

高校工业机器人课程实训教学改革路径探析

吴迪

重庆交通职业学院, 重庆 402247

摘要: 智能制造的深入推进, 对高校工业机器人人才培养提出了由单一操作型向复合应用型转变的新要求。针对当前实训教学中存在的课程内容滞后于产业技术迭代、设备资源受限且生均实操不足、项目碎片化与企业真实任务脱节、评价偏重结果而忽视过程能力等问题, 文章以岗位能力为导向, 提出“岗课赛证融通、虚实融合递进、校企协同育人、四维综合评价”的改革框架。实践表明, 该路径能有效提升学生的工程实践与系统集成能力, 可为同类高校工业机器人实训教学改革提供参考。

关键词: 工业机器人; 实训教学; 教学改革; 虚实融合; 产教融合

DOI: 10.64649/yh.shygl.issn3105-0085.202609003

0 引言

《工业机器人系统集成》是机器人、机械电子工程、智能制造工程等专业核心课。贯彻“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的教育改革思想, 以工业机器人系统为主线, 对相关工程实践应用的基础知识、基本理论、基本方法等教学内容加以有机融合, 逐步建立少重点、广结构、厚素质、强实践的教学体系。通过课程的教学, 要求学生了解工业机器人基本构造, 包括机械结构, 控制系统, 以及传感系统工作原理及基本构造。高校实训教学是连接理论与岗位的关键, 但受设备、师资限制, 普遍存在“重演示轻实操、重单项轻系统”倾向, 学生难以形成工程思维。本文探索改革路径, 对提升人才培养质量具有重要理论与实践意义。

1 高校工业机器人实训教学的现状审视

1.1 课程体系滞后于技术迭代

工业机器人技术是机械、电气、控制、传感和信息等多学科综合起来的高新技术, 更新速度很快。部分高校课程内容仍然停留在机器人结构和基础编程上, 对于离线编程、仿真、机器视觉、数字孪生、工业网络和数据采集等新兴技术的覆盖较少; 课程之间各自为政, 机器人、PLC、HMI和视觉等知识点不能在项目载体中有效地结合起来, 造成学生只会单机编程, 不会系统联调的局面。特别是当人工智能、柔性制造出现以后, 课程更新周期会达到几年的时间, 远不能跟上企业的生产线技术更新的速度, 学生毕业之后还要在企业进行重新培训, 这就暴露出教学内容同岗位技术存在明显的差距, 课程体系需要做动态的调整。

1.2 设备资源受限, 生均实操不足

工业机器人工作站造价高、占地面积大, 并且包含高压电、气动和运动部件, 存在安全

隐患。大部分院校存在设备台套数少、品牌型号单一的情况, 实训只能用分组轮转、教师演示的方式进行, 学生独立上手的时间短。虚拟仿真虽然已经在部分课程中被使用, 但是常常和实体操作存在着两张皮的情况, 没有形成从虚拟到真实的一种顺畅过渡, 仿真成果不能在实物设备上实现再现。以某应用型本科院校为例, 一台六轴机器人一般需要十多个学生共同使用, 人均实操时间不到课时的一半, 加上维护成本高、耗材损耗大, 有限的硬件投入很难转化为学生扎实的操作能力。

1.3 项目碎片化, 校企协同深度不足

实训项目大多是验证性、封闭性的任务, 任务书边界明确、答案唯一, 缺少工艺约束、故障扰动和时间节拍等真实的生产条件, 不能训练学生做出决策和排故的能力。企业参与大多只是停留在参观实习、专家讲座等表面形式上, 并没有将岗位标准、真实案例以及过程数据真正地融入到课程中去, 造成人才培养同岗位需求之间存在着最后一公里的错位。由于课堂化的设计使学生习惯于按照一定的步骤来重复获得结果, 当工艺发生改变、出现故障或者需要与其他部门配合的时候就无法应对, 工程意识和系统思维不能在碎片化的训练中形成。

1.4 评价维度单一, 过程性关注不够

传统的考核标准是看程序是否能正常运行、作品是否已经完成, 对于学生规范意识、合作交流、文档编写、安全素养和工程思维等各方面没有进行评价。评分标准主观性强、缺少过程记录, 不能及时发现学生的学习困难, 也不能支撑教学的持续改进, 评价本身的功能被削弱了。再加上评价是由教师独自完成的, 缺少企业的视角以及同伴互评, 评价结果只能反映最终成果, 不能反映出思维过程, 学生也就把实训异化为完成任务、拿到分数的应付行为,

很难形成对质量与职业规范的深层认同。

2 改革理念与总体目标

改革以成果导向教育(OBE)理念为指导,按照学生中心、产出导向、持续改进的逻辑,确定四个总体目标,即

一是以岗位能力为导向。根据工业机器人系统操作员、系统运维员等国家职业技能标准以及现场工程师的培养要求,逆向分解岗位任务,形成可以观察、可以评价的能力指标,实现专业教学标准和职业标准的对接。

二是能力的递进重组。打破理论课和实训课的线性割裂,按照基础认知、虚拟仿真、实作训练、综合创新四个层次递进的逻辑重构课程链条,如表1所示,每一个层次都有明确的任务成果和能力标准,使学生的技能由单一技能逐步走向系统集成。

三是多主体共同培育。依托产教融合共同体、产业学院、订单班等载体,使企业参与到课程标准的制定、项目的实施、过程的考核和评价反馈当中,创建起教育链、人才链与产业链协同发展的育人生态。

四是数据驱动的改善。依靠数字化教学平台保存学习行为、操作日志和任务数据,创建起“评价-诊断-改进”闭环,给教师准确施教和学生自主调节赋予支撑。

表1 工业机器人实训教学“四层递进”能力结构

教学阶段	能力目标	教学内容
基础认知层	熟悉机器人本体、坐标系、示教器与安全规范	单机示教编程、点位运动、I/O接线;仿真软件入门
虚拟仿真层	掌握离线编程、轨迹规划与碰撞检测	搬运/焊接/装配工作站仿真,数字孪生虚拟调试
实作训练层	形成工作站装调、编程与调试能力	教学工作站实操,PLC、视觉、末端执行器联调
综合创新层	具备系统集成、排故与工艺优化能力	产线级项目、企业真实案例、技能竞赛任务

3 实训教学改革的具体路径

3.1 岗课赛证融通,重构模块化课程内容

按照岗位工作任务重新安排课程内容,形成以基础模块、核心模块、拓展模块三大部分组成的一系列结构。基础模块为机械和电气装调、坐标系设置、手动操作、安全规范;核心

模块为编程应用、离线编程和仿真、PLC和HMI联调、工作站集成;拓展模块为机器视觉、工业网络、数字孪生、智能运维等。将职业技能等级证书标准、职业技能大赛赛项规程转化为教学标准和实训案例,把考证、竞赛的要求融入到日常的教学中,实现一门课程对接一类证书、一个项目对标一项赛题。使用活页式、工作手册式教材,按照技术的发展和企业工艺的变化来更新任务包,减少课程内容落后造成的影响。将1+X工业机器人操作与运维证书培训内容拆解成三个模块,用世界技能大赛“工业机器人系统集成”赛项任务书做教学项目,实现书证融通、以赛促教,使学生在完成课程学习的同时无缝对接职业认证,提高了就业竞争力。

3.2 虚实融合递进,破解设备与安全风险约束

创建起以数字化教学平台、虚拟仿真实训、实体设备为三者组成的实训环境。第一层用仿真软件建模、轨迹规划、程序编写、碰撞检测,可以供学生试错、反复优化;第二层用离线编程生成可以导入实机的程序和数据,降低现场调试成本;第三层在安全工作站上进行实物验证,主要训练规范操作、参数整定、异常处理。虚拟试错、数字验证、实体落地的迁移链条把有限的设备利用率放大,规避了高危操作的风险,使得生均有效实操时长大大提高。随着数字孪生技术的发展,可以将真实的产线运行状态同步映射到虚拟空间中,从而支持预测性维护、工艺优化等高阶训练,比如用Robot Studio创建虚拟工作站,学生完成选型、布局、编程之后,直接把代码导入到实体机器人上运行,在没有任何风险的情况下多次练习复杂的操作和工程决策,实现从“先仿真”到“后实操”的能力飞跃。

3.3 项目化教学,把生产线搬进课堂

以典型工作站为载体,把知识点融入完整的工程项目,用“三阶递进、虚实结合”的方式开展教学,即先利用仿真软件进行基础操作和编程模拟,然后到教学工作站上进行实体编程和调试,最后以企业真实案例或者竞赛项目为驱动,在模拟的产线上完成复合任务,加强故障诊断和工艺改进的能力。任务设计要还原真实的生产约束条件,即工艺文件、质量标准、安全规范、交付周期和团队协作,用小组合作、角色分工的方式组织起来,并设置一些故障注入、工况变化等开放性的环节,使学生由“完成任务”变为“优化方案”。课程思政元素(工匠精神、规范意识、责任担当)自然渗透到安全、质量、劳动环节中,不能做标签化处理。通过

引进校企合作引入的机器人视觉分拣工作站,学生需要经历从方案设计、电气选型、程序编写、系统联调等各方面的过程,在模拟企业的项目管理过程中提升自身的工程素养,将生产线搬入课堂,将工程师的思维方式带入到实践中。

3.4 校企二元协同, 共建平台与队伍

校企协同要从“浅层合作”转向“共同育人”,联合行业企业共建现场工程师学院、产教融合实践中心,由企业工程师和学校教师一起制定培养方案、开发项目库和评价标准,把企业真实的任务作为教学主线。实行工学交替、阶段轮换的组织形式,学生在教学车间和生产车间之间轮转学习,从跟岗走向顶岗。在师资方面实行教师进车间、技师进课堂的双向流动机制,即专业教师到企业实践、技能认证,企业技术人员到学校学习、考核。创建起结构化的“双导师”团队,创建企业导师的遴选、培训、激励和考核办法,保证协同育人工作持久且高质。以“招生即招工、入校即入企”的订单培养为例,企业全程参与方案的制定、课程的开发和教学的实施,并且给予最新的工作站作为教学使用,保证了人才培养的规格同产业的需求实现零距离对接,给改革提供了强有力的平台以及师资支撑。

3.5 四维综合评价, 强化过程与素养导向

创建“知识理解、技能操作、工程实践、

职业素养”四维评价体系。知识理解用在线测验和答辩来考查,技能操作用现场实操、规范和安全作为评分标准,工程实践用项目成果、调试记录、排故报告来评价,职业素养关注协作沟通、质量意识和劳动态度。四维评价采用“过程性(60%)+终结性(40%)”的方式进行评价,依靠平台自动收集的操作日志、仿真数据和提交记录,配合教师评价、企业导师评价以及小组互评等途径,创建起一个多主体、全过程、可回溯的评价证据链,有效地发挥出评价的诊断与激励作用。通过操作过程的全留痕,原来隐性的职业素养变成可以量化的、可以评价的,教师可以根据数据画像进行精准指导,学生也可以自主查漏补缺,引入企业导师对综合创新项目评分,保证评价标准与行业要求一致,使学生由“要我学”变为“我要学”,真正发挥评价“指挥棒”的育人导向作用。

4 结语

工业机器人课程实训教学改革的就是回应智能制造对复合型人才能力的要求,将“知识传授”转变为“能力建构”。本文所提出以岗位能力为中心、以项目为载体、以虚实融合为手段、以校企合作为依托、以四维评价为保障的改革路径,形成了一个比较完整的闭环。

参考文献:

- [1] 莫月珠,丁宏钰,肖小平,印四华.基于“数字化教学平台+虚实结合”的工业机器人综合实践课程教学改革[J].大学教育,2026,(12):64-69.
- [2] 龚芳芳.虚拟仿真技术在工业机器人实验课程中的应用研究综述[J].科技与创新,2026,(6):169-172.
- [3] 中海亚.基于产教融合的工业机器人技术专业人才培养模式研究[J].中国新通信,2025,27(1):103-105.
- [4] 朱洪雷,代慧.产业转型升级背景下高职工科专业人才培养模式实践与创新——以工业机器人技术专业为例[J].现代职业教育,2025,(1):69-72.
- [5] 樊建海,刘龙江.高等职业教育人才培养质量年度报告分析及改进建议——基于陕西国防工业职业技术学院质量年度报告[J].智库时代,2019,(15):74-75.
- [6] 教育部人力资源社会保障部工业和信息化部关于印发《制造业人才发展规划指南》的通知[J].中华人民共和国教育部公报,2017,(5):31-61.

作者简介: 吴迪(1998.08—),女,汉族,重庆人,硕士研究生,研究方向:工业机器人。