

同步化心智：从个体脑间同步性到集体心智理论*

陈巍^{1,2} 董达¹ 潘亚峰³ 王勇^{**1,4}

(¹绍兴大学心理学系, 绍兴, 312000) (²中国人民大学哲学与认知科学交叉平台, 北京, 100080)

(³浙江大学心理与行为科学系, 杭州, 310058) (⁴厦门大学教育研究院, 厦门, 361005)

摘要 心智同步化是当前认知神经科学领域的一个新兴论题。近年来, 超扫描技术使得更为精细化的脑间动态测量与分析成为可能的同时, 也揭示了脑间同步现象在个体生活中的普遍性。与此同时, 集体心智理论赋予个体以超越个体心智去表征他人心理状态的能力。在这一能力调节下, 个体与他在体验上趋于同步, 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。在此基础上, 一种超越个体大脑转向群体互动的集体神经科学范式打破了传统神经科学研究的操作局限, 为心智同步化提供新的方法论支持。未来研究可以在集体神经科学范式下进一步探讨集体心智理论如何实现集体心智的延展效能。

关键词 同步化 集体心智 脑间同步性 集体心智理论 集体神经科学

1 引言

分析哲学中关于集体意向性 (collective intentionality) 的讨论持续了数十载。作为意向性研究的领军人物, 心灵哲学家 Searle 提出了“所有意向性, 无论是集体的还是个体的, 都必须存在于个体的头脑之中”的著名论断 (Searle, 2010, p. 44)。也就是说, 集体意向性是建立在个体认知形式的基础之上的。由此, 无论是元认知、模块化认知还是通用认知, 这些认知形式都是个体所特有的。这种集体意向性观点所反映的个体认知主义视角, 直到最近二十年才由来自比较生物学、动物行为学、演化心理学以及社会认知神经科学的研究证据据联打破 (Tomasello, 2020; 2022)。随后, 一种试图摆脱个体大脑的生物学限制, 转而聚焦于个体与集体脑间互动的研究取向在社会认知领域中受到广泛关注 (Valencia & Froese, 2020)。这种对于心智活动集体性维度的关注使得我们能够在新的进路上去审视心智的本性及其在自然与社会中的位置。

与此同时, 心智的同步化 (synchronization) 论题也试图进一步强调: 作为个体的心智与心智之间通过可设想的以及可实践的社会交互行为, 最终塑造了心智同步化这一集体性结果。在此背景下,

心智同步化论题为神经科学开辟了新空间, 使其能够通过实验来探究集体互动中个体脑与脑之间的同步关系在塑造心智方面所起到的构成性作用的同时 (Redcay & Schilbach, 2019), 也强有力地呼应了集体心智理论 (theory of collective mind) 的核心理念——即关于“我”与“我们”之关系本性的理解将彻底地改变心智、自我与社会等一系列基本哲学议题 (Shteynberg et al., 2023; Zahavi, 2025)。例如, 究竟个体的心智是一种他人无法触及的私人现象, 还是说心智是开放的, 以至于两个人或一群人有可能 (至少) 外在地共享同一个信念、欲望、情感或者意图? 为此, 对同步化心智的现象和机制的考察, 对于我们重新审视“我”与“我们”的首要性问题具有重要意义。

综上所述, 本文尝试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。

2 个体脑间同步性: 多方法视角

在以往的研究中, 研究者通过行为观察与实验等途径对个体间的行为、情绪以及思维的同步化进

* 本研究得到浙江省哲学社会科学领军人才培育专项课题 (青年英才培育) (23QNYC19ZD)、国家社科基金一般项目 (21BZX005) 和国家自然科学基金青年项目 (62207025) 的资助。

** 通讯作者: 王勇, Email: psywangy@163.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20260322

行了诸多考察,对心智同步化的产生机制以及功能意义取得了一定的认识(Mayo & Gordon, 2020)。近年来,超扫描技术(hyperscanning technique)的发展使得更为精细化的脑间动态变化的测量与分析成为可能,个体的脑间同步现象愈发受到研究者的广泛关注(李先春等,2018)。脑间同步(Inter-brain synchronization)通常指的是互动过程中个体间大脑活动模式存在的相关性或者同步化,即个体间神经活动的共变现象(术鑫迪等,2025; Schilbach & Redcay, 2025)。为了更深入理解个体脑间同步性,研究者从多个角度入手,采用多种研究方法进行了探索。

首先,认知神经科学研究是探究个体脑间同步性的主要途径。通过功能性磁共振成像(fMRI)、功能性近红外光谱(fNIRS)、脑电图(EEG)或脑磁图(MEG)等途径,超扫描范式不仅可以记录单个脑,还能够同时记录两个或多个脑活动,从而实现评估实时社交互动过程中的神经活动(Czeszumski et al., 2020)。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(Brændholt et al., 2023; Singer, 2018)。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(Akdogan et al., 2024; Sauseng & Klimesch, 2008)。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)。

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,还会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)。为此,不少研究认为,个体间大脑神经振荡的相位同步表明个体能够跨越生物学的限制建立起大脑间的功能联系,进而实现了个体间认知的交互与共享(Phillips et al., 2023; Valencia & Froese, 2020)。此外,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该现象。

其次,跨物种的比较生物学研究为揭示个体脑间同步的普遍性提供了来自种系发生学的证据支持。同步化是一种表现在生物复杂性各个层面的重要现象(Li & Yang, 2018),对动物的社会生活亦至关重要(Couzin, 2018)。其中,群居社会性动物还会表现出高度协调的集体模式。例如,蝙蝠的社会发声交流行为(Zhang & Yartsev, 2019),鸟类的二重唱(duets)与节律性社交互动(Hoffmann et al., 2019)以及鼠类自我-他人编码神经元与神经信号同步性等(Kingsbury et al., 2019)。这些都被认为是生物自组织的一种形式,它们是由位于彼此周围的其他个体与个体自身之间的社会互动产生的(Biro et al., 2016)。

为了探究群居社会动物的脑间同步性,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。研究结果发现,在发起二重唱的白眉织雀中,当伙伴开始为二重唱做出贡献时,发起者会触发周期性神经放电节奏的变化,这些神经放电完全锁定在发起者自己的发声上。由此产生的个体间同步神经活动模式引发了正在进行的歌唱伙伴间完美交替的发声。因此,有节奏的合作行为需要前运动神经活动的个体间精确协调,这可能是通过整合来自互动伙伴的感官信息实现的。此外,相关研究初步证实,鸣禽(songbirds)的歌唱是由一个脑核网络(即声控

系统)控制的。在其中一个高级发声中枢(high vocal center, HVC)中, 伴侣鸟的叫声会触发鸣禽的神经元活动发生变化, 这反过来又会影响其自己的歌唱。在神经活动上, 两只鸟的大脑活动发生精确同步(Ma et al., 2020)。此外, Hoffmann 等人(2019)还发现, 时间协调的节律性社交互动不仅与白眉织雀互动双方大脑大面积活动的连贯性神经振荡有关, 还与同一脑核内小群神经元的个体间同步激活有关。这些研究结果都有力地证明, 两只鸟的大脑实际上合二为一, 构成了一个网络, 作为一个分布式回路来组织二重唱的时间模式。

最后, 认知科学研究还为阐释个体脑间同步的合理性提供了重要的理论支持。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)。认知不仅是认知主体与科技人工物的耦合, 而且还需要与其他认知主体的互动。我们不仅要把认知延展到“他物”, 还要延展到“他人”。这也为个体脑间同步向集体心智的“延展”做好了理论铺垫。

综上所述, 个体脑间同步性的研究整合了多种研究方法。这种多维度的研究方法形成互补效应, 其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脑间同步性现象提供丰富的资料支持。

3 集体心智理论：个体脑间同步的延展目标

从自然界中鸣禽桴鼓相应的节律二重唱, 到聚光灯下舞蹈演员行云流水般的爵士舞姿, 再到篮球场上“传切挡拆”与“攻防守备”相交错团队默契。这些习以为常的个体脑间同步的具体行为画面似乎都在指向个体拥有一种潜在的心理能力, 即它在意识层面上将“我”与“我们”彼此紧密联系在一起, 并在社会互动的体验过程中将个体(即“我”)意识思维的边界不断向更开阔的群体(即“我们”)维度去

延伸(Valencia & Froese, 2020)。对此, Shteynberg 等人(2023)提出了集体心智理论的观点, 即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。与传统心智理论(theory of mind)侧重于对单一个体心理状态的推断不同, 集体心智理论强调个体从统一的心智视角出发去对群体内各成员的心理状态进行表征。在这一能力调节下, 个体与他在体验上趋于同步, 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。

3.1 集体现实与集体心理的二重表征

在集体心智理论的概念架构中, Shteynberg 等人(2020)根据集体心智的不同指向, 将集体心智表征(也称为“我们表征”, we-representations)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”)。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。

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。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)。这种“我们共同知道”的同步表征避免陷入“我知道你知道我知道……”的递归式心智嵌套(mind-in-mind recursion)以及随之而来的不确定性(例如, “你是否知道我知道那条小白狗?”), 从而减少了群体内各成员对“我们”共同知晓某事的怀疑(Shteynberg et al., 2023)。相反, 这种集体现实表征促进了个体与他人之间的协调与合作, 因为它确立了一个共同的经验对象, 可以在群体的交流中加以引用。例如, 在猎鹿博弈(stag hunt game)中, 与私下传达收益信息(异步条件)相比, 参与者通过公开信息同步知晓收益, 其合作率从20%提高至80%。而这合作率四倍的提高, 也从侧面凸显了同步化对集体现实表征的必要性(Thomas et al., 2014)。

当集体心理替代集体现实成为集体心智表征的主要来源和目标时,群体内部的心理状态,诸如我们共同的情感、态度以及抱负等对集体心智的影响则变得尤为关键(Shteynberg et al., 2020)。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转变为一种集体态度,从而增强群体内部的心理凝聚力。并且,正是在这种带有自我反思色彩的元认知表征背景下,当集体利益超越了个人利益,各成员往往会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)。

值得注意的是,这两种集体心智表征并非孤立存在的,而是在同步化线索的调节下动态地构成集体心智的认知基础。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)。

3.2 同步化视域下个体间的心智“融合”

从广义上来看,心智的趋同可以通过两种方式来体现:(1)不同个体间心理状态的协调一致;(2)将心理状态融合(merging)为一个集体主体。其中,个体间的心理状态一致性源于个体对他人诸如行为、情绪等方面的简单模仿,保留了个体与他人之间清晰的身份界限。而心理状态的融合则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,因而需要集体心智理论的参与(Shteynberg et al., 2023)。同时,相关研究认为,同步化的共同体验(synchronous co-experiences)体现了个体间心智视角的统一性,即相同刺激同时到达多个个体。对此,同步化的共同体验被认为是诱导个体产生集体心智表征的有效途径(Loehr, 2022; Shteynberg, 2024)。基于此,本节试图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。

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。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)。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)。上述主张也得到了—些实证研究的支持。例如,来自fMRI的超扫描研究表明,在双人或者多人舞蹈表演中,为了与舞伴共同完成预先设定的舞蹈,个体需要由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。这意味着个体在完成对同步动作的集体现实表征同时,还需对舞伴们的想法和意图进行高度的集体心理表征,进而从统一的群体视角来更好地展现曼妙舞姿(Basso et al., 2021)。而这也是“我们意向”或“共享意向性”形成的一个直接例证(Hasan & Kayle, 2022)。

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”这个代词便可以带来认知处理上的优势(Davidesco et al., 2023; Sarasso et al., 2022)。这种基于集体现实表征的认知放大效应让个体更加明显地意识到,群体内各成员正在同步体验相同的刺激。并且,体验的同步性越高,与之共同体验的成员间关系就越密切。实验表明,当个体体验到自己与他人有着相同的主观体验或直觉反应时,各成员会对彼此产生亲近感,并且对自己心理状态的信心也会更强烈。而这种“我们同步且共同的体验”会引发自我与他人身份边界的融合(Sadaphal et al., 2025),并随之增强“我们”的社会实体感(Shteynberg et al., 2023; Shteynberg, 2024)。在此过程中,这些研究的参与者们则更倾向于描述他们的思维是“融合”的(Rossignac-Milon et al., 2021)。而这正好也是个体对集体心智有效觉知的最好诠释(Elnakouri et al., 2023; Rossignac-Milon et al., 2024)。

如上所述,在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,这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)。但是, 对于如何实现集体心智的延展效能, 即将集体心智从生物学的限制中解放出来, 进而使群体内各成员能够以集体或者超个体形式来应对各项复杂挑战, 集体心智理论还需要更多的认知和神经证据支持。

4 方法论革新: “集体神经科学” 范式的兴起

4.1 从个体本位到集体本位

由前文可知, 几乎所有的社会性动物在群体活动时都会协调自己的行为, 它们的神经系统亦是如此。然而, 迄今为止, 大多数神经科学研究仍以孤立研究的单个大脑为基本分析单位, 对个体间社会互动的探讨往往聚焦于单个大脑中神经元的相互作用。但如果把大脑嵌入一个群体中, 是否会改变它的工作方式呢? 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。

单从日常来看, 群体生活使物种能够实现个体无法单独完成的解决方案。这包括减少捕食风险或完成重大任务, 如蚂蚁筑巢或人类建造城市。这些非凡的努力源于个体之间的社会互动。这种互动有时简单到模仿, 有时则更为复杂, 涉及对他人的信息记忆和信号传递。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, 并且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)。在各种社会互动中, 包括交流、合作、竞争和学习中, 脑间同步性现象屡见不鲜。当前, 大脑与大脑之间的同步已通过越来越复杂的分析方法在不同物种中得以证实, 包括鸣禽、蝙蝠、小鼠和猴子等 (Sliwa, 2021)。未来的研究需要进一步探索哪些神经元的活动有助于同步与编码社会知识。至于是否存在不同的神经元群体, 或者是同一个神经元同时执行这两项任务? 探测大脑活动的时空整合特征将是回答这些问题的关键。此外, 未来研究还有必要为“群

体大脑的集体心智或社会心智”和“个体大脑的社会心智”这两个层次的调查之间开辟新的方向, 以充分理解集体心智在塑造个体心智中的角色。

甚至, 我们还可以超越脑与神经元层面, 深入到生命基元层面探索同步化心智的起源。近期有研究指出, “线粒体具有社会本性” (social nature of mitochondria) (Picard & Sandi, 2021)。在高等有机体中, 表现为振荡的协调过程无处不在: 神经元发射、心脏跳动、细胞周期和昼夜节律等多种生物过程都出现同步振荡现象 (Li & Yang, 2018)。在大脑中, 协调的神经元振荡允许神经网络内部及其之间进行多时间尺度的交流。同样, 在线粒体中, 膜电位的同步振荡发生在相互电耦合的心肌细胞中。此外, 线粒体膜的内部物理结构 (即嵴) 在紧密接触的线粒体间也会发生协调, 这可能在一定程度上促进了并列线粒体行为的同步化所需的功能耦合 (Picard & Sandi, 2021)。因此, 同步化是一个从动物大群体延伸到亚细胞线粒体群落共同原则, 这为集体心智理论的自然化提供了坚实的生物学基础。

4.2 研究范式及其要点

从知识获取的进程来看, 传统认知神经科学通常假设知识在个体大脑中获得表征, 并在个体之间传递。然而, 这些方法论在捕捉那些“外包” (outsource) 给群体的知识时面临严峻挑战, 尤其是在实验室方法中。它们通常被应用于个体心智的研究, 而非集体心智或他人心智的研究 (Sloman et al., 2021)。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)。相关研究认为, 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, 因为它无法提供全面的信息 (Pan et al., 2022; Yang et al., 2020)。当前, 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。

只有当多种社会互动耦合在一起时, 集体的力量才会显现出来。为此, 从研究两个个体之间的一种社会互动到探索一群个体之间的集体社会互动, 规模上的变化必须与创新方法齐头并进。在人类研

究中, 研究者们选择了适合真实环境(如教室、运动场或电影院)的便携式设备(如无线脑电、近红外脑成像仪等), 以便同时实时记录群体内的大脑活动(Pan et al., 2022)。尽管这些设备在保证生态效度的同时, 无法像磁共振技术那样保证高空间分辨率。在动物研究中, 例如埃及果蝠、猕猴, 研究者们则采用了单神经元活动记录的形式来专注探究额叶皮层(该区域参与决策和思考)和内侧区域(社会认知的中心)的神经元变化。值得注意的是, 相关研究发现果蝠和猕猴的额叶皮层神经元对于互动伙伴的身份都表现出高度的敏感性。这意味着互动是根据特定的互动伙伴量身定制的。在果蝠中, 神经元对亲密伙伴的敏感性超过了对远距离伙伴的敏感性。而在猕猴中, 背内侧前额叶皮层神经元只有在实际互动时才会活跃, 若单一地观察伙伴并不会激活这些神经元。此外, 当互动伙伴是猴子毛绒玩偶或播放的蝙蝠声音时, 这些神经元则完全停止活动。与此形成鲜明对比的是, 非人灵长类动物的颞叶皮层中代表同伴的神经元会在同伴面孔以图片形式呈现时活跃起来。整体来看, 额叶皮层中的神经元似乎被调谐为同伴可能采取的行动, 代表他们是交流伙伴、竞争者或合作者。这些发现为理解个体在社会互动中的神经活动提供了重要线索(Rose et al., 2021; Tseng et al., 2018)。

为了进一步将实验室的研究应用于真实情境中的社会互动, 研究人员正在采用集体神经科学的方法。其中, 互惠性共情(reciprocal empathy)、感知-行动的互补与耦合等现象在真实社会互动中尤为重要。这些现象不仅需要在实验范式中得到保留, 还应明确锚定这些真实特征。在非限制的自由社会互动中, 虽然同时考虑多个相互关联的机制在计算上可能具有挑战性, 但通过减少或限制某些参数, 这一目标是可以实现的。例如, 集体神经科学可以通过限制和操纵互动者的行动可能性, 从而更好地掌握社会关系的波动程度。同时, 神经成像数据应与各种生理测量数据结合使用, 如心率、皮肤电反应、呼吸节奏和瞳孔直径变化。此外, 心理状态的数据也应纳入分析之列。通过动态系统理论(dynamical systems)的方法来处理来自两个互动者的认知和神经生理指标, 将同步和不同步状态的变化视为状态转换, 聚焦于波动参数, 检验个体间常态和异态社会互动(Pan et al., 2023)。更为重要的是, 涉及生物学、心理学、神经科学以及计算机科学等

多领域的跨学科合作。研究者们可以利用预测编码(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。

5 结语

本文全面回顾了个体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——集体心智理论提供来自交叉学科的启示。事实上, 在以往的研究中我们可能倾向于认为人类社会的集体行为主要依赖于规范性维度(例如, 人类社会的合作或竞争), 而低等动物的集体行为则主要依赖本能(例如, 蜜蜂筑巢、候鸟迁徙、狮群围猎)。但结合前文可以看到, 尽管领域内在个体脑间同步和集体心智理论等方面的研究都取得了实质性的进展, 但从“生而能”的本能行为到“学而能”的规范性行为的解释鸿沟依然没有得到有效跨越(陈巍等, 2021)。^①相较之下, 对同步化心智的探索将有助于我们重新审视Zahavi在协调集体意向性与个体自我意识时面临的“悖论性困境”, 究竟是“我们中的我? 还是我中的我们(We in Me or Me in We)”(Zahavi, 2021, p. 1), 至少现在我们可以将个体脑间同步性现象视为一种“原集体意向性”(proto-collective intentionality)。

回顾心智发展的历史, 演化的观念在19世纪中后期即被引入对心智本性的讨论。James在《心理学原理》(*The Principles of Psychology*)中曾断言, “如果演化要顺利地进行, 某种形式的意识必然在事物的起源时就已经存在了”(James, 1890, p. 149)。James甚至将其诉诸于某种所谓原子论的万物有生论(atomistic hylozoism), 认为这种观点对于更彻底的演化哲学是不可或缺的理论部件。但James未曾考虑的是: 即使心智最终是以原子或其他形式存在, 但追溯其起源时, 其原初形式——姑且称之为原心智(proto-mind)或原意识(proto-

^①这与演化的渐进律相悖——如果某种重要认知机制在其他物种的大脑机制和认知过程中完全不存在且没有任何基础, 那么它也可能不可能在人类身上独立出现。

consciousness)——究竟是以单数还是复数的形式存在?此外,遗传变异以种群为单元,但种群作为集体对个体心智的塑造意义并未得到足够重视和细致考察。尽管如此,但不容否认的是,James式的演化心理学已经开始破除人类中心主义的文化学习的神话,每一物种——即使低于人类——皆具有适配其相应文化发展程度的心智。

在此历史背景下,集体心智理论进一步提出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)(Santos, 2023)。不过,本文较之集体心智理论可能蕴涵了更为激进的集体心智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。由此,同步化心智论题对于推进我们关于人和动物心智之本性的认识有了更具革命性的意义。

参考文献

- 陈巍,王勇,郭本禹.(2021).未完结的本能:郭任远与中国本能论战.《心理学报》,53(4),431-444.
- 李先春,卑力添,袁淦,丁雅娜,冯丹阳.(2018).超扫描视角下的社会互动脑机制.《心理科学》,41(6),1484-1491.
- 术鑫迪,刘菡茵,王瑾,刘志远,刘兰芳.(2025).脑间同步性的产生机制及其功能.《心理科学进展》,33(3),439-451.
- Akdogan, I., Ogmén, H., & Kafaligonul, H. (2024). The phase coherence of cortical oscillations predicts dynamic changes in perceived visibility. *Cerebral Cortex*, 34(9), bhac380.
- 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.
- Biro, D., Sasaki, T., & Portugal, S. J. (2016). Bringing a time-depth perspective to collective animal behaviour. *Trends in Ecology and Evolution*, 31(7), 550-562.
- Bonnefond, M., Kastner, S., & Jensen, O. (2017). Communication between brain areas based on nested oscillations. *eNeuro*, 4(2), 1-14.
- Brändholt, 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 and Biobehavioral Reviews*, 152, 105262.
- 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.
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.
- Couzín, I. D. (2018). Synchronization: The key to effective communication in animal collectives. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(10), 844-846.
- 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.
- Davidesco, I., Laurent, E., Valk, H., West, T., Milne, C., Poeppel, D., & Dikker, S. (2023). The Temporal dynamics of brain-to-brain synchrony between students and teachers predict learning outcomes. *Psychological Science*, 34(5), 633-643.
- Elnakouri, A., Rossignac-Milon, M., Krueger, K. L., Forest, A. L., Higgins, E. T., & Scholer, A. A. (2023). In it together: Shared reality with instrumental others is linked to goal success. *Journal of Personality and Social Psychology*, 125(5), 1072.
- Engel, A. K., & Fries, P. (2016). Neuronal oscillations, coherence, and consciousness. In S. Laureys, O. Gosseries, & G. Tononi (Eds.), *The neurology of consciousness* (pp. 49-60). Academic Press.
- Hasan, A., & Kayle, J. (2022). Unplanned coordination: Ensemble improvisation as collective action. *Journal of Social Ontology*, 7(2), 143-172.
- Hoffmann, S., Trost, L., Voigt, C., Leitner, S., Lemazina, A., Sagunsky, H., Abels, M., Kollmansperger, S., Ter Maat, A., & Gahr, M. (2019). Duets recorded in the wild reveal that interindividually coordinated motor control enables cooperative behavior. *Nature Communications*, 10(1), 2577.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. Henry Holt & Co.
- Kingsbury, L., Huang, S., Wang, J., Gu, K., Golshani, P., Wu, Y. E., & Hong, W. (2019). Correlated neural activity and encoding of behavior across brains of socially interacting animals. *Cell*, 178(2), 429-446.
- Koul, A., Ahmar, D., Iannetti, G. D., & Novembre, G. (2023). Spontaneous dyadic behavior predicts the emergence of interpersonal neural synchrony. *NeuroImage*, 277, 120233.
- Lehmann, K., Bolis, D., Friston, K. J., Schilbach, L., Ramstead, M. J., & Kanske, P. (2024). An active-inference approach to second-person neuroscience. *Perspectives on Psychological Science*, 19(6), 931-951.
- León, F., Szanto, T., & Zahavi, D. (2019). Emotional sharing and the extended mind. *Synthese*, 196(12), 4847-4867.
- Li, Z., & Yang, Q. (2018). Systems and synthetic biology approaches in understanding biological oscillators. *Quantitative Biology*, 6(1), 1-14.
- Loehr, J. D. (2022). The sense of agency in joint action: An integrative review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 29(4), 1089-1117.
- Lu, K., & Pan, Y. (2023). A collective neuroscience lens on intergroup conflict. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(11), 985-986.
- Ma, S., Ter Maat, A., & Gahr, M. (2020). Neurotelemetry reveals putative predictive activity in HVC during call-based vocal communications in zebra finches. *Journal of Neuroscience*, 40(32), 6219-6227.
- Mayo, O., & Gordon, I. (2020). In and out of synchrony——Behavioral and physiological dynamics of dyadic interpersonal coordination. *Psychophysiology*, 57(6), e13574.
- 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.
- Pan, Y., Novembre, G., & Olsson, A. (2022). The interpersonal neuroscience of social learning. *Perspectives on Psychological Science*, 17(3), 680-695.
- Pan, Y., Wen, Y., Jin, J., & Chen, J. (2023). The interpersonal computational psychiatry of social coordination in schizophrenia. *The Lancet Psychiatry*, 10(10), 801-808.
- Peng, W., Lou, W., Huang, X., Ye, Q., Tong, R. K. Y., & Cui, F. (2021). Suffer together, bond together: Brain-to-brain synchronization and mutual affective

- empathy when sharing painful experiences. *NeuroImage*, 238, 118249.
- Phillips, E. A., Goupil, L., Whitehorn, M., Bruce-Gardyne, E., Csolsim, F. A., Marriott-Haresign, I., & Wass, S. V. (2023). Proactive or reactive? Neural oscillatory insight into the leader–follower dynamics of early infant–caregiver interaction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(15), e2122481120.
- Picard, M., & Sandi, C. (2021). The social nature of mitochondria: Implications for human health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 120, 595–610.
- Redcay, E., & Schilbach, L. (2019). Using second–person neuroscience to elucidate the mechanisms of social interaction. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(8), 495–505.
- Rose, M. C., Styr, B., Schmid, T. A., Elie, J. E., & Yartsev, M. M. (2021). Cortical representation of group social communication in bats. *Science*, 374(6566), eaba9584.
- Rossignac–Milon, M., Bolger, N., Zee, K. S., Boothby, E. J., & Higgins, E. T. (2021). Merged minds: Generalized shared reality in dyadic relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 120(4), 882.
- Rossignac–Milon, M., Pillemer, J., Bailey, E. R., Horton Jr, C. B., & Iyengar, S. S. (2024). Just be real with me: Perceived partner authenticity promotes relationship initiation via shared reality. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 180, 104306.
- Sadaphal, D. P., Blum, C. R., Keller, P. E., & Fitch, W. T. (2025). Beyond perfect synchrony: Shared interpersonal rhythmic timing enhances self–other merging judgements. *Royal Society Open Science*, 12(3), 241501.
- Santos, G. (2023). Emergence, downward causation, and interlevel integrative explanations. In J. L. Cordovil, G. Santos, & D. Vecchi (Eds.), *New mechanism explanation, emergence and reduction* (pp. 235–265). Springer.
- Sarasso, P., Ronga, I., Del Fante, E., Barbieri, P., Lozzi, I., Rosaia, N., Cicerale, A., Neppi–Modona, M., & Sacco, K. (2022). Physical but not virtual presence of others potentiates implicit and explicit learning. *Scientific Reports*, 12(1), 21205.
- Sauseng, P., & Klimesch, W. (2008). What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32(5), 1001–1013.
- Schilbach, L., & Redcay, E. (2025). Synchrony across brains. *Annual Review of Psychology*, 76(1), 883–911.
- Searle, J. (2010). *Making the social world: The structure of human civilization*. Oxford University Press.
- Shteynberg, G. (2024). The psychology of collective consciousness. *Journal of Consumer Psychology*, 34(4), 678–686.
- 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.
- Shteynberg, G., Hirsh, J. B., Garthoff, J., & Bentley, R. A. (2022). Agency and identity in the collective self. *Personality and Social Psychology Review*, 26(1), 35–56.
- 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.
- Sims, M., & Kiverstein, J. (2022). Externalized memory in slime mould and the extended (non–neuronal) mind. *Cognitive Systems Research*, 73, 26–35.
- Singer, W. (2018). Neuronal oscillations: Unavoidable and useful? *European Journal of Neuroscience*, 48(7), 2389–2398.
- Sliwa, J. (2021). Toward collective animal neuroscience. *Science*, 374(6566), 397–398.
- Sloman, S. A., Patterson, R., & Barbey, A. K. (2021). Cognitive neuroscience meets the community of knowledge. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 15, 675127.
- Thomas, K. A., DeScioli, P., Haque, O. S., & Pinker, S. (2014). The psychology of coordination and common knowledge. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 657–676.
- Tomasello, M. (2020). The adaptive origins of uniquely human sociality. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 375(1803), 20190493.
- Tomasello, M. (2022). *The evolution of agency: Behavioral organization from lizards to humans*. MIT Press.
- Tseng, P. H., Rajangam, S., Lehew, G., Lebedev, M. A., & Nicoletis, M. A. (2018). Interbrain cortical synchronization encodes multiple aspects of social interactions in monkey pairs. *Scientific Reports*, 8(1), 4699.
- Valencia, A. L., & Froese, T. (2020). What binds us? Inter–brain neural synchronization and its implications for theories of human consciousness. *Neuroscience of Consciousness*, 2020(1), niaa010.
- van Bree, S., Levenstein, D., Krause, M. R., Voytek, B., & Gao, R. (2025). Processes and measurements: A framework for understanding neural oscillations in field potentials. *Trends in Cognitive Sciences*, 29(5), 448–466.
- Wikström, V., Saarikivi, K., Falcon, M., Makkonen, T., Martikainen, S., Putkinen, V., Cowley, B. U., & Tervaniemi, M. (2022). Inter–brain synchronization occurs without physical co–presence during cooperative online gaming. *Neuropsychologia*, 174, 108316.
- 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.
- Zahavi, D. (2021). We in me or me in we? Collective intentionality and selfhood. *Journal of Social Ontology*, 7(1), 1–20.
- Zahavi, D. (2025). *Being we: Phenomenological contributions to social ontology*. Oxford University Press.
- Zhang, W., & Yartsev, M. M. (2019). Correlated neural activity across the brains of socially interacting bats. *Cell*, 178(2), 413–428.

Synchronized Minds: From Inter-Brain Synchronization to Theory of Collective Mind

Chen Wei^{1,2}, Dong Da¹, Pan Yafeng³, Wang Yong^{1,4}

(¹ Department of Psychology, Shaoxing University, Shaoxing, 312000)

(² Interdisciplinary Center for Philosophy and Cognitive Sciences, Renmin University of China, Beijing, 100080)

(³ Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, 310058)

(⁴ Institute of Education, Xiamen University, Xiamen, 361005)

Abstract The long-held myth that “intentionality must reside within individual minds” has only been challenged in recent decades by converging evidence from comparative psychology, ethology, evolutionary psychology, and social neuroscience. This paradigm shift has inspired a novel research approach in social cognition that transcends individual neurobiological constraints, focusing instead on inter-brain interactions between individuals and collectives. The collective dimension of mental activities gives rise to the synchronized minds thesis, which posits that individual minds shape synchronized collective outcomes through conceivable and implementable social interactions.

Recent advancements in hyperscanning techniques have enabled the precise measurement and analysis of dynamic inter-brain synchronization, drawing significant attention to neural oscillations in individual cognition and social interaction. Notably, neural oscillations extend beyond individual brains to bridge biological and environmental boundaries, serving as critical mediators of interpersonal social interaction. Their role in guiding cognition and conscious experience manifests through phase locking—the adjustment of persistent neural rhythms to external stimuli. This phase-locking mechanism proves essential for achieving genuine inter-brain synchronization, in which individuals adapt their endogenous neural rhythms to match others’ oscillatory frequencies. Comparative studies across species systematically validate the evolutionary universality of inter-brain synchronization in biological systems, while cognitive science perspectives elucidate its theoretical plausibility, collectively enriching our understanding of this phenomenon.

Based on this foundation, Shteynberg et al. put forward the viewpoint of the Theory of collective mind (TCM), which posits the capacity to attribute a unified mental state to groups sharing common experiences, including the individuals themselves. Diverging from traditional Theory of Mind’s focus on individual mental state inference, the TCM emphasizes representing group members’ mental states from a collective perspective. This capacity facilitates experiential synchronization among individuals, enabling unified yet pluralistic perspectives toward external stimuli and group mental states. Within the TCM framework, “we-representations” are categorized as representations of collective reality and collective psychology. This distinction offers novel insights into the cognitive foundations of group behavior and clarifies synchronization’s role in collective mind formation. Through the lens of TCM, group members’ minds evolve along synchronization trajectories from initial “we-intentions” to deeper “feelings of socially entitative”, partially reconstructing the fusion process from individual to collective mentality.

While conducting a comprehensive review of the phenomenon of inter-brain synchronization and its extended theoretical framework, the Theory of Collective Mind, we have actively incorporated the cutting-edge methodology of Collective Neuroscience. This integrative approach aims to provide interdisciplinary insights for understanding the new manifestation of collective intentionality embodied in TCM. This innovative paradigm employs advanced neuroimaging to investigate social animals’ brain states during collective activities, revealing the neural encoding mechanisms of collective perception. Emphasizing cross-disciplinary collaboration among biologists, psychologists, neuroscientists, engineers, and computer scientists, it utilizes predictive coding and active inference frameworks to derive testable hypotheses about synchronized minds from generative computational models. This integrative approach promises to deepen our understanding of synchronization and coordination mechanisms in social interactions.

Despite substantial progress in synchronization research, the explanatory gap between innate behaviors and learned normative actions persists. However, exploring synchronized minds helps re-examine Zahavi’s paradox of reconciling collective intentionality with individual self-consciousness—the “We in Me or Me in We” dilemma. We propose interpreting inter-brain synchronization as proto-collective intentionality, which advances a radical collective neuroscience perspective. According to this perspective, individual “I” emerges as an inference from the primordial collective “We”. Thus, the synchronized minds thesis carries potentially revolutionary implications for understanding the fundamental nature of human and animal cognition.

Key words synchronization, collective mind, inter-brain synchronization, theory of collective mind, collective neuroscience