

新时期高校实验技术队伍建设的实践与探索

赵浩, 高珍, 李维红*

北京大学化学与分子工程学院, 化学基础国家级实验教学示范中心(北京大学), 北京 100871

摘要: 化学基础国家级实验教学示范中心(北京大学)始终鼓励实验技术人员在完成教学支撑工作的基础上, 结合个人专业特长和兴趣爱好参与其他工作。本文主要介绍了近年来技术人员在参与实验教学及教学改革、教学仪器研制与改进、实验室建设及社会服务等方面的具体做法, 通过调动实验技术人员的主观能动性, 释放个人创新潜能, 促进技术人员素质的全面提升和个性化发展。

关键词: 实验技术队伍建设; 教学支撑; 个性化发展

中图分类号: G64; O6

Practice and Exploration of the Construction of Experimental Technician Teams of Universities in the New Period

Hao Zhao, Zhen Gao, Weihong Li*

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Peking University), College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, China.

Abstract: In addition to their primary responsibilities in teaching support, technicians at the National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Peking University) have been actively encouraged to engage in various endeavors that align with their professional expertise and personal interests. This paper aims to highlight specific approaches that have been implemented in recent years to enhance the technicians' overall competence and foster their individualized growth. These approaches include engaging in teaching practices and reforms, advancing instrument development and enhancement, contributing to laboratory construction initiatives, as well as participating in social service activities.

Key Words: Construction of experimental technician teams; Teaching support; Individualized development

实验教学中心是高校开展实践教学的重要平台, 往往承担着全校多个院系的实验教学工作。实验技术支撑队伍作为实验教学的重要参与者和执行者, 不仅承担着教学实验准备、仪器维护与改造、实验室建设与管理等工作, 还对充分发挥实验室功能和创造良好的实验学习环境起着决定性的作用^[1-4]。

近些年, 各高校新引进的实验技术人员普遍具有硕士或博士学位。同时, 随着科学技术的不断进步和研究方法的不断创新, 应用于本科实验教学的仪器设备的数量和种类也呈现快速增长的趋势。高学历人才和大量贵重仪器的引进, 使得实验教学中心必须对技术支撑人员的职业定位及发展进行重新规划, 不应仅局限于日常教学实验的试剂准备和仪器设备的简单维护, 而是要培养一支可以成

收稿: 2023-10-31; 录用: 2023-12-28; 网络发表: 2024-01-08

*通讯作者, Email: Weihong.Li@pku.edu.cn

基金资助: 2021年度基础学科拔尖学生培养计划2.0研究重点课题(20211002)

为实验室建设与管理和实验教学支撑核心力量的实验技术队伍。化学基础国家级实验教学示范中心(北京大学)(以下简称“实验中心”)较早完成了技术人员的新老交替,实验技术队伍具有高学历、年轻化的特点。近年来,我们在技术人员能力提升和队伍建设方面进行了多种尝试,鼓励技术人员在完成教学实验准备工作的基础上参与更多相关工作,如:进行教学改革,深度参与实验教学工作;进行仪器改进和自制教学仪器研制,助力实验教学开展;通过信息化建设与应用改善实验教学条件;结合本职工作,发挥个人专长,承担科普等社会服务工作。这些方法有利于更好地发挥实验技术人员的主人翁精神,提升了大家的工作积极性和主观能动性,通过激发内在动力,释放创新潜能,提高整个实验技术人员队伍的质量。

1 实验中心技术队伍基本情况

经过近十年的新老更替,实验中心已经形成了一支结构优化、专业技术过硬、理念先进、富有创造力的实验技术支撑队伍。现有实验技术人员15人,其中14人拥有研究生学历,11人已获得高级工程师职称,80后占比为87%。图1分别为实验中心实验技术人员的学历和职称分布情况。

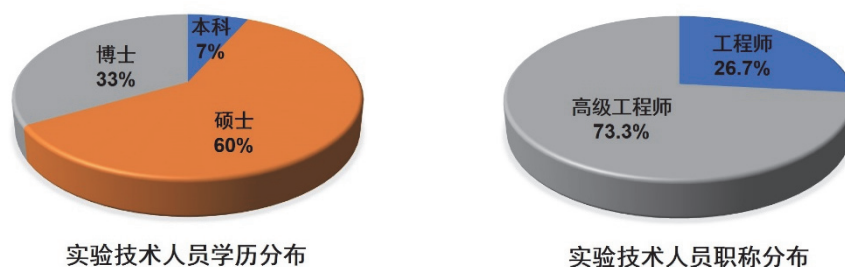


图1 实验技术人员学历和职称分布

如何更好地利用这支高学历、年轻化的实验技术支撑队伍,发挥每位技术人员的潜能,让他们真正成为实验室建设和管理、实践教学、教学仪器制造、社会服务等工作的中坚力量,是实验中心的重要工作内容。近年来我们鼓励技术人员在保质保量完成本职工作的基础上,更多地参与教学实践和改革、技术改造以及社会服务等方面的工作,通过这些方法充分发挥实验技术人员的个人专长和兴趣爱好,激发大家的工作动力,并为实验技术人员个人成长提供更好的平台。

2 研发改进教学仪器,助力教学创新,提升学生学习体验

完成课前准备,保障教学实验顺利开展是实验技术人员最基本的岗位职责,也是对实验技术人员最基础的要求。为了更好地改善学生在教学实验中的体验,提高教学效果,中心实验技术人员在实验仪器的研制及改进方面开展了大量的创新工作。

2.1 自制教学仪器

结合实验技术人员在仪器研制方面的个人特长,针对各门实验课程的特点,近年来我们设计并研制了一系列教学必需的仪器设备,提升了课程质量。如:在普通化学实验和分析化学实验中使用LED灯珠和积木搭建了简易的光度计,并实现样品的定量测定,消除学生对科学仪器的神秘感,激发了学生的学习兴趣 and 热情^[5,6];在无机化学实验中,使用自制晶体生长装置实现了对晶体生长过程中溶液的精准程序控温,保证大尺寸单晶的生长;自制了高精度的压力-温度测量仪用于物理化学实验“液体饱和蒸气压的测定”中,显著减小了实验的系统误差,并通过信息化改造,实现了数据自动采集^[7,8];在物理化学实验和中级物理化学实验中用自制的低成本可拆解紫外-可见光谱仪和拉曼光谱仪打开现代集成化仪器的“黑匣子”,教授学生如何进行现代科学仪器的搭建^[9-11];此外,还研制了串珠结构模型和晶体密堆积模型系列结构模型教具,辅助实验教学的开展,让学生看到

化学分子之美^[12,13]。

2.2 改进已有教学设备

除了自制仪器的研发之外，实验中心的技术人员在对现有仪器进行改造、提升仪器性能、优化仪器操作方法、延长仪器使用寿命等方面也开展了大量工作。如物理化学实验“稀溶液法测定极性分子的偶极矩”中，对介电常数仪的样品池进行改进，解决了实验中频繁出现的漏液问题；在普通化学实验、物理化学实验等实验课程的多个实验中采用物联网助力实验教学的新模式，引入电子数据自动采集装置，实现了数据的实时监测；针对提升仪器实验匹配度、提高加热效率、提升电极体系稳定性、降低仪器损坏率等常见问题更是进行了诸多巧妙的改进。

虽然市场上已有大量商用教学仪器且采购也日益便捷，但教学实验使用仪器往往是针对课程设计，有其特定性和专一性，实验技术人员基于对仪器原理的熟悉和对教学需求的了解，改造制作适合教学特色的专用仪器具有不可替代性。仪器研制和改进不仅减少了实验安全隐患，而且改善了学生的学习体验，也更便于实验技术人员进行仪器的日常管理。因此，实验技术人员进行教学仪器的研制和改进在智能化、信息化高速发展的当下仍然具有重要意义。

3 深度参与教学实践和实验创新，扩展教学内容，改善教学品质

3.1 实验技术人员参与实验教学整体情况

随着学历的提升，实验技术人员的日常工作已经不再局限于实验准备和仪器维护，也越来越多地参与到教学改革中来。实验中心以定期开展内部交流会的形式，搭建了实验教师和技术人员的交流平台，通过学习借鉴国外高校的实验教学理念、开课模式、课程内容等开阔教学改革思路，了解最新的教学内容^[14]。近年来实验中心有13位技术人员不同程度地参与到了实验教学之中，涉及10门实验课程，新增实验项目绝大部分由技术人员开发完成。通常情况下技术人员会参与新开实验的授课指导工作，经过1-2轮次教学，积累教学经验，完善授课讲义及教案之后，部分实验项目会交与研究生助教指导学生实验。其中有机化学实验、仪器分析实验、物理化学实验的技术人员按以上模式参与教学；普通化学实验因为全部由研究生助教授课，技术人员则参与到所开发新实验项目的助教培训过程中，指导研究生助教完成相应教学工作，并协助主讲教师完成授课讲义和教案的编写。

2018-2022年期间，实验中心技术人员主持各类教改项目26项，图2为近5年实验中心技术人员主持教改项目及经费统计。项目为北京大学实验室与设备管理部(简称“设备部”)的实验教学改革项目23项，北京大学教师教学发展中心(简称“教发中心”)的教学新思路项目3项，主要包括新实验开发10项、数字化资源建设7项、仪器设备开发改造3项、教学模式探索2项、技术人员队伍调研2项、课程调研和实验室建设各1项。

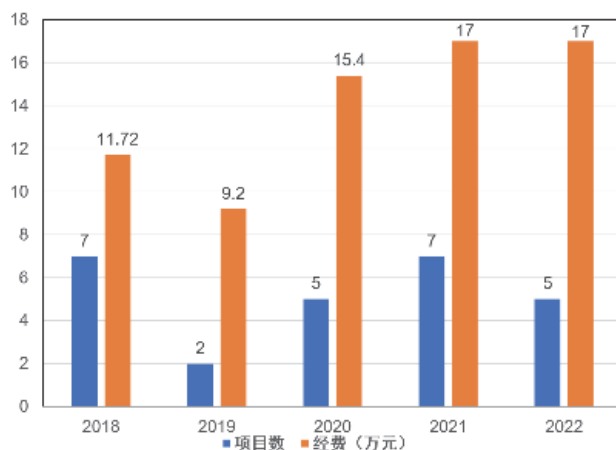


图2 2018-2022年期间实验技术人员主持的教学改革项目数量及经费情况

3.2 创新实验内容，拓展课程内涵

近几年，实验技术人员通过配合课程负责人申请学校理学部和教务部的教学改革项目、个人主持设备部教改项目或教发中心教学新思路项目等，开发了许多创新实验项目，已在实践教学开设，效果良好。如：技术人员主持开发的“简易光度计搭建”和“简易光伏电池的制作”的实验项目已在普通化学实验中开设6年，将实验内容与前沿科研联系起来，增强了基础实验的新颖性^[5,15]。有机实验室的技术人员通过连续申请设备部教改项目，完成了“有机合成反应”“连续流有机反应”“分子开关的合成与性能测试”等系列创新实验项目，将有机合成的新技术和新方法引入基础有机化学实验中，扩大了基础实验内容的前瞻性^[16]。另外，通过申请教学新思路项目，将理论与计算化学的方法应用于解决有机化学实验中的具体问题，并于2020年在有机化学实验挑战班中开设，提升了基础实验的高阶性^[17]。在仪器分析实验开设的过程中，技术人员通过课后调查问卷了解到学生对课程的反馈，建议主讲教师将实际样品测量、探究性实验模块等引入教学中，增加了“气相色谱分析白酒中的微量组分”和“高效液相色谱法测定饮料中食用色素的含量”的实验项目，激发学生的学习主动性^[18]，使课程的教学评估成绩逐步提高。这些新的实验项目的开设，不仅在内容上与日常生活、科技前沿联系得更加紧密，而且在形式上也给了学生更多自己探索思考的空间，通过兴趣引导，调动了学生的学习积极性，从教学调研结果来看，普遍获得了学生的良好反馈，给实验教学增添了活力。

3.3 借助信息化技术，丰富教学模式

除了在实验内容上进行创新，技术人员还努力将信息化技术广泛应用于实验教学中，自主设计开发了“有机化学实验在线学习与测试平台”，还开展了实验慕课拍摄、基本操作微视频/微课的录制以及仪器使用视频录制等工作。由有机化学实验室边磊老师自主设计开发的在线测试与学习平台，将学习资源进行了整合，建成了标准化试题库和教学资源库，学生可在平台上通过观看标准实验操作、学习仪器使用、线上做题等方式进行实验预习，系统还可以根据测试结果推送相关学习资源，实现学生的个性化精准教学^[19]。仪器分析实验室技术人员配合主讲老师拍摄了实验慕课，涵盖了每种实验方法的分析原理、基本仪器组成和相关实验内容，学生课前利用线上的慕课资源进行自学和预习，然后再进行线下实验操作训练，通过这种线上线下结合的教学模式提高了教学质量^[18]。针对普通化学实验和有机化学实验课程中基本操作多、涉及面广、基础性强的特点，技术人员在2023年制作了相关实验操作的教学微视频，在“有机化学实验在线学习与测试平台”上线，不仅改善了教学效果，还将该平台扩充为实验中心多门实验课程的信息化资源平台^[20]。

技术人员参与实验教学和教学改革不仅有利于技术人员的个人发展，也极大地促进了实验教学的改革。一方面，技术人员作为实验室的常驻人员，熟悉实验室环境，多年的实验室工作也使实验技术人员对主讲教师的教学意图、学生的需求以及容易出现的问题非常了解，凭借丰富的经验有效完成主讲教师的教学改革想法，提升实验教学的质量和效率；另一方面，深度参与实验教学可以激发技术人员的潜能，提高个人能力和工作积极性，并督促大家在专业领域进行深入学习。同时实验教学的经验反过来又可以指导技术人员优化实验室准备工作，提高工作效率。因此，实验教学与实验准备工作是相辅相成、互相促进的，对有能力、有精力、有意愿参与实验教学的实验技术人员而言，参与实践教学可帮助其更高效优质地完成教辅准备工作。

4 优化管理模式，实现技术人员的一专多能

实验室管理工作内容琐碎、灵活度高，通过制定精细化的“实验准备规范”“仪器使用说明”“卫生检查标准”“实验室废物、废液、废渣管理办法”等管理制度可保障实验室的安全和卫生，确保实验室工作有条不紊地开展^[21,22]。通过制度化的管理，技术人员可以快速地适应不同实验课程的实验准备工作，为实验中心的人力资源共享提供条件。

目前实验中心已经进行了持续10年的“轮岗”制度，实验技术人员在中心所有实验室进行动态

调配，同时根据实际情况决定是全程参加还是仅限于以值班形式进行轮岗，其目的在于培养技术人员的一专多能。目前实验中心93%的技术人员具有硕士以上学历，能够胜任所有实验课程的技术支撑工作。在轮岗过程中比较普遍会遇到问题是：由于环境和课程的不同，首次轮岗的时候会有陌生感，也有一些工作不太熟练，与同实验室技术人员相比工作效率略低，相应地，接待轮岗人员的实验室副主任也需要多花一些精力进行指导。不过，因为我们每门实验课程都编有非常详细的实验准备辅案，经过认真阅读辅案和虚心请教其他技术人员，大部分人在一个月左右就能适应新实验室的工作环境，经过一学期的轮岗后，就可以独立进行教辅准备工作。通过轮岗不仅可以实现实验中心技术人员的资源共享，也可以提升技术人员的个人能力。

轮岗制度并不会弱化技术人员参与教学和教学改革的工作。因为实验中心的教改、新创实验项目孵化、仪器研制改进等工作主要是以项目组形式开展，技术人员根据个人专业特长和兴趣组成小组，个人灵活安排工作时间，通过包括微信群在内的多种形式进行组内讨论和交流，阶段性总结则利用业余时间进行。所以轮岗并不会对这些工作产生太大影响。相反地，轮岗使同事之间有更多交流，往往利于打破个人思维固式，产生更多想法，这也符合如今跨学科、跨专业进行交叉融合的大背景，有利于技术人员开展更多、更高质量的教学改革、新实验孵化和仪器改造等工作。

5 结合专业优势，开展科普活动

实验中心的科普工作源于大家对化学学科和实验工作的热爱，实验技术人员结合自己的兴趣爱好及特长组成科普团队，在保证科学性的前提下，融入趣味性，开展了不同类型、丰富多彩的科普活动^[23]。实验中心以“化学实验示教中心”为科普基地，引导大众“走进来”，通过化学仪器、结构模型、物质与颜色等的展示，深入浅出地讲解化学相关知识，树立大众对化学正确的认识。近年接待了拉萨一中、台州中学、北京汇文中学、北大附中、北大附小、五里川小学等多所学校中小学生的参观(图3)。此外，中心还通过进入中小学开展科普演示实验和科普报告的形式，让科普从实验中心“走出去”惠及更多的大众群体，如在中国科技馆大讲堂进行讲座，举办校园科普行在北京昌平二中、广渠门中学等学校开展科普实验和科普讲座。2018–2022年期间，中心技术人员开展科普活动二十余次，惠及中学生2000余人次。

同时，实验中心的科普工作也是结合自己的本职工作来开展的。在有机化学实验教学中，将科普实验与本科教学实验内容相结合，把科学的趣味性和生活化融入到实验教学中，提升实验教学的品质^[24]。普通化学实验中有很多涉及元素性质的实验，由普通化学实验室马艳子老师设计制作的实物元素周期表，以及其延伸拓展产品“可互动便携型展盒”(图4)和“爱猜元素”APP，不仅十分具有视觉冲击效果，还以游戏做题的形式可以从中学到很多知识，实现了以元素周期表为桥梁连通公众与化学^[25–27]。



图3 中学生参观化学实验示教中心



图4 可互动便携型元素周期表实物展盒

6 结语

实验技术队伍作为实验中心发展的中坚力量, 承担着实验室建设、实践教学、仪器研制和社会服务等综合性的工作, 对实验技术人员进行科学定位, 明确发展规划, 强化专业技能, 让大家深度参与实践教学, 有助于实验技术队伍优质高效地完成教学支撑工作。随着技术人员学历和能力的不断提高, 在实验技术人员培养过程中, 适当结合个人特长和兴趣爱好开展特色工作, 可以进一步激发技术人员的个人潜力, 充分调动实验技术人员的工作热情和创造性, 不仅有利于实验技术人员的个人发展和实验中心的整体发展, 也有利于实验教学水平的提高和实验室的科学运转。

致谢: 感谢北京大学化学与分子工程学院、实验室与设备管理部、教务部、理学部等部门长期以来的政策和经费支持! 感谢实验中心全体同事的共同努力!

参 考 文 献

- [1] 金仁东, 柯红岩, 顾聪. 实验技术与管理, **2018**, 35 (6), 1.
- [2] 孟庆繁, 程瑛琨, 逯家辉, 陈亚光, 孟令军, 滕利荣. 中国大学教学, **2012**, No. 12, 80.
- [3] 崔同科, 李本贵. 实验技术与管理, **2014**, 31 (2), 129.
- [4] 陈步云. 中国大学教学, **2007**, No. 10, 75.
- [5] 贾莉, 来天成, 马锴果, 马艳子, 赵浩, 李维红. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (20), 74.
- [6] 贾莉, 马锴果, 赵浩, 耿金灵, 朱志伟. 实验室研究与探索, **2022**, 41 (3), 165.
- [7] 李田, 徐金荣, 杨玲, 吴忠云, 朱涛. 实验技术与管理, **2016**, 33 (1), 79.
- [8] 杨玲, 匡传富, 徐金荣, 赵浩, 吴忠云, 郑俊荣. 实验技术与管理, **2023**, 40 (2), 183.
- [9] 赵浩, 郭鑫, 吴忠云, 杨玲, 徐金荣, 郑俊荣. 实验技术与管理, **2023**, 40 (1), 154.
- [10] 赵浩, 郭鑫, 吴忠云, 徐金荣, 杨玲, 郑俊荣. 实验技术与管理, **2023**, 34 (3), 201.
- [11] 赵浩, 郭鑫, 吴忠云, 徐金荣, 杨玲, 郑俊荣. 实验室研究与探索, **2023**, 42 (5), 251.
- [12] 赵浩, 高珍, 李维红, 贾莉, 马艳子, 边磊, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 马锴果. 大学化学, **2018**, 33 (7), 144.
- [13] Ma, Y. Z.; Yang, Z. L.; Wang, Y.; Wang, H. H.; Tian, S. J. *J. Chem. Educ.* **2020**, 97 (11), 4063
- [14] 贾莉, 李维红, 马艳子, 马锴果, 王海蕊, 大学化学, **2017**, 32 (1), 21.
- [15] 马艳子, 马锴果, 贾莉, 王海蕊, 李维红. 大学化学, **2022**, 37 (2), 2109109.
- [16] 边磊, 关玲, 李田, 徐烜峰, 王婕妤, 张奇涵. 实验室研究与探索, **2022**, 41 (12), 172.
- [17] 李田, 张攀, 边磊, 关玲, 徐烜峰, 张奇涵, 王婕妤, 王颖霞. 大学化学, **2021**, 36 (1), 2012048.
- [18] 黄军, 周颖琳, 吕占霞, 高珍, 李美仙. 大学化学, **2022**, 37 (4), 2110023.
- [19] 边磊, 张元俊, 高杨, 徐烜峰, 关玲, 张奇涵. 化学教育(中英文), **2019**, 40 (24), 74.
- [20] 贾莉, 马艳子, 马锴果, 王海蕊, 杨展澜. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (14), 59.
- [21] 关玲, 边磊, 徐烜峰, 马锴果. 实验室研究与探索, **2019**, 38 (8), 156.
- [22] 徐烜峰, 王岩, 荆明伟, 闫保桦, 张媛, 吕明泉. 实验技术与管理, **2018**, 35 (10), 241.
- [23] 高珍, 黄军, 吕占霞, 马锴果, 马艳子, 赵浩, 边磊, 贾莉, 耿金灵, 徐金荣, 等. 大学化学, **2018**, 33 (7), 114.
- [24] 边磊, 徐烜峰, 关玲, 李田, 张奇涵. 实验室研究与探索, **2019**, 38 (10), 147.
- [25] 马艳子, 马锴果, 高珍, 李维红, 边磊, 赵浩, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 贾莉. 大学化学, **2018**, 33 (7), 133.
- [26] 马锴果, 贾莉, 高珍, 马艳子. 大学化学, **2019**, 34 (12), 99.
- [27] 贾莉, 马锴果, 高珍, 李维红, 边磊, 赵浩, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 马艳子. 大学化学, **2018**, 33 (7), 123.