

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：理解双人肢体运动表达的友好和敌对意图的 ERP 证据

作者：黄亮 杨雪 黄志华 王益文

---

### 第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：前言部分有待进一步补充和厘清思路：例如，作者在讨论部分提到“该结论支持了我们以往关于意图理解的两阶段加工模型(Two-stage Model)：理解他人的无互动（私人）意图要先于理解互动意图，同时为心理理论的分层认知框架(HMCF)的假设模型提供了更丰富的神经电生理学证据(Wang et al., 2011,2012a)”，本研究的目的是否与验证这些模型有关？建议作者在前言部分简要介绍这些理论模型，梳理本研究与这些模型理论的关系。

回应：非常感谢审稿人的宝贵意见。作者在查阅了大量前人研究报告后，在前言部分第一段对两阶段加工模型和心理理论的分层认知框架进行了补充说明，并对本研究与这些模型理论的关系进行了梳理，强调了本研究有助于丰富上述理论模型的内涵。相关修改内容如下：

“Wang 等人 (2012a) 采用卡通漫画作为实验材料，研究结果发现了个体理解私人意图诱发的 N250 成分要显著负于交际意图，而交际意图在 400~600 ms 时间窗口诱发的晚期正成分 (late positive component, LPC) 则显著正于私人意图，并据此提出理解私人意图（相当于不存在互动的生物运动）要先于理解交际（互动）意图的两阶段加工模型。Wang 等人 (2011, 2012) 还发现，理解单人心理是理解互动心理的基础，两者属于心理理论不同层次的加工水平，并据此提出心理理论的多层次模型。然而上述研究并没有对不同性质的互动（交际）意图进行细致区分，上述理论模型的内涵有待进一步丰富并获得更多一致性证据的支持。”

详见文中蓝色字体。请审稿人审查。

参考文献：

- Bahnemann, M., Dziobek, I., Prehn, K., Wolf, I., & Heekeren, H. R. (2010). Sociology in the temporoparietal cortex: Common versus distinct processes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(1), 48 - 58.
- Redcay, E. (2008). The superior temporal sulcus performs a common function for social and speech perception: Implications for the emergence of autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(1), 123 - 142.
- Wang, Y.W., Huang, L., Lin, C., Zhang, Z., Liang, F., & Shen, D. (2012a). Spatio-temporal Brain Dynamics of Understanding Social Versus Private Intentions: An Electrical Neuroimaging Study. *Neuroquantology*, 10, 733-743.
- Wang, Y.W., Zheng, Y.W., Lin, C.D., Wu, J., & Shen, D.L. (2011). Electrophysiological correlates of reading the single-and interactive-mind. *Frontier in Human Neuroscience*, 5, 64.

王益文, 郑玉玮, 沈德立, 崔磊, 闫国利. (2012). 解读成语中的他人心理与互动心理: 来自眼动和 ERP 的证据. 心理学报, 44(1):100-111.

郑玉玮, 王益文. (2014). 成人期个体心理理论的发展、研究范式与神经机制. 心理与行为研究, 12(5): 712-719.

**意见 2:** 虽然在前言部分作者较为完整地回顾了已有相关研究, 但对于本研究与已有研究的关系陈述得不够清楚。例如, 与 Wang et al., 2014, 2015 的研究相比, 本研究除了材料的改进之外, 还有哪些创新之处? 在研究目的上, 与之前的研究存在哪些不同? 本研究如何有助于进一步厘清之前研究结果发现的矛盾?

**回应:** 非常感谢审稿人提出的细致深入的意见。与 Wang 等人研究 (2014, 2015) 相比, 本研究除了进一步提高实验材料的生态效度, 让其更贴近人类日常生活, 使本研究的外部效度更高之外, 还在以下三方面做了改进:

第一、中性无互动意图的内涵严格按照 Walter 等人 (2004, 2009) 有关私人 (无互动) 意图的定义操纵, 避免了以往研究中仅靠凭借身体朝向而不用对两个人物动作意图进行理解就可以判断意图类型的不足之处;

第二、将人物面孔进行马赛克处理, 避免了人物面孔情绪对肢体表达的意图识别的干扰。已有大量研究表明, 面孔和肢体均是个体心理状态 (含情绪、意图) 表达与识别的重要线索 (Gelder, 2009)。其中肢体一直起着辅助面部的作用。当面部和肢体表达的心理状态一致时, 会促进个体对他人心理状态的理解, 不然则反之 (丁小斌, 康铁君, 赵鑫, 付军军, 2017)。以往研究中虽然人物面孔均为中性表情, 然中性面孔表情和肢体表达的友好意图或敌对意图的效价不一致性, 则可能干扰到被试的正确理解。

第三、添加女性演员, 丰富了互动意图研究的内涵, 有助于为未来研究从被观察者角度 (Adenzato et al., 2017) 深入探讨互动意图理解认知神经机制的性别差异。

另外, 采用 sLoreta 进行脑溯源分析也是与以往研究分析方法上的不同之处之一, 有助于更清晰探查负责不同类型意图理解的脑功能分区。

与以往研究相比, 本研究旨在采用控制更严格、内涵更丰富、生态化效度更高的实验材料 (彩色人物照片) 和多样化的数据分析方法 (sLoreta 软件等), 考察大脑理解双人互动背景下基于肢体表达的友好、敌对意图和中性无互动意图的时空特征, 让实验结果可推广性更强, 同时加深人类对大脑理解不同互动意图的动态时空过程的认识。

Wang 等人的研究 (2014, 2015) 发现不同性质的互动意图诱发的 ERP 成分与行为结果并不完全一一对应: 友好意图的反应时显著长于敌对意图, 而推测友好意图可能与 N2 成分

相关，敌对意图则可能与 P3 相关。而本研究一方面既揭示了理解友好和敌对互动意图的行为反应特征及脑电成分，另一方面也为揭示友好意图理解与敌对意图理解电生理机制的初步分离和深入加工提供了证据。在查阅了大量前人研究基础上，本研究结果及推论和以往研究不同，研究者认为 N250 成分可能反映了大脑对友好和敌对意图的初步解读，P300 成分则可能是对友好和敌对意图的不同社会情感意义进行深入加工，未像 Wang 等人的研究（2014, 2015）出现明显的行为及脑电成分不一致现象，请审稿人审查。

#### 参考文献:

- Adenzato, M., Brambilla, M., Manenti, R., De Lucia, L., Trojano, L., Garofalo, S., . . . Cotelli, M. (2017). Gender differences in cognitive Theory of Mind revealed by transcranial direct current stimulation on medial prefrontal cortex. *Sci Rep*, 7, 41219.
- De Gelder, B. (2009). Why bodies? Twelve reasons for including bodily expressions in affective neuroscience. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3475–3484.
- Walter, H., Adenzato, M., Ciaramidaro, A., Enrici, I., Pia, L. & Bara, B. G. (2004). Understanding intentions in social interaction: The role of the anterior paracingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(10), 1854–1863.
- Walter, H., Ciaramidaro, A., Adenzato, M., Vasic, N., Ardito, R.B., Erk, S., & Bara, B.G. (2009). Dysfunction of the social brain in schizophrenia is modulated by intention type: An fMRI study. *SCAN*, 4, 166–176.
- Wang, Y., Huang, L., Zhang, W., Zhang, Z., & Cacioppo, S. (2015). Spatio-temporal dynamics of kind versus hostile intentions in the human brain: An electrical neuroimaging study. *Soc Neurosci*, 10(3), 253-267.
- 丁小斌, 康铁君, 赵鑫, 付军军. (2018). 躯体表情与面部表情加工进程比较. *心理科学进展*, 26(3), 423–432
- 王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英. (2014). 友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

**意见 3:** 论文写作中还有一些细节问题需修改：实验材料部分，建议说清楚两张图片，第一张是动作准备，第二张是动作执行，实验条件的三种变化主要体现在第二张图片上。

**回应:** 非常感谢审稿人提出的深入细致的意见。已经在实验材料部分说明，“*实验范式参考 Wang 等人（2014, 2015）的研究范式，本研究采用两张照片（动作准备及执行照片）先后呈现的方式，……，由于三种条件下相对应的每组照片中的第一张动作准备照片是相同的，仅在于第二张动作执行照片不同，因此三种条件下总共 280 张照片。*”。

详见文中蓝色字体，请审稿人审查。

**意见 4:** 参与材料评定的 20 名被试是否也参加了正式实验？只评定动作执行图片，还是两张图片一起评定？材料如何在“生态效度”和“无关变量控制”方面改进了以往研究，是指采用彩色图片、对面孔马赛克和添加女性演员三个方面吗？另外，从示例图片上看，互动与非互动图片在人际距离上似乎有一定差异，其他图片是否也有类似差异？是否可能会造成系

统误差？

回应：非常感谢审稿人对提出的宝贵意见。参与材料评定的 20 名被试是未参加正式实验。评定图片时是两张图片一起评定。已在实验材料部分补充说明，“首先随机选取 10 名在校大学生（男女人数各半，年龄在 19~26 岁之间），要求他们判断三种条件下每组照片（含动作准备和执行照片）中两个人物的活动场景，……，所有参与实验评定的被试均未参加正式实验”。

材料生态效度方面，本研究采用的彩色照片，比以往研究中采用黑白照片或卡通图片，均更贴近人类日常生活，因此生态效度更高，所得实验结果可能具有更高外部效度。此外，相比以往研究中性面孔表情可能存在的干扰，本研究中采用 Photoshop 等专业作图软件，把人物面孔加马赛克可以避免面孔表情对肢体意图理解的干扰，控制更加严格。添加女性演员角色，相比以往研究仅有男性演员角色，现有研究内涵也有所丰富。以上做法都改进了以往研究。

关于互动与非互动图片材料，研究者主要参考 Walter 等人（2004, 2009）、Bahanneman 等人(2009)和 Wang 等人（2014, 2015）的实验材料。在拍摄过程中，不论是在动作准备时，还是在动作执行时，两名演员的位置均是相对固定的。略微不同的是，处于互动情境中的两个人物，通常互动发起者的动作目标指向另一个人（接收者），而处于非互动情境中的两个人物，其动作目标均为满足个人需要，与另一个人无关。这种场景设置一方面是符合前人（Walter et al., 2004）关于互动意图与非互动（私人）意图的理论定义，另一方面也是符合人类日常生活情境的。请审稿人审查。

参考文献：

- Bahnemann, M., Dziobek, I., Prehn, K., Wolf, I., & Heekeren, H. R. (2010). Sociology in the temporoparietal cortex: Common versus distinct processes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(1), 48–58.
- Walter, H., Adenzato, M., Ciaramidaro, A., Enrici, I., Pia, L. & Bara, B. G. (2004). Understanding intentions in social interaction: The role of the anterior paracingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(10), 1854–1863.
- Walter, H., Ciaramidaro, A., Adenzato, M., Vasic, N., Ardito, R.B., Erk, S., & Bara, B.G. (2009). Dysfunction of the social brain in schizophrenia is modulated by intention type: An fMRI study. *SCAN*, 4, 166–176.
- Wang, Y., Huang, L., Zhang, W., Zhang, Z., & Cacioppo, S. (2015). Spatio-temporal dynamics of kind versus hostile intentions in the human brain: An electrical neuroimaging study. *Soc Neurosci*, 10(3), 253–267.
- 王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英.(2014).友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

意见 5: 20 名被试的样本量是否足够? 是否经过 power analysis 的估计?

回应: 非常感谢审稿人提出的宝贵意见。参考付艺蕾、罗跃嘉和崔芳(2017)、王沛等人(2017)和 Wang 等人(2014, 2015)以往的事件相关电位研究的样本数量, 使用 G\*power 3.0 软件, 设定 power 为 0.8 (Cohen., 1992), 经事前估计, 考虑到事先效力分析发现 20 名被试即可有 80% 的把握在 95% 显著水平上检测到较大的效应(Cohen's  $d=1.00$ ), 因此当前实验样本量 20 名被试是足够的。未来的研究还可以考虑扩充样本量, 以增强研究结果的可靠性。请审稿人审查。

参考文献:

Cohen., J.(1992). A power primer. *Psychol Bull.*,112(1):155-159.

Wang, Y., Huang, L., Zhang, W., Zhang, Z., & Cacioppo, S. (2015). Spatio-temporal dynamics of kind versus hostile intentions in the human brain: An electrical neuroimaging study. *Soc Neurosci*, 10(3), 253-267.

付艺蕾,罗跃嘉,崔芳.(2017).选择一致性影响结果评价的 ERP 研究[J].心理学报, 49(08):1089-1099.

王沛,陈庆伟,唐晓晨,罗俊龙,谈晨皓,高凡.(2017).中国人三重自我建构加工中的相对优先性:来自 ERP 的证据.心理学报, 49(08):1072-1079.

王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英.(2014).友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. 中国科学 生命科学, 44(7), 736-746.

意见 6: 图 1 标题建议改为“试验流程图示”, 400-600ms 的随机时间是呈现什么图片? 应在流程图中体现。

回应: 非常感谢审稿人的宝贵意见。图 1 标题已经修改。400~600 ms 随机时间呈现的是一个黑屏, 已在流程图中体现。

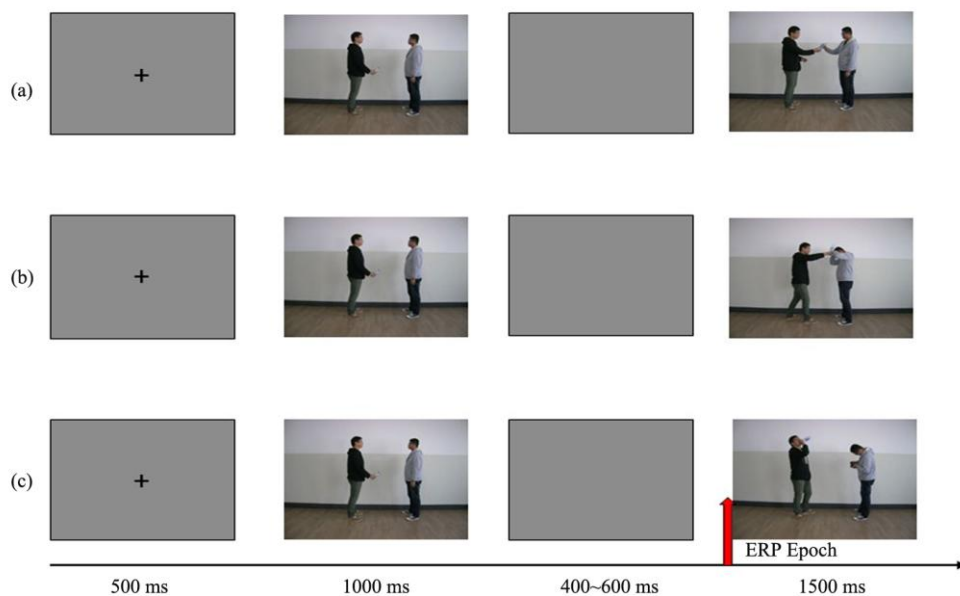


图 1 试验流程图示

请审稿人审查。

**意见 7:** 在实验程序中应介绍总试次数量、是否有休息、试次是分组还是随机呈现等信息。

**回应:** 非常感谢审稿人提出的宝贵意见。已经在实验程序部分对总试次数量、是否有休息已经随机呈现试次进行了补充说明, “*试验总试次为270次, 三种意图条件下各90次, 呈现顺序是伪随机。整个试验分两段进行, 中间让被试充分休息*”。

详见文中蓝色字体。请审稿人审查。

**意见 8:** ERP 数据处理部分, 70-170ms 是什么成分的时间窗口?

**回应:** 非常感谢审稿人的细心提醒。此处属于作者笔误, 已经删除。请审稿人审查。

**意见 9:** 行为结果部分, 虽然三种实验条件的正确率不存在差异, 但是反应时存在差异, 作者得出“不存在任务难度的显著差异”的结论, 个人认为不够严谨。类似的, 在讨论部分, 作者提出“友好和敌对意图的 N250 波幅无显著差异”、“友好与无互动意图无显著差异”的结论, 但在结果部分, 条件和电极前后、左右的三重交互是显著的, 在某些脑区和电极, 存在友好和敌对意图的 N250 差异和友好与无互动意图的 P300 差异, 所以不能得出二者无显著差异的结论。

**回应:** 非常感谢审稿人提出的深入细致意见。研究者在进行正式实验前任意选取 10 名被试对实验材料进行了友好、敌对和无意图的判断, 并要求被试如实根据自身的感受对做出该判断的难易程度进行 5 点评定, 根据判断和评定结果, 剔除反应时超过 2000 ms 和正确率低于 60% 的照片, 统计分析显示任务难度不存在显著差异。对行为结果的正确率进行分析, 不存在条件的主效应,  $p > 0.05$ , 在一定程度上印证了该结果, 表明三种条件的任务难度是基本相当的。而对行为结果的反应时进行分析, 则存在条件的主效应, 敌对意图对生物进化存在一定优势, 因而反应时最短, 符合负性偏向理论 (朱永泽, 毛伟宾, 王蕊, 2014), 而友好意图和无互动意图则更长, 反映了内部心理加工过程更复杂。当然研究中三种实验条件图片的复杂程度和任务难度难以完全一致, 在进一步的研究中要得到更好的控制和改进。研究者在行为结果部分对统计结果的进行了补充说明, “*该分析说明三种不同的意图条件在任务难度上是基本相当的, 与材料筛选中对实验任务难度的评定是相一致的*”。详见文中蓝色字体。研究者已根据对 N250 和 P300 的统计结果, 在讨论部分对 N250 和 P300 的相关描述进行了修改和补充说明, “*ERP 结果显示分布在大脑前额区的友好意图的 N250 波幅比敌对意图显著更负, 且无互动意图的 N250 波幅比友好意图也显著更负。……, 在 270~450 ms, ERP 结*

果发现在大脑右半球，敌对意图的P300波幅比友好和无互动意图更正，且友好意图比无互动意图的P300波幅也更正”。使结论更加严谨。详见文中蓝色字体。请审稿人审查。

参考文献：

朱永泽,毛伟宾,王蕊.(2014).负性偏向的神经机制.心理科学进展, 22(9):1393-1403.

意见 10：图 2 建议放大、加粗，增加清晰度。另外该图上的 N250 成分并没有很好的体现出互动与非互动条件的差异，友好和敌对意图的 N250 似乎也有较大差异，请仔细核查。

回应：非常感谢审稿人提出的宝贵意见。已经重做图 2（见下图），将其放大加粗，并增加清晰度。对友好、敌对和无互动的 N250 波幅重新进行统计分析，结果发现与原稿件中统计结果一致。

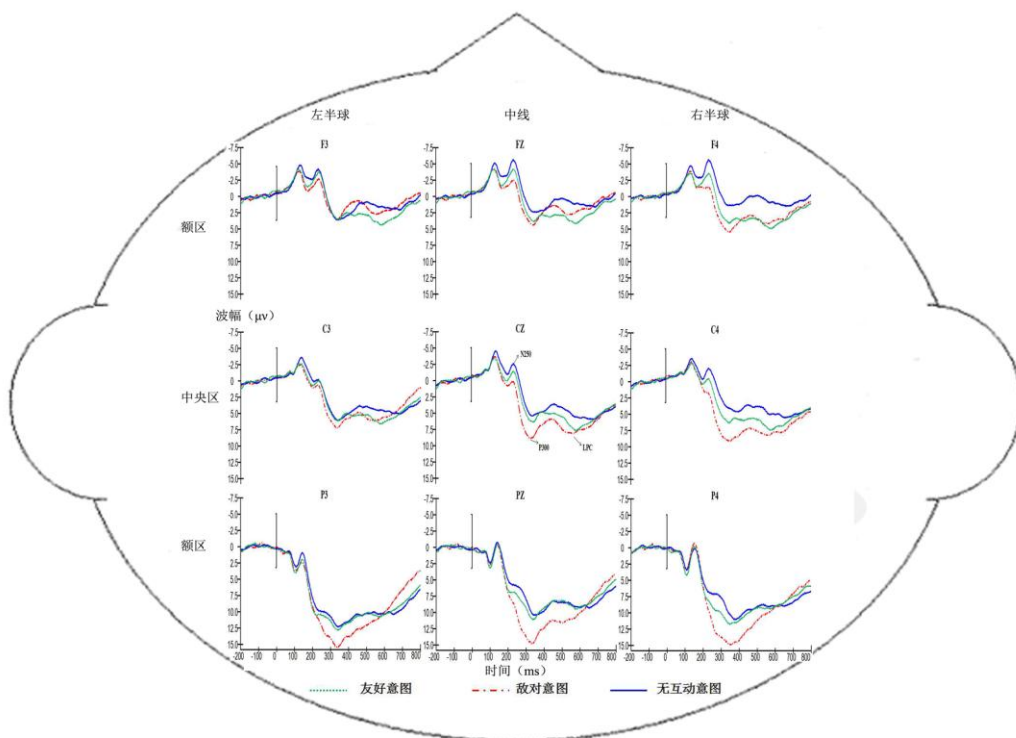


图 2 友好、敌意、无互动意图条件下 ERP 总平均波形图

请审稿人审查。

意见 11：如果作者的观点是 N250 体现出互动和无互动意图的差异，则在源定位分析上，应对互动和无互动的脑电差异进行溯源分析，而不仅仅是比较友好和敌对意图条件。另外，图 4 是对友好和敌对意图条件分别进行溯源分析的结果？还是两者的差异的结果呢？请进一步补充说明。

回应：非常感谢审稿人提出的宝贵意见。研究者用 sLORETA 软件（Pascual-Marqui, 2002）

分别对无互动意图和友好意图、以及无互动意图和敌对意图的 N250 原始波进行溯源和对比分析，并根据结果重新进行了作图。另外，研究者是对不同意图水平条件下的原始波进行溯源和对比分析，已经在结果部分进行了补充说明，“先用 sLORETA 软件分别对无互动意图和友好意图、以及无互动意图和敌对意图的 N250 原始波进行溯源分析，发现抑制的脑区分别位于 Brodmann 10 区 (BA6, 见图 4a) 和 Brodmann 2 区 (BA2, 见图 4b)，进行比较后均未发现活动存在显著差异的脑区”。详见文中蓝色字体，请审稿人审查。

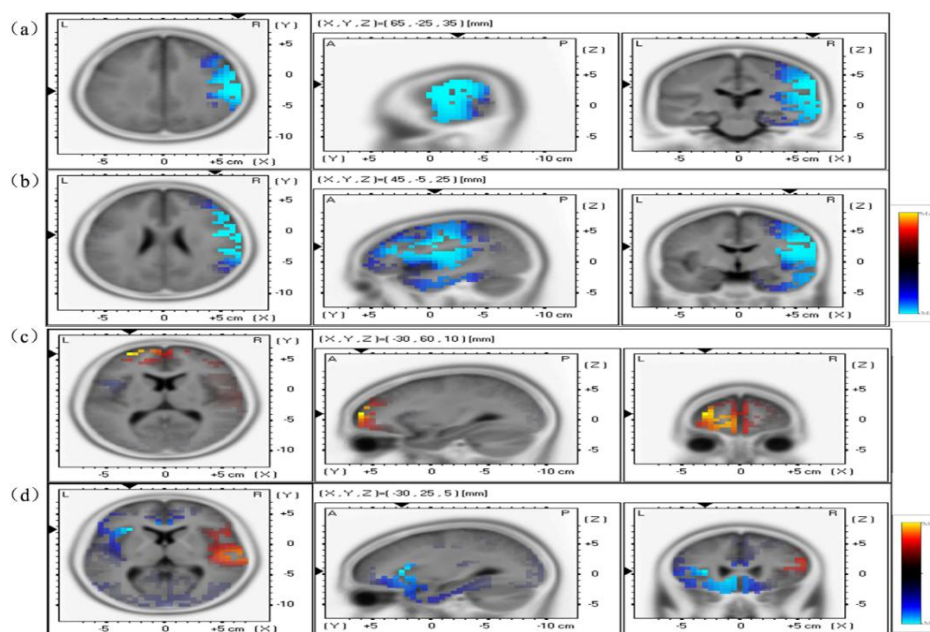


图 4 对无互动意图与友好、敌对意图条件下的 N250 进行溯源分析的最大抑制脑区分别为 BA6 区 (a) 和 BA2 区 (b)；对友好意图和敌对意图两种条件下 N250 和 P300 进行溯源的最大激活脑区分别位于 BA10 区 (c) 和 BA45 区 (d)。

#### 参考文献：

Pascual-Marqui, R.D.. (2002). Standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): Technical details. *Methods and findings in experimental and clinical pharmacology*. 24 Suppl D. 5-12.

**意见 12：**讨论部分，建议用“无互动意图的 N250 波幅显著比友好和敌对意图的波幅更负”而不是“波幅更小”来描述结果，因为 N250 是一个负波，波幅更小是指更负、还是相比基线的振幅更小？容易产生误解。

**回应：**非常感谢审稿人提出的宝贵意见。已经在讨论部分进行修改，并据此对全文做了修改。

详见文中蓝色字体。请审稿人审查。



审稿人 2 意见：

意见 1：题目突显“双人肢体运动”，而为什么采用双人肢体运动来操纵意图，缺乏介绍和讨论。

回应：非常感谢审稿人提出的宝贵意见。研究者在查阅大量相关研究报告后，在引言和讨论部分对用双人肢体运动来操纵意图的原因进行了补充说明：

引言部分：“依据心理哲学和认知语用学，互动（交际）意图指一个人(A)的行为目标在当下至少指向另外一个人(B)，并被 B 所识别接收(Walter et al., 2004)。其中，双人依赖肢体运动来表达互动意图是不仅是生活中一种常见且重要的社交情境，而且是个体在毕生发展（尤其是生命早期）与他人进行社会交往、相互学习和维持人际关系的重要手段（Ickes, 2003），探察大脑如何理解双人肢体表达的不同性质的互动意图具有现实意义。已有部分学者（Grafton, 2009; Ortigue, Sinigaglia, Rizzolatti, & Grafton, 2010）提出具身模仿理论，认为当个体自己过去的动作经历与当前观察到的他人的动作一致时能够促进个体对他人互动意图的理解。当被观察者越为个体所熟悉时，越容易促进互动意图的理解（Cacioppo et al., 2017）。认知神经影像学研究表明，额-顶动作观察网络和社会脑网络（包含内侧前额叶皮层(medial prefrontal cortex, mPFC)，颞顶联合皮层(temporal parietal junction, TPJ)和后部颞上沟等区域）在理解双人肢体运动表达的互动意图中扮演着重要角色（Centelles, Assaiante, Nazarian, Anton, & Schmitz, 2011）。”

讨论部分：“由于自闭症群体对互动情境下的双人肢体运动知觉存在损伤（Kaiser, & Pelphrey, 2012），本研究将有助于为探查其社会互动缺陷的机制提供一个较好的范式”。详见文中蓝色字体。请审稿人审查。

参考文献：

- Burgoon JK (1994). Nonverbal signals. In: Knapp ML, Miller GR, editors. Handbook of interpersonal communication. Thousand Oaks CA: Sage. p 229 - 285.
- Cacioppo, S., Juan, E., & Monteleone, G. (2017). Predicting Intentions of a Familiar Significant Other Beyond the Mirror Neuron System. *Front Behav Neurosci*, 11, 155.
- Centelles L., Assaiante C., Nazarian B., Anton J-L., & Schmitz C. (2011). Recruitment of both the mirror and the mentalizing networks when observing the social interactions depicted by point-lights: A neuroimaging study. *Plos One*, 6, e15749.
- Georgescu, A. L., Kuzmanovic, B., Santos, N. S., Tepest, R., Bente, G., Tittgemeyer, M. and Vogeley, K. (2014), Perceiving nonverbal behavior: Neural correlates of processing movement fluency and contingency in dyadic interactions. *Hum. Brain Mapp.*, 35: 1362–1378.
- Grafton, S.T. (2009). Embodied cognition and the simulation of action to understand others. *Annals New York Academy of Science*, 1156, 97 - 117.

- Ickes, W., 2003. *Everyday Mind Reading: Understanding What Other People Think and Feel*. Prometheus Books, Amherst, NY.
- Kaiser, M.D., Pelphey, K.A. (2012): Disrupted action perception in autism: Behavioral evidence, neuroendophenotypes, and diagnostic utility. *Dev Cogn Neurosci* 2:25-35.
- Ortigue, S., Sinigaglia, C., Rizzolatti, G., &Grafton, S.T. (2010). Understanding actions of others: The electrodynamics of the left and right hemispheres. A high-density EEG neuroimaging study. *Plos One*, 5, e12160.
- Walter, H., Adenzato, M., Ciaramidaro, A., Enrici, I., Pia, L. &Bara, B. G. (2004). Understanding intentions in social interaction: The role of the anterior paracingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(10), 1854–1863.

**意见 2：**多种指标之间呈现何种关系，应给出明确的总结论。

**回应：**非常感谢审稿人提出的宝贵意见。研究者依据本研究的结果，将多种指标之间呈现的关系总结如下：

“本研究从 N250 和 P300 等脑电成分和溯源分析等指标上揭示了大脑理解双人肢体运动表达的互动意图的动态时空进程：前额区的 N250（170~270 ms）可能与友好和敌对意图的初步解码有关，溯源分析表明属于社会脑网络部分的额中回（BA10）负责对友好和敌对意图的加工；分布在大脑中央区、顶区和右半球的 P300 成分（270~450 ms）可能与深入理解友好和敌对意图有关，溯源分析表明大脑脑岛（BA45）负责进一步区分友好和敌对互动意图不同社会情感意义。该结论对前人（Bahnmann et al., 2010; Redcay, 2008）提出的意图理解两阶段加工模型进行了补充，同时为心理理论的分层认知框架(HMCF)的假设模型（Wang et al., 2011,2012a）提供了更丰富的神经电生理学证据。”

详见讨论部分的蓝色字体。请审稿人审查。

参考文献：

- Bahnmann, M., Dziobek, I., Prehn, K., Wolf, I., & Heekeren, H. R. (2010). Sociology in the temporoparietal cortex: Common versus distinct processes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(1), 48 - 58.
- Redcay, E. (2008). The superior temporal sulcus performs a common function for social and speech perception: Implications for the emergence of autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(1), 123 - 142.
- Wang, Y.W., Huang, L., Lin, C., Zhang, Z., Liang, F., &Shen, D. (2012a). Spatio-temporal Brain Dynamics of Understanding Social Versus Private Intentions: An Electrical Neuroimaging Study. *Neuroquantology*, 10, 733-743.
- Wang, Y.W., Zheng, Y.W., Lin, C.D., Wu, J., &Shen, D.L. (2011). Electrophysiological correlates of reading the single-and interactive-mind. *Frontier in Human Neuroscience*, 5, 64.
- 郑玉玮, 王益文. (2014). 成人期个体心理理论的发展、研究范式与神经机制. *心理与行为研究*, 12(5): 712-719.

**意见 3：**两组前后测（双因素），是实验设计的最低要求，反应时部分缺少前测确定被试

RT 基线，应补充相关数据。

回应：非常感谢审稿人提出的宝贵意见。本研究是一个被试内单因素三水平（意图水平：友好意图、敌对意图和无互动意图）的脑认知实验设计，已在方法部分补充说明，“被试内单因素三水平（意图水平：友好意图、敌对意图和无互动意图）的脑认知实验设计。行为学指标为正确率和反应时，电生理学指标详见 2.6 部分”。详见文中蓝色字体。

在意图理解研究领域，前人在研究（Proverbio et al., 2011; Wang et al., 2012, 2015）中采用被试内单因素多水平设计时均仅记录了被试在完成意图理解时的反应时、正确率和脑电成分，并未对被试 RT 基线进行前测。前后测的实验设计一般在干预类研究（Williams, et al., 2017）或追踪型研究(Tartakovsky, 2007)中较常见。

需要向审稿人说明的是，本研究中的多数大学生被试因为已经毕业而流失了。如果审稿人坚持要求测量个体反应时基线，研究者将选择一批被试对其意图理解反应时进行施测，并补充在行为结果部分。请审稿人审查。

参考文献：

- Proverbio, A.M., Riva, F., Paganelli, L., Cappa, S.F., Canessa, N., Perani, D.&Zani, A. (2011). Neural coding of cooperative vs. affective human interactions: 150 ms to code the action's purpose. *Plos One*, 6, e22026.
- Tartakovsky, E. (2007). A longitudinal study of acculturative stress and homesickness: high-school adolescents immigrating from Russia and Ukraine to Israel without parents. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, 42 (6), 485–494.
- Wang, Y.W., Huang, L., Lin, C., Zhang, Z., Liang, F., & Shen, D. (2012). Spatio-temporal Brain Dynamics of Understanding Social Versus Private Intentions: An Electrical Neuroimaging Study. *Neuroquantology*, 10, 733-743.
- Wang, Y., Huang, L., Zhang, W., Zhang, Z., & Cacioppo, S. (2015). Spatio-temporal dynamics of kind versus hostile intentions in the human brain: An electrical neuroimaging study. *Soc Neurosci*, 10(3), 253-267.
- Williams, P., Kern, M. L., & Waters, L. (2017). The Role and Reprocessing of Attitudes in Fostering Employee Work Happiness: An Intervention Study. *Frontiers in Psychology*, 8, 28.

意见 4：ERP 结果部分只有一个表格，清晰，之前的数据无表、凌乱。

回应：非常感谢审稿人提出的宝贵意见。已经在 ERP 结果部分新增一个表格，使 N250 和 P300 的结果呈现更清晰。

表 2 N250 和 P300 的波幅方差分析结果

时间窗口(ms)	主效应	条件与电极前后分布交	条件与电极左右分布交	条件与电极前后、左右分	事后比较
	$F(2, 38)$	交互作用 $F(4, 76)$	交互作用 $F(4, 76)$	布交互作用 $F(8, 152)$	
170-270	15.97***	4.07*	3.37*	8.61***	1-2,2-3***,1-3*
270-450	19.85***	12.18***	15.23***	6.87***	1-2**,2-3***,1-3

注：事后比较中 1 代表友好意图，2 代表敌对意图，3 代表无互动意图(\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ )

详见文中。请审稿人审查。

**意见 5：**“在大脑的左半球、中线和右半球均发现无互动意图条件的波幅比友好意图条件更负”，只能表明被试理解友好和敌对意图，并不能说明“大脑先理解无互动意图，再区分友好意图和敌对意图”。

**回应：**非常感谢审稿人提出的宝贵意见。结合审稿人提出“无互动意图不宜作为研究目标”的思路，研究者在查阅大量相关研究报告的基础上，重新深入思考了 N250 反映的心理加工含义，在讨论部分着重强调了 N250 可能反映大脑对友好和敌对意图的初步解码，具体修改内容如下：

*“N250 反映友好和敌对意图的初步解码。ERP 结果显示分布在大脑前额区的友好意图的 N250 波幅比敌对意图显著更负，且无互动意图的 N250 波幅比友好意图也显著更负。换言之，从敌对意图、友好意图到无互动意图的 N250 波幅呈现逐步更负的趋势。Wang 等人（2014）发现友好意图的 N2 波幅比敌对和无互动意图显著更负。本研究发现友好意图比敌对意图的 N250 波幅更负，与前人结果是一致的。Proverbio 等人（2011）比较了高生态背景下合作性和情感性互动场景的图片诱发的 ERP 波幅。结果发现，在 160~280 ms 时，合作性互动场景诱发的 N2 波幅在大脑顶区比情感性互动场景更负。因而本研究中的 N250 可能反映了大脑对友好合作性意图的理解，在额区 N250 成分上出现了友好和敌对意图理解的初步分离”。*

当然未来研究仍然需要从更多的角度来验证该观点，提供更丰富的实证数据支持。详见文中蓝色字体。请审稿人审查。

**参考文献：**

- Proverbio, A.M., Riva, F., Paganelli, L., Cappa, S.F., Canessa, N., Perani, D.&Zani, A. (2011). Neural coding of cooperative vs. affective human interactions: 150 ms to code the action's purpose. *Plos One*, 6, e22026.
- Wang, Y., Huang, L., Zhang, W., Zhang, Z., & Cacioppo, S. (2015). Spatio-temporal dynamics of kind versus hostile intentions in the human brain: An electrical neuroimaging study. *Soc Neurosci*, 10(3), 253-267.
- 王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英.(2014).友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

**意见 6：**“无互动意图”或中性组作为控制组，不宜作为研究目标，若一定要研究对“无意图”的理解，还应再设一个控制组。

**回应：**非常感谢审稿人提出的宝贵意见。研究者对审稿专家提出的“中性无互动意图作为控制条件，不宜作为研究目标”的观点表示赞同。根据该意见，研究者对全文进行了认真检查

修改，尤其对摘要、引言和讨论部分有关中性无互动意图条件的内容进行了细致修改，强调突出考察友好和敌对意图的脑时空机制的研究目标。详见文中蓝色字体。

需要说明的是，在实验设计之初，研究者曾考虑设置物理意图条件，即物理事件与其发展结果之间的因果联系。被试需要根据物理学的速度和重力等原理知识来完成物理意图的推理。比如让被试观察两个物体（objects）或几何图形(geometric shapes)的物理运动，或是通过电脑制作的两个虚拟人物（virtual characters）模仿社会互动，从中推理其表达的意图，但考虑到前人研究（Georgescu et al.,2014; McAleer, &Love, 2013; Reid, Striano, & Iacoboni, 2011; Scholl, &Tremoulet., 2000; Wang et al., 2012; Yuasa, 2017）已经对上述条件进行了大量研究且有较清晰的阐述，且增加更多试验次数可能会造成被试疲劳（舒华, 1994），从而对实验结果造成干扰。未来研究者将考虑对幼儿或其他特殊群体（自闭症患者或精神分裂症患者等）理解社会意图和物理意图的动态脑时空过程进行探查。

请审稿人审查。

参考文献：

- Georgescu, A. L., Kuzmanovic, B., Santos, N. S., Tepest, R., Bente, G., Tittgemeyer, M. and Vogeley, K. (2014), Perceiving nonverbal behavior: Neural correlates of processing movement fluency and contingency in dyadic interactions. *Hum. Brain Mapp.*, 35: 1362–1378.
- McAleer P., Love S. A. (2013) Perceiving intention in animacy displays created from human motion. In: Rutherford M. D., Kuhlmeier V. A., editors. (eds) *Social perception: Detection and interpretation of animacy, agency, and intention*, Cambridge, MA: MIT Press; 139–170.
- Reid, V. M., Striano, T., & Iacoboni, M. (2011). Neural correlates of dyadic interaction during infancy. *Dev Cogn Neurosci*, 1(2), 124-130.
- Scholl B. J., Tremoulet P. D. (2000) Perceptual causality and animacy. *Trends in Cognitive Sciences* 4: 299–309.
- Wang, Y.W., Huang, L., Lin, C., Zhang, Z., Liang, F., &Shen, D. (2012). Spatio-temporal Brain Dynamics of Understanding Social Versus Private Intentions: An Electrical Neuroimaging Study. *Neuroquantology*, 10, 733-743.
- Yuasa, M. (2017). The Inference of Friendly Communicative Atmosphere Created by Geometric Shapes. *I-Perception*, 8(6), 2041669517744571.
- 舒华.(1994).心理与教育研究中的多因素实验设计.北京师范大学出版社.北京.

---

## 第二轮

审稿人 1 意见：

**意见 1：**应补充对行为结果的讨论。作者在前言提到 Wang 等人（2014）年的研究发现 ERP 结果与行为结果不——对应，与此结果相比，本研究行为结果与 ERP 结果之间存在什么关系？如何有助于进一步厘清以往研究存在的问题？

**回应：**非常感谢审稿专家的宝贵意见。作者首先在引言部分结合 Wang 等人（2014）年的研

究对开展本研究的必要性进行了充分阐述，接下来在讨论部分对本研究的行为结果与 ERP 结果之间的关系，相比 Wang 等人（2014）的研究结果进行了详细补充说明。相关修改内容如下：

引言部分“Wang 等人（2014）研究中对中性无互动意图的设置可能导致：（1）被试可能通过简单的物理视觉线索（人物背对彼此）就能够将无互动和互动意图区分开来，不涉及到心理意图加工；（2）在日常生活中两人由初始时相向而立到接下来背对彼此站立，容易被观察者知觉为一种不友好的负性社交场景(如，两人不喜欢彼此或发生了冲突分歧)。其行为研究结果发现在正确率和反应时上均存在意图条件的主效应，也进一步表明三种条件可能在任务难度存在显著差异，无法完全排除 ERP 成分受任务难度的影响。另外，Wang 等人（2014）认为发生在脑内较早阶段的 N2 成分仅与友好意图的理解有关联，而行为结果却显示理解友好意图的反应时显著长于其它条件，两者之间似乎并不能完全相互支持。尽管他们给予了较恰当的解释，认为是两种指标反映的心理加工阶段不同导致，但上述问题有待于进一步阐释说明。”

讨论部分“本研究对正确率的分析结果显示三种意图条件无显著差异，反应时分析结果显示友好意图和中性意图的反应时均显著长于敌对意图，友好意图和中性意图的反应时没有显著差异，而 Wang 等人（2014）的研究则发现友好意图的正确率显著低于无互动意图，友好意图的反应时显著长于敌对意图和无互动意图，敌对意图与无互动意图的反应时无显著差异。本研究结果与 Wang 等人的研究结果不完全一致。究其原因在于两者在中性无互动意图内涵的建构上不同，本研究中的中性无互动意图是严格参照 Walter 等人（2004）和 Wang 等人（2012a, 2012b）的操作定义进行实践，克服了 Wang 等人（2014）研究中被试仅凭实验材料中人物身体朝向（背对彼此）这一外在物理特征来理解中性意图的不足，且排除了 ERP 成分受到任务难度等因素影响的潜在可能性。

ERP 结果显示分布在大脑额区的友好意图的 N250 波幅比敌对意图显著更负，且中性意图的 N250 波幅比友好意图也显著更负.....，至于 Wang 等人（2014）则发现友好意图的 N2 波幅显著大于敌对意图以及无互动意图的差异也达到边缘显著，敌对意图与无互动意图的 N2 波幅则没有显著差异，本研究结果与前人研究结果不一致。Wang 等人对无互动意图的设置可能导致被试能通过简单的物理视觉线索来理解该实验条件，而完全不涉及到心理意图加工；另外，在日常生活中两人背对彼此站立容易被观察者知觉为一种不友好的负性社交场景，因而在 Wang 等人的研究中理解无互动意图与敌对意图需要耗费的认知神经资源均较少且无

显著差异。根据该思路，研究者认为 N250 成分可能反映了对互动意图动作目标的不同社会属性的分类加工，能够较早的区分敌对、友好和中性意图，且反应时结果也显示对敌对意图表现出较早的理解，而不是 Wang 等人(2014) 提出的 N2 仅与友好意图的理解有关。”

详见引言及讨论部分的绿色字体。请审稿专家审查。

参考文献：

Walter, H., Adenzato, M., Ciaramidaro, A., Enrici, I., Pia, L. &Bara, B. G. (2004). Understanding intentions in social interaction: The role of the anterior paracingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(10), 1854 - 1863.

Wang, Y.W., Huang, L., Lin, C., Zhang, Z., Liang, F., &Shen, D. (2012a). Spatio-temporal Brain Dynamics of Understanding Social Versus Private Intentions: An Electrical Neuroimaging Study. *Neuroquantology*, 10, 733-743.

王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英.(2014).友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

王益文, 黄亮, 徐晟, 袁博, 徐艳娇, 李洪玉.(2012b).理解私人意图与交际意图的 ERP 证据. *心理学报*, 44(12),1618-1627.

**意见 2：**应对 LPC 成分进行更加完善的说明，包括前言中已有研究介绍、研究预期和实验结果讨论。

**回应：**非常感谢审稿专家的宝贵意见。作者已在前言的研究介绍和研究预期部分，还有讨论部分增添了关于 LPC 成分的说明，相关修改内容如下：

引言部分：“LPC 通常是指刺激呈现约 300 ms 之后出现的一个正 ERP 成分，可能反映大脑对心理理论不同层次水平的加工（Wang et al., 2012）。Liu 等人(2004)发现在大脑的左侧前额区，理解他人心理状态的 LPC 成分(约在刺激呈现后 800 ms)与理解物理世界有显著差异。Wang 等人（2012）采用四字成语做为材料考察解读互动心理和单个人心理的差异，发现在 700~800 ms 时，在额中区的 LPC 只与解读互动心理有关。……”

研究者假设在动作执行照片呈现后的较早加工阶段，中性意图诱发的 N250 成分会显著负于友好意图，且友好意图诱发的 N250 成分也会显著负于敌对意图，出现中性、友好和敌对意图加工的初步分离；而在加工晚期，理解敌对意图时诱发的 P300 成分可能显著正于友好意图和中性意图，理解敌对和友好互动意图的 LPC 成分也会显著正于中性意图，大脑理解不同性质的社会互动意图的动态时空特征不同。”

讨论部分：“LPC 成分在 550~650 ms 发生互动意图与中性意图的分离，表明晚期阶段的 LPC 成分可能与更复杂的社会认知加工相关，反映了大脑对互动意图后续的理解加工，这与前人关于 LPC（700~800 ms）的发现（Wang et al., 2011, 2012, 2014）是一致的。至于在时间进程上不完全重合，可能是由于实验材料的不同造成的。”

详见引言及讨论部分的绿色字体。请审稿专家审查。

参考文献：

Liu, D., Sabbagh, M. A., Gehring, W. J., & Wellman, H. M. (2004). Decoupling beliefs from reality in the brain: An ERP study of theory of mind. *Neuroreport*, 15(16), 991 - 995.

Wang, Y.W., Zheng, Y.W., Lin, C.D., Wu, J., & Shen, D.L. (2011). Electrophysiological correlates of reading the single-and interactive-mind. *Frontier in Human Neuroscience*, 5, 64.

王益文, 郑玉玮, 沈德立, 崔磊, 闫国利. (2012). 解读成语中的他人心理与互动心理: 来自眼动和 ERP 的证据. *心理学报*, 44(1): 100-111.

王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英. (2014). 友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

意见 3：图 2 中 Cz 点 3 个成分的标示难以看清。

回应：非常感谢审稿专家的重要提醒。作者已经对 Cz 点的 3 个成分进行了清晰标识，并增添灰度框突出显示。如下图所示：

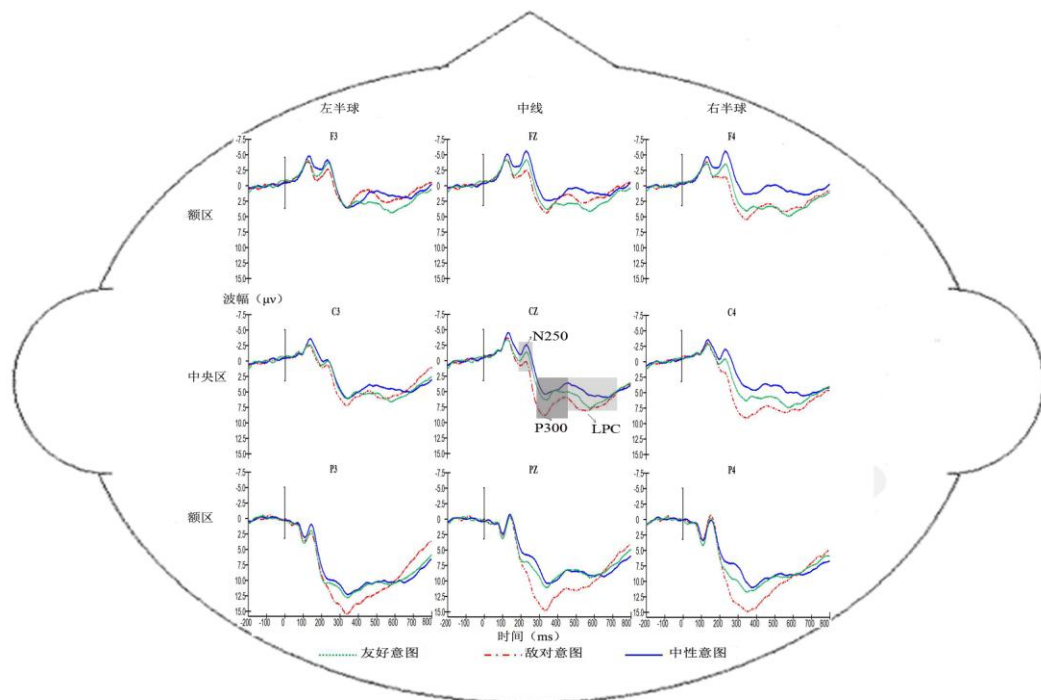


图 2 友好、敌意、中性意图条件下 ERP 总平均波形图

详见文中。请审稿专家审查。



**审稿人 3 意见：**

**意见 1：**建议摘要中除了表述具体的结果外，还应总结这些结果说明了什么结论。

**回应：**非常感谢审稿专家的宝贵意见。已经在摘要中对本研究的具体结果以及这些结果说明的结论进行了修改和补充说明，具体修改内容如下：

“电生理学结果表明，在额中区的 N250 (170~270 ms) 上，中性意图比友好和敌对意图均更负，且友好意图比敌对意图也更负；在大脑右半球的 P300 (270~450 ms) 上，敌对意图比友好和中性意图均更正，且友好意图比中性意图也更正。对友好和敌对意图的 N250 和 P300 进行溯源分析分别定位于额中回 (BA10) 和脑岛 (BA45)。结果表明大脑在多个阶段对双人肢体运动表达的互动意图进行分类理解，对负性敌对意图表现出较早的理解且晚期持续性的评价加工。”

详见摘要部分绿色字体。请审稿专家审查。

**意见 2：**作者提出前人的研究采用黑白图片，本研究采用彩色图片，生态效度有所提高，但是对于肢体动作而言，黑白与彩色图片在表达意图上并不存在很大差异。

**回应：**非常感谢审稿专家的宝贵意见。心理学领域对研究人类社会能力及其神经生物学机制的手段的生态效度重视程度日益增加 (Hogenelst et al., 2015)。实验室研究的生态效度 (ecological validity)，成为除信度(reliability)和结构效度 (construct validity) 外，最重要的考量因素之一，因为它将很有可能用于预测现实世界的运作 (real-world functioning) (Adler et al., 2012; Yager & Ehmann, 2006)。在现实生活中，对于视力正常者而言，包括社会功能受损的自闭症或精神病患者在内，所观察到的均是彩色的世界。探索生态效度更高、更真实情景中动作意图识别是有必要的 (康廷虎, 薛西, 2018)。诚如审稿专家所言，黑白与彩色图片在表达意图上可能并不存在很大差异，然而本研究中使用研究材料更加贴切现实场景，均属原创，比较新颖，研究结果的外部效度相比前人研究 (Wang et al., 2014) 更加具有可推广性。

此外，本研究将人物面孔进行马赛克处理，避免了人物面孔情绪对肢体表达的意图识别的干扰。还添加女性角色 (演员)，丰富了互动意图研究的内涵，有助于为下一步研究从演员角色 (the observed subject) 角度 (Adenzato et al., 2017) 揭示互动意图理解认知神经机制的性别差异。

**参考文献：**

Adenzato, M., Brambilla, M., Manenti, R., De Lucia, L., Trojano, L., Garofalo, S., et al. (2017). Gender

differences in cognitive Theory of Mind revealed by transcranial direct current stimulation on medial prefrontal cortex. *Sci Rep*, 7, 41219.

Adler, N., Bush, N. R., & Pantell, M. S. (2012). Rigor, vigor, and the study of health disparities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(Suppl. 2), 17154–17159.

Hogenelst, K., Schoevers, R. A., & aan het Rot, M. (2015). Studying the neurobiology of human social interaction: Making the case for ecological validity. *Social Neuroscience*, 10(3): 219-229.

Yager, J. A., & Ehmann, T. S. (2006). Untangling social function and social cognition: A review of concepts and measurement. *Psychiatry*, 69(1), 47–68.

康廷虎, 薛西.(2018). 场景知觉过程中的动作意图识别. *心理科学进展*, 26(9):1617-1623.

王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英.(2014). 友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

**意见 3:** 作者提到“Wang 等人（2014）研究中发现不同性质的互动意图诱发的 ERP 成分与行为结果并不完全一一对应，尽管研究者给予了较恰当的解释，但其原因有待于进一步厘清”，这部分的表述太模糊，无实质性阐述，并没有给予读者充分的证据去进行本研究的必要性和重要性。在讨论部分中也未见作者针对此内容进行讨论。

**回应:** 非常感谢审稿专家的宝贵意见。作者首先在引言部分针对 Wang 等人（2014）的研究重新进行了更多实质性的阐述，以说明进行本研究的必要性和重要性，另外在讨论部分也针对该研究进行了充分讨论。相关修改内容如下：

引言部分：“Wang 等人（2014）研究中对中性无互动意图的设置可能导致：（1）被试可能通过简单的物理视觉线索（人物背对彼此）就能够将无互动和互动意图区分开来，不涉及到心理意图加工；（2）在日常生活中两人由初始时相向而立到接下来背对彼此站立，容易被观察者知觉为一种不友好的负性社交场景(如，两人不喜欢彼此或发生了冲突分歧)。其行为研究结果发现在正确率和反应时上均存在意图条件的主效应，也进一步表明三种条件可能在任务难度存在显著差异，无法完全排除 ERP 成分受任务难度的影响。另外，Wang 等人（2014）认为发生在较早阶段的 N2 成分仅与友好意图的理解有关联，而行为结果却显示理解友好意图的反应时显著长于其它条件，两者之间似乎并不能完全相互支持。尽管他们给予了较恰当的解释，认为是两种指标反映的心理加工阶段不同导致，但上述问题有待于进一步阐释说明。”

讨论部分：“本研究对正确率的分析结果显示三种意图条件无显著差异，反应时分析结

果显示友好意图和中性意图的反应时均显著长于敌对意图,友好意图和中性意图的反应时没有显著差异,而 Wang 等人(2014)的研究则发现友好意图的正确率显著低于无互动意图,友好意图的反应时显著长于敌对意图和无互动意图,敌对意图与无互动意图的反应时无显著差异。本研究结果与 Wang 等人的研究结果不完全一致。究其原因在于两者在中性无互动意图内涵的建构上不同,本研究中的中性无互动意图是严格参照 Walter 等人(2004)和 Wang 等人(2012a, 2012b)的操作定义进行实践,克服了 Wang 等人(2014)研究中被试仅凭实验材料中人物身体朝向(背对彼此)这一外在物理特征来理解中性意图的不足,且排除了 ERP 成分受到任务难度等因素影响的潜在可能性。

ERP 结果显示分布在大脑额区的友好意图的 N250 波幅比敌对意图显著更负,且中性意图的 N250 波幅比友好意图也显著更负……,至于 Wang 等人(2014)则发现友好意图的 N2 波幅显著大于敌对意图以及与中性无互动意图的差异也达到边缘显著,敌对意图与中性无互动意图的 N2 峰值则没有显著差异,本研究结果与前人研究结果不一致。Wang 等人对无互动意图的设置可能导致被试可能通过简单的物理视觉线索来理解该实验条件,而完全不涉及到心理意图加工;另外,在日常生活中两人背对彼此站立容易被观察者知觉为一种不友好的负性社交场景,因而在 Wang 等人的研究中理解无互动意图与敌对意图需要耗费的认知神经资源均较少且无显著差异。根据该思路,研究者认为 N250 成分可能反映了对互动意图动作目标的不同社会属性的分类加工,能够较早的区分敌对、友好和中性意图,且反应时结果也显示对敌对意图表现出较早的理解,而不是 Wang 等人(2014)提出的 N2 仅与友好意图的理解有关。”

详见引言及讨论部分的绿色字体。请审稿专家审查。

参考文献:

Walter, H., Adenzato, M., Ciaramidaro, A., Enrici, I., Pia, L. &Bara, B. G. (2004). Understanding intentions in social interaction: The role of the anterior paracingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(10), 1854 - 1863.

Wang, Y.W., Huang, L., Lin, C., Zhang, Z., Liang, F., &Shen, D. (2012a). Spatio-temporal Brain Dynamics of Understanding Social Versus Private Intentions: An Electrical Neuroimaging Study. *Neuroquantology*, 10, 733-743.

王益文, 黄亮, 张振, 宋娟, 白丽英.(2014).友好还是敌对? 理解互动意图的大脑动态时程. *中国科学 生命科学*, 44(7), 736-746.

王益文, 黄亮, 徐晟, 袁博, 徐艳娇, 李洪玉.(2012b).理解私人意图与交际意图的 ERP 证据. *心理学报*,

**意见 4:** 作者提出本研究进行了脑溯源分析探究空间特征，而其实作者在前面也介绍了目前已有不少 fMRI 研究考察了友好和敌对意图加工的神经机制，显然 ERP 技术的脑溯源分析并不如 fMRI 技术的研究结果更为稳固。

**回应:** 非常感谢审稿专家的宝贵意见。在大脑头皮电极电位分布的基础之上，采用 sLORETA 软件可以对不同实验条件下的神经加工基础进行源定位分析（Pascual-Marqui, 2002; Pascual-Marqui et al., 1994; Pascual-Marqui, 1999）。综合采用 ERP 和 sLORETA 两种方法从不同侧面分析脑电数据是该研究领域的常见做法（Janani, et al., 2017; Justen & Herbert, 2018; Leek et al., 2016; Lorenzo-López et al., 2008）。前者关注不同实验条件下的一组电极点上记录的不同波幅的脑地形图差异，后者关注所有记录的电极点在某一时间窗口的脑电成分的脑内发生源(Zöllig et al., 2010)。诚如审稿专家所言，尽管 ERP 技术的脑溯源分析并不如 fMRI 技术的研究结果更为稳固，但综合 ERP 和 sLORETA 两种分析方法对揭示某一心理加工过程的脑时空特征，尤其能将 sLORETA 结果与 fMRI 等神经影像学研究成果进行比较分析与相互印证，具有重要科学意义。作者已在讨论部分针对 sLORETA 结果，结合前人相关的神经影像学结果进行了讨论。相关内容修改如下：

“对友好和敌对意图的 N250 成分进行溯源分析的结果发现，两种条件下的最大激活区定位于 BA10 区，额叶区的额中回，但激活程度不存在显著差异。近来，许多神经影像学研究（Maranesi et al., 2014; Yoder & Decety, 2014）发现背外侧 PFC 在理解单人抓握动作或双人互动动作时进行早期自上而下的预测加工中都被显著激活。Amoruso, Finisguerra 和 Urgesi（2018）认为背外侧 PFC 可能在对他人的基于情境的动作进行预期加工时扮演一般普遍性的角色。另外一项 fMRI 研究发现额下回在理解手部动作传递的互动意图时被显著激活（Möttönen et al., 2016）。额中回作为邻近背侧 PFC 和额下回的一个脑区，本研究结果再次表明前额皮层在理解肢体表达的友好和敌对意图动作时扮演重要角色。”

“对友好和敌对意图的 P300 成分进行溯源分析的结果发现，两种条件下的最大激活区位于 BA45 区，下叶的脑岛，且在额叶的额中回，额下回，额内侧回等区域，下叶的脑岛等区域，以及前扣带回等区域发现敌对意图的激活强度显著正于友好意图。许多关于情绪的脑成像研究（Gilgad et al., 2016）表明脑岛在加工基本情绪信息，包括愤怒等负面情绪中扮演重要的角色。脑岛是负责评价和情绪加工的脑神经网络重要组成部分之一，在整合情绪和认知加

工中起着广泛的作用 (Berntson et al., 2011)。本研究结果也表明脑岛等区域可能在友好和敌对意图的社会情感意义进行评价加工起着重要作用。”

另外，作者在引言部分介绍了前人的部分 fMRI 研究(Yoder &Decety, 2014)考察了互动性动作和伤害性动作的脑空间加工特征，而审稿专家提出“采用 fMRI 研究考察友好和敌对意图加工的神经机制”，非常值得我们在下一步的 fMRI 实验中探究。

相关修改内容详见讨论部分绿色字体。请审稿专家审查。

参考文献：

- Amoruso, L., Finisguerra, A., & Urgesi C.(2018).Contextualizing action observation in the predictive brain: Causal contributions of prefrontal and middle temporal areas.*NeuroImage*,177:68-78.
- Berntson, G.G, Norman, G.J., Bechara, A., Bruss, J., Tranel, D., &Cacioppo, J.T.(2011).The insula and evaluative processes.*Psychol Sci.*, 22(1):80-86. doi: 10.1177/0956797610391097.
- Gilead, M., Katzir, M., Eyal, T., Liberman, N. (2016). Neural correlates of processing "self-conscious" vs. "basic" emotions.*Neuropsychologia*, 81:207-18.
- Janani, A.S., Grummett, T.S., Lewis, T.W., Fitzgibbon, S.P., Whitham, E.M., DelosAngeles, D., et al.(2017).Evaluation of a minimum-norm based beamforming technique, sLORETA, for reducing tonic muscle contamination of EEG at sensor level. *J Neurosci Methods*, 288:17-28. doi: 10.1016/j.jneumeth.
- Justen, C., &Herbert, C.(2018).The spatio-temporal dynamics of deviance and target detection in the passive and active auditory oddball paradigm: a sLORETA study. *BMC Neurosci.*,19(1):25.
- Leek, E.C., Roberts, M., Oliver, Z.J., Cristino, F., &Pegna, A.J.(2016). Early differential sensitivity of evoked-potentials to local and global shape during the perception of three-dimensional objects. *Neuropsychologia*, 89:495-509. doi:10.1016/j.neuropsychologia.
- Lorenzo-López, L., Amenedo, E., Pascual-Marqui, R.D. &Cadaveira, F.(2008). Neural correlates of age-related visual search decline: A combined ERP and sLORETA study. *Neuroimage*,41(2):511-524.
- Maranesi, M., Livi, A., Fogassi, L., Rizzolatti, G., &Bonini, L.(2014) Mirror neuron activation prior to action observation in a predictable context. *J Neurosci*, 34(45):14827-32.
- Möttönen, R., Farmer, H., & Watkins, K.E.(2016). Neural basis of understanding communicative actions: Changes associated with knowing the actor' s intention and the meanings of the actions. *Neuropsychologia*, 81:230-237.
- Pascual-Marqui, R.D. (1999). Review of methods for solving the eeg inverse problem. *International Journal of Bioelectromagnetism*, 1: 75-86.

Pascual-Marqui, R.D. (2002). Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sloreta): Technical details. *Methods & Findings in Experimental & Clinical Pharmacology*, 24D: 5-12.

Pascual-Marqui, R.D., Michel, C.M., & Lehmann, D. (1994). Low resolution electromagnetic tomography: A new method for localizing electrical activity in the brain. *International Journal of Psychophysiology*, 18: 49-65.

Yoder, K.J. & Decety J. (2014). The Good, the Bad, and the Just: Justice Sensitivity Predicts Neural Response during Moral Evaluation of Actions Performed by Others. *Journal of Neuroscience*, 34, 4161-4166.

Zöllig J, Martin M, & Kliegel M. (2010). Forming intentions successfully: Differential compensational mechanisms of adolescents and old adults. *Cortex*, 46(4):575-89.

**意见 5:** ERP 结果部分建议对各部分的结果进行总结说明，目前的结果呈现有点散。除了描述各脑区波幅的差异情况，更重要的是总结这些脑电结果说明了什么。

**回应:** 非常感谢审稿专家的宝贵意见。作者对结果部分重新进行了组织，并进行了总结说明。由于结果部分统计指标比较多，为避免分散冗长，作者将主效应分一段，两因素交互作用及简单效应分析另起一段，三因素交互作用及简单简单效应分析再起一段。同时，对每一个 ERP 成分的分析结果再新起一段进行概括总结。总结内容如下：

**N250 成分:** “综上所述，在大脑额区（尤其在 FZ 点）发现了 3 种意图条件的两两分离，中性条件的 N250 波幅比友好和敌对条件均更负，且友好条件的 N250 波幅比敌对条件也显著更负。”

**P300 成分:** “综上所述，在大脑右半球（尤其在 F4 和 C4 点）发现了 3 种意图条件的两两分离，敌对条件的 P300 波幅比友好和无互动条件显著更正，且友好条件的 P300 波幅比中性条件也显著更正。”

**LPC 成分:** “综上所述，在 450~750 ms 的时间窗口，在大脑右半球（C4 点等）发现了 3 种意图条件的 LPC 成分呈现出由存在两两差异到互动与中性条件的差异再到不同条件间的差异完全消失这种发展变化趋势。”

另外，对于这些脑电结果说明的心理含义，作者在查阅了大量前人研究报告后，一方面在讨论部分对其进行了阐释说明，认为“N250 可能反映大脑对互动意图中动作目标不同社会属性的初步分类，P300 可能反映大脑对互动意图的不同社会情感意义的评价加工”，另一方面作者根据审稿专家的建议新增结论部分，对其进行了总结说明（详见作者对审稿专家第 6 个问题的答复）。

相关修改内容详见讨论部分绿色字体。请审稿专家审查。

**意见 6:** 建议增加结论部分，对研究进行整体总结，关键是阐述脑电指标说明的心理含义。

**回应:** 非常感谢审稿专家的宝贵建议。已经在稿件末尾增加结论部分，对研究进行整体总结，尤其对脑电指标说明的心理含义进行了详细阐述。具体阐述内容如下：

“综上所述，本研究采用 ERP 技术，主要从 N250 和 P300（时间进程）及其溯源分析（空间角度）考察了大脑理解双人肢体运动表达的友好和敌对互动意图的动态时空加工过程。结果表明：

（1）在脑内早期阶段，N250 成分表明大脑在 250 ms 左右就对敌对、友好和中性意图从动作目标上进行了分类加工，三种意图条件的 N250 成分出现了两两分离。溯源分析发现该成分主要源于额中回。从行为反应时可以发现大脑对负性敌对意图表现出了最早的理解加工。

（2）在脑内晚期阶段，P300 成分表明大脑在 300 ms 左右对敌对、友好和中性意图的社会情感性进一步进行了评价加工，三种意图条件的 P300 成分也出现了两两分离。溯源分析发现该成分主要源于脑岛。大脑右半球的加工优势效应表现出了对负性敌对意图的持续性评价加工。”

详见新增结论部分绿色字体。请审稿专家审查！

---

### 第三轮

**编委意见:**

**意见:** 经过几轮修改，2 位审稿人同意修后发表。

---

### 第四轮

**主编终审意见:**

**意见:** 本研究采用事件相关电位技术考察个体对双人肢体运动表达的友好和敌对意图的感知理解过程，结果发现大脑在多个阶段对人体肢体运动表达的互动意图进行分类理解。研究具有一定的理论和较好的现实意义。经过几轮修稿，稿件在结构和表述上更加完善和严谨，总体研究设计合理，数据处理科学规范，结果可信，已达到学报发表文章的相关要求，建议发表。

★作者对本文的审稿专家、编委和主编所提出的专业建议表示诚挚感谢★