

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：情境压力提升创新发现行为效率的认知神经机制

作者：郑怡琳 张玲 黄福荣

第一轮

审稿人 1 意见：

论文关注情境压力对创新发现行为的影响，并采用脑电技术考察其中认知冲突检测和解决的机制，选题具有较好的理论和实践价值。通过两个实验，研究发现了不同情境压力下创新发现击中率、N400 和 LSP 等指标的差异，为验证理论假设提供了合理可靠的依据。不过论文仍存在一些问题需要修改。

意见 1：论文在前言部分阐述了执行控制在认知冲突解决中的作用，并将其作为本研究的理论假设。不过，本研究只是做了脑电，没有执行控制的其他测量指标，鉴于脑电指标与心理功能并非一一对应，因此研究问题和结论直接强调执行控制是否合适，需作者思考。

回应：非常感谢审稿专家对本文选题与价值的肯定。我们根据审稿专家的意见与建议对文章进行了认真修改，请审稿专家再次评阅并批评指正。根据审稿专家的建议，我们反复斟酌，把“执行控制”替换成“认知控制资源”。

首先，在问题提出的时候。前期研究发现，认知冲突的监测与解决是创新发现行为的关键加工（2023a）。冲突监测理论认为，当大脑监测到认知冲突之后，会付出额外的认知控制资源去解决冲突（Botvinick et al., 2004）。然而，由于认知努力回避倾向（Bogdanov et al., 2021），个体在创新发现过程中实际付出的认知控制资源往往都低于理应付出的水平，会错失很多识别与发现新颖观念的机会（2023b, 2024a, 2024b）。那么，为了提升创新发现行为效率，有必要增加创新发现过程中的认知控制资源。所以，本研究营造了情境压力，检验情境压力增加认知控制资源，促进认知冲突解决，从而提高创新发现行为效率的机制。

其次，在实验结果解释与讨论的时候。虽然神经生理指标与心理功能之间不是一一对应的，但是，前期研究采用相同的实验任务，已经重复验证了关键脑电指标在创新发现过程中的心理功能，包括冲突监测相关的 N2，冲突解决相关的 N400，认知控制相关的 LSP（2023a, 2023b, 2024a, 2024b）。所以，本研究结合这些脑电指标，讨论情境压力影响创新发现过程中的认知控制资源和冲突解决程度。实验发现，新颖产品在有压力/高压条件下诱发的

N400 平均波幅更小、LSP 平均波幅更大 (vs.无压力条件)，这说明压力增加了创新发现过程中的认知控制资源，也提升了认知冲突解决程度。相应地，行为实验结果表明，被试在压力条件下识别新颖产品的效率高于无压力条件。据此，本研究得出结论，情境压力增加了创新发现过程中的认知控制资源，提升了冲突解决程度，进而提高了创新发现行为效率。

再次感谢审稿专家提出的评论，敦促我们更加严谨地梳理了研究逻辑、完善了论文细节。

参考文献：

- Bogdanov, M., Nitschke, J. P., Loparco, S., Bartz, J. A., & Otto, A. R. (2021). Acute psychosocial stress increases cognitive-effort avoidance. *Psychological science*, 32(9), 1463–1475.
- Botvinick, M. M. , Cohen, J. D. , & Carter, C. S. . (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. *Trends in Cognitive Science*, 8(12), 539-546.
- Jia, L., Song, Y., Ren, J., Li, F., & Huang, F. (2023a). When and why will creative discovery succeed or fail? The role of reactive control in resolving conflicts. *Psychophysiology*. 60(7), e14243.
- Jia, L., Tang, S., Song, Y., Ren, J., Li, F., & Huang, F. (2023b). Cognitive control in creative discovery: the gap between ideal and reality. *Biological Psychology*. 178, e108522.
- Jia, L., Ren, J., Li, F., & Huang, F. (2024). Evaluation standards regulate the generation and selection of novel ideas in creative behaviors: Insights from individual differences in event-related potentials. *Cerebral Cortex*. 34(4), bhae133.
- Zheng, Y. L., Ren, J. Y., Li, F. H., & Huang, F. R. (2024). Trait anxiety negatively affected creative discovery under pressure conditions: Evidence from behavioral responses and ERPs. *Personality and Individual Differences*. 231, e112821.

意见 2：脑电实验，对于每一个 ERP 成分，均涉及多个脑区，为什么不做实验条件*脑区的两因素方差分析？直接分脑区做 t 检验会增大一类错误的犯错概率。

回应：非常感谢审稿专家的指正。本研究目的在于检验情境压力对创新行为的影响，统计分析思路是比较有压力与无压力条件之间的差别。对于脑电指标，虽然涉及多个脑区，但是，脑区之间的差异不是本研究的目标，所以我们在初稿中分脑区做了 t 检验。如审稿人所指出的，这样会增大一类错误的概率。根据审稿专家的建议，我们更换了数据分析的思路，进行产品*压力*脑区的三因素方差分析，正文中用绿色标注了修改内容，如下所示：“对于 N2 的平均波幅，2（产品：新颖高有效，新颖低有效）× 2（压力：有，无）× 3（脑区：左前额叶，中前额叶，右前额叶）的三因素重复测量方差分析结果显示……”

意见 3：实验一讨论中“它们在有压力条件下诱发的 N400 更小、LSP 没有差异(vs.没有压力)，但是 N400 和 LSP 平均波幅之间的正相关系数提升了”。研究只是计算了两个条件下的 N400 和 LSP 的相关系数，并未做差异显著性比较，因此相关系数提升的说法并不合理。

回应：非常感谢审稿专家的指正。我们补充比较了实验一中两种条件下的相关系数，没有发

现显著差异，所以删除了该论述。在实验二中，我们补充比较了高压力和无压力条件下 N400 与 LSP 的相关系数，发现了显著差异，也讨论了压力对认知冲突解决效率的影响。如下所示：“N400 和 LSP 的平均波幅在无压力 ($r = 0.59, p = 0.003$) 和高压力 ($r = 0.80, p < 0.001$) 条件下均呈正相关（图 5）。对两个相关系数进行差异检验（Fisher's z 转换）发现，高压力条件显著大于无压力条件 [$t(62) = 2.17, p = 0.034, \text{Cohen's } q = 0.56$]。”

意见 4: 实验二实验设计和材料部分显示，本实验有三个实验条件高压力、有压力和无压力，但结果部分却只有高压力和无压力，为什么？

回应: 非常感谢审稿专家的评论。

首先，从情境压力的操纵方法上看，实验一和实验二都有“有压力”条件——第一个选项无法解决问题、第二个选项有可能解决问题，但是，被试体验的压力并不完全相同。在实验一，每个问题只有两个选项，如果第一个选项无效，被试面对第二个选项会体验到压力。在实验二，每个问题有两个或三个选项，如果第一个选项无效，被试面对第二个选项会体验到压力，但是，由于还可能有第三个选项，他们体验的压力与实验一不完全相同。或者说，由于实验二中“高压力”条件的存在，被试在“有压力”条件下体验的压力与实验一中的“有压力”条件不完全相同。

其次，从实验设计的角度看，实验二的“有压力”只是填充条件，之所以设置这个条件，是为了更好地营造“高压力”。由于实验一中“有压力”提升创新发现行为的效果不够理想，我们提出了一个可能性解释——压力不够大，并且设计了实验二，试图进一步检验“高压力”对创新发现行为的影响。具体而言，实验中设计了“无压力”条件（第一个选项有效，第二个选项可能有效或无效）和“高压力”条件（第一个、第二个选项均无效，第三个选项可能有效或无效）。如果只有这两个条件，被试会习得“第一个选项无效，第二个选项也无效”的经验，不利于营造高情境压力。为了避免这种习得经验的消极影响，我们填充了“有压力”条件（第一个选项无效，第二个选项可能有效或无效）。这样做，保证第一个、第二个、第三个选项都可能有效或无效，确保被试认真对待每个选项、真实地体验高情境压力。

综上所述，为了更好地聚焦研究目的，不造成两个实验结果的混淆，本研究的实验二比较了“无压力”和“高压力”条件之间的差异。

为了减少阅读障碍，我们在实验二中补充解释了三个条件的作用，如下所示：

“这一现象可能与压力强度不足有关，为了检验该假设，实验二通过改进实验程序进一步增强了情境压力。…… 本研究的关键实验条件是无压力和高压力条件，之所以设置有压

力条件，旨在使得每个选项的有效性均具有不确定性，确保被试认真参与任务并切实体验到高情境压力。……为了进一步检验高情境压力对创新发现行为的影响，实验2 比较了高压力与无压力条件下创新发现行为反应与电生理指标的差异。”

意见 5: 论文中一些关键概念需要介绍一下，比如认知节省，此外 LSP 在首次出现时应给出全拼。

回应: 非常感谢审稿专家的指正。在修改稿中，我们已经把“认知节省”更换成“认知努力回避倾向”，并且在正文中首次出现的时候提供了英文全拼“cognitive-effort avoidance”。对于正文中首次出现的 LSP，我们也提供了英文全拼“late sustained potentials”。

意见 6: 论文的写作仍需进一步提升，文中多处表达似乎是英文文献的翻译，不太符合中文表达的习惯，比如“环境中看似不相关的事物会被未知力量“随机地”组合在一起”。此外，文中也存在部分口语化表达，比如摘要中“导致很多生成或识别新颖观念的机会被错失了”。

回应: 感谢审稿专家的提醒。我们已经对全文进行了修正，确保书面表达的规范性，正文中用绿色标注了修改内容。

.....

审稿人 2 意见:

研究者通过两项脑电实验探讨了情境压力对个体创新发现行为效率的影响。研究问题明确，切入点较好，研究设计较为合理，工作量尚可，结果具有可靠性。然而，仍存在一些

问题有待修改，建议大修。

意见 1: 文章行文存在一些表述不清和过于口语化的问题，请作者仔细检查和修正。

回应: 非常感谢审稿专家的指正。我们已经对全文进行检查和修改，确保书面表达的规范性，并且用绿色标注了修改内容。

意见 2: 作者通过改变问题答案的呈现顺序来操纵情境压力，并称之为被试识别和发现新颖产品的压力，为什么不是单纯的发现或选择解决问题产品的压力？请作者明确。

回应: 非常感谢审稿专家的评论。

首先，在传统的创新发现实验范式中，针对特定的问题情境，提供一个看似无关的新颖产品，要求被试识别和判断其能否解决问题，或者说，被试的任务是发现和选择可解决问题的产品。为了揭示情境压力对创新发现行为的影响，本研究改良了实验范式来操纵情境压力。

具体而言，针对每个问题情境，相继提供两个或三个产品（逐个呈现、不是同时呈现），要求被试逐个识别和发现可解决问题的产品。并且，基于常规产品与新颖产品的优先级差，把优先级高的常规产品安排在前面、把优先级低的新颖产品安排在后面。常规产品用于营造情境压力，新颖产品用于提供创新发现的机会。如果先呈现的常规产品可以解决问题，那么，被试没有识别新颖产品的压力。相反，如果先呈现的常规产品无法解决问题，那么，被试有识别新颖产品的压力。简而言之，本实验借助先呈现的常规产品的有效性（有效 vs.无效）来操纵识别新颖产品的压力（无压力 vs.有压力），被试体验的压力是识别新颖产品的压力。

其次，针对每个问题情境，虽然相继提供了两个或三个产品供被试识别和判断，但是它们逐个呈现、而不是同时呈现，被试的任务不是从若干个选项中发现和选择一个可解决问题的产品，而是逐个识别和判断其是否能够解决问题。

为了帮助读者理解实验设计中情境压力的操纵方法，我们在引言末端和研究设计部分，都进一步介绍了实验任务，详细说明了常规产品和新颖产品的位置与作用，以及被试在不同条件下识别新颖产品的压力的差异。

引言末端：“为了揭示情境压力影响创新发现行为的认知神经机制，本研究使用了创新发现实验范式(Jia, Song et al., 2023; Jia, Tang et al., 2023; Jia et al., 2024; Zheng et al., 2024)，通过改良实验程序来操纵情境压力，并且采用脑电图（EEG）技术记录创新发现行为相关的电生理活动。具体而言，针对每个问题情境，相继提供两个或三个产品：先呈现常规产品，后呈现看似无关的新颖产品，要求被试逐个识别和发现可解决问题的产品。如果先呈现的常规产品可解决问题，被试在识别后呈现的新颖产品时无压力。相反，如果先呈现的常规产品无法解决问题，被试在识别后呈现的新颖产品时有压力（实验一）。如果连续两个常规产品均无法解决问题，被试识别新颖产品时压力更大（实验二）。”

研究设计（实验一）：“为操纵情境压力，本实验对创新发现任务中常规产品与新颖产品的呈现顺序进行了设计。每个问题情境后相继呈现两个产品：常规产品先呈现，新颖产品后呈现，要求被试逐个识别和发现可解决问题的产品。在第一种条件下，先呈现的常规产品可成功解决问题，被试识别和发现新颖产品时无压力。在第二种条件下，先呈现的常规产品无法解决问题，被试识别和发现新颖产品时有压力。常规产品用于营造情境压力，新颖产品则用于提供创新发现的机会。”

研究程序（实验一）：“……经过 500-800ms 随机空屏后，同时呈现问题情境和一个常规产品，持续时间不超过 3000ms，被试需判断该产品能否解决当前问题，并通过按键作出反应（“F”键表示可以，“J”键表示不可以）。随后呈现 500-800ms 随机空屏，再次呈现该

问题情境和一个新颖产品，持续时间不超过 3000ms，被试需再次判断该产品能否解决当前问题，并通过按键作出反应（“F”键表示可以，“J”键表示不可以）。之后，被试还需针对自己使用该产品解决当前问题的意愿程度、该产品解决当前问题的有效性和新颖性进行五级评分（1 表示非常低，5 表示非常高）。所有评分环节均无时间限制，相邻界面间有 500-800ms 的时间间隔（图 1）。对于实验程序中出现的常规产品，被试只要判断其能否解决问题，无需针对有效性、新颖性和使用意愿进行多级评分。”

研究设计（实验二）：为了进一步研究情境压力对创新发现行为的影响，实验 2 改进了实验程序、设置了高压条件。在每个问题情境之后，依次呈现两个或三个产品：先呈现常规产品，后呈现新颖产品，要求被试逐个识别和发现可解决问题的产品。……

研究程序（实验二）：同实验 1，在高压条件下，被试连续判断两个常规产品能否解决问题，再去识别和判断新颖产品能否解决问题，对其有效性、新颖性和使用意愿进行五级评分。

意见 3：紧跟问题 2，被试在做任务之前，是否从指导语中获悉第一个答案就是常规答案，第二个或第三个就是新颖答案？亦或者，被试对答案的新颖程度是不清楚的。

回应：非常感谢审稿专家的评论。在实验指导语中，只要求被试识别和判断所呈现的产品能否解决问题，没有介绍哪个产品是新颖的或常规的，也没有告知被试两类产品的呈现顺序。不过，由于常规产品与新颖产品的巨大差异，被试应该可以区分哪个是常规产品、哪个是新颖产品。而且，针对两类产品的实验程序也有差别。对于常规产品，被试只需要判断其能否解决问题，对于新颖产品，被试还需要对有效性、新颖性和使用意愿进行五级评分。所以，被试应该可以区分常规产品和新颖产品，也会因为常规产品有效性的变化（可解决问题 vs. 不可解决问题）而体验到识别新颖产品的压力（无压力 vs. 有压力）。

意见 4：建议作者将数据分析过程可视化。

回应：非常感谢审稿专家的建议。为了更好地展示数据分析过程，我们修改了图表，说明了应用信号检测论分析创新发现行为效率的步骤，如下图所示：

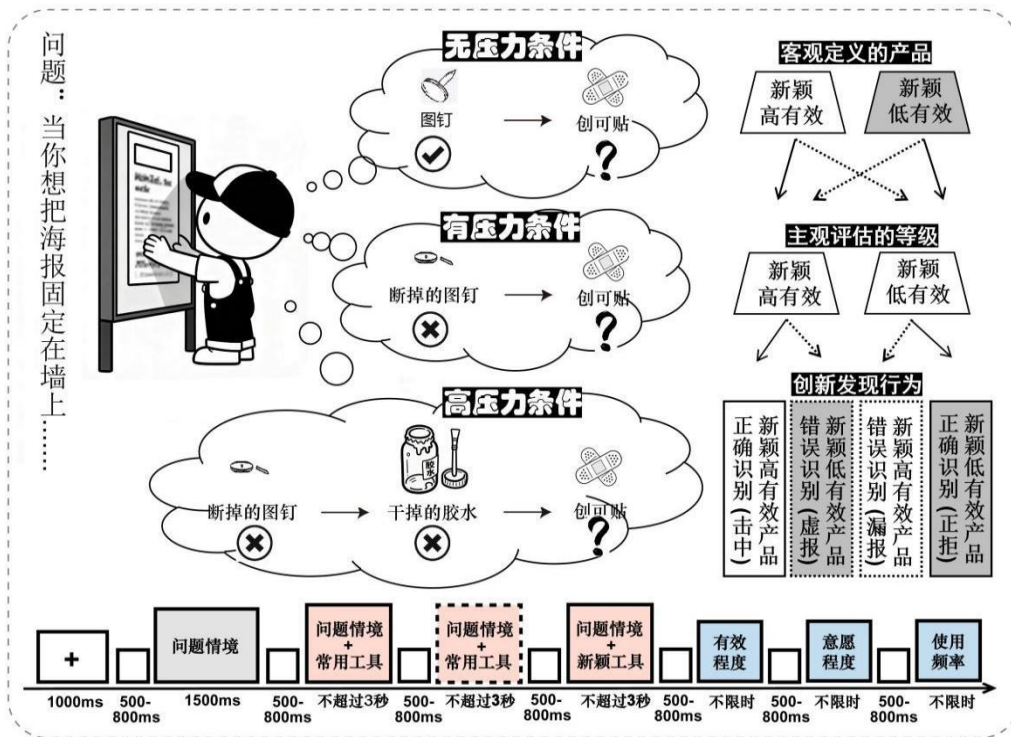


图 1：实验一和实验二中情境压力的操纵方法与数据分析过程。

意见 5：作者如何处理脑电数据统计分析过程中的多重比较问题？作者是否对统计结果进行了相应的矫正？

回应：非常感谢审稿专家的提醒。根据另一位审稿专家的建议，我们改变了数据统计分析思路，并且，针对脑电数据的多重比较采用了 Bonferroni 矫正。关于统计和矫正方法，我们均在修改稿中做了补充说明，如下所示：“针对 N2、N400 和 LSP 的平均波幅，压力×脑区的两因素方差分析或者产品×压力×脑区的三因素方差分析，多重比较采用 Bonferroni 方法进行校正。”

意见 6：在用 gpower 计算被试量的时候，请明确计算样本量所用的统计方法。为何选择中等效应 0.55？此外，实验一与二的被试是否存在重叠，请明确。

回应：非常感谢审稿专家的评论。选择中等效应量，是因为我们参考了行为预实验的结果。实验一与实验二的被试不存在重叠，我们已经在正文中做了说明：“本实验实际招募了 35 名大学生，其中女性 23 名，男性 12 名，年龄范围为 18 至 23 岁 ($M = 19.49, SD = 1.25$)，所有被试均没有参与实验一。”

意见 7：在实验二中，是否有三种组内条件？无压力，一般压力（同实验一）和高压压力？为

何没有体现在统计结果中？

回应：非常感谢审稿专家的评论。

首先，从情境压力的操纵方法上看，实验一和实验二都有“一般压力”条件——第一个选项无法解决问题、第二个选项有可能解决问题。但是，被试体验的压力并不完全相同。在实验一，每个问题只有两个选项，如果第一个选项无效，被试面对第二个选项的时候会体验到压力。在实验二，每个问题有两个或三个选项，如果第一个选项无效，被试面对第二个选项的时候会体验到压力，但是，由于还可能有第三个选项，他们体验的压力与实验一不完全相同。或者说，由于实验二中“高压力”条件的存在，被试在“一般压力”条件下体验的压力与实验一中的“一般压力”条件不完全相同。

其次，从实验设计的角度看，实验二的“一般压力”只是填充条件，之所以设置这个条件，是为了更好地营造“高压力”。由于实验一中“一般压力”提升创新发现行为的效果不够理想，我们提出了一个可能性解释——压力不够大，并且设计了实验二，试图进一步检验“高压力”对创新发现行为的影响。具体而言，实验中设计了“无压力”条件（第一个选项有效，第二个选项可能有效或无效）和“高压力”条件（第一个、第二个选项均无效，第三个选项可能有效或无效）。如果只有这两个条件，被试会习得“如果第一个选项无效，第二个选项也无效”的经验，不利于营造高情境压力。为了避免这种习得经验的消极影响，我们填充了“一般压力”条件（第一个选项无效，第二个选项可能有效或无效）。这样做，保证第一个、第二个、第三个选项都可能有效或无效的，确保被试认真对待每个选项、真实地体验高情境压力。综上所述，为了聚焦研究目的，不造成两个实验结果的混淆，本研究的实验二比较了“无压力”和“高压力”条件之间的差异。

为了减少阅读障碍，我们在实验二中解释了三个条件的作用，如下所示：

“这一现象可能与压力强度不足有关，为了检验该假设，实验二通过改进实验程序进一步增强了情境压力。…… 本研究的关键实验条件是无压力和高压力条件，之所以设置有压力条件，旨在使得每个选项的有效性均具有不确定性，确保被试认真参与任务并切实体验到高情境压力。…… 为了进一步检验高情境压力对创新发现行为的影响，实验2 比较了高压力与无压力条件下创新发现行为反应与电生理指标的差异。”

意见 8：作者称情境压力让被试能更有效识别创新产品。然而，为何两个实验都显示：情境压力没有提升被试对产品的创新性评分？在两个实验中，作者都发现在情境压力下，被试能更准确判断创新有效产品是否有效。这是否可能由于“前面没有选有效答案，必须在候选的

答案中选择有效答案，所以判断为有效？”实验一的行为结果似乎支持这一猜测。

回应：非常感谢审稿专家的评论。

首先，新颖性与有效性是创新产品识别的两个必要特征（Diedrich et al., 2015），认知神经科学研究发现，新颖性评估与认知冲突监测相关，有效性评估与认知冲突解决相关（2023a; 2023b）。新颖性评估比较容易，即使没有情境压力，被试也能够准确地识别新颖产品。但是，由于认知努力回避倾向，新颖产品诱发的认知冲突不一定被成功地解决，导致新颖产品的有效性评估会出错，尤其是把新颖高有效产品漏报为新颖低有效。所以，本研究设置情境压力，试图增加创新发现过程中的认知控制资源，促进认知冲突解决，从而提高新颖产品的有效性识别效率。实验结果验证了假设，情境压力只改变了新颖产品的有效性评估。

其次，您的猜测是合理的，如果新颖产品都是有效的，被试可能不会认真完成创新发现任务，而是根据呈现顺序猜测新颖产品的有效性、做出正确的评估与判断。为了规避这种盲选倾向，我们在实验设计时采取了应对措施。如果前面出现的常规产品无法解决问题，后面出现的新颖产品可能是有效的，也可能无效的，二者的比例是 1:1。

这部分信息已经在正文中描述了，如下所述：

在实验设计部分：“为避免被试盲目选择新颖产品，实验中设置的新颖产品同时包含高有效与低有效两类，若被试把低有效产品误判为高有效，将受到积分扣除惩罚……”。

在实验材料部分：“使用 256 个新颖产品提供创新发现的机会，其中包含 128 个新颖高有效产品、128 个新颖低有效产品……”。

参考文献：

- Diedrich, J., Benedek, M., Jauk, E., Neubauer, A.C. (2015). Are creative ideas novel and usable?. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 9(1):35–40.
- Jia, L. J., Song, Y., Ren, J. Y., Li, F. H., & Huang, F. R.. (2023a). When and why will creative discovery succeed or fail? The role of reactive control in resolving conflicts. *Psychophysiology*. 60(7), e14243.
- Jia, L. J., Tang, S., Song, Y., Ren, J. Y., Li, F. H., & Huang, F. R. (2023b). Cognitive control in creative discovery: the gap between ideal and reality. *Biological Psychology*. 178, e108522.

意见 9：建议作者阐明实验设计如何体现“执行控制的水平和认知冲突的解决程度”（首段问题提及）。同时，请在引言中明确研究问题和假设（更明确，显眼）。

回应：非常感谢评审专家的建议。

首先，在实验设计中，我们补充说明了创新发现任务相关的电生理指标，尤其是认知控制资源和认知冲突解决程度相关的电生理指标，如下所示：

“为探究情境压力影响创新发现行为的认知机制，特别是其对认知控制资源与认知冲突

解决程度的作用，本研究采用脑电图技术实时记录被试完成创新发现任务时的电生理活动。前期研究发现，新颖产品诱发的LSP平均波幅反映认知控制资源，N400平均波幅反映冲突解决程度，且二者呈显著正相关(Jia, Song et al., 2023; Jia, Tang et al., 2023; Jia et al., 2024)。在本研究中，为了检验情境压力是否及如何影响创新发现行为，拟比较有压力与无压力条件下新颖产品诱发的N400和LSP平均波幅的差异。通过LSP的差异可揭示情境压力对认知控制资源的影响，通过N400的差异可揭示情境压力对认知冲突解决程度的影响。”

其次，我们在引言中优化了研究问题和研究假设，如下所示：

“情境压力如何改变创新发现行为中的认知控制资源，促进认知冲突解决，进而提高新颖观念识别效率？为了揭示情境压力影响创新发现行为的认知神经机制，本研究使用了创新发现实验范式，通过改良实验程序来操纵情境压力，并且采用脑电图（EEG）技术记录创新发现行为相关的电生理活动。…… 本研究假设：与无压力条件相比，被试在有压力和高压力条件下付出更多认知控制资源，更有效地解决新颖产品引发的认知冲突，具体可能表现为新颖产品诱发的N400平均波幅更小、LSP平均波幅更大（有压力/高压力 vs. 无压力），相应地，被试识别新颖产品的效率更高。”

第二轮

审稿人 1:

作者很好地回答了我所提出的问题，并进行了相应的修改。修改稿质量大幅提升，语言表达也清晰流畅。在对部分小问题进行修改之后，建议发表。

意见 1: 实验结果中不显著的结果无需提供效应量。

回应: 根据审稿专家的建议，当实验结果不显著的时候，我们删除了不必要的效应量。

意见 2: 实验 1 结果 N2 平均波幅，“压力与脑区的交互作用显著 [$F(2, 62) = 9.088, p = 0.001, \eta^2 = 0.227$], 有压力和无压力条件下 N2 的平均波幅无显著差异”，后半句未能阐述清楚压力与脑区交互作用的详细结果。类似的表达在后边也存在，建议修改。

回应: 感谢审稿专家的评论。本研究目的是检验情境压力“是否”和“如何”影响创新发现行为，在数据处理与分析的时候，比较有压力和无压力条件下创新发现相关的行为反应与电生理指标的差异。在统计分析电生理指标（N2/N400/LSP）的时候，如果压力与脑区的交互作用显著，应该有两类简单效应：一种是固定脑区变量，分别比较每个脑区中有压力与无压力条件

下的差异；另一种是固定压力变量，分别比较每个压力条件下不同脑区之间的差异。参考本研究目的，应该按照第一种思路描述简单效应，详细说明哪些脑区中存在有压力与无压力条件下的差异，例如“有压力条件下 N400 的平均波幅小于无压力条件，差异出现在左中央回 ($p = 0.043$)”。如果没有任何脑区中存在有压力与无压力条件的差异，则用一句话概括，例如“有压力和无压力条件下 N2/N400/LSP 的平均波幅在三个脑区都不存在显著差异”。根据这条建议，我们已经修改了全文中类似的简单效应描述，用绿色字体标注出来了。

意见 3: 实验 2 的实验设计部分解释了设置有压力条件的目的，但并未明确该条件不纳入后续的分析，这会给读者产生误解。

回应: 感谢审稿专家的提醒。在详细解释三个压力条件的作用的基础上，补充说明了哪个条件不纳入后续分析，如下所示:“.....本研究的关键实验条件是无压力和高压力条件，之所以设置有压力条件，旨在使得每个选项的有效性均具有不确定性，确保被试认真参与任务并切实体验到高情境压力，该条件不纳入后续分析。”

审稿人 2:

作者较好地回应和解决了我的问题。

意见 1: 需要补充一个问题回答，如果是通过预实验确定被试计算时的中等效应量，请提供明确预实验说明和数据。

回应: 再次感谢审稿专家的帮助与肯定。在设计实验的时候，为了揭示情境压力对创新发现行为的影响，拟采用配对样本 t 检验，比较有压力与无压力条件下行为指标和电生理指标的差异。用 G-power 估算样本量，设定效应量 Cohen's $d = 0.55$ ，期望的功效值 $1 - \beta = 0.85$ 和显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，至少需要 32 名被试才能满足统计功效要求。所以，实验 1 招募了 34 名被试，实验 2 招募了 35 名被试。

但是，在第一轮评审的时候，审稿专家指出了统计分析思路的不足：“在统计分析电生理指标的时候，在若干个脑区分别进行 t 检验会增大一类错误的犯错概率”。根据该条建议，我们更换了数据的统计分析思路，对于行为指标，采用 2（产品）× 2（压力）的两因素重复测量方差分析；对于电生理指标，采用了 2（产品）× 2（压力）× 3（脑区）的三因素重复测量方差分析。调整统计分析思路之后，使用 G-power 软件核算了样本量，设定中等效应量 $f = 0.25$ ，统计功效 $1 - \beta = 0.90$ ，显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，计算得出至少需要 30 名被试，本

研究的实际样本量 ($N_1 = 34$, $N_2 = 35$) 符合统计分析要求。之所以设定上述参数, 参照了《心理学报》杂志上采用类似统计方法的文章。并且, 依据 Cohen 提出的效应量标准, 对于采用方差分析 (ANOVA) 的研究, $f = 0.25$ 是一个广泛采用的默认值。因此, 本研究未把预实验的效应量作为估算被试样本量的补充依据。

根据这条建议, 正文中补充介绍了统计方案, 更清楚地解释了样本量的估算方法, 如下所示: “本研究使用 *G-power* 软件进行样本量估计, 采用两因素或三因素重复测量方差分析, 设定中等效应量 $f = 0.25$, 统计功效 $1 - \beta = 0.90$, 显著性水平 $\alpha = 0.05$”

第三轮

编委意见:

两位审稿人都给了具体的进一步优化建议, 请按要求完善。

主编意见:

同意外审和编委意见, 建议按外审要求修改后录用。