

# 提取意向对未再认词提取过程的影响

郭春彦<sup>①④\*</sup>, 陈文君<sup>①</sup>, 田甜<sup>①</sup>, Ken A. PALLER<sup>②</sup>, Joel L. VOSS<sup>②③</sup>

① 首都师范大学教育科学学院心理系, “学习与认知”北京市重点实验室, 北京 100048;

② Department of Psychology and Interdepartmental Neuroscience Program, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA;

③ Beckman Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, USA;

④ 中国科学院心理健康重点实验室, 北京 100101

\* 联系人, E-mail: guocy@hotmail.com

2009-08-28 收稿, 2010-02-23 接受

国家自然科学基金(30570603, 30870760)和北京市教委重点基金(KZ201010028029)资助项目

**摘要** 当人们不能提取先前学习过的项目信息(项目记忆)或者学习情境的信息(来源记忆)时, 会表现出外显记忆错误。为了探讨提取意向对项目信息和来源信息的影响, 采用电生理记录研究方法, 对再认测验中出现的提取错误进行了测量, 结果发现, 再认错误诱发的大脑电活动与再认正确激发的大脑电活动有显著差异。与项目记忆错误相比, 来源记忆错误诱发的大脑电活动起始更早, 分布更偏向于大脑前部。提取意向调节认知神经加工, 并导致提取成功与提取失败神经机制的不同。

## 关键词

提取意向  
再认记忆  
事件相关电位(ERP)  
项目记忆  
来源记忆

提取成功情景记忆的神经机制是通过比较再认测验中正确的确认为旧项目和正确的确认为新项目诱发的不同的大脑活动来考察。但是, 即使是旧项目的再认失败, 神经活动仍可能区分新项目与旧项目。一种可能的推测是, 漏报旧项目的提取过程与正确再认旧项目的提取过程所诱发的大脑活动相同, 但是其神经活动的强度太低, 以致不能做出正确再认的决策判断。鉴于这种假设, 神经成像结果应显示再认错误的新/旧效应类似于再认正确的新/旧效应, 只是活动强度较弱。但是, 一些研究发现, 未再认项目和再认项目的新/旧效应神经活动有着质的差异<sup>[1-3]</sup>。这表明神经影像学研究手段对于区分正确再认和错误再认不同神经过程十分敏感。考察对正确再认加工过程有影响的实验操作是否对再认错误加工过程有不同的影响, 可以为上述过程分离提供证据。

在记忆的相关研究中, 一种记忆分类是将记忆分为项目记忆与来源记忆。项目记忆是指, 再认时基于项目本身的信息, 来源记忆是指, 再认时基于项目和与项目同时出现的相关情景的信息<sup>[4]</sup>。例如, 单词

在编码阶段以某两种颜色中的一种呈现, 在随后的再认测验中, 人们能够再认曾经学习过的单词, 但不能同时回忆起单词呈现时的颜色(项目记忆); 或者可以同时回忆起单词和单词呈现时的颜色(来源记忆)。许多研究考察了人类大脑活动中与成功的项目记忆, 以及与成功的来源记忆相关的事件相关电位(ERP)<sup>[5-12]</sup>。项目记忆和来源记忆的区分与记忆过程的熟悉性和回想之间的区分有关, 其中, 熟悉性指仅仅对事物有一种情景上的熟悉感, 回想指对情景具体细节的回忆<sup>[13]</sup>。现有的神经成像研究结果表明, 相对于项目信息提取, 被试在提取来源信息时激活了更多的额叶<sup>[14,15]</sup>区域。这一结果与对额叶损伤病人的研究发现相一致, 这些病人的来源记忆测验成绩差于项目记忆测验成绩<sup>[16,17]</sup>。来源信息提取过程中, 有更多前额区资源的被调用, 反映了在这一过程中有多种认知神经过程的参与, 如工作记忆、记忆的策略性搜索和对提取信息的提取后评估<sup>[18,19]</sup>。

在我们先前的研究中, 汉语单字词在编码阶段以两种背景(圆形或方形)中的一种上呈现, 在项目和

英文版见: Guo C Y, Chen W J, Tian T, et al. Orientation to learning context modulates retrieval processing for unrecognized words. Chinese Sci Bull, 2010, 55, doi: 10.1007/s11434-010-3256-7

来源的提取测验中,呈现给被试的单字词没有背景形状,记录与项目记忆和来源记忆相关的事件相关电位.在来源记忆的测验阶段,要求被试判断单字词在编码阶段是以圆形(或方形)为背景的旧词或者是新词.在这一过程中,表现出正确的项目记忆诱发的ERP波形在300~600 ms,而来源正确与来源错误的ERP新/旧效应没有表现出质的差异.因此,在来源记忆测验中,ERP波形并不能区分来源记忆与项目记忆.在项目记忆测验中有不同的发现.项目记忆测验不要求被试回忆学习阶段的背景形状.结果发现来源记忆测验中正确反应诱发的ERP波形比项目记忆测验中正确反应诱发的ERP波形的起始时间更晚,并且ERP波形分布仅有较弱的前额激活.

我们认为,来源-提取策略的采用缩短了提取过程的潜伏期,但要求更多额区资源的参与(见文献[20]的图5和6).然而,另一种可能的解释是,相对于正确的项目记忆,正确的来源记忆(项目和来源都需回忆)代表了更强的再认记忆.假若如此,ERP新/旧效应较早的起始时间的差异或许并不能反应两种测验间不同的提取策略.而也确实存在着来源和项目记忆的区别与任务难度等因素有关的可能性,而不是由于提取过程的本身造成的.这是来源记忆与项目记忆研究中普遍存在的问题.因此,需要更多证据支持来源再认测验中的提取意向不同于项目再认测验中提取意向的观点.如果以下条件中的任一种得到满足,就可为此提供相应证据:(i)来源记忆与项目记忆在神经机制上存在质的差异,即有不同的提取过程,而难度等非特异性因素的变化也只引起神经机制上量的改变;(ii)在难度等非特异性因素不变的条件下,来源记忆与项目记忆的神经机制也存在差异.

在当前的研究中,我们在以往实验数据的基础上,对未发表的数据进行了新的分析,目的是探讨提取意向对再认错误诱发的ERP波形的影响.根据本研究中的行为结果,我们假设的基础是,非特异性因素(如难度等)的变化仅引起神经机制上量的改变.而将重点探讨再认错误,因为再认错误可能不易受到不同测验间非特异性因素(如记忆强度低、近似匹配等)的影响.这些发现可以与再认正确的ERP波形进行比较.如果再认测验的类型对再认错误诱发的ERP波形有影响,这就支持了在来源记忆和项目记忆测验中有不同的提取过程参与的观点.

## 1 方法

(i) 被试. 被试为16名大学生被试(7位男性,年龄在18到24岁之间),均为右利手.所有被试身体健康,视力或矫正视力正常.在实验后付给被试报酬.

(ii) 刺激. 共选用1120个汉语单字词,其中560个单字词用于来源记忆任务,560个单字词用于项目记忆任务(平均字频分别为 $19.0/10^6$ 和 $17.1/10^6$ ;字频全距(2~39)/ $10^6$ ).另有80个动物名词用于编码阶段.每个任务中的560个词分成学习过的和未学习过的(新)两部分,词频和笔划匹配.每个组块词表按每个词作为学习过的词和未学习过的词进行词频和笔划的匹配.

在来源学习和测验任务中,560个词被分为10个组块,每个组块有28个学习词和28个新词,另外附加4个动物名词在学习的序列中(测验任务中,排除4个动物名词).在项目学习和测验任务中,560个词被分为3个组块,3个组块分别是,94个学习词和94个新词,94个学习词和94个新词,93个学习词和93个新词,另外附加14个(或13个)动物名词在学习的序列中(测验任务中,排除14个(13个)动物名词).

(iii) 程序. 每个被试都参与来源记忆和项目记忆两项任务:一半被试先进行来源记忆任务,另一半被试先进行项目记忆任务.

来源记忆任务分为10个组块,项目记忆任务分为3个组块.每个组块包括编码阶段、分心任务和测验阶段.在编码阶段,词以黑色呈现在显示器中央250 ms,刺激间间隔(ISI)为1200~1600 ms.每个词呈现时的背景为绿色圆形或绿色方形,其背景图形的出现是等概率的,背景呈现的视角为 $4.5 \times 4.5^\circ$ (图1).在刺激间间隔(ISI)屏幕中央出现“十”字形注视点.要求被试学习呈现的每个词,并按键判断呈现的词语是否是动物名词.一半被试使用左手按键、一半被试使用右手按键进行判断,左右手按键在被试间平衡.编码阶段之后是分心任务,要求被试对屏幕上出现的3位数进行60 s的倒减3运算.

在来源任务的测验阶段,每个组块由28个学过的词和28个新词组成,词语以白色呈现在黑色屏幕背景上,呈现时间为500 ms,刺激间间隔(ISI)为1400~1800 ms(图1).要求被试按反应盒上3个不同的键,对不同的刺激进行反应.对编码阶段是圆形背景的刺激用拇指按键、对背景是方形的刺激用食指按

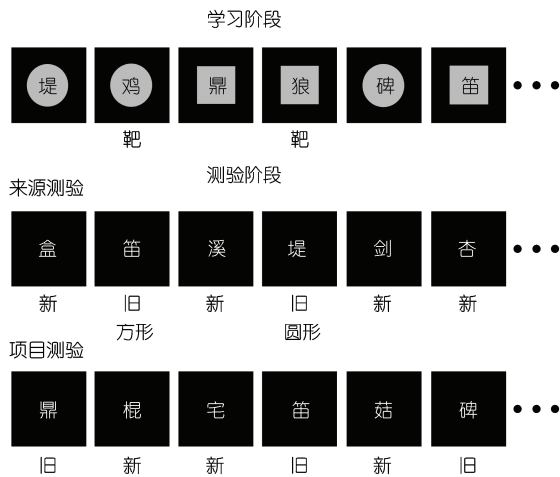


图 1 来源记忆任务和项目记忆任务的刺激序列(包含在学习阶段和测验阶段)

键、对新词刺激使用另一只手的拇指按键。不同的按键手指在被试间进行平衡。学习阶段出现的词与测验阶段再次出现的词的平均时间间隔为 145 s。

在项目记忆任务中的测试阶段，每个组块由 94 个(或 93 个)学过的词和 94 个(或 93 个)新词组成，每个词呈现 500 ms，刺激间间隔(ISI)为 1400~1800 ms。被试用左手拇指或右手拇指按键，判断每个词是否在先前的编码阶段呈现过(旧或新)。对新、旧词进行判断的左右手在被试间进行平衡。学习阶段出现的词与测验阶段再次出现的词的平均时间间隔为 345 s。

(iv) EEG 记录与数据处理。使用 Neuroscan 公司生产的 ESI-64 导脑电记录系统，利用 Ag/AgCl 电极帽记录相应的 EEG，电极位置在国际 10-20 系统基础上构成。记录脑电时以右侧乳突为参考，离线分析时以左、右两侧乳突的平均电位为参考。另外设置两个电极用于记录水平和垂直眼电(EOG)。头皮阻抗低于 5 kΩ。EEG 滤波带通为 0.05~100 Hz，采样率为 500 Hz。分析时程为 1000 ms，其中刺激呈现前 100 ms 作为基线。自动排除眼动等伪迹，振幅在 ±75 μV 区间之外的在叠加前被剔除。采用 LORETA 方法进行 ERP 溯源分析。

(v) 数据分析。测验阶段词以黑色背景呈现(图 1)。在来源记忆测验阶段，反应正确的旧项目被称为“来源+项目”再认(I+S+)，错认为新的旧项目被称为漏报(I-S-)。在项目记忆测验阶段，反应正确的旧项目被称为项目再认(I+)，错认为新的旧项目被称为漏报(I-)。

参照前人和本研究的研究结果，取前额区、额区、中央区、顶区和枕区的中线电极 FPz, Fz, Cz, Pz 和 Oz 进行分析，并参照差异波地形图确定分析时间窗口为，200~300, 300~500, 500~700 ms。地形图分析显示中线处电极反映了 ERP 的主要效应。

对在 200~600 ms 内每个采样点进行总体源定位分析，以最大 GFP 为定位时间采样点进行源定位分析作图。采用 LORETA (Curry6.0)方法分析两种差异波(如, I-/new 之间的 ERP 差异、I-S-/new 之间的 ERP 差异)。图 5 显示的是 200~600 ms 时间段的源分析定位代表性数据。

对每个因变量进行重复测量方差分析，设定显著性水平  $\alpha=0.05$ 。在必要的时候进行成对比较或者简单效应比较，采用 Greenhouse-Geisser 方法校正。不报告电极位置的主效应。

## 2 结果

### 2.1 行为结果

表 1 为来源测验阶段和项目测验阶段不同类别的正确率和反应时。在正确率上，在来源记忆任务和项目记忆任务中，旧项目的击中率均高于新项目的虚报率，来源记忆任务:  $t(15)=13.0, P<0.001$ ，项目记忆任务:  $t(15)=13.2, P<0.001$ 。来源记忆旧项目的击中率(I+S+)显著低于项目记忆旧项目的击中率(I+)  $t(15)=8.6, P<0.001$ ，(I+S+的反应中不包括没有同时提取来源信息，而仅对项目信息做出正确再认的反应)。类似地，与来源记忆测验相比，项目记忆测验中表现出漏报率稍高的趋势( $t(15)=1.86, P=0.083$ )。在反应时上，在来源记忆测验中，正确拒绝的反应时显著快于漏报的反应时  $t(15)=5.8, P<0.001$ ，类似地，在项目记忆任务中，正确拒绝的反应时也显著快于漏报的

表 1 来源记忆与项目记忆测验中的正确率(%)和反应时(ms)<sup>a)</sup>

条件	正确率(S.E.)	反应时(S.E.)
来源记忆测验		
击中 item w/ source (I+S+)	42.9 (1.6)	1004 (32)
漏报(I-S-)	30.0 (1.6)	844 (32)
正确拒绝 (New)	89.9 (1.8)	786 (27)
项目记忆测验		
击中 item(I+)	64.2 (2.4)	785 (27)
漏报(I-)	35.4 (2.4)	821 (35)
正确拒绝(New)	80.7 (3.2)	794 (30)

a) 括号中为标准误差

反应时  $t(15)=3.2, P<0.001$ . 尽管与来源测验相比, 项目测验漏报(I-)的反应时略快于来源测验(I-S-), 但二者没有显著性差异  $t(15)=1.12, P=0.28$ .

## 2.2 ERP 结果

图 2 显示了来源记忆测验(I+S+)与项目记忆测验(I+)中与正确反应相联系所诱发的 ERP 波形. 在来源测验中, 与新项目相比, 在刺激呈现后约 300 ms, 旧项目(I+S+)诱发的 ERP 波形更正, 分布更广. 在项目测验中, 旧项目(I+)诱发的 ERP 波形与新项目诱发的波形大约在刺激后 250 ms 后产生分离, 并且在大多数所记录的电极位置上的 ERP 表现出旧比新更正. 如我们先前的研究所述<sup>[20]</sup>, 对应于旧项目(I+S+)与新项目之间的差异, 旧项目(I+)和新项目之间的差异起始更早, 分布更偏向于大脑前部.

(i) 来源记忆任务. 在来源记忆任务中, 通过观察发现, 在刺激后约 200 ms, 错误判断为新的旧项目(I-S-)的 ERP 波形与正确拒绝的新项目的 ERP 波形产生分离(图 3(a)). 为了与其他研究情景记忆 ERP 的实验相比较, 在 300~500 和 500~700 ms 时间窗口, 比较错误判断为新的旧项目(I-S-)与新条件下的 ERP 差异. 采用重复测量方差分析对中线位置电极(Fpz, Fz, Cz, Pz 和 Oz)两者之间的差异进行检验, 结果发现, 条件(I-S-与新)、时间窗口和电极位置存在三因素的交互作用( $F(4,60)=6.05, P=0.01$ ), 该交互作

用指明在 I-S-和新条件下的 ERP 波形分离因时间窗口和记录位置的不同而存在显著差异. 因此, 我们分别对不同时间窗口进行了分析. 在 300~500 ms, 在顶区和枕区, I-S-条件下的 ERP 波形比新条件下的 ERP 波形更正(Pz, Oz:  $P=0.03, 0.001$ ). 在 500~700 ms, 除了在枕区(Oz)位置, 中线位置的其他电极(Fpz, Fz, Cz, Pz) I-S-条件下的 ERP 波形要显著负于新条件下的 ERP 波形( $P$  值分别为 0.03, 0.003, 0.002 和 0.002).

我们同时观察到 200~300 ms 时间窗口, I-S-的 ERP 波形和新条件下的 ERP 波形有明显差异, 因此又对此时间窗口进行重复测量的方差分析, 发现条件主效应显著( $F(1,15)=6.59, P=0.02$ ), I-S-条件下的 ERP 波形比新条件下的 ERP 波形更负. ERP 差异波的地形图明显的表达这一结果(图 3(b)和(c)). 地形图结果表明, I-S-条件的 ERP 波形与新条件下的 ERP 波形最大差异出现在: (1) 200~300 ms 的前额区; (2) 300~500 ms 的顶区; (3) 500~700 ms 的额区.

在来源记忆任务中, 对于 I+S+/new 和 I-S-/new 两种条件下的差异波, 在 2 个主要时间窗口(300~500 和 500~700 ms)内, 进行 5 个电极位置的重复测量方差分析. 显著的三因素交互作用( $F(4,60)=3.86, P=0.03$ )表明, 再认正确和再认错误间的差异随着时间窗口和记录位置不同而不同. 在 300~500 ms, 显著的条件×位置交互作用( $F(4,60)=5.43, P=0.02$ )表明, I+S+/new 与 I-S-/new 之间的差异明显的表现在额中

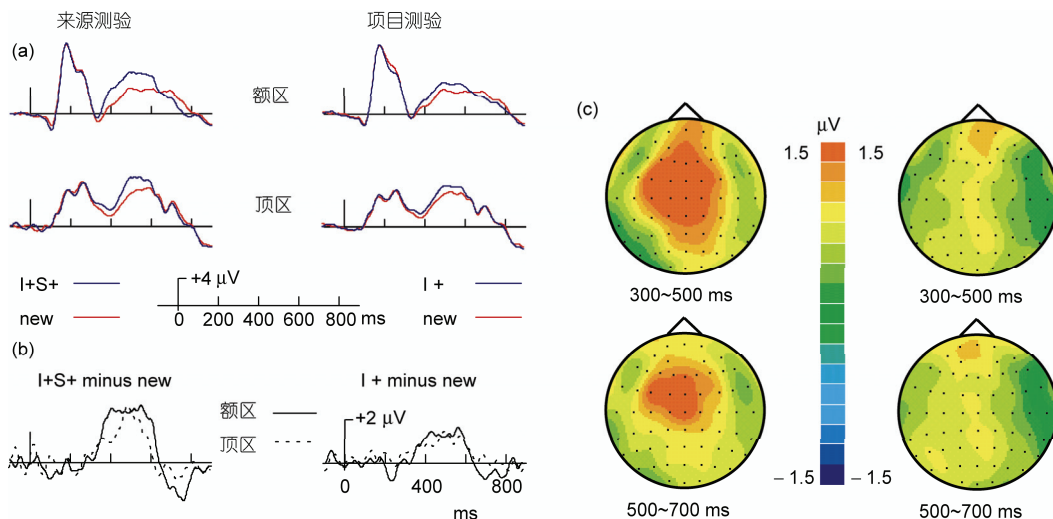


图 2 正确再认的 ERP 分析

(a) 来源记忆测验与项目记忆测验, 选择中线电极的 2 个区域: 额区(Fz)和顶区(Pz). (b) 相同记录区域和条件下的 ERP 差异波(ERP 旧(击中)-ERP 新). (c) 300~500 和 500~700 ms 时间窗口, 新旧 ERP 差异波的地形图

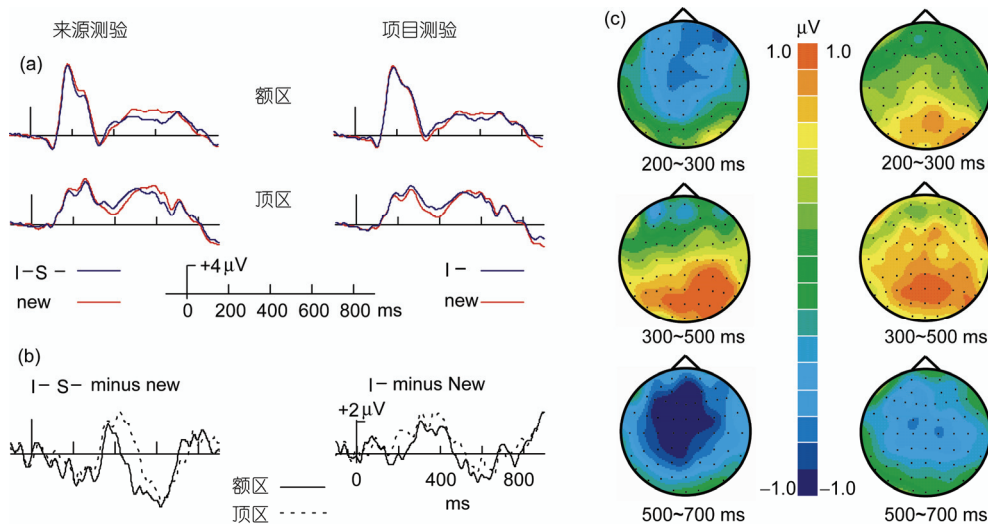


图3 再认错误的ERP分析

(a) 来源记忆测验与项目记忆测验, 选择中线电极的两个区域: 额区(Fz)和顶区(Pz). (b) 相同记录区域和条件下的ERP差异波(ERP旧(漏报)-ERP新). (c) 200~300, 300~500和500~700 ms时间窗口, 新/旧(漏报)ERP差异波的地形图

中央区(Fpz, Fz, Cz),  $P$ 值分别为 0.03, 0.005, 0.001, 而在顶枕区不存在两者之间的差异(Pz 和 Oz,  $P_s > 0.1$ ). 在 500~700 ms, 显著的条件主效应( $F(1,15)=19.54, P < 0.001$ )表现在所有记录电极上, 而且在所有电极上再正确比再认错误的ERP波形更正.

对每个电极的两种条件(I+S+/new 差异和 I-S-/new 差异)采用均方根方法对振幅进行标准化, 借助于重复测量方差分析, 探讨正确再认与错误再认的ERP地形图分布的差异. 结果发现, 在 300~500 ms ( $F(61, 915)=5.8, P=0.003$ )和 500~700 ms ( $F(61, 915)=5.9, P=0.003$ ), 存在显著的交互作用效应, 正确再认与错误再认的ERP地形图分布存在着显著的差异.

(ii) 项目记忆任务. 在项目记忆任务中, 通过观察发现, 在刺激后约 300 ms, 错误判断为新的旧项目(I-)的ERP波形与正确拒绝的新项目的ERP波形产生分离(图 3(a)). 在 300~500 和 500~700 ms 2 个时间窗口, 比较错误判断为新的旧项目(I-)与新条件下的ERP差异. 采用重复测量方差分析对中线位置电极(Fpz, Fz, Cz, Pz 和 Oz)两者之间的差异进行检验, 结果发现, 在条件(I-与新)、时间窗口和电极位置之间存在三因素的交互作用( $F(4,60)=5.97, P=0.004$ ), 该交互作用表明, 在 I-和新条件下的ERP波形分离因时间窗口和记录位置的不同而存在显著差异. 因此, 我们分别对不同时间窗口进行了分析. 在 300~500 ms, 在中央区、顶区和枕区, I-条件下的ERP波

形比新条件下的ERP波形更正(Cz, Pz, Oz:  $P=0.04, 0.01$  和  $0.02$ ). 在 500~700 ms, 在中线 2 个电极位置, I-条件下的ERP波形显著负于新条件下的ERP波形(Fz,  $P=0.04$ ; Cz,  $P=0.03$ ). 在 200~300 ms, 由于没有显著的条件之间的差异, 因此该时段没有被分析. ERP差异波的地形图明显的表达这些结果(图 3(b)和(c)). 综合上述结果, 我们得到: (1) 在 300~500 ms, I-条件下的ERP波形比新条件下的ERP波形更正, 集中在顶区; (2) 在 500~700 ms, I-条件下的ERP波形比新条件下的ERP波形更负, 集中在额区.

在项目记忆任务中, 对于 I+/new 和 I-/new 两种条件下的差异波, 以相同时间窗口和电极位置, 采用重复测量方差分析, 直接比较与再正确和再认错误相关的ERP波形. 显著的三因素交互作用( $F(4,60)=3.58, P=0.035$ )表明, 再正确和再认错误间的差异随着时间窗口和记录位置不同而不同. 在 300~500 ms, 条件主效应和交互作用不显著( $P_s > 0.2$ ). 在 500~700 ms, 存在显著的条件主效应( $F(1,15)=14.06, P=0.002$ ), 表明再正确比再认错误下的ERP波形更正.

对每个电极的两种条件(I+/new 差异和 I-/new 差异)采用均方根方法对振幅进行标准化, 借助于重复测量方差分析, 探讨正确再认与错误再认的ERP地形图分布的差异. 结果发现, 在 300~500 和 500~700 ms, 交互作用不显著( $F(61, 915)=1.3, P=0.28$ ;  $F(61, 915)=1.1, P=0.32$ ), 正确再认与错误再认的ERP地形图分

布不存在显著的差异。

(iii) 来源测验与项目测验的比较. 使用重复测量方差分析, 比较两类再认错误的 ERP 差异(I-S-/new 差异和 I-/new 差异), 即探讨来源记忆测验与项目记忆测验的再认错误诱发的 ERP 差异. 分别选择 3 个时间窗口, 200~300, 300~500 和 500~700 ms, 同样选取中线的 5 个电极位置. 在 200~300 ms, 显著的条件主效应( $F(1,15)=6.873, P=0.019$ ), 条件×电极位置交互作用不显著( $F(4,60)=1.01, P=0.374$ ), 来源记忆测验的再认错误效应比项目记忆测验的再认错误效应更负. 在 300~500 和 500~700 ms 2 个时间窗口, 条件主效应和条件×电极位置交互作用均不显著. 图 4 是两类再认错误 ERP 差异的平均振幅在不同时间窗口的比较, 仅选择了额区和顶区.

对每个电极的 2 种条件(I-S-/new 差异和 I-/new 差异)采用均方根方法对振幅进行标准化, 借助于重复测量方差分析, 探讨两类错误再认的 ERP 地形图分布的差异. 结果发现, 在 300~500 ms, 边缘显著的交互作用( $F(61,915)=2.5, P=0.06$ )表明, 两类错误再认的 ERP 地形图分布的存在着显著的差异(图 3(b)和(c)). 在 500~700 ms, 交互作用不显著( $F(61,915)=0.9, P=0.39$ ), 这表明, 两类错误再认的 ERP 地形图分布不存在显著的差异.

将两种分类(I-S-/new 差异和 I-/new 差异)的总平均 ERPs 导入具有标准 MRI 头像的 Curry6.0 系统, 用 LORETA 电流密度法和偶极子拟合法在三壳球形模型中重建各条件在不同时间窗口的大脑颅内活动源, 根据不同分类的总平均 ERPs, 选取刺激后的时间窗口为 200~600 ms, 对两种条件的最大 GFP 的时间点进行定位分析. 结果如图 5 所示, 相应的激活区在 MRI 像上确定的 Talairach 坐标见表 2. I-/new 条件和 I-S-/new 条件下 ERP 差异的定位在空间上不重合,

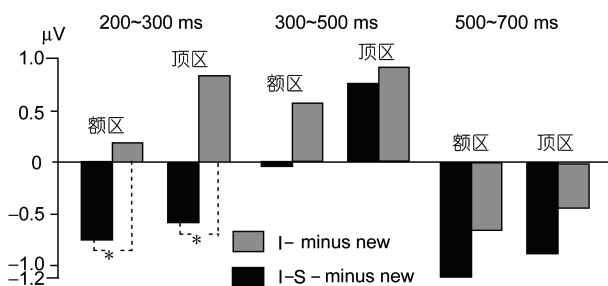


图 4 来源记忆与项目记忆漏报的新/旧效应  
选择中线电极额区(Fz)和顶区(Pz); \*,  $P < 0.05$

I-/new 条件下的 ERP 差异定位于右侧额叶, 而 I-S-/new 条件下的 ERP 差异定位于双侧额叶. 这些结果支持了地形图分析的结果, 表明相比于项目测试, 额叶在来源测验的再认漏报中起着更大作用.

### 3 讨论

通过分析在来源记忆和项目记忆测验中未再认词语诱发的 ERP 波形, 我们考察了提取意向是否调节与再认错误相关的脑活动. 一种可能的设想是, 漏报仅仅由于记忆强度不够、且不能达到做出“旧”反应的阈限, 其提取的脑机制和正确再认旧词的脑机制是相同的. 但是, 结果表明, 漏报词的 ERP 新/旧效应与击中词的 ERP 新/旧效应有显著差异, 而且, 提取意向对再认错误诱发的 ERP 的有调节作用, 表现出项目记忆与来源记忆测验中存在质的差异.

来源记忆测验中表现出的漏报词的新/旧效应比项目记忆测验中漏报词的新/旧效应起始时间约早 100 ms, 并且, 在 200~300 ms 时间窗口内, 来源记忆测验中新/旧效应伴有明显的负波. 地形图分析也显示, 来源记忆测验和项目记忆测验的这类新/旧效应有着不同的神经群活动. ERP 源定位分析(使用 LORETA)显示项目记忆测验中的漏报词诱发的 ERP 新/旧效应定位于右侧额叶, 来源记忆测验中相应的新/旧效应诱发的 ERP 效应定位于双侧额叶. 这也显示, 即使是做出错误再认, 提取来源信息要比提取项目信息需要更多的额叶资源.

这些发现与来源记忆受额叶加工支持的观点一致<sup>[14,15,21]</sup>. 许多研究显示了额叶在来源特异性信息的提取中起着重要作用<sup>[18,19]</sup>. 在本研究中我们发现, 再认测验中的提取努力而不是提取成功会影响大脑额叶的活动. 该发现支持了额叶在再认任务中的突出

表 2 不同条件下最大 GFP 对应激活区域的 Talairach 坐标<sup>a)</sup>

对比	潜伏期 /ms	半球	区域	BA	X	Y	Z
I-/New	222	R	楔前叶	7	21	-59	44
	380	R	额中区	10	26	46	8
I-S-/New	276	R	前扣带回	10	19	41	-3
		L	楔前叶	7	-7	-47	46
	474	L	额中区	11	-27	38	-1
		R	额后区	47	25	32	0
		L	舌回	18	-22	-78	-6

a) BA, Brodmann's 区域

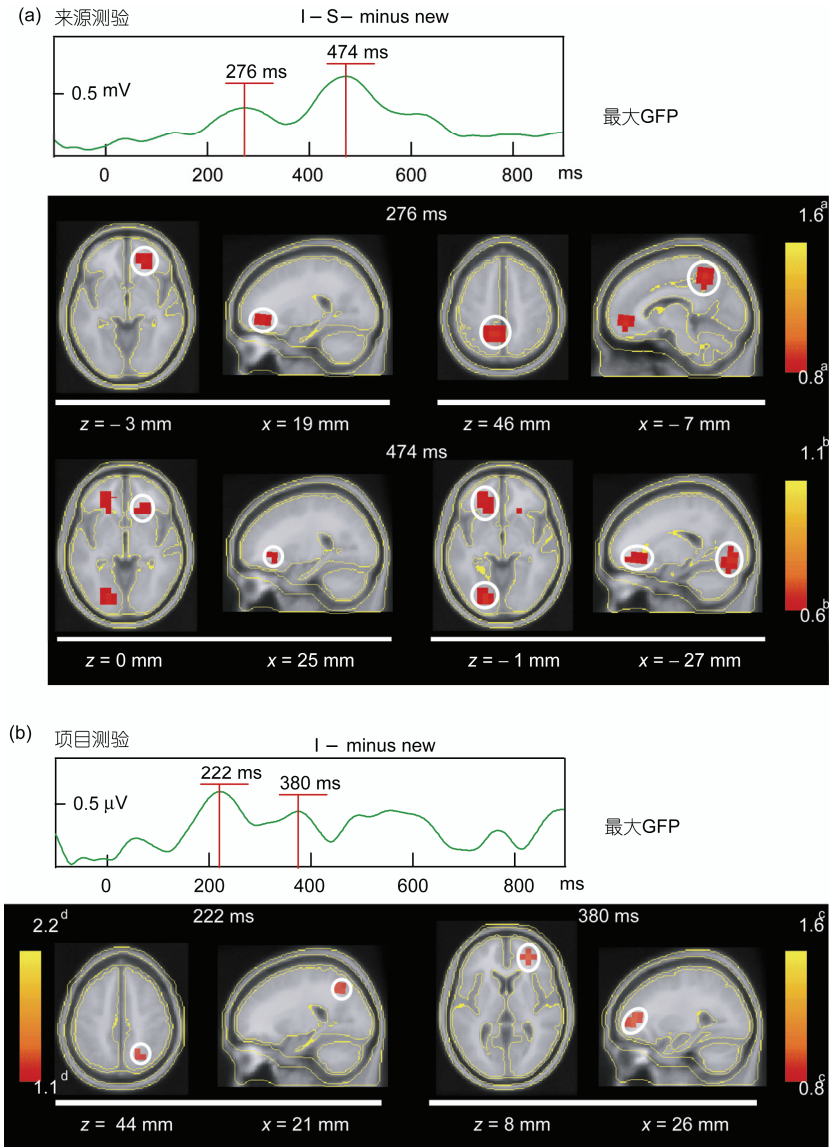


图5 来源测验(a)和项目测验(b)的ERP差异波源定位电流密度分析结果

最大 GFP 时间点的电流密度分析(current density reconstructions, CDR), 单位:  $\mu\text{A}/\text{mm}^2$ , 通过颜色标尺表明不同的值.  $1.6^a = 0.00016$ ,  $0.8^a = 0.00008$ ,  $1.1^b = 0.00011$ ,  $0.6^b = 0.000055$ ,  $1.6^c = 0.00016$ ,  $0.8^c = 0.00008$ ,  $2.2^d = 0.00022$ ,  $1.1^d = 0.00011$

作用, 反映了一种自上而下的记忆策略<sup>[22]</sup>. 虽然, 有假设认为漏报的旧词与新词之间大脑神经机制的差异或许反映了自动的、无意识的记忆过程, 但现有的研究结果显示与漏报的旧词相关的神经机制受提取意向的影响, 因此, 这不只反应了不受使用记忆策略影响的自动记忆过程.

另一点值得注意的发现是提取意向对与再认错误有关的 ERP 成分的影响仅在很短的一个时间窗口显著, 在约 500 ms 后可以忽略. 另外, 提取意向对正确拒绝诱发的 ERP 有着相似的影响, 在 500 ms 以前

的额区电极上, 项目测验中正确拒绝比来源记忆测验诱发更大的 ERP 振幅(文献[20]中的图 7). 相反, 来源提取/监控诱发的 ERPs 在刺激出现一段时间后才达到最显著(例如, 额区晚正波, 参见文献[11,12]). 的确, 这种条件下的额区晚电位通常与外显记忆诱发的电活动有关. 例如, 在刺激呈现后的 500~900ms, 新/旧效应的 ERP 在顶区更正(有时被命名为晚正成分), 这种效应受到熟悉性强度(如[23])和提取信息量(如[24])的影响. 因此, 可以推断晚正成分反映了对提取信息的内容的策略加工. 相反, 由提取意向诱发

的 ERP 新/旧效应的负波出现早于外显再认诱发的 ERPs. 尤其是, 所有实验条件下都有提取意向参与操作. 这就是说, 在记忆测验中所有的项目源自相似的意向. 因此, 我们推断这些较早出现的 ERP 意向效应反映了对细节提取的准备, 而不是细节提取的加工过程或者晚期大脑电活动对记忆操作做出的反应.

总之, 为试图提取来源信息的细节而诱发出再

认错误的脑电活动, 它与仅试图提取项目信息诱发的脑电成分不同. 这些发现说明, 虽然被试仅仅是尝试提取、而最终没有成功再认曾经学习过的刺激, 但这种对记忆有意图地使用却能影响其神经机制. 而且, 我们发现在外显提取很少的情况下, 新异的、早期起始的额区 ERP 效应与提取意向有关, 而且与通常由来源记忆诱发的额区慢波效应不同.

## 参考文献

- 1 Paller K A, Hutson C A, Miller B B, et al. Neural manifestations of memory with and without awareness. *Neuron*, 2003, 38: 507—516
- 2 Schott B H, Henson R N, Richardson-Klavehn A, et al. Redefining implicit and explicit memory: The functional neuroanatomy of priming, remembering, and control of retrieval. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2005, 102: 1257—1262
- 3 Woollams A M, Taylor J R, Karayanidis F, et al. Event-related potentials associated with masked priming of test cues reveal multiple potential contributions to recognition memory. *J Cogn Neurosci*, 2008, 20: 1114—1129
- 4 Eichenbaum H, Yonelinas A P, Ranganath C. The medial temporal lobe and recognition memory. *Annu Rev Neurosci*, 2007, 30: 123—152
- 5 Cycowicz Y M, Friedman D, Snodgrass J G. Remembering the color of objects: An ERP investigation of source memory. *Cereb Cortex*, 2001, 11: 322—334
- 6 Senkfor A J, Van Petten C. Who said what? An event-related potential investigation of source and item memory. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 1998, 24: 1005—1025
- 7 Smith M E. Neurophysiological manifestations of recollective experience during recognition memory judgments. *J Cogn Neurosci*, 1993, 5: 1—13
- 8 Trott C T, Friedman D, Ritter W, et al. Episodic priming and memory for temporal source: Event-related potentials reveal age-related differences in prefrontal functioning. *Psychol Aging*, 1999, 14: 390—413
- 9 Van Petten C, Senkfor A J, Newberg W M. Memory for drawings in locations: Spatial source memory and event-related potentials. *Psychophysiology*, 2000, 37: 551—564
- 10 Wilding E L, Rugg M D. An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*, 1996, 119: 889—905
- 11 Friedman D, Johnson R, Jr. Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review. *Microsc Res Tech*, 2000, 51: 6—28
- 12 Voss J L, Paller K A. Neural substrates of remembering: Electroencephalographic studies. In: Byrne J, ed. *Learning and Memory: A Comprehensive Reference*. Oxford: Elsevier, 2008. 79—97
- 13 Yonelinas A P. The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *J Mem Lang*, 2002, 46: 441—517
- 14 Dobbins I G, Foley H, Schacter D L, et al. Executive control during episodic retrieval: Multiple prefrontal processes subserved source memory. *Neuron*, 2002, 35: 989—996
- 15 Simons J S, Owen A M, Fletcher P C, et al. Anterior prefrontal cortex and the recollection of contextual information. *Neuropsychologia*, 2005, 43: 1774—1783
- 16 Simons J S, Verfaellie M, Galton C J, et al. Recollection-based memory in frontotemporal dementia: Implications for theories of long-term memory. *Brain*, 2002, 125: 2523—2536
- 17 Schacter D L, Harbluk J L, McLachlan D R. Retrieval without recollection: An experimental analysis of source amnesia. *J Verb Learn Verb Behav*, 1984, 23: 593—611
- 18 Fletcher P C, Henson R N. Frontal lobes and human memory: Insights from functional neuroimaging. *Brain*, 2001, 124: 849—881
- 19 Johnson M K, Hashtroudi S, Lindsay D S. Source monitoring. *Psychol Bull*, 1993, 114: 3—28
- 20 Guo C Y, Duan L, Li W, et al. Distinguishing source memory and item memory: Brain potentials at encoding and retrieval. *Brain Res*, 2006, 1118: 142—154
- 21 Ranganath C, Paller K A. Frontal brain potentials during recognition are modulated by requirements to retrieve perceptual detail. *Neuron*, 1999, 22: 605—613
- 22 Simons J S, Spiers H J. Prefrontal and medial temporal lobe interactions in long-term memory. *Nat Rev Neurosci*, 2003, 4: 637—648
- 23 Voss J L, Paller K A. Remembering and knowing: Electrophysiological distinctions at encoding but not retrieval. *Neuroimage*, 2009, 46: 280—289
- 24 Wilding E L. In what way does the parietal ERP old/new effect index recollection? *Int J Psychophysiol*, 2000, 35: 81—87