

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：左右侧颞顶联合区对道德意图信息加工能力的共同作用——基于经颅直流电刺激技术
作者：罗俊，叶航，郑昊力，贾拥民，陈姝，黄达强

第一轮

审稿人 1 意见：

本文主要采用经颅直流电刺激技术，探索 TPJ 在道德判断时的功能和作用。共设计了 2 个相互补充的实验。结果发现人们在进行道德判断时是左右侧 TPJ 协同作用的。研究问题很有意思，方法和结果较为可靠，有很强的创新性。建议稍作修改后发表。

2 点小的修改建议：

意见 1： effect size 似乎没有明确写出，目前只写了 F/t 和 P 值。

回应：感谢审稿专家细心的评阅，我们已在修改稿中补充了相应统计检验的 effect size，并在文中标红了补充的 effect size。

意见 2：在介绍和讨论中，多次提到司法断案和自闭症等内容。因为本文中使用的被试全部为正常的大学生，这些内容似乎扩展的略大。

回应：感谢审稿专家中肯严谨的意见。由于我们之前认为自闭症患者的主要症状在于无法评估他人的意图动机，无法理解自己与他人的心理状态，包括意图、期望、思考和信念。同时，也有证据显示自闭症患者在心理状态归因能力上的欠缺与他们的右侧 TPJ 区域神经活动不够活跃显著相关(Kana et al., 2009)。而司法断案过程也正是涉及对行为人犯罪动机的定性。所以才在引言和讨论部分做了相关延伸。但后来，我们经过讨论，一致认同审稿专家的意见，删去了司法断案和自闭症的扩展内容。

Reference:

Kana, R. K., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Minshew, N. J., & Just, M. A. (2009). Atypical frontal-posterior synchronization of Theory of Mind regions in autism during mental state attribution. *Social Neuroscience*, 4(2), 135-152.

审稿人 2 意见：tDCS 是目前的研究热点，文章有一定的研究意义和使用价值，但是有许多问题值得进一步考虑和讨论。具体审稿意见如下

意见 1：摘要建议重新组织，没有交代清楚被试、过程、变量、结果等重要信息。

回应：非常感谢审稿专家针对摘要内容提出的建设性意见。我们已按照审稿专家的建议，重新组织了摘要部分，在摘要中补充了有关实验被试、实验过程、变量及实验结果等内容的重要信息，并在文中标红了补充的部分，请审稿专家审阅。

意见 2：引言部分倒数第二段中，指出以往研究存在的不足时提到四点，因此本研究的变量也安排了四个，但是事实上，这导致研究设计思路不是很清晰，涉及变量太多，而一个实验中是难以同时解答这么多问题的。

回应：首先，感谢审稿专家认真、细致的评阅，让我们意识到这一段的表述存在不够清晰、

准确的地方，因此重写了这一段(已在文中标红)。实际上以往研究可能存在的不足，可以总结为实验设计、实验结论和实验任务三个方面。第一点主要是有关被试内设计和被试间设计各自可能带来的问题。我们主要是通过开展两个不同设计、相互印证的实验来完善这一问题，以稳健性地给出TPJ在人们处理动机意图信息过程中的作用。第二点是有关实验结论完整性的问题，前述研究都只得到抑制或刺激TPJ区域时，所导致的人们在理解他人意图动机信息时的决策变化，而并没有得到有关刺激效应的对称性结论。本研究中两个实验分别得到的刺激效应结论可能相对比较完整。第三点是实验任务不够丰富，人们对于不同道德故事谴责程度的判断，可能会因为故事背景的不同而有所改变。为了体现这一可能性，我们安排了两种不同道德情境的任务以考察故事背景的差异是否会对实验结果产生影响。

从中可以看出，前两点改进是通过开展两个相互补充的实验达成的，并没有在实验数据分析中增加多余的变量。而第三点有关道德任务中故事背景的细分，确实如审稿专家所说，导致了变量的增加。您对于本文是否能完全解决以往研究的不足的担心是有道理的。我们也是寄希望能够通过以往研究的基础上，做出一些可能有益的补充和改进，以期推动相关领域学者在这一研究主题上的讨论和进展。

意见 3: 比如，材料的差异，本研究中分成朋友和商人，但是这样区分之后每种条件下只有一个故事，基于一次判断得出的结论，必须慎重！

回应: 审稿专家的点评非常到位。在第一个实验中，被试在刺激前后每种条件(无伤人、伤人未遂、意外伤人和伤人成功)、每种情境(朋友关系、买卖关系)下所面对的道德任务确实只有一个故事。实际上我们在实验设计时，对于是否要使用更多的道德故事就陷入过两难选择。因为如果增加更多不同内容的道德故事，对于保证故事内容本身的一致性又成为问题。因此，我们才决定在将每个故事划分成不同情境后，既报告全样本的数据结果，又报告划分情境的数据结果，即希望拙文能够在提供可能的创新性故事划分方法的同时，尽可能保证实验结果的有效性。当然，我们也会吸收审稿专家的意见，在未来的相关研究中增加更多的有效试次，提供更加严谨的实验结果。

意见 4: 再比如，提到抑制或刺激 TPJ 的效果，如果想清楚地回答抑制或刺激、左侧或右侧的不同效果，则至少应该设置这样四种条件，还不包括联合条件，即刺激左侧抑制右侧等。但是文章只是非常主观地选择其中两个条件，并不能在这个问题上给出什么结论。

回应: 审稿专家的意见非常专业。刺激或抑制 TPJ 区域的效应，确实可以分为六种条件：刺激右侧 TPJ 区域、抑制右侧 TPJ 区域、刺激左侧 TPJ 区域、抑制左侧 TPJ 区域、刺激右侧且抑制左侧 TPJ 区域、抑制右侧且刺激左侧 TPJ 区域。以往的相关研究都是对于单侧 TPJ 的刺激或抑制效应结果，如激活右侧 TPJ(甘甜等, 2013; Sellaro et al., 2015), 抑制右侧 TPJ(Young et al., 2010; Mai et al., 2016), 抑制左侧 TPJ(Ye et al., 2015)都会影响人们在道德判断中对于意图信息的加工和处理，也就是说以往研究发现，左右侧 TPJ 都会对人们在道德判断时识别行为人的意图动机产生作用。基于这些研究结果，我们才猜测右侧 TPJ 和左侧 TPJ 可能会共同作用于人们对于意图动机的识别。因此，我们希望通过 tDCS 对双侧 TPJ 区域的刺激或抑制，以稳健地考察双侧 TPJ 区域的神经活动对道德判断中心理状态归因能力的共同作用。当然，左右两侧 TPJ 区域究竟是如何共同协作发挥作用，大脑整合意图动机信息的内在神经机制具体是怎样工作的，还需要未来进一步配合神经成像证据予以揭示。

意见 5: 作者一再强调本研究 1 是被试内设计、研究 2 是被试间设计。可是统计分析时写着“将刺激类型作为被试间因素”，如果这样，那么该实验不应该是混合设计？研究 2 同样的问

题存在。

回应: 感谢审稿专家提供的中肯意见, 对于文章没能清楚地表达实验的具体设计向审稿人致以歉意。实际上在实验 1、2 中, 所有被试都是被随机分到三个不同的刺激组。然而不同之处在于, 在实验 1 中, 每个被试在刺激前后都需要各完成一个相似的道德判断任务; 而在实验 2 中, 每个被试只需要在刺激后完成一个道德判断任务。因此, 我们所强调的实验 1 为被试内设计, 实验 2 为被试间设计, 是仅就同一组刺激的刺激效应而言的。不过, 经过审稿专家的提醒, 我们已意识到这一表达会带来混淆和误导。因此, 我们在修改稿中对所有相应的表达都做了修改和删除, 不再强调实验 1 为被试内设计, 实验 2 为被试间设计。

意见 6: 图 5 中“5 分钟 不限时间”是什么意思? 被试完成 4 个任务的判断大概需要多少时间? 如果 5 分钟内完成不了怎么办? 如果已经完成了, 还需要继续刺激至 5 分钟吗? 有何意义?

回应: 图 5 中的“5 分钟 不限时间”指的是被试在做出道德判断任务的同时还会接受 5 分钟的 tDCS 刺激, 而被试在完成道德判断任务的过程中是不限时间的。感谢审稿专家提出的疑问, 我们已对图 5 的相关内容做了修改, 以避免可能的误会。

根据我们的统计, 在实验 1 中, 被试完成所有任务的道德判断平均需要 17 分钟(方差在 10 分钟-25 分钟)时间。也就是说, 剩余 5 分钟的刺激会伴随着所有被试在开始第二个道德判断任务的前期过程。这么做的目的是为了在被试的早期任务过程中, 延续 tDCS 的刺激效果, 当然我们也是参照了之前有关 tDCS 认知决策研究中的常见做法(Fecteau et al., 2007a; Fecteau et al., 2007b; Boggio et al., 2010; Ye et al., 2015)。

Reference:

Fecteau, S., Knoch, D., Fregni, F., Sultani, N., Boggio, P., & Pascual-Leone, A. (2007). Diminishing risk-taking behavior by modulating activity in the prefrontal cortex: a direct current stimulation study. *The Journal of Neuroscience*, 27(46), 12500-12505.

Fecteau, S., Pascual-Leone, A., Zald, D. H., Liguori, P., Théoret, H., Boggio, P. S., & et al. (2007). Activation of prefrontal cortex by transcranial direct current stimulation reduces appetite for risk during ambiguous decision making. *The Journal of Neuroscience*, 27(23), 6212-6218.

Boggio, P. S., Campanhã C., Valasek, C. A., Fecteau, S., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2010). Modulation of decision-making in a gambling task in older adults with transcranial direct current stimulation. *European Journal of Neuroscience*, 31(3), 593-597.

Ye, H., Chen, S., Huang, D., Wang, S., Luo, J. (2015) Modulating activity in the prefrontal cortex changes decision-making for risky gains and losses: A transcranial direct current stimulation study. *Behavioural Brain Research*, 286, 17-21.

意见 7: 因素太多, 导致结果重点不突出, 而且 4 个变量做方差分析时的交互作用非常复杂, 说明什么问题也值得商榷。

回应: 感谢审稿专家富有建设性的意见, 我们积极地采纳了您的建议。全文都是以不区分情境的全样本结果作为主要结论来突出。如在文中的摘要和引言部分表述研究结论时, 均以不区分情境的全样本作为主结果进行重点阐释, 只是在讨论部分对区分情境的结果做了一点可能性的扩展(对于情境因素可能会影响结果只是稍作了说明)。此外, 我们还根据审稿专家的意见, 在实验 1 的结果部分, 删除了 4 个变量做方差分析时的交互作用结果与可能说明的问题。力求能更加简洁、直接地说明实验结果和本文的主要结论。

意见 8: 有效试次不足。实验 1 刺激前后各做 2 次道德任务判断, 实验 2 在刺激后进行 4 次

道德任务判断。仅凭几次反应就推断出可能存在的结果，无法排除被试随机反应的可能性，尤其是实验 1，刺激后的有效试次只有 2 次，结果的可靠性有待进一步商榷。您将实验材料按情境进一步细分为朋友关系和买卖关系，结果的可靠性也有待进一步。

回应：审稿专家对于实验有效试次不足的担心，我们也表示认同。希望以下的解释，能让审稿专家稍感宽慰。

首先，实际上每个道德判断故事，在相同故事背景下，我们会根据动机、结果的不同分为四种条件(无伤人、伤人未遂、意外伤人和伤人成功)。也就是说，实验 1 中的被试在刺激前后需要各做 8 次道德任务判断，实验 2 中的被试在刺激后要做 16 次道德任务判断。

其次，本研究的两个实验，在被试总数上达到了 111 名，这相对于以往的神经实验有了明显的增加。我们也是寄希望能够通过增加被试数量，来减少随机反应的可能性，增强实验结果的可靠性。

再次，我们在实验设计时，对于是否增加道德判断的故事也有所顾虑。因为如果一旦增加更多的道德判断故事，故事内容的统一性又难以保证。毕竟道德故事的判断不像抽象的决策任务，道德故事包含有丰富的背景、人物、情节等内容框架，这就使得我们难以避免不同故事之间在情节、框架、表达上完全没有差异。而这种差异又在一定程度上会影响到被试的决策判断，以致干扰到实验结果的有效性。

最后，我们也会积极采纳审稿专家的意见，在未来的相关研究中考虑加入更多相似的道德判断故事，以增加实验的有效试次，给出更为稳健的实验检验。

意见 9：没有报告 effect size。但是，您在论文自检报告中却说已经报告。

回应：感谢审稿专家善意的提醒，这确实是我们的疏忽。我们已在修改稿中补充了相应统计检验的 effect size，并在文中标红了补充的 effect size。

意见 10：没有明确提出实验假设。但是，后面提到“这就验证了我们的假说”。

回应：感谢审稿专家的建议，这确是我们不够严谨的地方。我们已在实验结果部分中删去了“这就验证了我们的假说，当对心理状态进行归因时，被试的道德偏好明显地偏向动机一端。”这一表达。

意见 11：统计分析方法以及结果呈现在某些地方不规范、不精简、不具体。请严格按照规范的格式表述结果。比如，某些地方只写到“有显著效应”，很多地方没有报告事后检验的 F 值和 p 值。实验 1 的结果部分很混乱，尽量突出报告主要关注问题的结果。

回应：感谢审稿专家的中肯意见，我们完全接受您对于本文在统计结果呈现方面不规范的批评。为此，我们也特意参照更多相关文章的结果表述，完善了文中对于实验结果报告的格式规范。事后校正检验方面，我们也根据统计规范和惯例补充了两两比较的具体均值与 p 值(已在修改稿中标红)。另外，我们还按照审稿专家的意见，对实验 1 的结果部分做了重新整理和完善，尽可能突出主要的报告结果。

意见 12：心理学实验最好可以选择一种简单有效的方法去解决我们关注的问题，这样可以节约人力和财力的消耗，提高实验的效率。实验 1 和实验 2 保留一个即可，它们在很大程度上是重复实验，没有任何新的考虑和结果发现。

回应：感谢审稿专家对于我们耗费大量人力、物力和心血才完成的这一研究，表示的体谅和理解。我们当初之所以开展两个相似的道德判断实验，主要是因为我们在以往有关 tDCS 的研究中发现，研究者们通常会采用两种不同的实验设计来实现研究目的：一种是让被试在刺激前后各做一次任务，以被试刺激前后的决策差异作为刺激效应；另一种是只让被试在刺

激后做一次任务，以各刺激组中被试的决策差异作为刺激效应。而这两种设计自然是各有利弊。鉴于此，我们才想着是否能在一个研究中，通过控制其他研究内容不变，而只是使用以上两种不同的实验设计模式开展两个相互独立的实验，来考察这两种设计是否会带来不同的实验结果。

而我们发现，两个实验的结果不仅没有矛盾，而且是相互补充的，形成一个对称性整体：在激活右侧 TPJ 并限制左侧 TPJ 的情况下，人们对负性结果的谴责程度变高，人们变得更加依赖于行为结果做出道德判断(实验一)；而在限制右侧 TPJ 并激活左侧 TPJ 的情况下，人们对负性意图的谴责程度变高，人们变得更加依赖于行为者的动机做出道德判断(实验二)。这一对称性结论，相比较之前相关研究中所发现的左右侧 TPJ 各自对道德判断的作用，显得更加立体和丰富。这也使得我们可以得到双侧 TPJ 区域可能共同作用于道德判断时心理状态归因能力，这一以往 tDCS 研究中所没有发现的结论。

此外，如审稿专家所言，脑刺激技术(TMS、tDCS)的相关研究是目前神经科学领域的前沿热点，关于这一方向上的实验结果讨论以及方法论元分析研究也有很多(Jacobson et al., 2012)。因此在很多相关研究中，已经开始运用多个实验来稳健性地给出实验结果。如 Young et al.(2010)针对不同技术手段，Sellaro et al.(2015)针对不同刺激方式在一个研究中呈现了两个相似的有关神经刺激对被试认知决策影响的实验，以充分验证刺激效应的有效性和稳健性。所以，虽然我们的两个实验在形式上比较相似，但它们在实验设计和结论上更是一个整体，还能相互验证增强结果的稳健性。我们感谢审稿专家对于给我们的中肯建议，但要在两个实验中舍去其一，实有不忍，万望您能理解。

Reference:

- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). tDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1–10.
- Young, L., Cushman, F., Hauser, M., & Saxe, R. (2007). The neural basis of the interaction between theory of mind and moral judgment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(20), 8235-8240.
- Sellaro, R., Güroğlu, B., Nitsche, M. A., van den Wildenberg, W. P., Massaro, V., Durieux, J., & et al. (2015). Increasing the role of belief information in moral judgments by stimulating the right temporoparietal junction. *Neuropsychologia*, 77, 400-408.

第二轮

编委意见：作者很好地处理了审稿人提出的问题，并进行了恰当的修改。建议接受发表。

第三轮

主编意见：研究通过两个相互印证的实验，使用经颅直流电刺激干预方法，考察了左右两侧 TPJ 在道德判断过程起到的不同作用，结果发现激活右侧 TPJ 并限制左侧 TPJ 时，道德判断更依赖于行为结果，而限制右侧 TPJ 并激活左侧 TPJ 时，道德判断更依赖于行为者的动机。本研究在以往成像、TMS、tDCS 研究的基础上，区分了激活或抑制左右两侧 TPJ 的不同影响，并以 tDCS 干预前后组内直接对比，提高了研究结果的稳健性。

回应：非常感谢主编对本文研究内容与研究意义的高度概括和准确总结。我们也在后续的前言部分，围绕您帮我们提炼的本研究内容与意义做了更进一步地阐述。

意见 1：前言的阐述有一点凌乱且过于强调 tDCS 技术的优势。但事实上，相比于以往的研

究，本研究的优势和推进在于：①通过干预前后的比较增加了研究结果的稳健性，②通过分别激活左/右同时抑制右/左侧 TPJ，探讨两侧 TPJ 的功能性差异。因此，建议可以在前言的梳理中着重就这两点做相应的铺垫和分析。

回应：完全同意主编对本文前言阐述的评论。根据主编的指导意见，我们重新梳理了前言部分的内容，对行文逻辑做了一定的调整，如删减了之前强调 tDCS 技术优势部分的内容，着重补充了对实验设计的稳健性，以及通过分别激活左/右同时抑制右/左侧 TPJ，探讨了两侧 TPJ 的功能性差异这两点研究意义的铺垫和分析。为了便于主编再审，我们在文中用蓝字标出了修改部分。

意见 2：方法部分表述不够准确，逻辑有些混乱。例如 a) 在 2.1.2 tDCS 中，第一段介绍了 tDCS 产生作用的两个因素，但直到第三段最后才描述了本研究采用的这两个因素的强度，在二者中间分别介绍了电极的定位和三组条件下不同的设置，并没有较好逻辑性。 b) 在 2.1.3 的图 2 中，实验故事包含 2(预示)×2(意图)×2(结果)八个条件，而在之后的分析中每个故事包含了 2(意图)×2(结果)四种条件，那么预示这个条件的部分起到什么样的作用呢？希望能够在方法部分说明。 c) 另外，每个故事中的四个条件是以何种顺序呈现并进行道德判断的，呈现顺序是否会影响判断的结果呢？

回应：主编对于本文方法部分的意见，我们非常乐于采纳。首先，有关 2.1.2 tDCS 部分的确存在逻辑比较混乱的问题，基于此我们调整了这部分内容中段落之间的逻辑关系：第一段介绍了刺激电流强度和持续时间这两个因素，第二段介绍了实验所用产品的细节信息，后两段介绍了刺激的脑区位置和对应的坐标点。其次，原文中确实没有很好地交代清楚故事“预示”所起的作用，“预示”实际上就是表征故事“结果”是中性还是负性的原因，所以并不需要再把“预示”作为一个独立的变量。我们也在修改稿中对这一处理做了具体说明和解释。最后，每个故事中的四种条件均是以一种固定顺序呈现，即中性意图中性结果，中性意图负性结果，负性意图中性结果，负性意图负性结果。之所以以一种固定顺序呈现，我们主要基于两点考虑：一方面，如果以不同顺序呈现的话，这些不同顺序的决策结果之间可能就难以比较了；另一方面，确实会如主编所说，以一种顺序呈现的话可能会带来一定的顺序效应，影响被试在四种条件下的判断结果。但因为本研究考察的是不同刺激之间的决策差异，所以控制一种顺序应该不会影响到实验的主结论。我们在修改稿中用蓝字标出了方法部分的修改内容。

意见 3：结果呈现部分，如为两组比较的结果，建议增加 d 值作为效应量。

回应：感谢主编的提醒，我们已在所有两组比较的结果中，补充了 Cohen's d 值的效应量数据，并用绿色背景标出补充的数据值。

意见 4：讨论部分中对情境差异的解释部分，研究者仅对实验结果进行了描述，而未对情境因素起作用的原因进行分析和探讨。

回应：感谢主编为了本文讨论部分的完善所提出的宝贵修改意见。我们在讨论部分中，已加入对情境因素起作用的原因的分析和探讨，并用蓝字标出。

意见 5：请注意彩图在黑白印刷版中是否具有可区分性。

回应：感谢主编的善意提醒，考虑到黑白印刷版中图形的可区分性，我们已将所有彩图换成了黑白图。另外，我们也再次对全文进行了多次检查和通读，尽可能使文中的图表、数据检验、语言表达等方面的错误或不规范的地方降到最低程度。

第四轮

主编意见：作者进行了认真的修改，以下两个小地方请进一步修改完善：

意见 1：在引言的最后一段里：“最后，本研究在以往脑成像和脑刺激（TMS、tDCS）结论的基础上，通过 tDCS 技术对左右两侧 TPJ 区域进行干预（激活右侧 TPJ 并限制左侧 TPJ、限制右侧 TPJ 并激活左侧 TPJ），以考察被试在干预前后对涉及事件动机与结果的行为做出道德判断时有何差异。结果发现，当激活右侧 TPJ 并限制左侧 TPJ 时，道德判断更依赖于行为的结果；而限制右侧 TPJ 并激活左侧 TPJ 时，道德判断更依赖于行为者的动机。因为，我们可以稳健性地得到左右两侧 TPJ 在道德判断过程中的作用，以及进一步区分了激活或抑制左右两侧 TPJ 的不同影响。”前言直接预告结果有一点奇怪，可以不需要结果那一句。此外，之后的连接词应该是“因此”。

回应：感谢主编的细致意见，已按这一要求对文章做了相应修改。

意见 2：一个小格式问题：增加的效应值 d 斜写并注意前后空格。

回应：感谢主编意见，已对文章效应量的格式做出相应修改和完善。