

# 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：奖励和惩罚在注意控制过程中的优化和分离：眼动研究

作者：张阔 何立媛 赵莹 王敬欣

## 第一轮

### 审稿人 1 意见：

近年来动机对个体注意控制的调节作用成为注意领域研究的一个热点问题。作者通过两个眼动实验，探讨金钱奖惩对个体在不同空间线索条件下注意控制影响的特点。结果发现，与基线条件相比，奖励条件下的朝向眼跳正确率更高，惩罚条件下反向眼跳正确率更高，眼跳峰速度在两种条件下均高于基线条件；奖励条件下 Go 反应的眼跳潜伏期显著缩短，惩罚条件下 No-go 反应正确率显著提高，眼跳峰速度在两种条件下均比无奖惩条件显著提高。由此作者得出结论，奖励和惩罚均能够促进行为的执行，但二者的加工过程是分离的，奖励能够改善趋近行为，惩罚则能够显著促进个体的抑制控制行为。奖励和惩罚的分离在加工过程中是不对称的，惩罚对抑制控制的影响更为突出且一直保持稳定。总体来说，研究问题较为前沿，实验设计较为合理，研究有一定的理论和实践意义，但也有一些问题需要作者作进一步的思考、解释或者修改。建议修后再审。

### 意见 1：

(1) 论文的引言部分逻辑不够清楚，有些地方出现了矛盾。比如文档 P3“近年来，奖惩动机与注意的关系在决策和认知控制研究领域引起了越来越多的关注，已有不少研究者对奖励和惩罚在执行控制过程中的调节作用进行了考察，探讨了奖励和惩罚、预测和反馈等信息对个体注意控制的影响”和文档 P4“当前对动机调节注意控制的研究多集中于奖励这一获益(Gain)方面，对于惩罚这一类基于损失(Loss)方面的研究还十分匮乏(Spear, 2011)”前面一句话也有不少研究探讨了奖赏、惩罚对个体注意控制的影响，后面又说对于惩罚方面的研究还十分匮乏。(2) 作者在前言部分虽然引用了很多文献，但对相关性高的关键文献（比如 Ross et al., 2011）缺乏详细的介绍。这让读者很难了解该研究相较于前人研究的创新之处。心理学报有参考文献数目的要求（<http://journal.psych.ac.cn/xlxb/CN/column/item86.shtml>），研究报告的参考文献一般不超过 50 条。

### 回应：

(1) 非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们再次认真查阅了该领域的相关文献，对引言部分关于奖惩动机的表述进行了重新组织和修改，具体见下文（修改稿中进行的主要删改用红色文字标记）：“近年来，奖惩动机与注意的关系在决策和认知控制研究领域引起了越来越多的关注，已有不少研究者对奖励在执行控制过程中的调节作用进行了考察 (Steenbergen, Band, & Hommel, 2012; Braem, Hickey, Duthoo, & Notebaert, 2014; Bucker, Silvis, Donk, & Theeuwes, 2015; 纪丽燕, 陈宁轩, 丁锦红, 魏萍, 2015)。最近，也有研究者开始尝试探索奖励和惩罚这两种不同的动机如何作用于认知调控中的监测和控制过程，以期厘清奖励和惩罚、预测和反馈等信息对个体注意控制的影响，但相关研究还比较少，结果也不一致。当前比较统一的发现仅在于，相比无预期动机条件，奖惩(特别是奖励条件)能够对注意控制系统产生调控(Kubaneck, Snyder, & Abrams, 2015; Kilpelainen, & Theeuwes, 2016)。”

(2) 我们再次认真阅读了与本文相关的关键文献（如 Ross et al., 2011），并补充了最近

的新文献（如 Kilpelainen et al., 2016; Wolf et al., 2017; 王宴庆等, 2019），同时删去了一些非核心文献；对引言部分也进行了重新组织和修改，主要修改和补充详见下文（文中用红色文字标记）：“之所以存在以上不一致的结果，有可能奖惩动机引发注意控制过程中受到了注意资源分配的调节。Peck 等(2009)对猴子进行的眼跳研究发现，当目标与之前的奖赏线索出现在同一位置时，猴子的眼跳更加有效，由此提出奖赏能够调节空间注意和视觉选择，而与执行反应的效价无关。随后，Ross 等(2011)通过使用朝向和反向眼跳任务对奖励和惩罚在人类的视觉注意选择及行为执行中的作用进行了研究。Ross 等的研究目的之一是为了考察奖赏调节人类的视觉选择是否与猴子有相同的模式，另外也为了进一步考察是否在需要更多注意资源的反眼跳任务下奖惩线索效应会更大，且该效应是否会受到刺激位置的影响从而表现出空间注意选择的返回抑制效应（IOR）。结果发现，奖惩动机线索均使反应时减少，且奖励比惩罚更显著；更为重要的是，在奖惩线索位置呈现靶子时出现了返回抑制效应，但与猴子的眼跳模式不同的是，奖惩线索效价未影响朝向眼跳，且反向眼跳中的返回抑制效应反倒有一些增加而非减少。该研究认为，人类表现出的奖赏效应不同于猴子，不是基于视觉选择而是基于行动效价的。人类的眼跳系统既包括对多个位置同时进行反应的能力，也包括对于是否包含奖惩结果的位置进行灵活性调整的能力，且在需要更多注意资源的反眼跳任务中表现更为显著。另外，还有研究者使用眼动追踪技术记录了被试对有金钱惩罚线索的区域进行视觉搜索的眼跳模式，分别对受罚前、受罚中和受罚后三个连续阶段进行了分析，结果发现，与无惩罚区域的任务表现相比，惩罚显著影响到被试的眼动行为，表现为有惩罚区的眼跳比率显著减小，潜伏期明显增长，说明个体能够在认知控制过程中灵活地分配注意资源引导眼动行为去回避惩罚从而趋向有奖赏的环境(Kilpelainen et al., 2016)。”

**意见 2：**方法部分也有几个问题有待商榷：

（1）实验 2 的被试同实验 1 这样的说法是否合适？实验 2 和实验 1 共用一批被试吗？实验 2 也是 24 名被试参加实验剔除两名被试？如果共用一批被试是否存在练习效应呢？

（2）实验程序问题：两个实验中正确眼跳目标范围的界定不一致，实验 1 是以正确点为圆心，130 像素为半径的圆范围之内，实验 2 是以正确点为圆心，95 像素为半径的圆范围之内，为什么没有采用统一的标准呢？

（3）实验 1 中结果分析部分数据剔除的标准与实验 1 程序中的要求不一致，数据剔除的标准是“首次眼跳潜伏期低于或等于 80ms 及等于或高于 700ms”，而实验程序中的要求是“成功完成一次眼跳需要在刺激呈现之后的 500ms 内将注视点落在以正确点为圆心，130 像素为半径的圆范围之内”。以后三个问题可能会影响实验结果的准确性和可靠性。

**回应：**

（1）感谢审稿专家的意见和提醒，很抱歉这里我们没有描述清楚，已在修改稿中进行了补充说明（见文中红色文字）。具体解释为：实验 2 采用了参加过实验 1 且数据有效的 22 名被试，主要目的是为了保持两个实验被试的同质性，减少个体差异对实验结果的影响，并进一步回答实验 1 尚未厘清的问题（即当实验 1 中动机性线索与眼跳指示线索引导内源性注意同时出现时发现的优化和分离，在动机性线索独立呈现，自下而上的任务线索引导外源性注意时是否还保持稳定）。先前研究中也有类似的处理方式（如王宴庆，陈安涛，胡学平，尹首航. *心理学报*, 2019(1); Wolf et al., *Scientific Reports*, 2017）。

疲劳和练习效应的确是实验中应予重视的问题。考虑到连续进行两个眼动实验会使被试疲劳，实验 2 是在实验 1 完成一周后进行的；因为对实验 1 的结果初步分析中已发现有 2 名被试眼跳正确率过低，由于实验前已做了视力、精神障碍及焦虑等方面的评定，被试在注意任务中出现的眼跳正确率过低说明该被试的实验态度不认真，因此在实验 2 中我们没有再选择对其进行测试。由于两个实验呈现的线索且引导的控制性注意过程均不同，而且存在较

长的时间间隔，练习效应已经得到了充分控制，对实验结果产生系统性影响的可能性很小。很抱歉我们在初稿中没有写清楚，现已在修改稿中进行了补充说明。

(2) 非常感谢审稿专家的提醒。由于受篇幅的限制，很抱歉原文中我们没有对此进行具体的描述。之所以在实验 1 中正确眼跳目标的范围界定为以正确点为圆心，130 像素为半径的圆范围之内，而实验 2 是以正确点为圆心，95 像素为半径的圆范围之内，这是由于实验 1 中引导眼跳发生的线索是来自中央凹注视的，因此眼跳的正确落点为目标（朝向）或它的镜像位置（反向），以此为圆心沿 130 像素为半径画出兴趣区，然后进行正确率、潜伏期和峰速度的计算；而实验 2 进行的是 Go/No-go 任务，引导 Go 反应眼跳发生的线索来自副中央凹呈现的目标的颜色，No-go 反应则需要抑制住眼睛对目标的追随而对中心保持注视，因此兴趣区是以目标（Go 反应）或中心（No-go 反应）为正确落点沿 95 像素为半径画出的，如果如实验 1 那样沿 130 像素为半径来画兴趣区则会发生两种反应下兴趣区的重叠，使数据发生混淆。对 130 像素和 95 像素的界定是编制该实验程序时由 SR Research 公司负责 EyeLink 眼动仪的专业人员根据该实验设计要求，综合了屏幕大小、目标刺激和人-机距离视角计算而在程序中设定的。另外，在以往有关反眼跳和眼动记录 Go/No-go 任务的实验中也大多采用相同的方式来画兴趣区（如 Barton et al., 2005; Jazbec, et al., 2005; Olk et al., 2009）。

(3) 非常感谢审稿专家的提醒和细致的审阅。由于考虑篇幅的限制，原文中我们没有对此进行具体的描述。对数据删除的具体标准和计算为：反向眼跳任务一般确定 500ms 为基准，这是为了保证被试又快又准地做出眼跳反应，若大于 500ms 说明被试虽然做出了正确眼跳，但期间可能发生了微调或眨眼，因此通常被记录为错误眼跳进行计算。数据剔除时也是根据一般的标准“首次眼跳潜伏期低于或等于 80ms 及等于或高于 700ms”，通常把 500ms-700ms 间的眼跳潜伏期计为错误眼跳潜伏期，但数据不被删除。已在修改稿中进行了简单说明。

**意见 3:** 结果部分奖惩对首次眼跳潜伏期和正确率的影响并不一致，在实验 1 中，奖励会提高朝向眼跳的正确率，惩罚会提高反向眼跳的正确率，首次眼跳潜伏期方面效价的主效应不显著。而在实验 2 中，Go 反应的正确率方面没有出现效价的主效应，但 Go 反应的眼跳潜伏期方面，奖赏减少了眼跳所需要的时间。似乎这两个实验中被试的标准（眼跳潜伏期和准确性之间出现了权衡）不一致，请作者给予解释说明。

**回应:** 感谢审稿专家的建议。实验 1 结果发现，奖励会提高朝向眼跳的正确率，惩罚会提高反向眼跳的正确率，首次眼跳潜伏期方面效价的主效应不显著，有可能是因为实验 1 中奖励和惩罚线索混合呈现，使被试采用了更为谨慎的策略，使眼跳潜伏期和准确性之间出现了一个权衡，但被试在眼跳峰速度上表现出的奖惩显著高于无奖惩条件的结果，补充说明了奖惩动机在注意控制过程中起到了优化和调节作用（这在原文中有所提及，请见 P10.）。而在实验 2 中，Go 反应的正确率方面没有出现效价的主效应，这是由于与反射性眼跳一致的 Go 反应非常简单，被试在有、无奖惩的条件下的正确率都很高，因此没有表现出差异；但 Go 反应的眼跳潜伏期方面，则发现奖赏减少了眼跳所需要的时间，也正说明在被试不需要花费更多注意资源的外源性注意所引导的眼跳行为中，奖赏促进了行为的执行，这与我们的预期是一致的，因此实验 2 中不会有速度-准确率权衡的问题。可能是我们没有表述清楚，因此在修改稿中对实验 2 的结果小结部分重新进行了组织和补充说明。另外，为了清晰地看看 Go 反应任务下到底是否出现了眼跳潜伏期和正确率之间的权衡，我们对该任务下被试的眼跳潜伏期和正确率进行了相关性检验，结果未发现显著的相关 ( $r = 0.025$ ,  $p = 0.839$ )。

**意见 4:** 讨论部分一方面过于冗长，讨论部分尽可能不要超过 3500 字 (<http://journal.psych.ac.cn/xlxb/CN/column/item86.shtml>)，请作者加以删减；另一方面，作者还是要将本研究

关键文献加以对比讨论，突出本研究 and 关键文献的不同之处，这样便于读者把握文章的创新之处。

**回应：**非常感谢审稿专家的建议。我们已对讨论部分进行了删减、修改和润色，并突出了本研究的结果与一些关键文献的不同之处以及对该领域的理论推进。具体见文中讨论部分的红色标记。

**意见 5：**摘要中的结论部分提及惩罚对抑制控制的影响更为突出且一直保持稳定。不太清楚哪些结果能够支持惩罚对抑制控制的影响一直保持稳定。

**回应：**非常感谢审稿专家的提醒，抱歉我们没有表述清楚。摘要中结论部分提到的惩罚对抑制控制的影响更为突出且一直保持稳定是说无论是在有准备的内源性注意(实验 1)，还是在无准备的外源性注意(实验 2)引发注意控制行为的过程中，惩罚条件都显著促进了抑制控制，即惩罚在抑制控制的过程中并没有受到来自内源性或外源性注意线索的影响，而是在抑制优势反应加工的过程中始终保持稳定的促进作用。抱歉我们没有表述清楚，因此对摘要及结论部分重新进行了梳理，以期能够读起来更加清晰。

感谢审稿专家对本论文的审阅和所提的宝贵意见。我们已根据上述意见逐项做了修改或说明。为方便审阅，修改稿中对上述修改内容使用红色字体进行标记。

.....

**审稿人 2 意见：**

这篇文章针对目前惩罚对注意控制的影响存在的争论，目的是揭示奖励和惩罚对于注意控制具有可分离的加工机制。本文运用眼动技术研究奖惩对注意控制的影响，方法新颖，实验设计简洁精巧，结果阐述清晰明确，但在部分细节上仍需要改进。

**意见 1：**（1）实验一方法部分需要写清各个条件包含的试次数量；

**回应：**非常感谢审稿专家的建议，已在修改稿中进行了补充。

**意见 2：**实验一结果部分 2.5（1）中，“反向眼跳任务上，效价的简单效应也显著  $F(2,42)=3.80$ ,  $p=0.03$ ”，建议与其他的  $p$  值统一，保留三位小数；

**回应：**非常感谢审稿专家的建议，已在修改稿中进行了统一修改。

**意见 3：**实验二的 Go/No-go 任务，尽管我认为颜色不会对目前实验结果造成特别大的影响，但较为好的设计应平衡蓝色和黄色的亮度，并报告亮度参数，且应在被试间对哪个颜色作为 Go 任务进行平衡；

**回应：**非常感谢审稿专家的建议。实验过程中我们已经对不同颜色所对应的指示反应类型在被试间进行了平衡，原稿中由于疏漏没有报告，现已修改。收到审稿意见后，考虑到色块的视觉效果受多种因素影响，我们又组织 12 名大学生被试对两种颜色方块的明亮和醒目程度进行了比较和评估，对评估结果的卡方检验显示  $\chi^2=1.5$ ,  $p=0.47$ ；加之不同颜色对应的反应类型已经在被试间进行了平衡，因而不会影响实验结果的内部效度。

**意见 4：**实验二 3.5.2（2）部分，“奖励和惩罚条件下的峰速度无显著差异， $p=1.000$ ”，请确认是否两列数的均值是否完全相同，否则  $p$  值不会等于 1。

**回应：**非常感谢审稿专家的提醒。我们认真核对了数据，奖励和惩罚两种条件下眼跳峰速度的平均值非常接近， $M_{\text{奖}} = 264^\circ/\text{s}$  ( $SE=4.77$ ),  $M_{\text{惩}} = 265^\circ/\text{s}$  ( $SE=4.87$ ),  $p=1.000$  是事后检验经 Bonferroni 校正后四舍五入的结果，原文现已修正。

意见 5: 所有结果部分未达到显著的统计结果, 建议作者报告具体的  $p$  值, 而不是简单写成“ $p>.05$ ”。

回应: 非常感谢审稿专家的建议, 已在修改稿中进行了补充, 报告了各个具体的  $p$  值。

感谢审稿专家对本论文的审阅和所提宝贵意见。我们已根据专家意见认真修改完善, 为方便审阅, 上述修改内容在文中使用蓝色字体进行了标记。

.....

### 审稿人 3 意见:

这篇文章通过两个实验, 探讨了奖惩在趋近行为和抑制行为中的作用, 两个实验分别采用内隐和外源线索, 探索了奖惩在该过程中的分离作用。研究综述全面, 理论概括性较强, 体现了一定的学术价值, 建议修后发表。

意见 1: 摘要比较模糊, “奖励条件下朝向眼跳正确率较高, 惩罚则使反向眼跳正确率显著提高”, 这些都是相对无奖惩条件阐述, 而摘要中的描述, 听起来像反向眼跳正确率在惩罚条件下反向眼跳高于朝向眼跳。

回应: 非常感谢审稿专家的建议。抱歉我们没有表述清楚, 已经对摘要重新进行了梳理, 以期能够读起来更加清晰。

意见 2: 实验结果本身不复杂, 建议将  $p_s<0.05$  都报告出  $F$  值。此外,  $p=1$  不符合规范, 建议报告出  $F<1$ 。

回应: 非常感谢审稿专家的建议, 已经将  $p_s<0.05$  改为报告出所有具体  $p$  值,  $p=1$  是四舍五入近似的结果, 现已修改。

意见 3: 数据报告中没有遵循科学规范, 不能单纯报告出显著不显著, 而需要给出平均值标准差, 显著方向等。

回应: 非常感谢审稿专家的提醒, 已在修改稿中进行了补充。

意见 4: 文中提到了大量生理学的研究, 但一些对提升文章质量没有帮助, 建议有效删减, 突出认知机制。

回应: 非常感谢审稿专家的建议, 已在修改稿中进行了删减并重新组织了表述。

意见 5: 结果报告时, 可以先介绍主要的分析指标的含义。BIS, BAS 等简拼不方便阅读, 建议将这些出现次数不多的短名词替换成汉语。

回应: 非常感谢审稿专家的建议, 已在修改稿中进行了补充和替换。

意见 6: 讨论中的逻辑问题, 既然介绍奖惩影响抑制控制的过程, 以及惩罚促进抑制控制的加工, 为什么没有奖赏促进趋近行为的加工。建议修改小标题, 或者分块更全面的概述。

回应: 非常感谢审稿专家的建议, 已在修改稿中对小标题进行了修改, 并重新组织了各段落的表述。具体见文中讨论部分蓝色文字。

意见 7: 其他细节问题如下:

(1) 论文的基本排版存在问题，采用的多级标题混淆在一起，小标题后空格不统一，在导航视窗中检查一下。文中也出现多处排版问题，空格问题，首行缩进问题等，建议系统检查。

(2) P4，建议哪些引发趋近行为，哪些引发抑制行为的参考文献分开列举。

(3) 多处参考文献格式混乱，没有按照 APA 格式排版。

(4) 反馈信息的安排，看起来令人费解？5，- 0、 0 各自代表什么意思？why？

(5) 实验流程图上，线索阶段为什么重复出现提示信号，两张图是什么意思？这里的白色灰色根本无法分辨清楚，请在图注中详细说明，建议重新优化流程图设计。

**回应：**非常感谢审稿专家的意见和建议，已针对上述问题逐项进行了修改。

(1) 已重新对稿件进行了排版并进行了系统检查。

(2) 已重新对本段中两种行为的文献进行了分开列举。

(3) 已按照 APA 的格式重新对参考文献格式进行了排版。

(4) 已在修改稿中进行了补充说明。

(5) 已在修改稿中重新优化了流程图并进行了说明。

感谢审稿专家对本论文的审阅和所提宝贵意见。我们已根据专家意见认真进行了修改，为方便审阅，上述修改内容在文中使用蓝色字体进行了标记。

---

## 第二轮

**说明：**非常感谢审稿专家对本论文的审阅和所提宝贵意见。在第二轮审阅中，3 位审稿专家在对修改稿进行审阅后，均表达了肯定性意见。其中，审稿专家 2 和专家 3 对修改稿及问题回应表示满意，没再提出新的意见，审稿专家 1 则针对一些细节问题提出了修改意见。进入编委复审程序后，复审编委也提出了一些修改意见。因此，以下对审稿专家 1 和复审编委的意见进行回应。为和前一轮回应相区别，本轮的修改在文中用亮紫色字体标识。

### 审稿人 1 意见：

作者较好地回答了上一轮提出的疑问，建议修改后发表。还有一些细节问题有待进一步的改进。

**意见 1：**修改版本的前言部分 (P13) 提及，“之所以存在以上不一致的结果，有可能奖惩动机引发注意控制过程中受到了注意资源分配的调节。”不太明白作者是如何做出这一推论的，这一推论与这句话后面的研究存在什么样的关系？

**回应：**非常感谢审稿专家的问题，可能这里我们表述得不够清楚。这一段中我们引用了几个使用反眼跳范式研究奖惩动机引发不同的注意资源分配从而对注意控制加工产生不同影响的实验，也正是在这些已有实验研究基础上做出了以上推论。当前修改稿中对文字做了适当调整，使描述更加清晰明确。

**意见 2：**修改版本的 3.3 实验程序部分 (P20) 提及，“颜色指示反应类型(黄色代表朝向眼跳 Go 任务，蓝色代表注视)在 Go 任务中，……”，这里的蓝色代表注视，是不是应该修改为蓝色代表 No-go 任务的注视，另外，因为后面做了被试间平衡，建议括号内的例子前面加上“如”。

**回应：**非常感谢审稿专家的建议，已按专家建议对相应的文字表述进行了完善。

**意见 3:** 修改版本的统计图 2、3、5、6 均没有横坐标标题。

**回应:** 我们重新进行了检查,疑似为 word 版本问题,后续我们可以提供 PDF 格式的修改稿。

**意见 4:** 修改版本参考文献格式应参照 APA 格式和心理学报的要求修改。

**回应:** 已按 APA 格式和心理学报的要求对参考文献格式进行了核对。

#### 编委复审意见:

三个审稿人的意见都相对正面,且对修改意见都有较为合理的答复,总体上说应该是不错的一篇文章,可以考虑发表。但是仍然有一些小问题。

**意见 1:** 摘要部分的结果结论其实还是有问题的:“...显著促进抑制控制行为,且奖励和惩罚的分离在加工过程中是不对称的,奖励能够在注意控制的早期阶段更快地促进行为发生与执行,惩罚则能够在抑制优势反应加工的阶段保持对行为的调节和促进。”这一不能称为是不对称,二则“行为发生与执行,。。。”结论的表述存疑。

**回应:** 非常感谢专家的意见,抱歉我们没有表述清楚。通过对本领域的专家进行请教以及本研究作者共同进行讨论后,已经对摘要重新进行了梳理,使结论更加清晰、明确。修改稿中将“不对称”改为了“不同的作用模式”,同时对相关字句也进行了调整。

**意见 2:** “当然,这种机制到底是否存在,还需要利用事件相关电位或 fMRI 等认知神经科学的技术来进一步验证。”某种效应机制是否存在不能认为 ERP 和 fMRI 的神经科学技术就能验证,这样的表述出现在权威期刊可能是有一定负面引导性的。另外就是搜索相关主题,值得注意的是国外已经有 ERP 研究了,所以研究的新异性存疑,也不见得脑电从哪个角度能给这个研究结论带来更多帮助。

**回应:** 非常感谢专家的意见,该句话可能未能清楚表达出在当前研究基础上进一步对未来该领域研究的展望。我们通过 Google Scholar 认真查阅本领域有关 ERP 和 fMRI 技术的相关研究,发现国外虽然已有尝试使用 ERP 脑电技术来研究奖惩动机对决策过程中不同作用模式的研究,但至今仅观察到这两种动机对不同的行为反应阶段(如延迟阶段或反馈阶段)出现的分离,直接针对注意控制过程进行的行为及电生理研究还尚未见到(最新文献: Electrophysiological correlates of prediction formation in anticipation of reward- and punishment-related feedback signals, *Psychophysiology*, 2019);而不同动机对注意过程影响的脑机制研究仍然多集中在奖赏层面,仅有的极少数针对惩罚动机加工的研究则刚刚开始且结论并不明确(最新文献: Punishment-related memory-guided attention: Neural dynamics of perceptual modulation, *Cortex*, 2019)。不少研究者也指出,奖惩加工所依赖的神经系统是 common 还是 distinct 的仍在争议当中(Anderson, et al., 2019, 2018)。眼动技术作为行为数据采集的高级工具,能够弥补脑电数据采集过程中动眼及自主控制眼跳从而产生过多噪音的不足,可以自然灵活地对考察选择性注意过程中抑制加工任务的数据进行记录和采集,且能够针对兴趣区中最早发生的首次眼跳潜伏期进行精准计算和分析。鉴于此,我们在该段重新对字句进行了调整和补充,并强调了本研究采用眼动技术的优势和研究发现的新异性,以及未来采用眼动与脑电或 fMRI 同步记录来探索相关问题的研究前景。

**意见 3:** 摘要中提到的“相比无奖惩条件,朝向眼跳任务中奖励的正确率最高,反向眼跳任务中惩罚的正确率显著最高,有奖惩线索下的眼跳峰速度显著较高。”事实上,朝向和反向

两个任务中奖励和惩罚都没有达到显著，只是有数值上的趋势，可以说某一个条件最高吗？而且“显著最高”的说法欠妥。

回应：非常感谢专家的意见，我们这里的表述不够清晰。实际上这两种任务下的正确率更高都是相比每种任务下无奖惩的中性条件而言的，已经在文中对这一部分的文字表述进行了修改和进一步补充说明，使表述更加清晰明确。

意见 4：另外，对于“奖励能够在注意控制的早期阶段更快地促进行为发生与执行”的说法，有一些疑问：一方面，一般说早期晚期，比如在脑电中可以通过早晚期成分很明显地区分出来，但是作者采用的和时间有关的眼动指标（首次正确眼跳峰速度和首次正确 go 反应的眼跳潜伏期）中，都是单一时间，无法区分早晚期；另一方面，作者得到这个结论的最主要的证据是奖励相比惩罚有更快的“首次正确 go 反应的眼跳潜伏期”，这两个也就是 320ms 和 350ms 左右的区别（图 6），很难说奖励在早期发挥作用而惩罚不能。

回应：非常感谢专家提出的问题，可能是我们这里的表述不够清晰。文中所说的注意控制的早期阶段是指控制性注意的早期加工，通常引发的是唤醒和信号监测过程。已有研究发现，在认知控制的执行过程中，信号监测发生于注意加工的早期阶段。个体在目标行为发生过程中，有效地监测到冲突信号能够促使被试优化行为，使反应的选择与执行更加快速(唐丹丹, 陈安涛, 2013; 蒋军, 向玲, 张庆林, 陈安涛, 2014)。进一步研究发现，以目标为导向的行为发生过程中，奖赏能通过注意资源分配来增强相关信号的监测，更早地启动、实施抑制反应，从而有效提升认知控制效率（王宴庆, 陈安涛, 胡学平, 尹首航, 2019）。当前研究中发现的奖励能够在注意控制的早期阶段更快地促进行为发生与执行，与以上研究的结论是一致的。另外，与脑电中的早晚期成分的时间指标不同，在采用眼动技术的实验中，因变量指标有很多，其中在时程上反应早期加工的时间指标通常包括首次眼跳潜伏期、峰速度、兴趣区内第一次通过(first-pass)的首次注视时间、单一注视时间和凝视时间，本研究中奖励条件的首次眼跳潜伏期和峰速度显著快于惩罚条件，反映的是奖励能使个体更早地唤醒控制性注意系统从而更快地激活动眼神经通路，符合基于强化敏感理论提出的“三唤醒系统模型”。再次，专家提到的图 6(已按审阅意见改为图 4B) 中“首次正确 go 反应的眼跳潜伏期”320ms 和 350ms 左右的区别，是符合一次眼跳准备潜伏期的基本特性的，我们的眼睛在完成前一个加工目标的通达然后发起下一次眼跳的潜伏期大约是 50ms 左右，根据当前加工目标的难度及特性会在知觉层面自动做出调整（Rayner: Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. Psychological Bulletin, 1998）。由此，不少关于注意加工的实验研究中（如采用线索-靶子范式研究的 IOR 效应，反眼跳任务、Go/No-go 任务、停止信号任务、负启动任务、Stroop 以及 Simon 任务）差异是在 50ms 以内的，但让人欣慰的是由于这些经典实验范式的效应通常较稳定，因此统计检验的结果是可靠的。由于字数限制，可能是我们这里的表述不够清晰，现已在文中对这一部分的文字表述进行了完善和进一步补充说明，使表述更加清晰明确。

意见 5：作图问题：纵坐标的标题建议将符号、英文字母等横向，问题比较明显的是图 3，“o/s”竖着写很怪。另外，建议将相同实验中的两个结果合并成一个图（用 A,B 区分）

回应：非常感谢专家的意见。已按建议将显示实验 1 结果的图 2 和图 3 合并为新的图 2（A 和 B），将显示实验 2 结果的图 5 和图 6 合并为新的图 4（A 和 B），纵坐标标题的版式也已经按要求修改。

意见 6：结果报告中的  $\eta^2$ ，是否应该为  $\eta_p^2$ ？

回应：非常感谢专家的建议。原稿中  $\eta^2$  的确是偏  $\eta^2$ ，已经按照编委意见在原稿改为  $\eta_p^2$ 。