

“十四五”规划背景下基于校企融合的人工智能人才培养机制研究

陈 灿,张登银(南京邮电大学,江苏 南京 210003)

高俊杰(国电南瑞科技股份有限公司,江苏 南京 211106)

摘 要:本文聚焦我国人工智能人才培养,首先基于人工智能产业技术特点,提出“十四五”规划背景下的人工智能人才能力的培养新目标,其次分析我国现有人工智能人才培养的发展困境,最后提出基于校企融合的人工智能人才培养机制,旨在为构建更加完善的人工智能人才培养体系提供借鉴,促进人工智能与经济社会发展深度融合。

关键词:人工智能;人才培养;校企融合;培养机制

一、引言

国务院在发布的《“十四五”数字经济发展规划》中明确提出将人工智能产业作为重要技术基础和产业动能,推动我国数字经济高质量发展^[1]。预计到2025年,人工智能核心产业规模超过4000亿元,带动相关产业规模超过5万亿元;到2030年,这两个规模将分别达到1万亿元和10万亿元^[2]。然而,我国人工智能产业尚面临规模小、产业发展滞后、多产业融合发展不畅等诸多挑战,这一方面是由于我国人工智能产业起步较晚,教学体系落后行业人才缺口高达500万,尤其缺少中高级别复合型人才,并且人工智能人才外流现象严重,阻碍了我国人工智能产业的持续性发展;另一方面,由于近年来随着国际局势的变化,中美斗争滚动升级,美国对我国实施了一系列技术封锁措施,“卡脖子”事件频发,例如中国企业被美国列入“实体清单”和限制关键技术领域的人才流动与学术交流等,企图孤立中国科技产业造成科技信息孤岛^[3]。

针对当前人工智能产业面临的严峻态势,国务院在“十四五”规划中提出,利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,构建包含智能学习、交

互式学习的新型教育体系。因此,我国只有自主培养人工智能人才、加强产业基础研究这一条途径^[4-6],才能提升关键核心技术自主创新能力,打破技术封锁,实现科技自立自强,从而推动人工智能产业的发展。本文聚焦我国人工智能人才培养,首先基于人工智能产业的特点,提出“十四五”规划背景下的人工智能人才能力的培养新目标,其次分析我国现有人工智能人才培养的发展困境,最后提出基于校企融合的人工智能人才培养机制,旨在为构建更加完善的人工智能人才培养体系提供借鉴,促进人工智能与经济社会发展深度融合。

二、基于人工智能产业特点的人才能力培养目标

为适应人工智能产业技术更新迭代快、资源依赖多、产业细分多和国内外发展不均衡的特点,区别于传统产业的人才能力培养目标,人工智能人才应具备信息检索能力、实践创新能力、团队协作能力和国际化视野。

(一)针对人工智能产业技术更新迭代快的特点,人工智能人才应具备信息检索能力

人工智能起源于1956年的达特茅斯会议。从50年代基于经验进行建模推理的跳棋程序,到80

基金项目:2022年江苏省研究生教育教学改革课题“产教融合联合培养高质量专业学位研究生的方法与路径研究”(JGKT22_C020);2021年教育部产学研合作协同育人项目“人工智能与物联网交叉融合的师资专业能力提升研究”(202102363019)

作者简介:陈灿(1993-),男,江苏南京人,南京邮电大学物联网学院讲师,博士,研究方向为人工智能和信号处理;张登银(1964-),男,江苏泰州人,南京邮电大学物联网学院院长、博士生导师、研究员,博士,研究方向为人工智能和信号处理;高俊杰(1993-),女,江苏南京人,国电南瑞科技股份有限公司南瑞研究院,硕士,研究方向为人工智能和智慧电网。

年代专家系统的出现,到 90 年代基于数据的浅层机器学习算法逐渐成熟,再到 2006 年 Hinton 提出深度置信网络,人工智能在短短 50 年内迎来了四个发展里程碑。加之大数据的发展,谷歌、微软、百度等互联网巨头,还有众多初创科技公司纷纷加入人工智能产品的战场,掀起又一轮的智能化浪潮。并且,伴随着 Arxiv 的出现、框架的发展和代码的开源,新技术新应用层出不穷,人工智能的应用场景大为拓宽,被广泛应用于各个领域。

面对海量知识和产业新技术,当前我国人工智能人才的知识检索能力欠缺。一方面,由于 21 世纪初前知识获取困难、考核机制、师资队伍和教育教学体制等多方面原因,我国人工智能专业传统教育多属于“填鸭式”灌输,教师将检索提炼后的知识灌输给学生,导致学生缺乏自主进行信息检索的途径和动力;另一方面,随着互联网的普及和数字社会的发展,知识获取渠道拓宽,知识获取方式多样化,且知识量呈指数级增长。然而,其中包含了许多错误的知识和无效的知识获取渠道,对学生的信息甄别能力提出了更高的要求。如果学生无法对海量知识进行有效的检索,或无法及时跟踪领域发展的最新动态,会限制其专业能力的提高,贻误人才培养进度,阻碍人工智能产业的可持续发展。因此,为顺应当下“十四五”规划背景下的时代发展新趋势,具有信息检索能力是我国人工智能人才培养的目标之一。

(二)针对人工智能产业资源依赖多的特点,人工智能人才应具备实践创新能力

人工智能旨在利用计算机从大数据中学习其中蕴含的规律,具有资源依赖多的特点,尤其是对数据、存储、算力和算法的依赖。模型性能需要海量数据的支撑,随着数据量的增加,模型性能随之提高。其次,在同等数据量下,大规模神经网络的模型性能明显优于小规模神经网络。然而,神经网络的规模越大、参数越多,对存储硬件的要求越高。此外,人工智能实验属于计算密集型实验,需要长期占据资源进行大量的运算,对硬件算力和算法要求很高,运算的快慢直接影响通过实验验证想法的速度,进而影响整体应用的开发速度。

人工智能产业资源依赖多的特点必然导致在落地时遇到涉及硬件和软件多方面问题,这就对人才的实践创新能力提出了挑战,要求其在辨别数据源、提炼有效信息等方面具有较强能力和较高素质。然而,当前我国人工智能人才的实践创新能力偏弱,究其原因,是由于人工智能产业资源依赖多,学生需要进行较长时间的扎根进修,而走马观花式的短期暑期实习和教学实习,造成学生只了解人工智能产业

的皮毛而无法理解与掌握其背后机理,特别是学校和实习企业未能给学生提供足量且高质量的配套实操训练,造成学生脱离课本走入社会时无法达到实际生产运用的能力要求,在构建模型或处理数据时仍下手无策。因此,为顺应当下“十四五”规划背景下的时代发展新趋势,具有实践创新能力是我国人工智能人才培养的目标之一。

(三)针对人工智能产业细分多的特点,人工智能人才应具备团队协作能力

人工智能具有产业细分多的特点,从架构上分为基础层、技术层和应用层。基础层作为人工智能产业的基础,主要负责为模型的训练提供数据、算力和存储的支撑,例如高性能显卡、人工智能芯片和服务器等。技术层作为人工智能产业的核心,以算法理论(机器学习)、开发平台(基础开源框架、技术开放平台)和应用技术(计算机视觉、机器视觉、智能语音、自然语言理解)三个方面为基础,构建模拟人类智能的技术路线。应用层作为人工智能产业的延伸,集成了一类或多类人工智能基础的应用技术,为特定应用场景提供软硬件产品和解决方案,如智能安防、智能投资、智能客服等。

面对人工智能产业细分多的特点,人工智能应用的成功落地,需要多方团队的通力协作。然而,当前我国人工智能人才的团队协作能力偏弱,主要有以下两个方面的原因:一方面,由于互联网与智能终端设备的发展,高校部分学生将更多的时间用在手机交流上,更有甚者将自己封闭在虚拟世界里,与同学协作学习、沟通交流的意愿低,团队协作能力没有得到有效的培养;另一方面,我国人工智能人才培养过程中,尽管课程设置了分组实验和研讨小组等内容,但往往存在某些学生思想懈怠,抱着“等靠要”思想、等着组长或其他组员投喂知识、不主动参与团队讨论的现象,只有实际干活研讨的学生的团队协作能力得到了锻炼。其次,在人工智能时代背景下,学科交叉融合是人工智能发展的必然趋势,从理论创新、模型研发、匹配需求、实际应用形成完整链条,需要硬软件结合。当前人工智能领域的比拼并不是单人水平高低的比拼,而是团队综合水平高低的比拼。具有良好团队协作能力的人才,才能进行更有效的沟通交流、更好地融入研究团队。因此,为顺应当下“十四五”规划背景下的时代发展新趋势,具有团队协作能力是我国人工智能人才培养的目标之一。

(四)针对人工智能产业国内外发展不均衡的特点,人工智能人才应具备国际视野

人工智能产业具有国内发展不均衡的特点,相比美国等发达国家,我国的人工智能产业发展仍存

在一定的差距,处于初步探索阶段。在人工智能高层次人才方面,美国的数量最多,有 1244 人次,占比 62.2%,超过总人数的一半以上,而中国尽管位列第二位,但只有 196 人次,占比 9.8%,从规模和占比来看均与国际先进水平存在较大差距;在基础研究方面,国际研究机构以谷歌大脑和阿尔法狗等国外产品为基础,以机器学习、模式识别、智能决策等核心技术研究为主。而我国人工智能研究仍处于起步阶段,并未将研究重心集中于技术含金量最密集的人工智能算法及系统方面,缺乏前沿技术与前沿理论的交叉融合研究。因此,尽管国内对人工智能领域的政策和投资力度加大,国家也在陆续出台了一系列鼓励发展人工智能技术的相关政策,但国内大部分企业对于自主创新及核心竞争力的理解较为肤浅、缺乏自主研发意识和理念。

为了提升我国人工智能产业的核心竞争力,实现弯道超车,具备良好的国际化视野对发展本产业至关重要。然而,当前我国人工智能人才的国际化视野偏窄,主要有以下两个方面的原因:一方面,我国人工智能学科建设起步晚,尚不完善。当前课程体系重基础理论,而未能将国际最新前沿技术和发展研究更新融入其中,学生无法了解该领域的新态势;另一方面,我国人工智能领域人才供求失衡,国际化师资队伍不足,学生参与国际化交流合作的机会较少。国际化视野有助于学生拓展思维,优化知识结构,步入更高的平台。相反的,缺少国际化视野易造成学生思维封闭、固执己见,错失步入更高平台的机会。因此,为顺应当下“十四五”规划背景下的时代发展新趋势,具有国际化视野是我国人工智能人才培养的目标之一。

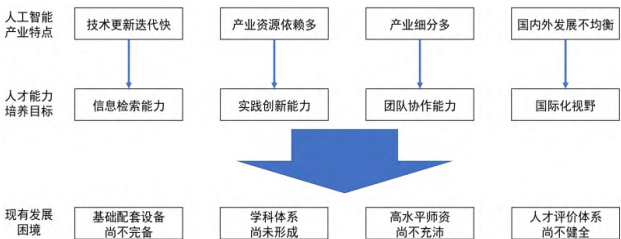


图1 人工智能人才培养现有发展困境的内在逻辑

三、我国人工智能人才培养面临的发展困境

如图1所示,针对人工智能产业的特点,为实现人工智能人才能力的培养目标,我国人工智能人才培养面临着基础配套设备尚不完备、学科体系尚未形成、高水平师资尚不充沛和人才评价体系尚不健全的发展困境。

(一)人工智能基础配套设备尚不完备

人工智能属于计算密集型学科,对基础配套设

备要求较高。为满足我国人工智能人才的培养要求,高校通常从第三方采购如服务器、高性能显卡和智慧管理平台等基础软硬件配套设备,为学生进行课程实验提供设备支持,帮助老师进行精细化教学管理。然而,高校在投资教学基础配套设备的过程中存在软硬件投入不平衡的现象,造成整体协调程度差和利用率低的问题,不利于人工智能学科的可持续发展。并且,由于人工智能学科具有资源依赖多和技术更新迭代快的特点,如果高校的配套资源未能及时更新,无法匹配技术更新的迭代速度,学生在选择细分方向时则会受到基础配套设备的限制,选择面受限,延缓了人工智能人才的培养速度和学科的建设速度。

(二)人工智能学科体系尚未形成

我国于1978年将人工智能研究纳入国家计划,并于1981年成立中国人工智能学会。人工智能相关期刊和会议的创办,以及人工智能相关研究成果的不断产出,促进了我国人工智能人才的培养^[7-8]。然而,相比于国外人工智能学科的建设,我国高校人工智能学科起步晚,并且发展进展较为缓慢。教育部在2018年发布的《高等学校人工智能创新行动计划》中明确表示,研究设立人工智能相关专业和一级学科建设。然而,从普通高等学校本科专业设置与服务平台公布的统计数据来看,尽管2018年全国高校新增设的本科专业总数中约五分之一为人工智能相关专业,但是未能取得独立一级学科,未能形成专业化、独立化的学科体系。因此,人工智能专业多通过其他一级学科进行教学教研活动。并且,由于部分高校缺少对学科建设思路的深入研究和理解,缺少详细的学科建设规划,简单堆砌拼凑集群概念,对学科集群顶层设计的相关理论认识不足,机械照搬其他学科的经验,使得人工智能学科体系存在短板、专业集群程度较低,阻碍我国高校人工智能人才培养和专业发展。

(三)人工智能高水平师资尚不充沛

高质量的师资队伍是人工智能人才培养的关键,决定着我国人工智能的可持续性发展,然而我国人工智能高水平师资尚不充沛,主要有以下两个方面的原因:一方面,我国人工智能人才培养起步晚,从业人员基数小,领域内顶尖人才更是缺乏。根据领英人才提供的数据显示,全球人工智能领域专业技术人才多集中于美国等西方国家,美国开设人工智能相关专业的高校多达168所,而我国高校只于近几年内刚开设了31所;另一方面,由于人才供求严重失衡,企业和科技巨头常以绝对的高薪挖走高校

的人工智能人才,进一步加重了高校高水平师资队伍流失^[9]。根据数据显示,企业约10%左右的人工智能领域人才曾在高校或者研究机构工作过。高水平师资的匮乏,限制了人工智能人才国际化视野的拓展,无法跟踪领域最新的发展态势,阻碍我国人工智能人才培养和产业发展。

(四)人工智能人才评价体系尚不健全

建立科学合理的人工智能人才评价体系是培养人工智能人才的前提,然而目前我国人工智能评价体系尚不健全,主要有以下两个方面的原因:一方面,当前我国高校人工智能人才评价主体较为单一,主要是通过教师对学生的“上对下”考核进行评价,而忽略了学生自我评价、学生之间互评,以及来自社会和市场的的评价;另一方面,当前我国高校人工智能人才评价内容较为单一,主要是通过考试考核和“五唯”对知识与专业进行评价,而忽略了精神素质、社会贡献和实践创新等方面内容的评价。建设人工智能学科,培养人工智能人才,必须建立健全的人工智能培养体系。只有建立健全的人工智能培养体系,才能够充分释放人才的创新活力,推动人工智能产业的发展。

四、基于校企融合的人工智能人才培养机制

研究者通过对全球最具影响力的人工智能高端人才进行调查后发现,他们的成长经历与校企融合这种培养机制结合密不可分^[10]。因此,如图2所示,针对我国人工智能人才培养所面临的发展困境,可以从校企资源融合、校企模式融合、校企师资融合和校企评价融合四个方面完善人才培养机制,提升人工智能人才培养的数量和质量。

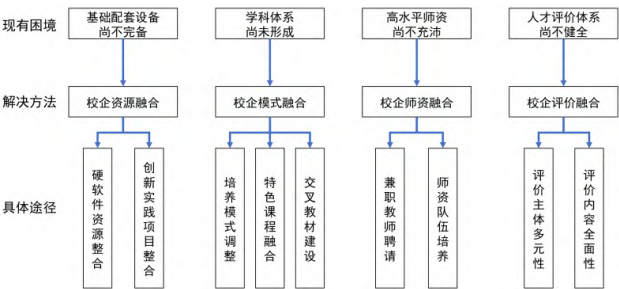


图2 基于校企融合的人工智能人才培养机制的实现路线

(一)校企资源融合

针对我国人工智能基础配套设备不完备的问题,可以借助校企资源融合的方式,从软硬件资源整合和创新实践项目整合两个方面入手,共建校内实验室和校外实训基地,加强技术合作和成果孵化。一方面,针对人工智能具有资源依赖多的特点,尤其是对于数据、存储资源和算力的依赖,由于互联网企业不仅具有强大的硬件集群,并且具有海量的真实数

据,通过对企业的硬软件资源进行整合,使得学生能够更快的通过试验验证自己的想法,更加明晰自己感兴趣的细分方向。另一方面,针对人工智能具有面向应用的特点,尤其是创新应用,由于互联网企业具有大量的实践创新项目,通过对互联网企业的实践创新项目进行整合,能够激发学生的学习兴趣,培养学生的实践创新能力,帮助学生获得自我成就的满足感。此外,企业的创新实践项目使得学生能够发现自己在课堂理论学习中的忽视的要点,审视反思相关知识的薄弱板块,进行有效地查漏补缺、夯实理论基础。

(二)校企模式融合

针对我国人工智能学科体系尚未形成的问题,可以借助校企模式融合的方式,从培养模式调整、特色课程融合和交叉教材建设三个方面入手,共同完善合理科学的课程体系。一方面,以就业为导向,以定向培养为特色,按照人工智能产业的发展方向,将人工智能产业的市场需求、行业动态以及企业的用人标准渗透在专业人才培养之中,将专业培养模式调整为校企联合培养/订单化培养。另一方面,由于人工智能产业具有技术更新迭代快和产业细分多的特点,完备且适合高校课堂教学的课程资源较为短缺,而互联网公司对接当下产业需求,具备完整的产品线与完善的人工智能课程体系,拥有包含了线性代数、深度学习、强化学习等全方面课程,建议以当下新兴产业就业岗位为导向,通过将企业特色课程与学校专业课程进行融合,更新、调整底层基础学科目录,能够弥补高校在人工智能课程内容设置上的不足,补充课程的深度和广度,帮助学生形成系统的人工智能知识架构体系。此外,由于多学科交叉融合也是当下趋势,信息网络、物联网、软硬件开发、机械自动化等多个专业的知识互相渗透融合,建设互联互通的学科网络对于培养本专业复合型人才具有重要意义,应注重多学科交叉融合的人工智能教材建设,及时将企业实践成果融入专业学科教材,建设相关在线开放课程。

(三)校企师资融合

针对我国人工智能高水平师资尚不充沛的问题,可以借助校企师资融合的方式,从兼职教师聘请和师资队伍培养两方面入手,优化教师结构,专兼结合,建设一支高水平的“双师型”教师队伍。一方面,各大科技巨头公司的业务专家是高水平师资的重要后备力量,学校可以依托校企合作项目,聘请企业专家、高级工程师作为兼职教师或实操课程顾问,建设一支具有国际化视野、实践经验丰富、创新意识强的

“双师型”教师队伍,不断扩充人工智能高水平师资队伍。另一方面,学校可以通过派遣专业教师参加技能比赛、参加国际会议和到企业进行博士后实践等多种方式,提高现有专业教师队伍的专业技能、国际视野和实践创新能力。

(四)校企评价融合

针对我国人工智能人才评价体系尚不健全的问题,可以借助校企评价融合的方式,从评价主体多元性和评价内容全面性两方面入手,加强校企对话,形成动态反馈机制,共建健全评价体系、完善评价标准,避免“一把尺子量到底”等评价体系僵化现象,准确反映不同被评价对象的实际情况。一方面,为丰富评价主体的多元性、充分发挥多元主体作用,应建立以高校老师和合作企业老师为基础、学生自评和互评相融合的综合评价机制,注重引入如项目第三方评价等社会、市场评价,兼顾主观性评价和客观性评价。同时,优化评审专家名单,根据动态发展需要及时调整,保证评价专家系统的高水平和高层次。另一方面,丰富评价内容因素,提升评价内容的全面性。在论文数量和质量考核、学位学历、竞赛成绩等可量化指标的基础上,增加学校课程考核、校企合作项目评审、企业实践认证等软性评价标准,兼顾硬件指标和软件指标,形成全方位的考核评价。最后,要形成动态反馈机制,做好合理评价建议的落实工作,形成书面文件,落实各主体责任,构建校企评价融合“评价—反馈—落实”的良好闭环。

五、结语

人工智能作为我国新兴的工科之一,人工智能课程体系建设任重道远,人才培养更是人工智能产业发展的重中之重。为顺应当下“十四五”规划背景下的时代发展新趋势,高校作为人才培养的摇篮,应该明确当前所面临的发展困境,充分利用校企融合渠道,探索基于校企融合的人工智能人才培养机制,在资源、模式、师资、评价等方面实现创新,提高我国人工智能人才培养的数量和质量,推动我国人工智能产业的发展,促进与经济社会发展深度融合,进而助力社会经济发展。

参考文献:

- [1] 国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知(发[2021]29号)[J].中华人民共和国国务院公报,2022(3):5-18.
- [2] 袁辉.对《新一代人工智能发展规划》的解读[J].科技风,2018(31):37.
- [3] 贾夏利,刘小平.中美人工智能竞争现状对比分析及启示[J].世界科技研究与发展,2022,44(4):531-542.
- [4] 朱斐.产教融合人工智能人才培养机制探讨[J].教育教学论坛,2022(34):1-4.
- [5] 王志丰.人工智能人才培养探索与思考——基于国内7所高校培养方案的分析[J].中国高校科技,2021(4):67-71.
- [6] 张海生.我国高校人工智能人才培养:问题与策略[J].高校教育管理,2020,14(2):37-43+96.
- [7] 李广平,陈武元.人工智能背景下我国高校人才培养变革的有效思路[J].中国高等教育,2020(11):54-56.
- [8] 焦磊,刘玉敏.高校人工智能学术组织发展的问题与策略[J].中国高校科技,2021(6):59-64.
- [9] 茹宁,王建鹏,苏明.基于供需矛盾分析的高校人工智能专业人才培养策略[J].高等职业教育探索,2021,20(6):1-9.
- [10] 吴飞,吴超,朱强.科教融合和产教协同促进人工智能创新人才培养[J].中国大学教学,2022(Z1):15-19.