

## 新工科背景下应用化学综合实验课程思政育人实践

胡思江<sup>1,\*</sup>, 王红强<sup>1</sup>, 彭继明<sup>2</sup>, 郑锋华<sup>1</sup>, 潘齐常<sup>1</sup>, 刘葵<sup>1</sup>, 李庆余<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 广西师范大学化学与药学院, 广西 桂林 541004

<sup>2</sup> 桂林师范高等专科学校化学与药系, 广西 桂林 541199

**摘要:** 针对新工科理念和课程思政的要求, 避免专业教育和思政教育“两张皮”的问题, 从教材、课程教学和平台建设等方面介绍了新工科理念和课程思政在应用化学综合实验中的有机融合实践。在前期课程教学基础和初步实践基础上, 提出了建设配套教材、发挥线上线下教学、搭建校内科研与工程实践平台、拓展校外实践基地等具体的改革路径, 将课程思政全方位融入教学活动中, 构建了应用化学综合实验课程思政育人新体系, 助力新工科背景下新兴应用型人才培养。该实践可为其他实验课程开展新工科背景下课程思政改革提供参考。

**关键词:** 新工科; 课程思政; 应用化学综合实验; 实践教学

**中图分类号:** G64; O6

## Ideological and Political Education Practice of the Comprehensive Applied Chemistry Laboratory for Emerging Engineering Education

Sijiang Hu<sup>1,\*</sup>, Hongqiang Wang<sup>1</sup>, Jiming Peng<sup>2</sup>, Fenghua Zheng<sup>1</sup>, Qichang Pan<sup>1</sup>, Kui Liu<sup>1</sup>, Qingyu Li<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Chemical and Pharmaceutical Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, Guangxi Province, China.

<sup>2</sup> Department of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, Guilin Normal College, Guilin 541199, Guangxi Province, China.

**Abstract:** To meet the requirements of emerging engineering education, the practice of its concept organically fused with ideological and political education has been implemented in the comprehensive applied chemistry laboratory. The departure between professional education and ideological and political education could be avoided with the improvement of textbooks, course teaching, and platform construction. Based on the previous results and practice, some specific ideas were proposed, including the construction of supporting textbooks, online and offline teaching integration, building an intramural research and engineering platform, and expanding the extramural practice platform. By fully integrating ideological and political education into teaching activities, a new education system featuring integrating ideological and political education was established. It can serve to advance applied talent training and provides valuable insights for innovating ideological and political education in other laboratory-based courses.

**Key Words:** Emerging engineering education; Ideological and political education; Comprehensive applied chemistry laboratory; Practical teaching

为应对新一轮科技革命与产业变革, 支撑服务创新驱动发展、“中国制造2025”等一系列国家战略, 教育部自2017年积极推进新工科建设<sup>[1]</sup>。2023年2月, 教育部等五部门印发了《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》的通知, 强调以新工科、新医科、新农科、新文科建设为引领, 做

收稿: 2023-07-07; 录用: 2023-08-30; 网络发表: 2023-09-11

\*通讯作者, Email: sjhu@gxnu.edu.cn

基金资助: 广西研究生教育创新计划项目(JGY2022031, JGY2021022)

强优势学科专业，形成人才培养高地。

培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。立德树人成效是检验高校一切工作的根本标准。课程思政建设是全面提高人才培养质量的重要任务。教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》(下文简称《纲要》)的通知要求，工学类专业课程，要注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。相比于化学理论课，化学实验课程是培养科学精神和创新意识的重要平台<sup>[2]</sup>。课程思政更容易寓教于“作”、实现“知行合一”，但设计与实施的难度更大，普遍地存在着改革不够深入系统、学生参与不足、产出导向体现不充分、育人成效难以考核等问题。

应用化学专业是以理科化学专业知识为基础，以工科化学工程与工艺专业知识为背景、理工结合的具有鲜明特色的专业，是开发行业新产品、新技术和新工艺的基础<sup>[3]</sup>。应用化学专业的特征与新工科建设的理念高度契合。在新工科背景下，如何根据应用化学专业的特点，更好地发挥其在育人中的作用颇为重要。应用化学综合实验是应用化学专业实验教学中的主干课程。按照新工科的理论和课程思政的要求对应用化学综合实验进行改革，加强工程实践能力培养与育人体系的完善，做到学生参与度高、产出效果好、成效可考核。本文主要介绍广西师范大学开设的“应用化学综合实验”课程(4学分，68学时)的探索实践成果与经验，主要从教材、课程教学和课程实训三个方面介绍新工科与课程思政理念的有机融合，以期为其他化学实验课程的课程思政建设提供参考。

## 1 新工科背景下《应用化学综合实验》教材的编写

自2002年广西师范大学应用化学专业招生以来，应用化学综合实验课程教学先后选用了多种版本的教材。然而，在使用过程中我们发现部分教材与我校实际情况契合度低尤其是在新工科背景下，需要突出特色优势，实现分类发展、特色发展。2018年，我校人员在原有实验讲义和结合我校特色的基础上，编撰了《应用化学综合实验》教材，由化学工业出版社出版发行<sup>[4]</sup>。综合实验是在学生具备化学基础实验理论和技能的基础上，融合多学科理论知识和单个技能操作，重点培养学生的研发能力、工程实践能力和创新精神。

教材是课程教学内容的载体。针对应用化学专业学生将来的就业方向，全书选编了电池、电解、电镀、湿法冶金等方面的内容(图1)。广西“十四五”《纲要》指出：培育壮大新能源汽车、先进新材料等战略新兴产业链，大力推进新型储能建设，重点发展铝、铜、稀土等有色金属材料产业链，推进矿产资源综合利用。结合广西地方经济的发展，增加了锂离子电池、超级电容器等新能源产业，电解、电镀、湿法冶金等有色金属和冶金产业方面的内容，加强学生对相关产业的了解。根据新工科建设的要求，结合我校应用化学专业培养目标，以服务新时代壮美广西经济社会高质量发展为指导思想，优化设置了应用化学综合实验课程体系。锂离子电池电极材料模块，涵盖二次电池、锂离子电池正极材料、负极材料，从材料结构、工作原理、电池构造、性能测试等方面侧重培养学生的科学研究能力。锂离子软包装电池和超级电容器2个模块，包括2类器件的工业化制造和性能检测，重点培养学生的工程研究能力。电镀、电解和湿法冶金2个模块，提供工业电镀、熔盐电解、有价金属回收、矿物酸浸工艺等，着力培养学生的工程能力。秉持新工科理念和立德树人根本任务，该体系旨在培养具备一定的研发能力、工程实践能力和创新精神，能在化学化工相关领域从事科学研究、技术开发和管理的复合型人才；重点培养服务碳达峰碳中和重大战略、国家急需新能源领域的基础研究人才和技术开发人才。

## 2 新工科背景下应用化学综合实验课程思政的育人体系与元素

高等学校人才培养是育人和育才相统一的过程。在2020年教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知之后，我们根据通知要求，结合实验课程体系，深度挖掘其中的思政元素。将新工科背景下的应用化学综合实验育人体系与思政元素有机结合，避免专业教育和思政教育“两张皮”问题。

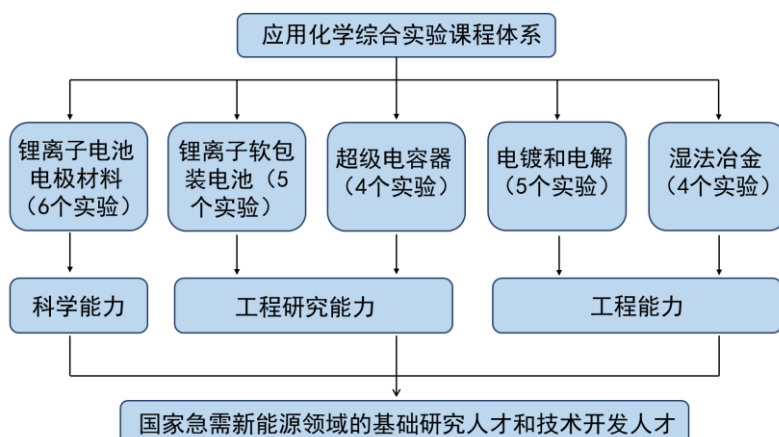


图1 应用化学综合实验课程体系

## 2.1 新工科背景下应用化学综合实验课程思政的育人体系

针对现有大学化学实验教学中存在的问题，尤其是专业教育和思政教育之间脱节的现象，课程组在深入挖掘育人元素、提升科学素养、强化工程实践能力和培养创新精神等方面，开展研究、改革和实践，形成应用化学综合实验思政育人体系(图2)。

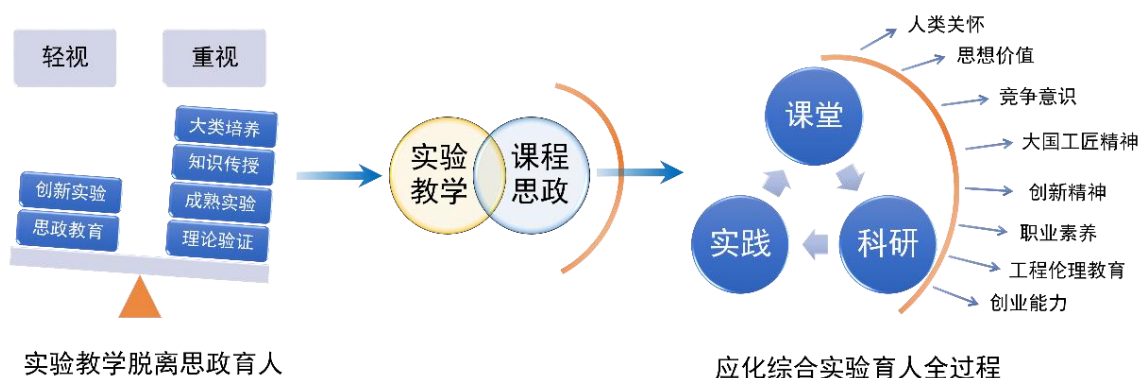


图2 应用化学综合实验课程思政育人体系

## 2.2 新工科背景下应用化学综合实验课程思政的育人元素

课程组全体教师牢记习近平总书记提出的“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题，也是建设教育强国的核心课题”的教育新理念，围绕国家和区域发展需求，结合应用化学专业人才培养目标，深入探索实验中的德育内涵和思政元素，将二者融合到教学环节中。课程组从人类关怀与思想价值、大国工匠精神、创新精神与职业素养、工程伦理教育等几个方面梳理应用化学综合实验中的思政元素，采用专题式讲授、开放式讨论、多样化实践教学方式，努力将培养学生的研发能力、工程实践能力和创新精神育人理念入脑入心，为党育人、为国育才。具体内容见表1。例如，在进行“二次电池的电化学性能检测”实验的过程中，课前让学生查阅锂离子电池的相关文献资料。课中，首先在实验室结合锂离子软包装电池实物，讲解锂离子电池的发展史、基本原理和构造。随后带领同学们观看央视大型工业纪录片《大国重器》中全球最大的动力电池企业宁德时代研发全球首批6  $\mu\text{m}$ 铜箔动力电池的短片。然后结合实验室联合安徽益佳通科技有限公司联合开发的方形铝壳锂离子电池系统(175 Ah)，讲解中国最大的新能源汽车制造商比亚迪研发的刀片电池技术。在具体实验过程中结合上述内容，让学生在各类型电池的结构和性能比较中理解锂离子电池技术的

先进性。最后，在工业见习中带领学生参与到电池生产企业的生产操作。让学生在掌握锂离子电池基本特征的基础上了解我国锂离子电池技术国际领先优势，培养学生精益求精的大国工匠精神。

表1 应用化学综合实验的课程思政育人元素

序号	实验内容	课程思政元素	育人元素分析
1	二次电池的 electrochemical performance test	大国工匠精神	结合锂离子电池的发展史、全球最大的动力电池企业宁德时代研发首批6 μm铜箔动力电池、中国最大的新能源汽车制造商比亚迪研发的刀片电池技术，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当
2	Manganese lithium, phosphate iron lithium, graphite, silicon/carbon, tin/carbon positive electrode materials preparation and electrochemical performance test	创新精神、创新意识	正负极材料的发展史、结构与性能的调控，引导学生认识问题、分析问题和解决问题，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。通过不同类型材料的结构设计对性能的调控，培养学生的创新精神和创新意识
3	Soft-pack lithium ion battery industrial preparation and electrochemical performance test	工程伦理教育	软包装锂离子电池与扣式电池的结构差异、工业化制造工艺、性能检测、废旧电池的回收，通过这些过程中的工程实践与碳达峰碳中和、保护环境等相结合，让学生理解人文关怀、厚植生态意识、重视可持续发展
4	Power bank assembly and performance test	大国工匠精神、创业能力	通过充电宝的装配、应用，培养同学们独立自主、解决问题的能力；制造产品的精益求精的大国工匠精神。通过从材料到器件再到产品的制造实践，引导学生掌握化学、化工、材料领域的安全环保知识、行业标准与政策，让学生“敢闯会创”，在亲身参与中增强创新精神、创造意识和创业能力
5	Preparation and electrochemical performance test of symmetric/asymmetric supercapacitor materials (MnO <sub>2</sub> , polybenzidine, activated carbon)	职业素养、创新精神	通过超级电容器的发展史、结构特点、应用场景，培养学生价值判断准则、可持续发展、社会责任与经济利益等理念。根据文献资料，设计不同的实验，让同学们通过不同材料、不同电容器结构的超级电容器性能的比较，提出超级电容器设计的特点并提出实验改进的新观点
6	Electroplating and chemical plating of 45 steel	人类关怀与思想价值	电镀和化学镀工艺发展史，是人类追求美好生活的奋斗史、是凝聚人类智慧的创新史、是人与自然和谐共生史。电镀和化学镀工艺复杂，镀层种类繁多，只有从实践中才能探寻它们的本质，从各因素的对立统一中获得最佳的实验条件，教导学生激发创造创新活力
7	Anodic oxidation of aluminum, titanium metal salt electrolysis, 304 stainless steel electrolysis	竞争意识与创新精神	金属的表面精饰是提高产品使用寿命、美化产品外观的重要手段，是现代科学技术与人文素养的有机融合。通过表面精饰产品的差异化及其应用属性，培养学生竞争意识和创新精神。从实验过程中，培养学生用于创新、团队协作的科研素养
8	Recovery of cobalt from cobalt/magnesium solution, preparation of cobalt oxide from cobalt solution	人类关怀、创新精神	告诫同学们保护环境和可持续发展的重要性。引导学生们认识到可以利用科技的进步，变废为宝。培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感
9	P507 extraction of iron and iron removal from mineral leachate	工程伦理教育	通过我国悠久的湿法冶金技术发展史，引导学生自觉弘扬中华优秀传统文化，增强民族自豪感。在工艺流程设计过程中，强化环保与可持续发展理念，培植青年一代的使命与担当，传递正确价值观

### 3 新工科背景下应用化学综合实验课程思政的实施路径

课程组将应用化学综合实验中具有工科特征的课程思政育人元素加以提炼,按照新工科人才培养要求,通过育人大纲的编写、育人素材的挖掘、实践操作的强化、创新要素的凸显和线上线下相结合等路径,让应用化学综合实验的专业教育和思政教育深度融合,使化学课程思政教育真正落到实处,发挥实效。

#### 3.1 结合线上线下教学,引领科技赋能育人

围绕全面提高人才培养能力这个核心点,根据应用化学专业人才培养方案和课程思政育人理念,课程组于2020年在多方调研、学习纲要和集体讨论的基础上,重新编写了《应用化学综合实验教学大纲》。在原有的知识目标和能力目标的基础上,加入了课程思政目标,将思想政治教育以纲要的形式具体化。具体如下。

应用化学综合实验课程教学包括三个层次的目标。

知识目标:要求学生了解材料(电极材料)制备、结构表征和性能检测的基本知识;了解工艺流程和国家标准;掌握应用电化学的基础知识,包括电解、电镀和电池等的基础知识。

能力目标:要求学生具备总结、批判性思维、表达能力、综合能力和创新能力;具备较高的综合实验能力和生产实践能力;具有质量意识,具备产品质量检测和分析能力。

课程思政目标:充分利用本课程的应用性、工业化和与国民经济联系紧密的特点,结合我国经济高速发展的现实,激发和培养学生的爱国主义精神和责任感;结合本课程的主要内容,论述碳达峰碳中和问题,说明我国实现“双碳目标”的大政方针,培养学生树立正确的世界观;依托本课程内容面向世界科技前沿、面向国家重大需求的属性,培养学生精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的使命担当。

根据教学大纲,在教学实践中采用线上线下相结合的教学模式。2020年以来,受新冠疫情的影响,学生不能返校,期间无法进行线下课堂教学和实践。课程组积极响应“停课不停学”的要求,依托我校国家级化学实验教学示范中心虚拟仿真平台,让学生在线参与应用化学综合实验的虚拟仿真实验。课程组还通过学习通平台开设了应用化学综合实验网络课程,将课前预习、在线讨论、课后反思和延伸拓展几个部分与虚拟仿真实验形成互补。课程组将实验内容预先导入到预习模块,提醒学生做好预习。针对实验的原理、步骤、问题等开展线上讨论。在课后反思模块,设置了实验报告。在延伸拓展模块,通过学习通平台推送《电化学方法-原理和应用》《化学电源-原理、技术与应用》《中国古代化学》《化学与人类文明》《化学哲学新体系》等读本。同时,邀请企业实践基地校外老师、相关电池公司工程师等通过腾讯会议平台对相关实验进行现场演示,力求最大限度达到育人成效。通过贯穿实验过程的线上线下教学,强化学生的工程实践能力和创新精神。

#### 3.2 建设校内科研与工程实践平台,强化多维立体育人

线下教学是实验课程的主体和核心<sup>[5]</sup>。作为地方师范高校,课程组在教学资源有限的情况下,通过现有资源的整合和拓展,力求在新工科人才培养上效能最大化。广西师范大学化学实验教学中心于2014年被评为国家级化学实验教学示范中心。实验中心拥有紫外-可见分光光度计、红外光谱仪、高效液相色谱仪、荧光光度计、电化学工作站、自动旋光仪、阿贝折光仪、数字电导率仪等各类仪器设备2800余台件,总价值6000余万元,为基础性、综合性、研究性实验教学和创新创业活动提供了良好的基础条件。同时,课程组还依托广西低碳能源材料重点实验室、广西新能源船舶电池工程技术研究中心和广西电化学能源材料与器件科技成果转化中试研究基地等三个省级平台,从科学研究、工程实践和产业应用三个层层递进的维度,培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感;培养学生精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

课程组对应用化学专业学生实行导师制,从大一一开始,每名学生都配备了一名科研导师。学生进入科研导师的实验室中,在科研导师的指导下,学生个人或团队从文献阅读、科研选题、研究方案、实验开展、测试分析、数据处理等方面形成完整的科研训练报告。融合科研育人和工程育人,

以学术论文、大学生创新创业训练计划、大学生化学实验创新设计大赛、“互联网+”创新创业大赛等方式检验实践效果，实现研发能力、工程实践能力和创新水平的提升。在具体实验设计上，不断挖掘现有平台资源，从实验方案和仪器设备上力求最大限度地贴近生产应用实际，突出新工科属性，强化多维立体育人。

### 3.3 拓展校外实践基地，突出实践育人

为了进一步强化工程伦理教育、激发学生科技报国的使命担当，让学生学到知识技能，做到“毕业即就业”，课程组将应用化学专业见习与实验内容结合，实现应用化学综合实验的延伸和拓展。课程组将专业见习安排在实际应用化学综合实验结束后的下一个月，让实验与见习无缝对接。围绕二次电池相关实验，课程组联系了广西卓能新能源科技有限公司。该公司是一家专业研发、制造、销售动力锂离子电池及电源系统的国家高新技术企业。围绕超级电容器相关实验，课程组联系了北海星石碳材料科技有限责任公司。该公司是国内规模最大的椰壳(果壳)活性炭生产企业和全球以椰壳为单一生产炭源的活性炭工厂。围绕电解与电镀等实验，课题组联系了深圳明飞远科技有限公司。在这些实践基地1个多月的见习，让学生了解工序操作过程和生产线的运作模式及其蕴含的化学化工知识。通过理论联系实际，提升了学生的工程实践能力，突出实践育人。

在专业见习结束之后，课程组教师带领学生开展见习总结。通过应用化学综合实验和专业见习的比较与讨论，引导学生辩证地看待科学研究与工业生产应用，拓展知识与能力，适应职业发展。同时课程组教师进行了研讨会，对所有实验项目从方案设计和实施效果等方面进行讨论。根据教学效果和育人成效，及时调整实验方案，努力让课程思政润物无声。

## 4 实施效果和实践思考

经过近三年的课程思政教学改革与实践，取得了良好的效果。课程组从课程思政元素掌握情况、学生参与度、产生导向突出程度三个方面对应用化学专业近3届共115名学生进行了问卷调查。98%的学生认为思政元素的融入自然，认可这种授课模式；96%的学生掌握了思政元素与理论知识的内在联系，能够培养精益求精的大国工匠精神；94%的学生认为这种课程体系让化学化工相关知识立体化，很容易掌握理论知识点。但是，也有个别学生认为课程思政的加入占用了理论知识的讲授时间。这表明课程思政与实验教学融入较好，但需要深度挖掘提升二者融合度。近三年来，本科生9人次发表SCI论文7篇；11人次参加相关竞赛，取得了较好的成绩，如第三届全国大学生化学实验创新设计竞赛华南赛区一等奖、第五届全国大学生化工实验大赛西南赛区二等奖、第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛产业命题赛道国家级铜奖。此外，在课程的实践过程中，我们发现实验涉及的重要危险源较多。实验室是学校教学、科研工作的基本载体和平台。实验室安全关系国家、学校以及师生人身财产安全，关系学校和社会的稳定。因此，除了在进入实验室前向学生讲解实验室安全注意事项，在后续实验过程中应时刻强化师生安全意识，营造实验室安全氛围。

尽管课程组基于新工科的课程思政教学改革取得了较好的效果，我们也意识到新工科背景下的化学实验课程思政教学对教师提出了更高的要求。尤其是新工科对学科交叉融合的要求必然需要教师拥有多学科背景。这从专业知识结构、科学研究前沿、产业发展趋势、跨学科交叉能力等方面提出了更高的要求。此外，只有将学生的就业方向与课程内容联系起来，才能避免学生参与不足、产出导向体现不充分等问题。

## 5 结语

习近平总书记强调，教育的根本任务是立德树人，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。课程思政是落实立德树人根本任务的关键措施。在应用化学综合实验的课程思政改革和实践中，课程组准确把握《纲要》的指导思想和总体要求，结合应用化学专业学科特点，以立德树人为根本，以实验教学大纲为抓手，以课程思政教学体系的构建为核心，将价值塑造、知识传授和

能力培养三者融为一体。从思想政治、科学研究、工程实践等方面打造应用特色鲜明的应用化学综合实验思政课程，为党育才为国育人，可为化学实验课程思政建设提供参考。

#### 参 考 文 献

- [1] “新工科”建设复旦共识. 复旦教育论坛, **2017**, 15 (2), 27.
- [2] 刘雪茹, 惠壮, 李延, 李聪, 贾文涛, 赵志厚, 张荣兰, 李剑利, 王尧宇, 崔斌. 大学化学, **2022**, 37 (10), 2112088.
- [3] 刘葵, 林茜颖, 何旭娜, 蒋琳, 黄荣, 梁毅, 王红强, 李庆余, 吴强. 大学化学, **2023**, 38 (5), 92.
- [4] 王红强, 李庆余, 马兆玲, 刘葵. 应用化学综合实验. 北京: 化学工业出版社, 2019.
- [5] 海华, 张树彪, 刘巨涛, 赵轶男. 化学教育, **2015**, 36 (12), 29.