

教育数字化视域下电气控制与PLC课程教学模式研究

孙 权 高芳征 殷磊磊 黄家才

南京工程学院 自动化学院, 中国·江苏 南京 211167

【摘 要】教育数字化是推动高等学校提升教育教学能力、开拓学生创新应用能力的重要举措,为适应当前时代发展趋势与技术需求,开展了电气控制与PLC课程的教学模式分析与研究。通过融入EIP-CDIO理念,应用数字化教学技术和平台,探索智能制造专业多元化的产教融合教学方式与课程案例设计,促使学生具备扎实专业理论知识,进一步提升学生独立实践操作与创新应用能力,以实现我校一流应用型本科高校建设目标。

【关键词】数字化教育; 电气控制; 产教融合; 教学模式

【课题】(1) 南京工程学院高等教育研究课题,融合多位一体的智能制造工程专业项目化课程体系设计研究(2022ZC10);(2) 江苏高校“青蓝工程”。

引言

随着信息化、互联网技术的快速发展,以人工智能、大数据为代表的新兴数字技术已在高等教育领域得到广泛应用,与此同时,数字经济的到来也逐步推动着高等教育数字化改革的必然趋势^[1]。党的二十大报告中明确指出推进教育数字化的重要举措,2023年国务院发布的《数字中国建设整体布局规划》中提出了新时代数字中国建设的整体布局,需要进一步统筹布局数字领域学科专业点,以培养创新型、应用型和复合型人才。课程教学模式的改革与完善是推动高校教育教学能力、开拓学生创新应用能力的重要手段,传统教学模式存在课程资源老旧、教学方式生硬、课堂缺乏互动探讨、理论与实践结合不紧密等问^[2]。为此,在响应国家政策以及当前高等教育新局势的背景下,本文以智能制造工程专业的核心课程电气控制与PLC为例,开展核心课程的课程资源建设、案例设计、教学方式等方面研究,使得学生具备扎实专业理论知识,并能够独立完成工程项目方案设计、电气硬件选型与程序编写、实践调试操作等技能,以适应当前新工科背景下复合型人才需求。

1 教育数字化发展现状

教育数字化是以现代教育思想和理论为指导,运用现代信息技术,开发教育资源,优化教育过程的一种新型教育方式,已成为国家教育改革的重要战略方向。2022年,教育部印发《教育数字化战略行动》,明确提出以数字化赋能教育教学改革,构建数字时代的教育生态^[3]。近年来,随着“互联网+教育”的深入推进,翻转课堂、慕课、微课等新型教学模式不断涌现,各类在线教学平台如超星学习通、腾讯课

堂等得到了广泛应用。这些平台具有海量资源存储、强大社交功能和灵活学习方式等特点,为课堂教学改革创造了现实条件。当前诸多高等院校积极开展专业核心课程的数字化教学资源库构建,以提升学生对专业涵义的理解能力、增强学习兴趣、拓展学习空间,解决了空间和时间上的局限。在课程教学方面,授课方式也逐渐呈现多元化,采用线上线下混合教学模式,通过多媒体及虚拟仿真软件等工具,使学生对教学内容学习更加丰富直观。此外,也可通过大数据分析等手段评价学生学习效果,并为此制定个性化学习计划,完善学习过程的不足,满足学生个性化需求。为此,在高等教育数字化改革背景下,高校以人工智能、大数据、互联网等信息技术为基础不断创新教学模式,开展专业核心课程的教学模式改革是大势所趋。

2 智能制造背景下PLC课程教学现状

在工业4.0及中国智能制造2025等概念提出的背景下,2019年我校成功获批智能制造工程专业,该专业涉及工业物联网、人工智能等新技术与制造业的深度融合,对创新性应用型人才的知识结构和能力素质提出了更高要求。江苏省教育厅于2024年6月发布了江苏省一流应用型本科高校建设单位名单,共有6所高校入选,南京工程学院位列其中。此建设项目强调聚焦产业需求,以实践为导向,培养适应社会需求的高素质应用型人才,在课程设置、教学模式方面更注重产教融合,通过校企合作、实训操作等方式强化学生的实践能力。电气控制与可编程逻辑控制器(PLC)课程作为智能制造工程专业的核心课程,其教学模式、教学质量和评价方式直接关系到学生工程实践能力和

创新能力的培养,即不仅需掌握传统电气控制原理与PLC基础编程,还需具备基于数字孪生、工业互联网等技术的复杂系统分析与优化能力。然而,当前教学模式难以满足现代智能制造人才培养需求,存在的主要问题如下:

(1) 理论教学抽象化,知识吸收效率低。课程涉及到低压电器的工作原理、电器选型与接线、电气控制系统原理图设计等,学生对于静态的板书及图纸难以有效理解电器内部机理、控制系统原理图的动态工作机制等,如对于讲解PLC控制交通信号灯时,学生对时序逻辑变化及梯形图与实际输入输出触点动作的对应关系常存在理解偏差,导致重点知识难以有效快速吸收。

(2) 课程资源更新慢,案例与产业需求不紧密。目前课程的相关教材更新滞后,仍以传统继电器控制、基础PLC编程为主,对工业以太网通信、人工智能与PLC融合等智能制造相关前沿技术涵盖不足,且理论知识与企业实际生产场景脱节,缺乏如柔性生产线控制、产线上下料与缺陷检测等复杂工程案例的深度融入。

(3) 实践教学简单化,能力培养不充分。校内实训多依赖固定实训装置,学生仅能完成预设简单项目,难以接触到多品牌PLC协同控制、数字化孪生工厂模拟等真实工业场景;而校外企业实习受生产安全、成本等限制,学生常处于观摩状态,难以深度参与实际项目开发与调试,对学生编程逻辑、故障排查等实践能力的针对性指导较弱。

(4) 教学评价单一化,过程跟踪不精准。较多高校仍以期末闭卷笔试及实验报告等方式为主,重视结果性评价而忽视过程性评价,难以全面反映学生的编程能力、故障排查能力、系统设计能力、解决复杂工程问题能力等方面的综合素养,如学生可能通过死记硬背通过期末笔试,但实际面对PLC程序报错仍不知如何调试,进而与智能制造岗位对人才的能力要求存在一定差距。

3 数字化教学视域下课程教学模式改革举措

针对上述存在问题,本文基于教育数字化技术特性与课程教学需求,分别从“资源重构、模式创新、实践升级、评价优化”四个维度开展分析与研究,构建电气控制与PLC课程的数字化教学模式。

3.1 打造虚实融合的数字化教学资源

教学资源是教学模式改革的基础,以“可视化、模块化、场景化”为目标,构建数字化资源库,破解“理论抽

象、资源不足”问题。学院教学团队开发了虚拟仿真实验资源,构建以西门子S7 1200系列控制器为主的综合项目训练实验室,以及与菲尼克斯联合共建了智能制造数字孪生综合实践中心,开发了分层次的虚拟仿真实验模块。在PLC控制方面分别搭建基础模块、进阶模块和高阶模块,如图1所示。其中基础模块主要是针对基础操作指令的理解,如触点指令、置位复位指令等,可与低压电器中的指示灯进行配合,从而更好的理解逻辑量控制。进阶模块针对电气控制系统设计,通过构建异步电机星三角降压启动、自动上下料系统控制等,学生在仿真中自主分配I/O点,绘制梯形图并同时程序,若程序出错,系统实时提示错误原因,并与人机交互显示屏HMI进行联动展示。高阶模块针对工业场景应用,开发数字孪生生产线仿真,如小型食品包装生产线,整合传感器、机器人、PLC和HMI等设备,学生需完成从控制逻辑设计、程序编写、人机界面组态、系统联动调试的全流程,模拟真实工业现场的系统性控制任务。

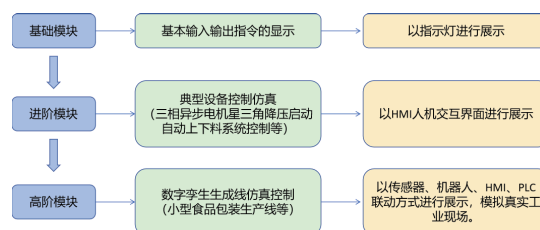


图1 分层次虚拟仿真实验模块

对于电气控制与PLC课程中的核心知识点,建立动态数字资源库,通过搭建微课、动画、案例库、题库等数字化资源库。针对难点知识,如PLC扫描周期原理、梯形图与继电器控制电路的区别,制作5分钟左右的微课视频,通过动画演示扫描周期的输入采样、程序执行、输出刷新的过程,让抽象原理进行动态化呈现。结合企业在工业场景中的真实案例,建立工业案例库,如智能车库PLC控制系统、污水处理PLC监控系统等,标注控制需求、I/O分配、程序框架和调试要点,可同时附上企业工程师讲解视频,让学生了解课程知识在岗位中的实际应用。

同时,依托数字化资源,课前通过学习通、雨课堂等智能教学平台推送预习任务包,包含微课视频、基础题库、虚拟仿真入门实验等。学生完成后,平台自动生成班级学习报告,如部分学生已掌握I/O点分配,但一部分学生对定时器指令理解不足。教师根据报告调整线下教学重点,避免统一讲授、效率低下。

3.2 构建EIP-CDIO创新性教学模式

电气控制与PLC课程以工业控制逻辑实现为核心,涵盖电气原理图设计、PLC编程、设备调试、系统运维等全流程,与CDIO(构思-设计-实现-运作)的工程闭环高度契合;同时,课程涉及工业安全规范、团队协作、工程伦理等内容,与EIP的“职业素养培养”目标相呼应,为此,课程组以EIP-CDIO理念(Ethics, Integrity, Professionalism - Conceive, Design, Implement, Operate,即伦理、诚信、职业素养-构思、设计、实现、运作)为指导开展创新性教学模式研究。在教学目标方面,构建知识、能力与EIP素养的三维目标,突破传统以理论+实验的单一目标。依托CDIO“实践导向”和EIP“素养渗透”特点,采用项目式教学+情境化引导的组合方法,如图2所示。以项目为载体,让学生分组扮演工程师进行项目的设计与实现。在构思阶段,结合项目需求,如分拣生产线需实现不同物料分类传送,引导学生调研分析具体控制需求,培养资料检索与需求分析能力。在设计阶段,让学生自主设计电气原理图、PLC程序流程图,锻炼学生课本理论知识应用能力。在项目实现阶段,通过搭建电路与硬件接线,进行系统整体联调与测试,考查学生规范操作、团队协作、问题排查等能力。在项目运作阶段,记录控制系统结果以判别设计合理性与准确性,并进行迭代优化以满足实际工业生产需求。

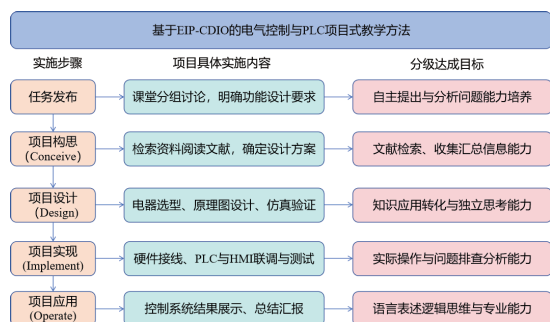


图2 基于EIP-CDIO的课程项目式教学方法

3.3 数字化教学评价方式

教学评价数字化是教育数字化视域下电气控制与PLC课程教学改革的关键落点。其核心在于依托数字技术突破传统评价的局限,构建“全流程、多维度、动态化”的评价体系。依托数字平台构建过程性评价和结果性评价的综合评价体系,全面反映学生综合应用能力,打破传统以期末笔试的单一评价方式。对于过程性评价,通过智能教学平

台自动记录学生的线上学习数据,如微课观看时长、题库正确率、虚拟实验完成次数,线下实践数据如项目任务完成进度、程序调试成功率、小组协作贡献度等,并将数据转化为可视化学习档案。例如通过雷达图展示学生在理论知识、编程能力、故障排查、团队协作等维度的表现,让教师与学生直观了解优势与短板。对于结果性评价,期末不再采用笔试和单一实验的形式,而是设置真实场景综合任务,如设计并调试PLC控制的自动分拣系统。学生需提交一些列电子材料,包含控制方案文档、PLC程序代码、虚拟仿真视频、实物调试过程等,教师通过数字化评价量表从方案合理性、程序规范性、调试效率、创新点等维度评分,同时结合平台过程数据综合给出最终成绩,避免传统考核方式的片面性。通过改革的数字化教学评价方式既为学生提供精准的个性化改进建议,也为教师调整教学策略提供数据支撑。

4 结论

本文基于教育数字化背景探讨了电气控制与PLC课程的教学模式改革。通过教学资源数字化重构,解决理论抽象、资源不足的难题;开展了基于EIP-CDIO的教学模式创新分析与研究,实现以学生为中心的个性化学习;通过践体系数字化升级,构建从虚拟到真实的能力培养路径;通过评价体系数字化优化实现全程追踪与精准反馈,全面准确评价学生学习效果。在当前人工智能时代下,新技术革新迅速,学生不仅需要掌握理论知识和实践操作能力,也需要能够扩展创新思维能力,以满足工业数字化转型需求下的人才支撑。

参考文献:

- [1] 刘永武. 深化产教融合推进高校数字化可持续发展[J]. 中国现代教育装备, 2023(15): 3-4.
- [2] 孙丽, 韩兰芳, 王鹏飞, 等. 教育数字化转型背景下高校教学发展新路径——以环境工程微生物学课程为例[J]. 高教学刊, 2024, 10(21): 46-49.
- [3] 赵静. 数字化转型背景下职业教育产教融合新模式研究[J]. 现代职业教育, 2025(22): 169-172.

作者简介:

孙权(1987.12—),男,汉族,南京工程学院自动化学院,工学博士,副教授,硕士生导师,研究方向:系统故障检测、机器视觉与人工智能。