

内隐与外显记忆的编码与提取非对称性关系*

孟迎芳¹ 郭春彦²

(¹ 福建师范大学心理系, 福州 350007) (² 首都师范大学心理系, 北京 100037)

摘要 实验采用“学习-测验”范式, 考察在编码或提取中分别附加的干扰任务对内隐测验或外显测验中获得的 ERP 新旧效应产生的影响。结果表明, 在内隐测验中, 编码干扰对随后测验中的 ERP 新旧效应没有产生影响, 而提取干扰却改变了 300~500ms 新旧效应的脑区位置, 破坏了 500~700ms 新旧效应; 与之相反, 在外显测验中, 编码干扰破坏了 500~700ms 新旧效应, 而提取干扰对这一效应没有产生影响, 即编码与提取干扰对内隐或外显测验中的 ERP 新旧效应都产生了非对称性的影响, 但又存在着差异, 从而为两种记忆在编码与提取加工的关系上存在的分离现象提供了神经生理方面的证据。

关键词 内隐记忆; 外显记忆; 编码; 提取; 非对称性; ERP 新旧效应

分类号 B842

1 前言

编码和提取是记忆的两个重要加工阶段, 编码指对信息最初的加工, 从而产生记忆痕迹。提取是对过去编码信息的重复激活或印迹激活, 二者之间的关系一直是记忆研究的重要内容。早期研究多强调编码和提取加工之间的重叠, 如编码特异性原则、迁移合适加工观点, 并且神经科学家也提出相同的神经通路调节着刺激的知觉加工以及它们的储存和恢复(Vaidya, Zhao, Desmond, & Gabrieli, 2002)。

但近年来许多研究结果对二者之间的共同性提出了质疑。一方面证据来自于使用 fMRI 的神经生理学研究, 这些研究发现, 在情节记忆中, 编码与提取过程所依赖的神经机制是不同的。Tulving, Kapur, Craik, Moscovitch 和 Houle(1994)总结了大量研究后提出编码与提取的大脑两半球不对称性模型: 皮层前额叶在编码与提取中的作用是不对等的, 在编码过程中左侧前额叶激活更多; 相反, 在提取过程中右侧前额叶激活较多。另一方面证据来源于使用干扰范式的实验研究, 这些研究通过在编码或提取过程中增加二级任务来分析其对随后记

忆行为的不同影响, 结果发现, 在编码过程中设置的干扰或分散注意会导致随后记忆成绩显著减少, 而提取过程中的干扰或分散注意对记忆成绩不会产生影响或产生轻微的影响, 包括自由回忆、线索回忆、再认等测验(Baddeley, Lewis, Eldridge, & Thomson, 1984; Craik, Govoni, Naveh-Benjamin, & Anderson, 1996; Anderson, Craik, & Naveh-Benjamin, 1998; Naveh-Benjamin, Craik, Gavrilescu, & Anderson, 2000)。而采用与行为实验类似的干扰范式的 PET 或 fMRI 研究也发现, 在编码过程中的分散注意减少了前额皮层(PFC)的神经活动(Iidaka, Sadato, Yamada, Yonekura, 2000; Kensinger, Clarke, Corkin, 2003), 但在提取过程中的分散注意不会产生类似的影响(Iidaka et al., 2000), 由此证实, 编码与提取加工之间存在着差异。

为了进一步探讨这种差异性是否存在于不同的记忆类型, 如内隐和外显记忆中, Fleck, Berch, Shera 和 Starkowski(2001)曾通过一个行为实验直接比较了编码与提取干扰对内隐记忆和外显记忆的不同作用。他们在学习阶段加入定向遗忘范式, 然后让被试连续进行词汇决策(内隐)测验和再认(外

收稿日期: 2008-11-16

* 国家自然科学基金项目(30570603, 30870760)、教育部哲学社会科学研究重大攻关项目(06JZD0039)、北京市属市管高校人才强教计划资助项目及教育部青年专项课题(EBA090428)资助。

通讯作者: 郭春彦, E-mail: guocy@mail.cnu.edu.cn

显)测验,并分别在学习或测验阶段设置干扰,从而构成五种条件,即编码干扰,内隐测验干扰,外显测验干扰,连续干扰(在学习和测验阶段都加入干扰),及无干扰。结果表明,外显测验中的定向遗忘效应受编码干扰的影响,表现出编码抑制机制,但测验时设置的干扰对其影响不大,而内隐测验中的定向遗忘效应受测验时干扰的调节,表现出提取抑制机制,而编码干扰对其影响不大,因此在内隐记忆和外显记忆中,编码与提取加工之间都存在着差异。随后我们通过类似的行为实验进一步分析了内隐记忆和外显记忆中编码与提取的关系,该实验采用“学习-测验”范式,在编码阶段让被试进行深(愉快判断)或浅(颜色判断)的学习加工任务,然后进行词汇决策(内隐测验)或再认判断(外显测验),考察在编码或提取中分别附加的干扰任务对词汇判断或再认成绩产生的影响。结果表明,在再认测验中,编码干扰导致随后记忆成绩显著减少,而提取干扰对记忆成绩的影响较小;另一方面,提取干扰破坏了词汇决策中的启动效应,但编码干扰对其影响较小(孟迎芳,郭春彦,2007b)。该实验进一步证实了在内隐记忆和外显记忆中,编码与提取加工之间都存在着非对称性的关系,并且两类非对称性关系之间也存在着分离的现象。

本实验将采用事件相关电位(ERP)的技术,进一步探讨内隐记忆和外显记忆中的编码与提取关系。采用 ERP 技术来分析内隐和外显记忆之间的关系有较大的优势,因为它有着高时间分辨率,适用于研究与认知加工有关的脑活动的时间进程。已有大量证据表明,ERP 对于记忆行为的内隐或外显方面都是敏感的,而由两种不同的实验条件引出的 ERP 比较提供了关于与不同认知活动相关的神经活动是否分离以及何时分离(根据刺激后开始时间)的测量(Paller, 2000),因此通过 ERP 研究能使我们较为准确地了解内隐记忆和外显记忆的神经机制。以往研究已表明,内隐记忆和外显记忆在编码或提取过程上都存在着 ERP 分离现象,如 Schott, Richardson-Klavehn, Heinze 和 Duzel(2002)发现,在编码阶段,知觉启动反映在 200~450ms 的中央顶区负走向的 Dm 效应,而外显记忆表现为 900~1200ms 的右额区正走向的 Dm 效应,该效应对加工水平不敏感,以及只有在浅学习加工任务中表现出来的一个更早一些的(600~800ms)中央负走向的 Dm 效应,表明知觉启动和外显记忆在编码上有着不同的神经关联。而在提取阶段我们曾发现外显

记忆和内隐记忆的 ERP 分离现象,外显记忆从刺激后 400ms 开始,主要表现在前额区和额区,而内隐记忆主要表现在刺激后 300~500ms 的中央区和顶区(孟迎芳,郭春彦,2006)。那么在编码与提取的关系上,内隐记忆和外显记忆的 ERP 效应是否也都存在着非对称性关系,如果有,这两类非对称性关系之间是否也存在着分离的现象,如同我们在行为实验中所发现的一样?因此本实验采用与之前的行为实验(孟迎芳,郭春彦,2007b)相同的程序,主要分析编码或提取干扰是否会对两类测验中的提取加工(内隐提取和外显提取)的 ERP 效应产生不同的影响,从而为之前的行为实验结果提供神经生理上的证据。

有关记忆提取的 ERP 研究一致发现,不论是直接测验还是间接测验,重复刺激诱发的 ERPs 都要比新刺激更为正走向,这种差异大约从刺激后 300ms 开始(Penney, Mecklinger, & Nessler, 2001),一直持续到 800ms 左右,在神经成像研究中经常把这个效应称为“ERP 新旧效应”,研究已确定了这个 ERP 新旧效应与记忆提取加工的关系。根据前期的行为结果,我们预测:在内隐测验中,编码干扰不会影响随后词汇决策测验中的 ERP 新旧效应,但提取干扰可能会破坏测验中的 ERP 效应;相反,在外显测验中编码干扰可能会破坏随后再认测验中的 ERP 新旧效应,但提取干扰不会对其产生影响。

2 研究方法

2.1 被试

共 16 名大学生被试,年龄在 18~23 岁之间,右利手,视力或矫正后视力正常,身体健康,无严重病史记录,实验结束后付给被试报酬。

2.2 材料

低频汉语双字词 1080 个,选自北京语言学院语言教学研究所编著的《现代汉语频率词典》(1986 年出版),词频为 2.3~9.9/百万,平均词频 4.162/百万,所有词的意义趋向于中性化。把双字词对等地分成 18 组,每组 60 个词,它们在词频、笔划、读音、结构等方面基本取得平衡,其中 9 组用于内隐记忆实验,9 组用于外显记忆实验。两个实验的学习阶段完全相同,即每组中 40 个词学习阶段呈现,一半进行浅加工任务,判断呈现的词的颜色,红色和蓝色各一半;另一半词进行深加工任务,要求被试理解词的意义,并主观判断其引起的愉快程度,这

一半词以黑色呈现,目的是避免颜色对愉快判断产生影响。每个学习任务组开始和结束都加入 2 个填充词,不计入分析。在测验阶段,60 个词都出现,40 个旧词,20 个新词,要求被试进行相应的内隐或外显判断,在内隐测验中每组另外再加入 30 个假词,要求被试进行快速的词/非词判断。假词是通过把所有选取的双字词前后两个字拆开随机组合产生,因此与双字词在音或笔划上的比例类似,然后去除音或义上可能存在的组合,选取其中 270 个,分成 9 组。测验阶段的词均以黑色出现。

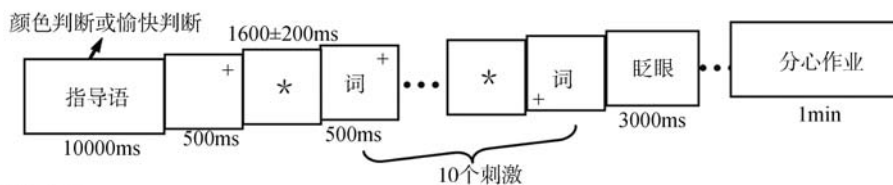
2.3 实验程序

被试坐在隔音电磁屏蔽室内的沙发里,要求注意计算机屏幕中央的注视点。显示器背景为黑色,中间呈现一个 $10.58\text{cm} \times 7.06\text{cm}$ 的白色方框,汉字位于方框中央,距离被试 80cm,视角为 $6.72^\circ \times 3.40^\circ$ 。实验分成两部分:内隐记忆实验和外显记忆实验,被试首先进行内隐记忆实验,此时未告知被试任何有关外显记忆实验的内容,内隐记忆实验全部结束后休息 15 分钟,然后告知外显记忆实验及相应的任务,之后进行外显记忆实验。两部分实验程序安排相同,每部分包括 9 个学习-测验组,每组包括三个阶段:(1) 学习阶段:包括浅加工组和深加工组。对浅加工组的词进行颜色判断,红色按左键,蓝色按右键;对深加工组的词进行愉快判断,愉快按左键,不愉快按右键,左右按键在被试间平衡。两个学习组的顺序在被试内平衡,在被试间保持一致,每组内刺激随机呈现。(2) 分心作业阶段:屏幕中间呈现一个 3 位数数字,被试做 1 分钟倒减 3 运算,要求大声报告出来。(3) 词汇决策阶段或再认判断阶段:词汇决策任务中,假词、旧词和新词混合视觉呈现,要求被试快速判断呈现的是词还是非词,词按左键,非词按右键。再认判

断任务中,旧词和新词混合视觉呈现,要求被试快速判断呈现的词是旧词还是新词,旧词按左键,新词按右键。左右按键在被试间平衡。每组组内出现 10 个刺激后让被试眨眼休息 3 秒,然后继续,以免眼睛过度疲劳。每个测验结束后休息 3~4 分钟。

两个实验中,9 个学习-测验组分在 3 种条件下进行,即无干扰条件、编码干扰条件和提取干扰条件,每种条件 3 个学习-测验组。对于有干扰条件,包括编码干扰和提取干扰,相应干扰阶段的词在出现的同时伴随着一个“十”,位于词的四个角之一,“十”的颜色与词的颜色相同。同时,相应阶段的实验流程稍有变化,即指导语出现完毕后,接着出现一个“十”指示语 500ms,指明要统计的目标“十”的位置。被试在进行相应判断任务的同时要注意伴随出现的“十”的方位,并统计在一组词列(10 个词)中出现在规定方位上的“十”有几个,被试对此不需要即时反应,而是在一组词列呈现完毕后出现眨眼提示时大声说出这一组词列的答案,随后再次出现“十”位置的指导语,重新开始计算另一组词列中另一个规定位置上的“十”的个数,具体实验流程见图 1。每组词列中的目标方位的“十”为 2~4 个,剩余“十”的方位在其它三个非目标方位中随机分配。要求被试两个任务都要尽量准确地进行,对被试的答案逐个进行记录。在正式实验之前让被试练习,熟悉程序,练习的项目不进入正式实验。在每部分实验中,被试都连续进行上述 3 种条件 9 个学习-测验组,即每个被试都先进行无干扰条件组,然后是两个干扰条件组,两个干扰条件组在被试间平衡。整个实验要求被试按键既快又准确。实验程序使用 Presentation 0.71 软件编制,实验中使用的电脑为 DELL Dimension8200,其显示器是 15 寸 CRT,分辨率为 800×600 ,刷新频率为 75Hz。

学习阶段:



测验阶段:

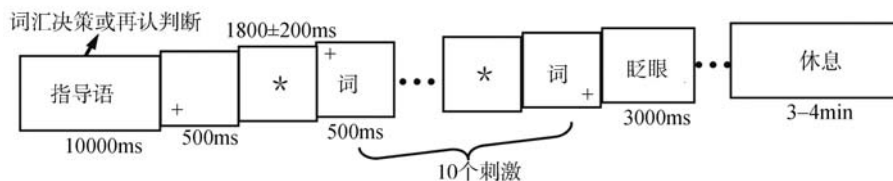


图 1 干扰条件下的学习-测验流程图

2.4 ERPs 的记录

采用 Neuroscan 公司生产的 ESI-64 导脑电记录分析系统和 Ag/AgCl 电极帽,连续记录提取阶段 62 个单极导联的脑电(EEG)。电极位置采用 10-20 扩展电极系统,所有的电极位置坐标都用三维数字化仪进行精确测量和记录。另外有 4 个电极记录眼电:左眼眶上、下侧 2 个电极记录垂直眼电,两眼外侧的 2 个电极记录水平眼电。参考电极置于左右乳突,接地点在 Fpz 和 Fz 连线的中点。滤波带通为 0.05-100Hz, A/D 采样率为 500Hz。电极与头皮接触电阻均小于 5KΩ。

2.5 数据分析

对脑电记录的迭加平均处理脱机进行,分析窗口为-100~900ms,用-100~0ms 作为基线进行矫正。伴有眨眼、眼动、肌电等伪迹的数据均被排除,排除标准为±75μV。对提取阶段各种条件下的正确反应进行分类叠加,得出两个测验三种干扰条件下深加工、浅加工旧词及新词诱发的共 18 种 ERPs。所有的数据分析均使用 SPSS 11.0 软件包进行,同时使用 Greenhouse-Geisser 校正法。

3 研究结果

3.1 行为结果

对两种测验任务中获得的行为新旧反应时差异以及再认判断任务中的正确率分别进行加工水平(2: 深和浅)×干扰(3: 无干扰、编码干扰和提取干扰)的重复测量方差分析,结果表明,首先在词汇决策任务中,新旧反应时差异上没有表现出加工水平效应,只发现显著的干扰主效应, $F(1,15)=4.24$, $p=0.029$, 提取干扰的新旧效应要显著低于无干扰条件,表明与编码干扰相比,提取干扰对内隐记忆的影响更大。其次,在再认判断任务中,新旧反应时差异及再认率上都发现显著的加工水平效应[反

应时 $F(1,15)=7.67$, $p=0.014$; 再认率 $F(1,15)=30.31$, $p<0.001$],虽然在反应时上干扰效应不明显,但在再认率上发现了显著的干扰效应, $F(2,30)=6.19$, $p=0.008$,进一步的多重比较表明编码干扰下的再认准确率要显著低于无干扰($p=0.004$),但提取干扰与无干扰之间不存在差异($p>0.05$)。因此行为结果表明,与提取干扰相比,编码干扰对再认记忆的影响更大。该实验的行为结果与我们之前的实验结果是完全一致的。

3.2 ERPs 结果

总体来看(见图 2),新旧词之间的 ERP 差异大约从刺激后 300ms 开始,一直到 700ms 左右,两类旧词诱发的 ERP 都要比新词更为正走向,表现出明显的“ERP 新旧效应”,但在 700ms 处新旧词诱发的 ERP 曲线有个交叉反转,即旧词诱发的 ERP 比新词更为负走向,一直延续到记录结束。以往研究表明,ERP 新旧效应可能是多个 ERP 成分调节的结果,根据不同 ERP 成分的变化,可记录到一个峰潜伏期约 400ms 的 N400 效应和潜伏期在 600ms 左右的 P600 效应(罗跃嘉,魏景汉,翁旭初,卫星,2001),而这两个成分被认为与内隐提取或外显提取有着密切的联系(Rugg, Mark, Walla, Schloerscheidt, Birch, & Allan, 1998; 孟迎芳,郭春彦,2007a)。因此我们将分析时段定为 300~500ms (N400)、500~700ms(P600)及 700~900ms,以期了解不同时段脑电活动的变化。根据头皮分布与电极位置之间的关系,选取了 15 个代表电极进行统计分析,包括前额区(FP1、FPz、FP2)、额区(F3、Fz、F4)、中央区(C3、Cz、C4)、顶区(P3、Pz、P4)和枕区(O1、Oz、O2)。对每个分析时段的平均波幅均采用四因素重复测量方差分析,四因素分别为新/旧(2 个水平:新项目、浅加工旧/深加工旧项目),干扰(2 个水平:无干扰、编码干扰/提取干扰),脑区(5

表 1 两种测验任务的行为结果(括号内为标准误)

项目类型	词汇决策任务			再认判断任务					
	反应时(ms)			反应时(ms)			正确率(%)		
	无干扰	编码干扰	提取干扰	无干扰	编码干扰	提取干扰	无干扰	编码干扰	提取干扰
浅加工旧词	597(25.1)	620(29.6)	757(53.1)	729(34.7)	726(41.2)	794(39.1)	0.76(0.04)	0.65(0.05)	0.76(0.04)
深加工旧词	582(26.5)	610(31.5)	762(50.7)	675(28.5)	677(29.1)	785(37.3)	0.95(0.01)	0.90(0.02)	0.91(0.02)
新词	631(27.3)	647(31.6)	777(47.3)	779(31.1)	751(25.9)	856(43.7)	0.83(0.02)	0.76(0.03)	0.77(0.03)
浅加工新旧反应时差异	34(5.57)	27(8.82)	20(9.10)	50(20.80)	25(27.20)	62(19.34)			
深加工新旧反应时差异	49(7.14)	37(6.72)	15(6.43)	104(21.59)	74(24.19)	71(18.94)			

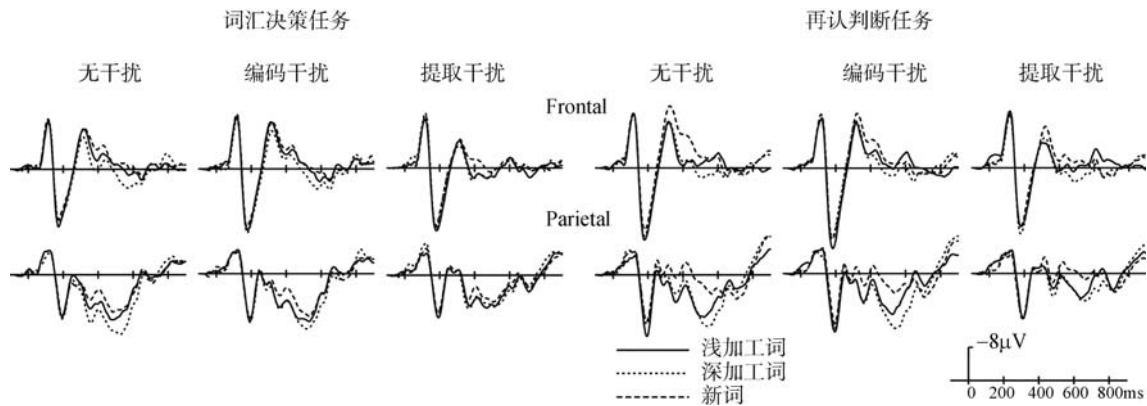


图2 提取阶段各种条件下的 ERPs 比较

个水平: 前额区、额区、中央区、顶区、枕区)和左-右位置(3 个水平: 左侧、中线、右侧)。

3.2.1 内隐记忆 (1) 编码干扰与无干扰条件的比较 方差分析结果表明, 无论在深加工水平上, 还是在浅加工水平上, 300~500ms 的新/旧效应都是明显的(深加工: $F(1,15)=30.06$, $p<0.001$; 浅加工: $F(1,15)=8.26$, $p=0.012$), 但没有发现这一时间段中干扰的任何差异(见图 3A)。而 500~700ms 时间段中, 只有深加工水平才发现明显的新/旧效应, $F(1,15)=18.19$, $p=0.001$, 同时也没有发现这一时间段干扰的任何差异。在 700~900ms, 只有深加工水平中发现新/旧 $\times$ 干扰 $\times$ 脑区 $\times$ 左-右位置的交互作用, $F(8,120)=3.83$, $p=0.010$, 简单效应分析表明, 在无干扰条件下额区、中央区、顶区及枕区都发现与之前两个时间段交叉翻转的 ERP 新旧差异[额区: 左侧 $F(1,15)=7.14$, $p=0.017$, 中线 $F(1,15)=5.56$, $p=0.032$, 右侧 $F(1,15)=8.29$, $p=0.011$; 中央区: 左侧 $F(1,15)=25.04$, $p<0.001$, 中线 $F(1,15)=18.11$, $p=0.001$, 右侧 $F(1,15)=13.40$, $p=0.002$; 顶区左侧: $F(1,15)=7.92$, $p=0.013$; 枕区左侧: $F(1,15)=6.36$, $p=0.023$], 而在编码干扰条件下只有左侧顶区 [$F(1,15)=2.80$, $p=0.014$]表现出新旧翻转差异。

(2) 提取干扰与无干扰条件的比较 首先在深加工水平上, 300~500ms 的新/旧效应是明显的, $F(1,15)=12.08$, $p=0.003$, 并且新/旧 $\times$ 干扰的交互作用显著, $F(1,15)=6.98$, $p=0.018$, 新/旧 $\times$ 干扰 $\times$ 脑区的交互作用也显著, $F(4,60)=3.83$, $p=0.047$ 。简单效应分析表明, 无干扰条件中新旧效应位于额区 [$F(1,15)=8.75$, $p=0.01$]、中央区 [$F(1,15)=21.94$, $p<0.001$]、顶区 [$F(1,15)=17.81$, $p=0.001$]和枕区 [$F(1,15)=9.76$, $p=0.007$], 而提取干扰条件中顶、枕区的新旧效应消失, 只存在于前额区 [$F(1,15)=7.17$,

$p=0.017$]、额区 [$F(1,15)=6.08$, $p=0.026$]和中央区 [$F(1,15)=4.73$, $p=0.046$](图 3A)。在 500~700ms, 新/旧效应也是明显的, $F(1,15)=8.05$, $p=0.012$, 新/旧 $\times$ 干扰的交互作用显著, $F(1,15)=9.28$, $p=0.008$, 新/旧 $\times$ 干扰 $\times$ 脑区的交互作用也显著, $F(4,60)=3.37$, $p=0.046$ 。简单效应分析表明, 无干扰条件中新旧效应位于额区 [$F(1,15)=7.10$, $p=0.018$]、中央区 [$F(1,15)=21.03$, $p<0.001$]、顶区 [$F(1,15)=17.07$, $p=0.001$]和枕区 [$F(1,15)=12.25$, $p=0.003$], 但提取干扰条件中所有脑区都没有发现明显的新旧效应(图 3B)。700~900ms 只发现明显的新旧翻转差异, $F(1,15)=10.93$, $p=0.005$, 没有任何的干扰效应。

其次在浅加工水平上, 300~500ms 也存在着明显的新/旧效应, $F(1,15)=7.87$, $p=0.013$, 但没有发现新/旧 $\times$ 干扰的交互作用, $F(1,15)=0.002$, $p=0.967$ 。从不同干扰条件下新/旧 $\times$ 脑区的简单效应分析以及差异波地形图(图 3A)来看, 不同干扰条件下的新旧效应还是存在着差异的, 在无干扰条件下 300~500ms 的新/旧效应主要位于中央区 [$F(1,15)=7.00$, $p=0.018$]和顶区 [$F(1,15)=7.22$, $p=0.017$], 而在提取干扰条件下位于额区 [$F(1,15)=5.44$, $p=0.034$]和中央区 [$F(1,15)=9.81$, $p=0.007$]。在 500~700ms, 700~900ms 时间段中都没有发现浅加工水平的新/旧效应, $F(1,15)=2.41$, $p=0.141$ 。

综上所述, 与无干扰条件相比, 编码干扰对前两个时间段的新旧效应都没有产生影响, 但在后期时间段中(700ms 之后), 编码干扰显著减少了深加工交叉翻转的新旧差异。与之相反, 提取干扰对前两个时间段的新旧效应都产生了影响, 300~500ms 新旧效应在脑区上发生了变化, 无干扰条件的新旧效应主要表现在头皮后部位置, 而提取干扰条件下主要表现在头皮前部位置。500~700ms 新旧效应在

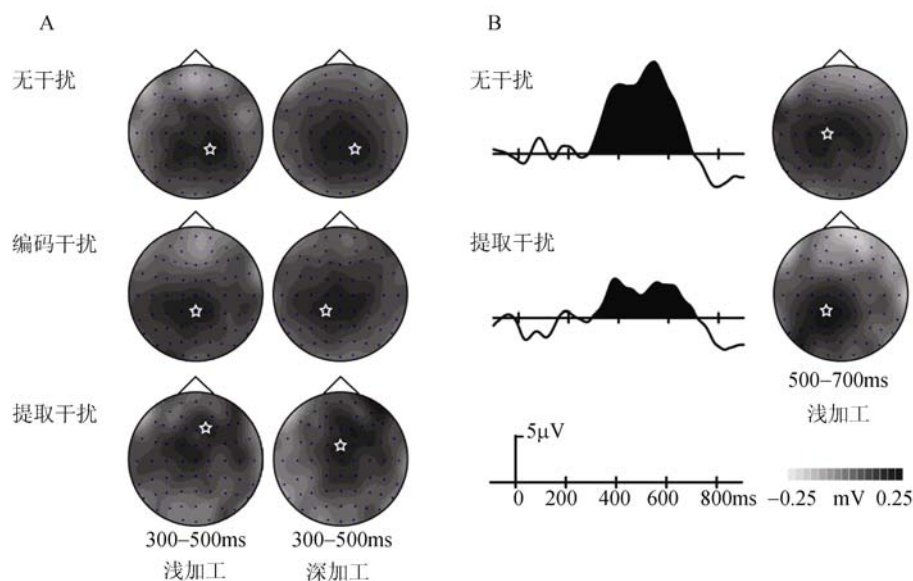


图3 内隐测验中不同条件下的新/旧效应比较

注: 图中均为平均差异波幅地形图, 五角星标注差异波幅最大电极点, 差异波为该电极点差异波, 下同

无干扰条件的深加工水平中有存在, 而它在提取干扰的作用下消失了。提取干扰对后期时间段出现的深加工交叉翻转的新旧差异没有产生任何影响。

3.2.2 外显记忆 (1) 编码干扰与无干扰条件的比较 首先在深加工水平上, 300~500ms 的统计分析发现了明显的新/旧效应, $F(1,15)=57.49$, $p<0.001$, 但没有发现干扰的主效应, $F(1,15)=1.778$, $p=0.202$, 也没有发现干扰与新/旧的交互作用, $F(1,15)=0.845$, $p=0.37$ 。500~700ms 的新/旧效应也是明显的, $F(1,15)=17.71$, $p=0.001$, 且新/旧 $\times$ 干扰 $\times$ 脑区的交互作用显著, $F(4,60)=4.44$, $p=0.010$ 。简单效应分析表明, 在无干扰条件中, 新旧效应在额区 [$F(1,15)=6.83$, $p=0.020$]、中央区 [$F(1,15)=22.14$, $p<0.001$]、顶区 [$F(1,15)=21.50$, $p=0.010$] 和枕区 [$F(1,15)=28.12$, $p<0.001$] 都是明显的, 但在编码干扰条件中, 额区的新旧效应消失了, 新旧效应只表现在中央区 [$F(1,15)=55.84$, $p=0.001$]、顶区 [$F(1,15)=24.84$, $p<0.001$] 和枕区 [$F(1,15)=38.94$, $p<0.001$]。700~900ms 发现了明显的翻转新旧差异, $F(1,15)=7.13$, $p=0.017$, 但没有发现任何的干扰效应。

其次在浅加工水平上, 300~500ms 的新/旧效应是明显的, $F(1,15)=48.57$, $p<0.001$, 但没有发现干扰的主效应 [$F(1,15)=0.148$, $p=0.706$] 及新/旧 $\times$ 干扰的交互作用 [$F(1,15)=2.291$, $p=0.151$]。在 500~700ms 没有发现新/旧效应, $F(1,15)=0.67$, $p=0.423$,

也没有发现其与干扰的交互作用, $F(1,15)=0.34$, $p=0.567$, 但从不同干扰条件下新旧效应的分析以及差异波地形图(图4A)来看, 无干扰条件下发现顶区 [$F(1,15)=4.83$, $p=0.044$] 和枕区 [$F(1,15)=5.87$, $p=0.029$] 的新旧效应, 而编码干扰条件下所有脑区都没有发现明显的新旧效应。700~900ms 没有发现明显的新旧差异和干扰效应。

(2) 提取干扰与无干扰条件的比较 首先在深加工水平上, 在 300~500ms, 新/旧效应显著, $F(1,15)=43.67$, $p<0.001$, 且干扰的主效应显著, $F(1,15)=4.88$, $p=0.043$, 与无干扰条件相比, 提取干扰条件下的新旧效应有着明显的减弱。在 500~700ms, 新/旧效应也是明显的, $F(1,15)=22.50$, $p<0.001$, 但没有发现干扰的主效应 [$F(1,15)=2.659$, $p=0.124$] 以及新/旧和干扰之间的交互作用 [$F(1,15)=0.493$, $p=0.494$]。在 700~900ms, 我们发现了新/旧 $\times$ 干扰 $\times$ 脑区 $\times$ 左-右位置的交互作用, $F(8,120)=4.09$, $p=0.003$, 简单效应分析表明, 虽然在两种干扰条件中深加工新旧差异在这一时间段都出现了交叉翻转现象, 但提取干扰条件下的新旧差异要显著减少, 即这种交叉翻转现象在提取干扰的作用下减弱了。

其次在浅加工水平上, 300~500ms 的新/旧效应显著, $F(1,15)=58.30$, $p<0.001$, 且新/旧 $\times$ 干扰的交互作用显著, $F(1,15)=6.60$, $p=0.021$ 。进一步分析表明, 虽然两种条件的新旧效应都是明显的, 但提取

干扰条件下的新旧效应要显著小于无干扰条件(图4B)。在 500~700ms, 没有发现新/旧效应[$F(1,15)=1.26$, $p=0.279$]、干扰效应[$F(1,15)=2.739$, $p=0.119$]以及新/旧和干扰之间的交互作用[$F(1,15)=0.670$, $p=0.426$]。在 700~900ms, 我们发现了新/旧 $\times$ 干扰 $\times$ 脑区 $\times$ 左-右位置的交互作用, $F(8,120)=4.14$,

$p<0.001$, 简单效应分析表明, 在无干扰条件中不存在新旧差异, 而在提取干扰条件中, 顶区左侧、右侧以及枕区所有位置上都发现显著的新旧差异。因此, 在提取干扰条件下, 新旧差异出现了交叉翻转现象, 即这一时间段旧词的 ERP 比新词更为负走向。

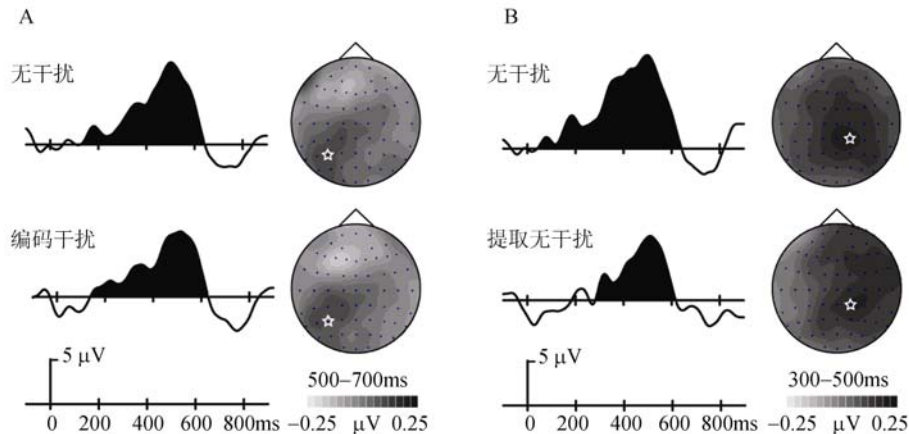


图4 外显测验中不同条件下的浅加工水平新旧效应的比较

综上所述, 与无干扰条件相比, 编码干扰对 300~500ms, 700~900ms 新旧差异都没有产生影响, 但影响了 500~700ms 新旧效应, 只是这种影响在不同加工水平上程度不同, 编码干扰显著破坏了这一时间段的浅加工新旧效应, 但对深加工新旧效应的影响不大, 只破坏了额区的新旧效应。与之相反, 提取干扰对 300~500ms, 700~900ms 新旧差异都产生了影响, 300~500ms 新旧效应不论深、浅加工水平都表现出下降的趋势, 700~900ms 新旧差异的变化因加工水平而不同, 在浅加工水平中, 提取干扰产生了无干扰条件下没有出现的新旧差异交叉翻转现象。而在深加工水平中, 提取干扰下的新旧差异翻转现象显著减弱。但 500~700ms 新旧效应在提取干扰作用下没有发现明显的变化。

4 讨论

本实验通过在编码或提取阶段设置干扰任务, 发现不论在内隐测验还是在外显测验中, 编码与提取干扰对测验阶段的 ERP 新旧效应都产生了不同的影响, 表现出编码与提取加工的非对称性, 并且这种非对称性在两种测验中有着不同的表现。

4.1 内隐记忆编码与提取的非对称性

以往有关内隐记忆的 ERP 研究都提出了在顶枕区的 N400(300~500ms)新旧(启动)效应是代表内

隐记忆加工的一个主要 ERP 成分(Rugg et al., 1998; Curran, 1999; Guillem, Bicu, & Debrulle, 2001; Henson & Rugg, 2003; Nessler, Mecklinger, & Penney, 2005; Boehm, Sommer, & Luescho, 2005), 而我们的实验结果表明, 编码干扰对随后内隐测验中体现出来的 N400 效应没有产生影响, 而提取干扰却显著影响了这一效应, 与我们在行为上获得的结果是一致的, 即编码干扰不影响随后的内隐记忆, 但提取干扰破坏了内隐记忆效应。

对于内隐记忆在编码干扰上的“免疫性”, 以往研究已经得到较多的证实, 包括知觉识别、词汇判断、残词补全、词干补笔等(Mulligan, 1998; Schmitter-Edgecombe, 1999), 我们的实验结果从 ERP 上也再次证实了这一现象。而与编码干扰相比, 提取干扰对内隐记忆的影响是明显的。对于这一现象, 我们在之前曾提出干扰效应的产生源于对知觉表征系统的竞争, 从而导致它所支持的启动效应减少或消失的解释(孟迎芳, 郭春彦, 2007b)。在本实验中, 我们通过 ERP 的结果对这一解释提供了更进一步的证据。使用 PET 或 fMRI 的研究曾证实了内隐记忆效应与 N400 成分之间的联系, 发现在纹外视觉皮层中, 刺激的重复会导致激活的减少, 表现出易化加工, 这一加工是特定于视觉启动效应的(Buchner & Wippich, 2000; Daselaar, Veltman, Rombouts,

Raaijmakers, & Jonker, 2005), 同时, 这些研究为内隐记忆与知觉表征系统之间的关系提供了有力的证据。因此我们可以认为, 如果这一区域的 N400 效应表现出变化时, 可能预示着内隐测验中的启动效应受到了影响, 如同右枕区切除后受损的启动效应一样(Fleischman, Vaidya, & Lange, 1997)。通过与无干扰条件的比较, 我们发现, 在提取干扰条件下, N400 的新旧差异虽然仍有存在, 但它并不是体现在顶枕区, 而是在头皮前部脑区, 换句话说, 在提取干扰下, 顶枕区的新旧差异消失了, 这也预示着这一成分所代表的内隐记忆效应受到了影响, 如同在行为结果上所发现的。因此, 双任务的操作容易对知觉表征系统产生竞争, 从而破坏或在一定程度上减少这个系统所支持的启动效应。而对于在前部脑区上仍有体现的新旧差异, 我们认为它可能反映了干扰任务对额区的资源占用程度, 因为我们使用的干扰任务要求被试不断地记住出现的“十”数目, 这与额区的工作记忆有很大关联(Jiang, Haxby, Martin, Ungerleider, & Parasuraman, 2000), 可能与新词相比, 与旧词同时进行的干扰任务对额区所占用的资源更小一些, 从而产生了头皮前部脑区的差异。对于这一解释, 可以通过对同时进行的二级任务进行相应分析加以证实, 但在我们实验中, 二级任务没有相应的反应时记录, 从而无法分析, 今后的研究将进一步分析这一现象。

在实验中我们也发现编码或提取干扰对内隐测验中获得的 P600(500~700ms)新旧效应的非对称性影响, 即编码干扰对 P600 效应没有产生影响, 而提取干扰却破坏了这一效应。对于 P600 新旧效应与内隐记忆提取之间的关系目前仍存在着许多争议, 由于这一效应与在许多外显记忆研究中都有的晚期新旧效应有着类似之处(Curran & Cleary, 2003; Herron, Henson, & Rugg, 2004; Itiera & Tavorb, 2004)。有人提出这个效应可能反映了外显记忆对间接测验的“污染”(Van Petten, Kutas, & Kluender, 1991), 但也有人反对这一说法, 认为回忆有自觉的和非自觉的表现, 换句话说, 人们可能在努力回忆的时候提取信息(有意的或自觉的回忆), 但也可能当他们没有试图回忆时自动地提取了某些信息(无意识的, 或被动的回忆)。已有研究证实了与回忆有关的 ERP 效应不一定需要提取意识(Paller, Kutas, & McIsaac, 1995; Curran, 1999)。在他们实验中没有要求被试进行有意提取时, P600 新旧效应也是明显的, 并且敏感于学习时的加工水平设

置。在我们实验中获得 P600 效应与这些实验是极为类似的, 并且它只出现于深加工水平中, 因此我们认为, 在这里的深加工 P600 效应可能反映的是一种概念启动效应或自动的回忆加工, 因为在编码过程中的意义加工已激活了该词刺激的意义表征, 当这个词再次出现并要求被试再次进行有关意义方面的一些判断时, 它的意义表征很容易接通, 或者说意义表征的激活阈限较低, 从而产生了无意识的回忆加工, 它也是内隐记忆的一种表现。而编码与提取干扰对其的非对称性影响进一步证实了内隐记忆中编码与提取加工之间存在着非对称性。

4.2 外显记忆编码与提取的非对称性

实验结果表明, 编码干扰对随后外显测验中体现出来的记忆效应在不同时间段上有着不同的影响, 即它对 N400 新旧效应没有发生作用, 但却破坏了 P600 新旧效应; 与之相反, 提取干扰显著减少了 N400 新旧效应, 但对 P600 新旧效应没有产生太大的作用。

提取的双加工模型曾提出, 再认存在着两个成分, 基于自动提取的熟悉性和意识性提取。前者表现为早期的(300~500ms)负 ERP 效应; 而后者表现为稍晚一些的顶区正 ERP 效应, 与回忆加工有关, 一般称之为“顶区新旧效应”或“P600 新旧效应”(Curran & Cleary, 2003; Herron, Quayle, & Rugg, 2003; Itiera & Tavorb, 2004)。相应的 ERP 研究表明, 熟悉性与内隐记忆的 ERP 效应极为类似, 如它们都表现在刺激后 300~500ms 引起的新旧效应上, 对加工水平不敏感, 反映的是一种自动加工模式等(Rugg et al., 1998)。因此我们认为, 在外显再认测验中获得的 N400 新旧效应可能反映了再认中的自动提取过程, 它与前述的内隐记忆效应有着类似的特征, 即它对编码干扰具有一定的“免疫性”, 但提取干扰会对它产生一定的破坏作用。

另一方面, 我们在再认测验中也获得了 P600 新旧效应, 其时空特征类似于以往研究中获得的“左顶 P600 新/旧效应”(Itiera & Tavorb, 2004), 即在 500~700ms 旧项目诱发的 ERPs 比新项目更为正走向, 这种趋势在头皮后部脑区最为明显, 并且该效应对加工水平极为敏感, 具有明显的左侧化倾向。以往研究已证实了 P600 新旧差异是外显提取如回忆的一个脑电位关联(Fay, Isingrini, Ragot, & Pouthas, 2005), 它间接反映着内侧颞叶记忆系统对外显记忆的贡献(Donaldson & Rugg, 1999), 而这一外显提取加工过程在编码或提取干扰的作用

下也发生了不同的变化。首先在编码干扰条件下,浅加工条件下的 P600 新旧差异消失了,这个结果与 Curran(2004)的研究结果是一致的。在 Curran(2004)的研究中,学习阶段被试或者在集中注意条件(即无干扰条件)下或在分散注意条件(即编码干扰条件)下学习一系列词,干扰任务是要求被试同时进行一个数字监控任务,即检测连续出现的 3 个奇数,然后进行再认测验,但在测验中被试必须进行“记住”、“知道”和“新”三种判断。结果发现,在无干扰与干扰条件下都有显著的 N400 新旧效应,它对记住和知道判断是类似的,并且这一效应在两种条件之间没有差异。同时,在两种条件中也都观察到显著的 P600 顶区新旧差异,对于判断为记住的词,这个效应要比判断为知道的词更大,但这一效应在无干扰条件下要比编码干扰条件下更大。可见编码时的干扰影响了顶区的 P600 新旧效应,但不影响早期的 N400 新旧效应。根据成分-加工模型,外显记忆测验中的行为受到两个主要成分的调节:额叶系统和内侧颞叶-海马系统。在编码中,额叶皮层首先对输入的信息进行精加工,之后内侧颞叶-海马系统自动地登记呈现给它的信息,进行信息融合,以形成长期记忆(Moscovitch, 1994; Buckner, Koutstaal, Schacter, & Rosen, 2000)。因此,编码要求注意资源,以使额皮层能够加工和丰富被编码的信息,但在编码过程中一个同时进行的任务会限制目标的有意识觉察,从而减少了信息被内侧颞叶-海马系统充分登记的可能性,有效地阻止了长时记忆痕迹的形成,导致差的记忆行为(Iidaka et al., 2000; Kensinger et al., 2003)。与此对应,我们在行为结果上发现编码干扰显著破坏了新旧效应,减少了再认准确率。因此 ERP 结果与行为结果是一致的,为外显记忆敏感于编码干扰的这一结论提供了神经生理方面的证据。

其次在提取干扰条件下, P600 新旧效应没有发现在干扰条件之间的明显变化,因此我们可以说提取干扰对外显记忆没有产生影响。与此对应,我们也发现在行为结果上,与编码干扰相比,提取干扰对再认成绩及新旧反应时差异的影响不大。关于“外显记忆对提取干扰的相对免疫性”已得到了许多研究的验证,包括自由回忆、线索回忆、再认等测验(Fernandes & Moscovitch, 2003; Fernandes, Moscovitch, Ziegler, & Grady, 2005; Naveh-Benjamin, Craik, Guez, & Kreuger, 2005)。这些研究提出,根据神经生理模型以及双加工理论,在提取过程中,印

迹激活过程本身只需要很少的加工资源,如果提供了合适的提取线索,项目的提取几乎不需要控制加工(Craik et al., 1996),控制性的额区操作会被略过,由内侧颞叶-海马系统自动对提供的线索产生一个合适的反应,因此提取是强制性,或是受保护的,即使当注意大部分转向其它任务时,提取加工也保持相对的完整性,也就不会受到分散注意的影响。因此我们的研究从 ERP 上为“外显记忆对提取干扰具有相对免疫性”这一结论提供了神经生理方面的证据,证实了编码或提取干扰对外显记忆所带来的影响是非对称性的。

另外,我们在 700ms 处发现了新旧词差异上的交叉翻转现象,即旧词的 ERP 比新词更为负走向。类似的效应在以前研究中也发现(Curran, 1999; 聂爱情, 2005),这些研究都认为,这个效应与之前的新旧效应分属于不同的认知操作过程。我们发现,在两个测验中,编码与提取干扰对这个效应的影响也是非对称性的,并且这种非对称性与之前在新旧效应上体现出来的非对称性是不同的,不同测验间的非对称性也是不同的,即编码干扰减少了内隐测验中的 700~900ms 新旧差异,但对外显测验没有产生影响,而提取干扰对内隐测验这一时间段的新旧差异没有产生影响,但却造成了外显测验中新旧差异的变化。虽然我们对这一时间段变化的心理机制不太明了,但它在编码干扰或提取干扰条件下也产生了不同的任务分离,这进一步说明了编码或提取干扰对内隐测验或外显测验中的记忆加工有着非对称性的影响,并且这种非对称性存在着任务间的差异。

综上所述,不论是内隐记忆还是外显记忆的 ERP 效应,编码或提取干扰对其带来的影响都是非对称性的,即编码中的干扰影响外显记忆效应,但不影响内隐记忆效应,而在提取中的干扰影响内隐记忆效应,但不影响外显记忆效应,从而为内隐记忆和外显记忆在编码与提取加工的关系上存在的分离现象提供了神经生理方面的证据。

参 考 文 献

- Anderson, N. D., Craik, F. I. M., & Naveh-Benjamin, M. (1998). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults: 1. Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13, 405-423.
- Baddeley, A., Lewis, V., Eldridge, M., & Thomson, N. (1984). Attention and retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 518-540.
- Boehm, S. G., Sommer, W., & Lueschow, A. (2005). Corre-

- lates of implicit memory for words and faces in event-related brain potentials, *International Journal of Psychophysiology*, 55, 95–112.
- Buchner, A., & Wippich, W. (2000). On the reliability of implicit and explicit memory measures. *Cognitive Psychology*, 40, 227–259.
- Buckner, R. L., Koutstaal, W., Schacter, A. L., & Rosen, B. R. (2000). Functional MRI evidence for a role of frontal and inferior temporal cortex in amodal components of priming. *Brain*, 123, 620–640.
- Craik, F. I. M., Govoni, R., Naveh-Benjamin, M., & Anderson, N. D. (1996). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 159–180.
- Curran, T. (1999). The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory. *Neuropsychology*, 37, 771–785.
- Curran, T., & Cleary, A. M. (2003). Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *Cognitive Brain Research*, 15, 191–120.
- Curran, T. (2004). Effects of attention and confidence on the hypothesized ERP correlates of recollection and familiarity. *Neuropsychologia*, 42, 1088–1110.
- Daselaar, S. M., Veltman, D. J., Rombouts, S. A. R. B., Raaijmakers, J. G. W., & Jonker, C. (2005). Aging affects both perceptual and lexical/semantic components of word stem priming: an event-related fMRI study. *Neurobiology of Learning and Memory*, 83, 251–262.
- Donaldson, D. I., & Rugg, M. D. (1999). Event-related potential studies of associative recognition and recall: electrophysiological evidence for context dependent retrieval processes. *Cognitive Brain Research*, 8, 1–16.
- Fay, S., Isingrini, M., Ragot, R., & Pouthas, V. (2005). The effect of encoding manipulation on word-stem cued recall: An event-related potential study. *Cognitive Brain Research*, 24, 615–626.
- Fernandes, M. A., Moscovitch, M., Ziegler, M., & Grady, C. (2005). Brain regions associated with successful and unsuccessful retrieval of verbal episodic memory as revealed by divided attention. *Neuropsychologia*, 43, 1115–1127.
- Fernandes, M. A., & Moscovitch, M. (2003). Interference effects from divided attention during retrieval in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 18, 219–230.
- Fleck, D. E., Berch, D. B., Shera, R. K., & Starkowski, S. M. (2001). Directed forgetting in explicit and implicit memory: the role of encoding and retrieval mechanisms. *The Psychological Record*, 51, 207–221.
- Fleischman, D. A., Vaidya, C. J., & Lange, K. L. (1997). A Dissociation between Perceptual Explicit and Implicit Memory Processes. *Brain and Cognition*, 35, 42–57.
- Guillem, F., Bicu, M., & Debruille, J. B. (2001). Dissociating memory processes involved in direct and indirect tests with ERPs to unfamiliar faces. *Cognitive Brain Research*, 11, 113–125.
- Herron, J. E., Henson, R. N. A., & Rugg, M. D. (2004). Probability effects on the neural correlates of retrieval success: an fMRI study. *NeuroImage*, 21, 302–310.
- Herron, J. E., Quayle, A. H., & Rugg, M. D. (2003). Probability effects on event related potential correlates of recognition memory. *Cognitive Brain Research*, 16, 66–73.
- Henson, R. N. A., & Rugg, M. D. (2003). Neural response suppression, haemodynamic repetition effects, and behavioural priming. *Neuropsychologia*, 41, 263–270.
- Iidaka, T., Sadato, N., Yamada, H., & Yonekura, Y. (2000). Functional asymmetry of human prefrontal cortex in verbal and non-verbal episodic memory as revealed by fMRI. *Cognitive Brain Research*, 9, 73–83.
- Itiera, R. J., & Taylor, M. J. (2004). Effects of repetition learning on upright, inverted and contrast-reversed face processing using ERPs. *NeuroImage*, 21, 1518–1532.
- Jiang, Y., Haxby, J. V., Martin, A., Ungerleider, L. G., & Parasuraman, R. (2000). Complementary neural mechanisms for tracking items in human working memory. *Science*, 287, 643–646.
- Kensinger, E. A., Clarke, R. J., & Corkin, S. (2003). What neural correlates underlie successful encoding and retrieval? A functional magnetic resonance imaging study using a divided attention paradigm. *Journal of Neuroscience*, 23, 2407–2415.
- Luo, Y. J., Wei, J. H., Weng, X. C., & Wei, X. (2001). ERP effects of recognition of Chinese spoken and written words and neural mechanism of retrieval. *Acta Psychologica Sinica*, 33(6), 489–494.
- [罗跃嘉, 魏景汉, 翁旭初, 卫星. (2001). 汉字视听再认的 ERP 效应与记忆提取脑机制. *心理学报*, 33(6), 489–494.]
- Meng, Y. F., Guo, C. Y. (2006). Dissociations between Implicit and Explicit Memory: An ERP Study of Face Recognition. *Acta Psychologica Sinica*, 38, 15–21.
- [孟迎芳, 郭春彦. (2006). 内隐记忆和外显记忆的脑机制分离: 面孔再认的 ERP 研究. *心理学报*, 38, 15–21.]
- Meng, Y. F., & Guo, C. Y. (2007a). ERP dissociation and connection between implicit and explicit memory. *Chinese Science Bulletin*, 52(21), 2945–2953.
- Meng, Y. F., & Guo, C. Y. (2007b). The asymmetric effect of interference at encoding or retrieval on implicit and explicit memory. *Acta Psychologica Sinica*, 39(4), 579–588.
- [孟迎芳, 郭春彦. (2007b). 编码与提取干扰对内隐和外显记忆的非对称影响. *心理学报*, 39(4), 579–588.]
- Moscovitch, M. (1994). Cognitive resources and dual-task interference effects at retrieval in normal people: The role of the frontal lobes and medial temporal cortex. *Neuropsychology*, 8, 524–534.
- Mulligan, N. W. (1998). The role of attention during encoding on implicit and explicit memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 27–47.
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I. M., Gavrilescu, D., & Anderson, N. (2000). Asymmetry between encoding and retrieval processes: Evidence from divided attention and a calibration analysis. *Memory & Cognition*, 28(6), 965–976.
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I. M., Guez, J., & Kreuger, S. (2005). Divided attention in younger and older adults: effects of strategy and relatedness on memory performance and secondary task costs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 31(3), 520–537.
- Nessler, D., Mecklinger, A., Penney, T. B. (2005). Perceptual fluency, semantic familiarity and recognition-related familiarity: an electrophysiological exploration. *Cognitive Brain Research*, 22, 265–288.
- Nie, A. Q. (2005). *The event-related potentials studies of item memory and source memory for pictures and Chinese characters*. Unpublished doctoral dissertation, Capital Normal University, Beijing, China.
- [聂爱情. (2005). 图形与汉字项目记忆与来源记忆的ERP研

究. 博士学位论文. 首都师范大学.]

- Paller, K. A., Kutas, M., & McIsaac, H. K. (1995). Monitoring conscious recollection via the electrical activity of the brain. *Psychology Science*, 6, 107–111.
- Paller, K. A. (2000). Neurocognitive foundations of human memory. In D. L. Medin (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*. (Vol. 40, pp. 1–18). San Diego, Academic Press.
- Penney, T. B., Mecklinger, A., & Nessler, D. (2001). Repetition related ERP effects in a visual object target detection task. *Cognitive Brain Research*, 10(3), 239–250.
- 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, 595–598.
- Schmitter-Edgecombe, M. (1999). Effects of divided attention on perceptual and conceptual memory tests: An analysis using a process-dissociation approach. *Memory & Cognition*, 27(3), 512–523.
- Schott, B., Richardson-Klavehn, A., Heinze, H. J., & Duzel, E. (2002). Perceptual priming versus explicit memory: dissociable neural correlates at encoding. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(4), 578–592.
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F. I. M., Moscovitch, M., & Houle, S. (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: Positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 2016–2020.
- Vaidya, C. J., Zhao, M., Desmond, J. E., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Evidence for cortical encoding specificity in episodic memory: memory-induced re-activation of picture processing areas. *Neuropsychologia*, 40, 2136–2143.
- Van Petten, C., Kutas, M., & Kluender, R. (1991). Fractionating the word repetition effect with event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 131–150.

附录： 低频汉语双字名词样例

白昼	案情	哀乐	检修	江山
绸缎	长相	柏油	鞋袜	岩洞
弹壳	儿歌	病床	旗号	峭壁
糕点	会计	蛋糕	手稿	贴补
夹板	场景	见闻	霸王	豺狼
卵石	乐队	利息	法典	概论
泥潭	刨花	美学	结业	睫毛
水井	肉眼	氢弹	合奏	后卫
灾区	图片	盐分	晋升	期限
奴才	韧性	蓝鲸	魔术	男性
摇篮	呼噜	章法	春装	弹头

假词样例

麻诚	轰程	剧壁	器辞	汤艇
城匙	翡点	馄从	俗促	砾胞
雌地	承洞	卵错	诊翠	迁线
刚谍	烧话	哲表	单蚣	条谢
管断	部欢	炉菇	密坎	稳讯
级服	语淀	宴故	呵蓝	篇汕
周管	致柳	樱济	辣麦	碍洋
社锅	蜈落	豺果	翻趣	杈园
瑞汉	收民	复壶	垂舍	篮渣
阐秸	洞滩	链护	诙饰	素挚
接浪	教途	确料	累悵	沙治

The Asymmetric Relationship Between Encoding and Retrieval in Implicit and Explicit Memory

MENG Ying-Fang¹, GUO Chun-Yan²

(¹ Department of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

(² Department of Psychology, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

Abstract

Encoding and retrieval are two important phases of memory. Encoding produces memory engraved and retrieval reactivates previously encoded information. The approach to the relationship between encoding and retrieval is meaningful for the better understanding of the nature of memory. As for explicit memory, the relation of encoding and retrieval has been investigated by many researchers who have found out that the performance of a secondary task during encoding reduced the later memory performance, but the division of the attention in the

same way during retrieval had virtually no effect on memory performance, which indicated an asymmetry between encoding and retrieval processes. With respect to implicit memory, an asymmetry was also found in one of our previous studies (Meng & Guo, 2006), but the asymmetry is somewhat different from that in explicit memory, that is, the performance of a concurrent task during encoding had no effect on later task performance, but interference during retrieval disrupted priming, and reduced task performance. In order to clarify the issues we conducted an ERP experiment.

The experiment was conducted with 16 undergraduate students as subjects and Chinese characters as stimuli. The experiment adopted a study-to-test paradigm, in which participants performed a “shallow” (color) study task or a “deep” (pleasant) study task, followed by either a lexical decision (implicit) test (section 1) or a recognition (explicit) test (section 2). In interference task participants were asked to account the total number of “+” in a regulated orientation which appeared with a word, and was performed concurrently with either the encoding or the retrieval phase of the memory task for encoding interference condition or retrieval interference condition. The results showed that: (1) the effects of interference to encoding in implicit memory test were different from that to retrieval. Interference during encoding had virtually no effect on N400 or P600 old/new ERP components, but interference during retrieval significantly reduced N400 old/new and P600 old/new components, which abolished behavior priming. (2) The effects of interference to encoding on ERP components in explicit memory test were different from that to retrieval. Interference during encoding had significant influence on later P600 old/new effect, but interference during retrieval did not produce such effect.

The results confirmed the finding of Meng & Guo (2006), that is, interference during encoding had effect on explicit memory, but left implicit memory intact. Interference during retrieval affected implicit memory, but had little effect on explicit memory. So the relationship between encoding and retrieval was different between implicit and explicit memory, thus providing further evidence on the dissociation between implicit and explicit memory.

Key words implicit memory; explicit memory; encoding; retrieval; asymmetry; ERP old/new effect