

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：社会创造性的脑机制：状态与特质的 EEG α 波活动特点

作者：谷传华, 王亚丽, 吴财付, 谢祥龙, 崔承珠, 王亚娴, 王婉贞, 胡碧颖

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：请作者在正文中插入页码，方便审稿人描述问题所在之处。

回应：已在文中插入页码。

意见 2：引言第二段作者描述了划分高低创造性的方法，但是介绍过于简单，让人不甚了解具体是根据怎样的标准进行划分的。此外，尽管作者对特质创造性和状态创造性进行了简单的定义，但是，仍旧让人不太明白低特质，高特质，低状态，高状态的人的特征如何？建议做相应的介绍。

回应：通过仔细研读发现，原文确实有表述不清楚的现象，在原文的基础上做了相应的改动，见文中“1 引言”第二段的橙色字体部分。

此外，特质创造性和状态创造性是创造性存在的两种形式，特质创造性是通过创造性的人格特征来定义的，是从个体特质的角度来区分创造性的；状态创造性是一种创造的状态，是以产品的角度来区分创造性的，高特质创造性的被试可以表现出高、低两种状态创造性，低特质的被试也可以表现出高低两种状态创造性。关于高特质，低特质，高状态，低状态的特征以及二者之间的关系我们做了进一步阐述。见文中“1 引言”第三段红色、蓝色字体部分。

意见 3：文中作者引用文献的插入顺序存在问题，请仔细检查。如：(Sternberg & Lubart, 1996; Hennessey & Amabile, 2010; Flaherty, 2005)，顺序应该颠倒过来。

回应：已经在文中将文献的插入顺序改正过来。

意见 4：作者的实验目的为“从状态创造性和特质创造性的视角出发，以确定不同特质社会创造性的被试在不同状态社会创造性下脑电活动的特点”。并基于此对实验结果进行了推测，主要表现为 α 波活动的差异。尽管在引言的第一段，作者介绍了创造性与 α 波活动的关系。

但并没有对状态创造性与特质创造性与 α 波活动的关系作出介绍,也没有对 α 波的功能作出说明,因此在引言最后一段作者提出的实验假设从何而来,似乎没有任何根据,凭空推测。

回应:关于状态创造性与 α 波同步化的关系研究发现被试在实验任务中表现出高状态创造性时,会出现高的 α 波同步化水平,见“1 引言”第一段红色字体部分;而关于特质创造性与 α 波活动的关系,以往的研究只是采用一般的创造性测验(多用途测验、托伦斯测验)所测得状态创造性来划分高低创造性被试,但还未出现不同特质创造性被试在创造性任务过程中脑电激活模式的差异,近来出现了关于特质创造性的功能成像的研究(Li et al., 2014),还未出现脑电相关研究,因此只能从其他的人格特质例如内外向等相关研究得到间接的证据,具体的补充内容见“1 引言”第一段绿色字体部分。

意见 5 方法部分“选取前后各 7%的被试分别为高、低特质创造性的被试,一共筛选出的 40 (女, 26; 男, 14) 名 18-21 岁的被试参加了实验”。按照作者的描述应该为 42 名被试,为何作者只描述为 40 名。此外,作者删除了 10 个被试的数据,删除的依据为“每个题目低于 3 个有效试次”,那么每个题目的有效试次指的是什么?作者没有表述在本实验中试次指什么,指每回答一次问题吗?文章也没有对每个题目有多少个试次,被试总共需要完成多少试次做相应的介绍。

回应:筛选的被试人数是 300 名,剔除无效问卷,最终有效被试 286 名。取前后各 7%,一共有 40 名被试参加了实验。由于 6 名被试脑电数据出现了过多伪迹,4 名被试所提供的问题策略平均每题低于三个,因此剔除了 10 名被试的数据。见文中“2.1 被试”红色字体部分。针对创造性问题情境,被试每提供一个策略为一个试次,如果在提出这个问题策略时脑电无明显眼动和肌电的伪迹且反应时高于 1250ms 的才为有效试次。因为不同被试所提供的问题策略的数目是不同的,所以实验试次的总数是不相等的。关于实验的试次在“2.2 实验任务”的第二段蓝色字体部分做了进一步说明。

意见 6 2.2 实验任务“实验任务开始时先呈现注视点,持续大约 10s”,而图 1 中则标示为“2500-12500 ms”,那么注视点到底是呈现多长时间?此外,图 1 与实验任务的描述不相符。从实验任务的描述中我们理解的实验流程为问题出现,被试按键回答,问题又出现,被试再回答,持续时间为 3 分钟。但图 1 中刺激(即问题)只出现了一次,而且对于“R”“A”字母虽然在后文中能够理解,但在图 1 中需有所交代。图 1 没有清楚的展示出实验流程,反而让人更加混乱,建议更改,并加入相应的图注。

回应：所使用的实验程序与 Fink 等人在一系列研究中的实验程序是相同的，通过再次对参考文献的查证，注视点一共呈现 15s，但是分析的时候是在 15s 当中选取一段时间。文中方框只标出了 10s 的时间间隔，但它并没有包含所有的注视点所呈现的时间，只是其中的一段。可以从图中看出 12500ms 之后到刺激出现还有一段时间。所以确切的注视点呈现的总时间为 15s。

专家所理解的实验流程是正确的，即“问题出现，被试按键回答，问题又出现，被试再回答，持续时间为 3 分钟。”图 1 表示的是整个实验过程中的观点产生的时间点，为了显示注视点呈现的参考阶段和观点产生的激活阶段，而不是确切的实验流程图。此外，采纳专家给出的建议，已经在图 1 下添加图注。见“图 1”的图注，红色字体部分

意见 7 不太明白作者的脑电分析过程中，脑电分析时段是如何选取的。作者指出“脑电分析的时间段为被试有想法按键前的 250ms 到按键前的 1250ms 之间的 1000ms 的时间段，以及在注视点呈现的 3s 中选取 1s 进行分析。”按键前的 250ms-1250ms 为问题呈现阶段吗？如果出现这样的情况：问题出现了 500ms，被试就按键了，那么现在如果以按键前 1000ms 的时间段分析（问题呈现+问题呈现前阶段）该段就不是单纯的反应了产生创造性观点，我认为作者的分段方法存在问题，请做出解释。此外，在注视呈现的 3s 中选 1s，到底取的是哪个时间段呢？

回应：脑电分析一共包括 2 个时间段，其中一个为注视点呈现的参考阶段（reference period，下图标有 R 的时间段），另一段为激活阶段（创造性观点生成阶段，下图标有“A”的时间段）。参考阶段选取注视点呈现的 15s 当中的第 7s 到第 8s 之间 1s 进行分析。在实验过程中，要求被试有想法按“F”键，从被试按“F”键之前的 1250ms 时间点开始到按“F”键之前的 250ms 时间点结束，选取二者之间的 1000ms 的时间段作为创造性观点的生成阶段，如图标红色的部分。

之所以选择此段作为创造性观点产生的阶段是由于被试是有想法才按键，在被试按键时可能有一段的反应时间，因此从按键前的 250ms 开始算起，再往前推 1000ms 作为创造性观点产生的阶段，该分析方法在 Fink 等人的一系列研究中（Fink & Neubauer, 2006; Fink, Grabner, Benedek, & Neubauer, 2006; Grabner, Fink, & Neubauer, 2007; Fink & Neubauer, 2008 ; Fink, Graif, Neubauer, 2009b）采用。

此外，像专家所提出的如果问题出现 500ms 就按键，在本实验过程中极少出现，并且在数据分析中将这些反应时不足 1250ms 试次剔除。为了表述更清楚，在文中“2.3 数据采集和分析”的紫色字体部分做了进一步阐述。

意见 8：“2.3 数据采集和分析”部分，“计算公式为： $\%ERS/ERD = [(A-R)/R] \times 100$ 。”现在我们假设被试 1 对问题 1 回答了三次才回答完毕，被试第一次回答前思考答案的时间段的 A-R 没有问题，但被试第二次回答问题前思考答案的时间段同样用 A-R 算似乎存在问题，因为按照作者描述，在问题第二次出现前并没有注视点（参考阶段的出现），即没有 R，请解释作者这样计算的合理性。

总之，建议作者对数据采集与分析部分作出更加详尽的描述。

回应：参考 Pfurtscheller 和 Lopes da Silva 所提出的计算 α 波同步化方法，前提假设每次注视点呈现阶段的功率是不变的。由于针对每一个题目，被试将提出若干个创造性观点，在 α 波同步化计算过程中，将每一个题目的几个创造性观点生成阶段的功率求其平均数，再减去呈现该问题之前注视点呈现阶段的功率并除以注视点阶段的功率，得一个创造性问题的同步化结果。随后将所有几个问题的同步化再求平均得 α 波同步化的最终结果。因此出现一次注视点和出现多次注视点的差别不大。关于数据采集和分析的详细过程在“2.3 数据采集和分析”红色字体部分做了进一步阐述。

意见 9：“2.3 数据采集和分析”最后一段“右脑半球分析的脑区与左脑半球相同”，这里建议改为相对应。

回应：已在文中修改。

意见 10. 修改意见：“3.1 行为数据分析结果”中“对于高低特质的创造性被试的进行单因素方差分析”，描述需完整，请仔细检查。

回应：经专家提醒，由于没有将因变量说清楚，故进一步补充说明为：对于高低特质的被试在实验中所表现的状态创造性得分进行单因素方差分析，同时。漏掉了“创造性有效性”的检验结果。均在文中“3.1 行为数据分析结果”深红色字体部分补充完整。

意见 11：“3.2 脑电数据分析结果”中，“分别以状态创造性（高、低） \times 大脑半球（左、右） \times 脑区（前额叶：PF1&额叶：F3, F7、中央额叶：C3、颞叶：T7、顶叶：P3, P7、枕叶：

O1)。作者既然分了左右半球，为什么电极点只写了左半球的呢？“F 值自由度在必要的时候采用 Greenhouse-Geisser 进行校正。“什么情况才是必要的情况呢？”

回应：在文中将左右大脑半球的电极点都已经补充完整。见“3.2 脑电数据分析结果”蓝色字体部分。

当不满足球形假设时，要采用 Greenhouse-Geisser 校正的结果。具体的补充内容见“3.2 脑电数据分析结果”第一段的红色字体部分。

意见 12：在呈现 α 结果时，除了已呈现的图 2，作者是否可以增加 α 波的时频图和脑电地形图。类似于 Zanto and Gazzaley (2009) , The Journal of Neuroscience 图 5 所示。

回应：采纳专家的意见，已经在附图中加入高低频段 α 波的脑电地形图。参见附图 3 和附图 4

意见 13：在“4 讨论”部分第二段作者指出“ α 波同步化表示皮层激活的减少”，而在第三段中作者指出，低特质高状态的被试的右脑半球的 α 同步化水平高于左脑半球，因此我们可以推测低特质高状态的被试的右脑半球激活比左脑半球少。但作者又指出“低特质的被试在高状态下，需要更强的抑制能力来避免外界无关刺激的干扰，并且右脑半球对创造性具有重要的作用”是右脑半球更强的 α 同步化的原因。根据这句话我们是否可以理解为由于右半球的重要作用，右半球的激活应该是更强的。那么，该推论和前面的推论（ α 同步化水平高则激活弱）是矛盾的，怎么解释呢？

回应：关于 α 波同步化功能有两种解释，一种解释认为 α 波同步化水平高，表示激活的减少，即“皮层空载说”（Pfurtscheller, Stancak & Neuper, 1996）。另一种解释认为， α 波同步化表示的是一种激活的内部加工的活动，是一种抑制或者是自上而下的活动，代表一种激活的状态（Fink et al., 2009a; Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007）。

通过对文献重新查证，Fink 等人 (2009a)采用 EEG 和 fMRI 相结合的手段来研究创造性的脑机制，脑电结果表明，在创造性任务中，被试的额叶部位出现了高的 α 波同步化，但是脑成像（fMRI）结果发现额叶并没有出现激活的减少，相反出现了激活的增加。关于这两种功能的解释，研究者更倾向于采用后者。即 α 波同步化表示是一种激活增加的状态。本研究结果发现低特质被试在表现高状态社会创造性时，右脑比左脑出现了更高的 α 波同步化。在表现高状态创造性时，需要更强大的抑制能力，右脑对于创造性观点的生成具有重要作用，因此出现了较高的 α 波同步化，但并不一定表示脑区激活就会减少，是一种激活增加的状态。

此外，在后文的解释当中，也同样采用第二种解释的观点，并对之前的解释做了修改，改动部分见“4 讨论”第二段红色字体部分

意见 14: 作者将 α 波划分为高频和低频的原因在于认为，高、低频段 α 波敏感性可能是不同的 (Fink & Benedek, 2012)，低频段 α 波与基本认知需求相关，如警觉和监视，而高频段的 α 波与特定的认知任务相关，如语义记忆加工 (Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007)。那么我们是不是可以认为高频和低频 α 波的功能是不同的？在文中低频与高频的研究结果大部分相同，且在讨论中不论是对高频的结果还是低频的结果都是相同的解释，那么作者划分高、低频段 α 波有何意义呢？

回应: 由于本研究的研究目的在于区分不同特质创造性（个体特质）的被试在表现不同状态创造性（提出观点的新颖程度）时脑电激活模式的差异，Fink 等人(2009b)发现高频 α 波对于不同的被试个体更敏感。根据 Fink 等人（2007）研究，低频段的 α 波对被试观点的新颖性更敏感，所以从研究目的出发，将 α 波频段分为高、低频段较为合理。低频段的 α 波与更多的注意功能有关，而高频段的 α 波与语义加工有关 (Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007)，社会创造性较于一一般的创造性任务是一种更为复杂的任务，前期可能与语义加工有关，在后期创造性观点生成阶段可能与注意有关，选择分开研究是由于不同频段 α 波可能与社会创造性观点产生的不同阶段有关。

本研究结果发现高、低频段的 α 波同步化结果还是存在一定差异的，差异为高频 α 波出现了脑半球、状态创造性和特质创造性显著的三重交互作用。而低频 α 波同步化未出现这种交互作用。可以看出高频的 α 波对两脑半球的同步化更敏感，与 Fink 等人（2007）研究结果较为一致。同时，Fink 等人(2009b)研究也发现高频的 α 波对于不同的被试个体更敏感，支持本研究结果。此外在文中的讨论部分对差异的原因进行了补充。见“4 讨论”部分的第五段紫色字体部分。

意见 15: 低特质被试只有 12 名，影响统计结果稳定性，建议增加被试到 20 人。

回应: 在以往有关研究中，Fink 等人（2006a）研究中一共有 30 名被试，其中训练组为 14 名，没有接受训练组有 16 名被试；Fink 等人（2009b）被试一共 32 名，其中专业舞蹈人为 15 名，与本研究中被试数量相差不大。此外，在以后的研究中，我们会遵照专家的意见增加被试，对结果进行进一步证实。

审稿人 2 意见：

意见 1：文章前言部分对于与创造性相关的 α 波研究阐述应该更详细一些，例如这些研究使用的什么任务， α 波的头皮分布如何。

回应：在创造性相关研究中，研究所使用的研究任务、头皮分布已经在“1 引言”部分的第一段红色和紫色字体补充完整。

意见 2：建议作者对本研究中所提出的状态创造性做更多的解释和说明。研究中依据被试提出策略的新颖性、有效性和适当性的分进行高（低）状态创造性的分类，这是否类似于传统创造性任务中根据被试的答案，对其进行创造性评价（新颖性，流畅性，独创性等）的方式？如果是，那经典的一些创造性测试（例如 AUT 等）所测到的发散思维能力，是状态还是特质？

回应：根据作者的建议，关于状态创造性的解释和说明，见“1 引言”第四段的红色字体部分。

研究中对于高低状态创造性的划分与传统的创造性高低的划分方式是类似的。经典的创造性测验如多用途测验和托兰斯创造性测验，虽然测得是发散性思维能力，但往往缺乏一定的预测效度，这些测验的成绩并不能很好地预测杰出的创造性成就（Sternberg, 1999; Hennessey & Amabile, 2010），实际上这些测验多为情境性测验，要求被试在限定的时间内（通常是几分钟）对问题给出答案，因此可以认为是一种状态创造性。

意见 3：讨论部分“在 Fink 等人（2009a）的研究中”一句中，高（低）新颖组是否可以理解为高（低）状态创造性？此外，由于 α 波同步化并不一定反应的是皮层活动的减少，因此“由于波同步化表示皮层激活的减少”此句需要相应的文献支持。

回应：Fink 等人（2009a）的研究中，根据被试在多用途测验（AUT）中所提出的创造性观点进行新颖性高低的评定，在多用途测验中被试所表现的是特定情境中的状态创造性，并不是被试稳定的创造性倾向。因此，高低新颖组可以理解为被试表现出高低状态创造性。

“由于 α 波同步化表示皮层激活的减少”一句已经在文中加入相应的参考文献，见“4 讨论”部分第一段蓝色字体部分。

意见 4：文章中有一些需要修正的地方，例如：

2.1 部分中应该报告高（低）特质被试两组每组的男女比例。

2.2 部分中应该报告实验材料呈现的字体，大小以及视角等信息。

2.3 部分中“参照 Fink 等人（2007）的做法...”一句中“有想法按键前的”需要表述准确，此外该句不通顺。此外公式中“%ERS/ERD”书写有误。

3.2 部分中“简单简单效应分析进一步表明”表述有误。

请作者仔细检查全文。

回应：2.1 部分的高（低）特质被试两组每组的男女比例已经在文中添加，见“2.1 被试”部分的绿色字体部分。本研究的主要目的不是探讨社会创造性脑电活动模式的性别差异，因而没有做到被试性别比例的平衡。在将来的研究中，可以进一步控制样本的性别比例，以探讨性别对脑电模式的影响

2.2 实验材料呈现的字体大小视角已经在文中补充完整。见文中“2.2 实验任务”第一段红色字体部分。

2.3 部分中“参照 Fink 等人（2007）的做法...”一句中“有想法按键前的”需要表述准确，此外该句不通顺。此外公式中“%ERS/ERD”书写有误。

“有想法按键前的”已经调整为“在按“F”键之前。详见“2.3数据采集和分析”部分第一段的紫色字体的部分。“%ERS/ERD”已修改。

3.2 部分中“简单简单效应分析进一步表明”表述有误。

简单简单效应分析是指当三重交互作用显著时候，其中两个变量的交互作用在第三个变量上的差异是显著的，随后固定第二个变量的某个水平，检验第二个变量的不同水平是否在第三个变量的不同水平上差异显著，第二次进行的简单效应分析叫做简单简单效应分析。可能表述不清，引起专家误解，已在原文“3.2 脑电数据分析结果”第三段绿色字体部分做了调整。

第二轮

审稿人 1 意见：

意见 1：图注中的单位需要标示出来，图二中的纵轴单位，图三图四中 color bar 的单位

回应：按照专家的意见，已经在图中加入相关的单位说明，详见附图 2、3、4。

意见 2：之前 Fink 的研究中主要采用的带窗的傅里叶变换（FFT）后再跟据 Pfurtscheller 和 Lopes da Silva（1999）提出计算 ERS、ERD 的方法进行分析，且目前比较常用的方法是傅里叶变换或者小波变换进行时频变换，而作者主要采用数据变换方式是 Pfurtscheller 和 Lopes da Silva（1999）文中提出的：将波幅进行平方，计算出功率。请作者引用最近使用该种方

法做类似分析的文献或对使用该种方法的合理性在作出说明。

回应: 计算功率的方法有两种,一种是采用傅里叶转换小窗重叠技术,一种采用的是直接平方来计算波幅, Caravaglios, G., Muscoso, E. G., Di Maria, G., & Costanzo, E. (2014)也是直接采用 Pfurtscheller 和 Lopes da Silva (1999) 所提到的直接将波幅进行平方计算的, Ikezawa 等人 (2011) 使用 MEG 所收集的数据,也是采用直接平方的方法求得功率,并且笔者就两种方法,所计算的结果进行比较,并无较大的差异,因此在本研究中采用直接平方的方法进行计算波幅。

审稿人 2 意见:

意见 1: 作者基本按照审稿人的问题进行了修改和详尽的回答,但还有一个未解决的重要问题是作者并没有按照建议增加实验被试量,解释为国外的文章 (2006, 2009) 用的被试量在 15 个左右,但这已经是 5 年前,现在很多国外杂志社被试量低于 20 名不予审稿,作者的被试量只有 12 个,不管是相对于 5 年前还是现在都更少,为了实验结果的稳定性,再次建议作者增加被试数量。

回应: 针对审稿专家提出的被试量较少的问题,又补做了 8 名低特质被试的数据,将低特质的被试增加到 20 名,并且将数据结果重新进行了整理。

意见 2: 请按照 Fink (2009) 中实验流程图一样,给横轴加上 0ms 时间刻度,这才是准确的时间轴实验流程图,否则让人费解。

回应: 为了避免误解,更清楚地显示时间轴试验流程图,在图 1 中增加了 0ms 的时间刻度。

意见 3: 为什么作者仅仅按意见增加了地形图而没有增加时频图,也没有给出合理的解释。一般时频文章中都会出现时频图,更能让读者直观的明白实验结果,如 Zanto and Gazzaley (2009), *The Journal of Neuroscience* 文中一样。

回应: 因为社会创造性相较于一般创造性,创造过程更为复杂,很难划分为具体的几个创造阶段,本研究主要关注整个社会创造性的创造过程中脑电活动,而没有将创造性过程分为具体的某几个阶段,因此没有增加时频图, Schwab, Benedek, Papousek, Weiss 和 Fink (2014) 研究中已对一般创造性的创造过程中时频分析进行研究。

意见 4: 图 2 图 3 图 4 中数值的单位是什么,如图 2 纵坐标,图 3 和图 4 的 bar

回应: 图 2, 图 3, 图 4 的单位数值都为 μV^2 , 已经在图中加入。

第三轮

意见 1 但还有个小问题：仔细检查中英文摘要，其中被试数量描述错误。

回应：针对专家提出的问题,已经在英文摘要部分做出了相应修改,并已经再次进行检验。