



# 人工智能赋能科学研究的机制与路径

郑江淮



名家看经济

郑江淮,南京大学商学院副院长、经济学院院长,教育部人文社科重点研究基地——南京大学长江三角洲经济社会发展研究中心学术委员会委员,教育部社会科学重点实验室——南京大学数据智能与交叉创新实验室副主任。主要研究领域:产业创新、结构变迁和转型发展,全球生产分工与经济增长,经济发展与转型。

当前,人工智能技术正深刻重塑科学研究范式。习近平总书记指出,“人工智能领域要占领先机、赢得优势,必须在基础理论、方法、工具等方面取得突破。以人工智能引领科研范式变革,加速各领域科技创新突破。”进一步全面梳理科学技术加速发展的理论基础、运行机制与实施路径,深入剖析如何通过人工智能与科学研究深度融合、多主体协同联动及基础设施优化等,构建高效的科学技术加速发展生态体系,将为推动全球科学事业高质量发展提供借鉴与启示。

## 一、人工智能赋能科学研究的含义与作用机制

人工智能驱动科学技术加速发展并非简单的速度提升,而是通过重构知识创造模式、优化创新资源配置实现的系统性革命。其理论内核在于阐明人工智能如何改变知识生产函数、重塑研究激励机制,并最终推动科学发现从渐进式积累向跨越式突破转变。

### ◆知识创造的新模式:从探索路径到人工智能增强

已有的知识创造模式将研究过程抽象为在特定路径上的探索行为,其中研究问题的新颖性决定了发现的价值与难度。研究表明,发现的收益在新颖性维度上呈现非单调特征,过度保守的研究难以产生突破性成果,而过于激进的探索又会因不确定性过高而降低成功率。知识通过动态外部性实现内生扩展,进行长期愿景式研究,能够改善知识演进轨迹,使后续研究者能将长期愿景式研究作出的突破性发现与先前知识建立联系,形成知识积累的良性循环。

研究发现,在无干预情况下,研究者倾向于选择过于狭窄的问题,失败率偏高,既不能最大限度提高知识对决策制定的即时价值,也难以激励后代研究者。通过适当激励长期愿景式研究,能够降低研究失败率,改善知识演进路径。人工智能的引入改变了这一动态平衡,研究发现,当人工智能系统具备足够广泛的覆盖能力时,能有效降低远距离探索的不确定性,从而激励研究者涉足更具新颖性的领域;反之,覆盖能力有限的人工智能则会强化研究者的短期行为。在材料科学领域的实证研究中,这一理论得到了验证。这表明人工智能通过降低探索成本,扩展了研究者的有效探索空间。

人工智能作为一种决策增强技术,其核心能力是在已知知识点之间进行插值,在其知识覆盖能力与精度之间不断权衡,除了产生即时生产力收益外,人工智能从根本上改变了研究的新颖性取向。当知识创造的生产力受益于新颖性时,具备广泛覆盖能力的人工智能系统会鼓励探索性研究,加速长期增长;相反,当知识创造受益于密度时,过度探索可能降低增长效率,此时有限覆盖的人工智能系统反而更有利于维持增长动能。

这一非单调关系源于人工智能对研究激励的塑造方式:有限覆盖的人工智能主要提升接近现有知识的任务的生产力,而广泛覆盖的人工智能则能从弥合更大的知识差距中释放价值,从根本上改变研究方向。这些机制还受到人工智能领域市场结构的影响,垄断性供给可能扭曲人工智能系统设计。

### ◆人工智能赋能科学研究的福利效应

人工智能赋能科学研究的福利影响呈现出复杂的动态特征。从直接效应看,人工智能通过提升任务生产力,必然增加知识创造的价值。在任何研究领域,引入人工智能后的知识价值都高于无人工智能的情况,这构成了福利提升的基础。但整体福利水平还取决于人工智能对研究方向的间接影响。当人工智能诱导的研究方向与知识外部性特征相匹配时,会产生双重福利增益:既提高当前生产力,又通过更优的知识结构加速长期增长。当两者不匹配时,会产生福利权衡:人工智能带来的即时生产力提升可能被长期增长放缓所抵消。此时福利净效应取决于两者的相对强度;若初始生产力增益足够大,即使增长放缓,整体福利仍可能改善;反之则可能导致福利损失。对未来增长越有耐心和容错性的社会,越需要人工智能与知识结构特征相匹配。

## 二、人工智能赋能科学研究的路径:从基础设施建设到创新流程优化

推动人工智能赋能科学研究需要构建一个兼顾“知识动态演化规律”与“技术加速落地需求”的综合性政策框架,通过系统性地推进,为科学技术加速发展提供坚实的物质基础、良好的合作环境和高效的创新机制。

### ◆推进数据、算力与人工智能工具等基础设施的整合,促进长期愿景式研究

科学技术加速发展离不开强大的基础设施支持,其中数据、算力和人工智能工具的整合是核心内容。人工智能驱动的知识积累能否突破研究者的短视性偏差,取决于高质量数据与算力,充分降低数据碎片化,以拓展研究者的知识边界,激发对长期愿景式研究的持续投入,激发知识网络的协同效应。

构建国家级数据平台和算力网络,实现数据、出版物和研究工具的标准化、机器可读格式跨机构边界访问,数据与算力资源向长期愿景式研究项目倾斜,这些数据库应涵盖各个领域的研究数据,包括实验数据、观测数据、模拟数据等。同时,要制定统一的数据标准和规范,确保数据的准确性、完整性和一致性,提高数据的可用性和互操作性。敏感数据(如个人基因组)通过联邦学习技术共享,非敏感数据全公开。需要加大对高性能计算中心等算力基础设施投入,形成“通用算力+专用算力”双层网络。通用算力满足日常研究,专用算力定向支持长期愿景式研究对大规模人工智能模型训练和复杂科学模拟的需求。需要开发适用于不同学科领域的人工智能工具和平台,如材料科学的“结构预测工具”、生物学的“蛋白质折叠优化器”,降低人工智能技术的使用门槛,使更多的科研人员能够利用人工智能技术进行科学研究。这些工具应具备数据处理、模型训练、结果分析等功能,能够与现有的科研软件 and 平台无缝衔接。

### ◆打破壁垒促进跨部门合作与资源共享

打破壁垒,促进跨学科、跨机构和跨部门的科学合作是科学技术加速发展的重要途径。由于不同学科之间存在研究范式、术语体系、评价标准等方面的差异,跨学科合作面临诸多障碍。为促进跨学科合作,需要建立跨学科研究平台和机制。推动设立跨学科研究中心等,为不同学科的科研人员提供交流合作的场所和机会,识别长期愿景式研究与现有知识的关联点,通过共同申报



项目、联合培养人才等方式,促进学科融合。

人工智能技术可以利用公开访问的研究成果等来自动识别合作机会以及人类研究人员可能忽略的知识差距,这些技术能够挖掘不同领域研究之间的潜在关联,为跨学科合作提供新的思路 and 方向。例如,在人工智能辅助材料科学研究中,通过对不同学科领域研究成果的分析,可以发现材料科学与生物学、物理学等学科的交叉点,从而开展创新性的跨学科研究。新兴技术可通过跨机构边界访问,使研究人员能够在不考虑机构隶属关系的情况下基于彼此的工作进行研究,从而有机会从不同学科之间的意外联系中获得突破性发现。

### ◆从基础研究到产业应用的全流程加速

人工智能技术虽然在许多领域取得了显著进展,但在科学研究中仍存在一定的局限性。例如,人工智能模型的可解释性较差,在科学研究中难以解释其决策依据,这在需要严格逻辑推导的领域,如数学、物理等基础学科中表现尤为明显。应对这一挑战,需要加大对人工智能基础研究的投入,突破现有技术瓶颈。

创新流程的优化是实现科学技术加速发展的关键环节,需要打通从基础研究到产业应用的全链条,提高每个环节的效率和协同性,探索利用人工智能技术对创新流程数据进行智能化管理和优化,识别流程中的问题。

在基础研究环节,要鼓励自由探索和高风险高回报的研究。通过改革科研评价机制,给予科研人员更多的自主权和探索空间,避免“唯速度论”,过程与结果并重,实行弹性考核机制,面向青年学者设立长期愿景式研究员岗位,让他们能够专注于具有潜在突破性的研究方向。同时,利用人工智能技术辅助基础研究,如文献分析、实验设计等,提高研究的效率和质量。对未达预期的长期愿景式研究项目,强制公开其数据与经验教训,纳入国家级知识库,避免重复投入。对有潜在价值的失败项目,资助其技术向其他领域转化。

在应用研究环节,要加强产学研合作,促进基础研究成果向应用技术的转化。企业可以与高校、研究机构建立长期稳定的合作关系,共同开展应用研究项目,资助研究者在高校、企业、研究机构内短期任职,理解不同阶段的知识需求,将基础研究成果转化化具有市场价值的技术和产品。

在产业化环节,要优化创新创业生态,为科技成果的产业化提供支持。通过建立科技园区等平台,为初创企业提供场地、资金、技术等方面的支持。同时,加强成果转化改革,对突破性项目的专利,探索“开放许可+收益分成”模式,即企业可免费使用专利,但需将商业化收益回馈给研究团队,鼓励企业进行技术创新和成果转化。

## 三、为人工智能赋能科学研究提供良好的制度环境

知识从发现到应用的周期过长会削弱长期愿景式研究的激励效果,需通过流程优化提升短期收益的可及性,也需要通过耐心、包容的制度环境保障长期愿景式研究项目可持续迭代,直至新颖性成果出现。需要政策保障和伦理规范为人工智能赋能科学研究提供重要支撑。政府应出台一系列政策措施,如财政补贴、税收优惠、人才引进等,激励企业、高校和研究机构开展科学研究和技术创新。探索人工智能辅助监管审批模式,建立“科学创新沙盒”,放宽长期愿景式研究项目衍生技术的测试限制等。设立“转化加速器”,推动全额资助国家人工智能研究资源、推动自主实验室网络建设,为长期愿景式研究项目成果提供原型开发、市场调研等服务,为科学技术加速发展提供有力支持。同时,要加强政策的协调性和连贯性,确保各项政策措施能够形成合力。

在伦理规范方面,随着人工智能技术在科学研究中的广泛应用,一些伦理问题日益凸显,如数据隐私、算法偏见等。需要建立健全相关的伦理规范和法律法规,规范人工智能技术的应用,保护个人隐私和数据安全,避免算法偏见对研究结果和社会公平造成影响,评估潜在风险,制订应急预案,实行动态政策评估、调整机制。

综上所述,随着人工智能技术的不断进步,科学研究的范式将发生深刻变革,从传统的经验驱动向数据驱动、智能驱动转变。跨学科、跨领域的融合将更加紧密,创新的速度和质量将不断提升。在加快构建新发展格局的背景下,科学技术加速发展对于提升国家综合国力和竞争力具有重要意义。通过推动科学技术加速发展,能够突破关键核心技术瓶颈,培育新的经济增长点,实现高质量发展。同时,科学技术加速发展也将为解决全球性挑战,如气候变化、公共卫生安全等提供强大的科技支撑。

【本文为国家社会科学基金重大项目(22&ZD093)阶段性成果】

# 着力推动人口与经济高质量发展协同发展

赵晓娜

质量发展在微观和宏观层面引发的变化,也要求人口发展朝着高质量方向转变。

### 以系统举措促进人口与经济高质量发展

习近平总书记指出,要树立“大人口观”,从中国式现代化全局出发,深入研判人口变化对经济社会发展的复杂影响,在制定经济社会政策时充分考虑人口变化因素,推动人口与财政、货币、就业、产业、投资、消费、生态、区域等政策形成系统集成效应。这就要求在推动经济高质量发展的同时,加快塑造素质优良、总量充裕、结构优化、分布合理的现代化人力资源,实现人口和经济高质量发展协同发展。

第一,以经济体量的持续增长稳定人口规模。推动生产力水平跃升、推动经济体量的持续增长是跳出“马尔萨斯陷阱”的关键所在。从推动人口与经济高质量发展协同发展的视角来看,为把人口增长率保持在合理水平,经济规模也必须维持和稳定在一定水平。当前,要从中国式现代化全局出发,对我国人口增长与经济增长两者之间的关联机制进行深入研究,准确研判人口变化对经济社会发展的复杂影响,科学

分析经济增长速度对于保持人口规模的作用程度和内在机理,在确立经济社会发展目标的过程中充分考虑人口因素。

第二,以供给侧结构性改革优化人口结构。习近平总书记指出,供给侧结构性改革的根本目的是提高社会生产力水平,落实好以人民为中心的发展思想。供给侧结构性改革不仅要着眼于经济发展需求,也要充分考虑到当前我国人口发展的状况。面对少子化、老龄化等问题,供给侧应从两方面作出调整。一方面,在人口生命周期的前端,应主动调整婴幼儿托育和中小教育的比重结构,通过多种手段对这些领域的相关主体实施优化重组。公办幼儿园和中小学具有托底保障作用,应在优化布局的前提下保障其基本运行。对于民办的幼儿园、中小学和相关教育培训机构,应实施相应政策进行积极引导,促使其根据市场需求进行存量调整和流量管理,实现资源优化配置。另一方面,在人口生命周期的后端,人口结构变化使人民群众在医疗健康、养老服务等方面的需求逐渐增加,应出台支持这些产业发展的政策措施,使之与需求侧相协调。

第三,以经济发展动力转变为契机提升人

口素质。当前,新质生产力正成为高质量发展的新动能新优势,这也为人口和经济的高质量协同发展提供了新契机。一方面,劳动者素质能力的提升是推动新质生产力发展的重要源泉,另一方面,新质生产力的发展也为劳动者提高其综合素质提供了可能性。新产业、新模式要求劳动者也必须对自身进行适应性改造。一是劳动者应具备更好的健康素质,掌握更多的科学文化知识;二是劳动者必须具备更强的管理组织能力,提高各种生产要素组合搭配进而形成“新模式”的效率。

第四,以区域协调发展实现更为合理的人口分布。在市场经济导向下,人口流向经济更为发达地区,部分地区人口流失严重、人口结构失衡。为此,要以区域协调发展实现更为合理的人口分布。要优化区域经济布局和国土空间体系。完善人员编制、土地供应、财政转移支付、公共服务等与人口增减挂钩机制,支持人口和劳动力合理有序流动。具体来说,各地区应根据其主体功能区定位,实现区域差异化发展战略,着力塑造要素有序流动、主体功能约束有效、基本公共服务均等、资源环境可承载的区域协调发展新格局,为完善人口空间布局、优化人力资源配置建立良好的经济基础。

以满足人民群众美好生活需要为导向的“人口—经济”协同发展模式,其实质就是人口与经济的高质量协同发展。构建生育友好型生产关系,应对人口发展出现的新问题,要发挥经济发展和人口发展的互促协同作用,进而为中国式现代化提供“物”和“人”的双重动力。

(作者为大连海事大学马克思主义学院副教授)

当前,我国人口发展进入新常态,呈现少子化、老龄化、区域人口增减分化的趋势性特征,推动人口高质量发展已成为重大的时代课题。马克思主义唯物史观认为,人口问题从本质上看是一个经济社会问题,人口生产活动与物质资料生产活动之间存在密切联系。在推动经济高质量发展的同时,必须加快塑造素质优良、总量充裕、结构优化、分布合理的现代化人力资源,实现人口和经济高质量发展协同发展。

### 经济高质量发展促使人口增长模式发生深刻转变

我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,对人口发展也提出了新要求,这些新要求是从生产关系的变化中表现出来的。

从微观层面看,随着经济发展水平的不断提升和社会主义市场经济体制的成熟完善,生育、幼托、教育、住房、医疗、养老等领域的市场化程度进一步提高,在公有制经济占据主体地位、国有企业扮演重要角色的同时,大量民营企业开始陆续进入这些领域,为居民提供了更为多样化的选择,但也塑造出市场化程度更高的人口再生产环境,由此给广大居民增加了支出上的不确定性因素。面对全生命周期各个环节的支出不确定性和经济压力,居民的生育决策也会随之发生改变。

从宏观层面看,经济高质量发展引起区域关系和城乡关系的变化,这也重塑了人口的空间布局 and 比例结构。人口在区域 and 城乡分布上的变化,也表现为经济高质量发展带来的产业结构变

