

基于眼动追踪的座椅造型用户认知差异研究

林鹭, 熊艳, 李勤政, 杨丹凤
(四川大学, 成都 610065)

摘要: **目的** 针对设计过程中存在潜在的设计意图与用户实际感知不一致的问题, 依据较为客观量化的实验结果, 以设计者风格意图为基准, 研究了不同背景被试者对产品的感知差异。**方法** 采用语义差异法、眼动追踪技术和回顾性访谈, 以家具座椅为实验样本, 对42名被试者进行产品的语义匹配度实验。记录和分析被试者对产品特征的感知及意象决策过程的相关数据, 对比不同背景用户的意象感知引起不同关注模式。**结果** 一般来说, 工业设计背景被试者对产品语义感知拥有更高的匹配度; 当工业设计背景被试者相比于非工业设计背景被试者的语义匹配度低时, 形态特征注视点具有差异; 不同背景的被试者对于座椅形态在椅背和椅面均表现有更高的关注度。**结论** 结果表明用户对产品特征的关注与意象感知相关, 利用眼动技术能够较为客观地描述它们的关系。研究关于理解不同背景用户之间对产品的语义感知差异, 辅助设计者有针对性操作设计特征, 进行创新设计提供了一定支持。

关键词: 眼动追踪技术; 用户感知; 语义匹配; 产品特征

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)10-0136-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.10.016

Users' Cognitive Differences of Seat Modeling based on Eye Movement Tracking

Forest Heron Sichuan University

LIN Lu, XIONG Yan, LI Qin-zheng, YANG Dan-feng
(Sichuan University, Chengdu, 610065, China)

ABSTRACT: In view of the inconsistency between the potential design intent and actual user perception in the design process, based on the objective and quantified experimental results, the paper aims to study the perception differences of the products from the participants with different backgrounds according to the designer's intent. Based on Semantic differential-SD experiment, eye tracking technology and retrospective interviews, using the chairs as experimental samples, 42 participants were conducted product semantics matching experiment. The data about participants' perception of product features and the image decision-making process were recorded and analyzed to compare different attention patterns. Generally speaking, the participants with industrial design backgrounds have the higher matching degree to product semantic perception. When the semantic matching degree between different backgrounds, the gaze points of design features are different. And all participants with different backgrounds pay more attention on the back and surface of the chair. The results show that user's attention to product features is related to the perception of the generated imagery, and the relationship can be described objectively with eye tracking technology. It will help to understand the perception differences between users with different backgrounds, and support designers to operate design features in a targeted way in the innovative design.

KEY WORDS: eye tracking technology; user perception; semantic matching; product features

随着市场从增长型向成熟型转变, 技术逐渐失去其差异化的潜力。产品价值创造的过程从以技术为中

心的设计向以人为中心的设计转变^[1], 以人为本的设计注重用户的感知体验(情感、期望和感受), 认为

收稿日期: 2022-01-05

基金项目: 四川省科技计划重点研发项目(2018GZ0297)

作者简介: 林鹭(1996—), 女, 硕士生, 主攻工业设计。

用户在创造有价值的元素中起着积极作用。在设计传播的符号学中,设计者和用户被认为参与了语意决策 (Meaning-Making)。设计者将产品特征附加于设计表达上,形成设计意图再表现于产品上,而用户以其心理模型为基础,通过感知和经验(或用户知识)了解其意义 (Meaning),形成对产品的解释。期间的信息传递都可能存在模棱两可的解释空间,由此可能产生设计的预期意图再和顾客感知之间的不匹配。已有相关研究偏重对设计意图及用户感知的理论探讨及定性研究,采用客观技术手段进行的实证研究相对较少。随着认知神经科学技术的发展,眼动技术提供了必要的技术手段追踪用户与产品交互时的感知关注点。文中在语意差异实验的基础上,借助眼动技术观察不同背景被试者在感知不同语意样本的注视活动。研究有助于理解不同背景用户之间对产品的语义感知差异,使设计者有针对性地操作设计特征,产生创新产品。

1 背景

产品借助语义来传达信息,通过产品形态上的暗喻、类推、明喻等方式来建立产品与环境之间的视觉联系,以此表明产品语义认知的本质。认知科学的研究表明在语义和视觉特征间存在强联系^[2]。设计者为设计构思出预期的意义,通过物化(或数字化)来阐释这些意义,使之成为设计成果的规范。用户结合认知情境,进行解码,理解产品意义。产品特征在感知设计对象及其市场成功方面起着至关重要的作用,对产品特征的操纵是设计师传达信息和激发用户情感反应的重要方式^[3]。产品在设计者和用户间的互动可以类比为表达意义和传递信息的过程,但存在信息传递上的失真等问题,已有国内外学者进行了相关研究。如 Hsu 等^[3]探讨了被试者对电话样本的评价与形态设计要素之间的关系,结果显示不同设计者和使用者对同一真实物体的感知和对同一意象-文字的诠释之间存在着差异。Gonzalez 等^[4]定义了理论框架来调查预期价值与客户感知价值之间的差距,并对设计者和用户的语义描述进行了实证研究。Ahmed 等^[5]通过语义差异法 (Semantic Difference, SD) 确定了原有设计意图和实际用户体验不匹配的存在。Khalaj 等^[6]认为这种不匹配(或差距)揭示了目标用户无法定位或识别设计师为他们设计的产品含义,暴露出以产品语义为中心的产品沟通过程的失败。上述研究偏重对设计意图及用户感知的理论探讨及定性研究,采用客观技术手段进行的实证研究相对较少。

随着认知神经科学技术方法的广泛应用,一些客观有效的方法也随之应用于这个领域,如唐帮备^[7]结合用户心理/情绪/脑电愉悦联合测试,提出了产品创新设计用户需求信息传递失真的修正方法等。其中借助眼动追踪技术进行的研究也扩展认知心理学、用户

体验研究、广告学、可用性测试等方面。如 PENG 等^[8]采用眼动测试技术对工业设计方案进行测试。Sun 等^[9]通过眼动数据结合被试者回顾性思考对比了刺激材料呈现对绘制草图过程的影响。Reid 等^[10]采用眼动追踪和成对比较来探索用户对产品设计表达的影响。Thibaut 等^[11]采用眼动追踪技术对比分析了儿童与成年人在类比推理过程中不同的视觉搜索策略与内在加工过程。Slanzi 等^[12]基于瞳孔放大和脑电等生理分析数据,提出了一种分析网站用户行为和偏好的方法等。眼动追踪技术提供的眼动数据包括注视时间、注视次数、扫描路径和热点图等。注视与视觉注意有关,视觉注意决定着在后续感知和行动中被选择的信息是什么^[13],注视反映了人们的兴趣点所在,以及努力去感知的信息,可以起到引导思想、激发解决方案的作用^[14]。注视时间与认知活动相关,当人们产生感知行为时,注视时间增加^[15]。注视点是由于人们为了专注于某一区域而停止眼球运动而产生的,通常被作为外部记忆空间,以减少人对工作记忆的需求^[16]。上述研究通过眼动追踪技术记录用户或设计者的注视行为来分析设计推理^[17]、设计创意和产品设计表达及用户偏好等。可以看出,眼动技术提供了用户在感知产品时对物理特征的注意模式,从而也提供一种技术手段将用户感知与产品特征关注点联系起来的手段,帮助设计者确定视觉设计效应的起源,并采取合适的行动。因此,此研究采用眼动追踪技术和语义差异实验相结合的方式,将被试者根据背景分为两类(工业设计背景及非工业设计背景),选择意象风格不同的 8 款有代表性的座椅作为研究对象,观察被试者对样本进行意象感知行为,了解用户感知产品时,对相关设计特征的认知反应,以较为量化及客观的方式探讨用户对被研究产品特征的关注模式,试图以设计者意图为基准,讨论不同背景用户对产品特征感知的差距,由此辅助理解语义感知差异,使设计者更好地针对性操作设计特征,有效匹配用户意象感知偏好,推动有效产品创新。

2 实验设计

国内家具同质化低端市场竞争严重,高端市场一直被国际品牌占领,座椅作为现代人都会接触并频繁使用的家具,其基本功能已经明确,要想在市场上脱颖而出^[18],其本质是用户感知,引起用户感知的主要是座椅的外部形态及特征。为了探寻设计师和用户对于座椅形态的认知差异,选取了市场上的休闲座椅进行实验,实验任务是,不同背景的被试者观察座椅样本,结合所提供的产品语义,为所展示的座椅进行语义打分。

实验数据包括 2 个部分,被试者根据样本图片上的语义差异选择适合的等级,采用语义差异法,引入一系列成对的形容词表达用户对某种产品的感知,使

模糊语言信息数值化,以便进行定量评价^[9];采用眼动追踪技术,记录被试者在观察样本时的眼动数据,包括注视时间,注视点及注视轨迹等。

2.1 实验仪器

采用 SMI iView X™ RED500 遥测眼动追踪装置,系统空间分辨率为 0.005,采样频率 500 HZ。使用 Experiment 3.5 和 BeGaze 3.5 进行实验和数据分析。被试者和实验者采用隔断分隔,避免干扰被试者实验,要求被试者与屏幕之间的距离大约是 60 cm,在实验过程中尽量保持身体不动。在正式的实验之前进行眼球追踪校正,以确保实验过程中能准确追踪眼睛的位置。实验开始后,被试者根据屏幕上出现的要求进行实验,见图 1。



图 1 实验场景
Fig.1 Experiment scene

2.2 实验材料准备

由 3 名有经验的工业设计师对购物平台的 60 款座椅进行选择,根据造型特征和设计要素及用户评价等因素提取出 8 款休闲座椅作为最终实验样本,选取主视图和前 45°侧视图展示实物图片作为样本图片,为了避免背景对实验的干扰,图片均采用 Photoshop 去除背景,样本图片见表 1。从相关的网站、论坛、杂志和文献中,广泛搜集关于上述 8 款休闲座椅的描述性语句,包括官方网站对其的定位,设计师对其的解释,用户对其的评价等,从中提炼出对该产品的描述性形容词。设计师对样本 6 描述:“用一体式扶手管和椅腿勾勒轻盈轮廓,劲健挺拔的锥形细腿仿生螳螂前足内收曲线,赋予座椅自然灵动的视觉冲击力和空间张力”。提炼出该样本的描述性形容词“灵动的”。经过对形容词的语义分析,删除了意义重复或相近,含义模糊,描述距离较远的形容词,初步筛选出 40 个形容词词汇。组成专家小组,筛选出最能描述上述 8 个座椅样本的词汇。通过词汇表与相关论文中对座椅风格语义词汇的查询,筛选出设计师风格语义词汇(相反极语义词汇),最终得到每个样本 3 组形容词对,共 24 个词汇对,具体样本词汇对见表 2。对语义匹配度进行评分(-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3),认为+3 为跟原设计师完全匹配,+2 为跟设计师较高匹配,+1 为跟原设计师低匹配,即认为>0 为跟设计师具有匹配度。采用图片和反义词词汇对结合进行语义差异法眼动实验的图片素材,制作词汇对的±3 量表,每个词汇对制作 1 张图片。

表 1 实验样本
Tab.1 Sample picture

样本	样本 1	样本 2	样本 3	样本 4	样本 5	样本 6	样本 7	样本 8
主视图								
语义词汇	通俗—典雅 尖锐—圆润 复杂—简洁	不安的—安全感 小巧—大气 简素—优美	随性—庄重 激情—宁静 粗犷—精致	复杂—简洁 粗犷—精致 硬朗—温润	传统—时尚 普通—高贵 复杂—简洁	机械—灵动 复杂—简洁 朴素—优雅	普通—高贵 复杂—简洁 质朴—轻奢	小巧—大气 复杂—简洁 简朴—高雅

2.3 实验设置

此次实验采用眼动追踪技术在实验室进行,共有 45 位被试者参加实验,被试者均者为四川大学在校研究生,包括 19 位工业设计背景研究生和 23 位非工业设计背景研究生,年龄分布 22~28 岁,其中女性 20 人,男性 22 人。平均年龄 24.3 岁(标准差 SD=1.48)。被试者的色觉,视力或矫正视力正常,符合眼动实验要求,且均是自愿进行实验。实验共采集了 45 个实验数据,剔除由于追踪比率较低的 3 个实验数据,对

剩下的 42 个实验数据进行分析。

实验开始前准备好实验仪器,邀请被试者进入实验室进行实验,为被试者详细解释实验的具体步骤和实验任务。首先进行眼动追踪校准,被试者坐在距离显示屏约 60 cm 处,为精确跟踪眼睛位置,一般会进行 2~4 次校准直至偏差 X, Y 均小于 1.0,随后,进行正式实验。被试者被要求尽量保持头部不移动的情况下,根据实验样本图片,选取最符合的语义评分,通过口语报告,实验者进行记录。整个实验共 24 张实验样本图片,每张实验样本图片展示时间为

35 s, 如果被试者在有效时间内已经做出判断, 即跳转到下一个样本图片。为了避免视觉疲惫, 图片采

用随机顺序出现。实验完成后, 对被试者进行回顾性访谈。

表 2 不同背景被试者对样本语义感知均值及显著度
Tab.2 Means and significance of sample semantic perception by participants from different backgrounds

样本	语义词汇		平均值	标准偏差	F	P
样本 1	通俗—典雅	工业设计背景	1.26	1.195	2.251	0.115
		非工业设计背景	0.74	0.915		
	尖锐—圆润	工业设计背景	0.05	1.649	0.965	0.942
		非工业设计背景	0.09	1.411		
样本 2	复杂—简洁	工业设计背景	0.79	1.751	1.206	0.578
		非工业设计背景	0.52	1.344		
	不安的一安全感	工业设计背景	0.79	1.813	0.476	0.100
		非工业设计背景	-0.17	1.875		
样本 3	小巧—大气	工业设计背景	0.47	1.307	0.278	0.055
		非工业设计背景	-0.35	1.369		
	简素—优美	工业设计背景	0.32	2.056	17.944	0.561
		非工业设计背景	0.00	1.195		
样本 4	随性—庄重	工业设计背景	0.53	1.744	0.365	0.091
		非工业设计背景	-0.35	1.526		
	激情—宁静	工业设计背景	2.00	0.882	0.052	0.238
		非工业设计背景	1.70	0.765		
样本 5	粗犷—精致	工业设计背景	1.16	1.259	0.108	0.256
		非工业设计背景	0.74	1.096		
	复杂—简洁	工业设计背景	1.68	1.003	1.690	0.584
		非工业设计背景	1.48	1.344		
样本 6	粗犷—精致	工业设计背景	1.05	1.129	1.687	0.548
		非工业设计背景	0.83	1.267		
	硬朗—温润	工业设计背景	-0.05	1.957	6.222	0.882
		非工业设计背景	-0.13	1.254		
样本 7	传统—时尚	工业设计背景	1.16	1.425	0.217	0.284
		非工业设计背景	0.70	1.329		
	普通—高贵	工业设计背景	0.53	1.577	0.075	0.041
		非工业设计背景	-0.43	1.376		
样本 8	复杂—简洁	工业设计背景	1.84	0.834	0.001	0.787
		非工业设计背景	1.91	0.848		
	机械—灵动	工业设计背景	0.11	1.696	2.265	0.119
		非工业设计背景	0.83	1.230		
样本 9	复杂—简洁	工业设计背景	1.32	1.600	5.615	0.592
		非工业设计背景	1.09	0.996		
	朴素—优雅	工业设计背景	1.05	1.715	0.122	0.087
		非工业设计背景	0.17	1.527		
样本 10	普通—高贵	工业设计背景	-0.05	1.957	4.529	0.337
		非工业设计背景	-0.57	1.308		
	复杂—简洁	工业设计背景	2.11	0.875	0.390	0.079
		非工业设计背景	1.57	1.037		
样本 11	质朴—轻奢	工业设计背景	0.47	1.837	0.218	0.109
		非工业设计背景	-0.39	1.588		
	小巧—大气	工业设计背景	1.42	1.017	2.213	0.239
		非工业设计背景	1.09	0.793		
样本 12	复杂—简洁	工业设计背景	0.05	1.715	6.321	0.060
		非工业设计背景	-0.87	1.254		
样本 13	简朴—高雅	工业设计背景	0.79	1.398	0.839	0.592
		非工业设计背景	1.00	1.128		

3 实验数据结果及讨论

3.1 语义感知评价均值

从不同背景被试者对样本语义感知的均值来看(见表2),对大多数的样本语义感知词汇而言,工业设计背景被试者的语义感知均值高于非工业设计背景被试者,工业设计背景被试者是受过良好教育的特殊消费者,对设计师的意图非常敏感^[20],此处实验表现在产品语义意图认知中具有更高的匹配度。仅在样本1(尖锐—圆润),样本5(复杂—简洁)、样本6(机械—灵动),以及样本8(简朴—高雅)语义感知词汇中,非工业设计背景被试者与设计师有更高的匹配度。工业设计背景被试者的均值基本上为 >0 的值,表明他们与设计师有正向认知,能较好地感知设计师的产品语义意图。

对产品语义感知均值不同背景被试者的语义感知评分进行独立样本 T 检验,在样本5普通—高贵的语义词汇中,不同背景被试者的均值评分(工业设计背景被试者0.53,非工业设计背景被试者-0.43)具有显著性差异($P=0.041<0.05$)。

3.2 眼动数据分析

视线在注视点之间极快的运动被称为扫视^[21],扫描路径逐点连续显示注视点位置及各注视点的注视时间等信息,展示了被试者的实时眼球运动轨迹。首次注视时间是指在一个兴趣区内的第1次注视时间,整个任务中眼跳的总时间被称为眼跳时间,时间研究展示被试者的认知活动。注视数目是指在一个兴趣区域内的注视总次数^[22]。

3.2.1 注视时间

将所有被试者对样本的平均注视时间和眼跳数据进行分析。工业设计背景被试者对所有实验图片进行语义感知的注视时间均值为5532.2ms,眼跳时间均值为51.44ms。非工业设计背景被试者注视时间均值为5372.71ms,眼跳时间均值为53.19ms,两类被试者的平均注视时间和眼跳数据并无明显差异。

3.2.2 兴趣区域

兴趣区域(Areas of Interest, AOI)是研究者基于研究目的,在分析软件中人为划分的区域,是采集眼动数据的基本单元。

根据座椅的功能,通过BeGaze分析软件,将实验中样本图片划分成10个兴趣区域,包括主视图和前45°视图的椅背、椅面、左右扶手及椅腿等。见图2(以样本3为例)兴趣区域划分。所有的样本根据这个原则划分兴趣区,导出眼动实验数据进行分析,被试者对所有样本的各兴趣区域的平均注视时间见图3。

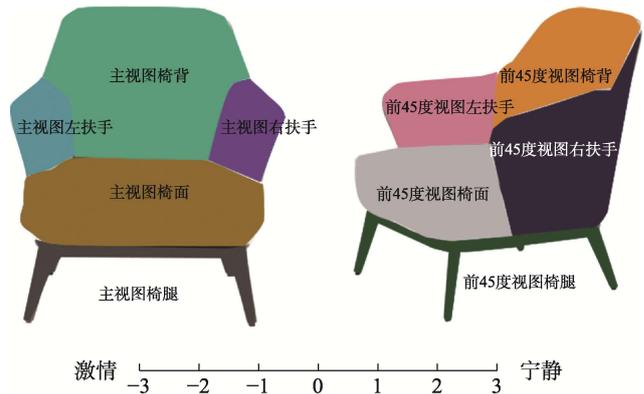


图2 兴趣区域划分
Fig.2 Division of Interest Area

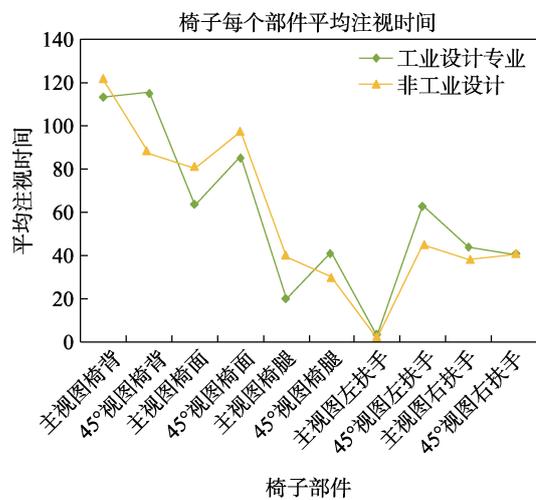


图3 兴趣区域平均注视时间
Fig.3 Average view of the region of interest

数据分析表明,工业设计背景被试者和非工业设计背景被试者关注点更多集中在2个视图的椅背与椅面上,在主视图椅背上的注视时间分别为121.381ms和112.755ms,椅面分别为96.935ms和85.596ms,一方面是由于椅背和椅面是座椅上主要承载功能和造型的主要部分,另一方面是由于椅背处于整个展示图片的上方,其所占面积较大,且处于视线左上方和右上方。工业设计背景被试者在45°侧视图的椅背拥有更高的注视时间为115.508ms,非工业设计背景被试者为86.865ms;而非工业设计背景被试者在主视图椅腿具有更高注视时间为38.542ms,工业设计背景被试者为19.437ms。

对两组背景被试者兴趣区域的平均注视时间、首次注视时间和注视数目进行独立样本 T 检验,见表3。

兴趣区域显著性分析表明,两组被试者在45°侧视图的椅背和主视图椅腿的平均注视时间上具有显著性差异(椅背 $P=0.029<0.05$,椅腿 $P=0.046<0.05$)($P<0.05$ 是统计学概念,表示显著性差异);在45°侧视图左扶手上的平均注视时间尽管没有显著差异,但工业设计背景被试者明显高于非工业设计背景被

表 3 兴趣区域显著性分析
Tab.3 Significance analysis of regions of interest

注视时间	显著性	主视图					45°侧视图				
		椅背	椅面	椅腿	左扶手	右扶手	椅背	椅面	椅腿	左扶手	右扶手
平均注视时间	<i>F</i>	1.527	0.705	12.732	7.346	1.358	6.200	0.508	4.110	2.011	0.001
	<i>P</i>	0.513	0.209	0.046	0.212	0.636	0.029	0.508	0.222	0.182	0.999
第一次注视时间	<i>F</i>	2.648	9.244	5.369	0.000	1.917	1.017	17.901	0.419	5.645	3.522
	<i>P</i>	0.500	0.276	0.296	1.000	0.324	0.670	0.409	0.764	0.092	0.212
注视数目	<i>F</i>	3.019	0.885	2.178	2.949	19.084	1.497	10.551	17.859	5.104	0.076
	<i>P</i>	0.196	0.251	0.454	0.393	0.021	0.480	0.002	0.005	0.117	0.844

试者注视时间, 其值分别为 40.763 ms 和 29.204 ms。两组被试者在第一次注视时间并无显著性差异; 在注视数目上, 两组被试者在 45°侧视图椅面存在显著差异 ($P=0.002<0.05$)。

3.2.3 热点图分析

在热点图中, 以暖色度颜色来显示注视点的时间和位置的动态变化, 颜色越接近红色, 表明注视该区域的时间越长。

根据 3.1 节中两组被试者对 8 个样本的语义感知评价均值, 工业设计背景被试者的语义感知均值在大多数情况下高于非工业设计背景被试者。以 2 类被试者在样本 2 对语义感知词 (简素—优美) 评价时的眼动数据为例, 进行热点图分析。两类被试者的语义评价均值分别是, 工业设计背景被试者为 0.32, 非工业设计背景被试者为 0。选取典型被试者的眼动热点图, 见图 4。

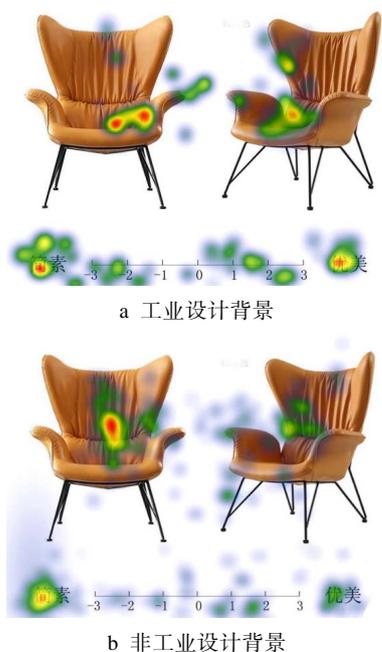


图 4 简素—优美眼动热点图
Fig.4 The heat map of "simple-beautiful"

可以看出工业设计背景被试者在对产品的观察中更具有目的性, 观察主要集中座椅的椅背和椅面部

位, 主要从座椅上的向前的椅背处和椅面处进行观察。由于此款座椅主要材质为皮质, 造型上有皱褶, 非工业设计背景被试者的产品语义分析中容易被皱褶部分干扰, 从而容易忽略整体造型, 眼动扫视的范围分布广泛不集中, 在主侧视图中间隙处有较多的停留, 具有一定的盲目性。两组被试者都对语义感知量表处投入了较多的注意。

尽管两组被试者对 8 个样本的语义感知评价均值均存在差异, 但仅有样本 5 的语义感知词 (普通—高贵) 存在有显著性差异 ($F=0.075, P=0.041<0.05$), (分别是工业设计背景被试者 0.53, 非工业设计背景被试者 -0.43)。选取典型的被试者热点图 (见图 5) 进行分析, 两类被试者的关注点有较为明显的区别。由于此款座椅表面采用光滑的皮革材料, 工业设计背景被试者关注了椅背中间皮革交接的线, 椅背的右侧边缘 2 种材料交接处和椅面下方与椅腿的连接处。对非工业设计背景被试者而言, 主要关注了 45°侧视图的椅面上, 不能很好地捕捉这款座椅的设计细节, 导

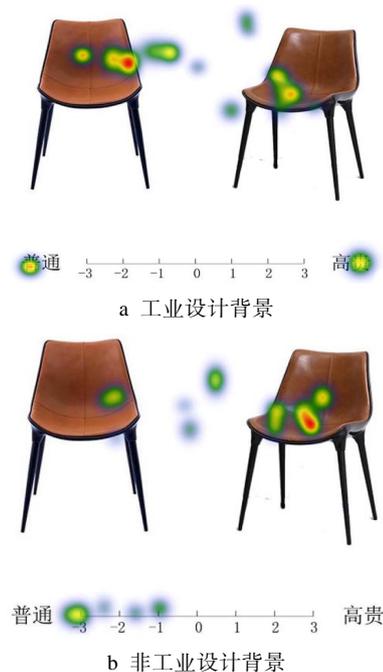


图 5 普通—高贵眼动热点图
Fig.5 The heat map of "common-noble"

致对语义感知的匹配度呈现负数。

此实验两组被试者对 8 个样本中 4 对语义感知词：尖锐—圆润，复杂—简洁，机械—灵动，简朴—高雅的评价均值，存在工业设计背景被试者的评价均值更低的情况，试图从眼动热点数据中寻找其原因，分析如下。

1) 两组被试者对样本 1 的语义感知词“尖锐—圆润”的评分均值分别是工业设计背景被试者 0.05，非工业设计背景被试者-0.09。选取典型热点图，见图 6。工业设计背景被试者对于这组语义词汇在 45°视角扶手转角处有大量的关注图 6a 样本中扶手的转角呈现直角状态，可能造成工业设计背景被试者偏向于选择“尖锐”的感知；非工业设计背景被试者在主视图和 45°侧视图关注在椅背上，椅背主要结构线条圆润饱满，可以看出他们的关注点主要在产品使用的舒适度上，对于扶手转角处关注较少，在一定程度上均衡了椅背的圆润语义。

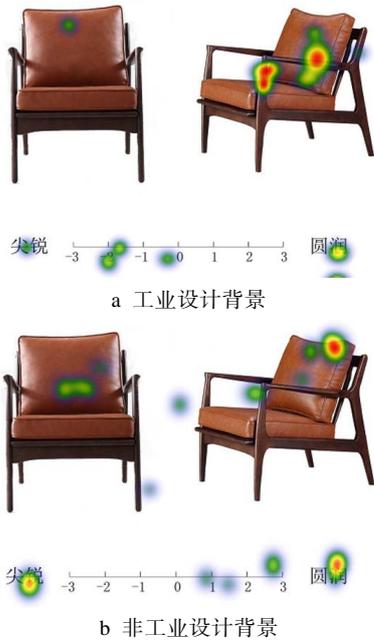


图 6 “尖锐—圆润”语义感知评价热点图
Fig.6 The heat map of "sharp-round" semantic perception evaluation

2) 两组被试者对样本 5 的“复杂—简洁”语义感知评分均值分别为 1.84 和 1.91，其均值差异并不明显。选取典型热点图（见图 7），可以看出两组被试者的关注点集中在椅面和椅背的曲面造型上，但存在如下区别：工业设计背景被试者在侧视图的椅面的棱角和椅背的棱角的倒圆角处较为关注，表现了对造型及制造细节有较多的关注，而非工业设计背景被试者对产品特征细节之处并不敏感，由此均衡了不同背景被试者对“复杂—简洁”语义词汇的语义认知。

3) 两组被试者对样本 6 “机械—灵动”语义评分均值分别为 0.11 和 0.83，对其典型热点图（见图 8）进行分析：工业设计背景被试者对主视图的观察主要

集中在椅背上，45°视角的关注在椅面的前面转角和扶手的转角处，根据对其的回顾性访谈分析，造成评分比非工业设计背景被试者更加偏向“机械”语义感知词，是由于扶手和椅腿采用金属材料，整个造型线条呈现直线状，能够给人机械的感觉。从对样本 6 的眼动热点图的对比可以看出，其主要区别之一在 45°侧视图的椅背曲面轮廓上，非工业设计被试者更为关注 45°视图中的曲面轮廓。早期实验主义者的发现，

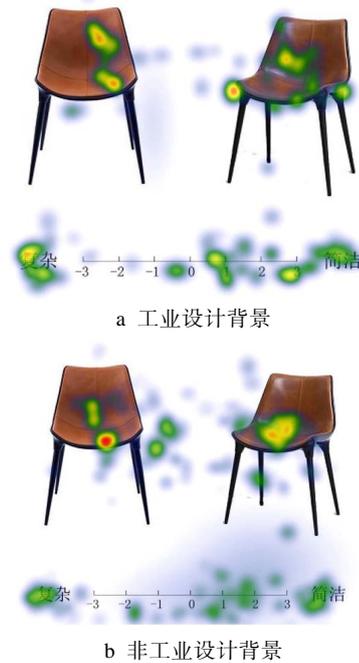


图 7 “复杂—简洁”语义感知评价热点图
Fig.7 The heat map of "complex-succinct" semantic perception evaluation

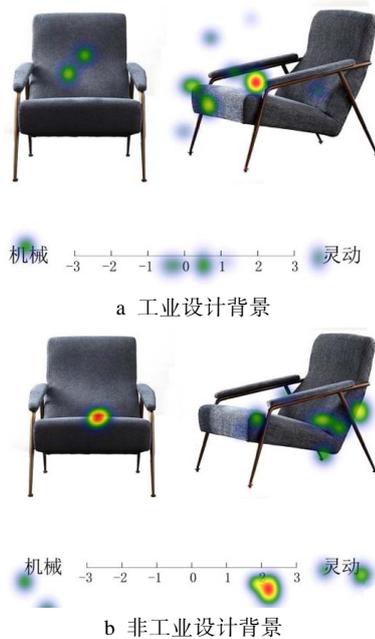


图 8 “机械—灵动”语义感知评价热点图
Fig.8 The heat map of "mechanical-smart" semantic perception evaluation

人们似乎将曲线轮廓与积极愉快的情绪联系起来^[23], 其关注点主要在曲面外轮廓上时, 会从造型上捕捉到灵动的语义。

4) 两组被试者对样本 8 的“简朴—高雅”的语义感知评价均值差距较小, 分别是 0.79 和 1.00。从它们的典型热点图(见图 9)看出他们具有相类似的模式。但在 45°视图中, 工业设计背景被试者在扶手前端小尖角处表现出更大的兴趣, 其他样本具有类似语义感知评价均值时, 不同背景被试者在关注的特征上有一些细微的差别, 但整体热点图的注视模式也是类似的。

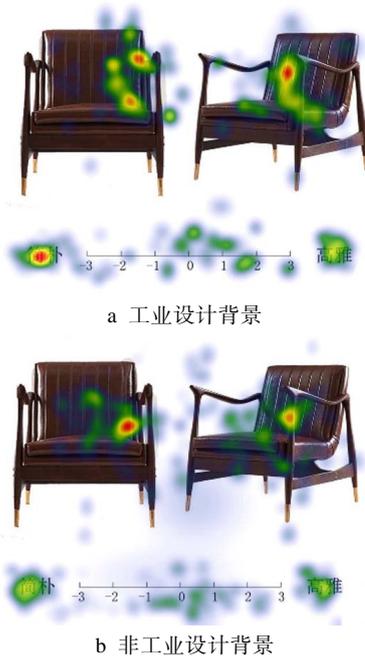


图 9 “简朴—高雅”语义感知评价热点图
Fig.9 The heat map of "simple-elegant" semantic perception evaluation

文中通过不同背景被试者对同一产品的视觉特征感知进行眼动实验, 对产品的语义匹配度、眼动热点图、注视时间等数据进行整理和分析。研究表明, 具有工业设计背景被试者能够更好地识别产品语义意图。验证了威尔逊提出的设计师(无论是受过培训还是已毕业)接受过视觉艺术训练, 对产品的视觉质量要比外行人更为敏感^[24]。Andrei 等的研究也认为工业设计背景者是受过良好教育的特殊消费者, 对设计师的意图非常敏感^[25], 因此他们对视觉产品语义词汇的亲合力更高。工业设计背景者能够发现非工业设计背景者所不敏感的各种特征和组织结构性, 较少受到作品表面特征的影响, 而对构图和历史特征更敏感^[26], 倾向于观察事物的特征比如线条、形状、纹理等, 并从中获得更多的审美感受。眼动跟踪数据揭示了参与者和产品之间先前隐藏的共性, 预测被试者(用户)对产品的理解和偏好, 以便更好地为产品设计过程提供信息, 如马丽莎等^[27]基于眼动实验对汽车造型特征

线进行提取, 用以验证汽车造型特征线产生的语义是否符合用户的隐性意图。

在文中的研究中, 尽管在大多数情况下, 工业设计背景被试者对产品语义词汇具有更为正向的感知语义评分, 从眼动模式上来看, 他们也具有较为一致的关注模式。同时, 尽管产品是作为一个整体来体验^[28], 但所有的产品特性都有助于用户对产品的整体感知。具有工业设计背景被试者在座椅的 45°视角的椅背、主视图的椅腿和 45°视角的扶手上花费更多的时间。在少数情况下, 两组不同背景被试者感知差异反映了他们对产品造型不同部件具有不同的关注度。在显著有设计感的情况下, 消费者对“设计”特征的意识会增强他们的审美评价^[25]。如样本 6 在扶手和椅腿部分采用了金属材料, 其他结构部件使用织物材料, 两种背景被试者在语义上呈现显著性差异。

4 结语

基于产品图片的语义意图, 结合眼动技术与语义差异实验, 对不同背景用户的感知差异进行分析和讨论。结果表明: 工业设计背景被试者对产品的语义词汇具有更高亲和力, 表现为他们具有更正向的感知语义评分, 对产品语义的感知拥有更高的匹配度; 对非工业设计背景被试者语义意图匹配度高于工业设计背景被试者的产品注视热区图进行分析发现, 用户对产品特征关注与产生的意象感知相关, 形状特征与用户意象感知之间的联系也不尽相同; 不同背景的被试者都对椅背和椅面有更高的兴趣, 说明这 2 个部件对用户意向感知具有较大影响。研究有助于设计者根据用户的感知与兴趣区域的特征的相关性, 有针对性地进行创新设计。

文中仅选取了 8 个座椅的样本进行了实验和讨论, 研究的样本量相对较小, 在一定程度上有助于量化联系产品特征和用户感知, 确定不同背景被试的感知差异, 但很难从这样的研究中得出可推广的结论。未来的研究需要更大的样本量和多样的产品种类支撑作进一步探索。

参考文献:

- [1] TIM BROWN. Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation [M]. New York: Harper Collins, 2009.
- [2] PAIVIO A. Images in Mind: the Evolution of a Theory [M]. New York: Harvester Wheatsheaf, 1991.
- [3] HSU S H, CHUANG M C, CHANG C C. A Semantic Differential Study of Designers' and Users' Product Form Perception [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2000, 25(4): 375-391.
- [4] GONZALEZ I, VAL E, JUSTEL D, et al. A Framework for Product Design Based on Semantic Attribution Proc-

- ess[J]. *The Design Journal*, 2017, 20(1): 16-27.
- [5] AHMED S, BOELSKIFTE P. Investigation of Designers' Intentions and a Users' Perception of Product Character [J]. *Cheminform*, 2006, 16:372-381.
- [6] KHALAJ J, PEDGLEY O. Comparison of Semantic Intent and Realization in Product Design: A Study on High-End Furniture Impressions[J]. *International Journal of Design*, 2014, 8(3):79-96.
- [7] 唐帮备. 需求隐喻映射驱动的产品创新设计多觉表达用户体验愉悦测评方法研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2018. TANG Bang-bei. Research on User Experience Pleasure Evaluation Method of Product Innovation Design Multisensory Expression Based on the Demand Metaphor Mapping[D]. Chongqing: Chongqing University, 2018.
- [8] PENG Yan, ZHOU Tian, WANG Shao-peng, et al. Design and Implementation of a Real-Time Eye Tracking System[J]. *The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications*, 2013, 20: 1-5.
- [9] SUN Ling-yun, XIANG Wei, YANG Cheng, et al. The Role of Sketching States in the Stimulation of Idea Generation: An Eye Movement Study[J]. *Creativity Research Journal*, 2014, 26(3): 305-313.
- [10] REID T N, MACDONALD E F, DU Ping. Impact of Product Design Representation on Customer Judgment[J]. *Journal of Mechanical Design*, 2013, 135(9): 091008-091008.
- [11] THIBAUT J P, FRENCH R M. Analogical Reasoning, Control and Executive Functions: A Developmental Investigation with Eye-Tracking[J]. *Cognitive Development*, 2016, 38: 10-26.
- [12] SLANZI G, BALAZS J A, VELÁSQUEZ J D. Combining Eye Tracking, Pupil Dilation and EEG Analysis for Predicting Web Users Click Intention[J]. *Information Fusion*, 2017, 35: 51-57.
- [13] LIANG Chao-yun, LIN C T, YAO S N, et al. Visual Attention and Association: An Electroencephalography Study in Expert Designers[J]. *Design Studies*, 2017, 48: 76-95.
- [14] THOMAS L E, LLERAS A. Moving Eyes and Moving Thought: On the Spatial Compatibility between Eye Movements and Cognition[J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2007, 14(4): 663-668.
- [15] NUTHMANN A, SMITH T J, ENGBERT R, et al. CRISP: A Computational Model of Fixation Durations in Scene Viewing[J]. *Psychological Review*, 2010, 117(2): 382-405.
- [16] DROLL J A, HAYHOE M M. Trade-Offs between Gaze and Working Memory Use[J]. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 2007, 33(6): 1352-1365.
- [17] YU R, GERO J S. Using Eye-tracking to Study Designers' Cognitive Behaviour when Designing with Cadd[C]// 52nd International Conference of the Architectural Science Association. Melbourne: the Architectural Science Association and Rmit University, 2018: 443-451.
- [18] 李卓亭. 基于意象尺度的家具产品 PI 规划应用研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2015. LI Zhuo-ting. The Research of Programming in Furniture PI Based on Image Scale[D]. Hangzhou: Zhejiang A & F University, 2015.
- [19] NAGAMACHI M. Kansei Engineering: A New Ergonomic Consumer-Oriented Technology for Product Development[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1995, 15(1): 3-11.
- [20] DUMITRESCU A. The Influence of Consumer's Awareness of Product's Designed Character on Aesthetic Assessment[J]. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*, 2018, 80(3): 243-252.
- [21] NISIFOROU E, LAGHOS A. Field Dependence-Independence and Eye Movement Patterns: Investigating Users' Differences through an Eye Tracking Study[J]. *Interacting With Computers*, 2016, 28(4): 407-420.
- [22] 郑玉玮, 王亚兰, 崔磊. 眼动追踪技术在多媒体学习中的应用: 2005—2015年相关研究的综述[J]. *电化教育研究*, 2016, 37(4): 68-76. ZHENG Yu-wei, WANG Ya-lan, CUI Lei. The Application of Eye Tracking Technology in Multimedia Learning: A Review of Research from 2005 to 2015[J]. *e-Education research*, 2016, 37(4): 68-76, 91.
- [23] DAZKIR S S, READ M A. Furniture Forms and Their Influence on our Emotional Responses Toward Interior Environments[J]. *Environment and Behavior*, 2012, 44(5): 722-732.
- [24] WILSON M A. The Socialization of Architectural Preference[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 1996, 16(1): 33-44.
- [25] DUMITRESCU A. Some Aspects Regarding the Relationship between Consumer and Industrial Design[J]. *MATEC Web of Conferences*, 2017, 112(1): 09002.
- [26] SILVIA P J. Interested Experts, Confused Novices: Art Expertise and the Knowledge Emotions[J]. *Empirical Studies of the Arts*, 2013, 31(1): 107-115.
- [27] 马丽莎, 吕健, 单军军, 等. 基于眼动追踪的汽车造型特征线设计方法研究[J]. *包装工程*, 2019, 40(4): 234-241. MA Li-sha, LYU Jian, SHAN Jun-jun, et al. Design Method of Automobile Modeling Feature Line Based on Eye Movement Tracking[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(4): 234-241.
- [28] SCHIFFERSTEIN H N J. The Perceived Importance of Sensory Modalities in Product Usage: A Study of Self-Reports[J]. *Acta Psychologica*, 2006, 121(1): 41-64.