

听觉来源提取的材料差异性: 来自ERP的证据

聂爱情, 郭春彦*, 沈模卫

浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310028;

首都师范大学心理系, 北京 100037

* 联系人, E-mail: guocy@mail.cnu.edu.cn

2008-03-28 收稿, 2008-05-07 接受

国家自然科学基金(批准号: 30570603, 30570604)、教育部高等学校博士学科点专项科研基金(批准号: 20060335034, 20070335172)、浙江省教育厅科研项目(批准号: 20061310)、浙江省博士后科研基金、国家基础科学人才培养基金(批准号: J0630760)及北京市属市管高校人才强教计划(批准号: 1HLB)资助

摘要 采用事件相关电位方法, 分别以图形和汉字作为实验材料, 通过两个实验考察了项目再认与听觉来源提取新/旧效应的时空分布特征。学习分别由不同性别声音读出的刺激后进行两类测验: 一是判断视觉呈现的刺激是否已学的项目再认; 二是将由某一性别声音读过的刺激判断为目标而将其他刺激判断为非目标的来源测验。结果发现, 与项目再认任务相比, 图形和汉字的听觉来源提取的新/旧效应的持续时程更长、头皮分布更广; 两类材料在前额区记录到明显的听觉来源提取新/旧效应, 且不同材料的听觉来源提取新/旧效应有所不同。溯源分析结果显示, 图形与汉字相应效应的差异可能源于颞区。上述结果表明, 听觉来源提取与项目再认的新/旧效应头皮分布关系与双重加工模型的观点相一致, 且实验材料与声音特性共同调节听觉来源提取新/旧效应的时空分布特征。

关键词

听觉来源
项目再认
新/旧效应
ERPs
LORETA

忘记或错报事件相关特性是经常会遇到的现象, 如证人在作证时有时会把红头发的持枪罪犯描绘成红头发的旁观者或是黑头发的持刀者。上述现象表明, 人们对事件内容(content)与事件背景(context)的记忆产生了分离。其中, 有关事件内容的记忆称项目记忆(item memory), 有关事件背景的记忆称来源记忆(source memory)^[1]。描述上述两种记忆关系的双重加工模型(dual-process model)指出, 项目再认主要依赖于相对自动的熟悉(familiarity)加工完成; 来源提取则不能自动完成, 该任务需要依赖于有意识控制的回忆(recollection)加工完成^[2]。迄今为止, 来源记忆与需要意识控制的回忆之间的密切关联已为行为研究^[3]、遗忘症病人研究^[4]、脑损伤病人研究^[5]以及老龄化研究^[6]所证实, 表明项目记忆与来源记忆是在认知功能上分离的加工过程。

神经机制研究也为上述观点提供了可靠证据。研究者通常采用新/旧效应(old/new effect)作为区分项目记忆与来源记忆的神经指标, 在事件相关电位

(ERP)研究中, 同项目再认关联的新/旧效应是指由击中旧项目与正确拒绝新项目引起的波形波幅差异; 同来源记忆关联的新/旧效应是指由来源正确判断旧项目与正确拒绝新项目引起的波形波幅差异。一般认为, 来源测验较项目再认更多的新/旧效应即是反映来源记忆的重要神经标志。在较早的一个针对听觉来源提取的ERP研究中, Edward等人^[7]要求被试听由男声或女声读出的单词后, 将已学单词与新单词混合并以视觉形式呈现进行测验, 任务为首先判断相应单词是否已学, 然后判断上一阶段与已学单词关联的声音性别。研究记录了两个时空分布不同的新/旧效应: 约在 400 ms出现的左侧顶区(left-parietal)正走向效应与两任务相关联; 在刺激呈现后 700 ms出现的右侧前额皮层(right-prefrontal)正走向效应仅与听觉来源正确提取的单词相关联。上述结果表明, 项目再认和来源提取是在神经机制上分离的加工过程, 且右侧前额皮层新/旧效应是区分项目再认与听觉来源提取的重要神经标志, 其作用为“提取后加

工”(post-retrieval processing)^[7]。

大脑前侧与听觉来源提取之间的关联同样为其他研究所证实^[8,9]。然而,前额区并非总与听觉来源提取相关联。Wilding等人的研究显示,上述关联仅在无提取时限要求情形存在;在2.5 s时限条件下,单词听觉来源提取仅在右侧中央区存在负走向新/旧效应^[10]。Diane等人^[11]比较前额皮层损伤病人、老人和年轻被试听觉来源提取的研究显示,当增加项目的学习次数时,年轻被试仅存在早期的正走向新/旧效应,老人在左侧前额皮层出现较晚的负走向新/旧效应,病人则记录到较晚出现且幅度较小的前额皮层正走向新/旧效应,表明增加项目的学习次数导致年轻被试的前额皮层新/旧效应明显减小,且大脑皮层老化或前额皮层损伤均对听觉来源提取的新/旧效应具有调节作用。McAllister等人^[12]发现,与对照被试相比,服用可地松被试的单词听觉来源提取的前额皮层新/旧效应消失,服用安慰剂则不影响相应的前额皮层新/旧效应,说明不同药物对听觉来源提取新/旧效应的影响不同。

综上所述,ERP研究表明项目再认与听觉来源提取是两个不同的加工过程,且测验时限要求、学习方式、老龄化、大脑病变以及药物等均对听觉来源提取的新/旧效应具有调节作用。然而,已有的听觉来源提取研究均采用单词作为实验材料,有关报告并未涉及非言语材料和其他言语材料,为此,本文分别以图形和汉字作为实验材料,并采用与前人单词研究^[8]中类似的实验范式开展了两个ERP实验,以分析不同实验材料影响听觉来源提取新/旧效应时空分布特征的规律。此外,本文还将采用溯源定位方法确定与两类材料的不同提取任务关联新/旧效应的脑内发生源,以便进一步探索来源提取的神经基础。本文的假设主要有两:()两类实验材料均存在显著的项目再认和听觉来源提取新/旧效应,且相应效应的头皮分布特征有所不同;()声音特性或实验材料对来源提取新/旧效应存在一定的影响:若图形和汉字的听觉来源提取的新/旧效应与单词的研究结果^[7-9]一致,则可以推论声音特性在来源提取任务中的作用至关重要;反之,实验材料在听觉来源提取任务中起重要调节作用。

1 方法

()被试。普通高校非语言和美术专业的 31

名(15男16女)本科生,15名(7男)被试用于实验一,其余被试用于实验二。被试的母语皆为汉语,平均年龄为21.4岁,均为右利手,视力或矫正视力在1.0以上,无严重身心病史记录,实验后获适量报酬。

()实验材料。实验一的材料为400张有意义的标准化白色线条图^[13],在熟悉性、命名难度、视觉复杂性和表象一致性等方面取得平衡后将图形分为8组,每组为50张。实验二的材料为400个低频汉语双字名词^[14],词频为5~30/10⁶,平均词频为14.11/10⁶,将名词在频率、笔划、发音和结构等方面基本取得平衡后分为8组,每组含50个名词,名词统一为白色黑体。两实验的每组材料均含一个学习任务及项目再认和来源提取两个测验任务:学习阶段的刺激为30个,一半刺激的名称由一男性声音读出,另一半名称由一女性声音读出,组前与组后的4个刺激作为填充;测验阶段含30个已学刺激和20个新刺激,其中10个学过的(男声和女声读过的各半)和10个新的用于项目再认任务,其余刺激用于来源提取测验。实验还采用同类性质的另外50个汉语名词作为练习材料,以使被试熟悉实验任务。在黑背景DELL Dimension 8200电脑屏幕上呈现刺激,显示器为15寸CRT,分辨率为800×600,刷新频率为75 Hz。实验一中图形的水平和垂直视角分别为0.84°~4.72°和0.52°~3.40°,实验二中名词的相应视角为6.72°和3.40°。填充刺激随机分配于测验任务,但不作为统计检验的有效刺激。学习阶段读出刺激名称的声音为立体声,分辨率为16 bit,频率为44.1 kHz,声音的平均呈现时间为600 ms。

()实验程序。首先在屏幕中央呈现1000 ms的注视点“+”,接着为10000 ms的指导语,随后记录了实验阶段的EEG。每组刺激均包含3个实验阶段:(1)学习阶段,在屏幕中央随机呈现刺激,同时由男声或女声读出相应名称,任务为判断声音的性别;(2)项目再认阶段,在屏幕中央随机呈现新旧刺激,任务为判断每一刺激是否已学;(3)来源提取阶段,在屏幕中央随机呈现新旧刺激,任务为将学习阶段由男(或女)声读过的刺激判断为目标,而将由女(或男)声读过的刺激(后文称非目标-旧)和新刺激(后文称非目标-新)判断为非目标。每一刺激的呈现时间均为500 ms,学习与测验阶段的ISI分别为1300±200 ms和1800±200 ms。项目再认与来源提取两任务的出现顺序在被试内平衡,两手手指的按键要求在被试内

平衡, 8组材料的呈现顺序在被试间随机。在每一组的学习任务完成后还插入一个3位数数字, 要求被试进行一分钟的倒减三运算。图1为实验一的流程图, 实验二的流程除将图形改为汉字外其余均与实验一一致。

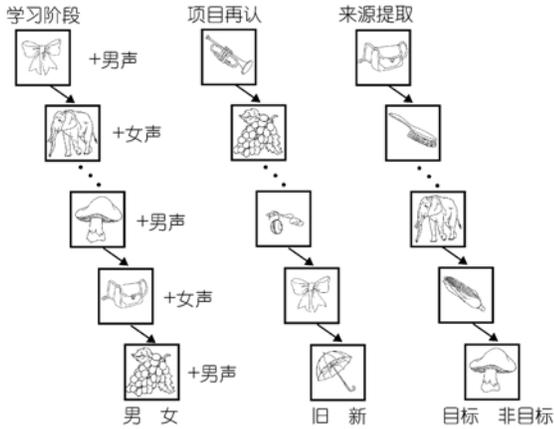


图1 实验一的流程示意图

() EEG记录与数据处理。采用 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。左眼眶额上部和下部的 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。参考电极位于乳突处, 在记录时选用右侧电极作参考, 数据处理阶段采用双侧电极作参考。接地点在 FPz 与 Fz 的中点。脑电信号采集增益为 500, A/D 采样频率为 500 Hz, 滤波带通为 0.05~100 Hz。头皮阻抗 < 5 kΩ。

分析时程为 -100~1600 ms, 刺激呈现前 100 ms 的脑电为基线, 自动排除眼动等伪迹, 振幅在 ±75 μV 区间之外的在叠加前剔除, 滤波带通为 0.05~40 Hz。参照前人研究, 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段为 200~600, 600~1000 和 1000~1400 ms。对每一时段进行记忆判断(2 水

平)×电极位置(5 水平: 前额区、额区、中央区、顶区和枕区)的两因素重复测量方差分析。项目再认阶段的记忆判断两水平为正确判断的旧项目与正确拒绝的新项目, 来源提取阶段则为正确判断的目标(或非目标-旧)与正确拒绝的非目标-新项目(注: 后文仅涉及正确判断项目)。上述分析使用 SPSS12.0 软件包进行, 同时采用了 Greenhouse-Geisser epsilon (ε) 矫正法。

2 结果

2.1 行为数据

表 1 为两实验测验阶段不同项目判断的正确率和反应时, 统计检验结果显示, 在实验一中, 项目再认阶段两类图形的反应时差异不显著; 来源提取阶段三类图形的反应时差异不显著。在实验二中, 项目再认任务中两类名词的反应时差异不显著; 来源提取任务中三类名词的反应时差异不显著。

2.2 ERPs 结果

实验一中, 项目再认阶段的旧图形较新图形的 ERPs 走向总体上更正, 在顶枕区(PO7)可观察到 P116, N162 和 P222, 中央区(Cz)可观察到 P56, N116 和 P174, 前额区(AF7)可观察到 N112 和 P156; 来源测验阶段的目标图形和非目标-旧图形较非目标-新图形的 ERPs 走向总体上更正, 在顶枕区可观察到 P118, N158 和 P214, 在中央区可观察到 N114, P172 和 N232, 在前额区可观察到 P58, N110 和 P156。实验二中, 项目再认阶段的旧名词较新名词的 ERPs 走向总体上更正, 在顶枕区可观察到 P62, N74, P98 和 N164, 中央区可观察到 P50, N90 和 P160, 前额区可观察到 N94, P220 和 N324; 来源提取任务中的目标名词和非目标-旧名词较非目标-新名词的 ERPs 走向总体上更正, 在顶枕区可观察到 N54, P106 和 N164, 中央区可观察到 N90, P160, N200, P236 和 N322, 前额区可观察到 N96, P170 和 N316。

表 1 测验阶段各类刺激的行为结果^{a)}

		项目再认		来源提取		
		旧	新	目标	非目标-旧	非目标-新
图形	正确率(%)	79(1.7)	96(2.2)	84(2.2)	81(1.5)	93(2.6)
	反应时(ms)	760(32.9)	743(28.9)	797(35.3)	773(35.2)	755(26.9)
汉字	正确率(%)	79(4.1)	97(0.5)	78(2.3)	76(3.8)	93(1.2)
	反应时(ms)	851(15.1)	878(11.8)	847(11.1)	941(14.9)	839(16.8)

a) 括号内为标准误

2.3 ERPs 数据的统计分析

() 实验一的新/旧效应分析. 再认阶段旧新图形的 ERPs 比较及差异波地形图分别见图 2 左侧和图 3(a). 方差分析结果显示, 200~600 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,14) = 22.53, P < 0.001$. 600~1000 ms 的两因素交互作用显著, $F(4,56) = 5.09, P < 0.01, \epsilon = 0.96$, 多重比较结果显示, 旧图形较新图形的 ERPs 在前额区更正($P < 0.05$). 1000~1400 ms 的记忆判断主效应以及两因素交互作用均不显著. 上述结果与地形图 3(a)所示结果相似. 来源提取阶段目标图形与非目标-新图形的 ERPs 比较及差异波地形图分别见图 2 中间部分和图 3(b). 200~600 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,14) = 34.18, P < 0.001$; 两因素的交互作用显著, $F(4,56) = 11.76, P < 0.001, \epsilon = 0.74$, 多重比较结果显示, 目标图形较非目标-新图形在 5 个分析区域的 ERPs 均更正($P_s < 0.05$). 600~1000 ms 的两因素交互作用显著, $F(4,56) = 13.53, P < 0.001, \epsilon = 0.88$, 多重比较结果显示, 目标图形较非目标-新图形在前额区和额区的 ERPs 均更正($P_s < 0.05$). 1000~1400 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,14) = 5.81, P < 0.05$; 两因素的交互作用显著, $F(4,56) = 8.85, P < 0.001, \epsilon = 0.63$, 多重比较结果显示, 目标图形较非目标-新图形

在前额区、额区和中央区的 ERPs 均更正($P_s < 0.05$). 上述结果与地形图 3(b)所示结果相似. 来源提取阶段非目标-旧图形与非目标-新图形的 ERPs 比较及差异波地形图分别见图 2 右侧和图 3(c). 200~600 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,14) = 22.99, P < 0.001$; 两因素的交互作用显著, $F(4,56) = 6.43, P < 0.01, \epsilon = 0.69$, 多重比较结果显示, 非目标-旧图形较非目标-新图形在 5 个分析区域的 ERPs 均更正($P_s < 0.05$). 600~1000 ms 的两因素交互作用显著, $F(4,56) = 8.89, P < 0.001, \epsilon = 0.71$, 多重比较结果显示, 非目标-旧图形较非目标-新图形在前额区和额区的 ERPs 均更正($P_s < 0.005$). 1000~1400 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,14) = 20.05, P < 0.001$; 两因素的交互作用显著, $F(4,56) = 5.01, P < 0.05, \epsilon = 0.56$, 多重比较结果显示, 非目标-旧图形较非目标-新图形的 ERPs 在除枕区外的 4 个区域均更正($P_s < 0.05$). 上述结果与地形图 3(c)所示结果相似.

() 实验二的新/旧效应分析. 再认阶段旧新名词的 ERPs 比较及差异波地形图分别见图 4 左侧和图 5(a). 与图形相似, 200~600 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,15) = 11.08, P < 0.005$. 后两个时窗的记忆判断主效应以及两因素交互作用均不明显. 来源提取

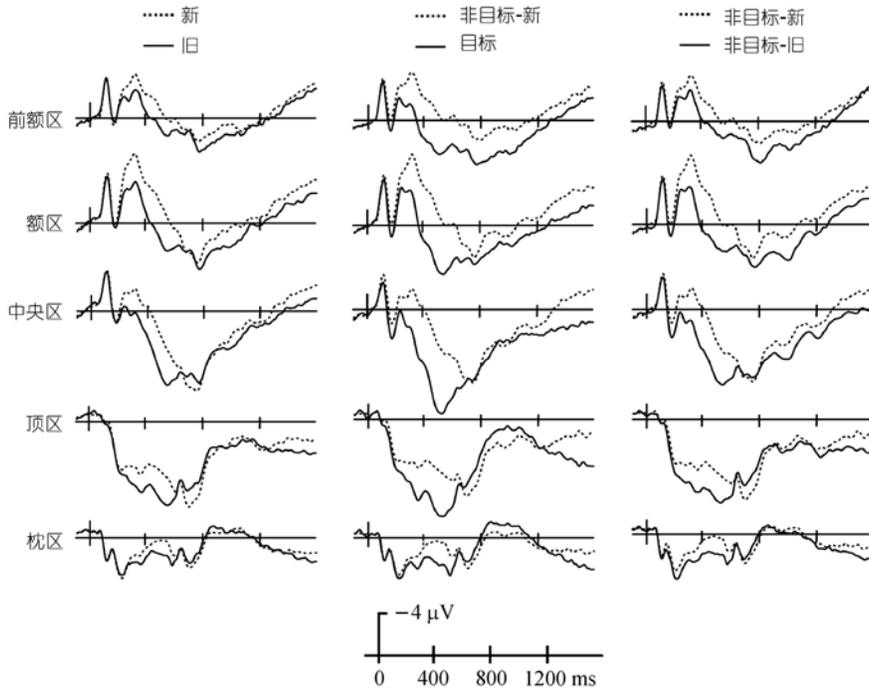


图 2 不同图形的 ERPs 比较

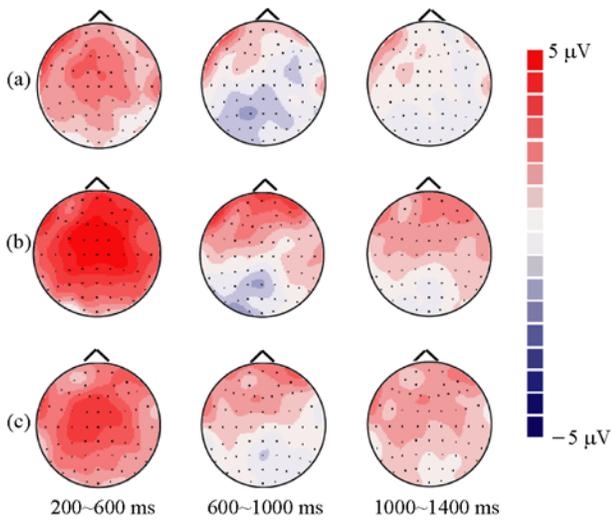


图3 不同图形的新/旧效应差异波地形图
(a) 旧图形; (b) 目标图形; (c) 非目标-旧图形

阶段目标名词与非目标-新名词的 ERPs 比较及差异波地形图分别见图 4 中间部分和图 5(b). 200~600 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,15) = 76.51, P < 0.001$; 两因素的交互作用显著, $F(4,60) = 6.57, P < 0.01, \epsilon = 0.75$, 多重比较结果显示, 与图形相似, 目标名词较非目标-新名词在 5 个分析区域的 ERPs 均更正($P_s < 0.05$). 600~1000 ms 的两因素交互作用显著, $F(4,60) = 4.86, P < 0.01, \epsilon = 0.60$, 多重比较结果显示, 目标名

词较非目标-新名词在前额区的 ERPs 更正($P < 0.05$). 1000~1400 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,15) = 6.12, P < 0.05$. 上述结果与地形图 5(b)所示结果相似. 来源提取阶段非目标-旧名词与非目标-新名词的 ERPs 比较及差异波地形图分别见图 4 右侧和图 5(c). 200~600 ms 的记忆判断主效应显著, $F(1,15) = 53.37, P < 0.001$; 两因素的交互作用显著, $F(4,60) = 4.41, P < 0.05, \epsilon = 0.72$, 多重比较结果显示, 与图形相似, 非目标-旧名词较非目标-新名词在除前额区外的其他区域的 ERPs 均更正($P_s < 0.05$). 后两个分析时段的记忆判断主效应显著, $F(1,15) = 15.87, 5.27, P_s < 0.05$. 上述结果与地形图 5(c)所示结果相似.

() 两实验的新/旧效应分析. 由图 3 和图 5 可以看出, 在不同分析时段, 两实验的听觉来源提取均较项目再认的新/旧效应在不同大脑皮层的激活程度更强, 即使在相应效应分布区域较广的 200~600 ms 也存在该趋势, 如图 6 左侧(a)显示, 该时段的目标图形和非目标-旧图形均较旧图形的新/旧效应的差异波振幅更大; 在右侧(b), 除枕区的非目标-旧汉字的相应效应的差异波振幅较小外, 其余区域存在相似的趋势.

将不同分类的总平均 ERPs 导入具有标准 MRI 解剖结构头像的 Curry6.0 软件系统, 用 LORETA 电

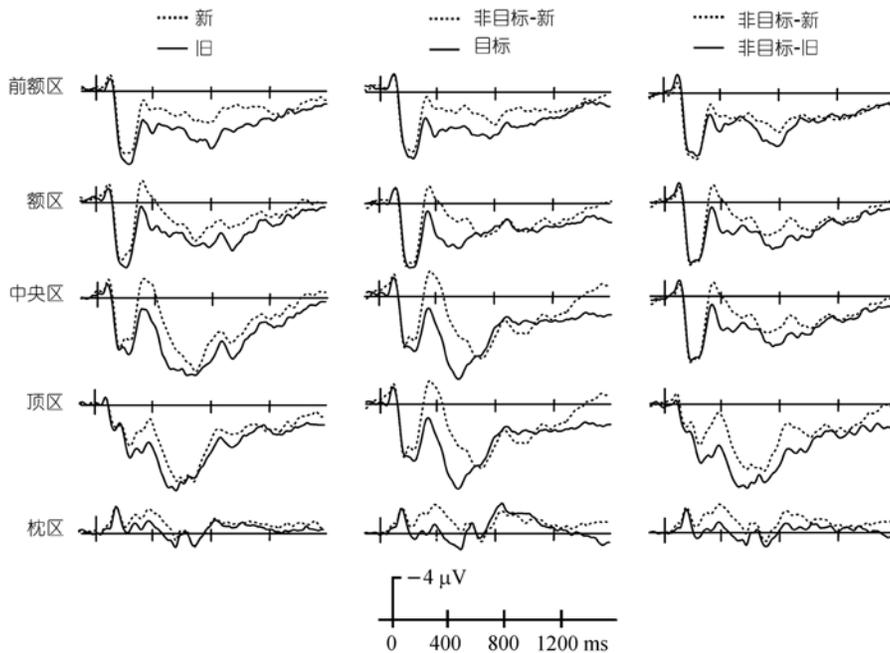


图4 不同名词的 ERPs 比较

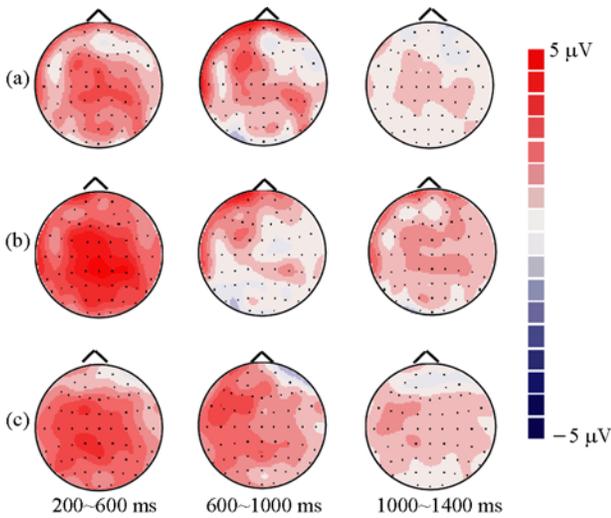


图5 不同名词的新/旧效应差异波地形图
(a) 旧名词; (b) 目标名词; (c) 非目标-旧名词

流密度法和偶极子拟合法, 在三壳球模型中重建各任务不同时段头皮活动源, 取刺激后最大 MGFP (mean global field power) 对应的时间点进行定位分析. 结果如图7中大脑各剖面激活区域所示, 相应区域在MRI结构像上确定的 Talairach 坐标见表2. 通过比较可以发现, 顶区在两实验的项目再认和听觉来源提

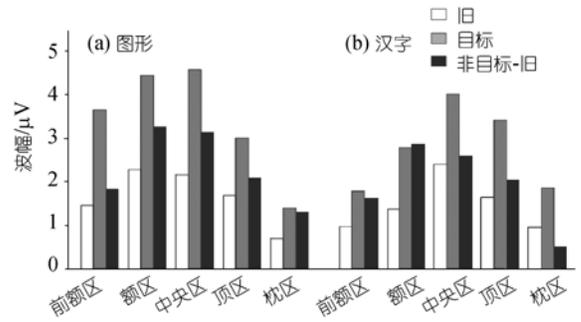


图6 不同新/旧效应在 200~600 ms 的差异波波幅比较

取任务中均激活; 与项目再认相比, 两实验的听觉来源提取任务均在颞区存在明显的激活; 与汉字相比, 图形的项目再认和听觉来源提取任务还在颞区出现一较大程度的激活. 上述结果表明, 听觉来源提取较项目再认需要更多大脑区域的参与, 且该结果在不同材料之间具有一致性; 图形与汉字的听觉来源提取既有共同激活区域, 也存在一定的差异, 且图形较汉字的最大 MGFP 的出现时程更早.

3 讨论

本研究的两个实验不仅得出图形和汉字存在显著的项目再认和听觉来源提取新/旧效应, 而且还得

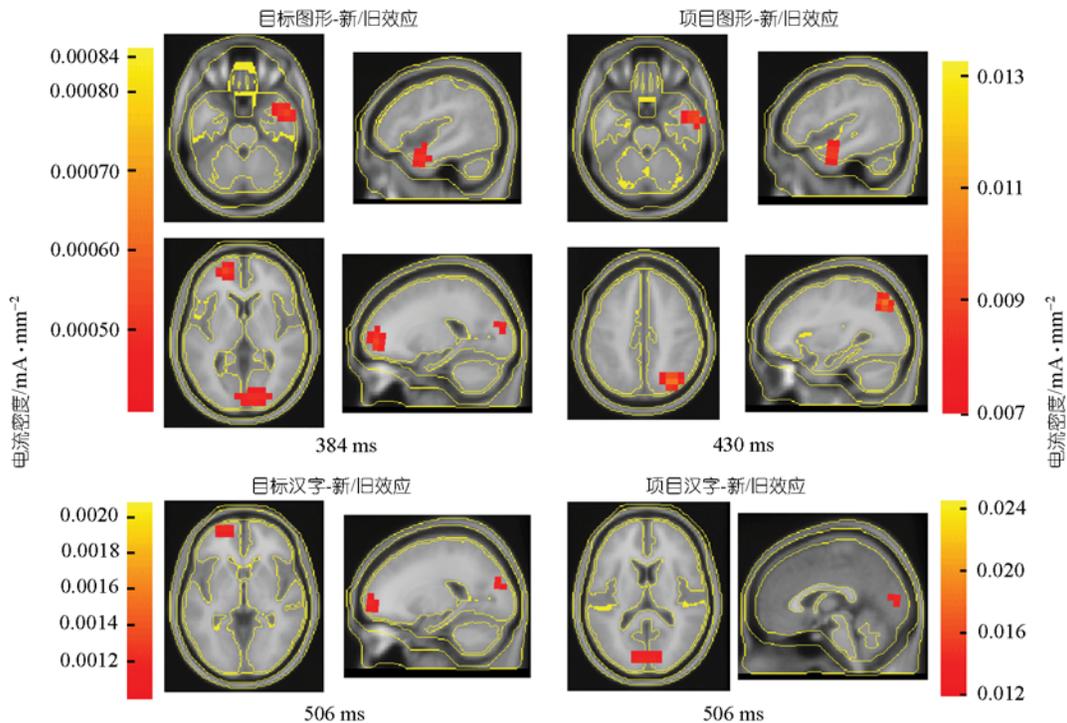


图7 项目再认与听觉来源提取新/旧效应的电流密度图

表2 不同任务相应新/旧效应的最大激活区域的 Talairach 坐标

刺激类型	比较	时间点	脑结构	Brodmann 区	x	y	z	残差
图形	旧>新	430 ms	右楔前叶	19	31.1	-67	42.9	8.61%
			右梭状回	20	50.4	-5.6	-23.7	
	目标>非目标-新	384 ms	左额上回	10	-20.6	51.4	5.2	6.91%
			右颞中回	21	45.2	2.3	-22.8	
			右舌回	17	1.3	-88.9	5.2	
汉字	旧>新	506 ms	左枕叶	18	-0.4	-86.3	12.2	8.01%
			目标>非目标-新	506 ms	左额上回	10	-18.8	54.0
	左枕叶	18	-18.8		-83.6	22.8		

出相应效应在时间进程和头皮分布之间的关系。

在第一分析时段, 图形存在明显的项目再认主效应, 第二个时段的相应效应仅在前额区显著; 实验二发现, 汉字与图形在第一时段的项目再认新/旧效应相似, 其他时段的效应则不显著。溯源分析显示, 图形较汉字在项目再认任务中的激活区域更广。上述结果表明, 图形较汉字的项目再认任务难度更高, 究其原因, 这可能与两类材料所需编码方式不同有关, 一般认为, 言语材料的编码属自上而下(top-down)的加工, 图形则属由下而上(bottom-up)的加工^[15,16], 由此, 不同材料的加工速度可能有所不同, 从而引起不同材料的存储程度有所差异, 提取阶段的困难程度也将有所不同, 说明非言语材料较言语材料提取所需监控程度更高。

实验一显示, 图形听觉来源提取较项目再认新/旧效应的头皮分布更广、持续时程更长, 600~1000 ms的额区效应以及 1000~1400 ms的前额区、额区和中央区效应仅在听觉来源提取任务中明显。实验二得出相似的结果, 600~1000 ms的前额区效应以及 1000~1400 ms的记忆判断主效应仅在听觉来源提取任务中明显。上述结果表明, 图形和汉字的项目再认与听觉来源提取是两个分离的记忆过程, 且两任务以序列方式发生, 这与单词研究的结果^[7-9]一致, 也与双重加工模型的观点^[2]相一致, 说明图形和汉字的项目再认主要与相对自动的熟悉加工相关联, 听觉来源提取则与有意识控制的回忆相关联。比较差异波地形图可以发现, 不同时间段的来源提取均较项目再认的新/旧效应的头皮活跃程度更高, 同样表明两种任务为分离的过程。听觉来源提取较项目再认新/旧效应的持续时程更长的结果与Burgess等人^[17]的情节提取模型描述的观点相一致, 即提取是一个叠加的建构过程, 它依赖于两个特定的阶段: 一是提取线

索的锁定(cue specification), 二是利用这些线索监控提取信息, 若监控过程发现提取的信息不恰当, 就需重复这两个阶段, 直至结果满意。根据该模型, 来源提取较项目记忆新/旧效应的出现时程应有所滞后。

本研究的两个实验均在前额区和额区得出听觉来源提取的新/旧效应, 这与单词的相应来源提取与前额区关联的结果一致^[7-9], 溯源分析也为该结果提供了支持, 说明大脑前侧在听觉来源提取任务中的作用受材料性质的影响较小, 来源特性则对该区域的参与程度起着重要调节作用。Moscovitch^[18]曾对额区(或前额区)在来源记忆任务中的作用进行了深入的讨论并提出一个重要模型, 模型指出, 额区的作用是对海马提取信息的加工, 换言之, 前额皮层对海马提取的信息负责, 它使提取信息处于意识水平并将这些信息与特定的时空背景(来源)相关联。模型还认为, 海马对先前事件的加工是自动的、非策略性的, 而额区对海马输出信息的加工是有意识的、需要策略参与的过程。由此, 本研究得出的前额区听觉来源提取新/旧效应很有可能是对项目再认区新/旧效应输出信息的继续加工。Wilding等人^[19]指出, 右侧前额皮层新/旧效应在来源记忆任务中的作用为“提取后加工”, 该效应是区分项目再认与来源提取的重要神经标志。另有研究者将前额皮层新/旧效应解释为评价来源特性的神经标志^[20]。就本文的结果而言, 前额区和额区在听觉来源提取任务中的作用可能涉及项目再认后的提取加工或是对声音特性的评价。

与单词研究^[7-9]不同, 除前额区和额区外, 图形听觉来源提取还在 1000~1400 ms的中央区记录到明显的新/旧效应, 汉字在该时段记录到记忆判断主效应, 表明听觉来源提取并非仅与前额区相关联, 也说明不同实验材料的听觉来源提取新/旧效应既有相合之处, 也存在一定的差异, 其新/旧效应是一个大家

族^[21]。本研究之所以在除颞区(或前颞区)外的其他区域记录到听觉来源提取新/旧效应的原因可能有三:首先,该结果与实验材料的编码水平较低有关,即项目的编码水平越低提取时需要付出的努力程度越高,因而需要参与的大脑区域也较广,即材料编码的精细程度对提取阶段需要参与的大脑区域具有一定的调节作用。然而,该观点并非一个合理的解释,由于本文两个实验学习阶段的材料呈现方式均含视觉和听觉,前人研究中单词的呈现通道仅为听觉^[7-9],且不同实验的编码任务均为判断声音的性别,由此,图形与汉字较单词的精细加工程度应当更高。其次是材料特异性。前人指出,不同材料所需认知方式不同^[15,16],由于单词主要具有表音和表义特征,图形主要具有表形和表义特征,汉字则同时具有表音、表形和表义特征,这可能引起3类材料的存储区域有所不同,从而导致提取阶段激活的头皮区域有所差异。然而,材料特异性也非合理的解释,由于图形研究有仅在顶枕区得出来源提取新/旧效应的结果^[22,23]。最后是实验材料与来源特性的捆绑。由于在将刺激判断为已学的基础上才能有效提取目标声音,可见,刺激与声音的联合成为引起研究间结果差异的另一潜在原因,即实验材料和来源特性均对来源提取具有调节作用,这可能引起不同材料与相应来源关联的存储区域有所不同,提取阶段则直接从相应部位提取有关信息,该观点已在前人研究中有所论述^[24]。因此,只有联合这两个因素才能把握听觉来源提取神经机制的全貌。然而,两因素联合作用的详细机制尚需后续研究予以深入。

电流密度图分析显示,图形的项目再认和来源提取均在颞区记录到明显的激活,该结果在汉字的相应任务中则不明显。单词研究仅在病人研究时记录到类似结果,Haist等人^[25]的fMRI研究发现,在行为结果一致的情形,与正常被试相比,ASD(autism spectrum disorders)病人在听觉来源提取任务中的双侧颞上回存在较高程度的激活。作者认为,ASD病人在该区域的激活是完成听觉来源提取这一复杂任务时的功能弥补。由此可见,颞区激活可能是图形提取所特有的,且该激活不随任务要求的不同而有所差异。其他学者的图形研究记录到类似结果,在Guo等

人^[26]的工作记忆研究中,他们采用间隔数目不等的形式重复已学图形,且图形的重复次数也不同,针对重复效应的溯源分析结果显示,重复图形较新图形在颞区观察到更程度的激活,且该激活不随图形重复次数和间隔图形数目的不同而有所差异。上述结果表明,颞区激活与图形提取之间的关联不仅在长时记忆任务存在也在短时记忆过程中明显,该区域在其他材料中的激活可能仅局限于功能弥补等情形。

非目标-旧项目的新/旧效应是前人研究中忽视的一个方面,该效应与项目记忆以及来源信息提取效应的产生条件不同。项目再认在不提取学习背景的熟悉基础上完成,非目标-旧项目则需辨别出该类项目与目标项目的学习背景不同才能做出有效判断,当然,被试也可直接通过猜测将非目标-旧项目排除^[22]。在3个分析时段,本研究的两个实验均发现非目标-旧项目与目标项目新/旧效应的时间分布特征相似,表明非目标-旧项目辨别较项目再认的任务难度更高,二者同样以序列方式发生。引起上述结果的另一个可能原因是“熟悉引起的反应冲突”(familiarity/response conflict),该观点指出,非目标-旧项目较项目判断任务中旧项目的熟悉程度更高,当刺激的多个特征相对熟悉且与记忆判断相关联时会产生一定的冲突,因而非目标-旧项目较项目再认的难度更高,导致大脑皮层在判断非目标-旧项目时的参与程度受到影响^[27]。研究还发现,非目标-旧图形在1000~1400 ms的顶区存在显著新/旧效应,该效应与目标图形的关联不明显;实验二中来源提取阶段的两类旧名词的新/旧效应在600~1000 ms也有所不同,这些结果表明,听觉来源判断的任务定向不同,这可能与被试辨别两类项目时采用的策略不同有关。

综上所述,图形和汉字均存在显著的项目再认和听觉来源提取新/旧效应,且后一任务较前一任务新/旧效应的持续时程更长、头皮分布更广,该结果与描述两类任务关系的双重加工模型的观点相吻合;上述两类实验材料的听觉来源提取新/旧效应的时空分布既有一定的相似之处(即均在大脑前侧明显),也存在一定的差异,该结果表明实验材料和声音特性共同调节听觉来源提取新/旧效应的时空分布特征。

参考文献

- 1 Tulving E. Episodic memory: From mind to brain. *Ann Rev Psychol*, 2002, 53: 1—25[DOI]

- 2 Jacoby L L. A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *J Mem Lang*, 1991, 30: 513—541 [\[DOI\]](#)
- 3 Bodner G E, Stephen D L. Remembering and knowing in context. *J Mem Lang*, 2003, 48: 563—580 [\[DOI\]](#)
- 4 Rosaleen A M, Michael D K, Elizabeth K W. Remembering and forgetting of semantic knowledge in amnesia: A 16-year follow-up investigation of RFR. *Neuropsychologia*, 2005, 43: 356—372 [\[DOI\]](#)
- 5 Audrey D, Charan R, Laurel W, et al. Dissociable neural correlates for familiarity and recollection during the encoding and retrieval of pictures. *Cogn Brain Res*, 2004, 18: 255—272 [\[DOI\]](#)
- 6 Jacoby L L, Anthony J B, Sandra H, et al. Aging, subjective experience, and cognitive control: Dramatic false remembering by older adults. *J Exp Psycho: General*, 2005, 134(2): 131—148 [\[DOI\]](#)
- 7 Edward L W, Michael C D, Michael D R. Recognition memory with and without retrieval of context: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 1995, 33(6): 743—767 [\[DOI\]](#)
- 8 Rugg M D, Henson, Richard N A R, et al. Neural correlates of retrieval processing in the prefrontal cortex during recognition and exclusion tasks. *Neuropsychologia*, 2003, 41(1): 40—52 [\[DOI\]](#)
- 9 Senkfor A J, Van P C. Who said what? An event-related potential investigation of source and item memory. *J Exp Psycho: Learn Mem Cogn*, 1998, 24(4): 1005—1025 [\[DOI\]](#)
- 10 Wilding E L, Sharpe H. The influence of response-time demands on electrophysiological correlates of successful episodic retrieval. *Cogn Brain Res*, 2004, 18(2): 185—195 [\[DOI\]](#)
- 11 Diane S, Senkfor A J, Cyma V P. Source memory retrieval is affected by aging and prefrontal lesions: Behavioral and ERP evidence. *Brain Res*, 2006, 107(1): 161—176
- 12 McAllister-Williams R H, Rugg M D. Effects of repeated cortisol administration on brain potential correlates of episodic memory retrieval. *Psychopharmacology*, 2002, 160(11): 74—83 [\[DOI\]](#)
- 13 Snodgrass J G, Vanderwart M. A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *J Exp Psycho: Hum Learn Mem*, 1980, 6: 174—215 [\[DOI\]](#)
- 14 刘源, 梁南元, 王德进, 等. 现代汉语常用词词频词典(音序部分). 宇航出版社, 1990
- 15 Tulving E, Colotla V A. Free recall of trilingual lists. *Cogn Psychol*, 1970, 1: 86—98 [\[DOI\]](#)
- 16 Nie A Q, Guo C Y, Shen M W. Neural correlation of item recognition and voice source retrieval. *Prog Nat Sci*, 2007, 17(13): 24—28
- 17 Burgess, Shallic. Confabulation and control of recollection. *Memory*, 1996, 4: 359—411 [\[DOI\]](#)
- 18 Moscovitch M. Models of consciousness and memory. In: Gazzaniga M S, ed. *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press, 1994. 1341—1356
- 19 Wilding E L, Rugg M D. An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*, 1996, 119(3): 889—905 [\[DOI\]](#)
- 20 Charan R, Ken A P. Neural correlate of memory retrieval and evaluation. *Cogn Brain Res*, 2000, 9(2): 209—222 [\[DOI\]](#)
- 21 Friedman D, Johnson R. Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review. *Micros Res Tech*, 2000, 51(1): 6—28 [\[DOI\]](#)
- 22 Cycowicz Y M, Friedman D. Source memory for the color of pictures: An event-related brain potentials reveal sensory-specific retrieval-related activity. *Psychophysiology*, 2003, 40(3): 455—464 [\[DOI\]](#)
- 23 Friedman D, Cycowicz Y M, Michael B. The late negative episodic memory effect: The effect of recapitulating study details at test. *Cogn Brain Res*, 2005, 23(2-3): 185—198 [\[DOI\]](#)
- 24 Cycowicz Y M, Friedman D, Snodgrass J G. Remembering the color of objects: An ERP investigation of source memory. *Cerebral Cortex*, 2001, 11(4): 322—334 [\[DOI\]](#)
- 25 Haist F, Adamo M, Courchesne E. Adaptive reorganization of brain systems in autism: An event-related fMRI study of source memory. Program No. 196. 19. 2003, Abstract Viewer/Itinerary Planner. Washington, DC: Society for Neuroscience, 2003
- 26 Guo C Y, Adam L L, Jiang Y. Distinct neural mechanisms for repetition effects of visual objects. *Neuroscience*, 2007, 149: 747—759 [\[DOI\]](#)
- 27 Cyma V P, Barbara J L, Susan R R, et al. Frontal brain activity predicts individual performance in an associative memory exclusion test. *Cerebral Cortex*, 2002, 12: 1180—1192 [\[DOI\]](#)