

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：汉语听觉阈下启动效应：来自听觉掩蔽启动范式的证据

作者：姜路遥 李兵兵

### 第一轮

#### 审稿人 1 意见：

研究问题有理论意义、研究方法恰当。研究结果较可靠、建议重复语义启动效应。写作规范、行文流畅。建议小修。

**意见 1：**建议补充印欧、闪含语系、汉语之间的构词形态学特点，目前文中介绍的相关内容偏笼统。

**回应：**感谢审稿专家的建议！我们在修改稿中补充了关于印欧、闪含语系和汉语在形态、构词以及语素上的主要差异(见引言倒数第 3 段)。补充内容如下：

汉语词汇的构词和形态变化与印欧、闪含语系等字母语言存在差异。派生是大部分字母语言构词的主要方式，即词根语素与词缀组合以构成新的词语，而汉语中 70% 以上的词语是由词根语素并行排列组成的复合词(邹丽娟, 舒华, 2013; Zhou & Marslen-Wilson, 1995; Zhou et al., 1999)。印欧、闪含语系语言的词汇往往通过屈折变化以达到表征语法的目的(如数量、时态、语态的变化)，而屈折变化在汉语中并不常见。此外，与印欧、闪含语系语言相比，汉语中存在较多的同音异形字(词)。基于汉语和印欧、闪含语系的这些差异，汉语的听觉阈下启动效应可能表现出与印欧、闪含语系语言不同的特点。因此，本研究采用听觉掩蔽启动范式考察汉语双字词的听觉阈下启动效应。

**意见 2：**建议补充实验三的研究目的、研究动机，以及在前言补充 ISI 相关研究的研究文献。

**回应：**感谢审稿专家的建议！我们在引言中补充了 ISI 相关的研究文献及实验 3 的研究动机(见引言倒数第 2 段)，并在第 4 小节增加了对实验 3 的研究目的、研究动机的描述(见 4 实验 3 第 1 段)。增加内容如下：

Dupoux 等人(2008)考察启动、目标刺激之间的时间间隔(inter stimulus interval, ISI)对听觉阈下启动效应的影响发现，听觉阈下启动效应的大小随着启动、目标刺激之间 ISI 的增加而减小，并且当 ISI 大于 400ms 时，听觉阈下启动效应不再显著。这种 ISI 效应反映了阈下启动词的无意识激活的持续时间。但是，目前研究仅考察了听觉通道下法语词语无意识激活的持续时间。听觉阈下启动效应受启动、目标之间 ISI 的调节是否具有跨语言普遍性还需要进一步研究的验证。因此，本研究的实验 3 通过考察启动和目标之间的 ISI 对听觉阈下启动效应的影响探讨听觉通道汉语双字词无意识激活的持续时间。

实验 3 的目的是考察启动、目标刺激之间 ISI 对汉语听觉阈下启动效应的调节作用，并探讨听觉通道汉语双字词无意识激活的持续时间。实验 3 设置了 0ms、208ms、

416ms、624ms 和 832ms 共 5 种 ISI 条件。实验 3 假设汉语听觉阈下重复启动效应随着 ISI 的增加逐渐减小。

## 参考文献

- 邹丽娟, 舒华. (2013). 语素在词汇识别中的认知及神经机制. *心理科学进展*, 21(9), 1570-1577. doi: 10.3724/SP.J.1042.2013.01570
- Zhou, X., & Marslen-Wilson, W. (1995). Morphological structure in the Chinese mental lexicon. *Language and Cognitive Processes*, 10(6), 545-600. doi: 10.1080/01690969508407114
- Zhou, X., Marslen-Wilson, W., Taft, M., & Shu, H. (1999). Morphology, orthography, and phonology reading Chinese compound words. *Language and cognitive processes*, 14(5-6), 525-565. doi: 10.1080/016909699386185
- 

## 审稿人 2 意见:

论文《汉语听觉阈下启动效应: 来自听觉掩蔽启动范式的证据》使用汉语双字词为实验材料, 采用听觉掩蔽启动范式, 通过 3 个实验考察汉语听觉阈下的启动效应。结果发现, 假词不会出现阈下启动效应, 而真词则出现了阈下重复和语素启动效应, 并且, 听觉阈下重复启动效应不受启动、目标发音者性别一致性的影响, 但仅在 ISI 小于等于 416ms 时才显著。该实验报告选题较为新颖, 方法恰当, 结果可信, 但目前也存在如下一些问题:

**意见 1:** 建议补充说明将汉语阈下启动研究从视觉通道扩展到听觉通道对于了解汉语的无意识加工具有何种重要意义?

**回应:** 感谢审稿专家提出的建议! 我们在引言中对此进行了补充说明(见引言第 4 段蓝色字体部分)。补充内容如下:

将汉语阈下启动研究从视觉通道扩展到听觉通道有助于扩展对听觉通道汉语无意识加工过程的认识, 厘清视、听通道汉语无意识加工的差异, 促进对汉语无意识加工的全面认识。

**意见 2:** 建议在引言中补充说明何为语素、语音和语义条件下的听觉阈下启动效应? 它们与重复启动效应有何不同?

**回应:** 感谢审稿专家的建议! 我们在引言的第 2 段补充了对重复、语音、语素、语义启动的说明, 并解释了各启动类型之间的差异及其对解释阈下启动效应机制的贡献。补充内容如下:

重复启动是阈下启动研究最常用的启动类型(e.g., Ferrand, 1996; Forster & Davis, 1984)。重复启动中, 相关条件的启动刺激与目标刺激完全相同(如: 契约—契约); 不相关条件的启动刺激与目标刺激不同且不存在语音、语素、语义等关联(如: 海洋—契约)。由于相关条件和不相关条件启动、目标刺激间的关系在形、音、义上都存在差异, 所以单凭重复启动效应的结果很难揭示阈下启动效应的机制, 例如阈下启动效应是基于对启动词的语音表征还是语义表征的激活。因此, 研究者通过改变启动、目标词之间的关系, 比较语音、语素、语义等类型的启动效应以考察阈下启动效应的机制。语音启动中, 相关条件的启动词与目标词仅有部分语音相同(如: 红旗—洪水)。显著的阈下语音启动效应意味着启动、目标共享的语音信息的无意识激活影响了目标词的加工(e.g., Ferrand & Grainger, 1992; Shen & Forster, 1999)。语素启动中, 相关条件的启动词与目标词共享相同词根语素(如: 水泵—水阀)。阈下语素启动效应可以为词汇加工早期的语素分解提供实验证据(e.g., Grainger et al., 1991; Rastle et al., 2000)。语义启动中,

相关条件的启动词和目标词仅存在语义上的联系(如: 战士—军队)。显著的阙下语义启动效应反映了启动词相关语义网络的无意识激活扩散(e.g., Greenwald et al., 1996; Marcel, 1983)。

意见 3: 建议在实验一中增加引言, 介绍该实验的目的、为实现这一目的所进行的实验操作和实验假设。

回应: 感谢审稿专家的建议! 我们在实验 1 中增加了引言, 对实验目的、相应的实验操作进行了简要说明(见 2 实验 1 第 1 段)。增加内容如下:

实验 1 的目的是考察听觉通道汉语双字词的阙下加工水平并确定汉语听觉掩蔽启动实验中启动词的最优压缩率。实验 1 通过操纵启动、目标词之间的关联类型设置了真词重复启动、语素启动、语音启动、语义启动和假词重复启动、首字启动共 6 种启动类型。通过考察不同类型阙下启动效应是否显著及效应大小, 可以推断听觉阙下启动效应的机制。根据先前研究结果(e.g., Davis et al., 2010; Kouider & Dupoux, 2005), 实验 1 假设, 真词阙下重复启动效应显著, 真词其他类型的启动效应及假词阙下重复启动和首字启动效应都不显著。实验 1 的第二个目的是确定汉语听觉掩蔽启动实验中启动词的最优压缩率。参考 Kouider 和 Dupoux(2005)的研究, 实验 1 设置了 40%、50% 和 60% 三种压缩率条件。实验 1 结合被试的主观报告和客观探测实验结果确定对启动刺激的加工是否是无意识的。实验 1 假设, 对 40% 压缩率启动刺激的加工是无意识的, 对 60% 压缩率启动刺激的加工是有意识的。

意见 4: 实验 1 的流程图不够完整, 没能包含一个完整试次的所有成分。此外, 被试的任务是对目标刺激进行真假词的判断, 其在什么时候进行判断? 如何判断?

回应: 感谢审稿专家的建议和问题! 1) 我们重新制作了刺激呈现流程图, 补充了被试反应和提示音的部分(见图 1)。2) 被试的任务是在听到目标刺激之后通过键盘的“F”和“J”键进行真假词判断, 我们在 2.1.3 实验程序部分进行了补充说明(见 2.1.3 实验程序蓝色字体部分)。补充内容如下:

实验任务是要求被试在听到清晰的目标刺激后既快又准确地使用键盘的“F”和“J”键对目标刺激进行真假词判断。在被试间平衡按键与真假词的对应关系。

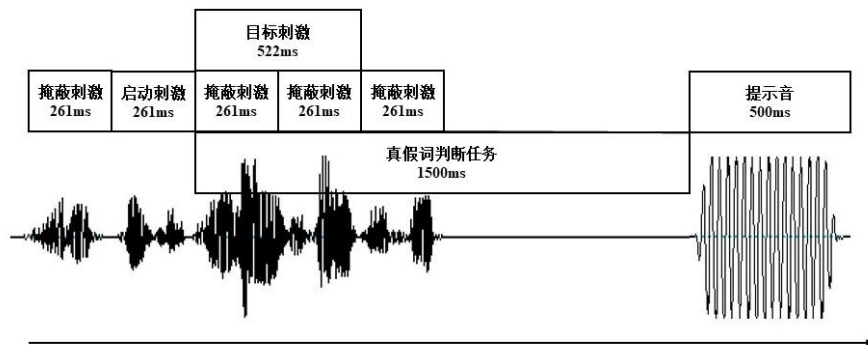


图 1 实验 1 刺激呈现流程图(50%压缩率)

意见 5:2.2.1 启动刺激觉察水平的主观报告和正确率分析结果说明在哪个条件下被试对启动刺激的加工是阈下的无意识的？哪个条件下是阈上的有意识的？为何要把正确率转变为辨别力，而又无进一步的分析？

回应：感谢审稿专家提出的问题！我们把问题 5 分为两个子问题进行回应：

1) 2.2.1 启动刺激觉察水平的主观报告和正确率分析结果说明在哪个条件下被试对启动刺激的加工是阈下的无意识的？哪个条件下是阈上的有意识的？

本研究采用主观报告和客观探测实验结果相结合的方法确定启动刺激的觉察水平(c.f. Sweeny et al., 2009)。实验 1 启动刺激觉察水平的结果表明，40%压缩率条件下被试对启动刺激的加工是阈下的无意识的，而 60%压缩率条件下是阈上的有意识的。我们在 2.2.1 中补充说明了被试在哪些压缩率条件下对启动刺激的加工是阈下的无意识的，以及本研究的判断标准(见 2.2.1 第 1 段、第 4 段)。补充内容如下：

*本研究采用主客观结合的方法确定对启动刺激的加工是否是无意识的(c.f. Sweeny et al., 2009)。只有被试主观报告没有觉察到启动刺激并且在客观探测实验中无法区分启动刺激是真词还是假词才认为对启动刺激的加工是无意识的。若以上两个条件都不满足，则认为对启动刺激的加工是有意识的。*

*主观报告和客观探测结果表明，对 40%压缩率条件启动刺激的加工是无意识的，而对 60%压缩率条件启动刺激的加工是有意识的。因此，本研究将 40%压缩率条件的启动效应确定为阈下启动，而 60%压缩率条件的启动效应确定为阈上启动。*

由于 50%条件的主观报告结果支持其是无意识的，但客观探测结果支持其是有意识的，我们无法根据主客观结合的方法确定其觉察水平。所以，本研究没有确定对该条件启动刺激的觉察是有意识的还是无意识的。

2) 为何要把正确率转变为辨别力，而又无进一步的分析？

本研究计算辨别力是基于两方面的考虑：一是为了更清晰的表明在何种压缩率条件下对启动刺激的加工是无意识的；二是由于前人的掩蔽启动研究大多报告了  $d'$  指标，为了和前人研究保持一致，便于研究结果间的比较，我们也报告了  $d'$ 。基于审稿专家的意见，我们在 2.2.1 增加对  $d'$  的分析(见 2.2.1 第 3 段蓝色字体部分)。补充内容如下：

*将三种压缩率条件的  $d'$  与 0 进行单样本  $t$  检验。结果显示，40%压缩率条件的  $d'$  与 0 之间不存在显著差异， $t(23) = 1.47, p = 0.16, d = 0.3, 95\% CI = [-0.11, 0.71]$ ；50%压缩率条件的  $d'$  显著大于 0， $t(23) = 5.92, p < 0.001, d = 1.21, 95\% CI = [0.67, 1.73]$ ；60%压缩率条件的  $d'$  显著大于 0， $t(23) = 7.30, p < 0.001, d = 1.49, 95\% CI = [0.90, 2.07]$ 。*

意见 6: 既然 2.2.1 已分析了何种条件下为阈上启动，何种条件下为阈下启动，建议在下面的分析中直接分析和报告真词条件下是否存在重复、语素、语音和语义等的阈下启动效应，以及重复、语素、语音和语义等的阈上启动效应，并尝试比较阈上和阈下启动效应的大小；再报告假词条件下是否存在重复启动等效应。这样，使得结果的报告围绕研究的问题展开，而不只是简单的 ANOVA 的结果分析。

回应：感谢审稿专家的建议！我们根据审稿专家的建议，修改了实验 1 结果分析部分以使结果报告围绕研究问题展开。1) 我们首先报告真词的结果，然后报告假词的结果。2) 对于真词的结果，在报告重复测量方差分析中显著的交互作用后，直接检验各压缩率条件的重复、语音、语素、语义启动效应是否显著。3) 随后结合启动刺激觉察水平实验的结果，对阈下

(40%压缩率)和阈上(60%压缩率)重复、语音、语素、语义启动效应大小进行比较。相关分析见 2.2.2 第 2 段到第 5 段。

虽然本研究结果表明, 40%压缩率条件是阈下水平, 60%压缩率条件是阈上水平, 但为了结果的完整性, 我们还是报告了 50%压缩率的结果。但在阈上、阈下启动效应比较时没有纳入 50%压缩率条件。另外, 由于存在阈下启动效应不显著但其效应大小与阈上启动效应没有显著差异的可能性, 我们在阈上和阈下效应比较时也纳入了不显著的阈下启动效应(如语义启动)。2.2.2 新的结果分析如下:

对真词条件的反应时进行 4(启动类型: 重复启动、语素启动、语音启动、语义启动) × 2(启动-目标相关性: 相关、不相关) × 3(启动刺激压缩率: 40%、50%、60%)的重复测量方差分析发现, 启动-目标相关性、启动类型与启动刺激压缩率三因素间的交互作用显著,  $F(6, 207) = 6.49, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.16, 90\% CI = [0.07, 0.22]$ 。因此, 进一步分析三种压缩率条件的各类型启动效应是否显著。

40%压缩率条件的重复启动效应显著,  $F(1, 23) = 6.63, p = 0.017, \eta_p^2 = 0.22, 90\% CI = [0.03, 0.45]$ , 启动、目标相关条件的反应时显著短于不相关条件, 语音、语素和语义启动效应都不显著,  $ps > 0.05$ ; 50%压缩率条件的重复启动效应显著,  $F(1, 23) = 112.43, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.83, 90\% CI = [0.71, 0.89]$ , 启动、目标相关条件的反应时显著短于不相关条件, 语音、语素和语义启动效应都不显著,  $ps > 0.05$ ; 60%压缩率条件的重复启动( $F(1, 23) = 117.85, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.84, 90\% CI = [0.72, 0.89]$ )、语素启动( $F(1, 23) = 31.50, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.58, 90\% CI = [0.34, 0.72]$ )和语义启动( $F(1, 23) = 23.67, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.51, 90\% CI = [0.26, 0.67]$ )效应都显著, 启动、目标相关条件的反应时显著短于不相关条件, 语音启动效应不显著,  $p > 0.05$ 。

结合启动刺激觉察水平的结果, 进一步比较阈上(60%压缩率)和阈下(40%)条件各类型启动效应的大小。对阈上、阈下条件各类型启动效应(相关与不相关条件反应时之差)进行独立样本  $t$  检验。结果显示, 阈上重复启动效应( $M = 100.46, SD = 45.34$ )显著大于阈下重复启动效应( $M = 16.09, SD = 30.62$ ),  $t(46) = 7.56, p < 0.001, d = 2.18, 95\% CI = [1.60, 2.76]$ 。阈上语素启动效应( $M = 28.69, SD = 25.05$ )显著大于阈下语素启动效应( $M = 10.68, SD = 33.07$ ),  $t(46) = 2.13, p = 0.039, d = 0.61, 95\% CI = [0.03, 1.20]$ 。阈上语音启动( $M = 6.38, SD = 46.07$ )和阈下语音启动( $M = 9.18, SD = 29.11$ )效应差异不显著,  $p > 0.05$ 。阈上语义启动效应( $M = 30.27, SD = 30.48$ )显著大于阈下语义启动效应( $M = 0.11, SD = 37.42$ ),  $t(46) = 3.06, p = 0.004, d = 0.88, 95\% CI = [0.30, 1.46]$ 。

对假词条件的反应时进行 2(启动类型: 重复启动、首字启动) × 2(启动、目标相关性: 相关、不相关) × 3(启动刺激压缩率: 40%、50%、60%)的重复测量方差分析。结果显示, 启动、目标相关性、启动类型与压缩率三因素间的交互作用边缘显著,  $F(2, 69) = 2.79, p = 0.069, \eta_p^2 = 0.08, 90\% CI = [0.00, 0.18]$ 。因此, 进一步分析三种压缩率条件的各类型启动效应是否显著。40%和 50%压缩率条件的重复启动和首字启动效应都不显著,  $ps > 0.05$ ; 60%压缩率的重复启动效应显著,  $F(1, 69) = 47.09, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.41, 90\% CI = [0.26, 0.53]$ , 启动、目标相关条件的反应时显著短于不相关条件, 首字启动效应不显著,  $p > 0.05$ 。

需要特别说明的是, 我们发现根据审稿专家的建议改变数据分析策略后的结果与我们原稿中的分析结果是不同的。新的结果分析发现, 阈下语素启动效应是不显著的。出现这种问题是因为: 在原稿的分析中, 我们在语素启动条件下进行压缩率(40%、50%、60%) \* 启动目标相关性(相关、不相关)的两因素重复测量方差分析。结果显示, 相关性主效应显著, 且两因素交互作用不显著。这个结果表明, 语素启动效应是显著的, 而且三种压缩率的语素

启动效应差异不显著。因此,我们没有进一步分析不同压缩率条件的语素启动效应是否显著,并得出阈下、阈上语素启动效应都显著的结论。此前的分析结果如下:

语素启动条件下,启动-目标相关性主效应显著,  $F(1, 69) = 18.54, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.21, 90\% CI = [0.09, 0.35]$ , 启动、目标相关条件的反应时显著短于不相关条件。其余主效应以及交互作用均不显著,  $ps > 0.05$ 。

我们根据审稿专家的建议,更有针对性的直接分析了阈下、阈上的语素启动效应是否显著,得到了阈下语素启动效应不显著,阈上语素启动效应显著的结果。原稿中交互作用不显著的结果只能说明三种压缩率下的语素启动效应差异不显著,但不能说明语素启动效应在所有压缩率下都是显著的。审稿专家建议的分析方法使得结果分析围绕听觉阈下启动效应展开,更好的反映阈下和阈上启动效应。因此,我们在修改稿中使用审稿专家建议的分析策略,得出汉语听觉阈下语素启动效应不显著的结果和结论。我们在修改稿中也修改了原稿中与阈下语素启动效应结果相关的讨论和结论。

**意见 7:** 实验 1 中真词和假词的最大区别是什么? 似乎不能说这一差异是“抽象的词汇水平的表征”, 因为有的词汇对应具体的物体表征等。阈下语义启动效应不显著, 似乎也不能说明启动词的语义信息可能不能得到无意识激活, 因为即使得到无意识激活, 但也可能不会影响到对目标刺激的加工。建议结合本实验的数据, 重新分析和解释对真词存在重复启动效应和语素启动效应, 但对假词不存在重复启动, 到底是何种原因引起, 说明了什么问题。

**回应:** 感谢审稿专家提出的问题和建议! 我们对该问题的回应如下:

1) 真词和假词最大的区别是真词在心理词典中存在相应的词汇(lexical)表征, 而假词不存在相应的词汇表征。有的真词还可以激活对应具体物体的表征。2) 我们同意审稿专家的意见, 阈下语义启动效应不显著的结果不能排除启动词的语义表征可以得到无意识激活的可能性。我们在修改稿中用更保守的语言解释阈下语义启动效应不显著的结果, 并增加对阈下启动词的语义表征可以得到无意识激活的可能性的表述。在总讨论中也进一步分析了听觉阈下语义启动效应不显著的原因及其对未来研究的启示(见总讨论倒数第 2 段)。3) 我们结合实验数据、真词假词的差异、真词的重复、语音、语素、语义启动的差异对真词阈下重复启动效应的机制进行了重新梳理(见 2.3 讨论)。

我们在原稿中用“抽象”一词想表达的是阈下重复启动效应不是基于对启动词“具体”的感知觉特征的表征的激活(如语音、词形, e.g., Dehaene et al., 2004)。但审稿专家的问题说明, 这种表述可能会带来歧义, 所以我们在修改稿中删除了“抽象”这个词。

问题 7 相关的修改如下:

启动刺激觉察水平的结果分析发现, 对 40% 压缩率条件启动刺激的加工是无意识的, 而对 60% 压缩率条件启动刺激的加工是有意识的。对真词和假词的阈下和阈上启动效应分析发现, 真词的各类型阈下启动中仅有重复启动效应显著; 真词的各类型阈上启动中仅有语音启动效应不显著; 假词的各类型阈上和阈下启动中仅有阈上重复启动效应显著。

实验 1 发现, 真词的阈下重复启动效应显著, 而假词的阈下重复和首字启动效应都不显著。这与先前其他语系语言的研究结果一致(e.g. Kouider & Dupoux, 2005; Ussishkin et al., 2015)。真词和假词的区别是, 仅有真词在心理词典中存在相应的词汇(lexical)表征, 而且有的真词可以激活对应具体物体的表征。虽然在真词和假词阈下重复启动的相关条件下, 启动和目标词的低水平声学特征的相似性是相同的, 但真词可以激活心理词典中对应的词汇水平的表征或更高层次的语义等表征。因此, 仅有真词的阈下重复启动效应显著的结果说明, 听觉阈下启动效应不是基于启动词低水平声学

特征的无意识激活。

实验1中的阈下语素、语音启动效应都不显著。这与先前印欧语系语言研究的结果一致(e.g. Kouider & Dupoux, 2005)。汉语复合词的分层聚类表征模型(Multi-Level Cluster Representation Model, MCRM)认为,心理词典中存在音节、语素和整词三个表征层。语音信息输入后,三个表征层会同时被激活并相互作用,最终完成词汇通达(Zhou & Marslen-Wilson, 1994, 1995)。Zhou和Marslen-Wilson(1995)认为,汉语双字词在心理词典中存在语素和整词两个表征层。共享语素的两个词在整词表征层并没有直接的联系,而是通过位于语素表征层上的语素表征节点相连。因此,显著的语素启动效应是基于启动词和目标词共享语素表征的激活。阈上语素启动显著而阈下语素启动不显著的结果意味着听觉通道汉语双字词语素表征的激活可能需要意识参与。而在语素表征层上,同音语素的节点会构成一个语素集合,同一集合中的语素会在词汇加工过程中相互竞争。因此,语音启动相关条件的启动词会阻碍首字读音相同的目标词的加工。阈下语音启动不显著的结果说明,阈下启动词的首字没有激活其对应的同音语素集合。由于重复启动条件下,启动词和目标词具有相同的整词表征和语素表征,阈下语素和语音启动不显著的结果说明,听觉阈下启动效应可能是基于启动词整词表征的无意识激活。

同先前研究一样(Kouider & Dupoux, 2005),实验1也没有发现显著的听觉阈下语义启动效应。只有当压缩率为60%时,语义启动效应才显著。根据激活扩散模型,语义启动效应是由于启动词的语义表征的激活通过语义网络的扩散促进了与其有语义关系的目标词的激活(Greenwald et al., 1996; Marcel, 1983)。显著的阈下语义启动效应通常被作为启动刺激的无意识加工达到语义水平的证据(伍姗姗等, 2013)。因此,本研究中阈下语义启动效应不显著的结果不能为启动词的语义信息可以得到无意识激活提供实验证据。结合上述对阈下启动效应的分析,实验1的结果说明,听觉阈下重复启动效应可能是基于启动词的词汇水平表征的无意识激活。但是,本研究的结果也不能排除启动词的语义信息可以得到无意识激活的可能性。阈下启动词语义信息的激活可能十分微弱,反应时(或任务类型)指标的敏感度可能不足以观察到其对目标刺激加工的影响。

虽然本研究没有发现显著的听觉阈下语义启动效应,但本研究的结果并不能排除汉语存在显著的听觉阈下语义启动效应的可能性。首先,本研究无法说明采用其他范式的听觉阈下启动实验是否能观察到显著的听觉阈下语义启动效应。听觉掩蔽启动范式对启动刺激进行时域压缩,而被压缩的语音刺激在生活中并不常见。这可能会减弱被试在无意识状态下对启动刺激进行语义加工的深度。这可能是采用听觉掩蔽启动范式的研究都没有发现显著的听觉阈下语义启动效应的原因之一(Daltrozzo et al., 2011)。未来研究可以采用其它范式对汉语的听觉阈下语义启动效应进行考察。其次,本研究和先前的听觉掩蔽启动研究都是采用词汇判断任务。词汇判断任务可能不需要高水平的语义加工既可以完成。而语义启动效应更可能出现在需要较高水平的语义加工的任务中(如语义分类任务(Lupker, 1984; Shelton & Martin, 1992))。未来研究可以采用语义分类任务考察汉语的听觉阈下语义启动效应,并比较不同任务类型之间的阈下语义启动效应是否存在差异,以探讨自上而下的任务因素对汉语听觉阈下语义启动效应的影响。

**意见 8:** 对真词的语素启动效应到底说明了什么?为什么只有音相同或者只有意相同不能引起启动效应,而首字相同却引起了启动效应?语音启动不显著的结果并不能说明,阈下语素启动效应不是由于启动和目标词首字读音相同引起的,因为语音启动中的首字与目标词的首

字不仅音相同，而且还形不同、意不同。

回应：感谢审稿专家指出的问题！但非常抱歉的是，我们按照审稿专家的建议重新分析实验 1 的结果后发现，阙下语素启动效应是不显著的（具体分析过程和对两次分析结果不一致的解释见问题 6 的回应）。因此，我们重新对阙下语素启动效应和语音启动效应进行了讨论，相关讨论内容见问题 7 的回应（见 2.3 讨论）。

意见 9：建议将实验 1 讨论部分的最后一段的后两句移至实验二，作为实验二的引言，并进行适当扩充，说明实验 2 的目的、为实现这一目的所进行的实验操作和实验假设。

回应：感谢审稿专家的建议！我们将实验 1 讨论部分最后两句移至实验 2 开头，并补充了实验 2 的研究目的和相应的实验操作，作为实验 2 的引言。相关修改如下：

实验 1 的结果表明汉语的听觉阙下启动效应是基于启动词词汇水平表征的无意识激活，但实验一的结果无法说明启动、目标低水平的声学特征的相似性是否影响阙下启动效应。实验 2 的研究目的是考察启动、目标声学特征相似性对汉语的听觉阙下重复启动效应的影响。实验 2 通过操纵启动、目标发音者性别一致性来控制启动、目标的声学特征相似性。启动、目标发音者性别一致时，启动和目标刺激的声学特征是相似的，而启动、目标发音者性别不一致时，启动和目标刺激在频率、音色等声学特征上存在较大差异。因此，比较这两个条件下听觉阙下重复启动效应的大小可以考察启动、目标声学特征的相似性对听觉阙下重复启动效应的贡献。实验 2 假设，启动、目标声学特征的相似性不影响听觉阙下重复启动效应。

意见 10：建议在实验 2 的 3.2.2 中，考虑分别在真词和假词条件下进行 2\*2 的分析，看一致性是否影响启动效应。

回应：感谢审稿专家的建议！我们根据审稿专家的建议，修改了 3.2.2 的结果分析，更有针对性的分别对真词和假词进行 2\*2 的重复测量方差分析，聚焦于一致性对启动效应的影响（见 3.2.2 第 2 段）。相关修改如下：

分别对真词和假词条件的反应时进行 2(启动、目标相关性：相关、不相关) × 2(启动、目标发音者性别一致性：一致、不一致) 的重复测量方差分析。结果显示，真词条件的启动、目标相关性主效应显著， $F(1, 34) = 6.81, p = 0.013, \eta_p^2 = 0.17, 90\% CI = [0.02, 0.35]$ ，启动、目标相关条件下的反应时短于不相关条件。并且，启动、目标相关性与启动、目标发音者性别一致性交互作用不显著， $F(1, 34) = 0.07, p = 0.79, \eta_p^2 = 0.002, 90\% CI = [0.00, 0.08]$ 。假词条件的启动、目标相关性主效应以及相关性与发音者性别一致性的交互作用都不显著， $ps > 0.05$ 。

意见 11：建议在实验 3 中增加引言说明实验 3 的目的、为实现这一目的所进行的实验操作和实验假设。

回应：感谢审稿专家的建议！我们在实验 3 的开头增加了引言，介绍实验 3 的研究目的与相应操作（见 4 实验 3 第 1 段）。相关修改如下：

实验 3 的目的是考察启动和目标刺激的 ISI 对听觉阙下重复启动效应的调节作用，并探讨听觉通道汉语双字词无意识激活的持续时间。实验 3 设置了 0ms、208ms、416ms、624ms 和 832ms 共 5 种 ISI 条件。实验 3 假设，汉语的听觉阙下重复启动效应随 ISI 的增加逐渐减小。



意见 12: 建议在实验 3 的 4.2.2 中, 考虑分别在真词和假词条件下进行 2\*5 的分析, 看 ISI 是否影响启动效应。

回应: 感谢审稿专家的建议! 我们根据审稿专家的建议, 在 4.2.2 分别对真词和假词进行 2\*5 的重复测量方差分析, 聚焦于 ISI 对启动效应的影响 (见 4.2.2 第 2 段)。相关修改如下:

分别对真词和假词条件的反应时进行 2(启动、目标相关性: 相关、不相关) × 5(ISI: 0ms、208ms、416ms、624ms、832ms) 的重复测量方差分析。结果显示, 真词条件的启动、目标相关性与 ISI 的交互作用显著,  $F(4, 148) = 2.49, p = 0.046, \eta_p^2 = 0.06, 90\% CI = [0.001, 0.12]$ 。简单效应分析结果显示, ISI 为 0ms、208ms 和 416ms 时相关条件的反应时显著短于不相关条件,  $F(1, 37) = 5.05, p = 0.031, \eta_p^2 = 0.12, 90\% CI = [0.01, 0.30]$ ;  $F(1, 37) = 10.08, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.21, 90\% CI = [0.05, 0.39]$  和  $F(1, 37) = 4.44, p = 0.042, \eta_p^2 = 0.11, 90\% CI = [0.002, 0.28]$ ; 当 ISI 为 624ms 和 832ms 时, 相关、不相关条件的反应时没有显著差异,  $ps > 0.05$ 。假词条件的启动、目标相关性主效应以及 ISI 与相关性的交互作用都不显著,  $ps > 0.05$ 。

## 参考文献

- Dehaene, S., Jobert, A., Naccache, L., Ciuciu, P., Poline, J. B., Le Bihan, D., & Cohen, L. (2004). Letter binding and invariant recognition of masked words: behavioral and neuroimaging evidence. *Psychological Science, 15*(5), 307–313. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.00674.x
- Dupoux, E., de Gardelle, V., & Kouider, S. (2008). Subliminal speech perception and auditory streaming. *Cognition, 109*(2), 267–273. doi: [10.1016/j.cognition.2008.06.012](https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.06.012)
- Ferrand, L. (1996). The masked repetition priming effect dissipates when increasing the inter-stimulus interval: Evidence from word naming. *Acta Psychologica, 91*(1), 15–25. doi: 10.1016/0001-6918(95)00010-0
- Ferrand, L., & Grainger, J. (1992). Phonology and orthography in visual word recognition: Evidence from masked non-word priming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 45*(3), 353–372. doi: 10.1080/02724989208250619
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition, 10*(4), 680–698. doi: 10.1037/0278-7393.10.4.680
- Grainger, J., Colé P., & Segui, J. (1991). Masked morphological priming in visual word recognition. *Journal of memory and language, 30*(3), 370–384. doi: 10.1016/0749-596X(91)90042-I
- Greenwald, A. G., Draine, S. C., & Abrams, R. L. (1996). Three cognitive markers of unconscious semantic activation. *Science, 273*(5282), 1699–1702. doi: 10.1126/science.273.5282.1699
- Kouider, S., & Dupoux, E. (2005). Subliminal speech priming. *Psychological Science, 16*(8), 617–625. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01584.x>
- Marcel, A. J. (1983). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive psychology, 15*(2), 197–237. doi: 10.1016/0010-0285(83)90009-9

Rastle, K., Davis, M. H., Marslen-Wilson, W. D., & Tyler, L. K. (2000). Morphological and semantic effects in visual word recognition: A time-course study. *Language and cognitive processes*, 15(4-5), 507-537. doi: 10.1080/01690960050119689

---

## 第二轮

### 审稿人 1 意见:

作者较好地回答了审稿人的建议, 研究问题较有意义、研究方法较恰当。对本文结果局限性也进行了讨论。建议发表。

回应: 感谢审稿专家对我们第 1 轮修改和回复的肯定!

### 审稿人 2 意见:

谢谢作者的细致修改和回复! 这些修改和回复较好地解决了之前我提出的问题, 但目前文中还存在如下几个小问题:

意见 1: 本研究的意义有待于进一步的斟酌。如摘要中指出“本研究的结果不支持听觉通道汉语双字词的语义信息可以得到无意识加工的结论”似乎有点不妥: 1) 乍看起来, 这一结论似乎与本研究发现的存在双字词的阈下重复启动效应不一致, 尽管阈下重复启动效应可能包含了音形义的共同作用; 2) 就如作者指出的“本研究的结果也不能排除启动词的语义信息可以得到无意识激活的可能性。阈下启动词语义信息的激活可能十分微弱, 反应时(或任务类型)指标的敏感度可能不足以观察到其对目标刺激加工的影响。”建议在摘要和文中对本研究的主要贡献和意义进行进一步的凝练和修改。

回应: 感谢审稿专家指出该问题并提出修改建议! 我们赞同审稿专家的观点, 即审稿专家指出的摘要中的表述是不妥的。我们删除了摘要中表述不当的语句, 并且也删除了自检报告及结论部分中的类似表述(见自检报告第 1 问及 6 结论部分的蓝色字体文字)。另外, 基于审稿专家提出的问题 5, 我们在总讨论部分增加了对研究结果的讨论(见问题 5 的回答)。对摘要的修改如下:

摘 要 使用汉语双字词为实验材料, 采用听觉掩蔽启动范式, 通过 3 个实验考察汉语听觉阈下启动效应。结果发现, 真词的听觉阈下重复启动效应显著, 并且听觉阈下重复启动效应不受启动、目标发音者性别一致性的影响。但真词的阈下语音、语素和语义启动效应及假词的阈下重复和首字启动效应都不显著。这些结果说明, 听觉通道阈下呈现的汉语双字词的词汇水平信息可以得到无意识加工。汉语双字词的听觉阈下启动效应可能是基于启动词整词表征的无意识激活。

意见 2: 本文的个别段落还存在文字用语和标点符号等运用不当的情况。如实验 1 设计中“6(启动类型: 真词: 重复启动、语素启动、语音启动、语义启动; 假词: 重复启动、首字启动)”和“真词包括四种启动类型: 重复启动: 启动、目标刺激完全相同; 语素启动: 启动、目标刺激的首个语素相同; 语音启动: 启动、目标刺激首字同音, 但非同一语素; 语义启动: 启动、目标刺激不存在语音、语素上的联系, 但存在语义联系”存在连续使用冒号及应该并列的内容不对等等情形。

回应: 感谢审稿专家指出这些问题! 我们对文字用语和标点符号等运用不当的地方进行了修改(见 2.1.2 的第一段和第三段蓝色字体部分), 具体修改内容如下:

6(启动类型: 真词的重复启动、语素启动、语音启动、语义启动和假词的重复启动、首字启动)

真词包括4种启动类型: 重复启动(启动、目标刺激完全相同)、语素启动(启动、目标刺激的首个语素相同)、语音启动(启动、目标刺激首字同音, 但非同一语素)和语义启动(启动、目标刺激不存在语音、语素上的联系, 但存在语义联系)。假词包括两种启动类型: 重复启动(如: 萨合—萨合)和首字启动(启动和目标词首字相同, 如: 萨合—萨请)。

意见3: 文中引文的参考文献个别地方也存在不规范的情况, 如2.2.2中“剔除超过或低于平均反应时2.5个标准差的试次(c.f. Finkbeiner & Palermo, 2009)”。

回应: 感谢审稿专家指出文中的引文问题! 我们仔细校对文章并修改引文不规范的地方(见2.2.1的第一段与2.2.2的第一段的蓝色字体部分), 具体修改如下:

本研究采用主客观结合的方法确定对启动刺激的加工是否是无意识的(Sweeny *et al.*, 2009)。

剔除超过或低于平均反应时2.5个标准差的试次(Finkbeiner & Palermo, 2009)。

意见4: 统计值得报告个别地方不够完整和精确, 如2.2.2中“阈上语音启动( $M = 6.38$ ,  $SD = 46.07$ )和阈下语音启动( $M = 9.18$ ,  $SD = 29.11$ )效应差异不显著,  $p > 0.05$ ”, 其中, 应报告t值和具体得p值。

回应: 感谢审稿专家指出这些问题! 我们对各实验结果部分进行仔细校对并对文中统计报告不完整之处进行补充(见2.2.2的第三段和第四段的蓝色字体部分), 具体修改如下:

语音启动效应不显著,  $F(1, 23) = 0.46$ ,  $p = 0.504$ ,  $\eta_p^2 = 0.02$ ,  $90\% CI = [0.00, 0.19]$ 。

阈上语音启动( $M = 6.38$ ,  $SD = 46.07$ )和阈下语音启动( $M = 9.18$ ,  $SD = 29.11$ )效应差异不显著,  $t(46) = 0.25$ ,  $p = 0.802$ ,  $d = 0.073$ ,  $95\% CI = [-0.49, 0.64]$ 。

意见5: 尽管作者在回复之前的问题7时指出, “真词和假词最大的区别是真词在心理词典中存在相应的词汇(lexical)表征, 而假词不存在相应的词汇表征”, 并指出已在实验1的讨论中删除了“抽象”这一词。但是, 在总讨论中第三段还保留了之前有关“抽象”的讨论, 具体为“与真词相比, 假词并不存在与之对应的抽象编码, 因此无法得到有效的阈下加工。这些结果说明, 听觉阈下启动效应是基于启动词的抽象词汇表征的激活”。建议: 1) 与实验1的讨论相一致, 在总讨论中修改相应的表达; 2) 进一步分析为什么存在重复启动效应, 但不存在音、形、义各自的启动效应。如可能的一种解释是: 重复启动时音、形、义的作用方向是相同的, 都有利于启动效应的发生; 而单独的音或形或义启动时, 只有一个是促进, 另两个都是阻碍, 从而使得很难出现启动效应。

回应: 感谢审稿专家指出我们第一次修改中遗留的问题并提出进一步的修改建议。我们对审稿专家的问题和建议回应如下:

1) 我们修改了总讨论第三段的表述, 使其与实验1的讨论一致(见总讨论第3段)。

2)我们非常认同审稿专家的观点，即审稿专家提出的解释可能是重复启动效应显著而语音、语素和语义启动效应不显著的原因之一。因此我们基于审稿专家的建议，在总讨论中增加了对研究结果的解释（见总讨论第4段）。

具体修改如下：

本研究的三个实验均仅在真词中观察到显著的阈下重复启动效应。这与先前印欧、闪含语系语言的研究结果一致(Kouider & Dupoux, 2005; Ussishkin et al., 2015)。基于汉语复合词的分层聚类表征模型(Zhou & Marslen-Wilson, 1994, 1995)及本研究的结果，我们认为汉语双字词的听觉阈下重复启动效应是基于启动词整词表征的无意识激活。另外，实验2与Kouider和Dupoux(2005)的研究结果一致表明，无论是汉语还是法语，听觉阈下重复启动效应都不受启动、目标声学特征相似性的影响。这也说明听觉阈下重复启动效应可能不是基于启动词低水平听觉感觉印象的无意识激活。

虽然真词的阈下重复启动效应显著，但真词的阈下语音、语素和语义启动效应都不显著。根据预激活模型，被掩蔽启动词的预激活使得其音、形、义的通达性高于其他词语(Forbach et al., 1974)。由于重复启动相关条件的目标词和启动词的音、形、义完全相同，启动词的预激活促进对目标词的通达和认知加工。但语音、语素和语义启动相关条件的目标词和启动词的音、形、义仅有某一种属性有关联。虽然启动词的预激活会促进目标词相应属性的通达性，但其他属性的一致可能在整体上降低了目标词词汇表征的通达性。因此，本研究的阈下语音、语素和语义启动效应都不显著。根据这种解释，阈下启动词的音、形、义信息可能都得到了无意识加工。但由于反应时指标的时间分辨率较低，本研究的结果无法确定启动词的预激活水平。未来研究可以使用时间分辨率较高的事件相关电位技术进一步考察启动词的预激活水平。

#### 参考文献

Forbach, G. B., Stanners, R. F., & Hochhaus, L. (1974). Repetition and practice effects in a lexical decision task. *Memory & Cognition*, 2(2), 337-339. doi: 10.3758/BF03209005

---

### 第三轮

#### 审稿人2意见：

作者较好回答了我上次提出的意见和建议，并对文中相关内容进行了修改。目前，除发现文中极个别地方仍有多字等的小错误外（如在2.1.2部分的第四段的第三行“但存在语义联系。但存在语义联系”中出现短句冗余的情况），我没有进一步的意见和建议。

回应：感谢审稿专家在前2轮评审中提出的宝贵意见与修改建议，以及细致的指出文中存在的小错误。我们除了对审稿专家指出的地方进行了修改外，还对全文进行了全面细致的校对，进一步提升了语言的流畅性（相关修改见正文中的蓝色字体部分）。

---

### 第四轮

#### 编委复审意见：

已审阅，修改得很充分，同意发表。

#### 主编终审意见：

本论文借助听觉掩蔽启动范式，以汉语双字词为实验材料，通过系列实验对汉语听觉阈下的启动效应进行了考察。本论文实验设计合理，数据处理过程规范，得到的研究结论较为可信。