

知识图谱与AI融合驱动下仪器分析实验课程的教学改革与实践

邹琴^{1*}, 谭超¹, 吴同¹, 邱笛¹, 周杰²

¹宜宾学院过程分析与控制四川省高校重点实验室, 四川 宜宾

²宜宾天原集团股份有限公司, 四川 宜宾

收稿日期: 2025年11月13日; 录用日期: 2026年1月16日; 发布日期: 2026年1月23日

摘要

仪器分析实验课程是化学类专业的一门重要实践课程, 本文针对传统教学中仪器分析实验存在知识点多而杂, 理论与实践脱节等问题, 构建了KG-AI双驱动的教学模式; 通过构建课程知识图谱为学生建立系统性的认知框架; 同时借助AI技术为实验教学全过程中提供智能辅助。该模式有效缩短实验准备时间, 增强了课堂容量, 并有利于学生主动思考与规范操作。

关键词

仪器分析实验, 知识图谱, 人工智能, 教学实践

Teaching Reform and Practice of Instrumental Analysis Experiment Course Driven by the Integration of Knowledge Graph and AI

Qin Zou^{1*}, Chao Tan¹, Tong Wu¹, Di Qiu¹, Jie Zhou²

¹Key Lab of Process Analysis and Control of Sichuan Universities, Yibin University, Yibin Sichuan

²Yibin Tianyuan Group Co., Ltd., Yibin Sichuan

Received: November 13, 2025; accepted: January 16, 2026; published: January 23, 2026

Abstract

Instrumental Analysis Experiment is a crucial practical course for chemistry majors. To address the

*通讯作者。

文章引用: 邹琴, 谭超, 吴同, 邱笛, 周杰. 知识图谱与 AI 融合驱动下仪器分析实验课程的教学改革与实践[J]. 职业教育发展, 2026, 15(2): 31-36. DOI: 10.12677/ve.2026.152063

traditional issues of fragmented knowledge and the theory-practice gap, this paper constructs a KG-AI dual-driven teaching model. By building a course knowledge graph, students are provided with a systematic cognitive framework, while AI technology offers intelligent assistance throughout the entire experimental teaching process. This model effectively shortens experiment preparation time, increases classroom capacity, and encourages students to think actively and operate in a standardized manner.

Keywords

Instrumental Analysis Experiment, Knowledge Graph, AI, Teaching Practice

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

仪器分析实验是我校应用化学、化学、制药工程和材料化学专业的重要实践课程,在近两年我校仪器分析设备得到极大改善的情况下,如何提升实验教学的智能化水平与教学效果成为下一步急待要解决的问题。目前,大多数高校围绕知识图谱(KG)与人工智能(AI)在实验教学中的应用已开展多维度探索,主要聚焦在资源整合与效率提升两大核心目标。其中针对化学实验课程“知识点碎片化”问题,构建涵盖实验原理、操作步骤、仪器参数的课程知识图谱,通过可视化关联帮助学生建立认知框架[1][2],但仅停留在“静态知识呈现”层面,未与 AI 技术联动,难以提供实时教学辅助。在 AI 技术应用方面,将机器学习算法引入光谱分析实验教学,开发了基于 PLSR 模型的数据分析工具,缩短数据处理时间[3][4],但 AI 功能局限于“结果输出”,缺乏对实验设计、操作规范的全流程引导,且未考虑学生知识基础差异,难以实现个性化教学。本课程因为传统教学模式存在“课程内容广泛、原理知识分散、仪器构造繁杂、理论实践脱节”等问题,而知识图谱(KG)可将分散的原理、构造、方法、应用等织成一张语义网,人工智能(AI)技术则可以在“预习-操作-报告”全过程教学中提供辅助[5][6]。因此本文旨在通过融合知识图谱和 AI 技术,优化实验教学流程,从而提升学生对仪器操作、数据分析和规范撰写报告等的应用能力。

2. 构建知识图谱

随着 AI 技术和教育政策的推动下,知识图谱和思维导图等新的理念逐渐成为了教学改革的主要手段。知识图谱以图形化、结构化的方式呈现复杂的学科知识体系,帮助学生更好地理解和掌握知识,提高学习效率和质量。在教育领域应用的知识图谱,称为教育知识图谱,可细分为学科知识图谱和课程知识图谱,前者能够揭示学科领域内的知识结构和体系,后者能够展示某一课程的知识结构[7]。对于本课程,构建知识图谱通过了以下几个步骤。首先,构建课程本体,包括有:仪器分析的课程知识、教学内容、考核方式以及教学资源等。之后进行知识抽取和加工,通过系统梳理和整合光谱类仪器、色谱类仪器、电化学等设备的方法原理、仪器结构、分析影响因素、典型应用等核心知识元;挖掘知识实体之间的从属关系,并且消除重复的模糊的数据,最后完成知识图谱的可视化。其中, AI 应用简化技术栈的基础框架是 Python + Anaconda 2023.09,核心库用 NumPy 1.26.0、Scikit-learn 1.3.0、Flask 2.3.3 等固定版本,数据分析用阿里云 PAI-Studio 化学计量学 API (2.2 版),预设常用参数(如平滑窗口、回归系数)。模型微调涉及到故障诊断用 ResNet-50 模型,报告评分用 BERT-base-chinese 模型。图 1 为节选自紫外可见光谱的知识图谱片段,将仪器原理、仪器结构、操作要点及应用关联为知识图谱节点,辅助学生建立系统性

认知。通过构建课程全域的知识图谱，实现教学内容的结构化、系统化，从而为学生提供个性化学习路径和智能辅助学习。

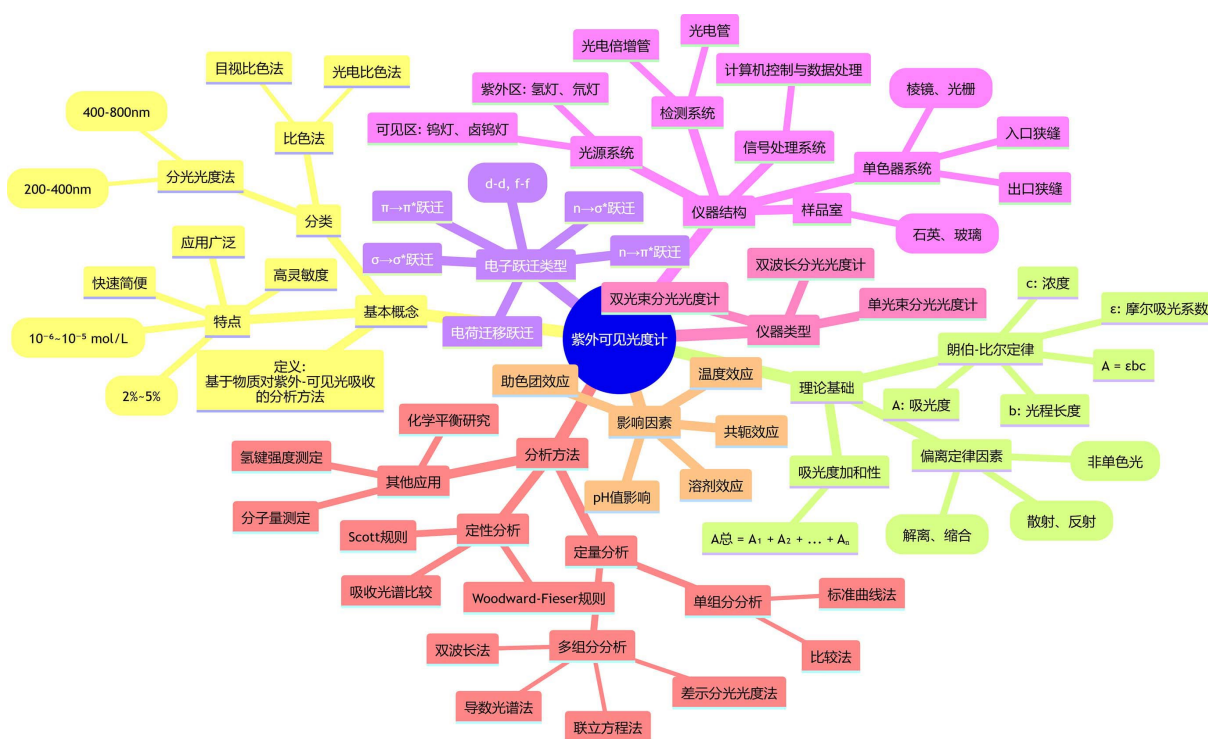


Figure 1. Fragment of the knowledge graph for UV-Vis spectroscopy

图 1. 紫外可见光谱的知识图谱片段

3. AI 赋能教学辅助手段

自大型语言模型的 AI 诞生以来,编程门槛明显降低,普通人也能轻松驾驭代码,实现小程序的编写。在仪器分析实验课程中,可以利用 Deepseek 等模型,开发教学辅助小程序。如在预习环节:开发专属的移动端或网页端的智能预习小程序,该系列小程序将仪器的关键操作步骤(如开机、进样、关键参数设置、关机)分解为标准化的交互式模块,学生通过小程序进行虚拟操作、参数设置等,在小程序的交互使用中提前熟悉和记忆操作步骤;变被动观看为主动探索,实现“无风险”的重复性预习,有效缩短在实际操作中的犹豫和失误,进而提升了课堂效率。

在操作环节:学生利用 AI 的自然语言处理能力,随时以对话的形式进行提问,关于操作步骤、故障排查、数据异常、程序设置等操作中的瞬时疑问,这种交互性可以反复多次进行,不仅增强了学生的参与感,也使得学习过程更加主动,同时增强趣味性[8]。而教师可以从重复性的讲解中解放出来,更侧重于巡视指导,聚焦于解决复杂问题和关注实验安全。形成“学生主导、教师 + AI 为辅”的协同机制,确保每位学生积极主动的完成操作,过程中的疑问都能得到即时反馈,极大提升指导覆盖面和规范性,也杜绝了学生因害怕提问而导致的错误操作。

在报告环节:利用 AI 辅助工具形成相应报告单元的思维导图,根据实验报告相关的“实验目的 - 原理 - 步骤 - 数据处理 - 结论 - 结果讨论”等核心内容和逻辑关联进行构建,如图 2 所示。通过思维导图引导学生认真思考,遵循实验报告的规范要求,避免完成的报告如流水账,结果表达零散不完整[9]。学生在此框架的引导下,填充具体内容并进行分析,能切实提升实验报告的科学性和规范化。



Figure 2. General requirements for instrumental analysis laboratory reports
图 2. 仪器分析实验报告一般要求

4. “KG-AI” 双驱动教学模式

以知识图谱提供结构化的、系统的知识内容，AI 提供各种智能化的辅助工具，两者协同驱动仪器分析实验课程的所有教学环节，从而构建以“KG-AI”双驱动的教学模式，如图 3 所示。模式的主体，展示了“课前 - 课中 - 课后”三个环节如何被双核心驱动：课前(预习阶段)：利用 KG 和 AI 协同为学生定制预习方案并提供沉浸式的预练习；课中(操作阶段)：形成“学生操作 + AI 辅助 + 教师指导”的协同机制；课后(报告阶段+评估阶段)：进行多维度评估，优化知识图谱和 AI 辅助工具；从而使整个教学模式最优效果。

5. 局限性与展望

知识图谱作为教学认知框架的核心，其质量直接决定教学引导效果，但当前构建过程存在明显短板。一方面，知识覆盖的全面性与时效性不足：仪器分析实验涉及光谱、色谱、质谱等多类技术，且仪器型号更新、分析方法优化迭代迅速，现有知识图谱对前沿分析技术的纳入存在滞后，难以完全匹配行业

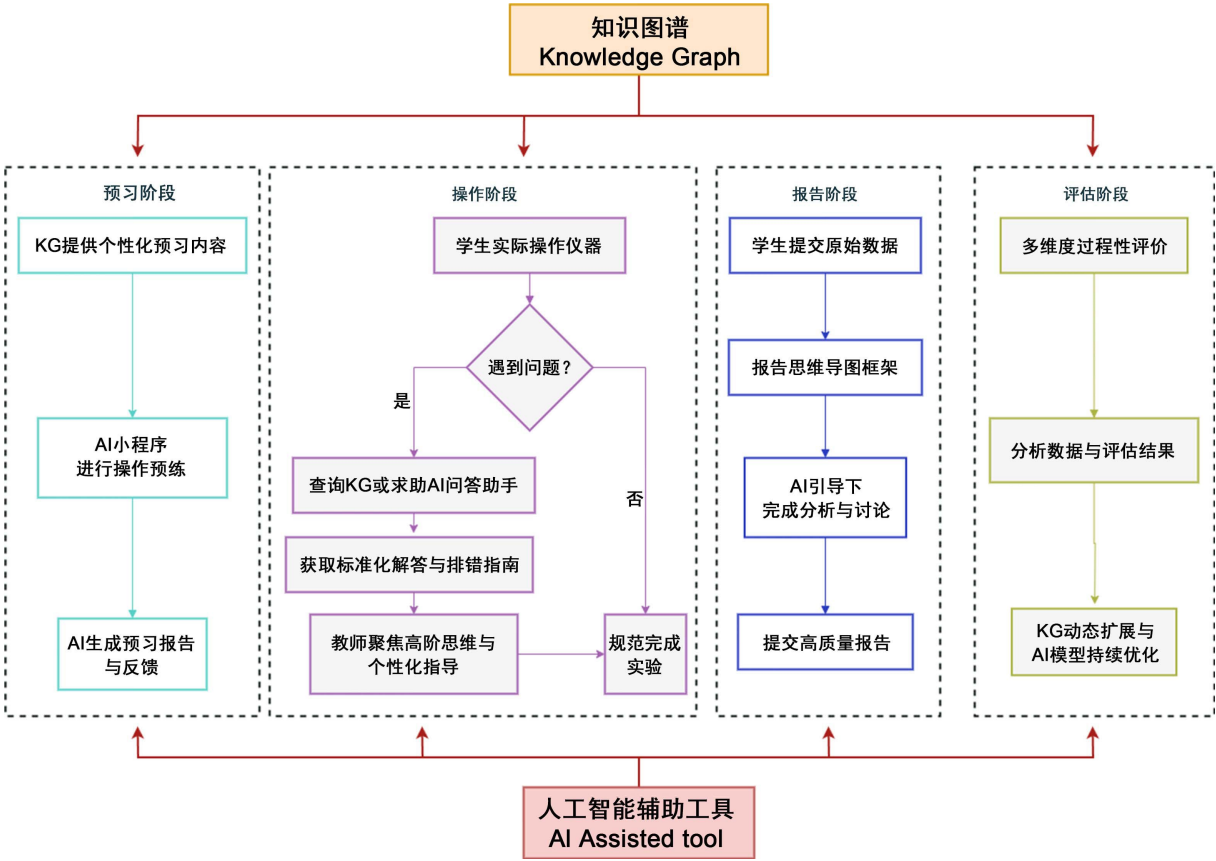


Figure 3. The “KG-AI” dual-driven teaching model
图 3. “KG-AI” 双驱动教学模式

技术与实验需求。另一方面，知识关联的深度与动态性欠缺：现有图谱多聚焦表层关联，对深层逻辑关联的挖掘不足；且图谱更新多依赖人工审核与补充，未建立基于师生交互数据的动态迭代机制，难以根据教学反馈实时优化知识结构。此外，AI 智能辅助虽提升了实验教学效率，但在技术适配性与能力培养平衡性上仍有不足，易导致基础生跟不上、优等生难突破的问题。过度依赖 AI 也可能引发能力弱化风险，AI 缩短实验准备时间、简化数据分析流程的同时，可能导致部分学生忽视实验方案的自主设计逻辑、放弃手动数据处理与误差分析训练。

基于以上存在的局限性，未来需从动态化、深度化、协同化三方面升级知识图谱。一是建立动态迭代机制：依托师生交互平台采集教学过程数据，结合自然语言处理技术自动识别知识缺口，再通过专家审核后实现图谱的半自动更新，确保知识覆盖的时效性与针对性。二是深化知识关联层次：引入知识图谱推理技术，挖掘知识点间的深层逻辑；同时增加跨技术关联模块，帮助学生构建多技术融合的系统认知。三是推动多主体协同构建：联合高校教师、行业专家，组建跨领域图谱构建团队，确保图谱兼具教学适配性与产业实用性。在成本方面，初始投入主要包括知识图谱构建的图数据库部署、AI 系统开发或 API 采购。技术门槛上，对教师要求较高，需掌握知识图谱本体设计、AI 基础算法原理；对院校需具备基础信息化设施，地方院校可能面临师资培训与硬件升级的双重压力。

6. 结语

知识图谱作为一项重要的教育技术手段，在赋能课程建设与推动教学改革方面具有巨大应用潜力。

本文通过将知识图谱与人工智能技术相融合,构建“知识图谱-AI 技术”双驱动的教学框架,为仪器分析实验课程的教学实践提供新路径;通过知识图谱整合碎片化知识体系,并借助 AI 技术优化实验教学流程,能够有效缩短实验准备时间,提升课堂教学效率;减少学生操作中的冗余环节,使其更加聚焦于主动思考和探究过程,从而激发其自主学习的兴趣与动力。

参考文献

- [1] 刘军,王莉. 知识图谱在化学教育中的应用研究[J]. 化学教育, 2020, 41(12): 45-50.
- [2] 黄子俊, 郭峰, 皮少锋, 等. 基于知识图谱的无机化学实验 AI 课程构建与教学新形态探索[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 228-237.
- [3] 李振华, 苏琼, 孙初锋, 等. 面向创新实践能力培养的仪器分析四轮融合教学创新[J]. 大学化学, 2023, 38(9): 25-31.
- [4] 张天龙, 张容玲, 汤宏胜, 等. 人工智能时代背景下的仪器分析科教融合模式探索[J]. 大学化学, 2024, 39(8): 365-374.
- [5] 谢丹, 陈凤青, 姜柏羽, 等. 基于知识图谱与 AI 赋能高分子化学的数智化教学思考[J]. 高分子通报, 2025, 38(5): 837-843.
- [6] 张天龙, 张容玲, 汤宏胜, 等. 人工智能时代背景下的仪器分析科教融合模式探索[J]. 大学化学, 2024, 39(8): 365-373.
- [7] 沈鑫, 王如刚, 周锋, 等. 基于知识图谱的神经网络与深度学习课程教学改革[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(4): 167-169.
- [8] 龙双双, 刘婧婧, 王晓娟, 等. 生成式 AI 在分析化学教学中的应用探索[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 1-9.
- [9] 张偲偲, 张鏢, 刘盈, 等. 互联网+教学背景下仪器分析课程信息化改革与实践[J]. 化工设计通讯, 2025, 51(2): 66-69.