

城际物流 APP 界面导航设计的视觉搜索绩效研究

陈学强, 黄黎清, 李明珠

(江苏大学, 镇江 212013)

摘要: **目的** 以城际物流 APP 首页界面导航设计为研究对象, 通过分析不同用户的视觉搜索绩效, 提出最佳的导航布局方式和导航设计建议。**方法** 基于视觉认知理论, 利用眼动实验法从客观、定量的角度对用户的搜索行为进行量化分析, 通过对被试在四个界面的搜索速度、搜索准确率及相关眼动测量数据的分析, 探讨不同的界面导航设计对用户视觉搜索绩效的影响。**结果** 被试在陈列馆式导航布局中获取信息的难度更大, 准确率较低, 搜索绩效较差; 被试在宫格式的导航布局中获取信息的难度较小, 准确率较高, 搜索绩效较好。**结论** 提出了城际物流 APP 的界面导航设计建议, 导航图标较多的情况下可以采用宫格式的导航布局方式; 要控制相邻导航图标之间的距离; 尽量采用导航内容区域规则排布的布局方式。

关键词: 城际物流 APP; 导航设计; 视觉搜索绩效; 视觉认知; 眼动实验法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)08-0198-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.08.026

Visual Search Performance of Intercity Logistics APP Interface Navigation Design

CHEN Xue-qiang, HUANG Li-qing, LI Ming-zhu

(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

ABSTRACT: This paper aims to take the home page interface navigation design of intercity logistics APP as the research object, through analyzing the visual search performance of different users, so as to propose the best navigation layout and navigation design Suggestions. Based on visual cognition theory, eye movement experiment is used to quantitatively analyze users' search behavior in the light of an objective and quantitative view. This method is to explore the influence of different interface navigation designs on users' visual search performance through the analysis of the search speed, search accuracy and related eye movement measurement data of the subjects in the four interfaces. It is more difficult for the subjects to obtain information in the gallery-style navigation layout, with lower accuracy and poor search performance. While it is less difficult for the subjects to obtain information in the palace-style navigation layout, with higher accuracy and better search performance. Suggestions on interface navigation design of intercity logistics APP are put forward. In case of more navigation icons, navigation layout in palace format can be adopted. The distance between adjacent navigation icons shall be controlled. The layout shall use a regular configuration of navigation content areas.

KEY WORDS: intercity logistics APP; navigation design; visual search performance; visual cognition; eye movement experiment

目前, 国内社会物流费用逐年增长, 占比 GDP 比例趋于下降, 整体物流行业蓬勃发展。而随着物流行业的高速发展以及城际物流市场规模的扩大, 城际物流 APP 产品大量出现, 用户的选择空间越来越大,

用户对产品的需求也逐渐从能满足基本的功能需要转变为能够提供良好的用户体验。APP 导航设计是 APP 的重要组成部分, 不仅能够实现页面之间的跳转, 而且还能够表明导航和其所包含内容之间的关

收稿日期: 2020-12-09

作者简介: 陈学强 (1993—), 男, 江苏人, 江苏大学硕士生, 主攻工业设计工程。

通信作者: 黄黎清 (1979—), 男, 江苏人, 硕士, 江苏大学副教授, 主要研究方向为工业设计工程。

系,导航设计的宗旨是为用户提供良好的信息服务^[1]。APP 导航设计在一定条件下会影响用户的视觉搜索绩效,考虑周全的导航设计可以向用户明确传达信息,让整个 APP 产品的功能逻辑更加合理,让用户的操作更加流畅,提高产品的用户体验。因此,在同质化严重的城际物流 APP 产品设计中,对于 APP 界面导航设计的研究具有重要意义,只有能够提供更好的用户体验的产品才能吸引更多的用户,提高用户黏性。

1 APP 导航设计研究现状

在 21 世纪体验经济的时代,APP 应用的市场竞争越来越激烈,但是在商业设计的领域,设计师通常将重点放在产品的结构、配色和交互特效等以设计师自身的感觉为标准的设计上,往往会忽略导航设计的重要性。在学术界从视觉搜索角度对导航设计的研究多是针对网页端的研究:如从视觉搜索策略方面展开对导航设计的研究,将视觉搜索策略分为随机搜索策略、系统搜索策略和半系统搜索策略三种,并提出不同的搜索策略对用户的搜索绩效的影响^[2-4],用户在结构性视觉搜索区域会严格采用系统搜索策略,在非结构性区域采取的搜索策略通常介于系统搜索策略和随机搜索策略之间^[5-6];从视觉搜索任务中目标有无、目标出现的概率以及时间压力方面分析其对用户搜索绩效的影响,结果表明时间压力和低目标出现的概率能够提高用户对视觉信息的处理速度,采用的策略是信息过滤,用户对高目标出现的概率采用的主要策略是任务加速,在时间压力下会缩短搜索时间^[7];牟邦欢对移动端界面进行了视觉搜索绩效的研究,研究发现在任务复杂程度较低,搜索界面较小且图标较少的情况下,被试对圆角矩形图标的搜索绩效较好,

当搜索界面图标增加时,被试对无框具形图标的搜索绩效较好^[8]。

综上所述,研究者多是从视觉搜索策略方面进行用户的视觉搜索绩效影响方面的研究,且多数是对网页端的界面进行的研究;对于 APP 导航设计的理论研究比较多,而从实验的角度分析 APP 导航设计的研究较少,值得进一步探究;大部分研究是从大类的 APP 导航设计的研究,是比较综合性的研究,而针对某一类 APP 的导航设计的研究很少。目前物流行业蓬勃发展,城际物流 APP 导航界面设计布局多样,因此,本研究希望针对城际物流 APP 软件的界面导航设计进行眼动实验研究,从客观、定量的角度探讨不同的界面导航设计对用户视觉搜索绩效的影响。

2 城际物流 APP 首页导航设计分析

2.1 竞品选取

本研究对目前在 APP 应用商城中下载量较多且评分较高的多款城际物流类 APP 进行竞品分析,包括货车帮、中国物流网、物通网配货车主版、握链、惠龙易通车主版、第一物流、快成物流、运策物流、货运帮、运满满、陆鲸。除运满满、陆鲸首页直接是货源列表之外,其他 APP 的首页均有功能导航入口。可以将这些 APP 的首页导航形式分为三种类型:(1)宫格式导航;(2)宫格式导航加 Banner;(3)陈列馆式导航加 Banner,其中陈列馆式布局有导航内容区域规则排布和不规则排布两种形式,因此将导航布局可以分为以下四类,首页导航布局见图 1。

2.2 样本制作

采用 Axure RP7.0 制作城际物流 APP 的首页页面,尺寸为 750 px×1334 px,实验材料见图 2。



图 1 首页导航布局

Fig.1 Home navigation layout

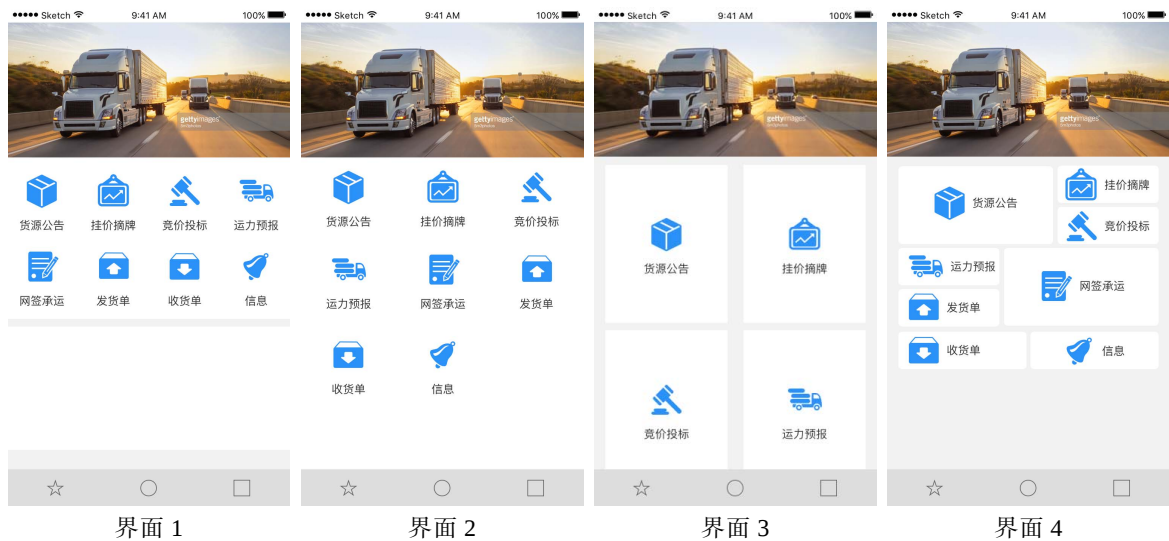


图 2 实验材料
Fig.2 Experimental material

3 方法

3.1 实验被试

本实验共选取被试 18 人，其中男女各 9 人，年龄为 19~26 岁，学历为本科及硕士。所有被试的视力或矫正视力正常，无色盲、色弱情况。

3.2 实验变量

在此次研究中，自变量为图标的布局，因变量为被试完成任务的搜索绩效（搜索用时和准确率）。在实验过程中注意以下几点。（1）为避免图标内容差异对实验结果带来的影响，实验中各页面的图标样式保持一致，所预设的目标图标也相同。（2）为尽量减小被试在实验过程中的学习效应对实验结果的影响，实验材料随机展示，任务顺序采用拉丁方的方法排序。（3）实验中，在目标提示语界面和视觉搜索界面之间插入带有“十”字标识的注视点界面，以清除上一个页面的影响。

3.3 实验任务

本实验是研究在相同复杂程度下不同图标布局（即具有 Banner 和相同图标，图标布局方式不同）的首页导航对用户视觉搜索绩效的影响。

3.4 实验装置

本研究选用的实验场所为江苏大学艺术学院眼动实验室，实验设备为 Tobii T60 眼动仪一台，以及配套使用的数据处理软件 Tobii Studio。

3.5 实验程序

- 1) 在实验开始前，对被试坐姿和眼动仪进行校准，校准成功后被试进入实验阶段。
- 2) 向被试呈现实验指导语，告知被试实验内容。
- 3) 进入目标提示语界面，提示被试搜索任务。
- 4) 进入注视点界面，界面中央呈现白色“十”字注视点，将被试的视觉注视点进行集中（注视点界面呈现时间 1 000 ms）。
- 5) 进入视觉搜索界面，对目标进行视觉搜索和点击（当被试在此页面超过 10 000 ms 无操作时，页面自动跳转到下一页面）。
- 6) 点击图标后进入下一个目标提示语界面，最后按“目标提示语界面+注视点界面+视觉搜索界面”的形式依次呈现各项搜索任务。操作步骤见图 3，实验材料步骤见图 4。

4 结果与分析

4.1 实验测量指标

本次实验的眼动测量指标包括首次注视点时间、注视持续时间、注视点个数、访问持续时间与访问次数。根据眼动实验的数据建立相应评估指标，并建立评估模型^[9]。眼动测量指标见表 1。

将所有被试的数据进行整合，得到眼动测量指标数据见表 2，并计算得出相应指标。

将搜索速度定义为 $S^{[10]}$ ，注视点持续时间表示认知过程的困难程度，数值越大表示被试确认目标的

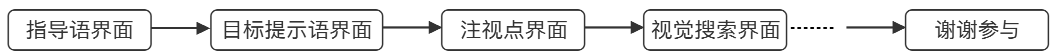


图 3 操作步骤
Fig.3 Operation steps

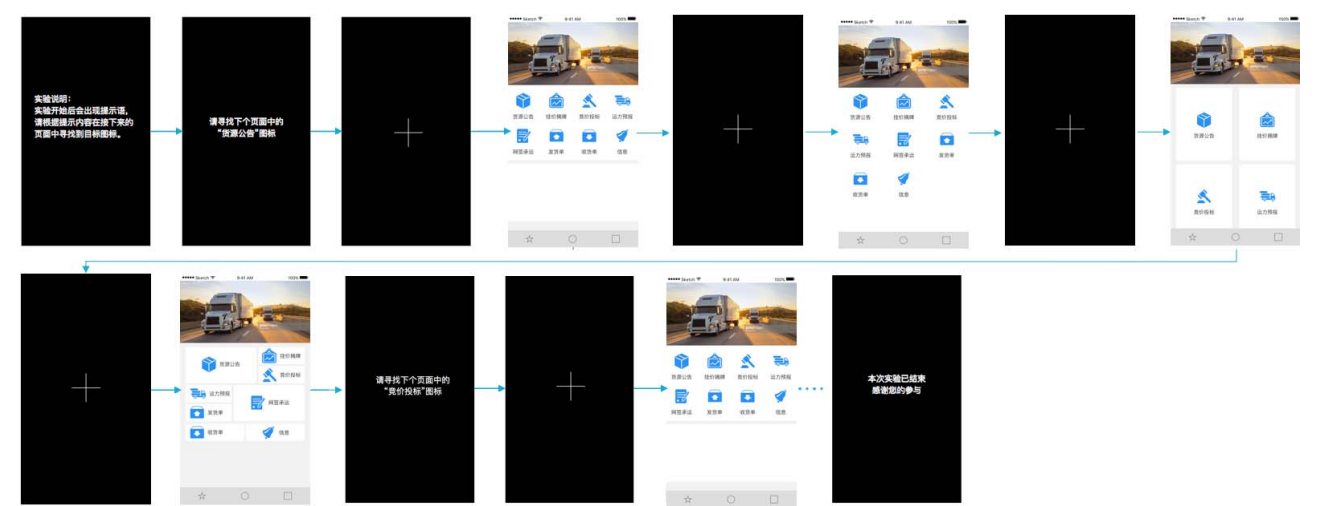


图 4 实验材料步骤
Fig.4 Experimental material steps

表 1 眼动测量指标

Tab.1 Eye movement measurement indexes

指标号	眼动数据名称	含义	指标符号
指标 1	首次注视点时间（Time to First Fixation）	用户第一次注视到兴趣区所用时间	T
指标 2	注视持续时间（Fixation Duration）	用户在兴趣区内所有注视点持续时间之和	D
指标 3	注视点个数（Fixation Count）	用户在兴趣区产生的注视点数量	G
指标 4	访问持续时间（Visit Duration）	用户在兴趣区内所有访问点的总时间长度	V
指标 5	访问次数（Visit Count）	用户访问兴趣区的次数	C

表 2 眼动测量指标数据

Tab.2 Eye movement measurement index data

界面	首次注视点时间 （Time to First Fixation）	注视点持续时间 （Fixation Duration）	访问点个数 （Visit Count）	访问持续时间 （Visit Duration）	访问次数 （Visit Count）
1	1.157	0.253	2.066	0.422	1.361
2	0.882	0.241	2.417	0.455	1.472
3	0.744	0.256	3.200	0.549	1.517
4	0.684	0.231	2.756	0.610	1.494

时间越长，认知难度越高，因此，将搜索速度 S 定义为注视持续时间的倒数：

$$S=D^{-1} \tag{1}$$

将搜索准确率定义为 A ，被试在进行目标搜索的过程中，会产生回溯注视，通常是由于被试在当前注视点获取的信息不足需要返回上一个注视点重新获取信息，这些回溯注视点的产生会导致访问持续时间 V 大于注视持续时间 D ，且产生得越多，访问持续时间 V 越大^[11]，定义搜索效率 $A^{[9]}$ （ A 越大，搜索准确率越低）：

$$A=V/D \tag{2}$$

将计算好的数据进行汇总，得到眼动模型评价结果见表 3。

将评价结果进行分析可得：（1）界面 1 的搜索准确率最高，搜索速度次于界面 4 和界面 2；（2）界面 2 的搜索速度仅次于界面 4，准确率仅次于界面 1；

表 3 眼动模型评价结果

Tab.3 Evaluation results of eye movement model

界面	搜索速度 S	搜索准确率 A
1	3.953	1.668
2	4.149	1.888
3	3.906	2.144
4	4.33	2.641

（3）界面 3 搜索速度最慢，准确率次于界面 1 和界面 2；（4）界面 4 的搜索速度最快，准确率最低。

4.2 4 个界面实验数据的单因素重复测量方差分析

对 4 个界面的 5 个眼动数据进行单因素重复方差分析，得到以下数据。

1）4 个界面首次注视点时间。采用单因素重复测量方差分析方法，判断 4 个界面的导航布局对受试

者首次注视点时间的影响。Mauchly 的球形检定（首次注视点时间）见表 4，主旨内效果检定（首次注视点时间）见表 5。经箱线图判断，数据有异常值无极端异常值；经 Shapiro-Wilk 检验，3 组数据服从正态分布（ $P>0.05$ ），1 组不服从正态分布；经球形假设检验，因变量的方差协方差矩阵不相等， X^2 （大约卡方）= 18.052， $P=0.003$ ，通过 Greenhouse-Geisser 方法校正， $\epsilon=0.615$ 。数据以均数±标准差的形式表示。受试者在 4 个界面首次注视点时间分别为 1.16±0.67 s，0.88±0.30 s，0.74±0.12 s，0.68±0.31 s。校正后 $F(1.845,22.143)=3.661$ ， $P=0.045<0.05$ ，表明 4 个界面的首次注视点时间的差异具有统计学意义。

2) 4 个界面注视点持续时间。实验数据经单因

素重复测量方差分析，受试者在 4 个界面注视点持续时间分别为 0.25±0.14 s，0.24±0.12 s，0.26±0.06 s，0.23±0.09 s。 $F(3,39)=0.392$ ， $P=0.759>0.05$ ，表明 4 个界面的注视点持续时间的差异不具有统计学意义。

3) 4 个界面注视点个数。采用单因素重复测量方差分析方法，判断 4 个界面的导航布局对受试者注视点个数的影响。Mauchly 的球形检定（注视点个数）见表 6，主旨内效果检定（注视点个数）见表 7。经箱线图判断，数据无异常值；经 Shapiro-Wilk 检验，各组数据服从正态分布（ $P>0.05$ ）；经球形假设检验，因变量的方差协方差矩阵不相等， X^2 （大约卡方）= 12.025， $P=0.035<0.05$ ，不满足球形假设，通过 Huynh-Feldt 方法校正， $\epsilon=0.884$ 。数据以均数±标准差

表 4 Mauchly 的球形检定（首次注视点时间）
Tab.4 Mauchly's ball test (First fixation time)

主旨内效果	Mauchly's W	大约卡方	df	显著性	Epsilonb		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	下限
界面	0.186	18.052	5	0.003	0.615	0.722	0.333

表 5 主旨内效果检定（首次注视点时间）
Tab.5 Subject matter internal effect check (First fixation time)

	来源	第 III 类平方和	df	平均值平方	F	显著性	局部 Eta 方形
界面	假设的球形	1.729	3	0.576	3.661	0.021	0.234
	Greenhouse-Geisser	1.729	1.845	0.937	3.661	0.045	0.234
	Huynh-Feldt	1.729	2.165	0.798	3.661	0.037	0.234
	下限	1.729	1.000	1.729	3.661	0.080	0.234
Error (界面)	假设的球形	5.666	36	0.157			
	Greenhouse-Geisser	5.666	22.143	0.256			
	Huynh-Feldt	5.666	25.984	0.218			
	下限	5.666	12.000	0.472			

表 6 Mauchly 的球形检定（注视点个数）
Tab.6 Mauchly's ball test (Number of fixation points)

主旨内效果	Mauchly's W	大约卡方	df	显著性	Epsilonb		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	下限
界面	0.359	12.025	5	0.035	0.730	0.884	0.333

表 7 主旨内效果检定（注视点个数）
Tab.7 Subject matter internal effect check (Number of fixation points)

	来源	第 III 类平方和	df	平均值平方	F	显著性	局部 Eta 方形
界面	假设的球形	9.787	3	3.262	4.281	0.011	0.248
	Greenhouse-Geisser	9.787	2.190	4.469	4.281	0.021	0.248
	Huynh-Feldt	9.787	2.651	3.691	4.281	0.014	0.248
	下限	9.787	1.000	9.787	4.281	0.059	0.248
Error (界面)	假设的球形	29.722	39	0.762			
	Greenhouse-Geisser	29.722	28.472	1.044			
	Huynh-Feldt	29.722	34.469	0.862			
	下限	29.722	13.000	2.286			

的形式表示。受试者在 4 个界面注视点个数分别为 2.07 ± 0.70 , 2.42 ± 1.04 , 3.20 ± 0.94 , 2.76 ± 1.24 。在 4 个界面内的注视点个数的差异具有统计学意义。 $F(2.651, 29.722) = 4.281$, $P = 0.014 < 0.05$, 表明 4 个界面间的注视点个数差异具有统计学意义。界面 1 和界面 3 的差异性最显著, $P = 0.017 < 0.05$, 界面 1 注视点个数为 2.07 ± 0.70 , 界面 3 注视点个数为 3.20 ± 0.94 , 界面 3 注视点个数显著上升 1.13 (95%置信区间)。

4) 4 个界面访问持续时间。实验数据经单因素重复测量方差分析, 受试者在 4 个界面访问持续时间分别为 0.42 ± 0.24 s, 0.45 ± 0.22 s, 0.54 ± 0.15 s, 0.61 ± 0.47 s。校正后 $F(1.814, 23.585) = 1.806$, $P = 0.188 > 0.05$, 表明 4 个界面的访问持续时间的差异不具有统计学意义。

5) 4 个界面访问次数。实验数据经单因素重复测量方差分析, 受试者在 4 个界面访问次数分别为 1.36 ± 0.35 s, 1.47 ± 0.50 s, 1.52 ± 0.32 s, 1.49 ± 0.40 s。 $F(3, 42) = 0.466$, $P = 0.707 > 0.05$, 表明 4 个界面的访问次数的差异不具有统计学意义。

4.3 实验结论

1) 本实验数据为去除极值后得到的数据, 经过与去极值前结果对比, 发现本实验数据去极值后对于数据分析的最终结论影响不大。

2) 界面 4 的搜索速度最快, 准确率最低; 界面 1 的搜索准确率最高, 搜索速度次于界面 4 和界面 2; 界面 3 的搜索速度最慢, 准确率次于界面 1 和界面 2 (如表 3)。

3) 注视点持续时间数值越大说明区域的加工困难度越高, 界面 3 的加工困难度最高, 界面 4 的加工困难度最低。界面 3 的导航图标之间的间距过大, 在一定程度上加大了被试的搜索难度 (如表 2)。

4) 注视点个数越大说明区域的信息点越多、获取难度越大, 通过单因素重复测量方差分析得到界面 1 和界面 3 的差异性最显著, $P = 0.017 < 0.05$, 界面 1 注视点个数为 2.07 ± 0.70 , 界面 3 注视点个数为 3.20 ± 0.94 , 界面 3 注视点个数显著上升 1.13 (95%置信区间)。界面 3 的注视点个数最多, 搜索难度最高; 界面 1 的注视点个数最少, 搜索难度最低 (如表 2)。

5) 访问持续时间越大表明被试在该区域获取的信息越不足, 被试需要更多的时间确认信息。界面 1 到界面 4 的访问持续时间依次增大, 表明界面 4 获取信息的难度最大, 界面 1 获取信息的难度最小。界面 4 相邻导航图标的距离较小, 导航内容区域不规则排布, 导致被试在确认信息时需要花费更多的时间 (如表 2)。

综上, 被试在界面 3 和界面 4 的陈列馆式导航布局中获取信息的难度更大且准确率较低, 搜索绩效较差; 被试在界面 1 和界面 2 的宫格式的导航布局中获取信息的难度较小且准确率较高, 搜索绩效较好。

因此, 建议设计师在进行城际物流 APP 的界面导航设计时, 在导航图标较多的情况下可以采用宫格式的导航布局方式; 控制相邻导航图标之间的距离; 尽量采用导航内容区域规则排布的布局方式。

5 结语

本研究基于视觉认知理论, 利用眼动实验法构建了城际物流 APP 的 4 种首页导航布局的视觉搜索绩效测试实验, 通过对不同被试的搜索速度、搜索准确率以及各眼动指标等实验结果的分析, 提出了城际物流 APP 首页导航设计的设计原则, 即在导航图标较多的情况下可以采用宫格式的导航布局方式, 要控制相邻导航图标之间的距离, 导航内容区域规则排布。

本文利用眼动追踪技术, 对得到的眼动数据进行定量分析, 为城际物流 APP 的导航设计与评估提供参考和借鉴, 对于其他相似工具类 APP 的导航设计也同样具有指导意义。

参考文献:

- [1] 王愉. 互联网产品(Web/移动 Web/APP)视觉设计(导航篇)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.
WANG Yu. Visual Design of Internet Products (Web/Mobile Web/APP)[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- [2] 于瑞峰. 视觉搜索策略研究综述[J]. 人类工效学, 2012, 18(2): 93-95.
YU Rui-feng. Review of Research on Visual Search Strategies[J]. Ergonomics, 2012, 18(2): 93-95.
- [3] 胡凤培, 蔡雷厉, 柴黎林, 等. 网页布局中项目位置信息提示的视觉搜索策略研究[J]. 心理科学, 2010, 33(6): 1512-1515.
HU Feng-pei, CAI Lei-li, CHAI Li-lin, et al. Research on Visual Search Strategy of Project Location Information Prompt in Web Layout[J]. Psychological Science, 2010, 33(6): 1512-1515.
- [4] 汤洪涛, 苏丹丹, 兰秀菊, 等. 基于眼动的多目标视觉搜索绩效研究[J]. 工业工程, 2017, 45(1): 108-112.
TANG Hong-tao, SU Dan-dan, LAN Xiu-ju, et al. Research on Multi-Objective Visual Search Performance Based on Eye Movement[J]. Industrial Engineering, 2017, 45(1): 108-112.
- [5] NEISSER U. Decision Time without Reaction Time Experiments in Visual Scanning[J]. American Journal of Psychology, 1963, 76(3): 376-385.
- [6] DRURY C G. Inspection of Sheet Materials: Model and Data[J]. Human Factors, 1975, 17(3): 257-265.
- [7] 杨林栋, 宋馥璇, 张运红, 等. 目标出现概率、目标有无和时间压力对视觉搜索绩效的影响[J]. 工业工程, 2016, 19(6): 83-88.
YANG Lin-dong, SONG Fu-xuan, ZHANG Yun-hong, et al. Effects of Target Occurrence Probability, Target

- Presence and Time Pressure on Visual Search Performance[J]. *Industrial Engineering*, 2016, 19(6): 83-88.
- [8] 牟邦欢. 移动设备交互界面图标设计风格的工效学研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016.
- MOU Bang-huan. Ergonomics Research on Icon Design Style of Interactive Interface of Mobile Devices[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Science and Technology, 2016.
- [9] 陈嘉绪, 张少伟, 周颖, 等. 基于眼动技术的医疗器械说明书可用性评估[J]. *中国卫生产业*, 2016(5): 35-41.
- CHEN Jia-xu, ZHANG Shao-wei, ZHOU Ying, et al. Usability Evaluation of Medical Device Manual Based on Eye Movement Technology[J]. *Chinese Health Industry*, 2016(5): 35-41.
- [10] 程时伟, 孙守迁. 手机用户界面可用性评估的眼动模型[C]. 武汉: 第四届和谐人机环境联合学术会议, 2008.
- CHENG Shi-wei, SUN Shou-qian. Eye Movement Model for User Interface Usability Evaluation of Mobile Phones[C]. Wuhan: The 4th Conference on Harmonious Human-Computer Environment, 2008.
- [11] 张光强, 沈模卫, 陶嵘. 可用性测试终端的视线跟踪技术[J]. *人类工效学*, 2001, 7(4): 9-13.
- ZHANG Guang-qiang, SHEN Mo-wei, TAO Rong. Eye Tracking Technology for Usability Testing Terminals[J]. *Ergonomics*, 2001, 7(4): 9-13.

(上接第 189 页)

- [8] 江尔德. 纸质家具的研究与设计[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2009.
- JIANG Er-de. Research and Design of Paper Furniture[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2009.
- [9] 王所玲. 瓦楞纸板在家具设计中的应用研究[J]. *包装工程*, 2012, 33(12): 44-47.
- WANG Suo-ling. Study on the Application of Corrugated Board in Furniture Design[J]. *Packaging Engineering*, 2012, 33(12): 44-47.
- [10] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 6543-2008, 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- The State Administration of Quality Supervision Inspection and Quarantine. GB/T 6543-2008, Single Corrugated Box and Double Corrugated Box for Transport Packaging[S]. Beijing: China Standard Press, 2008.
- [11] 张琴, 许莉钧, 张丽, 等. 瓦楞纸箱尺寸的优化设计[J]. *包装工程*, 2012, 33(7): 58-61.
- ZHANG Qin, XU Li-jun, ZHANG Li, et al. Optimal Design of Corrugated Box Dimension[J]. *Packaging Engineering*, 2012, 33(7): 58-61.
- [12] 罗珊. 纸箱式模块结构简易家具的设计[J]. *艺术探索*, 2011, 25(3): 112-113.
- LUO Shan. Design of Simple Furniture for Carton Module Structure[J]. *Art Exploration*, 2011, 25(3): 112-113.
- [13] 刘爱平, 于伸. 纸板家具设计与制作工艺探析[J]. *包装工程*, 2011, 32(12): 57-60.
- LIU Ai-ping, Yu Shen. Analysis of the Design and Fabrication Process of Cardboard Furniture[J]. *Packaging Engineering*, 2011(12): 57-60.