

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：机会公平在早期加工阶段影响个体实际结果的评价

作者：尤婷婷 张利平 祁国梅 龙长权

---

### 第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：从引言部分来看，该研究的主要着眼点在于延续 Long 等人（2018）的思路，在其实验发现的基础之上进一步探讨“实际结果”因素的调控作用。

回应：我们同意审稿专家的评论。

意见 2：但是除此之外，该研究的结果从哪些方面增进了我们对“机会公平”相关大脑机制的理解？例如，实验结果是否与 Aoki 等人（2014）的报告有某些联系？目前版本的论文对此尚言之甚少。此外，探讨“实际结果对机会公平的影响”，除了有助于我们加深对 Long 等人（2018）实验结果的理解之外，该主题本身有多大理论价值，或者有何现实意义，也是目前版本尚未言清的。这方面需要在修改稿中得到加强。

回应：感谢审稿人的专业意见。在修改稿的引言部分，我们指出机会公平如何和何时影响个体实际结果评价还存在争议。我们先介绍了 Long 等（2022）的研究结果，这项研究发现机会公平对个体实际结果评价的影响主要发生在认知加工的早期阶段，而不发生在晚期阶段。之后，我们介绍了 Long 等（2018）的研究结果。这项研究发现机会公平对个体实际结果评价的影响不仅发生在认知加工的早期阶段，也发生在晚期阶段。然后，我们指出，Long 等（2018）在实验设计和数据分析上的局限可能影响了他们的结论。最后，我们提出改进 Long 等（2018）的研究，进一步研究机会公平如何和何时影响个体实际结果评价这一科学问题。因为我们重写了引言，为了避免冗长的审稿意见回复信，我们很抱歉未能在此展示我们的修改。具体修改内容，见新修改版的引言。我们用蓝色标示了我们所修改的内容。

在讨论部分，我们增加了段落，揭示了本研究的理论价值和研究的现实意义。在新修改的版本中，我们做了如下修改：“本研究的结果存在一些理论上的贡献。首先，本研究结果进一步支持了 Yang 等（2022）提出的“人们对结果公平的关注意于机会公平”的假说。Aoki 等（2014）仅揭示了机会不公平与机会公平条件的脑空间激活上存在显著差异，没有进一步研究揭示机会公平如何影响后续的个人实际结果的评价。本研究通过测量机会公平对个人实

际结果评价的 ERP 反应，揭示了机会公平是否以及如何影响个人实际结果的评价过程。本研究结果与 Long 等(2022)的结果表明，无论是竞争性社会背景还是非竞争社会背景，机会公平都只影响个人实际结果的早期阶段，不影响晚期阶段。机会公平影响结果评价的早期阶段，表明在结果评价的早期阶段，人们存在机会公平的敏感性。然而，机会公平不影响个人实际结果评价的晚期阶段，表明此时人们在结果评价的晚期阶段更关注实际结果本身。同时，在本研究中，公平的结果（平局）比不公平的结果（无论是输还是赢）诱发了更大的 P300 波幅，进一步表明人们更重视结果公平，这为 Yang 等(2022)提出的“人们对结果公平的关注强于机会公平”的假说提供了进一步的证据。其次，本研究可以拓展对公平领域的理解。公平领域的一个重要的辩论是公平判断的直觉反应时公平本身还是自己的利益。一些研究者认为公平本身是直觉；进行公平判断时，先判断是否符合社会的规范，然后再整合自己的利益和社会规则 (Rand, 2016; Hallsson, Siebner, & Hulme, 2018)。另一些研究者则认为进行公平判断时，自己的利益是直觉；然后再抑制自己的利益，根据社会规则做出判断 (Long et al. 2022; Yoder & Decety, 2020)。在本研究中，当被试赢时，三种机会公平条件诱发的 FRN 差异不显著，这表明被试赢时，自己的利益已经达成。而在被试输时，自己的利益受损，被试可能需要对结果评价的进一步加工，为自己的损失寻找理由，对公平更敏感反映在 FRN 波幅差异上。这些结果表明在公平判断时，自己的利益是直觉的反应，支持自我利益优先的假设。

本研究的结果存在潜在的应用价值。本研究发现，在被试输时，被试对机会公平敏感，表明在实际生活中，对处境不利的人群，应更加重视其机会公平感。”

**意见 3:** 2.1 小节提到：“30 名被试的样本量可以提供 98.7% 的 Power”，这是没有问题的，但接下来又说：“为了确保 98.7% 的 Power”，招募了 35 名被试。这个说法给人感觉有点奇怪，因为 98.7% 在统计学上并不是一个有明确意义的数字，所以为什么一定要确保统计检验力不低于此数，建议作者修改此处的解释。

**回应:** 感谢审稿专家的建议。我们的说法确实存在不规范。在修改版中，我们修改成：“该分析表明，为确保 95% 的统计效应量，至少需要 23 名被试。为了防止潜在的样本丢失并增加结果的稳定性，我们有偿招募 35 名在校大学生，母语均为汉语，右利手，视力正常或矫正后视力正常，无红绿色盲和精神疾病史。”

**意见 4:** 在 2.5 小节中，作者没有交代对 ERP 波幅的测量使用的是均值还是峰值。此外，测量 FRN 使用的时间窗过窄（250—300 毫秒），可能会影响 ERP 分析结果的可靠性。此外，

作者统计 FRN 只使用了一个电极点 (FCz)，而统计 P3 则使用头皮中线上从前到后的五个点 (Fz、FCz、Cz、CPz、Pz)：我个人的意见是前者过多，而后者过少。建议作者以地形图为参考，根据每个成分的实际分布范围来选点。

回应：感谢审稿专家的建议。在修改版中，我们明确指出对 FRN 和 P300 波幅的测量采用的是平均波幅测量。同时，根据 Sambrook 和 Goslin (2015)的元分析，在新修改的版本中，FRN 波幅测量的时间窗选择为 240–340 ms。同时，根据审稿专家的建议，我们结合地形图、实际分布范围并参考相关文献后重新进行了选点，在修改稿中，无论是 FRN 还是 P300，我们均选择在 F1, Fz, F2, FC1, FCz, FC2, C1, Cz 和 C2 九个电极点上对其进行平均波幅测量。同时，为了减少统计假阳性，根据 Luck 和 Gaspelin (2017)，我们把这九个点上的测量到的 FRN 和 P300 平均波幅进行了平均。

在新修改的版本中，我们做了以下修改：“关于 FRN, Sambrook 和 Goslin (2015)的元分析表明,FRN 的最佳测量时间窗口为 240–340 ms,且在 FCz 点最大。根据 Sambrook 和 Goslin (2015)和视觉观察 FRN 的头皮分布,我们在大脑头皮前中部的 F1, Fz, F2, FC1, FCz, FC2, C1, Cz 和 C2 九个电极点上,选择 240–340 ms 的平均波幅作为 FRN 波幅。为了减少统计假阳性,我们平均了这九个点上的 FRN 波幅进入下一步的统计 (Luck & Gaspelin, 2017)。关于 P300,根据以往的相关文献(Li et al., 2010; Long et al., 2018; Zhang et al., 2021)和对地形图的观察,我们在大脑头皮前中部的 F1, Fz, F2, FC1, FCz, FC2, C1, Cz 和 C2 九个电极点上,选择 300–600 ms 的平均波幅作为 P300 波幅。同样,为了减少统计假阳性,我们平均了这九个点上的 P300 波幅进入下一步的统计。对 FRN 和 P300 波幅的统计,均采用机会条件和实际结果的两因素重复测量方差分析。”

意见 5：3.3 小节：ERP 报告部分的表述冗杂，令人不容易把握主要信息。建议作者另做一个表格报告平均数和标准差等信息，而不需要将这些数字插入正文。

回应：感谢审稿专家的建议。我们的表述确实存在冗杂，在我们新修改的版本中，已删去了这些平均值和标准差的数字，并添加了表格，具体见正文表 2、3 和 4。

.....

审稿人 2 意见：

意见 1：公平是当前研究的热点问题之一，具有重要的研究意义。本文采用 ERP 技术，从机会公平和结果公平视角，考察了实际结果对个体机会公平的感知、愉悦体验及脑响应的影响。结果发现，机会公平条件下的公平感高于机会不公平（包括有利机会不公平、不利机会

不公平), 而不利机会不公平条件下的愉悦度最低。脑电结果发现, 个体在加工实际结果时, 机会公平和结果公平在较早期的 FRN 成分上表现出交互效应。本文在选题上有一定的创新之处, 但写作水平还有非常大的上升空间。

**回应:** 感谢审稿专家的评论。我们同意审稿专家的意见, 在新修改本中, 我们尽最大努力提高论文的写作水平。

**意见 2:** 科学问题。Yang 等 (2022) 探讨了机会公平是否会影响个体对实际结果的公平感知及脑活动, 而非作者提到的“实际结果是否会影响机会公平感知”。

**回应:** 我们同意审稿专家的意见, Yang 等 (2022) 探讨的是机会公平对个体实际结果的评价 (在他们的研究中是公平程度的评价) 的影响。在我们新修订的版本中, 我们将科学问题聚焦于探讨机会公平如何和何时影响个体实际结果评价这一科学问题。我们做了如下修改: (1) 论文的标题改为“机会公平在早期加工阶段影响个体实际结果的评价”。(2) 引言的组织更聚焦于机会公平是否只影响结果评价的早期阶段而不影响结果评价的晚期阶段。在介绍 Yang 等 (2022) 的行为研究之后, 我们介绍了 Long 等 (2022) 和 Long 等 (2018) 两项 ERP 研究并指出两者之间的不一致, 同时, 我们进一步指出这种不一致可能是由于 Long 等 (2018) 的实验设计和数据分析局限导致的。最后, 我们基于 Yang 等 (2022) 提出的“相较于机会公平, 人们更关注结果公平”这一假设, 预测机会公平影响结果评价的早期阶段, 但不影响结果评价的晚期阶段。因此, 我们重写了引言。为了避免冗长的审稿意见回复信, 我们很抱歉未能在此展示我们的修改。具体修改内容, 见新修改版的引言。我们用蓝色标示了我们所修改的内容。

**意见 3:** 机会公平和结果公平的交互, 还是机会公平和个人结果好坏的交互。作者提到 Yang 等 (2022) 的结果是“在机会公平条件下, 实际结果出现之前和实际结果出现之后的公平感都没有显著差异。在不利机会不公平条件下, 在实际结果中, 当自己的结果是好的时候, 无论对手的结果是好的还是坏的, 公平感均会增加。当自己的结果是坏的, 同时对手的结果也是坏情况下, 公平感也会增加。但是, 当自己的结果是坏的同时对手的结果是好的时候, 实际结果出现之前和实际结果出现之后的公平感之间不存在显著差异”, 这说明除了机会公平, 个人结果的好坏 (而非结果公平与否) 也会影响公平感知。鉴于此, 作者仍需精读两篇文章, 再做总结。

**回应:** 感谢审稿专家的建议。我们同意审稿专家的意见, Yang 等 (2022) 的研究发现机会公

平和个体实际结果的好坏都影响公平感评价。我们认为 Yang 等 (2022)的结果也说明机会公平会影响个体实际结果的评价。在修改版中,我们做了以下修改:“以前关于机会公平的研究表明,机会公平会影响个体实际结果的评价。例如,采用一项非竞争性任务(即个体实际结果的输赢并不依赖于对手的表现),Yang 等 (2022)发现在机会公平条件下,个人实际结果出现之前和之后的公平感都没有显著差异。但是,在不利机会不公平条件下,在实际结果中,当自己的结果是好的时候,无论对手的结果是好的还是坏的,公平感均会增加。当自己的结果是坏的,同时对手的结果也是坏情况下,公平感也会增加。但是,当自己的结果是坏的同时对手的结果是好的时候,实际结果出现之前和实际结果出现之后的公平感之间不存在显著差异。这些结果显示机会公平影响个体实际结果的(公平感)评价。”

**意见 4:** 已有研究的局限性和本文的改进。目前,作者分为三段分别介绍两篇文章的内容、不足以及本文的改进之处。然而,这样分段的表述方式容易给读者造成阅读负担。考虑到本文和 Long 等 (2018)和 Yang 等 (2022)的相似之处,建议逐点介绍两篇文章的不足并对应介绍本文的创新。

**回应:** 感谢审稿专家的专业意见。在新修改版中,我们先介绍了 Yang 等 (2022)的行为研究,以说明在非竞争条件下,机会公平会影响个体对其实际结果的评价。接着,我们介绍了 Long 等 (2022)的脑电研究,以说明在非竞争条件下,机会公平对个人实际结果评价影响发生在早期阶段而不发生在晚期阶段。之后,我们指出,Long 等(2018)的脑电研究发现,在竞争条件下,机会公平对个人实际结果评价影响不仅发生在早期阶段,也发生在晚期阶段。然后,我们指出,Long 等 (2018)的研究结果可靠性,可能受到期实验设计和数据处理方法的限制。最后,我们介绍了本研究对 Long 等 (2018)进行的逐点改进,对应了本文的创新。由于我们重写了引言,为了避免冗长的审稿意见回复信,我们很抱歉未能在此展示我们的修改。具体修改内容,见新修改版正文。我们用蓝色标示了我们所修改的内容。

**意见 5:** 引言第三段,原文“机会公平和结果公平之间存在明显差别”。作者在本段中分别以个体偏好、脑机制作为论据进行说明。然而,脑机制方面的例子并不能总结出该论点:两项研究(Aoki et al., 2014; Feng et al, 2015)并未在同一实验中对两类社会公平的脑机制差异;采用的实验范式不同,因此脑活动的差异也可能源于不同的实验范式背后所对应的不同心理过程。

**回应:** 我们同意审稿人的意见,即已有文献中显示的机会公平和结果公平脑激活的差异,可

能源于实验范式不同。在新的版本中，我们做了如下修改：“关于机会公平和结果公平脑激活的研究也揭示了两种类型的社会公平之间可能存在差异。Aoki 等 (2014)首次采用双人选牌任务并采用磁共振成像 (fMRI) 技术测量了机会公平加工的大脑激活，结果发现个体对机会公平加工的脑区位于腹内侧前额叶(ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)；Feng 等 (2015) 对使用最后通牒博弈范式的 fMRI 研究进行了元分析，发现结果公平激活多个大脑区域，包括前脑岛(anterior insula, AI)、腹内侧前额叶 (ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)、背侧前扣带回 (dorsal anterior cingulate cortex, dACC)、背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, dlPFC)、腹外侧前额叶 (ventrolateral prefrontal cortex, vlPFC) 和背内侧前额叶 (dorsomedial prefrontal cortex, dmPFC)。不过，由于两者涉及的任务不同，尚不清楚这种差异是由任务的差异引起的，还是由机会公平和结果公平的差异引起的。”

**意见 6:** 与 FRN 成分相关的假设。作者提到强化学习理论和情绪动机假说两个理论，似乎是想支持或验证其中的一个。例如，若以强化学习理论为参考，那么 (1) 结果为赢时，相比于机会公平、有利机会不公平条件，不利机会不公平条件应该更加违反预期。为何作者预期是三种条件诱发的 FRN 无差异？(2) 结果为平局时，机会公平条件应该更符合预期，为何 FRN 却更负？(3) 结果为输时，相比于不利机会不公平，有利机会不公平条件应该更加违反预期，相应的 FRN 也会更负。为何作者会预期两者无差异？反过来，若以情绪动机假说为参考，似乎也无法得到作者目前的假设。

**回应:**感谢审稿人专业的意见。在新修改的版本中，我们重点参考了 Stewardson 和 Sambrook (2023)关于 FRN 研究的元分析、Hajcak 等 (2006)和 Janssen, Poljac 和 Bekkering (2016)关于 FRN 的观点。Stewardson 和 Sambrook (2023)认为，FRN 可以同时反映三种预期错误：基于效价的预期错误 (prediction error valence)，即判断结果比预期好还是坏，但不涉及好坏的程度，这种预期错误也被称为有方向预期错误 (signed prediction error)；基于值的预期错误 (value prediction error)，即结果比预期好坏程度的判断；动机凸显 (motivational salience) 的预期错误，即结果是出乎意料的或者是大的结果，这种预期错误也被称为无方向预期错误 (unsigned prediction error)。基于效价的预期错误先于基于值的预期错误发生，且基于效价的预期错误受凸显的预期错误的影响。Hajcak 等 (2006)和 Janssen, Poljac 和 Bekkering (2016)认为，FRN 反映的是实际结果好坏的快速二分判断。因此，我们认为，FRN 主要反映的是效价的预期错误，根据任务的需要，进一步反映值的预期错误，且受到凸显预期错误的影响。基于这样的理论，我们对 FRN 做出了预测。

在修改版中，我们做了如下修改：“关于 FRN，和已有文献一致，我们预测被试输比赢诱发了更大的 FRN，与经典研究一致 (Holroyd & Coles, 2002)。我们也预测平局比赢诱发了更大的 FRN，与已有文献一致 (Holroyd et al., 2006; Dyson et al., 2020)。但是，已有文献关于平局和输诱发的 FRN 波幅是否存在显著差异，研究结果不一致。一些研究发现平局或中性的反馈与输诱发的 FRN 波幅之间不存在显著差异 (Dyson et al., 2020; Hajcak, Moser, Holroyd, & Simons, 2006; Holroyd et al., 2006; Kujawa et al., 2013)，另一些研究则发现平局或中性的反馈比输诱发更大的 FRN 波幅 (Funkhouser et al., 2020; Huang & Yu, 2014; Li, Baker, Warren, & Li, 2016; Müller, Müler, Rodriguez-Fornells, & Münte, 2005)。

基于经典的强化学习理论(Holroyd & Coles, 2002), Stewardson 和 Sambrook (2023)指出, FRN 研究结果的不一致, 是由于 FRN 可以同时反映三种预期错误: 基于效价的预期错误 (prediction error valence), 即判断结果比预期好还是坏, 但不涉及好坏的程度, 这种预期错误也被称为有方向的预期错误(signed prediction error); 基于值的预期错误 (value prediction error), 即结果比预期好坏程度的判断; 动机凸显 (motivtional salience)的预期错误, 即结果是出乎意料的或者是大的结果, 这种预期错误也被称为无方向的预期错误 (unsigned prediction error)。通过元分析, Stewardson 和 Sambrook (2023)进一步提出, 基于效价的预期错误先于基于值的预期错误发生, 且基于效价的预期错误受凸显的预期错误的影响。

Hajcak 等 (2006)和 Janssen, Poljac 和 Bekkering (2016)认为, FRN 反映的是实际结果好坏的快速二分判断, 结合 Stewardson 和 Sambrook (2023)对 FRN 的解释, 我们认为, FRN 主要反映的是效价的预期错误, 根据任务的需要, 进一步反映值的预期错误, 且受到凸显预期错误的影响。因此, 我们预测, 在 AI 和 DI 条件下, 输跟平局诱发的 FRN 差异不显著, 跟 Dyson 等 (2020)、Hajcak 等 (2006)、Holroyd 等 (2006)和 Kujawa 等 (2013)的研究一致。而在 OE 条件下, 我们预测, 平局会比输诱发了更大的 FRN。因为在我们的研究中, 机会公平, 结果也公平的情形仅占 1/9, 而其他条件下, 要么机会不公平, 要么结果不公平, 使得 OE 条件下的平局凸显, 反映了凸显的预期错误对 FRN 波幅的影响, 这与 Huang 和 Yu (2014)与 Müller 等 (2005)人的研究一致。我们进一步预测, 被试赢时, 机会条件诱发的 FRN 波幅差异不显著。这是因为在竞争性背景下, 个体的目的是赢, 而赢家不抱怨竞争环境的公平性 (Xie et al., 2022; Hansson et al., 2021)。当结果为平局时, 由于 OE 条件下的平局导致的凸显预期错误, OE 会诱发更大的 FRN; 当被试输时, 不公平机会条件(AI 和 DI)比公平条件诱发更大的 FRN 波幅。这是因为当被试输时, 个体会对公平更加敏感 (Hansson et al., 2021; Trautmann & van de Kuilen, 2016)。此时, 不公平机会条件(AI 和 DI)比公平条件诱发更大的

FRN 波幅，因为 FRN 对公平敏感 (Liu, Zhou, Liu, & Liu, 2022; Rodrigues et al., 2022; Hu & Mai, 2021)。”

关于 FRN 的情绪理论，我们在讨论中分析了该理论，认为该理论不适宜解释我们的结果。在新修改版中，我们做了如下修改：“FRN 的另一种理论解释是，FRN 反映的是情绪系统的活动，特别是积极情绪的启动效应，即先前的赢会使下一次赢诱发更正的 FRN 波幅 (Mushtaq, Wilkie, Mon-Williams, & Schaefer, 2016)。根据这种假说，有利不公平和公平条件下(积极情绪)的赢会比不利不公平条件下的赢诱发更正的 FRN 波幅。这与本研究的结果并不一致，在本研究中，三种机会条件下的赢诱发的原始 FRN 和 PCA-FRN 波幅之间差异均不显著，表明本研究中，FRN 主要不是情绪系统的活动。”

**意见 7:** 与 P300 成分相关的表述。引言第五段，本文重点参考的文章 Long 等 (2018) 的 ERP 结果发现，“对于 P300，机会条件和反馈结果存在交互作用”。而本文引言最后一段，如何推导出“实际结果对机会公平的影响只出现在早期，而不出现在晚期”？目前的表述过少，无法得出这样的强假设。

**回应:** 感谢审稿人的专业意见。在新修订的版本中，我们基于 Yang 等提出的“与机会公平相比，人们更致力于结果公平”这一观点，提出了机会公平对个体实际结果的影响不出现在晚期这一假设。在新修改的版本中，我们做了如下修改：“关于 P300，已有文献表明 P300 主要反映的是注意的分配和反馈结果的动机重要性 (Hajcak & Foti, 2020)。Yang 等 (2022) 指出，与机会公平相比，人们更致力于结果公平。因此我们预测在晚期阶段，机会公平的效应被遮蔽，被试更关注结果的公平，平局比赢和输诱发更大的 P300 波幅。”

**意见 8:** 本研究关注的脑电成分锁定在结果呈现一屏，为何科学问题是“实际结果对机会公平感知的影响”？而非“机会公平对结果公平感知的影响”？

**回应:** 感谢审稿专家非常正确的意见。在我们新修订的版本中，我们将科学问题聚焦于探讨机会公平影响个人实际结果公平感知的时间进程。论文的标题也改为“机会公平在早期加工阶段影响个体实际结果的评价”。

**意见 9:** 结果部分。作者分别进行了传统 ERP 分析和 PCA-ERP 分析，是否最后对比了两种结果？PCA 分析能带来何种好处？目前的结果部分并未发现此信息。而且讨论部分也并未对传统 ERP 得到的结果进行分析，所以目前文稿中呈现两种 ERP 结果的目的是什么？

回应：感谢审稿人的专业意见。在新修改的版本中，我们强调执行 PCA 分析是为了控制 FRN 和 P300 的成分重叠。在讨论部分，我们对传统的 ERP 结果进行了分析。在引言部分，我们在介绍 Long 等 (2018) 的研究局限时指出：“最后，Long 等 (2018) 没有控制 FRN 与 P300 的成分重叠问题。研究表明，在结果评价的 ERP 反应中，存在 FRN 与 P300 的成分重叠 (Krigolson, 2018)。他们的 FRN 结果可能受到 P300 的影响，而 P300 的结果可能受到 FRN 结果的影响。”在引言部分引入本研究的实验设计时，我们做了如下修改：“为了控制 FRN 和 P300 的重叠，对 ERP 反应执行了主成分分析 (principal components analysis, PCA)，因为 PCA 分析是一种通常被用来分离 ERP 成分的技术 (Krigolson, 2018)。”在数据分析部分，我们做了如下修改：“为了排除 ERP 成分间重叠所带来的影响，本研究对数据进一步采用 PCA 分析 (Krigolson, 2018)。”在讨论部分，我们分析了原始的 ERP 结果，并指出了原始 P300 与 PCA-P300 统计结果上存在差异。由于我们重写了讨论，为了避免冗长的审稿意见回复信，我们很抱歉未能在此展示我们的修改。具体修改内容，见新修改版正文。我们用蓝色标示了我们所修改的内容。

意见 10：讨论部分。讨论举证逻辑不够明晰。原文“关于平局和输之间的比较，少数中性反馈的 FRN 研究产生了混合结果 (Holroyd et al., 2006; Kujawa et al., 2013; Huang & Yu, 2014)：有的研究结果显示中性反馈比负反馈诱发了更负的 FRN 波幅 (Nieuwenhuis et al., 2005; Kujawa et al., 2013; Huang & Yu, 2014; Li et al., 2016)。这支持本研究中在机会公平条件下，平局比输诱发了更负的 PCA-FRN 波幅；还有的研究结果显示中性反馈和负反馈诱发的 FRN 波幅无显著差异 (Hajcak et al., 2006; Holroyd et al., 2006; Kujawa et al., 2013; Dyson et al., 2020)，这支持本研究中在不利机会不公平条件下，平局和输诱发的 PCA-FRN 波幅无显著差异”。

回应：感谢审稿人的专业意见。我们很抱歉在先前的版本中没有逻辑的对数据进行讨论。在新修改的版本中，对 FRN 的讨论，我们先与经典的结果进行了比较，然后根据 Stewardson 和 Sambrook (2023) 关于 FRN 研究的元分析、Hajcak 等 (2006) 和 Janssen, Poljac 和 Bekkering (2016) 关于 FRN 的观点对结果进行了讨论。由于我们重写了讨论，为了避免冗长的审稿意见回复信，我们很抱歉未能在此展示我们的修改。具体修改内容，见新修改版正文。我们用蓝色标示了我们所修改的内容。

意见 11：引文格式需规范。如引言部分：原文“（综述见：罗艺，封春亮，古若雷，吴婷婷，

& 罗跃嘉, 2013) ”。

回应：我们很抱歉我们早期的版本存在诸多的细节问题。在我们的新版本中，我们根据心理学报杂志官网要求和心理学报杂志上已经发表的论文，核对并修改了引文格式。例如，在引言部分，早期版本中的“（综述见：罗艺，封春亮，古若雷，吴婷婷，& 罗跃嘉，2013）”已修改为“(罗艺，封春亮，古若雷，吴婷婷，罗跃嘉, 2013)”。

意见 12：文内引用部分中英文标点符号混用，需要统一。例如，“Tricomi et al., 2010”、“Yang et al., 2022”。

回应：我们很抱歉我们早期的版本存在中英文标点符号混用问题。在我们的新版本中，我们根据心理学报杂志官网要求和心理学报杂志上已经发表的论文，核对并修改了标点符合的格式。例如，早期版本中的“Tricomi et al., 2010”、“Yang et al., 2022”已修改为“Tricomi et al., 2010”、“Yang et al., 2022”。

意见 13：文稿表述需进一步规范及润色。例如，原文“实际结果对机会公平的感知敏感性表现在半自动化的早期加工阶段”，少了“影响”一词？此句表述不够清楚。再如，原文“最后，被试表现出确定性的公平结果分配和不确定性的不公平机会分配的偏好”。此处的“不公平机会分配”是指有利机会不公平分配，还是有利、不利机会不公平两者兼而有之？又如，原文“当所有试次完成后，被试需要……以及在被试的实际反馈结果呈现后评定不同机会公平条件下实际结果的公平程度及情绪愉悦程度”，此处表述复杂且不通顺，易给读者带来阅读负担。

回应：我们很抱歉我们早期的版本存在很多表述不规范不通顺的地方。在新版本中，我们对文稿进行了大量的修改，力争最大限度的减轻读者的阅读负担。因为我们做了大量的修改，因此我们很抱歉没有在此回复中展示我们具体的修改。具体的修改，见修改稿正文我们标示了颜色的部分。

---

## 第二轮

审稿人 1 意见：

意见 1：经过作者的细致修改，文章质量有了很大的进步，尤其是在引言部分对研究思路的描述，使人对当前研究和前人成果之间的关系有了更深刻的了解。

回应：感谢审稿人的评论。

**意见 2:** 从讨论部分来看, PCA 分析的结果与原始数据的模式是基本一致的, 似乎引入 PCA 方法并未增加额外的有价值信息, 只是支持了原始数据分析的可靠性。因此我个人建议, 不如将 PCA 部分挪到补充材料, 供有兴趣的读者进一步查阅, 使原文的结构更紧凑。

**回应:** 我们同意审稿人的意见, 既报告原始 ERP 结果, 也报告 PCA 结果, 使整个论文数据报告部分冗长, 给读者造成负担。同时, 我们注意到, 在本研究中, PCA-P300 的统计结果与原始 P300 的统计结果存在一定的差异。由于 PCA 分析能更好的解决 ERP 成分重叠问题, 因此我们更偏好 PCA-P300 的结果, 在我们新修改的版本中, 仍然在正文中保留了 PCA-P300 的结果。同时, 在讨论部分, 在研究局限部分, 我们讨论了原始 P300 和 PCA-P300 结果的差异, 指出了我们保留 PCA-P300 结果的原因。在新修改的版本中, 在讨论部分, 我们做了如下修改: “其次, 原始 P300 和 PCA-P300 波幅统计结果不一致。在原始波 P300 中, 仅发现平局诱发的 P300 波幅显著大于输; 但 PCA-P300 结果显示, 平局诱发的 PCA-P300 波幅显著大于赢和输, 赢和输之间的差异不显著。原始 ERP 和 PCA-ERP 结果产生差异的原因可能是因为测量方法的不同。先前的研究也发现, 原始 ERP 成分和 PCA 之后的 ERP 成分统计结果有时会不一致 (Zhang et al., 2021; Gheza, Paul, & Pourtois, 2018; Gheza, Raedt, Baeken, & Pourtois, 2018; Krigolson, 2018)。因此, 未来的研究应在结果处理过程中考虑 ERP 测量方法问题。由于 PCA 分析能更好的控制成分重叠 (Dien, 2010; Krigolson, 2018), 因此我们更偏好 PCA-P300 的统计结果。”

.....

**审稿人 2 意见:**

**意见 1:** 作者本轮修改较妥当的回复了审稿人的问题和意见, 对稿件进行了较深入的修改。我没有别的问题了。建议接收。

**回应:** 感谢审稿人的评论。

**编委复审意见:** 根据编委意见, 同意发表。建议作者根据评审专家意见对 PCA 结果的呈现位置进行调整。

---

### 第三轮

**主编终审意见:** 同意外审和编委意见, 建议录用。