

Exploration and Practice of Comprehensive Utilization of Teaching Experimental Instruments in Colleges and Universities

Xili Liang Shunli Kou Xinjie Song Yuanfeng Wu*

College of Biological and Chemical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang, 310023, China

Abstract

With the dual-driven development of scientific research and teaching in colleges and universities, the sources of experimental instruments and equipment are increasingly diverse. The improvement of comprehensive utilization rate has become an important direction for laboratory management and teaching reform in colleges and universities. This paper takes the Analytical Testing Center of the College of Biology and Chemical Engineering of Zhejiang University of Science and Technology as an example to analyze the diversified trend of the sources of experimental instruments and equipment in current universities, including three channels: teaching funds, scientific research funds and independent research and development. Through specific cases, such as UCPLC-QTOF MS, liquid preparative chromatography devices, and the self-developed upconversion fluorescence detector based on UCNPs, this paper explores its comprehensive application paths and management mechanisms in teaching practice, scientific research expansion, and talent cultivation, providing referenceable experience for the efficient allocation and sharing of experimental instrument resources in colleges and universities.

Keywords

teaching reform; Experimental instruments; Resource sharing; diversification

高校教学实验仪器综合利用的探索与实践

梁喜丽 寇顺利 宋新杰 吴元锋*

浙江科技大学生物与化学工程学院, 中国·浙江 杭州 310023

摘 要

随着高校科研与教学双轮驱动的发展, 实验仪器设备的来源日益多元, 综合利用率的提升已成为高校实验室管理与教学改革的重要方向。本文以浙江科技大学生物与化学工程学院分析测试中心为例, 分析了当前高校实验仪器设备来源的多样化趋势, 包括教学经费、科研经费及自主研发三类渠道。通过具体案例, 如UPLC-QTOF MS、液相制备色谱装置、自主开发的基于UCNPs的上转换荧光检测仪, 探讨其在教学实践、科研拓展及人才培养中的综合使用路径与管理机制, 为高校实验仪器资源的高效配置与共享提供可借鉴的经验。

关键词

教学改革; 实验仪器; 资源共享; 多元化

1 引言

在当前高等教育教学质量持续提升与科研水平不断深化的背景下, 实验教学改革成为推动应用型人才培养的核心环节 [1]。实验仪器作为教学和科研的重要支撑, 其资源配置与使用效率在很大程度上决定了教学效果与科研产出质

量。然而, 传统实验室仪器往往存在重复购置、使用效率低、教学科研脱节等问题 [2]。因此, 构建“教学—科研—创新”一体化的实验平台, 提升仪器综合利用率, 是当前高校教改的重要内容之一。

2 高校实验仪器的多元化来源分析

高校实验仪器的来源日益呈现多元化趋势, 主要包括通过教学经费购置、科研经费支持采购以及课题组自主研发三大类渠道。教学经费购置的仪器多用于本科与研究生基础实验教学, 强调易用性与教学适配性; 科研经费支持下引进的高端仪器则满足前沿课题研究对精密度与功能性的高要求; 而自主研发设备则体现了科研团队的创新能力, 常用于

【作者简介】梁喜丽 (1993–), 女, 中国黑龙江哈尔滨人, 博士, 实验师, 从事植物活性物质益生菌功能鉴定研究。

【通讯作者】吴元锋 (1976–), 男, 中国浙江临安人, 博士, 教授, 从事天然产物研究。

特定领域的技术突破与应用探索 [3]。多元化的仪器来源不仅拓展了实验资源的覆盖面,也为构建教学与科研融合的平台提供了坚实基础。

①教学经费与基本建设经费购置仪器。此类仪器主要服务于本科教学和部分研究生实验课程,具有操作简便、功能直观、结构稳定的特点。例如中心配置的 UPLC-QTOF MS 系统,最初用于食品分析课程中微量污染物的定量检测教学,在系统培训和安全管理体系统完善后,逐步开放给研究生科研使用,并参与多个横向课题项目。

②科研经费与基本建设经费支持购置的仪器。此类设备配置较高,性能稳定,主要用于承担国家级及省部级科研项目。例如液相制备色谱装置,原用于生物工程方向天然产物提取纯化,后经培训与教学模块设计,也纳入《食品分析》实验课程之中,成为学生了解分离技术平台的实践窗口。

③自主研发的实验仪器设备。随着科研团队的发展,越来越多课题组开始自主设计开发仪器设备,满足特定研究需求 [4]。例如本课题组研制的基于 UCNPs 的上转换荧光检测仪,利用荧光放大效应将检测限降低至 0.304 ng/mL,成功实现对痕量克伦特罗残留的精准检测。该仪器除用于相关项目的科研检测外,也被引入教学过程中,帮助学生理解先进检测原理与方法,提高其科研素养。

随着高水平科技大学建设的推进和高校竞争格局的变化,实验仪器配置逐步从“以教学为主”转向“教学科研并重”。在政策支持与技术演进的双重驱动下,高校仪器设备呈现出以下发展趋势:①跨学科共享化:同一设备常被多个学院、多个专业联合申请使用,如质谱、X 射线衍射仪、扫描电子显微镜等,不再局限于传统归属。②功能集成化:越来越多仪器采用一体化模块设计,如 UPLC-QTOF 可同时完成定性定量分析,节省教学时间、提升数据深度。③投资多元化:除政府资金外,校企合作、社会捐赠等新型投入形式逐渐成为补充渠道,尤其在自研设备开发方面表现活跃。但多元化背景下也带来诸多管理与教学挑战:如管理权限不清、设备用途冲突、维护责任不明确、师资与技术支持不足等,亟需通过制度建设与机制创新予以应对 [5]。

3 仪器综合利用的教学模式改革探索

3.1 教学内容与科研资源的融合

通过整合教学实验内容与科研项目数据,构建“科研带教学”的课程体系。例如,学生在《食品分析》课程中使用 UPLC-QTOF MS 检测实际样品中的农兽药残留,同时学习 MS 数据分析方法,从数据获取到结果解读,增强其问题解决能力。在研项目的真实实验任务有机嵌入本科教学过程中,既能提升学生实践、科研、团队协作等能力,加深其对理论知识的理解,激发学习兴趣,又能促进教学内容与时俱进,推动教师教学水平提升,实现教学相长与人才培养质量的全面提高。

3.2 模块化实验平台的构建

根据不同课程需求与学生基础,将复杂仪器的教学内容分解为多个操作模块,如仪器基础培训、样品前处理、数据分析与报告撰写,使学生分阶段掌握仪器原理与应用,避免一味堆砌内容导致的教学负担。分析测试中心推行“预约制+培训准入制”的仪器共享机制,实现本科生、研究生与科研人员的分级开放管理。通过建立电子化预约平台与仪器使用记录系统,既保证仪器使用的安全与规范,又促进仪器在不同层级教学与科研任务中的高效利用。

4 管理机制与保障措施

4.1 制度化运行体系

为了实现教学实验仪器的规范管理与高效使用,中心在运行初期便着手建立一套系统性、制度化的管理框架,先后制定并完善了《大型仪器共享管理办法》《仪器使用安全守则》《实验平台用户守则》等多项规章制度。这些制度明确了教学与科研用户在仪器预约、操作权限、数据管理、耗材使用、维护保养等方面的权责界限,为平台运行提供了有据可循的管理依据。本科生须在完成理论培训和上机考核后,方可进入实验室进行操作实践;而研究生在课题申报阶段需提交仪器使用计划并经技术人员审核通过后,方可预约使用。通过制度化流程,不仅确保了仪器使用过程中的安全性与规范性,也为仪器的长期稳定运行和多任务协调提供了保障。此外,制度中还明确了仪器维护的责任主体、应急处理预案及责任追溯机制,从源头上防范了设备运行风险,保障平台的可持续发展。

4.2 专业化管理团队

高端仪器设备的稳定运行与高效使用,离不开一支专业化的技术支持与管理团队。分析测试中心建立了由中心主任牵头、专职工程师为主、教师与研究生辅助参与的管理团队模式,形成“技术—教学—科研”三位一体的支持体系。专职技术人员负责对核心设备的日常维护、功能检测、使用培训及故障排查,确保设备常年维持在良好运行状态,最大限度降低因误操作或缺乏维护带来的损耗风险。同时,中心鼓励教师与科研人员共同参与仪器使用规范的制定、实验模块的开发以及新技术的集成与推广。例如,在液相制备色谱装置的维护过程中,课题组成员与技术员合作完成软件系统的功能升级,实现样品批量处理功能的自动化改造,有效提升了仪器的应用效率。通过这种共建共享、协同维护的机制,不仅增强了教师与学生对仪器平台的归属感与责任感,也推动了实验平台在人员结构与技术服务上的持续优化。

5 成效与案例分享

5.1 教学效果显著提升

通过将真实科研项目背景引入课堂教学,将先进科研仪器如 UPLC-QTOF MS、液相制备色谱装置等引入实验课程,不仅极大地丰富了教学内容,也有效提升了学生的参与

度和实践能力。在《食品分析》等课程中,学生直接参与到实际样品检测、数据处理和结果解读等科研过程之中,极大增强了其学习的主动性与成就感。同时,通过模块化的教学设计,降低了复杂仪器的学习门槛,使得不同基础层次的学生均能在实验中获得正向反馈与成长体验。根据学生反馈调查结果显示,课程满意度较以往提升超过 20%,多名学生在课程结束后主动申请参与导师科研项目或在毕业设计中继续深入使用所学仪器技术,毕业设计的完成质量和创新水平亦明显提高,多次在校级优秀毕业设计评选中获奖。

5.2 科研产出与人才培养双赢

在完成日常教学任务后,实验平台进一步向教师课题组和学生科研项目开放,实现了教学仪器的高效运行模式。一方面,仪器资源的充分利用为课题研究提供了强有力的技术支持,推动了多项国家级与省部级项目的顺利开展,产出了高质量论文和科研成果;另一方面,研究生及高年级本科生在参与真实科研过程中,锻炼了实验设计、数据分析及论文写作等综合能力,科研素养显著提升。在平台支持下,已有 31 名本科生以第一作者身份发表 SCI 论文,部分学生依托平台完成的毕业课题被推荐参加国内外学术会议。平台所培养的学生在毕业后,多人成功进入食品安全、生物检测等相关领域的知名高校或科研机构继续深造,成为科研梯队的重要储备力量,真正实现了教学与科研协同发展、人才培养与科研产出互促共赢的良性循环。

5.3 自主仪器研发推动创新教学模式

在科研能力培养层面,自主仪器研发项目天然具备高度科研探索属性,将其有机融入教学体系,能为学生构建深度参与科研实践的优质平台。从项目初始阶段,学生即可投身调研工作,深入剖析相关领域研究需求,梳理现有技术瓶颈与不足,从而明确研发目标与方向。在仪器研制过程中,学生主导参与实验方案设计、优化,不断尝试不同技术路线与实验参数,在反复探索中寻求最佳解决方案。这一过程涵盖从问题提出、方案规划到实践验证的完整科研流程,能有效塑造学生科研思维,培育创新意识。当仪器研制完成并投入实际应用后,学生通过参与样品检测、数据处理与分析,学会从实验数据中捕捉问题,提出科学假设并加以验证,全方位提升科研实践能力。

UCNPs 荧光检测仪的开发历程体现了“科研育人”的理念。在实验教学层面,该仪器的引入打破了常规实验的固定框架。以往学生进行物质检测实验,多使用通用型仪器,按照既定的实验步骤“按图索骥”,对仪器原理与检测流程缺乏深入思考与自主探索的机会。基于 UCNPs 的上转换荧

光检测仪作为自主研发成果,其独特的检测原理基于上转换纳米粒子在近红外光激发下发射出可见荧光的特性,检测克伦特罗残留时涉及纳米材料合成、荧光标记、光学检测等一系列复杂且前沿的技术环节。在教学过程中,教师可引导学生参与从仪器设计原理剖析到实际操作检测的全过程。学生在学习仪器工作原理时,需要深入理解上转换纳米粒子的发光机制、纳米材料表面修饰对检测灵敏度的影响等知识,这促使学生将物理、化学、材料科学等多学科知识融会贯通。在实际操作环节,学生要亲手完成纳米粒子的合成、荧光探针的制备、仪器参数的调试等工作,相较于传统实验,操作难度与复杂度大幅提升,但也为学生提供了更广阔的实践空间,有效锻炼了学生的动手能力与解决复杂问题的能力。

此外,自主仪器研发推动的创新教学模式还促进了教学相长[6]。在教学过程中,教师需要不断提升自身的专业知识和科研能力,以更好地指导学生参与仪器研发与实验检测项目。同时,学生在参与过程中提出的新颖想法和问题,也能为教师的科研工作提供新的思路 and 方向。师生之间形成了良好的互动与合作关系,共同围绕自主研发的仪器开展教学与科研活动,实现了教学与科研的深度融合,推动了教学模式的不断创新与发展。

6 结语

实验仪器的高效管理与综合利用,不仅是提升教学质量的重要途径,更是实现科研成果转化与人才培养质量跃升的关键支点。未来,应继续推动政策支持、机制创新与资源整合,建设“教学科研一体化、资源共享常态化”的高校实验平台体系,为高水平人才培养和科技创新提供坚实支撑。

本研究受浙江科技大学重大教学研究与改革项目(2023-jg05)资助得以开展,在此深表感谢。

参考文献

- [1] 康露,杨志,王其军,吕栋梁,陈薇羽.大型仪器设备在本科实验教学中的应用研究与实践[J].中国现代教育装备,2024(7):50-53.
- [2] 董祥芝,安凤秋,李庆,薛凝,张洛红.大型仪器设备在本科实验教学中的应用实践[J].中国现代教育装备,2024(11):33-35.
- [3] 李忠新,孔鑫,官琳,吕唯唯.依托自制仪器对公差实验进行OBE改造的探索[J].实验技术与管理,2021,38(1):213-216.
- [4] 李忠新,孔鑫,官琳,吕唯唯.依托自制仪器对公差实验进行OBE改造的探索[J].实验技术与管理,2021,38(1):213-216.
- [5] 柴晓兰,丛培盛,朱仲良.学生自制微视频的仪器分析实验教学模式研究[J].实验技术与管理,2018,35(12):29-31.
- [6] 王见之,严钰锋.自制实验装置在医学功能学科实验教学中的应用[J].基础医学教育,2025,27(2):155-158.