

# 基于“AI赋能 - 双驱教学 - 动态评价” 三维协同的自动化人才培养模式 改革研究

文 瑶\*, 黄 鑫, 黄龙旺, 朱 浩

重庆邮电大学自动化学院/工业互联网学院, 重庆

收稿日期: 2025年12月29日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月5日

## 摘 要

为应对智能制造时代对AI融合型自动化人才的迫切需求,针对当前自动化专业教育中存在的AI技术融合浅表化、产教协同机制不畅、评价体系单向静态等瓶颈,构建“AI赋能 - 双驱教学 - 动态评价”三维协同人才培养模式。重构传统课程体系,形成基础层 - 贯通层 - 实战层三阶递进式AI赋能课程群;打造“数字孪生虚拟仿真 + 企业真实项目案例库”双轮驱动的虚实融合教学平台,构建模拟验证 - 真机调试 - 迭代优化的工程能力培养闭环;建立基于多源学习行为大数据的动态评价系统,实现对工程实践能力的多维度精准评估与智能反馈,形成“技术赋能 - 平台支撑 - 评价引领”三位一体的新工科人才培养解决方案。

## 关键词

人工智能, 自动化专业, 三维协同, 新工科, 人才培养

# Research on the Reform of the Automated Talent Training Model Based on the Three-Dimensional Synergy of “AI Empowerment, Dual-Drive Teaching, and Dynamic Evaluation”

Yao Wen\*, Xin Huang, Longwang Huang, Hao Zhu

School of Automation/School of Industrial Internet, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing

\*通讯作者。

文章引用: 文瑶, 黄鑫, 黄龙旺, 朱浩. 基于“AI 赋能-双驱教学-动态评价”三维协同的自动化人才培养模式改革研究[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 395-402. DOI: 10.12677/ae.2026.162310

## Abstract

In response to the urgent demand for AI-integrated automation talents in the era of intelligent manufacturing, addressing the current bottlenecks in automation education—such as superficial AI integration, ineffective industry-education collaboration mechanisms, and a one-dimensional static evaluation system—a three-dimensional collaborative talent cultivation model of “AI Empowerment, Dual-Driven Teaching, and Dynamic Evaluation” has been developed. This model restructures the traditional curriculum system to form a three-tier, progressively advanced AI-enhanced course cluster: foundation, integration, and application. It creates a dual-driven virtual-physical integrated teaching platform based on “digital twin virtual simulation and real-world enterprise project cases,” forming a closed-loop for cultivating engineering capabilities through simulation verification, real-device debugging, and iterative optimization. Furthermore, a dynamic evaluation system utilizing big data from diverse learning behaviors enables multidimensional, precise assessment and intelligent feedback on engineering practice skills. Ultimately, this approach establishes a comprehensive talent cultivation solution for emerging engineering education, characterized by the integration of “technology empowerment, platform support, and evaluation guidance.”

## Keywords

AI, Automation, Three-Dimensional Synergy, Emerging Engineering Education, Talent Cultivation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 研究背景与问题提出

建设教育强国是推动社会进步与产业创新的基础，随着工业自动化与人工智能技术的深度融合，传统控制理论与智能方法的结合正成为新一代工程人才培养的核心议题[1]。这种融合不仅是技术层面的交叉，更是一种教育范式与人才培养模式的根本转型。研究表明，在智能制造背景下，系统复杂性日益增加，工程问题呈现多领域交叉、强不确定性和高动态性特征。自动化系统正从传统的确定性、线性、单目标控制，转向需要处理不确定性、非线性、多目标协同的智能自主系统[2] [3]。这种转变对自动化专业人才提出了全新的能力要求，学生不仅需要掌握经典控制理论，更需要具备复杂系统建模、多源信息融合、自主决策与协同优化等能力[4]。工程人才还需具备在动态环境下快速学习、适应与优化的能力，这对当前以确定性问题为导向的传统教学模式提出了严峻挑战[5]。然而，传统自动化专业教育模式在面对这场变革时，日益显露出结构性失衡与时代滞后性，主要表现为以下深层次矛盾：

### (1) 技术融合的深度困境

当前多数高校自动化专业的课程架构仍以经典控制理论为主导，人工智能多作为点缀性选修课程，呈现机械叠加而非有机融合的状态[6]。机器学习、知识图谱等前沿技术未能渗透到教学中，学生难以建立一体化系统思维，无法应对智能制造中异构数据处理、不确定系统建模、自主智能决策等工程挑战。

### (2) 实践教学的产教断层

虚拟仿真平台多局限于理想化、简化的控制场景，缺乏对工业现场复杂性、不确定性和动态性的真实映射[7]。企业实习通常是流程性观摩，学生难以获得在真实产线中进行控制算法部署、系统调试与优

化的深度实践机会。这种传统的培养模式，制约了学生解决复杂工程问题的系统思维与创新能力的形成。

### (3) 评价体系的单向局限

传统评价方式难以精准捕捉和衡量学生在工程实践中表现出的系统性思维、创新性设计、团队协作等关键素养[8]。现有评价体系缺乏对跨学科知识融合应用能力的过程性评估，对工程问题定义与分解能力的多维度考察，以及真实工程情境的动态反馈机制，使得人才培养质量与产业实际需求存在显著鸿沟。

智能制造新特征要求学生突破“懂控制不懂智能、懂算法不懂工艺、懂单元不懂系统”的能力瓶颈，亟需构建深度融合 AI 与自动化、紧密对接产业、具备动态适应性的新型人才培养体系，以支撑制造业智能化转型。

## 2. 三维协同育人模式构建

构建系统性、多层次、可迭代的协同育人框架，有机联动课程、平台、评价三大支柱，形成知识建构、能力培养、质量保障一体化的育人闭环，具体包含：

### 2.1. AI 赋能课程体系重构：构建“三阶递进、纵横融合”的知识图谱

为破解人工智能与自动化技术“两张皮”的难题，构建基础 - 贯通 - 实战三阶递进的 AI 赋能课程群，推动课程体系从知识传授向能力建构转型：

(1) 基础层：开设“Python 智能控制基础”“数据科学基础”等课程，培养学生数据思维、算法基础与智能系统认知。通过引入前沿案例，激发学生对 AI+自动化融合的兴趣，解决传统课程 AI 基础薄弱、专业脱节的问题。

(2) 贯通层：在传统核心课程中，系统性嵌入机器学习、智能优化、数字孪生等 AI 前沿模块。例如，在运动控制课程增设“基于深度学习的故障预测”专题，推动经典理论与 AI 方法产生化学反应，培养学生跨学科系统思维。

(3) 实战层：设计智能机器人系统设计、工业 AI 应用开发等跨学科综合项目，要求学生以团队形式完成从需求分析、算法设计到工程部署的全流程开发，推动学生实现从解决问题到应对复杂工程挑战的能力跃迁。

### 2.2. 虚实双驱教学平台建设：打造“沉浸体验 - 真实对抗”的能力训练场

为弥合虚拟仿真与工程实践之间的鸿沟，本研究构建以虚强实、以实促虚的双轮驱动实践教学体系，形成“学中做、做中学、做中创”的良性循环，虚实双驱教学平台如图 1 所示。

(1) 高保真虚拟仿真平台：基于数字孪生与 VR/AR 技术，开发涵盖智能制造产线、智能电网调度、无人系统协同控制等多个工业级虚拟场景，训练学生在动态、不确定、多约束条件下的系统调试与优化能力。

(2) 企业级真实项目库：与重庆市领军企业共建产教融合案例库，引入覆盖智能传感、工业物联网等方向的真实工程项目，包含技术文档、测试用例及导师指导资源，使学生直面真实工程环境中的约束性与妥协性。

(3) “虚拟 - 现实”迭代训练机制：设计虚拟验证、实体调试、反馈优化的双循环训练流程。该机制强化了学生在虚拟与真实世界之间迁移知识、迭代设计、解决复杂工程问题的系统性能力。

### 2.3. 动态评价体系创新：建立“数据驱动、精准画像”的持续改进机制

为突破传统评价方式“重结果、轻过程，重知识、轻能力”的局限，构建基于多源学习数据分析的全过程动态评价系统，评价维度权重体系分为静态权重基准、动态权重调整算法以及综合评价计算框架：



Figure 1. System architecture diagram of the virtual-physical dual-drive teaching platform  
图 1. 虚实双驱教学平台系统架构图

(1) 多维度过程数据采集：通过集成代码仓库、虚拟实验平台、项目管理工具等系统，实时采集学生在知识学习、实践操作、项目开发、团队协作等全流程行为数据，形成覆盖“认知 - 行为 - 协作”的立体化数据图谱。由层次分析法确定的静态权重基准如表 1 所示，其中知识建构度  $K = 0.40 \times K_1 + 0.35 \times K_2 + 0.25 \times K_3$ ，其中  $K_2 = \text{知识图谱节点数} \times \text{连接密度系数} \times \text{准确性系数}$ ；能力成长度  $S = 0.30 \times S_1 + 0.4 \times S_2 + 0.3 \times S_3$ ，其中  $S_2 = (\text{方案有效性} \times 0.6 + \text{实现效率} \times 0.4) \times \text{复杂度系数}$ 。

Table 1. Static weight baseline  
表 1. 静态权重基准

一级维度	权重	二级指标	分解权重	评价方式
知识建构度(K)	0.30	概念理解度(K <sub>1</sub> )	0.40	测验、概念映射
		知识关联度(K <sub>2</sub> )	0.35	知识图谱复杂度
		迁移应用度(K <sub>3</sub> )	0.25	跨场景应用正确率
能力成长度(S)	0.40	技能掌握度(S <sub>1</sub> )	0.30	实操表现评分
		问题解决力(S <sub>2</sub> )	0.40	项目完成质量
		协作沟通力(S <sub>3</sub> )	0.30	同伴互评、沟通记录

续表

创新表现度(I)	0.20	方案新颖性(I <sub>1</sub> )	0.35	专家评分、差异度
		优化改进度(I <sub>2</sub> )	0.40	性能提升百分比
		批判思维力(I <sub>3</sub> )	0.25	反思深度、质疑质量
素养发展度(P)	0.10	工程伦理(P <sub>1</sub> )	0.40	伦理决策案例
		学习毅力(P <sub>2</sub> )	0.30	任务坚持度
		职业认同(P <sub>3</sub> )	0.30	职业规划清晰度

(2) 智能化学情画像与能力评估：基于机器学习模型构建学生能力动态画像，从知识掌握度、工程思维水平、创新实践能力、职业素养表现多维度进行量化评估，衡量学生的系统性思维、问题分解能力及工程规范意识。在动态权重调整算法中的学习阶段自适应模型，其中三阶段权重分布如表 2 所示，权重随学习阶段动态变化为  $W_i(t) = W_i^0 \times [1 + \gamma_i \times \tanh(\alpha_i \times (t - t_{i0}))]$ ，其中  $W_i(t)$  表示第  $i$  维度在时间  $t$  的权重， $W_i^0$  表示第  $i$  维度的基础权重， $\gamma_i$  表示维度  $i$  的最大调整幅度(取值为 0~0.3)， $\alpha_i$  表示调整速率系数， $t_{i0}$  表示维度  $i$  的权重转变时间点， $\tanh()$  表示双曲正切函数，保证平滑过渡。

Table 2. Three-phase weight distribution  
表 2. 三阶段权重分布

维度	基础阶段(t = 0~1/3)	进阶阶段(t = 1/3~2/3)	创新阶段(t = 2/3~1)
知识建构度	0.35	0.25	0.20
能力成长度	0.30	0.40	0.35
创新表现度	0.20	0.25	0.35
素养发展度	0.15	0.10	0.10

(3) 个性化反馈与教学改进闭环：评价系统实时生成个性化学习诊断报告，向学生推送定制化的强化训练建议，同时为教师提供课程教学效果的可视化分析，形成“评估 - 诊断 - 干预 - 改进”的教学质量持续提升闭环。在综合评价计算框架中的综合得分公式为：总评分 =  $\sum [W_i'(t) \times f_i(S_i, t, P)]$ ，其中  $W_i'(t)$  表示时间  $t$  时的调整后权重， $f_i()$  表示第  $i$  维度的评分函数， $S_i$  表示第  $i$  维度的原始得分向量， $t$  表示学习时间标准化参数(取值为 0~1)， $P$  表示学习风格、基础水平等个性化参数向量。

3. 实施方案与特色创新

3.1. 分阶段实施路径：系统推进与迭代优化

为实现三维协同育人模式的平稳落地与持续优化，本研究采用分阶段实施、多维度迭代、全过程评估的系统推进策略，具体分为三个阶段：

第一阶段以 AI 赋能课程群为核心，完成基础 - 贯通 - 实战三阶递进课程体系的系统设计，并推动教案、实验指导书的更新。同步开展师资培训，组织专业教师参与企业的 AI 技术研修项目，提升教师队伍“AI + 自动化”跨学科教学能力。

第二阶段基于数字孪生技术，构建覆盖智能产线控制、机器人协同作业等场景的虚拟仿真平台，共建真实项目库，开展虚拟验证 + 实体调试双轨教学，组织学生参与智能控制系统设计等项目，形成以赛促学、以用促能的教学新生态。



第三阶段基于前两阶段积累的教学数据，构建学生学习行为数据库，开发 AI 工程能力动态评估模型，实现对学生知识掌握、工程思维、创新实践能力的多维度追踪与精准分析，优化评价指标与教学策略，形成教 - 学 - 评 - 改闭环。

3.2. 具体实施案例：《计算机控制技术》

(1) AI 融合教学大纲核心升级：传统教学围绕计算机控制系统的基本原理展开，重点在于让学生理解如何将连续控制离散化并用计算机实现，核心是确定性算法的设计与分析。而 AI 增强版教学在保留这一核心的基础上，引入了不确定性处理、环境交互学习和自主优化等新维度，将课程从“如何精确控制”拓展到“如何智能控制”，使学生面对模型不精确、环境时变、目标多元等现实挑战时拥有更强大的工具箱。传统教学大纲与 AI 融合教学大纲深度对比如表 3 所示。

Table 3. In-depth comparison of AI-integrated teaching syllabi  
表 3. AI 融合教学大纲深度对比

对比维度	传统教学大纲	AI 增强教学大纲	核心变革点
教学目标	掌握计算机控制系统基本组成、分析与设计方法	掌握智能控制系统设计，具备数据 - 模型双驱动解决问题的能力	从实现控制到创造智能
理论基础	采样定理、Z 变换、离散系统、经典控制理论	传统理论 + 神经网络理论、强化学习、优化理论	理论体系扩展与交叉
核心内容模块	系统基础、控制器设计、实现技术	智能控制基础、先进智能算法、AI 实现技术、系统安全	新增 AI 算法与安全模块
关键技术重点	数字 PID、直接数字设计、状态空间法	深度自适应控制、神经网络预测控制、强化学习、边缘 AI	从确定性算法到学习型算法
实验性质	验证性实验为主，固定流程	探究性、创新性项目，开放问题	从“照做”到“创造”
系统架构认知	单机集中式控制	云 - 边 - 端协同智能控制	架构范式升级
评价导向	知识掌握程度、实验完成度	创新能力、工程实现、解决复杂问题能力	多元能力综合评价

(2) 学生核心能力培养变迁：传统评价以期末考试和实验报告为主，AI 融合课程建立了多维度、过程性、能力导向的新评价体系。知识考核占比降至 30%，而项目考核跃升至 50%，涵盖技术难度、创新性、工程规范和应用价值。例如，在“数字孪生预测维护”项目中，学生不仅要实现基于 LSTM 的设备故障预测模型，还需将其集成到基于 Unity3D 的数字孪生系统中，并设计人机交互界面，考察其模型预测准确率、代码质量及对技术选型和结果分析的深度。此外，20%的过程评价关注学生的团队协作、学习迭代和进步幅度，鼓励探索和容错。学生能力培养与评价体系对比如表 4 所示。

Table 4. Comparison of student competency cultivation and evaluation systems  
表 4. 学生能力培养与评价体系对比

能力类别	传统教学培养侧重点	AI 增强教学培养侧重点	具体内涵提升
建模能力	基于物理定律和数学推导建立精确模型	建立数据驱动或物理 - 数据混合模型，处理不确定性与非线性	从白箱建模到灰箱/黑箱建模能力
算法设计能力	设计确定性控制律(如 PID、状态反馈)	设计与训练学习型算法(神经网络、强化学习策略)，并实现与传统控制器的融合	从解析设计到数据驱动优化设计
实现与部署能力	在单片机/PLC 上实现控制代码	在边缘 AI 计算平台上部署和优化轻量化模型，实现云边协同	从嵌入式编程到 AI 模型部署与优化

续表

系统集成能力	集成传感器、控制器与执行器	集成多模态感知、智能决策与执行，构建软硬一体的复杂系统	从单机控制到智能体系统集成
调试与验证能力	使用仪器测量信号，调试参数	利用数字孪生进行虚拟调试，分析学习曲线与决策逻辑，进行安全验证	从物理调试到虚拟调试与 AI 可解释性分析
创新与解决问题能力	针对给定问题调整方案	自定义问题边界，探索和评估多种 AI 解决方案	从解决“良构问题”到应对“劣构问题”

**(3) 教学条件与资源建设优化：**传统实验室配置以满足基础验证实验为目标。AI 融合教学则需构建多层次实验支撑环境：基础层保留单片机平台用于理解底层控制；进阶层配备移动机器人、机械臂和丰富的传感器，作为 AI 算法的“实体试验场”；创新层则建设数字孪生实验台和云端仿真资源，支持复杂系统验证和低成本试错。软件生态也从 MATLAB 扩展到涵盖 AI 开发、机器人中间件、虚拟仿真和协同开发的完整工具链。教学资源配置与支撑体系对比如表 5 所示。

**Table 5.** Comparison of teaching resource allocation and support systems  
**表 5.** 教学资源配置与支撑体系对比

资源类型	传统教学配置	AI 增强教学配置	升级必要性说明
硬件平台	标准计算机控制实验箱、示波器、信号发生器	移动机器人、边缘 AI 计算设备、多模态传感器套件、数字孪生实验台	为复杂算法验证和系统集成提供物理载体
软件工具	MATLAB/Simulink、KEIL、Proteus	PyTorch/TensorFlow、ROS/ROS2、Gazebo/Coppeliassim、Unity/UE、Git	支持 AI 算法开发、机器人仿真、协同开发与可视化
实验环境	固定实验室、按课表使用	开放实验室、云端仿真资源、可远程访问的实体实验设备	支持弹性、自主、深度的项目开发与迭代
案例与数据集	教科书例题、标准实验指导书	开源 AI 竞赛项目案例、真实工业数据集、往届优秀项目库	提供贴近现实、富有挑战性的学习情境
师资队伍	控制理论与工程背景教师	控制理论、人工智能、机器人学交叉背景的师资团队，企业导师	具备指导前沿交叉项目的能力

3.3. 核心创新特色：多维突破与融合创新

本研究在课程、教学、评价三个维度实现系统性创新，形成具有可复制、可推广价值的育人新模式：

(1) 课程重构创新：构建“三阶递进、纵横贯通”的 AI 融合课程体系

突破传统课程“AI 与自动化简单叠加”的局限，提出基础 - 贯通 - 实战三阶递进式融合方案。在纵向设计上，遵循“认知 - 理解 - 应用 - 创新”的能力发展规律；在横向联动上，推动 AI 技术模块与自动化核心课程的深度融合。

(2) 教学模式创新：打造“虚实融合、产教协同”的双驱实践教学范式

虚拟仿真平台支持高保真、高复杂度的系统建模与算法验证，企业真实项目库提供真实的工程场景与产业需求。通过“仿真 - 部署 - 迭代”的双循环训练机制，强化学生解决复杂工程问题的能力，推动理论学习向工程实践的有效转化。

(3) 评价机制创新：建立“数据驱动、动态追踪”的 AI 工程能力评估模型

通过采集多源过程数据(如代码质量、调试路径、协作记录等)，构建学生能力画像，实现从“单一知识考核”向“多维能力评估”的转变，该系统支持实时反馈与个性化学习建议，推动教学从“标准化输出”向“精准化培养”转型。

## 4. 结论与展望

本研究构建的三维协同育人模式，通过“技术赋能课程重构－虚实融合平台支撑－数据驱动评价迭代”的闭环育人机制，形成了可扩展、可评估、可持续的教学创新生态。该模式回应了智能制造背景下自动化专业人才能力结构转型的迫切需求，也在产教融合机制、学习范式变革、质量保障体系实现突破，有效解决传统培养模式中 AI 技术与控制工程知识分离、实践脱节、评价滞后的矛盾，为新工科背景下复合型工程创新人才的培养提供了可复制、可推广的解决方案。后续研究将重点围绕“开放协同、动态适应、智能引领”三个方向持续深化，进一步推动三维协同模式向开放化、自适应、智能化方向演进，构建更具弹性、更可持续、更具生命力的工程教育新生态，为培养能够驾驭未来智能制造复杂性的自动化卓越工程人才提供系统性支持。

## 基金项目

2025 年重庆邮电大学教育教学改革项目“AI 赋能·匠芯引领:自动化卓越工程师智能教育新范式构建与应用”(XJG25216), 2025 年重庆市高等教育教学改革研究项目“三元协同·双核共育:智能车辆工程课程－实践－师资一体育人机制重构研究与实践”(251028), 教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会第五批(2024 年)教改研究面上项目“AI 赋能现代产业学院自动化大类专业核心知识体系与课程重构探索与实践”(2024011)、“面向产教融合的自动化专业课程数智资源建设探索与实践”(2024026), 重庆邮电大学 2025 年校级课程思政示范项目“智能车辆决策与控制技术”。

## 参考文献

- [1] 陈世军, 查长礼. 以“学科竞赛”为依托的新工科背景下自动化专业人才培养的探索与实践[J]. 教育现代化, 2020, 7(52): 36-38.
- [2] da Silva, J.A.B., de Souza, P.C.P. and Valentim, R.A.M. (2023) Integration of Artificial Intelligence and Control Theory in Engineering Education: A Review and Future Directions. *IEEE Transactions on Education*, **66**, 245-258.
- [3] 李鹏, 李志坚, 马杰. “双一流”建设地方高校基础学科拔尖创新人才培养的协同创新模式研究[J]. 中国大学教学, 2025(6): 11-16.
- [4] 王宏宇, 刘莉. 新工科背景下地方高校创新人才培养模式研究: 以自动化专业为例[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(21): 85-88.
- [5] 金东寒, 马新宾. 推动新工科教育迭代升级支撑服务新型工业化建设[J]. 中国高等教育, 2024(5): 8-11.
- [6] 屈岩峰, 王雪飞, 侯爱菊, 赵晟铎. 地方应用型本科高校新工科专业创新型人才培养模式改革策略研究[J]. 教师, 2025(4): 146-148.
- [7] 任晓芳, 林娟, 王淑红. 新工科背景下自动化专业创新创业人才培养模式改革与实践[J]. 未来与发展, 2023, 47(1): 80-85.
- [8] 许德新, 赵玉新, 刘志林. 自动化类专业创新创业人才培养实践教学体系构建与实施路径[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(6): 105-110.