

眼动技术在现代家具创新设计中的应用研究

陈玉霞, 周毅, 郭勇, 方菲

(安徽农业大林业与园林学院, 合肥 230036)

摘要: 眼动技术在平面设计和心理学研究领域已有广泛的应用, 可以进行平面优化设计评估和视觉心理学探究, 在家具设计领域应用还比较少见。近几年中国家具企业越来越重视家具的创新性设计, 为此以座椅靠背搭脑的造型的评价为例, 介绍了眼动技术在家具视觉因素评价方面的应用, 并在此基础上探讨了家具创新的新方法和新思路。试验研究表明, 注视时间、平均注视时间、注视次数、首视点次数、综合热点图以及注视模式等视觉行为评价指标不仅能够较好地反映家具视觉元素对人体生理、心理的影响, 还可以将家具各视觉因素的程度及分布在家具上比较直观地反映出来。

关键词: 眼动技术; 现代家具; 创新设计; 应用

中图分类号: TS665.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)02-0306-05

Application of the eye movement technique in innovative design of furniture

CHEN Yu-xia, ZHOU Yi, GUO Yong, FANG Fei

(School of Forest and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: The eye movement technique has been widely applied in Graphic design and Psychological research, and it can be available to assess Graphic optimization design and explore visual psychology, but it was rarely used in furniture study. In recent years, Chinese furniture companies have increasingly recognized the importance of the innovative furniture design. Taking the head-rail modeling of seats for example, this paper briefly introduced the eye movement technique and its application, and discussed the new method and the new ideas of the innovative furniture design. Experimental results showed that the evaluation indexes of visual behavior such as gaze duration, average fixation duration, fixation times, the number of fist fixation point, the composite hotspots map, and gaze pattern not only reflected the effect of furniture visual element on the human physiology and psychology, but also reflected their effect degree and distribution on furniture directly.

Key words: eye movement technique; modern furniture; innovative design; application

人们的信息获取很大程度上依赖于视觉, 约有 80%~90% 的外界信息是通过人的眼睛获得的。人的视线具有直接性、自然性和双向性等其它信息所无法具备的特点^[1]。正是基于这一点, 为了进一步对人的视觉信息进行探究, 而开发了眼动技术。眼动技术主要通过眼动轨迹的记录, 并从中提取诸如注视点、注视时间和次数、眼跳距离、瞳孔大小等数据, 研究个体内在的认知过程^[2-3]。其应用领域非常的广泛, 包括 HCI (human-computer interaction) 人机交互研究, 心理学探究, 网页及平面设计评估, 工业产品设计评估, 动物认知习性研究以及在电子

游戏设计等方面^[4-7]。过去家具造型方面的研究主要从美学原理、主观评价等方面来开展, 具有一定的局限性。眼动技术在平面设计及心理学研究等方面的成功实例告诉我们, 现代家具创新设计中引入眼动技术将会带来家具创新方法方面的新突破。

作者以椅类家具中传统的造型元素搭脑为例, 初步探讨了眼动技术在家具造型评价方面的应用, 并进一步分析探讨了眼动技术在家具创新设计过程中的应用。

收稿日期: 2011-09-27

基金项目: 安徽省高校省级自然科学基金项目 (KJ2010B342) 资助。

作者简介: 陈玉霞, 女, 博士研究生, 讲师。E-mail: sheherose@163.com

1 材料与方 法

1.1 受试者

10 名大学生志愿者, 年龄 24 ± 3.6 岁, 其中 7 名男生, 3 名女生, 身体健康, 无色盲或色弱症状, 裸眼或矫正视力大于 1.0, 试验前 6 h 未看电视或使用电脑, 无眼部不适症状, 女生避免眼部画浓妆。

1.2 实验仪器、材料及方法

本试验利用美国 Tobii 1750 式眼动仪, 采用 Clearview2.7.0 软件系统对受试者的眼动轨迹进行记录, 显示屏为 DELL 显示器, 刷新频率 85Hz, 观察者距离显示屏约 600 mm, 眼动仪采集频率 250 Hz。

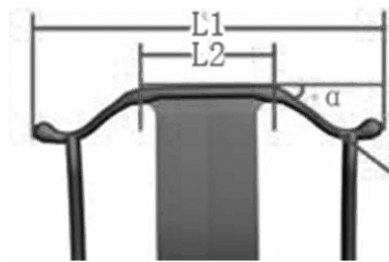


图 1 搭脑造型的量化方式

Figure 1 The quantification pattern for arched head-rail of the backrest

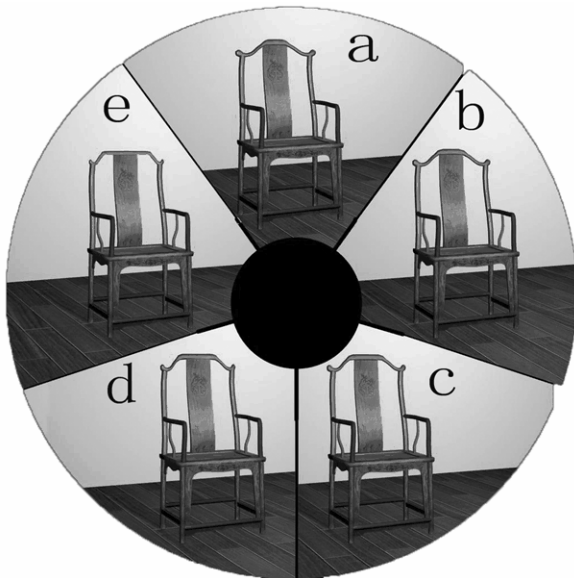


图 2 5 种搭脑造型与座椅环形排列方式

Figure 2 Five arched head-rail modelings and the ring arrangement pattern of the seats

选择椅背搭脑的弓背长度 L_2 与搭脑的总长度 L_1 以及搭脑弓背的高度作为搭脑造型量化的基础, 以 L_2/L_1 为搭脑造型量化的指标, 弓背高度不变,

如图 1 所示。5 把座椅 a、b、c、d、e, 其 L_2/L_1 分别取 0.2、0.25、0.3、0.5 和 0.67 共 5 个水平, 其它造型元素及其尺度完全一样。

为了减小视觉习惯对视觉对象排列顺序的影响, 将 5 把座椅排列为环形, 并且按排列组合使每把座椅在左上角第一区域的次数相等, 得到 25 张图片, 环形如图 2。实验时, 25 张图片随机呈现, 并记录受试者的眼动轨迹, 进行主观评价。主观评价包括活泼程度、美观性、流畅程度和稳定感等, 采用语义微分的 5 级量表形式。

2 结果与分析

2.1 眼动指标的确立

在家具创新设计研究的过程中, 不仅要考虑人的使用方面的需求, 同时还要满足人的视觉舒适性, 即审美需求。现在家具在审美需求方面的研究主要采用理论分析与主观评价相结合的方法, 虽然有一定的效果, 但仍存弊端, 这主要是因为主观评价中无论广泛的语义微分法, 还是模糊估计评价, 都是建立在对语义的理解之上的, 受试者对语义的理解与把握不同, 以及评价标准不同直接影响统计分析结果, 而眼动技术则是一种较为客观方法, 通过人体生理反应, 研究人体对产品的喜好及兴趣点。

眼动技术在家具设计创新中应用时, 相关变量的控制至关重要, 包括视觉呈现和受试者生理、心理两个方面的因素。家具的视觉呈现包括家具的造型、质感、装饰等等, 要对这些元素细化并且进行量化处理; 受试者的生理、心理因素受其年龄、动机水平、所处时代背景、专业、经验等诸方面的影响。在试验过程中要尽量排除视觉思维定势、受试者生理、心理等方面的不利影响。

在应用眼动技术进行家具视觉因素评价时, 应以视觉心理学、认知心理学等为理论基础, 建立眼动数据参量 (视觉评价指标) 与受试者心理指标之间的一一对应关系。首先通过眼动仪采集受试者相关视觉信息, 包括视点数据 (gaze data, GZD)、有效视点数据 (fixation data, FXD)、事件数据 (event data, EVD)、兴趣区域数据 (AOI data, AOI)、兴趣区列表 (AOI list, AOIL)、综合眼动数据 (combined data, CMD) 以及热点图 (hot spot plot)、视点图 (gaze plot)、视频 (眼动轨迹 AVI 视频)。并利用这些视觉信息建立相关视觉评级指标, 常见的视觉评价指标包括:

(1) 总注视次数和时间。根据试验方案不同, 可以选择兴趣区域数据或有效视点数据, 并计算某

一区域受试者总注视次数和注视时间。大量试验研究表明,总注视次数和时间与受试者的关注度成正比,因此,家具视觉因素评价中可采用次指标,以反映受试者对家具视觉因素的关注程度。

(2) 平均注视时间和次数。在分析总注视次数和总注视时间的基础上,可进一步通过平均注视时间和平均注视次数,对受试者的眼动行为进行深入分析。视觉心理学研究表明:在人的视觉关注时间大致相同的情况下,按照平均注视时间和平均注视次数可将视觉行分为多次短暂关注、少次较长时间关注、平均关注和混乱关注4种模式,不同的关注模式反映了不同的心理变化。目前相关研究成果已广泛应用于犯罪心理学等领域,如测谎等。在家具视觉因素的相关研究中发现,受试者通常对复杂而又美观的造型呈现少次较长时间的关注,而对简单的造型则呈现多次短暂性关注。在视觉舒适性方面,当受试者感到厌恶而不耐烦时会出现总注视时间短或平均注视时间和次数不统一的混乱模式,反之则数据较为统一。因此,利用这一指标结合视觉心理学,可对家具视觉因素进行比较客观的评价。

(3) 视点轨迹。视点轨迹是视点图(Gaze plot)结合有效视点统计分析的结果,主要反映受众的观察顺序。该指标在网页阅读和认知心理研究领域应

用较广。根据视觉心理学和造型美学的相关理论可知,观察顺序不仅受人的视觉次序定势的影响,造型也会对其产生不同程度的引导作用。如造型的运动感、韵律感等不同,人的视点轨迹也不同。在家具设计研究过程中,可以通过视点轨迹的分析,来探究不同造型因素对受试者的影响,再结合相关主观评价指标,对家具造型韵律感、比例、和谐程度等做出客观的评价。

(4) 首视点个数。是根据兴趣区域或有效视点数据对受试者开始一段时间内眼动行为中视点分布状况的反映。首视点个数在平面设计方面应用较多,主要用于确定宣传表现形式吸引人关注的首选级别。在家具设计中,通过该指标可找到家具视觉因素的首要因素及其部位。

(5) 合并热点图。主要是将各个样本的热点图(hot spot plot)原始数据合而得到,即综合热点图。从图中,可以很直观的看家具不同部位受关注的程度。

2.2 座椅弓背搭脑造型与眼动指标的关系

结合10名受试者对5把座椅搭脑造型的眼动记录数据,分析座椅弓背形搭脑造型与眼动指标的关系,统计分析结果,如图1和表1所示。

表1 眼动指标数

Table 1 The indexes of the eye movements

座椅编号 Serial number of the seats	注视人数 Number of subjects	注视时间/ms Gaze duration	平均注视时间/ms·次 ⁻¹ Average fixation duration	注视次数 Fixation times	首视点个数 The number of first fixation points
a	10	3 450 (127.3)	313.6 (33.61)	11.4 (3.64)	4.8 (2.83)
b	10	1 756 (118.1)	351.2 (45.73)	5.2 (2.97)	4.6 (3.42)
c	10	2 950 (142.3)	421.4 (38.58)	6.8 (3.17)	3.9 (3.05)
d	10	1 695 (129.5)	339.0 (29.16)	4.8 (3.52)	2.1 (2.77)
e	10	1 658 (106.9)	184.2 (21.84)	9.4 (4.01)	5.4 (3.63)

注:表中数据值为10名受试者在25张图片呈现过程对5把座椅注视数据的平均值,括弧内为其标准差。

Note: Data in the table are average of 10 subjects to five seats showing in 25 pictures, and their standard deviations are shown in parentheses.

图3为某一受试者对25张图片中的某一张进行测试时,对5张座椅靠背造型的视觉行为综合热点图。由此图可知,对于该受试者,随着搭脑弓背部长度的增大,受关注的程度逐渐降低,并且对于较短的搭脑弓背,受试者的关注点位于搭脑的顶部突出部位和搭脑与靠背交角处,而对于较长的搭脑弓背,受试者关注的部位位于搭脑的下部,呈现整体观察的趋势。

由表1可知,随着座椅搭脑弓背长度的增长,总得注视时间减少,平均注视时间先增加后减少,

而注视次数和首视点次数呈现先减少后增多的趋势。综合各项眼动指标可以看出,对于座椅a和e的搭脑造型,受试者普遍呈现多次短暂关注的视觉行为;对于座椅c的搭脑造型,受试者普遍呈现少次长时间关注的视觉行为,而对于座椅b和d的搭脑造型,受试者的视觉行为介于前两种情况之间,偶尔呈现不规则混乱模式。

综上所述,结合视觉心理学的相关原理可知,受试者对弓背长度适中的搭脑造型比较容易接受和欣赏,此时,弓背长度约为搭脑总长度的1/3左右。

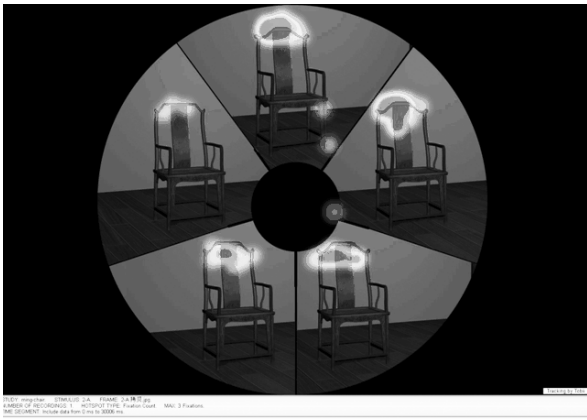
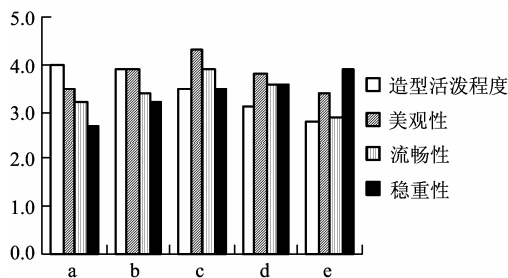


图 3 综合热点图

Figure 3 The composite hotspot map

2.3 座椅弓背搭脑造型的主观舒适性评价

利用格拉布斯异常值判断法,对 10 名受试者的主观评价结果(每位受试者分布对 25 张图片中的 5 张座椅搭脑造型依次进行评价)进行异常值判读,发现 1 名受试者主观评价出现异常,故排除,对其余受试者的主观评价进行平均数计算,并作图,如图 4 所示。



造型活泼程度 Degree of liveliness in modeling; 美观性 Aesthetics; 流畅性 Fluency; 稳重性 Modesty

图 4 弓背搭脑视觉的主观评价

Figure 4 The subjective score of visual perception about arched head-rail of the backrest

由图 4 可知,随着座椅搭脑弓背部长度的增长,座椅搭脑造型的活泼感降低,而稳定感增强;而搭脑造型的美观性和线条的流畅性随着座椅搭脑弓背部长度的增长先提高后降低。这也进一步印证了眼动数据分析评价的结果,虽然座椅 e 的稳定性较大,但综合评价较低,视觉张力不够,给人的感觉平凡而缺乏吸引力。结合热点图还发现,对于稳定性较高的家具造型元素,受试者呈现整体观察的趋势,而对于稳定性较差的家具造型元素,受试者的关注点集中于连接部位和曲度变化较大的部位。

这些分析得出的规律会给家具创新及优化设计带来许多科学提示,也是其它许多评价方法所不能

企及的。

3 讨论

3.1 眼动技术及其应用现状

眼动技术应用及研究较早,在 19 世纪末一个名为 Emilo Javal 的法国眼科医生发现有个病人在进行阅读时有比较特殊的眼睛运动。他的这一发现被称为是对眼动的最早研究。眼动研究早期主要采用肉眼观察和机械记录的方法,其精确度较差,往往得不到有价值的研究数据。随着技术的进步,以及角膜反光法的应用,眼动技术有了很大的提高,其广泛应用可为科学研究者带来许多有用的数据^[8]。

眼动技术在平面设计领域应用已经非常广泛且比较成熟,如网页设计和平面广告设计等等,国内外相关研究较多,主要采用对比评估的方法,且围绕关注度进行变量控制和指标确定^[9-10]。在认知心理学研究领域其应用则更为广泛,主要采用特殊受众与一般受众个体之间眼动行为对比的方法,通过收集各项观察动作的各项参量,探究眼动行为与某些心理现象与心理生理疾病的关系。而在家具设计方面,眼动技术应用却非常少见。运用眼动仪与视线跟踪技术研究审美欣赏的心理特征及能力,眼动技术的应用为满足人的审美需求提供了科学依据,在美学上具有一定的学术意义。

3.2 眼动技术在现代家具创新设计中的应用

眼动技术不仅可以优化家具的视觉因素,甚至在家具创新性设计的整个过程中都可以发挥其优势作用,主要体现在一下几个方面:

(1) 探究审美偏好,定位产品市场。设计准备主要包括素材搜集,市场调研等,眼动技术在这方面可以探究消费者的审美偏好,通过数据分析进而对整个市场进行评估,准确把握市场,确定设计方向。

(2) 研究传统精华,融入创新设计。在创新设计中,要追求创新的科学性和美观性。在对前人作品进行总结后再创新是一个很好的思路,通过眼动技术,对传统家具进行研究,对造型规律进行科学性总结,融入创新设计,可提高设计质量。

(3) 计划。应用眼动技术进行对比评估,模拟卖场视觉选择,从研究结果中做出选择,并从数据分析中总结规律进行方案优化。

(4) 宣传效果评估,优化产品宣传。在产品的宣传方面,主要涉及平面设计和主流媒体宣传制作,眼动技术在这些方面的应用非常之多。对宣传方案进行评估并优化宣传方案,达到更好推广效果。

4 结论

综上所述,眼动技术能够比较客观地对家具视觉元素进行评价,其中注视时间、平均注视时间、注视次数、首视点次数、综合热点图以及注视模式等视觉行为评价指标不仅能够较好地反映家具视觉元素刺激对人体生理、心理的影响,还可以将家具各视觉因素的影响程度及分布在家具整体上比较直观地反映出来。这方面相关理论研究将会为家具的视觉因素创新设计提供科学提示和理论指导。

总之,眼动技术为家具设计研究提供了新思路,为家具视觉因素的科学、客观评价及评价标准的制定奠定了基础。同时,眼动技术在现代家具创新性设计的各个环节均有广阔的发展空间。家具设计研究工作者可充分利用这一新技术,提高中国家具的设计水平,促进家具行业的发展。

参考文献:

- [1] Jacob R J K, Karn K S. Eye tracking in human computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises [J]. *Computer Vision and Image Understanding*, 2003, 11(24): 682-701.
- [2] Raidt S, Elisei F, Bailly G. Face-to-Face Interaction with a Conversational Agent: Eye-Gaze and Deixis [C]//Netherlands: International conference on autonomous agents and multiagent systems. 2005: 1-23.
- [3] Balk S A and Moore K S. Mobile phone use in a driving simulation task: differences in eye movements [J]. *Journal of Vision*, 2005, 6(6): 72.
- [4] Sandini G, Vernon D, Metta G. Development of a cognitive humanoid cub [C]//University of genova DIST - LIRA-Lab: First periodic activity report. 2005: 21-22.
- [5] Smith J D and Graham T C N. Use of Eye Movements for Video Game Control [C]//New York: Association for computing machinery. 2006.
- [6] Cox A L, Cairns P, Berthouze N, et al. The Use of Eye tracking for Measuring Immersion [C]//Vancouver, Canada: the twenty-eighth annual meeting of the cognitive science society. 2008, 26-29.
- [7] 简召全, 冯明, 朱崇贤. 工业设计方法学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2000.
- [8] 周鹏生. 眼动实验中的操作和数据统计[J]. *中国现代教育装备*, 2009, 7(11): 43-45.
- [9] 王福兴, 陈珺, 段婷. 儿童的阅读障碍与眼动[J]. *中小学心理健康教育*, 2010, 7(13): 17-22.
- [10] 黄旭, 静进. 眼动技术在发育性诵读困难研究中的应用[J]. *国际儿科学杂志*, 2006, 33(5): 353-354.