

新工科背景下 PLC 课程“知识架构+能力培养”融合教学模式研究

申毅莉

梧州学院, 广西 梧州 543002

[摘要]针对新工科建设对工科人才培养提出的新要求, 本文以省级一流本科课程《可编程控制器原理及应用》为载体, 聚焦学生信息素养能力和应用能力培养, 构建“知识架构+能力培养”深度融合教学模式。通过重塑教学内容体系、创新教学方法路径、构建多元评价体系, 实现了知识传授与能力培养的有机统一。实践表明, 该模式有效提升了学生的工程应用能力和创新思维, 为同类工科课程教学改革提供了参考。

[关键词]新工科; 可编程控制器; 信息素养; 知识架构; 能力培养

DOI: 10.33142/fme.v7i6.20113

中图分类号: G642

文献标识码: A

Research on the Integrated Teaching Mode of "Knowledge Architecture + Ability Cultivation" in PLC Course under the Background of Emerging Engineering Education

SHEN Yili

Wuzhou University, Wuzhou, Guangxi, 543002, China

Abstract: In response to the new requirements of the construction of emerging engineering education disciplines for the cultivation of engineering talents, this article focuses on the cultivation of students' information literacy and application abilities through the provincial first-class undergraduate course "Principles and Applications of Programmable Controllers", and constructs a deep integrated teaching mode of "knowledge architecture + ability cultivation". By reshaping the teaching content system, innovating teaching methods and paths, and constructing a diversified evaluation system, the organic unity of knowledge imparting and ability cultivation has been achieved. Practice has shown that this model effectively enhances students' engineering application ability and innovative thinking, providing reference for the teaching reform of similar engineering courses.

Keywords: emerging engineering education; programmable controller; information literacy; knowledge architecture; ability cultivation

引言

为贯彻落实《中国教育现代化 2035》及新时代全国高等学校本科教育工作会议精神, 对接广西“工业振兴”和粤港澳大湾区智能制造产业需求, 我校面向自治区级一流本科专业建设点专业及相关专业开设“可编程控制器原理及应用(PLC)”课程, 旨在培养“下得去、用得上、留得住、干得好”的高素质应用型工程技术人才。

可编程控制器(PLC)技术是工业自动化控制的核心技术, 其课程教学直接关系到人才培养质量。然而, 传统 PLC 课程教学普遍存在重理论轻实践、重知识轻能力、教学内容与产业需求脱节等问题, 难以满足新工科背景下对复合型工程人才的需求。

课程针对“逻辑程序设计与实际运行工况脱节、程序功能实现与安全联锁设计脱节、控制系统搭建与整机联调

运维脱节”等痛点问题, 重构 PLC 教学内容体系, 构建“基础指令编程-典型工艺控制-复杂系统集成”三大递进模块; 以电梯控制为真实工程载体贯穿全程, 创设“控制需求分析-梯形图逻辑推演-分段程序测试-联锁故障定位-运行优化验证”环节, 形成“一项目贯穿、五步法赋能”的教学模式, 实现从指令模仿编程向复杂 PLC 系统开发能力的阶跃培养。

1 教学现状与问题分析

1.1 课程教学现状

本课程面向我校自治区级一流专业建设点“机械设计制造及其自动化”, “机械电子工程”等机械类专业大学三年级开设的一门专业主干课程, 共 48 学时, 3 学分, 年均授课学生 350 多名。课程内容涵盖 PLC 硬件结构、编程方法及工业控制应用等核心模块, 知识体系技术性强且

实践要求高,原理抽象、学生工程背景差异大应用领域广。传统 PLC 教学一般实验设备单一化,且小班实操受限是教学环境的常态,项目式过程考核是主要的评价方式。

课程自 2011 年创设以来,伴随我国可编程控制器的发展,对应教学改革历经四个时期:2011—2014 年的初创期、2015—2019 年的积累期、2020—2024 年的提升期,以及 2025 年至今的创新期。

2025 年至今,对标应用型人才培养高要求,在教学内容重构,资源平台建设共享,课程思政和数智赋能等方面开展持续探索和实践。依托课程建设,先后获得校级课程思政示范课、课程思政课程,校级教学成果奖二等奖;2025 年“八桂高校课程思政联盟课程思政优秀案例”一等奖;第五、六届全国高校教师教学创新大赛赛区二等奖 2 项,自治区级一流本科课程。

1.2 存在的主要问题

本课程主要分析复杂控制系统、设计复杂控制系统、系统性设计安全的控制系统。通过教学调研和学情分析,如图 1 所示,当前课程教学存在以下突出问题:

学生基础弱、动手少、经验缺,但学习意愿强、对实

践期待高。课程改革必须从零基础起步,以动手实践为主线,以真实项目为载体,以调试能力培养为突破口,才能有效支撑应用型人才培养目标。

2 “知识架构+能力培养”融合教学模式设计

2.1 教学理念与目标重构

基于 OBE (成果导向教育) 理念,以学生发展为中心,重构课程教学目标:

(1) 知识目标:掌握 PLC 系统、编程方法和设计规范,构建完整的 PLC 技术知识架构。

(2) 能力目标:具备 PLC 系统设计、调试及解决复杂工程问题的综合能力;具备利用信息技术工具进行自主学习、仿真验证和协作创新的信息素养。

(3) 素质目标:培养工程思维、质量意识和工匠精神。

2.2 教学内容体系重塑

将原来按知识体系贯穿的教学模式,改为按岗位需求,重构课程的三大部分,以“单元-模块-工程”,递进重构课程内容,如图 2 所示。

同时,贯穿 PLC 课程的信息素养能力在人才培养体系中的位置,如图 3 所示。



图 1 学生学情调研对比



图 2 重构课程内容

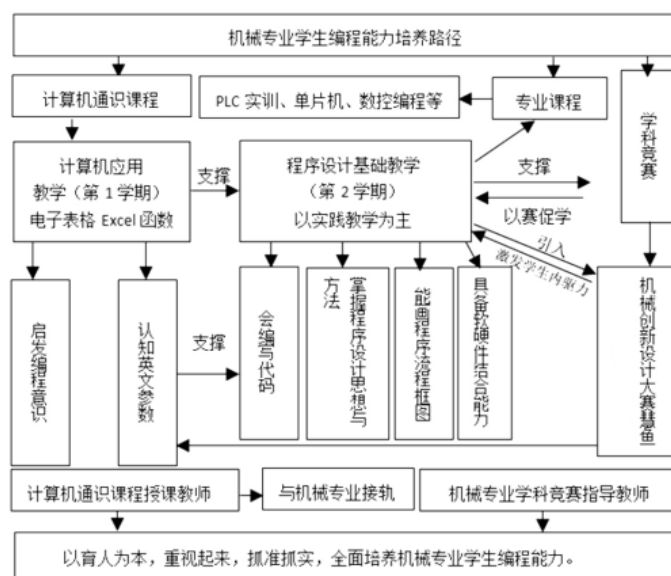


图3 机械类专业信息素养之编程能力框图



图4 真实工程，项目化驱动

2.3 教学方法与路径创新

2.3.1 课程思政融入

本课程通过工程案例、项目、任务、工程实践融入教学任务中，体现精益求精和规范操作意识、培养团队协作与精密制造素养、强化安全意识与系统思维、培养问题分析与追求卓越精神、激发服务国家战略与产业报国使命感。如图4所示，为实践内容融入课程思政的过程。

2.3.2 虚实深度融合探究式教学法

本课程具有实践性强的特点，因此，在教学中形成虚实深度融合探究式教学法，具体实施步骤如下：

（1）孪生试错，AI 伴学：学生先在 PLC 数字孪生

仿真平台编程调试。程序有语法错误、双线圈冲突或死循环时，仿真系统只报错类型（地址重叠、看门狗超时、运算溢出），不给改正方案，自己翻指令手册查。同一段程序连错三次，这次仿真成绩直接归零。仿真平台还内置了故障注入功能——I/O 掉电、模拟量漂移、通信中断、触点粘连都模拟得出来。学生要在限定时间内定位故障点并写应急子程序，超时或程序下不进去，按停机损失折算扣分。

（2）虚实迁移，实体验证：仿真通过就下载到真实 PLC，先不接电机气缸，离线验证 I/O 映射和寄存器正确性。确认无误再接执行机构空载联调。联调时发现动作时序跟仿真对不上——这种情况常有，输入滤波延迟、扫描

周期累积误差、输出刷新时序差都可能——那就一段一段屏蔽子程序隔离查错，查到原因填进 PLC 调试日志。原因没找到、修正方案没写出来，不许进连续运行考核。

(3) 数智画像，精准施教：编程软件自动记每个学生的操作日志：编程花费时间、编译报错次数，汇成个人档案，形成数字画像。不看平均分，先盯三个数：ERR 灯反复亮的次数、同一段逻辑反复修改的次数、定时器和计数器配合出问题的比例。如果 40% 以上的人定时器设定值溢出，下一轮就加定时器级联编程的专项训练；双线圈重复错，就回炉讲扫描周期和输出映像区更新，用逻辑分析仪把程序扫描波形拉出来看。调整方案怎么定——以上一轮数据为依据。

2.4 教学评价体系构建

基于 OBE 理念，重构“三维-三阶-三主体”全过程评价体系，具体如下：

(1) 评价维度多维：从原来的“单一知识点”评价，向“三维素养”评价改变，实现从“知识”评价向“知识

-能力-价值”全要素评价的转变，实现育人目标的全面覆盖，如图 5 所示。

(2) 评价主体多元：从原来只有“教师”评价，转变为“多方协同”拓展，包括自我评价、同学互评、机器评价，构建“自我-他人-智能”三位一体的评价共同体，提升评价的客观性与全面性，如图 6 所示。

(3) 评价方式创新：从原来的只以终结性评价为主，转变为全过程考核，实现“全过程增值”评价：依托数字化手段，构建“过程性+终结性”与“诊断性+增值性”相融合的评价方式，重点关注学生成长轨迹、能力进阶与持续改进成效。

重构评价的时空维度，在空间上，利用 AI 技术将评价触角从“实验台”延伸至“虚拟调试端”与“职业素养端”；在时间上，从关注“期末一张卷”延伸至关注“每一次试错与迭代”；在机制上，构建“数据驱动、多维增值、产教共评”的 OBE 评价新范式，真正实现评价即诊断、评价即育人。



图 5 评价维度重构



图 6 评价主体多元

3 教学实践与成效

3.1 实践方案实施

在 2024—2025 学年对机械电子工程专业学生实施教学改革，主要措施包括：

(1) 资源建设。完善线上 SPOC 课程资源，新增信息素养专题微课 6 个、企业案例库 15 个、仿真验证任务 8 个。

(2) 课堂实施。按照“七阶次”路径开展教学，每两周完成一个任务单元，每学期完成一个综合项目。

(3) 竞赛融合。组织学生参加学科竞赛，将竞赛培训融入课程拓展环节。

3.2 教学成效分析

通过一学年的教学实践，取得以下成效：

(1) 学生信息素养显著提升。学生能够熟练运用学术数据库检索技术文献，利用仿真软件进行虚拟调试，借助工业互联网平台获取行业前沿信息。课程问卷调查显示，92% 的学生认为信息素养能力得到明显提升。

(2) 工程应用能力明显增强。学生参与科技竞赛同比提升 15% 以上，在学科竞赛中获区赛以上奖项 10 余项，课程项目完成质量显著提高。

(3) 教学质量持续改进。学生评教满意度显著提升，课程目标达成度分析显示，均达到预期要求。

(4) 2024—2025 学年第 1 学期，2022 级机械电子工程 1 班成绩分布。从中可看到优秀率有显著提升。

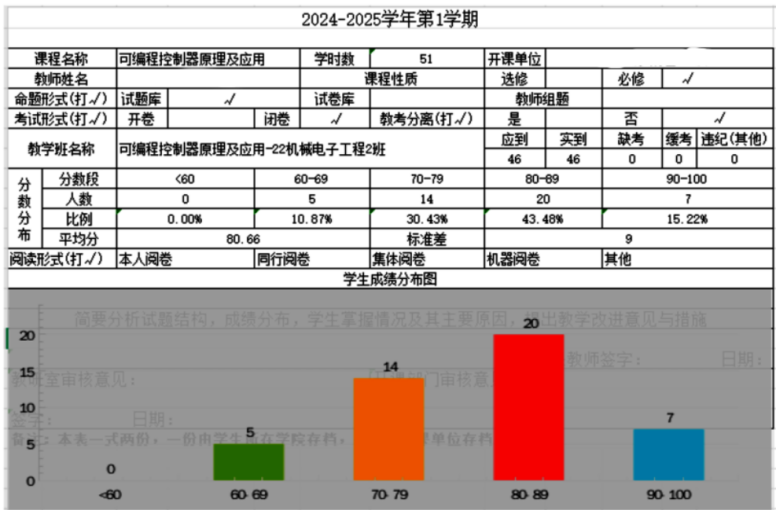


图7 2024—2025 学年第 1 学期质量分析报告

2023-2024学年第1学期，2021级机械电子工程1班成绩分布

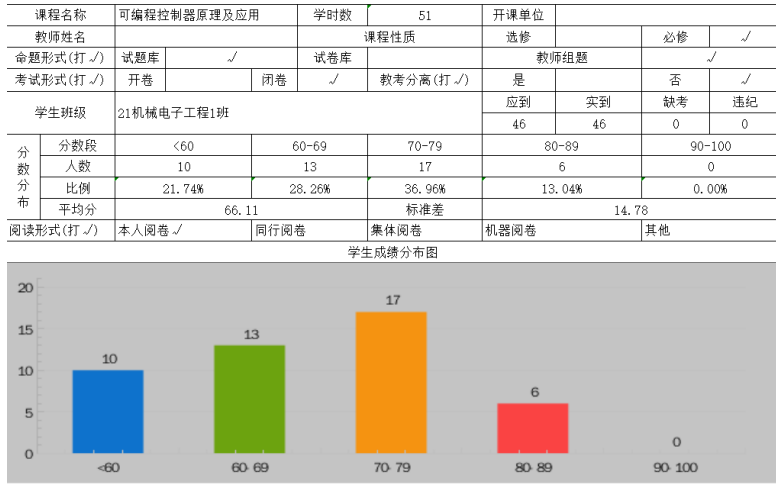


图8 2023—2024 学年第 1 学期 2021 级机械电子工程 1 班质量分析报告

2023-2024学年第1学期，2021级机械电子工程2班成绩分布

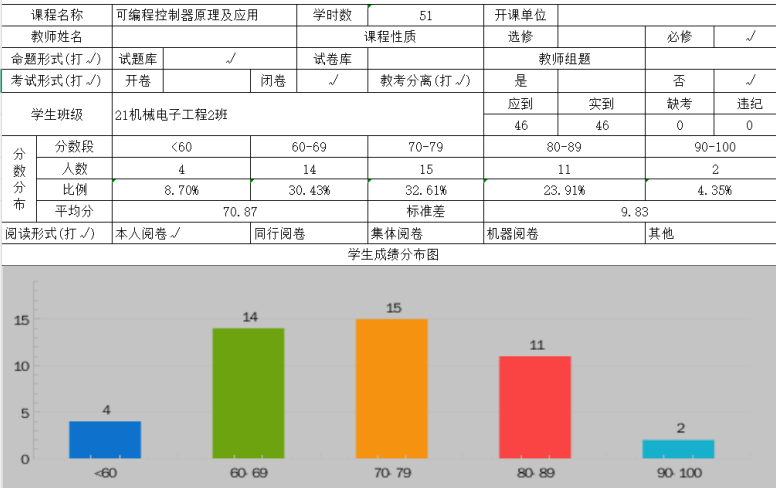


图9 2023—2024 学年第 1 学期 2021 级机械电子工程 2 班质量分析报告

4 结语

本文以《可编程控制器原理及应用》课程为载体,构建了“知识架构+能力培养”深度融合教学模式,通过重塑教学内容、创新教学方法、构建多元评价体系,实现了学生信息素养与应用能力的协同提升。

实践表明,该模式能够有效解决传统教学中知识碎片化、能力培养不足等问题,为同类工科课程的新工科教学改革提供了可借鉴的路径。

未来将进一步深化产教融合,引入更多真实工程项目案例;加强人工智能技术与课程教学的融合,探索智能化教学评价方法;持续完善信息素养培养体系,提升学生的数字化学习和创新能力。

基金项目:广西教育科学“十四五”规划 2022 年度专项课题一般课题“新工科背景下创新创业教育与地方高校机电类专业课程的融合研究”2022ZJY3034,校级教育教学改革工程(Wyjg2017A007),(Wyjg2019B014),(Wyjg2019A018),(Wyjg2023A039),(Wyjg2024A061),2023 年梧州学院新工科研究与实践立项项目(Wyjsx2023A007),2021 年校级课程思政示范课立项,校级教学成果培育立项项目(2022Wyjxcg024),2022 年梧州学院课程思政课程立项(Wykcsz2022Z004)。

[参考文献]

- [1]任玲玲,李浪,王陈诚,等.基于项目式教学、产教融合、赛教融合的 PLC 课程改革探索[J].科技风,2026(15):52-129.
 - [2]赵岩,郭明良,曹小燕,等.基于知识图谱的“可编程控制器原理与应用”课程混合式教学模式研究——以黑龙江科技大学为例[J].黑龙江教育(理论与实践),2026(5):54-57.
 - [3]孔祥强,李瑛,衣秋杰.“知识架构+能力培养”深度融合的本科教学模式设计[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2022(4):43-44.
 - [4]吕瑞华,金天翔,陈碧波,等.工程教育背景下“高分子物理”课程教学内容的重构——知识架构与工程应用能力培养[J].高分子通报,2022(7):73-78.
 - [5]李娟,乔红,张静.围绕能力培养调整教学策略激发学习动力——《电气控制与 PLC》课程教学创新探索[J].中国电力教育,2025(8):90-91.
 - [6]程刚,焦尚彬,刘涵.基于创新能力培养的自动化类专业实践教学探索[J].控制工程,2024,31(9):1716-1721.
- 作者简介:申毅莉(1980-),女,广西梧州人,硕士,副教授,梧州学院机械与资源工程学院,研究方向为机电结合。