

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：语言符号与知觉符号表征对外语词汇习得的影响比较：来自行为与脑电的实验证据  
作者：任维聪 杨婷 王汉林

---

### 第一轮

#### 审稿人 1 意见：

该研究通过行为与脑电技术，对语言符号与知觉符号学习方式对外语词汇习得的影响，研究发现，在词编码阶段，相较语言符号表征，知觉符号表征诱发更正的 LPC 成分；对于词汇再认阶段，知觉符号表征条件诱发更大 N400 成分，脑电时频分析表明与语言符号相比，知觉符号表现出  $\mu$  波抑制及  $\theta$  波功率增强现象。基于以上结果，作者认为语言符号方式更为快捷，知觉符号方式更为深度的加工。知觉符号更能提高词汇学习效果。有以下几点问题，供参考。

**意见 1：**前言关于语言符号与知觉符号在外语学习中作用的阐述中，混淆了外语学习与外语加工，列出的证据主要是关于外语加工，而非语言习得。例如，“无论双语者或三语者在加工外语时都会以母语为中介，实现对外语词汇的语义通达”；“双语者只有在加工熟悉的外语词汇时才会更大程度的激活词汇所涉及的知觉符号信息”。

**回应：**感谢评审专家指出这一问题。为避免概念的混淆，我们将 1.2 部分“语言符号与知觉符号表征在外语学习中的作用”的文献重新进行了梳理（见 41~46 行、56~60 行）。在此作如下说明：

1.2 部分分为两个段落，各自就语言符号表征与知觉符号表征在外语学习中的作用进行了分析说明。其中第一段落的核心观点是：**外语学习阶段对词汇的语义表征多借助母语，这种情况下，外语学习常体现出语言符号表征的特点。**根据评审专家的意见，我们对支持此观点的证据进行了调整，将外语学习与外语加工的文献进行分组，以避免评审专家提到的证据混淆问题。主要从三方面列举支持性证据：（1）二语习得的研究表明，外语学习者常借助母语实现对外语词汇的语义通达[我们将这一论点的支持文献替换为外语学习的研究(Linck et al., 2009; 马拯, 2015)]；（2）二语认知研究表明，外语熟练度会反向调节母语在外语语义通达中的作用，外语熟练度越低，外语加工中的母语依赖现象越明显；（3）二语认知研究表明外语熟练度会正向调节知觉符号信息在语义通达中的贡献，双语者在加工越熟悉的外语词汇时，越会更大程度的激活词汇所涉及的知觉符号信息。需要说明的是，虽然后两方面研究多关注的是外语加工问题，但其亦将外语熟练度作为考察因素，因此，也可以为外语学习的认知特点提供必要的支持（这其中大部分研究的结论也是针对的外语学习者的语义表征特点）。总之，通过上述三方面的研究可以综合反映出在熟练度较低的外语学习阶段，母语对外语的语义表征发挥了主要影响，而知觉符号表征的影响较小，故外语学习常体现出语言符号表征的特点。

第二段落的核心观点是：**在外语词汇学习过程中合理使用知觉符号表征将会促进学习效果。**本文在这一部分引用的文献涉及的均为外语词汇学习与新词（如外语或母语假词）学习，这些文献均反映了词汇学习过程。此外，我们在这一段又加入了两篇从发展心理学角度探讨儿童词汇学习与身体感知经验的文献(Comesana et al., 2009; Maouene et al., 2008)。

整体上,本段从儿童学习母语,成人学习新词、外语词汇等角度,对知觉符号表征的积极影响进行了论证。

综上,我们通过将文献分组、增删,从而希望避免列举证据的混淆,并使研究问题进一步聚焦于外语词汇学习。

**意见 2:** 对于  $\mu$  波抑制现象缺乏相应的介绍,分析  $\mu$  波抑制的基础不明确。另外,缺乏对符号整合观的详细介绍。

**回应:** 感谢评审专家的意见。先前我们考虑投稿对前言字数及参考文献的限制,并未在前言中对  $\mu$  波抑制现象以及符号整合理论做充分介绍。为能更清晰的表述本研究的理论依据及脑电特征选择依据,我们对这两部分内容进行了扩充。

对于符号整合观,我们在 1.1 部分补充了相关的脑成像与脑电研究证据,并对两种符号信息在语义加工中的作用时间进程特点做了说明(见 21~35 行)。

对于  $\mu$  波抑制现象,我们在 1.4 部分补充了有关其产生原理及与镜像神经元、知觉模拟相关联的介绍(见 122~127 行)。

需要说明的是,支持符号整合观的认知神经科学证据(特别是脑成像证据)以及  $\mu$  波抑制与镜像神经元关系的研究相对较丰富,但考虑稿件篇幅,我们仅列举其中代表性和综述性的相关文献。

**意见 3:** 对于 LPC 与 N400 的认知意义不明确,而两者的认知意义是本研究的基础。作者指出更正的 LPC 以及更大 N400 代表对材料更精细的编码和更深度的加工,其理论与实验证据相对较弱。作者可以考察 LPC 或 N400 与行为正确率的关系,证实该假设。同时,作者可以考察  $\mu$  波和  $\theta$  波的关系,以便进一步证实  $\mu$  波和  $\theta$  波的认识意义。

**回应:** 感谢评审专家的建议。首先,我们对四个脑电特征的认识意义及在本研究中的关注目的进行说明:

关于 LPC,以往记忆研究显示,LPC 振幅反应了对材料的编码精确性(陈燕妮 et al., 2011)、认知资源的投入(Rosburg et al., 2015)以及记忆加工的深度(Rugg et al., 1998)。鉴于此,我们考察记忆编码阶段词汇所诱发的 LPC,以检验两种符号表征对词汇编码深度的影响。

关于 N400,以往研究显示该成分反映词汇的形象化加工程度(Holcomb et al., 1999; Lai et al., 2019),其幅值与词汇的语义联想维度呈正相关,具有高意象性的词汇能够诱发更大的 N400(Laszlo & Federmeier, 2011; Muller et al., 2010)。鉴于此,我们考察再认阶段词汇所诱发的 N400,以检验两种符号表征对词汇语义的形象化提取程度的影响。

关于  $\mu$  波,以往研究显示  $\mu$  波抑制可以有效标记感知运动皮层镜像神经元的活动(Brunsdon et al., 2019; Pineda, 2005; 官群, 2019)。而镜像神经元一直被看作是知觉模拟的神经基础(伍丽梅 et al., 2007)。因此,我们通过考察再认阶段的  $\mu$  波能量变化,以检验两种符号表征模式对词汇再认过程中的知觉模拟程度的影响。

最后关于  $\theta$  波,以往记忆提取研究表明,其功率的增加与记忆的成功检索有关(Herweg et al., 2020; Solomon et al., 2019)。因此,我们通过比较两种符号表征条件下再认阶段的  $\theta$  波能量,以检验语义表征模式对记忆检索效果的影响。

其次,根据评审专家意见,我们将这四个脑电特征在各分析电极点下的数据进行了平均,将四组特征平均值分别和再认正确率进行了相关分析,结果如下表:

表 1 本研究关注的四类脑电特征量和再认正确率的积差相关分析

		编码 LPC	再认 N400	再认 $\mu$ 波	再认 $\theta$ 波
再认正确率	<i>r</i>	0.032	-0.287	-0.254	0.315
	<i>p</i>	0.821	0.039	0.070	0.023

积差相关结果显示，再认正确率和再认阶段的 N400、 $\theta$  波之间的相关系数显著，和再认阶段的  $\mu$  波相关系数边缘显著，但是再认正确率和编码阶段的 LPC 相关不显著。我们认为，正确率和 LPC 之间无明显相关的原因可能有三点：第一，LPC 反应记忆编码加工的深度，而正确率是记忆提取阶段的最终结果。这两个指标分属两个不同的记忆阶段，因此二者的关联性较弱。第二，在本研究的程序中，被试在编码阶段完成对词汇的识记之后，还需要完成 JOL 判断、心算等任务，之后才进行再认测验。因此，两个指标之间还涉及了若干相对复杂的认知操作，这可能减弱了记忆编码深度对再认正确率的直接影响，使 LPC 和正确率的线性关系被弱化。第三，根据论文中的分析结果，LPC 成分在电极点上的主效应及其显著（主效应 F 值远大于其他脑电特征），反映了各电极位置的 LPC 平均波幅结果差异较大，这可能亦对 LPC 与正确率的相关性产生了影响。

需要说明的是，虽然 LPC 与正确率的相关不显著，但在本研究中，LPC 在两种表征条件下差异显著，我们认为 LPC 的认知意义应当是比较明确的。首先，以往研究中有较充分的证据表明 LPC 与认知加工的深度有关，加工深度越大，LPC 振幅越高(Rugg et al., 1998)。其次，根据以往研究，两种符号信息认知特性表现为：语言符号在快速、浅层加工中发挥主要作用而知觉符号在深层、精细加工中发挥主要作用(Louwerse et al., 2017)。综合 LPC 的心理意义以及两种符号信息的认知特性可以很好的解释本研究中的 LPC 结果，即：由于知觉符号相较语言符号更为依赖于深层认知加工，故知觉符号表征条件启动了对外语词汇的深层语义编码，从而强化了记忆加工深度，并诱发更正的 LPC。因此在本研究中，LPC 应当和由表征方式引发的语义编码深度密切相关。

此外，根据以往  $\mu$  波、N400、 $\theta$  波的相关研究结论和两种符号表征的理论逻辑，我们认为以上三个脑电指标分别反映了词汇再认过程中，由镜像神经元活动引发的知觉模拟、对词汇的形象性加工程度以及词汇的记忆检索三种认知特征。而按照逻辑顺序，受不同表征方式影响，被试在再认过程中可能首先产生了对词汇不同程度的知觉模拟，这进一步影响了词汇的形象性语义提取程度，而后又影响了记忆检索的效果，并最终通过外显的再认正确率表现出来。故记忆检索和再认正确率的联系最近。因此，从相关系数上看，与记忆检索过程密切相关的  $\theta$  波和正确率的相关最为紧密。而镜像神经元活动与再认正确率之间还会涉及形象性加工、记忆检索等过程。因此，与镜像神经元活动有关的  $\mu$  波成分和正确率的相关相对较弱，相关系数达边缘显著。而 N400 由于同形象性加工相关，在上述逻辑过程中处于中间环节，故其相关系数在上述三种再认脑电特征中处于居中位置。

总之，在本研究中，编码 LPC、再认  $\mu$  波、N400、 $\theta$  波在实验条件间均出现了分离。结合以往有关四个脑电特征心理意义的研究以及本研究所关注的语义表征特点的分析，我们认为四个脑电指标的认知意义在本研究中是比较明确的。我们在前言 1.4 部分对四个指标的心理意义及在本研究中的关注目的做了进一步说明（见 103~131 行）。

**意见 4:** 作者强调“语言符号表征便于学习者快速获取学习材料的语义信息”，建议补充相关证据，或本实验的研究发现是否支持该结论？

**回应:** 感谢评审专家的意见，首先，“语言符号表征便于学习者快速获取学习材料的语义信息”的观点来自符号整合理论（且这是相对于知觉符号表征而言）。一方面，该理论认为，语言符号与概念原型的关系是抽象任意的、基于计算模型而抛开感知映射的，故语言符号表征可实现快速但浅层粗糙的语义加工。而知觉符号表征需依赖浸入式的知觉模拟，从而实现深

层、精细但相对复杂滞后的语义分析(Louwerse et al., 2017)。另一方面, 基于上述两种表征模式的特性, 一些实证研究又进一步支持了两种符号系统在加工速度及进程上的差异。例如在行为研究方面, Louwerse 和 Connell(2011)通过回归分析发现, 在对概念的属性判断任务中, 语言符号因素可以更好地解释快速的判断反应时, 而知觉符号因素可以更好地解释慢速的判断反应时。在脑电研究方面, Louwerse 和 Hutchinson(2012)通过 EEG 技术及溯源分析发现, 具体概念的空间形象性加工过程中, 语言符号信息的激活先于知觉符号信息。相似的, 王汉林等人(2020)的脑电研究也发现, 在抽象道德概念的空间形象性加工过程中, 语言符号信息优先被激活并对概念加工发挥了相对持久的影响, 而知觉符号信息则在概念加工的中后期发挥了主要作用。综合上述理论与实证研究可以认为, 相较于知觉符号, 语言符号并不考虑文字符号与概念原型的映射关系, 而仅依赖于计算机化的匹配过程, 故在语言加工中更易激活, 且激活时间更早, 实现语义理解的速度更快。因此对于外语学习活动, 也有理由相信, 语言符号表征便于学习者快速获取学习材料的语义信息(正如我们通过“母语-外语”匹配比通过“图片-外语”匹配更易理解外语词汇语义)。

其次, 对于本研究, 我们先前曾对记忆编码阶段诱发的早期 P2 成分进行了分析。以往研究认为, P2 成分的幅值与刺激的高级知觉分析过程相关(Brang et al., 2008; Wang et al., 2016)。鉴于此, 我们希望通过考察 P2 来比较两种符号表征条件对编码阶段早期知觉分析的影响。但我们的研究结果仅表现出 P2 的平均波幅在语言符号表征条件下出现偏侧化差异(左脑>右脑), 在知觉符号表征条件下无偏侧化区别, 而 P2 在两种表征条件下的差异却不显著。综合两种表征模式对不同模态信息的加工特点, 以及大脑对言语和非言语信息的加工分别存在左、右半球的偏侧优势(Marco et al., 2010), 我们认为这一结果可能表明语言符号表征条件更为强化对语言皮层的早期激活, 侧重通过言语通路影响对外语词汇的高级知觉分析, 从而使 P2 成分更偏于左脑。而知觉符号表征条件下词汇诱发的 P200 并未表现出明显的左右半球差异, 可能表明知觉符号表征对词汇高级知觉分析的影响并未侧重于言语(或非言语)通路, 或者说知觉符号表征多模态化的特征表现需要以深层加工为基础(Louwerse et al., 2017), 因此其对词汇记忆编码的特异性影响相较语言符号表征更为滞后。简言之, 本研究的 P2 结果可以在一定程度上说明语言符号表征相较知觉符号表征优先对词汇学习发挥了特异化的作用, 这为其“便于学习者快速获取学习材料的语义信息”提供了一定的支持。

本研究的 P2 具体分析结果如下:

对记忆编码阶段 P2 平均波幅进行 2(知觉/语言符号表征) × 2(左/右脑) × 5(前后电极位置)的重复测量方差分析。重复测量方差分析结果表明, 三因素交互作用不显著  $F(4, 200)=0.31, p=0.69$ ; 表征方式和左右脑的交互作用显著  $F(1, 50)=4.11, p=0.048, \eta_p^2=0.08$ , 进一步简单效应分析结果表明, 在语言符号表征条件下, P2 在左脑的平均波幅( $5.40 \pm 2.02 \mu V$ )显著高于右脑( $4.78 \pm 1.73 \mu V$ ),  $F(1, 50)=4.65, p=0.036, 95\% CI [0.04, 1.16], \eta_p^2=0.09$ ; 在知觉符号表征条件下, P2 的平均波幅在左脑( $4.73 \pm 2.15 \mu V$ )和右脑( $4.93 \pm 1.75 \mu V$ )差异不显著,  $F(1, 50)=0.50, p=0.48, 95\% CI [-0.76, 0.36]$ 。以上结果显示, 语言符号较之知觉符号表征条件下诱发的 P2 出现更明显的偏侧化特征(从地形图中也可看出语言符号表征条件下 P2 的左右脑分布更加不对称, 见图 1)。此外, 前后电极和表征方式的交互作用不显著  $F(4, 200)=3.21, p=0.08$ ; 左右脑和前后电极的交互作用显著  $F(4, 200)=14.30, p<0.001; \eta_p^2=0.22$ ; 表征方式主效应不显著  $F(1, 50)=0.29, p=0.59$ ; 左右脑的主效应不显著,  $F(1, 50)=1.05, p=0.31$ ; 前后电极的主效应显著,  $F(4, 200)=94.72, p<0.001, \eta_p^2=0.66$ 。



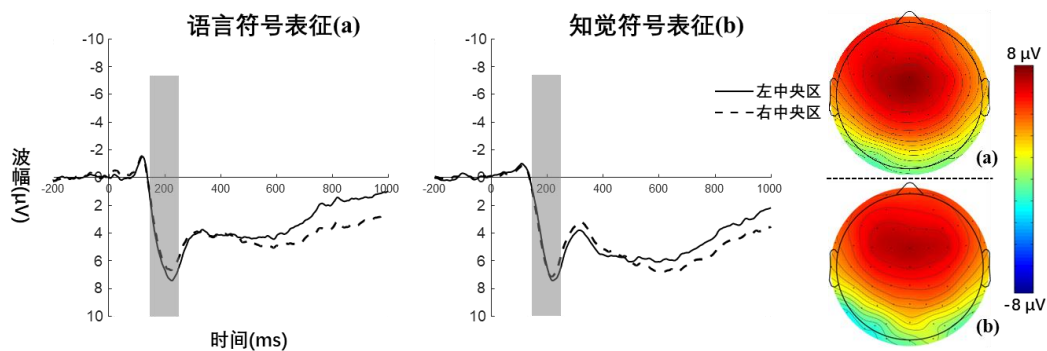


图 1 语言符号表征 (a) 与知觉符号表征 (b) 条件下词汇记忆编码阶段诱发 P200 及其地形图 (虚线-实线)

但需要说明的是，我们并未发现 P2 在两种表征条件间表现出显著差异，同时有关 P2 在本研究中的认知意义皆基于以往一般语言认知研究的推导。因此可能说服力较弱。为突出本研究的主要发现（即两种表征条件比较的差异），我们在稿件中并未包括有关 P2 成分的分析讨论。最后根据评审专家的意见，我们在前言 1.1 部分（见 26~35 行）及讨论 4.3 部分（见 377~378 行）补充了支持“语言符号表征便于学习者快速获取学习材料的语义信息”这一论点的研究证据。

.....

**审稿人 2 意见：**

该文章通过行为与脑电实验技术，比较外语词汇学习过程中，语言符号与知觉符号表征对词汇记忆编码与再认的影响过程。整体而言，研究设计思路清晰，变量控制严谨，统计分析合理。研究结果为理解不同模态的知识表征对词汇学习机制的影响提供了实验证据。有以下意见或建议。

**意见 1：** 研究拟检验的关键研究假设不是很清晰。从前言的陈述看，更像是基于结果（ERP 成分或频段）的解释来回溯出一个相关联假设或研究预期，而不是先确立问题和假设，再选择合适的指标来检验此假设。

**回应：** 感谢评审专家的评价及建议。为避免数据驱动的阅读感受，我们将原文 1.3 部分拆分成了 1.3、1.4 两部分，并对内容进行了补充与调整。首先我们基于语言表征当前的研究现状提出本研究关注的科学问题，即两种符号表征作用下的外语词汇学习效果是否存在差异？这种差异背后的认知神经机制又是什么？其次，我们根据知觉符号表征的多模态认知优势，以及大量有关感知运动经验促进学习记忆的实验证据提出本研究总的研究假设，即知觉符号相较语言符号表征应能对外语词汇学习发挥更为积极的作用。在此基础上，我们进一步根据符号整合理论对两种表征系统认知特性的论述，以及相关记忆领域的研究结论，分别对两种符号表征影响词汇记忆编码与提取的差异进行了分析预测（上述内容的补充修改详见 1.3 部分，第 72 行~96 行）。

最后我们以这些预测为依据提出了本研究所关注的脑电特征成分及其结果假设（见 1.4 部分）。我们希望通过上述调整来进一步提高问题提出及脑电特征选择的合理性。

**意见 2：** 研究采用的实验范式与真实生活中的词汇学习方式存在一定差异，是否会影响研究发现或对结果的解释，值得作者思考，并建议进行适当讨论。比如，研究者仅选用了“上”和“下”两个概念，而每个概念有 40 个不同的词汇形式与之相对应。在这种情况下，被试究

竟学到了什么其实很值得思考。按照直觉判断的话，被试在学习过程中可能主要是在辨析不同的词形，而不是像一般词汇学习中所需要的建立形-义连接。

**回应：**感谢评审专家提出这一问题。外语词汇学习是一个复杂的认知活动，涉及众多潜在的影响因素。本研究作为一项基础实验研究，旨在尽可能的精确操纵语义表征这一自变量，控制无关变量，并为脑电数据分析提供充分的数据量。在保障本研究的内部效度同时，势必会对生态效度产生一定限制。

如果不对学习材料的数量、种类、熟悉性等进行限制，将有可能产生严重的自变量混淆。特别对于知觉符号表征条件而言，如果不加限制，涉及较多的词汇，一是很难对该条件进行操纵，二是会导致被试的知觉表征过程较复杂，难以对其过程和诱发的脑电相关指标进行量化研究。因此，本研究在各方权衡下，只采用了“上”和“下”两个概念的多国语言作为学习材料。但是我们认为在本研究中，被试是需要像在真实学习情境中那样去建立外语词汇的形-义连接的。原因在于，本研究的再认阶段包含未学习过的填充材料，根据实验任务，被试即需要区分学习/未学习过的词汇，又要对学习过的词汇进行语义回忆方能做出判断。因此，单纯依赖词形辨析不足以使被试完成再认测试。且我们设置了一个较为合理的被试剔除标准（即根据概率分布剔除再认正确率在随机猜测概率以下的被试），在实验过程中也始终对被试的学习情况进行了监督。在剔除标准与再认测试程序的限制下，被试在学习阶段不单要识记不同词形，更需要仿照真实学习情境，将各词汇与对应语义建立形-义连接，方能通过再认测试。因此，有理由相信，本实验任务可以有效检验外语词汇学习过程以及语义表征对这一过程的影响。

当然，在理解清楚本研究所关注的认知过程及其神经机制后，未来研究可以考虑采用包含更多概念的外语词汇进行研究，并进一步考虑如何在真实学习情境中对语义表征方式进行操纵与检验。

根据评审专家的意见，我们在综合讨论 4.2 部分增加了对这一关切问题的讨论（见 352~362 行）。

**意见 3：**即使研究者在材料选择时，希望避免被试的学习策略，但被试仍有可能会采取一定的学习或记忆策略，比如仅关注刺激某个局部特征（字母）的差异，不知道作者在研究结束后是否针对该问题对被试进行过访谈。

**回应：**感谢评审专家的意见。对此问题我们所做的工作有以下几点：第一，实验材料方面，我们在正式实验前招募了一些被试参与本研究的行为预实验，并在实验结束后对被试进行了有关实验感受的访谈。根据访谈结果，我们替换了若干易引起联想或策略加工的材料。此外，我们对每个 block 的外文词汇都进行了一定的匹配，以减小被试依赖某字形特征进行语义分类。第二，实验程序方面，在每个正式实验的 block 前，我们都会让被试进行充分的休息，并强调指导语的要求，以强化被试按照指导语规定的记忆方式进行学习。实验后我们也对被试进行了访谈，询问其是否按指导语要求进行实验。确有少数几人因疲劳等原因没能严格遵守，我们已将其数据剔除，其余被试均表示能较好按要求完成学习任务。第三，为进一步排除评审专家提出的这种可能性，我们对所有编码阶段学习材料的行为结果进行了以项目为单位的统计分析，其结果与以被试为单位的分析相似，见下表。

表 2 语言与知觉符号表征条件下的 JOL 与再认正确率的项目分析

因变量指标	实验条件	$M \pm SD$	$t$	$p$	Cohen's $d$
JOL	语言符号表征	5.83 ± 0.66	-0.75	0.46	
	知觉符号表征	5.87 ± 0.72			
再认正确率	语言符号表征	0.63 ± 0.16	-5.02	<0.001	-0.47
	知觉符号表征	0.71 ± 0.18			

由于本研究两个实验条件下被试学习的词汇材料相同,如果材料引起了某种策略加工,那么两实验条件均会受此影响。但无论项目还是被试分析结果均显示出再认正确率的显著实验分离,因此我们认为可以排除材料的干扰作用。

综上,我们认为实验材料和程序是能够有效检验本研究所关注的语义表征问题的。

#### 参考文献(专家意见回复)

- Brang, D., Edwards, L., Ramachandran, V. S., & Coulson, S. (2008). Is the sky 2? Contextual priming in grapheme-color synaesthesia. *Psychological Science*, 19(5), 421-428. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02103.x>
- Brunsdon, V. E. A., Bradford, E. E. F., & Ferguson, H. J. (2019). Sensorimotor mu rhythm during action observation changes across the lifespan independently from social cognitive processes. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 38, Article 100659. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2019.100659>
- Comesana, M., Perea, M., Pineiro, A., & Fraga, I. (2009). Vocabulary teaching strategies and conceptual representations of words in L2 in children: Evidence with novice learners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(1), 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.10.004>
- Herweg, N. A., Solomon, E. A., & Kahana, M. J. (2020). Theta Oscillations in Human Memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(3), 208-227. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.12.006>
- Holcomb, P. J., Kounios, J., Anderson, J. E., & West, W. C. (1999). Dual-coding, context-availability, and concreteness effects in sentence comprehension: An electrophysiological investigation. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 25(3), 721-742. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.3.721>
- Lai, V. T., Howerton, O., & Desai, R. H. (2019). Concrete processing of action metaphors: Evidence from ERP. *Brain Research*, 1714, 202-209. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2019.03.005>
- Laszlo, S., & Federmeier, K. D. (2011). The N400 as a snapshot of interactive processing: Evidence from regression analyses of orthographic neighbor and lexical associate effects. *Psychophysiology*, 48(2), 176-186. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01058.x>
- Linck, J. A., Kroll, J. F., & Sunderman, G. (2009). Losing Access to the Native Language While Immersed in a Second Language: Evidence for the Role of Inhibition in Second-Language Learning. *Psychological Science*, 20(12), 1507-1515. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02480.x>
- Louwerse M., & Hutchinson S. (2012). Neurological Evidence Linguistic Processes Precede Perceptual Simulation in Conceptual Processing. *Frontiers in Psychology*, 3(385), 385.
- Louwerse, M., & Connell, L. (2011). A Taste of Words: Linguistic Context and Perceptual Simulation Predict the Modality of Words [Article]. *Cognitive Science*, 35(2), 381-398. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01157.x>
- Louwerse, M., 何先友, 邓玉梅, 赵雪汝, & 薛颖. (2017). 语言加工中的符号相互依存:语言统计和知觉模拟的交互作用. *华南师范大学学报(社会科学版)*(02), 51-60+191.
- Maouene, J., Hidaka, S., & Smith, L. (2008). Body Parts and Early-Learned Verbs. *Cognitive Science*, 32(7), 1200-1216. <https://doi.org/10.1080/03640210802019997>
- Marco, M., Karalyn, P., Julio, A.-C., George, P., David, I.-G., Young, T. H., . . . Nestor, P. J. (2010). What the left and right anterior fusiform gyri tell us about semantic memory. *Brain*, 133(11), 3256-3268.
- Muller, O., Dunabeitia, J. A., & Carreiras, M. (2010). Orthographic and associative neighborhood density effects: What is shared, what is different? *Psychophysiology*, 47(3), 455-466. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2009.00960.x>

- Pineda, J. A. (2005). The functional significance of mu rhythms: Translating "seeing" and "hearing" into "doing". *Brain Research Reviews*, 50(1), 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2005.04.005>
- Rugg, M. D., Mark, R. E., Walla, P., Schloerscheidt, A. M., Birch, C. S., & Allan, K. (1998). Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. *Nature*, 392(6676), 595-598. <https://doi.org/10.1038/33396>
- Solomon, E. A., Lega, B. C., Sperling, M. R., & Kahana, M. J. (2019). Hippocampal theta codes for distances in semantic and temporal spaces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(48), 24343-24352. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906729116>
- Wang, H., Mo, L., Luo, Q., Xiang, Y., & Hu, Y. (2016). Psychological distance modulates the performance of the embodiment effect: Evidence from behavioral and ERP studies. *Psychophysiology*, 53(4), 527-534.
- 官群. (2019). *具身语言学——人工智能时代的语言科学*. 北京: 科学出版社.
- 马拯. (2015). 二语词汇习得中概念重构的理据及其路径. *解放军外国语学院学报*, 38(03), 74-80.
- 

## 第二轮

**审稿人 1 意见：**作者较好地回复了审稿人的问题，建议发表。

**编委意见：**作者针对审稿意见进行了详细的修改，审稿专家对回复表示满意。我阅读了文章修改稿，同意审稿专家的看法，建议接受发表。

**主编意见：**同意外审和编委意见，建议录用。