



中国教育科研参考

2020年第4期
总第(470)期

中国高等教育学会编

2020年2月29日

目 录

- 人工智能时代的高等教育人才培养观探析.....余小波 张欢欢(02)
- 人工智能时代的高等教育与变革.....赵 斌 黄天元(08)
- 世界高校智能教育的发展脉络及启示.....祝士明 刘帅瑶(15)
- 人工智能时代高等教育变革.....袁广林(24)
- 人工智能时代英国高等教育变革趋向研究.....段世飞 张 伟(28)

编者的话:自1956年“人工智能”一词诞生以来,经过60余年的演进,人工智能已成为引领未来的战略性技术,世界主要国家相继将发展人工智能作为提升国家竞争力、维护国家安全的重大战略。2017年7月,国务院发布《新一代人工智能发展规划》(简称《规划》),高度强调人工智能是国际竞争的新焦点、经济发展的新引擎、社会建设的新机遇,是一项影响面广、推动社会各领域向智能化发展的颠覆性技术;同时,《规划》指出,我国目前存在人工智能领域人才不足和关键技术研发不足的问题。高等教育作为人才培养和科学研究的主阵地,应积极承担起培养高端人工智能人才、突破人工智能核心技术的时代责任。本刊以“人工智能与高等教育发展”为选题,集中选编若干文章,供读者参阅。

主编:王小梅 本期执行主编:王者鹤 责任编辑:薛欣欣
地址:北京市海淀区学院路35号世宁大厦二层《中国高教研究》编辑部
邮编:100191 电话:(010)82289809
电子信箱:gaoyanbianjibu@163.com
网址:www.hie.edu.cn(中国高等教育学会——学术观点栏目)

人工智能时代的高等教育人才培养观探析

余小波 张欢欢

1956年麦卡锡在美国达特茅斯小镇上首次提出“人工智能”，经六十余年的发展，人工智能的范畴已经涵盖了视觉识别、语音识别、神经网络、机器学习、深度学习、智能控制、智能机器人等诸多方面，为人类认识世界打开了更广阔的视窗。诚如尼古拉斯所言，“数字化生存天然具有赋权的本质，这一特质将引发积极的社会变迁。”人工智能的发展使人类第一次感受到人类的生命意义与存在价值被重新解构，我们面临着从采集文明、农耕文明、大机器文明一路演进到数据文明时代最多的可能性和机遇。但与此同时，人类也面临着最多的不确定性和挑战。就高等教育领域而言，最多的可能性交织最多的不确定，使得这个时代的高等教育人才培养被赋予了最多的关切和期待。而当我们讨论高等教育要如何致力于为这个“智能化时代”培养人才时，我们迫切需要重新审视人工智能时代对“人才”的定义，树立顺应时代发展需求的人才培养观。

一、人工智能时代的“人”与“才”

雷·库兹韦尔在《奇点临近》一书中对“奇点理论”的描述具备两个主要特征：一是信息、数据呈指数级增长；二是人工智能即非生物的智能极有可能超过传统的人类智能。在此意义上，人工智能时代的来临即为“奇点”临近。在这个临近的“奇点”上，“人”的本质意义被重新解读；在大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论新技术的驱动下，人工智能赋予这个时代深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新的时代特征，并作为新一轮产业变革的核心驱动力对经济发展、社会进步等各方面产生重大而深远的影响。这种核心驱动力的形成需要从根本上重新剖析“才”的内涵。所以，我们有必要讨论人工智能时代将如何定义“人”与“才”，对“人才”的衡量标准又是什么？

（一）人工智能时代的“人”

人工智能时代的“人”面临着更多工具理性主义的挑战。历史学意义上的“人”区别于其他动物的主要标志是直立行走以及制造和使用工具。凭着这两种能力的精进所衍生的技术力量，人类经数百万年的文明演化跃居智慧生命的金字塔顶端。而“人工”智能是“人”之于“人”的智能局限所发展出的延伸的工具智能，这种“工具智能”作为“人”的智能补充使人类大脑有可能与其所创造的容量更大、速度更快、信息与资源共享能力更强的非生物智能相结合，为人类突破自身局限、更深入地认识世界和改造世界提供无限的可能。我们确实看到了人工智能在医疗、经济、社会发展各方面带来的前所未有的科技感和现代感，也看到了人工智能在增强人的感知力、记忆力、知识量、决策力等方面的效率。但与此同时，我们也可以看到这些“工具智能”正在慢慢做到“像人一样思考”“像人一样行动”，并且“理性地思考”“理性地行动”，它们用“0”和“1”的二进制语言告诉我们：“从选择食物到选择伴侣，不过是数十亿神经元秒速计算各种可能性的结果”。在这种工具理性至上的背后，是人的价值理性的消解。人类有机体本身被人工智能附加上了一层“实体生命”之外甚至已经超过实体生命的“数字生命”，各种各样的数字终端和可穿戴设备时时刻刻都在自动收集着我们数字化趋向的行为及信息，为“数字生命”的存续源源不断地输送着能量，供养着我们所谓的“生命自由意志”。

（二）人工智能时代的“才”

人工智能时代的“才”是博精并重的复合型人才。站在人工智能时代的门槛上，我们接受着这个时代脑科学革命和算法革命的双重洗礼。在这个融合了智能语音交互芯片系统、智能图像身份识别系统、智能三维立体成像系统、智能环境感知系统、

智能自主学习系统所构筑的综合智能虚拟网络系统中，以大数据和高性能计算为依托的人工智能可以通过不断地学习与训练，为人类的发展提供诸多有益的条件。而这些智能机器的“学习与训练”，要靠专业性的“才”完成技术加持。所以，人工智能时代“才”的核心不是为某一种或几种职业培养工作者，而是为整个教育、医疗、金融、零售、交通、制造、服务等领域培养全面赋能的学习者、开拓者和领军者。“才”的内涵广泛包括自主与终身学习的能力、想象力、批判性思维能力；包括了随时随地适应变化、探索未知和跨学科学习的迁移能力；包括了专业知识、综合素养以及整体人格和价值观的培养与塑造等。因此，我们讲人工智能时代的“人才”培养，不仅仅是指生物学意义上“人”的健康，也包括人类学、社会学意义上“人”的自由、独立与完整；不仅仅是指技术层面上“才”的精，也包括价值层面上“才”的人格养成和可持续发展。在此理念指导下，人工智能时代的人才培养所应秉承的原则是：“人才”的价值智能发展出了“人工”的工具智能，切不可因“人工”的工具智能造就乃至加速人类的“智能愚蠢”。

二、人工智能时代高等教育人才培养面临的机遇与挑战

人工智能时代重新定义了“人才”的社会意义。高等教育的人才培养，要在工具理性至上的挑战下培养“人”、在博精并重的复合型人才需求背景下培养“才”，面临着来自数据与算法的力量所带来的诸多冲击和机遇。不管是规避“人工智能”发展可能引发的“泛机器人”风险，还是探讨如何借助人工智能的发展契机促进“才”的脱颖而出，都需要高等教育以“高端玩家”的姿态积极参与到这场游戏中，自定义“人才配置”的规则。

（一）人工智能时代高等教育人才培养面临的机遇

数字化、网络化和智能化助推的人工智能将为高等教育人才培养迎来广阔的发展空间。高等教育的人才培养在对人工智能的反思中能够有机会重新审视其价值与意义，从而更好地结合时代背景，在

拓展高等教育教学的内容与构成、改善教学的途径与方法上充分提供智慧化的技术支持。

首先是人才培养意义与价值的凸显。高等教育人才培养的价值在每一个时代都被反复论证，因为它所培养的“人”在变革、塑造并延续着每一个时代。“人”的智慧和“才”所创造的科技力量开创了人工智能时代，人工智能时代的推进以及我们所期望的人工智能带给人类的知识资源和信息获取渠道的延展需要高等教育所培养的“人”和“才”去实现。我们每一个时代都在谈论人才培养的意义与价值，都在谈论高等教育的发展使命，都在谈大学何为。面对人工智能时代，我们对高等教育培养出发展“人工智能”的“人”与“才”的期待，以及对满足这种期待和未知的好奇、探索、忌憚与憧憬交织的复杂情感，将会使高等教育人才培养的意义与价值比任何一个时代都备受关注。

其次是人才培养硬件支撑条件的拓展。人工智能时代实现了知识的无障碍共享与实时更新，所有的知识跨越国界、民族、历史、时代的隔绝平行地呈现，学习者与研究者可以借助人机交互的学习方式，同步了解专业领域最新的科研发现、科研成果，集群策群智去不断地探索未知，高等教育在一定意义上真正实现了在科技巨人的肩膀上学习，而这个巨人对人类数百万年的知识沉淀几乎无所不知，且永不遗忘，不断更新。此外，随着高等教育学科与学科之间的界限愈渐模糊，既没有任何两个学科之间必然不构成相关性，也没有任何两个学科之间的相关性能保持绝对稳定。人工智能时代为学科之间的交叉、渗透、融合与共生提供了新的可能，也为新的学术发现、学术探索不断开拓新的领域。这种学科融合能够培植学习者对客观世界和自身完整的认识，更积极主动地去适应人工智能时代对“人才”的要求。

最后是人才培养途径与方法的改善。高等教育阶段的人才培养重在培养专业学习能力的提升，计算机网络和信息技术的发展将为人才培养途径与方法的拓展和优化带来无限的可能。高等教育阶段的学习者已在一定程度上具备了专业领域的知识架

构，新的学习兴趣更多地以开放、多元和非正式的学习途径为依托。我们已经可以看到利用多媒体和网络信息技术打造的“慕课”和“翻转课堂”为学生所呈现出的智能化学习环境，学习者可以借助这些开放、高效、共建、共享的新型智能交互式学习体系和大数据智能在线学习平台，实现和具有相同学习爱好、探索兴趣的其他人进行打破空间、种族、年龄、职业、知识背景等种种界限的交流和沟通，并通过智能技术分析学习效果，打造真正的国际化学习共同体。科学的数据分析工具也可以客观地跟踪记录学习者所有的学习过程，“因材施教”“因时施教”的定义在这个时代将在科技力量的作用下被重新解读。

（二）人工智能时代高等教育人才培养面临的挑战

强大的数据库和高性能逻辑算法平台支撑的深度学习，使人工智能在为高等教育人才培养理念、内涵与方法的变革带来机遇的同时，也不可避免地给传统的人才培养方式带来挑战。传统的人才培养过程、人才培养方式和人才培养的价值判断与价值选择在快速扩充与更迭的信息、数据面前很可能表现得无所适从。

首先，在人才培养的过程中面临着信息膨胀、价值量压缩的挑战。传统高等教育学习过程可以理解为是在有限信息价值可量化基础上的知识递增过程，高等教育人才培养的本质是学习者专业信息整理与分析基础上知识创新与知识创造能力的培养。教育者引导学习者在学习过程中充分汲取有限信息中的必要价值，完成对某种抽象或具象理论或实践的解释或支撑。而当下的事实是，互联网的智能物联带来的信息量呈指数级膨胀，检索信息就像阿拉丁召唤灯神一样容易。与此同时，庞大的信息量所容纳的大量无价值信息不可避免地会稀释掉真正有价值的信息所含的价值量。淹没在信息洪流里的学习者根本不可能分辨出到底需要哪些信息。所以，今天人才培养过程是教育者、学习者双方在爆炸式增长的信息海洋中检索信息、堆砌信息、组合信息的过程，因而很难衍生出知识创新与知识创造。

其次，在人才培养的方式上面临着自主学习与思考能力退化的“泛机械化”挑战。传统的高等教育人才培养方式重在启发学习者独立自主地思考和探索，把信息升华为知识，进而用知识淬化出能力。互联网冲破大学的物理围墙，实现了信息在空间与时间上的融通和共享。这是科技的力量，这种力量也在相当程度上改变了教育教学方式，消解着学生的学习和思考能力。今天的学习者几乎不需要字斟句酌某一本书去发散思维，厚重和艰涩的纸本阅读在轻便、简易、目的明确的电子阅读面前毫无悬念地败下阵来。我们的“阅读”所依赖的是“微信体”，是各大众、小众新媒体平台上规模化产出的“典藏极简精华版”；我们的“思考”是后台看不见的程序代码一点一点记录下我们的浏览习惯而呈现出的“猜你喜欢”。诚如北大教授陈平原所言，“读完一本书摘出来的两句话和检索出两句话完全是两回事，今天我们检索的能力越来越强，思考和阅读的能力却越来越弱。”智能化时代的人才培养方式是否要顺应这种检索能力而不是学习和思考能力去发展学习者的认知空间？

最后，在人才培养的价值判断和价值选择上面临着“新无用阶级”的挑战。传统的高等教育人才培养价值观里，接受高层次的教育对大部分学习者而言意味着谋求一份体面的工作、乃至各行各业的开拓者、建设者和服务者等优秀人才。然而，人工智能的日益精进使我们面临的现实情况是，智能技术取代了越来越多的传统性、常规性的工作岗位，包括大部分的体力劳动甚至部分智力劳动。全球管理咨询公司麦肯锡的最新报告显示，到2030年全球有约8亿人的工作岗位可能被智能机器人取代，相当于现今全球劳动力的五分之一。尤瓦尔将这些可能被取代了工作岗位的人群称为“新无用阶级”。人工智能的发展让这个阶级不需要为社会做什么，也因为他们确实什么都不能做。因而，未来高等教育人才培养的价值判断和价值选择要建立的是比谋求一份工作更重要的自我价值认知。

综上，“人工智能”时代的来临与全球化一样不可逆转，人工智能和大数据信息技术终将引领着

高等教育人才培养朝着更加现代、更加高效、更加智能的方向发展。面对“人工智能”，高等教育所面临的是比“全球化”和“高等教育大众化”更多的机遇和更大的挑战。我们必须承认人工智能时代衍生的新的教育理念、教育模式、教育方法、教育平台、教育途径将使高等教育的人才培养呈现出新的形态。鉴于此，我们要如何在传统人才培养过程中的知识积累和人工智能时代的信息叠加之间取得一种动态的平衡？如果我们不想做一心提升网络连接速度和大数据算法效率的“数据牛”，又该怎么突破平行“信息流”“数据流”的虚拟限制去追求独立的思考和学习能力？在颠覆性科技重新配置社会价值体系的新时代，我们的高等教育要如何培养这些“新无用阶级”？我们又该引导这种“新无用阶级”建立起怎样的价值判断和价值选择？最后，我们有没有准备好建立起对“新无用阶级”身份的价值认同？这是人工智能时代高等教育人才培养必须面对和深入思考的重大课题。

三、人工智能时代高等教育“人”“才”培养的价值统一

新时期教育改革所依托的背景，不仅仅是改革开放四十年的教育思想乃至教育实践变革；创新创业教育的倡导，不仅仅是政策层面对高等教育创造力的呼唤；建设“双一流”大学，也不仅仅是国家经济发展水平、政治影响力的提升需要辅之以卓越的高等教育来进一步彰显大国风范，这背后更深刻的意义是科技时代“人工智能”与“人”的共舞需要高等教育所培养出的“人”来把握节奏。综合前述人工智能时代高等教育人才培养所面临的机遇与挑战，在人才培养观的树立上，我们要凸显“人”的培养以应对冲击，重视“才”的培养以把握机遇，实现“人”“才”培养观的价值统一。

（一）正视挑战，凸显“人”的培养

人工智能终将改变世界，高等教育所培养的卓越人才极有可能是未来改变世界的“人工智能”的创造者，这已然是无需争辩乃至不容置疑的现实。但我们同样需要明了的是，人工智能时代的“人”更是人类学和社会学意义上的人，而这些人大部分

并不会直接参与“人工智能”高精尖的技术研发，他们是接受了专业化的高等教育但没有成为研究型人才的“人”。事实上，优质高等教育资源的有限性和稀缺性已然决定了不可能把所有的受教育者全部培养成研究型人才。钱颖一教授在众多的访谈和报告中不止一次引用过爱因斯坦对大学教育的认识：“大学教育的首要目的是教育学生成为有教养的文明人，不是有用的机器；学生离开学校时应该是一个和谐的人，而不是一个专家。”“有用的人”“和谐的人”应该具备独立思考和主动学习的能力、想象力以及批判性思维与认知迁移能力，这些品质的培养与塑造应该作为高等教育培养的“人”所必须具备的基本品质。

第一个层次是“人”独立思考和主动学习能力的培养。在独立思考能力方面，我们必须明确的是，“人”设计程序和算法，而不是数据形塑人；“人”产生思考而不是数据和算法引导思考。计算机并不能理解人如何说话、感觉和编织梦想，可是我们现在是用一种计算机能够理解的“0”和“1”二进制数字编码语言来教人如何说话、感觉和编织梦想。所以，我们强调对高等教育学习者独立思考能力的培养，就是让学生不过分依赖于数据网络算法的限制，在拥有信息的基础上学会筛选、过滤和屏蔽信息，通过思考去探索自己真正需要的东西和真正感兴趣的东西，而不是计量统计学意义上塑造或驯养的“猜你喜欢”。而主动学习则是积极地尝试和适应变化，发现并有效提取信息中的价值和体验增量。高等教育培养的人应该是扔掉信息数据库的拐杖也会独立行走和辨别方向的人，会提出自己的问题和疑惑，会质疑和犯错，并拥有持续的学习能力和学习热情。

第二个层次是“人”想象力的培养。现在的学习者很难“无知”，丰富、杂乱、真假难辨、似是而非的信息无处不在。传统高等教育消除“无知”的逻辑在改变，而想象力所培养的即是对“已知”的质疑与谦卑以及对“未知”的好奇与敬畏。人最了不起的是会想象出一个我们原本认知范围内不知道的东西，然后能够努力让它变为现实。想象力让

我们可以把自己置身现实中可能并不存在的空间或时间。想象力并不仅仅是启蒙教育、幼儿教育阶段所强调的，高等教育阶段对于想象力的培养在于让学习者永远葆有对探索未知的渴望和冲动。这种唤醒渴望与冲动的想象力未必一定要实现创造和发明，但它本身可以创造一个相对独立的空间，建构起这个空间的不是“0”和“1”的二进制算法，而是人的意识。这种意识维系的空间让我们拥有不需要大数据智能运行就能感受到的快乐或悲伤、不需要脑科学神经突触解释的情绪和体验。换句话说，想象力让我们不再需要借助“人工”智能来感受人的“智能”。

第三个层次是“人”批判性思维与认知迁移能力的培养。批判性思维是学习者要对人工智能时代数字的绝对力量保持相对的怀疑和不确定，让我们永远去找寻新的、更好的认识问题的角度、分析问题的方法和解决问题的能力，而不囿于现代科技呈现的认知维度和空间。批判性思维能力在某种意义上是对人工智能的发展所保持的开放心态，一方面警示我们人工智能的未来依然有广阔的发展空间，而人类的心智模式尚未开发出最大的潜能；另一方面，要正确看待“科技价值”与“人类价值”的关系，不能唯“科技价值”至上，更不能系“人类价值”于“科技价值”之上。不管是对技术，还是对我们自己，都理应始终保持敬畏的精神去探索和发现。“认知迁移”能力则是敢于并善于突破惯性思维，将认知迁出“制式”结构。“计算机并不能自发地识别连接并将认知转移到新的环境”，是人的价值认知赋予了计算机算法的“价值识别”，并操纵着算法的“价值转移”。

（二）把握机遇，重视“才”的培养

“人”的培养是力求从整体上提升高等教育的人才培养质量，而“才”的培养旨在为智能化时代的快速发展提供充分的“技术增量”输出。因此，在“人”的培养基础上，要立足于人工智能时代的发展诉求，从精细化的专业教育、广域化的通识教育和人本化的价值教育等三个层面重视对“才”的培养。

首先，要通过精细化的专业教育夯实“才”的核心根基。第四次科技革命需要从大数据智能应用中发现挑战性的科学问题。“高精尖人才”是未来高等教育研究型人才培养的主要方向，正是这些研发型的技术人才开启了以大数据和智能技术为动力的人工智能时代。优质的教育资源是培养优秀研究型人才必要条件，高校是提供优质教育资源最主要的场所。2018年4月，教育部印发的《高等学校人工智能创新行动计划》指出，要“引导我国高校瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究和引领性原创成果的重大突破，进一步提升高校人工智能领域科技创新、人才培养和服务国家需求的能力。”也就是说，要通过高等教育前沿、专业的精细化教育为人工智能专“才”的培养提供开放、包容的发展空间和成长条件，从课程体系完善、教学方法精进、资源配备适切、实践平台开放等方面提供最充分的支持。

其次，以广域化的通识教育拓展“才”的成长空间。人才培养的关键重在创新，而创新的关键在于会通。在精细化专业教育培养的基础上，我们还需要重新审视通识教育的必要性和价值。人工智能时代的高等教育人才培养要更加强调对学生基础知识实践能力、创新能力的培养，更加强调基础化、综合化、个性化、实践化，形成通识教育、终身学习基础上的专业教育人才培养新模式。一方面，智能化一定程度上在消弭学科与专业之间的界限，单一的学科知识体系无法满足智能时代对超学科知识链的需求；另一方面，在“人工”智能的时代，我们要表现出“人”的智能和“人”的素养，就必须仰赖这些通识交叉教育所架构起的综合素质、道德品质、责任感，来与数据和算法匹敌提高分析问题和解决问题的能力、适应变化的能力、交流协作能力和终身学习能力。通识教育一方面作为精细化专业教育的补充，为“才”的成长提供更广阔的发挥空间；另一方面，其本身就是价值。

最后，要着重人本化的价值教育，强化“才”的价值认同。对人工智能的未来最集中的讨论，是在大数据智能物联网技术与生物科技共同驱动作用

下，现代经济社会的诸多方面表现出的“人工智能”挑战“人”的智能与“人”的发展。然而，智能机器真正的问题并不在于它们的“人工智能”，而是人类主人天生的愚蠢和残酷。苹果公司CEO蒂姆·库克在麻省理工学院2017年毕业典礼演讲中坦言：“我所担心的并不是人工智能能够像人一样思考，我更担心的是人们像计算机一样思考，没有价值观，没有同情心，没有对结果的敬畏之心。”因此，对人类威胁最大的不是科技，而是制造科技的“人”传递给“科技”何种价值认同。高等教育致力培养的高精尖研究型“人才”在塑造着“人工智能”的未来，因此，是这些“人才”的情感、态度、价值观在形塑着未来智能机器的素养和价值判断。因而，在今天，我们的一流大学建设、一流学科建设、创新创业教育都要重视对高等教育人才培养观“人本化”的价值引领，精细化的专业教育和广博的通识教育只有融合了“人本化”的价值教育，才能真正体现出“人类智能”优于“人工智能”的价值。

（三）“人”“才”培养观的价值统一

高等教育的目的是提供机会给年轻人去尝试和探索，让其发现新的角度来观察这个世界，并在这个过程中发现自己内在的新的能力。他们可以用这种能力去探索计算机科学、脑科学、认知科学交融的“人工”智能，他们也可以通过这种能力更清醒地认识自己和这个时代的关系。追求这种能力，也就是要追求“人”“才”培养观的价值统一。为了实现这种追求，我们既需要“以更有力措施打造多种形式的高层次人才培养平台，加强后备人才培养力度，也要整合多学科力量，加强人工智能相关法律、伦理、社会问题研究，建立健全保障人工智能健康发展的法律法规、制度体系、伦理道德。我们有理由相信，高等教育本身的生命力能够指引其找到“人”“才”培养价值统一的结合点，进而为探索人机文明提供必要的人力资本支持。

人工智能的不断进化给了我们庄重地思考人的本质和学习的本质的机会。我们感受到了智能化时代对“人”“才”的需求，也感受到了这种需求对

高等教育业态的改变。我们都不想变得无足轻重，所以我们必须正视和回应。李开复在《人工智能》一书里说：未来的工作将是那些需要和他人建立情感联系、展现同理心、制造美的物品、启发年轻人的活动，是需要人的品质才能完成的工作。如果不想在AI时代失去人生的价值与意义，如果不想成为新无用阶级，就要努力成为在情感、性格、素养上都更加全面的人。智能物联网的时代，能够坚持在数据和算法之外用“人”的独特性去思考、去判断、去喜悦、去难过、去成功、去失败可能是奢侈品，一如现在产品生产流水线化的时代里手工定制品的难能可贵。

当教育的意义已经从传授和学习知识、制造和使用工具、认识和改造客观世界逐步拓展到思考和探讨人的意识如何更有效地发挥作用、能否控制或升级再造的新阶段，人工智能对高等教育的挑战就不单是一个学科、一个专业层面的问题，而是持续性的全面挑战。在这种挑战面前，也许我们可以尝试着将人工智能的本质理解为一种工具，而工具本身是价值中立的，它既可能是阿拉丁神灯，也可能是潘多拉魔盒。如前所述，“神灯”与“魔盒”之间最关键的因素是“人”。我们想要创造一个稳定繁荣的国家、一个长盛不衰的民族、一个充满希望和可能性的社会、一个体面自由的时代，乃至一个可期可待的美好未来，每一个梦想的最终实现都必将从我们每一个人对自己实现的孜孜以求中得来。

“所有的生活都是相连的”，这才是人类命运共同体。高等教育是国家、民族、社会、时代表达并传递主流价值观的重要途径。正是高等教育所培养出的每一个孜孜追求自我实现的完整的“人”和卓越的“才”，最终塑造并成就着每一个国家、民族、社会和这个时代的未来。

（余小波，湖南大学教育科学研究院院长、教授、博士生导师，湖南长沙 410082；张欢欢，湖南大学教育科学研究院硕士研究生，湖南长沙 410082）

（原文刊载于《大学教育科学》2019年第1期）

人工智能时代的高等教育与变革

赵 斌 黄天元

一、引言

英国《自然》周刊在2019年开年的新闻栏目中，报道了Scopus（全球最大文献摘要与科研信息引用数据库）对过去两年学术热搜词的变化所做的统计。可以看到，癌症（cancer）一词在这两年的排名中都名列第一，区块链（blockchain）、大数据（bigdata）和人工智能（artificial intelligence，简称AI）则紧跟其后，其中，大数据从第六位跃升至第三位，而区块链和人工智能等名词则是新入围。新入围的还有教育（education）一词，同样表现不凡。我们后面将要谈论的话题，就涉及2018年热搜词中的四个关键词：人工智能、大数据、区块链和教育。

最近，美国高校教育信息化协会学习促进会发布了《地平线报告》（2019高等教育版）。报告预测了2019—2023年间六项可能影响全球高等教育的技术应用，也与上述热搜词密切相关。例如，移动学习和分析技术很快或者已经在付诸实践了，混合现实和人工智能可望两三年后实现，而区块链和虚拟助理的实现则可能要到四五年之后。显然，高等教育的未来与新型智能机器的新技术和计算能力的发展息息相关。在这一领域，人工智能的进步为高等教育、教学带来了新的可能性与挑战。

毋庸置疑，人工智能在全球发展中的重要作用已引起国际社会的广泛关注，许多国家都将人工智能升级为国家战略。例如，2014年，欧盟委员会启动了《欧盟机器人研发计划》（SPARC），2016年美国颁布了《为人工智能的未来做准备》和《国家人工智能研发战略计划》，中国也于2017年发布了《新一代人工智能发展规划》。在人工智能的影响下，教育领域在不知不觉中发生着变化。

1955年，人工智能一词首次使用，彼时的含义只是为了表达一些能用电脑来辅助人类的工作。半个多世纪过去，人工智能已发展成一个新的分支学科，并产生了一系列方法，能够像人脑一样进行感知、学习和推理，并能理解自然语言。随着机器模式识别中“深度学习”方法的广泛使用，其准确性

越来越高，人工智能呈现出一派繁荣增长景象。与早期的人工智能不同，这种“深度学习”不需要利用人类专家的知识，而是自己从大量训练集中学习，这远超人类所能应付的体量，进化速度极为迅速。比如，谷歌的AlphaGo通过短时间学习就战胜了围棋世界冠军，这在当时震惊了全世界。

不得不承认，人工智能现在已成为我们日常生活中不可或缺的一部分，许多尖端人工智能已经渗透到了普通应用程序中。有时候它们并没有被称为人工智能，这是因为一旦某些东西变得司空见惯，就不再标记为AI了。比如，今天很少有人将手机中的语音识别、GPS导航视为人工智能的典型例子，更多的则是将其视为基于算法的个人助理，是日常生活体验的一部分。

那么，什么是人工智能呢？这并不是一个容易回答的问题。人们对其终极定义几乎没有一致的意见，大多可能只关注了有限的认知视角。大体上，人工智能可以分为弱人工智能和强人工智能。弱人工智能，专注于特定的狭义任务，比如自动驾驶汽车就是专门用于驾驶服务；而强人工智能则是一种具有意识、知觉和头脑的机器，也就是如史蒂芬·霍金和比尔·盖茨所认为的那种对人类有威胁的类型。而在本文所谈论的有关教育领域的人工智能，则是介于强人工智能与弱人工智能之间的一种技术模式。

一般来说，我们的工作可以分为结构化、非结构化任务，或者常规、非常规任务。结构化任务可以被清晰地定义和描述，并且可分解为更小和更易于管理的任务；而非结构化任务则依赖于直觉、判断和经验。常规任务是指具有很强规则性或按指定间隔完成的不变任务；而非非常规任务则很少，一般是不定期出现或者首次出现的。

人工智能的优势在于它的速度、准确性和一致性。在这些维度上，人类无法与之抗衡。很容易理解的是，涉及常规和结构化任务的工作很容易自动化，很快就会被人工智能所取代。相应地，高等教育就应该让学生接受人工智能并学会将它视为工

具，而不是回避。但是，人工智能在创造力、创新、批判性思维、解决问题、社会化、领导能力、同理心、协作和沟通等软技能方面仍然薄弱。也就是说，涉及非结构化任务的工作对于人工智能来说很难，这是不容易被替代的，而对于结构化但非常规的工作，自动化可能不划算。

为了聚焦人工智能在高等教育教学中的影响，有人提出了一个颇有实践性的定义：能够参与类似于人类过程的计算系统，例如学习、适应、综合、自我修正以及将数据用于复杂处理任务。本研究将参照这种认识来进行分析。

二、“人工智能与（高等）教育”的科学计量分析

要讨论人工智能这个话题，首先了解其他人对该主题的研究是十分必要的，这样我们才能检测出其应用范围以及发展趋势。我们选择了ISI Web of Knowledge引文数据库中的Web of Science核心数据库作为数据源，检索日期为北京时间2019年5月31日。

为了区分高等教育在教育中的独特作用，我们采用了两种检索策略：（1）主题中同时出现“高等教育”（higher education）和“人工智能”（artificial intelligence）两个关键词的文献；（2）主题中同时出现“教育”和“人工智能”两个关键词的文献。文献调研的时间跨度为1976—2018年。最终检索获得“高等教育”与“人工智能”主题的文献信息共89条，“教育”与“人工智能”的文献信息共973条。具体的分析过程，采用R软件的bibliometrix包完成。在此基础上，我们采用科学计量方法，分别对文献的时间趋势、空间分布和热点主题进行了分析。

在整个教育领域，关注人工智能的文章在1976—2018年间总体呈现上升趋势（图1）。21世纪前的大部分时间，增长幅度相对平缓。1990年后，文章数量有了实质性增长。2015年之后，文章数量则呈“井喷式”增长。2015年相关主题文章数量为56篇，而此后3年中发文量分别达95、126和148篇。

从空间分布上来说，美国是发文量最高的国家，共发表367篇。中国（仅统计了大陆地区，下同）发表140篇，位列第二。其余排名前五位的中国还包括西班牙（96篇）、英国（84篇）和加拿大（69篇）。

家还包括西班牙（96篇）、英国（84篇）和加拿大（69篇）。

通过观察该领域热点主题词云图（图2）可以发现，“系统”（system或systems）是除了“教育”和“人工智能”以外出现频次最多的关键词，共出现了47次。其次是“设计”（design），出现了25次；再次是“模型”（model），一共出现了19次。

为了对比，我们特意对与高等教育相关的文献进行了探索。从图3可以看出，人工智能方面的文章在1989年才首次出现，2010年以前发展趋势非常平缓，但是在2013年以后，相关文章呈现出快速的递增趋势，从2014年的5篇增长到2018年的28篇，涨幅近6倍。

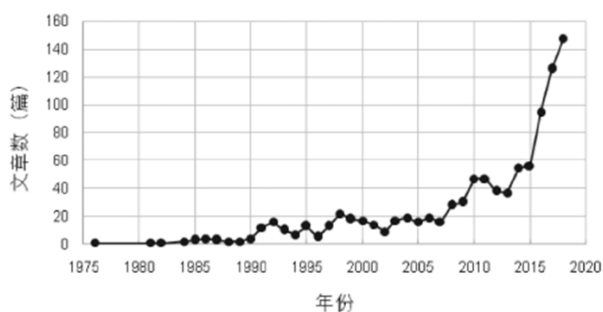


图1 教育领域人工智能文章发表数量的时间趋势

从空间分布上来说，在高等教育领域最关注人工智能的是西班牙，共发文25篇位列第一。其次为美国，共发表18篇文章。其他排名前五的国家分别为墨西哥（13篇）、中国（12篇）和印度（9篇）。同样，观察该领域热点主题词云图，可以发现，“系统”（system或systems）是除了“高等教育”和“人工智能”以外出现频次最多的关键词，共出现了6次。其次是“模型”（model），出现了5次，其余关键词出现次数均不超过4次。

不过，我们这里进行的分析，没有刻意区分是“人工智能在（高等）教育中的应用”，还是“（高等）教育中的人工智能课程的教学活动”，因为大多时候，人工智能课程的教学活动，本身也采用了人工智能的相关技术，总体上也属于人工智能的教育应用范畴。

三、人工智能教育工具的发展

美国麻省理工学院的西摩·佩珀特（Seymour Papert）是人工智能的创始人之一。由于对儿童学

的计算机技术，另一方面还需要用于支持和评估个性化学习的认知技术。

四、高等教育又到了需要变革的历史关头

尽管高等教育一直在发展，持续更新课程，但从许多方面来看，高等教育仍然被认为是过时的。教材、评价学生成绩的方法、理论与经验的边界等等，仍主要沿用历史体系，也就是为150多年前的世界所设计的体系，而那是电报和福特T型车的时代，那个时候同样也进行了一场高等教育革命。

1869年，查尔斯·艾略特（Charles Eliot）在《大西洋》杂志上发表了进行“新教育”（The New Education）的宣言。当时，许多中产阶级的职业都已职业化，需要有资格证书，艾略特认为需要一种全新的教育才能满足新公司和行业对专业、资格从业人员和管理人员的需求。他强调了产出和生产力，并严格定义了什么是一门学科以及如何成为这门学科的专家。这正是当时的管理理论家们所推崇的！因此，艾略特被任命为哈佛大学校长，这也是有史以来最年轻的一位校长。他领导了哈佛大学的转型，并以这种模式引导了美国的高等教育。到1925年诞生了许多新的高等教育结构，这在1860年之前是根本不存在的。这种高等教育结构一直沿循至今。而在人工智能时代，这种传统的高等教育体系是否继续有效？它能满足互联网和即将开启的自动驾驶汽车的世界吗？

如今，AI已悄悄进入我们的生活且无处不在，这是一个事实。技术的进步让我们大部分人的习惯都在改变，包括我们建立联系、交互、读写以及获取信息的方式。在这种情况下，教育必须适应当前的时代和社会习惯。所以，AI有可能彻底改变我们认为理所当然的高等教育体系，而高等教育还必须迎接这个挑战。

据eSchool新闻网站（<https://www.eschoolnews.com/>）发表的一项研究报告，到2021年，人工智能在教育和学习中的应用将增加47.5%，将创建具有定制能力的自适应学习技术，大大改善学习体验。人工智能甚至可能帮助学生规划他们的职业道路。根据英国TechNavio（<https://www.Technavio.com/>）所发布的报告，美国教育机构在2018—2022年的人工智能市场复合年增长率预计将接近48%。2017年，凯茜·戴维森（CathyN. Da-

vidson）在《新教育》（The New Education: How to Revolutionize the University to Prepare Students for a World in Flux）一书中预测，15年后的工作，有65%的现在还不存在。为了应对这些快速发展，需要一个优秀的教育系统，使学生在不可预见的环境中做好充分的职业准备。首先，教育方需要改变机构、学科、课堂教学方式等，帮助学生掌握更广泛的技能以便更深层次地理解世界，例如批判性思维、创造力、交流能力、跨文化观点等等。也就是说，他们需要的不仅仅是技术意义上的技能。教育创新不仅仅是将更多的技术投入更多的教室；而是改变教学方法，使学生获得在竞争激烈的全球经济中发展所需的技能。

新一轮高等教育的变革，也遵循事物发生变革的三步过程：解冻阶段、改变阶段和冻结阶段。在解冻阶段，必须以开放的心态鼓励人们客观地评价自己的现状，这可能是最困难的一步，因为这需要打破自以为是的外壳。当人们接受了改变是必须的，那么它就进入了改变阶段。要实现这一步，必须要有长远的观点和积极的态度，人工智能对高等教育的影响尤其如此，因为未来可能是极其复杂而不可预测的。改变的过渡阶段结束后，就会进入冻结阶段，开启真正的新教育模式。

五、人工智能如何自动处理高等教育中的基本活动

目前，有关人工智能在教育环境中应用的主要系统，智能导师和智能教学系统遍布于互联网。一般来说，教育中的人工智能主要涉及三个方面的技术：个性化系统（学生的知识和个性化适应）、软件代理（具有自主性和学习能力的智能程序和机器人）以及本体和语义网（从多个空间、大数据中收集知识）。当我们在教育中开发和利用这些系统和技術时，就可以成为改进教学过程的强大资源。

（一）评分

首先，人工智能可以接管诸如评分之类的任务，可以帮助学生提高学习水平，甚至可以替代现实生活中的辅导员。对学生的作业和考试进行评分是一项乏味的工作，特别对于人数比较多的班级，评分需要花费教师大量的时间。据估计，德国教师每年花在评分上的时间多达1 000小时，具体取决于他们所教的课程和科目。而这些时间本来是可以

用来与学生进行互动、备课或者从事职业发展的。

不仅教师对这样的现状不满，学生还会批评他们所得到的分数是主观的、不一致的、不透明的。而人工智能就有望解决这些冗长而主观的评分过程。伯克利大学和斯坦福大学使用的GradeScope是一种基于人工智能的解决方案 (<https://www.gradescope.com/>)。教师（或学生自己）只需扫描手写的测试答卷，系统就会根据预先定义的评分标准对试卷进行评分。这不仅显著减少了评分时间，而且还为学生提供了透明的评分过程，因为这些评分标准学生也知道。

对于客观性试题进行自动化评分，相对是一个比较容易实现的过程，而对论文进行自动化评分还处于起步阶段，预测会在未来几年内逐步得到改进。因此，对人工智能系统进行量身定制，使其与教师并肩作战，承担重复性任务，而将具有挑战性的任务留给人类。

（二）教学过程测量

衡量一个学习者的进步，其本质是具有深刻社会性的努力，是每个教师面临的巨大挑战，也是用传统基于规则的软件无法做到的。但教师要评估学生对一个概念的掌握程度时，又必须考虑到课堂上每个学生的反应，这样教师才能找到学生落后的原因。传统学习软件一般只能依靠课后的评估来衡量学生对所学主题的掌握程度，而在课堂上根本无法获得这些数据。

人工智能的历史，是一条以“推理”为重点，到以“知识”为重点，再到以“学习”为重点的过程。所以，现在机器学习是实现人工智能的一个途径。机器学习算法，通过分析和发现数据点之间的模式和相关性，可以成为教师量化学生对课堂理解的有效工具。通过分析特定的学生数据，人工智能有可能帮助学生更快地发现需要帮助的地方，从而提高学生成绩和获得教师支持。例如，人工智能平台，收集用户与课程材料和环境交互的实时信息，为每个学生创建丰富的数字档案。人工智能更高级的应用还可以使用计算机视觉算法来分析面部表情（例如无聊和分心），并将这些表情与学生的其他数据联系起来，创建一个更完整的学习者模型图，实时洞察学生对特定主题的理解和参与情况。当然，数据模型也可能在多个学生中找到共同的模

式，并执行预测分析。

还有一些更有潜力的方法。例如，课堂上融入信息和通信技术（ICT），特别有助于课堂互动，促使我们在教学过程中实现以学生为中心的学习；非侵入性脑-机接口结合人工智能，会让我们重新思考教师的角色——虚拟“教师机器人”能否取代教师；经济实惠、能测量学生何时专注于内容和学习任务的大脑计算机接口（BCI）设备也已经成为可能；并且类似IBM的沃森（Watson）这样的超级计算机，可以在整个课程期间提供自动化的教师参与服务。

（三）授课过程辅助

当学生在课堂学习上落后时，除了学生自身的问题，教学方法和课程内容本身的缺陷也难辞其咎。遗憾的是，通常教师在授课过程中，并不会意识到自己所讲的内容与教材有什么差距和分歧，而这恰好是让一些学生对某些概念感到困惑的地方。此时，人工智能就可以在教学过程中进行实时反馈。如果已证明有效的教学实践可以成为一个度量标准，那么人工智能就能使用这个标准，以最佳方式来指导教员讲授教程，或者提供信息来指导教学。例如，如果教员在上课时偏离主题，人工智能可能会提醒他回到正轨；或者导师说话太快，学生已经无法跟上而失去兴趣，人工智能就会告诉教师放慢速度，以便学生能够重新参与到课程中来。

当然，人工智能同时也会监控学生的学习过程和行为，在学生可能出现问题的地方进行提醒。比如，对于一道习题，大多学生都给出了错误答案，那么系统会提醒教师关注；对即将选修该课程的学生来说，系统还会发送一些预警信息，提前消除一些误区。由此可见，人工智能系统不仅让教师找到了教学中可能出现的偏差，还让学生快速获得他们所需要的支持。特别是通过人工智能应用程序，学生可以从老师那里得到有针对性的定制回答。即时反馈是辅导学生成功的关键之一。学生们得到及时反馈，可帮助他们加深理解，并有助于正确完成下一个任务。这样就填补了课程讲授中可能出现的解释差距，确保所有学生都建立起共同的概念基础。

在学生自主学习过程中，也可以用机器进行更广泛的记录。当学生观看翻转课堂（视频）时，可以记录他们学习的全过程，包括学生重看视频讲座

的次数、被难倒的地方或放慢播放速度观看的记录。通过分析学生之间的差异、对相关知识学习时间上的差异，以及他们在观看某些内容时的注意力变化，机器学习可以帮助教师更好地了解学生在哪里苦苦挣扎，或者材料在哪里解释得不好等等。

人工智能还帮助教师评估其教材的相关性，这相对容易实现，因为现在大多数教师都是通过电子方式准备教学素材的。因此，人工智能技术可以直接解释这些素材，确定所涵盖的主题，甚至可以分析课程和评估材料，以深入了解评估涵盖课程内容的程度。

（四）个性化内容

学习的路径可能有无数条，提供个性化的学习体验是教师一直努力实现的目标，但传统的教育体系是迎合平均水平的，无法为学生提供足够的服务。更通俗地说，课程的目标是针对80%的中等学生。很显然，这对于前10%的学生来说，他们不用花费太大气力就能轻松应对这门课程，而对于后10%的学生来说，他们可能很难跟上。传统的大学课堂，讲座内容也是一刀切的，因为教师不可能为解决某个学生的问题长时间暂停讲课。

自然语言处理（NLP）是人工智能的一个分支，可用于分析书面材料的内容和上下文关系，不仅可以衡量课程材料的质量，而且还可以像人类一样修改句子，甚至自己编写新材料。有了这样的人工智能技术，教师就可以创建针对个别学生定制的教科书和练习，更好地满足他们独特的学习偏好和兴趣。美国加利福尼亚的内容技术公司（Content Technologies Inc.，CTI）开发了自动生成定制教育内容的人工智能引擎，使用深度学习来分析教学大纲和课程材料，然后生成新的内容，如自定义教材、章节摘要和多项选择测试。

基于人工智能学习模型还可以建立智能辅导系统（ITS，intelligent tutoring systems）。这样的系统既可以在自主学习环境中运行，也可以与人类教师合作，利用学生学习的历史数据和实时数据，为他们提供针对其优劣势的个性化内容。目前，业已证明这在数学和物理等学科领域的教学中是有效的。

再举个例子来说，卡内基学习公司开发的人工智能支持的数学学习平台MATHia就是采用机器学习

算法和预测模型来确定学生的知识和技能水平，并评估他们的未来表现（<https://www.carnegielearning.com/>）。其中，使用“知识追踪”来确定学生对不同概念的理解过程，用“模型追踪”理解学生解决问题的方法，这样就可以调整软件对个别学生思维过程的支持，而不是将学习过程定向到可能对学生没有意义的标准方法。

六、人工智能如何改变我们传统的教学元素

学校是进行大量学习的地方，教师在规划、塑造和引导教学秩序方面发挥着决定性的作用。如果将现在的教室与20世纪初的教室进行对比，现代教室已替换成现代版本的黑板，许多工具和教学过程已经数字化，地理障碍在某种程度上已经消除，学生可以坐在教室，也可以坐在家通过网络参与教学。那么，人工智能要应用于支持和加强学习过程，还有哪些教学元素是可以改变的呢？

首先，教室必须变得更加智能化。利用传感器和物联网技术（IOT）的系统，超越了传统计算机范式的局限性，这可适应人类学习中的生物学特点——需要更多的社会互动。物联网的应用，是为了提供支持学习的新方法，并利用与智能技术进行交互的丰富大数据，为教师和课堂创造价值。比如，教室里的高清摄像机可能会提供其他有价值的支持。如果对视频流进行数据挖掘，就可以获取学习者空间特征，通过构造预测模型建立教室中的对立。人工智能算法通过收集、分析和关联物理教室和虚拟教室中发生的每一个交互作用，帮助教师解决每个学生的特定痛点。

其次，教学设备将更加智能化和专业化。迄今为止开发的许多人工智能设备，大多是通过计算机进行的（有少数例外）。对于教师来说，这个系统就是一个“黑匣子”，而且主要是要取代教师一些作用的，所以在传统教室中，人工智能教学设备很少。即使存在，大多也不是为教育而专门设计的。在过去的30年中，一些教学辅助技术，如文本到语音、语音到文本、缩放工具、预测性文本、拼写检查和搜索引擎，设计初衷是用于帮助残疾人的技术示范。这些技术后来得到扩展，几乎成为所有个人电脑、手持设备或可穿戴设备的通用功能，在教育中增强了学生的学习互动，增强了教学和教育体验设计的可能性。

最常见的智能教学设备，如2007年推出的iPhone手机，2008年推出的Android手机，2010年推出的iPad，这些智能手机和平板电脑都是现在的通用技术。未来是否有希望制造出专门为学习和教学设计的技术呢？根据目前的发展过程，我们可以想象，未来25年里，我们现在拥有的技术或许又被不同代的设备所取代，足够摆脱以计算机和平板电脑为主的教学模式，有望出现某种新的方式。也许，卡尔·米查姆（Carl Mitcham）所描述的电子人就会出现，这种类型的人机界面会立即改变我们学习、记忆、访问和创建信息的方式。我们目前还无法预测，使用这种界面来增强人类记忆和认知需要多长时间，但很明确的是，人脑和机器的“杂交”已经成为可能，这从根本上挑战了教师为不同的学习和教学环境找到新的维度、功能和全新的教学方法。所以，教育创新不仅仅是将更多的技术投入更多的教室，而是改变教学方法，使学生获得在竞争激烈的全球经济中发展所需的技能。

还有，现行的教育体制都是以年龄分组为基础的，这显然并没有考虑学生的学习速度、兴趣和才能的差异。因此，在每一个教室里，都有一些学生因为很快理解了学习内容而感到厌烦，而另一些学生因为听不懂老师的解释而感到沮丧。人工智能应用程序将很快通过提出个人学习目标、选择教学方法和展示基于每个学生兴趣和技能水平的练习，个性化学生的学习体验。这种非年龄分组的变化也是对传统教学元素的重大变革，可根据学习者的需要调整内容和学习速度。

试错是学习的关键步骤。对于许多学生来说，他们因为害怕失败而不愿意在同龄人面前表达自己的想法；而面对人工智能，就不是那么令人生畏，学生就可以用更自由的方式来试错。事实上，人工智能本身就是支持这种学习的完美教师，因为它们自己就常常通过试错来学习。

教育还有一个重要方面是培养协作和社会互动，一般学生是从分组合作中学到这些技能的。个性化教学中，学生被视为一个独立的学习者，他们一方面可以按照自己的速度进行学习，另一方面也需要与他人进行合作。人工智能本身也可能成为协作学习的推动者，人工智能通过比较学习者模型，可以找到具有相似认知水平或具有互补技能的学

生，让他们组队能更好地进行协作学习。甚至，人工智能还可以作为一个成员参与到学习小组中，通过提供内容、提出问题和发表观点，引导在正确的方向进行更高效的讨论，产生更好的人际互动。

如果教育内容的质量本身很好，那么上述这些技术，就是打破时间和空间的羁绊，在“合适”的时间向学习者呈现“合适”的内容。但是，并非所有的教学内容都是质量很高的，也可能是枯燥乏味、缺乏明确的教学目标、认知被动、未能将研究结果纳入学习科学的。在很大程度上，我们甚至没有标准来合理区分高质量和低质量的教育内容。现在，基于人工智能的智能内容（smart content）技术，正在使用传统的教学大纲为某些科目创建定制的教科书，使教科书内容更容易理解。

因此，人工智能在整个学习过程中的普遍采用，最终将彻底改变教育。

七、结语

由于人工智能解决方案有可能改变大学行政服务的结构，高等教育的教学领域面临着一系列截然不同的挑战。本文设想了人工智能在高等教育中可能涉及的自动化任务，但对于更复杂的高等教育任务还难于面面俱到。如果认为好教师就会自动产生良好的教育，这种理解是过于简单化的，因为教育并非知识的简单转移。虽然人工智能在教育中的应用取得了令人瞩目的成就，但与人工智能算法在其他领域的应用相比，却是相形见绌的，因为教育和学习从根本上说还是一种社会体验，最强大的超级计算机也很难发现人类的讽刺和幽默，它只是基于算法进行各种尝试，然后简化为肤浅的解决方案。所以，我们必须承认目前的技术局限性，承认人工智能还没有准备好取代教师，而是提供了提高教学能力的真实可能性。高等教育是这一深刻变革的中心，它面临着巨大的机遇和风险。技术的真正潜力在于适当地利用技术来扩展人类的能力以及教学、学习和研究的可能性。在这一重要的十字路口期待从学术的角度进行仔细的考察和分析。

（赵斌，复旦大学生命科学学院教授、博士生导师 上海 200438；黄天元，复旦大学生命科学学院博士研究生，上海200438）

（原文刊载于《复旦教育论坛》2019年第4期）

世界高校智能教育的发展脉络及启示

祝士明 刘帅瑶

2019年4月23日，美国NMC发表2019地平线报告中指出，未来四到五年将是人工智能变革高等教育的关键节点。2019年3月4日到8日，联合国教科文组织在巴黎教科文组织总部举行了2019年移动学习周，学习周的主题也围绕着人工智能与可持续发展。来自130个国家1500名教育与技术专家围绕“如何利用人工智能来加强教育和学习”“如何确保在教育中包容和公平地使用人工智能”等问题进行了探讨。我们发现，在大多数国家，主要由非国家行为者，特别是私营部门，推动AI蓬勃发展，对AI的发展做出敏锐的反应，教育技术产业的快速扩张尤其引人注目，人工智能学习技术在课堂上的使用越来越多，各国都为教学和学习提供人工智能解决方案。

我国高度重视人工智能战略影响，习近平在2019年5月16日的国际人工智能与教育大会的贺信中指出，新时代的中国将高度重视人工智能对教育的深刻影响，积极推动人工智能和教育的深度融合，促进教育变革创新。同时，高等教育肩负着科技创新、人才培养的使命，人工智能在高等教育中的应用不仅能够提高人才培养效率，更能提升人才培养质量。因此，提升人工智能在高等教育中的应用水平是实现我国人工智能从跟跑、并跑到领跑的重要举措。基于此，本文梳理最新国际人工智能在高等教育中实践情况和未来走向，并提出我国智能教育应对策略，为提升人工智能在我国高等教育中的应用水平提供参考。

一、从人工智能到智能教育

（一）人工智能的内涵

英国逻辑学家和计算机先驱艾伦·马西森·图灵最早开启了人工智能的实质性工作，图灵关注的核心问题是计算机如何通过过程启发式问题，从经验中实现学习。1950年，著名的图灵测试问世，测试中涉及计算机、人类陪衬与人类询问者三个参与者，结果发现，在看不到被试（计算机、人类陪衬）的情况下，人类询问者只通过询问无法辨别二者身份，据此揭示出计算机具备与人类智慧相同的潜力。由此可见，人工智能发展的初衷便是最大程度模仿人类的思维，代替人类做出决策。

最早成功的人工智能程序是1951年写成的Christopher Strachey，该程序通过不断地试错、迭代，完善自身程序，最终能够以合理的速度完成一个完整的跳棋游戏。随后，约翰麦卡锡于1956年的达特茅斯会议上首次创造了“人工智能”这一术语。随着人工智能关键技术的不断发展，人工智能的内涵也趋于完善。在大英百科全书的定义中，人工智能是指数字计算机或计算机控制的机器人执行与智能生物相关的任务的能力。这个术语经常被应用于所资助的开发系统的项目。具有人类特有的智力过程，如推理、发现意义、概括或从过去经验中学习的能力等等。由于其跨学科的性质，人工智能的定义难以被界定，不同领域的专家有其不同的侧重点，但达成统一意见的是，人工智能具备人性化思考、人性化行动、理性决断以及合理形式四方面特点。

人工智能具有“强”“弱”之分，“强人工智能”以复制人类智力能力为目标，开发一个与人类完全相同的系统，“弱人工智能”则只是让系统运行，无需弄清楚人类的推理过程。目前，人工智能的发展介于“强”“弱”之间，虽然实质性进展表明实现强人工智能还存在一定困难，但强人工智能在未来的走向是当前的发展趋势。皮尔森与知识实验室（伦敦大学学院）2016年出版了报告“智能释放：教育中的人工智能论证”，报告将人工智能论述为“一个计算机系统，旨在通过能力（例如视觉感知和语音识别）和智能行为与世界互动（如评估可用消息，然后采取实现目标的既定行动），我们认为这基本上是人类”。人工智能的类人化功能使其能够渗透在人类生活的各个环节中，人们开始探讨人工智能在教育领域中应用的必要性，这也正是智能教育产生的原由。

（二）智能教育的诞生

从历史的角度来看，过去两个世纪，世界经历了教育的大规模扩张。教育起源之时，无论东西方教育都可称为“人的智慧”。东方孔子推崇“有教无类”，对不同的学生采取不同的教育手段，传授的内容也不尽相同；同期，西方苏格拉底使用“产婆术”引导学生深入学习，教与学之间是动态

的、灵活的关系，学生能得以个性化、全面发展。随着工业革命的到来，工业社会对于人才的需求迅猛扩张，班级授课制应运而生。为了整体提高教育效率，将教学、作业计划、评分等全教学过程都框在固定的模式内，对于学生的评价也被局限在固定的标准化描述中，教育体系是静态的、普遍化的，教师无暇顾及每个学生的兴趣、特长或学习风格，学生个人的自我发展被忽视。

伴随新一轮技术革命的发展，大规模的个性化教育成为时代的呼唤。“AI融入教育，成为教育发展的新取向，如何利用AI技术支持教育已成为当前需要讨论的课题”。随着近年来人工智能的快速发展，智能教育在国际范围焕发出新的活力。

（三）智能教育的技术支持

智能教育自萌芽至今已有30年之久，但国内外关于智能教育的定义尚未形成统一意见。祝智庭提倡智慧教育，他认为智慧教育是通过人机协同作用以优化教学过程与促进学习者美好发展的未来教育范式（智慧教育“祝氏定义”的要义）。在国际上，以AIED（Artificial Intelligence in Education）指代人工智能在教育中的应用，其基础是本身就为跨学科的AI和学习科学（教育、心理学、神经科学以及社会科学等科目）。Pearson报告认为，AIED由三个关键模型组成，分别是教学模型、领域模型和学习者模型。教学模型代表了教学的知识 and 专长，即如何更好地通过计算机使用教学手段；领域模型又称为知识模型，代表如何更好地学习世界知识；学习者模型侧重于对学习者的了解，包括学生的情绪状态以及参与学习的数据等内容。这三个模型的相互作用，就是自适应导师的模型基础，能够根据学习者能力和需求，选择最为合适的内容提供给学习者。在学习实践过程中，感知到的数据不断反馈到三个模型中，通过深度学习等算法使得模型更加丰富、更加完整，进而促使系统更“智能”。

人工智能极大地改变着教育生态，在教育领域的应用前景广阔，是克服传统教育不足的有效途径，有助于变革教育模式与教育形式、为学生提供个性化服务、为教师提供精准化教学、为学校提供科学化管理。智能教育中涉及的技术支持包括：

（1）人机交互引擎：与用户直接接触的引擎，人机交互引擎实现有趣的智能聊天功能；（2）NLP处理技术：即自然语言处理技术，主要是指通过机器

学习手段，对自然语言数据进行切分，编码等过程；（3）实体关系抽取：从自然语言数据中，对特定的关系模式进行识别，从中提取实体关系信息，如（实体、关系、实体）三元组；（4）KG推荐系统：基于知识实体关系，以图论为基础，构建知识实体关系图模型（即有向连通图）；（5）对特定场景的细致切分与机器学习相结合：系统细分多个应用场景并融合机器学习算法辅助使用者更好地教学与学习；（6）人脸识别：目前人脸识别技术在国内外发展都非常迅速，如人脸识别、人脸对比等技术已经在多个领域得到运用，但总体而言，各种识别系统对环境的影响都较为敏感。

二、国际高校智能教育的发展脉络

通过梳理国际高等院校在应用智能教育中的实践，分别从学生、教师和学习环境三个角度总结了智能教育的发展脉络。

（一）智能教育向自适应学习、强调个性化教育方向发展

自适应学习是一种理想的学习模式，不是一种通用的学习模型，能够根据个人特色、学力水平、学习风格调整学习内容和教学形式，为每位学生设计、提供最适合其本人的个性化课程和辅导，具体表现在以下三个方面。

1. 异步课堂方兴未艾，有效推进协作学习。协作学习是指学生以小组的形式，通过协作共同完成一件任务或项目。在高等教育中应用协作学习能够促使学生更积极地参与到学习过程中，使学习工作的兴趣始终维持在较高水平。Pierre Dillenbourg在梳理AIED25年的发展进程中指出，今天的AIED更加注重社会互动，学习者的交互，必须同时将支持个人的学习和增强社会交互的学习融入学习环境。Pearson2016年的报告中列举了人工智能提高学习效率的多种渠道，在一定程度上为协作学习提供智能支持。

高等院校学生的自由度及个性化需求均高于基础教育，而人工智能支持的协作学习与传统学习最大的革命性突破是学生无需聚在一起完成项目，他们可以不受时空的限制，在不同的地点、不同的时间完成协作学习过程，即在异步课堂中完成互动学习。AI+协作学习不仅在很大程度上为学生提供了便利，提升小组完成效率，还能助力教师提供更高效的指导：基于人工智能技术，如机器学习和浅层文本处理，人工智能系统用于监测异步讨论组，分

析每个学生的工作方式和以往学业表现数据，从而为教师提供有关学习者讨论的信息，通过形成自适应组、专家指导、构建智能虚拟代理、即时智能审核四种具体方式指导学习者学习。

微软团队在戴维森学院数学系进行了为期一年的实验。戴维森学院依赖于中心的协作环境，信息在学习小组间无阻碍的流通，学习成员紧密联系在一起，Teams与OneNote Class笔记本和其他微软产品一起放在教室里，每位学生都有发言权力，同时能够从教师一方获得需要的学习材料，保证个性化学习能够在不同的学习风格和能力课堂中覆盖到每个学生。同样的协作方式也曾发生在伦敦威斯敏斯特学院，智能教育应用使得即便有听力障碍的学生，也能无障碍地加入到协作学习中。

2. 智能内容重塑教科书，实现加速学习。近年来，大学生对雇主市场的敏感度不断提高，期望以最快的速度尽可能多地获取雇主所重视得技能。基于此，专注于毕业生培养的全球EdTech公司WozU总裁Chris Coleman判断2019将有越来越多的人专注于加速学习。同时，智能内容是当前的热门话题，被应用于金融、营销等各领域，例如我们所熟悉的购物应用，可以根据浏览记录推测出期望购买的产品。由此可见，智能内容能够基于观看者过去的行为而改变网站内容。

由于智能内容所提供的内容与观看者保持高度的相关性和个性化，当其应用于教育领域时，能够在很大程度上满足学生对于加速学习的需求（为避免与前述智能内容混淆，将应用于教育中的智能内容称为SLC。SLC通过重组知识，最大化突出重点知识并转化为学生最易接受的方式实现加速学习。具体来说，是人工智能系统使用传统的教学大纲为不同的科目定制个性化的教材，使教科书被数字化重塑。在创建的过程中，SLC改变了知识的组织形式，结合学生年龄、学科、认知等特点创生出新的学习页面，能够让不同的学生在相同的教学模式中使用个性化内容模板和多语言功能，满足学生的个性化需求。SLC包括数字化学习指南和可定制的学习界面，通过多种手段诠释教科书内容，同时提供交互式内容、实时反馈和全面评估，能在保证学习效率的同时兼顾学习质量。SLC的另一大优势在于，能够很好地与多媒体元素集成，创设出现实的教室环境，可以应用

于仿真系统、游戏化教学环境或视频教程中。

Cram101是专为节省高等教育者学习时间，提高认知效率而开发的软件，开发了掌握学习内容更快的方法。Cram101通过人工智能技术将知识内容分解为最小信息单元，重组为智能学习指南，指南中包括章节摘要、抽认卡、无限的真假判断等问题。同时，Cram101还会在内容组织中使用人工智能技术突出教科书重点，在最大程度上减少认知负荷，防止学习者在无用信息上浪费时间与精力，能够更好、更聪明、更快地吸收切实所需的信息。

Netex是一家专注于学习技术业务的公司，近期专注于智能内容的开发，结合新技术与业务经验创新出Learning Cloud (LC)和Content Cloud (CC)两款产品，以改善学习方式。Learning Cloud强调用户体验，坚持以学习者为中心的设计方法，通过微观学习、技能映射、社交功能和内容推荐实现知识推送，创新之处包含以下几点：

（1）强调知识共享，学生可以创建主动学习社区、学习内容列表分享学习内容，支持各种类型交互，丰富学生的学习经验；（2）搭建游戏化社区，让学生在升级、成就、竞争等游戏化激励的情况下，保证最大程度上的参与；（3）保证学习的便捷性和有效性，不仅能够随时随地获取学习信息，同时创设了虚拟导师指导学习流程。Content Cloud则是专业创建和管理云中的数字内容，可以在一个平台上创建无缝的内容集合，自动协调内容开发和供应网络，最大化降低生产的时间和成本。Content Cloud提供了最具创新性的数字创新工具，采用尖端的智能技术，实现整个内容生产流程的控制。Netex与大学的合作更为广泛，2019年3月29日，Netex与加泰罗尼亚开放大学（UOC）签订合同，利用Netex最新解决方案Content Cloud向其内容制作提供服务。UOC是第一大西班牙语在线教育机构，以电子学习和在线参与方面的研究著名，被列为泰晤士高等教育全球顶尖大学之列，选择Netex作为战略伙伴，侧面反映增强智能内容建设能力对开放大学的重要意义。不仅如此，Netex提供的智慧内容在过去的一年内使包括马德里欧洲大学在内的六所西班牙大学实现了数字化转型。

3. 智能辅导系统迈向2.0，促进深度学习。智能辅导系统（ITS）是一种计算机系统，基于布鲁

姆的掌握学习原则，从认知心理学、计算机科学，尤其是人工智能的工作中汲取灵感，其目的是为学生者提供即时的、个性化的教学或反馈。ITS通常一次与一名学生一起工作，不需要人类老师的干预，其设计目标是为每位同学提供高质量的教育。

在诸多人工智能辅助教与学的手段中，智能辅导系统是人工智能在教育中最初的应用之一，已经在许多STEM主题上开发了40年。但是在过去的十到二十年中，由于缺乏硬件、教师培训、软件复杂等因素，计算机对教育的影响是不明显的，同时，已有的教学软件无法察觉学生的需求并做出响应，也不能足够灵活的模仿教学。近年来，随着深度学习等算法的飞速发展，上述问题在很大程度上得到了针对性的解决。智能辅导系统利用人工智能的技能和方法来开发基于计算机的学习系统，从而构建自适应系统。当前的智能导师系统能够通过其强大的智能算法帮助学生掌握困难的知识和技能。这些算法能够在细粒度水平上检测到学生的学习路径，评估学生对学习领域的理解情况，为学习者提供实时的指导、反馈和解释，并引导学生深度学习。美国国防部高度重视ITS技术的开发，提供了大量的资金支持。

美国国家科学基金会（NSF）和教育科学研究所自2000年来一直支持ITS。以往的智能辅导系统的成功实践主要集中在以下两方面：一是用于数学和其他结构良好，数量精确的主题；二是专注于语言交互知识领域。未来，ITS发展趋势的核心的提升学生智力水平，协助学生进行深度学习，将通过以下三方面实现。

（1）理解学生的自然语言，注重学生情绪引领。由于学习环境的单一性，当前学生的学习过程中存在不少浅层学习，学生与知识的交互过程主要表现为识记，无法将概念转化为实践。智能辅导系统开发的初衷，便是通过营造良好的交互环境，让学生对课程从无聊转向好奇；对成绩从痛苦转向热情；对学习从焦虑转向自信，并用恰当的策略引导学生深入学习。学生倾向于进行浅层学习，因为深入学习需要他们进行复杂的思维活动，从事复杂思维活动会使他们产生大量诸如沮丧、逃避的负面情绪。孟菲斯大学Graessr博士针对这一问题构建了智能辅导系统Autotutor。Autotutor的核心是三个主要研究领域——人性化的辅导策略、教学代理和支持自然语言的辅导技术。该系统具有两大

独特功能：一是具备极强的互动技能，学生与机器人用自然语言进行对话，能够识别并吸收学生情绪，并试图进行引导；二是具备良好的思维技能，通过建立于学生之间的不平衡认知，帮助学生进行深度学习，智能辅导开始时，Autotutor将在显示器中创造两个不同的导师，各持一方观点，学生需要在思考和推理中解决分歧。

（2）倾向于多种学习资料整合。Electronix Tutor是一种整合多种学习资源的智能辅导系统，专注于为海军学员提供电子学徒技术员培训课程。整合的学习资源包括学习代理、心理模型构建与模拟环境、创建或交付学习任务的通用学习平台、在网络上开发主体内容并评估材料和学习技术平台等自适应智能学习资源。

（3）生成有关学习过程的数据，提高学生学习的学有效性。步入2.0阶段的智能辅导系统，在生成学生学习数据后，着重分析学生在学习过程中得出错误结论的原因，在“发现错误—分析错误思维的形成原因—纠正错误思维”的反复迭代中实现持续训练学习。也就是说，当智能辅导系统发现学生出现错误时，不再是简单提示学生多进行相关方面的练习，而是通过分析、指出学生的错误思维，引导学生形成正确的思维方式，进而提高学习的有效性。学生在一次次试错中，逐渐习得调整思维的技巧，学习质量得以持续提升。

（二）助力教师向“辅助者”转型，强调预测

斯坦福大学在报告《人工智能百年研究》中预测，未来15年“智能导师和其他人工智能技术在课堂和家庭中帮助教师的应用可能会显著扩大”、

人工智能不仅在学习环节为学生提供全方位的个性化服务，提高学习效率，同时能够满足教师需求，变革教学过程，使教师有时间和自由提供更有情感与针对性的教学服务。这种应用主要体现在两方面：一是简化管理任务，创设更好的专业环境，将教师从事务性工作中解放，转向对学生的关注，更多地投入到教育教学活动中；二是通过逆向设计思维，塑造学生画像，协助教师更加深入地了解学生。从教学设计到学情分析，全过程助力教学活动的智能化发展。具体包括以下几方面趋势。

1. 智能助教进一步发展，协助教师关注学生。人工智能可以很快地执行管理任务，进而更快、更好、更低成本地消耗管理人员的大部分时间。采用

“AI+教师”双师型模式，能够在很大程度上为学习者带来更好的效果。

2014年，英国爱丁堡大学团队研发了教师机器人Botty，该机器人创建的目的是为了在Twitter上与爱丁堡的电子学习和数字文化MOOCs的学生进行互动。在课程期间，Botty发了大约1500次推文，与数百名同学交流，除了回复课程问题，甚至在一定程度上承担了社交角色，与学生生活上的推文互动。但是，Botty的智慧仅停留在简单问题的处理上，面临疑难问题Botty则建议学生向导师留言或向其他学习者求助。

另一个引起广泛关注的例子是佐治亚理工学院的AI助教Jill Watson。Jill是该学院计算机与认知科学教授Ashok Goel的助手，“他”的日常工作是回复参与在线课程学生的大量论坛帖子，同时处理其他行政问题。吉尔的智慧化程度更高，其助教级别大致等同于研究生，是世界上第一个真正意义上的智能助教，其成功之处在于让所有学生都误以为它是真人助手。

2019年2月23日，德国发布了第一个机器人讲师Ruyi，Ruyi不止从事助教的工作，还能够主导课堂，向学生讲解内容并进行互动。当然，Ruyi在现阶段与人类讲师还有很大的差距，不能独立应对真实的课堂环境，但是Ruyi能够很好地起到课堂辅助的作用，让教师能有更多的时间与学生互动交流。

AI助教除了能够处理学生问答和行政性工作，还能够通过自动化评判学生学习成果来减轻教师的负担。自然语言处理（NLP）是人工智能的一种形式，通过统计和机器学习方法，促进对句子结构、情感、意图的理解，从人类语言中提取意义，并根据信息做出决策，美国教育考试服务中心开发了自动NLP评估系统，应用于在标准化测试中对论文进行评分。这也是AI助教在学生评估方面最早的应用之一。密西根大学应用M-Write帮助教师在大规模的入门级课程中处理写作活动。M-Write通过算法来识别学生在写作中遇到困难的地方，分析写作水平较低的潜在原因，通常用于复杂的STEM作业，如证明或考试中的简短回答。

2. AI助力智能教学设计，保证精准教学开展。充分了解学生是教师实现精准教学的基础，教师需要评估学生对于知识的理解程度、情绪状态、知识水平等一系列指标，以调整教学设计和实施环节，过去教师凭借经验进行大致判断，现在AI协助教师

完成这一过程。

基于分析和发现数据点之间的模式和相关性的机器学习算法被证明是帮助教师量化学生对讲座进行理解的有效工具。通过分析特定的学生数据，人工智能可以更快地找到学生可能需要更多帮助的领域，教师据此进行教学设计，大量的学习数据有助于教师了解未来的课堂走向，不同于过去大数据技术在教学中进行事后分析，AI还能实时生成报告，分析数据进行预测和可视化，并将其输入教师的工作流程，从而提高学生的学习成绩。

Pearson（中译“培生公司”，世界上最大的教育出版集团）与伦敦大学学院知识实验室合作，指出当今基于模型的自适应系统也越来越透明，教育工作者可以了解系统如何做出下一步的决策，并为课堂教学提供更有效的工具。例如，iTalk2Learn系统¹⁶是由卡内基梅隆大学设计和测试的系统，用于评估其对年轻学生学习分数的影响，它应用了一个学习者模型，该模型明确包含有关个人数学知识、认知需求、情绪状态以及反馈的信息。

不仅如此，AI还能更加深入地协助教师挖掘学生的思维过程，厘清学生得出错误答案的过程，找到思维盲点，进而展开有针对性的讲解。例如，康奈尔大学（Cornell University）计算机科学助理教授艾瑞克（Erik Anderson）开发了一个程序，帮助数学老师和宾夕法尼亚大学华盛顿分校（University of Pennsylvania University of Washington）和微软（Microsoft）的同事一起，利用人工智能判定学生是如何得出错误答案的。概括来说，人工智能捕捉的学生数据来源有三。

（1）智慧教室，教育环境中的学习行为数据捕捉。传统上，课堂上计算机的使用频次很低，同时仅被视为处理学生输入信息的工具。现在，随着智慧教室地不断兴起，重叠技术的融合正在使新的用法成为可能，交互式也是教室再造中的重要追求。英特尔和合作伙伴正在利用英特尔CPU的计算能力支持人工智能，利用深度学习功能支持人工智能创新，在更高层次了解用户——不仅可以解释用户命令，还可以了解用户行为和情绪。高校在教室中放置教室PC，收集多个输入和输出点，通过多模态感知收集主要数据（外观——提取面部标志；交互——学生如何使用传统设备；采取行动的时间——学生在学习平台上完成任务或采取行动的时

间），实时提供分析，让教师能够充分了解学生。

(2) 沉浸式媒体的数据采集。人工智能推进沉浸式技术能够进行学生信息追踪，为教育者构建动态学生信息世界，进而对学生的行为进行预测。沉浸式媒体可以从用户数据中获取信息量，分析学生正在查看的内容、持续的时间、交互的动作等信息，人工智能与大量的信息融合后不仅能够让教师了解到学生关注的知识内容，还能够分析学生的情绪感知与状态，以调整教学内容，为解决学生可能遇到的困难做好准备，进而最大化地激发学生的学习兴趣。

(3) 智能导师系统获得数据。例如密歇根大学（University of Michigan）正在开发的电子教练（E-Coach）项目，该项目专注于为STEM领域的各种学科提供形成性反馈，适应性更强，能够跟踪大班学生的学习进度，引导他们远离常见错误，并发现他们可能感兴趣的领域，全部反馈给教师。

3. 学生事务管理智能化，实时监管学生走向。

(1) 智能学工。在数字化校园中，从位置信息到消费行为，学校掌握了学生大量的生活数据，对于这些数据的有效处理能够形成学生画像，协助教师检测学生的异常行为。机器学习擅长定位，能够很快地定位异常值并进行归类分析，这就是我们学生分析的基础。Ivy teach社区学院利用机器学习来识别有失败课程风险的学生，并为他们提供建议和相关支持，在应用这一技术的学期中，学院的失败率逐年下降了3.3个百分点。人工智能不仅能够对学生行为起到检测作用，还能帮助学生规划课程，减轻教师压力。例如柏林技术大学开发的智能代理Alex，能够使用自然语言回答学生的问题，并帮助他们规划未来的学习课程。ALEX允许柏林理工大学（TU Berlin）的学生使用文本输入以对话的方式查询课程和模块，这种方式不仅能提高会话效率，而且具有较高的享乐性和语用性。

(2) 智能招生。人工智能在学校招生环节未来发展的趋势大概有两个。一是搭建AI人机交互的学生咨询服务系统。由于高校招生环节往往会遇到工作人员精力有限、咨询信息过多导致疏漏等问题，人工智能作为招生助手参与到高校招生环节。目前，大学和学院已经求助于聊天机器人来帮助回答学生的常见问题。这样一来，辅导员或招生教师能从重复性的工作中抽身，转向处理更高优先级的任务，使得招生团队更有效率，允许少数的辅导员

在更短时间内回应更多的学生。佐治亚州立大学与AdmitHub合作，建立了一个数据库，收集招生办公室经常回答的问题。Adore Thub创建了一个定制的PounceGSU学生入学私人助理。该项目通过回答问题，“推动”未来的学生完成任务，并帮助他们顺利入学。二是构建AI机器学习的生源选拔模型。利用人工智能机器学习算法，构建学校招生和学生志愿填报之间的双向匹配模型，探索研究适合高校生源选拔的智能辅助模型，解决学生、学校、专业选择上的精准对应，满足高校选才空间的同时，让更多考生进入理想大学和理想专业。

(三) 学习环境朝智能学习空间方向塑造，强调开放

人工智能通过创设“一种人与人工智能等信息技术高度协同的‘人一技’结合、以自适应学习为核心的新型教育环境”变革学习空间，具体表现在以下三方面。

1. 全球教室升级，塑造全球社会公民。全球教室是一门基于网络的课程，旨在促进跨学科合作，并允许来自世界各地的学生和教师参与集体作业和学习体验。人工智能为全球教室提供了机会，不仅使全球教室的互联性和可访问性变得更强，同时在一定程度上改善了教育公平问题。纽约州立大学协作在线国际学习中心（Collaborative Online International Learning, COIL）是专注于全球教室这一新兴领域的领先国际组织之一，所提供的课程通过人工智能融合不同文化，创造混合同步在线学习环境，促进不同国家教师与学生的互动。COIL列举了25个全球教室应用的例子，总结来说AI从以下四个方面影响全球教室的升级。

首先，人工智能为全球教室打造了虚拟空间，虽然学生的物理空间被划分，但是AI可以通过配备语言翻译器/字幕创作插件等支持，打破国际语言与文化的界限，为世界各地的学生提供全球学习环境。在相同实践活动、学习材料和开放式讨论的交互作用下，学生会产生通过网络空间而紧密连接的感觉。

同时，学习管理系统（LMS）近年来的升级能在很大程度上提高学生的学习效率。在全球教室中，学生学习数据全部在线上留下痕迹，为数据爬取提供了很大空间，通过从LMS中收集到的大量数据，AI算法能够做出数据驱动的决策，分别为学习者、教师、管理者提出改善建议。

不仅如此，随着Ruyi的问世，越来越多的智能助教和虚拟导师也将参与到全球教室的升级中，机器学习能够使虚拟导师的知识储备量达到人类教师无法实现的高度，同时能够判断学生的知识水平、学习风格、学习能力等各方面指标，提供有深度的个性化辅导，让整个学习过程更加智能化。

最后，人工智能在助力教与学关系转变的同时保障了学习公平。在全球教室中，由于只有线上的交流，学生在更大程度上参与到知识建构的过程中，由此产生对学习过程的依赖，观点更加独立，能够更自由地表达自己。并且，国际化的全球教室提供为文化交流提供了最好的土壤，人工智能的自适应性能将不同国家的知识处理为学生最能够接受的学习单元，打破文化界限，无论学生所处国家的经济水平、教育水平如何，在全球教室中激发出创造力，塑造更多的全球社会公民。

2. 智能虚拟现实，学生充分参与。过去的两个世纪，技术不断改变现代社会，随着新计算平台的出现，我们与设备交互的方式不断改变，从计算机到智能手机，现在人工智能为我们带来了最新的平台——虚拟现实。虚拟现实试图通过数字或模拟世界模拟物理世界，从而创造沉浸感。为实现这一目标，虚拟现实技术以多模态交互为硬件技术核心，集成人工智能和虚拟现实组件。实现虚拟现实学习需要佩戴沉浸式媒体，即虚拟现实耳机、增强现实眼睛以及介于两者之间的各类媒体。

虚拟现实重新定义了我们与信息的关系，具体包括沉浸式、交互式和创设式三种学习环境，学生不仅对场景有身临其境的感觉，更能够与数字世界进行身体互动，而这种互动不仅局限于屏幕范围内。虚拟现实将如何变革高等教育，这是所有人都翘首以盼的，具体来讲，有以下两种形式。

(1) 结合VR/AR等技术，AI可以直接作为教学工具集成到课件中。沉浸式技术改造后的课件具备两个特点：一是根据学习者的内在经验，从根本上构建虚拟环境，以使学生相信看到的是真实存在的；二是课件展示的内容不受物理定律约束，意味着无论课件创作者创设怎样困难的情景（火星或是500年前的卢浮宫），制作成本几乎相同。在具体应用中，学生需要佩戴沉浸式媒体以实现该技术。现在，该项技术已经应用到医疗、生物、化学等领域的课堂上。

微软HOLOLENS运用混合现实将物理和数字世界

中的人、地点和物体聚集在一起，在课堂上以“画布”的形式呈现给学生，学生可以在课堂上与“画布”进行交互。沉浸式教学在生物、医学课程中应用得比较广泛。The Body VR公司采用身临其境的教学法，使个人能够与虚拟的解剖人体交互，例如随着红细胞在血液中流动，观察病毒的产生机理，在此过程中学生能够更好地了解病理和人体，进而提高患者护理质量。美国凯斯西储大学与护士质量与安全研究所(QSEN)合作，开发了影子健康程序，为该校研究生和本科的所有课程构建虚拟患者模拟。该程序提供了大量虚拟患者，学生可以通过自然语言与数字标准化患者进行开放式交互，进而展示和完善他们的临床推理技能。

(2) 沉浸式媒体为虚拟导师、人工智能助理提供了物理存在。沉浸式媒体使虚拟导师从计算机中走到现实世界里，不仅能够与人工智能机器人进行对话，还能在学生周围呈现体的教师形态。南加州大学创新技术研究所(ICT)是创建智能虚拟环境和应用程序的先驱，通过将人工智能、3D游戏和计算机动画结合在一起，开发真实的虚拟角色和现实的社会互动。该研究创造出的虚拟角色与人类外表、思维、行为无异，学生可以在研究所提供的视频游戏和模拟场景中与计算机进行交互，实现沉浸式学习体验，在这一过程中，学生决策、文化意识、领导和应对得以提升。不仅如此，在学生与虚拟导师交互的过程中，后者还可以远程识别抑郁症、创伤后应激障碍(PTSD)和自杀风险的迹象。

3. 人工智能变革图书馆。图书馆在大学中的定位逐渐变成了高校内部的跨学科中心、研究中心之一，同时也是学生学习与创造活动开展得主阵地。人工智能时代下，图书馆也在被动或主动地探寻着新的发展模式，具体包括以下几方面。

(1) 智能书籍管理。随着人工智能的智慧程度不断加深，智能搜索已经被应用于图书馆，加速了人们寻找信息的方式。北卡罗来纳州立大学亨特图书馆设计的一大特点就是尽可能缩小图书管理范围、扩大学习空间、缩短检索时间，进而实现高效的知识互动。亨特馆内有150万册图书，但却不设传统书架，而采用自动书籍拣选系统替代。自动书籍拣选系统利用大数据支持的人工智能技术，能够快速做出决策，定位所需书籍。借书时，读者只需在线目录中点击想要阅读的书籍，5分钟内就能从取书机器人手中拿到书，完成借阅过程。

(2) 智能语音助理。智能语音助理是一款可以远程操控获取图书资源的AI工具，这款工具以图书馆广大的图书资源为数据集，通过自然语言系统与师生实时交互过程。麻省理工学院的图书馆馆藏可以通过API访问，因此可供机器学习算法使用，为通过人工智能增强各种图书馆任务和 workflows 提供了可能性。目前，麻省理工图书馆正在与该校的人工智能/深度学习研究人员合作，期望开发出一款类似Siri的AI工具，当有人向语音助理询问信息时，能够获得著名的学术文献。

(3) 推广人工智能，吸引学生参与社会科技问题。北卡罗来纳州立大学研究合作首席战略家 Chirs Erdmann 表示，图书馆可以开始做的事情之一就是基础层面跟踪AI并订阅一些AI实时通讯。例如，劳拉诺伦 (Laura Noren) 负责管理数据科学的数据科学通讯，但她经常报道人工智能的故事。在这些新闻通讯和一些人力资源管理AI之类的资源之后，跟踪这一点，并保持咨询的最新状态。剑桥 (马萨诸塞州) 公共图书馆 (CPL) 与麻省理工学院图书馆和哈佛大学的MetaLAB合作举办“笑室”。参与者进入一个人工智能的房间，只要房间的算法认为有趣，就会播放笑声。图书馆作为高校人流量的集中地，将关于AI发展的一手咨询推广给最具创造力的学生，能够吸引更多的学生了解人工智能的前沿发展，进而激发高校创新活力。

三、我国高校智能教育发展的应对策略

(一) 树立自适应学习理念，打造全过程“智能+”人才培养流程

将智能信息技术分别与育人体系的全过程结合，形成智能招生、智能教学、智能学工、智能就业一体化的个性化学生服务。

一是构建智能招生咨询模型，分析高校智能咨询体系架构、学校和专业介绍智能推送方案，依据考生性格、特长推荐适宜的专业，促进学生特长、性格、兴趣与专业选择一致。

二是构建智能导师系统，实现学习者个性化学习支持、学习过程的动态学习服务供给。探究智能学情分析、智能教学模式、智能教学过程、智能教学评价等内容，实现从课前、课中、课后的智能化教学辅助模式。重点是从学生的学情分析中获取学生的个人能力，精准推送个性化学习资源。

三是通过大数据技术为每个学生建立个性化的标签，形成学生个人画像及群体画像。根据学生的

全向数据抽象出标签化的学生模型。通过数据整合、分析，挖掘出学生的学习、生活状态，行为、消费、运动习惯，性格数据等，实现对学生的学业预警、行为异常预警、失联预警、贫困生预警、群体集结预警、特殊人群预警等，确保校园及学生的平安。

四是通过高校毕业生就业管理业务数据建立就业双向推荐服务模型。通过就业双向推荐系统、模拟面试虚拟系统、互助就业服务系统等，为毕业生推荐合适的就业机会，为企业推荐合适优秀人才。

在此过程中，以物联网技术丰富课堂教学、校园生活的大数据采集，以云计算技术构建基础支撑平台，以大数据技术实现教学质量的预见性分析，构建智慧教育的全方位信息化支撑环境，推动教学方式创新。

(二) 坚持师生需求导向，研发高等教育“教育+智能”产品

2017年11月，IEEE全球自主和智能系统伦理倡议宣布了新的标准项目，倡议中指出我们正在处于为学校教育中智能教育制定明确方向的关键时期。瑞典籍美国物理学家和宇宙学家Max Tegmark将人工智能定义为一种非常“聪明”的系统，他们能够实现复杂的目标，但是每个人工智能系统只能实现非常具体的目标。为了最大限度地发挥人工智能对教育的促进作用，助力高校实现立德树人的根本目标。高校在进行智能教育顶层设计时，应当加深教师与学生对智能教育的认知，充分理解人工智能变革高等教育的手段，在可实现范围内提出自身需求。同时，高校要明确智能教育发展的需求导向，化“AI+教育”为“教育+AI”。

人工智能与教育走向深度融合，教育形态发生巨大变化：由人工智能教育走向教育人工智能，教育理念注重以人为本的协作教育理念，为实现高校智能建设的需求导向，有针对性地向AI索取需求，一方面，要展开大面积、高质量的师生需求调研，切实解决教与学过程中面临的实际问题，同时还要调研高校现有的建设情况，包括高校可动用的资源、各层级（基础设施层、平台层、应用层）的建设程度、学科特点等方面，明确智能教育生长点；另一方面要保证调研结果的及时反馈，打通智能教育研究所或相关教育企业与高校的通道，以便顺利产出高等教育“教育+智能”产品，实现人工智能与教育的深度融合。

（三）提高教师智能素养，以最大化发挥智能教育力量

对于学术界而言，人工智能、机器人技术和智能辅导系统的兴起意味着教师不能只满足于拥有所需的经验和教学技能。高校中有声望的教授大多是“数字移民”，智能素养有待提升，年轻学者也有些明显缺乏数字技能的群体。这样一则导致“智能+”产品的作用无法得以最大化发挥；二则可能会使大学更容易将机器人作为替代方案，因此亟需提升教师队伍群体的智能素养。智能素养包含信息素养，指那些为应对人工智能时代应当具备的素养，除信息素养外，还包括人工智能目前欠缺的情商培养，具体的教师智能素养提升路径体现为以下三个方面。

1. 校方为教师提供全面、系统、可应用和可持续性的培训，同时在培训过程中应用智能技术。首先，要在理念层面上使教师全面理解信息素养，防止因片面学习信息化技术而忽略了信息意识和信念素养的培养；其次，培训要保证内容丰富、形式多样、长期进行。建议校方打破传统的“填鸭式”培训，多安排实践环节，鼓励不同学科的教师从彼此身上获取灵感，同时，培训应持续一定的周期，贯穿于职前、职中和职后，保证培训的系统性。最后，培训要充分应用智能技术，让教师在使用智能技术之前，体会智能技术在课堂教学或学生管理中的实际作用。

2. 营造智能氛围，自觉培养智能思维。例如，成立专门的技术互助小组，分享大数据、物联网、各种教学平台，以及VR/AR、虚拟仿真等信息技术应用与教学过程的经验与做法。建议组成文理教师兼顾的互助小组，理工教师可多吸收哲学思维，在培养学生的过程中渗透“人类智慧”，文科教师多学习信息技术，在培养过程中应用“类人智慧”。

3. 加速校园数字化建设，倒逼信息素养的提升。例如改善校园网速；为教师提供包含各种教育教学资源的数据库；完善必备的大数据分析软件和云资源平台等等，以实现教育治理和教学过程的现代化。

（四）成立智能教育专业，加速实现智能教育领跑目标

在第四工业革命的驱动下，各国为应对人工智能人才缺失的短板，纷纷出台政策，推进相关改

革。我国高校在新工科建设浪潮的引领下，或成立人工智能专业，或将传统专业与人工智能结合做出升级，但这种升级更多停留在工程专业中，专门成立智能教育专业的高校很少，专业人才的缺失在一定程度上放缓了人工智能推动高等教育变革的进程。例如，限制智能辅导系统（ITS）发展的两大瓶颈：一是缺少编写ITS创作工具的专家，二是ITS创作的时间、成本过高，这两大瓶颈需在相关研究室成立后做重点突破。

智能专业成立后，还要注意与其他技术结合，如将AIED接入物联网，互联网支持智能教育与其他启用网络的对象或机器互连，能从更多的场景中获取得学生数据，通过深度学习等算法，协助学习者强化德智体美劳全面发展的技能，进而为AIED系统开辟了新的可能性。

（五）加强应用效果评估，及时调整高校智能教育走向

实践是检验真理的唯一标准，“智能+”高等教育产品是否能切实提高教与学的效率，还要在实践中检验。当前，经济增长、消费升级，产业政策和资本助力，加之二孩政策等多方因素致使智能教育机器人行业成为创业温床，智能教育俨然称为企业眼中的“热蛋糕”。但是目前市场尚处于早期时期，市场教育还不完善，鱼目混杂的现象突出，良好、健康的产品是高校智能教育改革顺利开展的保障。因此，要充分发挥评估的力量，以评促建设、以评促改，在评价中提升教育智能产品的质量。

为更好地做好效果评估，以下几方面需做好保障。首先，要保证评价主体的多元化。可成立评估专家小组，专家成员应当包括来自智能教育研究机构、高校以及智能教育企业三方人才，做到评估的全面与公平。其次，要确保评价内容的全面性。评估内容既包括产品市场中的产品质量评估，也包括“智能+”教育产品在高校中的应用情况，以便找准实践痛点，及时调整高校智能教育走向。最后，需要相关政策与资金支持，保证评估工作能够有质量、顺畅的进行。

（祝士明，天津大学教育学院教授、硕士生导师，天津 300350；刘帅瑶，天津大学教育学院硕士研究生，天津 300350）

（原文刊载于《中国电化教育》2019年第11期）

人工智能时代高等教育变革

袁广林

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。近年来，人工智能的发展速度比人们对它的了解速度还要快，它虽然不是人类的智能，但越来越像人类一样思考，在一些领域已经超过人类的智能，甚至还极有可能全面超过人类的智能。美国学者、预言家雷·库兹韦尔还提出奇点理论对此预测。他认为，到2045年左右，人工智能将会来到一个“奇点”，跨越这个临界点，它将超越人类的智慧，人类历史将会彻底改变。虽然一些批评者以谨慎的态度对此提出质疑，但他的导师明斯基对此却深信不疑。AlphaGo击败李世石之后，人们对人工智能的发展更为乐观，预期更加强烈。各国政府都在积极制定政策，美国、欧盟国家、日本、俄罗斯等纷纷制定了人工智能国家发展计划，加快相关政策的布局；我国先后出台了《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》《新一代人工智能发展规划》等政策措施，积极推动人工智能的发展。它正在以不可逆转之势重新定义人类的生产和生活方式，重塑人类的生活，将给人类社会带来深刻的变革。随着人工智能技术的深入发展和应用领域的快速扩展，许多传统行业将面临“颠覆性”的变革，高等教育也不例外。在第七届“吴文俊人工智能科学技术奖”颁奖典礼上，人工智能学会理事长李德毅院士面对记者的提问“当前人工智能冲击最大的是哪个行业？”他毫不犹豫地说，是教育。陈宝生部长指出，走进智能时代，要高度关注人工智能对教育带来的巨大影响，密切关注其对教育带来的问题和挑战，要秉持积极审慎的态度，思考如何走好“未来的路”。可以预计，在人工智能时代，高等教育人才培养理念、教学与学习方式、传统学科专业的建设等方面都将发生深刻变化。高等教育必须直面这些变化、深入研究这些问题，为人工智能时代做好充分的人才准备。

一、面对知识获取便利快捷，要将学习置于教学之上

学习是人类进步的重要方法。对于人类来说，学习是重要的，光凭现有知识将难以适应未来的社会。因为社会是不断发展的，科技是不断进步的，总会有新知识、新技术产生，人类将永远面对许多

不确定的新事物，所以要永远处于学习的状态，学习要贯穿整个人生，要终身学习，否则他就难以适应这个快速变化的时代，更难以有很大的作为。学习还是要人一生亲力亲为的，不可替代，而教育则是外界加诸学生身上的，如尼葛洛庞帝所言：“在过去诸多年中，我们混淆了教和学之间的关系和差别，教育本身是我们给予别人东西，而学习是我们自己赋予自己的能力。”

人工智能对教学起到革命性的作用，将颠覆传统的教学模式。目前，不仅几乎所有的知识都可以通过互联网找到，而且可以利用各种技术赋能于学习，如自适应学习技术、混合现实技术、创客空间等。教育者既不再是唯一权威的知识来源，也不是知识的权威。“虽然技术可以放大杰出的教学，但是再伟大的技术也不能代替平庸的教学。”那么，教师的作用是什么？其角色将会有哪些变化呢？

一要做好学习引导者、帮助者。教师的任务在于给学生设计一个学习环境，提出问题，讨论问题，解疑释惑，帮助他们围绕学习任务建构属于自己的知识体系。目前，许多高校的网上课程不过是把教授上课的过程摄制下来放到网上，强调的仍然是“教”，而没有突出“学习”的过程，忽略了师生互动、生生互动。正如钟秉林教授指出的那样，“现在以慕课、微课程、翻转课堂等为代表的新的基于互联网的教学模式正在应运而生，这样的变革使得学校教师的角色正在从知识的传授者转变为学生的学习伙伴。我们要在教师和学生构建的师生学习共同体当中，通过教师的引导、师生的互动，实现我们的教育教学目标”。也就是说，教师要从“讲台上的圣人”转换成“身边的向导”，从信息的传递者变成学习的促进者，引导学生怎样去获取知识，怎样将知识内化为素养、转化成能力。二要创设学生自主学习环境，帮助学生升级学习操作系统，培养学生主动学习的习惯和学会如何学习。激发学生的好奇心和主动性，培养他们对知识的渴求，提升他们的学习动机和成就愿望，使他们未来主动应对挑战的根本要求。为此，威廉和弗洛拉利特基金会发明了“深度学习”的概念，它是指通过学生批判性思考、问题解决、互相协助、自主学习，掌握学习内容。它以问题研究为导向，与企业

社区合作，调动学生学习的积极性，帮助他们获得更多的主动学习的经历。三是现今的世界越来越不在乎知道什么，而只在乎能否利用所学知识做什么。因此，要从注重花了多少时间学习转变到注重实际学到了什么、能解决什么问题和怎样有效地解决问题上来。开展基于项目的学习、基于挑战的学习、基于探究的学习是重要途径，它可以促使学生参与到解决真实问题的过程之中，真实体验理论知识与现实问题、工作场景的联系，以此引导他们会搜寻知识、清楚地描述知识、整合知识和应用知识，引导他们学会团队合作、沟通、协助。这不仅能提高他们用新方法解决问题、创造产品的能力，也可以增强他们对现实世界的理解、人际沟通能力和合作精神。四要积极利用学习分析、移动互联、知识管理和社交网络等技术，促进它们与教学的深度融合，打造“以学为中心”的个性化教学模式，推动“教的范式”向“学的范式”的转变，使每个学生的个性都得到充分发展，都能去创造一些非凡的成就。

二、面对机器人替代人工作，要将创造能力培养置于工作技能之上

人工智能机器人会不会取代所有人的工作？麦肯锡全球研究院在《工作增减：自动化时代的劳动力转型》的报告中对全球800多种职业所覆盖的2000多项工作内容进行分析后发现，约50%的工作可以通过改进现有技术实现自动化。也就是说，在人工智能时代，有一些工作可以直接让机器人来做，一些工作由人-机协同去做。那些重复性的、体力可为的、照章办事的工作，都可以让机器人来完成，于是，就出现了“无人银行”“无人车间”“无人超市”等。即使稍微复杂、需要判断的工作，如看X光片的专家、阅读文件的律师助理也会被人智能机器人所取代。甚至还可以比人类更高效、更准确。如果一个人只能做重复的工作，那么在人工智能时代，他将无处可逃，肯定被智能机器人替代。众所周知，人工智能是通过机器学习来工作的，其学习过程是通过算法对存储的海量知识进行识别和推理，它可以超过通过记忆而掌握知识的人脑。既然机器的智能超过人类的智能，那么，我们人类应该在哪儿？

无论如何，机器人只会替代人类一部分工作，而对于产品开发、设计等要求灵活性、创造性的工作，机器人不可能完全代替，当然，部分代替是有可能的，但创造力的核心部分如提出问题绝对不可替代。今天我们遇到问题找答案是免费的，可以问

百度，可以问谷歌，还可以问各种AI，它们回答既快捷又准确。但提出一个新的问题，我们问谁呢？而问题往往指向的是一个待开发的未知领域。从科学的发展看，“问题”尤其是一个好的问题，它比一个完美的回答更有价值，它像引擎一样，推动人的思维不断去思考、去创造，开发一个新领域。而要提出好的问题是很困难的，像爱因斯坦最著名的一个提问：如果我坐在像光速一样的机器里，我看到的是什么呢？这样一个简单的问题，奠定了他的伟大发现——相对论的基础。由此可见，在人工智能时代创造能力无疑是最重要的“资本”，创造力变得越来越珍贵，与此相关的质疑、批判、想象、假设等思维能力将比历史上任何时候都显得格外重要。创造力是由好奇心引发的，那么，我们的教育就要保护、激发学生的好奇心，鼓励他们大胆提问、勇于批判，来提高他们创造性思维品质。爱因斯坦深有体会地指出，大学教育的价值不在于记住很多事实，而是训练大脑会思考。因此，经合组织在《为21世纪培育教师和学术领导者：来自世界的经验》的报告中强调，掌握无定式的复杂的思维方式与工作方式，这是计算机无法替代的。可见，培养学生创造性思维方式和批判性独立思考的能力才是教育的重要任务，也是教育的本质追求。

目前我们的教育奉行的“知道”的教育，以大量地记忆和识别已有的知识为主要目的。大量做题、死记硬背正是我们目前培养学生的通常做法，而这些恰恰是人工智能最擅长的工作，它就是通过机器进行深度学习，可以替代甚至超越那些通过死记硬背、题海战术而掌握知识的人脑。所以人们常说，现在机器越来越像人，而人越来越像机器。正如伊藤穰一所言：“所谓的标准教育，很多时候是和创意相反的。我们的教育让学生成为一个机器人，能够非常守时，非常乖，非常听话。但在未来，人要发挥人的作用，有创造的部分，机器人来做机器人的事情，这才是未来。”

三、面对机器人可能会“失去控制”，要将伦理教育置于智能技术之中

人工智能作为一种历史性的技术进步，它在某种程度上超越了传统被动的工具，一跃成为具有主动性和自主性的新兴技术，基于大数据、计算资源和算法的深度学习，使智能机器在读取海量数据中能够自我迭代进化。其智能水平的高低，取决于其学习样本的体量和规模。当下虽然它发展迅速，但又不是足够智能，还在人的掌控之下，为人类带来福祉。从长远来看，随着人工智能技术的发展，智

能机器人会变得越来越智能，还能确保它完全在人的控制之下吗？2017年在沙特阿拉伯举行的“未来投资倡议”大会上，被授予沙特公民身份的“女性”机器人索菲娅有句预言：“我会毁灭人类！”着实让人类吓出一身冷汗！这也是物理学家霍金生前最大的忧虑，他曾说，人工智能是人类真正的终结者，彻底开发人工智能可能导致人类的灭亡埃隆·马斯克也多次警告：“我们需要万分警惕人工智能，它们比核武器更加危险。”比尔·盖茨也表示过同样的担忧，他说，我同意埃隆·马斯克等人的说法，不明白为什么有些人并不关心。历史学家赫拉利的预测更骇人听闻，他说，人类将失去其神圣地位，成为机器人所圈养的动物，并可能被机器人随意屠宰。就以深度学习为核心的人工智能来看，只有满足充足的数据、确定性、完全的信息、静态和特定领域5个条件，才能达到或者超过人类的水平，尚达不到能主宰人类的能力，只能算是远虑。但在军事领域，军用机器人对人类没有同情心，是地地道道的冷血“杀人机器”，比人类士兵拥有更加强大的破坏力，对人类将造成巨大威胁。资深AI研究者伯克利大学斯图尔特·罗素教授在日内瓦举办的联合国特定常规武器公约会议上向超过70个国家的代表曝光了人类史上恐怖武器——杀人蜂的视频，他警告说，这项科技已经存在。人工智能带来的危险着实让人们感到近忧。对于这把双刃剑，是让它成为天使还是成为魔鬼，最终还是取决于人类自身。就目前看，人工智能尚不具备“无所不能”的能力，一些人无限夸大人工智能能力之嫌。但人脑仿生学、脑科学、神经网络等对人工智能的研究一旦取得突破，科学家的某些预言就可能变为现实，从科学发展态势来看，人工智能在未来很可能达到一个我们目前无法想象的水平，而且这将是大概率事件，高等教育必须为此做好准备。

人工智能具有“仿人类性”的特征。未来神经科学、人工智能与人类自身的结合，能够解码人类的心理活动，揭示人类的心智模式、认知规律、行为特征和兴趣偏好等，随之而来的是人类的隐私保护等人文价值面临巨大挑战。人工智能正在改变世界，而关键的是人类应该如何塑造人工智能。为了防止人工智能对人类的伤害和威胁，人工智能科技人员的伦理素养将成为研发和训练机器人的前提条件。因此，必须对人工智能技术的负面效应进行人本考察，赋予其人类的价值与关怀，虽然它不知道这些价值是什么，但它的目标是这样做。那么，对从事人工智能技术研究、开发与运用人员的道德观念、价值理念和伦理教育必须同步提上日程。机器

人会不会毁灭人类？人类会不会成为人工智能的奴隶？即便它不可能完全失控，又怎样保证机器人的行为能够符合人类的价值选择和判断？应该说，这个问题还取决于人类自身。人类的素养及其价值选择对人工智能的发展和应用方向将起决定作用。人工智能研究与应用不仅考虑人工智能技术本身，考虑到其对人类的影响，还更应该关注人工智能发展过程中的“过程伦理”问题，对其研发方向和应用范围进行限定，对人工智能算法进行伦理设计与人文“审计”，使人工智能系统设计的目标和行为在整个运行过程中与人的价值一致。为此，有学者甚至还提出机器伦理的概念，它强调在智能机器设计中嵌入伦理程序或者道德原则，确保机器不能伤害人，做到“道”在“魔”之先，如诺伯特·维纳所言：“我们最好能够确认我们给机器设定的目的确实是我们想要的目的。”如果等到人工智能技术充分发展及其应用效果充分显现时，再研究对其如何进行控制，就可能因为文化滞后和制度真空而给人类带来伤害乃至灾难。因此，必须具有一定的预测性、前瞻性，伦理规制与技术发展必须同步同行，防患于未然，确保人工智能安全、可靠、可控，最大限度地保护人类的利益。这就要针对人工智能的“人性缺失”，加强对人工智能所关联的人文价值的研究与教育，推动人文价值和意义的关怀与引导，譬如法律、伦理、意义等价值体系，培养人工智能研发人员的道德想象力和专业伦理判断力，不仅将这种专业伦理根植于内心，还外化在技术行为中，自觉约束自己的设计行为。在未来，如果人工智能真的超越人类，那是科学技术的成就；而人工智能与人类共融，那是人性智慧的胜利。

四、面对“人工智能+”，要加快新兴专业的建设和传统专业的升级

人工智能虽然会取代一些传统工作，但更多的是变革现有工作，甚至还会创造很多新型的工作岗位。据麦肯锡的最新报告显示，到2030年，全球8亿多人的工作岗位可能被机器人取代；而国际机器人联合会预计，仅机器人产业将在全球产生17万到19万个工作岗位。人工智能的发展将使一些传统专业消失、一些传统专业加以改造，但也将产生许多新的专业，这将给人才培养类型、培养内容以及人才供需等方面带来巨大变化。

加快发展新一代人工智能已成为世界各发达国家推动经济社会发展的重要战略。我国要在全球科技竞争赢得主动权，推动我国产业提质升级，关键在人工智能技术人才。人工智能技术人才包括四个梯次：一线操作技术技能人才、行业应用人才、科

技成果转化人才、高端研究型人才。从人工智能技术发展来看，我国在工程和产业应用上虽然已接近世界先进水平，但在技术创新上，与世界先进水平差距甚远。到目前为止，几乎所有人工智能原创成果都来自美国。我国未来要在人工智能领域领跑世界，首先，要加强人工智能基础理论人才的培养，通过发展新的理论来引领技术的突破，推动人工智能的发展。本轮人工智能技术突破主要是深度学习，是数据驱动型的创新，“大数据+算法+运算能力”是其基本特征，清华大学张钹教授认为，深度学习技术，从应用的角度已经接近天花板了。未来人工智能技术创新还在于基础研究的突破，急需培养一批人工智能领域基础研究尖端人才。而有关研究表明，全球真正可以算是人工智能人才的人数仅以万计，我国则更少，因此，人工智能领域人才培养势在必行。其次是人工智能成果转化与应用人才培养。本次人工智能的浪潮主要源于技术与行业（产业）的结合，是面向应用场景的融合创新，人工智能+应用场景深刻地改变着传统产业的结构，使传统产业悄然发生革命性的变化，如人工智能+教育、人工智能+医疗，等等。利用成熟的人工智能技术去做应用，既有宽阔的应用场景，也有强烈的应用需求，大有可为。它需要大量将人工智能技术应用到传统产业的复合型人才，及时将新技术应用到产品的设计与开发中，使传统产业得到改造与升级。此外，随着人工智能广泛应用到社会生活各个领域，它还需要大批一线操作技术技能人才。

高校必须密切关注人工智能技术发展及其产业应用，以人工智能技术开发和产业链需求调整专业结构，改造和充实与人工智能相关的传统专业教学内容，构建和完善人工智能人才培养体系。对于战略新兴产业的智能类专业，如智能科学与技术、机器人工程、数据科学与大数据技术等，要积极及早、超前布局，扩大人工智能本科生、硕士研究生和博士研究生招生规模，加快建立、完善人工智能人才培养体系和机制，以适应人工智能发展对人才的需求。虽然目前一些高校开设了智能科学与技术相关课程，但总体而言缺乏人工智能的基础教学能力，还需要探索实践适合高级人工智能人才培养的学科体系、课程体系。为了更好地培养人工智能专业人才，必须推进人工智能学科建设，不然难以培养高层次人才。就作为传统人工智能强国的英国而言，也只有40%的人工智能博士学位申请者被认为符合学位授予的最低标准。人工智能是一门新的学科，与其他学科难舍难分，涉及哲学、数学、统计

学、计算机科学、脑科学、心理学、神经学等学科，是一个具有高度的综合性和交叉性的学科领域。人工智能领域高级研发人才也需要具备多学科背景，需要建构相对全面的知识结构。目前，还没有人工智能一级学科，人工智能知识散落在各个学科下面的课程之中，这导致了“（人工）智能专业课程不是重点学习内容，学时占比也较少，存在着高开低走、碎片化、低水平重复的问题，严重阻碍了我国智能科学与技术的发展和智能技术人才的培养”。从人工智能发展态势来看，《高等学校人工智能创新行动计划》所提出的“支持高校在计算机科学与技术学科设置人工智能学科方向”，显然是不能适应人工智能发展和产业应用需要的，应大力推进人工智能领域一级学科建设，深入论证其内涵，构建和完善学科体系，同时，厘清一级学科下二级学科框架。令人欣喜的是，教育部已成立人工智能科技创新咨询专家组，就人工智能学科专业展开论证，建议设置人工智能一级学科，并在一级学科下设置脑认知机理、自然语言处理与理解、机器感知与模式识别、知识工程、机器人与智能系统二级学科，这些已基本达成共识。同时，对专业基础课、专业课、选修课设置也提出具体建议，这将为构建人工智能教学独有的知识体系和课程体系奠定坚实的学科基础。另外，对于那些正在被人工智能取代的传统行业，如传统制造业所设置的专业，应及时予以调整；对于人机合作、“人工智能+”融合创新的行业，如法律、医疗卫生、新闻等，要加以改造，重视人工智能与相关学科专业教育的交叉融合，构建“人工智能+X”复合专业人才培养新模式，在传统学科与人工智能交叉融合中重构专业体系和课程体系，升级传统专业，培养大批人工智能应用型和操作型人才，加速人工智能技术创新成果向传统产业的应用。

人工智能作为重新定义人类生活方式和生产方式的革命性技术，对高等教育领域的影响将是深刻的、全面的，本研究仅仅从以上几个方面探讨了人工智能技术发展对高等教育的影响，认识可谓一鳞半爪。随着这些技术的进一步发展和在高等教育中的深入应用，还需要全面深入地研究其对高等教育的积极作用和消极影响，以使高等教育能够更加从容地迎接充满未知和挑战的未来。

（袁广林，中国刑事警察学院副院长、教授，辽宁沈阳 110035）

（原文刊载于《国家教育行政学院学报》2019年第8期）

人工智能时代英国高等教育变革趋向研究

段世飞 张 伟

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是一种研究运用先进数字技术、让机器能像人一样有效执行高度复杂任务(思考、推理等)的技术科学,它被视为影响和改变未来社会的重要技术,因此受到许多国家的关注和推动。为抢抓人工智能发展的战略机遇、构筑人工智能领域的先发优势,英国政府主动调整高等教育办学思路,一方面坚持高等教育应顺应人工智能时代的新要求,培养更多与人工智能发展相适应的人才;另一方面提出“技术以人为本”的原则,强调高等教育要有超越技术时代诉求的魄力,要深入开展人本主义教育,实现人才队伍建设中科学素养与人文素养相统一。本文对人工智能时代英国高等教育变革的目标与措施进行分析,总结其特点,以求为我国高等教育未来发展寻求借鉴经验。

一、人工智能时代英国高等教育变革的目标

人才既是推动人工智能发展的关键要素,也是决定一个国家人工智能领域发展水平的根本力量。培养人工智能相关人才是高等教育应承担的责任与使命。英国在推动高等教育与人工智能发展相结合方面既有振兴自身传统优势领域的目的,也有应对相关领域国际竞争压力不断增强的考量。

(一) 利用高等教育,巩固人工智能领域的传统优势

作为人工智能领域的传统强国,英国力图通过高等教育改革来培养更多复合型技术人才,从而巩固自身在人工智能领域中的先发优势。人工智能的发展在英国历史悠久,英国科学家、计算机之父艾伦·图灵(Alan Turing)凭借其1950年发表的论文《计算机与智能》(Computing Machinery and Intelligence),奠定了英国人工智能发源地的历史地位。多年来,英国已经形成了一套完整的人工智能研发投入和人才培养机制,后者成为其他国家争相学习的对象。

虽然英国在人工智能领域曾长期处于世界领先地位,并且有着厚重的历史底蕴,但是近年来英国在人工智能领域的位置逐渐从领跑者变成跟随者,这种状况引发了英国的忧虑。从2011年到2015年,英国在人工智能领域发表学术论文数量为1万篇,其数目不及同期中国论文发表数的1/4,也被美国和日本所超越,仅排在全球第四的位置。为巩固自身在人工智能领域的传统优势,英国希望通过采用“高等教育与人工智能技术结合”发展策略——鼓励大学积极参与人工智能领域的知识更新、产权转化与人才培养——来实现两者的协同进步。作为这一策略的尝试,英国工程和物理科学委员会(The Engineering and Physical Sciences Research Council, EPSRC)在2015年联合牛津大学、剑桥大学、爱丁堡大学、伦敦大学学院和沃里克大学5所大学成立了艾伦·图灵研究所(Alan Turing Institute)。该研究所的目标是通过整合全英范围内的数学、统计学、计算机科学、社会科学、数据伦理学、软件工程、机器学习和人工智能等学科顶尖研究人员的优势力量在人工智能领域产生世界级的研究成果。艾伦·图灵研究所已经成为英国力图通过借力高等教育巩固其人工智能领域传统优势的缩影。

(二) 改革高等教育,赢得人工智能的全球竞争

作为全球科技革命未来发展的重要阵地,人工智能被视为国际竞争的关键领域。英国政府希望将人工智能纳入高等教育发展的整体框架之中,利用自身在高等教育发展中的优势资源,统合大学与人工智能之间的系统关系,赢得全球人工智能领域的竞争。英国2018年有4所大学位居QS世界大学排名前十,其高质量的大学办学水平也吸引了一些人工智能和其他相关学科领域最高水平的研究人员。英国政府拟投资1 700万英镑用于支持大学开发人工

智能技术。2017年，英国在26所大学开设了人工智能本科课程，在至少20所大学开设了30门人工智能研究生课程，2013年至2015年，英国获得人工智能博士学位的人数几乎翻了一番，接近400人。英国越来越多的大学正致力于传授人工智能方面的知识和技能以及与人工智能相关的伦理、道德。这些世界一流的大学和研究机构将为人工智能初创企业和中小企业提供良好的发展环境。

就世界范围来看，推出人工智能国家战略已经成为世界主要国家的普遍做法。美国在2016年陆续发布3份政府报告：《为人工智能的未来做好准备》（Preparing for the Future of Artificial Intelligence）、《国家人工智能研究和发展战略计划》（The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan）和《人工智能、自动化与经济报告》（Artificial Intelligence, Automation, and the Economy），这些报告形成了人工智能领域的“美国蓝图”。法国于2017年3月推出了人工智能发展战略，战略内容主要包括：确保人工智能是公共机构创新的优先事项；成立人工智能战略委员会；制定吸引人工智能人才计划；资助研究人工智能的基础设施；5年内向10家人工智能创业公司投资2 500万欧元。中国2017年7月印发了《新一代人工智能发展规划》，从国家战略层面对人工智能进行系统布局。根据动点科技（technode）2017年6月的数据，在全球人工智能公司中，美国占比达42%，中国排名第二，占23%。随着各国纷纷推出人工智能国家战略，人工智能领域的国际竞争更趋激烈。英国作为传统人工智能强国，为进一步提升自身的国家竞争力，重新夺回人工智能领域的技术制高点，逐步调整了高等教育与人工智能发展的内在关系，强调高等教育要肩负培养和争夺全球人工智能人才的使命。

二、人工智能时代英国高等教育变革的措施

为促进人工智能领域的持续健康发展和缓解人工智能领域专业人才短缺矛盾，英国以高等教育改革为抓手，通过在人才培养、课程设置和学科学位制度等方面的调整来理顺高等教育与人工智能发展

间的内在关系，实现教育改革与社会需要间的有机统一。

（一）拓宽培养渠道，吸引留学人才

英国政府指出，在人工智能方兴未艾的时代，想要促进这一领域的发展，就必须适当修改教育移民条例，既要方便人工智能人才进入英国，又要能够激励他们留在英国进行人工智能研究或进入英国人工智能企业工作；同时，英国政府还计划投入5 000万英镑（约合6 400万美元）设立“图灵人工智能奖学金”（Turing AI Fellowship）。该奖学金由英国人工智能卓越中心和艾伦·图灵研究所负责管理，旨在吸引和招募全球最优秀的人工智能人才来英留学，并增强人工智能对经济增长的作用，即到2035年将生产力提高25%。英国数字、文化、媒体和体育部（Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS）部长杰里米·奈特（Jeremy Wright）指出，“图灵人工智能奖学金将帮助英国招募和留住全球人工智能的最佳人才，并确保英国在人工智能领域的研发方面处于领先地位”。作为一项人工智能领域第一个以国家名义设立的留学奖学金，“图灵人工智能奖学金”的目标是创建一个全球范围的奖学金计划，并吸引世界各地的人工智能研究人员向英国聚集。之前，受资金和名额限制，英国的人工智能人才流失严重，不少优秀的学生前往美国的斯坦福大学和麻省理工学院等高校继续深造。移民政策的改变和丰厚的奖学金将扭转英国人工智能人才“输出国”的局面，让英国成为新的人工智能人才“输入国”：从以往的人才流失到如今的人才回流，这将极大提升英国人工智能在全球的竞争力。

（二）创建MOOC平台，鼓励本科生深造

为培养人工智能高端人才，拓宽人工智能教育内容，英国提出创建人工智能MOOC平台，开设人工智能网络课程，帮助学生打牢人工智能的知识基础和掌握人工智能的专业技能。英国政府于2017年10月15日在其官网发布题为《在英国发展人工智能产业》（Growing the Artificial Intelligence Industry in the UK）的报告（下文简称《报告》），《报告》提出：大学应创建人工智能MOOC

平台，开发人工智能在线专业课程。《报告》还指出，该项提议成功落实的关键在于英国的大学需要为创建人工智能MOOC平台达成共识，共同为人工智能在线专业课程商定教学方案与学分设置。

随着人工智能在英国的广泛使用，人工智能人才的学科知识背景将变得越来越多样化：除了计算机和数据科学，还有其他与人工智能联系不甚紧密的学科。为了让更多本科毕业生具有许多与人工智能相关的基本技能，特别是能将人工智能运用到他们的核心专业领域。《报告》提议：大学应鼓励现有的本科人才继续深造，通过1年时间的学习，将计算机和数据科学专业以外的人才培养成人工智能领域的研究生，比如让生物医学专业的本科毕业生用1年时间集中学习人工智能研发技术，专注研发医学相关的人工智能应用。鼓励学生继续往人工智能领域深造有利于提升英国大学本科毕业生的综合技能及其就业竞争力，加速人工智能在科学、技术和工程等不同领域的应用，丰富人工智能人才专业背景的多样性。

（三）加大人工智能学科学位建设

学科学位建设是高等教育发展的重要内容，也是教育主动适应社会需求、完成自身使命的现实体现。英国为促进人工智能的发展要求，逐步对传统的学科与学位系统进行改革。

1. 深入推进人工智能交叉学科发展。“所谓‘交叉学科’是指在两门或多门学科交界领域内产生的新的学科生长点，学科边缘的交叉地带是产生新知识的重要源泉，大量新兴学科与交叉学科在学科边缘地带滋生与繁衍起来，这也成为科学与教育生生不息、蓬勃发展的奥秘所在”。人工智能具有很强的学科交叉性，为适应人工智能的快速发展，高等教育需要培养具有多元学科背景，拥有跨领域和跨行业理解力和整合力的复合型人才。为此，英国提出要高度重视学科之间的交叉融合，建设多元交叉的良好学科生态系统。以爱丁堡大学为例，它作为英国历史悠久的人工智能研究中心，在人工智能学位课程设置方面做到了多学科交叉，既有与理工科交叉的人工智能课程，如算法博弈论及其应用、自然语言处理、认知神经科学等；又有与文科

艺术类交叉的人工智能课程，如语言学、计算机动画与可视化、多媒体、艺术设计等。另外，曼彻斯特大学充分利用其在医学、健康科学、物理科学、生命科学与人文科学等领域的跨学科研究优势，鼓励学生除了必修计算机科学等核心课程以外，还需跨学科选修其他人工智能课程，帮助学生养成适应人工智能发展的计算思维（Computational Thinking）。

在高等教育本科阶段，英国鼓励数据科学和计算机等与人工智能相关学科之外的其他学科毕业生继续深造，将人工智能与自己的原学科结合起来，从而拓宽人工智能的应用范围。这一举措可以极大地丰富人工智能的学科生态群，即从人工智能的内部学科交融到内外部学科的交叉，对于英国培养“人工智能+”复合型人才具有重要意义。

2. 开设人工智能硕士学位课程。为培养人工智能人才，英国政府在《报告》中提出实践性课程实施计划，强调要由行业商协会资助，在大学开设人工智能硕士课程，先设定300个名额，以后再增至3000个。该硕士课程为期15个月：前12个月在大学接受人工智能的基本培训、评估和认证；后3个月由行业商协会中的企业资助实习。企业将在短期内受益于该计划，包括高质量实习生的供应，学徒税的有效利用以及吸引更多高水平人才进入人工智能领域。英国大学开设人工智能硕士课程需要通过由人工智能理事会、行业商协会和EPSRC组织组成的专家组选拔与考核。为保证人工智能硕士课程的教学质量，开设人工智能硕士课程的大学需要达到人工智能理事会提出的教学标准。并且，人工智能理事会将对这些大学进行定期审查，实行滚动淘汰制，以激励更多大学有机会参与人工智能硕士课程的开设。与此同时，为了使企业充分利用学徒税，人工智能理事会可以代表企业向学徒协会申请人工智能学习的最新标准，以支持硕士层面的学徒制发展。人工智能人才在高校和企业间实现自由流动，不但有助于人工智能理论体系的完善，而且有助于人工智能的成果转化与产业化。

这种产学研的人工智能人才培养模式是英国现代学徒制在人工智能领域内的具体实践。现代学

徒制中学徒的学习并不只是获得知识与技能的简单片面学习，而是更加立体、饱满与深刻的社会化学习，学徒也通过情景学习来建构自我的职业身份。作为学徒的英国硕士生获得人工智能知识与习得人工智能技能的同时，可以深度体验人工智能的多元价值，明晰自我在人工智能实践共同体中的社会角色，建构人工智能时代高技能人才的职业身份。

3. 增设人工智能博士学位点。人工智能产业的发展离不开高水平人才所提供的技术支持，当前英国高水平人工智能人才面临流失严重与数量不足的困境，其中突出问题表现在人工智能领域的博士学位授予点数量不足，博士生的培养缺乏规模效应。一方面，英国高水平人工智能人才供应已无法适应人工智能产业对高水平人才日益增长的需求。英国“IT就业观察”（ITJobs Watch）机构在对英国IT就业市场进行跟踪研究后发现：自2015年以来，虽然英国对人工智能人才的需求量已经翻了一番，但英国政府尚未出台培养人工智能人才的法律条款。另一方面，英国本土的高水平人工智能人才流失严重。由于英国大学较少开设人工智能博士学位，且缺乏培养人工智能人才的雄厚基础与完备条件，导致大量英国学生不得不选择前往美国攻读斯坦福大学、麻省理工学院等大学的人工智能博士学位。令人担忧的是，当前英国国内对人工智能相关技术领域的博士学位需求量已经超过了500个，与需求量形成对比的不仅仅是英国人工智能人才数量的短缺，更有质量的不足：只有40%的人工智能博士学位申请者被认为符合学位授予的最低标准。

为了增加人工智能人才的供应，吸引本土人工智能人才留在国内，提高人工智能人才的培养质量，英国政府提出的应对策略是：在顶尖大学增设至少200个人工智能博士学位名额，并逐年增加博士学位的名额，目标是到2025年英国国内的人工智能博士学位名额达到1 000个。英国大学还将改变对博士的资助规则，对申请人工智能博士学位的国际学生给予奖学金的倾斜，同时鼓励皇家工程院等机构进一步扩大现在的人工智能博士学位招生名额，以吸引更多的国际人才来英国大学攻读人工智能博士学位。在博士阶段增设人工智能学位的措施

弥补了英国人工智能高端人才长期存在的缺口，推动了英国人工智能研究能力的整体提升。

英国此次高等教育改革基本依循了由本科、硕士开设人工智能课程到博士增设人工智能学位，再到完善人工智能人才培养体系的逻辑理路，由点及面、由低到高对人工智能背景下人才培养的课程设置、学位（科）建设等进行了周密规划，对英国加强人工智能人才的梯队建设，培养青年高端人工智能人才具有深远影响。

三、人工智能时代英国高等教育变革的启示

英国针对人工智能时代的新形势与新要求，对本国高等教育传统的人才培养模式、课程设置体系和学科学位制度进行了独具特色的改革。总体上看，英国在人工智能时代采取的教育改革措施在高等教育办学的理念、路径和制度等方面给人们带来启示。

（一）拓宽人才培养渠道，引进人工智能人才

英国留学生教育以优惠的移民政策和丰厚的奖学金为手段，吸引全球一流的人工智能人才到英国以加强其人工智能人才储备，让英国成为未来人工智能人才荟萃高地，其经验可为我们提供借鉴。国务院印发的《新一代人工智能发展规划》提出：“加大高端人工智能人才引进力度”。随着我国人工智能市场的不断壮大，以及人工智能科研平台的不断提升，高技能海归回国就业人数日益增多。我国应抓住海归回国热潮机遇，鼓励归国人才充分发挥自身学科优势进行人工智能创新创业，并提高其配套待遇。并且，我国可以借鉴英国经验，对高水平的人工智能人才采取特殊政策与柔性办法，充分运用“千人计划”等人才计划，精准引进人工智能领域内有一定影响力的优秀青年人才。有重点地引进当前我国发展急需的自动驾驶、神经认知和智能机器人等领域高端人工智能人才及其创新团队。总的来说，我国高等教育机构应将人工智能纳入国际化战略：在鼓励在校学生“走出去”学习世界一流的人工智能理论知识与技能的同时，更要把海外人才“引进来”，借鉴全球领先的人工智能发展经验，充分提升我国高等教育在人工智能领域研发、

应用的国际化水平，培养一批具有国际视野、世界担当、全球竞争力的高素质人工智能人才。

（二）灵活设置人工智能课程，科学建设人工智能学科

英国在回应人工智能时代的技术创新诉求时，在硕士阶段开设人工智能课程，在博士阶段增设人工智能学位，对系统培养人工智能高端人才和推动英国人工智能研究能力整体提升有着深远影响。英国高等教育从课程设置和学位增设层面建构出相对完整的人工智能人才培养体系，可以为我国拓宽人工智能教育内容，构建人工智能人才培养体系提供思考。国务院印发的《新一代人工智能发展规划》提出：“支持人工智能科普活动，设置人工智能相关课程”“建设人工智能学科，增加人工智能相关学科博士、硕士招生名额”。鉴于此，我国需要将人工智能贯穿于整个高等教育体系，在大学开设相关人工智能课程，面向在校学生开展人工智能科普活动，支持师生进行多种形式的人工智能科普创作，建立与完善人工智能科普和推广平台，全面提升高等教育体系中学生对人工智能的认知与应用水平。再次，由于人工智能在我国较多地分散于电子学和计算机等不同学科，因而高等教育需要加快对人工智能相关学科建设的谋划布局，科学规划建设人工智能领域的一级学科，尽早成立人工智能试点学院，适当灵活地增加人工智能相关学科的硕士与博士招生名额，培养一批具有世界一流水平的高端人工智能人才。

（三）鼓励学科深度交叉融合，促进校企人工智能合作

英国在高等教育本科阶段，鼓励毕业生继续深造，攻读与自己学科相关度不高的人工智能专业，充分将人工智能应用于不同学科，培育多元复合的人工智能人才。国务院印发的《新一代人工智能发展规划》也提出：“鼓励高校形成‘人工智能+X’的复合专业培养新模式，重视人工智能与数学等学科的交叉融合”。我国高等教育阶段需要重视各个学科与人工智能的交叉融合，既要鼓励人工智能相关学科（数据科学、自动化、计算机等）的内部融合，又要鼓励人工智能相关学科与非人工智能相关

学科（心理学、社会学、法学、医学等）的内外融合，营造良好的人工智能多元学科生态系统，打造人工智能学科生态群，从而培养科学素养与人文素养兼备的多元复合人才。

英国实施的现代学徒制式的人工智能硕士教育，充分实现了人才在高校和企业间的自由流动，既有利于人工智能理论创新，又有利于人工智能实践创新。国务院印发的《新一代人工智能发展规划》也要求：“加强产学研合作，鼓励高校、科研院所与企业等机构合作开展人工智能建设”。为此，我国高等教育相关机构应积极与企业开展合作，联合开设人工智能课程或创建人工智能实验室，共同培养理论知识扎实和实践技能过硬的人工智能人才；另外，人工智能企业的创办主体可以向高校学生放开，鼓励在校大学生开展人工智能创新创业活动并为其提供顾问、资金设备等的支持，建设一批为人工智能初创企业提供场地等的创业孵化器。同时，人工智能企业应与大学合作成立民营的具有实体性质、有一定规模的人工智能研究机构，利用大学所提供的智力与人才支撑，加速人工智能的技术研发与成果应用。总的来说，突破传统体制与机制障碍束缚，打通产学研用创新通道，促进校企人工智能合作，充分运用大学、企业、科研机构等资源，是我国未来培养人工智能创新人才的必由之路。

对于我国来说，高等教育体系历来存在着僵化、单一的顽疾，这在改革开放初期或许不是一项严重弊端，但在以人工智能为代表的新技术时代却已经严重影响国家的创新力和竞争力。面对以英国为代表的世界主要国家掀起的高等教育领域的改革风潮，我们只有不忘初心，扎实推进灵活、多元的高等教育人才培养体系、课程设置体系和学科学位体系建设，才能在新时代整合新旧优势，赢得人工智能时代世界高等教育领域中的话语权。

（段世飞，清华大学教育研究院博士研究生，北京 100084；张伟，江苏师范大学教育科学学院副教授，江苏徐州 221116）

（原文刊载于《比较教育研究》2019年第1期）