

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：《一味坚持还是灵活变换：换牌频率的神经结构基础和认知机制》

作者：孙雅晨 张汉其 李勇辉 薛贵 何清华

---

### 第一轮

**审稿人 1 意见：**文章采用单变量和多变量 VBM 的方法，在随机猜牌任务中的换牌频率与大脑灰质体积的相关，并探讨了坚持性人格和认识灵活性在其中的中介作用。文章选题较为新颖，研究设计合理，条理清晰，结论具有一定的研究价值和理论实践意义。

**意见 1：**然而文章在统计方法的运用上似乎有欠妥之处，下面两个问题，请作者详加解释：

1) “单变量分析的结果显示，后扣带回、额中回、额极、脑岛、壳核和颞叶等脑区与换牌频率表现出相关关系。在控制性别和年龄后，后扣带回( $r=0.140, p=0.009<0.05$ ).....”此处呈现了  $r$  值，由单变量分析得出的显著脑区，再返回去做相关，当然会得到显著的结果，数据不独立，有 double dipping 的嫌疑；如果此处呈现  $r$  值只是为了展示没有极端值，那么应当表达清楚；

2) “多变量分析的结果显示，后扣带回、额中回、额极和脑岛的灰质体积模式能预测换牌频率。在控制性别和年龄变量后，后扣带回的灰质体积( $r=0.116, p=0.030<0.05$ )和额中回的灰质体积( $r=0.182, p=0.001<0.05$ )与换牌频率呈正相关.....”如果是用交叉验证来做预测，那么预测结果应当是模型模拟的换牌频率与实际换牌频率的相关，而不是文中所述的灰质体积与被试换牌频率的相关，这个结果很奇怪。

**回应：**非常感谢审稿专家所提出的宝贵意见，这些意见对于改进论文有非常重要的意义和价值。

1) 诚如审稿专家所言，在单变量分析中呈现的  $r$  值的目的是为了展示没有极端值，因为表述的问题可能使得原文有歧义且有 double dipping 的嫌疑，因此作者对论文表述进行了修改。

实际上我们是首先用与行为指标相关显著的脑区做为 mask，然后分别提取感兴趣脑区的平均灰质体积 (GMV)，最后在控制年龄和性别变量的情况下研究 GMV 与行为指标的关系。如前所述，这里呈现相关只是想进一步阐述在控制性别和年龄后（全脑分析时未纳入性别和年龄作为协变量），后扣带回等脑区与换牌频率是否还有相关关系，而且该相关关系是正相关还是负相关，因此我们还同时标注了相关系数。

感谢审稿专家的细致，指出此处的可能歧义和问题，作者已对文中实验结果中单变量的分析结果部分做出了详细表达的修改，具体修改和补充内容见数据分析的标黄部分，请审稿专家予以审查。

2) 诚如审稿专家所言，交叉验证的结果是电脑模型模拟的换牌频率与实际换牌频率的相关。这里提到的相关其实也跟上一个问题相似，我们只是想说明一下在控制了年龄和性别变量的情况下，多元模式分析所得出的脑区实际上与换牌频率仍然表现出相关关系。修改稿已对文中多变量的分析结果部分做出了详细表达的修改，具体修改和补充内容见实验材料和方法部分中的多体素分析和实验结果中多体素分析结果的标黄部分，请审稿专家予以审查。

**意见 2:** 另外, 文章还存在一些显而易见的不规范之处:

- 1) 所有图表都应该采用中文, 比如程序图、被试换牌频率图、相关脑区图以及中介效应模型中的标记、横纵坐标、脑区都应该改为中文。
- 2) 不需要报告精确的  $p$  值, 只需报告阈值即可 (即  $p < 0.05$ )。

**回应:** 非常感谢审稿专家的宝贵意见, 这些对于提升本文细节有关键作用。

- 1) 目前已将文中所有图表改为中文显示, 包括审稿专家提到文中的程序图、被试换牌频率图等都已改为中文。具体修改和补充内容见文中随机猜牌任务图和实验结果的标黄部分。请审稿专家予以审查。
  - 2) 已更正。请审稿专家予以审查。
- .....

**审稿人 2 意见:** 前人采用猜牌任务研究人的非理性决策情况时, 发现人的换牌频率显著低于电脑的换牌频率, 但是尚没有针对该现象的脑结构神经基础的探究。该研究首次采用了体素形态学技术研究被试换牌频率的脑结构基础, 并探讨了坚持性和认知灵活性在被试换牌频率和大脑灰质体积相关中的中介作用。同时采用单变量以及多变量分析方法, 使得结果更有说服力, 值得肯定。因此, 它有一定的理论价值。但是, 该文逻辑推理上存在一定问题: 给人感觉是以数据为导向 (心理学的研究应该是问题导向, 而不是数据驱动); 不少细节不规范、不完整。具体分述如下:

**意见 1:** 引言部分表述薄弱, 缺少决策领域的脑机制阐述。这篇研究的重点是脑机制, 建议增加与换牌任务类似的决策任务的脑功能、脑结构、DTI 等多模态研究已有的结果, 来引出问题会更有说服力和逻辑性, 假如能提出脑结构与换牌频率之间可能存在的关系的假设的话, 对文章整体质量会有很大的提高。

**回应:** 非常感谢审稿专家的宝贵意见。

已经增加了决策领域的脑机制的相关阐述, 尤其是增加了与换牌任务相关的决策任务脑功能、脑结构等多模态研究的结果, 并就此提出了脑结构与换牌频率之间可能存在的关系的假设。

具体修改和补充内容见前言中标黄部分。请审稿专家予以审查。

**意见 2:** 方法和结果部分

- (1) 图的呈现不够完整。图中或者图的说明中需要标注相关系数  $r$  以及显著性  $p$  值, 并且对图中的脑区字母缩写进行中文文字说明。如图 3、图 4、图 5。
- (2) 未说明脑图是在哪种标准坐标系下的结果 (Talairach? or? MNI? space?), 未表述显著相关脑区的坐标, 图中未标注为何种剖面 (x or y or z?) 以及位置。
- (3) 在额极脑区, 两种数据处理方法得到相反的结果。单变量分析的结果显示“额极 ( $r=0.162$ ,  $p=0.002 < 0.05$ ) 的灰质体积与换牌频率呈正相关”, 然而, 多变量分析的结果显示“额极的灰质体积 ( $r=-0.139$ ,  $p=0.010 < 0.05$ ) 与换牌频率呈负相关”, 两种数据处理方法得到相反的结果, 如何解释?
- (4) 数据处理部分, 没有写明中介调节分析方法的内容。比如使用的是哪种软件, 数据处理步骤等等。
- (5) 中介效应分析中, 自变量与因变量是否设置反了? 文中探究换牌频率对某个脑结构的影响是否受到坚持性或者认知灵活的中介作用, 换牌频率影响脑结构的表述, 在逻辑上

似乎存有疑问。因为个体的脑结构是固有的，是个体在换牌频率表现差异的来源之一。为什么不探究脑结构对换牌频率的影响是否受到坚持性或者认知灵活的中介作用？

(6) 中介效应分析为什么只选用了多变量分析结果的脑区，而没有考虑单变量分析结果的脑区？

**回应：**非常感谢审稿专家的宝贵意见。

(1) 已对原文图中或者图的说明中进行了相关系数  $r$  以及显著性  $p$  值的标注。也已将图 3、图 4、图 5 中的脑区标注为中文且图上方文字段落有相应脑区的中英文双语说明。具体修改和补充内容见实验结果中的图 3、图 4、图 5 部分，请审稿专家予以审查。

(2) 本文使用的是 MNI 坐标系，已使用表格形式呈现脑图在 MNI 标准坐标系下的结果，并在表中呈现了显著相关脑区的坐标，标注了  $x$ ,  $y$ ,  $z$  剖面以及位置。具体修改和补充内容见实验结果部分和所有的图。请审稿专家予以审查。

(3) 实在抱歉，两种数据处理结果看似不同的原因正是因为我们原文中叙述不清，跟审稿专家所提出的第一和第二个问题有关，即图的呈现方式不足，没有标明脑区的坐标所造成的。在论文中，单变量分析的结果显示“额极 ( $r=0.162$ ,  $p=0.002<0.05$ ) 的灰质体积与换牌频率呈正相关”，是左侧的额极与换牌频率正相关；然而，多变量分析的结果显示“额极的灰质体积 ( $r=-0.139$ ,  $p=0.010<0.05$ ) 与换牌频率呈负相关”，是指右侧的额极与换牌频率负相关。因此看似两种数据处理方法得到相反的结果，但实际上是因为所得到的脑区不同的原因所导致的。具体修改和补充内容见实验结果标黄部分。请审稿专家予以审查。

(4) 在修改版本的论文中已写明中介调节分析方法和步骤，如所使用的分析软件是 SPSS 22.0，所使用的脚本是 PROCESS 脚本等等。具体修改和补充内容见实验结果中介分析的标黄部分，请审稿专家予以审查。

(5) 我们非常赞同审稿专家的看法。诚然如专家所言，个体的脑结构是固有的，很可能是个体在换牌频率当中差异的来源之一。而我们的研究也发现，换牌频率其实也是一种具有稳定个体差异的特质。那么这里就涉及到一个脑与行为关系的复杂问题，我们知道行为会塑造大脑，大脑的改变也会影响行为。所以，我们在中介效应的分析中，就直接简单地用了行为特质与大脑的结构之间做了相关。而且我们在论述过程中已经尽量去避免因果关系的论述，有可能是脑结构的差异导致换牌频率的改变，坚持性和认知灵活性起到了中介作用，也可能是长期固有的类似换牌频率的行为导致了脑结构上的差异，而同样坚持性和认知灵活性在其中起到了中介作用。当然，审稿专家的建议更为合理，因此，我们重做了中介模型，发现了类似的效果，请审稿专家审核。

(6) 文中中介效应分析只选用了多变量分析结果的脑区，一方面是因为多元模式分析比单变量分析更加敏感也更有效。另一方面是这些脑区也正是单变量分析和多元模式分析的重合部分。与单体素分析方法相比，这种方法假设大脑通过在较大尺度下分布式的活动来完成某项功能，而多体素的激活模式具备更大的信息量，因此这类方法比单变量的分析更加敏感。多变量分析得出了可以预测换牌频率的相关脑区；单变量仅仅分析出了与换牌频率有关系的脑区，只表明了相关性，而没有表明相关的方向，因此在中介效应分析中选用多变量分析结果的脑区更为合理。具体修改和补充内容见实验材料和方法的核磁共振数据采集与处理的标黄部分，请审稿专家予以审查。

### 意见 3：讨论部分

(1) 存在病句，较难理解，如“比如，Macaskill 等人(Macaskill & Hackenberg, 2012)通过鸽子在沉没成本效应实验中做出的决策发现坚持性是鸽子很难抉择何时更好或是否该从笼子里逃跑做出的默认行为策略。”

(2) 讨论部分单薄。阐释了额中回在换牌任务中可能存在的脑功能作用，对于其他与换牌频率存在相关的脑区，比如额极、脑岛、壳核等可能存在的作用没有展开论述。

**回应：**非常感谢审稿专家所提出的宝贵意见。

(1) 已修改该病句，并改为“比如，Macaskill 等人(Macaskill & Hackenberg, 2012)通过鸽子作为被试来探索坚持性在沉默成本中的影响发现，在鸽子很难抉择何时按键是从笼子中逃脱的最佳时机或者自己是否该按键从笼子中逃脱时，坚持待在笼子中是其做出的默认行为策略。”（具体修改内容见标黄部分，请审稿专家予以审查）。

(2) 已展开其他与换牌频率存在相关的脑区的作用，讨论部分从额极、脑岛、壳核等可能存在的作用进行了分析论述。具体修改内容见文中讨论标黄部分，请审稿专家予以审查。最后，非常感谢两位审稿专家的意见，这些意见对于改进本论文起着至关重要的作用，再次对两位审稿专家的工作表示感谢！谢谢！

---

## 第二轮

**审稿人 1 意见：“xb17-388”的审稿（再审）意见：**修后发表。

**回应：**非常感谢这位审稿专家对本论文的正面评价。

**审稿专家 2 意见：**作者对“审稿专家 1”、“审稿专家 2”的意见进行了较认真的修改和回应，外显态度中肯。总体而言，修后的论文在科学性、严密性、逻辑性方面有了一定提升，但仍存在如下问题和不足，供作者参考：

**意见 1：**中文摘要的表述不够简明、规范。尤其是摘要的最后一句“本研究从认知神经机制角度阐释了换牌频率个体差异的认知机制和神经基础，对理解为何有的人一味坚持，而有的人灵活变换背后的原因，对改善人们的决策行为有着重要意义。”似乎表述不当。

**回应：**感谢这位审稿专家的意见。根据专家的意见，我们对中文摘要中原来的病句做出了修改，现改为“本研究从认知神经机制角度阐释了换牌频率个体差异的认知机制和神经基础，对理解为何有的人一味坚持，而有的人灵活变换背后的原因展开了较为详细的阐释，并且为之后改善人们非理性决策行为的方法提供了重要的理论支撑和参考价值。”

**意见 2：**英文摘要存在语法错误，如“Someone make a choice”，“why some people persist making the same choices”，需找专业人士润色。

**回应：**感谢审稿专家的意见。我们对英文摘要进行了非常大的调整，对其中存在的语法错误做出了修正，并且找了专业人士润色，请审稿专家审阅。

**意见 3：“1 前言”部分**虽然增加了与换牌行为相关的理论阐述和相关脑机制的研究，但依然论证不足，文献量偏少，未形成递进性的文献综述，问题提出的理论支撑不够充分。列举如下两点，供商榷：

(1) 所增加的与换牌决策相关的三个理论中，只是简单阐述了三个理论的释义，未说明这三个理论对换牌行为影响的解释。文中提到，“这三个经典理论可以较为清楚地阐释人们

为何做出非理性的换牌决策”。建议作者对这三个理论与换牌行为之间的逻辑关系进行简述；

(2) 正文大篇幅探讨了坚持性、认知灵活性在大脑灰质体积与换牌频率中的中介作用，但在“前言”中，只是简单地提及坚持性、认知灵活性的概念，未展开阐述。

是否应该考虑在前言中补充坚持性人格特质、大脑灰质体积、换牌频率三者关系的相关研究；以及认知灵活性、大脑灰质体积、换牌频率三者关系的相关研究？

**回应：**感谢专家的宝贵建议，这一点对于论文的文献综述部分的论述逻辑起到的关键的修正作用。

(1) 诚如专家所言，我们修改时所增加的与换牌决策相关的三个理论中，由于没有使用针对性强的词语，没有道明三个理论是如何解释换牌行为的。根据专家建议，我们对这三个理论与换牌行为之间的逻辑关系进行了更进一步的简述和梳理：“最初的强化学习机制只能从行为的结果用外在奖惩论解释人们倾向于某个选项的原因，在此基础上提出的决策的模型机制通过计算模型认为理性人受到错误世界指导(对事件随机性存在认知偏差)便会产生次优决策(Green & Schrater, 2010)。躯体标记假说进一步从生理层面认为躯体标记在决策中起到警醒和反馈的作用，当决策可能导致负面情绪时，会自动发出警报信号以免决策者受到损失，有助于决策者做出适应性决策(Bechara, 2005)。这三个经典理论可以较为清晰地从直接观察到的行为到主观定性的心理描述，再上升到客观量化的生理层次阐释人们为何做出非理性的换牌决策，但却无法指明为何人们换牌频率上存在个体差异，尤其是其内在的认知机制到底是怎样的，尚且缺乏实质性的研究。”主要修改是增加了递进式的语句（见标绿的文字），强化了逻辑关系，引用了该领域最经典的文献，并且明确提出“这三个经典理论可以较为清楚地阐释人们为何做出非理性的换牌决策”的结论，以便读者更好理解。

(2) 感谢专家提出此问题。诚如专家所言，前言并没有大篇幅地去探讨坚持性、认知灵活性在大脑灰质体积与换牌频率中的中介作用。这个原因主要有如下两点：①国内外研究尚未对坚持性人格特质与大脑灰质体积、换牌频率三者关系以及认知灵活性与大脑灰质体积、换牌频率三者关系进行探讨，更不必说中介效应相关的结果了（下面列举一下我们查阅文献的结果，以便审稿专家审阅）；②正因为没有相关的文献，我们的研究才更有意义和价值，才能获得两位审稿专家一致认为“文章选题较为新颖，研究设计合理，条理清晰，结论具有一定的研究价值和理论实践意义”。在修改版本的论文中，我们加强了这个部分的写作，增加了 10 多篇参考文献(文献总数几乎已经达到心理学报的参考文献上限)，请审稿专家审阅。

**意见 4：**作者在修改中补充了中介分析方法所用的软件（见 3.3 中介效应分析结果），“我们使用 SPSS 22.0 软件，结合 PROCESS 插件”。但这样表述，检验过程仍不清晰，是否应该说明在中介检验过程中具体使用了 bootstrap 或者其他分析方法及步骤。

**回应：**感谢审稿专家的建议，我们在修改中进一步补充了中介分析分析方法及操作步骤（见 3.3 中介效应分析结果标绿文字）。

**意见 5：**“5 结论”需重新提炼、规范表述。最后一段“本研究首次从认知机制和脑结构两个角度对猜牌任务中换牌频率的个体差异提供了一定的实验证据。未来的研究可进一步采用行为实验探讨背后的心理机制，并结合多种方法技术，如静息态、DTI、fMRI 等方法来更加全面地探索换牌频率个体差异的神经基础。”似乎是建议而非结论。

**回应：**感谢专家的建议，诚如专家所言，这句话的确是建议而非结论。因此在修改版本的论文中，我们删掉了最后一句建议，而只保留了前一句。

**意见 6：**文中存在多处格式错误

(1) 前言中所引述的参考文献的格式有误, 例如“2009 年 Xue 等人...”, 年份不应该写在前面; 错误部分均在文中用绿颜色标出。(注: 凡是用绿颜色标注的文字部分, 均有疑问请作者斟酌)

(2) 报告统计结果时须注意统计指标的格式, 如 Abstract 中的“ $p<0.001$ ”, P 应改用斜体。注: 凡是用绿颜色标注的文字部分, 均有疑问请作者斟酌。

**回应:** 我们特别感谢审稿专家对论文的挑剔性阅读和细致入微的建议。我们已经仔细通读了全文, 将审稿专家提出的问题一一进行了修改, 请审稿专家审阅。最后, 所有作者再次对编辑和两位审稿专家表示由衷的感谢! 此轮论文中的所有修改均以高亮显示, 请审稿专家审阅。

---

### 第三轮

**编委专家复审意见:**为达到发表标准, 请作者根据专家意见再进行认真修改。

**回应:** 非常感谢编委专家的建议。此轮修改我们再次根据各位审稿专家的意见进行了认真的修改和核对, 确保内容和表述都能达到发表标准。具体修改详情请参见文中标黄部分。感谢编委专家、编辑和各位审稿专家的建议!

---

### 第四轮

**主编终审修改意见:**

《一味坚持还是灵活变换: 换牌频率的神经结构基础和认知机制》稿号: xb17-388》这篇稿件, 研究思路和研究方法比较好, 但是语言表达比较一般。需要在语言表达上多下功夫。例如:

**意见 1:** “由于决策时我们应对不断变换的环境通常需要认知灵活性的参与, 所以我们还认为在猜牌任务中的换与不换的抉择也与认知灵活性有关。”

不明白要表达什么意思?

**回应:** 衷心感谢主编的建议, 请原谅我们之前的表述不清, 存在语法问题, 现已更正为“在我们进行决策时, 为了应对不断变换的环境, 认知灵活性在其中起到了关键性的作用, 因此我们假设猜牌任务中被试更换选项的行为也与认知灵活性有关。”

**意见 2** “决策是每个人每天都会进行的活动。二择一时, 有人择一而终, 有人变换不定。这种特征背后的认知神经机制尚不清楚。本研究首次采用单变量和多变量体素形态学分析的方法分析了 350 名大学生 (其中女性 194 人, 平均年龄 19.97 岁) 在随机猜牌任务中的换牌频率与大脑灰质体积的相关情况。为了进一步理解决策变换中存在个体差异的认知神经机制, 本研究还探讨了坚持性人格特质和认知灵活性与换牌频率的关系, 并考察了两者在大脑灰质体积与换牌频率中的中介作用。

问题提出与方法混在一起, 跳跃性太大, 让人理解很困难。

**回应:** 感谢主编的建议, 之前的描述没有很好地将问题提出和方法分离开, 现已更正。已改为“决策是每个人每天都会进行的活动。二择一时, 有人择一而终, 有人变换不定。这种个体差异可能与坚持性人格和认知灵活性有关。本研究旨在探讨这种行为特征背后的认知神经机制, 以便进一步理解决策变换中存在的个体差异。本研究采用了单变量和多变量体素形态学分析的方法分析了 350 名大学生 (其中女性 194 人, 平均年龄 19.97 岁) 在随机猜牌任务中的换牌频率与大脑灰质体积的相关情况, 探讨了坚持性人格特质和认知灵活性与换牌频率的关系, 并考察了两者在大脑灰质体积与换牌频率中的中介作用。”

**意见 3 前面说:** 之前的研究多从心理机制和神经生理层面对人们的换牌行为现象进行了一定的探讨。

后面说: 虽然使用猜牌任务探求换牌频率的脑机制尚且缺乏实质性的研究, 但不少科研人员已通过功能性磁共振成像技术 (fMRI), 开始了对类似非理性决策任务的神经基础的探索。

相信哪一个是正确的?

**回应:** 感谢主编的建议, 我们的表述不清导致了误会。现已更正为: “前人的研究多从心理模型和生理层面对人们这种变换选择的行为现象进行了一定的探讨。”

**意见 4 作者说:** 综上所述, 在随机猜牌任务中的换牌频率具有极大的个体差异, 该个体差异可能与人格坚持性和认知灵活性有关。虽然有少量研究尝试揭示其他决策行为下的脑机制, 但换牌频率的脑结构基础, 以及人格坚持性和认知灵活性对换牌频率脑机制的中介作用分析尚且缺乏研究证据的支持。本实验首次尝试结合基于体素的形态测量学 (voxel based morphometry, VBM) 技术和多变量模式分析 (Multi-voxel Pattern Analysis, MVPA) 技术来研究换牌频率的神经解剖学基础, 并探索人格坚持性和认知灵活性在其中的中介作用, 以期揭示换牌频率个体差异的心理机制和神经解剖学基础。

在这里, 作者没有说清为什么要这样研究的逻辑是什么?

**回应:** 非常感谢主编的建议。我们补充了这样研究的逻辑, 请见文中讨论标黄部分, 相关内容已修改为:

“总而言之, 在随机猜牌任务中的换牌频率具有极大的个体差异, 该个体差异可能与人格坚持性和认知灵活性有关。前人研究大多关注于类似决策行为的心理模型和生理学层面, 好在也有少量研究尝试揭示相似行为的脑机制, 但对于换牌频率的脑结构基础, 以及人格坚持性和认知灵活性对换牌频率脑机制的中介作用分析尚且缺乏研究证据的支持。

鉴于此, 本实验首次尝试结合基于体素的形态测量学 (voxel based morphometry, VBM) 技术和多变量模式分析 (Multi-voxel Pattern Analysis, MVPA) 技术来研究换牌频率的神经解剖学基础, 并探索人格坚持性和认知灵活性在其中的中介作用, 以期揭示换牌频率个体差异的心理机制和神经解剖学基础。”

非常感谢主编的指点!

**意见 5:** 这里就不一一列举, 建议作者请他人多挑剔阅读, 注意认真订正。

**回应:** 非常感谢主编的建议! 也非常感谢所有匿名审稿人和副主编对本文提出的建设性的修改意见! 我们邀请了其他课题组的研究人员对我们的文章再次进行了挑剔性阅读和评价, 并且进一步进行了更正。更正部分请见文章中标黄部分。再次表示对您们的感谢!