

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：知觉与概念信息在无意识恐惧泛化中的加工特征：ERP 研究

作者：周亦佳；梅颖；王金霞；雷怡

---

### 第一轮

#### 审稿人 1 意见：

本研究采用恐惧条件反射范式结合后掩蔽技术，探讨在意识与无意识条件下，个体如何加工知觉与概念维度的恐惧线索。整体而言，本研究具有一定创新性，研究问题具有较强的研究价值，实验设计严谨。然而，稿件在实验方法、部分结果的解释以及图表呈现的细节方面仍有待完善。

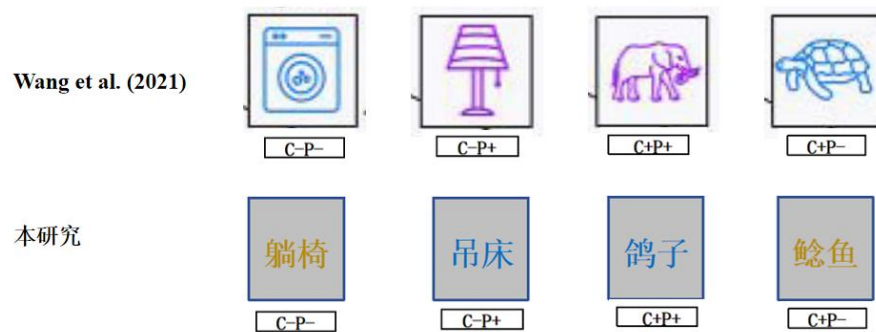
**意见 1：**作者在自查报告中声称“首次系统考察了意识与无意识条件下，知觉与概念线索对恐惧泛化的交互作用”，但在“数据重复使用”部分声明“否”，即未采用相同数据。然而，一篇已发表的英文文章（Wang et al., 2021, *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*）在研究设计与变量安排上与本稿件存在高度相似性，采用了几乎相同的范式、刺激类型（动物/家具词汇、蓝/紫图形）和泛化刺激（C+P+, C-P+, C+P-, C-P-），且同样是 ERP 研究。虽然该文主要探讨意识条件下的恐惧泛化，但这种高度相似性引发了对数据来源、独立性及研究创新点的疑虑。

**回应：**感谢审稿专家提出的宝贵意见。审稿专家指出的与 Wang et al. (2021) 研究的相似性，确实是我们稿件需要澄清的关键点。对此，我们在修改稿中进行了着重说明。

首先，关于数据来源，本研究通过后掩蔽（Backward Masking）范式操纵刺激的呈现时间，从而创设出无意识实验条件。所有在无意识条件下采集的数据，以及与之匹配的有意识条件数据，均来自于我们独立招募的新被试样本和独立进行的实验采集，与任何已发表研究无涉。

其次，实验材料存在本质区别：Wang et al. (2021) 研究的实验材料为图片（概念：动物/家具图片、知觉：蓝/紫红色不规则图形）；由于本研究为脑电实验，刺激的物理属性会显著调节大脑早期视觉成分（P1, N1, N170 等），为了排除图片本身物理属性带来的差异（Rossion & Jacques, 2008），分离出较纯粹的概念处理信号，选取文字作为刺激材料，因此我们在此范

式基础上，对实验材料进行了改进 (如下图所示)，并招募被试重新评选，概念材料为词汇 (概念：动物/家具词汇、知觉：蓝/橄榄绿色不规则图形)。



最后，核心科学问题不同：Wang et al. (2021) 的研究聚焦于意识层面下知觉与概念交互影响恐惧泛化的过程。而本研究的核心创新点在于，首次系统地引入了意识水平 (有意识 vs. 无意识) 这一关键变量，探讨意识状态如何调节这一交互作用。这是一个全新的、尚未被探索的研究维度。

基于以上思考，根据审稿专家的建议，我们在前言部分强调了该研究在 Wang et al., 2021 研究基础上的创新，并修改“首次系统考察”等相关表述，并在讨论部分突出其临床贡献。相关修改如下：

前言部分修改内容如下 (详见正文第 4 页第 3 段，蓝色字体)：

已有研究初步尝试将知觉与概念线索整合进恐惧泛化范式，并结合 ERP 探讨其时程特征 (Wang et al., 2021)。习得阶段包含四类条件刺激：两种概念线索 (如动物与家具的类别图片) 和两种知觉线索 (如蓝色与紫色的无意义图形)。其中，动物 (C+) 和紫色 (P+) 作为威胁刺激与无条件刺激配对，家具 (C-) 和蓝色形状 (P-) 作为安全刺激。泛化阶段则呈现四类组合式泛化刺激：蓝色动物 (C+P+)、蓝色家具 (C-P+)、紫色动物 (C+P-) 和紫色家具 (C-P-)。结果发现，在恐惧习得阶段，相较于概念线索，知觉线索引发了更强的恐惧反应和更快的反应速度，提示知觉通路可能在恐惧形成中发挥更直接的作用。此外，在泛化阶段，C+线索相较于 C-引发了更大的恐惧反应及更强的 N400 波幅，表明个体能够基于概念线索推断刺激的威胁性。进一步研究为了排除图片本身物理属性带来的差异 (Rossion & Jacques, 2008)，分离出较纯粹的概念处理信号，在该范式的基础上对刺激材料进行改编，采用文字呈现的概念材料 (如动物、家具类词汇) 与颜色区分的知觉材料 (如天蓝色与橄榄绿图形)，探讨睡眠剥夺对恐惧泛化的影响。结果发现，睡眠剥夺组在泛化测试中表现出更高的电击预

期评分，尤其在 P+和 C-条件下，提示睡眠剥夺可能对不同维度的泛化产生差异性调节作用 (Zhang et al., 2024)。值得注意的是，尽管已有研究分别揭示了意识条件下基于知觉与概念的恐惧泛化机制，但无意识条件下对这两类信息的整合加工仍缺乏系统考察。本研究首次系统性地将‘意识水平’作为一个核心实验变量引入研究框架，结合上述改编材料，考察了其在知觉与概念线索驱动恐惧泛化中的交互作用。

讨论部分修改内容如下(详见正文第 21 页第 3 段，蓝色字体)：

本研究提示，无意识暴露与传统暴露疗法相结合，可能是一种有效的干预方式。Siegel 等人 (2022) 的元分析证实，基于知觉的无意识短暂暴露可有效缓解蜘蛛恐惧症患者的主观恐惧。然而，广泛性焦虑障碍患者通常对概念性恐惧线索表现出更高的敏感性 (Wang et al., 2021)。因此，针对此类群体，基于概念的无意识恐惧暴露可能是一种更具针对性的干预方式。需要指出的是，尽管本研究在 N400 层面揭示了意识水平对语义恐惧泛化加工的调节作用，但相关结论仍需结合其他 ERP 成分及神经影像学指标进一步验证，以全面揭示恐惧泛化的多通路神经机制。

#### 参考文献

- Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *NeuroImage*, 39(4), 1959–1979. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.10.011>
- Siegel, P., Cohen, B., & Warren, R. (2022). Nothing to Fear but Fear Itself: A Mechanistic Test of Unconscious Exposure. *Biological Psychiatry*, 91(3), 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.08.022>
- Wang, J., E, M., Wu, Q., Xie, T., Dou, H., & Lei, Y. (2021). Influence of Perceptual and Conceptual Information on Fear Generalization: A Behavioral and Event-Related Potential Study. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 21(5), 1054–1065. <https://doi.org/10.3758/s13415-021-00912-x>
- Wang, J., Wang, Y., Liao, M., Zou, Y., Lei, Y., & Zhu, Y. (2021). Conditioned generalisation in generalised anxiety disorder: The role of concurrent perceptual and conceptual cues. *Cognition and Emotion*, 35(8), Article 8. <https://doi.org/10.1080/02699931.2021.1982677>
- Zhang, J., Wang, J., Wang, Y., Zhang, D., Li, H., & Lei, Y. (2024). Sleep deprivation increases the generalization of perceptual and concept-based fear: An fNIRS study. *Journal of Anxiety Disorders*, 105, 102892. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2024.102892>

**意见 2：**摘要部分：对“早期感知加工”与“晚期概念加工”的分层应更清晰，建议调整表述为：“本研究发现恐惧泛化在不同意识条件下表现出早期知觉层次的注意偏向与晚期概念层次的语义整合的双重加工机制”。

**回应：**十分感谢审稿专家的意见。根据专家意见，我们调整了相关表述为：“本研究发现恐

惧泛化在不同意识条件下表现出早期知觉层次的注意偏向与晚期概念层次的语义整合的双重加工机制”(详见正文第 1 页第 1 段, 蓝色字体)。

**意见 3:** 引言部分: 可适当增加对知觉和概念信息在恐惧泛化中各自独特作用的理论阐述, 特别是当它们作为模糊线索时的角色, 为后续的交互作用分析提供更坚实的理论基础。以增强引言的深度和广度。

**回应:** 感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们已对引言进行修改。以下是我们的主要修改思路和具体回应:

首先, 深化知觉与概念信息在恐惧泛化加工过程中独特作用的阐述:

我们引用了知觉、概念恐惧泛化加工的综述(Dunsmoor & Murphy, 2015a; Struyf et al., 2015), 在描述知觉概念恐惧泛化加工的部分加入了专门阐述独特贡献的内容。知觉加工主要基于刺激表面特征的物理相似性(如形状、颜色、声音), 其泛化梯度通常遵循相似性递减的规律, 是一种相对快速、自动化的加工过程。概念加工则基于更高级的、符号化的类别成员关系和语义知识(如“所有犬类都危险”), 允许恐惧在知觉不相似的刺激间进行跨越式泛化(如从一只杜宾犬泛化到一只吉娃娃)。

我们在前言部分进行了修改, 修改内容如下(详见正文第 2 页第 3 段, 蓝色字体):

现有研究中, 恐惧泛化的加工维度主要包括两类: 一类是基于知觉相似性的泛化, 如刺激在颜色 (Raij et al., 2018)、形状 (Hunt et al., 2017) 或频率 (Resnik et al., 2011) 等物理属性上的连续变化, 其发生依赖于感觉皮层 (Sensory Cortex)、杏仁核 (Amygdala) 及海马 (Hippocampus) 构成的核心网络。该过程作为一种进化上保守的快速威胁侦测策略, 能使个体基于刺激间的知觉相似性自动触发防御反应; 其中, 海马的模式分离功能对区分相似刺激至关重要, 其功能受损是导致过度泛化的关键病理环节 (Dymond et al., 2015); 另一类是基于概念相似性的泛化, 超越了物理特征的约束, 使个体能够基于刺激的抽象意义运用归纳、推理等方式, 将恐惧反应扩展至与 CS+无物理相似性的刺激, 如类别归属、语义关联或符号等价关系 (Dunsmoor & Murphy, 2015a)。例如, 当“烤箱” (CS+) 与电击建立联结后, 语义相近的“橱柜” (GS) 亦可引发恐惧反应 (Zhang et al., 2024)。这种高度依赖知识网络的泛化形式是人类所特有的, 它涉及归纳、推理等高级认知过程, 并由前额叶皮层 (Prefrontal Cortex, PFC), 特别是参与规则提取与认知控制的腹内侧前额叶皮层 (Ventromedial Prefrontal Cortex, vmPFC) 及背外侧前额叶皮层 (Dorsolateral Prefrontal Cortex, dlPFC) 主导调控(Dunsmoor &

Murphy, 2015b; Pace-Schott et al., 2015)。然而，现实生活中的刺激往往同时包含知觉与概念两种属性。单独考察某一维度可能限制研究的生态效度，难以全面揭示个体在复杂环境中对威胁线索的加工机制。

其次，梳理核心争议点并引入最新证据：知觉、概念恐惧泛化加工的层级和时序问题。我们采纳审稿专家的建议，专门梳理“知觉与概念信息在恐惧泛化加工中的关系”这一核心理论争议，并引用了最新的元分析证据。我们新增加一个段落，整合前人文献，特别强调当刺激线索模糊（即知觉特征与概念类别信息不完全匹配或存在冲突）时，个体如何整合这两种信息变得至关重要。例如，一个外形可爱（知觉上不具威胁）但属于危险动物类别（概念上具威胁）的刺激，会引发认知冲突，这种冲突的解决机制是理解焦虑个体过度泛化的关键。我们将引用 Dunsmoor & Murphy (2015) 的权威综述来支撑这一观点。通过整合相关文献，我们发现，知觉概念信息加工的优先级受到个体差异、实验情境、研究材料的影响，比如在蜘蛛恐惧症患者这种特定的焦虑亚型中，我们发现知觉信息的存在是影响其自主报告恐惧水平的关键因素 (Peperkorn et al., 2014)，而在通过匹配样本任务 (MTS) 建立“声音-无意义单词-动物类物体”的等价类别的相关研究中，我们发现这种通过等价性关系所形成的概念线索所诱发的回避反应远大于知觉线索 (Bennett et al., 2015)。查看对应元分析，发现在焦虑症患者的恐惧泛化加工的元分析中，作者将知觉、概念作为调节因素，发现在恐惧泛化加工上并无差异，但是由于概念相关研究较少 ( $k < 6$ )，未来需增加概念泛化研究数量才能进行有意义的比较 (Cooper et al., 2022)。关于知觉、概念恐惧泛化加工的时序问题，我们查阅相关实证性研究，发现大量研究支持大脑的信息处理遵循一个普遍的层级原则：对刺激的物理和知觉属性的分析，在时间上优先于对其抽象意义和概念内容的提取。但也有研究并未发现，知觉、概念存在早期时间加工上的差异。

我们在前言部分进行了修改、补充，修改内容如下(详见正文第 2 页第 4 段，蓝色字体)：尽管知觉与概念加工在恐惧泛化中均发挥作用，但二者加工的层级结构与时间动态仍是当前研究的核心争议点。有研究表明，概念加工的泛化强度往往弱于知觉加工，如招募蜘蛛恐惧症 (Arachnophobia) 患者，单独的概念信息 (如告知有蜘蛛，呈现蛇图片) 引发的自我报告恐惧反应，通常显著低于知觉信息 (如告知有蛇，呈现蜘蛛图片) 或“知觉 + 概念”(如告知有蜘蛛，呈现蜘蛛图片) 组合信息 (Peperkorn et al., 2014)；也有研究表明，概念线索具有更高的泛化强度，例如，Wang 等人 (2021) 的研究表明，广泛性焦虑障碍 (Generalized Anxiety Disorder, GAD) 患者在恐惧泛化阶段，对 C+ (概念威胁泛化刺激) 的 US 预期评分显著高于 C- (概念安全泛化刺激)，而知觉泛化刺激无差异，概念线索的影响远超知觉线索；还有研

研究者通过建立人工概念探讨知觉、概念对恐惧泛化的交互影响，通过匹配样本任务 (Matching To Stim, MTS) 建立“声音-无意义单词-动物类物体”的等价类别后，对两类无意义单词进行恐惧条件化，泛化测试中，与威胁词汇配对的一类无意义单词，其具有等价关系的“动物类物体”(相当于概念线索)和“知觉上相似动物类物体”(相当于知觉线索)都能成功诱发恐惧反应，并且概念线索引发的回避反应显著大于知觉线索 (Bennett et al., 2015); 近期一项元分析进一步指出，不同类型的泛化刺激 (包括知觉类和概念类) 并未显著调节焦虑患者与对照组在恐惧泛化上的差异，这可能是由于概念泛化研究数量较少，未来需增加概念泛化研究数量才能进行有意义的比较 (Cooper et al., 2022)。由上述研究可以得知，这种交互的优先级可能并非固定，而是受到任务需求、个体差异等因素的调节。关于知觉和概念恐惧泛化的时序加工，传统观点支持一种模型，即恐惧相关刺激的知觉特征优先被加工，进而激活相关的概念语义信息，且知觉特征加工独立于意识 (Öhman & Mineka, 2001)，大量研究支持了由知觉到概念的情绪信息加工的层级模型 (Hauk et al., 2006; Holmes et al., 2003; Morris et al., 1999)，如 Hefner 等人 (2016) 的脑电研究为威胁与安全信息的分阶段顺序加工提供了证据。研究发现，加工过程始于一个对知觉特征敏感的早期阶段 (PD130 成分，127~152 ms)，表现为威胁线索 (如红色字体) 诱发了更强的脑电反应，此时安全信号 (语义类别) 尚未被有效区分。随后，进入一个对概念信息敏感的晚期阶段 (P3 成分，382~432 ms)，此时安全信号的作用凸显，能有效调节注意分配，表现为安全信号存在时显著降低的 P3 波幅 (Hefner et al., 2016)。然而，在一项恐惧泛化的相关研究中，未发现知觉、概念线索早期加工上 (P1, EPN) 的差异 (Wang et al., 2021)。由上述研究可知，知觉、概念信息在恐惧泛化加工过程中的时序信息需在不同任务范式下进行比较，以完整描绘出这一动态加工过程。

#### 参考文献

- Bennett, M., Vervoort, E., Boddez, Y., Hermans, D., & Baeyens, F. (2015). Perceptual and conceptual similarities facilitate the generalization of instructed fear. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 48, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2015.03.011>
- Cooper, S., Dis, E., Hagens, M., Kryptos, A.-M., Nemeroff, C., Lissek, S., Engelhard, I., & Dunsmoor, J. (2022). A meta-analysis of conditioned fear generalization in anxiety-related disorders. *Neuropsychopharmacology*, 47, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41386-022-01332-2>
- Dunsmoor, J. E., & Murphy, G. L. (2015a). Categories, concepts, and conditioning: How humans generalize fear. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(2), 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.12.003>
- Dunsmoor, J. E., & Murphy, G. L. (2015b). Categories, concepts, and conditioning: How humans generalize fear. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(2), 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.12.003>
- Dymond, S., Dunsmoor, J. E., Vervliet, B., Roche, B., & Hermans, D. (2015). Fear Generalization in Humans: Systematic Review and Implications for Anxiety Disorder Research. *Behavior Therapy*, 46(5), 561–582. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2014.10.001>

- Hauk, O., Davis, M. H., Ford, M., Pulvermüller, F., & Marslen-Wilson, W. D. (2006). The time course of visual word recognition as revealed by linear regression analysis of ERP data. *NeuroImage*, 30(4), 1383–1400. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.11.048>
- Hefner, K. R., Verona, E., & Curtin, John. J. (2016). Emotion regulation during threat: Parsing the time course and consequences of safety signal processing. *Psychophysiology*, 53(8), 1193–1202. <https://doi.org/10.1111/psyp.12660>
- Holmes, A., Vuilleumier, P., & Eimer, M. (2003). The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: Evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 16(2), 174–184. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(02\)00268-9](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(02)00268-9)
- Hunt, C., Cooper, S. E., Hartnell, M. P., & Lissek, S. (2017). Distraction/Suppression and Distress Endurance diminish the extent to which generalized conditioned fear is associated with maladaptive behavioral avoidance. *Behaviour Research and Therapy*, 96, 90–105. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2017.04.013>
- Morris, J. S., Öhman, A., & Dolan, R. J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(4), 1680–1685. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.4.1680>
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483–522. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.3.483>
- Pace-Schott, E. F., Germain, A., & Milad, M. R. (2015). Effects of sleep on memory for conditioned fear and fear extinction. *Psychological Bulletin*, 141(4), 835–857. <https://doi.org/10.1037/bul0000014>
- Peperkom, H. M., Alpers, G. W., & Mühlberger, A. (2014). Triggers of Fear: Perceptual Cues Versus Conceptual Information in Spider Phobia. *Journal of Clinical Psychology*, 70(7), 704–714. <https://doi.org/10.1002/jclp.22057>

**意见 4:** 注意全文语句的通顺，“在在意识条件下的恐惧泛化研究中”：语句重复，请注意修改。

**回应:** 非常感谢审稿专家细致且专业的审稿工作。我们在修改稿中删除了多余的“在”字，并对全文进行了逐字逐句的审阅，重点修正了包括措辞、逻辑连贯性在内的各类表述问题。

主要修改如下

“广泛性焦虑症障碍 (Generalized Anxiety Disorder, GAD)” 改为“广泛性焦虑障碍 (Generalized Anxiety Disorder, GAD)”。

“另一类是是基于概念相似性的泛化”改为“另一类是基于概念相似性的泛化”。

“由上述研究可以得知，这种交互的优先级可能并非固定，而是受到任务需求、个体差异的调节；”改为“由上述研究可以得知，这种交互的优先级可能并非固定，而是受到任务需求、个体差异等因素的调节。”

意见 5：请补充如何对词汇进行“典型性”评分，在方法中说明具体的测量方式。

回应：感谢审稿专家提出的宝贵意见。审稿专家指出的关于“词汇典型性”评分方法说明不足的问题，现已在方法部分对相关内容进行了补充，除此之外，我们完善了知觉和概念材料选取的相关内容，以使研究方法的描述更加清晰、严谨和具有可重复性。修改内容如下(详见正文第 8 页第 2 段，蓝色字体)：

正式实验前，共招募 49 名大学生 (非正式实验被试) 对这两类词 (动物和家具) 的效价、唤醒度、熟悉性和典型性进行评分，51 名大学生对有颜色图片 (海军蓝和橄榄绿) 的效价和唤醒度进行 1~9 评分。(1=非常平静或放松/不愉快/不熟悉/典型，5 为中等，9 为非常兴奋或激动/愉快/熟悉/典型)。在对典型性进行评分时，被试需对某成员能够代表该类别的程度进行 1~9 评分 (例如:牛能够代表动物这一类别的程度)，选取典型性评分中等 (最接近五分，见附表 1) 的词汇做为刺激材料。独立样本 *t* 检验显示，海军蓝和橄榄绿图片的效价和唤醒度无显著差异 (见表 2)，家具和动物词汇 (含 CS 和 GS) 的效价、唤醒度、熟悉性和典型性无显著差异 (见表 3)。

表 2 知觉刺激基本信息

	动物词汇	家具词汇	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
	<i>Mean ± SD</i>	<i>Mean ± SD</i>			
效价	4.98 ± 0.11	4.94 ± 0.13	0.696	18	0.497
唤醒度	4.98 ± 0.23	4.96 ± 0.18	0.21	18	0.833

表 3 概念刺激基本信息

		动物词汇	家具词汇	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
		<i>Mean ± SD</i>	<i>Mean ± SD</i>			
效价	CS	5.34 ± 0.69	5.57 ± 0.29	0.96	18	0.350
	GS	5.26 ± 0.56	5.51 ± 0.28	1.92	38	0.065
唤醒度	CS	5.58 ± 0.47	5.23 ± 0.30	1.98	18	0.063
	GS	5.35 ± 0.27	5.21 ± 0.18	1.95	38	0.059
熟悉度	CS	6.03 ± 0.36	6.04 ± 0.63	0.04	18	0.965
	GS	5.68 ± 0.75	6.09 ± 0.54	1.98	38	0.055
典型性	CS	5.78 ± 0.17	5.61 ± 0.51	0.97	18	0.345
	GS	5.53 ± 0.43	5.48 ± 0.48	0.33	38	0.746
笔画	CS	17.00 ± 5.63	18.20 ± 4.96	0.49	18	0.629
	GS	18.55 ± 5.84	19.05 ± 5.44	0.28	38	0.781

意见 6：ERP 数据处理部分有一处错误，49~51Hz 的“带通滤波”应为“陷波滤波 (notch

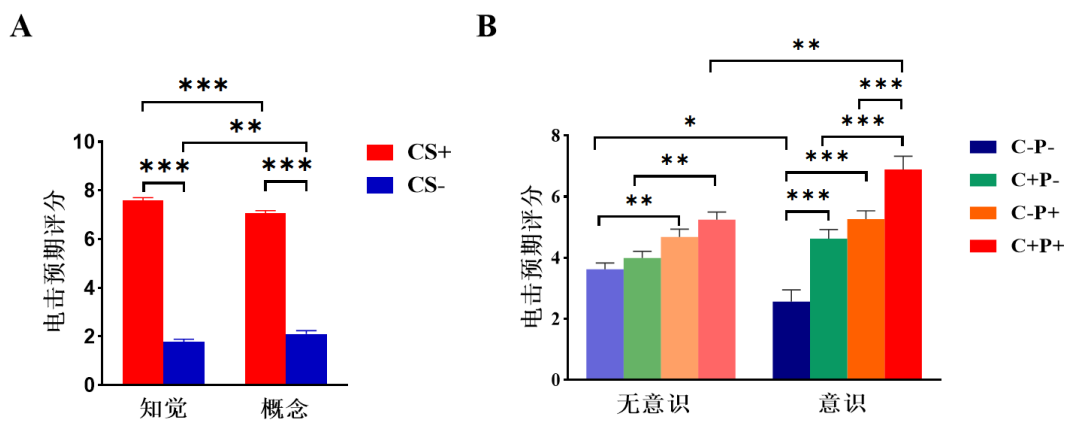
filter)”，请核实并修正此处的表述。

回应：感谢审稿专家的指正。我们已在修改稿中正文部分进行了修改(详见正文第 11 页第 2 段，蓝色字体)。

采用 EEGLAB 14.1.1 工具箱在 Matlab 2020a 中对数据进行离线时域分析。首先，将参考电极由 FCz 转换为双侧乳突 (TP9、TP10)，并保留 FCz 点为记录电极。采用 0.1~30Hz 带通滤波进行数据预处理，并使用 49~51Hz 陷波滤波消除工频干扰。

意见 7：在图 2B 交互作用图中，“泛化阶段意识水平、知觉刺激、概念刺激交互作用图”的标注不够清晰。建议用不同线型或颜色清晰区分意识条件（意识 vs. 无意识），使交互作用的趋势更加一目了然。目前图中线条众多，区分度不够。

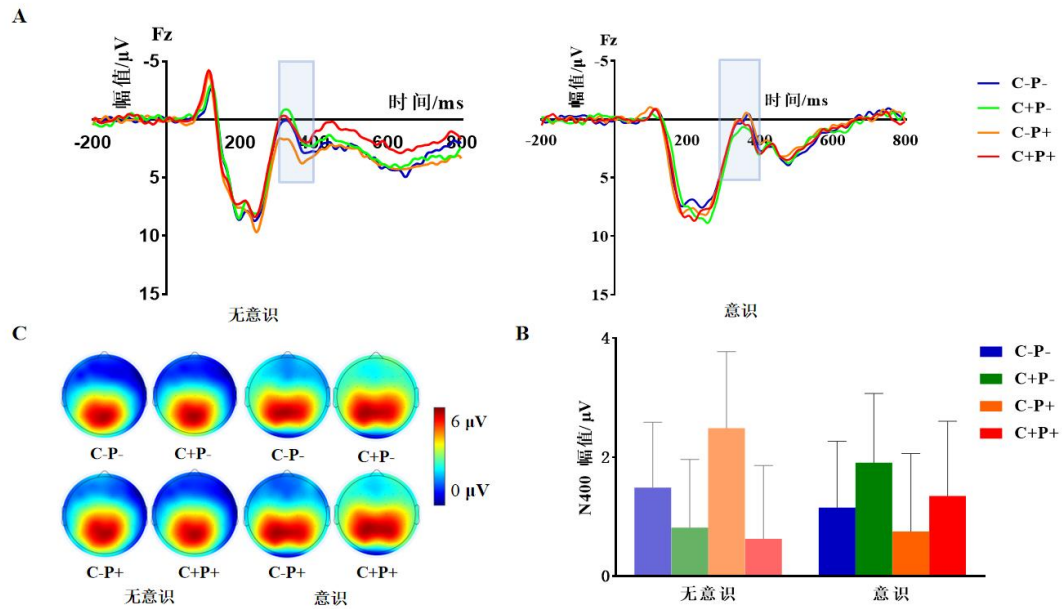
回应：感谢审稿专家对本文稿提出的宝贵意见。我们已根据审稿专家的建议，使用对比更加明显的四种高饱和度颜色区分知觉刺激与概念刺激，使用两种透明度来表示意识和无意识两种条件，对图 2B 进行了修改(详见正文第 13 页图 2(B))：



意见 8：图 4A 波形图未能清晰地展现出不同条件下的波形差异，目前图中线条众多，区分度不够。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。针对该问题，我们的修改思路如下：首先，分组呈现不同知觉、概念条件下的波形图差异；其次，采用高对比度配色（蓝、绿、橙、红等差异显著的

颜色) 的线条进行区分, 修改内容如下(详见正文第 15 页图 4(A)):



**意见 9:** 结果显示, 在无意识条件下, 概念安全刺激 (C-) 诱发了更负的 N400 波幅, 这与意识条件下概念威胁刺激 (C+) 诱发更大负波形成对照。作者将其解释为“语义整合中的认知不一致加工”或“对安全线索产生较强的不确定性或语义冲突感”。然而, N400 通常被认为与语义加工不一致或预期违背相关, 且其典型分布在中央-顶叶区域 (如 Cz, Pz, CPz 等)。本研究在“前额区域” (F1, Fz, F2) 选取电极进行 N400 分析, 且其在无意识下的“反转”现象需要更深入的理论阐述。

**回应:** 感谢审稿人对 N400 成分的理论背景、电极选取合理性及“无意识反转现象”理论深度的关注, 我们的修改将从“电极选取依据补充”, “无意识反转现象的深化解释”两方面展开, 确保逻辑连贯且针对性解决存在的问题。

首先: 补充选取前额区域 (F1, Fz, F2) 电极点作为 N400 分析的科学依据

感谢审稿人指出 N400 成分的典型分布特征及本研究电极选取的疑问。首先需说明, 本研究选取前额区域 (F1, Fz, F2) 进行 N400 分析是基于两点关键依据: 第一, 刺激材料导致的 N400 分布差异。N400 相关综述表明: N400 的空间分布并非固定, 受刺激类型影响: 抽象词的 N400 更偏顶叶, 具体词、图片的 N400 更偏额叶 (Kutas & Federmeier, 2011), 随后也

有研究证实,N400的具体词,内隐加工与前额 (F1, Fz, F2) 的 N400 有关 (Voss & Federmeier, 2011)。第二, 范式特殊性导致的 N400 分布差异。本研究采用恐惧条件泛化范式, 而过往研究已证实, 基于概念的恐惧泛化加工会改变 N400 的头皮分布——虽然中央-顶叶是经典 N400 的最大激活区, 而额叶参与情绪与语义的交互加工, 情绪加工会使 N400 空间信号向额叶扩充 (Salvador et al., 2020)。当概念刺激被恐惧情绪所调节时, N400 的峰值分布从经典的中央-顶叶电极转移至额叶电极, 这与本研究的电极分布趋势较为一致。基于此, 本实验使用实体概念词汇作为刺激材料, 进行条件恐惧泛化范式的情绪探究, 结合本研究 N400 的地形图激活趋势, 本研究选取前额区域进行 N400 分析, 是为了更精准捕获关键效应。

修改内容如下(详见正文第 5 页第 3 段, 蓝色字体):

尽管经典 N400 在中央-顶区激活最大, 但其头皮分布受刺激类型调节 (Kutas & Federmeier, 2011)。具体而言, 图片与具体词所诱发的 N400 常表现出额叶优势 (Voss & Federmeier, 2011), 且额叶是情绪与语义信息交互整合的关键脑区(Salvador et al., 2020), 结合本研究采用实词作为恐惧情绪载体, 我们选取前额电极作为 N400 的分析点位。

其次, 深化无意识条件下 N400“反转现象”的理论阐述

我们从“恐惧加工自动化理论”引入, 阐述 N400 对概念恐惧泛化的敏感性, 提升解释深度。具体表述与做法如下: “关于无意识条件下 N400 的‘反转现象’,我们此前的解释较为简略, 现结合相关理论补充关键机制, 以深度阐述该反转现象: 第一, 无意识加工的‘威胁优先’偏向与预期设定。根据‘恐惧模块理论’ (Öhman & Mineka, 2001), 人类大脑存在无意识的‘威胁优先加工模块’, 该模块会倾向于将与恐惧刺激存在相似性的未知刺激归为‘潜在威胁’。在无意识条件下, 这一模块的作用不受意识认知的调控, 因此当概念威胁刺激 (C+) 出现时, 由于其威胁属性, 个体能够快速启动恐惧模块进行加工, 因此对概念威胁线索进行了威胁检索, 引发更大的 N400 负波。综上, 我们深入阐述了无意识条件下 N400 的‘反转现象’, 整合上述机制并补充相关文献支撑, 使理论阐述更具层次性与说服力。

修改内容如下(详见正文第 19 页第 3 段, 蓝色字体):

本研究通过分析 N400 成分的波幅变化, 揭示了意识水平对概念信息加工及恐惧泛化的调节作用。在意识组, 概念安全刺激 (C-) 诱发的 N400 波幅显著负于概念威胁刺激 (C+), 这一结果可能表明, 恐惧记忆在意识状态下发生了过度泛化, 导致原本安全的概念也被激活并被视为潜在威胁, 进而在语义整合阶段引发更大的冲突, 表现为 N400 波幅的增强。在无意识条件下, 概念威胁刺激 (C+) 诱发了比概念安全刺激 (C-) 更负的 N400 波幅, 呈现出与意识条件相反的加工模式。这一结果可能表明, 表明在缺乏显性觉察的条件下, 个体更倾向

于对已习得的威胁语义进行检索加工。这一现象可能源于 C+词汇已通过条件反射过程获得了情绪意义，进而在后期认知阶段激发了更强的情绪检索与评估(Huang et al., 2021)。N400成分不仅反映语义一致性，也对情绪负性高度敏感。已有研究发现，个体会快速对恐惧面孔信息进行检索整合，表现出相比中性面孔更负的前额 N400 波幅 (Liddell et al., 2004)，进一步支持了情绪加工在该成分中的作用。这一发现为理解恐惧泛化的双重加工机制提供了实证支持。本研究揭示，恐惧泛化在不同意识条件下表现出早期知觉层次的注意偏向与晚期概念层次的语义整合的双阶段特性。具体而言，在无意识条件下，基于概念的恐惧泛化遵循一种自动化、粗糙的加工路径。经典的恐惧加工自动化理论 (Öhman & Mineka, 2001) 指出，无意识状态下皮层下通路会对与威胁刺激存在低阶知觉特征重叠的线索进行自动化加工。本研究将该理论拓展至概念层面，表明在意识参与受限时，个体依旧能够基于概念维度做出威胁判断，从而表现出增强的 N400 反应。这一结果揭示了意识在协调知觉与概念信息以精确调控恐惧行为中的关键作用，为理解恐惧泛化的认知神经机制及发展临床干预策略提供了重要理论依据。

#### 参考文献

- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62(1), 621–647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, Phobias, and Preparedness: Toward an Evolved Module of Fear and Fear Learning. *Psychological Review*, 108, 483–522. <https://doi.org/10.1037//0033-295X.108.3.483>
- Salvador, C. E., Mu, Y., Gelfand, M. J., & Kitayama, S. (2020). When norm violations are spontaneously detected: An electrocortical investigation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(3), 319–327. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa035>
- Voss, J. L., & Federmeier, K. D. (2011). FN400 potentials are functionally identical to N400 potentials and reflect semantic processing during recognition testing. *Psychophysiology*, 48(4), 532–546. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01085.x>

**意见 10:** 结论提到“为临床干预提供依据”，但未具体说明如何指导暴露疗法或其他干预。建议在讨论结尾或结论部分补充更具体的临床应用方向。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。我们已根据您的建议，在讨论结尾补充了更具体的临床应用方向。修改内容如下(详见正文第 21 页第 3 段，蓝色字体):

整体来看，N400 结果反映出意识水平在概念恐惧泛化中的差异性调节作用.....本研究提示，无意识暴露与传统暴露疗法相结合，可能是一种有效的干预方式。Siegel 等人 (2022) 的

元分析证实，基于知觉的无意识短暂暴露可有效缓解蜘蛛恐惧症患者的主观恐惧。然而，广泛性焦虑障碍患者通常对概念性恐惧线索表现出更高的敏感性 (Wang et al., 2021)。因此，针对此类群体，基于概念的无意识恐惧暴露可能是一种更具针对性的干预方式。

#### 参考文献

Siegel, P., Cohen, B., & Warren, R. (2022). Nothing to Fear but Fear Itself: A Mechanistic Test of Unconscious Exposure. *Biological Psychiatry*, 91(3), 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.08.022>

.....

#### 审稿人 2 意见

这篇文章是一篇有趣而有意义的研究。研究采用恐惧条件反射范式结合后掩蔽技术，探讨了意识与无意识条件下，对知觉和概念维度威胁线索的恐惧泛化加工特征。结果发现，个体在无意识条件下表现出更高的恐惧泛化倾向，知觉与概念线索均显著影响其对刺激威胁性的判断，且在意识条件下能够更有效地区分不同属性组合的刺激。脑电结果进一步显示，无意识条件下诱发更负的 N1 波幅，提示个体在缺乏意识觉察的情况下仍保持较高水平的早期注意警觉；N400 结果反映出意识水平对语义整合和恐惧意义加工的调节作用：意识状态下威胁概念词汇诱发更负波幅，反映出认知评估增强；而在无意识状态下，安全词汇诱发更负的 N400，提示自动语义加工中存在过度恐惧泛化。该结果支持了恐惧情绪的“双加工通路模型”，研究目前还存在以下问题：

**意见 1:** 文章探讨了意识与无意识条件下，对知觉和概念维度威胁线索的恐惧泛化加工特征。但是缺乏心率、皮肤电等和恐惧情绪加工相关的指标，不能确定在泛化阶段诱发了被试的恐惧情绪。因此为建议将行为电击预期评分和脑电波幅进行相关，增加研究结论的鲁棒性。

**回应:** 非常感谢您提出的深刻且富有建设性的意见。您指出本研究缺乏如心率、皮肤电等直接的恐惧生理指标，并建议通过行为与脑电数据的相关分析来加强结论，这些观点非常中肯且重要。我们已根据您的建议对文章进行了补充分析和修改。

首先：皮肤电和心率是衡量恐惧情绪唤醒的经典指标。关于本研究缺乏这确实是我们研究的一个局限，我们已在论文的“局限性”部分明确说明了这一点，修改内容如下(详见正文第 22 页第 2 段，蓝色字体)：

本研究仍存在一些不足之处.....最后，已有研究表明，个体在面临潜在威胁时常伴随一系列生理反应，其中皮肤电反应 (Skin Conductance Response, SCR)，心率 (Heart Rate, HR)

作为反映自主神经唤醒的重要指标，已被广泛用于恐惧加工研究。因此，后续研究可考虑将 SCR，HR 等生理指标引入无意识恐惧泛化的测量体系，以增强数据解释的多维度性与生理有效性。

其次：我们按照建议将行为电击预期评分与脑电波幅进行相关分析，这在现有数据基础上，为“恐惧情绪被成功诱发”提供强有力的汇聚性证据。补充内容如下(详见正文第 15 页第 3 段，蓝色字体)：

### 3.3 相关分析

#### 3.3.1 焦虑分数，行为结果与 EEG 结果相关性

本文采用 Pearson 相关分析来探索无意识，意识组焦虑水平，行为结果和 N1、N400 成分之间的关系 (见表 3 表 4)。结果显示，无意识组 C+P+诱发的 N400 幅值和 TAI 分数呈显著负相关 ( $r = -0.374, p = 0.046$ )，C-P+诱发的 N400 幅值和 TAI 分数呈显著负相关 ( $r = -0.378, p = 0.043$ )，C-P-诱发的 N400 幅值和 TAI 分数呈显著负相关 ( $r = -0.379, p = 0.043$ )，意识组 C-P-诱发的 N1 幅值和 UE 评分呈显著正相关 ( $r = 0.516, p = 0.01$ )。

表 4 无意识组焦虑水平、行为结果与 EEG 结果相关性分析

		UE- C+P+	UE- C+P-	UE- C-P+	UE- C-P-	N1- C+P+	N1- C+P-	N1- C-P+	N1- C-P-	N400- C+P+	N400- C+P-	N400- C-P+	N400- C-P-	SAI	TAI
UE-C+P+	相关系数	1	0.001	.782**	-0.024	-0.144	0.148	-0.047	-0.003	-0.105	-0.092	-0.074	-0.107	-0.137	0.001
	显著性		0.996	0	0.9	0.473	0.46	0.816	0.987	0.602	0.647	0.715	0.595	0.479	0.995
UE-C+P-	相关系数		1	0.162	.904**	0.169	0.361	0.211	0.268	-0.331	-0.048	-0.148	-0.143	-0.009	-0.077
	显著性			0.393	0	0.401	0.065	0.292	0.177	0.092	0.813	0.461	0.478	0.963	0.691
UE-C-P+	相关系数			1	0.142	-0.215	0.05	-0.111	-0.001	-0.06	-0.002	-0.003	-0.035	-0.33	-0.181
	显著性				0.453	0.28	0.806	0.582	0.998	0.765	0.993	0.988	0.864	0.08	0.347
UE-C-P-	相关系数				1	0.056	0.309	0.147	0.222	-0.319	-0.073	-0.133	-0.166	0.007	-0.036
	显著性					0.781	0.117	0.465	0.265	0.105	0.718	0.508	0.408	0.969	0.852
N1-C+P+	相关系数					1	.769**	.902**	.806**	-0.223	-0.091	-0.159	-0.157	0.219	0.108
	显著性						0	0	0	0.245	0.637	0.411	0.416	0.253	0.576
N1-C+P-	相关系数						1	.827**	.863**	-0.16	0.088	-0.056	-0.049	0.249	0.214
	显著性							0	0	0.406	0.649	0.771	0.802	0.192	0.264
N1-C-P+	相关系数							1	.862**	-0.074	0.126	0.037	0.033	0.236	0.135
	显著性								0	0.704	0.515	0.847	0.866	0.217	0.486
N1-C-P-	相关系数								1	-0.057	0.086	0.022	0.073	0.191	0.101
	显著性									0.768	0.656	0.91	0.705	0.32	0.601
N400-C+P+	相关系数									1	.904**	.944**	.941**	-0.324	-0.374*
	显著性										0	0	0	0.087	0.046
N400-C+P-	相关系数										1	.932**	.933**	-0.24	-0.331
	显著性											0	0	0.21	0.08
N400-C-P+	相关系数											1	.953**	-0.333	-0.378*
	显著性												0	0.078	0.043
N400-C-P-	相关系数												1	-0.292	-0.379*
	显著性													0.124	0.043
SAI	相关系数													1	.914**
	显著性														0
TAI	相关系数														1
	显著性														

注：UE 代表 US 预期评分 (US Expectancy)，下同

表 5 意识组焦虑水平、行为结果与 EEG 结果相关性分析

		UE-	UE-	UE-	UE-	NI-	NI-	NI-	NI-	N400-C	N400-	N400-	N400-	SAI	TAI
		C+P+	C+P-	C-P+	C-P-	C+P+	C+P-	C-P+	C-P-	+P+	C+P-	C-P+	C-P+		
UE-C+P+	相关系数	1	0.033	0.08	-.843**	-0.277	-0.066	-0.026	-0.301	0.286	0.265	0.256	0.188	0.121	0.092
	显著性		0.862	0.669	0	0.19	0.759	0.903	0.153	0.176	0.211	0.227	0.379	0.524	0.627
UE-C+P-	相关系数		1	-.455*	0.157	0.395	0.201	.427*	0.397	0.015	0.224	0.331	0.073	-0.08	0.013
	显著性			0.01	0.398	0.056	0.347	0.037	0.054	0.944	0.293	0.115	0.735	0.673	0.947
UE-C-P+	相关系数			1	0.103	0.134	0.324	0.123	0.049	0.057	0.009	-0.061	0.085	0.176	0.074
	显著性				0.581	0.532	0.122	0.565	0.822	0.79	0.967	0.777	0.692	0.353	0.697
UE-C-P-	相关系数				1	.540**	0.292	0.278	.516**	-0.152	-0.033	-0.051	-0.007	-0.041	-0.028
	显著性					0.006	0.166	0.188	0.01	0.477	0.878	0.813	0.973	0.828	0.884
NI-C+P+	相关系数					1	.524**	.535**	.709**	.395*	.433*	.388*	.418*	0.238	0.286
	显著性						0.004	0.003	0	0.038	0.021	0.042	0.027	0.224	0.141
NI-C+P-	相关系数						1	.654**	.469*	0.053	0.147	0.144	0.081	0.03	-0.029
	显著性							0	0.012	0.79	0.456	0.466	0.682	0.881	0.885
NI-C-P+	相关系数							1	.745**	0.203	0.263	0.352	0.246	0.076	0.139
	显著性								0	0.301	0.176	0.066	0.207	0.7	0.481
NI-C-P-	相关系数								1	0.323	0.369	.382*	.414*	0.044	0.107
	显著性									0.093	0.054	0.045	0.029	0.824	0.588
N400-C+P+	相关系数									1	.914**	.905**	.947**	0.131	0.209
	显著性										0	0	0	0.507	0.286
N400-C+P-	相关系数										1	.913**	.914**	0.232	0.283
	显著性											0	0	0.234	0.144
N400-C-P+	相关系数											1	.865**	0.26	0.332
	显著性												0	0.182	0.084
N400-C-P-	相关系数												1	0.216	0.279
	显著性													0.269	0.151
SAI	相关系数													1	.960**
	显著性														0
TAI	相关系数														1
	显著性														

最后，根据相关分析结果在讨论部分讨论对应结果，补充内容如下(详见正文第 21 页第 2 段，蓝色字体)：

本研究发现.....在意识条件下，C-P-的 UE 和 NI 幅值呈显著正相关，NI 的幅值可以被解读为个体对安全信号的增强神经反应的标志：NI 越负，说明个体对完全安全信号（C-P-）的加工更充分，威胁预期评分越低。

意见 2：摘要部分认为本研究为“临床干预策略提供了理论依据”，引言和讨论部分均探讨了焦虑水平和恐惧泛化之间存在相关。因此，建议将被试焦虑特质和状态和 ERP 数据进行相关，更加有利于支持该结论。

**回应：**非常感谢您对本研究提出的宝贵意见。您指出摘要中“为临床干预策略提供理论依据”的结论需更强的实证支撑，并建议通过分析被试特质焦虑、状态焦虑与 ERP 数据的相关性进一步验证焦虑水平与恐惧泛化的关联，这一建议指出了研究当前在“结论-证据”链条中的关键补充方向，对提升文章学术严谨性具有重要指导意义。我们已认真落实相关修改：

首先我们对被试特质焦虑、状态焦虑与 ERP 数据进行相关分析，相关结果已补充至结果部分，详见意见 1：

其次，我们在讨论部分讨论对应结果,补充内容如下(详见正文第 21 页第 2 段，蓝色字体)：

本研究发现，在无意识条件下，C+P+，C-P+，C-P-诱发的 N400 幅值和 TAI 分数呈显著负相关，这可能表示，高特质焦虑个体，即使在无意识层面，也处于一种“高度戒备”状态，随时准备探测和处理潜在的威胁或负性信息。这种过度警戒反应可能正是该群体后续表现出过度泛化的神经基础之一；

**意见 3：**平均波形图可以看出意识和无意识条件之间在 N400 可能存在潜伏期差异，建议补充 N400 的潜伏期分析。图 4 的地形图中也可以看出在意识条件下可能存在半球效应（右>左），建议补充半球效应的分析。

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。您所指出的潜伏期差异、半球差异的可能性对我们的研究至关重要。我们已采纳您的建议，对意识与无意识条件下诱发 N400 成分的潜伏期，以及左右半球进行了补充分析。我们已在论文的“1 前言”部分补充了理论依据；“2.4.2 数据分析”部分补充了潜伏期分析的方法；“3.2 泛化阶段的脑电结果”部分报告了统计分析结果。这一补充分析使我们对 N400 效应的时域特征有了更全面的描述，增强了结论的准确性；并在“4 讨论”部分对相关结果进行了讨论，补充内容如下：

前言部分修改内容如下(详见正文第 5 页第 3 段，蓝色字体)：

根据前人研究，本实验研究聚焦于两个关键 ERP 成分.....值得注意的是：研究表明，右半球在情绪加工中具有偏侧化优势 (Balconi & Ferrari, 2012)。然而，恐惧泛化加工过程中，这一偏侧化加工模式能否在 N400 成分中找到对应的神经生理学证据，仍需深入探究。不仅如此，对 N400 时间动态（如潜伏期）的分析，也是揭示情绪与语义处理机制的一个关键维度。Kiefer 和 Spitzer (2000) 的开创性研究明确了意识水平对 N400 时间进程的根本性塑造：

在词汇判断任务中,由掩蔽启动词引发的无意识语义激活,仅诱发快速而短暂的 N400 效应;反之,有意识的语义加工则引发持续增强的 N400 活动。然而,这一由意识调控的 N400 时间动态规律,在恐惧条件反射等更具生态效度的情绪化情境中是否依然稳健,尚属未知领域。为此,本研究引入 N400 潜伏期作为核心观测指标,旨在精确捕捉语义威胁信息在不同意识水平下的整合速度;另外,基于上述理论与证据,我们提出以下假设:在 N400 波幅上,存在显著的半球偏侧化效应,即右半球威胁泛化刺激所诱发的 N400 波幅显著负于左半球;.....在 N400 潜伏期上,意识条件下的恐惧泛化加工将表现出显著晚于无意识条件的峰值潜伏期。

2.4.2 数据分析部分修改内容如下(详见正文第 11 页第 4 段,蓝色字体):

在恐惧习得阶段.....在恐惧泛化阶段,采用 2 (组别:意识、无意识) × 2 (知觉刺激: P+、P-) × 2 (概念刺激: C+、C-) 的混合实验设计,其中意识条件为组间因素,对电击预期评分和 N1 的平均幅值及 N400 的平均幅值、潜伏期进行重复测量方差分析。此外,计算 F1 点的波幅平均值, F2 点的波幅平均值分别作为左右半球的平均波幅,采用 2 (半球:左、右) × 2 (组别:意识、无意识) × 2 (知觉刺激: P+、P-) × 2 (概念刺激: C+、C-) 分析 N400 的半球差异。

3.2 泛化阶段的脑电结果修改内容如下(详见正文第 15 页第 1, 2 段):

对 N400 波幅进行左右半球的重复测量方差分析,结果显示,意识水平与概念线索的交互作用显著,  $F(1, 55) = 23.31, p < 0.001$ 。简单效应分析表明,在无意识条件下, C+ ( $0.71 \pm 1.15 \mu\text{V}$ ) 诱发的 N400 波幅显著负于 C- ( $1.95 \pm 1.16 \mu\text{V}$ ),  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 0.20$ , 95%CI [0.68, 1.79], 意识条件下, C- ( $1.05 \pm 1.18 \mu\text{V}$ ) 诱发的 N400 波幅显著负于 C+ ( $1.72 \pm 1.17 \mu\text{V}$ ),  $p = 0.021$ , Cohen's  $d = 0.11$ , 95%CI [0.11, 1.23], 知觉线索与偏侧化条件交互作用显著,  $F(1, 55) = 4.64, p = 0.036$ 。尽管交互作用显著,但后续简单效应分析未揭示任何一侧半球在 P+ 与 P- 条件间存在统计学上的显著差异。其余主效应及交互作用均不显著 (all  $ps > 0.127$ )。

对 N400 潜伏期进行重复测量方差分析,结果显示,意识水平主效应显著,  $F(1, 55) = 11.83, p = 0.001$ 。意识条件下 ( $354.33 \pm 3.91\text{ms}$ ) 的潜伏期显著大于无意识条件 ( $335.50 \pm 3.84\text{ms}$ ),  $p = 0.001$ , Cohen's  $d = 0.91$ , 95%CI [7.86, 29.80]。其余主效应及交互作用均不显著 (all  $ps > 0.176$ )。

4 讨论修改内容如下(详见正文第 20 页第 2 段):

当我们将半球因素纳入考量时,意识水平与概念水平的交互作用在包含半球的分析中依然显著,但并未发现威胁泛化刺激在右半球上的加工优势,这一模式提示,恐惧泛化神经表征可能超越了传统的功能偏侧化框架。对此,一个合理的解释是恐惧泛化加工过程是一个更复杂的、需要大规模脑网络协同的受控系统。这一系统涉及自上而下的注意分配、语义评估与反应策略规划等多种认知过程 (Dunsmoor et al., 2011)。这些过程的并行运作,使得神经活动在空间上更为弥散,其效应不再局限于某个半球或少数电极点。与具有稳定右半球偏侧化的面孔情绪加工不同 (Balconi, 2012), 本研究发现恐惧泛化可能是一个更加复杂的,全局的、整合性的高级认知过程。未来的研究可结合高空间分辨率的脑成像技术,进一步描绘这一动态网络在意识调节下的具体构建过程; 本研究还观察到一个值得注意的发现,即 N400 波幅在知觉线索加工中表现出半球的调节作用 (显著的知觉水平 $\times$ 半球交互作用)。虽然简单效应分析不显著,提示这种偏侧化效应相对较弱,但其存在本身可能暗示了左右半球在协调处理知觉威胁线索时的功能分工出现了一定程度的解离。未来研究可能需要更大的样本量或更精细的实验设计来进一步澄清这种偏侧化模式的具体表现。

本研究通过对 N400 潜伏期的分析,揭示了意识在恐惧泛化中的关键调节作用。主要发现显示,意识条件下的 N400 潜伏期显著长于无意识条件,与面孔情绪加工研究结果一致 (Balconi, 2012)。这一差异表明,意识促进了对威胁刺激的更深度概念整合与评估。当刺激被有意识加工时,大脑投入更多认知资源以解析并权衡不同信息维度(如概念与知觉信息之间可能存在的冲突),从而延长了处理时间。相比之下,无意识条件下较短的 N400 潜伏期提示存在一种快速、自动化的加工通路,而非精细的信息整合。另外,知觉与概念维度的威胁价值本身并未对 N400 潜伏期产生影响,说明意识水平主要调节信息加工的深度与方式,而刺激属性可能更多影响神经反应的强度(如波幅)。值得注意的是, N400 反应延迟(相对于健康的、年龄匹配的对照组)与阿尔茨海默病相关 (Olichney et al., 2008), N400 潜伏期延迟所标志的概念整合效率低下,可能与创伤后应激障碍、焦虑障碍等疾病中过度的恐惧泛化现象密切相关。未来研究可以深入考察这些患者群体在知觉与概念层面恐惧泛化的神经动态,以揭示病理性泛化的认知机制。

## 参考文献

- Balconi, M. (2012). Neuropsychology of facial expressions. The role of consciousness in processing emotional faces. *Neuropsychological Trends*, 11, 2. <https://doi.org/10.7358/neur-2012-011-balc>
- Balconi, M., & Ferrari, C. (2012). Subliminal and supraliminal processing of facial expression of emotions: Brain oscillation in the left/right frontal area. *Brain Sciences*, 2(2), 85–100. <https://doi.org/10.3390/brainsci2020085>

- Dunsmoor, J. E., White, A. J., & LaBar, K. S. (2011). Conceptual similarity promotes generalization of higher order fear learning. *Learning & Memory, 18*(3), 156–160. <https://doi.org/10.1101/lm.2016411>
- Kiefer, M., & Spitzer, M. (2000). Time course of conscious and unconscious semantic brain activation. *Neuroreport, 11*, 2401–2407. <https://doi.org/10.1097/00001756-200008030-00013>
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience, 23*(1), 155–184. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.155>
- LeDoux, J. E. (2020). How does the non-conscious become conscious? *Current Biology, 30*(5), R196–R199. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.01.033>
- Olichney, J. M., Taylor, J. R., Gatherwright, J., Salmon, D. P., Bressler, A. J., Kutas, M., & Irarui-Madoz, V. J. (2008). Patients with MCI and N400 or P600 abnormalities are at very high risk for conversion to dementia. *Neurology, 70*(19\_part\_2), 1763–1770. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000281689.28759.ab>

#### 意见 4: 细节问题:

- 1、“2.2.1 实验刺激 CS”部分“独立样本  $t$  检验显示, CS 中家具和动物词汇的效价、唤醒度、熟悉性和典型性, 以及海军蓝和橄榄绿图片的效价和唤醒度无显著差异”, 建议补充统计量以及各属性的均值和标准差。
- 2、图 1, 意识恐惧泛化组流程图与“2.3 实验设计和流程”部分描述不匹配。
- 3、“2.4.1 脑电数据记录和预处理”需补充伪迹排除后删除或保留试次数。在分析 N1 和 N400 成分时, 选取的时间窗口分别为 100-150ms 和 300-400ms, 但未详细说明选择这些时间窗口的具体依据。
- 4、“3.2”中 ( $\text{all } p > 0.05$ ) 修改为 ( $\text{all } ps > 0.05$ ) 更为恰当。
- 5、“5 结论”第一行“探究了”重复。
- 6、图 3 和图 4 的图注中 (A) 重复。
- 7、图 4 中地形图请添加 colorbar。
- 8、全文需要补全统计效应量。
- 9、附件中“习得阶段知觉刺激图片”建议将全部图片整合为一张或两张图, 方便读者阅读。

回应: 十分感谢审稿专家的意见。根据意见, 我们进行了改进。

1. 我们根据您的建议, 在“2.2.1 实验刺激 CS”部分对相应内容进行了补充和修订, 并对典型性的具体评分方式进行了描述, 修改内容如下(详见正文第 8 页第 2 段):

在对典型性进行评分时, 被试需对某成员能够代表该类别的程度进行 1~9 评分 (例如: 牛能够代表动物这一类别的程度), 选取典型性评分中等 (最接近五分, 见附表 1) 的词汇做

为刺激材料。独立样本  $t$  检验显示，海军蓝和橄榄绿图片的效价和唤醒度无显著差异（见表 2），家具和动物词汇（含 CS 和 GS）的效价、唤醒度、熟悉性和典型性无显著差异（见表 3）。

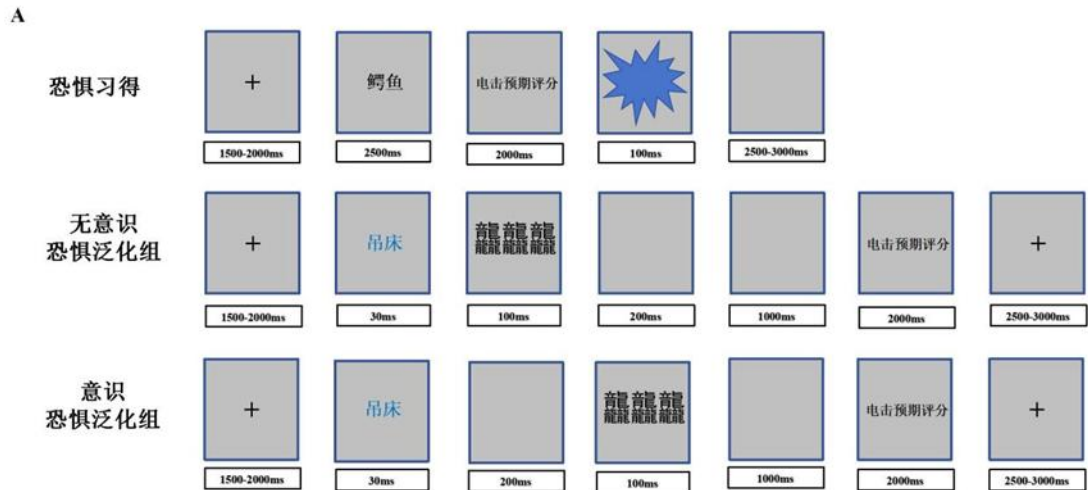
表 2 知觉刺激基本信息

	动物词汇	家具词汇			
	<i>Mean ± SD</i>	<i>Mean ± SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
效价	4.98 ± 0.11	4.94 ± 0.13	0.696	18	0.497
唤醒度	4.98 ± 0.23	4.96 ± 0.18	0.21	18	0.833

表 3 概念刺激基本信息

		动物词汇	家具词汇			
		<i>Mean ± SD</i>	<i>Mean ± SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
效价	CS	5.34 ± 0.69	5.57 ± 0.29	0.96	18	0.350
	GS	5.26 ± 0.56	5.51 ± 0.28	1.92	38	0.065
唤醒度	CS	5.58 ± 0.47	5.23 ± 0.30	1.98	18	0.063
	GS	5.35 ± 0.27	5.21 ± 0.18	1.95	38	0.059
熟悉度	CS	6.03 ± 0.36	6.04 ± 0.63	0.04	18	0.965
	GS	5.68 ± 0.75	6.09 ± 0.54	1.98	38	0.055
典型性	CS	5.78 ± 0.17	5.61 ± 0.51	0.97	18	0.345
	GS	5.53 ± 0.43	5.48 ± 0.48	0.33	38	0.746
笔画	CS	17.00 ± 5.63	18.20 ± 4.96	0.49	18	0.629
	GS	18.55 ± 5.84	19.05 ± 5.44	0.28	38	0.781

2.感谢感谢审稿专家的宝贵意见。我们已进行了修正，并在此为之前表述不清带来的困惑致歉。具体修改如下(详见正文第 10 页图 1(A)):



3a.我们已在相应部分补充了伪迹排除后保留试次数,修改内容如下(详见正文第 11 页第 1 段,蓝色字体)。

采用 EEGLAB 14.1.1 工具箱在 Matlab 2020a 中对数据进行离线时域分析。首先,将参考电极由 FCz 转换为双侧乳突(TP9、TP10).....泛化阶段, C-P-条件平均剩余 90.07%的有效试次; C+P-条件平均剩余 89.72%的有效试次; C-P+条件平均剩余 88.46%的有效试次; C+P+条件平均剩余 90.21%的有效试次; 七名被试的数据由于伪迹过多(任一条件伪迹超过 50%)被剔除 (Kraus et al., 2024)。

3b.我们在 2.4.2 数据分析部分说明了分析 N1 和 N400 成分时,所选取时间窗口的具体依据,修改内容如下(详见正文第 11 页第 3 段,蓝色字体)。

根据已有研究,前额 N1 成分通常出现在刺激后 80~160ms 时间窗口 (Mei et al., 2024)。结合本研究总平均波形观察, N1 峰值主要集中在 120~130ms 区间,因此选取 100~150ms 作为分析时间窗口,以稳定捕获该成分。对于 N400 成分,我们主要参考 Lei 等人 (2020) 在概念恐惧泛化研究中所采用的 300~400ms 分析窗口。该研究为前额叶 N400 在概念性恐惧加工中的作用提供了直接证据。同时,本研究数据显示 N400 峰值主要分布于 350~380 ms 区间,进一步验证了该时间窗口对本研究 N400 效应的适用性与精确性。综上,在泛化阶段中,选取 N1 成分为 GS 呈现后 100~150ms 的时间窗口内 F1、Fz、F2 电极的平均波幅、N400 成分为 GS 呈现后 300~400ms 的时间窗内 F1、Fz、F2 电极的平均波幅,潜伏期进行分析。

参考文献

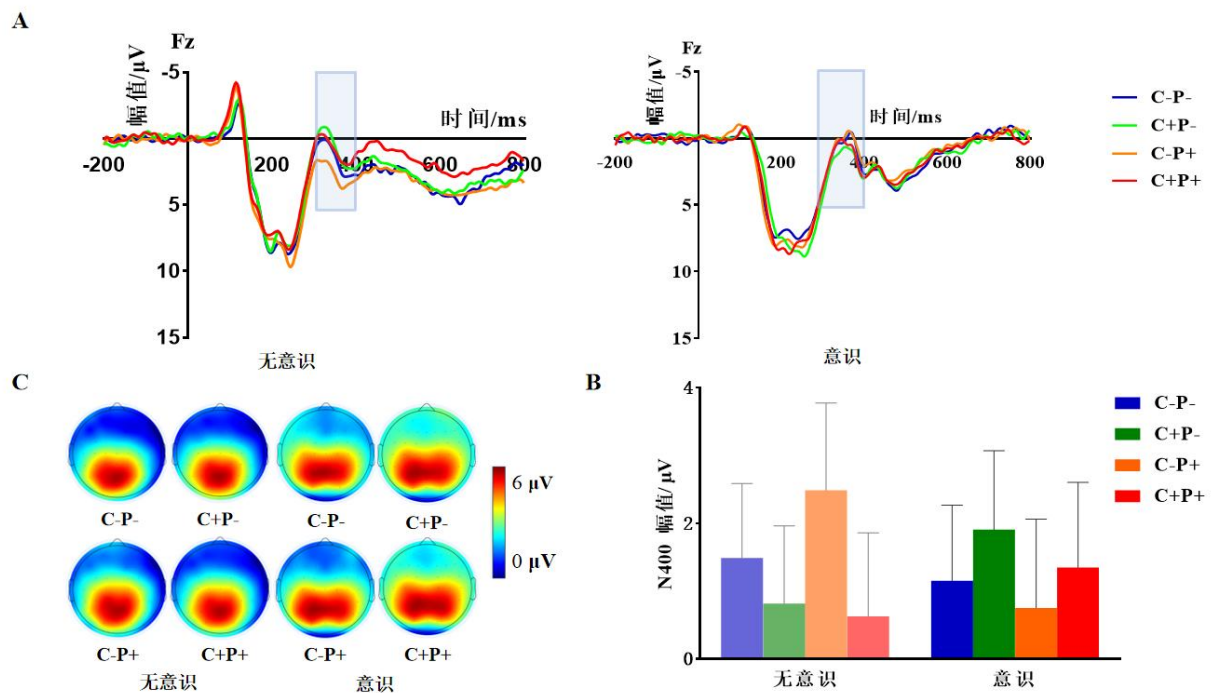
- Kraus, B., Liew, K., Kitayama, S., & Uchida, Y. (2024). The impact of culture on emotion suppression: Insights from an electrophysiological study of emotion regulation in Japan. *Biological Psychology*, 187, 108767. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2024.108767>
- Lei, Y., Mei, Y., Dai, Y., & Peng, W. (2020). Taxonomic relations evoke more fear than thematic relations after fear conditioning: An EEG study. *Neurobiology of Learning and Memory*, 167, 107099. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2019.107099>
- Mei, Y., Becker, B., Leppänen, P., & Lei, Y. (2024). Exploring the ‘black box’ of anxiety: An ERP study of non-consciously triggered fear generalization. *Behaviour Research and Therapy*, 178, 104552. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2024.104552>

4.感谢审稿人的建议，我们已将 3.2 中（all  $p > 0.05$ ）修改为（all  $ps > 0.05$ ）。

5.感谢审稿人的建议，我们已删除结论部分第一行的重复内容。

6.感谢审稿人的建议，我们已删除结论图 3 和图 4 的图注中的重复内容。

7.感谢审稿人的建议，我们已在图 4 地形图部分添加 colorbar，修改内容如下(详见正文第 15 页图 4(C))。



8.感谢审稿人的建议，我们已补全全文所需统计效应量。

9.感谢审稿人的建议，我们已将附件中“习得阶段知觉刺激图片”整合为两张图，方便读者阅读。

习得阶段知觉刺激图片：



## 第二轮

审稿人 1 意见：

本研究采用事件相关电位技术，结合条件化范式和掩蔽技术，探讨了意识与无意识条件下恐惧记忆向安全线索泛化的神经时程特征，选题具有重要的理论与临床意义。实验设计总体上合理，数据分析方法得当。然而，在以下几个方面，需要进一步澄清、补充或修正。

**意见 1：**引言部分如能更明确地说明本研究在理论或变量组合上的创新之处，将有助于突出其学术价值。建议进一步阐释本研究的范式设计与已有研究的区别，并讨论其在回答新问题或填补理论空白方面的具体贡献。

**回应：**我们衷心感谢审稿专家提出的宝贵和建设性意见。对于一轮修改中未能充分、明确地阐释本研究在理论和范式上的核心创新，我们深表歉意，并已根据您的建议对引言部分进行

了修改与补充。

1. 本研究的理论创新在于首次系统性地将意识水平（意识，无意识）作为核心变量，整合到知觉，概念双维度的恐惧泛化范式中。对无意识恐惧的相关研究具有重要的价值，无意识恐惧，即个体能有意识地感受到恐惧情绪，但无法识别引发该情绪的触发因素 (Mei et al., 2024)，与之有关的一种现象是惊恐发作，指的是个体在无法明确外部威胁源情况下爆发出强烈的恐惧，在十分钟左右到达高峰，并伴随一系列心悸、心慌或心率加速、头晕、站立不稳、头昏或晕厥等症状，该现象会显著增加个体患焦虑障碍的风险。如一项大规模 (N = 3021)、长时期 (5 年) 的纵向研究表明，基线期 (初始评估时间点，年龄范围是 14~17 岁) 评估曾存在过惊恐发作的受试者在青年期随访 (14~25 个月后) 时，其发生社交恐惧症、特定恐惧症、广泛性焦虑障碍、物质使用障碍及酒精使用障碍的风险均显著增加 (Goodwin et al., 2004)。除此之外，无意识恐惧系统是人类在进化过程中形成的快速威胁检测机制，帮助个体在未意识到危险的情况下仍能作出防御反应，提升生存概率。而且青春期是无意识恐惧加工发展的关键期，研究其发展轨迹有助于识别焦虑障碍的早期风险，为青少年心理健康的预防性干预提供依据 (余凌峰 等, 2025)。现有研究 (如 Wang et al., 2021; Zhang et al., 2024) 虽已分别探讨了知觉与概念线索在意识条件下的作用机制，但其范式仅在同一意识水平 (即意识加工层面) 下考察两种线索的交互或分离效应，未能回答一个根本性问题：当刺激信息被无意识呈现时，个体对感知觉，概念信息的加工优先级是什么，存在什么样的交互作用？这恰恰是现有理论的一个关键空白。

2. 本研究在范式设计上的创新在于：我们沿用了 Zhang 等 (2024) 优化版的材料 (文字概念与颜色知觉)，但通过引入“掩蔽启动”技术，创设了有意识与无意识两种呈现条件，从而能够在同一实验框架内直接比较意识水平×线索类型 (知觉、概念) 的交互效应。这不仅从方法上拓展了现有范式，更在理论上旨在揭示恐惧泛化背后的自动化加工机制，即探讨在缺乏意识参与的情况下，基于概念的威胁推断能否发生，以及其与基于知觉的自动化反应有何异同。本研究因此填补了当前恐惧泛化理论中关于无意识感知觉，概念加工交互作用的实证空白，并为理解焦虑障碍中无意识水平的恐惧泛化现象提供了新的实验视角。

我们在前言部分进行了修改，修改内容如下 (详见正文第 4 页第 3 段，蓝色字体)：

此外.....无意识恐惧，即个体无法识别引发恐惧情绪的触发因素，是理解惊恐发作等现象的关键 (Leon et al., 1992)，此类现象显著增加了青少年患焦虑障碍及其他精神障碍的风险 (Goodwin et al., 2004)；除此之外，从进化的角度来看，无意识恐惧系统是快速威胁检测与防御的生存机制。因此，深入探究其发展轨迹，尤其在青春期这一关键阶段 (余凌峰 等，

2025), 能为识别焦虑障碍的早期风险并制定有效的预防性干预措施提供科学依据。.....然而, 既往无意识恐惧泛化研究存在两个关键局限: 第一, 大多仅操控单一类型的线索 (纯知觉或纯概念), 未能系统考察无意识条件下多线索的整合加工机制; 第二, 更重要的是, 多数研究缺乏严格的有意识对照组。而方法学上指出, 唯有通过设置有意识与无意识的直接对照, 才能有效分离基于意识与独立于意识的加工成分, 从而明确无意识的特异性机制 (Siegel et al., 2022)。上述空缺, 阻碍了对恐惧泛化自动化加工机制的系统揭示——我们仍不清楚在缺乏意识觉知的条件下, 依赖语义整合的高级概念通路和知觉加工通路存在什么样的交互作用。

受此启示, 本研究结合恐惧条件反射范式和后掩蔽范式, 采用 ERP 技术, 首次将意识水平 (有意识、无意识) 作为核心自变量, 引入优化后的文字概念, 颜色知觉的双线索材料 (Zhang et al., 2024), 构建 2 (意识水平: 有意识、无意识) × 2 (线索类型: 知觉、概念) 的实验框架。为了避免意识条件下刺激加工对后续无意识条件产生干扰 (Foerde et al., 2006), 实验采用区组设计, 确保不同意识条件下的独立加工过程。本研究旨在直接检验: 在无意识条件下, 依赖语义分析的概念线索是否仍能驱动恐惧泛化, 其与快速的知觉线索存在怎样的交互模式; 同时, 通过设置意识水平对照, 可进一步揭示意识在双线索整合中的调节作用。这一范式设计不仅弥补了以往无意识研究缺乏多线索整合与意识水平对照的不足, 更可望为双通路模型提供新证据: 若仅有知觉信息能够无意识恐惧泛化, 则凸显知觉通路在自动化威胁检测中的主导性; 若概念信息在无意识条件下仍能有效泛化, 则提示“低通路”可能具备一定的语义评估能力。因此, 本研究通过意识水平与线索类型的变量组合创新, 为系统揭示恐惧泛化的自动化加工机制及其在焦虑障碍中的作用提供了新的理论视角与方法学路径。

#### 参考文献

- 余凌峰, 张婕, 明先超, 雷怡. 无意识恐惧及其神经机制. 心理科学进展, 2025 年, 33 (7): 1234-1245 doi: 10.3724/SP. J.1042.2025.1234
- Goodwin, R. D., Lieb, R., Hoefler, M., Pfister, H., Bittner, A., Beesdo, K., & Wittchen, H.- U. (2004). Panic attack as a risk factor for severe psychopathology. *American Journal of Psychiatry*, 161(12), 2207–2214. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.161.12.2207>
- Leon, A. C., Klerman, G. L., Weissman, M. M., Fyer, A. J., & Johnson, J. (1992). Evaluating the diagnostic criteria for panic disorder: Measures of social morbidity as criteria. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 27(4), 180–184. <https://doi.org/10.1007/BF00789003>
- Mei, Y., Becker, B., Leppänen, P., & Lei, Y. (2024). Exploring the ‘black box’ of anxiety: An ERP study of non-consciously triggered fear generalization. *Behaviour Research and Therapy*, 178, 104552. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2024.104552>
- Siegel, P., Cohen, B., & Warren, R. (2022). Nothing to Fear but Fear Itself: A Mechanistic Test of Unconscious Exposure. *Biological Psychiatry*, 91(3), 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.08.022>

**意见 2:** 研究中通过掩蔽和呈现时长来区分意识条件, 这一做法具有合理性。如能补充对参与者刺激觉察水平的客观测量, 将有助于更精确地描述“无意识”或“低意识”处理的操作定义, 也使方法部分更加完整。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵建议。我们已在方法与结果部分作出相应补充与修改。在“实验设计与程序”部分(正文第 10 页第 4 段), 我们详细补充了对无意识组被试在实验后进行的意识测量程序, 包括询问其对泛化刺激的觉察和辨别能力的两项主观报告问题。同时, 在“实验结果”部分(正文第 13 页第 2 段), 我们新增了“3.1 探测率和辨别率结果”一节, 参照相关方法, 详细报告了通过计算探测率(15.79%)和辨别率(15.79%, 其中知道但无法说明概念 GS 为 2.63%, 知道且能够说明概念 GS 为 13.16%), 对无意识操作有效性进行评估的结果(见表 4), 并根据检测结果剔除了不符合无意识条件的被试(6 名), 确保最终纳入分析的样本(32 名)达到了操作定义上的无意识水平。

我们在实验设计与程序部分进行了修改, 修改内容如下(详见正文第 10 页第 4 段, 蓝色字体):

恐惧泛化阶段中.....共 208 个试次(见图 1A)。无意识组被试在实验结束后, 对被试进行意识测量, 询问被试两个问题, 分别是(1)“除掩蔽文字图片外, 你是否看到其他图片?”其中“1”代表看到了, “2”代表没看到; (2)“我觉得掩蔽文字图片之前的图片内容是?”其中“1”代表知道, 但是无法辨别出内容, “2”代表不知道, “3”代表能够明确回答出任一泛化阶段的概念词汇。

我们在实验结果部分进行了修改, 修改内容如下(详见正文第 13 页第 2 段, 蓝色字体):

### 3.1 探测率和辨别率结果

为检验无意识操作的有效性, 本研究参照 Mertens 和 Engelhard (2019) 的方法, 通过探测率与辨别率两项指标对被试的无意识状态进行评估。探测率指在回答“除掩蔽文字图片外, 你是否看到其他图片?”时选择“有”的被试比例; 辨别率指在回答“我觉得掩蔽文字图片之前的图片内容是?”时选择“知道但无法说明概念 GS”或“知道且能够说明概念 GS”的被试比例(见表 4)。本研究中, 无意识组共采集被试 38 名, 其中 6 名被试因检测到泛化刺激(探测率与辨别率均为 15.79%)而被剔除, 其余被试均未报告检测到泛化刺激。可以认为, 本研究对无意识水平的操纵是有效的。

表 4 无意识水平操纵结果

问题	答案	N (N=38)	百分比
1. 除掩蔽文字图片外, 你是否看到其他图片?	1 有	6	15.79%
	2 无	32	84.21%
	1 知道但无法说明概念 GS	1	2.63%
2. 我觉得掩蔽文字图片之前的图片内容是?	2 不知道	32	84.21%
	3 知道且能够说明概念 GS	5	13.16%

**意见 3:** 在无意识条件下, C- > C+ 诱发的 N400 成分可能反映了一种认知冲突或不确定性, 作者将其解释为安全线索被视作威胁, 这一推论颇具启发性。考虑到行为数据未显示出明确的威胁评估差异, 或可尝试补充其他解释视角, 如语义冲突或预期违反等, 以使结论更加稳

健。

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。正如审稿人所指出的，本研究的行为数据并未显示出明确的威胁评估差异，这提示我们需要审慎考虑其他可能的解释路径，以构建更为稳健的理论说明。基于您的建议，我们重新梳理了文献，认为本研究的核心发现——即意识条件下泛化安全线索诱发的 N400 增强——更可能与威胁情境中的预期违反有关。

我们的修改思路如下：

1. 恐惧条件化不仅使个体形成了对特定威胁线索的阶段性恐惧，且会诱发个体在随后的、模糊且不可预测的泛化阶段中，进入一种持续性警戒状态。这一过程在生理上表现为基线惊跳反射的持续升高，Grillon 和 Davis (1998) 的研究为此提供了关键证据：在他们的实验中，当条件刺激与电击明确不配对，但是会产生时，被试并未对条件刺激本身产生惊跳增强，但其在无刺激的基线阶段却表现出惊跳反射的显著升高，且这种升高持续存在于整个泛化阶段，表明个体处于一种弥散的、背景化的高度警觉中。后续的理论性综述也对上述现象进行了论述 (Grillon & Baas, 2003)。

2. 神经生物学研究指出，由不确定性驱动的弥散性持续警戒状态主要依赖以终纹床核 (BNST) 为核心的延伸杏仁核系统介导，而有别于杏仁核中央核 (CeA) 对明确威胁线索的短暂恐惧反应 (Davis et al., 2010)。在本研究的泛化测试阶段，个体可能处于 BNST 支持的、对潜在威胁保持持续警觉的心理生理状态，此时意识层面清晰识别的安全信号与高度警戒背景中产生的随时可能有威胁内在预期相冲突，这种预期违反可能诱发冲突，表现为更负的 N400 波幅。因此，我们提出的修正解释是：恐惧条件化可能通过诱发 BNST 介导的持续性警觉，设定了一个高威胁预期的背景状态，使得安全信号的出现与此背景预期相冲突，从而产生预期违反效应，并表现为 N400 成分的变化。

我们在摘要部分进行了修改，修改内容如下(详见正文第 1 页第 1 段，蓝色字体)：

此外，在 N400 成分上，意识条件下 C- 诱发更大的负波，这可能表明恐惧学习诱发了个体在不确定性情境中持续的警觉状态，使得明确的安全信号与内在的威胁预期产生冲突；

我们在讨论部分进行了修改，修改内容如下(详见正文第 21 页第 2 段，蓝色字体)：

本研究通过分析 N400 成分的波幅变化，揭示了意识水平对概念信息加工及恐惧泛化的调节作用。在意识组，概念安全刺激 (C-) 诱发了比概念威胁刺激 (C+) 更为负向的 N400 波幅。这一现象可以通过威胁预期与安全信号冲突的认知整合模型来阐释。在恐惧条件化及泛化过程中，被试不仅习得了对特定威胁刺激 (C+) 的反应，更可能形成一种弥散性的、

持续的威胁预期状态，表现为对整个实验情境的警觉增强 (Davis, 1998; Grillon & Baas, 2003)。在此背景下，C-作为明确的安全信号，其出现虽然本身不伴随实际威胁，却可能与被试在威胁情境中形成的整体认知预期相冲突。这种安全信号出现在威胁预期环境中的不一致，构成了语义或情境意义上的预期违背，从而引发更强的 N400 反应。

#### 参考文献

- Davis, M. (1998). Are different parts of the extended amygdala involved in fear versus anxiety? *Biological Psychiatry*, 44(12), 1239–1247. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(98\)00288-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(98)00288-1)
- Davis, M., Walker, D. L., Miles, L., & Grillon, C. (2010). Phasic vs Sustained Fear in Rats and Humans: Role of the Extended Amygdala in Fear vs Anxiety. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 105–135. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.109>
- Grillon, C., & Baas, J. (2003). A review of the modulation of the startle reflex by affective states and its application in psychiatry. *Clinical Neurophysiology*, 114(9), 1557–1579. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(03\)00202-5](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(03)00202-5)

**意见 4:** 本研究样本排除了高焦虑与抑郁个体，这有助于控制情绪状态对实验效应的干扰，也使结果更容易解释。因此在将结论推广至焦虑障碍临床群体（如 GAD、PTSD）时，可能需要稍作谨慎，适当说明样本特点对推论范围的限制。

**回应:** 感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们在论文的**不足与展望部分**，针对此意见进行如下补充与修订，修改内容如下(详见正文第 22 页第 2 段，蓝色字体)：

另外，本研究结论基于健康大学生样本得出，这虽然利于厘清基础机制，但限制了结果向焦虑障碍临床群体的直接推广。未来研究需在各焦虑亚型的临床样本中探索本范式下知觉，概念恐惧泛化与 N1、N400 异常的对应关系，以明确其病理特异性。

**意见 5:** 仍有部分句子存在表达不通顺，缺字错字的情况，建议全文再修改一遍。“选取典型性评分中等 (最接近五分，见附表 1) 的词汇做为刺激材料。”中应该是“作为”，建议修改。“尽管交互作用显著，但后续简单效应分析未揭示任何一侧半球在 P+与 P-条件间存在统计学上的显著差 (所有  $p_s > 0.05$ )，”中缺少一个“异”字，建议补充。

**回应:** 感谢审稿专家的指正。我们已在修改稿中正文部分进行了修改，并对全文进行了逐字逐句的审阅，重点修正了包括错别字、不通顺在内的各类表述问题。

主要修改如下：

选取典型性评分中等 (最接近五分，见附表 1) 的词汇**作为**刺激材料。

但后续的简单效应分析未揭示任何一侧半球在 P+与 P-条件间存在统计学上的显著差异。

将“近期一项元分析进一步指出.....未来需增加概念泛化研究数量才能进行有意义的比较”改为“近期一项元分析进一步指出.....未来需增加**此类研究**才能进行有意义的比较”

将“关于知觉和概念恐惧泛化的时序加工，传统观点支持一种模型，即恐惧相关刺激的知觉特征优先被加工，进而激活相关的概念语义信息，且知觉特征加工独立于意识”改为“关于知觉和概念恐惧泛化的时序加工，传统观点认为其可能遵循特定模式：恐惧相关刺激的知觉特征优先得到加工，进而激活相关的概念语义信息，且该知觉加工过程独立于意识。”

将“两种概念线索（如动物与家具的类别图片）和两种知觉线索（如蓝色与紫色的无意义图形）。其中，动物（C+）和紫色（P+）作为威胁刺激与无条件刺激配对，家具（C-）和蓝色形状（P-）作为安全刺激。”改为“两种概念线索（如动物与家具的类别图片）和两种知觉线索（如蓝色与紫色的无意义图形）。其中，动物（C+）和紫色**无意义图形**（P+）作为威胁刺激与无条件刺激配对，家具（C-）和蓝色**无意义图形**（P-）作为安全刺激。”

将“双通路模型 (Dual-Process Models)”改为“双通路模型 (Dual-Process **Model**)”

将“另外，基于上述理论与证据”改为“**因此，结合上述理论与证据**”

#### 审稿人 2 意见：

审稿人没有其他新的问题了。

---

#### 编委意见：

两位审稿人均认为作者已经很好的修改了所提出的问题，建议发表。

#### 主编意见：

同意外审和编委意见，建议录用。