

第三轮 审稿意见与作者回应

1.建议简化题目为“工作记忆刷新训练对负性情绪调节的影响及其迁移效应”。远迁移一词慎用。

回应：非常感谢审稿专家的建议！基于研究内容并结合专家建议，我们将题目修改为“工作记忆刷新对负性情绪调节的影响及其迁移效应”。同时，我们也对文内相关表述进行了一定修正。

第二轮 审稿意见与作者回应

本文通过二个实验，考察了工作记忆刷新和认知重评对负性情绪加工的影响，并探究了工作记忆刷新训练对情绪加工的远迁移效应，具有一定的理论和情绪调节应用价值。但仍有些内容需要进一步明确和改进：

1.论文标题为“工作记忆刷新对认知重评负性情绪调节的影响及其远迁移效应”，其中“认知重评负性情绪调节”较难断句，最好可以重新组织一下标题。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们已将题目修改为“工作记忆刷新在认知重评策略下对负性情绪的影响及其远迁移效应”，请您审阅并提出宝贵建议。

2.摘要中只提到“生理反应”，未体现出是何种生理指标。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们已在摘要中将“生理反应”具体改为“皮肤电反应”，见红色字体部分。

3.引言部分中提到“刷新训练是否能成功对情绪调节产生远迁移，受到训练频次和时长、控制组类型等多种因素的影响，有必要进一步讨论。”然而本研究中并未设置不同频次、时长、也没有控制组，在工作记忆刷新训练对情绪调节的远迁移效应的探讨不够深入。

回应：非常感谢审稿专家的意见。经审稿专家提示，我们确实发现该部分的表述不够恰当。根据本文的研究目的，工作记忆刷新训练远迁移效应的影响因素并不是本文的研究内容。因此，我们仅遵循已有研究建议，设置训练时长和频次为 20 天每天 50 分钟（Stepankova et al., 2014），并采用计算机自适应训练程序以及积极对照组（Teixeira-Santos et al., 2019），而没有将这些因素作为自变量进行逐一检验。我们现已重新梳理本段的逻辑关系，并将该内容作为未来研究的方向，修改见引言、3.3 讨论、研究不足与展望中的蓝色字体部分。

Stepankova, H., Lukkavsky, J., Buschkuehl, M., Kopecek, M., Rippova, D., & Jaeggi, S. M. (2014). The malleability of working memory and visuospatial skills: A randomized controlled study in older adults. *Developmental Psychology*, 50(4), 1049–1059.

Teixeira-Santos, A. C., Moreira, C. S., Magalhães, R., Magalhães, C., Pereira, D. R., Leite, J., ... Sampaio, A. (2019). Reviewing working memory training gains in healthy older adults: A meta-analytic review of transfer for cognitive outcomes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 103, 163–177.

4.本文前言最后一段中提到“整合已有研究并探明工作记忆刷新影响情绪调节的路径尤为重要”，请对“路径”进行阐述，并讨论指出哪些数据支持了有关整合路径的结论。

回应：非常感谢审稿专家的意见。在前言最后一段，我们提出工作记忆刷新对负性情绪的影响存在分歧，一是部分研究表明工作记忆刷新可以直接降低负性情绪(Pe et al., 2015; Iida et al., 2011)，二是工作记忆刷新通过提高认知重评能力从而降低负性情绪(Mohammed & Lyusin, 2020; Pe, Raes, & Kuppens, 2013)，这就是我们所指的两条“路径”。因此，在实验一中我们同时将工作记忆刷新和认知重评作为自变量，采用 2(工作记忆刷新：有、无) × 3(认知重评：有意识认知重评、自动化认知重评、无)被试间设计，既探查工作记忆刷新单独对负性情绪的影响，又考察工作记忆刷新与认知重评交互对负性情绪的影响，这是对已有研究方法

的整合。方差分析结果表明，工作记忆刷新不能显著降低负性情绪主观体验，但可以有效降低皮肤电反应；同时，工作记忆刷新通过有意识和自动化认知重评能够显著降低负性情绪体验和皮肤电反应，该研究结果是对已有分歧的探明。经审稿专家此次提点，我们实感“路径”一词使用不够精确，因此已将该词替换为“过程”，见前言最后一段红色字体部分。

Pe, M. L., Koval, P., Houben, M., Erbas, Y., Champagne, D., & Kuppens, P. (2015). Updating in working memory predicts greater emotion reactivity to and facilitated recovery from negative emotion-eliciting stimuli. *Frontiers in Psychology*, 6, 372.

Iida, S., Nakao, T., & Ohira, H. (2011). Implicit attenuation of subsequent emotion by cognitive activity. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, 11(4), 476–484.

Mohammed, A. R., & Lyusin, D. (2020). The role of affective updating in the cognitive reappraisal strategy of emotion regulation. *Psychological Thought*, 13(2), 308–321.

Pe, M. L., Raes, F., & Kuppens, P. (2013). The cognitive building blocks of emotion regulation: ability to update working memory moderates the efficacy of rumination and reappraisal on emotion. *PLOS ONE*, 8(7), e69071.

5.在实验的操作有效性上，作者提出“有意识认知重评组被试遵循指导语的平均程度为4.09(M±SD = 4.09±1.02)大于中位数3.5，证明被试均按要求使用了认知重评策略”。这种采用平均值与中位数进行对比的方式得出被试均使用认知重评策略的结论是出于何种考虑？如果没有特殊考虑，不够严谨和科学。此外、平均值仅为4.09，略高于随机水平3.5，可能有必要排除未遵循指导语进行认知重评的被试对结果的污染。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们进一步对认知重评指导语的遵循程度得分进行了单样本 *t* 检验，结果显示有意识认知重评组被试对指导语的遵循程度显著高于中位数3.5， $t(19)=2.51, p=0.02$ 。这说明指导语操纵有效，被试在任务过程中成功使用了认知重评策略调节负性情绪。我们已将该结果补充至2.2.1 操作有效性检验部分，见红色字体。

6.有意识认知重评任务是否借鉴了一些前人研究？请补充参考文献佐证。

回应：非常感谢审稿专家的建议。实验一5个阶段的实验流程修改自Iida等（2011）的实验程序，其中“认知重评期”参考Yuan等（2015）的实验设计，分为有意识认知重评、自动化认知重评和无重评三种条件。具体而言，有意识认知重评任务指导语借鉴自罗峥等人（2015）的研究。我们已在2.1.4 实验程序中补充了这些文献佐证，见红色字体。

Iida, S., Nakao, T., & Ohira, H. (2011). Implicit attenuation of subsequent emotion by cognitive activity. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, 11(4), 476–484.

Yuan, J., Ding, N., Liu, Y., & Yang, J. (2015). Unconscious emotion regulation: nonconscious reappraisal decreases emotion-related physiological reactivity during frustration. *Cognition and Emotion*, 29(6), 1042–1053.

罗峥，常凡，魏华林. (2015). 积极重评和分离重评对消极情绪的调节作用. *中国临床心理学杂志*, 23(4), 639–673.

7.文中提到愉悦度及唤醒度的测量，请说明测量的方法。

回应：非常感谢审稿专家提出的问题。本文参照Schaefer等（2010）和Chen等（2020）测量方法，使用主观情绪唤醒度和愉悦度七点量表，额外邀请15名未参加实验的被试在观看完每段视频后，采用自我报告的方式对愉悦度和唤醒度水平进行1~7级评定(愉悦度：1代表非常愉悦，7代表非常不愉悦；唤醒度：1代表非常平静，7代表非常激动)。并且，两段

视频的播放顺序在被试间进行了平衡。配对样本 t 检验的结果显示，视频一(5.07 ± 1.28)和视频二(4.87 ± 1.30)的愉悦度不存在显著差异 $t(14) = .41, p = .69$ ；视频一(4.47 ± 1.50)和视频二(4.13 ± 1.55)的唤醒度也不存在显著差异 $t(14) = .69, p = .50$ 。我们已在 2.1.2 实验材料中对测量方法做了进一步说明，见红色字体部分。

Schaefer, A., Nils, F., Sanchez, X., & Philippot, P. (2010). Assessing the effectiveness of a large database of emotion-eliciting films: A new tool for emotion researchers. *Cognition & Emotion*, 24(7), 1153–1172.

Chen, S. D., Yu, K., Yang, J. M., & Yuan, J. J. (2020). Automatic reappraisal-based implementation intention produces early and sustainable emotion regulation effects: Event-related potential evidence. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 14, 89.

第一轮修改意见及回复:

审稿专家一:

这篇论文的主要内容是探讨工作记忆刷新与情绪调节之间的关系。研究发现,工作记忆刷新可以降低生理反应,提高认知重评的效率,从而对负面情绪产生调节作用。研究还发现,工作记忆刷新训练可以改善情绪调节能力,并且具有远距离迁移效应。该研究具有一定的理论价值与实际指导价值。但是审稿人认为论文多处需进一步改进。现列于下,供作者参考:

(1) 认知重评和工作记忆刷新这两个因素之间的关系不明确。题目里面只包含了工作记忆刷新这一因素,但是在问题提出过程以及结果中,似乎工作记忆刷新是作为一个调节变量出现的。最好能够更加清晰地指明我们关心的主要自变量到底是哪一个。并且作者在引言最后一段写道“进一步探析工作记忆刷新在认知重评与负性情绪间扮演的作用”,而认知重评似乎在本文中是作为自变量之一,如何体现出工作记忆对认知重评的作用?

回应:非常感谢审稿专家的意见。工作记忆刷新是一种认知成分,而近年来被认为与情绪调节存在密切关系。因此本文将工作记忆刷新作为主要自变量,旨在考察工作记忆刷新对情绪调节的影响。在情绪调节过程中认知重评是经典的情绪调节策略,并且与工作记忆刷新在认知加工过程和大脑神经激活两个层面均存在重叠性,所以我们聚焦于认知重评策略对负性情绪调节的作用。本文不仅希望探究工作记忆刷新对负性情绪的降低作用,而且更注重考察工作记忆刷新如何通过认知重评策略调节负性情绪。因此,工作记忆刷新和认知重评均为本文的自变量。鉴于之前的题目仅凸显了工作记忆刷新,未能清晰阐明工作记忆刷新和认知重评的关系,于是我们现将题目修改为“工作记忆刷新对认知重评负性情绪调节的影响及其远迁移效应”,见中英文红色标题。

(2) 问题提出的动机不够明确。作者需要在引言中详细阐述进行本研究的理论与现实意义,与前人研究的区别是什么,创新在什么地方等等。

a. 对于第一个问题,需要明确指出我们为什么要关注不同的认知重评过程。并且在第二段阐明有意识认知重评和自动化认知重评的区别,以及这两个过程和工作记忆刷新之间有什么理论上的联系。作者提到“只有个别研究关注了自动化认知重评与工作记忆刷新的关系”。以往这些研究的发现是什么(文中只列举了一项研究)?存在什么不足之处?我们的研究做了哪些改进?此外,引言最后一段提到“工作记忆刷新调节负性情绪的起效机制”的问题,本研究结果是否可以阐述其机制?作者在讨论中认为本研究“未能深入考察其内部过程和神经机制”,似乎这项研究并不是说明这一过程的机制,因此引言中需要修改。

回应:非常感谢审稿专家的意见。根据情绪调节的**选择、优化和补偿框架理论(SOC-ER)**,工作记忆刷新是成功情绪调节的重要内部资源,认知重评作为经典的情绪调节策略,其发挥作用的过程离不开工作记忆刷新的参与(Urry & Gross, 2010, Opitz, Gross, & Urry, 2012)。

从认知概念和神经激活两个层面来看，认知重评策略和工作记忆刷新存在极大的重叠性(Pruessner et al., 2020)。具体而言，认知重评要求个体改变对当前情绪事件的看法，以超然、中立和客观的态度重新看待消极刺激，而工作刷新恰恰有助于个体转换视角，形成并维持新的、更相关的认知从而取代原有认知；认知重评和工作记忆刷新都涉及额顶叶皮层的激活，尤其是背外侧和腹内侧前额叶皮层。因此，我们选择认知重评这一情绪调节策略来进一步探讨工作记忆刷新对情绪调节的影响。

情绪双加工过程模型(Dual-Process Models)指出，情绪调节是一个连续体，可以有意识的，也可以是自动化的(Gyurak et al., 2011)，两者均能降低负性情绪主观体验或生理指标，但有意识情绪调节需要消耗大量认知资源，自动化情绪调节过程消耗的认知资源相对较少，并且由于在情绪调节过程中没有明确的语言指令，所以更贴近日常生活（高伟等, 2018）。基于此，情绪调节过程模型（Gross, 1998, 2001, 2002）中的认知重评策略，可以被区分为有意识认知重评和自动化认知重评两种。以往研究已经初步探讨了工作记忆刷新对有意识认知重评的作用，结果发现工作记忆刷新能力高的个体使用认知重评策略时会表现出显著地负性情绪降低现象（Pe et al., 2013；Hendricks & Buchanan, 2016；Pe et al., 2015），工作记忆刷新在认知重评与负性情绪之间发挥着调节作用(Pe, Raes, Kuppens, 2013)。进一步，有个别研究探讨了工作记忆刷新和自动化情绪调节的关系，表明工作记忆刷新任务和训练均有助于提高自动化情绪调节效率（Schmeichel & Demaree, 2010；Pan et al., 2022）。然而，目前仅有一项研究从认知重评情绪调节策略角度，涉及到了工作记忆刷新对自动化认知重评的作用，即 Sperduti 等(2017)采用真实-虚假范式，发现在执行功能中仅工作记忆刷新能预测自动化重评后负性情绪主观体验和皮肤电水平的降低。该研究侧重于通过操纵图片材料强度来对比执行功能三个成分（刷新、抑制、转换）在自动化情绪调节中的作用，且回归分析不能很好地反映因果关系。我们的研究建立在前人研究的基础上，但在研究目的和方法上均进行了改进。我们聚焦于执行功能中的工作记忆刷新成分，采用经典的句子整理范式诱发自动化认知重评，不仅考察工作记忆刷新对自动化认知重评的影响，而且将工作记忆刷新对有意识认知重评和自动化认知重评的调节效率进行对比，最后还通过工作记忆刷新训练探究工作记忆刷新能力的提高对有意识和自动化认知重评情绪调节效果的远迁移作用。根据审稿专家的建议，我们已在引言第二段用红色字体补充了有意识认知重评和自动化认知重评的区别，以及现有研究的不足。

本文研究结论揭示，工作记忆刷新不仅可以作为一种内隐情绪调节方式，而且能够通过促进有意识和自动化认知重评的效率从而调节负性情绪。这在一定程度上探明了工作记忆刷新影响情绪调节的路径，但由于没有使用认知神经科学的技术手段，因此未能深入阐明其内在机制。我们已在引言最后一段对不恰当的表述进行了修改，见引言最后一段红色字体部分。

Urry, H. L., & Gross, J. J. (2010). Emotion regulation in older age. *Current Directions in Psychological Science*, 19(6), 352–357.

Opitz, P. C., Gross, J. J., & Urry, H. L. (2012). Selection, Optimization, and Compensation in the Domain of Emotion Regulation: Applications to Adolescence, Older Age, and Major Depressive Disorder. *Social and Personality Psychology Compass*, 6(2),

- Pruessner, L., Barnow, S., Holt, D. V., Joormann, J., & Schulze, K. (2020). A cognitive control framework for understanding emotion regulation flexibility. *Emotion*, 20(1), 21-29.
- Gyurak, A., Gross, J. J., & Etkin, A. (2011). Explicit and implicit emotion regulation: A dual-process framework. *Cognition and Emotion*, 25(3), 400-412.
- 高伟, 陈圣栋, 龙泉杉, 杨洁敏, 袁加锦. (2018). 情绪调节研究方法的蜕变: 从有意情绪调节到自动化情绪调节. *科学通报*, 63(4), 415-424.
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of general psychology*, 2(3), 271-299.
- Gross, J. J. (2001). Emotion regulation in adulthood: Timing is everything. *Current directions in psychological science*, 10(6), 214-219.
- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39(3), 281-291.
- Pe, M. L., Raes, F., & Kuppens, P. (2013). The cognitive building blocks of emotion regulation: ability to update working memory moderates the efficacy of rumination and reappraisal on emotion. *PLOS ONE*, 8(7), e69071.
- Hendricks, M. A., & Buchanan, T. W. (2016). Individual differences in cognitive control processes and their relationship to emotion regulation. *Cognition and Emotion*, 30(5), 912-924.
- Pe, M. L., Koval, P., Houben, M., Erbas, Y., Champagne, D., & Kuppens, P. (2015). Updating in working memory predicts greater emotion reactivity to and facilitated recovery from negative emotion-eliciting stimuli. *Frontiers in Psychology*, 6, 372.
- Schmeichel, B. J., & Demaree, H. A. (2010). Working memory capacity and spontaneous emotion regulation: high capacity predicts self-enhancement in response to negative feedback. *Emotion*, 10(5), 739.
- Pan, D. N., Hoid, D., Wang, X. B., Jia, Z., & Li, X. B. (2022). When expanding training from working memory to emotional working memory: Not only improving explicit emotion regulation but also implicit negative control for anxious individuals. *Psychological Medicine*, 52(4), 675-684.
- Sperduti, M., Makowski, D., Arcangeli, M., Wantzen, P., Zalla, T., Lemaire, S., ... Piolino, P. (2017). The distinctive role of executive functions in implicit emotion regulation. *Acta Psychologica*, 173, 13-20.

- b. 对于第二个问题, 前人研究的争议具体是什么需要进一步明确, 是指远迁移效应是否存在, 还是该效应不稳定会受到各种因素影响? 且该研究是如何解决这一争议的? 如果说认为该远迁移效应会受到多种因素影响(训练频次和时长), 在本研究里并没有认为操控这些因素, 生成多个条件进行比较, 无法严格得出“20 天每天 50 分钟的训练频次和时长是保证远迁移效果的另一要素。”也并不能说明“计算机自适应的训练程序和积极控制组的设置都是远迁移效应发生的重要调节因素”。这两句话应该放到引言或者方法里, 作为实验设计的依据。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。工作记忆刷新训练对情绪调节的远迁移效应存在争议, 具体表现为两方面。一方面, 个别学者质疑情绪调节作为工作记忆刷新训练较远的增益是否存在; 另一方面, 大多数认同情绪调节远迁移效应存在的学者, 主要从训练时间、被试年龄、心理预期、任务类型、心理健康状况等多个方面探讨影响迁移效果稳定性的因素。我们的研究结论主要解决了第一个方面的争议, 即工作记忆刷新训练能够对情绪调节产生远迁移效应。对于第二个方面的争议, 我们选取训练时间这一因素, 证明了 20 天每天 50 分钟的训练频次和时长能够产生较好的训练远迁移效果。但是正如审稿专家所言, 我们未对训练时间这一因素进行操控, 生成多个条件比较, 仅是在已有研究经验基础上进行了验证。因此, 根据审稿专家的建议, 我们将讨论 2 中的内容调整至引言第三段, 作为实验设计的依据, 见引言

第三段蓝色字体部分。在引言第四段进一步明确了关于训练远迁移效应的争论，见引言第四段蓝色字体部分。

- c. 此外，两个研究问题的关系是什么？是两个独立的问题吗？如果两个问题之间存在逻辑关系，请详细说明。并且根据结果来看，第一个实验发现工作记忆刷新对负性情绪的影响证据比较弱，不足以成为做第二个实验的动机。

回应：非常感谢审稿专家意见。实验二在实验一的基础上展开，两个研究问题存在递进关系。总体而言，两个实验都旨在探讨工作记忆刷新对认知重评负性情绪调节效果的影响。具体而言，实验一以工作记忆刷新任务的形式考察工作记忆刷新调节负性情绪的路径。结果发现，虽然工作记忆刷新能够作为一种内隐情绪调节方式降低负性情绪的生理反应，但主要是通过促进有意识和自动化认知重评从而达到最佳的情绪调节效果。实验一的结果为实验二的开展提供了前提和保障，实验二以自适应工作记忆刷新训练为形式，以期通过提高个体的工作记忆刷新能力，从而增强其使用认知重评策略调节负性情绪的能力。我们已在实验二的过渡段中细化了表述，见实验二标题下第一段的红色字体部分。

(3) 参考文献的引用需要更加全面。引言第三段“一些元分析表明”，但是后续参考文献只列了一条。第四段也存在同样的问题，“部分研究……另一些研究……”但是也只存别列了一条参考文献，需要补全。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们已在引言第三段和第四段的相应部分增补了相关文献，见绿色字体部分。

(4) 实验方法中缺少实验范式、流程、参数等具体信息，需要更加详细的阐述每个任务具体是怎么做的。例如，在方法部分没有说明 T1 负性情绪诱发期、T2 负性情绪调节期具体是什么。

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们已在实验一中 2.1.4 实验程序部分和实验二中 3.1.4 训练任务部分，详细介绍了实验具体过程，见两个小标题下红色字体部分。

(5) 因变量的选择。需要说明为什么要看生理指标（皮电），生理指标的变化说明了什么？此外，为什么实验一采用情绪自评总分作为因变量，实验二采用分数差值作为因变量？需要说明两个实验之间为什么会发生变化。如果没有明确的理由，最好能够统一。并且，用差值作因变量是否合理（而不是使用差值除以调节期得分），差值越大是否说明情绪调节越好？需要报告采用这个指标的依据。

回应：非常感谢审稿专家的意见。情绪由主观体验、生理反应、行为表现三部分构成。为了增加本研究结果的客观性，我们除要求被试报告主观情绪体验外，还采集了生理反应即皮肤电指标。皮肤电反应代表着交感神经系统的活动变化，是一种较为常用、易于获取的基本生理信号。当个体产生较为强烈的情绪时，皮肤电水平会升高，当个体情绪较为平缓时，皮肤电水平会下降。多项研究都曾将皮肤电作为因变量之一，来考察执行功能对负性情绪的调节

效果（Iida et al., 2011; Sperduti et al., 2017; Mohammed et al., 2022）。我们已在引言第二段和实验 1 的方法部分使用橙色字体补充了选用皮肤电作为因变量指标的依据。

实验一采用负性情绪自评总分作为因变量，而实验二改为负性情绪自评总分调节差值作为因变量。是由于实验一关注的重点是调节期相较于诱发期的负性情绪变化情况，主要考察工作记忆刷新和认知重评是否能够调节负性情绪。实验二为训练干预类型的实验，涉及前后测两个实验阶段，关注的重点并不是前测或后测单次的情绪调节情况，而是后测相比于前测被试的情绪调节能力是否有所提升。因此，在实验二中采用前后测的调节差值作为因变量，对比后测的情绪调节幅度是否大于前测的调节幅度，以此说明情绪调节能力的变化情况。该方法主要参考自彭婉晴等(2019)和徐慰(2015)的研究。

Iida, S., Nakao, T., & Ohira, H. (2011). Implicit attenuation of subsequent emotion by cognitive activity. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, 11(4), 476–484.

Sperduti, M., Makowski, D., Arcangeli, M., Wantzen, P., Zalla, T., Lemaire, S., ... Piolino, P. (2017). The distinctive role of executive functions in implicit emotion regulation. *Acta Psychologica*, 173, 13–20.

Mohammed, A. R., Kosonogov, V., & Lyusin, D. (2022). Is emotion regulation impacted by executive functions? An experimental study. *Scandinavian Journal of Psychology*, 63, 182–190.

彭婉晴, 罗伟, 周仁来. (2019). 工作记忆刷新训练改善抑郁倾向大学生情绪调节能力的 HRV 证据. *心理学报*, 51(6), 1–14.

徐慰, 王玉正, 刘兴华. (2015). 8 周正念训练对负性情绪的改善效果. *中国心理卫生杂志*, 29(7), 497–520.

（6）实验结果部分需要更加严谨。即使没有显著差异也最好完整报告统计检验的结果（F 值、p 值、效应量）。实验二只报告了工作记忆刷新训练与时间的交互作用，需要完整报告三组二阶交互作用和一个三阶交互作用。“简单效应分析发现”重复了一个简单。

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们已在实验一和实验二的结果部分补充了无显著差异的 F 值和 p 值，见两个实验结果的红色部分。此外，已经在实验二 3.3.2 情绪调节任务的数据分析中完整报告三组二阶交互作用和一个三阶交互作用，见红色字体部分。同时，将所有三阶交互作用中的“简单简单效应分析发现”说法全部更换为“进一步简单效应分析发现”。

（7）行文存在逻辑跳跃、矛盾。

a. “主观情绪自评是个体对外部环境和内部生理唤醒的解释，受认知因素影响较大。相比于有明显指导语提示的外显调节方式，在完成刷新任务时被试不仅消耗了大量的认知资源，而且没有察觉到实验的真实意图，因此导致刷新对主观情绪感受的影响较为有限，而对于不易受意识控制的自主神经系统调节效果较好(姚雨佳等, 2019)。”这里第一句话说明情绪自评受认知因素影响较大；最后一句话说明刷新对其影响有限。考虑到刷新也是认知因素，这里的表述似乎存在矛盾。

回应：非常感谢审稿专家的意见。对于情绪自评我们实际上想表达被试在填写时属于有意识活动易受个人意志的控制，即主观性较大。因此，我们已在文中修改了相关表述，见总讨论 4.1 红色字体部分。

b. “可能的解释是工作记忆刷新作为执行功能中的复杂成分与注意控制密切相关，当需要

激活和维持某种潜在的概念、意义或状态时，注意控制在其中发挥着重要作用(Xiu et al., 2018)。自动化认知重评句子整理任务中包含了许多如“理智”、“自我调节”等希望被试重评的词汇，因此工作记忆刷新可能是通过促进对这些重评词的激活和维持来影响自动化认知重评效率。”这两句话的关系是什么？如何说明“工作记忆刷新可以调节自动化认知重评对负性情绪的降低作用”这一结果？希望作者可以给出更加详细的阐述。

回应：非常感谢审稿专家的意见。目前关于工作记忆刷新和自动化认知重评的研究较少，没有充足的证据能够很好地解释二者之间的内部作用机制。在本研究中，我们尝试从句子整理范式这一前提关注自动化情绪调节启动任务出发，认为工作记忆刷新增强了注意控制，即注意的警觉、选择、抑制功能，这使得个体在经历负性情绪的过程中能够自动的对启动任务中的重评词汇产生注意偏向，从而影响自动化认知重评效率，达到降低负性情绪的效果。我们已在讨论 4.2 中第二段补充了解释，见相应标题下红色字体部分。

(8) 个体差异未考虑：该研究的实验设计中未考虑到个体差异的影响，如个体的情绪状态、认知水平等，这可能会影响实验结果的可靠性。未来研究可以考虑加一个问卷，将这些因素作为被试变量加以控制，或者采用统计手段消除他们的影响。

回应：感谢审稿专家的建议。实验在学校教师的协调下，对心理学大一和研一共六个班的学生进行了整群抽样。被试在入学后的第一学期均已接受过系统的心理健康测试（其中包括情绪状态量表，如抑郁、焦虑）且未发现异常，因此我们默认实验选取的均为健康大学生被试。未来研究中，我们将在实验初期增加情绪状态和认知水平测试，采用更严格地筛选被试。

(9) 刷新是属于工作记忆能力还是属于执行功能，与注意控制有什么关联？这三个概念之间的关系需要进一步说明。此外，引言第二段需要明确说明执行功能包括三大方面，引用相关文献。例如 Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49 - 100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

回应：非常感谢审稿专家的意见。Baddeley 和 Hitch (1974) 基于短时记忆将工作记忆分为注意力控制系统（中央执行器）、视觉材料存储系统（视觉空间模板）和语音材料存储系统（语音环路）三个成分，其中中央执行系统是该模型中最核心的部分（Baddeley, 1996, 2003, 2008）。Baddeley (1996) 最早提出中央执行系统并非单一的认知结构，其中可能包含多个成分，应对各个成分进行分离和解释。Miyake 等人 (2000) 通过潜变量分析的方法首次验证了执行系统的相关性与可分离性，将转换（灵活地在任务之间切换）、刷新（从工作记忆中增加或删减内容）、抑制（压抑优势反应）作为三个最重要的执行功能成分。此外，工作记忆能力和执行功能都基于一个共同的结构，即注意控制（McCabe et al., 2017）。一方面，工作记忆能力强则注意控制速度快、准确率高，反之亦然（Kane et al., 2001）。另一方面，根据注意控制理论的观点，中央执行系统核心成分刷新、抑制、转换的完成都主要需要注意

控制功能的参与。最后，我们已经在引言第一段明确说明了执行功能中的三个子成分并引用经典文献，见引言第一段红色字体部分。

Baddeley, A., & Hitch, G.J. (1974). Working memory. In G.A. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.

Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 1(1), 5–28.

Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839.

Baddeley, A. (2008). What's new in working memory? *Psychological Review*, 13, 2–5.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.

Mccabe, D. P. , Roediger, H. L. , Mcdaniel, M. A. , Balota, D. A. , & Hambrick, D. Z.. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222–243.

Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R. A. & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169–183.

（10）图和表。图 1 和图 5 两个实验流程图都没有。实验一用图的方式报告结果，实验二用的是表格，最好能够统一。图中误差线的含义需要说明。

回应：感谢审稿专家的建议。图 1 和图 5 两个流程如下。本文实验一的结果呈现方式均为图，实验二的结果呈现方式均为表格，在每个实验内部具有统一性。实验一采用图的方式，是由于能够直观地对比诱发期和调节期不同条件下的情绪调节效果。原本实验二也想采用图的方式报告结果，但由于实验二表 2 中的实验条件过多，采用图的方式画面可能会显得繁琐复杂，不便于阅读，因此才选用了较为简洁的表格方式。此外，图中的误差线为标准误(SE)，我们已经在图 3 和图 4 中用红色字体增补说明。

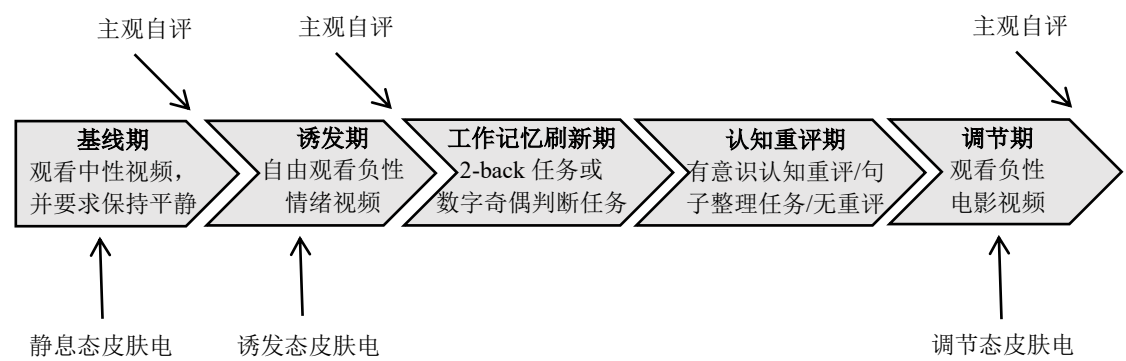


图 1 实验 1 流程图

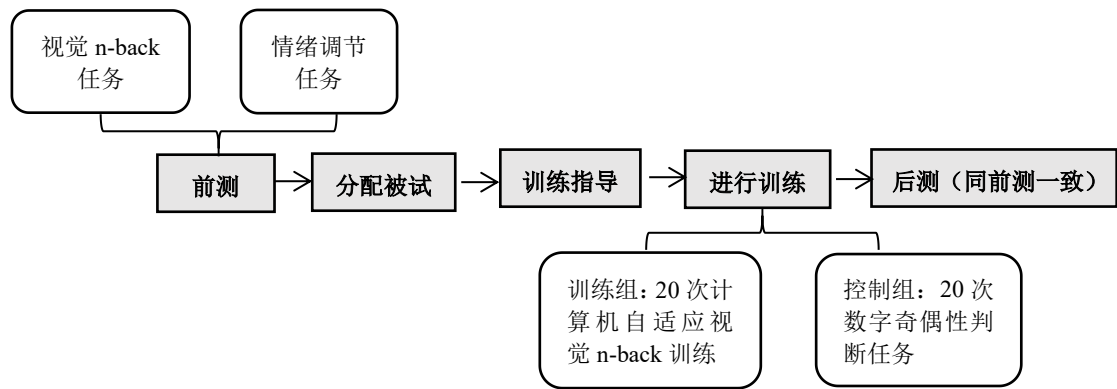


图 5 实验 2 流程图

(11) 中文摘要里最好简单介绍一下研究背景。英文摘要的内容和中文摘要对应不上，且太长了需要精简。

回应：非常感谢审稿专家的意见，我们已经在中文摘要中简要介绍了研究背景，见中文摘要红色字体。同时，对英文摘要进行了精简。

审稿专家二：

本研究通过两个实验从认知功能视角考察工作记忆刷新对负性情绪的影响，并探究工作记忆刷新训练的远迁移效应。尽管该研究具有一定的创新性，但是作者需要对以下问题进行澄清。

第一 作者在引言部分缺乏交代选用皮肤电作为因变量指标的依据。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们已经在引言第二段和实验 1 的方法部分使用橙色字体增补了选用皮肤电作为因变量指标的依据。

第二 作者缺乏交代实验 1 和实验 2 确定被试量的依据。实验 1 中每组被试 20 人，而实验 2 中每组被试 30 人。此外，请作者报告每一组被试的男性和女性人数分别是多少。

回应：感谢审稿专家的意见。我们采用 G*Power 3.1 软件，对实验 1 样本量进行灵敏度功效分析(sensitivity power analysis)，设置统计检验力为 0.8， α 水平为 0.05。结果发现，现有样本量中所有因素效应(主效应和交互效应)的最小效应量是 $f = 0.26$ ，属于中等水平的效应($0.25 < f < 0.40$)。在以往有关工作记忆刷新和情绪调节的文献中，Iida 等人 (2011)将 60 名被试随机分配至 n-back、go/no-go、WCST 三种认知任务和对照组，共 4 种实验条件下，每组 15 人。

我们采用 G*Power 3.1 软件，对实验 2 样本量进行灵敏度功效分析，设置统计检验力为 0.8， α 水平为 0.05。结果发现，现有样本量中所有因素效应(主效应和交互效应)的最小效应量是 $f = 0.18$ ，属于小效应范围($0.1 < f < 0.25$)。在以往工作记忆刷新训练对情绪影响的文献中，Xiu 等人 (2016) 将 40 人随机分配至工作记忆刷新训练组和控制组，每组 20 人；Pan 等 (2020) 的实验中工作记忆刷新训练组共 34 人，控制组共 36 人。

我们已在实验一和实验二的被试部分完善了男生性别人数，见红色字体部分。此外，两个实验均为随机分配被试，并且本文关注的差异不是来源于性别，因此未针对每个小组中被试的性别进行报告。

Iida, S., Nakao, T., & Ohira, H. (2011). Implicit attenuation of subsequent emotion by cognitive activity. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, 11(4), 476-484.

Xiu, L. C., Zhou, R. L., & Jiang, Y. H. (2016). Working memory training improves emotion regulation ability: Evidence from HRV. *Physiology & Behavior*, 155, 25-29.

Pan, D. N., Hoid, D., Gu, R. L., & Li, X. B. (2020). Emotional working memory training reduces rumination and alters the EEG microstate in anxious individuals. *NeuroImage: Clinical*, 28, 102488.

第三 请作者在方法部分详细描述数字奇偶数字判断任务。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们已经在实验一中 2.1.4 实验程序③工作记忆刷新期部分，补充了数字奇偶数字判断任务的具体实验过程，见相应标题下的红色字体部分。“**数字奇偶性判断任务改良自潘东旻等人(2018)，即先呈现 500ms 注视点，然后随机呈现 1~1000 中的数字，被试对数字的奇偶性进行判断，偶数按“F”键，奇数按“J”键。**”

潘东旻, 王道端, 李雪冰. (2018). 基于手机 app 的双维 n-back 训练的认知与情绪效益. *心理学报*, 50(10), 1105-1119.

第四 本研究采集了基线期、诱发期和调节期三个阶段的皮肤电，而仅仅分析了诱发期和调节期的皮肤电。本研究采用被试间设计，而被试间设计存在被试是否同质的问题。为了考察实验 1 中不同组的被试之间在皮肤电是否存在差异，请作者在分析数据时将基线期纳入。

回应：非常感谢审稿专家的意见。实验 1 的因变量是负性情绪的调节效果，因此我们仅将诱发期和调节期纳入数据分析。之所以采集基线期的情绪体验评分和皮肤电水平，是为了考察负性电影片段是否成功诱发了被试的负性情绪，因为负性情绪的成功诱发是情绪调节的前提。根据审稿专家的建议，我们在实验 1 的结果部分，增加了 2.2.1 操作有效性检验（见红色字体部分），结果表明相较于基线期，负性情绪诱发期被试负性情绪水平和皮肤电反应均显著升高，证明电影视频诱发被试负性情绪操纵成功。同时，6 组被试在负性情绪诱发期的愤怒、恐惧、厌恶、悲伤、平静、愉快和皮肤电均没有组别差异，表示电影视频诱发的负性情绪对各组被试不存在显著差异。

第五 对负性情绪皮肤电反应进行工作记忆刷新、认知重评、实验阶段的三因素重复测量方差分析，结果发现工作记忆刷新、认知重评和实验阶段三者的交互作用显著。简单效应分析发现，在工作记忆刷新条件下，有意识认知重评组和自动化认知重评组 T2 皮肤电反应均低于 T1，而无认知重评组 T1 与 T2 的皮肤电反应不存在显著差异；在无工作记忆刷新条件下，有意识认知重评组和自动化认知重评组的 T2 皮肤电反应都低于 T1，而无认知重评组 T1 和 T2 的皮肤电反应不存在显著差异。这种对三因素交互作用分解的方法难以呈现出清晰的交互作用模式。请作者进一步对三因素交互作用分解。

回应：非常感谢审稿专家的意见。我们已重新进行了简单效应分析，见 2.2.3 工作记忆刷新和认知重评对负性情绪生理反应的调节效果中的红色字体部分。

第六 实验 1 收集了个体报告的正性情绪。请作者在结果部分报告对正性情绪的数据分析。

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们之所以在情绪自评问卷使用愤怒、恐惧、厌恶、悲伤、愉快、平静六个情绪词，原因如下：①Schaefer 等人编制的 FilmStim 大型情绪影像数据库包含愤怒、恐惧、厌恶、悲伤、愉快、平静、中性七类情绪视频（Schaefer et al., 2010），而我们选择的视频片段均为负性影片，根据影像数据库每条视频的参数显示，每条负性视频虽有其目标情绪但同时也会激起其他负性情绪，因此我们在情绪自评问卷中囊括了全部负性情绪词，即愤怒、恐惧、厌恶、悲伤，这些正是我们关注且主要考察的情绪。②在问卷中加入愉快和平静两个正性情绪词，主要是为了避免当仅有负性词汇时，被试易猜到实验目的从而导致自评偏差，加入正性情绪词可起到平衡的效果，但事实上正性情绪并不是本文的研究内容，若增补正性情绪数据分析结果可能会偏离研究重心，稍显冗余。

Schaefer, A., Nils, F., Sanchez, X., & Philippot, P. (2010). Assessing the effectiveness of a large database of emotion-eliciting films: A new tool for emotion researchers. *Cognition & Emotion*, 24(7), 1153–1172.

第七 实验一讨论中的推论让人费解。请重新根据实验结果组织语言。

回应：非常感谢审稿专家的意见，我们已根据实验一结果修改了推论的语言表述，见实验一

讨论红色字体部分。

第八 请作者详细描述实验 2 的训练任务以及采用该任务的依据。此外,请介绍在视觉 n-back 任务中分别测量 4 级和 15 级两个难度水平的依据。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。我们已在 3.1.4 中重新对训练任务进行了描述, 见红色字体部分。Cogniplus 认知训练系统由 Schuhfried 公司研发, 该系统技术成熟已广泛应用于认知干预。本研究以该系统中的计算机自适应视觉 n-back 任务为训练任务, 是由于 n-back 任务是工作记忆刷新功能的典型测量任务和训练任务(赵鑫, 周仁来, 2014), 同时计算机自适应训练程序能够根据训练者能力水平自动调整任务难度并不断提供反馈, 有助于维持最佳动机水平。目前, 国内外大量研究均使用自适应 n-back 任务作为工作记忆刷新功能的训练任务, 且证明能够达到较好的训练效果。

在 Cognitionplus 认知训练系统中, n-back 任务依据返回 n 的数量、刺激物相似性、刺激物抽象程度和刺激呈现时间共分为 15 个等级, 随着等级增加难度也不断增加。1-3 级均为 1-back 任务, 从 4 级开始为 2-back 任务, 4 级具有 2-back、图片相似性低、图片抽象性较具体、呈现时间 2.5s 四个特点, 是最简单的 2-back 任务。之所以在前后测中选择 4 级, 是因为已有研究表明相比过于简单的 1-back 任务或载荷较高的 3-back、4-back、5-back 任务, 2-back 是最为典型的工作记忆刷新任务, 能够较好反映刷新涉及的子过程和中央执行系统的能力(Owen et al., 2005), 真实反映被试的刷新水平。在训练系统中, 15 级是最难的任务, 具有 3-back 任务、图片相似性高、图片抽象性高、呈现时间 1.5s 四个特点。几乎所有的被试在第一次执行 15 级任务时都呈现出非常差的正确率和反应时, 因此选择 15 级作为测试任务来考察训练效果。已有研究也表明, 当 n-back=3 时最能体现出前后测训练效果的变化(Schweizer et al., 2013)。

赵鑫, 周仁来. (2014). 工作记忆刷新功能的可塑性. *心理科学进展*, 22(10), 1521-1531.

Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25, 46-59.

Schweizer, S., Grahn, J., Hampshire, A., Mobbs, D., & Dalgleish, T. (2013). Training the emotional brain: Improving affective control through emotional working memory training. *Journal of Neuroscience*, 33(12), 5301-5311.

第九 实验 2 在对情绪调节进行测量时缺乏中性控制条件, 因而无法严格推论出情绪调节的变化。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。实验 2 建立在实验 1 的基础上, 实验 1 结果表明工作记忆刷新通过促进有意识和自动化认知重评策略的使用能达到最佳的情绪调节效果。因此, 实验 2 在默认工作记忆刷新有助于认知重评调节负性情绪的前提下, 进一步考察工作记忆刷新训练对不同条件认知重评调节效率的影响。训练前后测中情绪调节任务都包含四个时期, 分别是基线期、负性情绪诱发期、认知重评期、负性情绪调节期, 我们用调节期减去诱发期得到负性情绪调节差值, 通过对比后测和前测的调节差值的变化幅度以说明工作记忆刷新训练对被试情绪调节能力的提升效果。

第十 实验 2 讨论中的语言逻辑让人费解。请重新根据实验结果组织语言。

回应：非常感谢审稿专家的意见，我们已根据实验二结果重新组织了语言逻辑，见实验 2 讨论红色字体部分。

第十一 手稿中部分语言表述的准确性需要进一步提高。

回应：非常感谢审稿专家的意见，我们重新阅读全文并对表述不够准确的语言进行了修改。

