

英汉心理词典中英语单词表征的熟悉度效应研究^{*}

陈士法 彭建武 杨洪娟 侯林平 房红芳

(山东科技大学, 外国语学院, 青岛 266510, 山东)

提要: 本文利用 ERP 技术, 研究英汉心理词典中英语单词表征的熟悉度效应。主要讨论两个问题: (1) 受试在提取高熟悉度单词和低熟悉度单词时所用的反应时之间是否存在显著差异? (2) 受试在提取高熟悉度单词和低熟悉度单词时所耗费的脑电之间是否存在显著差异? 通过分析受试对不同熟悉度单词的反应时, 发现受试的反应时之间存在着显著差异, 即受试在检索高熟悉度单词时快于低熟悉度单词。脑电数据分析表明高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P150 成分上的平均潜伏期方面存在显著差异; 在 P300 成分上的平均波幅和峰值方面存在显著差异; 在 N400 成分上的平均峰值和潜伏期方面存在显著差异。据此, 我们认为在英汉心理词典中存在着英语单词表征的熟悉度效应: 学习者对英语单词的熟悉程度影响了该单词的表征。这一发现从实践上证明了英汉心理词典中英语单词表征熟悉度效应的存在, 有利于进一步精确地研究二语词汇的表征。

关键词: 心理词典、英语单词、表征、熟悉度效应

中图分类号: H319 **文献标识码:** A

1. 引言

对于二语词汇的表征, 众说纷纭, 莫衷一是。究其原因, 影响因素众多。Kolars (1963) 的实验研究表明, 双语心理词典的表征存在着词型效应 (word-type effect), 其典型结果是具体词在同一语言和跨语言两种条件下的反应时相同, 而抽象词的反应时则不同。因此, 得出的结论是双语具体词共享概念表征, 而抽象词的概念表征独立。de Groot & Nas (1991) 的研究表明同源词和非同源词也有这样的词型效应: 双语同源词共享概念表征, 非同源词则相反。张积家、刘丽虹 (2007) 认为影响双语心理词典表征的因素较多, 如第二语言的获得时间、两种语言的流利程度、语言获得方式和策略、加工任务和语言的性质等。在众多因素中, 学习者对二语词汇的熟悉程度是一个没有得到全面、系统研究的因素。

Caramazza *et al.* (1988) 提出的扩大的处理词素模式 (augmented addressed morphology model) 认为, 就学习者而言, 对于熟悉的词来说是以整词作为存储的单位; 但对于不熟悉的词, 则是以词素作为存储的单位。Wolter (2001) 在对比一语和二语心理词典时, 曾设计了单词认知深度调查表来调查受试对单词的熟悉程度, 以便更加精确地了解二语词汇在学习者大脑中的表征。张淑静 (2003) 在调查二语词汇的反应类型时认为, 二语学习者心理词汇的个体差异有时会很大。一个人可能认识一些高频词, 却不认识一些常用词。某一个特定的词, 对于某个受试来说可能很熟悉, 但对于另外一个受试来说可能根本就不认识。她利用词汇知识深度测试, 调查了受试对刺激材料的熟悉程度, 结果发现不同熟悉程度的单词产生的刺激反应是不一致的。陈士法 (2006) 认为就某一个二语词汇而言, 在其习得的不同阶段, 其语义表征的方式是不同的。在第一和第二个阶段, 该单词和其对应的一语单词的语义表征是共享的。在第三个阶段, 一语和二语词汇的语义表征是独立的, 但是这两个独立的语义系统又通过两种语言中对应的两个单词间所共享的那部分语义紧密相连。

^{*} 本研究得到教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于 ERP 技术的英汉心理词典中双语词汇名动分离机制”(批准号: 11YJA740006) 资助, 谨致谢忱。感谢山东科技大学外国语学院英语 06 级所有参加实验的同学。山东科技大学机器人研究中心的刘小峰博士、08 级硕士研究生李素云、刘德美、孔昭莉、王玲、代艳艳、孙铭璐、陈丹、艾慧、韦倩倩等在实验设计和数据收集过程中给予了热心的帮助, 在此深表感谢。

陈士法 (2008) 在论证熟练程度对双语心理词典表征影响的基础上, 指出双语心理词典的表征模式应以双语者对一个二语词汇的熟练程度来确定。陈士法 (2009) 认为词频主要指一个单词在某一些领域出现的总的次数, 它所代表的是整体, 而不是某一个体对某一单词的了解情况, 学习者对单词的熟悉度要比词频能更精确地表明学习者对单词的掌握程度, 从而有助于揭示心理词典中单词的表征属性。

以往的这些研究使我们认为, 在英汉心理词典中存在英语单词表征的熟悉度效应, 即学习者对英语单词的熟悉程度会影响该单词的表征。目前利用相应的实验研究来探讨这一问题的研究还不多见。Jacobsen *et al.* (2005) 利用 ERP (事件相关电位) 技术, 通过向 21 名年龄在 18-38 岁受试呈现熟悉声音和非熟悉声音的形式, 调查了人们在加工与任务无关的声音时的熟悉度效应, 结果发现不同熟悉程度的声音诱发了 ERP 非匹配负波成分 (mismatch negativity components, MMN), 说明人们在加工声音时存在着熟悉度效应。那么, 以汉语为母语的学习者在加工不同熟悉程度的英语单词时是否也存在着这样一个熟悉度效应呢? 本文利用 REP 技术研究了这一问题。

2. 实验研究

2.1 研究目的

本实验是为了调查以汉语为母语的英语学习者对英语单词的熟悉程度是否会影响该单词的表征, 即在英汉心理词典中英语单词的表征方面是否存在熟悉度效应。包括以下两个问题:

- (1) 受试在提取高频词和低频词时所用的时间之间是否存在显著差异?
- (2) 受试在提取高频词和提取低频词时所产生的脑电之间是否存在显著差异?

2.2 受试

受试为自愿参加本实验的国内某大学外国语学院三年级 (2006 级) 的学生, 共 18 名, 其中 4 名男生, 14 名女生, 年龄在 20-23 岁之间, 课堂英语教育时间为 9-12 年。他们在两个月前全部经过了全国英语专业四级考试, 均为右利手, 视力或矫正视力正常, 没有脑外伤和神经系统疾病史。所有受试均未参加过类似的实验。实验结束后, 每人获得一份小礼物作为酬谢。

2.3 实验材料

实验材料由 49 个英语真词和 33 个英语假词组成, 其中真词中有高熟悉度单词 32 个, 低熟悉度单词 17 个。所有的真词均选自英语学习者词目表 (下载自 <http://www.Fli.com.cn/Fli/Class11/Class330/>)。该词目表约有一万个按照学习者的使用频率排列的单词 (事实上有 9863 个英语单词)。我们请英语专业大三的三名学生在第 2000-3000 和第 6000-7000 个单词中各选 100 个名词和 100 个动词。这样, 在英语学习者词目表中共选取了 400 个单词, 随机后采用九点量表的形式编制了英语单词认知深度调查表 (见附录一)。利用上课前的 15 分钟对英语专业大三的 30 名学生进行了测试。把测试数据输入 SPSS 13.0 求出了学习者对每个单词认知深度的平均数, 利用 Excel 对平均数进行升序排列。我们把得分在 5 分以下的共 27 个单词作为低频词, 得 9 分的共 73 个单词作为高频词 (两组数据的 P 值小于 0.05, 差异显著)。有关研究表明心理词典表征中存在着词长效应 (New *et al.* 2006; 陈士法 2010)。因此, 我们只选择了字母数量在 5-8 个的单词。这样低频词共有 17 个, 高频词共 44 个。通过对比两组单词的字母数量, 我们发现 P 值大于 0.05, 差异不显著, 表明两组单词的字母数量之间不存在显著差异。根据这些单词, 我们制造了 33 个假词。其中根据低熟悉度单词造词 9 个, 根据高熟悉度单词造词 24 个 (见附录二)。构成的英语假词仍能发音, 并符合正字法规则, 如 repeat 变为 reteap, harbour 变为 barhour,

welcome 变为 celwome 等。由于考虑到真词和假词的比例问题¹，我们随机在 61 个真词中挑选了 49 个真词，和 33 个假词构成了本实验的材料。真词和假词被随机分为两组。甲组 40 个单词，其中 24 个真词（高熟悉度单词 16 个，低熟悉度单词 8 个），16 个假词。乙组 42 个单词，其中 25 个真词（高熟悉度单词 16 个，低熟悉度单词 9 个），17 个假词（见附录三）。

2.4 实验过程

我们使用 Stim2 编制了按键反应实验需要的程序。刺激词呈现在电脑屏幕的正中央，黑底白字，字号为 72，宋体。电脑屏幕的分辨率为 1024×768，单词呈现时间为 1500 毫秒，反应时长为 3000 毫秒，刺激间隔为 4500 毫秒。

实验仪器为 32 导 Neuroscan ERPs 工作站，用电极帽纪录脑电。参考电极置于双侧乳突连线，同时记录水平眼电和垂直眼电。滤波带为 0.01—100Hz，采样频率为 500Hz/导，头皮电阻小于 5k。分析时程 1200 毫秒，基线为 250 毫秒，自动矫正眨眼等伪迹，波幅大于正负 100 微伏者在叠加中被自动剔除。用标准化电极帽记录 32 通道的 EEG。波幅取基线到波峰值，即基线到波峰的幅度；潜伏期取自刺激呈现到波峰的距离。

实验是在国内某大学 ERP 语言实验室针对每个受试单独进行的。要求受试对所呈现的每个英语单词作出真假词的判断，并按键反应。如果是英语单词就用右手食指按反应盒上的 4 键；如果不是就用左手食指按 1 键。实验中，受试坐在离计算机屏幕 100-120 厘米的沙发上，左手食指放在 1 键上，右手食指放在 4 键上。实验的进程如下：（1）屏幕上首先出现一红色的“☆”提醒受试注意；（2）随后是 300 毫秒的间隙；（3）呈现刺激材料 1500 毫秒；（4）空屏 3000 毫秒；（5）受试在第（3）步和第（4）步之间作出反应。计算机自动记录从目标词呈现到受试作出反应之间的时间间隔。实验前安排一到两次练习，共 16 个单词，8 个真词和 8 个假词²（练习材料详见附录四：词汇判断练习材料），帮助受试熟悉实验过程。主试坐在另一个房间的另一台监视器前观察受试的反应。

2.5 数据收集与分析

本研究中的数据收集与分析包括行为数据（受试的反应时）的收集与分析 and 脑电数据（受试在语言加工过程中产生的脑电）的收集与分析两部分。

2.5.1 行为数据的收集与分析

行为数据为受试对词汇判断中做出的准确率和反应时（剔除了两个受试的，因其脑电数据无法分析）。在实验中，每个受试的 P(A) 值³均大于 0.6（详见附录五：词汇判断实验的 P(A) 值）。根据信号测试理论，受试的反应是可靠的（杨亦鸣、耿立波 2008）。我们首先利用 SPSS 13.0 中的配对样本 T 检验，对比了受试对高熟悉度单词和低熟悉度单词判断的准确率（详见附录六：词汇判断实验准确率），结果见表 1：

表 1. 高熟悉度单词和低熟悉度单词的判断准确率对比结果

¹ 董燕萍（1998）认为在启动实验中实验材料中的非词比例会影响实验的效度。若非词比例过高，受试会习惯于给“否”作为反应，若非词比例过低，受试会习惯于给“是”作为反应。她认为非词比例在 33%左右比较合适。在词汇判断实验中非词的比例是多少才合适呢？笔者目前还没有见到其他相关的研究。国内有的研究在进行真假词判断时，其真词和非词比例为 1: 1，如彭聃龄、王春茂（1997）选用了 129 个真词和 129 个假词，Peng Danling et al（1999）也是采用了相同数量的真词和假词，王春茂、彭聃龄（1999）人为编造了等数量的非词。但是，彭聃龄、谭力海（1987）在词汇判断中选了 48 对真词和 24 对假词，陈宝国、彭聃龄（1998）在实验中选用了 80 个假词，真词为 100 个（80 个真词和 20 个填充词），王翠翔、彭聃龄（1988）词汇判断中选用了 40 个中文词和 20 个假词以及相应的英文译词作为实验材料。相对于真假词 100%的比例和 50%的比例而言，本实验材料中的非词比例为 67.34%，甲组为 66%，乙组为 68%，其对实验结果的影响应该可以接受。

² 有一个假词“nep”重复，但是，并不影响受试熟悉实验过程。

³ P(A) 值为正确击中率，即受试在实验中判断正确的单词个数除以目标刺激的个数。

单词类型	人数	平均数	标准差	T 值	P 值
高熟悉词	16	.6713	.02604	1.658	.118
低熟悉词	16	.5956	.19596		

表 1 中 $P=.118>.05$ ，两组数据之间不存在着显著差异，表明受试在对英语高熟悉度单词和低熟悉度单词判断的准确率上不存在着显著差异。

在对比受试对单词的反应时时，我们排除了受试对真词错误判断的反应时，假词不参与分析⁴。利用 SPSS13.0 中的独立样本 T 检验，得出的结果见表 2：

表 2. 受试对高熟悉度单词和低熟悉度单词的反应时对比结果

单词类型	数量	平均数	标准差	T 值	P 值
高熟悉词	474	758.7785	208.25082	-5.616	.000
低熟悉词	162	866.4630	217.69128		

表 2 中 Levene 的齐性方差检验表明 $F=1.386$ ， $P=.240>.05$ ，方差具有齐性，查看假设方差相等一行中的数据： $P=.000<.05$ ，两组数据之间存在着显著差异，表明受试在对高熟悉度单词和低熟悉度单词的反应时之间存在着显著差异。因此，从受试的行为数据来看，英语学习者对英语单词的熟悉度影响了其在英汉心理词典中的表征。

2.5.2 脑电数据的收集与分析

实验结束后，我们使用 Neuroscan4.3 软件的离线分析系统，对受试的脑电进行处理分析，发现有两名女生的脑电不符合要求，被剔除。在离线分析时，我们首先将受试的行为数据与脑电数据合并，排出了眼动和肌肉活动对 EEG (electroencephalography, 脑电图) 数据的影响，数据进行无相移数字滤波(zero phase shift filtering)处理，滤波的带宽为 0-20HZ，滤波的衰减强度为 24dB/oct，分析时程为 1200ms，其中刺激前基线为 100ms，自动矫正眨眼等伪迹。最后，按照分析程序，我们对剩下的 16 名受试的脑电进行了分类叠加，最后得出了所有受试对高熟悉度单词和低熟悉度单词的这两种类型单词的 ERPs 平均波形(见图 1C3 电极和图 2CZ 电极上高熟悉度单词和低熟悉度单词的 ERPs 对比)。

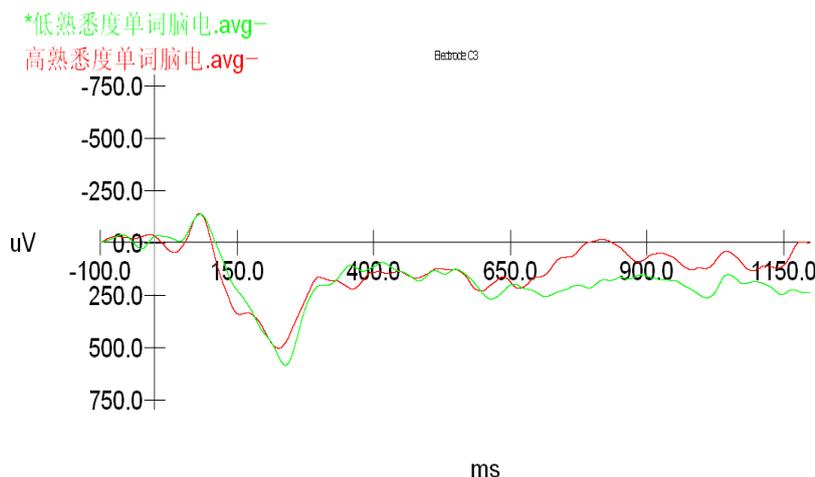


图 1. 两类单词在 C3 电极上的 ERPs 对比

⁴杨亦鸣、耿立波 (2008) 在对比受试的反应时时，为消除极端数据的影响，剔除了长于 2000 毫秒和短于 200 毫秒的数据。在本实验中，受试的反应时没有长于 2000 毫秒和短于 200 毫秒的数据。

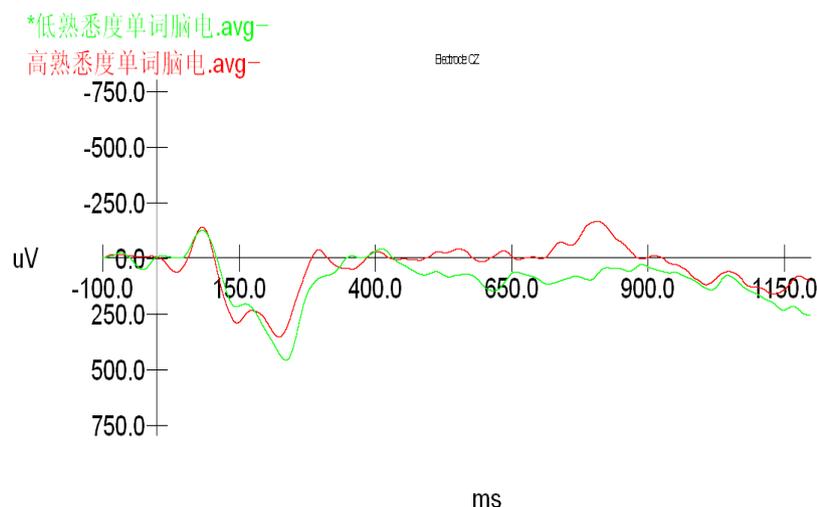


图 2. 两类单词在 CZ 电极上的 ERPs 对比

通过分析图 1 和图 2 中受试在 C3 和 CZ 两个电极点上的波形变化, 我们发现在两种不同类型的刺激词呈现后的 90 毫秒左右的时程内, 受试对它们的反应波形基本一致, 都出现了第一个负波, 在 75 毫秒左右达到最大峰值。我们认为该负波大体相当于李荣宝等 (2001) 发现的 N140, 即在刺激呈现后的 140 毫秒左右出现的第一个负波。根据他们的研究, N140 可能标志着受试对语义的最初分类与评价, 是高度自动化的。我们认为这个负波也许标志着受试对刺激材料所做出的最基本的判断: 物体的识别 (刺激材料是语言而不是图片等) 或者语言的判断 (刺激语言是英语而不是汉语)。不管其实质是什么, 该负波可以表明受试在加工不同熟悉度的英语单词时的最初的大约 90 毫秒内没有显著差异。

但是, 在刺激词呈现后的大约 90 毫秒后, 受试对两种不同类型英语单词的反应出现了差异。上面两图表明受试对高熟悉度单词的脑电反应出现了一个较大的正波, 对低熟悉度单词的脑电反应则出现了一个较小的正波, 二者都一直持续到 200 毫秒左右。该正波是个什么成分呢? 李荣宝等 (2003) 曾利用 ERPs 技术通过研究汉英语义通达的过程, 将语言的形态加工与语义加工过程分离了出来。通过分析了 P190 和 N400 两个成分, 他们认为 P190 具有语言的形式加工效应, 而 N400 具有语义加工效应。Hauk & Pulvermüller (2004) 通过利用 ERPs 技术研究了词长和频率的效应, 认为人类对视觉刺激词汇的通达最早发生在刺激材料呈现后的 150 毫秒。据此, 我们认为在我们研究中刺激词呈现 90-200 毫秒的时程内出现的这个正波大体相当于李荣宝等 (2003) 发现的 P190 和 Hauk & Pulvermüller (2004) 所发现的 150 毫秒是视觉刺激词汇的通达发生的最早时间。我们的这个正波在刺激词呈现后的 150 毫秒左右达到最大峰值。因此, 我们称之为 P150, 认为是受试加工单词形式时产生的脑电反应。由于我们调查的是学习者英语单词的表征单位, 属于学习者对单词形式的加工, 我们把它作为研究受试加工两种不同熟悉度单词的第一个重要成分。

再向后观察受试对高熟悉度和低熟悉度两类单词的总平均波形, 我们发现刺激词呈现大约 200 毫秒后又出现了两个典型的成分。一个是在 250 毫秒左右达到顶峰的正波, 相当于人们曾发现的 P300, 但是, 受试对高熟悉度单词的潜伏期要稍微提前, 而对低熟悉度单词的潜伏期要落后一些。另一个是在 400 毫秒左右产生的一个负波, 相当于研究发现的 N400。一般来说, N400 的出现与语义的启动有关, 因此, 我们认为这个负波是由于受试启动对刺激词的语义时产生的。对于高熟悉度单词, 受试产生 N400 的潜伏期早一点, 对于低熟悉度单词晚一点。

受试在这三个成分 (P150、P300 和 N400) 上对英语高熟悉度单词和低熟悉度单词产生的脑电差异可以清楚地从脑地形图上看出来 (图 3、4、5)。

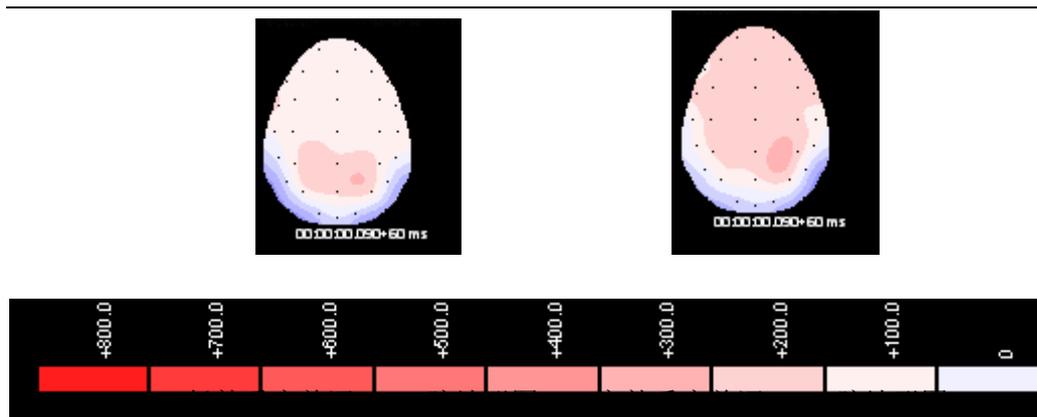


图 3. 高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P150 成分上的脑电对比 (90-200ms)

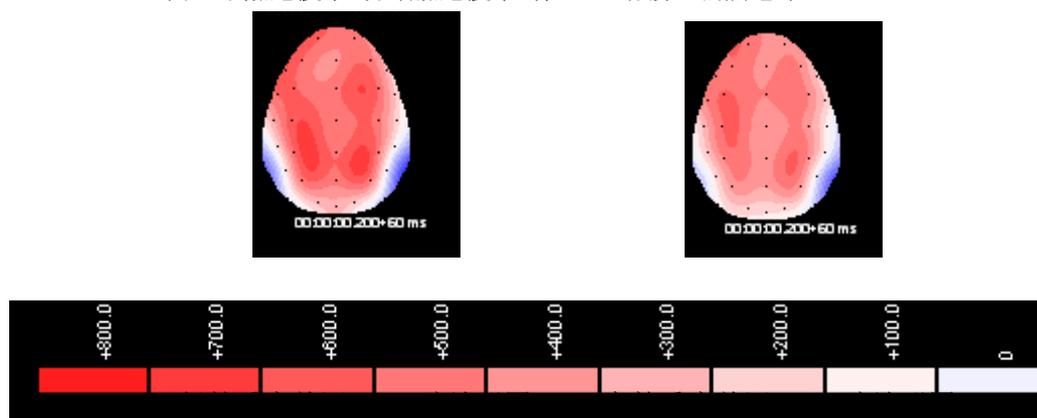
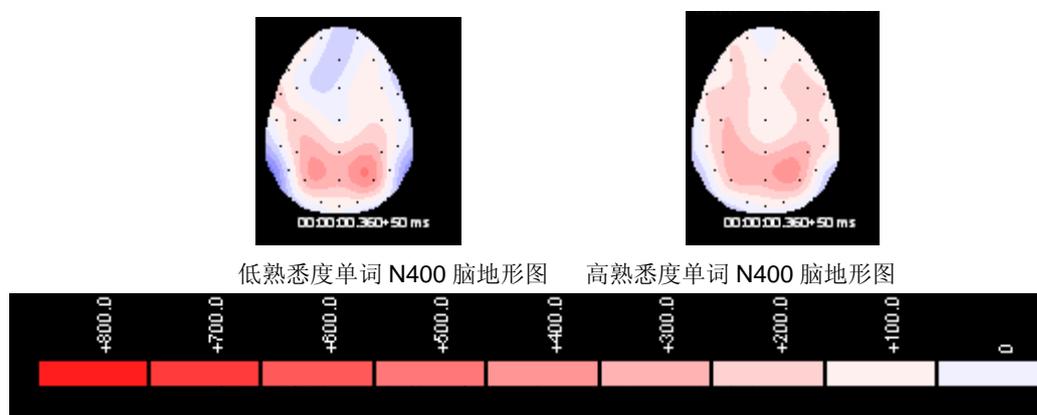


图 4. 高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P300 成分上的脑电对比 (200-320ms)



低熟悉度单词 N400 脑地形图 高熟悉度单词 N400 脑地形图

图 3 的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P150 成分上的脑电对比表明在刺激材料呈现的 90-200 毫秒内, 受试对高熟悉度英语单词的加工所产生的脑电多 (图中的红色浓度大, 表示产生的脑电多), 覆盖面较为广泛, 激活的脑区大; 对低熟悉度单词的加工产生了较少的脑电, 且激活的脑区小。图 4 的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P300 成分上的脑电对比表明在刺激材料呈现的 200-320 毫秒内, 受试对低熟悉度单词的加工明显增强 (红色浓度大, 耗费了较多的脑电), 以便尽力确定刺激材料是否为真词。同时, 我们也可以看到受试对高熟悉度单词的加工也在进行。图 5 的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 N400 成分上的脑电对比表明在刺激材料呈现的 360-420 毫秒内, 受试基本上完成了对刺激材料的加工 (红色正逐渐消退), 即完成了词汇判断任务。但是, 对高熟悉度单词的加工似乎余味未尽 (红色消退得慢)。这表明受试在确定高熟悉度单词为真词后, 还想干点什么, 例如想对单词的语义进行加工等。这与我们的日常行为是一致的: 看到一物体, 就想知道是什么。

杨亦鸣、耿立波 (2008) 认为波幅和潜伏期是 ERPs 的两个重要测量指标。一般情况

下,波幅代表脑电位的强度,波幅大小与参与同步放电的神经元数目的多少以及神经元的排列方向密切相关。如果参与同步放电的神经元数量很多且排列方向一致,波幅则高,反之,则低。其结果还与记录电极的距离的远近有关,距离越近,则波幅增高,反之则降低。ERPs 成分潜伏期的长短可以反映刺激的加工难度。一般来说,潜伏期延长则难度增加,缩短则难度减小。通过阅读前人的文献,我们发现峰值也是人们经常用来测量 ERPs 的一个重要指标(李荣宝等 2001, 2003)。一般来说,峰值指一段时程内脑电波所达到的最大值。因此,在研究受试的脑电数据时,我们主要提取分析了 P150、P300 和 N400 这三个典型成分的平均波幅、峰值和潜伏期三个测量指标。

根据前人的研究(Peng et al 1999; 李荣宝等 2003; 杨亦鸣、耿立波 2008)和本研究的目的,我们利用 Neuroscan4.3 软件中 Transform 工具栏中的 Area Report 和 Peak Detection,首先获取了每个受试在 P150、P300 和 N400 三个成分上的平均波幅、平均峰值和平均潜伏期。这三个成分不是一个点,而是含有多个子成分的家族(魏景汉、罗跃嘉 2002: 32-39)。因此,我们分别取了每个成分在不同时段平均值⁵。在进行数据分析时,我们利用 SPSS 13.0 中的配对样本 T 检验(Paired-Samples T Test)主要对比分析了受试对高熟悉度单词和低熟悉度单词在 FP1、FP2、F7、F3、FZ、F4、F8、FCZ、C3、CZ、C4、P3、PZ 和 P4 十四个电极上产生的这三个典型成分时的平均波幅、峰值和潜伏期。

表 3 是两类单词在 P150 成分上的平均波幅(a)、峰值(b)和潜伏期(c)的对比结果。

表 3a

类型	平均值	个数 ⁶	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	8.5818	224	19.68043	-1.919	0.056
高熟悉度	11.2876	224	18.00103		

表 3b

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	26.9496	224	23.15752	-1.041	0.299
高熟悉度	28.6230	224	20.00922		

表 3c

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	173.3884	224	30.97860	.095	0.037
高熟悉度	168.4955	224	30.45868		

从表 3a、b、c 中,我们可以看出,本研究中的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P150 成分上的平均波幅和峰值两个方面不存在着显著差异,P 值>.05。但是,两类单词在潜伏期方面,P 值为 0.037,小于 0.05 的临界值,表明存在着显著差异。

表 4 是两类单词在 P300 成分上的平均波幅(a)、峰值(b)和潜伏期(c)的对比结果。

表 4a

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	22.8203	224	37.14998	3.403	0.001
高熟悉度	15.7032	224	23.51459		

表 4b

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
----	-----	----	-----	-----	-----

⁵ P300 的平均波幅、峰值和潜伏期取自 200-320 毫秒时段,N400 的平均波幅、峰值和潜伏期取自 360-420 毫秒时段。

⁶ 此处的“个数”指所有受试(16 个)在 14 个电极点上产生的波幅(峰值、潜伏期)数量。表四、五中的相同。

低熟悉度	36.2497	224	30.26092	3.619	0.000
高熟悉度	30.1894	224	26.03377		

表 4c

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	240.3259	224	29.60814	-.106	0.916
高熟悉度	240.5536	224	31.94217		

从表 4a、b、c 中，我们可以看出，本研究中的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P300 成分上的平均波幅和峰值两个方面存在着显著差异，P 值<.05。但是，两类单词在潜伏期方面不存在显著差异。

表 5 是两类单词在 N400 成分上的平均波幅 (a)、峰值 (b) 和潜伏期 (c) 的对比结果。

表 5a

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	6.3036	224	33.60663	0.279	0.781
高熟悉度	5.7544	224	19.69586		

表 5b

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	-5.1697	224	30.31637	-2.725	0.007
高熟悉度	-0.5949	224	20.05070		

表 5c

类型	平均值	个数	标准差	T 值	P 值
低熟悉度	389.1563	224	22.62658	-3.643	0.000
高熟悉度	395.9821	224	22.20895		

从表 5a、b、c 中，我们可以看出，本研究中的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 N400 成分上的峰值和潜伏期两个方面存在着显著差异，P 值<.05。但是，两类单词在平均波幅方面不存在显著差异。

3. 结果与讨论

本研究行为数据中的判断准确性分析表明受试在对高熟悉度单词和低熟悉度单词的判断上不存在着显著差异，保证了本实验研究获得数据的可靠性。对比受试对高熟悉度单词和低熟悉度单词两种不同类型单词的反应时，我们发现受试的反应时之间存在着显著差异（表二中 P 值为 0.000），这表明学习者在处理高熟悉度和低熟悉度两种不同的单词时花费了不同的时间。对比它们的平均反应时，低熟悉度单词的为 866.46 毫秒，高熟悉度单词的为 758.78 毫秒。很明显，受试在检索高熟悉度单词时快于低熟悉度单词。究其原因，我们可以认为是由于这两类单词不同的表征模式引起的。这一发现与张淑静（2003）词汇联想实验研究的结果是一致的：不同熟悉程度单词的刺激反应的模式不一样。她的研究表明，就非常熟悉的词（5 分词）而言，各种反应类型的比例依次是：聚合型反应(40%)>语音及其它(32%)>组合型反应(27.8%)，并且随着熟悉程度的下降，聚合型及组合型反应的比例越来越低，而语音及其它一些无法归类的反应的比例越来越高，当涉及不熟悉或根本不认识的词（包括分词和 2 分词）时，语音及其它反应的比例已高达 90%以上。因此，我们认为就反应时来说，在英汉心理词典中存在着英语单词表征的熟悉度效应。

ERP 的主要原理是通过对大脑（或其他感觉系统）给予一定的刺激（物理刺激或心理刺激）从而在脑区会引起一定的电位变化，再通过分析 ERPs 波形特征来解释大脑对刺激的加工强度和过程。因此，就受试的脑电数据来说，我们通过观察受试对高熟悉度和低熟悉度

两类单词的总平均波形,发现了刺激词呈现后出现的三个典型的成分:P150、P300 和 N400。我们首先对比分析了受试在这三个成分的 14 个电极点上的平均波幅、峰值和潜伏期。结果表明高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P150 成分上的平均潜伏期方面存在着显著差异, P 值 <.05,但在平均波幅和峰值方面不存在显著差异;两类单词在 P300 成分上的平均波幅和峰值两个方面存在着显著差异, P 值 <.05,但在平均潜伏期方面不存在现在差异;就 N400 来说,高熟悉度单词和低熟悉度单词在峰值和潜伏期两个方面存在着显著差异, P 值 <.05,但在平均波幅方面不存在显著差异。据此,我们认为受试在加工不同熟悉程度单词时产生了不同的脑电,学习者对英语单词的不同熟悉程度显著影响了对单词的加工处理。英汉心理词典中存在着英语单词表征的熟悉度效应。

如前所述,我们的 P150 相当于李荣宝等(2003)发现的 P190,而 P190 为受试加工语言形式时产生的脑电。我们的受试在加工不同熟悉程度的英语单词的形式产生了显著差异。学习者对英语单词的熟悉度影响了英语单词的表征。P300 是在 300 毫秒左右出现的正波。研究发现,在一定程度上 P300 的波幅与所投入的心理资源量成正相关,其潜伏期随任务难度的增加而增加。关于 P300 反映的具体认知过程主要有两种观点。一种认为 P300 代表知觉任务的结束。按照这种观点, P300 代表某种刺激加工的抑制,当对所期盼的刺激做某种有意识的加工时,相关的顶叶或内侧颞叶部位被激活产生负性电位。一旦这一加工结束,则这些部位受到抑制,此时即产生 P300。另一个观点认为 P300 的潜伏期反应对刺激物的评价或分类所需要的时间, P300 的波幅反应工作记忆中表征的更新(魏景汉、罗跃嘉 2002: 32-33)。本研究发现的高熟悉度单词和低熟悉度单词在 P300 上存在的显著性差异可以从上述两个观点着手进行解释。首先,本研究中出现的 P300 可以表示知觉任务的结束。实验中,我们要求受试对屏幕上出现的英语单词进行真假词判断。受试精力高度集中,当判断结束时,就产生了 P300。其波幅与所投入的心理资源量成正相关,其潜伏期随任务难度的增加而增加。实验中,高熟悉度单词在波幅和峰值两个方面与低熟悉度单词存在着显著差异。低熟悉度单词的平均波幅为 22.8203 微伏,平均峰值为 36.2497 微伏;高熟悉度单词的平均波幅为 15.7032 微伏,平均峰值为 30.1894 微伏。在这两个方面,前者都大于后者。这表明受试处理加工低熟悉度单词比加工处理高熟悉度单词花费了较多的心理资源,产生了较多的脑电。但是它们的潜伏期之间不存在显著差异,这一现象表明受试在加工这两类单词时所感到的难度没有太大的差异。这也许与任务要求有关。实验中,只要求受试对真假单词进行判断,并按键反应。这显然不同于要求受试判断为什么这个是真词,那个是假词。其区别相当于在考试中一个题为判断一个句子的对错,另一个题为判断一个句子的对错,并把错的地方改正过来。前者的难度一般会小于后者。就 P300 的第二个观点来说,我们发现的 P300 的潜伏期同时也反映了受试对刺激物的评价所需要的时间。本研究要求受试对真假词进行判断,判断结束后,就出现了 P300。受试对高、低熟悉度单词进行判断所用时间之间不存在显著差异,表明由于判断真假词的难度之间没有太大的差异,在判断时间上也没有很大的差异。

N400 为刺激事件诱发的 ERPs 在 400 毫秒左右产生的一个负波。目前一般认为 N400 与长时记忆中语义信息的提取有关。其波幅与歧义词对语境背离的程度相关。本研究中产生的 N400 表明尽管没有要求受试了解实验材料的意思,但是,他们有对单词语义进行加工的倾向。同时,利用语义来判断单词的真假也许是他们完成任务的一种策略。高熟悉度单词和低熟悉度单词产生的 N400 在峰值和潜伏期两个方面存在着显著差异。低熟悉度单词的平均峰值为 -5.1697 微伏,平均潜伏期为 389.1563 毫秒;高熟悉度单词的平均峰值为 -0.5949 微伏,平均潜伏期为 395.9821 毫秒。就平均峰值而言,低熟悉度单词的大于高熟悉度单词的(正负号为正负波,只表示波形的方向)。这表明受试对低熟悉度单词的判断花费了较多的脑资源。对于高度熟悉的英语单词,人们容易就想起它的意思,而对于不大熟悉的单词,有时费了很大的劲才想起来或想不起来。因此,受试加工低熟悉度单词时用的脑资源就多。高

熟悉度单词的潜伏期大于低熟悉度单词的这一现象表明对于低熟悉度单词, 由于已经判断其为非词, 受试提前放弃了对其进行语义加工; 而对于高熟悉度单词, 一般情况下, 在认定其为真词后马上就做好了搜索其意思的准备, 并且要等找到其相应的意思才会罢休。因此, 才出现了低熟悉度单词的潜伏期在 N400 上早于高熟悉度单词的现象。但是, 在平均波幅方面不存在显著差异这一现象似乎告诉我们实验中的材料, 无论是高熟悉度单词还是低熟悉度单词, 都与单词语义和语境是否背离无关。这也许是由于本实验的任务造成的。本实验只要求受试对单词进行真假词判断, 不要求受试涉及语义的提取。

4. 结论与今后的研究

本文利用 ERP 技术研究了学习者对英语单词的熟悉程度对其在英汉心理词典中表征的影响。有关受试对高熟悉度单词和低熟悉度单词反应时的对比分析表明受试的反应时之间存在显著差异, 受试在加工高熟悉度单词快于低熟悉度单词。对比分析受试在 P150、P300 和 N400 这三个成分上的 14 个电极点的脑电数据, 发现在 P150 成分上的平均潜伏期方面存在显著差异、在 P300 成分上的平均波幅和峰值两个方面存在显著差异、在 N400 成分上的平均峰值和潜伏期两个方面存在着显著差异。因此, 我们认为英语学习者在处理高、低两类不同熟悉程度的英语单词时存在显著差异, 即存在英汉心理词典中英语单词表征的熟悉度效应。

Caramazza *et al.* (1988)、Wolter (2001)、张淑静 (2003)、陈士法 (2006、2008、2009) 等从理论上认为在单词表征方面存在熟悉度效应。我们的研究从实践上证明了英汉心理词典中英语单词表征的熟悉度效应的存在。二语词汇表征模式众多是由于不同学者考虑的影响因素不同造成的。但是, 一个完美理想的表征模式应该是把各种不同的因素考虑在一起进行综合研究的结果。本研究的发现扩大了二语词汇表征的研究范畴, 对将来进一步更加精确地研究二语词汇的表征起到重要作用。由于人类大脑本身的复杂性、研究材料、实验任务等的局限, 本研究的一些结论属于探索性的, 有待于更多研究来证实。

参考文献

- [1] Caramazza, A., A. Landenna & C. Romani. Lexical access and inflectional morphology [J]. *Cognition*, 1988, 28(3): 297-332.
- [2] de Groot, A. & G. Nas. Lexical representation of cognates and noncognates in compound bilinguals [J]. *Journal of Memory and Language*, 1991, 30(1): 90-123.
- [3] Jacobsen, T., E. Schroger, I. Winkler & J. Horvath. Familiarity Affects the Processing of Task-irrelevant Auditory Deviance [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2005, 17(11): 1704-1713.
- [4] Kolers, P. A. Interlingual word Associations [J]. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1963, (2): 291-300.
- [5] New, B., L. Ferrand, C. Pallier & M. Brysbaert. Reexamining the word length effect in visual word recognition: New evidence from the English lexicon project [J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2006, 13(1): 45-52.
- [6] Peng, Danling, Liu Ying & Wang Chunmao. How Is Access Representation Organized? The Relation of Polymorphemic Words and Their Morphemes in Chinese [A]. In Wang Jian, Inhoff Albrecht W. & Chen Hsuan-chih (eds.) *Reading Chinese Script: A Cognitive Analysis* [C]. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1999: 65-89.
- [7] Wolter, B. Comparing the L1 and L2 mental lexicon [J]. *SSLA*, 2001, 23: 41-69.
- [8] 陈宝国、彭聃龄, 词的具体性对词汇识别的影响 [J]. *心理学报*, 1998, (4): 387-393.

- [9] 陈士法, 从二语词汇习得的角度看双语心理字典中的语义表征[J]. 外国语言文学, 2006, (1): 5-11.
- [10] 陈士法, 英汉双语心理词典表征理论新探[J]. 集美大学学报 (哲学社会科学版), 2008, (3): 58-62.
- [11] 陈士法, 英语复合词在英汉心理词典中存储单位的实验研究[J]. 外语教学与研究, 2009 (3): 211-216.
- [12] 陈士法, 英汉双语心理词典中英语单词的存储单位及其影响因素研究[D]. 上海: 上海外国语大学, 2010.
- [13] 董燕萍, 关于心理语言学中双语词汇记忆的试验手段[J]. 解放军外语学院学报, 1998, (5): 1-8.
- [14] 彭聃龄、王春茂, 汉字加工的基本单元: 来自笔画数效应和部件效应的证据[J]. 心理学报, 1997, (1): 7-12.
- [15] 彭聃龄、谭力海, 词频和语境在汉字双字词视觉识别过程中的作用机制[J]. 心理学杂志, 1987, (2): 18-25.
- [16] 王春茂、彭聃龄, 合成词加工中的词频、词素频率及语义透明度[J]. 心理学报, 1999, (3): 266-273.
- [17] 王翠翔、彭聃龄, 中-英双语读者词汇表征的研究 (I) [J]. 心理学报, 1988, (4): 351-358.
- [18] 魏景汉、罗跃嘉, 认知事件相关脑电位教程[M]. 北京: 经济日报出版社, 2002.
- [19] 杨亦鸣、耿立波, 基于 ERPSs 实验的二语词汇能力心理现实性研究[J]. 外语教学与研究, 2008, (3): 163-169.
- [20] 张积家、刘丽虹, 双语脑研究的进展及启示[J]. 现代外语, 2007, (3): 308-315.
- [21] 张淑静, 从反应类型看词汇习得[J]. 外语教学与研究, 2003, (4): 275-281.

附录一：英语单词熟悉程度调查表

请各位同学根据自己对下列英语单词的熟悉程度, 对每个单词进行打分。其中最高分为 9 分, 最低分为 1 分。1 分表示从来未见过该词; 2-3 分表示见过, 但不知道意思; 4-5 分表示知道意思, 但不很肯定; 6-7 分表示肯定知道意思; 8-9 分表示非常熟悉该词, 不仅知道意思, 还能造一个句子。说明: 本测试只是为了进行有关研究举行的测试, 与你的其他成绩无任何关系, 请如实填写。谢谢你的参与和合作!

姓名_____性别_____年龄_____英语专业四级成绩_____我学英语学了_____年

单词	打分	单词	打分	单词	打分	单词	打分
attract		prey		flute		scarf	
insist		prick		footstool		schoolbag	
abuse		propagate		fountain		schoolboy	
adopt		provoke		glove		scissor	
discover		reclaim		golf		scroll	
introduce		recollect		gorge		shark	
invent		recuperate		grate		shave	
pursue		remorse		ground		sitter	
invite		refine		ring		bowl	
involve		rent		dictionary		firecracker	
push		repeal		moon-cakes		grass	
smash		satirize		forest		lock	
occupy		scan		chair		monkey	
arrange		scorn		bird		sand	

divide	collect	brain	shirt	
owe	conduct	guide	tie	
encroach	confront	smoker	toy	
enroll	repeat	cave	square	
ensue	settle	star	coat	
envelop	sustain	palace	blackboard	
exemplify	enrich	egg	bookshop	
exhibit	pretend	bridge	stone	
expire	publish	snow	badminton	
fleece	reflect	leg	island	
forgo	replace	singer	lily	
formulate	revenge	ear	pupil	
frown	stimulate	lawyer	bar	
gleam	appeal	wallet	lift	
glow	debate	bottle	pig	
hail	heed	elephant	gun	
hearten	operate	lion	lung	
horrify	scold	cloud	tape	
impart	stab	driver	guard	
impede	straighten	gymnasium	slipper	
implore	submerge	harbour	spaceship	
incur	summarize	headdress	sparrow	
wonder	surmount	helmet	spear	
tear	summon	horn	stake	
escape	testify	ice-cream	stander	
grasp	tiptoe	inn	submarine	
beat	transgress	insect	superman	
shout	toast	jar	swimmer	
hasten	tug	jaw	tablet	
contain	unfold	kettle	taros	
remain	untie	kitty	teaspoon	
perform	unsay	leopard	thermometer	
shoot	wade	lorry	tractor	
lay	thrust	mast	triangle	

survive	unchain	mill	trough	
allow	telecast	motorbike	vein	
bear	ted	motorcars	vest	
tend	swindle	musketeer	walkman	
extend	wheedle	mustard	walnut	
affect	desire	overcoat	washroom	
hang	allow	pagoda	whirlwind	
inhibit	maintain	pajamas	whiteboards	
instill	prolong	pancake	wig	
insult	pull	panda	winder	
share	lavish	mountain	pool	
burn	lumber	shoe	trouser	
explain	meddle	wells	basket	
suppose	mew	gate	mouse	
knock	mobilize	station	tooth	
manage	monopolize	farmer	pocket	
adapt	mourn	desk	pen	
demand	multiply	crop	tower	
select	mutter	cat	clock	
express	narrate	building	hat	
pick	negotiate	bag	hall	
welcome	overlap	fist	bedroom	
educate	peel	arm	model	
disappear	penalize	customer	orange	
ignore	persevere	judge	chicken	
trust	plug	mouth	phone	
unite	popularize	apple	umbrella	
marry	decline	calendar	flag	
suggest	examine	dog	cup	
commend	qualify	knife	photo	
compensate	borrow	bear	plate	
concede	conclude	plane	rock	
constitute	repair	hair	passenger	
contaminate	neglect	corner	scale	

deduce	argue	crowd	bell
deduct	cross	chorus	pathway
deem	deprive	cleaner	pavement
detest	deserve	climber	paw
dictate	resist	clown	peel
dignify	criticize	corpse	pianist
dispatch	elect	crocodile	picker
dispel	possess	crossroads	plaything
disrupt	associate	cucumber	prairie
dissipate	decorate	daffodil	profile
distract	remind	dancer	puppet
elaborate	threaten	dragon-boats	rail
embark	shatter	dustman	rib
enact	shun	eel	robe
encircle	snatch	elbow	rugby
engage	standardize	eraser	sandal
indicate	prescribe	fetter	sandalwood
communicate	profess	fig	sardine

附录二：词汇判断实验基本材料

(1) 低熟悉度真词：17

tractor, walnut, fleece, encroach, prick, basket, ensue, trough, enact, remorse, pagoda, harbour, impede, swindle, forgo, wheedle, taros

(2) 高熟悉度真词：44

manage, knock, suppose, explain, escape, revenge, replace, publish, pretend, discover, settle, repeat, photo, clock, apple, mouth, judge, customer, building, tower, pocket, tooth, farmer, island, stone, bookshop, square, shirt, monkey, elephant, bottle, wallet, lawyer, bridge, palace, guide, brain, chair, forest, moon, cake, trust, educate, welcome

(3) 仿低熟悉度单词制造的假词：9

tracdor, freece, bastek, enjue, anack, renorse, barhour, imdepe, gofor

(4) 仿高熟悉度单词制造的假词：24

isdanl, snote, cloct, phodo, predent, piblush, perlace, espace, magane, kconk, soppuse, dicsover, alppe, moush, buidling, poctek, toosh, sookhop, tirsh, mokney, boddle, watell, ecudate, celwome

附录三：词汇判断分组实验材料

甲组：40 个，其中 24 个真词（高熟悉度单词 16 个，低熟悉度单词 8 个），16 个假词

tractor, walnut, fleece, encroach, prick, basket, ensue, trough, manage, knock, suppose, explain, escape, revenge, replace, publish, pretend, discover, settle, repeat, photo, clock, apple, mouth, tracdor, freece, bastek, enjue, anack, isdanl, snote, cloct, phodo, predent, piblush, perlace, espace, magane, kconk, soppuse

乙组：42 个，其中 25 个真词（高熟悉度单词 16 个，低熟悉度单词 9 个），17 个假词

Enact, remorse, pagoda, harbour, impede, swindle, forgo, wheedle, taros, judge, customer, building, tower, pocket, tooth, farmer, island, stone, bookshop, monkey, bottle, wallet, palace, educate, welcome, renorse, patoga, barhour, imdepe, gofor, dicsover, alppe, moush, buidling, poctek, toosh, tirsh, mokney, boddle, watell, ecudate, celwome

附录四：词汇判断实验练习材料

共 16 个，其中 8 个真词，8 个假词

真词：dog, water, cat, ridiculous, cognitive, apply, dangerous, replace

假词：nep, watre, ricultural, nep, conitive, aply, replac, cogtive

附录五：词汇判断实验的 P(A) 值

序号	受试姓名	目标刺激数	正确击中数	刺激总数	P(A)值
1	Bai Qiangzhen	38	25	82	76.8%
2	He Xuwei	41	25	82	80.4%
3	Liu Yu	45	27	82	87.8%
4	Luo Yufeng	37	15	82	63.4%
5	Ma Dengying	39	26	82	79.2%
6	Ma Meili	42	20	82	75.6%
7	Qu Xiajin	40	24	82	78%
8	Song Hongyi	39	24	82	76.8%
9	Sun Xiaotong	49	22	82	86.5%
10	Tian Baoqiang	34	21	82	67%
11	Wang Han	36	26	82	75.6%
12	Wu Xiaogang	41	18	82	71.9%
13	Yu Yanling	43	17	82	73.1%
14	Zhao Jingyuan	39	27	82	80.4%
15	Zheng Xiaofeng	32	27	82	71.9%
16	Zhu Qinghua	41	26	82	81.7%

附录六：词汇判断实验准确率

受试姓名	高熟悉度击中数 (总数 44 个)	高熟悉度击中率		低熟悉度击中数 (总数 17 个)	低熟悉度击中率	
		0.68	68%		0.47	47%
Bai Qiangzhen	30	0.68	68%	8	0.47	47%
He Xuwei	31	0.7	70%	10	0.59	59%
Liu Yu	31	0.7	70%	14	0.82	82%
Luo Yufeng	29	0.66	66%	8	0.47	47%
Ma Dengying	31	0.7	70%	8	0.47	47%
Ma Meili	29	0.66	66%	13	0.76	76%
Qu Xiajin	29	0.66	66%	11	0.65	65%
Song Hongyi	29	0.66	66%	10	0.59	59%
Sun Xiaotong	32	0.72	72%	17	1.00	100%
Tian Baoqiang	28	0.63	63%	6	0.35	35%
Wang Han	29	0.66	66%	7	0.41	41%
Wu Xiaogang	29	0.66	66%	12	0.71	71%
Yu Yanling	29	0.66	66%	14	0.82	82%
Zhao Jingyuan	29	0.66	66%	10	0.59	59%
Zheng Xiaofeng	28	0.63	63%	4	0.24	24%
Zhu Qinghua	31	0.7	70%	10	0.59	59%

A Study on the Familiarity Effects in Representing English

Words in English-Chinese Mental Lexicon

CHEN Shifa, PENG Jianwu, YANG Hongjuan, HOU Linping & FANG Hongfang

(Foreign Language College, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract: The present paper investigates the familiarity effects in representing English words in English-Chinese mental lexicon by means of ERP technology. It mainly discusses two questions. (1) Do there exist statistically significant differences between subjects' response times to high familiarity English words and low familiarity English words? (2) Do there exist statistically significant differences between subjects' ERPs in processing high familiarity English words and low familiarity English words? Data analyses indicate that there exist statistically significant differences between subjects' response times to high familiarity English words and low familiarity English words, and that high familiarity English words are accessed more quickly than low familiarity English words do. ERPs data analyses show that in terms of P150 components there exist statistically significant differences between the average latencies of high familiarity and low familiarity words, that in terms of P300 components there exist statistically significant differences between the average amplitudes and peaks of the two kinds of words, and that in terms of N400 components, there exist statistically significant differences between the average peaks and latencies of the two kinds of words. Therefore, we conclude that there exist familiarity effects in representing English words in English-Chinese mental lexicon. The finding not only testifies practically the existence of the familiarity effects in representing English words in English-Chinese mental lexicon, but also contributes a lot to further study of the representation of L2 words.

Keywords: mental lexicon; English words; representation; familiarity effects

收稿日期: 2011-01-12

主要作者简介:

陈士法: 博士, 教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向: 心理语言学、二语习得。