

面向工程教育专业认证的有机化学实验微课混合式教学模式探索

王亮*, 余凡, 张玉敏, 鲁珍, 彭望明, 胡思前

江汉大学化学与环境工程学院, 武汉 430056

摘要: 根据化学工程与工艺专业的工程教育专业认证对有机化学实验课程提出的最新要求, 从教学模式、教学内容、教师和学生四个方面详细分析了我校有机化学实验的教学现状及其存在问题。初步探索了一种适合本校实际情况的微课线上教学和传统线下教学相结合的混合式教学模式, 并成功地应用于有机化学实验课程教学中, 不仅可以有效提高实验课程教学的质量和效率, 而且能够更好地支撑专业认证中课程教学目标和专业毕业要求。

关键词: 工程教育专业认证; 有机化学实验; 微课; 混合式教学

中图分类号: G64; O6

Exploration of Blended Teaching Mode Based on Micro-Course of Organic Chemistry Experiment for Engineering Education Professional Certification

Liang Wang*, Fan Yu, Yumin Zhang, Zhen Lu, Wangming Peng, Siqian Hu

School of Chemical and Environmental Engineering, Jiangnan University, Wuhan 430056, P. R. China.

Abstract: According to the latest requirements of engineering education professional certification of chemical engineering and technology specialty on organic chemistry laboratory, current situation and problems of organic chemistry laboratory in Jiangnan University are discussed from the perspective of teaching mode, teaching content, teachers and students. This paper has explored the blended teaching mode combining the online teaching with the traditional teaching. This teaching mode is successfully applied to the course of organic chemistry laboratory. It has been proved that this teaching mode improved the teaching quality, enhanced the classroom efficiency, achieved the teaching objectives, as well as met the requirements in the engineering education professional certification.

Key Words: Engineering education professional certification; Organic chemistry laboratory; Micro-course; Blended teaching

有机化学实验是化学工程与工艺、高分子材料与工程、新能源材料与器件等工科专业的基础必修课程之一^[1]。在学生的实验类课程体系学习中占有相当重要的地位。通过有机化学实验的学习, 学生的实践能力、创新能力、分析和解决问题的能力可以得到全面发展^[2], 而且能够促进学生实验习惯和科研素质的培养, 这对于学生在高年级阶段学习其他专业实验课程以及从事科学研究具有极其重要的作用。

收稿: 2020-05-07; 录用: 2020-06-22; 网络发表: 2020-07-03

*通讯作者, Email: wangliang@jhu.edu.cn

基金资助: 武汉市教育科学“十三五”规划课题(2017C166); 武汉市市属高校教学研究项目(2019008, 2019045); 湖北省自然科学基金面上项目(2017CFB690, 2019CFB769)

1 工程教育专业认证对有机化学实验的要求

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度,是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础,其核心是确认工科专业毕业生达到行业认可的质量标准。因此,高等院校在课程教学体系、培养方案制定、师资队伍建设和办学条件配置等方面,需要围绕学生毕业能力达成这一核心任务展开,并注重建设专业持续改进机制以保证专业教育质量^[3]。江汉大学是一所省市共同建设的地方综合性大学,化学工程与工艺专业是省级品牌专业。该专业于2019年申请了工程教育专业认证并获得了认证协会的受理,认证专家将于2020年进校现场考察。有机化学实验作为化学工程与工艺专业的核心课程,在专业认证中支撑的毕业要求是“能够基于科学原理并采用科学方法对化工过程复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据,并通过信息综合得到合理有效的结论”。对应的毕业指标点是“能基于专业基础理论和文献研究,调研、分析复杂化工问题的研究方案;具有采用正确的方法合成、分析和鉴定化工相关产品的能力”^[4]。但是,该课程现有的教学中存在一些不足,不能很好地支撑专业认证对课程提出的毕业要求和指标点。因此,深化有机化学实验教学改革具有一定的紧迫性和必要性。一方面,要能够更好地服务于化学工程与工艺专业的工程教育专业认证;另一方面,也能为我校高分子材料与工程、新能源材料与器件等工科专业的工程教育专业认证奠定扎实的基础。

2 有机化学实验教学现状及存在问题

根据课程支撑的毕业要求和指标点,重新制定了有机化学实验的课程目标,即“能够采用正确的实验方法合成、分析和鉴定化工相关产品,熟悉其物理化学性质的测定方法”。围绕该课程目标,对有机化学课程教学的现状进行分析,发现在教学模式、教学内容、教师及学生四个方面存在一些亟待改进的问题。

2.1 教学模式传统,教学手段单一

我校的有机化学实验教学仍然是以教师为主导的“讲授式”教学模式进行。学生课前预习,教师讲解实验原理,演示实验操作,强调注意事项,学生实践操作,撰写实验报告^[5]。首先,这种流程式的教学过程不仅形式单调枯燥,课堂缺乏吸引力,而且,学生的积极性不高,不能充分激发学生的主观能动性。其次,在学生开始实验之前,任课教师至少要用一节课时间去讲解实验原理、仪器使用、演示操作、注意事项等,使得4个学时的实验内容非常紧张,没有充裕的时间留给学生进行纯化和表征。第三,较长时间的讲授以及实验室的授课环境,使学生“进入实验室就想开始实验”的心理期望不能被满足。并且,导致学生注意力很难集中,实验原理、仪器使用、注意事项等问题很难快速理解,在实验过程中会反复出错,教学效果并不理想。

2.2 教学内容简化,学时布局不合理

如表1所示,有机化学实验课程的总学时为48个学时,设置了10个实验项目,每个实验项目为4或6个学时。教学内容主要涉及基础实验、制备实验和综合实验三种类型实验。基础实验包括:熔点测定、蒸馏和沸点测定、重结晶提纯法、减压蒸馏、水蒸气蒸馏等,与第一次的讲授内容“有机化学实验的一般知识”共占用了一半以上的学时。剩下的学时安排了三个制备实验:1-溴丁烷的制备、环己烯的制备、乙酰苯胺的制备,以及一个综合实验:生物碱的提取。纵观实验内容体系,选取的都是实验条件容易达到、占用学时较少、操作相对简单、不易失败的实验作为教学内容。其次,基础实验占去了大量的学时,导致选取的制备实验和综合实验的数量较少,而且制备实验中常常忽略了粗产品的分离、提纯和表征等重要的教学内容。

2.3 教师队伍参差不齐,教学能力两极分化

有机化学实验教师队伍年龄层次不合理,存在两极分化现象。年长教师墨守成规、固步自封,课堂质量意识淡薄,对教学效果关注不多。一方面,没有持续关注现代的教学动态,也没有学习新的教学理念和教学方法;另一方面,受各方面因素影响,年长教师外出学习的机会十分有限,使得

表1 传统教学模式下的课程情况

实验类型	实验项目	学时	学习方式	课时占比
基础实验	有机化学实验的一般知识	4	线下学习	58.3%
	熔点测试	4	线下学习	
	蒸馏和沸点测定	4	线下学习	
	重结晶提纯法	6	线下学习	
	减压蒸馏	6	线下学习	
	水蒸气蒸馏	4	线下学习	
制备实验	1-溴丁烷的制备	4	线下学习	29.2%
	环己烯的制备	4	线下学习	
	乙酰苯胺的制备	6	线下学习	
综合实验	生物碱的提取	6	线下学习	12.5%

终身学习的观念越来越淡化,教师学科水平没有得到相应提升,难以满足现代教育的需求。青年教师缺乏教学经验,教学能力稍显薄弱。一方面,缺乏对教学方法和教学过程的潜心研究,也没有对教学内容进行精选和加工,并且,在驾驭课堂、控制教学节奏和管理课堂方面欠缺经验;另一方面,青年教师热衷于科学研究,绝大部分精力投入在项目申请、论文发表、学术活动等方面。相比较科学研究而言,教学方面投入的时间和精力远远不够。

2.4 学习方式没有转变,课程重视程度不够

有机化学实验课程设置在第一学年的春季学期开设,大一学生的学习方式没有完全转变,对于教师过于依赖。特别是在课堂上,教师如何讲就如何做,“照方抓药”地模仿和重复教师的实验操作。既提不出什么疑问,也回答不了教师的问题。在长期的教学过程中,还发现学生的学习态度不够端正,对课程的重视程度不够。绝大多数学生修学本课程不是为了获取知识和技能,而是为了获得学分。在实验过程中,受实验条件的限制,两人一组的实验中存在学生刷微信、玩游戏、看视频的现象。此外,学生还缺少修读实验课程的学习方法。学生的实验预习报告就是简单机械地抄袭课本内容,对于药品试剂、实验原理、实验过程没有查阅资料,也没有认真思考。普遍认为预习报告和实验报告没有太大区别,预习报告是一项任务,仅仅是构成平时成绩的一部分。

3 基于微课的线上线下混合式教学模式

3.1 重组教学内容,合理分配学时

经过有机教学研究室教师们的交流和研讨,结合化学工程与工艺专业学生的实际情况,以原版教学大纲的实验内容为基础,重组了教学内容并优化了学时布局。如表2所示,基础实验包括:熔点测定、蒸馏和沸点测定、萃取和分液、洗涤和干燥,这几个简单的实验操作将融入到制备实验和综合实验中进行实践训练,不占用实际课时。减压蒸馏(4学时)、水蒸气蒸馏(4学时)、重结晶提纯法(4学时),这三个较难的基础实验需要实际课时进行实践训练,其目的是使学生打下扎实的实验技能基础。制备实验包括:1-溴丁烷制备(4学时)、环己烯的制备(4学时)、乙酰水杨酸的制备(6学时)、呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备(6学时)、2-甲基-2-丁醇的制备(6学时)。综合性实验包括:生物碱的提取(4学时)、尼龙66的制备(6学时)。这些实验项目的实验原理与有机化学理论课中的取代反应、消除反应、酰化反应、格氏试剂、歧化反应、天然产物、聚合反应等重要知识内容紧密结合。

3.2 分类整理素材,制作微课视频

教师们将教学工作中积累的课程资源进行重新整理,有针对性地录制成微课视频,每个视频约为10-15分钟左右^[6]。第一种视频资源是录制教学课件,主要使用的是录屏软件,如Camtasia Studio、格式工厂等。教学课件制作包括以下几个方面:课程简介、有机化学实验的一般知识、实验的理论知识、期中期末测试解答。课程简介主要讲解有机化学实验在日常生活、化学化工、医药农药、材

表 2 混合式教学模式下的课程情况

实验类型	实验项目	学时	学习方式	课时占比
基础实验	有机化学实验的一般知识	0	线上学习	25.0%
	熔点测试	0	线上学习	
	蒸馏和沸点测定	0	线上学习	
	萃取和分液	0	线上学习	
	洗涤与干燥	0	线上学习	
	重结晶提纯法	4	线上学习为主, 线下学习为辅	
	减压蒸馏	4	线上学习为主, 线下学习为辅	
制备实验	水蒸气蒸馏	4	线上学习为主, 线下学习为辅	54.2%
	1-溴丁烷的制备	4	线上学习为辅, 线下学习为主	
	环己烯的制备	4	线上学习为辅, 线下学习为主	
	乙酰水杨酸制备	6	线上学习为辅, 线下学习为主	
	呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备	6	线上学习为辅, 线下学习为主	
综合实验	2-甲基-2-丁醇的制备	6	线上学习为辅, 线下学习为主	20.8%
	生物碱的提取	4	线上学习为辅, 线下学习为主	
	尼龙66的制备	6	线上学习为辅, 线下学习为主	

料科学等领域的重要作用, 让学生对有机化学实验重要性有一个深刻认识, 以激发学生的学习兴趣。有机化学实验的一般知识主要讲解实验室安全、常用仪器和装置、预习报告和实验报告的撰写要求, 如何检索药品、查看信息等。实验的理论知识主要讲解实验目的、实验原理、实验装置、实验步骤、注意事项等。期中期末测验解答主要讲解分析题义、解题思路, 以及知识要点。第二种视频资源是录制教师现场演示实验, 主要是实验员老师准备教学用具, 教师准备好脚本和内容进行演示实验, 影像公司进行录制和后期制作。因此, 每个实验项目的视频资源都包含理论知识视频和实验操作视频。

3.3 遵循学习规律, 搭建在线课程

利用以上的微课视频和文档资料, 在学校的网络教学平台上搭建在线课程。在“课程详情”部分上传课程简介、教师队伍、教学大纲等视频和文档。在“教学资源”部分上传录制的微课视频资源, 包括理论知识视频和实验操作视频, 以及测试题的讲解视频。在“课程资料”部分上传教学课件、电子教案、课外阅读资料。在“课程作业”部分上传每一个实验内容的测试题。在“课程考试”部分上传期中测验和期末测试试卷。在“课程讨论”部分发布一些课程内容相关的话题, 组织学生进行讨论。学生扫描二维码进入课堂之后, 最开始看到的是课程详情, 在此部分学生对课程性质、学时学分、考核方式等有充分了解, 特别是对该课程的重要性有深刻的认识。随后, 学生在线上学习完成相应的课程任务点, 包括观看视频、阅读电子教学资料、完成测试题、在讨论区发表观点。任务点完成之后, 学生需要按照标准的预习报告模板, 在线提交预习报告。到课程期中阶段, 每位学生需要在线完成课程期中测验。课程结束后, 每位学生还需要完成课程的期末测验。通过小部分学生的成功试用后, 上述在线课程资源建设模式已基本确定。

3.4 结合实验项目难易程度, 分类应用混合式教学模式

根据学生的基础知识和自学能力, 结合实验项目的难易程度, 分类应用线上线下混合式教学模式进行教学(表 2)^[7,8]。采取的策略是实验内容简单的, 如实验室基础知识、实验室管理制度、液体固体废弃物处理等一般知识, 学生在线上自主学习; 简单的基础实验, 如熔点测定、蒸馏和沸点测定、萃取和分液、洗涤和干燥等, 学生线上学习理论知识视频和实验操作视频, 线下学习制备实验和综合实验时进行实践和强化; 较难的基础实验, 如减压蒸馏、重结晶和水蒸气蒸馏, 学生线上学习理论知识视频和实验操作视频, 线下需要 4 个学时实验教学, 让学生到实验室进行实践操作; 对

于制备实验和综合性实验,采取线上学习为辅,线下学习为主的方式。线上还是学习理论知识视频和实验操作视频。线下教学时,任课教师只需要用少量时间来讲解实验原理、关键操作和注意事项等内容。留有充裕的时间让学生动手操作,用于产品纯化、熔点测试、红外以及核磁测试。

3.5 学生教师任务点驱动,混合式教学模式应用

以“乙酰水杨酸的制备”实验为例,探讨基于微课视频资源的线上线下混合式教学模式在有机化学实验教学中的应用。

线上教学活动中,学生的线上学习主要是以任务点为导向,自主学习视频和文档,完成本实验的课前预习。教师的线上教学主要是组织学生在线讨论,解答学生问题,收集反馈信息,从而切实掌握学生预习情况。

任务点一:需要完成“乙酰水杨酸的制备”的理论知识视频学习,包括实验目的、实验原理、实验药品、实验仪器、实验过程以及注意事项。

任务点二:需要完成教师演示实验视频的学习,以熟悉本实验的操作步骤和注意事项。

任务点三:需要完成本实验的测试题,设置的测试题目举例如下:

问题 1:反应仪器为什么要干燥无水?

问题 2:浓硫酸在反应中起什么作用?

问题 3:本实验中可能产生什么副产物?怎么产生的?

问题 4:粗产品中加入饱和 NaHCO_3 起什么作用?

问题 5: FeCl_3 溶液检验乙酰水杨酸纯度的原理是什么?

任务点四:需要按照标准的预习报告模板,撰写预习报告。

任务点五:需要在讨论区完成话题讨论“粗产品中加入饱和 NaHCO_3 的目的是什么?能否用 NaOH 溶液代替?”。

任务点六:需要完成课外阅读资料的学习,了解阿司匹林的发现历史、药物功效及发明人费利克斯·霍夫曼的事迹等。

如表 3 所示,线下的教学活动中主要包括三个阶段:实验前,以教师讲授为主。根据线上学生讨论和答疑情况,主要讲解“乙酸酐和水杨酸的反应机理”“副产物是如何形成的”“乙酸酐、乙酰氯和乙酸三种酰化试剂的区别”等难以理解的问题;“布氏漏斗斜口对抽滤瓶嘴”“安全瓶长进短出”“pH 试纸使用及检测酸碱度”等易错的操作步骤;“浓硫酸要逐滴加入并摇匀”“乙酰水杨酸熔点测试需预热至 120°C ”等注意事项,并且给学生明确实验过程中的十个任务点。实验中,以学生实验

表 3 线下教学活动情况

实验阶段	时间	学生任务点	教师任务点
实验前	30 分钟	认真听讲,做好笔记	讲解实验原理,关键操作步骤,注意事项,实验任务点
实验中	15 分钟	称取药品,搭建装置,建立反应	指导规范性取用药品,搭建实验装置,提高实验效率
	40 分钟	制备乙酰水杨酸粗产品	指导观察实验现象,做好实验记录
	25 分钟	减压过滤,收集粗产品	指导布氏漏斗和抽滤瓶的正确安装
			水泵和安全瓶的正确使用
	15 分钟	饱和 NaHCO_3 溶液中和, pH 试纸检测酸碱度	指导 pH 试纸的使用,检测酸碱度
	30 分钟	过滤,酸化,减压过滤,收集纯产品	指导产品的洗涤和收集
	20 分钟	配制乙酰水杨酸溶液, FeCl_3 溶液检验纯度	指导溶液配制,对照实验
	45 分钟	重结晶提纯产品	指导重结晶和热过滤操作
	35 分钟	红外灯干燥,熔点仪测试熔点	指导产品的熔点测试及其分解情况
	15 分钟	计算产率,清洁卫生	检查实验结果和清洁卫生
实验后	课后	完成纸质实验报告,上传批阅后的报告	线下批阅报告,检查上传情况

为主, 教师指导为辅。并且, 根据学生容易出错的问题, 教师也有与之对应的十个任务点。实验结束后, 学生需要完成纸质的实验报告, 教师需要线下批阅并给予评价。实验报告返回给学生后, 学生需要在线上传批阅的实验报告, 方便学生互相学习和交流。

3.6 着力夯实教学效果, 注重学生反馈和评价

首先, 改革了传统讲授为主的教学模式, 一定程度上丰富了教学方式。其次, 重组了教学内容, 在有限的学时内不仅增加了实验项目, 而且提高了制备实验和综合实验的比例, 使学生在有机物的合成方法、分离提纯和分析鉴定方面得到充分锻炼。第三, 在研讨过程中, 年长教师和青年教师互相学习, 共同提高。年长教师不仅学会了视频录制, 搭建在线课程, 应用现代的教育技术和方法, 而且转变了教学理念, 再次激发了他们内心对教学的执着和热爱。青年教师不仅学会了如何在教学过程中积累经验, 教学技能有了明显的提高, 更重要的是转变了对教学的态度。最后, 学生通过线上线下混合式方式学习不仅满足了学生“进入实验室就想开始实验”的内心需求, 而且培养了学生的自主学习能力, 激发了学生的学习兴趣。对全班 46 个学生进行了简单的问卷调查, 100% 的学生对“线上线下混合式教学效果”表示满意, 100% 的学生对“线上学习能否达到实验预习效果”表示认同, 97.8% 的学生对“混合式教学可以提高课堂参与度”表示认同, 95.7% 的学生对“混合式教学可以提高自主学习能力和学习积极性”表示认同, 最为喜欢的线上学习活动是“观看实验操作视频”, 最不喜欢的线上学习活动是“撰写实验预习报告”和“线上话题讨论”。100% 的学生认为线上课外资料是十分必要的。以上的实践效果更加坚定了我们推行线上线下混合式教学模式的信心。

4 结语

有机化学实验作为一门核心课程, 在化学工程与工艺专业认证中承载着非常重要的作用。通过以微课视频资源为主要载体的线上线下混合式教学模式的探索与实践。改进了现有教学模式, 转变了教师的教学理念, 提升了教师现代教育技术应用能力。教学实践证明, 该模式激发了学生的学习积极性和主动性, 培养了学生的自主学习能力, 提升了学生的综合实验技能。并且, 更好地实现有机化学实验课程的教学目标, 有力支撑工程教育专业认证中课程目标达成度和毕业要求达成度。充分体现了“学生为主体, 教师为主导”的教学理念, 也为其他实验类核心课程的教学模式改革提供参考。

参 考 文 献

- [1] 陈煜, 胡洁, 朱一鑫, 朱芸莹, 柏松, 魏娴. 化学教育(中英文), 2019, 40 (14), 32.
- [2] 耿萍, 张帆. 大学化学, 2020, 35 (1), 12.
- [3] 侯士立, 刘光艳, 魏小平, 李建平. 广州化工, 2019, 47 (4), 162.
- [4] 陈秀丽, 段文猛, 马丽华. 广东化工, 2020, 47 (4), 191.
- [5] 关玲, 马锴果, 边磊, 徐烜峰. 实验室研究与探索, 2019, 38 (10), 235.
- [6] 罗千福, 王朝霞. 化工高等教育, 2019, 36 (3), 50.
- [7] 曾艳萍, 李明, 林洪, 黄齐林. 大学化学, 2020, 35 (9), 47.
- [8] 邱海霞, 杨秋华, 曲建强, 李坤, 马亚鲁. 大学化学, 2020, 35 (2), 10.