

工程认证背景下有机合成课程教学改革的探索

金仁成, 李瑞乾, 杨 松

(阜阳师范大学 化学与材料工程学院, 安徽 阜阳 236037)

摘要: 在国内工程教育认证的背景下, 传统的教学模式已经无法适应现代教学要求。有机合成作为材料化学、复合材料与工程以及高分子材料与工程等工科专业的一门重要的专业选修课, 课程教学改革势在必行。本文阐述了目前有机合成教学过程中存在的问题, 提出了基于慕课的有机合成混合式教学改革, 从学生、教师以及考核方式三个方面讨论了有机合成教学改革的思路。通过分析教学评价结果, 提出整改措施, 进一步提高有机合成教学质量。

关键词: 工程教育认证; 有机合成; 教学改革; 慕课

中图分类号: G642.0 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-8020(2022) 03-0212-06

工程教育认证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, 提高高等工程教育质量及工程教育人才培养模式, 加快我国工程教育的国际化进程对培养国际化、高素质工程人才具有重要意义^[1-3]。自 2006 年我国开展高等工程教育专业认证试点工作以来, 已有 800 多个专业通过了工程专业认证。2016 年我国正式成为《华尔顿协议》的会员国, 是我国高等工程教育向国际化迈出重要的一步, 标志着我国工程教育质量和工程技术人才获得国际认可^[4-7]。作为有机化学的一个重要分支, 有机合成与材料化学、高分子材料与工程以及药物化学等学科实践有着密切联系。通过该课程学习, 学生可熟练掌握有机合成反应的原理、准确预测反应产物、灵活设计目标产物的合成方法和路径, 提高其发现问题、分析问题以及解决问题的能力, 对培养学生工程思维和工程实践具有重要的意义。有机合成是有机化学课程之后的专业知识提高课程, 相对其他课程而言, 有机合成课程知识点分散且课程难度较大^[8]。此外, 很多学生对专业选修课不够重视, 普遍存在应付考试的心态, 导致学习效率和学习效果不够理想。作为专业基础课到材料化学以及高分子材料与工程等相关工程类专业的专业课的过渡课程, 有机合成的教学和考核的改革, 无疑是

材料化学以及高分子材料与工程等专业工程教育认证中不可或缺的一部分。本文以阜阳师范大学材料化学专业为例, 以培养目标和毕业要求为导向, 以提高学生的学习兴趣和积极性、提升学生创新能力和实践能力为目标, 对有机合成课程进行教学改革的探索和实践。

1 有机合成教学现状

1.1 传统有机合成教学模式

有机合成作为一门专业选修课程, 是材料化学、复合材料与工程以及高分子材料与工程等专业学生完成有机化学专业必修课程之后, 于大三下学期开设的一门专业知识提高课程, 共 32 学时。课程内容主要包括有机合成基本反应、有机合成路线设计基本方法、各种类型化合物如醇、烯烃、 α, β -不饱和羰基化合物, 1, 3, 1, 4, 1, 5, 1, 6-二羰基化合物的拆开方法与合成、基团保护以及导向基以及合成导向等。为了巩固学生的理论知识 and 培养学生分析、解决问题的能力, 本课程开设 32 学时的实验课作为实践环节。在理论教学中, 一般多采用多媒体教学, 但是这种教学模式造成课堂信息量大、节奏快, 学生觉得内容枯燥乏

收稿日期: 2021-08-10; 修回日期: 2021-11-08

基金项目: 安徽省教育厅重大项目(KJ2020ZD45); 阜阳师范大学教学研究项目(2019JYXM08, 2020yjkszs17)

第一作者简介: 金仁成(1981—), 男, 安徽寿县人, 副教授, 博士, 研究方向为无机功能材料。E-mail: jinrc427@ 126.com

通信作者简介: 杨松(1970—), 男, 安徽阜阳人, 副教授, 博士, 研究方向为有机合成。E-mail: anhuiys0558@ qq.com

味,跟不上老师上课的节奏。同时多媒体教学易出现主线不明显等问题。在实验教学中,由于学习内容较多,教师通常采用灌输式教学模式,比如实验开始之前讲解相应的实验原理、实验目的、实验装置、实验步骤以及实验过程中的注意事项等。实验过程中,受教学资源不足限制,通常由2~4人一组共同完成实验,由于每位教师指导的学生数量较多,无法保证每位学生高质量的完成实验,不能很好地培养学生独立思考和动手能力。

1.2 学生学习模式

阜阳师范大学作为地方性普通本科院校,学生基础相对薄弱,加之有机化学课程已学完一年的时间,很多有机化学基础知识已经忘记。传统的教学模式造成学生不进行课前预习,上课时学生多以被动接受为主,缺乏主动思考的空间。对于基础较差的同学,则是基本放弃课堂学习,因此课堂睡觉、玩手机以及聊天现象时有发生,教学效果差。此外,很多学生存在自控力差,课后不能及时复习、巩固学过的内容,不能很好地利用网络多媒体资源进行自主学习。为了应付考试,多数同学会采用死记硬背的方式应对有机合成内容,但是这种方法很难真正掌握目前的教学内容,也无法理解相应的反应机理以及各反应之间的联系。学生对于实验的学习模式多以接受老师的灌输为主,在实验过程中完全按照老师讲解的步骤或者教案上的步骤进行,实验过程中严重缺乏思考和创新,实验记录不够规范详实,有些同学抱着完成任务的态度进行实验,无法达到实验预期效果。无论实验结果好坏,学生实验结束后不进行反思和总结,实验报告更是流于形式,报告完成质量差。这种培养模式偏离了应用型人才培养要求,更无法达到高等工程教育认证的要求。

1.3 课程评价模式

有机合成是考查课程,其总评成绩由理论部分(60%)和实验部分(40%)组成,实验部分又包括操作成绩(50%)和报告成绩(50%)两部分。理论考试以及实验操作成绩虽然在一定程度上可以反映学生对知识点的掌握程度,但无法准确衡量老师在教学过程中是否达到教学目的和教学效果。同时在实验教学工作中,由于一个教师要负责15个左右的学生,很难全面地衡量每位学生掌握知识技能的广度和深度,无法准确获得学生实

验学习效果。这种评价方式也难以满足工程认证的要求。

2 有机合成教学改革

阜阳师范大学作为一所师范教育为主的地方院校,在应用型人才培养模式的探索和实践方面相对薄弱。为了更好地培养应用型人才并达到高等工程教育认证标准,有机合成课程改革在所难免。为此,对有机合成的培养目标进行了修订,本课程有两个培养目标。第一,能够运用各类重要类型的有机反应和逆合成法对结构较复杂的和多官能团化合物进行切断并判断切断过程中的合理性,能够设计出较复杂有机化合物的有机合成思路,并对合成路线进行优选,对反应的难易性进行判断,最终找出合理的合成路线。对应毕业要求支撑点为:能基于基础理论和专业知识,对高分子材料和无机材料等相关领域的材料的制备工艺设计、材料选用和开发等设计实验方案,能够对关键工艺和技术进行分析。第二,能够熟练运用有机合成化学实验的基本知识、基本理论和基本操作技能,培养学生综合应用所学知识以解决实际问题的能力,及有机合成科学思维方式的培养,鼓励学生独自探索未知的学习能力和批判性思维能力。对应的毕业要求支撑点为:能够综合考虑解决复杂材料制备与工程问题所涉及的经济、环境、法律、安全等制约因素,对满足特定需求的材料产品(系统)、合成工艺流程等的设计/开发方案进行可行性论证分析,获得优化的设计/开发方案。为了更好的培养工程技术人才,我们结合阜阳师范大学目前有机合成教学现状,从师资队伍、课堂教学方法以及评价方式等三方面进行了改革实践。

2.1 师资队伍改革

工科学生除了需要掌握专业知识和技能外,还应该具有当代工程师的价值观、生态观以及社会观。为了培养当代工科大学生的工程观以达到工程认证的要求,教师的工程背景也需要进一步的强化。通过引进具有3~5年企业工作背景的教师或者聘用具有丰富生产和管理经验的工程师作为兼职教师来提高教师队伍工程背景;同时和相关企业联合,通过培训和实践锻炼,提高教师对工程教育理念的认识。

2.2 教学内容改革

遵循工程教育认证成果导向的教育理念,为使课程的教学内容能够达成既定的课程目标并培养学校应用型人才培养需求。对课程内容进行了相应的改革,以期改变目前有机合成教学过于依赖书本知识的现状。课程教学内容改革主要体现在以下三个方面。

1) 优化教学内容,打破章节限制。有机合成课程知识点多且杂,打破之前章节式的授课方式,将知识点相近或者类似的反应以专题的形式进行讲解以加深学生对某一类反应以及某一类化合物的合成的理解。同时,加大与企业之间的交流合作,根据企业对人才需求有针对性的设计教学内容,使得学生毕业后更好的适应社会。

2) 加强知识课堂向能力课堂的转变。在课程讲解过程中,注重学生能力方面的培养,比如在讲解 2-(2-环己酮)基-2-羟基二苯乙酮的合成路线时,引导学生从官能团入手。识别出该化合物属于 β -羟基碳基化合物,首先确定第一个拆开的位置,随后得到的化合物二苯乙二酮通过官能团转换形成安息香(β -羟基碳基化合物)。安息香同样可以采用 β -羟基碳基化合物的拆开方式进而得到原料苯甲醛。虽然苯甲醛是常见的化学试剂,但是可以继续引导学生思考,通过不同的方法合成苯甲醛并检验生成的苯甲醛。此外,在课程进行过程中,利用翻转课堂等教学模式,改变以往教师一言堂的形式,让学生做课堂的主角。从而激发学生的学习兴趣并且锻炼学生的团队合作能力。

3) 培养学生查阅文献,设计实验方案能力。文献查阅也是培养学生创新的一个重要方式,通过文献查阅可以了解有机合成的研究现状以及未来发展趋势。如给定某一类化合物,学生可以通过查阅相关文献,了解此类化合物的合成方法、应用前景以及存在的问题。针对存在的问题,继续查阅相关文献,寻求解决问题的方法,从而设计出新的合成路线。在有机合成实验中,以 8~10 人为一大组,实验开始前,每组同学汇报文献查阅结果以及拟选择的实验方法。实验环节以 2 人为一组进行实验,多小组协作考查不同实验条件如反应温度、反应时间,催化剂种类等对产物产率、状态以纯度的影响。同时在实验过程中培养学生通过薄层层析技术跟踪有机反应进程,通过红外光

谱、紫外光谱、核磁共振以及拉曼光谱等对合成的材料进行初步分析的能力。通过实验的设计、操作以及结构和成分分析,使学生了解有机合成科研工作的思路。通过这种教学内容改革以巩固学生的理论基础,强化学生的分析解决问题能力。

2.3 教学方法改革

传统的有机合成课堂教学多是填鸭式教学,不能兼顾学生的个体化差异,教学效果差。基于“互联网+教育”背景下混合式教学模式是现代教学改革热点^[9-12]。因此,结合互联网教学的优势,采用线上(慕课)和线下(课堂教学)混合式教学来提高学生自主学习能力和教师教学效果^[13-14]。线上教学模式可突破时间和空间的限制,学生可利用碎片时间学习掌握 1~2 个知识点或者掌握一个基本反应,比如等公交车、排队、食堂吃饭以及睡觉前 10 min。线下教学可以将线上学习的碎片化知识进行整合,最终系统掌握所学知识。慕课作为依托互联网的一种新型教学工具,可贯穿课前预习、课中答疑与交流以及课后复习总结的每一个教学环节。基于慕课的有机合成混合式教学实践,让学生更多的参与教学中,从而更有效的提升教学效果。

此外,皖北亳州是中国四大药都之一,太和是全国西药流通中心之一,吸引了众多西药成药和医药中间体的生产商,对有机合成人才的需求量较大。但是,作为皖北高校之一的阜阳师范大学对有机合成应用型人才的培养欠缺,学生不能将课堂上学到的理论知识灵活地运用于实际生产或者药品检测方面。例如,国家新出的 2020 版药典要求所有药材和饮片必须检测 33 种农残指标,企业反应很多新招的学生员工不能独立或高质量地完成检测工作,很多工作都需要培训后才能上岗。基于此,前期对制药企业以及药品相关企业的研发中心、生产部门以及质检部门进行了调研,了解企业对有机合成人才的需求量以及对毕业生能力的要求。在调研中发现,毕业学生进入企业后存在实际操作能力、分析解决问题的能力较差以及在校期间学习内容和企业实际生产过程脱节等问题。为了克服这一缺点,让学生进入企业后能快速适应工作,可利用前期调研的结果,在有机合成实验中,挑选与制药企业等相关产品的合成与表征作为有机合成实验的内容,学生可通过查阅文献、设计实验方案以及样品的表征与分析。从而

锻炼学生的操作能力以及解决复杂材料制备与工程问题。

2.3.1 教师的转变

教师通过线上线下混合式教学模式使学生更多的参与到教学中来。课前,学生可以在空闲时间利用丰富的慕课资源进行预习,教师在每个视频设置弹题,考查学生学习情况。教师也可通过智慧树服务系统查阅学生完成情况,收集、整理学生自学过程中遇到的问题。课中,教师着重讲解重点难点以及学生课前提出及存在的问题,通过实时练习,整合并巩固知识点。课后,学生可以将课堂上未完全消化的知识点通过视频回放的方式加深巩固。教师通过学生观看教学视频次数及时了解学生对某一知识点的掌握情况,进而有目的地设置一些问题供学生讨论,通过讨论学习的方式加深学生对该知识点的理解和掌握。设置课下讨论专区,学生对遇到的问题进行讨论交流,教师也可以参与其中,和学生一起交流学习。在交流过程中总结课程存在的问题,在下一次的教学过程中进行改进。对于基础较差或者学习主动性较差的同学,也可以通过讨论的方式提高其学习兴趣。在相应的有机合成实验中引入混合式教学,可有效地克服以往老师为主的教学模式。学生可以通过自行学习掌握实验原理、实验步骤以及实验装置的搭建等。教师可以利用节省下来的时间引导学生对实验进行重新设计,有条件的情况下可以让学生采用自行设计的实验方案进行实验,从而培养学生的创新能力与实验操作能力。鼓励、引导学生积极参加相关学科竞赛及大学生创新创业训练计划项目,培养学生的理论联系实际能力及创新、创业能力。

2.3.2 学生的转变

有机合成课程知识点分散,理论知识抽象且难以理解。采用传统的教学模式,学生上课期间很难理解,久而久之,学习兴趣降低,甚至放弃的状态。基于慕课的线上线下混合式教学模式可以改变这一现状。在课前,学生通过老师推送得教学视频,利用片段时间对某一知识点进行预习,完成学习任务。在课中,学生可以通过自己的理解,讲解慕课学习到的知识点,同时提出疑问并与同学进行课堂讨论。对于有机合成实验教学,学生通过线上学习基本掌握了实验基本原理和实验操作步骤。结合文献查阅,学生可以分组讨论文献资料并设计相应的合成路线。这种教学模式可使

学生了解有机合成的前沿课题和相应的科研思路^[15]。

2.3.3 考核方式的转变

课程达成度是工程教育认证的一项重要考核指标。以往的考核方式主要包括两部分内容:理论成绩占60%,实验成绩占40%。理论课成绩可分为平时成绩(10%)和期末考试成绩(90%),实验课成绩分成报告成绩和操作成绩。这种考核方式过于单一,同时期末考试成绩的占比过重,造成学生平时学习状态差,考前突击的不良现象。为了全面地衡量学生学习效果,将考核体系细化,更加注重学生的学习过程和解决分析问题的能力。借助慕课的数据分析,从学生的课前预习、课堂表现、阶段性测试、预习报告、实验操作、实验报告、实验方案设计以及期末考试成绩等对学生进行多元化综合性评价。各项评价比例如图1所示。这种多元化评价方式可克服传统考核方式的弊端如学生不注重学习过程,考试突击等现象;同时能够更科学的反映学生的学习效果。

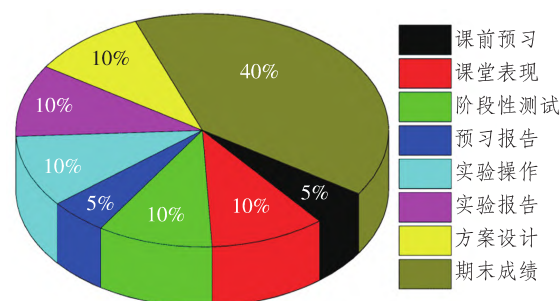


图1 课程评价构成

Fig.1 Course evaluation form

3 持续改进

图2为2020学年对不同课程目标的达成度分析结果。从分析结果看,课程目标1平均值达到期望值,但仍有5名同学没有达到期望值。绝大部分对于常见的基本反应掌握较好,能够利用逆向合成原理以及拆分方法设计合成路线。部分同学对于路线的设计和合成完成的较好,大部分同学能够设计出合适的合成路线,但是逆向合成中官能团转换掌握的较差。此外,学生对于合成条件以及合成方法的选择还有待加强,还有部分同学对于题目的理解不够透彻,在逆向分析时没有准确的写出分析过程。没有达到期望值的同

学,主要是在期末试卷中不能正确的设计合成路线。课程目标2所有同学都能达到期望值。经过前期有机化学实验的学习,基本掌握了有机实验

的基本操作。通过实验掌握了有机合成实验的设计、实验因素的控制以及实验结果的分析,圆满的完成实验操作考核。

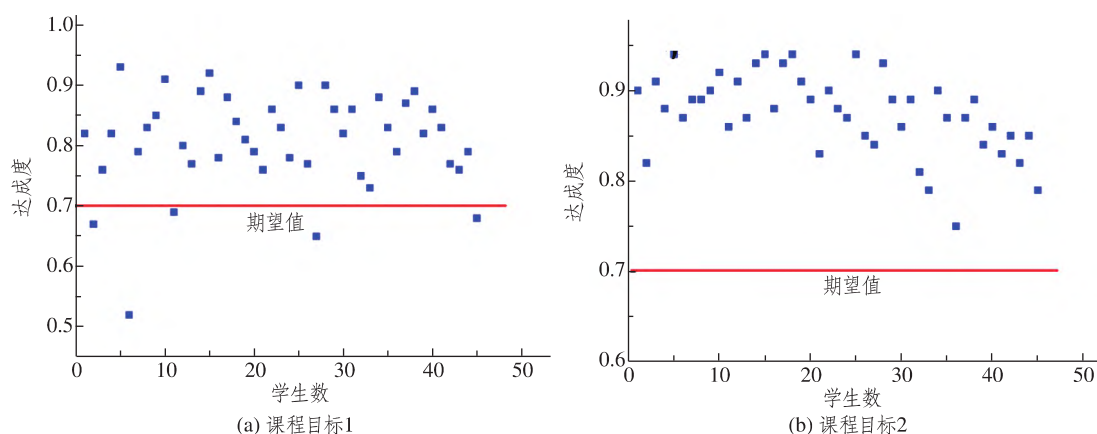


图2 课程目标达成度结果分析

Fig.2 Analysis of the course objective achievement

根据对上述课程目标平均达成情况和各课程目标分布达成情况分析,认识到学生对于有机合成课程的学习还存在部分问题。针对这些问题,在今后的课程教学中将采取一系列的改进措施,促使全体学生各课程目标均达到期望值。

1) 重点加强常见有机反应、逆合成分析法以及官能团转换的讲解,结合课堂讨论、课后作业等手段加强学生对这些原理的理解和应用。

2) 更好的利用线上线下结合的混合式教学模式,充分利用在智慧树网建成并运行的有机合成课程平台,结合翻转课堂等方法,加强学生对有机合成课程的重视。从而让学生达到课程目标的期望值。

3) 通过企业反馈意见以及毕业生工作调查,了解企业的最新需求,随时改进有机合成实验内容以及相应的表征方法,使阜阳师范大学的有机合成方向的毕业生能够快速适应企业需求,进而达到应用型人才培养的目标。

4 思政教育贯穿有机合成教学

有机合成与我们的生活密切相关,在专业教育的同时也要注意学生的思政教育,在思政教育的过程中培养学生的环保意识以及安全意识。在授课过程中引导学生在选择试剂的过程中尽量选用无毒无害的试剂,合成方法多采用绿色合成方法,以此强化学生的环保意识。同时,在课堂上对

于一些有毒有害的有机试剂的使用以及处理方法进行讲解,培养学生的安全意识。

5 结语

在工程认证背景下开展了有机合成慕课教学以及应用型人才培养的探索。从教师和学生方面进行全方位的教学改革,构建了多元化的考核评价体系,真实科学地反映学生的学习效果。通过授课教师对考核评价结果的归纳总结以及企业调研与反馈意见,形成相应的整改意见,并有效地用于下一轮的教学过程中,从而促进有机合成教学质量的持续改进与提升。

参考文献:

- [1] 姜磊麟,谢昆,黄美英,等.工程认证背景下应用型高校化工专业有机化学教学改革初探[J].广东化工,2021,48(1):187-188.
- [2] 杨燕,陈智栋,刘春林,等.工程教育认证背景下高分子材料成型加工教学模式探讨[J].高分子通报,2016,11:88-91.
- [3] 李超,范美强,唐高,等.工程教育认证背景下材料物理性能课程的教学改革探索[J].教育现代化,2019,6(51):51-53.
- [4] 金明,万德成.工程教育认证背景下材料专业实验内容与考核方式改革与探索[J].学科探索,2018,32:46-47.
- [5] 张永定,马丽生,温卫敏,等.工程教育认证背景下

- 地方应用型高校人才培养方案探索[J].黑龙江工程学院学报,2020,34(2):69-72.
- [6] 牛继南,王晓虹,张生辉,等.工程教育认证背景下的材料科学基础课程考核方式改革[J].山东化工,2017,46(3):105-106.
- [7] 付慧坛,夏绍灵,王仁杰,等.工程教育认证背景下的高分子化学教学改革探索[J].山东化工,2019,48(13):183-184.
- [8] 王彩荣.有机合成化学教学改革的实践与思考[J].长治学院学报,2020,37(2):71-73.
- [9] 曾艳萍,李明,林洪,等.混合式教学在“有机化学实验”课堂教学中的应用[J].大学化学,2020,35(9):47-52.
- [10] 孙世清,金鑫,姜辉,等.绿色化理念指导下的有机化学实验教学改革与实践[J].吉林农业科技学院学报,2020,29(1),99-101.
- [11] 罗千福,王朝霞.浅谈高校有机化学实验课程引入慕课教学的优势与挑战[J].化工高等教育,2019,3:50-54.
- [12] 马伟,顾晶晶,张晴晴,等.有机化学实验教学改革与探索[J].赤峰学院学报,2019,35(12):146-148.
- [13] 胡菁,周金梅,陈立.有机化学实验在线开放课程设计的探索与实践[J].大学化学,2020,35(7):61-66.
- [14] 阮永红,林敏,周金梅,等.一体化教学体系在有机化学实验课程中的实践[J].大学化学,2020,35(7):72-76.
- [15] 赵卫光,关英.有机化学实验教学对科研素养的培养[J].大学化学,2021,36(X):2005076(1-9).

Curriculum Teaching Reform of Organic Synthetic Chemistry Course Based on Engineering Education Certification

JIN Rencheng, LI Ruiqian, YANG Song

(School of Chemistry & Materials Engineering, Fuyang Normal University, Fuyang 236037, China)

Abstract: Traditional teaching mode cannot adapt to the modern teaching demands under the background of domestic engineering education certification. As a significant major elective course of materials chemistry, composite materials and engineering and polymer material and engineering, the teaching reform of organic synthetic chemistry becomes crucial. In this work, the issue in the teaching of the organic synthetic chemistry is illustrated and the blended teaching reform based on MOOC is proposed. And the ideas of teaching reform from the aspects of students, teachers and assessment methods are discussed. According to the analysis of teaching evaluation results, the rectification measures are proposed for further improving the quality of education.

Keywords: Engineering education certification; organic synthetic chemistry; teaching reform; MOOC

(责任编辑 刘军深)