

中职工业机器人专业 “赛教结合 + 虚实协同” 教学模式探索

刘弘道

宁波行知中等职业学校, 浙江 宁波 315000

DOI: 10.61369/VDE.2025250018

摘要 : 针对中职工业机器人专业 “技能碎片化、实践脱产业、素养培育弱” 的核心问题, 本文以 “以赛促教” 为理念, 探索 AI 与数字孪生技术的深度融合路径。构建 “虚拟仿真 - 真实实操 - 竞赛验证” 三阶教学体系, 将智能分拣赛项转化为模块化教学载体, 实现多技能整合。以 36 名学生为实践对象, 经一学期验证, 学生编程平均完成时间缩短 47%, 操作错误率下降 52%, 综合技能优秀率提升 19 个百分点, 为专业教学改革提供可复制范式。

关键词 : 中职教育; 工业机器人专业; 以赛促教; AI 技术; 数字孪生; 教学融合

Exploration of the "Competition and Teaching Integration + Virtual and Real Synergy" Teaching Model in the Industrial Robot Major of Secondary Vocational Schools

Liu Hongdao

Ningbo Xingzhi Secondary Vocational School, Ningbo, Zhejiang 315000

Abstract : Aiming at the core problems of fragmented skill training, industry-disconnected practical scenarios and insufficient professional literacy cultivation in the industrial robot major of secondary vocational schools, this paper explores the in-depth integration path of artificial intelligence (AI) and digital twin technologies under the concept of "promoting teaching through competitions". A three-stage teaching system of "virtual simulation-real operation-competition verification" is constructed, and the intelligent sorting competition project is transformed into a modular teaching carrier to realize the integration of multiple skills. Taking 36 students majoring in industrial robots in a secondary vocational school as the research objects, a one-semester teaching verification shows that the average time for students to complete robot programming is shortened by 47%, the operation error rate is reduced by 52%, and the excellent rate of comprehensive skills is increased by 19 percentage points. This integration path provides a replicable practical paradigm for the teaching reform of the industrial robot major in secondary vocational schools.

Keywords : secondary vocational education; industrial robot major; promoting teaching through competitions; AI technology; digital twin; teaching integration

引言

(一) 论文背景

2025 年 “中国制造 2025” 战略纵深推进, 工业机器人市场规模突破 500 亿元, AI 轻量化、数字孪生等技术成为行业标配。同时 “新技术与职业教育的深度融合已成为智能制造领域教学改革的必然趋势, 虚拟仿真技术能够有效弥补实训设备不足的短板, 为技能人才培养提供技术支撑”^[1]。

然而 “传统教学模式下的毕业生岗位适配周期长, 企业二次培训成本较高, 这一现象已成为制约产业人才供给的关键问题, 亟需通过教学改革破解”^[2]。尽管《职业教育产教融合促进法》要求 “新技术融于实训”, 但中职工业机器人专业教学仍面临教学与产业需求脱节的核心矛盾集中在教学内容更新不及时、实训条件与企业实际差距较大、评价标准与岗位要求不匹配等方面”^[3]。本论文立足行业新态势, 以 “以赛促教” 为核心, 探索新技术实训应用路径, 为专业教学改革提供实践案例。

(二) 研究意义

理论层面, 本研究将 “以赛促教” 的任务驱动理念与 AI、数字孪生技术的技术赋能特性有机结合, 丰富了中职智能制造领域虚实融

合教学理论体系。现有职业教育研究中存在技术应用与教学实践脱节的普遍问题，缺乏可落地的融合路径设计，难以形成系统性的教学理论支撑^[4]，本研究恰好弥补了这一不足，构建的全新教学理论框架可为后续研究提供参考，推动中职工业机器人专业教学理论发展。

实践层面，基于智能分拣赛项开发的模块化教学方案，可破解中职院校设备不足、场景单一的困境。职业教育教学方案需聚焦复合技能培养，紧密对接智能制造产业升级对高素质技术技能人才的需求，突出实践导向与岗位适配性^[5]，本研究的教学方案与该理念高度契合，能够培养学生复合技能与职业素养，为企业输送适配人才，其实施经验具有广泛推广价值。

一、中职业工业机器人教学的现实困境

（一）技能培养碎片化，难以适配复合岗位要求

当前，中职业工业机器人专业课程多按“机器人基础 - 编程操作 - 维护保养”线性逻辑设置，缺乏与 AI、数字孪生等先进技术的有效融合。传统课程体系的线性结构导致技能培养呈现碎片化特征，各技能模块相互割裂，无法形成协同应用能力，难以满足企业对复合型技术技能人才的需求^[6]。相关调查显示，某中职该专业仅 35% 学生能完成“机器人 + 视觉”简单协同任务，可实现“AI 逻辑配置 + 数字孪生调试”的学生占比不足 10%。张磊在《中职业工业机器人专业复合型技能人才培养模式研究》中公布的调研数据也显示，“中职业工业机器人专业学生的跨技术协同应用能力普遍薄弱，仅少数学生能适配企业复合岗位要求，多数学生需经过企业系统性岗前培训才能上岗”^[7]。这种单一技能培养模式，致使学生难以适配企业复合岗位要求，需 6-8 周岗前培训，既增加企业成本，也延缓学生职业发展。

（二）实践教学脱离产业，实训场景仿真度低

多数中职院校受限于实训设备成本，仅配备 2-3 台工业机器人，且未搭建虚拟仿真平台，实训教学应还原企业真实生产工况，强化动态任务与多设备协同训练，提升学生应对复杂生产场景的能力^[8]。例如，某中职实训课仅要求学生按预设程序完成 5 个固定点位运动，无需考虑物料识别、路径优化等实际问题。这种脱节的实训教学，导致“课堂会操作，上岗不会用”的现象普遍存在，学生实践能力难以匹配企业需求。

（三）职业素养培育薄弱，缺乏团队协作与安全意识

传统中职业工业机器人教学普遍存在重技能操作、轻职业素养培育的问题。学生实训多独立完成任务，缺乏团队协作训练；职业素养培育是中职教育对接企业岗位要求的关键环节，团队协作与安全意识缺失会严重影响学生的岗位适配能力，甚至可能引发生产安全风险^[9]。某中职教学反馈显示，42% 的学生实训时曾出现未检查急停按钮就启动设备的违规操作，30% 的实训小组因分工不明导致任务超时，与企业岗位要求严重不符，不利于学生实现校企角色转变。

二、针对现实困境的策略分析

（一）依托情境学习理论：构建“仿真 - 真实”双场景实训体系

为解决“实训场景脱离产业”痛点，本研究以情境学习理论为指导，打造“虚拟仿真 + 真实实操”双重实训场景。

依托数字孪生技术搭建与企业产线 1:1 的虚拟实训平台，精准还原“智能分拣、多机协同”等真实工况，让学生在无风险、可重复的虚拟环境中熟悉操作流程与生产逻辑，为实操筑牢基础^[10]。

（二）践行建构主义学习理论：设计“自主探索 - 实时反馈”教学流程

针对“学生被动学习、技能掌握不扎实”的问题，本研究以建构主义优化教学流程：

（1）采用“任务驱动 + 自主探究”模式，教师明确竞赛任务目标（如 30 分钟完成 3 种颜色物料分拣），引导学生自主拆解任务、设计方案；

（2）依托 AI 轻量化技术与数字孪生系统提供实时反馈，助力学生修正方案；

（3）建立“小组协作 + 互评反馈”机制，强化学生主动学习意识。

三、“以赛促教 + AI + 数字孪生”的教学融合路径设计

总体框架构建

基于“虚实融合、赛教一体”的理念，构建“三阶九步”教学框架（见表 1），将 AI 轻量化赋能、工业机器人编程、数字孪生技术拆解为模块化教学内容，通过竞赛任务驱动技能整合：

第一阶：虚拟仿真（4 课时）：学生在数字孪生环境中完成“三维建模 - AI 逻辑配置 - 虚拟调试”，掌握核心技术原理；

第二阶：真实实操（8 课时）：基于虚拟调试成果，优化机器人程序，完成物理设备的分拣任务；

第三阶：竞赛验证（2 课时）：以小组为单位参与校内智能分拣竞赛，检验技能掌握程度，强化团队协作。

| 教学阶段 | 阶次目标 | 核心步骤 | 课时分配 | 技术支撑工具 | 能力培养重点 |
|------|----------------------|------------|------|-----------------|----------------|
| 虚拟仿真 | 掌握核心技术原理，完成基础建模与逻辑配置 | 1. 三维建模 | 1 课时 | SolidWorks | 三维建模与尺寸把控能力 |
| | | 2. AI 逻辑配置 | 2 课时 | Dify 开源平台、智普大模型 | AI 逻辑设计与工具操作能力 |
| | | 3. 虚拟调试 | 1 课时 | Robot Studio | 虚拟调试与问题排查能力 |
| 真实实操 | 优化程序与设备适配，实现虚实联动 | 4. 程序优化 | 2 课时 | 工业机器人编程软件 | 机器人编程与参数优化能力 |

| | | | | | |
|------|-----------------|-----------|--------|--------------------|-------------|
| | | 5. 物理设备标定 | 3 课时 | 工业机器人本体、视觉相机 | 设备标定与精度控制能力 |
| | | 6. 虚实联动测试 | 3 课时 | Robot Studio、物理机器人 | 虚实协同与系统集成能力 |
| 竞赛验证 | 检验技能整合效果，强化团队协作 | 7. 任务拆解 | 0.5 课时 | 竞赛任务书 | 任务拆解与分工协作能力 |
| | | 8. 小组协同竞赛 | 1 课时 | 全套实训设备、竞赛评分表 | 应急处理与高效执行能力 |
| | | 9. 成果复盘 | 0.5 课时 | 复盘记录表 | 总结反思与持续改进能力 |

表1 整体框架表

四、教学实践与效果分析

(一) 实践对象与条件

选取某中职工业机器人专业 2023 级 1 班 (36 名学生) 为实践对象，分为 12 个小组，每组 3 人，分别担任 “AI 赋能调试员” “机器人编程员” “数字孪生程序员”；实训设备包括：Fanuc LR Mate 200iD 工业机器人 3 台、拓竹 X1 3D 打印机 1

台、Robot Studio 2023 版软件、Dify 开源平台、智普大模型 API 账号；实践周期为一学期 (16 周，每周 2 课时)。

(二) 实践过程

1. 前期准备 (2 周)

开展 AI 与数字孪生技术的入门培训，通过 “案例演示 + 基础操作” 让学生掌握 Dify、Robot Studio 的基本功能；

制定《设备安全责任检测表》，明确 “实操前检查急停按钮、接地端子” “实操后清理设备、关闭电源” 等规范，强化安全意识^[4]。

2. 模块教学 (12 周)

按 “AI 轻量化→数字孪生→机器人编程” 的顺序开展教学，每模块结束后进行小组互评，教师针对问题进行针对性指导。例如，在 AI 模块中，某小组因 prompt 设置模糊导致 AI 输出的分拣规则混乱，教师引导其补充 “物料尺寸、抓取优先级” 等关键信息，使规则适配度从 65% 提升至 92%。

3. 竞赛验证 (2 周)

组织班内智能分拣竞赛，模拟企业真实场景设置任务：“在 35 分钟内完成 4 种颜色、3 种形状物料的分拣，需处理 ‘2 次缺料、1 次物料错位’ 的异常情况”。竞赛中，各小组需提交 “AI 工作流文件、机器人程序、数字孪生模型”，教师评委按预设评价体系打分。(打分明细标准如下表 2)

| 评分维度 | 权重 | 评分标准 | 优秀组 (均值 8.5 分) 表现 | 中等组 (均值 6.8 分) 表现 | 进步组 (均值 7.2 分) 表现 |
|---------|------|--|--|--|--|
| AI 逻辑配置 | 20% | 规则合理性 (10 分): 颜色 - 形状匹配准确, 抓取优先级清晰; 异常处理完整性 (10 分): 覆盖常见异常场景 | 规则完全适配需求, 异常处理建议可直接落地 | 规则基本合理, 缺 1 种异常场景处理方案 | 规则无明显错误, 经指导后可适配需求, 异常处理较简略 |
| 机器人编程优化 | 25% | 程序可读性 (10 分): 注释清晰, 变量命名规范; 运行稳定性 (15 分): 无语法错误, 动作流畅无卡顿 | 程序注释完整, 运行零错误, 动作响应迅速 | 程序注释较完整, 偶有语法小错误, 调试后可正常运行 | 程序结构清晰, 无核心错误, 动作流畅度一般 |
| 数字孪生调试 | 25% | 模型精度 (10 分): 虚拟模型与物理设备一致性; 虚实同步性 (15 分): 信号与动作同步无延迟 | 模型精度误差 $\leq \pm 0.3\text{mm}$, 同步延迟 $\leq 0.2\text{s}$ | 模型精度误差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$, 同步延迟 $\leq 0.5\text{s}$ | 模型精度误差 $\leq \pm 0.6\text{mm}$, 经优化后同步延迟 $\leq 0.4\text{s}$ |
| 分工协作 | 10% | 分工明确性 (5 分): 岗位任务清晰; 沟通效率 (5 分): 问题反馈及时, 配合顺畅 | 分工明确, 沟通高效, 无任务重叠或遗漏 | 分工基本明确, 偶有沟通延迟, 无明显协作矛盾 | 分工较明确, 经协调后可高效配合, 协作意识提升显著 |
| 安全规范 | 10% | 检测表填写 (5 分): 完整准确; 操作合规性 (5 分): 无违规操作, 设备使用规范 | 检测表填写完整, 操作零违规, 设备使用后及时清理 | 检测表填写较完整, 无重大违规操作 | 检测表填写规范, 初期有轻微违规, 经提醒后改正 |
| 问题解决 | 10% | 解决时效性 (5 分): 快速定位问题; 方案有效性 (5 分): 解决措施合理可行 | 1 分钟内定位问题, 解决方案高效落地 | 3 分钟内定位问题, 解决方案基本有效 | 2 分钟内定位问题, 解决方案经指导后可落地 |
| 总分 | 100% | - | 85 分 | 68 分 | 72 分 |

表2 打分明细标准

(三) 实践效果分析

1. 技能掌握程度显著提升

通过教学前后的技能测试对比 (见表 3), 学生的核心技能指标均大幅改善: 机器人编程平均完成时间从 87 分钟缩短至 46 分钟, 操作错误率从 28% 下降至 13%; AI 逻辑配置的适配度从 58% 提升至 89%; 数字孪生虚实同步精度从 $\pm 1.2\text{mm}$ 提升至

$\pm 0.5\text{mm}$, 完全满足企业 “智能分拣” 的岗位要求^[2]。

| 技能指标 | 教学前 (均值) | 教学后 (均值) | 提升幅度 |
|----------------|----------|----------|------|
| 机器人编程完成时间 (分钟) | 87 | 46 | 47% |
| 操作错误率 | 28% | 13% | 52% |
| AI 逻辑配置适配度 | 58% | 89% | 53% |

| | | | |
|-----------------|------|------|-----|
| 数字孪生虚实同步精度 (mm) | ±1.2 | ±0.5 | 58% |
|-----------------|------|------|-----|

表3 教学前后的技能测试对比

2. 职业素养与团队协作能力增强

结果显示, 12 个小组均能在规定时间内完成任务, 且 83% 的小组严格执行《设备安全责任检测表》的检查流程, 无违规操作; 在分工协作中, 75% 的小组通过“信号交接、口头确认”实现高效配合, 如“AI 赋能调试员完成逻辑配置后, 同步给机器人程序员优化程序, 数字孪生程序员监控虚拟同步”, 这与企业“分工明确、协同高效”的岗位要求高度契合。

五、结论与展望

(一) 研究结论

本研究构建“以赛促教 + AI + 数字孪生”教学融合路径, 有效破解中职工业机器人教学三大困境:

(1) 模块化内容设计实现多技能整合, 打破单一技能培养局限;

(2) 虚实融合实训环境降低设备成本与实操风险, 对接真实产业场景;

(3) 竞赛驱动结合安全规范, 强化学生团队协作与安全意识。该路径可提升学生复合技能与岗位适配能力, 为专业教学改革提供可复制方案。

(二) 研究局限与展望

本研究的实践对象仅为 1 个班级, 样本量较小, 后续需扩大实践范围, 验证路径在不同中职院校的适用性; 同时, 教学中采用的 AI 轻量化技术仅涉及分拣逻辑配置, 未来可引入“故障预测 AI 模型”, 进一步拓展技术应用场景。此外, 可联合企业开发“云虚拟仿真平台”, 实现跨校资源共享, 降低薄弱院校的实训门槛, 推动中职工业机器人教育的均衡发展。

参考文献

- [1] 杨利静. 基于虚拟仿真技术的工业机器人混合式教学模式研究 [J]. 上海职业教育, 2025(1): 45-48.
- [2] 赵振铎. 中职工业机器人技术应用专业实训教学体系的创新与实践 [J]. 数字通信世界, 2024(2): 185-187.
- [3] 周建辉. 工业机器人技术专业赛教融合的实践探索——以全国工业机器人技术应用技能大赛为例 [J]. 职业技术教育, 2024(26): 45-49.
- [4] 王艳. 中职差异教学现状及策略分析 [D]. 河北师范大学, 2025.
- [5] 陈瑞发, 兰虎, 曹建波. 1+X 证书制度下中职工业机器人应用编程类教材开发探究 [J]. 职业教育研究, 2021(5): 34-39.
- [6] 刘敏. 数字孪生技术在职业教育实训教学中的应用 [J]. 中国教育技术装备, 2022(18): 45-47.
- [7] 张磊. 中职工业机器人专业复合型技能人才培养模式研究 [J]. 机械职业教育, 2023(2): 56-60.
- [8] 工业机器人教学指导委员会. 中职工业机器人专业实训教学指南 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2023.
- [9] 李刚. 数字孪生技术在中职工业机器人实训教学中的应用探索 [J]. 中国职业技术教育, 2022(24): 85-89.
- [10] 吴涛. 工业机器人模块化编程技术与实训应用 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2023.