

以“魔法教学”引导有机化学实验融合“产-学-研”的探索

谢依琳, 钟建基, 佟庆笑, 简经鑫*

汕头大学化学化工学院化学系, 广东 汕头 515063

摘要: 针对有机化学实验课程存在的理论知识复杂、实践过程枯燥、课程启发性弱和思政内容少等问题, 我们通过链接有机化学的发展历史和生活场景故事, 赋予实验课程神秘“魔法”属性, 引导学生的学习兴趣和探索乐趣。构建从理论、实践、应用三个维度融合“产-学-研”的教学模式, 并将“魔法”故事与育人育德的思政元素全面融合, 将正确的科学观念“润物细无声”地植入学生的心中。

关键词: 有机化学实验; 课程思政; 有机化学史; 产-学-研

中图分类号: G64; O6

Exploring “Magic Teaching” as a Means to Integrate Organic Chemistry Experiments with the “Industry-University-Research” Model

Yi-Lin Xie, Jian-Ji Zhong, Qing-Xiao Tong, Jing-Xin Jian *

Department of Chemistry, College of Chemistry and Chemical Engineering, Shantou University, Shantou 515063, Guangdong Province, China.

Abstract: This study addresses several challenges in organic chemistry experiment courses, including complex theoretical concepts, monotonous practical activities, limited curriculum engagement, and insufficient ideological content. By connecting the historical development of organic chemistry with real-life narratives, we infuse the experimental course with a sense of mysterious “magic”, thereby stimulating students’ interest in learning and exploration. We propose a teaching model that integrates “industry-university-research” through three dimensions: theory, practice, and application. Additionally, we intertwine the “magic” narratives with ideological components aimed at moral education, subtly instilling correct scientific concepts in students’ minds.

Key Words: Organic chemistry experiment; Curriculum ideological and political education; History of organic chemistry; Industry-university-research

有机化学是研究有机化合物的结构、性质、应用及其相互转化规律的学科, 也是化学领域的重要基础课程。恩格斯曾经说过: “化学既是关于自然的科学, 又是关于人的科学。在当代科学的发展趋势中, 它们正在走向统一。因此, 化学不仅仅是认识生命与进化的手段, 也是人类生存和获得解放的手段。”有机化学英文名Organic Chemistry, “有机Organic”一词源自有机物, 是指由动物和植物有机体中得到的物质, 如糖、醋、酒精等; 而“化学Chemistry”源自“alchemy魔力、炼丹术、炼金术”, 是指能够实现物质转换的“魔法”。从有机化学的发展历史来看, 人类很早以前就开始

收稿: 2024-07-02; 录用: 2024-10-10; 网络发表: 2024-12-20

*通讯作者, Email: jxjian@stu.edu.cn

基金资助: 广东省自然科学基金(2022A1515110372, 2023A1515011306); 国家自然科学基金(52273187)

利用有机物。古代西方人用柳树皮泡水来止痛，但当时并不知道柳树皮中含有有机化合物乙酰水杨酸，即目前广泛使用的药物阿司匹林^[1]。中国使用有机物的历史同样非常悠久，如河南舞阳贾湖遗址出土的陶罐碎片上发现了酒的痕迹，周代的制酒、醋、颜料，汉代造纸等都是使用有机物的实例^[2,3]。在有机化学发展的历史中，贝采里乌斯在1806年首次提出“有机化学”名称，但他亦坚持认为有机物只能在生物的细胞中受到“生命力(Vitalism)”的作用才能产生出有机物，“生命力”学说让有机化学学科一直带有神秘和魔力的特征。有机化学的烃类化合物燃烧、立体化学性质、氨基酸和糖类化合物等内容具有了炼金术中的火元素魔法、治疗/毒魔法、木和生命魔法的共性。

化学学科是对古代神秘“魔法炼金”和“炼丹术”的揭秘和解析，而有机化学是在证伪“生命力”学说后迎来了蓬勃发展(图1)。屠呦呦从中医古籍中获得启发，创建了低温提取青蒿抗疟有效成分的方法，并最终发现了有机化合物青蒿素，为人类带来了一种全新结构的抗疟新药，标志着人类抗疟步入新纪元。现如今，有机化学的理论与技术广泛关系着人们生活中衣、食、住、行、医等各个领域。如人们日常穿着的衣物，其布料和染料的都是有机化合物；食品所需的营养物质糖类、脂肪、蛋白质均为有机化合物；石油和天然气等能源燃料为有机化合物；几乎所有的药物都是有机化合物，甚至医疗设备也建立在有机波谱学的基础上。有机化学的发展极大地改善了人们的日常生活，促进了社会的繁荣与可持续发展。但近年来，从著名影星代言洗发液广告宣传“不含化学成分”到央视广告洗脑般重复“我们恨化学”等错误宣传，化学品和有机化合物等成了不良商家的抹黑对象。虽然国内外高校和科研平台对其进行了纠正和反驳，但持续的不良示范效应影响了家长与青少年对化学的关注和兴趣。兴趣是最好的导师，它是引导学生自主学习的内在动力，是激发学生创新思维的关键，更是培育科学素质人才的起点。

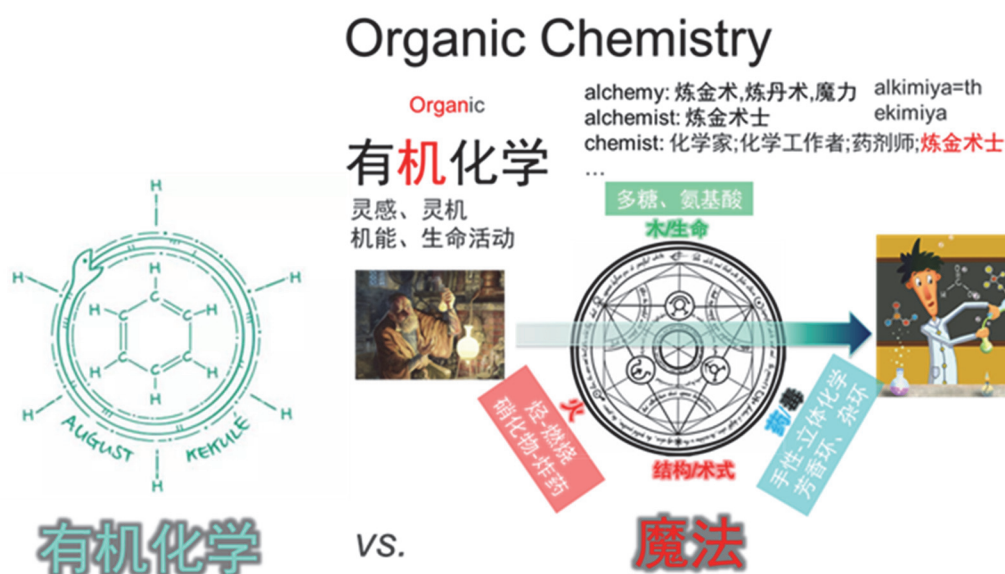


图1 教学内容中“魔法”元素

近年来，有机化学实验作为应用化学、材料工程和环境工程等本科专业的核心课程，是一流本科专业建设和“新工科”建设过程中本科教学的重要内容，特别需要重视实验教学的组织和实施，以求全面提升教学质量^[4-9]。本校积极加强“应用化学”和“新工科”专业建设，践行“三个融合”理念，探索“三维度五阶梯”的创新教学模式。在传统的基础实验教学外，我们从“理论、实践、应用”三个教学维度出发，通过基础理论教学融合“魔法”概念、虚拟仿真教学、实验视频动画教

学、实验演示教学、大型仪器实验教学等促进“理实融合”；通过线上调研、跨学院学科交叉研讨、省实验室联合项目培育、校企联合培养、基地实习实训教学等促进“产教融合”；通过前沿领域讲座、科普宣讲、自主型科研实践、大学生创新创业项目、实验创新比赛等促进“产教融合”。“三个融合”模式可以有效促进学生对理论知识的掌握，对企业生产一线的认知，对科学前沿研究方向的了解，有利于培养学生的新工科素养和实践能力，有利于激励学生成为卓越的创新型人才^[10]。更有趣的是，我们通过链接有机化学学科的发展历史和生活场景故事，赋予有机化学实验的神秘“魔法”属性，充分激发了学生的学习兴趣和探索乐趣。以学习为乐事，学生的学习获得感和学习效果显著提升，激发其探索精神和创新性思维，为学生树立正确的科学观念。

1 有机化学实验教学现状分析

有机化学实验课是一门兼具专业性、实践性、探索性和创新性的实验课程。从“理论-实验-应用”三个维度方面看，现有的有机化学实验课程仍存在实验过程繁杂、理论知识浅薄、应用拓展缺乏等不足，并且“理论-实验-应用”的关联性弱，学生学习的获得感少(图2)。在实际教学过程中，往往较为重视实验操作的教学训练而轻思维训练。学生在实验课上有“依葫芦画瓢”“照方抓药”现象，只为重复实验手册和完成课程任务，缺乏主动思考“做什么”“怎样做”和“为什么这样做”“实验安全”等科学问题。在课程后，学生的操作技能有所提高，而在发现问题、分析问题和解决问题的能力训练方面较为欠缺。最终可能会造成理论教学与实验教学相脱离，教学与科学创新思维相脱离，教学与产业应用相脱离，难以形成合力共同促进学生的思维能力和专业素养的提升。以下是我们总结了有机化学实验教学四方面的问题。



图2 有机化学实验教学现状分析与“产-学-研”融合教学

1.1 理论与实践分割，教学内容枯燥

在传统的实验课程教学过程中，主要依赖实验教材与实验平台等线下教学资源。理论知识的教学与实验课程不同步，在实验过程中侧重实验操作的训练而忽略了理论知识的复习与应用。实验预

习中存在抄书行为,对实验操作原理不甚了解,对实验理论知识缺乏深入思考。学生在实验过程中对实验教材过分依赖,自主学习意识较差,学而不思、机械随众的学习态度较为普遍。教学内容枯燥,难以调动学生的自主学习兴趣和创新思维意识。如何将有机化学实验课程变得生动有趣,让学生们享受知识并获得专业技能提升,这是一个迫切且重要的教学问题。

1.2 授课方式单调,教学与应用脱节

传统的实验教学过程中,学生携带实验教材进入实验室,教师按实验内容布置任务,学生“依葫芦画瓢”“照方抓药”地完成教学任务,教学内容与技术应用脱节。为了保证实验成功并节省时间,教师喜欢把一些需要动手实践的准备活动由助教完成或提前准备,学生并未亲自参与完整的实验流程。教师往往提前讲解实现现象和反应原理,这种教学方式忽视了学生的认识规律,以教师的讲解代替学生的思考过程,即“以教代学”,未能让学生展开思考和加深对理论知识的理解,未充分历练学生的实践应用能力。

1.3 探索精神不足,创新能力培育效果差

传统的实验过程中,往往只侧重考查学生的实验完成情况和实验产率,忽略了学生在实践全过程中的信息查阅能力、操作能力、创新思维、团队合作能力等综合素质方面的评价,导致评价结果不够合理。在实验结束后,缺乏有意识地指导学生开展全面总结和深度思考,学生往往是学了就忘、印象不深,能力提升不明显。缺乏全阶段、全过程的考核模式,缺乏对学生创新思维的评估,难以保证教学质量和教学有效性。

1.4 思政教育短板,立德树人不足

立德树人思政教育和实验安全教育是实验课程的核心内容,是培育高素质人才的关键。但传统的实验教学过程中,过于专注专业理论知识的传授和实验操作能力的培养,缺乏立德树人的思政元素。在课程规划中,对学生在发现问题、分析问题和解决问题方面的思维训练不足,学生的科学观念、实践精神等思想品德教学效果不明显。另一方面,实验课程可以培养学生的科学实践能力,但同时也存在一定的安全隐患。许多学生缺乏对实验室安全的充分认识,对实验操作过程中可能出现的风险和危险性缺乏警觉性,漠视实验安全规则,即存在安全教育漏洞。

2 有机化学实验的教学改革和策略创新

2.1 教学内容重构,立体教学资源领学,促进“理实”融合

针对“理论与实践”教学方面的问题,通过基础理论教学结合“魔法”故事、虚拟仿真教学、实验视频动画教学、实验演示教学和大型仪器实验教学等方式构建立体教学资源(图3),让学生随时随地开展理论学习并链接实验应用中,促进“理实”融合。重构教学内容,以“神话”故事的视角来叙述“有机化学发展历史”,介绍开创有机化学领域的各位化学家,激发学生去了解化学发展的辉煌历史和科学家的杰出贡献。针对实验课程,我们设置了若干“魔法”故事(表1),激发学生的探索兴趣,引导学生树立科学观念。比如,在介绍烃类化合物性质时,先以“技术爆炸”故事为开端,强调烷烃类化合物是目前极为重要的燃料,让学生认识到烷烃类化合物的重要性。在“水变油炼金术”的故事中,王洪成“水变油”和南阳水氢汽车骗局让国人认识到提升科学素养的重要性,并引发学生对人工光合成等科研前沿的关注。

建立线上交流与信息推送平台,提前分享微课文档、视频、动画等相关资源,发布课前学习任务清单。针对不同的实验内容,教师需要提前给学生列出预习提纲和基础理论知识,共享相应的文档资料,以立体学习资源引领学生学习。实验前的预习对于学习和巩固基本知识原理、了解实验操作流程和保障实验安全起到了很重要的作用,撰写预习报告是化学实验的必要环节。很多学生面对实验内容不知该如何预习,如何撰写预习报告。通常的做法是将实验内容抄写一次,将教材的思考题做一遍。这样做只是流于形式,并没有起到预习应有的作用。因此,在课前预习这一环节,教师尤其需要加强指导作用。针对不同的实验内容,教师需要提前给学生列出预习提纲和基础理论知识,

共享相应的微课视频动画资料，以立体学习资源引领学生学习。考查学生课前预习记录开展学情分析，根据教学目标和教学内容，确定教学难点并适当及时调整教学设计。



图3 立体教学资源示例

表1 实验教学内容与“魔法”故事示例

实验内容	“魔法”	故事内容简介
实验一： 环己烯的制备	炼金术：“水变油”	技术爆炸的概念，20世纪90年代王洪成“水变油”骗局，2019年南阳“水氢汽车”骗局等事例，提高科学素养的重要性
实验二：溴代环己烷的制备	“毒药魔法”：卤代烃杀虫剂	有机氯类杀虫剂双对氯苯基三氯乙烷(DDT)的发展历史和环境危害，氟利昂破坏大气臭氧层等生态问题，关注有机卤化物的环境污染
实验三： 环己酮的制备	“侦查魔法”：检测酒精	酒驾、醉驾引起的安全事故的社会危害，吹气检测酒精的原理。“春秋云纹铜禁”的故事
实验四： 乙酸乙酯的制备	“香味魔法”：酯类的香味	酯类化合物，如乙酸乙酯和乳酸乙酯等，是酒体香气的主要原料
实验五： 硝基苯的制备	“爆炸魔法”：多硝基化合物的燃烧特性	诺贝尔研制硝化甘油时意外发生爆炸，痛失弟弟，但仍在驳船坚持研究，其死后以个人财产设立诺贝尔奖，促进科学发展与倡导和平
实验六： 苯胺的制备	“魔道士”：黄鸣龙还原法	黄鸣龙还原是首例以中国科学家命名的重要有机化学反应，黄鸣龙冲破美国政府的重重阻挠回国的故事
实验七： 甲基橙的制备	“光魔法”：染料与光化学	光致变色的原理，人工光合成作用的原理，光化学转化与绿色清洁能源制备，建立绿色可持续发展的科学理念
实验八：从茶叶中提取咖啡因	“生命魔法”：药剂提取	德国拜耳公司从柳树皮中发现乙酰水杨酸(阿司匹林)；屠呦呦从青蒿中提取抗疟有效成分(青蒿素)等故事

建立虚拟仿真实验平台，对实验操作过程进行详细的动画演示，让学生能够随时随地学习实验操作细节，全面了解实验流程。针对气相色谱和核磁共振波谱分析等实验，借助虚拟仿真实验平台

演示实验原理和操作, 增强情景代入感, 提前快速熟悉操作技能。在实验操作过程中, 采用实验操作演示的教学方式, 为学生建立正确的操作示范, 避免出现操作不当和引发安全隐患。为清晰演示有机化合物的结构式, 采用模型结构来演示。通过实验演示教学, 将化学理论知识与操作技能教学详实、规范地传授给学生, 提升学习效率。

2.2 教学方式革新, 联合交叉学以致用, 促进“产教”融合

在教学方法的创新方面, 通过穿插故事和应用实例, 充分吸引学生的注意力, 激发他们的听课兴趣, 并启发学生对科学技术创新应用的深度思考(图4)。除了故事教学法外, 采用了对比式教学、问题引导式教学、模型展示和多媒体动画演示等多种新教学方法, 围绕学生的学习兴趣, 开展多角度、多维度的教学。比如, 通过对比阿司匹林的工业合成与科研进展, 激发学生的学习兴趣, 使他们更深入地了解绿色合成和可持续发展的概念。通过科普“人工智能(AI)炼金术”的理论计算化学, 让学生们能够牢记基本概念和理论; 辨析有机反应的异同; 透视化合物的空间立体结构和反应选择性; 分析反应机理的控制因素。此外, 联合省实验平台开展“启传人才”项目, 联合企业开展参观与实习等, 让学生们更快地了解科研前沿和生产应用, 实现“产教”融合。

针对环境工程、海洋科学专业的本科生, 将有机化学课程与其专业方向融合, 关联有机化合物的环境生态效应和海洋化学内容。这种学科交叉的形式, 让学生更快地学有所用、学以致用。学生跨学科的通识教育和基本素养被忽略, 使得培养的人才专于某一领域, 而缺失整体性的知识结构和交叉创新应用的能力。随着学科交叉融合时代的到来, 打破学科之间的壁垒, 促进不同学科的融合与协作, 通过多元化的思维方式和研究方法解决复杂的综合性问题, 并培养创新型人才, 已成为全球高等教育的共识。学科交叉融合是伴随着经济社会发展和学科自身演变而出现的一种综合性态势, 是不同领域的教育和科研人员打破单一学术壁垒, 对特定主题进行综合研究, 以利于解决难题、催生新的成果和培养创新人才, 实现科学研究与人才培养创新发展的必然趋势。



图4 联合交叉, 学以致用的示例

有机波谱学是有机化学中的关键技术, 而相应的大型仪器设备是现代化学学科前沿探索的必备实验手段。大型仪器实验教学主要由分析测试中心负责, 主要是利用各种大型仪器设备对材料的结构形貌进行表征, 对性能进行测试, 以便于分析加工工艺与制备方法对形成机理的影响规律。本

课程联合汕头大学测试中心使用大型仪器设备开展教学培训, 培育学生的科研探索精神。带领学生参观和使用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)、400 MHz核磁共振波谱仪(NMR)等大型仪器设备, 由仪器设备管理教师开展现场理论讲解、操作培训和实验探索。

2.3 拓展科研实践, 历练创新思维, 促进“科教”融合

通过引入科学前沿进展, 帮助学生了解本专业国际先进的学科前沿知识, 获得广泛的专业知识及信息(图5)。为学生了解科技领域前沿创造机会, 帮助学生逐步学会如何消化吸收和拿来借鉴, 学会发现问题、提出问题, 锻炼学生收集、整理文献以及快速获取特定知识的能力。鼓励学生学会利用网络资源、图书馆电子资源, 学会查阅文献、梳理文献, 有效提高文献检索能力。同时, 可以扩大学生的专业外语词汇, 提高学生的外语素养, 培养学生的跨文化沟通能力, 形成国际化视野, 有助于培养与国际接轨的高水平创新人才。鼓励学生积极参与大学生创新创业活动, 将课程所学知识理论与操作技能与科研实践相结合, 促进“科教”融合。

通过有机化学实验课程积极调动学生参与科研探索, 本教学团队近三年指导本科生获批“2024年广东省科技厅科技创新战略专项”1项, 获批“大学生创新训练项目”9项(含国家级重点推荐1项, 国家级3项, 省级重点推荐1项, 省级3项, 校级1项)。本科生参与发表SCI论文十余篇, 申请专利3项。充分调动学生的科研探索兴趣, 培养自主创新精神。积极鼓励学生参与知识竞赛, 荣获3次国家级和省部级奖励, 达到了以赛促学的良好效果。



图5 前沿引领, 思维创新的示例

2.4 建立思政库, 弘扬安全和科学观念, 思政“盐模式”融入课堂

以科学家故事、科技前沿、实验安全、环境保护等模块建立思政元素库, 引导学生树立正确的科学观念和环保观念, 提升科学素养(图6)^[11]。全面融入育人育德的思政元素, 通过教书与育人相结合进行思想品德教育的渗透, 将家国情怀、民族意识、优秀文化、职业道德、个人素养等方面与专业知识融合贯通, 在学习如何“做学问”的同时, 学会做一个合格的社会人和新时代好公民。为了实现课程思政隐性教育的目标并激发学生的兴趣, 精心发掘各种思政元素并使其达到“新、奇、深”三种特征, 本课程同时实现全过程(所有章节均隐性植入)、全维度(涵盖国家、社会、环境、个人等多方面)、多模式教学(案例式、探究式、讨论式等)的思政育人。

思政示例一

屠呦呦：青蒿素—中医药给世界的一份礼物！

✓ 传统文化的继承和发扬

思政示例二

✓ 安全教育

丁基锂 燃烧

正丁基锂 C₄H₉Li

✓ 安全规则，操作规范

科学家故事 科技前沿 实验安全 环境保护

思政示例三

黄鸣龙还原：首例以中国科学家命名的重要的有机化学反应，他冲破美国政府的重重阻挠回国。

✓ 爱国主义、奉献精神

思政示例四

DDT is good for me-e-e!

DDT

✓ 生态文明建设

图6 思政元素库与思政示例

安全与规范是开展有机实验的重要保障(图7)。在课程开设的过程中，严格执行有机实验的场地标准，制定明确的实验室安全守则；课前对学生开展化学安全培训；课程预习中要明确所有化学试剂与仪器的安全性；开展实验操作规范示例等方式，规范每一步流程，培养学生的安全意识。在实验报告和记录方面，采用微信群在线考评的方式，保证数据的真实性。严格规范实验记录内容，培养学生的严谨认真的科学素养。

安全与科学观念

安全规则

- 01 实验室守则
- 02 实验室安全操作规程
- 03 个人防护
- 04 主要物质的有害特性
- 05 消防基础知识
- 06 紧急救护常识

制定实验安全须知和安全守则

反应操作流程

实验操作规范

化学试剂的安全性

中文名称	英文名称	化学式	分子量	CAS号	熔点	沸点	密度	溶解性	外观	危险性
环己醇	Cyclohexanol	C ₆ H ₁₂ O	100.159	109-93-0	23 °C	159.6 °C	0.968 g/cm ³	溶于水	无色透明油状或白色针状	可燃, 刺激性
磷酸	Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	97.995	7664-38-2	42 °C (无水物)	261 °C (无水物)	1.874 g/cm ³	无限混溶	无色透明液体	腐蚀性, 灼伤
环己烯	Cyclohexene	C ₆ H ₁₀	82.146	110-83-8	-104 °C	85.6 °C	0.823 g/cm ³	不溶于水	无色透明液体	高度易燃, 皮肤接触和吞食有害

“化危为安”安全知识普及

真实的实验记录

图7 安全与科学观念教育示例

3 结语

通过教学改革, 链接有机化学学科的发展历史和生活场景故事, 赋予有机化学实验的神秘“魔法”属性, 让课程知识变得生动有趣, 让学生在热爱学习的同时, 不断提升理论知识水平, 历练操作技术能力。学生的学习获得感和学习效果显著提升, 以学习为乐事, 激发探索精神和创新性思维, 树立正确的科学观念。从理论、实践、应用三个维度开展“产-学-研”融合的教学模式, 通过以魔术演示和理论解析等基础理论教学、虚拟仿真教学、实验视频动画教学、实验演示教学、大型仪器实验教学等促进“理实融合”; 通过线上调研、跨学院学科交叉研讨、省实验室联合项目培育、校企联合培养、基地实习实训教学等促进“产教融合”; 通过前沿领域讲座、科普宣讲、自主型科研实践、大学生创新创业项目、实验创新比赛等促进“产教融合”。“产-学-研”融合教学有效提升学生对理论知识的掌握, 对企业生产一线的认知, 对科学前沿研究方向的了解, 有利于培养学生的新工科素养和实践能力, 有利于激励学生成为卓越的创新型人才。

参 考 文 献

- [1] 于逢淼, 盛阳, 李婵玥, 李宝. 大学化学, **2024**, *39* (9), 115.
- [2] 姚天扬. 大学化学, **2005**, *20* (6), 11.
- [3] 王志宏. 大学化学, **2024**, *39* (12), 317.
- [4] 赵健壮, 符史良. 有机化学实验. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2007: 21–151.
- [5] 宋桂苓. 实验室研究与探索, **2006**, *25* (8), 989.
- [6] 彭蓉, 尹业高, 鲁福身. 中国教育技术装备, **2011**, *11* (33), 133.
- [7] 詹顺泽, 尹业高, 彭蓉. 实验科学与技术, **2015**, *13* (6), 102.
- [8] 毛宗万, 姜隆, 张伟雄, 乔正平, 张艺, 肖小华. 综合化学实验. 第2版. 北京: 科学出版社, 2020: 182–187.
- [9] 林佳丽, 吴舒婷, 郑琤, 林子俺, 魏巧华, 郑寿添. 大学化学, **2024**, *39* (7), 129.
- [10] 龚华珍, 黄倩, 林清强, 卢玉栋, 游瑞云. 大学化学, **2023**, *38* (11), 29.
- [11] 张四方, 谭燕利, 陶宇, 赵娇燕, 祝海鸿. 大学化学, **2024**, *39* (10), 377.