

概念衍生中产品案例视觉表征风格转化研究

李铮, 袁翔

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 探索利用产品造型案例的视觉表征风格转化刺激设计概念衍生的方法。**方法** 借助卷积神经网络算法从经典设计草图中提取视觉风格特征, 并以此为基础对案例照片进行视觉表征风格转化处理。通过对比实验, 组织设计者分别运用原始案例及风格转化处理后的案例进行快速概念设计, 利用配对 t 检验分析两次实验的差异, 结合实验后的访谈, 确定风格转化处理对于设计概念衍生的意义。**结果** 与原始案例相比, 风格转化处理后的案例更能吸引被试与之进行互动, 并且设计输出的数量和质量都有了显著的提高。**结论** 利用经典设计草图中的视觉风格对案例照片进行风格转化处理, 能保留和强化案例的关键设计要素和形态特征, 同时去除不必要的干扰信息, 对设计者提取设计知识、扩展设计思维、避免设计固化具有一定意义。

关键词: 视觉表征; 设计案例; 设计概念衍生; 产品造型设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)20-0188-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.20.031

Visual Representation Style Transformation of Product Form Example during Design Ideation

LI Zheng, YUAN Xiang

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to discuss the method of applying visual representation style transformation of product form design example to stimulate design ideation. Visual style characteristics were extracted from the classic design sketch through Convolutional Neural Networks, on the basis of which the visual representation style transformation was carried out to the example photograph. Through contrast experiments, designers were organized to achieve rapid conceptual design based on the original example and the example after style transformation respectively. The difference in two experiments was analyzed by paired t -test. Combined with the interviews after the experiments, the significance of style transformation on design ideation was determined. In comparison with the original example, the design example after style transformation succeeded in appealing to more interactions of participants and improving both quality and quantity of the design output. Style transformation of example photograph by visual characteristics in classic design sketch can preserve and further reinforce pivotal design elements and morphological characteristics in design example while excluding from unnecessary interference information, which is of certain significance for extracting design knowledge, broadening design thinking and averting design fixation.

KEY WORDS: visual representation; design example; design ideation; product form design

在产品造型设计中, 参考各类案例是激发设计灵感的重要手段。设计者通过参考材料的视觉表征及相关视觉体验来探索和获取新的设计概念^[1]。然而, 案

例的不同视觉表征所包含的信息数量和类型存在差异^[2-3]。Cardoso 通过实验发现, 照片形式的案例能帮助设计者提升概念的实用性, 而线条形式的案例更能

收稿日期: 2020-06-22

作者简介: 李铮 (1993—), 男, 湖南人, 湖南大学硕士生, 主攻信息与交互设计。

通信作者: 袁翔 (1978—), 男, 湖南人, 博士, 湖南大学副教授, 主要研究方向为信息与交互设计。

表 1 照片与草图的优缺点分析

Tab.1 Analysis on advantages and disadvantages of photograph and sketch

	优点	缺点
照片	1. 包含丰富的设计信息（张东方，2014 年）； 2. 提升实用性（Cardoso C，2011 年）	1. 较高的认知负荷（Goldschmidt G，2003 年）； 2. 导致设计固化（Vasconelos L，2016 年；Goncalves M，2014 年）
草图	1. 不确定性、模糊性、探索性 （Crilly N，2017 年；Alipour L，2016 年）； 2. 突出关键设计要素 （Westmoreland S，2011 年；Pei S，2011 年）； 3. 提升创新性（Cardoso C，2011 年）	1. 缺乏细节（Crilly N，2017 年；Alipour L，2016 年）

提升概念的创新性^[4]。可见，案例视觉表征的差异会对设计概念衍生的结果产生影响。在设计实践中，设计者掌握的案例来源渠道混杂，形式多样，从不同形式的案例中提取设计知识和灵感并转化为概念的过程大多依赖个人经验。过往研究并未深入讨论案例的视觉表征形式对于设计概念衍生过程的影响，也未提出系统的方法和思路指导设计者对案例的视觉表征进行转化和处理。因此，通过组织实验，观察不同形式的案例介入设计概念衍生的过程，同时提出案例视觉表征的转化思路，试图通过转化案例视觉表征风格刺激设计者的概念衍生活动。

1 典型视觉表征与风格转化

现有关于案例视觉表征的研究主要通过比较或评估不同案例视觉表征影响下的设计输出物，以此分析其影响的差异。照片和草图作为案例的两种典型视觉表征，对于概念衍生活动具有不同意义。照片形式的案例包含丰富的设计信息^[4]，能提升概念的实用性^[5]，但也易导致较高的认知负荷^[6]和设计固化^[7-8]；草图形式的案例能突出关键造型特征^[9-10]，尽管缺乏具体的细节表现^[11-12]，但其模糊性却能提升概念的创新性。照片与草图的优缺点分析见表 1。

现有研究指出，设计者不仅需要明确的设计信息与知识^[13]，而且需要故意构建的模糊来触发意外发现^[14]。可见，草图与照片这两种案例视觉表征存在一定互补关系。由于案例照片的普遍性，同一案例的草图表征的获取成为该互补关系构建亟待解决的问题。由此提出假设：如能将案例照片内容和草图风格重组，使照片与草图的优势融合，则有助于设计者更好地进行概念衍生。

技术层面，Gatys 提出的“神经风格迁移”算法，可通过卷积神经网络过滤提取图片的抽象和具象特征，以获取其风格和内容的特征模型，并可将它应用于其他图片上^[15]。利用该方法，可将特定图片（如草图）的视觉风格和特征信息融入其他案例的视觉表征中。相比于人工绘制，该方法的成本更低、效率更高。相对于利用 Photoshop 等软件进行图像处理的方法，该方法在转化过程中能有效保留图像内容结构，过程

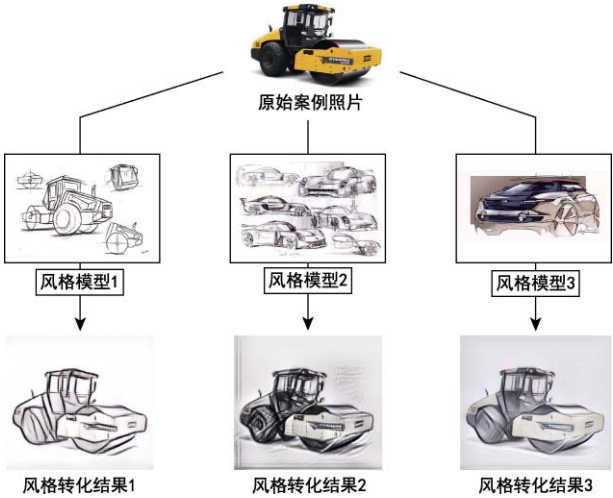


图 1 利用卷积神经网络对设计案例进行风格转化的结果

Fig.1 Results of design example style transformation by Convolutional Neural Networks

无需人工干预^[16]。目前，该方法被应用于各类艺术风格图像的自动生成上。利用卷积神经网络对设计案例进行风格转化的结果见图 1。

研究思路如下：（1）借助神经风格迁移算法从草图中提取视觉风格特征，并以此为基础对产品造型案例照片进行视觉表征的风格转化处理；（2）让实验组织设计者分别运用原始案例及风格转化处理后的案例进行快速概念设计，观察视觉表征形式变化对于设计者概念衍生过程及结果的影响，以确定风格转化处理对于概念衍生的效用。

2 实验

2.1 实验概述

为了观察案例风格转化处理对概念衍生的影响，组织同一组被试进行两次实验，两轮实验时长均为 70 min，间隔 8 周，实验结束后进入访谈阶段。实验流程见图 2。

两次实验任务均是要求被试依据案例照片输出圆润风格的造型方案（仅输出概念草图）。实验变量为提供的设计草图：实验 I 所提供的是一张参考价值较高的压路机设计草图（照片和草图均由湖南大学设

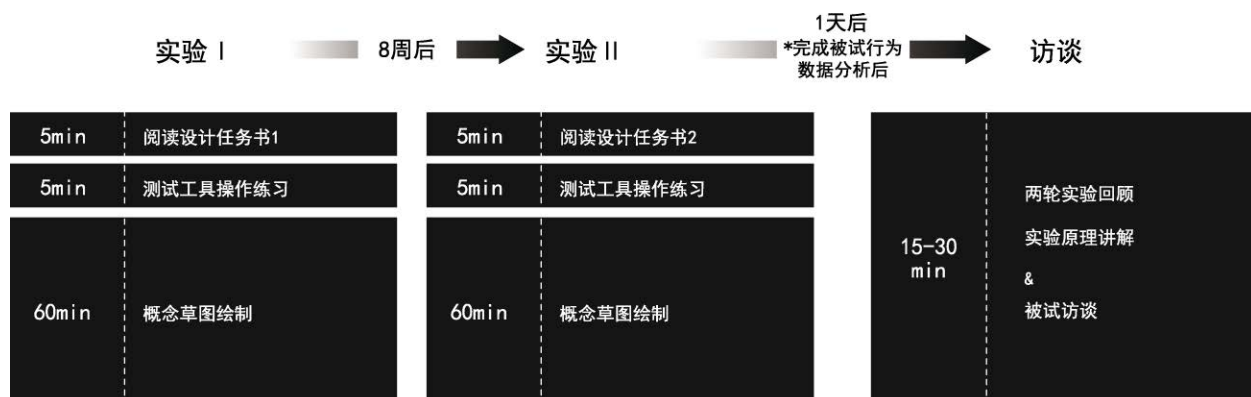


图2 实验流程
Fig.2 Procedure of experiment

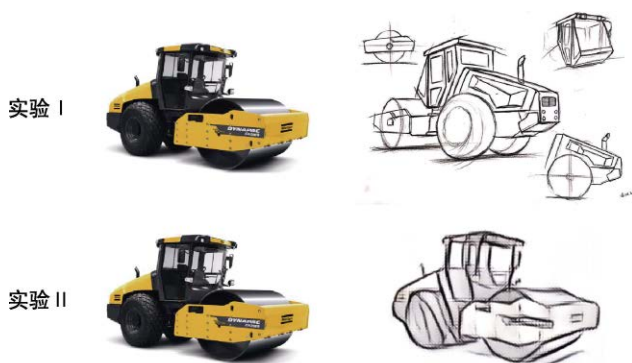


图3 两次实验的参考案例
Fig.3 Reference examples of two experiments

计艺术学院产品造型课程的专任教师根据设计任务挑选的);实验 II 的草图是利用神经风格迁移算法,将实验 I 的草图风格转化到案例照片上后得到的结果。两次实验的参考案例见图 3。

2.2 实验被试

由于设计初学者在概念衍生过程中更加依赖外部刺激^[17],为了放大案例介入效果,选择湖南大学设计艺术学院十二名工业设计专业本科三年级学生作为被试(符合配对 t 检验的样本量要求)^[18]。十二名被试被分为 a、b 两组,每组六人(男性、女性各三名)。a 组先进行实验 I 测试,再进行实验 II 测试, b 组反之。

2.3 测试工具

为了观察不同形式的案例如何介入概念衍生过程,开发了一套测试工具。被试可通过测试工具点击切换不同形式的案例。测试工具将记录被试每次点击的对象、时间,并计算两次切换的间隔时长,为分析被试行为提供数据。测试工具使用流程见图 4。

3 实验结果分析

收集了被试在实验中绘制的草图、测试工具的使用数据、访谈录音和实验录像材料,以此为依据,从实验中被试的设计行为及设计输出两方面对实验结果进行分析。

3.1 被试设计行为的分析

3.1.1 测试工具使用数据的可视化

统计了被试在两次实验中不同案例素材的切换频次及展示时长,对其进行了可视化处理,见图 5:其中灰色代表照片展示阶段,红色代表实验 I 中草图展示阶段,蓝色代表实验 II 中风格转化处理后的案例图展示阶段,自上而下为被试在 1 h 内控制不同案例的切换及展示情况。

观察图 5 可以发现,被试在两次实验中表现出了不同的行为模式。实验 I 中,照片的展示时间多于草图的展示时间。除去几个草图展示特别少的情况(被



图4 测试工具使用流程
Fig.4 Usage process of test tool

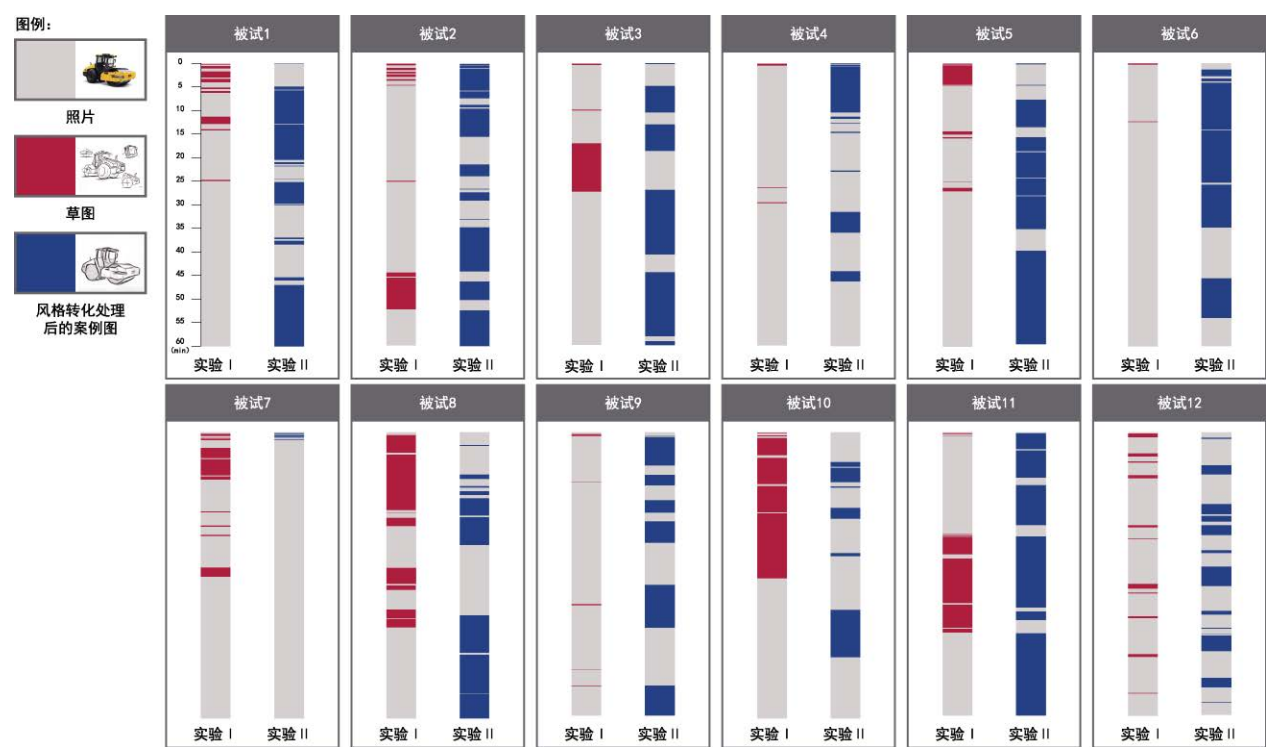


图 5 测试工具使用行为的数据可视化
Fig.5 Data visualization of test tool usage behavior

表 2 展示时长的配对 *t* 检验
Tab.2 Paired *t*-test of displaying time

任务	平均数	标准差	<i>t</i>	<i>P</i>
实验I	8.58	7.65	-5.15	<0.001
实验II	31.34	15.10		

表 3 切换频次的配对 *t* 检验
Tab.3 Paired *t*-test of switching clicks

任务	平均数	标准差	<i>t</i>	<i>P</i>
实验I	8.50	4.44	-1.05	0.32
实验II	10.33	5.96		

试 4, 6, 9, 12) 以外, 多数草图展示集中在实验中前期(被试 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11)。实验 II 中, 除被试 7 这一特例外, 多数被试的草图(即风格转化处理后的案例图)展示时间要比实验 I 多, 并且全程都有分布。

3.1.2 测试工具使用数据的配对 *t* 检验

对两次实验中各案例的使用数据(展示时长和切换频次)进行配对 *t* 检验。展示时长的检验结果为 $P<0.001<0.05$, 说明实验 II 的草图(即风格转化处理后的案例图)的展示时长显著多于实验 I 的草图展示时长, 见表 2。两次实验中草药图的切换频次的检验结果为 $P=0.32>0.05$, 无显著差异, 见表 3。

3.1.3 用户访谈

所有实验结束后, 对被试进行了回访。先向被试

介绍了实验 II 草图的来源, 以及与实验 I 草图和照片的关系, 回顾了两次实验的过程视频、设计输出及该被试两次实验参考行为数据可视化图, 然后邀请被试回应如下问题。(1) 与实验 I 的草图和照片相比, 实验 II 中风格转化处理生成的草图是否更具参考价值?(2) 实验 II 中风格转化处理生成的草图对于概念设计有何具体帮助?

通过梳理访谈内容, 归纳了案例视觉风格转化对于概念衍生活动效用的两种观点, 见表 4。

1) 帮助设计者快速提取关键造型特征。风格转化处理生成的草图仅保留了案例照片的关键特征要素, 避免了照片中其他细节的干扰。同时, 让案例具有了一种模糊性, 能够帮助设计者平衡设计固化的影响, 给予设计者更多的空间来重新感知和理解造型特征。

2) 为设计者输出草图提供参考性的视觉表现框架。风格转化处理生成的草图与案例照片本质上是同一个对象, 同时含有案例草图和照片中的设计知识, 能为设计者表达造型特征提供可参考的表现框架。

3.2 设计结果的评价

邀请了三位湖南大学设计艺术学院负责产品造型课程的专任教师(职称分别为教授、副教授和助理教授)作为专家, 对被试的设计草图进行评价(百分制)。评价过程中仅告知三位专家草图的设计背景, 所有草图被随机混合并以匿名方式提交。由于所邀请

表 4 用户访谈分析
Tab.4 Analysis of user interview

效用	编号	被试原话
快速提取关键造型特征	被试 2	从照片提取特征线有难度，风格转化处理后的案例图里就有现成的特征线
	被试 4	需要从原设计中抽取特征再融合新设计，这需要两次提取和转化；而风格转化处理简化了提取过程
	被试 5	上次需要从照片中提取特征；但这次的草图已经帮自己完成了
	被试 11	看着照片想这么画，可画出来并不是那样；转化得到的草图能直观地看到到底如何走线
提供参考性的视觉表现框架	被试 12	第二次的草图更真实，它帮助提取了案例的关键信息；如果案例数量更多，它能更快地帮助辨别案例风格
	被试 1	第二次的草图给出了大概的形体感受，透视关系能感受得更清晰；以此为基础进行设计，更容易
	被试 3	当图片和草图有角度偏差时，会很麻烦；这次的草图会更方便
	被试 6	设计整体时看转化得到的草图，设计细节时看照片，方便对比，还保证了设计主题不跑偏
	被试 8	这次的草图让自己画起来更自信；面对新设计对象，光参考照片会不知道怎么下手
	被试 9	其他草图参考意义不大；还是要在原对象上修改
	被试 10	在这次草图的基础上进行设计更好发挥，照片会让人陷入细节
	被试 11	上次草图有参考价值，但要从照片提取特征再结合；这次的草图就容易很多

的三名专家在相关专业领域的资深经验，本次实验结果的评价由专家根据个人实践和教学经验的判断直接打分，并未提供详细评价指标体系。

3.2.1 评价一致性评估

取得三名教师对所有草图的打分后，通过皮尔森相关系数对评分结果的一致性进行了检验，见表 5。结果表明，三名教师的评分显著相关（中度相关， $0.5<|r|<0.8$ ）。因此，三名教师的打分均可用于后续结果的分析。

3.2.2 草图评分的配对 t 检验

专家评价的一致性评估结束后，计算每张草图所获得的总分，并运用配对 t 检验方法，对两轮实验中草图得分差异的显著性进行评估（ $p<0.05$ ，双尾），草图评分的配对 t 检验结果，见表 6。

表 5 皮尔森相关系数
Tab.5 Pearson correlation coefficient

任务	r （评价者 1&2）	r （评价者 2&3）	r （评价者 1&3）
实验I	0.592*	0.648*	0.691*
实验II	0.581*	0.647*	0.577*

注：*表示相关性在 0.05 层上显著（双尾）

表 6 草图评分的配对 t 检验
Tab.6 Paired t-test of sketch grade

任务	平均数	标准差	t	P
实验I	241.25	11.21	-2.39	0.036
实验II	248.42	10.97		

检验结果为 $P=0.036<0.05$ 。说明被试在实验 II 中的草图得分显著高于实验 I。四名被试两次实验结果及评分见图 6。



图 6 四名被试两次实验结果及评分
Fig.6 Design outputs and scores of four subjects in two experiments

表 7 草图数量的配对 *t* 检验
Tab.7 Paired *t*-test of sketch quantity

任务	平均数	标准差	<i>t</i>	<i>P</i>
实验I	3.58	1.38	-2.59	0.025
实验II	4.42	1.73		

3.2.3 草图数量的配对 *t* 检验

统计两次实验输出的草图方案数量，运用配对 *t* 检验方法对其进行显著性检验，见表 7。检验结果为 $P=0.025<0.05$ （双尾）。说明被试在实验 II 中草图的输出数量有显著提高。

4 讨论

由实验结果分析可知，被试在两次实验中与案例互动的行为模式发生了显著变化（体现在草图的参考时长及参考时段上）。设计者对实验I的草图参考不多，主要集中在概念构思的中前期。然而对实验II中风格化处理获得的草图参考时间更长，分布更均匀。从设计结果来看，在这种互动行为模式变化的同时，设计输出的数量和质量也得到了显著提升。

通过用户访谈，归纳了触发这种变化的原因。首先，对于视觉表征风格转化处理后的案例来说，设计者能更有效率地中提取关键的造型特征信息，同时由于其融合了草图的模糊性，所以能够帮助设计者平衡设计固化的影响，给予设计者更多空间来重新感知和理解造型特征。此外，风格化处理生成的案例兼具原草图和照片中的设计知识，其作用相当于一个参考性的视觉表现框架，能帮助设计者把原草图和照片中有价值的设计信息转化并整合到自己的设计概念中。

5 结语

利用神经风格迁移算法，从草图中提取视觉风格对产品造型案例照片的视觉表征进行转化处理，以此提取和强化案例照片中的关键造型特征，为设计者提供一个与设计对象相关的草图化视觉表现框架，激活设计者与参考案例的互动行为，使设计输出的数量和质量都有了显著提升。本文所讨论的议题及方法，对于设计灵感、认知工具的研究和开发，以及探索机器学习等人工智能技术在设计实践与教学中的应用，具有一定意义。

由于时间和成本的限制，存在一定的不足之处。一是在样本量上，由于组织设计实验成本较高，所以实验样本量比较有限；在被试的选择上，由于设计专家对案例的使用更多受到个人经验的干预，本文仅围绕设计初学者进行了讨论。二是在具体视觉特征变量上，通过用户访谈可以归纳出透视关系是否一致、特征线强弱及造型细节特征是否详尽三个变量，但具体哪一种变量对于设计者影响更大，有待进一步研究。

三是在风格转化的技术处理层面，只讨论了将草图风格特征迁移至案例照片这种情况，如何将照片特征转化到草图上，亦是后续研究的一个方向。

参考文献：

[1] ATILOLA O, TOMKO M, LINSEY J S. The Effects of Representation on Idea Generation and Design Fixation: a Study Comparing Sketches and Function Trees[J]. Design Studies, 2016, 42: 110-136.

[2] CHENG P, MUGGE R, SCHOORMANS J P L. A New Strategy to Reduce Design Fixation: Presenting Partial Photographs to Designers[J]. Design Studies, 2014, 35(4): 374-391.

[3] Laing S, Masoodian M. A Study of the Role of Visual Information in Supporting Ideation in Graphic Design[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2015, 66(6): 1199-1211.

[4] CARDOSO C, BADKE-SCHAUB P. The Influence of Different Pictorial Representations During Idea Generation[J]. The Journal of Creative Behavior, 2011, 45(2): 130-146.

[5] 张东方. 图像检索对工业设计创意价值的影响分析[J]. 包装工程, 2014, 35(22): 63-67.
ZHANG Dong-fang. Analysis of the Influence of Image Retrieval on Industrial Design Creative Value[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(22): 63-67.

[6] GOLDSCHMIDT G. The Backtalk of Self-generated Sketches[J]. Design Issues, 2003, 19(1): 72-88.

[7] VASCONELOS L, CRILLY N. Inspiration and Fixation: Questions, Methods, Findings, and Challenges[J]. Design Studies, 2016(42): 1-32.

[8] GONCALVES M, CARDOSO C, BADKE-SCHAUB P. What Inspires Designers Preferences on Inspirational Approaches during Idea Generation[J]. Design Studies, 2014, 35(1): 29-53.

[9] CRILLY N, CARDOSO C. Where Next for Research on Fixation, Inspiration and Creativity in Design?[J]. Design Studies, 2017(50): 1-38.

[10] ALIPOUR L, FAIZI M. A New Strategy to Reduce Design Fixation: the Middle Sketching Stage[C]. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2016.

[11] WESTMORELAND S, RUOCCO A, SCHMIDT L. Analysis of Capstone Design Reports: Visual Representations[J]. Journal of Mechanical Design, 2011, 133(5): 10.

[12] PEI E, CAMPBEEL I, EVANS M. A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers[J]. The Design Journal, 2011(14): 64-91.

[13] 李辉, 何人可, 肖狄虎. 面向设计的地域文化数字资源库研究[J]. 包装工程, 2016, 37(18): 86-91.
LI Hui, HE Ren-ke, XIAO Di-hu. Design-oriented Re-

- gional Culture Digital Resource Database[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(18): 86-91.
- [14] Gaver W W, Beaver J, Benford S. Ambiguity as a Resource for Design[C]. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems ACM, 2003.
- [15] GATYS L A, ECKER A S, BETHGE M. A Neural Algorithm of Artistic Style[J]. Journal of Vision, 2016, 16(12): 326.
- [16] 王晓慧, 覃京燕. 基于深度学习的情感化设计[J]. 包装工程, 2017, 38(6): 12-16.
- WANG Xiao-hui, QIN Jing-yan. Emotional Design Based on Deep Learning[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(6): 12-16.
- [17] 袁翔, 宋迪珊. 图片刺激对设计者概念生成策略的影响研究[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 166-171.
- YUAN Xiang, SONG Di-shan. Impact of Pictorial Stimuli on Designer's Concept Generation Strategy[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 166-171.
- [18] DE WINTER J C F. Using the Student's T-test with Extremely Small Sample Sizes[J]. Practical Assessment Research & Evaluation, 2013(18): 1-12.

(上接第 177 页)

重要的理论和案例支持。新媒体时代“游戏”的创新发展受到科学技术、网络平台和社会学、设计学、心理学等学科的影响,为多元媒介融合和新型体验形式开启了新世界的大门。新环境下的消费者对媒介的依赖和使用度加强,“游戏”作为用户和商家沟通的桥梁,在新平台、新技术的支持下其交互更加多样化,感受更加真实化,体验更加畅通化。“游戏”过程不仅是营销过程,也成为人类感知幸福的过程。提升用户参与度与幸福感的“游戏”将成为未来创新设计发展的趋势和潮流。设计师在设计广告时,要重视体验在本能层、行为层和反思层下的多维度渗透,激发体验期许,实现记忆沉淀^[11]。

参考文献:

- [1] 张徐莲. 宝莱施公司品牌营销优化策略研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2018.
- ZHANG Xu-lian. Brand Marketing for Baolaishi Company[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2018.
- [2] 许俪丹. 基于游戏精神的城市互动景观设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2017.
- XU Li-dan. Urban Interactive landscape Design Based on Game Spirit[D]. Nanjing: Southeast University, 2017.
- [3] 约翰·赫伊津哈. 游戏的人: 文化中游戏成分的研究[M]. 广州: 花城出版社, 2007.
- HEYZINHA J. Game People: The Study of Game Components in Culture[M]. Guangzhou: Huacheng Press, 2007.
- [4] CHOU Y K. 游戏化实战[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2017.
- CHOU Y K. Actionable Gamification[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2017.
- [5] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学 3[M]. 北京: 中信出版社, 2015.
- NORMAN D A. Design Psychology 3[M]. Beijing: China Citic Press, 2015.
- [6] 次恩培, 张迪. 游戏化思维下 H5 新闻类产品设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(16): 142-148.
- CI En-pei, ZHANG Di. H5 News Products Design Based on Gamification Thinking[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 142-148.
- [7] 凯文·韦巴赫. 游戏化思维[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 2014.
- WERBACH K. Gamification Thinking[M]. Hangzhou: Zhejiang People's Publishing House, 2014.
- [8] 莫梅锋, 向媛媛. 基于多感官整合的全感官广告沟通研究[J]. 包装工程, 2017, 38(22): 76-79.
- MO Mei-feng, XIANG Yuan-yuan. Full Sensory Advertising Communication Based on Multi-Sensory Integration[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(22): 76-79.
- [9] 莫梅锋. 多感官整合设计理念在广告中的应用[J]. 包装工程, 2013, 34(20): 4-7.
- MO Mei-feng. Application of Multi-Sensory Integration Design Concept in Advertising[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(20): 4-7.
- [10] CSIKSZENTMIHALYI M. Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention[J]. Adult Education Quarterly, 1997, 43(12): 823-824.
- [11] 辛向阳. 从用户体验到体验设计[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 60-67.
- XIN Xiang-yang. From User Experience to Experience Design[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 60-67.