

# Optimize the Teaching Method of “Modern Analysis Technology” to Cultivate Students’ Ability of Applied Research

Di Liu<sup>1</sup> Qiangqiang Li<sup>2</sup> Cai Tie<sup>1</sup> Qian Liu<sup>1</sup>

1. School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing, 100083, China

2. Binzhou Weiqiao Guoke Institute of Advanced Technology, Binzhou, Shandong, 256606, China

## Abstract

Under the new round of scientific and technological revolution and industrial change, many “high-grade, high-precision and advanced” modern analytical instruments have emerged, and these modern instruments have been widely used in all walks of life. “Modern Analysis Technology”, featured with comprehensive and cutting-edge curriculum characteristics, has become an indispensable professional course in many universities, and thus can become an important carrier to practice the new engineering teaching concept. The paper analyzes the common problems in the teaching of modern testing technology courses, and proposes effective reform explorations including updating and improving teaching content, innovating teaching modes, methods and means, and setting up diversified assessment systems, which effectively enhance students’ professional abilities in analysis and testing, hands-on abilities, self-learning abilities, and applied research abilities, and lay a solid foundation for subsequent scientific research and work.

## Keywords

modern analysis technology; teaching research; teaching practice

# 优化“现代测试技术”课程教学方法以培养学生应用研究能力

刘迪<sup>1</sup> 李强强<sup>2</sup> 铁偲<sup>1</sup> 刘骞<sup>1</sup>

1. 中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 中国·北京 100083

2. 滨州魏桥国科高等技术研究院, 中国·山东 滨州 256606

## 摘要

新一轮科技革命和产业变革形势下,涌现出了许多“高、精、尖”的现代分析仪器,这些现代仪器已被广泛应用到了各行各业中。“现代测试技术”成为高校不可缺少的一门专业课程,其有着综合性、前沿性的课程特征,进而可成为践行新工科教学理念的重要载体。论文通过分析现代测试技术类课程教学中存在的共性问题,进而提出了包括更新与完善教学内容,创新教学模式、方法与手段及设置多元化考核体系等行之有效的改革探索,使学生的分析测试专业能力、动手能力、自主学习能力及应用研究能力得到有效提升,并为后续的科研、工作打下坚实基础。

## 关键词

现代测试技术; 教学研究; 教学实践

## 1 引言

为了应对新一轮科技革命和产业变革,很多高校和企业都成立了相应的分析测试中心或实验室,并购买了大批

“高、精、尖”的仪器设备来服务于科研创新与进步。不仅如此,大量非常先进的现代仪器也已经被广泛应用到高端化学品合成、食品医药、农业、医学检验、生命健康、生态与环保、现代国防、半导体、新能源与新材料等多个行业,是分析与检测中必不可少的“武器”。因此,为了培养掌握和使用先进仪器设备的高素质、自主创新型科研人才,“现代测试技术”类课程是高校不可缺少的一门学习课程,同时也是为了践行新工科理念而必须开设的专业课程。这门课程汲取并融合了电学、光学、数学、物理、化学、精密仪器制造、真空及计算机等学科的新成果、新技术<sup>[1,2]</sup>,是一门体现多

**【基金项目】**中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究项目(项目编号: J230302, J220310); 教育部产学合作协同育人项目(项目编号: 231106429204208)。

**【作者简介】**刘迪(1990-),女,中国山东济宁人,博士,副教授,从事光催化功能材料及分子筛材料研究。

学科交叉、科学技术进步的综合性前沿课程,对培养学生先进的科学理念、分析检测能力、研究兴趣及探索就业渠道等都十分重要。学生掌握了多种现代仪器分析工具、培养了较强的动手能力及具备了良好的研究分析能力,不仅可以使其培养出良好的科研素质,进而能更好地胜任大学生创新实验训练、学科竞赛及毕业论文等科研课题中的表征分析任务,而且今后还可在深造(读研)及就业申请中具备更强的竞争力。因此,该门课程教学效果的好坏会直接影响到本专业学生培养的质量,并对学生的求学深造、就业甚至今后的职业发展产生重要的影响。

受限於本课程有限的学时(我院设置为32学时),其中涉及大量仪器工作原理和内部结构等理论内容,若讲解得系统且透彻,则理论课堂上往往会出现“满堂灌”的现象。这一方面容易使学生感觉枯燥,并使得学生在课堂教学中参与度较低;另一方面,授课教师与学生缺乏及时的交流,则会无法了解到学生的真实学习水平,难以获取学生对授课内容理解程度的反馈,进而起不到“授业”之目的。针对我院分析测试中心已有的部分仪器,笔者近年来已引入了现场参观学习的方式,其在一定程度上成功调动了学生的积极性,增加了学生的参与度,但相关分析仪器的台套数较少,无法满足每位学生上机实操训练的需求,导致学生动手能力提升有限,同时线下参观时间有限,较少的应用场景也无法突出此课程的实用性的特点。基于此,进一步发展与创新“现代测试技术”课程的教学手段,设计灵活多样的教学方法以提升教学质量,促进学生自主性、创新性 & 研究性学习,具有重要意义。

## 2 教学内容的更新与完善

超过23届仪器领域相关的诺贝尔奖的授予证明了创新科学仪器的重要性。基于此,在教学内容中加入介绍仪器发展史及科学家事迹的绪论课十分必要。如介绍获得1901年第一届诺贝尔物理学奖的德国科学家伦琴是如何发现X射线的,为何称作X射线,而X射线又为何如此重要?这种娓娓道来式的讲述,不仅可为学生们展示先进的科学理念和思维是如何诞生的,而且很自然地引出了部分科学仪器基本原理的讲解,如此可充分调动学生的学习热情,并用科学家事迹激励学生勇于探索、敢于面对和克服困难并不断奋斗的精神。而由于仪器分析设备与方法日新月异,新的技术与指标不断更新,传统教材很难跟上仪器快速更迭的脚步,因此在课件编写中须及时增加新的、前沿性的仪器功能介绍,做到与时俱进,同时增加课程挑战性。众所周知,刚刚,2024年的诺贝尔奖科学类的2个奖项均被授予了AI(人工智能)领域的科学家们,这意味着AI技术已经成为解决复杂科学问题不可忽视的重要工具。而人工智能在仪器分析中同样大有可为,因此,需将机器学习、深度神经网络、高通量筛选与表征等在仪器分析中的应用场景纳入教学内容中,

以开拓学生视野,揭示现代分析仪器的的发展趋势。此外,还须根据学生特点、各专业需求与社会发展形势等来不断更新与完善授课内容,重视教学内容的实用性,强调案例的时效性,并完成仪器原理、分析方法、数据处理、仿真模拟训练及实操上机等教学内容的全覆盖,以达到全面培养与提升学生的测试分析专业能力 & 解决实际问题的能力。

## 3 “混合式”教学方法的建设

在课堂中综合应用问题式、互动式、案例式及研究式等灵活多样的教学方法,以引导学生积极思考、主动参与,培养学生的分析性思维,并激发其学习兴趣和创活动机。

### 3.1 问题式

基于问题的学习法(problem based learning, PBL),强调通过学生的自主学习,在合适的情景下发现问题、分析问题并解决问题。对于“现代测试技术”课程,教师可以适时提出生活中与我们息息相关的医药食品安全问题或环境污染问题,来调动学生的积极参与性,并要求学生用特定的仪器分析手段完成相应的分析检测任务。例如,果蔬表皮的农药残留如何定性 & 定量?如何测定污水中的重金属(铬、砷、铅和汞)含量?冬虫夏草与普通蘑菇的成分有无区别?学生可以采取自主探究或团队合作的方式,自行设计出包括试样处理方法、分析仪器选择、仪器测定条件、实验数据采集 & 处理等在内的实验方案。而后,由老师给予必要的辅导与修订,最终确定测试方案,接着根据仪器操作说明及老师指导,完成仪器操作各项流程,获得有效数据,撰写实验报告,进而解决上述问题。这种问题式教学方法,不仅让学生有了成功解决实际问题的切实体验,从而有效提升学习效果,而且还锻炼了学生的应变能力、交流沟通 & 与团队协作的能力。

### 3.2 互动式

为了更好地强化学生对课堂中理论内容(如较为抽象的仪器工作原理)的掌握,引入仿真模拟、仪器实物参观或视频展示等教学手段十分有效。在此过程中,学生不仅可以获取更加立体、生动的感性认知,还可以通过现场的提问 & 讨论,现场解决疑问,从而对理论课上所讲的分析原理等加深理解和掌握。如笔者近年来在“现代测试技术”课程的教学实践中,引入了现场参观教学环节,即带领学生们对我院分析测试中心的仪器设备进行了参观 & 上机简易操作,并详细向学生们展示了仪器的结构组成以及各个部件的作用、仪器的操作流程 & 软件使用、注意事项等,获得了学生们的好评。此外,带领学生们前往实习基地参观 & 实习等是互动式教学的另一重要实现路径。如去药检所的实习,可以获得熟悉使用高效液相色谱对药品的成分进行检测分析全流程的体验;去魏桥集团新材料测试评价中心的实习,学生们可以了解企业在新材料研发 & 工艺优化过程中的实际仪器测试需求,并提供给了学生们提前了解仪器设备管理岗 & 仪器工

程师岗等就业岗位的机会。这种深入岗位一线的互动式实践体验,缩短了课堂与企业应用间的距离,可进一步培养学生理论联系实际的能力,进而实现学以致用。

### 3.3 案例式

“实用性与前沿性”的课程特征使得“现代测试技术”成为开展案例式教学的极佳载体,所选取的案例内容可紧密联系社会问题与科学前沿。如引入科研实验中分析仪器的应用案例,可拓宽学生的学术视野,并为今后的读研深造或今后所从事的研发技术工作培养出良好的科研基本素质。而引入社会中与仪器分析相关的日用品、食品和药品安全实际案例,可赋予原本较为枯燥难懂的理论内容以趣味性、实用性<sup>[3]</sup>,进而激发学生的学习兴趣,产生有益的启发和示范效果。

### 3.4 研究式

研究式教学鼓励科研与教学的有机结合,一方面教师可在课堂上讲解科研实验案例,并分享教师自身在研究中遇到的各种真实问题及解决问题的方法经验,这种分享可在潜移默化中促使学生吸取经验并领会科学、严谨的思维方式。另一方面,采用翻转课堂的形式,向学生发布“前沿研究报告”的任务,通过让学生以小组合作的形式在课堂上进行文献分享及仪器表征解析等的报告展示,从而让学生了解在科学探究过程中仪器工具所发挥的重要作用。此外,依托院系的开放实验室,授予培训合格的学生上机资格,通过为他们提供可预约的上机时间段,鼓励学生将感兴趣的研究课题带进实验室,并尽力满足其自主实验与相应的仪器测试需求。

## 4 信息化教学手段的使用

利用现代信息技术工具与网络平台,将多媒体、网络、虚拟仿真及人工智能等整合进教学过程中,以丰富教学资源与环境,提高教学的灵活性与便捷性,促进个性化自主学习,如学生可通过学习展示有详细、真实且规范的仪器上机操作过程的微视频课程来熟练仪器操作。通过收藏与学习与学术前沿相关的参考资源库,拓宽自身的学术视野,获得扩展性阅读。通过仿真教学软件,如欧倍尔推出的仪器虚拟仿真软件<sup>[4]</sup>,进行大型现代仪器的模拟操作练习,这种模拟体验过程,不仅可以让学生们获得直观化、形象化的感受,还可对实验中可能出现的错误操作及时提醒,进而有效避免真实上机时对大型仪器的损坏,增加实验的安全性和可控性。而通过超星(学习通)、雨课堂等线上教学平台,可以向学生实时发布共享资料、讨论话题及测验题等,使教师可即时对学生的进行学习情况进行统计与分析,并可相应地提供个性化指导,查漏补缺,及时调整教学进度,改善教学质量。

## 5 开展讲座授课

“现代测试技术”是一门体现科学与技术发展高度的课程,因此,仪器分析领域的国内外发展动态与前沿信息均应纳入教学内容,以开阔学生眼界,丰富学生们的知识面。而关于市场上主要有哪些仪器生产公司,各个公司产品的水平与技术特点,相关仪器目前主要应用在哪些领域,仪器的日常保养与维护等的讲解,更适合邀请从事仪器产品设备的运营商(销售及技术人员)以及资深仪器分析管理者进行专题讲座。这种讲座授课模式,有利于师生知识的更新,还可培养学生与专业人士的沟通、交流及获取信息的能力。

## 6 多元化的考核体系

传统的课程考核模式过于单一,往往只以期末课程考试而一锤定音。而《现代测试技术》的课程属性决定了过程考核评价反而更加重要。为了全面评估学生的知识掌握能力、分析思考能力、团队协作能力、探索创新能力,设置多元化的过程考核体系包括课堂表现与参与度、在线平台课堂测验、小组合作汇报、文献分析报告、参观与实操训练表现及课程延伸考核评价(开放实验创新成果)等十分必要,其对促进学生的学习过程管理及提升教学效果意义重大。考核的目的是让学生清楚地了解自己的水平,并及时查漏补缺以取得进步。同时,通过多元化评价学生的学习成效而获得考核结果,还减少了期末考试的压力,有利于提升学生学习的积极性和信心。

## 7 结语

“新工科”建设为高等教育改革提出了新的要求,因此,近年来,高校的人才培养更加注重培养学生的实践能力、创新能力及国际竞争力。“现代测试技术”课程综合性与前沿性的课程特征使其成为培养学生实践与创新能力的最佳载体。笔者从更新和完善教学内容、引入“混合式”教学方法、合理利用信息化教学手段及引入讲座授课等方面对“现代测试技术”课程进行建设和实践,以实现教学效果与学生培养质量双提升。使学生在掌握多种先进仪器理论知识的基础上,充分锻炼仪器操作能力及研究分析能力,进而增强其就业或读研深造的竞争力。

### 参考文献

- [1] 冯丽,张慧莉,王爱英,等.浅析《现代仪器分析》课程教学存在的问题及对策[J].广东化工,2015,42(10):196-197.
- [2] 陈述,龙云飞.本科生与研究生仪器分析实验能力的培养[J].当代教育理论与实践,2011,3(3):54-55.
- [3] 张洪亮,邹蕊,汪尚兵.现代仪器分析课程的教学改革[J].安徽工业大学学报,2014,31(1):116-117.
- [4] 张文君,杨硕,王立.基于虚拟仿真平台的制药工程专业线上实践教学的探索[J].药学研究,2021,40(7):484-486.