

开放型学生自主创新实验基地建设探索

——以湖北大学高分子材料成型加工自主创新实验室为例

周 威^{1,2*}, 梅 涛^{1,2}, 何 苗^{1,2}, 任小明^{1,2}

¹功能材料绿色制备与应用教育部重点实验室, 湖北 武汉

²湖北大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年6月13日; 录用日期: 2023年8月1日; 发布日期: 2023年8月10日

摘 要

文章分析了目前高校实验教学的现状, 并以湖北大学高分子材料成型加工实验室为例, 提出了大学生自主创新实验室基地的建设理念。结合自主创新实验基地的建设目标、建设内容、建设路径和建设成效四方面, 对开放型学生自主创新实验基地建设进行了研究和探索, 为高校的实验室建设、教学改革、人才培养等方面提供了实践指导。

关键词

大学生, 实验室, 自主创新, 教学改革, 人才培养

Exploration on the Construction of Open Student Independent Innovation Experimental Base

—Taking the Independent Innovation Laboratory of Polymer Material Processing of Hubei University as an Example

Wei Zhou^{1,2*}, Tao Mei^{1,2}, Miao He^{1,2}, Xiaoming Ren^{1,2}

¹Education Key Laboratory for the Green Preparation and Application of Functional Materials, Wuhan Hubei

²School of Materials Science and Engineering, Hubei University, Wuhan Hubei

Received: Jun. 13th, 2023; accepted: Aug. 1st, 2023; published: Aug. 10th, 2023

*通讯作者。

Abstract

The current situation of experimental teaching in universities has analyzed in this study, taking the polymer material forming and processing laboratory of Hubei University as an example, the construction concept of college students' independent innovation laboratory base was proposed. This study investigates and explores the construction of an open student independent innovation experimental base from construction objectives, construction content, construction path, and construction effectiveness, providing practical experience guidance for laboratory construction, teaching reform, and talent cultivation in universities.

Keywords

College Students, Laboratory, Independent Innovation, Teaching Reform, Personnel Training

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 学生自主创新实验基地的建设现状

实验教学是高等院校提升学习者综合素养的重要环节，学校经过利用课堂作业强化所学理论知识，能够提高学生的教学实践操作技能，加强对基本知识的理解；学校经过开展创造性的教学，能够训练学习者的创新能力，从而加强对创新能力素质的培育[1]。实验课程开设的顺利与否；直接影响着他们对学习知识的掌握水平，决定学生进行实践应用与能力训练的效果。但是长期以来，因为我国学校对实验课程重要性的认知不足[2]，课程设置缺少全面的整体性思考，质量控制不严以及教学环境欠缺等问题，我国大部分高校的实验课程已逐步显露出一些不适合新时代课程体制改革的不足，主要表现在如下一些方面：

其一是教学模式固化，并不能激发学生的求知欲[3]：目前高校中普遍采取的传统实验教学的教学模式，主要是先针对学生开展理论教学，然后在实验课程中对理论知识进行验证，学生在实验操作过程中也是按照实验课本固定的操作步骤按部就班地进行操作，所获得的实验的结果也只是对理论知识的进一步验证，因此，常规的实验教学手段并不能激发学生对新知识的探索欲望。

其二是实验项目以验证为主，学生不能在试错中提升创新技能：在传统实验教学中，所涉及的实验多为理论知识的验证性实验，开始操作之前学生已经能够预见实验结果，并且在操作过程中，如果学生严格按照实验操作步骤按部就班进行实验的话，基本不会出现任何差错。这种缺乏创新的验证性操作，并不能引起学生的足够重视，也不能从实验操作过程或是实验结果中得到启示，同时很难从中总结出规律，或者完成反思过程。

其三是实验资源配置不平衡，影响实验教学效果：目前实验课程的教学活动主要由专任实验师资进行，然而实验教师的教学水平、教学重点、从业经验等因素，在极大程度上影响着学生在实验课程中获得相关实验技能的情况。

其四是实验室的安全管理及教育培训不足，实验室风险把控存在隐患[4]：尽管国家各级部门陆续出台各种各样的规章制度、各高校也相应制订了详尽的管理办法，但是近年来发生在高校的实验室安全事故，也是屡有发生，不仅给师生的人身、财产带来了巨大的损失，也造成了恶劣的社会舆论影响。究其原因，其一是管理制度落实不深入，监管多停留在张贴于墙面的宣传制度层面上，有令不行、有禁不止

的事情多有发生；其二是管理体系不联动，尽管“九龙治水”但拥有一批功能较齐全的用于塑料、橡胶、涂料和胶粘剂等高分子材料成型加工和性能测试的仪器设备，多部门管理等于“无人管理”；其三是安全教育不彻底[5]，“君子不立危墙之下”的安全意识形态还没有深深地融入到师生的骨髓里面。

湖北大学高分子材料成型加工实验室，依托湖北大学材料科学与工程学院建设，拥有一批可用于塑料、橡胶、涂料和胶粘剂等高分子材料成型加工和性能测试的仪器设备，现有场地面积 480 余平，实验设备 50 余台套，设备总价值 400 余万元。主要为学院高分子材料与工程、新能源材料与器件，以及材料科学与工程等专业的本科生和研究生提供实验教学、毕业论文、课外科技创新实验活动相应的场所、仪器设备和技术支持。

本研究依托湖北大学高分子材料成型加工实验室拥有的实验仪器等硬件优势条件下，紧密围绕“产学合作、协同育人”人才培养理念，深度融合传统大学教育体系和新时代工程师的培养策略，将“理论知识 + 动手实操”为主题的本科实践类的教学内容与“开放设计 + 自主创新”为主旨的自主创新型实验设计相结合，建设了高分子材料成型加工开放实验室，为学生搭建展现个人专业水平、创新能力和综合素质的开放型学生自主创造实践能力，形成了“在学习中创新、在创新中提高”的新型人才培养氛围[6]，在实现学生跨学科、跨专业认知度的综合能力的培养与提升的同时，探索了校企产学研合、作协同育人的新思维和新路径。

2. 学生自主创新实验基地的建设目标

2.1. 完成开放型学生自主创新实验室的基地建设

基于湖北大学“产学合作、协同育人”人才培养理念，采用智能实验室管理系统进行管理，整个实验通过物联网技术及人工智能技术，实现智能化管理。包括实验室内的电源、设备开关、门禁系统、安防监控等硬件设备的控制，从而实现实验室无人化管理。学生可以通过客户端进行预约创新型实验，预约成功后在预约的时间段内即可通过门禁系统进出实验室并使用相应预约的设备，没有预约授权者不能进行操作。同时使用过程中均有数据提交分析、远程互动和控制功能。

2.2. 实现学生的独立自主的科研创新能力培养

在指导本科生进行自主创新性实验设计时，针对实验过程中出现的实验现象，培养学生建立科学的逻辑思维方法，具备独立寻查阅、选择、摘录信息的能力，进而提升包括了意象建构的能力、逻辑推理的能力、辩证研究的能力、统筹规划的能力等和战略思维等方面的高层次的素养；在具备将专业理论知识转化成为解决工程实际问题的能力的同时[7]，也能深刻理解在中国经济与社会蓬勃发展的大背景下，大学学习与终生学习的重要性。

2.3. 塑造学生良好的科学情怀和科学家精神

在学生开展自主创新型实验设计的过程中，通过与学生分享材料科学专业典型的科学家科研报国的先进事迹，发扬爱国、创业、求真、敬业、协作、育人的新时期科学家精神[8]，引领广大学生了解国家有关科学的重大理论、全国和我省重大科学发展战略与决策、世界科技前沿领域的发展动向，鼓励学生将个人理想与国家的政策要求紧密结合，达到专业知识教育和思政教育的有机融入。

3. 学生自主创新实验基地的建设内容

3.1. 以创新平台为基础，构建开放型学生自主创新实验基地

在深入贯彻湖北大学创新实践人才的“产学合作、协同育人”人培养理念的基础上，以“能源捕获

和环境传感绿色技术”学科创新引智基地、功能材料绿色制备与应用教育部重点实验室、有机化工新材料省部共建协同创新中心、高分子材料湖北省重点实验室、胶体与聚合物制备与应用湖北省中试平台、武汉市高分子材料工程技术研究中心、武汉市材料成型与测控工程技术研究中心等学科平台为基础，基于湖北大学材料科学与工程学院-应城市恒天药业包装有限公司产学研合作基地、珠海迈科思科技有限公司-湖北大学多功能聚氨酯新材料联合研究实验室、湖北省新型聚乙烯/尼龙共混型阻隔材料研发与产业化企校联合创新中心、湖北省仕全兴水性树脂企校联合创新中心、硅树脂及其改性复合材料开发与应用校企共建实验室等产学研合作中心为项目平台，通过整合校企之间不同的教育资源，充分发挥各自优势，通过双方深度合作，探讨和实施校企产学研互动、协同育人的有效培养方式，共同建设湖北大学高分子材料成型加工开放实验室，使其成为湖北大学学生开展学科竞赛、科研创新、学生创业等项目的重要场所[9]，为培养出适合企业、行业、社会需要的应用型创新人才提供新的发展条件。

3.2. 以实践性教学基地为载体，形成各类大学生实践创业项目制度

利用本科专业《高分子材料成型加实验》、《高分子材料综合设计实验》等课程实践基础和各项目的科研内容，形成了具备综合性、实践性、高创新能力的全方位的高分子材料成型加工实践、实验教育课程体系，通过引导学习者逐步深入到更实际的科研项目之中，进一步丰富了创新基地项目和实践教育系统的研究内容，并通过将创新基地项目的研究成果，逐步转变为有利于学习者技能培养的开放性实践项目，让更多学习者获益，从而达到将学习者的培养由认识应用技能向探索实际技能[10]、到创新能力逐步转变的目标。

基于学生自主创新型实验项目的开展，可以提升学生基于科学的逻辑思维方法的实际工程能力和创新实践能力，为学生参加后续的“互联网+”本科生革新创业大赛、全国大学生课外学术科研创作活动(大挑战)、全国本科生创新计划大赛(小挑战)等学科类竞赛提供必要的创新思路和专业技能素养。

3.3. 以优化研究基地运行机制为核心，积极探索以自主创新人才为核心的培养与创新模式

开辟了学生自主的创新性实践教学过程，以确保了实验教学的开展深度与实验教学内容的稳定性，使学生体验不同阶段的实践教学过程，并将本项目中典型的实践教学内容和实际的科研课题的开展相结合，从而完成了从“学”到“研”的过渡，进一步增强了学生的社会实践能力，有效推动了拔尖人才的培育[11]。同时，通过多元化的实验模式的建立，大大降低了他们进入研究平台的难度，可以迅速适应各种层次学员的要求，为他们创新性实验素质的养成创造条件。

将高分子材料成型加工实验环节中的自主创新型设计与学生工程实践能力培养相结合，通过项目式的自主创新型实验教学，可以加强学生多学科、行业前沿知识的交叉学习的同时，为学生创造行业真实产品实现的环境，帮助学生实现理论与实践的结合与应用，掌握工程实践基本技能并积累经验，使学生具备良好职业素养、提高学生的实践动手和创新能力。

3.4. 以实验安全教育培训为载体，构建实验室安全系统框架

本研究在借鉴了海外高校的EH&S管理模式[12]的同时，从实施风险管理的视角，引入了PDCA闭环控制的管理模型，提出了构建实验室内部安全管理体系框架的新路径，从而实现了实验室安全问题的排查、登记、报告、整改、复查的“闭环管理”。根据学校教育人的基本价值观，按照安全管理的总体需求，以安全为根本，在风险管理方面[13]，对构建普适性实验室安全管理体系框架展开探讨，既提升了实验室的安全性与功能性，又可以有效促进我校教育与科研水平的稳定发展，具有重要的战略价值和明显的推广与应用实效。

4. 学生自主创新实验基地的建设路径

4.1. 实践创新基地建设与学生安全教育相结合

通过制订并印发学生自主创新实验室安全规章制度，建立健全实验室安全管理的长效机制，贯彻国家实验室安全管理工作“党政同责、一岗双责、齐抓共管、失职追责”的工作方针，对做好国家实验室安全管理工作有规可依、有章可循，压实实验室安全的人员分工和责任体系；开展分层次的实验室准入安全考试，对于需要进入高分子材料成型加工开放实验室开展自主创新实验的学生，在其进入科研实验室从事科研工作前，开展包括安全基础知识(第1层次)考试、科研实验室环境安全(第2层次)考查和公共仪器操作水平能力(第3层次)考查在内的3层次的实验室准入安全考试，确保学生的安全操作技能。

通过完善实验室安全软硬件保障[14]，保障学生实验过程中的人身和财产安全。从学院公共区域的安全保障设施和实验室内学生个人的安全劳保用品两大方面着手配置。对于实验室公共安全保障设施，涉及公共安防装置，包括视频监控系统、门禁系统、消防系统、危险化学品的存放和管理设施、应急急救箱等；个人安全劳保用品主要包括实验室特殊应急药品、个人实验服、橡胶手套、护目镜、防护面罩等，做到风险有把控、危险能处理，切实保障学生实验过程中的人身和财产安全。

4.2. 实验教学基地建设和学生课程实验室建设相结合

按照学习者在各个时期的知识规律与不同需要，根据本学科的成长过程，进一步完善实验教学结构，并依托研究生课程实验室，逐步形成学习者对基础研究过程训练的实验教学结构。其试验内容的选择方式主要是根据典型研究，适当加入向新的学科成果转化的试验内容，同时，从科学完整性的高度，把整个基础研究框架中若干个相互独立的试验内容有机地融合，从新物质的制备、表征以及最终的使用设置为试验重点，使其试验过程和整个真正的科学过程相一致，使学习者参与到一个真正、全面的科学实践过程之中。在教学中就形成了科学研究和生产实践紧密融合起来的思想，将对其专业的教学产生良性的推动作用。此外，基地将举办多元化的实践、实验教学，包括开放性实践、校内公共实践选修课、本科生创新性实践计划等活动，吸纳各专业在校生的积极参与，促进实践教育资源的“共享化”。

4.3. 实验研究平台搭建和课题组科研活动实践相结合

依托教育、科研课题，形成科教结合的提高学生能力的实践课程结构。专业技术研究所，由于其实验内容和科研课题有关，所以实验设备更加完善，更利于本科生实验意识和能力的培养，让学生及时地走出实验室开展技术实践活动，给他们一次及时到实验室、进项目、认识老师、知道学科发展方向、把握专业的蓬勃发展规律和前沿问题的机会，不但有助于丰富和深化学生实践实验内容，对他们技术素养的培养、能力和实验意识的培养而言，也是必不可少。

4.4. 创新性实验基地建设方式与全国大学生创新性计划与国际科学大赛相结合

大学生的课外科技创新作品大赛，是培育大学生创新精神与创造力的重要途径之一，是充分培育学生科技文化的独特形态的有效载体[15]。因此，本项目将借助大学生技术创新项目，形成学生自主研究、自我创新与训练的实践性课程结构。同时针对在实际教学活动中涌现出的优秀学生，引导大学生基于前期科学研究成果，凝练重大科学研究问题，并提出了大学生的创新性培养方案，以形成“在教学中革新、在革新中发展”的新型人才培养环境[16]，为我校新型人才教育教学改革与专业建设提供操作经验。

5. 学生自主创新实验基地的建设成效

5.1. 构建了实验室的安全系统框架，提升了实验室安全管理的水平

本研究开展在借鉴国外高校的 EH&S 制度的同时，从实施风险管理方面，引入 PDCA 闭环控制的运行方法，探索出构建实验室安全制度框架的方法，使规划、执行、测试、管理系统开展。本研究根据学校教育学生的基本价值观，按照安全管理的总体需求，以安全为根本，在风险管理方面，就构建普适的实验室安全管理体系框架展开探讨，既提升了实验室的安全性及功能性，又可以有效促进我校教育与科研水平的稳定发展，具有重要的战略价值和明显的推广与应用实效。

5.2. 深度推进信息技术和实验教学深度融合，建立了运行高效、开放共享的数字化实验教学服务和管理平台

通过现代化管理模式，统筹协调实验教学资金，健全开放实验室设备的管理、仪器设备管理、使用经费管理制度，实现对实验设备的有效控制与运作。将实验教学内容信息化，全面提升学生的专业能力和创新能力；将互联网技术与教育相结合，建立网上视频实验项目，实验前线上自学、实验中自主设计、实验后互动讨论，提高了学生的主动性和参与性。仪器设备平台和教学网络资源向其他相关学院及兄弟院校开放，实现了平台开放共享，加强互相学习交流，共同提升实验水平。

5.3. 深度推进了“科教协同、产教融合”的实验实践教学模式，培养双创型拔尖人才

以“产学合作、协调教育”为人员培育理念，在“以生为本，扎实根基、立足专业、强调创新能力、重视实践能力”的实验教学原则指导下，建立了具有鲜明特色的“科教协同、产教融合”的实验教学模式。基于校企合作、协同育人的模式，把科研团队的科研创新转化为本科生的优质创新设计性实验项目，通过整合优质科研资源和社会资源，制定并执行科研课题项目化、知名学者导师制、科研小组进团队、科研设备本科化等制度和措施，把技术资源优势转变为人才资源优势，促进企业人才和企业、行业的对接，强化了具有创新和创业能力的双创型人才的培养[17]。

在深化实验教学改革方面，以承担的国家自然科学基金项目“硫化橡胶抗裂纹扩展能力与氢键强度和含量之间的关系”为依托，为学生开设了“三元乙丙橡胶增韧改性聚丙烯复合材料的制备”创新性设计实验项目；以承担的湖北佳记合成材料股份有限公司的技术开发项目“有机硅改性环氧水性树脂的研制”为依托，为学生开设了“环氧树脂玻璃钢的制备”创新性设计实验项目；以承担的枣阳市金鹏化工有限公司的技术开发项目“硅橡胶综合利用新工艺研发”为依托，为学生开设了“橡胶配方设计、加工工艺及性能表征”综合性设计实验项目；以承担的孝感市三洋塑胶科技有限责任公司“线性低密度聚乙烯(LLDPE)滚塑发泡成型技术开发”为依托，为学生开设了“低密度聚乙烯流延法制备薄膜材料及薄膜透明度/雾度的测试”综合性设计实验项目。通过这种校企合作、协同育人的新型学生自主创新实验基地建设，培养了学生的专业基础、专业核心、研究创新、社会适应以及创新创业等实践能力，完成工程应用创新性人才的培养目标。

这种基于开放型学生自主创新实验基地建设对学生将专业理论知识转化成解决工程实际问题、培养学生独立自主开展科学研究的人才培养模式，也同样获得了可观的教育成果成绩：仅在 2022 年，学生在课外科技竞赛活动中，获“2022 创新创业竞赛第一批重点项目”立项 11 项；获第十一届全国大学生金相技能大赛一、二、三等奖各 1、2、1 项；获大学生创新创业训练计划项目国家级 2 项、省级 8 项、校级 5 项；在学科竞赛方面获国际级 1 项、国家级 37 项、省级 7 项。

基金项目

教育部产学合作协同育人项目(22090216124527; 221004382063723)。

参考文献

- [1] 张彦. 高校创新创业实践平台建设研究[J]. 齐齐哈尔大学学报(哲学社会科学版), 2019(4): 155-157.
- [2] 胡燕, 孔凡哲, 陈心浩. 实验项目驱动式教学促进四大关键能力的实证研究[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(2): 191-196, 203.
- [3] 邓霏, 刘艳梅, 石国玺. 传统实验教学现状分析及今后改革方向——以微生物实验教学为例[J]. 现代职业教育, 2021(50): 57-59.
- [4] 林明远. 实验室安全教育存在的问题和对策[J]. 广州化工, 2022, 50(11): 242-244.
- [5] 徐彭. 高校实验室安全管理存在的问题及对策[J]. 西部素质教育, 2022, 8(22): 178-181.
- [6] 李仕生. 高职院校创新型人才培养的实践探索研究[J]. 教育教学论坛, 2020(49): 345-347.
- [7] 郑学良, 申金国. 工科高职院校“双师型”教师培养目标与方法探究[J]. 新教育时代电子杂志(学生版), 2015(6): 208-208.
- [8] 张新奎, 侯远宝. 中国科学家精神的生成逻辑、价值意蕴和实践路径[J]. 学会, 2022(7): 28-36.
- [9] 姚圣卓, 王传涛, 金涛涛. 新工科人才培养视域下高校创新创业教育实践平台建设研究[J]. 教育与职业, 2022(10): 70-75.
- [10] 廖红. 技能教学的必要性和策略初探[J]. 广西教育 C (职业与高等教育版), 2010(8): 123-125.
- [11] 蓝文武. 人才培育与提升计划的作用浅析[J]. 企业科技与发展, 2015(7): 110-111.
- [12] 苏红, 刘辰琛, 杜忠文, 等. 基于 EHS 模式的高校化学实验室安全文化建设[J]. 山东化工, 2020, 49(15): 221-222.
- [13] 张淼, 王艳素, 曹丽丽, 等. 高校化学实验室安全文化建设新模式探索[J]. 实验室科学, 2022, 25(6): 202-206, 209.
- [14] 叶江海, 赵臣亮, 杨雅欣, 等. 高校化学实验室安全管理体系建设探索与实践[J]. 广东化工, 2021, 48(18): 244-245.
- [15] 曾真, 吕亚清, 王为国, 等. 指导大学生课外科技创新活动的经验与思考[J]. 科教导刊, 2021(3): 30-32.
- [16] 李冰, 孙鹏龙, 徐溪洁, 等. “三全育人”视域下医学院本科生导师与辅导员合力育人试点实践研究[J]. 新教育时代电子杂志(教师版), 2020(35): 206, 219.
- [17] 郑思思, 王小花, 贺志芳, 等. 基于“工匠精神”的高职“双创”人才培养模式探究[J]. 数码世界, 2019(1): 78.