

“双一流”建设背景下本科实验教学中心建设研究与实践

方静, 邓文凯, 吕薇, 宗传鑫

(中南大学冶金与环境学院, 湖南长沙, 410012)

[摘要] 本科实验教学中心建设是“双一流”高校建设中的重要一环。文章对“双一流”高校本科实验教学的师资队伍、培养方案、人才培养现状进行分析,并结合中南大学冶金与环境学院本科实验教学中心建设的工作方法和实践经验,提出基于“名师引领”的高水平实验教学团队建设、基于“顶层设计”的实验课程体系改革创新、基于“个性化培养”的本科生创新实验平台搭建,为高校本科实验教学中心建设提供参考。

[关键词] 双一流; 实验教学; 高校建设; 教育教学

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2021)06-0088-06

建设世界一流大学和一流学科(简称“双一流”),是中共中央、国务院站在新的历史起点上作出的重大战略部署,也是我国高等教育领域继“211工程”“985工程”之后的又一项国家战略安排。这一战略部署有利于提升我国高等教育综合实力和国际竞争力,为我国的经济社会发展注入活力。党的十九大报告指出,要加快一流大学和一流学科建设,实现高等教育内涵式发展^[1]。在“双一流”建设的实践中,实验室与实验教学水平直接影响着建设成效^[2]。提升高校实验室与实验教学水平的有力举措便是建设本科实验教学中心。

本科实验教学中心是高校中集本科实验教学和实验室管理为一体的教学科研实体。其主要职责包括为本科生提供实验教学的硬件、软件支持,统筹实验课程,落实教学安排,促进资源整合,以期达到实验教学效果最优化和实验设施使用效益最大化。

因此,推进本科实验教学中心建设已然成为“双一流”建设的重要一环,提高实验教学水平是推进“双一流”建设的客观要求。高校如何充分发挥本科实验教学中心的作用,凝聚人才,培养人才,建设学科,创新教学,是当前高校亟须解决的问题。

一、“双一流”高校本科实验教学中心建设的价值意蕴

(一) 彰显学科特色, 助推一流学科建设

实验室是高校教学的重要组成部分,是学生对所学理论知识的实践运用场所,实验教学是培养学生综合素质和创新能力不可替代的环节。实验室是素质教育实施高地,是创新人才培养基地。本科实验教学中心是开展实验教学、科学研究、生产实践与文化遗产的重要平台,起到引领学生将理论与实际结合、在实践中探索创新的关键作用。在“双一流”建设中,充分利用实验教学中心有助于整合优质实验教学资源,培养和提

[收稿日期] 2021-09-28; **[修回日期]** 2021-12-13

[基金项目] 2020年湖南省普通高等教育教学改革研究立项项目“一流学科建设背景下实验教学中心建设的研究与实践”(2020jy022); 2020年中南大学深化创新创业教育改革研究项目“一流学科深化创新创业教育的探索与实践——以冶金与环境学院为例”(2020CG012)

[作者简介] 方静, 贵州六盘水人, 中南大学冶金与环境学院研究员, 主要研究方向: 实验室建设与管理、实验教学、材料分析等, 联系邮箱: fangjing526@163.com; 邓文凯, 湖南长沙人, 中南大学冶金与环境学院实验师, 主要研究方向: 实验室资产与大型仪器管理; 吕薇, 山西忻州人, 中南大学冶金与环境学院实验师, 主要研究方向: 实验室文化建设; 宗传鑫, 山东潍坊人, 中南大学冶金与环境学院讲师, 主要研究方向: 思政教育、创新创业教育等

升学生的实践和创新能力, 显著提高教育质量。工科专业的人才培养既可通过产教融合、校企合作、工学结合等形式服务区域经济发展和行业产业振兴, 又能培养服务于生产一线的高层次应用型技术人才, 实现就业需求和人才培养的对接^[1]。中南大学冶金与环境学院是传统学科与新兴学科交相辉映且久负盛名的学院, 学院于 2015 年整合实验教学资源, 成立本科实验教学中心, 积极探索实验教学发展新思路。与国内同类学科相比, 学院具有研究领域宽(全面覆盖重、轻、稀、贵等各类金属的提取与加工研究)、综合实力强的优势。随着我国经济社会的快速发展, 学院研究领域迅速扩展, 从传统的提取冶金研究扩展到围绕资源、能源、环境、新材料等开展创新性研究。因此, 推动本科实验教学中心建设有助于学院彰显学科特色, 助推一流学科建设。

(二) 明确建设目标, 构建科教融合高地

本科实验教学中心要积极谋划和建设具有一流水准的科研教学中心, 积极与企业共建一流的育人平台, 深度促进科教融合, 为培养一流的创新拔尖人才、开展一流的科学研究创造条件。高校在自主研发的同时, 须注重与产业的合作互动。校企互动, 文化互融, 引导学生完成职业规划, 提升企业员工业务水平; 资源互补, 人才互用, 青年教师参与企业科技攻关, 丰富实践教学经验, 企业技术人员指导实践教学, 参与人才培养方案制订。在学校、企业的共同参与下, 形成多方联动、互利共赢的协同育人新机制^[2]。协同育人, 实现理论教学与实践教学的结合, 显著提升学生对专业理论的理解与掌握水平。中南大学冶金与环境学院在国家“211 工程”重点建设学科和国家“985 工程”科技创新平台建设的支撑下, 科技创新能力得到显著提升, 学院学科及创新平台建设都取得了令人瞩目的成就, 巩固了在同类学科中的国内领先地位, 并达到了同类学科的国际先进水平。推动本科实验教学中心建设有助于明确建设目标, 构建科教融合高地。

(三) 更新教学理念, 创新实验教学体系

本科实验教学中心建设要满足行业、企业对工科专业人才工程应用和创新能力的要求, 适应工科技术高度集约和学科专业交叉的特点。实验

教学中心的理念要以学生为本, 注重学生知识、能力和素质的协调发展, 突出工程实践能力, 强化责任意识 and 创新思维培养。依托行业企业, 构建产学研联合培养的主线, 融合学科产业链, 建设覆盖产业上中下游的实验教学平台, 形成从基础到综合、从综合到创新的教学体系^[3]。在传统问题导向式、案例研讨式等教学方法的基础上, 不断创新实验教学方式方法, 推出基于信息技术的情景体验式、网络交互式等现代实验教学方法。中南大学冶金与环境学院迄今已培养毕业生近万名, 为我国冶金行业乃至其他相关行业输送了大量高级技术人才和管理人才, 为有关高等院校和科研机构培养了一大批知名的专家学者。继续推动本科实验教学中心建设有助于更新教学理念, 创新实验教学体系, 继续为行业输送大量人才。

(四) 完善培养体系, 推动人才培养协同

传统的实验教学多是理论课程的辅助教学, 所做的实验多为演示性或者验证性的实验, 在传统的高校人才培养体系中地位不够突出、功能发挥不够全面, 课程教育与实验教育二者互动性不强(如图 1)。在“双一流”建设特别是一流学科建设的背景下, 要求培养的人才不仅要具备扎实的基础知识, 还要有终身学习与实践能力、创新与创造性思维、协作精神、家国情怀以及对人类命运共同体的思考能力等。仅专注于理论教学的培养体系显然已不适应新时代人才培养要求。本科实验教学中心通过对实验教学资源整合与教学方式方法的创新, 能够有效弥补传统实验教学的不足, 进一步完善人才培养体系, 推动人才培养中理论教育与实验教育的协同机制, 实现二者的双线并行(如图 2)。本科实验教学中心面向全员学生开放的特征也能够让学生有针对性地选择适合自身的实验教学课程, 有助于实现人才培养的循序渐进和因材施教。如低年级本科生可以选择促进认知的基础实验课程, 主要侧重促进专业认知和激发创新意识; 中年级本科生可以选择参与专业导师的课题研究, 通过项目体验培养创新精神; 高年级本科生可以选择在导师指导下的科技竞赛和创新成果产出, 进一步培养研究与创新综合能力。

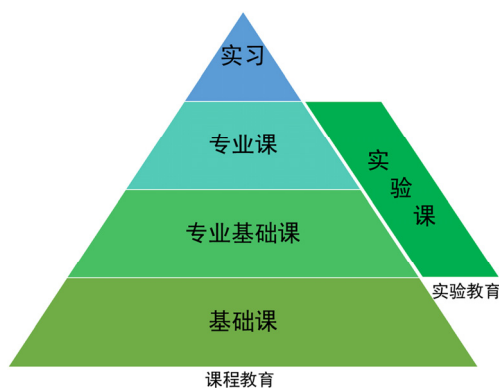


图1 传统实验教学的人才培养模式

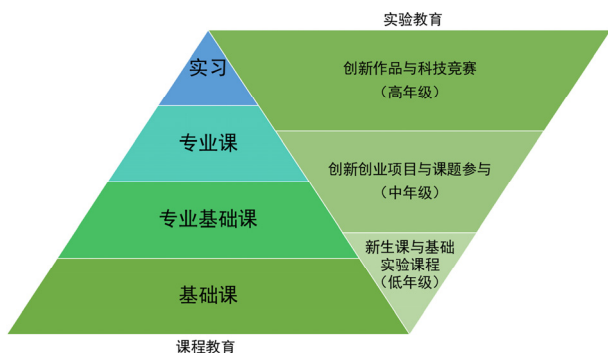


图2 引入本科实验教学中心的人才培养模式

二、“双一流”高校本科实验教学中心建设的现状分析

随着“双一流”高校建设总体方案的提出，各高校加大了实验教学中心的建设投入，教学实验仪器设备以及教学实验室环境得到了明显改善。然而，目前高校实验教学仍然存在诸多共性问题，其中较为突出的主要为以下四点：第一，师资队伍结构不合理；第二，培养方案设计不完善；第三，人才培养思路不开阔；第四，考核评价体系不健全。

(一) 实验教学师资队伍现状分析

当前，高校实验教学师资队伍普遍存在明显的年龄结构与学历结构不合理的现象。首先，在传统人才培养模式下，高校教师更注重理论知识的传授，而忽视了实验教学的重要性，久而久之容易与行业发展脱节。其次，实验技术系列青年人员比例不高，人员年龄普遍偏大，这就导致其对于新型实验设备及技术的适应和学习时间较长，教育理念和教育模式难以创新。最后，由于

在过去较长时间内实验教学相对于理论教学受重视程度较低，与教学科研系列人员相比，实验技术系列拥有博士、硕士学历的人员较少。且高学历人员多为青年教师，存在实验教学经验缺乏的问题，而低学历实验教师，其专业知识深度不够，对实验课程涉及的专业背景、理论原理难以融会贯通。

(二) 实验教学培养方案现状分析

长时间以来，国内高校普遍采用传统的实验教学模式，即实验课程从属于理论课程，实验教学仅仅是理论教学的辅助环节，并不具备独立的课程体系。因此，实验教学课程的重要性没有得到足够的重视，学生对实验课堂的重视程度、钻研的专注度以及创新实践的主动性都不足。此外，部分高校实验教学培养方案过时陈旧，实验技术和实验方法未能与时俱进，甚至还在沿用数十年前的实验课程内容，难以与国家的发展需求相适应，同时也与本行业的生产实践不匹配。因此，实验教学培养方案亟需改革创新。

(三) 实验教学人才培养现状分析

目前，实验教学的培养方式以课堂教育为主，教学方法陈旧，实验课也多为演示性、验证性的重复实验，实验教师以机械灌输的方式教授学生实验内容、实验步骤、实验现象等^[4]。学生在实验课堂上往往只是被动完成实验任务，对于实验过程中发现的问题和不同的现象缺乏探索精神，自主创新的意识不强，拓展学习的主动性不够，因此难以激励学生发挥创造力。新时代需要创新人才，在实验教学课堂上调动学生主观能动性，培养学生发现、思考和解决问题的能力，提升学生主动探索的能力与动力，是有重要意义的。

(四) 实验教学考核评价现状分析

对于学生而言，传统的实验课程考核方式往往以理论考试为主，着重考验学生对于实验步骤、实验结果的背记情况，考核形式单一，难以反映学生的综合实验能力。对于教师而言，其考核指标主要包括实验课时以及论文与专利等。一方面，实验技术人员的主要工作职责包括实验教学课程设计和开展、实验仪器设备的维护与保养、实验室的安全与环保管理等，而考核指标难

以与实际工作量相匹配。另一方面, 实验室相关工作重复性强且工作量大, 论文发表难度较高, 实验人员职称晋升缓慢, 缺乏适当的激励机制, 从而使得实验技术人员在指导学生开展相关创新型实验方面积极性不高, 影响实验教学质量和教学效果。

三、“双一流”高校本科实验教学中心建设的探索与创新

(一) 基于“名师引领”的高水平实验教学团队建设

实验教学环节与理论知识学习、实习实践具有密切联系。中南大学冶金与环境学院三个本科专业——冶金工程、环境工程及新能源材料与器件, 均具有较强的专业性和实践性。为提高实验教学质量, 实验教学中心创新地以教授为实验教学责任主体, 邀请教授、教学名师走进实验室, 为学生们讲授与实验相关的专业基础知识、设计实验的工程及应用背景、实验原理及操作步骤。例如, 国家精品课“冶金过程原理”的实验课程“冶金过程原理实验”“传递过程原理”“固体废弃污染物控制及资源化”“化学电源综合实验”等课程均由院士、杰青教授等名师带队负责, 他们不仅具备深厚的工程实践经验, 更深谙行业前沿技术。教授名师深入浅出的教学方式、丰富的科研知识及授课经验激发了学生的学习兴趣, 提高了学生的实验操作热情。

教学名师、任课教授和实验指导老师共同组成实验教学团队, 定期开展教学研讨, 改进实验教学手段和方法。此外, 实验教学中心引进了一批具有博士学位的高水平专职实验教师, 在名师教学团队的带领下进行实验教学, 这些专职教师实验技能基础扎实、专业能力突出, 在学生操作过程中进行针对性指导, 规范学生的实验操作、强化实验过程中学生对专业知识的记忆与理解^[5]。同时, “名师引领”的教学机制可使年轻的专职实验教师汲取名师教学经验, 不断提升教学水平与素养, 逐渐形成了梯队合理、素质精良的高水平实验教学团队。

(二) 基于“顶层设计”的实验课程体系改革创新

本科生实验教学是一流学科建设的重要环

节, 其课程体系与教学大纲的设计必须从学科建设的总体思路与重点出发, 与专业实践与生产紧密联系, 突破理论学习的局限性。中南大学冶金与环境学院实验教学引入名师教学后, 对三个专业的实验课程体系进行了大刀阔斧的改革, 结合行业前沿发展, 摒弃专业性不强、应用性不强的实验, 重新编写实验课程体系大纲。实验教学中心基于国家生产发展需求与“双一流”学科建设的“顶层设计”思路, 与行业需求、生产实践对接, 遵循科学性、创新性、应用性的原则, 制定了新的课程体系与实验项目。不仅如此, 实验教学中心还邀请了国内知名科研院校、机构及企业的专家、学者对新课程体系与大纲进行详细论证, 结合本科生实践与实习环节中存在的问题与难点, 对课程设计进一步修改与完善, 形成了基于“顶层设计”的实验课程体系改革创新模式。例如, 针对如今固废处置量大、难度高的问题, 设计了“生活垃圾好氧发酵堆肥实验”, 与环境工程行业热门问题紧密相连, 启发学生关注国家发展重点, 提升学生对本专业的认同感与责任感, 同时在实验中巩固强化专业理论知识, 提升学生动手操作能力, 为将来从事与本专业相关的科研工作打下坚实基础。

(三) 基于“个性化培养”的本科生创新实验平台搭建

本科生创新教育一直是中南大学的特色与强项, 冶金与环境学院实验教学中心依托学校与学院强大的科研与检测平台, 建成了总面积 1264 平方米的本科生教学实验室和总面积 526 平方米的公共检测实验室, 并基于完善的教学科研实验设备搭建了特色本科生创新实验平台, 基于“个性化培养”思路, 因材施教, 为本科生提供了三条创新实验通道。第一, 教授名师在实验教学的过程中, 充分启发学生智慧、调动学生专业创新积极性, 学生在实验过程中发现问题、延伸思考, 课下自主查阅文献、收集资料、调研数据, 形成创新实验思路, 由课程教授或实验专职教师指导实施。第二, 开通本科生参与科研项目的通道, 搭建本科生与科研团队之间的桥梁, 为本科生提供参与学校、学院各平台已有科研课题的机会, 本科生从课题中发现创新点, 作为科研项目的子

课题进行自主研究,由科研团队统筹指导实施。第三,支持、鼓励本科生跨专业组队进行学科交叉创新项目研究。三个专业的教学实验室同时对所有专业的学生开放,鼓励学生跨学科、跨年级组队,不同专业、学科的学生思维碰撞激发了其创造能力,在交流与互相学习的过程中,学生发挥了自我价值,也培养了团队合作能力。因此,本科实验教学中心为培养高素质复合型人才、创新型人才搭建了良好的平台。同时,提高了学院教学实验室的设备利用率和开放共享性。

平台搭建以来,本科生创新项目申报率显著提高,2018—2020年近三年时间,学院本科生创新创业项目获国家级和省级立项60项,获得“全国大学生冶金科技竞赛”“‘挑战杯’全国大学生课外学术科技作品竞赛”等奖项达32项,各种省级和校级的立项和获奖不胜枚举。本科生通过参与创新创业实践,发表论文数量、申请专利数量逐年增长,形成了良好的实验室开放运行氛围和机制。

(四) 基于“形成性评价”的实验教学考核体系构建

实验教学不同于理论教学,其注重教学过程中学生思维的启发与能力的培养,不能仅以学生成绩为目标导向进行考核评价。“形成性评价”注重教学过程,其是指在教学过程中为了解学生的学习情况,及时发现教学中的问题,以获得及时、有效反馈信息从而改进和调整教学的过程,适用于实验教学考核体系^[6]。实验教学中心将“形成性评价”引入实验教学评价考核体系,根据学生的课前预习调研情况、出勤率、课堂互动率、实验操作水平、课后创新思考情况等多维度对学生的学习行为进行整体评价。与此同时,教学团队能及时了解学生对课程的兴趣度、对教学的满意度,通过动态反馈,针对性地对实验课程进行改进与调整,从而构建完整的“形成性评价”实验教学评价体系。

自构建“形成性评价”实验教学考核体系以来,实验教学质量得到明显提升,实验教学中心承担了学院冶金工程、环境工程和新能源材料与器件三个专业的实验教学任务,其中冶金工程专业顺利通过国家工程教育专业认证,环境工程专业获批2020年度国家级一流本科专业建设点,

新能源材料与器件专业获批2020年度湖南省一流本科专业建设点,“传递过程原理”课程获批国家级“一流本科课程”建设,“冶金过程原理”课程获批省级“一流本科课程”建设。

四、结语

加快“双一流”建设是我国高校当前面临的重要任务。本科实验教学中心建设作为高校本科教学质量与教学改革工程的一项重要内容,要落实好立德树人根本任务,以培养大学生的创新精神和实践能力为核心,以促进大学生的全面发展和适应社会需要为宗旨,充分发挥本科实验教学中心在一流学科建设中的示范和引领作用^[7]。在这一过程中,本科实验教学中心应不断加强内涵建设、强化运行管理,以更加先进的实验教学理念、课程体系、师资队伍、管理模式和突出的成果更好地为高校“双一流”建设服务。当然,如何根据不同高校的学科特点和资源优势,因地制宜地建设特色实验教学中心,建设有特色、有成效的本科实验教学中心,是下一步亟待解决的问题。

参考文献:

- [1] 习近平. 决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[J]. 时事报告, 2017(11): 4-23.
XI Jinping. Decisive victory in building a moderately prosperous society in all respects and achieving the great victory of socialism with Chinese characteristics for a new era: Report at the 19th national congress of the communist party of China[J]. News Report, 2017(11): 4-23.
- [2] 李志民. 提升科技创新能力推进“双一流”建设[J]. 中国高校科技, 2017(1): 7-10.
LI Zhimin. Enhance capacity for scientific and technological innovation and promote the building of “Double First-Class”[J]. Science and Technology in Chinese Universities, 2017(1): 7-10.
- [3] 时连君, 时慧喆. 一流学科建设背景下的实验教学改革探索[J]. 实验室科学, 2019, 22(6): 113-115, 118.
SHI Lianjun, SHI Huizhe. Exploration of experimental teaching reform under the background of first-class

- discipline construction[J]. *Laboratory Science*, 2019, 22(6): 113–115, 118.
- [4] 黄传炎, 朱红涛, 石万忠, 等. 基础实验室创新建设是“双一流”学科建设的保障[J]. *实验室科学*, 2019, 22(6): 147–150.
HUANG Chuanyan, ZHU Hongtao, SHI Wanzhong, et al. The innovation construction of basic laboratory is the guarantee of the construction of “Double First-Class” disciplines[J]. *Laboratory Science*, 2019, 22(6): 147–150.
- [5] 石景龙, 汪雨冰, 于永江, 等. “双一流”背景下的创新人才培养与实验课建设融合创新[J]. *实验室科学*, 2020, 23(4): 219–221, 225.
SHI Jinglong, WANG Yubin, YU Yongjiang, et al. Integration and innovation of the training of innovative talents and the construction of experimental courses under the background of “Double First-Class”[J]. *Laboratory Science*, 2020, 23(4): 219–221, 225.
- [6] 姜俊, 陈贝贝. 一流学科建设背景下高校实验室队伍发展的挑战与对策[J]. *高校实验室科学技术*, 2019(3): 66–68.
JIANG Jun, CHEN Beibei. Challenges and countermeasures of university laboratory team development under the background of first-class discipline construction[J]. *Laboratory Science and Technology in Universities*, 2019(3): 66–68.
- [7] 肖红艳, 张灵棋, 郭荣辉, 等. 助力“双一流”——高校“智慧”实验室建设[J]. *高等教育发展研究*, 2018, 35(4): 58–61.
XIAO Hongyan, ZHANG Lingqi, GUO Ronghui, et al. Boosting “Double First-Class”: The construction of “Wisdom” laboratory in universities[J]. *Higher Education Development Research*, 2018, 35(4): 58–61.

Research and practice on the construction of undergraduate experimental teaching center with the background of “Double First-Class” construction

FANG Jing, DENG Wenkai, LÜ Wei, ZONG Chuanxin

(School of Metallurgy and Environment, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The construction of undergraduate experimental teaching center is an important link in the “Double First-Class” construction. This paper analyzes the teaching staff, training program and talent training status of undergraduate experimental teaching in “Double First-Class” universities. Combined with the working methods and practical experience of the construction of the undergraduate experimental teaching center in the School of Metallurgy and Environment of Central South University, it puts forward the construction of high-level experimental teaching team based on “famous teachers’ guidance”, the reform and innovation of experimental course system based on “top-level design”, and the construction of undergraduate innovative experimental platform based on “personalized training”, which provides reference for the construction of undergraduate experimental teaching center in universities.

Key Words: Double First-Class; experimental teaching; university construction; education and teaching

[编辑: 何彩章]