

交互式电子课件助力本硕贯通仪器分析实验课程建设 ——以紫外可见光谱仪器分析实验课程为例

范雅楠*, 黄晶晶

中山大学化学学院, 广州 510006

摘要: 在为强基计划本科生开展的仪器分析实验课程中, 利用交互式电子课件作为实验课程的课前学习材料, 将线上学习与线下学习相结合, 有针对性地为学生开展高阶学习内容, 激发了学生学习的积极性, 提高了学生的实验技能, 培养了学生的科研创新思维, 为本硕贯通仪器分析实验课程提供了建设数字化课程资源的新途径。

关键词: 交互式电子课件; 紫外可见光谱实验课程; 数字化资源

中图分类号: G64; O6

Interactive Electronic Courseware Facilitates the Development of Integrated Undergraduate-Graduate Instrumental Analysis Laboratory Courses: A Case Study of UV-Vis Spectroscopy Analysis Experiment

Yanan Fan*, Jingjing Huang

School of Chemistry, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510006, China.

Abstract: In the instrumental analysis laboratory courses designed for undergraduate students enrolled in the Strengthening Basic Disciplines Program, interactive electronic courseware was implemented as pre-laboratory learning materials. This approach effectively combined online and offline learning modalities, enabling targeted delivery of advanced course content. The methodology demonstrated multiple benefits: it enhanced student engagement, improved experimental techniques, and cultivated innovative research thinking. Furthermore, this study presents a novel approach for developing digital educational resources in the context of integrated undergraduate-graduate laboratory course development.

Key Words: Interactive electronic courseware; UV-Vis spectroscopy laboratory course; Digital learning resources

1 交互式电子课件的设计背景

根据《教育部等六部门关于实施基础学科拔尖学生培养计划2.0的意见》(教高〔2018〕8号)中的精神, 为了推动中山大学强基计划的全面有效实施, 遵循强基计划“培养基础学科拔尖, 有志向、有兴趣、有天赋, 能够服务国家重大战略需求的人才”的培养宗旨, 中山大学化学学院面向强基计划本科生开设了现代化学研究方法与技术训练这门特色实验课程。希望借助该课程更好的向强基班本科生开展研究性教学, 鼓励学生积极参与科研项目训练, 切实提高本科生培养质量, 从而促进学生自主深度探究学习、构建完整理论体系、形成多维科研能力。这门课程主要利用中山大学学院公

收稿: 2024-11-01; 录用: 2024-12-30; 网络发表: 2025-06-06

*通讯作者, Email: fanyanan@mail.sysu.edu.cn

基金资助: 中山大学校级教学质量工程项目

共仪器平台的科研用大型仪器设备开展实验,相比于传统本科教学的仪器设备,这些设备的测试模块和功能更为多样化,更适用于科研分析测试,学生通过课程的学习可以获得高水平的科研训练,掌握较为系统的科研分析技术及实操技能,从而提升其课题研究的自主创新能力。同时本系列课程在研究生阶段也设置了不同模块的进阶课程,学生在研究生阶段可以根据自己的科研方向继续进行选修学习,学院计划将其打造成一门贯穿本硕的核心科研训练示范课程。该课程自2022年开始,面向大三强基计划学生开设,取得了明显的成效^[1,2]。

随着强基计划本科生逐渐进入实验室开展科研项目,许多学生反馈经过前期的实验课程训练后,在日常科研工作中,对于已经有一定研究进展,前期测试过的样品,基本已经可以独立进行测试,但对于自己新合成的性能未知的样品,还是会出现不知如何入手,不知如何选择合适的测试条件和方法来探究样品性能的问题。在此背景下,我们对面向强基班本科生开展的仪器分析实验课程进行进一步的探索优化,在课程中增设了光谱类分析仪器不同测试模式的教学,为已经开始开展科研项目的同学提供更加深入的科研技能训练,例如在紫外可见光谱测试实验中除了讲授常规的液体样品透射测试模式,课程中还加入了固体粉末样品、悬浊液样品及薄膜样品的漫反射测试模式的实验内容。

为了避免课程内容的增加而增大学生们的课时压力,我们采取了翻转课堂的教学模式对实验课程的组织形式进行改进,从而提高课堂效率。翻转课堂,也称为“颠倒课堂”,这种教学模式作为一种新型的教学模式,现在已经被广大师生所熟悉和接受,其特点是由传统的“先教后学”向“先学后教”翻转^[3],增加学生自主学习内容,缩短课上教师讲授的时间,使学生在课堂上能够有更多的实际操作时间,既能加强巩固仪器分析的实验技能,又能够有充分的时间来了解这种仪器分析方法在科研工作中的应用,让学生了解更多多样化的样品测试模式,为本科生的继续深造打好科研基础,实现本科生高水平的培养目标,为新形势下本硕一体化人才培养体系建设特色培养途径。

在翻转课堂教学模式中,在课前环节教师将学生需要自主学习的内容提前发给学生,供学生自主学习,而学习材料能否激发学生的学习兴趣成为影响学生课前学习效果的关键,在本次的实验课程改革中,我们的课前导学材料没有逐项零散地上传至线上,而是使用iSpring Suite 11软件将课程资源进行整合,制作成具有交互功能的数字化课程资源整体提供给学生,学生不仅可以在电脑上进行学习,也可以在移动数码设备上进行学习,参与课程互动,提高了学生的学习兴趣和学习效率。本文以紫外可见光谱仪器分析实验课程为例,详细介绍作为课程前置资源的交互式电子课件在助力本硕贯通仪器分析实验课程建设中的作用。

2 交互式电子课件的设计思路

紫外可见光谱实验是经典的仪器分析实验之一,传统的仪器分析实验教学模式通常是教师讲解实验原理及仪器操作步骤,在进行演示实验后,学生根据指定的实验步骤进行实验,完成实验报告。这种传统的授课方式忽略了学生的个性化差异和学习需求,不利于激发学生学习的兴趣和主动性。目前已经有许多实验教师意识到上述问题,很多学校已经将混合式教学模式运用到仪器分析实验课程中,通过线上线下相结合的双线教学模式,将课堂进行翻转,减少课堂上理论讲解的时间,增加学生自主操作的机会,激发学生的学习兴趣,从而提升课堂效果^[4]。我们参考已有的课程改革经验,将紫外可见光谱的仪器分析课程设计进行进一步完善,重组课程内容,对学生在线上线下的学习内容进行了重新规划,在增加学生课堂实践机会的基础上,让学生进一步深入理解仪器不同测试模式的特点及适用领域,从而使学生能够做到举一反三,学以致用,满足其自主开展科研项目时的测试需求。

在提供给学生用于课前学习的交互式电子课件中,除了基本实验内容的介绍,还向学生介绍了最新的紫外可见近红外光谱分析新技术,让学生了解仪器各种测试模式在不同研究领域的应用(表1)。在课件中,将教师的最新研究成果融入到课程教学中,进行最新的方法技术的应用讲解,在加

强学生理论与实际应用相结合的能力同时，也间接提高了学生的文献阅读能力。同时导学材料也向学生介绍了该种测试技术在实际工业生产领域的应用及相关检测方法的国家标准，为学生探索基础科研项目中的实际应用前景拓展思路。在仪器操作模块中利用iSpring Suite 11软件的特色互动功能，让学生在观看操作视频的同时，参与互动，通过模拟练习掌握测试基本技能，同时学生学习课件的具体情况也会通过邮箱提交给教师。而教师则可以通过学生的提前预习情况了解到学生的学情，更好的进行课上引导。

表1 交互式电子课件的主要模块

课件模块	主要内容	学生活动	教师活动
实验课程	仪器发展史	自主学习紫外可见光谱相关知识，预习实验内容，学习仪器操作，完成课前测试	收集学生课前预习情况及反馈问题，了解学生学情，进行课前答疑
	仪器原理 仪器操作 实验内容(互动)		
课程拓展	功能拓展	深入学习紫外可见光谱不同模式测试，并了解各个模式的原理与适用领域。可进行样品的模拟测试	通过学生课前学习反馈，课上剩余时间可指导学生进行多种模式测试，探究不同状态下样品信息
	应用领域		
课程闯关	题库随机抽取测试题目	完成课程闯关测试	收集学生考核成绩，作为上机考核的依据
课程答疑	收集学生课后学习疑问	完成实验报告，有兴趣有需要的同学可以深入学习样品禁带宽度的计算方式或参加仪器操作考核，获得自主上机资格，开展创新性实验	批改学生实验报告，进行课后答疑，对于有兴趣有能力的学生开展相关指导考核，使其能够自主使用仪器进行研究课题

不论教学模式如何改变，仪器分析实验课程的学习都可以分为知识传授和吸收内化两个阶段^[4]，两个阶段强调理论知识与实践应用的结合，强调学与思的结合，相辅相成缺一不可。虽然在课程组织形式上采用了翻转课堂的教学模式，但是在紫外可见光谱实验教学的整体设计思路中(图1)，

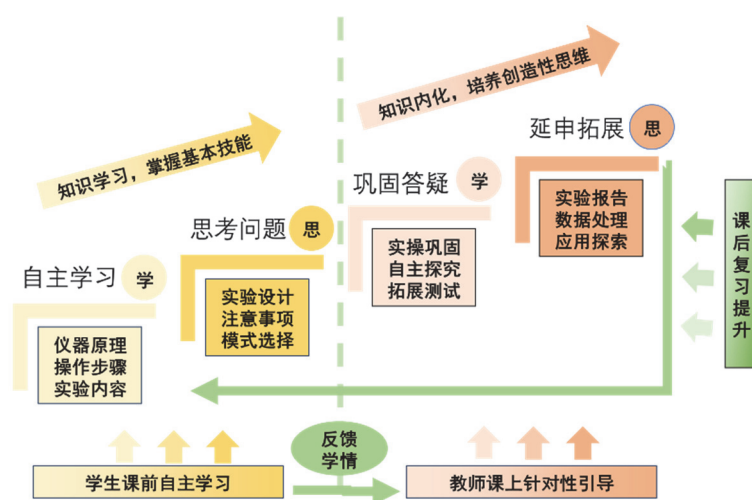


图1 交互式电子课件在实验课程中的作用

仍然非常重视这两个阶段的学习过程,利用课前环节通过交互式电子课件进行基础知识的传授,利用课上促进学生内化知识。学生在课前利用交互式课件自主学习,思考问题,巩固练习。教师通过邮箱收集学生课前学习的学情反馈,可以了解不同学生的知识掌握情况,在课上有针对性地进行讲解,指导学生进行实践训练,解决学生疑难,并鼓励学生创新拓展。课后学生可以利用课件进行复习巩固,获得进一步提升。通过线上学习和线下教学相互融合,让学生能真正掌握仪器使用技能,提升学生开展科研项目的探索能力,为强基计划本科生后续的学业深造打下足够坚实的基础。

3 互动电子课件的具体功能实现

iSpring Suite 11以PPT(PowerPoint, PPT)软件的插件形式使用,是目前动画效果和互动效果较好的课件制作工具之一。利用此插件可以直接在PPT中插入原理视频,操作讲解视频,互动模块,测验考核和情景模拟对话,问题反馈等学习模块^[5],相比较大型虚拟仿真课程软件的开发,iSpring Suite 11软件操作便捷,灵活性强,区别于传统的虚拟仿真课程,内容修改需要专业技术公司进行,利用该插件可以像制作常规电子课件一样,可以根据学生反馈的问题及时更新相关学习材料,重新发布上传即可。本实验课程利用iSpring Suite 11软件将所有课程资源重组,将相关理论学习资料、仪器操作视频及课前测验整合起来,制作了具有交互性的电子课程供学生课前学习使用,取得了非常好的效果。

3.1 实验课程模块

实验课程模块作为整个课前学习的主体,首先介绍了本节所用仪器的发展史,加深学生对此项仪器分析技术的熟悉程度,培养学生科学技术创新发展的使命感。接下来通过动画的形式生动形象的介绍仪器的的工作原理,并通过操作视频向学生展示了仪器的操作方法和注意事项(图2)。



图2 实验课程自主学习内容截图

仪器基础知识部分学习完成后, 学生将进入交互式实验预习环节。该环节不同于传统的手抄预习模式, 课件通过将核心实验参数留白, 构建了互动式的预习流程。在预习过程中, 学生通过查阅实验教材和前面所学内容, 填写空白部分, 通过这种留白引导模式, 促进学生思考和钻研实验内容, 潜移默化地培养其分析解决问题的能力^[6]。iSpring Suite 11软件有形式丰富的互动测试模块, 可以利用互动填空题模板设计相关填空题目, 考察学生是否掌握样品制备方法。可以利用点击类互动题目模板设计模拟仪器操作, 利用下拉框类互动题目模板设计模拟仪器软件操作类题目。学生通过点击鼠标, 模拟仪器操作(图3)。在学习过程中, 学生的每一步操作都会生成对应分数发送至教师邮箱, 教师可以通过反馈, 了解不同学生的学情, 在课上有针对性地进行指导。

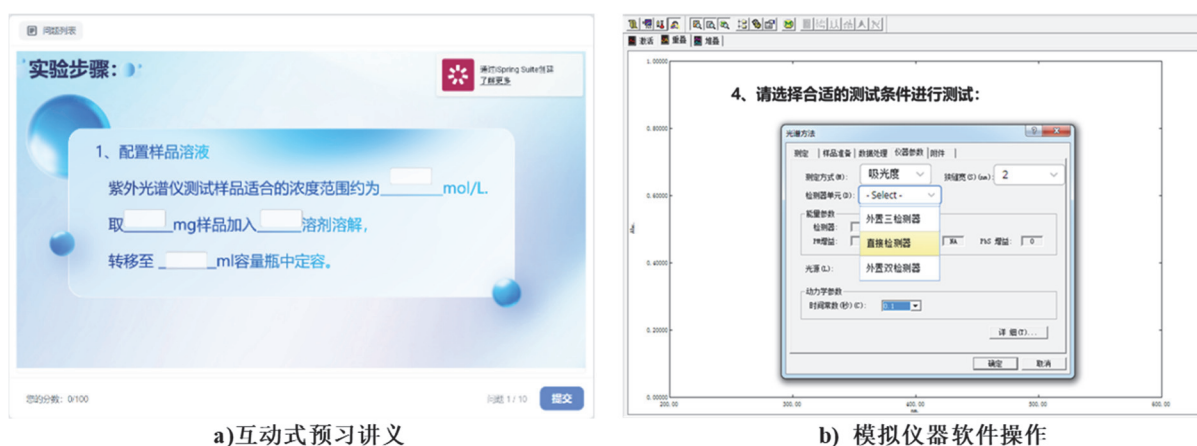


图3 实验课程模块互动预习内容截图

3.2 课程拓展模块

在课程拓展模块, 主要向学生介绍了最新的紫外可见光谱分析新技术, 让学生了解各种测试模式在不同研究领域的应用, 同时通过互动, 让学生进行样品模拟测试, 初步熟悉测试方法以及数据处理方式(图4)。同时在课件中以电子书的形式嵌入近期发表研究论文中的科研实例, 将最新的研究成果融入到课程教学中, 使学生了解紫外可见光谱测试在科学研究中的最新应用进展, 同时也间接提高了其文献阅读能力。在该模块还通过链接的形式向学生介绍了该种测试技术在实际工业生产领域的应用及相关检测方法的国家标准, 为学生探索基础科研项目中的实际应用前景拓展思路。



图4 课程拓展模块互动截图

3.3 课程闯关测试

在课程闯关测试模块中,通过整合实验课程拓展测试模块相关的题库,构建了动态化考核体系,系统采用随机抽题机制,每次抽取10题进行考核。同时创新性设计了分支式情景问答题型,考生在答题过程中选择不同的样品测试模式,会触发差异化的考核路径,使整个模拟操作环节呈现个性化特征。这种差异化命题策略不仅提升了测试的灵活度,更通过情景代入增强了考核趣味性。考生完成考核后将获得电子合格证书,该证书将作为后续申请自主操作仪器资格的重要考察指标。(图5)。



图5 课程闯关测试模块截图

3.4 互动答疑模块

在电子课件最后的互动答疑模块,设置了自由讨论区,课前课后,学生在学习中的任何疑问都可以通过该板块及时发送至教师邮箱,教师收集后可集中答疑,同时根据学生反馈的情况不断改进实验课程。

4 交互式电子课件的教学应用及教学效果

4.1 课前环节

在课前环节,学生通过课前的学习了解仪器的基本原理和实验的主要内容,通过互动式的实验预习和模拟仪器操作可以帮助学生更好地理解实验内容,为课堂的实际操作打好基础。同时交互式电子课件也可以把学生的课前各项操作情况及时反馈至教师邮箱,通过学生学习过程中反馈的信息,教师可以提前了解学生课前的知识学习情况,更有针对性地准备课堂教学内容。

4.2 课堂环节

通过课前的测试及反馈,教师对学生的课前学情有了一定的了解,因此课堂上的首要环节就是对学生课前的学习内容进行系统的巩固梳理,将实验的重点问题进行详细讲解,让学生再次内化知识,对仪器的相关原理理论有更深入的了解。有了课前的练习基础,课堂上学生可以高效地完成实验规定的测试内容,获得测试结果,进行数据处理。

课堂剩余的时间则可以用来进行仪器不同测试模式原理的沟通探讨,学生将前期合成的样品制备成不同的状态,分别进行透射模式和积分球模式的测试,并通过数据处理得到多种谱图数据。学生通过观察各个模式下测试数据的差异,思考不同模式产生数据差异的原因,交流讨论,分析得出不同状态样品最佳的测试模式和数据处理方式。

在课堂环节的最后,教师简要总结本节课的要点,经过课堂中一系列的探究学习,学生对紫外可见光谱这种仪器分析的应用领域有了进一步的认识,未来用其探究自己样品性能时可以更快速的选择合适的测试模式和数据处理方式。

4.3 课后环节

课后学生需要根据自己的实验结果完成实验报告, 对比标准谱图, 评价自己的实验结果, 自行查阅资料完成课后相关问题。

在互动电子课件中, 已经包含了样品数据处理的指导及禁带宽度计算的相关内容, 因此有需要或有兴趣的同学可以利用课上不同模式的测试数据, 根据电子课件的操作视频指引, 进行样品禁带宽度的计算练习, 继续参与课程的互动, 及时反馈练习结果和遇到的问题, 教师收到反馈信息后, 进行答疑与交流讨论。而对于在研究过程中已经需要用到此项测试的同学, 可以申请相应的机时, 进行自主探究测试。

同时配合互动式电子课件中课程拓展的内容, 课程线下也增设了拓展性考核模块, 学生在线上课程闯关环节中获得合格证书, 就可以凭证书参加线下实操考核, 考核合格后可以获得独立上机操作仪器资格, 可以更便捷地利用仪器开展自己的研究课题。通过此项考核, 可以进一步强化在日常研究中需要用到此类设备的学生的实操能力, 真正培养学生测试探索新的未知样品性质的能力, 为其将来进行的科研工作提供良好的基础, 实现了本硕实验课程的一体化培养目标。

在2023学年第一学期开展的课程中, 有超过50%的同学通过了自主操作仪器的考核, 获得独立上机资格。

5 结语

在教育数字化的时代大背景下, 相比较于专业公司制作的仿真软件, 互动式电子课件的制作成本更低, 操作方便, 教师日常可以像制作课件一样便捷地更新补充课程内容, 以多样化和个性化教学的方式为创新性人才培养提供支持。本硕贯通实验课程课前学习资源的交互式电子课件, 为强基班学生提供了更多课程内容的拓展, 充分体现学生的主体地位, 递进式培养了学生的科研思维能力, 授之以渔, 使其能够运用所学技能探索解决科研中遇到的问题, 全面提升了学生的学习力、思想力、行动力。后续计划将此课程资源上传至共学院共享仪器平台网站, 为更多的学生学习仪器操作提供数字化资源的支持, 实现教学资源共享。

参 考 文 献

- [1] 江继军, 杨立群, 苏成勇, 阮文红, 朱芳. 大学化学, **2023**, *38* (12): 143.
- [2] 胡水, 李厚金, 臧真明, 李莲云, 赖榕. 大学化学, **2024**, *39* (4): 314.
- [3] 王奕标. 透视翻转课堂: 互联网时代的智慧教育. 广州: 广东教育出版社, 2016.
- [4] 邹浩琳, 罗宗超, 李帮林. 西南师范大学学报, **2021**, *46*, 154.
- [5] 胡勇, 赵凤梅. iSpring Suite 9 数字化学习资源的设计与开发. 广州: 中山大学出版社, 2023.
- [6] 吴晓军, 胡锴, 赵发琼. 大学化学, **2024**, *39* (8): 23..