

• 方法研讨 •

高校大型仪器设备培训体系的构建与应用研究

段桂芳 袁霞 许迎利 周建春 宋书香

北京大学药学院天然药物及仿生药物全国重点实验室, 北京 100191

通信作者: 宋书香, Email: shxsong@bjmu.edu.cn, 电话: 010-82805739

【摘要】 目的 为进一步提升高校大型仪器设备培训质量, 推动设备平台长效化高质量发展。**方法** 深度剖析现阶段高校大型仪器设备培训存在的问题, 结合“五懂五会”复合型人才的培养目标。**结果** 细化了培训方式、培训流程、培训质量长效保障措施和培训考核后评估, 构建并形成“四维一体”闭环式高校大型仪器设备培训体系。**结论** “四维一体”培训体系的实施对高校科学研究、人才培养、设备设施高效利用及平台长效高质量发展产生了积极作用, 以期为其他高校大型仪器设备培训的实施提供参考和借鉴。

【关键词】 高校; 大型仪器设备; 仪器培训; 培训体系; 实践应用

基金项目: 国家自然科学基金(32000674)

【中图分类号】 R19; R-05 **【文献标识码】** A DOI: 10.3760/cma.j.cn113565-20250121-00017

Research on the construction and application of training system for large-scale scientific instruments in higher education institutions

Duan Guifang, Yuan Xia, Xu Yingli, Zhou Jianchun, Song Shuxiang

State Key Laboratory of Natural and Biomimetic Drugs, School of Pharmaceutical Sciences, Peking University Health Science Center, Beijing 100191, China

Corresponding author: Song Shuxiang, Email: shxsong@bjmu.edu.cn, Tel: 0086-10-82805739

【Abstract】 Objective This study aims to further enhance the quality of training for large-scale scientific instruments in higher education institutions and promote the long-term high-quality development of equipment platforms. **Methods** We deeply analyzed the existing problems in the training of large-scale scientific instruments in higher education institutions, and combined the training goal of "five understandings and five abilities" for compound talents. **Results** The training methods, processes, long-term quality guarantee measures and post-training assessment were refined. A "four-dimensional integration" closed-loop training system for large-scale scientific instruments in higher education institutions was constructed and formed. **Conclusions** The implementation of the "four-dimensional integration" training system has showed a positive role in scientific research, talent cultivation, efficient utilization of equipment and facilities, and the long-term high-quality development of platforms in universities, providing references and inspiration for the implementation of large-scale instrument training for other university laboratories.

【Key words】 Colleges and universities; Large-scale scientific instruments; Instrument training; Training system; Practical application

Fund program: National Natural Science Foundation of China (32000674)

DOI: 10.3760/cma.j.cn113565-20250121-00017

随着国家对高等教育和科技创新投入的不断增长, 高校大型仪器设备的数量和种类快速增长, 这些设备已成为高校教学、科研及社会服务的重要支撑^[1]。设备更新速度快, 功能越来越多, 管理人员所学专业水平和水平参差不齐、培训流程缺乏标准化及长效化保障措施等原因^[2-5], 导致设备培训效果低、设备使用效率低下及专业化人才培养不足等问题日益突出。培训作为提高师生专业技能和素质的重要手段, 对提升高校仪器设备使用效率、提高师生科研产出及高校专业技术人才队伍的培养均具有重要意义。因此, 建立一套科学、系统和高效的培训体系, 对高校大型仪器设备平台高质量、可持续发展至关重要。

1 高校大型仪器设备培训开展现状及存在的问题

1.1 培训资源与师资力量不足

在培训形式上, 部分高校的大型仪器设备培训依赖于设备厂家工程师, 工程师具备很强的专业知识和应用经验, 但他们不能频繁来校内培训, 在后续使用中也无法跟进和解决实验中的问题, 培训安排不及时会导致科研人员无法及时上机操作, 实验停滞。部分高校安排平台设备管理老师或高年级研究生来对学生进行培训, 他们虽具备一定的操作经验, 但在故障处理及仪器维护方面经验不足^[6]。在仪器设备的培训资料方面, 多为平台老师根据个人经验或仪器说明书整理而成, 缺乏统一的标准和权威性。

由于设备和技术的快速更新迭代,培训资料往往难以及时更新,导致培训内容与技术发展脱节,在短暂的培训过程中学生难以获取最新、最全面的技术信息和应用案例^[7],这直接影响学生对仪器操作技能的掌握程度和应用能力的提升,较大程度上限制了他们在科研中的独立性和创新能力。

1.2 培训模式与手段单一固化

高校大型仪器设备培训通常以面对面的形式进行,包括简单的理论讲解和操作示范,学生往往处于被动的接受知识,缺乏足够的互动性和参与感。部分高校开始尝试在线培训,但往往受限于技术平台、资源建设不足或缺乏有效推广。在线培训内容往往简单重复线下课程,缺乏创新性和针对性,未能充分利用互联网、大数据和虚拟现实等现代技术来提升培训的便捷性、互动性和趣味性,限制了学生在任何时间、任何地点进行学习的可能性,也影响了培训的整体效果^[8]。

1.3 培训管理与评估体系缺失

部分高校在制定大型仪器培训计划时缺乏长远的眼光和科学的规划。培训内容往往根据现有设备、平台老师的研究方向或兴趣点来安排,导致培训内容缺乏全面性、连贯性和系统性,使学生在学习和使用过程中难以形成完整的知识体系和应用能力。另外,高校在培训过程中往往缺乏统一的档案管理系统和记录标准。培训记录往往零散、不系统,难以对学生的培训进度和掌握情况进行有效追踪和评估。这不利于后续培训的改进和优化,也无法为学生提供个性化的学习建议和反馈。

1.4 培训流程标准化与系统性

高校仪器设备培训流程的标准化和规范化不全。培训需求没有充分考虑师生在各类科研项目与教学实践中的多样化需求,调研范围和方法缺乏普适性。培训计划制定未能根据仪器的复杂程度和学生的知识基础等要素,合理规划课程顺序与教学时长,系统性不足。培训实施过程中,各个环节包括理论讲解、操作演示以及实践练习之间缺乏紧密的衔接,导致学生难以形成完整的知识技能体系^[9-11]。培训内容过度聚焦于日常的常规操作,对仪器的拓展应用、前沿技术以及跨学科融合内容关注甚少,难以满足学生在创新科研中的实际需求。

2 高校大型仪器设备培训体系的探究

2.1 培训目标

高校大型仪器设备培训是一个综合性和系统性的过程,在确保学生能够熟练掌握大型仪器设备的

基本操作技能的基础上,培训还着重于理论知识的强化。着力培养“五懂”(懂仪器结构、懂仪器性能、懂仪器原理、懂实验方法、懂科研用途)和“五会”(会仪器操作、会仪器保养、会仪器维修、会分析数据、会仪器讲解分享)的复合型人才^[12-13]。针对不同的群体,培训所掌握的能力的侧重点也可有所差异。例如,对于平台老师,更注重培养其设备管理、维护和故障排除的能力,使其能够高效地管理和调配仪器设备资源。对于培训人员,应着重提升其培训技巧和课程设计能力,能够根据不同的培训对象和需求,制定个性化的培训方案,提高培训效果。对于设备的使用人员,重点加强其操作技能和数据分析能力的培养,能够熟练地使用仪器设备进行科研实验,并能够对实验数据进行准确分析和解读。

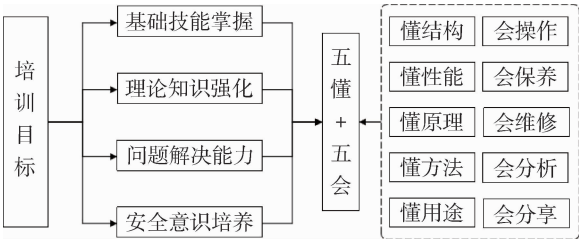


图 1 仪器设备培训目标图

2.2 “四维一体”培训体系的构建

“四维一体”高校仪器设备培训体系涵盖了标准化流程、培训方式方法、质量保障及考核评价四大子体系。四个维度体系构成一个闭环的管理模式,共同支撑起高效、系统的高校大型仪器设备培训体系。



图 2 “四维一体”高校仪器设备培训体系图

2.2.1 培训方式方法体系 培训方法包括了线上、线下和自主培训。线上侧重理论教学,线下强调实操指导,自主培训满足个性化学习。线上为线下打

基础,线下巩固线上知识,自主培训是二者补充延伸,三者相互配合,助力师生掌握仪器设备知识与操作(仪器设备培训形式及内容详见表 1)。

表 1 仪器设备培训形式及内容

培训方式	培训形式	培训人员	培训内容
线上培训	讲座教学	专业课老师	理论知识(原理、构造、使用方法)
	视频自学	平台老师	应用领域和最新研究进展
	虚拟上机	设备工程师	安全告知(安全风险、危险源、急处置)
		数据库	理论知识、仪器操作、使用、运行保养全流程等
		Demo 机器	虚拟上机体验
线下培训	课堂教学	设备工程师	试剂准备及配制、样品前处理、上机检测、仪器停关机和维护、数据处理、常见故障及解决办法
	现场教学	平台老师	实验方案设计和优化、方法开发、全流程操作指导

线上培训:线上培训(在线教学或视频录制教学)作为高校仪器设备培训的重要组成部分,侧重于理论方面的教学培训,以其灵活便捷的特点,为师生提供了丰富的学习资源。建立多元化的培训师队伍,除了邀请设备厂家工程师、丰富实践经验的平台技术人员和专业课老师担任培训讲师,同时加强与兄弟院校的合作与交流,共享培训资源和师资力量,共同开展培训工作,优势互补。通过线上平台,系统地传授仪器设备的理论知识,包括其基本原理、构造细节以及具体的使用方法,帮助学生构建扎实的理论基础,为后续实践操作奠定基础。平台的设备管理老师侧重于培训仪器设备的科研应用领域和最新研究进展,通过分享前沿的科研成果和应用案例,拓宽学生的视野,激发他们的科研创新思维^[14]。设备工程师进行安全使用相关知识的培训,详细讲解仪器设备在使用过程中可能遇到的安全风险、危险源及应急处置措施,确保学生在实操中能够严格遵守安全规范,保障人身安全和设备完好。

线下培训:线下培训在仪器设备培训中扮演着不可或缺的角色,具有直观性和互动性强的特点。平台的设备管理老师,通过现场演示和实操指导,学生亲自动手进行试剂准备及配制、样品前处理及上机检测等步骤,深入了解了仪器设备的操作流程和注意事项。同时培训仪器的停关机和维护方法,以及常见故障的诊断与解决办法,提高了学生的实践能力和问题解决能力。另一方面,侧重于实验方案的设计和优化、方法开发以及全流程操作指导,通过一对一或小组辅导的方式,帮助学生掌握实验设计的精髓,提升他们的科研素养和创新能力。

自主培训:自主培训作为线上和线下培训的补充和延伸,为学生提供了更加灵活多样的学习方式。

高校自建仪器设备基础数据库,可在线查阅仪器设备的相关资料,包括理论知识、操作指南、使用说明及运行保养全流程等内容,可满足师生的个性化学习需求,同时培养师生自主学习和信息检索能力。在自主培训的过程中,可根据自己的学习进度和兴趣点选择学习内容,进行深入的探究和实践。

2.2.2 培训标准化流程体系 高校仪器设备培训标准化流程包括准备的准备、实施、考核和反馈及后续管理共 4 个阶段。准备阶段包括调研需求、制定计划和资料准备。实施阶段包括发布通知、培训教学和实操练习,学生通过理论考核后参加培训,专业人员授课并安排实操。考核阶段组织多种形式考核,合格后予以开通设备使用权限并收集反馈优化培训。后续管理阶段包括资源更新、效果跟踪和资料归档(图 3)。

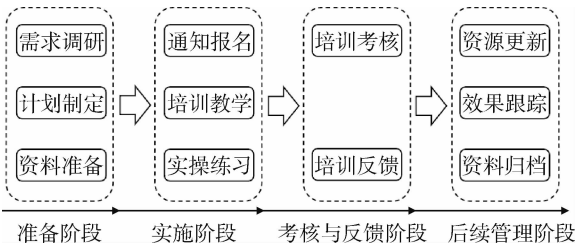


图 3 仪器设备培训流程图

培训准备阶段:培训准备阶段,平台设备管理的老师利用微信平台、问卷调查、师生座谈及专业技术课程安排等进行深入的培训需求调研,了解师生对仪器设备操作、理论知识及应用方向的具体需求。基于调研结果,制定出详尽的年度培训计划,明确培训的时间、地点、培训内容和培训教师等。同时准备包括培训教材、课件、操作手册及视频教程等培训资料,确保资料的时效性、准确性和实用性。

培训实施阶段:进入实施阶段后,提前通过大型仪器技术平台的微信公众号、校内网、宣传大屏及教师群/班级群发布的培训通知,明确培训的具体安排,并开放报名通道,允许师生根据自身需求进行报名。在获得培训资格后,学生可通过仪器设备资料数据库进行自主学习,并完成理论知识题的考核,考核合格后方

可进入培训。培训过程中,由经验丰富的专业课老师或平台老师进行授课,内容涵盖仪器设备的基本原理与应用、操作方法、维护保养以及故障排除等全流程知识。结合理论讲解与实操演示,增强学生的实践能力。在授课结束后,安排实操练习环节,让学生在老师的指导下亲自操作仪器设备,加深理解和记忆。

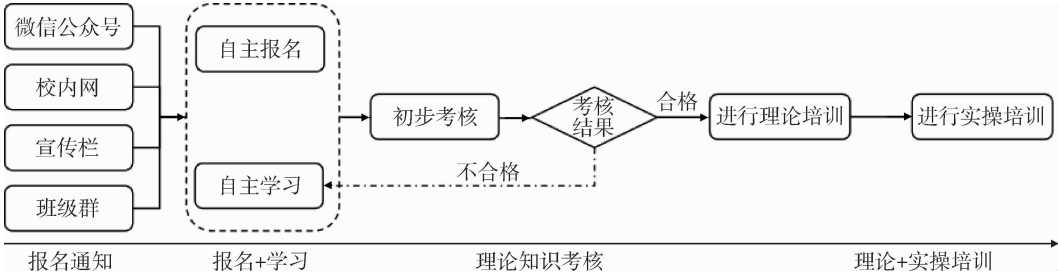


图 4 培训实施阶段流程图

培训考核与反馈阶段:培训结束后,组织综合性考核以检验学生的学习成果。考核方式包括笔试、实操考核或在线测试等多种形式,全面评估学生对理论知识和上机操作技能的掌握情况,经考核合格完成后可通过同学的设备预约和使用权限。同时,通过问卷调查和座谈会等方式收集学生对培训的反馈意见,了解他们对培训内容的满意度和培训方式的合适性等方面的信息。基于反馈意见,对培训进行改进和优化,以提升培训的质量和效果。

培训后续管理阶段:在培训结束后,对培训过程中产生的所有资料进行归档保存,以便日后查阅和参考。对参加培训的学生进行跟踪调查,了解他们在实际上机操作中的表现和使用情况,评估培训的实际效果。对培训效果不理想的学生,提供再次培训或辅导的机会。此外,定期对培训资源进行更新

和完善,及时对资料进行归档整理,上传至仪器设备资料库中,确保培训内容始终与前沿技术保持同步,方便学生及时学习^[15]。

2.2.3 培训考核评价体系 高校仪器设备培训的考核针对平台老师、工程师和学生设定不同指标与方法。平台老师注重培训的组织与准备、内容质量和效果,通过问卷调查、实操考核和反馈收集进行评估。工程师需展现技术培训能力、设备维护管理能力和服务态度进行评估评价,可通过实操演示、案例分析和满意度调查进行考核。学生则需掌握相关知识、提升实操能力和保持良好的学习态度,通过理论考试、实操考核和日常表现记录进行综合评价。确保考核结果及时反馈,以持续优化培训质量,提高教学和科研水平。仪器设备培训考核指标及方式详见表 2。

表 2 仪器设备培训考核指标及方式

考核人	考核指标	考核方式
平台老师	培训计划的制定、培训材料的准备、培训时间的安排等	问卷调查
	培训内容的准确性、完整性、实用性等	实操考核
	学生培训后的知识掌握程度、技能提升情况等	反馈收集
工程师	能否准确、清晰地传授仪器设备的使用方法和注意事项	实操演示
	对设备的日常维护、故障排查及处理能力	服务满意度
	服务态度:对学生和平台老师的服务态度、耐心程度等	
学生	对仪器设备基本原理、操作方法等知识的掌握情况	理论考试
	独立操作仪器设备的能力、实验数据的处理和分析能力	实操考核
	学习态度,培训的积极性、课堂纪律	用能力

2.2.4 培训质量的长效保障体系 培训人员选择与专业性培养:高校仪器培训质量的保障首先在于培训人员的选择。挑选具备深厚专业知识背景、丰富实践经验和良好教学能力的老师或技术人员作为培训师资,并组建固定的专业培训队伍。重视培训老师的持续性专业发展,定期组织专业培训、学术交流和技术研讨,不断更新其知识体系,提升教学技巧,确保培训内容的先进性和实用性,从而满足学生对高质量培训的需求。

培训课程优化设计:培训课程的优化设计要紧密结合高校科研与教学的实际需求,注重理论与实践的结合。课程涵盖仪器设备的基本原理、操作方法、维护保养和故障排除等关键知识,同时设置实操环节,让学生在老师的指导下亲自操作,加深理解和记忆。此外,还根据学生的反馈和需求,不断优化课程内容,提升课程的针对性和实效性。

培训资料建设:培训资料是保障培训质量的重要基础。构建全面、系统及易获取的学习资源库,包括电子教程、操作手册和案例库等,为学生提供多样化的学习途径。同时注重资料的更新和完善,确保与前沿技术保持同步,为学生提供最新、最准确的学习材料,提升培训效果。

3 培训实例及实施成效

以某全国重点实验室大型仪器平台的病理切片制备及染色系统为例,“四维一体”培训体系的实施显著提升了病理切片制备及染色系统的使用效益和培训质量,设备使用效率提升 40%,年使用机时从 1 500 小时增至 2 100 小时,设备故障率降低 60%,维修成本同比下降 45%。样品制备合格率从 85% 提升至 98%,培养了 100 余名专业化技术人才,涉及分子生物学、细胞学、药学和病理学等相关专业,培训体系的系统化实施还促进了高水平研究成果的产出,相关论文发表在国内外高水平期刊。可以说,“四维一体”培训体系的有效实施,为高校科学研究和人才培养发挥了重要效益,同时也为平台有效、可持续和高质量发展提供了有效途径。

4 “四维一体”培训体系与传统模式的差异性

“四维一体”培训体系与传统模式相比,在理念、方法和实施层面等方面均体现出显著差异(表 3)。

4.1 培训资源与师资结构的范式转变

传统培训多依赖单一师资(如厂商工程师或平台管理员)的零散化知识传授,而新体系构建了“工程师—专业教师—平台管理者—跨校专家”四位一

体的复合型师资队伍。这一转变不仅解决了既往师资知识结构单一和持续服务能力不足的问题,更重要的是形成了“技术维护—理论教学—科研应用”三位一体的知识传递链。例如,在病理切片制备及染色系统培训中,设备工程师负责标准化操作培训,平台管理者指导实验设计,专业教师讲解组织病理学原理及前沿技术应用。这种协同机制使师生既能掌握规范操作,又能理解技术原理及学科应用场景,显著提升了知识的迁移能力。但实施过程中,多元化师资的协调管理需建立跨部门的协作机制,科学化设置培训人员和时间安排,否则可能增加沟通成本。另外,近年来厂商工程师的流动性较大,也会影响标准化操作培训的延续性,因此培训师资应尽量固定,制定长期策略,确保内容的一致性和深度,促进知识传承和组织发展。

4.2 培训模式的时空维度重构

传统培训多采用集中式线下教学,存在“时间刚性、空间固定、内容固化”三大局限。新体系通过“线上理论奠基—线下实践强化—共享数字化资源”的三阶段模式,实现了培训时空的弹性化。这一创新模式突破了传统培训的时空限制,通过数字化手段实现了教学资源的优化配置和高效利用。例如,在病理切片制备及染色系统培训中,学员首先通过在线平台完成理论课程学习,完成初步考核,随后在实验室进行实践操作,最后通过数字化平台巩固强化实验知识和技术,同时获取应用案例和应用前沿。这种模式使学员能够根据个人时间安排灵活学习,同时通过实践环节巩固理论知识,再通过数字化资源进行深度学习,显著提升了培训效果和学习体验。然而,新体系的实施需要高校持续完善数字化基础设施和平台建设,这对资金投入提出了较高要求。此外还需安排专人负责数字化资源的补充、更新以及技术前沿的跟踪,确保教学内容与行业发展同步。因此在推进新体系时,必须统筹规划,确保资金、技术和人力资源的充足投入,以实现培训数字化转型的长期目标。

4.3 评估体系从结果导向到过程管理的进化

传统考核多采用理论笔试+简单实操的二元评价,难以真实反映复杂仪器的综合应用能力,也不注重后续培训的查缺补漏。新培训考核体系从考核内容、方式、效果评估及后评价多方面出发,进行全方位的量化考核评估,能够更加客观、准确地反映培训效果。例如,病理切片制备及染色系

统培训中,针对平台老师、工程师和学生分别设定了差异化的考核指标与方法。平台老师通过问卷调查、实操考核和学员反馈评估培训效果。工程师通过实操演示、案例分析和满意度调查评价技术能力与服务态度。学生通过理论考试、实操考核和日常表现记录综合评估知识掌握与实操能力。考核结果的后评价及时反馈,形成“考核—反馈—改进”胡闭环机制,持续优化培训质量。新体系的实施,需要高校出台相应的考核制度和标准,明确量化考核指标,并形成标准化的考核流程,以减少主观判断带来的偏差,提升考核的公平性和透明度。此外,对考核结果的后评价及后续改进措施的实施,高校还需建立相应的监督机制,确保改进措施落到实处,进一步提高培训质量。

4.4 标准化流程与个性需求的动态平衡

传统培训常陷入“过度统一化”与“完全自由化”两个极端。新体系相较于传统培训的随机性、零散性和不连续性,标准化流程体系确保培训有序进行,从需求调研、流程优化设计、培训实施,到最后的考核评估。例如,病理切片制备及染色系统培训中,首先通过问卷和访谈进行需求调研,明确学员的知识盲点和实践需求。根据调研结果设计模块化培训流程,包括基础理论、操作规范、故障排除和数据分析等环节。培训实施阶段采用“线上预习—线下实操—实时反馈”的递进模式,确保师生逐步掌握技能。理论测试、实操考核和综合评估完成培训闭环。标准化流程不仅避免了传统培训的随意性,还通过模块化设计兼顾了个性化需求,显著提升了培训的系统性和实效性。然而,标准化流程的实施需要投入大量资源进行前期调研和流程设计,动态调整以适应不同学员的需求变化,否则可能降低培训的灵活性和针对性。另外,标准化培训往往培训周期较长,而对有一定知识储备的学生应根据其对仪器设备掌握的程度缩短培训课程和考核,以提升培训效率。

表 3 “四维一体”培训体系与传统模式的差异性

维度	传统体系	四维一体体系
师资结构	单一来源(厂商/管理员)	跨学科复合型团队
培训方式	集中式线下教学	线上线下融合+数字化资源
评估机制	理论+基础操作考核	动态评估
内容设计	固定标准化课程	核心模块+学科定制单元
质量保障	临时性措施	全流程 PDCA 循环管控

5 结语

本研究深入分析了当前高校大型仪器设备培训的现状及存在问题,并针对这些问题提出了构建高效、系统的培训体系的具体策略。通过标准化流程、多样化培训方式、培训质量长效保障及考核评估的仪器设备培训体系的构建,提升学生的操作技能、理论知识、问题解决能力和安全意识。以某全国重点实验室大型仪器平台的病理切片制备及染色系统为例,“四维一体”培训体系的实施在设备的使用率、维修成本控制、人才培养及科研支撑方面都有显著的提升,具有一定的推广和借鉴价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 段桂芳,袁霞,周建春:直接参与论文撰写、研究设计、项目实施、数据采集;许迎利,宋书香:提供工作支持、技术指导

参 考 文 献

[1] 张梦瑶,刘蕾,韦莉,等. 高校新型科研机构大型仪器设备管理与共享“1+3”模式探究[J]. 实验室研究与探索,2024,43(2): 258-262,268. DOI:10. 19927/j. cnki. syyt. 2024. 02. 051.

[2] 周万平,许杰,孙伟,等. 高校生物工程公共平台安全的管理策略及实施建议[J]. 实验室研究与探索,2023,42(8):293-297. DOI:10. 19927/j. cnki. syyt. 2023. 08. 059.

[3] 丁连涛,吴彤,刘思含,等. 新工科背景下提高教学类仪器设备利用率的探索与实践——以吉林大学工程训练中心为例[J]. 实验技术与管理,2024,41(8):244-250. DOI: 10. 16791/j. cnki. sjg. 2024. 08. 034.

[4] 袁艺青,蒋兴浩,李霞. 高校实验技术队伍发展现状研究[J]. 实验室研究与探索,2021(3):264-267. DOI: 10. 19927/j. cnki. syyt. 2021. 03. 057.

[5] 陈晨,翁雨燕,范大明,等. 一流学科建设大型精密贵重仪器设备培训体系的改革[J]. 实验室研究与探索,2020,39(3): 258-261,278. DOI:10. 3969/j. issn. 1006-7167. 2020. 03. 058.

[6] 曹啸敏,施敏敏,赵云峰. 大型科研仪器在地方高校本科人才培养中的应用探索[J]. 大学教育,2024(24):122-125. DOI:10. 3969/j. issn. 2095-3437. 2024. 24. 026.

[7] 赵鹏,于川茗. 新工科背景下大型仪器培训体系的创新与实践——以扫描电镜为例[J]. 化学教育(中英文),2022,43(22): 49-54. DOI:10. 13884/j. 1003-3807hxjy. 2022040306.

[8] 刘佳霖,闫景升,许瑾. 基于 OBE 理念的大型仪器双向融合培训体系建设[J]. 实验室研究与探索,2024,43(12):229-234, 240. DOI:10. 19927/j. cnki. syyt. 2024. 12. 045.

[9] 赵媛媛,毕晓郁,曹海勇. 大型仪器设备共享平台培训体系建立的探索与实践[J]. 医学教育管理,2024,10(4):492-497. DOI: 10. 3969/j. issn. 2096-045X. 2024. 04. 019.

[10] 刘克新,张黎伟,周勇义. 高校校级公共仪器平台建设与管理[J]. 实验技术与管理. 2021(8):1-4. DOI:10. 16791/j. cnki. sjg. 2021. 08. 001.

[11] 李晓佩,李欣,张勇杰,等.线上线下结合大型仪器自主上机培训模式研究——以扫描电镜为例[J].广州化学,2021(5):82-85. DOI:10.16560/j.cnki.gzhx.20210507.

[12] 朱良琪,陈良骥,尼庆伟,等.“人、机、料、法、环”在水质移动监测实验室管理中的应用研究[J].环境科学与管理,2024,49(3):33-38. DOI:10.3969/j.issn.1673-1212.2024.03.009.

[13] 张岚,李郅佳,袁子月,等.“科教协同”结合“多学科交叉”体系培养复合型药物化学研究生[J].大学化学,2025(1):174-184. DOI:10.12461/PKU.DXHX202404147.

[14] 周剑锋,杨明,唐俊峰,等.“双一流”建设背景下高校分析测试中心的建设与思考[J].实验室研究与探索.2019(9):252-257. DOI:10.3969/j.issn.1006-7167.2019.09.055.

[15] 刘艳凤,谢盼,曲慧.五措并举提升大型仪器设备共享成效的探索[J].实验室科学.2024,27(1). DOI:10.3969/j.issn.1672-4305.2024.01.045.

(收稿日期:2025-01-21)

《中华医学科研管理杂志》第六届编辑委员会编委名单

编辑委员(按汉语拼音字顺排):

蔡 铮	曹春梅	陈建国	陈 锐	陈园生	程英升	董尔丹	杜 建
范少萍	范艳存	顾爱华	关 健	郭 兵	郭 华	郭峻莉	韩苏夏
郝继辉	郝峻巍	贺 祥	黄春基	黄 飞	黄 锋	黄 辉	贾仁兵
贾晓峰	姜 宏	蒋 琰	焦作义	孔德领	李宗芳	林 旭	刘 勇
吕 明	曲 鹏	商洪才	单艳华	邵江华	邵雪梅	宋纯理	宋玉琴
孙瑞华	田卫东	王成增	王国庆	王嘉东	王坚成	王 敏	王 艳
王占黎	王 峥	温 浩	徐天昊	徐增光	薛丽香	杨 波	杨 莉
杨利军	姚 芬	易 凡	阴赅宏	余化刚	袁 军	张 弘	张 农
张召才	赵 静	赵炜明	赵翔宇	赵醒村	赵 镇	周翔天	