

形象度对图标内隐记忆和外显记忆的影响^{*}

郝超 唐超兰 杨贤

(广东工业大学艺术与设计学院, 广州 510075)

摘要:记忆心理学领域大量研究证实了内隐记忆和外显记忆的 ERP 分离,且内隐记忆相比外显记忆在记忆容量、保持时间及稳定性上均有优势。实验记录了 15 名被试在内隐记忆任务与外显记忆任务中形象图标和抽象图标的行为及 ERP 数据。结果表明:内隐记忆中,形象图标的行为和 300~500ms 顶区差异波的启动量均显著高于抽象图标。外显记忆中,形象图标的外显记忆正确率显著高于抽象图标,而反应时无显著差异;300~500ms 额区的差异波,形象图标显著负向于抽象图标,而 500~800ms 顶区的晚成分差异波两者无显著差异。研究结果表明,形象图标在浅加工下进行无意识记忆具有明显的优势。形象图标与抽象图标在图形化界面语言的使用中一直存在争论,通过实验在行为指标与脑电生理指标上提供了量化证据。

关键词:图标;形象度;内隐记忆;外显记忆;ERP

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2021)02-0136-07

1 引言

1.1 图标的认知特征

随着移动终端、物联网设备以及各类智能化显示设备深入人们的生活,图形化界面尤其是图标的设计挑战性越来越高。2013 年,iPhone 手机的 ios7 系统抛弃了使用多年的拟物化风格而使用扁平化风格设计,引起整个设计界对扁平化风格与拟物化风格旷日持久的争论。讨论的焦点就是图标的设计风格,图标是指呈现在显示器上的界面图形符号,是设计师向终端用户传递信息的界面语言。图形符号具有比文本更易于记忆的特点,图形符号既有视觉记忆也有言语记忆,而文本只有言语记忆(Horton, 1995)。人类记忆既可以存储抽象的信息(字母、词语和数字等),也可以存储具体的刺激(事物、情境和声音等),但是抽象记忆往往只适用于那些已经通过经验沉淀出高度象征意义的图标,而具体记忆的范围更加广泛(Standing, 1973)。McDougall 等(1999)提供了一种评级规范来量化图标的认知特征,主要包括形象度、复杂性、意义性、熟悉度和语义距离。这些特征与图标可用性相关,其中相互独立且主要影响认知的特征有形象度和复杂性,而其余的特征均存在相关关系。复杂性被定义为图标中细

节或复杂形的数量(McDougall, Curry, & de Bruijn, 1999)。对于形象度这个认知特征而言,形象图标通常具有拟物特征,它们描绘了人们在现实世界已经熟悉的事物、地点和人物等(Isherwood, 2009),容易被人们的常识知识所理解;抽象图标则运用图形化的特征来传达信息,如线条、箭头等,它们和现实世界的事物联系较少,但从图形表达的角度看,抽象图标往往更工整,在小型显示设备的表现更有优势。拟物化过多的设计细节表示不利于图标在小型化界面的视觉传达,为了追求各类显示设备的一致性,高度抽象化的扁平化风格因为简洁与工整的设计规范逐步被设计师们所青睐。但是,高度抽象化的图标在人机交互过程中却给消费者带来认知摩擦(Norman, 2015),包括识别、理解、记忆等认知方面的难题。

1.2 内隐记忆与外显记忆

人类的记忆系统如同其心理结构一样,既包含意识的层面也包含无意识的层面。心理学对无意识的研究由来已久,弗洛伊德首先把人的无意识作为心理学研究的唯一对象并进行系统研究。他在精神分析及思辨的层面,将人的心理结构分为潜意识、前意识和意识三个系统。其中潜意识和前意识构成人

^{*} 基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFB1004902),广东省哲学社会科学“十三五”规划一般项目“网络内容的消极语义量化及其成瘾性研究”(GD20CTS07),广州市重大攻关计划(201802020011),受到“广东省信息物理融合系统重点实验室”与“智能制造信息物理融合系统集成技术国家地方联合工程研究中心”的资助。

通讯作者:杨贤, E-mail: yangxian@gdut.edu.cn。

的无意识(白新欢,2016)。荣格在弗洛伊德的基础上,进一步将无意识分为集体无意识和个体无意识(杨韶刚,2002)。现代认知心理学从实证的角度,通过内部心理的外在行为表现来研究意识和无意识的认知特性。认知心理学发现意识和无意识的功能可以分别对应于两类不同的认知活动,即外显认知和内隐认知(郭秀艳,李林,2006)。直到1985年,心理学家 Graf 和 Schacter(1985)才正式将自动的、不需要有意识回忆的记忆定义为内隐记忆(implicit memory),相应地将传统的、需要有意识回忆的记忆统称为外显记忆(explicit memory)(Graf & Schacter, 1985)。

内隐记忆和外显记忆通过实验性分离,被证实属于不同的记忆系统(杨治良,2012;杨治良,叶阁蔚,王新发,1994)。遗忘症病人由于脑损伤无法对之前学习过的内容进行意识性的回忆和再认,但是在补笔测验、模糊字辨认等间接任务中表现出对先前经验的记忆保持。这表明内隐记忆的机能独立于外显记忆(Warrington & Weiskrantz, 1974)。脑生理活动的研究也发现内隐记忆和外显记忆的神经机制分离。ERP技术可以测量大脑进行高级认知活动时产生的电位变化,具有高时间分辨率的优点,有利于研究在不同时间进程中内隐记忆和外显记忆的特征(孟迎芳,郭春彦,2006)。使用ERP技术发现了记忆的新旧效应,即重复项目的ERP比新项目的ERP更为正走向。Rugg等(1998)采用学习-再认范式,以单词深加工为任务进行实验,首次通过ERP技术观察到了内隐记忆和外显记忆神经相关物的分离。在刺激后300~500ms出现在顶叶的ERP成分与内隐记忆相关,而刺激后300~500ms出现在额叶以及500~800ms出现在顶叶的ERP成分与外显记忆相关(Rugg et al., 1998)。此后,诸多学者通过不同实验范式,证明了内隐记忆和外显记忆有着不同时空分布的ERP成分,且结果与Rugg的脑区及时间进程基本一致(Henson, Shallice, & Dolan, 2000; Boehm, Sommer, & Lueschow, 2005; Nessler, Mecklinger, & Penney, 2005)。

目前对图标的记忆研究多集中在意识层面,如牛亚峰基于事件相关电位探索了不同时间和数量压力下的图标记忆(牛亚峰等,2014)。Norman(2015)认为大脑的大部分运作是无意识且毫不费力的自动进行的。内隐记忆具有许多外显记忆不具备的优势。内隐记忆容量大,贮存密度高,保持时间

长而且稳定;内隐记忆几乎不受加工方式和注意的影响;内隐记忆在人类身上具有共通性,且不易受到年龄的影响(Parkin, Reid, & Russo, 1990; Seger, Prabhakaran, & Poldrack, 2000)。本文主要利用ERP技术,在记忆维度上研究图标形象度对内隐记忆与外显记忆的影响,为扁平化与拟物化设计风格对消费者的认知摩擦提供定量的证据。

2 研究方法

2.1 被试

招募20名来自某大学的本科及研究生作为被试,其中有效被试15人(6名男性,9名女性),平均年龄为23.47岁,标准差为1.77岁。全部为右利手,视力或矫正视力正常,身体健康,均自愿参与实验。都有5年以上的电子设备使用经验,实验结束后给予被试一定的报酬。

2.2 实验材料

从网络上搜索346个单色图标,主要为各种应运于智能设备数字界面的图标,包括APP界面、网页界面及各种软件界面中的图标。然后按照McDougall等人的图标评级规范方法制作五点量表来筛选实验刺激材料。筛选标准为形象度和复杂度两个维度,控制形象度有显著差异,而复杂度无显著差异。邀请10名学生按要求完成筛选量表,SPSS数据统计之后从346个图标中筛选出220个图标作为实验材料,其中60个为练习实验材料,160个为正式实验材料。所有图标使用Photoshop处理成大小200*200像素的统一格式。

将160个图标根据形象度分为两组:形象图标组和抽象图标组,每组80个图标,进行外显记忆和内隐记忆任务。形象图标组和抽象图标组随机分组,都包括用于内隐任务的旧图标20个,新图标20个;用于外显任务的旧图标20个,新图标20个。旧图标在学习阶段,一半黑底红色呈现,另一半黑底蓝色呈现;测验阶段所有图标黑底白色呈现。在学习阶段,所有内隐记忆和外显记忆加工的旧图标混合随机呈现;在测验阶段,形象图标组和抽象图标组的内隐记忆旧图标和新图标混合随机呈现,两组外显记忆旧图标和新图标混合随机呈现。

2.3 实验程序

采用学习-测量范式,实验共分为三个阶段:学习阶段,内隐测验阶段和外显测验阶段。学习阶段选用颜色判断任务,内隐记忆测量选用偏好判断任务,外显记忆测量选用再认任务。每个阶段之前都

有练习试验。利用 E-prime2.0 编写实验程序。具体实验流程如下:

(1) 学习阶段: 随机呈现形象图标组和抽象图标组所有旧图标。要求被试对呈现图标进行颜色判断, 红色按 F 键, 蓝色按 J 键。每个图标呈现时间为 1000ms, 刺激间隔为 500ms。

(2) 内隐测验阶段: 随机呈现形象图标组和抽

象图标组的内隐任务旧图标和新图标, 要求被试进行偏好判断, 喜欢按 F 键, 不喜欢按 J 键。当被试按键后图标消失, 刺激间隔为 500ms。

(3) 外显测验阶段: 随机呈现形象图标组和抽象图标组的外显任务旧图标和新图标, 要求被试进行新旧判断, 新图标按 F 键, 旧图标按 J 键。当被试按键后图标消失, 刺激间隔为 500ms。

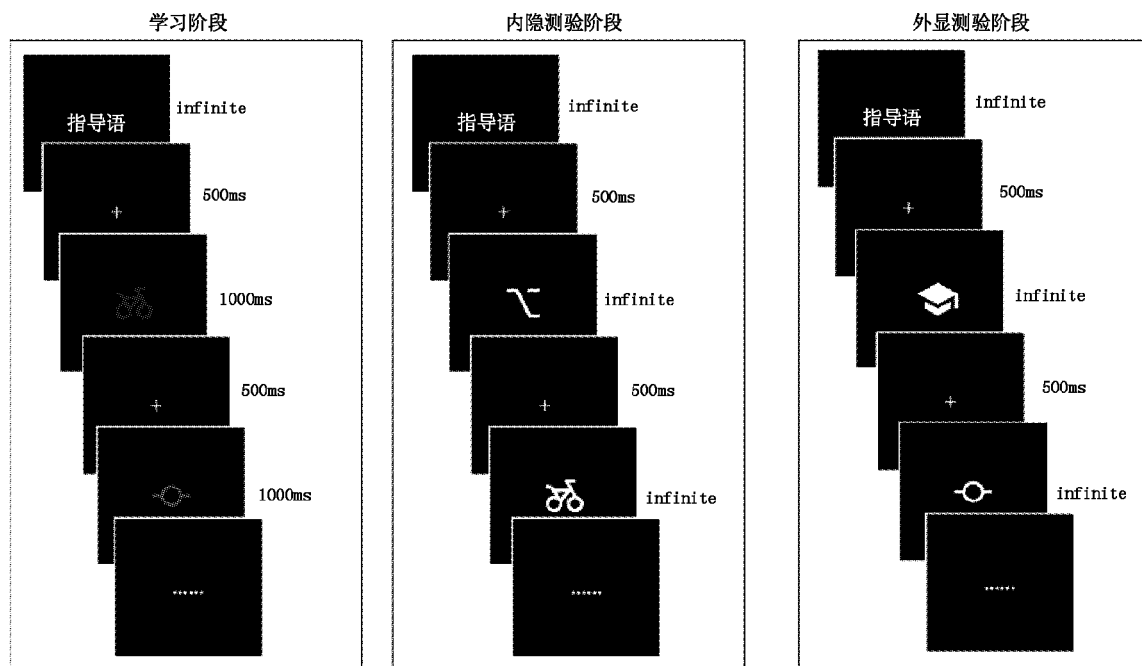


图1 实验流程

2.4 实验设备

实验在隔绝噪音和电磁干扰的环境中进行。采用 Brain Amp MR32 脑电设备记录实验过程的 EEG, 电极分布采用 10~20 国际脑电记录系统, 单极导联。以顶区中央的 FCz 电极作为在线参考电极, 以 Fpz 和 Fz 连线中点作为地电极, 右眼眶下侧黏贴 1 个电极记录垂直眼电, 两眼外侧的 2 个电极 FT9 和 FT10 记录水平眼电。EEG 采集前注射导电膏将所有电极与头皮接触电阻降低到 5k Ω 以下。实验结束后进行数据处理时, 重设双侧乳突 TP9 和 TP10 作为离线参考电极。以低通 0.3Hz, 高通 30Hz 进行滤波处理。排除眨眼、眼动、肌电等伪迹, 排除标准为 $\pm 75\mu V$ 。对 8 个条件的 EEG 数据进行分段, 分析窗口为 -200~1000ms, 剔除分段结果小于 70% 的被试 (5 名)。分段后进行叠加平均处理, 以 -200~0ms 作为基线进行矫正。分别对内隐和外显任务的抽象和形象图标做新旧差异波, 组平均后导出 300~500ms 窗口的顶区 (P3, P4, Pz) 和额区 (F3, F4, Fz) 的新旧差异波平均波幅, 以及 500~

800ms 窗口的顶区 (P3, P4, Pz) 新旧差异波平均波幅。数据导出到 SPSS 23 中进行后续统计分析, 显著性水平设置为 $p=0.05$ 。

3 结果

3.1 行为结果

内隐记忆以启动量为指标, 启动量为判断正确新图标的反应时减去判断正确旧图标的反应时。外显记忆以正确率和反应时为指标, 正确率为旧图标的正确率减去新图标的错误率, 反应时为判断正确旧图标的平均反应时 (林静远, 林无忌, 孟迎芳, 2018)。

3.1.1 内隐记忆行为结果分析

表 1 中的全部有效被试的内隐记忆启动量。配对样本 t 检验发现, 对于内隐记忆形象图标和抽象图标的启动量均大于 0, 即都表现出内隐记忆的新旧效应, 并且形象图标的内隐记忆启动量大于抽象图标, 差异具有统计学意义, $t(14) = 2.467, p = 0.043, d = 0.57$, 效应值强度中。表明不论形象图标还是抽象图标, 被试对于学习阶段出现过的图标的

行为反应均快于没有出现过的新图标,并且形象图标的行为反应显著快于抽象图标。

表 1 内隐记忆和外显记忆行为数据

	形象图标	抽象图标
内隐记忆启动量(ms)	144.17(237.57)	32.22(153.23)
外显记忆正确率	0.19(0.15)	0.09(0.10)
外显记忆反应时(ms)	1048.07(388.71)	901.25(337.20)

3.1.2 外显记忆行为结果分析

表 1 中的全部有效被试的外显记忆的正确率和反应时。配对样本 t 检验发现,形象图标的外显记忆的正确率大于抽象图标,差异具有统计学意义, $t(14) = 2.227, p = 0.027, d = 0.64$,效应值强度中。而形象图标的外显记忆的反应时与抽象图标无显著性差异, $t(14) = 1.106, p > 0.05, d = 0.29$,效应值强度小。表明被试对形象图标回忆的准确率显著高于抽象图标,而两者在回忆的反应时间上并没有显著差异。

3.2 ERP 结果

内隐记忆和外显记忆的 ERP 主要分析额区与顶区的新旧效应,新旧效应是将旧图标引发的平均波幅减去新图标的平均波幅所得的差异波。内隐记忆分析顶区 300 ~ 500ms (N400) 时间段的差异波;外显记忆分别分析顶区 500 ~ 800ms 和额区 300 ~ 500ms (P600) 两个时间段的差异波。顶区选取 P3、Pz、P4 三个电极的平均值作为顶区的 ERP 成分,额区选取 F3、Fz、F4 三个电极的平均值作为额区的 ERP 成分。

3.2.1 内隐记忆 ERP 结果分析

表 2 中的内隐记忆相关的 ERP 成分的顶区差异波,对其进行配对样本 t 检验,结果发现 300 ~ 500ms (N400),形象图标的顶区差异波平均波幅大于抽象图标,差异具有统计学意义, $t(14) = 3.526, p = 0.003, d = 0.91$,效应值强度大。而且,形象图标的顶区差异波平均波幅为正,抽象图标的顶区差异波平均波幅为负。这表明仅形象图标表现出内隐记忆的新旧效应。结果见图 2 和图 3。表明形象图标颜色判断阶段的记忆加工对后续内隐测量任务产生了易化作用,而抽象图标并没有产生易化作用。

表 2 内隐记忆和外显记忆的 ERP 数据

	形象图标	抽象图标
内隐记忆顶区差异波(μV)	1.27(2.09)	-1.25(2.36)
外显记忆顶区差异波(μV)	-1.95(3.26)	-2.41(2.54)
外显记忆额区差异波(μV)	-4.69(4.11)	-0.38(3.23)

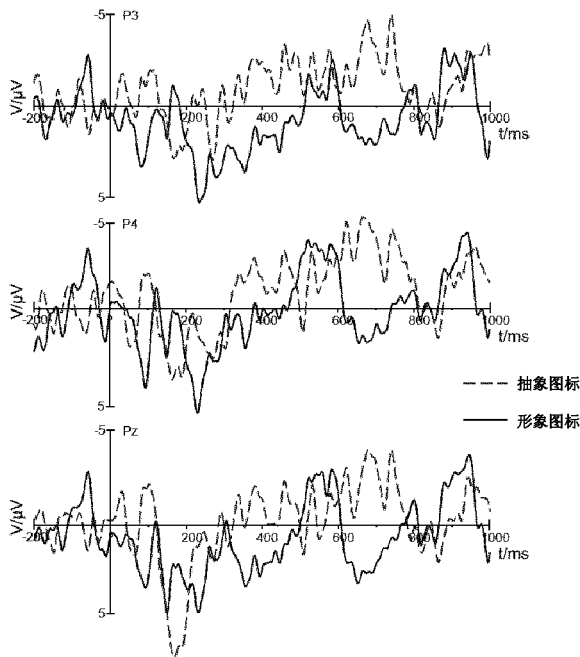


图 2 内隐记忆 ERP 的顶区差异波

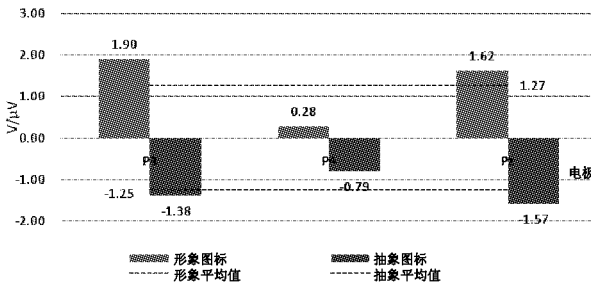


图 3 内隐记忆不同电极差异波

3.2.2 外显记忆 ERP 结果分析

表 2 中的外显记忆的 ERP 成分的额区和顶区差异波,分别进行配对样本 t 检验。结果显示在 300 ~ 500ms (N400) 之间,形象图标额区差异波的平均波幅小于抽象图标,差异具有统计学意义, $t(14) = -6.090, p < 0.001, d = -1.57$,效应值强度小。但是,形象图标和抽象图标的额区差异波平均波幅为负。这表明在额区形象图标和抽象图标均没有表现出外显记忆的新旧效应。在 500 ~ 800ms (P600) 之间,形象图标顶区差异波的平均波幅与抽象图标无显著性差异, $t(14) = 0.818, p > 0.05, d = 0.21$,效应值强度小。且差异波均为负值,表明对于 500 ~ 800ms 的顶区差异波,形象图标和抽象图标均未表现出外显记忆的新旧效应。结果见图 4 ~ 图 7。不论在额区还是顶区,形象图标和抽象图标均未表现出新旧效应,说明颜色判断阶段短暂的认知加工并未对后续回忆任务起到易化作用。

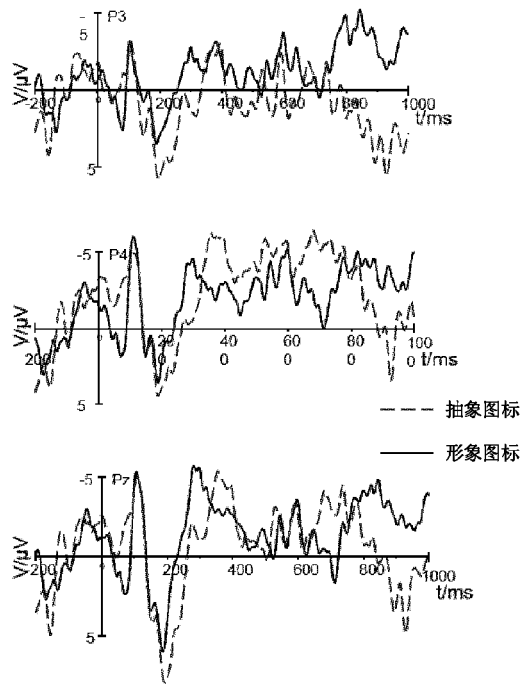


图4 外显记忆 ERP 的顶区差异波

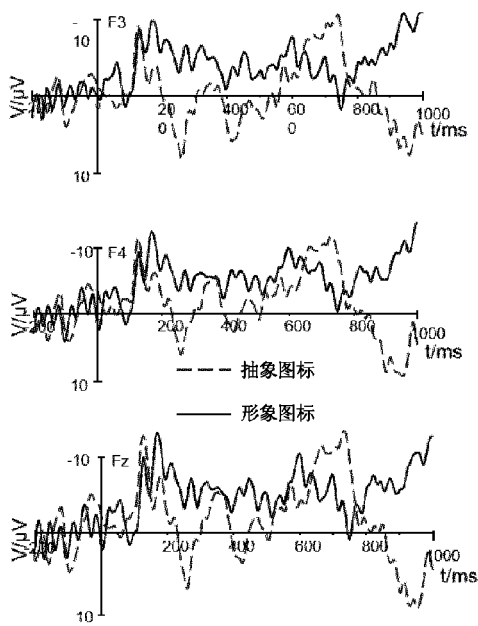


图5 外显记忆 ERP 的额区差异波

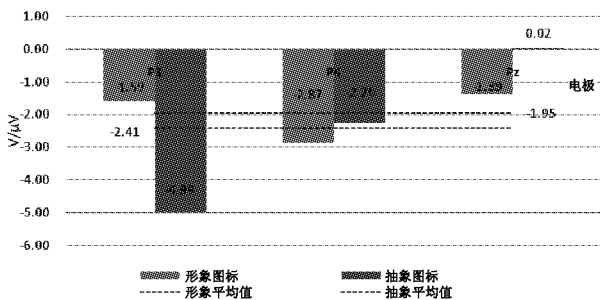


图6 外显记忆顶区不同电极差异波

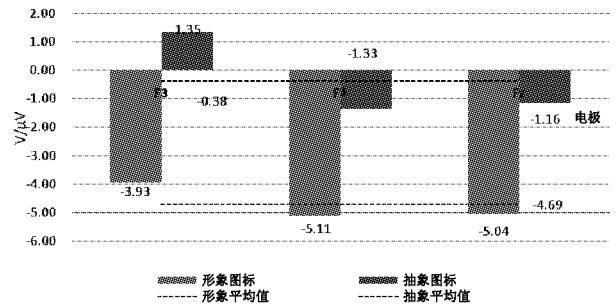


图7 外显记忆额区不同电极差异波

3.3 讨论

内隐记忆的行为结果与 ERP 结果均显示形象图标的启动量显著大于抽象图标。行为结果中,形象图标和抽象图标的启动量均为正值。这表明不论形象图标还是抽象图标,被试对于颜色判断阶段出现过的图标的行为反应均快于没有出现过的新图标。ERP 结果中,形象图标的差异波为正,表现出内隐记忆的新旧效应。而抽象图标的差异波为负,则没有表现出内隐记忆的新旧效应。在学习阶段并没有让被试刻意记忆图标,只是进行颜色判断的浅加工。尽管如此,对于形象图标,颜色判断阶段的记忆加工对后续内隐测量任务产生了易化作用,这种易化效果并不是被试意识性提取记忆编码的结果。而对于抽象图标,这种易化效果则不存在。这与张鑫和刘将(2009)采用加工分离程序(PDP)所得出的结论一致。

研究发现内隐记忆的 EPR 成分对大脑中有预存表征的刺激最为显著,对可能会与预存表征产生联系的刺激次之,而对于无法联结预存表征的无意义项目则没有反应。具体表现为内隐记忆 N400 成分对真词比对假词的波幅更正,对已知面孔比对陌生面孔的波幅更正;而无意义刺激如无意义图片、不合语法的假词及不可能物体不会诱发 N400 (Guillem, Bicu, & Debrulle, 2001)。形象图标往往较生动地描绘现实世界存在的事物,具有较强的象征性和意义性。而抽象图标通常由抽象的几何基本形构成,甚至一些图标现实世界中并没有原型。大脑对形象图标通常已经或多或少有预存表征;而对于抽象图标,除了一些通用的、已经具有高度的象征意义的图标外,往往在大脑中预存表征较少。所以内隐记忆中,形象图标比抽象图标的大脑激活程度更高,人脑对于形象图标更容易无意识地进行记忆编码和提取。

对于外显记忆,由于学习阶段被试对图标只进行浅加工,而且图标呈现数量多,呈现时间短

(1000ms);加之图标的再认与学习所隔时间也比较久。外显记忆中的短时记忆容量较小(7 ± 2),保持时间也比较短(Miller,1994)。所以被试在实验结束后口头汇报时,普遍表示图标的再认效果很差。尽管如此,行为结果中形象图标的外显记忆正确率显著高于抽象图标,而反应时则无显著差异。这表明被试虽然不能对形象图标迅速进行记忆提取,但是大脑已经无意识中对形象图标进行更好的记忆保持。该结论与许多研究者的实验结果一致(钱琴珍,1999;Burden & Mitchell,2005)。形象图标和抽象图标在300~500ms的额区和500~800ms的顶区差异波均为负值,即都没有出现新旧效应,表明两种图标在进行意识性地记忆提取时之前的记忆编码并没有起到易化作用。

4 结论

本研究采用ERP技术,考察了形象度对图标内隐记忆和外显记忆影响。行为和ERP研究结果均表明,在浅加工时大脑对形象图标比抽象更容易进行无意识的记忆编码和提取。无意识加工迅速、高效,节约心理资源。所以进行图标设计时尽量源于用户的生活经验,以现实原型为设计素材,可以有效提高消费者对图标的识别、理解与记忆,从而提高人机交互效率。

参考文献

- 白新欢.(2016).弗洛伊德潜意识心理学的哲学探究.杭州:浙江工商大学出版社.
- 郭秀艳,李林.(2006).意识和无意识的关系——实证的视角.心理学探新,26(1),3-8.
- 林静远,林无忌,孟迎芳.(2018).尼古丁对内隐记忆与外显记忆的影响.心理学报,50(9),940-952.
- 孟迎芳,郭春彦.(2006).从认知神经的角度看内隐记忆和外显记忆的分离.心理科学进展,(6),822-828.
- 牛亚峰,薛澄岐,李雪松,李晶,王海燕,...金涛.(2014).基于事件相关电位的不同时间压力和数量下的图标记忆(英文).Journal of Southeast University(English Edition), (1),49-54.
- 钱琴珍.(1999).幼儿对具体图片与抽象图片内隐记忆的实验研究.心理科学,(5),431-434.
- 小柯,唐.(2015).设计心理学1 日常的设计.北京:中信出版社.
- 杨韶刚.(2002).精神追求神秘的荣格.哈尔滨:黑龙江人民出版社.
- 杨治良.(2012).记忆心理学.华东师范大学出版社.
- 杨治良,叶阁蔚,王新发.(1994).汉字内隐记忆的实验研究(I)——内隐记忆存在的条件.心理学报,(1),1-8.
- 张鑫,刘将.(2009).不同认知风格儿童对图形的外显、内隐记忆的跨文化研究.第十二届全国心理学学术大会论文摘要集.
- Boehm,S.,Sommer,W.,& Lueschow,A.(2005).Correlates of implicit memory for words and faces in event-related brain potentials.Int J Psychophysiol,55(1),95-112.
- Burden,M. J.,& Mitchell,D. B.(2005).Implicit memory development in school-aged children with attention deficit hyperactivity disorder(ADHD):Conceptual priming deficit? Developmental Neuropsychology,28(3),779-807.
- Graf,P.,& Schacter,D. L.(1985).Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects.Journal of Experimental Psychology Learning Memory & Cognition,11(3),501-518.
- Guillem,F.,Bicu,M.,& Debruille,J. B.(2001).Dissociating memory processes involved in direct and indirect tests with ERPs to unfamiliar faces.Brain Res Cogn Brain Res,11(1), 113-125.
- Henson,R.,Shallice,T.,& Dolan,R.(2000).Neuroimaging evidence for dissociable forms of repetition priming.Science, 287(5456),1269-1272.
- Horton,W. K.(1995).The icon book:Visual symbols for computer systems and documentation. John Wiley & Sons,Inc.
- Isherwood,S.(2009).Graphics and semantics:The relationship between what is seen and what is meant in icon design.Brain and Language,70(3),364-384.
- McDougall,S. J.,Curry,M. B.,& de Bruijn,O.(1999).Measuring symbol and icon characteristics:Norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity, and semantic distance for 239 symbols.Behav Res Methods Instrum Comput, 31(3),487-519.
- Miller,G. A.(1994).The magical number seven,plus or minus two:Some limits on our capacity for processing information.1956.Psychological Review,101(2),343-352.
- Nessler,D.,Mecklinger,A.,& Penney,T. B.(2005).Perceptual fluency, semantic familiarity and recognition-related familiarity:An electrophysiological exploration.Brain Res Cogn Brain Res,22(2),265-288.
- Parkin,A. J.,Reid,T. K.,& Russo,R.(1990).On the differential nature of implicit and explicit memory.Memory & Cognition,18(5),507-514.
- Rugg,M. D.,Mark,R. E.,Walla,P.,Schloerscheidt,A. M.,Birch,C. S.,...Allan,K.(1998).Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory.Nature, 392(6676),595-598.
- Seger,C. A.,Prabhakaran,V.,& Poldrack,R. A.(2000).Neural activity differs between explicit and implicit learning of ar-

- tificial grammar strings: An fMRI study. *Psychobiology*, 28 (3), 283 – 292.
- Standing, L. (1973). Learning 10,000 pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25(2), 207 – 222.
- Warrington, E. K., & Weiskrantz, L. (1974). The effect of prior learning on subsequent retention in amnesic patients. *Neuropsychologia*, 12(4), 419 – 428.

Effects of Concreteness on Implicit Memory and Explicit Memory of Icons

Hao Chao Tang Chaolan Yang Xian

(School of Art and Design, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510075)

Abstract: A large number of studies in the field of memory psychology have confirmed the event – related potential (ERP) separation of implicit memory and explicit memory, and the implicit memory has advantages over explicit memory in memory capacity, retention time and stability. This study recorded the behavior and ERP data of image and abstract icons in implicit and explicit memory tasks of 15 participants. Experimental results show that both the prime of behavioral data and the amplitude of difference waves in the parietal region ranged from 300ms to 500ms of image icon are significantly larger than those of abstract icon for implicit memory. In terms of explicit memory, the accuracy of the image icon in the behavioral results is significantly higher than that of the abstract icon, while there is no significant difference between both in the reaction time. What's more, when difference waves are in the frontal region ranged from 300ms to 500ms, the image icon is significantly negative to the abstract icon; when the late component difference waves are in the parietal region ranged from 500ms to 800ms, the image icon is almost consistent with the abstract icon. According to the research finding, the image icon has the distinct advantage to conduct unconscious memory under shallow processing. ICONS and abstract ICONS have always been controversial in the use of graphical interface language. The experiment provides quantitative evidence on behavioral and electrophysiological indicators.

Key words: icon; concreteness; implicit memory; explicit memory; ERP