

基于大数据环境下面孔空想性错视对产品造型影响研究

王绍东^{1,2}, 邢亚龙², 张馨友¹

(1. 内蒙古师范大学 国际设计艺术学院, 呼和浩特 010022;

2. 澳门城市大学 创新设计学院, 澳门 999078)

摘要: **目的** 探究面孔空想性错视现象是否会对产品造型的审美满意度产生影响。**方法** 采用实证研究的方式, 运用大数据网络爬虫程序提取产品的语义信息、通过词频分析方法构建语义差分量表, 并分别建立三组对照组实验对被试者进行问卷调查, 最后分析三组实验数据得出研究结论。**结果** 实验发现被试者在不考虑产品价格、功能的情况下, 审美偏好更倾向于能够引起面孔空想性错视的产品造型。**结论** 在产品造型设计中运用面孔空想性错视现象, 可以在一定程度上引起网购消费者的注意力, 在传达产品情绪化特征的同时, 满足其功能和审美需求, 从而对产品造型审美满意度产生正向影响。运用面孔空想性错视现象是满足用户需求、提高网购消费者购买意愿的有效设计途径和方法。

关键词: 面孔空想性错视; 大数据; 网络爬虫程序; 词频分析; 语义差分量表

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)18-0240-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.028

Face Pareidolia on Product Modeling Based on Big Data Environment

WANG Shao-dong^{1,2}, XING Ya-long², ZHANG Xin-you¹

(1. International Design Art College, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China;

2. Faculty of Innovation and Design, City University of Macau, Macau 999078, China)

ABSTRACT: The paper aims to explore whether the phenomenon of face pareidolia will affect the aesthetic satisfaction of product modeling. In the way of empirical research, the big data web crawler program was used to extract the semantic information of products, and the semantic difference subscale was constructed by word frequency analysis. Three groups of control experiments were established respectively, and the subjects were investigated by questionnaire. Finally, the three groups of experimental data were analyzed to draw the research conclusion. The experiment found that without considering the product price and function, the subjects' aesthetic preference was more inclined to the product shape that could cause the face pareidolia. The application of face pareidolia in product modeling design can attract the attention of online shopping consumers to a certain extent, convey the emotional characteristics of products, meet their functional and aesthetic needs, and have a positive impact on the aesthetic satisfaction of product modeling. The use of face pareidolia is an effective design way and method to meet the needs of users and improve the purchase intention of online shopping consumers.

KEY WORDS: face pareidolia; big data; web crawler; word frequency analysis; semantic difference component table

1976 年 7 月, 美国“海盗一号”探测器发回了一张酷似人脸的火星地貌照片, 被称为“火星人脸”。

直到 2001 年, 由 NASA 发布的“全球勘探者号”拍摄的更清晰的画面显示: “火星人脸”只是一个岩石

收稿日期: 2022-04-14

基金项目: 2018 年内蒙古哲学社会科学规划项目《特色小镇助力内蒙古非遗保护与传承实践研究》(2018NDB091); 澳门基金会资助研究项目 (MF2037)

作者简介: 王绍东 (1988—), 男, 博士生, 主要研究方向为产品设计、参数化设计、新媒体交互装置艺术。

通信作者: 邢亚龙 (1982—), 男, 博士, 助理教授, 主要研究方向为设计心理学、工业设计、创新城市设计。

高山地貌, 并无特殊之处。人类会经常在非生命物体或随机图案中检测到面孔, 这种常见的错觉被称为面孔空想性错视 (Face Pareidolia)^[1]。通过研究面孔空想性错视现象对产品造型的审美影响, 可分析产品外观在造型构建中的审美特征, 并可利用这种审美特征提升产品外观造型设计对网购消费者的吸引力, 为产品设计提供一种可行的设计思路。

1 面孔空想性错视现象

1.1 面孔空想性错觉及其神经机制

形成面孔空想性错视的主要原因是人类在长达几十万年的进化过程中, 形成了一种有利于适应自然环境的神经机制, 缘于人脑特殊的成像方式。这种神经机制是在自然选择的过程中进化得来的^[2]。面孔是一种常见的社会性信息, 对人类这样的社会性动物而言, 快速检测面孔并提取面孔带有的社会性信息至关重要^[1]。在陌生环境或环境突变时, 生存本能促使人类迅速对同类的面孔表情进行甄别, 以确认当前环境是否有利于自身, 从而在受到威胁时能快速逃脱或做好进攻准备, 以获得更大的生存机会。因此, 在旷野中能够快速发现人类或野兽的面孔, 对原始人类来说是非常重要的生存技能和预警机制。

大脑的梭状回面孔区 (Right fusiform face area) 主要负责人脸的认知, 是大脑识别面部时相对活跃的区域^[3]。它能快速整合视觉刺激, 只需 130 ms 就可以检测到图像中的面孔特征, 与大脑产生意识相比更加迅速^[4]。依据格式塔心理学派相关理论, 人类倾向于将图形对大脑的刺激作为一个整体加工, 倾向在模糊且无意义的造型特征、色彩特征、纹理特征和信息特征的融合下快速识别出面孔, 可以说面孔空想性错视现象是多种视觉特征共同作用的结果^[5]。

1.2 日常生活中的面孔空想性错视

面孔空想性错视现象在人类幼年阶段便已经形成。儿童经常会将某些生活中常见的图像进行想象力加工, 常会发现在图像或造型中因巧合而形成的人脸

造型或动物形象, 并在头脑中对图像进行人格化处理, 赋予其感情色彩^[6]。这一思维过程使本无生命的图像物品有了“生命”, 成为了儿童幼年时期极为重要的创造力源泉, 是构成美好童年的重要组成部分。同时在人类成年时期的日常生活中, 在面孔空想性错的影响下人们常会发现日常生活中隐藏在事物里的趣味性, 如由各种小部件偶然形成的固态表情; 由于飞机舱门结构变化而巧合地形成了一个邪魅的微笑等, 如图 1 所示。面孔空想性错视在现代日常生活中是一种常见的想象, 它增加了日常生活中的趣味性, 在一定程度上提升了物体的审美价值。

1.3 艺术设计中的面孔空想性错视

在长达几十万年的进化过程中, 面孔空想性错视是埋藏在人类基因序列中的本能现象, 这一现象不仅体现在人类日常生活中的辨识行为上, 设计师在很多造型设计和艺术作品中都添加了具有面孔特征的元素。其中最具代表性的是汽车的前脸设计。几乎每一个品牌的汽车公司都有自己独特的汽车前脸设计风格和设计范式; 每一种汽车前脸的表情特征都会传达出非常独特的情绪内涵^[7]。例如越野车常采用坚硬的线条和较大的前车灯, 来模仿紧绷的肌肉和瞪大的眼睛, 从而传达出坚毅果敢的情绪特征。对轿车来说, 常借助流畅的线条和聚焦的车灯, 隐喻速度感和锐利冷峻的情绪面孔特征, 传达出速度感和科技感的情绪; 对一些针对特定用户群体的品牌和车型来说, 又常采用柔和的线条和圆润的车灯, 构成可爱戏谑的面部表情, 以满足女性用户对汽车风格的情感需求, 如图 2 所示。

在消费型电子产品造型设计中, 面孔空想性错视的运用尤其广泛。由于受消费者审美情趣和使用方式的影响, 即使功能相近的电子产品之间也有很大的造型差异。这使消费型电子产品造型具有很强的多样性, 不仅可以运用很强的装饰性特征来迎合消费者的审美情趣, 而且其外观造型往往依据不同的使用功能而发生多样性的变化, 进而达到形式与功能的统一。



图 1 日常生活中的面孔空想性错视现象

Fig.1 Face pareidolia in daily life



图 2 产品设计中运用面孔空想性错视现象
Fig.2 Use of face pareidolia in product design

面孔空想性错视所带来的装饰性可以与电子产品的功能性进行有机结合,将产品的按钮、音孔、屏幕、指示灯或把手等功能部件,经过设计师巧妙地重新排列与变形,使其成为具有抽象性面孔特征的产品造型。在确保产品功能性的同时,将消费型电子产品局部或整体营造出具有面孔空想性错视的特征。

同时,面孔空想性错视现象在设计中的运用是仿生设计的延续和发展。仿生设计一直以自然生物为研究目标与对象,注重对自然生态系统整体特征与要求的把握,强调对自然生物的生态系统层次与系统关系特征进行研究^[8]。在仿生物形态设计中强调运用自然生物体,包括动物、植物、微生物、人类等外部形态,在寻求产品形态的突破与创新的基础上,利用人脑特殊的成像机制设计构建出具有面孔空想性错视现象的产品形态,可以有效吸引用户的注意力,传达出产品的喜悦、忧郁或呆萌等情绪化特征,对提高产品功能指向性和趣味性有所帮助。

2 面孔空想性错视对产品造型设计影响的大数据调查

设计师常运用面孔空想性错视现象进行消费型电子产品的造型设计,灵活运用部件、肌理和整体结构来隐喻面孔形象,借此传达产品造型本身具有的情绪化特征。同时消费型电子产品以其丰富的功能品类和较为低廉的价格,使不同收入水平、学历及年龄的消费者都有着较大的购买需求。因此本文选取消费型电子产品类型作为实验对象,采用定量研究的方式,通过理性的实验环境和数据分析手段,探究消费者在满足使用功能的前提下,其审美满意度与具有面孔空想性错视现象的产品造型之间是否有因果关系。

2.1 运用大数据网络爬虫程序提取产品语义信息

为探究面孔空想性错视现象是否会对产品造型的审美满意度产生影响,首先需要随机收集大量已经受大众认可的优秀电子产品造型样本,并且不将具有面孔空想性错视现象作为随机选择样品的标准;其次,挖掘这些大量随机样本的用户评价和说明,找到这些优秀的产品造型能够提升用户满意度的共同特征,并将这些感性认知转化为具有形容词性的语义

词汇;最后通过实验测量,用户对有面孔空想性错视现象的产品造型在语义词汇方面的认可程度,从而分析面孔空想性错视现象对产品造型的审美满意度产生何种影响。

本研究在红点奖官网、IF 奖官网和 IDEA 奖官网中,随机选取大量的获奖产品造型和相应的获奖说明作为研究样本。这些获奖产品得到了行业机构的认可,受到了权威人士的肯定,在造型设计上有高度的一致性特征,其中一些样本是具备面孔空想性错视现象的典型代表产品。选取以上三个网站的获奖产品,作为产品造型语义分析的基础,可以有效避免主观选择产品语义词汇,可能导致实验结果出现巨大偏差的问题。同时为避免由于相关网站信息量巨大、人工检索信息效率低下且容易出现错误和遗漏的影响,研究采用了网络爬虫程序检索收集以上三个网站中的产品获奖说明信息。

网络爬虫程序,又被称为网页蜘蛛,网络机器人。该程序是一种按照既定规则自动化浏览网络中的信息,并自动提取网页相关信息的工具。经过特殊代码处理的网络爬虫工具,可以在特定的网页中收集所需要的信息,如文字、网站或图片等,并整合形成巨大的信息库。后续再对这些信息进行筛选和提取,凝练成有效的指向性信息,为使用者和研究者提供精确、高效的数据信息。在网络大数据时代背景下,网络爬虫程序是进行数据分析的常用手段。通过大数据网络平台的优势获取所需的数据资料,能以更理性的手段和实验方式来验证理论的实际效能^[9]。

本次研究根据产品造型语义提取的特殊要求,重新设计了网络爬虫程序代码,并投放在红点奖官方网站、IF 奖官方网站和 IDEA 奖官方网站中进行移动运行检索。在经过 37 h 的抓取工作后,共提取到各类产品获奖信息 32 080 条,涵盖了办公类、日用类、医疗器械类、电子类、工具类、娱乐类产品共 13 个门类。获奖设计公司或独立设计师信息 26 055 条。有关产品的获奖说明 360 万字。数据来源可靠,为产品语义的定量分析打下了坚实基础。

2.2 产品语义词频分析

在网络爬虫程序抓取到的 360 万字的产品获奖说明信息中,包含了大量描述产品功能、造型和材质

的说明信息。这些都是由相关领域的专家或获奖团队撰写的,是产品相关特征的专业性描述。其中有关描述产品造型的语义词汇在词性上大多表现为形容词汇^[10],需要使用词频分析软件对网络爬虫程序抓取到的说明文字信息进行词频统计分析^[11],将文字信息中

的段落、语句、短语拆解成独立的字、词、动词、形容词和副词等基本词汇。然后只针对分析出的形容词汇进行筛选,在排除出现频率极低或词性不准确的干扰词汇后,根据形容词出现的频率进行数量统计并绘制词频分析比重图,如图 3 所示。

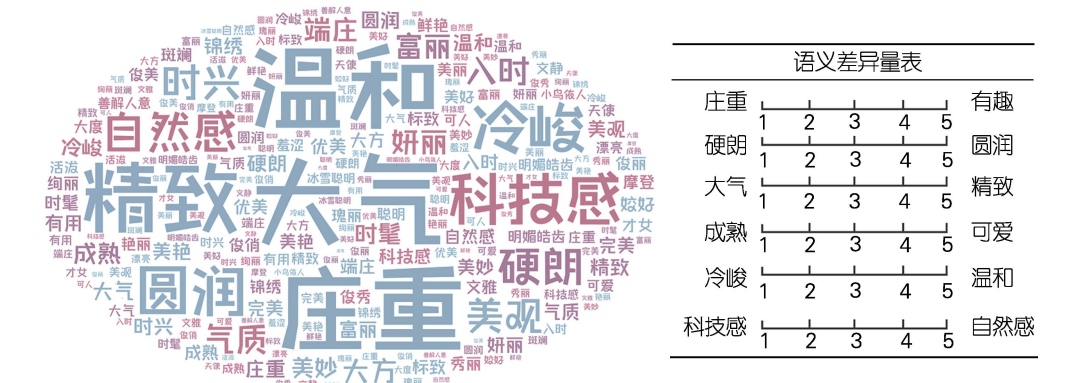


图 3 词频分析比重图及 6 对正反义词汇
Fig.3 Proportion chart of word frequency analysis and six groups of positive and negative semantic words

2.3 产品语义提取

通过词频分析软件提取到的具有形容词性的产品语义词汇有 43 条,如图 3 所示。其中有 19 条词汇的出现频率占比超过总词汇数量的 85%,并且在词频较高的 19 条形容词汇中,有 6 对涵义相反的形容词词组。这 12 条形容词汇形成了表述产品造型的 6 对产品语义^[12]维度。

在收集到了 6 对产品语义维度后,可以运用语义差分法量表制作调查问卷,考察用户对特定产品造型的审美感受。语义差分法适宜解构某些不易表达的经验、技巧等隐性知识,是心理学领域为了探究目标人群意象需求,经常使用的一种感性工学方法^[13]。语义差分法已被广泛应用于设计及相关研究领域,具体为:受访者基于给定的语义差分量表,凭借他们的主观感受对概念或事物进行评分。根据目标用户的情感需求提取语义词汇,结合评估数据和统计分析结果建立情感数据库,通过分析和评估产品样本得到实验数据。这些数据将被转换为用于设计的产品造型语言的参考来源。

3 实验分析

在产品语义差分法量表问卷调查的基础上,需通过建立实验对照组的方式来推理结论。在网络爬虫软件抓取的产品照片数据库中,由产品设计相关专家筛选出 8 张具有抽象性面孔特征的产品造型照片(设计师巧妙地将电子产品的按钮、音孔、屏幕、指示灯或把手等功能部件重新进行排列与变形)。这些产品造型的面孔特征需要有机地融合在产品使用功能中,不能作为单纯的装饰特征孤立存在。同时选择出 8 张不

具有面孔空想性错视现象的产品造型照片。以这 16 张照片为基础,设立三次实验问卷调查。其中包括两次对照组实验问卷调查,编号分别为实验 1、实验 2,一次实验组问卷调查,编号实验 3。问卷被试者在三组实验中,对提取到的 6 对正反义产品语义差分量表进行打分。最后对对照组(实验 1、实验 2)的语义差分量表数据和实验组(实验 3)的语义差分量表数据,根据差异性推理实验结论,实验步骤如图 4 所示。

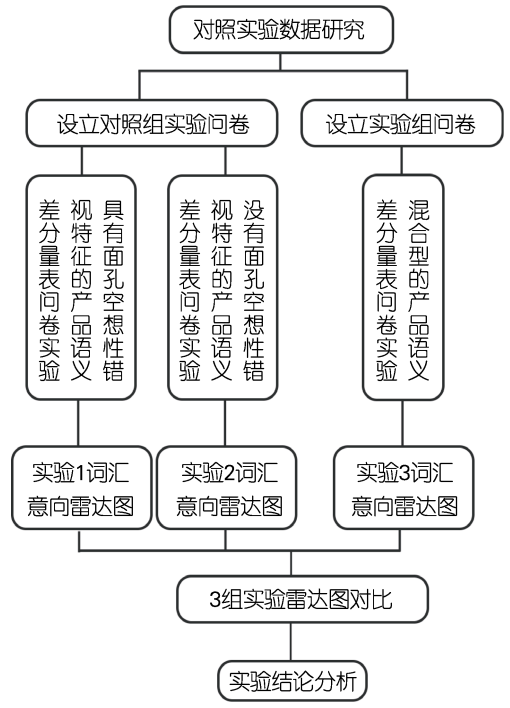


图 4 实验步骤
Fig.4 Experimental steps

3.1 实验被试

本次研究的实验对象是网络购物消费者群体,这类消费者群体因网络购物模式的兴起而出现,在年龄段、受教育程度和消费购物能力等方面差异较小,因此具有一定的代表性。所有实验被试者无眼部疾病,并且都有使用网络平台进行购物的经历。共招募 130 名实验被试对象。

本次研究分为三个实验组,在实验 1 中分配 30 名被试者;实验 2 中分配 30 名被试者;实验 3 中分配 70 名被试者。将《我国网络购物市场发展状况调查研究》中提供的数据作为参照,要求每组实验被试者中,男性占 52.6%,女性占 47.4%;其中 18 岁至 24 岁占 34.0%,25 岁至 30 岁占 25.4%,31 岁至 35 岁占 13.6%,36 岁至 40 岁占 8.9%,40 岁以上占 8.9%^[14]。

3.2 分别建立三组对照组实验问卷调查分析

设立对照组实验 1,将 8 张全部具有面孔空想性错视现象的产品照片样本结合 6 对正反义产品造型语义维度制成语义差分量表问卷。然后由随机选定的受测者分别对 8 张产品照片进行语汇评分,得到有效问卷 30 份,并收集数据结果计算语义差分量表平均数。

设立对照组实验 2,将 8 张全部没有面孔空想性错视现象的产品照片样本与 6 对正反义词汇制成语义差分量表问卷。然后由随机选定的受测者分别对 8 张照片进行语汇评分,得到有效问卷 30 份,并收集数据结果计算语义差分量表平均数。

设立实验组实验 3,测试被试者在观看众多的产品造型照片时,注意力是否会被具有面孔空想性错视现象吸引,大部被试者的审美偏好是否会倾向于具有面孔空想性错视特征的产品造型。在本次实验中,要求被试者对实验 1 和实验 2 中使用的 16 张产品造型照片进行语汇评分。

为使实验被试者的注意力不受产品造型出现前后次序的影响,对每位被试者观看的 16 张照片出场顺序都进行了随机排布。同时为排除被试者的主观审美偏好对实验结果产生的影响,本次实验邀请了 70 位不同性别和年龄段的被试者在被告知不考虑产品价格、功能,只关注产品造型美观度的情况下,从 16 张随机排布的产品造型照片中选择一个最喜欢的产品造型,并根据其选中的产品造型照片进行 6 组词汇语义差分量表评分。最后收集数据结果,计算出语义差分量表平均值,最大限度地消除个体审美偏好因素对实验结果的影响。

三组实验问卷调查的语义差分量表平均值如表 1 所示。

在以上三组实验问卷调查中,实验 1 收到有效调查问卷 30 份,将六组问卷结果分数导入 SPSS 软件

表 1 3 组实验语义差分量表平均分数
Tab.1 Average score of semantic difference subscale in three groups

题项	实验 1 平均值	实验 2 平均值	实验 3 平均值
庄重—有趣	3.74	1.69	3.69
硬朗—圆润	3.46	1.41	3.41
大气—精致	3.54	2.35	3.35
成熟—可爱	4.54	2.31	4.31
冷峻—温和	4.35	2.25	4.25
科技感—自然感	3.21	2.95	3.11

中进行分析^[15]。其中量表信度分析 Cronbach's Alpha 系数值为 0.756,说明本次问卷信度较好;在效度检验中,KMO 值大于 0.7,并且 P 值为 0。实验 2 收到有效调查问卷 30 份,Cronbach's Alpha 系数值为 0.78,说明本次问卷信度较好;在效度检验中,KMO 值大于 0.7,P 值为 0。实验 3 收到有效调查问卷 63 份,Cronbach's Alpha 系数值为 0.823,说明本次问卷信度较好;在效度检验中,KMO 值大于 0.7,并且 P 值为 0。三组实验数据具有统计学意义,如表 2 所示。

表 2 3 组实验数据效度分析
Tab.2 Validity analysis of three groups of experimental data

	实验 1	实验 2	实验 3
KMO 取样适切性量数	0.728	0.758	0.778
巴特利特球形检验	近似卡方 84.135	82.105	87.251
自由度	15	15	15
显著性	0.000	0.000	0.000

根据每组实验各自的量表平均分数,绘制产品造型语义意向雷达图,如图 5 所示。

观察实验 1 与实验 2 意向尺度雷达图,可以发现两组实验数据差异明显。在实验 1 有面孔空想性错视现象的产品照片组中,6 对正反义词组得分偏向于有趣、圆润、精致和轻巧、可爱、温和与自然感,有趣、可爱这两组词汇意向得分较高,自然感词汇意向得分较低。在实验 2 没有面孔空想性错视现象的产品照片组中,6 对正反义词组得分偏向于庄重、硬朗、大气、成熟、冷峻和科技感,并且庄重和大气这两组词汇意向得分较高,科技感词汇意向得分较低。由此可见,有无面孔空想性错视现象,对被试者观察产品造型时产生的审美语义有较大影响。

观察实验 3 意向尺度雷达图可以发现,对于随机组成的产品造型照片,被试者的词汇语义意向评分差异化较小,在第一组“庄重—有趣”词汇意向中,评分偏向于较有趣;在第二组“硬朗—圆润”词汇意向中,评分偏向于较圆润;在第三组“大气—精致”词汇意向中,评分偏向于较精致;在第四组“成熟—可

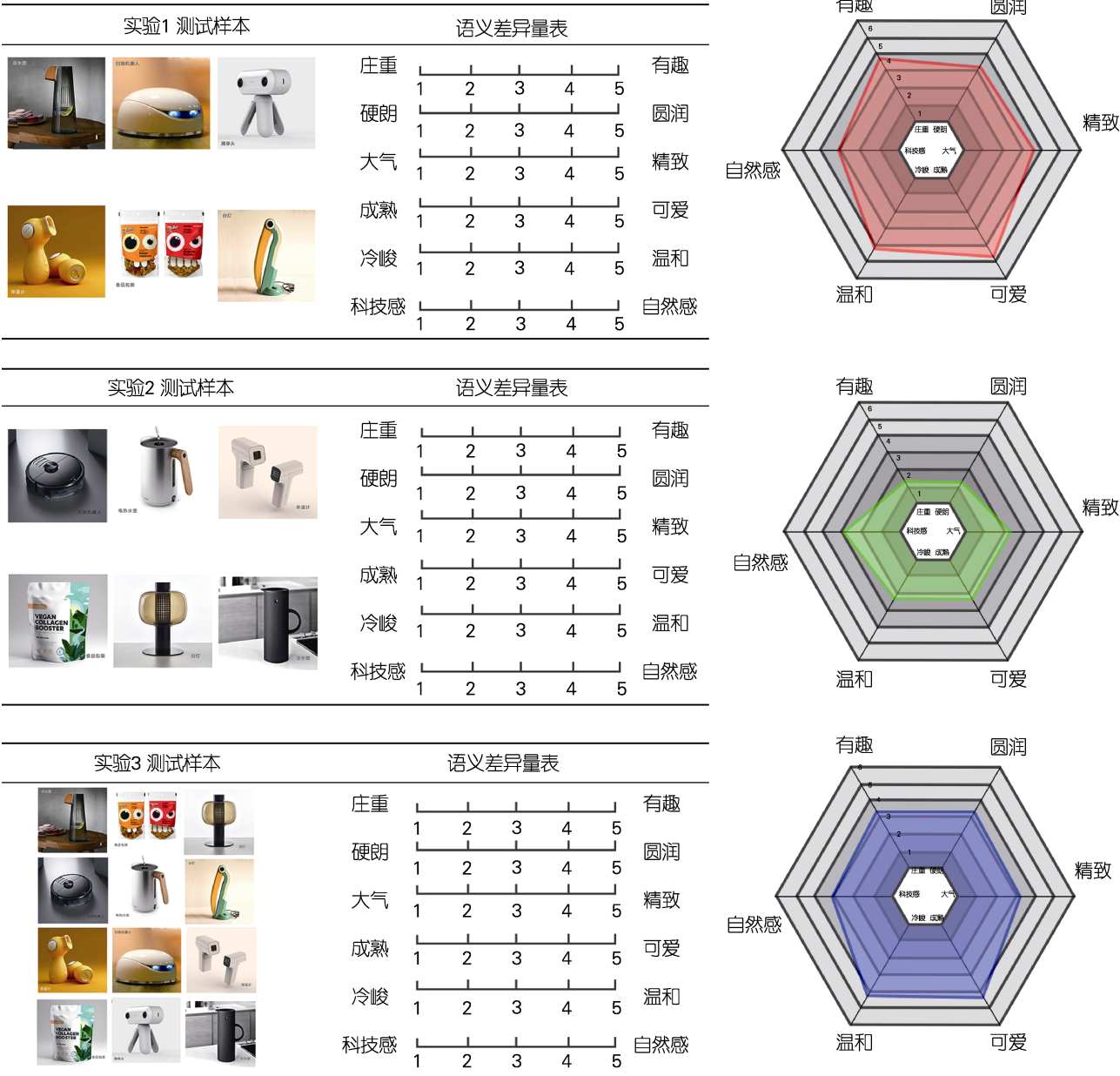


图 5 3 组实验的语义差分量表及词汇意向雷达图
Fig.5 Semantic difference subscale and the radar chart of lexical intention of the three groups of experiments

爱”词汇意向中,评分偏向于可爱;在第五组“冷峻—温和”词汇意向中,评分偏向于较温和;但在第六组“科技感—自然感”词汇意向中,评分居中且指向不明确。

3.3 三组实验问卷调查结果分析

通过将实验 1、实验 2、实验 3 的产品语义意向雷达图重叠在一起进行分析,可清晰地看出三组实验结果的差异,如图 6 所示。可以发现实验 1 的词汇意向雷达图与实验 3 的词汇意向雷达图较为相似;将全部三组实验的词汇意向雷达图共同对比后发现,第六组“科技感—自然感”词汇意向评分近似。由此可得出实验结论:有趣、圆润、精致、可爱与温和是具有面孔空想性错视现象的产品造型语义特征,“科技

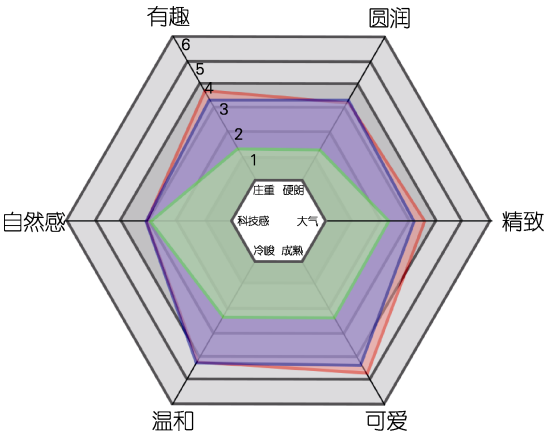


图 6 三组实验词汇意向雷达图对比
Fig.6 Comparison of three groups of experimental vocabulary intention radar chart

感—自然感”不是区分有无面孔空想性错视现象的主要指标；实验被试者倾向选择满意度较高的产品，在统计学上偏向具有面孔空想性错视现象的产品造型，说明具有面孔空想性错视现象对网购消费者在产品造型方面的满意度产生正向影响。

4 结语

面孔空想性错视是人类进化过程中神经机制的运行结果之一，是在造型特征、色彩特征、纹理特征和信息特征的融合下，共同形成的人脑视觉成像方式。设计师在产品设计中添加具有面孔特征的元素，可以缓解人机交互时的冷漠感和单调感，对提高产品功能指向性和趣味性有很大的作用。

为探求消费者对产品造型的审美满意度，以及审美满意度与面孔空想性错视现象之间是否具有一定的因果关系，本文借助网络爬虫程序、词频分析软件构建语义差分量表，并采用对照组实验的方式得出结论：有趣、圆润、精致、可爱与温和是具有面孔空想性错视现象的消费型电子产品造型的语义特征，“科技感—自然感”不是区分有无面孔空想性错视现象的主要语义指标；在实验中，被试者在统计学上偏向选择具有面孔空想性现象的产品造型，说明面孔空想性错视现象对网购消费者在消费型电子产品造型方面的满意度产生正向影响；运用面孔空想性错视现象，是提高网购消费者对消费型电子产品购买意愿的有效设计途径和方法。

在未来的研究中，可以将面孔空想性错视现象进行细分，注重对错视所产生的不同“面部表情”特征进行分析，如具象或抽象的面孔特征、开心或忧郁的面孔特征、有意识表达或无意识隐喻的面孔特征等。还可以将产品的不同类型进行细分，结合眼动仪记录消费者的注意力倾向，探究面孔空想性错视在其他类型的产品造型设计中所发挥的不同作用，进一步完善面孔空想性错视在产品设计中的运用机制。

参考文献：

- [1] 王昊. 面孔空想性错视的性别差异：自上而下加工视角[D]. 保定：河北大学，2019.
WANG Hao. Gender Differences in Face Pareidolia: Top-down Processing[D]. Baoding: Hebei University, 2019.
- [2] 焦璇，陈毅文. 解释心理起源的新理论范式——进化心理学[J]. 心理科学进展，2004，12(4): 622-628.
JIAO Xuan, CHEN Yi-wen. Evolutionary Psychology: A New Theoretical Paradigm to Explain Psychological Origin[J]. Advances in Psychological Science, 2004, 12(4): 622-628.
- [3] 王勇超. 恐惧面孔加工的脑机制——基于大脑结构和功能连接的研究[D]. 重庆：西南大学，2017.
WANG Yong-chao. Brain Mechanism of Fearful Face Processing —A Study Based on Brain Structure and Functional Connectivity[D]. Chongqing: Southwest University, 2017.
- [4] 王昊，杨志刚. 面孔空想性错视及其神经机制[J]. 心理科学进展，2018，26(11): 1952-1960.
WANG Hao, YANG Zhi-gang. Face Pareidolia and Its Neural Mechanism[J]. Advances in Psychological Science, 2018, 26(11): 1952-1960.
- [5] 杜兴，张荣庆. 基于色彩和纹理特征融合的模糊人脸识别方法(英文)[J]. 红外与激光工程，2014(12): 4192-4197.
DU Xing, ZHANG Rong-qing. Fusing Color and Texture Features for Blurred Face Recognition[J]. Infrared and Laser Engineering, 2014(12): 4192-4197.
- [6] 雷洋洋. 空想性错视与人格特质的研究及应用[D]. 曲阜：曲阜师范大学，2018.
LEI Yang-yang. Research and Application of Utopia and Personality Traits[D]. Qufu: Qufu Normal University, 2018.
- [7] 宋文博. 基于形状文法的红旗 H7 汽车前脸设计[D]. 秦皇岛：燕山大学，2019.
SONG Wen-bo. Front Face Design of Hong Qi H7 Automobile Based on Shape Grammar[D]. Qinhuangdao: Yanshan University, 2019.
- [8] 于帆. 仿生设计的理念与趋势[J]. 装饰，2013(4): 25-27.
YU Fan. Bionic Design's Philosophy and Trend[J]. Art & Design, 2013(4): 25-27.
- [9] 王晓端. 互联网舆情信息挖掘技术的研究与实现[D]. 天津：河北工业大学，2012.
WANG Xiao-duan. Research and Implementation of Internet Public Opinion Information Mining Technology[D]. Tianjin: Hebei University of Technology, 2012.
- [10] 谭浩，孙家豪. 基于语义分析下汽车无人驾驶和自动驾驶用户体验研究[J]. 包装工程，2016，37(14): 58-62.
TAN Hao, SUN Jia-hao. Different UX between Automatic Cars and Driverless Cars[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(14): 58-62.
- [11] 费洪晓，康松林，朱小娟，谢文彪. 基于词频统计的中文分词的研究[J]. 计算机工程与应用，2005，41(7): 67-68, 100.
FEI Hong-xiao, KANG Song-lin, ZHU Xiao-juan, et al. Chinese Word Segmentation Research Based on Statistic the Frequency of the Word[J]. Computer Engineering and Applications, 2005, 41(7): 67-68, 100.
- [12] 杜鹤民. 基于产品语义的形态仿生设计方法研究[J]. 包装工程，2015，36(10): 60-63.
DU He-min. The Form Bionic Design Based on the Product Semantics[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(10): 60-63.

(下转第 326 页)