

AI时代下《智能控制理论基础》混合教学探索

周延九*, 刘晓杰, 李 博

江苏理工学院电气信息工程学院, 江苏 常州

收稿日期: 2026年5月28日; 录用日期: 2026年7月21日; 发布日期: 2026年7月30日

摘 要

《智能控制理论基础》是自动化专业的重要选修课程。针对课程理论抽象、学生实践能力不足以及“以学生为中心”教学理念落实不充分等问题, 结合人工智能技术发展趋势, 提出线上线下混合式教学改革方案。面向新工科人才培养需求, 重构教学内容, 提出“线上学习基础、线下补充拓展”的“上看下补”教学方法, 并构建“课前线上预习、课上人机协同、课后AI辅助练习、多维个性化评价”的“生问师答”固学机制。通过融入AI辅助教学手段, 引导学生形成主动学习模式, 提升自主学习能力与工程问题解决能力。教学实践表明, 该教学改革能够有效提升课程教学效果, 增强学生对自动化专业的学习兴趣与继续深造意愿, 为智能控制类课程教学改革提供参考。

关键词

智能控制, 人工智能, 线上线下混合式教学

Exploration of Blended Teaching for the Course “Fundamentals of Intelligent Control Theory” in the Era of Artificial Intelligence

Yanjiu Zhou*, Xiaojie Liu, Bo Li

School of Electrical and Information Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou Jiangsu

Received: May 28, 2026; accepted: July 21, 2026; published: July 30, 2026

Abstract

“Fundamentals of Intelligent Control Theory” is an important elective course for Automation majors. In response to problems such as the abstract nature of course theories, insufficient practical abilities of students, and the inadequate implementation of the student-centered teaching philosophy, this paper proposes an online-offline blended teaching reform scheme in the context of the rapid

*通讯作者。

development of Artificial Intelligence. To meet the requirements of emerging engineering education, the teaching content was reorganized, and a blended teaching method characterized by “online learning for foundational knowledge and offline supplementation for extension” was introduced. Meanwhile, a consolidated learning mechanism featuring online preview before class, human-AI collaborative learning during class, AI-assisted exercises after class, and multidimensional personalized evaluation was established. By integrating AI-assisted teaching approaches into the instructional process, students are guided to develop active learning habits, thereby improving their autonomous learning ability and engineering problem-solving capability. Teaching practice shows that the proposed reform effectively enhances teaching outcomes, stimulates students’ interest in the Automation discipline, and strengthens their willingness to pursue further studies, providing a reference for the teaching reform of intelligent control courses.

Keywords

Intelligent Control, Artificial Intelligence, Online-Offline Blended Teaching

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. 引言

本课程是自动化专业大四学生的选修课，要求学生具有自动控制原理、现代控制理论与系统的前序知识基础。智能控制理论是目前控制理论的重要分支，力图扩充常规控制方法并建立一系列新的理论与方法来解决更具有挑战性的复杂控制问题。智能控制课程是培养控制领域高质量专业人才的必备基础课程[1]。近年来，智能控制的教学改革受到越来越多高校教育工作者的关注，也提出相应的改善方法[2]-[4]。笔者在教学的过程中，结合当下飞速发展的人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术，利用雨课堂[5]、AI智能体等在线教学辅助工具，对学生掌握知识点的情况进行了解，进一步优化课堂重点、难点内容的讲解方式，通过自我总结课程前后知识点的相互联系，提高分析解决工程背景问题的能力。

本文结合 AI 开展教学改革，与文献[6]的翻转课堂、文献[7][8]的混合学习相关研究一脉相承，同时形成差异化创新。相同之处在于，四者均围绕工科专业课程开展教学模式重构，摒弃传统单向授课形式，采用线上线下结合的组织形式，坚持以学生为主体，优化课前预习、课堂研讨、课后巩固的教学流程，旨在解决理论课程抽象难懂、学生参与度不足等问题。

差异主要体现在技术支撑与互动机制上。文献[6]依托翻转课堂重构《现代控制理论》教学流程，文献[7]聚焦混合学习教学策略设计，文献[8]在混合教学基础上探索分层教学，三者均以常规在线资源、课堂分组讨论为主要载体，师生、生生互动形式固定，反馈存在延迟，分层教学也依赖教师人工划分，灵活性不足。本文引入 AI 技术，依托智能平台实现学习情况监测，师生互动由被动问答借助 AI 智能体转为精准化、即时化智能答疑。

理论贡献上，本文将 AI 技术融入混合学习框架，补充了智能技术赋能工科课程的实施逻辑，拓展了互动答疑的实现路径，丰富了智能教育场景下控制类课程教学改革的理论体系。

2. 基于 AI 的混合教学实践

2.1. AI 的发展

近年来，随着信息化建设的发展，数字技术不断加快向教育领域融入[9][10]。江苏省教育厅刊载江

苏高校人工智能赋能专业建设行动方案，号召高校加快人工智能理念、知识、方法和技术深度融入高等教育专业建设，推动课程教材、培养方式、实习实践、教学管理及评价机制等改革创新，打造一流“人工智能+”专业体系。

2.2. 学情

通过调查问卷的形式，收集学生的学习情况，主要存在前沿知识补充少，理论多实践少，理论知识抽象难理解，依赖课堂等问题，相关调研结果如图 1 所示。

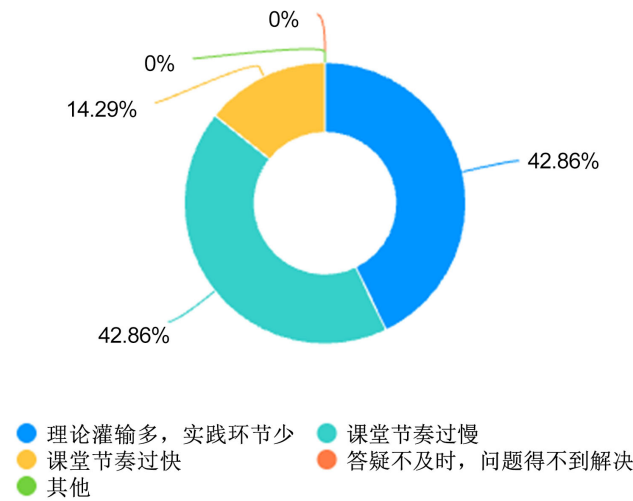


Figure 1. Overview of students' learning situation
图 1. 学情概况

(1) 理论知识理解困难

《智能控制理论基础》学习中，复杂抽象的数学知识是学生的“拦路虎”。模糊控制的隶属度函数、神经网络的反向传播算法晦涩难理解，传统教学下学生多机械记公式，难连理论与应用，知识体系构建零散。

(2) 实践能力短板

实验设备难配备限制学生实践能力提升。智能控制实验中，部分设备难以在教学过程中配备，导致学生动手机会大减，无法在实践中验证理论、掌握算法应用技巧，实践能力发展受束缚。

(3) “学”为中心的教学模式贯彻无力

传统教学中教师主导、学生被动，课堂沉闷且内容吸引力不足，易让学生过分依赖课题产生倦怠情绪。同时缺乏及时精准的学习反馈，学生难明成果与方向、无有效激励，导致学习动力消退、兴趣难维持，影响学习效果与质量。

2.3. 智慧教学方法理念

智慧教学方法在现代信息技术支持下，以学生为中心，提高教学效果和提升学生学习体验。结合本课程对工程教育认证的毕业要求观测点的支撑贡献，从毕业要求出发，修订完善教学大纲，并在教学过程中引入创新理念，持续改进教学方法，其研究思路框图如图 2 所示。

(1) 利用 AI 技术补充教学内容库，完善知识结构体系

AI 技术将更加深入地融入到教学的各个环节，包括课程设计、教学实施、学习评价等，形成“AI + 教育”的深度融合新模式。根据教学大纲和学生的学习情况自动生成个性化的教案和教学资源，补充和完善原先传统的教学体系，教师可在此基础上进行优化和调整，更好地满足教学需求。

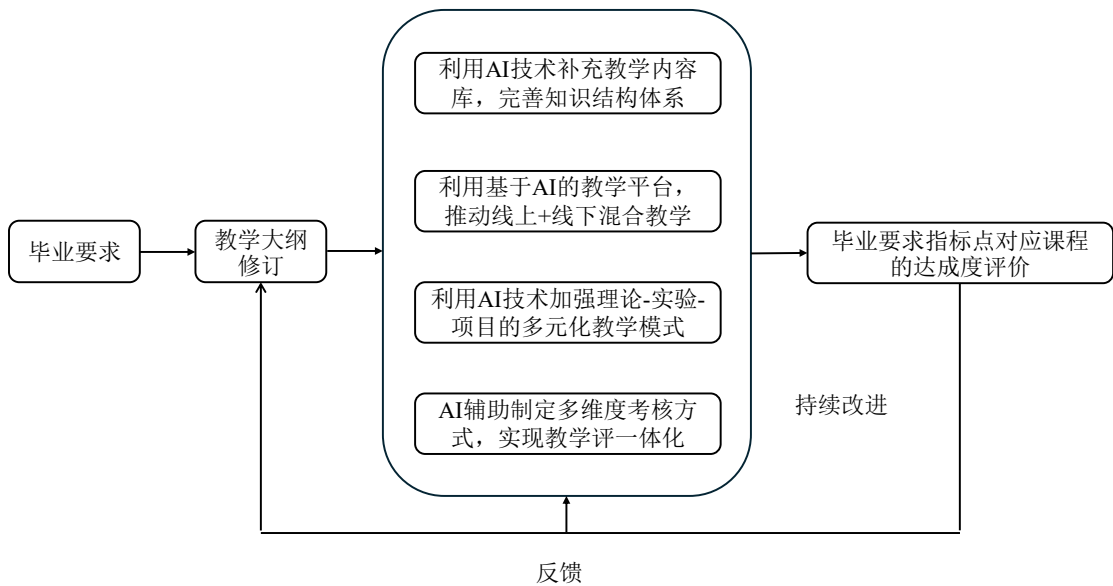


Figure 2. Research framework
图 2. 研究思路框图

(2) 利用 AI 的教学平台，推动线上 + 线下混合教学

运用 AI 生成算法等技术自动生成个性化的教材、作业和反馈。例如，平台可以根据学生的学习进度和反馈改善内容质量，提供定制化的学习体验，同时也促进了教师的时间利用率，使他们能够将精力集中在教学指导和学生的线下互动上。具体实现可见表 1。

Table 1. Online-offline AI-driven blended teaching platforms for “Fundamentals of Intelligent Control Theory”
表 1. 《智能控制理论基础》线上 + 线下 AI 驱动混合教学平台

线上 + 线下混合教学模式	使用方式
雨课堂、泛雅平台(线上)	上传电子教材、视频、PPT 等教学资源；补充前序课程相关知识。
线下	线下课堂授课，交流答疑。
腾讯会议、QQ (线上)	进行线上答疑、与学生线上互动。

(3) 利用 AI 技术加强理论 - 实验 - 项目的多元化教学模式

为顺应当下具有新一代特征的本科生物学情变化，教师的角色将从传统的知识传授者逐渐转变为学生学习的引导者、促进者和组织者，引导学生 AI 辅助下进行自主学习和探究。学生在学习理论知识后，进行仿真实验的上机练习和训练，并进行项目式系统设计的学习，帮助学生将多点知识融会贯通，增强知识厚度和实践能力。

3. 教学模式和方法

基于教学内容整合，本课程采用“线上学生看资料自学 + 线下教师补充拓展”、“理论教学 + 实践探讨”以及“学生勤问 + 教师善答”的线上线下混合式教学方法。一方面，学生通过泛雅平台看课件进行基础知识的线上学习。另一方面，教师在线下课堂通过案例讲解重要知识点并补充拓展新工科有关智能制造、人工智能等领域前沿信息。学生在课前、课上及课后通过线上平台，如学习通讨论区发帖、

雨课堂发送弹幕、QQ(群), 以及线下面对面与老师交流。教师通过线上线下, 如学习通讨论区回帖、雨课堂推送、QQ(群)回复, 以及面对面答疑解惑和 AI 助教周小言可 24 小时在线答疑。基于此, 构建了 AI 时代下混合式教学模式, 如图 3 所示。

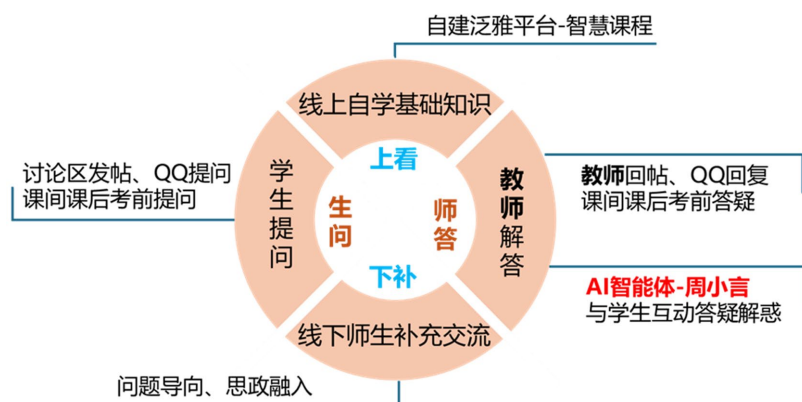


Figure 3. Blended teaching mode
图 3. 混合教学模式

3.1. 泛雅平台智慧课程

在超星泛雅平台上建设智慧课程,设计知识图谱帮助学生厘清课程知识点之间的脉络关系,如图4所示。课前,通过章节导入视频提前预习,如图5所示;课中,通过学习通客户端实时互动反馈学习情况,如图6所示;课后,通过题库组卷练习巩固知识,如图7所示。

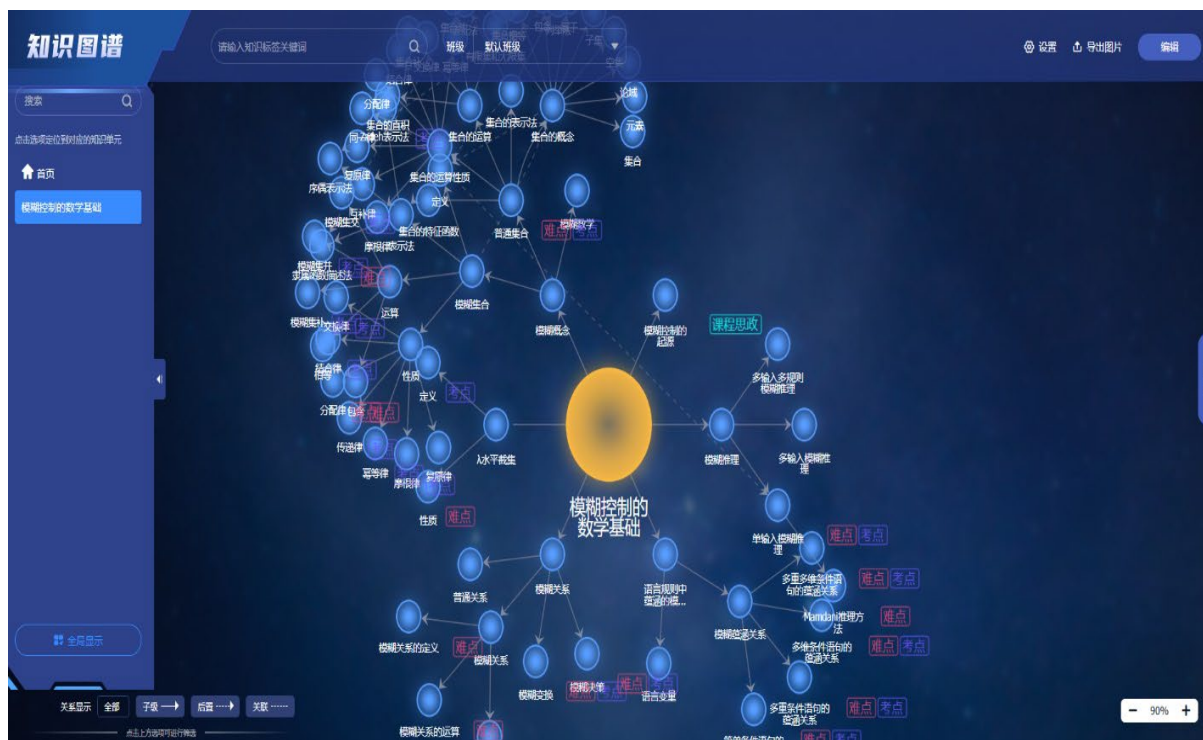


Figure 4. Course knowledge graph
图 4. 课程知识图谱



7.2 专家系统的知识表示方法

知识表示就是知识的形式化，就是研究用机器表示知识的可行的、有效的、通用的原则和方法。

目前用于专家系统的知识表示中，**产生式方法**是最常用的一种方法。通常，产生式系统包含下述3个基本组成部分：

- 规则库
- 数据库
- 控制器



Figure 5. Chapter introduction video

图 5. 章节导入视频



Figure 6. Interaction on the Chaoxing learning platform

图 6. 学习通互动

序号	文件夹/题目	题型	难易	使用量	正确率
1	AI出题 模糊控制器的主要组成部分包括哪些?	多选题	0.5 (中)	79	93.13%
2	AI出题 模糊控制器的清晰化方法包括哪些?	多选题	0.5 (中)	81	87.25%
3	AI出题 模糊控制器设计时不需要建立被控对象的数学模型。	判断题	0.5 (中)	78	82.85%
4	AI出题 模糊控制器的控制规则通常采用____形式表示。	填空题	0.5 (中)	87	68%
5	AI出题 根据IEEE对智能控制的定义,智能控制必须具备的核心能...	单选题	0.5 (中)	85	96.34%
6	AI出题 智能控制系统中,能够根据环境变化调整自身结构的功能...	单选题	0.5 (中)	82	31.42%

Figure 7. AI-assisted question bank practice
图 7. AI 辅助题库练习

3.2. AI 智能体周小言

课堂上的主题讨论可通过与 AI 智能体周小言的对话,逐步引导学生思考,探寻答案;课后的疑问也可随时向其发问,交互过程如图 8 所示。

周小言
内容由 AI 生成

用外卖员路径选择决策这个例子来说明 2 维模糊语句。模糊集 A 为距离,模糊集 B 为路况,模糊集 C 为优先选择。

在美国外卖员的路径选择决策中,二维模糊语句可描述为:

“如果距离较近(模糊集 A:距离的模糊状态)且路况通畅(模糊集 B:路况的模糊状态),那么优先选择该路径(模糊集 C:优先选择的模糊状态)。”

这里,“距离较近”是对输入变量“距离”的模糊描述(如 1-3 公里可归为“较近”),“路况通畅”是对输入变量“路况”的模糊描述(如无拥堵、红绿灯少可归为“通畅”),二者共同构成二维输入;“优先选择”是对输出变量“路径优先级”的模糊描述(如优先级赋值 0.8-1.0)。

该语句通过两个输入变量的模糊状态(距离和路况),确定输出变量的模糊状态(优先选择程度),完整体现了“如果 A 且 B,那么 C”的二维模糊语句结构,符合外卖员实际决策中对距离和路况的模糊判断逻辑。

这样的语言规则,如果 A 并且 B 则 C,它的蕴含的模糊关系 R 的公式是什么?

在模糊逻辑中,对于“如果 A 并且 B 则 C”(即若 $A \wedge B$, 则 C)的蕴含关系,其模糊关系矩阵 R 的计算公式为:

$$R(x, y, z) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(y) \rightarrow \mu_C(z)$$

其中, $\mu_A(x)$ 、 $\mu_B(y)$ 、 $\mu_C(z)$ 分别是模糊集 A、B、C 的隶属度函数;“ $\wedge$ ”表示取小运算(即 min);“ $\rightarrow$ ”表示模糊蕴含运算。通常采用扎德(Zadeh)蕴含公式:

发消息...

Figure 8. AI agent interaction
图 8. 智能体互动

4. 教学评价

4.1. 多维度评价方式

调整传统的单一考核模式，将终结性考核与形成性考核相结合，学习过程评价与目标评价相结合，理论知识与实践操作相结合，以多维度的综合性评价方式考核本科生的能力培养达成情况。增加案例讨论、小组项目等形成性评价，平时成绩增加课堂表现，加入量化考核方式，包括课堂提问、课堂讨论、课上习题等形式。具体考核方式见表 2。

Table 2. Assessment components and weight distribution of the course “Fundamentals of Intelligent Control Theory”
表 2. 《智能控制理论基础》考核方式及占比

考核方式	成绩占比	说明
课堂和作业	20%	借助雨课堂实现对学生学习的多维度评价，考虑学生的学习过程、学习行为等因素，并通过问答形式了解相应知识的掌握情况。作业包括线下(纸质作业本)和线上(学习通)。
报告	10%	报告为智能控制相关主题的开放性内容。
上机实验	20%	项目实验完成情况 & 实验结果分析。
期末考试	50%	参照期末考试参考答案与评分标准。

4.2. 课程目标分配评价比例

本课程采用“N + 1”的考核方式，针对课程目标及其支撑的毕业要求观测点，分析目标达成情况，帮助学生了解自身学习情况。分别对标 1 问题分析(分析自动化系统复杂工程问题已有的多种解决方案，寻找替代解决方案，并分析其合理性，获得有效结论)和 2 工程研究(针对自动化领域复杂工程问题，基于科学原理，给出相关问题的研究路线和实验方案)两个课程目标，考核分配评价比例如表 3 所示。

Table 3. Assessment weight distribution of course objectives
表 3. 课程目标分配评价比例

课程目标	支撑毕业要求 观测点	考核环节				合计
		平时			期末考试	
		课堂和作业	报告	上机实验		
课程目标 1	2.4	10%	5%	5%	20%	40%
课程目标 2	4.2	10%	5%	15%	30%	60%
合计		20%	10%	20%	50%	100%

5. 能力提升

5.1. 学生学业成绩的提高

根据课程考核环节，对学生表现进行定量评价，从 22 级自动化专业 1 班(传统教学班)、2 班(AI 混合教学班)平时考核和期末笔试的各个环节进行分数对比，如图 9 所示。

结果显示，2 班学生的各环节分数基本高于 1 班。在作业、报告和笔试三个环节，2 班(AI 混合教学班)有比较明显的优势，而实验环节略低于传统教学班。这表明 AI 技术融合下的混合教学模式在学生成绩提高方面起到了一定的作用，特别是在理论知识方面，提高了学生的自主学习和知识掌握程度。

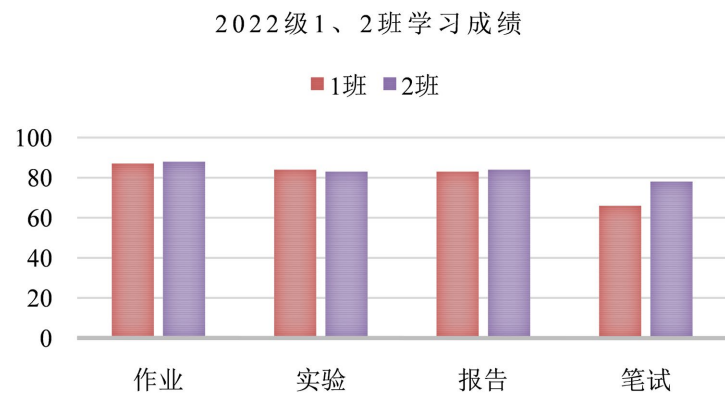


Figure 9. Average scores of each assessment component
图 9. 各考核环节平均分数

课程目标的直接评价方式采用计算课程目标达成评价价值的方法，具体为对应课程目标各考核环节平均得分之和除以对应课程目标考核环节总分。

课程目标达成情况如图 10 所示。

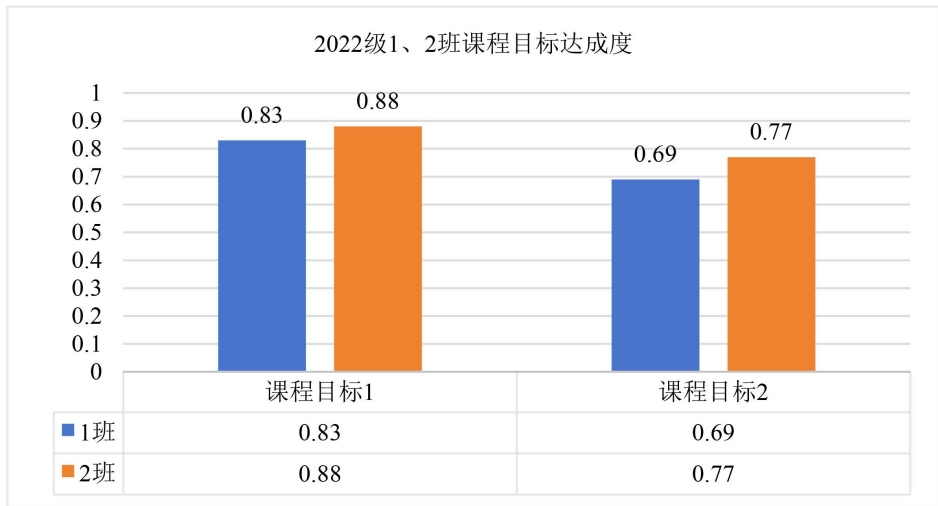


Figure 10. Course objective attainment
图 10. 课程目标达成

从课程目标的达成度分析，2 班的课程目标 1、课程目标 2 达成度分别为 0.88 和 0.77，高于 1 班的 0.83 和 0.69，表明本文提出的 AI 融合混合教学探索在实践中取得了一定的效果。

5.2. 学生学习能力的提高

随着 AI 时代的来临，对学生的培养，注重的不再是知识的学习和掌握，而是高阶思维的培养，未来比拼的将是思维高度与实践转化能力。例如，在 AI 辅助下，学生逐渐养成自主安排学习时间、制定学习计划、自主探索知识的习惯。通过平台提供的丰富学习资源和自主学习任务，学生能够根据自身的学习进度和需求，有针对性地进行学习，提高了自主学习能力和自我管理能力。学生面对智能控制问题，需要运用所学知识进行分析、设计解决方案，并通过参数调试不断优化。这种学习方式培养了学生独立思考、解决复杂问题的能力，使学生在毕业后能够快速适应实际工作中的技术挑战。

通过调查问卷(问卷星)的方式, 获取 22 级自动化专业学生有关学习自信心、自我效能感和学习参与度的数据, 如图 11 所示。

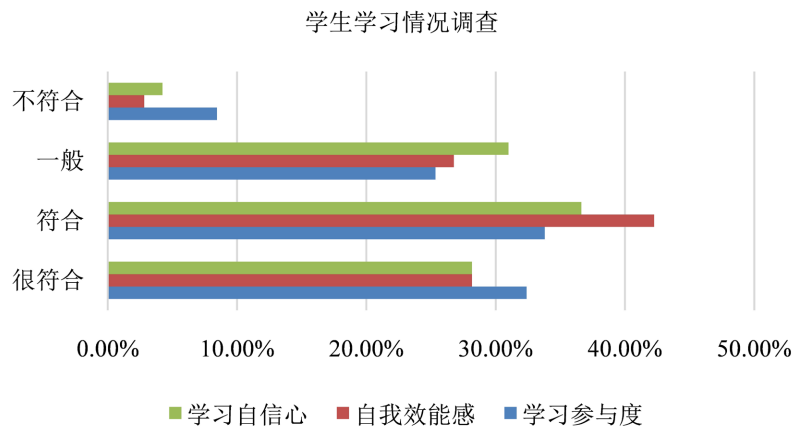


Figure 11. Students' learning confidence, self-efficacy, and learning engagement
图 11. 学生学习自信心、自我效能感与学习参与度调查结果

结果显示, 超过 60% 的学生在学习自信心(调查问题: 遇到未接触过的简单控制问题时, 我愿意尝试用课程所学知识去分析或探索解决思路)方面选择了符合或很符合; 超过 70% 的学生在自我效能感(调查问题: 我相信自己能在课程考核中取得理想成绩)方面选择了符合或很符合; 超过 65% 的学生在学习参与度(调查问题: 遇到课程难点时, 我会主动向老师或同学请教, 利用 AI 智能体、助教等 AI 工具提供解决思路, 以及利用课程的线上平台资源进行课前预习、课后巩固等)方面选择了符合或很符合。以上数据分析表明本文融合 AI 技术的混合教学探索取得了一定成效。

5.3. 教师教学能力的提高

(1) 信息技术融合能力

教师熟练掌握多种智慧教学工具和平台的操作, 如 AI 大模型、在线课程编辑软件、学习行为分析工具等, 能够将信息技术深度融入教学过程, 优化教学资源的设计与开发, 提升教学内容的呈现效果和传播效率[11]。

(2) 教学方法迭代更新能力

通过对智慧教学方法的探索, 教师学会根据学生的学习数据和反馈信息, 灵活调整教学策略, 提供个性化教学辅导等, 以满足不同学生的学习需求, 提高教学的针对性和有效性。

6. AI 应用的风险与预防

AI 的应用帮助教师的教学和学生的学习, 但同时面临着评价结果可靠性的问题[12]。为确保 AI 合理应用于课程学习, 未来有必要建立系统性的预防机制, 维护好学生学习的良好生态。

一方面, 数字平台端对于生成式 AI 的检测, 从技术层面抑制学生滥用 AI 工具对于主观文档的撰写。另一方面, 教师通过线下对学生知识掌握情况进行考查, 及时了解学生学习的困难, 帮助学生真正掌握知识点。

教育的终极目标是培养“完整的人”。完整的人兼具知识与技能、创造力与责任感。学生通过接受教育, 得以发展智慧并滋养自身对于生活的热爱与对社会的担当。在当代科技迅猛发展的时代, 如何静下心来学习课程知识, 规划自身的未来职业发展将是学生和教师需要一同思考的问题。我们面临的挑战不

仅来自生成式 AI，也来自人类本身，所以更加需要我们关注和更新课程学习的需求，回到大学教育的最初目的，增长社会福祉。

7. 结语

本文针对自动化专业本科生《智能控制理论基础》课程教学过程中出现的痛点问题，从教学理念、教学方法、评价方式等方面提出探索思路，主要以线上线下混合教学模式，融入 AI 辅助技术手段，引导学习行为模式，增强学生自主学习能力和问题解决能力。本文的研究不仅可以帮助学生更好地掌握知识，更能够让学生学会学习方法，用于其他课程的学习，以及全方面的成长和进步。同时，教师也将在授课过程中，提升教学能力和水平。

基金项目

江苏理工学院教学改革与研究项目：基于新形态 AI 辅助的《智能控制理论基础》理论 - 实验 - 设计多元融合的一体化教学改革研究(11610212502)，常州市科技项目应用基础研究计划：基于事件触发的抛物型分布参数系统辨识及边界控制研究(CJ20251016)，江苏省高等教育教改研究课题(重中之重)：“多元协同、项目驱动、增值评价、德能融通”电子信息类应用复合型人才培育模式研究与实践(2025JGZZ17)，江苏高校“青蓝工程”项目(KYQ25004)。

参考文献

- [1] 刘成林. 智能控制理论课程的教学分析与改革[J]. 中国教育技术装备, 2010(21): 25-26.
- [2] 宣丽萍. 应用型本科院校基于 OBE 理念的课程结构优化——以黑龙江省高校电气工程与智能控制专业为例[J]. 东北农业大学学报(社会科学版), 2020, 18(2): 70-75.
- [3] 孙传猛, 杜红棉, 李晓, 等. 融合 OBE 与 PAD 理念的智能控制课程教学模式研究[J]. 高等工程教育研究, 2022(1): 157-162.
- [4] 侯佳欣, 王黎明, 王征, 等. “智能控制”课程建设与教学改革初探[J]. 中国电力教育, 2024(9): 86-88.
- [5] 高倩. 基于雨课堂的课堂互动教学改革实践——以电类专业基础课程为例[J]. 中国教育技术装备, 2021(22): 104-107.
- [6] 田小敏, 杨忠. 翻转课堂模式下的现代控制理论课程研究[J]. 价值工程, 2018, 37(11): 258-259.
- [7] 杨帆. 混合学习模式下的教学策略研究[J]. 职业技术, 2021, 20(11): 65-69.
- [8] 朱春霞, 王学尧, 范丽婷, 刘振鹏. 混合教学模式下《控制工程基础》层次化教学研究[J]. 教育进展, 2022, 12(4): 1172-1176.
- [9] 郝兴伟, 周元峰, 任立英. 面向非人工智能专业的人工智能教育探索与实践[J]. 中国大学教学, 2024(9): 38-43.
- [10] 赵诚. 个性化学习时代: 人工智能如何重塑教育[J]. 中国教育信息化, 2023, 29(6): 3-7.
- [11] 王扬. 高校教师信息化教学能力培养的理论与实践——评《高校教师信息化教学能力的结构框架与培训应用研究》[J]. 教育发展研究, 2024, 44(11): 85.
- [12] 周莎, 张尚. 生成式人工智能应用于学术研究的风险及其预防机制[J]. 黑龙江高教研究, 2024, 42(3): 1-7.