

## 产教深融背景下仪器分析与实验课程的教学改革与实践

徐一凤<sup>1</sup>, 吴泽颖<sup>1\*</sup>, 商贵芹<sup>2</sup>, 丁琳琳<sup>1</sup>, 刘福燕<sup>1</sup>, 张欢<sup>1</sup>, 蒋夫花<sup>1</sup>

<sup>1</sup>常州工学院化工与材料学院, 江苏 常州 213032

<sup>2</sup>常州工业及消费品检验有限公司(南京海关危险货物与包装检测中心), 江苏 常州 213032

**摘要:** 在高等教育深度产教融合背景下, 应用型高校的仪器分析与实验课程如何进行有效的教学改革直接影响人才培养质量。针对该课程教学团队产业背景薄弱、内容偏重理论、方法传统守旧、考核评价改革不足等问题, 我们采用融合校内师资和企业师资、重构教学内容、线上线下与校外交替教学、完善融合能力与素质的评价机制等手段进行教学改革。以上改革旨在夯实学生的知识基础, 提升实践能力, 塑造正确价值观, 最终培养出符合国家发展要求的应用型人才。

**关键词:** 仪器分析与实验; 教学改革; 产教融合; 应用型人才

**中图分类号:** G64; O6

## Teaching Reform and Practice of Instrumental Analysis and Experiment Course under the Background of Deep Integration of Industry and Education

Yifeng Xu<sup>1</sup>, Zeying Wu<sup>1\*</sup>, Guiqin Shang<sup>2</sup>, Linlin Ding<sup>1</sup>, Fuyan Liu<sup>1</sup>, Huan Zhang<sup>1</sup>, Fuhua Jiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Chemical Engineering and Materials, Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213032, Jiangsu Province, China.

<sup>2</sup> Changzhou Industrial and Consumer Goods Inspection Co., Ltd. (Nanjing Customs District Testing Center for Dangerous Goods and Packaging), Changzhou 213032, Jiangsu Province, China.

**Abstract:** Under the background of deep integration of industry and education in higher education, the teaching of instrumental analysis and experimental courses in applied universities directly affects the quality of talent cultivation. Addressing issues such as the weak industrial background of the teaching team, an overemphasis on theoretical content, traditional and conservative teaching methods, and inadequate assessment reform, we implement various teaching reforms. These include integrating both academic and industry-based instructors, reconstructing the teaching content, alternating between online and offline teaching, and incorporating both internal and external educational resources, alongside an evaluation system that integrates both capability and quality. The goal of these reforms is to strengthen students' foundational knowledge, enhance practical skills, and foster correct values, ultimately cultivating applied talents that meet the requirements of national development.

**Key Words:** Instrumental analysis and experiment; Teaching reform; Industry-education integration; Applied professional talents

收稿: 2024-08-20; 录用: 2024-10-08; 网络发表: 2025-02-28

\*通讯作者, Email: wuzy@czu.cn

基金资助: 常州工学院 2023 年度《仪器分析与实验》产教融合示范课程(30120300100-23-zd-sfk15); 常州工学院第四期校优秀青年教学能手培养对象(30420624027); 常州工学院 2023 年度“课程思政”教学改革专项研究课题项目(JGKT2023-37)

仪器分析与实验是一门3.5学分、56课时的专业基础课，面向本校化学工程与工艺专业约120名学生开放。本课程包括基础知识和课内实验两大部分，分别为24和32课时。本课程是依靠先进的大中型仪器对样品的结构、状态、组成等物理化学性质进行测试的一门学科，在化工、环境、医学等行业领域有着广泛的应用，是化学工程与工艺、环境科学与工程、食品科学与工程等专业的专业基础课程<sup>[1,2]</sup>。本课程分为理论和实验两部分。理论部分主要包括色谱法和质谱法的理论、原理、设备等，实验部分是对理论知识的实践。仪器分析与实验课程不仅要求学生掌握基本的仪器知识与操作方法，更重要的是培养创新意识、科研能力和实践能力，通过教学相长充分发挥课程在人才培养过程中的作用<sup>[3]</sup>。然而，随着应用型人才培养的需求和分析测试产业的迅速发展，仪器分析与实验的教学逐渐显现出一些问题，例如教学团队的产业背景薄弱、教学内容偏重理论、教学方法传统守旧、考核评价改革不足等<sup>[4]</sup>。因此，在产教融合背景下对本门课程进行改革，对于努力提升学生知识水平、培养学生实践能力、塑造正确的价值观，从而实现三全育人的总体目标具有重要的意义。从长远的角度来看，本课程的教学改革帮助学生尽快适应相关领域的工作，并为分析测试等相关行业的发展提供人才支撑。

## 1 仪器分析与实验课程传统教学的现状分析

首先，教学团队产业背景较为薄弱。仪器分析与实验课程的现有教学团队成员均为高校教师，虽然部分教师为“双师型”教师，具有一定产业背景，但是对于更好地培养能对接企业需求的应用技术性人才仍然具有一定的差距。

其次，内容偏重理论、方法传统守旧。仪器分析与实验课程的教学内容主要包括经典的色谱法和质谱法的理论、原理、设备等，实验内容多为传统的验证型项目。理论部分主要采用课堂讲授，实验部分在校内实验室进行。讲授理论知识时，采用满堂灌式教学模式为学生输送相关科学信息，对于理论的实践应用等方面并没有深入探讨，导致学生处于被动学习的状态，理解教学内容的难度较大，培养实践能力和解决复杂工程问题能力比较困难<sup>[5]</sup>。而分析测试行业的快速发展所带来的新技术和新仪器与课本知识的滞后性和校内仪器设备资源的单一性形成矛盾，导致学生不能立足分析测试行业发展前沿，教学无法支撑应用型人才培养目标，造成了“重理论，轻实践”的问题。

第三，考核评价维度单一。仪器分析与实验课程的现有考核评价由平时作业、课内实验报告和期末考核三部分组成，致使实验报告千篇一律，很难避免抄袭现象，对学生成绩档次区分不开。该评价方式主要侧重于考查学生的记忆能力和应试能力，忽视了对学生思维能力、创新能力和实践能力的评价，不能全面反映教学质量和学生学习效果，以能力和素质评价为导向的过程性评价尚未形成，造成了“重结果，轻过程”的问题。因此，急需通过“评价-反馈-改进”反复循环的机制对本课程考核方式进行持续改革，真正落实以产出为导向的教学理念。

## 2 仪器分析与实验产教融合式建设的措施

在深化产教融合的大背景下，剖析仪器分析与实验课程的教学过程中存在三个痛点问题。针对教学团队产业背景较为薄弱的痛点问题，我们采取融合校内师资和企业师资，加强教学团队建设的改革举措；针对内容偏重理论、方法传统守旧的痛点问题，我们采取重构教学内容，丰富学习维度和融合真实场景，构建沉浸式学习新方式的改革举措；针对考核评价维度单一的痛点问题，我们采取融合能力与素质评价，落实以产出为导向教学的改革举措。以上改革举措将产教融合贯穿课程始终，为培养应用型人才打牢知识基础，为相关行业的发展提供人才支撑，最终更好地促进产教深度融合(如图1所示)。

### 2.1 融合校内与企业师资，加强教学团队建设

行业背景全面覆盖：通过社会实践、产学研等方式提升教学团队校方教师“双师型”教师比例，所有教师均在课程共建单位实践六个月以上；邀请共建企业的负责人和研发主管担任兼职教师，真

正实现教学团队行业背景的全面覆盖。

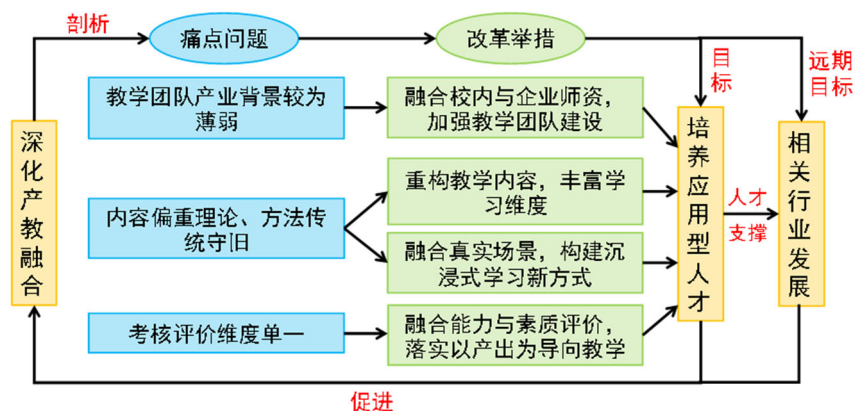


图1 教学创新设计

教研活动丰富有序：校企共建的教学团队通过虚拟教研室等形式共同开展本课程建设工作，根据行业企业岗位、人才画像，构建能力素养模型，共同完成课程目标、教学大纲、课程资源开发、课程教学及考核评价等一系列课程教学改革工作，及时将产业最新发展方向、科学技术和研究成果引入课程内容。

强化师资培训培养：对校内师资进行最新分析技术、标准、仪器以及环境、安全等知识的培训学习，对企业师资进行师德师风、教育心理学、教育教学方法等方面的培训，形成工程能力强、行业特色鲜明的结构化校企联合教学团队。

## 2.2 重构教学内容，丰富学习维度

(1) 以企业项目串联理论教学，以理论教学丰富企业项目：将课程项目化，以工程逻辑重新设计教学内容，将一种仪器分析方法的原理、设备和应用范围构建成一个完整的分析测试项目，打造相应的产业案例，通过项目化教学法，教师和学生配合实施一个实际企业的项目，以此来帮助学生更好地理解理论知识，夯实理论基础<sup>[6]</sup>；将项目课程化，将企业根据客户需求开发的分析测试项目，按照样品处理、分析方法、仪器操作三大元素进行拆解，凝练出相应的教学知识点，通过理论教学和实验教学相结合的方式，强化学生对理论知识的掌握，培养学生解决实际工程问题的能力(如图2所示)。



图2 教学内容的重构思路

(2) 利用校内与企业的实验资源，打破实验教学时空限制：本课程的课内实验部分主要在校内实验室和共建企业进行。通过校企现场实践，结合共建企业具体的实验项目，学生可以更好地理解样品处理、分析方法、仪器操作三大方面的理论知识，从企业人员那里获得宝贵的研发经验，了解仪器分析方法开放中的关键环节以及将其用于特定样品分析中容易出现的问题；通过虚拟仿真实践，

促进学生理解分析仪器的内部结构、工作原理等知识,熟悉复杂样品分析的整体流程和步骤,掌握高分辨气相色谱、高分辨质谱等大型昂贵仪器设备的操作方法及注意事项,为学生提供全时段全方位的理论与实践学习资源,不仅可以使学生很好地学习并掌握分析仪器知识,提高仪器分析方法开发的能力,而且大大降低了安全风险和实训操作成本,提高了实验教学效率。

**(3) 实验教学融合双创教育,培养学生创新能力:**一方面在课堂上通过校内外教学、分析方法开发等方式,另外一方面通过课外延伸指导学生参与企业研发、社会实践等方式,满足学生多样化实验实践需求,增强学生对理论指导实践的体验感受和认知理解,实现以实验基地为载体的实验教学;以真实项目为载体引导学生参与创新创业实践,充分调动学生积极性和创造性,培养学生创新创业意识、思维能力和项目管理能力,从而提升学生科研创新能力,实现以项目为载体的创新创业教育,充分体现本课程的高阶性、创新性、挑战度。

**(4) 融入产业相关的思政元素,突出立德树人首要地位:**在教学中融合思政教育,践行立德树人,以企业案例为引领,以产教融合为导向,通过案例教学法培养具备崇高的爱国主义情怀、高尚的职业道德、严谨的环境安全意识的应用型人才<sup>[6-9]</sup>。在课程教学中融入工程伦理和“工匠精神”教育,使学生明确工程师的社会角色,培养学生的**职业道德**;结合目前相关产业需求和前沿技术,讲授分析测试技术和仪器在突破发达国家技术性贸易壁垒中的重要作用等真实案例,促进学生树立为实现中华民族伟大复兴和奋斗的**远大志向**;将共建企业的发展理念作为产业案例集合至课程授课内容中,在情景式教学中培养学生**环境安全意识**(如图3所示)。



图3 思政元素的融入思路

### 2.3 融合真实场景,构建沉浸式学习新方式

线上与线下交替学习,课前课中课后全程覆盖:建设本课程网络在线教学平台资源,采用“线上+线下”混合式教学法,通过翻转式课堂设计将理论知识的教学由课上转化为课前,通过线上给学生提供资源,完成课前问题和/或目标导向的有的放矢的预习;线下教学则采用“多媒体教室+雨课堂或慕课堂辅助教学+课堂讲授”的思维启发式授课;最后,通过布置知识应用型课后练习题,完成课后复习,实现沉浸式学以致用教学目标。在线课程建设如图4所示。



#### 仪器分析与实验 (双语) SPOC

常州工学院 刘福燕、吴泽颖、丁琳琳

【参考资料】《仪器分析实验 (第二版)》,张剑荣、余晓冬、屠一锋、方惠群,科学出版社,2019.11《仪器分析》,方惠群、于俊生、史坚,科学出版社,2017.12《仪器分析 (第三版)》,陈...

120人参加 已结束

图4 小规模在线课程(SPOC)截图

校园与企业交替学习,理论实验案例深度融合:课程理论知识授课以学校教室为主,实践案例讲授以合作企业为主。实验教学依托学校实验室和企业实践基地共同进行,教学场地的交替有助于学生在理解理论知识的基础上,通过食品接触材料、纺织品和毛发等样品中化学物质仪器分析方法和国家标准的生动案例,加深对理论知识的掌握程度和实践能力,并能够通过不同的教学场所、不同的授课老师学习到理论知识的更新、分析测试行业的最新发展动态和成果。

#### 2.4 融合能力与素质评价,落实以产出为导向教学

强调课程过程性考核要求(即过程性评价30%),包含:课堂签到(5%)、课堂互动(雨课堂平台,5%)、平时线上预习测试(雨课堂平台,20%)、课后作业和期中测试(30%)、实验课的操作规范性和实验报告(以小组为单位完成综合性和设计性实验,40%)。校内教师和共建企业教师共同进行多维度综合评价,更好地巩固学生的知识结构、提升学生的能力水平和素质水平<sup>[10]</sup>。

强调工程实践能力考核要求(即终结性评价40%):终结性评价主要是以产教融合理念为指导,给学生一个具体的企业项目,让学生进行充分的调研,写一个详细的试验方案,并完成检测操作。在此过程中,以工程实践和应用能力考核为主,知识考核为辅,制定和完善针对知识、技能和素质三方面的课程考核评价体系,更好地培养对接企业需求的应用型人才。

强调实践性成果考核要求(即实践性评价30%):鼓励学生以团队的形式,将终结性评价中所得的试验方案和结果转化为专利、研究论文等,更好地培养学生的创新能力;鼓励学生参与企业岗位工作,培养独立思考和经验萃取软技能。

考核评价方案如图5所示。

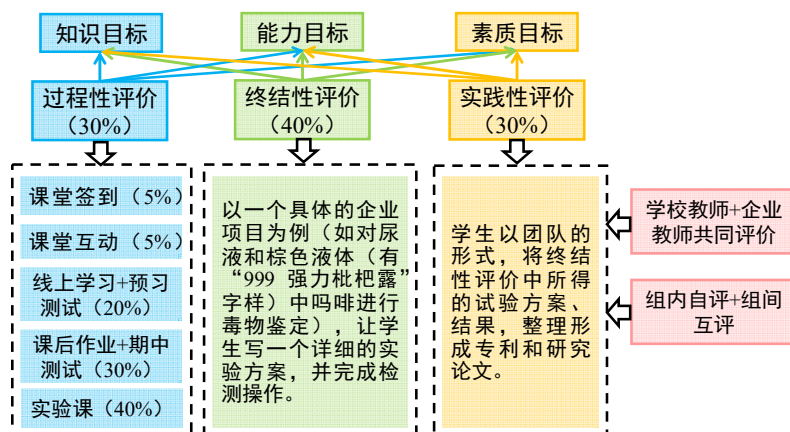


图5 仪器分析与实验评价方案

### 3 结语

在产教融合背景下,针对当前仪器分析与实验授课过程中教学团队产业背景薄弱、内容偏重理论、方法传统守旧、考核评价改革不足等问题,充分利用高校与企业合作,以社会需求为导向,适时融入企业案例,综合利用校内和企业的资源,开展线上线下与校内企业的混合教学,贯彻落实教育教学改革,彻底打破传统教学模式,更加注重对大学生创新能力、实践能力的培养,激发学生学习的积极性,塑造正确的价值观,实现综合育人的目的。

#### 参 考 文 献

- [1] 张军丽, 时文中, 徐启杰. 高教学刊, 2019, No. 7, 110.
- [2] 程金生, 万维宏. 科教导刊(上旬刊), 2020, No. 16, 113.
- [3] 李琰, 丁飞, 王京, 南晶, 李一峻, 邱晓航. 大学化学, 2024, 39 (2), 208.

- [4] 陈毅挺, 黄露, 邱桢丽, 李艳霞. 大学化学, **2022**, *37* (12), 2203006.
- [5] 卜春苗, 王固霞. 大学化学, **2024**, *39* (1), 29.
- [6] 张军丽, 马金金, 时文中. 高教学刊, **2021**, No. 6, 140.
- [7] 刘宝林, 宋丹萍, 李维杰, 袁敏, 宋晓燕, 姚秀雯. 大学化学, **2021**, *36* (3), 2005020.
- [8] 司晓晶, 冯华峰, 韩梅, 宫霞. 食品工业, **2023**, *44* (8), 219.
- [9] 徐强, 张蓉, 张丽艳, 刘进轩, 吴硕, 吕荣文. 大学化学, **2024**, *39* (6), 132.
- [10] 李振华, 苏琼, 孙初锋, 刘娟丽, 向晓明, 哈斯其美格, 于京, 庞少峰, 魏小红, 卢永娟. 大学化学, **2023**, *38* (9), 25.