

人机软融合范式视界中的知识生产图景

王天恩¹ 曹青春²

【内容摘要】 生成式人工智能的发展，使得知识生产范式发生重大变革，催生了人机软融合知识生产范式。人机软融合知识生产范式特指人工智能通过大数据纳入人类智能形塑的数据资源进而生成数字智能，人类与数字智能融合进行知识生产的范式。作为人机软融合知识生产范式的重要基础，数字智能在更深层次涉及信息。深入信息层次理解人机软融合知识生产范式，不仅能让我们对知识生产发展史有一个更高层次的整体观照，还可以在此基础上对知识生产的未来发展趋势作出更具穿透力的审度。作为目前最高层次的知识生产范式，人机软融合范式为系统理解知识生产范式变革提供了关键思路，引向知识生产发展的三大趋势：作为认知方式整体构变的学科一体化、作为知行方式算法重铸的认识和实践一体化，以及作为运作方式全面升级的发展机制一体化。

【关键词】 数字智能 人机软融合 知识生产 学科一体化 认知方式

【作者】 1 王天恩，上海大学智能时代的马克思主义研究中心教授、智能哲学与文化研究院研究员；
2 曹青春，上海大学智能时代的马克思主义研究中心副教授。（上海 200444）

【基金项目】 国家社科基金重大项目“数字智能技术与哲学发展及知识生产范式变革研究”（24&ZD320）

DeepSeek 等人工智能大模型的突破性进展与广泛应用，标志着人工智能技术正以前所未有的深度与广度融入社会发展进程。这一浪潮的核心在于生成式人工智能不仅带来了技术层面的革新，更深刻撼动着知识生产的底层范式结构——知识生产范式变革的哲学层次深入已悄然发生。具体而言，数字智能技术的迅猛发展，使知识生产方式深度演进至“人机软融合”的新形态。

人机软融合是相对于人机硬融合而言的。人机硬融合是物能意义上的融合，人机软融合是信息（更确切地说是信息的数字编码）意义上的融合。人机软融合知识生产范式特指人工智能通过





大数据纳入人类智能形塑的数据资源,进而生成数字智能,人类与数字智能融合进行知识生产的范式。^①在更高范式层次审度知识生产发展的趋势,无论对于国家还是个人发展,都具有特殊意义。

传统知识生产的发展,业已从学术专家扩展到民间社会,智能时代人机软融合知识生产范式变革更是或直接或间接涉及所有人,在更高层次机制上将国家和个人发展关联在一起。具体涉及智能社会发展条件下越来越多的现实问题:从中国自主知识体系建构到人的生存意义,从国家创新体系建设到国民创新能力培养,从通用人工智能核心机制突破到个人工作机会等。在深入理解数字智能时代知识生产范式变革的基础上,把握其发展趋势已成当务之急。从人机软融合知识生产范式入手进行更高层次的整体观照,可以看到当代知识生产发展已然呈现出具有整体关联的三大趋势。

作为认知方式整体构变的学科一体化

学科发展经历了从作为哲学的总的知识体系到学科分化,再从学科的深度分化到通过学科交叉实现高度综合的过程。而随着信息科技尤其是人工智能的发展,当代学科发展进程已呈现出越来越难以用学科综合来解释的特征。

(一) 传统知识生产范式变革为学科一体化发展奠定基础

自从美国理论经济学家马克卢普(Fritz Machlup)1962年将“知识生产”(production of knowledge)作为“经济活动”或“工业”^②的主题讨论,历经30多年的酝酿,英国学者吉本斯(Michael Gibbons)等1994年提出了知识生产“模式1”(mode 1)和“模式2”(mode 2)的理念。“在模式1中,知识通过在大学中大体上制度化的专业化的职业化积累”^③进行知识生产,因此无论在自然科学、社会科学还是人文学科领域内,知识生产“模式1”都标志着学科性(disциплиnarity)。关于这一点,法国哲学家埃德加·莫兰(Edgar Morin)理解得极为透彻:“学科的确立同时引起了研究者的超级专业化(hyperspécialisation)的危险和被研究对象的‘实物化’的危险,人们有可能忘记那是个被抽象出来的或被建构的对象。学科的对象这时有可能被看作好像是自足的事物。这个对象与被其他学科处理的对象之间的联系与依存性,将如同它与其参与构成的宇宙之间的联系与依存性一样被忽略。学科边界、它的语言和它特有的概念将使该学科孤立于其他学科和跨学科的问题。超级的学科性的精神将变成地主的精神,禁止任何外人对他的那块知识领地的侵入。人们知道‘学科’(discipline)这个词在起源时是指用以抽打自己的小鞭子,因此具有自我批评的含义。而在其倒退的含义中,学科变成了抽打敢于擅入被专家视为他的产业的思想领域内的人的工具。”^④埃德加·莫兰不仅论及学科的形式区分,而且深入探讨这种区分在内容上的后果,由此凸显了“模式2”的意义。

“模式2”兴起于因应用导向而生发的非学科性背景。从“模式1”到“模式2”的发展,知识生产范式从多学科发展到跨学科,意味着学科在分化的基础上开始综合。“模式2”在本性上具有跨学科性,其发展对于知识生产的影响是全方位的,但具有知识生产范式重大变革的过渡性质。一方面,知识生产从“模式1”到“模式2”的发展根源于没有一个学科能够提供整体图景;另一方面,由于其本身的局限性,“模式2”也没有完全解决提供整体图景的问题。2003年,华盛顿大学教授卡拉扬尼斯(Elias G. Carayannis)和坎贝尔(David F. J. Campbell)提出知识创新的思想,形成了知识生产的“模式3”理论。

在知识生产模式的发展中,“模式3”具有特殊地位。“‘模式3’用于知识的创造、传播和使用:

‘模式3’是一种多边、多节点、多模态和多层次的系统方法，旨在对真实和虚拟知识存量及知识流进行概念化、设计和管理，这些模式能够催化、加速并支持共同专业知识资产的创造、传播、共享、吸收和使用。”^⑤知识生产“模式3”的提出和发展，使早在20世纪70年代就已提出的“超学科的”（trans-scientific）概念获得发展的时代条件。^⑥超学科知识是“超越于所有学科之外的”知识，“超学科知识生产场域没有了界限”。^⑦知识生产从“模式1”到“模式2”再到“模式3”的发展，意味着从单一学科到多学科再到超学科的演进。随着信息科技特别是数字智能技术的发展，基于人机软融合范式可以看到，这一进展为知识生产的进一步变革——学科一体化发展奠定了基础。

在知识生产“模式3”中，超学科意味着学科的超越，只是这种状态随着学科发展的深化有不同内涵。事实上，超学科知识生产在传统学科发展条件下也可能出现，因为当认识和实践问题只是涉及多个学科，这些问题本身还没有明显的学科一体化性质时，它们原则上都可以通过学科交叉和综合解决。而信息科技，特别是数字智能技术的发展，则带来了全新的知识生产发展形势，不仅在根本上改变了劳动分工，而且提出了越来越多的学科一体化的问题。随着生产社会化的数字智能展开，劳动的整合趋势越来越明显；而越来越多的学科一体化问题，则越来越迫切地需要学科一体化的发展。

（二）学科一体化发展是一个新旧范式矛盾互动的过程

在学科发展中，新旧范式构成矛盾互动的两个方面。一方面是源自旧范式的障碍，另一方面是实践发展需要的推动。信息科技，特别是人工智能的发展，既空前凸显了学科一体化问题，又为深入理解学科发展趋势提供了更高层次的基础。正如马克思在其所处时代就已经深刻阐明的：“现代社会内部分工的特点，在于它产生了特长和专业，同时也产生职业的痴呆。”^⑧由于涉及范式变革，学科一体化发展存在两个障碍因素：一是学科分配要求；二是学科内部的不安。传统学科研究基于自身性质的特定需要，由于新旧范式的根本不同，新的范式会给旧范式中的研究者带来严重的不确定性冲击。从旧范式到新范式，需要一个复杂而具有革新性的转换过程，一旦实现范式转换，在拓展的新视野中面对这些问题便非但不会不安，而且会越来越笃定。获得一体化视野并适应后，我们会看到越来越多学科一体化的实践和理论问题，这些问题在单一学科领域不仅看不到，而且别人提出时，还会感觉是没有意义的问题甚至伪问题。随着信息科技的发展，信息不断开显，学科一体化在理论和实践中不断推进：一方面，在观念上提出了“科学统一运动”；另一方面，学科整合在实践中取得长足进展。但是在信息展开有限，尤其是没有基于人工智能发展的人机融合条件下，学科整合的一体化理解缺乏前提性基础。

人机软融合为学科一体化发展奠定了前提性基础。人工智能，特别是大模型带来了知识生产范式的变革。在人机软融合知识生产范式层次，不仅可以更深入地理解当代学科发展，而且可以在知识生产历史发展的基础上，深化对当代知识生产发展趋势的理解。要深化对人工智能大模型带来的知识生产范式变革的理解，则必须基于数字智能技术的发展，深入信息层次，在人机软融合范式层面审度知识生产发展趋势。

（三）学科一体化的根基在信息

关于信息的长期研究表明，信息既不是物质，也不是能量，^⑨而是感受性关系，具有创生性和涌现性等基本特性。将信息理解为感受性关系，有助于我们清晰认识信息编码及其与信息的关系：信息编码是感受性关系的物能化和观念化体现。^⑩信息研究的发展越来越清晰地表明，信息已不再局限于传统单一学科的范畴，而是呈现出“无学科不在”的特点。人工智能本身则是最典

型的学科一体化领域。作为当前信息科技发展的最高层次，人工智能一方面逐渐弱化了自身的学科性质，另一方面不断渗透至所有学科，由此带来一个典型现象：无论是实践还是理论问题，都越来越呈现出学科一体化的特征。由此可见，学科一体化的根本基础在于信息，而人工智能的发展正将信息不断展开。就学科而言，一体化是指在学科分化发展的基础上整合为一个整体，所以由人机软融合范式可以清晰地看到，相关文献中普遍使用的“integration”概念，其涵义正逐渐从“整合”向“一体化”发展。当信息科技发展到人工智能阶段，人工智能进一步发展到人机软融合阶段时，学科一体化的发展趋势便愈发显著。

由人机软融合范式，我们可以洞察到一个关键性的发展环节：学科发展正从综合迈向一体化。一方面，在传统学科的发展过程中，尽管有学科的综合发展，但不同学科应用各自的方法，并不一定会带来有意义的整合。另一方面，跨学科的工作整合了来自两个或多个学科的知识与思维模式，导致“一体化综合”（integrative synthesis）的专业知识的出现，这种专业知识负责产生新知识。^①一体化与综合之间并没有明确的线性界分，其根本区别在于规模。所涉及的学科越少，越具有综合的性质；反之，则越具有一体化的性质。在综合和一体化之间，除了学科间内在关系的性质，还表现为一个规模扩展的进程。越是靠近涉及学科少的一端，学科间关系的整体性就越弱；越是靠近一体化的一端，学科间关系的整体性越强。一体化意味着一定范围内所有学科的整合。从跨学科到学科一体化，本身也是一个一体化进程，只是跨学科比综合性更进一步。因此，在很多语境中，跨学科可以用一体化替代。人们发现，“有趣的是，这些报告只偶尔使用‘跨学科性’一词。新生物学用‘整合’代替‘跨学科性’，这是其最常见的替代词或同义词”。^②由此也可以看到，“integration”概念内涵的一体化发展倾向。这与信息科技特别是数字智能的发展密切相关。

信息科技的发展在不断展开信息的同时，为学科一体化发展奠定了基础。基于信息的本质特性，信息活动的发展越来越具有一体化的特征。由于信息具有创生性和涌现性，信息系统本身就意味着一个整体，而这正是学科一体化发展趋势的信息根据。深入探究信息基础，可以清晰地看到，大型语言模型是人工智能发展到信息编码层次的产物。人工智能发展有三个层次：人类知识层次的人工智能、信息编码层次的人工智能和信息层次的人工智能。^③作为信息编码层次的人工智能，数字智能以处理大数据见长，从而有条件涵盖所有相关学科领域的知识。由此，我们可以看到一个前提性基础正在奠定，进而可以预见人机软融合范式将全面推进知识生产的学科一体化发展。

（四）学科一体化是学科分化发展基础上的重归一体

随着信息科技的发展，学科发展的一体化趋势越来越明显。由于信息处于更深层次，几乎所有学科都涉及信息。事实上，作为信息数字编码发展的产物，以及趋向所有学科发展的共同平台，驱动数字智能发展的大数据本身就为学科一体化发展奠定了全新基础。“就知识生产而言，大数据提供了跨多学科新研究范式的可能性。”^④在大数据发展的基础上，数据挖掘本身甚至就与知识生产新模式直接关联在一起。信息科技的发展构成学科一体化发展的基础，而数字智能技术的发展则使学科一体化发展深入知识生产范式的变革层面，使得学科内外都呈现出一体化发展的趋势。

学科一体化包括学科内一体化和学科外一体化（即跨学科一体化，interdisciplinary integration）。前者如哲学学科一体化，是哲学二级学科的一体化；后者泛指学科间一体化。二者

的基础皆为信息，而其发展驱动则越来越多地源自人工智能的发展。学科内一体化表现为学科一体化的纵向发展，学科间一体化表现为学科的横向发展。知识生产范式变革中学科一体化的横向发展，典型地表现在其哲学和科学一体化上；而纵向发展则典型地表现在科学和技术的一体化中。数字智能本身不仅是科学和技术一体化发展的产物，具有典型的科学和技术一体化性质，并且随着人工智能的发展，逐渐呈现横向和纵向发展的整合态势。

学科内一体化和学科间一体化共同构成了学科一体化的双向循环机制，推进学科一体化信息基础的扩展。这意味着学科内外的一体化构成了一个统一的机制，作为二者的整合，最为典型的例子就是从学科内到学科外一体化发展的“新生物学”。作为信息最为集中的领域之一，“新生物学”正反映了学科内外一体化发展的机制，一方面，生物学的发展无疑是学科内一体化的结果，但同时又是一个跨学科一体化的进程。“生物学向来就是作为一个强大的一体化跨学科存在的，并在相当程度上继续保持这一特性。”^⑤未来，新生物学将成为学科一体化发展的核心领域之一。而人工智能的通用化发展，则是知识生产范式变革中学科纵向和横向一体化发展的整体表现。事实上，意识之谜和生命之谜的破解，通用人工智能核心机制的突破，都必须在学科一体化基础之上进行。通用人工智能的核心机制正是一个哲学、广义科学、技术和工程等一体化的研究领域。这一研究领域的突破不仅将使技术具有越来越厚重的理论含量，而且会带来非单纯技术意义上的专利。由此可见，学科发展的一体化正是在数字智能技术发展背景下，从知识生产的人机软融合范式中可以预见的首个重要知识生产发展趋势。

知识生产的学科一体化发展不是对学科分化的否定，而是在学科分化发展日益成熟基础上的更高层次提升，是完成知识生产的更高层次循环发展：学科一体化是学科分化发展基础上的重归一体。正是数字智能的发展，使知识生产得以完成一个整体进程：从作为总体的知识到学科分化，从学科交叉到学科综合，从学科综合到学科一体化。数字智能不仅本身具有典型的学科一体化特征，还与不同的实践领域紧密关联。知识生产范式的学科一体化发展趋势，不仅意味着学科本身，而且意味着学科理论与现实实践的一体化发展，这体现了知识生产中认识和实践的有机统一。

作为知行方式算法重铸的认识和实践一体化

人工智能的发展最为典型地表明，学科一体化发展不是形式化体系的理论要求，而是实践和理论问题一体化发展的结果。在传统学科领域，研究者愈发频繁地遇到涉及学科边界的问题。这些理论和实践一体化性质的问题，在认知科学、新历史学等新兴研究领域的发展中最为典型。应对和解决理论和实践一体化的问题，需要进行范式转换。在人机软融合范式中，理论和实践问题的解决可以进一步具体到认识和实践的关系，并将此建立在智能算法的基础上。

人机软融合范式知识生产的学科一体化发展意味着认识和实践一体化。数字智能技术带来的人机软融合知识生产范式变革，意味着人机软融合机制最终落实在智能算法，由此认识和实践的关系日益密切，人工智能算法中认识和实践的内在关联不断凸显，知识生产的发展出现认识和实践之间界限越来越模糊的发展趋势。在数字智能技术发展基础上，由人机软融合范式可以清楚地看到知识生产发展的第二个重要趋势——认识和实践一体化。

（一）数字智能的发展展开了智能算法的实践本性

人工智能算法的认识论研究表明，在人工智能算法中，认识和实践直接关联。算法的智能化



意味着程式意义上的算法向自主行动机制发展，从而日渐显露出人工智能算法的实践本性。算法必须“做”而非仅为“是”；算法首先必须“做”，其“是”则与“做”一体化。^⑥算法所意味着的实践和认识一体化，具有具体的信息机制，只是必须在信息的感受性关系理解中才能清楚地看到。

把信息理解为感受性关系，有助于我们更深入地理解信息的数字编码、数字和数字智能等概念。作为感受性关系的物能化和观念化，信息编码相应有两种基本类型，即信息的物能编码和信息的观念编码。在信息的观念编码中，符号编码是抽象到极端的产物。信息的符号编码有一种特殊的方式，即信息的数字编码。信息的数字编码既可以是作为信息观念编码的符号编码，又可以是作为信息物能编码的物理编码。作为数字编码，“0”和“1”是信息观念编码中的符号编码；与之对应，电流的“开”和“关”则是物能编码中的物理编码。^⑦作为信息的观念编码，信息的数字编码与信息的物能编码内在相关，因此算法可通过信息的数字编码将观念和物能内在结合，从而在物能和信息关系层面实现认识和实践的一体化。3D打印正体现了有什么样的算法，直接地就有什么样的实践产物。由此可见，在认识和实践的关系中，数字化和智能算法的地位极为特殊。

人机软融合的认识和实践一体化发展趋势，将随着向人机硬融合的发展而发生根本改变。“在接下来的几十年里，脑机接口技术将变得更加先进。”^⑧而当人机软融合发展到人机硬融合，则意味着不仅学科发展，而且认识和实践完全一体化，因为认识成果本身就意味着实践的落地。无论是人机软融合还是侵入式脑机接口，都意味着数字化和智能算法的发展。在人机融合发展中，数字化和数字智能的发展至关重要，在人类认识和实践的一体化发展中具有特殊地位。正是数字智能技术发展所提供的智能数字平台，为人类认识和实践的一体化回归奠定了新的基础。

数字智能的发展迎来认识和实践的一体化回归。在人类发展之初，认识和实践本就是一体化的，只是处于未分化状态。从认识和实践的混沌未分到二者分化，构成人类发展的重要环节。认识和实践的相对区分，大大促进了两个领域的发展。随着人类认识和实践的分化，两个领域的发展越来越充分，由此带来两方面结果。一方面，受制于“行”的能力，人类的“知”逐渐领先于“行”，以至“知”和“行”出现越来越明显的分离，因此长久以来，认识和实践的结合成了重要主题。另一方面，认识和实践发展的深化为二者更高层次的一体化奠定了基础。在一般工具发展条件下，人类认识和实践的结合始终是需要特别强调的问题。智能工具特别是人工智能大模型的发展，正在智能算法层面逐渐缩短知和行的距离，推动认识和实践一体化发展。在人机融合发展中，人类迎来了认识和实践的一体化回归，从而构成一个更高层次的发展循环。

（二）认识和实践的一体化空前促进了理论基于实践的发展

信息科技的发展构成知识生产与实践关系发展的新基础，而数字智能对知识生产范式变革的驱动与大数据密切相关。大数据既是信息数字编码发展的产物，又是数字智能的基础。随着数字智能技术的发展，“基于实践的知识生产范式”变得日益普遍，“关于知识生产的新思潮意识到，将知识发展和实践两个系统结合起来具有协同效应。”^⑨实际上，在知识发展系统和实践系统的结合中，协同效应只是一体化效应的低层次体现。由于在更深层次涉及实践和认识的关系，在大数据基础上，“基于实践的知识生产范式”在数字智能技术驱动下，愈发具有认识和实践一体化的发展趋势和特征。

作为数字智能技术发展的关键基础，大数据赋予数字智能算法实践本性，在根本上涉及知识生产的构架。“尽管范式概念存在问题，但在讨论当前关于大数据发展及其后果时，它具有

设定框架的作用，因为很多关于知识生产的主张认为正在创造一种根本不同的认识论；正向新范式过渡。”^②大数据相关关系越来越广泛的应用，为知识生产范式变革奠定了数字智能技术基础，以至提出了基于大数据的“第四范式”。在数字智能驱动的知识生产范式变革中，其认识和实践一体化发展趋势的大数据基础，以一种特殊的方式体现在“理论的终结”一文及其所引发的讨论中。

信息科技的发展使知识生产愈发涉及范式变革，而随着数字智能技术的发展，知识生产范式本身越来越成为一个学科一体化的概念，从根本上深及知识生产范式变革。美国《连线》杂志前主编克里斯·安德森(Chris Anderson)发表了一篇轰动一时的文章——《理论的终结》。文中写道：“大量数据新的可用性，以及处理这些数字的统计工具，提供了一种了解世界的全新方式。相关关系取代因果关系，而科学甚至可以没有连贯一致的模型、统一的理论，或者实际上可以完全没有任何机制性解释而发展。”^③文章一发表就引发了广泛讨论。罗伯·基钦(Rob Kitchin)认为，对安德森来说，“大数据新数据分析和集成方法标志着知识生产的新时代，其特征就是‘理论的终结’”，“大数据中所包含的模式和关系本质上产生了有意义且富有洞察力的知识，从根本上说，大数据使得经验主义模式的知识生产成为可能。”^④而卡勒博(Werner Callebaut)则通过对大数据生物学的初步哲学分析，探讨了数据驱动的知识生产研究是否会取代科学理论的知识生产模式这一问题。他反驳了安德森关于理论将被数据模型所取代的观点，提出以观察与理论的缠结性来论证数据并不能脱离理论这一观点，从而得出结论：科学方法应当是多元的，传统理论方法与大数据方法是并存的，由此捍卫了因果性作为知识的普遍规律的立场。^⑤实际上，大数据方法不是独立于而是基于传统理论方法的新发展，它意味着大数据基础上知识生产认识和实践一体化的更深层次表现，即理论和实践的一体化发展。这场激烈讨论大大推动了相关认识的发展，以至于文章发表后不久，安德森自己也很快改变了观点。随着数字智能的发展及其基础上的人机软融合范式变革，可以愈发清晰地看到，安德森原初的极端观点及不久后的变化，具有标志性意义地表明大数据发展基础上知识生产范式变革的深刻性，其最深层次表现即直接深入哲学层面。

(三) 认识和实践一体化的新因果关系基础

实际上，由于信息科技的发展，知识生产的认识和实践一体化在科学领域早已开始。“科学本身现在并不是与其他社会实践明确区分的，远非统一或一致，而是由一系列复杂的实践组成，这些实践与社会深度交织、一体化并相互影响。”^⑥知识生产的认识和实践一体化，在知识生产“模式3”中已经有所反映。“由实验型知识生产范式进入实用型知识生产范式，不同以往的知识生产范式开始涌现，大学知识生产范式逐渐从学院科学向产业科学转变，大学内部单一的学科结构向多元化的产业科学转变，大学与政府、企业建立了新的联系，形成新的契约。”^⑦而大数据所提供的研究方法范式变革，则在方法论层面揭示了理论和实践的更深层次关系。“理论的终结”所反映的不是不再需要理论，而是理论和实践的一体化。正是基于大数据的数字智能驱动，《理论的终结》以一种特殊的方式——极端化的过犹不及，反映了一个合理因素，即在大数据相关关系的发展中，理论不是像以往那样扮演自己的角色，而是在与实践的一体化回归中存在并发挥作用。

大数据的发展引发了其相关关系运用的直接实践关联，正是大数据相关关系将以因果关系为重要标志的理论与以数字化方式发展的实践直接关联在一起。这意味着相关关系的实践出彩不仅不是对因果关系的否定，反而是因果关系的大数据相关关系一体化，或者说指向纳入大数据相关

关系的更高层次因果模型。^{②6}将大数据相关关系纳入从而拓展因果模型，本身就是认识和实践一体化发展的更深层次基础。

正是纳入或涵盖大数据相关关系的更高层次因果模型，构成了认识和实践关联的特殊机制基础，随着数字智能技术的发展，认识和实践的一体化在更深层次展开。由数字智能算法在因果关系层次将认识和实践关联在一起，可见数字智能技术之于学科发展及人机融合进化的更深层次意蕴。反过来，从知识生产认识和实践一体化的更深层次发展，可以看到新的知识生产范式变革趋势：人机协作“将人与机器之间的互动纳入了实践的范畴”。^{②7}由于数字智能算法将认识和实践内在关联在一起，由人机协作进一步上升到人机软融合，就可以看到认识和实践在更深机制层次上的一体化。随着数字智能技术的发展，认识和实践的一体化在机制层次的深化，进一步推动了发展机制越来越广泛的一体化。

作为运作方式全面升级的发展机制一体化

随着信息文明发展到智能化阶段，我们对于发展本身特别是其机制有了更深层次的理解。共同的信息基础使发展本身出现了整体性变化。^{②8}数字智能技术带来的人机软融合知识生产范式变革，通过推进知识生产的学科一体化发展及认识和实践一体化，自然而然地进一步深化为发展机制本身的整体发展。由此可以基于人机软融合范式看到知识生产发展的第三个重要趋势——发展机制一体化。

（一）知识生产发展机制的人机软融合范式观照

人机软融合知识生产发展机制的一体化不仅必须在人机软融合范式基础上才能看到，而且就建立在人机软融合机制基础之上。人机软融合机制是双向循环的，一方面人推动人工智能发展，另一方面人工智能推动人的发展，双向互动构成良性循环发展机制。人机不仅以双向循环机制发展，而且以双向循环机制进化。一体化的双向循环发展机制之所以以人机软融合的双向循环机制为基础，正是由于人机软融合的双向循环机制为发展机制一体化奠定了基础。由此可以看到发展机制的一体化：首先是学术研究和产业之间构成双向循环发展，在此基础上又依次构成与政府、社会、文化、生态发展的层层叠加双向循环机制，呈现哲学、科学、经济、社会、文化和生态等发展的一体化。所谓发展机制一体化即学术研究、产业、政府、社会、文化、生态等发展都在由双向循环构成的越来越高层次的整体机制之上。正是由此，基于人机软融合范式可以进一步深化知识生产范式历史发展和未来趋势的理解。

知识生产从“模式1”到“模式2”再到“模式3”发展，逐步将大学、企业和政府共同参与的知识生产方式纳入作为一个整体的双向循环机制。在越来越广泛范围内，将越来越多领域的发展都纳入一个统一的机制，发展及其机制渐趋一体化。从数字智能的发展特别是数字智能技术在学术机构和社会之间所奠定的新基础，可以更深入地理解知识生产发展的趋势和特征。在20世纪和21世纪之交，知识生产“模式2”的发展已经开始导向学术研究和社会发展的模式叠加。知识生产模式由“模式1”向“模式2”和“模式3”整合发展，可以看到知识生产模式发展的叠加方式。

生产模式的发展并不是简单的高层次模式取代相对低层次模式的过程，而是不断叠加发展，使知识生产模式的整体层次越来越高，覆盖范围越来越广。“原有的范式和新的范式在补充和冲

突中各自得到完善。”^②“模式2”是从“模式1”的学科矩阵中发展出来的,并继续与之共存。^③基于数字智能的发展,站在人机软融合范式的制高点,知识生产发展整体图景呈现得越来越清晰:知识生产模式经历了多次转换,其所构成的事实上是一个不断展开的整体。这一发展趋势,在大学-产业-政府“三重螺旋”(triple helix)模式中已经初见端倪。在人机软融合知识生产范式的更高层次,可以进一步展开“三重螺旋”所隐含的内在机制。“根据‘三重螺旋’构架,增加的互动与大学内部文化和规范的变化相关联。”^④这隐含着知识生产模式发展的内在逻辑。

“三重螺旋”和“模式3”虽然看上去似乎是一回事,但二者具有机制上的重要区别。“三重螺旋”的发展带来了知识生产方式的重要变革,数字智能技术与学科发展的双向循环正是其中的重要机制。一方面,数字智能技术的发展在超学科基础上进一步带来了学科发展的一体化;另一方面,从超学科到学科发展一体化又反过来促进了信息科技特别是数字智能技术的发展,从而构成双向循环。不深入理解这种双向循环机制关系,就难以理解人机软融合知识生产发展中学科发展的整体机制及发展趋势。从“模式1”到“模式3”,所强调的是知识生产方式;而从三重螺旋到五重螺旋,所强调的则是机制。其中蕴含着从知识生产方式到知识创新机制的发展,以及从传统大学向创新型大学的转换。“创业大学在这里代表了高等教育系统与国家(地区)、全球和部门创新系统的融合与一体化(多层次、多节点、多模式和多边创新系统)。”^⑤创新意味着一体化范围的扩展,协调就成了机制中非常重要的构成,由此大学、产业和政府就建立起具有重要机制意义的三重螺旋。由“三重螺旋”的双向循环发展机制叠加,已经可以看到发展机制一体化的雏形。这是一个更高层次的复合双向循环机制,它建立在更深层次机制基础上,即大学和产业、产业和政府及政府与大学之间的双向循环。

(二) 双向循环发展信息机制的开放式一体化

正是从大学这一关键环节开始,知识生产不断向社会生产发展。科学是知识生产的核心领域,随着科学的发展,知识生产机制不断向外围扩展。人们认识到,“尽管科学卓越(无论如何定义)仍然是一个不可或缺的标准,但显然,其他标准——无论是经济、政治、社会还是文化——也必须一体化”。^⑥基于这种逻辑,知识生产从三重螺旋发展到四重螺旋。“在三重螺旋模型的扩展中,我们提出一个‘四重螺旋’模型。四重螺旋在这个背景下意味着在上述螺旋中增加一个‘第四螺旋’,我们将其双重识别为‘基于媒体和文化的公众’以及‘公民社会’。”^⑦四重螺旋知识生产将机制扩展到以创新文化为核心要素的民间社会层面。扩展至文化领域的四重螺旋发展,与创新具有越来越密切的关联。随着信息的不断展开,知识生产的发展越来越是一个创新凸显的过程。由于创新在更高层次涉及创新生态,一个合乎逻辑的进一步展开正是由以创新文化为核心要素的民间社会进一步经创新生态扩展到生态领域。由此有了从“四重螺旋”到“五重螺旋”的发展。

五重螺旋模型是四重螺旋模型的进一步展开。“三重螺旋模型关注大学、产业和政府之间的关系;四重螺旋则融入了基于媒体和文化的公众视角;五重螺旋最终将知识和创新框架置于环境(自然环境)的背景下。因此,五重螺旋可以被解释为与可持续发展和社会生态学相一致的方法。‘生态创新’和‘生态创业’应在这种更广泛的知识和创新理解中进行处理。”^⑧创新不仅涉及创新文化和创新系统,而且涉及创新生态系统甚至“共进化”(coevolution)。生态理念的发展是从自然生态到社会生态再到信息生态,作为最高层次的信息活动,创新的生态问题涉及生态的三个层次,由此可以更好地理解共进化的概念。

不同知识和创新模式的适应性一体化为共进化奠定基础。早在三重螺旋中，就已经蕴含着共进化的机制。“三重螺旋伴随着一个理论框架，该框架采取自组织和共进化理论的形式。”^⑤ 从自组织到共进化，不仅涉及生态多层次的一体化理解，而且涉及信息机制发展的深化。随着从三重螺旋到五重螺旋的发展，共进化所涉及的规模越来越大。“共进化表示一种开放的、显然更为一体化的科学与社会互动系统，这一方面无论是在科学问题、同行还是在机构设计上增强了多样性的生成，另一方面增强了某些选择、模式或解决方案的选择性保留。”^⑥ 共进化意味着进化规模的扩展，因此意味着生态这一更高整体层次发展机制的一体化。随着螺旋的不断展开，其机制也越来越清晰，“共进化”意味着生态多层次的一体化，而三个层次生态的整合则是从信息生态开始的。

螺旋从三重到五重的发展，是双向循环发展机制一体化范围的不断扩展。螺旋的层次越丰富，双向循环的机制越复杂，整体层次也越高。四重螺旋模型的重要性在于扩展到了以创新文化为核心要素的民间社会层次，五重螺旋模型的重要性则在于将双向循环机制提升到生态层次。有学者还提出了“N重螺旋”的概念。^⑦ N重模型意味着一个层次可以不断提升的开放双向循环，从而构成整体层次越来越高的发展机制。

知识生产从“模式1”到“模式2”的发展，不仅意味着模式的提升，而且意味着一种更高层次机制：两个模式之间建立起了双向循环。而“模式3”或三重螺旋则意味着双向循环机制的进一步发展：由一个双向循环发展到三个双向循环。双向循环机制的量的发展，意味着更高层次机制的发生，意识到这一点，对知识生产发展趋势就会有一个更高整体层次的审度。基于人机软融合范式，知识生产发展的三个重要趋势具有整体关联，它们不断发展展开，构成数字智能技术发展条件下知识生产范式变革的总体特征：在认识和实践一体化基础上，哲学、经济、社会、文化、生态等和人类发展的一体化。

信息科技的发展将人类社会带入信息文明，人工智能的发展则意味着信息文明发展到智能化阶段。当信息文明发展到智能文明层次，发展机制日趋一体化，科学、哲学、艺术、社会、文化、经济和生态等渐呈一体化发展趋势，甚至可以看到知识生产随着双向循环机制不断叠加升级的发展趋势和特征。由此可以发展到一个更高层次的双向循环：现实和知识生产二者发展机制的双向循环。发展机制的一体化，构成了机制范围涉及越来越广的人机软融合进化。而由此可以进一步看到的，则是人机数字融合范式知识生产和人机数字融合进化的机制。

注释：

- ① 王天恩：《数字智能与人机软融合知识生产范式》，《学术界》2024年第6期。
- ② Fritz Machlup, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton: Princeton University Press, 1962, p.9.
- ③⑩ Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, et al., *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, London: SAGE Publications, 1994, p.9, p.17.
- ④ 埃德加·莫兰：《复杂性理论与教育问题》，陈一壮译，北京：北京大学出版社，2004年，第197页。

- ⑤ Elias G. Carayannis and David F. J. Campbell, *Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters: A Comparative Systems Approach across the United States, Europe, and Asia*, Westport: Praeger Publishers, 2006, p.xii.
- ⑥ Christian Pohl and Gertrude Hirsch Hadom, *Principles for Designing Transdisciplinary Research*, Proposed by the Swiss Academies of Arts and Sciences, München: Oekom Verlag, 2007, p.124.
- ⑦ 王晓玲、张德祥：《试论学科知识生产的三种模式》，《复旦教育论坛》2020年第2期。
- ⑧ 《马克思恩格斯选集》第1卷，北京：人民出版社，

2012年,第249页。

⑨ Norbert Wiener, *Cybernetic, or Control and Communication in the Animal and the Machine* (2nd ed.), Cambridge, MA: The MIT Press, 1985, p.132.

⑩ 王天恩:《信息及其基本特性的当代开显》,《中国社会科学》2022年第1期。

⑪ Elena Khlinovskaya Rockhill, "On Interdisciplinarity and Models of Knowledge Production," *Social Analysis*, vol.51, no.3, 2007, pp.121-147.

⑫ ⑮ Harvey J. Graff, *Undisciplining Knowledge: Interdisciplinarity in the Twentieth Century*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2015, p.220, p.49.

⑬ 王天恩:《人工智能通用化及其实现途径》,《中国社会科学》2024年第3期。

⑭ ⑳ ㉑ Rob Kitchin, "Big Data, New Epistemologies and Paradigm Shifts," *Big Data & Society*, vol.1, no.1, 2014, pp.1-12.

⑯ Robin K. Hill, "What an Algorithm is," *Philosophy & Technology*, vol.29, 2016, pp.35-59.

⑰ Wang Tienen and Wang Xi, *Information as Receptive Relation*, London & New York: Routledge, 2024, pp.39-48.

⑱ Ray Kurzweil, *The Singularity is Nearer: When We Merge with AI*, London: The Bodley Head, 2024, p.171.

⑲ Pamela G. Reed and Lisa A. Lawrence, "A Paradigm for the Production of Practice-Based Knowledge," *Journal of Nursing Management*, vol.16, no.4, 2008, pp.422-432.

㉑ Chris Anderson, "The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete," *Wired*, vol.16, no.7, 2008, pp.1-3.

㉒ Werner Callebaut, "Scientific Perspectivism: A Philosopher of Science's Response to the Challenge of Big Data Biology," *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, vol.43, no.1, 2012, pp. 69-80.

㉓ Helga Nowotny, Peter B. Scott and Michael T. Gibbons, *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Cambridge: Polity Press, 2001, p.230.

㉔ ⑳ 安丽丽、陈·巴特尔:《西方大学知识生产范式演变研究》,《未来与发展》2021年第8期。

㉕ 王天恩:《大数据中的因果关系及其哲学内涵》,《中国社会科学》2016年第5期。

㉖ 郑泉:《生成式人工智能的知识生产与传播范式变革及应对》,《自然辩证法研究》2024年第3期。

㉗ 王天恩:《重新理解“发展”的信息文明“钥匙”》,《中国社会科学》2018年第6期。

㉘ Jan Fagerberg, David C. Mowery and Richard R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (*Oxford Handbooks in*

Business & Management), Oxford: Oxford University Press, 2004, p.214.

㉙ Elias G. Carayannis and David F. Campbell, "'Mode 3' Universities and Academic Firms: Thinking Beyond the Box Trans-Disciplinarity and Nonlinear Innovation Dynamics within Cooperative Entrepreneurial Ecosystems," *International Journal of Technology Management*, vol.77, no.1/2/3, 2018, pp.145-185.

㉚ ㉛ Helga Nowotny, Peter Scott and Michael Gibbons, "Re-Thinking Science: Mode 2 in Societal Context," in Elias G. Carayannis and David F. J. Campbell eds., *Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters: A Comparative Systems Approach Across the United States, Europe, and Asia*, Westport: Praeger Publishers, 2006, p.42, p.50.

㉜ Elias G. Carayannis and David F. J. Campbell, *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems: 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development*, New York: Springer, 2012, p.13.

㉝ Elias G. Carayannis and David F. J. Campbell, "Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innova Innovation and the Environment Relate to Each Other," *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, vol.1, no.1, 2012, pp.41-69.

㉞ Terry Shinn, "The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology," *Social Studies of Science*, vol.32, no.4, 2002, pp.599-614.

㉟ Elias G. Carayannis and David F. J. Campbell, "Developed Democracies Versus Emerging Autocracies: Arts, Democracy, and Innovation in Quadruple Helix Innovation in Quadruple Helix Innovation Systems," *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol.3, no.1, 2014, pp.1-23.

编辑 张蕾