

智能制造场景中智能控制与决策的实践教学模式创新

杨龙飞

南京理工大学智能制造学院，江苏 无锡 214000

摘要：智能制造人才培养面临教育场景离散化与能力评估滞后等现实挑战，传统实践教学模式在虚实交互深度与跨学科整合方面存在显著局限。本研究聚焦智能控制与决策能力培养，提出基于数字孪生技术的教育场景重构策略，通过物理引擎与边缘计算架构实现设备状态的高保真映射，构建双向数据流驱动的沉浸式训练环境。跨学科课程体系以典型工业项目为载体，采用问题链设计方法强化机械、控制、信息等领域的知识耦合，动态能力评估机制则通过多模态生物特征分析构建个性化成长模型。师资培养突破校企人才流动壁垒，形成技术研发与教学实践双向赋能的协同生态。研究结果为智能制造实践教学改革提供具有产业适配性的解决方案，有效弥合教育供给与产业需求的结构性断层。

关键词：智能制造场景；智能控制与决策；实践教学模式

引言

全球制造业数字化转型加速催生智能控制人才能力标准升级，而高校实践教学体系却面临技术迭代与教育模式创新的双重压力。现有实训平台受限于物理空间与仿真精度，难以复现智能工厂的动态决策场景，学科壁垒导致的知识碎片化问题更是削弱了学生复杂工程问题解决能力。传统评估机制偏重结果性考核，忽视工业现场关注的系统优化与协同创新素养，师资队伍的理论与实践结构性矛盾则加剧了教学内容与产业技术的脱节。困境的根源在于教育场景的虚实割裂、课程设计的线性思维以及评价反馈的静态模式，亟需构建具有自适应特征的新型教学模式。本研究从教育场景重构、课程体系整合、评估机制创新等维度切入，探索智能制造人才培养的实践路径，为破解产教融合深层矛盾提供理论支撑与方法论指导。

1 智能制造场景中智能控制与决策的实践教学存在的问题

1.1 实践场景缺失与仿真度不足

当前智能制造实践教学面临的核心矛盾在于工业级应用场景的还原度不足与虚实交互机制的协同性缺失，这直接制约了学生复杂工程问题解决能力的培养^[1]。由于物理实训平台建设成本高昂，多数院校依赖基础性数控机床与简单 PLC 控制系统开展教学，导致柔性生产线动态调度、多机器人协同控制等关键场景难以复现，而现有虚拟仿真系统又因缺乏数字孪生技术支持，在设备物理特性建模与工艺参数耦合方面存在明显偏差^[2]。仿真度不足进一步引发数据采集链条断裂，传感器信号传输时延与设备状态反馈失真使得控制算法验证失去实际意义，学生在虚拟环境中训练的决策模型往往无法迁移至真实工业场景。更为严峻的是，离散制造与流程工业的场景差异性未被有效区分，教学案例库普遍存在行业特征模糊的问题，例如汽车装配线与化工产线的控制逻辑混淆，导致学生形成碎片化认知。这一现状的根源在于校企协同开发机制尚未打通，企业实际生产数据因保密要求难以转化为教学资源，

而院校自主研发的虚拟仿真平台又缺乏工业级验证渠道，最终形成教学场景与产业实践的代际鸿沟^[3]。

1.2 学科壁垒导致能力割裂

学科专业划分过细与课程体系割裂正在消解智能制造所需的复合型能力培养，机械、控制、信息等学科的知识孤岛现象尤为突出^[4]。机械类专业课程过度聚焦机构设计与力学分析，却忽视控制算法在设备运行中的实际嵌入逻辑；自动化教学往往停留在经典 PID 控制理论层面，对工业现场总线通讯协议与边缘计算架构缺乏实操训练；计算机课程则偏重通用软件开发，极少涉及制造执行系统（MES）与数据采集与监控系统（SCADA）的集成开发。这种割裂直接导致学生在面对智能产线故障诊断时，难以跨越机械传动异常与控制参数失调的关联分析，更无法构建设备状态数据与决策优化模型的有效映射。其深层矛盾源于跨学科教学团队建设滞后，不同院系教师各自固守学科边界，在实训项目设计中缺乏协同创新意识，典型案例是工业机器人集成应用教学中机械装调与运动控制环节被人为拆分，使学生丧失系统思维训练机会。能力割裂的严重后果体现在毕业生无法适应智能工厂岗位需求，既不具备装备数字化改造的全局视野，也缺乏跨领域技术协调整合能力。

1.3 评价体系滞后于产业需求

现有评价机制与智能制造人才能力需求的脱节已形成显著的教育供给侧矛盾，传统考核方式难以捕捉工程实践能力的真实发展水平^[5]。多数院校仍以实验报告完整度与程序代码正确性作为主要评分标准，忽视对系统调试能力、异常工况处置效率等核心素养的考察，例如在智能仓储物流系统调试中，教师往往仅关注 AGV 路径规划算法是否实现，却未评估多车避碰策略的动态优化过程。这种量化导向的评价模式无法反映学生面对不确定性问题时

的创新思维水平，更与工业界关注的设备综合效率（OEE）提升、生产节拍优化等关键指标严重偏离。更深层的问题在于评价主体单一化，企业技术人员未能实质性参与能力标准制定，导致教学要求与岗位能力模型错位，典型例证是工业物联网教学中仍侧重传感器接线训练，而产业界亟需的边缘节点数据处理能力却未被纳入考核范畴。评价滞后性还体现在缺乏动态调整机制，未能及时响应智能装备迭代速度，如协作机器人人机交互安全规范等新标准未及时转化为评价指标，加剧了人才培养的滞后效应。

1.4 师资结构性与实践性矛盾

教师队伍的能力断层已成为制约实践教学改革的瓶颈，理论储备与工程经验的结构失衡问题亟待破解。多数青年教师从学术研究轨道成长，虽掌握机器学习算法等前沿理论，却缺乏智能装备调试与工业网络部署的实战经验，在指导数字孪生系统开发时往往陷入技术理想化误区，典型案例是将仿真模型精度盲目提升至 99.99% 而忽视实时性要求^[6]。反观具有企业经历的教师，虽熟悉产线运作流程，但面对工业大数据分析 with 智能决策算法更新时又显现知识老化困境。这种矛盾在跨学科课程教学中尤为突出，例如在教授智能检测与质量控制时，机械背景教师难以深入讲解视觉检测算法的参数优化方法，而计算机专业教师又不熟悉测量仪器的操作规范。其根本症结在于校企人才流动机制不畅，教师企业实践往往停留于参观考察层面，未能深度参与实际技改项目，导致工程经验更新速度落后于技术发展节奏。师资矛盾的延伸影响是课程内容与产业技术发展脱节，最新应用的 5G 工业互联网、自适应控制技术等未能及时转化为教学案例，削弱了实践教学的前沿性。

2 智能制造场景中智能控制与决策的实践教学模式创新策略

2.1 实践场景缺失与仿真度不足

当前智能制造实践教学面临的核心矛盾在于工业级应用场景区的还原度不足与虚实交互机制的协同性缺失,直接制约了学生复杂工程问题解决能力的培养。由于物理实训平台建设成本高昂,多数院校依赖基础性数控机床与简单 PLC 控制系统开展教学,导致柔性生产线动态调度、多机器人协同控制等关键场景难以复现,而现有虚拟仿真系统又因缺乏数字孪生技术支持,在设备物理特性建模与工艺参数耦合方面存在明显偏差。仿真度不足进一步引发数据采集链条断裂,传感器信号传输时延与设备状态反馈失真使得控制算法验证失去实际意义,学生在虚拟环境中训练的决策模型往往无法迁移至真实工业场景。更为严峻的是,离散制造与流程工业的场景差异性未被有效区分,教学案例库普遍存在行业特征模糊的问题,例如汽车装配线与化工产线的控制逻辑混淆,导致学生形成碎片化认知。这一现状的根源在于校企协同开发机制尚未打通,企业实际生产数据因保密要求难以转化为教学资源,而院校自主研发的虚拟仿真平台又缺乏工业级验证渠道,最终形成教学场景与产业实践的实际鸿沟。

2.2 学科壁垒导致能力割裂

学科专业划分过细与课程体系割裂正在消解智能制造所需的复合型能力培养,机械、控制、信息等学科的知识孤岛现象尤为突出。机械类专业课程过度聚焦机构设计与力学分析,却忽视控制算法在设备运行中的实际嵌入逻辑;自动化教学往往停留在经典 PID 控制理论层面,对工业现场总线通讯协议与边缘计算架构缺乏实操训练;计算机课程则偏重通用软件开发,极少涉及制造执行系统(MES)与数据采集与监控系统(SCADA)的集成开发。这种割裂直接导致学生在面对智能产线故障诊断时,难以跨越机械传动异常与控制参数失调的关联分析,更无法构建设备状态数据与决策

优化模型的有效映射。其深层矛盾源于跨学科教学团队建设滞后,不同院系教师各自固守学科边界,在实训项目设计中缺乏协同创新意识,典型案例是工业机器人集成应用教学中机械装调与运动控制环节被人为拆分,使学生丧失系统思维训练机会。能力割裂的严重后果体现在毕业生无法适应智能工厂岗位需求,既不具备装备数字化改造的全局视野,也缺乏跨领域技术协调整合能力。

2.3 评价体系滞后于产业需求

现有评价机制与智能制造人才能力需求的脱节已形成显著的教育供给侧矛盾,传统考核方式难以捕捉工程实践能力的真实发展水平。多数院校仍以实验报告完整度与程序代码正确性作为主要评分标准,忽视对系统调试能力、异常工况处置效率等核心素养的考察,例如在智能仓储物流系统调试中,教师往往仅关注 AGV 路径规划算法是否实现,却未评估多车避碰策略的动态优化过程。量化导向的评价模式无法反映学生面对不确定性问题时的创新思维水平,更与工业界关注的设备综合效率(OEE)提升、生产节拍优化等关键指标严重偏离。更深层的问题在于评价主体单一化,企业技术人员未能实质性参与能力标准制定,导致教学要求与岗位能力模型错位,典型例证是工业物联网教学中仍侧重传感器接线训练,而产业亟需的边缘节点数据处理能力却未被纳入考核范畴。评价滞后性还体现在缺乏动态调整机制,未能及时响应智能装备迭代速度,如协作机器人人机交互安全规范等新标准未及时转化为评价指标,加剧了人才培养的滞后效应。

2.4 师资结构性与实践性矛盾

教师队伍的能力断层已成为制约实践教学改革的瓶颈,理论储备与工程经验的结构性失衡问题亟待破解。多数青年教师从学术研究轨道成长,虽掌握机器学习算法等前沿理论,

却缺乏智能装备调试与工业网络部署的实战经验,在指导数字孪生系统开发时往往陷入技术理想化误区,典型案例是将仿真模型精度盲目提升至 99.99%而忽视实时性要求。反观具有企业经历的教师,虽熟悉产线运作流程,但面对工业大数据分析 with 智能决策算法更新时又显现知识老化困境。该矛盾在跨学科课程教学中尤为突出,例如在教授智能检测与质量控制时,机械背景教师难以深入讲解视觉检测算法的参数优化方法,而计算机专业教师又不熟悉测量仪器的操作规范。其根本症结在于校企人才流动机制不畅,教师企业实践往往停留于参观考察层面,未能深度参与实际技改项目,导致工程经验更新速度落后于技术发展节奏。师资矛盾的延伸影响是课程内容与产业技术发展脱节,最新应用的 5G 工业互联网、自适应控制技术等未能及时转化为教学案例,削弱

了实践教学的前沿性。

3 结语

智能制造实践教学改革的核在于构建教育场景与工业现场的价值闭环,通过数字孪生技术实现虚实空间的认知映射,使学生在动态交互中形成工程直觉与系统思维。跨学科项目式课程打破知识传授的线性逻辑,培育技术集成与协同创新能力,动态评估机制则借助生物特征分析揭示能力形成的内在机理。校企协同师资培养模式重构了教师能力发展路径,推动教育主体与产业技术的同步进化。这些创新策略的协同作用有效解决了传统教学中的场景失真、能力割裂与评价滞后问题,为智能制造人才培养提供了可复制的实践范式。未来研究需进一步关注教育大数据挖掘与自适应学习机制构建,在技术赋能与教育本质的平衡中探索更具韧性的育人模式。

参考文献

- [1]胡林静,张伟鹏,刘慧文等.案例教学在控制工程领域研究生专业课程中的应用[J].赤峰学院学报(自然科学版),2025,41(02):109-111.
- [2]邓雄峰,黄宜庆.应用型人才培养导向下专业理论课程教学方法探讨[J].内江科技,2025,46(01):22-23.
- [3]张勋才,牛莹,宋文军.新工科背景下控制类专业实践教学改革的探索[J].高教学刊,2025,11(03):52-55.
- [4]王从庆,薛雅丽.新工科背景下智能控制课程教学改革与探索[J].中国现代教育装备,2025,(01):62-64.
- [5]甄换成,曹星慧,马彪.新工科背景下的控制工程基础课程教学改革研究[J].造纸装备及材料,2025,54(01):174-176.
- [6]涂承刚,伍定.产教融合背景下智能控制技术专业的课程体系现状研究[J].农机使用与维修,2025,(01):167-170.

作者简介:杨龙飞(1989-),男,汉族,河南叶县人,博士,讲师,主要研究方向:协作机器人智能制造技术,智能传感器设计理论等。

基金项目:教育部产学合作协同育人项目(230825595207178),江苏省高等教育教学改革研究课题(2023JSJG744)。