

审稿意见及修改说明

衷心感谢两位审稿专家对本文提出的宝贵意见！我们认真地对待每一条审稿意见，现已对其进行逐条分析，并完成相应的修改。需要提前说明的是，**本次修改对原文进行了全面完善，幅度较大，涉及绝大部分内容的调整优化**。为了方便审稿专家以及编辑部老师的高效审阅，在修改稿中，**我们只保留了那些较为关键地方的修改痕迹，而其他一些小问题或者部分文字的修改就不再突出显示**。再次对两位审稿专家表示感谢！

审稿专家 1 的具体意见：

意见 1：本研究综述了非人动物的多脑神经成像研究，旨在强调新兴的集体神经成像范式可为理解非人动物的集体心灵提供有力手段，也可为群体心灵假说和集体意向性的社会现象论提供科学证据。总体来看，本文可为领域研究提供一定的理论引导。

回应：由衷感谢审稿专家对文章的肯定。

意见 2：部分言语表达晦涩难懂，不利于读者理解。

回应：感谢审稿专家对论文表述问题的宝贵意见。我们完全认同提升论文可读性对学术交流的重要性，对此进行了系统性改进：

(1) 系统性重写。本论修改，我们对全文大部分内容进行了调整优化，并且使用相对简单明了的语句来替换原有晦涩难懂的语句。在修改后的文章中，我们主要采用“总-分-总”或者“总-分”的结构来对相关内容进行论述，以期更方便读者理解本文内容。例如，在 P. 10，“3.1 集体现实与集体心理的二重表征”这一小节中，我们先在第一段详细介绍了集体心智理论的两个重要组成，即集体现实表征与集体心理表征。然后在第二、三两段分别介绍集体现实表征与集体心理表征的具体作用。最后在第四段进行概括总结，强调其在集体心智理论框架下的双重作用。

(2) 举例说明。为了更好的方便读者理解，我们在文章新增了许多例子来佐证相关理论内容。例如，P. 10，第 124-127 行：前者指向共同世界，主要涉及对外部的、来自于现实

世界刺激的表征（例如，“我们都知道这条小白狗”）；后者指向群体自身，主要涉及对内部的、存在于心理维度刺激的表征（例如，“我们都知道我们很喜欢这条小白狗”）。

P. 10, 第 143-146 行: 本质上，集体心理表征是个体对集体情感、意图和信念等心理状态的元认知表征（meta-cognitive representations），其有助于群体内各成员同步意识到我们共同的心理状态。例如，群体内各成员同步知道“我们都知道我们很喜欢这条小白狗”，会促使他们将对这条小白狗的喜欢形成一种集体态度，从而增强群体内部的心理凝聚力。

意见 3 与意见 4: 在回顾非人动物研究这一主体部分时，重述轻评，未将现有研究与本文的主要观点相结合。研究综述和理论观点之间的跨度较大，衔接较弱。作者的论述并没有很好地为其主张的理论提供有力依据，更像是分别列举实证和理论，并生硬地将两者相联系。

回应: 衷心感谢审稿专家对本文提出的宝贵意见。我们完全认同上述两个意见中关于“研究综述与理论观点衔接薄弱”的核心批评，这一问题的确导致本文在论证逻辑上呈现出“实证与理论两层皮”的缺陷。针对审稿专家提出的这两个关键问题，我们已在修改稿中从以下两方面进行系统性改进：

(1) 整理本文的叙述逻辑，重新建构论文框架。其中，本轮修改重点重构了第 2 节“个体的脑间同步性：多方法视角”和第 3 节“集体心智理论：个体脑间同步的延展目标”两部分的内容。

具体来说，从整体上看，原来整篇论文从引言到结论 5 个部分前后逻辑联系比较单薄，特别是第 2 节“鸣禽的二重唱与节律性社交互动”，第 3 节“哺乳动物的社会性同步行为”更像是一种实证介绍或者是证据的堆积，而第 4 节“集体神经科学：方法论革新”作为方法论介绍，则与前两节相比跨度较大，显得先后格格不入。为此，我们将第 2 节修改为“个体的脑间同步性：多方法视角”，第三节则侧重对个体脑间同步的延展目标，即集体心智理论（Theory of collective mind）的阐释，而第四部分则是对“集体神经科学”（Collective Neuroscience）这一新兴方法论的介绍。由此，本文的核心内容阐述避免了前后跨度大、衔接弱的问题，可以按照层层递进的逻辑展开，即从现象的介绍（即个体的脑间同步现象）到理论框架的阐释（即集体心智理论的概念框架），进而引入方法论（即“集体神经科学”范式），最终为集体意向性的新形式——集体心智理论提供了来自交叉学科的启示。

(2) 凝练语句，论据相结合。本轮修改针对原有文章“重述轻评”的不足，删除了大篇幅对某些具体实验的介绍内容，例如，删除原第二节“鸣禽二重唱与节律性社交互动”中对相关鸟类鸣唱研究的大部分论述内容，只保留了“Hoffmann 等人（2019）通过同时记录

在自然栖息地自由活动的白眉织雀（*Plocepasser mahali*）个体的发声和多单位的发声前运动活动来探索其二重唱行为的神经基础”这部分研究内容。通过对 Hoffmann 等人（2019）研究的进一步整理，精简相关语句，将其作为来自种系发生学的证据来支持“个体脑间同步的普遍性”这一论点，[详见 P. 8-9，第 82-95 行。](#)

在修改后的文章中，我们试图修改原有文章存在的“分别列举实证和理论”的弊端，努力做到“有理有据”。例如，[P. 7，第 54-58 行](#)：相关研究表明，个体的认知发生需要脑内多个分布广泛且相互作用的神经元集群形成短暂的联合，而这种大规模的神经动态联合正是通过神经元集群的相位同步来实现的（Engel & Fries, 2016）。为此，研究者们开始支持这样一种观点，即个体的认知发生可能存在于多个频率带神经振荡活动的同步交互层面（Valencia & Froese, 2020; van Bree et al., 2025）。

[P. 8，第 71-74 行](#)：相位锁定的完成与否还与任务性质以及意识感知等密切相关（Peng et al., 2021; Wikström et al., 2022）。基于脑电图的超扫描研究表明，在同步合作任务中，例如双人或多人舞蹈表演，舞伴之间的大脑会呈现出较强的功能联系（Basso et al., 2021）；但在竞争或同步进行的个体任务中则不会出现。

意见 5：副标题意由神经指标延伸至研究范式，可能欠妥，请斟酌。

回应：感谢审稿专家的建议，这也引发了我们对于副标题概念延伸的思考。经过对文章内容的详细修改以及对理论框架的进一步思考，我们现已经将标题修改为“**同步化心智：从个体的脑间同步性到集体心智理论**”。

其中的修改缘由，主要基于以下两方面的考虑：

（1）从神经生理现象上看，脑间同步是个体神经活动的共变现象，具有明显的神经指征，如神经振荡（neural oscillations）（Singer, 2018; Brændholt et al., 2023）、“相位锁定”（phase locking）（Noda et al., 2017）等。而集体心智理论是一种个体能够将一种统一的心智状态归因于包括个体自身在内具有共同体验的群体的能力（Shteynberg et al., 2023）。这种能力不仅需要诸如神经振荡、相位锁定在内的脑间同步指征的支持，还需要涉及包括内侧前额叶皮层、后扣带回皮层和颞顶联合区在内的高层次大脑认知区域来调节相关动作和认知活动（Basso et al., 2021）。可以说，个体的脑间同步性是个体进行社会交互时的一种基础性的神经现象，而集体心智理论则是在这些神经活动现象基础之上产生的一种更高阶的，且归属于个体自身的认知能力。在这一能力调节下，个体与他人体验上趋于同步，进而对现实世界中的刺激或群体间的心理状态形成统一且多元的观点。因此，可以说，来自神经生理的相关证据支

持从脑间同步到集体心智理论，存在一条来自于生理的延伸通路。

(2) 从学理上来看，作为后认知主义的代表，延展认知对经典认知科学所坚持的“心智位于大脑，认知限于颅内”的主张提出了严肃挑战（Clark & Chalmers, 1998）。延展认知强调认知的“去领地化”，即认知或者心理过程的实现并非是以个体脑为中心，而是应当超越身体的自然界限，将外部实体——无论是物理器具、技术设备，甚至是其他个体、超个体系统或群体——纳入认知过程之中（León et al., 2019; Sims & Kiverstein, 2022）。

而集体心智理论在作为一种个体的认知能力的同时，还被 Shteynberg 等人（2023）被赋予以一定的理论意义。Shteynberg 等人（2020）根据集体心智的不同指向，将集体心智表征划分为集体现实表征（representations of collective reality）与集体心理表征（representations of collective psychology）。前者指向共同世界，主要涉及对外部的、来自于现实世界刺激的表征；后者指向群体自身，主要涉及对内部的、存在于心理维度刺激的表征。这一区分不仅为理解群体行为的认知基础提供了新视角，也为揭示同步化线索在集体心智形成中的作用奠定了基础。基于此，我们认为，集体心智理论的“集体现实+集体心理”双重表征能够很好地兼容从个体脑间同步的神经现象到集体心智理论的认知概念框架，实现学理层面的延伸。

基于上述两方面的考虑，本文全面回顾了个体的脑间同步性现象以及由其延展出来的集体心智理论，并且积极引入集体神经科学这一前沿方法论，力求为集体意向性的新形式——集体心智理论提供了来自交叉学科的启示。为此，我们认为“**同步化心智：从个体的脑间同步性到集体心智理论**”相较之前的标题，具有更为广泛的理论与实践的双重适恰性。

本次回应中涉及的参考文献：

- Singer, W. (2018). Neuronal oscillations: Unavoidable and useful?. *European Journal of Neuroscience*, 48(7), 2389–2398.
- Brændholt, M., Kluger, D. S., Varga, S., Heck, D. H., Gross, J., & Allen, M. G. (2023). Breathing in waves: Understanding respiratory-brain coupling as a gradient of predictive oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 152, 105262.
- Noda, T., Amemiya, T., Shiramatsu, T. I., & Takahashi, H. (2017). Stimulus phase locking of cortical oscillations for rhythmic tone sequences in rats. *Frontiers in Neural Circuits*, 11, 2.
- Shteynberg, G., Hirsh, J. B., Wolf, W., Bargh, J. A., Boothby, E. J., Colman, A. M., Echterhoff, G., & Rossignac-Milon, M. (2023). Theory of collective mind. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(11), 1019–1031.

Basso, J. C., Satyal, M. K., & Rugh, R. (2021). Dance on the brain: Enhancing intra-and inter-brain synchrony. *Frontiers in Human Neuroscience*, *14*, 584312.

Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, *58*(1), 7–19.

León, F., Szanto, T., & Zahavi, D. (2019). Emotional sharing and the extended mind. *Synthese*, *196*(12), 4847–4867.

Sims, M., & Kiverstein, J. (2022). Externalized memory in slime mould and the extended (non-neuronal) mind. *Cognitive Systems Research*, *73*, 26–35.

Shteynberg, G., Hirsh, J. B., Bentley, R. A., & Garthoff, J. (2020). Shared worlds and shared minds: A theory of collective learning and a psychology of common knowledge. *Psychological Review*, *127*(5), 918.

意见 6: (原)摘要中, “心灵活动是复数……, 是集体性的而非个体的”, 过于绝对, 心灵活动也有其个体性的一面。

回应: 感谢审稿专家的建议。通过对相关段落内容进行大范围的系统性修改, 目前的摘要中已经没有这句话。并且, 正如专家所言, 我们在修改后的文章中已经删除此类过于绝对的内容。故, 此处不再作相关回应。

意见 7: (原)正文 p. 7, 第 26 行, “根据上述两个……”, 根据作者所述内容, 读者更容易理解为认知既有个体性又有社会性, 而并非单纯是社会性的。

回应: 感谢审稿专家的建议。通过对相关段落内容进行大范围的系统性修改, 目前修改后的文章中已经没有这句话, 并且与这句话相关, 且不恰当的内容均已删除。故, 此处不再作相关回应。

意见 8: (原)正文 p. 7, 第 27 行, “无论是从本体论……路径”, 这句话晦涩难懂, 与上下文的衔接性也不强, 请作者阐明。

回应: 感谢审稿专家的建议。通过对相关段落内容进行大范围的系统性修改, 目前修改后的文章中已经没有这句话, 并且与这句话相关, 且不恰当的内容均已删除。故, 此处不再作相关回应。

意见 9: (原) 正文 p. 8, 第 48 行 (现 p. 7, 第 35 行), 此处的集体神经科学是针对什么研究领域? (人或非人动物?)

回应: 感谢审稿专家的提问。这个问题我想主要从以下两个方面来回答:

首先, 无论是在修改前的文章中, 还是修改后的文章里, 我们都试图将“集体神经科学”这一新研究范式引入到对群体心智的研究领域当中。那么, 从对“集体神经科学”的定性来说, 我们是将其作为一种新的、具体的研究范式。具体来说, 这一探究范式的研究对象不再仅局限于单个的大脑, 而是转向从群体互动的视角来探究个体大脑在群体中的作用或者扮演的具体角色。那么, 换言之, 在这一研究范式的指导下, 研究人员更倾向于利用最新的神经成像技术, 探索社会性动物在参与社会活动时的大脑状态, 旨在揭示个体如何感知其所处的集体社会, 以及这种感知是如何通过神经编码的。这种动态概念强调心智是多个大脑之间循环因果关系的结果, 为理解个体的社会行为提供了新的视角。

此外, 这一研究范式也更强调跨学科的合作, 诸如生物学家、心理学家、神经科学家、工程师以及计算机科学家, 可以利用预测编码(predictive coding)或主动推理(active inference)框架的先进技术, 从生成计算模型中推导出与同步化心智相关的可检验行为和神经生理假设(Lehmann et al., 2024; Schilbach & Redcay, 2025)。这种整合性的方法有望深化我们对社会互动中个体间同步与协调机制的理解。

通过对“集体神经科学”的简单介绍, 我们似乎可以感觉到, 作为一种前沿的研究范式, 它并没有限定于某一具体研究领域, 它也可以广泛容纳来自各个前沿学科的先进研究手段或研究理念, 来共同推动我们对于个体社会行为的理解。此外, 就研究对象而言, “集体神经科学”范式也并不局限于人或者非人动物。当然, 可能在具体某些研究中, 考虑到伦理道德等条件的约束, “集体神经科学”范式的具体实践对象可能是蝙蝠、猴子、鸣禽等社会性动物。

其次, 通过对审稿专家的各项审稿意见的整理与反思, 我们认为是原文的写作逻辑过于侧重非人动物, 从而导致审稿专家产生这一疑问。因为在之前的论文中, 我们试图从非人动物为切入口, 通过对来自鸣禽、蝙蝠、猕猴等一系列的同步行为及其脑间同步性研究, 为非人动物的集体心灵提供了收敛性的证据链。这也导致我们在原文的相关论文中, 过于侧重强调对非人动物的研究。为此, 在修改后的文章中, 我们试图改变这一偏向, 不再可以区分人和非人动物, 将研究对象聚焦在个体与他们周边的群体范围内。通过对这一限定条件的修改, 我们在文中便不再纠结于人或者非人动物的区别, 转而侧重于对个体与群体的关注。

基于上述两个方面的解释, 我们认为可以比较好地回答了审稿专家的疑问。同时, 通过

对审稿专家这一问题的回答，我们在修改后的文章中也对相应内容进行了修改，使文章的指向更加明确，以期避免让读者产生类似的疑问。

意见 10：（原）正文 p. 8，第 49 行（现 p. 7，第 36 行），此处的集体意向性指的是人类还是非人类的集体意向性？如果是前者，请阐明为何从非人动物的角度进行陈述；如果是后者，请阐明，并考虑是否要考虑其对人类集体意向性的启发？

回应：感谢审稿专家的提问。这一问题似乎与意见 9 的质疑点是一致的，即对人和非人动物的区分。那正如我们在上一个意见中的回应一样，是由于我们在之前论文中过于对非人动物的强调，才会导致审稿专家产生类似的质疑。在修改后的文章中，我们试图改变这一偏向，不再可以区分人和非人动物，将研究对象聚焦在个体与他们周边的群体范围内。通过对这一限定条件的修改，我们在修改后的文章中便不再纠结于人或者非人动物的区别，转而侧重于对个体与群体的关注。为此，我们在此不再过多赘述。

意见 11：（原）正文 p. 11，第 128 行，“这表明脑间同步性依赖于社交互动”，作者称神经基础依赖于社会认知活动。这与神经科学的基本理念相悖。文中其他部分也存在类似问题。

回应：感谢审稿专家的指正。通过对相关段落内容进行大范围的系统性修改，目前修改后的文章中已经没有这句话，并且与这句话类似，且不恰当的内容均已删除。

在修改后的文章中，在第 2 节“**个体的脑间同步性：多方法视角**”中（P. 7-8），我们借助认知神经科学的相关研究证据，来进一步佐证，个体的脑间同步活动可以通过诸如“**神经振荡**”“**相位锁定**”等神经现象来更加直观的展现出来。与此同时，研究还发现神经振荡在个体认知发生与社会交互中起着关键作用（Singer, 2018; Brændholt et al., 2023）。具体来说，在脑内层面，由于神经振荡的相位（phase）反映了神经活动的确切时间，因此无论是脑电图频率带内的，还是跨频率带的相位同步，都代表着神经元集群之间出现功能交流与整合的重要窗口（Sauseng & Klimesch, 2008; Akdogan et al., 2024）。

更为重要的是，在脑间层面，神经振荡不再局限于个体大脑中的神经活动，而是能够超越大脑、身体和外部世界之间的界限，成为实现个体间社会交互的重要过程（Cebolla & Cheron, 2019）。具体来说，神经振荡在引导认知和意识体验的作用体现在通过调整持续性神经节律来适应外部刺激，这种现象也被称为“相位锁定”（phase locking）（Noda et al., 2017）。本质上，这种相位锁定类似于一种“门控”机制（gating mechanism），它在对外部刺激进行

锁定的同时,还需要根据刺激的具体情况来增强或减弱个体自身神经元对信息流中事件的反应来适应或者匹配外部刺激的神经振荡相位。而这一相位锁定过程也是实现个体脑间同步的关键。也就是说,当个体对单个或者多个个体的神经振荡频率进行相位锁定后,他会根据该频率来继续调整自身脑内持续性神经节律正在进行的节奏来适应他人的神经振荡频率,那么个体间“真正的”脑间同步才会出现(Bonnefond et al., 2017; Koul et al., 2023)。

综上,通过与认知神经科学的相关实验研究证据的结合,文中的相关论点将更具有科学的说服力与可靠性。同时,也避免了部分概念性错误的出现。

本次回应中涉及的参考文献:

Singer, W. (2018). Neuronal oscillations: Unavoidable and useful?. *European Journal of Neuroscience*, 48(7), 2389–2398.

Brændholt, M., Kluger, D. S., Varga, S., Heck, D. H., Gross, J., & Allen, M. G. (2023). Breathing in waves: Understanding respiratory-brain coupling as a gradient of predictive oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 152, 105262.

Sauseng, P., & Klimesch, W. (2008). What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(5), 1001–1013.

Akdogan, I., Ogmen, H., & Kafaligonul, H. (2024). The phase coherence of cortical oscillations predicts dynamic changes in perceived visibility. *Cerebral Cortex*, 34(9), bhae380.

Cebolla, A. M., & Cheron, G. (2019). Understanding neural oscillations in the human brain: From movement to consciousness and vice versa. *Frontiers in Psychology*, 10, 1930.

Noda, T., Amemiya, T., Shiramatsu, T. I., & Takahashi, H. (2017). Stimulus phase locking of cortical oscillations for rhythmic tone sequences in rats. *Frontiers in Neural Circuits*, 11, 2.

Bonnefond, M., Kastner, S., & Jensen, O. (2017). Communication between brain areas based on nested oscillations. *Eneuro*, 4(2), 1–14.

Koul, A., Ahmar, D., Iannetti, G. D., & Novembre, G. (2023). Spontaneous dyadic behavior predicts the emergence of interpersonal neural synchrony. *NeuroImage*, 277, 120233.

意见 12: 主体部分列举了系列非人动物的神经科学研究,然而未就其与主题进行评述。

回应: 感谢审稿专家的建议。通过对相关段落内容进行大范围的系统性修改,目前修改后的文章中已经不在出现这种“评述分离”或者“重述轻评”的问题。

正如我们在上面意见 3 和意见 4 的回复一样，本轮修改针对原有文章“重述轻评”的不足，删除了大篇幅对某些具体实验的介绍内容，例如，删除原第二节“鸣禽二重唱与节律性社交互动”中对相关鸟类鸣唱研究的大部分论述内容，只保留了“Hoffmann 等人（2019）通过同时记录在自然栖息地自由活动的白眉织雀（*Plocepasser mahali*）个体的发声和多单位的发声前运动活动来探索其二重唱行为的神经基础”这部分研究内容。通过对 Hoffmann 等人（2019）研究的进一步整理，精简相关语句，将其作为来自种系发生学的证据来支持“个体脑间同步的普遍性”这一论点，详见 P. 8-9，第 82-95 行。为此，我们在此不再过多举例赘述。

意见 13:（原）正文 p. 13，第 186-188 行（现 p. 12-13，第 206-208 行），请提供关键的参考文献。

回应: 感谢审稿专家的指正。

在神经科学中，社会互动的研究是通过同时记录两个个体大脑的神经活动来进行的，发现两个大脑可以将其活动耦合起来（即，脑间同步性）（Czeszumski et al., 2020）。

参考文献:

Czeszumski, A., Eustergerling, S., Lang, A., Menrath, D., Gerstenberger, M., Schuberth, S., Schreiber, F., Rendon, Z. Z., & König, P. (2020). Hyperscanning: A valid method to study neural inter-brain underpinnings of social interaction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 39.

意见 14:（原）正文 p. 14，第 227-229 行（现 p. 13，第 229-232 行），请提供关键的参考文献。

回应: 感谢审稿专家的指正。

近年来，一种被称为“集体神经科学”（Collective Neuroscience）的新范式正在兴起（Lu & Pan, 2023）。研究认为，大脑的演化是为了帮助个体作为社会群体的一部分而存在，将大脑嵌入社会结构中会改变大脑的工作方式，因此孤立地研究单个大脑是没有意义的，因为这无法提供全面的信息（Yang et al., 2020; Pan et al., 2022）。

参考文献:

Lu, K., & Pan, Y. (2023). A collective neuroscience lens on intergroup conflict. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(11), 985–986.

Yang, J., Zhang, H., Ni, J., De Dreu, C. K., & Ma, Y. (2020). Within-group synchronization in the prefrontal cortex associates with intergroup conflict. *Nature Neuroscience*, 23(6), 754–760.

Pan, Y., Novembre, G., & Olsson, A. (2022). The interpersonal neuroscience of social learning. *Perspectives on Psychological Science*, 17(3), 680–695.

意见 15: (原) 正文 p. 16, 第 284-285 行 (现 p. 15, 第 291-293 行), 基于本文回顾的系列研究, 是否能够提出上述观点? 个人觉得缺乏必要论述。

回应: 感谢审稿专家的建议。审稿专家指出的“本文较之集体心智理论可能蕴涵了更为激进的集体心智的或集体神经科学的立场: 作为个体心智的‘我’不过是在先的作为集体的‘我们’的一个推论”这一观点缺少必要论述的建议, 这也引发了我们对于相关必要论述的思考。经过对文章内容的详细修改以及对相关论述的进一步新增, 我们认为可以从以下两个方面论述来共同佐证我们的这一立场:

1、对集体心智理论立场的必要论述。 本文这一激进的集体心智的或集体神经科学的立场是基于集体心智理论立场的基础之上进一步提出的。而关于集体心理理论立场的表述刚好位于本文立场的前一句话, “集体心智理论强调心智并非以个体发生的方式演化存在发生学上的根本缘由: 一个作为个体的心智需要诉诸于在先的集体心智的下向因果式的 (**causally downward**) 扶持 (才能现实地发展其自身, 否则别无他法)”。对于集体心智理论的这一核心观点, 我们在修改后的文章中, 特别是在第三节“集体心智理论: 个体脑间同步的延展目标”中具体展开相关论述。现归纳其主要论述观点于下:

(1) 自我与群体 (个体心智与集体心智) 的动态关系。 集体心智理论的二重性表征, 即集体现实表征与集体心理表征的动态结合, 诠释了个体如何在复杂社会情境中利用集体心智理论来平衡自我与群体的关系——集体现实表征奠定理性协调的客观基础, 集体心理表征注入情感联结的主观价值 (Shteynberg et al., 2023; Shteynberg, 2024)。

具体来说, **集体现实表征有助于群体内各成员对共享世界进行同步地认知锚定 (P. 10)**。集体现实表征是以外部世界中的刺激为对象, 其核心功能是建立群体对外部世界的“认知共识”。即通过同步化的共同体验 (**synchronous co-experiences**) 触发集体现实表征, 进而促使各成员确信“我们”作为一个群体对共同世界有着相同的认知, 即我们共同知晓某事 (Shteynberg et al., 2020)。而**集体心理表征会使得群体内各成员在面临集体利益超越了个人**

利益时，采取有利于集体的行为，即使这一行为会损害成员的个人利益（Shteynberg et al., 2023）（P. 10-11）。

（2）个体心智向集体心智的“融合”（P. 11-12）。心理状态的融合涉及不同个体间心理状态的统一，强调群体内各成员超越个人身份产生“我们”的集体认同感。集体心智理论认为，在行为层面上，同步化能够显著增强个体的集体能动性（collective agency），从而使个体更倾向于将行为归因于群体而非个人。所谓的集体能动性，即个体通过集体心智表征对自然世界形成共享的主体视角，进而指向“我们”共同关注、渴望或行动中的某些对象（Shteynberg et al., 2020; Shteynberg et al., 2022）。而从认知层面上来看，同步化能够放大个体对集体关注内容的优先级，进而使群体内成员产生“我们”的社会实体感（feelings of socially entitative）。研究发现，即使没有明确的合作目标，当信息被同步分配到群体中，也会导致各成员在认知上优先处理该信息。甚至，仅使用“我们”这个代词便足以带来认知处理上的优势（Davidesco et al., 2019; Sarasso et al., 2022）。

基于上述两方面的论述，我们可以看到集体心智理论的调节下，群体内各成员的心智沿着同步化线索从最初的“我们意向”向更深层次的“我们的社会实体感”维度延伸。同时，在作为“我们”的集体心智又会反过来作用于个体心智的“我”。而这些论述也从直接或间接维度来佐证了**集体心智理论的基本立场**。

2、更为激进的集体心智的或集体神经科学立场的必要论述。本文这一激进的集体心智的或集体神经科学的立场是基于集体心智理论立场的基础之上，受到来自集体神经科学研究范式的方法论影响后得出的。

集体神经科学研究范式认为，大脑的演化是为了帮助个体作为社会群体的一部分而存在，将大脑嵌入社会结构中会改变大脑的工作方式，因此孤立地研究单个大脑是没有意义的，因为这无法提供全面的信息（Yang et al., 2020; Pan et al., 2022）。研究人员正在利用最新的神经成像技术，探索多种社会性动物在参与社会活动时的大脑状态，旨在揭示个体如何感知其所处的集体社会，以及这种感知是如何通过神经编码的。这种动态概念强调心智是多个大脑之间循环因果关系的结果，为理解个体的社会行为提供了新的视角。更大胆地说，心智的规律可能源自大脑在群体中的互动，而非仅仅源自神经元在单个大脑中的互动。它们不仅表现在个体日常的那些脑间同步化的社会交互中，而且还会受到集体心智理论的调节。

同时，来自比较生物学的相关研究也发现，诸如蝙蝠（Rose et al., 2021）、猕猴（Tseng et al., 2018）等社会性动物都可以通过协调个体间大脑活动，从而有效地跟踪群体互动。这些似乎都在提示我们，理解社会性个体的行为和心智，可能需要从个体大脑转向群体互动的

视角。

基于上述两个方面的系统论述,我们最终在文章的最后提出了较之集体心智理论更为激进的集体心智的或集体神经科学的立场:作为个体心智的“我”不过是在先的作为集体的“我们”的一个推论。

审稿专家 2 的具体意见:

意见 1: 论文的核心概念“同步化心灵”没有得到清晰的界定。它似乎试图将个体脑间的神经同步活动与集体行为、集体意向性联系起来,但这种联系的机制没有得到充分阐述。**论文只是将同步性作为“集体心灵”的重要指标,而没有深入探讨这种指标如何衡量集体心灵,以及集体心灵与个体心灵的关系。**这导致论文缺乏清晰的理论框架,难以支撑其后续的论证。只依靠对于“同步化”和“心灵”这两个已有概念的简单组合,无法构成一个具有学术价值的新概念。

回应: 感谢审稿专家的质疑。这也引发了我们对于论文的整体理论框架以及具体内容之间相互衔接等问题的思考。通过对文章内容的详细修改以及对论文框架的进一步思考,我们重新整理了本文的叙述逻辑,并重新建构论文框架。特别是,本轮修改重点重构了第 2 节“个体的脑间同步性:多方法视角”和第 3 节“集体心智理论:个体脑间同步的延展目标”两部分的内容。

具体来说,从整体上看,原来整篇论文从引言到结论 5 个部分前后逻辑联系比较单薄,特别是第 2 节“鸣禽的二重唱与节律性社交互动”,第 3 节“哺乳动物的社会性同步行为”更像是一种实证介绍或者是证据的堆积,而第 4 节“集体神经科学:方法论革新”作为方法论介绍,则与前两节相比跨度较大,显得先后格格不入。这也使得给读者产生论文缺乏清晰的理论框架,难以支撑其后续的论证的感觉。

为此,我们将第 2 节修改为“个体的脑间同步性:多方法视角”。在这一节中,作者从认知神经科学研究的相关实验结果,跨物种的比较生物学研究中的来自种系发生学的研究证据,以及认知科学研究的理论支持三个维度来更加深入地理解个体的脑间同步性。具体来说,这种多维度的研究方法形成互补效应,在为揭示脑间同步性这一神经现象的生理机制提供实证证据的同时,通过不同物种的比较研究来系统验证脑间同步性在生物系统中的演化普适性,并从认知科学的视角来阐述个体脑间同步性现象存在的合理性,进而为研究者深入认识个体的脑间同步性现象提供丰富资料支持。

第3节则侧重对个体脑间同步的延展目标，即集体心智理论的阐释。在集体心智理论的概念架构中，我们详细阐述了集体现实表征与集体心理表征的具体作用，以及其在集体心智中发挥的动态作用。这种二重性表征诠释了个体如何在复杂社会情境中利用集体心智理论来平衡自我与群体（个体心智与集体心智）的关系（Shteynberg et al., 2023; Shteynberg, 2024）。此外，在**3.2 同步化视域下个体间的心智“融合”**中，我们从同步化的线索出发去探讨集体心智理论对个体间心智的“融合”作用，并在一定程度上还原了个体间心智向集体心智融合的过程（Shteynberg et al., 2023）。而第四部分则是对“集体神经科学”这一新兴方法论的介绍。

通过这样层层递进的逻辑展开，即从现象的介绍（即个体的脑间同步现象）到理论框架的阐释（即集体心智理论的概念框架），进而引入方法论（即“集体神经科学”范式），本文核心内容阐述将避免再次出现“**论文只是将同步性作为‘集体心灵’的重要指标，而没有深入探讨这种指标如何衡量集体心灵，以及集体心灵与个体心灵的关系**”的问题。

意见 2: 论文大量列举了不同物种脑间同步的例子，但这些例子大多只能够证明脑间同步与集体行为之间存在相关性，而无法证明存在因果关系。论文缺乏对于潜在因果机制的探讨，例如，脑间同步如何影响个体行为，以及个体行为如何整合形成集体行为。

回应: 感谢审稿专家的质疑。需要说明的是，对于个体脑间同步的相关研究，涉及到诸多影响因素的干扰，很难说其中就一定存在某一具体的因果机制。因为个体主体多样性的存在以及伦理道德等多方面因素的限制，目前大多数研究都是相关性研究。但是，为了更加准确具体的阐述相关观点，本次修改我们删去了诸多对于不同物种脑间同步研究的例子，转而在文章中引入认知神经科学领域具体的实验研究证据来佐证脑间同步的相关论点。

我们试图修正原有文章存在的“分别列举实证和理论”的弊端，努力做到“有理有据”。例如，（1）**对于神经振荡机制的介绍。P 7, 第 50-54 行**，在此过程中，研究发现神经振荡（neural oscillations）在个体认知发生与社会交互中起着关键作用（Singer, 2018; Brændholt et al., 2023）。具体来说，在脑内层面，由于神经振荡的相位（phase）反映了神经活动的确切时间，因此无论是脑电图频率带内的，还是跨频率带的相位同步，都代表着神经元集群之间出现功能交流与整合的重要窗口（Sauseng & Klimesch, 2008; Akdogan et al., 2024）。（2）**对于相位锁定机制的介绍。P 8, 第 61-66 行**，神经振荡在引导认知和意识体验的作用体现在通过调整持续性神经节律来适应外部刺激，这种现象也被称为“相位锁定”（phase locking）（Noda et al., 2017）。本质上，这种相位锁定类似于一种“门控”机制（gating mechanism），

它在对外部刺激进行锁定的同时，还需要根据刺激的具体情况来增强或减弱个体自身神经元对信息流中事件的反应来适应或者匹配外部刺激的神经振荡相位。而这一相位锁定过程也是实现个体脑间同步的关键。

至于审稿专家提到的“论文缺乏对于潜在因果机制的探讨，例如，脑间同步如何影响个体行为，以及个体行为如何整合形成集体行为。”在新修改后的文章里面，特别是在**3.2 同步化视域下个体间的心智“融合”**中（P 11），我们从行为和认知两个层面来具体回应了审稿人的质疑。首先，从行为层面上来看，同步化能够显著增强个体的集体能动性（collective agency），从而使个体更倾向于将行为归因于群体而非个人。换言之，当个体与他人进行同步行动时，个体会更倾向于从群体视角（即，我们做了什么）而非个人视角（即，我干了什么）去审视这一同步行为（Loehr, 2022; Shteynberg et al., 2023）。其次，从认知层面上来看，同步化能够放大个体对集体关注内容的优先级，进而使群体内成员产生“我们”的社会实体感（feelings of socially entitative）。即使没有明确的合作目标，当信息被同步分配到群体中，也会导致各成员在认知上优先处理该信息。甚至，仅使用“我们”这个代词便足以带来认知处理上的优势（Davidesco et al., 2019; Sarasso et al., 2022）。

意见 3: 论文选择性地引用支持其观点的研究，而对于与之相反或者存在争议的研究论述不足，甚至完全忽略。这种选择性偏颇严重削弱了论文的客观性和说服力。例如，论文提到并且反驳了 Searle 的观点，但对于其他反对集体意向性或者群体心智假说的观点，则缺乏足够的回应。

回应: 感谢审稿专家的质疑。从目前的相关研究来看，无论是心理学研究，认知神经科学研究，抑或是跨物种的比较生物学研究等，都没有能够对个体的脑间同步现象以及集体心智等问题达成一致的观点或结论。我们都认识到这是一个客观事实。并且，对于一篇有篇幅限制，且需要主题明确的理论文章而言，其首要的任务是做到有理有据，论述结合。当然，审稿专家一也在审稿意见中指出了本文存在部分论据分离的问题。我们也有针对性的对相关问题进行了修改。因此，我们认为按照现有的论述逻辑，不需要额外，且强制性地对一些所谓的“与之相反或者存在争议的研究”进行论述，这样会影响整个文章的篇幅分布，甚至也会导致文章可能偏离主题。

至于审稿人提及的“论文提到并且反驳了 Searle 的观点，但对于其他反对集体意向性或者群体心智假说的观点，则缺乏足够的回应。”前者，对于 Searle 观点的反驳，作者在参考文献中已经具体列出美国发展与比较心理学家 Tomasello 在 2020 年和 2022 年发表的两篇文

章。这两篇文章已经探讨过相应问题，为此，本文对于 Searle 观点的反驳只作背景性的相关引用，不赘述。至于说“缺乏对于其他反对集体意向性或者群体心智假说的观点的回应”，作者认为，本文的最根本目的是聚焦当前比较生物学与神经科学领域兴起的个体同步化行为研究，通过揭示脑间同步现象在个体生活中的普遍性，并且引入集体神经科学这一前沿方法论，以期为集体意向性进路的新形式——集体心智理论提供交叉学科启示。至于对其他反对观点的回应，囿于篇幅以及主题的限制，暂时没有必要过多展开。

意见 4: 论文在一些地方进行了过度概括和推断，将个别研究的结论直接推广到所有物种或者所有类型的社会行为，缺乏足够的证据支撑。例如，将少数物种的脑间同步现象直接推广到所有社会性动物身上，缺乏严谨的科学论证。

回应: 感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们认同审稿专家提出的过度概括和推断的问题，为此，本文对现有相关问题从以下两个方面进行系统性的修改：

(1) 整理本文的叙述逻辑，重新建构论文框架。 其中，本轮修改删除了原有文章中第 2 节“鸣禽的二重唱与节律性社交互动”，第 3 节“哺乳动物的社会性同步行为”的内容，转而重构了第 2 节“个体的脑间同步性：多方法视角”和第 3 节“集体心智理论：个体脑间同步的延展目标”两部分的内容。

具体来说，从整体上看，原来整篇论文从引言到结论 5 个部分前后逻辑联系比较单薄，特别是第 2 节“鸣禽的二重唱与节律性社交互动”和第 3 节“哺乳动物的社会性同步行为”更像是一种实证介绍或者是证据的堆积，而第 4 节“集体神经科学：方法论革新”作为方法论介绍，则与前两节相比跨度较大，显得先后格格不入。为此，我们将第 2 节修改为“个体的脑间同步性：多方法视角”，第三节则侧重对个体脑间同步的延展目标，即集体心智理论的阐释，而第四部分则是对“集体神经科学”这一新兴方法论的介绍。由此，本文的核心内容阐述避免了前后跨度大、衔接弱的问题，可以按照层层递进的逻辑展开。

(2) 凝练语句，论据相结合。 本轮修改针对原有文章“重述轻评”的不足，删除了大篇幅对某些具体实验的介绍内容，例如，删除原第二节“鸣禽二重唱与节律性社交互动”中对相关鸟类鸣唱研究的大部分论述内容，只保留了“Hoffmann 等人（2019）通过同时记录在自然栖息地自由活动的白眉织雀个体的发声和多单位的发声前运动活动来探索其二重唱行为的神经基础”这部分研究内容。通过对 Hoffmann 等人（2019）研究的进一步整理，精简相关语句，将其作为来自种系发生学的证据来支持“个体脑间同步的普遍性”这一论点，[详见 P. 8-9，第 82-95 行。](#)

在修改后的文章中，我们试图修正原有文章存在的“分别列举实证和理论”的弊端，努力做到“有理有据”。例如，P.7-8，第54-58行：相关研究表明，个体的认知发生需要脑内多个分布广泛且相互作用的神经元集群形成短暂的联合，而这种大规模的神经动态联合正是通过神经元集群的相位同步来实现的（Engel & Fries, 2016）。为此，研究者们开始支持这样一种观点，即个体的认知发生可能存在于多个频率带神经振荡活动的同步交互层面（Valencia & Froese, 2020; van Bree et al., 2025）。

（需要说明的是，审稿专家的这一问题与审稿专家一提出的意见3和意见4所指的问题相似，更详细回答可以参照第二页作者对审稿专家一提出的意见3和意见4的回应。再次感谢审稿专家的宝贵意见。）

意见5：论文的结构不够清晰，论述冗余，缺乏逻辑上的连贯性。许多段落之间缺乏必要的过渡，导致读者难以理解作者的思路。一些概念的解释不够准确，例如对于“社会显现论”的解释不够深入。此外，论文的参考文献引用不够规范，部分参考文献的引用方式与我刊要求不符。

回应：衷心感谢审稿专家对本文提出的宝贵意见。

首先，我们完全认同审稿专家提出的关于“结构不够清晰，论述冗余，缺乏逻辑上的连贯性”的核心批评，这一问题确实导致本文在论证逻辑上呈现出“实证与理论两层皮”的缺陷，导致读者难以理解作者的思路。针对审稿专家提出的这一关键问题，我们已在修改稿中从以下两方面进行系统性改进：

(1) 整理本文的叙述逻辑，重新建构论文框架。其中，本轮修改重点重构了第2节“个体的脑间同步性：多方法视角”和第3节“集体心智理论：个体脑间同步的延展目标”两部分的内容。修改后的文章核心内容阐述避免了前后跨度大、衔接弱的问题，可以按照层层递进的逻辑展开，即从现象的介绍（即个体的脑间同步现象）到理论框架的阐释（即集体心智理论的概念框架），进而引入方法论（即“集体神经科学”范式），最终为集体意向性的新形式——集体心智理论提供了来自交叉学科的启示。

(2) 凝练语句，论据相结合。本轮修改针对原有文章“重述轻评”的不足，删除了大篇幅对某些具体实验的介绍内容。并且，在修改后的文章中，我们试图修正原有文章存在的“分别列举实证和理论”的弊端，努力做到“有理有据”。

（需要说明的是，审稿专家的这一问题与审稿专家一提出的意见 3 和意见 4 所指的问题相似，更详细回答可以参照第二页作者对审稿专家一提出的意见 3 和意见 4 的回应。再次感谢审稿专家的宝贵意见。）

其次，对于专家提到的“一些概念的解释不够准确，例如对于“社会显现论”的解释不够深入”。经过系统性的修改，我们使用“集体心智理论”的相关观点和理论框架来替换了原有的“社会显现论”，并且目前文章中已经删除有关“社会显现论”的内容。对于“集体心智理论”，我们在第 3 节中使用了大篇幅内容来阐述和解释其中的具体概念，详见第 9 页的第 3 节“**集体心智理论：个体脑间同步的延展目标**”。

最后，对于专家提出的“论文的参考文献引用不够规范”问题，我们已经按照期刊投稿指南，结合 APA 第 7 版相关要求，对全文的参考文献进行了全面的检查。

综上，我们认真地对两位审稿专家提出的 20 条审稿意见逐一进行了细致的回复，并在文中保留了部分较为关键的修改痕迹。再次感谢两位审稿专家以及编辑部老师对本文的大力支持与帮助！