

智慧教育背景下化工原理A (II)课程教学改革与创新实践

白红娟, 刘文举, 陈 静, 孙万鹏, 申艳敏

河南工业大学化学化工学院, 河南 郑州

收稿日期: 2026年9月9日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月26日

摘 要

本文围绕《化工原理A (II)》智慧课程建设展开, 聚焦地方高校化工类专业基础课程在概念抽象、工程实践衔接不足以及学生学习差异持续扩大等方面的教学难题, 梳理课程在混合式教学、知识图谱构建、课程智能体开发、数字人资源建设及“师-生-机”三元互动教学模式等方面的改革实践。希望本文能为专业课程的智慧化教学提供可借鉴的改革路径。

关键词

智慧课程, 化工原理A (II), 知识图谱, BOPPPS, 课程改革

Teaching Reform and Innovative Practice in Chemical Engineering Principles A (II) under the Background of Smart Education

Hongjuan Bai, Wenju Liu, Jing Chen, Wanpeng Sun, Yanmin Shen

School of Chemistry and Chemical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan

Received: September 9, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 26, 2026

Abstract

This paper focuses on the development of a smart course for Chemical Engineering Principles A (II). It addresses several major teaching challenges encountered in foundational chemical engineering courses at local universities, including the abstract nature of key concepts, insufficient integration between theoretical instruction and engineering practice, and widening disparities among students in learning progress and academic attainment. The paper systematically examines reform initiatives

文章引用: 白红娟, 刘文举, 陈静, 孙万鹏, 申艳敏. 智慧教育背景下化工原理 A (II)课程教学改革与创新实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(10): 499-506. DOI: 10.12677/ces.2026.1410814

and practical experiences in blended teaching, knowledge graph construction, intelligent course-agent development, digital human-based instructional resource development, and the implementation of a teacher-student-machine triadic interactive teaching model. The study aims to provide a practical and transferable pathway for the intelligent transformation of disciplinary course instruction.

Keywords

Smart Course, Chemical Engineering Principles A (II), Knowledge Graph, BOPPPS, Curriculum Reform

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

在国家教育数字化战略行动持续推进的背景下，地方高校新工科课程的教学形态正在发生明显变化[1]-[4]。对于《化工原理 A (II)》这门承上启下的专业基础课程而言，传统教学模式长期面临几项突出问题：一是课程知识点密集、公式较多、概念抽象，学生容易停留在记忆层面，难以形成工程理解；二是课程内容与化工生产实际之间若缺少有效组织，容易出现“会做题但不会用”的脱节；三是学生基础差异较大，统一节奏的课堂难以兼顾不同层次学生的学习需求。这些问题说明，课程改革不能停留在教学技术更新层面，而需要对教学理念、教学内容、教学组织和评价体系进行系统重构。

《化工原理 A (II)》是河南工业大学化学工程与工艺专业大三学生的专业基础课程，也是连接基础课与专业课、理论学习与工程实践的重要桥梁。依托本课程的长期建设基础，教学团队逐步形成了从传统教学到混合式教学，再到基于知识图谱和数据驱动的智慧教学的发展路径[5]-[7]。课程先后完成在线课程建设、SPOC 混合式学习场景搭建、课程思政样板课程建设，并进一步在知识图谱、问题图谱、目标图谱与 AI 助教等方面持续探索。因此，该课程为讨论新工科智慧课程如何从“资源上线”走向“教学重构”提供了较为完整的案例。

本文主要围绕智慧课程建设如何回应化工原理课程的教学痛点；知识图谱、数字人和 AI 助教如何嵌入课程教学全过程等问题来讨论，旨在为地方高校新工科课程智慧化转型提供可借鉴的实践路径。

2. 智慧课程改革的设计思路

2.1. 以 OBE 工程教育认证理念重塑课程目标

课程改革首先不是增加资源，而是重新界定培养目标。课程以 OBE 理念为牵引，将“学生中心、成果导向、持续改进”作为教学设计的基本原则。在目标设定上，课程不再只关注学生对传质单元操作原理、设备构造和过程计算的掌握程度，同时也强调工程意识、问题意识、创新意识与职业素养的同步形成。由此，课程目标从单一知识传递转向知识、能力与价值三位一体的综合培养。

2.2. 以“五元融合”重构教学内容体系

围绕工程教育专业认证要求，课程对教学内容进行了“五元融合”的重构和优化，即将工程案例、学科前沿、虚拟仿真、赛创案例与课程思政融入各章节教学(图 1)。这样，课程不再只是教材知识的线性

展开，而是面向真实工程问题的综合呈现：工程案例帮助学生理解知识的应用场景，学科前沿帮助学生把握学科发展脉络，虚拟仿真帮助学生突破实验条件限制，赛创案例帮助学生建立创新实践意识，课程思政则帮助学生在专业学习中形成责任意识与价值认同。



Figure 1. The "five-element integration" teaching content of each chapter in this course
图 1. 本课程每个章节重构的“五元融合”的教学内容

2.3. 以图谱支撑个性化学习

课程依托超星学习通平台构建知识图谱、问题图谱、目标图谱和思政图谱，形成较为完整的教学知识网络。通过课前预习、任务清单、学习路径推荐、在线测验和学习报告，本课程为学生提供目标设定、学习监控和结果反思的支持。与传统章节式资源组织方式相比，图谱化设计更强调知识点之间的前后衔接、目标与问题之间的对应关系，以及资源与评价之间的匹配关系。借助这一结构，学生可以根据自身掌握情况形成个性化学习路径，教师也能够据此开展精准教学，避免课堂推进与学生真实学习状态脱节。

2.4. 以“师 - 生 - 机”三元互动构建教学闭环

本课程建设的一个突出特点，是逐步形成了“师 - 生 - 机”三元互动教学范式(图 2)。“师 - 生 - 机”三元互动模式并不是用机器替代教师或学生，而是通过 AI 工具扩展学习支持范围。教师主要承担价值引领、任务设计和深度引导功能；学生在 AI 支持下开展问题驱动学习与协作学习；AI 则承担助教、助学、助评功能。三者贯穿课前、课中、课后全过程，形成完整闭环：课前由 AI 辅助生成教案、PPT 和案例，学生依托图谱体系完成预习；课中以 BOPPPS 框架组织导入、目标、前测、参与式学习、后测和总结；课后则借助平台数据开展学情洞察、班级画像和知识点掌握分析，并据此优化后续教学。

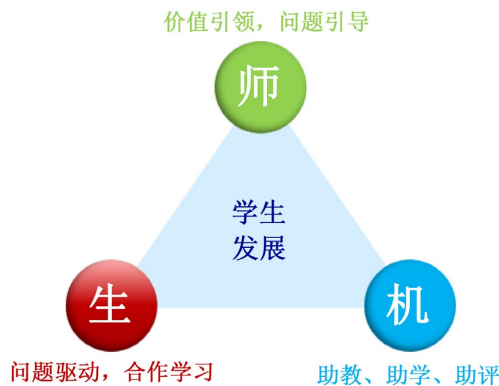


Figure 2. The “teacher-student-machine” tripartite structure constructed in this course
图 2. 本课程构建的“师 - 生 - 机”三元结构

3. 智慧课程建设的实施路径

3.1. 在线课程与混合式教学的基础搭建

课程最早于 2019 年在超星学习通平台上线, 完成在线课程建设与题库建设, 为后续智慧课程升级奠定了资源基础。此后, 课程逐步形成线上线下相结合的混合式教学场景, 将课前预习、课堂研讨、课后巩固与拓展训练纳入统一教学链条。与单纯线上资源不同, 混合式教学更强调课堂角色的再分配: 教师从知识讲授者转向学习组织者和学习促进者, 学生则从被动接受者转向主动建构者。

3.2. 数字人技术推动课程资源更新

在课程建设过程中, 教学团队借助数字人技术快速生成高质量微课视频。从 2024 年至今, 已开发 69 个教学视频, 总时长约 560 分钟。数字人资源的意义并不只在于提升录制效率, 更在于支持课程知识点的碎片化呈现与高频复用, 使学生能够在不同时间、不同场景下反复学习关键内容。对于抽象性较强的化工原理知识而言, 微课化、情境化和可重复学习的资源形态, 有助于降低学习门槛, 提升资源可达性。

3.3. 课程智能体提升师生互动效率



Figure 3. The intelligent agent constructed in this course
图 3. 本课程构建的智能体

课程基于知识库开发了面向教师的教学设计智能体和面向学生的化工原理答疑助手智能体(图3)。前者用于辅助教师生成教学资源、优化教案结构、提升备课效率;后者用于支持学生即时答疑、学习路径推荐和知识点回顾。相较于完全依赖人工答疑的方式,智能体的引入提高了教学支持的即时性,也扩大了课程服务覆盖面。对学生而言,这种支持并不替代教师,而是在课前预习与课后复习环节提供更稳定的学习支架。

3.4. BOPPPS 与 AI 深度协同优化课堂组织

本课程在教学方法上引入 BOPPPS 教学模式,并与 AI 技术协同运用(图4)。导入环节由 AI 辅助生成案例或问题,以激发学习兴趣;目标环节帮助学生明确学习重点;前测阶段通过 AI 问卷与小测了解学生起点;参与式学习环节借助在线平台与课堂互动活动增强学生参与;后测环节通过智能生成题目检验掌握程度;总结环节则依据 AI 生成的学习报告归纳知识点,并推荐后续学习资源。其核心并不在于“AI 替代教师”,而在于借助 AI 提升课堂组织的精细度与反馈的及时性。

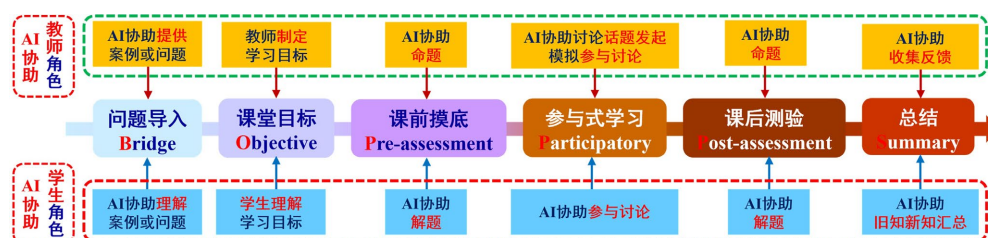


Figure 4. The BOPPPS teaching model integrated with AI technology in this course

图4. 本课程融入 AI 技术的 BOPPPS 教学模式

4. 智慧课程实施的具体应用

以“课前-课中-课后”整个教学闭环为例,来进一步阐述本课程的 AI 赋能,构建的“师-生-机”三元互动教学范式。

4.1. 课前准备(线上)



Figure 5. AI teaching assistant (Before class)

图5. AI 助教(课前)

课前，教师利用 AI 辅助，进行 PPT 的生成，教案的生成，教学设计的生成以及在课程当中需要用到的案例的生成等(见图 5)。

同时，课前学生利用我们的图谱体系，进行知识点的梳理，并且形成个性化的学习路径，最后找到相关的配套的参考资料。

4.2. 课中实践应用(线上 + 线下)

课中，基于三段递进的 BOPPPS 教学模式来组织实施。同时，在本课程中，任务引擎作为个性化学习的核心工具，通过深度融合先进的教学法，为学生量身定制专属的学习路径(图 6)。课程特别引入了 BOPPPS 教学法，结合其独特的六阶段教学模式，为学生搭建了一个高效、自主的学习平台。这种创新的教学设计不仅激发了学生的学习兴趣 and 主动性，还通过分阶段的任务引导，帮助学生逐步深入理解化工单元操作知识，培养其自主学习和探究能力。通过任务引擎的个性化路径设计，每位学生都能在适合自己的节奏下，探索知识的奥秘，实现学习能力的全面提升。同时，线下课堂教学过程中，教师利用智能体引导学生进行课堂互动，开展相关调研活动等。



Figure 6. Personalized teaching design of the task engine and AI-enabled classroom activities (During the class)
图 6. 任务引擎个性化教学设计及 AI 赋能课堂教学活动(课中)

4.3. 课后教学评价与反馈优化(线上)

课后，教师利用智慧课程的平台，通过大数据的分析，进行学情洞察，班级画像，问答记录，以及分

析整个班级知识点的掌握情况(图 7),形成了多元主体、人机协同的评价模式。评价内容涵盖开放性作业、课堂测验、单元测试和实践任务,评价主体则包括教师评价、学生互评与平台数据分析。这样的安排使教学反馈从学期末一次性判断转向全过程动态调整,也让课程质量改进更具连续性和针对性。



Figure 7. AI-assisted evaluation (After class)

图 7. AI 助评(课后)

5. 改革成效

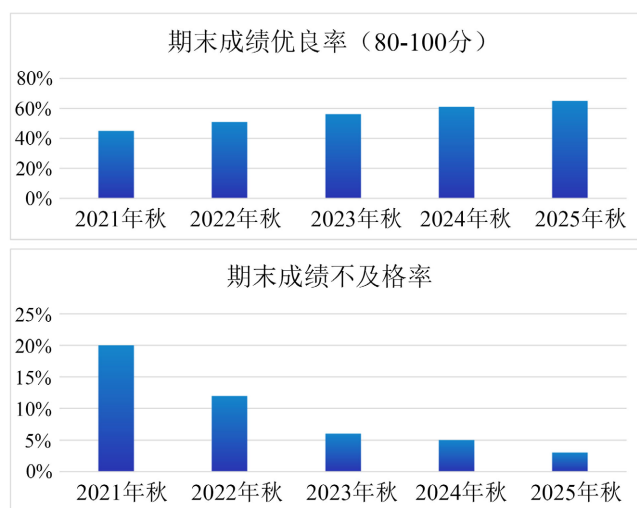


Figure 8. Comparison of the excellent and failing rates of the final exam for this course over the past 5 years

图 8. 近 5 年本课程期末成绩优良率及不及格率对比

在课程教学成效方面,课程问卷调查显示,89%的学生认为智慧课程提高了学习效率;本课程从2024年秋季学期开始实施智慧课程改革,近5年期末成绩改革前和改革后对比表明(图8),改革后不及格率大幅降低,尤其是中部和尾部学生可以得到及时的指导,成绩提升明显。因此,本课程在没有额外增加学生学习负担情况下获得了很好的教学效果。

6. 结语

《化工原理 A (II)》智慧课程建设以 OBE 理念为引领,通过“五元融合”重构教学内容,通过知识图谱、问题图谱和目标图谱构建个性化学习支持系统,通过数字人、AI 助教和 BOPPPS 教学模式实现课前-课中-课后全过程协同,形成了可复制的智慧课程改革路径。实践表明,智慧课程建设能够提升学生学习主动性,促进教师教学能力成长,并推动课程评价由终结性向过程性、数据驱动型转变。随着 AI 和知识图谱技术的不断发展,本课程后续将进一步探索模板化资源、跨课程共享和低成本迁移等,为培养具有跨学科视野的高素质人才提供支持。

基金项目

河南省本科高校智慧课程建设项目、河南省高等教育教学改革研究与实践项目(研究生教育类,2023SJGLX041Y)及河南工业大学化学化工学院本科教育教学改革研究与实践项目(HGJY2501)。

参考文献

- [1] 刘选,刘革平.我国智慧教育研究十年:聚焦、困境与突围[J].成人教育,2024,44(2):30-36.
- [2] 姚琦,龚彬彬,胡阿香.OBE理念下高校课程混合式教学改革路径剖析[J].高教学刊,2024,10(22):124-127+131.
- [3] 卢丹,刘旭东,朱丹丹,秦婷.“AI+知识图谱”双驱模式下专业课程智慧化建设的实践路径与成效探索[J].物流科技,2026,49(13):156-161.
- [4] 陈晓福,穆怡彤,闫豫疆.校企协同视角下人工智能赋能高校智慧课堂教学的实践路径研究[J].中外企业文化,2026(6):214-216.
- [5] 白红娟,陈静,刘文举,朱春山,申艳敏,张雷,张艳丽.基于“专创融合”的“化工原理”课程教学改革与实践[J].化工时刊,2024,38(4):70-73.
- [6] 白红娟,陈军航,朱春山,张雷,王涵,刘文举,申艳敏,张艳丽.“课程思政”视角下“化工原理”课程教学设计与实践[J].化工时刊,2021,35(5):44-46.
- [7] 白红娟,朱春山,陈军航,李冬光,刘文举,申艳敏.一流本科课程建设背景下化工原理课程“金课”教学设计与实践[J].化工时刊,2020,34(11):59-62.