

基于产教融合的人工智能专硕培养实践探究

陈亚雄^{1,2}, 熊盛武^{1,2}, 袁景凌²

(1. 武汉理工大学 三亚科教创新园, 海南 三亚 572002; 2. 武汉理工大学 计算机与人工智能学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 针对产教融合研究生培养中培养体系不完善、培养过程不系统以及培养目标不明确等问题, 以武汉理工大学海南专项研究生培养为例, 通过分析和总结武汉理工大学海南专项研究生培养的实践经验 and 取得的成果, 探讨如何在产教融合模式下进行全过程、全方位的人工智能专业硕士培养。在产教融合课程设计中, 根据市场需求和专业发展趋势精心设计不同领域的特色课程, 确保学生掌握人工智能核心知识以及在不同领域下的人工智能应用方法。此外, 通过开展科研合作和项目实践, 不仅使学生获得实践经验, 而且院校可与企业建立良好的合作关系。这一研究为其他高校在人工智能专业硕士培养中的实践提供了启示与借鉴, 推动了产业与教育领域的有机结合, 以期实现高等院校自我发展、地方经济产业发展以及专业领域人才培养的目标。

关键词: 人工智能; 产教融合; 研究生人才培养; 产业发展

DOI: 10.11907/rjdk.231780

中图分类号: G642

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1672-7800(2024)008-0156-05



Exploitation of the Practice of Professional Master's Degree Training in Artificial Intelligence Based on the Integration of Industry and Education

CHEN Yaxiong^{1,2}, XIONG Shengwu^{1,2}, YUAN Jingling²

(1. Sanya Science and Education Innovation Park, Wuhan University of Technology, Sanya 572002, China;

2. School of Computer Science and Artificial Intelligence, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China;)

Abstract: In response to the issues of incomplete training system, lack of systematic training process, and unclear training objectives in the integration of industry and education for graduate students, this study takes the specialized graduate training program at Wuhan University of Technology's Hainan branch as an example. By summarizing and analyzing the practical experience and achievements of the specialized graduate training program, it explores how to conduct comprehensive and all-around training for master's degrees in the field of artificial intelligence in the context of industry-education integration. In the curriculum design of industry-education integration, distinctive courses in different fields are carefully designed based on market demand and the trends in professional development, ensuring that students acquire core knowledge of artificial intelligence and its applications in various domains. Furthermore, through research collaborations and project practices, students gain practical experience, while the university establishes good partnerships with enterprises. This research provides reference and inspiration for other universities in the practical training of master's degrees in the field of artificial intelligence, promoting the organic integration of industry and education and working towards the goals of self-development for higher education institutions, local economic and industrial development, as well as talent cultivation in the professional field.

Key Words: artificial intelligence; industry-education integration; graduate education; industrial development

0 引言

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是研究、开发用于

模拟、延伸和拓展人的智能的理论、方法及应用系统的一门新技术科学。作为新时代蓬勃发展的新方向、新领域, 人工智能已经被广泛应用到各行各业, 极大地满足了人们日益增长的智能化需求。2020年1月, 教育部、国家发展

收稿日期: 2023-07-17

扫描二维码阅读全文:



基金项目: 海南省高等学校教育教学改革研究项目(Hnjg2023-230); 湖北省高等学校省级教学改革研究项目(2022110)

作者简介: 陈亚雄(1992-), 男, CCF会员, 武汉理工大学计算机与人工智能学院副教授、硕士生导师, 研究方向为人工智能与模式识别; 熊盛武(1966-), 男, 武汉理工大学计算机与人工智能学院教授、博士生导师, 研究方向为智能计算与自然计算; 袁景凌(1975-), 女, 武汉理工大学计算机与人工智能学院教授、博士生导师, 研究方向为智能分析与机器学习。本文通讯作者: 熊盛武。

改革委、财政部3部门联合发布《关于“双一流”建设高校促进学科融合加快人工智能领域研究生培养的若干意见》,将人工智能纳入“国家关键领域急需高层次人才培养专项招生计划”支持范围,扩大研究生培养规模。同年9月,教育部、国家发展改革委、财政部联合颁布的《关于加快新时代研究生教育改革发展的意见》强调深化产教融合,鼓励和支持培养以服务需求为导向的高层次人才。产教融合模式是指高等教育与产业界之间紧密结合,通过双方合作开展教学、科研和实践活动的一种教育模式。其旨在将理论教学和实践应用相结合,使学生能够更好地适应社会需求,提高就业竞争力,从而为产业界提供具有创新能力和实践经验的高素质人才。由于国内人工智能领域发展相比国外较晚,因此无论是国家、学校还是各级学院都缺少具体的产教融合模式培养体系标准和规范。与此同时,国内高校也在对基于产教融合模式的研究生培养体系不断进行探索和研究。

1 国内外产教融合研究生培养相关研究

当前国内外在科教融合、产教融合方面已进行了一些探索^[1]。国外产教融合人才培养代表性的模式包括:

(1)美国的Apprenticeship制度。美国Apprenticeship制度是一种职业生涯教育(Career and Technical Education)系统,其采用学徒制度来培训职业技能,并为每个行业提供标准化的课程和认证。学徒制度通常由行业协会、公司和教育机构共同制定,为学生提供贴近实践的职业技能培训。

(2)德国的“双元制”模式。德国的双元制是一种非常成功的产教融合人才培养模式,该模式将大学的理论教育与企业实践结合起来,由行业协会负责制定人才培养目标以及人才考核标准,然后由学校负责安排在校学生的学习计划,最后企业根据实际应用需要对其进行实践培训。该模式推动了学生在企业和大学之间轮流学习。学生在企业实习期间还可以获得工资,对改善学生的经济状况也起到了积极作用。

(3)英国的Sandwich制。英国已将产教融合模式提前到本科生培养阶段,Sandwich制是一种大学课程中插入工作实习的模式。该制度允许学生在大学学习完两年课程后,到相关企业实习一年,再回校学习一年课程。该模式既可以提供实践经验,又能让学生在课程中获得最新的理论知识。

国内已经探索出了部分产教融合学生培养模式^[2-3]。如浙江大学邀请中国航天科技集团航天工程师到浙大开展了长达25天的全天候教学^[4];中南财经政法大学与厦门国家会计学院开展定制化的培训设计、产学研相结合的高端师资合作^[5]。在社会产业层面,三亚崖州湾科技城实施“引进+培养”双轮驱动的人才发展机制,围绕南繁、深海科

技产业发展目标,以“研究院+研究生院”为主要方式,在三亚崖州湾科技城为包括武汉理工大学在内的多家高水平科研机构 and 高等院校搭建了开放式公共教育及产学研配套服务平台,打造国内外前沿科学交流阵地,为产业发展夯实人才培养基础^[6]。

2 产教融合研究生培养的必要性

产教融合研究生培养是顺应新时代高层次人才培养潮流的重要模式,是高等院校积极大力培养高精尖人才的重要途径,也是满足企业大量人才需求的重要举措。

研究生是创新型国家的新力军。研究生教育是人才强国、创新驱动发展的重要基础,其肩负着高层次人才培养和创新创造的重要使命,是国家发展、社会进步的重要基石。高校应主动服务国家战略及经济社会需求,瞄准科技前沿和关键领域,培养适应各领域的高精尖稀缺人才,深化研究生培养模式改革,着力增强研究生的创新能力、实践能力^[7-8]。产教融合实现了学校与企业的信息资源共享、技术优势互补,节约了教育与企业成本,是一种“双赢”模式。同时,企业可以将学生在实践过程中易出现的理论短板等共性问题反馈给合作高校,高校可根据问题对学生后期课程进行调整安排,不断更新与迭代理论教学内容和课程培养体系。如此一来,才能让即将步入企业和社会的学生具备更强的竞争力,培养出社会更需要的高层次人才。

早在几年前,国家就已经出台并颁布一系列政策,支持和鼓励各行业特色高水平院校与相应行业企业深化产教融合,目的就是更准确地培养不同领域的专业人才。其中,国务院在2015年印发《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》,强调“深化产教融合”,并“促进高校学科、人才、科研与产业互动,打通基础研究、应用开发、成果转移与产业化链条,推动健全市场导向、社会资本参与、多要素深度融合的成果应用转化机制”。另外,国务院办公厅在2017年印发《关于深化产教融合的若干意见》,指出企业应该“发挥重要主体作用,促进人才培养供给侧和产业需求侧结构要素全方位融合,培养大批高素质创新人才和技术技能人才”。

无论是院校还是社会,对于产教融合研究生培养需求之所以如此迫切,主要有以下几方面现实的原因:

(1)行业特色高校的优势逐渐弱化,数字经济成为双循环发展新格局的重要力量。数字化转型正在推动各行各业新常态的形成,综合型大学对行业高校的冲击日益明显,因此行业特色高校的优势逐渐弱化。虽然行业特色大学在特定行业具有教学和研究的优势,但随着行业的快速变化,这些优势也在不断减弱。此外,许多新兴领域的发展已经超出任何一个学科的范畴,需要以产教合作的方式促进交叉学科建设。

(2)企业创新力普遍不强,而高校发挥引领行业发展的作用非常显著。企业缺乏合作机会和创新环境,与高校、研究机构的合作不足,缺乏开放的创新环境和平台,无法获取先进的技术、知识和资源,也无法与其他企业分享创新成果和经验,从而难以形成良好的创新生态。企业要想拓展创新渠道,应该积极拓展与高校、研究机构的产教融合合作渠道,在企业内建立校企联合培养研究生基地和合作机制,共同推动行业发展创新,大力培养专业对口的高层次人才。

(3)教师队伍理论水平与企业实践脱节的现象日益加剧。在新工科建设背景下,高校师资队伍不仅要有科研能力、教学能力,而且要有灵活运用新技术、新方法的能力,以适应人工智能人才培养需求^[9]。传统的研究生教育模式往往注重基础与通识知识的学习,但在应对日益复杂的现代社会时,这种教育模式的局限性也变得愈发明显。一些教师在开始工作后,基于已有知识和实践经验建立了自己的理论体系,但这些理论往往难以及时更新。同时,由于缺乏深入的产教合作,教师们也难以跟上行业新技术、新模式的发展。

3 基于产教融合模式的人工智能方向研究生培养模式

基于以上共性问题和主要矛盾,武汉理工大学三亚科教创新园积极响应“国家所需,海南所长;海南所需,学校所长”的号召,在探索过程中初步形成专业学位研究生培养模式改革整体方案。涉海、涉农强校相继入驻三亚开展科学教研,既是响应国家政策,也是把握海南发展的重要机遇,更是践行高校自身的使命担当。

以海洋工程与环境大数据中心的人工智能方向研究生培养为例,培养体系框架如图1所示。

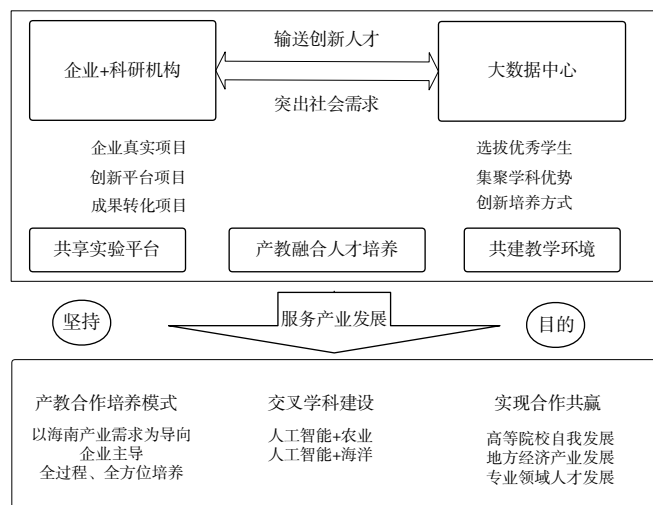


Fig. 1 Framework of graduate education system in the field of artificial intelligence

图1 人工智能方向研究生培养体系框架

其培养过程主要从以下几个方面开展:

(1)模式设计。包括合作协议签订、人才选拔与培养计划制定、项目组织与管理等。

(2)课程设置。根据企业需求和研究生专业背景制定相关课程体系,并开设项目实践相关专业内训课程,开展实际应用和技术开发等方面的教学。

(3)实践教育。通过与企业合作,学生有机会参与实际项目开发、工程实践等活动,加深对知识的理解,提高应用能力,从而更好地适应企业需求。

(4)成效评估。评估产教融合研究生培养模式的成果,包括对研究生发展和创新能力培养、对企业发展的促进等方面的考察。

3.1 坚持以产业需求为导向

2022年7月,科技部等6部门印发《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》,指出必须以供需联动为路径,才能更好地实现新技术迭代升级和产业快速增长。海南省建设自由贸易港,是党中央着眼于国内国际两个大局、为推动中国特色社会主义创新发展作出的一个重大战略决策。毫无疑问,这对于过去以旅游业为主流产业的海南省是重要的发展机遇。要想打赢这场翻身仗,海南对于高层次人才的需求只会日益增长,同时对省内的研究生培养提出了更高要求^[10]。2020年6月1日,中共中央、国务院印发《海南自由贸易港建设总体方案》,指出依托三亚深海科技城发展深海领域高新技术产业,同时依托国家南繁育种基地建设全球热带农业中心和优质种质资源引进中转基地,发展农业领域高新技术产业。

利用三亚崖州湾科技城的区位优势,武汉理工大学三亚科教创新园主动对接科技城需求,聚焦科技自立自强和国家关键领域急需人才培养,超前布局优化专业学位类别和领域,推进三亚崖州湾科技城创新研究生培养,打造产业发展人才“蓄水池”,这也是现代高等教育发展的必然趋势^[11]。同时积极打造特色“AI+”人才培养模式,针对海南地区发展的需要,背靠崖州湾科技城“深海”以及“南繁”两大支柱产业,武汉理工大学三亚科教创新园依托大数据中心培养“AI+海洋”以及“AI+农业”创新科技人才,为崖州湾科技城“深海”“南繁”两大支柱产业的发展助力。

自合作开展以来,武汉理工大学三亚科教创新园海洋工程与环境大数据中心的人工智能研究生积极参与到由企业、科研机构牵头的重点科技项目中,主要包括海上船只管理与检测、遥感地物识别、农作物表型管理平台搭建、全基因组表型预测模型构建、重要作物性状控制基因分析与挖掘等方面,利用所学的人工智能专业知识为以上机构提供遥感数据、农作物表型数据、农作物基因型数据处理及关联分析等方面的帮助。另外,产教融合有助于高校在专业设置、人才培养、学科建设、校企合作等各方面的转型,也对提高高校专业办学在区域行业内的认可度和影响

力具有重要意义^[12]。

3.2 坚持企业主导的校企多平台协同

产教融合研究生培养要落地落实,需要有平台和载体作为支撑。加强企业主导的产学研深度融合,强化以现实需求为导向,不断转化高质量高水平科研成果,在促进应用落地的同时服务社会。2022年三亚市政府工作报告还提到,在国家科技体制改革三年行动、海南打赢科技创新翻身仗三年行动中找准三亚定位,围绕种业、深海等领域,全力创建国家实验室、国家和省级重点实验室,完善以企业为主体、产学研深度融合的技术创新体系。而这种“AI+”的人工智能方向研究生培养模式也正是院校在这场国家科技体制改革行动中找好高等院校人才培养定位的有力体现。

在高校与企业的产教融合合作中将企业置于人才培养的主体地位,由企业提供实习岗位、项目实践机会和专业知识等资源,让企业成为研究生培养的重要参与者。另外,通过实践技能培训和项目实践等方式,提高研究生的实践能力和创新思维。相对来说,企业对未来的产业发展方向更加关注,这对于推进产学研紧密结合、培养符合产业发展的高素质人才都具有十分重要的意义。同时,学生在参与项目及专业学习的过程中遇到的各类问题都能在校内外导师以及科研机构、企业的帮助和指导下及时得到解答。把握实务动态,走进企业一线,让学生更好地规划自己的专业学习和职业发展之路,这也是学院大力推动校企合作的初衷之一,无论是对于学生确定未来的研究发展方向还是制定职业规划都具有极大帮助。在深入开展项目的同时,2021级海南专项硕士研究生杨锴同学根据在企业前沿平台的所见所学,在进行企业项目实践之余积极参与海南自贸港创新创业大赛、三亚第一届青年创新创业大赛、“互联网+”等各类创新创业大赛,均获得了不错的成绩。相信随着产教合作的进一步开展,无论是企业、院校还是参与到项目实践中的学生本人都能收获更多成果,以达到各方全面推进和服务自贸港建设的目的。

坚持以企业为主体的校企多平台协同研究生培养模式不仅可以满足企业和市场需求,而且可以提高学生的实践能力和就业竞争力。毫无疑问,这是一种可促进高等教育与行业融合发展的新型培养模式。

3.3 坚持全过程、全方位的研究生培养模式

对于研究生培养的具体模式,武汉理工大学三亚科教创新园始终支持全过程、全方位培养流程。学生第一年在三亚科教创新园完成所有公共学位课、专业学位课及选修课程的学习。新工科人工智能教育人才实践能力培养体系建设需要密切结合行业、产业、技术发展需求^[13]。大数据中心在现有专业培养方案的基础上,增加产教融合合作公司与单位的“AI+农业”“AI+海洋”模式特色课程,课程内容具体包括人工智能导论、计算机视觉、大数据分析技术

以及新设合作企业的特色内训课程,如农业和海洋大数据智能应用等。依托企业重点项目在研究院开展实践环节培养,由校内研究生学术导师重点指导专业实践和学位论文等工作。第二、三年学生进入相应企业进行学习主要依托企业与院校已申请的重点科技和研发项目,采取学术导师和产业导师“双导师”负责制。参与该模式培养的学生,第一年的日常教学和管理按照原专业计划安排进行,在企业实践培养阶段由研究院和企业联合进行管理。经审核达到毕业要求和学位要求者,取得专业毕业证书和学位证书。截止目前,武汉理工大学三亚科教创新园大数据中心部分2021级海南专项研究生已经在该模式下培养达两年时间,并且完成了第一年的项目实践。参与产教融合模式培养的学生无论是在参与比赛获奖、发表顶刊论文还是自身能力培养等方面都收获颇丰。另外,部分2022级海南专项研究生已结束了在学校的课程学习,其中也包括针对实践项目的特色内训课程学习,并在学习之余逐步衔接起合作企业的实践项目,开始了后期的实践培养。

具体而言,大数据中心在海洋相关领域与长光卫星、三亚中科遥感研究所、一飞智控等单位合作培养“AI+海洋”创新人才。三亚中科遥感研究所和海南长光卫星信息技术有限公司作为海南省内从事遥感开发与数据处理的知名研究机构,已经建立了从卫星及无人机数据获取、数据处理、AI算法研发到提供遥感信息服务的完整链路。为充分支持自贸港开展全岛海洋遥感数字化管理,中心与这些单位建立了长期合作以及研究生联合培养的共识,并支持和鼓励参与项目实践的学生根据海南本省的实际应用需求联合申报专利成果,目前已联合申报了包括船舶检测、检索以及耕地提取在内的多项发明专利。在农业相关领域,与海南省崖州湾种子实验室、三亚华大生命科学研究院合作培养“AI+农业”创新人才。三亚华大生命科学研究院由崖州湾科技城管理局和深圳华大生命科学研究院共同创办,其立足于三亚崖州湾科技城研发机构。该机构以全球动植物和微生物组学大数据为核心驱动,开展种质资源创新、生物安全防控、深海生物研究和合成生物学应用示范等面向国家重大战略需求与科学前沿的探索。崖州湾种子实验室是海南省为支持自由贸易试验港建设、支撑国家“南繁硅谷”战略和海南种业产业发展,协同中国科学院、中国农科院、各大高校以及相关种业企业等进行顶层设计而成立的重要平台。实验室主要从事种子领域战略性、前瞻性、基础性重大科学问题和关键核心技术研究,是国家战略科技力量的重要组成部分。大数据中心陆续有海南专项人工智能方向的学生参与到种子实验室的植物表型研究以及种子实验室与华大基因联合“揭榜挂帅”项目中,以达到不同学科交叉融合赋能,建设一个合理、完善的实践能力培养体系以及利用人工智能技术推动农业种业领域进一步发展的目的^[14]。

4 结语

综上所述,对于产教融合研究生培养模式的研究需要从多个方面进行探索和实践,武汉理工大学通过系列改革,已形成初具规模、行之有效的产教融合研究生培养模式。人工智能技术的应用领域非常广泛,不同行业对人工智能专业人才的需求也存在差异。在产教合作过程中如何根据行业发展需要以及企业实际需求制定“对症下药”的研究生培养方案,仍需在产教融合研究生培养体系改革中不断进行探索和总结。为了更好地满足行业的实际需求,高校需要与各行业建立紧密联系,了解行业最新的技术发展和人才需求动态,并根据行业需求调整课程内容和教学内容,从而真正达到高等院校自我发展、地方经济产业发展、专业领域人才培养的目的。

参考文献:

- [1] BI Z Q, ZHANG C, LI Y B. Research and practice on the new engineering talent training model of school-enterprise integration [J]. Computer Education, 2021(6): 69-72, 77.
毕忠勤, 张超, 李永斌. 校政企产教融合的新工科人才培养模式研究与实践[J]. 计算机教育, 2021(6): 69-72, 77.
- [2] MA L, QIAO G, ZHANG H G, et al. Research on the cultivation of innovative and entrepreneurial abilities of professional degree postgraduates under the background of industry-education integration: taking harbin engineering university's college of underwater acoustics engineering as an example[J]. Higher Education Journal, 2022, 8(30): 58-61, 66.
马璐, 乔钢, 张海刚, 等. 产教融合背景下专业学位研究生创新创业能力培养研究——以哈尔滨工程大学水声工程学院为例[J]. 高教学刊, 2022, 8(30): 58-61, 66.
- [3] YANG C Y, YE D F, FANG K. Exploration on the training of practical ability of big data professionals in local applied universities[J]. Computer Education, 2021(10): 89-93.
杨彩云, 叶冬芬, 方凯. 地方应用型高校大数据专业人才培养能力培养探索[J]. 计算机教育, 2021(10): 89-93.
- [4] YAN J H, BAO G, WANG J P, et al. Practice and exploration of Zhejiang University's high-level industrial-educational integration in cultivating excellent engineers [J]. Degree and Graduate Education, 2022(7): 13-18.
严建华, 包刚, 王家平, 等. 浙江大学高水平产教融合培养卓越工程师的实践与探索[J]. 学位与研究生教育, 2022(7): 13-18.
- [5] HAN J J. Construction of "engineering project management" curriculum system under the background of cultivating composite innovative talents [J]. Heilongjiang Education (Higher Education Research and Evaluation), 2022(6): 46-48.
韩姣杰. 复合型创新人才培养背景下的"工程项目管理"课程体系构建[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2022(6): 46-48.
- [6] LI H, ZHAO X J, WANG J, et al. Yazhou bay science and technology city in Sanya: innovative planning for spatial layout and control of smart cities[J]. Beijing Planning & Construction, 2022(3): 37-42.
李昊, 赵晓静, 王俊, 等. 三亚崖州湾科技城: 面向空间布局与管控的智慧城市规划创新[J]. 北京规划建设, 2022(3): 37-42.
- [7] TANG W Q, FANG L, XIE Z H, et al. Research on the motivation mechanism of industry-education integration under the background of practice education reform: taking engineering practice education of "double first-class" universities as an example [J]. Educational Research, 2020, 3(10): 102-104.
唐文谦, 方璐, 谢治华, 等. 实践教育改革背景下的产教融合动力机制研究——以“双一流”大学工程实践教育为视角[J]. 教育研究, 2020, 3(10): 102-104.
- [8] LI J, TANG N Y, WEI M J. Construction and practice of graduate innovation ability training system based on the dual driving force of "integration of science and education + integration of industry and education" [J]. China Electric Power Education, 2021(S1): 249-250.
李瑾, 汤乃云, 魏敏捷. 基于“科教融合+产教融合”双驱动的研究生创新能力培养体系构建与实践[J]. 中国电力教育, 2021(S1): 249-250.
- [9] ZHANG B, XU L, PAN J G, et al. Construction of talent training system for artificial intelligence education in new engineering disciplines based on industry-education integration[J]. Computer Education, 2023(5): 1-6.
张波, 徐立, 潘建国, 等. 基于产教融合的新工科人工智能教育人才实践能力培养体系建设[J]. 计算机教育, 2023(5): 1-6.
- [10] WANG X Q. Research on the supply and demand of graduate education in Hainan province [D]. Haikou: Hainan University, 2021.
王小强. 海南省高校研究生教育供需问题研究[D]. 海口: 海南大学, 2021.
- [11] XIAO H, HUI L. Building a "reservoir" of talents for industrial development [N]. Hainan Daily, 2021-10-21(9).
肖皇, 惠玲. 打造产业发展人才“蓄水池”[N]. 海南日报, 2021-10-21(9).
- [12] ZHANG B R, XU C H, WANG Z W, et al. Discussion on the cultivation model of innovation and entrepreneurship-oriented postgraduates based on industry-education integration [J]. China Educational Technology Equipment, 2019(21): 74-76.
张炳荣, 许崇海, 王正伟, 等. 产教融合培养创新创业型研究生模式探讨[J]. 中国教育技术装备, 2019(21): 74-76.
- [13] LI X L, ZHANG W, LIU L, et al. Discussion on the curriculum system of program design for artificial intelligence related majors in new engineering disciplines [J]. Computer Education, 2021(2): 75-79.
李晓磊, 张伟, 刘磊, 等. 新工科人工智能相关专业程序设计课程体系设置探讨[J]. 计算机教育, 2021(2): 75-79.
- [14] ZHOU S S, ZOU H L. Research and practice on the cultivation of engineering practice ability for artificial intelligence majors [J]. Computer Education, 2020(10): 113-116.
周树森, 邹海林. 人工智能专业学生工程实践能力培养研究与实践[J]. 计算机教育, 2020(10): 113-116.

(责任编辑: 黄健 刘晶)