

线上线下协同教学模式探索与实践推进化工原理课程建设

管玉雷, 赵彬侠*

西北大学化工学院, 西安 710069

摘要: 化工原理是联结化工类专业的基础课和专业课的桥梁, 在化工人才培养中发挥着巨大作用。基于工程教育认证的教育产出理念, 吸纳线上与线下教学的优势, 对化工原理课程开展协同教学模式探索研究。通过构建“课前线上预习与效果反馈、重难点重构教学设计、任务引领教学互动、课后巩固拓展及学情统计”的协同教学流程, 实现师生线上与线下有效互动。强化教师对教学过程的把控, 提升学生学习主动性; 引入注重过程评价的线上与线下综合考核体系, 促使学生对教学内容吸收内化。

关键词: 化工原理; 线上线下协同模式; 多元过程考核; 教学改革与实践

中图分类号: G642.0; O6

Exploration and Practice of Online and Offline Collaborative Teaching Mode to Promote the Construction of Chemical Engineering Principle Course

Yulei Guan, Binxia Zhao *

School of Chemical Engineering, Northwest University, Xi'an 710069, China.

Abstract: Principles of chemical engineering serving as a bridge between basic and professional courses of chemical engineering plays a great role in the training of chemical talents. Based on the educational output concept of engineering education professional certification, we take the advantages of online and offline teaching, and carry out the exploration of online and offline collaborative teaching mode of chemical engineering principles. By constructing the collaborative teaching process, including “online pre-class preview and feedback, case reconstruction of teaching design for key and difficult points, task leading teaching interaction, post-class consolidation and expansion, and learning situation statistics”, teachers and students can effectively interact online and offline, which strengthens teachers’ control over the teaching process and improves students’ learning initiative. By introducing online and offline comprehensive assessment method focusing on process evaluation, students’ absorption and internalization of the teaching content can be improved.

Key Words: Principles of chemical engineering; Online and offline collaborative mode; Multiple process assessment; Teaching reform and practice

化工原理课程是以数学、物理和化学等学科知识为基础, 以动量、热量和质量传递过程原理和研究方法论为主线, 分析、解释和处理化工生产中各种物理过程问题的工程学科, 担负着由理及工、由基础到专业的桥梁作用^[1]。它是培养化工类专业本科生工程素养和创新意识的主要课程, 注重工程计算、过程设计与强化, 涉及大量的抽象公式。化工原理课程之前都是理科性课程, 对于初次接

收稿: 2023-03-08; 录用: 2023-05-31; 网络发表: 2023-06-05

*通讯作者, Email: zhaobx@nwu.edu.cn

基金资助: 西北大学课程建设与信息技术应用项目(JX18166); 陕西省一流课程线上线下混合(2021)

触工程基础课程的学生来说有着较大挑战。此外,随着信息和互联网技术的快速发展,线上教学大规模进入高校,虽然线上教学有着线下常规教学不可比拟的诸多优点,但也需要师生面对面交流促使教学内容的吸收内化。西北大学教学团队基于化工原理的课程特点及教学现状,结合工程教育专业认证的教育产出(OBE)理念,对该课程进行了线上线下协同教学模式的探索与实践。

1 化工原理课程特点

化工原理被认为是教师难教、学生难以理解和掌握的一门课程,这主要归因于其课程特点^[2,3]:

(1) 知识体系复杂,涉及多门先修课程;(2) 包含诸多化工单元操作,各个单元操作过程相对独立,知识点繁多且零散;(3) 理论知识抽象,涉及很多推导公式和经验公式;(4) 课程具有较强的工程性,计算量大,多采用半理论、半经验的研究方法。

2 线下课堂教学特点

(1) 化工原理课程以本科生对单元操作过程的计算、设备设计以及过程强化能力为培养目标。但受诸多因素限制,学生不能深入工厂一线,加之先导课程都是理科性课程,学生缺乏工程思维,习惯于数学推导处理理想模型,当转向分析解决化工实际问题,需要理论联系实际时,突感无所适从,思维方式不能相应转变,如果某些知识点没能掌握,极易挫伤学习积极性。有些学生的先修课程掌握较差,在进行原理讲解、公式构建的时候,无法跟上课堂讲授节奏。此外,由于课堂学时有限,常规化工原理课堂教学更偏向理论知识讲授,许多知识点仅能浅表渗透,很难延伸拓展,学生往往感觉课程内容干涩抽象,难以理解掌握。

(2) 在传统教学模式中,教师是教学活动的中心,承载着知识传授者的角色,学生则处于被动接受的地位。教学的根本目的在于塑造学生,教学过程就是学生的认识和知识内化过程。常规线下教学模式忽视了学生的主体认知作用,不利于学生工程素养和创新意识的培养,因此需要正确处理教师的引导性与学生的主体性之间的关系。那么教师在讲授化工原理知识的同时,更应成为学习过程的引导者,注重激发学生对化工单元设备的求知兴趣,启发学生对单元操作基本原理的积极思考,更多参与教学活动,使其在主动积极的心态下汲取化工原理知识。

(3) 在化工原理课程学习过程中,学生对知识的掌握和能力的发展不是同步的。知识是培养能力的基础,能力的发展不等同知识的堆积,只有在不断探索和运用知识的过程中才能使学生的工程素养得到提高。在化工原理的常规课堂中,学生和教师的接触时间主要集中于课堂教学中,受繁重教学任务的限制,师生沟通互动不足,很多学生无法紧跟教师的课堂设计思路,缺乏质疑精神。如果加强课堂互动,而又要保证教学计划,就需要学生课前通过预习熟悉相应的课堂教学内容。

(4) 课余时间学习效果欠佳。很多学生在进入大学后没有养成良好的学习习惯,或者受化工原理学习资源限制,大多学生课前不进行针对性预习,不了解课堂教学进度,无法带着疑问真正参与课堂学习。此外,在课余学习中遇到问题时,大多学生不会主动与教师交流探讨,那些真正需要得到教师指导的学生反而更没有勇气,甚至直接关闭了面对面向教师请教的通道。既然化工原理课程本身难度就大,让这些基础较差的学生在课余时间自学将会更加困难。

(5) 考评方式单一,常规教学模式缺少对学生平时学习效果的系统评价。该课程原本的评价方式以期中考试+期末考试为主,学生不注重平时和课余积累,相当一部分学生依靠考试前突击复习,以点代面,严重妨害了学习的主动性,化工原理课程知识体系结构难以建立,知识的吸收内化更是难以实现。

3 化工原理在线开放课程建设及线上教学特点

3.1 化工原理在线教学资源构建

(1) MOOC资源建设^[4]:西北大学化工原理教学团队在陕西省精品课程的基础上,于2018年开始

进行化工原理课程信息化建设。基于中国大学MOOC (Massive Open Online Course)平台的框架, 教学团队组织并完善了课程介绍、课程介绍视频、教学大纲、参考资料和教学安排等信息化材料; 根据化工原理知识结构的系统性, 将课程章节分解成67个知识点, 以知识模块为基本单元编排教学内容, 每个单元模块录制配套教学视频约10–20 min, 组织并建立起丰富的慕课素材, 其中授课视频67个, 单元测验和作业题537道, 期末试题82题, 99个富文本(与知识点相关的课外学习素材)和67个PPT课件等; 通过化工原理课程后台管理设置课程团队, 发布课程介绍页, 将设计好的公告、评分方式和教学单元内容上传至中国大学MOOC平台, 并设置讨论区结构。该课程于2020年2月(正值疫情防控关键时期)在中国大学MOOC平台上线开放, 实现了化工原理课程网上教学, 目前已开课3期。

(2) 慕课堂资源建设: 慕课堂是中国大学MOOC平台提供的线下智慧教学辅助工具, 具有签到、点名、随堂练习、问卷、讨论、公告、统计等多种教学功能, 查阅数据方便, 能及时获取学生学习情况。我们针对每个知识点在慕课堂设置了实践性很强的讨论和练习以加强训练和追踪学生学习效果(慕课堂讨论题126个, 练习题485个, 设定分值进行评价)。同时, 慕课堂也为教师和学生之间增加了一座相互联系的桥梁, 定期在慕课堂进行问卷调查(21个), 对一些学生难以理解的知识点, 根据学生意愿开设附加的习题讲解。

(3) 课件开发: 化工单元操作涉及很多设备, 设备的结构及其在工程中的应用等内容采用图像、三维动画、录像等素材以直观、具体的形式呈现, 可提升学生对化工单元设备结构的理解, 有助于培养学生优化设备结构的创新意识。

3.2 线上教学模式特点

教学团队根据教学计划, 提前一周在中国大学MOOC平台上发布化工原理教学视频和PPT课件, 布置学习任务, 引导学生完成课前预习。在QQ群课堂(腾讯公司开发的在线直播授课程序)上尽量发挥学生的自主学习能力, 教师对学生提出的问题进行释疑解惑。针对每个知识点, 通过慕课堂设置实践性很强的讨论和练习以加强训练, 统计学生在学习过程中遇到的问题, 掌握学生的学习情况及效果。这种线上学习的时间大部分由学生自己灵活掌握, 可以利用大量零碎时间进行线上学习, 然而化工原理单纯线上教学模式也存在难以避免的缺点。

(1) 学习状态难以把控。2020年春季学期新冠疫情期间, 全国大多数高校包括西北大学倡导了“停课不停学”, 教学团队采用QQ群课堂形式授课。由于线上视频教学自身的局限性, 教师通过视频窗口很难捕捉到所有学生的反馈信息, 不能真正掌握学生的学习状态以及知识点的理解程度, 只能依据课堂计划讲解, 无法兼顾学生个体差异对课程内容掌握程度的不同而因材施教。此外, 在线上视频授课时, 教师难以监督所有学生真正而有效的参与。

(2) 学习效果不能及时了解。在线下常规课堂进行提问互动, 只用一两分钟就可以掌握学生的理解情况, 教师可以根据学生的课堂反应及时调整讲解重点或者调整课堂进程, 但是对于在线视频授课, 大多学生不会积极回答问题, 需要等待很长的时间才能汇总得到大部分学生的反馈, 大大降低了课堂效率, 如果采用文本窗口交流, 许多同学则会采用复制粘贴或者转发的方式, 那么教师收集起来的答案样本将不具有代表性, 不能依据现有学情统计结果指导课堂安排。

(3) 外界干扰影响显著。在家中通过线上学习的学生极易受到周边环境、家庭因素的干扰, 很难做到专心投入到学习中。此外, 部分学生家中网络信号不稳定, 时有网络未连接或掉线情况发生, QQ群课堂的学习效果将很难保障。

4 线上与线下协同教学探索

西北大学化工原理教学团队吸纳线上教学和线下教学的优点, 对现阶段化工原理课程的教学方式进行改革。随着教学理念的不断发展, 翻转课堂也引入我们线上线下协同教学模式中, 通过学生观看教学视频自主学习与教师课堂释疑解惑, 实现了常规课堂中知识传授与知识内化两个阶段的颠倒^[5], 那么在常规课堂上, 学生能更好侧重于知识巩固吸收, 以及与教师同学的互动交流上。以下将

从教学策略、教学过程、成效特色三个方面对化工原理线上线下协同教学模式进行分析。

4.1 教学策略

为了使学生打好理论基础、建立工程思维、提高实践能力、培养创新意识、拓展知识视野,基于OBE理念,结合对本科生知识结构和学情的分析,化工原理课程的教学设计如下:(1) 树立教学理念:把传授知识、培养能力和提高素养相融合;(2) 构建课程体系:注重关联,整合共性,加强实践,体现工程;(3) 丰富教学内容:跟踪学科发展前沿,注重科研反哺教学,新增新型单元操作、新型单元设备教学内容,强调环保、安全、节能等理念,通过膜分离、吸附和分子蒸馏等新型分离方法、新型填料及其应用前景的介绍,拓宽学生视野^[6];(4) 创新教学方法:采用实体课堂+慕课+慕课堂+QQ群(以及微信群)的协同教学模式,借助现代信息技术,强化课堂教育;(5) 改革考评机制:注重多元过程考核。

4.2 教学过程

采用常规实体课堂与慕课、慕课堂及QQ群和微信群有机结合的教学模式。其中慕课(中国大学MOOC平台)提供丰富的教学资源;慕课堂主要用来签到、点名和发布公告、问卷、知识点的讨论和练习,用于跟进学生课前、课中及课后的学习情况;实体课堂重在解决重、难点问题,使教学更有针对性;QQ群(微信群)用于增强教师与学生间的交流与沟通,随时解决学生学习过程中遇到的问题。线上线下协同教学模式简要实施方案如图1所示。

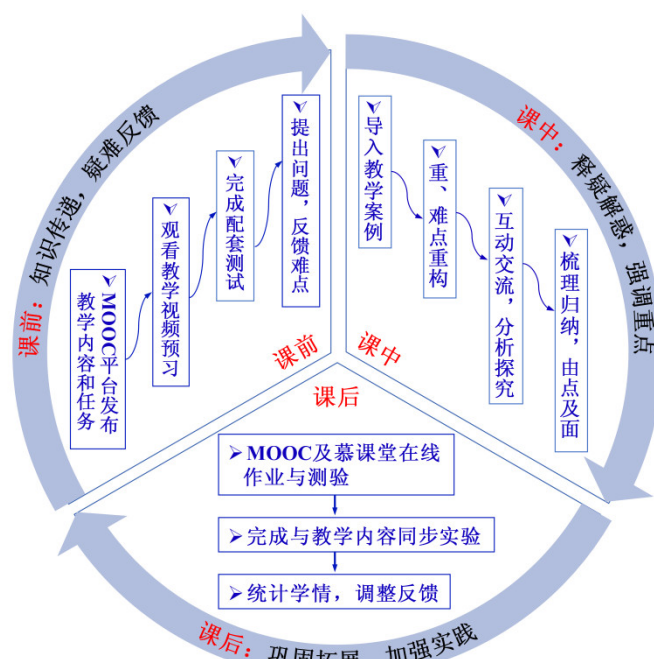


图1 协同教学模式实施过程

(1) 课前:教学团队根据常规课堂教学计划,提前一周通过中国大学MOOC平台发布预习、复习课程内容,提出课前和课后的具体要求。学生充分了解教师安排的任务后,通过中国大学MOOC平台上的西北大学化工原理慕课资源进行预习、复习以及配套练习,学有余力的学生可以拓展学习资源。提前发布教学视频对学生的预习有非常好的帮助,因为化工原理课程难度很大,特别是一些现象原理的理解、公式的推导,对于没有工程学习基础的学生来说,很难建立工程思维方式。学生需要总结自己已掌握的以及存在的问题,并将疑惑难点在课堂教学前一天反馈给教师。教师根据课前学生反馈信息,完善教学设计、问卷、知识点的讨论和练习,以便有的放矢地开展课堂教学。课前

通过中国大学MOOC平台完成预习不仅可以使学生提前了解并掌握知识点,还可浓缩实体课堂教学,使学生在课堂上带着问题听课,与教师进行高质量的互动交流。

(2) 课中:讲解重点难点问题,教学更有针对性。课堂上注重为学生创设浓厚的学习氛围,增加学生的课堂参与度,集中解决学生提出的问题。通过引入与教学内容相关的实际工程案例适当设疑,激发学生的思维能力,创造师生间良好的教学互动氛围。理论分析揭示出隐藏其中的理论依据,实现激发学生求知欲、课程知识吸收内化的目标与效果,并鼓励学生对问题进一步探索,扩展学习深度和难度。课堂尾声梳理整堂课的教学内容,并通过慕课堂发布随堂讨论、练习题和问卷。课堂讲解与交流互动同步进行,使学生专注于教师的释疑解惑,不仅可以激发学生的学习兴趣 and 积极性,而且可以加深学生对知识点的理解程度。

(3) 课后:学生课后通过慕课堂习题和课后作业巩固拓展,引发思考讨论,将课堂学习延续到课后的移动学习中,满足个性化的学习需求,使学生牢固地掌握教学内容。学生完成习题提交后能及时获取参考答案,便于对照自查。最后统计学情、问卷调查内容,汇总分析教学效果,及时调整教学方案,并根据学生反馈情况,在下次常规课堂上及时指出学生学习过程中的一些共性问题,以提高大部分学生的知识水平,对完成情况不好的学生及时通过微信、QQ沟通交流不理解的知识点和习题,敦促其学习。同时课堂教学与实践环节需要紧密结合,要求学生及时到化工原理实验室完成相关知识点的化工原理实验,促使学生对理论知识的深度思考,达到学以致用、提升工程实践能力的目的。

(4) 线上考核、线下考核同步进行,着重过程考核。除了重要的线下闭卷考试,平时考核也是包括线上和线下的多元考核。化工原理课程成绩评定:期末成绩占60%,中国大学MOOC平台线上成绩占20%,平时成绩占20%。期末考试采用常规闭卷考试方式;中国大学MOOC平台线上成绩等于MOOC单元测试和期末测验成绩的加权平均;平时成绩由课堂考勤、课后作业、章节总结或课堂讨论、慕课堂线下参与讨论和练习情况等构成,其中考勤仅占平时成绩的10%,课后作业、章节总结、课堂讨论、慕课堂线下参与讨论和练习情况等占90%。利用慕课堂每周对于学生线下学习情况进行学情分析,实现学生考核前置化、日常化,进一步强化多元过程考核。

4.3 成效特色

经过两个学年的教学实践后,教学团队发现化工原理的线上线下协同教学过程中呈现出了常规课堂教学不可比拟的教学优势,具体表现在以下两个方面:

(1) 浓缩课堂加强实践。通过中国大学MOOC平台课前线上导学、自主学习效果反馈使缩减学时与拓宽学生知识面的矛盾得以缓解。问题前置的课堂教学模式,使教学更有针对性,大大提升了学生的学习兴趣 and 主动性,课堂授课由教师独白到互动再到部分知识点学生上台“讲课”,使得课堂的教学氛围、学习氛围更加浓厚,更有利于理论知识的理解和拓展。慕课堂对学生进行学习跟踪,适时掌握每位学生课前、课中及课后的学习情况,夯实学生的专业基础,更加准确地了解学生学习过程中遇到的困难,做出针对性的指导,为教学过程的持续改进提供了依据。

西北大学2017级化学工程与工艺专业化工原理课程实行常规课堂授课模式,由于新冠疫情影响,2018级实行完全网上教学,2019级开始使用线上线下协同教学模式。现通过三个年级春季学期期末试卷成绩进行评价。由图2可见,完全线上上课的2018级不及格率与2017级基本接近,然而71%的学生集中于60-79分之间,究其原因是一大部分学生不能很快适应线上授课模式,加之自控力和自主学习能力稍差。同时我们也发现2018级的优秀率(>90分)稍高于2017级,这表明具有良好学习习惯的学生受益于中国大学MOOC平台上丰富的学习资源。实行协同教学模式的2019级不及格率明显下降,而且成绩良好和优秀的学生人数也得以明显提高,充分肯定了线上线下协同教学模式的教学效果。

(2) 突出学生的主体性。化工原理线上线下协同教学模式践行了工程教育专业认证“以学生为中心”的教育理念。学生可以根据自己的学习时间或习惯来安排课余学习,提高了自我管理意识;在课前通过中国大学MOOC平台进行课前的预习,提高了学习效率;在课堂上的答疑和互动也使得

他们的学习目的更加明确,拓展了学生的思路;在课后利用慕课堂平台复习所学的内容,增强了学习效果。实体课堂、中国大学MOOC平台与慕课堂的有机结合,实现了以学生为中心,引导学生自主学习,启迪学生深度思考,强化了实践,强调了工程应用。例如:2018级化学工程与工艺专业学生黄佳卓在课程评价页面留言:“教师采取线上线下混合的教学模式特别好,在课堂上没有理解的知识可以课后看视频消化,课前也可以看视频预习,大大地提高了我自主学习、自主思考和自主解决问题的能力,慕课堂的练习和讨论题,也提高了我的工程实践能力。”

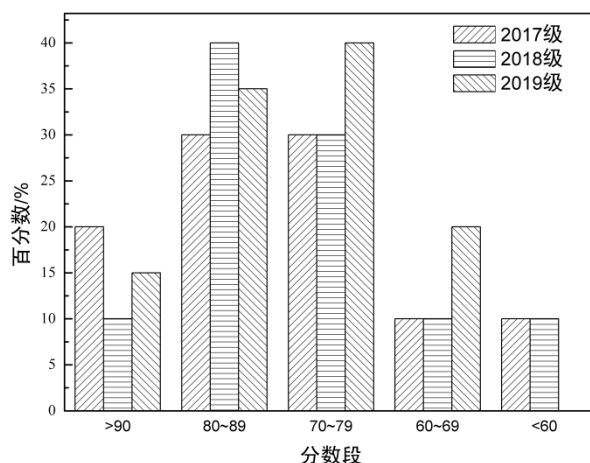


图2 不同教学模式实施效果对比

5 结语

化工原理作为化工类专业的核心基础课程,要做到教学统合。本文基于工程教育专业认证OBE理念,结合化工原理课程特点,融合线下教学和线上教学的优点,对西北大学化工原理课程进行线上线下协同教学的研究与探索。经过持续的教学改革,本课程成为一门教学素材丰富、知识更新有序、教学手段先进、课程与实践紧密结合的具有鲜明特色的专业基础课程,突出学生的主体地位,调动了学生的学习积极性,能有效提高化工原理课程的教学质量。

参 考 文 献

- [1] 陈卫航, 张浩勤, 张婕, 李应选, 王训道. 高等理科教育, **2004**, No. 6, 73.
- [2] 倪献智, 牟宗刚, 耿兵, 李春生. 化工高等教育, **2018**, No. 1, 79.
- [3] 倪献智. 中国大学教学, **2011**, No. 12, 45.
- [4] 丁忠伟, 刘丽英. 中国大学教学, **2019**, No. 10, 56.
- [5] 潘鹤林, 王铭纬, 黄婕, 张晶, 徐至. 化工高等教育, **2021**, No. 1, 52.
- [6] 张颂红, 姚克俭. 化工高等教育, **2003**, No. 3, 83.