

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：场景的不同空间频率信息对面部表情加工的影响：来自 ERP 的证据

作者：徐强，杨亚平，张林，邓培状，梁宁建

第一轮

审稿人 1 意见：

该研究采用事件相关电位技术考察场景的不同空间频率信息对面部表情加工的影响。结果发现，对于完整频谱的正常场景，中性场景中的恐惧面孔所诱发的 N170 波幅显著大于消极场景中的恐惧面孔。同时，中性场景中的中性面孔所诱发的 N170 波幅也显著大于消极场景中的中性面孔，该效应发生在三类不同空间频率的场景中。该研究的选题有一定意义，但仍存在一些问题需要作者进一步的思考：

意见 1：结果描述中 P1 成分不只是面孔所诱发，因此不应称为“场景的面孔所诱发的 P1”。实验设计中没有“积极场景”，但作者多次将“中性场景”描述为“积极场景”。

回应：非常感谢审稿专家的宝贵意见。（1）本研究使用面孔-场景整合刺激作为实验材料，并使用“任务无关(task-irrelevant)”的实验任务（即判断面孔的性别）来操控被试将场景中的面孔作为目标刺激进行加工，而场景作为背景呈现。为了保证表述的准确性，依据审稿专家的建议，我们将“场景中的面孔所诱发的 P1”改为“面孔-场景整合刺激所诱发的 P1”（具体见论文结果部分“3.2.1 P1”中蓝色字体部分）。（2）已在论文修改稿中将“积极场景”更正为“中性场景”。

意见 2：为什么低空间频率时恐惧表情缩短了左半球的 P1 潜伏期，而高空间频率时却是右半球？应该在讨论中阐述一下。如果作者希望直接比较空间频率的作用，建议将完整频谱、高空间频率和低空间频率场景的试次随机设定在同一个 block 中。该研究实验结果整体看起来似乎是由中性场景比消极场景的 N170 幅度更大导致的，与面孔情绪无关，这也是需要作者考虑的。

回应：感谢审稿专家的意见。

（1）依据审稿专家的建议，我们在修改稿的讨论部分对 P1 成分的相关结果进行了详细讨论（具体见论文讨论部分第四段蓝色字体部分），补充内容如下：

除了与面孔结构化编码相关的 N170 成分之外，本研究还考察了 ERP 早期正成分——P1。有研究者认为，P1 反映了个体对刺激早期物理特征的加工(Hillyard & Anllo-Vento, 1998)，尽管如此，也有研究发现，面孔与物体相比诱发更大的 P1 波幅，即 P1 反映了面孔最初探测阶段的加工，该阶段是面孔完整结构化编码完成之前的阶段(Itier & Taylor, 2004; Herrmann, Ehlis, Ellgring, & Fallgatter, 2005)。本研究并未在 P1 成分上发现场景对面部表情加工的影响。这一研究结果与以往研究一致。例如，Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)的研究结果同样表明，面孔-场景整合刺激所诱发的 P1 成分并不会受到场景信息的调节。然而，也有研究发现，当背景因素为体态表情(bodily expression)时，体态表情调节面孔所诱发的 P1 波幅。具体表现在，相对于体态表情与面部表情相一致条件，两者不一致时在枕区诱发更大的 P1 波幅(Meeren, van Heijnsbergen, & de Gelder, 2005)。以上研究结果显示，尽管场景与体态表情同为背景因素，但个体对不同背景因素的加工具有不同的神经活动特征。此外，虽然本研究并未在 P1 成分上发现场景对面部表情加工的影响，但却发现不同面孔整合刺激所诱发的 P1 成分的潜伏期在不同脑区有着不同的表现。具体体现为，低空间频率场景中，左半球和中线相应电极位置，恐惧面孔整合刺激所诱发的 P1 潜伏期显著小于中性面孔整合刺激；在高空间频率场景中，右半球相应电极位置，恐惧面孔整合刺激所诱发的 P1 潜伏期显著小于中性面孔整合刺激。该结果表明，个体对不同空间频率场景的加工具有不同的神经活动特征。

(2) 本研究包括完整频谱场景(BSF scene)，低空间频率场景(LSF scene)和高空间频率场景(HSF scene)三个部分，每部分各有 4 个 block，并未将不同空间频率的试次随机设定在同一个 block 中，采用该种实验设计的原因在于：如果将不同空间频率的试次随机设定在同一个 block 中，就有可能出现同一场景以不同空间频率的形式连续呈现的情况。在该情况下，个体对高空间频率或者低空间频率场景的加工很容易受到完整频谱场景的影响。因此，为了避免完整频率场景对高、低空间频率场景的影响，依据以往研究的处理方法(Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan, 2003)，我们将三种场景设定在不同 block 中。

(3) 本实验在 N170 波幅指标上最重要的结果是空间频率、场景、面部表情与脑区的交互作用显著， $F(2, 16) = 10.905$ ， $p < 0.001$ ， $\text{partial } \eta^2 = 0.391$ （对该交互作用的详细分析见论文结果部分中“3.2.2 N170”成分的波幅指标分析部分），其中空间频率、场景、面部表情和脑区因素都发挥着重要作用。在完整频谱场景情况下，中性场景中的恐惧面孔所诱发的 N170 波幅均显著大于消极场景中的恐惧面孔；而中性场景中的中性面孔所诱发的 N170

波幅在右半球显著大于消极场景中的中性面孔。虽然中性场景中的面孔诱发了更大的 N170 波幅（与面孔情绪无关），但是这一结果仅仅发生在完整频谱场景情况下；在高、低空间频率场景情况下，仅有中性场景中的中性面孔比消极场景的中性面孔诱发了更大的 N170 波幅，恐惧面孔并未发现该种差异。可见，在高、低空间频率场景情况下，面孔情绪在该效应中发挥着重要作用。

参考文献：

Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624-631.

意见 3：ERP 的基线不是很稳定，看起来好像是系统性的变化。此外，如果只看中性场景条件下，恐惧面孔诱发的 N170 看起来还没有中性面孔的 N170 波幅大，这与前人的发现不同，该如何解释？是否是数据的不稳定造成的？

回应：感谢审稿专家的意见。（1）本实验的波形图中 ERP 基线略显漂移，但各个条件的 ERP 波形并未在基线位置出现分离，这也排除了系统性变化的可能。（2）本实验在 N170 波幅指标上最重要的结果是空间频率、场景、面部表情与脑区的交互作用显著， $F(2, 16) = 10.905$, $p < 0.001$, $\text{partial } \eta^2 = 0.391$ （对该交互作用的详细分析见论文结果部分中“3.2.2 N170”成分的波幅指标分析部分）。依据审稿专家的意见，为了考察中性场景条件下，恐惧面孔诱发的 N170 波幅是否与中性面孔所诱发的 N170 存在显著差异，尽管场景与面部表情的两因素交互作用并不显著， $F(2, 16) = 0.098$, $p = 0.758$, $\text{partial } \eta^2 = 0.006$ ，我们仍然进行了交互作用的简单效应检验，结果发现，在中性场景条件下，恐惧面孔诱发的 N170 波幅（ $M = 10.98 \mu\text{V}$, $SE = 1.25$ ）与中性面孔诱发的 N170 波幅（ $M = -11.04 \mu\text{V}$, $SE = 1.12$ ）并没有显著差异（ $p > 0.05$ ），具体见表 1-1。

表 1-1 不同面部表情在不同场景中的 N170 波幅(μV) M (SE)

消极场景			中性场景		
恐惧面孔	中性面孔	p	消极场景	中性场景	p
-10.18(1.19)	-10.16(1.16)	0.906	-10.98(1.25)	-11.04(1.12)	0.843

审稿人 2 意见：

本研究使用 ERPs 技术考察了不同空间频率的场景信息对面部表情加工的影响。结果发现，在加工中性面孔时，不同空间频率的场景对面孔早期知觉编码的加工都产生影响，而在

恐惧面孔下，仅完整背景信息对面孔早期知觉编码加工的产生影响。该论文语言表达清晰，但还存在如下问题：

意见 1: 在实验逻辑方面，作者试图证明“不同空间频率的场景信息对面部表情加工的影响”，这一实验的逻辑前提必须是，不同空间频率的场景信息能够被自动的提取加工。这一前提是否有文献证据支持？

回应: 非常感谢审稿专家的意见。以往研究表明，场景刺激的物理特性影响视知觉加工，特别是场景刺激的空间频率 (Delplanque, N'diaye, Scherer, & Grandjean, 2007)。不同的空间频率反映场景的不同方面的信息。高空间频率表征场景较为突出的细节信息（例如边界等）；低空间频率表征场景的总体轮廓信息（例如大体的朝向、比率等），低空间频率所反映的场景总体轮廓信息与快速提取的场景大意相关(Bar, 2004)。Carretié等人(2007)使用“任务无关(task-irrelevant)”的实验任务探讨场景刺激的情绪内容与空间频率属性的交互作用。该研究发现，即使在“任务无关”的情况下，低空间频率的消极场景比低空间频率的中性场景以及积极场景诱发更大的 N135 波幅，该研究结果表明，个体对不同空间频率的情绪性场景的加工有着不同的神经活动特征，该加工过程具有快速和意识参与较少等自动化特征。除了场景不同空间频率信息加工的研究之外，一项关于面孔空间频率的功能磁共振成像(fMRI)研究发现，低空间频率和完整空间频率的恐惧面孔比起高空间频率的恐惧面孔诱发更大的杏仁核(amygdala)的激活，另外，低空间频率的恐惧面部表情所引起的上丘(superior colliculus)和丘脑枕(pulvinar)激活表明，粗略恐惧信息在皮层下通路(subcortical pathways)的快速传递 (Vuilleumier et al., 2003)。由于刺激在皮层下通路中的加工具有意识参与较少的特点，因此这也表明了个体对该类刺激的加工也具有一定程度的自动化特征。

参考文献：

- Bar, M. (2004). Visual objects in context. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(8), 617-629.
- Carretié L., Hinojosa, J. A., López-Martín, S., & Tapia, M. (2007). An electrophysiological study on the interaction between emotional content and spatial frequency of visual stimuli. *Neuropsychologia*, 45(6), 1187-1195.
- Delplanque, S., N'diaye, K., Scherer, K., & Grandjean, D. (2007). Spatial frequencies or emotional effects? A systematic measure of spatial frequencies for IAPS pictures by a discrete wavelet analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 165(1), 144-150.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624-631.

意见 2: 正如作者在文中引出背景对面孔的影响时, 所提出的“在现实生活中, 面孔总是伴随着一定的场景而出现, 人们习惯于在恐惧场景中看到恐惧面孔, 在积极场景中看到快乐面孔。”按照这一说法, 实际上场景与面孔表情的一致性与否是影响面孔表情的关键。作者的实验设计也主要是根据一致性来设置的实验条件。但是在结果中却没有观察到一致性的影响。例如, 对于恐惧面孔所诱发 N170 幅度, 文中发现的是中性场景大于消极场景, 而文中所引用的 Righart & de Gelder (2006)和 Righart & de Gelder (2008a)的研究发现则是相反的。作者如何解释与经典结果的差异?

回应: 感谢审稿专家的意见。正如审稿专家所说, 在每类空间频率情况下, 我们操控情绪性场景与面孔情绪的一致性, 其中包括场景的情绪性与面孔情绪“一致” vs. “不一致”两种情况。我们考察“一致”和“不一致”两种情况的加工是否出现差异, 从而揭示不同空间频率情况下场景对面部表情加工的影响。Righart 和 de Gelder (2006)采用延迟反应范式, 考察了场景对面孔早期加工阶段的影响。实验结果发现, 相比于处于中性场景中的恐惧面孔, 当恐惧面孔处于恐惧场景中时诱发更大的 N170 波幅。随后, Righart 和 de Gelder (2008a)采用外显面部表情分类任务, 结果发现, 相比于处于快乐和中性场景中的恐惧面孔, 当恐惧面孔处于恐惧场景中诱发更大的 N170 波幅。可见, 以上两项 ERP 研究均发现面部表情与情绪性场景在 N170 波幅指标上的一致性效应。但是, 本研究发现, 对于完整频谱场景来说, 处于中性场景中的恐惧面孔所诱发的 N170 波幅显著大于处于消极场景中的恐惧面孔; 另外, 处于中性场景中的中性面孔所诱发的 N170 波幅显著大于消极场景中的中性面孔。可见, 中性场景中的面孔(恐惧和中性面孔)均诱发了更大的 N170 成分。由于 N170 成分与面孔的早期知觉编码相关(Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996; Bentin et al., 2007; Rossion & Jacques, 2008), 因此, 结合中性面孔和恐惧面孔的结果可以推断, 消极场景对于中性面孔和恐惧面孔的结构化编码均表现出了干扰作用。本研究所发现的消极场景对于恐惧面孔的结构化编码的干扰作用与 Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)所发现的面部表情与情绪性场景在 N170 波幅指标上的一致性效应存在差异, 究其原因主要在于: 两个研究使用了不同性质的实验材料。Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)研究中所使用的场景刺激为恐惧场景, 而本研究使用的场景刺激为消极场景。相比于恐惧场景, 本研究使用的消极场景与恐惧面孔的语义关系相对独立, 没有恐惧场景与恐惧面孔的语义关系连贯。因此, 本研究中被试对消极场景+恐惧面孔整合刺激的加工更多地表现为消极场景凸显性所导致的对面部表情加工的干扰作用; 而在 Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)研究中, 由于恐惧场景+恐惧面孔整合刺激的

语义连贯性，被试对该刺激的加工更多地表现出一致性效应。在接下来的研究中，我们将操控场景与面孔间语义的相关性，更加全面地探讨场景对面部表情加工的影响。

参考文献：

- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551-565.
- Bentin, S., Taylor, M. J., Rousselet, G. A., Itier, R. J., Caldara, R., Schyns, P. G., . . . Rossion, B. (2007). Controlling interstimulus perceptual variance does not abolish N170 face sensitivity. *Nature Neuroscience*, 10(7), 801-802.
- Righart, R., & de Gelder, B. (2006). Context Influences Early Perceptual Analysis of Faces—An Electrophysiological Study. *Cerebral Cortex*, 16(9), 1249-1257.
- Righart, R., & de Gelder, B. (2008a). Rapid influence of emotional scenes on encoding of facial expressions: an ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(3), 270-278.
- 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.

意见 3：实验方法部分，ERPs 实验的时间随机是设置在刺激呈现前的注视点上。但作者将其放在了刺激呈现后的空屏上。这是导致实验中 ERP 波形的基线不平的主要原因。

回应：非常感谢审稿专家的宝贵意见。我们将在接下来的研究中将时间随机设置在刺激呈现前的注视点上，从而避免 ERP 波形基线不平的情况发生。

意见 4：在刺激条件的设置方面，Righart & de Gelder (2006)和 Righart & de Gelder (2008a)的研究都采用了对比条件，确保结果不是来自于中性场景和恐惧场景之间的特征差异，虽然这两个文章已经证明不同场景之间不存在特征差异。但是本文采用的是不同的刺激材料，仍然需要设置对比条件排除特征差异。

回应：感谢审稿专家的意见。Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)的两项研究分别使用了灰色空白背景和无意义场景(scrambled scene)作为对比条件。本研究并未设置对比条件，其原因在于：(1) 本研究主要基于以往研究结论（即场景对面部表情加工存在影响）的基础上，进一步探讨场景的空间频率物理属性在该效应中的影响。针对场景是否影响面部表情加工，以及确保该影响不是由场景间的特征差异所引起的问题，以往研究从行为层面和神经机制层面对该问题均进行了探讨(Hietanen & Astikainen, 2013; Lee, Choi, & Cho, 2012; Righart & de Gelder, 2006, 2008a, 2008b; Van den Stock, Vandenbulcke, Sinke, Goebel, & de Gelder, 2014)，因此本研究未设置对比条件对该问题再次考察。(2) 本研究考察场景的不同空间频率信息对面

部表情加工的影响。依据场景的空间频率特征设置了三类 block（完整频谱的场景，低空间频率场景和高空间频率场景三个部分），每部分各有 4 个 block，每一 block 包括 64 个 trial，实验总共 12 个 block，768 个 trial。目前实验的 trial 总数相对较多，完成实验所需时间也相对较长，如果再加入对比条件的话，有可能引起被试过度疲劳，从而不能得到较高质量的实验数据。因此，经过权衡，本研究未设置对比条件。尽管如此，未设置对比条件确实也是本研究需要进一步改进和完善的地方，我们将在进一步的研究中设置对比条件更加全面地对该问题进行探讨。

参考文献：

- Hietanen, J. K., & Astikainen, P. (2013). N170 response to facial expressions is modulated by the affective congruency between the emotional expression and preceding affective picture. *Biological Psychology*, 92(2), 114-124.
- Lee, T.-H., Choi, J.-S., & Cho, Y. S. (2012). Context modulation of facial emotion perception differed by individual difference. *PLoS ONE*, 7(3), e32987. doi: 10.1371/journal.pone.0032987
- Righart, R., & de Gelder, B. (2006). Context influences early perceptual analysis of faces—An electrophysiological study. *Cerebral Cortex*, 16(9), 1249-1257.
- Righart, R., & de Gelder, B. (2008a). Rapid influence of emotional scenes on encoding of facial expressions: an ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(3), 270-278.
- Righart, R., & Gelder, B. (2008b). Recognition of facial expressions is influenced by emotional scene gist. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(3), 264-272.
- Van den Stock, J., Vandenbulcke, M., Sinke, C. B. A., Goebel, R., & de Gelder, B. (2014). How affective information from faces and scenes interacts in the brain. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(10), 1481-1488.

审稿人 3 意见：

该研究存在以下问题：

意见 1：在前言部分，缺少对行为结果和 ERP 结果的更为具体的预期，建议补充。

回应：非常感谢审稿专家的宝贵意见。由于本研究的实验任务为无关任务，即判断面孔性别，所以行为结果仅为了考察被试的专注度。因此，依据审稿专家的意见，我们在论文修改稿中主要补充了 ERP 研究结果的具体预期（具体见论文引言部分最后一段蓝色字体部分），补充内容如下：

实验假设：场景影响面部表情加工，且不同空间频率的场景对面部表情加工的影响存在差异。结合 Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)的研究结论，本实验假设场景对面部表情加工的影响主要表现为场景影响面部表情的早期知觉编码，具体体现

在场景调节面部表情所诱发的 N170 波幅，并且该影响能够发生于完整频谱的正常场景以及高、低空间频率场景中。

意见 2: 在实验材料部分，请说明实验中每张面孔图片和场景图片出现几次。

回应: 感谢审稿专家的意见。依据审稿专家的意见在论文修改稿中补充说明了实验中每张面孔图片和场景图片出现的次数(具体见论文方法部分“2.3 实验程序”第一段蓝色字体部分)，补充内容如下：

本实验包括完整频谱的正常场景(BSF scene)，低空间频率场景(LSF scene)和高空间频率场景(HSF scene)三个部分，每部分各有 4 个 block，每一 block 包括 64 个 trial，其中，面孔图片和场景图片在每一 block 中随机组合，每张面孔图片（总共 32 张）和每张场景图片（总共 32 张）在每一 block 中各出现 2 次；实验总共 12 个 block，768 个 trial。

意见 3: 在讨论部分，作者仅讨论了 N170 上的效应，但是没有讨论 P1 上的结果，建议补充对 P1 的讨论。其次，讨论第一段叙述了 N170 上的结果，在后面几段又再次描述这些结果，建议简化。另外，对于 N170 结果，作者讨论了为什么加工恐惧面孔时场景效价的调节作用发生在完整频谱场景中，而加工中性面孔时场景效价的调节作用发生在三种场景中。但是，没有讨论中性场景中的面孔加工诱发了更大峰值的 N170 的意义是什么，建议补充。

回应: 感谢审稿专家的意见。

(1) 依据审稿专家的建议，我们在修改稿的讨论部分对 P1 成分的相关结果进行了详细讨论（具体见论文讨论部分第四段蓝色字体部分），补充内容如下：

除了与面孔结构化编码相关的 N170 成分之外，本研究还考察了 ERP 早期正成分——P1。有研究者认为，P1 反映了个体对刺激早期物理特征的加工(Hillyard & Anllo-Vento, 1998)，尽管如此，也有研究发现，面孔与物体相比诱发更大的 P1 波幅，即 P1 反映了面孔最初探测阶段的加工，该阶段是面孔完整结构化编码完成之前的阶段(Itier & Taylor, 2004; Herrmann, Ehlis, Ellgring, & Fallgatter, 2005)。本研究并未在 P1 成分上发现场景对面部表情加工的影响。这一研究结果与以往研究一致。例如，Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)的研究结果同样表明，面孔-场景整合刺激所诱发的 P1 成分并不会受到场景信息的调节。然而，也有研究发现，当背景因素

为体态表情(bodily expression)时，体态表情调节面孔所诱发的 P1 波幅。具体表现在，相对于体态表情与面部表情相一致条件，两者不一致时在枕区诱发更大的 P1 波幅(Meeren, van Heijnsbergen, & de Gelder, 2005)。以上研究结果显示，尽管场景与体态表情同为背景因素，但个体对不同背景因素的加工具有不同的神经活动特征。此外，虽然本研究并未在 P1 成分上发现场景对面部表情加工的影响，但却发现不同面孔整合刺激所诱发的 P1 成分的潜伏期在不同脑区有着不同的表现。具体体现为，低空间频率场景中，左半球和中线相应电极位置，恐惧面孔整合刺激所诱发的 P1 潜伏期显著小于中性面孔整合刺激；在高空间频率场景中，右半球相应电极位置，恐惧面孔整合刺激所诱发的 P1 潜伏期显著小于中性面孔整合刺激。该结果表明，个体对不同空间频率场景的加工具有不同的神经活动特征。

(2) 已对讨论部分 N170 的结果进行了简化。

(3) 针对“中性场景中的面孔加工诱发了更大峰值的 N170”，我们在修改稿中进行了详细讨论（具体见论文讨论部分第二段蓝色字体部分），补充内容如下：

在本实验的正常场景（保持完整频谱）条件中，研究发现面部表情加工显著的场景效应，具体体现在，中性场景中的恐惧面孔所诱发的 N170 波幅均显著大于消极场景中的恐惧面孔；而中性场景中的中性面孔所诱发的 N170 波幅在右半球显著大于消极场景中的中性面孔。可见，中性场景中的面孔诱发了更大的 N170 波幅。以往大量研究表明，N170 是与面孔加工相关的重要早期成分，该成分与面孔的结构化编码相关(Bentin et al., 1996; Bentin et al., 2007; Rossion & Jacques, 2008)。因此，本实验结果表明，场景影响面部表情的结构化编码，且中性场景中面孔的结构化编码程度较好，而消极场景对面孔的结构化编码均表现出了干扰作用，其原因在于，消极场景中的负性威胁性信息具有较高的凸显性，当它作为背景与面孔同时呈现时，往往干扰了面孔的结构化编码。与本研究结果相似，Righart 和 de Gelder (2006) 的研究发现，与场景中的面孔相比，灰色空白背景中的面孔诱发更大的 N170 波幅。该结果表明，灰色空白背景中面孔的结构化编码程度好于场景中的面孔，场景信息在一定程度上干扰了面孔的结构化编码。

第二轮

审稿人1意见:

作者已对一审所提问题做了细致的答复,但并没有将所答复的内容体现在文章中。尤其是意见1、2、4,这些问题应该在文中交代清楚。

回应:非常感谢审稿专家的宝贵意见。已在论文修改稿中对一审意见1、2、4进行了详细论述,具体见下:

(1)针对意见1的论述见论文修改稿“1 引言”部分第六段蓝色字体部分,补充内容如下:

此外,在一项关于情绪性场景的ERP研究中,研究者使用“任务无关(task-irrelevant)”的实验任务探讨场景刺激的情绪内容与空间频率属性的交互作用。该研究发现,即使在“任务无关”的情况下,低空间频率的消极场景比低空间频率的中性场景以及积极场景诱发更大的N135波幅,该研究结果表明,个体对不同空间频率的情绪性场景的加工有着不同的神经活动特征,该加工过程具有快速和意识参与较少等自动化特征。研究者认为大细胞相关(magnocellular-related)加工过程主要基于视觉刺激低空间频率信息的加工,该过程有利于威胁性以及紧急性视觉事件的侦测(Carreti & Hinojosa, López-Martín, & Tapia, 2007)。

(2)针对意见2的论述见论文修改稿“4 讨论”部分第三段蓝色字体部分,补充内容如下:

然而,对于场景中的面孔来说,Righart和de Gelder(2006, 2008a)的研究发现,相比于处于快乐或者中性场景中的恐惧面孔,当恐惧面孔处于恐惧场景中时诱发更大的N170波幅,即面部表情与情绪性场景在N170波幅指标上的一致性效应。本研究所发现的消极场景对于恐惧面孔的结构化编码的干扰作用与Righart和de Gelder(2006, 2008a)所发现的面部表情与情绪性场景在N170波幅指标上的一致性效应存在差异,究其原因主要在于:两项研究使用了不同性质的实验材料。Righart和de Gelder(2006, 2008a)研究中所使用的场景刺激为恐惧场景,而本研究使用的场景刺激为消极场景。相比于恐惧场景,本研究使用的消极场景与恐惧面孔的语义关系相对独立,没有恐惧场景与恐惧面孔的语义关系连贯。因此,本研究中被试对消极场景+恐惧面孔整合刺激的加工更多地表现为消极场景凸显性所导致的对面部表情加工的干扰作用;而在Righart和de Gelder(2006, 2008a)研究中,由于恐惧场景+恐惧面孔整合刺激的语义连贯性,被试对该刺激的加工更多地表现出一致性效

应。在接下来的研究中，我们将操控场景与面孔间语义的相关性，更加全面地探讨场景对面部表情加工的影响。

(3) 针对意见 4 的论述见论文修改稿“4 讨论”部分第六段蓝色字体部分，补充内容如下：

第一，Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)的两项研究分别使用了灰色空白背景和无意义场景(scrambled scene)作为对比条件。本研究并未设置对比条件，其原因在于：该项研究主要探讨场景的空间频率物理属性对面部表情加工的影响，而针对场景是否影响面部表情加工，以及确保该影响不是由场景间的特征差异所引起的问题，以往研究从行为层面和神经机制层面对该问题均进行了探讨(Hietanen & Astikainen, 2013; Lee et al., 2012; Righart & de Gelder, 2006, 2008a, 2008b; Van den Stock, Vandenbulcke, Sinke, Goebel, & de Gelder, 2014)。尽管如此，对比条件的设置能够排除场景特征差异的影响，因此，在接下来的研究中，我们将设置对比条件更加全面地对该问题进行探讨。

审稿人 2 意见：

作者对审稿人提出的问题进行了详细的解释，对论文做了较好的修改，论文质量有所提高。不过，尚有以下几个小问题需作者考虑和修改：

意见 1：把 pulvinar 译为“丘脑”似乎不合适，请作者进一步核对。

回应：感谢审稿专家的意见。已在论文修改稿中的相应位置将 pulvinar 译为“丘脑枕”。

意见 2：作者的研究预期“本实验假设场景对面部表情加工的影响主要表现为场景影响面部表情的早期知觉编码，具体体现在场景调节面部表情所诱发的 N170 波幅.....”是否应改为“本实验假设情绪性场景对面部表情加工的影响主要表现为影响面部表情的早期知觉编码，具体体现在情绪性场景调节面部表情所诱发的 N170 波幅.....”？

回应：非常感谢审稿专家的宝贵意见。已在论文修改稿相应位置进行了修改，具体见“1 引言”部分最后一段蓝色字体部分，修改内容如下：

实验假设：场景影响面部表情加工，且不同空间频率的场景对面部表情加工的影响存在差异。结合 Righart 和 de Gelder (2006, 2008a)的研究结论，本实验假设情绪性场景对面部表情加工的影响主要表现为影响面部表情的早期知觉编码，具体体

现在情绪性场景调节面部表情所诱发的 N170 波幅，并且该影响能够发生于完整频谱的正常场景以及高、低空间频率场景中。

意见 3: 结论中“不同面部表情具有不同的场景效应的视觉加工特征”这句话难以理解。

回应: 感谢审稿专家的意见。已在论文修改稿“5 结论”部分删除了这句话，修改内容如下：

本研究探讨场景的不同空间频率信息对面部表情加工的影响。研究发现，场景对恐惧面孔早期知觉编码加工的影响依赖于场景完整频谱信息，且该效应发生于任务无关(task-irrelevant)的情况下。场景对中性情绪面孔早期知觉编码加工的影响表现出不同的特性。相对于恐惧面孔，中性情绪面孔的凸显性较低，对中性情绪面孔的结构化编码加工更容易受到负性情绪场景的干扰，而且这种干扰能够发生在场景仅有粗略轮廓信息以及细节线条信息的情况下。

第三轮

主编意见:

意见 1: 每个关键词后用分号隔开。

回应: 感谢主编的意见。已在论文修改稿“摘要”中的“关键词”部分添加了分号。

意见 2: 请作者调整数据的记录与分析部分的内容，在研究方法部分提出明确的实验设计，以便读者能更清晰的理解你的研究思路及数据统计逻辑。

回应: 非常感谢主编的宝贵意见。依据主编的意见，我们对“2 方法”部分的内容进行了调整，提出了明确的实验设计（具体见“2 方法”中“2.3 实验设计”部分），补充内容如下：

2.3 实验设计

采用 3（场景的空间频率属性：完整频谱场景，低空间频率场景，高空间频率场景）×2（场景情绪性：消极，中性）×2（面部表情：恐惧，中性）的被试内实验设计。因变量为 ERP 成分 P1 和 N170 的波幅以及潜伏期。