

工程教育认证视角下的自动化综合实践课程设计

陈良 高瑜 顾晓辉

苏州大学机电工程学院

DOI:10.32629/mef.v2i9.218

[摘要] 工程教育认证对培养学生解决复杂工程问题的能力提出了明确要求,传统的验证性实验显然无法承载这一教学理念。本文以自动化类专业为例,开设一门综合性实践课程,设定了一个明确的复杂工程问题,并围绕该问题的复杂性构建矛盾冲突,针对非技术能力培养重构教学环节,从而全面支撑“研究、使用现代工具、个人与团队、沟通、终身学习”等毕业要求的达成。

[关键词] 工程教育认证; 综合实践课程; 非专业技术能力

Design of Automated Comprehensive Practice Course from the Perspective of Engineering Education Certification

Chen Liang, Gao Yu, Gu Xiaohui

School of Mechanical And Electrical Engineering, Soochow University

[Abstract] Engineering education certification puts forward clear requirements for cultivating students' ability to solve complex engineering problems, traditional verification experiments obviously cannot carry this teaching concept. This paper taking the automation major as an example, opens a comprehensive practical course, sets a clear and complex engineering problem, builds contradictions and conflicts around the complexity of the problem, and reconstructs the teaching link for non-technical ability training, thus fully supporting the achievement of graduation requirements such as “research, use of modern tools, individuals and teams, communication, lifelong learning”.

[Key words] engineering education certification; comprehensive practical courses; non-professional technical ability

培养本科生解决复杂工程问题的能力是工程教育认证的核心关注点之一。在充分调研学习和借鉴兄弟院校复杂工程问题设计的基础上,本专业以“自动化产线的设计、集成和控制”作为复杂工程问题的载体,开设自动化综合实践课程,按照OBE(Outcome based education)的理念重构课程体系,配合系统的、可操作的教学过程,重点突出复杂工程问题“综合、实践与创新”的特点,着力培养学生的非专业技术能力。本文首先对自动化综合实践课程总体设计,然后阐述该课程的性质和教学目标,并明确了教学目标对培养要求的支撑关系,围绕“自动化产线的设计、集成和控制”这一复杂工程问题设计了三大模块九大任务的教学内容。

1 课程总体设计

按照专业认证闭环持续改进要求,任何一门课程的教学活动和教学内容都必须满足“教学过程质量监督机制”的要求。简而言之,根据专业人才培养方案的“课程体系-毕业要求关联矩阵”,教学目标要支撑毕业要求的达成,教学任务要支撑教学目标的达成,通过课程评价和课程总结反馈相关达成度,并根据OBE理念持续改进。

自动化综合实践课程的总体设计如图1所示,下文围绕该框图具体阐述。

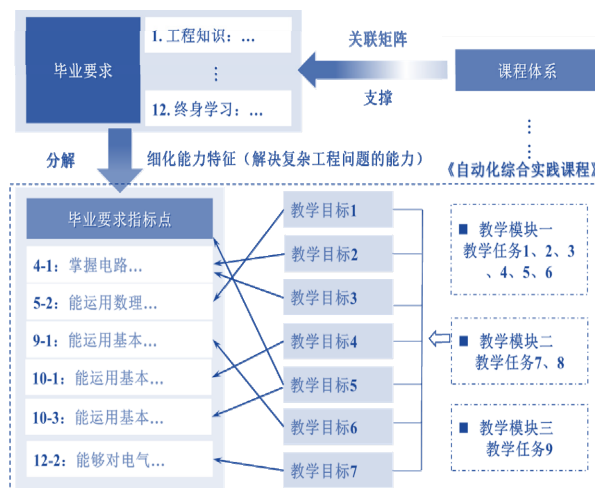


图1 自动化综合实践课程总体设计

2 课程性质与教学目标

2.1 课程性质

作为一门支撑解决复杂工程问题能力培养的课程,自动化综合实践是专业必修课、学位课。本课程针对自动化类专业的特点,以传感器技术、PLC技术、变频器技术、反馈控制技术为主,同时结合组态技术、电机拖动技术,以实际

工程应用为导向,培养学生能够利用现代控制设备和技术解决自动化专业领域复杂工程问题的能力。

2.2 教学目标

根据图1所示的课程总体设计框架,自动化综合实践作为一门综合实践课程,通过七大教学目标支撑各毕业要求指标点的达成。分项教学目标概况如下:

教学目标1:掌握常用的机械及电气元件的工作原理、硬件选择及安装调试。掌握常用机械工具、测绘工具、电气仪表的使用。培养学生正确使用仪器仪表,读取数据,整理和分析实验结果的能力。

教学目标2:掌握电气原理图和机械原理图的识图、绘图能力。培养学生能够针对具体的系统进行实验方案和相应原理图的设计能力。

教学目标3:掌握传感器技术、PLC技术、变频器技术、伺服电机技术、组态技术等现代自动控制技术的工作原理、硬件选择及安装调试。培养学生能够针对具体系统进行自动化设备的选择和实现的能力。

教学目标4:掌握利用现代自动化设备和技术进行系统上位机、下位机的单机和联机设计和调试。

教学目标5:掌握工程项目招投标知识,能够以自动化产线为载体设计项目方案,沟通交流,进行项目投标和述标,争取中标。

教学目标6:以团队形式开展课程实践,培养团队意识和协作精神,培养学生独立完成团队分配的工作和团结协作的能力。

教学目标7:围绕自动化产线的设计和优化,能够查阅各种资料,掌握创新和科研能力。

2.3 教学目标与毕业要求的对应关系

本课程作为一门综合实践课程,全面支撑“研究、使用现代工具、个人与团队、沟通、终身学习”等毕业要求的达成。分项指标点的具体内容如表1所示,其中4-1和5-2是专业技术能力,9-1、10-1、10-3和12-2是非专业技术能力。上一节所述的教学目标对毕业要求指标点实现具体支撑,对应关系参见图1和表1:

表1 本课程支撑的毕业要求指标点及其与课程目标的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标
毕业要求 4: 研究	4-1 能够基于电气和自动化专业知识,选择研究线路,设计实验方案	教学目标 2 教学目标 3
毕业要求 5: 使用现代工具	5-2 能熟练使用电子仪器仪表和其他硬件检测电气和自动化的关键参数	教学目标 1
毕业要求 9: 个人和团队	9-1 能够承担团队中个人角色与责任,独立完成团队分配的工作	教学目标 6
毕业要求 10: 沟通	10-1 能够对电气和自动化工程问题的关键技术和难点进行口头或书面表达,跟公众和同行有效沟通并能够合理决策	教学目标 4
	10-3 具备国际化视野,能实现跨文化交际,技术交流和项目合作	教学目标 5
毕业要求 12: 终身学习	12-2 能针对个人或职业的发展需求,采用合适的方法持续学习和提升,建立学习知识和拓展能力的途径	教学目标 7

3 具体教学设计

3.1 综合实践载体

将苏州制造业广泛采用的“自动化产线”典型化,作为自动化综合实践课程的载体。它综合了多种技术知识,如电气控制、机械传动与机械连接、测量与传感、PLC控制和组网,步进电机位置控制、伺服控制和变频器等,是一个以“信息和控制”为核心的物理信息系统 CPS (Cyber Physical System)。在大学教学环境下,通过模拟一个与实际生产情况十分接近的电气控制系统,可以在非常接近于实际的教学环节中提升学生解决复杂工程问题的能力。

如图2所示,基于本课程的综合实验装置,在下一节设计了一系列教学内容,从而使得学生所学的前置课程如工程基础理论、专业理论,实验/课程设计、企业生产实习,都汇聚于最终的“自动化产线的设计、集成和控制”问题。



图2 自动化综合实践课程载体

3.2 教学内容

自动化综合实践课程教学的主线:根据被控对象(产线)的要求,完成系统设计、安装调试、集成和控制等任务,并在性能、经济和安全三大指标中求取平衡。在此基础上,各团队设计优选的解决方案,参与模拟招投标。

其中,性能指标是指满足控制对象(产线)的控制要求。完全实现系统的功能,最大限度地满足被控对象(产线)的控制要求,要求深入调查研究,收集现场资料,收集相关的国内、国外资料,拟定控制方案,共同解决设计中的重点问题和难点问题。

其中,经济指标是指节约自动化产线的工程成本。采用先进的设计理念,优化硬件选型,在满足工艺和控制要求的前提下,系统设计尽可能简单、易用、经济,以尽量降低工程的投资、有效控制运行成本、获得最好的价格性能比,同时控制系统的使用和维护成本尽可能低。

其中,安全指标是指控制系统的操作和运行维护方便、安全、可靠。保证控制系统能够长期安全、可靠、稳定运行,是设计自动化产线的重要原则之一。在系统设计、安装调试、元器件、仪表选型、软件编程等方面要全面考虑,以确保控制系统运行安全可靠,操作灵活方便,维护简单易

行;同时,要充分考虑控制系统工程项目实施的安全、健康、环境因素。

表2 课程九大教学任务及其内容

分项任务	详细过程及内容
任务 1: 传感器在自动化产线中的应用	了解自动化生产线上常用的传感器的类型、种类以及使用场合。理解磁性传感器、光电开关、光纤式光电接近开关、电感接近开关、光电编码器的结构和工作原理。掌握磁性传感器、光电开关、光纤式光电接近开关、电感接近开关、光电编码器的电气与机械安装及调试的方法和技巧。绘制自动化生产线上各类型传感器的电路框图;讨论传感器使用的场合以及如何选择合适的传感器(进阶要求,矛盾冲突)。
任务 2: PLC 在自动化产线中的应用	掌握 PLC 的外部接口特性、输入输出端口的选择原则、常用指令。掌握分析控制系统的工艺要求,确定数字量和模拟量的输入输出点数。掌握常用指令和编程方法编写控制系统程序的能力。掌握 PLC 高速脉冲输出的方法以及利用高速脉冲实现位置精确定位的方法。编写 PLC 控制伺服电机的程序,鼓励算法创新(进阶要求,矛盾冲突)。PLC 硬件选择的方法和原则:西门子 vs 三菱(进阶要求,矛盾冲突)。
任务 3: 自动化产线中的异步电机及控制	了解常用变频器的结构和异步电动机的控制方法。理解变频器的工作原理。利用变频器进行异步电动机控制的硬件选择、电路图绘制、硬件接线的方法和技巧。掌握利用逻辑量控制和数字量控制的方法分别实现 PLC 和变频器的协同工作,包括系统的硬件选择、电路图绘制、硬件接线、程序编写等方法和技巧。PLC 控制变频器的程序设计。
任务 4: 自动化产线中的伺服电机及控制	理解伺服电机及驱动器的结构和工作原理。掌握伺服电机的特性及控制方法,伺服驱动器的原理及电气接线,伺服驱动器参数的设置与调整方法。掌握 PLC 控制伺服电机速度以及精准定位的编程方法和技巧。
任务 5: 自动化产线中的网络控制技术	了解 PLC 联网通信的基本知识。理解通信协议的选择和通信参数的设置方法。掌握 PLC 间硬件接线的方法。掌握 PLC 联网实现的编程方法和技巧。PLC 联网的不同方法并实现(进阶要求,矛盾冲突)
任务 6: 自动化产线中的人机界面和组态技术	了解人机界面及组态技术的概述。掌握 PLC 和上位机硬件接线的方法。MCGS 编写人机交互组态程序。
任务 7: 五个单站的安装调试与控制	了解各单个工作站的功能和动作过程,选择合适的硬件和控制方法。掌握绘制系统电气原理图和气动原理图,并根据原理图进行系统硬件(包括传感器、PLC、气动元器件等)安装与调试的方法和技巧。掌握 PLC 编程的方法和技巧,准确编写各单个工作站的控制程序。掌握人机界面的设计方法,准确设计各单个工作站的上位机监控界面。熟练掌握各单个工作站单机调试的方法,完成各站的单机运行。
任务 8: 自动化生产线的联机调试设计、安装与全线运行	掌握绘制系统全线电气原理图和气动原理图,并根据原理图进行系统硬件安装与调试的方法和技巧。熟练 PLC 联网通讯控制的外部接线,编程的方法。掌握组态软件的使用方法,通过上位机组态软件实现对自动化生产线的全线监控。掌握全线程序编制和调试的方法,结合传感器、PLC、伺服、组态、变频器等多种控制设备和技术完成整机的全线运行。设计合适的组态界面实现全线的精准监控(进阶要求,矛盾冲突)。自动化生产线故障诊断和远程监控(进阶要求,矛盾冲突)。
任务 9: 自动化产线优化设计与模拟招投标	了解工业 4.0 和中国制造 2025 规划。了解工业机器人的种类、性能和行业发展现状和趋势。对本例的自动化生产线进行优化设计(进阶要求,矛盾冲突)。熟悉工程项目招投标流程。按照团队形式举行项目招投标,并开标评分(进阶要求,矛盾冲突)。

针对本课程的五个毕业要求、六个指标点,七个教学目标,围绕课程教学主线,将教学内容分为三大模块九大任务。其中,教学模块1包含教学任务1、2、3、4、5、6,主要涉及相关基础知识,是对前置课程所学知识的回顾和应用,侧重专业基础能力培养;教学模块2包含教学任务7、8,主要是知识综合应用和解决实际问题的能力,侧重学生综合能力培养;教学模块3包含教学任务9,创新地引入自动化产线模拟招投标,侧重学生社会能力培养。

4 结语

本文贯彻工程专业认证以学生中心,以产出为导向,持续改进的基本理念,对自动化类专业所需的综合实践课程进行了总体设计和内容重构,以全面支持学生解决复杂工程问题能力的培养,以全面反映专业认证对非专业技术能力的要求。

【参考文献】

- [1]张晓华.面向培养分析解决复杂工程问题能力的课程体系建设与达成评估[C].2016年电子电气工程类专业工程教育学术研讨会,2016.
- [2]陈关龙.复杂工程问题的理解与实施[C].工程教育认证培训会,2016.
- [3]中国工程教育专业认证协会秘书处.工程教育认证工作指南[Z],2016.
- [4]韩婷,李红斌,文劲宇.培养复杂工程问题解决能力的一体化课程体系——华中科技大学电气工程及其自动化专业改革[J].高等工程教育研究,2018(2):52-59.
- [5]高瑜,陈良.复杂工程问题在自动化专业本科教学中的实施方案探讨[J].现代教育论坛,2018,1(2):20-22.

作者简介:

陈良(1981—),男,江苏太仓人,汉族,博士,副教授,研究方向:智能控制、计算机控制等。

基金项目:

教育部卓越工程师计划项目“电气工程及其自动化”;江苏省一流本科专业项目“电气工程及其自动化”;苏州大学一流本科专业项目“电气工程及其自动化”。