

化工原理实验线上线下混合教学的实践研究

车黎明, 苏玉忠, 陈学云, 肖宗源, 李 薇

(厦门大学 化学化工学院 化学工程与生物工程系, 福建 厦门 361005)

[摘要]为了解决传统实验教学中存在的问题, 厦门大学进行了化工原理实验线上线下混合教学实践。在线上线下混合教学模式下, 学生在课前通过观看教学视频预习实验, 并以预习演示文稿代替手写预习报告; 课堂教学以“学生汇报+讨论+教师点评”的方式代替教师讲授。问卷调查结果表明, 线上线下混合教学显著增加了学生的预习时长, 改善了预习效果, 活跃了课堂气氛, 有利于锻炼学生的自学能力和团队协作能力, 对国内其他高等院校化工原理实验的教学改革具有一定的参考价值。

[关键词]化工原理实验; 线上教学; 线下教学

Study on Practice of Online and Offline Blended Teaching and Learning of Chemical Engineering Laboratory

Che Liming, Su Yuzhong, Chen Xueyun, Xiao Zongyuan, Li Wei

(Department of Chemical and Biochemical Engineering, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian, China)

Abstract: To address the issues of traditional laboratory teaching, online and offline blended teaching of Chemical Engineering Laboratory was carried out. In such mode, students are required to watch teaching videos prior to attending the lab and then give a presentation instead of handwriting prelab report. In laboratory course, students present and discuss their preparation concerning the upcoming experiment with the guide of teacher. The results of student satisfaction questionnaire show that online and offline blended teaching and learning increased the time of students spent on pre-course preparation significantly. The effect of pre-course preparation on students' practical performance was improved as a result. Furthermore, online and offline blended teaching and learning created a relatively positive classroom atmosphere, and was helpful for students to develop their self-learning ability and teamwork capability. The present work offers valuable insights on the teaching and learning of Chemical Engineering Laboratory for other domestic universities.

Key words: Chemical engineering laboratory; Online teaching and learning; Offline teaching and learning

[作者简介] 车黎明(1982-),男,副教授,博士;李薇(1965-),女,高级工程师,学士。

[通信作者] 李薇, E-mail: liwei@xmu.edu.cn。

化工原理实验是化学工程与工艺专业及相关专业的一门专业基础课,是化工原理教学的重要环节^[1]。在化工原理实验课上,学生通过实验验证相关化工单元操作的理论,了解化工生产过程中典型设备的构造和操作方法,掌握常用化工数据的测量方法和技术^[2]。化工原理实验作为理论与实践相结合的课程,具有显著的工程性和实践性特征^[3]。

工程教育认证起源于 20 世纪 30 年代的美国,现已发展成为国际通行的工程教育质量保障制度。工程教育认证倡导三个基本理念:第一,以学生为中心,围绕培养目标和学生毕业要求的达成度,进行资源配置和教学安排,并将学生和用人单位满意度作为专业评价的重要依据;第二,以产出为导向,强调教学设计和教学实施以学生的学习成果为导向,并对照毕业生核心能力和要求,评价专业教育的有效性;第三,持续改进,建立有效的质量监控和持续改进机制,推动专业人才培养质量不断提升^[4]。在工程教育认证背景下,化工原理实验课还肩负着增强学生工程观念、提高学生自学能力和团队协作能力的使命^[5]。厦门大学化学工程与工艺专业已于 2018 年通过了工程教育认证。为了进一步提高化工原理实验的教学效果,我们有必要对传统的实验教学模式进行改革。

一、线上线下混合教学的必要性和可行性

与物理和化学实验不同,化工原理实验属于工程实验的范畴^[4],是学生接触的第一门工程实践类课程^[1]。该课程的教学不但可以加深学生对化工单元操作基本概念和理论的认识,而且可以为其后续学习化工设计等专业课程打下良好的基础。

传统的化工原理实验教学按照“学生预习→教师讲授→实验操作→课后总结”等步骤依次进行^[6]。在全面信息化时代,这种传统的实验教学模式已不能满足工程教育认证的要求,其不足突出表现在以下两个方面:

第一,学生预习效果不理想。调查发现,国内绝大多数高校的学生仍然采用预习报告的形式进行预习,同时教师根据预习报告评价学生的预习

效果。由于预习报告与实验报告的内容部分重复,所以学生非常抵触撰写预习报告,多是照抄实验讲义的内容,包括实验原理、内容和步骤等,这就使得预习报告流于形式,预习效果很不理想^[7]。同时,教师也很难从千篇一律的预习报告中准确判断学生的预习效果,并发现其中存在的问题。

第二,课堂气氛沉闷,教学效果有待提升。预习效果不理想的直接后果是学生对实验内容理解不深,依靠教师在实验前的讲解才能掌握实验内容。在传统的实验教学中,教师一般是按照实验目的、实验内容、实验原理和演示操作等顺序进行讲解^[8]。在这个过程中,学生始终处于被动接受知识的状态,缺乏与教师的互动,导致课堂气氛沉闷。此外,为了顺利完成实验,学生往往更关注实验操作,而忽视实验原理。在做实验的过程中,学生仅仅是模仿教师的演示操作,而不愿主动发现问题、分析问题和解决问题,达不到化工原理实验教学的目标^[9]。

化工原理实验是验证性实验,学生在理论课上已学过实验原理,因此在实验课上重复学习时容易注意力不集中。对此,教师可以将这部分内容制作成教学视频,上传到在线教学平台,让学生根据情况自行复习。这可为化工原理实验线上线下混合教学的开展提供基础支撑。

针对传统实验教学模式的不足,特别是预习效果不理想的问题,我校从 2019 年开始进行化工原理实验线上线下混合教学改革,以期进一步提高教学效果,达到增强学生工程观念、提高学生自学能力和团队协作能力的目的。

二、线上线下混合教学的实施

目前,我校化工原理实验课程开设流体流动阻力测定、离心泵特性曲线测定、气-汽对流传热、吸收、精馏、洞道干燥、过滤、串联反应器停留时间分布测定和计算机仿真 9 项实验,涵盖了化工生产过程“三传一反”的内容。化学工程与生物工程系共有 9 名教师参与化工原理实验的教学,每人主讲 1 项实验。课程教学使用自编教材《化工基础实验教程》。

为了实现从线下教学模式到线上线下混合教

学模式的平缓过渡,我校化工原理实验教学改革分步进行:第一年,仅在流体流动阻力测定实验中进行线上线下混合教学;第二年,在流体流动阻力测定、离心泵特性曲线测定、气-汽对流传热和精馏实验中进行线上线下混合教学。之后,我们将视教学改革的成效,进一步增加线上线下混合教学的实验内容,并改进教学措施。

在化工原理实验的线上线下混合教学中,教师把原来在课堂上讲授的内容录制成视频,并提前上传至在线教学平台。学生在实验课开始前观看视频,自学实验相关内容。实验课教学以“学生汇报+讨论+教师点评”的方式代替教师讲授。随后的实验操作和课后总结环节仍采用传统的模式。化工原理实验教学改革涉及以下三个方面。

(一)线上教学资源建设

我校化工原理实验线上教学依托厦门大学课程中心平台进行,教师可以将与实验相关的实验讲义、教学大纲、教学进度表和教学视频等课程资料上传到该平台。例如,在流体流动阻力测定实验中,教师上传了写实验报告时需要用到的双对数坐标纸,以提醒学生在预习时应按照对数刻度规划实验条件,即流量。

在所有的教学资源中,教学视频因为影音同步,成为线上教学资源建设的重点。典型的化工原理实验教学视频包括实验装置结构、原理和操作的讲解。教学视频用于代替教师的课堂讲授,所以应最大程度地还原课堂讲授的情景。本课程的教学视频在实验课教室录制,由主讲教师面对实验装置进行讲解。对于实验的重点和难点,我们在教学视频中添加特效(例如特写镜头),并辅以必要的文字说明加以强调。例如,由于精馏实验装置较高(3米以上),全景镜头无法清晰展示装置的局部特征,所以我们在录制教学视频时,在全景镜头中嵌入局部特写镜头,以兼顾实验装置的整体和细节。同时,为了便于学生学习,每个视频的长度宜控制在15分钟以内。

(二)线上教学组织

在化工原理实验的线上线下混合教学中,学生的课前自主学习替代了课堂上的被动学习。因

此,课前自学的效果影响着实验教学的效果。如何督促每个学生保质保量地完成课前自习,是教师组织线上教学时应重点考虑的问题。

在每次实验前,教师应要求学生仔细阅读实验讲义,了解实验目的,熟悉实验内容;通过观看教学视频,了解实验装置的构造和原理,掌握实验装置的操作方法;在此基础上,按照每个实验的任务清单,准备预习演示文稿(PPT),并且在实验前一天上传至厦门大学课程中心平台。预习演示文稿内容包括但不限于实验内容、实验步骤、实验条件和数据记录表格等,并附上对实验中可能遇到的问题和潜在风险的分析以及相应的解决方案。例如,在气-汽对流传热实验中,教师要求学生识别出烫伤的风险,并提出解决方案(戴隔热手套)。

电子版的预习演示文稿便于网络传输和反复修改。学生可以在截止日期前撤回并重新提交预习演示文稿。用预习演示文稿代替手写预习报告,可以将学生从繁重的书写任务中解放出来,把更多的时间和精力用在理解实验内容上。预习演示文稿的弊端在于容易复制,增加了抄袭的可能性。为此,教师制定了延期实验等相应的惩戒措施,以杜绝抄袭行为,同时开展诚信教育。

在线上教学过程中,主讲教师在厦门大学课程中心平台上与学生互动,及时解答学生提出的问题,并将预习演示文稿作为评价预习效果的依据之一,同时对预习的不足之处做出预判。

(三)线下教学组织

线上线下混合教学中的线下课堂教学以讨论的形式为主。在正式开始实验之前,主讲教师从每个小组中随机抽取1名同学汇报预习演示文稿(约5分钟),汇报情况也作为评价预习效果的依据。随机抽取1名同学汇报是为了防止“搭车现象”的发生,即某些学生不预习实验,而是依赖同组的其他同学。在学生汇报的基础上,教师针对汇报过程中出现的问题进行补充讲解,或引导其他学生讨论。例如,在离心泵特性曲线测定实验中,教师引导学生比较不同流量测量方法的优劣。由于学生的基础参差不齐,对实验的理解也有差异,所以汇报过程中会出现很多意想不到的问题,

这对教师的备课提出了更高的要求。

三、线上线下混合教学的实施成效

在完整实施一轮线上线下混合教学后,我们面向全体选课学生开展了无记名问卷调查,从预习时长、预习效果、自学能力、团队协作能力和课堂气氛等方面收集学生对教学改革的意见,以评价实施成效。本次调查共发出问卷 78 份,回收有效问卷 78 份。

1. 预习时长

学生的预习时长统计如图 1 所示。在传统的实验教学中,约 80% 的学生预习时间少于 2 小时,其中有 24% 的学生预习时间少于 1 小时。根据正常的汉字书写速度(25~40 字/分钟)估计,这部分学生仅仅书写了一份预习报告,其中大部分时间可能在抄写实验讲义的内容。而在实施线上线下混合教学后,预习时间少于 1 小时的学生占比下降到 8%,同时预习时间超过 2 小时的学生显著增加。这说明学生花费了更多的时间来预习实验。

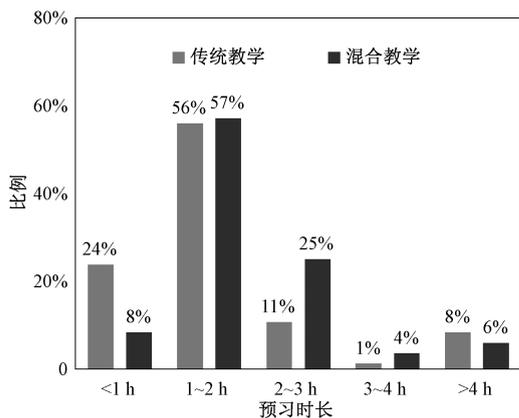


图 1 实施线上线下混合教学前后学生的预习时长对比

2. 预习效果

问卷调查结果显示,有 58% 的学生认为线上线下混合教学模式下的预习效果更好,仅有 4% 的学生认为传统实验教学模式下的预习效果更好,其余学生则认为两种教学模式下的预习效果无显著差异。如前文所述,在传统的实验教学中,大部分学生的预习时间较短,并且预习往往流于形式,预习效果不佳。而在线上线下混合教学中,

学生不用书写预习报告,有更充足的时间来熟悉实验相关内容,因此预习效果更好。此外,学生可以根据自己的情况,反复观看教学视频,这也在一定程度上提高了基础较差学生的预习效果。

3. 自学能力

问卷调查结果显示,有 83% 的学生认为线上线下混合教学更有利于培养自学能力。在传统的实验教学中,学生通过课堂听讲集中学习实验相关内容,这是一种被动接受知识的方式。而在线上下混合教学中,学生可以根据自己的实际情况,选择合适的时间和方式,在线学习实验相关内容,这对学生提出了更高的要求,有利于锻炼学生的自学能力。

4. 团队协作能力

问卷调查结果显示,有 78% 的学生认为线上线下混合教学更能锻炼团队协作能力。这是因为在传统的实验教学中,学生仅在做实验时进行分工合作;而采用线上线下混合教学后,学生在准备和汇报预习演示文稿时也需要分工合作,所以更能锻炼团队协作能力。

5. 课堂气氛

问卷调查结果显示,有 64% 的学生认为线上线下混合教学有助于活跃课堂气氛。这是因为采用线上线下混合教学后,原来由教师在课堂上讲述的内容变成了课前自学内容。在课堂上,教师不再重复讲授这些内容,而由学生来汇报预习时遇到的问题,并通过同学之间的讨论和教师点评来解决这些问题,以完成知识的内化过程。在这个过程中,教师不再是单纯的讲授者,也是课程的“主导者”,学生则成为学习的“主体”。角色的转变提高了学生的课堂参与度,活跃了课堂气氛。

6. 不足之处

问卷调查结果同时也显示,仍有 13% 的学生更喜欢传统的实验教学模式。其中一个原因是传统教学方式符合学生从小到大的学习习惯;另一个原因是部分学生性格内向,不愿意当众汇报。随着线上线下混合教学模式的推广,学生的学习习惯会逐渐会改变,他们也会越来越适应混合教学模式。

四、结语

线上线下混合教学顺应时代发展的要求,践行“以学生为中心”的教学理念。厦门大学化工原理实验线上线下混合教学显著增加了学生的预习时长,改善了预习效果,活跃了课堂气氛,有利于锻炼学生的自学能力和团队协作能力,对国内其他高等院校化工原理实验的教学改革具有一定的参考价值。(责任编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 曾文良,王剑秋,张复兴.应用化学专业化工原理实验教学改革与实践[J].化工高等教育,2007,24(2):91-93,108.
- [2] 李微,施小芳,林述英.关于化工原理实验教学方法、内容改革的若干实践[J].化工高等教育,2006(6):60-62.
- [3] 向文军,邓春晓.化工原理实验课程在新形势下的教学改革与实践[J].广州化工,2020,48(2):158-

159,179.

- [4] 程倩,张继国,陈欲晓,等.工程认证导向下化工原理实验课程改革与探索[J].化工高等教育,2020,37(2):122-125.
- [5] 张海洋,郭瑞丽,张建树,等.OBE工程教育理念下化工原理实验教学改革探索[J].教育现代化,2019,6(86):144-146.
- [6] 李薇,洪燕珍,陈学云,等.化工实验教学体系模块化构建探索与实践[J].化工高等教育,2019,36(5):69-72.
- [7] 赵静,郑珍珍,张淮浩.翻转课堂在化工原理实验教学中的应用[J].化工时刊,2018,32(6):48-50.
- [8] 徐伏,王莉,曹云丽,等.化工原理实验课程教学现状及对策研究[J].化工时刊,2013,27(9):47-49.
- [9] 胡蓉蓉,杨荣榛.翻转课堂教学法在《化工基础实验》教学中的应用[J].广东化工,2016,43(17):212-213.

(上接第85页)

总而言之,制药过程安全与环保课程蕴含丰富的思政元素,教学团队从教学大纲的修订出发,分别明确知识目标和德育目标,辅以多种教学形式和方法,将思想政治教育和专业知识教育有机结合起来,落实立德树人的根本任务,为我国制药行业培养德才兼备、全面发展的工程人才。以学生为中心、产出为导向,持续完善教学体系,有助于全方位推进制药过程安全与环保课程思政的教学改革,不断提升教学质量。(责任编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 习近平.把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(01).
- [2] 教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL].(2020-06-01)[2021-04-09].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html.
- [3] 王磊,王文华,王玮,等.《化工工艺学》课程思政改

革的探索与实践[J].轻工科技,2020,36(10):216-218.

- [4] 郭丽,周志强,陈立钢,等.化工安全与环保“课程思政”教学改革实践[J].化工高等教育,2019,36(4):31-34.
- [5] 刘慧,张珩,王凯,等.制药过程安全与环保课程的探索[J].药学教育,2017,33(3):27-29.
- [6] 何艳洁,山楠.环境工程专业课开展“课程思政”建设探索——以“固体废物处理与处置”课程为例[J].绿色科技,2020(5):215-216.
- [7] 潘鹤林,黄婕,吴艳阳,等.理工科专业基础核心课程思政教学实践——以化工原理课程为例[J].大学化学,2019,34(11):113-120.
- [8] 刘慧,张珩,祝宏,等.制药工程专业多层次实践教学体系的初建[J].药学教育,2015,31(1):75-77.
- [9] 李欣蔚,迟原龙.课程思政视角下研究生专业课《食物资源化学》教学改革初探[J].广东化工,2020,47(10):182-183.
- [10] 郭聪惠.思想政治理论课教育教学评价面临的困境及其解决路径[J].社会科学家,2008(6):128-131.