

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：负性分心面孔的知觉加工和记忆：知觉负载的作用

作者：罗禹 丰丽红 任敏 顾秋瑀 赵守盈 张禹

第一轮

审稿人 1 意见：

本研究将情绪面孔作为分心物，探究其加工和记忆是否受知觉负载的影响。研究者发现，恐惧分心面孔能够通过早期的注意选择，在晚期受知觉负载调节，这种调节会影响个体对分心物的记忆。然而，本研究存在相当一部分问题。

意见 1：

总体写作不够规范且语序混乱，例如：

(1) 摘要应该有逻辑性，如：本研究使用 ERP 技术和.....任务考察了.....行为结果显示.....ERP 结果显示.....结果说明.....而不是“以恐惧和中性面孔为分心刺激，要求被试完成高、低知觉负载的视觉搜索任务，之后对分心刺激完成意外再认记忆任务。与中性面孔相比，恐惧分心面孔在高知觉负载中干扰任务成绩，在低知觉负载中干扰效应不明显。恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N170 和 N250，这两个成分不受知觉负载调节；低知觉负载比高知觉负载诱发更大的 N700，该成分不受分心物效应调节。与高知觉负载相比，被试对低知觉负载中分心面孔的记忆更好。”

(2) “事件相关电位 (ERP)”应为事件相关电位 (event-related potential, ERP)；

(3) 对于 P1 成分，相应分析结果为 $F(2, 56) = 7.56, p = 0.002$ ，未报告“ η^2 ”

(4) “被试眼睛与屏幕正中保持水平并距离 60cm 左右”应写在“实验程序”部分而不是“刺激与仪器”部分；“实验总共包含 40 张分心面孔，其中恐惧 20 张，中性面孔 20 张，男女各半，每张面孔图片的身份不同”应写在“刺激与仪器”部分而不是“实验程序”部分；

(5) “面孔作为一种特殊刺激，它作分心物呈现时如何受当前任务负载影响还不清楚。”改为“尚未有研究考察任务负载是否影响面孔分心物”；“事件相关电位 (ERP) 由于其很高的时间分辨率，有利于研究并回答上述问题。”改为“研究者使用高时间分辨率的 ERP 技术探究上述问题”。

请自行修改其他不规范的地方。

回应：

感谢审稿专家的指导。我们已经将摘要修改得更具有逻辑性，可读性更高。

“情绪面孔作为分心物时，其加工和记忆是否受知觉负载影响不清楚。本研究使用 ERP 技术和视觉搜索以及意外再认记忆任务，考察知觉负载对负性分心面孔的知觉加工和记忆的影响。在视觉搜索任务中，行为结果显示恐惧分心面孔只在高知觉负载下干扰视觉搜索成绩。ERP 结果显示，恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N170 和 N250；在低知觉负载下恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N700，在高知觉负载下没有差异。在意外再认记忆任务中，被试对低知觉负载下的恐惧面孔的辨别力优于随机水平，其它条件与随机水平没有差异。这些结果表明恐惧分心面孔能够通过早期的注意选择，在晚期受知觉负载调节，这种调节会影响个体对分心物的记忆。”

感谢审稿专家的细致阅读，第 2~5 个问题都是涉及写作不规范的地方，这里统一答复。

已经将专家指出的以及其它不规范的地方都做了修改。修改后的文字采用蓝色标示出来。

意见 2:

除作者引用的文献外，正文中还缺乏一些重要的研究。

之前的研究考察了任务负载对恐惧情绪面孔加工的影响（Bishop, Jenkins & Lawrence, 2007），并且发现知觉负载不影响被试对情绪性分心物（带有人脸的情绪图片）的选择性注意（Attar & Müller, 2012）。作者应讨论本实验与这些实验的区别。

回应:

感谢专家提供的文献，在修改后的文章中，我们已经将这两篇重要文献加入到引言和讨论部分。本文采用了和 Bishop 等人（2007）的文章相似的范式，Bishop 等人（2007）的文章主要讨论状态焦虑和特质焦虑对威胁分心物加工的差异，这对我们研究正常人有明显的启示。Attar 等人（2012）的研究发现负性情绪分心图片的加工不受任务的注意负载调节，只受情绪效价的调节。这与本研究中发现的 N700 受知觉负载和分心面孔效价调节有些不同。修改后的论文对这些异同进行了讨论。

“本研究中，知觉负载越低，N700 越大，表明越多的资源来对分心物进行编码与存储，那么对分心物的记忆成绩就越好；相反，知觉负载越高，N700 越小，越少资源用来处理分心物，对分心物的记忆成绩就越差。这与我们在意外再认记忆任务中观察到的结果一致（见下一段讨论）。先前有研究调查了知觉负载对情绪图片分心物加工的影响，结果发现知觉负载对稳态视觉诱发电位（steady-state visual evoked potentials）没有影响，即知觉负载对人类视觉皮层的加工调节作用很小（Attar & Muller, 2012）。这与本研究观察到的晚期成分受负载以及效价的交互影响不同。本研究发现知觉负载不对早期成分产生影响，对晚期成分进行调节，这与最近的研究结果是一致的（Luo et al., 2010）。目前关于情绪分心物的加工是否受知觉负载的调节研究结果不一致，可能是因为知觉负载高低的界定不清晰，在不同研究之间很难做比较。比如视觉搜索与知觉判断是明显不同的任务，很难比较。另外，已有研究显示情绪分心物的强度在认知与情绪交互中具有重要作用（Pessoa, 2009），因此情绪分心物的效价强度不同也可能导致研究结果的差异。”

“更重要的是，被试能够记住低知觉负载下的恐惧分心面孔，不能记住其它条件下的分心面孔。该结果与 N700 的结果吻合，既低负载恐惧的 N700 显著大于低负载中性。这些结果说明，当知觉负载较低时（即注意资源足够时），与中性刺激相比个体会优先加工和存储情绪刺激。但是当知觉负载较高时（即注意资源不足时），个体能够有效的控制对情绪分心物的持续性注意，避免过多的加工情绪分心物，从而保证当前任务能够完成。先前研究显示，高焦虑个体存在对分心物抑制不足的问题，负性分心面孔会显著的激活了杏仁核（Bishop, Jenkins, & Lawrence, 2007）。这从另一个角度反映了对情绪分心物做出适当的控制，会有助于个体的生存。”

意见 3:

数据处理有问题。之前的研究表示 N700 在 P7,P8 上显著（McCullough et al., 2007; Eimer and Kiss, 2010; Bender et al., 2010），作者为何选择选择 F3、FZ、F4、P3、PZ、P4、O1、OZ 和 O2 来分析 N700 成分？

回应:

感谢审稿专家提供的参考文献。根据审稿专家提供的参考文献以及 N700 的头皮分布情况（如图 1 所示），我们对 P7、P8 两个电极点的 N700 进行了 2（电极点：P7, P8）× 2（负载：高, 低）× 2（分心物效价：负性, 中性）的重复测量方差分析。

“结果显示负载主效应显著, $F(1,28)=24.55, p < 0.001, \eta_p^2=0.47$, 低负载诱发的 N700 更负。情绪主效应显著, $F(1,28)=4.44, p = 0.04, \eta_p^2=0.14$, 负性情绪诱发的 N700 更负。电极点与负载交互作用显著, $F(1,28)=11.80, p = 0.002, \eta_p^2=0.30$ 。进一步分析发现, 在 P7 电极点上, 负载主效应显著, $F(1,28)=14.45, p = 0.001, \eta_p^2=0.34$; 在 P8 电极点上, 负载主效应显著, $F(1,28)=31.90, p < 0.001, \eta_p^2=0.53$, 情绪主效应显著, $F(1,28)=4.56, p < 0.05, \eta_p^2=0.14$, 负载与情绪交互作用显著, $F(1,28)=4.34, p < 0.05, \eta_p^2=0.13$ 。对该交互作用的进一步分析发现, 在低负载条件下恐惧分心面孔条件诱发的 N700 比中性面孔更负, $F(1,28)=5.96, p = 0.02, \eta_p^2=0.18$; 在高负载条件下, 恐惧与中性分心面孔条件诱发的 N700 没有显著差异, $F(1,28)=0.37, p = 0.55, \eta_p^2=0.01$ 。”

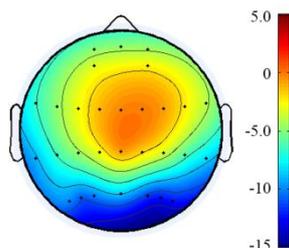


图 1: N700 成分的头皮地形分布图。N700 成分主要分布在头皮顶枕部。

意见 4:

作者未报告中性和恐惧面孔的效价和唤醒度, 是否匹配中性和恐惧面孔的唤醒度?

回应:

本研究并没有测量中性面孔和恐惧面孔的效价和唤醒度。研究中使用的面孔来自标准化的《中国面孔表情图片系统》(王妍, 罗跃嘉, 2005), 我们从中性和恐惧两类图片中选择了具有代表性的图片。本研究的目的是探讨恐惧和中性分心物在加工以及记忆上的差别, 并不研究效价和唤醒度对知觉加工和记忆的影响, 因此我们没有评定和匹配唤醒度。以前也有研究恐惧面孔加工的文献, 这些文献未匹配中性和恐惧面孔的唤醒度(Jessen & Grossmann, 2015; Y. Luo et al., 2014; Pourtois, Schwartz, Seghier, Lazeyras, & Vuilleumier, 2006; Tseng et al., 2014)。

意见 5:

“在每个试次 (trial) 中, 首先在屏幕中央呈现一个“+”注视点, 呈现时间为 500 至 800ms 随机, 然后呈现由字符串和分心面孔组成的刺激(图 1), 时间为 200ms, 之后呈现一个 2000ms 的空屏。被试的任务是刺激呈现时, 判断字符串中是否含有“N”或“X”。如果是“X”, 用右手食指按“1”键, 如果是“N”, 用右手中指按“2”键。”作者没有阐明何时按键。如果在空屏阶段按键且按键后空屏消失, 可能造成分析 ERP 成分的时间窗长于每个试次的时间段, 从而使试次间产生的 ERP 波形重叠。

回应:

刺激呈现时就可以开始按键, 2000ms 的空屏不会随按键消失。从难度更大的高负载的平均反应时来看, 反应时在 1000ms 以下, 因此 2000ms 的空屏足够, 不会产生试次间波形的重叠。

“在每个试次 (trial) 中, 首先在屏幕中央呈现一个 500 至 800 ms 的随机“+”注视点, 然后呈现由字符串和分心面孔组成的刺激 200ms(图 1), 被试判断字符串中是否含有“N”或“X”并开始按键, 如果是“X”, 用右手食指按“1”键, 如果是“N”, 用右手中指按“2”键, 之后呈现

一个 2000ms 的空屏，如果在空屏期间做反应，空屏不消失，如果不做反应，2000ms 后空屏消失并进入下一个试次。”

意见 6:

文中表述存在错误:

(1) “实验包含 40 个组块(block)，每个组块 4 个试次，共 240 个试次”是否应为“实验包含 4 个组块(block)，每个组块 40 个试次，共 160 个试次”?

(2) 图 4 标题中提到 LPC 成分，而图中的对应成分是 N700。

(3) 作者阐述“以刺激出现前 200 ms 到刺激出现后 800 ms 为时间窗”，但波形图中的时间窗是-200-1000 ms.

回应:

4 个 block，每个组块 6 个试次，共 240 个试次。已经在正文中修改了。

已经修改为 N700。图片也重新做了修订。

文章中已经做了修改，时间窗口为-200ms 至 1000ms。

意见 7:

作者未报告男女被试的具体人数。

回应: 已经增加了被试的性别分布。32 名被试中，男女各半，28 名纳入数据分析的被试中，女性 14 名，男性 14 名。

意见 8:

需删除“被试来到实验室进行简短的休息，然后佩戴电极帽开始实验。”

回应: 已经删除。

意见 9:

作图不规范: (1) 行为结果中，柱状图没有标出表示显著差异的“*”号 (2) ERP 结果中，导出同一种 ERP 成分在不同电极点的波形图时波幅范围没有保持一致。

回应: 已经将所有图片重新制作，解决了上述问题。

意见 10:

缺少文献: “根据头皮分布和已有的研究结果(Kaufmann, Schweinberger, & MikeBurton, 2009; Nasr & Esteky, 2009)，对于上述不同成分选择不同的电极点进行分析。P1 选择了 O1、OZ 和 O2，N170 和 N250 选择了 P7、P8、PO7 和 PO8，N700 选择了 F3、FZ、F4、P3、PZ、P4、O1、OZ 和 O2，共 9 个电极。”上述两篇文献只提到 N250,并没有提到其他 ERP 成分。

回应:

已经添加了新的文献，分别指出了 P1/N170/N250 和 N700 成分电极点选择的依据。增加了(Rossion, 2014)作为 P1 选择分析电极点的依据，(Fan et al., 2015)作为 N170 电极点选择的依据，(Eimer & Kiss, 2010; Hecht, Thiemann, Freitag, & Bender, 2016) 作为 N700 选择分析电极点的依据。

审稿人 2 意见:

本研究探讨了情绪面孔作为分心物时的加工和记忆是否受知觉负载的影响，分析了行为结果和 ERP 结果，得到一些有趣的结论。该研究有一定的研究意义，然而还有以下问题。

意见 1:

为何引言中谈的是 LPC，数据记录的是 N700，图 4B 中给出的是 LPC，讨论中又说没有发现 LPC 却发现了 N700?

回应:

作者应该分析和表达 N700 成分，因为 N700 与记忆巩固有着密切的关系(Hecht, et al., 2016)。在修改后的文章中，引言、数据分析以及讨论都紧密围绕 N700 进行。

引言部分增加的内容如下:

“本研究还关注在没有要求个体记忆分心物时，知觉负载是否会影响个体对负性分心面孔的记忆。在 ERP 研究中，视觉 N700 (visual N700) 与记忆存储相关(Bender, Behringer, Freitag, Resch, & Weisbrod, 2010; Bender, Oelkers-Ax, Hellwig, Resch, & Weisbrod, 2008; Hecht, et al., 2016)。N700 是在刺激呈现后 700ms 左右达到峰值的负成分，分布在头皮的枕颞联合区，反映的是刺激消失之后高级视觉皮层对刺激的持续性的加工(Bender, et al., 2008)。当个体主动对客体进行记忆时，刺激消失后所诱发的 N700 比被动观察条件下刺激消失后诱发的 N700 更大(Bender, et al., 2010)。之后，通过对 N700 与对侧延迟活动 (contralateral delay activity, CDA) 的对比研究发现，N700 反映在视觉刺激消失之后有机体对突显性刺激进行信息编码与记忆巩固的过程(Hecht, et al., 2016)。到目前为止，还没有研究调查在不要求个体记忆客体时，与记忆相关的 N700 是否会受知觉负载的调节，因而影响个体对分心物的记忆。”

讨论部分增加的内容如下:

“本研究中，知觉负载越低，N700 越大，表明越多的资源来对分心物进行编码与存储，那么对分心物的记忆成绩就越好；相反，知觉负载越高，N700 越小，越少资源用来处理分心物，对分心物的记忆成绩就越差。这与我们在意外再认记忆任务中观察到的结果一致（见下一段讨论）。先前有研究调查了知觉负载对情绪图片分心物加工的影响，结果发现知觉负载对稳态视觉诱发电位 (steady-state visual evoked potentials) 没有影响，即知觉负载对人类视觉皮层的加工调节作用很小(Attar & Muller, 2012)。这与本研究观察到的晚期成分受负载以及效价的交互影响不同。本研究发现知觉负载不对早期成分产生影响，对晚期成分进行调节，这与最近的研究结果是一致的(Luo, et al., 2010)。目前关于情绪分心物的加工是否受知觉负载的调节研究结果不一致，可能是因为知觉负载高低的界定不清晰，在不同研究之间很难做比较。比如视觉搜索与知觉判断是明显不同的任务，很难比较。另外，已有研究显示情绪分心物的强度在认知与情绪交互中具有重要作用(Pessoa, 2009)，因此情绪分心物的效价强度不同也可能导致研究结果的差异。”

意见 2:

被试的行为反应有 6 种：猜测是新的、应该是新的、确定是新的、猜测是旧的、应该是旧的、确定是旧的。在不把猜测的结果纳入最后统计之后，具体是如何计算 hit 和 false alarm 的？也就是如何处理“猜测是新的”和“猜测是旧的”这两类 trial？如果单纯去掉这两类 trial，那么四种实验条件下计算 hit 和 false alarm 的基数 trial 数就可能不对等，做出的统计结果也不令人信服。

回应:

感谢审稿专家给予的意见，之前我们的考虑是所有在猜测水平下记忆成绩都小于 0，即没有表现出对分心面孔的记忆，因此我们将猜测水平下的成绩删除了。根据专家提的意见，我们重新查阅了相关文献，对数据重新进行了分析。我们将被试回答的信心水平也作为因素之一进行分析，所得结果与原先分析结果类似。

首先，我们将各种信心水平下的击中率分别减去对应信心水平的虚报率，得到被试在各种信心水平之下对每种条件中的分心面孔的辨别力。然后，检验辨别力与随机猜测（辨别力为 0）是否有显著的差异。在这之后，对辨别力进行 3（信心：确定，应该，猜测）× 2（负载：低，高）× 2（分心面孔效价：中性，恐惧）的重复测量方差分析。

“对各种信心水平下被试对分心面孔的辨别力进行独立样本 *t* 检验，结果显示在确定水平下，被试对低负载条件下的恐惧分心面孔的辨别力高于随机水平， $t_{28}=3.40$ ， $p=0.002$ （*t* 检验均为双侧检验，下同）；在猜测水平下，被试对低负载条件下的恐惧分心面孔辨别力低于随机水平， $t_{28}=-2.43$ ， $p=0.02$ ；其他条件下被试的辨别力与猜测水平没有显著差异（ $ps > 0.05$ ）。对辨别力的重复测量方差分析显示信心主效应显著， $F(2, 56)=3.53$ ， $p=0.04$ ， $\eta_p^2=0.11$ ，确定水平下的辨别力高于猜测水平；负载主效应显著， $F(1, 28)=8.71$ ， $p=0.006$ ， $\eta_p^2=0.24$ ，低负载下的辨别力高于高负载。没有发现显著的分心物效价主效应， $F(1, 28)=0.26$ ， $p=0.62$ ， $\eta_p^2=0.009$ ，也没有发现其它显著的交互作用（ $ps > 0.1$ ）。详见图 2 中的 C 部分。”

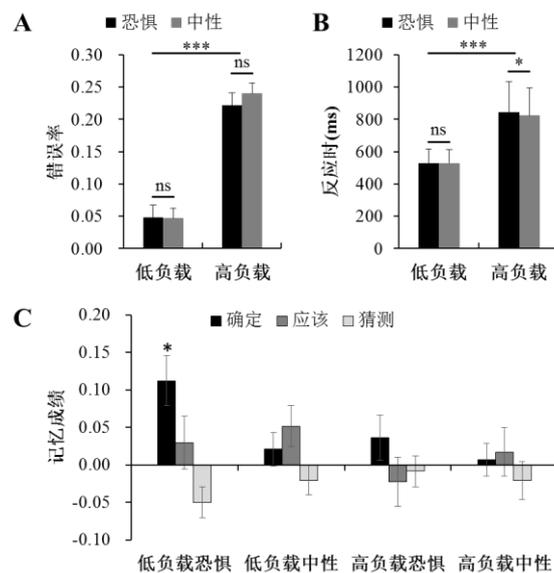


图 2：视觉搜索任务与意外再认记忆任务的成绩图。图 A 为视觉搜索任务中不同条件下被试的错误率结果，图 B 为视觉搜索任务中被试的正确反应时结果，图 C 为意外再认记忆任务中的记忆成绩结果。

意见 3：

图 1 最好加一个恐惧面孔的例子。

回应：已经添加。如下图所示。

意见 4：

结果的第一段。“对恐惧面孔正确反应时”容易被误解为对恐惧面孔进行反应的反应时。

回应：已经修改。

“当分心物为恐惧面孔时其正确反应时（693ms）比分心物为中性面时长（682ms）”。

意见 5：

结果中“被试在高知觉负荷条件下，恐惧分心物条件下被试的反应时（1096ms）显著长于中性分心物（1081ms）”中的两个反应时与图 2 中的反应时不符。

回应：

文本中的反应时输入错误，已经在正文中进行了修改。

“进一步分析发现，被试在高知觉负载条件下，恐惧分心物条件下被试的反应时（844ms）显著长于中性分心物（823ms）， $F(1, 28) = 6.32$ ， $p < .05$ ， $\eta_p^2 = 0.18$ 。”

意见 6:

图 3 看上去有交互作用，可以改一下纵坐标使得不会出现这种印象。

回应:

在修改后的文章中，我们增加了对信心水平的分析，所以原图 3 已经被修改了。

意见 7:

没有发现其他显著的主效应或交互作用，也应该报告 p 值。

回应: 修改后的文章中已经增加了。

意见 8:

讨论部分，“也当前任务产生了竞争”应为“与当前任务产生了竞争”。请仔细检查文中其他的错字和丢字现象。

回应: 已经修改了文章中的错字与丢字现象。

意见 9:

参考文献中的期刊名有的是缩写，有的首字母没有大写，请规范。

回应: 已经修改了参考文献格式。

审稿人 3 意见:

该研究以恐惧和中性面作为分心物，让被试完成两种知觉负载条件下的视觉搜索任务，然后对分心面孔完成意外再认记忆任务，旨在探讨知觉负载和面孔情绪效价对面孔编码以及记忆的影响。行为结果发现，分心面孔效价与知觉负载在反应时上出现交互作用，在高知觉负载条件下，恐惧面孔比中性面孔显著地干扰了视觉搜索任务，而在低知觉负载条件下则没有观察到干扰效应。ERP 结果发现，编码阶段，N170 和 N250 受情绪效价影响，恐惧面孔诱发的波幅大于中性面孔；而晚期 N700 受知觉负载影响，低知觉负载诱发的 N700 大于高知觉负载。这是个很有意思的研究，有一些小问题需要修改。

意见 1:

摘要部分第三行，“恐惧分心面孔在高知觉负载中干扰任务成绩”这里的“任务成绩”最好写明是“视觉搜索任务成绩”。

回应:

摘要已经重写，修改后的摘要更清楚了。

“情绪面孔作为分心物时，其加工和记忆是否受知觉负载影响不清楚。本研究使用 ERP 技术和视觉搜索以及意外再认记忆任务，考察知觉负载对负性分心面孔的知觉加工和记忆的影响。在视觉搜索任务中，行为结果显示恐惧分心面孔只在高知觉负载下干扰视觉搜索成绩。ERP 结果显示，恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N170 和 N250；在低知觉负载下恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N700，在高知觉负载下没有差异。在意外再认记忆任务中，被试对低知觉负载下的恐惧面孔的辨别力优于随机水平，其它条件与随机水平没有差异。这些结果

表明恐惧分心面孔能够通过早期的注意选择，在晚期受知觉负载调节，这种调节会影响个体对分心物的记忆。”

意见 2:

引言部分第一段第三行，“情绪面孔作为分心物时”，倒数第二行“但这些研究主要集中在中性面孔刺激”，上述研究中使用的面孔刺激到底是中性面孔还是情绪面孔？

回应:

这里的表达确实欠妥，原文中的“这些研究”实际是指研究对分心物记忆的研究，即对分心物记忆的研究主要集中在中性面孔上，对情绪面孔的研究比较缺乏。在修改后的文章中，对表达作了修改，如下：

“……并且编码阶段的任务负载可以影响人们对中性分心面孔的记忆(Jenkins, Lavie, & Driver, 2005)。本研究调查对情绪分心面孔的知觉加工和记忆是否会受到知觉负载的调节。”

意见 3:

引言部分第三段第九行，“当前任务比较简单时……当前任务很难时”改成“低知觉负载条件下……高知觉负载条件下”，与全文术语使用一致，便于理解。

回应:

已经对原文中不一致的地方进行了全面的修改，统一使用“知觉负载”。

“当前任务负载较低时，情绪分心物可以激活杏仁核；而当前任务负载较高时，情绪分心物则不会显著激活杏仁核(Pessoa, 2002; Pessoa, 2014; Pessoa, Padmala, & Morland, 2005)。”

意见 4:

引言第四段倒数第三行，“研究显著”应该是“研究显示”？

回应: 此处为笔误，应该为“研究显示”。

意见 5:

2.1 被试，并未提及被试性别构成。考虑到选用的面孔图片是男女各半，那么被试的性别构成是否也是男女各半？

回应:

是的，被试性别男女各半，在修改后的文章中已经说明。

“随机选取 32 名健康成年人作为被试，男女各 16 名……最后对 28 名被试的数据进行分析，其中女性 14 名，男性 14 名。”

意见 6:

2.1 刺激材料与仪器，倒数第二行，“字符串……颜色为白色”但在图 1 中，字符串颜色是黑色。另外图 1，最好给出两类面孔。

回应: 已经将图片进行了修订。

意见 7:

4 讨论第二段，该段解释了视觉搜索任务中，知觉负载与分心面孔效价的交互作用，但是仅仅解释了不同知觉负载对任务的影响，而没有解释交互作用，即为什么在高负载条件下，只有恐惧面孔产生干扰下效应？这应该是需要重点解释的部分。

回应:

在修改后的论文中，对这部分进行了讨论。我们是采用以下的逻辑来解释交互作用，即为什么视觉搜索在高负载下受损？在低负载下没有影响。研究结果与知觉负载理论相吻合，同时也能得到其它研究结果的支持。

“我们只在高负载任务中观察到恐惧面孔的干扰效应，这可能是由于在高负载任务中，认知资源不足以同时处理两种任务，从而导致视觉搜索任务受损了；在低负载任务中，当前任务所需要的资源不多，个体的认知资源足够同时处理当前任务以及分心物的加工。这种观点与前人的研究结果也是一致的，比如在工作记忆任务中，情绪分心物的存在会干扰高负载的工作记忆，对低负载的工作记忆没有显著的影响(Gray, 2004; Gray, Braver, & Raichle, 2002)。”

意见 8:

4 讨论第四段，N170 和 N250 上得到的结果，该段后面只对 N170 进行了大量解释，并未提及 N250。

回应:

本研究中，N170 和 N250 结果类似，修改后的文章分别对两个成分进行了解释。其中 N250 的讨论如下：

“在 N250 上，我们观察到与 N170 相似的结果。恐惧面孔诱发的 N250 大于中性面孔，知觉负载不对 N250 产生影响，这可能是由于表情的辨别过程是自动化的过程。之前研究发现，情绪刺激能够比中性刺激在 200-300ms 间诱发更大的负成分，这反映的是对面孔进行知觉识别以后，视觉皮层对环境中的情绪信息进一步的注意加工(Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006)。而且，只有情绪刺激处在中央注视区才不受注意调节，这也与本研究相符，本研究中面孔刺激处于视觉的中央注意区。当分心面孔处在外周时，其诱发的 N250 是否受知觉负载调节还需要以后的研究来证实。”

审稿人 4 意见:

该稿件运用脑电事件相关电位技术，研究了完成不同知觉负荷的视觉搜索任务时，对作为分心刺激的不同情绪面孔的信息加工与记忆的影响。

意见 1:

与以往的文献相比 (Lavie, Ro, & Russell, 2003; Thoma & Lavie, 2013; Müller-Bardorff et al., 2016)，本文希望解决的问题在引言部分介绍得并不清楚。特别的，在结果讨论中，把当前结果与前人结果的不一致性简单归结为实验范式的差异。那么，当前的研究理论何在？请进一步阐述。

在引言部分，多处提到有关某些研究问题的已有结果不一致，但缺乏对这些结果为什么不一致的解释和观点。这些内容同样需要更清晰、深入的表述。

回应:

感谢审稿专家的意见，我们对引言部分进行了改写，增加了研究的理论基础，并且对以往研究的不一致进行了分析。

“目前，还没有研究考察知觉负载对负性情绪分心面孔的知觉加工和记忆的影响。一方面，中性面孔的知觉加工与知觉负载交互的结果并不一致，有研究发现中性面孔分心物的加工不受知觉负载的调节(Thoma & Lavie, 2013)。而另一些研究则显示与面孔加工相关的 ERP 成分 (N170) 受到知觉负载的调节(Müller-Bardorff et al., 2016)，表明知觉负载可以调节中性分心面孔的知觉加工。这些不一致的结果可能是由于对知觉负载高低的操纵不同所引起

(Pessoa, 2002), 另外, 情绪刺激的效价强度也可能影响实验的结果(Pessoa, 2009)。并且, 之前的研究大多关注中性面孔, 负性情绪面孔作为一种突显性的刺激(Fenker et al., 2010; Ikeda, Sugiura, & Hasegawa, 2013), 它是否具有更高的加工优先级, 从而不受知觉负载的调节还不清楚。另一方面, 知觉负载可以调节被试对中性分心物的记忆。比如, 被试对叠加在中性分心面孔上的具有不同知觉负载的字符串进行视觉搜索, 然后对分心面孔进行意外再认记忆任务, 结果发现被试对低知觉负载条件下的分心面孔的再认成绩好于高知觉负载(Jenkins, et al., 2005)。这表明, 知觉负载可以调节个体对注意焦点之外的中性分心面孔的记忆。但是该研究没有考察个体对情绪分心面孔的记忆。之前研究显示人们对情绪刺激的记忆比中性刺激更好(Kensinger & Corkin, 2004), 即使在不要求被试记忆的情况下, 人们也会对情绪刺激产生记忆(Phelps & LeDoux, 2005)。因此本研究调查当情绪刺激作为分心物时, 知觉负载对负性分心面孔的知觉加工以及记忆的影响。研究结果有助于理清情绪与注意的相互影响。”

意见 2:

实验任务的表述还需要更加细致, 如, 受试者在什么时间段按键? 刺激呈现时刻开始就可以按键还是需要等待一段时间? 每个试次或每个组块后是否有反馈? 如果 2000ms 内不按键如何处理? 特别的, 按键响应是否会对事件相关电位的分析解读带来干扰?

回应:

在刺激出现时就可以开始进行按键, 2000ms 空屏阶段仍然可以继续按键。2000ms 内不按键自动跳到下一个 trial, 数据分析时无反应试次标记为错误试次, 反应时和 ERP 数据对此不分析。

按键响应不会对本研究结果产生显著影响。首先, 按键响应不会影响下一个试次, 因为有一个 2000ms 的空屏, 高负载条件下被试的平均反应时小于 1000ms, 有足够的时间消除按键可能对下一试次造成的影响。其次, 当前试次的按键对当前试次的结果比较小。我们主要比较不同条件之下的 ERP 反应, 每种条件都需要按键, 一定程度上可以抵消按键的影响。

“在每个试次 (trial) 中, 首先在屏幕中央呈现一个 500 至 800 ms 的随机“+”注视点, 然后呈现由字符串和分心面孔组成的刺激 200ms(图 1), 被试判断字符串中是否含有“N”或“X”并开始按键, 如果是“X”, 用右手食指按“1”键, 如果是“N”, 用右手中指按“2”键, 之后呈现一个 2000ms 的空屏, 如果在空屏期间做反应, 空屏不消失, 如果不做反应, 2000ms 后空屏消失并进入下一个试次。”

意见 3:

另外, 请检查: “实验包含 40 个组块(block), 每个组块 4 个试次, 共 240 个试次。”

回应:

每个组块 6 个试次, 40 个组块, 共 240 个试次。已经修正。

意见 4:

脑电记录中, 脑电帽并不是 Ag/AgCl 材质的, 请修正; 脑电记录参数描述段落中未提及参考电极位置; 64 导脑电位置请给出, “NeuroScan 公司的 64 导”并不能告诉读者电极位置分别在哪里。

回应:

感谢审稿专家的指正。参考前人文献(金熠 等人, 2014; 吴燕 和 周晓林, 2012; 钟毅平 等人, 2014)之后, 我们已经做了相应的修改。

“采用 NeuroScan 公司 ERP 记录与分析系统，按照国际 10-20 系统扩展的 64 导电极帽记录 EEG。在线纪录时以左侧乳突为参考电极，离线后以双侧乳突为参考电极。”

意见 5:

所有图中，误差条（error bar）表达的是标准差还是标准误？请说明。

回应: Error bar 都表示的标准误。在修改的图和图例中已经说明。

意见 6:

3.1.2: 为什么猜测条件下 Pr 不优于随机水平时不纳入后续分析？另外，请报告不同条件下，选择不同信心水平的试次数目或比例是否存在差异？

回应: 在对信心水平这一因素上的处理确实欠妥，在修改后的文章中已经将信心水平作为一种因素纳入分析。详细修改请参见对第二位审稿人的问题 2 的回答。

意见 7:

ERP 数据分析: 请至少给出全头的 ERP 各波形地形图以从数据的角度对电极的选择提供支持依据；N170 和 N250 成分中所观察的交互作用，是否也一定程度说明了任务负载在这些成分上的影响？结果讨论中似乎作者的结论是这些成分并不被任务负荷调制？

回应:

(1) 在修改后的文章中，对数据分析时各成分电极点的选择给出了参考文献，并且在图片中给出了各成分的头皮分布情况。

(2) 我们在 N170 和 N250 成分上观察到的是负载与电极点的交互，说明负载对 N170 和 N250 的头皮分布可能有影响。我们关注的是负载对不同效价面孔加工的影响，但是没有发现负载与效价的交互，因此我们在讨论时说明两个成分不被任务负载调制。

意见 8:

另外，请规范表述，负载还是负荷？

回应: 已经统一表述为“负载”。由于修改的地方较多，为避免文章看起来颜色过于凌乱，未将此修改用蓝色字体标明。

意见 9:

本文题目包含了信息加工与记忆两个主题，而实际的事件相关电位研究主要关注的内容为信息加工，记忆仅通过额外增加的行为学实验来体现，且与信息加工部分的关联看起来并不强。

回应:

在修改后的文章中，我们加强了信息加工部分与记忆部分的关联。实际上，ERP 成分 N700 是密切与记忆相关联的(Hecht, et al., 2016)。因此在修改后的文章中，我们着重阐述了 N700 与记忆之间的关联。

“与预期一致，在刺激消失之后我们观察到了 N700。低知觉负载诱发的 N700 大于高知觉负载。更重要的是，只有在低负载下，恐惧分心面孔诱发的 N700 大于中性面孔。在视觉加工中，N700 可能反映的是视觉刺激消失后对刺激的进一步加工(Hecht, et al., 2016)，包括对视觉刺激的记忆编码储存与学习(Bender, et al., 2008)。本研究中，知觉负载越低，N700 越大，表明越多的资源来对分心物进行编码与存储，那么对分心物的记忆成绩就越好；相反，知觉负载越高，N700 越小，越少资源用来处理分心物，对分心物的记忆成绩就越差。这与我们在意外再认记忆任务中观察到的结果一致（见下一段讨论）。先前有研究调查了知觉负载对情绪图片分心物加工的影响，结果发现知觉负载对稳态视觉诱发电位(steady-state visual

evoked potentials) 没有影响, 即知觉负载对人类视觉皮层的加工调节作用很小(Hindi Attar & Muller, 2012)。这与本研究观察到的晚期成分受负载以及效价的交互影响不同。本研究发现知觉负载不对早期成分产生影响, 对晚期成分进行调节, 这与最近的研究结果是一致的(Luo, et al., 2010)。目前关于情绪分心物的加工是否受知觉负载的调节研究结果不一致, 可能是因为知觉负载高低的界定不清晰, 在不同研究之间很难做比较。比如视觉搜索与知觉判断是明显不同的任务, 很难比较。另外, 已有研究显示情绪分心物的强度在认知与情绪交互中具有重要作用(Pessoa, 2009), 因此情绪分心物的效价强度不同也可能导致研究结果的差异。”

第二轮

审稿人 1 意见:

作者根据各位审稿人的意见对论文进行了相应修改。然而这一修改后的版本仍然存在很多问题。

意见 1:

对辨别力的计算, 一般时 $Z(\text{hit}) - Z(\text{FA})$, 而不是直接 hit-FA。

回应:

感谢审稿专家的提醒, 本研究考察被试对分心面孔的再记忆成绩, 所以采用 hit-FA。使用辨别力一词不太妥当, 因此将“辨别力”统一修改为“记忆成绩”。

意见 2:

对 N170、N250 和 N700 的分析, 都发现电极点与负载的交互作用显著。然而, 作者并未进一步统计在不同电极点上高低负载是否有差异, 而是分别统计在高低负载情况下不同电极点之间的差异。在讨论的第一段和第二段, 作者得出结论, N170 和 N250 不受负载调节。不知这个结论从何而来?

回应:

感谢审稿专家的意见。这样统计结果确实不能回答 N170 和 N250 是否受到知觉负载的调节。

此次修改中, 在不改变和影响整体研究结果的基础之上, 我们删除了一位被试的数据 (N=28) 以获得在 ERP 结果上更好的统计效力。删除的标准: 该被试的 ERP 数据中, 在 N170 和 N700 上, 其平均数超出了 3 个标准差。

我们对 N170 和 N250 的电极点与知觉负载的交互作用重新分析, 分析每个电极点上不同知觉负载之间是否有显著差异。结果没有发现显著的知觉负载效应。说明 N170 和 N250 不受知觉负载调节。

“在 N170 上……电极点与知觉负载交互作用显著, $F(3, 81) = 9.23, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.26$ 。事后检验发现 4 个电极点上都没有显著的知觉负载效应 ($ps > 0.12$), 但不同电极点上高、低负载诱发的 N170 大小不一致。在 P7 上低负载 ($-15.58\mu v$) 比高负载 ($-15.18\mu v$) 诱发更负的 N170; 在 P8 上高负载 ($-17.18\mu v$) 比低负载 ($-17.00\mu v$) 诱发更负的 N170; 在 PO7 上低负载 ($-14.29\mu v$) 比高负载 ($-13.95\mu v$) 诱发更负的 N170; 在 PO8 上低负载 ($-16.67\mu v$) 与高负载 ($-16.61\mu v$) 诱发的 N170 几乎相同。没有发现其他显著交互作用。”

“在 N250 上……知觉负载与电极点交互作用显著, $F(3, 81) = 7.55, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.22$ 。事后检验发现 4 个电极点上都没有显著的知觉负载效应 ($ps > 0.30$), 但不同电极点上高、低负载诱发的 N250 大小不一致。在 P7 上低负载 ($-1.98\mu v$) 比高负载 ($-1.72\mu v$) 诱发更负

的 N250; 在 P8 上高负载 (-1.07 μV) 比低负载 (-0.59 μV) 诱发更负的 N250; 在 PO7 上低负载 (-0.82 μV) 比高负载 (-0.61 μV) 诱发更负的 N250; 在 PO8 上高负载 (-0.27 μV) 比低负载 (0.72 μV) 诱发更负的 N250。没有发现其他显著的交互作用。”

意见 3:

在对 N700 分析时, “电极点与负载交互作用显著, $F(1,28)=11.80$, $p = 0.002$, $\eta_p^2=0.30$. 进一步分析发现, 在 P7 电极点上, 负载主效应显著, $F(1,28)=14.45$, $p = 0.001$, $\eta_p^2=0.34$; 在 P8 电极点上, 负载主效应显著, $F(1,28)=31.90$, $p < 0.001$, $\eta_p^2=0.53$, 情绪主效应显著, $F(1,28)=4.56$, $p < 0.05$, $\eta_p^2=0.14$, 负载与情绪交互作用显著, $F(1,28)=4.34$, $p < 0.05$, $\eta_p^2=0.13$ 。对该交互作用进一步分析发现, 在低负载条件下恐惧面孔诱发的 N700 比中性面孔更负, $F(1,28)=5.96$, $p = 0.02$, $\eta_p^2=0.18$; 在高负载条件下, 恐惧面孔与中性面孔诱发的 N700 没有显著差异, $F(1,28)=0.37$, $p = 0.55$, $\eta_p^2=0.01$ 。”此处的进一步分析应该分析的是电极点与负载交互作用的简单效应。但不知为何后面出现了情绪的主效应以及负载与情绪的交互作用? 这个负载和情绪的交互作用是只出现的 P8 电极点上的吗? 还是所有电极点上的? 电极点、负载、情绪的三阶交互作用显著吗? 此处结果不明确, 因此不能得出讨论第一段中 N700 受知觉负载和面孔效价的交互作用调节的结论。

回应:

重新分析数据后显示, 电极点、负载、分心面孔效价三者交互作用边缘显著 ($p = 0.06$), 因此我们分别对 P7、P8 电极点的 N700 进行以负载和分心面孔效价为被试内变量的重复测量方差分析, 结果显示在 P8 电极点上负载与分心面孔效价交互作用显著 ($p = 0.05$), 低负载条件下恐惧分心面孔比中性分心面孔诱发更大的 N700 ($p = 0.03$)。因此我们认为 N700 受知觉负载和分心面孔效价交互作用调节。结果是可靠可信的。

“知觉负载主效应显著, $F(1,27)=23.47$, $p < 0.001$, $\eta_p^2=0.47$, 低负载 (-9.99 μV) 比高负载 (-7.50 μV) 诱发的 N700 更负。分心面孔效价主效应边缘显著, $F(1,27)=3.86$, $p = 0.06$, $\eta_p^2=0.13$, 恐惧面孔 (-9.03 μV) 比中性面孔 (-8.45 μV) 诱发的 N700 更负。电极点与知觉负载交互作用显著, $F(1,27)=10.87$, $p = 0.003$, $\eta_p^2=0.29$ 。电极点、负载、分心面孔效价交互作用边缘显著, $F(1,27)=3.86$, $p = 0.06$, $\eta_p^2=0.13$ 。基于此, 我们分别对 P7 和 P8 电极点的 N700 波幅以知觉负载和分心面孔效价为被试内变量进行重复测量方差分析。在 P7 上知觉负载主效应显著, $F(1,27)=13.95$, $p = 0.001$, $\eta_p^2=0.34$ 。低负载 (-9.98 μV) 比高负载 (-8.00 μV) 诱发的 N700 更负, 没有其它显著的主效应和交互作用 ($ps > 0.10$)。在 P8 上知觉负载主效应显著, $F(1,27)=30.29$, $p < 0.001$, $\eta_p^2=0.53$, 低负载 (-9.99 μV) 比高负载 (-6.99 μV) 诱发的 N700 更负。分心面孔效价主效应边缘显著, $F(1,27)=3.93$, $p = 0.06$, $\eta_p^2=0.13$, 恐惧面孔 (-8.83 μV) 比中性面孔 (-8.14 μV) 诱发的 N700 更负。知觉负载与分心面孔效价交互作用显著, $F(1,27)=4.17$, $p = 0.05$, $\eta_p^2=0.13$ 。对该交互作用进一步分析发现, 在低负载条件下恐惧面孔 (-10.61 μV) 比中性面孔 (-9.38 μV) 诱发的 N700 更负, $F(1,27)=5.37$, $p = 0.03$, $\eta_p^2=0.17$; 在高负载条件下, 恐惧面孔 (-7.06 μV) 与中性面孔 (-6.91 μV) 诱发的 N700 没有显著差异, $F(1,27)=0.22$, $p = 0.64$, $\eta_p^2=0.01$ 。”

意见 4:

在讨论最后一段, 作者提到“更重要的是, 被试能够记住低知觉负载下的恐惧分心面孔, 不能记住其它条件下的分心面孔。该结果与 N700 的结果吻合, 即低负载恐惧的 N700 显著大于低负载中性。”虽然“被试能够记住低知觉负载下的恐惧分心面孔, 不能记住其它条件下的分心面孔”, 然而, 作者却并未发现显著的分心物效价的主效应, 具体来说, 并未发现(或者并未报告)低负载恐惧的记忆显著好于低负载中性的记忆。因此, 记忆的结果和 N700 的

结果不能说是吻合的。

回应：

本研究未能在记忆任务中发现显著的分心面孔效价主效应或者知觉负载与分心面孔效价的交互作用，只发现了显著的知觉负载的主效应。因此很难说该结果与 N700 的结果完全吻合。

我们认为，该结果在一定程度上与 N700 吻合。首先，本研究发现 N700 上存在知觉负载主效应，对分心面孔的记忆也存在知觉负载主效应。低负载诱发的 N700 比高负载更大，被试对低负载下的分心面孔记忆优于高负载，这一点是吻合的。其次，在 N700 上，低负载下分心面孔效价效应显著，恐惧分心面孔大于中性分心面孔。在记忆成绩上，被试只对低负载恐惧分心面孔有记忆，其它条件未表现出记忆。这在一定程度上是吻合的，都反映个体对低负载下的恐惧分心面孔表现出更多的加工。结合上述两点，本研究推断在低负载下，有注意资源富余时，个人是偏向于加工负性分心刺激，并且这种负性的偏向会在对分心物的记忆中表现出来。当然，对这个推断我们也持谨慎态度，因为没有明显的分心面孔效价效应。在修改后的讨论部分，我们直接表明了这种谨慎态度，讨论的语气也做了适当修正，使之与结果更接近。

“.....与我们的预期不同，本研究没有在分心物的记忆上观察到与 N700 类似的反应模式，即记忆成绩受知觉负载和分心面孔效价的调节。这可能是因为在编码阶段的知觉负载和分心面孔效价对知觉加工的影响和它们对分心物记忆的影响不是一一对应的关系(Shafer & Dolcos, 2012)。也有可能是因为本研究中的情绪分心面孔的强度只是中等，未能产生更强的情绪效应，因为之前有理论表明，情绪强度在认知与情绪的交互作用中是一个重要因素(Pessoa, 2009)。即便没有观察到知觉负载和面孔效价对分心物记忆的调节，本研究观察到了被试能够很好的记忆低知觉负载下的恐惧分心面孔，对其它条件下的分心面孔没有表现出记忆。这在一定程度上说明在当知觉负载较低时，注意资源有富余时，与中性分心刺激相比个体会优先加工和存储负性分心刺激.....值得注意的是，由于没有观察到知觉负载与分心面孔效价的交互作用，这里的结果需要谨慎对待，未来也需要实验来进一步验证本研究的推断。”

意见 5：

引言第一段“情绪面孔作为分心物时，其加工和记忆是否受知觉负载的调节还有争论，一些研究发现分心面孔的加工不受知觉负载调节(Attar & Muller, 2012; Lavie, Ro, & Russell, 2003; Thoma & Lavie, 2013)，另一些研究发现面孔加工相关的 ERP 成分受到知觉负载的调节(Muller-Bardorff et al., 2016)。而且，知觉负载可以影响个体事后对中性分心面孔的记忆(Jenkins, Lavie, & Driver, 2005)。”为何前面讲的是情绪面孔，后面讲的是中性面孔？

回应：

感谢审稿专家建设性的意见。先前的引言混淆了对情绪分心物的加工和中性分心物的加工，并且第一段与第四段意思重复。

意见 6：

同样，引言第四段“目前，还没有研究考察知觉负载对负性情绪分心面孔的知觉加工和记忆的影响。一方面，中性面孔的知觉加工与知觉负载交互的结果并不一致，有研究发现中性面孔分心物的加工不受知觉负载的调节(Thoma & Lavie, 2013)。而另一些研究则显示与面孔加工相关的 ERP 成分(N170)受到知觉负载的调节(Muller-Bardorff, et al., 2016)，表明知觉负载可以调节中性分心面孔的知觉加工。这些不一致的结果可能是由于对知觉负载高低的操纵不同所引起(Pessoa, et al., 2002)，另外，情绪刺激的效价强度也可能影响实验的结果(Pessoa, 2009)。”为何一开始讲还没研究考察情绪面孔，后来又介绍中性面孔的研究结果不一致，最

后又说情绪刺激的效价强度也可能影响实验结果？而且此处的介绍跟引言第一段的介绍明显重复。

回应：

修改后的引言中，我们围绕知觉负载对情绪分心物的加工的影响为中心来写作。增加了两篇重要参考文献，讨论情绪分心物的自动化加工与控制加工，以及这些加工与对分心面孔记忆之间的关系。

“由于修改较多，此处未引用修改后的内容，请直接看正文。”

意见 7：

统一“分心物面孔效价”和“情绪”的名称。

回应：已经统一修改为“分心面孔效价”。

审稿人 2 意见：

作者的修改稿已经有了更大的提高，但是还有以下问题需要进一步考虑：

意见 1：

摘要部分只是简单的罗列了结果，却没有把相关结果中知觉负载对分心面孔的加工和记忆阶段的调节作用有效的联系起来，对本研究的意义阐述的不够深入，没有揭示研究的本质。例如低知觉负载条件下恐惧面孔比中性面孔诱发更大的 N700，这个结果反映了知觉负载的何种调节作用？

回应：

感谢审稿人的意见，我们对摘要部分进行了重写，对研究结果的本质和意义进行了说明。

“本研究采用视觉搜索和意外再认记忆任务，结合事件相关电位技术，考察知觉负载对负性分心面孔的知觉加工和记忆的影响。在视觉搜索任务中，行为上恐惧分心面孔在高负载下干扰任务。ERP 结果上，恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N170 和 N250；在低负载下恐惧比中性分心面孔诱发更大的 N700，在高负载下没有差异。说明负性分心物在早期是自动化加工，晚期加工受知觉负载的调节，负载越低对分心物的加工越多。这种晚期的调节作用可影响个体对分心物的记忆，表现为个体对低负载下的分心面孔的再认成绩优于高负载。而且，个体仅对低负载下恐惧分心面孔表现出记忆，说明在注意资源充足时，人们偏向于将多余的注意用于加工负性分心刺激。”

意见 2：

引用中提到“情绪面孔作为分心物时，其加工和记忆是否受知觉负载的调节还有争论”，但下文提到的争论之处主要涉及知觉负载对分心面孔加工的影响，并没有涉及面孔记忆方面。而且后面还提到“知觉负载可以影响个体事后对中性分心面孔的记忆”，这是否前后矛盾？

回应：

之前的引言部分表述有多外矛盾、逻辑不通顺的地方。因此我们对引言部分进行了重新整理，增加了两篇新文献。写作时围绕知觉负载对情绪分心物的加工的影响，讨论情绪分心物的自动化加工和控制加工问题。通过增加的两篇文献说明自动加工与控制加工同时存在的可能，并且控制加工可能与分心物的记忆有关。

“由于引言部分改动较多，因此未在这里引用修改后的内容，请直接看正文”。

意见 3：

请按照《心理学报》的格式要求管理参考文献，先列中文后列英文。并注意正文中的文献引用要和后面参考文献部分的保持一致，Attar 和 Müller (2012)该文献在参考文献部分没有找到。

回应：采用 Endnote 对参考文献进行管理，选用 APA 5th 标准。

意见 4:

根据上下文，引言中 Lavie (2010)的结果应该是分心物会干扰低负载条件下的任务成绩，对高负载任务的干扰会减小甚至消失吧？请进一步核对该综述对相关结果的论述。

回应:

感谢专家的建议，Lavie 的知觉负载理论确实是低负载下，分心物干扰任务成绩，在高负载下干扰减小甚至消失。在修改好的引言第二段本研究引用了她的观点。

“知觉负载理论认为个体的认知资源有限，分心物是否得到加工取决于任务的知觉负载 (Lavie, 2010)。在低知觉负载下，个体有多余的注意资源来加工分心物，因此分心物可得到加工并对任务产生干扰；在高知觉负载下，注意资源都用在任务相关加工上，没有多余资源对分心物进行加工，因此干扰效应会减小甚至消失(Lavie, 2005; Yates, Ashwin, & Fox, 2010)。当负性情绪刺激作为分心物时，却有不一致的结果。一些研究认为无论任务的负载情况如何，它都会持续的与当前任务发生竞争，对任务产生干扰(Müller-Bardorff, et al., 2016).....但是，另一些研究发现负性情绪分心物的加工会受到任务负载的调节(Gupta, Hur, & Lavie, 2016; Lavie, 2005; Minamoto, Shipstead, Osaka, & Engle, 2015; Pessoa, 2009, 2015)。比如.....”

意见 5:

引言第四段中提到的“中性面孔的知觉加工与知觉负载交互的结果并不一致”表述不恰当（该问题在文章中出现多次，建议作者对文章内容仔细斟酌）。在提及的相关研究中主要探讨知觉负载对中性面孔加工的调节作用，中性面孔的加工是作为因变量的，而知觉负载是自变量，此处不能说交互的结果。另外，Muller-Bardorff, et al. (2016)研究发现知觉负载影响 N170 成分，具体表现是什么？知觉负载对中性面孔的影响结果不一致，对其原因的解釋有待深究，既然分心刺激是中性面孔，何来情绪刺激的效价强度影响实验结果一说？

回应:

感谢审稿专家的意见。之前的引言部分写作逻辑存在一定问题，混淆了“知觉负载对中性分心面孔加工的影响”以及“知觉负载对中性情绪分心面孔加工的影响”。导致引言部分逻辑不通。

修改之后的引言主要围绕“知觉负载对情绪分心面孔加工的影响”来展开，着重于情绪分心面孔的加工是自动化的还是控制加工（受注意资源或者知觉负载调节）。

“由于修改部分较多，此次未直接引用修改后的内容。请直接看正文。”

意见 6:

引言第二段提到“一种观点认为负性情绪刺激与个体的生存密切相关，具有很高的优先级，因此其加工不受知觉负载的影响。”，但第四段又说“负性情绪面孔作为一种突显性刺激，它是否具有更高的加工优先级，不受知觉负载的调节还不清楚。”这样前后矛盾。

回应:

引言存在逻辑上的问题。在修改后的引言部分，对这些问题进行了仔细修改，确保逻辑通顺。

“由于修改部分较多，此次未直接引用修改后的内容。请直接看正文。”

意见 7:

引言第一段和第四段的内容本质上是相同的，建议对这两段的内容进行整合，同时要注意引言各部分的逻辑结构，特别是脑电成分的介绍。

回应:

引言部分的第一段和第四段已经整合，各部分逻辑结构也通顺了。

“由于修改部分较多，此次未直接引用修改后的内容。请直接看正文。”

意见 8:

建议在描述相关的 ERP 成分时按照成分出现的顺序进行说明，如 P1, N170, N250, N700。注意引用与本研究相关的有代表性的一些文章，表述要清楚得当，能够揭示该成分所反映的认知神经机制。

回应:

修改后的 ERP 部分的介绍按照时间先后顺序进行介绍。我们在引用参考文献时，也都选择注意资源、情绪效价对各成分产生影响的文章，N170、N250、N700 都能够被注意资源多少，刺激是否具有情绪所调节，说明这些成分是很好的指标可以反映知觉负载和分心面孔效价的效应。需要说明的是，知觉负载在很大程度上反映的是注意资源或者认知资源的多少问题，因此注意资源对 ERP 成分的调节可以很好的预示知觉负载对其的影响。

“N170 和 N250 是与面孔加工相关的两个成分，它们都受到注意资源与面孔表情的调节 (Calvo & Beltran, 2014)。N170 被认为是个体将视觉刺激知觉为面孔时诱发的成分，它在一定程度上受到注意资源的调节。比如，与面孔出现在注意位置时比面孔出现在非注意位置时诱发的 N170 波幅更大 (Crist, Wu, Karp, & Woldorff, 2007)。如果面孔刺激的噪音增加，与低噪音环境下的面孔相比，其诱发的 N170 波幅会减小 (Rossion, 2014)。另外，N170 还会受到面孔表情的调节，情绪面孔比中性面孔诱发更大的 N170 (Müller-Bardorff, et al., 2016; Righi et al., 2012)。N250 通常是在头皮中后部记录到的与情绪加工相关的成分 (Rossion, 2014)。N250 对中性、正性和负性表情的反应都不相同，因此可以推定在表情的加工中它可能反映表情分辨的过程 (Calvo & Beltran, 2013)。由于 N170 和 N250 对注意资源和面孔表情敏感，它们便能用来反映知觉负载对负性分心面孔加工的影响。”

意见 9:

对 ERP 成分的表述都没有明确说明知觉负载对这些成分的调节作用，本文的假设“早期的 N170, N250 不受知觉负载调节，晚期 N700 可能受知觉负载的调节”依据是什么？此外，行为结果的假设太过于笼统。

回应:

正如对第 8 个问题的回答，知觉负载在很大程度上是和注意资源相关的，因此我们选择注意资源对 ERP 成分调节的文献来支持说明知觉负载可对这些成分进行调节，因此他们是有效的因变量。

在修改后的假设预期部分，我们根据不同的理论观点提出不同的假设，并对不同观点可得到的行为的 ERP 结果进行预期。

“修改内容参见第 8 条问题回答”。

意见 10:

“实验程序使用 E-Prime 2.0 编写”属于实验程序部分，而非刺激材料部分。

回应：已经修改。

意见 11:

“实验包含 40 个组块(block)，每个组块 6 个试次，共 240 个试次。完成 20 个组块后休息 1 分钟。每个组块之前呈现一个线索，提示接下来的组块要完成任务的负载水平。”这样做的目的是什么？如何消除实验顺序对实验结果的影响？

回应:

首先，我们对负载（即组块）的顺序进行了平衡。其次，将负载以组块的形式呈现是参考前人的研究（Jekins et al., 2005）。这样做可以很大程度上减少不同负载之间的转换对任务造成的影响。

意见 12:

实验程序部分提到意外再认任务，任务包含 40 张新面孔，这些面孔材料在材料部分未给予详细说明。

回应:

40 张新面孔同样来自 CAPS 系统，在材料部分中已经进行了说明。

“.....在再认记忆任务中，另选 40 张面孔作为新面孔，材料同样来自中国情绪面孔图片系统。”

意见 13:

“电阻与头皮之间的阻抗”应改为“电极与头皮之间的阻抗”

回应: 已经修改。

意见 14:

“当数据违背正态分布假设时”应改为“当数据不符合球形检验时”

回应: 已经修改。

意见 15:

“P8 电极点的 N170 显著大于 PO7”，建议标明显著电极点上的具体波幅值。

回应: 结果中所有显著的结果都已经标明了具体数值。

意见 16:

若发现电极点与知觉负载的交互作用，建议从各个电极点上来说明知觉负载不同水平上的差异，例如在 P8 电极点上，高低知觉负载条件下的 N170 波幅差异显著。

回应:

之前的检验方式并不能反映知觉负载的作用。因此修改后的文章中，凡是涉及电极点与知觉负载的交互作用的事后检验都作了修正，包括 N170、N250 和 N700。下面附上 N170 的结果为例。

“.....电极点与知觉负载交互作用显著， $F(3, 81) = 9.23$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.26$ 。事后检验发现 4 个电极点上都没有显著的知觉负载效应 ($ps > 0.12$)，但不同电极点上高、低负载诱发的 N170 大小不一致。在 P7 上低负载(-15.58 μv)比高负载(-15.18 μv)诱发更负的 N170；在 P8 上高负载(-17.18 μv)比低负载(-17.00 μv)诱发更负的 N170；在 PO7 上低负载(-14.29 μv)比高负载(-13.95 μv)诱发更负的 N170；在 PO8 上低负载(-16.67 μv)与高负载(-16.61 μv)诱发的 N170 几乎相同。没有发现其他显著交互作用。”

意见 17:

前言部分对知觉负载理论的阐述提到“低知觉负载下分心物可得到加工，从而对任务产生干扰；在高知觉负载下分心物不会得到加工，因此干扰效应会减小甚至消失。”但是本研究结果是恐惧分心面孔只对高知觉负载任务产生调节，这与知觉负载理论不符。另外还需确认 Lavie (2010) 的观点。

回应:

本研究的行为结果确实与 Lavie(2010)的观点不符。这可能与任务难度相关，详见下一问题的回复。

意见 18:

本研究结果应该把任务难度的影响考虑进去。面孔作为干扰刺激，在低负载条件下 NNNNNN 或 XXXXXX，搜索任务简单，不需要占用过多的注意资源，就可以做出判断，即受干扰刺激影响较小，故中性和恐惧面孔间差异不显著。相比于低负载条件，从高负载条件 HKMWZX 中搜索 X 或 N 字符，难度更大，占用更多的注意资源，同时也增大了对干扰面孔的加工，特别是恐惧面孔吸引更多的注意资源，且注意分离困难，因而造成恐惧面孔在高知觉负载条件下反应时的增加。

回应:

感谢专家给出的解释。这确实可能是产生本行为结果的原因，因此我们在修改后的讨论部分添加了该解释。

“.....我们只在高负载任务中观察到恐惧面孔的干扰效应，可能是因为在高负载任务相比于低负载任务更难，需要使用更多的注意资源来完成任务，而恐惧分心面孔的存在吸引了个体的注意，相比于中性面孔个体更难从中解除注意(Park, Van Bavel, Vasey, & Thayer, 2013), 导致了该条件下的反应时变长。而在低负载任务中，因为任务简单，所需要的注意资源不多，所以受到干扰刺激的影响更小，故恐惧和中性分心面孔对任务的影响差异不显著。”

意见 19:

“这说明对面孔的早期加工不受知觉负载的调节，是自动化加工的。这种观点与之前的研究结果一致。”之前的研究应具体标明。

回应:

已经添加了对应的参考文献。

“.....这种观点与前人的研究结果也是一致的(Gray, 2004)，比如.....”

第三轮

意见 1:

请作者确认参考电极是否为左右乳突的算术平均。从结果图看，N170 的波幅最大近 20 微伏，这么大的 N170 一般在全脑平均作为参考时更容易出现。

回应:

感谢专家的细致检查，我们对数据进行了再次检查，数据分析时是采用全脑平均参考，已经在正文中修改过来了。

意见 2:

结果部分尚有不少破折号作为负号的情况，请统一用负号。

回应：已经全部修改为负号。

意见 3:

关于知觉负载的概念及其与注意负载的差异，作者可以参考 Fu, Fedota, Greenwood, Parasuraman (2012), *Biological Psychology* 的文章进行进一步明确。本研究的知觉负载的操控，与认知负载等的区分似乎并不明显。

回应:

感谢编委的提问与指导。Fu 等人(2012)在 *Biological Psychology* 上发表的文章中指出：注意负载是指对相同的刺激进行不同负荷水平的加工『same stimuli presented under different processing』。本研究可能没有完全的实现注意负载的操纵，因为低负载和高负载条件下的刺激是不相同的。

根据知觉负载理论提出者 Nilli Lavie 在 2010 年的发表的综述，知觉负载的操作一般是被试需要在围绕中央注视点的多个项目中搜索目标刺激，通过控制搜索集的大小或搜索项目的性质来控制知觉负载的高低。通常还会添加无关的侧抑制项目，通过侧抑制效应来推测无关干扰项是否得到知觉加工（刘英杰 等人，2014，心理学报）。在她的系列经典研究中，经常采用字母搜索任务操纵知觉负载。比如：要求被试对搜索集中的目标字母 X 或 N 进行搜索和反应。在低知觉负载条件下，搜索集为 6 个相同的目标字母，即 XXXXXX 或 NNNNNN，在高知觉负载条件下，搜索集中只有一个目标字母 X 或 N，另外有 5 个非目标字母 H、K、M、W、Z（Lavie, 2010）。而且，Lavie 等人曾经通过在字母搜索任务中设置侧抑制项的可见程度高低来操纵任务的难度，结果表明字母搜索任务对知觉负载的操纵不是由于任务难度差异造成的。实际上，Jenkins 等人（2005）采用与我们类似的方法（如下图），即对目标字母进行搜索的方法来操纵知觉负载，然后考察了知觉负载对中性分心面孔记忆的影响。综上，本研究采用的方法与前人操纵知觉负载的方法是一致的，因此本研究的范式是可以操纵知觉负载的。

之前，本文在使用知觉负载和注意负载、任务负载三个词汇时有混淆，我们对文章中词汇使用进行了修改，使之符合前面描述的定义。



实验 trial 对比。图 A 为 Jenkins 等人 2005 实验刺激示意图。（引自：Jenkins, R., et al. (2005). Recognition memory for distractor faces depends on attentional load at exposure. *Psychonomic Bulletin & Review* 12(2): 314-320.）。图 B 为本研究实验刺激示意图。