

能力图谱赋能《可编程控制器及其应用》课程的智慧教学实践与探索

孟娜

陕西开放大学（陕西工商职业学院），陕西 西安 710000

DOI:10.61369/EIR.2025040021

摘要：针对《可编程控制器及其应用》（以下简称“PLC 课程”）在机电一体化专业教学中存在的能力培养碎片化、理论与实操脱节、学生能力差异难以兼顾等问题，提出一种基于能力图谱的智慧教学方案。该方案以能力培养为核心，通过梳理 PLC 课程的理论认知、实操技能、工程应用及创新拓展四类能力点，构建层级清晰、关联紧密的能力图谱，实现“理论 – 技能 – 工程”的深度衔接；同时引入 AI 助教辅助教学管理与个性化指导，既帮助学生精准定位能力短板、生成专属提升路径，也为教师提供精细化教学决策支持。该实践探索为机电一体化专业核心课程的智慧教学改革提供了可借鉴的思路与方法。

关键词：能力图谱；PLC 课程；智慧教学

The Ability Map Empowers the Intelligent Teaching Practice and Exploration of the "Programmable Controller and Its Applications" Course

Meng Na

Shaanxi Open University (Shaanxi Vocational College of Commerce), Xi 'an, Shaanxi 710000

Abstract : In response to issues identified in the teaching of "Programmable Logic Controller and Its Application" (hereinafter "PLC course") for mechatronics majors—such as fragmented competency development, a disconnect between theory and practice, and difficulties in addressing students' varying ability levels—a smart teaching solution based on a competency map is proposed. With a focus on cultivating comprehensive abilities, this solution identifies four types of competencies in the PLC course: theoretical knowledge, practical skills, engineering application, and innovative development. It constructs a clearly structured and tightly interconnected competency map, achieving deep integration of "theory–skills–engineering". Meanwhile, AI teaching assistants are introduced to support instructional management and provide personalized guidance. This not only helps students accurately identify their competency gaps and generate tailored learning paths, but also offers teachers refined data support for teaching decisions. This practical exploration provides valuable insights and methods for the smart teaching reform of core courses in mechatronics.

Keywords : competency map; PLC course; smart teaching

引言

在智能制造与产业升级背景下，机电一体化专业人才培养需紧密对接工业现场对“懂理论、会操作、能创新”的能力需求。PLC 课程作为该专业的核心课程，是连接自动化理论与工业实践的关键载体，其教学质量直接影响学生后续从事设备运维、程序开发、系统集成等工作的核心竞争力。

传统 PLC 教学模式存在明显局限：一方面，教学多以“章节理论讲授 + 单一实训任务”为主，理论知识（如指令系统、梯形图编程）与实操技能（如硬件接线、故障排查）缺乏系统性关联，导致学生虽掌握零散知识点，却难以独立完成工业场景下的综合项目；另一方面，传统教学采用“统一进度、统一任务”的标准化模式，忽视学生在理论基础、动手能力上的差异，部分学生因“理论跟不上”或“实操练不透”逐渐丧失学习兴趣。

能力图谱能够以可视化、结构化的方式整合课程所需的各类能力要素，明确不同能力点的层级关系与支撑逻辑，帮助学生构建“从基础到进阶、从单一到综合”的能力体系，同时为教师精准教学提供数据支撑。为此，本文以机电一体化专业 PLC 课程为研究对象，探索能力图谱赋能的智慧教学模式，旨在解决传统教学痛点，提升人才培养的针对性与实效性。

基金项目：陕西开放大学（陕西工商职业学院）2024年度重点科研项目“智慧课程助力构建全民终身学习社会的现状、问题和对策”（2024KY-A08）；陕西工商职业学院 2025 年度重点教改课题：“数字赋能专业教学变革背景下智慧课程建设路径研究与实践”（GJ2506）的阶段性研究成果。

一、可编程控制器及其应用课程现状

(一) 能力培养碎片化, 理论与实操脱节

PLC 课程的核心目标是培养学生运用 PLC 技术解决工业实际问题的能力, 该能力需融合“理论认知 – 实操技能 – 工程应用”三个维度。但传统教学中, 理论教学侧重指令原理、编程规则等抽象内容, 实训教学多围绕“电机正反转”“星三角启动”等单一任务展开, 两者缺乏深度衔接: 部分学生能熟练背诵指令功能, 却在接线时混淆输入输出端子; 有的学生能完成简单实训接线, 却无法根据工业需求优化程序逻辑, 导致“懂理论不会用、会操作不懂理”的能力断层, 难以适应工业现场的综合项目需求^[1]。

(二) 技术与标准更新快, 课程内容难同步

随着工业自动化技术的发展, PLC 技术迭代与应用场景拓展速度加快: 一方面, PLC 硬件从传统小型机(如西门子 S7-200)向中大型机(S7-1200/1500 系列)升级, 支持工业以太网、Profinet 等通信协议, 功能更贴近智能制造需求; 另一方面, PLC 应用场景从单一设备控制向“PLC+HMI”系统集成延伸, 对学生的系统设计与调试能力提出更高要求。传统课程内容更新滞后于产业技术发展, 教材中仍以老旧型号设备、简单控制案例为主, 导致学生毕业后需重新学习工业现场主流技术, 增加了就业适应成本。

(三) 个性化教学缺失, 能力差异难以兼顾

机电一体化专业学生的能力基础存在显著差异: 部分学生通过前期电工电子课程积累了较好的电路认知与动手基础, 对实操任务接受较快; 另一部分学生则更擅长理论分析, 但在硬件操作上存在畏难情绪。传统课堂采用“统一授课、统一实训”模式, 教师难以针对学生的能力短板调整教学重点: 对实操薄弱的学生, 单一实训任务无法满足其反复练习的需求; 对理论扎实的学

生, 基础知识点讲解又占用过多时间。此外, 实训资源(如 PLC 设备、实训台)有限, 学生在实训过程中常因“等待操作”“无人指导”导致学习效率低下, 难以找到适合自身的能力提升路径^[2]。

二、能力图谱赋能的课程智慧教学模式实践

能力图谱赋能的 PLC 课程智慧教学模式, 核心是通过构建“能力点 – 资源 – 任务”三位一体的关联体系, 打破传统教学的碎片化局限, 实现“精准教、个性学”。其创新实践主要体现在以下五个方面:

(一) 能力图谱构建

传统 PLC 课程教学仅按“理论章节 + 实训项目”划分内容, 无法体现能力点之间的支撑关系^[3]。能力图谱的构建需围绕 PLC 课程的核心能力目标, 分三步推进:

能力点拆解: 将课程能力划分为四类核心要素——理论认知能力(如 PLC 工作原理、指令系统、编程方法)、实操技能(如硬件选型与接线、程序下载与调试、故障排查)、工程应用能力(如工业案例分析、控制方案设计、系统集成)、创新拓展能力(如程序优化、多设备联动设计), 梳理出具体能力点。

关联逻辑梳理: 明确各能力点的层级与支撑关系, 例如“梯形图编程”是“电机正反转控制”的前置能力, “故障排查”需同时关联“硬件接线”“程序调试”与“电路原理”三个能力点, 形成“基础能力 – 核心能力 – 综合能力”的层级结构;

可视化呈现: 通过图形化方式展示能力图谱, 以节点表示能力点, 以连线表示关联关系, 标注每个能力点对应的学习目标、所需资源(如课件、视频)与实训任务, 使学生清晰掌握“学什么、怎么学、学到什么程度”。

表1: PLC 课程“理论认知能力维度”的能力图谱表

一级维度	二级层级	三级能力项	具体能力要求
理论认知能力维度(支撑所有实践环节的原理基础)	基础能力:入门认知层	PLC 基础认知	掌握 PLC 定义、分类(小型/中型/大型机, 如西门子 S7-200/1200/1500)、核心组成/(CPU、IO 模块、电源模块、扩展模块);理解 PLC “输入采样 – 程序执行 – 输出刷新”扫描工作原理;能区分继电器控制与 PLC 控制的差异。
		基础指令识别与理解	识别常用基础指令符号与功能(逻辑指令 LD/LDI/OUT/AND/OR/ANB/ORB、定时器 T/计数器 C 指令);理解指令执行条件与逻辑关系;能解读简单的指令语句表。
	核心能力:应用理解层	指令系统综合应用	熟练运用功能指令(如数据传送 MOV、比较 CMP、移位 SHL)解决实际逻辑问题;掌握顺序控制指令 STL 的编程逻辑;能针对“多步动作”场景(如自动送料)设计指令组合方案。
		主流编程方法掌握	精通梯形图 LD 编程规范(如线圈不串联、触点不并联在左侧母线)、功能块图 FBD 的图形化逻辑构建;理解结构化编程(如子程序调用、功能块 FB)思路;能根据项目复杂度选择适配的编程方法。
		复杂程序逻辑设计与分析	独立设计含“中断处理(如急停)、子程序嵌套、数据运算(如 PID 参数计算)”的复杂程序;能基于工业场景(如生产线联动)分析程序逻辑合理性;排查逻辑漏洞(如死循环、联锁失效)
		跨场景理论迁移	将 PLC 理论与其他自动化技术(如变频器调速、伺服控制)结合, 理解“PLC – 变频器”通信(如 Modbus 协议)理论原理;能针对不同工业领域(如机床、流水线)的控制需求, 迁移应用 PLC 核心理论。

（二）智慧教学分析

基于构建的能力图谱，将PLC课程拆解为“PLC基础认知”“指令系统应用”“编程实践进阶”“工业案例实训”“综合项目设计”5个模块，每个模块对应不同层级的能力点，并完成三类资源关联：

关联实训项目，涵盖从“单一设备控制”到“多系统集成”的梯度任务（如从“指示灯循环控制”到“自动化生产线PLC控制”）；

关联考核试题815道，包括理论选择题（考查指令理解）、实操判断题（考查接线规范）、综合应用题（考查方案设计）；

关联学习资源65个，含设备操作视频、工业案例手册、故障排查指南等。

通过能力图谱可实时监控教学数据：例如“基础指令应用”能力点的班级平均掌握率达90%，但“复杂案例编程”能力点平均掌握率仅68%，“Profinet通信调试”能力点因设备限制，学生实操完成率仅55%。这些数据为教师调整教学重点、补充实训资源提供了精准依据^[4]。

（三）个性精准化教学

教师通过能力图谱获取学生课前预习、课中实训、课后作业的全流程数据，精准定位学生的能力短板，实现“按需施教”：

课前分析：若数据显示某部分学生“PLC硬件认知”能力点预习完成率不足60%，课堂开篇可增加10分钟的PLC模块拆解与端子识别实操演示，而非直接进入编程理论讲解；

课中调整：实训过程中，若能力图谱显示多名学生在“电机星三角启动”接线中反复出错，教师可集中讲解“接触器互锁接线”的关键要点，并安排实操能力较强的学生进行小组帮扶；

课后跟踪：通过能力图谱构建学生个人“能力档案”，记录每个学生各能力点的掌握进度（如学生A“程序调试”能力达优秀，但“系统集成”能力待提升），针对不同学生布置差异化课后任务——对能力薄弱学生，推荐重复练习基础实训；对能力达标学生，安排“PLC+HMI联动设计”的拓展任务^[5]。

（四）个性自主学习

在学生端智慧教学平台中，能力图谱为学生提供“可视化、可追溯、可定制”的自主学习支持：

能力点查询：学生可点击图谱中任意能力节点，查看该能力的具体要求（如“工业案例分析”需掌握“需求拆解-方案设计-程序编写”三步流程）、前置能力（如学习“PID控制”需先掌握“模拟量输入输出”）及关联资源（如某饮料生产线PLC控制案例视频）。

参考文献

- [1] 冯涛等. “电路实验技术”课程智慧化教学系统开发 [J]. 实验室研究与探索, 2023(12):154-160.
- [2] 马英杰等. “五位一体”通信原理课程智慧教学模式研究与实践 [J]. 计算机科学, 2024, (10):129-134.
- [3] 李俊锋等. 基于知识图谱的“色彩学”智慧课程构建与实践 [J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2025(03):142-148.
- [4] 陈琳, 王运武. 面向智慧教育的微课设计研究 [J]. 教育研究, 2015(03):127-130.
- [5] 王胜花, 马敏. 国家中小学智慧教育平台赋能教师研修 [J]. 中小学数字化教学, 2024(07):77-80.
- [6] 陈倍. 面向新工科的智慧课堂教学创新探索与实践 [J]. 进展, 2024(04):64-66.

能力评估对比：平台实时计算学生各能力点的掌握率，并与班级平均水平对比（如“故障排查”个人掌握率75%，班级平均80%），帮助学生定位短板。

个性化路径生成：根据学生的能力评估结果，平台自动生成学习路径——例如实操薄弱的学生，路径推荐为“硬件接线实训→简单程序调试→故障模拟排查→综合项目实操”；理论薄弱的学生，路径推荐为“指令原理微课→案例编程练习→理论试题检测→理论应用实训”，确保学生按“能力适配”的节奏提升^[6]。

（五）AI助教

AI助教作为能力图谱的“辅助载体”，分别为学生与教师提供个性化支持：

学生端：AI助教基于能力图谱的关联逻辑，解答学生的实操与理论问题（如学生问“电机不转怎么办”，AI助教先引导排查“接线是否正确”，再排查“程序是否有互锁”，最后关联“故障排查”能力点的学习资源）；同时根据学生的学习进度，推送适配的拓展资源（如学生完成“电机正反转”实训后，推送“电机调速控制”的进阶实训指南），并支持“一对一”实操步骤指导；

教师端：AI助教协助教师进行教学管理，包括统计实训课出勤情况、识别实操中“反复出错”或“全程沉默”的学生、整理未提交实训报告的学生名单、分析能力点掌握率波动较大的学生（如某学生“编程能力”从85%降至60%，需重点关注）。教师通过这些数据可快速掌握班级学习动态，减少重复性管理工作，将更多精力投入到教学内容优化与个性化指导下。

三、结束语

能力图谱赋能的PLC课程智慧教学模式，直击机电一体化专业传统PLC教学中“能力碎片化、教学同质化、内容滞后化”的痛点。通过构建以能力为核心的结构化图谱，实现了理论知识与实操技能的深度融合，帮助学生建立“从基础到综合”的能力体系；AI助教的引入则进一步提升了教学的精准性与效率，既满足学生个性化的能力提升需求，也为教师减负增效。

实践探索不仅优化了PLC课程的教学效果，更为机电一体化专业其他核心课程（如单片机技术、自动化生产线运维）的智慧教学改革提供了参考——以“能力图谱”为纽带，衔接课程教学与产业需求，最终实现“以能力为本”的人才培养目标，为智能制造领域输送更贴合现场需求的高素质技术技能人才。