

科技评论

AI for Science 与创新文化变革

王硕¹, 刘萱^{2*}

摘要 AI for Science(人工智能驱动的科学研究的竞争归根结底是人的竞争。理解 AI for Science 变革,既要看到数据、算力、算法等硬要素发挥的关键作用,也要看到创新文化这一软要素正面临系统性重塑。人机认知协同的新范式正在深刻改变科学知识生产和创新活动的方式:定义问题更加重要,跨域复合人才需求急剧增加;开源开放成为创新协作的主要形态,技术迭代加速更凸显长期主义与包容失败的价值;普惠技术正赋能全民参与创新,伦理治理日益成为创新能力的组成部分。美国近期的“创世纪任务”(Genesis Mission)及《科学:一个新的黄金时代》(《Science: A New Golden Age》)报告都强调了投资于“人”的重要性。构建与 AI 时代相适应的创新文化,将极大释放 AI for Science 的创新潜能。未来,必须将培育新型创新文化作为实现高水平科技自立自强的战略支撑,着力重塑人才培养体系,构建开放协同生态,改革评价激励机制,健全科技伦理治理,系统性提升全民 AI 胜任力。

关键词 AI for Science; 创新文化; 国家创新体系; 知识生产; 开源; 科技伦理; 人工智能素养

1 问题的提出

2026 年 7 月 8 日,习近平总书记在国家科学技术奖励大会、两院院士大会、中国科协第十一次全国代表大会上强调“推进人工智能赋能科学研究”^[1]。2026 年 3 月,十四届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》提出“加快探索人工智能驱动的新型科研范式和技术研发模式”^[2]。2025 年 8 月,国务院印发的

《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》把“人工智能+”科学技术列为六大重点行动之首^[3]。当前,人工智能(artificial intelligence, AI)驱动的科学研究的(AI for Science)正在不同学科领域快速展开,重塑全球创新格局。AI 日益成为解决复杂科学问题、重塑知识发现本身的核心引擎。从 AlphaFold2 的蛋白质结构预测,到 2024 年以来 ChatGPT、DeepSeek 等新一代基础模型展现出的科学研究与认知能力,都印证了这一趋势。AI for Science 被广泛视为继经验、理论、计算和数据密集型科学之后的“第五范式”,其战略意义已成

为全球共识,世界主要科技体纷纷将其置于国家科技战略的核心位置。

如何促进 AI for Science 的发展?“拼数据”“拼模型”“拼算力”“拼科学能力”当然是至关重要的。中国在这些方面已有相当积累。截至 2026 年 6 月底,全国智能算力规模达到 2185EFLOPS,算力设施整体上架率为 71.4%^[4]。截至 2026 年 3 月底,全国已建成高质量数据集超过 11.6 万个,规模超过 960 PB^[5]。国际竞争的焦点也主要集中于先进 AI 算法技术、高质量数据、普惠性算力及与之匹配的新型创新生态的掌控力。

1. 清华大学马克思主义学院,北京 100084

2. 中国科协创新战略研究院,北京 100038

收稿日期: 2025-10-16; 修回日期: 2026-08-01

基金项目: 国家自然科学基金专项项目(L2424103); 马克思主义理论研究和建设工程重大项目、国家社会科学基金重大项目(2024MZD017)

作者简介: 王硕,助理研究员,研究方向为党的创新理论、科技伦理、人机交互与知识生产,电子信箱: s-wang21@mails.tsinghua.edu.cn; 刘萱(通信作者),研究员,研究方向为创新环境与创新生态、科学文化、科技传播,电子信箱: onlyforxuan@hotmail.com

引用格式: 王硕,刘萱. AI for Science 与创新文化变革[J]. 科技导报, 2026, 44(16): 29-39; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.10.00067

现有的政策与战略讨论往往集中于 AI 的技术性能与场景应用等“硬”实力层面,对创新文化的关注相对较少。技术中心视角在很大程度上遮蔽了另一方面的变革,即创新文化的系统性重塑。

2026 年 7 月 17 日,中华人民共和国主席习近平在 2026 世界人工智能大会暨人工智能全球治理高级别会议开幕式上提出,“当机器开始思考,人类如何与之相处?”^[6]并强调,“人是科技创新最关键的因素”^[7]。AI 进入科研之后,研究者能做的事情已经不同,研究者如何思考、如何协作、追求何种创新这一系列关乎创新活动底层逻辑的观念与价值也在发生变化。AI for Science 究竟在哪些层面重塑了创新文化?其变革的内在逻辑与核心特征是什么?全球主要科技体的战略动向如何?如何培育与 AI for Science 相适应的创新文化?对这些问题的深入探讨,既是深化创新理论研究的内在需求,也是前瞻性地把握机遇、充分释放 AI 赋能创新潜能的重要前提。

2 创新文化及其对 AI for Science 的重要性

创新文化是促使可支配资源和力量得以进行重新组合的愿景、价值观和信念^[8],不仅涉及共享的愿景与世界观,还包括调节进一步行为的抽象规则,具体表现为个体创新精神、团队创新精神与社会创新氛围^[9]。创新文化的演化本质上是先进生产力强力倒逼

旧有生产关系进行自我革新的动态过程。当新的创新行为在实践中获得成功时,其背后的决策逻辑会逐步内化为科技共同体日用而不觉的价值信念^[10]。随着知识经济的发展,创新文化的内涵正经历从精英主义向大众主义的演进。传统创新理论多局限于“英雄主义”,将创新窄化为少数企业家或科学家的精神禀赋。而现代创新范式则确立了覆盖知识生产、商业应用、大众消费的全价值链逻辑。创新活动突破实验室边界,成为根植于全社会日常实践的系统工程^[11]。

现有研究指出,中国创新文化面临着传统积淀与现代变迁带来的多重挑战。传统农耕文明遗留的依附性思维与家族本位,抑制了独立个体对冒险精神与平等地位的追求。而近现代社会剧变在无形中透支了社会的诚信资本,导致了包容精神的损伤。此外,在外来实用主义文化的冲击下,部分群体的创新导向往往趋向于短期套利,削弱了支撑长线探索的伦理根基。这些复合因素使得创新主体在面对风险决策时,往往因制度性与心理性的双重压力而倾向于保守^[12]。国际竞争力的量化比较揭示了中国创新生态系统中“硬指标”领先、“软实力”滞后的非均衡发展特征^[13]。虽然中国创新驱动力、专利产出等量化维度上已跻身世界前列,但产业支撑力和国际吸引力等指标仍显示出一定竞争劣势。

AI for Science 的兴起为突破传统创新文化的瓶颈提供了契机,

创新主体由单一的人类个体向人机认知协同的范式演进^[14]。这种演变是驱动创新共同体实现认知形态的跃迁^[15]。在此过程中,科技创新文化从外部环境转化为知识生产的内在要素,创新逻辑由资源消耗型的线性产出转向基于知识共享与算法协作的社会实践^[16]。AI 在改变科研人员知识获取路径的同时,也重构了人类在意义赋予与伦理判断中的主体性地位。只有建立起平衡工具理性与价值理性的创新逻辑,以及对算法不确定性的制度性包容与普惠性价值认同,才能确保技术红利转化为实质性的知识资产,在对冲技术异化风险的同时实现智能向善^[17]。

习近平总书记指出,“人才成长和发展,离不开创新文化土壤的滋养”,并把“坚持培育创新文化,传承中华优秀传统文化的创新基因,营造鼓励探索、宽容失败的良好环境”列为新时代科技事业发展的重要经验^[18]。近现代科技强国崛起的历史经验表明,能否把更广泛的社会力量动员到科技事业之中,激发广大民众参与创造的活力,有赖于一套与之相匹配的现代价值与文化作为支撑^[19]。基于此,本文试图挑战传统创新理论中人类作为唯一认知能动主体的假设前提,揭示 AI for Science 对创新文化的系统性重构。从创新文化视角切入的理论探索,有助于深化对 AI for Science 变革的社会机理的认识,也有利于为构建一个人机协同、价值对齐且具备文明韧性的未来创新体系提供启示。

3 AI for Science 对创新文化的系统性重构

AI for Science 对创新文化的冲击是系统的、结构性的。这种变革突破了单纯的技术工具属性,深入至创新主体、人才培养、组织协作以及责任伦理等核心要素的重构。

3.1 价值转向:定义问题更加重要

AI for Science 正驱动创新活动的主体发生结构性变化,以人机认知协同重构人与技术的关系^[20]。AI 逐步从外部工具深度介入创新者的思维过程,使得创新主体的核心价值由常规创新任务的执行,转化为对探索方向的战略引导、关键问题的提出,以及对复杂价值的判断。纵观人类认知行为的技术性替代历史,技术对创新的赋能经历了从“感知性协作”“肢体性协作”到“计算性协作”的演进,在这些阶段,技术始终是人类创新者实现其意图的被动工具。然而 AI,特别是生成式 AI 的出现,标志着人机协作迈入了“认知性协作”的新阶段,意味着对人类认知行为的“技术性替代”已从肢体与感官延伸到了头脑^[21]。AI 凭借其强大的算力与算法,开始深度介入并部分替代传统上专属于人类的认知环节,使创新文化的焦点从单纯提升人的能力,转向构建高效的人机协同能力^[22]。

这种人机认知协同的创新范式,正通过从辅助解题到参与建模的持续深化,改变着创新的面貌。早期的 AI 充当强大的计算助手,通过高级的模式匹配能力,加速了

常规科学的解题过程,例如 Alpha Fold2 对蛋白质折叠问题的解决便是典范^[23]。随着融合加深,AI 在主动发现阶段演变为更积极的协作伙伴,如 Coscientist 系统能够自主设计、规划并执行复杂的化学实验^[24],扮演起智囊团的角色。当前,这一范式正朝着以“智能体”驱动的知识建模形态演进,AI 将会以某种程度的主体身份参与到复杂认知体系的构建与完善之中,展现出整合、优化和评估复杂问题的综合能力^[25]。

未来,定义问题可能更加重要。人机认知协同的确立,要求创新文化所推崇的个人价值,从坚韧不拔的执行力与行动力转向更高阶的智慧。人机协作能力在不同人群中差异巨大。一些实验表明,使用同一模型时,原本技能水平较低者获益更为明显,而一旦任务超出模型的能力边界,依赖 AI 者的表现反而更差^[26-28]。使用能力的差异既可测量,也可培育,这正是 AI 时代创新文化投向人的着力点。当 AI 能够更高效地执行大量认知任务时,人类创新者的核心价值必然发生转移,新的创新文化更加珍视那些 AI 难以替代的能力。目前来看,尤其需要强调提出直抵问题本质、开启全新探索领域的“好问题”的能力,以及为创新探索赋予目标、意义和伦理方向的复杂价值判断能力^[29]。

3.2 人才重构:跨域复合人才需求增加

任何文化都根植于人,AI 的崛起正在改变创新活动对人的能力要求,尤其强调从推崇单一领域的专家,转向培育能够驾驭人机认

知协同范式的复合型人才。传统社会高度推崇在某一垂直领域具备精深知识的“I 型”专家,深度钻研的能力是推动创新的核心动力。然而,正如 2024 年诺贝尔奖的跨学科颁发所揭示的,重大科学突破往往诞生于学科交叉地带^[30]。当 AI 能够高效完成大量常规分析与执行任务时,单纯的知识储备与执行能力的价值相对下降,而将 AI 技术与领域洞察相结合的能力则变得至关重要,这就催生了对“ π 型”复合人才的迫切需求。

这种新型人才的核心特质表现为多维度的 AI 胜任力,比如技术应用能力、跨域协作能力与伦理治理能力^[31]。而对这种胜任力的培养则需要通过一定组织设计与文化营造来加以实现。世界顶尖科研机构已开始主动进行组织创新,以系统性地培育其科研人员的 AI 创新胜任力。例如,日本卡维里宇宙物理与数学研究所(Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe, Kavli IPMU)是一个顶尖天体物理学机构,但是近年来面临数据与计算量激增的挑战。为此,该机构专门成立了数据驱动发现中心(Center for Data-Driven Discovery, CD3),其使命正是利用机器学习来解码宇宙,对研究人员的技术应用能力和洞察力提出了全新要求。CD3 设立“黑客星期五”活动,通过非正式、小规模、低压力的动手实验和交流来提升研究人员利用 AI 解决真实问题的能力、跨团队协作能力以及勇于分享失败的开放心态^[32]。

以往 AI 技能学习、软件操作主要依赖于科研人员自觉、自发、

自习,本质上是一种需求导向下的“偏科”习得。而复合型 AI 胜任力的形成,最终依赖于自上而下的、系统性的人才培养模式变革,仅靠个体自发的学习是远远不够的。有远见的创新文化,必然要求在组织乃至国家战略层面,将人才培养模式的变革摆在优先位置。这意味着需要对现有的教育体系、课程设置、科研训练和人才评价标准进行系统性改革,打破学科壁垒,大力推动交叉学科项目,并将 AI 素养和科技伦理教育贯穿于人才成长的全周期。例如,随着提示词及 Skill 组件成为人与生成式 AI 交互的核心界面,很多学者意识到提示素养正日益成为 AI 胜任力的核心要素,由此衍生的提示伦理也构成新的治理议题^[33],教育界因此呼吁将其作为一项关键的 21 世纪技能加强系统培育。

3.3 组织演进:走向开源开放的协作生态

传统的创新活动在组织形态上具有显著的边界性,不同学科、产学研转化之间存在壁垒,创新文化也因此常常带有强烈的内向型特征。然而,作为一种通用目的技术,AI 强大的整合与连接能力,使其成为打破传统组织边界的天然催化剂,要求创新文化具备更大程度的开放性、协同性和动态性。AI 正在重塑创新的组织基础,通过打破跨领域、跨时空的协作壁垒,驱动科研组织形态从传统的集中式科层结构向分布式协作网络演化,推动创新文化从依赖特定机构内部的、边界清晰的合作,转向一种以平台和生态为载体的无界融合模式^[34]。

AI 驱动是无界融合,正通过知识整合、平台赋能和产业联动 3 个层面展开。首先,在知识层面,AI 正在打破学科间的认知壁垒。大语言模型通过预训练,将分散的人类集体智慧转化为可供研究者调用的集体智慧引擎,使得跨域、跨代际知识的连接与整合变得便捷^[35]。其次,在组织层面,平台模式与开源开放已成为数字时代提升数据汇聚与优化创新资源配置的关键组织形态。谷歌的 TensorFlow、深势科技的 Bohrium 等传统开源平台通过提供标准化 AI 工具,吸引全球创新者加入。而以 DeepSeek、Kimi 为代表的新一代开源模型,则通过彻底开放模型权重、允许本地化部署的策略,进一步破解了数据安全与技术垄断的难题,催化了技术的民主化与全球性创新生态的形成^[36-37]。开源改变的是知识在创新主体之间流动的规则,DeepSeek 提出的多头潜在注意力机制被 Kimi 采用,Kimi 验证的二阶优化器随后被 DeepSeek 跟进^[38],2 家企业在公开的架构与训练方法上相互借鉴,其迭代速度高于各自封闭研发所能达到的水平。开源的扩散规模也可以从模型的实际使用中看到。2026 年 7 月,全球多模型聚合平台 OpenRouter 的周调用量榜单前 5 名全部由中国企业研发的模型占据,包括小米 MiMo-V2.5、DeepSeek 旗下的 V4 Flash 与 V4 Pro、腾讯混元 Hy3、智谱 GLM-5.2,该平台的排名基于用户通过平台调用模型产生的真实使用数据^[39]。截至 2026 年初,阿里云通义千问系列在 Hugging Face 平台的累计

下载量已超过 10 亿次,居全球首位,衍生模型数量同期突破 20 万个^[40]。此外,去中心化自治组织(decentralized autonomous organization, DAO)等新兴理念及相应实践也在为更高效的全球化协同提供新的可能性^[41]。在产业层面,AI 正在模糊基础研究与应用的传统分工,一批数字技术企业凭借其综合优势,实现了从前沿探索到市场应用的快速闭环,无需经历“转化”难题^[42]。创新文化建设的重点,已从优化单个组织内部的氛围,转向构建和参与更广阔、无边界的创新生态系统。

3.4 观念变革:敏捷迭代与长期主义

AI 技术带来的迭代加速效应,强化了长期主义与包容失败在创新文化中的核心地位。前者为高频试错提供战略方向,后者则因试错成本的急剧降低而成为更具可行性的组织准则。AI 最直观的冲击在于其极大地改变了创新的时间节奏。传统的创新过程周期漫长、失败成本高昂,使得创新文化在实践中趋于保守。然而,以构建智能化科学设施为目标的新一代自主实验室的出现正在改变这一节奏^[43]。例如,利物浦大学研发的自主移动化学机器人^[44]。该系统区别于封闭、专用的自动化流水线,它通过可在常规实验室中与人类研究者共享设备的移动机器人,模仿人类科学家,综合运用多种测量仪器的数据来进行智能决策。这种类人、灵活的自动化模式,使其能够高效地执行探索性化学任务,极大地提升了实验迭代速度,敏捷试错成为新的创新文化特

征。包容失败的文化真正从一种高尚的理念转变为一种经济上可行、实践上高效的组织准则。当试错成本被 AI 急剧降低,创新主体便获得了更强的自由度去探索那些天马行空、非共识性的想法。正如肯尼斯·斯坦利在《为什么伟大不能被计划》(《Why Greatness Cannot Be Planned: The Myth of the Objective》)中所揭示的“目标悖论”,伟大的发现往往通过踏上一个个看似与最终目标无关却充满新奇潜力的“踏脚石”而偶然得之^[45]。

正因如此,长期主义文化在 AI 时代愈加重要。成熟的 AI 时代创新文化,必然是敏捷性与耐心的有机结合体。研究迭代的持续加速,也带来了迷失方向的巨大风险,人们很可能陷入为了迭代而迭代的敏捷性陷阱。当 AI 提供了广阔的探索广度与更高的速度时,人类创新者的战略眼光和对重大问题的长期坚守,便成为了影响最终探索高度的关键变量。例如,像 ChatGPT、DeepSeek 这类对人类社会具有深远影响的基础大模型的成功,绝非短期投机或敏捷迭代所能达成,它必然源于一个组织在人才、数据和算力上长达数年乃至更长时间的、不计短期回报、“十年磨一剑”的战略性投入。DeepSeek-V3 的技术报告披露,其完整训练使用 278.8 万 H800 GPU 小时^[46],这种效率来自架构与工程层面的多年积累。2026 年发布 V4 时,深度求索公司引用《荀子·非十二子》中的“不诱于誉,不恐于诽,率道而行,端然正己”来表达其创新文化^[47]。而且,DeepSeek

的核心技术团队以国内培养的青年研究人员为主,长期主义在这里还表现为技术路径的坚持与人才的自主培养。在一定意义上,“耐心”成为 AI 时代下极其宝贵,甚至愈发稀缺的创新资本^[48]。

3.5 主体拓展:普惠技术驱动全民创新参与

AI 的普惠化本质正在重构创新的社会基础,推动创新文化从由少数精英主导的封闭模式,演变为一个激发全民创造力与长尾贡献的开放式社会创新生态^[49]。生成式 AI 的普及,正通过将强大的创新能力封装在聊天机器人等简单易用的自然语言交互界面,极大地降低了创新创造的门槛,催生了一种更具包容性和民主性的新型创新文化^[50]。截至 2025 年 12 月,中国生成式 AI 产品的用户规模已达 6.02 亿,普及率 42.8%^[51]。

这种社会基础的重塑,主要体现在创新主体的泛化和创新传播的民主化 2 个方面。一方面, AI 使得原先被高昂技术与知识门槛排除在外的普罗大众等长尾创新者群体得以涌现。AI 极大地压缩了从创意构想到产品原型的周期,专业壁垒被大幅削弱,降低了创新的启动成本与试错成本。中小企业和个人开发者能够以极低的成本,调用专业的行业洞察,从而在战略制定、市场定位等关键环节弥合了资源鸿沟。创新由少数拥有雄厚资本与研发团队的精英机构的特权,转化为一种更具分布式、社会化的实践活动,每个个体的日常思考和独特洞察都能够被更高效地转化为具有市场潜力的创新贡献^[52]。另一方面,创新传播

的民主化体现在,普通民众能够利用生成式 AI,便捷地创作和分享高质量的科技传播内容^[53]。例如,在豆包、Kimi 等主流 AI 应用平台上,大量用户已自发开发出各种领域的定制化智能体,能够便捷地创作和分享通俗易懂的科普内容,这直接体现了公众角色正从单纯的信息消费者,向积极的内容生产者和传播者转变^[54]。

因此,全民 AI 胜任力将成为创新文化的一个关键维度。跨国调查显示,过去 12 个月在工作中得益于 AI 而节省时间的受访者比例,全球为 62%,高收入国家为 70%,低收入国家为 54%^[55]。国内调查显示, AI 使用率随年龄下降^[56]。2026 年 5 月中共中央网络安全和信息化委员会办公室等四部门印发的《2026 年提升全民数字素养与技能工作要点》首次将“提升全民人工智能素养”单列为重点任务。传统的科学素质、数字素养与技能已难以覆盖新的技术应用需求,提升全民 AI 胜任力由此成为教育事业科普事业的重要任务^[57]。联合国教育、科学及文化组织(简称联合国教科文组织)2024 年发布的学生与教师 AI 能力框架以及若干经过信效度检验的量表^[58]表明,这种胜任力可以测量,但中国目前尚缺全国性的全民 AI 胜任力抽样基线。

3.6 伦理治理:内化的行动指南

在传统的创新活动中,科技伦理往往被视为一种外部的、滞后的约束机制,被认为是创新之后的事情。然而,当 AI 作为具备一定自主性和认知能力的行动者深度参与创新全过程时,这种先创新后

治理的模式便难以为继。AI时代的科技伦理超出科研人员和科学家的范围,全社会的成员都可能成为科技伦理问题的生产者与治理者^[59-60]。成熟的、可持续的AI时代创新文化,应将伦理思考从外部的审查机制转变为内置于创新活动中的行动指南。

AI for Science 伦理不能简单和AI伦理等同,也不是传统科研伦理问题的重申。内化于创新文化的伦理治理,主要体现在对3个核心层面风险的系统性认知与负责任应对上。(1) 创新诚信层面。生成式AI的滥用可能引发劣币驱逐良币的负面效应^[61],降低捏造数据、篡改图像和智能辅助剽窃等不端行为的门槛,全球学术共同体正以自下而上的方式探索相应的规范^[62]。(2) 技术可靠性层面。AI模型因其透明度与可解释性不足而固有的幻觉现象和黑箱问题,虽然在特定阶段有其存在的合理性^[63],但从长期来看仍可能误导创新者的判断,其结果的科学可靠性与可复现性难以评估。(3) 社会公平性层面。AI模型因训练数据和算法设计可能存在的偏见,有可能延续甚至放大不公,产生歧视性的后果^[64]。《Nature》的调查反映了全球研究人员对这些风险的普遍担忧^[65]。面对这些复杂挑战,全球范围内的高校、国际组织和主流学术出版商,已相继发布相关指南,倡导对AI的使用采取一种更具包容性与审慎性的引导策略^[66]。

美国近期在这方面的观念及其提法值得关注。白宫科技政策办公室2026年7月发布的《科学:一个新的黄金时代》(《Science: A

New Golden Age》)是近期备受关注的美国科技政策报告,美国将其对标1945年万尼瓦尔·布什《科学:无尽的前沿》(《Science: The Endless Frontier》)。该报告指出,在有缺陷的知识基础上运行的AI只会固化坏科学,因此要求把可重复性、透明性、数据共享与可证伪性作为联邦资助研究的强制标准。该报告同时指出,生成的成本呈指数下降,验证的成本却没有同步下降,需要为验证建设与生成规模相匹配的基础设施,并对复现或证伪重要结果的研究者给予奖励^[67]。科研诚信在AI时代的守护,有赖于制度与基础设施的同步建设,伦理能力也因此成为创新能力的组成部分^[68]。

4 全球AI for Science 创新文化战略动向

世界主要科技强国均将AI for Science 视为重塑国家创新能力的关键。尤其是2025年下半年以来,全球范围内的政策发布趋于密集^[69]。在这些国家战略中,创新文化的系统性培育被置于核心地位。各主要科技体不仅关注技术的突破,更致力于通过制度设计、人才范式转变以及伦理治理的布局,构建能够支撑AI深度介入科研全过程的创新生态。

4.1 美国:任务导向的动员型创新文化

美国于2025年7月发布《赢得竞赛:美国人工智能行动计划》(《Winning the Race: America's AI Action Plan》)^[70],2025年11月启动了“创世纪任务”(Genesis Mis-

sion)^[71]。美国将能源部确立为科研变革的指挥中枢,试图建立一种比肩“曼哈顿计划”的强力协作机制。其战略重心在于通过机器人实验室与AI智能体将科学发现过程工业化,倡导一种减少监管障碍、由政府物理控制科研生产资料的集权式创新逻辑。这种文化高度强调地缘政治视角下的防御性创新,通过锁定能源与算力的复合优势,并对联邦数据实施资产化与溯源追踪,在知识生产的源头构筑技术壁垒与安全审查标准,确保科研产出在精准管控下转化为国家竞争优势。

近期,美国《科学:一个新的黄金时代》报告的首条建议,就是把工作中的研究者重新置于科研体系的中心,主张联邦资助应当押注于研究者本人,具体措施包括扩大研究生奖学金、支持青年研究人员的早期独立研究、为最优秀的研究者提供长周期资助。报告将科研效能的下降归因于制度对研究者的束缚,行政负担占据研究人员近一半的工作时间,部分资助从申请到批准接近2年^[67]。这表明,美国在动员体制与资源投入之外,同样把研究者个体的处境视为创新文化的核心议题。

4.2 英国:聚焦优势与重视失败价值

英国于2025年11月发布《AI for Science 战略》(《AI for Science Strategy》),基于对自身优势领域的识别,将资源聚焦于工程生物学、核聚变能源、材料科学、医疗研究和量子技术5个方向^[72]。英国推行任务导向型创新,通过设定具体且有时限的工程化目标来拉

动创新,试图克服科研资源的碎片化弊端,例如要求“到2030年将药物开发周期压缩至100天”。同时,英国的战略鼓励挖掘“暗数据”与“阴性数据”的资产价值,挑战了科研界仅推崇阳性结果的传统。在人才评价与保障方面,英国计划为连接领域知识与工程技术的中间人角色建立职业晋升通道,构建一个重视科学稳健性与人才胜任力的实用主义创新生态。

4.3 欧盟:泛欧协同与负责任创新

欧盟于2025年10月推出《欧洲科学领域人工智能战略:为欧洲科学人工智能资源铺平道路》(《A European Strategy for Artificial Intelligence in Science: Paving the Way for the Resource for AI Science in Europe》)^[73],确立了平衡技术主权与负责任创新的文化路线。其战略核心在于通过“欧洲科学人工智能资源”(Resource for AI Science in Europe, RAISE)旗舰计划构建泛欧协同机制,利用集体行动弥补单一成员国在算力资源上的短板。欧盟将可信AI作为科研人才培养的核心标准,通过更新人员能力框架将AI素养与伦理考量内化为科研人员的必备技能。为了在确保安全的前提下释放创新潜力,欧盟实施了监管沙盒机制,为科学研究提供弹性法律空间。这种布局旨在通过输出负责任创新的价值观,在规则层面构建制度性防御,确保技术发展始终符合其社会核心价值。

4.4 日本:理论驱动与哲学反思

日本于2025年10月出台《关于推进AI for Science的基本思

路》,通过“支援型-自律型”双轨演进框架引导创新文化转型,界定了AI从辅助工具向具有独立研究主体性的智能科学家进化的演进路径^[74]。日本提出了“三重循环”变革模型,将政策干预从微观实验加速扩展至宏观科研评估体系与社会系统重塑。在制度与文化保障上,日本通过推动“实验室与分析设备标准”(Laboratory and Analytical Device Standard, LADS)的制定来提升设备接口的互操作性,构建科研工业互联网的底层规则。同时,日本将元科学与哲学反思置于战略核心,强调要持续探讨机器理解的本质,维护人类在知识生产过程中的主体性地位。

5 关于培育与AI for Science相适应的创新文化的政策建议

主动顺应并引领AI for Science引发的创新文化变革,是加速形成新质生产力、全面建设世界强国的内在要求。必须超越单纯的技术追赶思维,将培育新型创新文化作为实现科技自立自强的战略支撑,从管理创新要素转向营造创新生态,构建人机协同、开放共创、敏捷坚韧、普惠向善的新一代国家创新体系。

第一,统筹推进教育科技人才一体发展,重塑人才培养体系,为适应人机协同新范式奠定基础。习近平总书记强调“一体推进教育科技人才发展,全方位做好培养、引进、使用工作”,并提出“加大对科研人员职业早期和长周期稳定支持力度”^[7]。建议实施“人

工智能+X”复合型人才专项计划,打破高校院系壁垒,设立跨学科交叉学位项目,将AI胜任力与科技伦理等作为所有科技人才的通识必修课^[75]。同时,应将科学家精神深度融入教育全过程,通过低压力、高频次的探索性项目,系统性培养研究人员驾驭AI解决真实创新问题的综合胜任力,为科研范式变革储备核心智力资本。

第二,全面深化“人工智能+”行动,构建以开源开放为特征的协同创新生态,为破除传统组织壁垒提供制度保障。建议由国家牵头并依托国家重大科技基础设施,联合龙头科技企业与顶尖科研机构,共同建设国家级AI for Science基础模型与开放平台,向全社会提供普惠算力、高质量数据与核心算法工具。目前已建成的数十万个高质量数据集为科学领域专用数据集的建设提供了基础,下一步的关键在于按学科需求组织领域数据的汇聚与标准化。在组织模式上,应鼓励构建以企业为主导、产学研用深度融合的创新联合体,推动创新资源从机构内部的私有资产转变为全社会可高效链接与配置的公共品,形成网络化的协同创新格局^[76-77]。

第三,改革创新评价与激励机制,完善评价联动机制,激发原始创新与颠覆性创新。建议在国家重大科研项目中,推行以“代表性贡献”为核心的长周期评价模式,给予科研团队5~10年的稳定支持。同时,建立健全探索性失败尽职免责机制,将高风险探索导致的失败与科研不端行为明确区分。在评价指标上,实现从唯论文、唯

专利到多元价值的转变,将高质量数据集构建、开源软件开发、关键技术突破等多元贡献纳入核心评价范畴。验证能力的建设也需同步纳入评价体系,对复现和证伪重要结果的工作给予制度性承认。同时,还需特别注意,评价导向应关注 AI 对科学实质性问题的解决效能,防范脱离科研实际、单纯追求技术形式的“为了 AI 而 AI”现象,避免“人工智能+”变为“+人工智能”,真正激励创新者挑战重大、根本性科学问题^[78]。

第四,健全科技伦理治理体系,为确保创新活动负责向善提供有效规制。建议统筹制定面向科研领域的 AI(尤其是生成式 AI 与智能体)使用指南与行为准则,明确数据隐私、算法公平、学术诚信等核心红线。推广负责任创新理念,将伦理风险评估作为重大科研项目立项的必备环节。同时,设立伦理安全沙盒机制,为具身智能、脑机接口等前瞻领域的 AI 应用提供可控的测试环境,确保技术发展始终在安全、可信、向善的轨道上运行,为创新营造健康的外部环境。

第五,实施全民 AI 胜任力提升计划,为跨界融合与集智攻关夯实社会化土壤。一个拥有高水平全民 AI 胜任力的社会基础是未来创新活力的重要源泉。必须将提升全民 AI 胜任力作为一项基础性、长期性的国家战略。中国现有的国民能力指标是公民科学素质,2025 年这一比例达到 16.74%^[79],但其衡量的是公民对科学知识、科学方法与科学精神的掌握,尚未覆盖 AI 的使用与判断能力。建议参照联合国教科文组织能力框架

并结合中国实际,研制全民 AI 胜任力指标体系,纳入现有国民素质调查制度,形成定期发布的全国性基线数据。建议将 AI 基础知识与应用技能纳入从基础教育到高等教育的全链条国民教育体系,并针对老年人等使用率偏低群体开展专项培训。支持发展长尾创新社区,让学生、艺术家、小企业主等非传统创新主体也能利用 AI 工具参与到创新创造活动中来,从而将中国的人口红利真正转化为智能时代的创新红利。

6 结论

AI 正对创新文化进行着系统性重塑。这要求我们的努力方向,必须从单纯地对“物”的投入,转向对“人”的价值的重新肯定和系统性赋能,致力于创造一个能最大限度激发人类原创性、批判性思维与价值判断的环境。同时,这种努力必须超越单个组织或机构的边界,着眼于构建一个更宏大、更具韧性的社会性信任体系,鼓励开放协作、包容探索性失败,并确保技术发展始终处于负责任的伦理框架之内^[80]。归根结底,这是一项长期的社会工程,其目标是塑造一个能够与日渐强大的 AI 协同共创,并最终服务于全人类福祉的、充满活力与智慧的创新未来。

参考文献(References)

- [1] 习近平. 在国家科学技术奖励大会、两院院士大会、中国科协第十一次全国代表大会上的讲话[N]. 人民日报, 2026-07-09(2).
- [2] 国家发展和改革委员会. 中华人民

共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要[M]. 北京: 人民出版社, 2026.

- [3] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见[EB/OL]. (2025-08-21) [2026-08-01]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_12266/202509/content_7039598.html.
- [4] 国务院新闻办公室. 国新办举行新闻发布会介绍2026年上半年工业和信息化发展情况[EB/OL]. (2026-07-20) [2026-08-01]. <http://www.scio.gov.cn/live/2026/39042/index.html>.
- [5] 国家数据局. 第九届数字中国建设峰会“高质量数据集和数据标注主题活动交流活动”在福州召开[EB/OL]. (2026-04-29) [2026-08-01]. https://www.nda.gov.cn/sjj/zhuanli/ztszzh/0429/20260429224312264126569_pc.html.
- [6] 习近平. 携手构建公正合理的全球人工智能治理体系: 在2026世界人工智能大会暨人工智能全球治理高级别会议开幕式上的主旨讲话[N]. 人民日报, 2026-07-18(2).
- [7] 习近平. 一体推进教育科技人才发展[J]. 求是, 2026(12): 4-12.
- [8] 王平聚, 曾国屏. 创新文化系统分析的一个理论框架[J]. 自然辩证法研究, 2015, 31(1): 65-69.
- [9] 高锡荣, 胡小娟, 柯俊. 基于文献编码分析的创新文化概念体系构建[J]. 软科学, 2016, 30(1): 129-134.
- [10] 杨刚, 王健权. 创新文化: 理论溯源、演化机理与中国展望[J]. 科研管理, 2022, 43(11): 55-64.
- [11] 古荒. 从精英走向大众: 创新文化的内涵演化及其当代意义[J]. 晋阳学刊, 2016(5): 85-88.
- [12] 高锡荣, 吴少飞, 柯俊. 中国创新文化之短板现象成因分析[J]. 中国科技论坛, 2017(7): 97-104.
- [13] 桂黄宝, 孙璞, 江密. 创新文化竞争力国际比较研究[J]. 科学管理研究, 2021, 39(4): 159-167.
- [14] 崔伟奇. 论人工智能时代科技创新

- 文化发展的价值基础[J]. 自然辩证法研究, 2025, 41(11): 71-79.
- [15] 王娜, 王健, 赵旭. 新时代技术创新文化进化探究[J]. 东北大学学报(社会科学版), 2019, 21(2): 126-131.
- [16] 崔伟奇, 程倩春. 论科技创新文化发展的价值基础[J]. 自然辩证法研究, 2018, 34(12): 51-57.
- [17] 任福君. 面向2035的中国创新文化与创新生态建设的几点思考[J]. 中国科技论坛, 2020(5): 1-3.
- [18] 习近平. 朝着建成科技强国的宏伟目标奋勇前进[J]. 求是, 2025(7): 4-10.
- [19] 李正风, 高睿婧, 王硕. 以人民为中心: 高水平科技自立自强的现代价值观基础[J]. 科普研究, 2026, 21(4): 15-26.
- [20] 朱芬. 生成式人工智能驱动科学理解的哲学审思[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2026, 28(4): 10-18.
- [21] 李正风, 王硕. 人工智能与人类认知技术性替代的新形态[J]. 自然辩证法研究, 2026, 42(7): 3-10.
- [22] 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[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2025, 45(3): 117-128.
- [23] Jumper J, Evans R, Pritzel A, et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold[J]. *Nature*, 2021, 596(7873): 583-589.
- [24] Boiko D A, MacKnight R, Kline B, et al. Autonomous chemical research with large language models[J]. *Nature*, 2023, 624(7992): 570-578.
- [25] Wang H C, Fu T F, Du Y Q, et al. Scientific discovery in the age of artificial intelligence[J]. *Nature*, 2023, 620(7972): 47-60.
- [26] Noy S, Zhang W. Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence[J]. *Science*, 2023, 381(6654): 187-192.
- [27] Brynjolfsson E, Li D, Raymond L. Generative AI at work[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2025, 140(2): 889-942.
- [28] Dell'Acqua F, McFowland E, Mollick E, et al. Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of artificial intelligence on knowledge worker productivity and quality[J]. *Organization Science*, 2026, 37(2): 403-423.
- [29] Krenn M, Pollice R, Guo S Y, et al. On scientific understanding with artificial intelligence[J]. *Nature Reviews Physics*, 2022, 4(12): 761-769.
- [30] 李国杰. 2024年诺贝尔物理学奖和化学奖为何偏爱人工智能[J]. 科技导报, 2024, 42(19): 6-9.
- [31] 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[J]. 中国科学院院刊, 2026, 41(4): 774-783.
- [32] 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[J]. 科普研究, 2025, 20(6): 81-90, 118.
- [33] 王硕, 阎妍. 提示伦理: 一个新的人工智能伦理议题[J]. 图书馆论坛, 2026, 46(4): 51-62.
- [34] 王硕, 张徐姗, 李正风. 多层视域下的AI for Science[J]. 自然辩证法研究, 2025, 41(9): 42-50.
- [35] Farrell H, Gopnik A, Shalizi C, et al. Large AI models are cultural and social technologies[J]. *Science*, 2025, 387(6739): 1153-1156.
- [36] 李国杰. DeepSeek引发的AI发展路径思考[J]. 科技导报, 2025, 43(3): 14-19.
- [37] 李国杰. 人工智能到底是一门什么学问?[J]. 科技导报, 2025, 43(20): 17-24.
- [38] Moonshot AI. Kimi K3: Open frontier intelligence[EB/OL]. [2026-08-01]. <https://www.kimi.com/blog/kimi-k3>.
- [39] OpenRouter. Rankings[EB/OL]. [2026-08-05]. <https://openrouter.ai/rankings>.
- [40] 阿里云开发者社区. Qwen的新里程碑[EB/OL]. (2026-01-22) [2026-08-05]. <https://developer.aliyun.com/article/1707803>.
- [41] Wang S, Ding W W, Li J J, et al. Decentralized autonomous organizations: Concept, model, and applications[J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2019, 6(5): 870-878.
- [42] 江小涓, 宫建霞, 李秋甫. 数据、数据关系与数字时代的创新范式[J]. 中国社会科学, 2024(9): 185-203.
- [43] 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[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 59-69.
- [44] Dai T W, Vijayakrishnan S, Szczypiński F T, et al. Autonomous mobile robots for exploratory synthetic chemistry[J]. *Nature*, 2024, 635(8040): 890-897.
- [45] 肯尼斯·斯坦利, 乔尔·雷曼. 为什么伟大不能被计划: 对创意、创新和创造的自由探索[M]. 彭相珍, 译. 北京: 中译出版社, 2023: 45-83.
- [46] DeepSeek-AI, Liu A X, Feng B, et al. DeepSeek-V3 technical report [EB/OL]. 2024: arXiv: 2412.19437. <https://arxiv.org/abs/2412.19437>.
- [47] DeepSeek. DeepSeek-V4预览版: 迈入百万上下文普惠时代[EB/OL]. (2026-04-24) [2026-08-01]. <https://api-docs.deepseek.com/zh-cn/news/news260424/>.
- [48] 王硕, 孙凯奇. 找回“耐心”: AI时代的隐性认知鸿沟[J]. 中国远程教育, 2026, 46(7): 70-88.
- [49] 王硕, 索成. 有组织的无序: 生成式AI的加速扩散与社会吸纳的适配困境: 基于DeepSeek“部署竞赛”的考察[J]. 电子政务, 2025(12): 72-80.

- [50] 王硕, 阎妍, 李正风. 生成式人工智能赋能科学普及: 技术机遇、伦理风险与应对策略[J]. 科普研究, 2024, 19(4): 5-13.
- [51] 中国互联网络信息中心. 第57次《中国互联网络发展状况统计报告》[R/OL]. (2026-02-05) [2026-08-01]. <https://www.cnnic.cn/6/86/88/index.html>.
- [52] 王硕. 人机互动设计与公共管理的想象力[J]. 中国行政管理, 2026, 42(6): 143-156.
- [53] Schfer M S. The Notorious GPT: Science communication in the age of artificial intelligence[J]. *Journal of Science Communication*, 2023, 22(2): Y02.
- [54] 王硕, 阎妍. 生成式人工智能时代下科技传播的机遇与挑战: 基于科技传播体系的分析[J]. 中国科技论坛, 2024(9): 134-143.
- [55] Ipsos. The Ipsos AI monitor 2026: A 32-country Ipsos global advisor survey[R/OL]. [2026-08-01]. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2026-06/Ipsos-AI-Monitor-2026.pdf>.
- [56] 阿里研究院, 浙江开放大学. 2025“银发+AI”应用趋势报告[R/OL]. [2026-08-01]. <https://hulianhutong-shequ.cn/upload/tank/report/2025/202511/1/5adf5d5459ae46f88cc6a8cfd19eb2ab.pdf>.
- [57] 王硕, 颜燕. “人工智能+”背景下科学传播与普及的三个基本问题[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2026, 41(3): 46-54.
- [58] UNESCO. AI competency framework for students[R]. Paris: UNESCO, 2024.
- [59] 王硕, 文侃骁, 李正风. 中国式现代化视域下科技伦理治理的问题意识[J]. 科技导报, 2024, 42(6): 69-78.
- [60] 王硕. 科技伦理研究的身份困境分析[J]. 自然辩证法通讯, 2026, 48(2): 104-114.
- [61] Wang S, Yokoyama H M. Fight fire with fire: Why not be more tolerant of ChatGPT in academic writing?[J]. *AI & Society*, 2025, 40(3): 1581-1582.
- [62] 李正风, 王硕. 生成式AI与科研诚信治理: 基于社会实验视角的分析[J]. 科学与社会, 2026, 16(2): 1-13.
- [63] 李国杰. 智能时代呼唤新的科研方法[J]. 科技导报, 2024, 42(10): 40-45.
- [64] Drage E, Frabetti F. The performativity of AI-powered event detection: How AI creates a racialized protest and why looking for bias is not a solution[J]. *Science, Technology, & Human Values*, 2024, 49(5): 1045-1072.
- [65] Van Noorden R, Perkel J M. AI and science: What 1600 researchers think[J]. *Nature*, 2023, 621(7980): 672-675.
- [66] 李金正, 李德. 中西方期刊界对生成式人工智能参与科研论文写作的风险治理比较分析[J]. 中国科技期刊研究, 2025, 36(7): 824-834.
- [67] Kratsios M. Science: A new golden age. A report to the President[R]. Washington, DC: Office of Science and Technology Policy, The White House, 2026.
- [68] 王硕, 刘瑶瑶. 超越个体视角: 重新审视生成式AI时代的科研伦理[J]. 中国科技期刊研究, 2026, 37(1): 43-54.
- [69] 王硕, 高睿婧, 李正风. 全球AI for Science战略动向及对我国的启示[J]. 科学学研究, 2026, 44(3): 449-463, 528.
- [70] The White House. White House unveils America's AI action plan [EB/OL]. (2025-07-23) [2025-09-02]. <https://www.whitehouse.gov/articles/2025/07/white-house-unveils-americas-ai-action-plan/>.
- [71] The White House. Launching the Genesis Mission[EB/OL]. (2025-11-24) [2025-12-01]. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/11/launching-the-genesis-mission/>.
- [72] Department for Science, Innovation & Technology. AI for science strategy[EB/OL]. (2025-11-20) [2025-12-01]. <https://www.gov.uk/government/publications/ai-for-science-strategy/ai-for-science-strategy>.
- [73] European Commission. A European strategy for artificial intelligence in science: Paving the way for the resource for AI science in Europe [EB/OL]. (2025-10-08) [2025-10-12]. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/c1afd7d0-ff65-4f84-be48-b0e0949596c5_en.
- [74] 文部科学省. AI for Scienceの推進に向けた基本的な考え方について [EB/OL]. (2025-10-06) [2025-10-20]. https://www.mext.go.jp/content/20251006-mxt_jyohoka01-000045188_04.pdf.
- [75] 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[J]. 科学学研究, 2023, 41(11): 1921-1927.
- [76] 孟凡新. 人工智能基础设施: 概念、特征与提升路径: 基于北京市建设实践分析[J]. 科技智囊, 2025(5): 44-53.
- [77] 贾开. 开放智能的兴起与治理革新议程[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2025, 27(5): 122-131.
- [78] Wang S. AI for AI, not AI for science?[J]. *AI & Society*, 2026, 41(3): 2717-2718.
- [79] 国家统计局. 中华人民共和国2025年国民经济和社会发展统计公报 [R/OL]. (2026-02-28) [2026-08-01]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202602/t20260228_1960000.html.
- [80] 王硕. 从规范到实证: 科技伦理研究的方法论拓展[J]. 中国科技论坛, 2026(8): 39-45.

AI for Science and the transformation of innovation culture

WANG Shuo¹, LIU Xuan^{2*}

1. School of Marxism, Tsinghua University, Beijing 100084, China

2. National Academy of Innovation Strategy, CAST, Beijing 100038, China

Abstract At its core, the race in AI for Science is a race for talent. To grasp the full scope of this transformation, we must look beyond hard inputs such as data, computing power, and algorithms, and recognize that a softer dimension, innovation culture, is being reshaped at a systemic level. The emerging paradigm of human, AI cognitive collaboration is fundamentally altering how scientific knowledge is produced and how innovation unfolds. In this shift, defining the right problems matters more, and the need for cross-disciplinary, composite talent has become acute. Open-source practices have turned into the primary mode of research collaboration, while the accelerating pace of technological iteration makes long term commitment and tolerance for failure more valuable than ever. Widely accessible AI tools are empowering the public to engage in innovation, and ethical competence is now an integral part of innovative capability itself. The United States' recent Genesis Mission and its Science: A New Golden Age report both underscore the importance of investing in people. An innovation culture aligned with the AI era will unlock the full potential of AI for Science. Moving forward, cultivating this new culture must serve as a strategic pillar for achieving greater self-reliance and strength in science and technology. This requires focused efforts to reshape talent development systems, build open and collaborative ecosystems, reform evaluation and incentive mechanisms, strengthen technology ethics governance, and systematically enhance AI competency across the whole of society.

Keywords AI for Science; innovation culture; national innovation system; knowledge production; open source; S&T ethics; AI literacy ●



(责任编辑 赵庆圆)