

面向产教融合的 高校人工智能人才培养模式探索

戴瑞婷 李乐民

【摘要】为满足数字经济时代对人工智能(AI)人才的需求,产教融合育人已成为促进我国高等教育高质量发展、助推我国跻身世界新兴科技创新中心的关键手段和途径。针对我国高校人工智能人才培养模式与市场需求不相符、知识体系构建与产业发展不匹配、人才结构与工程需求不适应等问题,提出“一建设(AI人才培养生态环境建设)十二共研(校企共研师资建设和教研教改课题)十三协同(AI小导师、校内导师、企业导师协同)十四阶循升(AI感知、基础支撑、实践巩固、企业级实战)”的人工智能人才培养模式,通过产教融合、校企互动、跨界协同培育面向“真问题、真需求、真场景”的工程型人才。实践效果显著,可为高校提供借鉴。

【关键词】人工智能 产教融合 人才培养 系统思维 跨学科

一、引言

当前,新一轮科技革命和产业变革的核心和本质正是数字经济革命,人工智能(“AI”)逐渐成为数字经济革命的重要基础工具渗透到各学科和领域。^[1]为抢占科技先机,世界各国纷纷出台国家层面的人工智能人才培养战略。^[2]在国际政治军事形势不断变化下,国际人才竞争日益激烈,培养人工智能人才已然成为许多国家的战略重点和迫切需求。^[2]我国“十四五”规划已将人工智能纳入国家战略科技力量,党的二十大报告中习近平总书记也指出:完善人才战略布局、加快建设世界重要人才中心和创新高地的重要性,着力形成人才国际竞争的比较优势。^[3]高校作为科技创新人才输出重地,其开展人工智能人才培养是将我国打造成为世界新兴科技创新中心的现实需要,也是我国新时代教育高质量发展的必然要求,将深刻影响数字经济发展的进程。^[4]

近年来,在新工科建设的背景下,全国高校积极推进人工智能专业的建设。教育部在2019年3月公布了一批新设的人工智能本科专业,2022年试点“强基计划”高校扩展至39所,其中涵盖了一批与人工智能高度相关的新型交叉学科。^[5]尽管如此,我国人工智能专业人才培养仍然很大,据

统计,实际缺口已超过500万,人才的供求比例约达1:10,并且还在扩大。^[6,7]同时,虽然我国在人工智能领域的论文引用数量已超过美国,但成果质量和影响力还不及美国。为解决行业发展对人工智能人才的需求,2017年国务院办公厅发布《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》^[8],提出了推进产教融合人才培养改革、促进产教供需双向对接的重要举措。产教融合人才培养模式是产业界与教育界、知识与实践的有效结合,以培养具备知识掌握、社会认知、创新思维和能力素养的人才^[9,10],面向产教融合探讨人工智能人才培养将具有重要意义。

二、问题与目标

随着人工智能技术取得突破性进展,其在各行业展现出巨大的潜力和应用前景,为解决实际问题、提升效率和创造价值带来了新的机遇。^[11]然而,当前高校往往与行业、企业对话不足,人才培养与行业、社会需求脱节,产教无法实现真融合、有效融合,从而导致产学研协同育人的效果不佳,社会上人才供需矛盾持续存在。综合分析,主要问题如下:

(一) AI人才培养模式与市场需求不相符的问题

收稿日期:2024-01-08

基金项目:教育部产学研合作协同育人项目“新工科背景下软件工程专业双创人才培养的探索与实践”(202101335054)、“面向新工科的AI创新创业型人才培养”(201902146065);2021年中国高等教育博览会“校企合作双百计划”典型案例“面向新工科产教融合的AI创新人才培养”

作者简介:戴瑞婷,电子科技大学信息与软件工程学院工程师;李乐民,中国工程院院士,电子科技大学信息与通信工程学院教授、博士生导师。

目前,我国高校 AI 创新人才培养模式主要依托于人工智能学院、人工智能班、英才实验班等特色平台。由于这些特色平台的成立时间较短,基础建设相对薄弱,师资队伍也存在一定限制,其培养模式大多延续传统教育的特点,偏重于智力教育和科研导向。尽管现有的培养模式在培养问题意识、创新思维和工程能力方面取得了一些成果,但随着人工智能领域的高速发展,学生的技能与市场需求之间的鸿沟仍在扩大,AI 人才培养模式与市场需求不符的问题突显。AI 人才培养应结合理论与实际应用,注重培养学生的学习能力、自主实践和持续创新的意思,以适应快速变化的技术和市场需求。

(二) AI 知识体系构建与产业发展不匹配的问题

AI 产业的发展呈现出多样化、变化快、涉域广的特点,需要跨学科的综合能力支撑。然而,传统教育体系中的知识体系构建依托于相对滞后的课程设计和知识结构,这与快速发展的 AI 产业不匹配,这样构建的知识体系难以跟上新兴技术和应用领域的发展。AI 人才培养需要建立灵活的课程体系和知识结构,紧密关注新兴领域的发展,引入前沿技术、新兴应用和横向交叉学科的知识,注重培养学生的实践能力和创新思维,确保学生掌握与产业发展相适应的核心技能。

(三) AI 人才结构与工程需求不适应的问题

在 AI 领域的实际工程中,除了算法设计,还需用到软件工程、大规模系统设计、数据管理、部署与维护等技能。然而,当前高校培养的 AI 人才结构相对单一,主要集中在研究型人才,强调理论知识和算法设计,在实际工程应用方面的培养相对不足,导致人才结构与工程需求的不适应。AI 领域的实际应用通常针对的是复杂现实问题,仅具备理论和科研背景远远不够,需要提供与实际工程项目密切结合的培养机会,以培养学生的实践经验和团队合作能力。

如图 1 所示,本文针对 AI 人才培养模式与

市场需求不相符、AI 知识体系构建与产业发展不匹配、AI 人才结构与工程需求不适应等问题,充分整合产业界和高校资源,从氛围营造、校企联动、校企共育 3 个方面进行 AI 人才培养改革,通过 AI 人才培养环境生态重建,校企充分联动进行师资共建、课题共研,形成产教融合的人工智能人才培育体系,以实现激发学生好奇心与学习动力,培养学生跨学科创新能力与系统思维,使学生具备解决面向需求“真”问题的能力,从而满足数字经济时代对于人工智能人才的需求,为我国人工智能产业的发展和产业转型升级提供有力支持。

三、人工智能人才培养模式探索

(一) 模式架构探索

根据改革思路,本文提出“一建设+二共研+三协同+四阶循升”的高校 AI 人才培养新模式,通过高校与产业界紧密合作,共建生态、共享资源、共同研发和合作育才等,促进知识与实践的有机结合,实现高校、产业界的优势互补,推动科技创新和人才培养,其总体架构如图 2 所示,包括 AI 人才培养生态建设,校企共研师资建设、教研教改课题,学长、校内、企业三导师协同,以及 AI 人才培养循升机制,从 AI 感知、基础支撑,到实践巩固、企业级实战开展 AI 人才培养。

一建设:高校 AI 人才培养的生态建设。在生态建设方面,通过产教融合将校内资源与校外资源进行有效整合。首先,借助校内资源如双创中心、竞赛中心、开源社团、实验室等,引入实际的产业资源,如知识库、学习平台、真实案例等,将真实的行业需求与学生创新能力培养结合起来,促使学生在创新项目中能够面向实际问题进行解决,实现与产业的实质性对接。其次,与企业密切合作,共建校企联合工作室、实验室、实训实习基地等,弥补高校封闭式资源的不足,如高校技术设备陈旧、需求脱离实际等,为学生提供更好的实践机会和实习环境,让学生更好地了解行业需求和发展趋势,培养其与企业协作的能力和应用技能。

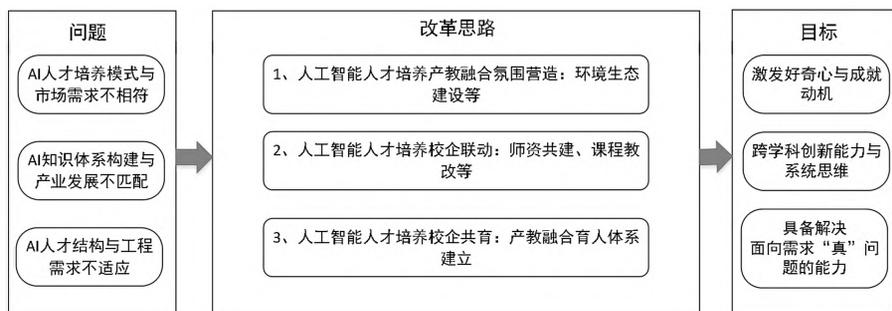


图 1 AI 人才培养改革思路与目标

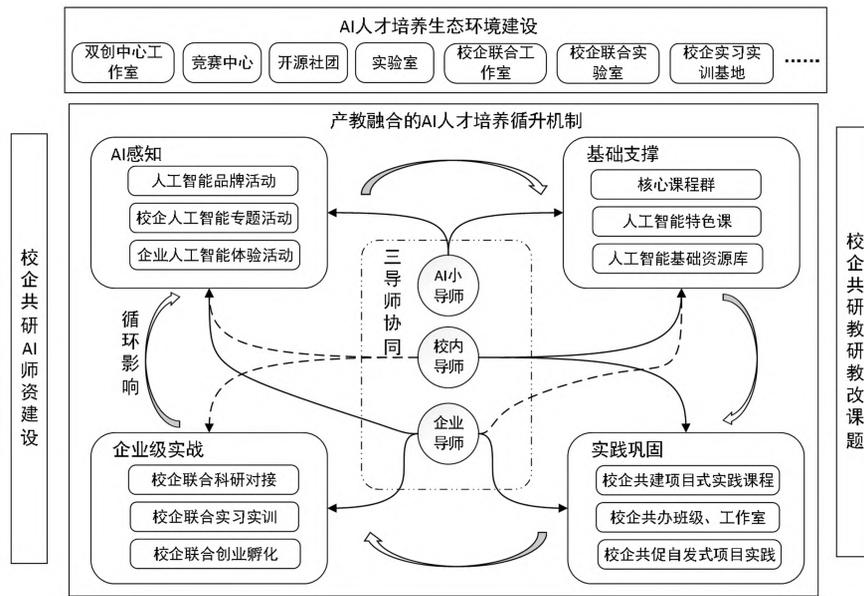


图2 人工智能人才培养模式架构

二共研：校企共研 AI 师资建设、校企共研教研改课题。针对 AI 人才培养师资力量不足、现有师资偏重于理论教学、教学方式无法适应 AI 产业的快速发展等问题，校企联合研究 AI 师资建设和教研改课题，对于提升 AI 人才培养质量和推动教学教研水平提升具有重要意义。校企共研 AI 师资建设指高校和企业共同组织师资培训等活动，旨在提升教师的 AI 专业知识和教学能力。通过与企业的合作，高校邀请企业专业人员、行业专家来校进行专题师资讲座、师资工作坊等形式的培训，使教师能够及时了解行业最新动态和前沿技术，提高教学的实践性和应用性。同时，通过教师与企业专业人员的深入交流和互动，也可以增进彼此的理解和合作，提升教学质量和学生的实践能力。校企共研教研改课题是指高校和企业共同开展教研项目和教学改革课题研究。通过共同选择和设计教研课题，高校和企业可以在 AI 教育领域展开深入合作，共同研究教学方法、教材开发、教学资源共享等方面的问题。通过共研不仅能促进教学内容和方法的创新，也能促进教研成果的转化和应用，推动产学研相结合，为社会经济发展提供有价值的智力支持。

三协同：AI 小导师、校内导师、企业导师协同。小导师是指经验丰富、具备专业技术知识的高年级学生或毕业生，其在 AI 领域有一定的实践经验和研究成果，能够为初级学生提供指导和帮助。AI 小导师可以与低年级学生进行面对面或线上的交流和指导，分享学习心得、解答问题，并帮助他们在学术和实践方面取得进步。通过与低年级学生的互动，AI 小导师也能巩固自己的知

识，提高领导能力和团队合作意识。校内导师是指高校教师中专注于 AI 教育和研究的专家和学者，拥有丰富的学术背景和教学经验，能够为学生提供系统的学术指导和研究引导。校内导师为学生提供课程讲授、实践创新、创业指导等，帮助学生在理论和实践层面上不断提升，激发学生的创新思维和研究兴趣。企业导师是指来自 AI 产业界的专业人士，具备丰富的实际经验和行业洞察力，了解行业最新动态和需求，能够为学生提供实际应用方面的指导和支持。企业导师与学生共同开展实践项目、实习计划和合作研究，将学生的学术知识与实际工作相结合，培养学生解决实际问题的能力和职业素养。同时，企业导师还会分享自己的职业经验和职业发展路径，帮助学生了解行业就业形势和职业发展方向。通过 AI 小导师、校内导师和企业导师的协同合作，学生可以在学术、实践和职业发展方面得到全面的指导和支持，全方位、多角度地培养学生的综合能力。

四阶循环：建立产教融合的 AI 人才培养循环机制，包括：AI 感知、基础支撑、实践巩固和企业级实战。在 AI 感知阶段，通过开设 AI 相关活动、讲座和工作坊等形式让学生接触到 AI 领域的基础知识和概念，了解 AI 的应用范围和发展趋势，引导学生对 AI 产生兴趣。在基础支撑阶段，以核心课程群、AI 特色课学习为基石，通过校企共享 AI 学习资料、案例资料、学习平台等，深化 AI 学习与训练，让学生接受 AI 领域的基础教育，掌握 AI 的核心理论和技术。在实践巩固阶段，通过实践类课程、实践项目和竞赛项目等将所学的理论知识应用于实际问题的解决中，同时利

用校企联合班级、工作室等开展实际应用开发课程和实践活动,让学生深入实践,提高创新思维和工程实践能力。在企业级实战阶段,学校与企业建立合作关系,学生通过与企业合作科研、实习、创业等方式,参与真实的 AI 项目、AI 科研和商业化应用,让学生接触真实的业务场景和挑战,培养其团队合作、项目管理和实际应用能力。

(二)“四阶循升”实施过程

1. 产教融合促进“AI 感知”,激发学生兴趣提高洞察力

AI 感知是让学生走进 AI 世界、对 AI 产生兴趣的关键。该阶段由 AI 小导师、企业导师主导,校内导师辅助参与,以导论课程开启 AI 初识,以 AI 相关讲座活动、亲身体验活动为主线引领学生了解 AI。新生进校后,全员参与新生教育 AI 专题讲座,课程主要从宏观介绍计算机的发展历程、互联网时代和人工智能时代的相关技术演进等,运用思政案例来激发学生的工匠精神。通过开展 AI 系列活动营造 AI 学习氛围,包括 PeerTeaching 讲座、工作室开放日、科技文化节、创业周活动等,AI 小导师精心准备、细心引导,学生们亲身体验 AI 技术的实际运用和产出。通过组织校企专题讲座、学术论坛、技术交流会和品牌开源活动、校企工作坊等形式,邀请企业导师、业界专家分享最新的研究成果和实践经验,拓宽学生对 AI 领域的知识广度和深度。此外,由企业主导的企业开放日、企业参观(大一年级全员参与)、开发者大会、企业峰会等活动,让学生亲身感受企业的实际运作和现实应用场景,并促进学生与企业建立起联系,为将来的学习和职业规划提供有益的参考和启发。

通过产教融合开展人工智能品牌活动、校企专题活动、企业体验活动,如图 3 所示,学生初步接触 AI 概念知识、应用场景和案例,深入了解 AI 技术的现状、行业需求和发展趋势,培养学生的学习兴趣和敏锐洞察力,为在 AI 领域的探索埋下伏笔。

2. 产教融合扎实“AI 基础支撑”,全面拓展知识打牢根基

打牢基础是 AI 领域学习和发展的关键起点,是培养具备深度思考和创新能力的 AI 人才的必要步骤。如图 4 所示,人工智能的基础支撑体系以计算机组成与系统结构、语言工程、操作系统、计算机网络、软件工程 5 个核心课程群筑基,以人工智能特色核心通识课和专业/实验课进阶培养,逐步扎实理论基础,再通过产教融合建立人工智能资源库深化基础知识的掌握。其中深化层

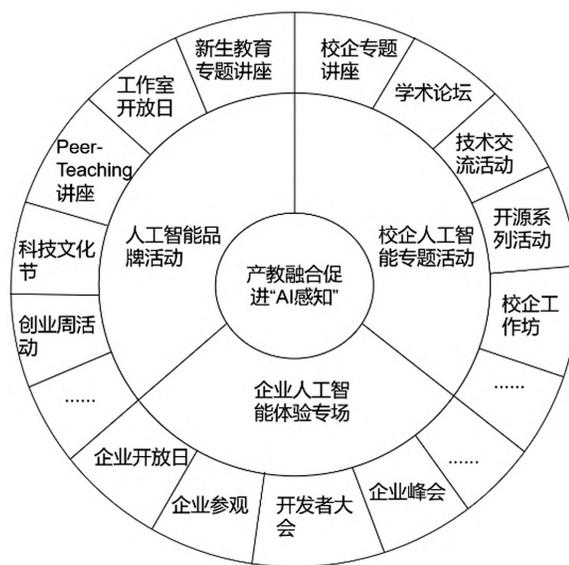


图 3 产教融合“AI 感知”

包括利用 AI 相关工作室整理的学习资料和练习题库,辅以 AI 小导师的指导,为低年级同学提供学习和训练的支持。同时,通过校内老师资源和企业资源的有效整合,形成校企学习资源库和案例库,为学生提供了更全面、专业、深入的学习体验。此外,学生还能通过企业提供的学习平台和算力资源进行在线学习,提供高效的学习环境和技术支持,使学习过程更加灵活和便捷。各工作室的 AI 小导师也会根据学生掌握知识情况,进行阶段性测试和辅导,并邀请优秀学生加入工作室进行进一步的学习、训练和实践。

通过产教融合下全面的基础学习模式,学生不仅能打牢 AI 基础,还能获得更广阔的知识视野和实践经验。他们能够深入了解 AI 领域的前沿动态和应用趋势,培养批判性思维和解决问题的能力。这将为他们未来的学习和研究工作打下坚实的根基,使他们在 AI 领域的发展具备更大的潜力和竞争力。

3. 产教融合注重“AI 实践巩固”,跨界锻炼提升工程能力

实践巩固是应用基础知识的关键环节,可以帮助学生将抽象的基础知识转化为具体的实践能力,从而提升学生的工程能力。如图 5 所示,通过校企共建 AI 实践课程,如三阶段连续综合课程设计等,将理论与实践深度结合、循序渐进,在三个学期完成一个实际的 AI 项目,让学生在课程中亲身体验应用所学的知识 and 技能解决实际问题的过程,从而更好地理解 and 掌握 AI 技术的实际应用。通过校企联合共办虚拟班和工作室,为学生提供了良好的实践环境,学生可以与来自企业

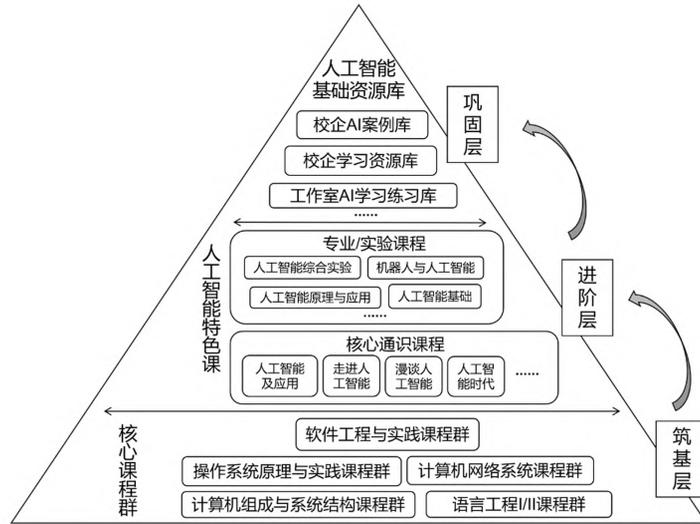


图 4 产教融合“AI基础支撑”体系

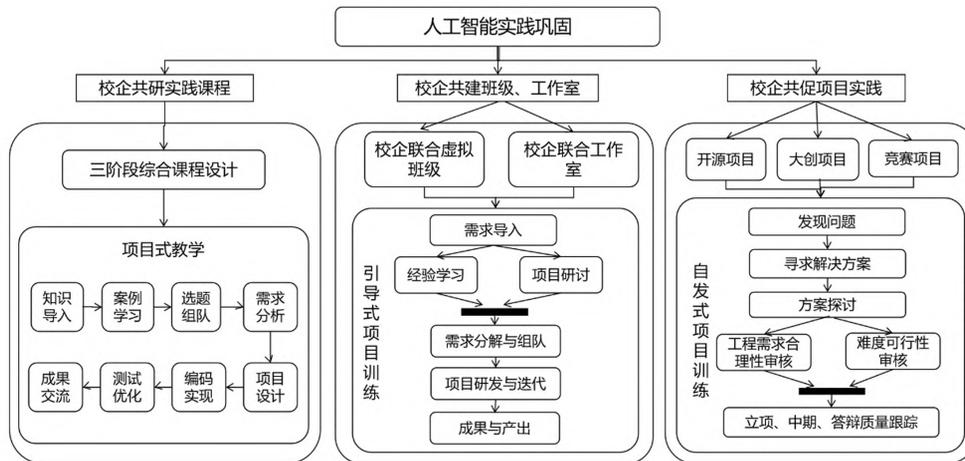


图 5 产教融合“AI实践巩固”

的专业人士合作，参与真实的项目开发与实践，与业界专家密切互动，了解实际项目的需求和挑战，并通过与企业合作解决问题，提高自己的工程能力和解决问题的能力。此外，校企共同指导，促进学生自发式项目训练的开展，包括开源项目、大学生创新项目、竞赛项目等，学生积极主动地去发现问题、寻找解决方法，并与其他开发者、团队成员合作应用 AI 技术来开展项目实践，解决社会痛点问题。

通过产教融合，学校与企业合作开展“实践巩固”，学生接触人工智能项目和应用开发，将所学的 AI 知识应用于其中，通过解决实际问题，培养学生的创新思维、团队合作能力和沟通能力，提升技术能力和工程能力。

4. 产教融合开展“企业级实战”，面向真需求提高“真”能力

企业级实战在 AI 人才培养的终极阶段，对学生的职业发展和能力提升起着关键作用。企业

级实战由企业导师主导，校内导师辅助。如图 6 所示，通过产业链和教育链的充分融合，校企科研对接实现高校科技成果的转化，让学生参与人工智能产业真实科研，引导学生将在学校学到的知识和技能应用于产业界，直面真实的业务挑战和需求，促进 AI 专业化能力培养。通过不同阶段的企业实训和实习，采用校企双重导师责任制，如电子科大软件学院要求大二年级学生参与一个月企业实训、大三年级学生参与半年企业实习、大四学生在企业顶岗实习完成毕业设计，让学生熟悉 AI 产业职业标准，体验企业化项目管理，深入参与企业真实项目、商业化应用，从而更好地理解行业需求、技术应用和商业模式，促进 AI 职业化能力提升。此外，借助企业的资源和专业知识，学生还有机会孵化校内优秀项目，实现创新项目的落地，既促进了产业的发展，又激发了大学生的创新创业能力。

通过产教融合开展面向真需求的“企业级实

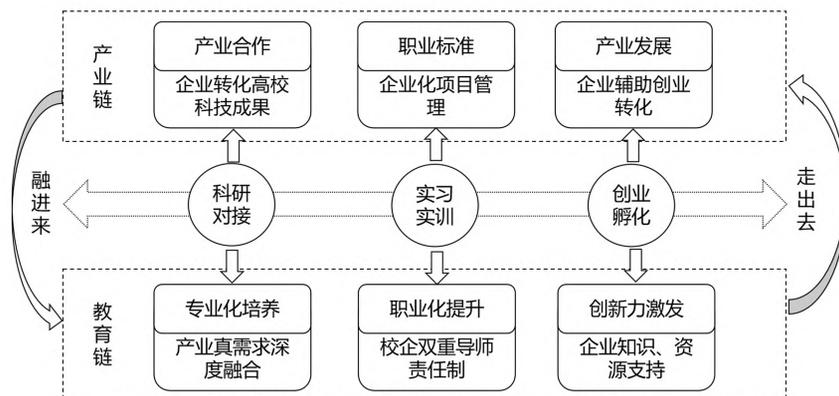


图6 产教融合“企业级实战”

战”，学生直面真实项目挑战，积累宝贵实践经验，不仅有助于学生的个人成长，与企业合作建立的校企合作网络还提供给更多的实习和就业机会，促进他们的职业发展。

四、成效与经验

电子科技大学信息与软件工程学院通过多年的实践探索和优化，成功实施了“一建设+二共研+三协同+四阶循升”的人工智能人才培养新模式，取得了显著成效。该模式以产教融合为核心，搭建一系列校企联合支撑平台，通过校企共研师资建设、教研教改课题，以及 AI 小导师、校内导师、企业导师的协同，实现了产教融合的四阶循升式 AI 人才培养体系，包含 AI 感知、基础支撑、实践巩固和企业级实战，产生了广泛的辐射效应。

近三年，在校企合作方面，学院联系企业 300 余家，新建立合作企业 10 余家，新建立校企实习实训基地、校企实验室、校企工作室 20 余个；在师资与教改方面，学院牵头或参与师资培训、交流 20 余场，如举办全国软件工程教育研讨会等，教改项目获得省部级以上教改奖励 9 项，同时发表论文 17 篇；在 AI 感知与基础教育方面，新生导论课程全覆盖，AI 相关讲座、交流、活动覆盖 2000 余人次，企业、工作室参观达到全覆盖，基础学习涵盖 1000 余人次；在实践巩固方面，基础实践涵盖 1000 余人次，创新项目数量达到 240 余个，学科竞赛参与人数逐年提升，学院学生获得 900 余个省级以上奖项；在企业级实战方面，企业实习实训全覆盖，其中 AI 企业级实战影响了 400 余人次，学院学生参与或主导孵化了 10 余项项目。这些获奖团队和成果得到了四川新闻网、新华网、头条等媒体的报道，全国 10 余个共青团省委争相报道，总阅读量超过 100 万次。

以产教融合——华为技术有限公司为例，校企双方深化合作，聚焦学生工程和创新能力的培养，学生报名参加“华储班”学生人数逐年增加，华

为软件精英挑战赛的辐射范围也逐年扩大，全校单年报名人数达 3000 余人，同时，华为成为了软件专业学生就业人数最多的企业之一，学院近三年有 200 余名本科生成功选择去华为实习实训，有 120 余名学生顺利进入了华为就业。这个案例还被评选为 2021 年度中国高等教育博览会的“校企合作双百计划”典型案例、2023 年度中国 IT 教育博鳌论坛的“产教融合案例库”优秀案例，吸引了许多学校前来交流、借鉴和学习。

五、结语

为发挥产教融合对人工智能人才培养的价值，本文深入探索人才成长规律和培养机制，提出了“一建设+二共研+三协同+四阶循升”的高校人工智能人才培养新模式。该模式构建了一个积极向上、促进人才成长的产教融合生态环境，通过校企合作共研 AI 师资队伍建设、教研教改课题项目，在校企三维度导师协同指导下，形成了一个有效的四阶 AI 人才培养机制，打破产学研主体壁垒，实现了产学研融合育人的创新实践，有效解决了我国高校 AI 人才培养中的三大痛点问题，最终实现了学生 AI 知识、能力、素养的提升，并围绕 AI 产业培养了学生的系统化思维和跨学科创新实践能力。

未来的教育将更加注重学生的主体地位，强调产学研的有机融合，跨越专业、院系、学校和产学研之间的边界，使学生在学习中享受跨学科教育和跨界知识探索的乐趣，自由地在理论学习和创新实践中展开探索。产学研融合培养人工智能人才将成为中国科技教育的前沿探索，为培养更多具备创新能力和跨学科素养的人才提供坚实的支撑。

参 考 文 献

[1] 周丹. 数字经济时代人工智能人才培养的意义、现状及路径[J]. 教育参考, 2023(1): 5-11.

- [2] 郑永和,王杨春晓,李星达,等.产学研融合培育拔尖创新人才的若干思考[J].科教发展研究,2022(1):94-108.
- [3] 吴彦文,陈思航,葛迪,等.面向新工科人才培养的AI双师教学设计[J].软件导刊,2022(1):29-33.
- [4] 张海军,陈映辉.新工科时代普通高校AI人才培养初探[J].教育现代化,2020(6):9-11.
- [5] 成科扬,孟春运,詹永照.“人工智能+”人才培养新模式探索[J].计算机教育,2019(12):68-71+75.
- [6] 肖正,刘璇,李智勇,等.面向产教融合的AI+人才培养模式探索与实践[J].创新创业理论研究与实践,2021(8):117-119.
- [7] 王淑营,杨燕,李天瑞,等.“科教+思政”融合的人工智能拔尖人才培养模式探索[J].计算机教育,2023(6):1-6.
- [8] 李婷婷.产教融合背景下高校创新创业教育的实践逻辑、风险与提升路径[J].中国成人教育,2023(20):21-24.
- [9] 刘三女牙.人工智能与教育双向赋能的人才培养模式创新和体系重构[J].科教发展研究,2022(2):42-56.
- [10] 陈建国,陆慧娟,周杭霞,等.人工智能背景下计算机专业双创人才培养模式探索[J].计算机教育,2019(5):13-16.
- [11] 刘昕雨,刘男,宋宝萍.浅谈工科大学生的创新教育[J].高教探索,2016(S1):181-182+186.

Exploration of University AI Talent Cultivation Model under Industry-Education Integration

Dai Ruiting, Li Lemin

Abstract: To meet the demand for artificial intelligence (AI) talents in the digital economy era, the integration of industry and education has emerged as a crucial approach to promote high-quality development in Chinese higher education and boost China's entry into the world's emerging technology innovation center. However, universities in China face various challenges in aligning their AI talent cultivation with market demands, knowledge system development with industry advancements, and talent structure with engineering requirements. To address these challenges, this study proposes a comprehensive AI talent cultivation model based on the principles of “establishment, collaboration, synergy, and progression”. This model emphasizes the creation of an ecosystem to nurture AI innovation talent, collaborative research between academia and industry, and coordination among AI mentors from academia, internal mentors from universities, and industry mentors. It also integrates AI perception, foundational support, practical consolidation, and enterprise-level application. Through the integration of industry and academia, cross-institutional collaboration, and multidisciplinary cooperation, this model aims to cultivate engineering-oriented talents capable of tackling real-world problems, meeting genuine needs, and operating in authentic contexts. The practical results are highly significant, aiming to serve as a valuable reference for universities.

Key words: artificial intelligence; industry-education integration; talent cultivation; systems thinking; interdisciplinary

(责任编辑 黄小青)