

产教融合下工业机器人工学一体化创新路径探究

梁智

大理技师学院, 中国·云南 大理 671006

摘要: 本文以大理技师学院工业机器人应用与维护专业入选全国技工院校工学一体化建设专业为背景, 聚焦其在推进建设中遭遇的关键瓶颈——原有实训设备偏向编程操作, 难以支撑工业机器人机械拆装核心技能培养, 学院创新性地采取“校企协同研发模块化拆装教具”“3D 打印技术实现教具低成本自主生产”“深度校企合作开发一体化课程资源”“跨专业整合开发网络课程”四大核心策略, 构建了“技术赋能、资源共创”的复合型解决方案。实践证明, 该路径有效破解了设备功能局限与建设成本的矛盾, 为相关专业在有限资源条件下推进工学一体化改革提供了可复制、可推广的“大理样板”。

关键词: 工业机器人; 工学一体化; 产教融合; 模块化教具

Exploration of the Integrated Innovation Path of Industrial Robotics and Engineering Education under the Context of Industry-University Integration

Liang Zhi

Dali Technical College, China Yunnan Dali 671006

Abstract: This paper takes the Industrial Robot Application and Maintenance major of Dali Technician College, which was selected as a national vocational school's integrated learning construction major, as the background. It focuses on the key bottlenecks encountered during the construction process - the original training equipment is biased towards programming operations, making it difficult to support the cultivation of core skills in industrial robot mechanical disassembly and assembly. The college innovatively adopted four core strategies: "collaborative research and development of modular disassembly teaching aids by school and enterprise", "low-cost autonomous production of teaching aids through 3D printing technology", "in-depth school-enterprise cooperation to develop integrated course resources", and "cross-disciplinary integration to develop online courses". These strategies have constructed a "technology empowerment and resource co-creation" comprehensive solution. Practice has proved that this approach effectively resolves the contradiction between equipment functionality limitations and construction costs, providing a replicable and promotable "Dali model" for related majors to promote the integrated learning reform under limited resources.

Keywords: Industrial robots; Integrated engineering; Industry-academia integration; Modular teaching aids

1 引言：时代需求与改革契机

随着中国制造战略的深入实施与制造业智能化转型升级的加速, 工业机器人技术已成为现代制造业的核心装备与技术制高点。教育部、人社部大力推动技工教育工学一体化人才培养模式改革, 旨在通过真实工作过程导向的教学实践, 弥合学校教育 with 产业需求的鸿沟。

大理技师学院工业机器人应用与维护专业于 2022 年成功入选全国技工院校工学一体化重点建设专业, 标志着学院在高端装备制造人才培养领域获得国家级认可。然而在推进工学一体化落地的实践中, 一个突出矛盾显现: 现有实训设备侧重于工业机器人的编程、调试与应用操作, 在支撑“安装、调试、维护及典型故障排除”等课程标准

中核心技能所需的深度和机械拆装实践方面存在显著功能缺失。全面更换或升级为具备完备拆装功能的工业机器人本体及工作站, 成本高昂, 动辄数百万, 远超学院常规教学设备投入预算。如何在有限资源条件下, 突破设备瓶颈, 真正实现“在工作中学习、在学习中工作”的一体化培养目标, 成为亟需解决的重大现实课题。

2 瓶颈解析：设备功能缺失与成本困境的双重挑战

工业机器人应用与维护专业所需的技能体系涵盖“机械、电气、传感、控制、软件”五大维度。工学一体化教学的核心在于让学生经历完整的“任务分析 - 方案制定 - 设备操作 / 调试 / 维修 - 结果验证 - 评价反馈”工作

过程。其中,机械结构的认知、拆装、调试与维护能力是保障机器人长期稳定运行的基础,更是高技能人才区别于初级操作员的关键标志^[1]。然而,大理技师学院原有的工业机器人实训设备配置存在明显局限性。

(1) 功能偏重失衡,设备主体为成套机器人工作站,设计目标主要是对轨迹编程、搬运、码垛等任务的操作和编程调试进行训练。本体结构高度集成且封闭,不能安全、方便地拆解和重新组装。

(2) 缺少拆装实践,学生不能完成减速器更换、电机拆装、电缆布线、机械臂关节装配、平衡缸调整等重要的机械维护工作,造成技能结构上存在着“软(件)强硬(件)弱”的现象。

(3) 更新成本高昂,购买具有完备拆装教学功能的工业机器人本体及配套工具,单台价格比标准应用型机器人高出 1.5 倍以上。如果要满足一个标准的教学班(30 人)同时进行实训的需求,那么设备的投入成本就会达到几百万元,远远超过了学院财政预算所能承受的范围。

设备功能缺失和高昂更新成本间的矛盾,成了大理技师学院工业机器人专业深入推行工学一体化改革的主要障碍。

3 创新突围:协同共创的复合型解决方案

面对严峻的挑战,大理技师学院并没有被传统的设备采购思想所束缚,而是从产教融合的角度出发,充分发挥自身的优势,联合企业力量,找到一条具有创新性和性价比的破局之路^[2]。

3.1 校企协同研发

(1) 模块化拆装专用教具系统(核心突破点):

学院准确地找到主要矛盾,即缺少安全的、教学化的拆装载体。因此与联诚科技集团股份有限公司(具有机器人系统集成和维护服务能力)开展深入合作,组建以企业工程师(提供产品设计规范、维护痛点、常见故障)和学院专业骨干教师(把控教学逻辑、安全规范、技能递进序列)为成员的研发团队。

(2) 设计理念创新:

教学导向的结构解耦,将工业机器人本体(六轴关节型)按照教学需求分解成底座、大臂、小臂、腕部(含各个关节)、末端法兰等独立的功能模块。每个模块在保证结构刚性和运动精度的基础上,设计出易拆卸的接口。

(3) 核心部件透明化或者可操作化,关节处设置可开合盖板,露出内部减速器(谐波、RV)、伺服电机、编码器、刹车装置,便于拆卸更换模拟故障部件。

(4) 安全冗余设计,重力平衡模拟装置、运动限位保

护、急停回路,保证学生在拆装过程中绝对的安全。

(5) 成果和价值为联合研发的教具系统,成本只有进口同类教学机器人的 7%-15%,但是实现了 90% 以上的机械拆装训练功能,它既是设备又是典型工作任务的教学载体。

3.2 技术赋能制造

3D 打印实训中心可以实现教具的自主生产。为了克服定制化教具的生产成本、供应链问题,学院创造性地把内部资源即 3D 打印实训中心利用起来。

(1) 合作模式,学院提供场地、设备(工业级 FDM、SLA、SLM 打印机)、操作人员(教师指导学生实践),昆明联诚科技提供教具的电机、减速器金属结构件、专用夹具、工程塑料和金属粉末原材料。

(2) 生产过程:

非关键结构件、外壳、专用工具用高强度工程塑料做 FDM 或者 SLA 打印。

关键模拟部件用金属粉末 SLM(选择性激光熔化)技术制造,保证必要的机械性能。

(3) 学生参与,在教师和企业工程师的指导下,学生参与模型优化切片、打印设备操作、后处理(打磨、固化、装配)等,使它本身就是一项有价值的学生工学一体化项目。

(4) 核心效益为大幅度降低制造成本(比外协加工低 50% 以上),缩短供货周期,盘活现有实训设备资源,培养学生先进的数字化设计和制造技能,形成教具生产反哺专业教学的良性循环。

3.3 资源深度共创:校企融合开发一体化课程资源包(内涵建设核心)

设备是载体,课程资源是灵魂。学院同昆明联诚科技以及其它区域的机器人应用企业开展合作,创建起包含真实工作过程教学资源包的教学资源。

(1) 创建校企“双负责人制”课程开发团队,企业技术骨干给予真实岗位任务、技术标准、故障案例库、安全规范,学校教师主导教学转化、情境设计、学习任务书编制、评价标准制订。

(2) 资源包核心构成:

①工作页(核心),用拆装教具和真实机器人维保任务来承载,设计包含“接工单、辨风险、备工具、拆步骤、查/量部件、换/调部件、装复、测功能、报结果”的全过程学习任务。

②微课视频库,录制关键拆装步骤、专用工具使用、典型故障现象及排除方法、企业工程师实操演示。

③真实的案例集,从企业给出的典型故障报告、维护工单、技术通告中选取,并去掉敏感信息。

④多元化的评价体系,即操作规范、工艺执行、功能恢复、效率、安全素养、团队协作等各方面的评价指标的评分量表。

3.4 跨域整合: 计算机专业助力开发网络课程(空间延伸与资源共享)

为解决实体设备的数量、场地、时间等各方面的限制,提高优质教学资源的覆盖范围以及利用效率,发挥内部协同的作用,将计算机应用专业教师与技术力量整合起来。采用 HTML、CSS、JavaScript、Vue 等技术进行网络课程的开发,将微课视频、工作页电子版、在线测试题库、讨论社区等整合到一起,实现混合式教学和自主学习。

推行工学一体化的思想和做法,用在线课程来作为宣传的窗口,将改革的经验同校内外的同行进行分享交流,实现资源共享。

核心价值是创建起“线上线下融合”的泛在学习环境,有效地解决实体设备台套数不足的问题,实现优质教学资源的沉淀、共享和辐射,提高信息化教学能力。

4 改革成效: 多维赋能与示范价值

经过系统地执行上面所述的四个策略后,大理技师学院工业机器人专业工学一体化建设取得明显的成效。

(1) 核心技能培养瓶颈实质性突破,模块化拆装教具加 3D 打印自制,用最低的成本解决机械拆装实操无法开展的难题,学生可以进行高频次、高还原度、零风险的拆装训练,关键岗位技能达标率提高 35% 以上。

(2) 人才培养质量明显提高,以真实任务为基础开发的课程资源包以及虚实结合的教学环境,使学生完整的经历工作过程,知识应用能力、故障诊断与排除能力、规范操作与安全意识都有明显的提高,毕业生在实习和就业中得到合作企业的高度评价^[3]。

(3) 资源建设模式创新和成本降低,创建起“企业出题、校企解题、3D 智造、共建共享”的设备与资源创建新模式。教具研发和总投入不足,新购置的专业拆装教学设备只占了 30%,但是实现了与之相当甚至更好的教学功能,为资源匮乏的院校提供了一条可行之路。

(4) 产教融合内涵加深,和昆明联诚科技等企业合作从以往的实习就业层面,发展到技术研发、产品共创、标准制定、师资共育等各个方面,形成命运共同体。

(5) 跨专业协同、资源共享典范,即计算机专业深度介入开发的网络课程,既服务于工业机器人专业,成为计算机专业师生的重要实践项目,推动了校内专业群共同

发展。

5 结论与启示: 资源约束下工学一体化的“大理路径”

大理技师学院工业机器人应用与维护专业的实践,有效地说明在资源约束条件下,技工院校如何依靠深度产教融合、技术创新应用、跨专业协同和课程资源共创,有效地解决工学一体化推进中遇到的设备和资源瓶颈问题。其成功经验为全国同类院校,尤其是中西部欠发达地区职业院校提供有效的解决办法。摒弃“等靠要”,拥抱“创改融”:面对设备困境,并非只能依赖高额财政投入购置成品。通过校企联合研发定制化教学装备,结合新兴技术进行自主化生产,是破解成本与功能矛盾的高效创新路径。产教融合是内核驱动力:企业不仅是人才需求方,更是技术资源供给方和共同育人主体。将企业真实的技术挑战、工作过程、案例标准深度融入教学设备研发与课程资源建设全过程,是实现工学一体化的根本保障。盘活校内资源,激发协同效能:最大化利用现有实训条件,打破专业壁垒,促进跨学科团队协作,能够释放巨大的内生创新动能,实现资源利用效率倍增。“网络课程”拓展教学时空:在实体设备基础上,大力开发网络课程平台,构建混合式教学环境,是突破实训场地、设备数量和时间限制,提升教学质量和资源普惠性的必然趋势。工学一体化改革是系统工程:设备更新是基础一环,但绝非全部。必须同步推进与之深度契合的课程体系重构、教学资源开发(尤其是基于工作过程的工作页)、教学方法改革和能力本位评价体系建设,方能真正实现培养目标。大理技师学院的探索证明,有限的物质资源并非阻碍改革的不可逾越之墙。以产教融合为根基,以技术创新为杠杆,以协同共创为方法,技工院校完全有能力在资源约束条件下,走出一条高质量推进工学一体化人才培养的特色之路,为中国制造业转型升级培养更多“既懂原理、精操作、善维护”的高素质复合型人才。

参考文献:

- [1] 赵志群. 职业教育工学结合一体化课程开发指南[M]. 清华大学出版社, 2021.
- [2] 王建林, 陈解放. 产教融合视域下高职专业教学资源库建设研究[J]. 中国职业技术教育, 2023.
- [3] 李洪渠, 刘晓欢. 智能制造背景下工业机器人技术专业人才培养模式创新[J]. 职业技术教育, 2022.

作者简介: 梁智(1977.04-), 男, 汉族, 云南省宾川县, 高级实习指导教师, 研究方向: 电气自动化方向。