

# 应用化学专业实验课程教学改革与创新

徐静, 葛牧, 肖国勇, 丛景香, 胡耀云, 迟海军

辽宁科技大学化学工程学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2026年5月6日; 录用日期: 2026年6月9日; 发布日期: 2026年6月17日

## 摘要

应用化学专业实验是将有机化学基础理论知识与基本实验操作以及有机化合物的制备融为一体的综合性实践课程。针对专业实验课程存在的教学痛点, 本次教学改革以学生成长和成才为中心, 旨在将源于生活实际、科研实际、企业实际的实验项目融入课堂, 提高学生对于实验课程的学习兴趣, 从而培养学生的创新思维与创新能力。

## 关键词

应用化学, 有机化学, 专业实验, 教学改革

# Teaching Reform and Innovation of Professional Experimental Courses in Applied Chemistry

Jing Xu, Mu Ge, Guoyong Xiao, Jingxiang Cong, Yaoyun Hu, Haijun Chi

Institute of Chemical Engineering, University of Science and Technology, Anshan Liaoning

Received: May 6, 2026; accepted: June 9, 2026; published: June 17, 2026

## Abstract

Professional experiments are comprehensive practical courses that integrate basic theoretical knowledge of applied chemistry, basic experimental operations, and the preparation of organic compounds. In response to the teaching problems existing in the professional experiment courses, this teaching reform focuses on the growth and development of students, aiming to incorporate experimental projects derived from real-life, scientific research, and enterprise contexts into the classroom. This is intended to enhance students' interest in the experimental courses and cultivate their innovative thinking and innovation capabilities.

## Keywords

Applied Chemistry, Organic Chemistry, Professional Experiment, 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

随着案例式教学、项目式教学、情景式教学和研究式教学等方法的推广,产教融合进一步深化,产学研协同育人平台逐渐完善,突破了传统实验教学的单一验证模式,推动应用化学等工科专业实验教学由“单一技能训练”向“综合能力培养”转型[1]-[3]。高校以交叉融合为导向,对人才培养进行结构性重塑,着力构建与多学科复合型人才相适应的课程体系。在此背景下,应用化学领域理论教学与实践教学的协同关系被重新审视,实验课程开始尝试融入化工企业的技术标准,探索“虚实结合、校企联动”的资源整合模式,逐步形成“基础层-进阶层-创新层”的阶梯式实践教学体系,进一步推动实验教学向开放、多元、实战方向转型[4][5]。如何面向未来对新工科实验教学内容进行系统设计与精准实施,已成为当前应用化学专业教学改革中亟需突破的关键问题。

专业实验是我校应用化学专业的必修课程,共60学时,计2.5学分。该课程设置在大三下学期开设,先修课程包括有机化学理论及有机化学基础实验等必修课。专业实验不仅为后续的课程设计、生产实习及毕业论文提供支撑,也为毕业后读研或进入相关岗位的学生培养专业的实验技能。课程在具体实施中注重学生动手能力与工程思维的协同提升,围绕新工科对实践教学的要求,本文结合学校人才培养目标与课程特点,介绍了教学团队对应用化学专业实验课程教学过程的设计与实施方案,分析了该课程的教学改革与创新成效,以期对相关教学工作者提供参考。

## 2. 学情分析与教学痛点问题

### 2.1. 课程目标

知识目标:使学生加深对专业实验中基本反应的理解和认识,掌握基本实验操作技能。培养学生能够基于专业实验的基本原理和基本过程,具备根据实验方案构建实验系统,安全地开展实验,科学地采集实验数据的能力。

能力目标:使学生掌握实验仪器的正确使用方法,能够针对实验方案和实验现象选择合适的检测设备和检测仪器,熟悉实验检测设备的操作流程,模拟和预测应用化学工程问题,并具备分析其局限性的能力。

价值目标:使学生对实验过程中得到产品进行合理回收与处置,具备安全、环保、风险、责任意识。培养学生具备能够针对应用化学实践评价其可持续性的能力,具备评价产品周期中可能对人类和环境造成损害的能力,具备科研思维与开拓精神。

### 2.2. 学情分析

知识上,学生已具备有机化学、有机化学实验等先修课程知识,但对先修知识仍呈碎片化记忆状态,缺乏综合运用能力,解决具体问题和实操能力有待加强;能力上,学生已经具备一定的解决化学工程问题的能力,但新工科的应用能力、创新思维和创新创新能力不足;学生现状方面,大部分学生重理论轻实验,

部分学生认为实验课程与自己的职业与未来发展无关，对实验学习兴趣不浓厚、学习动力不足。

### 2.3. 教学痛点问题

1. 实验项目与现实需求脱节，学生创新内驱力不足。当前实验项目缺乏与生活场景的深度关联，导致知识迁移与问题转化能力培养缺位，难以激发探究热情与创新意识。

2. 科研反哺教学路径不畅，学术创新能力培育薄弱。现有实验项目与教师科研课题完全割裂，前沿技术转化率不足。研究生导师反馈表明，超 60% 的本科毕业生缺乏基本科研素养。

3. 产学研协同机制缺失，岗位胜任力培养滞后。传统实验项目与行业技术发展存在 3~5 年代际差，企业真实项目融入不足。毕业生跟踪数据显示，42% 的用人单位反馈新人需 3 个月以上适应期。

## 3. 教学改革与创新举措

### 3.1. 开放实验拓展教学

针对教学痛点 1，为激发学生的自主学习动力，根据学生的兴趣和需求，开发贴近生活实际的实验项目，并将其融入专业实验课程，构建“现象观察 - 问题提炼 - 方案设计”的探究模式，有效培养学生的自主学习兴趣。因为实验的可行性需要多次论证，才可以写入实验教学大纲进入课堂。本次改革以实验室开放基金项目为载体，在开放实验中根据学生的兴趣和需求，设计贴近生活实际的项目供学生选做。例如橙皮中香料的提取、玫瑰花瓣中纯露的提取、绿色植物中叶绿素的提取，通过源于生活实际的课题提高学生参与度，有效培养学生的自主学习兴趣，促进与第一课堂的有效衔接。将在开放实验中完成论证的项目与原有项目进行整合，将原有的单一必做项目调整为 N 选 1 必做项目中的选作项目，成为新一轮教学大纲修改完善的内容。

### 3.2. 科研促进教学

科研活动能够为教学持续注入最新知识体系，将学科前沿成果和先进理念及时融入课堂，从而保证教学内容兼具前沿性与时代感。针对教学痛点 2，我们尝试对教师的纵向科研课题进行适当解构，设计出覆盖“文献调研 - 实验设计 - 数据分析 - 产品表征”全流程的科研训练模块。借助这一模块，我们希望系统性地培养学生的创新意识，以及发现、分析并解决复杂工程问题的综合能力。

这种身边科研的带入感，不仅增强了学生对实验过程的重视程度，也极大地激发了他们的学习兴趣与专业认同感。在实验过程中，学生会主动查阅文献了解材料结构与性能之间的关系，甚至会自发讨论小组，了解聚酰亚胺在极端环境下的应用要求。借此契机，我们引导学生从具体实验出发，深入了解化工领域的前沿技术动态，思考科研成果如何服务于航天、国防等国家重大需求。这种从课堂延伸到国家战略的认知跃迁，对于培养具备家国情怀和工程素养的高素质人才，具有不可替代的作用。同时，科研项目的引入也要求我们在实验内容设计上不断更新迭代。每年根据课题进展更新部分实验参数或表征手段，让学生始终接触到“正在发生”的科学问题，而不是重复固定的操作流程。实践证明，这种以真实科研项目为载体的教学模式，能够有效弥合基础实验与创新实践之间的断层，值得在同类课程中进一步推广。

### 3.3. 产学研联合赋能教学

针对教学痛点 3，我们采取校企合作的方式组织实验教学，引入企业真实技术需求，构建了“项目任务 - 技术攻关 - 工艺优化”的训练模块，旨在系统提升学生的工程实践能力与职业素养。校企合作单位会提供可以在实验室内完成的课题，在任课教师和企业导师的共同引导下，学生需要及时沟通、交流，

并协同解决实验中遇到的具体问题。学生首先通过文献调研来设计实验方案,对于一些富有创新价值的方案,我们会鼓励他们大胆尝试,用实验来检验自己设计的可行性,再根据实验结果不断修正和完善,直到接近预期的实验目标。这样做的目的,是逐步培养学生的发散思维,进而提高他们的科研创新能力以及分析、解决实际问题的能力。

企业导师深度参与本课程实验教学环节,具体工作模式如下:

(1) 实验项目供给:企业导师从最新的企业攻关项目中拆解出可独立操作的典型环节,设计成可在实验课堂内完成的实践项目。该类项目旨在提升学生实验操作技能,使其及时了解企业技术发展动态与行业需求,增强就业竞争力。

(2) 方案设计与评审:学生围绕项目任务自主设计实验方案,并提交至企业导师。导师通过线上会议对学生方案进行集中解析与点评,并对方案设计质量进行独立评分,形成明确的评价反馈。

(3) 分工协作与日常指导:实验实施过程中,校内教师负责指导实验操作、在学习群中实时答疑解惑;企业导师以每周1次的频率参与单个班级的教学活动,主要负责方案评审与阶段性反馈,形成校内外双导师协同机制。

对于引入教师科研课题和企业真实项目的实验项目,学生必须独立完成文献查阅、方案设计,并通过组内讨论与答辩来论证方案的可行性,最终以小组合作的形式完成全部实验,做好数据分析和产品表征,完成科研训练过程。形成应用化学综合设计型实验的典型样例,以实验项目“3,3'-二氨基双酚芴的合成与性能表征”为例,具体教学内容和学时分配如图1所示。

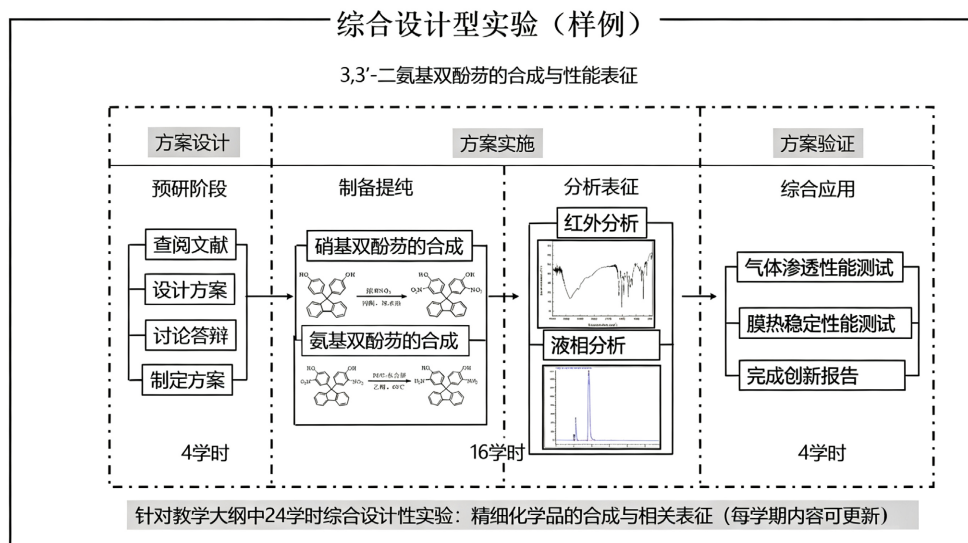


Figure 1. Sample of integrated design-oriented experiment teaching

图1. 综合设计型实验教学样例

### 3.4. 课程思政引领教学

相对于理论课而言,以实验课为载体开展课程思政教学表现出独特的优势。通过实验操作、数据分析等关键环节,将思政教育融入实验课程,能够引导学生深入理解“实践是检验真理的唯一标准”,并在动手过程中自然接受价值引领。针对课程的每一个实验项目,系统梳理了相关的科学家事迹、科学发明历程和经典科学典故,为每个项目匹配了专属的思政案例,形成了具有课程特色的思政资源库,课程思政案例如表1所示。

**Table 1.** List of course-based ideological and political education cases**表 1.** 课程思政案例一览表

实验项目	思政要素	课程思政要素切入点(简述)
合成实验的要求及仪器、设备的配置调试	绿色理念 安全环保 科技创新	通过专业实验第一课熟悉有机化学实验的基本知识和安全要求及防范注意事项等, 树立安全源于规范, 责任重于泰山的意识以及严谨求实的科学态度、绿色发展理念、安全意识、环保意识。
药物合成、提取与分析	职业素养 科技创新 责任担当	药物的双重性, 引导学生知法守法, 恪守职业道德, 形成正确的“三观”, 激发学生的爱国情怀与科研热情, 增强了社会责任感。
SN 反应中两个亲核试剂的竞争	爱国情怀 责任担当 科技创新	实践是检验真理的唯一标准、严谨求实的科学态度、团队合作的集体荣誉感、安全和环保意识。
偶氮染料合成	爱国情怀 科技创新	从染料化学史激励学生探索创新的科学精神; 了解科学家格里斯的研究思路和历程, 提高学生科学素养和不畏困难、勇于探索的精神。
醚的合成	文化自信 科研创新	通过威廉姆合成法引入有机合成领域的先驱人物英国化学家 Williamson 的事迹, 引导学生树立吃苦耐劳、攻坚克难、勇于探索的科学精神。
香料的合成	家国情怀 求实创新	引入新的实验技术, 为众多化学反应提供了更“绿色”的途径。扩展知识面, 提高学生的实验技术水平, 领略科技力量的强大。
天然产物中提取和分离色素	爱国情怀 责任担当 科技创新	使学生们了解化学在国民生产生活中的重要作用, 认识到每一项科学研究都有可能对社会产生积极的影响, 树立了正确的世界观、人生观和价值观。
精细化学品的合成与表征	科研创新	科学探索是集体智慧的结晶, 团队合作与思维分享能产生创新的力量, 通过团队合作增强学生个体的科研与沟通能力。

以“偶氮染料的制备”为例, 学生通过反应机理的推演和产物表征, 验证分子结构与颜色性能之间的内在关联。这绝不仅仅是教学生“做出颜色”的简单实验, 它本身承载着厚重的科学史——从格里斯发现重氮化反应, 到现代精细化工的色彩工程, 其间体现了反复试错、严谨求证的科学精神。同时, 偶氮染料与纺织印染、医药、光电材料等多个产业紧密相关, 涉及多项重大技术创新。在实验过程中, 我们引导学生去了解我国染料工业从依赖进口到自主创新的奋斗历程, 让他们体会到一项基础反应如何撬动一个行业的发展。通过这样的设计, 实验课在服务于我校精细化工特色方向的同时, 也让在学习技能的过程中逐渐形成科学情怀、扎实本领和责任担当。

## 4. 课程评价及改革成效

### 4.1. 课程评价

课程采取线上 + 线下混合式教学, 融合翻转课堂, 在课前、课堂、课后教师和学生都有明确的教学任务, 具体内容如图 2 所示。

本实验课程依托超星泛雅平台构建混合式教学线上资源体系。在内容上, 面向学生课前自主预习阶段, 上传教学课件、学科前沿参考文献及基础单元实验操作视频, 资源形式涵盖 PDF 文档、PPT 演示稿、MP4 格式视频等, 支持学生灵活安排学习进度、反复观看关键操作。在课后拓展阶段, 补充上传与实验内容密切相关的教师科研项目案例及企业攻关项目案例, 以真实问题激发学生的高阶思维与知识迁移能力。所有资源按章节与实验单元组织, 辅以章节测验和讨论区, 便于学生自测与师生互动。

课程建立基于目标达成度的考核内容和评价方式, 评价方式多元化, 考核内容能力化, 并隐性融入

创新思辨、安全环保等思政要素，具体评价方式如图 3 所示。

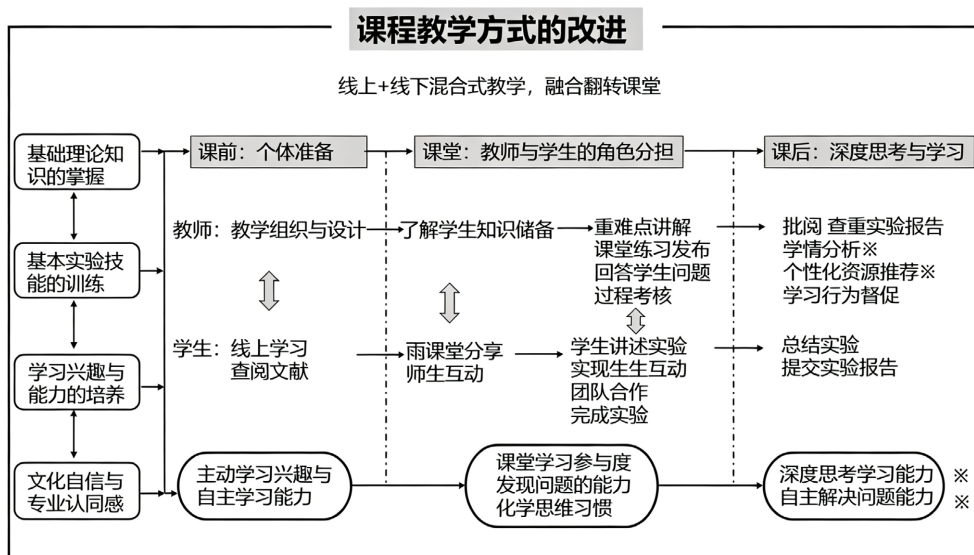


Figure 2. Teaching methods of the course

图 2. 课程教学方式

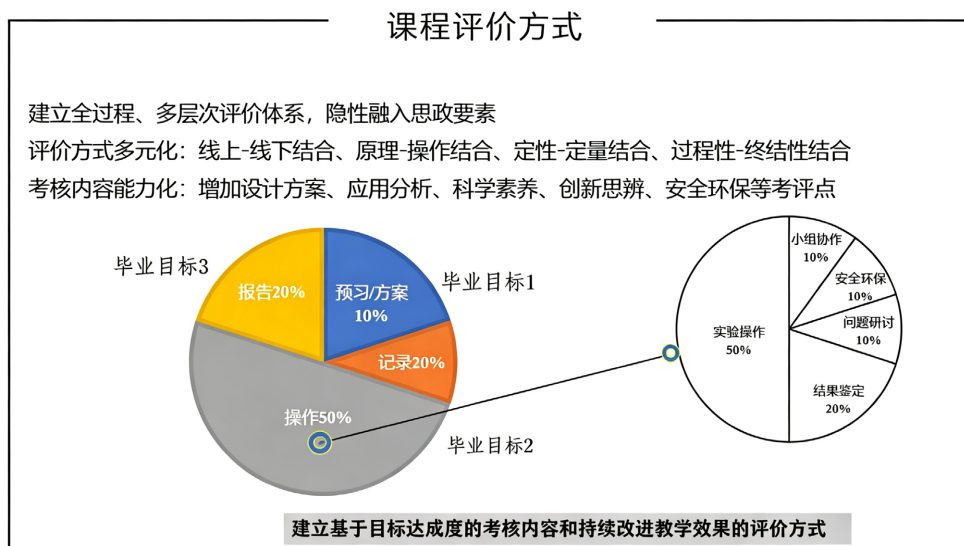


Figure 3. Evaluation methods of the course

图 3. 课程的评价方式

## 4.2. 改革成效

应用化学专业实验课程改革自 2020 年实施以来，已覆盖 2017~2023 级七届学生(共计 500 人)。课程目标的总体和学生个人达成情况良好，学生的实验报告更加全面，创新思维和创新能力方面有很大提高。

近三年，基于本课程实验项目指导学生参加各类学科竞赛，累计获得国家级奖项 2 项，其中全国大学生生命科学创新创业大赛国家级二等奖 1 项、大学生创新创业训练计划项目国家级立项 1 项；获得省级奖项 18 项，包括省级一等奖 2 项、省级二等奖 8 项、省级三等奖 8 项。以上成果充分体现了课程对学

生创新实践能力的显著提升作用。

本课程以开放实验《橙皮中柠檬烯香料的提取》等源于生活实际的实验项目为载体,实现了从探究到创新的能力进阶。近三年,指导本科生以第一发明人获批实用新型专利 5 件、以第一作者发表论文 4 篇。以 2021 级某学生为例,依托课程成果发表论文 2 篇、获批专利 1 件,获 A1 类学科竞赛国家级二等奖,主持国家级大创项目,并成功保研直博。课程累计助力 22 名学生获得保研资格,其中 5 人直博。充分体现了课程在提升学生创新实践能力、拔尖人才早期培养及科研素养塑造方面的显著成效。

### 4.3. 改革的挑战与反思

在实验教学改革实践中,主要遇到以下挑战:一是学生前期实验基础差异较大,部分学生对自主设计型实验适应困难,初期学习困难;二是教学资源紧张,包括超星平台线上资源维护、企业导师每周参与班级教学的时间协调、实验耗材的额外需求等。针对上述问题,我们建立了分层预习资源库,提供基础与进阶两类视频与文献,供学生按需选学;对于基础薄弱学生前期进行一对一帮扶;与企业导师提前排定学期互动日程,利用线上会议灵活解决时间冲突。上述措施有效保障了教学改革的平稳推进。

## 5. 结语

实验课程的建设并非一蹴而就,需要长期的努力和持续地改进。通过教学改革建立的“生活-科研-企业”三源驱动的实验项目设计模式,能够有效拉近实验教学与现实需求的距离,显著提升学生的创新内驱力与综合设计能力;同时,通过“设计-实施-评价-反馈-优化”的闭环教学机制,课程内容与教学方法得以持续迭代,逐步形成了较为稳定的教学改进路径。需要指出的是,本次改革仅在本校应用化学专业开展,样本范围有限,不同学情下的适用性仍有待验证;此外,闭环模式的有效运行对教学团队的精力投入和跨课程协调能力要求较高,在资源有限的条件下推广时可能面临一定挑战。未来,将继续在课程内容更新、多元评价等方面深入探索,推动课程与生活实际、科研实际、产业实际需求更好对接,切实提升学生的实验实践能力,努力为国家培养基础扎实、实践能力强的创新人才。

## 参考文献

- [1] 汪小钢, 龚伟, 曹宝月. “科教 + 产教”双融合下《有机化学》教学改革与实践探索——以地方性应用本科院校为例[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 488-494. <https://doi.org/10.12677/ae.2026.161069>
- [2] 韩海涛, 沈广宾, 王庆兵. 超临界流体萃取技术在天然产物分离实验中的教学改革实践——以青蒿素绿色提取工艺为例[J]. 应用化学, 2026, 43(4): 617-625.
- [3] 吴萍萍, 李鹏, 夏薇, 等. “双碳”背景下应用化学专业实践教学体系的绿色转型探索[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(12): 53-56.
- [4] 张亚君, 陈利利. 基于产教融合的应用化学实验教学改革——评《应用化学专业实验》[J]. 化学学报, 2024, 82(4): 474.
- [5] 朱爱萍, 韩莹, 胡效亚. “五位一体”应用化学专创融合特色课程的建设[J]. 中国大学教学, 2022(12): 49-53.