

现代有机合成课程教学改革初探

李伟杰

韩山师范学院化学与环境工程学院, 广东 潮州

收稿日期: 2023年11月28日; 录用日期: 2024年2月1日; 发布日期: 2024年2月8日

摘要

在新形势下, 文章开展现代有机合成课程教学改革的初步探索。按照新的人才培养计划方案, 重新编写有机合成课程的教学大纲, 改革不相适应的教学模式、教学方法和手段, 充分发掘课程思政元素, 并寓于课堂教学中, 不断提高教学质量, 为地方经济和社会发展培养合格的人才。

关键词

现代有机合成, 教学改革, 初探

Preliminary Exploration of Teaching Reform in Modern Organic Synthesis Course

Weijie Li

School of Chemical and Environmental Engineering, Hanshan Normal University, Chaozhou Guangdong

Received: Nov. 28th, 2023; accepted: Feb. 1st, 2024; published: Feb. 8th, 2024

Abstract

In the new situation, the teaching reform of modern organic synthesis course is preliminarily explored in this article. According to the new talent cultivation plan, the teaching syllabus of the organic synthesis course is rewritten, unsuitable teaching modes, methods and means are reformed; the ideological and political elements of this course are fully excavated; they are incorporated into classroom teaching; teaching quality is continuously improved, and qualified talents are cultivated for local economic and social development.

Keywords

Modern Organic Synthesis, Teaching Reform, Preliminary Exploration

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

现代有机合成脱胎于有机化学,是利用化学方法将单质、简单的无机物或简单的有机物制备成复杂的有机物的过程的一门学科[1]。它是一门最具创造性的学科。21 世纪的今天,人类已知的有机物超过 8000 万种,绝大多数有机物都是通过人工的方法合成出来的。随着生命科学和材料科学的迅速发展,以及人们对人类赖以生存的资源、环境、能源等可持续发展问题的关注,有机合成化学面临崭新的机遇。这种来自交叉学科和社会需求所形成的巨大推动力,也对有机合成提出了巨大挑战,要求有机合成能“多、快、好、省”地进行[2]。现代有机合成是我校化学专业的一门选修课,是面向师范生开始的一门专业课程。我校是一所有 120 多年历史的地方性师范院校,化学专业主要是为粤东地区培养合格的中学化学教师。但随着大学扩招,生育率的下降,中学教师岗位需求的锐减,非师毕业生也参与中学教师岗位的竞争,导致师范生的就业形势日益严峻。值此之际,全球正面临百年未有之大变局,国家对高等教育提出了更高的要求,高校全面实施课堂教学“大思政”的战略[3] [4]。为了适应新形势发展的变化,我校提出了向应用型大学转型发展的办学理念,增加新工科专业,继续擦亮“师范”这块金字招牌,突出“师范性、创新性、效能性”,实施卓越师范教育,开展师范专业认证工作。因此,旧的人才培养计划方案已经不适应形势发展变化的需求,需要重新修订,也决定了课程教学大纲需要重新编写,改革不相适应的教学模式、教学方法和手段。根据新的人才培养计划方案,我们围绕以下几方面对现代有机合成课程的教学进行改革探索。

2. 新编现代有机合成课程的教学大纲

现代有机合成是我校面向师范生开设的一门选修课。按照“新师范”的办学理念,擦亮“师范”金字招牌,突出“师范性、创新性、效能性”,实施卓越师范教育,按照师范专业的认证标准,制定了新的人才培养计划方案。按照化学专业新的人才培养计划方案,我们重新编写了现代有机合成课程的教学大纲。该课程的教学目标是: 1. 掌握有机合成的重要反应、重要方法和试剂,以及有机合成策略、技巧和有关理论;初步掌握设计复杂有机化合物合成路线的基本技能;了解有机合成领域的新成果和发展趋势(支撑毕业要求 1,见表 1)。2. 掌握有机合成中正确的思维方法,培养学生灵活运用所学知识、综合分析和解决问题的能力(支撑毕业要求 2,见表 2)。

Table 1. The corresponding relationships between curriculum objectives and graduation requirements of modern organic synthesis course

表 1. 现代有机合成课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	权重	课程目标
毕业要求 1	1. 掌握有机合成的重要反应、重要方法和试剂,以及有机合成策略、技巧和有关理论。2. 初步掌握设计复杂有机化合物合成路线的基本技能。3. 了解有机合成领域的新成果和发展趋势。	70%	课程目标 1
毕业要求 2	掌握有机合成中正确的思维方法,培养学生灵活运用所学知识、综合分析和解决问题的能力。	30%	课程目标 2

该课程教学大纲还规定了现代有机合成课程教学选用的教材,教学的内容和课程目标的对应关系、

重点和难点及课时安排。课程教学方法, 各章节及知识单元的课程思政点、融入方式与方法以及预期教学成效, 教学评价和依据(见表 2), 成绩评定的方法和所占的比重, 评分的标准, 学生成绩的好坏与课程目标的达成度。并根据教学大纲每年的执行情况, 保持持续的改进。

Table 2. The teaching objectives, assessment contents and evaluation bases of modern organic synthesis course

表 2. 现代有机合成课程教学目标、考核内容和评价依据

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 有机合成的重要反应、重要方法和试剂, 以及有机合成策略、技巧和有关理论。 2. 设计复杂有机化合物合成路线的基本技能。3. 有机合成领域的新成果和发展趋势。4. 做到课前预习和课后复习, 遇到疑难问题与教师交流。	作业、考勤、 课堂表现、考试
课程目标 2	掌握有机合成中正确的思维方法, 培养学生灵活运用所学知识、综合分析和解决问题的能力。	作业、考勤、 课堂表现、考试

3. 改革现代有机合成课程的教学模式、教学方法和手段

传统的教学模式比较单一, 教学方法和手段比较陈旧。主要是教师主讲, 课堂教学采用“满堂灌、填鸭式”, 学生大多数情况下是被动地接受知识的传授, 教学效果不佳。这些教学模式、教学方法和手段已经不适应新的教学大纲的要求, 迫切要求进行改革。随着互联网技术的飞速发展, “互联网+”模式和多媒体技术在教学上的广泛应用, 尤其是新冠病毒疫情大流行的 3 年里, 推动了教学模式的变革, 促使教学方法和手段的改革, 向多样化方向发展。随着教学视频制作技术的日益完善, 催生了线上教学模式的产生和快速的发展。强化了以学生为中心的自主学习模式, 充分发挥教师的主导作用。

依托我校慕课·学习通的教学平台, 开展现代有机合成课程的线上教学。根据教学目标和教学内容, 预先制作好教学视频或“教学内容 PPT + 音频”课件, 对复杂难懂的有机分子结构、构象、立体化学、抽象的反应机理和有机合成路线设计采用 ChemOffice 作图软件进行制作, 并转化为 3D 图像或制作成三维动画。建立试题库, 作业题库和其它资料库。制定课程的考核办法, 学生课程成绩的组成、权重, 注重全过程性的考核。将教学大纲、教学日历、教案、章节 PPT 课件、教学内容视频、思考题和测试题上传教学平台。课前预告, 上课在线签到, 向学生开放教学内容视频, 并设定播放时间, 监控学情。学生根据视频中所提问题进行思考, 从而提高学生对学习的主动性, 培养独立思考的能力。然后随机互动问答, 抢答, 案例讨论, 课堂测评, 实时评估学生学习的情况, 在线布置和批改作业等。课后, 学生可以继续观看教学内容视频, 加深对专业知识的理解和记忆, 达到巩固知识的目的。通过 QQ 群进行课后的答疑辅导。

后疫情时代, 借鉴网上教学的优点, 开展多种教学模式的探索。通过线上和线下教学相结合的混合式、翻转课堂等模式开展教学活动, 将两者的优点尽可能的结合起来, 采用启发式、参与式和案例研讨式等教学方式, 充分调动学生对学习的积极性, 提高学生对学习的兴趣, 取得了较好的教学效果, 实现了教与学的双赢。

4. 发掘现代有机合成课程中的思政元素

4.1. 利用现代有机合成的发展史及著名化学家的故事来发掘课程思政元素

现代有机合成课程的绪论中介绍了有机合成发展的历史。有机合成是有机化学的中心, 是有机化学家改造世界、创造未来的最重要的手段, 是一个富有创造性的领域。1828 年德国科学家维勒用无机物氰

氨酸加热合成了有机物尿素，随后醋酸、油脂和糖类等有机物也被人工合成了出来，最终导致统治化学界半个多世纪的“生命力”学说被抛弃，从此有机化学进入了合成的时代，有机合成得到了迅速的发展。这其中蕴含着科学家不盲从权威，不畏艰难的科学探索精神；以此同时，也说明了科学发展的道路从来都不是一帆风顺的，充满了艰难曲折，但前途是光明的，这印证了辩证唯物主义和历史唯物主义的哲学思想。格氏试剂的发明人法国有机化学家维克多·格林尼亚从年轻时候的“浪荡公子”成长为诺贝尔化学奖获得者的励志故事，能增强年轻人的自信心[5]。中国化学家黄鸣龙发明“黄鸣龙反应”的故事[6]，以及被称为“三无”学者的诺贝尔奖得主屠呦呦发现抗疟疾药物青蒿素和周维善课题组全合成青蒿素的故事[7]，向世界展示了中国贡献，有利于增强民族的自信心。

4.2. 利用典型的有机合成案例来发掘课程思政元素

一百多年来，有机合成取得了辉煌的成就。有机合成大师 Woodward 领导 100 多位合成化学家历时 11 年攻克了复杂生物分子维生素 B₁₂ 的合成堡垒，被誉为有机合成领域的经典之作[8]；其一生奋斗的成就，将有机合成作为一种艺术展现在世人面前。哈佛大学 Kishi 教授等历经 8 年完成了含有 64 个手性碳中心的天然海葵毒素的全合成，使我们看到了有机合成所能达到的复杂、精细程度，被誉为攀登珠穆朗玛峰式的成就[9]。Holton 和 Nicolaou 等对紫杉醇的全合成[10] [11] [12]，向世人呈现了有机合成由经典的复杂分子的合成继续向高难度、高生物活性方向的发展，迎来了现代合成药物工业的发展。具有生物活性的蛋白质结晶牛胰岛素的全合成，向全世界展示了中国贡献，使有机合成化学家看到了有机合成在生命科学等大科学研究领域中的无穷创造力和迷人的前景。这些案例昭示着科学研究道路的复杂性、艰巨性和长期性，体现了创新、协作、求实的奉献精神。

4.3. 利用有机合成路线设计来发掘课程思政元素

有机合成路线设计是有机合成中的一项重要任务。逆向合成分析法是有机合成路线设计的最简单、最基本的方法，它是由有机合成大师 Corey 在 1967 年首次提出来的，他使有机合成从艺术转变为科学，是现代有机合成化学的最重要的基石，推动了 20 世纪 70 年代以来整个有机合成领域的蓬勃发展[13]。逆向合成分析的基本思想是从分析目标分子的结构出发，合理地利用各种反应来进行逆向推理。也就是利用实际化学反应的逆过程来实现各种官能团的转换、产生或消去，或者实现键的断裂或形成，从而得出目标化合物的前体——一个或几个新的化合物结构。这项工作需要反复进行，一直到推出的化合物是指定原料或易得的化工原料或天然原料为止。它涉及反应原料、反应步骤、反应条件、中间体选择、催化剂选择等方面。通过合理的设计和策略选择，可以提高合成的效率和产物的纯度。这就需要设计者具有较强的综合能力，其中包括熟练掌握有机化学的基本反应，对反应的运用及组合能力强，以及对化学品市场有充分的了解等。这些可以培养学生的创新能力，提高学生的科学思维能力。通过顺向思维、逆向思维、多向思维或逻辑思维，再经过演绎和归纳，辩证的分析、推理和综合而获得最佳的有机合成路线。组合化学的诞生，成为有机合成化学领域的一道亮丽的风景线。为了指导这一新的学科，Schreiber 提出了纵向合成分析的概念，以补充逆向合成分析的不足[14]。这显示科学创新能力的重要性，表明科学的发展永无止境。

5. 总结

我们按照新的人才培养计划方案，重新编写有机合成课程的教学大纲，改革不相适应的教学模式、教学方法和手段，充分发掘课程中蕴含的思政资源，并融入课堂教学中，如盐化水，润物无声，不断提高教学质量，为地方经济和社会发展输送合格的人才。

参考文献

- [1] 巨勇, 赵国辉, 席婵娟. 有机合成化学与路线设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [2] 张礼和, 主编. 化学学科进展[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 76.
- [3] 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).
- [4] 教育部. 教育部等十部门关于印发《全面推进“大思政课”建设的工作方案》的通知[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/24/content_5706623.htm, 2022-07-25.
- [5] 郭豫斌. 诺贝尔化学奖明星故事[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2009.
- [6] 韩广甸, 金善炜, 吴毓林. 黄鸣龙——我国有机化学的一位先驱[J]. 化学进展, 2012(7): 1229-1235.
- [7] Liu, J.M., Ni, M.Y., Fan, J.F., Tu, Y.Y., Wu, Z.H., Wu, Y.L. and Zhou, W.S. (1979) Structure and Reaction of Ar-teannuin. *Acta Chimica Sinica*, **37**, 129-143.
- [8] Eschenmoser, A. and Wintner, C.E. (1977) Natural Product Synthesis and Vitamin B₁₂: Total Synthesis of Vitamin B₁₂ Provided a Framework for Exploration in Several Areas of Organic Chemistry. *Science*, **196**, 1410-1420. <https://doi.org/10.1126/science.867037>
- [9] Kishi, Y. (1989) Natural Products Synthesis: Palytoxin. *Pure and Applied Chemistry*, **61**, 313-314. <https://doi.org/10.1351/pac198961030313>
- [10] Holton, R.A., Somoza, C., Kim, H.B., Liang, F., Biediger, R.J., Boatman, P.D., Shindo, M., Smith, C.C. and Kin S. (1994) First Total Synthesis of Taxol. 1. Functionalization of the B Ring. *Journal of the American Chemical Society*, **116**, 1597-1598. <https://doi.org/10.1021/ja00083a066>
- [11] Holton, R.A., Somoza, C., Kim, H.B., Liang, F., Biediger, R.J., Boatman, P.D., Shindo, M., Smith, C.C. and Kin S. (1994) First Total Synthesis of Taxol. 2. Completion of the C and D Rings. *Journal of the American Chemical Society*, **116**, 1599-1600. <https://doi.org/10.1021/ja00083a067>
- [12] Nicolaou, K.C., Vourloumis, D., Winssinger, N. and Baran, P.S. (2000) The Art and Science of Total Synthesis at the Dawn of Twenty-First Century. *Angewandte Chemie International Edition*, **39**, 44-122. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-3773\(20000103\)39:1<44::AID-ANIE44>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-3773(20000103)39:1<44::AID-ANIE44>3.0.CO;2-L)
- [13] 吴毓林, 姚祝军. 现代有机合成化学——选择性有机合成反应和复杂有机分子合成设计[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [14] Schreiber, S.L. (2000) Target-Oriented and Diversity-Oriented Organic Synthesis in Drug Discovery. *Science*, **287**, 1964-1969. <https://doi.org/10.1126/science.287.5460.1964>