

# 空间智能：人工智能的逻辑升维 与人机关系重塑

## ——基于复杂范式的理论探讨

喻国明 刘佳颖

**摘要** 空间智能是人工智能发展的升维形式。这一升维对于人类实践的影响是极其巨大的,而对它的把握则适用复杂范式。在复杂适应系统理论框架下理解人工智能由生成式AI发展到空间智能的过程,发现空间智能内部模型由动态计算的显性模型驱动,内部构筑块呈现动态的行动范式组合,与环境的交互流连接起多层次要素、关系并构建动态场域。空间智能语境下理解人机关系可利用二阶控制论的观点,人机主体从控制者转变为适应者,人机交互模式的焦点由结果导向转向过程共建,由此形成的自组织系统通过角色化集智效应和反身性自治方式,在变量—概念—集团—事件—变量的循环规则下实现自我调适,以适应环境变化。此外,人机关系将经历适应性循环框架下的开发—保护—释放—重组四阶段,应当把握不同阶段的特征和人工智能的价值边界,采用合适的治理路径共治人机关系系统。

**关键词** 空间智能;人机关系;复杂适应系统;二阶控制论

**中图分类号** G206    **文献标识码** A    **文章编号** 1001-8263(2025)10-0108-11

DOI:10.15937/j.cnki.issn.1001-8263.2025.10.011

**作者简介** 喻国明,北京师范大学新闻传播学院教授、博导 北京 100875;刘佳颖,北京师范大学传播创新与未来媒体实验平台研究助理 北京 100875

1972 年,著名物理学家 Philip Anderson 在 More is different 这篇文章中提到,基本原子的大而复杂的聚集体行为不能简单地通过外推少数原子的性质来理解,就像我们不能想象在了解清楚微观原子世界的规则后,就能顺其自然地弄清楚细胞、大脑、生物、城市等等这种宏观的、复杂的系统的规律,这二者是非常不同的。<sup>①</sup>与之类似,虽然人工智能系统的基座由数据、算法、算力等主要单位构成,但不能试图仅从各个部分的特性之和来理解该系统的复杂性。在简单性思维、还原论以及“分而治之”的思路无法深刻洞察人工智能系统的涌现性、非线性、非稳定性、进化性等状态的背景下,<sup>②</sup>复杂范式从系统科学的语境<sup>③</sup>承认

AI 技术的整体性、动态性和适应性,将技术纳入人类社会的全局秩序建构中,为理解 AI 技术的底层逻辑提供了理论框架和范式参考。

复杂适应系统 (complex adaptive system, CAS) 理论认为复杂性源于个体适应性。在生物学上,适应是指有机体适应其生存环境的过程,粗略地说,经验引导着有机体结构的变化,从而使有机体更好地利用环境来达到自己的目的。<sup>④</sup>适应性主体在与环境和其他个体相互作用的过程中,不断进行演化学习,并且根据经验改变内部结构和行为规则,最终实现对自我和环境的改造。<sup>⑤</sup>人工智能亦然,特别是从生成式人工智能到空间智能的跃迁,标志着技术在局部细节与全局行为的循环

反馈中校正,逐渐从相对封闭的、静态的计算适应系统,向开放、动态、与环境深度耦合的行动适应系统转变,体现更强的适应性。

因此,本研究将在复杂范式,特别是复杂适应系统理论框架下,理解空间智能作为人工智能新阶段的底层逻辑,解释空间智能下技术主体和人类主体的双向重构。并在此基础上从二阶控制论视角讨论人机关系在新技术语境下的未来进路,以把握不同行动体交互过程中的底层价值逻辑,促进未来人机共生趋势下人机关系的建构与修正。人工智能的演进不单是技术层面的迭代,更是人工智能系统内在运行机制和外部环境,尤其是人类社会互动模式的根本性转变,这深刻影响了人类的传播实践:人类的角色如何被重新定义,人机互动如何走向双向适应,以及由此引发的社会秩序和价值准则的重构应当如何应对?

### 一、从生成式 AI 到空间智能:人工智能底层逻辑的升维

空间智能是指机器在三维空间中以三维方式感知、推理和行动的能力,<sup>⑥</sup>它依托即时定位和地图构建(slam)、动态的神经辐射场(nerf)、多模态传感器(如 lidar、rgb—d 相机)等技术捕捉现实场景下空间和时间的动态变化,重建多角度的三维场景的局部几何结构,形成点云表征;<sup>⑦</sup>同时,空间智能内嵌的可微分物理模拟器、神经网络、深度学习和预测模型等通过语义关联和视觉学习嵌入空间关系、物理规律、概率预测等知识图谱,将世界模型转化为可计算拓扑;<sup>⑧</sup>此外,空间智能作为具身智能范式一个重要子集和关键实现步骤,<sup>⑨</sup>拥有运动规划、控制与操作等具身能力,完成了从语义到物理再到行动的闭环。由此可见,空间智能具有立体动态感知、物理规律约束下的因果推理预测和与环境互构适应行动的新特质,是对人工智能的又一次升维:从人工智能以专业化和垂直化超越人类单一能力的一维阶段,到 ChatGPT

以通用语义整合世界的二维阶段,再到 Sora 以 3D “世界模拟器”理解现实的三维阶段,<sup>⑩</sup>人工智能主要解决世界的“可感知”问题,而空间智能不再局限于对物理世界的系统模拟和场景构造,而是通过空间感知、空间表示、空间记忆、空间推理和空间行动等一系列能力,<sup>⑪</sup>与环境形成互构反馈的响应逻辑,将世界的“可感知”升级为“可操作、可验证、可对齐”。

约翰·霍兰德(J. H. Holland)在《隐秩序》中系统阐述了复杂适应系统的七个基本要素,包括聚集、非线性、流、多样性、标识、内部模型和构筑块,<sup>⑫</sup>这是判断主体是否符合复杂适应系统的关键指标。具体而言,现阶段人工智能采用注意力机制、深度学习等方法将规模化参数聚集为更高阶的表征,这些微小参数的输入变化可能不断导致巨大的输出差异,遵循涌现、相变等非线性运行规则。人工智能与环境依靠信息流、数据流等实现交流,其在多样的训练数据、模型架构和任务处理中展现出的标识分类能力允许它区分和处理各种任务的场景和类型,并依据任务的反馈校正内部模型,持续适应环境和任务变化。因此,人工智能系统本身就具有复杂适应系统的特性。而生成式 AI 和空间智能作为人工智能的子集形态,同样适用复杂适应系统,但空间智能具备的具身能力让 CAS 属性更加显著。其技术边界由“感知—认知”拓展到“决策—行动”路径,适应性、复杂性、动态性也随之增强。

总体来看,生成式 AI 与空间智能是同一智能技术形态发展的不同阶段,因此二者在聚集性、非线性、多样性与标识分类要素上具有较高的相似性,在内部模型、构筑块组合、流三个要素上存在明显的区别。正是这三种要素从技术主体的内部模型机制、主体内部与主体间的组织、主体与环境的交互三个角度构建起空间智能区别于其他智能的特质,体现空间智能作为人工智能升维的底层逻辑。

表1 空间智能的底层逻辑

内部模型	技术主体的内部模型机制： 从静态离线到动态计算	动态计算的显性模型	
构筑块组合	主体内部和主体间的组织： 从“计算”范式到“行动”范式	组合单元 行动单元	组合逻辑 依赖时序资源协同
流	主体与环境的交互： 全局秩序从被动部署到主动构建	连接 时间要素连接 关系要素连接	场域 场景交互赋能秩序主动构建

### (一) 内部模型:从静态离线到动态计算

内部模型是指复杂适应主体在处理环境信息和积累经验过程中,形成的感知与预测外部环境变化的认知模式和行为方式。<sup>⑬</sup>在复杂适应系统中,所有主体都需要不断有意识或无意识地创建和更新内部模型,以便在面对环境变化时作出有效反应,这是复杂适应系统的核心机制。从生成式AI到空间智能的技术形态均体现出不同程度的内部模型适应性。具体而言,内部模型有两种形式:潜移默化的、无意识的习惯以及本能等内部模型被称作隐性模型,是适应性主体通过对环境反复刺激形成经验性反应,积累起的无意识感知与行为模式;而有意识的、建构性的、学习性的内部模型被看作是显性模型,是适应性个体通过观察、学习和推理等方式,形成的关于外界环境更高级、更灵活、更具适应性的内部模型形式。<sup>⑭</sup>生成式AI和空间智能均以外部量级参数输入构建基本内部模型架构,有隐性模型形态,但相较于生成式AI,空间智能在显性模型层面显著升维,由静态离线学习模型跃升为动态计算的实时映射模型。

生成式AI的显性模型具体表现为内部学习机制与外部微调机制,但其显性模型灵活性较低,是一种相对静态离线的结构,属于认知型模型。如大语言模型通过大规模训练获得语言规律的“内隐掌握”,比如利用神经网络从海量数据中学习低维连续向量、<sup>⑮</sup>通过自注意力机制捕捉文本结构相似性等,<sup>⑯</sup>从而快速模拟出语法和语义合格的语句,生成符合上下文的输出。这种静态离线的显性模型不会告诉人们为什么会出现这样一组文本,呈现难以解释、灵活性弱但响应速度快的特点。以大语言模型为代表的生成式AI解决个

性化、精深化问题主要依赖微调技术,微调(fine tuning)是预训练模型技术所附有的算法功能,<sup>⑰</sup>用户可以输入更详细、贴合任务场景的指令进行有监督式微调,也可依赖增量式、重参数等参数型微调方法,以较小的计算存储成本实现对全量参数的适配,<sup>⑱</sup>比如将个性化、情感化数据通过API接口上传给大模型,帮助大模型训练成能完成特定任务的专属助手。但该种形式的微调严重滞后于任务和场景更新,且在面对复杂任务时表现出较强的局限性,因此生成式AI的动态适应性具有高度的内隐性。

空间智能的内部模型动态映射物理世界,以高灵活度的显性模型搭配空间数据构建的隐性模型建立起预测式的“世界模型”。一方面,空间智能同样需要对空间数据和行为数据的训练和喂养,建立基本的内部模型,适应低层次导航等策略和反应性控制。另一方面,空间智能的关键技术基础帮助其主动感知、推理、预测、模拟世界,具备高度的环境映射能力和实时适应性,以处理复杂动态环境任务。比如,神经辐射场(nerf)通过多视角图像对物理空间进行高度精确建模,并生成可解释的空间表征结构,推动空间智能系统的感知—建模—预测能力。<sup>⑲</sup>即时定位和地图构建(slam)为系统提供实时动态空间地图,搭配强化学习和场景仿真技术,帮助空间智能主动调整策略。<sup>⑳</sup>因此,空间智能的内部模型不是离线的滞后性调整,而是随着环境的变化实时更新,建立起从当前态到目标态的动态规划路径。比如机器狗结合大量视频和控制数据形成的行走、斜坡应对的隐性模型数据,时刻感知环境障碍变化并实时建模,在短时态下完成感知—建模—决策—行为—

反馈的显性学习闭环,以动态映射场景变化,适应复杂万变的物理世界。

## (二)构筑块组合:从“计算”范式到“行动”范式

现实环境时刻在变化,人工智能系统无法对所有新情况进行预测学习,当稳定的、有限的内部结构难以随时应对无限的新问题时,构筑块开始发挥作用。构筑块是主体适应环境新情况的重要方式,它通过对已有元素和模型反复重组、构建,利用基础元素组合产生更复杂的、适应环境的内部模型,解决新问题。<sup>⑯</sup>在此引入混沌边缘(*edge of chaos*)理论理解人工智能系统构筑块的动态组合与涌现。混沌边缘是处于有序与无序之间相对平衡的区域,<sup>⑰</sup>复杂性系统在此状态下,既有有序性控制的稳态,又由于微观扰动的冲击持续进化发展,向高层次有序性跃进。<sup>⑱</sup>人工智能系统的参数规模、构筑块组合规模与性能跃迁的非线性关系,印证了混沌边缘的存在。当模型参数和构筑块组合到达一定规模时, AI 主体通过局部交互和策略选择,实现全局的涌现行为和性能质的升维。这种自组织、自适应的构筑块组合方式,是人工智能区别于普通计算技术的关键。而空间智能的升维,体现为构筑块形态从语义组合升级为行动单元,组合逻辑由逻辑串联升级为时序资源协同。

生成式 AI 的构筑块是模型在训练过程中学习到的抽象模式和语义组合,例如短句文本、单词语义特征、词向量等,<sup>⑲</sup>这些离散的符号表征构成形式系统,智能主体可直接根据形式系统固定的语法词义规则生成文本和句子,不需要理解语料背后的意义,<sup>⑳</sup>属于计算范式的范畴。具体而言,生成式 AI 依赖模型训练时输入的语料库,这些语料库在语言层面对现实世界的对象进行有限的描述和规定,它们在模型训练完成后便被“固化”在模型的参数中,形成一种黑箱式的、整体性、概括性的知识表示。大语言模型通过学习这些内部构筑块,也就是松散符号串的概率计算和内部关联,构建起基于模式匹配和统计关联的输出模型。因此,生成式 AI 的构筑块组合机制更接近符号范式,即通过预先设定的算法和参数,对已有的语言构筑块进行高效的检索、匹配和重组,以达到预期

的生成效果。其本质是基于大规模数据训练的单向映射,停留在生成和推理层面,而非世界模型对现实的理解映射。

与生成式 AI 不同,空间智能的构筑块体现为行动单元,依赖时序资源协同发挥作用,呈现出由行动驱动的动态性、连续性特点。这些构筑块包括感知模块(如同步集成和地图定位、视觉、语音感知和识别用户现实空间感知)、算法学习模块(如类脑系统进行任务规划、路径优化等)、运动控制模块(如人形机器人机械臂、自动驾驶汽车底盘控制助力物理交互)<sup>㉑</sup>。它们通过连续的物理世界交互,根据不同的任务需求和环境变化,动态地选择和组合构筑块,构建起三维立体的空间层次。对于低层次空间任务,人工智能将感知信息整合为连续动作序列,以“环境模拟”的概率分布解决问题;<sup>㉒</sup>面对高层次复杂空间任务,空间智能可封装简单任务构筑块,结合策略模块、运动模块和反馈模块建立学习流和预测流,形成一个个闭环控制的微型执行系统,以应对复杂交互任务。总之,空间智能构筑块逻辑的根本性转变有二:一是其技术内部、技术之间构筑块的组合不再是语义向量组合,而是系统在与环境的持续交互中感知、学习、再建的动态行动单元;二是空间智能构筑块的组合逻辑由线性逻辑驱动转变为时序资源协同,这是由于时空要素加入后,空间智能需管理构筑块间的时间序列、关系依赖、并发资源执行或冲突等要素,以更高阶的规划调度系统实现构筑块复用。空间智能构筑块层面的变化体现了人工智能从“计算”到“行动”的逻辑升维,这种新智能范式让 AI 突破虚拟空间的束缚,不再局限文本信息收集与传递,而是超越了向量的计算涌现,真正从物理空间实现对人类的延伸,<sup>㉓</sup>以直接交互和行动单元构建起对现实世界的理解。这使得空间智能系统具有更强的适应性和鲁棒性,同时体现了一种更积极主动、更具影响力的行动者角色转变。

## (三)流与环境交互:全局秩序从被动部署到主动构建

流是复杂适应系统中信息、资源或能量在节点间的传递。<sup>㉔</sup>在由节点、通道、流构成的复杂网

络中,资源的注入、传递和循环会产生乘数效应和回收效应,从而提升系统的复杂度和适应性。具体而言,乘数效应指节点在接收外界资源流时,这些流沿着网络不断传递、转换,最终产生比初始投入更大的系统总效应。回收效应是指复杂网络中的流并非单向流动,而是在不断的循环中增加系统产出和效应。复杂适应系统的资源在流动过程中的增值,是整个系统保持持续适应力和自组织能力的关键驱动要素。空间智能通过多维连接释放时间、关系要素生产力,并结合场域回收互动,完成从中心被动部署到自组织构建秩序的升维。

生成式 AI 的资源流体现在信息文本的累积和反馈循环上,底层逻辑是全局规则部署调动下的局部结构整合。生成式 AI 作为信息传播网络中的中心节点,<sup>⑩</sup>在全链路传播中对信息流进行乘数累积和资源回收。首先,人类用户以提示工程调用 AI 命令,自然语言、表情和行为交互时产生的资源流动作为一次输入在技术内部模型中被调用整合成连续的自然语言文本,实现第一次信息流累积。之后,生成式 AI 集成的文本、语音、图像、视频等与信息网络空间的其他节点连接、扩散,被二次强化扩散,在传播生态中持续叠加,放大流的总效应。最后,大语言模型对外部信息流回收升级,作为训练集预存,针对全量参数进行全量微调,从而建立融合人类“思维痕迹”和非理性智能的机器智能模型。<sup>⑪</sup>然而,以大语言模型为代表的生成式 AI 所参与的全部信息流停留在一维与二维层面,语言图像控件主导下人工智能的空间理解逻辑和人类社会的时间变化逻辑难以对齐,尤其是缺乏时间要素等其他维度的资源流校正技术的内部结构,形成生成式 AI 理解世界的偏态。例如,生成式 AI 训练的人类自然语言文本数据,内含人类偏见、思维定势和过时数据, AI 无法与世界直接交互验证数据质量,从而生产出看似连贯,实际漏洞百出的文本,甚至成为公共事件中虚假信息病毒式传播的源头。这种通过全局规则部署和下达来调动局部结构和资源交换的技术形式,不可避免地产生幻觉信息和“平庸主义”。<sup>⑫</sup>

空间智能能有效弥补生成式 AI 的上述问题。人工智能升维中需要解决的重大问题,就是如何

使其接收一个层次上的描述,并将其转化为另一层次上的描述。<sup>⑬</sup>空间智能经由视觉、力觉和触觉感知世界,将外部感知信息流转化为学习流、关系流和能量流,深度重塑传播生态,由微观交互部署起全局秩序,具备前所未有的强大的媒介连接力。在这一视角下,对于空间智能的流的理解可以在“连接一场域”的二维分析框架下把握。<sup>⑭</sup>

一是在要素、关系连接中构建四维世界模型。空间智能连接多维度多层次要素,开启四维世界模型构建序幕。以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能颠覆以往人工智能单一线性的工具属性,开启二维通用涌现和三维体验泛化的发展阶段,<sup>⑮</sup>直至空间智能为未来构建四维世界模型奠定基础。与以语言为核心表征的大语言模型不同,空间智能以三维要素为表征核心,不仅将物理规律、地理定位等空间要素流聚合起来,更加入时间要素,通过乘数效应对多层次要素进行连接耦合,期望构建起世界模型对过去、现在、未来现实世界的四维结构。

空间智能的三维核心表征不仅连接时间流和空间流的信息要素、能量要素和资源要素,还通过技术可供性构建起人—物—智能主体深刻的关系连接,并且在流传递、转换的过程中丰富、重建关系连接,持续提升关系把握力。其智能定位系统能把握物体与物体的位置关系,深度学习模型能理解前后因果关系,反馈和预测能力能洞察事物发展的时间动态变化关系……相比于生成式 AI,空间智能对关系的连接力和把握力再度升级,成为传播节点网络中更具能动性的智能体行动者。

二是在场域交互中主动构建全局秩序。空间智能在与环境场域的动态交互中,借由回收效应主动构建全局秩序。空间场域不仅是一种物理空间,更是由物理信息、能量和资源流交织形成的动态的、有影响力的场,环境各主体通过对这些场的感知、理解和干预,实现全局秩序的建构和传播边界的扩展。在这一场域中,每一个物理事件产生的流都会被空间智能回收,形成实时反馈反哺模型,此时空间智能构建的全局秩序是由整个场域中的各主体共同涌现构建的,并随着人、机、物、场景的流动不断演化。例如,智能交通系统中的传播

逻辑并不建立在固定通道上,而是根据交通流、路线流和人类行为预测等信息流不断重构传播路径与策略,扩展为一种适应性的智慧交通规则体系。

### 三、协同性自组织:人机关系的逻辑演进

空间智能的核心逻辑在于,机器成为具有强能动性的自组织行动主体,人类及环境的微小波动都能成为其系统的关键输入,并直接参与世界构成,这一根本性升维必然打破传统控制观视角下的人机互动范式,主客二元论将进一步瓦解,人机关系呈现“你中有我,我中有你”的共生关系。传统控制观下的人机控制管理是一种你推我动的线性规则,但人工智能水平的提高给整个复杂系统增加了指数级的元素,随机性与不确定性大大提升,尤其是空间智能语境下人类—环境—技术边界消融,观察者本位和自动控制系统的思想不能适应效率化、大参数、复杂性的人机共生社会,所以当前对人机关系的理解不能局限在传统控制论下,应引入二阶控制论观点,把观察系统与被观察系统统合起来分析。

相较于传统控制论观察系统内部的调节反馈与预测,二阶控制论将观察者统合到系统中,建立起“控制论的控制论”,二阶控制论认为系统内的不同观察者由于利益而形成立场、观点和理念不同,对系统的建模和优化决策结果是不同的,必要时各主体要调整自己的立场,通过沟通取得共识达成协议,改变社会。<sup>⑩</sup>人机关系系统即是统合观察者(人类)和被观察者(技术系统)的整体,契合空间智能下人类与技术在互动中互为观察者,均具有能动可能性的关系逻辑。因此人机关系随空间智能的演进呈现由控制到适应、由结果导向到过程共建、由对话到自治的状态。

#### (一) 主体:从控制者到适应者

正如过往研究所揭示的,智能体技术的发展,推动人机关系从机械论、有机论发展到控制论,各个主体成为具有自我调节能力的有机体,<sup>⑪</sup>空间智能数字孪生、深度学习和物理交互技术,让人类和机器的关系不再是线性和分裂的状态,而是实时共在、双向适应、相互调节的关系。人机关系系统中的各主体仍具有强自我调节能力,但具体角

色进一步改变,人类从传统控制论视角下的控制者转向二阶控制论视角下的调适者和参与者。首先,人类的感知模式发生适应性改变。传统模式下,人类是信息的主导控制者和决策者,对感知过程拥有绝对的控制权,但空间智能的数字孪生技术和物理交互技术在物理空间创建了精确的数字副本,人类不再仅通过直接的物质世界干预形成感知,而是通过可视化、数字化的地理信息数据、传感器和物理设备等多元异构数据,形成感知能力边界的扩展。比如,空间智能应用在智慧城市构建时,可以清晰地展现城市运行状态、交通流量和居民生活,并且依据时间的延伸预测未来潜在变化,从而帮助人类从微观到宏观、从静态到动态地理解复杂多变的社会。当人类长期依赖空间智能提供的“第二视觉”感知外界环境时,人类的注意力、决策等被技术反向驯化:更精深复杂的具身数据会进一步细化人类对“感受”的定义、触觉反馈系统的频繁使用可能会促使人类更习惯以触觉理解世界,人类的感知习惯被空间智能再次重塑。其次,人类由主动观察变为协同验证。以往大语言模型等生成式AI输出的内容依赖人类判别适当性,但空间智能下技术的精准性、四维性和人类具有的经验性和价值感形成协同验证的感知系统,技术的深度学习能力、动态预测能力帮助人类突破空间束缚,提升认识的前瞻性和深度;而人类又以现实经验和价值感帮助空间智能纠正偏见,预设发展方向。二者双向驯化、优势互补,保证人机关系沿着合适的、共生的方向发展。

行为层面,人机关系从预设指令发展到动态反馈,行为成为传播的核心要素。行动者网络理论认为,人类行动者和非人类行动者组成复杂关系网络,在这个网络中二者通过转译策略关注作为物的技术行动者和人类行动者如何转变行动方式,稳定社会联结。<sup>⑫</sup>生成式AI技术语境前,技术行动者转译方式是算法编译现实世界,用户依赖算法推荐、筛选逻辑对现实世界进行解读,同时采用多元算法推荐机制预设指令,转译技术行动方式,这本质上是计算范式的传播逻辑,人机交互依赖计算、文本数据和指令反馈。但生成式AI后,随着Sora“世界模拟器”的出现,尤其是空间智能

对行为数据的重新重视,行动和行为成为人机关系中转译的核心要素。技术通过感知和学习外界环境,直接编译人类的动作、表情、行动轨迹和相关物体位置,人类也可直接通过动作指令和行为交互反馈给机器,人机交互不再主要依赖于文本编码和解码,而是直接以行为实现动态的、即时的交互和反馈。在此转译形式下,人机关系以及未来传播以行为作为核心表征,行为成为传播中的首要要素,整个传播生态向更直接的、更面对面的具身传播时代复归。

### (二)模式:从结果导向到过程共建

空间智能深度参与物理世界的能力,使得人机关系的交互模式焦点发生位移:从黑箱式的结果导向,转向对过程的共建。这不仅是人机互动共生模式转变,更催生了责任共担的新型社会契约,使机主体真正构建起协同性自组织的系统。二阶控制论下,空间智能和人类构成的系统由传统的线性、弱反馈、松散耦合发展到深度耦合互构和共生的适应性系统。传统人机关系中,人类经过内部学习与调整向人工智能发出指令,人工智能同样以黑箱式学习验证最终输出结果,人机交互的规则焦点以结果为导向,双方处于过程分离状态,无法深度耦合。这一交互模式会产生断裂的、粗颗粒度的输出,且过程处于黑箱状态,难以建立可解释、可信任的互信机制。而空间智能下人机深度耦合的交往模式在一定程度上解决了这些问题。首先,人类与智能机器的交互过程成为双方共享的、连续的现实流,人机交互逐渐从“请求—响应”式的线性模式走向过程共建的共时模式;其次,过程性模式使得双方的内部状态对彼此变得部分透明,智能技术可感知预测人类的焦点转移,人类也能更清晰地捕捉机器处理路径,建立以互动为基础的信任机制成为可能;最后,过程性模式中的微小扰动也会被迅速捕捉,以最大限度激活系统涌现能力,实现高维目标。

过程共建的人机关系模式未来可能带来规则共建和责任共担的新型社会契约,并依据隐性默契到显性契约的路径发展。在反复协同过程中,人类和机器均会习得彼此的认知行为模式、偏好与限制,在潜移默化中建立起人机交互的默许性

规则,这种规则一方面可提高人机交互的效率,另一方面能将人类的价值准则通过行为、表情、结果调整等形式传输给机器,丰富人机价值对齐路径。随着人机关系的深入发展,系统对稳定、安全、可持续的要求提高,双方需要显性契约规定边界,这不仅包括人机交互的规则,更包括彼此在社会结构中承担的角色和责任,以确保系统的涌现边界。但这一规则和责任分配不再仅有机器把控,而是融合技术行动过程中创造出的可复用契约,打造适配人机共生的价值、道德与伦理契约。总之,空间智能语境下的人机关系模式将焦点转移至过程共建,人机交互呈现点、线、面多种逻辑交织的状态,人机关系的形式更加丰富,由此产生的规则建立与责任归属也将成为需要解决的问题。

### (三)结果:角色化协作下的反身性自治系统

二阶控制论认为观察者与被观察者统合为统一的自组织系统,系统内部各成员及系统本身均以反身行为调整自我,确保系统的动态平衡。自组织是指远离平衡状态的开放复杂系统的内部各组分之间,通过非线性交互作用,自发地从无序随机状态走向有序有组织状态的系统内在机制。<sup>⑨</sup>空间智能时代的人机关系并非停留在人机双边关系,而是催生了包含多类智能体、智能设备、虚拟任务、环境节点等多主体共同参与的自组织网络,构建起跨越人—机—场景—社会的庞大又复杂的自组织传播系统,也产生了新秩序和新的价值准则。在组织逻辑层面,空间智能中的角色化智能体通过集体智慧和分布式协作呈现出多中心的自组织机制。<sup>⑩</sup>多样的空间智能行动体赋予更多人类与非人类行动者传播权力,比如,在元宇宙中用户的数字分身可以和AI角色共同担任内容和关系生产者、维护者的角色;自动驾驶汽车、交通信号和城市公园等智慧空间逐渐承担生产数据、传播数据和集成数据的角色;智能机器人可能深度融入人类家居、工作、娱乐等场景中,扮演人类助手、伙伴甚至情感共享角色……角色化的智能体一方面将以往集聚的传播权力再次去中心化,逐渐解构数据占有者的垄断性,形成更小单位的传播中心节点,呈现多中心化和分权化。另一方面,角色化分权使得各个智能体无法脱离系统单独行

动,产生多个中心节点的集群效应和协同效应,从而推动整个传播生态的自发演化与升级。

在治理逻辑层面,空间智能语境下的自组织复杂系统呈现出反身性主导的自治逻辑。反身性指系统在运行过程中,其自身的行为和状态会反过来影响其对环境的感知和对自身的理解,从而导致系统不断地自我塑造和调整,这是二阶控制论的重要理论概念。<sup>⑩</sup>反身性系统的调试遵循变量—概念—集团—事件—变量的循环规则,<sup>⑪</sup>可用以解释人机关系系统如何在反身性的作用下实现调适和自治。一方面,系统内部的AI与人类相互调适。人类和AI交互中形成的语言、情绪、行为等变量将被各自内化为规则性概念(例如物理规律、价值准则等),充当模型或人类行动的依据,在此基础上,人类和AI均会根据实践目标聚合环境要素形成共在的资源集团,以完成特定任务事件,任务引发的新变量将会进入新循环,以反身性再塑人机个体的行动实践。以AI为例,当空间智能的预测结果与人类经验冲突时,它会重新评估和收集冲突行为数据,验证过往概念规则的不对齐部分,并依据规则聚集冲突资源,分类、调整冲突资源集团权重或直接删除,以完成模型调适。另一方面,人机系统作为一个整体也具备自反性和自我调整能力。人机关系系统产生的数据变量作用于外界环境产生法律法规、价值准则等新规则,这些概念又将被人机关系系统吸纳以内化为新学习模型和行动准则,依照反馈回路能动地适应外部环境要求。

#### 四、价值边界:人机关系的未来走向

虽然空间智能的技术升维重构着人机关系,但对人类和技术共存的讨论终究要考虑一个根本性问题:在人机关系不断变化的背景之下,人类与技术的价值边界何在?应当如何厘清双方的权力范畴,构建可持续的健康人机关系?鉴于空间智能在多个维度上均体现出动态适应性的特质,因此,对于人机关系价值边界的理解也应当从动态演化的视角,区分在不同的技术系统发展阶段,人类应当如何与机器共处,在该种程度上,适应性循环理论为这个根本性问题的讨论提供参考。

在复杂适应系统理论的框架下,学者发现系统的适应性主体面对外界干扰时的学习和经验积累过程总在循环地进行,因此便以适应性循环模型来描述复杂适应主体的动态演化过程,<sup>⑫</sup>该理论认为一个适应性循环过程包括开发、保护、释放、重组四个阶段,每个阶段具有不同的发展趋势和特性,<sup>⑬</sup>并与潜力、连通性、韧性三个维度的特征相对应,<sup>⑭</sup>以此来解释复杂系统的动态进路,并且为针对性策略提供理论参考。具体而言,潜力表示系统积累的能量以及其创造更大价值的可能性,连通性体现系统结构、功能、要素聚集的完整性,韧性体现系统应对外部风险的能力。<sup>⑮</sup>随着循环向保护阶段推进,整个系统的潜力和连通性会增强,但韧性会逐渐减弱。<sup>⑯</sup>空间智能下的人机系统作为复杂适应系统,其发展同样遵循适应性循环的规律,在不同阶段有不同的价值对齐目标和权力边界,应当以发展的、动态的、适应的视角去观照人机关系的价值边界。

##### (一)开发阶段:技术探索与信任奠基

开发阶段是系统走向成熟的起点,特征是系统资源的快速积累和效率的显著提升。这一阶段由于技术处于快速上升期,其连接性和潜力正在累积,但韧性相对较低,应对外界不可控风险的能力弱,因此,该阶段人机关系的特征表现为信任缺乏、风险偏高。迁移至空间智能语境,发展初期空间智能可能伴随着感知不灵、预测模型准确度低、运动规划和操作失控等风险,且其深度融入物理世界的具身特点意味着行动影响的不可逆,因此人机关系需要以可控性为边界,在此基础上进行技术探索,建立信任。

具体而言,人类应优先保留“元规则”制定权。人类应当对空间智能运作的空间边界做出划分,明确在低风险任务场所,空间智能可拥有一定的自控权利,自主完成任务,而在医院、学校等特殊场所,需根据实际情况限制空间智能的进入,防止因技术水平导致的消极伦理和现实后果。人类还应对物理安全相关内容作出定义,如数据采集范围、运动速度、运动执行方式等,以预先引导帮助空间智能快速学习记忆,缩短灰色周期。此外,人类还应当掌握对空间智能的紧急制动权力,当

机器主体威胁到人类主体核心权利时,人类有权要求空间智能停止运作。在此边界内,空间智能需要保有数据采集、模型选择与预测、行为方式的自主性,以伦理范围内的自由度促使其快速聚集资源,提高连接力和潜力,向下一阶段演变。

另外,作为空间智能人机关系发展的初始阶段,信任建立不可或缺。人机双方应当利用物理交互的“去黑箱化”特点,及时对技术建模、技术行动、人类行为、人类反馈进行透明化和可解释操作。这种操作表现为因果解释和事后解释两种,对于能在模型设计初始披露的数据采集方式或模型学习模式,向公众进行必要披露,让公众基于对空间智能的了解进而信任该模型,对于无法完全透明的部分,可经由双方行为和最终结果进行事后解释,并合理预测和推断。<sup>⑩</sup>这两种透明化机制在提高AI透明度的同时,也与机器建立隐性默契,促进二者在交互中的信任奠基,为下一阶段的升级做好铺垫。

## (二) 保护阶段:契约共识建立与巩固

从开发阶段到保护阶段,复杂系统将会有一段稳定的持续发展时期,但该时期由于系统的发展、连通力的扩张和控制力的增强,外界扰动作用也会大大增加,但系统对现有体系的依赖加深,甚至达到僵化状态,此时韧性下降,整个系统变得越发脆弱。<sup>⑪</sup>经过第一阶段的信任建立,空间智能此时连通性大幅提升,感知—预测—行为能力得到进一步证明,逐渐进入社会多维度场景中运作,建立起和人类更宏观广泛的接触。此时人机关系边界以稳定性和标准化展开,人类把握标准化底线,空间智能维持稳定性底线,二者在协商互构中促进共识,开始谋求建立更稳定的、持续的契约规则。比如:在法律层面,对同一场景下人类和机器主体的责任承担进行划分;在实践层面,建立起诸如不合格、达标、优秀的预测—行动效果评估机制,以指标驱动模型演化;在道德层面,融合人类非理性要素和机器理性计算要素,达成新伦理机制,应对环境新变化。该种宏观层面的共识得到巩固,有利于双方以更高效、深度的融合作用于物理世界。

但此时空间智能的问题开始涌现,数据霸权、

空间霸权、智能幻觉和其他失序问题将挑战传播生态和人类社会的稳定。因此,该阶段需重视人机系统复杂性涌现的边界,由于涌现机制对人类的不可见性,智能体可成为涌现边界的主要控制者,采用特殊的内部模型协调多智能体协作,根据实际情况调配资源,防止无限制盲目聚合将系统推向无序困境。

## (三) 释放阶段:系统危机与边界重塑

释放阶段是适应性系统进化的最关键时期。该阶段系统结构和连接被快速瓦解,资源被释放,旧有秩序和功能被快速打破,新的可能性也在这时出现。<sup>⑫</sup>在人机关系中,由于前一阶段社会围绕特定数据使用、空间权力分配等变量建立的配置机制进入僵化阶段,导致系统对扰动更敏感,稳定的保护阶段因此崩溃,整个系统迅速转变到释放阶段。<sup>⑬</sup>这一阶段往往表现为人机关系深层矛盾的爆发,空间智能引致的人机信任危机、伦理困境、数据泄露和其他技术泡沫破裂,加之空间智能在长期社会行动参与中产生的后果可能崩塌,人机关系需共同面对生存和价值问题,而非效率与进步问题。此时人类需要重拾意义、价值的主导性,首先,人类主体需掌握意义定义权,各种行动体在社会中从事某项行动的意义,需要人类来掌握,以保证自身的主体性不被消解,其次,人类主体需掌握价值重塑权,系统释放后原有体系的瓦解需要重建,人类需要再次为自身和智能体规制价值边界,但此时的价值重塑权是建立在开发阶段试错的基础上,是一种修缮型的重塑。此外,人类还应当持续以适应性的、韧性的治理方式帮助空间智能技术吸收新资源,为进入重组阶段奠定基础。

而空间智能本身作为感知—预测—行动闭环的行动主体,在释放阶段也可发挥自身优势维持系统生存。比如,它可以保有部分指挥权和决策权,以瞬时反应应对复杂危机的出现。同时,它还能依托协调框架,在混乱与重构期承担维稳角色,通过建立即时可用的人机协作流程,确保关键服务的持续性,降低过渡期的社会成本。

## (四) 重组阶段:价值整合与共生

重组阶段复杂系统会从混沌走向新秩序,旧

有的秩序被打破，资源被释放，整个系统呈现松散混乱的局面，但偶然事件往往能够发挥强大的影响力，未来的创新及重新组合的关键即蕴藏其中。<sup>⑫</sup>此时空间智能的能力再次升维、资源更加丰富、对社会的洞察力更加细致深入，人类也由于前几个阶段的积累，对空间智能技术进行重新定位和价值重塑，二者将会形成更健康、更可持续的人机关系新范式。此时空间智能将发挥物理世界建模的核心能力，这种重组并非是对规则或资源的协调进化，而是对物理空间、社会组织结构的全面再设计。人机关系的边界也不再是明确的权责划分，而是生态位层面的角色分配。

具体来说，人类在人机关系生态中承担元价值引导、意义把握和社会设计的角色，提出对系统乃至世界发展的构想，而空间智能将拥有前所未有的自主性，以探索、发现、创造的角色在更高维度参与社会建构。重组并非终点，整个系统还会进入下一个循环，但下一个循环是全新的、进阶的人机系统，在更高层次上实现对原有社会形态的超越。因此，人类要始终保持学习和适应的能力，不断反思和调整自身与技术的关系，在动态的系统变化中找到人类的位置，在下一个智能时代完成更深刻的进步和跃迁。

## 五、结语

空间智能作为一种新技术的涌现，并非人工智能形态的简单升级，而是一种深层次的系统跃迁。此时，空间智能不再是图形控件和二维平面的唯一表征，而是以行为、路径、场景构建出基于环境实时响应反馈的动态传播系统。在这一系统下，智能体不断产生新的意义和秩序，对原有的权力和逻辑结构进行重组，传播逐渐更重视对存在、可见和行动的再编码与调度。

空间智能通过嵌入式感知、动态建模与实时反馈学习，打破了人与环境、人与机器、人与自身的边界，使得人机关系和传播秩序出现新结构，形成一个具有更高复杂性的“人机复杂系统”。这个人机复杂系统作为空间智能本身及其存在环境，成为智能技术巨大的强化学习机器：智能机器在这一系统中获取规则、奖励、目标与未来优化路

径，强化自我发展、自我补足和自我适应的能力。

在这一技术图景下，人机关系从“控制—被控制”的线性逻辑，转变为一种反身性、适应性、自治性的人—机—环境耦合系统，“共在”状态成为新时代主导的人机关系形态。未来的人机关系，可能不再局限于对“智能技术包裹下人类角色”的发问，而是更关注智能体协同共建和共生的状态。在这一前景下，空间智能作为一种新的媒介基础设施，同样需要人类考虑其潜在的权力问题、数据问题、认知问题和价值判断问题等挑战。空间智能正在重塑人类的认知场、行为场、传播场等多个场域，人类应不断保持对技术的探索和追问，协调出人机和谐共生的未来文明进路。

## 注：

①P. W. Anderson, *More is Different*, *Science*, Vol. 177, No. 4047, 1972, pp. 393–396.

②吴彤：《复杂性范式的兴起》，《科学技术与辩证法》2001年第6期。

③刘敏、董华：《简单范式与复杂范式——论经典科学与系统科学的不同认识论模式》，《科学技术与辩证法》2006年第2期。

④⑫⑯⑰⑲⑲⑲J. H. Holland, *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*, Reading, MA: Addison Wesley Publishing Company, 1995, p. 9, pp. 10–37, pp. 31–34, p. 34, p. 23.

⑤谭跃进、邓宏钟：《复杂适应系统理论及其应用研究》，《系统工程》2001年第5期。

⑥孙玮、程博：《智能体：迈向媒介的个体化——基于媒介学视域的分析》，《新闻记者》2024年第10期。

⑦⑧⑯喻国明、张竞文、李子元等：《从表征传播到预测传播：空间智能语境下具身传播的新范式》，《学术探索》，<https://link.cnki.net/urlid/53.1148.C.20250603.1531.002>, 2025年6月4日。

⑨R. Bommasani, D. A. Hudson, E. Adeli, et al., *On the Opportunities and Risks of Foundation Models*, Stanford, CA: Stanford HAI CRFM, 2021, p. 38.

⑩喻国明：《Sora 作为场景媒介：AI 演进的强大升维与传播革命》，《青年记者》2024年第4期。

⑪喻国明、李洲昊、唐思洁：《新“接口”的诞生：空间智能的社会重构、范式转型与治理逻辑》，《学术探索》2025年第7期。

⑫J. H. Holland, *Complex Adaptive Systems*, *Daedalus*, Vol. 121, No. 1, 1992, pp. 17–30.

⑯胡泳、刘纯懿：《大语言模型“数据为王”：训练数据的价值、迷思与数字传播的未来挑战》，《西北师大学报（社会科学版）》2024年第3期。

- ⑯王建磊、曹卉萌:《ChatGPT 的传播特质、逻辑、范式》,《深圳大学学报(人文社会科学版)》2023 年第 2 期。
- ⑰官璐、何康、斗维红:《微调大模型:个性化人机信息交互模式分析》,《新闻界》2023 年第 11 期。
- ⑱陶泽华、司徒凌云、沈固朝:《面向细分领域的大语言模型微调构建综述》,《情报杂志》,https://link.cnki.net/urlid/61.1167.G3.20250619.1102.012, 2025 年 6 月 19 日。
- ⑲B. Mildenhall, P. P. Srinivasan, M. Tancik et al., NeRF, *Communications of the ACM*, Vol. 65, No. 1, 2021, pp. 99 – 106.
- ⑳Y. Cao, L. Hu, L. Kneip, Representations and Benchmarking of Modern Visual SLAM Systems, *Sensors*, Vol. 20, No. 9, 2020, p. 2572.
- ㉑兰荣杰:《混沌边缘的区间定位与动力机制——以黄金分割轴为分析框架》,《系统科学学报》2019 年第 1 期。
- ㉒【美】米歇尔·沃尔德罗德:《复杂:诞生于秩序与混沌边缘的科学》,陈玲译,生活·读书·新知三联书店 1997 年版,第 321 页。
- ㉓袁毓林:《ChatGPT 等语言大模型到底做对了什么?——语言大模型的世界模型和感觉知识的来源探秘》,《当代修辞学》2025 年第 1 期。
- ㉔㉕【美】侯世达:《哥德尔、艾舍尔、巴赫》,严勇、莫大伟、刘皓明译,商务印书馆 1997 年版,第 48、371 页。
- ㉖陶永、万嘉昊、王田苗等:《构建具身智能新范式:人形机器人技术现状及发展趋势综述》,《机械工程学报》2025 年第 15 期。
- ㉗【加】马歇尔·麦克卢汉:《理解媒介》,何道宽译,译林出版社 2019 年版,第 18 页。
- ㉘张洪忠、王彦博、任吴炯等:《乌合之众的超级节点? AI 大模型使用的人机网络结构分析》,《新闻界》2023 年第 10 期。
- ㉙刘彧晗、喻国明:《理解生成式 AI:融通机器智能与人类智能的算法媒介》,《新闻大学》2024 年第 6 期。
- ㉚刘海龙、连晓东:《新常人统治的来临:ChatGPT 与传播研究》,《新闻记者》2023 年第 6 期。
- ㉛㉜喻国明、滕文强:《Sora 作为“世界模拟器”:媒介连接力的价值升维与场域重塑》,《传媒观察》2024 年第 4 期。
- ㉝H. V. Foerster, *Cybernetics of Cybernetics, Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*, Springer, 2003, pp. 283 – 286.
- ㉞㉟喻国明、黄哲浩、唐子璇等:《作为行动者的智能体:重构人类关系的未来范式——NBIC 会聚技术视角下的考察与分析》,《新闻界》2024 年第 8 期。
- ㉟戴宇辰:《“旧相识”和“新重逢”:行动者网络理论与媒介(化)研究的未来——一个理论史视角》,《国际新闻界》2019 年第 4 期。
- ㉟乌杰:《关于自组(织)涌现哲学》,《系统科学学报》2012 年第 3 期;喻国明、滕文强、郅慧:《ChatGPT 浪潮下媒介生态系统演化的再认知——基于自组织涌现范式的分析》,《新闻与写作》2023 年第 4 期。
- ㉟彭兰,《“数据化生存”:被量化、外化的人与人生》,《苏州大学学报(哲学社会科学版)》2022 年第 2 期。
- ㉟S. A. Umpleby, *Fundamentals and History of Cybernetics*, http://www.gwu.edu/~umpleby, 2006. 7. 16
- ㉟L. Gunderson, C. S. Holling, *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Washington DC: Island Press, 2002, p. 34.
- ㉟㉟范冬萍、何德贵:《基于 CAS 理论的社会生态系统适应性治理进路分析》,《学术研究》2018 年第 12 期。
- ㉟王欣妍、王辰星、张英男等:《基于“潜力 – 连通度 – 韧性”的粤港澳大湾区城市群生态风险适应能力评估与提升策略》,《生态学报》2025 年第 7 期。
- ㉟㉟㉟E. Ostrom, *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, *Ecological Economics*, Vol. 49, No. 4, 2004, pp. 488 – 491.
- ㉟贾伟晗、董春雨:《事后解释可以消除认识的不透明性吗》,《探索与争鸣》2024 年第 6 期。
- ㉟闫海明、战金艳、张韬:《生态系统恢复力研究进展综述》,《地理科学进展》2012 年第 3 期。
- ㉟B. C. Chaffin, L. H. Gunderson, *Emergence, Institutionalization and Renewal: Rhythms of Adaptive Governance in Complex Social – Ecological Systems*, *Journal of Environmental Management*, Vol. 165, 2016, pp. 81 – 87.

[责任编辑:御 风]

(下转第 131 页)

ing on the perspectives of systems theory and post-Sociology of Scientific Knowledge (post-SSK), this study explores the general composition, characteristics, and operations of the technological system in digital news production. Furthermore, it analyzes this system on three interrelated levels—technical apparatus, technical frame, and technical network—and argues that, as a socio-technical hybrid, its defining feature lies in its programmability. This programmability allows the system to be continuously connected, extended, and modulated through open APIs and algorithms. Consequently, it becomes a dynamic structure collectively shaped by the logic of development, organizational objectives, and user practices. Within this system, journalism is neither determined by technology nor merely constructed by society. Instead, news practices emerge from an ongoing process of mutual accommodation, resistance, and re-accommodation between human and nonhuman actants, constituting a constantly evolving operational landscape for digital journalism. This technological process, in turn, reveals the structural transformations of digital journalism at the individual, organizational, and ecosystem levels.

**Key words:** digital journalism; technical system; systems theory; post-sociology of scientific knowledge; programmability

(上接第 118 页)

## **Spatial Intelligence: The Evolution of Artificial Intelligence Logic and the Reconfiguration of Man-machine Relationship ——A Theoretical Exploration from a Complex Paradigm**

*Yu Guoming & Liu Jiaying*

**Abstract:** Spatial intelligence represents an advanced stage of the development of artificial intelligence. This elevation significantly influences human practices and its grasp applies to complex paradigm. Understanding the process of the development of artificial intelligence from the perspective of complex adaptive systems, it is found that internal models in spatial intelligence are driven by dynamically computed explicit models, and building blocks present dynamic action patterns. These interact with environmental flows to integrate multiple layers of elements, relationships, and generating dynamic fields. Under the context of spatial intelligence, the man-machine relationship can be understood within the framework of second-order cybernetics: the man-machine subject shifts from controller to adapter, and interaction focus moves from result-oriented to process co-construction. The resulting self-organizing system achieves self-adaption through role-based collective intelligence and reflexive autonomy, following a cyclic logic of variables, concepts, groups, and events. Furthermore, man-machine relationship will evolve through four stages of adaptive cycle: exploitation, conservation, release, and reorganization. It is essential to grasp the characteristics of each stage and the value boundaries of artificial intelligence, and adopt appropriate governance strategies to jointly manage the man-machine system.

**Key words:** spatial intelligence; man-machine relationship; complex adaptive systems; second-order cybernetics