

高校老旧科研仪器在本科生创新能力培养中的应用探索

赵光涛*, 刘宗怀

陕西师范大学材料科学与工程学院, 西安 710119

摘要: 聚焦高校老旧科研仪器对本科生创新能力培养的作用与价值, 结合“双一流”高校培养目标, 分析了老旧科研仪器的再利用现状, 提出了针对性的实践措施与探索方向。通过精细化管理与创新性的利用方式, 老旧科研仪器能够焕发新生, 为本科生的创新能力培养提供坚实支撑, 助力更多兼具创新精神和实践能力的高素质人才脱颖而出。

关键词: 老旧科研仪器; 实验教学; 创新能力

中图分类号: G64; O6; G482

Application and Exploration of Old University Scientific Instruments in the Cultivation of Undergraduates' Innovative Ability

Guangtao Zhao*, Zonghuai Liu

School of Materials Science and Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China.

Abstract: This paper discusses the key role and potential value of old university scientific instruments in the cultivation of undergraduates' innovative ability. Combined with the cultivation objectives of “double first-class” universities, the paper analyzes the status quo of the reuse of old scientific instruments, and puts forward targeted practical measures and ways for future exploration. Through refined management and innovative utilization, the old scientific instruments can be renewed in their application, provide solid support for the cultivation of undergraduates' innovative ability, and help more high-quality talents with innovative quality and practical ability to stand out.

Key Words: Old scientific instrument; Experimental teaching; Innovative ability

党的二十大明确指出, “科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”。实验室中的新技术需依托新兴产业, 不断成为推动经济和社会发展的新引擎。在高校本科实验教学中, 应打破传统教学限制, 发挥新技术在科技创新和人才培养方面的优势, 为高校教育的发展注入新的活力和动力。

在高校教育体系中, 共享平台的科研仪器设备作为科学研究以及实验教学的重要组成部分^[1,2], 为高校的科研教学以及科普活动等公众服务工作提供了重要的保障和支持。随着科技的迅猛发展, 高校实验室的大型仪器设备不断进行更新和升级。然而, 许多老旧科研仪器因技术落后、性能不稳定、维修价值高等原因被闲置或废弃。这些仪器往往具有较高的教学价值和科研潜力, 若能加以充分利用, 将对本科生的创新能力培养以及社会的科普服务起到积极推动作用^[3,4]。如何高效利用这些资源, 已成为当前高校本科实验教学创新的重要课题。文章紧密结合“教育部关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量”的指导思想, 以提高本科生实验教学的创新思维和能力为切入点, 通

过利用现有的老旧大型科研仪器培养学生对科学仪器设备的理解与创新，旨在提高本科实验教学中学生的实验设计能力，培养学生发现问题和解决问题的能力，激发学生研究和探索的欲望。

本科生对大型科研仪器设备的认知欠缺已成为学术界亟需关注和解决的问题^[5]。为使学生迅速获取详细的设备信息，应构建开放的信息平台，提供便捷的查询途径。同时，需通过专业培训，指导学生根据实验需求选择适合的测试设备。此外，提升学生的创新能力同样关键。虽然大型仪器设备依赖专业人员进行维护管理，但现阶段缺乏专门针对本科生创新人才培养的保障和激励机制，比如设立专门奖项鼓励学生积极参与老旧仪器的改造和创新，为指导教师提供一定的奖励激励他们积极引导引导学生参与实践等，这些机制的缺乏限制了大型仪器设备在人才培养中的应用^[6]。因此，建立完善的保障和激励机制是当务之急。如图1所示，通过分析老旧科研仪器的现状，提出其针对性的实践措施与探索方向，旨在深入探索高校老旧科研仪器在本科生创新能力培养中的实践与应用，挖掘其潜力，优化利用方式，为提升本科生的实践能力与创新意识提供新路径。

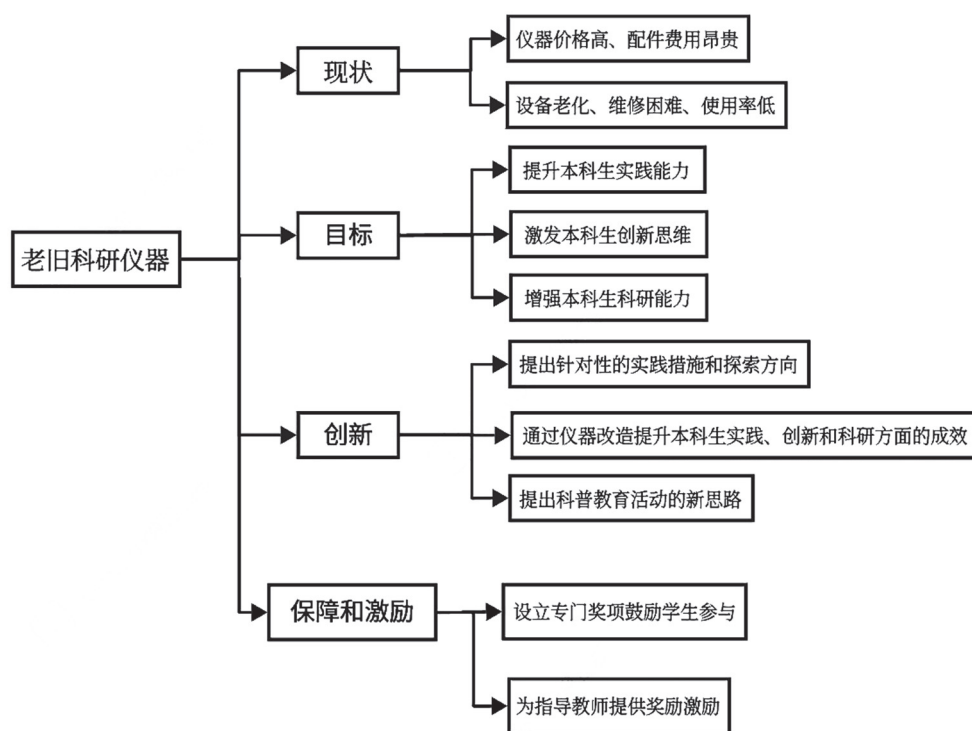


图1 老旧科研仪器再利用解决策略

1 高校老旧科研仪器的现状与评估

1.1 高校老旧科研仪器现状

随着高等教育的发展和学科建设的深入，高校的大型仪器设备规模不断扩大，种类日益丰富，价值逐渐提升，高精尖设备相继涌现，有力支撑了科研与教学以及社会公众科普等教育工作^[7,8]。目前，许多高校都拥有一定数量的老旧大型科研仪器。这些仪器虽然技术相对落后，但在某些特定的实验和教学中仍具有不可替代的作用。然而，由于操作复杂、维护困难以及维修成本高等原因，这些仪器的利用率普遍较低，未能充分发挥其在教学和科研中的应有价值。

高校里供科研使用的大型仪器设备价格颇高，其维修与定期保养的花费十分高昂，少则几千，多则几万甚至几十万，同时还需要定时进行维护保养^[9,10]。目前，高校老旧大型仪器的现状：一是设备老化，部件磨损严重，需要更换的零部件较多；二是由于技术更新换代，部分老旧仪器的维修配

件难以获取, 导致维修成本上升; 三是部分维修人员技术水平有限, 难以有效解决复杂故障, 导致维修效率低下, 成本增加。这些因素不仅增加了高校的财政负担, 也限制了老旧仪器的有效利用价值。

1.2 高校老旧科研仪器筛选与评估

目前, 很多高校都存在着老旧仪器被闲置、浪费的问题。以陕西师范大学材料科学与工程学院为例, 自2011年建院以来, 使用年限超过10年以上的大型仪器设备(原值20万以上)有26台, 原值共计1520万元, 其中包括电镜类、光谱类、射线衍射类以及定制设备, 其中有13台设备因为仪器配件无法购买等原因处于闲置状态, 这些仪器因为技术过时, 无法满足教学和科研需求, 往往被束之高阁, 造成了资源的浪费。对实验室内的老旧科研仪器进行筛选和评估, 确定具有教学价值和科研潜力的仪器。这些被选中的仪器将被纳入共享平台, 供本科实验教学使用, 以充分利用资源, 提高仪器的使用效率。

老旧大型仪器筛选与评估的标准:

(1) 教学价值评估。

- ① 仪器的基本原理和结构是否适合用于教学演示, 帮助学生理解相关知识。
- ② 仪器能否为学生提供实践操作的机会, 培养学生的动手能力。
- ③ 仪器在教学过程中是否能够启发学生的创新思维, 鼓励学生对仪器进行改进或开发新的应用。

(2) 科研潜力评估。

- ① 尽管仪器的技术相对落后, 但是否在某些特定的科研领域或研究项目中仍具有应用价值。
- ② 仪器是否可以通过改造或升级, 满足一些特定的科研需求。
- ③ 仪器所涉及的科研领域是否与学校的科研发展方向相契合。

图2为高校大型仪器在本科生教学中的探索, 通过以上标准筛选出具有教学价值和科研潜力的仪器设备, 结合本科生的材料表征实验课程, 将理论知识与实践相融合, 使学生充分了解仪器设备的原理与构造。学生还可以利用现有仪器资源, 加入自己对仪器的理解, 开发或者改造仪器现有功能, 在更大程度上提升本科生的创新能力和思维水平。

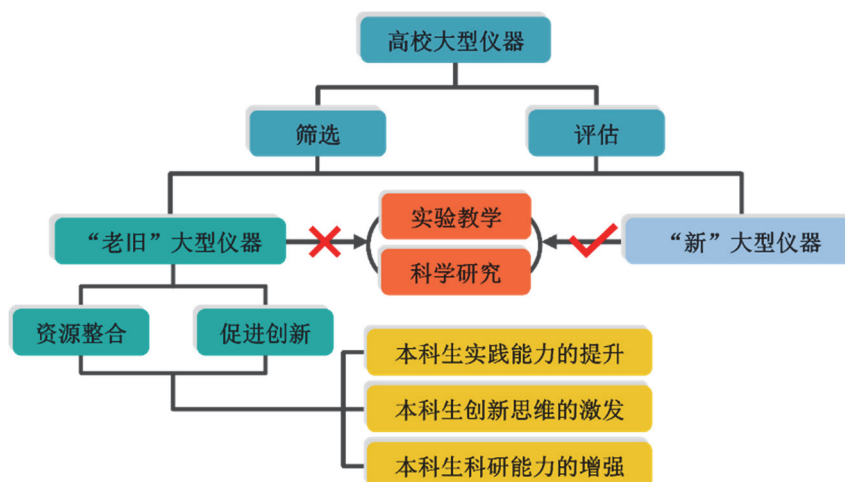


图2 高校大型仪器在本科生教学中的探索

同时, 为了实施精细化管理, 我们采取了以下措施:

- (1) 建立完善的仪器设备档案管理系统, 详细记录每台老旧科研仪器的基本信息、使用记录、维修记录、保养记录等, 确保对仪器的历史和现状有全面的了解。

(2) 制定科学的仪器设备维护计划, 定期对老旧科研仪器进行检查、保养和校准, 确保仪器的性能稳定和精度可靠。

(3) 加强对维修人员的培训和管理, 提高他们的技术水平和维修能力, 确保能够及时有效地解决仪器的故障问题。

(4) 对老旧科研仪器的使用进行规范管理, 制定详细的操作规程和 safety 注意事项, 确保学生和教师能够正确、安全地使用仪器。

(5) 建立仪器设备使用反馈机制, 及时收集使用者的意见和建议, 对仪器的使用效果进行评估和改进。

通过以上措施的实施, 我们能够更好地管理和利用老旧科研仪器, 提高仪器的使用效率, 为本科生创新能力的培养提供更好的支持。

2 高校老旧科研仪器的再利用策略

(1) 资源整合。通过共享机制, 可以将不同学院、不同实验室的老旧科研仪器资源进行整合, 实现资源的优化配置和共享利用^[1]。例如, 学校建立了统一的仪器共享平台, 各学院和实验室可以在平台上发布闲置仪器的信息, 包括仪器的型号、功能、使用状态等。其他有需求的单位可以通过平台申请使用这些仪器, 平台会根据申请情况进行调配和安排。这样不仅提高了仪器的利用率, 还为本科生提供了更多接触不同类型仪器的机会, 拓宽了他们的视野。同时, 制定了详细的共享规则和管理制度, 明确了仪器的使用权限、预约流程、使用时间等, 确保仪器的使用安全和规范。通过资源共享, 许多本科生能够参与到原本无法接触的实验项目中, 提升了他们的实践能力和科研素养。此外, 共享平台还促进了不同学科之间的交流与合作, 激发了学生的创新思维^[2]。例如, 化学专业的学生可以使用物理实验室的某些仪器进行材料分析, 而物理专业的学生也可以借助化学实验室的仪器进行相关实验研究, 这种跨学科的交流与合作有助于学生开拓思路, 培养创新能力。

(2) 对设备拆解与重组, 使学生直观地了解设备的核心原理及内部构造。以材料学科现有待淘汰但尚具有利用价值的设备为例, 将其整合于本科生实验材料表征课程中。在课程中, 教师会详细指导学生对设备进行拆解和重组。例如, 在讲解紫外-可见近红外光谱仪时, 教师会先介绍仪器的整体结构和工作原理, 然后引导学生逐步拆卸仪器的外部外壳, 展示内部的各个部件, 如光源、检测器、单色器等, 并详细解释每个部件的功能和作用, 以及它们之间的相互关系。学生在拆解过程中会仔细观察和记录每个部件的特点和连接方式, 然后按照相反的步骤进行重组。在重组过程中, 学生需要确保每个部件安装正确, 仪器能够正常工作。通过这种实际操作, 学生能够更加直观地感受到设备的核心原理及内部构造, 加深对仪器的理解。此外, 学校还组织了相关的实验竞赛和展示活动, 鼓励学生分享自己在拆解和重组过程中的心得体会和创新想法。例如, 学校每年举办一次设备拆解与重组实验竞赛, 学生们以小组为单位参加, 在规定时间内完成对指定设备的拆解和重组, 并进行现场展示和讲解。评委根据学生的操作技能、对原理的理解以及创新想法等进行评分, 评选出优秀的小组并给予奖励。通过这些活动, 进一步提高了学生的学习积极性和实践能力。

(3) 对仪器进行改造创新, 增加创新使用功能。以紫外-可见近红外光谱仪(2012生产的日本岛津UV3600)为例, 该设备由于使用年限较长, 测试结果难以满足科研需求, 但内部光源以及仪器结构仍然完整, 能够正常使用, 将该设备用于教学设备。学生在学习了仪器的工作原理后, 绘制设备组装图, 并根据个人设想, 对仪器进行改造创新, 增加创新使用功能。例如, 学生增加了反射光源, 改变了仪器参数(发射光源的波长以及接收信号波长), 减少了测试空白样品的测试时间, 从而能够快速准确得到测试结果。此外, 学生还针对不同样品特性, 自主设计测试条件, 并自行研发适配的样品台以及测试环境, 按照不同样品的特性设计夹具。通过这些改造, 学生不仅提高了动手实践能力和创新思维, 还更深入掌握了紫外-可见近红外光谱仪的测试技术。仪器改造前后, 对测试结果的影响也进行了详细的对比分析, 结果表明改造后的仪器在测试准确性和效率方面都有了显著提高。

(4) 举办科普教学活动，建立特色的科普教学基地。利用现有的仪器设备以及丰富的科研资源，举办科普教学活动，建立特色的科普教学基地，传播相关科学常识，能够服务于社会，提高公众的科学素质。例如，定期组织科普展览和讲座，向公众展示老旧科研仪器的工作原理和应用领域，让公众更好地了解科学知识。在科普展览中，展示了各种老旧科研仪器的实物，并配备了详细的说明和演示，让公众可以直观地了解仪器的工作过程和应用效果。同时，邀请专家进行科普演讲，介绍最新的科研成果和科学发展趋势，激发公众对科学的兴趣。此外，开展科普实验演示，让公众亲自参与一些简单的实验操作，感受科学的魅力。学校还与周边社区和学校合作，开展科普进校园、进社区等活动，扩大科普的影响力。例如，与周边学校合作开展科普进校园活动，组织学生参观实验室，展示老旧科研仪器的工作原理和应用，激发了学生对科学的兴趣。同时，深入社区举办科普讲座和展览，为居民提供科学知识普及服务，提高了居民的科学素养。通过这些活动，不仅提高了公众的科学素养，也为学生提供了展示自己的平台，增强了他们的自信心和成就感。此外，学校还建立了特色的科普教学基地，配备了专业的讲解人员和教学设备，为公众提供了一个系统学习科学知识的场所。基地定期开展科普培训和实践活动，吸引了众多学生和公众的参与。

3 本科生创新能力培养的实践与效果

老旧科研仪器虽然技术陈旧，但其基本原理和内部结构对于本科生来说仍具有学习价值。通过拆装以及维修老旧仪器，学生可以深入了解仪器的工作原理和内部结构，从而增强对专业知识的理解和掌握^[13]。

3.1 本科生实践能力的提升

让学生通过亲手拆卸仪器设备，深入了解其内部结构和工作原理。在老旧科研仪器的实验教学中，让学生参与到仪器的维修和保养过程中。通过对仪器的拆卸，学生能够更加直观地了解仪器的结构特点和工作原理，强化对专业知识的理解与掌握。同时，拆卸过程还能培养学生的动手实践能力和创新思维，提高他们的实践水平和综合素质。

以现有的紫外-可见近红外光谱仪(2012生产的日本岛津UV3600)为例，该设备由于使用年限较长，并且该设备只能用来测试粉末和液体样品，无法测试薄膜样品，因此测试结果难以满足科研需求。但是内部光源以及仪器结构仍然完整，能够正常使用，将该设备用于教学设备。学生首先学习该设备的工作原理(如图3所示)。将紫外-可见近红外光谱仪进行拆分，对其核心零部件进行详尽解析，揭示每一部件在整体系统中的作用。

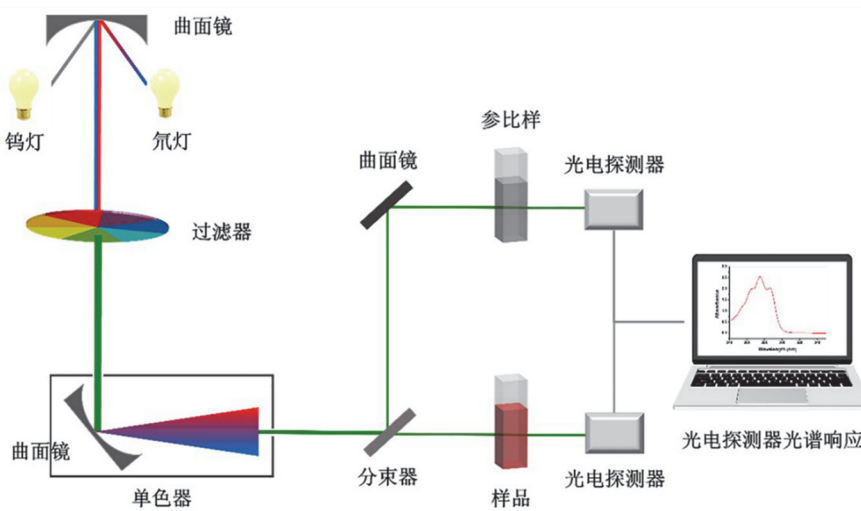


图3 原紫外-可见近红外光谱仪的工作原理图

学生通过学习后,需绘制设备组装图,并鼓励其根据个人设想,对仪器进行改造创新,增加创新使用功能。如图4所示,学生对该仪器进行了改造,增加了反射光源,以适应薄膜样品测试的快速处理需求。通过改变仪器参数(发射光源的波长以及接收信号波长),减少测试空白样品的测试时间,从而能够快速准确得到测试结果。此外,深入剖析该仪器工作原理,帮助学生直观地掌握其功能特性。在实践操作中,学生依据不同样品特性,自主设计测试条件,并针对特殊样品,自行研发适配的样品台以及测试环境,按照不同样品的特性去设计夹具,此举旨在全方位提升学生的动手实践能力与创新思维,激发学生对于科研的热情,以便更好地掌握紫外-可见近红外光谱仪的测试技术。

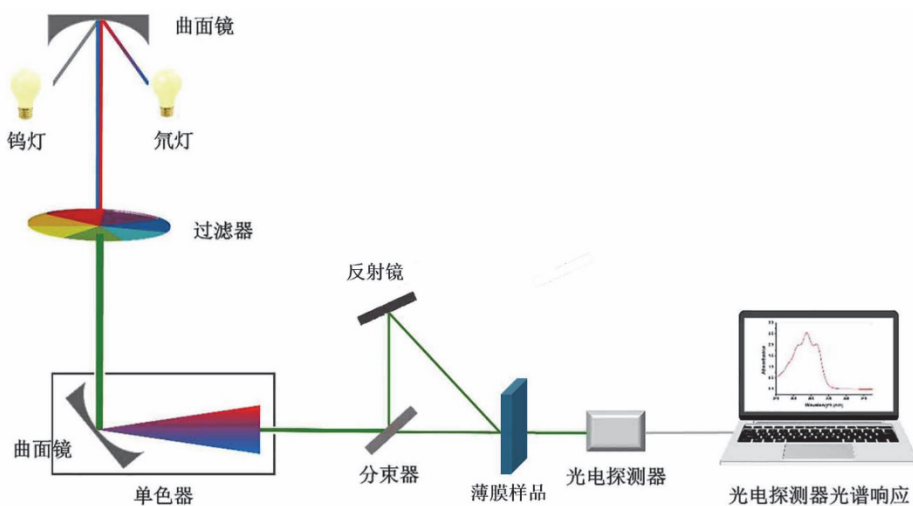


图4 学生改造后可用于测试薄膜样品的装置图

学生采用改造后的紫外-可见近红外光谱仪对 TiO_2 薄膜样品进行测试,图5a可知 TiO_2 薄膜样品在紫外光区域对光存在较强的吸收,计算可得 TiO_2 薄膜样品的带隙能为 3.1 eV (图5b)。通过老旧科研仪器的使用,学生能够亲自动手操作,以此加深对理论知识的理解。同时,仪器使用过程中所碰到的问题和故障,也能够锻炼学生分析问题和处理问题的能力。

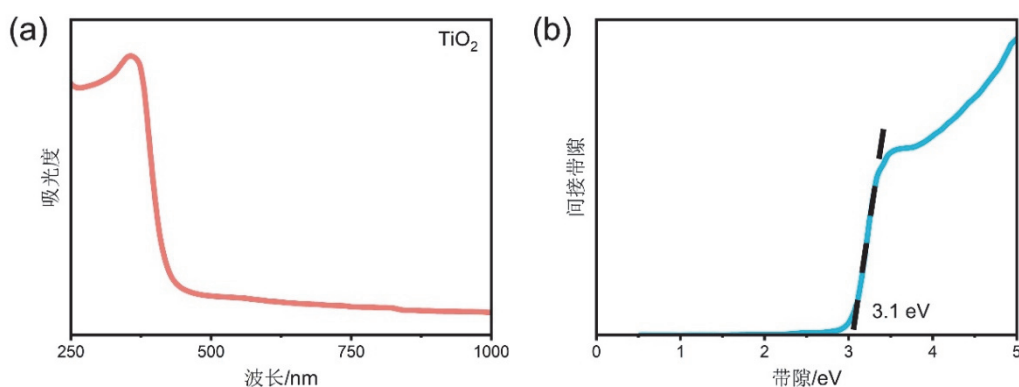


图5 TiO_2 薄膜样品的紫外-可见近红外光谱图(a)和带隙能图(b)

3.2 本科生创新思维的激发

老旧科研仪器虽然存在技术局限,却为本科生提供了宝贵的创新实践平台。相较于常规仪器设备,学生对其深入了解的机会相对有限,尤其在接触最先进科研仪器设备方面存在不足。因此,鼓

励学生查阅国内外最新研究进展,对比同类设备性能差异,不仅有助于拓宽学术视野,更能为未来设备购置提供科学依据。

鼓励学生在操作老旧大型科研仪器的过程中发挥创新思维,尝试对仪器进行改造升级,或提出新的应用场景和方法。学生可积极探索仪器的改进与创新途径,如优化操作流程、提升测试精度等,这不仅是对学生创新思维的锻炼,也是对其实践能力的有效提升^[14]。掌握大型仪器的测试技能,不仅能够促进学生对科研的浓厚兴趣,更能切实有效地培养学生的动手实践能力。同时,通过引导学生发现问题、分析问题、解决问题,可进一步提高其独立思考与解决问题的能力。通过这一系列实践操作,学生能够更深入地理解仪器设备的工作原理与应用价值,为未来的科研实践奠定坚实基础。

3.3 本科生科研能力的增强

高校推行本科创新人才培养项目,期望综合提升学生素质,着重培养高层次创新人才,鼓励学生投身科研实践^[15]。陕西师范大学材料学院本科生自大二起通过申请大学生材料学子科研创新基金项目,即有机会进入实验室,通过亲身参与科研项目,在导师的精心指导下,利用老旧科研仪器开展实验研究。

以学生利用紫外-可见近红外光谱仪开展实验研究为例,学生在导师的指导下,首先确定了研究课题,即探究不同材料对紫外光的吸收特性。然后,学生根据课题需求,自主设计了测试条件,包括选择合适的样品(如TiO₂薄膜样品、ZnO薄膜样品等)、确定测试波长范围(200–1000 nm)、设置测试参数(如积分时间、扫描速度等)。为了适应不同样品的测试需求,学生自行研发了适配的样品台和测试环境。例如,对于薄膜样品,学生设计了专门的样品台,确保样品能够稳定地放置在仪器中进行测试。同时,根据不同样品的特性,学生还设计了不同的夹具,以保证测试的准确性。

在仪器改造方面,学生对紫外-可见近红外光谱仪进行了改进,增加了反射光源,使仪器可以用来测试薄膜样品,提高了测试效率。通过对比改造前后的测试结果,发现改造后的仪器能够更快速、准确地获取样品的光谱信息,为研究提供了更有力的支持。

通过参与这个项目,学生在专业知识、实践能力、创新思维等方面都取得了显著的收获。通过自主设计测试条件和研发样品台、测试环境及夹具,学生不仅提高了动手实践能力,还培养了解决问题的能力 and 创新思维。同时,通过与导师和团队成员的合作,学生学会了团队协作和沟通交流,提升了综合素质。此外,通过对测试结果的分析 and 总结,学生对专业知识有了更深入的理解 and 掌握,为今后的学习和研究打下了坚实的基础。问卷调查结果显示,90%的学生认为通过这个项目,他们的实践能力得到了很大提升,能够独立完成实验操作和数据分析;80%的学生表示在创新思维方面有了明显进步,能够提出一些新的想法和观点;70%的学生认为团队合作能力得到了锻炼,能够与他人有效地沟通和协作。通过问卷调查,学生表示在这个项目中,他们学会了如何运用所学知识解决实际问题,提高了自己的创新能力和实践能力,同时也增强了对科研的兴趣和信心。

4 结语

通过对高校老旧科研仪器的再利用与本科生创新能力培养的探索,发现老旧仪器在教学和科研以及社会科普教学活动中仍具有较大的潜力和价值。提高仪器的利用率,降低闲置和浪费,还能够通过实践教学和科普活动,有效提升学生的实践能力和创新思维。这一模式对于推动高校实验室资源的合理利用,培养具有创新精神和实践能力的高素质人才,具有重要的启示和借鉴意义。

参 考 文 献

- [1] 封振宇,曹照真,占金华. 大学化学, 2024, 39 (4), 1.
- [2] 柴占丽,白风华,张兵兵. 大学化学, 2021, 36 (9), 2104005.
- [3] 彭淑女,陈招斌,李华敏,方雪明,杨利民,王翊如,任艳平. 大学化学, 2022, 37 (10), 2112044.

- [4] 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.
- [5] 董祥芝, 安凤秋, 李庆, 薛凝, 张洛红. 中国现代教育装备, **2024**, No. 11, 33.
- [6] 周晓菲, 曹雨晴, 朱峰, 戚丽, 刘林海, 晏妮, 朱志强. 大学化学, **2024**, *39* (6), 174.
- [7] 王文君, 胡美琴, 付庆玖, 刘淑云, 刘洪颜. 实验技术与管理, **2021**, *38* (1), 231.
- [8] 吴湛霞, 蔡鹰, 李思东. 广东化工, **2019**, *46* (3), 196.
- [9] 刘时铸, 曾荣华, 胡小刚, 朱立才. 实验室科学, **2020**, *23* (4), 195.
- [10] 詹彤, 王儒珍, 刘志森, 李长刚. 山东化工, **2021**, *50* (10), 233.
- [11] 张哲娟, 洪家祺, 聂耳. 实验科学与技术, **2023**, *21* (3), 145.
- [12] 樊梅, 蒋宝晴. 中国现代教育装备, **2023**, No. 7, 1.
- [13] 潘伟, 陈明星, 关妍. 实验科学与技术, **2017**, *15* (3), 34.
- [14] 褚海霞, 刘丽, 王建平. 实验室研究与探索, **2022**, *41* (9), 278.
- [15] 徐强, 张蓉, 张丽艳, 刘进轩, 吴硕, 吕荣文. 大学化学, **2024**, *39* (6), 132.