

增材制造产业需求导向下的产教融合路径研究

程鹏 杨柳青

晋中学院材料科学与工程系，山西 晋中 030619

摘要：增材制造技术的快速发展对产教融合提出全新要求，当前教育供给与产业需求间仍存在课程体系滞后、校企合作松散等矛盾。研究提出以需求导向重构课程体系，将拓扑优化设计、多材料混合打印等前沿技术融入教学模块，基于虚拟仿真平台弥补实践资源不足。创新校企协同育人机制需共建“教学工厂”，实施工学交替培养模式，并建立教师企业实践制度促进双师型队伍建设。产学研深度融合依托技术攻关联合体破解共性技术难题，政策保障体系经过专项规划、资金支持、标准建设等维度形成制度支撑，最终构建教育链与产业链协同发展的创新生态。

关键词：增材制造产业；需求导向；产教融合

引言

全球制造业智能化转型背景下，增材制造技术正重塑产品研发与生产模式，这对技术技能人才培养提出更高要求。当前职业院校专业建设与产业技术迭代速度存在明显落差，传统课程体系难以匹配企业岗位能力需求，校企合作多停留在设备共享层面，尚未形成技术研发与人才培养的深度协同。在此背景下，探索需求导向的产教融合路径成为破解人才供给结构性矛盾的关键。本文聚焦增材制造领域，系统分析课程体系重构、校企协同机制创新等核心问题，旨在构建适应产业发展需求的教育供给模式，为智能制造人才培养提供理论参考与实践范式。

1 产教融合的理论基础与实践意义

1.1 产教融合的理论依据

产教融合的构建根植于教育生态学与知识生产模式转型的双重理论框架。教育生态学视角下，职业教育系统的可持续发展需与产业生态系统形成物质、能量与信息的动态交换，这种共生关系突破了传统教育封闭办学的局限，促使人才培养从被动适应转向主动引领产业变革^[1]。协同创新理论进一步阐释了校企双主体在知识创造中的互补性，企业的技术应用

场景与院校的学科研究能力形成知识链的闭环，这种螺旋上升的创新模式为产教融合提供了内生动力。人力资本理论则从经济价值角度揭示，经过校企资源整合提升人力资本专用性，能够显著降低企业人才培养成本并提高教育投资回报率。值得关注的是，现代产业学院理论提出的“教育链-人才链-产业链”三链融合模型，将产教协同从单一的人才培养维度扩展到技术研发、成果转化的全价值链重构，这为增材制造等新兴产业的跨界融合提供了方法论支撑。理论体系的交叉融合表明，产教深度融合不仅是教育模式的革新，更是经济生产方式变革在教育领域的投射^[2]。

1.2 产教融合的实践意义

深化产教融合对增材制造产业而言具有多维度的战略价值。从人才培养维度，校企协同能精准对接快速迭代的产业技术需求，经过真实项目驱动教学，有效破解传统教育中理论教学与实践应用脱节的痼疾，培养出具备工程思维与创新能力的复合型人才^[3]。在技术转化层面，院校的前沿研究成果借助企业工程化平台实现产业化应用，而企业的技术痛点又反向刺激院校科研方向的优化，这种双向赋能机制加速了增材制造领域关键技术的突破。产业升

级角度，经过共建技术研发中心与实训基地，校企双方在设备共享、工艺开发等方面形成创新合力，既降低了中小企业的研发成本，又推动了行业标准的制定与完善。社会效益方面，产教融合构建了人才供给的“蓄水池”，缓解了新兴产业普遍存在的高技能人才短缺困境，同时经过开展社会培训服务，促进了增材制造技术的普惠化应用。这种教育供给侧与产业需求侧的深度耦合，正在重塑现代职业教育的生态格局，为制造业数字化转型提供了可持续的人才保障与智力支撑^[4]。

2 增材制造产业需求导向下的产教融合现状

2.1 现有产教融合模式

当前增材制造领域的产教融合已形成多维度协作框架，其核心在于经过结构性创新实现教育供给与产业需求的动态适配。校企合作办学作为基础性载体，通常以共建产业学院或特色专业的形式展开，院校经过引入企业的设备资源与工艺标准重构教学场景，使学生在接触工业级 3D 打印设备过程中形成对材料特性、参数优化的直观认知。订单式人才培养则聚焦于人才规格的精准匹配，企业依据技术岗位的能力图谱参与课程开发，典型案例包括定向培养增材制造工艺工程师或逆向建模技术员，这种契约化合作模式缩短了毕业生岗位适应周期^[5]。产学研一体化项目作为高阶形态，将人才培养嵌入到技术攻链条中，例如院校科研团队联合企业攻克金属粉末床熔融工艺难题时，研究生经过参与材料性能测试与工艺参数优化，既提升工程实践能力又推动技术成果转化。值得关注的是，部分头部企业开始构建“教学工厂”创新模式，将真实生产订单转化为教学项目，学生在导师指导下完成从三维建模到后处理的全流程操作，这种生产性实训有效弥合了模拟训练与工业实践的效能落差。各类模式虽侧重点不同，但均指向教育链与产业链的协同进化目标。

2.2 存在的问题与不足

现有产教融合体系在应对增材制造产业高速迭代需求时，仍存在结构性矛盾制约协同效能。校企合作多停留于设备捐赠或顶岗实习等表层互动，企业技术骨干深度参与课程开发的比例不足 30%，导致教学标准滞后于行业技术演进速度，例如在连续纤维增强复合材料打印等前沿领域缺乏系统化教学内容。课程体系设计尚未突破学科壁垒，机械工程、材料科学、工业设计等专业仍以独立模块授课，难以适应增材制造技术跨学科集成特性，学生普遍缺乏多物理场仿真与工艺参数耦合分析能力。实践教学资源配置呈现“重硬件轻软件”倾向，多数院校虽购置工业级 3D 打印机，但配套的工艺数据库与案例库建设严重滞后，实训项目多局限于简单模型复现，未能对接企业真实生产中的拓扑优化与轻量化设计需求。更值得警惕的是，部分校企共建实验室因缺乏长效运行机制，设备利用率不足导致资源闲置，反加剧了教学成本压力。评价体系僵化问题同样突出，传统学分制难以量化考核学生在协同研发中的创新贡献，抑制了产学研深度融合的内生动力。这些矛盾本质上反映了教育供给侧改革与产业需求侧升级的节奏错配，亟待经过制度创新实现系统性突破。

3 增材制造产业需求导向下的产教融合路径设计

3.1 构建需求导向的课程体系

在增材制造产业领域产教融合的路径设计中，课程体系重构成为连接教育链与产业链的关键枢纽。基于产业需求导向的课程体系构建需要突破传统学科壁垒，建立动态调整机制，确保教学内容始终与产业技术发展保持同步。具体而言，要经过企业调研与技术岗位分析，将材料成型工艺优化、逆向工程实践、增材制造设备运维等核心技能转化为模块化课程内容。例如，在三维建模课程中融入拓扑优

化设计理念,使学生掌握轻量化结构设计的关键技术;在工艺设计课程中增设金属粉末床熔融成型工艺参数优化模块,强化理论与实践相结合。同时,课程体系需注重跨学科融合,如将机械工程与材料科学的协同创新融入增材制造工艺研究,形成机械设计与材料性能协同优化的复合型知识体系。在课程体系设计中,要引入企业真实项目案例,将产品开发全生命周期的实际需求融入教学环节,形成“项目驱动、任务驱动”的教学模式。此外,经过引入虚拟仿真技术建立三维打印工艺参数优化模拟平台,学生在虚拟环境中掌握工艺参数优化、设备调试等技能,有效弥补传统实践教学设备资源有限的缺陷。这种基于需求导向的课程体系构建,不仅能够提高学生的职业能力,还能促进高校科研成果转化,为企业提供技术支持和人才储备。

3.2 创新校企协同育人机制

校企协同育人机制创新是产教融合的核心环节。建立校企协同育人机制需要校企双方共同参与人才培养的全过程,形成“双师型”教师队伍和工学交替的实践教学模式。首先,校企双方应共同制定人才培养方案,将企业真实项目需求融入课程体系,实现课程内容与企业岗位要求的无缝对接。例如,在增材制造工艺工程师岗位的课程设计中,企业技术骨干可参与制定《金属 3D 打印工艺参数优化》课程的教学标准,确保学生能够掌握生产一线所需的工艺参数优化能力。其次,要建立校企联合实验室和工程训练中心,将企业先进设备引入教学场景。例如,在高校建立工业级金属增材制造生产线,学生在企业工程师指导下完成从三维建模到产品后处理的完整工艺流程训练。这种“教学工厂”模式不仅能够提高学生的实践操作能力,还能为企业提供技术研发支持,形成校企双赢的合作格局。此外,经过建立教师企业实践制度,要求专业教师每年在企业进行不少于两个月的企业实践,将企业先进技术

与管理理念融入课堂教学,提升教师的工程实践能力和技术研发能力。同时,企业应定期选派技术人员到校举办讲座、指导毕业设计,将企业的技术需求和行业标准带入教学环节,促进产教融合的深入发展。经过校企协同育人机制创新,不仅能够培养出适应产业发展需求的高素质技术技能人才,还能有效促进企业技术创新和成果转化,形成产教融合的良好循环。

3.3 探索产学研深度融合模式

产学研深度融合模式的构建需突破传统合作框架,建立以技术攻关为纽带、资源共享为基石的协同创新生态。在增材制造领域,这种融合体现为高校科研团队、企业研发中心与行业组织形成技术攻关联合体,针对金属打印缺陷控制、复合材料成型工艺等共性难题开展协同研发。例如,某地建立的增材制造协同创新中心,经过整合院校的材料分析实验室、企业的中试生产线与行业协会的检测认证资源,形成从基础研究到产品定型的全链条服务体系。在此过程中,研究生团队深度参与企业真实研发项目,经过分析钛合金打印件的残余应力分布,提出梯度退火工艺优化方案,既解决企业生产瓶颈,又推动高校科研成果落地。这种模式的关键在于建立知识产权共享机制,明确技术成果转化收益分配规则,避免校企因利益分配矛盾影响合作持续性。同时,需构建项目动态调整机制,根据产业技术路线图变化及时调整研发方向,如近年来随多材料混合打印技术兴起,部分联合实验室迅速将研究重点转向异质材料界面结合力提升方向。为增强融合深度,建议设立“产业教授”流动岗位,遴选企业技术专家兼任高校研究生导师,将生产一线的技术需求直接导入科研课题,形成“需求牵引—技术突破—人才培养”的闭环链路。此类深度融合模式不仅加速技术迭代,更重塑了人才培养路径,使学术研究始终与产业前沿保持同频共振。

3.4 政策支持与保障机制

政策体系的完善是产教融合可持续发展的根本保障,需要构建多维度政策工具包破解体制机制障碍。在顶层设计层面,应出台增材制造领域产教融合专项规划,明确教育部门、工信部门与行业协会的协同职责,建立跨部门联席会议制度,统筹协调设备采购、资质认证、项目审批等关键环节。资金支持方面,建议设立产教融合引导基金,对校企共建实训基地、联合实验室给予设备购置补贴,同时经过税收优惠激励企业捐赠教学设备或设立奖学金。例如,某省对参与产教融合示范项目的企业,按其投入教学设备的30%抵扣增值税,显著提升企业参与积极性。标准建设方面,亟须制定增材制造领域产教融合评价指标体系,将企业参与课程开发深度、科研成果转化效率等纳入考核,推动合作从形式化向实质化转变。监管机制创新同样重要,可探索建立“负面清单”管理制度,明确禁止院校将合作异化为简单劳务输出,保障教学科研的核心地位。人才流动政策需突破体制壁垒,允许企业工程师经过“旋转门”机制在高校兼任任教,其企业工作经历

可折算为职称评审的实践学分。此外,应建立动态监测平台,实时跟踪产教融合项目的设备使用率、学生留岗率等关键指标,为政策调整提供数据支撑。这些保障措施的系统性实施,将有效破解校企合作中的权责不清、动力不足等顽疾,为增材制造领域产教融合营造良性发展生态。

4 结语

增材制造产业的产教融合实践表明,只有构建动态调整的课程体系与深度协同的育人机制,才能实现教育供给与产业需求的有效对接。经过技术攻关联合体推动的产学研合作,不仅加速了金属打印缺陷控制等关键技术突破,更重塑了人才培养的实践路径。政策保障体系的完善为校企资源整合提供了制度基础,使设备共享、师资互聘等举措得以规范实施。未来应继续深化协同创新生态建设,在复合材料成型工艺优化、数字化工艺仿真等领域拓展合作维度,同时建立产教融合效能评估体系,推动形成可持续的校企命运共同体,为制造业高质量发展提供坚实人才支撑。

参考文献:

- [1] 农映恬. 校企协同生态共建赋能产教融合研究[J]. 合作经济与科技, 2025, (08): 145-148.
- [2] 余静, 闫广芬, 杜剑涛. 卓越工程师素养的校企认知间隙与弥合[J]. 中国高教研究, 2025, (03): 42-49.
- [3] 周宏强, 岳炫. 新一轮“双高计划”背景下高职院校高质量产教融合: 内涵、难点与突破[J]. 职业技术教育, 2025, 46 (09): 46-50.
- [4] 张旭燕, 郭建宏. 产教融合视域下现代职业教育改革路径探讨[J]. 汽车知识, 2025, 25 (03): 241-243.
- [5] 王岩, 李淼. 高职院校产学研协同创新问题研究[J]. 焦作大学学报, 2025, 39 (01): 85-88.

作者简介: 程鹏 (1993-), 男, 汉族, 安徽桐城人, 博士, 副教授

研究方向: 金属结构材料设计与开发。

晋中学院教学改革创新项目 (Jg202378)