

引用格式: 王硕, 阎妍, 李正风. AI for Science 范式变革下科研人员胜任力提升及对策. 中国科学院院刊, 2026, 41(4): 774-783, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240816003.

Wang S, Yan Y, Li Z F. Enhancing researcher competence in AI for science paradigm shift and corresponding strategies. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2026, 41(4): 774-783, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240816003. (in Chinese)

AI for Science 范式变革下 科研人员胜任力提升及对策

王 硕¹ 阎 妍² 李正风^{1*}

1 清华大学 社会科学学院 北京 100084

2 华中师范大学 马克思主义学院 武汉 430079

摘要 在 AI for Science 引发科研范式变革、全球科技竞争加剧的背景下, 系统性提升科研人员的 AI4S 胜任力, 是加快形成新质生产力、实现高水平科技自立自强的重要基础。AI4S 在实践路径上呈现出专用型与通用型 2 种形态, 对科研人员提出了超越单一技术维度的通用能力要求。AI4S 胜任力包含 4 个核心维度: 科学问题的计算思维、人机交互与验证能力、跨学科协作与沟通能力, 以及科技伦理意识与责任。未来的科技人才建设应将零散的 AI 技能自学转变为有组织的 AI4S 胜任力培养, 实现从技术工具教学向计算思维培养的理念转变, 构建面向通用型与专用型需求的递进式支持体系, 激励可复用的专家知识产出, 强化科技伦理教育与治理。

关键词 AI for Science, 第五范式, 知识生产, 人机协作, 人工智能素养

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20240816003

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240816003

1 提升科研人员 AI for Science 胜任力的必要性

人工智能驱动的科学研究的 (AI for Science, AI4S) 正逐渐成为重塑科研范式、引领产业变革的核心引

擎^[1]。面对这一浪潮, 美国、英国、欧洲、日本等发达国家和地区迅速将 AI4S 纳入国家战略, 将其视为新一轮科技革命的核心竞争场域^[2]。中国迅速将 AI4S 纳入国家科学发展战略, 于 2023 年启动了“人工智能驱动的科学研究的”专项工作。党的二十届四中全会审议

*通信作者

资助项目: 国家社会科学基金重大项目 (21ZDA017), 清华大学首都高端智库课题 (A-20250104)

修改稿收到日期: 2026 年 1 月 22 日; 预出版日期: 2026 年 2 月 28 日

通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》强调,“以人工智能引领科研范式变革”。《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》要求“加速科学发现进程”“加快探索人工智能驱动的新型科研范式”,并且明确要求“着力提升全员人工智能素养与技能”。

AI4S的竞争诚然依赖数据、算法、算力等AI要素,以及学科基础、仪器设备等Science要素,但归根结底是“人”的竞争,最终取决于作为创新主体的科研人员的“AI4S胜任力”。AI4S胜任力并非单纯的AI素养,而是指包含计算思维、人机交互、跨学科协作及伦理责任在内的综合性能力体系。我们必须正视,“卡脖子”风险不仅体现在芯片、算法等硬科技源头,更隐蔽地潜藏在应用层面的能力缺失这一软实力环节^[3]。核心技术的突破是前提,但优势的巩固和竞争力的形成,最终取决于科研群体对这些技术的有效掌握和转化能力。若庞大的科研队伍无法普及和精通前沿技术,即便取得源头突破,成果也难以转化为产业链和价值链上的真实优势。因此,高水平的AI4S发展要求不仅在技术源头实现自主可控,更要在应用末端实现普及精通^[4]。在加快形成新质生产力、实现高水平科技自立自强的关键时期,提升科研人员的AI4S胜任力具有重大战略意义。

学界对于AI4S已经开展了一定研究,主要集中在范式变革、应用场景与风险挑战3个方面。① AI4S引发的科学研究范式变革。AI4S不仅是简单的工具或方法的更新迭代,而且是一种从理念到实践的全新科研范式^[5,6]。② AI4S的特点和应用前景。部分研究强调了“智能化科研”在知识自动化、人机融合等方面的显著特征^[7],但在影响因素的深度挖掘等方面仍需系统探索^[8]。目前,较多研究以生命科学领域为例,讨论了AI4S的特征及其具体应用^[9,10]。③ AI4S面临的困境和挑战。AI为科研带来巨大助力的同时不可避免地带来了一系列伦理挑战^[11]。为此,有研究指出了在国

家层面提供强有力的政策支持及高水平科研平台的必要性^[12]。总体来看,现有研究多聚焦于AI4S在具体领域中的技术实现与宏观影响,而对科研人员作为创新主体在这一变革中如何适应、如何系统提升其抓住AI4S机遇的胜任力探讨较少。这可能导致对科研人员胜任力提升需求的忽视,使有关政策的制定缺乏针对性与系统性。

基于以上战略需求及现有研究的不足,本文旨在系统分析AI4S对科研人员提出的普遍性新要求,构建AI4S胜任力的概念框架,并提出快速、系统提升科研人员AI4S胜任力的对策建议。

2 理解AI for Science的2种内涵

AI4S指的是将AI技术应用于科学研究,以提升研究效率、加速科学发现并解决复杂问题。然而在当前的政策文本和学术探讨中,这一概念的内涵往往较为宽泛,存在交叉混用的情况。审视当下的技术架构与应用形态,会发现2种不同的实践逻辑。一种是专用模型主导的垂直难题攻坚,另一种是通用大模型赋能的科研全流程辅助。这种实质性分野,使得AI4S呈现出2条在性质、目标与实践形态上存在显著差异,但又深度互补的并行路径。

第一条路径是专用型AI4S,即严格意义上的“AI for Science”。这一定位是将AI作为直接驱动重大科学突破的核心工具。其核心特征是利用为特定科学难题定制的专用AI模型,解决传统研究范式下几乎无法企及的宏大挑战^[13]。实际上,自2015年起,以深度学习为核心的AI技术就迅速与多门基础科学领域汇聚^[14]。近年来全球涌现的一系列里程碑式成果都属于这种类型。例如,美国DeepMind公司的AlphaFold 3能准确预测几乎所有生物分子的相互作用复合体结构^[15],GNoME项目发现了220万种新晶体结构^[16]。在这条路径中,AI的应用高度垂直化。科研人员无需开发底层算法,但必须具备扎实的专业知识,理解专用模型的

适用边界、数据要求与操作规范，从而正确地解读和利用其输出结果。

第二条路径是通用型 AI4S，实际上可以理解为“AI for Research”。这一定位是将 AI 尤其是以大型语言模型为核心的通用型生成式 AI，视为赋能整体科研流程的工作流辅助工具^[17]。特别是 2022 年底以来，随着以 ChatGPT、DeepSeek 为代表的生成式 AI 产品迅速普及，AI 正深度融入日常科研活动的全过程。这种融入并非对人类智力工作的替代，而是在人类保持判断力与责任主体地位前提下的辅助。这种赋能体现在科研全流程中：①在选题环节，AI 能够快速总结、归纳和翻译海量文献，辅助研究者高效把握学科脉络，为识别研究缺口和构建科学假说提供启发^[18]。②在设计环节，AI 可以辅助设计实验方案、构建理论模型，甚至通过模拟来预判不同设计路径的潜在问题。③在数据分析与编码环节，AI 能够辅助研究者编写和调试数据处理代码，还可以对数据分析结果进行解读。④在学术写作与传播环节，AI 能够辅助语言润色、检查语法错误、优化逻辑表达，帮助非英语母语者跨越语言障碍，提升论文的可读性^[19]。国际出版伦理委员会（COPE）等权威机构确立了 AI 不具作者资格、需透明披露、人类承担最终责任等行业共识，鼓励在明确的伦理边界内积极探索 AI 赋能的潜力。

专用型与通用型 AI4S 共同构成了 AI 时代科研生态的 2 个互补维度，而非相互割裂的场域。专用型工具正成为特定领域高度专业化的攻坚利器，而通用型工具则迅速渗透为科研活动的基础性赋能平台。尽管 AI4S 的技术形态和应用场景呈现多样化发展，但在整体上对科研人员提出了一套普遍性的、底层的核心胜任力要求。

3 AI for Science 胜任力的概念内涵

无论是利用深度学习模型求解薛定谔方程、预测蛋白质结构，还是借助生成式 AI 来重组文献综述、编

写代码或优化实验设计，其本质都是计算智能对人类认知边界的补充与扩展。科研人员的职责不再局限于具体的解题，而是转向了定义科学问题、设计研究方案及对 AI 输出进行验证。这种角色转型要求科研人员必须跨越技术应用的表层，在思维模式、交互技能、协作方式及伦理责任等深层维度上实现能力的系统性提升。因此，构建面向未来的 AI4S 胜任力框架，其重点不在于区分不同技术路径，而在于提炼出能够驾驭计算智能、主导科学探索的一套普遍性核心能力体系。这一体系包含 4 个相互支撑的维度：科学问题的计算思维、人机交互与验证能力、跨学科协作与沟通能力、科技伦理意识与责任。

3.1 科学问题的计算思维

AI4S 带来的首要背景性变化，是将科研人员的核心价值从解决问题进一步推向定义与转译问题。在传统科研范式中，大量智力资源被消耗在数据收集与清洗、方程求解或文献梳理等执行性环节。然而，随着以大型语言模型和科学计算模型为代表的 AI 技术显著降低了这些执行层面的技术门槛，科研人员面临着一个新的挑战：AI 系统本质上是基于数学规则和概率分布运行的计算实体。目前最先进的架构，也还无法直接理解人类自然语言中充满隐喻的学科“行话”，也难以处理宏观、模糊的科学愿景。AI 系统只能处理结构化的数据、明确的约束条件和可优化的目标。

这种技术特性对科研人员的思维模式提出了全新的要求。科研人员必须能够将复杂的科学议题，拆解、凝练并转化为 AI 可执行的计算任务。例如，在探索一种新材料的特性时，研究者不能仅仅向 AI 发出“寻找更好材料”这样的模糊指令，而必须将“更好”这一抽象概念拆解为晶体结构参数、电子能带结构、热力学稳定性等一系列可量化的特征矢量，并将探索过程定义为高维空间中的参数优化问题。同样，在社会科学研究中，面对浩如烟海的文本数据，研究者也需要能够将一些模糊的定性问题转译为情感分析、主

题建模或社会网络分析等可执行的计算任务。此外，这种思维方式还要求科研人员具备“全流程自动化”的架构视野，能够识别出科研链条中哪些环节属于重复性的模式识别（可以交给AI），哪些环节涉及创造性的因果推断（需保留给人类），并据此设计出高效的人机协同 workflow。

因此，科研人员必须具备将科学问题进行计算翻译与形式化的能力。这不仅仅是掌握编程语言，更是一种深层的思维素养。一方面，研究者能够透过科学现象的表象，洞察其背后的数学结构与数据逻辑，将模糊的科学假设解构为AI可执行的标准化输入；另一方面，能够像软件架构师一样，能够设计自动化、模块化的科研工作流，从而将自身从繁琐的事务性劳动中解放出来，专注于更高阶的假设提出与理论构建。

3.2 人机交互与验证能力

AI4S 简化了人机交互的门槛，科研人员不再受限于繁琐的代码编写，而是越来越多地通过自然语言直接引导计算任务。然而，这种便捷性也引入了新的不确定性。生成式AI普遍具有“黑箱”特征和概率性输出的属性，可能会产生“幻觉”。例如，以极具说服力的语气生成完全虚构的事实、数据甚至参考文献，或者在面对非结构化的输入时，输出平庸甚至误导性的结果。在科学研究这一对真实性与准确性要求极高的领域，这种不确定性构成了严峻挑战。

因此，科研人员必须改变与AI的沟通方式，既要问得准，更要查得严。在交互端，随着AI模型推理能力的增强，科研人员虽无需掌握提示词的底层原理，但必须具备清晰的逻辑表达能力。无论是辅助写作还是模型预测，研究者都需要通过设定清晰的角色、提供翔实的背景信息、拆解推理步骤及设定严格的输出格式，来约束AI的生成空间。这种能力本质上是将模糊的科学想法，转化为AI可理解的结构化逻辑。

在验证端，科研人员必须克服盲目信任机器输出的心理倾向。对于AI生成的关键数据、逻辑推演或实

验方案，研究者需要调动自身的专业知识储备，进行反事实思考、逻辑一致性检查或交叉验证。例如，在使用DeepSeek辅助推导公式或分析文献时，必须仔细核查其逻辑的完备性及参考资料的原始出处。

因此，科研人员必须具备批判性的人机协作能力。这种能力要求科研人员在人机协同中始终占据主导地位：在输入端，用逻辑严密的自然语言为AI划定任务边界。在输出端，能够保持必要的批判性距离，对AI生成内容的真实性、准确性和逻辑自洽性进行仔细核查，以确保科学结论的可靠性^[20]。

3.3 跨学科协作与沟通能力

AI4S 的复杂性使其本质上超越了单一学科的知识边界，推动现代科研进一步走出“单打独斗”模式，转向更加深度的团队协作。尽管自然语言编程等技术在一定程度上降低了操作门槛，但不同学科间的知识壁垒依然存在。这种壁垒不再体现为编写代码的困难，而转化为更深层的逻辑互通难题。领域科学家往往难以将模糊的科学直觉转化为结构化的计算任务，而技术专家及AI系统也难以自动理解数据背后的科学机理。如果无法跨越这道语义鸿沟，科研人员就难以有效调动计算资源来服务于科学探索。

面对这一挑战，科研人员不需要成为精通底层代码的计算机专家，但必须能够跳出本学科内部的话语体系，向计算机专家（或AI工具）清晰描述自己的研究目标、数据特征及预期的输出形式。这类类似于临床医生与影像科医生的协作：临床医生不需要懂得核磁共振仪的工程原理，但必须懂得如何结合临床症状开具精准的检查单，并能读懂影像结果。同样，一位社会学家想要利用AI分析海量文本，无论他是与工程师合作还是直接指挥AI Agent，都必须能够准确说明哪些是他想要提取的“变量”，这些“变量”在研究中如何定义，以及分析应遵循的逻辑框架^[21]。听得懂技术逻辑、说得清科学需求的沟通能力，是开展有效协作的前提。

因此,科研人员必须具备跨学科沟通与知识翻译能力。这种能力的核心不在于宏观的项目管理,而在于推动不同认知体系之间的语义对齐,能够将模糊、经验性的领域问题精准转化为结构化的、技术可执行的协作需求,从而打破学科壁垒,让AI技术能够精准嵌入并有效赋能科学探索。

3.4 科技伦理意识与责任

AI4S在提升研究效率、拓展认知边界的同时,也带来一系列伦理风险。2025年2月,威立(Wiley)发布的《解析人工智能:人工智能在研究中的演进》指出,63%的研究人员表示缺乏明确的使用指南和培训是阻碍AI应用的主要因素,约70%的研究人员期望学术出版机构能发挥引导作用^①;2025年5月,Nature的调查报告指出,约1/4受访者担心将未发表的手稿内容上传至外部AI工具可能会导致机密信息的泄露^[22]。2025年11月,爱思唯尔(Elsevier)发布的《未来研究人员》报告则揭示了更深层的信任危机,显示仅有23%的研究人员认为当前AI工具的开发符合伦理,近4成受访者对其可靠性表示怀疑^②。

AI4S的伦理风险有些来自AI技术本身,有些则是传统科研伦理问题的放大或变形,总体呈现新旧交织的复杂形态。① 学术不端风险的隐蔽化。AI技术的应用加剧了传统科研失信行为的隐蔽性,数据与图像的篡改更难被识别,高质量生成文本也提高了剽窃检测的难度。② “幻觉”风险。AI系统可能生成虚假内容,如杜撰参考文献或伪造实验数据。③ 数据隐私泄露风险。科研人员在使用公共云端AI服务时,若缺乏保护意识,可能导致未脱敏的机密数据被模型记录或泄露。OpenAI的数据泄露事件、三星涉密半导体信

息被ChatGPT泄露等事件揭示了此类风险的普遍性。

④ 算法偏见与公平性缺失。若训练数据存在代表性偏差,AI模型在应用时可能产生系统性歧视^[23]。⑤ 模型可解释性不足。深度学习模型的复杂性使得设计者往往也难以完全理解其决策机制。缺乏可解释性的结果可能会削弱科学发现的可验证性与学术公信力。

这些伦理风险要求科研伦理治理从被动的事后合规转向主动的事前防御。科研人员不能再将伦理视为一套静态的守则,而应将其理解为贯穿研究全生命周期的动态风险管理能力。因此,科研人员必须具备前瞻性的伦理风险识别与责任担当能力。这种能力意味着科研人员不仅是技术的使用者,更是技术的“守门人”。他们需要在追求效率与创新的同时,始终坚守科技向善的底线,主动识别并化解数据偏见、隐私泄露和学术不端等风险,确保AI技术在符合伦理规范、社会公义和科学诚信的轨道上运行。

4 系统提升科研人员AI4S胜任力的对策

以往,科研人员在AI相关技术素养与能力方面的提升,更多依赖于自身工作经验和需求基础上开展的自觉、自发、自习行为。然而,AI4S胜任力的提升是一项复杂的系统工程。当前这种自发、零散的学习模式,在效率和覆盖面上都无法支撑国家在AI4S领域竞争所需的整体性和结构化能力提升。因此,为了迅速提升整体科研队伍的AI4S胜任力,为我国科技自立自强提供坚实的人才支撑,需要将科研人员自发性AI技能与素养提升,转变为有组织、有体系的科技人才培养行动。基于前文构建的胜任力框架,提出以下4个方面的对策建议。

① Wiley. ExplainAI tions 2025: The evolution of AI in research. (2025-02-02)[2026-01-22]. <https://www.wiley.com/en-sg/about-us/ai-resources/ai-study/>.

② Elsevier. Elsevier's global survey of 3 000 researchers reveals less than half have time to do research but see AI as transformative if given right tools. (2025-11-04) [2026-01-22]. <https://www.elsevier.com/about/press-releases/elseviers-global-survey-of-3-000-researchers-reveals-less-than-half-have>.

4.1 从技术工具教学转向计算转译思维培养

当前科研教育的一大短板，是仍将AI视为编程技术而非新的思维范式，导致人才培养与AI4S的核心需求之间存在结构性错位。许多教育项目仍固守于算法原理的灌输，试图将科研人员训练成半个计算机专家，这背离了AI致力于降低技术门槛的初衷；而人文社科教育则在很大程度上与这场技术变革隔离，导致其在形式化思维上缺位。因此，必须引导高等教育机构实现从教授具体工具到重塑计算思维与问题转译能力的根本转变。当前，许多顶尖大学已经将AI课程及计算思维作为必修或选修课程纳入相关课程体系。例如，清华大学积极拥抱AI，启动人工智能赋能教学试点课程建设。南京大学宣布2024年9月面向全体本科生开设人工智能通识核心课程体系等。2024年5月，复旦大学正式启动人工智能课程体系建设，构建本研融通的课程体系，以“AI大课”为引擎引领教育革新。

国家教育主管部门在顶层设计上应发挥战略引导作用。例如，在研究生教育体系中强化计算思维的培养导向，使其逐步成为科研人才培养的核心素养之一。理工科教育的重点从单纯的编程技能训练转向以科学问题建模与结构化求解为核心的思维训练；人文社科教育的重点则更多转向计算社会科学或数字人文的思维训练。同时，建议在科研资助政策层面形成科研范式革新或科研工作流创新等探索性导向，将资助重点从使用AI得出某个科学结论，转向开发可复用、自动化的科研流程等基础性贡献，以此激励科研人员探索新的科研方法与流程模式。

4.2 建立分层分类的递进式支持机制

通用型与专用型AI技能在实践中并非截然分开。通用大模型的使用经验往往是掌握专用模型的前提。两者属于不同深度的能力范畴。因此，支持体系应顺应科研人员从基础应用向专业深化的能力迁移规律，进行分层建设。

面向全体科研人员，尤其是面向研究生和青年科研人员群体，着重提供通用型AI的基础支持。这主要为了解决AI入门难的问题。目标是让大多数人掌握利用AI辅助常规科研任务的技能。应加强教育资源和科研资源的开放共享，鼓励高等院校和专业学会建设AI通识课程体系与开放学习平台，形成面向更多科研人员的普惠化培育体系。例如，中国计算机学会（CCF）连续组织“人工智能通识教育”专题论坛，推动通识课程与教材建设、跨校共享与推广，促进AI基础知识在科研群体中的普及。

面向特定领域的攻坚需求，应提供专用型AI的深度支持。这类需求不再止步于简单应用，而涉及复杂的模型微调和参数交互。培训重点应放在引导科研人员将通用AI思维迁移到具体科学场景。应推动高水平算力平台与科研培训体系的协同发展，使大型科研基础设施在提供算力资源的同时，也承担AI工具应用培训的职能。例如，鹏城实验室以“云脑/星云+启智OpenI”平台，为科研人员提供开放算力与训练营支持，帮助研究人员在真实计算环境中完成模型训练与方法实践。

4.3 激励可复用的专家知识产出

AI4S的跨学科汇聚特性正在推动科研组织模式从单打独斗走向协同创新，这对科研体系的运行逻辑提出了新的要求。如果缺乏科研组织和评价体系的配套改革，个体胜任力的提升将难以转化为集体效能。而实现集体效能、打破协同壁垒的关键，恰恰在于形成那些可被共享、验证和重组的“可复用专家知识”。《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》也强调了这一点，提出要推动各行业形成更多可复用的专家知识，将其作为破解这一难题的核心抓手。

必须明确，可复用的专家知识不仅指AI模型本身，更关键的是指那些可被共享、验证和重组的中间产品。这些产品包括结构化的科研工作流、高质量的标准数据集、预训练模型及开源工具包等。正是这些

“可复用”的中间成果，构成了AI4S协同创新的关键基础。然而，在现有评价体系下，这类成果的开发者，如AI专家或工程技术人员，往往难以得到与最终论文发表者相称的学术承认。这种评价错位和沟通缺失，削弱了跨学科合作的积极性。要培育可复用的专家知识，必须建设一支能够在领域专家和AI系统之间进行知识转译和方法整合的专业化中介队伍，为协同创新提供持续的组织支撑。

对科研激励和组织机制进行系统性创新。可以从3个方面系统推进。在资助机制方面，可探索跨学科联合申报与联合主持模式，设立“AI4S交叉协作专项”，引导各学科领域专家和AI专家以平等、互补的方式共同承担科研任务，从制度层面降低学科壁垒。在评价机制方面，应进一步拓展科研成果的价值认定范围，将可复用专家知识的产出、开放与维护，作为与最终论文同等重要的评价指标。在职业体系方面，可以通过政策引导推动高校和科研院所为这类中间群体提供稳定的岗位体系，让他们在科研组织中获得相应的制度性承认与职业发展路径。

4.4 强化科技伦理教育与治理

随着AI4S技术不断拓展科研边界，伦理治理不能仅停留在被动的事后合规，而必须转向主动的事前防御。针对数据偏见、隐私泄露和学术不端等新旧交织的伦理风险，必须将伦理能力作为科研人员胜任力的重要组成部分进行系统培养。

目前，AI4S的伦理治理已经受到社会的广泛关注。许多知名高校、重要国际组织、各国政府部门及主流学术出版商，都相继发布了在教育与研究活动中使用生成式AI的指南或规范性文件。例如，2025年4月，国际科学技术和医学出版商协会（STM协会）发布了《学术稿件准备中AI使用分类建议》，为明确AI介入写作的环节、声明义务及科研诚信边界提供了参照标准。2025年11月，清华大学颁布了《人工智能教育应用指导原则》，首次系统性地对校园中的人工智

能应用提出全局性、分层级的引导与规范，并明确了“积极而审慎”的基本立场。2025年12月，中国科学技术信息研究所联合爱思唯尔、施普林格·自然、威立、泰勒—弗朗西斯等国际知名出版机构发布了《学术出版中的AIGC使用边界指南3.0》。然而，现有指南或文件大多侧重于规范和指引生成式AI在学术写作方面的应用，对AI4S所涉及的数据偏见、算法透明性、模型可解释性及专用型AI系统的社会影响等问题覆盖不足。

构建面向AI4S的系统性伦理治理框架。在制度层面，应针对数据偏见和AI辅助学术不端等问题，制定全国性、可操作的伦理审查指南^[24]。在教育层面，应将AI伦理教育，特别是数据伦理、算法偏见等问题，系统纳入各个教育阶段，尤其是研究生培养的必修环节^[25]。在社会层面，鉴于AI4S成果的生产、传播与应用已经不再局限于实验室，而是深刻融入普通大众的日常生活，伦理治理不应局限于科学共同体内部^[26]。应通过媒体和公共教育渠道，普及AI伦理知识，提升公众的伦理感知与意识，为AI4S的负责任发展构筑广泛的社会文化根基。

参考文献

- 1 李国杰. 智能时代呼唤新的科研方法. 科技导报, 2024, 42(10): 40-45.
Li G J. The intelligent era calls for new research methods. Science & Technology Review, 2024, 42(10): 40-45. (in Chinese)
- 2 王硕, 高睿婧, 李正凤. 全球AI for Science战略动向及对我国的启示. 科学学研究, 2026, 44(3): 449-463.
Wang S, Gao R J, Li Z F. Global AI for science strategic trends and implications for China. Studies in Science of Science, 2026, 44(3): 449-463.
- 3 王硕. “人工智能+”行动背景下的全民AI胜任力: 战略意义、概念内涵与提升路径. 科普研究, 2025, 20(6): 81-90.
Wang S. AI competence for all in the context of the “artificial intelligence+” action: Strategic significance,

- conceptual connotation, and enhancement paths. *Studies on Science Popularization*, 2025, 20(6): 81-90. (in Chinese)
- 4 王硕, 张徐姗, 李正凤. 多层视域下的 AI for Science. *自然辩证法研究*, 2025, 41(9): 42-50.
Wang S, Zhang X S, Li Z F. The multi-level perspective of AI for science. *Studies in Dialectics of Nature*, 2025, 41(9): 42-50. (in Chinese)
 - 5 刘梦迪, 李伦. 划分科学研究范式的另一种视角——从 AI for Science 谈起. *科学学研究*, 2025, 43(5): 955-963.
Liu M D, Li L. Another perspective on dividing scientific research paradigms—Starting from AI for Science. *Studies in Science of Science*, 2025, 43(5): 955-963. (in Chinese)
 - 6 李建会, 杨宁. AI for Science: 科学研究范式的新革命. *广东社会科学*, 2023, (6): 81-92.
Li J H, Yang N. AI for science: A new revolution of the paradigm of scientific research. *Social Sciences in Guangdong*, 2023, (6): 81-92. (in Chinese)
 - 7 李国杰. 智能化科研(AI4R): 第五科研范式. *中国科学院院刊*, 2024, 39(1): 1-9.
Li G J. AI4R: The fifth scientific research paradigm. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2024, 39(1): 1-9. (in Chinese)
 - 8 储节旺, 杜秀秀. 生成式人工智能赋能科研知识生产研究述评. *大学图书馆学报*, 2024, 42(3): 108-117.
Chu J W, Du X X. Research review of generative artificial intelligence empowering knowledge production in scientific research. *Journal of Academic Libraries*, 2024, 42(3): 108-117. (in Chinese)
 - 9 李鑫, 于汉超. 人工智能驱动的生命科学研究新范式. *中国科学院院刊*, 2024, 39(1): 50-58.
Li X, Yu H C. A new paradigm of life science research driven by artificial intelligence. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2024, 39(1): 50-58. (in Chinese)
 - 10 李亚玲, 包芊颖, 黄成凤. 人工智能驱动科研范式变革的机制与路径研究——以生物学为例. *中国科技论坛*, 2024, (4): 12-21.
Li Y L, Bao Q Y, Huang C F. Research on the mechanism and path of scientific research paradigm transformation driven by artificial intelligence—Taking biology as an example. *Forum on Science and Technology in China*, 2024, (4): 12-21. (in Chinese)
 - 11 徐东波. 人工智能驱动科学研究的逻辑、风险及其治理. *中国科技论坛*, 2024, (5): 120-129.
Xu D B. The logic, risks and governance of artificial intelligence-driven scientific research. *Forum on Science and Technology in China*, 2024, (5): 120-129. (in Chinese)
 - 12 杨小康, 许岩岩, 陈露, 等. AI for Science: 智能化科学设施变革基础研究. *中国科学院院刊*, 2024, 39(1): 59-69.
Yang X K, Xu Y Y, Chen L, et al. AI for Science: AI enabled scientific facility transforms fundamental research. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2024, 39(1): 59-69. (in Chinese)
 - 13 王彦雨, 谢莉娇, 雍熙, 等. AI for Sciences 发展历程及演变规律研究. *社会科学战线*, 2025, (3): 50-63.
Wang Y Y, Xie L J, Yong X, et al. Research on the development of AI for sciences (AI4S) and its evolutionary patterns. *Social Science Front*, 2025, (3): 50-63. (in Chinese)
 - 14 王彦雨, 雍熙, 高芳. 人工智能的学科汇聚现象及其对科研范式的影响研究. *社会科学战线*, 2024, (3): 26-40.
Wang Y Y, Yong X, Gao F. A research on the convergence of artificial intelligence disciplines and its impact on scientific research paradigm. *Social Science Front*, 2024, (3): 26-40. (in Chinese)
 - 15 Abramson J, Adler J, Dunger J, et al. Accurate structure prediction of biomolecular interactions with AlphaFold 3. *Nature*, 2024, 630: 493-500.
 - 16 Merchant A, Batzner S, Schoenholz S S, et al. Scaling deep learning for materials discovery. *Nature*, 2023, 624: 80-85.
 - 17 王硕, 张徐姗, 武晨箫, 等. AI for Science: 认知性协作、全过程效应与行动领域. *西安交通大学学报(社会科学版)*, 2025, 45(3): 117-128.
Wang S, Zhang X S, Wu C X, et al. AI for science: Cognitive collaboration, lifecycle impacts, and action areas. *Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences)*, 2025, 45(3): 117-128. (in Chinese)
 - 18 Chen Q G, Yang M D, Qin L B, et al. AI4Research: A survey of artificial intelligence for scientific research. (2025-07-02). <https://arxiv.org/abs/2507.01903>.
 - 19 Wang S, Yokoyama H M. Fight fire with fire: Why not be more tolerant of ChatGPT in academic writing?. *AI &*

- Society, 2025, 40(3): 1581-1582.
- 20 阎妍, 王硕. 提示素养: 全民AI胜任力的核心要素及系统培育路径. 新媒体与网络, 2025, 2(3): 1-13.
- Yan Y, Wang S. Prompt literacy: A fundamental element of public AI competence and its systematic cultivation pathways. New Media and Network, 2025, 2(3): 1-13. (in Chinese)
- 21 许安明, 徐华亮, 陈春娥. 计算社会科学人才培养: 内涵、困境与进路. 科技智囊, 2025, (1): 71-76.
- Xu A M, Xu H L, Chen C E. Cultivation of talents in computational social sciences: Connotation, dilemma and pathways. Think Tank of Science & Technology, 2025, (1): 71-76. (in Chinese)
- 22 Kwon D. Is it OK for AI to write science papers? Nature survey shows researchers are split. Nature, 2025, 641: 574-578.
- 23 Panayides A S, Amini A, Filipovic N D, et al. AI in medical imaging informatics: Current challenges and future directions. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2020, 24(7): 1837-1857.
- 24 赵宇健. 生成式人工智能敏捷治理的实现路径. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2025, 40(5): 138-148.
- Zhao Y J. Pathways to implementing agile governance on generative artificial intelligence. Journal of Changsha University of Science and Technology (Social Science Edition), 2025, 40(5): 138-148. (in Chinese)
- 25 王硕, 李正风. 科技伦理教育体系的系统发展观——基于“六边形教育模型”的探索. 科学学研究, 2023, 41(11): 1921-1927.
- Wang S, Li Z F. A systemic view of the development of S&T ethics education system: An exploration based on the hexagonal education model. Studies in Science of Science, 2023, 41(11): 1921-1927. (in Chinese)
- 26 王硕. 科技伦理研究的身份困境分析. 自然辩证法通讯, 2026, 48(2): 104-114.
- Wang S. The identity dilemma in S&T ethics research. Journal of Dialectics of Nature, 2026, 48(2): 104-114. (in Chinese)

Enhancing researcher competence in AI for Science paradigm shift and corresponding strategies

WANG Shuo¹ YAN Yan² LI Zhengfeng^{1*}

(1 School of Social Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2 School of Marxism, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract Against the backdrop of the paradigm shift triggered by AI for Science (AI4S) and intensifying global technological competition, systematically enhancing researchers' AI4S competence is essential for developing new quality productive forces and achieving scientific and technological self-reliance. In practice, AI4S manifests in both specialized and general forms, imposing universal, multi-dimensional competence requirements on researchers. AI4S competence comprises four core dimensions: computational thinking for scientific problems, human-AI interaction and verification, interdisciplinary collaboration, and ethical awareness and responsibility. Future talent development should transform fragmented self-learning into organized competence training, shifting from teaching technical tools to cultivating computational thinking, building a tiered support system for both general and specialized needs, incentivizing the production of reusable expert knowledge, and strengthening ethics education and governance.

Keywords AI for Science, The fifth paradigm, knowledge production, human-AI collaboration, AI literacy

王 硕 清华大学社会科学学院博士研究生。主要研究领域:AI for Science 与科技伦理。

E-mail: s-wang21@mails.tsinghua.edu.cn

WANG Shuo Ph.D. candidate in sociology, School of Social Sciences, Tsinghua University. His research focuses on AI for Science, artificial intelligence governance and science and technology ethics, etc. E-mail: s-wang21@mails.tsinghua.edu.cn

李正风 清华大学社会科学学院教授、博士生导师。主要研究领域:科技政策与科技伦理。E-mail:lizhf@tsinghua.edu.cn

LI Zhengfeng Ph.D. in philosophy, professor of School of Social Sciences, Tsinghua University. His research focuses on science and technology policy and science and technology ethics. E-mail:lizhf@tsinghua.edu.cn

■ 责任编辑: 张帆

*Corresponding author