

新工科创新教育视角下无机化学教学改革探索与实践

李文怡*, 刘丹#, 周绿山, 张巧玲

四川文理学院化学化工学院, 四川 达州

收稿日期: 2026年5月15日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月25日

摘要

传统无机化学课堂存在教学模式单一、思政融入浅显等问题。为培养新工科背景下具有专业素养、创新能力与价值认同的复合型化学专业人才, 本文基于无机化学教学现状和课程性质, 围绕新工科视角下无机化学课程思政的教学改革目标, 构建无机化学课程“人工智能 + 课程思政”双融合模式, 设计“课前智能导学 - 课中知识传授 - 课后能力延展”三阶段教学改革实施路径, 配套“多元主体、多维指标”的评价体系。以制药工程专业平行班为研究对象, 对照实验结果显示, 采用该模式的实验班期末理论考试平均分领先对照班, 同时科技报国意识、环境责任认知等思政素养总分均领先, 该模式实现知识、能力与价值协同引领, 为新工科理工科基础课程智能化与思政融合教学提供参考。

关键词

新工科, 无机化学, 人工智能, 课程思政

Exploration and Practice of Teaching Reform in Inorganic Chemistry from the Perspective of Emerging Engineering Innovation Education

Wenyi Li*, Dan Liu#, Lvshan Zhou, Qiaoling Zhang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Sichuan University of Arts and Science, Dazhou Sichuan

Received: May 15, 2026; accepted: June 18, 2026; published: June 25, 2026

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 李文怡, 刘丹, 周绿山, 张巧玲. 新工科创新教育视角下无机化学教学改革探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(6): 1031-1040. DOI: 10.12677/ae.2026.1661224

Abstract

Traditional inorganic chemistry classrooms face challenges such as monotonous teaching modes and superficial integration of ideological and political education. To cultivate interdisciplinary chemical professionals with strong professional literacy, innovative capabilities, and value identity under the background of emerging engineering, this paper analyzes the current teaching situation and curriculum characteristics of inorganic chemistry. A dual-integration model combining “artificial intelligence + ideological and political education” is developed for inorganic chemistry, based on the teaching reform objectives of ideological and political education from the emerging engineering perspective. A three-stage implementation path for teaching reform is designed, including pre-class intelligent guidance, in-class knowledge delivery, and after-class competency development, supported by an evaluation system featuring multi-subject participation and multi-dimensional indicators. Using parallel classes of the Pharmaceutical Engineering major as research subjects, comparative experiments demonstrate that the experimental class adopting the proposed model achieves higher average scores on the final theoretical examination than the control class, as well as higher overall scores in ideological and political literacy, including awareness of serving the country through science and technology and environmental responsibility. This model realizes the collaborative guidance of knowledge, skills, and values, providing a reference for the intelligent and ideological-political integrated teaching of basic science and engineering courses within emerging engineering education.

Keywords

Emerging Engineering, Inorganic Chemistry, Artificial Intelligence, Curriculum Ideology and Politics

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

2017年以来,我国积极推进新工科建设,探索工程教育改革的新模式、新经验,并提出了“问产业需求建专业,问技术发展改内容,问学校主体推改革,问学生志趣变方法,问内外资源创条件,问国际前沿立标准”的新工科建设理念,为高校课程改革指明了实践方向[1][2]。当前,新工科建设正在进入深化阶段,对基础课程的育人质量提出了更高要求,急需打破传统教学局限,实现知识传授、能力培养与价值引领的协同统一。在这一背景下,化学类专业人才需求已从单一知识掌握,转向为“专业素养、创新能力、价值认同”的综合高素质人才。

无机化学作为化学类专业的第一门核心基础课程,是后续有机化学、分析化学、物理化学等专业课程的学习基础,在为学生构建专业知识框架、培养科学思维中有着不可替代的作用。然而,传统无机化学课堂多由教师主导,教学模式单一、重理论记忆轻实践应用,导致学生学习兴趣偏低,理论知识与工程实践及价值培育脱节,同时还存在思政元素融入浅显,素材单一陈旧等问题,难以满足新工科人才培养需求[3]。

人工智能(Artificial Intelligence, AI)等新一代信息技术的快速发展为高校课堂教学注入了新的活力,使“智能化、个性化、精准化”教学成为可能,为新工科人才培养提供重要支撑。国内多位学者开展了AI在无机化学教学中的应用探索,相关研究聚焦混合式教学[4]-[6]、VR/AR [7][8]、大数据[9]、虚拟实验室[10]

[11]、生成式 AI [8]等技术,通过 AI 实现教学资源的多模态生成、个性化推送与全过程学习行为追踪,有效弥补传统教学中互动性弱、反馈滞后、因材施教不足的短板,实践证明通过优化教学流程、可视化抽象知识、构建个性化教学等方式,在提升教学质量的同时促进学生成绩、自主学习及批判性思维能力的提升。

立德树人是高等教育的根本任务,2020 年教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》¹明确指出,专业课程是课程思政建设的基本载体。这一定位凸显了专业教学对于思政教育的重要意义,尤其在理工科教育中,如何实现知识传授与价值引领的有机统一,已成为亟待解决的重要课题。无机化学课程蕴含着丰富的思政育人元素,众多学者已开展相关探索,多位学者聚焦无机化学具体教学内容,如稀土元素[12]、碳族元素[13]、氮族元素[14]、原电池[15][16]等,采用问题式、案例式教学等方法,从科学精神、家国情怀、绿色环保等多维度挖掘思政元素,通过构建特色教学理念、拓展多环节融入路径等方式,实现专业知识传授与思政教育的有机融合。

然而,当前无机化学课程教学中课程思政建设仍存在诸多困境,部分教师将其简单等同于“专业内容 + 红色案例”的机械叠加,导致育人目标悬浮;混合式教学中线上线下脱节,思政元素渗透时机与方式不当;评价体系缺乏针对性,难以精准评估知识掌握与价值认同的协同成效,严重制约了课程思政的育人功能。为此,本文立足“新工科 + 人工智能 + 课程思政”三方面,结合无机化学课程特点与学生认知规律,构建了以 AI 技术为支撑、思政内容深度融入、育人目标为导向的教学改革框架。通过课前预设导学、课中智能互动、课后能力延展的系统设计,探索人工智能赋能下专业课程与思政教育融合育人的有效实践路径,旨在为新工科背景下创新型化学人才培养提供有益的实践样本与理论参考。

2. 无机化学课程开展课程改革的目標

本课程教学改革以新工科背景下创新型化学人才培养为核心,以“人工智能 + 课程思政”双融合为突破口,聚焦知识传授、能力培养与价值塑造的深度协同,构建多维育人体系,具体目标如下:

(1) 立足无机化学课程属性,夯实学科专业基础。紧扣元素周期律、分子结构、化学反应动力学等课程核心知识点,结合国家战略需求与产业发展动态优化知识结构,提升课程内容的前沿性,引导学生深化对无机化学知识的理解程度,提升知识迁移与工程应用能力,筑牢新工科人才培养的专业根基。

(2) 引入智能技术,创新教学过程模式。依托人工智能技术搭建教学平台,构建教学内容智能推送、学习路径动态生成、学习行为数据智能识别与反馈的全过程教学机制,实现以数据为驱动的精准教学,满足学生多样化、个性化学习需求,破解传统课堂互动性弱、反馈滞后的难题,提升整体教学效率与课堂参与度。

(3) 注重能力训练,适配新工科需求培养复合型创新人才。将课堂理论教学与工程实践结合,提升学生的科学思维、自主学习、团队协作与解决复杂问题的能力,构建面向新工科发展需求的高素质化学专业人才培养路径。

(4) 落实育人导向,强化价值引领实效。立足无机化学课程知识体系中蕴含的育人元素,系统挖掘科学原理探索历程中的科学家精神、技术应用场景下的环境伦理规范、产业发展实践中的责任担当意识,将价值引领贯穿教学全过程,推动学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

3. 课程改革整体实施思路、具体实施路径及支撑保障

3.1. 课程改革整体实施思路

在新工科教育理念引领下,无机化学教学改革坚持以学生发展为中心,结合课程自身知识体系特点

¹http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html

与新工科人才培养需求，以人工智能技术赋能教学全过程，推动思政元素与专业内容有机融合。围绕知识传授、能力培养、价值引领三位一体的育人目标，构建并落地“人工智能辅助、全过程融通、三阶段推进”的教学实施框架。具体如图1所示，课前阶段依托AI平台实现教学资源精准推送与思政素材深度导入，帮助学生衔接知识背景，建立专业内容与社会需求的关联，夯实知识传授基础；课中阶段借助多样化智能工具增强课堂互动性与情境真实感，将思政教育自然融入教学活动，同步培养学生科学思维与协作能力；课后阶段通过AI技术实现学习评价、反馈与反思的个性化赋能，延伸课程育人链条，助力学生内化知识、深化价值认知，全面落实三位一体育人目标。

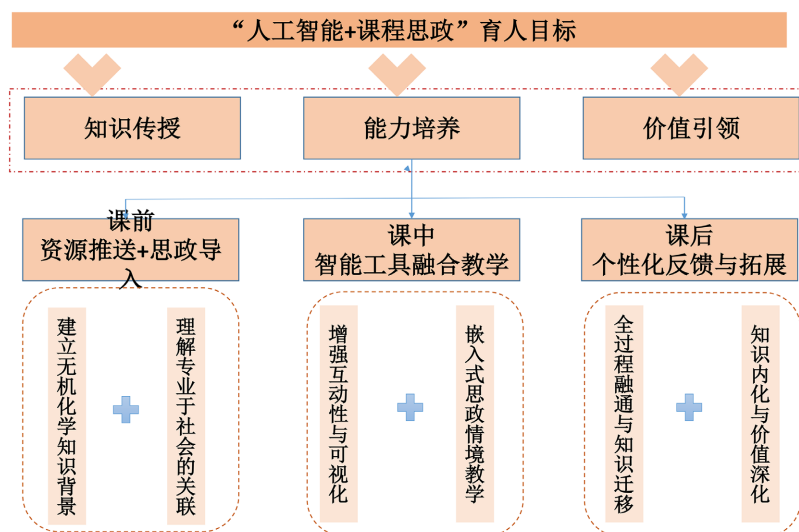


Figure 1. Training framework of “Artificial intelligence and curriculum ideological and political education”
图1. “人工智能 + 课程思政”育人思路

3.2. 课程改革具体实施路径

为深入贯彻新工科教育理念，全面落实立德树人根本任务，本文构建了“人工智能 + 课程思政”双融合的无机化学教学改革设计体系，该实施路径分为课前导入、课中融合、课后拓展三个阶段。如图2所示，课前教师进行依托AI平台进行学期分析，引导学生自主预习并明确价值导向；课中通过多种方式融入思政内容，促进学生深度学习与价值内化；课后布置实践任务，助力学生成长与责任担当，系统提升教学的知识性、思想性与智能化水平，构建多维度、全过程育人模式。

3.2.1. 课前智能导学与思政导入

课前教学环节是课程育人价值传递的前置环节，也是学生完成从被动接受到主动学习的关键起点。本课程依托AI平台，如智慧树，将每章的知识点与思政内容一一匹配，自动推送至学生端。以“原子结构”章节为例，知识层面，平台向学生推送道尔顿实心球模型、玻尔行星模型、量子力学模型等可视化资源，帮助学生直观理解抽象概念；思政层面，同步推送我国科学家徐光宪院士在原子轨道能级理论、稀土分离技术中的突破性贡献，以及我国在芯片半导体、核工业等领域依托原子结构调控实现的自主创新成果，激发学生的科学创新精神，增强爱国热情与民族自豪感。

学生需完成预习资源观看与总结小报告提交，AI平台会自动追踪学生的资源观看进度、时长等学习情况，同时教师通过后台查看总结小报告，精准把握学生的预习效果、思想态度与价值观倾向。教师基于这些数据，提前调整教学内容节奏与情境设计，从而实现精准授课，为课中教学打下坚实的知识与价值双重基础。

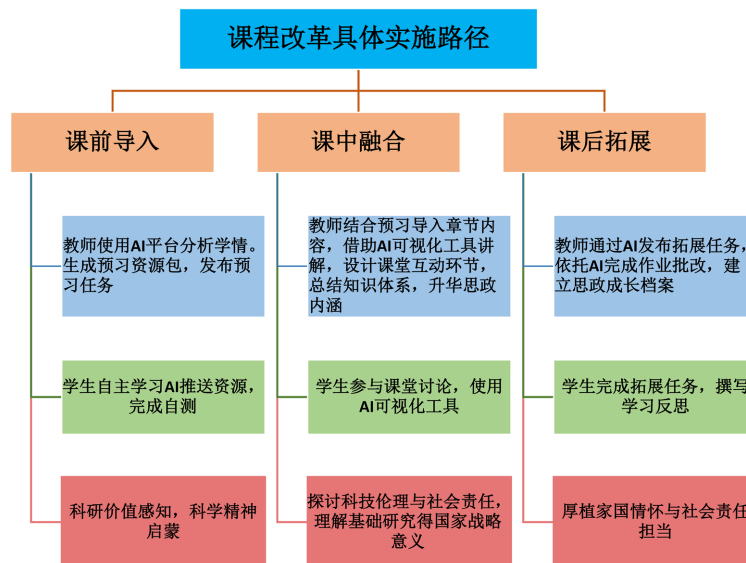


Figure 2. Implementation pathway for the inorganic chemistry curriculum reform

图 2. 无机化学课程改革实施路径图

3.2.2. 课中知识传授与思政融合

课堂教学是实现知识建构、能力提升和价值引领的核心环节。本课程以“情境驱动 + AI 赋能”为核心策略，在 AI 技术支持下，将无机化学专业知识与工程伦理、国家战略和科技精神等思政元素深度融合，构建富有沉浸感和现实感的教学场景，实现从知识传授到价值共鸣的有效转变。下面以“配合物”章节为例来说明。

以 MOFs 材料获诺贝尔化学奖为切入点，说明这种备受全球关注的新材料本质是由金属离子与有机分子通过配位键连接形成的多孔配合物，让学生直观感知配合物的应用价值，激发探索配合物核心原理的兴趣。随后以 MOFs 为具象案例，围绕配位键、中心离子与配体、空间构型等核心基础知识点展开讲解。同时借助 ChemDraw 等分子结构可视化软件，将 MOFs 材料中配位键的形成过程、中心离子与配体的连接方式、空间构型等抽象内容，转化为可拖拽、可旋转的三维动态模型在课堂上演示，帮助学生突破认知障碍，提高理解深度。章节结束前，组织学生开展小组辩论，辩论主题设计为“更换 MOFs 材料的配体以优化其污染物吸附功能时，应如何平衡材料性能、生产成本与环境安全性？”，引导学生紧扣“配体种类对配合物结构与性能的影响”这一基础知识点展开思考，又促使其关注科技应用中的伦理边界与社会责任，在观点碰撞中进一步激发学生学习主动性与科技使命感，为成长为兼具家国情怀与创新精神的新工科化学人才奠定基础。

3.2.3. 课后能力延展与价值内化

课后环节是实现知行合一与价值沉淀的关键阶段。本课程以拓展学生综合能力和深化育人实效为目标，依托 AI 平台，延伸课堂教学内容，将知识迁移、思政引导与创新实践有机结合，强化自主学习与延伸拓展。一方面，通过 AI 平台布置小组作业，例如要求学生围绕课堂核心知识点，结合社会需求或科研热点完成调研报告，如“MOFs 材料在污水净化中的应用可行性分析”“稀土材料与新能源产业的关联调研”等。同时借助 AI 平台生成个性化学习报告与思政成长档案，涵盖学生的知识掌握度、互动参与度与价值倾向等维度，助力教师开展个性化、精准化指导。

另一方面，引导学生参与社会实践与科研实践活动。将专业知识延伸至社会实践，鼓励学有余力的学生参与教师科研项目，将社会实践中发现的问题作为研究切入点，锤炼解决问题与创新能力。通过这

一系列实践，学生不仅深化了对专业知识的理解，更在服务社会的过程中完成从认知到践行的跃升，厚植家国情怀与责任担当，最终成长为适配新工科发展要求，兼具扎实专业基础、创新实践能力与强烈社会责任感的复合型化学人才。

3.3. 教学改革实践支撑保障

围绕“人工智能 + 课程思政”的融合理念，课程教学团队从三个方面构建支撑体系，一是建设课程思政资源库，二是创新教学方法，三是完善考核评价，着力构建以价值引领为核心、人工智能技术为支撑、专业素养与综合能力协同提升的教学体系，切实提高课程的育人实效与学生的综合素质。

3.3.1. 建设课程思政资源库

为深入贯彻新工科教育理念，全面落实立德树人根本任务，针对无机化学课程理论性强、知识结构严密、内容抽象等特点，教学团队在原有教学体系基础上，结合课程思政建设要求，对教学目标、教学内容和教学载体进行了系统性重构。

首先，围绕课程章节，系统梳理知识点中蕴含的思想政治教育资源，结合国家战略、科学发展史、环境伦理等内容，建立“知识点 - 思政点 - 育人目标”三位一体的课程思政融入框架。例如，在讲授“元素周期律”时，引入门捷列夫预测未知元素的科学精神，辅以我国科学家在超重元素研究中的自主创新案例，增强学生科技报国意识；在“稀土材料”模块中，引导学生关注稀土资源与国家安全之间的联系，提升其国家责任感。其次，依托人工智能平台和数字化教学工具，将上述框架落地为结构清晰、内容丰富的无机化学课程思政资源库。该资源库涵盖思政案例、文本资料、政策解读、视频素材、科学家事迹、社会热点等多个维度，并根据教学进度实现分章节推送。通过智能化匹配，教师可便捷调用资源，学生可自主学习拓展，实现“随教随用、可查可评”的思政教学支持体系。如图3所示是我们《无机化学》课程的部分思政图谱。

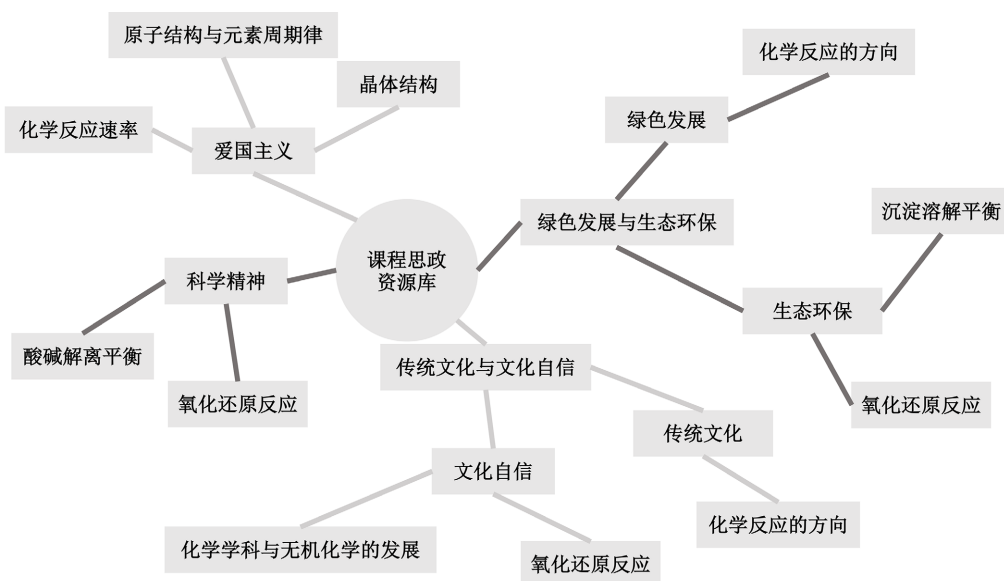


Figure 3. Partial ideological-political resource mapping of inorganic chemistry

图3. 《无机化学》课程部分思政资源库图谱

3.3.2. 创新教学方法

为适应新工科教育对复合型、创新型人才的培养需求，课程教学在保持专业严谨性的基础上，积极

探索以人工智能技术为支撑的教学方式革新,推动课堂教学从“教师中心”向“学生中心”转变,从传统讲授型向智能交互型转变,提升课堂效率和育人实效。课程充分利用 AI 平台构建“预习-授课-反馈”的动态教学系统。在课前阶段,借助智能推送系统为学生定制个性化学习任务与资源推荐,如引导学生观看化学前沿报告,建立专业知识与国家战略需求的关联,激发学习兴趣的同时,培育科技报国的责任意识。课中阶段,教师利用 AI 辅助教学工具、3D 分子模型等工具,使抽象概念直观化,优化课堂互动,在沉浸式学习中深化学生对知识的理解,培养科学思维与探究能力。

此外,课程还设计了以“无机材料创新应用”“绿色催化与环境责任”等主题的课堂讨论与小组展示环节。学生结合课程内容与社会热点,借助 AI 进行资料查找、观点整理和汇报内容构建,在团队写作下完成汇报与反思,提升学生沟通表达、自主探究与创新实践能力的同时,加深理解专业知识的社会价值,实现知识掌握与价值引领的有机统一。

3.3.3. 优化考核评价

为有效推动“人工智能+课程思政”在无机化学教学中的落地与深化,针对传统考核重期末、轻过程的问题,本课程以全过程、全维度育人为导向,构建知识掌握、能力提升、价值引领的综合评价机制,强化对学生思政素养与综合能力的评价功能。

首先,优化成绩构成与考核内容,将原平时成绩与期末成绩的占比由 3:7 调整为 4:6,加重平时成绩权重以聚焦学习过程,将课程思政表现纳入成绩体系。将平时成绩划分为课前线上预习、课堂表现、课后总结反思三个模块,分别占总成绩的 10%、20%、10%,具体评价标准如表 1 所示。在平时成绩模块增设课程论文、项目设计、小组展示等形式。例如在“化学知识科普课堂”活动中,要求学生结合课程知识撰写报告并进行汇报,反映其对专业知识与社会需求之间关系的认识与态度,实现从“考知识”到“育人心”的转变。

Table 1. Evaluation criteria for the inorganic chemistry course

表 1. 《无机化学》课程评价标准

| 考核类型 (成绩占比) | 考核内容 (成绩占比) | 评价标准 | | | |
|----------------|----------------|--|--|---|------------------------------|
| | | 优秀(90~100) | 良好(80~89) | 合格(60~79) | 不合格(<60) |
| 平时成绩 (40%) | 课前线上预习(10%) | 预习资源完成率 ≥ 95%; 主动做预习标注, 自主用 AI 平台拓展内容并补充笔记 | 预习资源完成率 80%~94%; 按要求完成预习标注, 无自主拓展行为 | 预习资源完成率 60%~79%; 仅完成基础预习内容, 未做标注 | 预习资源完成率 < 60%; 未参与预习相关任务 |
| | 课堂表现(20%) | 积极参与教学相关互动; 主动发言分享观点, 小组协作中主导任务推进; 学习态度端正, 展现正向的思考视角 | 配合参与教学互动; 参与课堂讨论并表达观点, 积极配合小组协作; 学习态度认真, 能跟随课堂节奏思考 | 被动参与教学互动; 参与课堂讨论但未主动表达, 配合完成小组基础任务; 学习态度无明显偏差 | 不参与教学互动; 回避课堂讨论与小组协作; 学习态度散漫 |
| | 课后总结反思(10%) | 作业正确率 ≥ 90%; 主动用 AI 工具复盘知识漏洞, 补充学习笔记 | 作业正确率 80%~89%; 按要求完成作业复盘 | 作业正确率 60%~79%; 完成基础作业内容, 未进行复盘 | 作业正确率 < 60%; 未完成作业或复盘任务 |
| 期末成绩 (60%) | 线下考试 (60%) | 答题非常完整、准确 | 答题比较完整、准确 | 答题基本完整、准确 | 答题不完整、不准确 |

其次,充分利用 AI 平台开展过程性评价与个性化反馈。依托 AI 平台,记录学生在线学习行为、作业完成情况及互动参与频率,生成学习轨迹与能力成长报告,既为教师提供教学诊断依据,也帮助学生自我认知与学习调节;同时通过预习标注、课堂互动及小组协作、作业态度等维度,观察学生的学习专注度与正向思考倾向,考察学生的科学精神、创新意识、社会责任感等综合素质。

最后,构建“多元主体、多维指标”的评价体系,在课堂表现、小组任务等环节打破单一教师评价模式,采用教师评价、学生自评与同伴互评相结合的方式。引导学生在自评与互评中明确价值导向、表达个人观点、反思学习成果,实现评价环节的“以评促学、以评促思、以评促行”。

4. 教学改革实践结果

为验证改革成效,选取两个制药工程专业平行班作为研究对象,其中对照班采用传统教学模式,实验班采用“人工智能 + 课程思政”双融合教学模式,课程结束后从知识掌握、能力培养与价值引领维度进行对比分析。

4.1. 知识掌握与能力培养维度

本次教学改革构建“平时成绩 40% + 期末成绩 60%”的综合评价体系,同步实现知识掌握与能力培养的双重考核。其中,期末试卷作为知识掌握的核心考核方式,聚焦无机化学基础概念、反应原理等内容的理解与记忆,同时通过综合性试题检验学生的知识整合能力;平时成绩则拆解为课前自主预习、课中互动表现、课后实践任务三个模块,针对性考核学生的自主学习、协作探究、实践应用等能力。如图 4 所示,对照班平时成绩平均 34 分、期末成绩平均 38.7 分,实验班平时成绩平均 36.5 分、期末成绩平均 39.9 分,实验班在两项成绩上均高于对照班。这一结果表明,AI 赋能的教学模式有效提升了学生的基础知识掌握与知识迁移能力,更通过可视化课堂等创新形式,切实增强了学生的课堂参与积极性,全面支撑了教学改革目标的落地。

4.2. 价值引领维度

为评估无机化学课程两种教学模式的思政育人成效,设计调查问卷如图 5 所示。问卷聚焦三大核心素养:科技报国意识,涵盖专业与国家需求的关联认知及报国使命感;环境责任认知,包含绿色化学理念与环保践行意愿;科学精神践行,涉及科研严谨性、主动探究能力与协作能力,旨在量化对比两种模式的育人效果,为教学改革优化提供数据支撑。

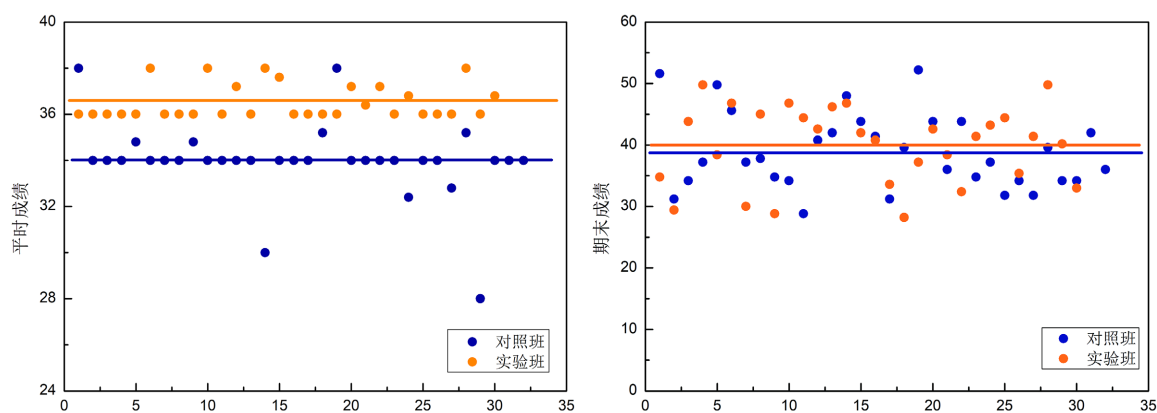


Figure 4. Comparison of usual scores, final exam score distribution, and average scores between the control class and the experimental class in inorganic chemistry

图 4. 无机化学对照班与实验班平时成绩与期末成绩分布及平均分对比图



Figure 5. Questionnaire survey results for the inorganic chemistry course
图 5. 无机化学课程调查问卷图

结果如图 6 所示, 实验班总均分 13.36 高于对照班的 12.98; 其中实验班在科技报国意识维度得分为 4.43, 环境责任认知维度得分为 4.45, 均高于对照班 4.22、4.24 分, 科学精神践行维度实验班 4.48 与对照班 4.52 基本持平。整体而言, 实验班学生的思政素养提升效果优于对照班, 这也印证了“人工智能 + 课程思政”融合教学模式, 在厚植家国情怀、塑造社会责任感方面具有一定的成效。实验班在科学精神践行指标上未呈现显著优势, 原因在于本次教学改革对象为大一新生, 他们科研实践参与度较低, 尚未形成完整的科学思维; 加之科学精神的养成本就具有长期性, 难以在短期教学改革中快速显现效果。

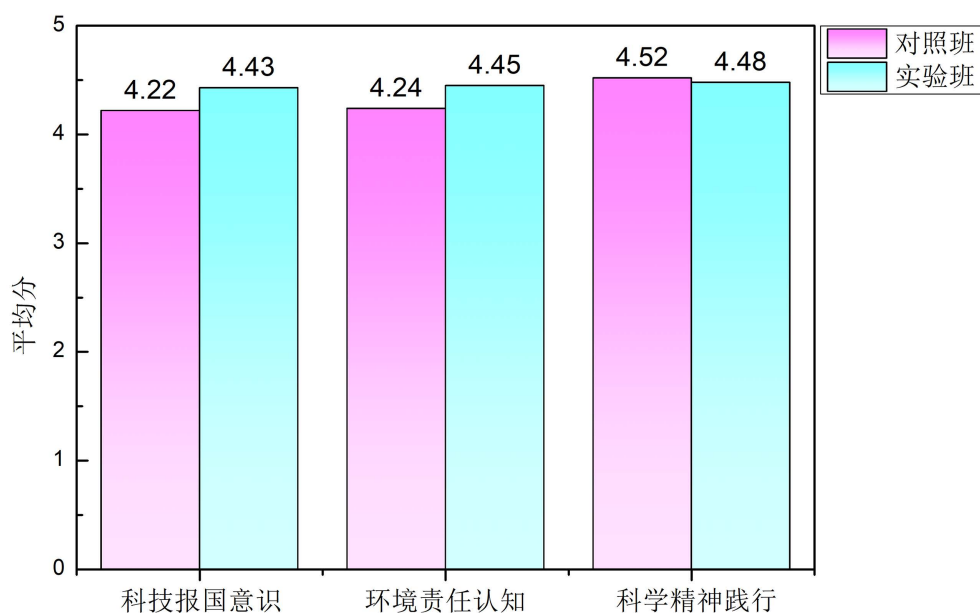


Figure 6. Statistical chart of questionnaire scores
图 6. 调查问卷分数统计图

5. 结束语

新工科背景下, 本文构建“人工智能 + 课程思政”双融合无机化学教学体系, 通过建设课程思政资源库、创新教学过程与完善多元评价, 实现专业知识传授与思政育人的协同推进, 促进学生综合素质和价值认同的全面提升。未来将持续跟踪教学成效, 不断优化“教-学-评”体系, 打造具有特色、富有成效的无机化学课程思政教学新范式。

基金项目

四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2024-1128); 2023年四川省线上一流本科课程《无机化学》《高硫天然气脱硫虚拟仿真实验》, 四川省高等教育人才培养质量和教学改革校级培育项目(2024JG01); 四川文理学院2026-2028年教育教学改革项目(2026JG073、2026JG075); 四川文理学院校级教学团队项目(虚拟仿真实验教学团队)。

参考文献

- [1] 朱脉勇, 吴述平. 新工科背景下无机化学课程思政教学初探[J]. 大学化学, 2025, 40(6): 101-110.
- [2] 梁书芹, 王鹏远, 张楠, 等. 新工科背景下无机化学课程思政探索与实践——以氧化还原平衡教学设计为例[J]. 德州学院学报, 2024, 40(6): 96-100.
- [3] 兰生杰, 朱东海, 曹建芳, 等. 新工科创新教育视觉下高校无机化学教学改革的探索[J]. 化学工程与装备, 2023(3): 280-282.
- [4] 程利平, 林琳, 肖秀珍. “AI 赋能”高校教学改革与探索研究——以无机化学课程为例[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 270-278.
- [5] 桑晓光, 王锦霞, 冯钟敏, 等. 无机化学智慧课程平台的搭建与教学应用探索[J]. 大学化学, 2026, 41(4): 30-37.
- [6] 郭丽, 陈春霞, 唐中华, 等. 无机化学课程“思政引领-数智驱动-实践赋能”三位一体教学模式的构建路径[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(22): 49-57.
- [7] 康慧珏. 人工智能驱动无机化学实验教学创新的探索[J]. 化工管理, 2025(17): 34-37.
- [8] 吴凌莉, 雷圣宾. 生成式人工智能驱动化学创新教学的现状及展望[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 221-225.
- [9] 董惠馨, 周振垒, 邹雯欣, 等. 基于人工智能的无机化学课程思政探索与实践[J]. 大学化学, 2026, 41(3): 254-261.
- [10] 何侨妹, 朱文静. 新工科背景下无机化学教学改革的探索[J]. 现代商贸工业, 2025(8): 266-268.
- [11] 尹霞, 杨鹏, 许峰, 等. 无机化学实验的课程思政探索与实践[J]. 大学化学, 2025, 40(7): 119-126.
- [12] 唐晶, 历毫, 陈利强. 课程思政教育融入无机化学教学中的探索与实践[J]. 黑河学院学报, 2025, 16(4): 77-79.
- [13] 王宇, 张绮彤. “双碳”背景下融合课程思政与创新思维的无机化学教学——碳单质及其化合物[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(8): 19-23.
- [14] 沈俊菊. 无机化学课程中思政元素的挖掘——以“氮族元素”为例[J]. 现代盐化工, 2024, 51(6): 124-127.
- [15] 朱媚, 张丽, 张伟. 无机化学课程思政教学元素设计——以原电池及其应用章节为例[J]. 高教学刊, 2024, 10(29): 27-31.
- [16] 张微, 吴泽颖, 苗雪佩, 等. 新工科背景下无机化学课程思政教学实践——原电池[J]. 化学教育(中英文), 2023, 44(2): 37-42.