

《计算机控制系统》课程“师-生-机”三元协同教学模式的探索

翟明达¹, 李晓龙¹, 龙志强^{1,*}

1. 国防科技大学, 智能科学学院, 湖南 长沙, 410073

摘要: 针对《计算机控制系统》课程教学中资源配置不充分、学情分析不精准、工程案例与实际对接不紧密等痛点, 本文构建的“控制+计算机+AI”驱动“师-生-机”三元协同教学模式, 紧扣《计算机控制系统》改革需求与控制学科发展方向, 兼顾学员能力培养、教育智能化转型与学科高质量建设多重目标, 通过建设“控制+计算机+AI”融合的课程数字资源、重塑三元主体角色分工与互动逻辑、开发智能化多维度评价体系, 实现教学全流程的精准化与个性化。实践表明, 该模式有效激发了学员学习动力, 提升了其控制算法实现、复杂工程问题解决的实战能力, 为控制类课程的智能化教学模式改革提供了理论支撑与实践范式。

关键词: 教育智能化; 师-生-机三元协同; 计算机控制系统; 控制+计算机+AI; 教学模式改革

Exploration of the Triadic Collaboration Teaching Model of "Teacher-Student-Machine" in the "Computer Control Systems" Course

Mingda Zhai¹, Xiaolong Li¹, Zhiqiang Long^{1,*}

1. College of Intelligence Science and Technology, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan, 410073, China

Abstract: To address key challenges in the teaching of Computer Control Systems—including insufficient resource allocation, imprecise learner analysis, and weak alignment between engineering cases and real-world practice—this study proposes a “Control + Computer + AI”-driven triadic collaborative teaching model integrating teacher, student, and machine. The model responds to the reform needs of the course and aligns with the development direction of the control discipline. It also serves multiple goals, including student competency development, intelligent education transformation, and high-quality disciplinary development. By developing integrated digital course resources, redefining the roles and interaction logic of the three main entities, and constructing an intelligent multidimensional assessment system, the model enables precision and personalization throughout the teaching process. Practice shows that this model effectively enhances student motivation and strengthens their practical abilities in control algorithm implementation and complex engineering problem solving. It provides both theoretical support and a practical paradigm for the teaching model reform of control-related courses.

Keywords: Intelligent Education; Teacher-Student-Machine Tertiary Collaboration; Computer Control Systems; Control + Computer + AI; Teaching Model Reform

习近平总书记在二十大报告中强调“加快建设教育强国、科技强国、人才强国”，并明确提出

“推进教育数字化,建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”^[1,2];教育部《新工科建设宣言》提出“推动学科专业交叉融合,培育新兴交叉学科”;“十四五”规划中也提出了关于“加快数字化发展,建设数字中国”的战略部署;教育部大力推进“教育数字化转型行动”与“国家智慧教育平台”的全面建设;国家也在深化“产教融合”战略下的“现代产业学院”与“卓越工程师”培养计划;生成式 AI 与高等教育深度融合已成为教育数字化 2.0 阶段的重要方向^[3]。这些国家战略为课程智能化协同教学模式的改革提供了根本遵循与宏观方向指引。

在新工科建设与教育智能化转型的双重驱动下,高等教育正经历一场从“信息化辅助”向“智能化赋能”的深刻变革。这一变革不仅体现为技术工具的升级,更意味着教学理念、课堂结构与评价体系的重构。尤其是控制理论、计算机技术与人工智能(AI)的交叉融合^[4],正不断催生出新的知识生长点与能力需求,推动《计算机控制系统》等核心课程突破传统学科界限,构建跨领域、重融合、强实践的内容体系。在此背景下,课程建设的目标正逐步从侧重“知识传授”转向聚焦“能力生成”,支撑课堂由传统“师-生”二元结构迈向“师-生-机”三元协同转变。

1 研究现状与改革困境

1.1 国内外研究现状与发展趋势

为顺应智能时代教育智能化与交叉化的发展趋势,国内外高校围绕控制类课程的知识结构与能力培养方式开展了大量教学改革实践,为本文提供了重要参考。麻省理工学院在控制系统课程中引入 Python、MATLAB 等工具,构建“理论建模-计算机实现-仿真验证”的完整教学链条,有效提升了学生从理论到工程实现的综合建模能力;斯坦福大学依托 AI 虚拟实验平台开展控制参数优化与故障模拟训练,使学生在接近真实环境的仿真中强化系统分析与实践能力。清华大学在《过程控制系统》中构建“控制理论+LabVIEW 编程”的实践体系,促进了控制理论向工程实现的有效落地;这些改革共同表明,“控制+计算机+AI”交叉融合正成为控制类课程建设的重要发展方向,AI 的深度融入推动课堂从传统“师-生”二元结构迈向“师-生-机”三元协同,使教师的高阶引导、学生的主动探究与 AI 系统的实时支持形成协同闭环,为控制类课程的高质量实施提供了坚实的技术基础和组织动力。上述实践表明,“控制+计算机+AI”交叉融合已成为控制类课程建设的主流方向。AI 深度融入推动课堂形态向三元协同升级,教师高阶引导、学生主动探究与 AI 实时支持形成协同闭环,为控制类课程高质量实施提供了技术基础与运行保障。

1.2 课程改革的背景与困境

在信息技术迅猛发展和控制科学需求日趋复杂的当下,控制类课程在新型人才培养中的基础性与牵引性作用日益凸显^[5,6]。《计算机控制系统》作为控制大类课程中承上启下的核心课程,既是控制理论走向工程实现的关键环节,也是学员面向装备控制与智能化应用的重要能力支撑。高校作为人才培养的主阵地^[7],必须主动适应高等教育最新发展趋势,积极推进教学数字化与智能化建设,同时遵循教育教学规律,紧贴“四性一度”标准,打造具有控制特色的高质量课堂。在此过程中,《计算机控制系统》课程教学改革仍面临痛点与难点。

1.2.1 教学资源配置不充分,“师-生-机”三元协同难落实

尽管资源数字化和立体化已解决了供给问题,但课堂教学资源还是基于传统的“师-生”二元结构配置^[8,9],不能根据学员不同基础和需求精准匹配,缺乏动态调整机制,使学生无法获取个性化的能力提升路径。且现有资源未能协同、高效利用,无法充分激发每位学员的潜力。

1.2.2 学情精准分析不深入，导学助学体系缺温度

传统学习助手收集的信息通常为数值信息，而学情精准分析应该融合学习态度、行为习惯等有温度的非数值信息，同时，人工研判易受主观影响、缺乏一致性，导致对学情诊断不够精准；“互联网+教育”改善了资源可达性，却未根本改变导学助学以人工为主的局面，个性化教学缺少有温度的导学助学体系支撑。

1.2.3 工程案例应用浅显，教学与实际对接不紧密

课程虽包含一定工程实例，但案例深度与广度仍需拓展，未能反映科学技术最新发展；同时教学中的实战化元素不够突出，对学员解决复杂工程问题的能力提升不足。因此，需要增强工程案例的深度与广度，提供实时反馈与模拟分析^[10]。教师与 AI 共同引导学员将理论与实际结合，提升学员解决复杂问题能力，确保教学与实际应用紧密对接。

2 研究的价值与意义

本文构建的“控制+计算机+AI”驱动“师-生-机”三元协同教学模式，紧扣学校《计算机控制系统》改革需求与控制学科发展方向，兼顾学员能力培养、教育智能化转型与学科高质量建设多重目标，研究价值体现在人才培养、教学转型、学科建设三个维度。

2.1 “师-生-机”三元协同模式促进综合能力培养

通过“控制+计算机+AI”驱动“师-生-机”三元协同模式，使教师的高阶引导、学生的主动探究与 AI 系统的实时支持形成协同闭环，提升学员在实际应用中的实战能力、创新思维与团结协作能力。该模式不仅有助于学员掌握控制核心素养和计算机技术，还通过 AI 技术优化学习过程，确保学员具备全面应对复杂任务的能力。

2.2 AI 导学体系助力教育智能化与个性化转型

基于“师-生-机”三元协同机制，AI 导学体系助力教育智能化与个性化转型。通过融合学员学习态度、行为习惯等有温度的非数值信息，实现学情精准分析诊断，AI 为学生提供个性化辅导，教师精准调整教学方案，学员达成高效、个性化的学习效果。AI 导学体系不仅提升了学生的自主学习能力，也有效解决了传统教学中的不足，推动课堂从传统“师-生”二元结构迈向“师-生-机”三元协同。

2.3 “师-生-机”三元协同教学改革支撑学科双一流建设

控制为魂、计算机为核、AI 为翼，“控制+计算机+AI”驱动的“师-生-机”三元协同教学模式推动了《计算机控制系统》等课程的教学改革，解决了传统教学中的“重理论、轻实战”和“单向教学”问题，提升了教学的互动性和灵活性，为高质量的课程教学提供了全新的范式，推动了教学与行业需求的深度融合，将支撑控制学科的双一流建设。

3 课程改革的探索与实践

3.1 研究的思路与目标

以培养人才为目标导向，紧扣“四性一度”建设标准，立足控制类人才培养实战需求，以《计算机控制系统》为试点课程，依托“控制为魂、计算机为核、AI 为翼”三向驱动逻辑，构建并实践“师-生-机”三元协同教学模式，整体遵循“调研分析-资源建设-模型构建-评估反馈-实践优化-总结推广”的研究思路有序推进。研究先系统梳理国内外“AI+教育”、控制工程教学、高等教育改革及三元协同教学相关成果，借鉴先进教学经验夯实理论基础；再通过问卷调查、学员座谈、专家访谈等

方式，精准研判课程教学痛点、人才培养核心需求及三元协同教学实施要点，为后续改革设计提供实践依据。

研究立足本校研究型教学定位，构建覆盖“教-学-练-评”全流程的三元协同模式，推动课堂由二元结构向三元协同转型，实现课程由“知识传授”向“能力生成”转变。我们以课程数字化、智能化升级为目标，构建“实战场景+控制知识+计算机实现”特色资源体系，形成 AI 深度参与的线上线下一体化理论教学模式与“任务驱动、场景仿真、实物挑战”一体化实践教学模式。以控制类专业学员为对象，采用“设计-实施-观察-反思-优化”迭代机制完善模式与资源，聚焦装备控制案例优化协同分工，激发学习动力，深化理论理解，提升算法实现与优化能力，达成“夯实理论、提升能力、服务实战”的课程目标。

3.2 具体教学实践

以“控制为魂、计算机为核、AI 为翼”驱动“师-生-机”三元协同，构建“数字资源-教学模式-实施评价”三位一体的研究框架，重塑控制类课程的知识结构与能力培养方式，推动《计算机控制系统》建设由“知识传授”转向“能力生成”，支撑课堂由“师-生”二元结构迈向“师-生-机”三元协同。研究内容包括以下三个方面。



图1 “控制+计算机+AI”驱动“师-生-机”三元协同的教学模式

Fig. 1 "Controlling + Computer + AI" drives triadic collaboration education model of "Teacher-Student-Machine"

3.2.1 建设“控制+计算机+AI”的课程数字资源，重构课程知识图谱与内容体系

围绕《计算机控制系统》课程的核心知识链条，我们从知识逻辑、工程应用与智能升级三个维度，系统梳理控制理论、计算机实现与 AI 优化三类关键知识点，构建层次清晰、要素完备、动态可扩展的课程数字资源体系，为“师-生-机”三元协同教学提供内容支撑与运行底座，推动教学资源从“零散供给”向“体系化供给”、从“静态呈现”向“智能推送”的转变。

首先，构建“控制+计算机+AI”特色案例库。紧扣学校实战化教学需求与装备控制应用场景，对标装备控制、无人作战系统、伺服驱动系统、嵌入式控制等典型工程场景，将抽象控制理论与真实工程任务深度绑定。在案例设计中，重点提炼场景的控制本质与性能指标，明确对应的计算机编程实现流程、仿真平台工具与代码实现要点，同时挖掘可通过 AI 进行优化的环节，如参数自整定、模型辨识、故障诊断与预测控制等，形成“实战场景-控制知识-计算机实现-AI 增强”一体化的递进式案例样本集。

其次，建立课程知识图谱。以“控制理论-计算机实现-AI 优化”为主线，对课程知识点进行结构化拆解与关联组织，明确各知识点的前置基础、核心内容和考核要求等，在此基础上，构建覆盖控制系统组成、信号与采样、系统建模、控制器设计、软件实现、仿真验证、智能优化等模块的多层级知识网络。知识图谱不仅呈现知识点间的逻辑关系，还与案例、习题、实验等资源关联映射，为AI 导学与精准教学提供底层数据支撑。

最后，设计结构化内容体系。依托特色案例库与课程知识图谱，利用 AI 技术生成分层次、可推理、可交互的结构化内容，将课程内容划分为理论精讲、编程实现、仿真实验、实战应用、拓展探究等模块，形成逻辑连贯、层层递进的学习单元，将“师讲解内容-生探究任务-机辅助功能”统一映射，明确课前、课中、课后等环节三元主体的分工与互动方式。为后续的“师-生-机”三元协同教学模式的落地提供稳定、高效、可扩展的内容基础。

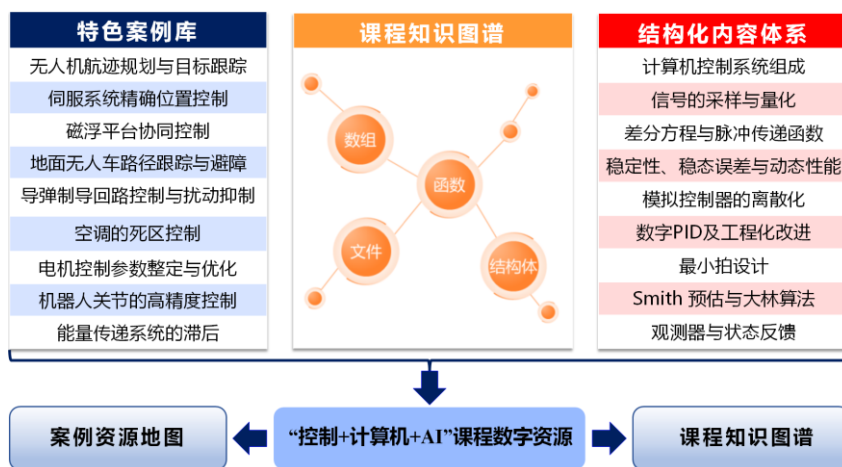


图2 “控制+计算机+AI”的课程数字资源建设路线

Fig. 2 Digital resource construction path of the curriculum driven by "control + computer + AI"

3.2.2 构建“师-生-机”三元协同的教学模式，重塑课程教学设计与培养方式

以“控制为魂、计算机为核、AI 为翼”的理念为牵引，我们着力构建“师-生-机”三元协同的教学模式，核心在于明确三者的角色定位与互动关系，让技术真正服务于能力培养。

教师不再是单纯的知识讲授者，转而扮演起了教学架构师，他们围绕课程目标与实际工程场景，重新梳理教学内容、设计实践任务、建立评价方式，重点做好课程规划、学习思路引导与教学管理，为整体教学活动提供框架与指导。

学员则由被动接受者转变为主动建构者，在虚拟平台上依托虚拟仿真平台和代码运行记录，同步采集学员模型建立、程序实现、参数调节等学习轨迹，形成可视化学情报告反馈给教师，为其精准教学干预提供支持。

AI 导学体系升级为协同主体，深度融合实践任务生成、学习过程诊断、学习效果评价与参数反馈优化等环节，自动记录学生在各个环节的操作过程与数据，形成“目标设定-仿真任务-生机交互-AI 反馈-教师精准干预”的循环机制，从而保障教学精准高效、能力训练落地见效。

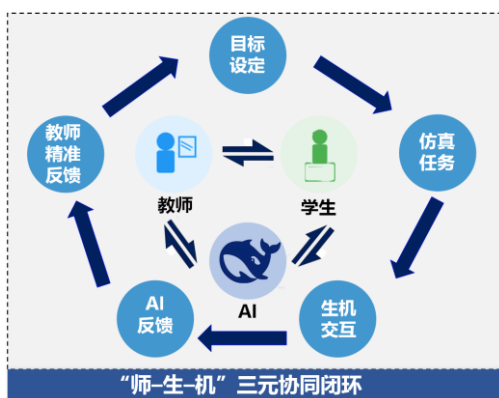


图 3 “师-生-机”三元协同的教学模式构建

Fig. 3 Construction of a teaching mode based on "teacher-student-machine" ternary collaboration

3.2.3 开发智能化、多维度的评价体系，实现“教-学-练-评”全过程闭环

围绕“师-生-机”三元协同教学模式，我们构建了一套可量化、可追溯、可实时反馈的智能化课程评价体系，将这套评价贯穿课前、课中、课后的全流程，改革以往以结果为主的单一评价方式，实现过程与结果并重、能力与素养协同评价的评价体系。

首先，采用多主体融合评价框架，形成教师、学生、AI 三方共同参与的三维评价机制。教师侧重对理论理解、逻辑表达与课堂表现进行综合评定；学生之间围绕小组协作、沟通配合与方案贡献度开展互评；AI 则依托实验平台与仿真系统，对程序质量、仿真效果、算法优化成效等可量化指标进行客观评分。实现过程性评价与终结性评价的有机结合，从而使评价更全面、公正。

其次，实行全过程学习轨迹评估，依托虚拟仿真与代码运行平台，全程记录学生从建模、编程到调节参数等步骤，汇总形成可供查看和对比的学习行为数据。通过轨迹式分析，直观呈现学生的知识薄弱点、实践难点与思维偏差，为教师精准把握学生的学习情况并优化教学内容提供可靠依据。

最后，建立“评价-反馈-优化”的动态闭环。AI 根据实时评价结果与学习轨迹，自动为学生推送个性化补强任务与学习建议；教师依据整体评价数据调整教学重点、改进教学设计，实现教学过程的持续迭代优化。这套体系保证了评价的客观高效，能够确保课程能力培养目标落地见效。

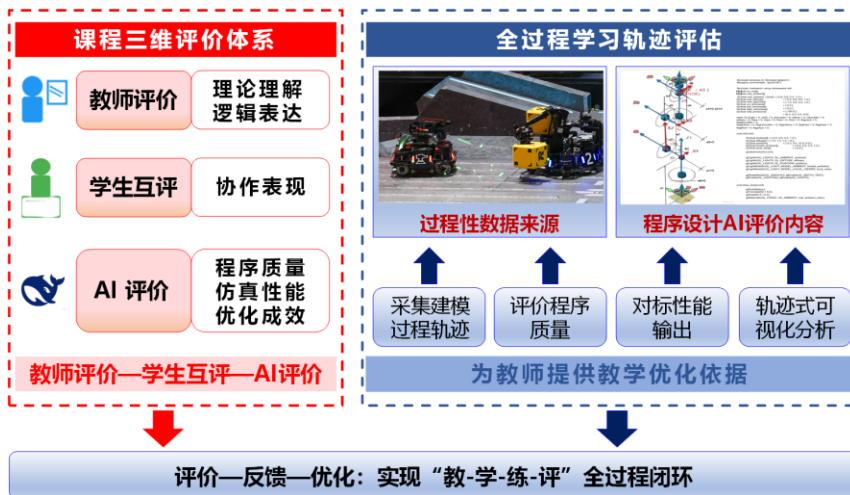


图 4 “教-学-练-评”全过程闭环技术路线

Fig. 4 The whole-process closed-loop technical route of "teaching-learning-practicing-assessing"

4 总结与展望

本文以《计算机控制系统》课程为载体,构建并实施了“控制+计算机+AI”驱动的“师-生-机”三元协同教学模式。通过优化课程数字资源体系、重塑三元主体协同机制、构建智能化多维度评价体系,有效解决了传统教学中资源配置不合理、学情分析不精准、教学与实战应用脱节等突出问题。实践表明,该模式实现了精准教学与个性化学习的有机统一,显著提升了学员的控制理论素养、工程实现能力与复杂工程问题解决能力,推动课程由“知识传授”向“能力生成”转型,为高校控制类课程智能化改革提供了理论支撑与实践范式。

未来我们将将进一步深化 AI 技术融合应用,优化导学体系与控制特色案例资源,完善“控制+计算机+AI”知识图谱,并将该模式推广至更多控制类课程,以形成体系化教学成果。同时,探索具身智能、虚拟仿真等前沿技术应用,构建高仿真实战教学环境,持续深化理实融合,为培养高素质新型实战人才、服务控制学科“双一流”建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 刘旭红, 邹世杰, 罗婷. 数字化赋能课程思政改革-以建筑学课程思政资源库建设为例[J]. 重庆建筑, 2023, (12): 56-59.
- [2] 高书国. 新时代科教兴国战略的理论与实践创新[J]. 现代教育管理, 2023, (2): 22-31.
- [3] 于济凡, 郝展欣, 刘知远, 等. “AI 传授 AI”: 清华大学生成式人工智能赋能教学的探索[J]. 复旦教育论坛, 2025, 23(4): 49-57.
- [4] 陈令军, 史振厚. “即时案例”: 一种生成式 AI 驱动的情境化教学模型及其治理框架[J]. 高等工程教育研究, 2026, (1): 168-173.
- [5] 刘轩, 谷云高, 方立德, 等. 数字经济背景下控制类课程教学探究[J]. 中国现代教育装备, 2025, (19): 104-106.
- [6] 赵斌, 周军, 郭建国. 工科控制类课程思政融合: 理念、实践与创新[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2026, (1): 75-77.
- [7] 何缓, 董文锋, 耿方志, 等. 我院雷达对抗原理课程“金课”建设探索[J]. 空军预警学院学报, 2021, 35(1): 43-45, 49.
- [8] 王佐旭. 知识图谱和大语言模型辅助新工科课程教学资源建设方法[J]. 高等工程教育研究, 2025, (1): 40-46, 110.
- [9] 施江勇, 唐晋韬, 王勇军, 等. 基于知识图谱的新兴领域课程教学资源建设[J]. 高等工程教育研究, 2022, (3): 15-20.
- [10] 刘革平, 刘玉娟, 张丽. 面向深度认知的“师-智”协同教学模式研究[J]. 电化教育研究, 2026, 47(2): 78-86.

基金项目: 国防科技大学教育教学研究课题“控制+计算机+AI”驱动“师-生-机”三元协同的教学模式研究与实践—以《计算机控制系统》为例(U2025012); 湖南省普通本科高校教学改革研究课题(重点项目)“AI时代机器人贯通控制类程序设计课程的教学改革与实践”(202502000008)。

第1作者简介: 翟明达(1990-), 男, 博士, 助理研究员, 研究方向: 控制系统设计和优化。E-mail: zhaimingda13@nudt.edu.cn。

*** 通信作者简介:** 龙志强(1976-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 控制理论与控制工程。E-mail: zhqlong@nudt.edu.cn。