

# 工程认证背景下的材料类实验教学改革与探索

徐旻轩 杨涛 郑鑫 张雯

(杭州电子科技大学材料与环境工程学院 浙江 杭州 310018)

**摘要:** 工程教育是我国高等教育的重要组成部分,以工程教育专业认证为导向,目前本科及以上材料专业的实验课程普遍存在内容表面化、课程不系统、管理不规范等问题。针对这些不足之处,本文借鉴了多媒体技术在理论课程中的重要作用,将其扩展到实验课程的教学改革与优化当中。基于多媒体实验教学平台的建设,对实验教学课程体系进行整合,同时深化实验教学管理办法的改革,这必定是与工程教育专业认证相匹配的实验教学的改革方向。

**关键词:** 材料学科, 实验类教学, 工程认证

Reform and exploration of material experiments under the background of engineering certification

Xu Minxuan, Yang Tao, Zheng Xin, Zhang Wen

College of Materials and Environmental Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, P.R. China

Engineering education is an important part of higher education in China. Guided by engineering certification, the experimental teaching has many problems, such as superficial content, unsystematic courses, nonstandard management and so on. Due to the important role of multimedia technology in theoretical teaching, we introduce it into the experimental courses. Briefly, the experimental teaching system should be integrated based on the multimedia experimental teaching platform, and then the reform of management methods must be deepened. The above is the direction of experimental teaching reform that matches the professional certification of engineering education.

## 1、引言

“材料基因组计划”、“中国制造 2025”等国家发展战略的提出,意味着材料进入了一个全新的时代——“设计时代”。新材料是现代高新技术产业发展的先导和基石,而材料科学与工程是一个要求学生系统学习基础理论并且具备相应实验技能的专业学科<sup>[1]</sup>。该学科的显著特点是从本科阶段起就配备了大量实验、实践类课程,涉及到材料的合成制备、表征分析与性能探索等方面。熟练掌握此类实验课程有助于学生深入、透彻地理解材料结构与性能的关联,帮助学习者建立起材料学科的总体知识框架。尤其是在工程教育专业认证的背景下,材料学科开设各类实验课,与材料科学基础等理论课堂教学相配合,与材料性能、器件构筑等后续应用类课程相衔接,构成了材料专业完整的实验教学体系。

然而不同于大学物理等普通理工科实验课程,材料类实验教学存在一定特殊性,其涉及到的实验设备,如电子显微镜(SEM、TEM)、X射线衍射仪(XRD)磁控溅射镀膜仪、光刻系统等,多为大型且复杂的高精尖设备。在传统教学计划中,一直存在学生实际操作时间短,单次操作的人数有限,教学效果较差等问题。比如用来观察材料微观形貌的SEM的核心结构是电子发射-偏转-接收系统,其安装在设备内部,并不能被使用者直接观察到。与之类似的是,为了避免对设备的损伤,大多数材料表征、测试类设备工作时为封闭状态,操作者根本无法观察到其内部的核心工作区域,几乎所有实验课程的仪器设备全靠语言描述来进行讲解,学生对其工作原理很难理解。更遗憾的是,这些大型设备非常贵重,学院通常只配置少量的台套数,并且要求操作人员具有极高的专业技术能力,本科学生无法通过短时间的观摩教学达到可操作的水平。另一方面,学生基础知识和专业背景参差不齐,课程的受众单一,也极大地限制了学生学习的主动性和创新性。因此,材料类实验教学迫切需要一种更为灵活、生动且低成本的教学方法,让学生透彻地了解设备的内部结构与工作原理,从而更好地掌握其操作方法。

利用多媒体技术恰好可以做到这一点。图像、动画和视频可以1:1地还原上述大型、贵重材料类实验设备的工作原理与内部结构,对学生的具有更形象、更生动、更直观的意义<sup>[2]</sup>。更进一步的,将这些多媒体教学资源上传到网络平台进行共享,便于学生课前预习和课后复习,在极大程度上延伸了教学时间和空间;同时,亦可使学生带着目的去学习、操作设备,充分调动学生的主观能动性。

## 2、课程教育教学改革与探索

其实多媒体技术在理论教学中已经得到了广泛地应用,从最简单的课件(PPT)到新颖的反转课堂,都有多媒体技术的影子,而

我们要做的就是将这一技术引入到实验类课堂教学中。结合现有的多媒体技术,本文根据实际教学情况对现有的材料类实验课程提出了改革的具体思路与方案,主要包括三个方面。

### (1) 多媒体实验教学平台的建设

我们知道,材料类实验设备多为大型、复杂的设备,且还装有各种功能插件,要想将其常用的功能一一讲解清楚,常规的实验教学时间根本不能满足;目前常以看实验指导书的形式促使学生们进行课前预习,尽可能地提高课堂效率,但这种纯文字形式的描述其实很难达到实验预习效果。本文顺应材料“设计时代”这一发展趋势,以工程教育专业认证为导向,突出互联网教学的优势,依托网络平台,将更多的教学资源上传共享,给学生们提供多样化的预习方式。

以最常规的SEM实验为例,若只用电子枪做普通扫描,可实现材料表面微观形貌的观察,若配合X射线电子能谱(EDS)插件,则又可以完成材料表面微区的元素分析(半定量)。但这两种操作都涉及到大量程序参数的设置,这些参数设置十分琐碎,仅凭实验指导书的文字描述很难记忆;而现场演示时又受限于安装程序的电脑界面太小,无法容纳以班级为单位的学生群体观摩。若是将艰涩难懂的扫描成像原理制作成动画,并将SEM的基本操作过程录制成视频,将这些多媒体资料通过网络平台进行共享,就可以让学生对教学内容有更直观、更清晰的认识,其预习效果必然远胜于枯燥的“实验指导书”。

### (2) 实验教学课程体系的整合

材料类的实验设备种类繁多,各有应用,以往实验课程的设置大多围绕实验设备展开,如XRD测试实验、电子显微镜实验、材料热处理实验等等。这些实验课程“独树一帜,互不联系”,既不利于学习者构建系统的材料知识框架,又容易造成实验教学资源的浪费。因此,将实验设备进行系统整合,根据专业需求、难易程度、应用范畴等分门别类,打破传统的“一个个学”的分割教学模式,建立连贯的、有逻辑性的实验教学体系势在必行。该实验教学课程体系的建立主要分为三个阶段:

第一阶段,针对材料制备的基础实验教学的优化。制备与合成是所有材料与器件应用的基础,常用的材料制备方法分为物理制备与化学合成两大路径。当前的实验教学大多为挑选式,选取若干个可开展的、容易成功的实验进行教学。但这种挑选本身就不符合“全方位、多维度”的教学宗旨,更不符合“以学生为主体”的教育理念。以本校的材料学科为例,采用这种挑选式的教学主要是受客观条件的限制,部分制备实验周期长。如常用的物理制备工艺——磁

控溅射,一片 0.1 μm 厚度的薄膜往往需要溅射 10 个小时,而化学合成中的化学气相沉积(CVD)、水热生长等工艺短则 4、5 个小时,长则 12 个小时甚至更久。这些都是常规且实用的材料制备技术,但其实验周期远远超出了普通实验课的周课时上限,因而极少被选作实验内容进行教学。多媒体技术是解决此问题的有效手段之一,针对制备过程中的长周期节点采用视频教学形式,指导教师可事先拍摄操作视频,然后以倍速播放,可大大缩短实验的总时长,直至符合正常的课堂教学时长。

第二阶段,完善性能表征实验教学的逻辑框架。现阶段的材料表征测试,大多独立而割裂,但材料的形貌、物相、成分之间往往是相互联系的。独立的教学既不利于学生掌握设备间的隐秘关联,也不利于学习理解材料内在的物理属性。通过开设综合性实验教学课程,根据全校不同年级(基础)学生的培养计划,开展材料类综合实验。在综合实验教学课程中,教师可进一步细化实验教学内容,根据不同的研究方向制定各个年级的实验课程教学内容,进行本科/研究生实验教学的系统整合。学生在综合实验教师和专业理论老师的共同指导下,根据实验目的、检测内容、材料性质等,在课程中合理地选择制样方法和检测流程<sup>[3]</sup>。在该阶段,实验课程不应局限在某一台设备的操作上,应以实验教学内容为出发点,将不同的检测手段如 SEM 形貌表征、XRD 物相分析、材料力学性能测试等进行综合运用,培养学生的综合性实验能力<sup>[4]</sup>。

第三阶段,鼓励学生自主设计创新、探索类的实验。传统的实验教学总是为理论教学而服务,这无法体现出学生的兴趣与创造能力,更无法激发学习者的积极性和创新意识。这固然有传统培养方案“重理论,轻实践”的原因,但更多的是出于实验安全性的考虑。我们知道,设计、探索类的实验往往意味着实验结果不可预测,即有可能存在较大的安全隐患,尤其是当实验涉及到高温、高压或强电流设备时。出于学生人身安全的考虑,大多数高校在实验教学领域很少开设探索类实验模块,但其实这种安全风险完全可以通过仿真实验平台进行规避。通过编程与算法,利用模拟技术研发“仿真实验室”,囊括全套的基础实验操作。在“仿真实验室”中学习者可以结合所学的理论知识,自主设计实验方案并进行验证,这必然能更好地激发学习者的兴趣,也更能体现出学习者的自主创新精神与动手能力。

从材料制备的基础实验,到性能表征的系统整合,最后是自主设计、探索类实验模块的增设,通过层层递进的实验教学改革,让

学生有目标地深入学习材料类实验课程的知识;与此同时,增添了实验教学的趣味性、直观性,加深了学生对设备的认知,提高了学生的实验操作水平和科研创新能力。

### (3) 实验教学管理办法的改革

为了提高材料类实验教学的效率,充分体现学生的自主性,学校应根据教学需要对实验管理做出改革。依托全新的实验室网络管理系统,建立、健全一体化的实验教学管理办法,形成新的运行机制。首先,建立统一的实验室准入考核机制。将实验室安全规范与应急处置措施等上墙、上网;以学院为单位组织学生进行安全培训,通过考核的学生方可进行实验课程的修习。其次,完善预约制度,合理规划、安排实验室的使用时间。将本科实验教学、研究生科研教学、教师科研工作、社会服务等使用需求统一进行调配。实验科研教学的服务对象体量大,时间安排可集中在一段连续的区间,如寒暑假的小学期等。教师科研工作和社会服务需求较为分散,且服务对象不固定,可安排在日常教学周区间。

### 3、结束语

本文针对材料学科开设的实验类课程进行了全面、深入地分析,总结出该类课程普遍存在的问题。结合现有的多媒体技术,根据本校实际情况对现有的材料类实验教学的课程体系以及管理办法提出了具体的改革思路与措施。为材料类高校在实践教学方面适应工程教育专业认证提供了思路,也为高校材料学科在创新性和国际化等高层次发展上指明了方向。

### 参考文献

[1] 廖其龙,卢忠远,易勇,材料科学与工程专业实验教学探索,实验科学与技术,2008,6(4):321-323.

[2] 李江,卢艳丽,王永欣,材料类专业实验教学的创新模式改革与探索,教育现代化,2018,135(52):115-116.

[3] 鄢如明,基于大学生创新创业需求 XRD 实验教学探索,高教论坛,2017,3:104-105.

[4] 晏井利,梅建平,王仕勤,材料科学与工程专业实验教学探索与实践,实验技术与管理,2011,28:250-261.

基金项目:杭州电子科技大学教育教学改革研究资助项目:工程认证背景下的材料类实验教学探索,项目编号:YBJG202206。

作者简介:徐旻轩(1990-),女(汉族),浙江湖州人,博士研究生,讲师,研究方向为电子信息材料与器件。

### (上接第 284 页)

石涛和四王虽然在创作观念存在着差异,形成了两种不同的艺术风格,但却都树立了自己的艺术地位。如果不能以辩证的眼光加以对待,一味模仿古人或一味追求新意,最终都可能走上极端。一方面,“古法”是艺术创作中的珍贵的养分,前人留下来的宝贵财富,必须要重视这些纯熟的经得历史检验的笔墨技法,一位优秀的艺术家更是要熟练地掌握这些技法。但另一方面,艺术要想获得进一步的发展则必须进行变革,这种艺术的变革需要艺术家在自然、在生活中汲取养分,也需要艺术家通过自己的人文修养和艺术修养形成自己的独特感悟,从而在古人的基础上创造出新的笔墨表现方式,呈现出新的艺术风貌。而经过历史的发展,这种创造的“我法”也就慢慢成为“古法”,成为后人的财富。

艺术的发展就是在这种继承“古法”,创造“我法”,“我法”成为新的“古法”中不断向前发展的,这便是艺术发展的一般规律。历史上没有一个优秀的艺术家不是从传统中汲取养分从而进行创新的,也没有一个伟大的艺术家不是在前人的基础上别开风貌的。

四王对于古法的强调本身并没有错误,石涛也是强调古法的。对于古法的强调有利于艺术传承,今人正是在古人的宝贵经验中打下了坚实的艺术功底,从而为运用我法,也即艺术创新作准备。在这一层面上来说,“古法”是“我法”的基础,继承是创新的基础。但四王的末流却在临摹古人的这条道路上走向了死胡同,一味拘泥于古人的笔墨程式,不去进一步的创新,并且完全脱离于自然之外。反观石涛,再经过大量的学习古人之后,他从古人的笔墨中走了出

来,让“古法”为“我法”所用,形成了自己的面貌,树立了自己的艺术地位,与古人拉开了距离,在继承的基础上实现了艺术创新。

如今在艺术创作中,对于“我法”和“古法”一定要进行全面理解,万万不可断章取义,将二者统一于艺术时间之中。如果只重视“古法”,就如四王的末流一样,无法脱离于古人的笔墨程式,阻碍了中国画的进一步发展。而过于强调“我法”,则置古人对艺术的理解和笔墨的传承于不顾,则丧失了优秀的传统与根基,这样的创新是没有意义的,是不符合艺术发展的客观规律的。

### 参考文献:

[1]李可染等.中国美术全集[M],北京:人民美术出版社,2015年

[2]石涛.苦瓜和尚画语录[M],河南:中州古籍出版社,2013年

[3]周积寅.中国画论辑要[M],江苏:江苏美术出版社,2005年

[4]张长虹.60年来中国大陆研究石涛综述[J],《美术研究》2000年第1期

[5]吴冠中.笔墨等于零[M],江苏:江苏文艺出版社,2010年

### 注:

1周积寅.中国画论辑要[M],江苏美术出版社,2005年

2石涛.苦瓜和尚画语录[M],中州古籍出版社,2013年

3石涛.苦瓜和尚画语录[M],中州古籍出版社,2013年