人工智能与教育:机遇、挑战与对策

贾积有　张誉月
(北京大学　教育学院,北京　100871)

摘　要　人工智能技术在最近十年取得了举世瞩目的成就,表现在知识工程、数据挖掘、模式识别、自然语言处理、智能机器、专家系统、自动程序设计、艺术创作等八个方面。这些方面的突破性进展为教育发展和变革提供了动力,在教育的宏观、中观和微观三个层面,在教、学、评、测等教育系统的各个环节,人工智能技术都发挥了重要作用。人工智能技术的迅猛发展对教育也带来了极大挑战,主要表现在影响教育机构的毕业生市场、教学评价方式和学生学习方式上。为了应对人工智能技术的挑战,充分利用其正面影响,本文提出要调整高校专业设置、适应劳动力市场的变化,改革教学评价方式和内容,研发和部署人工智能技术的教育应用,引导学生合理、合法使用人工智能技术。

关键词　人工智能;教育管理;教学;智能教学系统;预测;干预
中图分类号: G40-057　**文献标识码**: A　**文章编号**: 1671-9468(2023)01-0049-13
DOI: 10.12088/pku1671-9468.202301004

一、人工智能的进展

人工智能是一种技术,它通过计算机硬件和软件来模拟、实现人类和其他生物的某一方面或者某些方面的自然智能,包括感知、行为、记忆、思维和语言等。教育是提高受教育者的自然智能的过程和系统,所以说人工智能是在计算机上实现的教育[1]。

从 1956 年“人工智能”这个词第一次出现到现在,经过 60 多年的发展,人工智能技术的研究领域不断拓展,取得了举世瞩目的成就。这些研究可以大致归纳为以下八个领域。当然这些领域之间的界限并非泾渭分明,它们之间也是相互关联和相互影响的。

作者简介: 贾积有,男,北京大学教育学院教育技术系主任、教授,北京大学教育信息化国际研究中心主任。
张誉月,女,北京大学教育学院教育技术系硕士生。

基金项目: 国家社会科学基金教育学(全国教育科学规划)2022 年国家一般课题“基于大数据挖掘的学生智能评测和辅导研究”(BCA220208)。

第一，知识工程。知识工程研究的是在计算机中如何存储和表示常识性知识和专业性知识，根据用户需求快速搜索到某个或者某些知识，基于已有知识和新的知识推理及解决新问题。国际互联网上的搜索引擎是知识工程的一项典型成果。最新的研究成果包括国际互联网上的各种类型的百科全书（比如国外的维基百科和国内的百度百科等）和词典（比如英文语义词典 Wordnet 和汉语语义词典 HowNet 等），以及基于这些百科全书和词典的推理系统。

第二，数据挖掘。数据挖掘研究的是计算机如何基于数据提取信息、基于信息归纳知识，具体而言，就是完成数据的统计描述、分类、聚类、规则关联、预测、可视化等工作。为了完成这些工作，人工智能研究者在认知主义、行为主义和联结主义等理论指导下，设计了多种算法，包括产生式规则推理、决策树、回归分析、人工神经网络、遗传算法、贝叶斯算法、邻近算法、支持向量机算法、模糊逻辑、粗糙集等。人工神经网络就是通过硬件和软件系统来模拟人脑复杂的神经网络系统，从而产生人脑那样的逻辑思维和形象思维能力。最近十年来，计算机内存和硬盘等存储容量的增大、中央处理单元（CPU）和图形处理单元（GPU）等运算速度的提升，使得构建非常庞大的人工神经网络成为可能；而国际互联网上大规模文本等数据的出现，为这些人工神经网络的训练和学习提供了非常丰富的资源；硬件和数据两个方面的加持，使得人工神经网络的新阶段——深度学习成为可能。2016 年战胜多位世界围棋冠军的谷歌程序 AlphaGo[2] 和 2022 年底问世的微软投资的聊天系统 ChatGPT[3] 就是借助结构复杂的深度学习网络，才能有超凡脱俗的表现。

第三，模式识别。模式识别借助数据挖掘的研究成果，识别人类的脸部、眼睛虹膜、语音、指纹、步态、手写字符和情感以及各类物体的图像。卷积神经网络模型在人脸和图像识别等多个任务的识别准确率和效果上都超过了人类。以人脸识别为代表的校园安保、银行系统和智能手机上的刷脸认证就是利用了人脸识别的研究成果。

第四，自然语言处理。自然语言处理借助知识工程和模式识别的研究成果，理解人类语音和文字，产生人类文本和语音。基于海量文本数据的大语言模型极大提升了自然语言处理技术的水平。ChatGPT 等就是大语言模型的典型代表，具有文本理解、对话生成、文本分类、文本总结等多项功能。

第五，美术和音乐等艺术作品设计。数据挖掘和模式识别是人工智能模仿人类的逻辑思维智能，绘画、谱曲等艺术创作则是模拟人类的形象思维智能。

第六，智能机器。智能机器涉及能够模仿人类和其他动物的感知、运动、操作乃至交流的机器。自动行驶车辆、机器人等就是智能机器的典型代表。

第七，专家系统。专家系统是使用上述多领域的研究成果来解决某些特殊领域人类专家才能解决的问题，比如在医疗、教育、军事等领域已被广泛应用。

第八,自动程序设计。自动程序设计是按照人类要求,让计算机设计新程序。ChatGPT 等应用大语言模型的系统就具有较强的程序设计和修改功能。

二、人工智能对教育的正面影响

人工智能技术自出现以来,就被应用到教育系统中。最近十年来人工智能技术的突破性进展,更为教育发展和变革提供了动力。从宏观、中观和微观三个层面来看,在教、学、评、测等教育系统各个环节,人工智能技术都可以发挥重要作用。微观是指教育系统的基本组成单元——课程、教师和学生;中观是指教育系统的基本组成单位——学校;宏观是指中观以上的教育管理部门,比如国家层面的教育部,各个省、直辖市和自治区的教育管理部门,以及地市和县区级的教育管理部门。

(一) 宏观层面

在宏观层面,人工智能技术可以促使教育管理和决策更加科学化。基于某地区或全国的全口径的教育大数据,人工智能可以进行多维度的数据挖掘,对区域内的教师和学生进行全方位剖析,为教育决策和管理提供重要的参考。利用专家系统等人工智能技术,建设一个区域的领导指挥舱,决策者和管理者可以借此总览区域教学情况、资产情况、财务情况、人才培养、科研等各类数据。通过对比、对标、趋势、多维分析,他们可以快速了解教育发展水平和核心竞争力,实时掌控主要教育工作成效及部门态势。

国家智慧教育公共服务平台将国内教育优势地区的名校、名师资源集中起来,为全国师生提供免费、个性化的空间和服务。该平台的一个频道支持中小学教师的“一师一优课、一课一名师”活动,已经汇聚了 2 000 多万节来自全国各地的讲课视频。对这些视频的分析,如果采用传统的弗兰德斯等课堂分析方法,需要人工标注,耗时费力,也难免出现错误。笔者团队借助语音识别、人脸和物体识别、文本分析与挖掘等人工智能技术,对该平台上的来自北京市的 300 多节课程视频进行了自动分析,在进行人工校对后,生成每节课程视频的编码方案;再运用文本处理和图片生成技术,对每节课程视频自动生成文字解释、统计图形和表格及其说明;在对一个年级、一个学科、一次课程的详细分析基础上,该系统可以总结某个年级、某个学科或者某位老师课程的总体特点,也可以汇总分析全部课程的特点,为宝贵的课堂教学过程建立详细完整的课程档案[4]。这种智能技术加人工校对的混合方法极大减轻了人工标注负担,提高了标注准确性,具有较大的可推广性。

（二）中观层面

在中观层面，很多大学和中小学校的管理、后勤等多个部门也在应用人工智能技术。例如，安装在校园门口的刷脸入校和离校装置就是人工智能技术应用到校园管理的一个典型例子。这一应用检测准确度高、速度快，大大减轻了校园门卫的工作量，提高了管理效率。

在校园安全保卫工作中，以摄像头为主要传感器的校园内外视频监控系统起到了非常重要的作用，有力地震慑了违法犯罪分子，也为处理校园内外治安问题（比如校园霸凌和违法犯罪问题）提供可调用的重要视频资料。各个学校教室内的摄像头和录播系统可以从各个角度全面录制课堂教学过程，保存完整的教学资料。应用上述视频识别和语音识别等人工智能技术对这些海量课堂录像的分析，可以为教师反思教学过程、改进教学方法提供数据参考。

（三）微观层面

在微观层面，人工智能技术广泛应用于幼儿园、小学、大学、成人教育、特殊教育、在职培训、老年人教育等各学段和各学科，帮助师生实现个性化的教学，提高教学效率，减轻教师负担。这些微观层面的功能可以助力落实宏观层面的教育政策，例如个性化教学、因材施教、教学评价改革等，实现教育公平和均衡发展，提升教育效率。

根据应用场景和范围，人工智能技术的应用可以划分为三类：智能教学系统、写作评价系统、学习预测和干预系统。

1. 智能教学系统

人工智能技术与学科教学结合最紧密的领域就是各学科的智能教学系统[5]，也被称作智能代理、智能导师系统、智能辅导系统或者智能助理、智能学伴等。智能教学系统是教育领域的专家系统，它能模拟优秀教师或者助教，并通过与学生交互对学生进行诊断，判别其学习特点——优势和劣势、学习风格等，然后在教学理论指导下进行个性化辅导，帮助学生进行某门课程、某个学科领域或者某个知识点的学习，比如通过苏格拉底式的对话与学生交流、搭建认知脚手架等。

学习风格就是学生所擅长的学习方式。来自不同的家庭的学生有着不同的成长经历，其个性特质千差万别，所以尽管在同一所学校、同一位老师带领下学习同一门课程，学生的学习方式和偏好也各有特点、异彩纷呈。比如，有些学生喜欢观看老师课上播放的视频和动画，偏好独自安静地学习；有些学生喜欢阅读文字内容，与同学讨论问题、协作学习。学习风格不是一成不变的，而是随着年龄和教育阶段逐渐变化的，到初中以后趋于稳定。如果能够根据学生的学习风格类型，采取相应的学习策略，就会改善学生的学习效果，提高学习效率。

学生可以通过填写教育心理学家设计的测试量表了解自身的学习风格，这

些量表包含了一些日常学习和生活中的问题,因此人工智能技术也可以用于学习风格的评测。根据在线学习的过程性数据,可以通过人工神经网络等算法,预测学生的学习风格的各维度得分。不管是通过何种方式获取学习风格数值,人工智能教学系统都可以针对每个学生的学习风格数值,推荐个性化的学习资源和学习策略,供学生和老师参考[6]。

智能教学系统对学科教学的正面影响,在大量的实证研究论文和基于这些实证研究的元分析论文中得到了充分验证[7-9]。罗斯切尔(J. Roschelle)等人在对缅因州 43 所学校的 2 850 名七年级学生进行的随机实验中评估了智能在线教学工具 ASSISTments[10],该工具在学生做数学作业时向他们提供及时的反馈和提示,并向老师提供及时的、有组织的学生作业信息。缅因州为每个七年级学生提供了一台笔记本电脑并允许其带回家、使用智能在线教学工具学习。学习数据分析结果表明,与按照传统方式完成家庭作业的对照组相比,使用智能在线教学工具的实验组学生显著提高了年终标准化数学评估中的得分;其中实验之前数学成绩较低的学生受益最大。

在中学数学教学中,笔者团队改进了智能教学系统“乐学一百”,研发了数学智能评测和辅导系统 MIATS[11],它们具有基于学生在线活动指数 OLAI 的层次化和个性化教学、基于大数据分析结果的适应性测试、基于多通道交互的学习和测试陪伴、基于知识结构和自然语言处理的智能辅导等多项功能。这些系统以翻转课堂、分层教学、混合式教学等多种教学方式在 20 多所学校得到了深入应用,多项准实验研究证明了它们可以提升学生学习成绩和学习动机,激发学生的个性化学习,促进减负增效和学生评价改革等政策的贯彻实施;它们对学困生和基础薄弱的学生帮助较大,有助于实现教育公平和均衡发展[12]。

笔者团队研发的“希赛可”英语教学系统,具有自由对话、特定场景对话、词汇和听力练习等功能,被应用到在大学和中学的英语混合式教学中,长时期、跨地区的多项准实验研究表明了它可以提高学生英语学习成绩和兴趣,包括听力、对话、词汇和综合表现等多个方面,减轻教师负担;这个结论的信度和效度得到了充分验证:实验学校地理位置多样,包括我国东部、中部和西部地区;实验学校的硬件装备有好有坏;参与实验老师的教育信息技术应用经历各不相同;实验学生的学龄跨度从初一到高二、从大一到大二[13][14]。

在我国中小学和大学的语文教学中,古典诗词包括近体诗和词等,表达简洁、形式规整、合辙押韵、风格多样,可以抒怀言情、论述哲思,对于传承和弘扬中国优秀文化传统具有重要意义。不过,古诗词因为抽象概括性很高,其创作和教学难度较大。基于自然语言处理技术的诗词自动创作系统可以帮助学习者根据输入的关键词和格律要求,快速创作出来具有一定文本质量和审美特征的古诗词,供学习者参考借鉴。当然,这些自动创作出来的古诗词并非十全十美,还需要进一步斟酌修改。通过阅读和修改这些人工智能系统做出的古诗词,学生可以复习巩固古诗词知识,加深对我国古诗词文化的兴趣[15]。

体育课教学也可以应用体态和图像识别等人工智能技术对学生的体育动作进行实时分析。在体育课上，学生要学习和完成各种各样的体育动作，这些动作是否标准、合格、得分多少，以前主要由老师根据经验和要求主观评判；老师需要全神贯注、仔细、耐心地观看每个同学的动作，才能较为准确、客观公正地评判每位同学的表现。为此，北京大学研发了大学生体育课动作评价系统，对专业摄像机或者笔记本摄像头录制的学生体育动作视频，使用计算机视觉领域人体姿态估计技术，通过卷积神经网络提取人体在图像中的位置和骨骼关节点，根据体育老师制定的动作评价标准，实现了对体育动作的评分和纠错功能，并用语音合成技术对被评价者进行详细、清晰和及时的语音提示。该套系统应用于瑜伽等体育课程的自动评分，可对每一位学生的每一个体式给出图文并茂的准确评价，帮助学生认识自己体式的问题并加以改正练习，进而不断提高运动技能水平。它不仅能为各位学生提供个性化的、针对性的体式评价与指导，更能自动向教师呈现全部学生的评价结果，帮助教师及时了解所有学生的表现。它可以用在平时的体育教学中，更可以用在诸如新冠肺炎疫情等特殊情况造成的居家学习和锻炼。使用这套系统之后，学生们发现了阻碍其体式动作技能进步的症结，通过多次练习，逐渐提高了动作的得分，甚至接近满分，体育成绩显著高于不使用这套系统的其他班级学生的成绩。

除了学科教学，人工智能技术还可以应用于学生的日常生活和学习。比如，洛迪(P. Lodhi)等人研发了一个智能的虚拟学生助理 StuA，通过回答与教师、考试、课外活动、图书馆服务等相关的问题，帮助大学新生尽快熟悉大学环境[16]。

2. 自动写作评价系统

自动写作评价系统或者自动写作评分系统是自然语言处理技术应用到学科教学的一个典型例子，在语言类课程和其他课程的论文写作中得到了广泛应用。

英文作为一种国际语言，无论是来自传统媒介的还是来自国际互联网上的语料都非常丰富，质量也较高。这些语料为设计和实现写作自动评分系统提供了海量的数据来源，很多英语写作自动评分系统(AWS)应运而生。它们可以快速对学生提交的作文给出评价和反馈，包括词汇、句子、篇章结构、内容相关性和总评等多个方面；指出单词拼写错误和句子语法错误等，比如介词、冠词、名词、形容词、副词等词汇的不当使用，并推荐了更为恰当的表达方法。学生根据这些反馈逐一修改作文中的错误，再次提交后，系统会继续给出评分和反馈；这样反复修改多次后，作文内容贴切，没有任何拼写和语法错误，表达也比较地道。

在英语作为非母语的国家，中小学和大学课程大多将英语作为必修的第一外语，英语写作自动评分系统在这些课程中得到了广泛应用[17]。例如，中国的“批改网”被广泛应用到大、中、小学的英语作文批改中，至今已经批改了超过

9.5 亿份(次)作文，引起了英语教学人员和研究人员的极大关注，基于该系统开展的研究论文和博士、硕士论文超过 1 000 篇，其中包括大量的基于准实验的定量研究[18-20]，以及基于活动学习理论、扎根理论的定性研究[21]。这些研究表明，该系统快速给予学生反馈和评价，人、机评阅一致性和相关性较高，可以改进学生在词汇、语法等方面的表现，提升学生的学习动机和兴趣，减轻教师的评阅负担。

在语言类课程之外的课程论文写作中，写作自动评分系统应用研究并不多。吉尔(M. Gierl)等人使用开源 Java 软件 LightSIDE 对研究生医学生论文进行评分，计算机评分和人工评分专家之间的一致性高达 94.6%～98.2%，这自然可以减少使用多个人类专家进行大规模评估的成本和时间[22]。

3. 学习预测和干预系统

学习过程就是不断地改进自我、纠正错误、提高智能、培育核心素养的过程。人工智能技术应用于学习过程，可以完整记录学生每次学习活动(如读课文、看视频、写作业、参加考试等)的完成时间、质量和数量，基于这些数据算出在线学习活动指数[23]，建立个人的电子档案，自动形成个人的错题本，甚至描绘出个人画像，进行过程性评价，再结合个人的学习风格，适时给出学习建议，推送学习资源[24]。这种基于电子档案和过程性评价的个性化学习能够提高学生学习效率，改进学习效果。借助这样的系统，教师可以节省大量布置作业、批改作业的时间，开展分组教学或者完全个性化的教学，实现因材施教的教育理想。

基于在线学习数据，再加上面部表情和体态识别等多模态数据，应用数据挖掘算法，可以预测学生作业、测试成功或者失败以及留存或者辍学的概率，准确性较高[25][26]。利用自然语言处理技术和数据挖掘算法，可以评测学生提交论文与他人论文的相似性，平均准确率高达 93%[27]。借助自然语言处理和基于文本的情感识别方法，可以有效分析学生在社交网络上的情绪状态和对教学的看法[28]。

数据挖掘等人工智能技术的应用，不仅能改进学习效果，还能改进学习方式，促进学生的积极思考[29]，促进学生的自主学习[30]，促进协作学习[31][32]。

三、人工智能技术对教育的挑战

人工智能技术的迅猛发展，对教育不仅带来上述的正面影响，也会带来一定的挑战。这些挑战也体现在宏观、中观和微观三个层面。

(一) 宏观层面

作为在计算机上实现的教育，人工智能技术产品可以在人类自然智能的各个方面表现优异，超出常人甚至很多领域的天才，而其生产和复制成本远低于漫长的常规教育系统，具有较高的效率[33]。因此，从成本效益的角度出发，很多

企业乃至事业单位会采用人工智能技术替代原来的人类工作。比如我国珠三角地区的“机器换人”行动就是在制造业中采用智能机器人替代原来的人工操作等体力劳动，因为它极大提高了生产效率、降低了生产成本，所以得到企业管理者的青睐、政府管理部门的政策鼓励和支持。

2022年以来，自然语言处理技术、数据挖掘、知识工程等领域的技术突破和工程创新，促使生成式人工智能技术日益成熟；这类技术具有较强的文本理解和自动生成、图形识别和自动生成、程序自动生成和修改等功能，可以根据用户需求，快速完成多语种文本翻译、多类型论文写作、图形创作、编写和修改程序、统计分析等工作。美国微软投资的机构OpenAI研发的ChatGPT就是这样的典型代表。用户只要免费或者支付少量的费用，就可以获得上述服务，经济成本大大低于原来聘请专业工作人员所需付出的成本，时间远远少于人工创作时间，所以总的效率高于人工创作。从成本效益的角度考虑，世界各地的不少企业因此解雇了办公室文秘、翻译乃至初级程序员等工作人员，转而购买ChatGPT这样的生成式人工智能技术服务。

一般来说，上述ChatGPT等生成式人工智能技术可以胜任的工作属于人类的脑力劳动范畴，原来只有受过高等教育相关专业训练的毕业生才能够完成。这些毕业生就业岗位受到人工智能技术发展的威胁，这种威胁必将进一步影响相关专业的招生、教学和管理工作，加剧高等教育大众化时代日益严重的毕业生就业问题。这是从中央到地方各级教育管理部门必须面对的一个严峻挑战。

（二）中观层面

学校和培训机构等教育系统的产出是所有受教育者的自然智能的提高程度总和，具体表现为知识与能力、情感与态度、方法与过程三个方面，具体评价方法包括过程性评价和总结性评价。但不管过程性评价还是总结性评价，具体组织形式要么是封闭型的，要么是开放型的。

封闭型评价是指教师布置任务后，学生在学校等机构组织和教师监控下、在一定时间范围内完成任务。与学生利益高度相关的阶段性考试、毕业和升学考试（如中考和高考）等都属于封闭性评价。这类评价都需要教师监考、以维护考试的公正性和权威性；对于所有学生来说，评测内容都一样，评测时间都相同，并且确保学生独立自主完成评测内容。所以封闭性评价考查的是学生在规定时间内的记忆能力、思维能力和语言表达能力。

人工智能技术在自然语言处理、知识工程和数据挖掘等领域的突破，使得ChatGPT这样的系统也可以像人类学生那样，接受各个学科的封闭性评价，并在远远短于规定时间内取得和人类学生一样、甚至更好的成绩。如上所述，人工智能系统也可以取代原来的很多体力和脑力劳动工作岗位。如果传统的封闭性评价是用来筛选学生，使之进入某些工作岗位，那么人工智能系统也比普

通学生做得更好,更值得被筛选。所以,各类学校和培训机构都在封闭性评价上面临着人工智能技术的严峻挑战。

开放型评价是指教师在布置任务后,学生不受教师监控地在一定时间范围内自由完成,最后提交成果即可。日常作业(包括作文等各类论文写作)就是开放型评价。人工智能技术对开放型评价的挑战将在下面的微观层面详细讨论。

(三)微观层面

教育是一个漫长而艰苦的过程。按照不同的教学理论,学生学习和掌握知识和技能需要激励、思考、理解、建构、内化、实践、协作。从教学的角度来看,各种类型的作业是考查学生对所学知识理解、掌握和应用程度的重要方式,论文写作是考查学生综合解决问题、批判性思维、创造性思维的重要手段,包括语言类课程中的作文、其他各门课程的专业性论文;程序设计是计算机类课程考查学生编程能力的主要途径;绘画是美术类课程考察学生艺术创作水平的必备方法之一。

生成式人工智能技术的出现和成熟,使得学生可以借助这些技术快速找到某一个问题的答案和解题过程,根据主题或者关键词快速生成一篇论文、一个程序或者一幅图画,本文称之为人工智能答案原型。这些人工智能答案原型如果被学生原封不动地提交给教师,实质是完全替代了学生的思考、建构和反思,与前面介绍的智能教学系统的智能辅导功能截然不同,因为智能教学系统是在引导学生进行思考、建构和反思。这种人工智能技术的简单应用只会惰化学生思维,不利于学生思维发展。这就像汽车等现代交通工具代替了人类的双腿双脚,尽管方便了出行,但是并不能增强人类的体质和健康一样。人类的身体健康需要运动和锻炼,而并不是汽车等现代交通工具;同理,人类的大脑健康更需要学习和训练,而并不是 ChatGPT 等生成式人工智能系统。

如果学生不是简单地将人工智能系统答案原型提交给老师,而是在此基础上经过思考后加工、改造、完善,产生新的答案、解题过程、论文、程序或者图画等人机协作成果,并提交给教师,这样的人机协作成果能否算作学生自己的成果呢?这种情形需要教师予以判别:如果人机协作成果和人工智能答案原型差异较大,则可认定为学生自己的成果。当然,如何准确地把握差异的大小,对于各学科教师都是一个巨大挑战。

四、教育应对人工智能技术的对策

为了应对人工智能技术的挑战,充分利用其正面影响,建议教育决策和管理部门、教育工作者采取下列措施。

（一）调整高校专业设置，适应劳动力市场的变化

人工智能在各个领域、各行各业的广泛应用，减轻了人类的体力或者脑力劳动，甚至全部或者部分替代了原来的人类工作。人工智能技术已经可以替代某些体力劳动岗位的工作，比如焊接工人、装配工人、分拣和配送工人、农民等，这些工作大多是重复性、高强度的劳动；它已经可以替代某些脑力劳动者的工作，比如速记员；它正在替代某些脑力劳动者的工作，比如翻译、文秘等。从历史发展规律来看，任何一种新技术出现以后，都会造成一些职业的消失，这是时代和科技的进步。从国家人力资源和社会保障部发行的 1999 年的《中华人民共和国职业分类大典（1999 年版）》到《中华人民共和国职业分类大典（2015 年版）》的变化，就可以看到短短 16 年间职业岗位的变化：中类、小类和细类增加的大类有专业技术人员、商业和服务业人员；中类、小类和细类减少的大类有办事人员和有关人员；中类不变、小类和细类减少的大类有农、林、牧、渔、水利业生产人员；中类增加、小类和细类减少的大类有生产、运输设备操作人员及有关人员。

更重要的是，人工智能技术已经、也将创造新的工作岗位。人工智能技术本身需要高素质的人才补充进来、不断发展，它不仅仅是计算机编程人员，更需要其他学科的研究者来从不同的角度为它贡献智慧和力量。原因很简单，人工智能技术本身是个交叉学科，它的发展离不开数学、物理、化学、生物、语言等各学科的前沿进展。据统计，我国人工智能方面的人才缺口一直很大，人工智能与其他产业融合更是创造了新的工作岗位。比如，《中华人民共和国职业分类大典（2015 年版）》颁布以来，国家人力资源和社会保障部先后发布了四批新职业，其中与人工智能技术密切相关的职业有 30 多种；除了发布新的职业外，还发布了一些职业发展出的新工种，这些工种和人工智能技术也有关系，比如人工智能工程技术人员、物联网工程技术人员、大数据工程技术人员、人工智能训练师、服务机器人应用技术员、智能硬件装调员，等等。随着人工智能技术的进一步发展，还会有更多的新职业和新工种涌现出来。

所以，高等院校（包含高等职业院校）要适应人工智能技术的新发展，调整专业设置，培养劳动力市场所需要的新型人才。这与 2023 年 3 月教育部等五部门印发的《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》的精神高度一致，该方案指出，要“主动适应国家和区域经济社会发展、知识创新、科技进步、产业升级需要，做好学科专业优化、调整、升级、换代和新建工作。”[34]

（二）改革教学评价方式和内容

在评价方式上，人工智能技术支持的适应性测试可以为每个学生提供完全个性化的作业和测试，同时保证评价的公平和质量，是教学评价方式改革的努

力方向。在评价内容上，应该减少单纯的记忆性知识，转向着重考查学生灵活运用已有知识解决实际问题的能力、批判性思维和创造性思维。这个改革方向也符合 2020 年 10 月中央颁发的《深化新时代教育评价改革总体方案》的要求，即“改变相对固化的试题形式，增强试题开放性，减少死记硬背和‘机械刷题’现象”[35]。

（三）研发和部署人工智能技术的教育应用

教育管理部门要制订政策，鼓励高校等科研机构和高新企业研发各学科的智能教学系统、自动写作评价系统、学习预测和干预系统等人工智能系统，在国家智慧教育公共平台等公共平台汇聚这些系统资源，并将这些系统部署到大、中、小学各级教育机构，通过教师培训等措施帮助教师了解这些系统的功能和使用方法。

（四）引导学生合理、合法使用人工智能技术

教师要将智能教学系统、自动写作评价系统、学习预测和干预系统等与学科教学深度融合、创新应用，实施混合式教学，促进学生认知与能力、情感与态度、过程与方法等核心素养的全面提升。同时引导学生合理、合规地借助各种人工智能技术，发展逻辑思维和形象思维，而非简单地借助技术复制问题答案、论文和程序内容乃至绘画等艺术作品。

参考文献

[1] 贾积有. 人工智能赋能教育与学习[J]. 远程教育杂志，2018(01)：39—47.

[2] Silver，D.，Huang，A.，Maddison，C. J.，et al.（2016）. Mastering the game of go with deep neural networks and tree search. *Nature*（*London*），*529*（7587），484—489.

[3] Brown，T.，Mann，B.，Ryder，N.，el al.（2020）. Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*，*33*，1877—1901.

[4] 贾积有，史陈新，季茂生. 优课及师生分析[M]. 西安：未来出版社，2022.

[5] Jia，J.（2015）. Intelligent tutoring systems. In J. M. Spector(Ed.)，*Encyclopedia of Educational Technology*(pp. 411—413). Thousand Oaks，CA：Sage.

[6] 孟青泉，贾积有等. 智能教学系统测评模型的构建与实证研究[J]. 现代教育技术，2022(5)：68—74.

[7] VanLEHN，K.（2011）. The relative effectiveness of human tutoring，intelligent tutoring systems，and other tutoring systems. *Educational Psychologist*，*46*(4)，197—221.

[8] Kulik，J. A.，& Fletcher，J. D.（2016）. Effectiveness of intelligent tutoring systems：A meta-analytic review. *Review of Educational Research*，*86*(1)，42—78.

[9] 贾积有，颜泽忠，张志永，翟曼月，张君，张必兰，张静蓉，孟青泉，乐惠骁，何云帆. 人工智能赋能基础教育的路径与实践[J]. 数字教育，2020(01)：1—8.

[10] Roschelle，J.，Feng，M.，Murphy，R. F.，& Mason，C. A.（2016）. Online mathematics homework increases student achievement. *AERA Open*，*2*(4).

[11] 贾积有，乐惠骁，张誉月，刘怀亚，陈昂轩，李姗姗. 基于大数据挖掘的智能评测和辅导系统设计[J]. 中国电化教育，2023(3)：112—118.

[12] 贾积有，乐惠骁，李卓润，和桂英，张海燕. 人工智能助力教育均衡发展——以个性化在线教学系统对随迁子女的有效辅导为例[J]. 中国电化教育，2022(01)：42—49.

[13] Jia，J.，Chen，Y.，Ding，Z.，Bai，Y.，Yang，B.，Li，M.，& Qi，J.（2013）. Effects of an intelligent web-based English instruction system on students' academic performance：Long-term CAI's positive effect. *Journal of Computer Assisted Learning*，*29*(6)，556—568.

[14] Jia，J.，Chen，Z.，& Zhang，J.（2022）. The application and effect of smartphones and an online tutoring system CSIEC for vocabulary drilling through nine semesters. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*，*16*(3)，248—265.

[15] 矣晓沅. 具有文学表现力的中文古典诗歌自动写作方法研究[D]. 北京：清华大学，2021.

[16] Lodhi，P.，Mishra，O.，Jain，S.，& Bajaj，V.（2018）. StuA：An intelligent student assistant. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*，*5*(2)，17—25.

[17] Perin，D.，& Lauterbach，M.（2018）. Assessing text-based writing of low-skilled college students. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*，*28*(1)，56—78.

[18] 李广凤. 基于自动评价系统的多元反馈对英语作文修改的影响研究[J]. 外语教学，2019(04)：72—76.

[19] 李霞，钟兰凤. 作文自动评价系统在大学英语写作教学中的实证研究——以句酷批改网为例[J]. 教学研究，2017(01)：57—61.

[20] 蒋艳，马武林. 中国英语写作教学智能导师系统：成就与挑战——以句酷批改网为例[J]. 电化教育研究，2013(07)：76—81.

[21] Chen，Z.，Chen，W.，Jia，J.，Le，H.（2022）. Exploring AWE-supported writing process：An activity theory perspective. *Language Learning & Technology*，*26*(2)，129—148.

[22] Gierl，M.，Latifi，S.，Lai，H.，Boulais，A.，& Champlain，A.（2014）. Automated essay scoring and the future of educational assessment in medical education. *Medical Education*，*48*(10)，950—962.

[23] 贾积有，于悦洋. 学习活动指数 LAI 及在线学习活动指数 OLAI 的具体分析[J]. 中国远程教育，2017(04)：15—22＋56＋79.

[24] Tai，D. W. S.，Wu，H. J.，& Li，P. H.（2008）. Effective e-learning recommendation system based on self-organizing maps and association mining. *Electronic Library*，*26*(3)，329—344.

[25] Blikstein, P., Worsley, M., Piech, C., et al. (2014). Programming pluralism: Using learning analytics to detect patterns in the learning of computer programming. *Journal of the Learning Sciences*, *23*(4), 561—599.

[26] Spikol, D., Ruffaldi, E., Dabisias, G., & Cukurova, M. (2018). Supervised machine learning in multimodal learning analytics for estimating success in project-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, *34*(4), 366—377.

[27] Amigud, A., Arnedo-Moreno, J., Daradoumis, T., & Guerrero-Roldan, A. E. (2017). Using learning analytics for preserving academic integrity. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, *18*(5), 192—210.

[28] Ozturk, Z. K., Cicek, Z. I. E., & Ergul, Z. (2017). Sentiment analysis: An application to Anadolu University. *Acta Physica Polonica A*, *132*(3), 753—755.

[29] Crown, S., Fuentes, A., Jones, R., et al. (2011). Anne G. Neering: Interactive chatbot to engage and motivate engineering students. *Computers in Education Journal*, *21*(2), 24—34.

[30] Duffy, M. C., & Azevedo, R. (2015). Motivation matters: Interactions between achievement goals and agent scaffolding for self-regulated learning within an intelligent tutoring system. *Computers in Human Behavior*, *52*, 338—348.

[31] Adamson, D., Dyke, G., Jang, H., & Rosé, C. P. (2014). Towards an agile approach to adapting dynamic collaboration support to student needs. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *24*(1), 92—124.

[32] Calvo, R. A., O'Rourke, S. T., Jones, J., Yacef, K., & Reimann, P. (2011). Collaborative writing support tools on the cloud. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *4*(1),88—97.

[33] 贾积有.人工智能与教育的辩证关系[J].上海师范大学学报(哲学社会科学版),2018(03):25—33.

[34] 教育部等五部门.教育部等五部门关于印发《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》的通知[EB/OL]. 2023-03-02, http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202304/t20230404_1054230.html

[35] 中国政府网.深化新时代教育评价改革总体方案[EB/OL]. 2020-10-13, http://www.gov.cn/zhengce/2020-10/13/content_5551032.htm.

(责任编辑　范皑皑)