

动词过去式“双系统”认知模型 ERP 研究*

马恒芬 胡杰辉

(中国民航大学,天津 300300; 电子科技大学,成都 611731)

提 要: 动词过去式的规则和不规则形态变化为心理词汇研究提供独特视角。事件相关电位技术(ERP)为心理词汇的认知加工过程研究提供高精度测量手段。本文从母语和二语加工两个维度系统梳理动词过去式认知机制 ERP 研究的不同实验范式,重点讨论并解释相关特征波形成分。系列 ERP 实验结果都证明动词过去式心理表征分为心理词汇与心理语法两个系统,“双系统”认知模型具有广泛的认知生理机制。文章据此提出本领域研究目前存在的挑战和今后的研究方向。

关键词: 动词过去式; 认知模型; ERP 特征波形成分

中图分类号: H0-05

文献标识码: A

文章编号: 1000-0100(2014)04-0033-6

ERP Studies of Dual-system Cognitive Model of the Past Tense Verb Forms

Ma Heng-fen Hu Jie-hui

(Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China; University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

The idiosyncratic mappings of regular and irregular morphological changes of the past tense verb forms provide a distinct perspective for the study of mental lexicon. Event-related Potential (ERP) technique provides a high temporal resolution measurement of the cognitive processing of mental lexicon. Differentiating between first and second language processing, this paper reviews different paradigms of ERP experiments on the cognitive mechanisms of the past tense verb forms, with an emphasis on discussing different ERP components. Results show that the past tense verb forms are mentally processed in two cognitive channels: mental lexicon and mental grammar. This “Dual-system” cognitive model for the past tense verb forms is substantiated with physiological substrate. Based on the analyses, the paper discusses future challenges and research directions for the field.

Key words: past tense verb form, cognitive model; feature component of ERP waveform

1 引言

语言学界越来越清醒地认识到从大脑机能角度研究语言是语言学未来发展的方向之一。Chomsky 指出,语言研究“随着研究重心由人为结构的‘外表化语言’转向现实世界上存在的客体语法和普遍语法,语言学原则上成为生物学的一部分”,并认为这一转向“是促使当代认知科学发展的一个因素”(Chomsky 1992: 573-588)。

英语词汇的一个重要特征就是它的派生性。对动词过去式的研究之所以具有重要理论意义,

就在于它包含两个极其不同的现象:规则与不规则变化。根据对这两种不同现象的研究,Ullman 正式提出,动词过去式心理表征的“双系统”模型,该理论区分心理词汇(mental lexicon)与心理语法(mental grammar)两种语言认知系统,认为二者可能具有不同的认知神经基础。(Ullman 2001: 717)

大脑词库或心理词典是心理语言学的一个重要概念,是人脑中关于词汇信息的内存,属于“内在”语法研究范畴。把人脑中关于词汇存储与提

* 本文系国家自然科学基金项目“中英双语者词汇加工过程中脑功能活动及其抑制的多模态成像研究”(81271550)、天津市社科基金项目“第二语言多模态隐喻实证研究”(TJWY12-064)和四川省社科基金项目“汉英双语者心理词汇通达机制研究”(SC13WY14)的阶段性成果。

取的信息集叫做“词库”或“词典”,是一种隐喻说法,大脑词库既是研究者主观虚拟的,又是客观存在于人脑的一个系统。(杨亦鸣等 2001: 90) 目前,国内外对大脑词库的研究涉及大脑词库的语义结构、语音表征、正字法表征等。本文以动词过去式为切入点,梳理其认知模型中的心理词汇和心理语法的区别及其认知神经机制。

传统的心理语言学常采用反应时和正确率,但它们都是反映言语加工的综合结果,并且需要被试的意识判断,这些特点使得反应时难以精确描述语言加工中即时、连续的心理过程。ERP (event-related potentials, 事件相关电位) 反映与刺激呈现时间同步的大脑电生理信号,它可以为我们提供毫秒级的时间分辨率,且 ERP 成分是多维度的,可以从极性(P/N)、波幅、潜伏期和头皮分布等多方面描述,由此奠定它在语言研究中的地位和前景。语言相关 ERP 有不同的成分,主要包括:(1) N400, 词汇-语义处理引起的位于大脑中央顶叶周围的负波,刺激呈现后 400ms 达到峰值(Kutas & Hillyard 1980: 203),主要依靠双侧颞叶结构(Van Petten & Luka 2006: 280);(2) LAN(Left Anterior Negativities) 是词汇形态句法违反情况下出现的一种负成分,潜伏期长短存在差异,反映基于语法规则的自动处理过程,主要产生在左前额叶皮层,即 Broca 区,因而也称为左前负波(Friederici 2002);(3) P600 又称句法正漂移(Syntactic Positive Shift, SPS),关键词 600ms 之后达到峰值的正成分,其头皮分布主要集中于中央顶区,反映基于语法规则有意识的控制处理过程(Friederici 2002)。可见,句法处理与两个 ERP 成分相关,一个早期(150 - 500ms)的 LAN 和一个晚期(600 - 900 ms)的 P600。实际上,语言相关 ERP 各个成分的特性和含义极其复杂,目前依然有多种细微差别的争议,但不影响本文研究,因此不再赘述,感兴趣的读者可参考相关文献。(Steinhauer & Connolly 2008: 91)

基于上述特征波形,研究者以 ERP 技术为手段,分别以母语者和二语者为受试,采用不同实验范式探索动词过去式的加工机制。系列证据支持动词过去式曲折变化遵从心理词汇和心理语法“双系统”心理词典认知模型。下文以母语和二语加工两个维度,分别梳理不同心理实验范式,重点讨论并解释相关特征波形成分。

2 母语者“双系统”认知机制研究

根据“双系统”模型的基本假设,动词过去式

的心理表征分为两种不同形式:规则动词过去式基于规则的心理语法构建,而不规则动词的过去式以词汇记忆的形式存储,即心理词汇。为验证二者是否具有相同认知机制,国际上主要采用两种类型的实验范式测量二者的加工过程:启动范式和违例范式。

2.1 启动范式

启动范式基于前面呈现的一个相关词形启动刺激(如 walked),有助于对应特定目标词的辨认(walk)。有研究发现,规则动词过去式(jumped-jump)比不规则动词过去式(found-find)能更有效启动其对应的动词原型。启动效应的差异显示规则动词过去式在提取中有动词原型参与,因此启动效应比不规则动词更强,后者直接从词汇记忆中提取而没有通达其动词原型。

Münter 等最早以英语母语者为被试,采用 ERP 手段与重复启动范式研究动词过去式两种形态变化是单系统还是双系统机制。(Münter 1999: 241) 实验中,19 名被试被要求阅读一系列动词,其中一些动词原型(5 - 9 个干扰单词)前出现它的过去式,构成启动情况。另外一些动词前的相应位置呈现其它单词的过去式,构成非启动情况。研究发现两种情况下动词原型引起的 ERP 显著不同(如图 1 所示)。对于规则动词,相对于非启动情况下,启动情况引起 N400 波幅的显著减小,而启动情况下的不规则动词没有这种效应。虽然 N400 产生的认知机制莫衷一是,但较为一致的结果认为它的出现与词汇整合是否成功完成有关,其波幅对于词汇语义信息敏感。研究者认为 N400 波幅与目标词汇通达的难度变化成正比。(Steinhauer & Connolly 2008: 91) 控制条件显示,规则动词启动情况下 N400 波幅的减小不是由语音和字形启动引起。据此,Münter 等认为,规则动词过去式的认知机制基于心理语法规则,即由词干 + 词缀形式(如 walked = walk + ed)提取,从而对后面的动词原型形成显著启动,引起 N400 波幅的显著减小(Münter, et al. 1999)。而不规则动词的过去式则没有这个过程,所以没有通达动词原型,从而不能形成明显的启动效应,为“双系统”假设提供证据。

如图所示,规则动词启动在 200 - 500ms 间呈现正偏移,不规则动词没有这种情况(Münter, et al. 1999)。

Weyerts 等以德语母语者为被试,采用两种启动方式,原词-原词重复启动(原词重复)和不定式-过去式重复启动(词素重复),结果发现规则

动词的词素重复启动产生了接近于原词启动的 ERP 波形,即在目标词呈现 200ms 后的 ERP 波形中产生了一个明显的正漂移 (weyerts, et al. 1996: 125)。不规则动词没有发现形态重复的显著效应,两相对比支持“双系统”模型。Rodriguez-Fornells 等以西班牙语被试进行启动范式的 ERP 试验,发现无标记启动词(如 ando-andar, 等同于英语中的规则动词)引起了目标词干 N400 的显著减小,而标记动词(如 duermo-dormir, 等同于英语中的规则动词)则没有产生这种效应,控制条件显示语音和字形等形式特征不能解释启动效应 (Rodriguez-Fornells, et al. 2002: 443)。由此,研究者认为西班牙语中的无标记启动目标词对(ando-andar)经由心理语法通达同样的词干,即共享原型词汇,而标记动词词汇(duermo-dormir)包含不同的词条,储存于心理词典。

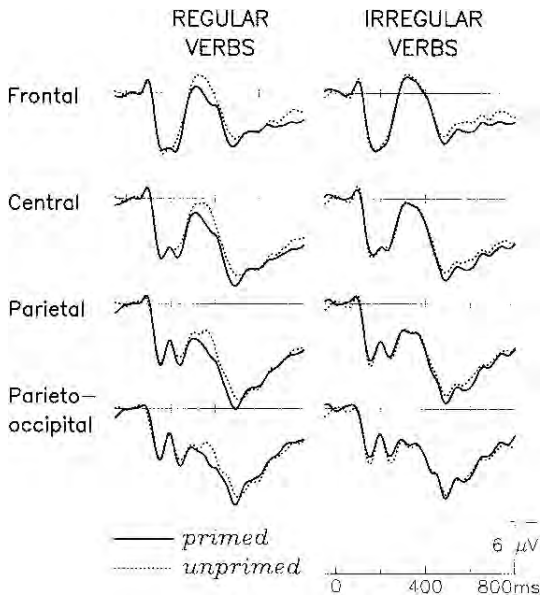


图1 两种情况下大脑中线电极附近的 ERP 波形

2.2 违例范式

相对于启动范式,违例范式的研究更加丰富,也更能发挥 ERP 技术优势。归纳起来,违例范式可分为如下几种:动词原型违例、规则/不规则泛化违例、词形正确句法违例。

2.2.1 动词原型违例

Newman 等的研究以英语母语者为被试,将动词原型放在过去时态的句子中,形成动词原型违例(如 Yesterday she talk <应为 talked> with Albert. Yesterday she throw <应为 threw> a ball) (Newman, et al. 2007: 435)。规则和不规则两类动词都按照词频分组排列且均为单音节词,以排

除相关条件对实验的干扰。作为参考,研究还加入两个控制条件,动词句法违例和词汇语义违例。结果显示,在规则动词过去式和句法两种违例情况下,引起左前负波 LAN,而不规则动词和词汇语义没有这种现象(图2),说明规则动词过去式和句法与不规则动词过去式和词汇语义的存储与加工具有不同的神经基础。规则动词、不规则动词和短语结构句法都在大脑顶叶中线电极附件引起正成分 SPS。与 LAN 不同,该成分反映被试有意识的对于短语结构和动词曲折变化进行控制句法加工的过程。综合上述结果研究认为,规则和不规则动词过去式的神经认知基础不同:规则动词是以语法规则为基础的生成机制,而不规则动词是以记忆为基础的存储机制。

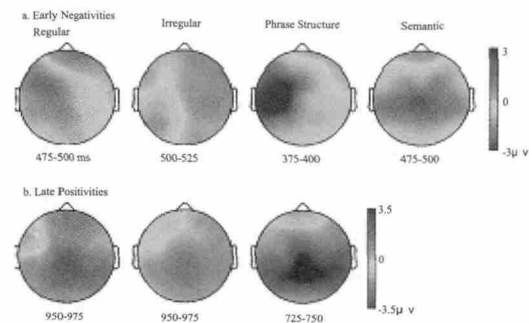


图2 ERP 成分头皮拓扑图(Newman, et al. 2007)

Steinhauer 和 Ullman 采用动词原型违例的方式研究英语动词过去式曲折变化,最初结果分析显示,规则和不规则动词都引起 LAN 和 P600 形式(Steinhauer & Ullman 2002: 62)。ANOVA 分析后发现,动词类型效应和性别因素在 300 - 500 毫秒显著引起头表负波的不均匀分布;对于不规则动词,在违例出现后的 300 - 400ms,负波的分别主要集中在大脑中央顶叶周围,显示出 N400 的性质,表明心理词汇陈述性记忆的提取过程。对于规则动词在 300 - 400 ms,男性被试中显示出 LAN,说明额叶心理语法程序性记忆的激活;而女性被试呈现的是类似于 N400 的成分,表明女性倾向于以记忆而不是按照规则生成过去式。Steinhauer 认为,被试在 400 - 500ms 内的 LAN 特征分布和在 600 - 900ms 内的 P600 分别对应其形态语音 (morphophonological) 的处理和形态句法 (morphosyntactic) 的处理过程。

值得一提的是,在 Newman 等人(2007)的研究中不规则动词没有出现 N400。Newman 认为是因为其研究使用的是动词原型,其它研究中发现的 N400 是将不规则动词词缀加入规则词干等使

其变成了非词, N400 反映意义加工而非词汇提取。

2.22 不规则/规则泛化违例范式

Penke 等用此范式研究德语动词过去式, 在其测试材料中, 将规则动词的词缀加入到不规则动词的词干上构成违例词, 我们可以将之称为规则泛化 (over-regularization) (Penke, *et al.* 1997: 37)。同时将不规则动词的词缀加到规则动词的词干上 (over-irregularization)。结果表明, 只有前者引起了 LAN, 而后者没有明显的变化, 因此研究者认为, 这个结论支持双系统的认知模型, 即规则动词的处理需要在语法规则的控制下将动词过去式分解为词干与词缀的组合, 而不规则动词没有这个过程, 而是以陈述性记忆的形式储存。

Gross 等采用同样的范式研究意大利语动词的认知机制, 发现规则泛化在 300 - 500ms 区间引起了明显负波, 而不规则泛化没有明显的 ERP 效应 (Gross, *et al.* 1998: 83)。不同的是, 规则泛化违例情况得到的负波没有左前分布的趋势而是广泛分布在整个头表, 因此更接近于 N400 的特征分布而非 LAN。研究者认为, 造成这种现象的原因是意大利语中正确和错误形式语音差异很大所致 (preso / * prendato)。在这种情况下, 违例词被看做非词因此没有激活心理语法。即便如此, 规则动词和不规则动词的波形差异非常明显, 因此支持双系统机制。

Morris 和 Holcomb 在句子中和词汇列表两种情况下呈现违例英语单词, 发现在句子违例情况下, 两种动词都有晚期正成分 P600 的特征波形分布 (Morris & Holcomb 2005: 963)。不规则动词在规则泛化的违例情况下引起 LAN, 但规则动词在不规则泛化的违例情况下在大脑前部的中线电极周围出现显著的负波。前者显示被试心理语法的规则系统被规则泛化违例激活, 而后者如何解释呢? 笔者认为, 大脑前部中线附近的负成分其实就是 N400, 只是因为受到晚期正成分的干扰, 这些负波被“推”到了更为靠前分布的位置, 表明被试通过陈述性记忆方式提取不规则泛化违例单词。

2.23 词汇形态正确而句法违例范式

Allen 等采用 ERP 手段研究在句子违例的情况下 (如: The man will worked on the platform.) 动词过去式的认知机制 (Allen, *et al.* 2003: 405)。实验有三组自变量: 动词类别 (规则/不规则)、动词频率 (低频/高频) 和句子语法 (时态正确/时态违例)。研究发现, 对于规则动词 N400 的词频效应

显著, P600 的语法效应显著, 但二者交互作用不显著。对于不规则动词, 词频与语法交互效应显著, 时态违例句子中高频词的 P600 显著早于低频词。可见, 虽然两者都产生 P600, 但只有不规则动词的潜伏期与动词的频率相关, 间接证明不规则动词依赖词汇记忆提取 (受到频率影响), 而规则动词不受频率影响, 显示其是通过语法规则通达提取。

上述研究有两个重要的特殊情况: 一个是低频规则动词引发了 N400, 这符合 N400 的特征, 因为这些词是低频词, 所以被试很有可能将它们作为生词处理而产生 N400; 另外一个是本实验中没有报告 LAN 效应, 这恰恰验证了 Friederici 提出的结论, 即 LAN 对于形态句法非常敏感 (Friederici 2002: 78)。本实验范式的特点是句子时态错误, 而动词形态完全正确, 因此没有产生 LAN。

以上研究无论是启动范式还是 3 种不同特征的违例范式, 在英语、德语、意大利语、西班牙语等包含曲折变化的语言中都发现了区分规则和规则动词过去式的 LAN 或 P600 与 N400 特征波形成分, 显示出二者不同的神经基础, 广泛支持动词过去式“双系统”认知机制。

3 二语者双系统加工机制研究

前述研究都是以母语者为研究对象, 进一步研究二语者的动词过去式形态表征有助于检验双系统模型的解释力。关于晚期二语学习是否与母语习得有区别一直争议很大, 一些研究者, 如 Wartenburger (2003: 159), Han 和 Odlin (2006: 12) 等认为, 晚期二语者很难达到母语的母语水平, 尤其是在语法能力和词汇曲折变化方面更难。当然也有相反的观点和证据, 包括 ERP 证据 (Steinhauer, *et al.* 2009: 13)。Ullman 提出, 二语者在学习第二语言的时候可能更多地依靠陈述性记忆系统以心理词典的方式储存词汇, 很少利用母语那样基于程序性记忆系统的心理语法规则, 但会随着二语熟练程度的提高而增加对于程序性记忆的依赖 (Ullman 2005: 141)。

Hahne 等以学习德语的俄语母语者为被试研究了其对德语动词过去式的认知处理, ERP 实验发现, 二语者的大脑在规则/不规则动词违例的情况下产生了不同的波形 (Hahne, *et al.* 2006: 121)。在规则泛化违例的情况下, 刺激呈现后 250 - 300ms 内在被试大脑前部产生了负的差异波, 在 600 - 1000ms 内顶叶记录到正的差异波 P600; 在不规则泛化违例的情况下, 在 450 - 600ms 内产生

了N400。由此说明二语者动词过去式的认知机制与母语是相同的,都是按照双系统区分规则与不规则动词,并分别以心理语法和心理词汇的形式表征和提取。

需要解释的是,Hahne等在上述实验中得到的大脑前侧负波呈现出双侧而没有左侧化的倾向,但这不足以否定上述结论,因为类似的早成分分布在对母语者的研究中也报道过,如本文前面提到的Gross等对意大利语的研究。Rodriguez-Fornells等(2001:41)对泰罗尼亚语(Catalan)的研究和Weyerts等(2002:201)对德语的研究都发现了双侧分布,甚至偏右侧的早成分。

4 双系统认知模型的理论意义与未来工作

“双系统”认知模型借助新的技术手段和实验范式,以动词过去式这一特殊现象为切入点,打开了语言认知研究的新思路。母语和二语的系列研究结构启发我们,心理词典是一个立体概念,其表征和通达至少包括两个认知子系统:心理词汇系统和心理语法系统。ERP实验中不同的波形特征分布表明,二者具有不同的认知心理机制。在生理学层面上,二者可能以各自独立的神经机制为基础。心理语法系统依赖语言中基于规则构成的结构,如规则曲折变化和句法,依赖大脑额叶和基底神经节的程序性记忆系统。该系统也负责非语言的功能,如运动、认知技能,尤其是关于程序的知识等。相比之下,不规则动词过去式则通过学习记忆被储存为心理词汇,形成陈述性记忆。陈述性记忆主要依靠颞叶,负责大脑对于事实和事件的记忆(Ullman 2001,2004),这些结构构成心理词汇的基础。在多种语言的母语者被试中取得大量证据,验证和丰富了“双系统”理论假设。不同实验范式的结果互相印证,深化了我们对于N400、LAN、P600等语言相关ERP特征波形的理解,使语言研究融入并贡献于认知科学。

就“双系统”认知模型本身而言,我们看到对二语学习者的研究还远远不够,尤其是在当前晚期二语学习是否与母语习得存在巨大差异尚有争议的情况下,进一步研究二语者的动词形态表征以挖掘相关证据有助于更好地理解和检验双系统理论模型的有效性。有两类跨语言对比研究亟待开展:一种是母语和二语同属曲折变化类语言,第二种是母语中无动词曲折变化的二语者对二语动词过去式的认知机制。如在中国学习者的母语中没有类似的曲折变化,那么学习英语时,对英语过去式曲折变化是否同样有双系统机制,这种机制如

何随语言水平的提高而变化,这些问题都值得研究。Jiang在行为实验的基础上发现在美国生活多年的中国留学生仍不能自动地加工某些英语屈折变化形式,因此相关的ERP数据非常宝贵,对实验设计和被试的要求相当高(Jiang 2007:1)。

除了前述多次提到的词频变量效应外,Prado和Ullman通过行为实验引入词汇的“可形象化效应”(imageability)这一概念(Prado & Ullman 2009),发现该效应和词频效应都显著作用于不规则动词,而对规则动词却不显著。同时发现它们与性别的交互效应明显,男性被试比女性被试的词频和形象化效应对不规则动词更为显著,女性而非男性显示出对规则动词的记忆效应。总体而言,“可形象化效应”可以作为心理词汇的一种诊断方式,同时表明心理词汇和心理语法的关系并不是简单的非此即彼,它受到很多因素的控制,研究结果有待进一步的ERP实验印证。

进一步研究需要ERP实验分析技术的不断革新。Steinhauer和Ullman的研究最初结果分析显示,不规则和规则动词都引起LAN和P600形式,然而经ANOVA分析后,找出了显著的性别等相关变量差异(Steinhauer & Ullman 2002)。由此启示我们,实验分析技术非常重要,如参考电极的选择、滤波处理等都可能影响ERP波形和数据,导致结果的巨大差异。可以考虑多种参考电极数据的相互比较,以求达到更为可信的结论。总之,进一步研究需要从生理、心理和哲学认知等多重角度进行,使理论思辨和实验结果互相印证,以期推动语言认知理论的进步发展。

参考文献

- 杨亦鸣 曹明 沈兴安. 国外大脑词库研究概观[J]. 当代语言学,2001(3).
- Allen, M. et al. Morphological Analysis in Sentence Processing: An ERP Study [J]. *Language and Cognitive Processes*, 2003 (18).
- Chomsky, N. Some Prospects for the Study of Language [A]. 乔姆斯基, 乔姆斯基语言哲学文选 [C]. 北京: 商务印书馆, 1992.
- Ellis, N. C. Reflections on Frequency Effects in Language Processing [J]. *Studies in Second Language Acquisition*, 2002(24).
- Friederici, A. D. Towards a Neural Basis of Auditory Sentence Processing [J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2002 (6).
- Gross, M., et al. Human Brain Potentials to Violations in

- Morphologically Complex Italian Words [J]. *Neuroscience Letters*, 1998(241) .
- Hagoort , P. Interplay Between Syntax and Semantics During Sentence Comprehension: ERP Effects of Combining Syntactic and Semantic Violations [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience* ,2003(15) .
- Hahne , A. Mueller , J. L. & Clahsen , H. Morphological Processing in a Second Language: Behavioral and ERP Evidence for Storage and Decomposition [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience* ,2006(18) .
- Han , Z. H. & Odlin , T. *Studies of Fossilization in Second Language Acquisition* [M]. Clevedon: Multilingual Matters ,2006.
- Jiang , N. Selective Integration of Linguistic Knowledge in Adult Second Language Learning [J]. *Language Learning* ,2007(57) .
- Kutas , M. & Hillyard , S. A. Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic incongruity [J]. *Science* ,1980(207) .
- Morris , J. & Holcomb , P. J. ERPs to Violations of Inflectional Verb Morphology in English [J]. *Cognitive Brain Research* ,2005(25) .
- Münte , T. F. , et al. Decomposition of Morphologically Complex Words in English: Evidence from ERP [J]. *Cognitive Brain Research* ,1999(7) .
- Newman , A. J. , et al. An ERP Study of Regular and Irregular English Past Tense Inflection [J]. *Neuroimage* ,2007 (34) .
- Penke , M. , et al. How the Brain Processes Complex Words: an ERP Study of German Verb Inflections [J]. *Cognitive Brain Research* ,1997(6) .
- Prado , E. L. & Ullman , M. T. Can Imageability Help us Draw the Line between Storage and Composition? [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning , Memory , and Cognition* ,2009(35) .
- Rodríguez-Fornells , A. , et al. Event-related Brain Responses to Morphological Violations in Catalan [J]. *Cognitive Brain Research* ,2001(11) .
- Rodríguez-Fornells , A. , Münte , T. F. & Clahsen , H. Morphological Priming in Spanish Verb Forms: An ERP Repetition Priming Study [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience* ,2002(14) .
- Steinhauer , K. & Connolly , J. F. ERPs in the Study of Language [A]. In B. Stemmer & H. A. Whitaker(eds.) . *Handbook of the Neuroscience of Language* [C]. New York: Elsevier ,2008.
- Steinhauer , K. , et al. Temporal Dynamics of Late Second Language Acquisition: Evidence from Event-related Brain Potentials [J]. *Second Language Research* ,2009 (25) .
- Steinhauer , K. & Ullman , M. T. Consecutive ERP Effects of Morpho-phonology and Morpho-syntax [J]. *Brain and Language* ,2002(83) .
- Ullman , M. T. A Cognitive Neuroscience Perspective on Second Language Acquisition: the Declarative/Procedural Model [A]. In C. Sanz (ed.) . *Mind and Context in Adult Second Language Acquisition: Methods , Theory , and Practice* [C]. Washington , DC: Georgetown University Press ,2005.
- Ullman , M. T. A Neurocognitive Perspective on Language: the Declarative/ Procedural Model [J]. *Nature Reviews Neuroscience* ,2001(2) .
- Ullman , M. T. Contributions of Memory Circuits to Language: The Declarative/Procedural model [J]. *Cognition* ,2004 (92) .
- Ullman , M. T. The Declarative/ Procedural Model of Lexicon and Grammar [J]. *Journal of Psycholinguistic Research* ,2001(30) .
- Van Petten , C. & Luka , B. J. Neural Localization of Semantic Context Effects in Electromagnetic and Hemodynamic Studies [J]. *Brain and Language* ,2006(97) .
- Wartenburger , I. , et al. Early Setting of Grammatical Processing in the Bilingual Brain [J]. *Neuron* ,2003(37) .
- Weyerts , H. , et al. Mental Representations of Morphologically Complex Words: An ERP Study with Adult Humans [J]. *Neuroscience Letters* ,1996(206) .
- Weyerts , H. , et al. Word Order in Sentence Processing: An Experimental Study on Verb Placement in German [J]. *Journal of Psycholinguistic Research* ,2002(31) .

收稿日期: 2013 - 10 - 09

【责任编辑 王松鹤】