

【工业设计】

工程机械内饰的情感评价方法研究

易军, 唐雪琳

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 从情感的角度, 探究工程机械内饰的评价方法, 为设计决策提供一种有效的辅助工具。**方法** 首先从硬件和软件两方面分别确立适应于工程机械内饰的评价要素; 然后通过用户实验和专家意见, 构建工程机械内饰评价特有的情感词集, 并将情感词集分类至“愉悦(P)—唤醒(A)—支配(D)”PAD三维情感模型的不同象限; 最后以三一重工重型叉车内饰设计为实例, 初步验证该方法的可行性。**结果** 根据PAD三维情感模型对用户情感的量化结果, 比对情感词集与PAD三维情感模型的映射关系, 得出用户对工程机械内饰情感词评价区间和结果。**结论** 研究工程机械内饰设计情感评价方法, 在评价要素、评价方法方面取得了创新, 为设计方案收敛提供了科学参考且具有一定的实践意义。

关键词: 工程机械内饰; 情感评价; 评价要素; PAD模型; 情感词集

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)06-0067-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.06.010

Emotional Evaluation Method for Construction Machinery Interior

YI Jun, TANG Xue-lin

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the evaluation method for construction machinery interior, and provide an effective auxiliary tool for design decisions from the perspective of emotion. First, the evaluation factors suitable for construction machinery interior were established from two aspects: hardware and software. Then, the emotional word set, which was unique to evaluation of construction machinery interior, was constructed and classified to different quadrants of “pleasure (P) - arousal (A) - domination (D)” PAD three-dimensional emotional model through user test and expert opinions. Finally, the feasibility of the proposed method was initially proven with an example of a Sany heavy-duty forklift interior design. The mapping relationship between the emotional word set and the PAD three-dimensional emotional model was compared according to the measurement results of user emotion given by PAD three-dimensional emotional model, to obtain the user’s evaluation interval and results of the construction machinery interior’s emotional words. Research on the emotional evaluation method for construction machinery interior makes innovations in the evaluation elements and methods, which provides scientific reference for the design scheme convergence and has certain practical significance.

KEY WORDS: construction machinery interior; emotional evaluation; evaluation factors; PAD model; emotional word set

对于工程机械而言, 其驾驶室或操纵室内部空间不仅是结构功能的载体, 而且也是操作者工作休息的场所, 因此需要特别注重心理愉悦的情感性。内饰的设计评价, 具有高度情感化的特点, 是一种综合了多种评价要素的认知过程^[1]。在高情感属性的工程机械

内饰评价活动中, 空间的复杂性导致了评价要素完备性的缺失, 情感的模糊性约束了评价方法的制定。因此, 本文从情感的角度出发, 尝试提出一种工程机械的内饰设计评价方法, 并以湖南大学设计艺术学院与三一重工合作的重型叉车设计为例, 验证此方法的可

收稿日期: 2019-12-16

作者简介: 易军 (1970—), 男, 湖南人, 湖南大学副教授, 主要研究方向为产品设计与数字模型。

通信作者: 唐雪琳 (1995—), 女, 湖南人, 湖南大学硕士生, 主攻产品设计和设计方法。

行性。这为设计师有效地进行方案迭代,企业科学地开展设计评价和方案收敛,提供新的研究思路和辅助工具。

1 工程机械内饰

关于工程机械内饰评价的研究,主要集中在设计管理、数理统计和感官评价领域。例如,潘虹将目标导向理论引入起重机内饰设计评审过程,运用层次分析法将技术条件目标、时间目标、物质功能目标、视觉感受目标和社会经济目标进行重要程度评价^[2];解宁波应用模糊评价理论,对挖掘机驾驶室的九十七项评价指标分配权重进行打分评价^[3];刘超利用眼动仪对山东临工装载机 and 挖掘机驾驶室的操纵装置、显示装置、工作座椅与空调系统进行眼动实验,根据实验数据得出评价结果^[4]。由此可见,目前工程机械内饰评价在情感评价领域的研究较少,同时缺乏针对工程机械内饰评价要素的情感认知。

2 情感评价

《现代汉语词典》中对情感的释义为:对外界刺激肯定或否定的心理反应^[5]。在产品领域,用户对产品进行多方位的体验,而后对其情感价值进行判定的过程就是情感评价。有学者对此进行了研究,例如,从感知的角度,赵丹华研究了情感评价要素,认为汽车内饰感知存在特征、体量和氛围三个感知维度^[6];顾方舟等人借助情感测量理论,建立用于汽车内饰造型评价的情感语义池^[1],但未以情感词为基础展开内饰造型评价。

情感外显化是情感评价过程中重要的一环。引入 Mehrabian 和 Russell 建立的 PAD 心理学模型,见图 1,通过“愉悦(P)—唤醒(A)—支配(D)”三个维度来衡量情感^[7],其中愉悦度表示情感的正负性;

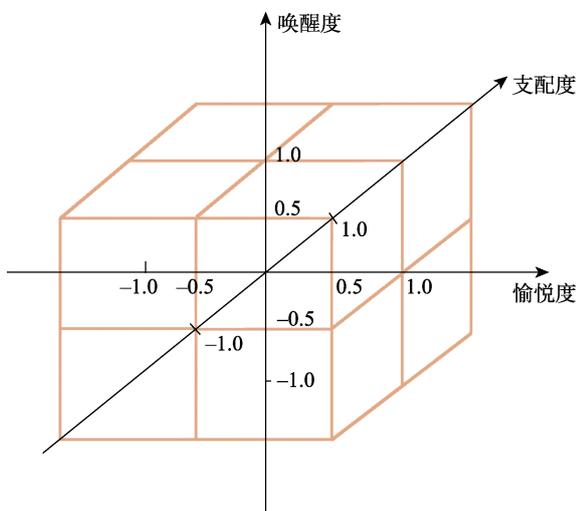


图1 PAD 三维情感模型
Fig.1 PAD 3D emotion model

唤醒度体现了从睡眠到兴奋的激活水平;支配度则反映了用户对环境的控制。由 P、A、D 三轴构成三维情感空间网络,将情绪划分为八类:+P+A+D,如高兴的;-P-A-D,如无聊的;+P+A-D,如依赖的;-P+A+D,如蔑视的;+P-A+D,如放松的;-P+A-D,如焦虑的;+P-A-D,如温顺的;-P+A+D,如敌意的。

3 工程机械的内饰情感评价方法研究

对工程机械内饰进行情感评价,其本质是将用户情感外显化,用情感词语表达用户的心理感受。首先基于评价对象从硬件和软件两方面分别提出评价要素,然后通过用户实验创建工程机械特有的情感评价词集,并根据专家意见将情感词集分至 PAD 三维情感空间的不同类型,同时利用 PAD 模型使用户情感外显化,最终依据情感测量量化结果,得出用户对工程机械内饰评价可能的情感状态和心理感受。开展以情感词为主题的工程机械内饰设计评价,可为设计评价收敛提供辅助决策。

3.1 工程机械内饰的评价要素

从情感的角度确定内饰评价要素集,本质上是探讨用户情感心理诉求的载体。Chien-Cheng Chang 证明了产品设计中的形态、色彩、材质等多种要素共同激发了用户情感^[8];詹秦川等人提出了以形态、色彩、材质、操作界面为情感诉求的基本载体^[9],本文在前人研究的基础上,从实体硬件和信息界面软件两方面,分别提出了适应于工程机械内饰的评价要素。

3.1.1 硬件方面

1) 体量布局。工程机械内饰设计本质上是空间设计。体量表表达了空间的范围和尺寸,布局展示了部件的秩序和价值,因此,在工程机械内饰中,用户感觉宽敞舒适或逼仄压抑与整车体量密不可分,而操作的方便或困难与部件布局紧密相连。不同布局方式的左侧储物箱见图 2,图 2a 相较于图 2b,在左侧储物箱摆放位置和布局方式上会给用户更便捷的感受,从而反映到情感评价中。

2) 形面特征。造型是最直接的情感诉求载体。用户接触和感知产品造型并产生情感反应,主要依靠产品造型特征,体量、形面和图形是造型特征的基本认知要素^[10]。对于工程机械来说,各个部件的体量由于功能和结构的限制,几乎没有太大不同,所以形面成了影响造型的主要因素。形面特征通过各个部件面与面之间不同的过渡衔接,构成标志性、区别性、可辨识的显著形态特点^[11],它承载着用户的心理诉求,成为情感评价要素之一。

3) 空间色彩。色彩依附于造型成为用户情感的载体。色彩唤起情绪,表达感情,甚至影响正常的生理感受^[12]。工程机械驾驶室或操纵室内部不仅是用户

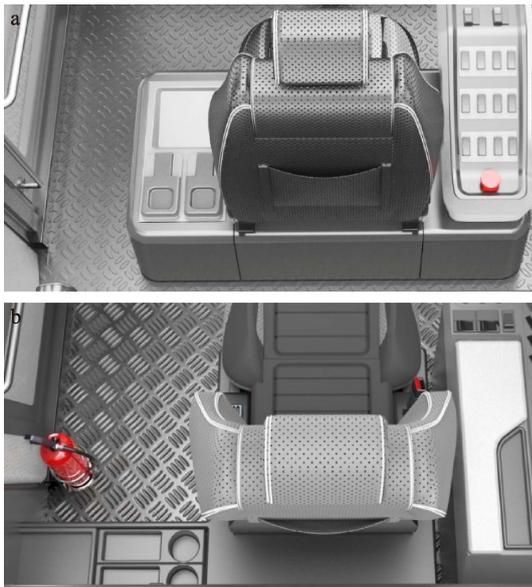


图 2 不同布局方式的左侧储物箱
Fig.2 Left storage boxes with different layouts



图 3 不同色彩搭配的内饰
Fig.3 Interior trim with different colors

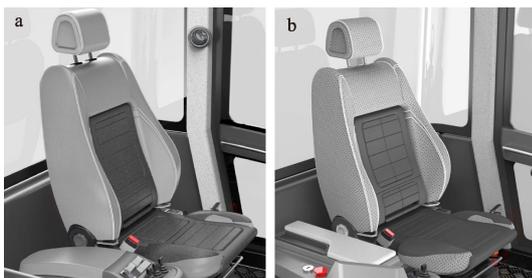


图 4 表面处理不同的座椅
Fig.4 Seats with different surface treatments

的工作空间，而且有时还是休息场所，在长时间的操作活动过程中，色彩影响着安全性和情绪，因此内饰中色彩的选择尤为重要。不同的部件色彩、灯光颜色搭配渲染出有差异性的内饰氛围，见图 3。由此可见，整个空间的色彩搭配是内饰情感评价的另一要素。

4) 部件材质。材质指的是材料加工后的工艺状态，主要通过视触觉给予情感反馈形成质感。不同的材质有不同的光泽、纹理和表面处理，造型、色彩、材料都相同的座椅，由于表面处理的不同，会给人带来不同的情感体验，见图 4。质感体验是用户对内饰设计中材质的情感体验和反馈，包含了对内饰材质舒适度的情感认知。造型、色彩和材质共同渲染了内饰整体氛围与空间情境。

3.1.2 软件方面

信息界面。工程机械室内部件中包含了许多操纵机械、室内控制的信息界面。简单、自然的人机交互过程，增加用户对内饰设计的信任与喜爱。信息界面作为内饰设计情感评价的要素之一，体现了人与产品的情感联系。

3.2 工程机械内饰评价的情感词集

3.2.1 情感词集的获取

在中文词汇中，研究人员整理了四百三十五个情感词，基本涵盖了国人所有的情感。将其中语义模糊或词义生僻的词语删除，得到二百二十七情感词。为了获取工程机械内饰的特有情感词集，选取二十五名用户参与实验。用户回顾置身于工程机械内饰中的心理感受，从二百二十七情感词中选出与工程机械内饰体验相关的情感词集。这里以 80%频次作为分界，筛选出六十八个工程机械内饰特有的初级情感词集。

这些情感词中，某些还存在较强的语义联系，或者存在描述方面的偏差，需要进一步聚类分析和筛选，因此，笔者邀请了情感设计领域博士和从事语义研究的心理学博士各两名，组成专家组，最后将这些情感词汇删减至二十个，组成工程机械内饰特有的情感词集，见表 1。

3.2.2 情感词集的分类

将二十个工程机械内饰情感词集进行分类整编，引入 PAD 三维情感模型，根据愉悦 (P)、唤醒 (A)、支配 (D) 三轴组成八个象限，将情绪划分为不同类别。这些情感词按照前人研究和专家意见分至不同的类别，情感词集的分类见表 2。值得注意的是，-P-A+D 象限主要表示“蔑视的”、+P-A-D 象限主要表示“温和的”这一类型情感，与用户绝大部分体验内饰所产生的情感无关。

表1 工程机械内饰特有的情感词集

Tab.1 Emotional words set unique to construction machinery interior

无所适从	压抑	紧张	惊喜	畅快
跃跃欲试	惬意	舒服	满意	宜人
放心	好奇	烦躁	放松	体面
茫然	踏实	愉快	赞赏	反感

表2 情感词集的分类

Tab.2 Classification of emotional word sets

象限	情感词
+P+A+D	惊喜、跃跃欲试、畅快、愉快、好奇
-P-A-D	压抑、茫然
+P+A-D	赞赏
+P-A+D	放松、满意、惬意、舒服、宜人、放心、踏实、体面
-P+A-D	无所适从、紧张、烦躁
-P+A+D	反感

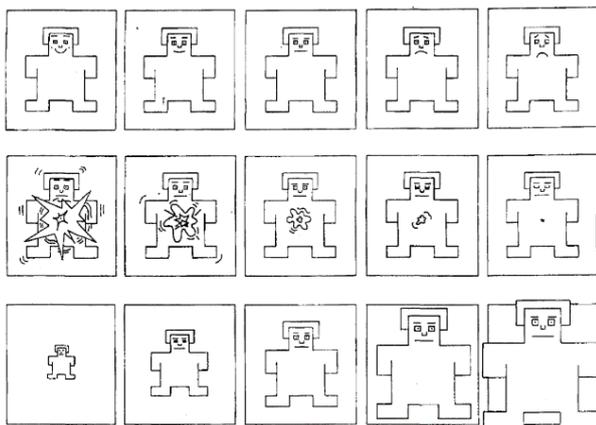


图5 SAM 图像化量表
Fig.5 SAM image scale

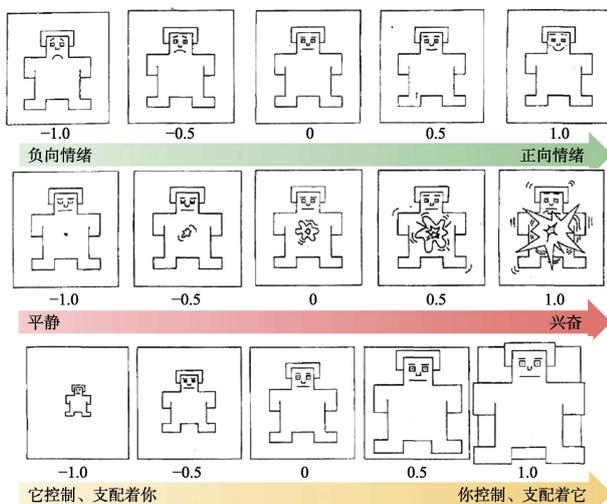


图6 工程机械内饰情感评价量表
Fig.6 Emotional evaluation scale for construction machinery interior

3.3 基于 PAD 情感模型的评价方法

内饰从体量布局、形面特征、空间色彩、部件材质和信息界面五个维度激活用户情感,然后基于 PAD 三维情感模型,充分将用户模糊的情感外显化和明确化,根据测量结果得出用户可能的情绪区间,用以进行工程机械内饰的情感评价。

3.3.1 PAD 值的测定

对于愉悦度 (P)、唤醒度 (A)、支配度 (D) 的测定,佛罗里达大学的 Margaret M Bradley 和 Peter J Lang 在基于 PAD 三维情感模型的基础上,建立了图像化的情绪测量表,见图 5,在显性维度上的差异,表明 SAM 可以更好地追踪个人对情感刺激的反应^[13],并且图形化量表更侧重被试对情绪反应的感觉与知觉,其优势在于可以快速地进行自我情绪评价,且界面友好^[14]。

在实验过程中,用户对工程机械内饰从五项评价要素展开情感体验,通过与本实验相关的测试量表,对愉悦度 (P)、唤醒度 (A)、支配度 (D) 进行打分测定,最后进行汇总分析,得出 P、A、D 值,工程机械内饰情感评价量表见图 6。

3.3.2 情感评价结果

用户对内饰设计的事前期待与实际感知作比较后,得到相应的情感状态。前期根据前人研究、用户实验与专家意见,构建了工程机械内饰特有的情感词集,并将其分至 PAD 模型的六个类别。通过对用户 PAD 值的测量结果映射至不同象限,可以得到用户对工程机械内饰的情感词评价,例如,用户对某一设计方案的测量结果映射至 +P+A-D 象限,则其对此方案的情感评价为赞赏。除此之外,设计师还可根据测试结果对设计方案进行下一步修改。在工程机械内饰情感评价中,愉悦度即 P 值是情感的正面表达,自然与设计方案优劣成正相关;对于工程机械而言,唤醒度 A 值处于中等激活度较为妥当,此时用户情感状态激活适中;同时需要体现用户对机械操作的掌控力,因此支配度 D 值处于较高状态为优解。例如,某方案测试结果中唤醒度较低,设计师在后续迭代的过程中可以采用增加色彩明度等方式,激活用户情感。

3.4 工程机械内饰评价模型

用户对工程机械内饰从体量布局、形面特征、空间色彩、部件材质和信息界面五项要素进行情感体验,从而触发不同的情绪感知。基于此活动过程,建立工程机械内饰情感评价模型,见图 7。建立以评价要素为载体,情感词为手段,PAD 三维模型为基础的工程机械内饰设计评价方法,一方面能让用户情感充分外显化,得到用户对设计方案的情感词域;另一方面为科学地展开方案收敛提供思路,为后续迭代过程提供辅助依托。

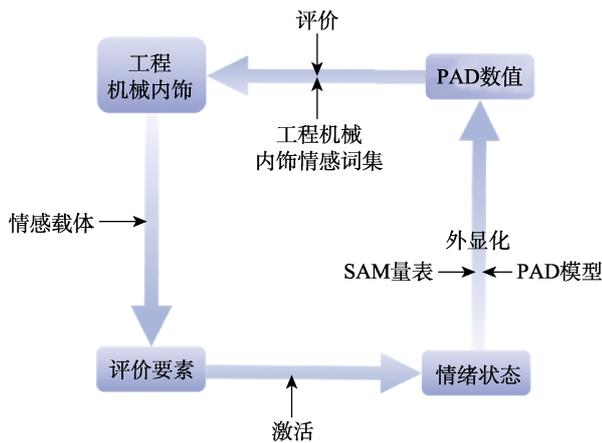


图 7 工程机械内饰情感评价模型

Fig.7 Emotional evaluation model for construction machinery interior

表 3 情感测量结果

Tab.3 Emotion measurement results

方案	P	A	D
方案 A	0.83	0.08	0.5
方案 B	0.67	-0.25	0.75
方案 C	1	0.33	0.75
方案 D	-0.5	-0.25	-0.17
方案 E	-0.5	0.42	0.58

表 4 情感评价结果

Tab.4 Emotional evaluation results

方案	情感词
方案 A	惊喜、跃跃欲试、畅快、愉快、好奇
方案 B	放松、满意、惬意、舒服、宜人、放心、踏实、体面
方案 C	惊喜、跃跃欲试、畅快、愉快、好奇
方案 D	压抑、茫然
方案 E	无所适从、紧张、烦躁

4 工程机械内饰情感评价方法应用案例

在造型设计领域中，情感往往是通过设计方案评价的形式被量化的^[1]。笔者以三一重工与湖南大学设计艺术学院重叉合作项目为依托，利用上述方法、理论对设计方案进行情感评价，初步验证了该方法的合理性和可行性。

4.1 评价样本

将五款全新设计的重叉内饰方案作为情感评价材料。为排除其他干扰因素，所有方案呈现方式均为两张 4429 像素×2952 像素的彩色图片，且保持所有方案渲染角度一致，并依次命名为 A、B、C、D、E。评价人员十二名，男性，具有大学本科以上学历，均为三一集团重叉项目相关人员，熟知叉车的工件布置、用户反馈等信息和本项目的设计流程。

4.2 评价过程

在做正式测评之前，首先告知十二名评价人员评价目的、要素和注意事项，然后详细解释愉悦度、唤醒度、支配度的概念使其充分理解。

评价过程中，测试环境要维持安静，评价人员要保持精神集中，依次对方案 A 至方案 E 进行充分体验和观察，再利用 SAM 测试量表，从愉悦度、唤醒度、支配度依次对每个设计方案进行评价，选出最符合当时情绪感知的选分。

4.3 评价结果

十二名评价人员的 SAM 量表数据均为有效值。经过统计分析后得到五款设计方案的 P、A、D 三个维度的平均值。情感测量结果见表 3。

根据 P、A、D 值的所在象限，对应前期的情感词集的分类结果，用户对五款方案的不同情感评价结果，见表 4。

通过表 3 和表 4 的分析结果，得到了五款方案的不同情感词评价结果。从表 3 中可以看出：方案 A 的支配度较低，可以增强可操作性获得更优方案；方案 B 的唤醒度须提高，可以选择更明亮的配色激发情感。从表 4 中可以发现：方案 A、B、C 的情感评价结果较好，具有进一步的修改价值。此结果与专家设计师预判一致，说明评价结果有效，方法初步可行。

5 结语

工程机械作为快速发展的制造业装备载体，如今其设计绝不仅仅是针对外观的审美需求，更是全方位的情感体验的活动过程。我国工程机械的工业设计大多没有完全展开，研究工程机械的内饰情感评价方法，可以为设计决策提供重要的理论支持，更有利于全面认知工程机械的情感价值。

参考文献：

[1] 顾方舟, 赵丹华. 面向汽车内饰造型评价的情感语义池构建[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 30-34.
 GU Fang-zhou, ZHAO Dan-hua. Construction of the Emotional Semantic Pool for Automotive Interior Design Evaluation[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 30-34.

[2] 潘虹. 设计目标导向下的三一起重机内饰设计研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2010.
 PAN Hong. SANY Crane Interior Design Based on Goal-oriented Design[D]. Changsha: Hunan University, 2010.

[3] 解宁波. 基于人机工程学的挖掘机驾驶室的设计[D]. 济南: 山东大学, 2014.
 XIE Ning-bo. Design of GC6t Excavator's CAB Based on Man-Machine Engineering[D]. Jinan: Shandong University, 2014.

(下转第 103 页)

- [19] 马丽丽, 陈娜, 汤少梁. 医养结合养老机构养老服务发展政策研究[J]. 医学与社会, 2016, 29(4): 40-43.
MA Li-li, CHEN Na, TANG Shao-liang. Research on the Development Policy of Endowment Services in Medical Care and Old-age Care Institutions[J]. Medicine and Society, 2016, 29(4): 40-43.
- [20] 倪语初, 王长青, 陈娜. 老龄化背景下我国医养结合机构养老模式研究[J]. 医学与社会, 2016, 29(5): 1-4.
NI Yu-chu, WANG Chang-qing, CHEN Na. Research on the Old-age Model of Medical Integration Institutions in China under the Background of Aging[J]. Medical Journal of China, 2016, 29(5): 1-4.
- [21] LÓPEZ D, PABLOS C D, DE E, et al. Productivity in Service Systems: Towards a Managerial Framework[J]. Service Science, 2011, 3(3): 223-238.
- [22] 高伟峰, 容振邦, 林子慧. 多层架构技术在信息管理系统中的应用[J]. 福建电脑, 2007(5): 73-74.
GAO Wei-feng, RONG Zhen-bang, LIN Zi-hui. Application of Multi-layer Architecture Technology in Information Management System[J]. Fujian Computer, 2007(5): 73-74.
- [23] 梁玉强. E-R 模型中联系状态研究及应用[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(9): 94-97.
LIANG Yu-qiang. Research and Application of Contact State in E-R Model[J]. Computer Engineering and Applications, 2012, 48(9): 94-97.
- [24] 杨鹏. 基于改进 SVD 算法的个性化新闻推荐系统设计和实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2015.
YANG Peng. Design and Implementation of Personalized News Recommendation System Based on Improved SVD Algorithm[D]. Xi'an: Xi'an University of Electronic Science and Technology, 2015.

(上接第 71 页)

- [4] 刘超. 基于眼动研究的工程机械驾驶室内饰评价方法研究[D]. 济南: 山东大学, 2010.
LIU Chao. The Evaluation Method of the Machinery Cab Interior Based on the Eye-movement Research[D]. Jinan: Shandong University, 2010.
- [5] 刘静伟. 设计思维[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
LIU Jing-wei. Design Thinking[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2014.
- [6] 赵丹华, 顾方舟. 中国重汽卡车设计的内饰感知评价与设计品质提升[J]. 包装工程, 2017, 38(24): 37-42.
ZHAO Dan-hua, GU Fang-zhou. Perceived Evaluation and Design Quality Improvement in the Sinotruk Interior Design Cases[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(24): 37-42.
- [7] MEHRABIAN A, RUSSELL J A. An Approach to Environmental Psychology[M]. Cambridge: MIT Press, 1974.
- [8] CHANG C C, WU J C. The Underlying Factors Dominating Categorical Perception of Product Form of Mobile Phones[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2009(6).
- [9] 詹秦川, 杨晓燕, 王伟伟. 情感诉求在产品中的作用[J]. 包装工程, 2007, 28(4): 110-112.
ZHAN Qin-chuan, YANG Xiao-yan, WANG Wei-wei. The Role of Emotion Reminding in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(4): 110-112.
- [10] 赵丹华. 产品造型情感类型与情感价值的研究框架[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 1-8.
ZHAO Dan-hua. Research Framework of Emotion Classification and Value of Product Modeling[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 1-8.
- [11] 赵丹华. 汽车造型的设计意图和认知解释[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.
ZHAO Dan-hua. A Car Styling-based Study: the Designer's Intension and User's Interpretation[D]. Changsha: Hunan University, 2013.
- [12] 阿恩海姆·鲁道夫. 视觉思维审美直觉心理学[M]. 滕守尧, 译. 成都: 四川人民出版社, 1998.
ARNHEIM R. Aesthetic Intuition Psychology of Visual Thinking[M]. TENG Shou-yao, Translate. Chengdu: Sichuan People's Publishing House, 1998.
- [13] BRADLEY M M, LANG P J. Measuring Emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential[J]. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 1994, 25(1): 49-59.
- [14] 吕佳, 陈东生. 基于消费者心理认知的服装情感评价[J]. 纺织学报, 2015, 36(9): 100-107.
LYU Jia, CHEN Dong-sheng. Evaluation of Clothing Emotion Based on Customer's Psychological Cognition[J]. Journal of Textile Research, 2015, 36(9): 100-107.