

数智驱动《化工原理》课程思政教学改革的探索与创新

于 艳

商洛学院化学工程与现代材料学院, 陕西 商洛

收稿日期: 2025年12月16日; 录用日期: 2026年1月14日; 发布日期: 2026年1月23日

摘 要

化工原理是化工类专业一门非常重要的核心课程, 在教学中融入数智思政, 旨在打破专业教育与思政教育壁垒, 培养更多具专业能力与人文精神的高等人才。针对当前教学存在思政元素挖掘不足、教学方法传统、评价体系单一等问题, 基于数智技术赋能化工原理课程思政的教学创新路径的探索和创新, 结合当前教育数字化转型趋势和化工专业特色的要求进行系统性的教学优化改革。主要从数智思政融合新范式、教学方法创新实践和考核评价体系三个方面展开论述。在教学改革效果中显著提升学生知识应用能力、思想道德素质及学习积极性, 实现了专业教育与思政教育的深度融合。

关键词

数智驱动, 课程思政, 化工原理, 教学改革

Exploration and Innovation in the Ideological and Political Teaching Reform of the “Principles of Chemical Engineering” Course Driven by Digital Intelligence

Yan Yu

School of Chemical Engineering and Modern Materials, Shangluo University, Shangluo Shaanxi

Received: December 16, 2025; accepted: January 14, 2026; published: January 23, 2026

Abstract

Principles of Chemical Engineering is a very important core course for chemical engineering majors.

文章引用: 于艳. 数智驱动《化工原理》课程思政教学改革的探索与创新[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1670-1676.
DOI: 10.12677/ae.2026.161227

Integrating digital intelligence and ideological and political education into teaching aims to break the barriers between professional education and ideological and political education, and cultivate more high-level talents with professional abilities and humanistic spirit. In view of the current teaching problems such as insufficient exploration of ideological and political elements, traditional teaching methods, and single evaluation system, based on the exploration and innovation of teaching innovation paths for the ideological and political course of chemical engineering principles empowered by digital intelligence technology, systematic teaching optimization reform is carried out in combination with the current trend of digital transformation of education and the requirements of the characteristics of chemical engineering majors. The discussion is mainly carried out from three aspects: new paradigm of integration of mathematics, intelligence, ideology and politics, innovative practice of teaching methods and assessment and evaluation system. The effect of the teaching reform has significantly improved students' knowledge application ability, ideological and moral quality and learning enthusiasm, and achieved a deep integration of professional education and ideological and political education.

Keywords

Digital Intelligence Drive, Curriculum Ideological and Political Education, Chemical Engineering Principles, Teaching 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

教育部在《关于加快推进教育数字化的意见》中指出，对推进教育数字化进行全面部署，以国家智慧教育公共服务平台为枢纽，集成各级优质平台、资源、服务；进一步加快构建终身学习公共服务体系，加强学习型社会数字基础设施建设；推动课程、教材、教学数字化变革，完善知识图谱，构建能力图谱，深化教育大模型应用等。数智教学以数字技术和智能技术为核心驱动力，重构教育生态的底层逻辑。其重要性不仅体现在教学效率的提升，更深刻影响着人才培养模式、教育公平实现及社会发展动能[1]。

在化工类专业的课程体系中，化工原理是连接基础课程与专业课程的核心纽带。它承接了高等数学、大学物理、物理化学等基础课程的知识，又为后续的专业课程如化工设计、化工热力学等提供了必要的专业基础。该课程注重理论与实际工程应用的结合，通过对各种单元操作的学习对化工过程进行分析、计算和设计，在培养学生的专业素养、工程伦理意识、工匠精神和创新能力具有重要的作用。随着数智技术的快速发展，数智思政在化工原理教学中的应用，成为教育改革的重要方向[2]。它以大数据、人工智能、虚拟现实等技术为支撑，本质是通过技术创新打破“专业教育”与“思政教育”的壁垒，使学生在解决真实工程问题的过程中，自然形成“工程伦理－社会担当－家国情怀”的价值认知。

然而，当前化工原理教学对数智思政的应用仍存在诸多不足。教学往往侧重于传授专业知识和技术技能，教师在课堂上主要关注学生对技术内容的掌握程度，而未能充分挖掘化工原理知识背后蕴含的人文精神、科学文化等思政元素，也缺乏利用数智技术将其生动呈现的手段[3]。在教学方法上，多采用传统的讲授法，以知识灌输为主，较少运用数智技术构建互动场景，缺乏与学生的有效互动和引导，很少采用结合数智工具的案例分析、小组虚拟讨论、虚拟角色扮演等能够激发学生兴趣和思考的方式。这使得学生在学习过程中处于被动接受状态，难以通过数智化的实践主动思考化工技术背后的人文价值和社会意义。另外，现有的教学评价体系主要以学生的考试成绩、作业完成情况等技术知识掌握程度为衡量

标准,未建立基于数智思政的多元化评价机制,不能利用智能系统记录学生在虚拟实践中的伦理决策表现。这导致学生为了取得好成绩,将主要精力放在记忆公式、解题等技术层面的学习上,而忽视了自身人文精神的培养。因此,化工原理课程教学的总体效果不理想,无法满足学生多元化的需求,使该课程一度成为学生眼中的“难课”。

2. 数智思政融合新范式

2.1. 数据驱动：以数据互联激活思政要素

通过人工智能(AI)知识图谱作为技术支撑,进行知识抽取、语义关联与图谱构建,实现多源数据的结构化整合,挖掘数据间潜在逻辑关系。将专业领域数据与国家政策、行业发展目标等思政元素建立映射,使抽象政策转化为可量化、可分析的具体指标,在教学中融合思政案例[4][5]。例如,通过化工单元操作数据关联双碳政策达标率分析,具体操作如下:采集化工单元(如传热、精馏、吸收)的能量参数和物料参数,通过 AI 知识图谱关联“双碳”目标下的化工行业生产排放标准、绿色清洁生产技术路径等信息。进一步对比实际生产数据,分析碳排放强度、资源循环利用率等指标的达标情况。在教学中引导学生从所获得的数据数据中感受绿色化工的紧迫性,积极探讨技术改进方案和目标,如在单元操作中如何选择节能设备、如何优化工艺流程,最终分析化工过程对“双碳”目标的支撑作用。

2.2. 数字仿真：以沉浸式体验强化伦理认知

通过虚拟现实(VR)/数字孪生技术,构建高仿真虚拟场景,支持用户交互操作,实时反馈行为结果,模拟现实中的复杂情境[6][7]。在虚拟实训中暴露专业实践中的安全事故、环境危害等伦理风险,引导学生在化工生产的决策中权衡技术可行性与社会责任感。进一步进行思政融合案例,比如有毒物料泄漏应急决策沙盘。充分利用 VR 技术,在限定时间内让学生搭建化工车间虚拟环境,模拟有毒物料泄漏事故(氯气、二氧化硫等气体泄漏),评估风险(泄漏扩散模拟、人员伤亡预测),及时做出应急决策(选择疏散路线、确定处理方案),事故后果推演(不同决策对应的环境影响、经济损失数据)。在这个过程中提出安全伦理,强调“生命优先”原则,分析盲目操作与科学决策的后果差异。通过污染物扩散仿真,直观呈现事故对生态的长期危害,强化“环保红线”意识。

2.3. 动态反馈：以文本挖掘实现素养可视化

通过自然语言处理(NLP)情感分析,对文本数据进行情感倾向、关键词提取、主题建模等分析,量化主观表达中的态度与价值观。从学生章节作业、化工原理实验报告等过程性学习资料中挖掘隐性思政要素(如工匠精神、科学态度),以可视化方式反馈素养发展水平。在实验报告文本充分挖掘思政元素,进一步梳理各种工匠精神素养并形成雷达图。对学生实验报告进行 NLP 分析,提取关键词(如“严谨”“误差分析”“反复论证”),情感词(如“专注”“创新”“责任”),生成多维度素养评估雷达图,包括:数据 Accuracy (数据准确性);问题 Solving depth (问题解决深度);创新 Thinking (创新思维);科学 Attitude (科学态度)。结合雷达图差异,引导学生反思实验过程中的态度问题(如数据造假、敷衍记录);对比优秀报告案例,解析“工匠精神”在细节中的体现(如耐心调试设备、规范撰写报告)。将抽象的职业素养转化为可感知的可视化指标,帮助学生针对性提升思政与专业能力的融合度。

2.4. 深度认知：以虚实融合厚植科学精神

通过增强现实(AR)或混合现实(MR)技术,将虚拟信息(如动画、人物模型)叠加到真实场景中,实现虚实交互与情境重构[8][9]。将科学家事迹、行业历史等思政内容嵌入专业知识场景,通过沉浸式交互强

化情感共鸣与价值认同。应详细阐述教学活动的设计如何促进学生的价值内化。例如,在 VR 模拟后,教师如何组织学生进行伦理困境的辩论?在介绍顾毓琇事迹时,如何设计提问来引导学生思考科技工作者的社会责任?应从认知心理学、教育学等角度分析技术、知识与价值三者之间的转化路径。

3. 教学方法创新实践

3.1. 智能情境教学法

智能情境教学法凭借数字技术与智能工具,为化工原理教学开辟了新路径,通过构建沉浸式、交互式的学习场景,显著提升教学效果与学生综合能力。通过 VR 与 AR 技术是核心支撑,通过构建 1:1 还原的化工工厂、车间环境,让学生仿佛置身真实生产现场;进一步将虚拟的设备结构、工艺流程等信息叠加在现实场景中,增强学生对抽象知识的模拟化感受。AI 技术为智能情境教学注入“智慧”,AI 驱动的智能学伴可根据学生学习情况提供个性化指导,通过分析学生的操作数据、提问内容,针对性地推送学习资料、解答疑惑;自然语言处理技术能实时分析学生与虚拟环境的交互语言,及时给予反馈和引导。

在化工设备认知教学中,借助 VR 技术搭建虚拟化工设备展厅,学生佩戴 VR 设备后,可自由穿梭于不同设备之间,360 度全方位观察换热器、精馏塔、反应器等设备的外观与内部结构。例如:精馏操作是化工原理的重要内容,利用数字孪生技术构建精馏塔模型,学生可设定进料流量、温度、组成等参数,观察精馏塔内气液两相的传质传热过程、塔板效率变化以及塔顶塔底产品质量的波动。当学生设置不合理参数导致“操作故障”时,系统会模拟出如液泛、漏液等异常现象,并引导学生分析原因、提出解决方案。这种实践操作不仅加深了学生对精馏原理的理解,还培养了他们解决实际工程问题的能力。安全与环保教育也是化工原理教学的关键环节。利用智能情境教学法创建化工安全事故虚拟场景,如有毒气体泄漏、火灾爆炸等。学生在场景中扮演应急处理人员,根据系统提示和所学知识,制定疏散路线、选择防护设备、采取堵漏、灭火等措施。系统会根据学生的操作实时反馈处理效果,若处理不当,将模拟事故扩大的后果,以此强化学生的安全意识和应急处理能力。同时,通过模拟化工生产过程中的废水、废气处理流程,让学生了解环保技术的应用,培养他们的环保责任感。

3.2. 数字画像引导教学

数字画像通过整合学生的学习行为数据、知识掌握情况、互动参与度等信息,构建个性化的“数字孪生”模型,为教学提供精准导向。收集学生学习过程性数据,例如:课堂互动记录(提问、回答问题)、作业完成情况、实验数据记录、学习平台的在线浏览时长等。进一步检查学生的知识漏洞(如计算薄弱问题)、学习风格(情感型、视觉型、逻辑型)、注意力集中时段等。针对薄弱点推送定制化学习资源:如为传热模块掌握不足的学生补充仿真实验视频或案例解析。根据学生对流体力学公式的理解速度,调整板书推导节奏或增加可视化动画演示。促进个性化学习与反馈,标注各章节掌握程度,推荐进阶学习路径,例如先巩固伯努利方程再学习离心泵特性。对连续作业错误率升高的学生触发预警,教师可及时介入辅导。

构建数字画像技术。利用聚类算法将学生分为“理论强实践弱”“计算粗心型”等群体,针对性设计教学方案。知识图谱技术:构建化工原理知识体系图谱(如流体流动→伯努利方程→管路计算→流量计原理),通过学生答题数据映射其知识网络的薄弱节点。可视化工具:将画像结果转化为直观图表,如“学生知识掌握热力图”(红色区域代表未掌握的传质理论),辅助教师决策。根据学生历史数据,推送差异化预习任务:对基础薄弱学生发送“流体静力学基本方程”的动画讲解,对能力较强学生提供“非牛顿流体流动”的拓展阅读。在讲解“离心泵特性曲线”时,实时调取学生预习阶段的疑问数据,优先讲解高频困惑点(如“气缚现象的本质原因”),并结合虚拟仿真演示叶轮旋转过程。针对作业中“传热系数关联

式选择”的错误，自动生成错题解析视频，并附加同类型练习题(如不同流体物性下的传热计算)，形成“诊断-学习-巩固”闭环。

3.3. 虚实链式训练

虚实链式训练是指将虚拟仿真技术与实体实验、工程实践深度融合，形成“虚拟认知→实体验证→工程应用”的链式培养路径。在化工原理教学中，其核心价值体现在：① 突破传统实验限制：高危险(如高压精馏)、高投资(如大型反应器)、长运行周期(如催化剂失活实验)的场景可通过虚拟仿真实现预演。② 强化工程思维培养：学生在虚拟环境中反复调试工艺参数(如离心泵性能测试和流量调节)，再通过实体实验验证效果，最终对接工业场景需求。③ 提升学习效率与安全性：虚拟仿真可允许“试错式”操作(如故意设置换热器泄漏故障)，避免实体实验中的安全风险和设备损耗。

虚实链式训练的核心环节设计主要包括：① 虚拟仿真层：认知建构与方案预演，基础原理可视化仿真。通过 Aspen Plus、Chem CAD、COMSOL 等软件学习，用 CFD 仿真演示流体在弯管中的湍流流动，直观呈现“二次流”现象；通过传热过程仿真动画，展示不同材质管壁的热传导速率差异。② 实体实验层：验证强化与操作实训，学生先在虚拟平台完成“离心泵性能曲线测定”的参数预设置；在实体实验室按虚拟方案操作，对比实际流量-扬程数据与仿真结果；分析差异原因(如管道阻力系数的实际测量误差)。将实体实验设备(如传热实验台)与数据采集系统联网，实时上传温度、压力等参数至虚拟平台，形成“实体操作-虚拟监控”的联动。在实体设备中设置可控制的微小故障(如阀门微漏)，要求学生结合虚拟仿真经验进行排查。③ 工程实践层：场景迁移与创新应用。企业提供真实工厂数据(如某化工厂换热器的运行参数)，学生在虚拟平台复现工况，分析能效瓶颈并提出改造方案，再赴现场调研验证。案例：“化工原理课程设计大赛”中，学生基于虚拟仿真优化“乙酸乙酯制备”的反应-分离耦合流程，再利用小型实体装置完成原理性验证。

4. 考核评价体系优化

4.1. 日常教学中的数智思政融入与评价

借助智慧教室系统、在线学习平台等工具，实时记录学生在课堂中的表现，将思政元素融入日常教学的各个环节，并进行量化评价。

4.1.1. 课堂互动观察与评价

在小组互动环节，利用智能课堂互动系统自动记录学生参与频次、发言时长等数据。教师重点观察学生对思政元素的关注和运用情况。比如：在探讨化工技术革新时，学生是否主动提及技术应用对社会可持续发展的影响；在分析行业热点事件时，能否从工程伦理角度进行解读。将学生对思政元素的理解深度、运用的准确性和主动性纳入平时成绩评定，如积极结合思政观点发言的学生可获得额外课堂表现加分。

4.1.2. 案例分析与思政考核

引入实际化工生产案例库，涵盖安全事故、环境污染事件、技术伦理争议等内容，利用虚拟仿真技术重现案例场景。例如分析某化工厂因违规排放导致环境污染的典型案例，学生通过虚拟场景模拟事故发生过程，从思政角度深入分析事故中的责任主体、应承担的社会责任以及如何避免此类事件再次发生。教师借助在线考核平台，对学生的案例分析报告进行评价，从责任意识、社会担当、伦理判断等维度打分，评价结果计入课程考核成绩。

4.1.3. 课后作业思政审查

在批改课后作业时，运用智能批改系统辅助检查专业知识的正确性，同时教师重点留意学生对思政

相关内容的体现。如在计算题解答中，若学生能结合实际情况，考虑资源节约、安全操作、绿色发展等思政因素，可给予额外加分。对于涉及工程决策的作业题目，评价学生是否从工程伦理角度权衡利弊，将思政表现纳入作业评分体系。

4.2. 实验教学中的数智思政渗透与评价

依托虚拟仿真实验平台、数据采集系统等数智技术，在实验教学中强化工程伦理意识培养，通过多维度评价确保思政教育实效。

4.2.1. 实验报告思政前置

要求学生在实验报告开头，运用虚拟仿真技术模拟实验的工程背景，详细阐述实验对社会、环境和行业的潜在影响。例如在流体力学实验报告中，学生需通过虚拟管道模型分析实验结果对化工管道设计、能源输送效率的影响，并从工程伦理角度深入探讨如何确保管道系统的安全、环保和可持续运行。教师根据阐述的深度、合理性和创新性进行评价，制定明确的思政评价指标，如逻辑清晰、论述充分的报告可获得较高分。

4.2.2. 异常情况思政反思

当实验出现异常数据或意外情况时，利用实验设备的智能监测系统实时记录异常信息，考察学生是否能从工程伦理角度进行反思和处理。如在传热实验中遇到设备故障导致实验结果偏差，学生在报告中分析原因时，若能提及对实验数据真实性的坚守、对设备维护责任的认知以及如何采取措施避免类似问题再次发生，体现其工程伦理意识，教师根据反思的深刻程度给予相应加分。

4.2.3. 实验过程伦理监督

借助实验室内的智能监控设备和行为分析系统，实时监测学生的实验操作过程。评价学生在实验中是否遵守安全规范、爱护实验设备、尊重实验结果，是否具备团队协作精神和科学严谨态度。对于违反实验规范的行为，如篡改数据、违规操作等进行扣分惩罚；对表现优秀的学生，如主动帮助同学、积极维护实验环境等给予奖励，将实验过程中的思政表现纳入实验成绩评定。

4.3. 课程设计中的数智思政融合与评价

在课程设计环节，运用数字化设计工具、项目管理平台等，从工程伦理角度全面考察学生的综合能力，通过多主体评价确保思政教育落地。

4.3.1. 方案设计伦理考察

学生在对多种设计方案进行选择 and 评估时，利用数字化设计软件模拟不同方案的实施效果，从工程伦理角度全面考察学生是否充分考虑方案的安全性、可靠性、环保性以及对社会经济效益的影响。例如在设计化工反应器时，学生通过软件模拟不同方案的安全风险、对周边环境的潜在污染以及对生产成本和产品质量的影响，权衡利弊后做出选择。教师根据学生的方案设计报告，从伦理考量的全面性、合理性和创新性等方面进行评价，对展示出优秀工程伦理素养的学生给予高分。

4.3.2. 团队协作伦理评价

课程设计通常以小组形式开展，借助项目管理平台实时记录团队成员的任务完成情况、沟通协作记录等数据。通过团队成员互评、教师观察、智能协作分析系统评估等多种方式，对学生在团队中的职业道德和团队协作精神进行评价。评价指标包括是否积极承担任务、能否尊重他人意见、是否主动解决团队矛盾等，将团队协作中的工程伦理表现纳入课程设计成绩，促进学生形成良好的职业道德和团队协作意识。

上述方案从多场景强化了数智思政在化工原理教学中的渗透。你对方案的评价标准、数智工具应用等方面若有新想法,欢迎随时分享,我可进一步优化。

4.4. 教学效果分析

知识掌握与应用能力提升。通过课程思政教学实践,学生对化工原理知识的理解更加深入。在项目式学习和小组讨论中,学生运用所学知识解决实际问题的能力得到锻炼,能够将理论知识与实际生产相结合,提高了知识的应用能力。

思想道德素质提高。学生的爱国情怀、责任意识、环保意识和职业道德等思想道德素质得到显著提升。在学习过程中,学生深刻认识到化工行业对国家发展和社会进步的重要性,明确了自己作为未来化工从业者的责任和使命,树立了正确的价值观和职业观。

学习积极性增强。创新的教学方法激发了学生的学习兴趣 and 积极性。项目式学习和小组讨论让学生从被动接受知识转变为主动探索知识,提高了学生的参与度和学习热情,形成了良好的学习氛围。

5. 结论与展望

化工原理课程思政教学实践取得了显著的教学效果,在知识传授的同时实现了价值引领。未来,应进一步深化课程思政教学改革,深度融入数智思政内容,通过智能化手段推动思政教育与专业教学的深度融合。在教学方法革新上,借助人工智能和大数据技术实现精准化思政教学。利用智能分析平台收集学生课堂互动、课后作业等多维度数据,构建学生思政素养数字画像,针对不同学生的思想特点和价值倾向,推送个性化的思政学习资源。同时,引入虚拟现实、增强现实技术,还原化工行业典型事故场景,让学生沉浸式体验事故后果,从工程伦理和社会责任角度深刻反思,强化安全意识与责任担当[10][11]。将数智化监测结果与人才培养方案动态调整相结合,持续优化课程思政教学,为培养德智体美劳全面发展的高素质化工专业人才奠定坚实基础。此方案通过数智技术为课程思政赋能,提升育人成效具有重要的参考价值。

基金项目

陕西省“十四五”教育科学规划 2024 年度课题,SGH24Y2286;商洛学院教育教学改革研究项目,24jyx108;商洛学院课程思政示范课建设项目 24SFKCO4。

参考文献

- [1] 程志红,刘送永,王德伦,等.新工科背景下多元协同贯通式项目制教学体系研究[J].高等工程教育研究,2024(6):79-84.
- [2] 蔡韩燕,杨成.数智融合驱动高校教师评价改革研究[J].现代教育技术,2023,33(1):91-98.
- [3] 林小红,钟柏昌.人工智能教育大模型赋能综合素质评价:理念,模型与展望[J].开放教育研究,2024,30(6):72-78.
- [4] 马飞.从实体到关系:重申教学空间的内涵,特征与发展进路——面向数智时代的思考[J].电化教育研究,2024(7):66-74.
- [5] 陈春莲,罗志敏.中国大学发展新阶段的新变化与治理新要求[J].现代大学教育,2022,38(3):78-86.
- [6] 谭英,周建芳,曹成建.以终身学习为导向的信息素质教育改革与创新[J].大学图书馆学报,2024,42(3):43-48.
- [7] 闫坤如.数智时代科技伦理教育改革的思考[J].自然辩证法研究,2024,40(3):132-137.
- [8] 徐坤.智能技术推动高校人才培养范式改革的思考与实践[J].中国高等教育,2024(24):14-18.
- [9] 翟淼.数智化背景下应用化工技术专业现场工程师培养模式研究[J].现代职业教育,2024(22):145-148.
- [10] 杨昌华.算法推荐赋能高校思想政治理论课精准育人研究[J].中国大学教学,2024(4):21-29.
- [11] 陶达,车小雯.大数据赋能高校思政课精准教学探究[J].学校党建与思想教育,2024(16):47-50.