

化学实验“一核两翼三段”教学体系的设计与实践

郭利静 代瑞慧 高 贵 周 欣 彭丹丹 刘莎莎

河北农业大学理工系, 河北 沧州 061000

摘 要: 本研究构建了一套“一核两翼三段”的智慧教学的实验课程新体系。该体系以“四问题导向”为核心, 驱动学生探究式学习; 以“合成化学”与“测量化学”为两翼, 构建科研思维闭环; 以“基础—整合—创新”为三段, 规划学生能力螺旋式上升路径。实践表明, 该体系能够有效支撑学生从知识复刻者向创新探究者的转变, 促进教师从经验传授者向智慧引领者的角色进阶, 为新时代化学实验教学改革提供了兼具理论创新与实践价值的系统性解决方案。

关键词: 化学实验教学; 一核两翼三段; 人工智能; 课程体系; 探究式学习

1 引言

为响应国家基础学科化学“101计划”对拔尖创新人才培养的战略部署, 深化实验教学改革^[1,2]已成为当前高等教育的核心议题。然而, 当前地方农业高校的化学实验教学普遍面临三重瓶颈^[3]: (1)孤立实验项目为单元的教学架构, 使学生难以建构系统化的学科认知图谱; (2)“演示—模仿”的机械式教学范式压制探究空间, 造成学生创新思维培养缺位; (3)重实验数据轻思维过程的考核机制, 忽视批判性思维与复

杂问题解决能力的形成性评价。

这些瓶颈与地方农业高校服务区域发展、培养“新农科”复合型人才^[4,5]的时代使命形成了突出矛盾。在此背景下, 利用人工智能(AI)等新兴技术对传统实验教学进行系统性、深层次的重构, 已成为推动教学范式转型的必然选择。

本研究旨在构建并实践一套以“一核两翼三段”为顶层设计理念、以AI技术赋能的化学实验教学新体系, 总体思路见图1

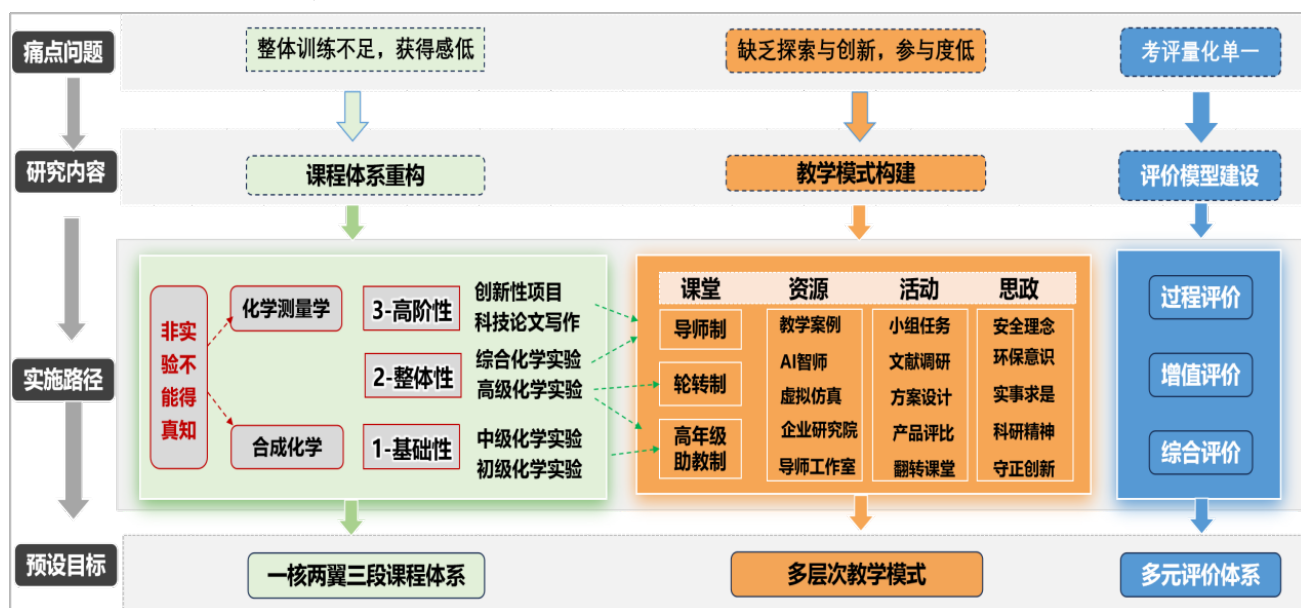


图1 化学实验的总体研究思路

2 “一核两翼三段”化学实验教学新体系的内涵

2.1 一核：以“四问题导向”为引擎的科学探究价值内核

一核，即以“四问题导向”为核心，通过

实验设计、操作、反思的全流程参与，回答实验教学改革最根本的问题：我们究竟要将学生从实验的“操作者”变为怎样的思考者？以四问题导向（图2）Why-How-What if- So what的探究式模式，内化为学生面对未知、解决问题的科学本能。

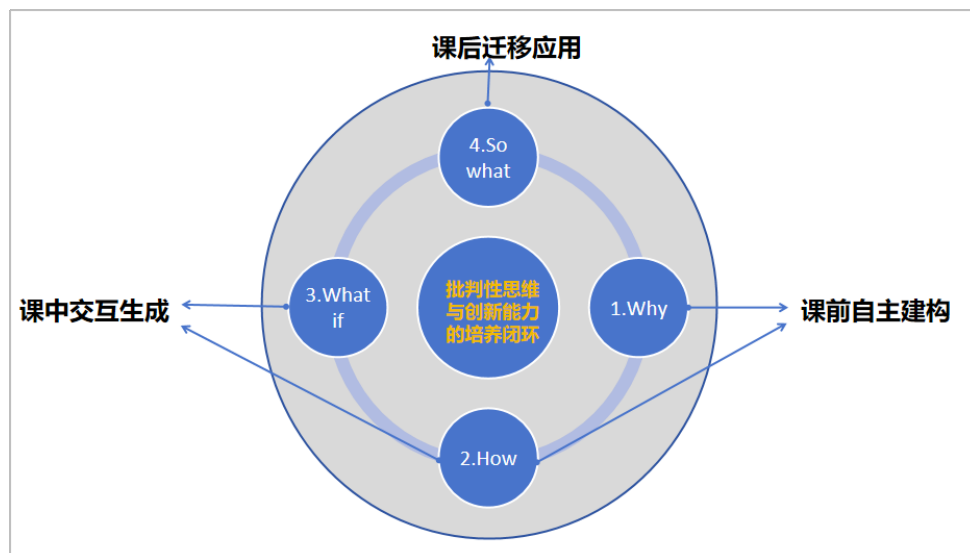


图2 四问题导向体系示意图

(1) Why (探究原点与价值锚定)

此问将学生的视线从“做什么”提升到“为什么做”，通过回答该问题，学生自动将学习内容与实际问题建立情感与责任的链接，激发学生的内在学习动力。

(2) How (方案建构与路径优选)

此为探究之径，学生采取自主或小组合作的方式。在此过程中，引导学生正确使用AI（例如 deepseek、豆包、ChatGpt 等），并通过专业知识对各种方案进行思考和选择，最终形成可执行的实验方案。

(3) What if (过程思辨与风险预判)

关键操作时，学生必须先预测现象，然后去观察。通过持续的追问，将学生从被动的实验操作执行者，转变为对实验过程具有全程掌控力的主动探究者。

(4) So what (反思迭代和价值重构)

即对整个探究过程进行深度的复盘和反思。包括：实验结果是否可靠？实验误差的主要来源是什么？方案有无改进空间？

2.2 “两翼”以合成学和测量学为载体的科研实践场

合成学之翼：要求学生去思考，如何通过优化反应条件来提高产率、降低成本，如何设计更绿色的反应路线来减少对环境的影响等等。

测量学之翼：运用各种分析技术，精准表征物质的组成、结构与性质的能力，它强调方法的整合与运用。

以“菠菜色素的提取与分析”实验为例，学生被要求以基础实验为起点，自主设计方案，利用紫外-可见分光光度计对提取液中的色素进行精确测量。通过这一递进式设计，引导学生从定性观察“看见了什么”跃迁为“看见了多少、有多准”的定量分析的思维转变。

2.3 “三段”进阶教学路径(图3)

三段总目标的设置是关注学生获得感、参与感和引导进阶性成长。

(1) 基础层：夯实标准化实验技能与安全规范(实验认知启蒙)

(2) 整合层：开展多技术联用与交叉验证(系统思维建构)

(3) 创新层：实施开放性课题与自主探究(科研能力跃迁)

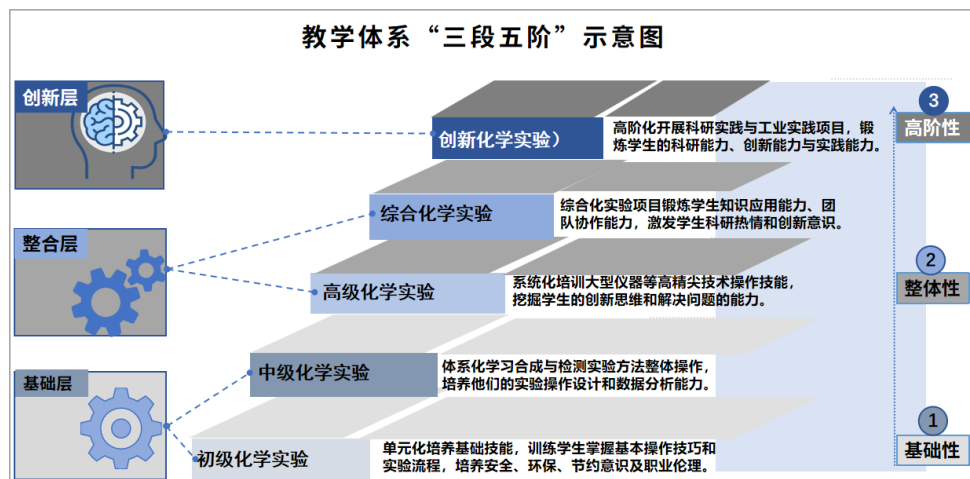


图3 教学体系的“三段”分层内涵

3 “一核两翼三段”模式的实践路径

3.1 课程体系重构

(1) 模块化设计: 将原有分散实验整合为“三段五阶”课程群(初级→中级→高级→综合→创新)

(2) 学科交叉融合: 在综合和创新实验中增设土壤检测、食品安全等强化地方特色, 构建起基础理论、实验技能与学科应用双螺旋促进的全新教学体系。

3.2 创新教学模式

(1) AI 赋能教学

一方面, 利用虚拟仿真技术开展高风险实验, 一方面基于 AI 的个性化助教功能, 开展真实、具有挑战性的 PBL 项目式教学。

(2) 双创融合机制

推行“课程—双创—产业”三位一体模式: 将竞赛题目转化为课程项目, 邀请企业导师参与实验设计评审。

(3) 思政浸润策略

通过“价值链嵌入法”将思政元素与学科知识深度融合, 构建“国家战略—学科前沿—实践应用”联动的课程思政体系, 实现价值引领如盐入水、润物无声。

4 课程体系的保障机制与评价体系

4.1 “双师驱动”的教师发展保障机制

(1) 学术导师: 引领科研前沿, 深化探究高度

鼓励并支持教师, 将自身的科研课题与教学内容深度融合, 将最新的科研进展、行业难题转化为综合段与创新段的探究项目。

(2) 教学发展师: 聚焦教学方法, 优化育人过程

教学发展中心定期举办教学工作坊、组织集体备课与观摩评课活动, 为教师提供系统化、个性化的教学法培训和教学案例库, 确保新体系的教学质量。

4.2 “三元协同”的实践教学资源保障

(1) 校内跨学科平台: 打破壁垒, 促进交叉

我们推动校内大型仪器设备共享平台的建设, 鼓励不同专业背景的学生混合组队, 参与跨学科的创新项目, 培养学生的交叉学科视野与团队协作能力。

(2) 校企合作实践基地: 对接产业, 学以致用

学院与企业开始了深度合作的探索和实践: 目前在学校的帮助下成立了 41 间学科交叉、专业融合的创新实验室, 2 座大型创客空间, 还有各类校外实习、实践、实训基地以及新工科协同创新中心, 为学生创新创业提供了更多的

资源和平台。

5 教学成效

自 2020 年起, 目前该体系的实施已覆盖 4 个相关专业, 累计开设实验课程 12 门, 参与学生超 1500 人次。综合性实验项目为实验创新选题积累了诸多素材和实操经验, 开拓了学生自主创新的渠道, 师生共筑创新的势头逐年递增。初级与中级实验课程配备完整课件及操作视频, 通过学习通、雨课堂等平台实时推送并不断完善, 支持学生自主拓展学习。通过多轮教学实践, 学生创新能力得到显著提升: 团队所有成员参与省级以上双创竞赛获奖 20 项, 其中国家级奖项 5 项, 发表相关论文 3 篇。

6 总结

本研究以“一核两翼三段”为框架, 构建并实践了一套面向未来的化学实验教学新体系。实践表明, 该体系有效提升了学生的科学探究能力、跨学科整合能力与创新实践能力, 促进了教师角色从“传授者”向“引导者”的转型, 形成了“教学评”一体化的良性循环, 也为新工科、新农科背景下的创新人才培养提供了可复制、可推广的实践范式, 具有重要的理论价值与广泛的实践意义。

参考文献:

- [1] 张树永, 姜文凤, 芦昌盛, 等. 化学实验一流课程建设与评价标准建议 [J]. 大学化学, 2025, 40(05): 9-14.
- [2] 秦川丽, 李志斌, 李光明, 等. 化学类本科拔尖创新型人才培养体系的构建与实践 [J]. 教育教学论坛, 2022, (20): 44-47.
- [3] 熊加斌, 陈思如, 刘国群. 应用化学专业一流本科专业建设的研究与实践 [J]. 河南化工, 2025, 42(07): 58-61. DOI: 10.14173/j.cnki.hnhg.2025.07.007.
- [4] 周尧, 杨焦, 张月皎, 等. 面向新能源研发人才培养的大学化学教学 [J]. 大学化学, 2025, 40(01): 82-90.
- [5] 李佳慧. 问题驱动法在大学化学教学中的应用——以“化学平衡”教学设计为例 [J]. 广东化工, 2024, 51(03): 189-190+179.

作者简介: 郭利静, 女, 汉族, 河北黄骅, 硕士, 讲师, 研究方向为高等教育研究。

项目信息: 河北省 2025 年河北省实验教学和教学实验室建设研究项目: “101”背景下地方农业高校化学实验“一核两翼三段”课程体系的构建 (202542);

河北农业大学研究项目: 基于校企协同的地方农林高校“五位一体”创新创业人才培养模式 (202350)