

分析化学课程本硕一体化的全英文教学改革

周志新¹, 陈然¹, 张袁健¹, 刘松琴¹, 沈艳飞^{2,*}

¹东南大学化学化工学院, 南京 211189

²东南大学医学院, 南京 210009

摘要: 国际学术交流日趋频繁, 社会对具有扎实分析化学专业知识和英语能力的人才需求不断增长。这要求高校培养学生适应英文环境, 提升其获取专业知识和前沿信息的能力。东南大学化学化工学院分析化学课题组教师积极探索和实践分析化学全英文教学模式, 本文对此进行了深入探讨, 旨在为推动分析化学学科的国际化发展提供参考。

关键词: 分析化学; 教育国际化; 全英文教学; 高等教育改革

中图分类号: G64; O6

All-English Teaching Reform of Analytical Chemistry in Undergraduate and Postgraduate Programs

Zhixin Zhou¹, Ran Chen¹, Yuanjian Zhang¹, Songqin Liu¹, Yanfei Shen^{2,*}

¹ School of Chemistry and Chemical Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China.

² Medical School, Southeast University, Nanjing 210009, China.

Abstract: As international academic exchanges become increasingly frequent, there is a growing demand for professionals who possess a solid foundation in analytical chemistry and proficiency in English. This necessitates that universities cultivate students' ability to adapt to an all-English environment and enhance their capacity to acquire professional knowledge and cutting-edge information. Faculty members in the Analytical Chemistry group at the School of Chemistry and Chemical Engineering at Southeast University have been actively exploring and implementing an all-English teaching model. This paper provides an in-depth discussion of these efforts, aiming to offer insights for promoting the internationalization of the analytical chemistry discipline.

Key Words: Analytical chemistry; Education internationalization; All-English teaching; Higher education reform

随着全球化的不断发展, 国际合作教育和国际学术交流日益频繁, 教育国际化已成为高等教育发展的重要战略之一。分析化学学科作为一门重要的基础学科和应用学科, 其国际化发展尤为重要。近年来, 随着分析化学学科研究的不断深入, 国际学术交流日趋频繁, 新型分析方法层出不穷, 现代社会对具有扎实分析化学专业知识和熟练英语能力的高层次人才需求不断增长。这要求高校在分析化学教学中培养学生在全英文环境下学习的能力, 帮助学生更好地获取专业知识和前沿信息, 提升其专业素养。然而, 传统的教学方法难以满足全英文教学的需求, 高质量的英文版分析化学教材数量有限, 思政教育在全英文教学环境下的相关经验和方法尚待探索。东南大学化学化工学院秉承“以人才培养为中心”的理念, 传承“重基础、重实践、重素质”的教育传统, 围绕建设国际知名高

收稿: 2024-07-24; 录用: 2024-09-11; 网络发表: 2025-03-06

*通讯作者, Email: Yanfei.Shen@seu.edu.cn

基金资助: 国家自然科学基金(22074015)

水平大学的目标,进一步提出“卓越化、国际化、研究型”的办学理念,分析化学课题组教师积极探索和实践分析化学全英文教学模式。本文依据我们在本硕一体化分析化学课程的教学经验,针对分析化学全英文课程教学改革进行深入探讨,旨在为推动分析化学学科国际化发展提供参考。

1 本硕一体化教学方法探索

传统教学模式的改革成为当下亟待解决的关键问题。我们从课前预习和课后活动、课中教学互动、课中教学方法等多个方面对当下教学方法进行创新,以此来锻炼学生的听说写能力,巩固学科学习基础,调动学习的自主能动性^[1]。在本科生全英文教学中,我们采取“教材为主,科研为辅”的教学方针,围绕课程安排多角度、多层次实施教学,促进本科生全面发展并深化对分析化学领域知识的理解和掌握。对于硕士生教学,我们则采用“科研为主,文献为辅”的教学方法,开设分析化学文献阅读课,培养硕士生文献阅读能力、品鉴能力和写作技能,为其当下学术研究打下坚实基础。

1.1 本科生教学

1.1.1 课前预习和课后活动

为了全面提高学生的科研素养,我们构建了科学合理的课前与课后教学安排(图1)。在每堂课开始前,为学生提供相应的双语课件是一种行之有效的教学方法。课件应包括与本节课相关的专业词汇和知识点,帮助学生预习相关内容,以更好地理解并接受所学的专业知识。此外,采用问题学习法^[2],通过提出与本节课相关的专业问题,鼓励学生在课前预习中主动探索答案。这种方法有助于增强师生之间的互动,更好地培养学生逻辑性和应对自主学习的挑战。为了使学生更全面地了解分析化学前沿和实际应用,教学过程中需引入最新研究成果和技术进展。每章节结束后,教师将从 *Analytical Chemistry* 等期刊中选取最新研究文章,要求学生课后研读,并用英文总结,教师则主要充当倾听和记录的角色,引导学生进行阐述并评分,最终通过总结讲解加深学生理解。

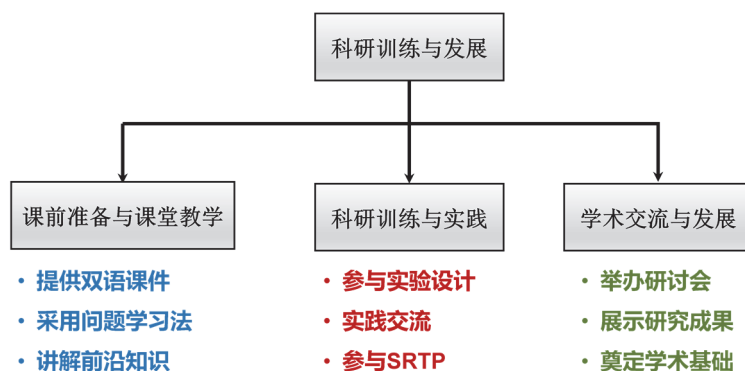


图1 课前预习和课后活动的设计

此外,我们鼓励学生积极参与实验设计和规划,建立科学研究思维。我们课题组为学生提供丰富的科研实践机会和学术交流平台,鼓励学生参加东南大学大学生科研训练计划(SRTP),在导师指导下探索分析化学前沿领域,提升课题构思、实验设计、数据分析和论文写作能力。通过SRTP项目的实践,不仅提升学生科研能力,还培养其学术道德品质和团队协作精神。同时,我们会定期举办学术会议和研讨会,例如第14届功能纳米材料与应用研讨会,为学生提供展示研究成果和接受专家建议的机会,进一步提升学术交流能力。另外,为了确保学生在科研训练中得到全面的发展,我们邀请不同领域的专家进行讲座和指导。这种系统化的科研训练和全方位的学术支持为学生未来的学术及职业生涯奠定坚实基础,这对于我国分析化学专业发展和高等人才培养具有重要意义。

1.1.2 课中教学互动

传统教学模式中, 教师讲解、学生被动听取, 难以激发学生主动性, 因此须引入更多教学活动以活跃课堂氛围。在授课初期, 教师应控制语速, 帮助学生逐步适应全英文教学。除了传统授课, 学生还需通过实践深化对专业英语的掌握。当学生适应后, 可采用翻转课堂, 将教师角色从讲解者转变为引导者。在此模式中, 教师简要介绍关键点, 学生进行延伸阐述, 教师再纠正词汇和表达错误并总结重点词汇。这种教学方式能有效激发学生兴趣和参与度, 培养其对学科的深入理解。

1.1.3 课中教学方法摸索

分析化学课程中, 英语学习内容繁杂且专业性强, 给全英文教学带来巨大挑战。教师需投入大量时间解释专业英语词汇, 学生也需具备扎实的化学基础。传统中文教学模式下, 面对庞大的专业词汇, 学生难以形成以英语为核心的知识体系。为解决这一问题, 建立以英语为核心的教学模式尤为重要。这种模式能提高学生的学习效果, 帮助他们通过逻辑关系深入理解和记忆专业知识。例如, 在讲解分析化学时, 可以将容易混淆的专业词汇并列比较, 进行词意对比(表1), 帮助学生形成英文核心的知识体系。同时, 在各章节教学中提炼相关专业词汇(表2), 以便学生理解和记忆, 从而建立自己的英文逻辑体系。此外, 为了帮助学生了解领域前沿内容, 我们在分析化学课程中开设了专题教学。我们邀请本科生和硕博生共同参与, 介绍我们课题组在氮化碳电化学发光(Electrochemiluminescence, ECL)领域的工作。课程采用英语授课, 探讨电化学发光技术的机制及其在生物传感、环境监测和能源转换等领域的应用。

表1 分析化学易混淆词汇

词汇	翻译	区分
selectivity/sensitivity	选择性/灵敏度	对不同物质的特异性/对某一物质的敏感程度
error/deviation	误差/偏差	测定值与真值的差/个别测定结果与均值的差
precision/accuracy	精密度/准确度	平均值与真值的接近程度/多次测定结果间的一致程度
reproducibility/repeatability	重现性/重复性	不同操作者与条件, 同一方法测得结果一致程度/同一操作者与条件, 同一方法测得结果一致程度
qualitative/quantitative	定性/定量	确定事物性质或类别/确定事物某性质的程度
standard values/true value	标准值/真值	特定机关或组织以一定的精密度决定并保证的物质物理性能或组成的数值/一定条件下被测量客观实际值

表2 酸碱滴定常用词汇

词汇	释义
titration analysis	滴定分析, 通过两种溶液的定量反应来确定某种溶质含量的分析方法
indicator	指示剂, 在一定条件下能快速产生易于观察的现象, 滴定分析中用于指示滴定终点
stoichiometric point	化学计量点, 标准溶液与待测组分恰好完全反应时的点
end point	滴定终点, 指示剂出现特定变化并停止滴定时的点, 实际操作时与前者有微小差别
acid-base titration	酸碱滴定, 以质子传递反应为基础的一类滴定分析法, 可用来测定酸碱
standard solution	标准溶液, 已知准确浓度的溶液
equilibrium concentration	平衡浓度, 反应处于平衡时, 化学物质以某一形式存在时的浓度
analytical concentration	分析浓度, 某一化学物质各种形式的平衡浓度之和
distribution coefficient	分布系数, 某一存在形成的平衡浓度占总浓度的分数
distribution curve	分布曲线, 分布系数与溶液pH的关系曲线

1.2 硕士生教学

研究生阶段与本科阶段在分析化学学习上有显著区别^[3]。研究生学习已深入到科研领域前沿，但教材内容往往滞后，不能满足其需求。此阶段学习重心转向文献阅读。然而，英文文献的阅读难度较大，研究生初次接触时常面临专业术语不熟悉、文章结构不清晰、语言特点不习惯等挑战。虽然网络搜索和翻译工具在一定程度上缓解对术语理解的难题，但文章结构和语言特点仍是主要障碍。为应对这一问题，东南大学化学化工学院开设了“分析化学文献阅读与写作”课程，专为化学、化学工程与工艺、材料与化工等专业的研究生设计，共48学时。经过多年实践，该课程在内容和教学方法上积累了丰富经验，深受学生欢迎。其教学体系以“巩固学科基础”“核心知识教学”及“学生能力评估”三大模块为核心构架(图2)，旨在系统化提升学生的科研素养与综合能力。

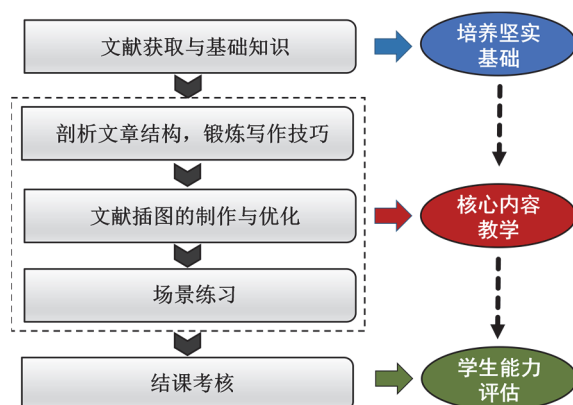


图2 硕士生教学内容安排

1.2.1 文献获取与基础知识

第一阶段的课程将重点放在文献获取方式和相关基础知识的讲解。我们将详细介绍化学领域内知名出版社及其官方网站，如Elsevier、Wiley和Springer，帮助学生理解这些资源在学术交流中的重要性，并掌握高效利用这些平台的方法。此外，课程还将深入探讨期刊评价体系与信息查询方法，包括影响因子、期刊分区和引文检索等关键概念，指导学生选择适合自己研究方向的期刊进行文献检索和论文发表。在文章类型方面，我们会讲解不同类型学术文章的特点，帮助学生了解其写作风格、结构和在学术中的作用。通过系统化的讲解和案例分析，学生将能够提升学术表达和理解能力，建立起获取和评估学术文献的基础技能，为进一步的学习和科研打下坚实基础。

1.2.2 剖析文章结构，锻炼写作技巧

在第二阶段课程中，我们将深入剖析化学研究论文的结构，并提倡学生采用“带着问题读文献”的方法，以“Why? How? What? Who cares?”四个关键问题为指导，系统探究文献的各个部分。这一方法旨在培养学生的批判性思维和学术探究能力，从而更深入地理解和评价学术文献的内容及贡献。此外，课程还将详细分析学术论文的写作要点，介绍各部分结构的写作技巧。例如，在前言部分，我们将指导学生如何建立逻辑链条，使研究工作清晰、连贯地呈现给读者，帮助他们更好地理解研究的内容和意义。通过对论文组织结构、语言表达和逻辑关系的深入研究，学生将提高论文撰写质量和效率，并更好地参与学术交流和研究。课程将结合理论与实践，通过案例分析和实际写作练习，帮助学生巩固所学知识，提升学术写作能力。

1.2.3 文献插图的制作与优化

在第三阶段课程中，我们将专注于文献插图的制作与优化。插图是文献中最直观、信息密度最高的部分，同时也是格式自由度最高的部分。本阶段课程将重点讲解如何提升插图的呈现效果，使其在信息传达和吸引读者方面发挥最大作用。

课程内容包括：(1) 配色方案。如何选择和搭配颜色，以确保插图既具视觉吸引力，又和谐且易读，同时符合出版期刊的标准。(2) 文字比例。如何调整文字和标签的大小，以保持清晰可读和整体视觉平衡。(3) 图片大小。如何确定适当的图片尺寸，以确保清晰度和可辨性，避免图片过大或布局不合理。(4) 图片组合。如何有效安排多张图片，使其相互补充且逻辑清晰，帮助读者理解数据和结论。此外，我们将列举文献配图中常见的问题，如色彩冲突、文字大小不统一、图像分辨率过低等，并提供解决方案。通过本阶段课程，学生将掌握文献插图的制作与优化技巧，能够制作出高质量、专业且信息传达准确的学术插图。

1.2.4 场景练习

在第四阶段的课程中，我们特别补充了文献阅读中的常见场景练习，以提升学生在实际学术交流中的应对能力。向文献原文作者写邮件请求帮助是一个常见且重要的技能。本阶段课程将系统讲述如何正确撰写学术邮件，涵盖邮件格式、对学者的称呼方式以及语言表达等常见问题。并通过模拟场景练习，练习内容包含：请求原文或数据、询问研究细节以及表达感谢。帮助学生熟悉各种实际情境下的邮件撰写。

1.2.5 结课考核

在上述课程结束后，为了评估学生的学习效果和掌握程度，我们将对学生进行系统性的考核。考核将涵盖各个阶段的核心内容，包括对“文献获取与评估”“文献分析”“插图制作与优化”“学术交流”的体会，并以各自研究领域撰写一篇简短的学术论文前言部分，阐述研究背景、问题、目的和意义。旨在全面检验学生在文献获取、分析、写作、插图制作及学术沟通等方面的能力。通过这样的考核流程，我们能够系统性地评估学生在文献获取、分析、写作、插图制作及学术沟通等方面的综合能力，确保他们在课程中所学的知识和技能能够有效应用于实际学术场景中。

综合上述内容，我们设计了一套系统性的课程，旨在全面提升学生的科研素养和能力。具体包括：(1) 文献获取。教授学生有效的文献检索和评估方法，使他们能够熟练运用各种资源。(2) 研究论文分析。指导学生以问题为导向的方式深入剖析化学研究论文，提升其理解和写作能力。(3) 插图制作与优化。重点讲解文献插图的制作与优化，帮助学生提高信息传递的效果。(4) 学术沟通。通过模拟实际场景，培养学生撰写学术邮件的能力，强调学术交流的重要性。这些课程将为学生打下扎实的学术基础，并通过系统的考核评估其学习成果，确保他们掌握在科研中所需的知识和技能。

2 分析化学专业本科生全英文教材建设

全英文教材作为高等教育国际化的重要载体，对于培养具有国际视野和跨文化交流能力的高素质人才具有重要意义。我国分析化学专业全英文教材建设在近年来取得了一定的进展，但仍面临系统化程度不高、种类少等一系列问题和挑战。

2.1 分析化学专业全英文教材种类与特点

全英文授课可选的教材类型包括英文原版教材、改编教材以及国内自主编写的英文/双语教材等，每种类型的教材各有特点和适用范围^[4]。英文原版内容丰富、严谨，但直接用于教学难度较大；改编教材精简、内容经典并延伸至交叉领域，适合教学但种类较少，且偏重基础；自主编写的教材更符合国内学生的学习习惯，但数量有限，难以满足国际化人才培养需求。

2.2 分析化学全英文教材建设情况

2.2.1 基础分析化学全英文教材使用情况

基础课程的教学质量直接影响学生能否顺利掌握分析化学学科。目前，基础分析化学形成了较为完善的教材体系，如欧洲化学会编写的 *Analytical Chemistry*^[5]，简化传统分析内容，增加前沿技术介绍；Christian的 *Analytical Chemistry*^[6] 已发行至第七版，汇集三代分析化学家的经验；Skooog的 *Principles of Instrumental Analysis*^[7] 是美国最具影响力的仪器分析教材之一^[8]。这些教材在国内外享有权威地位，对提升双语教学质量、培养国际化人才至关重要。但目前交叉学科全英文教材缺乏，

挑战依然存在。我们课题组参与撰写的 *Biochemical Sensors: Nanomaterial-Based Biosensing and Application* (主编: 李景虹院士、鞠焜先教授), 将氮化碳生物传感的最新进展编写其中, 为全英文课程教学提供了新资源。

我们还可以利用身边可获取的资源主动地提升教学效果, 向学生介绍分析化学国际学术期刊上的最新研究成果。学生不仅能学习到分析化学的前沿成果和专业英语, 还可以了解如何在实际中选择和应用各种分析方法和数据处理手段。例如, 我们分享了我们的课题组在 *Analytical Chemistry* 上的一篇文章, 讨论了如何在传感器研究中根据浓度形式绘制分析响应, 强调工作曲线的本质是用有限已知数据预测未知数据, 并指出预测数据须符合理论前提, 而不是仅依据数学 R^2 检验结果。在此基础上, 我们介绍了科学研究中的数据处理方法, 包括选择合适的统计分析方法、评估数据的可靠性与准确性, 以及正确解释和呈现数据结果(图3)。

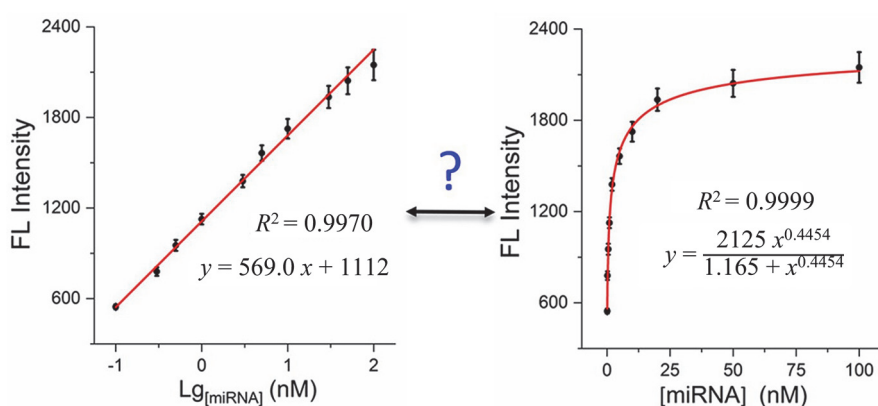


图3 探究工作曲线的本质^[9]

1 M = 1 mol·L⁻¹

2.2.2 分析化学专业英语教材建设情况

分析化学专业英语课程的主要内容分为两部分, 一是分析化学领域常用的英文词汇、表达及其用法, 二是化学科技论文阅读、写作以及学术会议交流^[1]。目前的教材体系缺少针对分析化学的专业英语书籍, 市面上仅有陈佳编写的《分析检验技术专业英语》^[10]等少数教材可供选择, 其他多是将化学专业英语作为整体编纂, 比如兰州大学马永祥的《化学专业英语》^[11]、张裕平的《化学化工专业英语》^[12]和华东理工大学邵荣版的《新编化学化工专业英语》^[13]。后者则是不区分专业的通用教材, 国内学者编写的有陈美华的《国际学术会议实用英语教程》^[14]、金晶的《研究生英语学术论文写作》^[15]等; 国际上有Strunk和White编写的 *The Elements of Style*^[16]和Swales和Feak编写的 *Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills*^[17]等。目前还缺乏能够将两部分内容进行结合的学术英语教材。在教学实践中应以两者并重, 这样才能使学生更好地适应全英文环境下的学习、阅读和交流。

3 分析化学专业全英文课程思政教育的融入

近年来, 国际交流日益频繁, 国际文化互相渗透。为了更好地引导高校学生运用批判性思维看待外来文化, 增强民族文化认同感, 加强思政教育刻不容缓^[18]。2020年5月, 教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》^[19]提出, 要“在全国所有高校、所有学科专业全面推进课程思政建设, 尤其注重专业课程教学与思政教育之间的有机融合”。我国高校虽然普遍开设了全英文课程, 但在课程中较少涉及课程思政教育^[20]。相较于中文课程, 全英文专业课程思政建设面临更大的挑战: 全英文课程的教学对象包含本国学生和不同的文化背景的留学生。通过思政教育, 提升留学生对中华

文化的认同感, 增强中国学生的文化自信, 有助于帮助学生建立对社会主义核心价值观的普遍共识和价值认同。

在分析化学课程的教学过程中, 向学生宣扬爱国主义和民族意识至关重要。首先要促进学生对科学进步在国家发展中发挥的关键作用的理解。通过阐明分析化学领域杰出科学家的事迹, 强调科学创新在应对当代国家挑战的重要性, 培养学生的爱国精神和社会责任感。例如, 介绍分析化学科学家汪尔康院士、陈洪渊院士等为电分析化学和生命分析化学领域的发展做出了杰出贡献, 在环境监测、食品安全和生命健康等领域发挥了重要作用。

4 结语

本文旨在从教学方法、教材建设和思政教育三个方面探讨如何高效建设分析化学全英文课程, 进而提升全英文教学的效率并提高学生的综合素质。首先, 在教学方法上, 从本硕一体化教学出发, 教师针对本科生和硕士生采取不同的教学方针进行教学, 充分激发学生的学习兴趣, 促使其更积极地参与全英文环境下的学习。其次, 加快教材建设的进度, 编写出更多符合中国学生语言水平、知识体系的优秀英文教学参考书。最后, 在分析化学全英文课程教学中潜移默化地融入思政教育内容, 达到集合传道授业解惑与贯彻思政教育为一体的目标, 引导学生树立科学的世界观、人生观和价值观, 从而培养出具有竞争力的国际化分析化学人才。

参 考 文 献

- [1] 吴倩. 大学化学, **2023**, *38* (9), 52.
- [2] 张卓旻, 李攻科. 大学化学, **2016**, *31* (4), 12.
- [3] 武海, 黄甜甜, 曾巧, 王华子, 金晓艳, 刘杰, 凡素华. 大学化学, **2021**, *36* (9), 2103082.
- [4] 王丽萍. 大学化学, **2016**, *31* (1), 23.
- [5] Kellner, R.; Mermel, J. M.; Otto, M.; Widmer, H. M. *Analytical Chemistry*; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 1998.
- [6] Christian, G. D.; Dasgupta, P. K.; Schug, K. A. *Analytical Chemistry*, 7th ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2013.
- [7] Skoog, D. A.; Holler, F. J.; Crouch, S. R. *Principles of Instrumental Analysis*, 7th ed.; Cengage Learning: Boston, MA, USA, 2018.
- [8] 翁立洋, 冯启. 广州化工, **2020**, *48* (1), 131.
- [9] Hong, Q.; Shen, Y.; Liu, S.; Zhang, Y. *Anal. Chem.* **2021**, *93*, 11910.
- [10] 陈佳, 隋欣. 分析检验技术专业英语. 北京: 化学工业出版社, 2022.
- [11] 马永祥, 孙晓君. 化学专业英语. 第4版. 兰州: 兰州大学出版社, 2019.
- [12] 张裕平, 王丙星, 龚文君. 化学化工专业英语. 第3版. 北京: 化学工业出版社, 2021.
- [13] 邵荣, 许伟, 吕慧华. 新编化学化工专业英语. 第3版. 上海: 华东理工大学出版社, 2021.
- [14] 陈美华. 国际学术会议实用英语教程. 南京: 南京大学出版社, 2023.
- [15] 金晶, 郑玉琪. 研究生英语学术论文写作. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [16] Strunk, W., Jr.; White, E. B. *The Elements of Style*, 4th ed.; Pearson: London, UK, 1999.
- [17] Swales, J. M.; Feak, C. B. *Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills*, 3rd ed.; University of Michigan Press ETL: Ann Arbor, MI, USA, 2012.
- [18] 谈洁, 王文杰, 袁荃. 大学化学, **2021**, *36* (9), 2103080.
- [19] 张伟安, 田佳, 黄宝萱, 陈健壮. 化工高等教育, **2022**, *39* (5), 72.
- [20] 时凯歌, 杨光, 李永宇. 大学化学, **2021**, *36* (3), 2012006.