

## 审稿意见修改说明

尊敬的编辑和审稿专家：

您好！

感谢您对论文提出宝贵的修改意见！我们已经按照您的建议和要求对论文进行了细致修改，并对审稿意见进行了回应，敬请您审阅。为了方便您了解修改情况，我们将正文中的修改内容以红色字体进行了标注。

审稿专家：

专家 1：

文章梳理了近期采用 tDCS 技术研究任务转换的脑功能偏侧化效应的一些成果，对认识执行功能的神经机制有一定价值。但是，在重要文献中近 5 年相对较少，相关证据比较零散，聚焦的问题不系统，机制论述较为肤浅，理论意义也不明确。另外，文字表述不够简洁明了，思路也不够清晰。总结和展望部分对有争议的问题也没有提出较为具体和有价值的研究设想或思路。

**回应：**谢谢审稿专家的积极反馈和建设性意见！我们已经按照您的建议对全文相关叙述进行了修改与补充说明，具体补充和修改部分已经在文中用红色字体进行了标注。

（1）针对您提出的“引用文献近 5 年相对较少”的问题，我们进一步阅读了相关文献，在修改中增加了 17 篇文献的引用，其中近五年文献 6 篇。

（2）针对您提出的“相关证据比较零散，聚焦问题不系统”这一缺点，我们对本论文研究的问题重新深入思考，进一步清晰了本论文的主题。

第一，本论文聚焦 tDCS 技术的研究，因此我们将论文题目从《任务转换的脑功能偏侧化效应》改为《任务转换的脑功能偏侧化效应：基于 tDCS 技术的研究》。

第二，我们在引言部分直接指出本文的研究问题：“本文将聚焦以 tDCS 技术为手段的研究，对任务转换的脑功能偏侧化机制和相关应用进行综述，并在此基础上探讨未来研究方向。”

第三，我们针对引言指出的研究问题，重新梳理了文章主体部分的结构，主体部分标题修改如下：

2 基于 tDCS 技术的任务转换脑功能偏侧化效应研究

## 2.1 优势脑区两半球功能定位

## 2.2 优势脑区半球间神经活动

## 2.3 tDCS 技术对任务转换脑功能偏侧化的应用

(3) 针对您提出的“机制论述较为肤浅”，我们在引言和主体部分都做了相应的补充和修改如下：

第一，引言部分关于任务转换机制的叙述，我们修改为：“任务转换作为一种自上而下的认知控制过程，伴随的神经活动主要涉及额顶网络(fronto-parietal network, FPN)和扣带盖网络(cingulo-opercular network, CON)的脑区活动(Dosenbach et al., 2007)。FPN 包括侧前额叶、后顶叶和额下回接合区 (IFJ) 等脑区，其中，侧前额叶和后顶叶皮质主要调控任务信息的内部保持以及任务设置的表征、更新和重建；位于中央前沟和额下沟交汇处的额下回接合区 (IFJ) 是任务转换的核心脑区，尤其左侧 IFJ 的活动增强也对任务设置起到表征和更新功能，并与其他参与转换的脑区产生更强联结，即接受来自 CON 的信息输入，同时对其他 FPN 相关脑区施加影响(Stelzel et al., 2011)，起到了整合信息的作用。CON 包括前扣带皮质 (ACC) 和双侧脑岛 (AI)，主要负责对转换信息的监测和启动控制，ACC 探测到新旧任务设置间的冲突时会发出信号，认知控制系统就会根据 ACC 提供的冲突监测信号对输入层的神经元发出指令(Li et al., 2018)；前脑岛是 CON 的关键节点，整合外部信息和来自内感受系统的信息，驱动额顶网络实施自上而下的控制(Bressler & Menon, 2010)。总的来说，FPN 被认为是灵活控制的核心(Cole et al., 2013)，而 CON 则起着更基础的控制作用(Dosenbach et al., 2006)，它们各自的神经活动增强、相互的联结作用共同完成任务转换过程中内源性准备和外源性调节的协调整合。”

第二，在“2.1 优势脑区两半球功能定位”这一标题下，我们解释了偏侧化的机制，并和一般偏侧化理论作比较，具体修改如下：“得出研究结论是，右侧 DLPFC 对转换信息直接感知，主要参与任务转换过程中的内源性准备，抑制不适当的任务设置；左侧 DLPFC 依靠长时记忆中的整体信息线索进行编码，主要参与外源性调节，执行自上而下的适应过程。这一结论与 Vallar (2001)、Goldberg 等人 (1995) 和 Dien 等人 (2008) 提出的一般性大脑偏侧化经典理论相符合，能进一步支持这些理论的观点。Vallar 等人 (2001) 认为大脑两半球分别对不同的信息进行加工处理，左侧偏重于对物体基本组成信息的“分析”；右侧偏重于对物体灵活“构建”信息进行加工。Goldberg 等人 (1995) 认为右侧是专门处理那些新信息所指示的新异情景，而左侧专门对已经形成的、规范化的设置进行处理。这符合 Tayeb 等人 (2016)得出的右侧 DLPFC 抑制不适当任务设置、左侧 DLPFC 靠长时记忆进行编码的研究结

果。另外，Dien 等人（2008）提出的两面神模型认为左半球面向未来，对将来事件进行预期和选择；而右半球专门负责整合即时和过去事件的各部分信息，以作进一步的理解和判断。这符合 Tayeb 等人(2016)得出的右侧 DLPFC 抑制旧任务设置，左侧 DLPFC 调节至新任务设置的研究结果。”

第三，在“2.2 优势脑区半球间神经活动”这一标题下，我们解释了两半球间神经活动的机制，并与一般性偏侧化理论作比较，具体修改如下：“结果证实了额叶区左右两侧的神经活动对任务转换的参与具有不对称性，在内源性准备和外源性调节过程里分别发挥着“抑制过去设置”和“适应当前设置”的功能，并配合对方的“工作”，共同推进转换的完成。研究者认为，这是由于左侧额叶区与右侧额叶区具有不同的信息处理策略，左侧额叶区似乎在决定模棱两可的情况时充当“解释者”，对信息做更清晰一步的编码后实现自上而下的反应；但右侧可以适应更模棱两可的情况，例如在旧任务到新任务的交替时，存在两种信息的粘连，右侧额叶可以及时的抑制旧信息，激活新信息，扮演“适应者”的角色。经研究，这两种角色的区别在某一侧额叶区受损的患者身上表现的很明显，但可以由此推断，健康者也会经历类似的过程，只是偏侧化程度比较低(Tayeb & Lavidor, 2016)。这一研究结果与 Vallortigara 等人（2006）提出的一般脑功能偏侧化理论相契合，即左右大脑分工合作可减少互相的干扰和冲突，使得两侧可以并行处理不同信息，使信息加工更快、更高效，以避免在两侧半球复制相同神经回路而造成浪费，形成了一种生理性平衡。”

（4）针对您提出的“理论意义也不明确”这一问题，本论文旨在充分阐述基于 tDCS 技术的任务转换神经机制，我们也在引言中作了进一步的清晰：“本文将聚焦以 tDCS 技术为手段的研究，对任务转换的脑功能偏侧化机制和相关应用进行综述，并在此基础上探讨未来研究方向。”另外，引言部分提到“这一效应被视为人类复杂心理过程的马赛克之一。”而将这一马赛克变清晰，即是本文的核心理论意义。

（5）针对您提出的“文字表述不够简洁明了”这一问题，我们做了深刻反思，凝练文字表达，文中修改处较多（见红色字体），现举一例如下：

例如：原本表达为：“从依赖脑创伤病人为被试，到运用 tDCS 等非侵入性脑刺激可将实验开展到健康人群中。随着研究方法的助力，研究者在脑功能偏侧化机制和脑功能偏侧化应用优势脑区两半球功能定位和优势脑区的两半球神经环路运动上取得了重要成果。但总的来说，任务转换的脑功能偏侧化研究仍处于研究的初期阶段，未来还需要在提升研究方法和技术上不断提升，拓展并在研究思路进一步反思和拓展，实现最终在理论上实现创新与整合。”我们修改为：“从依赖脑创伤病人为被试，到运用 tDCS 等非侵入性脑刺激可将实验开展

到健康人群中，研究者在脑功能偏侧化机制和脑功能偏侧化应用上取得了重要成果。但总的来说仍处于研究的初期阶段，未来还需要提升研究方法，拓展研究思路，实现理论创新与整合。”

(6) 针对您提出的“思路也不够清晰”这一问题，我们做了修改，例如：在引言部分提出研究问题：“本文将聚焦以 tDCS 技术为手段的研究，对任务转换的脑功能偏侧化机制和相关应用进行综述。”在文章主体部分，我们针对引言指出的研究问题，清晰了三大部分内容，对应的小标题如下：

2 基于 tDCS 技术的任务转换脑功能偏侧化效应研究

2.1 优势脑区两半球功能定位

2.2 优势脑区半球间神经活动

2.3 tDCS 技术对任务转换脑功能偏侧化的应用

(7) 针对您提出的“总结和展望部分对有争议的问题也没有提出较为具体和有价值的研究设想或思路。”这一问题，我们对未来研究思路做了补充如下：

“第二，其他脑区的研究值得进一步补充。已有研究证明，认知灵活性主要涉及顶叶和额叶区额顶脑区和扣带盖脑区的神经活动 (Dreher & Grafman, 2003)，但目前对任务转换的脑功能偏侧化研究主要在额叶区的功能上取得了一定数量的成果，其他脑区的研究还十分匮乏，例如一些核心脑区如额下回接合区 (IFJ) 和前脑岛，未来需要补充。

“近年来，一些研究者对具有执行功能障碍的脑卒中患者，采用 rTMS 刺激其左侧 DLPFC 脑区，取得了积极的治疗效果(刘远文等, 2017；周婷等, 2017；邹淑怡等, 2019)。未来可以增加以经颅磁刺激为神经调节手段的研究(Kaster et al., 2020)。”

“第四，从生理解剖学、分子遗传学、精神病学等多学科角度探索任务转换脑功能偏侧化的奥秘。例如探究大脑空间结构特征与偏侧化之间的关系；揭示偏侧化的遗传效应；对精神患者的脑功能偏侧化特征和治疗应用进行关注。相应地，可以利用其他学科的常用研究手段，例如多模态磁共振影像技术、测量大脑皮层厚度、皮层表面积和皮层曲率等重要参数。”

专家 2:

1、本文主要探讨 tDCS 技术在任务转换脑功能偏侧化效应中的应用研究，但是缺乏结合任务转换神经机制进行系统探讨，如在执行任务转换时脑功能活动是否具有偏侧化效应。

**回应：**感谢审稿专家的宝贵建议！根据您的意见，我们将主体部分从简单的列举应用研究补充为任务转换神经机制和应用研究相结合，从论文主体部分结构可见如下：

2 基于 tDCS 技术的任务转换脑功能偏侧化效应研究

## 2.1 优势脑区两半球功能定位

## 2.2 优势脑区半球间神经活动

## 2.3 tDCS 技术对任务转换脑功能偏侧化的应用

其中，2.1 和 2.2 是对任务转换神经机制的阐述和讨论，2.3 是 tDCS 技术在任务转换脑功能偏侧化效应中的应用研究。

2.前言中针对任务转换神经机制的描述不够准确完整，一些核心脑区如额下回接合区（IFJ）和前脑岛没有体现。

**回应：**感谢审稿专家的细心评阅！原文描述确实不够准确完整，现已经进行了补充，修改内容如下（也可参见引言部分红色字体）：

“任务转换作为一种自上而下的认知控制过程，伴随的神经活动主要涉及额顶网络 (fronto-parietal network, FPN)和扣带盖网络(cingulo-opercular network, CON)的脑区活动(Dosenbach et al., 2007)。FPN 包括侧前额叶、后顶叶和额下回接合区（IFJ）等脑区，其中，侧前额叶和后顶叶皮质主要调控任务信息的内部保持以及任务设置的表征、更新和重建；位于中央前沟和额下沟交汇处的额下回接合区（IFJ）是任务转换的核心脑区，尤其左侧 IFJ 的活动增强也对任务设置起到表征和更新功能，并与其他参与转换的脑区产生更强联结，即接受来自 CON 的信息输入，同时对其他 FPN 相关脑区施加影响(Stelzel et al., 2011)，起到了整合信息的作用。CON 包括前扣带皮质（ACC）和双侧脑岛（AI），主要负责对转换信息的监测和启动控制，ACC 探测到新旧任务设置间的冲突时会发出信号，认知控制系统就会根据 ACC 提供的冲突监测信号对输入层的神经元发出指令(Li et al., 2018)；前脑岛是 CON 的关键节点，整合外部信息和来自内感受系统的信息，驱动额顶网络实施自上而下的控制(Bressler & Menon, 2010)。总的来说，FPN 被认为是灵活控制的核心(Cole et al., 2013)，而 CON 则起着更基础的控制作用(Dosenbach et al., 2006)，它们各自的神经活动增强、相互的联结作用共同完成任务转换过程中内源性准备和外源性调节的协调整合。”

3.文中主体部分 2.1 和 2.2 给人感觉大部分是在翻译几篇文献中的相关内容，应该更多地针对相关内容进行分析讨论，如对理解一般脑功能偏侧化理论有什么促进作用或者有什么矛盾之处。

**回应：**感谢审稿专家提出这一重要问题！针对您的建议，现已对您提出的这些部分，均补充了相关内容的分析讨论，如对理解一般脑功能偏侧化理论有什么促进作用或者有什么矛盾之处的讨论，补充内容如下（也可参见文中 2.1 和 2.2 的红色字体）：

在 2.1 部分补充的内容如下：

“这样的研究结果可以和一般脑功能偏侧化理论相契合，自从人们从神经生理学上认识到大脑功能具有偏侧化现象，大脑左侧半球作为人类优势半球就居多(Brown, 2005)。例如，在对语言功能的偏侧化研究中，大多数左脑活动均属于单侧活动，而大多数右脑活动却伴有左脑对称区域的活动（王帅，2018）。”

“这一结论与 Vallar（2001）、Goldberg 等人（1995）和 Dien 等人（2008）提出的一般性大脑偏侧化经典理论相符合，能进一步支持这些理论的观点。Vallar 等人（2001）认为大脑两半球分别对不同的信息进行加工处理，左侧偏重于对物体基本组成信息的“分析”；右侧偏重于对物体灵活“构建”信息进行加工。Goldberg 等人（1995）认为右侧是专门处理那些新信息所指示的新异情景，而左侧专门对已经形成的、规范化的设置进行处理。这符合 Tayeb 等人(2016)得出的右侧 DLPFC 抑制不适当任务设置、左侧 DLPFC 靠长时记忆进行编码的研究结果。另外，Dien 等人（2008）提出的两面神模型认为左半球面向未来，对将来事件进行预期和选择；而右半球专门负责整合即时和过去事件的各部分信息，以作进一步的理解和判断。这符合 Tayeb 等人(2016)得出的右侧 DLPFC 抑制旧任务设置，左侧 DLPFC 调节至新任务设置的研究结果。”

在 2.2 部分补充的内容如下：

“这一研究结果与 Vallortigara 等人（2006）提出的一般脑功能偏侧化理论相契合，即左右大脑分工合作可减少互相的干扰和冲突，使得两侧可以并行处理不同信息，使信息加工更快、更高效，以避免在两侧半球复制相同神经回路而造成浪费，形成了一种生理性平衡。”

4.文中主要针对一些以前额叶（如 DLPFC 和 OFC）为靶点的 tDCS 研究，缺乏对其他脑区（如侧顶叶）进行调控研究的探讨。另外，不同脑区在功能偏侧化方面有何异同也缺乏探讨。

**回应：**感谢审稿专家的悉心提醒！现已对这一问题进行了补充，如下：

“虽然目前利用 tDCS 技术对任务转换脑功能偏侧化机制的研究主要以额叶区为靶点，但其他脑区例如侧顶叶和额下回接合区的偏侧化效应也得到了关注。例如 Chen 等人（2015）利用 ERP 对自主任务转换过程的研究表明左侧中央顶叶不仅参与了自主选择，还参与了任务设置的抑制和任务设置更新，因此说明左侧中央顶叶在自主任务转换过程中起主导作用。Stelzel 等人（2011）利用 fMRI 对任务转换过程的研究表明额下回接合区（IFJ）是任务转换的核心脑区，且存在偏侧化效应，即左侧 IFJ 对任务设置起到表征和更新功能，并与其他参与转换的脑区产生更强联结，即接受来自脑岛和前扣带皮质的信息输入，同时增加对额顶网络的影响。综上，对各脑区偏侧化效应的研究，都更倾向于左半球的优势地位，这与一般性偏侧化理论相符合，即大脑左侧半球作为人类优势半球就居多(Brown, 2005)”



5.文中 2.2 部分的“优势脑区的两半球神经环路运动”，这里的神经环路运动是一种理论假说或者专业术语吗？如果不是常用的术语需要解释清楚。

**回应：**感谢审稿专家的细致阅读和珍贵意见!“优势脑区的两半球神经环路运动”这一说法确实存在简单问题复杂化的缺点，因此我们在认真思考后，将其改成了“优势脑区半球间神经活动”。

6.虽然本文主要聚焦 tDCS 调控技术，但是在探讨任务转换脑功能偏侧化效应时，如果有，建议纳入利用其他神经调控技术的相关研究。

**回应：**感谢审稿专家的建设性意见！针对您提出的建议，我们在总结与展望部分做出了如下补充：

“第三，脑成像技术及其他神经调节技术可以进一步引入研究。例如经颅磁刺激(Transcranial Magnetic Simulation, 简称 TMS)作为一种无创、无侵入性的神经调节技术，比起 tDCS 技术，具有刺激位置更精确、更容易达到深度靶区等特点。，近年来，一些研究者对具有执行功能障碍的脑卒中患者，采用 rTMS 刺激其左侧 DLPFC 脑区，取得了积极的治疗效果(刘远文等, 2017；周婷等, 2017；邹淑怡等, 2019)。未来可以增加根据实验目的作为另一种以经颅磁刺激为神经调节手段的研究(Kaster et al., 2020)。”

## 审稿意见修改说明

尊敬的编辑和审稿专家：

您好！

感谢您对论文提出宝贵的修改意见！我们已经按照您的建议和要求对论文进行了细致修改，并对审稿意见进行了回应，敬请您审阅。为了方便您了解修改情况，我们将正文中的修改内容以红色字体进行了标注。

审稿专家：

审稿专家 1：

作者认真分析了审稿人的建议，并做出了相应修改，特别是对任务转换的神经机制做了系统地介绍，并添加了相关文献。但是整体逻辑思路还不够清晰，尤其是很多描述很难理解，需要进一步好好梳理。1. 作者现在把题目聚焦在基于 tDCS 技术，但对于为什么仅关注 tDCS

技术的理由不够充分。既然是探讨任务转换的脑功能偏侧化机制，应该是尽可能地包括能够揭示这一机制的相关神经调控技术（如 TMS 等）。另外，针对 tDCS 技术，有没有考虑采用传统贴片式和高精度的设备对研究结论的影响？

**回应：**感谢审稿专家对我们工作的肯定和鼓励，以及提出的宝贵建议！（1）根据您的意见，我们对 TMS 技术的相关研究进行了整理，并补充到了论文主体中去。原文中见彩色字体标出，因为内容较多，故举例如下：

“除了运用 tDCS，研究者们还常采用 rTMS 技术对 DLPFC 脑区的任务转换功能进行探索。Parris 等人（2019）以高频 rTMS 刺激被试左侧 DLPFC，结果发现被试完成 STROOP 任务的反应时显著降低，研究者认为这是由于左侧 DLPFC 的活动增强促进了自上而下的适应过程，这一点与上述 Tayeb 等人（2016）的 tDCS 研究结论一致。Palau 等人（2020）则采用与此相反的刺激方式，他们以高频 rTMS 刺激右侧 DLPFC，并联合视频游戏这样的行为训练，结果却发现被试的任务转换能力并无显著变化，研究者认为这是由于个体因素造成的，例如被试早期的视频游戏体验会影响工作记忆和抑制控制的改善。这一结果虽然是探索性的，但强调了个体变量和以往经验对大脑可塑性的影响，对未来研究具有启发意义。除了传统的 rTMS 刺激，研究者们还采用了一种新型的 rTMS 刺激模式，即连续短阵脉冲刺激（continuous theta burst stimulation，简称 cTBS，是一种抑制性脉冲）。例如 Ware 等人（2021）对双语者的左侧 DLPFC 进行 cTBS 刺激，结果发现被试的 N2 事件相关电位（ERP）减弱，但图片命名转换任务的绩效并未发生显著变化。鉴于双语者在语言之间转换时本身就能诱发 N2 ERP，这说明左侧 DLPFC 上的 cTBS 刺激影响了双语者语言转换引起的认知控制过程，对一般转换任务却无影响。”

“Muhle-Karbe 等人（2014）采用 rTMS 研究 IFJ 脑区在任务转换中的角色。他们以 10 赫兹的频率和对应于每个参与者静息运动阈值 110% 的强度刺激左侧 IFJ，结果选择性的干扰了被试对不同刺激类型的抽象规则更新能力，也就是任务目标更新能力。Hippmann 等人（2019）则采用 cTBS 和 1 赫兹的 rTMS 刺激左侧 IFJ，结果发现在高奖励回报条件下，被试的任务转换正确率提高，这一结果表明，左侧 IFJ 与通过奖励提高认知能力有关。研究者认为这是由于 IFJ 在额叶-纹状体回路中发挥自上而下的控制作用，如果抑制 IFJ，则可能会导致多巴胺合成的去抑制，导致更多多巴胺释放，从而增强动机过程。正如 Botvinick 和 Braver（2015）所述，如果动机塑造了认知控制，并且这种塑造过程是由左 IFJ 通过抑制来调节的，那么该区域的被抑制将加强动机对认知表现的影响。”

（2）另外我们也补充比较了传统刺激和高精度设备对研究结论的影响，在原文中见彩色字



体，如下：

“以 TMS 技术为例，采用传统 TMS 和采用神经导航技术定位刺激靶点的高精度 TMS 技术对研究结果存在重要影响。Ilieva（2018）在一篇综述中指出，在对老年人执行功能障碍的治疗研究中，采用了基于 MRIB 的刺激部位定义（当前神经导航技术的前身）的两项研究报告了所有回顾性实验中对执行功能最显著的影响。相比之下，在依赖传统 TMS 定位的其余八个实验中，只有一个报告了具有临床意义的神经认知效应。可见，靶向不精确可能会导致 TMS 疗效显著下降。这一点尤其体现在老年人群的研究上，由于老化过程中的皮质萎缩，头皮到皮质的距离增加，从而削弱 rTMS 的刺激强度。虽然默认情况下，根据每个人的运动阈值选择刺激强度，但可能需要进行额外的校正，以克服由于前额叶萎缩（前额叶皮质中与年龄相关的萎缩往往比运动皮质中更明显）可能造成的靶向不准确。因此在未来研究中应尽量使用高精度导航定位靶区的 TMS 技术。另外，以 tDCS 为例，传统贴片式 tDCS 在靶区定位上，主要依靠研究者的经验；而近年发展起来的高清晰度经颅直流电刺激（HD-tDCS）通过使用更小的“高清晰度”电极阵列，而不是传统 tDCS 中更大的 PAD 电极，来提高向大脑输送电流的准确性。通过将电极通电放置在预定的配置中来实现定位。因此，未来可以提高 HD-tDCS 的利用率，以提高刺激靶区精确度(Villamar et al., 2013)。”

2. 2.1 和 2.2 部分都在重复讨论 Tayeb 等人( 2016)这篇研究，然而并没有提供什么不同的见解。而且“优势脑区两半球功能定位”和“优势脑区半球间神经活动”这两个表达不清晰，这样划分是否合理？

**回应：**感谢审稿专家如此细心的意见！针对您提出的建议，我们对这样的划分进行了反思，确实存在您说的的问题，因此完全取消了这样的划分。

3. 2.1 和 2.3 部分都在探讨利用 tDCS 研究任务转换的脑功能偏侧化效应，没有看出逻辑上有什么不同。整体逻辑框架建议重新梳理。至少目前的这三个划分逻辑上感觉不太合适。

**回应：**感谢审稿专家的建设性意见！针对您提出的问题，我们再次重新考虑了文章的整体逻辑框架，对文章的逻辑进行了梳理，彻底修改了文章的逻辑框架。为了对研究现状做出准确而重点突出的综述，我们将文章的主体划分为了主要的脑区研究成果和特殊人群研究成果这样两大部分，实现了对重要成果的审思型整理和分析。

4. 摘要中“未来应进一步提高对 tDCS 技术的运用水平，并引入其他神经调控方法，结合脑成像技术，在演绎推理和归纳推理两种哲学逻辑的思路指引下，拓展并整合对任务转换脑功能偏侧化效应的研究。”，这句话太长，表达不清晰。

**回应：**感谢审稿专家如此细致的意见！针对您提出的问题，我们考虑到这句话存在的必要性

问题，已经将这句话进行了删除。并且将文中不好理解的长句都进行了修改。

5. “两侧脑岛（AI）”应该指的是“两侧前脑岛（AI）”。

**回应：**感谢审稿专家如此细致的意见！我们已经将这一错误修改过来。

6. 还有很多表达不清晰的地方，例如“由此认为左 DLPFC 脑区是任务转换的核心半球”，一个脑区怎么是核心半球？；“右侧 DLPFC 对转换信息直接感知”，直接感知是什么意思？；“两面神模型”是什么？；“探索左右脑的不对称特异性功能”？；“校验任务”？；“不同的任务类型会影响半球间的神经活动”这句话到底是想表达什么？；“采用 WCST 任务所做的脑成像研究”？；“在外侧额叶皮质的三对双侧区域中发现了脑活动成分的双重分离，右侧区域在负反馈下被激活，相应的左侧区域在行为更新过程中被激活，表明两个大脑半球都有助于认知环境的改变，但方式不同”？；“同一范式中的不对称半球专业化进一步意味着实现共同目标的这些任务组成部分的半球间相互作用”？等等。

**回应：**感谢审稿专家如此细心的阅读我们的论文，并给出如此细致的意见！我们已经对这些不够明确的说法予以修订。

审稿专家 2:

作者虽然对文章进行了一些修改，但稿件质量仍未实质性提升。例如：2016 年文献不应算在近 5 年，与偏侧化机制研究直接相关的文献也未见增加，与应用相关的文献虽然有所增加，但这些研究与偏侧化机制研究几乎没有直接联系；虽然对标题与内容做了一定调整，但研究证据依然单薄，理论与实践意义也不够明确；总结与展望依然没有针对性，价值不大。

**回应：**感谢审稿专家抽出时间阅读我们的论文，并对我们的修改工作给予一定的肯定和鼓励，针对您所提出的批评意见，我们进行了深入反思，并做出了大面积的修改。

（1）2016 年文献不应算在近 5 年，与偏侧化机制研究直接相关的文献也未见增加，与应用相关的文献虽然有所增加，但这些研究与偏侧化机制研究几乎没有直接联系

**回应：**感谢审稿专家给出的如此严谨的意见，您的意见非常重要！在本次修改中，我们一共增添了 11 篇 2017 年至 2022 年的参考文献，主要是和偏侧化机制研究直接相关的文献。

（2）虽然对标题与内容做了一定调整，但研究证据依然单薄，理论与实践意义也不够明确

**回应：**感谢审稿专家的建设性意见！针对您的意见，我们补充了大量任务转换偏侧化的 TMS 研究，充实了实证证据，并对文章主体的框架进行了完全的更新。在引言结尾我们也直接指出了本研究的理论和实践意义：“本研究的理论意义在于：（1）有助于深入揭示任务转换的脑机制；（2）完善中央执行系统的神经机制理论；（3）进一步完善大脑偏侧化理论体系。实践意义在于：（1）为增强个体任务转换能力的应用提供理论支撑，进而为大脑可塑性的相关应

用提供指导；(2) 为个体认知功能障碍的治疗提供指导，例如具有执行功能障碍的脑卒中患者、抑郁症患者、ADHD 患者等。”

(3) 总结与展望依然没有针对性，价值不大。

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见！针对您的意见，我们对总结与展望进行了大刀阔斧的调整。例如增添了“逐渐从 tDCS 和 TMS 刺激的传统技术向高精度技术跨越；对于任务转换脑功能偏侧化的 tDCS 和 TMS 研究，注重对差异性结果的解释；对于 tDCS 和 TMS 刺激影响个体任务转换的过程机制，未来应进一步深入探索”等方面的内容。