

# 科教融合视角下“材料测试技术”课程教学探索

## ——以扫描电子显微镜为例

王泰林 张加艳 沈建兴

齐鲁工业大学

DOI:10.12238/mef.v5i6.5582

**[摘要]** 科教融合是目前培养新工科人才的有效途径,在科教融合背景下,针对材料类专业中必修的“材料测试技术”课程教学模式进行探索,以扫描电子显微镜部分为例,通过分析传统教学方法所面临的问题,有针对性地提出可行性较强的教学改革方案。加强理论与实践相结合,并适当增加实践教学环节,充分调动学生学习的积极性与趣味性,培养学生利用大型科研仪器解决实际问题的能力,实现科研反哺教学,充分发挥大型科研仪器在教学工作中的重要作用。

**[关键词]** 科教融合;扫描电子显微镜;教学探索;材料测试技术

中图分类号: G642

文献标识码: A

### Teaching Exploration of "Material Testing Technology" from the Perspective of Science and Education Integration

—Taking the Scanning Electron Microscopy as an Example

WANG Tailin, ZHANG Jiayan, SHEN Jianxing

Qilu University of Technology

**[Abstract]** At present, the integration of science and education is an effective way to train new engineering students. Under the background of the integration of science and education, this paper explores the teaching mode of "Material Testing Technology", which is required in material majors. Taking the scanning electron microscope as an example and through the analysis of the problems faced by the traditional teaching methods, this paper puts forward a feasible teaching reform plan and strengthens the combination of theory and practice, and appropriately increases the content of practical teaching to fully arouse students' enthusiasm and interest in learning, and cultivate students' ability to solve practical problems by using large-scale scientific research instruments and realize scientific research to feed teaching, and give full play to the important role of large-scale scientific research instruments.

**[Key words]** integration of science and education; scanning electron microscope; teaching exploration; material testing technology

### 引言

在高等教育中,科教融合指将科研活动与教学活动有机结合,通过将前沿的科研成果或者科研工作引入到日常的教学活动中来,更好地培养具有创新型、复合型人才的教学理念。在这方面欧美国家起步较早,世界第一所研究型大学柏林大学在建立初期就提出了“科研与教学相结合”的人才培养思路,学生的学习与科研互相融合,教师通过科研活动来辅佐教学活动。科教融合理念最近在中国开始得到重视,教育部等多部门通过文件多次确定了科教融合的重要性,并以科教融合为改革方向,以提升人才培养质量为目标,强调将科研工作与教学工作结合,

将科研知识融入课堂、写入教案。

当前我国正在全力进行行业结构调整和传统行业的转型升级,“一带一路”“互联网+”“大众创业 万众创新”以及“大国工匠”“中国制造2025”等重大战略的提出无不对新工科人才的培养提出了更高的要求。材料类专业是诸多战略能否成功的基础,“中美贸易战”“卡脖子难题”等现象的出现让大家越来越重视对材料类人才的培养,因此,如何实现高质量、高水平、高素质的材料类新工科人才的培养成为了关注的焦点。材料类专业包含无机非金属材料、金属材料、高分子材料、复合材料等,但无论哪个方向,在人才培养过程中“材料测试技术”课

程都属于重要的必修课。“材料测试技术”课程是关于材料分析测试理论与技术的一门课程,材料中成分、结构、加工和性能是四个基本要素,成分和结构则从根本上决定了材料的性能,因此对成分和结构进行尽可能精确的测试也是材料类人才必备的素质。要想深入理解材料本质、提高研究水平,就必须掌握先进的材料测试技术。扫描电子显微镜,又叫扫描电镜(SEM),是介于透射电镜和光学显微镜之间的一种微观形貌观察手段,其具有的较高放大倍数、放大倍数可连续调节、大景深、试样制备简单等诸多优势在材料领域得到了广泛的使用,并在显微痕迹学、生物学、环境工程等领域也应用广泛。

本文基于科教融合理念以及扫描电子显微镜的特点,以蔡司G500场发射扫描电子显微镜为教学载体(如图1所示),通过分析“材料测试技术”课程扫描电子显微镜部分存在的教学问题,并提出对应的解决方案,旨在让学生通过课程学习更好地掌握扫描电子显微镜的相关理论知识与操作技能。



图1 蔡司G500场发射扫描电子显微镜

## 1 扫描电子显微镜课程目前面临的问题

**教学目标与要求:** 了解扫描电子显微镜的仪器结构、工作原理、特点以及性能指标,掌握扫描电子显微镜的各种衬度及其产生原因,掌握扫描电子显微镜中电子束与样品相互作用产生各种电子信号的特点及成像特点,掌握扫描电子显微镜样品制备方法。

### 1.1 单一理论教学方式效果不佳

受制于扫描电子显微镜数量以及目前材料专业、化工专业、环境专业、生物专业等多学科科研活动对设备的大量需求,以扫描电子显微镜为代表的大型仪器设备在本科生教学工作中发挥的作用仍然较少。因此,目前“材料测试技术”课程教学过程主要还是以课堂讲授为主,学生对该设备的理解通常只停留在表面以及基本的原理方面,如二次电子看形貌、背散射电子可以看成成分差别等知识重点。学生往往只是通过死记硬背去应对,但对其更进一步的使用价值则无法深入了解,这极大地限制了学生在参加工作或科研活动时利用设备开展相关工作的能力。

### 1.2 学生实践能力有待提升

虽然目前材料类专业学生已可以参与较多的科研活动和实验课程,但是仍主要集中在简单的材料制备、合成等方面,无法对所得到的材料进行进一步的表征和结果验证,这不仅影响了学生参加实验课程的积极性,而且限制了学生实践能力的进一步提升。

### 1.3 教学模式可进一步创新

传统的教学模式以课堂讲授及参观为主,学生在课本上学到的理论知识和参观过程中了解到的扫描电子显微镜等仪器很难关联起来,最终形成了二元的知识体系。如二次电子与样品的相互作用在教材中只是说明了通过电子束轰击样品表面,可以产生二次电子,被信号接收器接收后即可产生相应的电信号,最终转变为图像;而在实际使用中,选择不同的光阑、不同的工作电压、高角度与低角度的二次电子信号以及不同的工作距离等都会影响到二次电子信号的使用效果,以至于在传统教学过程中很难实现根据经验或具体样品特征来选择具体的测试条件,因此可以据此进行相关的教学模式创新。

## 2 “材料测试技术”课程扫描电子显微镜部分教学改革

### 2.1 通过实验让学生参与课程

新工科背景下,材料类本科人才的培养在高考中必考化学。化学是兼具理论性与实践性的课程,因此可以充分将理论与实践结合起来,通过借助实验条件,让学生参与到课程中来。本文则是通过让学生利用商业化P25为原料,通过高温水热反应制备了具有一维形貌的二氧化钛纳米带。通过实验过程的参与,针对得到的白色粉末进行扫描电子显微镜表征,学生可以直观感受到扫描电镜可以连续放大的特征,可以看到材料微观的结构形貌,进一步理解扫描电子显微镜在材料研究中的重要作用,并充分掌握其使用特点,如图2所示。

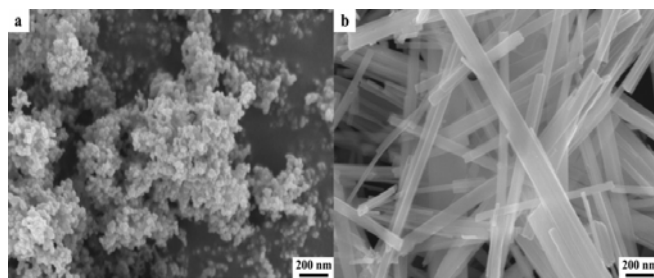


图2 (a) 商业化二氧化钛P25与(b) P25为原料制备的二氧化钛纳米带的二次电子像

### 2.2 提高学生参与度,提升实践能力

目前材料类学生通常进入实验室较早,且参加了基础实验教学,已具备较好的动手能力和专业素养,但是学生参与的实验结果往往无法进行验证。而材料测试技术,尤其是扫描电子显微镜等设备就是对材料实验结果等进行结构表征的仪器设备。在本课程教学中,让学生自己制备扫描电镜的样品,可以深入详细讲解扫描电子显微镜在实际应用过程中如何针对块体样品、液体样品、粉末样品分别进行有效的准备,并在教师指

导下利用导电胶、导电铝带等进行样品制备,提高操作动手能力,如图3所示。

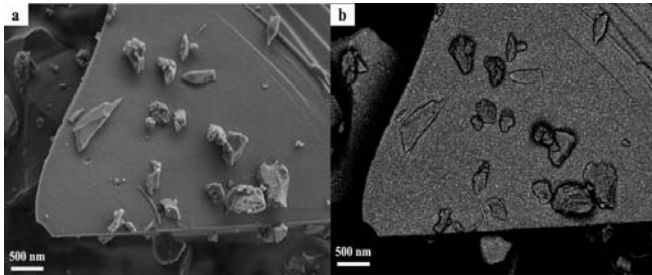


图3 掺杂重金属元素的(a)二次电子信号和(b)背散射电子信号成像

### 2.3 创新教学模式讲解知识点

针对扫描电子显微镜的特点,借助学生在初高中接触使用过的显微镜,通过可见光波长的使用特点,引出可见性与波长的关系(瑞利判据:最小分辨角的半角宽度 $=1.22\lambda/D$ ,即波长越短、频率越高,分辨率越高),最终让学生可以充分理解扫描电子显微镜选择电子束作为光源的可行性与优势;通过电镜直接展示背散射电子和二次电子成像的区别,让学生掌握到二次电子与背散射电子的区别;利用蔡司G500电镜介绍中的剖面图,动态展示扫描电子显微镜的基本工作原理(如图4所示),效果更直观,学生理解更容易。通过这些可操作的示范性展示和讲解,让学生能够动态理解扫描电镜的工作原理、成像特点等,实现对理论知识的强化理解。

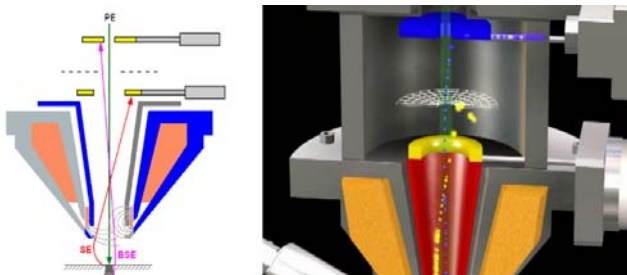


图4 蔡司G500扫描电子显微镜中的剖面动态讲解

### 3 结语

针对“材料测试技术”课程中扫描电子显微镜部分的若干问题,将学科前沿与实验教学相结合、将理论问题与实践活动进行互融。通过对教学模式的探索,提高了学生的学习兴趣,加深了学生对理论知识的掌握,促进了学生对扫描电子显微镜

的了解,为新工科背景下材料类人才培养模式的改革提供了有效的借鉴,为今后利用大型科研仪器实现科研与教学在形式和内容上的互联互通、科教融合提供了有益的探索。

### 基金项目:

齐鲁工业大学(山东省科学院)校级教研项目(编号:2020kjzx01)。

### [参考文献]

- [1]曲霞,黄露.高校教师科教融合理念认同与实践情况的调查与思考[J].高等工程教育研究,2016(4):83-89.
- [2]任彦民.新视野下的洪堡大学理念及现实意义[J].菏泽学院学报,2010,32(1):117-120.
- [3]王景涛,刘咏.科研实践与课堂教学有机结合提高大学生创新能力[J].教育教学论坛,2016(40):161-162.
- [4]朱伟才,李东航.标准内化培养大国工匠校企协同服务“一带一路”[J].中国高等教育,2018(8):55-57.
- [5]田培静,何峰,袁坚,等.“新工科”背景下校外产业技术研究中心助力高校材料类人才培养策略与初步实践[J].教育教学论坛,2020(53):38-40.
- [6]于洋,王涛,富露祥,等.关于《材料研究方法与实践》课程教学的探索与实践[J].当代化工研究,2022(3):123-125.
- [7]房俊卓,吕俊敏,罗民.扫描电子显微镜在材料测试与表征课程中的应用探索[J].实验技术与管理,2018,35(2):76-80.
- [8]王泰林,沈建兴,张加艳,等.NiO/TiO<sub>2</sub>-B-一维纳米复合材料的制备及在锂离子电池中的应用研究[J].人工晶体学报,2013,42(8):1626-1630.
- [9]姜凯,赵春,王存莲.显微术浅议[J].科技信息(学术研究),2007(15):92-93.
- [10]郭宁,黄天林,周正,等.EBSD技术结合背散射电子成像在材料研究中的应用[J].电子显微学报,2010,29(1):736-740.

### 作者简介:

王泰林(1988-),男,汉族,山东泰安人,讲师,博士,研究方向:无机非金属材料、教育学。

张加艳(1988-),女,汉族,山东临沂人,讲师,博士,研究方向:无机非金属材料、教育学。

沈建兴(1963-),男,汉族,山东潍坊人,教授,硕士,研究方向:无机非金属材料、教育学、管理学。