

# 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：词素位置概率在中文阅读中的作用：词汇判断和眼动研究  
作者：曹海波 兰泽波 高峰 于海涛 李鹏 王敬欣

## 第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：本文不像实验报告类的论文，比较像学位论文。2：建议修改为期刊发表的论文，字数控制一下。

回应：非常感谢审稿专家细心的审读。审稿专家宏观的观察、细致的解析，为文章问题的发现及修改提供了指南。经专家提醒后通读文章全篇，将学位论文倾向的内容予以简化，并在保证文章逻辑性和条理性的前提下，对文中叙述冗杂的部分进行删减，力求控制文章字数使行文精炼。同时，针对专家所提问题，我们已经逐条进行了回复和修改，文中修改的部分用绿色字体进行了标识。

首先，细读全文对文章的长句长段进行自查，变繁为简，例如(P2)“在中文阅读中，研究者同样重视词素位置在词汇识别中的作用”，修改为“中文阅读同样重视词素位置的作用”；(P12)“综合解析实验 1b 的统计结果发现，词首词素位置概率显著影响了被试词汇判断的反应时间”，修改为“实验 1b 的结果显示，词首词素位置概率显著影响被试的反应时”。(P23)“低频词在日常阅读中不常见，通过词素的形式存储在心理词典中，在进行词汇识别时，词素单元得到了激活，为此其受词素特征的影响较深，继而对词素位置的干扰较为敏感，使得词素位置概率的特征信息得以表征”，修改为“低频词在日常阅读中不常见，以词素形式存储于心理词典，且深受词素特征影响，使词素位置概率的特征信息得以表征”。诸如此类的修改暂不一一列举。

其次，对眼动追踪技术在句子阅读研究中的应用优势进行了删减(初稿第六段)，并将采用行为和眼动追踪实验探究的问题描述凝练在引言部分的最后一段。与此同时，对实验 1a 的讨论部分进行凝练(P9“讨论 2.4”)，简洁陈述实验结果，着重讨论高词频对词素位置概率加工的影响。对实验 1b 的讨论部分进行精简(P14“讨论 3.4”)，简要描述反应时和错误率的结果，重点论述词首词素位置概率的加工优势。

最后，对文章综合讨论的第一段进行了浓缩，简要描述 4 个实验的研究结果(P23)，具体的论证讨论在剩余段落展开。此外，在写作文章初稿时，根据眼动数据的结果，分别创建

了词首词素位置概率与凝视时间、回视路径时间及总注视时间的简单线性回归模型，欲以更直观的线性模型视角描述词素位置概率与被试眼动加工之间的关系。但是，考虑的文章的篇幅以及实验报告类论文的精简性，故没有将其呈现在投稿论文中。

**意见 2：**高频、低频不用分开，建议整合在一起。变 4 为 2。

**回应：**非常感谢审稿专家的建议。专家发现的这一问题也曾困扰课题组良久，在组会讨论时曾尝试采用  $2 \times 2 \times 2$  的被试内设计，即 2(词频：高、低)  $\times$  2(词首词素位置概率：高、低)  $\times$  2(词尾词素位置概率：高、低)的三因素被试内重复测量设计。但是，鉴于汉语中高、低频词汇难以平衡词首和词尾的词素位置概率，并且在高频词条件下，同时满足低词首词素位置概率、低词尾词素位置概率的词汇数量十分有限，也就是说，词首词素与词尾词素均出现在词素本身不经常出现的位置，出现的频率少同时还要保证高词频，符合这一条件的词汇数量有限。对比高频词，在低频词条件下，同时满足低词首词素位置概率、低词尾词素位置概率的词汇相对来说数量有所增加。在这种情况下，如果高频和低频条件不区分开，可能会导致高频条件下的材料数少于低频条件(这也是实验中高频目标词的个数少于低频目标词的原因)。并且进一步实施眼动实验时，要在相同的句子框架下保证词频、词首词素位置概率、词尾词素位置概率的匹配，且依据眼动研究的要求所编制句子框架中目标词不放置于句首和句尾，同时控制目标词嵌在句子中语义合理且句子通顺，因此若将高、低频目标词合并会导致句子材料的控制难度较大，且有可能会影响到数据的稳定性。

此外，参考词频因素影响词汇识别的研究，如张瑞卿(2017)在探究高、低频词和间隔中通道类型对再认和重复启动的影响时，其将高、低频材料分开，即研究一和研究三采用高频词汇为研究材料，研究二和研究四采用低频词汇为实验材料，以词频类型来考察外显记忆与内隐记忆之间的关系。张顺梅(2016)为验证中文的 N400 字体效应，操控双字词的字体和频率，将目标词的词频设置为高频和低频，实施了两个实验，发现了词频差异对实验结果的影响。研究指出词频类型影响被试的反应时和正确率，在低频词上存在正确率和波幅上的 N400 字体效应，而高频词只在其真假字判断反应时上有字体效应，说明高频词的快速语义提取削弱了字体的 N400 效应。综上所述，将目标词词频分开进行实验，是研究者达成研究目的、保证数据稳定的一种有效方法。鉴于此，在权衡之后本研究采用更直观的实验设计方式，分四个实验进行(词汇判断 2 个，眼动实验 2 个)，使数据报告和解读更具针对性，以更清晰的视角观察不同词频条件对词素位置概率的影响。

相关参考文献:

张瑞卿.(2017).在高低词频和间隔中通道类型对再认和重复启动的影响: ERP 证据(硕士学位论文).浙江大学.

张顺梅,赵桂一,王权红. (2016).中文双字词字体与词频在 N400 上的交互作用. *西南大学学报(自然科学版)*, 38(08), 155–161.

**意见 3:** “但是词首与词尾词素位置概率在阅读过程中的重要程度还未得出统一的观点” 不统一的表现?

**回应:** 非常感谢审稿专家的提问。对于词首与词尾词素位置概率在中文阅读中的作用,很抱歉在文中可能没有阐明得很清楚,对此我们深入讨论,重新梳理文献对该问题进行了论证。具体内容如下:

(见正文 P3, 第 1 段) “Yen 等人(2012)采用边界范式的研究表明,中文读者能够利用词尾词素位置概率指导词汇识别和眼跳控制。高淇(2018)以儿童和成人为研究对象,对词首、词尾词素位置概率的关系进行了推论,即词首词素位置概率的高低对儿童和成人的阅读行为没有影响,但词尾词素位置概率显著影响了儿童和成人的阅读表现,研究结果进一步肯定了词尾词素位置概率的词切分作用。值得注意的是,一项后续研究提供了不同的实验证据,即儿童和成人均能利用词首和词尾词素位置概率指导阅读活动(连坤予等, 2021)。由此可见,词首与词尾词素位置概率在阅读过程中的作用还未取得较为统一的观点,是词尾词素位置概率发挥了主要作用,还是词首与词尾同等重要? 这一问题的解决有待于开展后续研究进行深入考察与澄清。”

相关参考文献:

Yen, M. -H., Radach, R., Tzeng, O. J. -L., & Tsai, J. -L. (2012). Usage of statistical cues for word boundary in reading Chinese sentences. *Reading and writing*, 25, 1007–1029.

高淇. (2018). *词素位置概率在句子阅读及词汇命名中的作用研究*(硕士学位论文). 天津师范大学.

连坤予, 马杰, 魏玲, 张书伟, 白学军. (2021). 汉语朗读中词素位置概率线索作用的发展研究. *心理与行为研究*, 19(02), 179–185.

**意见 4:** 原文“探讨被试是否会运用词素位置概率线索帮助词汇识别”, 被试是否运用, 考查的指标很难确定。客观来讲, “是否影响” 比较容易接受。这个目的, 解决“是否”的问题。

**回应：**非常感谢审稿专家严谨的建议。如专家所言，“是否运用”考察的指标确实较难确定，实验研究是基于实验结果推断出影响被试行为的某些因素，得出的结论需谨慎。根据专家意见，将其修改为“词素位置概率是否影响被试的词汇识别”，并且以此为参照，对其余实验目的的叙述进行了修改(P15, P18)，具体见正文中绿色字体的标定。

**意见 5：**“表 15 不同词素位置概率条件下线性混合模型的统计结果”，重新做一下，列数减少，行数增加。

**回应：**非常感谢审稿专家的指正。考虑到数据表格的简洁美观，根据专家的建议将表 15 列数减少，行数增加(P17)，同时对相类似的表 19 也做了相应调整(P21)。

**意见 6：**表 18 数据不做分析？为什么表 19 要分析？

**回应：**非常感谢审稿专家的提问。表 18 呈现的是实验的描述性结果，即测量到的不同词素位置概率条件下眼动指标的描述统计结果，所列的平均数及标准差是直观的观察结果，条件间的真实差异还需要进行进一步的统计检验。表 19 是经过统计分析的固定效应结果，使用 R 统计软件(R Development Core Team, 2017)以及 lme4 工具包(Bates et al., 2017)，采用线性混合模型(linear mixed-effects models, LMMs)对数据进行分析。对比传统的方差分析(ANOVA)，线性混合模型将全部原始数据纳入到模型中，数据利用率更高，在计算数据时采用最大随机效应结构，将被试和项目定义为交叉随机效应(crossed random effects)同时纳入模型，可有效规避被试分析(F1 检验)和项目分析(F2 检验)检验结果不一致的情况，使计算结果更加统一和稳定。为此，通过结果的差异比较能够了解到因素的差异情况，所以对其进行了分析。

**意见 7：**需要增加心理努力来找寻隐藏的词切分线索的依据是什么？

**回应：**非常感谢审稿专家严谨的提问。经我们对相关文献的反复阅读和深入讨论，力求做到实证研究在表述上的严谨性，修改稿中对“需要增加心理努力来找寻隐藏的词切分线索”的相关表述进行了修正。具体内容如下：

(见正文 P23，第 2 段)“既往研究发现，不同词频条件下读者耗费的心理资源不同，低频词的加工负荷高于高频词，低频词比高频词更难识别(高晓雷等, 2020; Vorstius et al., 2014; Rayner, 2009)，即当中文读者在句子阅读过程中遭遇低频词时，需要投入更多的认知资源来加工低频词汇，而词素特征在低频词条件下更易显现(白学军等, 2015; Liversedge et al., 2014;

Yan et al., 2006), 此时固有的词素位置概率信息为读者提供了隐含的词边界。”

#### 相关参考文献:

- 白学军, 李馨, 闫国利. (2015). 汉语阅读眼动控制:20 年研究的总结. *心理发展与教育*, 31 (1), 85–91.
- 高晓雷, 李晓伟, 孙敏, 白学军, 高蕾. (2020). 藏语阅读中中央凹词频效应及对副中央凹预视效应的影响. *心理学报*, 52(10), 1143–1155.
- Liversedge, S. P., Zang, C., Zhang, M., Bai, X., Yan, G., Drieghe, D. (2014). The effect of visual complexity and word frequency on eye movement during Chinese reading. *Visual Cognition*, 33(3-4), 441–457.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62 (8), 1457–1506.
- Vorstius, C., Radach, R., & Lonigan, C. J. (2014). Eye movements in developing readers: A comparison of silent and oral sentence reading. *Visual Cognition*, 22 (3-4), 458–485.
- Yan, G. L., Tian, H. J., Bai, X. J., & Rayner, K. (2006). The effect of word and character frequency on the eye movements of Chinese readers. *British Journal of Psychology*, 97, 259–268.
- .....

#### 审稿人 2 意见:

该研究通过四个实验,探讨了词汇位置概率对词汇识别的影响,分别选择了词汇决定和句子阅读任务,并操纵了词频以及词首和词尾的位置概率。研究设计合理,实验材料控制得当,研究方法恰当,能够解决当前面临的研究问题。总体书写较为规范,理论上具有一定的推进。其中的不足部分见具体意见。

**回应:** 非常感谢审稿专家对文章内容的肯定,这给与了我们应对写作困难的动力。同时,也非常珍视专家所提的宝贵意见,这是帮助我们解决问题并提升文章质量的专业保证。针对专家所提问题,我们已经逐条进行了回复和修改,文中修改的部分用黄色字体进行了标识。

**意见 1:** 写作方法上,尽管开篇点出了位置概率研究的意义,但最终没有点出论题,一直在段落末端都在阐述国外的研究现象,缺少末尾的总结和引申。

**回应:** 非常感谢审稿专家详实的建议。根据审稿专家的建议,我们着重梳理了开篇第一段内容,并对段落末尾进行了总结和引申。开篇第一段首先指出词汇识别包含两类编码,并对身份信息 and 位置信息这两类编码进行了解释。随后列举中英文读者利用词素位置信息来识别变

位词的研究，引出词素的位置信息在词汇识别中的重要性。最后，在整合字母换位效应相关研究的基础上，提出不同位置词素在词汇识别中发挥的作用不同，词首与词尾位置之于词汇识别的重要程度是不一样的。对词素位置与整词词汇识别关系的探究与思考，有助于我们认识汉字水平自下而上的加工对词的动态切分进程的影响，以揭示中文阅读的独特认知机制。据此归纳以上所述，在段落末尾做出总结和引申：（1）词素位置信息的加工是词汇识别的重要环节。（2）不同位置的词素对词汇识别所起的作用不同。（3）对词素位置的探究有助于理解中文词切分的认知机制。具体内容如下：

（见正文 P2，第 1 段）“综上所述，词素位置信息的加工是词汇识别的重要环节，且词素处于不同的位置对词汇识别所起的作用不同。对词素位置与整词词汇识别关系的深入思考，将有助于我们认识汉字水平自下而上的加工对词切分及中文阅读认知机制的理解。”

**意见 2：**引言最后缺少对当前研究的理论预期。

**回应：**非常感谢审稿专家的建议。根据专家的建议，在引言最后增加了对当前研究的理论预期。具体内容如下：

（见正文 P4，第 2 段）“依据 Li 等(2009)提出的词切分与词汇识别模型，中文词汇识别是一个交互激活的过程，包含特征、字、词多重加工水平。字水平的激活前馈到词水平，反过来词单元的激活也反馈到组成该词的字水平。字词层面的信息交互激活并相互影响，属于该词的字比其它字激活更快，同时属于该字的位置比其它字的位置激活更快。如果在高频词中未发现词素位置概率效应，说明词汇识别是经由整词进行表征的，输入刺激直接激活了心理词典的整词词条。如果在低频词中观察到词素位置概率效应，则表明词汇识别过程中发生了分解的词素表征，词素激活后影响到整词识别。鉴于此，复合词的加工既存在整词表征又存在词素表征，研究结果倾向于支持复合词加工的混合通达表征观点。”

**意见 3：**被试中并未加入 G\*power 计算被试量的描述信息。

**回应：**非常感谢审稿专家的细致提醒。根据审稿专家的建议，我们在文中的被试部分加入了 G\*power 计算被试量的描述信息。具体内容如下：

（见正文 P5，第 1 段）“研究采用 2(词首词素位置概率：高、低)×2(词尾词素位置概率：高、低)的两因素被试内重复测量的实验设计。为保证研究具有较高的统计效能(Faul et al., 2007)，在实验实施前采用 G\*power 3.0.1 软件预估样本量。根据中等效应量水平( $f=0.25$ )及 0.01 的 $\alpha$ 水平，G\*power 分析结果建议实验需要 48 名被试可使统计效能达到 0.95。考虑到

可能有无效被试，实际取样 60 名。”

相关参考文献：

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G. & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175–191.

**意见 4：**在表中四种条件下应当有词汇举例，方便理解，最好嵌套在 table 中，其它类似。

**回应：**非常感谢审稿专家实用性的建议。如专家所言，基于读者角度，四种条件下均有举例使实验材料信息一一对应，便于读者理解，现已将实验 1a 和 1b 中四种条件下的例词嵌套在 table 中(详见正文 P6，表 1；P10，表 6)。

**意见 5：** $t=0.08$ ,  $p>0.05$  对于此类  $t$  value，直接描述成 $<1$  即可。

**回应：**非常感谢审稿专家细致的建议。经通读全篇细致查找，已经对“ $t=0.08$ ,  $p>0.05$  此类  $t$  value”进行了修改，将其直接描述成 $<1$ ，文中修改的部分用黄色字体进行了标识。

**意见 6：**实验 1 中仪器中并未呈现距离显示器的距离，以及视角等信息。

**回应：**非常感谢审稿专家认真细致的建议。根据专家意见，在实验 1 的仪器部分对相关内容进行了补充。具体内容如下：

(见正文 P6，第 2 段)“实验采用联想 ThinkPad T-14 笔记本电脑，屏幕为 14 英寸，分辨率为  $1024 \times 728$  像素，刺激为 32 号宋体，每个汉字大小约为  $41 \times 41$  像素，以白底黑字方式呈现。被试眼睛与屏幕之间的距离为 75 cm，每个汉字约为  $1.1^\circ$  视角。”

**意见 7：**应当适当提及词首位置概率与激活扩散模型以及交互激活模型的讨论？即当词首概率较高时，按照激活扩散模型和交互激活模型，应该激发更多的候选单位，而此类结果会导致加工时间延长还是缩短？亦或是高词首概率不仅候选词汇竞争较多，具体词汇的通达阈限也会更低？

**回应：**非常感谢审稿专家详实的建议。针对专家提出的词首位置概率与激活扩散模型以及交互激活模型的讨论，我们查阅相关文献并结合所研究问题进行了深入的思考和讨论，非常赞同审稿专家的意见，已在文中进行了补充。

Collins 和 Loftus(1975)提出的激活扩散模型指出，存储在知识系统里的语义记忆是一种

巨大的网络系统，通过一系列连线将相互间有关的节点联系起来。一个概念在网络中即为一个节点，概念的性质和特点由表示各节点之间关系的连线来表示。连线的长短表示联系的紧密程度，连线越短表示二者的联系越紧密，两个概念拥有更多的共同特征。当一个概念被加工或者受到刺激时，该概念的节点就会产生激活，并且激活沿节点的各个连线向周围扩散。连线的强度依赖于使用频率的高低，使用频率高的连线具有高强度，激活扩散便快。对应中文的词素位置概率，如专家所言，当词首词素位置概率较高时，这一节点携带的位置概率信息被激活，与之相联系的其它以该字为词首的词汇亦被激活。激活的候选词汇共享词素位置的特征，连线间的使用频率高，激活扩散的速度也就快，最终缩短了词汇的加工时间。

交互激活模型(McClelland & Rumelhart, 1981)在解释单词识别的心理机制时指出，在进行词汇识别时，字母、前缀、后缀、词的整体形状、语义特征等信息并不是与一个词单独发生联系，而是以一种网络分布表征的形式和其它词共同使用每一种信息。当一个词呈现时，具有相同信息的其它词不可避免地得到激活，即候选词汇同时被激活，这就使得词首词素位置的信息激活阈限降低，所以当目标词词首词素位置概率较高时其更容易被激活。综上所述，中文词汇识别是一个交互激活的过程，字层面信息反馈给词层面，激活的字所组成的候选词汇均被激活，词汇在竞争过程中产生唯一的胜者。据此，根据审稿专家的建议，在总讨论部分适当增加了相应表述。

(见正文 P24，第 1 段)“依据激活扩散模型(Collins & Loftus, 1975)和交互激活模型(McClelland & Rumelhart, 1981)，中文词汇识别是一个交互激活的过程，包含视觉特征、字、词多重加工水平。字特征信息的激活前馈到词水平，并激活相应的词单元。词单元的激活又反馈到组成该词的字水平，组成优势词的字的识别更快。当加工双字词的首字时，其所携带的高词素位置概率信息被激活，以该字开头的候选双字词更容易被激活，被激发的候选双字词反过来促进词首位置的识别，词素位置的使用频率越高激活扩散越快，最终使得词汇的通达阈限更低，词汇的识别速度更快。”

#### 相关参考文献：

- Collins, A. & Loftus, E. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407–482.
- McClelland, J. & Rumelhart, D. (1981). A interactive activation model of contexts effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 372–407.
-



## 第二轮

**审稿人 1 意见：**作者已经认真的回答了审稿人的问题，对相应问题进行了修改，给出了合理的解释。文章的质量有很大提高。没有进一步的问题。同意发表。

**回应：**非常感谢审稿专家对我们研究的肯定，更加感谢审稿专家的倾力指导。

.....

**审稿人 2 意见：**该返回修改论文回答了我所关切的问题，比上一版有显著提高，不过，文章中返还的版本存在一些额外的标注，不符合返修的规范。另外，英文摘要存在较多不通顺的地方，需要更正。

**回应：**非常感谢审稿专家百忙中细致审阅。文章返修版本中存在的标注是另外一位审稿专家的专业性指导批注，为一一对应专家指出的问题、逐条标示修改痕迹，因此修改时未将批注删除，对编委专家和外审专家造成的阅读不便致歉，最新修改稿已按专家建议将额外标注删除。同时，对文章进行了通篇阅读，检查文中是否存有不通顺之处，并邀请专业内和非心理学专业读者进行了挑剔性阅读。

此外，英文摘要对照中文摘要的内容进行了逐词修改，对句子结构进行了重新调整，并参考词素位置概率的相关核心英文文献，核实并更正文中的内容表述，将文中不通顺的部分进行了认真修改。初修后邀请心理语言学领域的英文母语专家进行了专业性的校正，力求使行文表达规范且贴合研究前沿。修改后的英文摘要已呈现在正文中，并用红色字体标识。

---

## 第三轮

**编委专家意见：**

**意见 1：**进一步修改英文摘要。

**回应：**感谢编委专家的宝贵意见。已查阅国内外研究者对字母位置、词素位置的关联研究，并聚焦核心英文文献进一步修改了摘要。同时，遵照贵刊英文摘要的写作要求，将主要研究问题和假设、研究方法、研究结果和结论分四段简明扼要地呈现。修改后邀请阅读心理学领域的英国专家(native speaker)对相关内容进行了修改，力求表达规范使非汉语读者能总揽论文内容。

**意见 2：**参考文献的格式仍需再核查。

回应：感谢编委专家的严谨提示。依照贵刊投稿指南中提供的参考文献著录格式(著者-出版年制)的详细要求，并参考文后文献列表中的常见文献示例，对参考文献的格式进行全面核查，详细查看文中以及文后著者的引用方式，同时请专业内读者进行挑剔性阅读帮助核查，力争使行文规范。

---

#### 第四轮

主编意见：

意见 1：为什么实验 1b 的错误率统计分析用  $z$  检验，而其他分析都是用  $t$  检验？

回应：感谢主编专家的宝贵意见。受篇幅限制，我们可能未将词汇判断实验的错误率和反应时数据分析方法进行具体详细的阐述。研究选取错误率和正确判断的反应时作为因变量。应用 R 统计软件(R Development Core Team, 2017)以及 lme4 工具包(Bates et al., 2017)，采用线性混合模型(Linear Mixed-effects Models, LMMs)对反应时数据进行分析，采用广义线性混合模型(Generalized Linear Mixed-effects Models, GLMMs)对错误率数据进行分析。相关表述已在文中用红色字体标识。采用线性混合模型分析实验数据是因为对比传统的方差分析方法(ANOVA)，线性混合模型将全部原始数据纳入到模型中，不需对数据进行平均后再比较，数据的利用率更高。在计算数据时采用最大随机效应结构，将被试和项目定义为交叉随机效应(crossed random effects)同时纳入模型，这样操作可有效规避以往被试分析(F1 检验)和项目分析(F2 检验)检验结果不一致的情况，使得计算结果更加统一和稳定。

其中，反应时属于连续变量，故采用线性混合模型(Linear Mixed-effects Models, LMMs)对数据进行分析，固定效应估计值为  $t$  值。而错误率属于二分类变量，数据不是连续变量非线性，为此采用广义线性混合模型(Generalized Linear Mixed-effects Models, GLMMs)进行分析，固定效应估计值为  $z$  值。广义线性混合模型是线性混合模型的扩展形式，由于普通线性回归的因变量必须服从正态分布，而在实际问题中经常会遇到分类问题或计数问题的建模。而广义线性混合模型将因变量的分布进行了扩展，使得因变量只要服从指数族分布即可，因此使用广义线性混合模型分析错误率。此外，可参考同类研究的分析方法，如 Liu 等人(2020)探究中文阅读的词汇转置效应，采用线性混合模型分析反应时，采用广义线性混合模型分析错误率；Chang 等人(2020)考察中文阅读词汇的预测性对副中心凹预视的依赖，采用线性混合模型分析首次注视时间、凝视时间等连续变量，同时对跳读率、回视出比率等分类变量应用广义线性混合模型分析；鹿子佳等人(2022)探究中文词类信息在副中央凹中的加工，采用线性混合模型分析首次注视时间、凝视时间及回视路径时间等连续变量，采用广义线性混

合模型分析跳读率、回视入比率等分类变量。

相关参考文献：

- Chang, M., Zhang, K., Lisha Hao, L. S., Zhao, S. N., McGowan, V. A., Warrington, K. L., Paterson, K. B., Wang, J. X., & Gunn, S. C. (2020). Word predictability depends on parafoveal preview validity in Chinese reading. *Visual Cognition*, 28(1), 33–40.
- Liu, Z. W., Li, Y., Paterson, K. B., & Wang, J. X. (2020). A transposed-word effect in Chinese reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82, 3788–3794.
- 鹿子佳, 符颖, 张慢慢, 臧传丽, 白学军. (2022). 中文词类信息在副中央凹中的加工. *心理学报*, 54(5), 441–452.

**意见 2：**综合讨论应该按加工机制或过程进行，并给出相应标题。而不是按不同实验进行讨论。

**回应：**感谢主编专家的专业性指导。经专家提示对综合讨论进行了修整，按词素位置概率作用于中文词汇识别与切分的过程及影响因素进行了集中讨论，并给出了相应标题：(1)词素位置概率在中文词汇识别与切分中的作用；(2)词频对词素位置概率发挥词切分作用的影响。首先，基于 Li 和 Pollatsek(2020)提出的中文阅读整合模型，分析了词素位置概率如何作用于中文词汇的识别与切分，并探讨了词首词素位置概率在词汇加工过程中的重要性。其次，探究了词频对词素位置概率发挥词切分作用的影响，讨论了不同词频条件下读者所耗费的心理资源，以及高频词与低频词在心理词典中加工方式的差异，进而指出词素位置概率更容易在低频词中发挥作用。

同时，结合专家意见 3 中提到的“文字描述不够简练”问题，对综合讨论内容进行了精简。例如，(1)简化词素位置概率对词切分发挥作用的原因，删除了“继而对词素出现在某一惯常位置产生预期，为此，词素位置概率信息的这种位置特异性使目标词素从整词表征中分化出来，这为读者提供了较为清晰的词边界信息”等重复意义表述；(2)简要介绍激活扩散模型(Collins & Loftus, 1975)和交互激活模型(McClelland & Rumelhart, 1981)；(3)简洁描述高频词在心理词典中的表征方式，删除“词汇识别时是整词单元的激活”等表述。

**意见 3：**行文格式还有待进一步规范，如统计量重复出现、文字描述不够简练等。

**回应：**感谢主编专家的细致审阅，已结合研究问题对文章内容进行精简。首先，精简了中文

摘要，删减了“中文读者能寻找到词与词之间隐含的边界”、“在词汇单独呈现和在自然语境呈现的加工进程中”等不关键表述。其次，在问题提出部分删减了英文中字母换位效应的具体描述(P1，第一段)“比如将“judge”中的字母“d”“g”转换位置变为“jugde”，或将“d”“g”替换为其他字母变为“jupte”，读者将“jugde”当作真词的概率大于“jupte”，转向集中探讨词素位置信息在词汇识别中的重要性。同时删减(P2，第二段)“中文没有外显的空格标示词的边界空间，因此，这一词边界线索得到研究者的积极关注”等过渡性表述，直接陈述词素位置概率的相关实证研究。简要描述词汇判断的实验程序(P6，第二段)，使读者明白具体实操过程即可。

再次，简化了词首词素位置概率和反应时的简单线性回归模型的描述(P11，第二段)，例如将“实验 1b 的结果显示，词首词素位置概率显著影响被试的反应时，即双字词的词首词素位置概率较低时，被试的反应时较长；当词首词素位置概率变高时，反应时随之降低。可以看出，词素位置概率与被试反应时之间呈现出了一定程度的相关关系”，简化为“实验 1b 的结果显示，被试的反应时随词首词素位置概率的升降而变化，二者之间呈现出一定程度的相关关系”。将(P11，第四段)“在对回归系数进行显著性检验前，需要对回归模型的整体做显著性检验，即模型方程的  $F$  检验，结果显示整体回归模型显著， $F(1,118)=19.93$ ， $p<0.001$ 。由此可见，该回归方程是高度显著的，反应时与词首词素位置概率间的线性回归关系密切”，简化为“对回归模型的整体做显著性检验，结果显示回归方程高度显著， $F(1,118)=19.93$ ， $p<0.001$ 。这说明反应时与词首词素位置概率间的线性回归关系密切”。

此外，删除了统计量的重复意义表述(P11，第一段)“这说明，高词首词素位置概率条件下的反应时显著短于低词首词素位置概率条件下的反应时。具体而言，被试对词首词素位置概率高的关键词加工较快，需要更少的加工时间”。删除统计量的重复意义表述(P19，第一段)“换言之，不管词尾词素位置概率变化程度如何，当词首词素位置概率高低变化时，被试的注视时间就会产生与之相应的长短变化，研究结果揭示出显著的词首词素位置概率效应”。最后，将研究结论精简，删除了“不论在单词语境下还是处在句子语境中，均发现了较为稳健的词素位置概率效应，不同实验任务得出的结果是一致的”的表述。另外，通读全篇精简其他描述不简练的词句，如将(P1，第一段)“通过词素位置对词汇语义做出区分”，简化为“通过词素位置区分语义”；如将(P2，第二段)“反观中文，在书面或印刷文本中无外显的词间空格标示词边界”，简化为“而中文无词间空格标示词边界”；将(P11，第二段)“且词素处于双字词不同位置时，其所携带的词素位置概率信息对词汇识别所起的作用有差异，即与词尾词素位置概率相比，词首词素位置概率信息对词汇识别起到的作用更大”，简化为

“且与词尾词素位置概率相比，词首词素位置概率对词汇识别的作用更大”。此类修改暂不一一列举。

**意见 4：**有文字表述不规范情况，如“结果发现”、“研究发现”以及句子缺少主语等。

**回应：**感谢主编专家的严谨指正。通篇阅读文章将“结果发现”、“研究发现”等不规范的表述删除，同时查找句子缺少主语的情况并予以改正。同时，结合专家意见 3 的内容对全文进行精简，修改完成后邀请专业内和非心理学专业的读者进行了挑剔性阅读，以减少文字表述不规范情况。

**意见 5：**图的清晰度较低。

**回应：**感谢主编专家的宝贵意见。应用 R 统计软件(R Development Core Team, 2017)以及 ggpubr 工具包重新作图，提高了图片的清晰度。