

化学分析全英课程思政建设初探

张卓旻*, 杨澜瑞, 张宝镕, 李攻科*

中山大学化学学院, 广州 510006

摘要: 以“量”为核心的分析化学是化学类本科生必修的专业基础课。开设化学分析全英课程, 不仅有助于学生运用专业英语学习分析化学的基础知识及掌握相关实验技能, 还能培养学生全景化、全球化的分析化学视野, 具有重要的教育意义。在化学分析全英课程的教学过程中, 全面融入课程思政教育, 能够有效增强学生的爱国情怀和文化自信, 培养其求真务实、勤奋严谨的科学素养与精神, 同时提升学生的社会责任意识与担当。本文介绍了化学分析全英课程思政元素的选择, 探索了思政教育的融入方式, 并探讨了全英理论课与实验课思政教育的互动与融合, 以为分析化学全英课程思政建设提供有益的思考与实践经验。

关键词: 化学分析; 全英课程; 课程思政

中图分类号: G64; O6

A Preliminary Study on Integrating Ideological and Political Education into the English-Language Course of Chemical Analysis

Zhuomin Zhang*, Lanrui Yang, Baorong Zhang, Gongke Li*

School of Chemistry, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China.

Abstract: Analytical Chemistry, with “quantity” as its core, is a compulsory foundational course for undergraduate chemistry students. The introduction of an English-language course in Chemical Analysis plays a crucial role in helping students learn the fundamental concepts of analytical chemistry and master related experimental skills in professional English, while also fostering a comprehensive and global perspective on the subject. Integrating ideological and political education into the teaching process of the English-language Chemical Analysis course can effectively enhance students’ patriotism and cultural confidence, cultivate a spirit of truth-seeking, pragmatism, diligence, and rigor, and strengthen students’ sense of social responsibility. This paper discusses the selection of ideological and political elements in the English-language Chemical Analysis course and explores effective methods for integrating ideological and political education. It also examines the interaction and integration of ideological and political education between theoretical and laboratory courses, with the aim of providing valuable insights and practical approaches for the ideological and political development of the English-language Chemical Analysis course.

Key Words: Chemical analysis; English course; Ideological and political education in the curriculum

1 前言

党的二十届三中全会, 所发布的纲领性文件《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》为新时代高等教育的发展指明了方向, 例如优化高等教育布局, 加快建设中国特色、

收稿: 2024-10-08; 录用: 2024-10-28; 网络发表: 2025-03-20

*通讯作者, Emails: zzm@mail.sysu.edu.cn (张卓旻); cesgkl@mail.sysu.edu.cn (李攻科)

基金资助: 中山大学教学质量与教学改革工程项目(2023, 2024)

世界一流的大学和优势学科；推进高水平教育开放，鼓励国外高水平理工类大学来华合作办学等^[1]。提高高等教育水平，培养心怀祖国，同时具有全球化视野的高水平人才，是新时代高等教育的重要使命。随着全球化的加速和高等教育国际化的推进，采用全英文讲授专业课已成为培养具有国际竞争力人才的重要途径。

分析化学作为化学学科的重要分支，其全英文课程的开设对于提升学生的专业英语水平、获取专业知识及前沿科技信息和拓宽国际视野具有重要意义。中山大学化学学院在多年2+2国际合作办学项目实施过程中，建设了多门全英的化学专业基础课程。Chemical Analysis (化学分析)及Laboratory Experiments in Chemical Analysis (化学分析实验)是国际合作办学项目中重点建设的全英专业必修课程，经过多年的课程建设及教学实践，获取了一定的经验及方法^[2,3]。在全英讲授专业课的基础上，我们积极将课程思政教育融入全英化学分析教学与课程建设中，通过有机融入各种课程思政教育元素，增强学生的社会责任感和爱国情怀，激发学生的民族自豪感，同时培养学生求真务实、勇于探索创新的科学精神。本文将从化学分析全英课程思政元素的选择、思政元素的融入及理论与实验课程思政互动等方面，与读者分享化学分析全英课程思政建设的措施及实践过程，其概览如图1所示。



图1 化学分析全英课程思政实践概览

2 课程思政元素的选择

分析化学是以“量”为核心的学科，其核心目标是通过发展准确的测量方法、技术及策略等，准确获取相关样品“量”的信息。化学分析全英课程思政元素的选择应围绕课程目标及授课内容进行^[4,5]。首先，课程思政元素的选择应与课程内容紧密相关，避免生搬硬套；同时，考虑学生的文化背景和认知水平，尽量选择具有普遍意义、高尚家国情怀、鲜明时代特色的思政元素，正面引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观，表1列举了部分典型的课程思政元素。

首先，通过合理选择课程思政元素，有效增强学生的家国情怀与文化自信，促进学生对科学精神、历史责任感及科学创新对国家发展重要性的深刻理解。例如，在绪论中介绍分析化学的发展史时引入中国近代分析化学学科的开创人王琏的事例，以王琏首次研究五铢钱化学成分的分析方法为案例，详细剖析这一历史性的研究过程，让学生理解科学探索的艰辛与乐趣，同时认识到科学研究对于推动社会进步的重要性。除了在科学研究上的贡献，王琏还发掘了一批优秀的科学人才(如吴学周、王葆仁和华罗庚等)，为我国的近代科学发展做出了贡献。正如王琏所讲“真正的学者，思想家，科学家，没有一个不希望中国急起直追，去利用文明新利器——科学，来解决她自身的困难”，这句话是他对科学的态度，也是他对后辈的激励。通过学习王琏的事迹，可以激励学生勇往直前的科研精神，并激发学生积极投身科学研究的热情。又如，在绪论部分讲述通过准确测量获取准确的“量”的信息，体现“量”为分析化学核心的知识点时，可以通过时间对比讲述的方式，从古代中国人民

统一度、量、衡(对长度、体积、重量等“量”的准确测量), 奠定中华文明的繁荣基础, 到当今“嫦娥”登月、“天问”访问火星、“北斗”全球组网, 通过自主知识产权的高精尖测量仪器完成外星探索、精确时空测量等, 充分体现中华民族从古至今崇善科学、勇于开拓创新的科学精神, 从而培养学生的民族自信与自豪感, 进而激发学生为祖国的科技进步贡献力量的决心。

表1 化学分析全英理论及实验课程典型思政元素举例

Course	Goals of course ideological and political education	Course ideological and political elements	Corresponding course knowledge points
Chemical Analysis	National confidence and pride, family and country feelings and patriotism The scientific spirit of diligent thinking, reverence for good science, and the courage to pioneer and innovate The scientific literacy of seeking truth, being pragmatic, diligent, rigorous, and persevering Social responsibility and environmental protection and food safety, etc.	The Unified Weights and Measures of Ancient China and the Modern Beidou Global Network	Overview of accurate measurement of quantities in the Introduction of Chemical Analysis Course
		Wang Jin pioneered modern analytical chemistry in China.	History of analytical chemistry
		Academician Gao Hong pioneered the teaching system of Instrumental Analysis.	General overview of Chemical Analysis Course
		The deeds of He Binglin, the father of ion exchange resins in China	Ion exchange resins for separation and enrichment methods
		Robert Boyle discovered acid-base indicator	Principles and selection of acid-base indicators in acid-base titration
		Calcium intake in spinach and human health management	Coordination masking methods in complexometric titration
		The story of Rayleigh discovering argon	Principles of significant digits for data processing
		Accuracy in shooting competitions	The relation between analytical accuracy and precision
		The continuous efforts and accumulation in the scientific research process have led to a shift from quantitative to qualitative changes, ultimately achieving success.	Titration curve and titration jump in acid-base titration
		Determination of chromium content in water for environmental protection	Iodometry method in redox titration
Determination of oxygen-consuming pollutants (such as Fe^{2+}) in water for environmental protection	Potassium permanganate titration in redox titration		
Recycling of silver-containing waste solution for environmental protection	Fajans method in precipitation titration		
Determination of sodium chloride in ham for quality control and human health	Mohr method in precipitation titration		
Development of green and efficient separation and enrichment methods for environmental protection	Recent advances of separation and enrichment methods		

(待续)

(续表 1)

Course	Goals of course ideological and political education	Course ideological and political elements	Corresponding course knowledge points
Chemical Analysis	Scientific research methodology	Seize the main contradictions and see the essence through the phenomenon. Interpret Madame Curie's great contribution in discovering polonium and radium from the perspective that contradictions can be transformed into each other.	Side reaction coefficients for complexometric titration Coprecipitation as a kind of efficient separation and enrichment method
Laboratory Experiments in Chemical Analysis	Enhance the sense of national pride, stimulate the enthusiasm to overcome difficulties, innovate and create, and contribute to the development of science and technology for the motherland Seeing the essence through the phenomenon and the spirit of "breaking the casserole to the end" The scientific research method of integrating theory with practice and testing theory through practice Enhance professional ethics and social responsibility in experimental research Cultivate a scientific spirit and style of facing challenges, persevering, and being rigorous and pragmatic	Hou Debang's soda production method and patriotism The development process of domestic spectrophotometers The sudden change in indicator color (phenomenon) is due to a change in indicator configuration (nature) Eliminate false interference and accurately determine the endpoint of titration In scientific research, it is necessary to pay attention to the relationship between details and the whole. We should grasp the research ideas from the whole, but also pay attention to the details Theoretical guidance experiment: Starting from the stability constant, understand the synergistic effect of multiple reactions coexisting in titration systems Water quality analysis and environmental protection Hexavalent chromium waste recovery and laboratory safety ethics	Determination of mixed alkali Spectrophotometric determination of trace iron in wastewater Selection of acid-base titration indicator and endpoint error Color change and endpoint judgment when phenolphthalein and methyl orange indicators coexist in the experiment of the determination of nitrogen content in ammonium sulfate using formaldehyde pH control for enhancing the titration accuracy in the experiment of determination of Cu in alloy by iodometry Mg-EDTA was used as the color sensitizer for the determination of EDTA standard solution in the water hardness measurement Determination of the hardness of water by complexometric titration Preparation and utilization of potassium dichromate standard solution for the determination of trace copper by indirect iodometric method Data processing of titration results

其次, 通过合理选择课程思政元素, 培养学生求真务实、勤奋严谨的科学素养与态度。例如, 在讲述分析结果的有效数字表达时, 可以选择融入瑞利发现氩的过程作为课程思政元素。瑞利为验证“普劳特假说”, 进行长达十年的测定, 结果表明氢和氧的原子量之比为1:15.882, 与之前的理论值1:16有细微偏差, 且从空气中获取的氮和化学制备的氮密度也总是存在细微的差异, 瑞利没有忽略这千分之几的偏差, 而是秉承严谨的科学态度, 进行多次试验, 最终发现大气中存在的不活泼原子——“氩”。瑞利的名言“一切科学上的最伟大的发现, 几乎都来自精确的量度”, 是对实事求是、持之以恒科学探索精神的最佳注解。通过该思政元素的学习, 可以进一步培养学生严谨求实、追求真知的科学品格和素养。又如, 在全英化学分析实验课讲解移液管、滴定管等玻璃仪器润洗操作时, 可以类比日常生活中如何洗碗更干净的实际例子, 通过生动有趣地结合(反)萃取率的知识点, 使学生体会“少量多次”比“多量少次”润洗更能有效提高洗涤效果, 减小因溶液稀释造成的误差, 同时减少润洗过程的试剂消耗。进而, 融入科研时不仅要知其然, 更要知其所以然的思政教育元素, 使低年级本科生在接触实验科学伊始, 就充分认识到理论联系实际的重要性, 并培养学生“打破砂锅问到底”的钻研精神及勤于思考、严谨求索的科学精神。

第三, 通过合理选择课程思政元素, 提升学生“学以致用”的社会责任意识与担当。环境安全以及食品安全是目前备受关注的国计民生问题, 而分析化学在环境安全^[6]及食品安全^[7]监管方面起到重要的作用, 需要让学生在化学分析课程时就树立用自己的专业知识及技能为环境保护及食品安全等重大国计民生领域贡献力量的社会责任及担当意识。例如, 在间接碘量法测定铜合金中微量铜的实验课讲授时, 可以通过提问的方式强调为什么重铬酸钾标准溶液是4位同学配制一瓶进行使用, 而不是每个同学各自配制。重铬酸钾价格不贵、性质稳定, 但六价铬毒性较大, 少量接触会损伤呼吸系统和皮肤组织等, 过量接触则可能致癌, 因此实验剩余的重铬酸钾溶液需要进行回收处理。本着环境保护的原则, 该实验需要尽量减少重铬酸钾的用量, 所以4位同学共同使用一瓶重铬酸钾溶液, 以减少铬污染对环境的破坏, 同时还可以进一步延伸学习铬污染的去除方法, 使学生充分意识到科研过程的环保意识及社会责任。又如, 在讲授分离与富集方法时, 可以通过阐述相吸附方法(固相萃取、固相微萃取等)用于检测食用牛蛙中的痕量违禁/违限兽药残留等食品安全检测的具体案例, 让学生深刻认识到食品安全与人民身体健康紧密相关, 引导学生认识到, 作为未来的科研工作者或行业从业者, 他们肩负着保障食品安全、维护公众健康的重任, 同时深刻体会到科研创新在解决食品安全问题中的关键作用, 从而激发他们投身科研、服务社会的热情和使命感。

最后, 通过合理选择课程思政元素, 拓展学生的国际视野与跨文化交流能力。首先, 对于全英化学专业课程, 选择优秀的教学参考书是做好课程思政教育的重要前提。我们的全英化学分析课程采用北京大学李娜老师等编著的《Quantitative Chemical Analysis》^[8]为主要教学参考书, 辅以外国广泛使用的英文教材如Skoog等编著的《Fundamentals of Analytical Chemistry (9th ed.)》^[9]、Christian等编著的《Analytical Chemistry (7th ed.)》^[10]及分析化学国内外知名学术期刊为课程参考材料。多元且优秀的教学参考书不仅为全英化学分析课程提供了丰富、高效、全景化的知识载体, 也使学生收获了全球化的分析化学视野。其次, 根据讲授章节的知识内容要求, 通过对比介绍的方式使学生了解国内外分析化学前沿技术及相关产业发展的动态, 使学生认识到中国分析科学的蓬勃发展对祖国科技进步的重要贡献。例如, 目前中国分析仪器发展迅速, 许多国产精密分析仪器以其良好的性价比, 正逐步替代进口仪器, 实现国产替代; 同时, 许多国内优秀的精密分析仪器企业还积极开拓国际市场, 通过持续提升产品质量和技术水平, 参与全球竞争, 提升中国分析仪器的品牌竞争力与影响力。通过介绍国内外分析仪器的发展历程, 既能拓宽学生的国际视野, 又能使学生充分感受我国分析化学领域的不断进步, 为祖国的科技进步而感到自豪。另外, 在课堂研讨环节, 可以以小组的形式通过让学生用英文介绍(presentation)国内外知名分析学者团队的前沿研究工作, 并进行小组讨论, 提高学生的跨文化交流能力及团队合作精神。

3 课程思政元素的融入方式

Chemical Analysis是低年级本科生的全英专业基础课,在融入思政元素的时候需要考虑学生的知识背景、接受能力及程度,同时兼顾融入效果。因此,在精选课程思政元素的基础上,以合理的方式将思政元素有机融入课程教学过程中,是取得思政教育效果的另一个重要方面。通过课程教学实践,表明通过课堂授课融入思政教育为主,辅以课堂讨论及课后辅导时融入思政教育,是较为有效的课程思政综合融入方式。

首先,Chemical Analysis及实验课程大部分是基于课堂讲授或者课堂实验操作完成教学过程的,因此在课堂讲授时有机融入思政元素是重要的融入方式。化学分析全英课程的受众是低年级本科生,其化学专业基础知识及专业英语能力相对较弱,因此在思政元素的融入过程中应采用与课程受众相适配的方法。采用对/类比-思政元素拓展的方法,能较好地帮助学生具象化理解抽象的概念,并形成知识网络,同时更深刻地理解思政元素中蕴含的相关道理。例如:在讲授化学分析数据处理方法时,以“打靶”为例对比阐述准确度(accuracy)和精密度(precision)概念,同时引入职业道德和学术诚信教育,强调诚实、公正和尊重数据的重要性。同时,在全英化学分析实验课上通过讲授如何“善待”所谓“不好”的滴定数据(如:异常值的取舍应严格遵循相应的数据判断及处理方法,同时反思是否存在操作不当之处等),使学生认识到不能随意抛弃看似不理想却有可能蕴藏重要信息的实验数据,为未来从事科学研究及相关检测工作培养良好的科研作风及素养。相应地,在实验课上可以进一步结合实际的测定结果,教会学生如何判断误差来源,并科学合理地表达分析结果。例如,在黄铜中铜、锌含量测定实验中,许多学生会因为测定的铜含量和锌含量之和超过100%,而盲目多次重做实验。此时,教师可以与学生进行讨论,使其明白滴定终点指示剂变色判断的不准确,从而导致了系统误差,可通过终点的半滴操作进行纠正,并准确抓住指示剂变色点(不要过量),来减少终点误差,提高滴定分析的准确度。通过这一具体的实验例子,学生能深刻领悟到如何从科研实验的失败中汲取经验,进而灵活应用所学知识及科研方法,直面挑战、百折不挠,从而更有效地收获预期的结果。

其次,在讲授重难点时,除了教师讲授环节,还需要设置相应的课堂小研讨环节,帮助学生进一步访取相关的知识点并加深理解。此时通过设问或者讨论,有机融入相应的思政教育,将更加有效地帮助学生加深印象。例如:讲授配位滴定副反应系数知识点时,初学者往往觉得滴定体系中的反应众多,较难把握副反应对滴定主反应及最终滴定结果的影响程度。教师可以通过对滴定体系反应框架(reaction frame)的梳理,教会学生通过评估副反应对主反应的影响,考虑对主反应影响程度较大的副反应即可,即影响配位滴定的关键因素。进而,融入课程思政元素,通过进一步举例(如分析方法建立过程的条件优化等),使学生认识到在进行科研工作面对复杂研究体系时,往往需要“抓住主要矛盾”,综合考虑全体与局部的关系,才能更有效地取得进展。又如:在重量法章节中讲授共沉淀和继沉淀现象,往往是作为影响沉淀纯度的负面因素,需要采用适当的方法予以减免;而在分离富集方法章节中共沉淀是可以作为一种分离方法对相应的目标物进行沉淀分离,此时可以讲述居里夫人采用共沉淀法从沥青铀矿渣中成功分离出钋和镭的例子,并引发课堂讨论,融入矛盾论的思政元素,使学生认识到“矛盾可以相互转化”,相同的方法或技术可以在不同的应用场景下互相转换应用目的。同时,促使学生认识到开展科学研究或者实际分析测试工作时,需要灵活运用所学知识,综合且辩证地考虑各种因素对测试结果的影响,方能准确地获取“量”的信息。

再次,课后辅导环节是对课堂讲授的有效补充。由于,课堂学时有限,学生需要通过课后作业、实验预习报告及实验报告等环节对知识体系进行预/复习和充分吸收。由于课后辅导时间相对宽松且具有一定弹性,因此可以通过设计具有思政内涵的专业课程案例,让学生在解决实际问题的过程中自然接受思政教育;亦或是在课后作业中设置与思政元素相关的思考题,引导学生深入思考化学分析与社会、伦理、环境等方面的联系,均能有效提高思政元素融入的效果。例如,在配位滴定章节作业中可以布置以下思考题作业:食品中钙含量的测定对于食品质量控制具有重要意义,请同学们查阅资料,对比GB/T 5009.92-2003^[11]和GB 5009.92-2016^[12]国家标准方法,阐述新旧标准方法的区

别与联系。食品中钙含量的测定方法由早期国标的配位滴定法和原子吸收分光光度法，发展为电感耦合等离子体质谱法等高灵敏仪器分析方法，体现了国家标准方法的与时俱进，也充分体现了分析工作者的开拓与创新精神。在分离富集方法章节的课后作业中可以布置以下思考题作业：铀是重要的核燃料，中国“离子交换树脂之父”何炳林院士研发的离子交换树脂可用于铀的高效分离提取，为我国的原子能事业发展及原子弹成功爆炸做出了重大贡献。请学生通过查阅资料，简述离子交换树脂分离铀元素的原理及过程。学生在课后查阅资料时将了解到何炳林院士是中国离子交换树脂工业的开创者，他克服重重困难回国开展科学研究，发明的大孔离子交换树脂为祖国国防工业的发展做出了杰出的贡献，这无疑将激发学生的爱国情怀，坚定理想信念，同时鼓励学生积极投身科学研究，为国家的科技进步贡献力量。

4 全英理论课与实验课思政教育的互动与融合

化学分析全英教学课程包含理论课与实验课，理论课需在有限的课堂教学学时内高效集中地传授化学分析的基础知识，实验课则可以在相对宽松的学时内将理论课上抽象的知识通过学生的实践操作使其具象化，因此通过理论课与实验课教学环节的有效衔接，将思政教育在两个教学模块进行互动融合，可使学生更深刻有效地感悟思政教育所蕴含的知识与道理^[13,14]。

首先，理论课与实验课的学时、课程内容及思政元素的设计需要有较强的连接性。全英课程包含许多英文术语，而实验课时会有较多的师生交流互动，需要学生具备流利且有效的专业英文沟通能力。因此，理论课尽量安排在实验课前一至两周上完对应的理论知识，学生可以有一定的时间熟悉并内化所学基础理论知识及相关英文术语，以便提升实验课时师生间的全英文沟通效果。在课程内容衔接方面，滴定分析、重量分析及分光光度分析方法作为化学分析全英课程主要内容，均对应开设了相关实验，数据处理方法的应用则融合于每一个实验结果处理环节中。在合理设计理论与实验课程学时及课程内容的基础上，理论与实验课程思政教育就可以进行有效地衔接及强化。例如：理论课上融入了许多关于环境保护、社会责任意识的思政元素，在进行水硬度测定实验时，可以在实验课前讲解环节进一步融入水质分析与水环境及生态环境保护的思政教育元素，使学生充分意识到所学的分析化学知识及实验技能未来能为祖国的“绿水青山”及环保事业贡献力量，激发学生的求学热情及爱国主义情怀。

其次，实验课程中教师在指导学生实验时会有许多面对面的交流机会，可以通过一对一实验报告点评、操作指导等环节有效地融入思政教育，同时呼应理论课上的所学知识，并提升学生的专业英语表达能力。例如：理论课上所讲授的有效数字概念及相关规则，学生在实验报告中处理数据时经常掌握不好，经常会出现取舍或者运算修约不当的问题，教师在报告点评环节予以纠正，同时引入“数据是分析化学的生命线，错误的数字比没有数据更可怕”的思政教育元素，进一步培养学生严谨求实的科学素养。又如：在称量各种试剂或样品时，实验室提供了不同精度的天平，可以在指导过程中通过小提问或师生共同演算的方式，让学生从量化的角度进一步明确称量相对误差的概念，合理选择称量天平；在接近滴定终点时的半滴操作环节，可以通过实验演示互动的形式，使学生明确滴定终点的准确获取与终点误差之间的关系。上述的师生互动环节，教师通过言传身教的方式，使学生进一步加深理解“量”是分析化学的核心，也培养学生“透过现象看本质”“求深求精”的创新创造精神。

5 结语

化学分析全英课程的思政教育是在专业知识与技能传授的基础上进一步塑造学生科学素养、社会责任意识、家国情怀的重要举措，对于培养胸怀祖国、放眼世界的化学人才具有重要的意义。化学分析全英课程思政教育应与课程建设、师资队伍建设同步进行、相互融合，只有培养一批专业扎实、思想过硬的全英教学师资队伍，才能将全英课程思政教育建设好，为培养新时代勇挑“中华民

族伟大复兴”重任的建设者和接班人提供强大助力。同时，低年级化学分析全英课程应与后续高年级分析化学课程(如仪器分析、仪器分析实验)之间进行有效衔接，特别是在化学分析尾部章节(如分光光度法、分离富集方法等)适当引入分析化学的前沿方法、技术与思政元素，可拓展学生的分析化学全景化视野，同时有效提升学生的民族自豪感，从而激励他们在未来的职业生涯中为“中国创造”贡献力量。

参 考 文 献

- [1] 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定. [2025-03-18]
<http://www.news.cn/politics/20240721/cec09ea2bde840dfb99331c48ab5523a/c.html>
- [2] 张卓旻, 李攻科. *大学化学*, **2013**, *28* (2), 18.
- [3] 张卓旻, 李攻科. *大学化学*, **2016**, *31* (4), 12.
- [4] 李甜, 张莉萍, 刘玲, 李瑞芳, 毛龙飞, 杨晖. *大学化学*, **2024**, *39* (6), 189.
- [5] 肖莹, 于清峰. *大学化学*, **2017**, *32* (8), 37.
- [6] England, A.; Morrison, L.; Wood-Moore, M.; Kennedy, A.; Velasco, J. D.; White, J.; Meredith, N. A.; Mauldin, R. F. *J. Chem. Educ.* **2022**, *99*, 2643.
- [7] Gauthier, J. R.; Burns, D.; Sheng, J.; D'eon, J. C. *J. Chem. Educ.* **2023**, *100*, 161.
- [8] Li, N.; Hefferren, J. J.; Li, K. A. *Quantitative Chemical Analysis*. 北京: 北京大学出版社, 2009.
- [9] Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. J.; Crouch, S. R. *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 9th ed.; Cengage Learning, Brooks/Cole: Belmont, CA, USA, 2013.
- [10] Christian, G. D.; Dasgupta, P. K.; Schug, K. A. *Analytical Chemistry*, 7th ed.; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2014.
- [11] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.92-2003 食品中钙的测定. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 5009.92-2016 食品安全国家标准食品中钙的测定. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [13] 沈晓静, 秦向东, 袁文娟, 黄璐璐, 廖蕾蕾, 黄昕莹, 字成庭, 姜薇薇. *大学化学*, **2023**, *38* (8), 61.
- [14] 张盛, 王明玉, 王小红, 冯建成. *大学化学*, **2024**, *39* (2), 189.