

算法时代知识权力：AI对科学协作与公共性的重塑

Knowledge Power in the Algorithmic Age: AI's Reshaping of Scientific Collaboration and Publicness

曹炜 / CAO Wei

(东南大学人文学院, 江苏南京, 211189)
(School of Humanities, Southeast University, Nanjing, Jiangsu, 211189)

摘要：人工智能驱动的科学研究(AI4S)正催生新型的知识权力，一方面体现为“算力霸权”，即大型云平台等“硬”基础设施通过“黑箱”特性和API锁定，对科学实践施加技术规训，催生新的技术依赖；另一方面表现为“围墙花园”，即科技巨头利用基础模型构建“软”平台生态，将开放的知识资源“圈占”为付费服务，侵蚀科学的公共属性。两种权力形态共同作用，既侵蚀科学自主性与知识公共性，又削弱了以默顿规范为代表的科学规范。清醒地认识到这种新兴知识权力的形态和运作机制，有助于在新权力格局中重构科学的公共性。

关键词：人工智能驱动的科学研究 权力规训 围墙花园 数字公地 开放科学

Abstract: Artificial Intelligence for Science (AI4S) is giving rise to a new form of knowledge power. On the one hand, it is embodied as “computing power hegemony,” whereby “hard” infrastructure, such as large cloud platforms, imposes a technological discipline on scientific practice through their “black box” nature and API lock-in, fostering new technological dependencies. On the other hand, it manifests itself as a “walled garden”, whereby tech giants leverage foundational models to construct “soft” platform ecosystems, enclosing open knowledge resources as paid services and eroding the public nature of science. These two forms of power reinforce each other, simultaneously undermining scientific autonomy and the public character of knowledge while weakening scientific norms represented by Mertonian norms. A clear understanding of the forms and operational mechanisms of this emerging knowledge power will help reconstruct the public nature of science within this new power landscape.

Key Words: AI for Science; Power discipline; Walled garden; Digital commons; Open science

中图分类号 : N031; G301 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.02.003 CSTR: 32281.14.jdn.026.02.003

人工智能驱动的科学研究(AI for Science, AI4S)重塑着科学知识的生产图景。在这场由算法引领的变革背后，一个比效率提升更为关键的变迁正在发生，即权力的转移与重构。当支撑这场革命的算力、数据和算法日益被科技巨头和国家力量控制，我们需要思考的是，这种控制是否会转化为新型的知识权力？新权力又将如何挑战科学的协作模式与公共性理想？

一般而言，传统的科学权威根植于全球科学家共同体，依赖同行评议与社群共识维系其相对自主性。然而，AI4S正将一种外部力量引入科学知识生产的核心地带。这种力量并非总是以强制或压迫的面目出现，反而以“赋能”和“提效”的温和方式，通过技术规训、产权控制等机制重塑着科学的内在结构与外部关系。

基金项目：国家社会科学基金重大项目“人工智能伦理风险防范研究”（项目编号：20&ZD040）；江苏省研究生科研与实践创新计划项目“基于虚拟智能主体的认知问题研究”（项目编号：KYCX23_0203）。

收稿日期：2025年10月14日

作者简介：曹 炜 (1995-) 男, 江苏南通人, 东南大学人文学院博士研究生, 研究方向为科学哲学、人工智能哲学。Email: 420972106@qq.com

本文的论证将从四个相互关联的层面展开。第一节聚焦于“硬”基础设施如何实现“算力霸权”，进而规训科学家的研究实践。第二节转向“软”平台生态，剖析科技巨头如何构建“围墙花园”来圈占开放的知识资源，侵蚀科学的公共属性。第三节将讨论新权力对科学的核心价值与规范所产生的冲击。第四节为治理路径的探索。

一、算力霸权： 作为规训力量的基础设施

对于计算密集型的现代科学，算力是驱动AI模型的物理引擎，对其的控制构成了新型知识权力的物质基础。现代AI所依赖的高性能计算资源已演变为一种庞大、复杂且不透明的基础设施(*infrastructure*)，它通过系统级的“黑箱”状态对科学实践行使渗透性的规训权力，催生技术依赖的同时重塑着科学家与“生产工具”之间的关系。

1. 算力基础设施的集中化与“黑箱”特性

计算科学兴起之初，科学家的计算环境是透明可控的，其对计算工具拥有完全的自主权。随着算力需求激增，尤其在AI4S时代，科学研究所逐渐转向大型云平台与超算中心。这些“超级工厂”成为了电力网之类的基础设施，为科学知识的生产提供着基础性的动力和通道。^[1]对于用户而言，这些庞大基础设施最显著的特性便是“黑箱化”。此处的“黑箱”并非AI算法的不可解释性，而是指算力基础设施运作的不透明。

这种“黑箱”是多层次的：在物理与硬件层面，专有芯片、高速互联技术与复杂的物理布局对用户完全不可见；在软件与虚拟化层面，从底层驱动到复杂的资源调度系统构成了科学家无法完全理解和干预的软件栈(*Software Stack*)。^[2]在此之上，还覆盖着一层由商业策略和法律条款构成的运营“黑箱”，直接关系到研究成本、数据安全和法律责任。这种多层次的“不可见性”使科学家丧失了对研究环境的直接掌控，只能通过平台提供的有限接口

(*Application Programming Interface, API*)与之互动。这种信息和控制上的严重不对称，构成了算力基础设施实施规训的技术前提。

2. 技术依赖及其对科学实践的规训

斯达(Susan Star)曾指出，基础设施绝非中立的背景，它以其内在的标准、塑造和规训了在其上发生的一切实践活动。^[3]因而，在“黑箱化”的基础设施上进行研究，必然催生技术依赖与实践规训。

AlphaFold的案例为此提供了具体的实证依据。对于多数实验室而言，独立运行AlphaFold的成本是难以承受的，因为其训练过程动用了相当于128个TPUv3核心的计算资源。^[4]这种经济与技术门槛印证了《自然》杂志的一项调查结论：在超过1600名研究人员中，近60%的AI使用者将“计算资源的缺乏”列为阻碍AI在科研中应用的主要因素之一。^[5]

面对这种结构性的算力不平等，科学家的研究工作被迫围绕着公共数据库(如EMBL-EBI的AlphaFold数据库)^[6]和云端服务(如ColabFold)^[7]来构建。这种模式的普及程度惊人，AlphaFold的原始论文在短期内被引用数万次，其数据库也已为超过50万的研究人员提供了服务。^[8]在这种从自主计算到依赖公共服务的转变中，技术规训的内在机制便显现出来，即通过剥离研究实践与底层计算工具的直接联系，平台将科学家规训为技术框架的使用者。正如计算生物学家帕多(Eduard Pardo)所言：“我使用过大量AlphaFold模型，但从未亲自运行过该软件。”^[9]他的经历是当下众多科学家的缩影，他们从数据的生产者转变为验证者和使用者。这种角色的变化，正是技术依赖对科学实践进行规训的直接体现。这种福柯(Michel Foucault)意义上的规训并非通过直接的压制或禁令来运作，而是通过其不可见性被实施。^[10]一系列看似中立、旨在提升效率的技术安排，被用来引导个体进行“自我规训”。具体而言，这种规训权力主要通过以下三种方式运作：

其一是“最佳模版”的规范化引导。算力基础设施提供商将提供预设的工作模板，如为机器学习开发者预装好TensorFlow或PyTorch

框架的Jupyter Notebook环境。这些“最佳模版”为“如何高效地进行AI研究”设定了稳定且规范的方案，科学家为了确保研究顺利会倾向于采用这些标准化路径。品奇(Trevor Pinch)和比杰克(Wiebe Bijker)将这种现象称为“结束机制”(closure)，即人们在达成对某一技术的共识时，便会结束关于该技术的争议，进而迈入技术的稳定使用阶段。^[11]当云平台承诺某种方案是“几乎绝对有效”时，这种修辞性的结束机制就为用户提供了一种较为稳定的技术路径。但是，这限制了方法论的多样性，使得科学的研究趋于同质化。

其二是API接口的技术锁定与路径依赖。科学家的研究代码、数据处理流程乃至整个实验工作流，越来越多地围绕着特定平台的API和服务来构建。例如，使用TensorFlow的tf.keras API构建和训练的深度学习模型，其代码无法直接在PyTorch框架中运行。API的设计规定了科学家可以如何与计算资源互动，限定了可用的操作和数据的格式。这种对平台API的路径依赖(Path-Dependence)，^[12]会产生“锁定”(vendor lock-in)效应，^[13]使得将研究项目在不同平台间的迁移成本变得极其高昂。长此以往，科学家的技术选择和研究路径就会被固化在特定的平台生态系统之内，其自主性受到极大限制。

其三是平台的持续性监控。云平台对科学家的研究活动具有全景敞视式的监控能力。其生成的计费与用量报告不仅能记录精确到秒的计算单元使用时间，还能追踪数据存储和网络传输的流量。尽管这些操作名义上是为了计费、优化和安全，但客观上形成了持续且不对称的可见性：科学家的行为对平台是可见的，而平台的内部运作对科学家却是不可见的。这种监控状态可能促使科学家进行自我审查。正如福柯所说：“既不需要有形的暴力，也不需要物质的约束，仅仅是一种凝视，每一个人在权力的重力之下将通过内化而成为自身的监工，每一个人都使用这种监视来对付并反对其自身。”^[14]

3. 对科学家的“去技能化”影响

上述技术依赖与规训可能导致特定领域内

科学家群体的“去技能化”(deskilling)。例如，在AlphaFold出现之前，解析蛋白质三维结构主要依赖X射线晶体学、核磁共振等实验技术。^[15]掌握这些技术需要长期的专业训练，构成了该领域研究者的核心技能。然而，AlphaFold使得研究者能够以极高精度直接从氨基酸序列预测蛋白质结构，从而简化了复杂的实验过程。

这种技术变革带来了双重的“去技能化”风险。首先，新一代研究者可能过度依赖预测工具而忽视对传统实验方法原理的学习，在面对预测模型无法处理的新型蛋白时，可能缺乏通过实验解决问题的能力。其次，对作为“黑箱”的预测模型的底层原理理解不足，可能削弱科学家的反思能力。研究者可能将模型的预测结果视为不容置疑的事实，却忽略了模型的固有局限性，从而在后续研究中得出错误结论。这种技能重心的转移虽在短期内提升了效率，但长期可能导致该领域在核心实验能力上的空心化，并抑制了其他科学方法的探索和创新。

总之，科学家在“黑箱”基础设施上的研究实践，正在催生一种技术依赖关系。这种关系在提升效率和便利性的同时，也以一种微妙的方式削弱了科学家的技术自主性和批判性能力，最终导致科学家与基础设施提供者之间权力关系的重塑。

二、“围墙花园”： 作为知识产权控制工具的平台生态

与“开放科学”(Open Science)理念不同，科技巨头正构建相对封闭的技术系统——“围墙花园”(Walled Garden)。^[16]它由专有数据集、不完全开源的基础模型和特定API共同构成，通过圈占知识来侵蚀科学公共性。这与前一节的讨论内容共同构成了AI4S新权力关系的一体两面，对算力基础设施的控制是AI时代知识权力的“硬”基础，而对数据、算法模型和由其产生的知识本身的控制，则构成了其更为精巧和核心的“软”权力。

1. “围墙花园”的构建：一个行动者网络的形成

“围墙花园”是特定行动者精心设计的行动者网络。根据行动者网络理论(Actor-Network Theory, ANT),其构建核心在于关键行动者(如科技巨头)通过“转译”(translation)过程,即重新定义问题并提供解决方案,将科学家等异质性要素的利益与自身目标进行捆绑,从而将它们“征召”(enroll)进自身主导的网络中。

首先,大型基础模型与API共同构成了这个网络得以建立并扩张的“必经之点”(Obligatory Passage Point, OPP)。^[17]OPP是指网络中所有行动者为了实现自身利益都必须通过的关键节点,如拉图尔研究中的巴斯德实验室。^[18]以OpenAI的GPT-4为例,其高昂的训练成本与卓越性能使其难以被独立复现,这为其成为OPP创造了前提。科技巨头作为“关键行动者”,将复杂的科学研究“转译”为可通GPT-4来解决的计算问题。它们向科学家承诺,研究者无需关心模型的部署与维护,只需编写几行代码即可将GPT-4的强大能力整合进自己的研究。这种“转译”成功地将科学家的利益与平台目标捆绑,从而将他们“征召”进自身网络。例如,对于希望在计算社会科学等领域利用先进语言模型进行文本分析的科学家而言,调用GPT-4的API成了实现其研究目标的OPP。一旦进入这个OPP,科学家的研究实践便被锁定在平台的预设框架内。

其次,数据集、人才与社区生态,均是“围墙花园”中的行动者要素。数据是训练AI模型的关键所在。若无法获取相关的专有数据,那么即使拥有算法架构的研究者,也几乎不可能独立地复现或训练出同等水平的模型。数据使得“围墙花园”具有了难以被外部复制的独特性和优越性,从而增强了对科学家的吸引力和锁定效应。此外,一个稳固的“围墙花园”不仅需要“硬”的技术壁垒,还需要“软”的社区生态。科技巨头通过赞助开源项目、发表顶会论文、高薪聘请顶尖AI人才等方式对整个AI研究社群进行“征召”,以构建一个庞大且活跃的开发者与用户社区。这种策略不仅带来了强大的网络效应,也极大地增加了离开该生态系统的成本。

简言之,“围墙花园”的构建是复杂的行动者网络形成的过程。该网络一旦稳定下来,便具有强大的动量,既为内部用户提供了前所未有的便利,也同时构建了高耸的壁垒,将外部竞争与另类选择区隔开来。

2. 知识公共性的侵蚀和“平台化知识体系”的形成

然而,这一区隔过程既侵蚀着“开放科学”所倡导的“数字公地”(Digital Commons)理想,也改变着科学知识的公共属性。近年来,尤查·本克勒(Yochai Benkler)对“公地悲剧”(Tragedy of the Commons)^{[19],[20]}中的“公地”进行了引申,扩展出“数字公地”概念,旨在说明信息、知识和文化不应被当作私有财产,而是一种开放共享的同侪合作。^[21]

“围墙花园”的构建,实质上是将“数字公地”转化为具有准入门槛的“知识平台”,形成“平台化知识体系”。例如,GPT-4的训练数据包含了维基百科、学术论文等本属于“数字公地”的海量文本。然而,如克劳福德(Kate Crawford)所言,数据训练是对公共领域的商业化抓取和隐秘的私有化,AI正在从公共物品中提取知识价值。^[22]OpenAI将公共数据中蕴含的知识、模式和语言规律“封装”进了不公开的模型权重之中。最终,这些源于公共资源的知识不再以开放数据的形式存在,而是转化为一种必须通过付费API才能访问的“计算服务”。

在计算社会科学领域,研究者过去可能需要自行收集语料、利用开源工具进行文本分析。现如今,他们为了提升效率和深度,会更多地向GPT-4的API提交请求,以期快速获得实体抽取、情感计算或文本分类的结果。^[23]这种模式所带来的影响已超越了个体层面的“去技能化”,演变为对知识获取路径的限制与垄断:研究离不开高性能计算资源、数据管理能力以及相关技术的支持,这些对应持续的订阅服务而非免费可用的公共资源;研究越发依赖于商业公司提供的封闭软件的模式;研究成果的可复现性也因模型的“黑箱化”而受到挑战。^[23]

另一方面,“平台化”的逻辑也体现在对

开源算法的利用上。科技巨头凭借数据和算力优势能够将开源社区的算法创意进行实现和优化，训练出小型组织无法复现的超级模型。这意味着科技巨头通过捆绑开源算法与私有数据及算力，实现了对开源创新的“私有化”。其他研究者虽然可接触到开源的算法原理，但却无法接触到使其发挥最大效能的完整基础设施。这是一种通过控制技术生态系统来实现优势地位的新策略，它巧妙地利用了开放性却最终导向了事实上的中心化。

以 Google 在自然语言处理领域的发展路径为例。2018 年，Google 开源的 BERT 模型极大地推动了整个 NLP 社区的技术进步。然而，尽管 BERT 模型本身是开放的，但要在其基础上进行更大规模的预训练，仍需 Google 级别的计算资源。随后，Google 通过其云平台持续推出更强大但不再完全开源的 PaLM 模型。这样一来，Google 便将开源的技术突破转化为闭源的商业服务。外界虽然可以从开源的 BERT 中受益，但若要寻求最前沿的性能，最终还是会被引导回 Google 的付费平台生态之中，从而完成了从开放共享到平台锁定的闭环。

综上，“围墙花园”是 AI 时代下新型知识权力的一种核心体现。它通过整合数据、模型与算力，并以“知识即服务”的模式运作，既对原始数据资源实现了垄断，也在数字服务中为主体创造了一种永久性依赖，从而形成了迪朗（Cédric Durand）所说的“平台领地化”。^[24]这种“软”权力与前文的“硬”权力协同作用，共同重塑着科学的自主性、公共性与共同体规范。

三、新权力形态对科学核心价值的冲击

1. 科学自主性的双重侵蚀

波兰尼（Michael Polanyi）曾说：“由个体创造性活动之间的自发协调形成的科学研究确保了科学进程中最高效的组织形式，任何以指导科学家工作为职责的中心权威都将令科学进程陷入停顿。”^[25]其意在表明，科学共同体能够基于其领域内的知识积累、学术好奇心以及

同行评议来决定研究的方向和重点。这种由科学家社群进行自我治理的理想体现出科学活动的自主性，是保障科学长期发展和知识客观性的重要条件。然而，AI 时代的新型知识权力从微观实践和宏观议程两个层面侵蚀着科学自主性。

在微观实践层面，是对科学家技术自主性的规训。平台通过设定“最佳模版”、提供标准化的工作流以及设计特定 API 接口等一系列“温和”的技术手段引导和规范着科学家的研究行为和方法论选择。因而，科学家的身份逐渐转变为在平台预设框架内进行操作的“用户”。这种对研究自主性的削弱使得科学家的探索路径在无形中受到了外部技术逻辑的塑造。

在宏观议程层面，是对科学研究方向的商业化引导。平台会优先开发和推广那些具有巨大市场应用前景的功能和服务。当科学研究深度依赖于商业平台时，其研究议程便可能受到外部商业力量的引导。研究方向可能越来越偏向于那些具有短期应用价值、能够快速变现或符合平台技术优势的领域，而那些对人类认知至关重要但短期内难以商业化的基础科学和公共利益研究，则可能面临被边缘化的风险。

这种从微观实践到宏观议程的双重挑战，正在危及波兰尼的“科学共和国”理想。科学的进步很难再由科学家社群基于其内在的求真冲动和同行之间的相互协调来实现，取而代之的是来自外部的技术、商业与政治的多重渗透。

2. 知识公共性的危机

在“开放科学”的理想中，科学知识的公众可及性以及科学数据的公共性始终处于核心地位。^[26]这是科学知识能够被广泛传播、累积和再创造，从而最大限度地促进人类福祉的基础。然而，AI 时代的新型知识权力正在削弱科学知识的公共属性。

一方面，算力基础设施设立了经济和技术壁垒。高昂的云计算费用和对特定平台的依赖使得知识生产不再是任何人都可以平等参与的游戏。只有资金雄厚的大学和机构才能负担得起持续使用 AI 平台的昂贵费用，经费有限的中

小型机构或独立研究者可能因无法获得同等的认知工具而在科研竞争中处于不利地位。这会导致优势资源向少数顶尖机构集中，其他认知主体的创新活力被压制。这种不平等在全球尺度上表现得更为严峻，例如全球南方国家的研究者本就在数据、算力和人才方面处于劣势，付费墙和技术壁垒更使其难以接触到前沿的AI能力，从而被锁定在全球知识生产的边缘位置。

另一方面，“围墙花园”的运作逻辑是对“数字公地”的技术性圈护。在理想状态下，由公共资金支持产生的基础科学知识应被视为全人类共享的财富，其成果应尽可能地向社会开放以促进公共福祉。然而，“围墙花园”通过将关键的知识和技术能力转化为具有排他性的、需要付费才能访问的商业服务，正在削弱科学的这种公共属性。重要的科学发现和能够改变世界的技术能力可能被越来越多地锁定在少数公司之上，公众、非营利组织以及无法付费的研究者和开发者将难以触及。

3. 科学规范面临的挑战

新型知识权力正在从内部挑战以默顿规范（Mertonian Norms）为代表的科学规范。

其一是对“普遍主义”（Universalism）的挑战。默顿（Robert Merton）认为：“普遍主义直接表现在这样一种信条中，真理的主张，不论其来源如何，都必须服从于预先确立的客观标准：与观察和先前证实的知识相一致。”（[27], p.270）在普遍主义原则下，种族、国籍、宗教、阶级和个人品质等个人或社会属性并不能作为认知主体进行科学研究或成果审查的影响因素。然而，算力基础设施所建立的技术和经济壁垒以及算法模型中内嵌的各种偏见，正在破坏默顿理想中的普遍主义。研究者的出身和其所在机构的财力正影响着他们参与前沿科学探索的机会和其研究成果被“看见”的可能性。

其二是对“公有主义”（Communism）的挑战。在公有主义的原则下，科学发现实质上是社会合作的产物，科学成果也应由社区共享，非个别发现者的私有财产。（[27], p.273）然而，“围墙花园”以其对知识的“服务化”和产权

化控制直接与这一规范背道而驰。知识不再是公有的财富，而是平台的专有资产。

其三是对“无私利性”（Disinterestedness）的挑战。在默顿看来，科学所要求的无私包括对知识的热情，突如其来的好奇心，对人类利益的无私关怀等。（[27], p.276）制度性的监督和同行评议是保障这种规范的重要机制。然而，当科学研究日益依赖于以盈利为首要目标的商业平台时，研究的议程、方法的选择、甚至结果的呈现都可能受到商业逻辑的左右。此时，科学家可能为了满足平台的商业要求，而放弃对真知的无畏追求。

其四是“有组织的怀疑主义”（Organized Skepticism）的挑战。“有组织的怀疑主义”要求科学家能够根据经验和逻辑标准将判断暂时悬置并对信念进行审查。（[27], p.277）但这建立在研究进程的透明可见和科学家对工具的可控前提下。现如今，依赖算力基础设施和AI“黑箱”的科学家既不能理解AI模型的内部运作逻辑，也无力对基础设施的运作进行干预，因而对科学成果进行审查是非常困难的，从而削弱了怀疑精神的实践基础。

余论：重构科学知识公共性的可能路径

AI基础设施极大地加速了知识发现，但其日益增长的集中化和商业化趋势正从根本上冲击科学的核心价值。应对AI4S带来的挑战，仅依赖科学共同体内部的自律或市场力量的自我调节是远远不够的，我们必须进行系统的治理创新，在这种新的权力格局中寻求制衡，并积极地重构科学的公共性。

第一，建立公平普惠的公共科研基础设施治理机制。为应对“算力霸权”，政府和公共基金应主导建设国家级开放算力平台，并确保其资源分配的公平性。具体而言，可以在国家级计算中心的资源分配框架中设立专门的资助通道，这一通道的资源可独立于支持大型成熟项目的评审体系，专门面向中小型研究机构、青年学者以及高风险、高回报的基础研究项目，打破当前资源向优势单位集中的局

面。同时，可以借鉴欧洲先进计算合作伙伴（Partnership for Advanced Computing in Europe, PACE）等项目的经验，通过透明的同行评议机制来分配计算资源，确保分配决策基于科学价值而非商业潜力或机构声望。^[28]

第二，实施兼顾创新与公共利益的基础模型监管框架。为遏制“围墙花园”对知识公共性的侵蚀，需要制定强有力的公共政策与法规。这方面，可以借鉴欧盟《人工智能法案》（Artificial Intelligence Act, AI Act）的监管思路，建立分级监管体系。^[29]对于那些在科学的研究中具有重大影响的大型基础模型，应强制其提供更高的透明度，例如发布详尽的“模型卡”（Model Cards）^[30]和“数据表”（Datasheets for Datasets），^[31]清晰披露其训练数据构成、内在偏见和能力边界。此外，还可参考《数字服务法》（Digital Services Act, DSA）中赋予研究者数据访问权的条款，要求大型AI平台向经过审查的、以公共利益为目的的科研人员开放必要的接口和数据，以便对这些系统的社会影响进行独立研究。^[32]此外，对开源模型而言，“开源”并不意味着完全透明，应资助独立的第三方机构对主流开源模型进行持续审计，确保其在科学中的应用是负责任的。

第三，资助与培育真正开放的科研生态。商业公司的开源实践往往具有复杂的动机。英国皇家学会的报告指出，私营部门拥抱开源通常是出于“速度和成本效益”的考量，并且这些开源项目也面临着“缺乏支持、安全风险和兼容性”等显著局限。（[33]，p.75）因此，开放的科研生态不能依靠商业公司来实现，而必须由公共部门积极资助和培育非营利的、由学界主导的替代性方案。例如，支持像BigScience研究工作坊开发的BLOOM模型那样的开源项目，不仅开放代码，更共享开发过程和治理经验。^[34]通过为这类真正致力于构建“数字公地”的项目提供持续的算力、数据和资金支持，才能从根本上构建一个能够与商业化平台生态相抗衡的、充满活力的公共科研领域。

综上所述，重构算法时代的科学公共性，

是一项需要公共政策、法律框架和社群行动协同推进的系统工程。唯有如此，我们才能确保AI这一强大工具最终服务于科学知识的开放共享与全人类的共同福祉。

〔参考文献〕

- [1] Bowker, G. C., Baker, K., Millerand, F., et al. 'Toward Information Infrastructure Studies: Ways of Knowing in a Networked Environment'[A], Hunsinger, J., Klastrup, L., Allen, M. (Eds.) *International Handbook of Internet Research*[C], Dordrecht: Springer, 2010, 97–117.
- [2] 朱民、涂碧波、孟丹. 虚拟化软件栈安全研究[J]. 计算机学报, 2017, 40 (2) : 481–504.
- [3] Star, S. L. 'The Ethnography of Infrastructure'[J]. *American Behavioral Scientist*, 1999, 43(3): 377–391.
- [4] The AlphaFold Team. 'AlphaFold: A Solution to a 50-year-old Grand Challenge in Biology'[EB/OL]. <https://deepmind.google/discover/blog/alphafold-a-solution-to-a-50-year-old-grand-challenge-in-biology/>. 2025-08-28.
- [5] Van Noorden, R., Perkel, J. M. 'AI and Science: What 1,600 Researchers Think'[J]. *Nature*, 2023, 621(7980): 672–675.
- [6] Varadi, M., Anyango, S., Deshpande, M., et al. 'Alpha Fold Protein Structure Database: Massively Expanding the Structural Coverage of Protein-sequence Space with High-Accuracy Models'[J]. *Nucleic Acids Research*, 2022, 50(D1): D439–D444.
- [7] Mirdita, M., Schütze, K., Moriwaki, Y., et al. 'ColabFold: Making Protein Folding Accessible to All'[J]. *Nature Methods*, 2022, 19(6): 679–682.
- [8] The DeepMind Team. 'AlphaFold Reveals the Structure of the Protein Universe'[EB/OL]. <https://deepmind.google/discover/blog/alphafold-reveals-the-structure-of-the-protein-universe/>. 2025-09-01.
- [9] Callaway, E. 'The Entire Protein Universe: AI Predicts Shape of Nearly Every Known Protein'[J]. *Nature*, 2022, 608(7921): 15–16.
- [10] Foucault, M. *Discipline and Punish: The Birth of the Prison*[M]. New York: Random House Inc, 1977, 187.
- [11] Bijker, W., Hughes, T., Pinch, T. *The Social Construction of Technological Systems*[M]. Cambridge: MIT Press, 1987, 13.
- [12] MacKenzie, D., Wajcman, J. *The Social Shaping of Technology*[M]. Buckingham: Open University Press, 1999, 19.
- [13] Opara-Martins, J., Sahandi, R., Tian, F. 'Critical Review

- of Vendor Lock-in and Its Impact on Adoption of Cloud Computing'[A], IEEE. (Eds.) *International Conference on Information Society (i-Society 2014)* [C], London: IEEE, 2014, 92–97.
- [14] Foucault, M. *Power/Knowledge* [M]. New York: Pantheon Books, 1980, 155.
- [15] 赵云波. AI预测可以代替科学实验吗？——以AlphaFold破解蛋白质折叠难题为中心[J]. 医学与哲学, 2021, 42 (6) : 17–21.
- [16] Froehlich, A. 'Walled Garden'[EB/OL]. <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/walled-garden>. 2025-07-01.
- [17] Callon, M. 'Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay'[J]. *The Sociological Review*, 1984, 32(1_Suppl): 196–233.
- [18] Latour, B. *The Pasteurization of France* [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1988, 259.
- [19] Hardin, G. 'The Tragedy of the Commons'[J]. *Science*, 1968, 162(3859): 1243–1248.
- [20] Ostrom, E., Hess, C. 'Private and Common Property Rights'[A], Bouckaert, B. (Ed.) *Property Law and Economics* [C], Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2010, 53–106.
- [21] Benkler, Y. *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom* [M]. New Haven, CT: Yale University Press, 2006, 83–85.
- [22] 凯特·克劳福德. 技术之外：社会联结中的人工智能 [M]. 丁宁、李红澄、方伟译, 北京: 中国原子能出版社、中国科学技术出版社, 2024, 106.
- [23] 龚为纲、黄思源. 大语言模型与计算社会科学：工具、议题与挑战 [J]. 求索, 2025, (3) : 137–148.
- [24] 塞德里克·迪朗. 技术封建主义 [M]. 陈荣钢译, 北京: 中国人民大学出版社, 2024, 116.
- [25] 迈克尔·波兰尼. 科学、信仰与社会 [M]. 王靖华译, 南京: 南京大学出版社, 2004, 171.
- [26] Fecher, B., Friesike, S. 'Open Science: One Term, Five Schools of Thought'[A], Bartling, S., Friesike, S. (Eds.) *Opening Science* [C]. Cham: Springer International Publishing, 2013, 17–47.
- [27] Merton, R. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations* [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1942, 270–277.
- [28] PRACE. 'Preparatory Access: The Peer Review Process'[EB/OL]. <https://prace-ri.eu/>. 2025-09-02.
- [29] European Union. 'AI Act'[EB/OL]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1689>. 2025-09-02.
- [30] Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., et al. 'Model Cards for Model Reporting'[A], ACM. (Eds.) *Proceedings of the Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* [C], New York: Association for Computing Machinery, 2019, 220–229.
- [31] Gebru, T., Morgenstern, J., Vecchione, B., et al. 'Datasheets for Datasets'[J]. *Communications of the ACM*, 2021, 64(12): 86–92.
- [32] European Union. 'Digital Services Act'[EB/OL]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/2065/oj/eng>. 2025-09-02.
- [33] ROYAL SOCIETY. 'Science in the Age of AI: How Artificial Intelligence is Changing the Nature and Method of Scientific Research'[EB/OL]. <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/science-in-the-age-of-ai/science-in-the-age- of-ai-report.pdf>. 2025-09-03.
- [34] Workshop, B. S., Scao, T. L., Fan, A., et al. 'Bloom: A 176b-parameter Open-access Multilingual Language Model'[J]. ArXiv Preprint ArXiv: 2211.05100, 2022.

[责任编辑 李斌]