

句法加工的事件相关电位研究

张清芳

(中国科学院心理研究所 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101)

摘要:综述了语言理解中对句法加工的事件相关电位(ERP)的研究成果。首先总结了与句法加工过程可能存在相关的三个 ERP成分:N280,左前负波和 P600及其认知涵义。第二,分析了研究方法中存在的问题以及可能影响 P600的因素。第三,分析了句法加工的 ERP研究对语言理解模型的启示。

关键词:句法; N280; 左前负波; P600

中图分类号: B842; R338.8 **文献标识码:** A

近年来,随着心理语言学领域对语言理解研究的进一步深入,研究者开始关注对句法加工过程的研究。事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)的研究表明句法加工过程可能与三个 ERP成分存在相关:N280、左前负波(Left Anterior Negativities, LAN)和 P600 或句法正向偏移波(Syntactic Positive Shift, SPS)。

1 N280

在词汇水平上的句法加工集中在对功能词和内容词差异的研究。功能词包括冠词、连词和介词等,内容词包括名词、动词和形容词等。从广义来讲,功能词和内容词之间的差异反映了语义和句法之间的分离。因为内容词主要承载了语言的意义,而功能词对于形成句法关系非常重要。一系列研究^[1,2]表明在单词呈现 280ms 之后功能词和内容词引发的波形出现差异,功能词在脑区左前电极点上表现出的负波最为明显。也有研究^[3,4]发现功能词呈现时会引发 N280,而内容词在脑后部引发 N400。两个波形的头皮分布不同,反映了不同的加工过程,具有不同的神经机制。但有一些研究^[1,2]未发现这种差异,两类词引发的成分相同,只是内容词引发的负波潜伏期比功能词要长。通常功能词和内容词的词长和词频不同,功能词词长一般比内容词短,词频高。研究中很难分离词长、词频和两类词的差异。关于词长和词频是否会影响 N280 的获得,其研究结果也

不一致。而且,单词类别提取的时间进程能否泛化到其它类型的词条信息,比如名词语法性别或动词的句法结构,仍然有待研究。

2 左前负波和 P600

以视觉或听觉方式逐词呈现不同类型的句子,每个单词呈现的时间通常是 600ms 左右,紧接着呈现下一个单词。句子类型一般包括句法违反句,句法正确句。比较这两类句子中关键单词呈现时所引发的波形,在句法违反句中可观察到 LAN 和 P600/SPS。

2.1 左前负波

LAN 通常出现在额叶,左半球的波幅一般大于右半球。LAN 效应与 N400 的潜伏期相同,位于 300~500ms 之间。有研究报告 LAN 潜伏期位于刺激呈现后的 125~180ms 之间,因此有时也将 LAN 称之为早期左前负波(Early Left Anterior Negativity, ELAN)。LAN 与 N280 不同。N280 是 ERP 成分,是一类单词的平均波形;LAN 则是两类条件之间的差异波,要通过两类条件的比较才能确认。研究^[5,6]发现单词范畴异常会引发 LAN。即句法环境需要某种特定范畴的单词,比如在句子中名词前面会出现冠词和形容词,出现异常范畴的单词时可引发 ELAN。同时有研究^[6]发现,当句子中单词的数、单词的性别、以及单词的时态与正确句子不一致时都诱发了 ELAN,这表明不仅仅只有异常的单词范畴才可诱发

基金项目:国家自然科学基金(30400134);国家社会科学基金(04CYY002)

作者简介:张清芳(1974-),女,陕西宝鸡人,助理研究员,博士,研究方向:心理语言学,(电话)010-64836909(电子信箱)zhangqf@psych.ac.cn

ELAN。最近, Friederici^[7]认为在 100至 300ms之间的 ELAN与单词范畴的异常有关, 300至 500ms之间的 LAN与句法特征的加工有关。

LAN有三种可能的解释。第一, LAN反映了句法特征的加工, 与单词类别信息是否与句子匹配有关。在产生句法结构时单词类别信息先于其它词汇信息被提取, 因而单词范畴信息的违反引发了 LAN。第二, LAN与言语工作记忆有关^[8]。句子中词汇歧义条件下可诱发 ELAN, 歧义条件对言语工作记忆的负荷更重。例如, 对具有多重意义的单词(如 bank)的加工, 多重意义所造成的模糊性显然不是句法特性。该解释否定了 LAN与句法加工有关, 而是将其与语言理解中广义的资源需求联系起来。这两种解释都只能解释部分 LAN效应。第三种可能性是 LAN效应包括了不止一类成分。目前仍不能根据分布的相似性、潜伏期和诱发的前提条件将其分类, 早期 LAN(100~300ms)可能与标准 LAN(300~500ms)不同。

2.2 P600

Osterhout等^[9]发现花园路径句中引起歧义的单词呈现后 600ms左右引发了一个晚期正波, 因此将此波命名为 P600, 一般在歧义词呈现后 300~900ms之间出现, 与句法结构违反或句法结构的复杂度相关, 根据其功能特点又将 P600称之为句法正向偏移波。不同研究者对 P600的认知涵义持不同观点。

2.2.1 反映了再分析过程

Mecklinger等^[10]认为 P600反映了一个句法异常引起的重新分析过程, 他们发现的正波潜伏期很短(P345), 这可能是由于在德语中将主语从句转换为宾语从句比较简单引起的。Friederici等^[11]同时呈现从句结构和补足语结构违反条件观察到了 P345波形, 但在关键词呈现后 600ms时也出现了一个小的晚期正波。这表明对歧义句的理解中可能包括了两个不同的加工过程: 第一, 是否需要重新分析的决策过程; 第二, 重新分析过程。早期正波反映了是否需要重新分析的决策过程, 后期正波反映了重新分析过程。Mecklinger等发现的 P345效应可能反映了是否需要重新分析的决策过程。

2.2.2 反映了修复过程

不仅在歧义句子的再分析过程中观察到了 P600, 而且在句法违反句也发现了 P600^[8, 12, 13]。

句法违反中观察到的 P600反映了句法加工的修复过程。多种句法违反类型都能引发 P600, 包括短语结构违反、子范畴违反、主谓一致违反、词汇句法违反(单词性别违反、单词格违反等)。因此, 晚期正波不仅反映了再分析过程, 而且反映了修复过程。Brown等^[14]指出由歧义引起的再分析相关的 P600和句法违反引起的修复相关的 P600的分布模式不同: 前者更多地分布在前额叶, 而后者更多地分布在中央和枕叶部位。

2.2.3 反映了句法结构的复杂性

Kaan等^[15]提出 P600与句法复杂性有关。Friederici等^[16]通过三类句子: 句法错误句、句法复杂句(句子句法结构正确不需要进行再分析或修复)和句法正确句研究语言理解过程。结果发现句法错误句的修复正波更多地分布在中央和枕叶区域, 句法复杂句引发的正波更多分布在前额部位。这表明两个正波反映了不同的加工过程, 在句法复杂句中得到的 P600被看作是加工句法复杂度的标志。

2.2.4 反映了对未预期事件的反应

Coulson等^[8]认为词汇成分或者引起错误或要求的再分析是原来未预期到的, 晚期正波反映了由未预期事件引发的一般性的、与语言无关的线索更新过程, 是对未预期到的事件的反应, 类似于 P300。由于 P600的波幅对句法违反的概率的比较敏感, 所以 Coulson等^[8]和 Münte等^[13]指出 P600可能属于 P300一族。但是, 要判定 P600是否属于 P300一族的关键不是是否句法违反的概率对其产生影响, 不可能只有一类波形对概率的变化敏感, 不能因为 P300对概率敏感就判定 P600属于 P300一族。第二, ERP波形常常包括了不止一种加工机制, 句法违反引起的正波对概率的敏感性不是表明概率效应与句法违反的神经机制相同的必要条件。Osterhout等^[17]的发现表明句法违反效应和概率效应是独立的, 表明句法违反的神经机制很可能与标准 P300不同。第三, P600的句法加工过程的头皮分布与脑后部的 P3b成分完全不同。Friederici等^[16]的研究表明句子中既不包括模糊成分也不包括违反成分时, 由于句法复杂性即可引起晚期正波, 这与 Coulson等的观点不一致。

综上, 晚期正波可能包括三个成分: 第一是 P345, 反映了是否需要重新加工的决策过程。已有研究证明 P345不受语义、概率变化和额外加工

负担的影响,因此决策过程是快速的自动的。第二是分布在额中区的 P600,反映了结构再分析过程。第三个成分是与修复相关的 P600,分布在中央区域和枕叶,后两个成分会受到语义变量、概率变化和加工负担的影响,所反映的加工过程不是自动的。

3 研究方法上存在的问题及可能影响 ERP成分的因素

3.1 关键词在句中的位置

在句法加工研究中,关键词通常位于句子的最末位置。句末位置词通常与句子整合、决策和反应要求有关。Osterhout^[18]发现句法异常条件下,关键词位于句末比位于句中更可能引发前部负波。局部违反的 ERP效应和句子整体加工的 ERP效应在句末位置产生了重叠,因此句末位置的局部 ERP效应会受到影响。关于 LAN效应的解释目前仍未统一,部分原因是由于上述方法问题引起的,另一个原因是由于诱发的前提条件未得到澄清引起的。

3.2 句子呈现方式

采用不同的通道(视觉和听觉)呈现刺激所引发的 P600存在差异。第一,在听觉连续语流中,P600出现在脑后部,而且右半球比左半球分布更为广泛。第二,听觉输入条件下 P600的潜伏期比视觉输入条件短。第三,连续语流中句法异常句引发的早期负波效应在(左)前部最为明显。当采用视觉通道呈现句子时,单词呈现的时间为 600ms左右。人们在阅读文字材料时,一般每秒会扫过 4个单词。因此,研究结果中不能区分视听通道和单词呈现速率两个因素。Hagoort等^[19]同时用视听两种方式呈现句子,视觉方式下呈现单词的速率接近于正常阅读速度,试图分离速度和通道对实验结果的影响。结果发现视觉和听觉输入引发了类似的 P600,表明看句子和听句子的句法加工机制可能相同。

4 句法加工过程的 ERP研究与语言理解模型之间的关系

Frazier等^[20]的语言理解模型中认为句法加工存在两个阶段:输入初级结构和分配题元角色。第一阶段,根据单词范畴信息建立初级句法结构,200ms左右出现的脑左半球前部的早期负波反映了这一过程。在词汇水平上,对单词的语义和选择时的限制信息进行编码,句法信息(比如动词的子范畴信息)在最初阶段完成之后即可通达。

词汇语义的加工与 400ms左右的负波成分有关,分布于枕颞叶。词汇编码中句法信息的加工也与 400ms左右的负波有关,主要分布在左前额叶。第二阶段,匹配句法和语义。当初级句法结构与题元信息不匹配时,就需要进行再分析。该加工过程可能与晚期正波有关,分布在中央和枕叶部位。

以上主要综述了印欧语系的研究成果,对非印欧语系语言(如汉语)句法加工过程的研究相对较少。汉语具有独特的语法特点,比如语序比较自由,尤其是在口语中。我们期待国内外的心理语言学家能够利用汉语的特点对句法加工过程的研究做出独特的贡献。

参考文献:

- [1] King J W, Kutas M. Neural Plasticity in the Dynamics of Human Visual Word Recognition [J]. *Neuroscience Letters*, 1998, 244(2): 61 - 64.
- [2] Osterhout L, Bersick M, McKinnon R. Brain Potentials Elicited by Words: Word Length and Frequency Predict the Latency of an Early Negativity [J]. *Biological Psychology*, 1997, 46(2): 143 - 168.
- [3] Neville H J, Millis D L, Lawson D S. Fractionating Language: Different Neural Subsystems with Different Sensitive Periods [J]. *Cerebral Cortex*, 1992, 2(3): 244 - 258.
- [4] Nobre A C, McCarthy G. Language-related ERPs: Scalp Distributions and Modulations by Word Type and Semantic Priming [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1994, 6(3): 233 - 255.
- [5] Friederici A D, Hahne A, Mecklinger A. Temporal Structure of Syntactic Parsing: Early and Late Event-Related Brain Potential Effects [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1996, 22(5): 1219 - 1248.
- [6] Münte T F, Heinze H J, Mangun G R. Dissociation of Brain Activity Related to Syntactic and Semantic Aspects of Language [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1993, 5(3): 335 - 344.
- [7] Friederici A D. Towards a Neural Basis of Auditory Sentence Processing [J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2002, 6(2): 78-84.
- [8] Coulson S, King J W, Kutas M. Expect the Unexpected: Event-Related Brain Responses to Morphosyntactic Violations [J]. *Language and Cognitive Processes*, 1998, 13(1): 21-58.
- [9] Osterhout L, Holcomb P J. Event-Related Potentials

- Elicited by Syntactic Anomaly [J]. *Journal of Memory and Language*, 1992, 31 (6): 785-806
- [10] Mecklinger A, Schriefers H, Steinhauer K, et al Processing Relative Clauses Varying on Syntactic and Semantic Dimensions: An Analysis with Event-Related Potentials [J]. *Memory and Cognition*, 1995, 23 (4): 477-494
- [11] Friederici A D, Mecklinger A, Spencer KM, et al Syntactic Parsing Preferences and Their On-line Revisions: A Spatio-Temporal Analysis of Event-Related Brain Potentials [J]. *Cognitive Brain Research*, 2001, 11 (2): 305-323
- [12] Friederici A D, Pfeifer E, Hahne A. Event-Related Brain Potentials During Natural Speech Processing: Effects of Semantic, Morphological and Syntactic Violations [J]. *Cognitive Brain Research*, 1993, 1 (3): 183-192
- [13] Münte T F, Heinze H J, Matzke M, et al Brain Potentials and Syntactic Violations Revisited: No Evidence for Specificity of the Syntactic Positive Shift [J]. *Neuropsychologia*, 1998, 36 (3): 217-226
- [14] Brown C M, Hagoort P, Osterhout L. The Neurocognition of Syntactic Processing [M] // Brown C M, Hagoort P. *The Neurocognition of Language*. Oxford: Oxford University Press, 1999: 273-316
- [15] Kaan E, Harris A, Gibson E, et al The P600 as an Index of Syntactic Integration Difficulty [J]. *Language and Cognitive Processes*, 2000, 15 (2): 159-201.
- [16] Friederici A D, Hahne A, Saddy D. Distinct Neurophysiological Patterns Reflecting Aspects of Syntactic Complexity and Syntactic Repair [J]. *Journal of Psycholinguistic research*, 2002, 31 (1): 45-63.
- [17] Osterhout L, McKinnon R, Bersick M, et al On the Language-specificity of the Brain Response to Syntactic Anomalies: Is the Syntactic Positive Shift a Member of the P300 Family? [J] *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1996, 8 (6): 507-526
- [18] Osterhout L. On the Brain Response to Syntactic Anomalies: Manipulations of Word Position and Word Class Reveal Individual Differences [J]. *Brain and Language*, 1997, 59 (3): 494-522
- [19] Hagoort P, Brown C M. ERP Effects of Listening to Speech Compared to Reading: the P600/SPS to Syntactic Violations in Spoken Sentences and Rapid Serial Visual Presentation [J]. *Neuropsychologia*, 2000, 38 (11): 1531-1549.
- [20] Frazier L, Rayner K. Making and Correcting Errors during Sentence Comprehension: Eye Movements in the Analysis of Structurally Ambiguous Sentences [J]. *Cognitive Psychology*, 1982, 14 (2): 178-210.

[收稿日期] 2006 - 03 - 01

[修回日期] 2006 - 06 - 28

(上接第 52 页)

程序外,行政领导应该畅通与行政人员沟通的渠道,这样才能提高全体行政人员对组织公平的认同程度,提高组织忠诚度,让他们表现更多的 OCB。

本研究是以高校为背景的研究,后续的研究可扩大研究对象范围,并可比较普通高校和重点高校员工 OCB 的不同,教育部所属高校和私立院校员工 OCB 的不同,还可以选择对中学和高校员工进行比较研究。

参考文献:

- [1] Organ D W. Organizational Citizenship Behavior: The Good Soldier Syndrome [M]. MA: Lexington Books, 1988
- [2] 郭晓薇. 试析高校教师的组织公民行为 [J]. *江苏高教*, 2005, 21 (5): 70 - 72
- [3] 郑耀男. 国中小教师的组织公民行为及其影响因素之研究 - 学校组织公民行为模型初构 [D]. 博士论文. 高雄: 国立高雄师范大学, 2002
- [4] Farh J L, Zhong C B, Organ D W. Organizational Citizenship Behavior in the People's Republic of China [J]. *Organization Science*, 2004, 15 (2): 241 - 252
- [5] Niehoff B P, Mooman R H. Justice as a Mediator of the Relationship between Methods of Monitoring and Organizational Citizenship Behavior [J]. *Academy of Management Journal* 1993, 36 (1): 527 - 556

[收稿日期] 2006 - 03 - 28

[修回日期] 2006 - 11 - 05