

# 汉语名词、动词和动名兼类词语义加工的偏侧化现象——来自 ERP 的研究\*

夏全胜\*\*<sup>1</sup> 彭刚<sup>1,2</sup> 石锋<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>香港中文大学语言学及现代语言系及语言与人类复杂系统联合研究中心, 香港)

(<sup>2</sup>中国科学院深圳先进技术研究院, 深圳, 518055) (<sup>3</sup>南开大学文学院, 天津, 300071)

**摘要** 将 ERP 技术和半视野技术相结合, 采用词汇判断任务, 对汉语名词、动词和动名兼类词在左脑和右脑中的加工机制进行了考察。实验结果显示, 名词和动词的 N400 仅在左视野/右脑存在差异, 名词和动词的 N400 在左视野/右脑和右视野/左脑中都比偏(动)和偏(名)更负。不同词类的 LPC 在右视野/左脑中无显著差异; 偏(名)和偏(动)的 LPC 在左视野/右脑中比名词和动词更正。实验结果表明, 在没有语境条件下, 汉语名词和动词的差异主要在具体性上, 动名兼类词体现出不同于名词、动词的加工机制。

**关键词** 名词 动词 动名兼类词 偏侧化 ERP

## 1 引言

人类的大脑由两个外观相似、功能互补的半球组成。自从 Broca 将左脑第二(或第三)额回后部与语言能力联系起来后, 大脑左、右半球在语言加工中的偏侧化(lateralization)现象逐渐受到关注。名词和动词是语言中重要而基本的两个词类, 研究名词和动词在左脑和右脑中是如何加工和表征的, 对认识语言和大脑都具有重要的意义。

名词和动词的偏侧化研究起始于对裂脑病人的研究。随着技术发展, 研究者通过半视野技术, 以正常人为对象, 考察名词和动词在左脑和右脑中的加工。Day (1979) 通过考察具体性高、低的名词、动词, 发现动词和具体性低的名词在右视野/左脑中的加工比左视野/右脑中更快, 存在右视野/左脑优势, 而具体性高的名词在左、右视野的加工速度没有差别。Nieto, Santacruz 和 Hernández (1999)、Serenio (1999) 也采用具体性高、低的名词、动词, 发现名词在右脑的加工比动词加工更有优势。Chiarello, Liu, Shears 和 Kacinik (2002) 通过匹配具体性、词频等变量, 没有发现动词与名词在右脑的加工存在不同。以上结果未能表明, 名词和动词在左、右脑的加工存在差异。不过, Day (1979)、Nieto

等(1999)、Chiarello 等(2002)都发现, 具体性不同的词语在左、右脑中的加工存在不同, 体现左脑和右脑具有不同功能, 左脑主要进行(verbal)言语编码加工, 右脑对(nonverbal)非言语编码加工更有优势(Pavio, 1991)。

脑成像研究显示, 没有足够证据证明名词和动词在左脑或右脑中具有独立的神经基础(Crepaldi, Berlinger, Paulesu, & Luzzatti, 2011; Vigliocco et al., 2011)。在词汇判断任务中, 不同语言研究结果不一。意大利语动词在左脑中的激活比名词更显著, 包括左侧额中回和额下回、顶下小叶、颞中回和颞下回、枕下回(Perani et al., 1999); 英语动词只在右侧黑质(substantia nigra)(并非某一脑区)比英语名词激活更显著(Tyler, Russell, Fadili, & Moss, 2001); 汉语的名词和动词激活没有显著差异(Chan et al., 2008; Li, Jin, & Tan, 2004等)。这可能是语言材料不同造成的。而日语研究中, 使用相同的研究技术和大体一致的实验设计, 结果也不一致。Fujimaki 等人(1999)发现, 日语名词在左脑和右脑的下顶叶沟(inferior parietal sulcus)和中央前沟比动词激活更显著; 而 Yokoyama 等人(2006)则发现, 日语动词在左侧颞叶中回比名词激活更显著。脑成像研究显示, 在词汇判断任务中, 名词在左脑和右脑中

\* 本研究得到国家自然科学基金重点项目(61135003)的资助。

\*\* 通讯作者: 夏全胜。E-mail: summerxia83@cuhk.edu.hk

的激活没有动词显著。

行为实验和脑成像实验结果表明,词类、具体性和半球三个变量都会对加工产生影响。行为实验和脑成像实验结果不一致,可能由两方面原因造成。一是以往研究主要集中在形态变化丰富的语言,名词和动词大多在形态上有所差异,难以将名词、动词的语义特征和形态变化的影响分离开。不同语言的形态变化又有差异,所以结果不同。二是以往研究中使用的技术在时间分辨率上较低,难以考察名词、动词不同阶段的加工情况。本研究以汉语为研究对象。因为汉语是形态变化不丰富的语言,名词和动词难以通过形态变化来区分,对汉语的研究可以避免形态加工对结果的影响。同时,本研究采用时间分辨率较高的ERP技术。已有ERP研究表明,在词汇判断任务中,名词和动词在P2(Kellenbach, Wijers, Hovius, Mulder, & Mulder, 2002; Pulvermüller, Lutzenberger, & Preissl, 1999)和N400(Barber, Kousta, Otten, & Vigliocco, 2010; Kellenbach et al., 2002等)两个成分上存在差异,说明名词和动词在不同阶段的加工存在差异。

本研究将半视野技术和ERP技术相结合,考察汉语词类加工的偏侧化现象,探讨左脑和右脑在语言加工中的功能。研究对象包括汉语双音节名词、动词和动名兼类词。选择动名兼类词是因为现代汉语双音节动词在向双音节名词转化(胡明扬, 1996),而动名兼类词处于典型名词和典型动词连续体的中间部分(袁毓林, 1995),在动词向名词的变化过程中,汉语动词是否具有与动名兼类词不同的加工机制,值得关注。已有研究发现,在语境

条件下,汉语名词和动词都与兼类词的加工存在差异(刘涛,马鹏举,于亮,刘俊飞,杨亦鸣,2011)。那么,这种差异是由语境带来的,还是由自身词类差异带来的是值得探讨的。为了深化研究,我们还将动名兼类词分为偏向于名词和偏向于动词的两类,分别简称为偏(名)和偏(动)。

在词汇加工中,词频、笔画数、词类、具体性等变量都会影响加工过程。本研究考察不同词类在左脑和右脑中加工,主要操纵词类和半球变量,对词频和笔画数进行控制。Pavio(1991)指出左脑和右脑具有不同功能,左脑主要进行言语编码加工,右脑主要进行非言语编码加工。我们通过比较动词与动名兼类词<sup>①</sup>匹配具体性前后的变化,探索左脑和右脑对具体性的加工。实验假设:(1)左脑主要负责言语加工,右脑主要负责非言语加工。(2)语义特征加工主要与言语加工有关,具体性加工主要与非言语加工有关,汉语名词、动词在语义特征和具体性上都存在差异,名词与动词在左脑和右脑中的加工都存在差异。(3)名词、动词在语义特征、具体性和义项数量上都与动名兼类词存在差异,汉语名词、动词在左脑和右脑的加工都与动名兼类词存在差异。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

17名(10男,7女)非心理学专业大学生参加实验,平均年龄24岁,右利手,母语为汉语,视力或矫正视力正常,实验后有一定报酬。

### 2.2 实验材料

表1 目标词的倾向性评分、词频、笔画数

类型	倾向性评分 ( $M \pm SD$ )	词频 ( $M \pm SD$ )	笔画数 ( $M \pm SD$ )
名词	1.42 ± .4	23.73 ± 18.2	16.6 ± 3.8
动词	9.27 ± .73	23.11 ± 21.8	17.6 ± 4
偏(动)	8.13 ± .88	26.06 ± 22.5	17.4 ± 4
偏(名)	5.83 ± 1.54	26.2 ± 20.7	16.8 ± 4.1

偏(动)各80个以及320个非词,共640个实验材料。名词、动词以典型的名词、动词为主<sup>②</sup>,

偏(名)和偏(动)按照词类倾向性评分划定<sup>③</sup>。名词、动词、偏(名)、偏(动)的倾向性评分均

①由于典型名词和动词的具体性难以匹配,所以这里选择动词与动名兼类词作为研究对象。

②典型名词选取的是离散的、有形的、占有三维空间的实体名词(Taylor, 1989);典型动词选取的是动作性强、具有时间特征的动词(张伯江, 1994)。

③具体评定方法请见夏全胜,吕勇,白学军,石锋(2013)。

差异显著 ( $ps < .05$ )，而词频<sup>④</sup>和笔画数都不存在差异 ( $ps > .05$ ) (见表 1)。非词是由两个符合正字法的汉字组成、在现代汉语中不存在的词语，如：承景。每个实验材料在左、右视野各出现一次。双字词的两个汉字垂直排列，从而保证每个汉字到达中央注视点的距离相同。双字词中心的偏心视角约实验材料包括汉语双音节名词、动词、偏(名)、为  $4.25^\circ$ ，大小为上下、左右约为  $1.6^\circ$ 。

### 2.3 实验程序

使用 E-Prime 软件呈现实验刺激，具体程序如图 1 所示。要求被试尽可能迅速而准确地按键判断屏幕上的两个汉字是否为词。每个被试要完成 8 组实验，每组的 6 分钟。按键的手在被试内进行了平衡。正式实验前进行适当练习，保证被试熟悉实验程序。

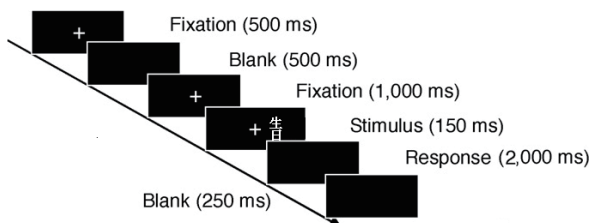


图 1 实验流程

### 2.4 脑电记录

脑电数据的记录采用美国 Neuroscan 公司生产的 ERP 系统实现。使用 Scan 4.2 记录脑电，电极帽为 Quick-Cap 64 型 (Ag/AgCl 电极，电极位置按照国际标准的 10-20 系统放置)，参考电极置于左耳乳突处 (离线处理转换为双侧乳突的均值为参考)，接地点在 Fpz 和 Fz 的中点，采用双极导联方法去除眼电。放大器为 Synamps，采样率 1000Hz，模拟滤波带通为 0.05~100Hz，放大倍数为 150000，精确度  $0.08 \mu\text{V}/\text{LSB}$ 。

### 2.5 数据处理

记录的脑电数据在离线条件下去眼电 (ocular artifact reduction 方法)，分段 (分析时程为目标词呈现前 200ms 至呈现后 1000ms，剔除反应时超出被试平均反应时  $\pm 3 \times$  标准差外及判断错误的段)、无相移数字滤波 (low pass, 30Hz/12db)、基线校正 (以刺激呈现前 200ms 为标准)、去除伪迹 (标准为  $-80 \sim +80 \mu\text{V}$ ，拒绝率  $< 15\%$ )、叠加、总平均。

### 2.6 数据分析

数据分析采用重复测量方差分析。行为数据分析包括词类和视野两个因素，词类因素包括四个水平：名词、动词、偏(名)、偏(动)；视野因素包括两个水平：左视野、右视野，进行  $4$  (词类)  $\times 2$  (视野) 的重复测量方差分析。脑电数据分析包括词类、视野和电极位置 (电极位置见图 2) 三个因素。进行  $4$  (词类)  $\times 21$  (电极位置)  $\times 2$  (视野) 的重复测量方差分析，并使用 Greenhouse-Geisser  $P$  值进行校正。

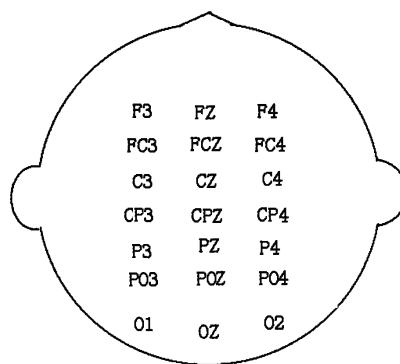


图 2 电极分布图

## 3 实验结果

### 3.1 行为数据

反应时结果显示，词类主效应显著， $F(2, 34) = 5.59$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .26$ 。Bonferroni 多重检验表明，名词在左视野/右脑和右视野/左脑的反应时快于偏(动)和偏(名) ( $ps < .05$ )，与动词的边缘显著 ( $p = .058$ )，名词的加工时间更短。视野的主效应显著， $F(1, 16) = 6.521$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .29$ 。不同词类在右视野/左脑的反应时要小于在左视野/右脑的。词类和视野的交互效应显著， $F(2, 27) = 8.263$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .34$ 。简单效应分析表明，名词和偏(名)在右视野/左脑加工的反应时快于在左视野/右脑加工的 ( $ps < .05$ )；偏(动)和偏(名)的反应时在左视野/右脑和右视野/左脑中快于动词的 ( $ps < .05$ )；偏(名)在左视野/右脑中的反应时快于偏(动)的 ( $p < .05$ )。

正确率结果显示，词类主效应不显著， $F(2, 26) = 1.837$ ,  $p > .05$ 。视野主效应显著， $F(1, 16) = 20.843$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .57$ 。不同词类在左脑加工的正确率总体高于右脑的。词类和视野的交互效应边

<sup>④</sup>词频参考“现代汉语研究语料库”查询系统。

缘显著,  $F(2, 34) = 3.232, p = .05, \eta^2 = .17$ 。简单效应分析表明, 偏(动)在右视野/左脑加工的正确率高于在左视野/右脑中的 ( $p < .05$ )。右视野/左脑中, 偏(动)的正确率高于名词、动词和偏(名)的 ( $ps < .05$ ); 左视野/右脑中, 偏(动)和偏(名)的正确率高于动词的 ( $ps < .05$ ), 偏(名)的正确率高于名词的 ( $p < .05$ )。

### 3.2 ERP 结果

#### 3.2.1 波形的整体特征

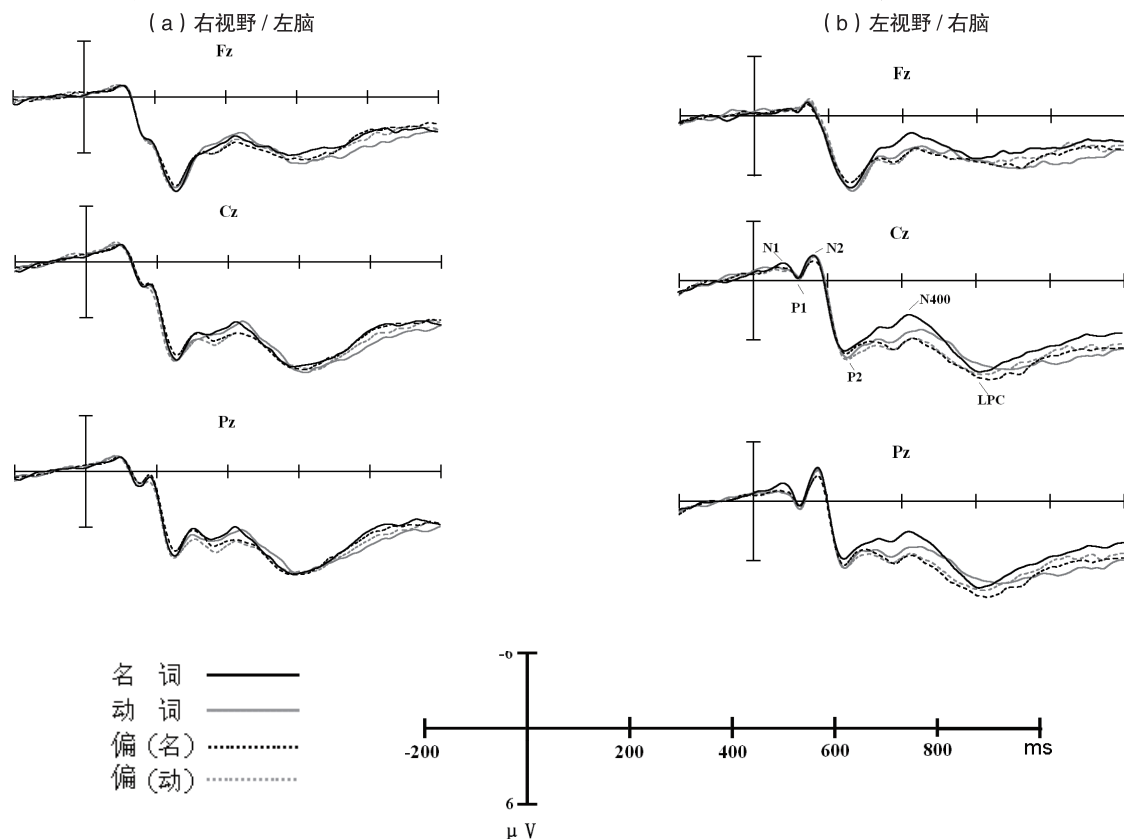


图3 名词、动词、偏(动)和偏(名)在大脑中线电极上的ERP波形对比图

#### 3.2.2 N400 成分

对平均波幅进行重复测量分析, 词类的主效应显著,  $F(2, 34) = 30.659, p < .001, \eta^2 = .66$ ; 视野的主效应不显著,  $F(1, 16) = 0.403, p > .05$ ; 词类与电极的交互作用显著,  $F(5, 76) = 4.476, p < .05$ ; 词类、电极和视野的交互作用显著,  $F(6, 97) = 19.672, p < .001, \eta^2 = .55$ 。简单效应分析(见表2), 在右视野/左脑中, 名词的N400在中后部区域电极上比偏(动)更负, 在顶区电极上比偏(名)更负; 动词的N400在前、中、后电极上比偏(动)更负, 在中后部电极上比偏(名)更负; 名词和动词、偏(动)和偏(名)的N400不存在差异。在左视

图3显示不同词类在大脑中线电极上的ERP波形图,(a)列是右视野/左脑下的中线电极波形图,(b)列是左视野/右脑下的中线电极波形图。从ERP的波形上可以看出, 四个词类诱发以下ERP成分: N1、P1、N2、P2、N400和LPC。经过统计, 早期成分N1、P1、N2和P2在不同词类和不同视野之间都没有显著差异。根据以往研究(Tsai, Yu, Lee, & Tzeng, 2009)和本实验结果, 确定350~500ms(N400)、500~650ms(LPC)两个分析窗口。

野/右脑中, 名词的N400在前、中、后电极上比动词、偏(动)和偏(名)更负; 动词的N400主要在中后部区域电极上比偏(动)和偏(名)更负; 偏(动)和偏(名)的N400没有显著差异。

#### 3.2.3 LPC 成分

对平均振幅进行重复测量分析, 词类的主效应显著,  $F(2, 33) = 28.896, p < .001, \eta^2 = .64$ ; 视野的主效应不显著,  $F(1, 16) = .132, p > .05$ ; 词类、电极和视野的交互作用显著,  $F(3, 53) = 9.956, p < .001, \eta^2 = .38$ 。简单效应分析(见表3), 在右视野/左脑中, 不同词类的LPC不存在显著差异。在左视野/右脑中, 偏(动)的LPC在中后部电极上分别比名词、动

词的更正；偏（名）的 LPC 在前、中、后电极上分枕部电极上比偏（动）的更正。别比名词、动词的更正；偏（名）的 LPC 在顶部和

表 2 名词、动词、偏（动）和偏（名）N400 结果汇总

	右视野/左脑	左视野/右脑
名词-动词	—	额区、中央区、顶区和枕区
名词-偏（动）	中央区、顶区和枕区	额区、中央区、顶区和枕区
名词-偏（名）	顶区	额区、中央区、顶区和枕区
动词-偏（动）	额区、中央区、顶区和枕区	中央区、顶区和枕区
动词-偏（名）	中央区、顶区和枕区	顶区和枕区
偏（动）-偏（名）	—	—

表 3 名词、动词、偏（动）和偏（名）LPC 结果汇总

	右视野/左脑	左视野/右脑
名词-动词	—	—
名词-偏（动）	—	中央区、顶区和枕区
名词-偏（名）	—	额区、中央区、顶区和枕区
动词-偏（动）	—	中央区、顶区和枕区
动词-偏（名）	—	额区、中央区、顶区和枕区
偏（动）-偏（名）	—	顶区和枕区

#### 4 讨论

行为实验结果表明，不同词类总体上在左脑中的加工速度快于在右脑中，在左脑中的正确率高于在右脑中，说明言语编码主要在左脑中进行。在名词和动词的加工上，名词在左脑和右脑的反应时都要小于动词，体现名词和动词语义加工的差异。而同一词类在左脑和右脑的比较中，只发现名词具有右视野优势。这与 Chiarello 等人（2002）的发现一致，但与 Day（1979）、Sereno（1999）和 Chiarello 等人（2002）的结果不同。这种不同是否由语言差异引起的还不清楚。不过，行为数据主要反映词语整体加工过程，无法体现不同加工阶段的情况，需要对 ERP 结果进一步分析。

N400 是与语义加工有关的成分（Kutas & Federmeier, 2000），既可以体现不同词类语义特征差异（Barber et al., 2010; Kellenbach et al., 2002），也可体现具体词与抽象词的差异（Kounios & Holcomb,

1994; Tsai et al., 2009）。为了深入考察具体性变量在左脑和右脑加工中的影响，我们对四个词类的具体性进行评定<sup>⑤</sup>。根据评定结果，我们匹配了动词和偏（名）<sup>⑥</sup>的具体性，选取 N400 分析中发现差异的顶区和枕区电极（见表 2 和图 2），对匹配具体性前后的动词和偏（名）N400 进行重新分析。结果表明，在右视野/左脑，匹配具体性前后，动词的 N400 都比偏（名）更负（ $ps < .05$ ）；在左视野/右脑，匹配前，动词的 N400 比偏（名）更负（ $p < .05$ ），匹配后，动词和偏（名）N400 的差异消失（ $p > .05$ ）。这说明，在右视野/左脑中，N400 主要反映词类语义特征的差异，具体性影响不大；在左视野/右脑中，N400 受到具体性的影响。不过，动词与偏（动）的具体性没有显著差异，动词的 N400 在左视野/右脑中比偏（动）更负，说明左视野/右脑中的 N400 也可体现语义特征差异。脑成像研究也发现具有不同语义特征的词语在右脑的激活存在差异（Bright, Moss, &

<sup>⑤</sup>具体评定方法请参照张钦, 丁锦红, 郭春彦, 王争艳 (2003)。经调查和统计, 名词的具体性 ( $1.72 \pm .8$ ) 高于动词 ( $4.25 \pm .92$ )、偏（动） ( $4.29 \pm .64$ ) 和偏（名） ( $3.95 \pm 1.07$ ) 的 ( $ps < .05$ )，偏（名）的具体性高于动词和偏（动）的 ( $ps < .05$ )，动词和偏（动）的具体性没有差异 ( $p > .05$ )。

<sup>⑥</sup>根据具体性评定结果，名词与其他三类词汇的具体性结果差异较大。如果匹配具体性，各词类叠加的次数较少，结果可能不够可靠。为了保证足够的叠加次数，我们选择动词与偏（名）为对象。

Tyler, 2004; Tyler et al., 2001)。因此,在右视野/左脑中, N400 体现不同词类语义特征加工;在左视野/右脑中, N400 体现不同词类语义特征和具体性加工。

根据这个发现,我们对 N400 结果进行解释。对名词和动词来说,名词和动词的 N400 在右视野/左脑中并没有显著差别,表明它们在词汇判断过程中语义激活程度大致相同。因此,名词与动词在左视野/右脑中的 N400 主要体现具体性差异。名词凸显实体,动词凸显实体之间的相互关系(Langacker, 1987),名词比动词更具体,所以名词的 N400 比动词更负。名词、动词的 N400<sup>⑦</sup>在右视野/左脑和左视野/右脑中都比动名兼类词更负,说明在语义特征和具体性上有所差异。在语义特征上,典型名词一般指称事物,包含较多感觉信息;典型动词一般表示动作,包括较多动作信息;动名兼类词表示行为动作时,其动作信息少于典型动词,因为动名兼类词大多没有具体对应的动词图式,动性较弱(齐沪扬, 2004);动名兼类词指称活动和事件时,与活动相关的施事、受事、工具等信息并不明确,包含的感觉信息少于名词。动名兼类词具有的感觉和动作信息少于名词和动词的,诱发的 N400 波幅较小。在具体性上,多数动名兼类词用作名词时都指称活动、事件,是把“关系”视作抽象事物(王冬梅, 2001),而典型名词主要指称占据三维空间的实体,所以名词比动名兼类词更具体,名词 N400 更负。

在词汇判断任务中,多义词会比单义词产生更多的语义激活,判断确定性更高,诱发的 LPC 更正(夏全胜等, 2013)。根据统计<sup>⑧</sup>,偏(名)的义项最多,所以其 LPC 波幅应最大。偏(动)的义项多于名词、动词,其 LPC 应大于名词和动词。名词和动词只激活一个语义,其 LPC 应最小。但这种预期的 LPC 效应只在左视野/右脑中出现,而在右视野/左脑中不同词类的 LPC 没有显著差异。这是因为左脑会选择某一个具有优势的、确定的语义进行激活,而右脑会同时激活广泛的语义场,具有优势和劣势的语义都会被激活(Beeman, 1998; Jung-

Beeman, 2005)。所以,在右视野/左脑中,不同词类仅有优势语义激活, LPC 没有差异;在左视野/右脑中,具有优势和劣势的语义都会激活,从而出现预期的 LPC 效应。

实验结果表明,左脑主要负责进行言语加工,右脑既进行非言语加工,也参与言语加工。在单独呈现条件下,汉语名词和动词仅在具体性上存在差异,这一定程度上说明,汉语名词和动词之间是虚实之别(沈家煊, 2012)。同时,虽然汉语动词在向名词的发展过程中,但是动词并没有完全变成动名兼类词。动词和名词在语义特征和义项数量上与动名兼类词存在差异,体现出非兼类词与兼类词不同的加工机制。

### 参考文献

- 胡明扬.(1995). 动名兼类的计量考察. *语文研究*, 2, 91-99.
- 刘涛, 马鹏举, 于亮, 刘俊飞, 杨亦鸣.(2011). 汉语名-动兼类效应的神经机制研究. *心理科学*, 34(3), 546-551.
- 齐沪扬.(2004). *与名词动词相关的短语研究*. 北京:北京语言大学出版社.
- 沈家煊.(2012). 论“虚实象似”原理——韵律和语法之间的扭曲对应. *汉语作为第二语言研究*, 1(1), 89-103.
- 孙宏林, 孙德金, 黄建平, 李德钧, 邢红兵.(1997). *现代汉语研究语料库系统*. 网址: <http://www.dwhyyjzx.com/cgi-bin/yuliao/>.
- 王冬梅.(2001). *现代汉语动名互转的认知研究*. 中国社会科学院博士学位论文.
- 夏全胜, 吕勇, 白学军, 石锋.(2013). 汉语名词、动词和动名兼类词语义加工的 ERP 研究. *中国语言学报*, 41(1), 197-211.
- 袁毓林.(1995). 词类范畴的家族相似性. *中国社会科学*, 1, 154-170.
- 张伯江.(1994). 词类活用的功能解释. *中国语文*, 5, 339-346.
- 张钦, 丁锦红, 郭春彦, 王争艳.(2003). 名词与动词加工的 ERP 差异. *心理学报*, 6, 753-760.
- 中国社会科学院语言研究所词典编辑室.(2005). *现代汉语词典*(第5版). 北京:商务印书馆.
- Ahrens, K., Chang, L. L., Chen, K. J., & Huang, C. R. (1998). Meaning representation and meaning instantiation for Chinese nominals. *Computational Linguistics and Chinese Language Processing*, 3(1), 45-60.
- Barber, H. A., Kousta, S. T., Otten, L. J., & Vigliocco, G. (2010). Event-related potentials to event-related words: Grammatical class and semantic attributes in the representation of knowledge. *Brain Research*, 1332, 65-74.
- Beeman, M. (1998). Coarse semantic coding and discourse comprehension. In M. Beeman, & C. Chiarello, (Eds.), *Right hemisphere language comprehension: Perspectives from cognitive neuroscience* (pp. 255-284). Mahwah, NJ:

⑦ N400 可以体现加工过程信息激活数量, 激活越多, N400 的幅值越大(Huang, Lee, Huang, & Chou, 2011)。

⑧参照 Ahrens, Chang, Chen 和 Huang (1998) 提出的区分意义(sense)和意义方面(meaning facets)的标准, 对本实验中使用的名词、动词、动名兼类词在《现代汉语词典》(第5版)中的义项数量进行统计, 偏(名)(1.5 ± .53)的义项数量多于名词(1.04 ± .19)、动词(1.02 ± .18)和偏(动)(1.23 ± .44)的义项数量( $p < .001$ ), 偏(动)的义项数量多于名词和动词的( $p < .01$ ), 名词和动词的义项数量没有差异( $p > .05$ )。

- Lawrence Erlbaum Associates.
- Bright, P., Moss, H., & Tyler, L. K. (2004). Unitary vs. multiple semantics: PET studies of word and picture processing. *Brain and Language*, 89, 417–432.
- Chan, A. H. D., Luke, K. K., Li, P., Yip, V., Li, P., Weekes, B. (2008). Neural correlates of nouns and verbs in early bilinguals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145, 30–40.
- Chiarello, C., Liu, S., Shears, C., & Kacirik, N. (2002). Differential asymmetries for recognizing nouns and verbs: Where are they? *Neuropsychology*, 16, 35–48.
- Crepaldi, D., Berlinger, M., Paulesu, E., & Luzzatti, C. (2011). A place for nouns and a place for verbs? A critical review of neurocognitive data on grammatical-class effects. *Brain and Language*, 16(1), 33–49.
- Day, J. (1979). Visual half-field word recognition as a function of syntactic class and imageability. *Neuropsychologia*, 17, 515–520.
- Fujimaki, N., Miyauchi, S., Pütz, B., Sasaki, Y., Takino, R., Sakai, K., et al. (1999). Functional magnetic resonance imaging of neural activity related to orthographic, phonological, and lexico-semantic judgments of visually presented characters and words. *Human Brain Mapping*, 8, 44–59.
- Huang, C. H., Lee, C. Y., Huang, H. W., & Chou, C. J. (2011). Number of sense effects of Chinese disyllabic compounds in the two hemispheres. *Brain and Language*, 119(2), 99–109.
- Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 712–718.
- Kellenbach, M. L., Wijers, A. A., Hovius, M., Mulder, J., & Mulder, G. (2002). Neural differentiation of lexico-syntactic categories or semantic features? Event-related potential evidence for both. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(4), 561–577.
- Kounios, J., & Holcomb, P. J. (1994). Concreteness effects in semantic processing: ERP evidence supporting dual-coding theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(4), 804–823.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (12), 463–470.
- Langacker, R. W. (1987). Nouns and verbs. *Language*, 63, 53–94.
- Li, P., Jin, Z., & Tan, L. H. (2004). Neural representations of nouns and verbs in Chinese: An fMRI study. *NeuroImage*, 21(4), 1533–1541.
- Nieto, A., Santacruz, R., & Hernández, S. (1999). Hemispheric asymmetry in lexical decisions: The effects of grammatical class and imageability. *Brain and Language*, 70(3), 421–436.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255–287.
- Perani, D., Cappa, S. F., Schnur, T., Tettamanti, M., Collina, S., Rosa, M. M. (1999). The neural correlates of verb and noun processing: A PET study. *Brain*, 122, 2337–2344.
- Pulvemüller, F., Lutzenberger, W., & Preissl, H. (1999). Nouns and verbs in the intact brain: Evidence from event-related potentials and high-frequency cortical responses. *Cerebral Cortex*, 9(5), 497–506.
- Sereno, J. A. (1999). Hemispheric differences in grammatical class. *Brain and Language*, 70(1), 13–28.
- Tyler, L. K., Russell, R., Fadili, J., & Moss, H. E. (2001). The neural representation of nouns and verbs: PET studies. *Brain*, 124, 1619–1634.
- Taylor, J. R. (1989) *Linguistic categorization: Prototypes in linguistic Theory*. Clarendon Press. Oxford.
- Tsai, P. S., Yu, B. H., Lee, C. Y., Tzeng, O. J., Huang, D. L., & Wu, D. H. (2009). An event-related potential study of the concreteness effect between Chinese nouns and verbs. *Brain Research*, 1253, 149–160.
- Vigliocco, G., Vinson, D. P., Druks, J., Barber, H., & Cappa, S. F. (2011). Nouns and verbs in the brain: A review of behavioural, electrophysiological, neuropsychological and imaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 407–426.
- Yokoyama, S., Miyamoto, T., Riera, J., Kim, J., Akitsuki, Y., Iwata, K., et al. (2006). Cortical mechanisms involved in the processing of verbs: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 1304–1313.

# Hemispheric Lateralization in the Semantic Processing of Nouns, Verbs and Verb-noun Ambiguous Words in Chinese: Evidence from an ERP Study

Xia Quansheng<sup>1</sup>, Peng Gang<sup>1,2</sup>, Shi Feng<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Department of Linguistics and Modern Languages, and Joint Research Centre for Language and Human Complexity,

The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong)

(<sup>2</sup>Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen, 518055)

(<sup>3</sup>School of Literature, Nankai University, Tianjin, 300071)

**Abstract** The two hemispheres of human brain complement each other for most functions, including language. A number of studies have investigated the hemispheric asymmetry in the language processing, especially on nouns and verbs. However, the results obtained so far were mainly from studies on languages with rich inflectional morphology. It is unclear whether the differences in the processing of nouns and verbs are due to semantic-conceptual properties or morpho-syntactic properties associated with the two word classes. It is reasonable to examine the word class effect in a language with simple inflectional morphology, such as Chinese. Furthermore, the techniques applied in previous researches were low in temporal resolution that might limit the findings. Event-related potentials (ERPs) can measure the processing activities in the human brain with millisecond accuracy. Thus, the current study, by combining ERP and VF techniques, aims to explore the hemispheric lateralization in the semantic processing of Chinese noun, verb and verb-noun ambiguous words in the left hemisphere (LH) and the right hemisphere (RH).

The experiment contained five sets of stimuli: disyllabic unambiguous nouns (UN), unambiguous verbs (UV), verb-biased (V-VN), noun-biased (N-VN) verb-noun ambiguous words and non-words. There were 80 stimuli for each set of real word and 320 non-words. The disyllabic compounds were vertically arranged in the left visual field (LVF) and right visual field (RVF) to ensure that each character in the compounds was equally distant from the fixation. 17 native Chinese speakers were instructed to judge whether the stimulus, presented to the LVF or RVF quickly and randomly, was a real word or not.

The repeated measures of ANOVAs on the mean amplitude with factors of word classes, hemisphere and electrode site revealed significant main effect of word class in intervals of 350–500ms (N400) and 500–650ms (LPC). In the RVF/LH, the amplitudes of N400 were greater for UN and UV than for V-VN and N-VN. In the LVF/RH, UN elicited more negative N400 than UV, V-VN and N-VN. UV elicited more negative N400 than V-VN and N-VN. Furthermore, when stimuli of UV and N-VN had matched in the level of concreteness, a significant difference in N400 appeared only in the RVF/LH, indicating the N400 in the RVF/LH was sensitive to semantic feature and the N400 in the LVF/RH was influenced by concreteness. However, in the LVF/RH, there were significant differences in N400 between UV and V-VN whose concreteness values were equaled. Therefore, the N400 in RVF/LH was mainly effected by semantic features while the N400 in LVF/RH was effected by both semantic feature and concreteness.

In addition, the LPC is a component that could reflect the confidence in the decision-making process, the higher the confidence, the more positive the LPC. In the lexical decision process, V-VN and N-VN will activate more senses than UN and UV, so they should elicit more positive LPC. N-VN contains more senses than V-VN and this should result in more positive LPC for N-VN. However, results showed the predicted LPC effect in the LVF/RH but not in the RVF/LH. This is because that semantic activation is focal and strong in the LH but broader and weaker in the RH. In the RVF/LH, since only the dominant sense of each word was activated, there was no difference on LPC. While in the LVF/RH, multiple senses were activated and therefore the predicted LPC effect appeared.

The results suggested LH mainly processes semantic feature and RH processes both the semantic feature and concreteness. Besides, the difference between UN and UV in Chinese mainly lies in concreteness. UN and UV differ from N-VN and V-VN in semantic features, concreteness and the amount of semantic activation, which reflects different neural mechanisms for processing unambiguous and ambiguous words.

**Key words** unambiguous noun, unambiguous verb, verb-noun ambiguous words, lateralization, ERP