

《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：超越视觉限制：失象症的跨学科探索

作者：齐登辉、张得龙

第一轮

审稿人 1 意见：

本文通过综述心盲症的相关研究和心盲症个体的认知策略，提出对人工智能(AI)策略的启发。该选题具有理论和应用价值，但在认知策略和对人工智能的启发这两方面尚缺乏深入的细节和系统的文献梳理，有一定提升空间。

具体意见如下：

意见 1：提出的 AI 策略启发大多为作者角度推测和猜想，建议补充人工智能、计算机算法的参考文献。

考察现行 AI 算法针对类似心盲症个体的认知策略(如模式识别、语义推理、结合以往经验等)，从技术角度讨论心盲症认知策略应于 AI 的可行性，改进人工智能对认知机制的启发部分。

回应：参见意见 2。

意见 2：文中直接使用 AI 这一缩略语，其指代过于宽泛。文中既包含了算法、模型等技术层次的构想，又包含用户体验、交互设计等应用方面的内容，对这两部分可分别聚焦，或将 AI 的内涵拆解进行论述

回应：感谢审稿专家对本文的肯定和建议，我们将结合意见 1 来进行回复。我们同意审稿专家意见指出的相关表述过于宽泛这一问题，考虑到《心理科学进展》是心理学刊物，我们将原先的 AI 范畴具体至深度学习模型，同时考虑到读者的范围，我们从认知神经科学跨学科交互的角度来对失象症进行探讨，将深度学习模型与认知神经科学方法的整合揭示背后的神经基础，并展示了大脑在视觉表征个体差异上的复杂性。强调了在认知多样性方面失象症个体的特殊性，并为揭示人类大脑如何以不同方式格式化信息表征和处理功能提供了新视角。具体内容请参见正文中的红色标注（主要内容在第五节）。

意见 3：在前四节的结尾部分，作者都加入了与 AI 相关的讨论，但是这些句子和段落在这几章末尾没有任何进一步阐释的出现稍显突兀，且内容与第五节略有重复，可以考虑仅保留第五节的讨论或将第五节的讨论拆开放到对应的每一节的末尾。

回应：感谢审稿专家指出的问题，我们重新组织了文稿的内容，同时考虑到您的建议，我们在修改第五节内容的同时，删除前四节结尾部分。

意见 4：文中一些关键词并未给出进一步的解释。如第二节第二段的“视觉能”。

回应：感谢审稿专家指出的名词问题，针对“视觉能”(visual)，在原位置上作出解释和修改如下：

Pearson 等人提出从“视觉能”(visual energy)(先前视觉刺激对随后感知影响的程度)或感

觉强度的角度考察表象的强度与精确性，并且在视知觉与视觉表象机能等价的前提下，衡量视觉表象内容如何影响后续的知觉程度。

并且，除“视觉能”外，其他关键词的解释详见审稿人 2 意见 2。

意见 5：第三节中“替代策略”对全文有重要意义，应详细说明。

回应：非常感谢审稿专家指出该问题。我们梳理了失象症相关研究发展历程，在整合已有研究的基础上，我们对“替代策略”在稿件中进行了补充说明，具体如下(正文文稿第三节第二段)：

替代策略最早是由 Zeman(2010)根据一名后天获得性失象症的受试者在执行表象任务时，所激活了不同的脑网络所提出的一种可能性认知方式，认为是言语记忆领域的激活。研究者也通常使用“替代策略”称失象症个体在表象任务中表现出更多的语言描述和非视觉策略的使用，如语言脚手架的增多(Keogh, 2021; Bainbridge et al., 2020; Monzel, 2021; Jacobs, 2018)。

意见 6：第三节的第三和四段为心盲症对记忆的影响，可进一步组织和梳理。

回应：感谢审稿专家的意见，对于这个问题，我们深入的探讨了两段的描述，发现其内容虽然围绕着记忆，但其中的记忆类型的梳理是混乱的，如第三段中提过了短时和长时记忆，第四段后部分仍进行叙述，可能会给读者造成逻辑混乱的感受。鉴于这种情况，我们将每种记忆类型划分在三个段落中，具体修改如下：

除了想象力，失象症这种与视觉有关的神经发育障碍对个体记忆系统的影响也开始受到关注。早期研究表明，失象症个体在短时记忆任务中的表现与一般人相近，在一些复杂的长时记忆评估如雷-奥斯特里斯复杂图形测试(rey-osterrieth complex figure test)中，失象症个体整体表现不逊色于一般群体，表明他们可能运用了其他策略来管理记忆内容(Milton et al., 2021; Palermo et al., 2022; Zeman et al., 2010)，但也有工作指出失象症不仅影响视觉信息的回忆，还牵涉到语言和视觉形式的短时及长时记忆(Dawes et al., 2020; Monzel et al., 2021)；特别是在客体记忆方面，失象症个体遭受选择性损伤，尽管他们倾向于采用更多语言描述来弥补视觉细节的缺陷(Bainbridge et al., 2021)。

在涉及工作记忆时，复杂的视觉工作记忆任务为失象症个体带来负担，虽然在简单工作记忆任务中他们没有表现出显著的差异，但他们在处理更多信息量时通常需要应用替代策略来补偿视觉表象的缺陷(Jacobs et al., 2018; Keogh et al., 2021; Pounder et al., 2021)。

Pearson(2019)研究认为，涉及对过去事件进行回顾性记忆以及对将来事件进行前瞻性预想的记忆类型都依赖于大脑中重叠的功能网络，并且极其依赖于视觉表象。因此，在这些记忆类型中，失象症由于缺乏视觉表象或许会导致记忆能力的损害(Zeman et al., 2020; Dawes et al., 2020; Palermo et al., 2022)，并且根据场景建构理论，自传体记忆与视觉表象共享神经机制并依赖视觉表象，因此研究发现失象症个体在自传体记忆能力上也同样存在损伤(Zeman et al., 2015; Watkins, 2018; Dawes et al., 2020; Milton et al., 2021)。

意见 7：语言方面，文中存在语病，例如：第三节第一段“根据双重编码理论的解释，这一差异可能源于不能同时对视觉和语义信息的加工导致效率下降”；第四节第一段“有研究表明，心盲症个体在视觉场景重建等任务中存在挑战性”；第四节第四段最后一句话。

回应：感谢审稿专家指出的问题。对上述问题我们分别回复，如下：

第三节第一段：“根据双重编码理论的解释，这一差异可能源于不能同时对视觉和语义信息的加工导致效率下降”

改：根据双重编码理论的解释，这一差异可能源于失象症个体不能同时对视觉和语义

信息进行加工而导致处理效率下降”

第四节第一段：“有研究表明，心盲症个体在视觉场景重建等任务中存在挑战性”

改：有研究表明，失象症个体在视觉场景重建等任务中存在挑战。

第四节第四段最后一句话：在梦境体验方面，大多数失象症个体表示能够做梦，但通常报告称梦中的视觉细节与感官体验较贫乏(Zeman et al., 2015,2020; Dawes et al., 2020; Milton et al., 2021)，但也有称梦中的细节十分丰富，造成这种差异可能源于在意识状态下无法体验到自主回忆的表象，但仅保留了如做梦形式的非自主表象，表明做梦与感知无意识的自动模拟所依赖的神经机制与自主视觉表象的有意识模拟之间存在分离，尤其是做梦所涉及到的的是由脑干引发的自下而上过程与额叶皮层控制网络诱发表象的自上而下过程之间(Dijkstra et al., 2019; Zeman et al., 2020; Krempel et al., 2024)。

除上述外，其他语句问题的修改请详见审稿人 2 意见 2。

意见 8：文中参考文献的引用格式不统一。

回应：感谢审稿专家指出的问题。我们对正文中参考文献的引用以及参考文献格式重新进行了审查，对其中不符合要求的进行了修改，并在正文手稿中进行了绿色标注，对补充的文献作了红色标注。

.....

审稿人 2 意见：

在评论稿件之前，可能先说下我的学术相关背景以帮助编委和作者更好地理解我的评论：我早期曾在包括《心理科学进展》在内的中文期刊发表过文章，但是后面对中文期刊接触非常少，实际上这是我第一次帮中文期刊审稿；我的经历更多的是英文期刊的编辑和审稿工作，具体的学术背景是视知觉、元科学和 AI。接受审稿原因一来是因为老朋友的邀请，这个话题我也比较熟悉，二来是我对于中文期刊的运作不熟悉，通过这次审稿也促进我对这方面的了解(之前有和朋友聊过中文期刊运作这方面的话题)。

稿件题目是：超越视觉限制:心盲症的跨学科探索与对 AI 策略的启发。看了自检报告后，我以为文章的重点是 AI，但是文章其实主要是关于心盲症的发现、研究方法、认知策略、认知多样性，以及一个小节(section)关于心盲症对 AI 的启示。

总体评价：稿件是对心盲症的一个比较标准或者说传统的中文综述——我加个“中文”是因为，这种类别的总结性概述在中文期刊里比较典型，主要是给其他领域的研究者了解这方面的研究(主流的或者说较好的英文期刊一般不发表这样的文章，因为缺乏洞见、概念性的想法或者说思想性)。这是可以理解的也是有意义的，因为尽管综述评论类论文自检报告里强调文章要解决“科学问题”和“创新”等等，我也认同这个自检的正面导向意义，然而如果我理解没有错误的话，目前《心理科学进展》面对的作者群(特别是考虑到大部分是学生写的)可能还没达到这样的要求。因此导致的结果可能就是上面提到的自检报告的内容和文章本身的不一致性。

意见 1：文章在我看来需要主要考虑的问题是在讨论 AI 的时候(第十页开始)，用“AI 系统”、“AI 算法”、“AI 领域”非常模糊，因为 AI 是非常广泛的领域(Machine learning、Convolutional Neural Networks、Language Models 等等)，导致的结果是所谓的启示没有太多针对性或者具体实现方法，甚至导致错误。比如：

文章说到 AI 系统可以采用“模式检测、语义推理和以往经验的统合”(第十页)、“解析文本数据，推断出语句背后的情绪”(第十二页)、“通过非视觉信息来触发灵感和新颖想法的产生”(第十二页)等等这些启示，但是这些不正是大学语言模型(LLM)做的事情吗？——似乎

缺乏了启示的意义。又比如说这个启发：“一个 AI 算法在面对画面中不清晰或部分被遮挡的面孔时，可以参考周围环境线索、身份信息、体态语言等多元数据，利用类似“猜测”的方式推理出最可能的个体身份或涉及情景”——但是这并不是很多图像型的 AI 实现了的功能吗(比如 Adobe 的 firefly)。

文章说这个启发：“让系统通过生成和更新内部的世界模型”——这个假设是 AI 比如 LLM 有世界模型，但是这个本身是有争议的。另外的启发：“通过叙述和故事化来组织记忆信息”——为什么 AI 需要这些来组织记忆信息呢？相比于目前用到的机制(可以看下 LLM 怎么实现长的 context window)有什么优势呢？这是认真考虑过有用还是只是随口说说，因为我实在没看出这个的意义？

总的说，我建议作者考虑让 AI 领域的工程师和熟悉人工智能心理学的专家学者等看看，多多讨论可能有帮助，如果之前没这么做的话。我个人观点是心理学的一些理论、方法等等对于 AI 是有帮助和启发的，但是我认为大脑用不用表象(mental imagery)和 AI 没什么关系，也就是说 AI 特别是神经网络和表象等心理学或者说意识体验没关系，它不具备、也不需要具备这些主观的体验来实现其功能(我这里不做引文了，因为涉及我自己的文章，除非编辑或者作者需要)。因此，开头第五页“机器学习系统可能需要考虑认知任务的执行并不总是依赖于传统定义的心理表象”有点奇怪：机器学习系统什么时候考虑过任务需要心理表象的？这个和机器学习似乎没有什么关系。

回应：我们非常感谢审稿专家指出的问题并提出宝贵的建议。鉴于《心理科学进展》是心理学期刊，读者更多的是心理学者，我们希望能够将认知科学知识，以及与人工智能领域的跨学科整合带来的启发。对于 AI 的范围过大，我们对全文进行了修改，尤其是红色标注的地方，将整篇文章的重心放在了失象症与深度学习的结合上，希望认知神经科学与深度学习模型的整合为揭示人类信息表征的认识提供新视角。

对于专家指出的 AI 与表象之间的关系，就人工智能需不需要心理表象等意识体验，我们表示对专家您的意见的认同，AI 目前还不需要具备同人一样的意识，但就表象而言，人工智能中对于表象的定义，是指不论系统输入的格式如何，内部基于图像的表征(Kunda, 2018)，所以失象症的基于表象的认知模式，对 AI 系统的启示我们认为是可行的。我们按照审稿人的意见，调整了文章的思路和结构，整合了相关的一些综述文章，期望能够更清晰的阐述清楚失象症的跨学科研究带来的启发。

Kunda M. (2018). Visual mental imagery: A view from artificial intelligence. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 105, 155–172. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.01.022>

意见 2：文章的另一个主要问题可能是表述的清晰度，具体说：翻译有点不好理解。比如：phantasia 为“幻象”，而 aphantasia 为“心盲症”，这里英文唯一的差异是词根即一个否定前缀(a-)，但是中文却是完全无关联的词。很多专门的概念和名词没有任何解释。比如：“早餐桌实验”(breakfast-table test)、非自主表象(involuntary imagery)、“视觉能”、“表象之争”、“伪幻觉(Pseudo Hallucination)”、联觉。

回应：感谢审稿专家提指出的问题。对于上述问题修改具体如下：

【1】针对，phantasia 和 aphantasia 中文翻译不关联的问题，我们了解到“心盲症”(aphantasia)这个概念在国内各种社交媒体上非常流行，但却注意了单词的由来但却疏忽了翻译之间的联系，作为 phantasia 的否定意思，我们对全篇进行了修改，将 aphantasia 直译为“失象症”，同时考虑到大众对心盲症的叫法，我们在正文中第一次出现失象症的地方加入了心盲症的说明，具体修改如下：

失象症(aphantasia)，**又称心盲症**，是指某些个体在缺失外界感官输入的情况下，无法自主地在脑中生成或再现象征性图像与感觉体验的特殊心理状态(Zeman et al., 2015)。

【2】对于审稿专家指出的名词解释问题，我们依次进行了处理，具体如下(绿色为修改内容)：

(1)早餐桌实验

“进入近现代，首次由 Galton 通过其设计的“早餐桌实验”(breakfast-table test)，通过回忆自身早餐桌上的各种细节，揭示了人与人之间在心理表象方面的差异性(Galton, 1880)，并且首次对视觉表象进行了量化。”

(2)非自主表象

前期的研究倾向于将失象症局限于自主的视觉表象领域，但近年来的新研究指出，其他感官“表象(sensory imagery)，如触觉(touch)、听觉(auditory)和嗅觉(olfactory)表象也都有不同程度的丧失，除此之外，部分心盲症个体报告称部分非自主表象(invuntary imagery)(非意志努力所产生的表象，如由阅读触发的表象、侵入性图像、伪幻觉和残像)似乎受到影响。”

(3)视觉能

“Pearson 等人提出从“视觉能”(visual energy)(先前视觉刺激对随后感知影响的程度)或感觉强度的角度考察表象的强度与精确性，并且在视知觉与视觉表象机能等价的前提下，衡量视觉表象内容如何影响后续的知觉程度，意味着在原视觉任务中的表现在表象场景中同样可能出现(叶晓燕等，2018)。”

(4)表象之争

我们注意到，在引言部分我们首次提到了表象之争的内容，于是剔除原手稿中表象之争的位置，将表象之争的第一次引用放在了引言部分，具体为：

“长期以来，认知心理学对心理表象(mental imagery)——即在缺乏外部感官刺激时大脑能生成或重现的感官体验的认知机制——展开了激烈的表象之争(imagery debate)(Pearson, 2019)。其中，信息的表征格式问题是争论的焦点。争论一方将表象视为类似“心灵之眼(mind's eye)”的直观经验，另一方则认为表象是抽象的、符号化的过程。”

(5)伪幻觉

此外，研究显示心盲症个体对人工诱导的伪幻觉(Pseudo Hallucination)响应较弱，与真实幻觉体验不同的是，伪幻觉意识到幻觉并不是真实的，并与病理性或认知功能变化无关联，通常由“Ganzflicker”(一种有节奏的闪烁)所诱发(Königsmark, V. T., Bergmann, J., & Reeder, R. R., 2021)，暗示着心盲症个体可能使用替代策略(alternative strategy)处理视觉和知觉信息。

意见 3：逻辑矛盾：

例子 1：“在视知觉与视觉表象机能等价的前提下”——如果这个前提成立的话，那么意味着缺乏视觉表象机能则缺乏视知觉，然而这和后面说到 aphantasia 也有很多完整的视知觉功能(“表明其视知觉能力并未受影响”)矛盾。

例子 2：“磁共振成像技术为针对视觉表象上的个体差异研究提供了客观数据支持的可能性”——然而，这和其他表述是矛盾的，如“研究者们应用双眼竞争范式作为客观测试表象强度的方法”、“瞳孔反应强度”等等。

例子 3：“在梦境体验方面，虽然心盲症个体能做梦，但通常报告称梦中的视觉细节与感官体验较贫乏(Zeman et al., 2015,2020b; Dawes et al., 2020; Milton et al., 2021)，表明做梦所依赖的神经机制与视觉表象存在根本差异”：aphantasia 梦中的视觉细节与感官体验较贫乏本身不说明梦所依赖的神经机制与视觉表象的关联性吗，怎么是根本差异呢？类似地，这个表述“以上发现不仅打破了传统的心理表象与知觉体验之间的连接”很奇怪，上面的发现比如“虽然心盲症个体能做梦，但通常报告称梦中的视觉细节与感官体验较贫乏”不正说明心理表象与知觉体验的紧密关联吗？

回应：感谢审稿专家提供的意见。针对上述修改意见，以下将逐条回复：

例子 1: 对于这个问题, 我们首先明确的是, “视知觉与视觉表象机能等价”是心理学史中开展表象研究的前提, 是研究的一个指导方向, 即视觉表象同视知觉进行比较。Kosslyn(1980)提出视觉表象和视知觉共享相似的认知机制, 甚至在大脑中的某些区域有重叠, 他的理论基于心理学实验和认知神经科学的研究, 认为当人们在心中想象一个物体时, 所使用的神经通路与实际看到该物体时使用的通路是类似的。后来研究都是参照这个方向来对表象展开研究, 我们在文章中对这一问题进行更清晰地表述, 并给出了参考文献。

Kosslyn, S. M. (1980). *Image and Mind*. Harvard University Press.

例子 2: 我们想表达的是磁共振技术提供了客观观察表象的神经差异的可能性, 与其他客观观察表象强度的技术, 如双目竞争范式、瞳孔反应等, 并不冲突。为了能够更清晰地表达这部分内容, 我们作出了如下修改:

“脑成像技术在表象的量化研究中逐渐被研究者关注(张得龙等, 2014), 对视觉表象上的个体差异研究提供了客观数据支持的可能性(叶晓燕等, 2018)。”

例子 3: 首先, 梦境体验与清醒状态下的表象属于不同类型的表象, 即自主的视觉表象和非自主的表象, 梦即使作为非自主表象但在失象症个体中, 也与其他非自主表象的体验是不同的, 如白日梦、阅读引发的表象等。失象症个体在梦境中可以体验到鲜艳的视觉表象, 而在清醒时不论是自主以及非自主都没有视觉表象, 因此说梦境与自主表象之间存在根本差异。基于此, 我们重新优化了以前的表述, 具体修改如下:

“在梦境体验方面, 大多数失象症个体表示能够做梦, 但通常报告称梦中的视觉细节与感官体验较贫乏(Zeman et al., 2015,2020; Dawes et al., 2020; Milton et al., 2021), 但也有称梦中的细节十分丰富, 造成这种差异可能源于在意识状态下无法体验到自主回忆的表象, 但仅保留了如做梦形式的非自主表象, 表明做梦与感知无意识的自动模拟所依赖的神经机制与自主视觉表象的有意识模拟之间存在分离, 做梦所涉及到的的是由脑干引发的自下而上过程, 而视觉表象通常与额叶皮层控制网络诱发的自上而下过程有关(Dijkstra et al., 2019; Zeman et al., 2020; Krempel et al., 2024)。”

意见 4: 空话:

例子 1:“更综合地从多角度分析心盲症, 并深化对这一复杂心理现象的理解”

例子 2:“这对于人工智能、辅助技术和认知神经科学等领域均具有重要的价值和启示意义”

例子 3: “提示认知科学领域继续深化对这些策略的研究, 并将所得知识应用于教育、心理治疗乃至人工智能的设计和优化”

回应: 感谢审稿专家指出的问题, 我们在整体的修改中删除了这些语句, 期待专家的再次批评指正。

第二轮

审稿人 1 意见: 作者根据审稿意见进行了修改。但在格式规范(引文作者首字母大写)和多处新增加的段落语言还需要凝练。如蓝字部分:“显然, 人类思维方式的丰富性..“显然”这种表述不适用于科学论文。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们按照审稿意见修改如下:

首先, 针对格式规范问题, 我们重新审查了文稿内容, 对引文作者格式等问题进行了修改, 并使用红色进行了标注。结合本期刊的投稿指南, 文稿整体格式进一步进行了完善, 并将修改部分进行了红色标注。语言表述进一步凝练, 修改后的语句进行了蓝色标注。相关修改也进行了相应的标注。

审稿人 2 意见:

文章针对之前提到审稿意见作出修改, 总体也是有提高的。不过上次提到的问题有些还是没有解决, 希望作者能够精益求精, 把文章写得更好更流畅。

意见 1: 比如提到的“空话”的问题, 摘要里就出现两处:

1) “为认识失象症指明了方向”——能不能把“指明方向”这种大话/空话具体化, 也就是说具体在前面“揭示了大脑视觉表征的神经基础及其个体差异的机制”基础上指明什么方向? 如果没有具体或者实在的内容的话考虑删了?

2) “提供了新视角”——什么新视角? 也就是说, “失象症为揭示大脑信息表征及其认知加工提供了新视角”这个视角最好具体化。

回应: 感谢审稿专家的修改意见, 我们的已有表述比较模糊。我们结合本文内容, 对“方向”进行了明确。同时结合 2) 的问题, 我们作出具体修改, 如下所示:

“失象症是一种自主视觉表象体验缺失的心理状态, 近年来引起广泛关注。本文概述了失象症现象、评估方法, 及其认知策略。认知科学研究发现尽管失象症个体在生成内部视觉形象上存在困难, 但仍可以运用替代策略有效执行空间处理、面部识别和记忆任务等。从脑功能多样性的角度, 研究者整合深度学习模型与认知神经科学方法, 揭示大脑视觉表征的神经基础及其个体差异的机制, 为失象症的认识提供了实验证据。未来研究可以借助深度学习模型模拟失象症的认知模式并揭示其神经机制, 为揭示大脑信息表征及其认知加工的多样性提供新的研究路径。”

意见 2: 比如提到的表达/名词解释问题。

1) “长期以来, 认知心理学对心理表象(mental imagery)——即在缺乏外部感官刺激时大脑能生成或重现的感官体验的认知机制——展开了激烈的表象之争(imagery debate)(Pearson, 2019)。”——这句话在语法上(破折号)解释的是心理表象而不是表象之争, 后面也没有具体介绍所谓“表象之争”的具体含义。

2) 开头第一句话——“多样性的理解, 打开了探索大脑信息处理和认知策略可塑性新局面的窗口。”——有点突兀, 也没具体意义, 可以考虑删了。

3) rey-osterrieth complex figure test——前面两个是人名, 应该大写。

4) 有些表达有点拗口, 建议好好修改。

回应: 感谢审稿人的建议, 我们将针对上述问题依次给出具体修改, 如下:

1) “心理表象 (mental imagery) 是指在缺乏外部感官刺激时大脑生成或重现感觉体验的认知机制。长期以来, 认知心理学对心理表象的信息表征格式展开了激烈的争论。”

2) 在正文中进行了删除。

3) 我们重新审查了本文的内容, 将格式引用错误的进行了红色标注, 详见审稿人 1 回应。

4) 对所有修改后的语言进行了蓝色标注, 详见正文。

意见 3: 比如之前提到的逻辑问题:

“脑成像技术在表象的量化研究中逐渐被研究者关注(张得龙等, 2014), 对视觉表象上的个体差异研究提供了客观数据支持的可能性(叶晓燕等, 2018)”

回应: 感谢审稿专家的建议。我们根据审稿意见对原有表述进行了优化, 具体如下:

脑成像技术在表象的量化研究中逐渐被研究者关注(张得龙 等, 2014), 为视觉表象的个体差异研究提供了新的实验证据(常松 等, 2017; 叶晓燕 等, 2018)。

第三轮

审稿人 1 意见：同意发表。

审稿人 2 意见：通过两轮的修改，文章有了很大的提高，我没有其他意见。

编委 1 意见：同意发表。

编委 2 意见：该稿件经过几轮修改，有所改善，内容有一定学术价值。但仍然存在问题
意见 1：“3 失象症的认知策略”中对认知策略的描述比较含糊，没有给出明确的“策略”，分析的不够深入。

回应：感谢编委指出的问题。由于该节的认知策略指的是失象症采用的“替代策略”，而替代策略是在不同的表象任务中所采用了不同的认知策略的统称，鉴于此处可能会对读者造成误解，我们将该节的标题修改成“失象症的替代认知策略”，并在文中补充了内容使读者对替代策略的由来更加清晰，详见本部分红色部分。

意见 2：“4 失象症的认知多样性”中，“认知多样性”的含义是什么？读者很难把握“认知多样性”包含哪些方面。认知多样性对失象症具有什么意义？

回应：感谢编委对该节指出的问题。“认知多样性”在本部分是展示失象症个体在不同的认知任务中所表现出独特于典型表象个体的行为多样性，其对于失象症的意义在于，帮助其在阅读或找寻失象症资料时能够对自身产生良好的自我认知；除此之外，由于替代策略的使用而产生的认知多样性，该篇幅更多的意义在于可能对人工智能的启示。最后，我们对多样性的“内涵”在本节开头作了简要的介绍，帮助读者快速把握本节内容。意义与内容方面详见该节红色字体部分。

意见 3：“5 失象症的神经模拟”中“神经模拟”的说法值得进一步推敲。这是对失象症神经活动的模拟，还是用神经网络等模型对失象症的认知行为过程进行模拟？虽然这部分内容比较丰富，但过于分散，似乎无法体现相应的主题思想。

回应：感谢编委提出的建议。原标题的确未能将本节的中心表达清楚，考虑到本节的内容篇幅较长，我们将原先的“失象症的神经模拟”改为“深度学习在失象症研究中的应用”，并采用了分节处理，将内容分为两部分，前半部分为“认知神经科学与人工智能的交叉促进”，第二部分主要是描述人工神经网络模型对失象症的神经活动模拟的可行性，因此我们设定标题为“失象症的神经计算机制”，使读者对内容更加清晰。

意见 4：展望部分过于简单，有待加强。行文方面还有待进一步提高。

回应：感谢编委的建议。我们重新对本节内容进行了更加深入的展望与讨论，详见该节红色内容。对全文的语句进行了进一步的检查，已对修改后的内容进行了绿色标注。

编委 3 意见：通篇看下来，我认为可以接收发表，原文最大的问题是，本来想要聚焦于失象症和人工智能的探讨，结果泛泛而谈目缺乏专业性，实际上还涉及到人工智能算法可能根本不需要(或不关心)表象能力。经过审稿人的意见修改之后，本文目前的思路是以失盲症为中心话题，从研究方法、认知策略、认知多样性、神经模拟等角度对其进行探讨，在这个视角

下，人工智能部分(即神经模拟)聚焦于从 AI 算法角度理解表象，总体而言还是说得过去的。但还请作者好好检查一下语句，有些蓝字部分我看还是有些问题。

回应：感谢编委的建议。我们对全文的语句进行了进一步的检查，已对修改后的内容进行了绿色标注，其他修改详见编委 2 复审意见。

主编意见：根据编委和审稿专家的意见，建议发表。并请作者仔细检查，确保言语表述准确。