

《工业分析》专业课“三融一驱”混合式教学模式探索与实践

——以商洛学院应用化学专业为例

郭玲, 杨强, 郝东艳, 刘雷

商洛学院化学工程与现代材料学院, 陕西 商洛

收稿日期: 2026年4月23日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月29日

摘要

本文针对应用型本科院校《工业分析》专业课教学中长期存在的教学内容与产业需求脱节、教学方法抑制学生能力发展、评价机制与培养目标偏离三大核心痛点, 积极响应国家教育数字化与一流课程建设战略, 系统构建并实践了“三融一驱”虚实融合混合式教学模式。研究以“数据驱动”为核心引擎, 通过“虚实融资源”, 建设了原理可视化、场景沉浸化、前沿动态化的教学资源库, 破解了教学内容陈旧的瓶颈; 通过“教学融模式”, 创建了“线上(虚)-线下(实)-线上(虚)”闭环迭代、场景贯穿的深度学习路径, 提升了教学效能; 通过“校-企融评价”, 构建了能力导向的多元化评价体系, 实现了人才培养与产业需求的无缝对接。实践表明, 该模式有效促进了理论知识的具象化理解、实践能力的场景化培养与创新思维的协同化发展, 为同类工科专业课程的教学改革提供了可借鉴的系统化方案, 有力支撑了区域产业导向的高素质应用型人才培养目标。

关键词

工业分析, 混合式教学, 创新实践能力

Exploration and Practice of the “Three Integrations and One Drive” Blended Teaching Model for the Professional Course “Industrial Analysis”

—A Case Study of Applied Chemistry Major at Shangluo University

Ling Guo, Qiang Yang, Dongyan Hao, Lei Liu

School of Chemical Engineering and Modern Materials, Shangluo University, Shangluo Shaanxi

Abstract

This article addresses three core pain points that have long existed in the teaching of the professional course “Industrial Analysis” in application-oriented undergraduate colleges: the disconnection between teaching content and industry needs, teaching methods that inhibit student ability development, and evaluation mechanisms that deviate from training objectives. In response, the article actively responds to the national strategy for digital education and the construction of first-class courses, systematically constructing and practicing a “three integrations and one drive” blended teaching model that integrates virtual and real elements. The research takes “data-driven” as the core engine, and through “virtual-real integration resources”, it has built a teaching resource library featuring principle visualization, scene immersion, and frontier dynamization, breaking the bottleneck of outdated teaching content. Through the “teaching integration model”, it has created a deep learning path with a closed-loop iteration and scene penetration of “online (virtual) - offline (real) - online (virtual)”, enhancing teaching effectiveness. Through “school-enterprise integration evaluation”, it has constructed a diversified evaluation system oriented towards ability, achieving seamless docking between talent cultivation and industry needs. Practice has shown that this model effectively promotes the concrete understanding of theoretical knowledge, the scene-based cultivation of practical abilities, and the collaborative development of innovative thinking. It provides a systematic solution that can be referenced for teaching reforms in similar engineering courses, and strongly supports the goal of cultivating high-quality application-oriented talents oriented towards regional industries.

Keywords

Industrial Analysis, Blended Teaching, Innovative Practice Ability

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. 概述

当前,《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》¹将“以教育数字化开辟发展新赛道”列为核心任务,明确提出构建“虚实协同教育新生态”,推动信息技术与教育教学全链条深度融合[1][2]。与此同时,“一流课程建设”计划要求基于慕课、SPOC等资源开展线上线下混合式教学,这与《教育强国建设规划纲要(2024-2035)》提出的“破解理论教学认知壁垒”目标高度契合——虚实融合正是实现理论课“原理可视化、方法具象化、应用场景化”的关键路径[3][4]。

虚实融合的混合式教学虽已在国内高校已广泛开展,但可以发现混合式教学主要集中于通识课和基础课,在专业课领域深度结合虚实资源的系统性研究相对匮乏[5]-[7]。同时当前虚实融合实践主要聚焦于虚拟仿真实验,对于理论课如何有效融合虚实资源尚未形成成熟模式[8]-[10]。专业课学习具有“情境依赖性”和“默会知识”特征,单纯将通识课的混合式教学模式移植到《工业分析》这类课程中,难以有效培养学生应对真实工业场景中复杂问题的能力。就本校的《工业分析》专业课而言,其主要聚焦于化学分析技术的实际应用,涵盖样品采集与预处理、成分定性与定量分析、仪器操作(如色谱、光谱、电化学

¹https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html

分析等)及数据处理方法等内容,涉及工业产品质量检测、环境监测、食品药品安全分析等领域,是培养学生实践能力和创新思维的关键环节。但课程目前存在以下教学痛点(问卷调查):

(1) 教学内容与产业需求脱节

在知识供给层面,70%以上学生反馈教学内容存在两方面不足:一是前沿技术与应用案例匮乏,矿产加工、中药质检等领域的实际分析流程讲解缺失,学生难以建立“知识-应用”场景关联;二是教学资源更新滞后,教学内容未能跟上行业发展,陈旧的仪器原理讲解导致所学知识与产业需求出现断层。

(2) 教学方法难以满足能力培养目标

在教学实施层面,传统讲授模式暴露出两大弊端:一方面,理论教学抽象化问题突出,75%的学生反映复杂仪器原理和数学推导内容缺乏直观认知建构,单向灌输式教学无法破解抽象理论的理解困境;另一方面,55%学生诟病的“被动接受式学习”,导致独立思考和问题解决能力培养缺位。

(3) 评价机制与培养定位的适配性偏离

在教学反馈层面,70%的学生对现有评价体系提出改革诉求,核心在于改变“唯理论考试”倾向,建立更注重问题解决能力的多元考核机制。当前评价体系对实践能力和综合素养的考核权重不足,既无法全面反映学生真实水平,也与课程培养应用型人才培养目标存在偏差,亟需构建涵盖理论掌握、实践操作、创新思维等多维度的立体化评价体系。

综上,《工业分析》课程教学面临教学内容滞后于产业、教学方法抑制能力发展、评价机制偏离培养目标三大核心痛点,亟需通过深度融合虚实资源、创新教学模式、重构评价体系进行系统性改革。本研究尝试整合情境学习理论与数据驱动的精准教学理论,构建“三融一驱”虚实融合混合式教学模式,旨在探索一条在工科专业课中深度融合虚实资源、提升学生解决复杂问题能力的有效路径。

我校作为扎根秦岭南麓的应用型本科院校,近年来依托秦岭生态资源和地方文化优势形成了“扎根秦岭南麓、服务区域发展”的办学特色。《工业分析》课程是我校对本地矿产资源开发、绿色化工、生态保护等产业需求的关键纽带,其教学质量关系到我校应用型人才培养目标的达成还影响着我校服务地方的质量。本研究积极响应国家教育数字化战略部署,聚焦《工业分析》课程,通过构建虚实融合的“三融一驱”混合式教学模式,旨在:(1)突破传统教学时空壁垒,丰富教学资源形态(可视化、场景化、前沿化);(2)破解理论教学抽象认知困境,提升教学效率与质量;(3)强化学生工业分析技术掌握与工程实践能力;(4)精准对接矿产、中药等特色产业对高素质应用型人才的需求,为区域经济社会发展提供有力支撑。

2. “三融一驱”混合式教学实践

“三融一驱”模式具体而言指以数据驱动为核心引擎,通过虚实融资源、教学融模式、校企融评价三个维度协同推进。资源建设为教学提供内容基础,教学实施过程中产生的学情数据驱动评价与反馈,评价结果反过来指导资源优化与教学调整。该模式具体的核心内涵与维度关系如图1所示。

2.1. 虚实融合教学资源库的精准建设,虚实融资源,破解教学内容滞后瓶颈

为突破教学内容陈旧、脱离产业实际的瓶颈,本研究基于深度教学需求调研,系统建设了涵盖“原理可视化”“场景沉浸化”“前沿动态化”三大类别的数字化资源库,其建设思路如图2所示。需求调研与难点识别:面向应用化学专业200名学生进行问卷调查,与3名工业分析课程骨干教师进行深度访谈,选取1个典型教学班级进行课堂观察。识别并分类教学难点:原理类(如高效液相色谱分离机制)、场景类(如矿石品位快速分析流程)、前沿类(如现代光谱联用技术在中药指纹图谱分析中的应用)等,明确资源建设的具体需求。

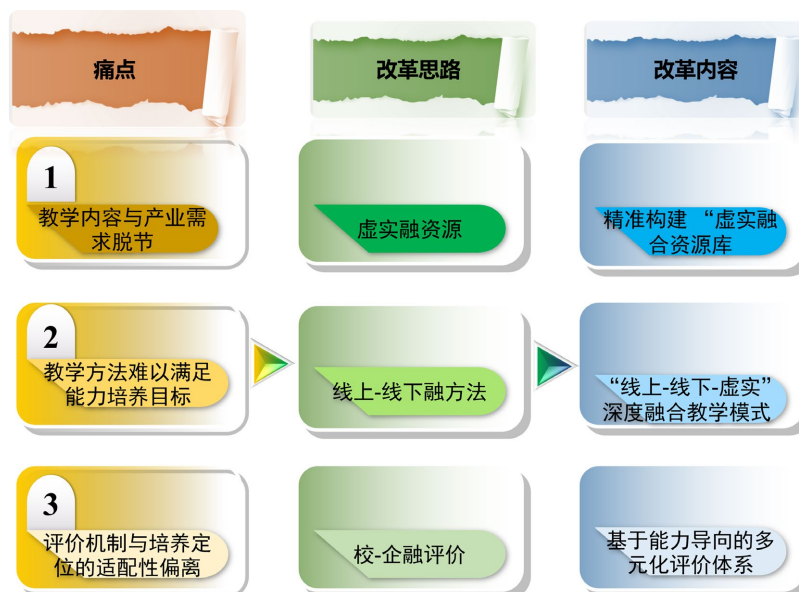


Figure 1. Core of “Three Integrations and One Drive” teaching content

图 1. “三融一驱”教学内容核心



Figure 2. Construction approach diagram for the virtual and real integration resource library

图 2. 虚实融合资源库建设思路图

“虚 - 实”资源建设:

可视化资源包: 针对原理类难点整合与自建相结合, 系统筛选网络优质原理动画(如色谱、光谱基础), 并自制核心难点微课(采用 PPT 动画 + 实操录屏 + 详细解说), 深入剖析仪器内部结构、工作流程与分离机制(如: 三维动画展示色谱柱分离过程)。形成覆盖核心原理的可视化资源包;

虚拟工厂案例库: 针对场景类难点与本地矿产企业、中药加工企业合作, 收集实际生产中的分析案例, 构建典型行业的在线分析点场景库。以图文、视频片段、流程图等形式展示矿产元素检测流程、中药有效成分分析步骤等内容, 为学生提供真实的工业应用场景。如以钼矿选矿流程中钼元素含量快速分析为例, 该案例模拟选矿厂浮选车间场景, 学生扮演“质检员”, 需在限定时间内完成从“矿浆取样→样品消解→仪器操作(虚拟 ICP-OES)→数据处理→出具报告”的全流程。关键步骤设置决策点: 在“样品消解”环节, 系统提供“酸种类、温度、时间”三个参数选项, 选错会导致后续“测定结果偏差过大”的虚拟后果并需重试; 内置专家提示按钮, 可查看企业标准操作规范视频。此类设计将抽象知识嵌入具体工业场景, 为学生提供真实的工程实践环境。

科学前沿案例库：针对前沿类难点，融入科研前沿与教师成果；追踪分析领域最新文献与技术进展。深度挖掘本院教师相关科研项目实例(如：XX 老师课题组在钛矿分析中的应用)，将其转化为教学案例。通过 PPT 专题报告、研究过程图片/视频、简化版数据集等形式，展示前沿技术原理与应用价值。

2.2. “线上 - 线下 - 虚实”深度融合的教学模式构建，创新教学模式

本研究创建了“场景为轴、数据赋能”的线上线下融合教学模式。依托学习平台(如超星)，以虚拟工厂案例等场景贯穿教学全过程，构建“线上主动学习(虚) - 线下靶向解难与深度互动(实) - 线上巩固拓展与个性化提升(虚)”的交互式闭环(见图 3)。利用学习行为数据驱动教学决策与精准帮扶，实现教学模式动态优化。



Figure 3. Teaching mode of “Online-Offline-Virtual and Real” deep integration

图 3. “线上 - 线下 - 虚实”深度融合的教学模式

数据驱动的技术实现路径：数据驱动引擎基于学习通平台实现，其闭环流程如下：(1) 数据采集：平台自动记录学生预习视频观看时长与断点、测验正确率与耗时、讨论区发帖质量与频次、课堂互动参与度等 12 类过程性数据；(2) 数据分析与决策：教师每周依据平台生成的“学情分析报告”，识别高频错误知识点(如“色谱分离条件优化”错误率 > 40%)和低参与度学生(互动次数 < 2 次/周)；(3) 精准干预：针对共性问题，调整课中精讲内容；针对个体，通过学习通推送个性化练习或邀请参加线下“答疑工作坊”；(4) 效果再评估：干预后通过小测验或课堂提问验证效果，形成“数据 - 决策 - 干预 - 评估”的闭环迭代。

阶段与核心策略：

课前(线上虚 - 激活与诊断)：教师通过学习通平台发布核心原理动画、虚拟工厂案例等预习资料，布置引导性测验题目，帮助学生建立知识感知，明确学习重点与难点。学生自主学习资源，完成测验，初

步感知知识, 标记疑惑, 完成预习和测验后, 教师基于平台预习数据(完成度、测验得分、疑难点分布), 动态调整课堂讲授重点与深度。

课中(线下实 - 深化与应用): 教师精讲预习暴露的核心难点与共性问题, 结合可视化资源进行深度解析。以虚拟工厂案例为任务驱动, 组织小组研讨、角色扮演(如: 质检员、工艺师)、方案设计等活动, 引导学生分析真实问题、提出解决方案、进行思辨。利用学习通互动工具(投票、抢答、弹幕)增强参与度。

课后(线上虚 - 巩固与拓展): 教师推送课堂精华总结、拓展阅读(前沿论文、技术报告)、基于虚拟/真实数据的分析练习、小型方案设计作业。提供及时、具体的作业反馈。针对不同学生群体(基于全过程数据)推送个性化巩固或挑战任务。学生完成作业, 深化知识应用。参与在线讨论区问答。根据反馈和个性化任务进行查漏补缺或能力提升。

核心策略: 场景贯穿 - 数据驱动 - 任务挑战。采用场景驱动教学, 以虚拟工厂案例为线索贯穿教学始终, 将抽象知识嵌入具体工业场景, 让学生在真实或模拟的工业场景中学习知识; 利用平台学情数据赋能互动, 全过程采集分析学情数据(视频观看、测验、互动、作业), 支撑教学决策、资源推送、分组研讨和精准帮扶, 形成“学生能力数字画像”雏形。通过分析学生在线学习行为数据, 及时调整教学重点和方法并设计具有挑战性的任务促进探究, 激发学生的学习主动性和创新思维。

2.3. 校 - 企融评价, 构建能力导向的多元化评价体系

校企协同共建“三维能力导向多元评价体系”。将企业用人标准融入评价, 建立涵盖“知识理解与应用”、“实践操作与问题解决”、“创新思维与协作沟通”三个维度的评价量规。强化过程性评价(线上参与、线下表现、作业质量)与终结性评价(理论应用、实践操作)相结合, 实现评价对能力培养的全过程映射与闭环反馈, 该评价体系的具体构成与权重分配如图 4 所示。通过“三融一驱”的系统设计与实践, 最终实现《工业分析》课程教学全流程的精准化、高效化和闭环化, 显著提升学生解决复杂工程问题的实践能力与创新素养, 有效支撑应用型人才培养目标。



Figure 4. Diversified evaluation system based on competency orientation

图 4. 基于能力导向的多元化评价体系

基于上述框架, 课程组与合作企业共同制定了可操作的三维能力评价量规表(详见附录)。该量规明确了每个能力维度下从“优秀”到“待改进”四个等级的具体行为指标, 并规定了教师、企业导师、助教各

自承担的评分职责。在教学实施中,教师依据量规对学生的小组汇报、实验报告进行评分;企业导师在“虚拟工厂项目”汇报环节及期末综合考核的案例分析题中,重点依据“职业素养”与“知识应用”维度的产业标准进行独立评分。量规的应用使得评价结果可解释、可反馈、可改进,实现了“以评促学”的闭环。

校企协同评价的操作流程:(1)标准共建:邀请合作企业(如本地矿业公司、制药企业)的技术主管与课程组共同修订“三维能力评价量规表”(详见附录),明确各维度的等级描述与评分标准;(2)过程共评:在“虚拟工厂项目”汇报环节,企业导师通过线上会议参与评分(占该作业成绩的30%);(3)结果共析:期末,企业导师参与成绩分析会,指出学生在“成本效益意识”“规范对照”等方面的问题,为教学改进提供方向;(4)反馈闭环:将评价结果(如“能力雷达图”)点对点反馈给学生,并推送对应的个性化学习任务。评价维度多元化,构建融合以下四个方面的评价框架:

线上参与度(20%):预习完成度、测验成绩、讨论区贡献(发言质量、次数)。

线下表现(30%):课堂研讨参与度与质量、模拟操作规范性、小组汇报效果(清晰度、逻辑性、创新性)。

作业/项目质量(30%):实验报告/数据分析报告规范性、方案设计的创新性、可行性、成本效益意识。

期末综合考核(20%):侧重理论知识的应用分析题(案例分析、方案设计)+ 实践操作考核(仪器规范操作/真实样品分析)。

过程性评价自动化与可视化:充分利用学习通等平台的评价功能,实现线上部分(参与度、测验、部分作业)评价的自动统计与可视化呈现。线下表现、复杂作业由教师/企业导师根据量规评分。

评价反馈促进提升:定期向学生反馈多维评价结果,不仅关注分数,更侧重能力维度的优势与不足,为学生提供改进方向和资源建议,实现“以评促学”。

3. 教学实践与效果分析

为科学评估“三融一驱”教学模式的实际成效,选取22级和23级两个年级《工业分析》1个教学班进行对比实验。其中,应用化学专业22级2211班(30人)作为对照班,采用以讲授为主、辅以传统实验的传统教学模式;应用化学专业23级2311班(30人)作为实验班,实施本改革方案。通过一个完整教学周期的实践,依学业成绩为核心进行比较分析。

课程结束后,23级试卷显著提高了案例分析、方案设计等应用型题目的分值占比(占60%)。成绩统计表明,实验班在试卷难度增大的情况下平均分、优秀率(≥ 85 分)及关键的应用型题目得分率上均显著优于对照班。特别在“复杂样品分析方案设计”与“非常规数据异常判断”两类高阶题目上,实验班得分率分别高出对照班18.7%和15.2%,说明改革有效提升了学生知识迁移与解决实际工程问题的能力。

4. 总结

本研究立足《工业分析》课程教学痛点,系统构建并实证了以数据驱动为核心、融合“资源、模式、评价”三个维度的“三融一驱”虚实融合混合式教学模式。改革通过建设“原理-场景-前沿”一体化的虚实资源库,破解了教学内容与产业脱节的瓶颈;通过创设“线上(虚)-线下(实)-线上(虚)”场景贯通的闭环教学模式,依托学情数据实现了精准教学与深度学习;通过校企协同构建能力导向的多元评价体系,有效引导并评估了学生解决复杂工程问题的综合素养。实践表明,该模式显著提升了教学成效与学生能力,对比实验显示,在试卷难度增大的情况下,实验班在平均分、优秀率及高阶题目(复杂方案设计、数据异常判断)得分率上均显著优于对照班,分别高出18.7%和15.2%。本研究将数据驱动的形成性评价与情境学习理论有机整合,提出了一个可操作的“资源-教学-评价”三位一体混合式教学模式,为应用型工科专业响应教育数字化战略、深化产教融合提供了系统化解决方案与实践范式。

本研究的局限性在于：(1) 样本量较小且仅限单一专业，结论的普适性需进一步验证；(2) 对“数据驱动”中具体算法(如学习预警模型、个性化推荐策略)的探讨尚浅；(3) 教学效果的长期追踪数据有待收集。未来研究将重点开发基于学习分析的智能化个性化学习路径推荐系统，并在更多工科专业课程中进行跨案例比较研究，持续推动模式的迭代与推广应用。

基金项目

陕西省“十四五”教育科学规划 2025 年度课题(SGH25Y3140)：虚实融合驱动能力培养：《工业分析》专业课“三融一驱”混合式教学模式探索与实践；商洛学院线下一流课程(24ylkc102)：应用化学专业综合实验。

参考文献

- [1] 廖粤生, 王先亮, 冯晓露. 《教育强国建设规划纲要(2024-2035 年)》的三重维度[J]. 教学与管理, 2025(18): 1-7.
- [2] 王洪才, 温玲子. 教育强国建设: 目标·任务·方法——《教育强国建设规划纲要(2024-2035 年)》意义解读[J]. 四川师范大学学报(社会科学版), 2025, 52(5): 135-141, 205.
- [3] 李成. 应用型高校混合式一流课程建设研究与实践[J]. 工业和信息化教育, 2025(11): 40-45.
- [4] 罗成娥. 面向应用型本科人才培养的混合式一流课程的研究与建设[J]. 华夏高等教育论坛, 2025(0): 164-168.
- [5] 刘孝艳, 李岚, 赵志琴. “虚实融合、集散结合”的动态教学模式探索与实践——以“高等数学”课程为例[J]. 西安文理学院学报(社会科学版), 2024, 27(3): 27-32.
- [6] 赵烁. AIGC 赋能二维形式基础课程混合式教学模式创新与实践[J]. 大观, 2025(9): 135-137.
- [7] 李钰钿. 虚实融合: 5G 智能新时代高校生物实验教学的数字化路径探析[J]. 深圳信息职业技术学院学报, 2020, 18(1): 15-20.
- [8] 柴博森, 王丽慧, 寇莹, 等. 机械设计课程设计虚实融合的教学模式探究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(5): 247-250.
- [9] 朱飞, 刘立娟, 刘枝朋, 等. “大学物理实验”虚实混合式教学探索与实践[J]. 科技风, 2023(9): 132-134.
- [10] 赵肖琼, 刘丽艳, 赵润柱, 等. 虚实融合的线上线下混合式细胞工程学教学模式创新与实践[J]. 现代农业研究, 2023, 29(2): 30-32.

附录

能力维度	权重	评价主体	优秀(90~100 分)	良好(75~89 分)	合格(60~74 分)	待改进(<60 分)
知识应用	30%	教师 + 企业	能自主整合跨章节知识, 设计出创新性的分析方案, 并能预判方案中潜在的技术难点	能正确应用课内所学知识完成标准流程的分析方案设计, 无明显知识性错误	能复现课内案例的分析方案, 但在变式情境下出现部分错误	无法将理论知识应用于具体分析任务, 方案存在根本性错误
实践创新	40%	教师	面对非常规数据或异常情况, 能提出合理的假设并设计验证方案; 操作精准高效	能按规范完成仪器操作与数据处理, 对简单异常能进行排查	操作基本规范但效率较低, 对异常数据缺乏独立判断能力	操作严重违规, 或无法独立完成基础实验任务
职业素养	30%	企业 + 助教	报告体现成本效益意识、安全规范及标准对照; 团队协作中主动承担协调角色	报告完整规范, 能提及安全与成本; 团队协作配合良好	报告格式基本规范但缺乏深度分析; 团队协作被动参与	报告格式混乱或有抄袭痕迹; 协作中出现严重冲突或不配合