

# 产教研深度融合下《仪器分析》课程改革

邱 笛<sup>1\*#</sup>, 谭 超<sup>1</sup>, 邹 琴<sup>1</sup>, 吴 同<sup>1</sup>, 徐 伟<sup>2</sup>, 吴永忠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宜宾学院, 材料与化学工程学院, 过程分析与控制四川省高校重点实验室, 四川 宜宾

<sup>2</sup>宜宾天原集团股份有限公司, 四川 宜宾

收稿日期: 2025年11月23日; 录用日期: 2025年12月17日; 发布日期: 2025年12月23日

## 摘要

产教研深度融合视角下, 对《仪器分析》课程进行改革迫在眉睫, 这不仅是适应学科理论迭代与分析技术革新的内在要求, 更是契合社会对创新型、应用型分析检测人才迫切需求的必然路径。本研究以大二本科生为研究对象, 立足产业实际需求与高校教学资源整合, 针对当前课程教学中存在的“理论与实践脱节、教学内容与产业标准错位、学生实操能力及创新思维薄弱”等关键问题, 构建以“产业需求为导向、教学实施为基础、科研创新为支撑”的课程体系。培养具备扎实理论基础、熟练实践技能和创新能力, 能够适应仪器分析相关产业发展需求的高素质应用型人才, 为仪器分析领域输送更多专业人才, 推动产业技术创新与发展。

## 关键词

产教研融合, 仪器分析, 课程改革

# Teaching Reform of “Instrumental Analysis” under the Deep Integration of Industry, Education, and Research

Di Qiu<sup>1\*#</sup>, Chao Tan<sup>1</sup>, Qin Zou<sup>1</sup>, Tong Wu<sup>1</sup>, Wei Xu<sup>2</sup>, Yongzhong Wu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Key Lab of Process Analysis and Control of Sichuan Universities, School of Materials Science and Chemical Engineering, Yibin University, Yibin Sichuan

<sup>2</sup>Yibin Tianyuan Group Co, Ltd., Yibin Sichuan

Received: November 23, 2025; accepted: December 17, 2025; published: December 23, 2025

\*第一作者。

#通讯作者。

## Abstract

From the perspective of the deep integration of industry, education, and research, it is urgent to reform the course of “Instrument Analysis”. This is not only an inherent requirement to adapt to the theoretical iteration and analytical technology innovation of the discipline, but also an inevitable path to meet the urgent demand of society for innovative and application-oriented analytical and testing talents. This study takes sophomore undergraduate students as the object based on the actual needs of the industry and the integration of university teaching resources. In response to the key problems in current course teaching such as the disconnect between theory and practice, the mismatch between teaching content and industry standards, and the weak practical ability and innovative thinking of students, an integrated curriculum system guided by industry demand, based on teaching implementation, and supported by scientific research and innovation is constructed. The high-quality applied talents with solid theoretical foundations, proficient practical skills, and innovative abilities can adapt to the development needs of instrument analysis related industries. And professional talents are provided for the field of instrument analysis, thus promoting industrial technological innovation and development.

## Keywords

Integration of Industry, Education, and Research, Instrumental Analysis, 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

产教研深度融合是解决教育领域人才培养效率低、产业创新能力弱、科研成果转化难等问题的关键举措，同时也是推动区域经济发展、提升国家核心竞争力的重要支撑。在创新驱动发展的当前阶段，只有促进高校、企业、科研机构之间的进一步沟通与协助，构建“教育链、人才链、产业链、创新链”深度融合体系，才能实现“高校培养实用人才、企业获得核心技术、科研产出社会价值”<sup>[1][2]</sup>。《仪器分析》是面向化学、环境、食品、生物医药等工科专业开设的一门专业核心课，是连接基础化学理论与产业应用的关键桥梁，对大二学生的专业成长、职业发展及社会服务能力培养具有不可替代的作用<sup>[3]</sup>。

当前，《仪器分析》课程在教学过程中暴露出诸多问题。教学内容方面，课程内容更新缓慢，跟不上仪器分析技术的快速发展步伐，新的分析方法、仪器设备及应用领域未能及时纳入教学体系；同时，理论与实践联系不够紧密，实践教学环节相对薄弱，学生缺乏在实际场景中运用知识解决问题的机会。教学方法上，仍以传统的讲授式教学为主，学生被动接受知识，缺乏互动性和自主性，难以激发学生的学习兴趣和创新思维<sup>[4]</sup>。

## 2. 仪器分析教学中面临的挑战

《仪器分析》兼具理论抽象性与实践操作性，而大二学生处于“基础理论向专业应用过渡”的关键阶段，知识储备、实操经验与学习认知均存在一定的局限性，课程学习中主要面临以下几个挑战(如表 1 所示)。

**Table 1.** Survey data of existing challenges in instrumental analysis**表 1. 仪器分析现存挑战调研数据**

问题类别	具体指标	数据统计详情
实践教学与产业需求脱节	1. 实践课时占比	传统课程实践课时占比仅 20.9%，低于国际同类课程 ≥40% 标准
	2. 教材案例产业匹配度	60.5% 案例为标准样品检测，企业复杂基质样品案例占比 < 15%
	3. 课程内容技术更新率	45.7% 内容未涵盖近 5 年产业主流技术(如智能检测算法、多仪器联用)
	4. 毕业生企业培训周期	78.7% 企业反馈毕业生需 2~3 个月专项仪器培训才能上岗
	5. 教学与企业吻合度	学生在校接触的检测标准与企业现行标准吻合度仅 42.5%
设备资源与实操能力缺乏	1. 生均实验仪器设备值	普通高校本科生生均设备值约 3.5 万元，仅为重点高校的 31.3%
	2. 核心仪器生均占有量	高效液相色谱仪、气相色谱仪等核心仪器生均占有量 < 0.02 台/人
	3. 实验分组操作人数	65.7% 实验课采用 4~6 人分组模式，30% 学生仅承担数据记录，无独立操作机会
	4. 仪器更新周期	>53.6% 实验设备连续 10 年未更新，企业同类旧仪器淘汰率达 85%
	5. 学生全流程达标率	45.2% 学生能独立完成全流程操作
评价体系与能力培养失衡	1. 成绩构成占比	理论考试占 60%，实验操作考核占 25%
	2. 过程性评价覆盖率	仅 30% 课程将操作规范性、数据严谨性纳入评分，65% 实验报告以结果正确性为核心
	3. 学术不端现象发生率	30.4% 学生存在伪造数据、抄袭实验报告等现象
	4. 岗位能力达标率	毕业生岗位能力达标率分别为 48.7%

## 2.1. 仪器操作能力薄弱，难以达到“熟练规范”要求

大二学生此前多接触基础化学实验(如无机、有机化学实验)，操作对象以烧杯、滴定管等简单玻璃仪器为主，缺乏复杂分析仪器的实操经验，在《仪器分析》课程中常面临两大困境：(1) 基础操作不熟练：对高效液相色谱仪、原子吸收分光光度计等核心仪器，无法独立完成“开机校准 - 参数设置 - 样品进样 - 数据处理 - 关机维护”全流程，易出现进样针操作不当导致漏液及色谱柱安装反向等低级失误，且难以快速排查仪器常见的压力异常、基线漂移故障；(2) 操作规范性不足：对仪器操作的精度要求认知模糊，如忽视样品前处理的纯度控制、检测参数的优化逻辑，导致检测结果偏差较大，且缺乏仪器使用记录及数据溯源等符合企业标准的操作意识，与产业实际需求脱节[5]。

## 2.2. 理论知识与实操应用脱节，难以理解“原理 - 操作 - 结果”完整逻辑链

《仪器分析》理论部分涉及光谱学、色谱学等复杂原理，大二学生虽已学习基础理论，但对“理论原理如何指导仪器操作、操作参数如何影响检测结果”的衔接认知不足。主要体现在(1) 原理理解碎片化：能记忆“原子吸收分光光度计基于基态原子对光的吸收”等理论，但无法解释“为何需选择特定检测波长及灯电流大小对检测灵敏度的影响”，导致操作时只能机械模仿教师步骤，无法根据样品特性调整参数；(2) 应用场景认知缺失：不理解“不同仪器的适用范围差异”，面对特定场景如食品中重金属检测及环境水样中有机物分析等实际案例，难以建立“样品特性 - 仪器选择 - 操作方案”的关联，理论知识无法转化为应用能力[6]。

### 2.3. 教学仪器与企业实际脱节，学习内容缺乏“产业适配性”

高校教学仪器受采购成本、更新周期限制，常与企业现用设备存在差距，大二学生在学习中易面临“学用不一致”问题。主要是由于仪器型号滞后，学校教学用仪器多为旧款而企业普遍使用具备能自动进样及实时数据传输功能的新型仪器，学生熟悉的操作界面、功能布局与企业设备差异大，毕业后需重新适应；此外，实验内容脱离产业需求：课程实验多以标准样品检测为主，缺乏企业真实场景中的复杂基质样品处理，导致学生掌握的技能无法直接对接岗位需求。

### 2.4. 学习动力与目标感不足，缺乏“主动探究”意识

大二学生尚未明确职业发展方向，对《仪器分析》课程的产业价值认知模糊，学习多处于被动完成任务状态。学习目标不清晰主要体现在不清楚课程知识与未来就业的关联，认为仪器操作只是应付实验报告，缺乏主动钻研的动力；在此基础上，团队实验中参与度不均，高校由于教学条件的限制，在分组实验时易出现“少数人操作、多数人围观”的情况，部分学生依赖同伴完成操作，自身仅负责记录数据，导致实操能力差距进一步拉大。

## 3. 研究方法

本研究采用混合研究方法推进《仪器分析》课程改革。首先通过文献研究法，检索近10年国内外产教研融合、仪器分析课程改革相关核心文献，梳理典型模式与能力培养规律，奠定理论基础。其次运用调研访谈法开展问卷调研，量化分析操作熟练度、资源缺口等问题。接着以某高校化工专业大二学生为试点，分三阶段实施行动研究：首学期联合企业组建团队，重构课程内容、制定双师方案。随后两学期开展实验班与对照班对比教学，通过课堂观察、报告分析实时调整方案。最后结合案例分析法与效果评估法，剖析企业项目、科研小课题等典型案例，定性收集企业评价与学生满意度，验证改革成效，确保研究科学解决课程现存问题，达成产教研融合育人目标。

## 4. 实施过程与结果

### 4.1. 重构“分层递进式”实验教学内容体系

针对大二学生仪器操作熟练度不足的问题，将基础操作拆解为“单人必修+分组巩固”双环节。单人必修环节：选取高效液相色谱仪、原子吸收分光光度计等核心仪器，设置“1台仪器+1名学生+专项训练”的小班化实操课，要求学生独立完成“开机-参数设置-样品检测-数据处理-关机维护”全流程，教师逐一考核，未达标者需通过课后补训直至合格，确保每位学生掌握基础操作技能以保障基础操作模块每位学生熟练掌握。分组巩固环节：以3~4人为一组，开展“多仪器协同实验”，让学生在协作中强化操作熟练度，同时培养团队协作能力，避免因“一人操作、多人围观”导致的技能掌握不均衡问题。

针对教学仪器与企业脱节问题，围绕化工、环境、食品等大二学生未来可能就业的领域，新增“企业真实仪器模拟与实操”内容。虚拟仿真补充：引入企业主流仪器的虚拟仿真系统，搭建“线上虚拟操作+线下基础仪器对照”的学习路径，让学生提前熟悉企业仪器的界面设计、操作逻辑与高端功能。此外，融入企业实际案例，将企业实际检测项目(如环境水样中有机污染物的快速筛查及药品中杂质的定量分析)转化为实验教学案例，让学生在实验中接触真实样品、遵循企业标准，消除“学校学的仪器用不上，企业用的仪器不会用”的现象[7]。

### 4.2. 创新“双师协同+场景化”教学模式

为打破传统单一校内教师授课模式，邀请企业仪器操作工程师参与实验教学，线下实操课每学期安

排 4~6 次实验课，由企业工程师现场演示企业仪器的规范操作、故障排查与维护技巧如高效液相色谱仪泵体泄漏处理，大二学生可直接提问企业实际工作中遇到的操作难题，弥补校内教师产业经验不足的短板。线上专题课可通过直播或录播形式，让企业工程师讲解仪器技术发展趋势、企业仪器选型标准等内容，帮助学生理解教学仪器与企业仪器的差异本质，建立“操作技能 - 产业需求”的关联认知。

### 4.3. 建设“多维度”教学资源保障体系

使用数字化资源以辅助操作技能巩固，通过录制“仪器操作关键步骤”微视频(如“进样针使用技巧、色谱柱安装方法”)，上传至教学平台，方便大二学生课前预习、课后复习，解决实验课上“步骤记不全、操作易出错”的问题。在此基础上，在线答疑与反馈：建立“仪器操作答疑群”，及时解答学生实操中遇到的问题；同时开发“操作错题库”，收集学生常见操作失误，并配套解析，帮助学生规避风险。

### 4.4. 完善“过程性 + 实践性”评价体系

改革考试形式，减少传统的闭卷考试比重，增加开卷考试、课程论文、案例分析等考试形式，注重考核学生对知识的综合运用能力和创新思维。建立学生学习成果反馈机制，及时将评价结果反馈给学生，让学生了解自己的学习优势和不足，以便调整学习策略，提高学习效果[8]。过程性评价主要聚焦“操作熟练度提升”，改变传统以实验报告定成绩的评价方式，将评价贯穿实验教学全过程。每次基础操作课结束后，采用现场实操 + 口头提问方式考核，考核结果计入平时成绩(占比 30%)，使学生重视每一次操作训练。学习日志跟踪则要求学生记录仪器使用规则，内容包括每次操作的问题、解决方法、心得体会，了解学生操作技能的薄弱环节，及时调整教学策略，确保因材施教。此外，实践项目成果评价是以小组为单位，完成企业真实案例模拟实验并进行成果汇报(演示操作过程、分析检测结果、提出改进建议)，根据操作熟练度、团队协作、问题解决能力评分，占总成绩 40%，确保评价结果与企业岗位需求接轨。

## 5. 改革方案实施的潜在困难

仪器分析课程改革以产教研融合为核心，通过重构内容、创新模式、整合资源，可有效解决理论与实践脱节、教学与产业错位等问题，对提升学生实操与创新能力、输送产业适配人才具有重要价值，长远来看能推动课程质量升级与相关领域技术创新。但方案实施中面临多重潜在困难：经费方面，改革需采购匹配企业的新型仪器、开发虚拟仿真资源、支付企业合作成本，而高校教学经费有限，若资金缺口大，将导致仪器更新滞后、实践平台建设缓慢，直接制约实操训练效果；师资方面，双师型教师数量不足，现有教师需参与企业挂职、学习前沿技术以适配改革需求，但易出现师资能力与改革要求不匹配的问题，影响教学质量；企业合作方面，企业因生产任务重、利益诉求与高校育人目标存在差异，可能出现实践岗位供给不稳定甚至合作中断的情况，导致学生企业研学、真实项目训练环节难以保障。同时，资源条件上受限于高校师资规模、仪器配置总量与企业可提供的实践资源，改革规模与进度需结合实际资源调整。

## 6. 讨论与反思

产教研深度融合视角下的《仪器分析》课程一体化改革与实践，通过解决现存问题，实现教学内容重构、教学方法创新及考核评价体系完善等多维度改革措施，有望显著提升课程教学质量，培养出具备扎实专业知识、突出实践能力、创新思维及良好职业道德的高素质应用型人才。学生将在知识层面全面掌握仪器分析的前沿理论与技术，在实践能力上能够熟练操作各类仪器，运用所学知识解决实际问题，创新思维和团队协作能力也将得到充分锻炼。长远来看，这将为相关领域输送大批符合国家战略需求和产业发展需要的应用型人才，推动产业技术创新与发展，实现教育链、人才链与产业链、创新链的深度

融合，在提升高等教育质量和服务社会经济发展方面具有重要的现实意义与深远的战略价值。

## 参考文献

- [1] 康晓伟, 何海燕, 张萌. 高校学科性公司产学研用创新过程研究[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(16): 15.
- [2] 郭明, 胡芳玉, 吴荣晖, 等. 基于“产学研用”背景下的仪器分析课程教学机制研究[J]. 大学化学, 2019, 34(5): 1-8.
- [3] 邹桂征, 孙树晶, 徐晓文, 等. 仪器分析课程教学内容和教学方式改革的几点思考[J]. 大学化学, 2022, 37(4): 51-57.
- [4] 王希越, 娄大伟, 高文秀, 等.“互联网+”环境下《仪器分析》教学改革探索[J]. 吉林化工学院学报, 2021, 38(10): 16-22.
- [5] 祁闯, 孙璇, 潘志勇, 等. 食品类专业视域下“仪器分析”课程混合式教学模式探索[J]. 科教导刊, 2023(13): 64-67.
- [6] 范从斌, 郑春红. “六位一体”教学改革研究实践: 以《现代仪器分析》为例[J]. 教育教学论坛, 2017(44): 60-61.
- [7] 杨勇, 江京亮, 刘国梁, 等. 新时代普通本科高校创新人才培养模式建设研究[J]. 创新教育研究, 2022, 10(8): 1808-1812.
- [8] 董立军, 王薇, 吕东煜, 等. 以培养创新型人才为导向的基础分析化学实验教学改革的探索与应用[J]. 大学化学, 2021, 39(9): 71-76.