

基于 CDIO 理念的《低压电器与可编程控制器》课程 教学改革探索与实践

乔志刚

武汉华夏理工学院信息工程学院，湖北 武汉 430223

摘 要：针对《低压电器与可编程控制器》课程传统教学存在实践训练不足、多课程知识融合欠缺、考核方式与课程实践性不匹配等问题，本文基于 CDIO 工程教育理念开展课程教学改革探索与实践。本文构建基础提高进阶综合四级阶梯式实践项目教学体系，教学全程采用项目驱动，将实践项目的课前、课中、课后教学任务拆解为子任务，充分发挥学生学习主体地位；以实践项目为纽带串联多门先修课程知识，实现多学科知识融合应用；构建过程考核与终结性考核相结合的串联式综合考核评价体系。教学实践表明，改革实现“教学做思”一体化，培养了“会自学、会操作、会总结、会交流、会表达”的综合能力，提升学生工程实践与创新水平。

关键词：CDIO 理念；低压电器与可编程控制器；项目驱动教学；综合考核

DOI: 10.64649/yh.jydk.issn3080-2660.202610039

0 引言

CDIO 代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate)，是国际倡导的工程教育模式，是“基于项目教学”和“动手中学”的有机结合。

《低压电器与可编程控制器》课程是自动化类专业重要的专业课。课程重在培养学生电气控制逻辑思维能力和 PLC 程序开发、软硬件联调的应用能力和实践动手能力。CDIO 强调的“项目驱动”和“做中学”的工程教育理念特别适合应用在本课程教学过程中。

1 教学改革针对的主要痛点和问题

1.1 传统教学方式实践训练不足，难以提高综合能力。

本课程实践性、应用性强，传统教学方式以教师讲授为主，学生被动学习，实践训练不足，学生学习完课程仍然难以应对实践应用问题。

用人单位对毕业生提出了多方面的能力要求，如专业电气制图、PLC 控制系统安装与调试、程序设计、沟通与协调、创新，查阅资料和撰写技术报告等能力要求，传统教学方式难以提高综合能力。

1.2 传统教学内容较少融合多课程知识。

自动化控制问题通常需要较广泛领域的知识，传统的理论和实验教学内容，很难触及到融合多门课程知识，并对多门课程知识进行综合应用的问题。

1.3 传统考核方式与课程特点不匹配。

传统考核采用期末一张试卷 + 平时成绩的考核方式，实践考核环节较少，造成学生在考试前死记硬背应付期末考试，学生的实践学习成果较少，对于实践性强的本课程不适合。

2 课程改革总体规划

本课程包含两部分的知识和应用技术：一部分是低压电器控制技术，另一部分是 PLC 控制技术。在课程教学中，除了理论性强的电器电路原理分析和 PLC 工作原理分析等内容安排在教室上课外，其它大部分内容都以项目教学的方式安排在实验室，让学生在“做中思，做中学，做中创新”。

在项目驱动式教学中，项目的选择既要具有行业应用的典型性，也要具有可操作性和一定的挑战度。项目展开顺序应该符合认知规律，遵从循序渐进的特点。

本课程教学中引入的实践项目如表 1，项目难度分基础—提高—进阶—综合四个层次。

表 1 本课程实践教学项目

序号	实践项目	实践难度
1	三相鼠笼式异步电动机起动与正反转控制实验	基础
2	PLC 的认识及位逻辑指令实验	基础
3	定时器与计数器的应用实验	基础
4	三相鼠笼式异步电动机 Y—△降压起动的电器控制	提高
5	应用 PLC 实现三相异步电动机正反转延时控制	提高
6	应用 PLC 实现流水灯的控制	提高
7	自动化冲压生产模拟控制	进阶
8	四层电梯模型 PLC 控制	进阶
9	工业混合搅拌控制与上位计算机监控设计	综合
10	十字路口交通灯的控制与上位计算机监控设计	综合
11	步进电机直接数字控制与上位计算机监控设计	综合

基础实践部分目标是掌握电器控制典型电路的操作、原理分析，掌握 PLC 基本编程指令

的应用。

提高实践部分目标是掌握电路设计方法,学会应用 PLC 编程解决不太复杂的应用问题。

进阶实践部分目标是学会软硬件综合设计与调试,掌握电气控制问题的完整设计流程。

综合实践部分是课程设计项目,目标是综合应用多课程或多学科知识,掌握软硬件设计与调试方法,提高文献查阅、交流合作、制图、归纳分析、撰写技术报告等综合能力。

3 课程改革措施与实践

(1)为了解决传统教学方式实践训练不足,难以提高综合能力的问题,基于 CDIO 理念,

采取项目驱动式教学,达到“教—学—做—思”紧密联系和“会自学—会操作—会总结—会交流—会表达”的“五会”的效果。

根据不同难度和工作量,每个项目分配不同的学时,基础与提高实践每个项目分配 2-4 学时,进阶实践每个项目分配 12 个学时,综合实践每个项目分配 2 周。

在项目驱动式教学的实施中,教师以“引导—指导—激励—督促—考核”等职责居于辅助位置,把学习和探索的主动权交给学生,充分调动起学生的学习积极性和对科学技术探究的浓厚兴趣。教学实施过程结构图如图 1。

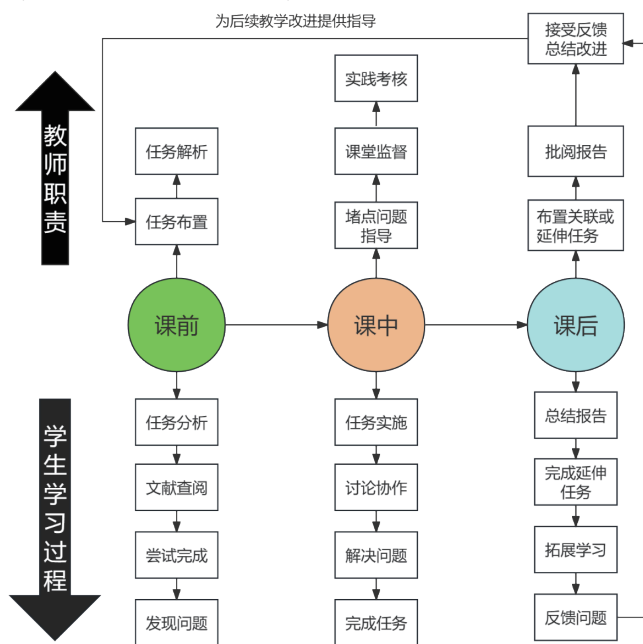


图1 课程项目驱动式教学实施过程结构图

课前,教师将实践项目任务进行分解为若干子任务,布置给学生,并对子任务做好解析。学生则根据教师布置的任务进行逐项准备:分析任务、查阅文献、尝试完成并发现问题。

课中,教师对学生遇到的堵点问题进行集中讲解或个别指导,并对学生的实践完成情况进行考核,学生则根据各项任务展开独立攻关、团体协作讨论、并最终完成任务。

课后,学生完成拓展学习任务,并撰写实践总结报告。教师布置拓展学习任务,并批阅学生的实践总结报告,听取学生反馈,将过程中存在的教学问题进行总结,作为今后改进的依据。

以四层电梯模型 PLC 控制项目为例。课前,教师将项目的任务进行分解,并且以实践总结报告模板的形式下发给学生,整个项目任务分解为 6 个子任务,学生有目的地进行 6 个子任务的课前准备。

学生课前通过分析实践任务和完成各项准备工作,可以锻炼与提高如下能力:

① 文献研究能力,较深入研究电梯控制相关技术并追踪技术热点;

② 独立分析问题能力,如分析电梯检测、控制、保护多方面的任务如何完成;

③ 应用专业绘图软件绘制电路图能力,如应用 CAD 软件绘制电气控制图;

④ 编程与调试能力,需要完成电梯控制的程序设计与仿真调试,在编程调试准备中需要查阅较多的参考资料,分析类似的电梯控制程序,从中总结电梯控制逻辑的编程思路。锻炼学生的编程能力并不是让学生从零开始自己进行设计,而是要学会读懂前人创造的优秀成果和先进思路,从而转化为自己的能力,并能灵活应用到具体的实验室电梯模型实物中。反之,如果学生从零开始完全按照自己的思路进行设计,会受到学生自身思路的局限,使得实践不能完成或者仅仅进行低水平的实践,学生的收获也会很少,违背了 CDIO 理念中“项目驱动”和“在动手实践中学习”的初衷。

在课上,教师对电梯控制的如下 5 个关键问题进行剖析。

① 轿厢内外呼按键、按键灯、到达楼层显示、轿厢上下行显示之间的信号流向关系。

② 电梯控制要求解析,例如对“顺向截梯,

反向记忆”控制要求的解析。

③多个外呼请求信号和多个内呼请求信号同时存在时,轿厢升降方向的逻辑判断如何实现。

④实验室电梯模型与实际电梯存在哪些差距。

⑤在实验室需要完成的实物成果要求和课后完成的实践总结报告要求。

之后,教师会提供按下四层外呼请求按键时,轿厢从一层上升到四层的简短程序供学生参考和练习,并就此打开学生进行设计性实践的思路,让学生完成其它复杂的逻辑控制功能。

在课上,学生为了完成实践任务,必然会遇到很多问题,针对遇到问题首先尝试通过各种渠道进行自我学习和探索解决。为了解决问题,学生之间会进行相互交流,进行思想的碰撞,会去查阅资料,也会向教师寻求帮助,从而找到最佳解决办法。

少数学生由于学习能力或学习兴趣的差异等原因,仍然会有开小差、滥竽充数的情况,教师需要更多督促他们,指导他们从简单例程开始完成小目标等方式进行启发。

课后,学生需要完成规范的实践报告,从而锻炼了学生进行归纳总结和撰写技术报告的能力。在设计报告的技术展望环节,要求学生针对实验室模型电梯与实际电梯控制的差距开展拓展研究和学习,从而更加深入地理解实际电梯控制的复杂性。

(2)为了解决传统教学内容较少融合多课程知识的问题,采取以实践项目为纽带,贯穿起前后课程的知识链的教学方式。

以步进电机直接数字控制与上位计算机监控设计项目为例,为了完成步进电机的控制,必须理解步进电机及驱动电路工作原理,从而将模拟电子技术、数字电子技术、电机拖动课程与本课程紧密联系起来。

在步进电机驱动电路中,学生必须掌握PNP型三极管和NPN型三极管导通和截止的条件,才能读懂驱动电路中桥式电路的工作原理,进而推导出步进电机的控制逻辑。此外,驱动电路中还需要应用电子技术知识,理解光电耦合器的功能和电平转换原理。

学生在完成步进电机PLC控制设计的基础上,还需要完成步进电机监控界面的设计,从而将监控组态软件课程的知识融合到实践项目之中。

(3)为了解决传统考核方式与课程特点不匹配的问题,采取以实践项目为核心的串联式

考核方式。

学生在做实践项目过程中需要诸多环节的准备和探索才能完成,为此,适应课程实践性强的特点,加大实践考核力度,将完成实践项目过程中串联起来的几乎所有环节全部纳入考核内容。

考核内容包括:①出勤;②课前-课中-课后参与度(特别是实践表现);③实践成果展示(程序设计、电路设计、实物调试);④文献研究与实践报告;⑤答辩。这种串联式考核方式,是对学生综合能力的检验,也会对学生既要注重学习结果,又要注重学习过程做出正确引导。

课程成绩考核由过程考核成绩(40%)和期末考核成绩(60%)构成。过程考核加大对实践项目课前-课中-课后参与度、实践成果的考核力度,终结性考核对复习总结-成果展示-撰写报告-答辩-课程反思等进行综合考核。

4 课程改革成效

课程采取上述教学改革后,由于教学目标明确,教学手段与课程特点契合,授课时把课堂搬进实验室,现场教学,边讲边做。教师通过启发、讨论方式,鼓励学生分析、思考,确定设计方案,让学生想象力充分自由发挥。学生根据自己的想法通过编写程序、运行程序、在线调试,观察程序运行结果,反复修改,直至成功。学生通过实践将PLC内部程序的控制过程转换为看得见的、具体的动作过程,加强了直观感受,实现由感性到理性的自然过渡,同时开阔了思维,培养了动手操作和创新能力。通过课程学习,也为学生参加相关专业竞赛奠定了基础,进一步提升了学生的学习水平和竞争能力。

5 结论

本课程改革基于CDIO国际工程教育理念,重在突出学生在课程教学中的参与度。通过“基础-提高-进阶-综合”阶梯式提高难度的实践项目设计、“课前-课中-课后”实践项目子任务分解、项目驱动多课程知识融合、综合评价学习成果等手段,达到使学生自觉参与到学习过程中,达到“教-学-做-思”紧密联系和“会自学-会操作-会总结-会交流-会表达”的“五会”的效果,这种项目参与式学习对提升学生综合能力和完成知识内化大有裨益。

参考文献:

[1] 吴亚君. 基于OBE教学理念的PLC教学改革与实践. 沈阳工程学院学报(社会科学版). 2019,15(02):244-247

作者简介: 乔志刚(1974.12—),男,汉族,山西晋中人,硕士,副教授,主要从事自动化技术研究。