

基于项目导向理念的《材料表征与分析》课程教学改革与实践

邱日盛*, 贾佳琦, 邓超, 张宇, 刘施峰

重庆大学材料科学与工程学院, 重庆

收稿日期: 2025年4月15日; 录用日期: 2025年5月19日; 发布日期: 2025年5月26日

摘要

针对材料表征与分析教学中大型仪器设备总体资源不够, 学生对设备基本构造及功能的理解不深入, 梳理理论和实验课程一体化设置效果不佳, 反思课程评价方式激发学生潜力不够, 课程思政难入脑入心等痛点问题。从课程特点、教学痛点、社会需求点角度出发, 创建切实可行的学习教学模式。采用线上线下混合教学的模式, 解决教学中学生与教师的实时沟通难题, 通过“项目自导”方式, 注重培养学生正确运用知识和分析的能力, 解决实际的科学和技术问题, 依托多元化混合考核模式, 建立学生“自编自导”的新工科理念, 使课程学习“有的放矢”。这种教学模式不但能切实解决教学中实际存在的痛点问题, 而且符合新工科背景下社会对新型材料科学与工程专业人才的培养需求, 同时兼具高校、科研院所及企业界普适性和推广性。

关键词

材料表征与分析, 项目导向理念, 新工科, 材料科学与工程专业

Teaching Reform and Practice of the Course “Material Characterization and Analysis” Based on the Project-Oriented Concept

Risheng Qiu*, Jiaqi Jia, Chao Deng, Yu Zhang, Shifeng Liu

College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing

Received: Apr. 15th, 2025; accepted: May 19th, 2025; published: May 26th, 2025

Abstract

In response to the pain points in the teaching of material characterization and analysis, such as

*通讯作者。

文章引用: 邱日盛, 贾佳琦, 邓超, 张宇, 刘施峰. 基于项目导向理念的《材料表征与分析》课程教学改革与实践[J]. 职业教育发展, 2025, 14(5): 285-290. DOI: 10.12677/ve.2025.145227

insufficient overall resources of large-scale instruments and equipment, students' limited understanding of the basic structure and functions of the equipment, ineffective integration of theoretical and experimental courses, inadequate stimulation of students' potential through course evaluation methods, and the difficulty of integrating ideological and political education into the curriculum, this study proposes a feasible teaching and learning model based on the characteristics of the course, teaching challenges, and societal needs. By adopting a blended online and offline teaching approach, the model addresses the real-time communication challenges between students and teachers. Through a "self-directed project" method, it emphasizes cultivating students' ability to correctly apply knowledge and analyze and solve practical scientific and technical problems. Relying on a diversified hybrid assessment model, it establishes a new engineering concept of "self-designed and self-directed" learning for students, making course learning "targeted". This teaching model not only effectively resolves the practical pain points in teaching but also aligns with the societal demand for the cultivation of new materials science and engineering professionals in the context of emerging engineering education. Additionally, it possesses universality and applicability for promotion in universities, research institutes, and industries.

Keywords

Material Characterization and Analysis, Project-Oriented Concept, Emerging Engineering Education, Materials Science and Engineering Major

Copyright © 2025 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

《材料表征与分析》课程的建设起源于上世纪八十年代初, 主要包括 X 射线衍射和电子显微分析两部分内容, 主要是针对本科生三、四年级材料科学与工程专业开设的专业课。材料科学与工程是研究有关材料组成、结构、制备工艺、材料性能及用途的关系的知识体系。材料成分与结构、合成与生产过程、性质及使用效能称之为材料科学与工程的四个基本要素。材料结构及微观组织从根本上决定了材料的性能, 对材料结构及微观组织进行精细表征是材料研究的基本要求, 也是实现材料性能控制的前提。因此, 对材料的材料结构及微观组织进行系统的表征分析在材料研究及开发中具有非常重要的地位[1]-[4]。

本文通过分析《材料表征与分析》课程存在的问题, 采用线上线下混合教学的模式, 解决教学中学生与教师的实时沟通难题, 通过“项目导向”方式, 从注重培养学生正确运用知识和分析的能力, 解决实际的科学和技术问题, 依托多元化混合考核模式, 建立学生“自编自导”的新工科理念, 使课程学习“有的放矢”。通过这些能力训练, 对于毕业后从事材料相关方向工作的学生, 可为其在材料结构及微观组织的表征及优化方面奠定良好的基础。对于进一步深造的学生, 可在一定程度上培养学生在科研工作方面分析问题和解决问题的能力。

2. 《材料表征与分析》存在问题

本课程的总体目标是让学生掌握先进的电子显微镜、X 射线衍射等分析方法的基本原理, 并培养利用这些分析技术去解决在材料、冶金等基础前沿问题和工程技术问题的能力。

本课程有三大特点, 一是技术及实践性强, 二是问题导向显著, 三是课程本身需要与其它专业课深度融合, 以上三个特点决定了对于建设一门高质量的材料表征与分析课程必须高度依赖三个方面的资源,

一是先进的大型分析设备等硬件条件，二是科研生产中实际问题的导入，三是必须有一大批从事前沿基础研究和高水平工程应用研究的科学家。

针对本课程的特点，项目导向教学模式的探索与实践很好的解决了下面三大痛点问题。

2.1. 软硬件资源有限，教学中存在学生与教师的实时沟通难题

本课程是一门实践性质非常强的课程，在讲述各种测试方法的理论基础的同时，必须结合大量实验，实验的学时占总学时的40%左右。然而，在硬件方面，电子显微镜、X射线衍射仪等大型设备，在高等院校中都是稀缺资源，本身承担了繁重的科研任务，能够分配给教学的机时资源非常有限。因此，现有的课程实验中，面临人员拥挤、学生无法亲手操作设备等问题，学生对于设备本身很难有较深入的理解，这一矛盾在目前有限的大型设备资源下很难解决。且本课程在实施过程中必须与金属、非金属、功能材料、冶金等各个专业方向深度融合，只有通过大量前沿基础研究和工程应用研究的实例，才能让学生开阔眼界，毕业后适应社会对材料专业学生这方面的要求。然而，在软件方面，任何一个教师或者教学团队，都不可能同时对于材料的所有研究方向都有深入的研究，不能让学生充分地开阔眼界，培养利用表征与分析技术解决材料基础研究和工程应用问题的能力。

2.2. 理论和实验课程一体化设置效果不佳，培养学生正确地运用材料表征与分析技术解决实际的科学和技术问题导向不显著

为了应对新一轮科技革命和产业变革所面临的新机遇、新挑战，需要为材料领域培养造就一大批引领未来技术与产业发展的卓越工程科技人才，为我国产业发展和国际竞争提供智力支持和人才保障的“新工科理念”。新工科建设六大理念中“问产业需求建专业”，很好的为课程建设指明了方向，材料表征与分析技术，被称为“科技中的科技”，是材料学科基础研究和工程应用所必需的基础。随着新材料的发展，需要结合最新的发展趋势和理念，把科研和产业中实际遇见的问题导入到理论和实验课程的一体化设置和学习中。

2.3. 课程评价方式激发学生潜力不够，形式上单一且目的性不强

通常课程的评价形式采用期末总成绩模式，其由期末理论考试卷面成绩、实验成绩和平时成绩构成，往往会引导学生只注重考前知识点的死记硬背，融会贯通效果不显著。而本课程是一门技术及实践性强、问题导向显著的课程，需要充分体现学生利用扎实的理论知识，熟练的实操能力，最终回归到学生建立自编自导的新工科理念，从科研和生产中寻找问题，运用知识和技术解决问题，使课程学习和考核“有的放矢”，树立正确的价值观。

3. 教学改革研究与实践

3.1. 教学理念和总体方案

本课程采用项目导向式教学理念，项目导向式教学是一种动态的学习方法，是一种以学生为中心的的教学方法，学生以小组为单位，利用教师提供的关键素材、软硬件资源，在教师建构的线上及线下的环境下通过解决科研及生产的问题获取知识和经验。学生在试图解决问题的过程中，通过理论知识学习及储备，熟练实操技术，规划方案，计划项目，如控制项目的实施等过程进行学习。由美国巴克教育研究所提出的项目式学习(PBL)黄金发展，提到了7个核心要素，包括挑战性的问题，持续性的探究，项目的真实性，学生的反馈和选择，过程的反思，结果的评价和修改，产品的公开[5]-[7]。

本课程将项目导向式教学界定为学生基于理论学习，扩展线上线下实操技术，实际问题导向展开的

探究性学习活动，包括小组的理论学习，合作分工，线上及线下的实操技术，科研及产业的问题导向，成果的汇报，以及多元化评价和修正等，如图 1 所示。



Figure 1. Teaching philosophy and overall framework
图 1. 教学理念和总体方案

3.2. 教学实施路径与方法

通过加强课堂设计，优化教学内容，采用项目驱动 + 微课混合式教学法，充分调动学生的学习积极性，激发学生的学习兴趣。

本课程采用项目导向式教学理念，着重解决了上述三个方面的痛点问题。从教学内容、方法、手段、管理、评价等方面，并结合基层组织和学习策略的部分创新。

针对课程问题一和二，从教学内容创新上，解决这两个问题的一个有效途径是充分利用日渐丰富的网上资源，采取线上线下混合教学的模式。拟采取的措施如下：

- 1) 建设了较为完备的演示性实验视频库；
- 2) 建立课程涉及大型仪器设备原理、操作模拟及仿真软件；
- 3) 建立大量的材料表征与分析、材料科学与工程专家讲座视频资源；
- 4) 建立前沿科研及产业问题数据库。

措施(1)和(2)主要解决了硬件资源有限等问题，电子显微镜、X 射线衍射仪等大型设备，在高等院校中都是稀缺资源，大部分为进口设备，鼓励并激发同学们将国家落后于人的地方转化为自己努力的方向动力。措施(3)主要解决软件资源有限等问题，让学生充分地开阔眼界，培养学生走向世界的国际视野。措施(4)利用来自科研和产业界凝练的项目专题库，学生在扎实理论知识和线上实操练习的储备下，解决实际的科学和技术问题。

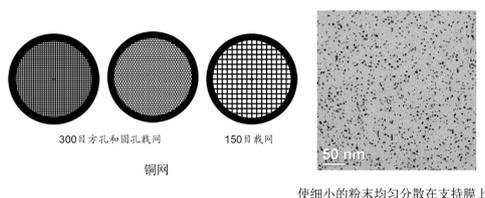
针对课程问题二，从教学方法和手段创新上，利用丰富的数据库等资源，采用项目专题式方法成为解决理论和实验课程一体化设置效果不佳等问题的有效途径。拟采取的措施如下：

- 1) 理论教学过程中，播放演示性实验视频，再结合设备原理、操作模拟及仿真软件，以最少的大型设备机时资源，取得最好的教学效果；
- 2) 结合课堂理论教学，采用“项目专题”方式(表 1、图 2)在实验教学中达到“有的放矢”的效果。

Table 1. Project topic list (Exemplary topics)**表 1.** 项目专题列表(以典型专题为例)

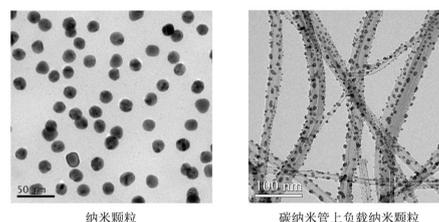
序号	项目名称	项目来源
1	透射电镜粉末样品制备	科研项目
2	钛合金相变组织分类及统计	科研项目
3	镁合金取向分析及微结构研究	科研项目
4	铝合金析出相鉴定及分布	科研项目
5	手机燃料电池 - 纳米粒子催化剂	产业项目
6	刀具耐磨涂层结构分析	产业项目
7	易拉罐体用铝合金组织结构研究	产业项目
8	核电用包壳材料腐蚀产物分析	产业项目

1.2.1 质厚衬度成像原理



例一：透射电镜粉末样品制备

1.2.1 质厚衬度成像原理



例二：手机燃料电池-纳米粒子催化剂

Figure 2. Pedagogical project examples (Type I & II)**图 2.** 项目专题示例一、二

针对课程问题三，从教学评价创新上，采用混合考核模式，过程性评价与终结性结合，以提高学生综合能力，并激发学生“自编自导”的潜力，树立正确的价值导向。拟采取的措施如下：

1) 终结性评价：闭卷考试 40%，考查课程知识掌握和应用能力；

2) 过程性评价：一是采用线上线下交流及仿真软件操作成绩 20%，目标是考查知识学习、讨论参与度、实际操作的能力；二是采用“项目制”实施过程及完成效果成绩 40%，考核在科研工作中分析问题和解决问题的能力。

4. 结语

采用线上线下混合教学的模式，解决教学中学生与教师的实时沟通难题，通过“项目导向”方式，注重培养学生正确运用知识和分析的能力，解决实际的科学和技术问题，依托多元化混合考核模式，建立学生“自编自导”的新工科理念，使课程学习“有的放矢”。使《材料表征与分析》课程教学质量得到提高，通过这些能力训练，对于毕业后从事材料相关方向工作的学生，可为其在材料结构及微观组织的表征及优化方面奠定良好的基础。对于进一步深造的学生，可在一定程度上培养他们在科研工作方面分析问题和解决问题的能力。

基金项目

重庆大学教学改革研究项目(2023Y14)和重庆市高等教育教学改革研究“本科教学成果培育揭榜挂帅”专项项目资助(PY202408)。

参考文献

- [1] 刘施峰, 袁晓丽, 邓超, 冉春华, 张志清, 张露. 基于 OBE 理念的《材料现代分析方法》课程教学改革研究与实践[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 2070-2075.
- [2] 赵剑豪, 容建华. 《材料分析与表征》的课程教学探讨[J]. 教育教学论坛, 2015(10): 160-161.
- [3] 林健. 材料表征分析类课程建设新思考[J]. 教育教学论坛, 2018(50): 216-217.
- [4] 齐义辉, 于景媛, 张越, 马胜男. 材料分析与表征课程教学模式的改革与实践[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2022, 24(4): 117-119.
- [5] 师雨. 巴克教育研究所项目式学习研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2023.
- [6] 郭晶晶. 项目式学习中的表现性评价设计案例研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2022.
- [7] 桑国元, 叶碧欣, 黄嘉莉, 罗颖. 构建指向中国学生发展核心素养的项目式学习标准模型[J]. 中国远程教育, 2023, 43(6): 49-55.