

# 《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：人机共生体验的形成机制与作用效果研究

作者：李纯青，郝日艳，刘伟

## 第一轮

### 审稿人 1 意见：

**意见 1:** 引言第一段略写并与第二段合并，宏观背景可以略写，更多从企业实践角度举例（人机共生体验的真实案例）并引出本文的研究问题。同时，整个引言部分要通过与最新研究文献对话的方式呈现，通过现实有需要、文献有空白或矛盾的方式，尽量清晰明确的提出本文的研究问题及其理论意义。目前引言部分略显冗长，且重点不突出。

**回应:** 非常感谢评审老师认真详细的外审意见，给予了我们更多的思考。本轮经过研究团队的认真思考与讨论，按照评审老师的意见对引言部分进行了更加深入地修改与完善，保证引言的精简并将行文与语句进行了认真地检查。首先，简写宏观背景（第一段落），通过真实案例引出研究问题（第二段落）；其次，通过文献对话，指出现实有需要、文献有空白（第三、第四段落）；最后，提出本文的研究问题及其理论意义（第五段落）。具体修改内容如下：

中央经济工作会议明确提出，2025 年将以科技创新引领新质生产力发展，推进“人工智能+”行动。第十四届全国人民代表大会第三次会议的政府工作报告中进一步强调持续推进这一行动。政策的实施为人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术的广泛应用提供了坚实的政策支持和战略指引，加速了 DeepSeek 等机器的发展和普及。目前，AI 已深度融入各行各业，推动人机互动模式从“人机协同”向更为复杂的“人机共生”（Human-Machine Symbiosis, HMS）转变。

研究表明，不同于强调合作的“人机协同”，人机共生强调的是人类与机器在交互过程中，通过深度协作与相互适应，形成一种相互依赖、共同进化的关系（Inga et al. 2023）。在这种关系中，人类与机器不仅能高效完成任务，还能通过互动学习提升彼此能力，实现情感与认知的深度融合和共同进化（Järvelä et al., 2025），使得机器学习的自主性与决策力部分替代人类判断（Hoffman & Novak, 2018）。例如，通用智能体通通（Little Girl）能通过基于价值体系的决策机制，实现与人类的情感共鸣与社会融入，不仅能通过深度学习为用户提供个性化服务，还能通过自主行为（如调节环境温度、学习新技能）预判用户需求，体现了技术在人类生活中的深度嵌入。这种共生关系不仅重塑了人机互动的伦理边界，更通过情感交互实现了跨物种的联结（Law et al., 2025），提升用户体验的同时，推动了机器能力的迭代与进化。

在这种新型数字生态系统中，智能机器不仅作为工具存在，更通过与人类及其他机器的实时交互，为所有参与者创造出具有独特价值属性的“人机共生体验”（Human-machine Symbiosis Experience, HSX）。与以商品质量、价格、渠道为核心的传统消费体验不同，HSX 的本质突破在于：当机器具备独特的交互能力和自主体验时，这种共生关系能够通过情感协调和价值共创机制，持续激发参与者（包括人、机器及其组合）的能力迭代与价值跃升（Novak & Hoffman, 2019）。

然而，尽管 HSX 在推动技术进步、促进社会多元繁荣和提升社会福利方面具有巨大潜力（Pine & Gilmore, 2019; 谢莹等, 2021），但其形成机制和作用效果仍不明确，亟需进一步研究。目前，AI 技术已广泛应用于各行各业，尤其在智能汽车、医疗和金融等领域，但

HSX 的具体机制和演化规律仍不清晰，如何最大化其效用，尚未得到充分探讨。与此同时，技术发展的双刃性亦已显现（Bankins et al., 2024; Qin et al., 2025）。例如，已有研究发现，伪装智能（Ersatz AI）可能威胁人类主体性（Madhavaram & Appan, 2025），导致伦理失控（如情感依赖引发的心理危机、产生心理厌恶及增加不诚实行为等）（Rasoulia et al., 2023; Dang & Liu, 2024; Köbis et al., 2025）；AI 生成内容的版权争议与责任界定问题（Kumar et al., 2025），均可能影响人机共生的健康发展。因此，人机共生研究还需在技术突破与伦理界限间寻求平衡（Tuzov & Lin, 2024），通过规范设计保障智能系统的人文价值取向，最终实现技术与人类文明的协同发展（Grewal et al., 2024; Liu & Wang, 2025）。

基于此，本研究旨在探索人机共生体验（HSX）的形成机理和作用机制。首先，明确 HSX 的概念及其测量框架；其次，从智能与情感双维度协同的视角，揭示 HSX 的形成过程与演化规律；最后，推动 HSX 作用效果的实证检验，分析其在促进人类与机器共同发展的同时，可能带来的积极与消极结果。本研究不仅为企业基于 HSX 开展创新营销战略和智能应用提供理论支持，并为应对数智化转型过程中的潜在风险提供理论依据。

意见 2：表 1 的注释还写了“申请人”，请修改，目前已经是研究构想文章了，不是申请书。

回应：非常感谢评审老师细致的意见，根据您的意见我们对表 1 的注释进行了修改。首先删除注释中的申请人，并在表 1 中新增了发表在高水平期刊中的相关文献（正文红色字体标出）。具体修改内容如下：

表 1 机器人、人-机团队和人机协作的说明性定义

来源	定义	情景
机器人（Robots）		
Jöriling et al. 2019	信息技术是一种物理的体现，通过高度自主地执行物理和非物理任务来提供定制服务	自主产品（汽车、加热器和割草机）
Tsai et al. 2022	为实现人类工作自动化而创造的人造工人	各种情景（概念）
Winfield 2012	一种能够感知环境并有目的地在环境中或环境中采取行动的人工设备；一种具体的人工智能；或一种能够自主完成有用工作的机器	各种情景（概念）
人-机团队（Human-Robot Team/s）		
Hoffman & Breazeal, 2004	人和机器人在任务上协作，共享相同的工作空间和对象	太空任务
Breazeal et al. 2004	人类和机器人维持并共同致力于共同的任务目标	各种情景
Gombolay et al. 2015	研究人员将有效的机器人队友定义为允许人类在飞行中选择自己的动作和动作时机，动态预测和适应这些决定，并支持人类感觉自然的流体互动	工业制造
Mirowska & Arsenyan 2025	将人工智能（AI）代理与人类团队成员结合以完成任务	各种情景
人机协作（Cobots）		
Pauliková et al. 2021	Cobot=与人工操作员协同工作的机器人设备；在一个共同的工作空间中与人类共存，并与他们一起执行所需的任务	工业制造
Javaid et al. 2022	协作机器人一词通常被称为 Cobot，指的是机器人和人类之间的伙伴关系	工业制造
Djuric et al. 2016	Cobot（来自协作和机器人）是一种旨在在共享工作空间中与人类进行物理交互的机器人	工业制造
Liu et al. 2024	协作机器人（Cobots）是与人类共享工作场所，无需安全隔离，辅助完成各类任务，适配中小企业小批量生产的机器人	工业制造
Bassi et al. 2025	人类与协作机器人（Cobots）在共享工作空间中，共同开展任务并结合体力或认知努力的协作形式	工业制造
资料来源：根据 Shanks et al.（2024）的研究补充整理		

意见 3：请作者进一步补充 2023 年及以后最新发表的与本研究相关的高水平文献。

回应：根据评审老师的意见，我们进一步补充了 2023 年及以后最新发表的与本研究相关的

高水平文献（正文中红色字体标注），补充的最新参考文献共 16 篇，列示如下：

- Vaccaro, M., Almaatouq, A., & Malone, T. (2024). When combinations of humans and AI are useful: A systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour*, 8(12), 2293-2303.
- Zhou, E. B., Lee, D., & Gu, B. (2025). Who expands the human creative frontier with generative AI: Hive minds or masterminds? *Science Advances*, 11(36), eadu5800.
- Yin, Y., Jia, N., & Wakslak, C. J. (2024). AI can help people feel heard, but an AI label diminishes this impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(14), e2319112121.
- Dang, J., & Liu, L. (2024). Extended artificial intelligence aversion: People deny humanness to artificial intelligence users. *Journal of Personality and Social Psychology*.
- Kumar, V., Kotler, P., Gupta, S., & Rajan, B. (2025). Generative AI in marketing: Promises, perils, and public policy implications. *Journal of Public Policy & Marketing*, 44(3), 309-331.
- Köbis, N., Rahwan, Z., Rilla, R., et al. (2025). Delegation to Artificial Intelligence can increase dishonest behaviour. *Nature*, 1-9.
- Bassi, G., Orso, V., Salcuni, S., et al. (2025). Understanding workers' well-being and cognitive load in human-cobot collaboration: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e75658.
- Liu, L., Guo, F., Zou, Z., et al. (2024). Application, development and future opportunities of collaborative robots (cobots) in manufacturing: A literature review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(4), 915-932.
- Mirowska, A., & Arsenyan, J. (2025). The A (I) Team: Effects of human-likeness and conformity to gender stereotypes on initial trust and willingness to work with an AI teammate. *Journal of Organizational Behavior*.
- Järvelä, S., Zhao, G., Nguyen, A., et al. (2025). Hybrid intelligence: Human-AI coevolution and learning. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 455-468.
- Qin, X., Zhou, X., Chen, C., et al. (2025). AI aversion or appreciation? A capability-personalization framework and a meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 151(5), 580.
- Bankins, S., Ocampo, A. C., Marrone, M., et al. (2024). A multilevel review of artificial intelligence in organizations: Implications for organizational behavior research and practice. *Journal of Organizational Behavior*, 45(2), 159-182.
- Law, R., Ye, H., & Lei, S. S. I. (2025). Ethical artificial intelligence (AI): Principles and practices. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 37(1), 279-295.
- Tuzov, V., & Lin, F. (2024). Two paths of balancing technology and ethics: A comparative study on AI governance in China and Germany. *Telecommunications Policy*, 48(10), 102850.
- Rapp, A., Di Lodovico, C., & Di Caro, L. (2025). How do people react to ChatGPT's unpredictable behavior? Anthropomorphism, uncanniness, and fear of AI: A qualitative study on individuals' perceptions and understandings of LLMs' nonsensical hallucinations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 103471.
- Li, C., Hao, R., Li, N., & Zhang, C. (2025). Measuring customer experience in ai contexts: A scale development. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(1), 31.

**意见 4:** 标题中“实证检验”是否得当，研究构想文章与项目申报略有不同，事实上，本文目前尚未开展实证检验。标题是否可以进一步优化？

**回应:** 非常感谢评审老师的意见，根据评审老师的意见我们对标题进行了进一步地考虑和优化，以将标题调整为更符合当前研究阶段的描述。最终，将标题修改为：人机共生体验的理论构建与研究框架。

---

## 第二轮

**审稿人 1 意见：**建议作者聘请英语专业人员检查、润色英文标题及摘要。

**回应：**感谢评审老师的意见，按照评审老师的意见团队聘请了英语专业人员对英文标题及摘要进行了重新检查与润色。修改内容如下：

### The Theoretical Construction and Research Framework of Human-Machine Symbiotic Experience

**Abstract:** With the rapid development of digital and intelligent technologies, the marketing and experiential ecosystems driven by human-machine interactions have undergone profound changes. Unlike traditional human-centered customer experience, Human-Machine Symbiotic Experience (HSX) is an emerging interaction model that emphasizes the reciprocal interplay and emergent capabilities between humans and machines. HSX has significant potential to enhance user experience, optimize corporate decision-making, and foster social welfare, playing a pivotal role in economic development and improving quality of life. In the context of a digital ecosystem characterized by ubiquitous connectivity and real-time interactions, the creation of greater user value has become an urgent challenge. This study explores the dynamic processes of HSX through three research strands: Study 1 focuses on the conceptualization and measurement of HSX, systematically defining its connotations, dimensions, and structural features, while developing corresponding measurement tools; Study 2 investigates the formation mechanisms of HSX, unveiling its emergent dynamics and evolutionary patterns from the dual perspectives of intelligence quotient (IQ) and emotional quotient (EQ), and proposes a staged evolutionary model; Study 3 examines the mechanisms and effects of HSX, empirically testing its double-helix impact on both positive and negative outcomes, and exploring its boundary conditions. This research provides practical insights for enterprises to develop HSX-based marketing strategies and intelligent applications, as well as offering theoretical support for governments advancing the "AI+" initiative and digital ecosystem governance.

**编委 1 复审意见：**推荐有条件地接受发表（英文题目和摘要的语言水平确实不过关）。

**编委 2 复审意见：**

本研究围绕“人机共生体验”提出了宏大的理论框架，并试图将机器视为具有体验甚至意识的独立主体。然而，从当前主流观点出发，现有人工智能系统尚不能被认为具备类似人类的主观体验或意识体验，文中关于“机器体验”“意识体验”“情感体验”等若干核心前提缺乏可检验基础，也未与功能表现、用户感知等较为传统的概念做出清晰区分。这一前提上的模糊不仅削弱了理论建构的说服力，也给后续研究中的量表开发与实证测量带来可操作性困难问题。建议作者将研究重心转向“人类对人机共生关系的主观体验”以及“人如何感知和拟人化机器”的过程，并在概念上谨慎区分，将更有助于使该研究框架在现有科学共识下更具可靠性和避免误导学界和读者。

**回应：**非常感谢评审老师细致的意见，根据您的意见我们首先对全文中关于“机器体验”“意识体验”及“情感体验”论述均添加了参考文献；其次，删除部分关于机器意识体验的相关论述，使该研究框架在现有科学共识下更具可靠性和避免误导学界和读者；最后，为增强后续研究中的量表开发与实证测量带来可操作性，对研究一量表开发及其相关部分的论述进行

调整——将研究重心转向“人类对人机共生关系的主观体验”以及“人如何感知和拟人化机器”的过程。具体修改内容如下（正文蓝色字体标出）：

根据前面的文献综述，研究将基于组合理论，从以“人机组合为中心”的研究思路出发，即强调人类和机器人之间的互动，这种互动可以是互补的，也可以是相互影响的。人的体验来源于人的主观判断，包括认知、情绪、身体、感官和社交五个维度，机器体验来源于编程、算法与传感器输入，包括基本体验、感知体验和意识体验（Hoffman & Novak, 2018）。而人机共生体验不同于人和机器的体验，而是来源于人类与机器的互动及其产生的新属性和能力，是人类对人机共生关系的主观体验，大致可分为延伸体验与扩展体验。

---

### 第三轮

#### 编委 2 复审意见

**意见 1：**意识体验：通过识别、组织与注意的整合产生主观体验，属于涌现结果。智能对象在一定条件下也可具备（表述欠妥）。

**回应：**感谢编委老师的意见。针对这部分语言表述问题已进行修改，最终修改为：③意识体验：通过识别、组织与注意的整合产生主观体验，属于涌现结果。智能对象并不具备主观体验，但其基于数据的反馈与自适应过程在一定条件下也可具备类似人类主观体验的机器功能状态。（见 2.1.2 部分）

**意见 2：**人机组合体验可被视为动态涌现的系统。尽管现有机器的平均水平仍未能达到具备意识体验的层次，但需要指出的是，当机器具备更高层次的意识体验时，即实现了最高层次的人机共生体验（如何区分和界定低层次和高层次意识体验？）

**回应：**感谢编委老师的意见。为避免引起歧义，这部分内容已在修改稿中删除。

**意见 3：**在模式三阶段，人机共生模式的互动模式演化向更高级的模式，其遵循的是双向-主动的共生模式。其中，最佳的人机共生体验应建立在人机同时具备意识体验的基础之上，我们将这一阶段的人机交互模式称之为自主融合模式，这代表着人机共生体验的最高水平，是人机共生体验的最优状态（表述欠妥，不科学和不严谨）

**回应：**感谢编委老师的意见。考虑到“人机同时具备意识体验”以及“最优状态”的表述缺乏科学严谨性，这一指正对完善本研究的科学性至关重要。我们已对模式三（自主融合模式）的内涵进行了重新审视与修订：

首先，去“意识化”表述（从“意识体验”转为“高度功能主体性”）：我们认同目前机器尚不具备生物学意义上的意识。在修订稿中，我们将“意识体验”修正为“高度功能性主体状态”。即机器不仅能被动响应，还能基于复杂的预测模型进行“类主体驱动”的自主决策。其次，修正“最优状态”为“高阶演化形态”：我们取消了“最优”这一带有主观倾向的评价。将模式三修订为：在特定高度耦合的情境下，人机双向主动性达到峰值的一种“高阶融合形态”。这种形态强调的是人机在决策链条上的深度嵌入，而非绝对的终极状态。最后，明确三阶段的科学界定：我们重新界定了模式三的特征。在这一阶段，人机交互不再依赖显性的指令，而是基于语义深度对齐和实时意图共振。这种“自主融合”本质上是计算精度与预测能力的极致表现。具体修改内容如下：

在模式三阶段，人机共生模式的互动演化进入自主融合阶段，其遵循的是双向-主动的共生逻辑。在这一高阶形态中，人机共生体验不再依赖于显性的指令传递，而是建立在人机双向

的功能主体性深度契合基础之上。此时，机器侧通过高阶自适应算法实现对环境与用户意图的深度预判，而人类侧通过对技术能力的内化实现认知的边界扩展。这种模式代表了人机共生体验在系统集成与协同演化层面的高阶水平，展现了人机系统在复杂情境下通过意图对齐与功能耦合所达到的深度共鸣状态。在这种形态下，人机组合体呈现出极强的涌现性特征，实现了从工具辅助向主体共生的实质性跨越。因此，我们认为人机共生体验的形成过程研究还应包括人机匹配这一重要组成部分。（见 3.2.3 “1.人机共生体验模式” 部分）

**意见 4:** 在这个阶段，机器从简单的执行者逐渐转变为具有独立思考和情感表达能力的主体，而人类用户需要适应这种新的互动方式（表述欠妥）作者还需要对这些内容进行修改。

**回应:** 根据编委老师意见，已对这部分的表述进行重新修订，修订为：在这个阶段，机器从简单的执行者逐渐转变为具有功能自适应系统的学习者，而人类用户需要适应这种新的互动方式。（见 3.2.3 “2.体验鸿沟” 部分）

.....  
**审稿人 2 意见:**

该研究针对“人机共生体验”这一主题，提出了三个研究构想，分别聚焦于人机共生体验的概念与测量、形成机理、作用机制和效果，具有重要的理论意义和实践价值。作者积极回应了审稿人的问题，文章有了较大改进，但还有以下问题需要作者进一步明确，尤其是“人机共生体验”的概念界定。

**意见 1:** 当前的文稿题目较为宽泛，未能很好地反映选题角度，作者应酌情修改。

**回应:** 感谢审稿人的意见。针对“题目较为宽泛”这一反馈，我们通过更加精确地体现研究的核心内容来优化标题，以便更好地反映研究的具体角度和聚焦的主题。最终修改题目为：*人机共生体验的形成机制与作用效果研究*。

**意见 2:** 关于人机共生体验的本源。本文的理论创新核心在于打破“以人为中心”，提出“人机组合体验”，其中包含了“机器体验”。文中定义机器体验源于“编程、算法与传感器输入”。这里存在一个巨大的哲学和心理学风险。在现有的心理学范式中，“体验”通常涉及主观意识。如果作者的意思是机器“真的感觉到”，这陷入了强人工智能的哲学争论，很难在实证中落地。如果作者的意思是机器的“数据处理状态”或“运行日志”，那么称之为“体验”是否属于概念泛化？建议明确界定“机器体验”在本研究的模型中是“功能性的”（机器的状态参数）还是“被感知性的”（人类投射给机器的拟人化体验）。在落地到实证研究时，需要注意，避免“泛灵论”的描述。

**回应:** 感谢专家提出的极具洞察力的深刻意见。专家指出的“心理学范式中的体验与主观意识绑定”的问题，是本研究理论构建中必须严谨对待的边界。我们完全赞同应避免陷入“泛灵论”或“强人工智能”的哲学争论。内容修改主要包含以下四个方面：

1. 明确概念属性：我们已在正文 2.1.2 节中明确界定，本研究中的“机器体验”属于功能性（Functional）视角。它并非指机器具备人类般的“主观意识”或“情感感觉”，而是指机器在与人类互动的过程中，基于算法、传感器输入及模型更新所表现出的系统状态、反馈逻辑与自适应演化过程。

2. 修正表述以避免泛化：在修改稿中，我们谨慎地将涉及机器侧的“体验”描述修正为更具技术实证性的表述。例如，将“机器的感知”调整为“机器的信号捕获与特征提取”；将“机器的反应”调整为“机器的策略涌现与反馈输出”。（见 2.1.2 “(3) 体验的层次” 部分）

3. 引入“行动者网络理论 (ANT)”作为支撑：为了在实证中落地，我们补充了行动者网络理论的视角，强调机器作为“对称性”的行动者，其“体验”本质上是数据流动与处理的路径轨迹。这使得 HSX 成为“人类主观体验”与“机器功能状态”的深度耦合。（见“3.1.2 人机共生体验的结构预设”部分）

4. 实证落地的界定：在研究 1 的量表开发中，我们已明确机器维度的测量指标将侧重于“算法响应的一致性”、“交互反馈的精准度”以及“系统学习的进化速度”，而非测量机器的情感。（见“3.1.3 人机共生体验的测量量表开发”部分第一段）

再次感谢专家帮我们划定了学术边界，增强了论文的逻辑严密性。

**意见 3:** 在上一轮审稿中，审稿人提到了“人机共生体验”的概念问题，其中“建议作者将研究重心转向“人类对人机共生关系的主观体验”以及“人如何感知和拟人化机器”的过程，并在概念上谨慎区分，将更有助于使该研究框架在现有科学共识下更具可靠性和避免误导学界和读者”。作者在文献综述部分进行了简单修改，修改为：“人机共生体验不同于人和机器的体验，而是来源于人类与机器的互动及其产生的新属性和能力，是人类对人机共生关系的主观体验，大致可分为延伸体验与扩展体验。”但是在论文中仍然可以看到其他表述：“人机共生强调的是人类与机器在交互过程中，通过深度协作与相互适应，形成一种相互依赖、共同进化的关系 (Inga et al. 2023)。在这种关系中，人类与机器不仅能高效完成任务，还能通过互动学习提升彼此能力，实现情感与认知的深度融合和共同进化 (Järvelä et al., 2025)，使得机器学习的自主性与决策能够部分替代人类判断 (Hoffman & Novak, 2018)。”“当机器具备独特的交互能力和自主体验时，这种共生关系能够通过情感协调和价值共创机制，持续激发参与者（包括人、机器及其组合）的能力迭代与价值跃升 (Novak & Hoffman, 2019)。”以及从图 1 可以看出共生体验为机器体验和用户体验的集合，这与作者新修订的内容似乎有些不同。建议作者进一步明确“人机共生体验”的概念内涵，全文表述保持一致。

**回应:** 感谢专家极其严谨的审阅。专家敏锐地指出了本研究在修订过程中出现的“概念定义”与“理论推演”之间的张力。我们诚恳地接受这一建议，并意识到简单的表述修改未能从根本上解决“人机共生体验 (HSX)”作为复合概念的内涵一致性问题。

修改及统一逻辑如下：

1. 统一概念锚点：我们重新界定人机共生体验是一个“人机组合系统”在互动中产生的整体属性，而人类的主观感知是捕捉这一属性的窗口。

2. 为了兼顾科学共识与本研究的探索性，我们重新统一了全文表述：人机共生体验的核心内涵是指人类与机器在深度协同与进化过程中产生的新属性和新能力 (Novak & Hoffman, 2019)。并明确“机器的自主体验”是指其系统侧的功能自适应状态，它是驱动整体 HSX 价值跃升的必要条件。（见引言第三段）

3. 针对图 1：修改了图 1 的逻辑架构，不再将人机共生体验标注为两者的“加总”，而是将其标注为两者互动后产生的新属性和新能力的“涌现区域”。（见图 1）

4. 术语一致性检查：我们对全文进行了系统梳理，确保在定义人机共生体验时，统一使用术语，并明确人机共生体验是对人机共生关系的主观感知。（如 2.1.1 最后一段）

再次感谢专家的指正，这使得本研究的理论框架更加严密，避免了潜在的误导。

**意见 4:** 作者提到“但现有研究的体验仍以人为中心，未考虑机器人的体验，且对人机共生体验的内涵与结构缺乏清晰界定，限制了对共生的理解”。该如何测量“机器人体验”以及“机器人与人在情感和认知层面的深度融合”呢？

**回应:** 感谢评审老师的意见，首先我们对文中该部分内容的表述进行了修订，修订为：但现有研究的体验仍以人为中心，对人机共生体验的内涵与结构缺乏清晰界定，限制了对共生的理解（见 2.1.1 倒数第二段）。其次，由于文章重新明确了人机共生体验是人对人机共生关系

的主观体验，因此可通过用户感知量表的开发实现测量。另，关于人机共生体验的测量除量表开发外，还可以通过对智能对象后台运行轨迹的监控进行测度。例如：通过多模态数据融合技术（结合问卷量表与机器日志数据），计算人机在节奏、目标和情感上的互相关函数，以此作为深度融合的量化证据。

**意见 5:** 在引言部分中，作者主要将“人机共生”和“人机协同”的概念进行了区分，在表 2 中作者将“人机共生体验”与其他相似概念进行了区分，是否有“人机协同体验”或者“人机协作体验”相似的概念，以及与“人机共生体验”的主要区别是什么？

**回应:** 感谢审稿人提出的细致问题。在论文中，我们确实区分了“人机共生”和“人机协同”这两个概念，并在表 2 中展示了“人机共生体验”与其他相似概念的区别。关于“人机协同体验”或“人机协作体验”这一概念，您的问题十分有意义。我们在此进一步阐述并明确了这些概念的异同。

1. 相似概念的承认与界定：我们认同文献中确实存在“人机协同体验”或“协作体验”等相关概念。在修改稿的第 2.1.2 节及表 2 中，我们补充了这一对比维度。

2. 人机共生体验与“协同/协作体验”的核心区别主要在三个维度上不同：①逻辑起点不同（目标导向 vs. 关系导向）：协同/协作体验本质上是“任务中心”的。它关注人与机器作为两个独立的实体，如何分配任务以实现效率最优（如 AI 辅助翻译、工业协作机器人）。其体验核心是“易用性”与“任务达成度”。而共生体验（HSX）本质上是“关系中心”的。它超越了具体任务，强调人机在互动中产生的“相互依赖”与“相互塑造”。其体验核心是“系统涌现”与“心理延伸”。②演化路径不同（短期交互 vs. 长期共同演化）：协同/协作体验通常是暂时的、功能性的接触，交互结束后，人和机器的属性保持不变。而共生体验（HSX）：强调共同进。在共生关系中，机器通过学习人的偏好改变算法逻辑，人通过适应机器的能力扩展认知边界，双方在互动中均发生了“本体论意义上的改变”。③主体性边界不同（独立实体 vs. 组合主体）：协同/协作体验中人是指令者，机器是执行者，边界清晰。而共生体验（HSX）模糊了人机边界，产生了一种组合体，用户感知到的是“人机合一”的增强状态。具体修改内容为：

综上，尽管相关研究已经开始探讨人机互动所带来的相关体验，但仍然离不开客户体验，仍是围绕以人为中心的体验展开，而忽略了以人机关系为中心的体验。虽然已有研究探讨了人机协作体验，但人机协同体验本质上是任务导向的工具性交互，侧重于人与机器作为独立实体在特定分工下的效率优化与易用感知，通常是暂时的、功能性的接触，交互结束后，人和机器的属性保持不变；而人机共生体验则是关系导向的系统性涌现，它超越了功能性配合，强调人机在深度耦合与相互依赖中实现共同进化。在共生关系中，机器通过学习人的偏好改变算法逻辑，人通过适应机器的能力扩展认知边界，双方在互动中均发生了“本体论意义上的改变”。其核心在于模糊主体边界后产生的“人机合一”增强感与组合系统的新能力跃迁。（见 2.1.2 部分）

3. 修改情况：我们在修改稿的表 2 中新增了“人机协同体验”和“人机共生体验”一行，从“定义、适用情境、侧重点”三个维度进行了严谨对比。

再次感谢专家的指点，这一区分使得 人机共生体验的理论前瞻性得到了更好的体现。

---

## 第四轮

**审稿人 2 意见:**

作者针对上一轮评审意见的回应积极且切中肯綮，修正并厘清了了本文的核心逻辑。然而，审阅修改稿后发现，在理论融合的深度及行文细节的严谨性上，仍有进一步优化的空间，

具体建议如下：

**意见 1：**作者在修改说明中提及引入“行动者网络理论（ANT）”以确立机器的行动者地位，但在正文论述中，ANT 的介绍显得略为突兀且单薄。建议在正文中进一步阐述 ANT 的核心观点（广义对称性）在本研究中的具体适用性，从而夯实文章的理论基础。

**回应：**感谢专家提出的建议。针对审稿人提出的“行动者网络理论（ANT）”引入问题，我们在正文中进一步阐明了 ANT 的核心观点及其在本研究中的适用性，特别是“广义对称性”如何在分析人机共生体验时发挥作用，从而使理论基础更加扎实。具体修改内容如下：

根据前面的文献综述，不同于以往强调人类是主动的“行动者”而机器是被动的“辅助者”角色，本文将基于组合理论，从以“人机组合为中心”的研究思路出发展开人机共生体验的讨论。即强调人类与机器具有同等的能动性，二者在网络中相互作用、彼此塑造，没有谁是绝对的主导者。这表明人类和机器之间互动可以是互补的，也可以是相互影响的。其中，人的体验来源于人的主观判断，包括认知、情绪、身体、感官和社交五个维度；机器的体验并非指机器具备人类般的“主观意识”或“情感感觉”，而是指机器在与人类互动的过程中，基于算法、传感器输入及模型更新所表现出的系统状态、反馈逻辑与自适应演化过程，即机器的运行状态和响应，而不是机器具有主观意识的体验。

为进一步夯实人机互动关系的分析基础，本文引入行动者网络理论（Actor-Network Theory, ANT）作为核心理论支撑，其核心观点“广义对称性原则”与本研究的人机共生体验研究具有高度适配性。具体地，ANT 的广义对称性原则打破了传统研究中“人类为主导、非人类为客体”的二元对立认知，主张人类与非人类行动者在网络中具有同等的能动性，二者通过互动相互塑造、共同建构网络形态与运行逻辑（Latour, 1987; 1996）。这一原则恰好契合本研究对“人机平等互动”的核心预设——在人机共生场景中，人类并非单一的主导者，机器也非被动的工具，而是作为平等的行动者参与到互动过程中。机器自身的运行状态、响应逻辑会直接影响人类体验的生成，同时人类的行为反馈也会反向驱动机器的自适应演化，二者形成双向塑造的互动关系。

参考文献：

Latour B. Science in action: How to follow scientists and engineers through society[M]. Harvard university press, 1987.

Latour B. On actor-network theory: A few clarifications[J]. Soziale welt, 1996: 369-381.

从 ANT 视角出发，本文所界定的机器“体验”，本质上正是机器作为对称性行动者的核心能动性体现。具体表现为数据流动与处理的路径轨迹（Hoffman & Novak, 2018）：机器通过传感器捕捉人类行为数据（如动作、语音、生理信号），经算法处理后生成响应策略，再通过执行机构反馈给人类。这一完整的数据处理与反馈过程，构成了机器参与人机互动的“行动路径”，也即机器层面的“体验”表征。基于此，人机共生体验并非人类主观体验与机器功能状态的简单叠加，而是二者作为对称行动者深度耦合的结果——人类的主观体验（认知、情绪等维度）会因机器的响应行为而调整。机器的运行状态与响应逻辑也会因人类的反馈数据而优化，这种双向互动最终催生了具有“人类主观体验”与“机器功能状态”之间深度耦合属性的共生体验。综上，不同于人类个体体验与机器单独运行状态，人机共生体验来源于人类与机器的互动及其产生的新属性和能力，是人类对共生关系的主观体验，大致可分为延伸体验与扩展体验。

（见修改稿“3.1.2 人机共生体验的结构预设”部分）

**意见 2：**文中提出从模式二向模式三演进时存在“体验鸿沟”，目前的描述较为抽象。建议对这一概念进行更具象化的界定。例如，该鸿沟的具体构成要素是什么？是否包含“恐怖谷效应”之类的因素？

**回应：**感谢审稿人的反馈和建议。根据您的意见，我们对“体验鸿沟”部分进行进一步修改，使其更具象化，并详细说明该鸿沟的具体构成要素，包括是否包含“恐怖谷效应”等相关因素。

首先，进一步详细阐明了“体验鸿沟”的构成要素。我们通过明确认知、情感、行为三方面的鸿沟，具体化了从模式二向模式三过渡时可能出现的障碍。其次，恐怖谷效应指的是当机器的外观或行为接近但不完全符合人类的预期时，可能引发用户的不适或焦虑，尤其是在机器表现出过于拟人化的特征却缺乏足够的“人类感”时。这种情感上的不协调导致用户产生情感排斥或不信任，因此，恐怖谷效应本质上加剧了情感鸿沟的形成，使得用户在与机器互动时产生情感上的不匹配。具体修改内容如下：

体验鸿沟（Experience Gap）是指在人机共生体验中，从以人为中心到以人机组合为中心的转变过程中出现的体验不连续性或不匹配现象。这种鸿沟主要体现在模式二（双向—被动的共生交互模式）到模式三（双向—主动的共生模式）的过渡阶段。在这一阶段，机器从简单的执行者逐渐转变为具有功能自适应系统的学习者，而人类用户需要适应这种新的互动方式。体验鸿沟的构成要素包括：①认知鸿沟：随着机器自主性和复杂性的增加，用户可能在与机器互动时面临认知负荷的增加，特别是在机器进行自适应调整时，用户对机器的反应和行为产生困惑或不适应。②情感鸿沟：当机器变得更加拟人化或具有更高自适应性时，用户可能感到情感上的不匹配或不安，特别是在机器的行为与用户的预期产生偏差时，这可能导致不信任或情感排斥。③行为鸿沟：用户对机器行为的理解和适应可能滞后于机器的自我学习和行为演化，导致互动效率下降。

（见修改稿“3.2.3 人机共生体验的模式发展路径及体验鸿沟-2. 体验鸿沟”部分）

**意见 3：**建议作者对全文进行更为严谨的挑剔性阅读，修正术语使用不当及句法逻辑错误。例如，原文中写“加速了 DeepSeek 等机器的发展和普及。”，建议改为“智能体”、“生成式人工智能”或“大语言模型”。修正句式杂糅问题。如文中“技术扮演的角色：是……等的不同”此类表述不符合语法规则，请务必精简并理顺长难句的逻辑主谓关系。

**回应：**感谢审稿人的细致反馈。根据您的建议，我们对您提到的段落及全文其余部分进行了挑剔阅读，主要包括修正术语使用不当、句法问题，并简化和理顺长句的逻辑结构。以下以您提到部分的修改结果为例展示挑剔阅读修改结果：

①这些政策为人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术的广泛应用提供了坚实的政策支持和战略指引，加速了生成式人工智能、大语言模型等智能技术的发展和普及。

②基于文献研究，并考虑到在人机共生背景下技术因素的重要性，本文认为技术扮演的角色（例如，机械 AI、思维 AI 或感觉 AI）以及对机器的接受度（Huang & Rust, 2021; Inga et al., 2023）等因素的差异都会对体验效果产生影响。

---

## 第五轮

**编委 2 复审意见：**目前的稿件可发表。