

工程教育专业认证背景下科研融入 《材料测试技术》课程改革探索

李璇, 艾合买提·艾力, 李静, 周肖, 马玉苗, 罗霄

新疆工程学院化学与环境工程学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年12月20日; 录用日期: 2024年1月17日; 发布日期: 2024年1月25日

摘要

《材料测试技术》课程具有理论性、实践性、综合性、发展性较强的特点, 及内容庞杂、知识面广、教学难度大等困难, 本文从学习目标设定、教学内容与方法改革、建立多层次考核方式等多方面入手进行探讨。以工程教育认证三大理念为核心, 对照我校人才培养方案毕业要求及指标点制定具体课程目标。将教师科研成果及科研项目与课程内容相结合, 激发学生对课程的兴趣, 加深对检测理论、方法的理解, 培养学生解决实际问题的能力。通过多角度考核方式, 全面考查学生的综合能力, 评测学生在知识、技能和能力上能否达到预期目标。

关键词

工程教育认证, 材料测试技术, 课程改革, 课程教学目标, 考核评价

Exploration of Integrating Scientific Research into the Curriculum Reform of Material Testing Technology under the Background of Engineering Education Professional Certification

Xuan Li, Ahmat Ali, Jing Li, Xiao Zhou, Yumiao Ma, Xiao Luo

College of Chemistry and Environmental Engineering, Xinjiang Institute of Engineering,
Urumqi Xinjiang

文章引用: 李璇, 艾合买提·艾力, 李静, 周肖, 马玉苗, 罗霄. 工程教育专业认证背景下科研融入《材料测试技术》课程改革探索[J]. 教育进展, 2024, 14(1): 763-769. DOI: 10.12677/ae.2024.141119

Abstract

The course Material Testing Technology has the characteristics of theoretical, practical, comprehensive, and strong development, as well as the difficulties of complex content, wide knowledge range, and high teaching difficulty. This article explores from multiple aspects such as setting learning objectives, reforming teaching content and methods, and establishing multi-level assessment methods. Based on the three major concepts of engineering education certification, specific course objectives are formulated in accordance with the graduation requirements and indicator points of our school's talent training program. Integrating teacher research achievements and projects with course content to stimulate students' interest in the course, deepen their understanding of testing theories and methods, and cultivate students' ability to solve practical problems. By conducting a comprehensive assessment from multiple perspectives, students' comprehensive abilities are comprehensively assessed to assess whether they can achieve the expected goals in terms of knowledge, skills, and abilities.

Keywords

Engineering Education Certification, Material Testing Technology, Curriculum Reform, Curriculum Teaching Objectives, Assessment and Evaluation

Copyright © 2024 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

当前,世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行,迫切需要培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才。工程教育认证是国际通行的工程教育质量保证制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础[1] [2]。《华盛顿协议》注重的“学生中心”“成果导向”“持续改进”核心理念,强调围绕学生能力达成开展教学活动并建立质量监控体系,实现对教学活动的全周期、全角度评价,并将评价结果应用于持续改进,是提升我国工程人才培养质量的重要保障[3]。

2017年复旦共识提出,地方高校要主动对接地方经济社会发展需要和企业技术创新要求,把握行业人才需求方向,培养大批具有较强行业背景知识、工程实践能力、胜任行业发展需求的应用型和技术技能型人才[4]。立足于新疆地区经济社会发展需要,新疆工程学院材料科学与工程专业力求面向沿天山北坡经济带形成的以石油、煤炭、天然气、生物质等为原料的高分子材料合成、改性、成型加工行业,以硅基材料为代表的新能源产业相关领域,为企业生产一线输送具有与该方向技术岗位群相适应的文化知识和良好的职业素养、掌握专业知识和技能、具有较强专业岗位操作能力的应用型技术人才。为实现这一目标,专业基础课程的改革至关重要。

2. 课程学习目标设定

本课程是材料科学与工程专业的必修基础课,学生需要了解当前主要的高分子材料及硅基材料分析检测技术,理解和掌握各种现代分析测试仪器的结构、工作原理、样品制备和图谱分析方法,并学会各

种常用分析测试方法在材料研究中的应用[5]。以工程教育认证三大理念为核心,对照我校人才培养方案毕业要求及指标点,课程具体学习目标设计如下:

1) 课程学习目标 1: 学生能够系统地掌握高分子材料和硅基材料测试方法的基本概念与基本理论,学会高分子材料和硅基材料结构鉴定、形态与形貌表征、性能测定等相关仪器的使用,运用专业知识对高分子材料和硅基材料的结构、形态与形貌、性能进行评价;

2) 课程学习目标 2: 学生能够根据具体的实验研究和工程实践问题,正确选用高分子材料和硅基材料的分析测试手段,获取测试数据,通过文献分析,找到多种解决方案,并能正确描述所用的解决方案;

3) 课程学习目标 3: 学生能够针对实际的高分子材料和硅基材料研究、开发的需求,借助先进的测试技术、恰当的分析工具,对检测数据进行处理、分析和评价;

4) 课程学习目标 4: 学生能够理解环境保护和社会可持续发展的内涵和意义,能够针对实际高分子材料与工程领域、以硅基材料为代表的新能源产业相关领域工程项目,结合材料测试相关技术、方法,评价具体项目及其成果对人和环境所造成损害的隐患[6]。

5) 课程学习目标 5: 学生能够在具体高分子材料和硅基材料测试操作、数据处理、结果分析过程中,如实反馈测试数据,不隐瞒问题,不夸大或虚构成果。

3. 教学内容、方法改革思路

3.1. 优化教学内容

本课程具有理论性、实践性、综合性、发展性均较强的特点,内容庞杂、知识面广,在众多专业基础课中难度较大。按照材料科学与工程专业人才的需求,遵循以学生为中心、以能力培养为导向,在本科三年级开设,共 48 学时,其中理论教学 32 学时,实验教学 16 学时。

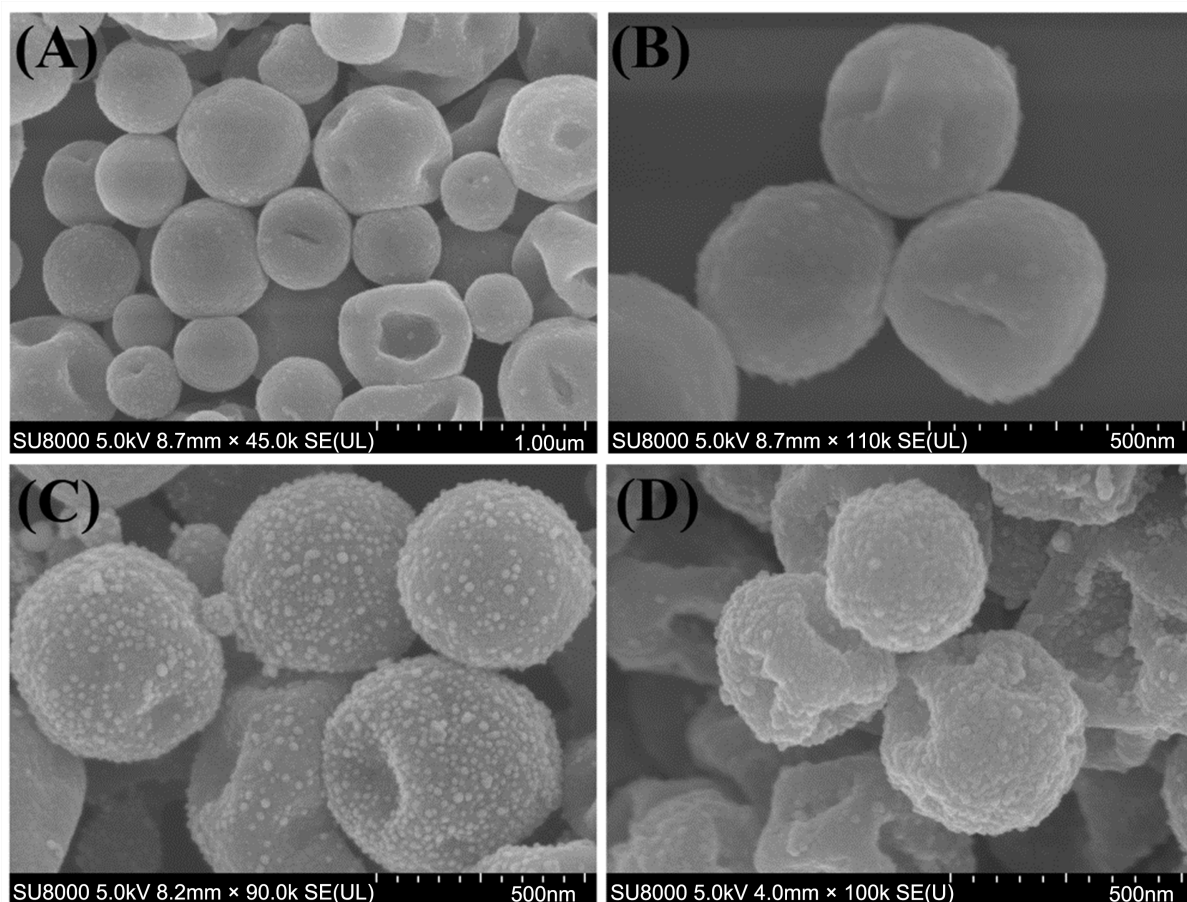
1) 理论教学内容

理论教学部分包括结构鉴定、形态与形貌表征、性能测定三大模块,每部分的教学安排如表 1 所示,涉及到的仪器种类较多,能满足本专业学生开展基本科学研究的需求。为有效达成课程目标,授课时引入本教研室教师科研中测试数据或企业实际测试分析应用案例,进行详细的原理、操作、制样方法等介绍,并着重使学生学会如何对测试结果分析,让学生建立起每种测试所用的仪器“能做什么、怎么做、为什么可以做”的完整思维闭环[7]。例如在聚合物形态与形貌表征章节中,可引入图 1 教师科研论文中不同比例聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)纳米空心球/Au 复合材料 SEM 图并提出问题:高分子材料 SEM 样品制作有哪些要求? SEM 图中放大倍数分别是多少?通过对比分析可得出哪些信息?这样以授课教师的科研成果为案例指导学生观察分析,可以将枯燥的理论知识应用于解决实际问题并激发学生的科研兴趣。

Table 1. Theoretical teaching content and class hour allocation of Material Testing Technology

表 1. 《材料测试技术》理论教学内容及课时分配

课程模块	教学内容	课时安排
第一部分结构鉴定	傅里叶红外光谱、激光拉曼光谱、紫外光谱、质谱、气相色谱法、X 射线分析	16 课时
第二部分形态与形貌表征	扫描电子显微镜、透射电子显微镜	4 课时
第三部分性能测定	热重分析法、差热分析法、差示扫描量热法、流变性测定、力学性能测定	12 课时



(A) poly(EDOT-MeSH), (B) poly(EDOT-MeSH)/Au (20 wt%), (C) poly(EDOT-MeSH)/Au (30 wt%), (D) poly(EDOT-MeSH)/Au (40 wt%)

Figure 1. SEM image of poly(EDOT-MeSH) nano hollow sphere/Au composite material [8]

图 1. 聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)纳米空心球/Au 复合材料 SEM 图[8]

2) 实验教学内容

实验教学部分是对理论教学的进一步巩固和反馈，共包括 4 个实验项目，分别是红外光谱法鉴定材料的结构(4 学时)、扫描电子显微镜表征(4 学时)、流变性能测定(4 学时)、力学性能测定(4 学时)。

为了丰富实验教学内容的趣味性，提高学生综合应用的能力，在开展实验过程中，一方面与其他合成类、材料制备类实验联动，例如让学生保留好《高分子化学》实验课、《聚合物改性及配方设计》实验课中制备出的样品用于本课程，用傅里叶红外光谱仪对制备出来的聚苯乙烯微球进行化学结构测试，扫描电子显微镜表征纤维增强聚乙烯材料断面形貌等。在这一过程中，引导学生独立思考，红外样品粒径大小对制样及测试结果有无影响？扫描电子显微镜样品制作方法对观察是否有影响？从教学内容上完成以教师讲解演示为主过渡到以学生对问题探索为主，实现“以学生为中心”的工程教育理念[9]。

另一方面，结合教师科研项目或学生大学生创新项目创新实验形式。例如在开展材料力学性能测试时，引入教师指导的大学生创新项目“环保型阻燃耐火陶瓷化聚烯烃复合材料的制备”，通过学生分组完成表 2 中不同配方样品的制备并进行拉伸强度、断裂伸长率、冲击强度、球压痕硬度的力学性能测试，各组实验数据共享并汇总如表 3。指导学生对比分析不同配方下材料力学性能发生的变化以及原因。不仅让学生掌握力学性能测试方法，更能帮助学生理解如何在研究应用中灵活运用好性能测试的方法手段。

Table 2. Formula table of ceramicable EVA/LLDPE composite materials**表 2.** 可陶瓷化 EVA/LLDPE 复合材料配方表

样品编号	各组分添加量/份			
	EVA:LLDPE = 1:1	硅微粉	滑石粉	其他助剂
1	100	30	0	6
2	100	25	5	6
3	100	20	10	6
4	100	15	15	6
5	100	10	20	6
6	100	5	25	6
7	100	0	30	6

Table 3. Mechanical properties of ceramicable EVA/LLDPE composite materials**表 3.** 可陶瓷化 EVA/LLDPE 复合材料力学性能

样品编号	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	冲击强度/kJ/m ²	球压痕硬度/N/mm ²
1	8.96	301.2	39.96	15.22
2	9.31	303.5	41.27	16.50
3	11.08	304.4	43.5	17.33
4	12.73	315.6	50.83	17.68
5	12.12	309.8	49.08	16.45
6	11.86	306.6	50.01	16.37
7	11.55	304.8	48.48	16.01

3.2. 改进教学模式

1) 理论教学方法

信息化时代对多媒体教学的方式和手段提出了更高的要求，本课程涉及的内容多、理论性强，传统的板书或简单的以 PPT 为辅进行口头讲授已远远不能适应新形势下的教学[10]。因此，本课程在理论教学中不断创新授课方式，建立以短视频、仿真操作动画、图片等为主要内容的多媒体教学资源库，课前在雨课堂、智课堂等平台发布线上预习任务，课堂采用启发式、案例式、问题式、互动式教学以解决学生在预习中难以理解的知识点，课后布置线上测试、小论文、实际检测数据分析等多种形式的作业，通过全方位监测及时发现学生学习过程中存在的问题并予以解决，促进学生课程目标的达成。

2) 实验教学模式

由实验教学教师进行实际操作，拍摄并制作实验操作过程视频，并将视频与实验教学相关的内容、要求等资料上传至雨课堂、智课堂等平台，学生在开始做实验之前能够便捷地完成预习。因本课程实验所采用的大型仪器设备台套数较少，在实验过程中采用分小组、多方案方式、数据共享方式教学，如在“红外光谱法鉴定材料的结构”实验中，部分小组学生采用 KBr 压片的方式制备样品并测试，另一部分小组学生则制作薄膜样品并测试，两部分学生得出的测试数据进行共享，对比两种不同制样方式测试数据的差异，使学生对加深对测试方法的理解，同时也能在实际操作中掌握不同的方式。

4. 建立多层次考核方式

在工程教育专业认证视域下，课程评价应进一步关注学生的综合素养，以全方位体现课程教学在人才培养中的作用[11]。考核体系应包含课程的所有学习成果，全面考查学生的综合能力，评测学生在知识、技能和能力上能否达到预期目标。本课程将考核划分为固定模式和开放式实验两部分。固定模式成绩包括平时表现成绩和期末试卷成绩，日常教学中将学生的课堂表现纳入评分标准，采取不同模块对学生平时成绩进行评判，检验学生理论知识掌握水平。开放式实验考核部分，加强对学生实验操作、实验现象观察及分析的评价，促进学生在理论授课获得的专业知识与实验课观察到的实验现象融会贯通、深刻理解。

根据评价各项课程目标实验的需求，确定不同的考核方式及占比，本课程的学生成绩构成参考比例：平时成绩 40%，期末试卷 20%，实验 40%；具体设置的考核参考比例如表 4 所示。

Table 4. Assessment content and proportion of materials testing technology course

表 4. 《材料测试技术》课程考核内容及占比

课程学习目标	考核内容	考核方式及占比
课程学习目标 1	能够运用专业知识对高分子材料和硅基材料的结构、形态与形貌、性能进行评价。	平时成绩(作业 10%、课堂互动讨论 10%)
	能够掌握高分子材料和硅基材料测试方法的基本概念与基本理论。	期末试卷成绩(50%)
	能够使用高分子材料和硅基材料结构鉴定、形态与形貌表征、性能测定等相关仪器进行实验，并分析实验结果。	实验(30%)
课程学习目标 2	能够根据具体的实验研究和工程实践问题，正确选用高分子材料和硅基材料的分析测试手段，并通过文献分析，阐述各分析测试手段的优缺点。	平时成绩(作业 20%、课堂互动讨论 10%)
	能够区别高分子材料和硅基材料的分析测试手段的应用范围。	期末试卷成绩(30%)
	能够根据实验数据，通过文献分析，找到多种解决研究和工程实践问题的方案，并能正确描述。	实验(40%)
课程学习目标 3	能够针对实际的高分子材料和硅基材料研究、开发的需求，选择先进的测试技术、恰当的分析工具。	平时成绩(作业 30%、课堂互动讨论 20%)
	能够对检测数据进行处理、分析和评价。	实验(50%)
课程学习目标 4	能够结合材料测试相关技术，举例说明高分子材料与工程领域、以硅基材料为代表的新能源产业相关领域与社会可持续发展间的关系。	平时成绩(作业 30%、课堂互动讨论 40%)
	通过实验案例评价高分子材料与工程领域、以硅基材料为代表的新能源产业相关领域与社会可持续发展间的关系。	实验(30%)
课程学习目标 5	能否举例说出分析测试过程中如有隐瞒问题或虚假夸大将造成的后果。	平时成绩(作业 10%、课堂互动讨论 40%)
	能够在具体高分子材料和硅基材料测试操作、数据处理、结果分析过程中，如实反馈测试数据，不隐瞒问题，不夸大或虚构成果。	实验(50%)

5. 持续改进

本次课程改革实施后，通过学生课程目标达成情况分析与评价反馈发现仍存在需要持续改进的方面。

第一,持续更新课程教学内容,本门课程应根据企业实际需求与材料检测案例,增加探讨型、拓展性课程内容的比例,需要进一步加强与材料相关企业研发及检测工程师的沟通,建立长期联动机制。第二,加强过程管理,注重对学生课堂表现的跟踪,对课堂互动参与度低、自主学习自觉性较差的同学,及时进行预警,促进其目标达成。第三,完善考核机制,目前过程性评价占比虽然设置较高,但在评价过程中操作规范性和公平性有待完善,针对评价内容应细化考核要求和量化标准,加强过程性评价的可操作性。第三,深化改革实验项目,引入贴近企业需求的创新性、开放性实验内容,激发学生的探索精神,引导学生提升学习自驱力,提高学生的实践能力。

6. 结语

工程教育专业认证是提升工程技术人才培养质量的重要途径和保障,课程目标的达成是人才培养目标的重要支撑。本次《材料测试技术》课程改革过程中,通过认真分析工程教育认证的特点,深入贯彻落实工程教育专业认证的三大理念,从课程目标设计、教学内容与方法、教学评价、持续改进等环节进行设计并实施,目标在于提高材料科学与工程专业学生的材料质量的意识、实事求是的实验精神。通过课程学习学生能够掌握材料测试的基本理论、相关测试方法的操作和分析,培养学生解决高分子材料与工程领域、以硅基材料为代表的新能源产业相关领域复杂工程问题的分析和评价能力。

基金项目

新疆工程学院 2023 年度教改项目(XJGCJGB202313)。

参考文献

- [1] 丛园,王家慧. 工程教育专业认证背景下实验教学改革探索——以材料科学与工程专业为例[J]. 大学教育, 2022(5): 102-104.
- [2] 贾延琳,崔素萍,席晓丽,等. 工程教育认证背景下材料科学与工程专业教学改革与实践[J]. 高教学刊, 2023, 9(21): 128-131.
- [3] 牛余忠,孙昌梅,马松梅,等. 工程教育专业认证背景下毕业要求达成情况评价机制的建立与实施[J]. 高分子通报, 2022(7): 89-96.
- [4] “新工科”建设复旦共识[J]. 复旦教育论坛, 2017, 15(2): 27-28.
- [5] 朱丽丽,董君. 应用型本科《材料现代测试方法》课程理论与实践教学探讨[J]. 广东化工, 2021, 48(6): 190+193.
- [6] 郑浩,李真,刘建芳. 工程教育专业认证背景下《软件测试技术》课程改革与实践[J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(22): 174-177.
- [7] 段芳,陈明清,罗静. 工程教育专业认证视角下“高分子材料研究方法”课程教学改革与探索[J]. 高分子通报, 2021(7): 85-89.
- [8] Ali, A., Jamal, R. and Abdiryim, T. (2021) One-Pot Self-Assembly Preparation of Thiol-Functionalized Poly(3,4-Ethylenedioxythiophene) Hollow Nanosphere/Au Composites, and Their Electrocatalytic Properties. *RSC Advances*, **11**, 33425-33430. <https://doi.org/10.1039/D1RA06732J>
- [9] 范萍,费正东,钟明强,等. 工程教育专业认证背景下《高分子科学实验》课程改革的探索[J]. 高分子通报, 2022(9): 113-118.
- [10] 党海峰,许伟娜. 新能源材料系《材料研究与测试方法》教学改革与探索[J]. 广东化工, 2022, 49(3): 189-190.
- [11] 郭锦鹏,余立. 面向工程教育专业认证的高校课程评价方法改革与实践[J]. 数字印刷, 2022(4): 117-123.