

## 智能手机外观设计的眼动研究

胡媛艳<sup>1,2</sup>, 乔璐静<sup>1</sup>, 朱津昕<sup>1</sup>, 虞木英<sup>1</sup>, 韩清波<sup>1</sup>

(1.重庆文理学院, 重庆 402160; 2.重庆文理学院 用户研究与人机交互技术研究所, 重庆 402160)

**摘要:** **目的** 采用眼动跟踪技术, 探讨青年消费者对智能手机外观设计的偏好。**方法** 采用 Tobii TX300 非接触式眼动仪, 以 31 名青年人作为被试, 以智能手机外观图片为材料, 考察被试观看不同智能手机图片时的眼动指标。**结论** 对于手机正面上方区域, 青年消费者更关注没有手机图标的设计; 对于手机背部摄像头的位置, 消费者更关注摄像头在左上方的设计; 消费者对手机正面下方有无实体 home 键的设计没有明显偏好; 手机背部有具体图标的设计会更引人注意。

**关键词:** 智能手机; 外观设计; 眼动; 产品美学

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)16-0171-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.16.026

## Eye Movement for Appearance Design of Smart Phone

HU Yuan-yan<sup>1,2</sup>, QIAO Lu-jing<sup>1</sup>, ZHU Jin-xin<sup>1</sup>, YU Mu-ying<sup>1</sup>, HAN Qing-bo<sup>1</sup>

(1.Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402160, China; 2.User Experience and Human-Computer Interaction Technology Institute, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402160, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to study the preference of young consumers to the appearance design of smart phones based on the eye movement tracking technology. Thirty one young adults participated in this study. Pictures of smart phones were used to investigate the eye movement indicators of the participants when they watching pictures of different smart phones. Tobii TX300 non-contact eye-tracker was used to record the data. For the front area of the smart phone, young consumers pay more attention to the design without the icon; for the position of the camera on the back of the smart phone, consumers pay more attention to the upper left design of the camera; consumers have no obvious preference to the design of the physical home button in the front of the smart phone. The design of specific icons on the back slide of the smart phone will be more noticeable.

**KEY WORDS:** smart phone; appearance design; eye tracking; aesthetics of product

产品的外观设计对消费者的偏好和购买决策有重要影响<sup>[1]</sup>。好的外观设计不仅带给消费者良好的体验, 也成为生产者树立品牌形象, 以及在日益激烈的竞争中脱颖而出的重要手段<sup>[2]</sup>。近年来, 智能手机的线上销售量远高于线下销售量, 通过网络销售平台, 消费者并不能将产品拿在手里获得有关产品功能的交互体验, 而仅能从产品的外观获得视觉的感知。因此, 设计者和营销者都有必要去了解消费者对智能手机外观设计效果的偏好。

### 1 现状

研究人员就手机的用户界面设计开展了不少研究。周晓珠等<sup>[3]</sup>通过论述老年群体的生理及心理特征, 分析感性需求提取的技术方法, 提出老年 3G 手机设计中以消费者感性需求为主的设计原则; Chen 等<sup>[4]</sup>采用问卷调查的方法对 1006 名大学生从手机的用户界面设计、外观颜色、尺寸大小等方面展开关于影响手机整体满意度的调查, 结果表示, 手机的外观

收稿日期: 2019-01-18

基金项目: 重庆文理学院教学改革项目 (140307)

作者简介: 胡媛艳 (1981—), 女, 重庆人, 重庆文理学院副教授, 主要研究方向为社会认知和人机交互。

设计是影响手机整体满意度的重要因素之一。此外,还有学者通过事件相关电位(ERP)对11名男性大学生被试进行实验后发现,当被试对某款智能手机造型产生期望体验意向时,其额区—中央区、中—顶区、顶区、枕区都会被激活,即脑电信号可以反映用户有无期望体验意向,也能间接反映产品设计的好坏<sup>[1]</sup>。

国内现有文献大都局限于非智能手机的外观设计<sup>[5-6]</sup>,关于智能手机外观设计的研究却相对较少。Andreas和Iuergen<sup>[7]</sup>以60名青少年为研究对象,从产品美学角度分析手机外观对感知可用性、性能测量和感知吸引力3个方面的影响。结果发现,被试在使用外观上更吸引人的手机完成测试任务的过程中,会比使用不吸引人的手机产生更加积极的影响,如任务完成时间减少等。Zhang和Oskar<sup>[8]</sup>使用访谈法,从视觉美学的角度探讨了1992至2013年所有诺基亚手机的外观设计特点,发现在2003至2008年,诺基亚手机的外观达到了美学化的巅峰。手机外观设计需要从技术和用户交互两个大的方面,朝向时尚产业发展,形成复杂的创新系统。Dan和Liu<sup>[9]</sup>对32名大学生进行的网络调查中得出结论,遗传算法的存在显著提高了手机产品最终设计成果的人体工学评分,但并没有对美学评分产生负面影响。交互式遗传算法和遗传算法的结合,可能会在移动设备设计中产生重要影响,加上额外的人体工效学研究,将会增强设计算法的真实感。综上,就智能手机的外观设计效果,已有研究通过问卷调查法和事件相关电位来探讨,但缺乏眼动研究的证据。研究表明,眼动研究在产品效果评估中,有着节约时间、降低成本、结果客观准确等优势<sup>[10]</sup>。因此,本研究拟采用眼动研究方法,考察青年消费者对智能手机外观设计效果的偏好。

结合邢强<sup>[6]</sup>对市面上各种手机外观的综合调查分析,本文将影响手机外观设计的要素归纳如下。

1) 手机颜色:市面上主流的手机颜色包括金色、银色或白色、粉色、黑色。由于颜色对手机外观的影响容易被个人偏好左右,本文选取了银色或白色两种手机外观颜色作为实验材料中的颜色。

2) 手机品牌:有研究表明,品牌要素是广告中最具意义的要素<sup>[11]</sup>。

3) 关注区域:本文将手机的总体外观分为3个区域,即正面上方区域、home键区域、背部摄像头区域,同时也是眼动实验中的3个兴趣区。

这些因素的设计和分布都影响着手机的外观是否受到消费者的喜爱,因此,对这些因素进行眼动评估,能够帮助手机生产商更加科学的设计手机外观,从而获得更大的经济效益。

## 2 方法

### 2.1 被试

被试为31名(男14名、女17名)青年消费者

(年龄为19~24岁)。被试裸眼视力或矫正视力均为正常。被试都有使用智能手机。

### 2.2 材料

#### 2.2.1 调查问卷

自编智能手机品牌熟悉度的网络问卷,共发放74份,问卷中包括5道人口学资料题、41道智能手机品牌及相应彩色logo图标、1道测谎题和1道排序题。让被试对智能手机品牌的熟知度从“一点也不熟悉”到“非常熟悉”进行7点评分。最后选取青年消费者最为熟知的6个手机品牌:苹果、OPPO、华为、三星、小米、vivo,作为眼动实验中手机图片的品牌来源。

#### 2.2.2 手机外观图片

在实验前,搜集6个智能手机品牌中的各4个型号手机外观图片共24张,包括手机正面、背面、左侧、右侧、顶部、底部6个角度的图片,分辨率均为1280×1024,通过Photoshop放置在一张白色背景图中,见图1。为了避免手机颜色带来的实验误差,所有图片中的手机外观颜色均为银色或白色。为避免顺序效应,所有手机图片均为随机呈现。



图1 iPhone 5S的手机外观图片  
Fig.1 Product pictures of iPhone 5S

### 2.3 实验设备

实验采用Tobii公司生产的Tobii TX300型眼动仪,采样率为300 Hz。显示器为LED 23英寸,分辨率为1920×1080,刷新率60 Hz。

### 2.4 实验设计

采用2×2×2的被试内实验设计,3个自变量分别是:正面上方手机品牌标志的有无、实体home键的有无、背部摄像头的位置(左上方和正中间)。由此,确定了3个兴趣区,即手机正面上方部分(记为up)、手机正面下方部分(记为down)和手机背部摄像头部分(记为camera)。考察被试对手机这3个区域的

位置中偏好较多的是哪种设计。

2.5 实验程序

被试进入实验室后，坐在正对显示屏距离 60 cm 的位置。首先，向被试呈现指导语：假设你将购买一部手机，下面将呈现一些手机图片，请按照你平时浏览手机的习惯观看这些图片，每张图片的呈现时间是 20 s，请你在观看后对图中手机的喜爱程度进行 7 点评价，“1”代表“非常不喜欢”，“7”代表“非常喜欢”。其次，是练习实验。而后，是 9 点眼动校准。最后，是正式实验。整个实验大约持续 10 min。

3 结果

3.1 消费者对不同品牌手机外观的偏好

品牌对消费者的购买意向具有重要影响<sup>[12]</sup>。因此，在分析手机外观喜爱程度的自我报告结果时，按照手机品牌进行统计，并与具体的眼动数据相结合更具说服力。不同品牌手机外观喜爱程度的自我报告结果显示，青年消费者智能手机外观偏好得分由高到低

依次是 iPhone、vivo、华为、OPPO、三星、小米。

表 1 青年消费者对不同品牌手机外观的偏好  
Tab.1 Young consumers' preference to the appearance of different brands of mobile phones

| 品牌        | iPhone | vivo | 华为   | OPPO | 三星   | 小米   |
|-----------|--------|------|------|------|------|------|
| <i>M</i>  | 2.69   | 2.46 | 2.23 | 2.23 | 1.93 | 1.86 |
| <i>SD</i> | 1.35   | 1.47 | 1.62 | 1.65 | 1.41 | 1.36 |

3.2 手机外观喜爱程度的眼动数据

兴趣区 up 与兴趣区 down 的面积相等，因此可以对兴趣区 up 和 down 进行均值比较：在首次进入时间方面，兴趣区 up 小于兴趣区 down；在首个注视点的注视时间、注视点持续时间和注视点个数统计 3 个方面，兴趣区 up 均大于兴趣区 down。由于首次进入时间与图片被关注度之间成反比，首个注视点的注视时间、注视点持续时间、注视点个数统计与图片被关注度之间都成正比，所以青年消费者在观看手机外观图片时，对于兴趣区 up 的关注先于且高于兴趣区 down。

表 2 3 个兴趣区在 4 个眼动指标上的描述统计  
Tab.2 Descriptive statistics of three areas of interest about four eye movement indicators

| 项目     | 首次进入时间               | 首个注视点的注视时间           | 注视点持续时间              | 注视点个数统计              |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|        | <i>M</i> ± <i>SD</i> | <i>M</i> ± <i>SD</i> | <i>M</i> ± <i>SD</i> | <i>M</i> ± <i>SD</i> |
| up     | 57.13±29.92          | 5.89±1.35            | 55.54±20.12          | 197.19±68.64         |
| down   | 103.92±30.70         | 5.61±2.09            | 25.69±10.56          | 90.68±36.84          |
| camera | 67.59±28.56          | 6.26±1.48            | 38.37±15.15          | 112.94±42.08         |

3.2.1 兴趣区 up

由表 3 可知，在首次进入时间、注视点持续时间总和、注视点个数 3 个眼动指标上，有无手机图标之间存在显著差异 ( $p<0.001$ )。根据表 3 的结果，结合眼动实验中被试对手机正面上方有无手机图标两类手机外观喜爱程度的自我报告结果：有手机图标的

均值 ( $M=3.75, SD=1.48$ ) 小于无手机图标的 ( $M=3.98, SD=1.59$ ) 手机。由此可以推测，正面上方无手机图标的手机外观喜爱程度得分高于有手机图标的手机，即青年消费者更喜欢手机正面上方没有手机图标的外观设计。

3.2.2 兴趣区 down

由表 4 可知，在首次进入时间、首个注视点的注视时间、注视点持续时间总和、注视点个数 4 个眼动指标上，有无实体 Home 键之间均无显著差异。

3.2.3 兴趣区 camera

由表 5 可知，在首次进入时间、首个注视点的注视时间、注视点持续时间总和、注视点个数统计 4 个眼动指标上，摄像头位于左上方与正中之间存在显著差异 ( $p<0.05$ )。

根据表 5 的结果，结合眼动实验中被试对手机背部摄像头位置位于左上方与正中间的两类手机外观喜爱程度的自我报告结果：摄像头位于左上方的均值 ( $M=4.19, SD=1.54$ ) 大于位于正中间的均值 ( $M=3.40, SD=1.43$ )。由此可以推测，消费者更喜欢摄像头位于背部左上方的手机外观设计。

表 3 兴趣区 up 区域有无手机图标的差异  
Tab.3 Differences between with or without icon in the up area of interesting

| 项目         | 有无手机图标 | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------------|--------|----------|-----------|----------|----------|
| 首次进入时间     | 有      | 1.75     | 0.48      | -4.42    | <0.001   |
|            | 无      | 2.73     | 0.58      |          |          |
| 首个注视点的注视时间 | 有      | 0.24     | 0.03      | -0.98    | <0.337   |
|            | 无      | 0.26     | 0.05      |          |          |
| 注视点持续时间总和  | 有      | 2.77     | 0.36      | 5.00     | <0.001   |
|            | 无      | 2.13     | 0.26      |          |          |
| 注视点次数      | 有      | 9.56     | 1.21      | 4.56     | <0.001   |
|            | 无      | 7.68     | 0.85      |          |          |

表 4 兴趣区 down 区域有无实体 Home 键的差异  
Tab.4 Differences between with or without Home key in the down area of interesting

| 项目         | 有无实体 Home 键 | M    | SD   | t     | p     |
|------------|-------------|------|------|-------|-------|
| 首次进入时间     | 有           | 4.39 | 0.73 | -1.80 | 0.089 |
|            | 无           | 5.50 | 1.91 |       |       |
| 首个注视点的注视时间 | 有           | 0.28 | 0.07 | 0.98  | 0.338 |
|            | 无           | 0.25 | 0.03 |       |       |
| 注视点持续时间总和  | 有           | 1.21 | 0.33 | 1.03  | 0.315 |
|            | 无           | 1.06 | 0.31 |       |       |
| 注视点个数统计    | 有           | 4.22 | 0.94 | 0.63  | 0.539 |
|            | 无           | 3.94 | 1.09 |       |       |

表 5 兴趣区 camera 区域摄像头位置的差异  
Tab.5 Position differences of camera in the camera area of interesting

| 项目         | 摄像头位置 | M    | SD   | t     | p     |
|------------|-------|------|------|-------|-------|
| 首次进入时间     | 左上    | 3.37 | 0.87 | 3.54  | 0.002 |
|            | 正中    | 2.41 | 0.44 |       |       |
| 首个注视点的注视时间 | 左上    | 0.29 | 0.03 | 2.86  | 0.011 |
|            | 正中    | 0.26 | 0.02 |       |       |
| 注视点持续时间总和  | 左上    | 1.59 | 0.42 | -2.65 | 0.015 |
|            | 正中    | 2.06 | 0.31 |       |       |
| 注视点个数统计    | 左上    | 4.79 | 1.15 | -2.68 | 0.014 |
|            | 正中    | 6.15 | 1.06 |       |       |

### 3.3 手机外观热点图

热图 (Heat map) 由注视时间转换得来, 红色区域表示注视时间长, 黄色和绿色表示注视时间逐渐下降的水平。没有颜色的区域表示该区域没有被被试所注意到。通过对被试观看所有手机外观图片的注视时间进行累计统计, 在眼动软件中自动转换为热图, 见图 2 和图 3。被试在观看手机外观图片时, 关注最多

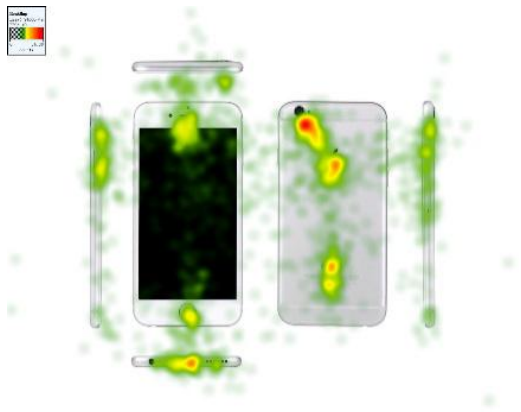


图 2 iPhone 6 外观热点图  
Fig.2 Heat map of iPhone 6



图 3 红米 note 3 外观热点图  
Fig.3 Heat map of Redmi note3

的区域是背部摄像头区域, 对于手机正面上方和正下方 home 键区域的关注程度差别不大。值得一提的是, 手机背部的图标区域也是被试关注度较高的区域, 尤其是有具体标志的手机, 如 iPhone 手机背后是一个被咬了一口的苹果, 还有华为手机背后是一朵花。其图标部分的热点图在颜色上更深, 表明该区域比较吸引人的关注。

### 4 讨论

产品设计可以为消费者提供享乐性和实用性两方面的利益<sup>[13]</sup>。美学是产品享乐性利益的一个重要方面, 消费者可以从具有审美吸引力的产品上获得审美体验的享乐性价值, 具有审美吸引力的产品比标准化的产品往往会具有更高的产品评价<sup>[14]</sup>。当产品的享乐性利益超过预期时, 消费者就会对产品或品牌持有较高的忠诚度<sup>[13]</sup>。消费者偏爱 iPhone 手机的外观设计, 这反映出了 iPhone 手机利用名人效应、体验式营销、口碑营销的多样化营销策略<sup>[15]</sup>以及符合消费者审美体验的外观设计使得消费者产生了较高的品牌忠诚度。

在观看手机外观图片时, 消费者对于手机正面上方的关注要先于手机正面下方, 且对正面上方的关注程度更高。前者可能与人们平时的视物习惯为从上到下、从左到右<sup>[16]</sup>有关, 后者可能是由于有些手机正面上方有手机图标, 有些则没有, 由于图片的随机呈现, 被试就会形成惯性, 先看手机正面上方是否有手机图标, 初步判断一下自己对于此品牌手机的基本喜好, 再进行下一步的视觉扫描, 因此手机正面上方的加工注视时间会比手机正面下方要长。

在首次进入时间、注视点持续时间总和、注视点个数统计的 3 个眼动指标上, 有无手机图标之间存在显著差异, 且正面上方无手机图标的手机外观喜爱程度得分高于有手机图标的手机。即正面上方没有图标的比有图标的手机在整体外观上更受人关注。这反映了当前手机设计的一个大的流行趋势——模仿 iPhone, 自 IOS9.0、Android6.0 发布后, 安卓手机与

苹果手机的外观越来越像, 功能和操作也趋于一致<sup>[17]</sup>。所以, 没有图标的手机, 其正面看起来更简洁, 与 iPhone 手机的相似度也更高, 所以会更吸引人一些。

消费者对有无实体 home 键的两类手机外观设计方面没有呈现明显的偏好, 这可能是由个人操作习惯导致的, 如一些个体偏好有实体 home 键的设计, 认为实体 home 键更实用, 一些个体则偏好没有实体 home 键的设计, 而且有的实体 home 键兼备的指纹解锁功能在手机背后也可以实现。因此, 两种设计各有褒贬, 个体在选择时则各有偏好。

在 4 个眼动指标上, 摄像头位置在背部左上方与正中间之间均存在显著差异, 且摄像头位于背部左上方的手机外观喜爱程度得分高于摄像头位于背部正中间的手机, 即背部摄像头在左上方的设计相比于在正中间的设计更受人关注。这可能是因为左上方的摄像头相比于在正中间的摄像头, 左上方的设计往往更简洁一些, 与 iPhone 手机也更相像; 另一方面, 摄像头位于左上方的话, 对于拍照和手机内部结构来说都是最佳位置。对于大部分右利手人来说, 在拍照时无论是横屏还是竖屏, 最不容易被遮挡的位置就是手机背面左上方; iPhone 手机把中间位置放了前置摄像头和听筒等更需要放在中间的元器件, 考虑到内部结构的设计限制, 因此摄像头大多设计在了左上角而不是在背部中间对称。所以, 这样的设计成为了手机摄像头的最佳设计位置, 同时也给消费者带来了良好的视觉感受和使用感受。

De Tommaso 等<sup>[18]</sup>利用神经科学的研究方法发现, 当人们看到美丽的图画时, 其反应时间会稍微变慢。Chatterjee 对这一现象的解释是, 这是由于美学刺激与普通刺激相比, 造成了更强烈的情感反应<sup>[19]</sup>。手机背部的品牌图标与文字图标相比, 能够引起被试更加强烈的情感反应, 因此手机背部品牌图标会更加受到被试的关注, 其热点图部分的颜色也更深一些; 另一方面, 用户可以通过图标上图形图像、元素符号的设计, 从而准确快速地识别和理解图标所传递信息<sup>[20]</sup>。

值得注意的是, 在产品研发的前期, 采用图片来研究用户体验是可以节约时间和金钱成本的, 但由于图片和实物之间可能会引起消费者不同的偏好, 因而有必要根据前期采用图片进行研究所获得的结果生产出少量实物, 从而对消费者的偏好进行再验证。

## 5 结语

对于手机正面上方区域, 消费者更关注没有手机图标的设计; 对于手机背部摄像头的位置, 消费者更关注摄像头在左上方的设计; 消费者对手机正面下方有无实体 home 键的设计没有明显偏好; 手机背部有具体图标的设计会更引人注目。

## 参考文献:

- [1] 郭伏, 丁一, 张雪峰, 等. 产品造型对用户使用意向影响的事件相关电位研究[J]. 管理科学, 2015(6): 95—104. GUO Fu, DING Yi, ZHANG Xue-feng, et al. The Impact of Product Forms on User's Usage Intention with Event Related Potentials[J]. Journal of Management Science, 2015(6): 95—104.
- [2] 李笈熹. 浅议智能手机外观设计的重要性及其发展趋势[J]. 美术教育研究, 2012(8): 62—63. LI Ji-xi. A Brief Discussion about the Importance and Development Trend of the Appearance Design of Smart Phone[J]. Art Education Research, 2012(8): 62—63.
- [3] 周晓珠, 徐聪, 谢文婷. 感性需求导向下老年 3G 手机外观设计方法研究[J]. 包装工程, 2014, 35(12): 57—61. ZHOU Xiao-zhu, XU Cong, XIE Weng-ting. The Methods of 3G Phone Appearance Design for Aged People Based on Perceptual Demand[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(12): 57—61.
- [4] LING C. A Survey of what Customers want in a Cell Phone Design[J]. Behaviour & Information Technology, 2007, 26(2): 149—163.
- [5] 白学军. 手机外观设计评估的眼动研究[C]. 第十届全国心理学学术大会, 2005. BAI Xue-jun. An Eye Movement Study on the Design Evaluation of Mobile Phone[C]. The Tenth National Congress of Psychology, 2005.
- [6] 邢强, 王佳, 谢睿颖. 手机外观的眼动评价——来自大学生群体的数据[J]. 心理研究, 2008(4): 55—59. XING Qiang, WANG Jia, XIE Rui-hao. Eye Movement Research on Undergraduates Evaluation of Cell Phone Appearance[J]. Psychological Research, 2008(4): 55—59.
- [7] SONDEREGGER A. The Influence of Design Aesthetics in Usability Testing: Effects on User Performance and Perceived Usability[J]. Applied Ergonomics, 2010, 41(3): 403—410.
- [8] ZHANG Y. The "Life and Death" of Great Finnish Fashion Phones: a Periodization of Changing Styles in Nokia Phone Design Between 1992 and 2013[J]. Mobile Media & Communication, 2016, 4(3): 55—59.
- [9] DAN N R, LIU Yi-li. Integrating Aesthetic and Usability Factors in the Design of Mobile Phones[C]. SAGE Publications, 2012.
- [10] 付炜珍. 眼睛运动参数评价产品外观的可行性[J]. 中国临床康复, 2005(2): 1—3. FU Wei-zhen. Feasibility of Parameter of Eye Movement in Evaluation of Production Appearance[J]. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2005(2): 1—3.
- [11] WEDEL M. Eye Fixations on Advertisements and Memory for Brands: a Model and Findings[J]. Marketing Science, 2000, 19(4): 297—312.
- [12] 吴水龙. 公司品牌与产品品牌对购买意向影响的实证研究[J]. 管理学报, 2009, 6(1): 112—117. WU Shui-long. An Empirical Study: Effects of Corporate

- Brand and Its Product Brand on Purchase Intention[J]. Chinese Journal of Management, 2009, 6(1): 112—117.
- [13] CHITTURI R. Delight by Design: The Role of Hedonic versus Utilitarian Benefits[J]. Journal of Marketing, 2008, 72(3): 48—63.
- [14] 李东进. 产品设计领域的消费者审美体验[J]. 心理科学进展, 2013(2): 336—346.
- LI Dong-jin. Consumer Aesthetic Experience in Product Design[J]. Advances in Psychological Science, 2013(2): 336—346.
- [15] 周代军. 浅析苹果手机的成功营销策略[J]. 经营管理者, 2015(21): 276.
- ZHOU Dai-jun. A Brief Analysis of the Successful Marketing Strategy of iPhone[J]. Manager Journal, 2015(21): 276.
- [16] 曹宁宁. 心理时间在空间纬度上非稳定特征的实验研究[J]. 心理科学, 2011(3): 576—580.
- CAO Ning-ning. An Experimental Study on the Unstable Characteristics of Psychological Time in Space[J]. Journal of Psychological Science, 2011(3): 576—580.
- [17] 凌力. 苹果 vs 三星: 谁将执智能手机界之牛耳?[J]. 科技导报, 2016, 36(9): 32—37.
- LING Li. iPhone vs Samsung: Who Will be the Flagship of Smart Phone Industry?[J]. Science & Technology Review, 2016, 36(9): 32—37.
- [18] DE T M. Influence of Aesthetic Perception on Visual Event-related Potentials[J]. Consciousness & Cognition, 2008, 17(3): 933—945.
- [19] CHATTERJEE A. Prospects for a Cognitive Neuroscience of Visual Aesthetics[J]. Bulletin of Psychology and the Arts, 2004, 4(2): 55—60.
- [20] 滕兆烜. 论手机图形用户界面中图标设计可视性[J]. 包装工程, 2013, 34(4): 66—70.
- TENG Zhao-xua. The Visibility of Icon in Graphical User Interface of Mobile Phones[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(4): 66—70.

(上接第 164 页)

- [2] 曾庆良, 熊光楞, 范文慧, 等. 并行工程环境的面向成本设计[J]. 机械工程学报, 2001(7): 1—4.
- ZENG Qing-liang, XIONG Guang-leng, FAN Wen-hui, et al. Cost-Oriented Design of Concurrent Engineering Environment[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2001(7): 1—4.
- [3] 陈晓川, 方明伦. 制造业中产品全生命周期成本的研究概况综述[J]. 机械工程学报, 2002(11): 17—25.
- CHEN Xiao-chuan, FANG Ming-lun. Summary of Research on Product Lifecycle Cost in Manufacturing Industry[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2002(11): 17—25.
- [4] 约瑟夫·派恩, 詹姆斯·吉尔摩. 体验经济[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- JOSEPH P, JAMES G. Experience Economy[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2008.
- [5] 董丽. 低成本风景园林设计研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.
- DONG Li. Study on the Design of Low-cost Landscape Architecture[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2013.
- [6] 张秀芬. 复杂产品可拆卸性分析与低碳结构进化设计技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- ZHANG Xiu-fen. Analysis of Detachability of Complex Products and Evolutionary Design of Low Carbon Structure[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011.
- [7] 翟健含. “一开式”纸材料包装造型研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2016.
- ZHAI Jian-han. Research on "Open-Type" Paper Material Packaging Modeling[D]. Shenyang: Shenyang Aerospace University, 2016.
- [8] 尹茹颖. 发展心理学在学龄儿童交互设计中的应用[J]. 大众文艺, 2016(3): 74.
- YIN Ru-ying. Application of Developmental Psychology in Interactive Design of School-age Children[J]. Popular Literature, 2016(3): 74.
- [9] 龚伊林. 儿童视知觉规律在折纸设计中的应用研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2015.
- GONG Yi-lin. Research on the Application of Visual Perception in Children in Origami Design[D]. Suzhou: Soochow University, 2015.
- [10] 武建峰. 彩色耐水洗仿皮纸生产技术探讨[J]. 中国造纸, 2016, 35(12): 69—72.
- WU Jian-feng. Discussion on Production Technology of Colored Washable Faux Leather Paper[J]. China Pulp and Paper, 2016, 35(12): 69—72.