

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2019.06.020

# 厚植科研育人土壤 助力实验教学创新

邓朝晖, 万林林, 伍俏平, 刘伟, 邓辉

(湖南科技大学 智能制造研究院, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:**厚植夯实科研育人沃土,建立并完善科教融合协同人才培养体制机制,助力推进实验实践教学创新,提升学生创新意识、创意思维、创业能力和实践能力,是促进高校双一流建设,全面提高人才培养质量的重要保障。探讨了科研教学的共融协同互促关系,分析了科研支撑实验实践教学的现状与问题。基于湖南科技大学难加工材料高效精密加工湖南省重点实验室的探索与实践,指出通过推动科研平台全面开放,促进教师实验教学投入,提升科研仪器设备与成果转化实验教学质量,有助于破解科研支撑实验教学不足的困局。

**关键词:**科研育人;实验教学创新;共融协同

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-5884(2019)06-0097-06

高等院校作为国家科研创新和人才培养的主阵地,担负着为党育人、为国育才的初心和使命。伴随着国家实施创新驱动发展战略的持续深入推进,培养高素质三创综合人才成为新时代赋予高校的重要任务。习近平总书记指出:要创新教育方法,提高人才培养质量,努力形成有利于创新人才成长的育人环境。《教育部关于深化本科教育教学改革 全面提高人才培养质量的意见》强调,要“推动科研反哺教学,推动高校及时把最新科研成果转化为教学内容,支持学生早进课题、早进实验室、早进团队,以高水平科学研究提高学生创新和实践能力”<sup>[1]</sup>。因此,如何厚植夯实科研育人沃土,建立并完善科教融合协同人才培养体制机制,助力推进实验实践教学创新,提升学生创新意识、创意思维、创业能力和实践能力,已然成为促进高校双一流建设,全面提高人才培养质量的必由之路。

## 1 科研教学的共融协同互促关系

现代高等院校的功能包括人才培养、科学研究、社会服务和文化传承创新等,这其中又以人才

培养和科学研究(教学和科研)为其最主要的基本职责。然而自19世纪初现代高等院校诞生以来,关于教学与科研关系的讨论就从未停止过。德国学者洪堡最早对二者关系做出了较为全面且积极的评价,提出了“教学、科研合一,教学自由”的理念,指出大学不但发展学术也培养人才,对人才的培养应在参与学术研究的过程中得以实现<sup>[2]</sup>。围绕这一命题,国内外学者从多维度、多视角出发,采用实证研究手段,结合理论分析,开展了大量有益的探讨,研究表明:教学效果与科研产出(水平)存在互促共进的正相关关系<sup>[3-5]</sup>。高等院校的教学科研功能,依托教学与科研两大系统按照各自的发展目标任务和管理运行规律,在系统各组成要素(人员团队、资源投入、条件保障等)的共同作用下得以实现。两大系统各有其独立性,却又因作为系统基础的教师团队同时承担着教学与科研工作、融科教职责于一身,使得彼此具备了相互依存、相互结合的纽带,为科研教学的共融协同奠定了基础。

“教而不研则浅,研而不教则空。”关于科教融合,目前讨论更多的是科研对教学的反哺作用。

收稿日期:20190905

基金项目:湖南省大学生研究性学习与创新计划项目(201810534016、201812649003);湖南科技大学教学改革研究项目(G31806)

作者简介:邓朝晖(1968-),男,湖南衡山人,教授,博士,主要从事绿色高效精密加工与智能制造研究。

科学研究的目的在于增进和发展知识,并利用这些知识去发明技术进行系统性创造。通过教师的科研工作,一方面使得教师本身的专业素养和知识积累得到提升,不断拓宽本人的知识边界,提升教学水平,从而为更好地传道授业解惑夯实基础;另一方面,学生成才所需的系统性专业知识在此过程中也能够与时俱进保持更新,帮助学生获取先进知识理念,形成前沿性国际视野,学习系统性的学术研究方法和手段,培养科研兴趣,激发创新热情,为将来进一步从事科学研究和技术开发工作奠定基础。与此同时,高水平科研成果的持续产出,能够极大地丰富和扩充教学理论的内容,对学校的学科和学位点建设起到强力推动作用,有助于提升学校的核心竞争力、学科声誉、知名度及其地位,形成“筑巢引凤”和“集凤筑巢”的优良态势,吸引优质生源入校学习和知名企业到校招聘,从进和出两个层面保证了人才培养的质量。以笔者所在的湖南科技大学为例,近年来围绕智能制造相关领域,形成了“海牛”深海海底深孔钻机系统与取芯技术、智能磨削理论及磨削工艺软件、智能故障诊断理论及其关键技术、工业机器人、智能机器视觉技术等一系列理论和应用成果,锻炼了一支具备高水平科研教学能力的教师队伍。以此为基础,学校新申请增设“智能制造工程”本科专业,培养直接面向智能制造领域从事新一代智能产品开发和生产管理的优秀本科生,为国家制造强国工程培养后备生力军。

长期的科研教学实践表明,科研与教学并不是简单的单向促进关系,教学对于科研同样具有积极的反馈和推动作用。通过科研融入教学过程的实施,教师的科研思想、学术理念和学术成果传达给学生,再经由学生的就业深造散播到国民经济的相关领域和行业,能够起到很好的科技宣传普及效果。而科研成果转化为教学资源,借力教学育人翅膀,加快了成果的扩散速度,增大了成果的影响范围,有助于破解“酒香还怕巷子深”宣传难题,为高校和科研成果的相关应用需求单位搭建有效的联系和沟通桥梁。与此同时,高质量本科教学要求教师具备广博宽泛的知识积累,而对于从事科学研究的教师来说,掌握着本研究领域某一个或几个研究方向精深的专业知识。为提高教学水平,教师要对教学资源体系内自身研究方向以外其他相关学科及领域的内容和知识有全面

深入的理解,倒逼教师通过不断学习来拓展自身知识储备,优化知识结构,进一步筑牢本学科研究方向要求的知识基础,也为跨学科和学科交叉的科学研究创造了前提条件。此外,教学促进科研的重要意义还在于,通过高校教学,培养了包括博士生和硕士生在内的大批青年科技人才,壮大了科研人才队伍,丰富了科研技术成果,为创新型国家的建设提供了持续不断的智力支撑,保障了科学研究工作的延续性和创造性。

## 2 科研支撑实验实践教学的现状与问题

实验教学是本科教学的重要内容。作为实践教学的重要形式之一,实验教学是学生掌握知识、提高能力的重要途径,是增强学生创新精神、实践能力和社会责任感的关键一环,是提高人才培养质量的重要组成部分<sup>[6]</sup>。对于工科院校来说,实验实践教学与生产工程实际和科学前沿有着更为紧密的联系,在先进科研成果转化为教学资源,推动实验教学创新方面更具优势。

为提升我国教育发展水平,增强国家核心竞争力,当前从国家到地方正在全力推进一流大学和一流学科(双一流)建设。一流大学和一流学科的重要标志之一是拥有一批高水平的科研成果。要取得高水平科研成果,必须通过加大科研投入,保障科学研究所必需的仪器设备、场地、运行设施和条件以及高端科研人才队伍建设等,建成一系列高水平科研平台基地。湖南科技大学作为地方高校,通过持续建设和投入,已建有40个国家与省部级科研创新平台。其中仅以难加工材料高效精密加工湖南省实验室为例,目前实验室建筑面积2600平方米,各类大型先进科研仪器设备总值3000余万元,拥有一支由15位博士组成的专职科研队伍,围绕智能制造、绿色制造相关领域,承担国家与省部级项目30余项,产出了一系列成果。与之类似,国内各高校都在科研平台建设上进行了大量工作,汇集了丰富的人力、硬件和软件等科研资源。如何依托这些科研资源反哺支撑实验教学,实现资源的重组配置和充分利用,为培养高素质三创综合人才服务,各高校进行了积极探索,形成了一些可供借鉴参考的经验<sup>[7-8]</sup>。但就总体而言,仍存在以下困境亟待破除。

### 2.1 科研平台面向本科生的宣传和开放不够

科研平台基地在组建之始即已明确其服务于

科学研究的定位,所承载集聚的科研资源面向学术前沿,围绕国家战略需求和地方经济社会发展的重点研究任务进行配置,针对的是领域内深奥的新知识的研究。而大学生在本科学习阶段的目标在于了解和掌握所就读专业的基本知识,多数属于已知知识。二者存在天然疏离,使得本科生很少有机会能与科研基地直接接触。如不加以有效宣传,会导致本科生特别是低年级学生对于校内已有科研平台和科研资源处于不了解不认识的状态,即使组织科研平台开放日活动,也是走马观花,不解其用。当本科生有意识从事研究性学习和创新实验,或是参加学科相关科研与创新竞赛时,很难第一时间知道该从哪里寻求平台和资源支持,影响实验成效和创新热情。

## 2.2 教师对于实验教学的投入不足

双一流建设实施背景下,高校面临更大的学科评价和评估压力。无论是何种评价体系,标志性科研成果与产出都是最重要的评价指标之一。为了刺激教师增产,越来越多的高校对教师实行更为严格的量化考核、结果导向为核心的绩效评价制度,多产多得,科研产出与教师收入直接挂钩。这样的激励机制对于快速增长科研绩效起到了巨大的推动作用。然而,不管是教学工作,还是科学研究,都是需要投入一定的时间和精力的。科研成果的产出更不是一蹴而就的。科研创新思想活跃、学术研究能力强的教师,尤其是背负着自身事业发展和家庭生活压力的青年教师,势必将更多时间和精力投入到科研工作,此长彼消,对于教学工作特别是实验教学的投入只能减少。在现行的针对高校和教师个人的评价体制和激励机制下,“重科研,轻教学,重理论教学,轻实践教学”的情况难以完全避免。

## 2.3 科研仪器设备和成果转化实验教学内容的质量不高

科研活动使用的仪器设备,很多属于大型高精尖设备,台套数少,价格昂贵,使用成本高,要求操作人员具备很强的业务能力,甚至需要专门的科研人员经专业培训后才能进行操作和维护。而本科实验教学的特点是参与人数多,实验频次高,需要学生亲身参与以提高实践动手能力。这会产生两种情况:一方面,科研仪器设备转化支撑实验教学,必须有所选择,有所取舍;另一方面,为了降低设备操作负担,杜绝有可能存在的仪器设备损

坏风险和人员安全风险,直接机械式一刀切,打着优先保障科学研究工作任务的旗号,宁可将设备闲置,也不投入实验教学,最终导致科研仪器设备转化支撑实验教学内容的转化程度不高。

科研成果转化实验教学内容也存在类似的情况。科技发展日新月异,成果频繁产出并高速更新,新技术新方法不断涌现,引领行业产业快速发展。实验实践教学与行业产业生产工程实际和学术前沿高度关联,必然要求科研成果及时反馈教学过程,适时扩充教学内容。然而由于教师投入和体制机制等多种因素影响,先进科研成果在实验教学内容中的体现程度不高,实时性不强。与此同时,科研成果转化实验教学内容时必须遵循教育教学一般规律,充分考虑本科生所处的知识层次、拥有掌握的知识基础、接受知识的能力以及科研成果与教学内容的关联程度,对科研成果进行取舍选择和二次开发,做到“深浅得当、宽窄适宜”,让科研成果深度融合于实验教学内容,否则就会使得教师教学辛苦、学生掌握不足,导致教学效果欠佳。

## 3 科研支撑实验实践教学的探索与实践

湖南科技大学机械工程学科是湖南省双一流建设学科,拥有机械工程一级学科博士学位授予权、博士后科研流动站和难加工材料高效精密加工湖南省重点实验室等省部级科研平台十余个。依托学校学科科研优势,立足学校学科定位,在准确把握学校学科发展现状的基础上,围绕实验实践教学改革创新,难加工材料高效精密加工湖南省重点实验室(以下简称实验室)结合自身实际,探索和实践了一条科研资源转化助力实验实践教学创新的道路。

### 3.1 强化宣传,推动科研平台面向本科生全面开放

针对各年级本科生的不同情况,分层次分阶段制定实验室宣传和开放措施,破除科研平台与本科学习的疏离与隔阂。

面向大一新生,自2014年实验室组建起,每年9月份入学之初,通过院学生会组织,分批次接待机械工程学科各专业学生到实验室进行专业前教育。安排学术造诣高、教学经验丰富、熟悉实验室管理的老师,从实验室承担的重要科学研究任务出发,结合各种大型精密科研仪器设备的特

点、技术指标与性能、使用与管理状况,围绕学科定位、发展目标、科研方向、人员团队、研究成果等方面做较详细介绍,使新生对学校及学科的学术影响与优势、学术研究氛围、科研学术资源等形成初步且直观的印象。鼓励青年教师担任本科生班主任,通过班会和交流谈心等方式宣传科研平台和科研精神,建立科研人员与本科生的直接交流渠道。

针对大二大三本科生,一方面通过承担专业课程教学的教师借由课堂进行实验室科研资源介绍,不断强化平台宣传效果;另一方面通过开设专业创新实验课程,指导各类大学生创新项目、创新创业与学科竞赛、“卓越学子”计划项目等,由实验室和科研团队提供配套经费支持,吸纳本科生进入实验室进行科学研究,让学生“早进课题、早进实验室、早进团队”。

同时,支持教师从承担的科研项目中凝练工程应用问题形成毕业设计课题,激发大四学生的科研兴趣,提升综合能力,为更好得就业和深造加持助力。

### 3.2 政策引导与本分回归,促进教师实验教学投入

学校学院出台各项政策,引导鼓励教师投入实验教学。要求高级职称教师必须上讲台,所主讲课程若包含实验,须由授课教师本人进实验室开展实验教学活动。启动“卓越讲师”计划,以教学能力、教学水平和教书育人业绩为主要指标遴选“卓越讲师”,在各方面予以支持,包括参照副教授、教授标准执行绩效工资,考核优秀者直接参评高级职称,评选各种荣誉时优先推荐等,以此来鼓励教师加大投入,潜心教育教学。支持教师分类分流,允许博士教师转岗投入实验教学。完善薪酬分配机制和分配方式,千方百计增加教师收入,为青年教师解决后顾之忧,使他们能够心无旁骛地投入实验教学。

科研教学工作的实施主体是教师。实验室组织全体教师认真学习习近平总书记关于教育工作的系列重要讲话精神,学习领会“四个回归”,着力培养和强化教师教书育人和人才培养的使命感 and 责任心。实验室定期召开教学工作专题讨论会议,探讨教学内容和方法的优化与改进,请资深教授传授如何将自身科研工作与教学深度融合,以增强掌控课堂、授业解惑的底气与自信。选取在

科研反哺实验实践教学中有突出表现的教师树立为教书育人榜样,号召大家以榜样为目标,找准差距,理清思路,在平衡科研教学投入、提升科研教学能力的道路上继续奋进。实验室形成了科研服务教学、教学科研相长的良好风气。

### 3.3 持续改进,提升科研仪器设备与成果转化实验教学内容质量

科研成果转化实验教学内容必须依托于科研仪器设备的支撑来实现。实验室经过长期实践探索,总结出以下三种转化方式:

1) 教师将研究领域内的先进知识理念、自身已取得的科研成果进行总结凝练,提取有助于本科生提升学习兴趣、接触学术前沿、强化基本知识、锻炼实践能力,同时又与本科课程学习关联大的部分,完善改进传统实验。

如刀具认知实验是机械制造技术课程的实验教学内容,目的是增强学生对于金属切削刀具的感性认识和体会,了解常用刀具的参数和结构性能,加深对于课程知识的理解。当前的实验方式仍是简单的结合传统的车削、铣削、拉削和齿轮切削等刀具实物,教师讲解,学生观察和进行简单测量,方式单一、过程枯燥、效率低下。刀具作为工业的牙齿,对于机械制造行业有着举足轻重的作用,世界各国都高度重视刀具领域的研发创新,新材料、新结构不断涌现。围绕该领域,实验室开展了大量研究,成功开发了用于难加工材料超精密加工的新型结构化金刚石砂轮和用于复合材料高效低损伤加工的钻铣复合刀具与新型涂层刀具,同时拥有 ANCA RX7 工具磨床和大型三坐标测量机等精密仪器设备,可进行刀具的数控加工制备与数字化检测。应用这些成果和仪器设备转化改进刀具认知实验,可以帮助学生了解刀具领域的研究现状和未来发展趋势,拓宽学术视野,对接技术前沿,从而提高学习兴趣,提升课程学习效果。

2) 面向高质量人才培养和服务地方经济建设需求,以本科生的学习能力、知识储备和综合素质为出发点,从自身科研工作中寻找科研任务要求与本科生能力层次的平衡结合点,设计提出创新实验项目,以项目为载体,以团队为基础,吸纳优秀本科生早进实验室、早进团队,开展研究性学习。

21 世纪是可持续经济发展的世纪,国家和地

方都在努力建设“资源节约型”与“环境友好型”社会。实验室面向这一重大战略需求,围绕绿色制造技术相关领域开展研究,承担了国家863计划“典型机床绿色生产工艺技术评估及应用支持系统研究”等科研项目。以此为依托,考虑到经过专业课程阶段的学习,本科生已经初步掌握了机械制造装备设计的基本原理和方法,具备了工程分析计算的基本能力,实验室教师设计并指导了湖南省大学生研究性学习与创新计划项目“数控机床能耗测试装置设计与实验”。实验旨在引导本科生研究制造能耗分析理论,探索节能减排方法。通过项目实施,使得本科生能够直接参与绿色高效精密智能制造领域的科学研究和项目实践,加深了对于机床功能结构和绿色制造内涵的认知与理解,从设计实验方案以训练思维能力、搭建实验平台以提高动手能力、分析实验数据以增强总结能力、撰写科研论文以提升写作能力等全方位综合锻炼了学生们的创新意识和科研能力。项目完成后,多名团队成员顺利考取硕士研究生继续深造。

3) 依托高水平科研,敏锐把握社会重大需求导向,将产业和技术的最新发展、行业对人才培养的最新要求引入教学过程,改进教学体系和教育内容,提出新课程,开设新实验。

伴随着当前新一轮科技革命和产业变革的交汇,作为工业化和信息化深度融合产物的智能制造逐渐成为未来制造业的主要发展方向。面对这一趋势,实验室主任邓朝晖教授于2013年率先在湖南科技大学机械设计制造及其自动化专业的课程体系建设中,提出开设“智能制造技术基础”与“工业机器人”两门专业课,并组织实验室相关科研教学人员,系统梳理了实验室在智能制造领域的研究工作及国内外研究进展,将凸轮轴智能磨削工艺软件等科研成果融入其中,建设了涵盖教学大纲、教学讲义、教学课件、电子教案、教学案例素材等内容的课程教学资源,编著完成《智能制造技术基础》(教材),由华中科技大学出版社于2017年7月正式出版,入选普通高等教育“十三五”规划教材暨智能制造领域人才培养规划教材。该教材是国内智能制造领域目前为数不多的,既有深度又有广度,综合全面,适合于高等学校本科生和研究生的专用教材。《智能制造技术基础》教材自出版以来,已印刷3次,累计销售逾

9 000册,在湖南大学、湘潭大学、江苏科技大学等多所高校得到使用。应出版社要求,实验室正组织科研教学骨干对教材进行再版修订,不断锤炼提升教材品质,力求打造长销精品图书。

实验室教师承担了“智能制造技术基础”课程的教学工作,依托全数控凸轮轴复合磨床等大型设备开设了该课程的教学实验内容(“高速加工智能监控与过程数据采集”“智能磨削工艺软件原理与基本操作”),并编撰了实验指导书。针对全数控凸轮轴复合磨床存在安全风险、要求专业人员操作、无法进行大规模实验等问题,实验室建设了“凸轮轴磨削加工虚拟仿真平台”“凸轮轴数控磨削工艺质量预报仿真平台”“磨削表面微观形貌仿真平台”等一批虚拟仿真实验教学项目,让学生在虚拟仿真实验教学环境中学习和掌握实验原理、操作过程。自2016年开课以来,“智能制造技术基础”已成为湖南科技大学机械设计制造及其自动化专业本科生的重要专业选修课,累计惠及学生逾千人。

#### 4 结语

实验实践教学是高校教学育人的重要环节。依托科研优势,发挥科研教学的共融协同互促进作用,深化科研育人,助力实验实践教学创新,是全力推进双一流建设,全面提升人才培养质量的重要前提。通过政策支持和机制保障,推动科研平台全面开放,促进教师实验教学投入,提升科研仪器设备与成果转化实验教学质量,有助于破解科研支撑实验教学不足的困局。科研教学工作者也应依靠不断地学习和深入科学研究,以扎实学识支撑高水平教学,坚守立德树人初心,回归教书育人本分,认真履行行为党育人、为国育才的神圣使命。

#### 参考文献:

- [1] 教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见[EB/OL].(2019-10-08)[2019-10-10].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011\\_402759.html?from=timeline&isappinstalled=0](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011_402759.html?from=timeline&isappinstalled=0).
- [2] 张弢,何雪冰,蔡志楠.洪堡神话的终结?——德国史学界对洪堡与德国现代大学史之关系的解构以及相关思考[J].德国研究,2018(3):133-147.
- [3] Eldman K A.Research productivity and scholarly accom-

- plishment of college teachers as related to their instructional effectiveness: A review and exploration [J]. *Research in higher education*, 1987(3):227-298.
- [4] 何舜辉,杜德斌,林宇,等.耦合视角下的高校科研与教育系统关系——以美国百强高校为例[J].*中国科技论坛*,2018(3):172-179.
- [5] 李俊义.高校教师职责中教学与科研关系摭论[J].*高教探索*,2018(7):30-35.
- [6] 教育部高等学校实验教学指导委员会.高等学校实验教学典型案例汇编(上册)[M].北京:高等教育出版社,2019
- [7] 张以顺,冯双,宋少云,等.加强教学科研资源整合,促进实验教学示范中心的可持续性发展[J].*实验室研究与探索*,2013(8):341-344.
- [8] 贺占魁,黄涛,杨九民.高校科学研究支撑实验教学机制探究[J].*实验室研究与探索*,2019(6):194-197.

## Fertilizing the Land to Cultivate Scientific Research Talents for Promoting Experimental Teaching Innovation

DENG Zhaohui, WAN Linlin, LIU Wei, DENG Hui

(Intelligent Manufacturing Institute, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** To fertilize the land to cultivate scientific research talents and perfect the mechanism of science and education integration and collaborative talent cultivation, as well as promote the teaching innovation of experimental practice, is helpful to improve students' innovative awareness, creative thinking, entrepreneurship and practical ability, which also advances the construction of "Double First-Class" colleges and universities, and improves the quality of talents cultivation. This paper discusses the integration, coordination, and mutual promotion between scientific research and teaching, and analyzes the current situation and problems of experimental teaching supported by scientific research. Based on the exploration and practice of Hunan Provincial Key Laboratory of High Efficiency and Precision Machining of Difficult-to-Cut Material, the paper aims at promoting the full opening of scientific research platforms, motivating the teachers' investment in experimental teaching, and improving the quality of the transformation of scientific research equipment and achievements into experimental teaching content, which is helpful to enhance the support of scientific research for experimental teaching.

**Key words:** educating people by scientific research; experimental teaching innovation; integration and coordination

(责任校对 王小飞)