

《材料现代测试方法》课程改革探索

袁媛 向会英

重庆大学 材料科学与工程学院, 重庆 400044

[摘要] 高新技术和产业的快速发展对工程材料的性能提出了新需求,《材料现代测试方法》等相关课程的教学亟须不断改革,与时俱进。这类课程是材料类专业的必修核心课程。然而,材料测试技术的理论知识晦涩难懂,教学内容抽象、枯燥、过于陈旧,不利于培养学生的学习兴趣和实践能力。这里,从“材料科学与工程”学科方向发展和“新时代高层次创新人才”培养的实际需求出发,探索了《材料现代测试方法》教学内容和教学模式改革和优化的新途径,完善了网络资源的建设,提出了该门课程的混合式教学模式。这种教学方式有助于增强学生的学习积极性,加深学生对知识的理解,提高学生用所学知识来分析问题与解决问题的能力。

[关键词] 教学改革; 现代测试分析技术; 混合式教学; 材料学; 理论与实践

DOI: 10.33142/fme.v5i4.13520

中图分类号: G64

文献标识码: A

Exploration on Curriculum Reform in Modern Testing Methods of Materials

YUAN Yuan, XIANG Huiying

College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing, 400044, China

Abstract: The rapid development of high-tech and industry has put forward new demands for the performance of engineering materials. The teaching of courses such as "Modern Testing Methods of Materials" urgently needs to be continuously reformed and keep pace with the times. This type of course is a mandatory core course for material science majors. However, the theoretical knowledge of material testing technology is obscure and difficult to understand, and the teaching content is abstract, dry, and outdated, which is not conducive to cultivating students' learning interest and practical application ability. Starting from the development of the discipline of "Materials Science and Engineering" and the practical needs of cultivating "high-level innovative talents in the new era", this paper explores new ways to reform and optimize the teaching content and teaching mode of "Modern Testing Methods of Materials", improves the construction of network resources, and proposes a blended teaching mode for this course. This teaching method helps to enhance students' learning enthusiasm, deepen their understanding of knowledge, and improve their ability to analyze and solve problems using the knowledge they have learned.

Keywords: teaching reform; modern testing and analysis techniques; blended learning; materials science; theory and practice

引言

新材料产业是战略性、基础性产业,也是高技术竞争的关键领域。近年来,我国高新技术和产业快速发展,不断对材料提出了新要求,同时也推动了新材料的持续发展^[1]。新材料的研发与应用,是衡量现代国家工业发展水平的重要指标。一个国家如果能在高附加值、高技术含量材料领域中占主导地位,在关键材料的国际竞争中居于领先地位,往往就能占据全球产业和经济发展的战略制高点。新材料的性能与其结构和化学组分密切相关,为了开发新材料,需建立材料成分-制备工艺-微观结构-宏观性能之间的关系^[2]。《材料现代测试方法》是材料类专业的必修核心课程。通过这个课程的学习,可为学生在材料组织形貌分析、物相分析、成分和价键分析,以及分子结构分析等方面奠定良好的基础,并在一定程度上培养学生在新材料研发方面分析问题和解决问题的能力。但是,课程的理论知识晦涩难懂、教学内容抽象枯燥以及陈旧的课程

内容并不满足新材料的快速发展。本文中结合实际教学经验,针对《材料现代测试方法》的现状及存在的主要问题,探索了该课程教学模式的改革。

1 课程现状

《材料现代测试方法》课程介绍了晶体结构、形貌、成分和价键等相关分析方法的理论知识及其应用。加强学生对于各种关键的材料现代分析方法尤其是 X 射线衍射与电子显微分析技术的基础理论以及相关设备的基本构造及功能的理解。该课程具有非常强的综合性、实践性、应用性和前沿性,其涵盖了材料、化学、物理等分支学科的基本理论与技术。

《材料现代测试方法》课程涉及的材料测试方法和设备种类多、知识点杂、原理复杂。学生学习起来往往感觉枯燥乏味,找不到方向和目标,教学效果欠佳。同时,该课程内容陈旧难以满足高新技术的快速发展。当前我校材料科学与工程专业在《材料现代测试方法》教学中存在的

问题总结如下：

1.1 理论知识晦涩难懂，知识点之间关联度低

本课程主要讲授 X 射线衍射与电子显微分析技术的基础理论以及相关设备的基本构造及功能等内容，是一门理论与实操相结合的课程。然而该课程涉及测试方法的种类较多，知识点较散。不同仪器和测试方法原理不同且较为复杂，知识点相互之间基本没有联系，后续教学很少用到前面章节的知识点，教学效果欠佳。学生多以应付作业和考试为主，在以后的科研学习中难以合理利用表征技术解决与材料相关的科学问题。

1.2 教学内容抽象枯燥，学习兴趣低

本课程重点介绍晶体结构、X 射线衍射、电子显微分析技术等基础理论。理论知识对理解实际测试中的操作原理与步骤非常重要，这间接影响了后期实操课程的开展效果。然而，板书讲授和 PPT 课件不足以形象反映仪器的工作和测试原理以及具体操作过程，课程变得枯燥和抽象，学生不易理解^[3]。课程的讲授主要依靠传统“讲授式”教学模式教学，教学方式单调、缺乏生动性和趣味性。学生参与积极性不高，被动地接受知识点，学习动力和兴趣不足。

1.3 教学内容陈旧，与学生专业方向联系不紧密

随着高新技术和产业快速发展，新的材料分析手段不断涌现。现代测试分析技术相关课程的教学内容和教学方式应与时俱进，不断创新^[4]。然而，目前课程的教材和在线资源都没有及时更新。教材中的一些落后型号仪器设备现在已逐渐被淘汰，很少使用，而新型号仪器操作方法及数据处理方式已有了很大改变。学生通过传统学习内容的学习只接触到了一些测试方法的典型应用，而与各种测试方法的最新实际应用有较大差距。陈旧的测试内容不足以支持学生今后的科研工作，不利于材料类专业新型高素质人才的培养。

2 课程教学改革探索

2.1 构建并完善以学生为主体的在线学习资源体系

学习资源体系的构建着重在以下几方面进行建设：

(1) 建设并更新课程基本资源。优化课程介绍、授课计划、教学大纲，教案及演示文稿 ppt。

面向新材料的生产和研发需求，淘汰或删减陈旧教学章节，及时补充最新的材料测试分析技术。材料测试正向自动化与智能化、多模态融合、远程与在线监测、微纳尺度方向发展。其中，自动化测试设备和智能分析软件将大大提高准确性和测试效率；多模态融合可将不同的测试技术相互融合，使其在不同尺度和层面上综合性评估材料的性能；远程和在线监测可通过网络技术实时监测材料性能变化，为新材料的应用提供更有效更及时的反馈；微尺度测试技术的发展可从微观尺度揭示材料的性能，从而对其进行更精细和深入的分析。因此，授课教师应关注最新出版的教材，当前先进的仪器和表征方法的进展，传授学生

最新、最实用的材料分析测试专业知识，增加学习兴趣，并加强学生对新材料测试技术的掌握对新材料的研发与应用具有重要意义。

由于《材料现代测试方法》课程的知识点多而授课时间有限，授课内容应根据人才培养目标和专业特点进行简化^[5]。特别是对于研究生的培养，根据学生后续科研工作中可能用到的仪器和表征方法精选授课内容，使学生能够学以致用，有助于提高研究生的培养质量和科研水平。教师还可将自身的科研课题及成果引入教学，将枯燥的知识讲解变得生动有趣，传授学生在课题研究中正确运用分析测试方法进行微观组织结构分析，并亲身体会分析测试方法在科研中的重要性。

(2) 建设动画素材库。针对教学内容中的难点，制作由文本、图片、动画等元素组成的素材库。

本课程涉及的内容多、理论性强、理论知识抽象、晦涩难懂。传统的板书或 PPT 讲授已远远不能适应新形势下的教学。完善在线资源库，包括动画、图片等，让学生更直观更准确地理解测试过程的原理和实验步骤。例如“X 射线产生过程及与物质相互作用产生信号的过程”，“各类衍射花样的形成”等。丰富的动画素材库可使课堂教学变得生动有趣，激发学生共鸣。

(3) 录制试验操作微视频。针对先进表征技术中涉及的各种制样过程、测试条件、成像模式等试验操作流程录制微视频。

拍摄各种大型仪器的操作视频，内容包括制样、设备开机、测试到关机的全过程，以及注意事项。例如多晶体 X 射线衍射、电子显微镜制样、透射电镜成像模式及扫描电镜不同信号成像特点等。使学生能够反复地学习仪器结构、工作原理、操作流程和数据图像处理、保存及分析，帮助学生对教学内容中关于试验现象及试验仪器操作的文字描述有更为直观的认识和理解。

(4) 建设综合性、设计性案例库资源。根据课程各章的难点和重点，针对授课研究生的专业特点，建设多学科交叉的综合性、设计性的工程实际问题案例库。

由于课程的知识点杂，且关联性低，通过设计案例，将不同的测试方法进行串联，帮助学生更好地掌握相关知识点。通过横向项目内容，将企业实际的测试分析案例引入课堂，融入新材料新领域新概念，培养学生对课程的兴趣。案例教学法可让学生通过阅读、分析和思考进行讨论，以提高其独立思考和处理问题的能力^[6]；也可实现理论联系实际，提升学生协作解决复杂工程问题的能力。

案例：利用课程所学知识对重庆新牌坊变电站样品腐蚀状态进行检测。测试内容包括动触头连片电导率、静触头镀银层厚度、铜导线腐蚀层厚度、腐蚀产物的确定和镀锡导线腐蚀情况。首先，通过 D60k 数字金属电导率测量

仪按照国家推荐标准 GB/T 2966—2008 对动触头连片电导率的电导率进行测试。原始样品的电导率为 101.3%IACS, 内表面部分腐蚀时的电导率为 99.9%IACS, 严重腐蚀时为 98.7%IACS, 这表明样品的腐蚀降低了其导电性能。第二, 通过 FIB 聚焦离子束扫描电镜测试了静触头镀银层厚度, 样品直径为 50mm。采用离子束在样品上切割小孔, 根据能谱所示, 该部件为铝件上镀铜层后, 再镀银层。镀银层厚度约为 7.6 μm , 镀铜层厚度约为 3.9 μm 。第三, 通过 FIB 聚焦离子束扫描电镜测试了铜导线腐蚀层厚度, 铜导线直径为 2.5mm。同样采用离子束在样品上切割小孔, 铜导线上层为腐蚀产物, 主要为铜、硫两种元素, 腐蚀产物下为腐蚀坑和纯铜; 铜导线腐蚀产物层约为 1.2 μm , 腐蚀坑深度约为 1.0 μm 。第四, 通过 X 射线衍射仪确定了腐蚀产物, 腐蚀产物为 Ag_2S 和 Cu_2S 。最后, 通过场发射扫描电镜对镀锡导线腐蚀的微观形貌进行了观测, 镀锡铜线腐蚀层较薄且不均匀, 负三楼导线较负二楼腐蚀情况严重。

2.2 构建多元混合式教学体系, 实现传统教学与网络教学优势互补

随着互联网技术的发展和教学方式的改变, 基于移动端的雨课堂、超星等混合式教学模式已经广泛用于课堂教学, 备受好评。在《材料现代测试方法》课程中引入该混合式教学方式, 研究其具体实施方案。具体研究内容包括:

(1) 调研并确定混合式教学的移动终端平台。结合课程的教学内容和要求, 选择雨课堂作为本课程的移动终端平台。

由于目前支持移动终端设备的移动教学平台很多, 例如雨课堂、超星学习通、蓝墨云班课等, 各有优势。其中, 本课程选用了雨课堂, 其将现代信息技术手段融入到 PPT 和微信, 搭建了课外学习与课堂教学间的沟通桥梁, 让课堂互动永不下线。授课教师通过这个软件, 可以向学生的手机上发送授课的 PPT、习题、视频、语音等学习材料, 学生只要扫二维码进入课堂, 在微信里就可以看到老师实时推送的学习材料, 避免了手机拍照的麻烦, 这极大地拓宽了教学趣味性与教育教学的实用性。

(2) 结合教学平台功能优化课程的混合教学方案。包括课前知识点的推送、授课中的师生互动及实时反馈、课后的作业分发、提交、批改及课后答疑等环节的设计。

由于课程学时的限制, 课堂上不能完全讲授教材内容, 也不能实现课堂内充分与学生互动, 不利于重点、难点的及时消化。为此, 在雨课堂上构建自主学习、资源和管理统一为一体的在线课程, 给学生课前预习、随堂练习和讨论, 以及课后自主学习提供有效支持。在线课程资源建设包括课前知识点的推送、授课中的师生互动及实时反馈、课后的作业分发、提交、批改及课后答疑。在线课程将传统的定时授课方式转变为“随时学”的模式, 方便学生课

后消化知识难点。此外, 作为一个交互平台, 可以查看学生预习任务完成情况, 可以实施签到、随堂讨论和在线答题等功能, 还可以对随堂练习、答题和讨论参与情况进行汇总, 更具体地掌握学生学习情况。通过高效的互动, 推动学生学习的主观能动性, 提高学习兴趣与效率。在线课堂资源可辅助学生学习, 作为课堂和实践教学的有效补充, 帮助学生更全面地学习和理解知识内容。

(3) 建设完善课程混合式教学平台。将构建的在线学习资源提供到移动终端平台, 重点完善耗时过长、实验结果分散性的实践性环节, 加强综合性、设计性工程案例与多学科交叉融合的特色表征技术的应用。

将课程基本资源、动画素材库和视频库添加到在线课程中, 供学生随时观看。动画和视频内容涵盖每一次课程的重点和难点, 一方面可以帮助学生在课前进行有效预习, 另一方面可以帮助学生课后自主学习, 进一步消化在课堂内未能有效掌握的知识点。随堂练习可以在课堂内布置作业, 帮助学生思考并掌握相应知识点; 也可以在课后以试卷的形式发布, 从而对所学的知识点进行巩固加深。

2.3 实践课程混合式教学模式, 探索翻转课堂新模式教学

完成网络资源及移动终端混合教学平台建设后, 在研究生班级开展试点应用。由于课程内容丰富、多学科交叉等特点, 适合翻转课堂教学模式。教师和学生可开展“教”与“学”的互动: 学生以“学”为主, 教师以“教”为辅。教师可结合综合性、设计性工程问题组织教学活动: 课前, 学生通过移动端自主学习, 初步认知知识点; 课堂上, 学生通过教学课堂与老师交流讨论, 逐渐深化对知识点的理解; 课后, 学生通过实践案例、团队协作等, 掌握知识点。教师可通过对课程资源的访问次数统计、疑难问答等, 及时掌握学生学习程度。并针对使用效果对该教学模式进行评估并提出改进措施。

3 结束语

本文对《材料现代测试方法》课程的改革进行了探讨, 构建并完善了以学生为主体的在线学习资源体系和多元混合式教学体系, 以实现传统教学与网络教学优势互补, 最终开展课程混合式教学模式, 探索翻转课堂新模式教学。通过课程内容、教学方法等方面的改革以提升这类课程的教学质量水平, 从而培养学生正确地运用现代测试方法的有关知识和开展相关科学研究的能力, 从而解决实际的科学和技术问题。

基金项目: 重庆大学研究生教育教学改革研究项目, 重庆大, 2023, cqu23030。

[参考文献]

[1] 赵立军, 郑军涵, 刘依蓉, 等. 科研实践融入《材料近代分析方法》课程的教学改革初探[J]. 广东化

工, 2023, 50(24): 151-153.

[2] 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.

[3] 张景怀. 材料微观分析测试方法类课程的教学改革探讨与实践[J]. 教育教学论坛, 2021(44): 62-66.

[4] 张倩, 白凤仙, 武俊伟. 材料分析测试方法课程教学改革探索[J]. 化工高等教育, 2020, 37(6): 74-77.

[5] 郭建辉, 李秋叶, 张经纬. 近代材料分析测试方法研究

生课程教学探讨与实践[J]. 河南化工, 2023, 40(2): 57-59.

[6] 蒋姗, 杨燕, 王标兵. 高分子材料与工程专业《材料现代测试方法》课程改革探讨[J]. 高分子通报, 2020(11): 65-70.

作者简介: 袁媛(1980—), 女, 重庆, 博士, 重庆大学材料学院, 教授, 主要研究方向为化工材料和电工材料。
向会英(1989—), 女, 四川内江, 博士, 重庆大学材料学院, 研究方向为功能材料。