

机器人调试实训课程教学难点突破与教学创新实践

张康康

安徽信息工程学院 安徽 芜湖 241100

【摘要】：《机器人电气安装调试实训》是机器人工程专业核心实践必修课程，承担着培养学生机器人电气系统安装、绘图、编程、调试与故障处理能力的重要任务。针对传统教学中理论实践脱节、学生被动学习、知识模块繁杂难懂、实操参与度不均等问题，课程以理实一体化为核心指导，构建闯关式、发散式、拟人式、沉浸式、游戏式五位一体教学模式，进行难点拆解与创新设计，有效提升学生实践能力、团队协作能力与自主探究能力，推动专业实训课程高质量发展。

【关键词】：机器人电气安装调试；理实一体化；实训教学；教学创新；闯关式教学

DOI:10.12417/3041-0630.26.07.014

1 引言

《机器人电气安装调试实训》课程立足行业岗位需求，以机器人电气系统全流程作业为教学主线，内容覆盖电气控制系统组成、EPLAN 电气绘图、机器人基础编程、伺服驱动器参数调试、故障分析与处理、团队项目竞赛及汇报六大模块，知识跨度大、实操要求高、工程关联性强，是衔接理论教学与工程应用的重要桥梁。

传统实训教学模式以教师为中心，以课堂讲授、演示操作为主，学生多处于“看中学、听中学、模仿做”的被动状态，缺乏独立思考、自主探究与创新实践的空间。课程硬件种类繁多、原理抽象、调试逻辑强，单纯依靠文字、图片与视频难以让学生理解电气系统结构与调试原理，容易出现“听得懂、不会做、记不牢”的现象。

为破解上述教学痛点，课程教学团队坚持以学生为中心、以能力为导向的教学理念，以理实一体化为指导，重构教学内容、创新教学方法、优化教学流程、完善评价体系，将闯关式任务、拟人化讲解、沉浸式实践、游戏化体验融入教学全过程，推动学生从“被动接受”向“主动探究”转变，从“单一技能”向“综合能力”提升，切实提高实训教学质量与人才培养适配度。

2 课程教学现状与核心难点

教与学脱节，学生主体地位弱化传统教学以教师讲授、示范为主，学生按照固定步骤完成操作，缺乏自主设计、自主探究与自主纠错环节，学习主动性与创造性被抑制，难以形成独立解决工程问题的能力。

理论与实践割裂，知识转化效率低电气原理、参数逻辑、控制算法等理论知识与实操操作分离，文字与静态图片无法动态呈现电气系统运行与调试过程，学生对硬件关联、参数作用、

故障本质理解不深入，知识难以转化为实操技能。

模块多知识点杂，学习难度大课程涵盖硬件识别、电气绘图、机器人编程、伺服调试、故障排查等多个模块，知识交叉性强，学生难以建立系统化知识框架，容易陷入机械记忆与机械操作，学习效率与效果不佳。

同时硬件知识繁杂，系统认知建立困难机器人电气系统包含供电、控制、伺服、外围四大系统，涉及滤波器、开关电源、伺服电机、驱动器、PLC、示教器等数十种硬件，设备种类多、原理差异大、关联逻辑复杂，学生易混淆功能、混淆接线，难以形成整体认知。抽象原理难懂，理解门槛较高伺服调试涉及PID控制、电流环/速度环/位置环调节、傅里叶变换等内容，理论性强、抽象度高，学生缺乏直观认知，难以理解参数调节意义与曲线变化规律。

故障场景随机，教学难以系统化机器人安装调试中故障随机出现，无法预设固定教学场景，恶意破坏设备开展教学不具备可行性，故障分析与处理能力培养缺乏稳定载体。

3 课程整体教学创新设计

为突破教学难点，课程构建闯关式、发散式、拟人式、沉浸式、游戏式五位一体创新教学体系，全方位提升教学效果。

(1) 闯关式教学设计—引人入胜，逐级提升将课程拆解为六大递进式教学模块，设置任务关卡与通关奖励，学生完成一个模块任务方可进入下一模块，以任务驱动激发学习主动性，实现从基础到综合、从简单到复杂的技能提升。

(2) 发散式教学体系—学科联动，拓展边界打破课程壁垒，联动电机学、现场总线、自动控制原理、机器人运动学、电气制图等多学科知识，引导学生建立跨学科知识网络，提升综合应用能力。

(3) 拟人式教学内容—生动有趣,降低难度将抽象原理、复杂参数转化为生活化、拟人化表达,用通俗语言拆解难点,让枯燥理论变得生动易懂,强化记忆效果。

(4) 沉浸式项目实践—师生融洽,协同探究教师融入学生小组,与学生共同完成实操、排查故障、解决问题,构建平等互动的教学氛围,增强学生学习信心。

(5) 游戏式教学体验—寓教于乐,激发热情引入小组竞赛、趣味奖励、游戏项目等元素,将学习过程转化为趣味体验,提升课堂活跃度与学习持续性。

4 分模块教学难点突破与创新实践

4.1 电气控制系统基本组成和结构

(1) 教学内容:机器人供电系统、控制系统、伺服系统、外围系统四大组成部分,硬件识别、功能理解、系统分类。

(2) 教学难点:硬件种类繁多、原理复杂、关联不清晰,课堂枯燥乏味,学生易产生畏难情绪。

(3) 教学创新:第一,搭建整体框架,明确四大系统核心功能,让学生先建立宏观认知,再逐步细化硬件知识点,形成“总—分—总”知识结构。第二,开展小组硬件分类任务,学生自主观察实训平台设备,按照系统归属完成分类,强化直观认知。第三,设置元器件选型情境任务,小组分工负责一个系统,允许通过官网、电商平台、技术手册等渠道查阅资料,完成选型报告,教师针对报告中的疑问进行拓展讲解,深入介绍滤波器工作原理、网关协议转换、继电器控制逻辑、编码器作用等核心知识,引导学生完善报告并绘制简单逻辑框图。

4.2 EPLAN 电气绘图

(1) 教学内容: EPLAN 软件基础操作、电气原理图识读、电气符号理解、电气图纸绘制。

(2) 教学难点:学生机械模仿原图,照葫芦画瓢,缺乏对图纸逻辑、电气符号的理解,仅停留在简单操作层面。

(3) 教学创新:摒弃直接绘图的教学方式,以三相异步电机控制原理图为教学载体,先讲解电气图纸页码规则、符号含义(KA、KM、QF等)、线路逻辑,让学生先读懂图纸、理解原理,再动手绘制,实现“先理解、后操作”。教学中强调图纸规范性、严谨性,要求学生按照行业标准完成绘图,培养工程素养。

4.3 机器人基础编程

(1) 教学内容:示教器操作、AR-ROBOT 软件使用、基础指令编程、码垛/搬运/焊接/分拣场景实现。

(2) 教学难点:学生操作热情高,但参与度不均,部分

学生过度操作、部分学生旁观,知识拓展不足。

(3) 教学创新:采用小组闯关竞赛模式,将码垛、三角形/圆形/正方形轨迹、手指分拣等场景设为闯关任务,要求小组每位成员独立完成一个编程任务,经教师验收合格后方可进入下一任务,小组全员完成方可获得积分奖励,同时安排学生辅助验收,保障全员参与。教学中结合实操拓展知识点,针对奇异点问题讲解坐标系分类、切换方法,让学生不仅会操作,更懂原理。

4.4 伺服驱动器参数调试

(1) 教学内容: Drivestudio 软件操作、电机参数配置、电压开环、电流闭环、位置环、速度环调试、滤波器调试。

(2) 教学难点:电机图纸为日文,参数复杂;PID 控制、傅里叶变换抽象难懂;调试曲线分析能力不足,实验报告撰写不规范。

(3) 教学创新:第一,让学生自主查阅日文图纸、翻译参数、填写电机配置信息,提升手册阅读与自主学习能力,教师针对共性错误集中讲解。第二,梳理四大调试任务递进逻辑:电压产生电流→电流驱动电机旋转→旋转形成速度→运动确定位置,结合电机学知识强化学理解。第三,采用拟人化教学法,将 KP、KI、KD 分别比喻为大哥、二哥、三妹,用人物性格对应参数调节特性,让学生快速理解 PID 原理。第四,以声音处理、图片 PS 等生活案例讲解傅里叶变换,降低理解难度,同时指导学生分析调试曲线,掌握“发现问题—分析问题—解决问题—总结优化”的实验方法。

4.5 故障分析与处理

(1) 教学内容:示教器故障、IP 地址错误、限位报警、编码器异常、欠压、接线错误等常见故障排查与处理。

(2) 教学难点:故障随机不可控,难以系统化设计教学场景。

(3) 教学创新:依托实操过程中真实出现的故障开展现场教学,师生协同排查问题、分析原因、制定解决方案,将故障处理转化为教学资源。例如在编程模块中,利用参数错误导致的设备异常,讲解编码器故障、差分码、六轴零点标定等知识;利用示教器报错讲解限位保护、仿真模式使用,让学生在真实场景中掌握故障排查方法。教学思考:故障处理是岗位核心技能,教师需持续积累故障案例,形成教学资源库。同时可结合故障处理开展课程思政,引导学生学习耐心细致、迎难而上的工作态度,培养职业精神。

4.6 团队赛及项目汇报

(1) 教学内容:课程知识综合竞赛、PPT 汇报、实验报

告整理提交、团队协作能力考核。

(2) 教学难点: 竞赛形式单一, 成果反馈不足, 知识串联性弱, 难以激发学生综合应用能力。

(3) 教学创新: 设置闯关式综合竞赛, 涵盖硬件知识答题、编程操作、PID 原理应用、参数调试拟合等任务, 覆盖课程全内容, 强化团队荣誉感与任务分工。创新奖励机制, 完成全部任务的小组获得虚拟钥匙, 解锁贪吃蛇游戏代码, 学习将 ST 语言植入 OtoStudio 软件, 搭建游戏程序, 在趣味实践中巩固知识, 同时为后续课程学习铺垫。教学思考: 本模块是课程综合检验环节, 核心是实现知识融会贯通与能力综合提升。趣味奖励可有效增强学习获得感, 实现课程前后衔接, 让学生在轻松氛围中完成知识复盘与能力升华。

5 教学实施效果与价值

5.1 学生能力显著提升

经过创新教学实践, 学生学习主动性明显增强, 硬件识别、电气绘图、机器人编程、伺服调试、故障排查等核心技能全面提升, 全员参与度达到 100%, 小组协作、自主探究、问题解决能力得到系统性锻炼。学生实验报告质量、项目汇报水平、工程规范意识显著提高, 能够独立完成机器人电气安装调试全流程作业。

5.2 课堂教学质量优化

五位一体教学模式实现理论与实践深度融合, 课堂氛围活跃, 师生互动频繁, 教学效率大幅提升。抽象知识通俗化、复杂内容简单化、枯燥过程趣味化, 有效降低学习难度, 学生课程满意度与学习获得感显著提高。

5.3 人才培养适配度增强

教学内容紧贴行业岗位需求, 注重工程实践与职业素养培养, 学生毕业后可快速适应机器人设备安装、调试、维护、售后等岗位工作, 就业竞争力明显提升, 实现高校人才培养与企业岗位需求无缝对接。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[M].北京:高等教育出版社,2018.
- [2] 王田苗,陶永.工业机器人技术基础与应用[M].北京:电子工业出版社,2020.
- [3] 张宏林.工业机器人电气安装与调试实训教学改革探索[J].实验室研究与探索,2021,40(05):188-191+228.
- [4] 李丽.理实一体化在机器人实训教学中的应用研究[J].中国职业技术教育,2020(12):89-92.
- [5] 赵冬斌,王春侠.机器人伺服系统设计与调试[M].北京:机械工业出版社,2019.[6]陈明.EPLAN 电气设计在工业机器人实训中的教学实践[J].电气应用,2022,41(03):112-116.

5.4 教学模式示范推广

本课程形成的闯关式、拟人式、游戏化实训教学模式, 可复制、可推广, 为机器人工程、智能制造、电气自动化等专业同类实践课程改革提供参考范例, 推动实践教学创新发展。

6 教学反思与未来展望

6.1 教学反思

本次教学创新有效破解传统实训教学痛点, 但仍存在改进空间: 一是故障案例库数量有限, 部分特殊故障场景难以覆盖; 二是虚拟仿真资源不足, 学生课前预习、课后复习缺乏便捷载体; 三是评价体系仍需优化, 过程性评价权重可进一步提高; 四是产教融合深度不足, 企业真实项目融入不够。

6.2 未来展望

(1) 优化教学内容与资源紧跟工业机器人技术迭代, 更新硬件平台、软件版本与教学案例, 建设标准化故障案例库、微课视频、虚拟仿真资源, 满足线上线下混合式教学需求。(2) 深化教学方法创新持续完善五位一体教学模式, 引入 VR/AR 仿真技术, 打造沉浸式虚拟实训环境, 提升教学直观性与趣味性。(3) 推进产教深度融合引入企业工程师进课堂, 将企业真实安装调试项目转化为教学任务, 实现教学内容与岗位需求同频同步。(4) 完善多元评价体系构建过程性考核与终结性考核相结合、教师评价与学生互评相结合、技能操作与综合素质相结合的多元评价机制, 全面衡量学生能力。

7 结语

《机器人电气安装调试实训》课程坚持以学生为中心、以能力为导向、以创新为动力, 立足行业需求与教学痛点, 通过闯关式任务驱动、发散式知识联动、拟人化原理讲解、沉浸式实践探究、游戏化学习体验, 有效破解传统实训教学理论实践脱节、学生被动学习、技能提升缓慢等问题, 全面提升课程教学质量与人才培养水平, 为智能制造领域培养更多具备扎实专业技能、良好工程素养、较强创新能力的机器人技术技能人才, 助力高等工程教育高质量发展。