

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202211070

www.dxhx.pku.edu.cn

“一中心二支柱三维管理”实验实践教学体系的构建与实践

龚良玉^{1,*}, 王杰¹, 杜丰玉¹, 王修中¹, 徐鲁斌¹, 宋祖伟¹, 颜世海¹, 潘维¹, 刘福恒², 赵玉婷³

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

³ 青岛农业大学教务处, 山东 青岛 266109

摘要: 实验与实践是化学学科专业的生命线, 更是应用型人才培养的关键环节。以青岛农业大学化学与药学院为例, 构建“一中心二支柱三维管理”的实验实践教学体系, 服务“新农科”背景下应用型人才的培养目标。紧紧围绕“提升学生的实践及创新能力”这一中心, 通过建立“三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容子系统, 着力打造“实验实践教学”和“创新创业教育”两大支柱体系, 并依托涵盖“途径、条件保障、质量监控与评估”的“三维度”管理子系统, 全面加强对学院本科生实践及创新能力的培养力度, 效果良好。

关键词: 实验实践教学体系; 实践教学内容子系统; 三维度管理子系统; 创新应用型人才

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice of Experimental and Practical Teaching System of “One Center, Two Pillars and Three-Dimensional Management”

Liangyu Gong^{1,*}, Jie Wang¹, Fengyu Du¹, Xiuzhong Wang¹, Lubin Xu¹, Zuwei Song¹, Shihai Yan¹, Wei Pan¹, Fuheng Liu², Yuting Zhao³

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

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

³ Educational Administration Department, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong Province, China.

Abstract: Experiment and practice are the lifeline of chemistry discipline, and also the key aspect of the training of application-oriented talents. In this paper, experimental and practical teaching system of “one center, two pillars and three-dimensional management” was constructed and practiced at the College of Chemistry and Pharmaceutical Science, Qingdao Agricultural University, which was used to serve the training of application-oriented talents under the background of new agriculture education. Focusing on improving students' practice and innovation ability, through construction the subsystem “three levels, four modules, multi-units and whole process”, we strive to build the two pillar systems “experimental and practical teaching” and “innovation and entrepreneurship education”. Meanwhile, relying on the three-dimensional management subsystem covering “approaches, condition assurance, quality monitoring and

收稿: 2022-11-23; 录用: 2022-12-29; 网络发表: 2023-01-12

*通讯作者, Email: lydhny@163.com

基金资助: 山东省本科教学改革培育项目(P2020020); 中国高等教育学会“理科教育研究”专项课题(21LK02); 教育部产学合作协同育人项目(202002052034); 山东省本科教学改革项目(Z2021220); 教育部产学合作协同育人项目(202102152050); 校级优秀本科教学团队培育项目-制药工程专业主干课程群教学团队; 青岛农业大学“专创融合”课程教学改革项目(ZCJG202116); 青岛农业大学课程思政教学团队培育项目(XTD2022008)

evaluation”, we comprehensively strengthened the cultivation of undergraduate students’ practical and innovative abilities to achieve significantly improved teaching effect.

Key Words: Experimental and practical teaching system; Subsystem of practical teaching contents; Subsystem of three-dimensional management; Innovation and application-oriented talents

2019年9月,习近平总书记给全国涉农高校书记校长与专家代表回信,要求涉农高校以强农兴农为己任,培养具有实践能力和创新精神的高素质人才。实验实践教学是培养学生动手能力、创新意识和综合素养的关键环节,更是“新农科”背景下应用型人才培养的主要载体^[1-3]。而化学学科既具有鲜明的实践和应用导向,也在农业高校的学科交叉融合中展现粘合剂和催化剂的作用^[4-8]。因此,构建农业高校化学类实验实践教学平台,深化化学学科专业的实验实践教学改革,既凸显农业高校化学类人才培养的“农化”特色,也是学校“以工强农、以融兴农”办学模式的重要支撑。

青岛农业大学化学与药学院立足于应用型人才的培养目标,重新审视已有的实践教学形态,构建起“一中心二支柱三维管理”的实验实践教学体系。紧紧围绕“提升学生的实践及创新能力”这一中心,构建“三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容子系统,依托“三维管理”中的“途径维”(三课堂联动)落实实践教学内容;通过“条件维”(实践教学平台及师资队伍建设)为实践教学及创新教育提供硬件保障;借力“管理维”(实验实践教学管理体系与制度)提供软件支撑。该实验实践教学体系有力提升了学院化学学科专业学生的动手实践能力、创新意识及科研素养,同时有效辐射至学校理、工、农科学生,助力学校“新农科”背景下应用型人才培养。

1 “一中心二支柱三维管理”实验实践教学体系构建

青岛农业大学化学与药学院围绕应用型人才培养构建“一中心二支柱三维管理”的实验实践教学体系并付诸实施(图1)。围绕“一中心”,即基于应用型人才培养目标定位,着力打造学生的实践和创新能力,使培养的学生在社会上能用且好用;“二支柱”即以人才培养方案修订为前提,通过建立“三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容子系统,着力打造“3-2-2”人才培养体系中的“实验实践教学”和“创新创业教育”两大支柱体系^[9],挖掘“生产性实践”和“研究性实践”在应用型人才培养中的重要作用,强化学生的实践及创新能力培养。构建“三维度”管理子系统,即:“途径维”“条件维”“管理维”。“途径维”是指依托第一、第二、第三课堂的联动,互为补充,落实学生动手实践能力提升和创新能力培养;“条件维”是通过加强线上线下实验实训平台、校内外实习基地及师资队伍的建设为实践教学内容实施提供有力的硬件保障;而“管理维”则指以制度建设为抓手,不断提升教学管理水平,进而提供软件支撑。

2 “三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容子系统

“实验实践教学体系”和“创新创业教育体系”是学院打造应用型人才培养体系的两大支柱。前者按照“基础-专业-综合”的层次递进顺序,涵盖实验教学、课程实习、专业认知实习、专业生产实习、专业社会实践、专业技能竞赛和毕业实习(设计)等多个训练单元;后者则以科研训练、科研助理、开放实验室项目、大学生创新(业)训练、大学生科技竞赛、大学生创业竞赛、毕业论文(设计)等为主要环节(图2)。依托上述两大支柱体系,按照“基础实践-专业综合-创新提升”的层次递进顺序,构建以基础实验实习、专业实践、综合实践、创新实践等四个模块为主要内容,每个模块下设多个训练单元,贯穿于八学期全过程的“三层次四模块多单元全过程”实践教学内容子系统(图2)。该子系统为实验实践教学体系的核心部分,其不同模块和单元间既分工明确,又相互联系、相互促进,使学生的专业基本能力、综合应用能力和创新能力培养在各个教学层次均得到体现,并由浅入深、逐步提高,实现学院创新应用型人才培养目标。

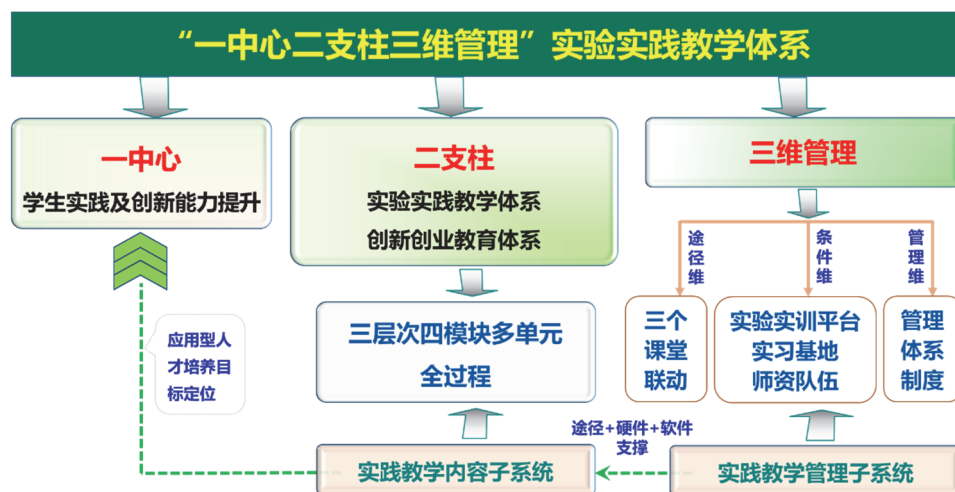


图1 “一中心二支柱三维管理”实验实践教学体系的构建示意图

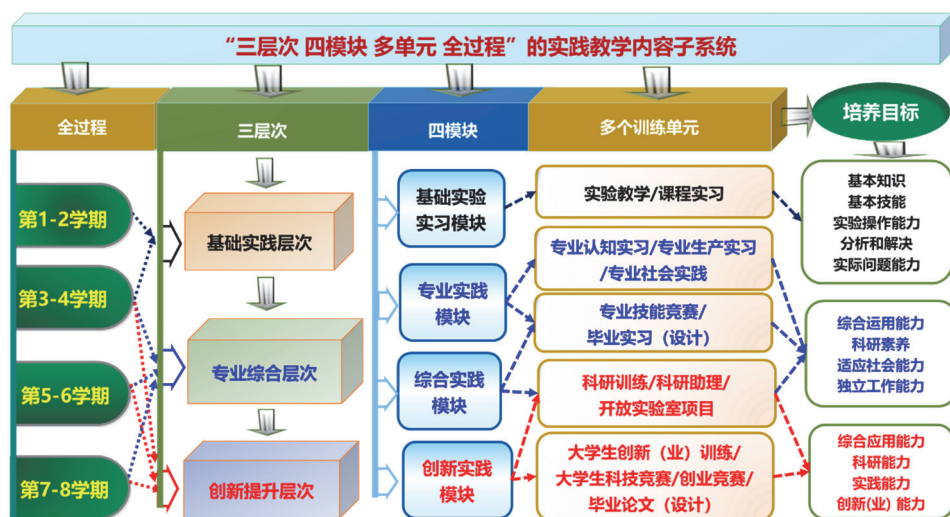


图2 “三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容子系统

3 “三维度”的管理子系统

“三维度”管理子系统的建立为“实验实践教学体系”的实施提供了具体途径、条件支撑以及制度保障，指向“学生实践及创新能力提升”这一中心目标。

3.1 依托“三课堂联动”(途径维)，落实学生动手实践能力提升和创新能力培养

(1) “夯实”第一课堂实验实践教学。第一课堂主要指教学计划所规定的且主要在校内实施的实验实践课程。以培养方案修订为契机，增加实验实训课时，提升综合性、设计性和创新性实验项目的比例，不断改革和完善包括实验教学、课程实习、毕业实习和科研训练等多环节构成的第一课堂实验实践教学内容，强化学生的独立实践操作能力以及分析问题和解决问题能力(图3)。凸显对化学知识与化学技术在农业现代化中的应用能力。

(2) “活跃”第二课堂实践教学。第二课堂主要是教学计划以外并在课外开展的实践教学活 动，是第一课堂的延伸和补充。通过有效组织大学生担任科研助理，开展大学生专业技能竞赛、科技竞赛、创新(业)训练及开放实验室项目等训练单元，为大学生提供创新创业实践的多种路径，使学生的科研素养、创新意识和实践能力得到有效提升(图3)。第二课堂训练注重依托学校农业及生命科学背景，结合化学学科优势和特色，在农兽药残留高灵敏传感新技术、新方法研究，天然药物仿生合成

的绿色农药创制, 农用高分子材料及新型纳米功能材料的制备研究方面进行训练。致力于系统地培养具农化特色的高层次人才。

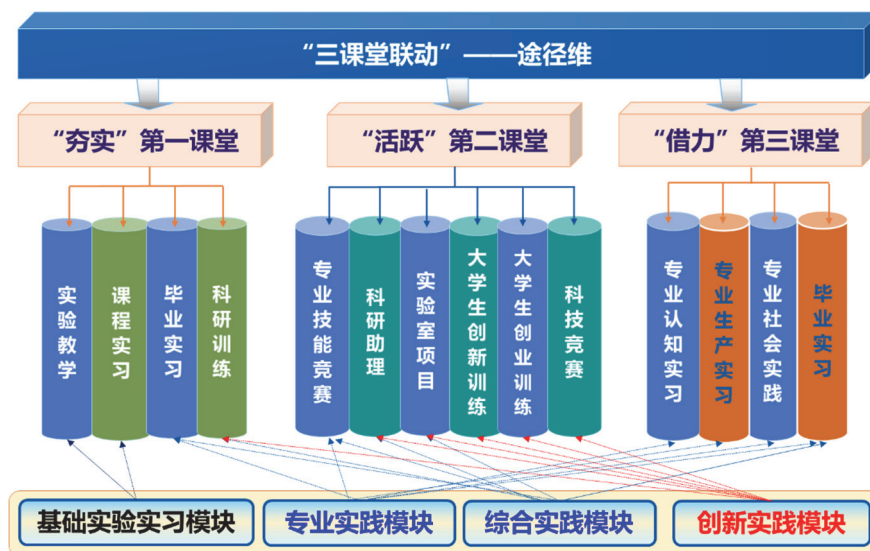


图3 三课堂联动示意图(途径维)

(3) “借力”第三课堂实践教学。第三课堂实践教学主要指校外进行的实践教学活动, 即以社会特别是企业作为课堂, 实现对第一、第二实践教学课堂的拓展。青岛农业大学化学与药学院以企业专家工作站、校外实习基地为依托, 在企业开展认知实习、生产实习以及毕业实习等活动。同时, 推动学生结合专业开展社会实践活动, 在实践中接触社会、服务社会, 融入社会。多措并举丰富第三课堂实践教学, 让学生置身真实环境中提高其独立工作及适应社会的能力(图3)。

尽管三个实践教学课堂的课程类型、教学地点、实践形式等各有不同, 但互为补充和完善, 且对学生能力的培养起着循序渐进、逐层提高的作用。

3.2 夯实实践教学基地及师资队伍建设(条件维), 为实践教学及创新教育实施提供硬件保障

(1) “完善”实验实训条件(图4)。近年来, 学院按照搭建“大平台”、开放式服务的思路, 合理利用山东省特色名校工程建设专业群、山东省高水平应用型大学立项建设专业群、国家(省)一流专业建设等各级各类建设经费, 并积极整合分散的实验实训资源, 着力构建教学主线上的“三层面”实验实训平台, 打造新化学与药学院实验教学中心, 为化学学科及学校理工农等其他学科专业的实验教学提供有力条件支撑。“第一层面”为化学类专业实验实训平台, 主要面向本院的应用化学、化学工程与工艺、制药工程、材料化学、功能材料以及药学等六个本科专业开放。涵盖应用化学综合实验室、制药工程专业实验室、制剂加工实验室及材料化学专业实验室等专业实验室, 为化学类专业“第一课堂”实验教学提供了坚实基础。“第二层面”为化学学科大类实验实训平台, 服务于化学及化学相关专业群的实验教学。优化空间以及设备资源组合, 打造了四大基础化学教学平台、仪器分析检测平台、药学类实验平台、化工类实验平台等, 通过打破专业界限, 建立化学大类实验大平台, 功能辐射到化学以及与化学密切相关的专业群实验教学, 大幅度提高了实验室的利用率及使用效益。“第三层面”为跨学科、跨学院的基础化学公共实验教学平台, 则面向全校理工农等学科专业。“三层面”实验实训平台的服务对象及教学重点虽然各有侧重, 但又彼此联系, 形成相互联接、相互配合的有机整体。与此同时, 学院还打造教授科研创新实验室-学院科研共享平台-学校测试中心化学学科模块的科研主线“三层面”实验实训平台, 并全面向学生开放, 以科研反哺教学, 有力促进了学生创新实践能力的提升。

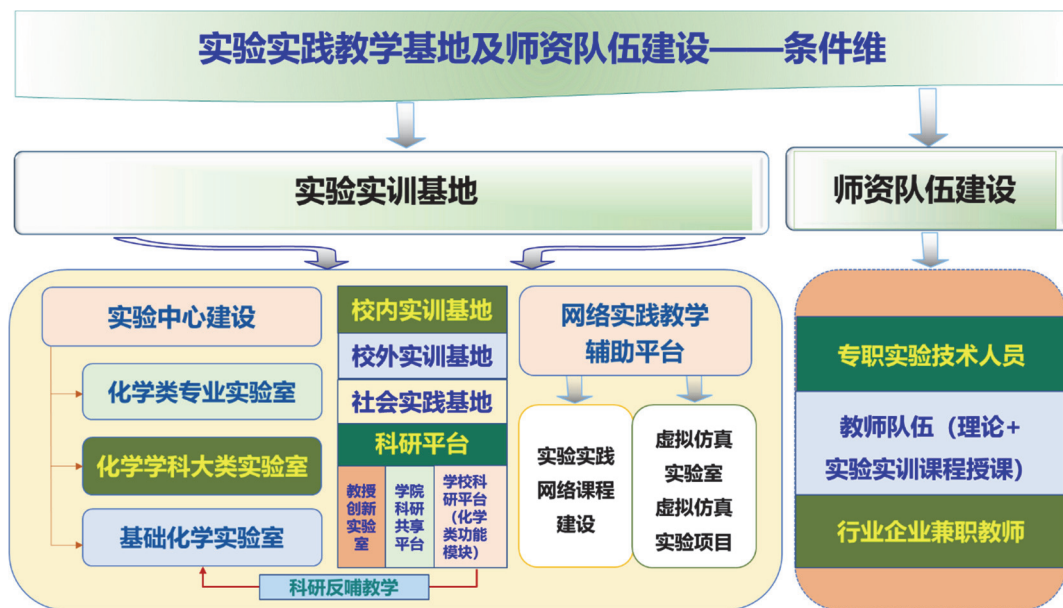


图4 硬件条件保障建设规划图(条件维)

(2) “建设”校内外实践基地(图4)。学院多措并举，强化校内外实践基地建设。一方面，投入200余万元建立化工实验实训平台，提高校内实训效果；另一方面，深入行业企业，采取多方式联合、多途径共建的方式，与海利尔药业集团、山东罗欣药业集团股份有限公司、鲁南制药集团股份有限公司等知名行业企业共建30余个校外实践基地，服务学生实践教学。同时，组织学生深入农村，结合“农化”专业特色与优势开展“三农”主题的社会实践和志愿服务，推动学生“用化学知识”服务现代农业发展的“三农情怀”涵养教育走深、走实。

(3) “构建”网上实践教学辅助平台(图4)。高等教育现代化有赖于现代信息技术的改造和拉动，通过将现代教育技术引入实验实践教学，能够突破教学场所的局限，有效发挥教学的交互性、参与性，极大提升了教学方式的深刻变革和教学效益^[10]。学院充分利用现代信息技术，建设“网上实践教学辅助平台”。首先，以课程建设为契机，构建包括实验实践教学视频、课件、教学大纲、主要训练项目、训练方法等丰富实践教学内容的网络平台资源；其次，将学科专业建设与虚拟仿真信息技术深度融合，着力构建了化工虚拟仿真实验教学平台，并打造了2个“农化”特色鲜明的省级虚拟仿真综合实验项目：“植物生长调节剂2,4-DI制备、质量控制与活性评价贯通实验”和“二氧化碳基新材料研制及其载农药纳米粒子大田杀虫虚拟仿真实验”。通过多维度为学生呈现学习内容，让学生感受极强的逼真感，有效实现了信息技术、虚拟仿真技术辅助实验实践教学的功能。

(4) “打造”一支实践教学师资队伍(图4)。学院始终将师资队伍建设作为提高创新应用型人才培养质量的核心抓手，通过引进和培育相结合，打造一支理论水平与实践经验兼具的师资队伍。首先，加强专职实验技术人员的引育。随着实验实训硬件条件的不断改善，如何管理好平台资源并使其更好服务于创新应用型人才培养，高素质专职实验技术人员发挥着不可替代的作用，教辅其实非辅^[11]。近年来，学院引进博士后1名，还积极引导了3名实践能力强、理论功底扎实的理论课教师转岗充实至实验技术队伍中。目前，实验技术人员中硕士及副高以上比例已超过70%。此外，学院还在职称评聘、岗位考核、评先评优等环节，对实验技术人员设置专门办法，更多考评其在实验室建设与管理、实验室运行状况、实验教学改革研究等相关工作业绩，进而引导其全身心投入到本职工作中。其次，引导理论课教师更多参与实验实践教学，实现理论教学和实验教学的融会贯通。最后，学院还通过校企合作等方式，聘请了一批既有实践经验又有较高理论水平的行业(企业)专家，作为兼职教师辅助实验实训教学工作。

3.3 构建实践教学管理体系及规章制度(管理维), 为实验实践教学提供软件支撑

(1) “搭建”三位一体的组织架构(图5)。

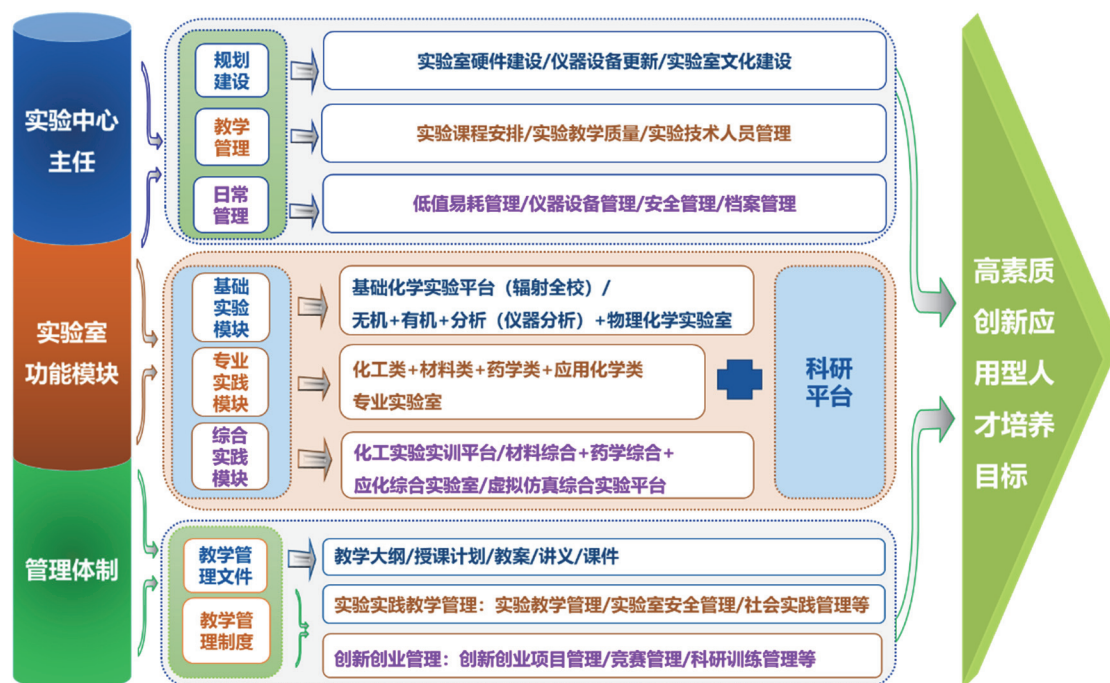


图5 实践教学管理体系示意图

学院成立化学与药学院实验教学中心，搭建中心主任-实验技术人员-实验教师“三位一体”的管理组织架构。学院遴选具有丰富实验室一线工作经验的教授担任中心主任，全面负责实验教学中心的规划建设、教学管理、低值易耗管理、仪器设备管理及安全管理等工作。中心根据“实验实践教学体系”不同模块的定位及服务目标(图2、图5)，在“基础实验”模块设置辐射全校的基础化学实验平台及面向化学学科大类的四大化学实验室；在“专业实践”及“综合实践”模块分别设置化工类、材料类、药学类及应化类专业及综合实验室等。每个模块或实验室单元均配置专职实验技术人员管理，具体负责实验室的日常运行及实验教学服务等工作。而实验教师主要承担实验教学任务，并与实验技术人员定期开展交流研讨，共同促进实验教学质量的提升。此外，学院还积极利用学科优势，主动将科研主线“三层面”实验实训平台反哺至大学生的创新实践能力培养(图4)，达成教学科研两条线、三层面各司其职，又相互补充，共同服务于学生的创新实践能力培养。

(2) “匹配”高效管理的规章制度(图5)。

化学与药学院实验教学中心面向全校理工农等学科的30余个本科专业开设超过40门实验(训)课，实验项目超过250项，年均实验实践人时数近40万，开放人时数近12万。面对规模庞大、事务繁杂的实验室管理工作，加强实验室科学化、规范化、制度化的管理是稳定教学秩序、提高教学质量和效益的重要保证。

首先，规范教学文件。学院要求实验教师根据人才培养方案，规范制定实验实训课程的教学大纲、授课计划、教案、讲义或课件等教学基本文件，从教学文件上规范实践教学的目的、要求、教学与考核方式、应掌握的技能及应达到的能力等。其次，完善规章制度。青岛农业大学围绕实验实践教学及创新创业训练制定出台了《青岛农业大学大学生创新创业训练项目管理办法》《青岛农业大学大学生社会实践活动管理暂行规定》《青岛农业大学本科生科研训练与课程论文(设计)管理规定》等30余项规章制度。化学与药学院则根据自身创新应用型人才的培养定位，进一步完善制定了

《青岛农业大学化学与药学院本科生导师制实施办法(试行)》《青岛农业大学化学与药学院实验室开放管理办法》《青岛农业大学化学与药学院学生实习实训管理制度》等系列管理办法及实施细则。同时,学院还结合化学实验室试剂药品种类繁多等特点,高度重视安全管理方面,制定出台了《青岛农业大学化学与药学院危险化学品管理办法》等规章制度,为实验教学奠定安全保障。上述系列规章制度使实验实践教学管理工作有章可循,促进实践教学质量的不断提高。

4 结语

青岛农业大学化学与药学院紧紧围绕“提升学生的动手实践能力及创新能力”这一中心问题,着力打造“3-2-2”人才培养体系中的“实验实践教学”和“创新创业教育”两大支柱体系,并以此为支柱,构建“三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容子系统;依托“三维管理”中的“途径维”实施“三层次四模块多单元全过程”的实践教学内容;通过“条件维”为实践教学及创新创业教育提供有力的硬件保障;借力“管理维”提供软件支撑。“一中心二支柱三维管理”实践教学体系的实施能够有目的、有层次、有保障地实现学生动手实践能力及创新能力的培养,不断提高学生的社会适应性,助力农化特色鲜明的应用型人才培养。2015年以来,打造了一批农化特色鲜明的品牌专业技能竞赛活动以及品牌社会实践活动。学院学生获得省级及以上竞赛奖励60余项,每年获批大学生创新创业项目50余项,学生累计发表科研论文70余篇,学院考研率也逐年上升,就业率始终位列学校前列。研究所取得的经验具有现实性和可移植性,能够为同类院校相关学科专业的质量管理提供可借鉴的经验,使相关学生都成为受益对象。

参 考 文 献

- [1] 刘新民. 中国农业教育, **2020**, 21 (1), 6.
- [2] 饶震红, 张晨辉, 杜凤沛. 大学化学, **2022**, 37 (8), 2204004.
- [3] 牟少岩, 刘焕奇, 李敬锁. 高等农业教育, **2020**, No. 1, 7.
- [4] 王玉芹, 韩靖, 刘婉君, 丁益民. 化学教育, **2019**, 40 (14), 37.
- [5] 敖玉辉, 王志兵, 王宇超, 孙国英, 赵振波. 高教学刊, **2021**, No. 29, 77.
- [6] 张树永, 丁玉强, 杜凤沛, 苑世领, 郭今心, 朱亚先, 霍冀川, 龚良玉, 陈春霞, 王芬, 等. 大学化学, **2023**, 38 (3), 1.
- [7] 罗静, 刘仁, 施冬健, 魏玮, 东为富, 刘晓亚. 高分子通报, **2021**, No. 5, 107.
- [8] 丁立, 彭勇, 崔琳, 王保国, 余立新, 王玉军. 化工高等教育, **2014**, No. 4, 13.
- [9] 刘焕奇, 王天龙, 曲韵笙, 隋仁东, 李娟. 黑龙江畜牧兽医, **2019**, No. 22, 167.
- [10] 王永明. 实验技术与管理, **2018**, 35 (10), 19.
- [11] 黄自知, 王文磊, 文瑞芝, 王琼, 胡云楚. 实验技术与管理, **2018**, 35 (3), 239.