

“双一流”背景下地方高校国家级化学实验教学示范中心的建设与实践

林佳丽, 吴舒婷, 郑琤, 林子俺, 魏巧华*, 郑寿添*

福州大学化学学院, 化学化工国家级实验教学示范中心(福州大学), 福州 350108

摘要: “双一流”背景下, 福州大学化学实验教学中心步入了内涵式发展阶段。实验中心贯彻学校的“价值引领、知识拓展、思维训练、能力建构”四位一体育人理念, 结合学校“理工结合、基础研究与应用研究相结合”的办学特色, 响应学院对化学理科拔尖2.0培养计划以及各专业的新工科、新医科等发展需求, 探索地方高校国家级化学实验教学示范中心建设和改革举措和方法。本文将从实验平台建设, 实验教学改革, 实验师资队伍建设和科普服务等方面介绍过去五年以来福州大学化学实验中心“双一流”建设的经验, 突出实践作用, 强化实践育人功能, 切实提高实验教学内涵。

关键词: 化学实验教学中心建设与实践; 双一流建设; 创新人才培养; 实验教学改革; 科普教育

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice of National Chemical Experiment Teaching Demonstration Center in Local Universities under the Background of “Double First-Class”

Jiali Lin, Shuting Wu, Cheng Zheng, Zian Lin, Qiaohua Wei*, Shoutian Zheng*

National Experimental Teaching Demonstration Center for Chemistry and Chemical Engineering (Fuzhou University), College of Chemistry, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China.

Abstract: Under the “Double First Class” initiative, Fuzhou University Chemical Experiment Teaching Center has entered the stage of connotative development. The Center adheres to the school’s four-in-one education philosophy: “value guidance, knowledge expansion, thinking training, and ability construction”, combined with the school’s educational characteristics of “integration of science and technology, as well as basic and applied research”. Additionally, the center supports the university’s Chemistry Science Excellence 2.0 training plan and meets the evolving demands of new engineering and new medical science programs. This paper discusses the construction and reform strategies implemented at the national chemistry experimental teaching demonstration center in local universities. It covers the past five years of the “double first-class” construction experience of Fuzhou University Chemical Experimental Center in the past five years, focusing on experimental platform construction, experimental teaching reform, enhancement of experimental teaching and staff, and provision of popular science services. Emphasis is placed on the practical application and educational functions to significantly enhance the quality and depth of experimental teaching.

Key Words: Construction and practice of chemistry experiment teaching center; Double first-class construction; Training of innovative talents; Experimental teaching reform; Popular science education

收稿: 2024-05-07; 录用: 2024-05-28; 网络发表: 2024-06-27

*通讯作者, Emails: qhw76@fzu.edu.cn (魏巧华); stzheng@fzu.edu.cn (郑寿添)

基金资助: 2022年福建省本科高校教育教学研究重大项目(闽教高(2022)36号); 福建省首批一流课程(闽教高(2019)23号); 福州大学2023年本科生开放探索性实验项目(课程); 福州大学2022年校级本科教育教学研究项目

教之盛则国昌，学之优则邦强。随着国家对教育质量的高度重视，本科教育得到了前所未有的发展。教育部以“统筹推进一流大学和一流学科建设”为引领，不断深化新工科、新医科、新农科、新文科“四新”建设，大力推进“六卓越一拔尖”计划，全面实施一流专业建设“双万计划”，着力推动本科教育高水平发展。化学是一门连结着医学、环境学、药学、材料工程、生物学、地质学等学科的中心学科，也是一门以实验为基础的学科。化学实验教学是深化课堂教学的重要环节，是提升学生实践能力的重要组成部分。化学实验教学中心是高校开展化学实验教学的重要支撑平台，是提升学生实践能力及创新精神的重要场所。在本科教育教学综合大改革大发展的背景下，化学实验教学中心的建设对推进化学实验教学改革、提高实验队伍素质和实验教学管理水平、培养学生的实践能力和创新精神、提高高校化学及相关学科教学质量具有重要的意义^[1-3]。

福州大学化学化工实验教学示范中心(以下简称“实验中心”)成立于2001年5月，于2005年被评为省级实验教学示范中心，2007年被评为国家级实验教学示范中心(建设单位)，2012年通过验收。2017年和2022年我校连续跻身首批(化学)和第二批(化学、制药)国家“双一流”建设学科行列，2020年化学专业获批教育部基础学科拔尖学生培养计划2.0基地，并且实验中心先后获批福建省科技馆分馆、福州市科普教育基地，中国科协教育部英才计划培养基地，2022年度科学家精神教育基地、2023年福建省优秀科普教育基地等，实验中心迎来了发展的新机遇和新挑战，步入了以质量提升为核心的内涵式发展阶段。本文将从实验平台建设，实验教学改革，实验师资队伍建设和科普服务等方面总结介绍福州大学化学实验中心过去五年以来的建设与实践经验。

1 积极推动智慧化学实验中心建设，优化创新人才培养环境

“巧妇难为无米之炊”，“将军难打无兵之仗”。良好的实验教学条件是高水平的实验教学质量的有效保障，对于培养创新高素质人才具有重要的意义。在智能智造的大背景下，学校和学院高度重视实验中心数字化和智慧化建设并给予大力支持，近5年来总投入经费约1800万。实验中心遵循“规划前瞻、安全至上、资源共享、最大利用、服务人才培养、助推学科发展”的工作思路，持续推进实验软硬件设施的数字化升级换代，打造智慧化学实验中心，为创新人才的培养提供坚实保障。

1.1 基础设施和仪器设备升级换代

2018年以承办第11届全国大学生化学实验邀请赛为契机，实验中心对无机、物化以及有机基础实验室进行了全面的装修和改造，改造后的实验室兼顾了美观性、实用性、耐用性，以及管理的便利性，为竞赛提供了良好的条件，赛后也为学生实验提供了优越的平台环境，收获了更好的实验教学成果^[4]。顺应现代教育技术的发展趋势，每个教学实验室配备了多媒体投影设备和教学白板，以支撑教学方式的多样性，教师可以在实验室直接展示课件、图片、视频等，帮助学生更好地理解 and 掌握实验内容，也可用于翻转课堂，鼓励学生课前讲解实验方案、交流实验问题，课后分析总结和汇报答辩，提高学生的参与度和学习效果。仪器分析实验室安装触控一体机，实现多屏协同，同步显示仪器配套电脑的操作界面，大屏演示仪器的软件操作，同时结合虚拟仿真软件的演示展示仪器内部结构，教学效果较以往显著提升。监控和智能门锁等安防设备全覆盖实验中心，加强实验室的安全管理，促进了实验中心的规范、有序、安全稳定运行。

此外，实验中心紧随学校“双一流”建设的步伐，不断追求卓越，布局和采购一批在科学研究、社会实践以及学科未来发展中有极大需求的现代化仪器，将其用于本科实验教学，开拓学生的视野，提供本科生对大型仪器的动手机会，提高学生的科学素养与技术能力，为培养创新型高素质人才提供有力保障^[5]。2021年以来，添置的设备包括圆二色光谱仪、气相色谱质谱联用仪、超高压液相色谱仪、台式扫描电镜、三重四级杆液相色谱质谱联用仪、电感耦合等离子质谱仪等，现有仪器设备达2500余台，设备总值达2948万元。这些仪器为开设学科交叉复合型、研究设计型、创新型实验课程提供了强有力的硬件支持。

1.2 信息化建设

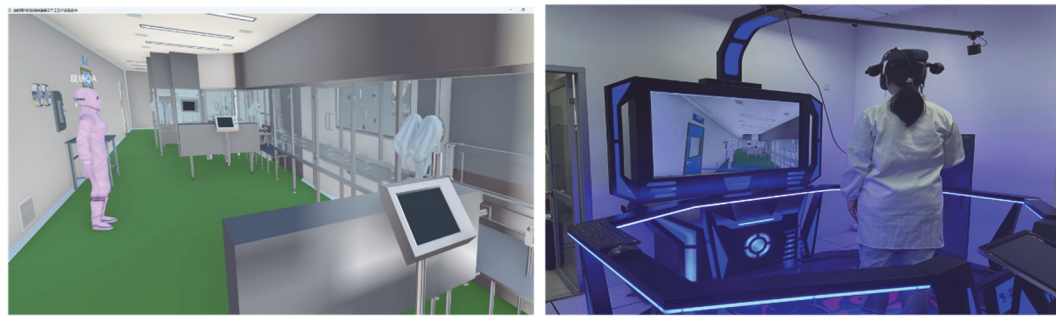
1.2.1 智慧化学实验教学综合管理平台建设

在“双一流”学科建设的契机和大数据时代背景下，实验中心探索提出“一个目标、两点升级、三种途径”的智慧化学实验教学中心的构建框架，即以打造辐射全校的智慧化学实验教学为目标，通过实验教学服务在软件和硬件方面的升级改造，从智慧管理、智慧教学、智慧安保三种途径实现建设智慧化学实验教学中心的目标。经过两年多全体实验技术人员的努力，目前已经搭建了辐射全校的福州大学智慧化学实验教学综合管理平台，如图1(a)，完成了智慧教学和智慧中心管理模块建设，并进入试运行阶段。



(a)

(b)



(c)

图1 实验中心信息化建设

(a) 智慧化学实验教学综合管理平台；(b) 虚拟仿真实验；(c) 制药工程Virtual Reality (VR)实验平台

智慧教学模块的功能实现实验教学、实验全过程的信息化管理。学生可查看自己的实验课表，提交实验数据和报告，教师可实时记录学生的上课情况，批改学生的实验报告，评定学生成绩。教

学过程产生的记录形成电子化的教学档案，系统可对相关档案的数据进行统计和分析，实现了实验中心教学档案的无纸化数字化管理。教学档案的数字化管理能够最大限度地利用采集到的实验教学各个环节的数据信息进行溯源、挖掘统计以及分析，从而提炼出有价值的教学数据，及时了解教学情况，提供教学的个性化服务。

智慧中心管理模块融合了交互信息强大的实验室开放预约系统和大中型仪器开放预约系统。实验中心实验教学向开放型、创新型、设计性、综合性方向不断发展，无机和有机化学实验对实验结果进行分析表征的需求日益增长，以及本科生参与科研训练及创新创业实践的机会也在逐年增加，这都促使非教学时间段实验室和大中型仪器设备的使用需求持续上升。实验室及大中型仪器开放预约系统兼顾了用户预约的资格审核、实验室/仪器使用状态的实时监控、不当使用的信用追踪、实验室/仪器使用的统计汇总等功能，既保证了实验室及贵重设备的使用安全，也减轻对实验室管理的工作负担，确保实验中心能够为学生、科研人员、社会公众提供更便捷、高效的共享服务。

1.2.2 数字化实验教学平台建设

随着教育现代化进程的推进，教学的数字化建设已成为高等教育发展的重要趋势。虚拟仿真、VR等先进数字化手段与化学实验教学的融合，在提高化学创新人才培养质量方面显现出越来越重要的作用^[6]。实验中心积极探索、不断尝试，初步完成了虚拟仿真实验以及VR实验教学平台的软硬件建设，如图1(b, c)所示，部分内容已投入本科生的实验教学，涵盖了化学实验室安全应急处理及演练、大型仪器仿真学习、我校代表性科研成果(高危险性、高毒性、高成本)转化的虚拟仿真实验、制药工程工艺VR及虚拟仿真实验。上述项目中获批国家级虚拟仿真实验教学一流本科课程1项，福建省虚拟仿真实验教学一流本科课程3项，校级虚拟仿真实验项目13项。

1.3 实验中心文化建设

实验中心文化建设是校园文化和整体育人环境不可分割的重要组成部分，对提高实验教学质量起着重要的作用。近五年来，实验中心着力进行实验室环境文化和制度文化建设，建成了卢嘉锡科学精神宣传教育基地，如图2(a)所示，展示我校以卢嘉锡先生为代表的老一辈科学家严谨、求实、创新、爱国的科学家精神，成为化学学院新生入学教育、科普教育和接待参观的必经之地，并获得2022年度科学家精神教育基地、2023年福建省优秀科普教育基地等荣誉。根据基地的科普宣传需要，设计并制作了主题突出、内容前沿、图文并茂的系列科普展板和电子展板，建设科普走廊(图2(b)所示)，展示的实验中心实验教学和化学科普工作的成效与特色，体现科学、和谐和安全的环境氛围，激发学生的探索欲望，有利于培养学生良好的行为习惯，提高道德素养。设立图书角(图2(c)所示)，师生可以自由借阅和交换书籍，从而促进彼此之间的学术对话和思想碰撞，使中心的文化氛围更加浓厚。这一系列的实验中心文化建设，展现中心实验教学团队的风采和积极向上的精神面貌^[7]，启发学生的创新精神，打造了具有服务精神的福州大学特色的实验中心文化。

2 持续深化实验教学改革，探索创新人才培养模式

实验中心贯彻学校的“价值引领、知识拓展、思维训练、能力建构”四位一体育人理念，结合学校“理工结合、基础研究与应用研究相结合”的办学特色，响应学院对化学理科拔尖2.0培养计划以及各专业的新工科、新医科等发展需求，深化教学改革，探索将思政融入实验教学、以研究前沿/产业动态拓展知识、围绕“实验技能培养-创新思维训练-综合能力提升”的思路优化实验课程体系，据国家教指委指导方针，梳理实验课程，按照人才培养的规律分阶梯设课，形成“基础-专业-综合-实训”的多层次、多类型的实验课程特色体系(图3)，符合“基础性、环保性、科学性、创新性”原则，聚焦聚力学生创新精神和实践能力的培养。2018年以来，实验中心开展的实验教学工作覆盖本校七个学院及至诚学院等二十余个专业，年学生数三千余人，年人时数约19万，完成了从基础实验教学到科研实践训练等多层次教学任务。



图2 实验中心文化建设

(a) 卢嘉锡科学精神宣传教育基地; (b) 科普走廊; (c) 图书角

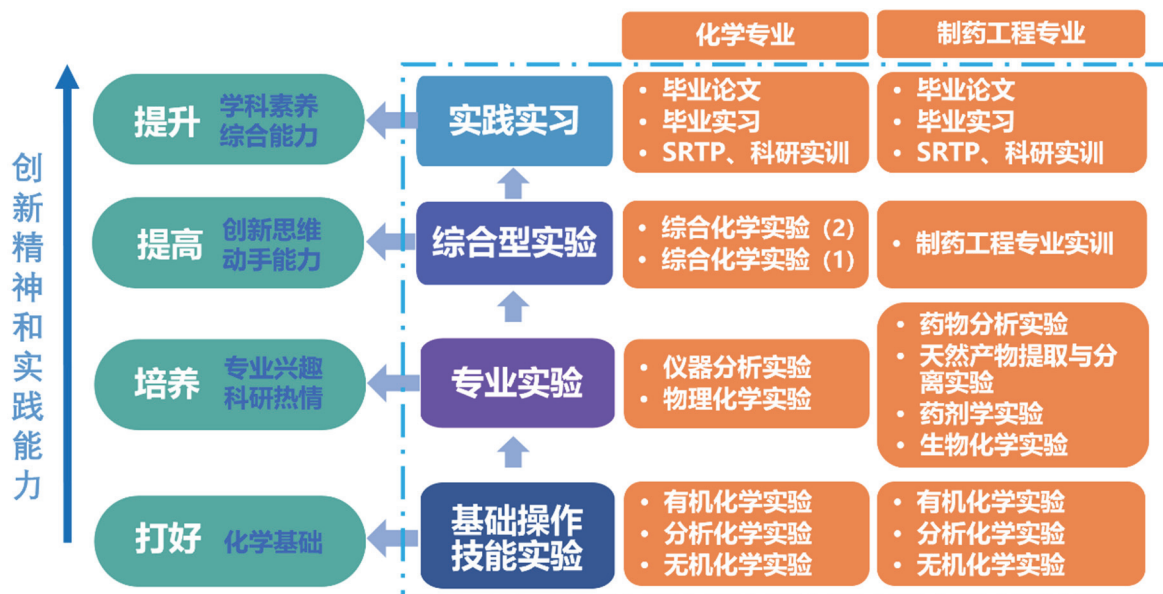


图3 实验课程体系

实验中心遵循“以赛促改、赛学结合、守正创新、科研引领”的化学实验教学改革创新理念，通过持续建设线上教学资源、扎实推进化学实验仪器的改进/自制、加快推动实验教学内容更新，不断优化实验教学方式等措施，积极开展教学改革实践，2018年以来，中心承办了两届国家级、两届省级赛事，获得国家级教学成果奖1项、省级3项、校级3项；获国家级一流本科课程2门、省级5门、校

级1门；获省级教研教改项目4项、校级18项；编写教材1本；发表教改论文28篇；教师获奖25项；指导学生学科竞赛获奖21项等，教育教学改革成果丰硕。

2.1 聚知积智，博采众长，建设线上教学资源

从发展趋势来看，线下教育与线上教育的有机融合将成为教育高质量发展的时代应有特征。近5年来，实验中心积极组织建设化学实验线上教学资源，录制了无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验、物理化学实验、仪器分析化学实验等共计52个课程视频并发布于化学实验教学管理系统，引导学生在课前主动预习，激发积极思考，确保实验课中有效实践，夯实基础；同时，丰富的线上教学资源，突破了时间和空间的限制，学生可以根据自己的兴趣和学习进度选择合适的学习内容，促进了学生的自主学习，显著提高了化学实验课程的教学质量。例如，无机化学实验中元素性质实验难度不高，学生容易上手操作，但内容繁多，碎片化，难以深入理解。通过录制视频，以清晰的实验现象、准确的化学反应方程式，全面呈现各元素的性质，显著提升了学生对该内容的深入理解。

2.2 有的放矢，推陈出新，改进/自制化学实验装置

“工欲善其事，必先利其器”，仪器在化学实验教学中扮演了至关重要的角色。实验中心积极动员各专业教学团队进行实验装置的自制与改造。其中物理化学实验教学团队的指导教师携手实验技术人员，结合实际教学过程的使用情况，针对存在的问题，从教学需求出发，对原有实验仪器进行了一系列的改进和优化。例如在界面移动法测定离子迁移数的实验中，以环境友好、无毒的铜电极替代镉电极作为阳极材料，践行了绿色化学理念，节约了实验成本^[8]。在气液平衡体系相图绘制实验中，利用自制保温隔热套，降低气相分馏效应，进一步加入温度补偿系统，解决了传统利用沸点法绘制的气相线与真实的气相线存在较大的偏差的问题，得到了较为理想的环己烷-乙醇二元气液平衡相图^[9,10]。该作品获第六届全国高等学校教师自制实验教学仪器设备创新大赛自由设计类三等奖。在电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率常数实验中，创新性地运用夹套烧杯为皂化反应池，通过恒温水循环及磁力搅拌保持体系恒温及均匀，使用微量取样器进样的方式混合样品，精简了实验步骤，提高了数据测量准确性，还拓展实验内容，提升了实验的高阶性、综合性和挑战度^[11]。该项目获第三届全国大学生化学实验创新设计竞赛华南赛区(实验改进赛道)二等奖。

2.3 以赛促改，科研反哺，更新实验教学内容

随着化学学科的迅猛发展，传统的化学实验教学内容已难以跟上科学研究的最新趋势、社会的实际需求，显现出一定的滞后性，难以满足“双一流”建设背景下对人才培养质量的要求。实验中心积极开展教学内容建设，根据实际教学情况调整实验项目，淘汰训练效果差、教学内涵低的项目，增设符合实际生产实践需要的、反映学科交叉和研究前沿的新项目，增加自主式、探究式、合作式的实验内容，促进教学内容朝着多维度、前沿化、开放化的方向发展，以适应教学方式的个性化、多样化、互动化，满足拔尖创新人才的培养需求。

以赛促改，科研反哺，是我们教学内容更新的两个重要来源^[12-14]。表1列出了部分具有代表性赛改和研改的项目^[15-22]。国家级或省级大学生化学实验竞赛操作试题是赛事承办学校集结一线教师团队精心设计的命题，项目内容具备了较强的综合性，涵盖多项基础知识、基本操作的训练，结合现代物理、化学手段进行产品的分析表征，注重学生思维的训练和分析解决问题能力的培养。选取合适的操作试题，在指导老师和实验技术人员的试做和摸索后，按照适合于课程教学、利于在我校实验室条件下开设的条件进行转化，形成教学实验项目。另一方面，实验中心鼓励教师和实验技术人员追踪前沿，选取化学学科领域代表性科研成果以及本校教师的特色科研成果中与实验教学相匹配的内容进行转化，推动学科资源、科研资源和行业先进技术转化为实验教学资源，持续建设福州大学特色的一流实验课程内容。鼓励学有余力的学生，参与到这项工作中(新创实验)，并选送优秀作品参加全国大学生化学实验创新设计竞赛，在近四届的竞赛中获新创实验国赛二等奖2项，华南赛区三等奖1项。

表1 福州大学化学实验教学中心部分新增实验项目*

| 课程名称 | 项目名称 | 来源 |
|-----------|--|---------------|
| 物理化学实验 | 酯类物质的碱性水解动力学探究 | 第10届国赛试题 |
| 物理化学实验 | g-C ₃ N ₄ 光致催化降解罗丹明B的动力学研究 | 科研转化/第11届国赛试题 |
| 有机化学实验 | 铜催化的炔烃和叠氮化物的环加成反应 | 科研转化 |
| 有机化学实验 | 电化学合成三芳胺衍生物 | 科研转化 |
| 有机化学实验 | 脯氨酸催化不对称羟醛缩合反应 | 科研转化 |
| 有机化学实验 | 2-(4-氯苯基)苯并噻唑的合成 | 第9届国赛试题 |
| 有机化学实验 | 4,4,5-三甲氧基-[1,1-联苯]-2-甲醛的合成 | 第10届国赛试题 |
| 综合化学实验(1) | 稀土铜配合物的制备及配位比的测定 | 第8届国赛试题 |
| 综合化学实验(1) | 用废旧易拉罐制备明矾及其铝含量的测定 | 首届福建省省赛试题 |
| 综合化学实验(1) | 2-三氟甲基四氢蔡-1-酮的制备 | 科研转化/第11届国赛试题 |
| 综合化学实验(1) | 具有异构发光变色的多核铜(I)配合物的制备及铜含量的测定 | 科研转化/第11届国赛试题 |
| 综合化学实验(2) | 一种基于非手性原料的手性配位聚合物的合成及表征 | 科研转化 |

*表格中的国赛是指全国大学生化学实验邀请赛,福建省省赛是指福建省大学生化学实验邀请赛

赛改和研改的新项目形成中心的实验项目资源库,先在嘉锡化学拔尖班进行小规模开放,在项目训练效果良好的情况下,面向全体化学专业全体学生大规模开放,促使中心的实验教学内容保持动态更新,并在更新中不断优化。

2.4 五法联动,教学相长,创新实验教学模式

当前,科技发展日新月异,新知识新技能层出不穷,在这样的信息爆炸的时代背景下,实验教学中对“学生如何学,教师如何教”都提出了严峻的考验。实验中心在进行教学内容更新的同时,也积极倡导教学理念的提升,注重学生“C3H3”——科学思维、科学能力和科学素养(三科)的培养,促进实验教师在教学方式上创新。以福建省首批一流课程综合化学实验(1)为例,该实验课程通过重塑实验教学流程,实施“问题导向,个性预习;翻转课堂,汇报讨论;知行合一,科研实验;全面表达,思考总结;个性拓展,开放探索”的“五法联动”的“研学型”本科生实验课程教学流程(图4),

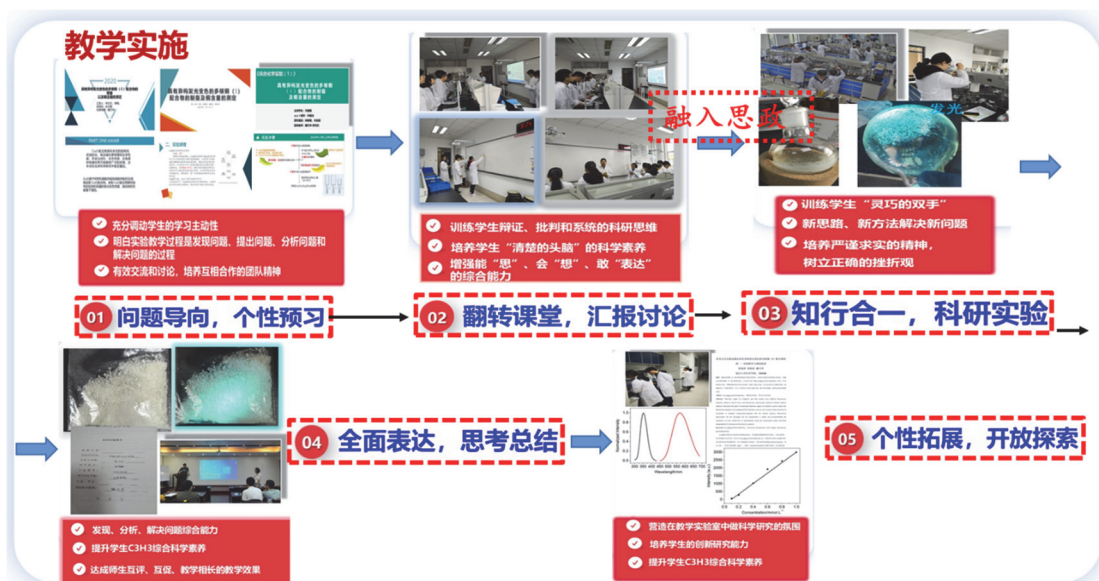


图4 “五法联动”的“研学型”本科生实验课程教学流程

重点培养学生“自主性”、“探究式”的学习能力，激活学生自主学习意识和兴趣，强化学生沟通表达及团队合作能力，逐步提高学生学以致用用的科研实践能力，培养学生严谨求实的科学态度，树立正确的挫折观，全面培养学生能“思”、会“想”、敢“表达”的综合能力。从2017年开设以来，该课程的创新教学流程得到了学生的高度认可，取得了良好的实验教学效果，相关经验已在实验中心的多个基础和专业实验课中推广，有机化学实验、物理化学实验、仪器分析化学实验等多门实验课程均增加了相应的开放探索性实验项目，部分项目获得了福州大学2023年校级教改的立项支持^[23]。

3 大力加强实验师资队伍建设，保障创新人才培养质量

实验教学改革能深入持久，实验教学和技术队伍的管理与建设至关重要。实验中心按照“理论与实践兼备，科研与教学互融”的建设目标，加强实验教学师资队伍的建设。坚持把师德师风作为第一标准，将立德树人和教书育人要求贯穿教育教学全过程，注重引育并举，打造一流实验师资。经过不懈的建设实践，实验中心建设了一支实验教学和管理紧密结合、实验与理论教学队伍互通、核心骨干稳定的实验教学组织。由学院分管教学副院长任实验中心主任，学院公开选拔聘任能力强、经验丰富的优秀教师任实验中心副主任；由各理论教学单位系副主任兼任实验中心各专业实验室主任；每个专业实验室任命1位专职实验技术负责人。实验中心打造了一支老中青分布均衡，教学、科研、技术兼容的实验教学团队。实验中心现有实验教师队伍93人(正高44人、副高43人、中级6人)，实验技术人员共13人(正高3人，副高2人)，平均年龄44.5岁，96%以上的教师具有博士学位。正高职称中不乏长江学者、国家杰青、国家“万人计划”等高层次人才。实验中心注重中青年教师的培养和发展，建立灵活的激励机制推动中青年教师投入实验教学以及指导学生参加学科竞赛，将科研融于实验教学。实验中心重视新教师岗前培训，修订《新教师试讲》制度；加强资深教师的教学督导；组建实验课程团队和基层教学组织，要求每学期至少进行3次教研会议，加强教学交流和研讨。实验中心鼓励实验技术人员在保障日常教学辅助工作之余，积极参与实验教学改革、实验课程改革、虚拟仿真等实验数字化建设、实验讲义编撰、学科竞赛指导、化学科普等工作，逐步向着专技能、兼管理、参教学、并服务的多角色方向转变。近年来，中心积极探索和改革，通过一系列措施，保障教师实验教学能力和水平，强化实验技术教师的专业技能，提升实验教学团队的综合素质，教师获各种教学奖项25项。

4 全面开展科普教育服务，开拓创新人才培养新领域

科学普及(以下简称科普)是国家创新体系的重要组成部分，推动科普高质量发展是实现高水平科技自立自强的必然要求，是作为高校国家级实验教学示范中心必须履行的社会责任。为深入贯彻落实习近平总书记关于科普工作的重要论述精神，牢牢把握“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”的战略定位，近年来，实验中心秉承“资源共享，科教融合，魅力化学，服务社会”的科普理念，加强科普平台和团队建设，聚焦科普实践育人，深化科普实验资源开发，打造国家级和省级化学科普基地品牌——福州大学卢嘉锡教育馆，开展一系列化学科普与教育服务活动(图5)，弘扬科学精神，提升中小学生的化学素养，提高大学生学以致用用的实践能力，着力培育具有服务精神的福州大学特色文化，有效地实现了科普与育人的双重目标，充分发挥国家级实验教学示范中心的示范辐射与开放引领作用，为助力乡村振兴科教事业发展，推动地方基础教育事业发展做出积极贡献。

4.1 科普资源建设助力科普育人

科普资源建设是实现高质量科普服务的核心。近年来，实验中心充分调动学院师生的积极性，组建“ChemFu(卡福)科普志愿服务队”，以化学趣味科普实验和化学学院特色科研成果为抓手，积极开发与建设具有福州大学特色的化学科普资源，广泛宣传化学科学研究中产生的前沿知识、创新思想、科学方法、科学精神和科学家精神，以身边人身边事增强化学科学研究故事的鲜活感和时代

中小學生、大學生、甚至化學專業教學與科研工作者。例如，面向中小學生的趣味化學科普夏令營、化學學科能力提升訓練營、走進中小學系列科普活動、面向大學生的科普創新實驗暨作品大賽、面向化學專業人士的科普建設研討活動、面向社會公眾的“ChemFu 科普雲課堂”活動等，除此之外，實驗中心還會不定期接待一些省內中學生的研學活動及參觀活動。“ChemFu (卡福) 科普志願服務隊”的大學生科普志願者隊伍在這些科普活動的開展過程中日益壯大。在活動的舉辦過程，大學生志願者協助參與了活動策劃、新聞宣傳、現場組織與協調、盧嘉錫教育館參觀講解、實驗室參觀講解等工作，學生在科普實踐中“受教育、長才幹、作貢獻”，不僅積累了寶貴的實踐經驗，還增強了服務社會的意識，逐步培養了他們對化學以及化學科普工作的熱愛與執著。

4.3 科普競賽助力科普育人

科普競賽作為科普教育的重要方式，對於提升大學生的科學素養和創新能力具有顯著效果。實驗中心積極組織學生參加全國大學生化學實驗創新設計競賽(科普賽道)、全國青年科普創新實驗暨作品大賽、“福建省化學學科聯盟” 科普創新實驗暨作品大賽^[25]等科普競賽，促進青年學子積極投入科普創作，用獨特的視角和創新的思維，展示他們對於化學知識的理解和應用，展現良好的精神風貌和團隊合作精神，達到“以賽促學，以賽促播”的目的。

5 結語

化學實驗教學不僅是傳授知識的手段，更是培育學生探究熱情與創新思維的沃土。秉承“明德至誠，博學遠志”的校訓和“筭路藍縷、守正創新”的院訓，福州大學化學實驗教學中心以提高人才培養質量為目標，持續建設，改革創新，已取得一定的階段性成果。然而在全球科技革命和產業變革的新浪潮中，信息技術、分子模擬、虛擬仿真、人工智能等前沿科技與方法正以驚人的速度發展，對化學實驗教學提出了新的期待和挑戰。立足新的時代背景，實驗中心將以更新教學理念、深化綜合改革為重要抓手，不斷追求卓越，在智慧化學實驗中心建設和拔尖創新人才培養方面砥礪前行，譜寫化學實驗中心高質量發展新篇章。

參 考 文 獻

- [1] 熊輝, 高曉莉, 郭雯, 秦超然, 付世濤, 龔躍法. 實驗室研究與探索, **2024**, *34* (1), 130.
- [2] 房川琳, 熊慶, 李俊玲. 實驗科學與技術, **2022**, *20* (1), 128.
- [3] 王春燕, 房芳, 劉華偉. 實驗室研究與探索, **2022**, *41* (8), 186.
- [4] 鄭瑋, 郭鈺, 柯子厚, 林佳麗, 魏巧華, 湯徹. 實驗技術與管理, **2021**, *38*(2), 259.
- [5] 張學鷺, 張森. 高等教育研究學報, **2016**, *39* (3), 103.
- [6] 王彬, 秦川麗, 劉一夫, 孫少平. 大學化學, **2022**, *37* (2), 2109086.
- [7] 張來英, 張春艷, 董志強, 阮永紅, 彭淑女, 方雪明. 大學化學, **2016**, *31* (10), 19.
- [8] 吳舒婷, 張惠芳, 譚翊鑫, 鄭歐, 高紹康, 李奕, 陳建中. 大學化學, **2016**, *31* (2), 24.
- [9] 鄭歐, 張栢茂, 祝淑穎, 黃長滄, 吳舒婷, 李浩宏. 大學化學, **2018**, *33* (10), 85.
- [10] 宋麗平, 王亞婷, 鄭歐, 吳舒婷, 祝淑穎, 陳建中. 大學化學, **2020**, *35* (1), 87.
- [11] 祝淑穎, 吳舒婷, 鄭歐. 大學化學, **2024**, *39* (4), 107.
- [12] 陳珠靈, 湯徹, 許紫婷, 魏巧華, 袁耀鋒. 實驗技術與管理, **2018**, *35* (10), 22.
- [13] 袁耀鋒, 林彩霞, 林偉, 謝在來, 王心晨. 大學化學, **2021**, *36* (5), 2102063.
- [14] 林彩霞, 鄺劍鋒, 袁耀鋒, 林佳麗, 吳韶華. 高等理科教育, **2022**, No. 5, 32.
- [15] 祝淑穎, 李奕, 吳舒婷, 孫燕琮, 魏巧華, 袁耀鋒, 湯徹. 大學化學, **2019**, *34* (5), 88.
- [16] Tang, S.; Wang, S.; Liu, Y.; Cong, H.; Lei, A. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2018**, *57* (17), 4737.
- [17] Benjamin, L.; Richard, A. L.; Carlos, F. B. *J. Am. Chem. Soc.* **2000**, *122* (10), 2395.

- [18] 张玉荣, 魏巧华, 汤傲, 袁耀锋. 大学化学, **2017**, *32* (5), 89.
- [19] 吴韶华, 鄢剑锋, 成佳佳, 魏巧华, 汤傲, 袁耀锋. 大学化学, **2020**, *35* (9), 214.
- [20] 张玉荣, 郭钰, 孙瑞卿, 张宁, 汤傲, 袁耀锋, 魏巧华. 大学化学, **2019**, *34* (6), 87.
- [21] 郑琤, 郑诗颖, 张艳萍, 郑寿添, 魏巧华. 大学化学, **2024**, in press. doi: 10.3866/PKU.DXHX202310131
- [22] 林佳丽, 林立超, 陈珠灵, 王建. 化学教育(中英文), **2021**, *42* (20), 63.
- [23] 福州大学关于公布2023年本科生开放探索性实验项目(课程)评选结果的通知. [2024-04-24]. <https://jwch.fzu.edu.cn/info/1039/12923.htm>
- [24] ChemFu (卡福)化学科普云课堂第三期《深掘催化新境界, 降耗增效赢未来》03.23-25上午十点准时播出, 欢迎青年学子们观看! [2024-04-24]. <https://mp.weixin.qq.com/s/ClbQN2xLv9Xov7K0Q3pnOA>
- [25] 首届“福建省化学学科联盟”科普创新实验暨作品大赛成功举行. [2024-04-24]. <https://chemlab.fzu.edu.cn/info/1045/1431.htm>