

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：情绪面孔的意识神经相关物及其无意识自动加工：来自事件相关电位的证据

作者：孙博 曾宪卿 许恺煜 谢韵婷 傅世敏

---

### 第一轮

#### 审稿人 1 意见：

本研究采用非注意视盲范式通过三个不同的阶段来考察情绪面孔的自动加工与意识的关系及其神经机制，研究问题和方法较有新意。但尚存在以下问题。

**意见 1：**前言内容的逻辑性有待提高，主线不清楚。

**回应：**非常感谢审稿专家的意见！由于论文前言的主线不够清晰，修改稿以探究意识神经相关物为主线，以探究视觉意识和 vMMN 的关系为辅，修改了前言部分，具体内容可见 1 引言部分（第 9 页）。此外，根据这条主线，修改稿的标题、摘要、前言、数据分析、讨论和结论等部分都做了相应的修改，即先写意识神经相关物，再写视觉意识和 vMMN 的关系。

**意见 2：**其中，1)不清楚为什么在预期部分是本研究探讨的情绪面孔的意识加工过程与 Shafto 和 Pitts(2015)采用中性面孔的结果一致。

**回应：**非常感谢两位专家指出预期部分存在的问题。预期假设部分已根据研究目的进行修改。修改内容为：“本研究拟采用非注意视盲范式和情绪面孔刺激，探讨意识神经相关物以及视觉意识与 vMMN 的关系。Shafto 和 Pitts(2015)采用中性面孔探究意识神经相关物的结果显示，VAN 与意识有关，而 LP 只与任务相关性有关。与此不同，由于情绪面孔与中性面孔存在晚期加工差异，本研究预期情绪面孔的意识过程诱发 VAN 和 LP，即 VAN 和 LP 都是意识神经相关物。此外，由于有研究结果提示面孔情绪信息可能经由皮层下通路快速加工 (Tamietto & de Gelder, 2010)，本研究预期面孔情绪信息的自动加工独立于视觉意识。具体而言，本研究预期无意识的情绪面孔能诱发 vMMN，且其幅值不受意识调制。”可在 1 引言部分（第 11 页）查看修改内容。

**意见 3：**前言提高 VAN 和 LP 与意识的关系存在争议，但是本研究的结果支持哪个争议在讨论部分并未说清楚。

**回应：**为了更好地说明本研究支持哪个争议，修改稿在 1 前言部分修改为“关于 VAN 和 LP 与意识的关系存在三种观点”（第 9 页）。修改稿在 4 讨论部分的第二段（第 21 页）补充说明了本研究支持的观点。具体修改内容为：“VAN 和 LP 与意识的关系尚有争议。第一种观点认为，LP 是最早且最可靠的意识神经相关物，且该观点受到基于主观报告范式的研究结果支持 (Lamy et al., 2009; Salti et al., 2012)。另外，由于视觉注意的混淆影响，VAN 与视觉意识的关系有待检验(Koivisto & Revonsuo, 2010)。第二种观点认为，只有 VAN 是意识神经相关物，而 LP 不与意识相关，其反映的是由于主观报告或任务相关性带来的工作记忆、决策等后知觉加工活动，且该观点受到非报告范式的研究结果支持(Pitts et al., 2012; Schlossmacher et al., 2020; Shafto & Pitts, 2015)。第三种观点认为，VAN 和 LP 都是意识神经相关物(Rutiku et al., 2015)。本研究结果显示，任务无关的情绪面孔的意识过程诱发 VAN、LP 和 LOP。因此，本研究结果支持第三种观点。这需要从三方面进行讨论。”接下来的第

一段阐述了在避免视觉注意的混淆影响下，VAN 是意识神经相关物；第二段阐述了在避免任务相关性的混淆影响下，LP 是意识神经相关物；第三段阐述了 VAN、LP 和 LOP 可能反映了不同意识加工阶段。

**意见 4:** 实验方法部分的清晰度和内容完整度也有待改进。其中，1) 被试任务与实验流程放在一起描述会使得条理清楚一些。

**回应:** 修改稿中已将实验流程和被试任务放在一起进行描述，并说明了 A 阶段和 C 阶段的具体任务。可在 2.3 刺激材料（第 12 页）和 2.4 实验程序（第 13 页）查看修改内容。

**意见 5:** 需要标明“流动标准范式”的参考文献。

**回应:** 修改稿已简要地介绍了“流动标准范式”，并标明了“流动标准范式”的参考文献。修改内容为：“本实验采用流动标准范式(Schlossmacher et al., 2020; Stefanics et al., 2018)呈现情绪面孔刺激序列（见图 1D）。该范式一般在某段时间内重复呈现刺激，经过多次重复后的刺激是标准刺激，而每次发生变化时的刺激是偏差刺激。” 可在 2.3 刺激材料（第 12 页）查看修改内容。

引用的文献为：

Schlossmacher, I., Dellert, T., Pitts, M., Bruchmann, M., & Straube, T. (2020). Differential Effects of Awareness and Task Relevance on Early and Late ERPs in a No-Report Visual Oddball Paradigm. *Journal of Neuroscience*, 40(14), 2906-2913.

Stefanics, G., Heinzle, J., Horvath, A. A., & Stephan, K. E. (2018). Visual Mismatch and Predictive Coding: A Computational Single-Trial ERP Study. *Journal of Neuroscience*, 38(16), 4020-4030.

**意见 6:** ABC 三个阶段使用具体名称描述比代号更合适。

**回应:** 非常感谢审稿专家提出的这个建议，使用具体名称进行描述的确能提高可读性。但是由于各阶段的具体名称较长，会使文字内容变得繁琐。因此，为了行文简洁，修改稿仍采用 A、B 和 C 三阶段描述。为了使读者更好地了解三个实验阶段，修改稿已在 2.4 实验程序（第 13 页）和图 1F 部分（第 14 页），对三个实验阶段的具体内容和流程进行描述。

**意见 7:** 刺激序列与 block 的关系不清楚。

**回应:** 非常感谢审稿专家的意见！修改稿中已补充说明了刺激序列与 block 的关系。修改内容为：“每个实验阶段包含 5 个 block。在每个 block 中，由于 5 种长度的快乐和恐惧面孔刺激序列都重复呈现 4 次，快乐和恐惧面孔刺激序列各 20 个，共计 40 个情绪面孔刺激序列。每个 block 共有 240 个试次。” 可在 2.3 刺激材料部分（第 12 页）查看修改内容。

**意见 8:** 具体的标准和偏差刺激分别是什么，呈现 100ms 面孔刺激之后又呈现什么刺激。

**回应:** 对于具体的标准和偏差刺激，修改稿已在 2.3 刺激材料部分（第 12 页）补充：“在本研究中，同一种情绪面孔会重复出现四到八次，从而构成 5 种长度的刺激序列。刺激序列之间的顺序随机，而且前后两个面孔序列的情绪类型不同。在本研究中，每个刺激序列的第一个情绪面孔为偏差刺激。偏差刺激出现之前至少会重复出现 4 次相同的情绪面孔。因此，为了更好地控制序列位置的影响，本研究选择序列中经过至少 4 次重复之后的刺激作为标准刺激。” 图 1D 部分（第 14 页）是标准和偏差刺激的示意图。

对于面孔刺激之后呈现的刺激，修改稿已在 2.3 刺激材料部分（第 12 页）补充：“在一个试次中，杂乱线条背景先呈现 700 ms，接着背景的情绪面孔呈现 100 ms。在紧接着的下

一个试次中，仍然先呈现杂乱线条背景，再呈现情绪面孔。在之后的试次中，杂乱线条背景和情绪面孔按此规律循环呈现。”图 1C 部分（第 14 页）是实验流程的示意图。

**意见 9：**ERP 数据分析剔除试次的原因或依据不清楚。

**回应：**修改稿已在 **2.5 EEG 信号记录和处理**部分（第 15 页）补充说明了剔除试次的依据。修改内容为：“在叠加平均之前，根据实验需要剔除部分试次。第一，在每个 block 的实验刚刚开始时，被试未做好准备活动可能对脑电数据产生影响。因此，剔除每个 block 的前 5 个试次；第二，为了避免按键反应对脑电数据的影响，剔除实验中被试需要按键反应或错误反应后的两个试次；第三，在出现情绪面孔持续消失条件时，连续的两个试次的情绪面孔不会出现，而是随机线条代替情绪面孔出现，所以剔除包含情绪面孔持续消失条件的试次；第四，为了避免潜在的伪迹，在垂直眼电上幅值超过  $\pm 35 \mu\text{V}$ ，或者在水平眼电上幅值超过  $\pm 25 \mu\text{V}$ ，或者在其他电极上幅值超过  $\pm 75 \mu\text{V}$  的试次会被剔除。平均 13.7% (标准差 2.75%) 的试次被剔除。”

**意见 10：**“时间窗分别是 250ms ~ 350 ms、200 ms ~ 300 ms、180 ~ 250 ms、400 ~ 600 ms”这些时间窗对应是前面提到的四个成分的吗，如果是的话，他们分析同一个区域，那么前两个时间窗就有重叠，怎么区分这两个成分。

**回应：**“时间窗分别是 250ms ~ 350 ms、200 ms ~ 300 ms、180 ~ 250 ms、400 ~ 600 ms”这些时间窗确实对应的是前面提到的四个成分。对于前两个成分（vMMN 和 VAN）的区分，修改稿中已在 **2.6 数据分析**部分（第 15 页）补充：“虽然 vMMN 和 VAN 的时间窗有重叠，但是这两个成分的计算方法不同。vMMN 是偏差刺激与标准刺激的 ERPs 的差值。VAN 是意识水平和无意识水平的 ERPs 的差值。因此，即使时间窗有重叠，这两个成分仍可以相互区分。”

**意见 11：**数据分析部分没有提到对 C 阶段的数据怎样进行分析。

**回应：**修改稿已在 **2.6 数据分析**部分（第 16 页）补充了对 C 阶段数据的分析。修改内容为：“关于任务相关性的影响，对所有被试的 B 和 C 阶段的标准刺激的 ERP 波幅进行分析，采用 2(阶段：B、C)  $\times$  2(情绪类型：快乐、恐惧)  $\times$  2(半球：左、右)的三因素重复测量方差分析”。

**意见 12：**关于结果部分：1) B 阶段所有被试根据指导语都意识到了情绪面孔的存在，为什么在分析时能区分成意识组和无意识组。

**回应：**对于区分 B 阶段的意识组和无意识组的原因，修改稿已在 **2.6 数据分析**部分（第 16 页）补充：“在分析意识神经相关物时，本研究重点关注无意识组在 A 阶段（无意识水平）和 B 阶段（意识水平）的 ERPs 的差异。因此，并不是分析 B 阶段所有被试的数据，而是分析无意识组在 A、B 两个阶段的数据。”

**意见 13：**图 2 地形图的图例统一成一个能更好地进行对比。

**回应：**由于修改稿调整了写作主线，原来的图 2 已变成修改稿中的图 3。为了更好地进行对比，修改稿已统一图 3（第 20 页）的地形图的图例。

**意见 14：**图 3 中的 B-A、C-B，中间的“-”易误解成减号，影响对数据的解读。

**回应：**由于修改稿调整了写作主线，原来的图 3 已变成修改稿中的图 2。为了避免误解，修改稿中已将图 2（第 19 页）中的“-”换为“和”。

意见 15: 讨论部分没有涉及两种情绪间存在差异的原因

回应: 对于两种情绪间存在差异的原因, 修改稿已在 4 讨论的第三段(第 21 页)进行补充: “另外, 本研究结果显示, 快乐面孔比恐惧面孔诱发了更大的 VAN 和 SN。这可能是与恐惧面孔相比, 快乐面孔具有的知觉加工优势所致。有研究结果提示存在快乐面孔优势(Becker et al., 2012; Calvo & Nummenmaa, 2008)。例如, Calvo 和 Nummenmaa(2008)的研究结果显示, 与愤怒和恐惧面孔相比, 快乐面孔能更快地被探测, 而且该优势可能由快乐面孔的微笑嘴部区域能快速捕获注意所致。在本研究中, VAN 和 SN 的快乐面孔优势可能是微笑的嘴部特征带来的。但是另有研究结果提示存在消极面孔优势(LoBue, 2009; Segal & Moulson, 2020)。因此, VAN 和 SN 的快乐面孔优势有待研究进行检验。”

新引用的文献:

- Becker, D. V., Neel, R., Srinivasan, N., Neufeld, S., Kumar, D., & Fouse, S. (2012). The vividness of happiness in dynamic facial displays of emotion. *Plos One*, 7(1), e26551.
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2008). Detection of emotional faces: salient physical features guide effective visual search. *J Exp Psychol Gen*, 137(3), 471-494.
- LoBue, V. (2009). More than just another face in the crowd: superior detection of threatening facial expressions in children and adults. *Dev Sci*, 12(2), 305-313.
- Segal, S. C., & Moulson, M. C. (2020). What drives the attentional bias for fearful faces? An eye-tracking investigation of 7-month-old infants' visual scanning patterns. *Infancy*, 25(5), 658-676.

意见 16: 另外, 第二个结论“视觉注意促进面孔情绪信息自动加工”从讨论中怎么推理出来的不清楚。

回应: 结论“视觉注意促进面孔情绪信息自动加工”已修改为“视觉注意影响面孔情绪信息自动加工”。该结论推理不清楚, 这可能是由之前版本的论文未清楚地说明视觉注意是如何操控所致。因此, 修改稿中已在 4 讨论部分的第七段(第 23 页)补充说明: “视觉注意影响面孔情绪信息自动加工。本研究结果显示, 任务相关性调制 vMMN 幅值; 与任务无关相比, 任务相关时 vMMN 的幅值更大。本研究通过任务相关性操控选择性注意, 即在任务无关时, 情绪面孔处于非注意状态; 而在任务相关时, 情绪面孔受到个体选择性注意加工。因此, 本研究结果提示, 视觉注意影响面孔情绪信息自动加工。”

.....

审稿人 2 意见:

该论文采用 ERP 技术以及非注意视盲范式操控视觉意识, 探讨了在对情绪面孔的加工中, 视觉意识与 vMMN 的关系以及 VAN 和 LP 哪个是意识神经相关物。研究结果发现: 1. 无意识的情绪面孔能诱发 vMMN; 2. 情绪面孔诱发的 vMMN 幅值受任务相关性调制; 3. 任务无关的情绪面孔的意识过程诱发 VAN、LP 和 LOP; 4. VAN 反映早期知觉经验, 而 LP 和 LOP 反映晚期意识过程。该研究具有较好的理论创新性, 实验设计合理, 数据分析准确, 结论较可靠。

意见 1: 前言部分, 作者提到本研究有两个目的: 1. 探究视觉意识与 vMMN 的关系; 2. 探讨 VAN 和 LP 哪个是意识神经相关物。因此前言最后一段的研究假设部分可以根据研究目的再适当调整修改一下。

回应: 非常感谢审稿专家的意见! 由于论文前言的主线不够清晰, 修改稿以探究意识神经相关物为主线, 以探究视觉意识和 vMMN 的关系为辅, 修改了前言部分, 具体内容可见 1 引言部分(第 9 页)。此外, 根据这条主线, 修改稿的标题、摘要、前言、数据分析、讨论和结论等部分都做了相应的修改, 即先写意识神经相关物, 再写视觉意识和 vMMN 的关系。研究假设部分已根据研究目的进行了修改: “本研究拟采用非注意视盲范式和情绪面孔刺激,

探讨意识神经相关物以及视觉意识与 vMMN 的关系。Shafto 和 Pitts(2015)采用中性面孔探究意识神经相关物的结果显示, VAN 与意识有关, 而 LP 只与任务相关性有关。与此不同, 由于情绪面孔与中性面孔存在晚期加工差异, 本研究预期情绪面孔的意识过程诱发 VAN 和 LP, 即 VAN 和 LP 都是意识神经相关物。此外, 由于有研究结果提示面孔情绪信息可能经由皮层下通路快速加工(Tamietto & de Gelder, 2010), 本研究预期面孔情绪信息的自动加工独立于视觉意识。具体而言, 本研究预期无意识的情绪面孔能诱发 vMMN, 且其幅值不受意识调制。”可在 1 引言部分 (第 11 页) 查看修改内容。

意见 2: 实验程序部分建议画一个实验流程图。

回应: 为了更清楚地介绍实验流程, 修改稿已添加实验流程图。图 1C (第 14 页) 介绍了实验程序, 图 1D (第 14 页) 介绍了流动标准范式。

意见 3: A、B、C 三个实验是否是依次进行? A 阶段实验的具体任务是什么, 是检测到红点变亮就按键? C 阶段实验的具体任务描述也不够具体清晰。请再修改完善。

回应: A、B 和 C 三个实验阶段是依次进行的。修改稿中已在 2.4 实验程序 (第 13 页) 部分将实验流程和被试任务放在一起进行描述, 并说明了 A 阶段和 C 阶段的具体任务。

具体修改内容为:“本实验依序地进行 A、B、C 三个实验阶段。在 A 阶段, 被试需要探测红点颜色变化。平均每隔  $43.8 \pm 9$  秒, 12 个红点中随机的一个红点的颜色会持续 2 秒地变亮, 即 RGB 值从(127, 0, 0)变为(204, 0, 0)。被试需要在两秒钟内及时按键反应。在红点变亮时, 背景中不会出现情绪面孔, 只会出现随机线条背景。如果被试及时按键反应, 红点不再变亮, 并且 12 个红点调转旋转方向。如果被试未及时反应, 在 2 秒后 12 个红点调转旋转方向。在 A 阶段, 由于未被告知情绪面孔的存在且需要探测红点颜色变化, 部分被试对任务无关的情绪面孔处于无意识水平。在 B 阶段, 由于被告知情绪面孔的存在, 所有被试对情绪面孔处于意识水平。但在 B 阶段, 被试仍需探测红点颜色变化, 而情绪面孔是任务无关的。在 C 阶段, 被试不再需要探测红点变化, 而是需要探测情绪面孔是否持续消失。在出现情绪面孔持续消失条件时, 连续的三个试次都不会出现情绪面孔, 而随机线条代替情绪面孔出现。被试需要在察觉到情绪面孔持续消失时进行按键反应, 且只需进行一次按键反应。在 C 阶段, 为了提醒被试任务已经出现, 红点变亮作为一种事后提示, 在情绪面孔持续消失条件结束后出现。”

意见 4: 在数据分析上, 有些地方还不够完善。例如, “3.2.3 任务相关性的影响”部分: “阶段和情绪类型交互作用显著,  $F(1,55) = 7.06$ ,  $p = 0.01$ ,  $\eta_p^2 = 0.11$ , 与恐惧面孔相比, 快乐面孔诱发更大的 SN”, 这里没有对交互作用进行简单效应分析。

回应: 非常感谢审稿专家的意见! 修改稿中已完善了数据分析内容, 添加了对交互作用的简单效应分析。

在“3.2.1 视觉意识的神经相关物”部分 (第 18 页), 补充“简单效应分析结果显示, 快乐面孔在 B 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 A 阶段( $p < 0.001$ ), 恐惧面孔在 B 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 A 阶段( $p = 0.005$ ), 这提示快乐和恐惧面孔的意识过程都诱发 VAN。”

由于调整了写作主线, “3.2.3 任务相关性的影响”已变为“3.2.2 任务相关性的影响”。修改稿在“3.2.2 任务相关性的影响”部分 (第 18 页), 补充“简单效应分析结果显示, 快乐面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p < 0.001$ ), 恐惧面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p = 0.005$ ), 这提示快乐和恐惧面孔的任务相关性都诱发 SN。”

意见 5: 本研究得出的结果和结论都是基于对情绪面孔信息的加工, 与以往研究采用中性或

者其他非社会性视觉刺激得出的结果有怎样的异同？建议作者在这方面进行适当的讨论。并且，本研究得出的结论是否都适用于对快乐和恐惧情绪面孔的加工？

回应：对于与以往采用中性或者其他非社会性视觉刺激的研究结果相比，本研究采用情绪面孔刺激的结果的不同之处，修改稿在 4 讨论部分的第八段（第 23 页）补充：“在意识神经相关物方面，本研究采用情绪面孔刺激，与以往采用中性面孔的研究结果存在差异。Shafto 和 Pitts(2015)采用中性面孔刺激得出 VAN 与意识相关，LP 与任务相关性有关。但是与之不同，本研究采用情绪面孔刺激得出 VAN 和 LP 可能都是意识神经相关物。如前所述，由于中性面孔和情绪面孔的晚期加工存在差异(Duval et al., 2013; Eimer & Holmes, 2002; Luo et al., 2010)，中性面孔和情绪面孔的意识神经相关物可能不同。此外，在视觉意识与 vMMN 的关系方面，本研究采用情绪面孔刺激，与以往采用相对简单刺激的研究结果存在差异。以往研究采用棋盘格这类简单视觉刺激的研究结果(Czigler et al., 2007; Flynn et al., 2017)提示，无意识刺激不能诱发 vMMN。与之不同，本研究采用情绪面孔刺激得出情绪面孔信息的自动加工独立于视觉意识，即无意识的情绪面孔能诱发 vMMN，且其幅值不受意识调制。如前所述，由于面孔情绪信息能无意识加工(Axelrod et al., 2015; Pegna et al., 2005; Sato et al., 2014)，研究结果差异可能由面孔情绪信息的高自动加工性所致。这些结果提示采用情绪面孔刺激有利于揭示意识神经相关物以及视觉意识与 vMMN 的关系。”

另外，关于本研究得出的结论是否都适用于对快乐和恐惧情绪面孔的加工，修改稿在 4 讨论部分的第六段（第 22 页）补充：“值得注意的是，与 Chen 等(2020)得出只有恐惧面孔能无意识自动加工的结果不同，本研究得出面孔情绪信息能无意识自动加工的结论适用于快乐和恐惧两种情绪面孔。结果差异可能由不同实验范式操控的无意识水平不同所致。有研究者提出，无意识水平不是单一的状态，不同的实验范式操控的无意识水平可能不同(Pitts, Lutsyshyna, & Hillyard, 2018)。通过操控刺激强度的方法使刺激处于一种阈下意识；不改变刺激强度，而是通过操控自上而下的注意的方法使刺激处于前意识(Pitts et al., 2018)。与阈下意识相比，前意识的刺激强度可能更高。因此，与 Chen 等(2020)采用的视觉掩蔽范式(阈下意识水平)相比，非注意视盲范式(前意识水平)更有利于诱发无意识 vMMN。本研究与 Chen 等(2020)的结果差异提示不同实验范式操控的无意识水平影响面孔情绪信息的无意识自动加工。”

意见 6：有一些格式上的小问题，请认真检查。例如“3.2.3 任务相关性的影响”部分，有些句子后的符号“.”要改成“。”。

回应：非常感谢审稿专家细心评阅！修改稿已检查格式上的问题，并将有些句子后的符号“.”改成“。”。

---

## 第二轮

审稿人 1 意见：

vMMNz 以往研究多是在刺激是任务无关时偏差与标准的差异，但是本研究 C 阶段的面孔刺激是任务相关，这时诱发的 vMMN 与已有研究相比，有什么不同，是否可靠，还需在讨论中适当解释。

回应：非常感谢审稿专家的意见。虽然本研究 C 阶段的面孔刺激与任务相关，但情绪信息与任务无关。这是因为被试的任务是判断面孔是否持续消失，而不是对面孔情绪进行反应。因此，C 阶段的 vMMN 仍反应了对非注意的面孔情绪的自动加工。关于面孔情绪的自动加工，虽然有研究者在面孔与任务无关时探究该问题(Stefanics et al., 2012; Stefanics et al., 2018)，但是另有研究者在面孔与任务相关但情绪与任务无关时探究该问题(Kimura et al.,

2012; Kreegipuu et al., 2013)。因此，本研究在任务相关时的 vMMN 是可靠的。

修改稿（第 25 页）中补充：“关于面孔情绪的自动加工，虽然有研究者在面孔与任务无关时探究该问题(Stefanics et al., 2012; Stefanics et al., 2018)，但是另有研究者在面孔与任务相关但情绪与任务无关时探究该问题(Kimura et al., 2012; Kreegipuu et al., 2013)。例如，Kimura(2012)让被试忽略面孔的身份和情绪信息，只对戴眼镜的面孔进行反应，以探究在面孔与任务相关时，个体对任务无关的面孔情绪的自动加工。与此一致，本研究在任务相关时，让被试判断面孔是否持续消失，而不是对面孔情绪进行反应。因此，即使面孔与任务相关，vMMN 仍反应了对非注意的面孔情绪的自动加工。本研究通过任务相关性操控对面孔刺激的选择性注意。在任务无关时，面孔处于非注意状态；而在任务相关时，面孔受到个体选择性注意加工。结果显示，与任务无关相比，任务相关时 vMMN 幅值更大。这提示视觉注意影响面孔情绪信息的自动加工”。

新引用的文献为：

Kreegipuu, K., Kuldkepp, N., Sibolt, O., Toom, M., Allik, J., & Naatanen, R. (2013). vMMN for schematic faces: automatic detection of change in emotional expression. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 714.

审稿人 2 意见：作者较好回答了审稿人的问题，并做了实质性的修改了。建议修后接收。

意见 1：一、3.2.2 数据分析部分对交互作用的表述可做如下修改：“阶段和情绪类型交互作用显著， $F(1,55) = 7.06$ ， $p = 0.01$ ， $\eta_p^2 = 0.11$ ，与恐惧面孔相比，快乐面孔诱发的 SN 幅值更大。简单效应分析结果显示，快乐面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p < 0.001$ )，恐惧面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p = 0.005$ )，这提示快乐和恐惧面孔的任务相关性都诱发 SN。”可修改为：“阶段和情绪类型交互作用显著， $F(1,55) = 7.06$ ， $p = 0.01$ ， $\eta_p^2 = 0.11$ 。简单效应分析结果显示，快乐面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p < 0.001$ )，恐惧面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p = 0.005$ )，这提示快乐和恐惧面孔的任务相关性都诱发 SN，并且与恐惧面孔相比，快乐面孔诱发的 SN 幅值更大。”

回应：非常感谢审稿专家指出的问题，修改稿中已对交互作用的表述进行修改。

在“3.2.1 视觉意识的神经相关物”（第 20 页），修改为“阶段和情绪类型的交互作用显著， $F(1, 25) = 6.03$ ， $p = 0.021$ ， $\eta_p^2 = 0.19$ 。简单效应分析结果显示，快乐面孔在 B 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 A 阶段( $p < 0.001$ )，恐惧面孔在 B 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 A 阶段( $p = 0.005$ )，这提示快乐和恐惧面孔的意识过程都诱发 VAN，并且与恐惧面孔相比，快乐面孔诱发的 VAN 幅值更大”。

在“3.2.2 任务相关性的影响”（第 20 页），修改为“阶段和情绪类型交互作用显著， $F(1, 55) = 7.06$ ， $p = 0.01$ ， $\eta_p^2 = 0.11$ 。简单效应分析结果显示，快乐面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p < 0.001$ )，恐惧面孔在 C 阶段诱发的 ERP 波幅显著负于 B 阶段( $p = 0.005$ )，这提示快乐和恐惧面孔的任务相关性都诱发 SN，并且与恐惧面孔相比，快乐面孔诱发的 SN 幅值更大”。