

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：汉字识别中亚词汇语音和语义信息在 N170 上的神经适应

作者：张瑞 王振华 王小娟 杨剑峰

第一轮

审稿人 1 意见：

该论文以健康大学生为被试，采用 ERP 适应范式分别考察了部件与整字的语音及语义相关性对脑电 N170 成分波幅的影响，为理解文字加工早期神经活动的认知意义提供了实证证据。选题具有重要的理论意义，实验设计较合理，数据分析较规范，结果较清晰。为了进一步提高文章质量，请对以下几个问题进行修改：

意见 1：尽管有研究表明左侧化 N170 成分与左侧枕颞区（包括 VWFA）的神经活动相关，但脑电数据的空间分辨率有限，该研究仅通过 N170 成分的波幅研究左侧梭状回不合适，有过度推论的嫌疑，请作者谨慎表述和解释结果。鉴于此，建议作者考虑将该研究定位于探讨文字加工早期神经活动的认知意义，而不是直接研究 VWFA 的功能。另外，该研究记录的是 64 导脑电数据，建议作者进行溯源分析，可以为探讨 VWFA 的功能提供间接证据。

回应：非常感谢评审的建议，如“总体回复”所述，此次修改将文章进行了通篇调整，完全探讨 N170 成分在汉字早期识别中反映的认知加工，弱化了对于 VWFA 功能的探讨。

另外，我们在 160~220ms 时间窗内，对各条件的差异波（第一个汉字减去第二个汉字）进行了溯源分析。结果发现梭状回有着很强的激活。但是，并没有考虑将溯源结果作为正文内容报告。主要是因为溯源分析中适应条件间对比的结果效应比较弱，虽然按照排序的前几个 ROI 包含了梭状回，但 t 检验的统计检验达不到显著水平。再加上文章不再探讨 VWFA 的功能，所以正文中不报告溯源结果。

意见 2：研究意义和创新性。汉字形声字声旁表音和形旁表义的独特性和适应范式如何为解决目前存在的争论及理解文字特异性神经活动的认知意义提供更直接和有利的证据，这一问题的说明不够清晰。此外，该研究的结果涉及左右半球且存在半球差异，建议作者在引言中补充右半球参与文字阅读的文献。

回应：再次感谢评审人提出的两条非常好的建议，能够帮助提升文章的研究意义。此次修改强化了上述两个方面：

1)在引言的 1.3 部分最后一段(第 6 页)，文章对比了中文与拼音文字中的 N170 反应，强化了中文的双侧化 N170 发现，也指出目前还缺乏对右侧 N170 反映的认知加工进行深入研究，从而提升了本研究的重要性。

2)本文之所以能够对声旁/形旁所反映的字形、语音/语义、字形—语音/语义加工进行比较细致地分离和探讨，完全是利用了适应范式的优势。这是本研究实验设计的特色和亮点所在。我们在引言最后一段(第 7 页)进行了修改，突出了本研究的特色和亮点。

意见 3：字形和正字法是两个不同的概念。该研究通过部件是否重复操纵的是字形变量而不是正字法属性（使文字的拼写合于标准的方法，汉字的正字法包括部件和部件位置等），请作者在方法和结果部分做准确表述，在引言和讨论部分对文献进行准确分析。

回应：完全同意评审人的意见。此次修改我们的表述更为严谨，将所有不合适的“正字法”表述都修改为字形。

意见 4：实验材料，请作者补充报告四类汉字的语言学属性而不是简单写“汉字频率、部件数和笔画数在条件间进行了匹配”。

回应：此次修改我们将条件间匹配的统计结果在正文中进行了详细报告(第 8、14 页)。材料的具体属性及其匹配情况将作为附件上传。

意见 5：实验程序，请作者补充适应范式的流程图，说明 adapter 和 adaptation effect 的涵义和这样设计的理由。适应范式对刺激呈现时间和时间间隔有严格的要求，请作者说明该研究设置时间参数的依据。

回应：这是原版中我们的疏忽，没有对适应范式尤其是我们的实验程序的选择进行必要的说明。我们之所以选择当前的刺激呈现方式，是因为我们的任务要求被试在第四个刺激上做出反应，以确保被试能够进行语音通达的阅读加工，而不是停留在知觉的加工，这样以来，与 Odd-ball 的实验范式更加接近，所以参照主动的 Oddball 实验，刺激 ISI 大多在 1300~1600ms，因此我们的实验程序选择了 1600ms 的 ISI。此次修改已经在文将这一点进行了明确表述(第 8 页)。在数据结果中，我们也先报告了这种实验程序下的确产生了适应效应。

意见 6：结果。删除被试的理由不够明确，“伪迹太多”是指有效 trial 数太低（多少？）还是有其他伪迹（比如 50Hz）干扰？对探测刺激的行为反应需要报告结果，因为这是对被试是否认真完成实验任务的检验。此外，在脑电数据预处理之后，每个条件的有效 trial 数是多少？该研究采用 64 导脑电，结果仅报告 PO7/PO8 一对电极的数据，其他枕颞区电极的结果如何？参考以往文献和实验设计，半球是一个重要因素，作者需要先对数据进行 2x2x2 三因素方差分析。

回应：感谢审稿的细致和仔细阅读。此次修改中我们详细报告了行为数据的结果(见第 10 页和第 15 页)，被试平均正确率都在 95% 以上，确认他们都认真完成了实验任务。两个实验各有 2 名被试因为预处理之后有效试次不足 50% 被移除，保留下来的数据平均有效试次分别为 83% 和 87%，已经在修改版中进行了详细地报告。

对于电极点的结果报告，仅选择了 PO7 和 PO8 作为代表电极进行了统计分析，主要双侧颞枕区域的电极点结果模式比较相似，而前文献中报告的 N170 大都表现在 PO7 和 PO8 电极点，所以我们选择了代表电极的方法进行统计分析。在此次修改过程中，我们同时使用了平均电极的统计方法，结果模式完全相同，再次确认了选择 PO7 和 PO8 作为代表的结果是合适。因此，修改版中仍然保留了代表电极的数据结果。

在数据分析上，使用 2x2x2 的统计分析与分别在 PO7 和 PO8 电极上进行 2x2 的分析都可以达到本研究目的。但是，2x2x2 的分析结果要多报告很多交互作用以及更多的简单效应分析，需要报告的统计结果增加，但是对结果理解和解释的有用信息并没有增加。因此，我们选择了更为简洁的数据报告方式，让实验结果能够更加简洁明了。

意见 7：实验 2 的实验材料，语义相关性是如何评定的？实验任务为什么采用语音任务？

回应：这是我们的疏忽，没有在原文进行明确说明。此次修改中，我们在文中明确界定了语义相关是指连续呈现的 4 个汉字同属于相同的语义范畴(见第 13 页最后 1 段)；也说明了采用语音任务的两个出发点，默读是为了限定被试完成从字形到语音的认知加工过程，而声母判断是为了确保被试完成了该阅读任务(见第 8 页 2.1.3 部分)。

意见 8: 其他细节问题。文献表述不够准确, 比如, Maurer, Zevin, McCandliss, 2008 的研究表明左侧化 N170 与形音转换或语音映射 (phonological mapping) 有关。Lin 等 (2011) 采用的是真字、伪字、非字和笔画组合。图 4 图例有错误。中文语言表述有待提高, 比如“大脑左侧梭状回中部在词汇阅读中的参与激活……”可以修改为“大脑左侧梭状回中部参与词汇阅读……”或“大脑左侧梭状回中部在词汇阅读中激活……”; 有的地方夸大, 比如“本研究是首次将神经适应范式与 ERP 技术相结合, 体现出明显的优势。”。英文摘要存在语法和时态错误。请作者仔细通读全文进行修改以提高文章的可读性和严谨性。

回应: 谢谢建议, 我们已经对上述问题进行了修改, 也反复通读了全文, 还修改了一些类似的小问题。

.....

审稿人 2 意见:

意见 1: 该论文主要使用 ERP 技术考察词汇和亚词汇的语音和语义信息对 N170 波幅的影响, 但是论文标题及文中的很多内容都是写梭状回的功能, 这可能不一定合适。虽然有研究证据说明 N170 可能源自颞枕区域, 但是由于脑电在定位上的劣势, 并不能直接将 N170 成分的反应直接与梭状回挂钩。

回应: 感谢审稿人的建议, 此次主要针对这一问题进行了大修。在总体回复中已经进行了说明, 关于溯源结果在回复评审人 1 时进行了说明。

意见 2: 在 fMRI 研究中, 一些研究者发现左侧颞枕区域的前中后部对于语音和语义信息的敏感性存在差异, 而本研究中使用 N170 的指标来考察颞枕区域的功能可能混杂了不同子区域的神经反应信号, 不利于分清楚不同子区域的贡献。

回应: 完全同意审稿人的意见, 此次修改不再根据 N170 的结果讨论梭状回的功能, 这一问题也就得到了解决。

意见 3: 关于实验材料, 作者只提到进行了匹配, 具体数据和统计信息没有提供。另外, 从文中给出的实验材料的例子, 可以看出一组词汇中的四个字存在结构上的差异, 有的是左右结构, 有的是上下结构, 有的声母在左边, 有的在右边, 字词的结构信息会不会影响实验结果? 建议将实验材料和词频、笔画数等信息作为附表列在文后。

回应: 此次修改, 我们详细报告了实验条件间匹配的统计结果, 在实验设计之初, 我们并没有匹配左右结构汉字的比例、也没有匹配左形右声汉字的比例。经统计检验发现, 实际上左右结构汉字、左形右声汉字的个数在四个条件间并无差异。详细统计结果已经在正文中进行了报告。材料的具体属性及其匹配情况将作为附件上传。

意见 4: 在实验任务中, 每一组词汇包含四个字, 但是在数据分析中只包含 3 个字分析, 第四个的主要用途是什么?

回应: 感谢审稿人细致的审读。此次修改, 在文中对此问题进行详细介绍(第 9 页): 由于第四个汉字是目标字, 被试需要对第四个字进行判断任务, 其用途在于保证被试在整个实验中注意力是集中在实验内容上的。被试在第 4 个汉字上的脑电反应也就必然会受到任务效应的影响, 在图 1 和图 3 中都可以看到, 第 2 和第 3 个刺激之间没有差异, 都与第 1 个刺激表现出很强的活性下降, 但第 4 个刺激的脑电反应明显出现了反弹。因此, 我们只分析了前 3 个刺激的脑电反应。此次修改中对这个问题进行了详细说明(第 10 页)。

意见 5: 在实验 1 的讨论的倒数第二段, 作者提到该研究没有发现梭状回对字形-语音的转换加工敏感。但实际上实验 1 已经发现 O+P+比 O+P-有更大的适应效应, 说明声旁-整字语音的一致性对于 N170 的适应性效应是有影响的。

回应: 实验 1 的结果中虽然发现了 O+P+比 O+P-有更大的适应效应, 但是在统计上并没有表现出比 O-P+比 O-P-的差异更大, 即交互合作不显著。因此, 我们只能解释为 N170 对整字水平的语音加工敏感, 不能再过多解释。

意见 6: 综合讨论部分, 作者主要讨论了语义和语音信息对 N170 的影响, 由于本研究考察了词汇和亚词汇层面的音义信息的调节作用, 建议更加深入地讨论词汇和亚词汇层面信息调节作用的机理。

回应: 感谢审稿人的建议, 此次修改了综合讨论的最后一段, 提出了适应范式在探讨亚词汇语音/语义加工中的优势, 也突出了本研究为探讨亚词汇语音/语义加工的机制提供了新的可能(见第 19 页)。但是, 对于机理问题, 本研究的结果只能提供亚词汇语音/语义加工在哪些信息上调节了 N170 或梭状回的活动, 它们调节神经活动的机理还需要更多研究(如 fMRI)来深入探讨, 本研究实难做出过多解释。

意见 7: 图 2 中波形图的四个条件的图例是错的, “读义”应该为“读音”? 图 4 的柱状图的横坐标应该是“语义”?

回应: 感谢审稿人的细致审读, 此次修改纠正了上述错误。

第二轮

审稿人 1 意见:

首先感谢作者根据审稿意见对数据做了补充分析和对论文进行了大幅度修改, 使文章质量有了明显提高。为了进一步提高文章质量, 建议作者对以下几个问题进行进一步考虑和修改:

意见 1: 结果, 按照该论文的研究问题和实验设计, 有三个自变量: 声旁或形旁(相同/不同)、整字读音或语义(相同/不相同)、半球(左/右), 所以应该首先使用三因素方差分析, 在此基础上再根据要检验的研究假设对交互作用进行分解, 比如文中报告的结果, 固定“半球”这个因素, 分解另外两个因素的交互作用。或者说, 作者采用“分别在 PO7 和 PO8 电极上进行 2×2 的分析”的前提应该是三因素交互作用显著。因此, 作者需要首先报告三因素方差分析的主效应和交互作用的结果。如果该三因素交互作用不显著, 作者也应报告这一结果, 再进一步说明根据研究问题或为了检验研究假设, 采用 planned 分析“分别在 PO7 和 PO8 电极上进行 2×2 的分析”。这样可以使读者对数据分析的统计结果有全面完整的了解。此外, 对简单效应分析结果的报告要以回答研究问题或对研究假设的检验为主要目的, 有针对性地报告, 而不一定报告所有的简单效应分析结果。

回应: 本次修改已经在每个实验都报告了 2×2×2 的方差分析结果(见 p.9 和 p.14-15)。

意见 2: 其他细节问题。作者还需要仔细阅读全文, 提高文字表述的流畅性。比如, P11“但是, 虽然有研究发现了汉字识别中的 N170 反应以及左侧梭状回的参与激活, 但是对于 N170 或是左侧梭状回在汉字阅读中的功能还缺乏深入的认识。”等。

回应：感谢审稿人的认真审读，本次修改我们认真通读了全文，修改了一些类似表述问题。同时，为了让文章结果更加清楚，本次修改了：

- 1)在方法上将原始波与差异波的分析方法进行了详细区分介绍(见 p.8 和 p.13-14)；
- 2)增加了原始波上 4 个序列呈现汉字的多重比较结果，以附表的形式报告。在正文中也对附表信息进行了介绍(见 p.9 和 p. 14)
- 3)更新了统计图 3 和图 5。

审稿人 2 意见：作者在修订稿中已经解决我提出的问题，没有其他意见。
