

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：汉字形声字识别中义符和声符的家族效应

作者：王娟；张启睿；马雪梅；李兵兵；张积家

第一轮

审稿人 1 意见

本篇文章思路清晰，比较规范。脑电实验设计合理，有效地探讨了声符和意符的作用及时间进程。作者也构建了新的模型，有一定的创新。几个小问题，希望作者考虑：

意见 1：引言中说：“本研究将考察义符和声符对形声字识别的联合作用，关注二者在形声字识别中的博弈情况。”如何判断是联合作用？什么指标反映博弈呢？

回应：感谢审稿专家的意见。本研究考察义符和声符对形声字识别的影响。所谓联合作用，是针对前人研究多单独考察义符或声符对形声字识别的影响而提出的。具体来看，本研究操纵义符和声符的家族大小，形成了 4 个汉字水平，分别是 HH，HL，LH，LL，如果存在着义符和声符的联合作用，那么，在词汇识别中除了可能会出现义符效应或者声符效应外，还会出现义符和声符效应的交互作用。交互作用的出现表明某一部件家族效应的表现受到另一部件的影响，也即形声字的识别是受到了两部件联合作用影响的结果。

义符和声符在形声字识别中的博弈情况通过资源的竞争得以体现，基于模型提出。该模型假定，在形声字的部件层存在着调节机制，调节机制主管认知资源的分配，负责将认知资源分配给不同的加工路径：(1)义符获得的用于上行激活合体字的资源；(2)声符获得的用于上行激活合体字的资源；(3)义符获得的直接通达概念层的资源。在词汇网络内，义符和声符的上行激活资源合力实现了整字的通达，然后激活进入概念网络，激活概念节点，最终通达整字的语义。义符和声符在形声字识别中的博弈情况是通过义符和声符获得的资源竞争而实现的，反映在脑电指标上，表现为不同条件的汉字类型所诱发的波幅存在差异。当汉字的义符为大家族时，大家族声符字比小家族声符字诱发了更小的 P200 波幅；在汉字的义符为小家族时，大、小家族声符字诱发的 P200 波幅无显著差异。即，在词汇识别早期，当义符为大家族时，声符在形声字识别中处于优势地位，所获得的资源多；当义符为小家族时，义符将获得更多的资源，声符的家族大小效应受到抑制。此外，研究还发现，大家族声符字比小家族声符字诱发了更大的 N400 波幅，但在大家族义符水平上，声符家族大小引起的 N400

波幅差异比在小家族义符水平上更加显著。也即，在词汇识别晚期，声符又占据了较多的资源，而义符所获得的资源将受到抑制，表现出声符的家族效应。

意见 2: 实验 1 的正确率不是刺激呈现时判断的结果，而是刺激呈现后的 1100ms，报告的正确率，意义是什么？

回应: 感谢审稿专家的意见。通过延迟反应的正确率指标可了解被试对刺激的反应情况，以检测被试对四个水平间刺激的反应是否相当。

意见 3: 关于被试的选取，没有给出计算依据“本研究计划样本量 20 人，实际样本量 22 人。多收取部分数据防止剔除无效数据。”

回应: 感谢审稿专家的意见。由于考察义符和声符共同作用的研究较少，我们未采用通过前人研究来计算样本量的方法。本研究借鉴了王协顺等(2016)研究的样本量，选取 20 人参与实验。此外，本研究还计算了本研究被试量下的统计功效，P200 窗口下的统计功效为 0.999，N400 窗口下的统计功效为 0.951。因此，可以认为本研究的被试量是合适的。

王协顺，吴岩，赵思敏，倪超，张明.(2016).形旁和声旁在形声字识别中的作用.心理学报，48，130–140.

意见 4: 本文讨论 4.1、4.2 不够深入。4.3 的模型有一点道理，但是其合理性有待商榷。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们对文中的 4.1 和 4.2 进行了再思考，并且在 4.3 部分加入了相关的解释。详见文内讨论部分的蓝色字体。

意见 5: 讨论最后一段，有一句话“本研究的结果彰显了汉字集中教学的合理性：培养儿童对于汉字的家族意识，包括义符家族意识与声符家族意识，将有助于儿童的汉字学习和汉字认知。”是否符合实际教学，值得商榷。目前小学语文教学并没有集中识字。我咨询了一下小学语文教师，他们会归类。关于培养孩子的家族意识，更是懵懵懂懂。

回应: 感谢审稿专家的意见。关于汉字学习的方式，一直有集中识字与随文识字(分散识字)两种，而集中识字又分为按形旁集中识字和按声旁集中识字。在教学实践中，古人的观点是“先识字，再读书”。清代学者王筠在《教童子法》中明确指出：“蒙养之时，识字为先，不必遽读书。先取象形、指示之纯体教之。……纯体既识，乃教以合体字。……能识二千字，乃可读书。”古代的《三字经》、《百家姓》、《千字文》都是集中识字的教材。在现代，

集中识字主要是根据在汉字中占有很大比例的形声字的规律，以字形为中心组织教学。由于形声字具有形旁表义、声旁表音的特点，可以成串地学习，由于字串中有一个共同的部件(基本字)，有利于识字过程的迁移。这种教学方式现代虽然不像古代那样流行，但在家庭和学校教育中仍然有使用。

.....

审稿人 2 意见

本研究采用词汇判断任务和 ERP 技术，通过操纵义符和声符的家族大小，考察形声字识别中义符和声符的家族效应，ERP 结果表明，在形声字识别中，义符与声符之间存在博弈关系，并且这种博弈关系与词汇加工的阶段和家族大小有关。总体来说，本研究实验设计比较严谨，数据分析和结果描述比较规范，具有一定的贡献，但目前文章还存在以下 3 个大问题和六六个小问题(方法和结果部分)。

意见 1: 文稿最主要问题在于前言部分。具体来讲，目前只是罗列和陈述了先前一些考察义符和音符的研究，这些内容更多只是介绍了相关文献，其内在的逻辑联系不是很清楚。建议作者在介绍这些文献时，明确提出一个引领性的问题、争论或者理论，进而作者在介绍先前研究时更有目的性，而不是面面俱到地介绍所有相关研究的所有结果。这样可以让读者更容易把握每个研究的最主要发现，以及不同研究之间的逻辑性。

回应: 感谢审稿专家的意见，已根据专家意见对前言部分进行了梳理。详见文内 P3-P6 引言的蓝色部分。

意见 2: 目前前言部分还没有完全体现出本研究的主要创新和理论贡献。比如，P5，“义符和声符如何共同影响形声字识别？其激活的时间进程如何？这些问题还需要做进一步的会聚研究。”一方面，目前这样的表述只是说明本研究做了些先前没有做的工作，但无法体现其可以解决什么重大争论，有哪些重要的理论创新。另一方面，目前这样的表述显得过于笼统和概括。作者可以考虑将讨论部分某些内容移至前言，更具体和详实地描述本研究着重考察的问题。

回应: 感谢审稿专家的意见，已根据专家意见对前言部分进行了梳理。详见文内 P6 页。

综合来看，对于部件在形声字识别中的作用已经产生了系列结论，但多数研究在同一实验中仅关注汉字的“一半”，或者单独考察声符在形声字加工中的作用，或者单独考察义符部

件的作用(Zhang, Zhang & Kong, 2009; Zhou & Marslen-Wilson, 1999; 张积家, 章玉祉, 2016; 章玉祉, 张积家, 2017; 王娟, 张积家, 2016), 而且未形成统一的结论, 也尚未产生统一的模型解释义符与声符影响形声字加工的机制。本研究首次采用在同一汉字中同时操纵义符和声符家族大小的范式, 拟突破当前研究往往只关注汉字“一半”的困境, 是对当前研究的重要推进。本研究旨在通过考察义符和声符部件的家族效应, 探讨义符和声符在形声字识别中的作用, 同时建构义符和声符影响形声字加工的动态交互模型, 以解释在不同加工时段义符和声符的资源竞争及相互关系。义符和声符影响形声字加工的动态相互作用模型的建构将有助于当前争论的解决, 为亚词汇信息的表征与加工机制提供重要的理论支撑, 对当前研究具有重要的推进作用。

意见 3: 本研究材料部分, 作者控制了 4 种实验材料的字频。但是, 在不考虑构字的情况下, 大家族义符自身相比小家族义符可能就已经存在差异, 并影响相关 ERP 效应。比如, 大家族义符相比小家族义符可能更多可以独立成字, 并且其出现频率可能也更高。同样的问题也存在于大家族声符和小家族声符之间。换句话说, 实验所发现的 ERP 效应可能是由于义符或声符自身的加工差异而不是其家族效应所引起。作者需要解释本研究或此类研究如何排除或理解这种可能性。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们统计了本研究中大、小家族声符汉字其义符独立成字的情况, 通过计算可知:

大家族义符字中义符独立成字的比例 $= (20+22)/120=35\%$

小家族义符字中义符独立成字的比例 $= (25+26)/120=42.5\%$

从本研究所选取的材料看, 与大家族义符字比, 小家族义符字独立成字的比例更高。但是, 无论大家族义符字还是小家族义符字, 不成字义符所占比例均超过半数, 且大家族义符字中不成字义符所占比例更高, 达到 65%。大小家族义符汉字在成字性上确实存在差异。部件的成字性与部件的家族大小也存在着一定的内在联系。根据汉字演进的相关理论, 义符是逐渐通过“定型定位”走向系统化的。在汉字发展过程中, 义符的形体逐渐固定, 由义符的成字形式逐渐变成以义符的不成字形式为主体。还有部分义符根据词形来源和形声字整字的构形美观选择其形式, 由此存在着义符形体并不完全简化的现象。这也符合现代汉字的构字特征。我们统计了《现代汉语常用字表》7500 常用字的大家族义符和小家族义符独立成字的分布状况。其中构字数 ≥ 101 的义符(大家族义符)共有 20 个, 共计 3594 个汉字, 其中, 成字义符有 9 个, 共计 1668 个汉字, 占比 46.4%; 构字数 ≤ 72 的义符(小家族义符)共有 184 个,

共计 2702 个字，其中成字义符有 145 个，共计 1858 字，占比 68.8%。由此可见，当汉字义符构字数较多时，其义符不成字的可能性更大；当汉字义符构字数较少时，其义符成字的可能性更大。

本研究发现，在大家族义符水平上，大家族声符字比小家族声符字诱发了更小的 P200 波幅；在小家族义符水平上，大、小家族声符字诱发的 P200 波幅无显著差异。大家族声符字比小家族声符字诱发了更大的 N400 波幅，但在大家族义符水平上，声符家族大小引起的 N400 波幅差异比在小家族义符水平上更加显著。部件家族效应可能也受到义符成字性影响。在大家族义符汉字中，义符不成字比例较高，不成字义符的形音义自动激活程度要偏弱，其认知加工资源可能仍偏向于声符部件的加工，从而促进声符家族效应产生；在小家族义符汉字中，义符成字比例偏高，其形音义自动激活的程度要强，因而会占用一部分认知资源以抑制义符的自动激活，那么声符分配到的资源较少，从而抑制声符家族效应的产生。而对声符部件，也统计了本研究大、小家族声符汉字其声符独立成字的情况，计算可知：

大家族声符中声符独立成字的比例为 $(55+46)/120=84.2\%$ ；

小家族声符中声符独立成字的比例为 $(39+48)/120=72.5\%$ 。

可见，大家族声符字中独立成立的汉字较多。且无论大家族声符还是小家族声符，独立成字的义符均占多数，且超过半数。部件家族效应的结果可能也包含义符成字性的影响。大家族声符字独立成字的比例相对更高，其词形激活所需资源相对较少，因此较之小家族声符字可能更易激活，因而较之小家族声符字诱发了更小的 P200，在语义加工上，为了抑制其语义的自动激活，将诱发更大的 N400 成分。

部件的出现频率和部件的家族大小存在一定程度的交集，当部件为成字部件时，其部件频率即为单字的熟悉性。汉字部件的家族越大，共享该部件的汉字越多，则其出现频率相对就越高，但对这一问题还需要进一步的探讨和验证。后续研究需平衡部件的成字性及部件频率等可能影响到部件家族效应发挥作用的因素。

意见 4：被试信息过于简略，比如，汉族不一定母语就为汉语，同时应说明被试一般性的语言水平，以及是否有特定的筛选标准。

回应：感谢审稿专家的意见，已根据专家意见对被试信息进行了补充。

意见 5：P7，“半数被试的用手按此规定，半数被试的用手规定相反。”建议改为“具体按键在被试间进行了平衡”。

回应：感谢审稿专家的意见，已根据专家意见进行了修改。

意见 6：P7，“离线式叠加处理”的表述过于简略，应具体说明是什么意思。

回应：感谢审稿专家的意见，已根据专家意见进行了补充。

离线分析时，参考电极转为双侧乳突平均参考，进行 0.01~30HZ 带通滤波，半自动删除眼电、肌电等伪迹。分析时程为目标刺激前 200ms 到呈现后 600ms。目标刺激前 200ms 作为基线。最后，对波幅在 $\pm 100\mu\text{v}$ 之内正确反应刺激进行叠加分析。

意见 7：图 2 中，9 个电极的波形图里面，横纵坐标的刻度几乎看不到。同时建议在一个电极的波形图上用浅灰色阴影标注出 P2 和 N400 的具体分析时窗。

回应：感谢审稿专家的意见，已根据专家意见进行了修改。

意见 8：ERP 结果部分，纯文字的描述读起来比较吃力，建议作者考虑使用表格或柱状图更直观地呈现结果。

回应：感谢审稿专家的意见，已根据专家意见进行了修改。已经将结果用柱状图形式呈现在文内，详见 p10 图 3 和 P11 图 4。

意见 9：因为统计分析是对 180~300ms 和 300~500ms 分别进行。所以图 5 中，建议呈现这两个时窗的地形图就好。此外，既然是大家族声符的 N400 大于(更负)小家族声符，那么呈现该时窗地形图时，就应该用大家族声符减去小家族声符，这样生成的地形图才更直观地反映了 N400 效应。

回应：感谢审稿专家的意见，已根据专家意见进行了修改，详见文内 P17 页图 8。

第二轮

审稿专家 1 意见

意见 1：关于被试的选取，没有给出计算依据“本研究计划样本量 20 人，实际样本量 22 人。多收取部分数据防止剔除无效数据。”作者已经进行了回答。解释不符合心理学报自检报告中的要求。请作者思考。

回应：感谢审稿专家意见。每个条件下至少 20 名被试的样本量在本研究是合适的，因

为在前人的汉字部件加工的类似研究中(王协顺等, 2016), 其所预期的效应均被检测到。此外, 运用 GPower 软件进行功效分析表明, 本实验的功效能够较好地探测到其效应 [power=0.99]。

意见 2: 本文讨论 4.1、4.2 不够深入。4.3 的模型有一点道理, 但是其合理性有待商榷。作者已经进行了回答。并没有解决审稿人对模型的质疑。请作者思考。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们重新思考了模型的合理性, 基于一个实验结果提出模型, 其合理性确实有待商榷, 还有待后期研究进行验证, 因此在文内将模型删除, 并对相关表述进行了修改。

意见 3: 讨论最后一段, 有一句话“本研究的结果彰显了汉字集中教学的合理性: 培养儿童对于汉字的家族意识, 包括义符家族意识与声符家族意识, 将有助于儿童的汉字学习和汉字认知。”是否符合实际教学, 值得商榷。目前小学语文教学并没有集中识字。我咨询了一下小学语文教师, 他们会归类。关于培养孩子的家族意识, 更是懵懵懂懂。作者已经进行了回答。但是三字经、百家姓、千字文是集中识字的教材, 这种说法不能支持作者的观点。作者的集中识字是偏旁部首一样的字集中起来学习。而古代的集中识字, 集中的是各种字, 不是部首相同字。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。对这一问题重新进行了思考, 删除了汉字集中教学合理性的观点, 并对文内相关表述进行了修改。

.....

审稿人 2 意见

文章经过修改后, 已有了很大改进, 但目前还有以下一些小问题需要进一步思考和修改。

意见 1: p12, P200 成分反映在词汇加工早期词形信息的激活情况, N400 成分则与语义加工有关。应添加相关参考文献。

回应: 感谢审稿专家意见, 已补充相关文献。

P200 成分反映在词汇加工早期词形信息的激活情况(Liu, Perfetti & Hart, 2003; Chen, Liu, Wang, Peng & Perfetti, 2007), 也有研究指出, P200 是一种与词汇家族大小效应相关的脑电成分(Lee et al., 2007; Hsu et al., 2009; Carrasco-Ortiz, Midgley, Grainger, & Holcomb, 2017)。N400 成分则与语义加工有关(Hsu et al., 2009; Lee et al., 2007; Taler & Phillips, 2007)。

- Liu, Y., Perfetti, C. A., & Hart, L. (2003). ERP evidence for the time course of graphic, phonological and semantic information in Chinese meaning and pronunciation decision. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 1231-1247.
- Chen, B. G., Liu, Y., Wang, L. X., Peng, D. L. & Perfetti, C. A. (2007). The timing of graphic, phonological and semantic activation of high and low frequency Chinese character: An ERP study. *Progress in Nature Science*, 17(13), 62-70.
- Hsu, C. H., Tsai, J. L., Lee CY, et al. (2009). Orthographic Combinability and Phonological Consistency Effects in Reading Chinese Phonograms: An Event-related Potential Study. *Brain and Language*, 108, 56-66.
- Lee, C.-Y., Tsai, J.-L., Chan, W.-H., Hsu, C.-H., Hung, D. L., & Tzeng, O. J. (2007). Temporal dynamics of the consistency effect in reading Chinese: An event-related potentials study. *Neuroreport*, 18(2), 147-151.
- Carrasco-Ortiz, H., Midgley, K. J., Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2017). Interactions in the neighborhood: effects of orthographic and phonological neighbors on n400 amplitude. *Journal of Neurolinguistics*, 41, 1-10.
- Taler, V., & Phillips, N. A. (2007). Event-related brain potential evidence for early effects of neighborhood density in word recognition. *Neuroreport*, 18(18), 1957-1961.

意见 2: 图 3 和图 4 的柱状图应加上标准误。

回应: 感谢审稿专家意见, 已经在图 3 和图 4 的柱状图上补充了标准误。

意见 3: 图 3 表示的是 P200(正成分), 所以建议纵轴方向统一为上面为正, 下面为负。同理, 图 4 中 N400(负成分)的纵轴方向建议统一为上面负下面正。

回应: 感谢审稿专家意见, 已经对图 3 和图 4 进行了修改。

意见 4: 从波形图上看, P200 的分析时窗(180~300ms)似乎有些靠后, 作者如何解释, 或者有无尝试更前的时间窗, 比如 150-250ms。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们参考了 Carrasco-Ortiz, Midgley, Grainger, & Holcomb (2017)考察正字法家族和语音家族在词汇识别中综合作用的研究, 选择 180~300ms 时间窗口和 300ms~500ms 时间窗口进行分析。他们发现, 语音家族效应受正字法家族大小的调节。当正字法家族较大时, 大语音家族单词要比小语音家族单词诱发较大的 N400 振幅; 当正字法家族较小时, 相比小语音家族单词, 大语音家族单词诱发较小的 N400 振幅。此外, 我们按照审稿专家的意见对 150-250ms 时间窗进行分析, 发现总体研究结果与当前研究结果一致。

对 150ms-250ms 时间窗所诱发的平均波幅进行的重复测量方差分析表明, 声符家族大

小的主效应显著, $F(1, 21)=5.30$, $p=0.032$, $\eta_p^2=0.20$ 。相对于小家族声符字, 大家族声符字诱发了更小的 P200 波幅。义符家族大小、声符家族大小和左右半球的交互作用显著, $F(2, 42)=5.31$, $p=0.009$, $\eta_p^2=0.20$ 。简单简单效应分析发现, 在大家族义符水平上, 声符家族大小的主效应在左半球($p=0.013$, 95%CI=[-1.455, -0.193])和中线($p=0.003$, 95%CI=[-1.602, -0.362])显著, 大家族声符字在大脑左半球和中线上比小家族声符字诱发的 P200 波幅更小; 在小家族义符水平上, 两种声符字在大脑左半球、中线和右半球上诱发的 P200 平均波幅差异不显著, $ps>0.05$ 。义符家族大小、左右半球和前后部位的交互作用显著, $F(4, 84) = 4.76$, $p=0.002$, $\eta_p^2=0.19$ 。简单简单效应分析发现, 在右前脑区, 小义符家族字诱发的 P200 波幅更大($p=0.045$, 95%CI=[-0.823, -0.011]), 在其他脑区均未发现义符家族大小的效应。声符家族大小、左右半球和前后部位的交互作用显著, $F(4, 84)=4.54$, $p=0.002$, $\eta_p^2=0.18$ 。简单简单效应分析发现, 声符家族大小的主效应在 F3($p=0.012$, 95%CI=[-1.157, -0.163])、FZ($p=0.003$, 95%CI=[-1.317, -0.322])、CZ($p=0.031$, 95%CI=[-1.097, -0.059])、F4($p=0.003$, 95%CI=[-1.473, -0.342])、C4($p=0.025$, 95%CI=[-1.139, -0.086])电极点上显著, 说明除了 C3、P3、PZ 和 P4 电极点外, 大家族声符字比小家族声符字诱发的 P200 波幅更小。其他的主效应与交互作用均不显著, $ps>0.05$ 。

综合考虑, 我们选择 180ms~300ms 时间段进行分析。如果审稿专家要求我们将分析的时间窗口替换为 150ms-250ms, 我们将按照审稿专家要求继续修改。

Carrasco-Ortiz, H., Midgley, K. J., Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2017). Interactions in the neighborhood: effects of orthographic and phonological neighbors on N400 amplitude. *Journal of Neurolinguistics*, 41, 1-10.

意见 5: 从图 7 来看, N400 的头皮分布并不在典型的中后部, 而是更靠前一些, 建议作者进行一定解释。

回应: 感谢审稿专家意见。由图 7 可知, P200 头皮分布主要集中在前部区域, 这与前人的研究较一致(Lee et al., 2007; Hsu, et al., 2009)。N400 头皮分布也主要表现在前部, 这可能与本研究采用的材料有一定关系。N400 头皮分布较广泛, 典型的 N400 头皮分布主要集中在中后部区域, 但其头皮分布位置也会受到材料、任务等影响。有研究发现, 抽象词汇诱发的 N400 头皮分布集中在中后部区域, 但具体词汇和图片诱发的 N400 头皮分布更靠前(Ganise, Kutas, & Sereno, 1996; Kounios & Holcomb, 1994)。也有研究表明, N400 头皮分布在前部时多与材料熟悉性有关, 头皮分布在后部时多与语义启动有关(Voss & Federmeier,

2010)。本研究中 N400 成分分布较为靠前,可能与部件的呈现率也即家族大小有一定关系,但这一推断尚需后续研究验证。

Ganis, G., Kutas, M., & Sereno, M. (1996). The search for common sense: An electrophysiological investigation of the semantic analysis of words and pictures in sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 89–106.

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, 804–823.

Voss, J. L., Federmeier K. D. (2010). FN400 potentials are functionally identical to N400 potentials and reflect semantic processing during recognition testing. *Psychophysiology*, 48, 532-546.