

## 教育部重点实验室大型仪器设备平台的建设与管理

刘莹<sup>1,\*</sup>, 孙玲杰<sup>2</sup>, 杨方旭<sup>1</sup>, 程姗姗<sup>1</sup>, 张小涛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>天津大学理学院化学系, 有机集成电路教育部重点实验室, 天津市分子光电科学重点实验室, 天津 300072

<sup>2</sup>天津大学分子聚集态科学研究院, 有机集成电路教育部重点实验室, 天津市分子光电科学重点实验室, 天津 300072

**摘要:** 教育部重点实验室聚焦国家战略需求, 承担科学前沿研究与人才培养的双重任务。大型仪器设备平台是重点实验室开展科学研究与教学育人的重要场所。有机集成电路教育部重点实验室通过提升大型仪器设备平台的条件建设、管理队伍建设、管理机制建设, 在科学研究、人才培养、社会服务等方面取得了一些成果。本文同时提出未来发展方向, 为同类实验室大型仪器设备平台建设与发展提供参考。

**关键词:** 重点实验室; 大型仪器设备; 科学研究; 人才培养

**中图分类号:** G64; O6

## Construction and Management of the Large-Scale Instrument Platform at the Key Laboratory of the Ministry of Education

Ying Liu<sup>1,\*</sup>, Lingjie Sun<sup>2</sup>, Fangxu Yang<sup>1</sup>, Shanshan Cheng<sup>1</sup>, Xiaotao Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Key Laboratory of Organic Integrated Circuits, Ministry of Education & Tianjin Key Laboratory of Molecular Optoelectronic Sciences, Department of Chemistry, School of Science, Tianjin University, Tianjin 300072, China.

<sup>2</sup> Key Laboratory of Organic Integrated Circuits, Ministry of Education & Tianjin Key Laboratory of Molecular Optoelectronic Sciences, Institute of Molecular Aggregation Science, Tianjin University, Tianjin 300072, China.

**Abstract:** The key laboratories of the Ministry of Education are focused on addressing national strategic needs while simultaneously engaging in cutting-edge scientific research and talent cultivation. Large-scale instrument platforms serve as vital facilities for these laboratories to conduct scientific investigations and educational training. Key Laboratory of Organic Integrated Circuits, Ministry of Education has achieved notable successes in scientific research, talent development, and public service by enhancing the infrastructure, fostering management teams, and refining operational mechanisms for its instrument platform. This article also outlines future development directions, offering insights for the establishment and advancement of similar large-scale instrumentation platforms in other laboratories.

**Key Words:** Key laboratory; Large-scale instrument; Scientific research; Talent cultivation

### 1 引言

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》指出, 要强化国家战略科技力量, 瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域, 实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目<sup>[1]</sup>。集成电路被

收稿: 2024-07-22; 录用: 2024-10-14; 网络发表: 2024-12-23

\*通讯作者, Email: ying\_liu@tju.edu.cn

基金资助: 2023年天津市高等学校研究生教育改革研究计划项目(TJYG017); 天津市科学技术普及项目(22KPMRC00140)

誉为国家的“工业粮食”，是所有整机设备的“心脏”。有机集成电路因具有本征柔性、低功耗和可溶液加工等显著优势，是传统硅基集成电路的重要补充，是推动新型电子发展的颠覆性技术之一。

有机集成电路教育部重点实验室依托天津大学理学院成立，注重多学科高度交叉融合，联合天津大学材料学院、化工学院、微电子学院、精仪学院、分子聚集态科学研究院、分子+研究院，形成了有机集成电路“材料与器件-设计与制造-应用”的全链条研究，承担科学研究和人才培养的双重任务。在此基础上建设有机集成电路相关仪器设备平台意义重大<sup>[2]</sup>。本文介绍了重点实验室大型仪器设备平台的建设、管理经验以及取得的成效，并提出未来发展方向。

## 2 大型仪器设备平台的建设与管理措施

### 2.1 条件建设

#### 2.1.1 基础设施建设

有机集成电路教育部重点实验室科研及办公用地约9060平方米，集中在天津大学第三教学楼、第十一教学楼和第二十教学楼。由于大型仪器对环境要求较高，基础设施更需要按照高标准进行建设，这不仅涉及实验室水、电、气路的科学布局，还需考虑地面承重、环境温度、环境湿度、环境扰动程度、环境洁净度、辐射防护、有毒有害或易燃易爆物品存储等问题<sup>[3]</sup>。例如，部分楼宇建于1950年代，考虑到楼体承重问题，实验室规划重量较大的大型仪器设备集中放置于一楼；由于仪器设备对环境稳定性要求较高，实验室定制了抗振动光学平台，仪器设备放置于光学平台上，可满足精密仪器对振动隔离的需求；由于超高分辨微量喷墨沉积系统、光刻机等对环境洁净度要求高，实验室安装了洁净度为千级的超净间，为使用精密仪器提供洁净环境。

重点实验室根据每台仪器的需求，科学布局并完善基础设施建设，同时加强了实验室信息化、智能化管理<sup>[4]</sup>。实验室于2016年安装了楼宇出入门及大型仪器隔间的电子门禁系统及监控系统，并于2021年进行升级改造，增加了门禁系统人脸识别准入功能。管理员可按照人员类别设置不同权限，实现平台准入智能化管理。至今已为全校师生及校外合作人员开通门禁2000余人次，为全天候开放共享提供前提和保障。同时，为解决停电等突发事件对仪器可能造成的不利影响，对于电源稳定性要求较高的仪器，实验室为其配备了不间断电源(UPS)，保障仪器设备稳定运行。

#### 2.1.2 仪器硬件建设

高校实验室作为教育及科研重地，需要高精尖仪器设备及现代化平台作为支撑。实验室汇聚天津大学有机集成电路领域优势力量，根据实验室三大研究方向，建设分子设计与结构鉴定平台、材料结构与性质表征平台、微纳器件制备平台，以及器件与电路测试平台(图1)，平台拥有仪器设备120台，总价值1.3亿元(表1)。其中包括50万元以上有机集成电路研发相关仪器设备42台。

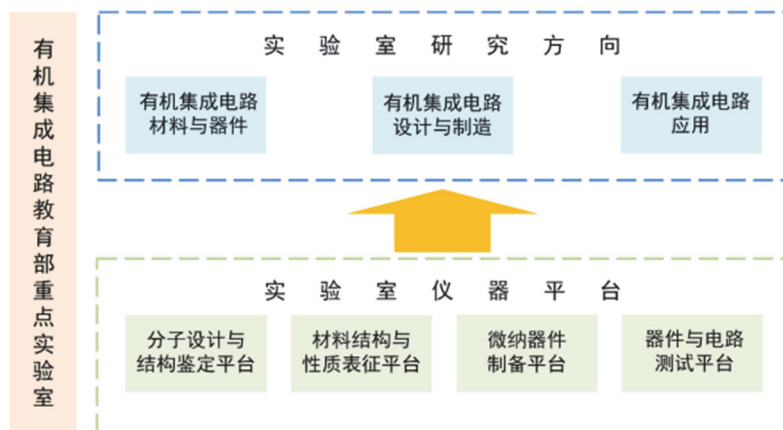


图1 仪器平台支撑实验室研究方向

表1 实验室相关仪器设备

平台类别	仪器名称
分子设计与结构鉴定平台	理论计算服务器组、核磁共振谱仪、飞行时间质谱仪、高温/常温凝胶色谱仪、单晶X射线衍射仪等
材料结构与性质表征平台	傅立叶变换红外光谱仪、激光拉曼光谱仪、稳态/瞬态荧光光谱仪、粉末/薄膜X射线衍射仪、3D激光共聚焦显微镜、高分辨场发射扫描电子显微镜、透射式电子显微镜、原子力显微镜等
微纳器件制备平台	薄膜晶体管制备与表征系统、超高分辨微量喷墨沉积系统、紫外曝光机、电子束蒸发/热蒸发复合镀膜系统、光脉冲烧结系统等
器件与电路测试平台	高低温探针台测试系统、低温电学谱综合测试系统、原位高真空光电测量系统、柔性器件电学测试平台、综合物性测量系统、微波毫米波天线测试系统、毫米波信号发射综合模拟机、超低噪声高功率毫米波源、高性能信号分析仪、CMOS微波与THz测试系统、立体空间能量辐射场强测量仪器、太赫兹发射接收器等

## 2.2 平台管理队伍建设

### 2.2.1 建立多层次的大型仪器设备管理队伍

面对实验技术人员短缺问题，实验室形成了“主任-副主任-教学科研系列教师-实验技术系列教师-研究生仪器管理员”的多级分工管理模式。实验室主任、副主任负责决策、把控大型仪器平台建设大方向，教学科研系列教师和实验技术系列教师负责仪器功能开发、仪器教学培训、平台建设等。研究生仪器管理员负责仪器维护、日常培训等。

教育部在《关于做好研究生担任助研、助教、助管和辅导员工作的意见》中指出：“进一步强化‘三助一辅’的培养功能，改进和加强管理服务，对于推进研究生培养模式和培养机制改革，提高研究生培养质量具有重要意义<sup>[5]</sup>。”通过研究生仪器管理员的加入，既锻炼、提升了学生的专业技术水平及管理能力，又加强了大型仪器设备开放共享服务功能，还缓解了实验人员短缺的现状<sup>[6]</sup>。自2017年以来，实验室累计培养了具有独立操作能力的研究生仪器管理员近50名，实现了仪器设备全天候共享服务。

### 2.2.2 激发队伍活力的举措

在职业发展方面，重点实验室大型仪器设备平台鼓励平台管理团队教师通过在职攻读博士研究生，公派海外科研院校访学等途径进行深造，提升专业技能。近5年来，实验室已选派5名教师前往美国斯坦福大学、英国剑桥大学、美国加州大学河滨分校、美国普渡大学、荷兰埃因霍温理工大学进行为期半年到一年的访学交流。实验室教师通过与海外院校教师学习先进的科学技术，在前沿科学中进行应用，以第一作者或通信作者发表多篇顶级学术论文，其中在可拉伸电子与显示领域已发表*Nature* 1篇、*Science* 1篇。在培训方面，重点实验室大型仪器设备平台面向教学科研系列教师、实验技术人员、研究生管理员定期举办专业技能培训。例如，大型仪器开放共享培训、仪器专业技能培训、实验室安全与管理培训等，通过学习交流，切实提升大型仪器设备平台管理团队的专业技能与管理水平。此外，实验室平台鼓励教学科研系列教师及实验技术人员申报大型仪器开放基金、实验室建设与管理改革项目等专项经费，以激发队伍活力与创新，助力平台建设与发展。

实验室大型仪器平台制定平台管理团队专业技能与管理技能提升计划，鼓励、资助教学科研系列教师、实验技术人员以及研究生参加仪器设备测试及实验室管理相关会议，如“材料微观尺度表征与分析检测技术交流会”“天津大学第二十四届仪器设备展会”“第四届中国实验室发展大会暨第二届中国国际科学仪器及实验室装备展览会”“第二十一届中国国际装备制造业博览会”，以及“中国化学会”和“全国有机场效应晶体管会议”等<sup>[7]</sup>，通过参会交流拓宽视野，提升自身专业技能与管理水平。实验室同时邀请国家级人才、外籍专家以及企业技术专家到访实验室进行交流与指导。过去一年已邀请来自美国、英国、意大利、荷兰、德国、法国、日本、新加坡、澳大利亚等

16个国家及地区130余人来访或通过线上进行交流指导,加强了实验室师生与国内外专家学者之间的交流与合作,激发了实验室平台队伍活力。

在激发研究生仪器管理员队伍积极性方面,实验室根据“多劳多得,不劳不得”的原则,为18名大型仪器设备研究生管理员每月发放津贴100–200元,并在年底对优秀仪器管理员进行表彰,对于表现突出的同学发放奖品或奖金。对于设备管理不当的研究生管理员将被扣除或缓发津贴,以此激励学生提高仪器管理水平。

## 2.3 管理运行机制建设

### 2.3.1 培训管理

学生进入实验室开展科研之前,需要在“天津大学实验室安全教育培训系统”进行学习,通过实验室安全考核。有机集成电路教育部重点实验室根据自身特点,制作了新生培训PPT、培训视频以及培训手册,不仅涵盖大型仪器介绍、基本操作规定及注意事项,还包括化学品、耗材使用规范,废液、废弃物处理,常见错误操作案例等。本着“以人为本、预防在先”的原则,学生经过实验室统一培训后,与实验室签订《实验室安全责任书》,从而加强学生实验规范操作的责任感,预防安全事故发生。对于操作复杂的大型仪器设备,仪器管理师生将定期安排仪器培训与考核,考核通过的学生方可领取相关仪器耗材,独立操作仪器。

近两年来,实验室已对200余名新生进行实验室安全培训及仪器设备操作培训与考核,仪器设备考核通过率约为70%。学生反馈参加实验室相关培训有助于其快速熟悉实验安全防护常识、实验操作流程及仪器测试注意事项,对学生顺利开展实验起到积极作用。

### 2.3.2 仪器运行管理

实验室大型仪器平台管理教师共同制定了《实验室仪器管理规定》,要求师生严格遵守规则,规范仪器操作。实验室各房间设有安全卫生监督教师,主要负责每日房间卫生和安全监督,确保仪器设备环境安全、整洁。每台公用大型仪器设备都有一位负责教师和一到两位研究生管理员,负责仪器设备培训考核、维护保养,确保仪器正常运转。未经大型仪器操作培训或未通过操作考核的人员不得私自上机操作。因违反规定而造成仪器设备受损或者性能下降的,实验室将采取通报批评、取消仪器使用权限以及罚款等处罚。

使用大型仪器需要通过天津大学大型仪器管理平台(图2)或小程序进行线上预约,在登记本线下记录测试者、导师、测试日期及起止时间、样品名称、样品数量、环境温度、最大功率、异常情况详情,便于出现异常情况时快速追溯查明原因,采取有效解决措施。对于在预约时段多次违规操作的,如迟到、超时、爽约、早退等,平台会将违约人员拉入黑名单,取消其仪器测试预约权限。

通过仪器管理规定的严格执行,保障了实验室仪器设备的平稳、有序运行,为实验室300余名师生顺利开展实验教学及科研保驾护航。

### 2.3.3 开放共享

有机集成电路教育部重点实验室承担了大量国家级、省部级项目,需要长时段分析测试服务支持<sup>[8]</sup>。在保障重点实验室课题组科研测试及实验教学的基础上,实验室积极对外提供大型仪器开放共享服务。至今已累计面向校内外50余个课题组,2000余人次开展仪器测试服务,其中包括来自海内外高校、科研院所以及企事业单位人员,共享机时超19000小时/年。通过大型仪器设备平台开放共享促进了实验教学、科学研究、产业化发展,以及面向国家重大需求的高水平人才培养工作。近一年来,相关仪器测试成果在国际高水平期刊发表论文200余篇,包括*Nat. Mater.* 1篇、*Nat. Catal.* 1篇、*Nat. Synth.* 1篇、*Nat. Commun.* 3篇、*Chem. Soc. Rev.* 2篇、*PNAS* 2篇、*Adv. Mater.* 20篇、*Angew. Chem. Int. Ed.* 16篇、*J. Am. Chem. Soc.* 3篇。

通过管理制度及团队人员双管齐下,提高了重点实验室大型仪器使用效率,降低了仪器设备的无形损耗,加快了新技术和新设备的投入使用,提升了师生实验技术水平,为促进学科交叉合作与科技发展提供有力支撑<sup>[9]</sup>。

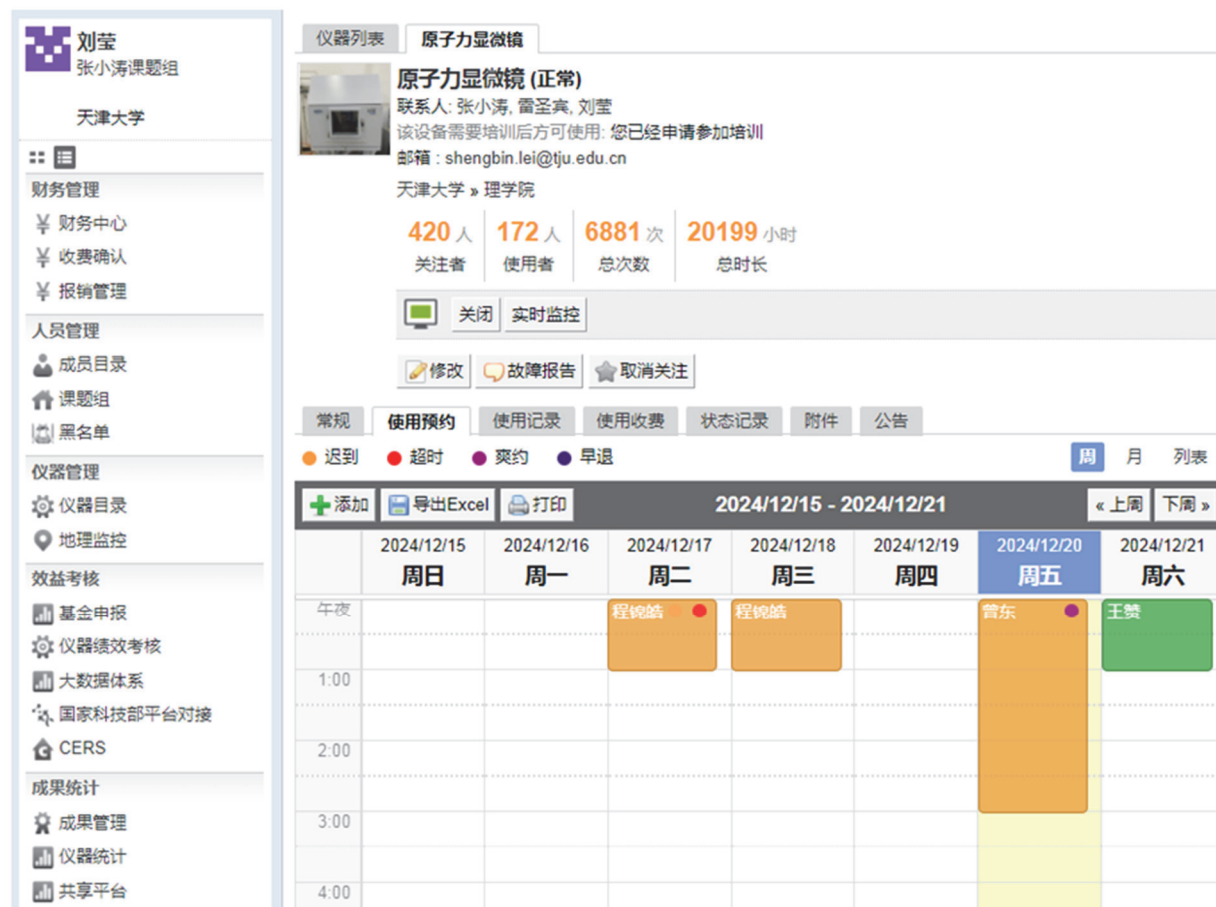


图2 天津大学大型仪器管理平台

### 3 大型仪器设备平台建设与管理的成效

#### 3.1 科研成果丰硕、加快产业化进程

习近平总书记指出，高水平研究型大学要发挥基础研究深厚、学科交叉融合的优势，成为基础研究的主力军和重大科技突破的生力军<sup>[10]</sup>。近一年来，实验室获省部级及以上项目资助22项，经费总额超4000万元；在实验室大型仪器平台支撑下，在国际高水平期刊发表SCI论文200余篇，授权专利29项；“高迁移率有机半导体材料与器件的研究”荣获2023年度国家自然科学二等奖，相关科研成果获2023年第三届全国创新争先奖、2023年度天津市科技进步一等奖等殊荣。

以重点实验室为核心，通过天津大学化学、化工、材料、微电子、精仪等多学科的交叉融合，构建了产、学、研、用全产业链的核心关键技术联合研究体，成立了国家新型显示材料技术创新中心，加快了技术成果落地<sup>[7]</sup>。依托天津市天开高教科创园，成立了天津市超柔科技有限公司，与天津工业大学、天津市胸科医院等单位紧密合作，自主研发“十二导柔性心电监测系统”，实现人体多种状态下心电信号的长时间稳定检测。形成了“新材料-新电极-新器件-新系统-新产品”的全链条发展，实现了技术革新与产业升级的深度融合。

#### 3.2 人才培养成果显著

当今社会，创新型人才不仅关心个人待遇，更注重事业发展的平台。规模大、种类全、功能先进、管理政策完善的高水平科研平台吸引优秀青年人才加入，为实验室储备强大的师资力量<sup>[11]</sup>。近两年来，实验室共引进国外优秀青年人才3人，国内优秀青年人才7人，其中包括2名国家级青年人才。

高水平大型仪器平台的建立促进了学科交叉合作以及科学技术创新，支撑重点实验室培养了一

批高层次综合性青年人才。近两年来,实验室培养国家杰出青年科学基金获得者1人、国家级青年人才5人、天津市杰出青年科学基金获得者1人。

先进的实验平台为学生发展提供沃土。实验室研究生不仅熟练掌握了独立操作仪器设备的本领,还具备了分析测试数据的能力,科研水平显著提升。在过去一年,学生成果丰硕,获博士研究生及硕士研究生国家奖学金6人、获天津大学优秀博士、硕士论文7人,团队斩获中国国家大学生创新大赛(2023)金奖1项、铜奖1项,获第十八届中国研究生电子竞技二等奖、研究生数学建模竞赛三等奖、2023年第十七届“挑战杯”天津市一等奖等荣誉。至今已有十余名实验室毕业生在导师引荐下前往海外高等学校或科研机构继续攻读博士学位或从事博士后研究,其中包括美国可再生能源国家实验室、美国西北大学、法国斯特拉斯堡大学、瑞士洛桑联邦理工学院、瑞典林雪平大学、日本东京大学、新加坡国立大学、新加坡南洋理工大学、新加坡科技研究局等。另一部分毕业生进入北京大学、清华大学、复旦大学、中国科学院化学研究所、南开大学、天津大学、同济大学、深圳大学等继续攻读国内博士学位或从事博士后研究。也有部分毕业生进入天津大学、青岛大学、天津理工大学、中央民族大学等从事教学科研或辅导员工作,或进入中国工程物理研究院、中国航天科工集团、之江实验室、广东季华实验室、中芯国际集成电路制造有限公司、北京集创北方科技股份有限公司、维信诺等从事技术工作<sup>[7]</sup>。另有少部分毕业生作为选调生为社会建设做出贡献。

### 3.3 社会服务功能的提升

高水平大型仪器平台在支撑实验教学与科学研究的基础上,还应在社会服务方面做出贡献。长期以来,实验室积极对外开放,提供科普参访、讲解服务,邀请社会公众走进前沿科学实验室,感受我国科研平台和科技创新成果,激发其兴趣,提升公众科学素养。

有机集成电路教育部重点实验室大型仪器设备平台近两年来承担来自大、中、小学,科研院所及企事业单位的团体及个人参访120余次,平台管理团队为参访者讲解科学奥秘,使其领略最新科技成果。同时,平台管理团队通过创建科普公众号、视频号和网站专栏,发布原创科普文章及视频80余期,内容包括大型仪器使用技巧、实验室科研创新成果等,线上访问量已超万人。同时实验室举办知识竞猜等互动型科普活动,向积极参与活动的社会公众发放科普文创产品。寓教于乐的方式让更多人们在轻松的氛围下学习到丰富的科学知识,体会到我国科技创新的力量。

## 4 结语

有机集成电路教育部重点实验室大型仪器设备平台通过科学建设与管理,在人才培养、科技创新、社会服务等方面取得了一些积极成果,助力“双一流”建设与发展。

未来,在实验室人员管理、平台智能化服务、“校-企”协同育人、加强社会服务等方面还有较大提升空间,可通过进一步完善新生实验室准入考核,加强师生奖惩力度;综合实验人员工作实际,完善评价考核机制<sup>[12]</sup>;借助AI完善平台监控、数据及知识库管理;探索建立“校-企”的协同育人机制,助力卓越工程师培养<sup>[13]</sup>;扩大从事科学技术普及的师生数量,开发仪器设备相关多元科普活动,提高社会服务水平,持续发展重点实验室大型仪器设备平台建设,完善平台管理,为科学研究、人才培养、社会服务提供坚实保障。

## 参 考 文 献

- [1] 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议. [2024-12-19]. [https://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content\\_5556991.htm?eqid=eede2db90003263a00000003647d2f6e](https://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm?eqid=eede2db90003263a00000003647d2f6e)
- [2] 马本华, 徐斌, 李想. 化学教育(中英文), 2023, 44 (20), 115.
- [3] 李静, 游劲松, 阳萌, 邓冬艳, 齐悦, 王春霞. 实验室研究与探索, 2021, 40 (4), 137.
- [4] 陈明星, 谢景林, 周江. 大学化学, 2018, 33 (4), 46.

- [5] 教育部关于做好研究生担任助研、助教、助管和学生辅导员工作的意见. [2024-12-20].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201412/t20141224\\_182993.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201412/t20141224_182993.html)
- [6] 孔璇凤, 奚忠华, 马海凤, 张晖, 余晓冬. 大学化学, **2022**, *37* (2), 2109077.
- [7] 刘莹, 程姗姗, 张小涛, 胡文平. 实验室研究与探索, **2023**, *42* (3), 146.
- [8] 徐纪明, 胡晗, 吴忠长. 实验室科学, **2020**, *23* (4), 192.
- [9] 胡昀. 教育教学论坛, **2019**, No. 43, 8.
- [10] 杨贤金. 中国高等教育, **2023**, No. 12, 4.
- [11] 解晓平, 陈东莉. 实验室研究与探索, **2024**, *43* (6), 247.
- [12] 张磊, 侯德俊, 邵岚, 张社荣. 实验技术与管理, **2018**, *35* (2), 251.
- [13] 金东寒. 中国高等教育, **2022**, No. 12, 12.