

聚焦校企双向赋能机制的工业机器人专业 产教融合研究

王颖^{1**} 叶阿敏¹ 张东波² 彭英辉³

1. 湖南安全技术职业学院, 长沙 410151
2. 湘潭大学自动化电子信息学院, 湘潭 411105
3. 上海小米智能技术有限公司, 上海 201206

摘要 随着信息经济的快速崛起和制造业结构的转型升级, 深化产教融合成为职业教育改革的必然选择。该文以高职院校工业机器人专业为载体, 针对当前校企合作中存在的“校热企冷”、人才培养与产业需求错位等问题, 通过分析智能制造转型背景下的工业机器人领域发展特征, 建立校企双主体双向赋能机制的运行模式研究, 旨在通过该机制促进工业机器人领域教育链与产业链的深度对接; 提升工业机器人人才本地供给率; 并产生良好的经济效益和社会效益。

关键字 产教融合, 高职, 工业机器人专业

Research on Industry-Education Integration for the Industrial Robotics major Focusing on the School-Enterprise Mutual Empowerment Mechanism

WangYing^{1**} Ye Amin¹ Zhang Dongbo² Peng Yinghui³

- 1 Hunan Vocational Institute of Safety Technology, ChangSha 410151
- 2 School of Automation and Electronic Information, Xiangtan University, XiangTan 411105
- 3 Shanghai Xiaomi Intelligent Technology Co., Ltd., Shanghai 201206

Abstract—With the rapid rise of the information economy and the transformation and upgrading of the manufacturing structure, deepening the integration of industry and education has become an inevitable choice for vocational education reform. Taking the industrial robotics major in higher vocational colleges as a case study, this paper addresses existing issues in school-enterprise cooperation, such as "enthusiastic schools but cold enterprises" and the mismatch between talent training and industry needs. By analyzing the development characteristics of the industrial robotics field within the context of intelligent manufacturing transformation, the paper conducts a research on the operational model of a bidirectional school-enterprise empowerment mechanism. The aim of this mechanism is to foster deep alignment between the educational chain and the industrial chain in the industrial robotics field, enhance the local supply rate of industrial robotics talent, and generate significant economic and social benefits.

Keywords—integration of industry and education; higher vocational colleges; industrial robotics major

1 引言

在全球制造业智能化转型的浪潮下, 工业机器人作为制造业皇冠上明珠, 其应用深度与广度持续拓展。据国际机器人联合会(IFR)数据显示, 全球工业机器人年安装量屡创新高, 而中国自2013年起连续成为全球最大应用市场。然而, 《制造业人才发展规划指南》等报告尖锐指出, 高素质工业机器人技术技能人才存在巨大缺口, 且“用工荒”与“就业难”并存的结构

性矛盾日益凸显。传统以学校为主导、企业被动配合的产教融合模式, 在工业机器人这一技术迭代快、实践性强的专业领域遭遇严峻挑战: 教学内容滞后于技术发展、实训设备投入巨大且更新缓慢、师资工程实践经验不足、毕业生能力与企业真实需求错位。在此背景下, “校企双向赋能机制”的提出具有重大现实意义。其摒弃了单向依赖思维, 强调校企双方基于共同利益和发展需求, 通过深度互动与资源共享, 实现彼此能力的提升与价值的共创。本研究聚焦于此机制在工业机器人专业产教融合中的应用, 该机制通过标准化、项目案例转化、产业导师激励机制以及定制化人才培养与输送通道建设, 旨在促进工业机器人领域教育链与产业链的深度对接; 促进专业的课程体系改革; 提升工业机器人人才本地供给率; 助力企业攻克

* **基金资助**: 本文得到基金资助: 湖南安全技术职业学院校级科研课题(编号: AY25E001); 2025年湖南省普通本科高校教学改革研究项目(编号: 202502000378); 2024年湖南省职业院校教育教学改革研究项目(ZJGB2024472)。

** 通讯作者: 王颖 670178599@qq.com。

部分技术难题,进而产生显著的经济效益与社会效益。

2 国内外工业机器人专业产教融合研究现状分析

目前国外工业机器人领域的校企合作与产教融合成熟度较高,技术转化机制相对完善,德国二元制教育便是典型代表。德国“二元制教育”(Dualer Ausbildungssystem)是职业教育领域的国际典范,其核心在于学校与企业深度协同,由企业和学校共同担负培养人才的任务,按照企业对人才的要求组织教学和岗位培训,同时将理论学习和实践培训紧密结合,为制造业输送高技能人才^[1]。二元制教育实现了课程与岗位需求的动态匹配,比如工业机器人技术员的培训课程中,企业会根据当前技术趋势,如协作机器人、AI集成,调整实践内容,学校同步更新理论模块。

英国实施“三明治”教育模式,这种模式在教育体系中加入了一段实践学习的阶段。在此期间,学生以“职业人”的角色,投身于实际工作岗位,并且能够获得相应的报酬。这种学制将理论学习与实践工作紧密结合,有效提升了学生的实践能力和职业素养。产业界深度参与职业教育的教学计划制定与课程设计,确保教学内容与实际岗位需求精准对接^[2]。

美国则以“社区学院”模式为特色。“社区学院”因其“植根于社区,服务于社区”的办学理念和卓有成效的校企合作赢得了广泛美誉。社区学院的成立,是由当地居民投票而决定,从开始创立,社区学院就以地方经济服务为宗旨,在办学过程中,社区学院以满足社区居民,社区内企业多样化、个性化的需求为己任,不断拓展服务功能。社区学院的职业教育没有统一的人才培养标准,学院的课程培养和培养模式以自己社区的经济发展为依据。每个社区学院根据本社区的发展状况,设置适合本社区的职业培训课程,使得学生一毕业就能在本社区找到相应的工作^[3]。如Motlow州立社区学院是ABB机器人教育联盟的一部分,该学院拥有一个专门的ABB机器人实验室,配备六个6轴ABB机器人和机器人控制器,以及所有必要的软件和外围设备,可以教授ABB客户如何编程和操作ABB工业机器人。

国内,主要是由政策推动下的产教融合模式,如产业学院、现代学徒制。产业学院是指由高校与企业共建的实体化教育平台,是解决人才供需错位、提升学生实践能力的关键路径^[4]。埃夫特-芜湖职业技术学院就是校企双方建立战略合作伙伴关系,共同打造“埃夫特智能制造学院”,建设智能制造、工业机器人技术专业,培养高端智能制造、工业机器人技术技能人才,为芜湖战略性新兴产业发展和埃夫特战略发展提供智能制造人才支撑和智力支持。

现代学徒制是指校企深度协同,学校负责理论教学,企业承担实践技能培训,学生兼具“学生”与“学徒”双重身份。该制度将企业岗位需求、技术标准与教学过程无缝衔接,能够快速培养适应智能制造领域的高技能应用型人才^[5]。ABB机器人与广东机电职业技术学院就是一个实例,校企共建“ABB机器人现代学徒班”,企业提供全套实训设备,如IRB 1200工作站,学徒参与企业实际项目,并将项目成果应用于产线。

综合而言,国内研究聚焦政策推动下的产教融合模式,强调职业教育与产业需求对接,但仍面临校企双方资源匹配度不足^[6];现场工程师培养的制度保障缺失^[7];人才供给与市场需求结构性失衡^[8]等。这些都是当前高职工业机器人技术教育必须正视的现实挑战。

3 校企双向赋能机制研究

围绕智能制造转型背景下工业机器人领域产教融合校企双向赋能机制展开研究,主要包括两部分内容,一是研究智能制造转型背景下工业机器人领域发展特征,二是根据机器人发展特征研究与本区域内机器人企业的实际进行双向赋能机制研究。

3.1 智能制造转型背景下工业机器人领域发展特征研究

智能制造转型背景下工业机器人领域发展特征研究,主要是分析工业4.0与智能制造对工业机器人技术的核心需求以及研究工业机器人产业人才需求结构变化。

工业4.0与智能制造的深度融合,推动工业机器人技术向更高阶的智能化、柔性化和协同化方向演进,其核心需求体现在以下三方面:

一是数据驱动的智能决策能力。工业4.0要求机器人嵌入感知、分析与决策闭环,需通过多源异构数据,如视觉的实时采集与AI算法优化,实现动态环境下的自主路径规划、工艺参数自调整及故障自诊断,支撑柔性化生产。即工业机器人像“会学习的工人”,能通过摄像头、传感器实时收集生产线数据,如零件位置、设备温度等,再利用AI算法自己调整工作方式。梅卡曼德为国内某工程机械巨头提供的AI+3D视觉解决方案就是一个实例,其利用Mech-Eye3D相机和Mech-Vision软件处理深框中堆叠的链轨节点云数据,通过智能轨迹规划算法实现98%以上的清框率,生产效率提升40%。

二是全价值链协同能力。智能制造强调“人-机-系统”深度互联,要求工业机器人具备开放的通信接口,支持跨设备、跨工序的任务协同;同时需突破传

统单机作业模式，发展多机器人集群协作技术，适应模块化、分布式生产场景，即机器人要像“联网的乐高积木”，既可以通过标准化接口与不同品牌设备“对话”，也能柔性组成机器人班组。如柳汽某基地焊装车间，20台机器人通过PROFINET网络实现PLC主站统一调度，在侧围焊接生产线中通过干涉区预判和优先级划分，实现70秒/台的生产节拍，混线生产稳定性提升30%。

三是人机共融安全交互能力。为满足个性化定制与小批量生产需求，工业机器人需搭载视觉引导技术，实现高精度人机协作等，在保障安全的前提下提升人机交互灵活性。比如，采用“触觉背心”式安全技术，机器人通过3D视觉识别和力反馈，当检测到2米内有人靠近时自动切换低速模式，人手直接接触机械臂时会立即停止，当工人退至安全距离时，自动恢复高速工作状态，这让工人能安全地教机器人新动作，像指导新员工一样方便。越疆DOBOT SafeSkin正是如此，其采用硅胶材质穿戴式设计，通过电容式接近传感器实现15cm内非接触感知，0.01秒响应并触发急停，支持人机协同速度从0.25m/s提升至1m/s，已通过CE认证并应用于3C电子、汽车零部件等领域。

在智能制造与工业4.0的推动下，工业机器人技术正在经历三大核心升级，同时带动产业人才需求发生结构性变化，从“单一技能型”向“跨域复合型”加速重构。

一是技术迭代催生岗位升级：从“设备维修员”到“机器人医生”的技能跃迁。核心变化是传统运维岗位需叠加数字技能，形成“机械维修+数据分析+算法应用”的复合能力结构。某汽车集团涂装车间的装备维修段长赵某，完美诠释了传统维修岗位的智能化升级。刚入职时，他还是仅能处理机械故障的普通维修工，面对车间引进的多台CBS喷涂机器人，很快发现传统“救火式”维修已无法满足智能产线需求，而且传统维修无法预判设备隐患。为突破困局，赵某自学Python数据处理与神经网络原理，将技能重心转向“数据诊断”，首先是数据采集与分析，通过编写脚本抓取机器人运行日志，建立故障样本的数据库，用算法识别轨迹偏差等异常前兆；其次是预测性维修落地，他开发设备健康监测模型，提前72小时预判胶枪密封件老化等问题，将维修效率提升80%；最后是系统优化创新，重构立体库运行代码，让其从“先入先出”升级为“订单驱动”，可自动调整车身上线顺序，适配定制化生产需求。如今的赵某成了名副其实的“机器人医生”，他既能拆解机械臂更换部件，又能通过代码优化运动轨迹，还能带领团队开发维修智能体项目。

二是新兴领域拓展人才维度：数字孪生工程师的跨学科实践。核心变化主要是协作机器人、数字孪生

等新技术催生新岗位，要求融合机械设计、软件开发、行业工艺等多领域知识。沈阳新松机器人作为国内工业机器人龙头企业，在210公斤级重载点焊机器人项目中，催生了数字孪生工程师这一新兴岗位。该岗位核心成员需同时具备三大能力，首先是虚拟建模能力，用SolidWorks建立机器人与产线的1:1数字模型，精度达0.01毫米，还原20台机器人的焊接轨迹与干涉区域；其次是算法开发能力，编写轨迹优化算法，通过数字孪生仿真测试500+种运动方案，最终采用“弧线轨迹替代直角转弯”的优化策略，将焊接节拍缩短10秒；最后是工艺适配能力，联合汽车厂焊接工程师，在虚拟环境中模拟不同车型的焊接工艺参数，解决真实产线中“硬件固定无法调整”的限制。这类数字孪生工程师需频繁穿梭于研发实验室与汽车生产车间，既要在电脑上用MATLAB调试算法模型，也要在现场根据钢板厚度调整虚拟焊接电流参数。

三是产业链协同倒逼能力重塑：上游研发端亟需掌握核心算法与硬件的创新型研发人才，下游应用端则需兼具工艺理解与智能装备运维能力的“技术+管理”复合型人才。上游研发人才，如新松机器人的团队，其聚焦工业机器人“大脑”——控制器的研发，这类人才需具备“理论深度+工程落地”的双重能力，即核心技术储备和工程化能力，其团队研发的新一代控制系统已应用于汽车焊接线，使点焊精度提升至±0.1毫米，打破了发那科、ABB的技术壁垒。下游应用技术管理人才，如涂装车间的装备维修段长赵某，展现了“技术+管理+工艺”的复合型能力，这种人才既是技术专家，能通过代码优化机器人运行逻辑；又是管理能手，能协调跨部门资源推进项目；还是工艺达人，能精准匹配生产需求与设备能力。

3.2 校企双主体双向赋能机制研究

上述对智能制造转型背景下工业机器人发展特征的剖析，不仅在于揭示行业规律本身，更在于为区域机器人产业发展提供战略镜鉴。接下来，本研究将把上述特征与本区域机器人企业情况实际相对照，阐述院校与企业之间相互驱动、协同演进的双向赋能机制。校企双主体双向赋能机制结构上主要包含四层，顶层驱动机制、资源协同层、过程协同层以及评价协同层，内容上包含两个核心维度，即企业向院校赋能维度和院校向企业赋能维度。

(1) 顶层驱动机制

顶层驱动机制主要采用共建治理结构。成立由院系领导、专业带头人和企业高管、技术部门负责人共同组成的专业建设理事会。这个机制是保证“双向”的决策核心。理事会一方面负责审定人才培养方案、协调双方资源、监督合作进程。另一方面制定具有约束力的《工业机器人专业校企合作章程》，用制度保证

企业的话语权，破解“校热企冷”的现实困境。

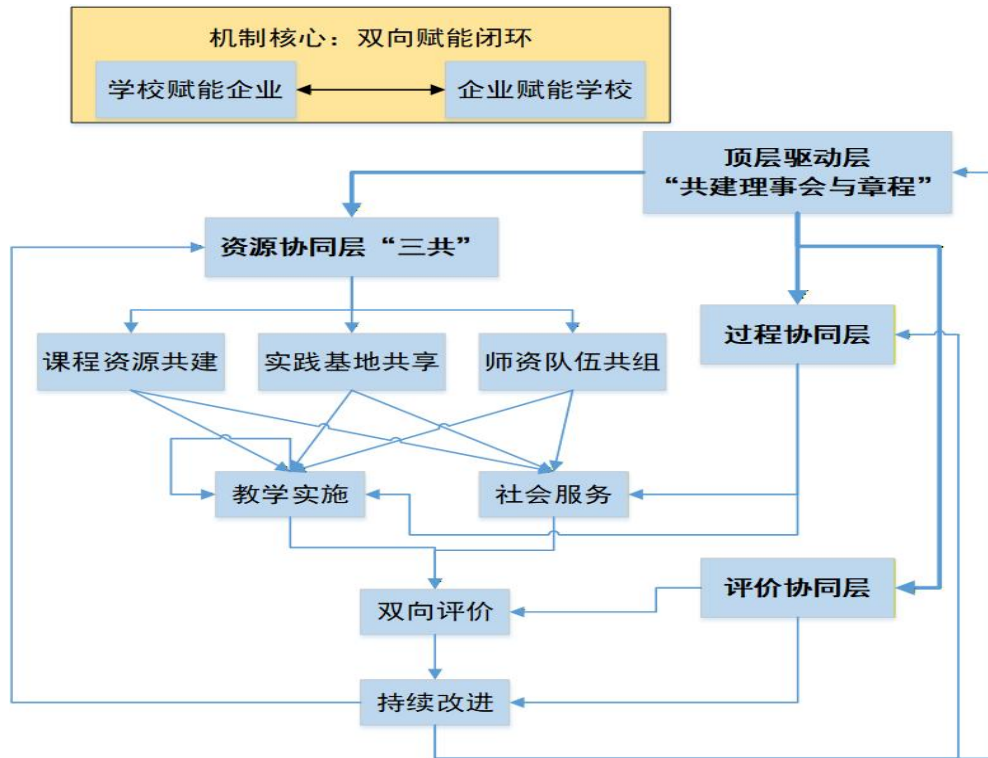


图1 双向赋能机制的四层结构

(2) 资源协同层

资源协同层是人才培养体系的基石,包括“三共”,即课程体系共建、师资队伍共组、实践基地共享:

课程体系共建: 基于工业机器人技术员、系统集成工程师等岗位的职业能力图谱,学校教师与企业专家共同分析,将岗位能力要求转化为模块化课程内容。首先是产业技术标准向教学标准转化,主要分四步走,第一步拆解技术说明书,把企业的技术标准,比如机器人安全手册,拆成知识点包,就像把厚厚的技术文档切成容易消化的小块。第二步组装课程,用工程实践的教学方法,把这些知识点打包成实用课程。例如把机器人安全标准变成《工业机器人安全防护设计》这门课。第三步对准岗位需求,分析具体工作岗位需要哪些技能,确保每个知识点都能对应到实际能力要求,就像给课程内容和岗位需求画等号线。第四步定期更新版本,及时刷新教学内容。比如ABB集团和慕尼黑工业大学联手开发的《工业机器人安全标准》课程包,通过这个机制把课程更新时间从3年缩短到半年,让学生学到的永远是最新技术。其次是构建“平台+模块”的课程体系。“平台”是基础理论课,由校方主导,学校专任教师承担课程教学,“模块”是方向性项目课程,如机器人调试、视觉应用、产线维护,由企业提供真实案例或者项目。为实现教学资源与产业技术的同步更新,我们通过“项目解构—教学化设

计—案例迭代”三阶段流程,系统化地将真实企业项目转化为可持续进化的教学案例库,并实现案例库的动态更新,让教学资源始终与产业一线同频共振。

师资队伍共组: 为构建“教学-研发”一体化的可持续发展闭环,本机制将着力打造“双师共育、双向赋能”的高水平教学团队,具体通过实施“角色互聘”与“制度化双向流动”机制予以落实。聘请企业工程师担任“产业导师”,入校承担项目化教学与实训指导,将前沿技术案例融入课堂;同时授予校内教师企业“技术顾问”身份,使其每学年赴企业顶岗实践不少于一个月,参与技术研发以保持知识体系与产业同步。为保障该机制有效运行,双方成果均纳入绩效考核——产业导师的教学贡献作为其企业内评优参考,校内教师在企业的技术服务和研发成果,如专利,在职称评定与岗位晋升学校均予以认可。通过这一机制,不仅可以打造一支“教师+工程师”身份的融合型团队,更旨在形成一个“人才共育、过程共管、成果共享”的可持续发展闭环,为专业建设注入源源不断的产业活力。

实践基地共享: 为实现产教资源的深度互通与高效利用,本机制推行“实践基地共享”模式,将企业的真实生产车间或典型工作站转化为学校的实战化实训平台。校企双方将共同规划学校实训室的功能分区,严格模拟企业真实的生产环境与工作流程,使学生能

够在高度仿真的情境中掌握核心技能。为确保教学秩序与企业正常生产互不干扰,双方将联合制定《实训基地共建共管办法》,明确学生在企业车间内的安全规范、操作流程与行为准则。这一举措不仅有效拓展了学校的教学空间与资源,更打造了一个“教学即实战、课堂即车间”的理实一体化培养环境,显著提升学生的岗位适应能力与综合职业素养。

(3) 过程协同层(双向赋能的具体实施)

在教学实施上,全面推行“现代学徒制”,实现人才培养过程的校企共管。具体而言,将企业真实的生产工单或经过教学简化后的实战项目,直接引入课堂,作为学生部分专业核心课程的项目学习任务,使学习与岗位要求无缝对接。同时,构建分阶段、递进式的企业实践体系:大一开展认知实习,帮助学生建立行业感知;大三开展顶岗实习,让学生深入岗位锤炼技能。在此过程中,企业师傅与学校教师共同制定实习任务书、共同实施过程指导、共同进行成果考核,形成“双主体”育人、全过程评价的管理闭环,确保学生能力阶梯式成长^[9]。

在社会服务层面,院系会主动对接区域中小机器人企业的技术升级需求,构建“企业出题、出资,学校出智、出力”的联合攻关模式。由企业提出具体技术难题并提供项目经费,师生团队则在企业工程师的指导下,深度参与技术方案的设计、仿真与调试工作。这一过程不仅直接服务于产业,其成果,如解决方案、技术专利等更将转化为优质教学案例或创新实训项目,反哺课堂教学与人才培养,从而构建起“教学赋能生产、研发反哺教学”的良性生态循环。

(4) 评价协同层

为确保协同育人环节的实效性 with 持续优化能力,协同层构建了以“双向评价、持续改进”为核心的质量反馈闭环机制。在这一机制下,学校可对企业参与人才培养的关键环节进行评价,包括产业导师的教学效果、所提供的实习岗位与专业匹配度、实习内容的质量以及企业支持力度等,从而推动企业不断提升其教育赋能水平。与此同时,企业也可对学校人才培养成果进行评价,重点关注毕业生在岗位上的胜任能力、职业素养表现,以及学校所开设课程内容与行业实际需求的契合度、实用性等。通过双方持续的反馈与互动,形成有效的质量改进循环,不断促进教育供给与产业需求的有效对接,实现校企协同育人质量的稳步提升。

最后,理事会通过建立年度质量分析会机制,对校企双向评价结果进行系统分析,并以此为依据,对下一学年的合作培养方案、工业机器人技术专业课程体系设置及协同育人模式进行动态调整与持续优化,

从而有效实现“评价-反馈-改进”的闭环管理,推动人才培养质量不断提升。

4 校企双向赋能机制的实践效果评估

为科学评估“校企双向赋能”机制的实施效果,本研究从学生成长、师资建设与企业反馈三个维度,对教学改革成效进行了系统分析。数据表明,该机制有效实现了学生、学校与企业的三方共赢。

首先,在学生培养质量方面,成效显著提升。改革后,学生的专业技能与综合素养得到实质性增强。具体表现为:

(1) 专业技能水平大幅提高,如核心课程《工业机器人系统集成》的项目考核平均分由72提升至85,优秀率(≥ 85 分)从15%增至45%。

(2) 竞赛成绩取得历史性突破,改革期间,学生累计在省级及以上职业技能大赛中获奖6项,较改革前实现历史性突破。3. 就业质量明显优化,最新一届毕业生的专业对口就业率高达95%,且用人单位对毕业生的岗位胜任能力给予了高度评价。

其次,在教学团队与资源建设方面,成果丰硕。产教融合的深入推动了师资队伍“双师化”转型与教学资源的迭代升级。本校专业教师中“双师型”教师比例由改革前的30%增长至85%;教师团队利用校企合作平台,与企业共同开发了活页式教材1部(编写中)、共建教学资源库1个,企业同步投入了相应的实训设备与技术支持,极大地改善了实践教学条件。

最后,在企业参与满意度方面,协同效应凸显。为量化企业反馈,本研究向3家核心合作企业发放了满意度问卷。调查结果显示,企业对实习生/毕业生在“专业技能”、“团队协作”及“解决实际问题能力”维度的满意度平均分高达4.7分(满分5分),总体满意度为95%。企业普遍认为,该培养模式输送的人才“上手快、后劲足”,有效降低了其新员工的培训成本。同时,学校累计为企业开展数百人次的员工技术培训,充分彰显了“双向赋能”的互利共赢内涵。

综上所述,本研究所构建的校企双向赋能机制,不仅显著提升了工业机器人专业的人才培养质量,也同步强化了学校的办学特色与师资力量,并切实满足了合作企业的用人需求与发展诉求,形成了良性的产教融合生态循环。

5 结束语

未来,随着智能制造与工业互联网的深度融合,工业机器人技术岗位能力谱系正经历革命性重构,这对高职院校工业机器人专业的人才培养提出了新挑战与新命题。高职院校需紧跟地方区域经济发展对人才

的需求,进一步深化产教融合,为智能制造领域技术技能人才培养提供可推广的解决方案,使职业教育真正成为智能制造时代技术技能迭代的“速度转换器”。

参考文献

- [1] 黄小钊.德国双元制职业教育模式对我国职业教育的启示[J]. 华章,2024,(04):66-68.
- [2] 陈鹏磊,李郡. 英国职业教育协同育人模式的经验借鉴——基于“三明治”教育模式与现代学徒制模式[J]. 职业教育研究, 2015(07):84-87.
- [3] 涂宝军. 美国高校合作教育机制及其启示[J]. 教育探索, 2017,(04): 99-103.
- [4] 吕名伟,武艳慧. 产教融合背景下产业学院建设路径的探究与实践——以内蒙古机电职业技术学院华数产业学院为例[J]. 现代商贸工业 . 2025,(01):72-74.
- [5] 莫国伟,于慧. “思创融合”背景下工业机器人专业现代学徒制课程体系重构研究[J]. 造纸装备及材料.2024,53(10):187-189.
- [6] 王梅.高职产教融合、校企合作困境破解的探索[J].现代职业教育, 2023,(23):69-72.
- [7] 杨敬娜,董军刚,陈春亮等.现场工程师教学模式在装备制造类专业教学中的实施路径探索[J].现代职业教育, 2024,(1):69-72.
- [8] 付达杰,张炜,潘建峰.面向现场工程师培养的高职工程教育适应性困境、取向与路径[J].职教发展研究, 2023,(4):65-71.
- [9] 杨爽,易燕,王宗跃.工科计算机类专业的课程思政探索——以《机器人学》课程为例. 2024年中国高校计算机教育大会,2024:78-83.