

“101计划”背景下化学实验教学中心的建设与发展

顾昊睿*, 李宁, 刘占祥, 林旭锋*

浙江大学化学系, 杭州 310058

摘要: “立德树人”是新时代高等教育的使命, 而实验教学是“立德树人”的重要环节。本文基于“101计划”的背景, 从实验教学体系、实验教学内容、实验教学团队、实验教学信息化建设以及软硬件建设等方面介绍了浙江大学化学国家级实验教学示范中心建设与发展的经验。依托中心的建设, 坚持落实“人格、素质、能力、知识”四位一体(KAQ2.0)人才培养理念, 不断提高自主培养基础学科拔尖创新人才的能力。

关键词: 化学实验教学中心; “101计划”; 实验教学; 建设与发展

中图分类号: G64; O6

Construction and Development of Chemistry Experimental Teaching Center under the Background of the “101 Plan”

Haorui Gu*, Ning Li, Zhanxiang Liu, Xufeng Lin*

Department of Chemistry, Zhejiang University, Zhejiang, Hangzhou 310058, China.

Abstract: Moral education is the mission of higher education in the new era, and experimental teaching is an important part of this mission. Under the background of the “101 plan”, this article introduces the experiences of the construction and development of Zhejiang University National Chemical Experimental Teaching Demonstration Center from the aspects of experimental teaching system, experimental teaching content, experimental teaching team, experimental teaching informatization construction, and the construction of both software and hardware. Relying on the center’s construction, we adhere to the new education concept that integrates personality, quality, ability and knowledge (KAQ2.0). This approach continuously improves our ability to independently cultivate top-notch innovative talents in basic disciplines.

Key Words: Chemistry experimental teaching center; The “101 plan”; Experimental teaching; Construction and development

教育兴则国家兴, 教育强则国家强; 建设教育强国, 龙头是高等教育^[1]。2019年, 教育部将“985工程”和“211工程”等重点建设项目统筹为“双一流”建设, 2021年12月, 教育部在计算机领域率先启动了“101计划”, 2024年4月19日, 教育部全面部署基础学科系列“101计划”推进工作, 这是高等教育教学改革的一项新实践。基础学科系列“101计划”是拔尖创新人才培养的一项筑基性工程, 重点任务是建设一批有高阶性、创新性和挑战度的一流核心课程, 一批反映国际学术前沿、具有中国特色的一流核心教材, 一支一流教师团队和一批科教融汇产教融合的一流实践项目, 以课程、教材、教师、实践项目等基础要素“小切口”, 牵引教育教学模式“大改革”。化学作为一门基础实

收稿: 2024-05-07; 录用: 2024-05-28; 网络发表: 2024-06-19

*通讯作者, Emails: 0019529@zju.edu.cn (顾昊睿); lxfoke@zju.edu.cn (林旭锋)

基金资助: 浙江大学本科教学创新实践项目

验学科,是“101计划”建设的重要组成部分,而化学实验教学中心作为化学实验的基石和载体,它的建设与发展也进入了一个全新的阶段^[2,3]。

1 中心发展历程

浙江大学化学系于1987年在全国高校中率先成立化学实验教学中心(发展历程见图1),实验单独设课,建立了基础-中级-综合为主干、适合理工农医多学科化学实验教学平台课程体系。中心在1993年获得了国家级优秀教学成果奖特等奖(联合),随后历年又与其他中心联合获得国家级优秀教学成果一等奖1次和二等奖5次。2006年成为首批国家级实验教学示范中心。中心大楼于2002年在紫金港校区建成,使用面积为1.1万平方米。中心实行主任负责制,实验教学类课程组长、实验课程负责人、实验室主任等分级管理,建立了完善的管理制度、教学质量评价和保障体系。

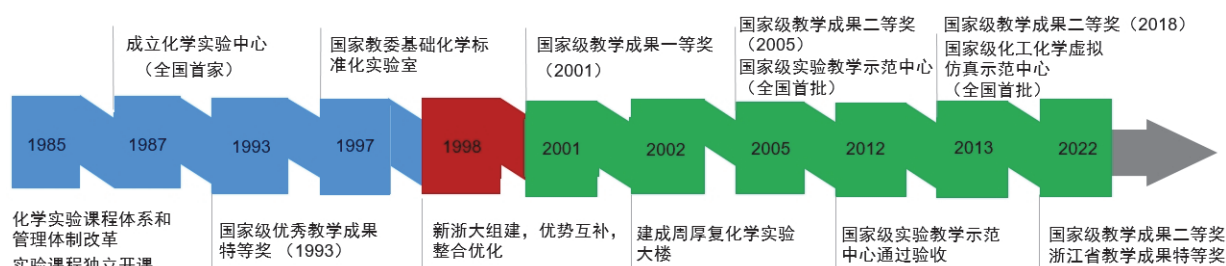


图1 浙江大学化学国家级实验教学示范中心发展历程

浙江大学化学国家级实验教学示范中心拥有一支由高水平教授负责,实验教学与理论教学队伍互通,教学、科研、技术兼容结构合理的高水平实验教学团队。中心完善了“一体化、多层次”的实验教学体系,每学年面向全校40多个学科和专业、5000多人次、开设20门实验课,教学人时数约28万。中心秉承“德才兼备、全面发展、求是创新、追求卓越”的教育理念,充分发挥“国家双一流化学学科”“化学一级学科国家重点学科”“国家级一流化学专业”“国家理科基础研究和人才培养基地”“国家工科基础课程化学教学基地”国家和浙江省精品课程等资源优势,推进“学科-专业-教学”融合发展,发挥高水平教师在实验教学与课程建设上的核心作用,搭建具有浙江大学优势和特色的化学实验教学平台,为培养知识、能力、素质及人格全面协调发展的拔尖创新人才提供强有力的支撑。

2 建设与发展

2.1 优化实验教学课程体系

中心以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引,坚持人格、素质、能力、知识融合一体的KAQ2.0育人新理念,围绕人格健全、素质全面、能力卓越、知识宽厚的“全人”“新人”目标,将家国情怀、科学精神、人文素养要求融入到学生培养的全过程,形成了全人教育、自主培养的“浙大模式”。以“创新意识”和“实践能力”培养并重的实验教学理念,着力构建以学生为中心的一流本科教育体系。以学生实践能力培养为切入点,依托“国家双一流化学学科”“化学一级学科国家重点学科”“国家级一流化学专业”“珠峰计划”“强基计划”“国家级基础化学教学团队”等学科优势资源,推进课程改革创新,全面建设课程内容、教学模式、教材、实践平台,提升化学学科要素水平和人才培养质量。围绕《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》,以培养创新性化学人才为出发点,逐步形成“系统性、综合性、设计性、研究性和创新性”实验教学体系。

中心针对非化类专业低年级学生,对原有普通化学实验类的教学内容进行整合梳理,根据不同学科专业的特点,开设了不同层次不同要求的普通化学实验类课程,构建了以“工程化学实验”(1

学分)-“普通化学实验(乙)”(1.5学分)-“普通化学实验(甲)”(2学分)组成的普通化学实验课程新体系,新课程体系能方便不同学科根据涉及化学广度深度的不同,选择不同层次的普通化学实验课程,实现模块化培养,进一步彰显浙江大学特色,加快实现“双一流”建设目标,实现通识教育的目的。

中心针对化学专业学生,分层次培养基地班、求是科学班和强基班的学生,建立体现系统训练与探索研究相结合的“基础实验-中级实验-综合实验-创新实验”多层次、系统化的化学专业实验课程体系,增设“无机和分析化学实验”“有机化学实验”“仪器分析实验”“物理化学实验”“探索性化学实验”等课程,既注重基础实验内容建设,又加强前沿研究的教学转化,开设不同层次的个性化的课程教学内容,形成了具有浙江大学特色、示范引领性、以培养拔尖创新人才为导向的科教融合式化学实验教学新体系(见图2)。

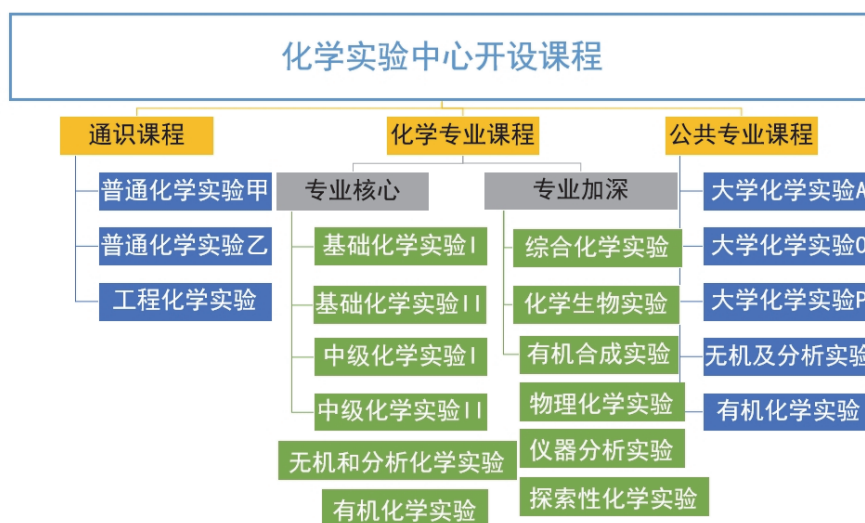


图2 浙江大学化学国家级实验教学示范中心全新课程体系

2.2 丰富实验教学内容

实验教学改革是一个系统工程,不仅要整体构建全新实验教学课程体系,也要注重实验内容改革^[4-6]。中心在强化基础化学实验教育的同时,着重于提高实验课程难度、深度和前沿性,吸纳最新的学术成果,建设一批具有高阶性、创新性、挑战性和前沿性的新实验。中心的多门课程都设计了承载本学科思想和方法的实验内容,引导学生分析并建立待测量与实验可测量之间的定量关系,透过实验现象和数据挖掘隐含的科学思想和方法,提升学生灵活应用基本理论、基本知识和基本操作的能力。

“普通化学实验(甲)”用不同表征方法从原子、分子水平认识宏观物质的性质,开发和改进了系列实验:不同晶型的草酸亚铁制备和表征(设计性);三草酸合铁(III)酸钾、六氰合铁(III)酸钾中铁离子的杂化轨道类型测定;温度、浓度对弱酸、强酸解离度的影响;不同分子的化学键中离子性的强弱;阿司匹林解离反应的热力学焓变的测定(探究性)实验。“仪器分析实验”开发了两个新实验:圆二色光谱对核酸G-四链体构象的分析,激光拉曼光谱的分子结构分析。“探索性化学实验”开发了四个新实验:一锅法制备Knoevenagel缩合产物及其性质表征;多芳基咪唑类化合物的合成及其荧光性能;手性发射型多孔有机分子笼的合成及性质;通过超共轭效应制备高效稳定的深蓝色室温磷光材料。这些探究性新实验的开设,能够充分展示实验教学内容的生动性与实践性,体现实验课程的高阶性和创新性,实现以实验内容为载体提高和升华学生的实验技能,培养学生综合设计能力和团队合作能力,提高学生对课程的兴趣。同时课程在探究中引入研讨型教学模式,充分发掘学生兴趣与潜力,提高学生实践与创新能力,收到了很好的教学效果。

2.3 完善实验教学团队建设

优秀的实验教学团队和技术团队对实验教学的改革至关重要^[7]。基础学科拔尖创新人才的培养是提升国家核心竞争力的关键，是一流大学肩负的历史使命。具有深厚爱国情怀的学科拔尖创新人才的培养，需要组建高水平专家教学委员会，推进多维度综合评价模式，推进实质性科教融合的实验教学发展，引导高层次人才、优秀教学人才领衔实验课程体系整体规划设计，将理论和实验紧密结合，着眼相关领域国际研究前沿和最新成果，与时俱进，将科研前沿的案例融入实验教学中，着力培育和打造实验“金课”。

中心拥有“基础化学课程”国家级教学团队、“普通化学”国家级课程思政教学名师和教学团队，同时入选了浙江省首批课程思政示范基层教学组织(团队)。中心拥有固定人员和校内兼职人员两支队伍：固定人员55人，校内兼职人员83人；含博士生导师68人、国家杰出青年基金获得者11人、浙江大学求是特聘教学教授2人；另外每年通过公开招聘、择优聘任150名左右在读优秀硕士和博士研究生作为实验教学助理。实验中心实行主任负责制，设1位主任和3位副主任，并设公共实验教学类课程组长、专业实验教学类课程组长、实验课程负责人、教学实验室主任、主讲教师和实验员、研究生助教等岗位，组成实验教学团队。

中心不断建设与优化实验教学师资队伍，结合化学系岗位聘任及人才引进等举措，已拥有一支年龄和学历结构较为合理、教学与科研结合、积极向上、多元化的实验教学团队；组建一支高水平核心实验教学师资队伍，推进实质性科教融合的实验教学；其中实验课程负责人由10位正高、9位校级优秀教学岗，1位国家杰青组成，结合“珠峰计划”和“强基计划”，推进实质性科教融合的实验课程教学体系发展，充分发挥高水平优秀教师 in 创新人才培养中的核心作用。

2.4 推进实验教学信息化建设

近年来，信息技术的快速发展为实验中心运行管理的建设提供了强有力的技术支撑，也促使实验教学的理念、内容、方法等都发生了深刻变革^[8,9]。中心高度重视信息化建设，依托中心网站——“ZJU化学实验教学中心”和微信公众号——“浙大化学实验教学中心”两大主要信息平台(见图3)开展了“互联网+”教学和管理工作的。



图3 浙江大学化学国家级实验教学示范中心网站(左)和微信公众号(右)

中心网站的网址是“<http://chemcenter.zju.edu.cn/>”，经过管理权限的迁移，目前中心网站归属于浙江大学信息中心。中心网站分为中心概况、师资队伍、规章制度、设备与试剂、中心简讯和教学视频等板块。截至2022年12月31日，共发布了30多个实验教学视频，开设了4个虚实结合类虚拟仿真实验及9个计算化学类虚拟仿真实验，有力支撑了线上线下混合式教学的顺利开展。2023年度网站共发布了20篇新闻动态，及时报道了中心在教学和建设等方面的进展。中心信息化总资源达到45,000Mb，2023年度中心网站访问量近7.8万人次。

中心微信公众号“浙大化学实验教学中心”分为上课板块、中心板块和用户板块三个主菜单。微信公众号可以进行实验课程的在线考试、课程考勤和实验数据的提交与评分等，能实时查看成绩和错题情况，有效支撑了实验课程的过程评价与考核；并可随时学习安全考试题库和基本操作视频、查询化学品安全及理化特性数据，有力助推了信息化教学。全年受益学生超过5000人次，受益实验教学班超过130个。

中心还开发了中英文浙江大学化学类虚拟仿真实验中心网站和浙江大学创新化学实验室网站(见图4)，提高了实验信息化教学辐射范围，助力大型先进仪器高效支撑教学，为更好发挥示范中心的引领作用创造条件。



图4 浙江大学化学类虚拟仿真实验中心网站(左)和浙江大学创新化学实验室网站(右)

2.5 加快实验教学软硬件建设

实验室软硬件的建设对实验教学起着重要的作用^[10]。中心实验室面积10060 m²，共有127间实验室，空间充足，安全环保严格执行国家标准，应急设施和措施完善，认真开展广泛的师生安全教育，实行安全准入制度，每月2次安全例会，2次实验室安全检查，每学期2次消防演习。仪器设备配置合理，目前实验教学设备资产3959万元，仪器3456台，数量充足。化学分析测试平台价值4683万元的30台套教学科研仪器共享使用，满足现代实验教学要求。改进、自制仪器设备有特色，教学效果好。仪器设备管理制度健全，运行效果好。实验教学运行经费投入制度化，保障措施落实有力，中心运行良好。中心依托理学实验教学专项经费增购了一批先进教学仪器设备，如液相色谱飞行时间质谱联用仪、圆二色光谱仪、显微拉曼光谱仪、X射线衍射仪等等，在此基础上开发高阶性实验，搭建共

享实验平台, 建设了开放共享型的示范性创新化学实验室。

中心应用数字信息化技术优化整合教学资源, 重组实验教学内容, 将实验原理、操作的讲解和示范以微视频呈现, 将知识内容序列化, 专题化, 形成了个性鲜明的、丰富的网络教学资源, 再横向上扩展教学内容, 由点引线, 再扩展到面, 在课堂教学中高效完成。中心积极支持和推进慕课(MOOC)的建设, 合理运用现代信息技术手段, 开展基于慕课的线上线下混合式教学。“基础有机化学实验”MOOC在智慧树平台上线后, 已累计运行6个学期, 选课人数达1.5万人次, 4次荣获智慧树网“双一流高校精品课程(专业课)”；“无机及分析化学实验”双语MOOC完成上线；“普通化学实验”中文MOOC已经完成拍摄和后期制作, 部分视频已经用于线上线下混合式教学, 后期准备上线。中心同时积极推进虚拟仿真实验建设, 开启虚实结合的教学新模式, “水溶液的介观结构与形成机理虚拟仿真实验”为虚拟仿真实验国家级一流本科课程, 浏览量达到12356人次, 实验5174人次；“交互式纯物质相变化、临界现象观测虚拟仿真实验”和“生物碱Buflavine的多步合成交互式虚拟仿真实验”两个项目获批浙江大学虚拟仿真实验教学立项, 推荐省级建设项目完成并验收通过, 在“有机合成实验”“大学化学实验(O)”和“大学化学实验(P)”中进行了教学实践。

3 结语

浙江大学化学国家级实验教学示范中心围绕“立德树人”的根本任务, 按照浙江大学“双一流”建设和人才培养的总体要求, 紧紧围绕一流目标, 认真贯彻一流标准, 强化人才培养的中心地位和本科教育在人才培养中的核心地位, 全面探索人才培养的新理念、新内容、新方法。

中心已经具备大型实验教学仪器共享平台的创新化学实验室, 学科交叉、教研相合的创新空间初显成效。同时思政赋能的国家级和省级一流实验教学课程群也已逐步形成, 强而有力地支撑培养基础学科拔尖创新人才的能力。中心不断提高自主培养基础学科拔尖创新人才的能力, 打造浙江大学特色的一流实验课程体系, 打造精品专业系列优秀实验教材, 提升课程思政育人质量, 打造品牌通识课程, 充分借助数字化战略, 推动实验教学升级转型, 深化线上线下融合和科教融合的新时代教学模式改革, 持续推进慕课和虚拟仿真实验教学课程建设, 推动以专业-培养方案-课程-教材为主线的质量内涵建设, 注重将科学前沿成果和行业产业先进技术及时转化为实验教学项目, 进一步打造以学生成长为中心的育人文化理念, 继续谱写化学实验中心高质量发展的新篇章。

参 考 文 献

- [1] 熊辉, 高晓莉, 郭雯霁, 秦超然, 付世涛, 龚跃法. 实验室研究与探索, 2024, 43 (1), 130.
- [2] 王春燕, 房芳, 刘华伟. 实验室研究与探索, 2022, 41 (8), 186.
- [3] 房川琳, 熊庆, 李俊玲. 实验科学与技术, 2022, 20 (1), 128.
- [4] 孙萍, 解沛忠, 张东明. 广州化工, 2022, 50 (24), 258.
- [5] 张树永, 张剑荣, 陈六平. 大学化学, 2016, 31 (9), 1.
- [6] 雷洪, 霍冀川, 张廷红, 黄鹤燕. 大学化学, 2021, 36 (5), 195.
- [7] 徐剑波. 实验室研究与探索, 2021, 40 (11), 265.
- [8] 胡章记, 赵哲, 李敏, 成丽苹, 谭彩霞. 山东化工, 2018, 47 (24), 88.
- [9] 白艳, 周珂, 赵志毅. 实验室研究与探索, 2020, 39 (5), 256.
- [10] 刘洋, 姜丹, 徐立新, 汤海峰. 广州化工, 2022, 50 (13), 256.