

人工智能时代：从基础研究的重要性 看科学教育与人才培养

房 喻

作为改革开放恢复高考后的第一届大学生，我是教育的受益者。教育可以改变我的命运，教育也可以改变一个国家的命运。国家当时围绕教育改革做了三件大事情：一是1977年恢复高考制度，二是1978年决定大量派遣留学生，三是1981年开始实施学位制度。这三项制度的落实，解决了国家建设所需要的人才源源不断地供给问题，缩短了我们和发达国家的差距。新中国教育发展的历程可以大体分为三个阶段：第一个阶段是新中国的前30年，我们学习苏联老大哥，打下基础；第二个阶段是改革开放40年，我们引进、消化、吸收西方的科学技术，加速发展，缩小差距；如今我们发展进入新阶段，需要创新驱动发展的新理念。

一、人类文明面临前所未有的重大挑战， 人类应对危机的能力也不断增强

人类社会发展到今天，面临着很多挑战。拿气候问题来说，极端气候越来越多。2022年巴基斯坦特大水灾，全境三分之一陆地被淹。2023年7月6日，根据美国国家海洋和大气管理局与美国缅因大学的数据，全球气温创下历史新高，地球表面以上2米的全球平均气温达到17.23℃，这超过了7月4日和5日创下

的17.18℃的联合纪录，而后者之前曾打破了7月3日创下的17.01℃的纪录。自19世纪50年代有仪器记录以来，这一周是地球上最热的一周。2024年2月，阿根廷湿地遭遇历史大干旱，而巴西则暴雨成灾。2024年6月，印度西北部及巴基斯坦东部和南部遭遇持续高温。愈演愈烈的环境、能源等问题，都需要通过新的科学技术来解决。

与此同时，以人工智能（artificial intelligence, AI）为代表的科学技术迅猛发展，人类应对危机的能力也不断增强。2016年3月，谷歌公司的人工智能围棋程序“阿尔法围棋”（AlphaGo）与围棋世界冠军、职业九段棋手李世石进行人机大战，以4比1的比分获胜。此后，该程序与中日韩数十位围棋高手对决，无一败绩。2018年，谷歌公司推出了人工智能程序“阿尔法折叠”（AlphaFold），用于预测蛋白质结构。蛋白质结构非常复杂，但是人工智能解决得非常好，准确性也非常高，该成果迅速获得了2024年的诺贝尔化学奖。

化学是一门实验学科，2020年英国利物浦大学研究团队开发的AI化学机器人Robot Chemist能够从9800万个备选实验数据中学习，智能优化反应条件。OpenAI公司2023年

作者简介：房喻，中国科学院院士，陕西师范大学化学化工学院教授，陕西师范大学原校长（西安 710119）。

推出的ChatGPT-4，已经成功用于全新化合物的设计合成，可以用于高性能新材料的设计，甚至数学问题的求解。2023年3月，加拿大多伦多大学的研究人员与AI生物科技公司英矽智能（Insilico Medicine）合作，利用人工智能药物发现平台在30天内就开发出肝细胞癌的潜在治疗药物。2023年7月9日，世界首场机器人主导的新闻发布会召开。

可以看到，人工智能赋能科学研究已经无可逆转。第三次工业革命方兴未艾，第四次工业革命已经悄然兴起，世界政治、经济格局正在被重塑。我们要清楚地认识到，历史上所有带来革命性进步的技术一定来自基础研究的突破，基础研究是科技革命的源头活水。

二、面对以人工智能为基石的第四次工业革命，科研范式、教育范式亟待变革

科技革命是人类文明发展的根本动力，每一次科技革命都极大地改变了人类命运，重塑了世界政治、经济格局。第一次工业革命靠蒸汽机、靠机械；第二次工业革命靠电力；第三次工业革命靠计算机、互联网。现在，人工智能已经成为人类第四次工业革命的核心驱动力。以蒸汽机、电力和信息技术为基石的前三次工业革命深刻改变了人类文明的进程，我们需要更好地应对以人工智能为基石的第四次工业革命的冲击。

2024年1月28日，北京通用人工智能研究院发布了全球首个通用智能小女孩“通通”。她能够自主生成任务，服务于教育、康养等产业。她爱干净，眼里有活，可以主动做家务，能够记住是谁偷吃了苹果，还会耍小脾气，会感到无聊，无聊时自己可以去看电视……“通通”的问世，意味着通用人工智能雏形已经形成。通用人工智能的目的是要让智能体像人一样，不仅能够独立感知环境、进行思考、作出决策、学习新技

能、执行任务，还能够理解人类的情感。

2024年2月，国际期刊《科学报告》（*Scientific Reports*）报道了美国科学家对人类和人工智能的发散思维能力进行的一项测试研究。科学家让151名人类志愿者与人工智能程序ChatGPT-4在三项测试中进行对决，评估二者的发散思维能力。结果显示，ChatGPT-4的表现优于所有人类参与者。发散思维能力是创造性思维能力的重要衡量指标，其特点是能对没有预期解决方案的问题提出独特的答案。也就是说，面对开放性问题，ChatGPT-4提供了比人类参与者更新颖、更精细的答案。

2024年5月，OpenAI发布了GPT-4o，其名称里的“o”是omni的缩写，也就是“全能”的意思。它可以接收文本、音频和图像的任意组合输入，并生成文本、音频和图像输出，可以在短至232毫秒、平均320毫秒的时间内响应音频输入，与人类在对话中的反应速度一致。

中国科学院计算技术研究所原所长李国杰院士在《中国科学院院刊》2024年第1期发表的文章《智能化科研（AI4R）：第五科研范式》里写到AI for Research，即人工智能可以用于研究。实际上，人工智能不仅可以用于研究，AI for Technology也没有问题，AI for Education更没有问题，它带来的是社会方方面面的变革。科研范式（scientific paradigm）、教育范式（educational paradigm）都需要改变。

2025年1月，美国亚利桑那州特许学校委员会批准了其下辖特许学校（政府拨款、私人运营的一类学校）无界学院（Unbound Academy）提出的“AI驱动适应性学习技术”（AI-driven adaptive learning technology）计划。根据该计划，无界学院将在2025年招收完全经由AI教授文化课程的学生。这些学生每天只需跟随AI学习两个小时，其余时间在教师的陪同下进行专题研讨，以期更好地培养学生的批判

性思维能力、创造性解决问题能力以及规划人生、进行演讲、开展自主学习等能力。

人工智能的赋能将使未来技术的迭代进一步加速。当机器有了感知能力、认知能力，将会带来怎样的影响？年青一代需要对此有紧迫感、敏锐性。不同的国家和民族发展进步的程度不同，能否抓住这个发展机遇是每个国家和民族面临的重大问题。如果我们的教育工作者不能非常敏锐、清醒地认识到新科技革命带来的变化，就很难把学生培养好。

三、加强基础研究和基础学科人才培养，是国家强大、民族复兴的根本所在

我一直在思考，为什么近代以来西方国家走在了世界的前列。我想，关键就在于他们对科学的重要作用的认识比我们要早得多、到位得多。1883年，美国物理学家亨利·罗兰（Henry Rowland）在美国科学促进会年会上作了题为“为纯科学呼吁”（*A Plea for Pure Science*）的演讲，后来在《科学》（*Science*）杂志上发表。这篇文章的内容涉及何谓大学、何谓大师、何谓科学、何谓教育、大学教授应该是一个什么样子、青年学者应该如何成长、社会怎么才能够进步等，号称是美国的“科学宣言”，在美国社会的影响非常大。

最近，我无意中看到《科学》杂志在1916年发表的一位美国教授撰写的《科学研究对工业的重要性》（*The Importance of Scientific Research to the Industries*）评述文章。这篇文章的一些观点放到今天也并不过时。其中有一个重要观点是：从长远的眼光看，没有无用的基础研究。若干年后，今天的基础研究突破可能构成新的工业或者科学发展的里程碑。文章呼吁产业界和政府重视那些聚焦揭示事物发展基本规律和底层原理的研究，以及在未来具有变革性的技术进步。这篇文章最后一段引

用的是法国化学家杜马（Dumas）的话“未来属于科学”。1870年法国在与普鲁士的战争中战败，法国全国上下都在反思，杜马认为振兴法国没有别的办法，只能靠科学，他的那篇著名演讲就叫“未来属于科学”（*The Future Belongs to Science*），科学就是未来。

1930年，拥有亿万资产的商人和慈善家班伯格（Bamberger）兄妹，请教育改革家弗莱克斯纳（Flexner）帮助建立一个新的研究机构。当时美国社会存在高等教育过分功利化、过分组织化和科研教学庸俗化的现象，实用型的研究机构已经够多了，于是弗莱克斯纳建议创办一个新型的高级研究机构，聘请各个学科的第一流学者，开展前沿基础研究。研究院只设少数终身教授职位，其他研究人员则是非固定的成员或访问学者。研究什么、怎样研究，一切听任学者们自己的想法，研究院只负责提供足够的经费。这就是著名的普林斯顿高等研究院的来历。

该研究机构以人为中心，而不是以学科为中心；规模小，拥有少数“大师”级学者，爱因斯坦、冯·诺依曼、哥德尔、奥本海默等都曾在此工作；摒除一切“服务性”职能，以纯理论研究为唯一目的；与大学保持密切联系，弥补学科的局限性和人员不足。在普林斯顿高等研究院的地下室设计并建造了世界上第一台高速存储程序计算机，这是曼哈顿计划的核心。普林斯顿高等研究院的成功创办使得弗莱克斯纳对于科学研究的认识进一步加深，为此，在差不多十年后，他撰写出版了著名的《无用知识的有用性》（*The Usefulness of the Useless Knowledge*）。

1945年7月，在第二次世界大战即将结束之际，应罗斯福总统的要求，美国科学家万尼瓦尔·布什（Wannevar Bush）等编写了《科学：无尽的前沿》（*Science: Endless Frontier*）

报告。该报告为战后美国科学技术的发展指明了方向，该报告建议政府设立国家研究基金会，更加重视基础科学研究，给予科学工作者更多的研究自由等。这些理念和建议直到今天仍然熠熠生辉，常读常新。

事实上，大凡重视基础研究的国家都尝到了甜头，走在了世界前列。以美国为例，美国国防高级研究计划署（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）是美国军方的原创研究管理机构。1957年，苏联率先发射了人造地球卫星，给了美国一记技术突袭。为应对威胁，美国军方于1958年2月组建了DARPA，旨在加强基础研究以提升美国的国家安全能力。DARPA资助的基础研究后来引起了很多技术变革，典型案例包括但不限于：（1）预防流行性疾病技术；（2）互联网的前身阿帕网（arpanet）技术；（3）深度学习技术；（4）集成电路技术；（5）量子计算和感知技术；（6）隐身技术；（7）宽禁带半导体技术等。

四、让社会各界充分认识基础研究的重要作用，中小学科学教育意义重大

我们国家此前对技术应用的重视多于对基础研究的重视，近年来我们才开始加强对基础研究的重视，特别是美国在科技领域打压我们之后，我们开始反思我们的科学教育和人才培养。2024年初，在上海组建了上海数学与交叉学科研究院，丘成桐院士担任首任理事长，中国科学院院士、复旦大学教授李骏担任首任院长。这个研究院的理念和美国普林斯顿高等研究院的理念几乎是一样的。我觉得这个做法特别好，我们这么大的一个国家，经过多年发展，已经积聚了足够的实力，应该沉下心来做一些意义重大的事情。这种着眼长远、旨在源头创新的长周期科学研究需要鼓励创新、宽容失败的社会文化。广大中小学科学教师不仅承

担着传授科学知识的责任，也担负着培育科学文化的重任。

2021年6月，美国参议院通过的《2021年美国创新与竞争法案》整合了此前旨在限制中国的多个法案，包括芯片和5G开放无线接入网紧急拨款、《无尽前沿法案》、《2021年战略竞争法案》和《2021年迎接中国挑战法案》等。2022年8月9日，时任美国总统拜登在白宫正式签署《芯片与科学法案》。该法案推出以后，立刻引起了全世界广泛关注。该法案分五年执行，总额2800亿美元，核心内容是为了解决美国国内芯片安全问题，通过对内补贴促进本土芯片产业发展，进而遏制中国等国家的芯片产业发展。“卡现在”已经升级到“卡未来”。

美国在高科技方面限制中国，只能使我们更加清醒地认识到基础研究的重要性和创新型人才培养的重要性。需要注意的是，创新人才培养不能只盯着高水平大学，中小学教育也十分关键。世界正在经历百年未有之大变局，中国式现代化建设到了最关键时期，科技创新已经成为决定中华民族命运最为重要的因素，让社会各界充分认识到科学研究，特别是基础研究的重要作用，科学教育工作者责任重大。

基础研究是技术创新的源头，是创新型国家建设的重要基石。基础研究容不得急功近利。意义重大的基础研究突破只能寄希望于科学家个体的兴趣和坚持，而这类科学家的出现需要包容个性的文化、鼓励创新的土壤。因此，重视科学教育与人才培养对于孕育志存高远的科学家、对于中华民族伟大复兴意义重大。

（本文根据作者在中国教育学会科学教育分会2024年学术年会上的发言整理而成，刊发前作者进行了审阅。）

（责任编辑：张一鸣）