competitiveness. DNA recessive style characteristics and dominant style characteristics of product design of crawler drilling machine in CCTEG Xi'an Research Institute are studied. Through user surveys and expert interviews, the expression of users' emotional needs and the core values of the enterprise are clarified. The color elements and modeling elements of the crawler drilling machine are analyzed and extracted respectively to determine the imagery theme and the concrete carrier. They are integrated into the design to form a specific design scheme, so that the product has obvious DNA style characteristics. Through research on the design of the enterprise series coal mine underground crawler drilling machine product family, the styling of each product has maintained a certain inheritance in innovation. This has positive significance in enhancing the communication between products and users, establishing brand features and positions and reducing the uncertainty of product development.

KEY WORDS: modeling design; product family; style; gene elements

煤矿井下履带钻机是一种在煤矿井下进行各类钻孔施工的特种设备, 主要应用于瓦斯治理与抽采、水害防治、地质构造探查等施工领域。石智军等人^[1]对井下钻机的技术现状进行了分析, 并对其发展趋势进行了预测。方鹏等人^[2]研制了井下钻机参数检测系统, 提高了产品整体控制水平。姚克等人^[3]对井下钻

机造型设计的方式方法进行了探索, 但主要局限于对单独产品的造型设计, 没有深入家族化设计的研究。目前, 已有学者对于产品族外形基因的提取与表达等方面进行了相关研究, 但主要集中于车辆^[4-5]、生活用品^[6-7]、农机用具^[8]等具有较广泛客户群体的消费品, 如周小舟等人^[9]综合应用多种感性工学方法提取

收稿日期: 2021-06-09

基金项目: “十三五”国家科技重大专项任务“煤矿井下智能化钻探装备及高效快速钻进技术”(2016ZX05045-003-001)

作者简介: 何玢洁(1988—), 女, 江苏人, 硕士, 中煤科工集团西安研究院有限公司助理研究员, 主要研究方向为钻探装备的设计与研发。

产品族设计 DNA 可遗传因子；卢兆麟等人^[10]提出了基于映射关系的产品设计 DNA 描述方法。借鉴前人的研究成果，本文结合井下履带钻机结构特点与产品使用群体单一等属性，对中煤科工集团西安研究院有限公司煤矿井下履带钻机的系列产品进行外观造型设计，探索族形态特征及其视觉化方法，使产品之间产生统一与协调的效果，树立家族化特征，提升企业识别度。

1 履带钻机结构

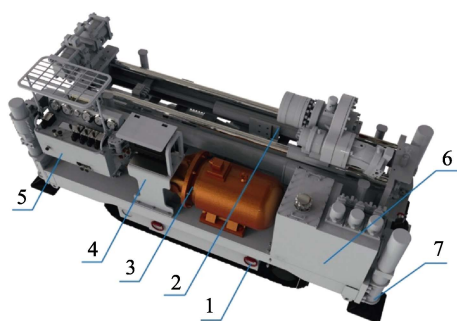
为了增强巷道适应性，提升搬迁速度，降低工人劳动强度，煤矿井下履带钻机在设计时通常会尽量缩小外观尺寸，整体结构设计紧凑。西安研究院的履带钻机设计通常采用两列并排式布局，由履带车体、主机、电机泵组、防爆计算机、操纵台、油箱、稳固装置组成，履带钻机布局示意图见图 1。

2 履带钻机族造型分析

目前，国内外设计制造履带钻机的厂商较多，如铁福来、威力朗沃、阿特拉斯等。为了避免产品产生同质化的倾向，企业亟须通过造型设计增强产品的品牌识别度，提升品牌价值。产品隐性风格特征主要包括价值观念、情感体验、品牌内涵等^[11-12]，本文首先从企业文化及履带钻机产品市场定位出发，结合对现有产品的造型特征进行分析归纳，获得西安研究院履带钻机的产品意象定位。其次，分析产品造型设计变量，确定色彩、形状、符号等显性风格特征，寻找合适的产品意象载体，进行抽象、简化、提炼 DNA 基因元素，并对其进行视觉化表达^[13]。最后，在系列产品设计中展开族造型设计，从而形成具有“家族化”识别元素的产品系统。

2.1 产品设计 DNA 隐性风格特征

煤矿井下履带钻机的施工地点隐蔽，接触人员少，用户群体单一，主要为现场施工人员及技术支持专家。为了确定产品感性意象定位，对不同矿区的



1 履带车体；2 主机；3 电机泵组；
4 防爆计算机；5 操纵台；6 油箱；7 稳固装置

图 1 履带钻机布局示意图

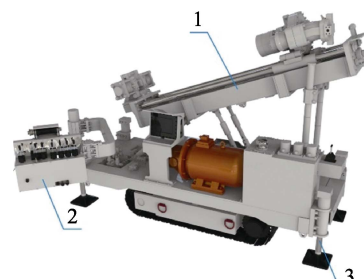
Fig.1 Layout of crawler drilling machine

30 名施工及技术人员进行了问卷调查，排除了重复等干扰因素，最终确定安全感、可靠性、稳定感、高效率、人性化、科技感 5 个意象词汇。在企业文化方面，公司一直秉持向新、向上、向真、向善、向荣的核心价值观，并以成为煤炭地质保障领域国际一流的高科技企业为发展愿景。根据以上调查分析，结合企业内部钻机设计人员的意见，组织专家进行数次实施方案的讨论，最终确定“厚重稳定、实用简洁、美观精致”为煤矿井下履带钻机的设计定位。

外观的“厚重稳定”可以增强用户对产品安全性、可靠性方面的信心，尤其在煤矿井下特殊的作业环境中，对设备的信赖有利于施工人员放松心态，精力专注于操作设备，从而间接对工作效率、工作积极性等方面产生正面影响。“实用简洁”主要体现在对操作舒适性等人机交互方面的考虑，履带钻机部件较多，其中不乏具有运动功能及需要频繁操作的部件，如主机具有调角装置用于调整钻机的开孔倾角，操纵台通常具有旋转功能以调整到最佳观察孔口施钻情况的位置，稳固装置通过升降、加装部件等方式进行顶、底板的支撑等，履带钻机工作状态示意图见图 2。因此，不同于许多工程机械类产品，履带钻机无法实施整体包裹式造型设计，只能采取局部的、有目的地加装钣金件，且无论是出于美观还是防护功能的考虑，所加装的钣金件均不对正常的操作有所阻碍，钣金件同时应具有易于安装与拆卸，不易变形等特点。“美观精致”则体现了产品是具有高品质的现代化高科技产品，改善以往“傻大笨粗”的井下机械类产品外观形象，主要包括色彩的设计应符合主流审美，对履带钻机车体上视觉效果不佳的部位进行合理的遮挡，焊缝、棱边等部位打磨光滑，漆面质感加强等方面^[14]。

2.2 产品设计 DNA 显性风格特征

产品显性风格特征主要包括形态、色彩、肌理、材质等^[15]。受市场准入管理制度的制约，煤矿井下履带钻机必须先通过防爆检测并取得安标认证后才能在井下作业，因此，在材质方面通常选用钢材作为主体材质。钻机在施钻过程中会遇到粉尘、泥浆、液压油等污染物，为了方便清洁，应选择较为光滑的漆



1 主机；2 操纵台；3 稳固装置

图 2 履带钻机工作状态示意图

Fig.2 Working status of crawler drilling machine

面作为表面处理方式, 尽量避免使用粗糙的纹理。基于以上分析可知, 钻机产品的显性风格特征在材质和肌理上难以突破行业限制, 因此, 西安研究院履带钻机产品的显性风格特征研究主要以色彩和形态为主。

2.2.1 色彩设计分析

一直以来, 煤矿井下履带钻机的配色多以白、黄为主色搭配灰、黑等辅色, 如威力朗沃以白、黑搭配为主, 阿特拉斯以黄、灰搭配为主。西安研究院履带钻机之前的配色设计一直以白色为主体色, 黑色为辅助色进行设计。本文在色彩设计方面, 首先从色彩功效学的角度进行分析, 初步拟定了上轻下重的主体色配色方向。钻机按功能区域划分可分为上部机身区域与下部行走履带区域。根据色彩感知中的“轻—重”关系分析, 履带宜选取黑色、灰色、深蓝色这种相对较“重”的色彩, 使钻机传递出底盘稳固、厚重稳定、安全可靠的视觉信息。机身宜采用相对较“轻”的色彩, 红色、黄色、白色这 3 种色彩为井下机械设备常用色彩, 并且相对较“轻”, 本课题对以上 6 种色彩重点进行了分析, 色彩分析见表 1。对履带钻机的运输及工作环境进行分析可知, 钻机在巷道内通常使用运输板车搬运至指定钻场, 再通过履带自行走至施工的固定位置。运输板车有自身的行走轨道和安全警示系统以保证安全运输, 而钻机到达钻场后自行走的距离较短, 因此钻机机身出于安全考虑而使用大面积具有警示功能色彩的必要性较低。钻机在井下的施工一般以三四个人为一个班组进行配合施工, 一班的工作时长为 8 小时左右, 钻机的操作具有工作时间长、配合度要求高等特点, 工作人员的主要操作区域都集中在机身, 因此在色彩的选择上要尽量避免使用容易使人兴奋、焦虑的暖色系色彩。钻场内地面通常较为泥

泞, 因此对履带色彩的抗污性具有较高的要求, 由于钻机自行走距离短、速度慢且车体平台对履带具有一定的遮罩作用, 机身色彩对抗污性需求较弱, 通常采用光滑的漆面作为表面处理方法利于钻机升井后用水冲洗处理。

综合以上分析, 白色因其最“轻”、且利于工作人员长时间接触操作而作为机身的主色进行设计, 黑色因其抗污性强且最“重”最“坚硬”的属性作为履带的主色进行设计, 黑白两色的色彩搭配功能性强, 设计效果简洁大方, 与企业标志色彩融合度高, 适合作为主色使用。但黑白两色搭配略显单调, 不符合审美功能的要求, 因此在考虑安全的因素下, 将红色纳入辅助色予以搭配设计, 红色比黄色相对于白色在色相及明度上色差更大, 警示效果更好, 在产品中小面积使用也可以增强产品个性, 提高美观度, 同时也符合机械产品配色不超过 3 种的基本原则, 保证了产品美观简洁的特征。




2.2.2 族造型基因提取

根据以往的设计经验, 整体包裹式的外观造型设计存在的问题主要有增加了产品外形尺寸、与胶管干涉、与运动机构干涉、吊装时易变形、不利于维修等缺陷, 因此, 在不断的设计实践中, 局部有代表性的设计得到了保留, 灵活应用在不同位置上, 起到或防护或美观的作用, 在产品设计中, 这些具有代表性的形态反复应用在不同型号钻机的造型中, 赋予产品特殊的造型特点, 即可视为产品 DNA 基因元素。根据前文设计定位的分析结果, 结合客户调研结果与专家意见, 最终确定以中煤科工集团企业标志和英文字母“T”的形态为具象载体进行发散, 确定 DNA 基因元素具象形态, 基因元素概念提炼见表 2。

表 1 色彩分析
Tab.1 Colour analysis

区域	色彩	分析
机身	红色	优点: 警示性强、色彩显眼易辨认、与企业形象色蓝色对比强烈可起到强调的作用 缺点: 比黄色和白色更“重”、暖色系易使人兴奋, 大面积的使用易破坏企业形象色蓝色对沉稳、高科技等寓意的表达
	黄色	优点: 警示性强、色彩较“轻”、色彩显眼易辨认、与企业形象色蓝色对比强烈可起到强调的作用 缺点: 暖色系易使人兴奋, 大面积的使用易破坏企业形象色蓝色对沉稳、高科技等寓意的表达
	白色	优点: 色彩最“轻”、属于中性色可起协调作用, 与企业形象色蓝色搭配清晰明朗且易衬托其对沉稳、高科技等寓意的表达 缺点: 没有红色和黄色显眼、无警示性
履带	黑色	优点: 色彩最“重”最“坚硬”、视觉抗污性强、中性色可起协调作用 缺点: 与环境色接近
	灰色	优点: 色彩较“重”较“坚硬”、视觉抗污性较强、中性色可起协调作用 缺点: 与环境色接近
	深蓝色	优点: 冷色系易使人镇静、色彩较“重”较“坚硬” 缺点: 与环境色接近、与企业标志同色系、视觉抗污性较弱

表2 基因元素概念提炼
Tab.2 Genetic element concept extraction

载体选取	意象表达	元素概念提炼
基因元素(a)	 <p>企业标志由两个英文字母“C”(分别代表 CHINA 和 COAL)与阿拉伯数字“1”组成,字母“C”的变形形似巨人的臂膀,表达了坚实、可靠的寓意</p>	
基因元素(b)	<p>“I”代表“我”,呼应“以人为本”,形似“工”字,取自“中煤科工集团的”的“工”字,也可作“工作”“工人”等寓意,结合矿工形象提取元素更具亲和力</p>	

综合初期对钻机的结构分析,结合基因元素的特点,评价选取钻机不同型号之间相关联的特征属性,最终通过专家评价选取电机防护板、防爆计算机支撑架为分析对象进行形态设计,其优点在于,电机和防爆计算机为钻机的关键部件且通常设计在机身正面中间的醒目位置,所占空间大小比例合适,相较于其他部件在形态上的局限性,这两个位置的面板造型可塑性强,能够在视觉上产生明显的造型风格特征。电机防护板形态设计见图3,防爆计算机支撑架形态设计见图4。由设计师、企业专家等20人构成的团队对设计方案进行调查,以稳定、简洁、美观3个意象词汇的符合程度作为影响因素对设计方案进行综合评价,分值设置为1—5,分值越高则符合程度越高,意象词汇符合度评价结果见表3。

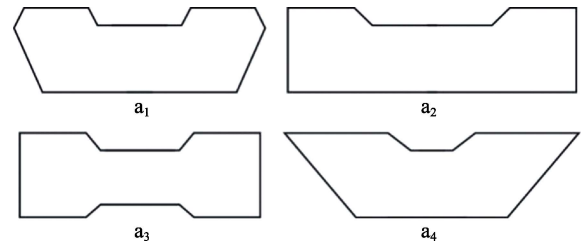


图3 电机防护板形态设计
Fig.3 Shape design of elect

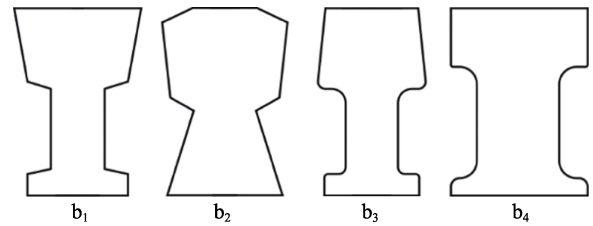


图4 防爆计算机支撑架形态设计
Fig.4 Shape design of explosion-proof computer support frame

采用主成分分析法对数据进行分析,方法为:
(1)构造样本阵 X ,对样本阵元进行标准化变换;
(2)对标准化阵 Z 求相关系数矩阵 R ; (3) 求出相关系数矩阵 R 的特征值及对应的特征向量; (4) 计算相应于特征值的各特征向量的方差贡献率

$$b_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{k=1}^3 \lambda_k}$$

式中: b_i ——方差贡献率
 λ_i ——特征值
 i ——影响因素个数

影响因素主成分分析结果见表4。

对每个方案求其加权平均值,即最终评价值,权数为每个主成分的方差贡献率。计算得到 $a_1=3.39$, $a_2=4.52$, $a_3=4.26$, $a_4=3.24$; $b_1=3.53$, $b_2=3.93$, $b_3=3.83$, $b_4=3.95$ 。加权平均值分数越高则代表该方案的形态越符合设计需求,由计算结果可知 $a_2 > a_3 > a_1 > a_4$, $b_4 > b_2 > b_3 > b_1$, 因此选取 a_2 、 b_4 方案。

3 履带钻机族造型设计

基于上文分析,以 ZDY12000LD 钻机为例对产品进行族造型设计,机身主体采用上白下黑的设计方案,以红、黑色为辅助色进行搭配,并结合企业标志进行涂装设计,在电机防护板及防爆计算机支撑架的

表3 意象词汇符合度评价结果

Tab.3 Average of conformity of imagery words

	编号	稳定	简洁	美观
电机防护板	a_1	3.86	3.71	4.45
	a_2	4.62	4.18	4.32
	a_3	4.43	3.53	4.33
	a_4	2.96	4.32	3.78
防爆计算机支撑架	b_1	3.56	3.72	3.98
	b_2	4.45	3.26	4.11
	b_3	4.32	3.31	3.78
	b_4	4.53	3.89	4.03

表4 影响因素主成分分析结果

Tab.4 Results of principal component analysis of influencing factors

	成分	特征值	方差贡献率%
电机防护板	稳定	2.330	77.667
	简洁	0.539	17.951
	美观	0.132	4.382
防爆计算机支撑架	稳定	1.257	41.889
	简洁	1.133	37.771
	美观	0.610	20.340



图 5 ZDY12000LD 钻机设计方案

Fig.5 Design plan of ZDY12000LD



图 6 系列钻机外观造型设计

Fig.6 Design of series drilling machine

设计中融入基因元素,ZDY12000LD 钻机设计方案见图 5。

上白下黑的配色设计使产品在视觉上稳重、扎实,给人以可靠、可信赖的心理感受。红、黑色作为辅助色使用面积过大会影响视觉重心及企业标志色的表达,图案过于丰富则会使钻机视觉效果凌乱,而简洁的横条纹形式强化了产品整体协调统一的视觉感受,并且在细节方面可以通过调整红、黑横条纹的粗细对钻机的整体视觉平衡进行把控,设计更加灵活,如钻机操作台位置的把手、仪表等部件较多,形态相对复杂,颜色较丰富,而油箱虽然体积较大,但结构简单,整体涂装白色后钻机在视觉上并不平衡,显得左重右轻,利用红、黑色横条纹调整视觉平衡后可以使其整体更加协调、稳定,因此最终选择方案 b。基因元素 (a_2) 应用于电机外侧,使整台钻机沿着车体平台外轮廓形成一个包裹的虚拟空间,增强了钻机在视觉上的整体感,色彩上也更统一,避免了色彩的视觉割裂,基因元素 (b_4) 应用于防爆计算机支撑件的外观形态,因其视觉效果挺拔、自信,也展现出企业对其优势技术的自信。

经过数台钻机的设计实践,西安研究院的履带钻机已经形成了其独特的造型风格,产品参加过多次行业大型装备展会,得到了市场用户的高度认可。经过造型设计的产品具有明显的家族特征,对其配套的泥浆泵车进行家族化设计后,现已形成风格统一的系列产品,系列钻机外观造型设计见图 6,并且,通过对系列产品造型设计的方式方法进行规范研究,组织编写了履带钻机外观造型设计企业标准,规范了新产品的的设计,使履带钻机的家族特征保持延续。

4 结语

本文探讨了煤矿井下履带钻机族造型设计的方法及应用,重点从产品设计 DNA 显性风格特征和隐性风格特征两个方面总结了设计流程和基本原则。目前,国内对煤矿井下履带钻机的产品外观设计尤其是

族造型设计方面的研究较少,相比以往的设计方法,在中煤科工集团西安研究院有限公司的系列履带钻机的设计中,设计方案兼顾了产品审美、用户心理及企业价值观表达 3 个方面的要求,设计思路更为清晰,设计效率更高。经过实际产品的生产销售验证,证明该设计方法行之有效,可为相关行业产品的族形态设计研究提供借鉴。

参考文献:

- [1] 石智军,姚克,田宏亮,等. 煤矿井下随钻测量定向钻进技术与装备现状及展望[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(5): 22-28.
SHI Zhi-jun, YAO Ke, TIAN Hong-liang, et al. Present Situation and Prospect of Directional Drilling Technology and Equipment While Drilling Measurement in Underground Coal Mine[J]. Coal Science and Technology, 2019, 47(5): 22-28.
- [2] 方鹏,姚克,王松,等. 煤矿井下定向钻机钻进参数监测系统研制[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(12): 124-130.
FANG Peng, YAO Ke, WANG Song. Development of Drilling Parameter Monitoring System for Directional Drilling Rig in Coal Mine[J]. Coal Science and Technology, 2019, 47(12): 124-130.
- [3] 姚克,何玢洁,方鹏,等. 工业造型设计在 ZDY 系列定向钻机中的应用研究[J]. 煤炭科学技术, 2018, 46(4): 88-92.
YAO Ke, HE Bin-jie, FANG Peng, et al. Application and Research of Industrial Moulding Design in the ZDY Directional Drilling Rigs[J]. Coal Science and Technology, 2018, 46(4): 88-92.
- [4] 罗仕鉴,李文杰,傅业焘. 消费者偏好驱动 SUV 产品族侧面外形基因设计[J]. 机械工程学报, 2016, 52(2): 173-181.
LUO Shi-jian, LI Wen-jie, FU Ye-tao. Consumer Pref-

- erence-driven SUV Product Family Profile Gene Design[J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2016, 52(2): 173-181.
- [5] 刘兴中, 韩鑫, 黎荣, 等. 基于数据挖掘的产品族规划方法[J]. *机械设计与研究*, 2018, 34(5): 7-11.
LIU Xing-zhong, HAN Xin, LI Rong, et al. Research on Product Family Planning Method Based on Data Mining[J]. *Machine Design and Research*, 2018, 34(5): 7-11.
- [6] 赖荣桑, 林文广, 吴永明. 面向绿色性能优化的产品族模块再设计优先次序识别[J]. *中国机械工程*, 2019, 30(11): 1329-1335.
LAI Rong-shen, LIN Wen-guang, WU Yong-ming. Re-design Priority Identification of Product Family Modules for Green Performance Optimization[J]. *China Mechanical Engineering*, 2019, 30(11): 1329-1335.
- [7] SAMYEON Kim, SEUNG Ki Moon. Sustainable Platform Identification for Product Family Design[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016(1): 10.
- [8] 柳禄, 章永年, 丁为民, 等. 多目标驱动的拖拉机产品族外形基因设计[J]. *农业工程学报*, 2017, 33(17): 82-90.
LIU Lu, ZHANG Yong-nian, DING Wei-min, et al. Design of Multi-objective Driven Product Family Shape Gene for Tractor[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2017, 33(17): 82-90.
- [9] 周小舟, 薛澄岐, 王海燕, 等. 产品族设计 DNA 可遗传因子提取[J]. *东南大学学报(自然科学版)*, 2016, 46(6): 1192-1197.
ZHOU Xiao-zhou, XUE Cheng-qi, WANG Hai-yan, et al. Extraction of Heritable Factors of Product Family Design DNA[J]. *Journal of Southeast University (Natural Science Edition)*, 2016, 46(6): 1192-1197.
- [10] 卢兆麟, 张悦, Fritz Frenkler. 基于映射关系的产品设计 DNA 描述方法研究[J]. *机械设计*, 2014, 31(9): 1-5.
LU Zhao-lin, ZHANG Yue, Fritz Frenkler. Study on Description Method of Product Design DNA Based on Mapping[J]. *Journal of Machine Design*, 2014, 31(9): 1-5.
- [11] 苏建宁, 刘志君, 王鹏. 基于感性意象的产品族造型设计方法研究进展[J]. *机械设计*, 2017, 34(11): 112-116.
SU Jian-ning, LIU Zhi-jun, WANG Peng. Review of Product Family Modeling Design Method Based on Sensual Image[J]. *Journal of Machine Design*, 2017, 34(11): 112-116.
- [12] 张云帆, 刘卓. 基于品牌形象基因提取的产品族造型设计[J]. *机械设计*, 2018, 35(3): 105-109.
ZHANG Yun-fan, LIU Zhuo. Product Family Modeling Design Based on Brand Image DNA Extraction[J]. *Journal of Machine Design*, 2018, 35(3): 105-109.
- [13] 杨延璞, 张涛, 顾蓉, 等. 基于色彩心理效应的工程机械配色设计方法[J]. *筑路机械与施工机械化*, 2016, 33(9): 101-104.
YANG Yan-pu, ZHANG Tao, GU Rong, et al. Design of Construction Machinery Colors Based on Psychological Effects of Color[J]. *Road Machinery & Construction Mechanization*, 2016, 33(9): 101-104.
- [14] FU Guo, WEI Lin-liu, FAN Tao-liu, et al. Emotional Design Method of Product Presented in Multi-dimensional Variables Based on Kansei Engineering[J]. *Journal of Engineering Design*, 2014(1): 4-6.
- [15] 何灿群, 张双双. 基于产品 DNA 的工程机械产品造型设计研究[J]. *人类工效学*, 2018, 24(6): 66-71.
HE Can-qun, ZHANG Shuang-shuang. Research on the Modeling Design of Construction Machinery Products Based on Product DNA[J]. *Chinese Journal of Ergonomics*, 2018, 24(6): 66-71.