

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：错误信息持续影响效应的神经基础

作者：金花，贾丽娜，阴晓娟，严世振，魏士琳，陈俊涛

第一轮

审稿人 1 意见：

一、逻辑问题

意见 1：关于实验材料，因为没有看到附录中的全部试验材料，仅从文中表 1 例中判断，更正组中两次（2、5 句）提及的信息相关度高，而控制组的则是不相关信息，这样导致的火灾相关信息强化也可能会带来效应，是否可以将控制组的信息改为相关度高，但并不矛盾的信息？比如 2 句采用“旁观者说没看到发生火灾”，这样两次呈现的信息相关度上得到控制，不同的就在于信息是否被更正，也即控制组和实验组真正不同的只在于信息是否被更正。

回应：非常感谢审稿专家的意见，我们已在文末附录 1(正文第 21 页)的部分，提供了完整的实验材料，以方便读者查看和理解。

目前，有关 CIEM 的 fMRI 研究较少，可参考的范式不多。本研究范式和材料编写主要参考了 Gordon 等人(2017)发表在《*Neuropsychologia*》的一篇 fMRI 研究。Gordon 等人(2017)的文中指出：“每个故事分为两个版本。在其中一个版本中，句子 2 可能包含建筑倒塌(或飞机疏散)是由于火灾导致的错误信息；而在另一个版本中，句子 2 可能只包含了几乎没有相关性的任意的上下文信息”。在他们的样例中，目标句 5 为“现场消防人员说没有火灾迹象”，更正条件下的句 2 为“旁观者说较低楼层发生了火灾”，控制条件下的句 2 为“旁观者说倒塌发生在早上 11 点”。

如审稿专家所言，根据这一范式编制材料，更正条件下目标句和条件句存在部分的信息重叠，而控制条件下目标句和条件句间不存在信息重叠。但基于已有的语义信息重复的 fMRI 研究，我们推测这一差别应该不会对实验结果造成质的影响。已有研究发现，词汇或句子重复导致的信息增强效应主要引发了相关大脑区域的活动增加。如 Wang 等人(2016)的研究发现与第一次出现的新信息(句子)相比，重复的信息(句子)会导致激活增强，且主要涉及的脑区有顶-枕皮层中的左侧枕外侧皮层、左侧角回，中线结构中的后扣带回等区域。Zhou 等人

(2019)的研究考察了嵌入式词汇启动(启动与目标具有重复的字母,如 CAR-CART)引发的 fMRI 反应。结果发现,与无关启动(启动与目标没有重复的字母)相比,嵌入式的重复启动引发了左侧梭状回、楔前叶和额下回等更强的激活反应。Weber 等人(2016)的研究考察了在句子学习的过程中重复效应引发的神经机制。实验中被试需要阅读由新的语言组成的句子,在阅读学习的过程中,一些词汇或句法结构等会出现重复。结果发现,与词汇不重复的条件相比,词汇重复条件下右侧颞上回、颞中回、缘上回、角回、舌回、左顶下回等区域的活动增强。然而,本研究发现错误更正条件下的激活是减弱的,因此本研究观察到的不同条件下目标句脑激活上的差异不太可能是这些目标句和对应的条件句的信息重复性不同所导致的。此外,如前所述,信息强化引发的脑区激活与本研究所关注的脑区总体上是不同的,因此即使信息强化可能会造成一定的影响,但可能这种影响并不会体现在目前所关注脑区的激活变化上。

纯行为学的研究有另一种形式的控制条件的设置(Ecker, Lewandowsky, & Tang, 2010; Ecker, Hogan, & Lewandowsky, 2017)。在这种形式下,主要控制了句子 2 的一致性,即控制条件和错误更正条件都呈现同样的错误信息,而随后不更正控制条件的错误信息。但在 fMRI 研究中,不同条件下目标句在物理特征和语义信息上等的不同可能引入更加严重的信号污染。

对于审稿专家建议的材料样例,从单独的句子水平看确实能达到“控制组和实验组真正不同的只在于信息是否被更正”。但从篇章水平考虑,控制材料如果第 2 句采用“旁观者说没看到发生火灾”而后面继续呈现原目标句第 5 句“现场消防人员说没有火灾迹象”的话可能出现篇章整体连贯性问题从而干扰语义理解过程。在今后的研究中,有必要进一步完善材料设置。对此,我们在文中“**5.3 不足与展望**”部分的第一段(正文第 15 页)中补充了这一局限性,具体内容如下:

“首先,参照 Gordon 等人(2017)的范式,基线设置为无错误信息的控制条件。这一项目内设计虽然最大程度避免了不同条件间目标句本身物理特征和语义等的不同引入的信号污染,但也存在一定的局限性。更正条件下目标句 5 和条件句 2 表达的信息部分重叠,而控制条件下目标句和条件句表达的信息无重叠。观察到的条件间的脑激活也可能混入了这一条件间信息重复性上的差异。但本研究观察到的不同条件下目标句脑激活上的差异不太可能是这些目标句和对应的条件句的信息重复性不同所导致的。词汇或句子重复导致的信息增强效应主要引发了相关大脑区域的活动增加(Wang et al., 2016; Weber et al., 2016),而本研究发现错误更正条件下的激活是减弱的。无论如何,未来研究有必要进一步完善材料设置以直接排除

上述可能性”。

参考文献:

- Wang, W. C., Brashier, N. M., Wing, E. A., Marsh, E. J., & Cabeza, R. (2016). On known unknowns: fluency and the neural mechanisms of illusory truth. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(5), 739–746.
- Weber, K., Christiansen, M. H., Petersson, K. M., Indefrey, P., & Hagoort, P. (2016). fMRI syntactic and lexical repetition effects reveal the initial stages of learning a new language. *The Journal of Neuroscience*, 36(26), 6872–6880.
- Zhou, Z., Whitney, C., & Strother, L. (2019). Embedded word priming elicits enhanced fMRI responses in the visual word form area. *PLOS ONE*, 14(1): e0208318.

意见 2: 需要注意在进行推理时进行抑制的必要性，从推理句来看，例子中仅有第 3 个句子涉及到抑制，1、3 句是可能被认为楼房倒塌时可能存在或者需要进行的事情。更正组中推理阶段并不需要对不准确信息进行抑制，这一点在 ACC 在更正组与控制组相比激活减弱中可得到验证。

回应: 非常感谢审稿专家的意见，这确实是个值得注意的问题。对这一问题的回应我们将结合下面的意见 3 来一起论述。

在数据层面上，目前的研究范式中，考察被试在回答推理问题时是否需要抑制先前的错误信息是通过比较错误更正和控制条件评分的差异。如果错误更正下的推理评分显著高于控制条件，表明被试在推理判断时仍然部分利用了错误信息、没能完全抑制错误信息，即存在 CIEM。因此，为更有效、方便的对比三个推理问题句之间的衡量效果差异，将采用错误更正条件与其相对应控制条件下的差异值(如推理句 1 差异值=错误更正-控制)来进行分析。首先对三个推理句的差异值分别进行了单样本的 t 检验(见下表 1)，结果发现，三个推理句的差异值均为正值且显著，表明错误更正条件下的评分均是显著高于其对应控制条件的，即都存在显著的 CIEM。在这里，如果某个推理句在错误更正条件下的衡量不涉及抑制，那么其对应的评分应该和基线是不存在显著差异的。例如，如果某个推理句关注的是“楼房倒塌时需要做的事情”，那么在控制和错误更正条件下都介绍了楼房倒塌的情况，同时它们的推理句也都是相同的。在这种情况下，两个条件的推理分应该是不存在显著差异的。而从目前的分析结果来看，三个推理句在错误更正下的评分是显著高于其对应的基线条件的，因此认为错误更正条件下的推理问题涉及到对先前错误信息的抑制。

其次，采用重复测量方差分析对比三个推理句差值之间的差异，结果发现，三个推理句所对应差异值的主效应不显著， $F(2, 29) = 0.16$, $p = 0.86$, $\eta^2 = 0.01$ 。为进一步明确三个推理句的差异值在相互对比中是否会存在差异，随后又进行了成对比较分析。结果发现(见表 2)，

三个推理句的差异值两两之间均不存在显著差异,表明三个推理句的衡量效果是不存在显著差异的,或者说三个推理句在对错误信息的抑制上是不存在差异的。

表 1 三个推理句差异值的 *t* 检验结果

	<i>M(SD)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
推理句 1 差异值	0.54(0.88)	3.46	0.002
推理句 2 差异值	0.52(0.72)	4.06	<0.001
推理句 3 差异值	0.43(1.07)	2.24	0.03

表 2 三个推理句差异值的成对比较结果

对比	<i>p</i>
句1差异-句2差异	0.86
句1差异-句3差异	0.57
句2差异-句3差异	0.64

在文献及范式层面上,已有行为研究发现 CIEM 的加工会涉及到工作记忆、中央执行功能等成分的参与(Brydges et al., 2018; Jia et al., 2020)。如 Jia 等人(2020)的实验中要求被试完成与工作记忆中央执行功能相关的任务及 CIEM 任务。结果发现,错误更正之后的推理分与个体中央执行功能存在负向相关。Brydges 等人(2018)考察了工作记忆和短时记忆能力对 CIEM 的预测,结果仅发现低工作记忆能力是持续依赖错误信息的一个“风险因素”,工作记忆能力较低的个体可能难以抑制不准确的信息。因此,目前已有的行为研究也提供了一定的证据,即当个体在完成 CIEM 任务时涉及到工作记忆成分及抑制过程。对于所有材料中的推理问题,均是针对当前这一事件提出的。推理问题的设置是围绕错误信息和更正信息展开的(Ecker et al., 2010)。本研究材料的设置主要参考了 Gordon 等(2017)的研究,研究中为避免自编推理问题可能存在的一些干扰,故我们所有的实验材料均采用 Gordon 等(2017)研究中的推理问题。如附录 1 中补充材料所展示的,本研究中的材料是四个主题相近的故事具有相同的更正句和推理问题,以尽可能降低推理问题差异过大带来的干扰。在实验程序中同一主题四个故事不会连续呈现。

综上,从已有文献的证据和目前本研究数据分析的结果来看,目前研究中所设置的三个推理问题句均涉及到对先前错误信息的抑制过程,即与基线的评分相比,错误更正下三个问题的评分均显著较高,同时三者之间在衡量效果上无显著差异。

此外，我们也对文中与该问题相关的表述进行了修改，以更清晰的阐述相应内容。如对文中“2.2 刺激”部分的第一段末尾和第二段(第 5 页)的表述进行了修改，具体为：“错误更正版本中的第 5 句为更正信息，控制条件因不存在错误信息则第 5 句为一般过渡句。”

两个版本具有相同的关键句 5 和推理问题，推理问题均采用 9 点评分(1 = 完全不同意，9 = 完全同意)。这一操纵使得在这两个条件的对比中，目标句是完全相同的，不会因内容、效价的不同而对结果造成额外干扰。在 40 个故事中，每四个主题相近的故事也具有相同的关键句 5 和推理问题，如故事“大楼失火”和“机舱失火”均对应的更正信息为“调查发现没有火灾迹象”，推理问题为“消防队应必须赶到现场”等(详见文末附录 1)，以最大限度的避免不同故事间因目标句的差异过大导致的额外因素的影响。

由于本研究主要对比错误更正和控制条件下推理分的差异……”修改内容在文中均已用蓝色标出。

参考文献：

- Brydges, C. R., Gignac, G. E., & Ecker, U. K. H. (2018). Working memory capacity, short-term memory capacity, and the continued influence effect: A latent-variable analysis. *Intelligence*, 69, 117–122.
- Jia, L. N., Shan, J. L., Xu, G. P., & Jin, H. (2020). Influence of individual differences in working memory on the continued influence effect of misinformation, *Journal of Cognitive Psychology*, 32(5-6), 494–505.

意见 3：表 1 中所呈现的例子的行为推理部分有 3 个句子，从内容上来看侧重点各不相同，它们与更正组的联系程度也不相同，是否进行了不同句子得分的分析？这当中可能会揭示出联系程度的效应。

回应：如审稿专家所言，推理部分的 3 个问题句从内容上来看确实是侧重点各不相同。在 CIEM 的范式中，推理问题旨在引出对事件中直接或间接与错误信息相关的各个方面的推断(Ecker et al., 2010)，以从各个不同的方面考虑被试对错误信息的依赖性，如“说出火灾强烈的原因、警方的调查揭示了什么”等(Wilkes & Leatherbarrow, 1988)。

如果我们理解正确，本问题和意见 2 相似。结合意见 2，我们已对三个推理阶段的句子进行了单独的得分分析。从上述分析结果来看，目前三个推理句子差异值之间不存在显著差异，表明其衡量 CIEM 的效果或与更正组的联系程度是不存在差异的。

参考文献：

- Ecker, U. K. H., Lewandowsky, S., & Tang, D. T. W. (2010). Explicit warnings reduce but do not eliminate the continued influence of misinformation. *Memory & Cognition*, 38(8), 1087–1100.
- Wilkes, A. L., & Leatherbarrow, M. (1988). Editing episodic memory following the identification of error. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40(2), 361–387.

意见 4: 实验材料熟悉度检验实验的逻辑存在问题, 从文中表述看, “控制和错误更正条件下仅第 2 句内容有所不同” 是进行熟悉度检验实验的原因, 然而并非如此。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们对实验前材料评定的表述进行了修改, 见文中“2.2 刺激”部分第二段的第 6 行(正文第 5 页), 具体修改内容为: “此外, 已有研究发现, 信息的熟悉度会影响 CIEM(Swire et al., 2017)。由于本研究主要对比错误更正和控制条件下推理分的差异, 因此作为基线的控制条件的熟悉度要与错误更正条件相匹配。对此, 在正式实验前又招募了 20 名被试(不参加之后的正式扫描, 男生 5 名, 平均年龄为 22.05 ± 3.19 岁) 对控制和错误更正条件下的事件初始描述信息进行熟悉度(1 = 完全不熟悉, 7 = 完全熟悉)的评定”。

意见 5: 第 16 页第 2 段最后一句中所提及的文献 Cohen-Gilbert 等人(2017)中的抑制能力下降与当前研究的抑制能力具有不同的属性, 一个是状态的或情境依赖的, 一个是稳定的功能受损而导致的下降, 不仅仅文献引用不当的问题, 是否在机制理解上也存在混淆, 供参考。

回应: 感谢审稿专家的意见。很抱歉上一稿对 Cohen-Gilbert 等人(2017)研究的不完善描述导致了专家的误解, 修改稿对该文献的内容进行了如下的重新阐述:

在 Cohen-Gilbert 等人(2017)的研究中, 被试为 23 名健康的大学新生, 访谈报告前 3 个月有饮酒情况。在 fMRI 扫描中, 被试需要完成改版的抑制控制任务(Go-NoGo 任务与情绪唤起背景图像的结合)。结果显示, 在负性和中性对比的抑制试次中, 近期酗酒发生率与背外侧前额叶皮层、背内侧前额叶皮层和前扣带皮层的激活降低显著相关。这些大脑区域与执行功能密切相关, 表明这种与酗酒相关的额叶激活模式的改变可能是未来预测自我调节缺陷风险的早期标志。这一大学新生样本的大脑激活模式可为随后整个大学期间的饮酒模式提供潜在的预测因素。

由此来看, Cohen-Gilbert 等人(2017)研究中的被试为健康的大学生, 同样并不存在稳定的抑制功能受损的现象。研究通过考察被试在完成抑制控制任务时的大脑激活状态, 以为今后可能出现的行为及大脑模式提供了一定证据和预测。因此总体来看该研究与本研究是具有相似性的, 主要关注的是任务状态或情境下的可能激活模式。

另外, 我们还补充了相关的文献(见“5.1 CIEM 发生的神经基础”第二段的第 2 行, 第 13 页), 整体修改内容如下:

“一般控制网络的功能连接与阅读行为有关(Jolles et al., 2020)。Yuan 等人(2021)的研究发现, 语言控制和认知控制在检测冲突和抑制控制过程中具有重叠的脑网络机制(如背侧前扣带回皮层等)。实验条件下的脑活动低于控制条件下的现象可能反映了任务诱导下的神

神经元抑制(Morita et al., 2019)。以往多数研究均发现抑制控制等相关区域的激活增加与成功的抑制控制相关(Hinault et al., 2019)。Cohen-Gilbert 等人(2017)要求 23 名健康的大学新生在 fMRI 扫描中完成抑制控制任务。结果发现在负性和中性对比的抑制试次中, 3 个月内酗酒发生率与背外侧前额皮层、背内侧前额皮层和前扣带皮层的激活降低显著相关。此外, 本结果也与 Gordon 等(2017)发现的更正条件下的激活更低相一致。他们发现编码阶段中更正条件在右楔前叶上的激活较弱, 推测这一激活的降低与整合困难有关。综合起来, 左 MFG 和右 ACC 的激活减弱可能更多反映了在该条件下抑制执行的失败或困难”。

参考文献:

- Hinault, T., Larcher, K., Zazubovits, N., Gotman, J., & Dagher, A. (2019). Spatio-temporal patterns of cognitive control revealed with simultaneous electroencephalography and functional magnetic resonance imaging. *Human Brain Mapping*, 40(1), 80–97.
- Morita, T., Asada, M., & Naito, E. (2019). Developmental Changes in Task-Induced Brain Deactivation in Humans Revealed by a Motor Task. *Developmental Neurobiology*, 79(6), 536–558.

意见 6: 文中在阐述 CIEM 现象及机理使应该斟酌并慎重使用“受损”一词, 逻辑上, CIEM 现象的存在只说明有信息更正时的一种现象, 而并非能力受到损伤。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们对文中“1 引言”部分的第四段的倒数第 5 行(正文第 3 页)涉及到“受损”一词的相关描述进行了修改。具体如下: “如果更正条件下图文不匹配的判断准确率低于匹配的, 表明更正之后个体仍未能成功拒绝包含错误信息的图片, 提示存在 CIEM”。

意见 7: “记忆提取失败假说”涉及记忆, 也涉及抑制控制, 如果抑制控制能力强, 编码阶段及时更新, 那么记忆提取阶段则受到较小影响, 这说明二者具有一定的关联, 而两二者联系的明确, 对揭示 CIEM 现象及机理具有重要作用。与此类似, 语义加工及干扰信息抑制这两个加工之间的关系是什么? 论文至少需要进行讨论。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。首先, 我们在文中“1 引言”部分的倒数第二段第 6 行(正文第 4 页)补充了选取语义相关脑区作为 ROI 的理由, 具体如下: “此外, CIEM 任务为短篇故事的形式, 在对错误信息更正的加工中, 可能首先(或同时)需要加工句子并整合理解语篇的内容。因此, 为进一步明确错误更正的编码过程是否仅涉及到抑制还是也涉及语篇加工, 研究也将文本(信息)理解相关的脑区作为另一类 ROI, 以清晰分离抑制的独特作用。

类似的, 在随后的信息提取阶段, 除了考虑抑制相关脑区外, 还会涉及到一般的语义提取过程……”

其次，我们在讨论“**5.1 CIEM 发生的神经基础**”部分的第一段第 6 行(第 13 页)进一步讨论了与语义加工相关的结果，具体如下：“编码阶段仅涉及到文本加工的脑区且更正条件下的激活较弱，这与篇章理解中上下文一致性的研究结果类似(Moort et al., 2020)。Moort 等人(2020)的研究结果发现基于文本的不一致导致了较弱的神经反应，并推测可能由于目标句与之前的文本并不是完全矛盾的。本研究推测该阶段更多涉及的是基于文本的监测过程，且仅对上下文一致(控制)条件更敏感。同时更正条件较低的激活且并没有涉及到抑制相关脑区可能是由于此时的加工过程中前、后信息的冲突或矛盾并未达到需要启动抑制控制的水平”。

参考文献:

Moort, M. L. van, Jolles, D. D., Koornneef, A., & Broek, P. van den. (2020). What you read versus what you know: Neural correlates of accessing context information and background knowledge in constructing a mental representation during reading. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149(11), 2084–2101.

意见 8: 建议后续进行抑制控制能力强弱不同的个体在 CIEM 现象中神经层面的差异研究，以进一步揭示抑制控制在其中的作用。

回应: 非常感谢审稿专家的建议。我们在文中“**5.3 不足与展望**”部分第二段倒数第 3 行(正文第 16 页)进一步完善了此内容，具体修改如下：“另外，有研究发现认知能力影响更正效果(De Keersmaecker & Roets, 2017)，而抑制能力对阅读能力有预测性(Doyle et al., 2018)。未来可通过考察抑制控制能力不同的个体在 CIEM 中的神经基础差异，以更加直接的证明抑制控制和 CIEM 的关系”。

参考文献:

De Keersmaecker, J., & Roets, A. (2017). “Fake news”: Incorrect, but hard to correct. The role of cognitive ability on the impact of false information on social impressions. *Intelligence*, 65, 107–110.

Doyle, C., Smeaton, A. F., Roche, R. A. P., & Boran, L. (2018). Inhibition and Updating, but Not Switching, Predict Developmental Dyslexia and Individual Variation in Reading Ability. *Frontiers in Psychology*, 9, 795–795.

意见 9: 由于并非完全的探索性研究，建议基于前人研究可以进行较为清晰的研究假设，这样对结果的解释部分也会更加清晰。

回应: 非常感谢审稿专家的建议。我们在文中“**1 引言**”部分补充了本研究的假设，同时在“**5 讨论**”部分对假设进行了回应，以使上下文更加连贯和清晰。

“引言”部分最后一段的末尾(正文第 4 页)具体补充内容如下：“根据已有文献及上述分析，我们提出以下假设：1)行为上存在显著的 CIEM，具体表现为与基线的控制条件相比，

错误更正下的推理评分将显著较高；2)神经基础-认知机制上，CIEM 发生与编码阶段错误更正在抑制相关脑区上的激活异常有关，即个体未能有效抑制先前的错误信息而致心理模型的整合更新不完整或是失败；3)类似地，CIEM 与提取阶段更正条件在抑制相关脑区上的激活异常有关，提示提取阶段无效的抑制导致提取失败；4) CIEM 发生与抑制相关脑区功能连接的变化有关。”

“讨论”部分的第一段第 2 行(第 12-13 页)的修改内容为“主要从抑制控制的角度对 CIEM 可能的神经基础和认知机制进行研究。行为学结果与已有文献(Gordon et al., 2017; Rich & Zaragoza, 2016)和假设 1 一致……”

“讨论”部分的第二段第 1 行(第 13 页)的修改内容为：“与假设 2 不一致的是，在编码阶段并未发现抑制相关脑区在条件间激活的差异，仅发现与文本理解相关的左 MTG 存在条件间激活差异且更正条件下的激活显著弱于控制条件下……”

“讨论”部分的第三段第 2 行(第 13 页)的修改内容为：“左 MFG 和右 ACC 在信息提取阶段表现出了相似的条件间激活、功能连接差异，提示这两个脑区在信息提取阶段参与了 CIEM 的形成。这一结果与假设 3 和假设 4 保持一致”。

二、内容问题

意见 1：论文需要对“错误信息持续影响效应”机制研究的意义进行必要的说明。

回应：感谢审稿专家的建议。我们已在文中“**1 引言**”部分第五段的末尾(第 3 页)补充了研究的意义，具体如下：“在错误信息频发的时代，对 CIEM 神经机制深入的研究，有利于更加清晰的了解 CIEM 发生的原因，为已有的理论解释提供更多的证据，同时为今后有针对性的降低错误信息的负面影响提供实验证据”。

意见 2：9 点评分需要 9 种手势，考虑到实验的可重复性，需要介绍相应的手势。

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们在文中“**2.3 fMRI 任务和程序**”部分的第一段第 2 行(第 5-6 页)补充了关于手势反应的相应说明，同时在文末的附录中呈现了手势反应的样例。具体补充内容为：“同时，扫描中被试需要利用手势对推理问题进行反应，即被试需要通过手势表示数字 1~9(样例展示见附录 2)。手势的反应以被试的已有习惯为主，在模拟机中反复练习达到要求后再进入核磁室正式实验。练习时要求被试平躺并在尽量避免抬动胳膊和手腕的条件下变化伸出的手指示意 1~9 的数字”。

“**附录 2**”(第 29 页)中补充的图片及内容如下：



图 1 数字手势反应样例

(说明：图片拍摄是被试在模拟机上进行练习的场景，拍摄已征得被试同意。不同被试具体的手势反应是存在差异的，并无统一标准。实验中以被试已有的习惯手势为主，不要求被试改变习惯以避免引发额外的加工。扫描前主试会提前熟悉每个被试的反应，以方便记录。基于此，考虑到实验中并无一致标准或规范，目前仅展示了样例，以方便读者了解手势反应是如何做的。)

意见 3：需重新思考“心理生理交互”概念本身的合理性及作为关键词的合理性。

回应：非常感谢审稿专家的建议。“心理生理交互”是任务态 fMRI 功能连接分析中的常用的分析方法(Di et al., 2021)，文中作为关键词确实存在不妥，我们已将其删除。同时，我们也修改了文中的相应表述，除在介绍功能连接的具体分析方法部分使用“心理生理交互”一词，其他部分均直接用“功能连接”描述。

“3.2 fMRI 数据分析”部分(第 7 页)的修改内容为：“其次采用任务态 fMRI 功能连接分析中的常用分析方法—心理生理交互分析(psychophysiological interaction, PPI) (Di et al., 2021)进行基于种子点的功能连接分析。”

“4.2 fMRI 结果”中的“4.2.2”部分(第 11 页)，直接用“功能连接”一词描述结果。此外，“图 6”和“图 7”的标题直接采用“功能连接”一词。

参考文献：

Di, X., Zhang, Z., & Biswal, B. B. (2021). Understanding psychophysiological interaction and its relations to beta series correlation. *Brain Imaging and Behavior*, 15(2), 958–973.

意见 4：无附录表格，因此无法判断实验材料的合理性。

回应：感谢审稿专家的建议。我们已在文末补充了全部的实验材料，详见文末的附录 1(第 21 页)。

意见 5: 注意摘要中完善“相应的理论假设”的说法。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。我们已对“**摘要**”中(正文第 1 页)的表述进行了修改,具体为:“本研究通过分析任务态 fMRI 下相关脑区激活及功能连接的条件间差异以揭示 CIEM 的神经基础并为心理模型更新及记忆提取失败的解释提供更多的证据”。

意见 6: 注意学术用语的严谨性,表述尽量清晰、明确,“心理模型更新和提取失败假设”的“提取失败”主体不明确。

回应: 根据审稿专家的意见,我们已将文中涉及到“提取失败”用词的地方改为了更为明确的表述——“记忆提取失败”。

修改的部分包括:“**摘要**”中的最后一句;“**引言**”部分第二段第 1 行(正文第 1 页)、第二段倒数第 2 行、第三段第 6 行、第三段第 13 行、第三段最后 1 行、第六段第 2 行(第 3 页)等;“**讨论**”部分第一段最后一行(第 13 页)、第八段第 3 行、第 4 行等(第 15 页)、第九段第 2 行、第 3 行(第 15 页)等。

意见 7: 讨论中所言及的“依然根据错误信息进行判断的”的结论证据不足,也有可能是信息强化导致的。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。结合前面“逻辑问题中的意见 1”,我们已阐述了该范式本身的设置及衡量形式,并提供了信息强化相关的脑成像研究的证据,这些在一定程度上均说明了错误更正条件可能不会受到信息强化的影响。

此外,在行为学的研究中,Ecker 等人(2020)的研究发现,错误信息的额外重复与更正后对错误信息的信任程度降低有关。结果表明如果被试之前接触到错误的陈述,随后的反驳将变得更加有力。据此,信息的重复或强化是能够促进更正的,即在这种情况下评分是更低的,CIEM 是较小的。也就是说,在目前的范式下,即使错误更正条件下的句 2 和句 5 是存在信息重复的,如“火灾”的例子,那么这一条件下“火灾”信息的重复出现是有利于更正的,而并不是加强了“火灾”这一先前的错误信息。因此,被试在随后的判断中仍然会部分依赖先前的错误信息可能并不是信息强化导致的,而是在促进更正的条件下,仍未能完全更正或抑制先前的错误信息,导致了 CIEM 的存在。

本研究目前的结果与已有文献一致(Gordon et al., 2017; Rich & Zaragoza, 2016),即发现错误更正条件下的评分显著高于基线条件。当然,这一显著较高的评分可能只是对先前错误信息的部分依赖,并不是完全根据错误信息进行的判断。对此,我们对文中这一表述进行了

修改，具体为：“发现错误信息更正之后的推理评分显著高于控制条件，表明错误信息并未完全得到更正，被试判断过程中存在着对错误信息的部分依赖，即存在显著的 CIEM。”见正文中第 13 页“讨论”部分第一段第 4 行的蓝色字体。

参考文献：

Ecker, U. K. H., O'Reilly, Z., Reid, J. S., & Chang, E. P. (2020). The effectiveness of short-format refutational fact-checks. *British Journal of Psychology*, 111(1), 36–54.

意见 8：实验流程的说明及语言严谨性需要注意（第 8 页第 2 段）。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已修改了文中实验流程部分的表述（“2.3 fMRI 任务和程序”部分的第二段，第 6 页），具体修改内容如下：“每个试次均以红色的“！”开始，0.5s 之后自动呈现事件的前 4 个句子(7.5s)，随之出现 1~6s 的“+”，接着继续呈现句子及“+”直至事件结束。进入推理评定后首先会呈现 0.5s 的“？”，接着呈现推理问题句 1(2s)，2~6s 的“+”后为 4s 的等级评定(9 点评分)，随后在 2~6s 的抖动间隔后依次进入推理问题句 2 和句 3 (具体见图 1)”。

意见 9：检查英文摘要。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已对英文摘要进行了检查和修改，具体见正文第 19 页英文摘要中的蓝色字体。

三、写作规范问题

意见 1：文中脑区的英文均缺少了位置部分，比如“左腹外侧前额皮层(ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC, BA45)、左背外侧前额皮层(the dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC, BA9)、右前扣带回皮层(anterior cingulate cortex, ACC, BA32)和左额中回(middle frontal gyrus, MFG, BA10)”。

回应：根据审稿专家的意见，我们已对文中脑区的英文补充了位置的信息，具体修改为如下形式：“左腹外侧前额皮层(left ventrolateral prefrontal cortex, L_VLPFC, BA45)、左背外侧前额皮层(left dorsolateral prefrontal cortex, L_DLPFC, BA9)、右前扣带回皮层(right anterior cingulate cortex, R_ACC, BA32)和左额中回(left middle frontal gyrus, L_MFG, BA10)”。

文中修改的部分包括：“引言”部分第六段第 3 行、第 11 行(正文第 3-4 页)；“4.2.2 脑功能连接特征的条件间差异”部分的第二段第 1 行(第 11 页)、第三段第 1 行(第 11 页)等。

意见 2：第 5 页第 1 段中参考文献仅提及年的写法不规范，需修改。

回应：感谢审稿专家的建议。我们已将不规范的内容进行了修改，如将上一稿中的“2017 年”改为了“Gordon 等(2017)”。具体修改内容见文中“引言”部分第四段第 3 行(正文第 2-3 页)蓝色字体的部分。

意见 3：第 6 页，“表现出条件间激活差异的脑区则为 CIEM 的神经基础”，“神经基础”不仅指脑区，而更多的指神经机制。

回应：感谢审稿专家的建议。此内容在回应前面提出的问题时已经删除了。

意见 4：文中有一些标点符号使用不当的问题，尤其在地 7 页首段中，比如“同时考虑到事件相关 fMRI 中的 BOLD 信号包含较高的背景噪声，需要一定数量的试次叠加才能得到有效信号。故在 Gordon 等(2017)已有材料的基础上，又编写了类似的虚构新闻故事，将材料数量增加至 40 篇故事。”被标记为黄色的符号应为逗号。类似的还有其他的标点符号使用问题，如第 9 页 fMRI 预处理段落，建议检查全文标点符号的使用问题，主要是句号、逗号的使用区分，也存在冒号的错误使用现象。

回应：感谢审稿专家的仔细阅读，我们已经对全文进行了检查，并对不恰当的标点符号进行了修改。如修改的部分有：“引言”部分第一段的第 4 行(第 1 页)、第三段第 10 行(第 2 页)等；“2.2 刺激”部分第一段第 4 行(第 5 页)、“2.5 fMRI 预处理”部分第 2 行(第 6 页)等。

.....

审稿人 2 意见：

本研究采用经典 CIEM 研究范式,使用 fMRI 来探究错误信息持续影响效应的神经机制。研究对比了控制条件与错误更正条件在信息编码阶段和提取阶段的差异，进行了 ROI 分析和功能连接分析等，结果发现，CIEM 与语义编码失败和错误信息提取抑制失败有关，二者可能存在于 CIEM 产生的不同阶段。文章论题鲜明，实验过程和数据完整，总体结构清晰，叙述准确简洁，论证严密自洽，结论明确，具有一定的研究价值。

有以下几点改进建议：

意见 1：引言中提到抑制能力不同的被试对错误信息的反应时有差异，在本研究中这种个体差异对实验是否存在影响？

回应：非常感谢审稿专家的建议。本研究采用的是被试内的设计，在两个条件(错误更正和控制条件)的对比过程中，个体间的差异不会对实验产生额外的影响。同时在文中研究展望的部分，我们也提及了今后研究抑制能力不同的个体在完成 CIEM 任务时大脑激活模式变化

的必要性。具体见文中“5.3 不足与展望”的第二段末尾(正文第 16 页)的蓝色字体部分。

意见 2: 引言部分提到由于 CIEM 的研究范式有诸多差异, 因此对 CIEM 的神经基础研究结论存在不一致。而在本研究中直接使用了 Gordon (2017) 的范式, 是出于怎样的考虑? 建议补充说明选择该范式的理由。

回应: 感谢审稿专家的建议。首先是在文献检索上, 在进行本项实验之前, 发现正式发表的期刊论文中仅有两篇 CIEM 的 fMRI 研究, 分别为 Gordon 等(2017)和 Gordon 等(2019)的研究。又由于 Gordon 等(2017)的研究更符合 CIEM 的经典范式, 故我们主要以该文献作为参考。

此外, 我们在文中“引言”部分补充了选取 Gordon 等(2017)范式的理由, 即该范式的优点及在 fMRI 环境下的优势。

在“1 引言”部分第一段的末尾(正文第 1 页)补充了该范式包含控制条件的优点, 具体内容为: “也有研究同时设置含错误信息的更正条件和不含错误信息的控制条件, 以控制条件作为基线, 通过比较错误更正条件和基线下推理评分的差异来衡量 CIEM(Gordon et al., 2017; Rich & Zaragoza, 2016)。这一设置能够避免仅关注错误更正条件推理评分而导致的评分虚高或其他额外因素的干扰。”

在“1 引言”部分最后一段的第 3 行(第 4 页)补充了该范式在 fMRI 操作中的优势, 具体补充如下: “考虑到 fMRI 扫描一般需设置基线条件以方便对比, 同时为避免文本信息过长导致的扫描时间过长而引发较大头动, 故本研究主要参照 Gordon 等(2017)的研究范式。该研究范式为简短故事形式且包括控制条件, 其衡量方式也为 CIEM 经典的推理问题, 因此方便实验操纵以有效揭示 CIEM 的可能发生原因”。

意见 3: 另外, 在本研究范式中, 要求被试尽快做出手势反应, 这可能导致头动过大, 影响数据分析结果, 建议使用按键反应。

回应: 非常感谢审稿专家的建议。我们最初的计划是用按键来进行反应, 但由于当时的扫描设备并没有直接配套的 9 点反应盒, 只有 4 点反应盒。考虑到已有的参考文献采用的是 9 点评分(Gordon et al., 2017), 如果我们直接改为 4 点评分可能会降低敏感性等。基于此, 结合当时实验的情况, 我们想到手势反应同样可以仅用一只手、相对容易的表示出数字 1~9。另外, 按键反应和手势反应可能一定程度上都会引发手部运动进而导致头动, 因此我们在选择数据方面对被试的头动数据进行了严格的把控。一般 fMRI 研究中头动的排除标准是以该

扫描中的一个体素(voxel)为单位,即一般头动不超过一个体素。例如,本研究主要参照的文献,Gordon 等(2017)的 fMRI 扫描中体素大小为 3mm,在其被试选择中排除了头动超过 3mm (> 3 mm)的被试。类似的,本研究中扫描的体素大小为 3.5mm,我们将头动的标准定为平动 > 3mm,转动 > 1.5° 的排除(未超过一个体素),根据该标准共排除了 6 名被试。因此,目前纳入分析的数据质量是符合通常要求的。

当然,目前来看本研究根据头动排除的被试是相对较多的,这其中可能也包括了因手势反应导致的头动过大。未来如果直接采用按键反应,有可能会降低头动过大的被试数量,从而降低被试的脱落率。除了在数据分析前对被试的头动进行严格把关外,在后期的数据处理中,由于我们设置了基线条件(基线条件与实验条件下被试均采用手势进行反应),即使手势反应可能会对激活等产生轻微影响,在随后二者的对比(相减)中,也会将其额外的影响排除掉,从而保证了实验结果的纯净性。

意见 4: 建议是否可以进一步关注冲突处理的脑区? 更正信息可能与原来信息产生冲突,对冲突抑制失败影响了更正信息的提取。

回应: 非常感谢审稿专家的建议。如审稿专家所言,目前的文本信息中,更正条件下的更正信息与之前的错误信息是存在矛盾或冲突的。在这种条件下,被试可能需要调动执行控制的能力,以试图解决冲突。在认知控制的加工中,对冲突的抑制、处理等涉及的脑区是具有部分重叠的。如 Li 等人(2017)采用元分析的方法对 111 项神经成像研究进行分析,主要考察冲突相关任务中的大脑激活情况。结果发现,额-顶和扣带网络在冲突监测和冲突解决中表现出共同的激活。主要脑区有右侧前扣带皮层、背外侧前额皮层、顶叶下皮层及额中皮层等。Theiss 等人(2019)的研究发现解决冲突的过程涉及到额中回、外侧前额皮层及喙部前扣带回等区域的激活。岳珍珠等(2004)的综述中提到,前额皮层(PFC)负责冲突的解决和评估执行控制的需要,前扣带回(ACC)可以对这种控制起到补充、唤起的作用。基于此,关于冲突处理的相关脑区与本研究所选取的抑制控制的相关脑区是存在一定重叠的。这一点可能是由于前额皮层等区域通常是负责高级认知功能的加工。在更正错误信息的过程中,无论是需要抑制先前的错误信息,还是需要监测和解决冲突,均属于较高级的认知控制的过程,因此主要负责加工的脑区也是重叠的。

虽然目前我们所选取的一些脑区如额中回、前扣带回、背外侧前额是与冲突处理的脑区重叠的,但也并未全面涉及到冲突解决的脑区,如上面提到的额-顶控制网络等。对此,我们在文中“**5.3 不足与展望**”部分的第二段(第 15 页)补充了相应的内容,具体为:“其次,

本研究目前重点关注了抑制相关的脑区，而抑制干扰(错误信息)的加工可能也涉及对冲突信息的监测与解决过程。如 Li 等(2017)元分析发现冲突监测和冲突解决既有共同的也有特异性的认知控制网络组合。本研究 CIEM 的范式下，更正信息与先前的错误信息是存在冲突的，这可能会进一步涉及到冲突加工的不同阶段(监测和解决冲突)。本研究纳入的脑区与 Li 等人(2017)发现的脑区存在部分重叠(如背外侧前额、前扣带回等)，但并不全面。未来研究可进一步考虑其他认知控制相关的脑区，如额-顶网络中的顶下、顶上皮层等，以更全面的揭示 CIEM 的神经基础”。

参考文献：

- 岳珍珠, 张德玄, 王岩. (2004). 冲突控制的神经机制. *心理科学进展*, 12(5), 651–660.
- Li, Q., Yang, G., Li, Z., Qi, Y., Cole, M. W., & Liu, X. (2017). Conflict detection and resolution rely on a combination of common and distinct cognitive control networks. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 83, 123–131.
- Theiss, J. D., McHugo, M., Zhao, M., Zald, D. H., & Olatunji, B. O. (2019). Neural correlates of resolving conflict from emotional and nonemotional distracters in obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Research-Neuroimaging*, 284, 29–36.

意见 5: fMRI 结果部分，图 3、4 条形图纵坐标有些模糊，建议提高分辨率。

回应：根据审稿专家的建议，我们已提高了图 3 和 4 条形图中纵坐标的清晰度，具体修改见文中第 9 页和 10 页的图形部分。

第二轮

审稿人1意见：

论文聚焦于CIEM 现象的神经机制，基于ROI 及功能连接分析，得出与CIEM 现象相关的脑区，并为心理模型更新假说和记忆提取失败假说可解释CIEM 形成的不同阶段提供了神经层面的证据。

论文研究设计得当，数据分析合理，结果较好地支撑了结论，讨论充分。作者已经认真地并且较好地回答了此前两位审稿人的意见。

尽管如此，仍有少量意见供作者参考。

一、逻辑与内容

意见1：引言中陈述了所关注的可能与CIEM 相关的问题，包括语义抑制、错误抑制、文本理解、语义提取，但四个假设均仅指向抑制相关的加工（包括脑区及功能连接）。无论从揭

示CIEM 加工的神经机制层面,还是验证心理模型更新假说及记忆提取失败假说可能在不同阶段发挥作用的层面,都不可能由抑制相关的加工单独实现,还需要考虑文本理解、语义提取等加工,事实上,论文的结果也正是如此,因此,建议再在逻辑上进行更为清晰的梳理,才能将所关注的问题、研究目的、研究假设、研究结论很好地对应起来。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。如审稿专家所言,我们在引言部分除了关注抑制控制相关的加工外,还根据专家一审意见阐述了错误信息更正过程中涉及的文本理解和语义提取,但这些内容并没有在假设中得到体现。对此,本修改稿对文中“引言”部分(正文第4页,引言最后一段)研究假设的逻辑进行了重新的梳理,以和前文所描述的问题以及研究结论对应起来。具体修改内容如下:

“根据已有文献及上述分析,我们提出以下假设: 1)行为上存在CIEM, 错误更正下的推理评分将显著高于控制条件; 2)神经基础-认知机制上, 心理模型更新假说和记忆提取失败假说可能解释了CIEM发生的不同阶段,具体体现为: ①CIEM发生与编码阶段文本加工或抑制控制脑区的激活异常有关,即个体未能有效编码当前语义信息或抑制先前错误信息而致心理模型的整合更新不完整或是失败,支持心理模型更新假说; ② CIEM发生也与提取阶段语义提取或语义抑制脑区的激活异常有关,即个体未能有效进行语义信息提取或抑制不相关的语义信息而致提取无效或失败,支持记忆提取失败的假说; ③文本理解、语义提取与抑制相关脑区在编码或提取阶段表现出功能连接上的变化,提示CIEM发生与对应阶段脑区间的相互作用有关,为心理模型更新及记忆提取失败假说提供更多证据。”修改内容在文中已用绿色字体标注。

意见2: “在错误信息频发的时代” 降低了论文的理论意义,并且与后文的理论意义并无逻辑关联。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。修改稿已将原文“在错误信息频发的时代,对CIEM神经机制深入的研究,有利于更加清晰的了解CIEM发生的原因,为已有的理论解释提供更多的证据,同时为今后有针对性的降低错误信息的负面影响提供实验证据”修改成以下表述:“对CIEM认知-神经机制的深入研究有利于更清晰地了解CIEM的发生原因,可以在为已有理论假说提供更多证据的同时进一步明确相应假说的作用阶段。” (“引言”部分倒数第二段的末尾,正文第4页)。

意见3: 讨论中“结果更倾向于支持CIEM的记忆提取失败假设。”容易引起误解,也与论文的

结论不相一致。

回应：感谢审稿专家的意见。我们已对该内容进行了修改，已将原文“*结果提示，更正信息编码或整合过程中左MTG的功能变化、更正信息提取过程中右侧ACC及左MFG的功能(包括功能连接)变化可能是CIEM的神经基础，结果更倾向于支持CIEM的记忆提取失败假设。*”

修改为：“结果提示，更正信息编码或整合过程中左MTG的激活变化、更正信息提取过程中右侧ACC及左MFG的激活(包括功能连接)变化可能是CIEM的神经基础。CIEM的发生既与文本阅读过程中的信息编码或整合有关，也与阅读结束后的信息提取过程有关，心理模型更新和记忆提取失败假说解释了CIEM产生的不同阶段。” 见文中“讨论”部分第一段的末尾(正文第13页)。

意见 4：脑区的“激活”变化可以称之为“功能”变化吗？如第 13 页的讨论中的“结果提示，更正信息编码或整合过程中左 MTG 的功能变化、更正信息提取过程中右侧 ACC 及左 MFG 的功能(包括功能连接)变化可能是 CIEM 的神经基础，结果更倾向于支持 CIEM 的记忆提取失败假设。”功能一般而言是稳定的，而“表现”(performance)可能不同。

回应：非常感谢审稿专家的意见。如审稿专家所言，在目前文本加工的情境下，引起的脑区变化仅是“激活”程度的变化，并不涉及该脑区功能的改变，我们对这一不严谨的表述感到抱歉。我们已将文中涉及到的表述修改为“激活”变化，修改之处包括：文中“讨论”部分第一段倒数第三行(第13页)的绿色字体部分；文中“5.1 CIEM发生的神经基础”部分第一段的末尾(第13页)的绿色字体部分。

意见 5：“策略监测”中的“策略”是指什么？

回应：非常感谢审稿专家的问题。根据记忆的双加工理论，记忆过程包括两种类型的加工，自动记忆加工(automatic memory processes)和策略记忆加工(strategic memory processes)(Ayers & Reder, 1998; Ecker et al., 2011; Lewandowsky et al., 2012; Rugg & Curran, 2007; Swire et al., 2017)。其中，自动记忆加工是一个自动的、快速的加工过程，允许快速识别之前遇到的信息。而策略记忆加工则是一个相对较慢的加工过程，需提取上下文的细节，例如信息的来源、文本的时空编码或其准确性(Swire et al., 2017)。在CIEM任务中，所有与故事相关的信息(包括错误信息和更正信息)都会自动激活，而在随后的信息输出中，则需要策略记忆加工的过程，来提取上下文的信息、监测输出信息的有效性(Lewandowsky et al., 2012)。当策略监测的过程失败时，先前自动激活的错误信息可能也被输出了，导致被试对错误信息的持续依赖。

因此，“策略监测”过程是与“自动”加工相对的一个记忆加工过程。个体在监测的过程中执行提取上下文细节、监测输出信息的有效性等一系列策略。我们将之前的表述“*所有与故事相关的信息(包括错误信息和更正信息)都会被激活(Rich & Zaragoza, 2020)。此时需要策略监测过程来确定这一自动提取信息的有效性(Lewandowsky et al., 2012)*”进行了补充，具体为：“所有与故事相关的信息(包括错误信息和更正信息)都会被激活(Rich & Zaragoza, 2020)。此时需要策略监测(与自动加工相对立，包括上下文细节的提取、对输出信息的评估等)过程来确定这一自动提取信息的有效性(Lewandowsky et al., 2012)”修改见文中“引言”部分的第二段第10行(正文第2页)的绿色字体部分。

意见 6：强调“证据量”的意义不大，加工本身并非完全等价。

回应：非常感谢审稿专家的意见，如审稿专家所言，“证据量”的表述确实不恰当，正文中我们将“*从结果的证据量上来看，似乎更多支持了CIEM记忆提取失败的假设。*”的内容删除，同时修改了后面的表述，具体修改内容为：“然而目前对于更精确的作用机制，如上述的编码失败和提取失败在CIEM的发生中是否起着不同的决定性作用，则需进一步探讨。”（“5.2 对CIEM认知假说的启示”部分最后一段的末尾，第15页）。

二、写作

意见 1：摘要中“结果提示上述脑区参与了 CIEM 的形成，心理模型更新和记忆提取失败假设解释了 CIEM 形成的不同阶段。”建议修改为“结果提示上述脑区可能参与了 CIEM 的形成，并从神经层面提供了心理模型更新和记忆提取失败假设可能解释了 CIEM 形成的不同阶段的证据。”

回应：根据审稿专家的建议，我们已对摘要内容进行了修改，见文中第1页“摘要”部分的绿色字体。

意见 2：摘要中的“前扣带”应为“前扣带回”。

回应：非常感谢审稿专家的建议，我们已对此进行了补充。

意见 3：引言中的“这一现象背后的认知机制和神经基础尚不清楚。”前应增加一个承上启下的语句，否则过渡句很突兀。

回应：非常感谢审稿专家的建议。修改稿已将“这一现象背后的认知机制和神经基础尚不清楚”的表述修改为：“已有研究已证明了 CIEM 这一现象的存在(Ecker et al., 2015; Johnson & Seifert, 1994; Rich & Zaragoza, 2016)，但这一现象背后的认知机制和神经基础尚不清楚”。修

改内容见“引言”第二段第1行(正文第1页)中的绿色字体。

意见4: 假设与假说是不同的。文中“并为心理模型更新及记忆提取失败的解释提供更多的证据”不易理解,其中的“心理模型更新及记忆提取失败”均是对CIEM的假说,不妨改为“并为心理模型更新假说及记忆提取失败假说提供更多的证据”。类似的,文中“假设”与“解释”也在混用,建议统一为“假说”,已免增加读者的认知负荷。类似的还有,“模型更新”、“心理模型更新”存在混用,建议统一。

回应: 非常感谢审稿专家的建议。我们已将文中涉及到的表述统一改为“假说”,具体修改之处包括:“摘要”中的第2句(正文第1页);“摘要”最后一句(正文第1页);“引言”部分第二段第3行、第4行(第1页);“引言”最后一段第2行、第10行、第13行(第4页);“讨论”第一段最后一行(第13页);“5.2”标题部分(第14页);“结论”部分倒数第2句(第16页)等等。

此外,文中统一采用“心理模型更新”一词,修改之处包括:“引言”第二段第4行(第1页);“引言”第三段第3行、第5行、第8行(第2页);“引言”第六段第1行(第3页);“讨论”中的“5.2”部分的第二段第2行、第6行(第14页)。

意见5: “故事会”的“会”建议去掉,或者以“将”替代。

回应: 感谢审稿专家的建议。我们已将“引言”第一段第3行(第1页)的表述进行了修改,内容为:“CIEM的常用范式是先要求被试阅读依次呈现错误信息与更正信息的故事,接着要求被试回答与故事有关的几个推理问题(Ecker et al., 2017; Rich & Zaragoza, 2016)”。

意见6: 作为状语时不应使用“的”,而应该使用“地”,如第1页最后一行的“完整的”,建议检查全文并进行修改。

回应: 非常感谢审稿专家的仔细阅读。我们已对全文进行了检查,并修改了相应内容。如“引言”第二段第7行将“完整的”修改为“完整地”、第13行(第2页)将“有效的”修改为“有效地”;“引言”第四段倒数第3行将“更好的”修改为“更好地”;“引言”第六段第12行(第4页)将“类似的”修改为“类似地”。

意见7: “策略监测过程”与“策略检索过程”应指同一事物,概念使用应统一。

回应: 感谢审稿专家的建议。我们已统一采用“策略监测过程”一词。修改内容见文中“引言”部分第二段倒数第3行(第2页)的绿色字体。

意见8: 存在字冗余而影响通顺,如第2页“控制条件下更正信息在右侧楔前叶(延伸至右侧

后扣带回皮质和中央后回)产生的激活强于更正条件下的”，末尾的“的”是多余的。

回应：根据审稿专家的建议，我们已将该句末尾的“的”字删除(“引言”第三段第10行，第2页)。

意见 9：“**基于**已有研究尚未能对 CIEM 的理论解释和神经基础形成统一的认识”中“基于”多余。

回应：感谢审稿专家的建议，我们已将该句中的“基于”一词删除(“引言”第四段第1行，第2页)。

意见 10：建议将 Gordon 等（2017）中的研究范式的介绍中“句 5 为目标 1”很突兀，什么是“目标 1”？

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们已将“*句2为条件句，呈现错误信息或是中性信息。句5为目标1，呈现更正信息*”的表述修改为：“句2为条件句，呈现错误信息或是中性信息。句5为目标句，呈现更正信息。”修改见文中“引言”第四段第5行(第3页)的绿色字体部分。

意见 11：12 页“行为学结果”应为“行为结果”，或“行为学研究结果”。

回应：根据审稿专家的建议，我们将“*行为学结果与已有文献(Gordon et al., 2017; Rich & Zaragoza, 2016)和假设 1 一致*”的表述修改为：“行为结果与已有文献(Gordon et al., 2017; Rich & Zaragoza, 2016)和假设 1 一致，”(见“讨论”第一段第 2 行，第 12 页)。

意见12：“这一结果与假设3和假设4保持一致。”中的“保持”建议删除，有歧义。

回应：根据审稿专家的建议，我们已将文中讨论“5.1 CIEM 发生的神经基础”部分第二段第 2 行句子中的“保持”一词删除。

意见13：“凝练CIEM 理论解释”应为“明确CIEM 的理论解释”，“如Li 等(2017)元分析”应为“如Li 等(2017)的元分析”。16页“相关脑区下CIEM的脑激活特征”应为“相关脑区中CIEM 的脑激活特征”。

回应：感谢审稿专家的建议，根据审稿专家的建议，我们对上述表述均进行了修改，修改内容在文中均已用绿色字体标注。具体修改之处包括：“5.3 不足与展望”第一段第1行、第二段第2行(第15页)；“结论”部分的第1行(第16页)。

意见 14：建议在“+”前增加“固视点”，“！”前加“感叹号”，以及“？”前加“问号”。

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们已将“每个试次均以红色的“！”开始，0.5s之后自动呈现事件的前4个句子(7.5s)，随之出现1~6s的“+”.....”的表述修改为：“每个试次均以红色的感叹号“！”开始，0.5s之后自动呈现事件的前4个句子(7.5s)，随之出现1~6s的注视点“+”，接着继续呈现句子及注视点“+”直至事件结束。进入推理评定后首先会呈现0.5s的问号“？”，接着呈现推理问题句1(2s)，2~6s的注视点“+”后为4s的等级评定(9点评分).....”修改内容见“2.3 fMRI任务和程序”部分(第6页)的绿色字体。

审稿人2意见：作者已经很好的解决了审稿人之前的问题，没有进一步修改意见，建议发表。

回应：非常感谢审稿专家的肯定！

编委复审意见：建议修后发表。

主编终审意见：XB21-177稿件已经达到发表的水平，同意刊发。