

汽车意象造型设计研究态势的可视化分析

毛宇梅, 卢章平, 李明珠, 沙春发
(江苏大学, 镇江 212013)

摘要: **目的** 可视化分析汽车意象造型设计的研究进展。**方法** 以中国知网 (CNKI) 收录的 152 篇论文作为研究对象, 运用文献信息可视化方法对发文量、关键词、研究热点、期刊、机构等方面进行研究。

结论 提出汽车意象造型设计基础理论研究、汽车造型设计特征构成研究、意象信息的量化方法研究、意象测量技术及方法研究是汽车意象造型设计研究的 4 个研究主题。归纳了现阶段的研究重点是基于感性工学的汽车造型意象研究, 得出了研究趋势是结合眼动、脑电等客观技术进行意象研究, 并且对后期相关文献的投稿方向给出针对性建议。

关键词: 汽车造型; 意象; 感性工学; 可视化分析

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)08-0187-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.08.037

Visual Analysis on the Research Development of Automobile Imagery Modeling Design

MAO Yu-mei, LU Zhang-ping, LI Ming-zhu, SHA Chun-fa
(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

ABSTRACT: It aims to research the visual analysis about the research progress of the automobile imagery modeling design. The visual analysis of literature information is applied to carry out studies, with 152 papers included in CNKI as study objects. It puts forward 4 basic themes: the basic theory research of automobile imagery design, the composition research of automobile styling design features, the quantitative research of imagery information, the imagery measurement technology and method. It summarizes that the focus of the research is automobile modeling imagery based on kansei engineering at the present stage. The research trend is image research combined with objective techniques such as eye movement and EEG, which provides targeted advice towards the contribution direction of relevant literature in the later period of the study.

KEY WORDS: automobile modeling; imagery; kansei engineering; visual analysis

汽车造型设计是汽车设计开发的最初关键步骤, 其外观造型是消费市场中最具有贡献力的设计因素^[1]。随着时代的发展, 人们的消费观念从单纯的物质满足上升到复杂的精神追求, 这打破了过去"Form Follows Function"的传统汽车设计理念, 实现了现代汽车造型设计上“情感”和“功能”的有机结合^[2]。

以消费者为主导的汽车市场, 促使设计师更多地

从消费者的情感角度来设计汽车造型, 尊重其情感需求, 并重视汽车造型带来的情感刺激及其背后蕴含的感性意象^[3], 因此, 汽车造型设计如何满足消费者的感性需求显得日益重要, 其设计不仅要考虑理性的物理“功能”, 还要包含满足消费者感性需求的“形式”诉求, 这是感性意象成为汽车造型设计领域研究热点的重要原因^[4]。

收稿日期: 2017-11-30

基金项目: 四川省教育厅人文社会科学重点研究基地工业设计产业研究中心课题资助 (GYSJ17-017)

作者简介: 毛宇梅 (1993—), 女, 江苏人, 江苏大学硕士生, 主攻汽车造型意象。

通信作者: 卢章平 (1958—), 男, 江苏人, 江苏大学教授、博士生导师, 主要研究方向为计算机图形学、计算机辅助设计、虚拟设计、逆向工程、计算机辅助工业设计。

本文运用文献信息可视化的研究方法,从文献的基本状态、研究热点、关键技术对汽车造型意象研究的研究状态与趋势进行梳理与分析。

1 数据来源及研究方法

1.1 数据来源

中国知网(CNKI)的期刊、文献等收全率为99.9%,因此本文选用中国学术期刊网络出版总库对国内的文献进行主题检索,检索条件设为:主题=(“汽车”+“车辆”)*(“意象”+“语义”+“感性词汇”+“感性工学”)*“造型”,检索日期限定为2006年1月1日—2016年12月7日,共找到154个结果。根据文献的摘要剔除“会议”、“随笔”以及其他不相关内容的文献,最终得到152篇符合要求的文献。

1.2 研究方法

信息可视化是可视化技术在非空间数据领域的应用,可以增强数据呈现效果,用户以直观交互的方式实现对数据的观察和浏览,从而发现数据中隐藏的

特征、关系和模式^[5]。现在计算机技术的进步,拓展了数据处理的能力并且可以提供多种交互方式,使得用户可以更便利地观察自己感兴趣的数据,信息可视化是当代汽车意象造型研究方法的必然趋势^[6]。

随着信息可视化的发展,绘制科学知识图谱的各种工具亦纷至沓来^[7]。其中,CiteSpace 可视化软件如异军突起,成为目前最为流行的知识图谱绘制工具之一,利用 Citespace 寻找汽车意象造型研究领域的研究进展和当前的研究前沿,及其对应的知识基础^[8]。该软件在识别与探测学科前沿、发现研究热点等方面,具有十分广泛的应用,是目前国际学术界公认的最权威的文献可视化分析软件之一^[5,9]。

2 汽车意象造型可视化分析

2.1 文献发表数量分析

对研究论文分布按时间顺序进行统计,可以从时间维度了解该研究的发展历程和趋势,了解整个领域的研究脉络,见表1。

表 1 年发文量统计
Tab.1 Statistical table of annual posting number

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
发文量/篇	2	12	12	13	14	6	15	13	21	28	16

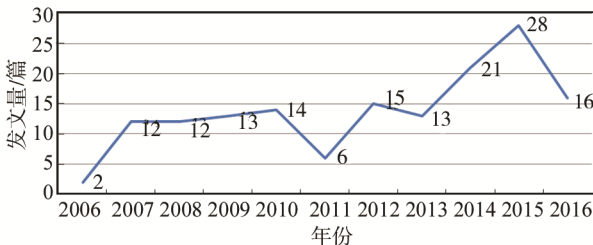


图 1 年发文量
Fig.1 Line chart of annual posting number

根据图1,将时间切片间隔设为1年,通过CiteSpace 可视化软件的分析,将近10年的研究热点以timezone的形式呈现,见图2。

结合图2,近10年文献数量基本呈上升态势,且出现了两种较为明显的增长特征:一是2006—2010年的平缓上升期,一共发表53篇文献,年均发文量约为10.6篇。这段时间年是汽车意象造型研究的发展上升期,研究热点是感性工学和汽车造型设计,原因是国内刚引入感性工学,大批学者开始研究将感性工学和汽车造型相结合,以孙守迁为首的研究团队提出了汽车造型设计研究需要结合神经信息等多种研究成果,为后者的研究带来了诸多启示,5年内发文量平稳增长。

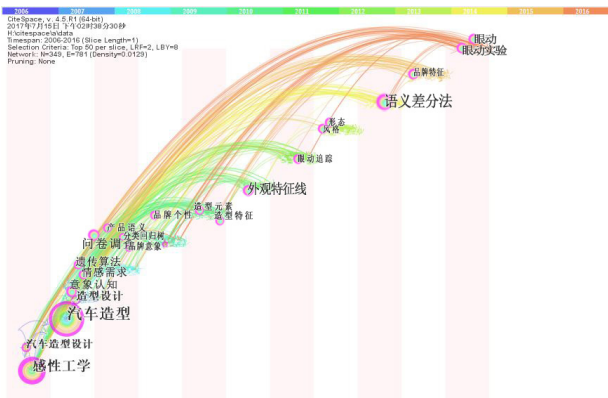


图 2 2006—2016 年研究热点
Fig.2 The research hotspots from 2006 to 2016

二是2011—2015年的较快增长期,一共发文83篇,年均发文16.6篇,其中在2015年达到峰值。结合图1和图2,早期的研究对象是简单的前大灯、进气格栅等汽车造型元素,从2011年开始出现了外观特征线、汽车风格等元素,开拓了研究领域,同年眼动技术兴起,推动了汽车意象造型研究的发展。以赵江洪为首的研究团队在汽车造型意象研究中应用眼动技术,带动了大量学者积极研究符合用户的造型意象感性词汇,从而提高汽车造型设计方案的成功案例,5年内发文量迅速增长,是汽车意象造型研究的

持续发展期。

2.2 关键词共现分析

采用 Citespace 可视化分析软件,核心关键词分析的研究方法,对“汽车意象造型设计”研究文献进行可视化分析,将题录导入 Citespace,可获得包含 278

个节点和 324 条连线的核心关键词共现网,再对核心词汇进行手动聚类,见图 3。可以从 4 个方面大致了解汽车意象设计,分别是:(1)汽车意象造型设计基础理论研究;(2)汽车造型设计特征构成研究;(3)意象信息的量化方法研究;(4)意象测量技术及方法研究。

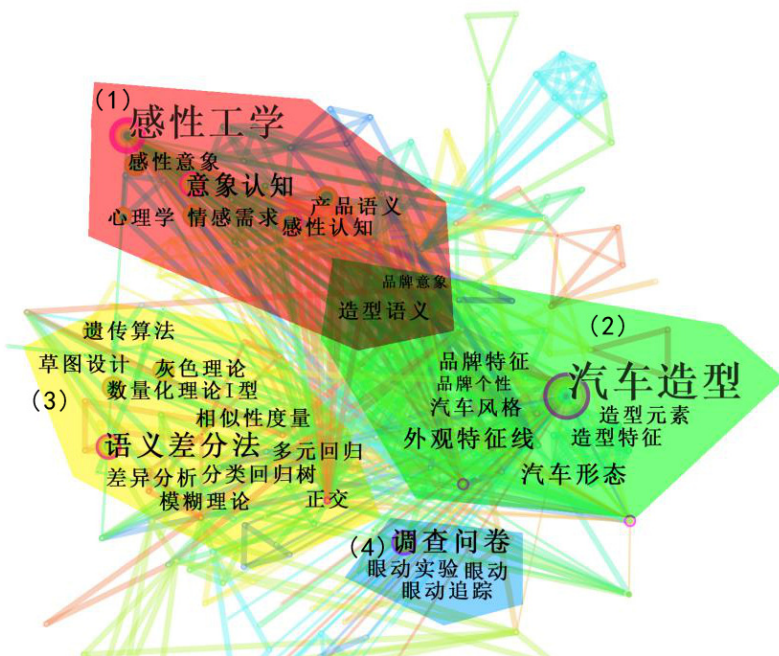


图 3 核心关键词聚类

Fig.3 Clustering chart of core keywords

2.2.1 汽车意象造型设计基础理论研究

如图 3,聚类(1)包含 9 个关键词,其中高频的词汇是感性工学、意象认知、感性意象、感性认知。根据这些关键词可以分析现阶段国内的研究热点是基于感性工学的意象认知研究。

人们在购买汽车的过程中,会因为各种信息而引起不同的情感,这是消费者认知的感性阶段。设计师必须设计出符合当代人生理要求及心理需要的“感性”汽车造型,而此研究中最完整体系的理论是日本学者长汀三生提出的感性工学^[10]。

感性工学最早应用于汽车行业,本质是消费者潜意识中对产品的形态、色彩、材质、等要素的情感需求,感性工学以“以人文本”的理念为起点^[11],将消费者对汽车造型的感觉和需求挖掘出来,以此建立一套以汽车用户需求为导向的汽车造型创新系统^[12]。

2.2.2 汽车造型设计特征构成研究

图 3 聚类(2)包含 8 个核心词汇,结合图 2 分析高频词汇可以得知,现阶段汽车意象造型研究对象,在早期的汽车造型元素上,增加了外观特征线、品牌、风格等元素,拓宽了该领域的研究内容,加深了汽车意象造型研究的深度。

2.2.3 意象信息的量化方法研究

图 3 聚类(3)包含 10 个关键词,其中频次最高的关键词是语义差异法,分析得出聚类(3)的研究热点,即汽车造型意象测量中以语义差异法进行被试者情感意象的统计与分析。

意象的量化方式,往往使用传统的调查问卷的方式,汽车造型意象研究中,使用语义差异法(SD法),这是一种经典的心理测量技术,通过打分,可以清晰地检测出情感的表现程度来研究人的认知活动。SD法是一种标准的定量研究,实现了用户心理的内隐性知识外显,由此获得用户对汽车的感觉信息,从而指导设计方向,但不利于不同文化的交叉研究^[13]。

2.2.4 意象测量技术及方法研究

图 3 聚类(4)的关键词是调查问卷、眼动实验、眼动和眼动追踪。分析关键词得知聚类(4)的研究热点,即现阶段国内以眼动技术来设计意象认知实验的调查问卷。

眼动技术可以检测到人类个体受到外界刺激会反映出的固有反应状态,当消费者看到心仪的、厌恶的汽车造型时,他的生理指标一定会产生相应的波动反应,而这些生理指标的变化,是设计师后期的设计

依据^[14]。眼动技术可以通过被试者的眼动轨迹特征进行分析,是一种定性加定量的研究方法,通过记录和分析被试的眼球运动,利用眼动轨迹提取注视点、注视时间和次数、眼跳时间等数据,从而研究内在的认知活动,但测量结果容易被测试者的注释习惯所干扰^[15]。

从上述的 4 个聚类所概括的研究热点可以发现,目前国内的主要研究对象是汽车外观造型、品牌、风格,今后的发展趋势中可以更多地将三者相结合,多元素多角度地进行研究。主要的研究方法是感性工学的意象量化方式,其中语义差异法、聚类分析等应该更注重数据的获取方式。从研究内涵来说,与科学技术相结合,更深层次地挖掘用户的内心情感。

2.3 引文分析

2.3.1 高引文分析

据统计,近 10 年内,152 篇文献一共包含 1070 条有效引文,其中被引频次达到 30 次以上的共有 9 篇,见表 2,这 9 篇引文所对应的文献构成了汽车造型意象研究最主要的知识基础。

表 2 被引文献
Tab.2 Quoted literatures list

编号	文献	频次
1	黄琦,孙守迁. 基于意象认知模型的汽车草图设计技术研究[J]. 浙江大学学报(工学版), 2006(4): 553—559.	81
2	孙菁. 基于意象的产品造型设计方法研究[D]. 武汉理工大学, 2007.	80
3	胡伟峰,赵江洪,赵丹华. 基于造型特征线的汽车造型意象研究[J]. 中国机械工程, 2009, 20(4): 496—500.	48
4	王巍. 汽车造型的领域知识描述与应用[D]. 湖南大学, 2008.	44
5	胡伟峰,赵江洪. 用户期望意象驱动的汽车造型基因进化[J]. 机械工程学报, 2011, 47(16): 176—181.	36
6	谭浩,赵江洪,赵丹华,王巍. 汽车造型特征定量模型构建与应用[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2009, 36(11): 27—31.	35
7	陶阳. 产品语义学及其在汽车造型设计中的应用研究[D]. 重庆大学, 2006.	31
8	闵光培. 汽车造型的运动意象风格研究[D]. 湖南大学, 2007.	30
9	朱毅. 汽车造型语义研究与设计流程构建[D]. 湖南大学, 2009.	30

2.3.2 近 3 年高引文分析

搜索近 3 年文献,共包含 155 条有效引文,见表 3,将被引频次从高到低进行排序,提取前 10 篇文献。经分析,被引频次排名前十的文献中 6 篇均来源于

表 3 被引核心文献排序
Tab.3 Sort table of quoted core documents

编号	题名	年份	来源	频次
1	产品意象造型进化设计	2014	计算机集成制造系统	20
2	基于感性工学的车身侧面造型设计研究	2014	包装工程	18
3	基于支持向量机和粒子群算法的产品意象造型优化设计	2015	机械设计	12
4	基于进化思想的汽车造型优化设计与方法研究	2014	中国机械工程	12
5	基于视觉和语义特征的汽车品牌造型设计线索	2014	包装工程	11
6	基于原型理论的汽车造型认知研究	2014	包装工程	10
7	设计师和用户的汽车造型意象认知差异研究	2015	包装工程	8
8	基于感性意象的越野车造型设计研究	2014	机械设计	7
9	汽车造型设计的用户意象知识获取研究	2015	包装工程	7
10	基于设计师—用户意象认知模型的汽车造型可信性评价方法	2015	包装工程	5

《包装工程》。由此可知,近 3 年在汽车造型意象研究领域,《包装工程》发文质量较高,学术影响较大。

2.4 文献来源分析

2.4.1 文献的刊录来源分析

对 152 篇研究的文献来源进行分析,发文量大于 5 篇的研发机构是湖南大学,见表 4,提取发文量大于 5 篇的期刊,分别是《包装工程》、《机械设计》和《装饰》。

表 4 文献来源
Tab.4 Literature sources

文献来源	《包装工程》	《机械设计》	《装饰》
文献数量	20	6	7

对比《包装工程》、《机械设计》和《装饰》,见表 5,综合分析 3 家高评杂志社,其投稿篇幅、内容、方法存在差异,通过内容特点和方法特点的对比分析,对后期文章投稿给予建议。从研究方法看,《装饰》的特点是理论研究;《包装工程》和《机械设计》的特点是实验论证。从研究内容看,《装饰》的特点是造型风格、汽车品牌;《包装工程》和《机械设计》

表 5 期刊对比分析
Tab.5 Comparative analysis of periodicals

期刊名称	篇幅/字	内容特点	方法特点
《包装工程》	3000 ~ 5000	造型特征 造型参数化 数学模型	实验论证 数据化分析 数据可视化
《机械设计》	3000 ~ 5000	造型特征 造型参数化	实验论证 实例分析
《装饰》	4000 ~ 6000	造型风格 汽车品牌	理论研究

特点是造型特征、造型参数化，而《包装工程》更注重跨学科研究和实验的数据支撑。

2.4.2 文献的机构来源分析

湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室对形成我国汽车造型自主开发能力具有极大的理论和实践意义，以湖南大学赵江洪、赵丹华为首的研究团队，是汽车造型意象研究领域的权威学者。而发文量最多的《包装工程》收录的文献有近 65%来源于湖南大学的优质研究团队，见图 4，深刻反映了《包装工程》是汽车造型意象研究领域的核心领导期刊。

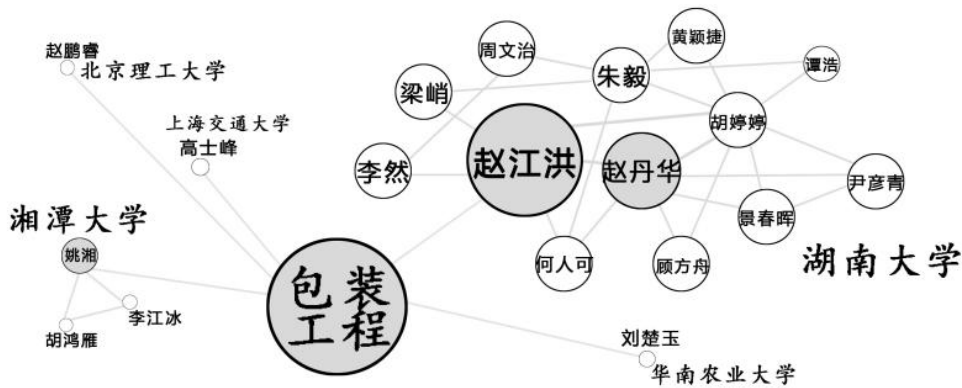


图 4 《包装工程》文献收录来源
Fig.4 Literature sources of "Packaging Engineering"

3 汽车造型意象研究现状分析

我国汽车造型意象的研究已经有很长的一段历史，综合分析图 2 和图 3，得出现阶段的研究重点是汽车意象造型设计的理论研究。随着科学的发展，研究趋势是意象测量的技术和方法，但研究中仍存在问题，需要进一步的探索和研究，分析其存在的问题并提出相应的建议，归纳今后的研究趋势，总结为以下几个方面。

3.1 关注前期数据获取途径

大多数研究者将研究重心放在后期，然而，前期的数据提取不够严谨，会导致后期的结论显得“苍白无力”。分析上述研究热点可视图可知，2011 年眼动技术兴起，研究者将眼动轨迹中的首次进入时间、凝视点的持续时间以及凝视点的个数作为研究依据，以此证明被试者的兴趣点，但长时间的凝视并不一定代表内心的喜爱，可以是疑惑不解、不赞同等其他的内心情感，因此仅仅以眼动数据证明被试者的兴趣区而进行后期研究，其得出的结果很可能和真理大相径庭。由此可见，在前期的数据提取实验中可以附加 EGI 脑电图系统，通过人的脑电波波动指标来剔除问卷调查的不相关数据，检测眼动数据的合理性。

3.2 重视汽车样本呈现形式

汽车造型意象的研究样本固然是汽车，最合理的样本呈现方式是汽车实体，从资源以及资金的利用角度考虑，研究者最终以图片的形式呈现其汽车样本，但以二维的图片来展现三维的实体，往往存在一些局限性。首先，图片没有实物的真实感，其次，人在观察图片的时候，往往存在一定的固有注视习惯，会对检测结果造成干扰。为了提高后期研究的有效性，应该改善样本的呈现形式，例如以动画的形式呈现汽车有序的旋转角度，增强样本呈现的真实感，以此提高后期研究成果的准确性。现代虚拟现实技术方兴未艾，在新技术的支持下，可以通过 3D 扫描形成实体模型，配以 VR 眼镜，给人以强烈的视觉冲击感，这将会把汽车造型意象研究推上一个新的高度。

4 结语

伴随时代的发展，如今的设计已经从“形式追随功能”转变为“功能追随情感”，汽车意象造型设计已经成为汽车工业的重要研究内容^[16]。笔者使用 Citespace 研究工具，对近 10 年的文献进行可视化研究，从文献发表数量、研究热点、关键词共现、文献来源、引文等方面分析了汽车意象造型研究的理论基

础、汽车造型设计的特征构成、意象信息的量化的方式以及意象测量的方法和技术。通过可视化研究,指出了前端设计中数据获取不够严谨的问题,提出了将眼动获取数据和脑电监控数据综合的解决方案。分析了近10年传统问卷设计的呈现形式,对未来意象测量技术的发展趋势进行展望,提出了以动画样本代替传统二维图片样本的方法,解决了问卷设计中样本呈现形式过于单一的问题。分析了《包装工程》等核心期刊收录文献的差异,明确了各期刊的特点。在此基础上,后续还将针对外国研究现状进行分析,进一步深入研究汽车意象造型设计。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 苏建宁, 王鹏, 张书涛, 等. 产品意象造型设计关键技术研究进展[J]. 机械设计, 2013(1): 97—100.
SU Jian-ning, WANG Peng, ZHANG Shu-tao, et al. Review of Key Technologies of Product Image Styling Design[J]. Journal of Machine Design, 2013(1): 97—100.
- [3] 黄琦, 孙守迁. 基于意象认知模型的汽车草图设计技术研究[J]. 浙江大学学报(工学版), 2006(4): 553—559.
HUANG Qi, SUN Shou-qian. Research on Automobile Sketch Design Based on Image Cognition Model[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2006(4): 553—559.
- [4] 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.
- [5] CHEN C. CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359—377.
- [6] 杨峰, 李蔚. 评价信息可视化技术的指导研究[J]. 图书情报知识, 2007(4): 8084.
YANG Feng, LI Wei. The Research of Indexes for Evaluating Information Visualization Techniques[J]. Document Information Knowledge, 2007(4): 8084.
- [7] 陈悦, 刘则渊, 陈劲, 等. 科学知识图谱的发展历程[J]. 科学学研究, 2008(3): 449—460.
CHEN Yue, LIU Ze-yuan, CHEN Jin, et al. History and Theory of Mapping Knowledge Domains[J]. Studies in Science of Science, 2008(3): 449—460.
- [8] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015(2): 242—253.
CHEN Yue, CHEN Chao-mei, LIU Ze-yuan, et al. The Methodology Function of CiteSpace Mapping Knowledge Domains[J]. Studies in Science of Science, 2015(2): 242—253.
- [9] CHEN C, IBEKWE-SANJUAN F, HOU J. The Structure and Dynamics of Cocitation Clusters: a Multiple-perspective Cocitation Analysis[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010(7): 1386—1409.
- [10] NAGAMACHI M. Kansei Engineering: a New Ergonomic Consumer-oriented Technology for Product Development[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1995, 15(1): 3—11.
- [11] GERDA G, MARK A A M L. How Integrating Industrial Design in the Product Development Process Impacts on Company Performance[J]. The Journal of Product Innovation Management, 2001(18): 28—38.
- [12] NAGAMACHI M. Kansei Engineering as a Powerful Consumer-oriented Technology for Product Development[J]. Applied Ergonomics, 2002, 33(1): 289—294.
- [13] 李发权, 熊德国, TANG Xin-kui, 等. 设计认知过程研究的发展与分析[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(20): 24—27.
LI Fa-quan, XIONG De-guo, TANG Xin-kui, et al. Development and Analysis of Design Cognition Process[J]. Computer Engineering and Applications, 2011, 47(20): 24—27.
- [14] 罗仕鉴, 朱上上. 用户和设计师的产品造型感知意象[J]. 机械工程学报, 2005, 41(10): 28—34.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang. Users' and Designers' Product Form Perceptual Imagery[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2005, 41(10): 28—34.
- [15] 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).
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).
- [16] 李明珠, 卢章平, 黄黎清. 基于眼动实验与语义差分的汽车造型意象认知研究[J]. 艺术教育, 2016(4): 212—214.
LI Ming-zhu, LU Zhang-ping, HUANG Li-qing. Research on Cognition of Automobile Styling Image Based on Eye Movement Experiment and Semantic Difference[J]. Art Education, 2016(4): 212—214.