

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：选择一致性影响结果评价的事件相关电位研究

作者：付艺蕾，罗跃嘉，崔芳

第一轮

审稿人 1 意见：本研究通过两个 ERP 实验，考察了个体与他人选择是否一致对结果评价相关的 FRN 效应的影响。结果发现，与他人一致能诱发更大的 FRN，研究者推论这说明了选择行为的一致性提高了被试的决策动机和对结果的敏感性。本研究设计合理，数据分析恰当。但作者在论文写作、逻辑推断上需要做以下的改进：

意见 1：研究者认为本研究的创新之处在于关注了他人的选择对结果评价的影响。已经有大量的社会认知神经科学或神经经济学的研究关注了他人的意见、决策是如何影响奖赏加工的，如 Kluchare et al. 2009 *Neuron*; Campbell-Meiklejohn et al. 2010 *Current Biology*; Chen et al. *BMC Neuroscience*. 这些重要的研究都没有体现在本文中。

回应：我们对引言部分做了比较大的改动。补充了他人选择行为对个体影响这一部分文献。主要在引言第三段（P.5）。增加内容为“选择行为是一种日常生活中常见的行为。他人的选择行为更是一种重要的社会背景参照。实验发现参加实验者的选择行为受到其他参加者行为的影响(Vickery, Kleinman, Chun, & Daeyeol, 2015)。而他人与自我在结果反馈上的差异通常是由两人在选择行为上的差异所造成的(选择了不同的选项从而获得了不同的结果)。社会服从性 (social conformity) 相关的研究发现在个体在评价自己的选择行为时，受到与他人的选择一致性的很大影响。比如在一项音乐选择实验中，研究者发现脑岛和右侧颞顶联合区的脑区与监测他人的选择行为相关，当被试的选择与除了被试之外的另外两名“专家”（实际是假被试）的选择一致时，被试的前脑岛活动随之增加(Campbell-Meiklejohn, Bach, Roepstorff, Dolan, & Frith, 2010)。另外一项研究发现当被试与其他人选择不一致的时候，与道德错误和冲突加工相关的脑区被激活了，而与奖赏相关的诸如纹状体激活降低(Klucharev, Hytönen, Rijpkema, Smidts, & Fernández, 2009)。这些研究主要探讨了大脑对选择一致性的加工。那么，当选择的结果揭示的时候，与他人选择的一致性是否也会进一步影响个体对结果反馈的评价

和感受呢？”。

意见 2: 研究者没有说明实验一和实验二的关系。为什么要做两个实验，一个“后于他人”，一个“先于他人”？本研究有两个实验，每个小实验都没有小的总结和讨论 大的讨论需要结合两个实验，哪些效应一致或不一致，说明了什么

回应: 我们在引言部分补充了做两个实验的理由“因此在本研究中，我们借鉴了社会服从性研究中的方法，让个体与他在不同时间段进行选择并呈现各自的选择结果。这就会产生两种可能：其一，他人先于个体做出选择，个体在看到他人的选择后，主动做出与他人一致/不一致的选择；其二，个体先于他人做出选择，之后看到他人做出与自己一致/不一致的选择。由于本研究是一个探索性研究，我们并不确定个体主动选择与他人一致与个体看到他人选择与自己的选择一致是否会对结果评价过程有类似的影响。为了更加全面的研究这一问题，我们设置了两个分实验（实验一为他人先于个体做选择；实验二为被试先于他人做选择），分别讨论两种可能性。”

针对讨论部分，我们补充了两个实验的小讨论和总结性的大讨论。

意见 3: 引言部分，没有对结果的任何假设。

回应: 我们在引言的最后部分增加了结果假设。增加部分为“我们主要分析的脑电成分为 FRN 和 P3，因为这两个成分是结果评价阶段的主要脑电指标，反映了对结果效价，结果情绪性，动机水平等特性的早期和晚期加工过程。FRN 是一个相对早期的成分，主要是对结果输赢的一个粗略加工(Gu et al., 2011)。我们假设，当个体与他人的选择一致的时候，共同选择的两人会产生一种一体感，这种一体感具有社会性，让被试感觉自己不是一个人，而是两人作为一个整体共同面对非赢即输的结果，从而提高对结果的期待和动机水平，使得被试对正性结果的期待增强，因此当两人皆输的时候会比选择不一致条件下诱发更大的 FRN。根据先前的研究结果发现，当个体与他人选择具有一致性的时候，会诱发类似于得到奖赏的正性情绪，而当个体与他人选择不一致的时候，会诱发冲突性质的负性情绪(Klucharev et al., 2009)。P3 相对于 FRN 是一个更加晚期的成分，是对结果的精细加工。我们预期当双方选择不一致的时候，个体会将这种不一致性作为一种冲突性刺激进行加工。因此会诱发被试与冲突相关的负性情绪。结果评价的主要功能就是调整未来行为以便减少错误，因此当选择不一致的时候，被试在 P3 阶段会对这种“冲突”导致的结果做出更加精细的加工和评估以便避免未来冲突的发生。因此我们预期在不一致情况下 P3 的波幅会增大。除了 FRN 和 P3 成分，我们也

关注了晚期正成分 (late positive potential, LPP), 先前研究表明当刺激越突出, 动机性越高, 唤醒度越强, 诱发的 LPP 波幅越大。我们预期当选择不一致的时候, 对冲突的加工和评估会诱发比一致选择下更大的 LPP 波幅。”

意见 4: 脑电结果部分, 作者只报告了 FRN 的结果, 从波形图上看, 也有很强的 P300 和 LPP 效应, 这些结果作者也应该分析和报告

回应: 补充了两个实验中 P3 和 LPP 的统计方法和统计结果以及相关讨论。

意见 5: 总讨论中, 作者认为结果不能用 FRN 的强化学习理论解释。那么可以用情绪动机理论来解释么? 作者并没有在此展开, 而是草草收尾。

回应: 见对问题 2 的回复。我们重写了讨论部分。增加了对两个实验结果的详细讨论和总结性大讨论。

意见 6: 其他意见

1. 第六页实验程序和任务中对流程图的描述和实际的图不一致。正文中描述假被试的选择用三角形表示, 图中是圆形。

回复: 文中表述错误, 已经修改。

2. 实验程序和任务中要报告刺激材料的视角(visual angle)

回复: 文中已经补充该信息。

3. P6, 需要报告被试在赌博任务中的实际的输赢状况

回复: 文中已经补充该信息。

4. P7, 脑电分析中, 要报告去伪迹后, 平均的 trial 数目

回复: 文中已经补充该信息。

5. P7, 行为结果中 133.50 ± 22.49 , 22.49 是 SD 还是 SEM?

回复: 结果呈现均为 Mean \pm SD。文中已经补充该信息。

6. P7, 行为结果中, 需要报告 p 值对应的 t 值

回复: 文中已经补充该信息。

7. P7, 脑电结果, 需要报告选择和奖赏交互作用的统计结果, 即使不显著。脑电结果, 需要呈现效应分布的地形图, 参见 Zhao, D., Gu, R., Tang, P., Yang, Q., & Luo, Y. J. (2016). *Incidental emotions influence risk preference and outcome evaluation. Psychophysiology.*

回复: 文中已经补充了所有交互作用的统计结果。我们重新制作了图片, 包含了 FRN 的地形图 (图 3) 以及呈现实验二中 P3 和 LPP 效应的波形图 (因为实验一的 P3 和 LPP 上没有主要关注的效应, 实验二的 P3 和 LPP 也只有一个选择一致性主效应, 没有交互效应。所以没有放地形图)。

8. 实验二的实验任务部分过于简略, 如省去了文字描述, 请配上流程图。

回复: 根据审稿人的意见我们补充了实验二的流程图 (见图 2)。

9. 参考文献有多处错误, 请仔细检查

回复: 已经修改检查了参考文献的错误。

审稿人 2 意见: 作者采用简单赌博范式, 通过分离选择行为和结果反馈两个阶段, 从时间进程上探究他人选择行为对个体自身结果评价过程的调节作用。实验一发现, 与他人做出一致选择时 FRN 峰值显著小于与他人作出不一致选择时的 FRN 峰值; 无奖赏条件下的 FRN 峰值显著负于奖赏条件。实验二发现, 选择一致性和结果效价能够交互影响 FRN, 表现为双方选择结果一致时, 无奖赏条件诱发的 FRN 峰值显著负于奖赏条件, 而双方选择结果不一致时, 奖赏条件和无奖赏条件诱发的 FRN 峰值无显著差异。

本论文提出的问题具有一定的意义。然而, 研究问题提出的逻辑不够清晰; 论文格式存在较大问题, 相较于前人研究的优势没有明确体现; 实验结论缺乏理论贡献。

意见 1: 通过仔细阅读全文, 该研究的自变量尚未进行清晰界定。从文章内容上来看, 研究者应该是聚焦于双方选择的一致性(一致 vs. 不一致)和反馈结果的效价(奖赏 vs. 无奖赏),

且前者是研究侧重点。但是，稿件中对该自变量的描述与界定并不清楚，“他人的选择行为”过于宽泛，容易误导读者。请据此修改题目及文中相应表述。

回应：首先，我们根据审稿人的意见修改了题目，现在题目为“选择一致性对结果评价的调节作用：来自 ERP 的证据”。

其次，我们修改了引言部分，使得自变量的定义更加清晰。直接定义一个自变量为：与他人选择的一致性。我们具体修改的部分为“目前已有的结果评价相关的研究范式中，主要关注的是他人的结果反馈对个体结果评价的影响，而非二者在选择阶段的行为对个体结果评价的影响。在这些范式中，被试与他人一般被安排同时做出自主反应，因此被试在做出选择的时候并不知道他人的选择情况。这样的设计由于个体与他人选择行为的同步性，导致我们难以探究选择一致性的影响。因此在本研究中，我们借鉴了社会服从性研究中，让不同个体分先后展示自己的选择的方法，让个体与他在不同时间段呈现自己的选择结果。这就产生两种可能：他人先于个体做出选择，个体看到他人的选择结果后，做出与他人一致/不一致的选择；个体先于他人做出选择，之后看到他人做出与自己一致/不一致的选择。由于本研究是一个探索性研究，我们并不确定个体主动选择的一致性与个体看到他人选择与自己的一致性是否对结果评价过程有类似的影响。为了更加全面的研究这一问题，我们设置了两个分实验（实验一为他人先于个体做选择；实验二为被试先于他人做选择），分别讨论两种可能性。两个实验均为 2×2 被试内设计，两个因素分别为：选择一致性（一致/不一致）和结果效价（赢钱/不赢钱）”。

在结果呈现和讨论中也随之做了修改。

意见 2：作者在引言部分引入过多概念(诸如社会比较/他人选择等)及其相关研究，但各部分表述过于浅显，彼此之间的逻辑关系不甚清晰，没有形成有效的研究假设及理论贡献。

回应：我们对引言部分进行了比较大的修改，清晰界定了自变量和实验设计，补充了理论假设。理顺了逻辑关系。

意见 3：行为数据分析中相应的统计检验没有报告 t 值，只有 p 值，请修正。另外，行为数据中标准差与均值数值相似(如 $1.86 \pm 1.76s$)，如何排除这种反应变异性过大的影响？实验二中按键反应时(如 $4.71 \pm 4.39s$)大约是实验一中按键反应时的两倍，如何解释这种差异性及其产生的影响？

回应：1) 行为结果报告中补充了 t 值。

2) 行为数据中确实出现了标准差与均值数值相似的现象。经过对数据的排查,我们发现,在被试中有一名被试反应时远远大于其他人(7.917 & 7.292s)。删除这名被试后,实验一的行为结果由(1.86±1.76s & 2.23±1.66s) 改变为(1.46±0.72s & 1.89±0.83s)。然而没有足够的理由拒绝该名被试。造成这种现象的一个原因也是被试样本量比较小,对 outlier 比较敏感。我们在讨论之后增加了本研究的局限性,并对这一问题进行了讨论。

3) 实验二的反应时计算错误,非常抱歉,已经进行了修改。

意见 4: 脑电数据分析中 ERP 成分为何只选择 FRN,大量研究往往认为 FRN 和 P300 是两个与结果评价高度相关的成分,且当前研究实验二的 ERP 波形图中 P300 看上去存在明显的差异性,应该进行相应的分析;同时,FRN 往往受到晚期成分如 P300 的影响,作者应该表述如何消除此类影响。另,当前研究中 FRN 测量的是峰值还是平均波幅?文章中存在多处不一致的描述,请检查并核对。

回应: 我们补充了对 P3 和 LPP 成分的统计分析,结果呈现和讨论。并修订了文中不一致的部分。见对审稿人一问题 4 的回复。

意见 5: 实验讨论及结论存疑。在结论部分,作者指出“两人选择一致的情况下,FRN 的峰值会被增大”,而在摘要部分,作者则指出“在个体与他人选择一致的情况下,负性的结果反馈会诱发比不一致情况下的负性结果更大的反馈负波(feedback-related potential, FRN)”。前后结论存在不一致的情况,请作者认真梳理并准确描述当前研究结论。

回应: 见对审稿人一问题 2 的回复。我们重写了讨论部分。增加了对两个实验结果的详细讨论和总结性大讨论。

意见 6:其他问题

1、全文英文及符号格式应为 Times New Roman 格式

回复: 已经修改。

2、正文中参考文献引用/单位格式有误,诸如 S Nieuwenhuis, Aston-Jones, & Cohen, 2005; 杨帅 et al.,2014

回复: 已经修改。

3、统计结果数值中 p 值保留三位小数，其他一般保留两位小数；均值及标准差等一般保留两位小数，本文结果部分存在前后不一致的情况，如：第八页中“无奖赏引发的峰值 $FRN(7.593 \pm 1.319 \mu V)$ 显著较有奖赏引发的峰值 $FRN(11.617 \pm 1.426 \mu V)$ 更负。电极点的主效应显著， $F(8,120)=7.350$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.966$ 。事后比较结果表明 Fz , $F1$, $F2$ 点的 FRN 峰值 ($8.50 \pm 1.39 \mu V$; $8.56 \pm 1.38 \mu V$; $7.43 \pm 1.28 \mu V$) 显著负于其他点”

回复：已经修改。

4、存在少标点符号，少字，别字等情况，请仔细核对全文。例如，第九页中“简单效应分析显示：当他人与被试选择一致的时候，无奖赏结果诱发的 FRN 值显著负于有奖赏结果诱发的 $FRN(3.041 \pm 1.067 \mu V$ 和 $6.215 \pm 1.248 \mu V$, $p<0.001$) 当他人与被试选择不一致的时候，无奖赏结果与有奖赏结果差异不显著 ($4.722 \pm 1.042 \mu V$ 和 $5.072 \pm 1.138 \mu V$, $p=0.640$)。”

回复：已经修改。

审稿人 3 意见：本文研究了社会比较背景下的结果评价的 ERP 脑机制，首次将关系的选择从结果反馈的选择中分离出来，考察了被试先于或者后于对方判断的 FRN 差异，具有一定新意。目前版本存在以下一些问题：

意见 1：实验设计方面，目前实验二确实假被试的行为策略详细说明，可能对结果带来很大影响。实验一的行为结果中已经发现，被试做出与他人一致选择的次数 (133.50 ± 22.49) 显著小于做出与他人不一致选择的次数 (166.50 ± 22.49) ($p=0.01$)。这一行为特征说明被试在刻意与对方选择不一致，而作者对此并没有深入进行讨论。而实验二中，假被试的选择由电脑随机决定，是否概率为 50%？如果是这样的话，实际上两个实验结果中被试对结果的反馈差异很可能是由于这种选择一致性的比例差异所造成的，因为双人互动中，对方的行为策略会显著的影响被试对对方配合程度和关系的判断（比如实验一中，被试更加“不信任”对方，总是做出与对方不一致的选择。而实验二中，对方却没有这种倾向，比例一半一半，显然两个实验中被试对双方配合程度和关系的判断会不一样，对最后输赢结果的判断也会不一样，从而反应在 FRN 上）。目前实验二这种随机决定策略很可能影响了最终结果，如果要排除这种可能性，实验二中假被试的策略应该与实验一中的真被试保持一致，即一致选择的次数显著小

于不一致选择，这样的话再看目前发现的 FRN 差异是否依然存在。

或者提供两个实验中一些事后问卷的结果，来说明两个实验中被试对双方配合程度以及关系的判断没有差异。

回复：感谢审稿人的意见！首先，我们确实发现在实验一中，被试有一种选择与他人不一致选项的行为倾向。这一行为结果出乎我们的预期。本来我们预期在这种随机性比较高的赌博行为中，他人的行为并不具有参考意义（他人并不比我们掌握更多的信息）因此不会明显的影响选择结果。即使有所影响，根据锚定效应，也更可能让被试选择一致的选项。而结果却恰恰相反。我们后期也找到了支持这一结果的文献，并在文中做了解释讨论。但是由于实验二与实验一同期进行，因此在实验设计和实施的时候没有将这一因素考虑在内。导致了实验二生态效度存疑。我们非常同意审稿人的意见，并把这一个问题写入了总讨论的“研究局限”内。希望今后的实验中可以予以弥补。

意见 2：目前的 ERP 结果分析与呈现都太过简单，建议增加波幅的 BAR 图比较，进行组间统计，并尝试进行溯源分析，提供可以具体支持讨论中关于自我表征 MPFC 解释的结果，目前只是一个简单的 FRN 差异，不够做出过多脑区定位上的讨论。另外，除了最后的 FRN，也可以比较下在看到对方选择后（两人选择都完成）这一阶段的结果，看看是否有差异，能用来支持讨论中关于自我与他人比较的解释。

回复：我们同意审稿人的意见。当前的结果分析与呈现过于简单。在新的版本中，我们结合了其他审稿人的意见，增加了对 P3 和 LPP 成分的分析 and 讨论。在结果呈现上增加了 FRN 的地形图和 P3,LPP 的波形图。关于组间统计的问题，因为本研究采用了假被试的设计，因此两个实验并不是单纯存在选择先后差异。而且两者的 FRN 的地形分布略有不同（实验二的稍微靠前部一些），再加上组间统计之后是 $2 \times 2 \times n$ (电极点) 分析，因素过多。因此我们没有做组间统计，而是增加了对两个实验的分别讨论部分，并在结尾大讨论部分比较两个实验结果的异同和意义。

我们比较了实验 2 中，个体看到对方选择后这一阶段的结果。对如右图所标注成分做了 2 (选择一致性) $\times n$ (电极点数) 的重复测量方差分析。没有发现显著的选择一致性主效应或者与选择一致性相关的交互效应。

我们采用 LORETA 对 FRN 进行了溯源分析。时间窗口选择为 200-350ms,我们对每个实验的所有被试（实验一 16 人，实验二 19 人）计算了（一致赢>一致输）和（不一致赢>不一致输）两种情况的皮层三维电流密度分布（three-dimensional distribution of current densities）。

然后用成对 t 检验比较了（一致赢>一致输）和（不一致赢>不一致输）的电流密度图。结果没有发现显著的最大源 ($p>0.435$)

第二轮

审稿人 3 意见：实验设计上具有一定的创新性，力图在多人情境下的奖赏加工结果评价研究框架下，为社会性因素对结果评价脑反应过程的调节作用提供补充证据。

经过一修之后，尽管对三位审稿人的大部分意见给出了较为合理的解释及补充，但还有一些关键问题没有给出充分的解释和证据。另外，作者的文字描述和逻辑很差。

意见 1：举一个例子吧。摘要中说“无论被试是主动或被动与他人保持一致性，这种一致性都会通过增强两人的“一体感”来放大输赢结果；体现在选择一致的情况下，FRN 在正负结果反馈中的差异更大。[xz1041] 而在结果评价的晚期阶段，当被试先做出选择，之后看到他人自己的选择不一致（实验二），这种不一致性所诱发的冲突感会使得被试对结果进行更加深入和精细的评价和加工；体现在结果评价晚期成分 P3 和 LPP 在选择不一致的情况下波幅增大”，这里描述了两个比较的结果，却根本没有说清楚，是相对谁更大？这里的“一体感”，是大街上老百姓的语言，文章根本没有定义，没有从心理学的角度思考。

回复：感谢审稿人的专业意见！在修改稿中，我们从一个新的理论角度探讨了 FRN 上发现的效应（也就是一致性下的 dFRN 大于不一致下的 dFRN）。先前研究发现被试观看他人结果诱发的 FRN 的波幅受到他人在被试的自我表征中动机等级性的影响。动机等级越高的个体，被试就对其结果越关注，对其输赢就越敏感，诱发的 FRN 波幅就越大。同时，共情方面的研究也发现，他人与自我的关系密切程度会受到情境性因素的有效调节，甚至仅仅知道他人是否与自己支持同一个球队就会让被试把对方划分为“自己人”，也就是将他人纳入“集体自我”的表征中。本研究的结果可以这样解释：选择行为的一致性有效的调节了他人在自我表征中的地位：一致性的选择行为促使个体将他人由“陌生人”转变为“集体自我”表征的一部分。由于个体对陌生人和对“集体自我”的决策结果的动机性有差异（对集体自我的动机等级更高，动机性更强），这一调节效应反应在 FRN 波幅的变化上。我们修改了实验一的 2.3 讨论部分。

意见 2: 再比如实验一“对被试做出与他人一致或不一致的选择次数[xz1041] 进行比较发现被试做出与他人一致选择的次数(133.50±22.49)显著小于做出与他人不一致选择的次数(166.50±22.49) ($p=0.010$, $t(30)=-2.93$), 试次能做 t 检验吗? 到底是次数还是比例? 还是作者根本就做错了?

回复: 根据实验设计, 每个被试进行 300 个试次的选择。之前, 我们的统计方法是: 对每个被试, 计算了被试跟他人做出一致选择的次数和不一致选择的次数(两者之和为 300)。之后采用 t 检验, 对 16 名被试做出两种选择的结果进行了比较。结果发现, 被试做出与他人不一致的选择的次数显著高于做出一致选择的次数。根据审稿人的意见, 我们修正了统计方法。目前的统计方法是: 对每个被试, 计算了被试做出与他人不一致选择的次数, 之后将次数换算为比例。之后我们对被试做出与他人不一致选择的次数在全部试次中占的比例数与 50% 进行比较 (t 检验)。结果发现, 被试做出与他人不一致选择的概率明显高于随机选择, 也就是 50% 概率。我们随之修改了结果部分。

意见 3: 从实验二中补充的行为结果发现, 四个实验条件下, 电脑决定的假被试选择概率确实是 50%, 并且作者在文章总结部分的最后一段也解释道实验中存在没有时候报告等不足。因此, 正如审稿人三的观点, 实际上两个实验结果中被试对结果的反馈差异很可能是由于这种选择一致性的比例差异所造成的。这是本文中最致命的问题。

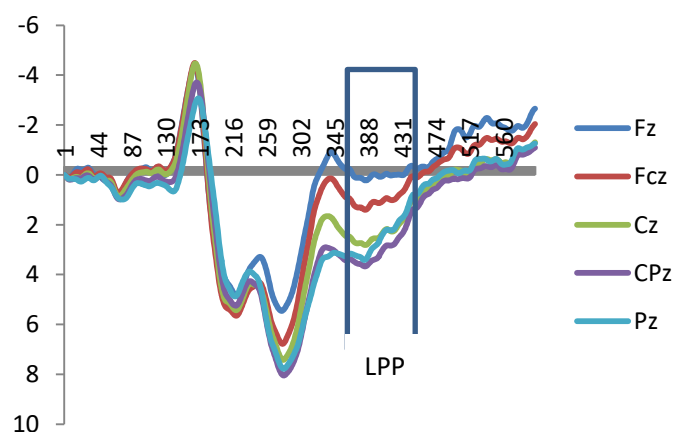
回复: 我们同意审稿人的意见, 这个问题确实有可能影响实验 2 的结果。但是从另一个角度上来说, 如果实验 2 中, 我们操纵了假被试的反应, 那么其实是人为的加入了一个变量。在当前这样一个探索性研究中, 我们无法预期这一变量对被试行为和神经活动的影响。而在实验 2 当前的设计中, 假被试 50% 的选择概率其实是对选择倾向性这一变量的控制和平衡。也就是说, 在当前的实验 2 中, 假被试的态度和选择倾向是一个被平衡掉了的变量, 可以不予考虑。而如果我们人为操纵了假被试的选择偏好, 那么这个变量就是一个自变量了。在统计分析中, 我们应该考虑的自变量除了“选择一致性”还有“选择偏好”。

虽然我们在实验 1 中发现了被试选择偏好的存在, 但是这一偏好的推广性和可重复性都需要进一步探讨和验证。而在本研究中, 我们只想探讨“选择一致性”对结果评价的影响, 因此在实验 2 中, 是不是把“选择偏好”这一变量做为控制变量更好一些呢? 当然在后续研究中, 我们有必要加入这一新变量(选择偏好设置两个水平: 一个是 50%, 一个是 55% 的概率做出不一致选择)从而进一步验证选择偏好性的存在, 以及偏好性对结果评价的影响。

意见 4: 对 FRN、LPP 波幅的测量。作者使用的都是峰值，而从总平均图上看，这两个成分波峰较为平缓，并且在以往大量的实验文章中，这两个成分使用平均波幅测量的方法较多。另外，从总平均图上看，LPP 在额区似乎也可能存在条件之间的显著性差异，但额区的电极位置并没有纳入到重复测量方差分析中。而额区的 LPP 和顶区的 LPP 反映的心理加工过程也是不一样的。所以建议这两个成分应当重新分析。

回复: 根据审稿人的意见。我们对数据重新进行了分析。主要修改如下:

- 1) 根据以前研究的分析方法(Holroyd & Krigolson, 2007; Li et al., 2010; 朱, 2015等), 对 FRN 采用差异波分析, 即dFRN。差异波为输钱诱发的FRN 减去赢钱诱发的FRN 得出的波幅。使用SPSS 21.0软件对200-350ms内的dFRN的平均波幅进行2 (选择一致性: 一致、不一致) \times 9 (电极点)的双因素重复测量方差分析。
- 2) 对P3和LPP采用了计算平均波幅的方法重新进行了计算。
- 3) 文中相应的修改了方法和结果部分。
- 4) 对于审稿人提出的LPP在额区存在差异的问题, 我们认为: 在ERP研究中, 比较广为接受的一个观点是: 对于某个成分的某一效应显著, 只有这一效应在该成分波幅最大处(对于负波来说是最负处)显著才考虑(the electrodes sites chosen for analysis should accurately reflect where the component of interest manifests its maximum (or minimum) amplitude (Event-Related Potentials: A Methods Handbook, Todd C. Handy, MIT Press))。而在本数据中, LPP成分的最大值主要在中后部(下图呈现了在总平均中, LPP从前到后的波幅, 最大处在中后部 Cz, CPz, Pz, 而不在前部 Fz, FCz)。因此我们对LPP的分析主要选取了中后部的电极点。



意见 5: 引言部分应当补充 LPP 的经典文献及解释。

回复: 我们在引言部分第三段末尾增加了 LPP 的文献补充。补充部分为: “此外, 结果评价

作为一种刺激，也经常会展发一个晚期正成分（late positive potential, LPP）。先前研究发现该成分的波幅反映了在刺激加工中动机参与（motivational engagement）程度的高低和注意资源分配的多少。通常唤醒度越高，动机性越强的结果刺激诱发更大的 LPP。比如有研究发现观看情绪性图片诱发了比中性图片更大的 LPP 波幅，这是由于情绪性图片相比于中性图片唤醒度更高，因此会吸引更多的注意资源进行加工。也有研究发现，当被试在表达抑制的情况下观看负性情绪图片时所诱发的 LPP 波幅要小于自由观看情况下的波幅。这是因为表达抑制这种情绪调节策略降低了负性图片的唤醒度和被试对之投入的注意资源。”。

意见 6: 脑电结果部分，行文不够规范，应当按照因素的重要程度，报告统计学达到显著差异的主效应及交互作用。事后检验运用的算法也应当在 EEG 的记录和分析中说明。

回复：根据审稿人的意见我们修改了脑电结果部分的报告。主要修改地方有：

- 1) 删除了不显著的结果的报告
- 2) 按照“选择一致性”，“反馈结果”和“电极点”的顺序报告了结果。也就是根据因素重要程度进行了报告。
- 3) 我们根据审稿人建议在方法部分补充了事后检验的算法。“ F 值比率的自由度是通过 Greenhouse-Geisser 检验矫正的，统计数据差异值显著的 p 值小于 0.05。事后比较的 Bonferroni 校正 p 值小于 0.05。”

意见 7: 在总结部分，作者写到“在结果评价的早期阶段，无论被试是主动或被动与他人保持一致性的，这种一致性都会通过增强两人的“一体感”，提高结果的动机水平和情绪意义来放大输赢结果。这一效应在脑电结果上体现在选择一致性情况下，FRN 在正负结果下的差异更大。”但事实上，在实验一中，选择一致性情况下，只是 FRN 的总体幅值更负，而并非 FRN 在正负结果下的差异更大。因此，两个实验在 FRN 上的结果并不完全相同，需要展开针对性的讨论。

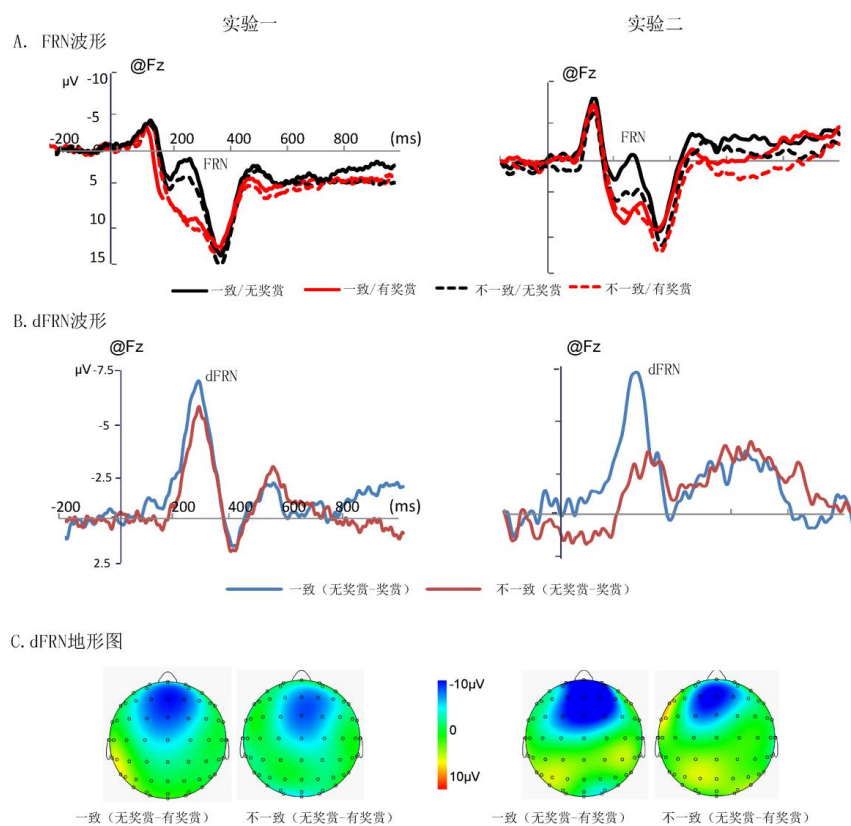
回复：在修改版中，我们对 FRN 进行了重新的统计分析，采用了更能准确反映输赢之间差异的差异波，即 dFRN。dFRN 的计算方式为结果反馈呈现后 200-350ms 时间段内无奖赏诱发的 FRN 减去有奖赏诱发的 FRN 得出的平均波幅，选取头皮矢状中线附近的 9 个点(F1, Fz, F2, FC1, FCz, FC2, C1, Cz, C2)进行统计分析，使用 SPSS 21.0 软件对 dFRN 的平均波幅进行 2 (选择一致性：一致、不一致)×9 (电极点)的双因素重复测量方差分析。采用新的统计方法后，我们可以更加清晰的看到：实验一与实验二中 FRN 上的效应具有一致性：

即在选择一致的情况下，输赢之间的 FRN 波幅差异比选择不一致情况下的波幅差异更大。我们根据审稿人的意见和更新的统计结果，比较大幅度地修改了文章的讨论部分（包括两个实验的分别讨论和总讨论）。

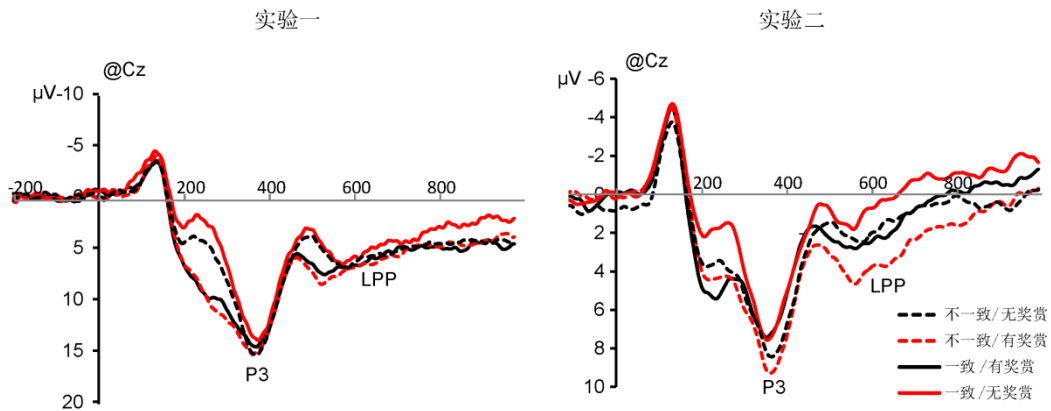
意见 8: “3.3 讨论”应当只针对实验二的结果，之后应当有一个“4 总讨论”，综合实验一二的结果综合讨论，然后是“5 总结”。在讨论过程中，仍然没有上升到理论层次。

回复：根据审稿人的意见我们做出了如下修改：

- 1) 我们使用了差异波的方法重新统计了 FRN；
- 2) 在图 3 中，我们补充了 dFRN 的波形图和地形图（见下图）。



- 3) 我们也根据结果补充了 P3 和 LPP 成分的波形图（图 4）（见下图）



意见 9:其他意见

不少语句缺少标点符号，无断句。引言的最后一段连续出现好几个“我们”，应当避免。

回复：修改稿中对全文的语言进行了修订。

第三轮

审稿人 3 意见：

意见 1: 对前人相关研究和贡献总结、承认还有所欠缺：

回复：我们的在引言部分补充了对前人相关研究的总结和讨论“社会比较也会显著地影响对奖赏的加工。一项 fMRI 研究让两名被试进行点数估计的任务，估计正确者获得奖赏。结果发现腹侧纹状体的激活与被试获得的奖赏数值无关，而与其获得奖赏数值与另一名被试获得奖赏数值的相对差值相关。另一项 ERP 研究让两名被试完成时间估计任务，估计正确获得奖金，估计错误不获得钱。结果发现，当被试看到两人的结果时，自己不赢钱而别人赢钱比两人都不赢钱诱发了更大的 FRN 波幅。除了结果评价早期成分 FRN，晚期成分 P3 也受到社会因素的影响。Wu 等人在试验中让两名被试在同样的任务表现后赢得或者输掉不同价值大小的金钱，结果发现，被试之间金钱数额的比较差异显著影响了 P3 的波幅：比别人赢钱多诱发了更大的 P3 波幅。可见，他人的存在、行为、结果都会显著地影响个体对自己行为结果的早期和晚期阶段。先前研究主要集中讨论了他人的结果反馈（赢得多少奖金、任务表现是否优秀等）如何影响个体对自己结果反馈的加工。那么他人在获得反馈之前的选择行为是否也会对个体产生影响呢？”。

意见 2: 英文摘要错误很多。

回复: 我们重写了英文摘要部分，并请母语为英语者进行了修改。目前不存在语法和词语错误。

意见 3: 建议作者再看看以前所提意见。

回复: 作者对全文做了系统性修改。订正了语句和表达上存在的问题。