

# 基于计量统计的汉语作为第二语言国内外ERP研究综论

焦 慧

鲁东大学文学院, 山东 烟台

收稿日期: 2024年3月13日; 录用日期: 2024年4月19日; 发布日期: 2024年4月30日

## 摘 要

近年来, ERP脑电技术被广泛应用于语言研究, 国内外第二语言研究领域充分利用此技术, 将语言学与认知心理学、精神电生理学相结合, 探索人类大脑语言生成的机制, 取得了丰硕的成果。笔者以知网和Web of Science为域, 全面梳理、分析近年国内外ERP应用于汉语作为第二语言研究的相关文献。研究发现: 1) 研究文献总量偏少, 发文量在2021年达到顶峰, 后呈下降趋势; 2) 研究分域包括语音、词汇、句法、语义、汉字5个方面, 总体考察词汇研究最多, 句法、语义次之, 汉字最少, 国内外研究表现为重点分域不一致; 3) 研究被试以英语母语汉语学习者为主, 大学生和高水平汉语学习者受到更多关注; 4) 研究范式呈多样性, 其中国内以启动范式为主, 国外以oddball范式为主, 此外违例范式和视觉搜索范式使用频率也相对较高; 5) 脑电成分N400在目前已有研究中最受关注, 其他成分受主题影响各有侧重。6) 现有研究不足主要表现为: 分域研究广度不够, 且内部分散, 不成体系; 研究对象覆盖不足, 被试类型集中及理论研究薄弱, 研究方法较为单一。针对不足, 提出扩大研究范围, 完善研究体系; 精选实验被试, 扩展研究对象和扩充研究样本, 创新研究方法等建议, 以期对未来ERP应用于汉语作为第二语言研究领域的发展有所帮助。

## 关键词

ERP实验, 汉语作为第二语言, 双语者, N400

## An Overview of ERP Research on Chinese as a Second Language at Home and Abroad Based on Econometric Statistics

Hui Jiao

College of Liberal Arts, Ludong University, Yantai Shandong

Received: Mar. 13<sup>th</sup>, 2024; accepted: Apr. 19<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 30<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

In recent years, ERP EEG technology has been widely used in language research. The field of second language research at home and abroad has made full use of this technology, combining linguistics with cognitive psychology and psychophysiology to explore the mechanism of language generation in the human brain, and has achieved fruitful results. Based on the knowledge network and Web of Science, this paper comprehensively combs and analyzes the relevant literature on the application of ERP to Chinese as a second language research at home and abroad in recent years. The findings are as follows: 1) The total number of research papers is relatively small, and the number of published papers will peak in 2021 and then show a downward trend; 2) The research domains are divided into 5 aspects: phonetics, vocabulary, syntax, semantics and Chinese characters. The overall research on vocabulary is the most studied, followed by syntax and semantics, and Chinese characters are the least studied. 3) The study subjects were mainly native English learners, and college students and high-level Chinese learners received more attention; 4) Research paradigms are diverse, including priming paradigm in China and oddball paradigm in foreign countries. In addition, the frequency of use of violation paradigm and visual search paradigm is relatively high; 5) EEG component N400 has received the most attention in existing studies, while other components have different focuses depending on the subject. 6) The existing research deficiencies are mainly manifested as: the scope of subdomain research is not enough, and the internal dispersion is not systematic; The research object coverage is insufficient, the subject type is concentrated, the theoretical research is weak, and the research method is relatively simple. In view of the shortcomings, it is proposed to expand the research scope and improve the research system; The suggestions of selecting experimental subjects, expanding research objects and samples, and innovating research methods are expected to be helpful to the future development of ERP application in the field of Chinese as a second language research.

## Keywords

ERP Experiment, Chinese as a Second Language, Bilingual, N400

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

事件相关电位(Event related potentials, ERP)自问世以来被广泛应用于脑功能研究,被誉为“观察脑功能的窗口” [1]。它指的是当外加一种特定的刺激,作用于感觉系统或脑的某一部位,在给予或撤销刺激时,在脑区所引起的电位变化,并且因其在时间上具有毫秒级的高分辨率优点,可以清楚地呈现句子理解加工的时间进程,已经成为现代句子理解加工研究中最重要的手段之一。束定芳(2013)认为虽然 ERP 用于语言研究的时间不长,但是它和基于行为研究的传统研究方法有着很大的不同,已逐渐成为一种重要的语言研究手段[2]。国内外学界紧跟时代潮流,纷纷使用 ERP 脑电技术对二语习得的各个方面进行了研究。刘少强、杨文星(2020)对中国近十年来基于 ERP 的二语习得研究进行了综述,详细论述了 ERP 应用于二语习得领域的热点和趋势并指出了未来的研究方向[3],其内容对初涉此领域的学习者有一定的参考意义。但该文主要针对汉语母语者学习英语而言,没有对 ERP 应用于汉语作为第二语言研究领域进行综述。因此,本文旨在以知网和 Web of Science 为域,整理、归纳国内外公开发表的汉语习得 ERP 研究

文献，力图发现该领域的主要研究趋向和问题并进一步对未来的研究前景进行展望。

## 2. 汉语习得 ERP 研究总况

从文献来源、文献类型和发文走势三个方面可以首先对利用 ERP 脑电技术进行汉语习得研究的文献有一个总的认识。

### 2.1. 文献来源分析

我们选择知网和 Web of Science 作为本文文献检索数据库，分别进行中英文文献的检索。首先，以“ERP”和“汉语作为第二语言、汉语学习者、留学生、二语、语言加工”等为关键词进行交叉检索，共获得文献 260 篇，经人工筛选后，剩余主题相关文献 38 篇。其次，在 Web of Science 中以“ERP”和“Chinese as a second language、L2 Chinese learners”为关键词进行交叉检索，获得文献 69 篇，人工筛选后，剩余主题相关文献 14 篇。此 52 篇文献构成了本文的综述范围。

### 2.2. 文献类型分析

通过对中文文献进行分类，我们发现包括学术期刊、学位论文及会议论文三大类。具体情况见图 1。

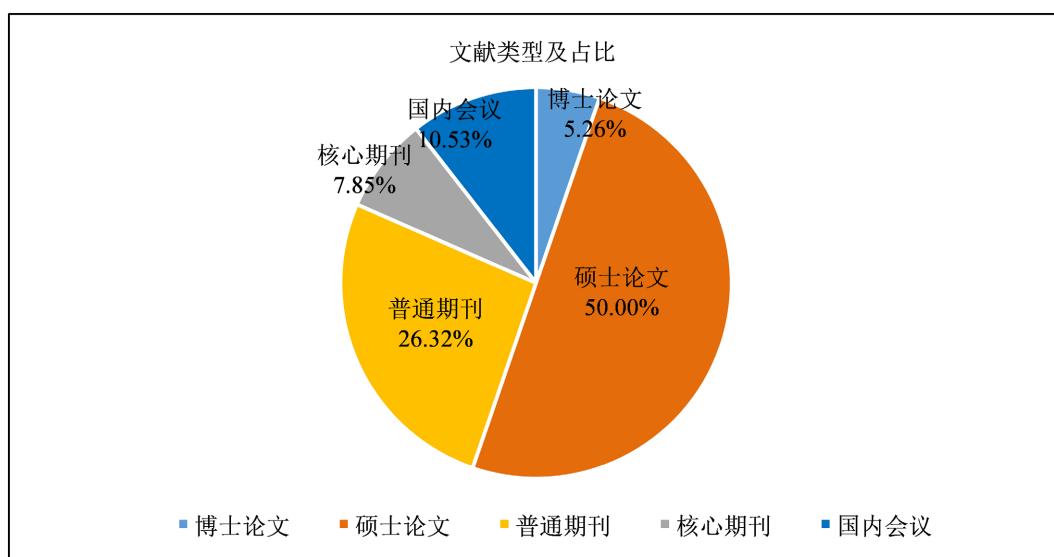


Figure 1. Analysis of Chinese literature types

图 1. 中文文献类型分析

如图 1 所示，其中核心期刊 3 篇，占比 7.85%，普通期刊 10 篇，占比 26.32%，学术期刊总占比 34.17%；博士论文 2 篇，占比 5.26%，硕士论文 19 篇，占比 50.00%，学位论文总占比 55.26%；会议 4 篇，均为国内会议，占比 10.53%。

综上可知，中文文献集中于层次较低的学位论文，论文质量有待提高。与中文文献相比，英文相关文献类型单一，均为权威期刊选录文章，权威性较强，质量相对较高。

### 2.3. 发文走势分析

按照发文年份分别从总体、国内、国外三个视角对搜集到的 52 篇中英文文献进行数量统计，并绘制折线图，见图 2。

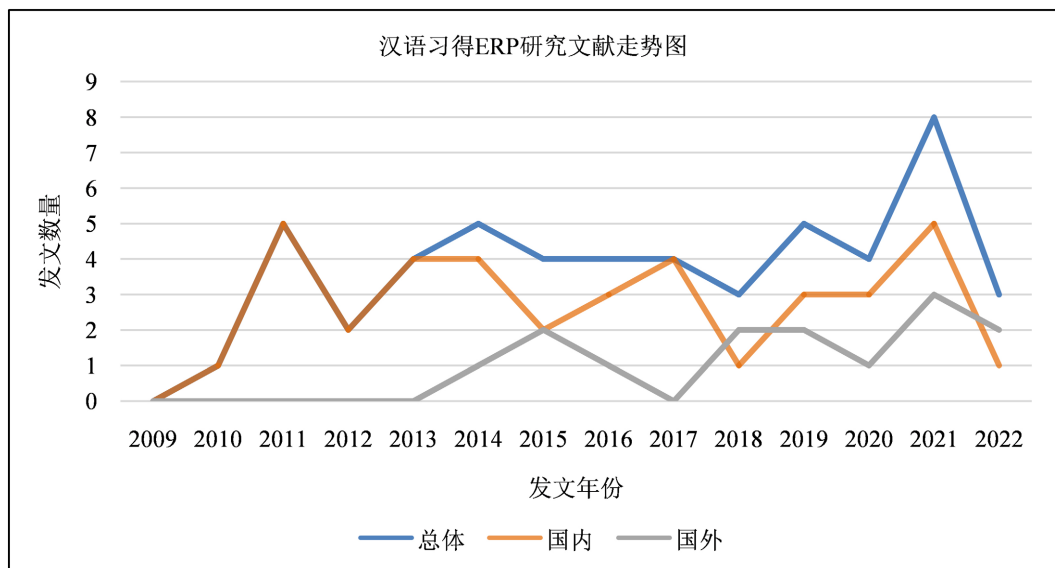


Figure 2. Trend analysis of communications

图 2. 发文走势分析

根据图 2 可知, 国内该领域的研究大体可以分为三个阶段: 第一个阶段是 2010 年至 2013 年, 此阶段是国内研究的起步阶段, 涨幅最大, 2011 年发文量达到最大值; 第二个阶段是 2013 年至 2018 年, 这个阶段发文量不平稳, 起伏较大, 2018 年出现短暂低峰; 第三个阶段是 2018 年至今, 此阶段发文量呈曲折上升趋势, 2022 年又降落到低谷。

与国内相比, 国外研究起步较晚, 发文涨幅小于国内, 总体发文量也较少, 大体可分为两个阶段: 第一个阶段是 2014 年至 2017 年, 是国外研究的起步阶段, 文献数量较少, 尚不稳定; 第二个阶段是 2017 年至今, 是国外研究的发展阶段, 发文量基本呈上升趋势, 2021 年达到最大值。

总体来看, ERP 应用于汉语作为第二语言的研究始于 2010 年, 至今仅有 12 年的研究史, 在这 12 年期间, 发文量波动起伏较小, 基本呈平稳增长状态。国内外 ERP 应用于汉语作为第二语言研究的发文总量历年增加, 这说明学界对此领域秉持持续关注态度。

### 3. 汉语习得 ERP 研究被试考察

本小节将从研究被试的母语、年龄和汉语水平三个角度分析目前研究中研究对象存在的特点。

#### 3.1. 被试母语

根据实验被试, 提取研究对象, 发现现有研究被试母语语种分布范围小, 样本数量较少。

目前国内被试分为少数民族双语者和外国学习者两类。前者以蒙汉双语者和维汉双语者居多, 后者比较分散, 研究最多的是印尼母语者和韩语母语者, 具体情况见图 3。

如图 3 所示, 已知国内研究的研究对象母语至少分布于 14 种语言, 另有 1 篇文献的实验被试为未说明母语的中级留学生。对国内研究的研究对象母语进行具体分析, 发现实验被试的母语为蒙古语和维吾尔语的研究最多, 藏语、印尼语、韩语次之, 俄语再次之, 此外, 还有实验的被试母语涉及到“彝语、日语、英语、法语、德语、泰语、阿拉伯语、西班牙语”等 6 种语言。

国外被试集中于英语母语者。国外的研究对象的母语集中于英语, 其次是印尼语、泰语和韩语, 除此之外学习者的母语还分布于日语、俄语、法语等 13 种语言, 具体分布情况见图 4 所示。

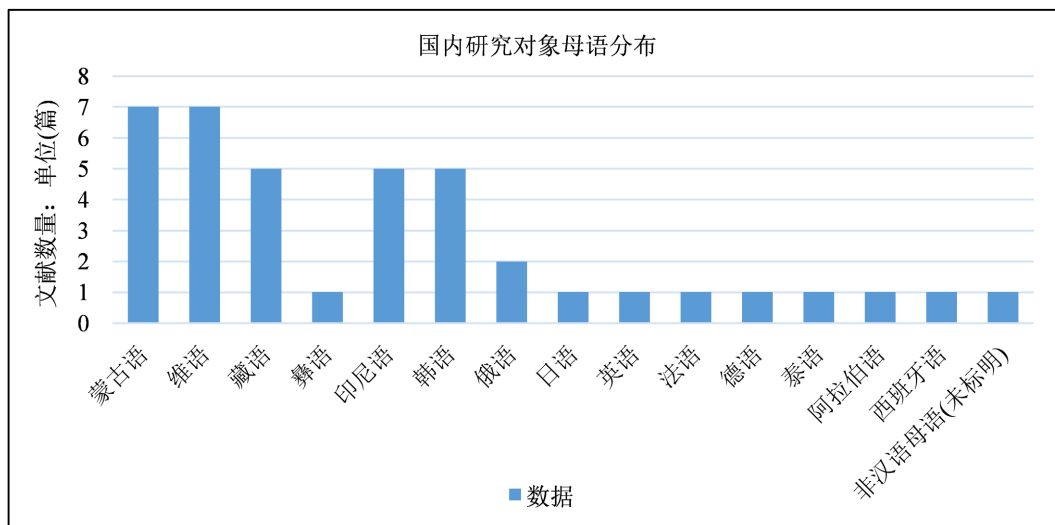


Figure 3. Distribution of mother tongues of national research subjects

图 3. 国内研究对象母语分布图

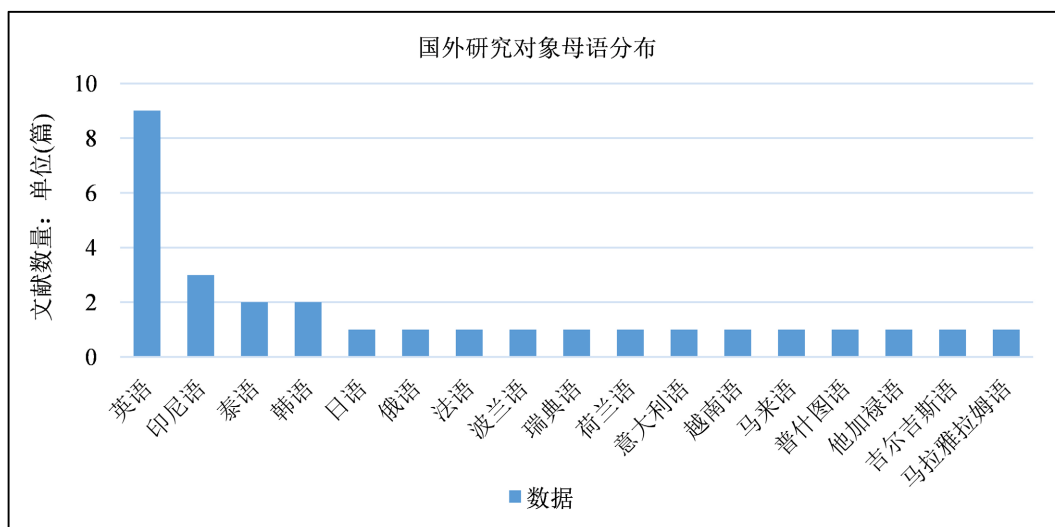


Figure 4. Distribution of mother tongue of foreign research subjects

图 4. 国外研究对象母语分布图

综合分析国内外已有研究中研究对象的母语情况,发现总共涵盖 23 种语言,这些语言集中于汉藏语系、阿尔泰语系和印欧语系,语言分布范围较小,有 14 种语言仅在某一实验中出现过,研究数量较少,从研究对象的母语的角度出发,在被试的选取上还有很大的扩展空间。

### 3.2. 被试年龄

提取研究被试的年龄,发现在读大学生更受关注。在已有研究中,研究对象集中于在读大学生,此类研究占比 86.5%。

国内,研究对象年龄集中分布于 18 岁到 30 岁之间,仅有两篇文献年龄跨度较大。一是王玉超(2017),实验被试为去青海省第三人民医院就诊的患者家属及院内职工,被试年龄在 22 岁到 60 岁之间,被试既有青年人也有中年人。二是张美英(2022),文章按照年龄特征将被试分为了三组,分别是低年龄组(11~15

岁)、中年组(16~30岁)和高龄组(31~50岁),彼此之间形成对照,这是实验被试选择上的一个创新。

国外,研究对象年龄跨度为15岁到49岁,较集中地分布于20岁左右。在搜集到的14篇英文文献中,提到研究对象年龄的有12篇,有一篇研究对象是大学生,另有一篇是综述性文章,不涉及研究对象年龄。

综上所述,我们可以发现现有研究中研究对象基本上是在读青年大学生,年龄比较集中,很少有学者将目光放到儿童、青少年、中年人和老年人身上,也很少有学者根据年龄特征设计对照实验,这些都可以作为之后研究的一个创新点和突破点。

### 3.3. 被试汉语水平

汉语水平是设计脑电实验必须考虑到的一个重要因素。从汉语水平角度出发分析研究对象的特点,发现高级水平汉语学习者在现有国内实验被试中占比最大,中级水平汉语学习者次之,零基础及除级水平汉语学习者最少,具体数据见图5。

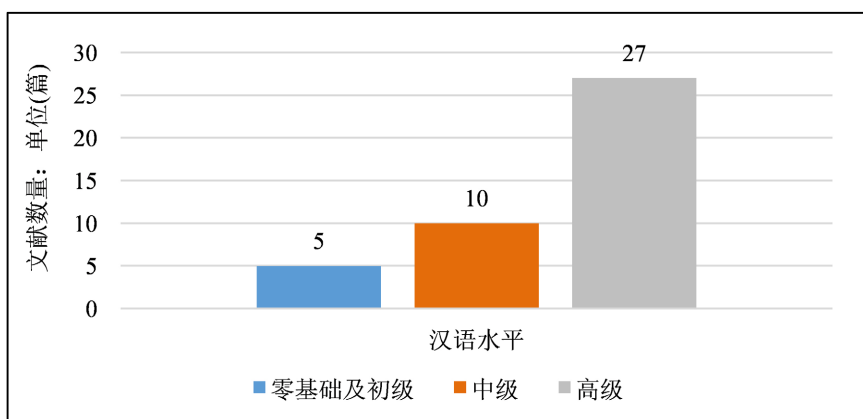


Figure 5. Statistical chart of Chinese language proficiency of domestic research subjects  
图5. 国内研究对象汉语水平统计图

国外的研究对象的汉语水平与国内呈现出大致相同的特点,选择高水平汉语学习者作为研究对象的实验最多,其次是中级水平,最后是零基础及初级水平,具体见图6所示。

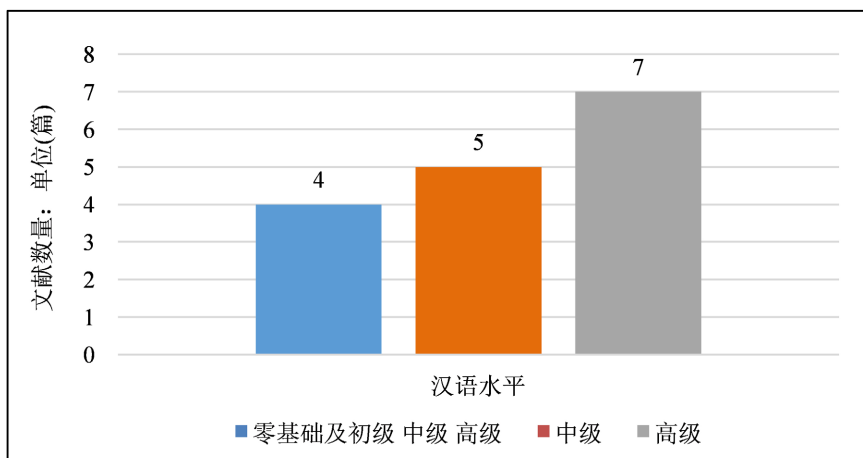


Figure 6. Statistical chart of Chinese language proficiency of domestic research subjects  
图6. 国外研究对象汉语水平统计图

总体来看, 现有研究更青睐于选择高水平的汉语学习者作为研究对象, 零基础及中初级水平汉语学习者被试有待扩充。

#### 4. 汉语习得 ERP 研究主题分析

ERP 技术应用于汉语习得研究的主题分析主要从语言要素的维度展开述评。

笔者以文章的研究问题和实验材料为依据, 对搜集到的 52 篇文献进行主题分类, 发现 ERP 应用于汉语作为第二语言的研究从语言要素来看主要包括语音、词汇、句法、语义、汉字等方面。其中词汇研究最多, 句法和语义次之, 汉字研究最少。国内方面, 语义研究最多, 词汇次之, 句法、语音再次之, 汉字最少。除此之外, 还有少数国内学者研究语言对直觉的影响。比如, 何虎, 李杰(2018)考察语言影响知觉的脑机制, 研究蒙汉双语者的颜色范畴知觉效应, 得出蒙汉双语者的汉语水平影响颜色范畴知觉, 语言能影响知觉的前注意阶段的结论[4]。国外方面, 语音研究和汉字研究最多, 句法次之, 词汇最少。具体情况见图 7。

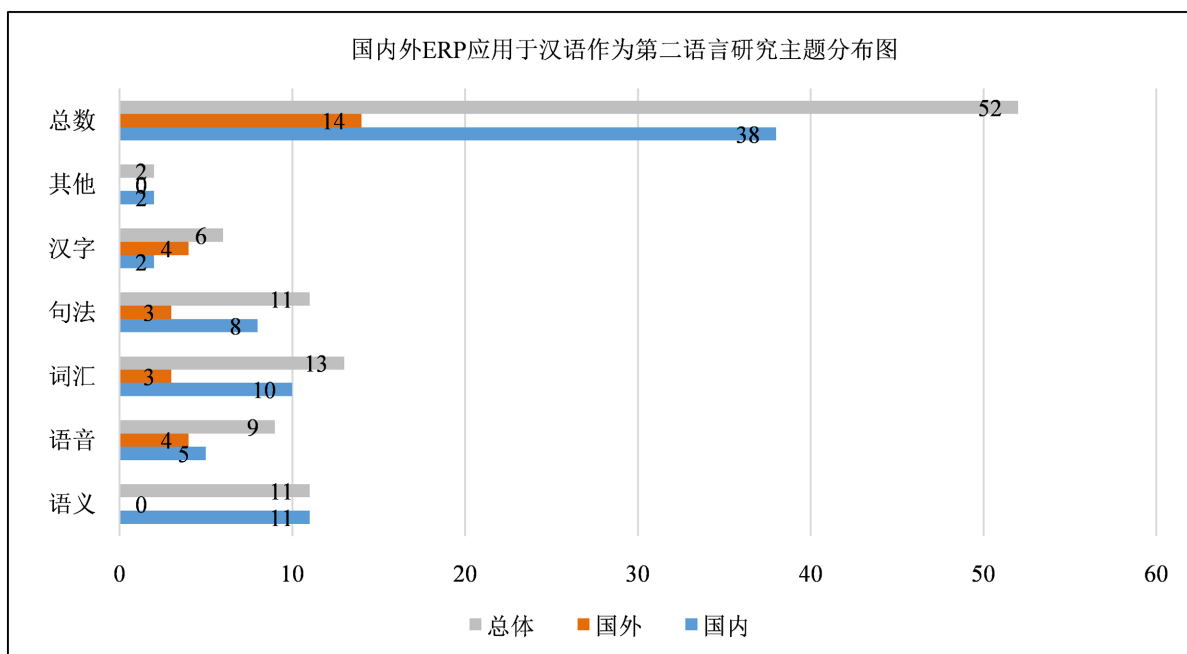


Figure 7. Distribution of ERP application to Chinese as a second language research topic

图 7. ERP 应用于汉语作为第二语言研究主题分布图

对国内外研究主题进行对比, 发现国内的研究热点是语义和词汇, 国外的研究热点是语音和汉字, 这说明国内外学者在探讨 ERP 应用于汉语作为第二语言研究中关注的重点不同, 以下将对每一研究主题依次展开介绍。

##### 4.1. 语义研究国内外失衡

ERP 应用于汉语作为第二语言的语义研究主要集中于国内, 且在国内的所有研究中占比达 28.95%, 最受青睐。从内容来看, 研究主要围绕事件相关电位 N400、语义表征和语义认知三个方面展开。

在语义研究中, 以 N400 为研究重点的文章居多, 一共 5 篇。白吉可是最早一批将 ERP 技术应用于汉语作为第二语言研究的学者, 也是该方面的领军人物。他在 2010 年和 2011 年发表的 4 篇文章均围绕



脑电成分 N400 展开实验设计, 观察维汉双语者在语义匹配和不匹配条件下 N400 的变化, 探讨维汉双语者大脑语言认知的过程并讨论两种语言存在的差异。除此之外, 王玉超、宋志强等(2017)也重点考察 N400 成分, 分析了男性藏汉双语者事件相关电位 N400 在语义匹配与语义不匹配条件下的特征, 发现藏汉双语者在识别汉字词的时序是义一音一形, 识别汉字词的加工过程和特点与汉语母语者不同, 研究结果支持语义匹配的词汇后加工机制[5]。研究语义表征的文章共有 3 篇。班胜星(2013)研究了彝汉双语者加工汉语的语义表征[6], 黎明(2019)和李艳、黎明(2019)研究了二语水平和词性对藏汉双语者心理词汇语义表征的影响。实验结果表明彝语和汉语的语义是独立表征的, 藏、汉两种语言的心理词汇的语义表征则是共享的。关于语义认知的文献有 3 篇。梁建娥(2014)考察了维汉双语者语义认知的特点, 认为二语习得年龄和第二语言熟练程度是影响维汉双语者语义加工的主要因素[7]。郭丹丹(2017)专门研究了以拉萨话为例的藏语言语情感韵律加工的认知机制, 实验结果证明藏语拉萨话的情感韵律具有无意识自动加工的特点, 被试对作为启动刺激的拉萨话和汉语, 表现出相似的反映, 这说明在藏汉两种语言中, 情感韵律具有跨文化一致性特征。

在国外的汉语习得 ERP 研究中, 专门研究语义的文献较为罕见, 这可能与语义的复杂性特点有关。

因此从语义上来看, 国内外研究失衡比较严重, 国内是语义研究的主阵地, 且研究内容分布集中, 反映出了语义研究的热点所在。

#### 4.2. 词汇双语翻译转化为重点内容

国内研究词汇的文献数量仅次于语义研究, 一共有 10 篇, 研究的具体内容为双语词汇翻译转换信息加工、分心词、图片命名词、空间词、复合词、汉字词以及同义词和反义词的加工。以双语词汇翻译转换信息加工为主题的文献有 5 篇, 占词汇研究的 50%, 是词汇研究的热点所在。如, 侯友(2012)考察了蒙、汉两种语言词汇识别中语音、正字法、语义激活的时间进程和作用机制, 探讨了蒙-汉双语翻译启动过程中双语词汇信息加工的特点及表征机制[8]。姜淞秀(2013)和姜淞秀、李杰(2015)研究了蒙-汉、英-汉双语者任务转换中的优势效应, 记录了其脑电活动特征[9]。除双语词汇翻译转换信息加工外, 其他词汇研究内容的文献各一篇。如, 李正根、冯建新等(2011)以分心词和图片命名词为研究材料, 探讨维汉双语者在图词干扰范式下词汇产生的时间进程[10]; 杜瑞霞(2014)以蒙汉平衡双语者、蒙汉英不平衡三语者为研究被试, 以空间词为研究材料, 考察了熟练度对双语者词汇与物理位置的空间信息语义表征的影响, 发现蒙汉双语者空间词汇与物理位置空间信息存在共享语义, 语言熟练程度影响该共享语义表征的联结强度, 平衡熟练的语言与共享表征的联结强度强于非熟练语言。郝美玲、厉玲(2015)研究了影响初级水平留学生加工汉语复合词的影响因素, 这些因素主要是整词频率、词素特征和语义因素, 启示我们在汉语作为第二语言的教学中要强调生词的复现率、重视词素对词汇学习的积极作用[11]。韩海滨(2016)以汉字词为研究材料, 研究言语产生过程中, 藏汉双语者第二语言汉字词激活的时间进程, 指出汉藏双语者在第二语言产生的过程中, 都是先激活汉字词的语义信息, 然后再激活汉字词的字形信息, 即汉藏双语者汉字词加工是语义信息在前, 字形信息在后[12]。这一结论支持了汉语作为第二语言词汇教学中先教词义再教词形的教学实践。宋濠(2020)考察了中级水平汉语学习者对同义合成词、反义合成词的神经认知机制, 行为数据显示, 中级水平汉语学习者对同义合成词的通达效率要显著强于反义合成词, 这与汉语母语者能自动识别语素, 但是中级水平汉语学习者不能识别语素有关[13]。作者认为, 在对外汉语中级汉语词汇教学实践中, 要帮助汉语学习者树立语素意识。

国外研究词汇的文献有 3 篇, 研究的内容为汉语词汇语义的习得和词汇产出的转换机制。如, Yen Na Yum *et al.* (2014)考察了英语母语者学习汉语词汇的书写和语义习得的初始阶段[14], 得出了快速习得的学习者更多使用结构表征, 缓慢习得的学习者更多使用整体表征的结论。Song Chang *et al.* (2016)探讨了



双语词汇产出过程中的转换机制，发现双语者的语言转换主要发生在词元选择阶段，而不是在语言任务图式竞争阶段[15]。

综上，从词汇角度看，双语词汇的翻译转化是研究的重点内容。另外，国内学者倾向于探究单类词汇的加工机制，国外则偏向于研究汉语词汇的整体习得和产出机制。

#### 4.3. 句法研究国内全面，国外较为单一

国内 ERP 应用于汉语作为第二语言的句法研究以句子、短语结构的加工为主。8 篇文献中有 3 篇以汉语“把”字句为研究材料，两篇以汉语“被”字句为研究材料，1 篇以动词与“了”、“着”搭配的句子为研究材料，1 篇以“句首时间名词 + 时间副词‘曾经’ + 动词”和“句首时间名词 + 动词 + 体标记‘过’”两种句式结构为研究材料，1 篇以汉语固定短语结构为研究材料。

以“把”字句为研究材料的相关文献，主要是借助“把”字句研究操少数民族语言和汉语两种语言者句内转换的认知机制，如姜淞秀(2017)基于汉语把字句和蒙语陈述句，研究蒙-汉的句内转换认知机制，得出蒙-汉双语者句内转化存在转换代价，词序一致性会对语言理解过程中的句内转换产生影响的结论[16]。此外，还研究留学生在“把”字句启动条件下产生的句法效应，比较与汉语母语者之间句法加工机制的异同。如张金桥、王明月(2013)[17]和张美英(2022)[18]，前者以“把”和“给”字句为研究材料，探讨中级水平留学生在句子、短语和词 3 种启动条件下汉语句子产生中的句法效应。后者则探讨了汉韩母语者汉语“把”字句加工机制的异同，研究母语和二语语言加工过程中句法加工和语义加工两者之间的关系问题。以“被”字句为研究材料的两篇相关文献，分别考察了德国留学生和韩国留学生对汉语“被”字句的心理加工过程和认知神经基础，并将其与汉语母语者的大脑认知进行对比，探讨加工过程中句法加工和语义加工两者之间的关系。杨洋(2012)证实德国留学生习得“被”字句不支持模块——句法优先说，金迪(2020)则证明语义优先说有其存在的道理[19]。另外三篇文献研究选题不统一，现做如下介绍：张璐(2021)探究了不同情状类型动词，如“吃”终结情状动词，“赢”达成情状动词与体标记“了”、“着”搭配的神经认知机制[20]，实验结论对这一句法难点的教学有重要启示。查思聪(2021)研究了印尼留学生和泰国留学生学习两种汉语时间表达方式的加工机制，发现二语学习者很难达到汉语母语者类似分高水平的句子加工的机制，这可能与二语相似性和二语学习者习得语言的年龄相关[21]。王宁(2016)考察韩国留学生加工汉语短语结构是否存在跨语言结构启动效应，以及句法结构的相似性是否影响韩国留学生加工汉语短语结构，实验结果对以上两个问题给出了肯定答案。

国外研究句法的文献有 3 篇，占国外总研究的 21.43%，其中两篇文献研究汉语的体标记，如 Yuxin Hao *et al.* (2022)探讨了不同母语背景的二语学习者加工汉语体标记的神经认知机制，以及影响二语学习者加工汉语体标记的因素[22]。Ziyin Mai (2015)则是对《*Advances in Chinese as a Second Language*》和《*Grammatical Development of Chinese among Non-Native Speakers*》两本书的综述，从二语汉语句法发展与加工的角度比较了两本书的异同[23]。

综上，从句法上看，国内研究的内容较为丰富，既研究如“把”字句和“被”字句等特殊句式，也研究如“了”和“着”等体标记句法成分，还研究“定中”和“中补”等短语结构，国外与之相比则较为单一，局限于体标记的研究。

#### 4.4. 语音研究声调是重点

国内研究语音的文献有 5 篇。其中两篇研究声调，另外三篇分别研究复合音、单音节词语音和口语中的音韵编码。声调是汉语的一大特色，也是汉语语音学习的重难点。李琪琪(2019)和刘思琪(2021)专门考察了汉语学习者对声调信息的加工与处理[24]，需要特别说明的是这两个实验的被试均为汉语母语者，

从严格意义上来说不应该归为汉语作为第二语言的研究，但它们都考察了外语口音对汉语声调加工的影响，因此笔者将两篇文献纳入分析范围之内。最后实验得出的结论是在声调加工的早期阶段，外语口音会对上声的加工产生影响，相比标准汉语口音的上声，带有外语口音的上声会需要汉语母语者更多的注意加工，这启示我们在进行汉语教学时要着重进行上声的教学。其他三篇文献分别考察了汉语作为第二语言的粤语母语者辨别语音和复合音的差异、汉语为二语的高熟练度韩国留学生感知加工汉语单音节词语的脑神经机制和英汉双语者汉语口语产生过程中音韵编码过程的同化和顺应机制。

国外的语音研究是 ERP 研究的热点，占比 28.57%，研究内容比较集中，主要关注汉语的声调问题。同样是研究声调，4 篇文献的关注点又有所不同，Eric Pelzl *et al.* (2018) 关注高级汉语学习者学习声调的困难[25]，GuanNan Shen (2019) 关注学习者对汉语的词汇连续变调的习得，Keke Yu *et al.* (2019) 关注母语经验对学习汉语声调的影响，Jie Xi *et al.* (2021) 关注高水平汉语学习者对声调的感知[26]。

综上，在 ERP 应用于汉语作为第二语言的语音研究中，声调是研究的重点所在。尤其是国外，为这一研究领域深入发展提供了可借鉴的成果。国内除声调研究外，内容少且散，研究体系亟待完善。

#### 4.5. 汉字研究呈现主题新颖化

在 38 篇中文文献中，仅有 2 篇文献涉及到汉字研究。朱虹(2021)和高翔(2021)分别从汉字识别、汉字书写的角度出发，研究了汉语二语学习者对汉字的识别加工机制、书写汉字时背后的神经动力机制[27]。

在 14 篇英文文献中有 4 篇文献对汉字进行了研究，它们的研究内容涉及到两个方面——汉字识别和汉字阅读。如，Yum *et al.* (2015) 调查了高级水平汉语学习者的汉字阅读，认为达到四级阅读水平的汉语二语读者在字形和语音方面的处理能力与母语汉语读者相当。

将国内外的汉字研究进行对比，发现国内正式将 ERP 技术应用于汉语作为第二语言汉字研究领域的时间比较晚，对国内学者来说，此研究主题还比较新颖。

### 5. 汉语习得 ERP 研究范式与脑电成分分析

本小节将从脑电实验采用的研究范式与实验中涉及到的脑电成分两个方面展开论述。

#### 5.1. 研究范式分析

##### 5.1.1. 依托 ERP 实验的实证研究为主

ERP 应用于汉语作为第二语言的研究领域中，实证研究占优势，理论研究十分薄弱。其中心理语言学的实证法为主要研究手段，52 篇文献中有 51 篇使用行为实验和脑电实验相结合的方法，占比高达 98.08%，与之配合的是统计分析法，实验之后，学者们纷纷借助 SPSS 和 MATLAB 分析软件对所得的行为数据和脑电数据进行了分析。除此之外，还有 57.69% 的文献采用对比分析法，从研究被试的角度，依据被试的母语或汉语水平进行分组，比较组别之间对某一语言项目认知神经模式的异同。如杨洋(2012) 将汉语母语者和德国二语者加工对被字句认知神经模式进行对比，总结二者之间的异同，并探讨影响语言加工机制差异的因素[28]。

##### 5.1.2. 技术实现路径程序化

就目前研究来看，经过实验的多次检验，学界已形成比较成熟的研究路径。总体可以分为准备实验、设计实验、预实验和正式试验等四个阶段。在第一阶段，需要确定研究问题并提取相应 ERP 指标进行可行性分析，之后准备实验材料即建立语料库；第二阶段，需要确定实验变量、明确研究的脑电成分、控制变量条件、设置关键词并导入程序；第三阶段，需要完成被试的招募并根据预实验结果完善实验步骤，第四阶段才能正式进行最终实验。

### 5.1.3. 研究范式多样化

现有研究中使用的研究范式比较丰富，对之后的科学研究提供了可模仿借鉴的范例。

国内采用启动范式占比达 26.32%，是现有实验中使用最多的研究范式。比如梁建娥、李华(2014) [29] 和黎明(2019)使用了语义启动范式[30]，候友(2010)采取了快速掩蔽启动范式，王宁(2016)使用了跨语言结构启动范式[31]，郭丹丹(2017)采用了情感启动范式。除启动范式外，使用较多的还有违例范式、oddball 范式和图词干扰范式。例如张美英(2022)使用句法、语义双违例范式研究了韩国学习者“把”字句的习得；高翔(2021)采用 oddball 范式探究了汉语二语学习者感知汉字书写顺序的脑动力机制；韩海滨(2016)使用图词干扰范式分析了言语产生中藏汉双语者第二语言汉字词激活的时间进程。另外还有一些学者使用了比较小众的实验范式来实现自己的研究目的，比如姜淞秀(2013)使用双线索语言转换、任务转换范式研究蒙汉双语者在任务切换过程中的优势效应[32]；何虎、李杰(2017)采用视觉搜索范式研究语言对知觉的影响；朱虹(2021)使用颜色匹配范式研究汉语二语学习者汉字识别视觉专家化和正字法的加工。这些小众范式都比较有针对性，充分体现了这部分学者对自己研究的思考。

国外使用最多的是 oddball 范式，如 GuanNan Shen (2019)采用了经典 oddball 范式[33]，Keke Yu *et al.* (2019)使用了多特征 oddball 范式[34]。除此之外，还使用了违例范式、启动范式、视觉搜索范式和线索语言转换范式等。

## 5.2. 脑电成分分析

笔者整理搜集文献中所涉及到的脑电成分，发现 N400 最受学者关注，在各类研究主题中皆有出现，其他成分受主题影响各有侧重。我们按照研究主题分类将常见脑电成分进行整理，具体数据如下。

**Table 1.** List of common EEG components  
**表 1.** 常见脑电成分表

研究内容	常见脑电成分
词汇	N400、N200、N170、P300、LRP
句法	N400、P600、P300、N200、LPC、LAN
语义	N400、N300、P200
语音	N400、N100、PMN、MMN
汉字	N200、N170、N250、P100、P300
其他	N400、N200、MMN

如表 1 所示，N400 是 ERP 应用于汉语作为第二语言研究领域不可或缺的成分，它几乎涉及到语言加工的方方面面，在研究中占据着举足轻重的地位。除了 N400，其他主题涉及到的成分都各有所侧重。词汇类研究关注 N200、N170、P300，句法类还关注 P600 和 P300，语义类还关注 N300 和 P200，语音类还关注 PMN 和 N100，汉字类研究目前比较关注 N250、N100 等，其他类如语言影响知觉的脑机制研究还涉及到 MMN 成分。

## 6. 汉语习得 ERP 研究趋势

从当前研究特点及未来前景展望两个方面对以上内容进行总结。

## 6.1. 研究特点

目前研究主要存在以下四个特点。

### 6.1.1. 研究关注较为分散，尚未形成显著的研究聚焦点

目前已有的研究包括词汇、句法、语义、语音、汉字和其他等六个方面，如候友(2012)、张美英(2022)、班胜星(2013)、李琪琪(2019) [35]、朱虹(2021) [36]和易保树(2017)。尚未有人将 ERP 技术应用于汉语作为第二语言的修辞研究和语用研究，研究分域亟待扩充。每一研究方向的文献数量都很少，现有研究分域内部较为分散，研究内容之间关联性不强，如语音方面，除声调外，其他研究之间没有联系。

### 6.1.2. 被试选取理想化，个体差异性考虑不充分

研究对象分布范围较小，分布于 23 种语言，集中于 3 个语系；研究对象集中于青年大学生，年龄比较集中，儿童、青少年、中年人和老年人研究被试较少；高级水平汉语学习者在被试中占比最高，以零基础、初中级水平汉语学习者作为研究对象的文献较少。

### 6.1.3. 理论研究薄弱，实验材料处理方法宽容度不足

研究以行为实验和脑电实验相结合的实证研究为主，其他研究方法使用较少。实验材料要求在字数和结构上保持对齐，处理方法较为严苛。

### 6.1.4. 脑电实验实现路径程序化，研究范式模式化

如上文所述，借助 ERP 的脑电实验在实现路径上已形成了较为成熟和固定的流程，实现了实验路径的程序化操作，某些研究范式，如启动范式、违例范式和 oddball 范式等复现率很高，已显示出模式化的特点。

## 6.2. 前景展望

针对以上特点，本文就以下三个方面对未来发展前景进行展望。

### 6.2.1. 扩大研究范围，完善研究体系

比如，将 ERP 应用于汉语作为第二语言的修辞研究，探求汉语二语学习者识别、运用汉语修辞的生理加工机制；再比如，将 ERP 技术应用于汉语作为第二语言的语用研究，借助脑电数据分析汉语二语学习者使用汉语进行交际时的特征，弥补目前研究范围的不足，拓宽研究的广度。学界还可以继续深耕现有研究分域。比如在语音方面，目前有学者研究了汉语二语学习者声调形成的加工过程和加工机制，之后，可以从音位习得、声韵拼合等方面进行研究，全方位推进语音研究体系的建设。

### 6.2.2. 精选实验被试，扩展研究对象

未来研究可以从以下三个方面对研究对象进行扩展。一是充分考虑被试者的母语，同一研究主题，可以选择不同的母语被试，不同的研究主题，可以选择相同的母语被试也可以选择不同的母语被试，可以重点关注上文提到的仅出现在单一实验中的语言；二是扩大所选研究对象的年龄范围，将目光适当地放到儿童、青少年、中年人和老年人身上；三是可以关注零基础、初中级水平汉语学习者学习汉语的加工机制，对零基础和初中级学习者做一些专门研究。

### 6.2.3. 扩充研究样本，创新研究方法

应尽可能尝试扩充研究的样本，如选取处于不同学习阶段的研究对象作为实验被试考察他们对同一语言现象的加工情况或对学习者群体进行追踪研究，研究他们习得某一语言现象的动态演变过程。另外，还要加强理论研究，对理论进行综述，总结前人成果，为后来学者提供理论支持，创新实验模式。实验



部分, 除行为实验、脑电实验外, 可以结合眼动实验, 对语言加工与认知进行全方位研究。

## 7. 结语

本文考察了 ERP 应用于汉语作为第二语言研究的现状, 发现该领域的研究起步于 2010 年, 选题较为新颖, 学界对此领域呈持续关注态度, 是近几年学术研究的热点之一。目前, 该研究领域已取得了一些成果, 主要体现在“语音、词汇、句法、语义、汉字”五个方面。同时研究中也存在一些不足, 表现为分域研究不全面, 尚未有人将 ERP 脑电技术应用于汉语作为第二语言的修辞和语用研究; 分域内部较分散, 研究内容之间关联性不强; 研究被试类型集中, 覆盖面不广, 研究对象有待扩展。研究以实证研究为主, 理论研究十分薄弱; 横向对比研究为主, 缺乏纵向对比研究。针对不足本文提出了相应的发展建议以期助力未来发展。

ERP 技术是研究大脑的有力工具, 相比于传统的行为学实验具有独特的优势。比如, 在行为学实验中, 我们无法得到刺激和反应之间的数据, 但大多数的“行为”恰恰发生在这个时间段内[1]。ERP 技术拥有极高的时间分辨率, 可以测量某一时间段内每一时刻点的活动, 因此, ERP 技术可以为我们揭示这种“行为”, 为我们研究语言生成、语言加工的脑神经机制提供有力支撑。但 ERP 技术本身也有一些劣势, 比如相较于 PET 和 fMRI 它的空间分辨率较差, 可以考虑将 ERP 与两者相结合做更深入的全方位观测, 再比如, ERP 脑电波数据容易受到被试者频繁的嘴巴、头部和眼球运动的影响, 出现一些伪迹, 难以记录到干净的 ERPs, 因此在使用 ERP 技术的时候, 实验设计要突显其优势, 注意规避其劣势, 充分提高 ERPs 的利用率。

## 参考文献

- [1] Luck, S.J. 事件相关电位基础[M]. 第 2 版. 洪祥飞, 刘岳庐, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2019: 27.
- [2] 束定芳. 认知语言学研究方法、研究现状、目标与内容[J]. 西华大学学报(哲学社会科学版), 2013, 32(3): 52-56.
- [3] 刘少强, 杨文星. 中国近十年来基于 ERP 的二语习得研究现状分析[J]. 外国语言文学, 2020, 37(5): 465-478.
- [4] 何虎, 李杰. 双语者的二语学习对一语范畴的干扰: 蒙汉双语者的颜色范畴知觉的 ERP 研究[C]//中国心理学会. 第二十届全国心理学学术会议——心理学与国民心理健康摘要集. 呼和浩特: 内蒙古师范大学教育科学学院, 2017: 1549-1550.
- [5] 王玉超, 宋志强, 郑涛. 男性藏-汉双语者汉语事件相关电位 N400 的特征分析[J]. 青海医药杂志, 2017, 47(3): 2-5.
- [6] 班胜星. 彝汉双语者汉语加工模式和双语语义表征的 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [7] 梁建娥. 维、汉双语语言认知事件相关电位差异性研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2014.
- [8] 侯友. 蒙、汉双语词汇识别的 ERP 研究[D]: [博士学位论文]. 天津: 天津师范大学, 2012.
- [9] 姜淞秀, 李杰, 刘兴宇, 等. 不同熟练度双语者非语言任务转换的差异——来自 ERP 证据[J]. 心理学报, 2015, 47(6): 746-756.
- [10] 李正根, 冯建新, 范晓庆. 双语者词汇产生中词汇通达的时间进程[C]//中国心理学会. 增强心理学服务社会的意识和功能——中国心理学会成立 90 周年纪念大会暨第十四届全国心理学学术会议论文摘要集. 2011: 380-381.
- [11] 郝美玲, 厉玲. 初级阶段留学生汉语复合词加工影响因素研究[J]. 语言教学与研究, 2015(2): 8-18.
- [12] 韩海滨. 言语产生中藏-汉双语者第二语言的激活时间进程[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北师范大学, 2016.
- [13] 宋瀚. 中级水平汉语学习者对反义合成词和同义合成词的神经认知机制的研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国石油大学, 2020.
- [14] Yum, Y.N., Midgley, K.J., Holcomb, P.J. and Grainger, J. (2014) An ERP Study on Initial Second Language Vocabulary Learning: Initial L2 Vocabulary Learning. *Psychophysiology*, 51, 364-373. <https://doi.org/10.1111/psyp.12183>
- [15] Chang, S., Xie, J., Li, L., Wang, R. and Liu, M. (2016) Switch Costs Occur at Lemma Stage When Bilinguals Name Digits: Evidence from Language-Switching and Event-Related Potentials. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 1249.

- <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01249>
- [16] 姜淞秀. 简单句子理解层面的语言转换机制研究: 来自蒙-汉双语者的证据[D]: [博士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2017.
- [17] 张金桥, 王明月. 中级水平留学生汉语句子产生中的句法启动效应[J]. 华文教学与研究, 2013(2): 51-56.
- [18] 张美英. 韩国汉语学习者“把”字句习得的 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 烟台: 鲁东大学, 2022.
- [19] 金迪. 韩语母语者习得汉语被字句的偏误分析与脑电实验研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2020.
- [20] 张璐. 汉语一语者和二语者不同情状类型动词与体标记组配的 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 泉州: 华侨大学, 2021.
- [21] 查思聪. 母语者和二语者加工汉语两种时间表达方式的 ERPs 研究[D]: [硕士学位论文]. 泉州: 华侨大学, 2021.
- [22] Hao, Y., Duan, X. and Yan, Q. (2022) Processing Aspectual Agreement in a Language with Limited Morphological Inflection by Second Language Learners: An ERP Study of Mandarin Chinese. *Brain Sciences*, **12**, Article 524. <https://doi.org/10.3390/brainsci12050524>
- [23] Mai, Z. (2015) L2 Chinese: Grammatical Development and Processing. *Second Language Research*, **32**, 123-141. <https://doi.org/10.1177/0267658315597737>
- [24] 刘思琪. 音乐经验促进普通话使用者的声调信息处理[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2021.
- [25] Pelzl, E., Lau, E.F., Guo, T. and Dekeyser, R. (2019) Advanced Second Language Learners' Perception of Lexical Tone Contrasts. *Studies in Second Language Acquisition*, **41**, 59-86. <https://doi.org/10.1017/S0272263117000444>
- [26] Xi, J., Xu, H., Zhu, Y., Zhang, L., Shu, H. and Zhang, Y. (2021) Categorical Perception of Chinese Lexical Tones by Late Second Language Learners with High Proficiency: Behavioral and Electrophysiological Measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **64**, 4695-4704. [https://doi.org/10.1044/2021\\_JSLHR-20-00210](https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-20-00210)
- [27] 高翔. 二语者感知汉字书写顺序的 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 泉州: 华侨大学, 2021.
- [28] 杨洋. 汉语本族语者和德语本族语者加工汉语被字句的认知神经模式对比——一项 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海外国语大学, 2012.
- [29] 梁建娥, 李华. 维-汉双语语义认知的事件相关电位特征研究[J]. 生理学报, 2014, 66(4): 457-462.
- [30] 黎明. 二语水平和词性对双语者心理词汇语义表征影响的 ERP 研究[J]. 外语电化教学, 2019(2): 90-96.
- [31] 王宁. 韩国留学生汉语短语结构加工中句法结构相似性作用的 ERPs 研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 江苏师范大学, 2016.
- [32] 姜淞秀. 任务转换条件下平衡和非平衡双语者优势效应差异的 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2013.
- [33] Shen, G.N. (2019) Electrophysiological Correlates of Categorical Perception of Lexical Tones by English Learners of Mandarin Chinese: An ERP Study. *Bilingualism: Language and Cognition*, **22**, 253-265. <https://doi.org/10.1017/S136672891800038X>
- [34] Yu, K., Li, L., Chen, Y., Zhou, Y., Wang, R., Zhang, Y. and Li, P. (2019) Effects of Native Language Experience on Mandarin Lexical Tone Processing in Proficient Second Language Learners. *Psychophysiology*, **56**, e13448. <https://doi.org/10.1111/psyp.13448>
- [35] 李琪琪. 外语口音对汉语声调加工的影响[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2019.
- [36] 朱虹. 二语学习者汉字识别视觉专家化与正字法加工的 ERP 研究[D]: [硕士学位论文]. 泉州: 华侨大学, 2021.