

“一点两线三面”创新实验平台的构建与实践

龚良玉¹, 王杰¹, 杜丰玉¹, 徐鲁斌¹, 马传利¹, 颜世海¹, 宋祖伟¹, 刘福恒², 王修中^{1,*}

¹青岛农业大学化学与药学院, 山东 青岛, 266109

²青岛农业大学实验室管理中心, 山东 青岛, 266109

摘要: 传统化学实验室功能单一、分布零散、共享性差, 导致实验用房和实验设备利用效率低, 这种建设模式不利于多学科知识的交叉融合, 一定程度上影响学生综合素质的发展。本研究秉承“建优质平台, 抓实践育人, 树创新理念, 育创新人才”的指导思想, 在化学实验室资源整合共享、利用率提升、开放式管理以及创新应用型人才培养质量提升等方面积极进行教学改革, 经过多年探索, 搭建起“以提升学生创新实践能力为着力点”“教学科研两条主线”“教学科研三层面”的创新实验(训)平台, 取得了一定成效, 将为同类高校的创新实验(训)平台建设提供参考。

关键词: 创新型; 应用型; 一点两线三面; 实验(训)平台

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice of “One-Point, Two-Lines and Three-Sides” Innovative Experimental Platform

Liangyu Gong¹, Jie Wang¹, Fengyu Du¹, Lubin Xu¹, Chuanli Ma¹, Shihai Yan¹, Zhuwei Song¹, Fuheng Liu², Xiuzhong Wang^{1,*}

¹ College of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong Province, China.

² Laboratory Management Center, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong Province, China.

Abstract: Traditional chemistry laboratories with a singular function, scattered distribution, and poor shareability, lead to the inefficient utilization of lab spaces and experimental equipment. This mode is not benefit to the cross-integration of multidisciplinary knowledge, and to some extent, it affects the development of students' comprehensive quality. Following the guiding ideology of “building high-quality platforms, focusing on practical education, cultivating innovative concepts, and cultivating innovative talents”, teaching reforms has been carried out in the integration and sharing of the chemical laboratory, improving utilization rates, opening management, and improving the quality of innovative and applied talent cultivation. After years of exploration, an innovative experimental (training) platform with the focus on improving students' innovative practical ability, the two main lines of teaching and scientific research, and the three sides of teaching and scientific research have been established. Some results have been achieved, which will provide references for the construction of innovative experiment (training) platform for similar universities.

Key Words: Innovation-oriented; Application-oriented; One-point, two-lines, three-sides; Experimental (training) platform

收稿: 2023-08-01; 录用: 2023-08-15; 网络发表: 2023-09-25

*通讯作者, Email: xzwang@qau.edu.cn

基金资助: 青岛市教育科学“十四五”规划2023年度课题(QJK2023B29); 山东省高等教育本科教学改革研究项目(P2020020, Z2021220); 山东省高等教育学会高等教育研究专项课题-“农科教”融合培养“新工科”化学类专业创新应用型人才的探索与实践

创新是民族进步的灵魂，是国家繁荣富强、跻身世界强国的不竭动力，“创新驱动”已成为新时代经济发展的引擎。培养具有创新意识、创新精神和创新能力的高素质人才既是建设创新型国家的核心要求，也是高校肩负的历史重任^[1,2]。应用化学专业鲜明的实践和应用导向特点，要求必须将创新实践能力培养作为人才培养的核心目标，因此，需要有效地开展以创新意识和创新实践能力培养为目标的素质教育，这些都离不开基础性的专业实验教学和不断完善的各类实践性教学^[3,4]。而实验(训)室是实验教学和实践性教学的活动场所，是培养大学生创新意识和创新能力的重要平台^[5,6]。然而，当前高校的化学实验室往往围绕某具体课程设置，必然导致实验室功能单一，不利于学科知识的交叉融合，在一定程度上影响了学生全面素质的发展。另一方面，实验室建设统筹规划性不强，导致实验室分布零散、共享性差，实验用房和设备的利用效率不高，不利于挖掘教育资源的潜力和投资效益，限制了实验室上规模、上水平。

在当前倡导勤俭节约的新风下，高校应本着资源共享、优化配置和集约化管理的原则，充分整合实验教学资源，提高教学资源的共享程度和利用率。近年来，在国家大力推进各类实验教学示范中心政策的引导下，各高校也开始重视整合学科实验室资源，促进实验共享水平的提升^[7,8]。青岛农业大学化学与药学院开设了应用化学、材料化学、功能材料、化学工程与工艺、制药工程和药学共计6个本科专业，从顶层设计强化了实验实践教学和创新创业教育两大体系在创新应用型人才培养体系中的重要地位，为持续、有效地开展以创新精神、创业意识和创新实践能力培养为重点的素质教育，学院以重组实验教学中心为契机，依托山东省应用型人才培养特色名校专业群、山东省高水平应用型立项重点建设专业群以及国家(山东省)一流专业建设点等项目的支持，遵循资源共建共享理念，分阶段、有重点地推进实验室现代化建设，经过多年的积极探索，“一点两线三面”的创新实验(训)平台布局已经初具规模。这种实验(训)平台布局能够有效打破资源分散状况，实现实验室空间资源、仪器设备资源和实验教学资源的集约化，达到重组教学资源、实现资源共享、促进学科专业发展的目的，进而有效提升人才培养质量。

1 顶层设计，“谋、建、用、管”相结合，打造创新实验(训)平台

提供优质的创新实验(训)平台，是实施人才创新实践能力提升的关键因素。建立教学科研“大平台”，既是打破学科专业壁垒，消除“实验室孤岛”的必要举措，也是推动平台建设助力创新应用型人才培养的主要思路及议题所在。鉴于此，青岛农业大学化学与药学院遵循开放共享的理念，切实优化实验室的空间布局及设备条件，打造了“一点两线三面”的创新实验(训)平台新布局(图1)。

“一点”是以提升学生创新实践能力为着力点。平台建设主要聚焦于高素质创新应用型人才培养的核心目标，持续提升人才的培养质量；“两线”即以教学线、科研线为主线，“两线”并行，统筹建设与管理。通过整合资源、集合资金、统筹规划、协调布局，改变学院教学及科研资源空间分散、效能低下的面貌。逐步打破教学实验(训)室按各专业的课程性质建设与使用、教授科研创新实验室建设脱离学科总体规划的封闭状况，解决科研共享平台分散、利用率不高等问题，实现了教学及科研实验室空间资源、仪器设备资源和实验教学资源的集约化、共享化，极大提升了各类资源的利用效率；“三面”指在教学及科研主线上各构建起三层平台。根据学科专业发展和人才培养的需要，构建“专业群、学科群、校级”三层面的教学实验(训)平台，并打造“教授、院级、校级”三层面的科研创新实训平台。三层面实验(训)教学平台及科研创新实训平台，主体上承担着不同的教学和科研任务，但在功能结构上又相互联系，形成了“一室多用、多室并用、中心统用、综合利用”的整体格局，为新时代高素质创新应用型人才的培养提供了坚实的硬件支撑。

2 发挥“第一课堂”培养学生创新实践能力主阵地作用

化学是一门以实验为基础的学科，化学类学科专业的创新实践能力培养与提升须以实验实训为基础，学生不但要掌握扎实的专业知识，更需要具备娴熟的实验技能和较强的实践能力。化学类

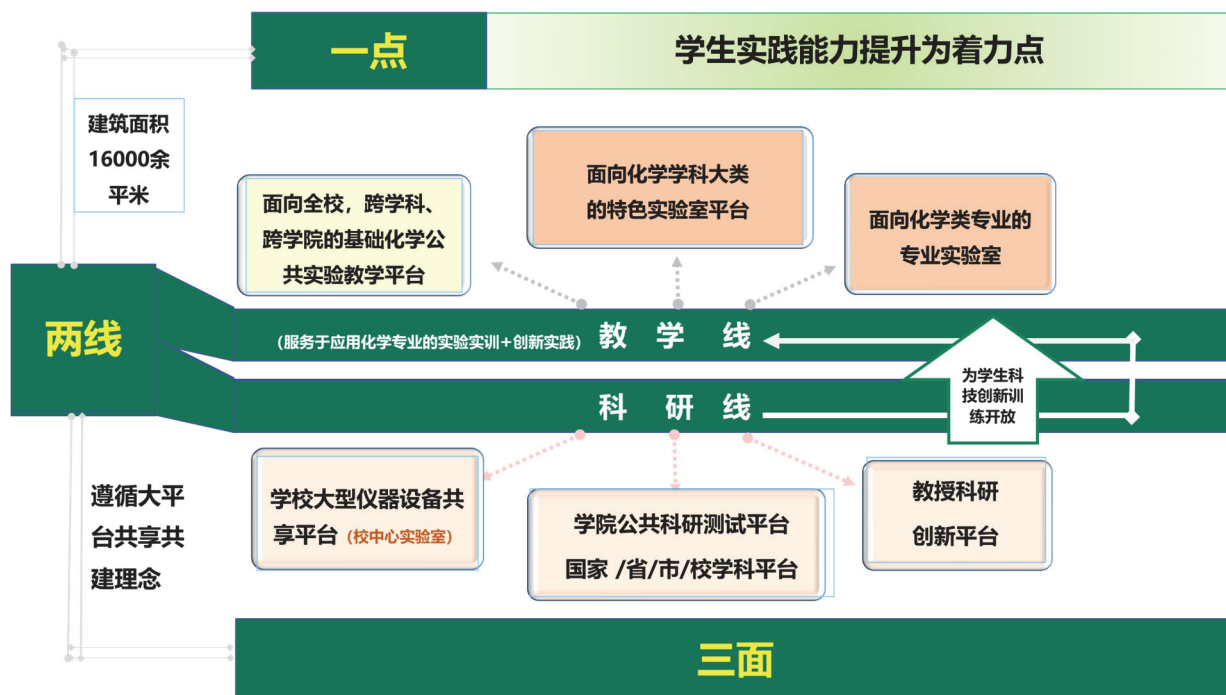


图1 “一点两线三面”的创新实验(训)平台布局

专业学生的创新实践要有完备的实验(训)场所及完善的仪器设备。院级实验教学中心是高校组织高水平实验教学、开展实践育人工作的重要平台,也是高校培养学生创新思维和实践能力的重要基地^[9-11]。青岛农业大学化学与药学院实验教学中心是省级实验教学示范中心,始终坚持“以本科教学为中心,注重学生综合素质和创新实践能力培养,优化资源配置,建立适应创新应用型专业人才培养的高水平实验室”的建设理念。自2016年以来,以中心重构为契机,陆续对分散的实验(训)场地、设备、人员进行了重整,连续投入近3000万元经费来进一步夯实中心建设,实验室面积增至16000余平方米,设备值达5000余万元,为教学主线上“三层面”的实验(训)平台建设奠定了坚实基础。

第一层面为“跨学科、跨专业、跨学院的基础化学公共实验室平台”。该平台面向学校其他院系,如农学、生命科学、食品科学、环境科学等理工科类学科专业的大一学生,开设“基础的化学实验”课程,实验学时80(48+32)。第二层面为面向学院的化学类专业重点打造的“专业群实验室”。该实验室平台面向学院的6个本科专业全面开放,重点打造了无机及分析化学实验室、有机化学实验室、物理化学实验室、仪器分析实验室、化工实验(训)室、虚拟仿真实验室等。第三层面为不断拓展更新的“化学学科特色实验室平台”。在原实验室条件的基础上,高效率利用建设资金,进行实验室空间的整合和设备的补充完善,重点打造了应用化学专业综合实验室、材料化学专业综合实验室、制药工程专业综合实验室、药剂加工实验室等,该平台主要面向学院高年级本科生开设化学化工类专业的综合实验(训)教学任务。这里以应用化学专业综合实验室为例加以说明,该实验室面向应用化学专业大三下学期和大四上学期学生开设,实验学时112(64+48),所开设的实验项目全部由教师的科研成果转化而来,充分体现了学校和学院的学科特色。例如:小分子纳米材料对种子生长的影响;小分子与生物大分子(BSA)的相互作用研究;中性红比色法测定肉制品中的亚硝酸盐含量;生物传感器的制备及其在农药残留分析中的应用等等,突出化学与农业、化学与生物、化学与食品等的结合和实验的综合性。

“三层面”实验(训)教学平台展现出层次性、关联性、立体性特点,为化学相关学科专业的学生在掌握基础知识和技能、专业知识和技能以及提升综合实践能力“三大模块”训练上提供实施场

所。各训练模块又涵盖基础型、验证型、综合型、设计型、创新型等五个层次的训练内容，形成了3-3-5即“三层面三模块五层次”多层递进的实验(训)教学体系(图2)。学院以培养方案及大纲修订为契机，进一步梳理实验(训)课程目标及课程内容，增加实验(训)教学的学时比重，提升综合性、设计性和研究性实验比例，达成课程教学对课程目标的支撑。依托“三层面”实验(训)教学平台，在夯实学生理论知识及实验技能的基础上，培养其科研素养及创新精神，由浅入深、逐步提高，充分发挥实验(训)课堂培养学生创新实践能力的主阵地作用。

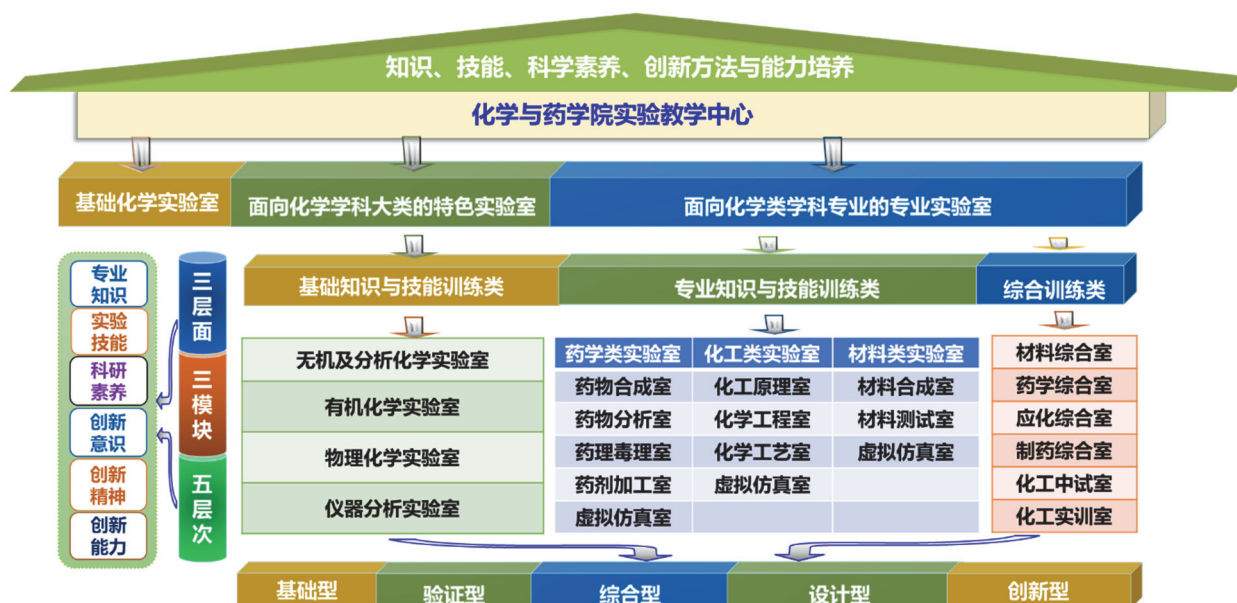


图2 “三层面三模块五层次”的多层级递进的实验教学体系

3 强化科研主线，为学生创新实践能力培养拓展新空间

科研平台拥有精密的科研设备、高水平的科研人才队伍和浓厚的科研氛围，是从事科学研究、技术开发、学术交流的重要场所，同时也是传授知识、开发智力、培养观察能力与动手能力、激发创新能力和创新思维的重要基地^[12]。本科生大一下学期开始进行学业导师选择，他们通过与教授、科研人员、研究生近距离接触与交流，能够掌握最新的科研动态和学科发展的方向，延伸和拓展知识面同时，增强对科研实验室的大型仪器设备的熟悉程度。承担这些功能的科研平台分别来自三个不同层面，互为依托、互为补充。

第一层面为根据学科方向，组建科研团队，打造教授科技创新实验平台。学院积极利用人才基金及科研经费，聚力在“农业碳中和、化学与生物传感技术、有机功能药物分子设计与应用、生物制药技术、绿色化工技术、农用高分子材料、新能源材料开发与利用”等领域开展“微生物固碳、农产品和食品安全、疾病标志物甄别、绿色有机合成新工艺、新能源材料以及海洋防腐防污材料的基础和应用研究”等特色方向的科学研究，形成学院的优势和特色。目前，学院已经搭建了21个教授科技创新实验室，每年吸收数十个低年级本科生(导师制)和大四毕业生做毕业论文(设计)。

第二层面为全方位整合实验室空间，变老旧实验室布局为安全、规范、开放的科研平台布局，并统筹规划、整合、补充大型仪器设备，打造面向全院师生、辐射全校、并面向社会开放的现代化一流水平的院级大型仪器设备科研共享平台。依据学科专业方向发展实际，科学设计平台的功能模块，涵盖结构成分与物性测试类、生物活性检测类、先进材料测试类等模块。根据原有仪器设备的性能及使用状态，科学纳入对应的功能模块，并有序补充了扫描电子显微镜、X射线衍射仪、稳态/瞬

态荧光光谱仪等大型设备,逐步夯实平台的各模块功能。将各大型设备纳入学校大型仪器设备管理平台,并配备高学历人才专职管理。此外,学院还打造了农化特色鲜明、优势突出的学科平台,包括“农用生物药创制技术国家地方联合实验室”“山东省动物新药创制与评价工程实验室”“山东省生物农药工程技术研究中心”“山东省农用药物绿色创制与应用特色实验室”“山东省高校工程研究中心-农业碳中和技术工程研究中心”等9个学科平台。各学科平台之间相互支撑、相互促进,作为院级科研共享平台的有力补充与支撑,大量的大四本科毕业生在研究生带领下进入平台进行样品测试。

第三层面为校级大型仪器设备共享平台中的化学学科类功能模块。主要涵盖核磁共振、透射电镜、单晶衍射仪、液质联用仪等超大型仪器设备,配备专职人员管理,主要面向化学学科服务,同时为我院的应用化学、材料化学、功能材料三个专业的本科生开设“现代材料分析测试技术”实验课。

教授科技创新实验室-院级仪器设备共享平台(含各学科平台)-校级大型仪器设备共享平台(化学学科功能模块)“三层面”科研共享平台的夯实,为学生创新实践能力的培养与提升提供了广阔空间。

4 建立创新实验(训)平台全开放式运行机制,强化平台的服务能力,保障创新应用型人才培养

平台为学生开展创新实践活动提供了场所,如何有效利用这一载体开展创新实践活动、培养高素质创新应用型人才是关键问题^[13]。教学及科研“三层面”实验(训)平台实行共享、开放式管理,在第一课堂训练基础上,吸引学生早进实验室、早进教师团队、早开展科学研究,主动将专业优势及科研资源转化为创新应用型人才培养的资源,是高等教育培养创新人才、提高学生素质的客观要求。此外,学校还将创新创业教育融入培养方案,纳入必修学分体系,并常态化提供丰富的项目载体促使学生创新实践能力培养计划落地落实(图3)。同时,不断健全校院二级管理制度,将教师指导学生工作作为岗位竞聘的门槛条件,并纳入考核以及绩效奖励范畴,激励教师发挥在引领学生创新实践活动中的重要作用。



图3 大学生创新实践活动载体形式

“教学三层面”实验平台主要通过教务管理系统科学合理安排实验课程,并在空余时间开放。学生需要开展创新(业)实训项目、科技竞赛准备、自主实验设计、毕业论文(设计)等活动,均可通过与中心管理人员预约使用,实行全免费开放;“科研三层面”实验室的开放管理则主要通过大型仪器设备管理系统来实现预约管理,具体细节由平台专职管理人员负责协调;教授科技创新实

实验室的开放则主要依托导师制,通过导师指导学生开展大学生创新(业)项目、科技竞赛、自主创新实验、毕业论文(设计)等方式全时段向学生开放。

教学“三层面”平台面向全校30余个本科专业开设超过40门实验(训)课,并积极为化学类专业学生的第二课堂、大学生创新创业训练等提供活动空间。科研“三层面”平台的人力、物力资源积极反哺教学,为学生创新实践提供优良环境。通过“一点两线三面”平台的布局、建设与管理,在满足学生基本知识、基本技能、科研素养、创新意识、创新精神、创新能力培养与塑造的基础上,将科研设施转化为学生创新的坚实平台,把“科学研究的密度”转化为“学生创新的浓度”,为夯实学生创新实践能力提供了有力支持。

化学与药学院在坚持“以学生为中心”的基础上,探索了一种全要素、全层级、全过程的实验实践教学立体化管理体系,通过建设实验实训平台、强化教学和科研两条主线、设计分别面向三个不同层面的实验项目,形成既协调统一、又能动态调整的机制,充分发挥系统效能,提高管理水平,降低管理成本。平台的开放管理,促进各类实验(训)教学资源得到充分利用,为化学类专业学生开展知识和技能学习、自主创新实验、毕业论文(设计)工作、大学生创新(业)项目、各类竞赛等活动提供有力的条件支撑,为大学生创新实践能力的培养提供了肥沃的土壤,为学生创新实践能力的提升搭建了较高的平台,成效显著。2016年以来,学院实验(训)平台容纳了539项大学生科技创新项目实践,其中国家级、省级项目95项,每个项目参与学生数3-10人;每年10项专业技能竞赛常态化推进,辐射面广,辐射到化学类所有专业的学生以及化学类相关专业学生;积极遴选和培育优秀学生(团队)参加“挑战杯”“互联网+”等上级竞赛,获得省级及以上奖励100余项。社会实践活动开展得有声有色,获得一批农化特色鲜明的成果,一批优秀学生脱颖而出。学生还获得校级优秀论文60篇,发表科研论文104篇,考研率逐年升高,最高接近40%。学院培养的学生动手能力强,进入科研角色容易,融入社会快,有力促进了我院化学类专业人才培养质量的提高。同时,辐射到学校农学及理工科类其他专业学生创新实践能力的培养。平台的布局、建设与管理也将为同类高校学生创新教育平台的构建与实施提供有益指导。

5 结语

培养创新应用型人才是高校的职责,实验(训)平台的建设与管理是学生实践能力以及科研创新能力培养的重要支柱。通过“一点两线三面”的创新实验(训)平台建设的研究与实践,将不同程度消除束缚教学发展中的诸多弊端,在实验室及设备资源整合、全面开放共享式管理、全方位服务模式创新、资源利用率有效提升、实验室环境优化和创新应用型人才质量提升等方面做有益的探索与实践。进而为各同类高校高起点、高质量和高效率建设创新实验(训)平台,服务于新时代高素质创新应用型人才培养奠定充分的理论依据和实践基础。

参 考 文 献

- [1] 周锦兰,王宏,聂进. 实验技术与管理, 2011, 28 (4), 16.
- [2] 谢锦桂,管华,温祖标,邓志红,钟声亮. 大学化学, 2023, 38 (2), 83.
- [3] 蒋莉,魏尚娥,吴奕. 大学化学, 2020, 35 (6), 82.
- [4] 尹红梅,吴勇,李峰,汪宏,蔡菁,金辉,敖天其,廖勇,杨祖幸. 实验技术与管理, 2016, 33 (3), 177.
- [5] 马红梅,徐仲玉,孙仲颖,马小思,刘宏伟,赵建宏,张敏,马磊. 化工高等教育, 2018, 35 (1), 67.
- [6] 宗传鑫,陈泽标,方静,赖延清. 大学教育, 2019, No. 8, 175.
- [7] 龚良玉,翟崑,王峰,王国辉,于蕾,刘家尧,杨同毅. 高等农业教育, 2016, No. 4, 23.

- [8] 雷钢. 实验室研究与探索, **2019**, 38 (1), 210.
- [9] 焦洁庆, 张燕. 实验技术与管理, **2021**, 38 (1), 247.
- [10] 田景芝, 荆涛, 郑永杰, 王波, 杜晓昕. **2019**, 36 (11), 266.
- [11] 尚永辉, 黄怡, 郑敏燕. 创新与创业教育, **2017**, 8 (5), 119.
- [12] 朱榕. 实验室研究与探索, **2018**, 37 (3), 278.
- [13] 贾蓉, 杨建军, 杨宁, 段景山, 毛玉明. 实验室研究与探索, **2019**, 38 (10), 157.