

Teaching Reform and Talent Training Exploration of *Material Analysis and Testing Technology* under the Background of New Engineering

Fenglin Zhao Yingge Zhang Chunlin Liu Qin Hu

School of Mechanical Engineering, Chengdu University, Chengdu, Sichuan, 610106, China

Abstract

Material Analysis and Testing Technology is an important course in the curriculum system of many engineering majors, which plays an important role in students' scientific research and engineering application in the future. However, because the course involves a wide range of subjects, complex course content, outdated teaching methods, and high practical operation requirements, it is still difficult for students to better master the relevant material analysis and testing skills after completing the course learning. Therefore, this paper aims to according to the teaching object, optimize the course content, improve the courseware technology and education content, strengthen situational teaching and increase diversification of new teaching methods, improve students' interest in learning and efficiency, to cultivate students master material analysis and test practice skills, for the future to solve the problem of industry "neck" lay the solid foundation.

Keywords

material analysis and testing technology; new engineering background; teaching reform; talent training

新工科背景下《材料分析测试技术》教学改革及人才培养探索

赵封林 张英歌 刘春林 胡琴

成都大学机械工程学院, 中国·四川成都 610106

摘要

《材料分析测试技术》是诸多工科专业课程体系中的一项重要课程, 对学生未来从事科学研究和工程应用具有重要作用。但因该课程涉及学科领域广泛、课程内容繁杂、授课方式陈旧、实践操作要求高等, 导致学生完成课程学习后仍难以较好地掌握相关材料分析测试技能。因此, 论文旨在根据授课对象, 优化课程内容、提高课件科技及思政含量、加强情景化教学以及增加多样化考核方式等新型教学方法入手, 提升学生学习兴趣及效率, 切实培养学生掌握材料分析与测试实践技能, 为未来解决各行业“卡脖子”问题奠定坚实的基础。

关键词

材料分析测试技术; 新工科背景; 教学改革; 人才培养

1 引言

随着中国“碳达峰、碳中和”远大目标的提出, 经济社会对制造、能源、石化、交通等诸多行业提出了更高需求, 亟需实现创新驱动下的产业要素升级, 这同时也向上传导到提升高等教育中工科学生的专业素质; 借助新工科建设和课堂教学改革的探索, 培养创新意识高、动手能力强的学生。材料学科是研究材料组成、结构、性能和制备工艺的一门交叉学科, 也是实现“双碳”目标的基石型学科。现代材料发展日新月异, 复合化、功能化及精细化趋势日渐明显,

已逐步发展为一门综合性的应用科学, 对信息、环境、能源及交通等诸多领域均有重要影响。随着材料科学技术的快速发展, 各类先进表征仪器也层出不穷, 故而对材料分析测试技术水平要求也越来越高^[1-2]。此外, 随着“中国制造2025”等战略规划的实施, 诸如工业芯片、航空飞机发动机、透射电镜等“卡脖子”技术均需要专业材料分析测试人员, 协助找到各类问题症结所在。《材料分析测试技术》课程主要讲授基于先进的表征技术获取材料的物理化学组成、形貌结构等信息, 用于进一步分析材料的结构与性能, 因此, 《材料分析测试技术》课程教学改革对于提高工科学生的专业素养极其重要^[3]。

《材料分析测试技术》是材料、冶金等专业的本科以

【作者简介】赵封林(1990-), 男, 中国四川自贡人, 博士, 助理研究员, 从事电化学储能材料研究。

及研究生的核心课程,同时也是机械、物理、化学、化工、制药等专业的学生选修课程。《材料分析测试技术》课程主要讲授X射线衍射及光电子能谱、热分析、电子显微镜、各类光谱学分析等内容。该课程能够教会学生合理运用各种材料分析技术及方法,掌握材料的特性与性能,提升学生分析与解决具体问题的能力,为制造业迭代升级培养优秀人才^[4]。

2 《材料分析测试技术》课程面临的挑战

2.1 授课内容的取舍

依据诸多高校的材料科学与工程等专业培养方案,授课学生需提前掌握材料科学基础、物理化学、大学物理、大学化学等大量前置课程基础知识;而《材料分析测试技术》课程通常仅设置32学时,但该课程涉及的测试方法种类繁多,且各种新颖测试技术不断涌现,因此教师对授课内容的取舍及与时俱进就尤为关键^[5]。《材料分析测试技术》课程有较多经典教材,但这些传统教材知识体系却颇为陈旧,特别是对近年来走向市场的测试技术涉猎较少,比如用于生物材料检测方向的冷冻电镜、用于单原子检测的球差校正透射电镜、用于电催化二氧化碳还原的原位红外耦合电化学检测等等;该课程的教学内容较为落后,无法满足时下对创新性高、综合素质强的新工科人才的培养模式需求;此类教材又过于重视理论分析,教材难度较大,且X射线及显微镜表征部分内容所占篇幅过大,尤其是X射线分析部分的公式推导和仪器原理等方面知识,这将不利于新工科学生在自我探索学习模式的培养。综上,应根据专业培养方案、学生的质量以及新工科建设的实际需求,有选择性地开展课堂与现场教学,逐步培养学生对该课程的兴趣。

2.2 授课方式陈旧

由于《材料分析测试技术》课程内容体系较为分散,涉及物理化学、电学、光学及磁学等诸多前置学科知识,导致授课知识量多,学生学习兴趣降低,存在一定程度的厌学现象。受课时限制,教师一般仅以课堂授课方式进行,缺少在实验仪器现场的情景教学;教学媒介单一化使得学生对概念的理解较弱,造成学生逐渐从听不懂过渡到丧失听课兴趣,形成较差的教学效果。此外,由于材料分析检测仪器一般较为精密且价格昂贵,难以满足学生进行实际操作上手的需求,使得学生的知识大多停留在书本上,难以提升学生学习主观能动性,不能在实际使用时活学活用。

2.3 对材料分析方法讲授较少

现如今,《材料分析测试技术》授课内容通常偏向于测试原理和测试方法讲解,但对数据分析部分涉猎较少,造成学生难以学以致用。此外,目前材料的分析测试种类日益增多,受经费限制,大多数课题组无法购买大型测试仪器,故学生的大部分测试均交予专业技术人员测试;目前学生听课,可能对测试原理、测试装置等了解较多,但对数据分析

显得知之甚少,比如,学生可能对透射电镜的工作原理和机器构造有较为熟悉,但却不会分析选区电子衍射条纹等数据,逐渐造成理论扎实而实践薄弱的弊端。最终,学生仅能对所获得的数据进行简单分析,而发表高质量的学术论文或工程应用现场却要求对数据进行高效且准确的分析。

3 教学改革措施

3.1 依据学生专业、年级等背景优选授课内容

由于《材料分析测试技术》课程同时向本科生和研究生的讲授,针对不同学科年级特点,应各有侧重。对于本科阶段学生,应减少晶体学公式推导、电子显微镜成像原理等机理分析部分知识讲授,增加一些最新测试技术,诸如同步辐射、冷冻电镜等,提升学生学习兴趣和认知广度。对于研究生,适当提升球差电镜、同步辐射、扫描隧道显微镜等内容占比。此外,应大幅增加数据分析方法教学量,加快学生对后续实验数据处理的上手速度。

由于《材料分析测试技术》课程面向诸多工科学院开设,因此针对不同学科特点,应各有侧重。面对冶金、机械、建筑学院学生,应侧重于光学电镜、力学性能分析等内容的讲授;针对生物、制药工程方向学生,应提升核磁共振、光谱学部分内容占比;对于化学、化工学科,应适当提升学生在色谱、原位检测等知识的学习占比;对于材料、纳米科学专业学生,提高热分析、振动光谱、透射电镜等内容的授课占比。此外,由于授课内容过多且各有侧重,难免会有遗漏;应在课堂上合理引导学生学习,待该课程结束后,去慕课等在线平台自主学习相关内容。综上,基于学生背景对授课内容侧重于优化,将激发学生学习兴趣并提升学习效率。

3.2 提高课件科技与思政含量

传统课件内容主要体现于文字性的概念总结、理论推导,使得学生理解程度较低。因此,可在《材料分析测试技术》教学中,提升高质量视频讲座内容占比、引入虚拟现实技术等促进学生对抽象内容的理解,比如:原子力显微镜工作模式、气相色谱测试模式;通过课堂问答等方式活跃课堂气氛,提升学生参与度与理解深度。此外,还可根据Nature或Science等期刊每年发布的十大科技进展或中国相关机构发布的十大前沿科技趋势等最新前沿,优选与《材料分析测试技术》课程相关的知识展开教学,提升学生课堂兴趣,以点带面地提升学生知识素养。

现代学生的培养,思政教育必不可少。在《材料分析测试技术》教学内容中增加思政元素含量,有助于培养学生科研伦理诚信与爱国情怀、提高学生专业荣誉感与责任心。比如,教案可从北京大学与某品牌有关核磁共振仪器高额维修费的争端讲起,讲授中国在部分领域的尖端检测仪器落后局面,鼓励同学们在未来工作中大力践行工匠精神并融入创新思维,打破外国垄断,开发高端国产检测仪器。与此同时,通过介绍锦屏地下实验室对中微子及暗物质的观测研究,凸

显中国在部分特色领域的大科学检测装置的先进性;表明通过艰苦卓绝的努力,中国依然可以走在分析检测领域前沿。通过上述思政教育,既能活跃课堂气氛,又能对学生进行德育教育,全面提升学生综合素养。

3.3 加强现场教学与实操

尽管《材料分析测试技术》仅是一门理论性课程,但教师也可将讲堂置于实验仪器现场,将理论讲解与实验操作相结合,提升学生动手能力与领悟能力。如对于材料表征最常见的X射线衍射仪和扫描电镜,在讲授过程中适当加入测试演示环节,加深学生对机理的理解。对于研究生,可让其组队完成特定科目学习,如完成扫描电镜制样、喷金、进样、拍摄等内容的实操,提升学生对专业知识理解能力;现场讲授二氧化钛样品的X射线衍射制样、测试和数据标定与分析等内容,让学生理解结晶度、定量分析物相及晶体粒度等知识。通过利用电化学原位红外光谱检测电催化二氧化碳还原中电极表面吸附态物等信息,既向学生展示当今学术前沿检测技术,又向学生普及如何利用红外光谱实时监测二氧化碳还原中间体产物等相关知识,提升学生好奇心,促进学生课后自主探索学习材料分析测试知识。

传统《材料分析测试技术》课程教学内容中过于偏重机理及测试方法的讲解,而实用性的分析方法内容占比较少,造成部分研究生拿到测试结果却不会分析。因此,在课堂上可以讲授一些通用性测试仪器的分析方法,诸如X射线光电子能谱分析元素价态、原子力显微镜研究纳米片轮廓信息、高分辨透射电镜分析晶面间距、气相色谱鉴别小分子化合物等通用型分析方法。此外,还可在课堂上向学生演示如何使用先进画图软件(如Origin和Matlab)作图,使数据更有效地展现于读者面前。还可鼓励学生积极参与大学生创新训练计划等各类“双创”计划,在具体课题指引和经费的资助下,引导学生亲自上手操作实验仪器、学习数据分析方法、撰写实验总结报告,提升学生的知识转化能力。

3.4 考核方式多样化

传统考核方式中,期末考试成绩占比达七成或八成,使得学生平常学习压力较小,期末期间却需突击复习,对于知识的掌握和理解程度较弱。故笔者认为对学生进行多级、

合理的考核以适当减轻学生负担,并提升学生获取知识的能力。比如提高平常教学中课间互动、随堂测试、课后作业等成绩权重,以及强化过程管理。具体来讲,将期末考核成绩权重降低至五成,相应地将随堂成绩等权重升至五成,这将有效提升学生课堂参与热情。当课程对象为研究生时,个性化地布置与其专业有关的最新测试数据作为课后作业,如红外光谱、拉曼光谱、X射线光电子能谱等,让学生学会软件使用、查阅数据库、科研绘图等相关信息。此外,给学生布置不同的课后作业将有利于加强对学生的考核,对于期末考试内容,针对不同专业的学科特点,应设置一定偏向型的试卷考题,加强学生对相关专业知识点的掌握;应加大开放性主观题内容权重,避免学生死记硬背知识点,着重考查学生的领悟能力,促使学生切实扎实掌握本课程内容。

4 结语

在新工科培养模式下,针对《材料分析测试技术》教学中存在的授课方式老旧、授课内容繁杂、重理论轻应用等不足之处。笔者认为通过优化授课内容、增加课件中科技与思政含量、加强现场教学与实际操作,以及考核方式多样化等方式对该课程进行改革,以激发学生学习兴趣、提升学生学习效率,促进学生掌握扎实的相关理论知识和实践分析技能。通过对《材料分析测试技术》教学方式的改革,实现教学方式的现代化,促进工科学生熟练地掌握材料分析测试方法,提高学生综合素养和创新思维,力争培养更多高水平的工程技术人才,为未来解决各类“卡脖子”问题打下基础。

参考文献

- [1] 冯文彬,张敦谱,张辉.材料分析测试方法课程模块化教学改革探索[J].广东化工,2022(49):217-218.
- [2] 田娜,游才印,汤玉斐,等.“3422”模式统筹构建材料类课程育人大格局[J].高教学刊,2022(3):6-9.
- [3] 余金山,刘东青,斯永敏.《材料分析测试原理与技术》本科课程教学探讨[J].教育教学论坛,2018(6):94-95.
- [4] 郭雷,张恒,范兴星,等.《现代材料分析测试技术》教学改革探索[J].山东化工,2016(45):162-163.
- [5] 宋飞,成娟娟,彭美勋,等.《材料分析与测试技术》课程立体化教学改革与实践[J].广州化工,2022(50):207-208.