

## 化学国家级实验教学示范中心(山东师范大学)建设与实践

张卫<sup>1,\*</sup>, 邢昆英<sup>2</sup>, 李维<sup>1</sup>, 耿琰<sup>1,\*</sup>, 唐波<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 山东师范大学化学化工与材料科学学院, 济南 250014

<sup>2</sup> 山东师范大学第二附属中学, 济南 250014

**摘要:** 化学国家级实验教学示范中心(山东师范大学)紧紧围绕学校培养高素质基础应用型人才的培养目标, 遵从严谨治学、从严执教的优良传统, 积极推进实验课程改革和创新, 建立了比较完善的实验教学体系。经过多年的良好运行, 该中心在实验教学理念、体系等软件条件和教学设备、教学环境等硬件条件方面实现了共同发展, 实验教师队伍逐渐优化, 教学能力稳步提升, 形成了以全面培养学生综合能力和创新能力的独具特色的人才培养体系, 充分发挥了国家级实验教学示范中心的作用, 为创新型人才培养做出了贡献。

**关键词:** 化学; 实验教学; 示范中心; 建设与实践

**中图分类号:** G64; O6

## Construction and Practice of National Experimental Teaching Demonstration Center of Chemistry (Shandong Normal University)

Wei Zhang<sup>1,\*</sup>, Kunying Xing<sup>2</sup>, Wei Li<sup>1</sup>, Yan Geng<sup>1,\*</sup>, Bo Tang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> College of Chemistry, Chemical Engineering and Materials Science, Shandong Normal University, Jinan 250014, China.

<sup>2</sup> The Second Affiliated High School of Shandong Normal University, Jinan 250014, China.

**Abstract:** The National Experimental Teaching Demonstration Center of Chemistry (Shandong Normal University) is dedicated to the goal of cultivating high-quality, practically skilled talents. Adhering to a tradition of rigorous scholarship and strict teaching standards, the center actively promotes the reform and innovation of experimental courses, establishing a comprehensive experimental teaching system. Over the years, the center has developed both in terms of software conditions, such as experimental teaching concepts and systems, and hardware conditions, such as teaching equipment and teaching environments. The team of experimental teachers has been gradually optimized, and their teaching abilities have been steadily improved. A unique talent training system has been formed, which focuses on cultivating students' comprehensive and innovative abilities. The center fully leverages its role as a national experimental teaching demonstration center, making significant contributions to the cultivation of innovative talents.

**Key Words:** Chemistry; Experimental teaching; Demonstration center; Construction and practice

山东师范大学化学系始建于1950年, 建校时为数理化系, 1952年院系调整, 原齐鲁大学化学系并入山东师范学院, 正式成立化学系。2002年成立化学化工与材料科学学院(以下简称学院)。近70年来, 山东师范大学化学学科为山东省乃至全国的化学教育、科学研究及社会经济发展做出了重要贡献。伴随实验改革大潮, 化学实验教学按照“宽口径、厚基础、强能力、高素质”的要求, 2001

收稿: 2024-04-10; 录用: 2024-05-10; 网络发表: 2024-05-28

\*通讯作者, Emails: zhangwei@sdsu.edu.cn (张卫); gengyan@sdsu.edu.cn (耿琰)

基金资助: 化学专业实验课程体系的优化和建构(SYJG050103); 国家自然科学基金(22374091, 22076106)

年10月, 化学系组织实验教师赴山东大学、南京大学、南京师范大学、华东师范大学、上海师范大学、浙江大学等兄弟高校考察学习。在充分的前期准备工作的基础上, 2002年3月, 在原化学系无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、仪器分析、结构化学、化学工程基础、化学教学论8个实验室和原化工系有机化学、无机化学、分析化学、物理化学4个基础实验室的基础上整合组建了由校、院两级管理、依托化学学科的山东师范大学化学实验教学中心, 2004年1月教育厅批准立项建设山东省化学基础实验教学示范中心。将原分属于各教研室的教学实验室和大中型测试仪器室整合成立了化学基础教学实验中心(以下简称“中心”), 中心负责化学学院、生命科学学院、人口资源与环境学院3个学院7个专业本科、专科生的化学实验教学。“中心”统一安排实验教学课程和聘任实验教师, 实现了“人、财、物”的集中管理<sup>[1]</sup>。

中心组建后, 在山东省财政和学校支持下, 近几年加强了实验室建设, 中心实验室的综合实力得到加强, 整体水平有了显著的提高。2007年实验中心被评为国家级实验教学示范中心, 2013年通过验收。近年来, 中心对实验教学体系做出了较大的改革, 打破了原来实验课依附于理论课的“教辅”模式, 在化学一级学科的平台, 实验课程以“一体化、多层次”的形式独立设课, 建立了以培养学生全面科学素质, 综合实验能力和创新精神为主的理论结合实际的实验教学新体系, 即: 化学基础实验、综合化学实验和创新化学实验三个层次的实验教学新体系。在实验室建设方面, 成立了“化学基础实验室”、“综合化学实验室”等中心集中管理的实验室, 建立了大中型仪器测试室-中级仪器实验室, 实现了资源的统一配置和共享, 提高了实验室和仪器设备的使用效率, 为培养具有全面科学素质的人才提供了良好的实验环境和设备保障。积极引进高学历人才充实到实验人员队伍中来, 鼓励学术骨干担任实验课教师。在运行过程中, “中心”建立了一支高素质的实验教学队伍和实验室管理队伍; 建立了科学、规范的管理体制。多年来, 通过整合和优化实验教学资源、设计教学思路、修正教学理念, 加强实验实践教学改革, 创新人才培养模式, 在全面提升学生实验动手技能和创新意识方面具备了一定的引领示范作用<sup>[2,3]</sup>。2023年, 教育部开展了国家级实验教学示范中心阶段性总结工作<sup>[4]</sup>, 化学国家级实验教学示范中心(山东师范大学)以此为契机, 系统整理了过去五年以来的建设成果, 并对未来发展进行了展望, 下面介绍一下我们的经验和做法。

## 1 管理与运行机制

为全面规范制度建设, 全力保障示范中心的运行发展, 山东师范大学出台了基础课实验教学中心建设实施意见, 在组织领导方面, 经学校研究决定, 成立“实验教学中心”建设工作领导小组, 并下设办公室, 时任校长赵彦修担任组长。领导小组具体领导协调“实验教学中心”建设过程中的各项工作, 并充分发挥学校实验室管理委员会的指导、监督作用, 具体组织实施“实验教学中心”建设项目的审议、评估、遴选等工作。为进一步强化制度建设, 2020年学校下发文件, 聘任了示范中心主任, 并报省教育厅备案。同年学校出台了山东师范大学实验教学中心管理办法, 规范和推动学校教学实验室建设和各级实验教学中心运行, 理顺了管理体制。根据相关要求, 示范中心成立了以裴坚教授为主任委员的第一届教学指导委员会, 示范中心每年召开一次教学指导委员会会议。建设并运行了示范中心的网站, 各学科的实验资源上传到中心网站供学生下载使用, 并根据相关要求在示范中心公布中心的年度报告。在教学安全管理方面, 建立了实验室安全主要责任人、安全员制度, 示范中心安全稳定运行, 未发生安全责任事故。

示范中心的发展规划为: (1) 中心将以国家“双一流”学科建设为契机, 积极争取学校更大的支持, 进一步完善实验教学条件, 提升人才培养质量。(2) 以化学师范教育专业认证为契机, 进一步加强中心人才建设, 提升内涵发展质量, 为教学科研和人才培养服务。(3) 继续加强化学化工虚拟仿真实验室内涵建设, 提升实验教学质量, 积极申报化学化工虚拟仿真项目。

近五年, 围绕中心的发展规划, 我们完成情况如下: (1) 在学科建设方面, 2020年化学学科作为山东省“高峰学科”建设类型入选省属高校“高水平学科”建设名单。同年7月, 化学成为山东省

首批通过师范类专业二级认证的专业。利用教育服务新旧动能转换专业对接产业项目经费支持,改善了实验教学条件,更新了教学设备。(2)在师资队伍建设方面,示范中心新增国家人才1人,省部级人才6人,强化了师资队伍。(3)在教学资源建设方面,获批一项国家一流课程和四项省级一流课程(其中两项为虚拟仿真课程),建立了有机化学、分析化学、化学教学论等线上资源课。依托超星平台建立了分析化学实验线上资源平台,学生通过线上线下相结合的预习方式,有力提高了学生实验的理论水平。综上,示范中心完成了发展规划任务指标。

## 2 教学与人才培养

示范中心秉承“厚基础、宽口径、强能力、高素质、重创新”的理念,着力培养基础扎实、知识面广、实践能力强、综合素质高、具有创新精神与创业能力,能在化学及其相关的科学领域从事教学、科学研究及技术开发等工作的高级专门人才。五年来,示范中心面向化学化工与材料科学学院和生命科学学院7个理科专业和2个工科专业学生开放,年均开设实验课程13门,实验项目216项,实验学生人时数年均达21万人学时,充分满足了本校相关专业化学实验教学需要,实验课与理论课相结合,有效地提高了学生的创新意识和实践能力。示范中心积极举办竞赛活动,如2021年7月,承办了第十二届山东省大学生化学实验大赛。同时承办了山东省高等院校化学实验教学与实验室建设研讨会等大型会议。2022年5月,承办了山东省化学类专业一流专业建设标准培训会等。依托示范中心教师们每年都积极指导学生开展创新创业活动,如2019年度承担国家级、省级、校级及示范中心的大学生创新创业训练项目共计28项,参与发表论文12篇,申请专利15项,参加了包括国家级、省级各种竞赛约34人次,省部级以上奖励20人次,充分展示了学生的创新能力和实践能力。

遵从“强化基础,注重能力,培养创新意识,提高综合素质”的教学宗旨,形成具有本中心特色的实验教学体系与内容。注重理、工、教融合,基础与应用并举,提高学生的综合素质和实践能力。以高水平的科研促进实验教学,努力将科研成果转化为实验教学内容,提升实验教学水平。形成了“基础型实验-综合设计型实验-研究创新型实验”的“一体化、多层次、开放式”实验教学体系(图1)。其中基础型实验注重学生三基培养。综合设计型实验侧重于合成、分离、表征全过程,实验内容具有新颖性、实用综合性和设计性,注重综合实验能力和科学素质培养。研究创新型实验注重引导本科生进入教师科研实验室接受基本的科研训练,培养创新思维能力。研究式实验的特点是:开放式实验教学和大学生科技活动相结合的、融多样化教学形式为一体的教学环节。研究创新型实验针对高年级学生进行,引导、促进学生个性发展。优秀学生有机会参加大学生创新(创业)训练计划项目、大学生科研基金项目等科研项目和创新实验。

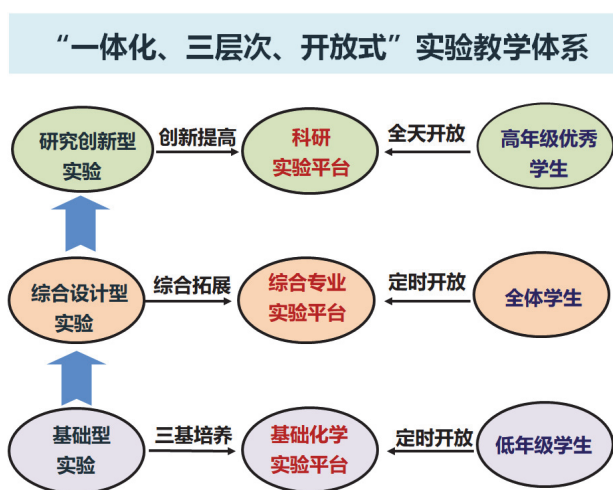


图1 实验教学体系建设情况

### 3 教学改革与研究

示范中心实验教学改革的思路是坚持师范教育特色,注重理、工、教融合,基础与应用并举,提高学生的综合素质和实践能力。以高水平的科研促进实验教学,努力将科研成果转化为实验教学内容,提升实验教学水平。中心始终坚持高质量实验教学与高水平科学研究相互促进的原则,注重科教融合,把具有学院特色的科研成果有效融入本科实验教学,开阔了学生视野,提高了人才培养的质量。为进一步提高教学改革研究水平,中心构建了质量过硬、层次丰富的实验课程体系,提高人才培养质量。在实践过程中,探索将前沿成果引入教学,合理增加课程难度、深度和专业挑战度,开展研究性和开创性教学改革。另外,中心注重加强课程的信息化水平,大力建设在线课程,并利用虚拟仿真促进实验教学提高学生对知识的理解力,推进线上线下相结合的混合式教学改革。此外,在课程内容和课程教学设计上专注和创新创业教育的衔接,推动创新创业教育进课堂。

示范中心在探索实验教学改革过程中,在大学生创新创业教育方面取得了如下几方面良好的效果。(1) 混合式课程的实施为创新创业教学内容的融入提供了必要的课时支撑。混合式课程运行实践极大地推动了学生参与大学生创新创业实践工作。化学专业2020和2021两年的大学生创新创业项目实施的数量和质量明显提高,参与学生的覆盖率达到60%以上。(2) 将大学生创新创业比赛的成果与课程内容有机融合,并且更早在课程中通过新的实验内容(包括虚拟仿真实验课程)的导入,提高大学生参与科研创新的能力。这些举措显著提高了大学生参与创新的热情,2020和2021年化学专业学生报名参加创新创业比赛和学科竞赛的人数大幅提高,覆盖率在50%以上。2020年和2021年,化学专业学生在“互联网+”大学生创新创业比赛山东省赛比赛中分别取得了两银和两金四银的好成绩。在挑战杯和山东省大学生科技创新比赛上的成绩也蒸蒸日上。因此该课程体系的建构与实施经验较好地解决了如何有机融合专业教育与创新创业教育的问题,对我国高等院校教育改革具有积极的启示和借鉴意义<sup>[5]</sup>。

### 4 教学条件保障

秉承以生为本的理念,建立健全教学质量评价体系,完善教学质量监控与评价机制(图2)。通过制定健全的教学管理和质量保障规章制度,确保教学质量监控和评价体系高效运行<sup>[6]</sup>。示范中心通过随堂听课、看课,督查教学内容、教学方法以及教学手段等,对实验教学进行全过程的监督与指导。借助信息化手段对本专业实验教学秩序进行监管,保证教学工作有序运行。通过学生评教和学生信息员反馈,对本专业课堂的教学运行和组织管理进行实时监控。完善课堂教学评价体系,将学生评价、督导/同行评价、领导评价等相结合,多维度综合评价实验教学,实现实验教学质量和学生发展的量化管理。在质量监控中查找出来的问题,一方面及时准确地向相关学生和教师反馈,实现质量监控的时效性;另一方面对共性问题定期进行调研和研讨,促进人才培养体系的进一步优化。校院还要定期对质量监控体系本身进行审视,持续促进质量监控机制的优化和再升级。

示范中心目前建筑面积7060 m<sup>2</sup>,设备总值7778万元,设备台数7948台。依托示范中心网站和超星课程平台建立了无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验及物理化学实验等数字教学资源,极大地提高了同学们实验预习的效果。在安全责任体系方面,首先在入校教育环节,发放实验室安全教育手册,提前让学生学习基础安全知识、认识安全图标、了解逃生自救手段。并在大学一年级,开设了“化学实验安全与管理”必修课,系统地让同学提前了解实验室安全与管理方面的相关知识。需要强调的是在正式进入实验室前需要通过化学实验安全相关测试。此外,进入实验室的第一堂课实验室的安全依然是老师们首先要强调的。利用示范中心的线上资源,结合“化学实验安全与管理”课程,共同为学生在实验室中的安全保驾护航。学校不定期举行实验室安全教育报告会、危化品泄漏应急演练等。例如在2020年度,邀请清华大学艾德生教授做了题为“高校实验室安全基础与发展的技术逻辑”的报告,让老师们同学深入学习实验安全相关知识。

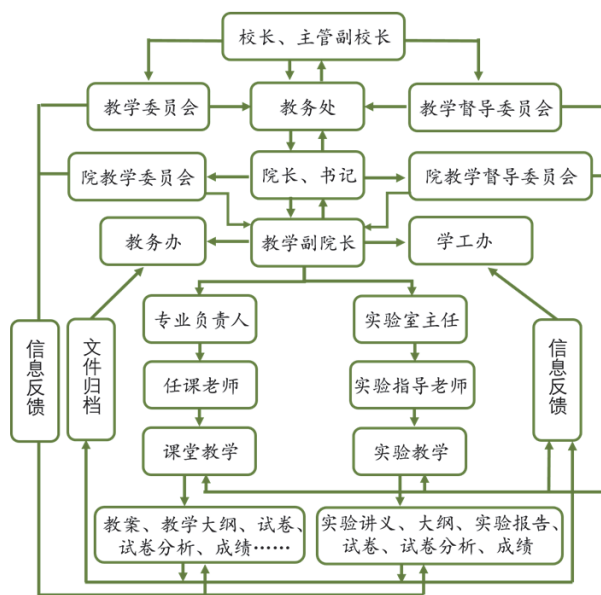


图2 实验教学质量监控与评价机制

建立了实验室安全主要责任人、安全员制度，谁使用，谁负责，强化实验室安全管理主体责任意识，健全实验室安全责任体系。针对危化品仓库建立了五双制度：双人收发、双人保管、双人领取、双把锁、双本账。

## 5 教学团队建设

示范中心依托教研室分别成立了各学科的实验教学团队，如无机化学教学团队、有机化学教学团队、分析化学教学团队、物理化学教学团队以及化学教学论教学团队。其中有机教研团队承担有机化学、有机化学实验等教学任务，入选山东省有机化学教学优秀团队。在团队建设方面，董育斌教授被聘为教育部长江学者、国家突出贡献中青年专家。李平教授被聘为教育部“长江学者和创新团队发展计划”创新团队带头人、国家突出贡献中青年专家。徐显秀教授被聘为山东省泰山学者特聘专家、耿琰教授被聘为山东省泰山学者青年专家。在教材建设方面，刘庆俭教授编著《有机化学实验》、唐波教授编写的《分析化学》《分析化学实验》等教材将最新的科研成果和传统的知识点结合，拓宽了学生的知识面，丰富了教学内容，提高了教学效果，已经作为山东师大、河南师大、广西师大等高校的教材。分析化学教学团队承担了每年共950人次的分析化学相关专业本科教学工作。团队教师不断创新教育理念、改进教学方法，注重学生知识系统性、动手能力、创新能力的培养。分析化学教研团队获评全国黄大年式教学科研团队、全国“三八红旗集体”、山东省“干事创业好团队”荣誉称号、山东师范大学第一批“五好三强”过硬党支部(标兵)等荣誉称号。该团队先进事迹多次被中华人民共和国教育部官网、新华网、中国新闻网、大众日报、山东电视台、齐鲁网以及新浪网、搜狐网、网易等媒体报道。

## 6 示范引领成效

示范中心教师们积极投身教学改革，取得了系列教学成果。如科教融合培养创新型化学人才的探索与实践，获得2018年度省级教学成果特等奖；基于“三重表征”的化学教学理论与实践研究，获得省级教学成果一等奖(2018)；基于“三位一体”高水平人才培养平台，促进研究生科技创新能力的培养，获得省级教学成果一等奖(2018)；创新型卓越化学教师培养体系的构建与实施，获得2022年度山东省省级教学成果一等奖。在教学资源建设方面，获批一项国家一流课程和四项省级

一流课程(其中两项为虚拟仿真课程), 陈蓁蓁教授领衔建立的“分析化学”线上资源课、毕华林教授的“化学教学设计”、耿琰教授的“有机化学(I+II)”被评为校级线上线下混合式一流课程。程桂英老师依托超星平台建立了“分析化学实验”线上资源平台, 学生进行线上线下相结合的预习方式, 通过探索新的教学手段, 帮助学生随时随地获取专业知识, 有力提高了学生实验的理论水平。在虚拟仿真实验课程建设方面, 我们本着以高水平的科研促进实验教学的原则, 将科研成果转化为实验教学内容, 分别建立了基于微流控芯片技术的单细胞活性物质检测虚拟仿真实验、基于共价有机框架材料的钙过载和光动力联合肿瘤治疗虚拟仿真实验、无光源激发光动力学治疗肺转移瘤虚拟仿真实验等省一流本科课程, 提升实验教学水平。另外, 在中心网站, 我们建立了无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等实验课程电子课件资源供同学们下载预习使用, 极大地提高了学生实验预习效果。

示范中心积极组织教师开展科普活动。在蓬莱区实验中学、烟台永铭中学、沂水县第二实验中学、章丘双语学校、山东师范大学附属小学等中小学开展了“认识化学, 走进化学”线下科普活动。陈蓁蓁教授赴济南大学城实验高中和甘肃永靖中学作了题为“质谱那些事儿”科普讲解; 杨燕美教授为山东师范大学附属小学的小学生启蒙化学元素知识, 作题为“化学元素与我们的生活”的报告。“化彩纷呈”童心科普实践队在寒假期间制作调查问卷了解不同人群对化学的认识程度, 成员分工录制包括小学科学教学包、科学小实验在内的化学知识科普系列课程。共开展线下科普活动11次, 受益公众10000余人。科普活动的开展既拓宽了学生视野, 又激发了化学学习兴趣, 有助于全面提升学生化学学科素养。

## 7 结语

化学国家级实验教学示范中心(山东师范大学)在实验室建设和实验教学等方面取得了优异成绩, 充分发挥了国家级实验教学示范中心的作用, 为创新型人才培养做出了贡献, 达到了示范中心建设指标要求。未来3-5年, 示范中心将积极推进实验教学改革与发展, 全面提升实验教学体系建设, 在为学生提供优质资源的同时, 推动教学资源共享与面向社会提供服务。(1) 加强制度建设, 探索优化教学管理模式, 提高教学管理的效率和水平。(2) 推进课程创新改革和教学资源信息化建设, 构建数字化教学环境, 拓宽教学形式和内容, 提高教学质量和效率。(3) 加强师资队伍建设, 建立符合现在学科发展需要的人才培养模式。(4) 推动产学研深度合作, 积极推进教育和产业的融合, 培养适应产业发展的复合型人才。(5) 强化合作交流, 通过面向社会服务等方式提升示范中心在区域内的示范引领作用。未来3-5年的发展规划将围绕上述方向为重点, 全面发挥示范中心的优势, 建立更加健全的公共服务体系, 为培养创新型人才、推进高质量发展做出应有的贡献。

## 参 考 文 献

- [1] 化学国家级教学示范中心(山东师范大学). 中心简介. [2023-05-21]. <http://www.ecc.sdn.u.edu.cn/info/1183/1049.htm>
- [2] 李倩倩, 苏新, 刘豪, 魏士平, 杨娟, 刘宝林. 实验技术与管理, 2017, 34 (5), 215.
- [3] 汪友明, 艾琼, 李龙春. 高教学刊, 2023, No. 27, 18.
- [4] 教育部高等教育司关于开展国家级实验教学示范中心阶段性总结工作的通知. [2023-05-21]. [http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202305/t20230510\\_1059041.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202305/t20230510_1059041.html)
- [5] 耿琰, 张瑞林. 科教导刊, 2022, No. 17, 33.
- [6] 刘源, 吴海云, 施煜, 常若葵, 李传林. 实验室科学, 2016, 18 (4), 182.