

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2017.11.012

基于虚拟仿真实验的 “材料分析技术”课程改革研究^①

龚成斌, 唐倩, 曹娅仪, 王强

西南大学 化学化工学院, 重庆 400715

摘要:“材料分析技术”是材料化学专业的一门综合性与实践性很强的基础课程. 针对该课程长期以来内容庞杂、课时数少、实验机会少和实验仪器匮乏等问题, 采取借助虚拟教学平台对教学内容进行适时更新、运用虚拟仿真实验丰富教学方法与手段和强化实践教学, 取得了良好的教学改革效果.

关键词:材料分析技术; 课程改革; 虚拟仿真实验

中图分类号: TP391.9

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)11-0072-05

21 世纪是材料科学高速发展的时代, 新材料的应用改变了人们的生活^[1]. 对材料的微观组织、成分和结构分析研究是材料应用的最为关键问题. “材料分析技术”作为一门“材料科学”相关专业的必修基础课程, 其开设的主要目的让学生掌握材料现代各种测试方法, 了解各种测试仪器的基本原理、仪器结构、仪器工作原理和图谱分析解析方法, 并学会在材料研究中的应用^[2].

“材料分析技术”作为一门化学、物理、材料和及其应用和工程多学科交叉性学科, 不但具有发展性、前沿性和综合性强的特点, 还具有很强的实验性^[3]. 实验教学常常受到设备、场地和师资等条件的限制, 制约了学生创新意识和创新能力的培养^[4-6].

一直以来, 西南大学化学化工学院(本文简称“我院”)在材料化学专业的教学实践中培养学生的理论知识的同时, 十分注重培养学生的观察分析能力、实践动手能力和综合应用等能力, 以满足社会对高素质、复合型、创新型材料科学人才的需要. 但随着新材料的不断涌现, 对材料分析技术的要求也迅速提高, 对材料分析技术人才也提出了更高的要求^[7]. “材料分析技术”作为一门理论与实验并重的专业基础课程, 也面临改革的巨大压力.

1 课程教学现状及存在问题分析

我院的“材料分析技术”课程面向“材料化学”专业开设, 其教学内容主要包括: X 射线衍射分析(XRD)、光电子能谱(XPS)、扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)、原子力显微镜(AFM)、高分辨透射电子显微镜(HRTEM)和热分析仪(DTG)等大型仪器设备的构造原理、操作和分析方法. 在本课程开设 10 年的教学历程中, 虽然为培养材料科学人才做出了大量的工作, 但随着“材料分析技术”的发展也逐渐暴露出一些问题.

1.1 现行培养方案不合理

由于本课程涉及的材料专业基础知识比较多, 因此从促进学生专业知识与能力发展的角度来看, “材料分析技术”课程属于学科专业的高级课程, 应该在“材料科学基础”、“金属材料”、“无机非金属材料”、

① 收稿日期: 2016-09-14

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究项目(162010); 西南大学教育教学改革项目(2014JY087, 2015JY019); 西南大学实验技术研究项目(SYJ2016001).

作者简介: 龚成斌(1972-), 男, 重庆涪陵人, 博士, 副教授, 主要从事实验室的教学与管理、有机功能材料的设计与合成研究.

“高分子化学”、“高分子物理”和“高分子材料成型加工原理”课程学习之后开设更合理.而在本次课程改革前,我院材料化学专业的培养方案中,“材料分析技术”课程安排在“高分子化学”、“金属材料”和“高分子物理”课程同一学期授课,这明显不利于学生对相关知识的理解和掌握.因为学生在使用分析仪器研究材料时对材料的结构和性能不清楚,使学生在学习过程中普遍产生畏难情绪,甚至干脆放弃,这就明显影响了课堂教学的实际效果和质量.

1.2 教学内容需更新

教材是教师教学的内容依据以及学生课程学习的重要基础.目前我校“材料分析技术”课程依然沿用 10 年前教材,内容主要是以介绍各种经典现代分析仪器的基本原理及应用为主.与“材料化学”等专业基础课不同的是,随着近 10 年在材料研发和实际应用过程中材料分析技术的飞速发展,使仅立足于经典的教学已不能满足社会对专业人才培养的实际需要和要求.

一方面,新型材料的出现导致相应新型的材料分析方法的产生,如激光拉曼光谱、扫描电子显微镜、高分辨透射电镜、X 射线光电子能谱;另一方面,在相同的仪器在原理、构造上已进行了大量新的升级换代,导致许多仪器的实际用途得到大大拓展,如扫描电镜配上能谱仪,既可分析样品形貌,还可得到样品的成分信息;此外,新的相关仪器的出现也带来了新的检测技术,如表面增强激光拉曼光谱技术、傅立叶变换拉曼光谱技术、激光共振拉曼光谱技术、动力机械热分析法、热机械分析法、声纳热分析法、发散热分析法和电子探针技术等.这些变化,需要在教学内容方面需及时进行更新.但从对国内高校相关专业课程使用教材的调查来看,目前国内大多数高校基本上情况与西南大学相似,教材建设明显滞后.因此,为满足学科发展所带来的教学发展需要,急需更新课程教材.但教材出版一般周期长,不能及时跟上教学内容的更新,因此亟需开拓新的教学内容载体,以适应教学内容变化的需要.

1.3 缺少实践教学环节

“材料分析技术”是一门实践性较强的课程,除了理论教学外,实践性教学环节在本课程中的地位也是十分重要.然而由于该课程所涉及测试仪器的都是大型精密设备,价格昂贵,在经费并不充足的条件下,致使试验设备台件数受到限制,学生基本无法在学习本课程时体验仪器的实际操作.目前,在实验教学环节,只能通过教师演示的形式,让学生掌握样品制备、仪器操作过程,学生难有独立实验,自己观察分析的实践机会,使学生对仪器的学习认识只停留在图片和教科书描述上,缺少感性认识,这些在一定程度上影响了学生动手能力及独立分析和解决问题能力的培养.

1.4 教学手段和方法单一

在改革之前,本课程教学主要通过多媒体课件辅助教师讲授的方式为主,缺乏实际问题情境引导,教学形式单一,学生普遍感觉枯燥无味;同时受到本课程的课时数少,仅有 36 学时,在需要讲授的分析技术原理、方法众多的情况下,缺乏有效的交互以促进学生的理解,致使学生对学习内容难以消化、掌握.因此,需要采用多样化的教学方法,积极调动学生的自主学习积极性,并有效地促进学生的发展.

2 基于虚拟仿真实验的课程改革实践与探索

基于“材料分析技术”课程存在的问题,以及教高(2007)2 号文件指导意见(教育部关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见中明确指出应“深化教育教学改革,全面加强大学生素质和能力培养.高度重视实践环节,提高学生实践能力;推进教学内容和实验模式改革和创新,培养学生的实践动手能力、分析问题和解决问题能力,培养适应经济社会发展需要的复合型人才”),借助我院全新建设的国家级化学化工虚拟实验中心平台的虚拟教学资源,对“材料分析技术”课程教学进行了改革探索与实践.

2.1 改进教学计划,夯实学习基础

“材料分析技术”与“材料科学基础”、“无机非金属材料”、“高分子化学”和“高分子物理”等课程紧密相关,构成相对完整的材料化学学科教学体系^[8].“材料分析技术”课程自身的特点,同时考虑学生在学习该课程时应具备的基本理论知识,在材料化学专业的培养方案中调整了专业主干课程的前后关系,将“高分子物理”和“高分子化学”等基础学科先于材料分析技术开设,学生在学习材料分析技术这门课程时,已将“金属材料”、“无机非金属材料”、“高分子化学”、“高分子物理”、“高分子材料成型加工原理”等这些专业主干课程学习完.材料分析技术时所涉及到的许多材料学基础知识,学生不会感到陌生,教师在有限的授课时间里,将更多的时间和精力放在本课程的知识讲解.

在本课程教学大纲中,将课程性质从选修理论课改为必修实践课程,将教学环节分为理论讲授和实践部分,其中重要的、必不可少的基础性知识作为重点剖析讲解,某些实用性、操作性的知识移到实验课中学习.同时,将课程的课时数由 36 调整为 54.

2.2 利用仿真教学资源不断优化和更新教学内容

针对目前教学中使用的教材的问题,我们利用在国家级化学化工虚拟实验平台上的虚拟仿真教学资源,在课堂上引入一些当前科技发展前沿的热点来辅助教学,在讲授内容基础上增加虚拟仿真有关材料分析测试领域的新技术、新仪器、新方法和新应用的知识,提高课程授课质量,丰富授课内容,进一步提高学生学习兴趣和热情.

如,利用虚拟教学平台引入最新的材料研究史实,如对 2015 年德国和荷兰科学家发现了一种具有超快速电子的新型巨磁电阻材料——磷化铌(NbP)的科学史实介绍.通过对磷化铌的介绍,让学生自行查阅相关的文献了解磷化物材料如何制备、测试和表征,再进行归纳总结,使学生拓宽视野,在虚拟仿真的 XRD 技术观察 NbP 的晶体结构,加深对分析技术的应用及其基本原理的理解与掌握,提高学习的积极性;又如利用 SEM,AFM 仿真实验在材料科学前沿研究热点入手,让学生自己观察当今研究最热门的生物医用材料、石墨烯材料和碳纳米管材料等,根据虚拟的仿真实验过程制作具有代表性电镜分析图.并告知学生这些令人叹为观止的纳米材料微观结构图片正是利用分析成像技术仪器拍摄而成,这样就会增加学生对所学的微观分析技术的兴趣,进而对电镜的原理进一步理解、复习和巩固,结合实际材料分析图片来解释分析技术原理和应用,会掌握地更加牢固,同时也切身感受了该课程的前沿性.

利用虚拟教学平台,不仅打破了传统教学内容依靠教材教学不能及时更新的局限性,而且打破了原有课堂教学的时空局限性,可以方便地辅助教师的课堂教学,以及学生的课外学习.让学生在虚拟教学资源的学习中了解到材料科学领域前沿的内容.对学生在今后从事新材料相关的生产、技术研发将有极大的帮助.

2.3 引入虚拟实验教学手段和方法,加强实践教学

虚拟实验作为一种新型的教学方式,能大大的增强传统理论课的实践性.由于深感受制于大型精密仪器的台套数限制和学生操作大型精密仪器偏少的课程实验教学现状,我们依托我院国家级化学化工虚拟仿真示范中心,采用三维虚拟现实技术,以 virtools 为开发平台,基于科研成果数据库和内容开发构建具有标准实验室环境(安全消防设施、安全防护设施、安全救护)的、可任意角度查看和设计操作的、具备较强沉浸感和交互性的 3D“大型精密仪器”虚拟仿真实验室(图 1).

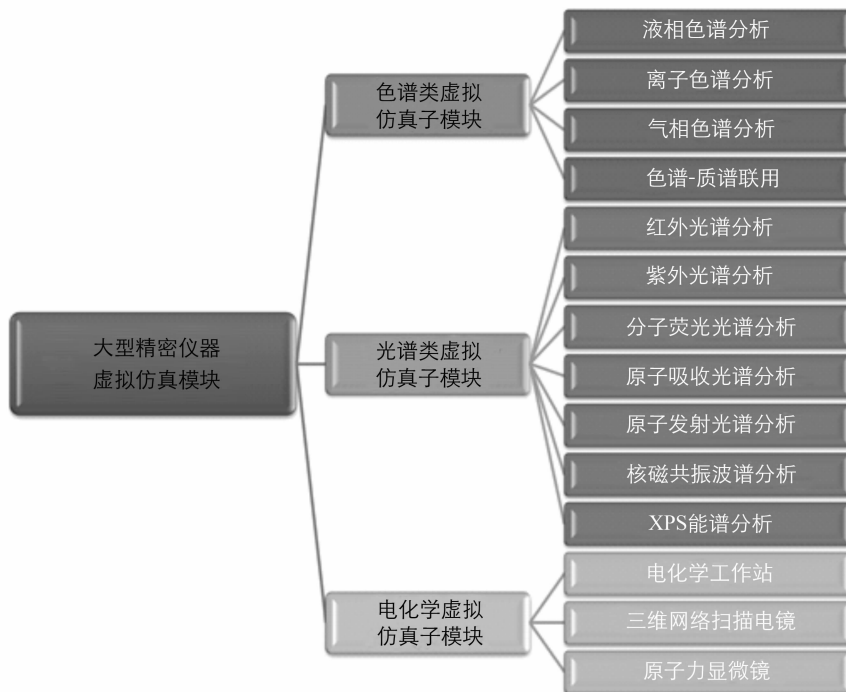


图 1 “大型精密仪器”虚拟仿真实验模块结构示意图

虚拟实验室重点增加了常见仪器和急缺仪器的资源建设, 根据不同的仪器设计模块, 每个仪器的学习又包括仪器原理、仪器操作与仪器维护维修 3 个部分。仪器原理部分可以与教材相互配合, 以拓展和弥补学生对常见仪器使用知识的缺乏以及新型仪器的基本知识; 仪器操作部分, 可以让学生在宿舍、教室, 用手机或者电脑随时随地操作虚拟仿真实验, 以解决长期以来学生对大型仪器“只看不能做”的问题^[9], 并且虚拟仪器的在线、离线工作站可以调节实验参数, 模拟实验出图, 进行实时的数据分析, 以及记录实验过程全部信息、参数和实验结果, 并支持学生在线提交虚拟实验报告(如“原子力显微镜的使用界面”见图 2—图 4); 而仪器维护维修部分则能使学生会处理日常仪器故障, 更深地掌握实验原理和仪器构造。

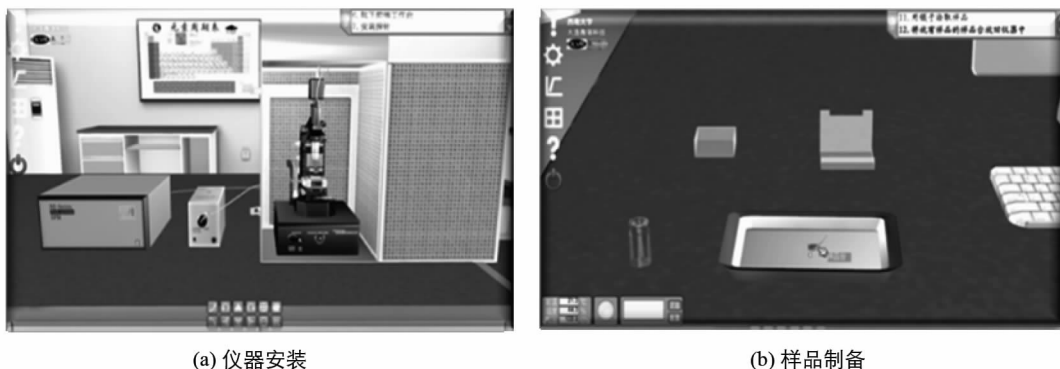


图 2 虚拟仿真原子力显微镜仪器安装与样品制备

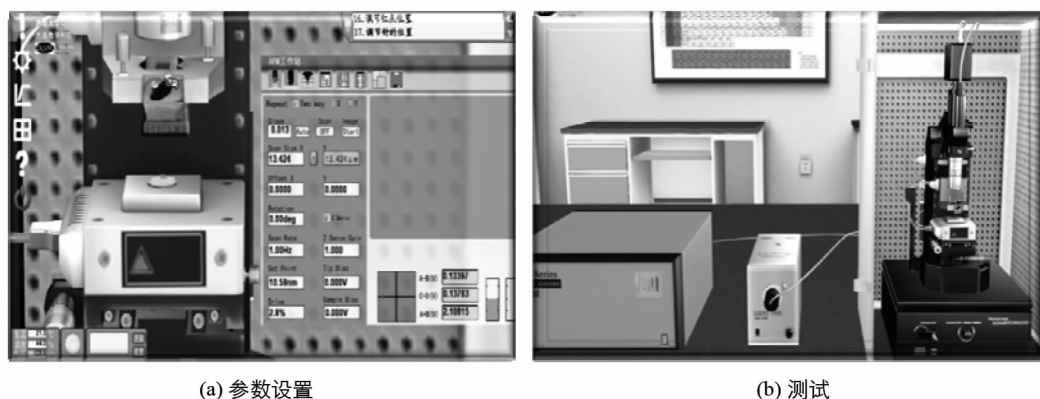


图 3 虚拟仿真原子力显微镜仪器测试参数设置与测试

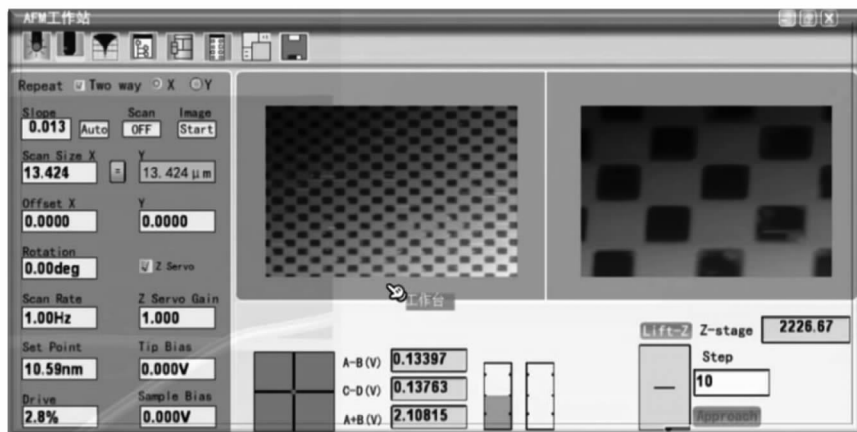


图 4 虚拟仿真原子力显微镜仪器测试结果分析

3 结 语

将虚拟仿真实验教学应用于“材料分析技术”的教学改革探索,使课程密切联系材料科学及生活的前沿、实验与理论相结合等方面,大大提高教学水平和教学质量,激发学生学习热情和兴趣;学生在学习过程中将理论与虚拟仿真实验相结合,也增强了理论知识水平和实践创新能力,取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 王莹,王浩,井文倩,等. 优化生物化学理论与实验教学初探 [J]. 教育教学论坛, 2016(16): 263-264.
- [2] 李占双,景晓燕,王君. 近代分析测试技术 [M]. 北京:北京理工大学出版社, 2009.
- [3] 左演声,陈文哲,梁伟. 材料现代分析方法 [M]. 北京:北京工业大学出版社, 2000.
- [4] 李平,毛昌杰,徐进. 开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平 [J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(11): 5-8.
- [5] 龚成斌,唐倩.《有机制备》实验课程体系的建构实践与探讨 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(9): 205-209.
- [6] 唐倩,龚成斌. 有机化学实验教学改革创新研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(3): 165-167.
- [7] 蔡桂鑫,文静. 基于拔尖人才培养的研讨式有机化学双语课教学模式的初步构建与实施 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2016, 41(3): 207-210.
- [8] 曾鸣,严蕾,潘勇军,等.“高分子材料研究方法综合实验”课程的教学探索 [J]. 高分子材料科学与工程, 2011, 27(10): 185-187.
- [9] 李青云. 应用型本科《化工原理实验》课程改革探索 [J]. 广东化工, 2016, 43(1): 176, 180.

On Course Reform of Analytical Techniques of Materials Based on Virtual Simulation Experiment

GONG Cheng-bin, TANG Qian, CAO Ya-yi, WANG Qiang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Analytical technique of materials is a strong practically basic course for the students majoring in materials chemistry. According to shortcomings of this course including extensive content, less class hours, less experimental opportunities and lack of experimental instruments, Southwest University utilizes virtual simulation experiment to update teaching content in time, enrich teaching methods and means, and strengthen practice teaching. Good effect of course reform in education has been obtained.

Key words: analytical techniques of materials; course reform; virtual simulation experiment

责任编辑 潘春燕