

数学强国→人工智能强国→产业强国

科技产业跃升的中国路径

高红卫

当前，人工智能非常火爆，有关人工智能科技与产业发展的观点层出不穷，相关文献和著作可谓汗牛充栋。政界、产业界、学界和大众对该领域的认知和理解千差万别。同时，过度的追逐导致该领域非理性扩张，局部泡沫此起彼伏。这些对中国人

工智能科技创新与产业发展产生了不利影响。

人工智能的本质究竟是什么？如何扎实推进人工智能科技创新和产业发展，建设人工智能科技强国和产业强国？这些无疑是人工智能领域人们关切的核心问题。

人工智能并非新生事物 本质是让数据驱动机器服务人类

人工智能的本质是什么，对此，大家见仁见智，莫衷一是。在笔者看来，一个简单而通俗的答案是人工智能的本质是让数据“说话”、让数据驱动机器为人类服务。

人工智能虽是当下社会热点，但是对于学界而言，它并不是什么新生事物。早在20世纪中期，人工智能（当时被称为“机器智能”“第五代计算机”等）领域就掀起过一波研究热潮，主要研究领域包括自然语言理解、模式识别、思维科学、逻辑推理、机器证明（定理）、通用规则推广等，主要应用成果是各种各样的“XX专家系统”以及“计算机辅助XX系统”等，研究的主力军是大型科研机构和院校。这一时期的人工智能科技可以被称为“第一代人工智能科技”。

由于当时知识储备和技术条件不足以支撑科技研究成果向产业化转移，“第一代人工智能科技”研究热到20世纪末期，逐渐冷却下来。

经历了几十年蓄积 第二代人工智能方兴未艾

人类对于解放大脑和双手的欲望从未减弱，在经历了几十年的“潜水作业”和“能量蓄积”历程之后，“第一代人工智能科技”研究成果不断沉淀、升华、拓展。随着最近10年来计算机技术（算力）、网络技术（数据采集）以及建模技术（算法）能力的大幅提升，以及应用场景快速浮出水面，如今，人工智能科技研究再现热潮，人工智能产业化新视角不断涌现。

当下，人工智能主要研究领域包括机器学习、机器博弈、人机交互、虚拟现实、知识图谱、场景应用规则归纳等。主要应用成果是各种各样的“XX智能装备”“XX智能系统”，甚至“XX智能体系”等。推动研究和应用的主力军不仅包括科研机构、高等院校、科技企业，而且有世界各主要国家的政府。

当前的人工智能科技可以称之为“第二代人工智能科技”。相信将来（或许同样是半个世纪之后，即本世纪下半叶）在全球范围内会出现人工智能科技研究与产业化发展的第三次浪潮。

人工智能科技将成为主流 数学强国是科技强国的前提

历史上看，一个国家要想成为“世界强国”，首先必须是科技强国和产业强国，必须具备在半个世纪以上（甚至几个世纪）的历史时期内引领全球主流科技与主导产业发展的实力。那么当前以及未来一个历史时期的主流科技和主导产业是什么呢？

这似乎又是一个仁者见仁、智者见智的问题。对此，笔者的答案是，人工智能科技和人工智能科技催生或者改造的产业。因为人工智能科技和相关产业不仅能进一步解放人的大脑和双手，促进生产力提升、促进人的全面发展，而且还能显著提升公共事务管理与公共安全保障等超级复杂社会工程的有效性。

如果再追问一句，从专业角度看，当前及未来几十年建设科技强国的基本前提条件是什么？笔者的回答是，建设数学强国，尤其是在人工智能科技与产业全面深化发展的新时代。

借鉴历史经验 以“模态数学”引领人工智能发展

近代以来，18世纪的英国、19世纪的德国与欧洲、20世纪的美国，之所以能够持续引领世界主流科技和主导产业发展，无一不得益于具有划时代的数学理论创新持续引领能力。

自然语言是人类的第一语言，数学是人类的第一语言。如果说近现代以来不擅长使用第一语言难以与人打交道，不擅长使用第二语言难以与



作者高红卫肖像画。

本版画家 张武昌绘

科技名家笔谈

本版携手科学出版社推出

因果的话，那么“模态数学”必将与认知革命相生相伴、互动成功。

应该说，全球的“模态数学”还仅仅处于孕育阶段，世界各主要国家都在奋力划水、力争上游。中国不缺聪明的数学头脑，如果社会各界面、各方面能够很快形成共识并积极行动起来，中国有很大机会在该领域取得优势地位。

抓住五要素 推进人工智能领域跃升

促进人工智能科技创新，推进人工智能产业又好又快发展是我们当前面临的紧迫任务。笔者认为，必须紧紧抓住人工智能领域发展的五要素，即模型、算法、芯片、引擎、场景，持续发力，久久为功。

模型是学习与认知的结晶，人类的学习与认知从模仿开始，模拟与仿真的基础是模型，因此创建、训练并优化模型是发展人工智能科技长远的战略任务。当前的重点工作是通用深度学习模型的创建与运用，中长期的重点是通用认知模型的创建与运用。

算法源于数学但已不限于数学。整体而言，算法分为通用算法和专用算法两大类。以布尔逻辑为前提的数字计算大量运用通用算法，而当前的所

物打交道的話，那么在今后一个时期，擅长使用第一语言依然重要，而不擅长使用第二语言者将不仅在与物打交道的过程中会丧失主动权，而且在与人打交道时，也会感到越来越被动。

以代数学和几何学为代表的早期数学属于“静态数学”，主要用于描述事物的存在状态，即使是描述事物的运动状态，也是类似于播放PPT一样，是“不连续”的。以微积分为代表的中期数学属于“动态数学”，其优势在于比较精准地描述事物的运动过程，使得人类观察事物的运动状态像观看流媒体一样具有“连续”性。虽然当前正在孕育和成长的新数学分支很多，但仍然可以用19世纪末20世纪初世界最有影响力的数学学派——哥廷根



一家广东企业的智能生产车间。

百度图片

学派创始人、伟大的数学家费利克斯·克莱因所划分的A（以分析代数为基础）、B（以解析几何为基础）、C（以算法为基础）三种进程来概括。不同的是，当前C进程正在从数学体系中的一种“半独立的力量”（克莱因语）成长为一种“独立的力量”。人工智能科技与产业对于算法理论的依赖程度丝毫不亚于（有时甚至还超过）对于数学进程A、数学进程B所能提供的数学理论支撑。同时，三种进程所产生的数学理论寻求“二次抽象”（抽象的再抽象）理论的现实可解释性（比如在量子理论领域等）成为数学发展方式的一种共同选择，这也表明数学研究界“食人间烟火”的历史传统有所回归，或许这正是中国古代哲学先贤们所推崇的“格物致知”的新时代实践。

实际上，作为一种独立的力量，算法已经难以完整概括进程C的当代发展成果。笔者认为，以算法为基础和核心内容的数学已经扩展为一种多维度离散动态数学，笔者简称之为“模态数学”。预计“模态数学”的体系化创立与完善将成为统“静态数学”“动态数学”创立与完善齐名的历史性文明成就。

当然，如果愿意，也可以称“模态数学”为“复杂性数学”。推动其发展的主要动力来自于当前解决人工智能科技与产业发展所遭遇的、前所未有的复杂性问题。如果说“静态数学”与“文艺复兴”相得益彰，“动态数学”与科学革命互为

谓“量子优势”依赖于以量子特性为前提的专用算法。通用算法与专用算法的研究应同时推进，前者应作为开源、共用资源面向全社会乃至全世界开放，后者应作为未来的核心竞争力持续提升。

以往的芯片大体上分为两大类，即功能（专用）芯片与（通用）算力芯片。人工智能科技与产业需要的是具有强大算力的功能芯片，这种芯片将突破原有的芯片产业二元格局，成为芯片领域的第三大类别。因此在继续努力提升通用芯片技术的基础上，需要注重发展人工智能科技所需的特色芯片技术（比如架构与算法硬件化等）。

引擎实际上就是人工智能操作系统。当前的操作系统大体上分为两大类，即非实时的事务处理操作系统，实时的控制与检测操作系统。人工智能操作系统则需要提供超级强大的事务处理能力，又需要提供实时的检测与控制支持能力。因为高维度、高动态、强耦合的系统必然形成极其复杂的关联关系，其处理过程的复杂性远超对简单系统因果关系的处理。同时，时间敏感是人工智能应用系统的本质要求，当前的5G技术和未来6G技术发展的生命力，也主要在于此。笔者认为，5G技术和未来6G技术发展成熟的主要前提，是人工智能科技与产业的发展与成熟。

应用场景是人工智能科技与产业发展的出发点和落脚点，是链接科技创新与产业发展的纽带，是人工智能科技与产业的发展能否可持续、高质量的关键。是否能有效地满足各类场景丰富多彩的应用需求，是检验人工智能科技与产业发展成果的唯一标准。

当前，比较明确且通用的需求是，如何组织构建各类应用场景的通用知识图谱和技术标准，为各类行为主体开发和运用人工智能科技成果奠定规范统一的“话语体系”。中长期看，构建人机交互以及脑机接口的通用知识图谱和技术标准，将是一项战略性的任务。实际场景的项目类应用开发，是实现人工智能科技研发投资“变现”的关键环节，因此这是一项不容忽视的长期性、基础性任务。

从立法层面讲，当前应主要立足于规范各类与人工智能科技应用场景相关的主体行为，且除强化伦理约束外，暂不具备对人工智能科技与产业开展全面立法的实践基础。

（作者为国际宇航科学院院士、中国航天科工集团研究员）

培根铸魂 创新经济学科育人模式

王春超

站在“两个一百年”的历史交汇点上，人才培养需要抓住“面向全球、面向未来”的办学方针，创新育人模式。暨南大学经济学科首创“三平台三课堂”融合贯通的育人模式，以“培根铸魂，融合贯通”为理念，浇筑思想价值认同与经济学科发展之“根”，塑造肩负民族复兴使命与推动人类共同繁荣之“魂”，通过横向融合、纵向贯通，培养立足本土、胸怀世界、为全球治理贡献中国智慧的复合创新型经济学人才。

习近平总书记提出“教育的根本任务是立德树人”，立德树人的根基在于“培根铸魂”。浇筑思想价值认同与经济学科发展之“根”，塑造肩负民族复兴使命与推动人类共同繁荣之“魂”，立足培养德智体美劳全面发展、肩负民族复兴使命与推动人类共同繁荣的建设者的总体要求，高度重视并跟踪开展学生价值观与健全人格的培养，将思想政治教育培养与经济学专业知识传授充分融合，围绕“培根铸魂”打造一体化的立足本土、胸怀世界、为全球治理贡献中国智慧的复合创新型经济学育人平台。以“为党育人”“为国育才”为根本出发点，在党建引领下以系统思维构建具有经济学学科特色的“五位一体”融通式思政育人体系，涵盖思想引领、学术科技、实践课堂、阵地建设和骨干培养。创新性地打造经济学科英才培育工程，坚持把优秀学生培养和榜样示范引领摆在重要位置，集中力量培养一批优秀学生典型。面向内地学生和港澳台侨学生，重点建设“磐石计划”青年马克思主义者培养工程大学生骨干培训班和“学业精进，砥砺前行”优秀港澳台侨学生综合能力提升研修班两个精品育人项目，开辟思政育人的新品牌。针对内地生、港澳台侨生和留学生特点，以“大德育观”充分挖掘和凝练各类经济学课程的德育因素，嵌入中国经济社会发展的生动实践元素，将社会主义核心价值观、中国经济社会发展的元素融入“三课堂”体系，全面实施课堂思政。通过“千村调查”“学业精进，砥砺前行——港澳台侨学生国情社情考察”“社会志愿服务等系列活动，使学生更好地了解中国与世界，培育学生家国情怀、世界胸怀，引导港澳台侨学生增强“四个认同”，教育引导大学生树立远大志向，历练敢于担当、不懈奋斗的精神。

既秉承“面向海外、面向港澳台”的办学方针，又强调经济学立足本土的人才培养，遵循培养绩效与培养过程并重，围绕多元创新型经济学人才培养目标，在统一的人才培养框架下，打通制度环境、打破学科结构壁垒，以“多元一体、和而不同、师生共创”为核心，创建“三平台”横向融合的经济学人才培养机制。三个育人平台分别是境外学生互学互鉴培养平台、暨南-伯明翰融合交叉培养平台、暨南-芝加哥拔尖创新培养平台，即国际化创新班。境外学生互学互鉴培养平台实现了内地学生、港澳台侨等境外学生共同学习、联合培养；暨南-伯明翰融合交叉培养平台联合暨南大学与伯明翰大学在数学与经济学交叉学科优质教育资源，为学生提供一个中外贯通的高端联合学习平台，实现学生同时沉浸两种不同教育模式和教学文化的目标；国际化创新班立足于暨南大学和芝加哥大学经济学一流的国际化学术力量，为学生提供国际化的顶尖经济学本科创新培养训练，培育具有深造潜力的经济学创新人才。构建“线上+线下”“课内+课外”“校内+校外”“境内+境外”的复合创新型经济学人才培养平台，为内地学生、港澳台侨等境外学生创造联通、优越的成长环境，为其才华施展提供广阔的舞台。

将经济学人才的专业教学和素质培养整合为“三课堂”，分别对应基础+拓展+应用三个层次，集中体现多维学习情境、循环交叉和整体训练的特征。第一课堂（基础层）是覆盖经济学科及交叉学科的理论课堂教学系统，包括国家一流金课、“讲座课+讨论会”授课模式、互动式课堂设置、港澳台侨特色课程、全程导师制、学术助教制。第二课堂（拓展层）是产学研结合实践系统，覆盖“广东千村调查”“港澳大湾区优质企业考察”“港澳台侨学生国情社情考察”等社会调查创新实践、“股市仿真大赛”“大创”“挑战杯”“互联网+”等学生创新创业引领计划、与企业及科研机构联合开展的产学研用合作育人计划，为多元学生的应用实践铺设完备的实践体系。三大系统共同构成培养学生素质的有机整体，在对学生能力的培养上做到三大系统纵向贯通、相辅相成，实现学生基础能力、拓展能力与实践能力的全面提升。

“三平台三课堂”融合贯通育人模式，是暨南大学经济学科深入贯彻落实习近平总书记视察广东和暨南大学重要讲话精神，坚持大统战工作格局，统筹内地学生与港澳台侨学生培养，为内地学生与港澳台侨学生的共同成长成才创造更好条件的重大实践成果。“三平台三课堂”融合贯通育人模式具备先进的理念思路、完整的体制机制、优秀的品牌项目、雄厚的队伍支撑和突出的育人成效，可以成为融合培养内地学生和港澳台侨学生共同成长成才，服务国家大统战战略的可复制、可推广的培养模式。

（作者为暨南大学经济学院教授、暨南大学伯明翰大学联合学院院长）



近日，湖南省浏阳市集里街道莫家桥社区党群服务中心非遗手工馆内，上百名社区学生参加手工制作皮影戏寒假实践活动，感受传统文化的魅力。

为进一步丰富辖区群众的文化生活，弘扬传统文化，集里街道社区多次组织青少年开展木版刻画、水拓画、纸雕、织布小匠人等非遗主题文化活动。

彭红霞摄



一家浙江公司展出的机器人产品。

百度图片