

学科交叉背景下的实验室建设新路径

贾继文¹, 刘之广^{1,2}, 王 淳^{1,2}

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018;

2. 山东农业大学 土肥高效利用国家工程研究中心, 山东 泰安 271018)

摘 要:以实验室建设层面的改革实践为基础, 提出学科交叉背景下的实验室建设新路径。从供给侧与需求侧两方面入手, 实现“标准化供给”与“灵活满足需求”相结合, 在提升实验室装备、师资和课程设置整体水平的同时, 为学生的创新发展创造更大空间, 以满足多学科交叉融合背景下的高素质创新人才培养的需求。

关键词:实验室建设; 实验教学; 学科交叉; 创新人才培养

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2022)03-0252-04

New path of laboratory construction under interdisciplinary background

JIA Jiwen¹, LIU Zhiguang^{1,2}, WANG Chun^{1,2}

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

2. National Engineering Research Center for Efficient Utilization of Soil and Fertilizer Resources, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: Based on the reform practice of laboratory construction, a new path of laboratory construction under the interdisciplinary background is put forward. Starting from the supply side and the demand side, the combination of “Standardized supply” and “Flexible meeting demand” is realized, and more space for students’ innovative development is created while the overall level of laboratory equipment, teachers and curriculum is improved, so as to meet the needs of training high-quality innovative talents under the background of interdisciplinary integration.

Key words: laboratory construction; experimental teaching; interdisciplinary; innovative talent training

1 背景

通过强化实验室建设提升实验教学质量支撑创新型人才培养, 是高等教育当前的一项重要工作。2015年, 教育部在《教育部重点实验室建设与运行管理办法》^[1]中, 将实验室明确定位为高等学校组织高水平科学研究、培养和集聚创新人才、开展学术交流合作的重要基地, 要求高校实验室面向科学前沿, 聚焦国家战略需求和行业、区域发展需求, 开展创新性研究, 提升高等学校创新能力, 推动学科建设发展, 以高水

平科学研究支撑高质量高等教育。

我国高校实验室管理者还应注意到一个重要的时代背景, 即学科交叉与融合已成为科学研究与高等教育发展的重要趋势之一。国家对学科交叉融合这一发展方向十分重视, 2016年习近平总书记在科技创新大会上提出, 要培育新兴交叉学科生长点^[2]; 2018年, 习近平总书记在北京大学考察时再次强调, 要下大气力组建交叉学科群^[3]。2021年初, 国务院学位委员会与教育部发文, 正式设立了“交叉学科”这一新门类^[4]。这一时代背景给我国高校的实验室建设提出

收稿日期: 2021-08-17 修改日期: 2021-09-10

基金项目: 山东省研究生教育教学改革研究重点培育项目 (SDYJG19127); 山东农业大学研究生教育教学改革研究重点项目 (JYZD2018004)

作者简介: 贾继文 (1963—), 女, 山东邹平, 学士, 教授级高级实验师, 主要研究方向为实验室管理、实验教学管理及土壤生态环境, zhsyzz@sdau.edu.cn。

通信作者: 刘之广 (1987—), 男, 山东招远, 博士, 副教授, 主要研究方向为产学研合作平台管理, liuzhiguang8235126@126.com。

引文格式: 贾继文, 刘之广, 王淳. 学科交叉背景下的实验室建设新路径[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(3): 252-255.

Cite this article: JIA J W, LIU Z G, WANG C. New path of laboratory construction under interdisciplinary background[J]. Experimental Technology and Management, 2022, 39(3): 252-255. (in Chinese)

了新挑战, 即在国家创新型人才培养战略目标以及学科交叉的大趋势背景的双重影响下, 原先遵循学科边界而形成的实验室建设应遵循何种实践路径? 本文基于山东农业大学资源与环境学院实验教学中心的发展案例, 提出高校实验室可探索从供给侧与需求侧两方面双管齐下, 通过“标准化供给”与“灵活满足需求”相结合, 推进实验室建设的改革与发展。

2 新的挑战

山东农业大学资源与环境学院实验教学中心(以下简称“实验中心”)有着近 20 年的发展历史, 迄今已成为我校多个一级学科的支撑性实验室平台。目前, 该平台主要承担农业资源与环境、土地管理、地理信息科学、环境科学、环境工程、环境生态工程等 6 个资源与环境学科的专业实验课教学, 同时还服务于全校的农学类 11 个专业, 承担土壤肥料实验课的教学工作。此外, 实验中心还面向全校学生提供实验课程和科研训练。目前, 多学科交叉融合的新需求以及支撑学校创新人才培养的新任务对实验室建设提出了新的挑战, 主要体现在以下三个方面。

(1) 实验中心内部的原学科划分阻碍了学科交叉融合。在建设伊始, 实验中心的功能模块是按照原学科边界划分的。在学科发展初期, 这种划分有助于学科从萌芽期向成熟期的过渡, 但随着多学科交叉融合的学术发展需求的不断强化, 按照原学科边界严格划分的实验室功能模块, 反而阻碍了实验中心为学科交叉融合服务的功能, 在一定程度上造成了相近实验资源的重复积累与建设。

(2) 相较学科交叉与创新培养趋势的快速兴起, 师资与设备条件进步速度相对滞后。强化创新人才培养导向, 是近年来高等院校教育形成的新趋势, 并迅速形成了强大的社会影响力。相比之下, 实验中心在师资与设备条件层面的投入基数小、建设周期长, 面对突如其来的新形势, 在一定程度上出现师资与设备条件准备不足的问题。以我校植物营养学课程为例, “十二·五”期间该课程的修读学生仅有 120 人, 但进入“十三·五”时期后, 在宽口径培养要求下, 修读该课程的学生数量迅速增加, 授课工作量提高了 207%, 但在此期间, 实验中心的教师配备依然按照既往速度平缓增长, 这导致师生占比下滑严重, 影响了实验教学的质量。此外, 在 2012 年底之前, 实验中心的实验仪器数量增长速度较慢, 这就导致学科交叉融合的趋势兴起后, 各相关学科的实验仪器设备需求大幅增加, 但受制于仪器设备数量不足, 同一实验需要更长的等待时间才能在多个学科之间轮流进行, 影响了实验效果, 也限制了学生创新实操能力的培养。另外, 在改革前,

实验中心的建设经费总体投入不足, 仪器设备的更新换代慢, 部分实验仪器设备仍是上个世纪末的主导产品, 其性能已不能适应新时期学科发展的需求。

(3) 传统实验教学模式不适应创新人才培养的需求。在实验中心教学改革前, 传统实验项目缺少开放和设计性实验内容, 学生需要严格按照布置好的方案进行重复, 被动接收专业知识, 且内容主要局限于理论验证, 与生产实际相对脱节, 学生缺少获得发现问题和实践锻炼的机会^[5]。然而, 随着资源与环境类各学科快速发展, 实验项目内容已经发生很大的变化, 对学生专业技能的要求有了较大提高, 但传统的实验教学模式限制了教学质量的进一步提高^[6]。

综上所述, 面对日益显现的多学科交叉融合的学术发展需求, 实验中心遇到了一系列新的挑战。如何应对挑战, 已成为实验中心的一个重要课题。为此, 实验中心启动了实验教学改革计划, 探索了实验室建设新路径, 并取得了良好的建设效果。

3 “标准化供给”与“灵活满足需求”的实验室建设新路径

3.1 理论基础

为贯彻国家创新型人才培养战略目标, 适应学科交叉融合的时代大趋势与大背景, 我国高校需探索出一种新的实验室建设发展路径。在回溯现有实验室管理理论以及教育学相关研究的基础上, 提出了一种新的实验室建设路径, 即“标准化供给”与“灵活满足需求”的结合(见图 1)。



图 1 “标准化供给”与“灵活满足需求”结合下的实验室建设路径

教育标准化是近年来教育学领域着重探讨的议题之一。2018年,教育部发布了《关于完善教育标准化工作的指导意见》,强调要加快建成适合中国国情、具有国际视野、内容科学、结构合理、衔接有序的教育标准体系,实现教育标准有效供给。教育的标准化主要发生在教育资源与教育产品的供给层面,即在机构建设、教育装备、教育信息化、学科专业与课程设置等方面开展标准化工作^[7]。因此,教育标准化是一种供给层发生的标准化。

从现有理论看,我国高校实验室建设领域的标准化有望发挥一系列正面功能。首先,实验室建设的标准化,有助于缩小高校内部各学科之间教学产品供给差距,在高校内部提升教育公平性^[8]。其次,实验室建设的标准化必然伴随着先进技术标准方案的扩散,有利于整体上提升高校内部的实验室整体建设水平^[9]。最后,实验室建设的标准化,也是为学科交叉工作赋能,兼容性的实验平台接口为多学科提供了联合实验的可能性。

实验室建设在学生需求层面做到“灵活满足”,则是匹配教育学发展的前沿理念,为学生的学习需求提供更多空间、更多选项,从而适应创新人才的培养要求。研究显示,我国各高校普遍启动了问题导向、课题导向的课程设计工作以及对体验性、探究性教学方法的倡导^[10]。其中,实验室是为学生提供实操演练机会和实践资源的场所,是帮助学生将本学科专业知识与学界前沿科学研究、产业一线实践应用相联系的基础性平台和最直接的桥梁^[11]。因此,高校在灵活满足学生学习需求的过程中,应从实验室建设着手,为学生创造个人发展与探索的广阔空间。

在贯彻国家创新型人才培养战略目标和学科交叉融合的时代大背景下,我国高校可考虑通过“标准化供给”与“灵活满足需求”结合的方法路径开展实验室建设改革,提升实验教学水平。

3.2 应对挑战的方法路径之一:实验室建设的“标准化供给”

为应对多学科交叉融合的学术发展需求,实验中心在实验室建设方面实施了一系列改革与提升措施。其中,在师资、设备与课程的供给侧,实验中心坚持“标准化供给”以提升实验室建设水平,具体开展了以下工作。

(1) 参考国家“大部制”改革,依照学科交叉标准进行实验室整合与重新设计。“大部制”是一种政府管理领域重要的组织体制变革方式,其核心特征是部门职能放大、管辖领域扩展、机构总数减少等。这一改革兴起的原因在于政府内部职能交叉需求的日益增长,要求行政部门必须具备管理范围广、职能综合性

强的特征,减少部门间的重复建设与职能冲突^[12]。借鉴大部制改革理念,实验中心打破原有专业的界限,以学科交叉需求为核心标准,在实验中心的原机构设计基础上对实验室进行重新整合,建立了土壤学实验室、植物营养学实验室、环境科学实验室等8个功能性实验室。实验中心的“大部制”改革严格“跟着标准走”,即学科发展与学科交叉需求决定了整体改革与再造的标准方案,实操层面必须依照标准化方案统一布局实验室房间、统一配置仪器设备、统一设置人员管理等。这种“标准化供给”下的“大部制”改革不仅在建制上适应了学科交叉需求,也在各实验室之间弥补了能力与资源储备的差距。

(2) 用“看齐高标准”替代“渐进”思路,为实验室配置先进装备。高校多学科交叉融合培养创新型人才,是近年来快速兴起的趋势与要求^[13],这与实验室传统的渐进建设思路相悖。原实验室建设是基于实验室的既有条件而开展的,即在原先的设备资源基础上渐进发展。但面对社会需求的快速变化,相当数量的旧装备已经不再适应学科交叉与创新人才培养的需求。因此,从“标准化供给”的思路出发,实验中心打破传统的“渐进”思路,强调实验资源的供给不仅要“标准化”,还要参照“高标准”。2014年以来,实验中心成功申报了4个建设项目,包括2个国家财政部中央和地方共建高校实验室项目、2个山东省财政厅和教育厅联合实施的高等学校骨干学科教学实验中心建设项目,迄今累计申请建设资金1420万元。利用这些资助,实验中心参照高标准购置了大量重要的、前沿性的精密仪器设备,如X射线衍射仪、气相色谱-质谱联用仪、液相色谱-质谱联用仪、超高效液相色谱仪等。这些高新仪器设备完成了装备水平的标准化升级,提高了实验教学中心的仪器设备水平,为创新型人才培养目标的实现创造了更好的实验条件。

3.3 应对挑战的方法路径之二:实验室建设的“灵活满足需求”

实验教学的灵活性供给是在向学生提供必要的专业知识的同时,为学生创造更大的探索与实践空间,让学生能够更具灵活性地获取知识、获取自我发展的可能。实验中心在改革中意识到,在供给侧进行标准化建设的同时,还须灵活满足学生的需求。因此,实验中心集中推进了以下工作。

(1) 实施柔性人才政策,建立高素质实验专业团队。建立一支思想稳定、业务精湛的实验技术人才队伍,是促进地方高校教学和科研发展的重要手段^[14]。在高标准严要求的约束下,2014年以来,实验中心正式聘用应届博士实验教师2人,柔性引进高水平实验兼职教师11人,其中国家“千万工程”领军人才1人、

“万人计划”科技创新领军人才1人、山东省泰山学者人才3人,使实验中心教师队伍的学历水平和年轻化水平在整体上迈上了一个台阶,年龄和职称结构也更加合理。同时,借助实验中心的新生力量,实验中心定期对全体教职工进行专项培训,掌握新购置仪器使用、管理、维护技能,保障先进设备与师资队伍能力的匹配。

(2) 补充实践教学环节,重新设计实验课程内容。为扩展课程设置与课程内容的创新导向性,更加灵活地满足学生的多样化需求,实验中心突出实验教学的系统性、科学性、完整性,重点加强和补充了实践教学环节,重新修订了实践教学的培养方案、课程内容及实验课教学大纲,特别增加了设计性、创新性和综合性实验,着力提升这类实验在整个实验体系中的比重。改革7年以来,实验中心累计改进了165项实验项目,新增48项综合性、设计性实验,得到了学生一致好评。如在土壤肥力判定设计性实验课上,教师结合土壤学课程教学,给定实验目的、要求和实验条件,由学生自行设计实验方案评价家乡土壤肥力水平、适合种植何种作物并提出合理施肥建议;再如有机农药的生物降解综合性实验有效融合了土壤学和环境科学两门课程的知识点,提高了学生的综合分析和动手能力。

(3) 配置各类辅助条件,灵活满足学生的学习与发展需求。在实践教学环节采用了动态仿真和模拟实验的教学方法,发挥了多媒体形象直观、信息量大、演示方便等在高素质人才培养中的优势^[15]。此外,建设了实验中心的品牌专业、特色专业、精品课程网站,实现了实验教学资源上网,帮助学生在课外灵活获取实验教学内容,进一步满足了学生的需求。例如,传统土壤学实验野外实习地点——“世界第三地质名山”馒头山地势险要、气候多变,具有一定的危险性,又处于自然保护区,野外实习受到较多条件限制,导致该实践项目开展困难。实验中心结合多年积累的馒头山岩石类型、形成顺序、风化差异和土壤特性的相关知识,采用3D建模、二维动画等多种技术,建立了馒头山野外土壤的三维场景,让学生通过操作计算机完成岩石类型与成因、风化、土壤形成等在线学习。通过课堂讲解、虚拟操作、自主练习、真实参观等完成整个课程的学习过程,充分体现了虚实结合的优势,提高了学生的实践水平,也提升了学生对课程的满意度。

(4) 依托国家科研平台,为学生提供高水平、延伸性学习机会。搭建“学院+科研基地”支撑平台是推进多学科交叉融合、构建良好学科领域生态、培养高素质优秀人才的有效手段^[16]。2015年以来,实验中

心依托土肥资源高效利用国家工程实验室设计专项训练经费,实际年均投入经费30万元,鼓励和支持各学科导师吸纳学生进入课题团队参与科研工作,结合行业生产中的实际问题,加快科技成果转化,实现了产教深度融合育人。2014级农业资源与环境专业本科生田虹雨在实验中心专项训练经费的支持下,成立了“沃土肥田”创新创业团队,在实验中心张民教授的指导下,研发了基于变频转鼓的肥表改性与膜材高效喷涂一体化缓控释肥生产工艺,创新了基于异质膜材复合包衣的功能型缓控释肥料产品,解决了传统产品包膜成本高、功能单一、智能化程度低等三大关键共性问题。

4 结语

通过坚持“标准化供给”与“灵活满足需求”的新路径,实验中心在实验室建设发展方面探索了一条新的改革路径,并取得了良好的改革效果,有效响应了学校多学科交叉融合培养创新型人才的政策导向。通过改革,实验中心具备了为10个学科、16个本科专业(包括农业资源与环境、环境科学、土地资源管理、地理信息系统、环境生态工程等)近6000名本科学学生提供实验教学的能力,累计完成实验课121080人时数,支持了本科生SRT项目285项,指导参加国家大学生创新创业训练项目37项,获中国“互联网+”大学生创新创业大赛银奖、铜奖各1项,山东省“互联网+”大学生创新创业大赛金奖4项等,有力地支持了学校农业资源与环境国家级特色专业的建设。

参考文献 (References)

- [1] 教育部. 教育部重点实验室建设与运行管理办法(教技〔2015〕3号)[Z]. 2015.
- [2] 新华社. 全国科技创新大会 两院院士大会 中国科协第九次全国代表大会在京召开[EB/OL]. (2016-05-30)[2016-05-30]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/30/content_5078085.htm#1.
- [3] 新华社. 习近平在北京大学师生座谈会上的讲话[EB/OL]. (2018-05-03)[2021-07-05]. http://www.xinhuanet.com/2018-05/03/c_1122774230.htm.
- [4] 国务院学位委员会, 教育部. 关于设置“交叉学科”门类、“集成电路科学与工程”和“国家安全学”一级学科的通知(学位〔2020〕30号)[Z]. 2020.
- [5] 陈炜, 王伟, 韩雨哲, 等. 依托实验教学中心培养学生实践创新能力研究[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(5): 241-243, 247.
- [6] 严李强, 田荣燕, 肖杨. 大学生开放实验室弱约束下的强管理教育模式探讨[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(8): 225-228.
- [7] 李鹏, 朱德全. 义务教育学校标准化建设: 进程、问题与反思: 基于2010-2014年全国义务教育办学条件数据的测度分析[J]. 清华大学教育研究, 2016(1): 110-117.
- [8] 王震宇, 薛妍燕, 邓理. 跨越边界的思考: 新文科视角下的社会科学实验室探索[J]. 中国高教研究, 2020(12): 61-68.

(下转第259页)

4 新工科工程训练教学模式应用效果

2019年,我校开始加快新工科工程训练实践教学项目和教学体系建设,建立了如智能制造、机器人、PLC与运动控制、传感技术、虚拟仿真等数字化、智能化实践项目,为智能制造、控制工程、智能工程与管理等新学科提供实践教学支撑,同时为全校学生提供认知实践服务。通过丰富教学内容、创新项目式工程训练实践教学模式,提升了学生参与工程训练的兴趣。目前,已经为机械、材料、能动、电力、管理、化工、基础医学、公共卫生等学院开课2 000余人次,受到学生和学院好评,新工科工程训练实践教学初见成效。

5 结语

新工科的发展促进了工程教育实践创新教学的重构与改革,我校工训中心以典型机电一体化实践产品为主线,结合不同专业实践教学需求,创新建立实践项目库,融合传统工程训练实践教学模块,新增新工科实践教学内容,改革重构工程训练实践教学体系,构建项目驱动新工科智慧学习工场实践教学模式,并以小型三相异步电动机为例搭建了新工科工程训练实践教学体系框架,以综合性、系统性实践项目群驱动课程知识、技能和创新融合,着重提高学生系统思维能力、创新能力、动手能力和自主学习能力,为培养复合型、应用型和创新型新工科人才提供实践支撑,为新工科工程训练实践教学改革和建设提供可行的思路和途径。

参考文献 (References)

- [1] 傅水根.我国高等工程实践教育的历史回顾与展望[J].实验技术与管理,2011,28(2):1-4.
- [2] 曹其新,李翠超,张培艳.中国特色的工程训练教学模式与内容思考[J].实验室研究与探索,2016,35(11):129-131,160.
- [3] 朱玉平,张学军.基于新工科的工程训练培养体系构建与实践[J].实验技术与管理,2021,38(1):8-11.
- [4] 教育部.新工科建设指南(北京指南)[J].高等工程教育研究,2017(4):20-21.
- [5] 教育部高等教育司.“新工科”建设复旦共识[J].高等工程教育研究,2017(1):10-11.
- [6] 王群,蔡立军,刘彬彬,等.创新型工程训练教学模式的探索[J].实验室研究与探索,2020,39(8):236-239,282.
- [7] 王华,王敏,公伟庆.基于OBE理念的高校创新创业实验室建设与管理[J].实验技术与管理,2021,38(11):278-281.
- [8] 石端伟,廖冬梅,王忠华,等.综合性大学工程训练与创新实践教学体系研究与应用[J].实验技术与管理,2019(7):201-205.
- [9] 颜建,段海峰,韩伟,等.应用型本科省级工程训练示范中心建设探究[J].实验室研究与探索,2021,40(7):144-148.
- [10] 李冲,毛伟伟,张红哲,等.从工程训练中心到学习工厂[J].高等工程教育研究,2021(3):92-99.
- [11] 王保建,王永泉,段玉岗,等.“新工科”背景下国家级实验教学示范中心建设与实践[J].高等工程教育研究,2018(1):47-53.
- [12] 毛桂芸.“双一流”建设背景下高等学校国家级实验教学示范中心建设与管理研究[J].中国现代教育装备,2020(15):31-33.
- [13] 谢峻林,冯小平,彭敏红.材料科学与工程国家级实验教学中心建设与发展的回顾及展望[J].实验科学与技术,2021,19(4):6-12.
- [14] 孙康宁,于化东,梁延德.基于新工科的知识、能力、实践、创新一体化培养教学模式探讨[J].中国大学教学,2019(3):93-96.
- [15] 孙康宁,刘会霞,杨平,等.面向新工科的微课程体系和新形态课程研究与实践[J].高等工程教育研究,2021(3):44-48.
- [16] 郭莉,陶玉贵,许家宝.新工科背景下工程训练体系建构的路径思考[J].教育现代化,2019(6):101-102,113.
- [17] 葛梦滢,杜艳玲,刘江丽.多学科融合下“大工程”实践平台的探索与实践[J].科技与创新,2021(23):10-12.
- [18] 教育部,工业和信息化部,中国工程院.关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见[EB/OL].(2018-10-17)[2021-09-01].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/201810/t20181017_351890.html.
- [9] 辛涛,李珍,姜宇,等.美国教育标准化改革现状及其启示[J].清华大学教育研究,2011(6):69-75.
- [10] 刘宇雷,王勤,余明.“双一流”背景下高校实验室建设路径探究[J].实验室研究与探索,2020,39(12):242-245.
- [11] 葛涛,付双成,刘文明.创新创业教育背景下高校实验室建设管理研究[J].实验技术与管理,2021,38(4):275-278,281.
- [12] 葛信勇,王荣景.高校内部管理机构改革及其治理现代化的路径选择:基于国内五所“双一流”建设高校机构改革实践的调查[J].西南大学学报(社会科学版),2021(3):152-161.
- [13] 韩景芸,宋崴,王江雪,等.交叉学科实验室开放与安全的管理体系建设[J].实验技术与管理,2020,37(12):303-307.
- [14] 毕瑜林,邵雯,常国斌,等.地方高校实验技术人才队伍建设探索[J].实验室研究与探索,2021,40(8):248-251.
- [15] 贾卫东,周脉乐,袁寿其.新工科新农科融合的涉农专业集群建设[J].中国高等教育,2021(5):10-12.
- [16] 梁传杰.“双一流”背景下高校一流学科建设个案研究[J].学位与研究生教育,2018(7):9-13.

(上接第255页)