

“微工厂”视域下智能制造专业产教融合实践平台构建路径研究

张庆旭

内蒙古化工职业学院 内蒙古 呼和浩特 010070

【摘要】：制造业数智转型推动职业教育重新建构智能制造实践育人载体，微工厂作为企业全流程生产缩影的轻量化实训形态，已成为链接教育链、产业链、创新链的关键节点。本文对国内外微工厂及智能制造产教融合的相关研究进行梳理，分析目前平台建设存在的场景割裂、协同机制缺乏、技术融合度低等问题，归纳已有研究成果中的创新点和实际操作中存在的问题，展望未来虚拟与实体结合、共同体协作以及多领域资源共享的研究趋势，为高职院校开展智能制造产教融合平台标准化创建工作提供理论支撑和可借鉴模式。

【关键词】：微工厂；智能制造；产教融合；实践平台；育人体系

DOI:10.12417/2705-1358.26.13.080

引言

工业4.0及制造强国战略不断推进，智能制造全产业链对复合型技术技能人才的供给质量和数量提出新的标准。基于已有国内外相关文献、高职院校实践案例及教育科学规划课题研究等成果，本文在此背景下围绕微工厂核心视角展开论述，系统梳理其研究演进脉络、现实梗阻问题以及建构维度，并提出相应解决策略，剖析现阶段研究存在的缺陷处并预测未来走向，为区域化工、装备制造类高职院校创建可复制、能延续的微工厂育人平台提供全面性理论依据。

1 微工厂与智能制造产教融合研究脉络梳理

1.1 国外研究演进与核心聚焦方向

海外发达国家凭借工业4.0的先行优势，较早地对学习工厂、微型智能工厂等育人载体展开研究，其整体研究重点放在技术融合及标准化的人才培训体系构建上。欧美应用技术类院校将微工厂视作具备加工、物流、管控、仿真功能的轻量级教学生产单元，着重研究数字孪生、工业互联网、边缘计算与实训场景融合的方式，提倡以真实的定制化生产任务驱动整个实训过程，形成从产线规划到故障运维再到柔性调度的分层能力训练架构^[1]。相关研究重视标准硬件架构的设计，统一微型产线设备接口、数据传输标准以及教学评价指标，搭建起校企双方的技术转化渠道，通过微工厂同时实施学生的技能训练和中小企业的工艺改进研究工作，达成教学、生产和科研三者融合运行的整体逻辑。国外研究大多以跨学科协同为底色，打破机械、自动化、信息技术专业的壁垒，凭借微工厂完整的生产链路进行综合性的工程操练，然而其研究角度偏重于工程技术的

落实，对于院校与企业利益划分、长期协同经营等教育管理方面的探讨较为单薄。

1.2 国内研究发展阶段与主流议题

国内相关研究随着产教融合政策的迭代而分为三个递进阶段。第一阶段主要针对传统校中厂实训基地进行改造，仅模仿了企业的基础自动化生产线，并未形成立体的概念，研究大多停留在购买设备、布置场地等浅层构建层面，微工厂概念尚未完全成型，研究亦未深入至深层次。中期阶段，在数字孪生、5G工业互联网技术普及时，学者们开始重视虚实结合的微工厂搭建，主要研究虚拟仿真实体产线联动的教学方式，针对实验室孤岛、课程碎片化等痛点问题，提出了模块化课程改革的思路。当前研究紧抓产教联合体与现场工程师培养的政策方向，转向对微工厂多主体共生状况进行探究，着重剖析院校、制造企业、科研院所、行业协会四者协同运作的模式，围绕资源共享、人员交流、利益平衡、技术回馈四个层面进行案例论述。国内相关文献大多围绕单所院校的实践个案展开，对于区域性化工智能制造微工厂平台、跨专业协同管理机制、长效机制运作保障等方面进行系统性梳理的研究较为少见，路径研究尚未形成统一理论架构的支持，可资借鉴的范例亦不够丰富^[2]。

2 微工厂视域下智能制造产教融合平台建设现实梗阻

2.1 实训场景结构性割裂难题

传统实训基地按照单科目划分的逻辑进行建设，各个实训室各自独立规划。

作者简介：张庆旭（1978-09），女，蒙古族，内蒙古赤峰人，研究生，讲师，研究方向：机电一体化技术。

基金项目：内蒙古自治区教育科学研究“十四五”规划2025年度课题《“微工厂”模式下构建智能制造专业产教融合实践平台的探索与实践》（课题编号：NZJGH2025151）。

重复购置设备,每个实训单元仅能完成加工、控制、检测中的某一工序,无法模拟智能制造涵盖设计、加工、物流、管控的完整生产链路,属于典型的实训孤岛。当前的实践课程以验证性基础实验为主,缺乏跨学科的综合生产项目,教学内容脱离企业实际订单及柔性生产任务,学生难以建立起系统的工程思维。此外,实体实训场景具有高成本、高损耗、高危工艺难操作的特点,虚拟仿真资源与实体产线相互隔离,虚实间的数据无法实现即时交互,数字孪生、工业大数据等先进技术仅作为一种附加的教学手段,并未真正融入微工厂的整体架构中,场景融合度不高直接影响了复合型智造人才的培养效果。

2.2 校企协同长效运行机制缺失

院校和制造企业分属不同的教育系统与产业系统,二者在资产管理、成本分摊、收益分配以及人员轮岗方面并未建立起统一的契约规范,短期订单班、阶段实习等浅层次合作形式占据主导,难以培育出稳定的共生关系。企业参与微工厂创建的积极性不高,设备投资、工艺开放、工程师入驻校园指导缺乏长期的激励措施,院校向产业发展提供技术研发、人才供应的回馈功能较弱,双向流动的资源通道受阻。当前的合作大多为一方单向输入资源,并未设立技术超市或校企工作站等双务服务平台,企业的技术诉求及岗位要求难以迅速转化为教育资源,院校的研究成果与实践项目亦无法顺利落实到企业的生产环节中,供求精准对接的制度框架缺失,微工厂平台持续经营缺乏保障^[3]。

2.3 三教适配改革滞后于平台建设节奏

微工厂全流程、跨学科、生产化的教学场景对师资、课程、教法提出了全新的变革要求,当前三教改革的推进速度落后于硬件平台的搭建。师资方面,双师型教师企业实践时间短,缺乏完整的全产线系统运维及数字化工艺优化的实际操作经验,企业工程师的教学能力未经系统训练,校企间双向师资流动不通畅。课程方面,沿用传统分科教材,缺少对接企业实际生产项目的模块化、书证融通的新形态课程资源,创新创业、产线运维等拓展类课程不足。教学方法仍以课堂讲授、分段实训为主,未能真正实现任务嵌入车间、教师嵌入生产,难以依托微工厂真实的生产过程进行过程性、数据化的综合评价。

3 微工厂模式下智能制造产教融合实践平台核心构建路径

3.1 一体化全工序教学体系搭建路径

以智能制造完整生产链为线索,形成“一体三嵌入”的教学体系,将校内智能先进制造工作站与校外合作企业生产车间相结合,创建课堂、实训车间、技术实验室、大师工作室为一体的学产学研结合学习场所。坚持将学习任务融入企业生产订单

中,将实体课堂搬进生产车间,使教师的教研活动与产线运维实践紧密结合,打破专业壁垒及实训室间的界限,重新构建跨学科综合实训项目体系。依托微工厂实体产线配套构建数字孪生虚拟仿真模块,实现虚拟调试、实体核实、数据互通的虚实协同教学模式,将5G、边缘计算、工业大数据等先进技术转化为层次分明的实训模块,形成关键能力专门型、企业实战混合型、创业扩展提升型三类模块的课程,并配备书证融合的新样式教材。构建基础技能—综合产线运维—工艺创新研发的阶梯式实践教学架构,从教学内容、教学空间、教学执行三个层面解决实训碎片化难题。

3.2 校企共生型平台运营机制构建路径

秉承以学为体、产研为用的总体运营思路,构建“1+N”契约式协同治理体系,以院校微工厂基地为主要载体,联合N个当地智能制造企业和科研机构共同形成产教融合体,塑造技术超市与先进技术工作站相结合的双向服务系统。构建校企双方标准共制、项目共创、设备共享以及人员互通常态化的协作体系,共同制定微工厂所用设备的选择规范、实训考核标准及生产运作统一标准,企业将生产工艺、真实订单和工程师资源向平台开放,学校为企业提供工艺改进方案、员工能力提升服务以及创新项目孵化服务,从而形成专属的共生式利益平衡分配格局^[4]。依托工作站完成企业小型技改及零部件定制生产项目,并将真实的生产收益反向回馈至平台的设备升级、师资发展以及实训资源开发中,打通技术、人才、资源间的双向流通路径,从而突破传统校企间单向合作的模式,保障微工厂平台长久稳定的产业化运作。

3.3 数智技术赋能平台协同管理路径

基于工业互联网底座建设微工厂一体化智能管理系统,对多个实训室设备、人员、实训项目进行统一调度,形成跨专业设备共享、分时使用、智能运维的数字化管控机制,解决实训资源闲置和重复购置的问题。嵌入数字孪生实时映射模块,同步采集实体产线设备运行、学生操作、生产流程等方面的数据,通过大数据分析实现对学生实训过程的精准监测、个性化技能评价以及教学的灵活调整。建立云上共享资源库,汇集企业工艺文件、虚拟仿真项目、模块化课程资源等,打通校企、校际间的微工厂教学资源共享通道,利用AR沉浸式指导、远程产线调试等方式突破实训时空限制,以数智技术赋能平台管理、教学执行、校企合作各环节,提升微工厂实践教学的前沿性、真实性及管理水平。产教融合的核心在于学校教育与实践的紧密结合,其基础建立在学校教育上,由产业提供支持,企业作为依托,市场提供动力,政府则提供必要的保障。其直接目标是培育大量具备高素质的劳动者和专业技能人才,间接目标是通过提升企业的生产质量和效率来促进中小企业整体发展。

4 微工厂产教融合平台建设保障体系与研究发展趋势

4.1 多层次长效保障支撑体系

平台长期稳定运行需要建立研究、师资、硬件、制度四个方面的综合保障体系。在研究基础上,持续开展区域智能制造产业岗位需求调查,借鉴国内成熟的微学习工厂建设案例,利用学校现有校企合作基地、自动化产线设备进行硬件改造。师资保障方面,形成校企双向互聘、定期轮岗培训机制,依托微工厂平台创建教师教学创新团队,同步培育具有数字化产线运维能力的实训指导教师。经费硬件方面,做到院校配套经费与企业设备投入双管齐下,统筹安排设备运维、课程开发、项目研发专项经费。制度层面,出台实训室协同管理、校企合作利益分配以及实训项目生产运作等方面的专门性管理规定,塑造权责分明、流程规范的内部经营规章制度,为微工厂平台的教学、生产和研究整合提供稳固的制度支持。

4.2 现有研究创新维度与现存局限

已有研究的创新主要体现载体模式创新,打破传统单一实训基地的功能界限,建构起全链条式的微工厂育人载体,从根本上破解实训孤岛难题。运行机制创新,提出技术超市校企合作共生合作范式,重新建构起校企双方协同运营的新逻辑。教学范式创新,依靠“三嵌入”模式创建全景化生产课堂,带动模块化课程与书证融通教学革新。然而,当前研究仍存在明显不足,许多研究仅局限于单所院校的个案实践,缺少不同区域、不同专业微工厂平台间的比较研究。针对化工、装备制造等细分产业微工厂差异化建设的研究较少。对平台产业化运作带来的收益分配、数字数据安全管理和跨区域产教联合体统筹治理等深层次问题讨论不够充分。有关量化评价体系以及长效激励

机制方面的实证研究亦较为匮乏^[5]。

4.3 未来研究发展核心趋势

后续关于微工厂及智能制造产教融合的研究方向大致从三个方面展开。虚实结合的研究,主要集中在数字孪生、工业大模型、元宇宙实训场景与微工厂实体产线相结合的方向,创建全周期数字化实训评价系统。产教联合体的合作研究,基于各区域集群,尝试由多所高校、多个企业以及各类研究机构共同参与建立区域性微工厂中心,并完善多方协作的利益平衡长效机制。细颗粒度的适配性路径探索,根据不同产业链特点,如化工、新能源装备、精密加工等,设计差异化的微工厂物理构建方案,定制化开发相应的课程计划及运行模式,从而形成分行业的可推广标准范式,并加强以验证为主的量化研究,健全平台育人成效及服务产业能力的评估指标体系。

5 结语

在智能制造产业迭代升级和职业教育产教融合改革的双重要求下,微工厂作为集教学实训、柔性生产和技术研发于一体的综合实践平台,针对传统智能制造专业实践教学场景割裂、校企合作浅层次、三教改革迟滞等关键问题,给出了整体解决方案。微工厂产教融合实践平台的创建并非简单的设备拼接与场地改造,而是对人才培养体系、校企合作模式以及数字化教学方式的全方位重塑,需要院校、企业和行业多方协同,依据当地产业发展特点塑造相适应的人才培育载体。后续研究应加强跨区域、分行业的实证调研,充实平台长效运营的激励及量化评价体系,持续深入发掘微工厂模式在产教联合体以及现场工程师培育方面的应用潜能,逐步丰富智能制造领域产教融合理论的内涵。

参考文献:

- [1] 庞如英,聂晓波.双创背景下智能制造工程专业实践教学体系构建[J].科教文汇,2026,(12):1-6.
- [2] 韩明刚,罗皎.高职院校开放型区域产教融合实践中心建设路径研究[J].公关世界,2026,(12):98-100.
- [3] 吴凌娇.“人工智能+制造”赋能区域新型工业化发展的研究——以常州为例[J].常州信息职业技术学院学报,2026,25(3):75-82.
- [4] 李哲,李家铭,赖子洋,等.产教融合下创新实践教育在现场工程师培养中的应用——以智能制造专业为例[J].现代商贸工业,2026,47(11):19-22.
- [5] 程锦宜.智能制造产线中的预测性维护与运营成本控制研究[J].经营管理者,2026,(6):89-91.