

现代合成技术课程思政教学设计探索 ——以有机光化学合成为例

孙德立, 徐利军, 张 燕, 朱剑明

上海第二工业大学资源与环境工程学院, 上海

收稿日期: 2025年2月28日; 录用日期: 2025年3月26日; 发布日期: 2025年4月3日

摘 要

现代合成技术是本校应用化学专业本科生的一门专业选修课。光催化有机合成是一种将光能转化为化学能的合成技术, 该技术符合绿色可持续发展的要求, 在科学研究和生产实践中越来越受到人们的重视。针对学生对有机光化学合成知识匮乏的情况, 开展以掌握有机光化学合成基础和应用为目标, 以“立德树人”的思政目标为指引, 以民族自信为背景的互动教学。在现代合成技术课程中设计有机光化学合成反应相关知识模块, 从光化学合成的发展、紫外光催化、可见光催化及光催化反应的应用等方面, 挖掘有机光化学思政元素, 构建思政案例库, 探索课程思政与现代合成技术课堂教学的有机融合。

关键词

有机光化学, 教学设计, 课程思政

Exploration on Ideological and Political Education in the Course of Modern Synthetic Technology

—Taking Organic Photochemical Synthesis as an Example

Deli Sun, Lijun Xu, Yan Zhang, Jianming Zhu

School of Resources and Environmental Engineering (SREE), Shanghai Polytechnic University, Shanghai

Received: Feb. 28th, 2025; accepted: Mar. 26th, 2025; published: Apr. 3rd, 2025

Abstract

Modern Synthesis Technology is an elective course for undergraduates majoring in Applied Chemistry

文章引用: 孙德立, 徐利军, 张燕, 朱剑明. 现代合成技术课程思政教学设计探索[J]. 教育进展, 2025, 15(4): 59-66.
DOI: 10.12677/ae.2025.154514

at our university. Photocatalytic organic synthesis is a synthesis technology that converts light energy into chemical energy, which meets the requirements of green and sustainable development and has gained increasing attention in scientific research and practical production. In response to the lack of knowledge about organic photochemistry synthesis among students, interactive teaching is carried out with the goal of mastering the basics and applications of organic photochemical synthesis, guided by the ideological and political objective of “enhancing morality & fostering talents” and against the backdrop of national confidence. Relevant knowledge modules on organic photochemical synthesis reactions are designed within the Modern Synthetic Technology course. It covers the development of photochemical synthesis, ultraviolet photocatalysis, visible light photocatalysis, and the application of photocatalytic reactions. By exploring the ideological and political elements of organic photochemistry, a case library is constructed to explore the organic integration of ideological and political education with modern synthetic technology classroom teaching.

Keywords

Organic Photochemistry, Teaching Design, Course Ideology and Politics

Copyright © 2025 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

随着经济全球化的深入和“互联网+”时代的快速发展,一方面复杂的国外多元文化思潮正在不断涌向国内,另一方面以本土为基础的新社会思潮不断出现,而大学生在情感培育与价值塑造等方面又易受外界影响[1],因此,加强大学生思想政治教育势在必行。2016年,习总书记在全国高校思想政治工作会议上强调:高校思想政治工作关系到高校培养什么样的人、如何培养人以及为谁培养人这个根本问题。要坚持把立德树人作为中心环节,把思想政治工作贯穿教育教学全过程,实现全程育人、全方位育人,努力开创我国高等教育事业发展的新局面[2]。2020年教育部出台了《高等学校课程思政建设指导纲要》,指出全面推进课程思政建设是落实立德树人根本任务的战略举措。课程思政是落实立德树人根本任务的关键。为积极响应党中央的号召,适应日新月异的时代发展与社会变革的需要,专业课的课程思政至关重要,促进思想政治教育与专业课程的深度融合是新时代高质量教学的必由之路[3]。

随着环境问题的日益严重和全社会对环境保护认识的提高,各个国家也越来越重视环境保护,研究人员和企业也越来越关注可持续发展的有机合成方法与技术。可持续发展的有机合成方法主要包括绿色合成和可再生合成两个方面。绿色合成是指在有机合成过程中尽量减少或避免使用有毒有害物质,采用环境友好的催化剂和溶剂,实现反应废物的最小化。这些可持续发展的有机合成方法与技术可减少环境污染、节约能源和资源方面具有重要意义[4]。近年来,随着新知识和新技术不断发展,光催化的有机合成反应取得了迅猛发展,尤其是极具挑战性的光催化反应的选择性控制问题也被不断攻破,高选择性的光催化自由基加成反应、自由基取代反应、甚至是交叉偶联反应都不断被报道。在应用化学本科有机化学和物理化学基础课程教学内容中涉及一些光化学反应的相关内容,例如光合作用、光环化反应等。但通常在基础课程教学中,由于课时有限和侧重点不同,教师基本上都偏重于各类有机化合物的性质和经典的离子型反应(如亲电、亲核反应)的讲解,对光化学合成相关知识的介绍相对浅显;同时,学生在学习的过程中也常将精力重点放在相应的考试内容上,达不到对所学光化学合成知识点的有效掌握。面对这种情况,本文将有机化学学习中鲜有教授的有机光化学反应进行总结,在现代合成技术学习中设计“有

机光化学合成及其应用”这一章作为教学设计案例。课程思政以“立德树人”为根本任务，以掌握有机光化学合成基础和应用为目标，坚持以“学生为本”的教育理念，融入思政元素，结合新型现代教学手段，采用线上-线下混合式的课堂互动教学形式，分别从有机光化学发展、紫外光化学反应、可见光化学反应的应用等几个方面引导学生深度学习、了解有机光化学反应特点及其应用，帮助学生融合新知识，达到专业课程与思政教育协同育人的教学目标。

2. 教学目标的确立

基于学情和知识点内容分析，教学团队确立了本节内容的教学目标如下：

(1) 知识目标：了解学习、生活中与光化学反应有关的现象，了解光化学反应和传统热化学反应的区别，理解光化学反应的基本原理，掌握有机光化学反应类型、特点和应用。

(2) 能力培养目标：前置作业培养学生的自主学习能力、分析能力和归纳总结能力；通过课堂学习能够理解前沿文献中提出的光化学反应机理；具备一定的创新能力。

(3) 育人目标：增强学生绿色可持续发展的意识。学习科学家善于观察、勤于思考、勇于探索实践，不懈努力的科学精神。培养文化自信，科技自信及家国情怀。

3. 课程思政融入有机光化学合成的教学设计

3.1. 课前自主学习环节

“现代合成技术”课程理论课时为 32 学时，授课内容涵盖基础有机化学合成反应、元素有机化合物在有机合成上的应用、过渡金属有机化合物、有机光化学、有机电化学等。为了更好地实现知识传授、能力培养和价值塑造的全方位育人目标，必须有效地利用学生的课外学习时间。课程团队将有机光化学合成相关的课件、测试题视频资料等提前发布到学习通平台，要求学生在规定时间内完成任务，并设置相应的探究活动，要求学生以小组为单位完成。通过课前自主学习，学生对课堂教学内容有了一定的了解，可以通过网络自学，可以通过学习通平台提出学习中遇到的疑难问题，寻求老师或同学的帮助。课前自主学习环节的设置有助于培养自主学习能力，锻炼意志力，提高学习效果。

3.2. 课堂教学环节

3.2.1. 课程导入

教学导入部分包含理论知识和思政案例，二者同向同行、相互融合。课程开始先以自然界中的光化学反应为切入点，通过介绍光化学在生物、有机发光材料、环境等方面的应用引出光催化过程——光能驱动分子发生化学反应的过程。随后，通过学生课前预习的有关光化学的发展历史，结合课堂展示光化学的特征，引导学生总结光催化反应的类型、分析光化学反应选择性控制的难点；期间穿插讲授佟振合先生在上世纪八十年代初率先在国内开展光化学反应的微环境效应研究，证实许多溶液中产物复杂的化学反应在微反应器中可以得到单一产物，提出利用分子聚集体或多孔材料的孔腔和界面为微反应器，提高光化学反应的选择性。例如：利用多孔固体的孔腔仅可容纳一个双官能团分子的特点，促进分子内反应，抑制分子间反应，在底物浓度很高的条件下，高选择性地合成了大环化合物，解决了大环合成必须在底物浓度很稀溶液中进行的难题，对有机合成化学是一重大贡献[5]。为了能更好地诠释佟振合院士的科学精神，课程中专门介绍了有关他科研工作的案例。学生们根据他的研究论文和项目进行学习和分析，学习如何将科学研究与产业应用结合，培养严谨的科研态度和解决实际应用问题的能力。此外，我们还将佟先生的不懈奋斗和家国情怀融入到课堂讨论中，让学生能够从中体会到要将个人研究与国家需求和社会责任相结合。利用生活中的光化学作为课程导入，在引入知识的同时激发学生对课程学习的兴趣和

热情，同时融入丰富的学习素材，帮助学生深入理解并总结光化学的相关知识，提高专业素养，树立不畏艰辛、不懈探索的精神。

3.2.2. 整合章节教学内容，融入思政案例

本章节各个模块的思政分析如表 1 所示，根据有机光化学合成发展及其应用设计丰富、多元化的课程思政案例，包括植物光合作用、环境友好化学、我国学者在光催化领域的创新成果等。通过思政案例，融入课外自学、讲授式教学、案例式教学、讨论式研学的方式，将专业知识与思政元素融合，加强对专业知识传授的同时培养学生严谨求实、不懈奋斗的科研信念，坚定报国、强国的理想信念，达到专业课程与思政教育协同育人的教学目标。

Table 1. Ideological and political analysis of teaching organic photochemical synthesis

表 1. 有机光合成化学教学的思政分析

融入过程	知识点	思政分析
前置任务	光催化有机反应的发展史	曲折探索中推动社会进步
	典型紫外/可见光催化反应	科学工作者的责任和担当
教学导入	自然界中的光催化反应	光催化与生命科学、环境、医药等的交叉
	佟振合院士的奋斗史	勇攀高峰、不懈探索
知识讲授	紫外光催化有机反应的机理和应用	科研的发展是曲折向前
	可见光催化有机反应的机理、光催化剂、应用	推动绿色化工的发展
	我国学者在光化学领域的贡献	做国家需要的研究，用中国智慧解决中国问题

在学习通上发布前置任务，精选与光催化有机反应的发展史、典型紫外/可见光催化反应内容相关的资料和习题，要求学生提前预习并按时完成。这些习题应突出教学重点和难点，帮助学生形成知识框架，为后续课堂学习打下基础。下面主要从教学导入和知识讲授的内容展开介绍。

(1) 光化学反应的介绍

光化学合成反应对反应条件的要求往往非常严格，如温度、光照强度、反应时间等都会对反应结果产生显著影响。因此，光化学合成工作者需要通过大量的实验和数据分析，精确控制反应条件，以找到最佳的反应条件组合。从 2003 年美国启动“太阳神计划”，用半导体制成光化学二极管加上不同的催化剂，实现太阳能的吸收，把二氧化碳和水变成我们需要的化合物。2014 年，第一个人工光合作用集成系统诞生，是由华裔科学家杨培东团队完成的工作，当时其能量转换效率只有 0.5%。2019 年杨培东的人工光合作用系统，已完成以一种经济上划算的方法可以使转化率到达 10%。科学家对人工光合作用的研究也是经历了无数的失败实验才获得了如今的成果，经过曲折探索研究推动了科技和社会的进步。在光催化有机反应的过程中，任何条件的变化都可能对实验结果产生重要影响，因此必须保持高度的专注和耐心。主要体现在：

1) 光照条件是光化学合成技术中不可或缺的因素。不同的化学反应往往需要不同的光照条件才能达到最佳效率，包括波长、强度、照射时间等。这些条件的改变可能影响反应物分子的电子跃迁和反应路径，从而影响产物结构和产率。因此，在光化学合成过程中，需要科研人员保持严谨认真的实验态度，对光照条件进行精确的控制和调节，以达到研究和生产需求。

2) 反应物与催化剂在光化学合成技术中也发挥着重要作用。反应物是化学反应的原料，其种类和性质决定了反应的方向和产物的种类。而催化剂则能够降低反应的活化能，提高反应速率和产物选择性。底物分子有可能对光没有吸收，因此在光化学合成中，通常使用催化剂能够吸收光能并将其转化为化学

能,从而促进反应的进行。要用辩证的思维分析问题,选择合适的反应物和催化剂,这是光化学合成成功的关键。

3) 光催化引发的自由基反应过程。有机光化学是研究处于电子激发态的有机分子的物理和化学性质的科学。处于激发态的有机分子相比于其基态,电子分布和构型发生了显著的改变,其物理和化学性质也随之发生巨大变化。因此,光化学反应有可能实现一些热化学反应条件下不能进行或者产率低的反应。

(2) 紫外光催化的反应

1972年, Fujishima A 等报道 TiO_2 和 Pt 组成的光电化学体系分解水得到氧气和氢气,实现了太阳能和化学能的转化,开辟了半导体光催化的领域。与传统的合成方法条件难控制、能耗严重且对环境有一定污染等相比,光催化反应由于条件温和、官能团兼容性好、产物对应选择性可控、环境污染小、能耗低而逐步成为深受人们重视的一种绿色有机合成手段,在处理温室气体、污染物处理、有机合成等多方面有着广泛应用[6]。

紫外光指波长在 200~400 nm 的电磁波辐射。比可见光波长短,具有较高能量,可为反应提供更高能量。一些小分子不能直接吸收紫外辐射,要想其在紫外光辐射下发生反应,则需要借助光敏剂间接诱导。紫外光敏剂通常为有机小分子和半导体材料。根据其在反应中所经历的具体过程可将光敏剂分为两大类:(1) 电子转移机理类:含有羰基,氰基等强吸电子取代基的芳香化合物,强吸电子型取代基使分子处于缺电子状态,较易得到电子;(2) 原子转移机理类:易夺 H 的有机物(如酮)或者氧化态阴离子[7]。

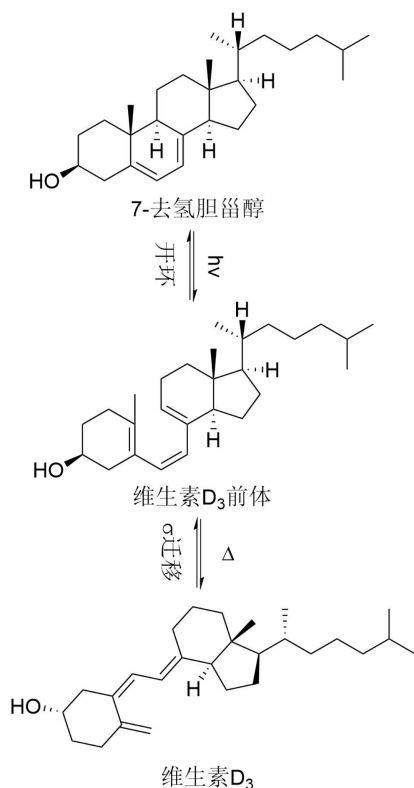


Figure 1. Photochemical synthesis of vitamin D₃

图 1. 维生素 D₃ 光化学合成

维生素 D, 包括 D₃ 和 D₂ 是人与动物生命活动中必不可少的一类脂溶性维生素,其主要作用是促进机体对钙、磷的吸收,调节机体内钙、磷的代谢。维生素 D₃ 生产技术长期以来被国际三大公司(瑞士罗氏

公司、德国巴斯夫公司和荷兰杜发公司)所垄断, 并对我国严密封锁。中科院理化所光化学转换与功能材料重点实验室科研团队于 2000 年成功研发出具有国际领先水平的维生素 D₃ 光化学合成新工艺, 并与浙江花园工贸集团合作实现规模产业化(见图 1), 彻底打破了国外大公司的垄断, 一举使我国成为世界上维生素 D₃ 最大的生产国和出口国, 国内市场占有率达 95% 以上, 国际市场占有率达 70% 以上, 为我国光化学工业的快速发展奠定了坚实的基础[8]。

(3) 可见光催化的有机反应

可见光指波长 400~760 nm 的电磁波辐射。通常有机小分子不吸收可见光, 而可见光敏感剂, 即可见光催化剂能够吸收可见光, 它的出现和发展拓宽了可见光诱导合成研究的道路。现常用到的可见光敏感剂可分为无机半导体材料、有机大分子和过渡金属络合物。其中常用的过渡金属-配体络合物主要有 Ru(bpy)₃Cl₂ 和 fac-Ir(ppy)₃ [9]。通过科学家的不懈努力和探索, 近十几年来可见光催化技术在有机合成领域的应用取得了飞跃的发展。21 世纪初期, MacMillan 等人对可见光诱导的有机合成反应进行了较全面的研究。通过可见光催化技术实现了许多传统化学方法难以实现的反应, 如一些加成反应、氧化反应等、交叉偶联反应等, 这些反应不仅条件温和、操作简单, 而且反应效率高、产物选择性好, 因此这种技术符合绿色可持续发展的要求。引入光催化剂实现的可见光诱导反应, 主要经历单电子转移的氧化淬灭和还原淬灭两种过程, 通过单电子转移实现(见图 2)。在可见光催化技术的原理方面, 其关键在于光催化剂的选择和设计。

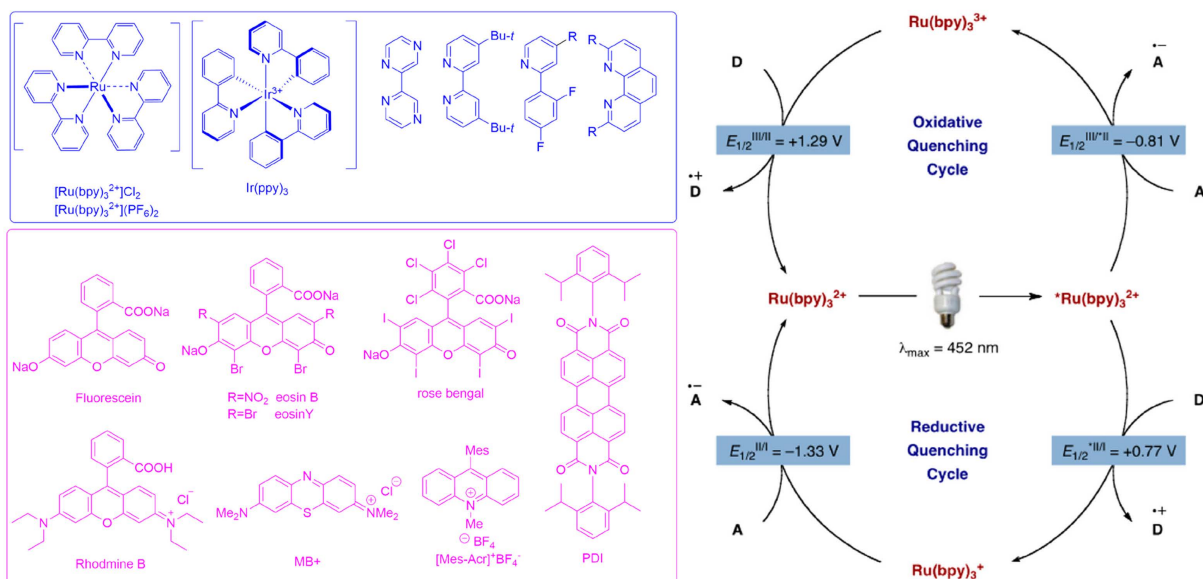


Figure 2. Common photocatalysts and the oxidative-reductive quenching cycle of Ru(bpy)₃²⁺ under visible light catalytic conditions

图 2. 常见光催化剂及 Ru(bpy)₃²⁺ 在可见光催化条件下的氧化还原淬灭循环

通过上述课堂-课外结合的方式, 一方面向学生介绍了光催化有机反应的前沿研究, 拓展了学生的学术视野, 同时又向学生展示了光催化合成的机理和重要应用, 在知识学习中融入环保意识的培养和科学精神的培养, 有利于学生树立严谨求实、勇于探索、创新的科研态度。

后期再重点介绍我国学者, 如化学所吴丽珠院士长期致力于光化学研究, 涉及太阳能光化学转换、光化学合成与技术、超分子体系中重要的光物理和光化学过程。她的贡献之一就是借助可见光催化技术发展了一类新反应——可见光催化交叉偶联放氢反应。该类反应不需要额外氧化剂的参与, 直接实现两

种不同碳氢键(或碳氢键和杂氢键)的直接偶联,生成新的碳碳键(或碳杂键和杂杂键)同时,氢气为唯一的副产物(见图 3)。相比于传统的合成方法,它不仅避免了因原料或产物对氧化剂敏感而发生的副反应,而且在规模化生产中具有很高的附加值,是一类理想的原子经济性反应,随着更多国内外化学工作者的关注,放氢交叉偶联反应及相应理念必将对合成化学产生深远影响[10]。

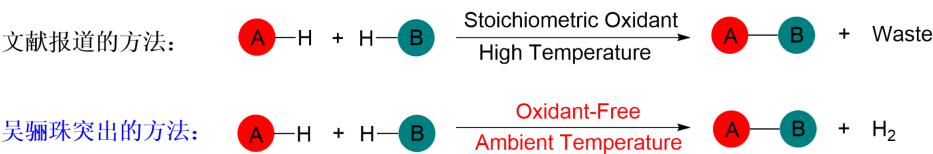


Figure 3. Catalytic strategy for cross dehydrogenation coupling reaction
图 3. 交叉偶联放氢反应催化策略

提供华中师范大学肖文精教授课题组、中国科学院上海有机研究所左智伟研究员等在有机光化学领域取得的科研成果,让同学们学习并分析、总结他们的主要贡献。通过对当前光催化前沿知识的学习,建立立体化的知识网络,同时培养学生的学术自信和民族自豪感,实现“课程与思政”的有机结合,全面提升综合素养。

3.3. 课后拓展环节

学习了有机光化学反应的基本原理,紫外光催化在有机合成反应,可见光催化有机合成反应的知识后,要求学生能将所学知识用于理解实际问题。在课后,除了发布作业、知识点测试题外,还要求学生以小组的形式讨论光催化有机反应在生产、生活中的应用(如有机染料、小分子药物等)并制作 PPT,通过理论联系实际的过程增强学生对知识的消化吸收。这个过程中将所学知识与前沿科技相结合,有利于激发学生的创造力和创新能力,同时体现了利用科技创新造福人类社会的理念。

3.4. 课程评价

Table 2. Rubric for course assessment
表 2. 课程考核评价标准

教学评价	评价项目	比重%	评价体系	评价环节	评价形式	思政目标点
过程性评价	课前预习(学习教学资源 + 前测)	10	系统评价	课前	线上	学习含思政案例的资料
	课堂活动(签到 + 答题 + 心得交流)	10	系统评价教师评价	课中	线上线下	含思政点的客观题,思政案例学习心得
	团队任务(调研报告 + PPT 汇报)	10	学生评价教师评价学生互评	课中	线下	创新思维,科研精神,环保意识
	课后巩固(课后总结 + 课后作业 + 单元测试)	10	系统评价教师评价	课后	线上线下	含思政元素的客观题或案例分析题
终结性评价(期末考试)	闭卷考试	60	教师评价	课后	线下	含思政点的考题

《高等学校课程思政建设指导纲要》指出建立健全课程思政建设质量评价体系,人才培养效果是课程思政建设评价的首要标准。课程思政教学效果评价,应将客观量化评价与主观效度审视相结合,注重过程评价、动态评价,反映课程思政教学中知识传授与思想启迪、价值引领的结合程度,以科学评价提

升教学效果[11]。根据学习目标和教学内容设置适当的、有梯次的考核,并合理设置比重。有机合成技术知识点多且相互关联,学生只有通过足够的文献阅读和课后练习才能深刻理解并灵活运用。作业形式包括课前和课后的线上及线下书面作业完成情况等;终结性评价采用理论考试的方式。过程性考核 = 课前预习(10%) + 课堂表现(10%) + 团队任务(10%)、课后巩固(10%)。最终成绩 = 过程性考核成绩(40%) + 终结性考核成绩(60%)本课程具体评价标准如表 2 所示。

最后可以对学生进行问卷调查。调查内容主要体现教师在教学过程中引入的思政案例是否有助于提升学习兴趣,是否体会到了创新精神,是否有助于形成严谨认真的科学态度,是否感受到了正确人生观方面的教育,是否有助于提高分析和解决问题的能力等。通过问卷调查的结果,教师反思教学过程中的不足之处,不断优化教学内容和方法,提高课程思政教学效果。

4. 结语

本文以“掌握光催化有机化学反应基础和应用”为目标,以“立德树人”的思政为指引,通过设计“有机光化学反应及其应用”模块的学习,将现代合成技术课程与思政教育相互融合、相互贯通。采用可视化教学讲授基础理论知识与科学前沿研究成果,结合线上-线下师生、生生互动教学模式和多元化的评价方式,实现学生在有机合成技术学习中光化学知识模块的建构,提高学生主动学习的能力,并加强科技报国的决心,同时提高本课程思政育人的质量。此外,通过对我国科研学者在光催化领域创新成果的学习,培养学生查阅文献、自主学习、沟通交流及分享展示的能力,增强学生的自信心和民族自豪感。课程教学团队探索将思政元素以润物细无声的方式有机地融入课堂教学,赋予课程崭新内涵,这个过程中教师自身的素养也得到了提升。思政元素与教学内容的深度融合,是一项长期的系统工程,要坚持价值塑造、能力培养、知识传授三位一体的育人目标,调动学生的学习积极性,引导学生坚定理想信念、厚植爱国主义情怀、加强品德修养、增长知识见识、培养奋斗精神、增强综合素质,从而培养有理想、有追求、有担当、有作为、有品质、有修养的应用型工程技术人才和社会主义接班人。

基金项目

本文受到上海高校青年教师培养资助计划(项目编号:ZZ202315015)的资助。

参考文献

- [1] 赵阳. 青年人生观面临的挑战与应对研究述要[J]. 毛泽东邓小平理论研究, 2022(9): 75-81.
- [2] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调: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, 2016-12-9(1).
- [3] 杨中启. 习近平总书记关于“大思政课”重要论述的核心要义[J]. 思想政治课研究, 2024(2): 4-15.
- [4] 吴凌苇, 崔浩, 张霄. 水溶性光催化剂介导的水相反应研究进展[J/OL]. 有机化学, 1-27. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1321.O6.20241011.0904.008.html>, 2024-11-24.
- [5] 吴骊珠. 庆祝佟振合先生八十华诞暨执教五十四周年专刊前言[J]. 影像科学与光化学, 2017, 35(4): 331-336.
- [6] 范丹. 紫外光诱导烯烃三氟甲基化反应的研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016.
- [7] Fagnoni, M., Dondi, D., Ravelli, D. and Albini, A. (2007) Photocatalysis for the Formation of the C-C Bond. *Chemical Reviews*, **107**, 2725-2756. <https://doi.org/10.1021/cr068352x>
- [8] 张焱, 程学新, 刘颀颀, 等. 光化学合成维生素 D [J]. 精细与专用化学品, 2005(5): 5-7.
- [9] Prier, C.K., Rankic, D.A. and MacMillan, D.W.C. (2013) Visible Light Photoredox Catalysis with Transition Metal Complexes: Applications in Organic Synthesis. *Chemical Reviews*, **113**, 5322-5363. <https://doi.org/10.1021/cr300503r>
- [10] 董奎, 刘强, 吴骊珠. 放氢交叉偶联反应[J]. 化学学报, 2020(78): 299-310.
- [11] 陆道坤. 论课程思政的教学设计与实施[J]. 思想理论教育, 2020(10): 16-22.