

美感与情感：美学视角下的个体交互感知机制研究

孙浩东¹ 柯青^{1*} 庾海媛¹ 曹韵秋²

(1. 南京大学信息管理学院, 江苏 南京 210023; 2. 国营芜湖机械厂, 安徽 芜湖 241000)

摘要: [目的/意义] 美学因素对用户情感体验有重要的影响作用, 情感则是驱动用户交互行为的重要因素, 为探讨美感和情感之间的关系, 分析美学视角下的个体交互感知机制。[方法/过程] 本文基于 SOR 理论构建了“界面美学—人体机理—美学感知”的研究模型, 设计了不同审美能力被试浏览不同美学水平网页界面的眼动实验。参与实验的 30 名被试通过梅尔美术测试区分出了高审美组和低审美组, 均浏览经权威网站投票甄选出的高美学水平和低美学水平网页, 眼动追踪设备会记录他们的眼动行为, 同时实验中还通过情感量表、美学量表和半结构化访谈采集用户的主观感知数据。[结果/结论] 统计分析发现, 两组被试间的总注视时长、注视点个数和平均注视时间存在显著差异, 界面美学水平显著影响被试的视觉认知加工、情感效价和美学感知; 高审美组被试对美学感知更加灵敏, 两组被试对界面的情感倾向较为一致, 被试审美能力对界面美学感知存在调节作用, 个体机理对界面美学感知存在部分中介效应。本研究丰富了人机交互过程中美感与情感关系的相关知识, 为提升交互界面美学设计和情感体验提供参考。

关键词: 美学; 情感效价; 眼动追踪; 审美能力; 认知

DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2024.01.006

[中图分类号] G252.0; TB47 [文献标识码] A [文章编号] 1008-0821 (2024) 01-0057-14

Aesthetic and Emotion: Study on the Mechanism of Individual Interaction Perception from the Perspective of Aesthetics

Sun Haodong¹ Ke Qing^{1*} Yu Haiyuan¹ Cao Yunqiu²

(1. School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. State-owned Wuhu Machinery Factory, Wuhu 241000, China)

Abstract: [Purpose/Significance] Aesthetics play a crucial role in shaping user emotional experience, which in turn drives their human-computer interaction behavior. This study aims to explore the relationship between aesthetics and emotion and examine the mechanism of individual interaction perception from an aesthetic standpoint. [Method/Process] Drawing on the SOR theory, the study developed a research model of “interface aesthetics—human body mechanism—esthetic perception”. An experiment was conducted in which participants with varying levels of aesthetic abilities were asked to browse web pages with different aesthetic qualities. Participants were divided into a high aesthetic group and a low aesthetic group based on the Meier Art Judgment Test. All participants were required to browse web pages with both high and low aesthetics, carefully selected from authoritative websites. Eye tracking devices were used to record participants' eye movement behavior, while subjective perception data was collected through emotional and aesthetic scales as well as semi-structured interviews. [Result/Conclusion] The results demonstrated significant differences between the two groups in terms of total fixation duration, fixation count, and average fixation time. The level of interface aesthetics had a significant impact on visual cognitive processing, emotional valence, and aesthetic perception for the participants. Individuals in the high aesthetic

收稿日期: 2023-03-15

作者简介: 孙浩东 (1991-), 男, 博士研究生, 研究方向: 用户信息行为、虚拟现实交互。庾海媛 (1968-), 女, 高级工程师, 研究方向: 人机交互、认知心理。曹韵秋 (1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 用户行为与人机交互。

通讯作者: 柯青 (1979-), 女, 教授, 博士生导师, 研究方向: 网络信息资源管理、信息检索、人机交互与用户行为。

group showed greater sensitivity to aesthetic perception, and the emotional tendencies of both groups were more aligned. Furthermore, the aesthetic ability of participants moderated the aesthetic perception of the interface, while the individual organism partially mediated this perception. This study enhances our understanding of the relationship between aesthetics and emotion in human-computer interaction, offering insights into the design of interaction interfaces from an aesthetic perspective and the improvement of user emotional experiences.

Key words: aesthetic; emotional valence; eye tracking; aesthetic ability; cognition

对美的追求贯穿了整个人类发展的文明历史，如何提升大众的审美能力和人文素养成为迫切需关注的问题。2020 年 10 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于全面加强和改进新时代学校美育工作的意见》^[1]指出，要以提高学生审美和人文素养为目标，弘扬中华美育精神，以美育人、以美化人、以美培元，把美育纳入各级各类学校人才培养全过程。美学在人机交互领域也是重要的影响因素，作为人机交互领域用户自我表达的主要途径，美学对交互界面评价起着决定性的作用^[2]。

交互界面的美学特性是引发用户情感反应的催化剂，为了在交互第一时间给用户带来好的情感体验，互联网行业将美学应用在交互界面的视觉特征设计上，界面美学水平也是用户评估网站质量的主要标准^[3]。用户对某个界面美学第一印象的形成只需要 50ms^[4]，界面的视觉因素必须尽快在情感层面上给用户留下印象，才有助于激发后续的持续交互，情感化设计对用户美学感知起到了关键性的作用。

个体审美能力对交互界面的美学感知有至关重要的影响，现有关于美学因素和情感的研究中，多以网站信息组织方式^[5-6]、内容质量^[7-8]、表现形式^[9-10]等设计因素为主，很少有研究针对美学因素如何引起用户交互情感变化机理进行分析，也未能详细深入到用户个体审美能力差异对视觉认知加工和情感体验带来的影响，有关用户情感体验的研究多以访谈及情感量表等自我报告方式为主，缺少客观的预测指标。本文通过 SOR (Stimuli-Organism-Response) 理论构建研究模型，结合梅尔美术判断测验划分用户审美能力，利用眼动追踪记录用户在不同美学水平界面中的眼动行为，通过分析眼动指标揭露用户的认知过程^[11]，并结合问卷和半结构化访谈分析用户的情感效价和美学感知，探讨美学因素和个体机理对美学感知的影响作用，分析美学因素对个体情感体验和视觉认知加工的影响关系，

建立基于眼动数据的用户情感体验预测机制，为提升交互界面的美学设计，激发用户正向的情感反应和美学感知提出针对性的建议。本文的研究问题如下：

RQ1：个体审美能力和界面美学水平作为用户与界面交互过程中主要的美学因素，如何影响个体机理中的认知加工和情感效价？

RQ2：个体审美能力和界面美学水平作为美学因素如何影响个体交互过程中的美学感知？

RQ3：认知加工和情感效价作为个体机理如何影响个体的美学感知？其在美学因素和个体美学感知的影响关系中发挥怎样的中介作用？

1 相关研究

1.1 美学因素的概念范畴和评估

Baumgarten^[12]在 1750 年将美学定义为“通过感官来认识事物的科学”，并提倡建立一门与人的情感世界相对应的学科——美学。Thüring M 等^[13]认为，美学是人对一个物体的感觉，与个人的品位和目的之间有对应关系，体现了美学因素中个体审美能力的重要性。美学感知是一个复杂的过程，既受到客观美学水平的影响，也受到主观审美能力的影响^[14]，在人机交互领域，界面美学水平和个体审美能力会影响交互过程中的美学感知。

界面视觉美学呈现了视觉刺激中对美的感知程度^[15]，界面美学是美学概念在交互式系统上的应用^[16]，指各种界面元素和属性组合给人留下的美好印象^[6]，也指与界面交互时美观或令人愉悦的外观^[17-18]。Schenkman B N 等^[19]归纳出了界面美学的两个维度：审美形式和审美吸引力，前者指界面的布局、可读性和简单化风格，后者指在界面上获得的乐趣和享受；Lavie T 等^[20]归纳出了古典美学和表现美学两个关键概念，对界面美学的研究产生了重要影响。界面美学评估也是研究者关注的重要问题，Schenkman B N 等^[19]从整体印象、美感、复杂性、易读性、意义、理解、秩序 7 个维度对界

面进行评价; Lavie T 等^[20]基于上述维度开发了感知界面美学的测量工具,在后续的研究中被多次使用^[21-22]; Ngo D 等^[23]提出了交互界面美感的 14 个因素,然而各因素的共同作用是影响界面美学的关键^[24-25];部分学者从算法角度建立了计算美学模型^[26]和美学评价模型^[27]。已有研究发现,界面的颜色^[28-29]、图文比例^[30]、空间布局^[31]、视觉复杂性^[32-33]等都是评估美学水平的重要因素。结合上述研究,本文将组织、秩序、可读性、魅力、创意和令人印象深刻的程度 6 个维度作为评估界面美学水平的主要指标。

审美能力又被称为审美判断、审美感知以及审美敏感性,指一种对符合“外部标准”的审美刺激作出反应的能力^[34]。针对个人审美能力的评估衍化出了不同的测量工具,如视觉审美敏感度测试(Visual Aesthetic Sensitivity Test, VAST)^[35]、其修订版本(VAST-R)^[36]、梅尔美术判断测验(Meier Art Tests, MAT)^[37]以及图形鉴赏测验(Design Judgment Test)^[38]等。以往测试中对偏好和艺术判断的区分强度会影响测试的准确性,梅尔美术判断测验调整真实作品的部分元素,让用户从审美和愉悦两个角度对比作品调整前后的艺术感,成功克服了已有美术测验的不足,是当前各类心理测量教材中重点介绍的审美能力测验^[39],因此,本研究采用该测验方法区分被试审美能力。

1.2 界面美学水平对用户交互行为的影响

眼动行为是用户与界面交互时的主要行为^[40],视觉感知对认知的形成十分重要,眼动轨迹能体现用户对事物的感知过程^[41],分析用户的眼动指标可以揭示其心理加工过程和规律^[42]。眼动追踪成为研究界面美学与用户情感的重要方法,视觉感知与用户的情绪密切相关^[43]。已有研究通过眼动追踪分析了软件界面^[44]、电商导航设计^[45]和美学图片^[46]等美学因素给用户感知造成的影响,Gu Z 等^[47]则注意到了视觉注意力熵对界面美学的预测价值。眼动追踪在用户视觉认知及情感体验的研究中越来越重要。界面美学的视觉认知会产生相应的情感体验和美学感知,一个物品只有在引起观察者的某种情感时才是美的^[48],界面美学对用户人机交互中情感的影响得到了研究者们的重视。Kim J 等^[49]研究了关键设计因素与情感维度之间的关系,其情感

测量量表也被本研究所采用;交互界面的复杂度^[50]和不同色彩^[10]会引起用户认知及情感上的变化;Liu W 等^[51-52]发现界面美学会影响用户的情感体验和交互满意度。然而,界面美学对用户情感的作用机制由于界面设计的复杂性并未得到完全验证,美学因素下的视觉认知加工特征和情感效价的交互效应也未被阐明。

1.3 个体审美能力对用户交互行为的影响

用户对界面美学第一印象的快速形成及后续印象的一致性已被多个研究验证^[3-4,53-54],界面美学评估产生了不同的美学测量工具及模型,研究者从不同角度对界面美学与情感间的复杂关系进行了探索,但任何美学量表都解释不了用户审美判断间的巨大差异^[55],个体审美能力差异使界面美学评估变得困难^[3]。拥有不同性别^[56]、文化背景^[57]和专业背景^[58]的被试对界面审美感知存在差异,界面中信息的位置和颜色对不同性别的效果不同^[59],界面美学设计对用户绩效存在高度人群异质性^[60];已有研究对用户的性别、文化背景等个人属性造成的审美差异进行了分析,而个体的审美能力对交互中美感所带来的影响并不明晰,其对界面美学的视觉感知和情感体验的影响作用也未得到充分验证,因此,本文将个人审美能力作为用户界面美学感知的重要研究变量进行分析。

1.4 SOR 理论

Mehrabian A 等^[61]提出的 SOR(Stimulus-Organism-Response)心理模型用来解释环境刺激与情感状态和行为反应之间的关系。该理论将人类行为分为 3 个阶段:感知外部环境刺激(S),将视觉信息解释为情绪状态(O),以及基于刺激和情绪的行为反应(R)^[62]。SOR 模型在许多研究中得到了应用和验证,Liu W 等^[51]通过该模型探讨了网站首页美学设计对用户满意度的影响机制;Tong X J 等^[62]利用该模型探讨了视觉复杂性、情绪状态和购买意图之间的关系;部分学者通过该模型分析了在线商店界面美学对用户购买意愿的影响^[63-65];邓伟伟等^[46]基于该模型分析了不同类型摄影美学对视觉感知和旅游意愿的影响。上述研究验证了 SOR 模型在探讨视觉刺激对用户情绪及意愿影响关系上的适用性,SOR 模型是研究视觉影响作用最合适的模型^[66],界面美学因素作为用户人机交互中的主要视觉刺激因

素, 本研究试图探讨其对个体认知过程和情感效价的影响作用, 以及以上因素对最终美学感知的作用机制, 因此, SOR 理论具有较强的适用性和解释力。本研究以界面美学因素为外部刺激(S), 个体认知过程和情感效价为个体机理(O), 美学感知作为行为反应(R), 基于 SOR 理论构建研究模型。

2 研究变量及模型假设

2.1 研究变量

1) 个人审美能力

界面美学感知会受到个体审美能力的影响^[14], 审美是相对主观的行为。通过选取个人审美能力作为影响变量, 可以探讨其对界面美学感知的调节作用, 对比不同审美能力被试的认知加工和情感效价, 以及对用户最终美学感知的影响作用, 具有重要的研究意义。本文采用江西师范大学心理学院董圣鸿团队整理修订的梅尔美术判断测验(Meier Art Judgment Test), 对南京大学 200 名在校师生进行前期线上测评, 该测验是目前被广泛认可的测验方法^[39], 测验对象包括部分美术专业与非美术专业师生, 从中选出高审美能力(High Aesthetic, HA)和低审美能力(Low Aesthetic, LA)的被试参与后续实验。

2) 界面美学水平

界面美学水平作为客观的视觉刺激因素, 会直接影响用户人机交互中的美学感知和使用体验^[7], 因此, 本文设置不同美学水平界面作为研究变量, 旨在分析其对认知加工和情感效价的影响差异。从权威获奖界面设计评分网站(<https://www.cssdesignawards.com>)和丑陋界面设计投票网站(<https://websitesfromhell.net>)中按评分或投票梯度各选取 5 幅代表高、低美学水平的网页界面作为实验刺激材料。选取的界面中均不包括知名徽标和面孔^[67], 均以英文呈现, 避免因内容熟悉度而产生影响。

3) 认知加工

不同的界面美学设计会影响用户的视觉偏好和认知加工过程^[68], 而认知加工的难度往往会影响

到相应的情绪体验, 个体内部的认知加工需要通过外显的指标进行测量和反映, 因此, 选取体现了认知加工过程的眼动指标作为中介变量, 分析其对情感效价和美学感知的影响作用。眼动追踪作为被广泛应用于心理学中的生理测量技术, 可以较为直接、客观和精细地量化测量注意力、专注度以及认知负荷^[69], 注视指标通常与注意力分配及认知过程有关^[70]。本研究选择图情领域较为常用的总注视时长、注视点个数、平均注视时间和首次注视时间等作为衡量指标。

①总注视时长(Total Fixation Duration), 指被试在浏览不同美学水平界面时的注视时长(单位: s), Busjahn T 等^[71]和 Rodeghero P 等^[72]都发现总注视时长可以用来衡量信息认知加工难度。

②注视点个数(Fixation Count), 指被试在浏览不同界面时的注视点数量(单位: 个), 用来衡量对美学因素的视觉偏好和认知过程, 注视点个数越多, 认知负荷往往越大^[73-74]。

③平均注视时间(Average Fixation Duration), 指被试在不同界面内每个注视点的平均注视时间(单位: s), 平均注视时间越长, 单个注视点信息提取难度越大^[74-76]。

④首次注视时间(First Fixation Duration), 指被试在不同界面中首个注视点的持续时间(单位: s), 首个注视点的持续时间可以反映界面布局合理性, 时间越长说明被试对界面主题信息加工难度越大^[74]。

4) 用户情感效价

在基于 SOR 理论的研究中, 情绪是解释个体对外部环境反应和评价的关键因素^[6,64], 而情感效价在界面美学感知中有重要的影响作用, 将情感效价作为本研究的中介变量, 用以分析其在不同美学水平界面和美学感知中的作用机制。情感效价采用 Kim J 等^[49]开发的问卷测量, 其包含正向、负向以及中性效价的 30 个情感形容词, 在情感研究领域有重要的影响力。计算被试情感效价的公式如下:

$$\text{情感效价} = \frac{\text{正向情感形容词个数}}{\text{正向情感形容词个数} + \text{负向情感形容词个数}} \times 100\% \quad (1)$$

情感效价反映被试浏览该界面中正向情感的比例, 数值越大代表被试的情感越偏向正向的、积极的, 反之, 则代表被试的情感更偏向负向的、消极

的。

5) 用户美学感知

美学感知代表用户对界面美学水平的整体感

知,是用户对美学刺激作出的主观反应,会受到外源和内源因素的影响,并对界面的可用性评估及用户后续的交互意愿产生作用^[17,20],因此,作为本文的因变量进行研究。采用 Lavie T 等^[20]、Schenkman B N 等^[19]研究中的 6 个维度,以 7 级李克特量表的形式,从组织、秩序、可读性、魅力、创意和令人印象深刻的程度来衡量被试对界面的整体美学水平感知。

2.2 研究假设

1) 美学因素对个体机理的影响作用

审美能力作为内源性的美学因素,反映了个体对事物的审美敏感性,往往会影响用户对界面美学的感知方式和认知加工路径^[34]。已有研究发现,性别会影响个体在界面浏览中的注意力分配和信息记忆效果^[59],不同的认知风格会影响个体在信息搜寻中的眼动行为特点^[77],个体差异在人机交互中会引发认知加工路径和效果的差异。而不同的性别^[56]和文化背景^[57]会影响用户对界面美学的偏好;Bölte J 等^[58]发现,具有不同专业知识水平的用户会有不同的审美情感,拥有丰富专业知识的用户会有更敏感的情感变化。因此提出以下假设:

H1: 个体审美能力显著影响认知加工

H2: 个体审美能力显著正向影响情感效价

界面美学作为外源性的美学因素,会影响用户的视觉感知方式和情感变化。已有研究发现,界面的布局会影响用户的视觉注意力分布^[59],不同美学水平的图片会引发用户的眼动指标和审美情感差异,专业的美学图片具有更高的视觉吸引力和积极的审美情绪^[46];界面设计中的色彩^[10]、空间布局^[31]、复杂度^[50]等都会对用户的审美情绪产生影响,合理的色彩搭配、平衡的空间布局和较为简约的界面设计会带来积极的审美情绪。因此,提出以下假设:

H3: 界面美学水平显著影响认知加工

H4: 界面美学水平显著正向影响情感效价

2) 认知加工对情感效价的影响作用

Xiao L 等^[68]发现,用户在不同手机界面布局上的眼动行为和认知分配并不相同,眼动行为和认知加工可以反映用户的情感偏好;郭伏等^[76]探索了网页美学设计和眼动指标的关系,认为眼动指标可以体现认知加工难度,发现平均注视时长和情感具有显著负向相关关系;Holmes T 等^[74]认为,总

注视时长、注视点个数和首次注视时间等可以反映用户的情感偏好;Sørensen J^[78]认为,眼动指标可以用来衡量情感中的注意力变化。认知加工的难度往往会影响用户的情感变化,认知加工难度越大,越会引发相应的负向情感,因此,提出以下假设:

H5: 认知加工显著负向影响情感效价

3) 个体机理对美学感知的影响作用

用户通过视觉感知交互界面的美学因素,并在认知层面上形成美学印象,眼动指标可以揭示用户交互过程中的认知过程和感知^[11]。Goldberg J H^[44]通过眼动实验发现眼动指标会影响用户对界面设计元素的评分,但不同眼动指标的影响效果并不相同;Gu Z 等^[47]通过眼动指标对界面美学感知进行了预测,发现了负向的相关关系。基于界面美学水平而产生的眼动行为反映了该界面的认知加工过程,会对美学感知产生影响。情感是影响个体信念和态度的重要因素^[79],Nia M R 等^[80]发现,用户在界面审美中的情感唤醒会对后续的行为产生显著影响,Upasna B 等^[81]发现,由界面美学引发的情感会影响更高维度的质量感知和重要性感知;同时,界面交互过程中引发的积极情感会对用户的满意度^[51]、交互意愿^[62]和购买意愿^[63]等产生正向影响。因此,提出以下假设:

H6: 认知加工显著影响美学感知

H7: 情感效价显著正向影响美学感知

4) 美学因素对美学感知的影响作用

Thüring M 等^[13]认为,“美”源于被观察的物体,也是自身品位的体现,反映了个体的美学感知会受到外部美学水平和内部审美能力的共同影响。已有研究发现,不同文化背景^[57]、性别^[56]等个人因素会导致美学感知差异,界面设计对用户美学感知存在高度的人群异质性^[60],体现出用户个人属性对界面美学感知的影响作用;界面美学水平会直接影响用户交互过程中的满意度^[51]和美学评价^[10],对布局合理、视觉复杂性低的界面,用户会有更积极的评价和交互意愿^[62]。因此,提出以下假设:

H8: 个人审美能力显著正向影响美学感知

H9: 界面美学水平显著正向影响美学感知

H10: 个人审美能力显著调节界面美学感知

2.3 研究模型

综合相关研究和本文的研究假设,构建基于

SOR 理论的研究模型,如图 1 所示,其中,个体审美能力和界面美学水平同为美学因素,而界面美学水平为刺激因素(S),认知加工和情感效价个体机理(O),美学感知则是最后的行为反应(R)。个体审美能力作为重要的影响变量,主要考察其对个

体机理(O)和美学感知(R)的直接影响作用,以及其对界面美学水平(S)与美学感知(R)间的调节作用,以探究用户内源性的美学因素对人机交互过程中美学感知的影响机制。

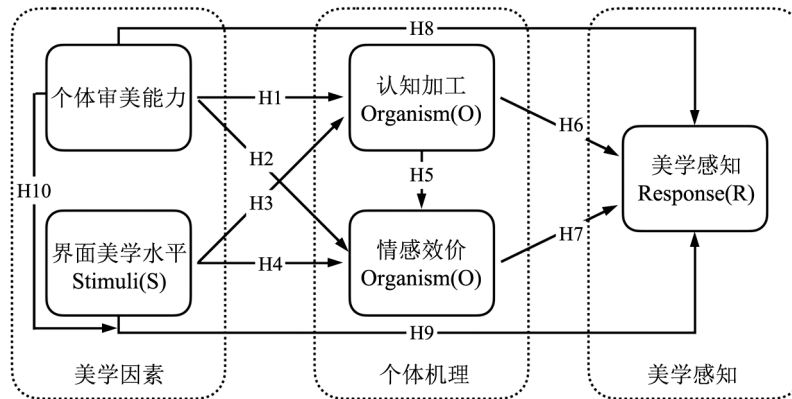


图 1 基于 SOR 理论的美感与情感研究模型及假设

Fig. 1 Model and Hypotheses for the Study of Aesthetics and Emotions Based on the Stimulus-Organism-Response (SOR) Theory

3 实验设计

3.1 实验被试

通过两阶段的招募方式,在校内选出研究被试。首先,潜在参与者($n=200$)自愿完成了梅尔美术判断测验线上测评。测评共 100 道题目,要求被试从两幅图中选取美学水平更高的一张,量表总分 125 分,分数越高表明个人美术判断能力越强;剔除作答时间小于 360s 的 13 份,共回收 187 份有效问卷。其次,从问卷中筛选出高审美能力组(HA)和低审美能力组(LA),结合本研究 100 分以上被认为是 HA 组,75 分以下则是 LA 组,剔除 120 份中间得分的问卷(得分在 75~100 分之间),共收集符合要求的有效样本 87 份,对他们都发出了实验邀请。最后 34 位被试参与了实验,剔除后续因眼动注视点无法校准及采样率低的 4 名被试,最终得到 30 份有效实验数据(HA 组 15 份,LA 组 15 份),和国外相关眼动实验被试人数较为一致^[82];因此,HA 组(测试评分 $\bar{X}=105.4$, $SD=3.59$)和 LA 组(测试评分 $\bar{X}=66.53$, $SD=3.96$)共 30 位被试的实验数据有待分析,包括 16 名男性和 14 名女性,年龄 18~32 岁不等,皆拥有本科及以上教育水平,ANOVA 检验显示其测试评分存在显著差异($F=738.889$, $P=0.000$)。被试基本统计信息如表 1 所示。

表 1 被试基本信息统计表

Tab. 1 Basic Information Statistical Table of Participants

基本信息	项目分类	频数	频率(%)
性 别	男	16	53.33
	女	14	46.67
年 龄	18~26 岁	26	86.67
	26~32 岁	4	13.33
受教育程度	本 科	5	16.67
	硕士及以上	25	83.33
审美能力	HA(高审美)	15	50
	LA(低审美)	15	50

3.2 实验素材

使用 Photoshop CC 对所选界面添加相同的浏览器框架,所有页面均以 1920 * 1080 像素,96dpi 横向捕获,以匹配眼动仪屏幕,图 2 为正式实验所用界面。其中,左边 5 幅为高美学水平界面,右边 5 幅为低美学水平。

3.3 实验流程

实验流程如图 3 所示。正式实验开始后 10 幅界面会以随机的次序出现在电脑屏幕上,期间眼动仪会捕捉被试的眼动数据,被试点击鼠标左键电脑黑屏,此时需在纸质问卷上勾选符合其浏览该界面时的情感形容词(可多选),并从界面设计的 6 个维度对其美感进行评分,直至所有界面浏览评分完

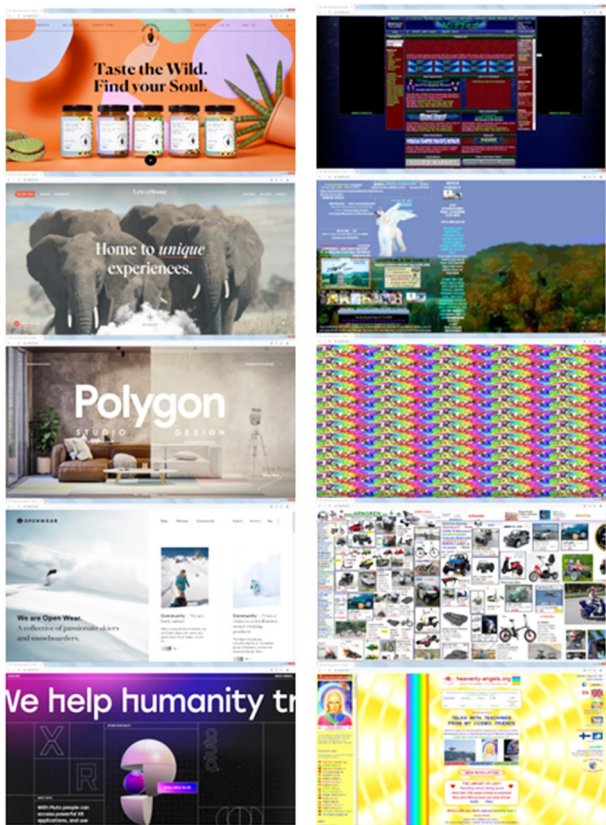


图 2 实验界面

Fig. 2 Experimental Interface

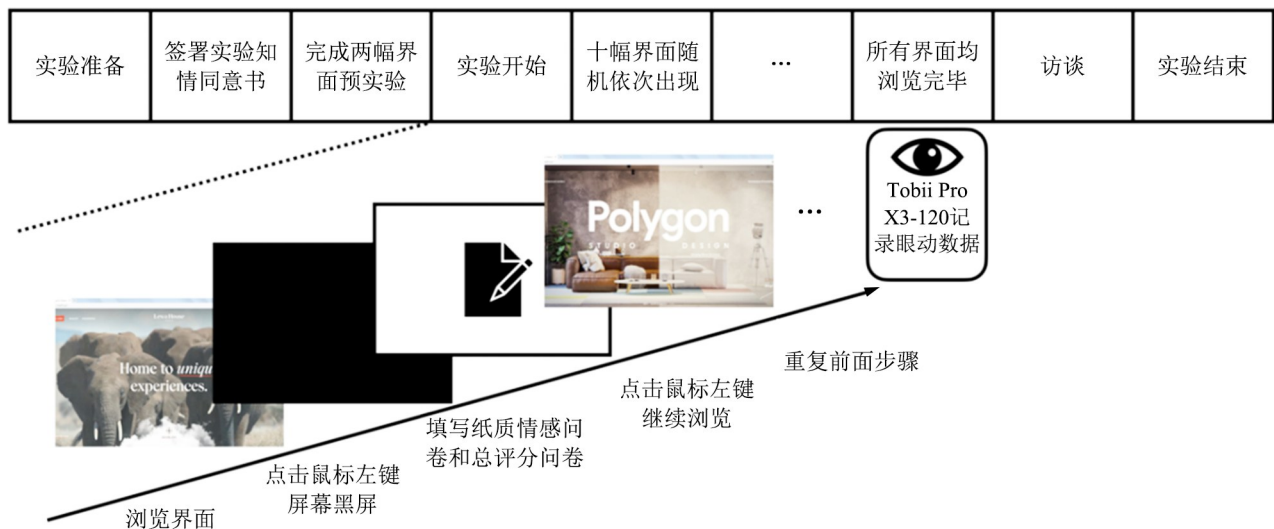


图 3 实验流程图

Fig. 3 Experimental Flowchart

表 2 实验结果描述性分析 ($\bar{A}$ 与 SD)

Tab. 2 Descriptive Analysis of Experimental Results ($\bar{A}$ and SD)

指 标	界面美学水平		被试审美能力	
	高美学	低美学	高审美 (HA)	低审美 (LA)
总注视时间	16.42 (± 10.52)	20.46 (± 18.78)	23.45 (± 14.87)	13.43 (± 14.13)
注视点数量	95.43 (± 57.49)	113.22 (± 103.38)	128.98 (± 78.83)	79.67 (± 81.93)
平均注视时间	0.17 (± 0.03)	0.18 (± 0.04)	0.18 (± 0.04)	0.16 (± 0.03)

毕。最后用半结构化访谈作为补充,并确认被试之前从未见过这些界面,每位被试的实验时长约为 30 分钟。

4 结 果

4.1 实验数据描述性统计

30 名被试浏览 10 幅界面的眼动指标、情感效价以及美学感知等数据均值和标准差如表 2 所示。

由表 2 可知,高美学界面上的眼动指标均值都小于低美学界面,说明被试在低美学界面上会花费更多的时间提取信息,与视觉复杂界面需要分配更多的时间进行认知加工的研究结论^[83]相一致。在情感效价和美学感知均值上,高美学界面明显更高 ($95.95 > 52.57$; $31.79 > 14.31$)。HA 组被试的眼动指标均值比 LA 组更大,推测高审美能力被试会通过更多的眼动行为对界面美学进行感知。

4.2 美学因素对个体机理影响的显著性检验

通过多因素分析 (MANOVA) 验证美学因素对个体机理的显著性,如表 3 所示,界面美学和被试审美能力对部分眼动指标的主效应显著,假设 H1、H3 部分成立;被试审美能力与情感效价主效应不

表 2(续)

指 标	界面美学水平		被试审美能力	
	高美学	低美学	高审美(HA)	低审美(LA)
首次注视时间	0.14(±0.08)	0.17(±0.10)	0.16(±0.09)	0.15(±0.09)
情感效价	95.95(±13.10)	52.57(±34.92)	75.67(±32.37)	72.85(±35.87)
美学感知	31.79(±7.11)	14.31(±8.45)	22.98(±12.44)	23.12(±11.02)

显著，H2 不成立；界面美学水平对情感效价主效应显著，后续的相关系数检验发现，界面美学因素对情感效价显著正相关($r=0.677$ ， $P=0.000$)，假设 H4 成立。同时，界面美学因素和被试审美能力对个体机理无交互效应($P>0.05$)。

表 3 美学因素对个体机理的多因素方差分析

因 素	总注视时间		注视点个数		平均注视时间		首次注视时间		情感效价	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
界面美学水平	5.892*	0.016	3.692	0.056	7.263**	0.007	5.616*	0.018	202.198***	0.000
被试审美能力	36.281***	0.000	28.374***	0.000	29.435***	0.000	0.958	0.329	0.852	0.035
交叉项	0.001	0.973	0.050	0.823	0.001	0.980	1.384	0.240	0.088	0.767

注：*表示 $P<0.05$ ；**表示 $P<0.01$ ；***表示 $P<0.001$ 。

4.3 美学因素对美学感知影响的显著性检验

通过多因素分析(MANOVA)验证美学因素对美学感知的影响显著性，如表 4 所示，可知界面美学因素对美学感知的主效应显著，后续相关系数检验发现，界面美学因素对美学感知显著正相关($r=0.748$ ， $P=0.000$)，假设 H9 成立。被试审美能力则与美学感知主效应不显著，假设 H8 不成立，但是被试审美能力显著调节界面美学对美学感知的影响效应，H10 成立。

表 4 美学因素对美学感知的多因素方差分析
Tab.4 Multifactor Analysis of Variance on Aesthetic Perception with Respect to Aesthetic Factors

因 素	美学感知	
	F	P
界面美学水平	382.036***	0.000
被试审美能力	0.025	0.876
交叉项	8.243**	0.004

注：*表示 $P<0.05$ ；**表示 $P<0.01$ ；***表示 $P<0.001$ 。

通过单因素方差分析两组被试在不同美学水平界面的美学感知，如表 5 所示，两组被试对高美学水平界面的美学感知差异存在统计学意义($P<$

0.05)，而低美学界面的美学感知未发现显著性差异，LA 组对低美学界面的评分要更高，说明被试审美能力越高，对界面美学水平的感知越灵敏。

表 5 被试对界面美学感知的差异显著性检验($\bar{X}$ 与 SD)
Tab.5 Significance Testing of Individual Differences in Perceived Aesthetic Perception of Interfaces Among Participants ($\bar{X}$ and SD)

界面美学类型	HA 组	LA 组	F	Sig
高美学	33.00 (6.549)	30.57 (7.476)	0.168*	0.040
低美学	12.96 (8.068)	15.67 (8.711)	-0.154	0.060

注：*表示 $P<0.05$ 。

4.4 个体机理对美学感知影响的显著性检验

使用相关系数 Spearman 分别检验认知加工中的 4 个眼动指标与情感效价和美学感知的相关关系，结果如表 6 所示，情感效价与平均注视时间显著负相关($P<0.01$)，说明被试平均注视时间越长，情感体验越差；美学感知和平均注视时间及首次注视时间呈显著负相关关系($P<0.05$)，被试对界面

的美学感知因平均注视时间和首次注视时间变长而降低，假设 H5、H6 部分成立。情感效价显著正向影响美学感知，假设 H7 成立。

表 6 眼动指标与情感效价和美学感知的相关关系检验
Tab. 6 Examination of the Correlation Between Eye-tracking Metrics and Emotional Valence and Aesthetic Perception

检验项	指标	总注视时间	注视点个数	平均注视时间	首次注视时间	美学感知
情感效价	<i>r</i>	-0.018	0.02	-0.152**	-0.055	0.738**
	<i>P</i>	0.75	0.727	0.008	0.341	0.000
美学感知	<i>r</i>	-0.02	0.005	-0.144*	-0.132*	
	<i>P</i>	0.726	0.933	0.012	0.022	

注：* 表示 $P<0.05$ ；** 表示 $P<0.01$ 。

4.5 个体机理的中介效应检验

分别建立以下模型：①M1：界面美学水平(自变量)和美学感知(因变量)；②M2：界面美学水平和个体机理(中介变量)；③M3：界面美学水平、个体机理和美学感知。

由表 7 可知，M1、M2 中的所有系数均具有显著性。可进一步检测个体机理的中介作用，结果如表 8 所示，模型 M3 中的情感效价和平均注视时间对界面美学感知存在部分中介作用。

表 7 界面美学对美学感知和个体机理的回归分析(M1、M2)
Tab. 7 Regression Analysis of Interface Aesthetics on Aesthetic Perception and Individual Mechanisms (M1、M2)

模 型	因变量	非标准化系数		标准系数	<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>B</i>	标准误差	β		
M1：界面美学→美学感知	美学感知	17.471	0.903	0.746	19.343	0.000
	总注视时间	-4.039	1.757	-0.132	-2.299	0.022
M2：界面美学→个体机理	平均注视时间	-0.011	0.004	-0.148	-2.579	0.010
	首次注视时间	-0.025	0.010	-0.136	-2.368	0.019
	情感效价	43.380	3.045	0.636	14.245	0.000

表 8 个体机理对界面美学感知的中介作用检验(M3)
Tab. 8 Examination of the Mediating Role of Individual Mechanisms in the Relationship Between Interface Aesthetics and Aesthetic Perception (M3)

指 标	β	<i>t</i>
界面美学	0.505	11.087***
总注视时长	0.332	1.451
注视点个数	-0.272	-1.285
平均注视时间	-0.151	-2.184*
情感效价	0.368	8.123***
R 方	0.649	
调整后 R 方	0.643	
F	108.632***	

注：* 表示 $P<0.05$ ；** 表示 $P<0.01$ ；*** 表示 $P<0.001$ 。

5 讨 论

5.1 美感与情感研究假设验证总结

假设验证结果如表 9 所示，个体审美能力对情感效价的正向影响(H2)及对美学感知的正向影响假设(H8)被拒绝，其他假设均得到了支持或部分支持，个体机理的中介作用也得到了验证。

5.2 界面美学对个体机理的影响(S→O)

界面美学对认知加工存在影响作用，不同美学水平界面下的总注视时长、平均注视时间与首次注视时间存在显著差异，说明美学效应对用户的视觉感知有较大影响，美学水平越高，相应的眼动数据越低，而相关研究中也发现了眼动指标和界面美学的相关关系^[84]。低美学界面因为布局结构混乱，信

表 9 美感与情感假设验证总结
Tab. 9 Summary of Hypothesis Validation for
Aesthetics and Emotions

检验关系	具体假设	结 论
美学因素对个体机理的影响作用	H1	部分支持
	H2	拒 绝
	H3	部分支持
	H4	支 持
认知加工对情感效价的影响作用	H5	部分支持
个体机理对美学感知的影响作用	H6	部分支持
	H7	支 持
美学因素对美学感知的影响作用	H8	拒 绝
	H9	支 持
审美能力对界面美学感知的调节作用	H10	支 持
情感效价对界面美学感知的中介作用	中介	支 持
认知加工对界面美学感知的中介作用	中介	部分支持

息组织较为不当，用户需要更长的时间来提取信息进行认知加工，产生了更长的总注视时间、平均注视时间、首次注视时间以及更多的注视点个数。界面美学因素对情感效价有直接的影响作用，美学水平越高，情感效价越高，这一结论与 Liu W 等^[51]、Lindgaard G 等^[85]和 Hoffmann R 等^[86]的研究发现相一致，外源性的美学因素会对用户审美情绪产生显著影响，体现出界面美学与情感效价的正向相关关系。但也有研究发现，网站的知名度会掩盖用户的审美偏好，即使没有较高的界面美学水平，也不影响用户产生好的情感体验^[87]，反映出用户的情感效价受到界面美学设计、知名度和熟悉度等多种因素的影响。

5.3 个体机理对美学感知的影响(O→R)

认知加工对美学感知的影响作用得到了部分支持，平均注视时间与首次注视时间和美学感知具有显著的负向相关关系，说明用户平均注视时间与首次注视时间越长，其美学感知就会越低，这与上节中界面美学对认知加工的影响作用相吻合。低美学水平界面由于信息提取难度较大，会产生更多的平均注视时间和首次注视时间，认知加工的难度也更大，Holmes T 等^[74]的研究也发现，眼动指标可以反映用户的审美偏好，体现出认知加工和美学感知的相关性。用户的情感效价和美学感知存在显著的

正向相关关系，反映了情感在审美过程中的重要作用，用户积极的情感会提升美学感知，Lima A L D S 等^[88]认为“美”源于被观察的物体，但也是观察者情感变化结果的体现；用户在人机交互中由界面美学设计引发的内隐和不自觉的审美情绪，会显著影响其对界面美学的感知程度。

5.4 个体机理的中介作用(S→O→R)

界面美学水平对美学感知有显著的正向影响，表明了外源性美学因素对美学感知的直接影响作用。本文研究的两个机理变量中，认知加工和情感效价都对界面美学感知存在部分中介作用，而情感效价的中介作用比认知加工更大，说明在对界面美学设计的感知过程中，外显的视觉刺激影响要小于内隐的情感效价，情感发挥了更重要的作用，体现出情感化设计对界面美学感知的重要性。用户的视觉认知加工对界面情感效价和美学感知都存在部分中介作用，浏览界面的平均注视时间越长，相应的情感效价和美学感知越低，进一步说明了界面美学设计通过引发的认知加工难度会影响到用户的情感效价和美学感知，与 Gu Z 等^[47]、郭伏等^[76]和 Sørensen J^[78]的研究发现相一致，眼动指标可以用来衡量情感中的注意力变化，当交互界面给用户的视觉感知带来较大认知负荷时，就会引发负面的情感效价，进而影响后续的交互意愿。

5.5 个体审美能力的影响作用

个体审美能力与总注视时间、注视点个数和平均注视时间具有显著相关性，审美能力越高，眼动行为发生就越多，其在界面审美上所付出的认知努力也更多，这和 Hu Z 等^[89]的发现相一致，在审美过程中接受过艺术训练的用户会有更多的注视点。情感效价和美学感知并没有因为审美能力不同而产生统计学上的显著差异，说明被试审美能力虽有差异，但仍都处于正常水平范围内，有基本的美丑判断能力与明显的情感指向性，没有产生较大的美学感知分歧，交互过程中外源性刺激比个体内在因素对美学感知影响更大，界面美学水平比个体审美能力更能影响到对美学的本质感知。

然而，个体审美能力对界面美学感知有一定的调节作用，高美学界面会因为用户的审美水平高而产生较高的美学感知，而低美学界面的高分感知往往来自审美水平较低的用户，体现出高审美能力用

户对美学判断的敏感性, Bülte J 等^[58]研究中也同样反映出不同人群间的美学敏感性差异。通过后续的访谈发现, HA 组更多地从美学角度去欣赏界面, 如 P1: “我觉得比较好的网页设计都是一些偏极简风或者是设计特别精妙的…”, 而 LA 组从内容角度去理解界面, 如 P4: “这个网页都没有展示全, 然后有些东西令人费解, 这些图案表示什么意思…”, 表明不同审美能力用户对界面美学的认知方式并不完全相同。

5.6 应用

1) 理论应用

本研究通过 SOR 理论构建了“界面美学—个体机理—美学感知”的研究模型, 探讨了美学因素下个体机理和用户界面美学感知的影响关系, 并结合用户不同审美能力这一独特视角进行了详细分析。在理论层面丰富了有关人机交互中界面美学的发展, 弥补了不同审美能力用户在界面交互中的视觉认知加工特征和美学感知相关知识。研究方法层面, 除了自我报告式的数据采集, 通过眼动追踪采集不同审美能力被试在不同美学水平界面上的客观眼动数据, 丰富了有关界面美学感知的研究方法, 可为以后的研究提供参考。

2) 实践应用

首先, 界面美学对认知加工的影响作用表明, 高美学界面往往有更少的眼动行为, 眼动行为反映了视觉感知的认知过程, 界面美学设计中合理的布局和排序, 可以有效减少视觉感知产生的认知负荷, 设计巧妙、简洁易懂的界面可以有效降低被试视觉感知获取信息的认知成本, 避免引发过多的注视点个数和总注视时长等眼动行为发生, 进而降低认知加工难度, 提升用户情感效价和美学感知。访谈数据中用户对界面布局和排版的关注度最高, 同样表明了减少视觉认知加工对界面美学设计的重要影响。

其次, 界面美学对情感效价的正向影响作用, 体现了反思层作为人机交互最深层次的思考, 更注重交互中情感的产生。界面设计要通过合理使用色彩和文字引导用户情感, 以简洁高效的交互形式增强用户体验; 同时, 界面设计要充分利用用户生成数据, 深度挖掘用户的内在文化属性、使用偏好和性格特征等潜在因素, 在第一时间建立起界面美学与用户情感的多维度联系, 激发用户的正向情感反

应, 增强界面美学感知, 从而提高后续的交互意愿和用户黏性。

第三, 眼动指标与情感效价和美学感知的影响关系, 为建立眼动指标预测界面交互中的情感机制提供了参考。平均注视时间可作为审美过程中情感效价的预测因子, 平均注视时间和首次注视时间可作为美学感知的预测因子, 都呈现出显著的负向相关关系。界面审美偏好的产生与内隐的整体视觉认知过程相一致^[68], 眼动行为可以直接影响和间接反映用户的情感效价, 通过建立情感预测机制可以通过客观的眼动数据了解用户的情感变化, 从而为界面的情感化设计提供帮助。

最后, 个人审美能力对视觉认知加工和界面美学感知的影响作用, 可为界面美学设计提供参考。加强美育以提升用户审美能力, 可以有效增强其对界面美学的视觉认知加工深度, 提升用户对美学的敏感性; 同时, 应基于用户角度选择美学效应最大值的设计模式, 增强用户智能研究的深度和准确度, 推进界面美学设计对特定群体异质性的分析, 针对不同审美能力用户提供个性化和差异化的设计策略, 美学优先和内容优先可以作为两种不同的界面设计模式, 满足不同用户对交互界面美学水平的需求差异。

6 结论

本研究利用 SOR 理论构建研究模型, 通过梅尔美术测试区分被试审美能力, 综合采用眼动追踪、半结构化访谈、情感和美感量表, 通过实验分析美学因素对用户视觉认知加工、情感效价和美学感知的影响机制, 探讨了不同审美能力的影响作用, 研究了美感和情感的变化关系。发现审美能力显著影响界面的总注视时长、注视点个数和平均注视时长, 界面美学水平对用户的视觉认知加工、情感效价和美学感知有直接影响效应, 视觉认知加工和情感效价对界面美学感知存在部分中介效应, 个人审美能力对界面美学感知存在调节作用, 平均注视时长显著负向影响情感效价和美学感知。

本研究的不足在于实验开展受疫情影响较大, 被试只能局限于本校学生, 对于整体人群的审美水平欠缺一定的代表性; 另外, 实验所用的界面素材虽然来源于相关评价网站, 但未能实现被试和界面的交互, 可能对研究结果有一定影响。后续的研究

需要选取更大、更丰富的人群样本，直接采用具有交互性的真实界面开展实验，挖掘被试审美能力、界面美学水平与其他变量间的交互效应，以实现的美感与情感更深入准确的分析。

参 考 文 献

- [1] 中国共产党中央委员会办公厅. 中共中央办公厅国务院办公厅印发关于《全面加强和改进新时代学校美育工作的意见》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2020-10/15/content_5551609.htm, 2020-10-15.
- [2] Tractinsky N. Visual Aesthetics; In Human-computer Interaction and Interaction Design [M]. Encyclopedia of Human Computer Interaction, 2012.
- [3] Jiang Z H, Wang W Q, Tan B C Y, et al. The Determinants and Impacts of Aesthetics in Users' First Interaction with Websites [J]. Journal of Management Information Systems, 2016, 33 (1): 229-259.
- [4] Lindgaard G, Dudek C, Sen D, et al. An Exploration of Relations Between Visual Appeal, Trustworthiness and Perceived Usability of Homepages [J]. ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 2011, 18 (1): 1-30.
- [5] Kuo L W, Chang T, Lai C C. Multimedia Webpage Visual Design and Color Emotion Test [J]. Multimedia Tools and Applications, 2022, 81 (2): 2621-2636.
- [6] Chang S H, Chih W H, Liou D K, et al. The Influence of Web Aesthetics on Customers' PAD [J]. Computers in Human Behavior, 2014, 36: 168-178.
- [7] Liu W, Guo F, Ye G, et al. How Homepage Aesthetic Design Influences Users' Satisfaction: Evidence from China [J]. Displays, 2016, 42 (4): 25-35.
- [8] Marmat G. Influence of Aesthetics Attributes of Brand Web Pages on Customer Brand Engagement [J]. Global Knowledge Memory and Communication, 2023, 72 (4/5): 484-505.
- [9] Liu W, Liang X, Wang X, et al. The Evaluation of Emotional Experience on Webpages: An Event-related Potential Study [J]. Cognition Technology & Work, 2018, 21 (2): 317-326.
- [10] Kuo L, Chang T, Lai C C. Affective Psychology and Color Display of Interactive Website Design [J]. Displays, 2022, 71: 102134.
- [11] 王翠翠, 陈雪, 朱万里, 等. 带图片评论与纯文字评论对消费者有用性感知的眼动研究 [J]. 情报理论与实践, 2020, 43 (6): 135-141.
- [12] 王一川. 美学教程 [M]. 北京: 人民美术出版社, 2004: 5.
- [13] Thüring M, Mahlke S. Usability, Aesthetics and Emotions in Human-technology Interaction [J]. International Journal of Psychology, 2007, 42 (4): 253-264.
- [14] Peretti S, Tempesta D, Succi V, et al. The Role of Sleep in Aesthetic Perception and Empathy: A Mediation Analysis [J]. Journal of Sleep Research, 2019, 28 (3): e12664.
- [15] Moorthy A K, Bovik A C. Visual Quality Assessment Algorithms: What Does the Future Hold? [J]. Multimedia Tools and Applications, 2011, 51 (2): 675-696.
- [16] Wang Y J, Hernandez M D, Minor M S. Web Aesthetics Effects on Perceived Online Service Quality and Satisfaction in an E-tail Environment: The Moderating Role of Purchase Task [J]. Journal of Business Research, 2010, 63 (9-10): 935-942.
- [17] Tractinsky N, Katz A S, Ikar D. What is Beautiful is Usable [J]. Interacting with Computers, 2000, 13 (2): 127-145.
- [18] Robins D, Holmes J. Aesthetics and Credibility in Web Site Design [J]. Information Processing & Management, 2008, 44 (1): 386-399.
- [19] Schenkman B N, Jönsson F U. Aesthetics and Preferences of Webpages [J]. Behaviour & Information Technology, 2000, 19 (5): 367-377.
- [20] Lavie T, Tractinsky N. Assessing Dimensions of Perceived Visual Aesthetics of Web Sites [J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2004, 60 (3): 269-298.
- [21] Oyibo K, Adaji I, Vassileva J. The Effect of Age and Information Design on the Perception of Visual Aesthetics [C] //British HCI, 2018.
- [22] Kim S. Why Should GUI Designers Create Visual Novelties?: The Mechanisms of First Impression Formation in User Experience [J]. Archives of Design Research, 2019, 32 (2): 31-43.
- [23] Ngo D, Byrne J G. Application of an Aesthetic Evaluation Model to Data Entry Screens [J]. Computers in Human Behavior, 2001, 17 (2): 149-185.
- [24] Arnheim R. From Function To Expression [J]. The Journal of Aesthetics and Art Criticism, 1964, 23 (1): 29-41.
- [25] Post R, Nguyen T, Hekkert P. Unity in Variety in Website Aesthetics: A Systematic Inquiry [J]. International Journal of Human-computer Studies, 2017, 103: 48-62.
- [26] Wu O, Chen Y, Li B, et al. Evaluating the Visual Quality of Web Pages Using a Computational Aesthetic Approach [C] //Web Search and Data Mining. ACM, 2011: 337-346.
- [27] Wan H, Ji W, Wu G, et al. A Novel Webpage Layout Aesthetic Evaluation Model for Quantifying Webpage Layout Design [J]. Information Sciences, 2021, 576: 589-608.
- [28] Cyr D, Head M, Larios H. Colour Appeal in Website Design Within and Across Cultures: A Multi-method Evaluation [J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2010, 68 (1-2): 1-21.
- [29] Seckler M, Opwis K, Tuch A N. Linking Objective Design Factors with Subjective Aesthetics: An Experimental Study on How Structure and Color of Websites Affect the Facets of Users' Visual Aesthetic Perception [J]. Computers in Human Behavior, 2015, 49: 375-389.
- [30] Lin Y C, Yeh C H, Wei C C. How Will the Use of Graphics Affect Visual Aesthetics? A User-centered Approach for Web Page Design [J]. International Journal of Human-Computer Studies,

- 2013, 71 (3): 217-227.
- [31] Hassenzahl M. The Interplay of Beauty, Goodness, and Usability in Interactive Products [J]. *Human-Computer Interaction*, 2004, 19 (4): 319-349.
- [32] Deng L, Poole R S. Affect in Web Interfaces: A Study of the Impacts of Web Page Visual Complexity and Order [J]. *MIS Quarterly*, 2010, 34 (4): 711-730.
- [33] Im H, Ju H W, Johnson K K P. Beyond Visual Clutter: The Interplay Among Products, Advertisements, and the Overall Web-page [J]. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 2021, 15 (4): 804-821.
- [34] Child I L. Observations on the Meaning of Some Measures of Es-thetic Sensitivity [J]. *The Journal of Psychology Interdisciplinary and Applied*, 1964, 57 (1): 49-64.
- [35] Götz K O, Borisy A R, Lynn R, et al. A New Visual Aesthetic Sensitivity Test: I. Construction and Psychometric Properties [J]. *Perceptual & Motor Skills*, 1979, 49 (3): 795-802.
- [36] Myszkowski N, Storme M. Measuring “Good Taste” with the Visual Aesthetic Sensitivity Test-Revised (VAST-R) [J]. *Personality and Individual Differences*, 2017, 117: 97-100.
- [37] Meier N C. A Measure of Art Talent [J]. *Psychological Mono-graphs*, 1928, 39 (2): 184-199.
- [38] Graves M E. Design Judgment Test. [M]. Psychological Corpo-ration, 1948.
- [39] 董圣鸿, 黎璇, 郭璐, 等. 梅尔美术判断测验在中国应用的信、效度检验 [J]. *心理学探新*, 2019, 39 (6): 549-555.
- [40] Rayner K. Eye Movements in Reading and Information Process-ing: 20 Years of Research [J]. *Psychological Bulletin*, 1998, 124 (3), 372-422.
- [41] 秦琴, 柯青, 谢雨杉, 等. 所见、所感与所知: 用户的注意力、主观感受和在线健康信息质量评价关系探究 [J]. *情报学报*, 2022, 41 (2): 176-187.
- [42] Strandvall T. Eye Tracking in Human-computer Interaction and Usability Research [C] //Proceedings of the IFIP Conference on Huma-Computer Interaction. Heidelberg: Springer, 2009, 5727: 936-937.
- [43] Qu Q X, Guo F. Can Eye Movements be Effectively Measured to Assess Product Design?: Gender Differences Should be Considered [J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2019, 72 (7): 281-289.
- [44] Goldberg J H. Measuring Software Screen Complexity: Relating Eye Tracking, Emotional Valence, and Subjective Ratings [J]. *International Journal of Human Computer Interaction*, 2014, 30 (7): 518-532.
- [45] 胡名彩, 郭伏, 孙凤良. 考虑用户认知和情感体验的B2C网站首页主副导航设计研究 [J]. *工业工程与管理*, 2016, 21 (5): 154-159.
- [46] 邓伟伟, 林迎星. 旅游者视觉感知对目的地选择意向的影响——基于视觉吸引力与审美情绪视角分析 [J]. *企业经济*, 2021, 40 (10): 151-160.
- [47] Gu Z, Jin C, Chang D, et al. Predicting Webpage Aesthetics with Heatmap Entropy [J]. *Behaviour & Information Technology*, 2021, 40 (7): 1-15.
- [48] Santayana G. The Sense of Beauty: Being the Outline of Aesthetic Theory [M]. Dover Publications, 1955.
- [49] Kim J, Lee J, Choi D. Designing Emotionally Evocative Homepages: An Empirical Study of the Quantitative Relations Be-tween Design Factors and Emotional Dimensions [J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2003, 59 (6): 899-940.
- [50] Tuch A N, Bargas-Avila J A, Opwis K, et al. Visual Complexity of Websites: Effects on Users’ Experience, Physiology, Perform-ance, and Memory [J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2009, 67 (9): 703-715.
- [51] Liu W, Guo F, Ye G, et al. How Homepage Aesthetic Design Influences Users’ Satisfaction: Evidence from China [J]. *Displays*, 2016, 42 (4): 25-35.
- [52] Liu W, Liang X, Wang X, et al. The Evaluation of Emotional Experience on Webpages: An Event-related Potential Study [J]. *Cognition Technology & Work*, 2018, 21 (2): 317-326.
- [53] Uribe S, Álvarez F, Menéndez J M. User’s Web Page Aesthetics Opinion: A Matter of Low-level Image Descriptors Based on MPEG-7 [J]. *ACM Transactions on the Web*, 2017, 11 (1): 1-25.
- [54] Lowry P B, Wilson D W, Haig W L. A Picture is Worth a Thou-sand Words: Source Credibility Theory Applied to Logo and Web-site Design for Heightened Credibility and Consumer Trust [J]. *International Journal of Humancomputer Interaction*, 2014, 30 (1): 63-93.
- [55] Pengnate S, Sarathy R, Lee J. The Engagement of Website Initial Aesthetic Impressions: An Experimental Investigation [J]. *Interna-tional Journal of Human Computer Interaction*, 2019; 35 (16): 1517-1531.
- [56] Moss G A, Gunn R W. Gender Differences in Website Production and Preference Aesthetics: Preliminary Implications for ICT in Educa-tion and Beyond [J]. *Behaviour & Information Technology*, 2009, 28 (5): 447-460.
- [57] Faiola A, Ho C C, Tarrant M D, et al. The Aesthetic Dimen-sions of U. S. and South Korean Responses to Web Home Pages: A Cross-Cultural Comparison [J]. *International Journal of Humanâ Computer Interaction*, 2011, 27 (2): 131-150.
- [58] Bölte J, Hösker T M, Hirschfeld G, et al. Electrophysiological Correlates of Aesthetic Processing of Webpages: A Comparison of Experts and Laypersons [J]. *PeerJ*, 2017, 5 (1): e3440.
- [59] 吴晓丹, 张晓亚, 岳殿民, 等. 性别差异下基于位置与颜色的界面显示效果研究 [J]. *工业工程与管理*, 2022, 27 (6): 141-148.
- [60] Thielsch M T, Scharfen J, Masoudi E, et al. Visual Aesthetics and Performance: A First Meta-Analysis [G] //Alt F, Bulling A, Doring T. *Proceedings of Mensch Und Computer 2019*. New York: Association for Computing Machinery, 2019: 199-210.
- [61] Mehrabian A, Russell J A. An Approach to Environmental Psy-

- chology [M]. MIT, 1974.
- [62] Tong X J, Chen Y A, Zhou S S, et al. How Background Visual Complexity Influences Purchase Intention in Live Streaming: The Mediating Role of Emotion and the Moderating Role of Gender [J]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2022, 67: 103031.
- [63] Koo D M, Ju S H. The Interactional Effects of Atmospherics and Perceptual Curiosity on Emotions and Online Shopping Intention [J]. *Computers in Human Behavior*, 2010, 26 (3): 377-388.
- [64] Wang Y J, Minor M S, Wei J. Aesthetics and the Online Shopping Environment: Understanding Consumer Responses [J]. *Journal of Retailing*, 2011, 87 (1): 46-58.
- [65] Liu Y, Li H, Hu F. Website Attributes in Urging Online Impulse Purchase: An Empirical Investigation on Consumer Perceptions [J]. *Decision Support Systems*, 2013, 55 (3): 829-837.
- [66] Chaouali W, Yahia I B, Lunardo R, et al. Reconsidering the 'What is Beautiful is Good' Effect: When and How Design Aesthetics Affect Intentions Towards Mobile Banking Applications [J]. *International Journal of Bank Marketing*, 2019, 37 (7): 1525-1546.
- [67] Papachristos E. Assessing the Performance of Short Multi-item Questionnaires in Aesthetic Evaluation of Websites [J]. *Behaviour and Information Technology*, 2018, 38 (5): 469-485.
- [68] Xiao L, Wang S. Mobile Marketing Interface Layout Attributes that Affect User Aesthetic Preference: An Eye-tracking Study [J]. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 2023, 35 (2): 472-492.
- [69] Just M A, Carpenter P A. A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension [J]. *Psychological Review*, 1980, 87 (4): 329-354.
- [70] Bing P, Hembrooke H A, Gay G K, et al. The Determinants of Web Page Viewing Behavior: An Eye-Tracking Study [C] //Symposium on Eye Tracking Research & Applications. ACM, 2004: 147-154.
- [71] Busjahn T, Bednarik R, Schulte C. What Influences Dwell Time During Source Code Reading? Analysis of Element Type and Frequency as Factors [C] //Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research & Applications. New York, 2014: 335-338.
- [72] Rodeghero P, McMillan C, McBurney P W, et al. Improving Automated Source Code Summarization via an Eye-Tracking Study of Programmers [C] //Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering. New York, 2014: 390-401.
- [73] Schulz M, Davidson G T. Online Viewing and Aesthetic Preferences of Generation Y and the Baby Boom Generation: Testing User Web Site Experience Through Eye Tracking [J]. *International Journal of Electronic Commerce*, 2011, 15 (4): 121-158.
- [74] Holmes T, Zanker J M. Using an Oculomotor Signature as an Indicator of Aesthetic Preference [J]. *i-Perception*, 2012, 3 (7): 426-439.
- [75] 王艺璇, 王小平, 吴通, 等. 基于眼动实验的音乐类手机 APP 界面设计评价 [J]. *科学技术与工程*, 2018, 18 (9): 266-271.
- [76] 郭伏, 屈庆星, 张夏英, 等. 用户眼动行为与网站设计要素关系研究 [J]. *工业工程与管理*, 2014, 19 (5): 129-133, 139.
- [77] 孙林辉, 杨露, 袁晓芳, 等. 基于场独立/场依存认知风格的消费者信息搜寻效率研究 [J]. *情报理论与实践*, 2023, 46 (4): 122-130.
- [78] Sørensen J. Measuring Emotions in a Consumer Decision-making Context-Approaching or Avoiding [J]. *Aalborg University Department of Business Studies*, 2008, 20: 1-41.
- [79] 苏轲恒, 张敏, 王锦. 图书情报领域情感研究现状述评 [J]. *图书情报工作*, 2022, 66 (6): 137-147.
- [80] Nia M R, Shokouhyar S. Analyzing the Effects of Visual Aesthetic of Web Pages on Users' Responses in Online Retailing Using the VisAWI Method [J]. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 2020, 14 (4): 357-389.
- [81] Upasna B, Klarissa C, Tillmann N. Understanding the Impact of Perceived Visual Aesthetics on User Evaluations: An Emotional Perspective [J]. *Information & Management*, 2019, 56 (1): 85-93.
- [82] Bialkova S, Grunert K G, Trijp H. From Desktop to Supermarket Shelf: Eye-tracking Exploration on Consumer Attention and Choice-Science Direct [J]. *Food Quality and Preference*, 2020, 81: 103839.
- [83] 季璐, 柯青. 基于眼动证据的在线健康社区用户信息浏览行为及影响因素研究 [J]. *情报理论与实践*, 2021, 44 (2): 136-146.
- [84] 裴卉宁, 温志强, 黄雪芹, 等. 融合视觉认知特征的虚拟博物馆界面布局美度评价方法 [J]. *图文学报*, 2023, 44 (2): 389-398.
- [85] Lindgaard G, Fernandes G, Dudek C, et al. Attention Web Designers: You Have 50 Milliseconds to Make a Good First Impression! [J]. *Behaviour & Information Technology*, 2006, 25: 115-126.
- [86] Hoffmann R, Krauss K. A Critical Evaluation of Literature on Visual Aesthetics for the Web [J]. *Proceedings of Saicst*, 2004: 205-209.
- [87] Nordhoff M, August T, Oliveira N A, et al. A Case for Design Localization: Diversity of Website Aesthetics in 44 Countries [C] //the 2018 CHI Conference, 2018.
- [88] Lima A L D S, Wangenheim C G V. Assessing the Visual Esthetics of User Interfaces: A Ten-Year Systematic Mapping [J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2022, (2): 144-164.
- [89] Hu Z, Wang X, Hu X, et al. Aesthetic Evaluation of Computer Icons: Visual Pattern Differences Between Art-Trained and Lay Raters of Icons [J]. *Perceptual and Motor Skills*, 2021, 128 (1): 115-134.

(责任编辑: 郭沫含)