

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：内侧前额皮层-伏隔核环路在决策冲动中的作用：基于动物模型的研究

作者：卓利楠 曾祥玉 吴冰 牛荣荣 于萍 王玮文

第一轮

审稿人 1 意见：

论文以 ADHD 的模式动物 SHR 大鼠为研究对象，围绕皮层上 (mPFC) 与皮层下 (NAc) 重要核团之间的耦合关系，通过与正常 WIS 大鼠的对比，探讨决策冲动行为背后的皮下-皮上交互机制。文章的研究意义显著，研究结果为双过程理论提供了比较好的支持，讨论部分行文流畅，逻辑清晰，论证充分，很好地厘清了大量研究结果之间的关系，扩展和加深了对于 ADHD 潜在发病机制的认识。但是，文章引言部分的逻辑梳理欠缺，方法和结果部分也有多处值得修改，具体如下：

意见 1：引言：需要说明使用动物开展本研究的必要性；

回应：动物模型是开展 ADHD 病理机制研究的重要工具。本研究结合行为学和在大鼠电生理方法，解析 ADHD 动物模型的冲动异常特征及其脑环路机制。动物实验的优势之一在于可操作性，包括有创伤的手术、有针对性地在目标脑区植入微电极。而在以人类为被试的实验中，多是利用手术治疗过程中植入的电极进行实验，因为每个病人的病情不同因此所植入电极的目标脑区也不尽相同，难以保证被试的同质性，同时可操作性较小，被试招募比较困难。另外，动物实验成本也较低，且容易进行重复实验。根据审稿专家意见，在引言补充了动物实验的必要性，见引言最后一段。

意见 2：需要详尽综述伏隔核在决策冲动中的作用，伏隔核与内侧前额叶的结构连接，以及二者功能连接与决策冲动之间关系的研究进展；

回应：根据审稿专家的意见，对引言部分重新做了梳理，进行了较大的修改。本研究重点探讨 ADHD 的病理机制，尤其是 mPFC-NAc 神经环路与 ADHD 决策冲动缺陷的关系。根据审稿人建议，在引言部分补充了伏隔核与内侧前额叶之间的神经解剖学基础，mPFC、NAc 和 mPFC-NAc 功能连接与决策冲动关系的研究进展，详见“1 引言”第 2 段。

意见 3：引言的逻辑不清晰，引证材料之间比较松散，欠缺内在联系，建议围绕双过程理论组织引言，着重综述 mPFC 和 NAc 在该理论中发挥的作用，以及作者揭示两脑区的耦合关系将对理论的产生支持、推动或挑战意义。

回应：感谢审稿专家的建议。根据建议，进一步补充了 mPFC-NAc 神经环路在跨期决策双过程理论中作用相关的研究，见“1 引言”倒数第 3 段；同时对于该研究发现的潜在意义和价值在讨论部分进行了进一步的阐述，详见“4 讨论 4.2”。

意见 4：作者指出“...通过分析不同试次首次选择、连续选择和试次转换时神经环路的激活程度，可以考察理性分析系统和自动加工系统功能活动的动态改变”，但表述模糊，建议提出明确的研究假设，指出首次选择，连续选择 和 试次转换 三种条件下具体可能有何不同。

回应：已经根据审稿专家意见进行了修改，见正文“1 引言”倒数第 3 段。更加明确了研究假设，指出了首次选择，连续选择和试次转换三种条件下的理性分析系统和自动加工系统功能活动的可能变化：首次选择时，因为需要习得决策任务因此需要调动更多的认知资源，可能以理性分析系统的活动为主；连续选择只需要与前一个试次保持一致，可能更多地以自动加工系统的活动为主；试次转换是对前一个试次进行纠错并做出优势选项的过程，因此需要理性分析系统更多地参与。

意见 5：方法和结果：应补充每只大鼠的位点分布信息，尤其是同时还有 mPFC 和 NAc 触点的分布和配对情况；

回应：已根据审稿专家建议进行补充。“每只大鼠的位点分布信息”以及“mPFC 和 NAc 触点的分布”补充在“2.3.8 组织学处理”：2 只 SHR 大鼠定位不准确被剔除，最终各有 8 只 WIS 和 SHR 大鼠的 mPFC 和 NAc 的电极位点位于核团内，每个电极（2×4 阵列）选取中间对角线的两个位点绘制电极位置图（见图 1C、D）。

“mPFC 和 NAc 触点的配对情况”见“2.4 数据处理与统计分析”：将分别位于 mPFC 和 NAc 两个脑区的 2×4 电极阵列的 8 个触点进行两两配对。配对完成后，选取不相邻电极的部分配对结果进行统计，并根据不同事件对两个脑区的局部场电位进行相干分析。

意见 6：相干分析的方法和结果部分需要说明在电极配对水平 or 大鼠水平进行统计；是否以及如何进行了多重比较校正；从正文报告的方差分析以及 t 检验的自由度推测，作者可能在电极配对水平进行检测，但实际上同一只鼠的多组配对之间具有同质性，不能看作相互独立，应考虑使用混合效应模型或在个体鼠水平进行统计。

回应：非常感谢审稿人的宝贵意见。本研究中两脑区之间的相干分析是在电极配对水平进行的，已经根据前面审稿专家意见在“2.4 数据处理与统计分析”中进行了补充说明。电极配对统计方式是我们参考了以往多通道在体电生理研究的文献以及我们以往的研究中较多采用的方式(Jiang et al., 2019)。为尽可能降低这种配对方式存在同质性的缺陷，我们在两个脑区配对完成后，选择有效配对结果的时候会兼顾选择不相邻电极的配对结果进行统计检验。审稿专家提出的混合效应模型分析方法是一个很好的建议，我们将在随后的实验中尝试进行这种分析。

参考文献：

Jiang, X., Yan, Y., Wang, K., Wei, J., Su, W., & Jia, J. (2019). Brain state-dependent alterations of corticostriatal synchronized oscillations in awake and anesthetized parkinsonian rats. *Brain Research*, 1717, 214-227.

意见 7：每个试次包含基线期(-3~0s)、预期期(0~3s)、动作期(3~6s)、奖赏期(6s~)，作者针对基线期和预期期（以预期期为重点）分别孤立地做了分析，但没有以基线期的活动矫正预期期的活动。为了获得更纯粹的与预期相关的神经活动，需要减去基线期的均值进行基线矫正。

回应：本文中大鼠预期期的 Theta 频段相干值均是减去基线期均值后的结果，已经进行过基线矫正，根据审稿人的意见在“2.4 数据处理与统计分析”中进行了补充说明：不同试次的预期期(0~3s)Theta 频段相干值均减去基线期(-3~0s)的相干值均值进行基线矫正。非常感谢审稿专家的意见。

意见 8：行为结果表明（图 2B），即便在延迟 0s 条件下，ADHD 的模式动物 SHR 大鼠选择大奖赏的比例也低于对照组 WIS 大鼠，提示 SHR 大鼠可能对于大奖赏不够敏感，这可能与两种大鼠在决策冲动上的差异构成混淆。

回应：感谢审稿专家的仔细和审慎评阅。我们对图 2B 的原始数据和统计过程进行了再次核对，由于 DDT 任务连续训练多天，之前在选取数据时，有的大鼠的行为学表现并不稳定，因此我们对原始数据重新进行了筛选，选择大鼠连续两天以上行为稳定的数据进行平均分析。新的数据统计分析显示，在延迟 0s 条件下，SHR 大鼠对大奖赏的选择百分比与 WIS 大鼠相比没有差异，SHR 大鼠和 WIS 大鼠均倾向于立即大奖赏。在延迟 10s 和 20s 条件下，SHR 组对延迟大奖赏的选择百分比显著低于 WIS 组，修改内容见正文“3.1 WIS 和 SHR 大鼠的行为表现”第 2 段。并重新做了图 2B（见图 2B）。

意见 9：与此混淆有关，在电生理数据的分析中（以 3.2.2 mPFC-NAc 局部场电位 Theta 频段相干值分析为例），作者分析了延迟 10s 组块，但没有考虑延迟 0s 组块中 SHR 组与 WIS 组的基础差异；与行为数据分析相似，建议作者首先厘清延迟 0s 条件下两组大鼠在相干值上的基础差异，之后减去该基础差异（即以延迟 10s 减去延迟 0s 的相干值作为因变量）重复 3.2.2 中的分析。其它部分也应相应修改。

回应：根据审稿专家的建议，我们比较了延迟 0s 条件下两组大鼠在选择大奖赏时的 mPFC-NAc Theta 频段相干值，发现 SHR 组与 WIS 组之间没有显著差异，说明两组之间没有基础差异，相关统计结果均补充于正文中，详见“3.2.2”第 1 段开始部分。

意见 10：依然与此混淆有关，针对图 2B，作者发现“随着延迟时间(10s、20s)的增加，SHR 大鼠较对照组 WIS 大鼠对延迟大奖赏的选择率下降更加明显”，但缺乏“下降更加明显”的数据证明，建议作者比较两组大鼠在延迟 0 和 10 两种条件下的下降斜率，这样能控制在延迟 0s 条件下就存在的基础差异。

回应：感谢审稿专家的修改意见。根据建议，在修改稿中增加了这部分内容和相应的图 2B(ii)。比较了两组大鼠在延迟 10s 时的直线下下降斜率，统计结果显示在延迟 10s 时 SHR 大鼠较 WIS 大鼠对延迟大奖赏选择的下降幅度更大，说明 SHR 大鼠的延迟折扣越大。详见图 2B(ii)和正文“3.1 WIS 和 SHR 大鼠的行为表现”第 2 段。

意见 11：作者对试次转换过程的分析很有必要，但试次转换的定义侧重正向转换，即上一个试次选择立即奖赏，下一个试次选择延迟奖赏时，但忽略了反向转换，即上一个选择延迟奖赏，下一个选择立即奖赏的试次转换。建议增加反向转换的分析，以与正向转换形成对照。

回应：大鼠在延迟折扣任务中有 2 种转换：从选择立即小奖赏转向选择延迟大奖赏以及从选择延迟大奖赏转向选择立即小奖赏。其中从选择立即小奖赏转向延迟大奖赏是任务学习过程中的优势转换，即上一个试次的结果决定了当前试次为最佳选项，选择策略被强化，倾向于重复选择；而从选择延迟大奖赏转向立即小奖赏是任务学习过程中的错误转换，随着学习过程的进行，在任务习得后的测试期大鼠从选择延迟大奖赏转向立即小奖赏的情况比较少，因为数据量较少无法进行统计分析，因此我们没有对这种转换进行分析。

意见 12：文章的行文和作图欠缺严谨，列出两项已被发现的代表性错误：

1. “相干值计算方法为以下公式（ x_k 和 y_k 是公式 4 计算的功率值）”——此处的公式 4 实际应为公式 3

回应：已经改正，感谢审稿专家指出错误。

意见 13：2.图文不符：Fig.4D 显示相干差值与延迟大奖赏选择率之间存在显著正相关，但正文表述为负相关：“发现 WIS 组大鼠在预期期 Theta 频段相干差值与延迟大奖赏选择率之间存在显著负相关($r=-0.65$; $F(1, 22)=15.46$, $p<0.001$, $R^2=0.42$)”。

回应：正文中表述为负相关为笔误，应该与 Fig.4D 的图注一致，是正相关，已经在摘要和正文中修正，见“3.5”“4.4”。此外，我们对全文的行文和图再次进行了仔细检查，感谢您的宝贵意见。

.....

审稿人 2 意见：

该论文采用 ADHD 模型 SHR 大鼠，结合延迟折扣任务和在体电生理技术，研究内侧前额皮层 (mPFC) - 伏隔核 (NAc) 通路在决策冲动中的作用。结果发现：与对照组大鼠相比，SHR 大鼠对延迟大奖赏的选择率降低，且 mPFC-NAc 的 Theta 频段相干值在延迟选择时、立即选择时、首次选择时、连续选择时、转换试次时也降低。回归分析发现 mPFC-NAc 的相干差值与决策冲动水平呈显著负相关。该论文有望为理解 ADHD 决策冲动缺陷的神经通路基础提供新的证据，但是还有如下问题需进一步完善：

意见 1：方法：剔鼠原因前后描述不一致。

回应：感谢审稿专家的意见，原文“2.3.8 组织学处理”中“剔除电极定位不准确的 WIS 大鼠和 SHR 大鼠各 2 只”为笔误，应该为“剔除电极定位不准确的 SHR 大鼠 2 只”，已在正文中修改。

意见 2：自发活动检测日期没有在图 1A 中标明。

回应：感谢审稿专家的意见和建议，根据您的意见，我们在图 1A 中补充了自发活动量检测时间。同时在正文中增加了“2.3.2 自发活动量测试”内容。

意见 3：结果：图 1C、D，请同时呈现尼氏染色图；

回应：感谢审稿专家的意见和建议，根据您的意见，我们在图 1C、D 中已补充上 mPFC 和 NAc 电极定位的尼氏染色图。

意见 4：图 1D 中，电极植入位点均位于 NAc 的 core 区域，没有在 shell 区域。那么在结果描述中，是否可以具体到 mPFC-NAc core 的通路？

回应：感谢您的建议和意见。我们采用的是 2×4 微电极阵列，在每个电极阵列中选取中间对角线的两个位点绘制电极位置图，因此图 1D 中显示的是电极阵列中心部位的位置，但是不能保证阵列中所有 8 个通道电极位点都位于 NAc 的 core 区域，因此本研究尚不能具体到 mPFC-NAc core 通路。

意见 5：图 2A，WIS 组数据点为什么多于 8 个？每个数据点是否是 3 次测量的平均值？为什么不用 ttest 进行统计？

回应：感谢审稿专家的意见和建议。实验开始时有 14 只 WIS 大鼠和 8 只 SHR 大鼠进行了自发活动量测试，所以图 2A 中 WIS 组有 14 个数据点，我们在“2.3.2 自发活动量测试”中对参与自发活动量测试的大鼠数目进行了补充说明。另外，每个数据点均为大鼠连续测试 3 天测量的平均值，根据您的建议，我们将统计方法更改为独立样本 *t* 检验，见正文“3.1 WIS 和 SHR 大鼠的行为表现”第 1 段内容，并重新做了图 2A。

意见 6：图 2B，选择的图例不易区分两组，且横轴缺少单位。

回应：感谢审稿专家的意见和建议。根据您的建议，我们重新调整了图片的呈现形式，分别用不同的颜色和图形符号来代表 WIS 组(蓝色，圆形)和 SHR 组(红色，方形)，并且补充了

横轴单位“延迟时间 (s)”，见图 2B。

意见 7: 图中延迟大奖赏选择率既有%形式，也有小数形式，建议统一。

回应: 感谢审稿专家的意见和建议。根据您的建议，我们将图 4D、E 横坐标“延迟大奖赏选择率”的呈现形式由小数更改为%形式，与图 2B 保持一致。

意见 8: 讨论: 4.1 中，为什么是 Theta 而非其他频段介导决策冲动还需要进一步讨论，以往研究是否曾发现 mPFC-NAc 其他频段的作用？

回应: 以往研究发现大脑 Theta 和 Gamma 频段震荡与决策任务中不同阶段的认知活动密切相关，本研究关注了 DDT 任务中的预期期（从线索呈现后到进行选择之间的时间）mPFC-NAc 神经环路的活动。首先分析了 mPFC 和 NAc 局部场电位的功率谱密度，发现 mPFC 和 NAc Theta 频段的功率谱密度同时在预期期增强，提示两个脑区的 Theta 震荡可能存在某种协同关系，所以本研究进一步分析了 Theta 频段的相干值。但是在预期期没有观察到两个脑区 Gamma 频段的同步改变，因此没有对 Gamma 频段进行分析。我们在后续的工作中将会对 mPFC-NAc 神经环路中 Gamma 频段的活动进行系统分析，感谢您的宝贵意见。此外，除了 Theta 频段，以往研究也发现 mPFC-NAc 其他频段的相互作用，根据您的建议，在讨论中对 mPFC-NAc 环路中其他频段的研究做了部分补充，详见正文“讨论 4.1”第 2 段和第 3 段。

意见 9: 标点符号有误，比如第 6 页，2.1 末尾有两个句号。

回应: 已修正。我们对全文标点符号再次进行了仔细检查。

.....

审稿人 3 意见:

本研究采用多通道在体电生理技术记录清醒大鼠内侧前额皮层(mPFC)和伏隔核(NAc)在 DDT 首次选择、连续选择以及试次转换过程中的局部场电位活动及其在 theta (4-12Hz) 频段中的相干值，发现 mPFC-NAc 的相干差值与决策冲动水平呈显著负相关，这些实验结果对深入研究 ADHD 决策冲动的认知和神经机制提供了新的资料，具有一定的理论意义。对作者的建议:

意见 1: 这篇论文中选用的行为学测试方法比较复杂，相对来说每组的动物数量就比较少了。建议以后再做类似实验时适当增加每组动物的数量。

回应: 感谢审稿专家的建议，在之后的类似实验中，我们会适当增加每组动物的数量以保证充足的行为学样本量。

意见 2: 论文的题目是：内侧前额皮层-伏隔核环路在决策冲动中的作用：基于注意缺陷多动障碍模型的研究。据文献报道，mPFC 神经元参与形成对即将发生的奖励事件的预测，而 NAc 神经元参与对即将获得的奖励的价值计算以及提高等待延迟奖励的能力，本文研究的是内侧前额皮层-伏隔核环路在决策冲动中的作用。这种作用是以突触信息的传递为基础的，在这个环路中，信息是怎样流动的，比如是 mPFC 向 NAc 的信息流动还是 NAc 向 mPFC 的信息流动在其中发挥重要作用？在讨论中应予以讨论。

回应: 感谢审稿专家的意见。mPFC 与 NAc 两脑区局部场电位之间的相干值可以反映两脑区之间电活动的协同性，但是不能说明信息的流动方向，这也是本研究的不足之处，未来可以进一步通过跨频耦合和格兰杰因果关系等数据分析方法进一步探讨 mPFC 与 NAc 在不同

频率之间的调制关系以及两脑区之间的信息流动方向。根据专家的建议，在讨论部分针对这一问题进行了说明，见“讨论 4.1”最后一段。

意见 3: 作者需要出示电极位点的脑片组织图。

回应: 感谢审稿专家的意见和建议，根据审稿专家的意见，我们在图 1C、D 中已补充上 mPFC 和 NAc 电极定位的尼氏染色图。

意见 4: 电极定位不准确的 Wistar 大鼠和 SHR 大鼠各 2 只，这些实验数据是否有统计？与电极定位准确的大鼠的实验结果之间的统计结果是否有显著性差异？

回应: 电极定位不准确的大鼠 DDT 行为学数据和电生理数据均未纳入统计。

意见 5: 图 2G 的左侧两个柱子（WIS 立即组与 WIS 延迟组）的实验结果相比较有高度显著性差异，请作者再仔细进行统计，看是统计结果是否有误。因为二者的标准误已经开始交叉了（见图 2G）。

回应: 感谢审稿专家的意见和建议。我们发现原文图 2G 中用的是标准差而不是标准误。我们改为标准误后，两组之间的标准误就没有交叉了，已经将图 2G 重新作图修正。

意见 6: 问题同 5，图 3B 中的“WIS 连续”与“SHR 连续”两组之间的统计学结果为有高度显著性差异，作者需要仔细进行核对统计过程和统计结果是否有问题，因为二者的标准误已经能够交叉了（见图 3B）。同理，图 3E 中的“WIS 连续”与“SHR 连续”两组之间的统计学结果为有高度显著性差异，也需要仔细进行核对统计过程和统计结果是否有问题，因为二者的标准误已经开始交叉了（见图 3E）。

回应: 与问题 5 情况相同，原文图 3B、3E 中也是用的标准差，我们将其改为标准误后，两组之间没有交叉了。已经将图 3B、3E 重新作图修正。此外，经检查发现图 4B 也存在上述情况，我们也将图 4B 重新作图修正。

第二轮

审稿人 1 意见: 作者很好地回答了我的问题。

回应: 非常感谢审稿专家对我们修改工作的肯定，辛苦审稿专家。

审稿人 2 意见: 作者较好的回答了之前提出的问题，没有建一步意见，同意发表

回应: 非常感谢审稿专家对我们修改工作的认可，辛苦审稿专家。

审稿人 3 意见: 我仔细阅读了发来的修改稿，所提的意见均已修改，可以接受了。

唯一有些担心的是作者对所提意见 5 和 6 的回答：我们发现原文图 2G 中用的是标准差而不是标准误。我们改为标准误后，两组之间的标准误就没有交叉了，已经将图 2G 重新作图修正。统计学上标准差和标准误表示的含义可是大大不同，因为发给我们的文稿正文图注中明确说是均数加减标准误（ $M \pm SEM$ ），而图中实际数据表达是均数加减标准差（ $M \pm SD$ ），仔细检查这些实验数据了吗？重新统计了吗？依旧是 $P < 0.001$ ？图中其他数据都是都检查和

重新统计了吗？统计结果都没有变化？作为科研人员，这些实验数据的表达必须认真仔细，容不得半点马虎！谢谢！

回应：非常感谢审稿专家对投稿内容细致和认真的评阅。在第一轮退修中，根据专家指出的正文和图中数据表达方式不一致的意见，我们对全文进行了仔细修改，将正文及其图中标注的数据均统一为：均数加减标准误($M \pm SEM$)，同时相应地将图中误差线统一为均数加减标准误。数据分析方法没有调整，因此文中的统计结果没有变化。根据您的进一步建议，我们对全文数据又再一次进行详细检查并与图进行对照，确保没有遗漏或错误。再次感谢审稿专家对本文的辛苦付出，我们也将在今后的工作中对实验数据的表达更加严谨和仔细。

第三轮

编委意见：文章实验逻辑严谨，有创新性，修改满意，建议发表。有以下小建议：

意见 1：增加 IRB 的单位和批准号信息

回应：非常感谢编委专家对我们修改工作的肯定，根据编委的意见，我们在“2.1 实验动物及饲养条件”中补充了 IRB 的单位和批准号信息。

意见 2：增加样本量选择的依据

回应：非常感谢编委专家的建议。在“2.1 实验动物及饲养条件”部分，补充了样本量测算依据及相关参考文献，具体如下：

“为了探讨内侧前额皮层-伏隔核环路在 ADHD 模型大鼠决策冲动中的作用，本研究设计了模型组和对照组两组。根据常用的实验动物实验样本量测算方法(Charan et al., 2013)，通过方差分析的自由度(E)进行样本量估算： $E = \text{各组实验动物之和} / \text{组数}$ ，E 的取值范围应在 10-20 之间，因此初步估算每组样本量应至少 6 只。同时考虑到本实验周期长，在行为检测、立体定位手术准确性以及电生理检测等实验过程中可能出现的损耗情况等，为保证最终有效数据满足统计分析要求，购买对照组大鼠 14 只，模型组大鼠 10 只。”

新引用的文献：

Charan, J., & Kantharia, N. D. (2013). How to calculate sample size in animal studies?. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics*, 4(4), 303-306

意见 3：在讨论中，增加由动物模型推广到人类 ADHD 的可能性和局限性

回应：非常感谢编委专家的宝贵建议。根据编委专家的意见，在讨论部分补充了动物模型研究推广到人类 ADHD 的可能性和局限性，详见“4.4 预期期 mPFC-NAc 环路功能联系可以预测决策冲动”最后一段，具体如下：

“SHR 大鼠是一种高效度的 ADHD 动物模型，行为学上可以表现出 ADHD 的核心症状，脑内神经递质系统也呈现 ADHD 样病理生理改变，并且人类常用的治疗 ADHD 的药物(如哌甲酯)可以改善 SHR 大鼠的 ADHD 样行为，为开展 ADHD 发病机制的研究提供了重要的实验基础(Fox et al., 2008; Somkuwar et al., 2016)。利用该模式动物，本研究发现 mPFC-NAc 间功能联系减弱是 ADHD 决策冲动缺陷的重要神经环路基础，提示针对性地干预 mPFC-NAc 神经环路可能对 ADHD 的决策冲动异常具有改善作用，为人类 ADHD 的治疗提供了新的思路。需要注意的是，SHR 大鼠在 10 周龄以后会出现自发性高血压(Christiansen et al., 2002)，这是否可能影响冲动性等行为，还需要在未来的研究中进一步探讨。”

新引用的文献：

Christiansen, R. E., Roald, A. B., Tenstad, O., & Iversen, B. M. (2002). Renal hemodynamics during development of hypertension in young spontaneously hypertensive rats. *Kidney Blood Pressure Research*, 25(5), 322-328.

第四轮

主编意见：根据审稿意见和修改情况，建议修改后发表。

意见 1：题目比较长，建议对题目进行精简。

回应：感谢主编提出的问题。已经将题目精简为“内侧前额皮层-伏隔核环路在决策冲动中的作用：基于动物模型的研究”。

意见 2：文中有表述不规范地方，如“结果发现”。

回应：感谢主编提出的问题。我们已经对全文进行了检查，修改了文字表述的规范问题。