

有机化学实验在线开放课程设计的探索与实践

胡菁¹, 周金梅^{2,3}, 陈立^{2,*}

¹ 厦门大学现代教育技术与实践训练中心, 福建 厦门 361005

² 厦门大学化学化工学院, 福建 厦门 361005

³ 厦门大学化学国家级实验教学示范中心, 福建 厦门 361005

摘要: 针对以往有机化学实验教学中存在的问题及学生所反映的改进期望, 在有机化学实验在线开放课程的开发中, 充分利用在线课程与网络教育平台, 制作了针对性的教学微视频课程和相应的课件, 建立了一套完整的测试模式与题库。通过考测机制, 促进和强化学生的实验课前预习。而学生在充分预习的基础上, 实现实验预习-现象记录-实验报告完整规范化和一体化, 相应提高了学习效率。同时, 建立了一套相对客观的成绩评估体系并取得了积极的成果。

关键词: 有机化学实验; 教学改革; 实验报告; 在线课程; 微视频

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice on Designing Online Open Course of Organic Chemistry Laboratory

Jing Hu¹, Jinmei Zhou^{2,3}, Li Chen^{2,*}

¹ Integrated Network Teaching Platform, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

² College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

³ National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: In view of the existing problems in the organic chemistry laboratory teaching, and the improvement expectation from the students, an online open course of organic chemistry laboratory teaching with relative course wares, micro-videos and questions' bank for each experiment base on online education platform is developed. This online open course focuses on the students' pre-study of lab classes by watching micro-videos, course wares and testing. After previewing courseware and passing test, students can download and print a standard and integrated three-in-one lab report (including preview report, phenomenon record and experiment report), which avoids repeated paper work and improves students' learning efficiency accordingly. Meanwhile, a more objective estimation system for students' laboratory performance is established and has achieved positive results.

Key Words: Organic chemistry laboratory; Teaching reform; Lab report; Online course; Micro video

有机化学实验是化学专业历史悠久的一门传统课程, 长期的人材培养实践证明, 有机化学实验在大学化学的学习中对培养学生的科学素养、动手能力和综合素质有其他教学环节所无法替代的作用。进入新世纪, 随着时代的发展, 对当代大学生的创新、动手能力提出了更高的要求。有机化学

收稿: 2020-01-02; 录用: 2020-01-28; 网络发表: 2020-02-28

*通讯作者, Email: chenliamoy@hotmail.com

基金资助: 厦门大学第七批校级在线开放课程建设项目

实验也和其他传统课程一样面临着诸多的挑战。这对当前的有机化学实验课的教学层次和质量的提高以及相应的教学模式和教学手段都提出了挑战。对此, 我校和各高校都对化学实验课程的教学内容^[1-4]、教学方法^[5-7]、教学模式^[8-10]进行了努力探索和实践改革, 形成了各自的教学特色和优势。

在实际教学实践中, 目前虽然已为学生提供了较完整的有机化学实验的课件和课堂讲解视频, 但综合教、学两方面的交流沟通, 仍存在问题亟待解决。借建设有机化学实验在线开放课程这一契机, 我们针对课程存在的问题, 探索改进实验教学的一些新思路。

1 有机化学实验教学的现状

长期以来, 绝大部分化学实验课还是难以摆脱课堂讲解、现场指导纠错为主的教学模式。在我们的实际教学中, 明显感觉到目前的大学生应试教育的烙印较深, 主动型、研究型和创新型学习能力较薄弱, 以及中学教育实验课程的缺位, 学生缺乏实验经验和动手能力; 除了 20%较优秀的学生外, 大部分学生缺乏主动学习性。如果没有适当的驱动力和兴趣引导, 缺乏有效、甚至较强促进学生学习的互动机制, 学生较难在学习和预习过程中把握实验课程中的知识点、难点、关键点。现将有机化学实验课中各环节的现状分析如下。

1.1 实验预习

在化学实验, 尤其是有机化学实验教学中, 实验预习尤为重要, 在长期的教学实践以及“拔尖学生培养试验计划”教学中, 实验预习报告(包括实验报告)的作用得到了进一步的明确和证实^[3]。但现状是学生实验预习方式单一, 大部分学生还是依靠照搬抄录实验教科书来撰写预习报告, 很少有人会在预习中查阅书本以外相关的文献资料。因此学生在实验前对实验所需掌握的知识和内容一知半解; 对仪器的操作、使用和实验步骤不甚明确, 缺乏直观的认识。

例如, 实验原理是实验设计的基础, 但学生在实际预习中一般对实验原理不重视, 理论知识与实验脱节, 缺乏理论指导实验的意识, 未能深入地理解理论对实验的指导意义。

又如, 在预习中学生经常不重视对实验中所涉及到的化合物, 以及在实验条件下可能存在的副产物的物理常数如熔点、沸点, 溶解度等的查询。而在实践中, 这些参数在产品的分离纯化过程中至关重要。

因此, 只有学生理解实验原理, 才能领会实验各步骤的作用, 认知实验中的现象, 解决发生的问题。所以, 如何强化课前预习, 是达到实验教学效果的重要环节。

1.2 实验过程

根据我们长期教学中的经验, 尽管课前对实验中的重要环节、关键操作进行了讲解和演示, 但如果学生在实验前预习准备不充分, 受实验室的现场环境因素(如通风柜的遮挡, 或因学生人数较多(一般 32-45 人/班)而与教师距离较远, 实验步骤和基本操作内容较多, 讲解时间较长, 学生较难全盘接受等)的制约, 仍然有部分学生没有掌握实验要点, 在实验中机械操作或盲目模仿相邻同学的操作, 有可能导致操作失误甚至带来安全隐患。同时, 尽管授课教师再三督导, 仍有部分学生在实验中疏于观察, 很少甚至没有进行实验记录, 这些因素都不利于培养学生的科学工作态度和科研素养, 影响到实验课的教学目标的达成。

1.3 预习报告和实验报告

实验预习报告与实验报告是实验教学中不可或缺的重要组成部分。预习报告是实验前的基础准备, 而实验报告则是对实验的总结和提升。按照以往的教学要求, 预习报告和实验报告都须书写“实验目的、原理、反应机理、物理常数、实验步骤”, 内容重叠, 增加学生负担, 影响学习效率, 这也是学生对实验课教学过程多有反馈的意见之一。尽管我们对此做了些尝试, 如曾考虑在实验报告中省略部分实验预习报告中的相同内容, 但却与教学目标不协调。

例如, 如果预习报告中的实验目的、原理、反应机理、物理常数、实验步骤的内容不在一份实验报告中体现, 这份实验报告就难于完整地体现出对实验应有的总结和提升。两种报告无论缺省上

述的哪一部分,都不是一份完整的科学文体。

此外,不少学生的预习和实验报告从内容到文字表达的逻辑性、规范性和严谨性参差不齐,内容相似或流于形式,缺乏文献查阅、实质性的深入讨论和内容独到的见解。这些问题,既影响了实验教学的效果和目的的达成,又不利于培养学生严谨的学风及工作态度,特别是大一、大二学生。

针对实验预习和报告存在的问题,一些高校对此进行了探讨与实践^[5]。因此,如何促进学生深入思考,培养学生的研究型学习能力,亦是我们在线课程建设中思考和教改的着力点。

1.4 线上学习平台的应用状况

现代网络及电脑、手机等移动终端的普及,为学生在线学习提供了极大的便利。根据调研,目前学生平时课余用以上网的时间比例超过或接近 50%^[11]。与此对应,目前线上实验课程在内容和形式上还是偏于单调,教学视频还是堂授内容的录制为主,缺乏互动机制和必要的督查考核,学生的使用率也不高。尤其对于有机化学实验的专业特点,如实验时间长、动态变化多、现象复杂等,很难用视频完整表现,长时间观看也容易产生视觉疲劳。因此,探索适合专业特点和学生学习现状的线上学习内容和方式,是我们建设有机化学实验在线开放课程的重要内容。

2 有机化学实验在线开放课程:强化预习,考核和互动并举

充分利用在线网络教育的优势,开发出具有激发学生学习主动性、深入参与作用的在线互动学习平台尤为重要。在这方面,借鉴“翻转课堂”(flipped classroom 或 inverted classroom)的思路和微视频,结合针对性、互动性的课堂讲授的综合教学模式是我们在线开放课程设计的主要思路。

翻转课堂实际上是将“教-学”为主转化为“学-教”先行,增强教-学之间的互动。其中的“学-教”中的“学”实际上就是传统中的预习,并希望通过相应的课堂互动,将学习的主动权转移给学生。翻转课堂固然是很好的教学模式和理念,但要有效地实施,须使学生先行进入课程内容,掌握一定课程知识;这就需要一定程度的引导和推动,否则后续的教学互动则成为教师的自问自答。对此,我们在课程中设置测试环节,学生只有通过相应的测试,才能进入实验课,从而强化了学生的课前预习,使之提前进入课程内容,为课堂互动实现“翻转”提供基础。

微课主题突出,内容简要,是翻转课堂的教学工具或者手段之一。在线课程将枯燥的实验内容讲解制作成时长 1-4 分钟的微视频展示微课,同时借助网络平台和限时测试,促进和考核学生的课前学习。并可以克服以往网络教学模式中表现形式单一、内容冗长并缺乏必要的督促手段的不足。有机化学实验在线开放课程学习系统流程如图 1 所示。

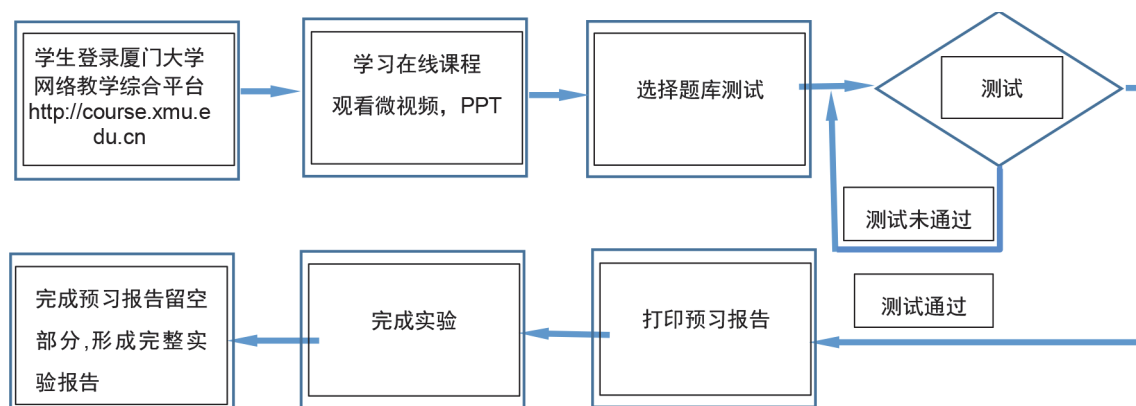


图 1 有机化学实验在线开放课程学习系统流程

2.1 针对性的教学微视频

根据每讲实验课程的特点,制作与该实验知识点、关键点、难点相关的微视频。根据我们的经

验,适当时长的视频,有利于保持学习者的关注点和兴奋点,使之能对相应的内容保持深刻的印象。因此,每节学习视频控制时长在1-4分钟,绝大部分微视频不超过3分钟较为合适。课程中选择制作的视频点也是本讲课程中的知识点、关键点和易出错点。

2.2 测试模式与题库的建设

设计合适的相关测试模式与题目,是强化预习、促进和考核学生预习,实现综合教学目标的关键环节。为了达到有效、正面引领学生的学习方法与态度,避免互抄的目的,在测试模式和题型设计上从以下几方面入手:

1) 题库分类:测试的目的是为了让学生通过做题,对实验内容及知识点有较为深入的了解。题型、难度都是围绕着该实验的知识点而设计。题目分为有机化学实验通识类与与本实验内容相关的专识类。每次测评题目按比例随机产生,产生的题目、题型、题序及答题选项均随机变化。

2) 测试目的:引导和促进学生深入学习,实现课前预习的目标。而教师通过学生的测试情况可掌握和了解学生的学习状况。

3) 测试要求:每个实验课前测试开放于课前24-48小时,截止于课前若干小时(定于课前8-10小时,具体视实际情况而定)。答题时间适当设置时限,测试前台仅提供是否通过测试的结果。例如,先提供15题测试,答对12题的可以通过实验预习测试。如果未达标,可以再提供另外5题,满12分即通过测试。当然,题型、题量和答题时间可视具体实际情况而调整。

4) 预习成绩评估:教师可通过学生答题题数、答题时长、互动讨论情况来评估学生的实验预习状况,并作为成绩评估的部分依据。

2.3 强化实验课前预习

学生在实验课前必须登录在线课程系统,在网络课程平台上学习和观看即将进行的实验课的课件及该实验相关的微视频或课堂讲授视频,通过相应的测试而达到实验前的预习要求,才可参加实验课。

2.4 实验预习报告和实验报告合二为一

学生通过实验预习测试后,可以下载并打印每页带有学生姓名、学号、实验桌号及页码的实验预习报告。该预习报告可以提供:

- (1) 实验目的;
- (2) 实验原理(实验有机反应历程由学生自己查填);
- (3) 试剂用量及物理常数表(具体数据留空,由学生自己查填);
- (4) 实验装置图;
- (5) 实验步骤,产物性状(实验现象记录留空,供学生现场实录);
- (6) 产率计算(学生自行完成);
- (7) 问题解答(选项,随机2-4题);
- (8) 问题讨论(开放性题型,学生根据实验中的现象,自行查阅资料,出现象解释及见解,鼓励创新性思路)。

以肉桂酸合成实验为例,在在线课程的学习内容中,我们安排了回流及水蒸气蒸馏等基本操作的微视频、相应课件和堂授视频,学生在学习上述内容后,可以进入题库进行测试,合格后下载并打印每页带有学生姓名、学号、实验桌号及页码的预习-实验报告,报告的部分格式如图2所示。

实验结束后,将该实验预习报告待填部分完整填写并完成相关的问题解答与问题讨论后作为实验报告上交。这样,既减少了学生反映的实验预习报告与实验报告部分内容重复的问题,提高学习效率,同时实现对实验预习-实验报告的规范化。而经教师批改过的实验报告可以装订成册留存。

另一方面,规范的预习-实验报告中可以较完整地体现出实验中学生的实验记录情况,培养学生现场记录实验现象的良好工作习惯(以往我们学生的实验预习本实验现场记录与实验报告是分离的)。而通过测试后打印的预习-实验报告可以对学生科研文体的写作规范化起到示范作用。

肉桂酸制备实验报告

四、主要试剂和产物的物理常数

名称	分子量	性状	折光率 (n_D^{20})	密度	熔点 (°C)	沸点 (°C)	溶解度		
							水	乙醇	乙醚
乙酸酐									
苯甲醛									
乙酸									
肉桂酸									

五、主要试剂用量

苯甲醛 2.6 mL (24.5mmol) , 乙酸酐 7 mL (74.4mmol) , 无水碳酸钾 3.5 g(25.3 mmol)

六、实验操作、现象及注意事项

实验操作步骤及注意事项	实验现象
(1) 在 100 mL 装有空气冷凝管的三颈瓶中加入 3.5 g 碳酸钾, 7 mL 乙酸酐和 2.6 mL 苯甲醛	现场记录
(2) 加热回流 1 hr. (维持反应液温度 150-170°C, 但不必插温度计)。	

学号: _____ 姓名: _____ 3 / 4

图 2 为学生设计的实验预习-实验报告的实例

2.5 成绩评估体系

以往的实验课成绩主要依据学生的小测成绩(一般仅为两次)、提问回答、预习报告、实验操作、实验结果和实验报告状况而评定。而我们的有机化学实验课人数较多, 教师很难面面俱到地观察到所有学生操作的所有细节。此外, 以往受课时限制, 不可能对每个实验进行测试考核。除了现场观察外, 能有依据地进行成绩评估的只有书面报告、产品质量和重量, 其他方面难免主观评估较多, 在完整客观地评估学生的实验成绩上还不够完善。

在新的在线网络课程平台上, 每个实验都可以进行小测, 将实验预习-实验报告合并评分, 考核点分布较为全面。教师可以在后台根据学生的学习时数、测试答题正确率对学生预习状况予以量化评估。既促进了学生的课前预习, 又考核了学生的预习-实验状况, 并结合实验现场学生的操作正确性、熟练度、失误率、产品的质量与产量以及综合学生实验记录和实验报告的内容评出课程的最后总成绩, 从而相对增加了评分的客观度。

3 结语

通过有机化学实验在线开放课程的开发, 针对以往教学中存在的问题及学生所反映的改进期望, 本开放课程在以下方面着力, 经过一段时间的试运行并取得了积极的成果。

- (1) 制作了针对性的教学微视频课程和相应的课件;
- (2) 建立了一套完整的测试模式与题库, 考核并促进学生的课前预习;
- (3) 充分利用在线课程与网络教育平台, 强化实验课前预习;

- (4) 在学生充分预习的基础上, 实现实验预习-现象记录-实验报告完整规范化;
- (5) 实验预习-现象记录-实验报告一体化, 相应提高了学生的学习效率;
- (6) 建立一套相对客观的成绩评估体系。

如何依托现有的资源优势, 不断总结长期积淀下来的经验和教训, 在有机化学实验在线开放课程的建设中, 结合时代特点, 充分探索本课程教学新思路, 培养学生主动学习的主观能动性, 进一步完善精品课程, 增强培养学生研究型、创新型的学习能力, 是我们不变的初衷。在这些方面, 更希望能得到兄弟院校同行们的建议和指正, 使这门历经百年的传统课程在新时代中砥砺前行, 继续承载着培养化学人材的历史重任。

参 考 文 献

- [1] 徐怀春, 刘俊, 解成骏. 大学化学, **2016**, 31 (8), 13.
- [2] 林敏, 周金梅, 阮永红. 小量-半微量-微量有机化学实验. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [3] 郑啸, 阮永红, 周金梅, 郑锦丽, 姜海容, 林敏. 大学化学, **2017**, 32 (9), 10.
- [4] 孙兴文, 高翔, 匡云艳. 大学化学, **2019**, 34 (10), 101.
- [5] 杨锦, 高天天. 大学化学, **2020**, doi: 10.3866/PKU.DXHX201909032.
- [6] 陈森, 陈永嘉, 丁尔东, 戴畅航, 房璠, 高凯旻, 霍佳彤, 江晓宇, 江子渊, 李阳, 等. 大学化学, **2017**, 32 (7), 23.
- [7] 郑啸, 阮永红, 周金梅, 郑锦丽, 魏爱琳, 姜海容, 林敏. 大学化学, **2019**, 34 (10), 105.
- [8] 李厚金, 陈六平. 大学化学, **2018**, 33 (1), 7.
- [9] 王峥, 连培红, 李琳, 罗复蓉, 刘红英, 周立群. 大学化学, **2017**, 32 (6), 23.
- [10] 王丽娟, 刘芸, 唐玉海. 大学化学, **2020**, 35 (7), 13.
- [11] 高亚兵. 浙江外国语学院学报, **2015**, No. 3, 83.