

AI赋能过程流体机械智慧课程建设探索

付红红^{*}, 侯怀书, 陈晓轶, 刘彩霞

上海应用技术大学智能技术学部, 上海

收稿日期: 2025年11月5日; 录用日期: 2025年12月12日; 发布日期: 2025年12月23日

摘要

在全面推进高等教育数字化的背景下, AI赋能智慧课程建设意义重大。本文以我校过程流体机械课程为例, 探索AI与课程的深度融合, 以提升教学质量。文章从教学前的AI赋能建设规划、教学中的实施与实践、教学后的效果评估与反思三方面入手, 剖析AI与过程流体机械课程的融合路径。探索发现, 基于AI的教学内容优化、教学资源数字化、知识图谱建设、AI融合下的多元教学活动和教学评估是实现AI与课程融合的良好途径。该研究旨在为AI赋能专业课程的建设提供借鉴。

关键词

AI, 过程流体机械, 智慧课程, 教学

AI-Powered Intelligent Curriculum Development for Process Fluid Machinery: A Practical Exploration

Honghong Fu*, Huaishu Hou, Xiaoyi Chen, Caixia Liu

Faculty of Intelligence Technology, Shanghai Institute of Technology, Shanghai

Received: November 5, 2025; accepted: December 12, 2025; published: December 23, 2025

Abstract

Against the backdrop of comprehensively advancing the digitalization of higher education, the empowerment of AI in the development of smart courses is of great significance. Taking the "Process Fluid Machinery" course in our university as an example, this paper explores the integration of AI with the course to improve teaching quality. The paper analyzes the integration paths of AI and the "Process Fluid Machinery" course from three aspects: AI-powered construction planning

*通讯作者。

before teaching, implementation and practice during teaching, and effect evaluation and reflection after teaching. The exploration reveals that the ways to realize the integration of AI and the course include AI-based optimization of teaching content, digitalization of teaching resources, construction of knowledge graphs, diversified teaching activities under AI integration, and AI-assisted teaching evaluation. This study aims to provide practical references for the development of AI-empowered specialized courses.

Keywords

AI, Process Fluid Machinery, Smart Course, Teaching

Copyright © 2025 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

当下，社会对高等教育的核心需求已从“大规模输送知识型人才”转变为“精准培育创新型、复合型人才”。而高等教育数字化正是智能时代下高等教育实现这一需求、创新发展的必然趋向。2025年，教育部等九部门联合发布了《关于加快推进教育数字化的意见》，意见明确提出要“全面推进智能化，促进人工智能助力教育变革”，倡导推进教育数字化向纵深发展，加速智慧教育平台的建设与应用，推动AI等新技术与教育教学的深度融合。

AI技术的突破性进展，为高等教育教学模式的革新提供了基础支撑，成为实现教育现代化的关键动力。在相关研究实践中，邢等人[1]以人工智能技术为驱动，通过融合AI技术与工程教育场景，系统性重构“机械精度设计与先进测量技术”课程体系，具体通过构建AI驱动的混合式教学模式、开发虚实融合的数字化实验平台、建立动态多维评估机制以及整合跨学科资源，实现学生理论、实践与创新能力的三维提升；王等人[2]借助知识图谱和AI助手，提出基于“内容重构 - 资源适配 - 智慧培育 - 多元评价”的“铁路线路与站场”课程改革实施路径。何等人[3]探索了六维度知识图谱/AI课程建设架构体系，研究总结了知识图谱/AI课程的建设路径和建设要素，为智慧课程建设提供了借鉴。窦等人[4]提出利用虚拟仿真技术、智能数据分析平台和个性化学习系统等智能数字化工具重构教学内容与评价体系，通过AI与数字化技术深度融合的教学改革策略，提升学生学习效果。中国知网数据库检索数据进一步印证了这一发展趋势，检索结果显示：以“人工智能或AI” + “赋能高等教育”为关键词检索出的论文，2021年有33篇，2022年增至62篇，2023年达141篇，2024年突破至297篇，2025年更是攀升至502篇。以“智慧课程建设”为关键词检索的论文中，2021年70篇，2022年80篇，2023年66篇，2024年69篇，2025年72篇。这些检索数据既体现了人工智能对高等教育领域的强势赋能，也揭示了智慧课程建设从传统数字化向智能升级的必然趋势。可见，AI正以技术创新为引擎，推动高等教育智慧课程在理念、模式与实践层面的系统性变革。

我校《过程流体机械》课程依托过程装备与控制工程专业。该专业以培养适应国家战略需求、服务过程行业和长三角区域发展，具备扎实专业知识和实践能力，具有创新精神与社会责任的优秀应用型工程技术人才为目标。课程主要讲授典型流体机械如压缩机、泵、离心机等的基本结构、工作原理、工作特性以及表征其生产能力的技术经济指标[5][6]。鉴于机器结构复杂、课程容量大、知识点多、理论性和实用性强、有显著的多学科多课程交叉特性，加上授课课时有限，传统教学模式难以满足以学生为中心的教育数字化发展的需求。结合以往的教学过程，发现课程在教学过程中存在以下问题：课程对专业基

础课程如《工程热力学与传热学》《工程流体力学》等的要求较高，传统教学难以高效串联跨学科跨课程交叉的碎片化内容，这使得从学前学情分析看，学生的知识掌握程度参差不齐，基础不一，不少学生感觉学习压力大，自信心降低；统一的教学进度，无法满足不同学生的学习需求。部分学生可能跟不上进度，而另一些学生则可能觉得内容过于简单，缺乏挑战性，造成学习效果参差不齐；流体机械领域正向“智能化、节能化”发展，如智能泵站的物联网监控、压缩机故障智能诊断等，而传统教学内容难以满足产业智能化的发展需求；学生与教师之间的互动有限，学生的问题和疑问可能得不到及时解答等。

基于传统教学中上述存在的问题，现有研究已证实 AI 技术在丰富教学资源、支撑个性化学习、拓展伴学场景等方面的应用价值。但工科专业课在 AI 技术与工科教学特性的适配性、实践场景的数字化转化等方面仍存在局限性，未形成全流程协同赋能框架。为此，本文立足《过程流体机械》课程的工科属性与教学痛点，在现有 AI 赋能教学研究的基础上，借助 AI 技术结合超星课程平台构建全流程智慧课程体系，旨在打造教学资源结构化整合、学生可按需个性化学习、具备 24 小时智能伴学功能的教学环境，辅以智能化、多样化的教学方式，最终提升课程教学质量与学生的学习效果、体验，为同类工科课程的 AI 赋能改革提供可迁移的实践范式。

2. AI 赋能智慧化课程建设框架

AI 赋能智慧化课程建设首先需搭建基于 AI + 超星《过程流体机械》课程平台。在该课程平台整合学习资源与教学工具，给学生提供良好的学习氛围，使学生的学习具备资源的可及性，也为师生、生生互动提供便利。AI 赋能智慧化课程建设框架如下图 1：

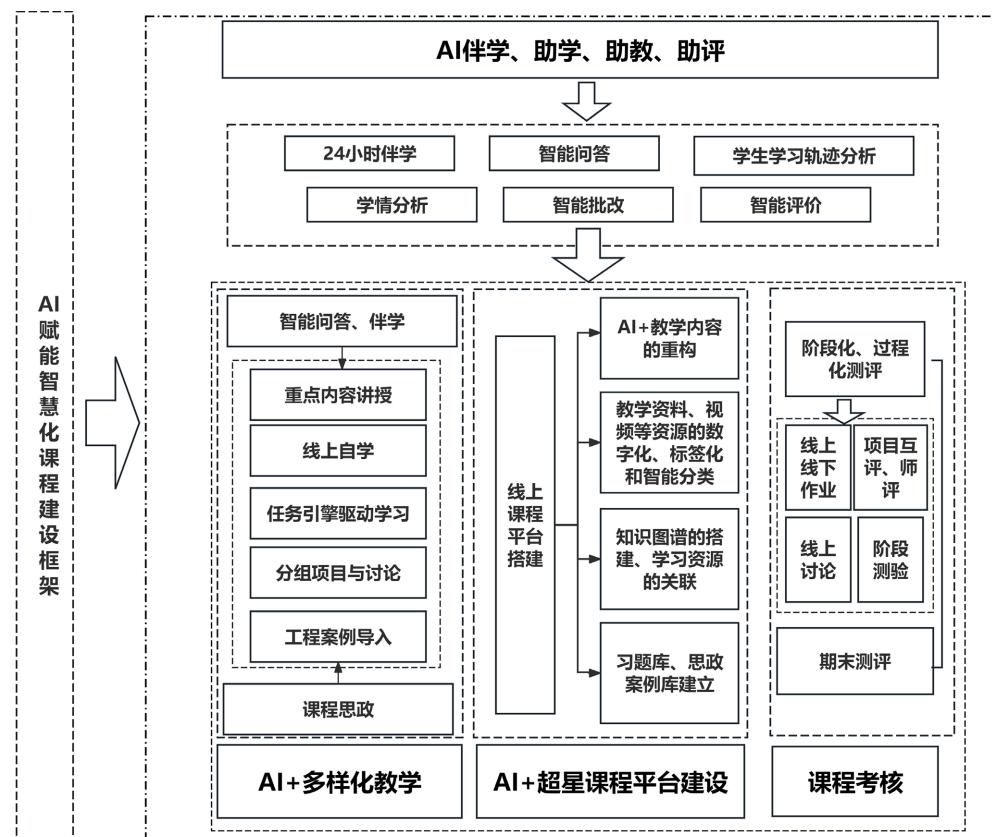


Figure 1. AI-enabled framework for intelligent curriculum construction

图 1. AI 赋能智慧化课程建设框架

2.1. 基于 AI 的教学内容重构

教学内容是知识的载体和原材料，本教学改革结合 AI 技术，对过程流体机械的教学内容进行重构优化，包括知识点梳理、思政教学案例更新、习题库建立等。另外，在知识内容更新上，AI 技术与流体机械课程融合的部分，引入流体机械领域的最新研究成果和应用案例[7]。如压缩机的故障智能诊断技术、AI 算法自动优化叶轮型线提升压缩机性能等，以优化、丰富教学内容，拓宽学生视野，也为学有余力的同学提供相应的学习资源，满足个性化学习需求。

2.2. 教学资源数字化、智能化分类

在重构教学内容的基础上，梳理课程知识点，建立知识点间的关联，整合多样化教学资源。首先将过程流体机械的相关教材、教学大纲、学习指南、文档、案例、外部链接等在超星平台上发布，方便学生预习和复习。然后制作电子教材、教学视频、动画演示等，丰富教学资源，将教学资源数字化并整合到教学平台中。再利用 AI 技术对教学资源进行标签化和智能分类，方便学生学习和检索。

2.3. 知识图谱的建设

考虑到课程知识内容多，且与其他课程存在较多的跨课程交叉知识的问题，智慧课程建设在知识内容数字化、标签化和思维导图的基础上，按照知识粒度重组要点，建立动态更新的流体机械课程知识网络，构建课程知识图谱，实现知识点关联与可视化学习，方便学生系统性、个性化自主学习。本课程知识图谱构建基于超星平台完成，具体构建流程为：“数据采集(超星课程资源库教材、课件、行业案例梳理)→课程核心概念提炼(结合课程大纲确定本体层级)→关系定义(按知识点关联、能力与技能递进逻辑梳理概念关系)→超星平台适配”。本课程的知识图谱在构建时，也增设了与《工程热力学与传热学》《工程流体力学》《过程流体机械拆装实验》等其他课程的联系，为后期专业课程群知识图谱建设奠定基础。

3. AI 赋能智慧课程教学实践

教学实践是检验智慧课程建设的指标。在教学实践中，借助 AI 技术，采用多样化教学方法助力智慧课程建设效果。

3.1. AI + 多元化教学活动

教学活动是学与练的载体，它促进学生将“接收”转化为“掌握”和“应用”，是实现学习目标的驱动机。课程围绕“立德树人”根本任务，本着以学生为中心的宗旨，借助便捷的线上线下智慧课程平台，创建不同类型的教学活动，如任务视频、测验、互动讨论、作业、分组项目等。此外，基于超星智慧课程平台，创设 AI 实践环节，如通过 AI 创设空气动力压缩机的使用情境，在平台增设“活塞压缩机结构型式选择”的实践环节等。课程创设的 AI 实践环节紧扣《过程流体机械》课程核心能力目标——机器选型能力，将抽象的“结构选型原则”转化为具象的“任务客体”，使学生的学习目标聚焦于解决真实工程问题。AI 通过情境模拟还原压缩机运行场景，将“结构型式与工况匹配”的抽象关系可视化，帮助学生建立“理论知识 - 实践操作”的关联，解决传统项目中“看不见、摸不着”的互动障碍。学生分组完成活塞压缩机结构选型的实践活动。在学生提交选型报告后，AI 依据评分标准实时分析报告优缺点(如结构选型与工况参数的匹配度、设计依据的完整性、核心结构参数的合理性等)，并给出针对性改进建议(如“补充压缩介质对排气温度以及压缩机级数的影响分析等”)，形成“实践操作 - 反馈修正 - 再实践”的闭环互动。

另外，在超星课程平台运用任务引擎串联教学内容与活动，使相应知识点串联形成连贯、进阶个性化的学习路径。如设置学习节点和闯关条件，引导学生深度参与。**图 2** 是课程创设的一个任务引擎示例。在任务引擎环节中，学生通过学习离心泵性能指标的视频 - 离心泵相似测验 - 离心泵相似的 AI 培养活动，强化从“知识学习 - 知识应用”的互动，实现从“知道”到“会用”的转化。



Figure 2. Schematic diagram of course task-engine

图 2. 课程任务引擎示例

AI 赋能课程建设，突破传统单向授课模式，构建“沉浸式 + 参与式”课堂。借助 AI 智能学情分析诊断，获取学生学习行为数据，实时追踪学生课堂互动、作业完成度、测试成绩等相关数据。通过课堂讲授、互动讨论、项目式教学、工程案例导入、线上自主学习、AI 实践、AI 培养等多元化教学方法，调动学生的主动性，提高教学效果。例如在讲解往复式压缩机、离心泵等典型过程流体机械时，教师会重点剖析它们的结构特点及相互差异，将滑片式压缩机、罗茨鼓风机等其他类型的过程流体机械作为开放性任务，安排学生以小组为单位开展研讨学习；

以“西气东输”这一能源运输大动脉的工程案例为切入点引入课堂，向学生抛出“如何将天然气输送至数千公里外”的问题，由此自然过渡到气体动力输送设备——离心压缩机的相关知识；在对比往复式压缩机与离心式压缩机的不同时，预先提出“西气东输工程为何不采用往复式压缩机”的疑问，引导学生探讨两类机器的区别与特点；在学习离心泵相似知识点时，采用任务引擎驱动模式，依次设置线上视频学习、课堂讲授、课堂测试、AI 培养等方式，引导学生深度参与相关教学活动。

此外，考虑到学生的学习时间和节奏的差异，为满足个性化的学习需求，课程基于 AI 技术增设线上平台智能互动、智能伴学等方式。课程设置大量学习资源，包括视频、音频、互动练习、课外资料超链接等，为学生提供多样化的学习体验，提高学生的学习兴趣和参与度。通过 AI 技术实现远程教学与自学、在线答疑、在线讨论等功能，方便学生与教师之间的互动交流，为学生提供更加便捷的学习途径。

3.2. AI + 教学评价

课程教学评估体系的建立与实施是确保教学质量与学生学习效果的关键环节。课程以考核学生知识、能力、素养的达成为主要考核目标，采用阶段性、过程性评价的方式进行考核。其中考核项目包含作业、

阶段测验、分组项目(包含分组讨论环节)和期末测试等。考核途径采用线上和线下相结合的方式进行。考核中利用 AI 进行多维度、过程性评价。基于智慧课程平台提供的大数据, AI 分析获取学情数据, 为学生提供及时、精准反馈, 促进学生反思和进步, 也便于指导学生利用 AI 反馈进行自主学习检测。

该课程采用的考核评价模式示意如图 3。以分组项目一(往复式压缩机结构选型与设计)为例, 评分项目由六个评价指标构成。评分项目中既包含分组讨论环节选型方案的合理性、压缩机热力性能参数计算的准确性、分组讨论中学生的团队合作情况以及参与的积极性, 也涵盖了相应的思政环节。例如压缩机选型方案的合理性方面, 是否考虑了绿色、安全因素; 驱动机构、冷却方式选取的合理性方面, 是否考虑了节能因素等。学生通过线上平台开展小组互评, 教师依据学生课堂分享讨论结果的表现以及其他各项评分内容给出师评分数。

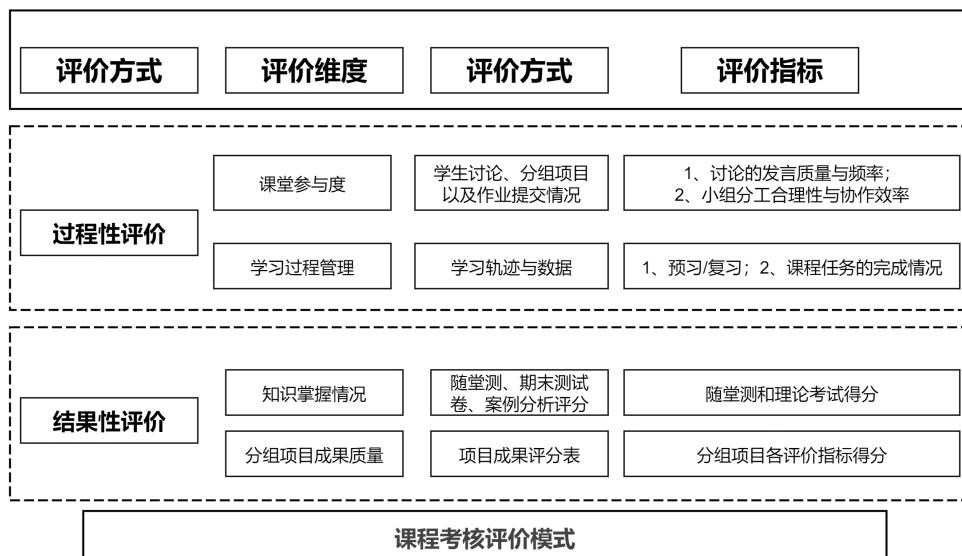


Figure 3. Schematic diagram of course assessment and evaluation model

图 3. 课程考核评价模式示意图

4. 教学效果与反思

在 AI+ 课程建设中, 除学生智能助学外, 智能助教、助管、助评亦是重要环节。在理论教学中, 智慧课程平台助力师生针对流体机械结构原理等知识点开展实时智能答疑, 借助自然语言理解生成动态解析动画, 以丰富教学资源, 使教学重难点更为直观呈现。此外, 学生可凭借 AI 陪练、AI 讲解强化知识学习。教师能够依据对学生学习过程数据的分析, 识别学习存在困难的学生, 提供预警与干预建议。向学生推送差异化的学习资源(如泵与压缩机案例库、仿真模型等)并规划个性化学习路径, 强化薄弱环节训练。另外, 在教学评估与反馈方面, AI 智慧平台可实时收集学生的学习数据, 辅助教师了解教学效果。自动生成教学评估报告, 为教师教学进行教学反思及优化教学设计提供依据, 进而达成“教 - 学 - 管 - 评”良性闭环模式, 如图 4。

历经两轮“过程流体机械”AI+ 智慧课程教学实践, 师生双方均认定其成效显著。过程流体机械课程的线下出勤率和线上任务完成率均显著提升, 学生的参与积极性和自主学习意识得以增强。依据线上参与情况和课程调查问卷结果, 学生对流体机械基本概念, 诸如泵和压缩机的基本结构与基本工作原理的掌握状况达到良好或优秀水平的比例达 96%。在过程流体机械选型、调节以及设计计算能力方面表现良好或优秀的学生比例超 90%。学生能够以小组形式协作完成分组项目的设计与讨论, 并通过分组项目

等活动锻炼团队协作能力。仅 2025 学年一轮次的教学反馈中便发现, 师生运用智能体开展智能问答的频次达 52 次, 学生参与课程讨论次数为 56 次。教师创设任务引擎 5 个, 发布 AI 实践 2 次。此外, 从后续过程流体机械拆装实验、过程装备综合实验以及毕业设计等其他课程反馈可知, 学生在对过程流体机械的课程内容的理解和相关能力的锻炼方面均呈现出明显的提升态势。

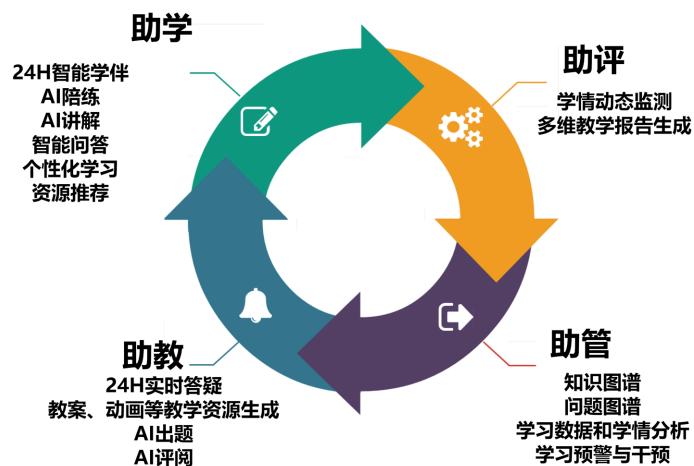


Figure 4. Schematic diagram of the “teaching-learning-management-evaluation” closed-loop model
图 4. “教 - 学 - 管 - 评” 闭环模式示意图

经教学反思, 本研究和探索也存在一定的挑战和局限性, 如本论文所述研究样本仅来源于本校“过程流体机械”课程。另外, 经实践也发现, AI 评估在创设的学生 AI 实践评分上的适配度不够, 其评分精准度方面对教师的 AI 素养以及操作设置技能依赖度较高。再者, 学生数字素养也存在一定的差异, 容易造成部分基础薄弱学生对 AI 工作的适应能力不足, 而引发评分的公平性问题。今后可开展跨课程、跨专业的 AI 赋能智慧课程建设探索, 提升研究方法的普适性, 并开展长期追踪研究, 分析 AI 赋能教学对学生专业能力提升及职业发展的长效影响。针对实践任务评分适配不足问题, 可考虑引入“教师批注 + AI 评估”的混合评估方法等。针对学生数字素养差异的问题, 可以院、校为级别, 在课前乃至开学前, 开展学生数字素养摸底测试, 针对基础薄弱学生开设 AI 工具使用专项培训(如 AI 陪练操作、实践任务提交等模块), 以保障教学公平。

5. 结语

AI 赋能的智慧课程教学模式的实施需要教学前的准备与规划、教学中的实施与互动、教学后的评价与反思机制三者有机结合。AI 助力课程建设的模式既培养了学生的自主学习能力, 也构建了良好的数字化教学生态。未来, 我们将进一步深化智慧化教学模式的探索, 开展 AI 与课程内容的融合创新研究, 优化知识图谱与能力图谱, 为实现工科核心课程的智慧课程建设改革提供借鉴。

基金项目

上海应用技术大学高水平 - 本科创新人才项目——过程流体机械(1021GK250003002024-A22); 上海高校市级重点课程建设——AI + 课程(沪教委高〔2025〕30号)。

参考文献

- [1] 周野飞, 赵传军, 邢晓磊, 等. AI 赋能“机械精度设计与先进测量技术”课程建设改革与探索[J]. 科教文汇, 2025(14): 100-103.

-
- [2] 王静, 史歌. 人工智能赋能高职“铁路线路与站场”课程改革的创新实践[J]. 陕西教育(高教), 2025(9): 84-87.
 - [3] 王文敬, 何小微. 基于知识图谱/AI 技术的新形态课程建设研究[J]. 教育教学论坛, 2025(16): 48-51.
 - [4] 董娜, 侯婉婷, 窦秀静, 等. AI 技术赋能在双一流建设学科本科课程中的应用策略研究——以动物营养学为例[J]. 高教学刊, 2025, 11(22): 29-32.
 - [5] 付红红, 侯怀书. 课程思政融入专业课的教学探索——以过程流体机械为例[J]. 创新教育研究 2024, 12(5): 141-146.
 - [6] 张进杰, 王维民, 王瑶, 等. 围绕节能降碳新技术的过程流体机械课程教学改革与探索[J]. 化工高等教育, 2024, 42(4): 85-90.
 - [7] 王庆锋, 于洪杰, 段成红. 双碳目标下过程装备与控制工程专业流体机械课程教学改革探索[J]. 广东化工, 2023, 23(50): 180-182.