PLC 课程设计与毕业设计的阶梯式衔接研究

李欧迅
成都工业学院机器人学院，四川 成都 611730

[摘要]自动化专业 PLC 课程设计与毕业设计之间存在显著的能力断层。课程设计多停留于梯形图逻辑验证层面，毕业设计则要求学生具备系统集成与算法应用能力，两者之间的过渡缺乏系统的教学设计与制度安排。本篇文章以西门子 S7-1500 PLC 与 FactoryIO 虚拟仿真平台为技术载体，分析了当前 PLC 课程设计与毕业设计衔接中存在的问题，给出了一种阶梯式衔接方案。该方案以能力驱动为设计依据，以三级递进为实施路径，以多元化体系为质量保障，在自动化专业综合课程设计中进行了初步实践验证。结果表明，阶梯式衔接模式能够有效弥合课程设计与毕业设计之间的能力鸿沟，学生的系统设计能力、工程规范意识和自主研究能力均有明显提升。

[关键词]PLC 课程设计；毕业设计；阶梯式衔接；项目递进
DOI：10.33142/fme.v7i10.20714　　中图分类号：G718.5　　文献标识码：A

Research on the Ladder like Connection between PLC Course Design and Graduation Design

LI Ouxun
School of Robotics, Chengdu Technological University, Chengdu, Sichuan, 611730, China

Abstract: There is a significant gap in ability between the PLC course design and graduation design for automation majors. Course design often stays at the level of ladder diagram logic verification, while graduation design requires students to possess system integration and algorithm application abilities. The transition between the two lacks systematic teaching design and institutional arrangements. This article uses Siemens S7-1500 PLC and FactoryIO virtual simulation platform as the technical carrier to analyze the problems in the connection between current PLC course design and graduation design, and proposes a stepped connection scheme. This plan is designed based on capability driven approach, implemented through a three-level progressive approach, and guaranteed by a diversified system. It has been preliminarily validated through practical experience in the design of comprehensive courses for automation majors. The results indicate that the hierarchical connection mode can effectively bridge the ability gap between curriculum design and graduation design, and students' system design ability, engineering specification awareness, and independent research ability have all been significantly improved.

Keywords: PLC course design; graduation project; ladder style connection; project progression

引言

可编程逻辑控制器（PLC）技术是自动化专业的核心技能之一，其教学效果直接关系到学生的工程实践能力培养质量。在多数高校的自动化专业培养方案中，PLC 相关课程设计通常安排在三年级，毕业设计则设置在四年级最后一学期。从时间序列上看，两者构成了实践能力培养的“前后接力”；然而在实际教学中，这两个环节往往各行其是，缺乏有意识的衔接设计。

课程设计阶段，学生通常在教师给定的固定题目下完成 I/O 分配、梯形图编程和简单调试，题目多集中于交通灯控制、电梯控制、机械手搬运等传统场景，技术手段以开关量逻辑控制为主。李跃鹏等以西门子 S7-300 型 PLC 为控制核心，设计了三轴雕刻运动控制课程设计，涵盖硬件配置、软件编程与图形加工三个阶段，在一定程度上提升了课程设计的综合程度[1]；李冰等依托科技项目设计了薄板对焊焊缝自动跟踪控制系统，融合了数字量 I/O、模拟量采集、串行通信、Modbus 通信与运动控制等多个知识点[2]。然而，这类课程设计仍以“给定任务、按步完成”为主，学生的自主设计空间有限。进入毕业设计阶段后，学生突然被要求完成“基于 PLC 与机器视觉的智能分拣

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

系统设计”“基于 S7-1500 的运动控制系统研究”等综合性课题，需要独立完成系统架构设计、算法实现、多设备通讯集成等工作。这种从“照着做”到“自己设计”的跨越，往往令学生无所适从，最终导致毕业设计质量滑坡——要么选题退化为课程设计的简单放大，要么大量依赖现成模板和网络资源拼凑。

这一问题的根源不在于学生能力不足，而在于培养体系中缺少一个“过渡地带”。课程设计结束时学生的能力停留在“逻辑验证”层面，毕业设计所要求的“系统集成”能力并未在中间环节得到系统训练。已有研究从不同角度触及这一问题。李萍等提出建设系列化、层次化的 PLC 实践教学体系，将课内实验、综合实践、开放实验、创新实践与毕业设计有机匹配，以渐进方式达成解决复杂工程问题的能力培养[3]；付立华等依托 PLC 创新开放实验室，构建了“基础类项目-综合类项目-创新类项目-学科竞赛-毕业设计”的分层次、递进式人才培养路径[4]；翁国庆等融合实物平台与虚拟平台，构建了基础实验、高级实训、综合控制、监控系统与创新实践五层次实践平台[5]；李艳霞等则从考核角度建立了面向课程设计全过程的双模式考核方法，以考核引导学生在整个设计过程中持续投入[6]。上述研究为实践教学的系统化设计提供了有益参考，但针对课程设计与毕业设计之间能力断层问题的专门研究仍显不足，尤其是如何以具体技术载体为依托、以可操作的项目递进路径来弥合这一断层，尚缺乏系统的教学设计与实践验证。

本文尝试以 PLC 方向为切入点，以西门子 S7-1500 PLC 与 FactoryIO 虚拟仿真平台为技术载体，构建课程设计与毕业设计之间的阶梯式衔接模式，为自动化专业实践教学体系的整体优化提供参考。

1 PLC 课程设计与毕业设计的能力落差分析

1.1 课程设计对应的学生能力

从教学实践来看，PLC 课程设计的典型任务流程为：根据控制要求绘制流程图，分配 I/O 地址，使用梯形图编写程序，下载至 PLC 进行调试。以常见的“物料分拣”课题为例，学生需要实现的核心逻辑是：传感器检测到物料到位后，PLC 控制气缸伸出将物料推入对应料槽。整个过程中，程序规模通常在 50 至 100 个网络段之间，变量数量有限，程序结构以线性逻辑为主。

课程设计阶段主要培养的学生能力有：（1）基本硬件配置能力；（2）基本逻辑编程能力；（3）基本工程意识与规范意识。学生在课程设计的整个学习过程中掌握了“PLC 能做什么”的认知，但尚未建立“如何用 PLC 构建一个系统”的思维框架。同时，学生能力大致停留在“逻辑验证”与“单机调试”，尚未进入“系统集成”与“算法应用”的范畴。

1.2 毕业设计对应的学生能力

毕业设计对学生的能力要求则显著提升。就 PLC 而言，毕业设计对应的是从“逻辑验证”跃升到“系统集成与算法应用”的综合性能力。例如：物料智能分拣及运动控制系统设计中，学生需要将各种综合知识相结合。（1）系统总体设计能力，学生需独立完成从需求分析系统总体方案设计，包括硬件选型、控制架构搭建、设备集成等。（2）设备的运动控制能力，学生需要掌握步进电机、机械臂、推料气缸等的控制方法，位置、速度等状态的控制指标。（3）智能算法的综合应用能力，整个分拣系统的核心在于物料的识别与分类，学生需完成传感器选型、信号采集与处理，视觉识别等智能算法进行物料特征判别。

可见，课程设计与毕业设计的能力需求是有较大差别的，从能力的广度、技术的深度、系统的复杂度等方面看，毕业设计是系统集成、算法应用的综合能力提升，课程设计与毕业设计之间并非量的延伸，而是质的跨越。

2 阶梯式衔接方案探究

针对上述能力断层问题，给出一种阶梯式衔接方案。该方案以能力驱动为设计依据，以三级递进为实施路径，以多元化体系为质量保障。其核心思路是将从课程设计到毕业设计的能力跃迁分解为三个可操作的阶段，每个阶段有明确的能力目标和对应的项目载体，形成一条从“能编程序”到“能建系统”的渐进路径。整个阶段性方案可归纳如表 1 所示。

表 1　阶段性方案能力要求

	宏观能力	微观能力
第一阶段	单一对象逻辑验证能力	能够按照任务设置或指定步骤完成。
第二阶段	多设备系统联调能力	能够独立完成系统维度联调。
第三阶段	系统集成能力	能够独立完成系统系统总体设计、算法实现。

第一阶对应现有课程设计，要求学生能够达到对单一对象进行逻辑验证的能力，培养学生硬件配置、梯形图线性逻辑编程与单机调试能力。例如，以物料分拣单站逻辑为载体，任务设置为给定任务按步完成，学生完成 I/O 分配、梯形图编程与单机调试，考核要点为程序功能正确性与接线规范。

第二阶为过渡环节，要求学生能够达到对多设备系统联调的能力，依托 FactoryIO 虚拟产线与 PLCSIM

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

Advanced 虚实联调，使学生在不增加算法难度的前提下能够独立完成系统维度联调。例如，以 FactoryIO 虚拟产线为载体，学生能够独立完成给定框架自主联调的相关任务，学生需完成多站点 I/O 规划、传送带与推料机构的时序协同、传感器信号在虚拟场景中的映射以及基本的状态监控与异常处理，考核采用方案、技术、功能、能力四环节的全过程评价。

第三阶对应毕业设计，要求学生能够达到系统集成的能力，要求学生独立完成系统总体设计、多轴运动控制、视觉识别算法应用与复杂通讯集成。例如：以物料智能分拣及运动控制系统等综合课题为载体，生能够独立完成自主选题独立设计的相关任务，学生独立完成系统架构设计、步进、伺服多轴协同控制、视觉识别等智能算法应用、多协议通讯与上位监控等。

3 衔接方案的保障机制

3.1 衔接方案的时序优化

阶梯式衔接方案的落地需要培养方案的支撑。为了获得更好的效果，建议将 PLC 相关专业基础课安排在第三、第四学期，PLC 综合课程设计的递进课程安排在第五、第六学期，PLC 相关毕业设计安排在第七、第八学期。这样既保证了各阶段之间有足够的间隔进行知识消化，达到每学期都有实践项目的持续训练目的。

值得注意的是先修课程与各阶段的匹配。第一阶段的课程设计应以“PLC 原理与应用”课程为先修或同步课程；第二阶段的虚拟联调项目需要以“工业组态技术”“工业通讯”为支撑；第三阶段的毕业设计则需要在学生完成“运动控制系统”“机器视觉”等选修课程后开展。

3.2 项目资源的层级建设

衔接模式的实施需要配套的项目资源库支撑。建议按三个阶段分别建设：第一阶段资源包括基础逻辑控制的标准案例和 FactoryIO 入门教程；第二阶段资源包括完整的系统联调项目案例（含程序模板、HMI 工程、仿真场景文件）和常见问题排查指南；第三阶段资源包括前沿技术专题和研究方法指导材料。

项目资源的设计应遵循“可扩展”原则——课程设计案例预留升级接口，综合项目案例预留研究空间，使学生能够根据自身能力选择恰当的起点和进阶方向。

3.3 评价方式的渐进改革

评价是引导学习行为的有效杠杆。三个阶段的评价重心应有所区分：第一阶段侧重规范性与正确性（I/O 分配是否合理、程序结构是否清晰、功能是否完整）；第二阶段侧重系统性与协作性（通讯是否稳定、画面是否实用、团队分工是否合理）；第三阶段侧重创新性与工程价值（技术方案是否有据、性能指标是否达标、设计是否有独立见解）。

在毕业设计评价中，建议引入“过程性评价”机制，将文献调研、方案论证、中期检查、联调测试等环节纳入成绩构成，避免“一锤定音”式答辩的偶然性。

4 初步实践与反思

本文所述衔接模式的核心理念已在自动化专业的实践教学改革中进行了初步探索。在课程设计环节，通过引入 FactoryIO 虚拟仿真组件，学生对“PLC 与虚拟设备联调”的接受度较高，完成基础逻辑后的扩展参与率达到 70%以上。在毕业设计环节，选题为“基于 S7-1500 与 FactoryIO 的物料分拣系统设计”的课题，其完成质量明显优于传统选题——学生不仅完成了逻辑控制，还主动引入了 HMI 数据记录和简单的运动控制功能。

实践中的主要困难在于：第二阶段的“综合课程设计”学时有限（通常为 1～2 周），难以覆盖 HMI 组态、虚拟仿真配置、通讯调试等全部内容。对此的应对策略是将部分学习任务前置到课外，利用线上资源开展预习，课内时间集中于系统联调和问题解决。此外，指导教师需要具备跨技术领域（PLC 编程、网络通讯、虚拟仿真）的综合能力，这对师资提出了更高要求。

5 结语

自动化专业 PLC 方向的课程设计与毕业设计之间的能力断层，是一个具有普遍性的教学问题。本文提出的“基础验证-虚拟联调-智能集成”三阶递进模式，试图在保持课程设计基础性的同时，通过增设过渡环节和优化衔接设计，使学生的实践能力培养呈现出连贯的进阶形态。这一模式的实施需要培养方案、项目资源、评价机制和师资能力的协同支撑，其效果也需要在更大范围的实践中持续检验和优化。对于自动化类专业而言，将“衔接”意识融入实践教学体系设计，或许是提升毕业设计质量、培养真正具备工程能力的人才的有效路径。

基金项目：成都工业学院 2024-2026 年高等教育人才培养质量和教学改革项目（项目号：20241228Y）。成都工业学院 2026 实践教学示范课程项目——控制系统设计 II(项目号：215674)。

[参考文献]

[1]李跃鹏,胡上国,雷霖.自动化专业 PLC 控制技术课程设计实例[J].实验技术与管理,2021,38(2):190-195.

[2]李冰,张妍,苑朝,等.基于科教融合的 PLC 应用课程设计

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

实例[J].电气电子教学学报,2023,45(5):205-210.
[3]李萍,祁鲲,刘丽华.解决复杂工程问题能力培养的 PLC 课程实践教学方法探索[J].中国现代教育装备,2018(9):33-35.
[4]付立华,卢金燕.新工科建设下 PLC 创新型人才培养探究——以河南工程学院电气工程及其自动化专业为例[J].西部素质教育,2025,11(9):77-80.
[5]翁国庆,张有兵.“新工科”背景下 PLC 课程虚实结合多层次实践平台构建[J].高教学刊,2021,7(23):11-13.
[6]李艳霞,杨旭东.PLC 课程设计全过程双模式考核方法的建立[J].中国教育技术装备,2022(14):110-113.
作者简介：李欧迅（1982—），男，重庆人，讲师，南京航空航天大学博士毕业，现就职于成都工业学院，从事大学本科教育工作。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.