

“新医科”背景下大学化学实验课程改革的探索与实践

郭今心*, 张树永*, 朱荣秀, 徐政虎

山东大学化学化工学院, 济南 250100

摘要: 聚焦“新医科”人才培养目标, 针对医学院校传统大学化学实验课程教学普遍存在的问题, 从教育理念、教学内容、教学模式和评价体系四个方面对实验课程进行改革实践, 创建学生主动学习、合作学习和探究学习的新模式, 强调课堂内外的深度融合, 探索建立中国特色的大学化学基础课程支持医学人才培养的新模式。

关键词: 新医科; 大学化学实验; 教学改革; OBE理念; 学生为中心

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of University Chemistry Laboratory Course Reform in the Context of Emerging Medical Education

Jinxin Guo*, Shuyong Zhang*, Rongxiu Zhu, Zhenghu Xu

School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China.

Abstract: Focusing on the training objectives of medical students in the context of emerging medical education, this paper addresses the prevalent issues in the traditional chemistry laboratory courses within medical schools. This reform is conducted through four key dimensions: educational philosophy, course content, teaching methods and evaluation systems. It establishes a novel learning paradigm that encourages student-driven, collaborative and inquiry-based learning, while emphasizing the deep integration of in-class and extracurricular activities. This approach aims to develop a distinctive Chinese model of foundational chemistry courses in universities, supporting the cultivation of medical professionals.

Key Words: Emerging medical education; University chemistry experiment; Teaching reform; Outcome-Based Education (OBE) idea; Student-centered

2019年4月, 教育部等多部门启动“六卓越一拔尖”计划2.0, 强调推进新工科、新医科、新农科、新文科建设^[1]。2020年9月, 《国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见》特别指出, 要以“新医科”统领医学教育创新^[2]。新医科的“新”主要表现在三个方面: 一是理念新, 从重治疗, 向重预防、康养延展, 突出生命全周期、健康全过程的“大健康”理念, 实现由生物医学模式向“生物-心理-社会-环境”模式转变。二是背景新, 以人工智能、大数据为代表的新一轮科技革命和产业变革扑面而来, 对医学教育如何融合信息素养教育提出了新要求。三是专业新, 强调医工理文融通, 发展精准医学、转化医学、智能医学等医学新专业。新医科建设旨在探索新时代医学教育的新理念、新结构、新模式、新质量和新体系^[3], 以提高医学人才培养质量, 从而推进健康中国和教育强国战略的实施。

收稿: 2023-11-20; 录用: 2023-12-28; 网络发表: 2024-01-22

*通讯作者, Emails: jinxinguo@sdu.edu.cn (郭今心); syzhang@sdu.edu.cn (张树永)

基金资助: 中国高等教育学会2021“理科教育研究”专项课题(21LKD02); 山东大学教学改革项目(2022Y076)

医学是实践性很强的学科，医学生既要掌握扎实的专业基础知识，又要将理论运用于实践。大学化学实验是高等医学院校大一新生必修的专业基础课，包括无机化学和有机化学实验，是理论教学不可分割的部分，在促进知识理解、提高综合能力和素质等方面发挥重要作用^[4]。但医学院校传统的大学化学实验教学通常存在以下痛点问题：课程的学习目标不明确或不够高阶；学生常常存在重理论、轻实践的倾向；实验内容比较陈旧，综合性和挑战性不足；教学模式多以“灌输式”为主，学生学习的主动性和积极性不高；课程评价不完善，挑战度不高等。导致学生的动手能力、创新思维能力和团队协作等综合能力都无法满足“新医科”培养要求。为此，我们从教育理念、课程内容、教学模式、评价体系四个方面，对医学类大学化学实验进行了探索与实践，形成了一些经验，期望为医学院校化学实验课程的“新医科”建设提供一定的借鉴。

1 转变教育理念，明确高阶目标

“新医科”着眼于未来医学发展，围绕“大健康”战略，以立德树人为根本，对医学生的知识、能力和素养都提出了更高的要求，要求建立“以学生发展为中心，以学习成果为导向”的育人理念^[5]。根据新医科培养目标和《中国本科医学教育标准—临床医学专业》(2022版)的要求，我们重新确立了大学化学实验课程的教学目标(见表1)。

表1 医学类专业大学化学实验课程的教学目标

目标类型	基本要求
知识目标	具备化学实验的安全常识和基本技能；能够规范地完成基本操作；能够说明并利用化合物的合成、分离、提纯及分析鉴定的一般方法；了解化学及相关学科的发展前沿和动态
能力目标	能够正确观察实验现象，合理处理实验数据；准确撰写实验报告；能够综合运用所学的方法、原理和规律，设计方案，分析和解决化学实验中的复杂问题，并能拓展实际应用；能够使用信息技术查阅和处理相关信息；能够进行有效的沟通，开展团队协作
素质目标	在学习和实践过程中能够体现实事求是的科学态度、良好的工作习惯和环境保护意识；在分析问题和设计方案时体现辩证思维和创新意识，融入人文素养和社会责任感；具有国际视野；能够自主学习，具备终身学习意识

2 更新教学内容，实施教材改革

教材作为知识传播的主要载体和重要的学习材料，是课程建设的基础。结合学科发展和新医科对人才培养“厚基础、促交叉和国际化”^[1]等要求,我们对实验内容进行改革优化。比如，重新编写了《有机化学实验》中英双语教材^[6]。将教材内容优化为六大模块：(一) 有机化学实验的基本知识；(二) 基础有机化学实验；(三) 有机化合物的制备实验；(四) 综合性和设计性实验；(五) 文献实验；(六) 知识拓展。教材内容编排以循序渐进、逐步提高为原则。模块(一)强化了实验安全知识、实验事故的预防和处理，着重强调了国家与实验室安全和环保相关法律法规，强化学生的环境保护意识，增强“三废”处理的自觉性和主动性；还引入了有机化学实验的新技术和新方法，比如类酶促反应、超分子催化反应等，介绍了化学学科重要的文献资料以及搜索引擎和数据库的使用方法，强化学生开展课外拓展、自主学习的能力，实现了教学内容的与时俱进，强化学生对科教前沿的了解和创新意识的引导。模块(二)、(三)安排了如常压蒸馏及沸点的测定、柱层析、乙酰水杨酸制备等实验，重在夯实学生基础知识和基本技能，培养学生良好的实验素养、严谨的科学态度和系统思维的方法。模块(四)设置了从黄连中提取黄连素、生物柴油的合成等内容，强化了与医学的衔接，融入绿色化学理念，增强学生可持续发展意识，提高实验教学的高阶性、创新性和挑战度。社会发展和医疗技术的进步，对学生的信息化素养提出了更高的要求，为此，我们引入了分子模拟实验，增强学生对分子模拟在现代有机合成和现代药物设计重要意义的认识，强化学生的信息化素养。为了增强学生有效获取和加工信息的能力，我们设置了文献实验模块，引导学生开展文献研读，开阔视野，了解学

科的前沿动态, 增强适应时代发展需要的能力。与此同时, 教材还利用二维码技术增加了知识拓展模块, 加强化学与医药、生活知识的交叉融合, 如介绍了视觉的化学、镇痛药、香精香料、绿色化学十二条原则等知识, 引导学生学以致用, 在“知”和“行”中感悟化学的魅力和重要性, 并计划将学生制作的视频纳入教材修订版, 打造了一本师生共建的立体化教材。在实验项目的设计中, 我们以小量和半微量实验为主, 尽可能使用无毒或低毒的试剂。比如“从茶叶中提取咖啡碱”^[6]采用了连续萃取法和浸取法两种方法, 在浸取法实验中使用乙酸乙酯替代了过去常用但毒性较大、污染性较强的氯仿或二氯甲烷; 在“菠菜叶中色素的提取和分离”实验中, 经过学生们的多次探究^[7], 改用正己烷-无水乙醇为洗脱剂, 替换了管制试剂丙酮。此外我们还增加了“废弃物处理”内容。让学生从我做起, 从一点一滴做起, 全面落实环保理念^[8], 践行可持续发展和社会责任。

3 改革教学模式, 创新教学方法

传统的“教师中心”的实验教学模式大多以“灌输式”为主, 且形式和手段单一, 只重视课中学习环节, 对于实验前、实验后的“第二课堂”关注不够, 没有把“课前-课中-课后”看作一个整体进行教学设计, 导致学生课前缺少独立思考, 课上机械地完成操作, 课后缺乏总结反思, 知识和技能得不到内化提高, 还制约了学生学习的主动性和积极性。针对这些弊端, 我们借助现代信息技术, 构建了以学生为中心、师生多维互动的第一课堂和第二课堂深度融合的实验教学模式(图1), 通过建立师生学习共同体, 创建有助于学生主动学习的新情境, 强调学习过程的探究性, 并融入反思性学习理念, 以达到“知行合一, 以知促行, 以行求知”的教学效果。

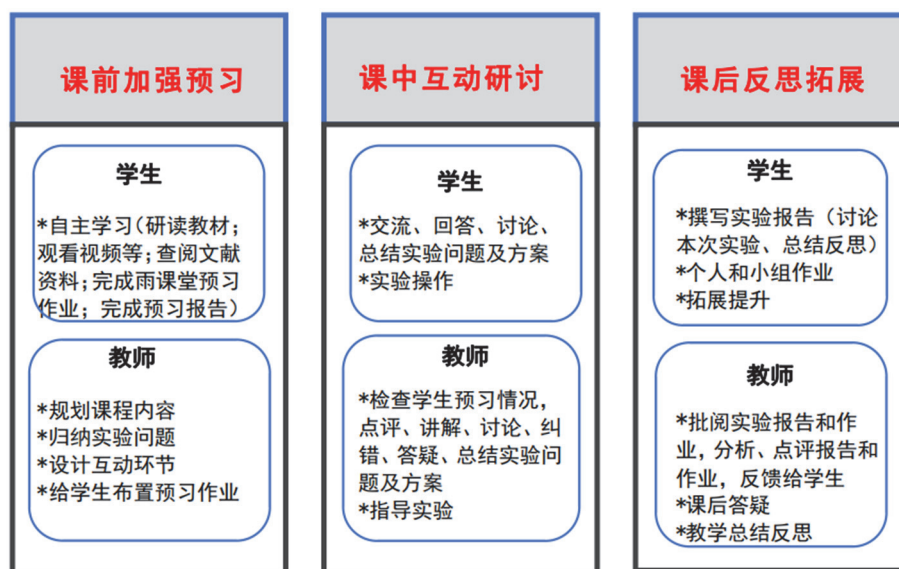


图1 基于“学生中心”的大学化学实验教学活动设计

3.1 课前强化预习

推进实验教学向科学研究靠拢, 引导学生开展基于问题的学习。课前我们利用“雨课堂+微信”的信息技术手段给学生推送精心设定的问题, 让学生围绕特定的问题, 以个人或小组的形式先自主探究, 做出自己的分析、判断和初步的设计方案(不一定正确), 然后再去完成实验。例如在做乙酰水杨酸制备实验之前, 我们布置了如下预习作业(包括拓展内容):

乙酰水杨酸(又称阿司匹林)是一种使用了100多年的非甾体类解热、镇痛、抗炎药物。古埃及《埃伯斯纸草书》(约公元前1550年)记录了干柳树叶的止痛功效。中国古代东汉的《神农本草经》记载: 柳之根、皮、枝、叶均可入药, 有祛痰明目, 清热解毒, 利尿防风之效, 外敷可治牙痛。明代的《本

草纲目》记载：柳叶煎之，可疗心腹内血、止痛，治疥疮……请查阅文献，回答以下问题。

(1) 简述阿司匹林解热镇痛抗炎的作用机理。

(2) 是谁发现了阿司匹林的作用机理？

(3) 【小组展示】阿司匹林的制备方法有几种？哪种方法比较好？请说明你的理由。(提示:可以参考教材文献实验的相关内容)

(4) 【小组报告】阿司匹林还有其它药理作用吗？简述阿司匹林临床应用的研究进展。

课前教师通过设置这些探究性问题，帮助学生搭建理论与实验、实验与应用等相关知识桥梁，为学生提供跨学科学习的机会。问题(1)、(2)融合了化学与药理学的知识及药物临床研究进展，所涉及的阿司匹林发现史还蕴含了人类追求健康的奋斗精神等思政内容；问题(3)是通过文献检索，获取一种微波加热合成阿司匹林的新方法，并结合所学理论知识推测该微波加热反应的反应机理，分析比较微波加热法和常规合成法的优缺点，让学生在了解新技术和新方法的同时，锻炼他们批判性思维和评估性探索能力，也增加了预习作业的挑战性。学生通过自主或合作学习，不仅拓宽了知识面，还提升了检索信息的技能和思辨能力，使预习的成效大幅度提高。我们把预习效果纳入课程考核，更好地督促学生做好实验预习。

3.2 课中互动研讨

实验课中，我们采用基于问题的教学法，引导学生实现学习的高阶性。教师根据经验和学生在预习中反映的问题，整理出若干问题，课上通过师生、生生互动、讨论，或以翻转课堂的形式(图2a)，组成师生学习共同体，一起梳理实验重点内容，让学习成为双向互动。以乙酰水杨酸的制备实验为例，可以设置如下问题：(1) 该制备反应的反应机理？可以选择哪些催化剂？催化剂的作用是什么？(2) 制备反应对试剂、仪器和反应条件有何要求？(3) 如何除去副产物？(4) 如何提高产率？(5) 如何纯化产品？(6) 如何检验产品的纯度等等。通过环环相扣的问题驱动的研讨活动，让学生从基本理论到实验设计思路，再到具体实验操作，逐步明确解决问题的方案，锻炼他们思考、质疑、表达观点等能力；教师通过指导和评价，引导学生探究问题的本质，提升学生科学思维能力。比如问题(1)，还可以以苯酚为例，提出碳原子的酰化反应和氧原子的酰化反应机理有何不同等问题，让学生拓展思考，帮助其巩固理论知识；问题(5)可以延伸提出产品的纯化方法如何做到绿色环保等问题。

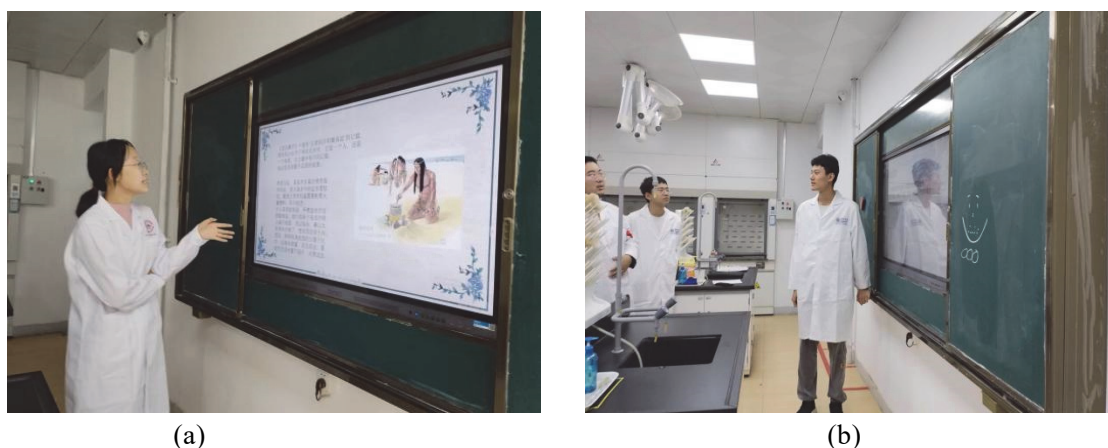


图2 学生的翻转课堂学习和小组报告

3.3 课后反思拓展

反思能力是临床专业能力的一个重要特征，影响着医生未来职业的发展。因此，我们把反思性教学理念^[9]融入实验教学当中。要求每个实验小组建立一个电子档案，保存每次实验拍摄的照片或视频，为课后的总结反思提供“看得见”的依据。实验课后，师生双方都要对实验进行总结反思。

学生提交的实验报告一方面要分析和讨论实验结果，对实验方案进行批判性思考，或提出改进的措施和建议；另一方面要对自己或小组的整个实验过程进行反思，分析自己的优势和不足。对实验过程的复盘，是学生对自己实践行为进行批判性思考并寻找改进方法的过程，也促进学生更好地整合所学的知识，提升个人及小组内自我导向的学习能力。总结反思活动很重要的一点是加强了师生之间的沟通了解，通过学生的个人反思，教师可以详细了解每个学生的学习基础，学习态度，学习中存在的问题和困难、学习进步情况等等，有助于教师对学生个性化指导和改进教学方法。学期末每个学生还需提交一份整个学期的实验总结报告，包括对个人和小组成员的反思评价内容等，作为平时成绩的考核依据之一。

由于实验课程只有32个学时，我们设置了文献研讨、小组展示、小组报告(图2b)、设计性实验等活动，让学生拓展学习。比如预习问题(3)和(4)，都是课后拓展作业。还可以通过把实验内容延伸到生活的方法增加实验的趣味性，丰富实验的文化内涵。如粗食盐的精制实验，准备市售藏青盐、深井盐、食用海盐等多个样品，供学生进行纯度对比检测实验，同时完成食盐的历史、食盐与健康等小组报告；水的总硬度测定实验，让学生分别采集趵突泉、黑虎泉等名泉的水样，集体设计完成一份相关检测报告，增强环保意识和社会责任感，同时学生们通过了解济南泉水文化所蕴藏的深厚人文历史，如历代名人欧阳修、曾巩、苏辙、蒲松龄等都留下了赞泉的诗文，可以提高人文素养，增强民族自信和民族自豪感。还可以举办一些竞赛活动，如实验小视频制作竞赛(图3)，每个实验小组制作一个实验视频，师生共同评选，选出优秀的作品，留作教学资料，并给予作者表扬和奖励，让学生收获成就感和自信心，提升他们学习的内驱力；帮助师生直观、多维度地了解 and 反思自己“教”与“学”的效果，做到“教”与“学”相互融合，促进教学相长。

除此之外，鼓励和引导学生关注人们日常生活的健康问题，运用化学和医药知识进行科普宣传，践行“新医科”大健康理念，对培养学生的社会责任感和学科自信非常有意义。如组织学生参加山东省科普创作大赛等活动，学生们创作的部分作品，如《美丽而致命——大起大落的汞先生》、《缉毒风云——难缠的苯丙胺家族》、《姜医生的秘诀》、《倾听朱砂的声音》、《“百草枯”的自我介绍》等等，不仅具有很好的宣传教育意义，还体现了科学性、知识性和思想性，也展示了当代医学生的风采。

有机化学实验 氨基酸的纸上电泳 实验课作业

250 0 2023-05-28 00:05:18 未经授权，禁止转载

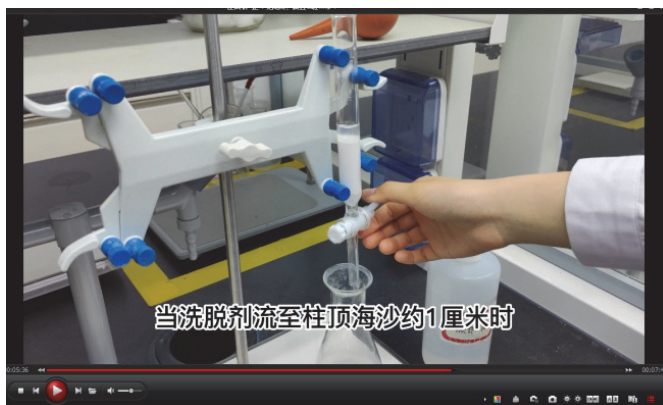
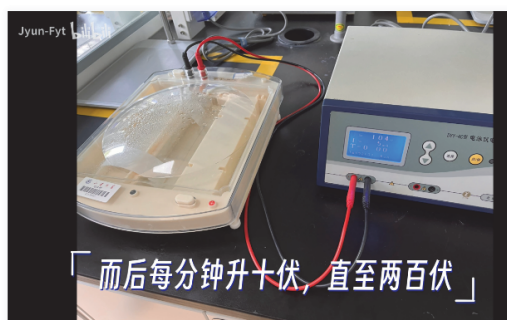


图3 学生拍摄的有机化学实验视频截图

4 改进评价方法，建立综合评价体系

科学的课程考核评价是检验教学效果、保证教学质量的重要手段，也是衡量课程教学目标是否达成的重要依据^[10]，必须改变传统的“重结果、轻过程，重知识、轻能力”的终结性学业评价方法，按照OBE (outcome-based evaluation)评价理念，针对教学目标系统设计课程考核，加大过程性考核力度，关注学生的学习过程，及时发现问题，促进师生共同调整与改进“教”与“学”，起到“评价

一反馈一改进”的闭环作用。例如，基于课程目标，我们制定了有机化学实验如下考核方法(见表2)。

表2 有机化学实验课程的考核方法

目标类型	考核内容	评价依据
知识目标	1. 实验室安全知识及基本技能 2. 有机化合物的合成、分离、提纯及分析鉴定的一般方法 3. 了解有机化学及相关学科的发展前沿和动态	1. 平时表现 (实验预习、作业、课堂讨论、实验操作规范性和安全性) 2. 实验报告(实验现象和数据真实完整、结果分析合理、讨论充分有深度) 3. 文献研讨、小组报告、小组展示 4. 期末考试(理论+操作+设计实验)
能力目标	1. 能够正确观察实验现象，合理处理实验数据；准确撰写实验报告； 2. 能够综合运用所学的方法、原理和规律，设计方案，分析和解决有机化学实验中的复杂问题，并能拓展实际应用； 3. 能够使用信息技术查阅和处理相关信息；能够进行有效的沟通，开展团队协作	1. 平时表现 (实验预习、作业、课堂讨论、实验操作规范性和安全性、小组分工合作) 2. 实验报告(实验现象和数据真实完整、结果分析合理、讨论充分有深度、总结反思) 3. 文献研讨、小组报告、小组展示、实验视频制作 4. 总结反思报告 5. 期末考试(理论+操作+设计实验)
素质目标	1. 实事求是的科学态度、良好的工作习惯和环境保护意识 2. 在分析问题和设计方案时体现辩证思维和创新意识，融入人文素养和社会责任感 3. 能够自主学习，具备终身学习意识。	1. 平时表现 (实验预习、作业、课堂讨论、实验操作规范性和安全性、实验纪律、实验环保、卫生和值日任务) 2. 实验报告(实验现象和数据真实完整、结果分析合理、讨论充分有深度、总结反思) 3. 文献研讨、小组报告、小组展示、实验视频制作 4. 总结反思报告 5. 期末考试(理论+操作+设计实验)

在我们制定的考核评价体系中，过程性考核占总成绩的60%，包括“课前-课中-课后”全程的学习活动；期末考试成绩占40%，包括基本理论(10%)和实验操作(20%)考核，外加一项开放的设计实验(10%)考核，以考查学生理论课知识与实验课知识融会贯通的能力。我们应该认识到，OBE理念的教育是一个持续改进的“动态”过程，需要师生共同努力，反复实践，不断调整，才能建立一种有效的持续改进的机制，以保证教学目标的圆满达成，进而才能促进人才培养目标的实现。

5 结语

以“新医科”人才培养目标为导向，从更新教育理念，明确教学目标；改革教学内容，实施教材建设；改革教学模式和建立综合课程评价体系四个方面，探索了大学化学实验课程改革的路径和方法。通过构建师生学习共同体，加强课堂内外的深度融合，并引入反思性学习理念等手段，引导学生注重“学思结合，知行合一”，为培养厚基础、强实践，具有广阔交叉学科视野的高素质的医学创新人才奠定基础。

参 考 文 献

[1] 教育部. 启动实施“六卓越一拔尖”计划2.0. [2024-1-20].

http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2019n/2019_zt4/tjx/mtjj/201904/t20190430_380243.html

- [2] 国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见. [2024-1-20].
http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202009/t20200923_490164.html
- [3] 顾丹丹, 钮晓音, 郭晓奎, 胡翊群. 中国高等教育, **2018**, No. 8, 17.
- [4] 张树永, 张剑荣, 陈六平. 大学化学, **2016**, *31* (9), 1.
- [5] 王维民. 从医学教育发展看“新医科”背景下的中国医学教育. 北大医学教育论坛(2021)暨全国医学发展中心学术年会, 北京, 2021年7月9–10日.
- [6] 郭今心, 朱荣秀. 有机化学实验(中英双语版). 济南: 山东大学出版社, 2022.
- [7] 黄婷婷, 王若楠, 高展, 孙继超, 马莹, 张恒, 贾春江, 徐政虎, 苑世领, 刘刚. 大学化学, **2023**, *38* (8), 259.
- [8] 郭今心, 朱荣秀, 赵全芹, 李明霞, 张树永. 大学化学, **2019**, *34* (11), 51.
- [9] 唐其柱. 反思性实践能力培养——给医学生、医生和教师的指南. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
- [10] 张树永. 中国大学教学, **2015**, No. 3, 55.