

基于事件相关电位的手机新闻 APP 用户情感体验研究

王雪霜¹, 李春雨²

(1. 沈阳工业大学 机械工程学院, 沈阳 110870; 2. 辽宁大学 商学院, 沈阳 110136)

摘要: **目的** 从用户认知角度, 研究手机新闻 APP 的用户情感认知机制。**方法** 采用事件相关电位(ERPs)技术探索用户对手机新闻 APP 首页界面的情感加工过程, 实验中要求被试者对刺激材料进行效价和唤醒度(情感体验的两个维度)评价, 同时记录被试者的点击行为数据和脑电数据。**结果** 被试者对唤醒度进行评价所需的反应时更短, 且对低效价做出评价的反应时比高效价更短; 高唤醒度界面和高效价界面诱发了更大的 P2 波; 低效价界面比高效价界面诱发了更大的 N2 波; 在中央区右半球, 低唤醒度界面诱发了更大的 LPP 波, 在中央区左半球, 高效价界面诱发的 LPP 波更大。**结论** 在情感刺激加工的早期阶段, P2 波和 N2 波可以作为衡量用户情感体验差异的显著指标; 在情感刺激的持续加工和编码的晚期阶段, LPP 波可以衡量用户情感体验的差异。

关键词: 事件相关电位; 效价; 唤醒度; 情感体验

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2023)12-0198-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.12.021

Users' Affective Experience of Mobile News APPs Based on Event Related Potentials

WANG Xue-shuang¹, LI Chun-yu²

(1.School of Mechanical Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China;
2.Business School, Liaoning University, Shenyang 110136, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the users' affective cognition mechanism on mobile news APPs from the perspective of user cognition. The event-related potentials (ERPs) technology was used to explore the users' affective processing process on homepage interfaces of mobile news APPs. In the experiment, the subjects were asked to evaluate the level of valence and arousal which were the two dimensions of affective experience for experimental stimuli, and the behavior and ERPs data were recorded at the same time. The behavioral results showed that the reaction time for arousal evaluation was shorter than that for valence evaluation, and the reaction time for low valence was shorter than that for high valence. The ERPs results showed that enhanced P2 was evoked by high arousal interface than low arousal interface, and greater N2 was found for low valence interface than high valence interface. Furthermore, enhanced LPP were evoked for low arousal interface in the right hemisphere of central region and for high valence interface in the left hemisphere of the central region. In the early stage of emotional stimulus processing, P2 and N2 can be used as significant indicators to measure the difference of users' affective experience; in the late stage of continuous processing and encoding of emotional stimuli, LPP can measure the difference of users' affective experience.

KEY WORDS: ERPs; valence; arousal; affective experience

收稿日期: 2023-01-06

基金项目: 辽宁省社会科学规划基金项目(L21CXW008)

作者简介: 王雪霜(1989—), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为人因工程、人机交互。

通信作者: 李春雨(1990—), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为工业工程、精益生产。

随着移动互联网的迅猛发展,人们获取信息的方式正逐渐从电脑端转移到移动端。根据 CNNIC 发布的第 49 次中国互联网络发展状况统计报告,截至 2021 年 12 月,我国网络新闻用户规模达到 7.71 亿^[1]。智能手机随时随地获取新闻资讯的特性满足了用户碎片化的阅读需求,加之手机新闻 APP 涵盖的新闻类型广、数量多等特点,使手机新闻 APP 成为用户获取资讯的主要方式。同时,中国互联网络信息中心(CNNIC)2016 年关于中国互联网络市场研究报告的相关数据显示,近 1/3 的移动新闻用户表示他们只浏览移动新闻 APP 的首页界面和新闻标题^[2]。光环效应表明,当认知者对一个人的某种特征形成好或者坏的印象后,他倾向于根据此印象推断该人其他方面的特征。对移动新闻 APP 来说,如果用户在打开新闻 APP 时被首页界面吸引,则用户倾向于对该 APP 作出正向评价,同理,如果用户不喜欢所呈现的首页界面,则倾向于对该 APP 作出负向评价。在信息爆炸的当代,人们每天都面对着大量的用户界面,了解用户对手机新闻 APP 界面的情感体验过程,有助于揭示情感认知机制,提升用户的整体体验水平,为用户情感的获取及满意度提升提供基础。

1 情感体验

在“以用户为中心”背景下,好的 APP 设计不仅要满足用户的功能性需求,而且要考虑用户的情感性需求^[3]。Kensinger^[4]指出情感体验可以描述为效价和唤醒度两个维度,其中效价是指积极或消极,唤醒度是指冷静或兴奋。移动应用商店 APP 数量众多及获取的免费性使用户卸载 APP 的成本越来越低,如果 APP 用户体验效果不好,用户可以随时卸载该 APP 并下载同类体验效果更佳的 APP。用户对视觉刺激的情感评价是一个快速的过程,而界面诱发得到用户情感通常比较微弱且强度较低,如何才能有效地了解用户情感体验,事件相关电位技术由于其具有高时间分辨率这一特性,能够迅速捕捉用户情感的变化,已有研究表明人脑信号及 ERPs 成分的变化可以看作是用户情感的反映^[5]。例如, Liu 等^[6]利用事件相关电位技术对网页界面的用情感体验进行研究,结果表明在认知加工的早期阶段, N1 波对情感体验的唤醒度比较敏感, P2 波能够区分情感效价, LPP 波可以作为情感刺激加工晚期阶段的指标。Guo 等^[7]采用事件相关电位方法测量用户对人形机器人外观的偏好,结果表明 N1 波和 P2 波可以作为早期阶段衡量用户情感偏好的指标,在晚期阶段, LPP 可以用于衡量用户情感偏好差异。因此,利用事件相关电位技术研究用户对手机新闻 APP 首页界面的情感体验加工过程,既有利于用户情感信息的获取,还能够为用户体验的提升奠定基础。

本研究是以事件相关电位技术为手段,对用户的情感认知过程进行剖析,探索新闻类手机 APP 首页界面是如何诱发用户情感认知加工过程的,对情感的两个维度效价和唤醒度进行评价时,所需时间长短是否存在差异,以及在情感刺激加工和持续编码的各个阶段,效价和唤醒度是如何影响用户脑电波变化的,据此探析手机新闻 APP 首页界面用户情感体验的认知机制。

2 实验方法

2.1 实验被试者

实验被试者为 16 名健康的在校大学生(8 名男性,8 名女性),年龄在 22~34 岁(平均年龄 24.06 岁,标准差 3.75 岁)。所有被试者均为右利手,视力或矫正视力正常,无精神病史,且实验前被试者未进行剧烈的体力及脑力活动。

2.2 实验材料

色彩是人们日常生活中不可分割的一部分,它的存在在人们所感知到的一切事物中都很明显^[8],它能够在短时间内快速吸引用户注意。同时通过对应用程序商店中移动新闻 APP 首页界面的分析可知,不同手机新闻 APP 的界面主色调并不一致,因此选择颜色作为界面设计要素之一。另外,根据目前移动应用市场的手机新闻 APP 首页界面设计,新闻内容呈现区域最明显的区别主要是首页界面中新闻文本和图片的相对位置。因此,选择界面布局作为另一设计要素。综上所述,根据现有手机新闻类 APP 界面设计特点,设计两款代表不同效价和唤醒度的手机新闻 APP 首页界面(见图 1),控制导航栏新闻内容及图片相同,只有界面布局及界面背景色存在差异。正式实验前,邀请 30 名被试者对设计的两个实验材料进行效价和唤醒度高低评价,调查结果表明左图代表高



图 1 实验材料

Fig.1 Experiment stimuli

效价高唤醒度,右图代表低效价低唤醒度。由于本次实验刺激叠加是根据被试者对不同手机新闻 APP 首页界面的效价和唤醒度水平评价进行,故只要实验材料的效价和唤醒度水平存在差异即可。为避免用户对实验刺激材料产生记忆效应,在保证其他设计要素不变的前提下,变换各条新闻的位置。比如,将图 1 两个实验材料的第一条新闻与第二条新闻交换位置得到两个新的刺激材料,同理,根据新闻位置不同的 240 种排列组合方式,得到 240 个(各 120)新闻界面。手机新闻 APP 首页界面以图片形式(.jpg)呈现,大小为 425×855 像素,被试者的水平视角 10.5°,垂直视角 7.5°。

2.3 实验任务和程序

实验分为两部分,即对所呈现实验刺激材料进行效价评价部分和唤醒度评价部分,每部分设置两个实验刺激材料随机呈现,每个刺激呈现 60 次,两部分共呈现 240 次,每次呈现最长时间为 1 500 ms,被试者在 1 500 ms 内做出反应刺激材料立即消失,并呈现持续时间为 1 500~2 000 ms 随机的空白屏。效价评价部分实验要求被试者对所呈现界面进行效价高低评

价,如果被试者认为所呈现界面效价高则单击鼠标左键,认为效价低则单击鼠标右键;唤醒度评价部分实验要求被试者对所呈现界面进行唤醒度高低评价,若被试者认为呈现界面唤醒度高则单击鼠标左键,认为唤醒度低则单击鼠标右键。两个评价任务的先后顺序在被试者之间进行随机分配。正式实验前,被试者先进行预实验从而了解实验任务,预实验的实验材料与正式实验不同。实验后,要求被试者对实验材料的效价和唤醒度进行 1-7 级打分。

2.4 脑电记录和数据处理分析

采用 NeuroScan 公司的 EEG/ERP 多导联神经电生理分析定位系统对被试者进行数据采集,设置采样频率为 1 000 Hz/导,滤波带通 0.05~100 Hz。使用 64 导电极帽记录脑电数据,设置参考点击为左侧乳突(M1)同时记录右侧乳突(M2)的数据,垂直眼电通过左眼眶上下 1 cm 处安放的电极进行记录,双眼外侧 1 cm 处安放电极记录水平眼电,实验中控制每个电极点阻抗在 5 KΩ 以下。实验中记录的其他电极点,见图 2。

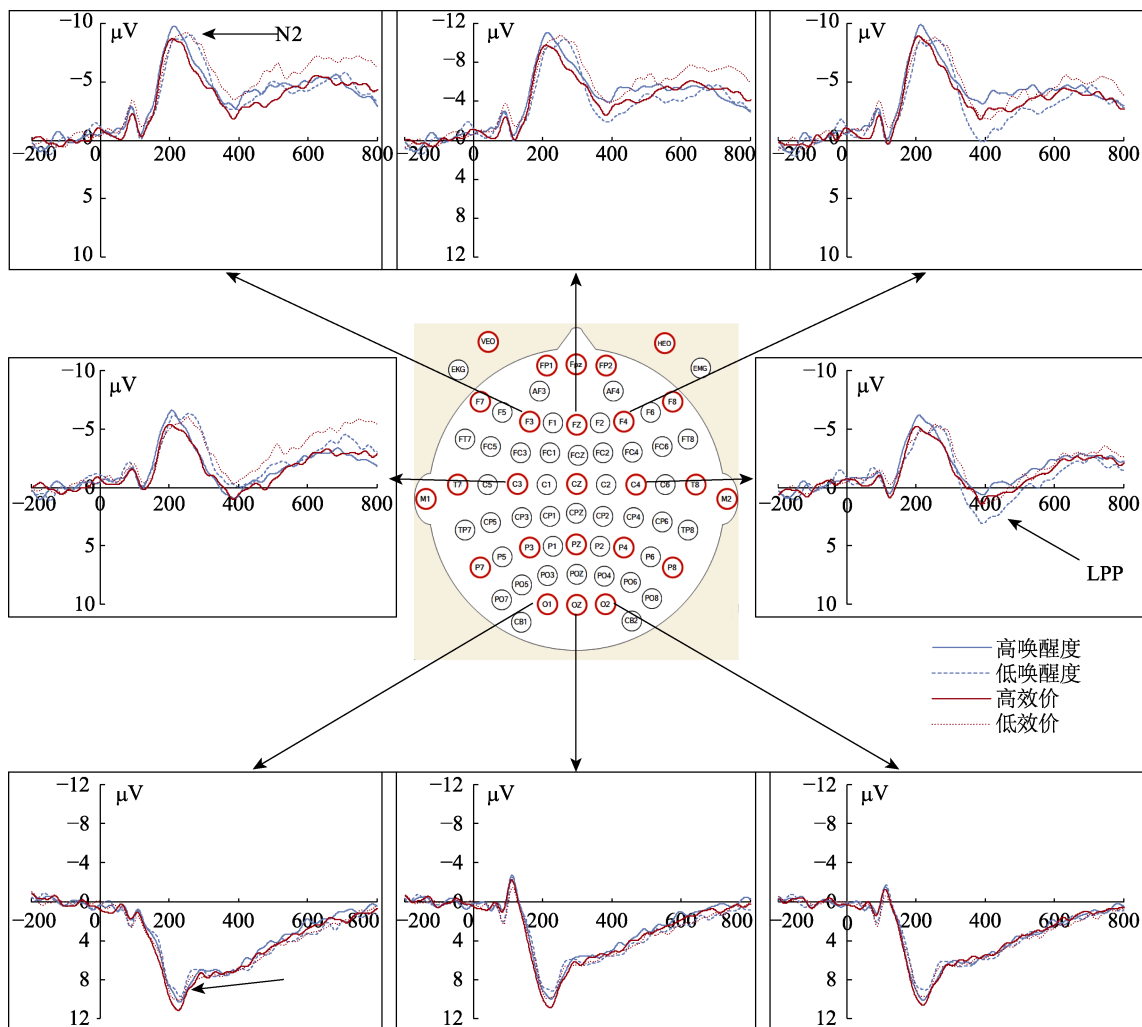


图 2 记录电极点及总平均波形
Fig.2 Recorded electrodes and grand average ERPs waveforms

数据离线分析时将记录的左右乳突电位的算术平均作为参考,对原始数据进行滤波、去伪迹等处理。选择分析时程为 800 ms,以刺激呈现前 200 ms 的脑电平均波幅为参考进行基线校准,对每个被试者的脑电数据再进行高斯滤波(0.05~30 Hz)以去除高频伪迹,去除波幅超过 $\pm 100 \mu\text{V}$ 的垂直眼电信号。

3 结果

3.1 行为数据

根据被试者对效价和唤醒度做出的点击评价,对反应时进行配对样本 T 检验,结果表明:被试者在进行效价评价时,低效价刺激的反应时($695.889 \pm 119.280 \text{ ms}$)明显比高效价刺激的反应时($733.461 \pm 148.219 \text{ ms}$)更短 [$t(15)=3.818, P=0.002$],说明被试者对消极刺激能够迅速识别,所需的反应时间更短。而进行唤醒度评价时,高唤醒度($585.753 \pm 112.215 \text{ ms}$)和低唤醒度($590.503 \pm 96.850 \text{ ms}$)的反应时没有显著差异 [$t(15)=0.092, P=0.928$]。对唤醒度($588.128 \pm 101.687 \text{ ms}$)进行评价的反应时,明显比对效价($714.674 \pm 130.863 \text{ ms}$)进行评价的反应时更短。

3.2 脑电数据

根据被试者对手机新闻类 APP 首页界面的效价和唤醒度点击评价进行脑电数据叠加平均,分别得到不同效价和唤醒度水平下的 ERPs 总平均图,见图 2。根据 ERPs 总平均图可以看出,波形差异主要体现在 185~265 ms 时间窗枕区(O1、OZ、O2)的 P2 波;185~265 ms 时间窗额区(F3、FZ、F4)和中央区(C3、CZ、C4)的 N2 波;320~500 ms 时间窗中央区(C3、

CZ、C4)和顶区(P3、PZ、P4)的 LPP。对 P2 波、N2 波和 LPP 波的平均波幅分别进行效价(高、低) \times 大脑偏侧性(左半球、中线、右半球)和唤醒度(高、低) \times 大脑偏侧性(左半球、中线、右半球)的被试者内重复测量方差分析。采用 Greenhouse-Geisser 对自由度和 P 进行校正, α 水平均取 0.05。不同条件效价和唤醒度水平下,各脑区电极点脑电成分的平均波幅值,见表 1。P2 波、N2 波和 LPP 波重复测量方差分析的显著主效应和交互效应见表 2。

对 185~265 ms 时间窗内枕区的 P2 波的平均波幅,唤醒度的主效应显著 [$F(1, 15)=9.285, P=0.008, \eta^2=0.382$],脑区的主效应不显著,交互效应也不显著。效价的主效应显著 [$F(1, 15)=7.299, P=0.016, \eta^2=0.327$],脑区的主效应不显著,交互效应也不显著。成对比较结果表明,高唤醒度比低唤醒度诱发了更大的 P2 波,高效价比低效价诱发了更大的 P2 波。

对 185~265 ms 时间窗内的 N2 波的平均波幅,额区和中央区唤醒度的主效应均不显著,脑区的主效应在额区显著 [$F(2, 30)=18.888, P<0.001, \eta^2=0.557$],中央区的交互效应显著 [$F(2, 30)=5.024, P=0.013, \eta^2=0.251$]。简单效应分析表明,唤醒度高时,中线平均波幅显著大于左半球和右半球,唤醒度低时,中线平均波幅最大,右半球平均波幅最小;额区和中央区效价的主效应显著[额区 $F(1, 15)=5.848, \eta=0.029, \eta^2=0.280$;中央区: $F(1, 15)=6.738, P=0.020, \eta^2=0.310$],成对比较结果显示低效价诱发了更负的 N2 波,脑区的主效应显著[额区: $F(2, 30)=17.852, P<0.001, \eta^2=0.543$;中央区: $F(2, 30)=30.312, P<0.001, \eta^2=0.669$],中线的 N2 波显著大于左半球和右半球,但是左半球和右半球 N2 波平均波幅没有显著差异,

表 1 各成分在不同效价和唤醒度水平下各电极点脑电波的平均波幅值
Tab.1 Average amplitudes of ERPs components under different valence and arousal level

脑电成分	电极点	高效价		低效价		高唤醒度		低唤醒度	
		均值 μV	标准差	均值 μV	标准差	均值 μV	标准差	均值 μV	标准差
P2 波	O1	10.939	4.537	9.992	4.385	10.238	4.296	9.502	4.540
	OZ	10.781	4.078	9.778	3.833	10.207	4.266	9.476	4.235
	O2	10.724	4.355	9.926	4.071	10.418	4.299	9.635	4.445
N2 波	F3	-9.052	4.254	-10.229	4.830	-9.929	4.452	-9.722	4.196
	FZ	-10.202	4.605	-11.547	5.023	-11.212	4.468	-10.573	4.516
	F4	-9.351	4.927	-9.992	4.506	-9.969	4.566	-9.101	4.362
	C3	-5.419	3.418	-6.503	4.083	-6.340	4.311	-6.683	4.138
	CZ	-7.856	4.094	-9.114	4.814	-8.664	4.632	-8.234	4.774
	C4	-5.071	3.427	-5.566	3.498	-5.719	3.833	-4.969	4.002
LPP 波	C3	0.498	3.471	-1.449	3.526	-0.473	4.682	-0.919	4.154
	CZ	-0.268	4.094	-1.792	4.379	-1.348	5.040	0.138	4.495
	C4	1.059	4.131	-0.480	3.711	-0.041	4.445	1.902	3.983
	P3	6.235	3.922	5.419	3.429	5.146	4.379	5.686	4.260
	PZ	4.328	3.902	3.650	3.607	3.848	4.393	4.669	4.769
P4	7.479	3.797	6.622	3.260	6.650	3.873	7.747	4.604	

表2 P2波、N2波和LPP波重复测量方差分析的显著主效应和交互效应

Tab.2 Significant main effects and interactions obtained from repeated measures ANOVAs carried out on P2, N2 and LPP

自变量	180~265 ms	185~265 ms	320~500 ms
	P2波	N2波	LPP波
唤醒度	枕区: 9.285** (1, 15)	n.s	n.s
大脑偏侧性	n.s	额区: 18.888*** (2, 30)	顶区: 9.512** (2, 21)
唤醒度×大脑偏侧性	n.s	中央区: 5.024* (2, 30)	中央区: 44.874*** (2, 30)
效价	枕区: 7.299* (1, 15)	额区: 5.848* (1, 15) 中央区: 6.738* (1, 15)	中央区: 4.674* (1, 15)
大脑偏侧性	n.s	额区: 17.852*** (2, 30) 中央区: 30.312*** (2, 30)	中央区: 12.243*** (2, 30) 顶区: 12.261*** (2, 30)
效价×大脑偏侧性	n.s	n.s	n.s

注: * $P < 0.05$ **; $P < 0.01$ ***; $P < 0.001$; n.s 表示不显著。

额区和中央区的交互效应不显著。

对 320~500 ms 时间窗内的 LPP 波平均波幅进行重复测量方差分析结果表明, 中央区和顶区的唤醒度主效应均不显著, 脑区的主效应在顶区显著 [$F(2, 21)=9.512, P=0.003, \eta^2=0.388$], 右半球的 LPP 波平均波幅显著大于中线, 中央区的交互效应显著 [$F(2, 30)=44.874, P<0.001, \eta^2=0.749$]。简单效应分析显示, 在右半球, 低唤醒度比高唤醒度诱发了更大的 LPP 波; 在高唤醒度时, 右半球的 LPP 波显著大于中线; 在低唤醒度时, 右半球的 LPP 波显著大于左半球和中线。中央区效价的主效应显著 [$F(1, 15)=4.674, P=0.047, \eta^2=0.238$], 脑区的主效应显著 [中央区: $F(2, 30)=12.243, P<0.001, \eta^2=0.449$; 顶区: $F(2, 30)=12.261, P<0.001, \eta^2=0.450$], 成对比较结果表明, 在顶区, 左半球和右半球的 LPP 波幅显著大于中线。交互作用在中央区显著 [$F(2, 30)=7.519, P=0.002, \eta^2=0.334$], 简单效应分析结果表明, 在左半球, 高效价刺激比低效价刺激诱发了更大的 LPP 波; 在高效价时, 右半球的 LPP 波大于中线; 在低效价时, 右半球的 LPP 波显著大于左半球和中线的 LPP 波。

3.3 主观数据

根据被试者对两款手机新闻 APP 首页界面的效价和唤醒度评价结果, 绘制效价及唤醒度平均分见图 3,

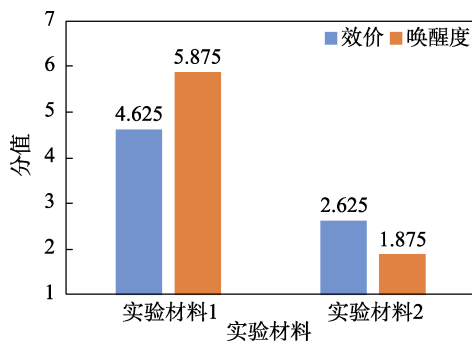


图3 两款手机新闻 APP 首页界面的效价和唤醒度评价平均分

Fig.3 Average score of valence and arousal evaluation on homepage interfaces to two mobile news APPs

并对效价和唤醒度得分进行配对样本 T 检验, 分析结果见表 3。结果表明, 两款实验材料在效价和唤醒度方面存在显著差异, 实验材料 1 的效价和唤醒度得分较高。

表3 两款手机新闻 APP 首页界面的效价和唤醒度评价得分的配对样本 T 检验

Tab.3 Paired-sample T test of valence and arousal evaluation ratings on homepage interfaces of two mobile news APPs

主观评价	实验材料 1		实验材料 2		t	df	P
	均值	标准差	均值	标准差			
效价评价	4.625	0.517	2.625	0.517	8.944	15	<0.001
唤醒度评价	5.875	0.383	1.875	0.783	14.606	15	<0.001

4 讨论

在信息过载的当代, 人们每天面对着大量的用户界面, 了解用户对界面的情感体验有助于更好地提升用户的整体体验。本研究利用时间相关电位技术获取用户进行情感加工时的脑电信号, 由行为数据分析结果可知, 被试者对手机新闻 APP 首页界面进行效价和唤醒度评价的反映时存在显著差异, 对唤醒度的评价所需反应时间更短; 在对效价进行评价时, 高效价界面所需反应时比低效价界面更长, 即对低效价界面的识别速度更快; 在对唤醒度进行评价时, 高唤醒度界面和低唤醒度界面所需的反应时间没有显著差异。主观数据的研究结果表明, 两款实验材料所诱发的效价和唤醒度水平存在显著差异, 另外通过对被试者的访谈及其对效价和唤醒度评价的平均分可知, 被试者对不同实验材料进行评价时, 认为实验材料的唤醒度差异比效价差异更明显, 即对高唤醒度和低唤醒度刺激进行评价时, 评价得分高低差异大, 对高效价和低效价刺激进行评价时, 评价得分高低差异小。这与行为数据相吻合, 即被试者对高低差异大的唤醒度评价时所需时间更短。脑电数据分析结果表明, 不同效价和唤醒度水平诱发的脑电成分平均波幅之间存在显

著差异, 主要表现为以下几个方面: 185~265 ms 时间窗内枕区的 P2 波、额区和中央区的 N2 波, 320~500 ms 时间窗内中央区的 LPP 波。

对 185~265 ms 时间窗内枕区的 P2 波, 重复测量方差分析结果表明高唤醒度比低唤醒度更大, 高效价比低效价更大。P2 波是刺激呈现后 200 ms 左右的正波, 反映了对刺激的早期视觉识别^[9], 与情感刺激的加工有关^[6], 反映了情感刺激的早期加工阶段快速、粗糙的意资源分配过程^[7,10], 也可以解释为对动机相关刺激进行的快速注意力调度^[11]。已有研究表明 P2 波可能主要受到刺激的唤醒度调节而不受刺激效价水平的影响, 且高唤醒度刺激诱发的 P2 波比低唤醒度刺激诱发的 P2 波更大^[12], 本研究也表明高唤醒度刺激比低唤醒度刺激诱发了更大的 P2 波, 说明被试者对高唤醒度刺激分配的注意资源更多, 更能吸引用户的注意力。也有研究表明 P2 波还受刺激效价的影响, 且消极刺激比积极刺激诱发的 P2 波更大^[13], 这种消极偏好可以解释为对消极刺激快速的注意力分配^[14], 或者是对存在威胁的刺激的快速识别。然而, 本研究得到相反的结果, 即积极刺激比消极刺激诱发了更大的 P2 波, 造成这种不一致的原因可能是, 已有研究的实验材料基本选自国际情绪图片库, 所选实验材料的效价高低差异比较大, 而本研究是对手机新闻 APP 首页界面进行的效价评价, 由界面诱发的用户情感体验强度较弱, 没有情绪图片诱发的用户效价那么明显。Handy 等^[15]对商标的评价过程进行的研究表明, 积极状态诱发的 P2 波比消极状态更大, Righi 等^[16]对工具的实用性和享乐性评价的认知过程进行研究, 结果表明高实用性工具比低实用性工具诱发了更大的 P2 波。另外, Cao 等^[17]对手机图标的认知过程研究结果表明, 有吸引力的拟人化图标比非拟人化图标诱发了更大的 P2 波, 分配了更多的认知资源。这与本研究所得结论基本吻合, 可以解释为在刺激呈现的早期阶段, 用户能够识别出具有不同效价的刺激, 且对能够诱发积极情感的界面分配的注意资源更多。

N2 波反映了对任务相关刺激属性(颜色、形状等)或者生物相关刺激(存在潜在危险的刺激)的偏好性的选择性注意^[18], 也能够反映情感刺激的差异^[19], 对刺激的效价比较敏感^[20], 且消极刺激比积极刺激诱发的 N2 波更大^[21]。本研究也得到了类似的结论, 对 185~265 ms 时间窗内额区和中央区的 N2 波, 重复测量方差分析结果表明低效价刺激比高效价刺激诱发了更负的 N2 波。已有研究表明 N2 波反映了对显著刺激的自动的和控制的注意力分配^[22], 可见被试者在对手机新闻 APP 首页界面进行效价评价时, 低效价(消极)刺激吸引了更多的注意力, 占用了更多的注意资源。也有研究表明 N2 波存在唤醒度效应, 即高唤醒度的刺激比低唤醒度的刺激诱发了更大的 N2 波^[23], 但本研究高唤醒度刺激和低唤醒度刺激诱发的

N2 波并未发现显著差异, 这说明当被试者在对手机新闻 APP 首页界面进行唤醒度高低评价时, 投入的注意资源相差不大。

LPP 波是反映情感反应的一个比较显著的成分^[24], 对 320~500 ms 时间窗内中央区和顶区的 LPP 波进行的重复测量方差分析结果表明, 在中央区右半球, 低唤醒度刺激比高唤醒度刺激诱发了更大的 LPP 波; 在中央区左半球, 高效价刺激比低效价刺激诱发了更大的 LPP 波。LPP 波反映了对情感刺激的选择性加工, 反映了大脑动机系统的激活, 并随唤醒度的变化而变化, 且高唤醒度情感刺激比低唤醒度刺激诱发了更大的 LPP 波^[25]。本研究中 LPP 波在大脑左半球对刺激的效价比较敏感, 在右半球对刺激的唤醒度更敏感, 且低唤醒度和高效价诱发了更大的 LPP。造成这种不一致的原因可能是, 本研究实验材料为手机新闻类 APP 首页界面, 界面所诱发的用户唤醒度虽然存在差异但是强度较弱, 故可将实验刺激界面理解为低唤醒度的刺激, 而 Feng 等^[12]的研究表明, 对低唤醒度的刺激, 积极刺激比消极刺激诱发了更大的 LPP 波, 与本研究结论相吻合。另有研究表明 LPP 波与情感加工晚期阶段的注意资源分配有关, 反映了对情感刺激的自上而下的注意^[22], 可见, 用户对高效价和低唤醒度刺激, 投入了更多的注意资源, 从而诱发了更大的 LPP 波。

5 结语

本研究利用事件相关电位技术对手机新闻 APP 首页界面的用户情感体验过程进行研究, 分别对情感体验的两个维度—效价和唤醒度进行评价, 探究情感体验的认知过程。行为数据研究结果表明, 被试者对唤醒度进行评价所需的反应时更短, 且对低效价界面做出评价的反应时比高效价更短。脑电数据研究结果表明, 高唤醒度界面和高效价界面诱发了更大的 P2 波; 低效价界面比高效价界面诱发了更大的 N2 波; 在中央区右半球, 低唤醒度界面诱发了更大的 LPP 波, 在中央区左半球, 高效价界面诱发的 LPP 波更大。由此可知, 在对手机新闻 APP 首页界面进行的有意识的情感体验评价过程中, 用户对界面的唤醒度进行评价时所需的时间更短, 且被试者能够迅速识别出低效价的界面。在情感刺激加工的早期阶段, P2 波和 N2 波可以作为衡量用户情感体验差异的显著指标; 在情感刺激的持续加工和编码的晚期阶段, LPP 波可以衡量用户情感体验的差异。

用户体验中, 用户的情感信息通常不易获取, 利用事件相关电位技术能够准确获取不同刺激诱发的脑电信号的变化, 从而推断用户不同的心理变化并获取用户情感, 进一步达到提升用户体验的目的。未来可以将界面的设计要素对用户情感的影响加以考虑进来, 探索对用户影响较大的设计要素及水平, 通过

脑电信号更准确地反映用户的情感变化。

参考文献:

- [1] 中国互联网络信息中心. 第49次《中国互联网络发展状况统计报告》[EB/OL]. (2022-03-17)[2022-11-10]. <http://www.cnnic.net.cn>.
China Internet Network Information Center. The 49th Statistical Report on Internet Development in China [EB/OL]. (2022-03-17)[2022-11-10]. <http://www.cnnic.net.cn>.
- [2] 中国互联网络信息中心. 2016年中国互联网新闻市场研究报告[EB/OL]. (2017-01-11)[2022-11-10]. <http://www.cnnic.net.cn>.
China Internet Network Information Center. Chinese Internet News Market Report 2016[EB/OL]. (2017-01-11) [2022-11-10]. <http://www.cnnic.net.cn>.
- [3] 朱吉虹, 严海燕, 廖海进. 移动互联网产品情感体验设计层次模型建构[J]. 包装工程, 2018, 39(24): 177-182.
ZHU Ji-hong, YAN Hai-yan, LIAO Hai-jin. The Construction of Emotional Experience Design Hierarchical Model in Mobile Internet Product[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(24): 177-182.
- [4] KENSINGER E A. Remembering Emotional Experiences: The Contribution of Valence and Arousal[J]. Reviews in the Neurosciences, 2004, 15(4): 241-251.
- [5] GUO Fu, LI Ming-ming, QU Qing-xing, et al. The Effect of a Humanoid Robot's Emotional Behaviors on Users' Emotional Responses: Evidence from Pupillometry and Electroencephalography Measures[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2019, 35(20): 1947-1959.
- [6] LIU Wei-lin, LIANG Xiao-ning, WANG Xue-shuang, et al. The Evaluation of Emotional Experience on Webpages: An Event-Related Potential Study[J]. Cognition, Technology & Work, 2019, 21(2): 317-326.
- [7] GUO Fu, LI Ming-ming, CHEN Jia-hao, et al. Evaluating Users' Preference for the Appearance of Humanoid Robots via Event-Related Potentials and Spectral Perturbations[J]. Behaviour & Information Technology, 2022, 41(7): 1381-1397.
- [8] KAYA N, EPPS H. Relationship between Color and Emotion: A Study of College Students[J]. College Student Journal, 2004, 38: 396.
- [9] SCHINDLER S, BUBLATZKY F. Attention and Emotion: An Integrative Review of Emotional Face Processing as a Function of Attention[J]. Cortex, 2020, 130: 362-386.
- [10] HUANG Yu-xia, LUO Yue-jia. Attention Shortage Resistance of Negative Stimuli in an Implicit Emotional Task[J]. Neuroscience Letters, 2007, 412(2): 134-138.
- [11] HERBERT C, JUNGHOFFER M, KISSLER J. Event Related Potentials to Emotional Adjectives during Reading[J]. Psychophysiology, 2008, 45(3): 487-498.
- [12] CARRETIÉ L, HINOJOSA J A, MARTÍN-LOECHES M, et al. Automatic Attention to Emotional Stimuli: Neural Correlates[J]. Human Brain Mapping, 2004, 22(4): 290-299.
- [13] CARRETIÉ L, ALBERT J, LÓPEZ-MARTÍN S, et al. Negative Brain: An Integrative Review on the Neural Processes Activated by Unpleasant Stimuli[J]. International Journal of Psychophysiology, 2009, 71(1): 57-63.
- [14] FENG Chun-liang, LI Wan-qing, TIAN Teng-xiang, et al. Arousal Modulates Valence Effects on both Early and Late Stages of Affective Picture Processing in a Passive Viewing Task[J]. Social Neuroscience, 2014, 9(4): 364-377.
- [15] HANDY T C, SMILEK D, GEIGER L, et al. ERP Evidence for Rapid Hedonic Evaluation of Logos[J]. Journal of Cognitive Neuroscience, 2010, 22(1): 124-138.
- [16] RIGHI S, ORLANDO V, MARZI T. Attractiveness and Affordance Shape Tools Neural Coding: Insight from ERPs[J]. International Journal of Psychophysiology, 2014, 91(3): 240-253.
- [17] CAO Ya-qin, ZHANG Yun, DING Yi, et al. Is an Anthropomorphic App Icon more Attractive? Evidence from Neuroergonomics[J]. Applied Ergonomics, 2021, 97: 103545.
- [18] SCHUPP H T, STOCKBURGER J, CODISPOTI M, et al. Stimulus Novelty and Emotion Perception: The near Absence of Habituation in the Visual Cortex[J]. NeuroReport, 2006, 17(4): 365-369.
- [19] LU Ying-zhi, JAQUESS K J, HATFIELD B D, et al. Valence and Arousal of Emotional Stimuli Impact Cognitive-Motor Performance in an Oddball Task[J]. Biological Psychology, 2017, 125: 105-114.
- [20] PALOMBA D, ANGRILLI A, MINI A. Visual Evoked Potentials, Heart Rate Responses and Memory to Emotional Pictorial Stimuli[J]. International Journal of Psychophysiology, 1997, 27(1): 55-67.
- [21] LITHARI C, FRANTZIDIS C A, PAPADELIS C, et al. Are Females more Responsive to Emotional Stimuli? a Neurophysiological Study across Arousal and Valence Dimensions[J]. Brain Topography, 2010, 23(1): 27-40.
- [22] CODISPOTI M, FERRARI V, BRADLEY M M. Repetitive Picture Processing: Autonomic and Cortical Correlates[J]. Brain Research, 2006, 1068(1): 213-220.
- [23] ROZENKRANTS B, POLICH J. Affective ERP Processing in a Visual Oddball Task: Arousal, Valence, and Gender[J]. Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology, 2008, 119(10): 2260-2265.
- [24] GUO Fu, WANG Xue-shuang, LIU Wei-lin, et al. Affective Preference Measurement of Product Appearance Based on Event-Related Potentials[J]. Cognition, Technology & Work, 2018, 20(2): 299-308.
- [25] SCHUPP H T, KIRMSE U M. Case-by-Case: Emotional Stimulus Significance and the Modulation of the EPN and LPP[J]. Psychophysiology, 2021, 58(4): e13766.