



大型仪器培训模式的研究与实践

杜桂月, 李丽萍, 张时佳, 哈莹, 宋春风, 黄建军*

(天津大学环境科学与工程学院, 天津 300350)

摘要: 当前教育信息化大力推进, 针对传统培训形式单一、任务繁重以及时间和空间限制等问题, 学院平台将微信公众平台引入到大型仪器培训模式中, 研究大型仪器培训新模式。实践表明, 该模式的运行激发了学生自主学习的积极性和创新性, 显著提升了学生的专业认知、科研水平和培养质量; 有效降低了仪器故障率, 提高了大型仪器使用效益; 提升了教师的业务水平和专业能力, 增强了平台的综合服务能力。

关键词: 大型仪器; 培训模式; 教育信息化; 微信公众平台

中图分类号: G482

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240131

Research and Practice of the Large-scale Instruments Training Mode

DU Guiyue, LI Liping, ZHANG Shijia, HA Ying, SONG Chunfeng, HUANG Jianjun*

(School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300350, China)

Abstract: At present, education informatization is vigorously promoted. In view of the problems of single traditional training forms, heavy tasks, and time and space constraints, the college platform introduces the WeChat public platform into the large-scale instrument training mode to explore a new model. The practice shows that the operation of this model stimulates the initiative and innovation of students' independent learning, and significantly improves their professional cognition, scientific research level and training quality. At the same time, the failure rate of the instrument is effectively reduced, and the use efficiency of the large instrument is improved. In addition, the operation of this mode improves the professional level and professional ability of teachers, and enhances the ability of platform comprehensive services.

Key words: large-scale instrument; training mode; education informatization; WeChat public platform

大型仪器是学科建设和人才培养的重要基础, 在国家重大项目关键技术和高水平科学研究中都发挥着重要的作用, 同时也为高校人才培养提供了硬件支撑。随着经济、社会、科技的发展, 国家对高校教学和科学研究的投入不断增加, 高校大型仪器的数量与技术含量也不断提高。因此, 如何加强大型仪器的培训, 发挥大型仪器的最大效益, 使其最大限度地地为教学、科研服务, 成为一项重要的研究课题^[1-3]。本文对学院在大型仪器培训中遇到的实际问题进行分析与研究, 旨在寻求适合大型仪器培训的新模式。

1 大型仪器传统培训现状及问题

目前传统的大型仪器培训主要由统一的理论

知识讲解和一对一的实践操作培训两部分组成。学生只有完成这两部分培训并顺利通过考核后才能获得自主操作仪器的资格。拥有自主操作资格的学生可以二十四小时使用大型仪器。因此, 大型仪器培训不仅能培养学生的动手能力, 还有助于提高大型仪器的共享率^[4]。通过培训中的工作经验及学生的相关反馈, 发现大型仪器的传统培训模式主要存在以下 3 点弊端需要解决。

1.1 理论与实践脱节

在传统的大型仪器培训中, 统一的理论知识讲解是学生培训的主要形式, 而一对一的实践操作培训仅针对需要使用仪器进行大批量数据测试的学生。这两个培训既相互联系又相互独立。统一的理论知识讲解, 重点对仪器的原理、结构、

收稿日期: 2024-03-13; 修回日期: 2024-04-28

基金项目: 国家重点研发计划项目(105305); 天津大学研究生创新人才培养项目(YCX202016)。

作者简介: 杜桂月(1989-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事大型仪器的管理和教学工作。

*通信作者: 黄建军(1977-), 男, 博士, 研究员, 主要从事样品预处理及大型仪器的管理和教学工作。E-mail:

hjj@tju.edu.cn

适用范围等理论知识进行培训,主要以教师授课、学生倾听为主,学生的主动性较弱。虽然会预留课时对学生分批进行仪器参观讲解及动手实践,但由于培训时间限制及培训学生人数较多,弱化了学生对大型仪器的实践能力培训。当学生需要使用仪器时,为了保证学生可以独立自主且无误地操作仪器,教师需要对学生一对一的实践操作培训,重点培训学生掌握仪器操作流程,以及仪器在使用前、使用中、使用后的各种注意事项,保证不会出现低级的错误操作而损坏仪器。此培训弱化了学生对大型仪器理论知识的学习^[5-6]。理论知识是实践操作的基础,实践操作是理论知识的延伸。传统的大型仪器培训很难将统一的理论知识讲解和一对一的实践操作培训良好地衔接,导致学生的理论知识与实践操作严重脱节。因此需要提供一种能够将理论与实践衔接完好的培训模式。

1.2 培训任务繁重

为了保证大型仪器不会因低级的错误操作导致无法正常运行,拥有独立测试资格的学生间隔一定时间再次使用仪器,需要重新进行考核。按照以往经验,学生由于长期不使用仪器会出现各种错误,考核通过率不到30%,教师需要对学生重新进行一对一实践操作培训,这既占用了仪器的使用时间,也消耗了教师大量的时间和精力。因此需要提供一种学生可以随时随地反复学习的模式。

1.3 培训时间和空间受限

大型仪器的开放共享,不仅提高了大型仪器设备的利用效率,又培养了学生实践操作能力^[7]。但是由于部分仪器的使用率很高,导致无法预留充足的时间进行大型仪器的培训活动。因此需要提供一种能够与线下传统培训相结合,既不影响仪器的使用率,又能够顺利完成培训任务的模式。

2 教育信息化的优势

当前,云计算、物联网、大数据、移动计算等新兴的技术正在广泛应用,加速经济社会各行各业信息化的步伐,社会整体信息化程度越来越高^[8]。《教育信息化“十三五”规划》《中国教育现代化2035》《教育信息化2.0行动计划》积极推动教育信息化发展,加快推进教育现代化和教育强国建设,持续推进信息技术与教育深度融

合,促进两个方面水平提高,加快信息化时代教育变革^[9]。

微信公众平台因其支持富媒体交互、传播功能性强、受众人群广等特点而备受关注。目前各行各业都拥有自己的公众平台,为相关工作带来了极大便利。在这个碎片化的时代,充分利用公众平台可以让规模日益扩大的手机族随时随地获取相关信息^[10-11]。

2.1 富媒体交互,教学形式丰富

微信公众平台支持富媒体交互,平台可以通过文字、动画、声音、视频等生动形象的进行信息传播。通过平台将大型仪器培训的理论和实践操作以富媒体的形式展示出来,有助于加深学生对理论知识的理解和实践操作的应用,使得理论学习与实践操作得到更好的衔接^[12]。

2.2 随时随地自主学习,减轻培训任务

手机成为学生的必备之物,通过微信公众平台,他们可以随时随地进行学习。此外,在平台发布的信息具有永久性的特点,因此学生可以根据需要在任何时间进行有针对性的学习。这种学习方式有助于提高学生的学习积极性和解决问题的能力,降低仪器的损坏率,提高仪器的使用率,减轻教师的培训任务^[13]。

2.3 “微信公众平台+传统培训”相辅相成,提高培训效率

在传统培训前,教师安排学生提前在微信公众平台上进行预习,并发布堂前小测试以检验学生的学习效果。同时鼓励学生通过平台留言提出疑惑,并由教师做出相应的解答。这些举措使得教师能够充分准备传统培训内容,在线下有限的时间内,根据学生堂前小测试的分析和疑惑进行针对性的讲解,实现“微信公众平台+传统培训”的有效结合。

3 微信公众平台在大型仪器培训模式中的研究

大型仪器作为高校人才培养、专业建设和学科发展的硬件保障,数量及种类逐年增加。增强大型仪器培训成为提高学生专业认知、科研水平和学生培养质量的一个重要指标^[14]。通过微信公众平台加以辅助,有利于学生进行自主学习,理论和实践完好地衔接,以达到真正利用大型仪器提高学生基础知识、专业认知、科研水平和培养

质量的目的，同时提高培训效率和仪器的开放共享率，增强平台的综合服务能力。

目前微信公众平台由 3 大板块，11 个子菜单构成。基本功能架构如图 1 所示。

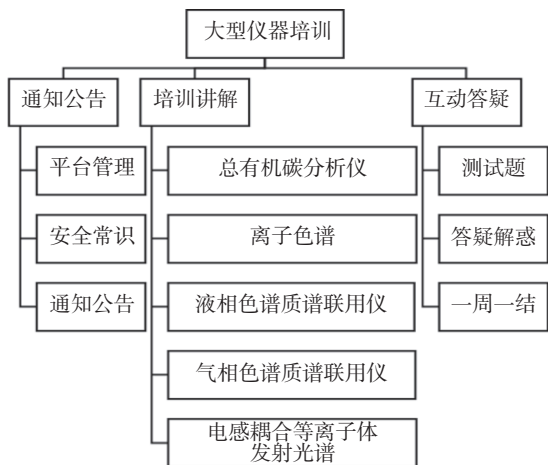


图 1 微信公众平台的基本功能架构图

3.1 利用通知公告板块，随时了解动态

通知公告区下分为平台管理、安全常识和通知公告 3 个部分。平台管理对平台规章制度、仪器预约等进行介绍；安全常识包含了意外事故处

理办法，实验室“三废”处理办法，危险化学品管理等；在通知公告区，教师利用平台即时性的优势，根据需求发布与大型仪器相关的信息，如仪器维护保养通知、理论知识讲解、一对一实践操作培训等信息，感兴趣的同学可以旁听，这样可以节约时间，提高仪器的使用率，减少线下的培训时间。

3.2 精细培训讲解板块，强化学生自主学习

通过文字、图片、视频和 flash 动画等丰富多彩的形式对大型仪器平台现有的十余台仪器的理论基础学习、实践操作体系和注意事项进行详细介绍，强化学生的自主学习能力，使其对仪器有初步的全面认识。

1) 理论基础学习

主要以文字的形式对仪器的品牌、型号、主要附件及配置、应用领域、位置、收费标准及平台预约链接进行简介；以图文并茂的形式对仪器原理进行讲解；通过不同角度的视图以及流程图等图片对仪器的构造进行描述。经过理论基础学习，使学生在理论层面上对仪器有所认识。以总有机碳分析仪为例，如图 2 所示。


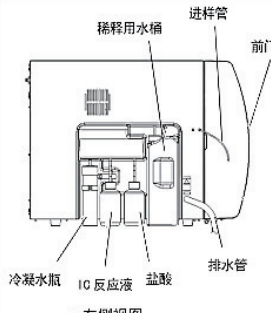
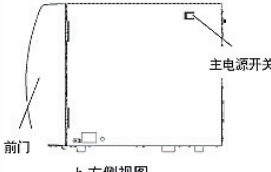
<p>碳在水中以两种形式存在：有机碳和无机碳。有机碳（TOC）可与氢或氧结合，形成有机化合物。无机碳（IC或 TIC）是构成无机化合物（如，碳酸、碳酸根离子等）的基础。两种形式的碳合成为总碳（TC），两者的关系可表示为：TOC=TC-IC。</p> <p>氮在水中也有两种类型：有机氮和无机氮。两者合起来成为总氮（TN）。</p> <p>1.1 TC（总碳）分析原理</p> <p>样品被送到装满了氧化催化剂的TC燃烧管中，并加热至680℃。样品在燃烧管内燃烧，其中的TC成分转为二氧化碳。以150mL/min的速度流入燃烧管的载气将燃烧管中的样品燃烧产物携带至电子除湿器中，样品在此冷却脱水。随后，载气又携带样品燃烧产物通过卤素脱除器，去除氯等各种卤素。最后，载气将样品燃烧产物带至非色散红外（NDIR）气体检测器中，检测二氧化碳。NDIR输出的模拟检测信号将形成一个峰，而峰面积可以用</p>	<p>仪器名称：总有机碳分析仪</p> <p>品牌：日本岛津</p> <p>型号：TOC-LCPN</p> <p>主要附件及配置：自动进样器、总氮测定附件、载气纯化组件等。</p> <p>主要功能：可以测试液体样品中的有机碳（TOC）、无机碳（IC）、不可吹扫有机碳（NPOC）、总氮（TN）。</p> <p>应用领域：目前主要用于地表水、湖水、河水、冰雪样品中的有机碳、总氮含量测试。</p> <p>位置：43楼A211</p> <p>收费情况：50元/个</p> <p>大型仪器平台预约链接： http://yiqi.tju.edu.cn/lims/equipments/equipment/index.755</p> 	 <p>a 左侧视图</p>  <p>b 右侧视图</p>
---	--	---

图 2 理论基础学习(以总有机碳分析仪为例)内容截图

2) 实践操作体系

对样品的前处理制备及注意事项进行详细讲解，以总有机碳分析仪为例，仪器采用 ASI-L 自动进样系统，选用样品瓶容量为 24 mL，测试样品需 0.4 μm 的滤膜过滤，且样品量需大于 20 mL。

针对含有悬浮物样品，含有酸、碱、盐样品需要按要求进行不同的预处理。测试方法的选择，如总有机碳分析仪有 TC-IC 法和 NPOC 法两种模式测总有机碳，通过对测量方法的原理及适用性进行讲解，让学生选择适合自己样品的方法进行测

试。仪器的操作流程包括开机前的检查、仪器开启后的操作流程以及关闭仪器后的检查,以图片和文字的形式并配有操作视频指导。学生通过课前的线上自主学习可以理解甚至掌握相关知识,如图3所示。

3) 注意事项

针对日常开机检查、定期维护及注意事项进行了强调,如图4所示。通过该部分的学习,可以避免学生在操作仪器时受到不必要的伤害,也

避免低级的操作错误使仪器受到不必要的损坏,有助于学生的自主思考,提高其解决问题的能力。学生在开机前对照日常开机注意事项可以避免出现一些低级操作错误。如学生在使用总有机碳分析仪时,当B型卤素脱除器内酸含量不足,样品中的卤素去除不彻底,导致测出的有机碳含量偏高,学生根据对比理想值与测量值之间的差距,逐步排查来确定B型卤素脱除器内酸含量不足导致的,需要及时补充B型卤素脱除器内的酸。

本仪器采用ASI-L自动进样系统,选用样品瓶容量为24ml,故测试样品需过0.4 μ m的滤膜,且样品量需>20ml。

1.1 含有悬浮物样品的分析

对含有悬浮物的样品进行TOC分析时,有时分析结果变化很大,那是因为悬浮物中常常含有TOC。此处所述的悬浮物主要是指样品中那些能通过50目筛(筛孔大小约为0.28mm)的杂质。由于本仪器进样用的特氟隆管内径大小为0.5mm左右,因此无法测量不能通过进样管的悬浮物。即使固体颗粒能通过进样管,但是如果颗粒分布不均匀,其分析重现性也会比较差。那些较重且容易沉淀的固体样品(例如,盐)可能积聚在注射器底部,刮伤八通阀进样器的马达,导致漏液。因此分析前应尽可能进行沉淀和分离。

解决措施

以下几种操作常常用于测量含有悬浮物的样品

本仪器可以测试液体样品中的有机碳(TOC)、无机碳(IC)、不可吹扫有机碳(NPOC)、总氮(TN)。其中,测量TOC的方法有以下2种方法:

TC-IC法

在TC-IC法中,用TC分析和IC分析的差值测量TOC。对于IC含量高于TOC含量的样品(TC几乎全部由IC构成的样品),我们不建议用TC-IC法,而NPOC法应该比较适合这类样品。用TC-IC法测定TOC值的误差是TC测量和IC测量误差的叠加值,因此TOC值会出现较大的误差。由于此方法的检测准确度会随着IC浓度增加而降低,因此,对于使用本仪器采用TOC/TN催化剂、IC浓度超过10ppm的样品,我们建议您采用NPOC法。

NPOC法

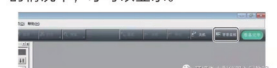
NPOC法是最为广泛使用的TOC分析方法。对于喷射期间会起泡沫的样品,我



建立好样品表编辑器与仪器间的通讯连接后,就可以进行样品分析了。

1 打开要使用的样品表,点击

。可以点击“背景监视”,屏幕上显示“背景监视”窗口。用于检查仪器的温度和信号强度。只有在仪器处于联机状态的情况下,才可以显示。



3 仪器的准备完毕状态显示在工具

图3 实践操作体系(以总有机碳分析仪为例)内容截图

每日启动仪器前,都要检查稀释水、酸的量,排水桶和加湿器中的水位以及B型卤素脱除器内试剂。

1.1 检查稀释水

检查稀释水的量是否足够分析用。如有需要,可按照下述步骤补充稀释水。

步骤:

1. 用洗涤剂清洗岛津提供的稀释水桶(容量2L),用自来水冲洗,然后用纯净水清洗多次。
2. 在稀释水桶中装满纯净水,置于仪器左侧。
3. 将稀释水取水管(贴有标签DILUTION)穿过容器帽盖的小孔。
4. 在距管顶端约250mm的地方安装配线带,以免取水管和帽盖分开。
5. 把帽盖放在容器上。

1.2 检查酸

检查酸的量是否足够分析用。

1.1 催化剂再生

样品中所含的无机物质会以盐和氧化物的形式积聚在催化剂内。这些残余物的积聚会降低分析的灵敏度和重现性。(可以用测量标准溶液的方法检查催化剂的性能。)

当测量碱性样品或者含有高浓度IC化合物的样品时,会出现这种类型的催化剂污染现象。如果催化剂被污染,可以通过催化剂再生的方法恢复催化剂的性能。催化剂再生还是减小仪器空白峰的一个有效方法。当使用新的催化剂或者很久没有使用的催化剂时,会出现空白峰。催化剂再生操作对TN分析几乎没有影响。

往催化剂中注入稀释后的盐酸就可以实现催化剂的再生。此过程中所用的酸是从仪器酸瓶中吸取的1 mol/L盐酸(IC和NPOC分析期间所用的酸)。催化剂再生过程与TOC标准催化剂和TOC高灵敏度催化剂的再生过程一样。如果完成再生过程后性能仍未恢复,请更换催化剂。

1. 本仪器是测量水中有机物和氮化合物的仪器。请勿测量水以外的液体样品。样品需要过0.45 μ m的微孔滤膜,样品量要>20ml。

2. 将样品瓶放到样品瓶架上,调整样品瓶架正确的放置在ASI-L卡槽内。禁止在样品瓶架周边书写或张贴胶带。以保证样品瓶架的正常旋转。

3. ASI-L开始测量时,首先要检测样品瓶架的起始位置,会旋转1圈样品瓶架,进行初始化。为了确保测量精度,在测量途中自动检测样品瓶架的偏位,会旋转1圈样品瓶架。这并非仪器异常。

4. 电炉升温时不要触摸电炉表面。电炉的中心位置(靠近燃烧管入口附近)温度非常高,可能会引起烧伤。

5. 为了防止高灵敏度的催化剂上浮至燃烧管顶部,在加热电炉时请确保一直有载气通过。

6. 要关闭仪器,请在TOC-Control L

图4 注意事项(以总有机碳分析仪为例)内容截图

3.3 利用互动答疑板块,充分与学生互动
在互动答疑部分,每台仪器配有相关的测试

题,用来检测学生自主学习的理解能力及掌握程度。学生在完成培训讲解板块对仪器进行自主学

习后，再进行作答。教师可以从后台查看学生测试后的答题统计情况，了解他们普遍存在的问

题，针对学生的难点在传统培训时进行重点讲解，如图 5 所示。



图 5 互动答疑(以总有机碳分析仪为例)内容截图

在新模式下，教师根据学生在微信公众平台上答题的易错点和传统培训时的疑问整理为一节内容，并定期更新在仪器小结部分，以便更好地帮助学生理解和掌握各个仪器。同时根据学生反馈，在平台上及时更新和补充相关知识点，添加详细的文字解释、图片、视频、flash 动画等内容。教师通过与学生互动，对新模式不断进行改进和完善，更好地服务于学生。

4 “微信公众平台+传统培训”在大型仪器培训模式中的成效

基于大型仪器在传统培训中遇到的众多问题，将微信公众平台引入到大型仪器培训中进行应用研究，采用“微信公众平台+传统培训”相辅相成的培训新模式，取得了良好的成果，如图 6 所示。

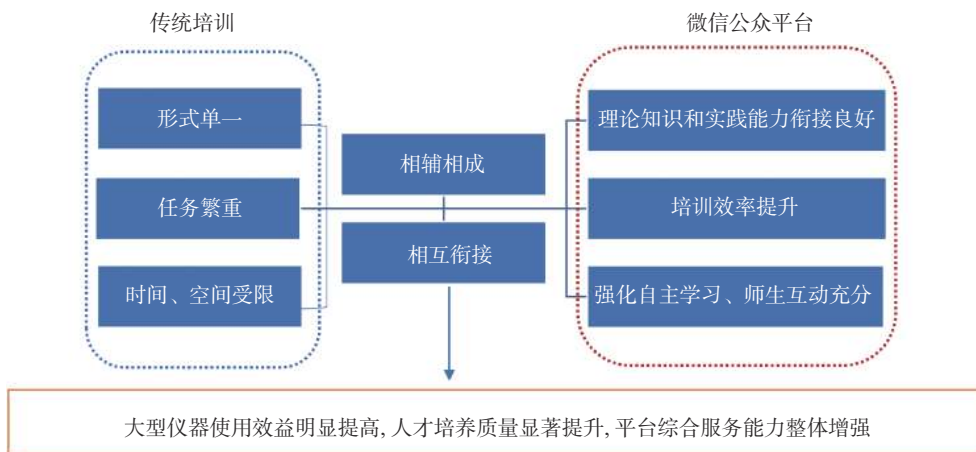


图 6 “微信公众平台+传统培训”在大型仪器培训模式中的成效

4.1 大型仪器使用效益明显提高

采用“微信公众平台+传统培训”模式后，学生利用微信公众平台实现了“哪里有疑问搜哪里”的快捷答疑解惑途径，提高了培训效率。以总有机碳分析仪为例，如表 1 所示，与 2022 年度

相比，参加培训的学生人数同比增长 54%。顺利通过考核并获得自主操作仪器资格的学生占比 67%，考核通过率同比增长 26%。学生自主操作仪器的能力得到了提高。2023 年仪器的维修成本由万元以上下降至 0.54 万元，仪器的故障维修率

明显降低。仪器使用时长达到3000余机时,仪器的使用效益明显提高。仪器测试方法技术交流研

讨次数明显增加。在2023年度学校大型仪器效益评价中被评为优秀设备。

表1 不同培训模式下的仪器^①相关情况

类别	年度	培训学生/ 人次	通过人数/ 人次	维护成本/ 万元	机时数/h	仪器测试方法技术 交流研讨/次	仪器 效益评价 ^②
新模式	2023	43	29	0.54	3014	8	优秀
传统 模式	2022	28	15	1.26	2392	4	良好
	2021	30	12	1.44	1576	4	良好

注:①总有机碳分析仪;②仪器效益评价是仪器机时利用、人才培养、科研成果、服务收入等综合评价。

4.2 人才培养质量显著提升

平台仪器面向校内外开放,支持本科生毕业设计、研究生课题研究和大学生创新创业项目等。“微信公众平台+传统培训”新模式实行后,学生主动参与学习的积极性高涨,理论基础、专业认知和科研水平大幅提升,激发了创新意识和创新能力,学生培养质量明显提高,并推动其在职业规划、学术发展和技术创新研发方面取得进展^[15]。2023年,平台支撑学生参加国家级、省部级及校院级“大创项目”100余项,在首届零碳未来创新大赛、中国国际大学生创新大赛、天津市“零碳生活·绿色梦想”创新大赛等学科比赛中荣获2金4银的好成绩。

4.3 平台综合服务能力整体增强

“微信公众平台+传统培训”模式实行后,实验教师的培训压力得到了缓解,有更多的精力放在提高自身业务水平和专业能力上^[16]。2023年平台教师积极参加实验室管理、仪器分析等会议,与校外进行技术交流研讨。多名教师参加了系统性的仪器进修培训,加强仪器的维护保养、定期校验和检修;更好地帮助学生解决样品预处理、测试方法调试及数据分析等问题。如平台教师协助学生采用亲水型阴离子色谱柱AS11开发了离子色谱检测三氟乙酸根的新方法。新模式实行后,大大提升了平台的高度,平台不再是被动地服务,而是主动地研究。基于平台的支持,学院科研项目经费逐年递增,硕果累累,平台多项服务成果在Environmental Science & Technology、Water Research、Journal of Hazardous Materials等环境领域顶级期刊发表。

5 结束语

通过“微信公众平台+传统培训”新模式的研

究,成功降低了仪器的故障维修率,提高了大型仪器使用效益。学生主动参与学习的积极性高涨,理论基础、专业认知和科研水平大幅度提升,创新意识和创新能力得到了激发,学生培养质量明显改善。同时,教师的培训压力减轻,业务水平和专业能力得到提高,平台综合服务能力水平全面增强。目前新模式还处于试运行阶段,后续会在研究与实践中不断对新模式进行修改和完善,使其更好地为大型仪器的使用效益发挥作用,为人才的培养和科学技术研究服务。

参考文献

- [1] 李朝明,吴彦霞.新形式下高校大型仪器共享工作体系建设与实践[J].*实验室科学*,2022,25(6):193-196.
- [2] 张睿超,杨雪松,孙月琴.高校大型仪器设备开放共享发展趋势研究[J].*中国现代教育装备*,2023(7):3-4.
- [3] 温海虹.大型仪器共享管理平台开放与建设探讨[J].*实验室科学*,2022,25(4):168-171.
- [4] 宋楠,朱学栋,周兴贵,等.完善院级仪器平台建设以提升资源利用率和制度效益[J].*实验室研究与探索*,2022,41(5):285-288.
- [5] 张哲娟,洪家祺,聂耳.综合性高校大型仪器共享问题与推进策略[J].*实验科学与技术*,2023,21(3):145-149.
- [6] 任小明,万卫红,蔡志伟.地方高校大型仪器管理现状及共享机制探讨[J].*实验室科学*,2021,24(5):227-230.
- [7] 雷玉珍,王美荣,胡胜鹏,等.基于高校大型仪器的创新型人才培养实践与探索[J].*实验室科学*,2022,25(4):160-163.
- [8] 陈建珍,穆麒麟,蔡威威.地方高校大型仪器设备开放共享模式研究及实践[J].*实验科学与技术*,2022,20(1):123-127.
- [9] 张坤,徐静,陈长宝,等.基于微信平台的仪器分析实验教学教学改革研究[J].*实验科学与技术*,2020,18(6):66-70.

(下转第111页)