

AI 仿真平台赋能 PLC 实践教学的路径与效果研究

张源峰

吉林工程技术师范学院 电气与信息工程学院 吉林 长春 130052

【摘要】：作为电气自动化、机电一体化、智能制造等专业的重要组成部分，PLC 实验对学生未来工业现场的操作能力具有重要影响。但是，传统的 PLC 实验由于过分注重现有设备、单一情境中的程序任务和总结性评价形式，存在任务情境相对单一、测评中不能发现存在的问题、以主观经验进行故障排除等问题。同时，基于 AI 模拟系统可以完成 PLC 实训的虚拟产线搭建、控制逻辑验证、运行状态监测、故障处置追踪、学习动作分析等一系列工作，让 PLC 教学从“能运行”向“是否易理解、是否可视化、能力评价怎样设计”转变。本文对 AI 模拟平台在 PLC 实践教学中的作用及存在的问题进行分析，并对其任务链进行了重构设计，在此基础上给出了一些优化建议，如基于典型工业生产流水线任务还原、采用程序模拟+现场联调的方式贯通全流程、将试验过程和故障排除信息保存以便查阅的方法。从而提升学生对控制逻辑的设计能力、设备协调能力和适应岗位的能力。

【关键词】：AI 仿真平台；PLC 实践教学；工业控制；任务链

DOI:10.12417/2705-1358.26.12.076

引言

《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》提出实施国家教育数字化战略，促进人工智能助力教育变革，并要求职业教育推进专业、课程、教材、教师、实习实训改革，建设集实践教学、真实生产、技术服务功能于一体的实习实训基地。《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》强调，将新方法、新技术、新工艺、新标准引入教学实践，建设职业教育专业教学资源库、精品在线开放课程和虚拟仿真实训基地。《教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见》提出以智能化推动教学方式和评价方式变革。PLC 课程连接电气控制、机电设备调试和智能制造现场，是培养自动化岗位能力的课程。传统 PLC 实训若长期停留在单机指令演示、固定线路连接和结果性验收层面，易弱化学生对工艺流程、联锁条件、故障追踪和调试规范的整体理解。上述工作具有入行意义，但如果一直在单机控制、固定步调、单点结果检测环节打转，学生就会形成“照图连线、依规编码、一试了之”的学习惯性。

1 AI 仿真平台介入 PLC 实践教学的价值起点

尽管 PLC 实践教学的目标不是教会学生死记硬背指令、连线编程运行，而是引导学生形成围绕着“了解工艺过程—设计逻辑图—编写程序—调试运行—排错”的思维方法。但传统上 PLC 教学是先介绍基本指令再进行实验训练，最后教他们 PLC 控制的基础认识。这种方式虽然能够让学生们学到相应的知识，但是不能够适应任务的多样化以及灵活性的要求，也不一定能够对应实际的情况。设置 AI 模拟系统主要是弥补传统实习

中的场景再现、过程监控以及针对性评价不足的问题。从教育价值来看，人工智能仿真系统将看不见摸不着的控制流程变成可视化运行场景。比如，PLC 程序中的常开、常闭按钮、继电器、计时器、计数器、顺序控制及互锁关系对于初学者而言比较晦涩难懂，在计算机上观察梯形图变化，容易导致学生认为 PLC 只是简单的一系列编程语言，没有考虑被控对象的动作规律。

2 PLC 实践教学引入 AI 仿真平台的现实困境

2.1 实训内容停留在单机控制层面

当前很多 PLC 实训教学都围绕单体设备展开，具体包括电机启动停止、正反转控制、交通灯控制、液位控制、抢答器控制等内容，这些训练有利于学生对基础理论知识和控制系统框架的学习，但长期以这样的形式进行教学，会使得教学内容脱离生产实践需求。事实上，现实中的实际生产线 PLC 都是涉及多台机器之间的配合，会涉及传感器检测、执行器动作、气缸模块、马达驱动、触摸屏操作、变频器控制、安全装置等一系列的问题。如果没有学习过多种设备之间如何配合运行，则就无法理解出厂内流程布置、联锁、紧急停止、设备状态变化之间的关系；而且只考虑单个设备的动作也会导致学生缺乏系统思维的习惯。比如，在问及电机启动或者停运时，只需要按照启—自锁—停止这样的简单逻辑就可以得到正确的结果。然而，在对产线进行控制的过程中，电机开关的动作将受前、后工位状态、传感器信息、急停信号、故障报警以及人/自动模式切换等多个因素的影响。

作者信息：张源峰，男（1989.04-），汉族，吉林长春人，硕士，助教，研究方向：图像目标检测。

项目基金：吉林工程技术师范学院 2025 年度校级教育教学研究课题“AI 辅助教学在电气自动化《PLC 应用技术》实验课程中的应用与创新实践研究”（项目编号：16）。

2.2 仿真结果难以迁移到设备调试现场

尽管 AI 模拟系统能够降低学生培训成本,但与现场设备相比仍存在局限性:在 AI 系统中的输入信号、响应动作以及故障现象较为理想,在现场设备中,可能由于接头松动、传感器误触发、压差不足、卡涩、通信延迟或者执行机构响应抖动等原因造成异常。如果单纯依靠仿真软件验证程序的正确性,而对所建模结果和实际运行情况之间的差异并不清楚的话,就会出现“纸上谈兵,现场难更改”的现象。除了验证编程思路是否合理之外,PLC 的现场调试还考验着学生对电路原理图的理解、对接插件状态的认识、对传感器工作状态的认知、对设备动作流程及安全规范性的把握等。虽然仿真系统可以帮助学生调试控制程序,但不能替代实际的线路上装设、信号上检测及设备上的观察。部分学生可以在仿真系统中把代码调试好,但在真正面对机器时还不会去检查输入点是否有效、输出是否有动作、执行元件能否操作、故障位置在哪儿该从软件找还是从硬件找。

3 AI 仿真平台赋能 PLC 实践教学的任务链重构

3.1 还原典型工业产线控制任务

AI 仿真平台赋能 PLC 实践教学,应从任务源头进行重构。教师不能只围绕单一指令安排零散实验,而应以典型工业产线控制任务为载体,将工艺流程、控制要求、设备状态和异常处理融入教学任务之中。任务设计可以选择贴近学生专业方向和实训条件的场景,如自动分拣线、灌装生产线、物料输送线、机械手搬运单元、仓储入库单元等。每个任务都应包含明确的控制对象、输入输出信号、动作顺序、联锁条件和安全要求,使学生在完成任务时经历较完整的工业控制过程。在任务呈现上,教师可将产线任务拆解为工艺阅读、点位分析、控制流程设计、程序编写、仿真实验和故障修正等环节。学生在编写程序前,需要先明确设备由哪些部分组成,各输入信号代表什么状态,各输出信号控制什么动作,设备动作之间存在怎样的先后关系。

3.2 贯通编程、仿真与联调流程

PLC 实践教学的重点不是简单的“码力”,而是能否完成从码到机的完整过程。因此,在引入 AI 模拟系统后,应将编程、仿真和联调相结合形成完整的路线:学生在完成其控制程序以后,首先要对其进行逻辑上的验证,即在仿真平台上测试,然后再根据仿真平台的结果修改程序,最终将其相对完善的设计移植到实物设备或者试验台上进行联调。这种做法能够减少学生在真实设备中盲目出错的机会以及提高设备实训的时间利用率;对于编程部分,教师应在指导学生编写 I/O 表、工序图、核心控制逻辑说明的过程中,引导学生先理清思路再动笔,

而不是边看边做。AI 模拟系统能够在某种程度上,帮助学生检查代码逻辑与设备动作之间的匹配度,但并不能代替学生控件设计的工作。建议教师强调代码本身不是孤立的文字,而是生产流程的表达式。

3.3 沉淀调试轨迹与排故数据

人工智能仿真系统对于 PLC 实训教学的深层应用在于,可以让学生的学习过程和故障处理过程留下可追溯的痕迹。教师可根据学习目标设置过程记录需求,如存留程序版本、仿真实操记录、出现问题状态描述、发现问题原因分析、更改方法和确认结果。这样做的好处是学生可以从对自身思考过程的回忆中获取经验,教师也可以从其中的信息进行有针对性的评价。关于调试过程的积累,需要的并不是很多日记,而是关键的节点,所以建议教师让学生尽可能详尽地写出每次更改代码的原因,例如,变量匹配错误、操作步骤错误、互锁条件遗漏、恢复逻辑不完整、定时参数不合理等;并说明更改后系统工作状态如何变化,问题是否真正解决,是否产生了新问题,以促使学生从“试错”向“有理纠错”转变,使其解决实际问题的能力更加合理化及系统化。

4 AI 仿真平台赋能 PLC 实践教学的应用成效

4.1 学生控制逻辑设计更加完整

在 PLC 实操教学中使用人工智能仿真系统后,在控制逻辑编程方面学生会更加完善,不再是单纯地考虑某一个程序块能实现某种功能即可,而更多地考虑了开机、运行、停机以及故障处理和复位等方面的全局性问题;在仿真实训项目下进行生产线工作任务。因为学生要不断验证自己的控制逻辑是否完备,所以最终他们会慢慢理解 PLC 的程序不仅能够正常运行,还要考虑异常情况以及在安全范围内运动。基于任务导向式学习模式可以让学生对输入和输出有更加深刻的认识。此前一些学生可能会把输入端子和输出端子当成一个符号,在传统的编程教学中,在编写程序的过程中,将示例源码复制粘贴即可。但在 AI 仿真实验室中,每个信号都对应着真实的机器动作,学生可以看到传感器的变化对控制过程的影响以及由输出动作冲突引起的副作用。

4.2 设备联调和故障定位效率提高

借助 AI 模拟器能够提高设备联调及故障排查效率,在前面已经完成了初步的逻辑验证,免去了因基础程序错误或反复上机下载而导致的徒劳和时间成本消耗,在真实设备联调阶段,只需关注对应位置、线路状态、传感元件、执行器件以及安全规范即可。而不需要纠结于初期大量的基础性程序错误。另外,仿真训练还可以帮助学生形成相对规范化的故障排查方式,在出现问题的时候不会盲目地乱改一通,而是会遵循“观

察结果—判断信号—逻辑分析—修改程序—再次测试”的方法来处理问题。比如,当机器迟迟未运行起来的时候,学生先判断有无输入信号有效,再看输出条件满足否,最后考虑有没有互锁或者计时逻辑上的问题。这样的排除法更贴近 PLC 现场调试的一般要求。

4.3 实践评价更能反映岗位胜任能力

有了 AI 模拟平台的支持,在真实环境下进行实训过程中可实现 PLC 多方面多层次的考评方式,由结果评价向过程能力与结果能力并重的评价方向发展。传统的考试是根据完成项目的状况或者程序运行起来没有来确定学生的学习效果,不能有效考查学生对生产工艺流程的理解水平、控制逻辑设计水平、调试规范理解水平、故障处理技巧熟练程度等。同时,由于该学习系统采集了学生的学习过程中的相关数据资料,教师可以设置更为个性化的评分项目。从评分项目的范围来看,设计方案思路、代码规范性、仿真调试过程、设备链接情况、故障分析说明及任务报告都是教师可控的。这样,学生不仅要有预想

的功能实现结果,还要说明他们的设计理念、调试方案及解决过程。这样的考核方式更加适应于工作场景,因为公司现场看重的是你能不能读懂机器、分析问题、遵守规则并持续改进,并不是你能不能做到过一次某个命令。

5 结语

为实现对 PLC 实践教学的人工智能仿真平台支撑,应立足于其职业性及实践性的特点,将具体教学过程设计成基于实际工控工作任务的教学环节,并非单纯地增加一种新技术,而是在模拟生产线上增加难度,根据运行结果反推控制方案,基于进程记录的问题诊断测评功能及虚实融合提高设备互联能力。对于传统 PLC 实践中任务单一、转换不便、故障排除不可见等问题,AI 仿真实训平台能够为我们的教改开展提供有效帮助,在实际操作环节,教师需要注意避免将 AI 仿真实训平台作为单纯的教学演示手段或结果验证方法。而应该贯穿于“工艺分析—程序编写—模拟调试—机床上连接—故障分析—能力评价”的整个流程中。

参考文献:

- [1] 黄淑琴,张亚萍.PLC 技术课程的实践教学设计探究[J].泰州职业技术学院学报,2024,24(2):22-24.
- [2] 黄淑琴,张亚萍.PLC 技术课程的实践教学设计探究[J].泰州职业技术学院学报,2024,24(2):22-24.
- [3] 尹翠,时谦,刘沛汉,等.基于新工科的电气控制技术与 PLC 课程教学实践[J].电子技术,2023(7):154-155.
- [4] 漆丽君,沈毅斌,曾章彤.面向应用型人才培养的 PLC 课程产教融合教学探索与实践[J].社会科学前沿,2025,14(12):379-384.
- [5] 楚楚饶.《数控机床电气控制与 PLC》课程思政的教学设计与实践[J].Advances in Education,2023,13(04):2281-2286.