



www.viserdata.com

现代教育前沿

季刊

FRONTIER OF MODERN EDUCATION

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN: 2717-5537(online) 2717-5529(print)

中国知网（CNKI）收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊



2024 2

第5卷 总第19期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

维泽科技文化有限公司(Viser Technology Pte. Ltd.)成立于新加坡，是一家科技与文化高度融合的创新型企业。我们拥有一支具有较高文化素质、管理素质和业务素质的团队，聚焦于国际开源中英文期刊、体现文化含量与学术价值图书的出版发行。秉承“传播科技文化，促进学术交流”的理念，与国内外知名院校，科研院所及数据库建立了稳定的合作关系。坚持开拓创新，实施“跨越-融合”的发展战略，立足中国、新加坡两地，辐射全球，并于中国设立河北和重庆两个分部。我们将紧紧围绕专业化、特色化的发展道路，不断营造“有情怀，有视野，有梦想”的企业文化氛围，独树一帜，做一家“有血、有肉、有温度”的创新型出版企业。

Viser Technology Pte. Ltd. was founded in Singapore with branch offices in both Hebei and Chongqing, China. Viser focuses on publishing scientific and technological journals and books that promote the exchange of scientific and technological findings among the research community and around the globe. Despite being a young company, Viser is actively connecting with well-known universities, research institutes, and indexation database, and has already established a stable collaborative relationship with them. We also have a group of experienced editors and publishing experts who are dedicated to publishing high-quality journal and book contents. We offer the scholars various academic journals covering a variety of subjects and we are committed to reducing the hassles of scholarly publishing. To achieve this goal, we provide scholars with an all-in-one platform that offers solutions to every publishing process that a scholar needs to go through in order to show their latest finding to the world.



现代教育前沿

Frontier of Modern Education

2024年·第5卷·第2期（总第19期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2717-5537 (online)

2717-5529 (print)

发行周期：季刊

出版时间：6月

数据库收录：中国知网收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

地址：111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza, Singapore 179098

学术主编：向娟

特邀主编：钱明芳

责任编辑：何艳

学术编委：胡津 张学习 李爱滨

于天宇 方虹泽 张鹤鹤

贾政刚 罗海云 张民琰

孟瑾 崔贵杰 郭井芳

刘卓

美工编辑：李亚 Anson Chee

印制：北京建宏印刷有限公司

定价：SGD 20.00

本刊声明

本刊所载的所有文章均不代表本刊编辑部观点；作者文图责任自负，如有侵犯他人版权或者其他权利的行为，本刊概不负连带责任。

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

警告著作权人：稿件凡经本刊使用，如无电子版或书面的特殊声明，即视为作者同意授权本刊及本刊网络合作媒体进行电子版信息网络传播。

目 录

CONTENTS

教育前沿

“金属基复合材料”课程在材料科学与工程发展中的变化.....	胡津 唐莎巍 1
“价值塑造、知识传授和能力培养”三位一体教学模式的探索和实践——以《MATLAB 语言及其应用》课程为例...	
.....	李爱滨 钱明芳 高媚娇 张学习 贾政刚 耿林 4
产学研合作背景下工程研究生创新能力提升研究.....	方虹泽 陈瑞润 王琪 王墅 范阳鹤 8
基于产教融合的应用型本科焊接人才培养模式改革与实践.....	张鹤鹤 黄敬霞 蒋月月 张龙 张丽萍 王刚 11
“专赛结合”驱动创新实践环节教学模式构建——以重庆科技大学创新实践教学为例.....	
.....	张丽萍 陈玉华 张鹤鹤 罗晓东 邱杨 尹立孟 15

学科教育

新能源材料与器件专业人才培养体系的设计与构建.....	仇兆忠 孙佳 梁刚 王建永 刘爱莲 孙丽美 19
基于 OBE-CDIO 理念的材控专业人才培养模式探索与实践.....	张诚 彭鹏 龙帅 蒋月月 杨青山 戴庆伟 23
智能制造工程专业智能制造技术基础课程建设实践.....	于天宇 常获娜 吴春亚 陈明君 27
数字化时代焊接技术与工程专业建设探究.....	张鹤鹤 张龙 柴森森 王刚 张丽萍 黄敬霞 30
材料科学与工程专业教学改革的实践与探索.....	吴靓 莫欣雅 王晖 肖逸锋 张乾坤 34
建设应用研究型本科高校背景下焊接专业课程体系重构及教学实践.....	
.....	黄敬霞 张鹤鹤 柴森森 王刚 姚宗湘 尹立孟 37

思政教育

课程思政背景下材料科学基础课中思政元素挖掘的研究与实践.....	谢云天 41
由“5G 之战”探索研究生“课程思政”的建设研究与实践.....	
.....	肖海英 张强 徐伟丽 吴威威 夏昕 刘丹 郑凌 李莹莹 45
水工建筑材料课程思政建设的探索与实践.....	张鹏 王娟 郭进军 杨 林 49
材料成型及控制工程专业设备课程教学中的思政建设探索——以“材料成型设备”课程为例.....	
.....	张诚 龙帅 彭鹏 蒋月月 杨青山 戴庆伟 53
课程思政视域下的“制造技术基础类”课程教学实践探索..	吴春亚 郭闯强 吴佳昊 于天宇 陈明君 潘旭东 56
“双碳”背景下《计量学基础》课程思政改革路径研究.....	洪宇翔 徐婧 许素安 洪凯星 郑恩辉 59

教学改革

“超星学习通”助力混合式教学的实践与探索——以《MATLAB 语言及其应用》课程为例.....	
.....	李爱滨 钱明芳 张学习 贾政刚 耿林 高媚娇 63
《纳米材料》研究生课程的教学改革与实践.....	裴立宅 李俊哲 柳东明 李永涛 陈立明 67

基于模拟仿真软件的《计算机模拟在铸造中的应用》课程的教学实践研究	张若琛 70
基于互联网+的虚拟仿真与多媒体相结合的材料力学实验教学改革	
..... 张龙 田祖安 李定玉 张鹤鹤 杨全虎 黄开志	75
材料科学与工程专业“固态电解质制备工艺及测试实验”课程建设实践	
..... 贾政刚 张学习 钱明芳 李爱滨 王桂松 耿林	79

学校管理

基于工程教育专业认证的高校本科教学资料管理研究	张建红 夏爱林 83
理工类实验室管理机制改革研究——以河北工程大学材料科学与工程学院为例	
..... 高晓红 付西英 李飞波 王彦明 张晓亮 张志晓 秦身钧	86

主 编 寄 语

高校立身之本在于立德树人，高校的中心工作在于人才培养。

高校教师教学能力直接关系着高等教育的人才培养质量。当前，随着高校师资结构的变化、教学理念的变迁、评价体系的变革，高校教师教学能力日益成为新时期高等教育需要面对的一个重要命题。专刊以材料科学与工程学科教育为切入点，聚焦教学前沿、学科建设、思政教育、教学改革、学校管理等多个维度，探讨了教与学的辩证关系，这对于支撑教育活动与教师能力的平行发展具有重要意义。

科教融合是高校的基本办学策略之一。当下，许多“双一流”高校纷纷探索科教深度融合的人才培养模式和教育教学方法，并逐渐将其作为一种教育理念、办学理念。作为科教融合的有效载体，案例教学一直是教育研究的基本兴趣之一。专刊以课程教学为切入点，聚焦价值塑造、知识传授、能力培养等多个层面，探讨了科研与教学两种基本活动的应有之义，这对于丰富和拓展高校人才培养的渠道和资源，将办学优势转化为人才培养优势具有意义。

展望未来，希望专刊的举办可以为广大高校教师搭建一个交流思想、分享经验、协同发展的平台，切实为回答好“为谁培养人、培养什么人、怎样培养人”这一教育的根本问题、助力我国高等教育事业的高质量发展贡献智慧和力量。

钱明芳

哈尔滨工业大学

材料科学与工程学院

2024年6月

“金属基复合材料”课程在材料科学与工程发展中的变化

胡 津 唐莎巍

哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

[摘要] 作为高等学校教师在教学过程中我们不但要提高自己的素养及知识储备, 更要及时更新教学内容、改革教学方法、增加教学手段以提高教学质量。金属基复合材料是我们专业硕士研究生的一门选修课程内容, 在专业应用型人才的培养方面具有重要作用。文中介绍了该课程的教学内容, 分析了随科学技术的发展, “金属基复合材料”经历了从独立课程到“先进结构材料研究进展”的部分内容再到“金属基复合材料”独立课程的演化过程。教学大纲的修改, 教学内容的变更以及教学方法和手段的更新, 紧跟时代的发展与需求, 满足学生对知识的需求与渴望。

[关键词] 金属基复合材料; 科技发展; 教学思考; 教学改进

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12901

中图分类号: TB331

文献标识码: A

Changes in the Development of Materials Science and Engineering in the Course of "Metal Matrix Composites"

HU Jin, TANG Shawei

School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

Abstract: As teachers in higher education institutions, we not only need to improve our own literacy and knowledge reserves in the teaching process, but also need to update teaching content, reform teaching methods, and increase teaching methods in a timely manner to improve teaching quality. metal matrix composites are an elective course content for our professional master's students, and play an important role in cultivating professional applied talents. This article introduces the teaching content of this course, analyzes that with the development of science and technology, "metal matrix composites" has gone through the evolution process from independent courses to "advanced structural material research progress" and then to "metal matrix composites" independent courses. The revision of teaching syllabus, changes in teaching content, and updates in teaching methods and means keep up with the development and needs of the times, so as to meet the needs and desires of students for knowledge.

Keywords: metal matrix composites; technological development; teaching thinking; teaching improvement

引言

随着现代科学技术的迅猛发展, 单一材料的性能已经无法满足迅速增长的对材料性能的严苛要求, 特别是航天、航空、电子、汽车以及先进武器系统的发展对材料提出了更高的要求, 对轻质高强结构材料的需求十分强烈^[1-2]。由于航天装置越来越大, 作为结构材料的结构效率变得更为重要, 如宇航构件为保持其强度、刚度就必须采用高比强度、高比刚度和轻质高性能结构材料; 又如, 电子技术的迅速发展, 大规模集成电路器件的发展, 集成度越来越高, 功率也越来越大, 器件的散热成为阻碍集成电路迅速发展的关键, 需要热膨胀系数小、导热性能高的电子封装材料。很显然, 单一的金属、陶瓷、高分子等工程材料均难以满足这些迅速增长的性能要求, 复合材料则应运而生^[3-4]。

1 金属基复合材料研究进展课程的特点

1.1 课程设置

20 世纪 90 年代金属基复合材料在我们国家发展得轰轰烈烈, 各大高校及研究所争先开展金属基复合材料的基础与应用研究工作。国家在“十一五”“十二五”期间持续资助与金属基复合材料相关的科研项目。通过研究, 大

量的科研数据以及相关理论日趋成熟、日渐完善。

金属基复合材料的发展持续而迅速, 在许多工业应用中金属基复合材料已成为实际可行的材料选择之一。对于材料及力学工程师而言, 深入了解金属基复合材料是难能可贵的。哈尔滨工业大学材料学院自 2005 年针对硕士研究生开设了 32 学时的“金属基复合材料研究进展”课程。该课程系统地讲述了金属基复合材料的组织结构、性能及应用的各个方面。

1.2 课程内容

复合材料是由两种或两种以上物理和化学性质不同的物质按一定方式、比例、分布, 通过复合工艺组成的一种多相固体材料, 其性能明显优于原材料。它既可保持原材料某些特点又可发挥组合后的先进特征^[5-6]。金属基复合材料则是由金属和增强体所组成的固体材料。

课程的每一章以基本原理为基础进行讲解与介绍, 课程的重点放在涉及到的概念与机制上, 同时也介绍了分析处理的数学背景。整个课程围绕颗粒、短纤维和长纤维增强体, 着重讲解金属基复合材料的力学性能、增强体的存在对刚性、强化和断裂特性的影响。对金属基复合材料的生产和制备工艺方面也进行了较为详尽的讲解, 此外还涉及到

金属基复合材料的一些其他性能以及表征和测试手段。

在第一章的绪论中,介绍了金属基复合材料的种类及其微观组织的一般特征,介绍了金属基复合材料的历史背景以及其在国内外的研究现状;第二章讲述了金属基复合材料设计的基本原则,包括金属基复合材料的体系选择及材料设计,金属基复合材料制备工艺方法的选择,以及基体材料和增强体的选择;第三章有关金属基复合材料的制造方法向学生讲述了金属基复合材料制造的难点及解决途径,介绍了金属基复合材料制造方法的分类,金属基复合材料的后续加工以及金属基复合材料的机加工与连接;针对金属基复合材料的特点,第四章重点讲述了金属基复合材料的界面,涉及到界面的基本概念,界面的类型与界面结合,界面的物理化学特性;第五章则针对金属基复合材料基体微观组织结构的变化进行了详细的讲解,包括基体中位错的结构和行为,基体的析出行为以及晶粒结构、织构、回复和再结晶;第六章则对金属基复合材料的断裂过程与失效进行了分析,涉及到长纤维金属基复合材料中的失效过程,不连续金属基复合材料的失效过程,金属基复合材料断裂韧性和疲劳裂纹长大以及微结构变化对材料的影响;第七章开展了环境对金属基复合材料性能的影响讲述,对金属基复合材料的摩擦行为,机械阻尼性能以及氧化与腐蚀行为进行了分析,最后一章针对金属基复合材料的表征方法与检测技术进行了全面的讲解,并探讨了金属基复合材料今后的应用及发展。

金属基复合材料主要集中于高科技领域,学生接触较少,在当时来说属于知识前沿。

2 课程体系的发展

2.1 教学重点的转移

随着科技的进步,金属基复合材料的发展已经从基础研究逐渐走向应用研究,金属、陶瓷、高分子等研究方向也各有千秋,系统地讲解有关金属基复合材料的基础知识已不再能满足多元化体系的发展^[3]。为此,我们从2010年开始将“金属基复合材料研究进展”的课程修改为“先进结构材料研究进展”,金属基复合材料作为该课程中的一部分内容,课时的减少意味内容的削减,及时地调整教学重点为学生呈现满足教学大纲的课程十分必要。新课程的目的和基本要求是使学生了解先进结构材料(金属、金属基复合材料、陶瓷材料与高分子材料)的现状与发展趋势,掌握先进结构材料的基本特点,并了解结构材料结构—性能—制备—应用之间的关系。通过本课程的学习使学生更好地了解这些材料的潜力与局限性,探讨其中的物理冶金原理、应力分析以及工艺科学,掌握这些先进结构材料的设计理论与制备方法,能根据使用性能要求合理选择和设计金属材料中的合金元素、复合材料中的基体与增强体等。内容包括先进结构材料概述、发展应用与未来。

2.2 教学内容的更新

在新的课程体系中,由于学时的缩减,无法系统讲解

金属基复合材料的基本原理。在十年的教学过程中,课程的内容也不断更新。由于增强体不再是单一体系,除了晶须、颗粒、长短纤维以外,碳纳米管以及石墨烯等二维材料的出现为金属基复合材料体系注入了新的元素,也对材料的制备工艺提出了新的挑战。为此课程第一章介绍金属基复合材料的分类、金属基复合材料的应用与展望;第二章介绍金属基复合材料的结构优化,包括多元/多尺度金属基复合材料、微结构韧化金属基复合材料、层状金属基复合材料、泡沫金属基复合材料;第三章讲述金属基复合材料的设计与应用,涉及金属基体选择(铝、镁、钛、铁、铜等),增强体选择(颗粒、纤维、晶须、混杂、反应自生、碳纳米管),界面状态设计(界面反应、界面沉积、增强体涂覆)等,第四章讲述金属基复合材料的制备方法与研究进展,主要针对新材料体系的制备;第五章讲述轻质高强金属基复合材料结构与性能。

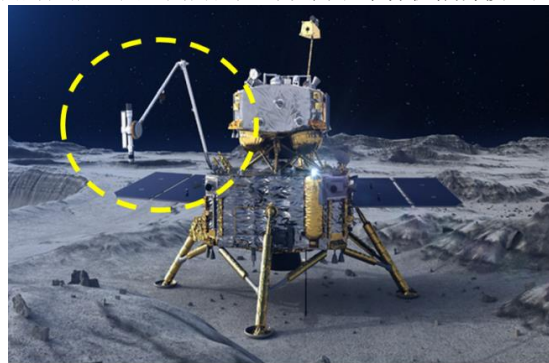
3 先进金属基复合材料的发展及应用

3.1 国家荣誉

1978年美国发布了硼纤维增强铝基A1复合材料作为货舱承载骨架的结构件在哥伦比亚号航天飞机上的应用。由于价格昂贵以及保密等原因并未带动金属基复合材料的研究,1982年日本率先报道了A1203/A1复合材料作为发动机活塞在丰田汽车上的应用,由此开创了金属基复合材料在民用领域应用的先河。

在过去的四十年里,金属基复合材料已发展成为一类重要的材料。然而在关键材料和技术上仍被国外所垄断。为打破国外材料禁运与技术封锁,满足国家重大需求,我国科研工作者另辟蹊径,自主研发先进复合材料。经过不懈的努力与创新发展,金属基复合材料在国之重器上得到了关键应用。

哈尔滨工业大学耿林教授和张学习教授团队研制的嫦娥五号月表采样机械臂,完成了多种复杂月面自主采样动作,实现了晶须增强铝基复合材料承力结构件在航天领域的重要应用。嫦娥五号工程是我国探月工程“绕”“落”“回”中的最后一步,其中,月表采样机械臂是嫦娥五号成功完成采集月球样品并返回地球任务中的关键部件。该团队参与研制的高性能机械臂结构件,在月面采样作业中表现出优良的性能。图1为嫦娥五号及月表采样机械臂模型图。



嫦娥五号月表采样机械臂模型图

图1 嫦娥五号及月表采样机械臂模型图

哈尔滨工业大学武高辉教授团队采用自主知识产权的光学级铝基碳化硅(SiC/Al)复合材料技术,突破了传统反光镜径厚比的极限,保障了航天员出舱活动的顺利进行。图2为航天员出舱反光镜。



图2 航天员出舱反光镜

3.2 课程建设

金属基复合材料研究的长足发展,推进了金属基复合材料的课程建设,为彰显我校科研成果,同时将其与理论基础相结合,提高学生对国家科技发展的了解,我们又重新为研究生开设了“金属基复合材料”课程。在教学内容上,更多地呈现其新颖性与前沿性。教师结合自己的科研工作,结合国内外先进的材料制备技术,在原有理论的基础上更新和增设了新的教学内容,针对每一个知识点均补充进更多的科研元素,以激发学生兴趣、增强学生吸引力并提高学生的爱国主义热情。授课内容通过文字配备图片,并结合动画、视频播放等进行多方面的展示,达到了较好的教学效果。

4 结语

课程改革的根本目的是帮助学生更好地掌握一门课

程,作为材料科学与工程专业硕士研究生的选修课,金属基复合材料的内容在拓展学生的知识面和扩展学生的思维等方面都具有积极的作用。金属基复合材料是不断持续研究的课题,随着科学技术的不断发展,对金属基复合材料结构与层次的研究也必将越来越深入,通过课程的学习充分调动学生的积极主动性,进而激发学生的创造性,使学生的学习过程中丰富知识、扩展视野、尽早成为适合社会发展需要的复合型人才。

【参考文献】

- [1]TW 克莱因,PJ 威瑟斯.金属基复合材料导论[M].北京:冶金工业出版社,1996.
 - [2]廖建国,马婷婷.材料科学与工程专业无机非金属方向《复合材料概论》课程的改革与实践[J].高等教育研究,2020(33):140-142.
 - [3]李忠文,金慧玲,李士胜.混杂增强金属基复合材料的研究进展[J].中国材料进展,2016,35(9):694-699.
 - [4]梁向锋,陈刚,赵玉涛.高校公共选修课教学改革思考[J].黑龙江科学,2022,13(7):103-105.
 - [5]杨继年,丁国新,王周锋.《复合材料概论》课程的教学设计与实践[J].广州化工,2015,43(3):167-168.
 - [6]吴小文,闵鑫,房明浩,等.《复合材料导论》课程教学研究与实践[J].教育教学论坛,2017(45):137-139.
- 作者简介:胡津,哈尔滨工业大学材料科学与工程学院,教授,工学博士,主要研究方向为金属基复合材料及材料腐蚀与防护,主讲课程为先进结构材料研究进展;唐莎巍,哈尔滨工业大学材料科学与工程学院,副教授,工学博士,主要研究方向为材料表面处理,主讲课程为固体物理。

“价值塑造、知识传授和能力培养”三位一体教学模式的探索和实践

——以《MATLAB 语言及其应用》课程为例

李爱滨¹ 钱明芳^{1*} 高媚娇² 张学习¹ 贾政刚¹ 耿林¹

1. 哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

2. 黑龙江科技大学矿业工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150022

[摘要] 为了培养能承担民族复兴大业的新时代人才, 有必要推广价值塑造、知识传授和能力培养三位一体的教学模式。文中首先阐明了课程思政建设的背景、必要性和目标要求, 然后围绕课程思政建设目标和存在问题, 有的放矢地探索和实践 MATLAB 课程的知识、能力、价值三位一体的案例教学, 显著提升了学生的使命感、获得感和成就感, 使教学更具实践性、应用性和价值导向性, 使思政教育见功见效, 进一步提高了立德树人的成效。

[关键词] 思政教育; 三位一体教学模式; MATLAB; 案例教学

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12902

中图分类号: G424.2

文献标识码: A

Exploration and Practice of the Trinity Teaching Model of "Value Shaping, Knowledge Transmission, and Ability Cultivation"

——Taking "MATLAB Language and Its Application" as an Example

LI Aibin¹, QIAN Mingfang^{1*}, GAO Meijiao², ZHANG Xuexi¹, JIA Zhenggang¹, GENG Lin¹

1. School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

2. School of Mining Engineering, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang, 150022, China

Abstract: In order to cultivate talents who can undertake the great cause of national rejuvenation in the new era, it is necessary to promote a teaching model that integrates value shaping, knowledge transmission, and ability cultivation. The article first clarifies the background, necessity, and target requirements of curriculum ideological and political construction. Then, around the goals and existing problems of curriculum ideological and political construction, targeted exploration and practice of MATLAB curriculum knowledge, ability, and value trinity case teaching significantly enhances students' sense of mission, sense of achievement, and makes teaching more practical, applied, and value oriented, making ideological and political education effective and further improving the effectiveness of moral education.

Keywords: ideological and political education; trinity teaching mode; MATLAB; case teaching

21 世纪高水平人才, 要求必须具备应用计算机进行科学研究和工程设计的能力。MATLAB 数学软件是“理工科计算神器”, 常常作为文化素质课被国内各大高校开设。作为计算机文化选修课程, 教师更侧重于传授理论知识和培养应用技能, 缺少对学生价值观的塑造, 虽“教书”但不“育人”。即使目前极力推动课程思政教育, 也多为了思政而思政, 很少深入挖掘蕴藏在文化素质课中的思政元素, 常常存在思政元素“硬融入”和“表面化”现象, 难以取得润物无声的育人效果^[1-2]。

作为课程思政的建设者和实践者, 高校教师想做好课程思政教育, 必须厘清课程思政背景、必要性、目标要求, 才有助于提升教师课程思政建设的意识和提高育人能力, 才能见功见效地将价值塑造、知识传授和能力培养三者融为一体, 确保课程全过程思政教育落地落实, 才能提高立德树人的成效。

1 课程思政建设的背景、必要性和目标要求

从新中国到新时代, 为了阻止社会主义中国发展壮大和中华民族伟大复兴, 美西方国家想方设法地打压、围堵和制裁中国。最可怕的是, 他们处心积虑地掀起悄无声息的舆论战, 打着自由、民主、人权的幌子, 到处散布“中国威胁论”“人道主义危机”和“新疆人权灭绝”等不实言论, 肆无忌惮地抹黑和攻击我国, 妄图否定中国共产党和社会主义制度。同时, 首选青年学生进行政治意图的文化入侵, 不断灌输西方的拜金主义和个人主义等腐朽思想, 侵蚀我国社会主义核心价值观, 使青年丧失对中国特色社会主义自信。这种极其隐蔽的文化渗透最终目的是妄想通过和平演变或颜色革命方式颠覆中国共产党领导的社会主义制度^[3]。

无论世界如何风云变化, 从党的十八大开始, 我国就已坚定不移地迈入中国特色社会主义新时代, 并确立中国

最大梦想就是实现中华民族伟大复兴。以习近平总书记为核心的党中央明确指出,我国高校要培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人,着力造就能够担当民族复兴大任的时代新人,就必须坚持社会主义办学方向和坚持立德树人根本任务,履行好为党育人,为国育才的使命。为此,新时代思想政治教育从传统“思政课程”转向“课程思政”,实现各种课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应,把思想政治工作贯穿教育教学全程全员全方位育人^[4]。因此,高校教育必须坚持不懈用习近平新时代中国特色社会主义思想铸魂育人,必须落实立德树人根本任务,将价值塑造、知识传授和能力培养三者融为一体,培育和践行社会主义核心价值观^[6]。把思想政治工作贯穿教育教学全过程,不仅可抵制各种错误西方价值观的入侵,也可使学生成为拥护中国共产党的领导和社会主义制度、立志为中国特色社会主义事业奋斗终身的有用人才。

2 建立 MATLAB 课程的知识、能力、价值三位一体的教学模式

MATLAB 是集科学计算、编程、可视化绘图和动态系统建模仿真功能于一体的科学与工程领域的计算软件,正在被全球数以百万工程师和科学家应用在各个领域中。所以, MATLAB 课程常常作为面向全校本科生的一门文化素质选修课。本课程以培养能承担民族复兴大业的工程师和科学家作为育人目标,坚持立德树人根本任务,精心设计价值塑造、知识传授和能力培养深度融合的 MATLAB 教学框架,如图 1 所示。通过 MATLAB 课程知识、能力、价值三位一体教学模式,向学生传授理论知识,使学生能够熟练掌握 MATLAB 基础操作,培养学生的科学计算和数学建模能力以及算法编程和绘图等技巧,提升理论联系实际的水平和解决复杂问题的能力。同时,进一步塑造学生价值观,不断提高学生政治思想水平和文化素养,为学生成为德才兼备全面发展的社会主义接班人做好准备。



图 1 MATLAB 课程知识、能力、价值三位一体教学的设计框架

3 知识、能力、价值三位一体的案例教学的探索和实践

为了实现知识、能力、价值三位一体深度融合的教学目标,就要摒弃知识案例库和思政案例库并存的“两张皮”

现象。因此,本课程采用理论结合实践及思政元素的沉浸式案例教学方式。案例设计原则是根据知识要点去搜寻整理思政元素突出和能力素养明显的素材,它们可以来自科研、工程和生活等不同领域。本课程精心设计出知识、能力、价值三位一体教学案例,使其更具实践性、应用性和价值导向性。表 1 列出部分三位一体的不同领域教学案例。

表 1 三位一体的不同领域教学案例

理论	教学案例	知识要点	能力技巧	思政元素
APP 设计	[大物实验] 牛顿环仿真设计	APP 组件和设计操作	软件设计 绘图技巧 数学建模	牛顿是科学史第一巅峰,他说:我看得远,因为我站在巨人肩膀上。启发学生,成功要吸取前人经验教训,要勇于探索创新。
微积分	[科研成果] 泡沫材料吸能性能研究	离散实验数据积分 trapz	科学计算 实践能力	将指导本科生毕业设计完成的科研成果设计成教学案例,对本科生更具说服力,更能提高学生科研能力和创新意识
拟合	[毕业设计] 锅炉管剩余寿命预测	拟合 polyfit	预测能力 数学建模 实践能力	未来可预测。未来研究和前瞻布局决定人类未来发展。引导学生及早规划人生,放眼未来、预测未来、把握创造未来。
插值	[工程问题] 小浪底调水调沙问题	插值 csape 积分 integral	数据分析 数学建模 实践能力	号称基建狂魔的中国用举国之力还建设了三峡大坝、港珠澳大桥等震撼世界工程,培养学生像基建工作者一样在爱岗敬业中弘扬工匠精神。

表 1 知识、能力、价值塑造三位一体的部分教学案例

由表 1 可知,每一个教学案例就相当于一个故事,所以讲解三位一体案例的最佳方式就是润物细无声的故事教学法。紧扣三位一体的教学目标,重点要讲好“人类故事”“中国故事”“榜样故事”,引导学生坚定中国共产党的领导和社会主义制度。画龙点睛的思政元素使理论知识的传授变得更具吸引力,使学生在实践中更容易吸收和消化理论知识,显著提高学生的计算机实际应用能力和潜移默化地提升学生思想政治水平,获得有效的育人效果。

针对抹黑颠覆中国共产党和社会主义制度、打压围堵中国高科技和侵蚀青少年价值观的图谋,下面重点介绍一下,如何设计相应案例,如何通过有声有色地讲解案例故事,传递内藏其中的社会主义价值观,要让学生知其然,还要知其所以然,从而达到教书育人的目的。

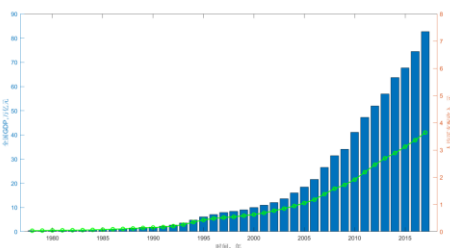
4 通过厚植爱党爱国情怀坚定学生四个自信自愿承担民族复兴大任

为了澄清美西方污名化中国的言论,击碎搞乱颠覆中国的图谋,有必要紧密关注中国国情,从祖国日新月异的发展中不断挖掘设计出精彩案例,讲好中国故事,展现和平崛起的中国,以此激发学生爱国情报国志,坚定中国特色社会主义的道路自信、理论自信、制度自信、文化自信,

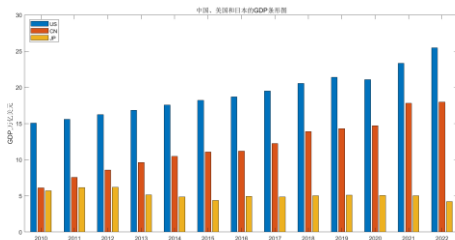
增强实现中国梦的信心。

为了讲解双坐标轴 `yyaxis` 和条形图 `bar` 的函数命令，训练学生绘图技巧，专门讲解了改革开放 40 年我国 GDP 和城镇人均支配收入图（图 2a 所示）。改革期间，居民人均可支配收入增长了 105 倍，GDP 增长了 223 倍。8 亿人脱贫，4 亿人进入中等收入。显而易见，从物资匮乏到吃穿不愁，都得益于中国共产党领导人民走上的社会主义道路。这让西方炒作的“中国崩溃论”不攻自破，让学生感受到我党领导的社会主义是多么的成功，并由衷地爱党爱祖国。

同时，让学生绘制新时代期间中国、美国和日本 GDP 条形图（如图 2b 所示）。让学生知道，作为世界第二大经济体，中国 GDP 逐年显著提升；特别是，在 2014 年，中国 GDP 占美国 GDP 的比重首次超过 60%。这些足以证明，中国共产党是世界第一个执政成功的百年大党，能够科学制定每一阶段的发展目标，保持了政策连续性和可持续性，从而取得了五年规划制度的成功。同时，还制定 2050 年更加长远目标，就是实现社会主义现代化的强国梦。目前，中国发展已超出了美国能容忍的限度，60%定律作祟使美国开始疯狂炒作“中国威胁论”，更是变本加厉地打压遏制中国和肆无忌惮的文化入侵。面对百年未有之大变局，当代大学生即是民族复兴大业的见证者又是实践者，一定要坚定自信自强自立，要能抵抗住西方意识形态的渗透，要将自己未来与祖国发展休戚与共，成为社会主义现代化强国建设的中流砥柱，绘出和祖国复兴大业一样精彩的蓝图。



(a) 改革 40 年我国 GDP 和人均收入的双坐标图



(b) 中国、美国和日本 GDP 的条形图
图 2 中国经济发展数据可视化绘图

5 通过培养创新意识引导学生承担科技强国使命不断突破对华科技封锁

新中国成立至今，不管美西方如何打压遏制，也阻挡不了中国科技的发展和民族复兴的步伐。而科技自主创新

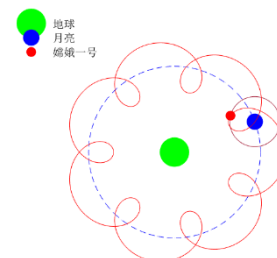
是赢得复兴大业的关键。所以，本课程着重设计我国突破“卡脖子”的核心技术案例故事，以此将打压遏制转化为学习动力，培养学生创新精神和实践能力，引导学生为建设世界科技强国而努力学习。

为了强化学生学习兴趣和创新意识，借助学习通平台专门创设出有关“为什么美国可以频频卡我国脖子？具体制裁和打压了我国哪些高科技领域？”等问题驱动的学习情景。让学生知道，被打压封锁是因为我国重要零部件和核心技术严重依赖进口。而美国科技实力持续引领全球，通过不断科技创新，不断制定新兴行业标准和规则，向全球输出“美国规则”，从而将高附加值的关键技术牢牢掌握在自己手中，可以随心所欲地遏制和制裁他国。新中国成立至今，美国就一直疯狂封锁和打压我国航空航天等高科技领域，从而引出 MATLAB 仿真航空航天设备的运行轨迹（如图 3 所示）的学习任务和我国航空航天的发展与创新。

图 3（a）是用 MATLAB 仿真的卫星运行轨迹。首先向学生介绍卫星运动的微分方程数学模型，然后讲解如何运用 `ode45` 函数对微分方程进行科学计算，最后要从我国航天发展介绍来强化学生创新意识。我国从发射第一颗东方红卫星开始，陆续实现了载人航天、月球探测（如图 3b 所示）、火星探测等航天工程，航天事业许多领域从“零跑”“跟跑”到“领跑”。这些关键核心技术取得，正如习近平总书记所言，是要不来、买不来、讨不来的。由此让学生强烈意识到，要实现科技强国梦，核心技术就必须掌握在自己手里，特别是要抢占科技创新竞争中制高点和主动权。而只有中国举国体制才能助力重大科学创新，才能托起我国科技强国之梦，才能不断突破美西方对核心技术的封锁。引导大学生要放眼世界，关注国家科技发展，强化学生危机意识和未来意识，培养创新精神和超前思维，树立科技报国志。



(a) 卫星运行轨迹



(b) 嫦娥月球探测器运行轨迹

图 3 MATLAB 仿真航空航天设备的运行轨迹

6 引导学生树立社会主义核心价值观抵制不良思潮侵蚀

面对西方拜金主义、享乐主义等腐朽思想的入侵，避免当代大学生成为寂寞、孤独、精神空虚的空心人，本课程采用案例教学，通过讲好中国故事，培养大学生树立社会主义核心价值观。

图3所示的航天教学案例不仅加强学生创新意识，同时也弘扬和传承航天精神。我国1970年一举成功发射东方红一号卫星，作为中国第一颗人造卫星，至今还在太空翱翔。那时，中国航天人白手起家，用人工一点一点完成卫星上天的大量计算，即使花费一年时间只算出一条卫星轨道，也决不放弃^[6]。这就是勇于开拓创新、锲而不舍、一丝不苟和无私奉献的航天精神。我校承担着中国航天第一校“尖兵”重任，一直秉承“立足航天、服务国防”的办学宗旨。值得我们骄傲的是，东方红一号卫星总体设计负责人就是我们校友孙家栋，而且我校为航天事业培养了从总指挥到工程师大量优秀人才。借此，激励我们哈工大莘莘学子，一定要勇担中国航天第一校“尖兵”重任，继续弘扬航空航天精神，立志为我国航天梦的实现添砖加瓦！

7 结论

为了培养能复兴民族大业的拔尖创新人才，本课程探索和实践了价值塑造、知识传授和能力培养三位一体教学模式。该课程既传授了理论知识，又培养了算法编程、科学计算、数学建模等各种能力，提升理论联系实际水平，特别是厚植爱国情和报国志、坚定理想信念、弘扬航天精神和加强创新意识，显著增强了学生获得感、使命感和成

就感。这三位一体的教学模式深受学生欢迎，取得了良好的教学效果。

基金项目：哈尔滨工业大学第十批课程思政教育教学改革项目“科学计算语言及其应用”（23020A）；哈尔滨工业大学关于科学计算与系统建模仿真领域 MWORKS 课程项目“MWORKS Syslab 科学计算软件及其应用”；黑龙江省高等教育学会高等教育研究课题“高校教师科教融合的教学能力建设及其提升路径研究”（23GJYBG003）。

【参考文献】

- [1]郭小粉,蔡盈盈. 计算机应用基础课程引入课程思政教学的实践研究[J]. 电脑与电信, 2022, 1(3): 44-46.
- [2]曹利. 高校计算机应用基础课程教学中融入思政教育的探讨[J]. 电脑知识, 2020, 16(23): 120-121.
- [3]郝德永. “课程思政”的问题指向、逻辑机理及建设机制[J]. 高等教育研究, 2021, 42(7): 85-91.
- [4]高惠芳, 张晓辉. 新时代课程思政改革的理路[J]. 北京联合大学学报, 2022, 20(2): 51-57.
- [5]教育部. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[Z]. 2020-05-28
- [6]姜天骄. [奋斗百年路 启航新征程]太空奏响“东方红”[N]. 经济日报, 2021-03-22(1).

作者简介：李爱滨，哈尔滨工业大学材料科学与工程学院，副教授，工学博士，主要研究方向为纳米铝基复合材料，主讲课程为《MATLAB 语言及其应用》；钱明芳，哈尔滨工业大学材料科学与工程学院，副教授，工学博士，主要研究方向为高强韧高模量铝基复合材料，主讲课程为《材料分析测试方法》。

产学研合作背景下工程研究生创新能力提升研究

方虹泽^{1*} 陈瑞润¹ 王琪¹ 王墅¹ 范阳鹤²

1. 哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

2. 哈尔滨理工大学马克思主义学院, 黑龙江 哈尔滨 150080

[摘要]在产学研合作背景下, 工程研究生的创新能力提升是非常重要的课题。在这种背景下, 学生可以通过导师培养、积累实习经验、参与产业项目等方式来提升他们的创新能力。首先, 加强导师的指导和培养, 他们可以通过引导学生参与实际项目、指导学生进行科研探索等方式来提升学生的创新能力。其次, 学校可以组织各类创新竞赛和活动, 为学生提供展示自己创新成果的机会, 激励他们不断提升创新能力; 最后, 产学研可以加强合作, 为学生提供更多的实践机会和资源支持, 促进他们的创新能力发展。通过这些方式, 工程研究生在产学研背景下的创新能力将得到有效提升。

[关键词]产学研; 工程研究生; 创新能力; 提升

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12913

中图分类号: G643

文献标识码: A

Research on Improving Innovation Ability of Engineering Graduate Students under the Background of Industry-University-Research Cooperation

FANG Hongze^{1*}, CHEN Ruirun¹, WANG Qi¹, WANG Shu¹, FAN Yanghe²

1. School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

2. School of Marxism, Harbin University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang, 150080, China

Abstract: Under the background of industry-university-research cooperation, it is very important to improve the innovation ability of engineering graduate students. In this context, students can enhance their innovation ability through mentor training, internship experience, and participation in industry projects. Firstly, strengthen the guidance and training of tutors, who can improve students' innovation ability by guiding students to participate in practical projects and guiding students to conduct scientific research exploration. Secondly, schools can organize various innovation competitions and activities to provide opportunities for students to display their innovative achievements and encourage them to continuously improve their innovative ability. Finally, industry-university cooperation can be strengthened to provide students with more practical opportunities and resource support to promote the development of their innovative ability. Through these methods, the innovation ability of engineering graduate students in the context of industry, university and research will be effectively improved.

Keywords: industry-university-research; engineering graduate student; innovation ability; improvement

“加强科技基础能力建设, 强化科技战略咨询, 提升国家创新体系整体效能。”^[1]。为实现国家科技创新和经济社会发展目标, 推进科研院所整体改革, 优化科研管理体制, 激发工程研究生的创新活力, 产学研合作成为高等教育和科研领域的重要发展方向, 是当前高等教育和科技创新领域中备受推崇的一种合作模式。它将产业界、学术界和研究机构紧密联结起来, 能够有效地整合社会资源, 提高科研成果的转化率, 促进区域经济的发展, 实现资源共享、风险分担和利益共赢。对于工程研究生来说, 产学研合作不仅能够提供丰富的实践机会, 还能够提高他们的创新能力。

1 产学研合作背景下的工程研究生创新能力现状分析

“加强基础研究是提升国家创新能力、积累智力资本的重要途径。”^[2]基础研究离不开社会实践, 产学研合作为工程研究生提供了丰富的实践机会, 使他们能够将理论

知识与实际工作相结合, 提高解决实际问题的能力。通过与合作企业的合作, 工程研究生可以接触到最新的技术和管理理念, 拓宽他们的视野, 提高他们的创新能力。在产学研合作中, 工程研究生需要与企业员工进行密切的合作, 这有助于提高他们的团队协作能力。然而, 产学研这种新兴合作模式在培养工程研究生创新能力过程中仍存在一些

1.1 产学研背景下工程研究生创新能力存在的问题

在产学研背景下, 工程研究生创新能力存在的问题主要表现在以下几个方面: 首先, 培养模式的问题。尽管我国的研究生教育规模不断扩大, 但如何提高其质量, 特别是创新能力, 仍是一个关键问题。具体表现在: 缺乏创新意识、创新思维能力不足、缺乏团队合作精神和国际视野狭窄等, 在一定程度上影响了工程研究生创新能力的发挥, 也限制了我国工程技术领域的发展。其次, 教师队伍的问题。目前, 很多教师更关注智力因素, 形成了以科研为导

向的培养方式,而较少关注学生的实践能力和创新思维的培养,缺乏国际视野的展望,不能紧跟国际前沿技术和发展动态,限制了工程研究生创新能力的提升。最后,实践创新的问题。当前,我国高等教育阶段拔尖创新人才培养模式多依托高校实验班、创新学院或特色专业等平台开展,较少采取“实践导向”的培养模式,工程研究生需要大量的实践机会来锻炼创新能力,导致研究工作难以深入开展。

1.2 产学研背景下工程研究生创新能力问题的成因

培养工程研究生创新能力是我国研究生教育的重要目标,在企业、高校和科研机构合作的背景下,仍然存在工程研究生创新能力不足的现象,形成这种培养目标偏差的原因可能包括以下几个方面:第一,教育体系不够完善。我国的教育体系可能过于注重知识的传授和应试教育,而忽视了学生的创新能力培养,随着工程研究生招生规模的逐渐扩大,工程研究生培养的本科化现象日趋严重,这种现象在非“双一流”建设高校以及地方高校中尤为突出,学生往往被动接受知识,缺乏主动探索和批判性思考的机会,这种教育模式可能导致学生在解决问题时缺乏创新思维。第二,导师作用发挥不充分。导师在工程研究生创新能力培养过程中扮演着关键角色,但可能存在导师指导不足、科研项目与工程研究生兴趣不符、导师科研压力大等问题,致使导师没有充沛的精力投入到工程研究生创新能力培养中。除此之外,导师传授的课程内容可能过于陈旧,缺乏与时俱进的新技术和新理念,部分工程研究生对于创新的重要性认识不足,缺乏主动探索新知识、新技术的意愿和动力,过于依赖传统理论和技术,不敢于突破常规,提出新的观点和解决方案。第三,实践机会不足。工程研究生需要大量的实践机会来锻炼创新能力,但实践过程中可能存在一些客观条件的约束,如实验设备不足、实习机会有限、科研项目参与度不高等问题,导致学生难以将理论知识应用到实践中,造成理论课程与实践课程脱节现象。

2 产学研合作背景下工程研究生创新能力提升策略探讨

“理论的生命力在于创新。”^[3]这一观点强调了在面对不断变化的现实境遇时,理论需要不断地进行更新和完善。具体来说,理论创新是指人们在社会实践活动中,对新出现的情况和问题提供新的理论分析和解答。这不仅仅是对已有认识的深化,更是对认识对象或实践对象的本质、规律和发展变化趋势的新的揭示和预见。这种创新不仅基于现有的经验和知识,还需要对人类历史经验和现实经验进行新的理性升华,从而形成更为完善和深入的理论体系。只有不断地创新,理论才能保持其活力和适应性,更好地指导实践活动,解决实际问题,工程研究生的创新能力培养就是基于理论创新指导的实践创新。1971年由德国学者哈肯提出的“协同理论”阐释了多元合作形成统一系统的过程即“是各个创新主体要素内实现创新互惠知识

的共享,资源优化配置,行动最优同步、高水平的系统匹配度。”^[4]现阶段创新的主体要素就是由学校、企业和研究院所多方面构成,为了提高工程研究生的创新能力,有必要针对三者协同合作问题采取有效的措施,包括调整和优化教师队伍结构、加强产学研合作提供实践机会和资源支持等。

2.1 建立更加完善的研究生创新能力培养体系

建立更加完善的研究生创新能力培养体系需要从以下几个方面入手:第一,课程设置与教学方法改革。优化课程结构,增加跨学科、前沿性和实践性课程,提高工程研究生的综合素质。采用启发式、探究式和项目式教学方法,激发工程研究生的创新思维和实践能力。第二,实验室与科研平台建设。加大对实验室和科研平台的投入,提供先进的实验设备和科研条件,为工程研究生创新实践提供良好的环境。第三,创新创业教育。加强创新创业教育,培养工程研究生的创新意识和创业能力。开展创新创业实践活动,如创业大赛、创新项目等,提高工程研究生的实践能力和团队协作能力。第四,国际交流与合作。加强与国内外高校和科研机构的交流与合作,引进优秀的教育资源和科研团队,拓宽工程研究生的国际视野,提高其创新能力。第五,评价体系改革。建立以创新能力为核心的工程研究生评价体系,将创新能力作为研究生选拔、学位授予和奖学金评定的重要依据。第六,政策支持与激励机制。完善工程研究生创新能力培养的政策支持和激励机制,如设立创新基金、优秀研究生奖学金等,鼓励工程研究生积极参与创新实践。第七,社会参与和服务。鼓励工程研究生参与社会服务和产学研合作项目,将创新能力应用于实际问题解决,提高工程研究生的社会责任感和创新能力。第八,建立创新激励机制。学校可以建立创新实验室,为工程研究生提供一个可以进行创新研究的平台,鼓励工程研究生进行创新研究,建立“实践导向”的课程和评价体系,鼓励工程研究生创新思考。

2.2 调整和优化教师队伍结构

调整和优化教师队伍结构是提高教育质量的关键。以下是一些建议:第一,增加教师数量。根据工程研究生人数和教学需求,合理配置教师数量,确保每个班级有足够的教师资源。第二,提高教师素质。加强教师培训,提高教师的教育教学水平和专业素养。鼓励教师参加各类教育培训和学术交流活动,提升自身能力。第三,引进优秀人才。通过招聘、选拔等方式,吸引具有丰富教学经验和专业知识的优秀教师加入教师队伍。第四,优化年龄结构。合理安排教师的年龄结构,既要有经验丰富的中青年教师,也要有一定数量的年轻教师,形成良好的互补和传承。第五,注重学科平衡。在教师队伍建设中,要注重各学科的平衡发展,避免某些学科教师过剩,而其他学科教师短缺的现象。第六,强化师资队伍建设。加强对教师的管理和

激励,提高教师的工作积极性和创新能力。建立健全教师职称评定、岗位晋升等制度,激发教师的工作热情。第七,促进教师交流与合作。鼓励教师之间的交流与合作,共享教育资源,提高教学质量。可以通过组织教研活动、开展课题研究等方式,促进教师之间的互动与合作。第八,关注特殊教育需求。针对特殊教育需求,培养和引进特殊教育教师,提高特殊教育的教育质量。第九,建立长效机制。建立健全教师队伍建设的长效机制,确保教师队伍的稳定和发展。可以通过制定相关政策、加大投入等措施,为教师队伍建设提供有力保障。

2.3 加强产学研合作提供实践机会和资源支持

“要建设以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系,使企业真正成为研究开发投入的主体、技术创新活动的主体、创新成果应用的主体,全面提升企业自主创新能力。”^[5]这样的体系旨在激励企业加大研发投入,积极参与技术创新活动,并有效地将创新成果转化为实际应用,从而提高企业的市场竞争力和经济效益。基于此,加强产学研合作是提高工程研究生创新能力的重要途径。以下是一些建议:第一,建立产学研合作平台。学校与企业、科研机构等建立长期稳定的合作关系,共同开展科研项目、技术开发和人才培养等工作。第二,开展实践教学。鼓励教师将企业实际问题引入课堂,组织学生参与企业实习、实训等活动,提高学生的实践能力和创新意识。第三,设立产学研合作专项基金。学校设立专项资金,支持教师和学生开展产学研合作项目,提供资金支持和技术指导。第四,举办产学研合作论坛和研讨会。定期举办产学研合作论坛和研讨会,邀请企业代表、专家学者等共同探讨产学研合作的新模式、新方法和新技术。第五,建立工程研究生实习基地。与企业合作建立工程研究生实习基地,为工程研究生提供实践机会,培养其解决实际问题的能力。第六,加强校企合作课程建设。与企业共同开发校企合作课程,将企业需求融入课程体系,提高课程的实用性和针对性。第七,促进教师与企业的交流与合作。鼓励教师到企业进行实地考察、交流和学习,了解企业需求,提高教师的实践能力和教学水平。第八,建立产学研合作评价体系。建立以产学研合作成果为核心的评价体系,将产学研合作项目纳入教师绩效考核和研究生学位论文评价体系。第九,加强政策支持。政府和学校应加大对产学研合作的政策支持力度,为产学研合作提供优惠政策、税收减免等措施,降低企业参与产学研合作的成本。

这些都是可以在产学研背景下帮助工程研究生提升创新能力的途径。此外,学校可以建立创新创业教育平台,提供创业导师指导、创业项目孵化等支持,鼓励学生将他

们的创新想法转化为实际的产品或服务。同时,加强跨学科合作也是提升工程研究生创新能力的重要途径,通过与其他领域的学生和专家合作,可以拓展学生的视野,激发更多创新灵感。

3 结论与展望

总的来说,产学研背景下工程研究生创新能力的培养,是当前教育改革的重要方向。学校和企业应该共同努力,为工程研究生提供更多的实践机会,提高他们的创新能力。未来的教学模式将更加注重实践和创新,强调学生的主体地位,鼓励学生主动探索和实践。同时,教师的角色也将从传统的知识传授者转变为学生的引导者和伙伴,教师队伍的素质和能力直接影响到工程研究生的创新能力培养。产学研合作将为工程研究生提供更多的实践机会,使他们能够在实践中提高创新能力。例如,可以通过实习、项目研究等方式,让学生直接参与到实际的工程项目中,提高他们的实践能力和创新能力。未来,可能会建立起更加完善的工程研究生创新能力评价体系,以更好地评估和指导学生的创新能力培养。因此,未来需要进一步加强师资队伍的建设,提高教师的教学和科研能力。随着科技的发展,如人工智能、大数据等技术将在教学过程中发挥更大的作用,为工程研究生的创新能力培养提供更多的可能性。总的来说,产学研背景下工程研究生创新能力的培养,需要教育者不断探索和创新,以适应社会发展的需求。

基金项目:哈尔滨工业大学研究生教学改革项目(专业学位研究生人才培养改革专项)(ZYMS0013);黑龙江省教育厅2023年度省教改思政专项一般项目“习近平科技伦理思想融入理工科高校思政课教学研究”(课题编号:SJGSX2023021)。

[参考文献]

- [1] 习近平. 习近平著作选读(第1卷)[M]. 北京:人民出版社,2023.
- [2] 胡锦涛. 增强自主创新能力建设创新型国家[M]. 北京:人民出版社,2006.
- [3] 习近平. 习近平谈治国理政(第4卷)[M]. 北京:外文出版社,2022.
- [4] 潘建红. 现代科技与伦理互动论[M]. 北京:人民出版社,2015.
- [5] 胡锦涛. 胡锦涛文选(第2卷)[M]. 北京:人民出版社,2016.

作者简介:方虹泽,哈尔滨工业大学材料科学与工程学院,拔尖副教授,工学博士,博导,主要研究方向为凝固科学与技术,主讲课程为《热加工传输原理》。

基于产教融合的应用型本科焊接人才培养模式改革与实践

张鹤鹤^{1*} 黄敬霞¹ 蒋月月¹ 张龙² 张丽萍¹ 王刚¹

1. 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

2. 重庆科技大学建筑工程学院, 重庆 401331

[摘要] 基于产教融合的应用型本科焊接人才培养模式改革与实践旨在应对传统焊接人才培养模式所遭遇的困境, 通过与产业界的深度密切合作, 将企业当前阶段的实际需求有机融入到教学过程中, 使学生更有效地掌握和运用先进的焊接理论和技术。此外, 通过实施创新创业教育, 培养学生的创新思维和创业技能, 使他们在毕业后能够很快适应行业发展的需要和行业动态。该模式整合产业资源、课程设置和实践教学, 致力于培养具备创新能力和创业精神的焊接人才, 从而满足焊接行业的发展需求, 提升学生的就业竞争力, 推动焊接领域的创新与发展。

[关键词] 产教融合; 创新创业; 焊接人才培养; 应用型本科

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12906

中图分类号: G640

文献标识码: A

Reform and Practice of Application-oriented Undergraduate Welding Talent Cultivation Mode Based on the Integration of Industry and Education

ZHANG Hehe^{1*}, HUANG Jingxia¹, JIANG Yueyue¹, ZHANG Long², ZHANG Liping¹, WANG Gang¹

1. School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

2. School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: The purpose of the reform and practice of the application-oriented undergraduate welding talent training model based on the integration of industry and education and research is to address the challenges faced by the traditional welding talent training model. The current practical needs of the industry can be integrated into the teaching process by cooperating with enterprises, enabling students to better grasp and apply advanced welding knowledge and technology. Additionally, through innovation and entrepreneurship education, students' innovative skills and entrepreneurial thinking can be cultivated, allowing them to quickly adapt to the needs of industry development and market demand after graduation. This model combines industrial resources, curriculum design, and practical teaching to cultivate welding talents with innovative abilities and entrepreneurial spirit, so as to meet the development needs of the welding industry, enhance students' employment competitiveness, and promote innovation and development in the field of welding.

Keywords: integration of industry, education and research; innovation and entrepreneurship; welding talent training; application-oriented undergraduate

引言

随着科技的持续迅猛发展, 焊接领域逐渐向智能化、自动化方向转型。然而, 反观当前众多应用型本科院校在焊接人才培养方面仍存在诸多亟待解决的难题, 诸如教学内容滞后于产业发展, 实践教学环节薄弱、缺乏多样性, 创新创业教育理念与实践指导缺位等^[1]。这些问题不仅使得本科专业毕业生在就业市场上遭遇瓶颈, 难以满足当今市场需求, 更在一定程度上制约了焊接行业的转型升级进程。因此, 从产教融合的角度出发, 对应用型本科创新创业型焊接人才培养模式进行深化改革与实践探索, 具有不容忽视的学术价值和现实意义。本文的研究旨在破解当前焊接专业人才培养中的困境, 全面提升毕业生的综合素质、创新能力及创业精神, 以期更好地契合市场需求, 助推焊接行业的转型升级。

1 产教融合的理论基础

产教融合是指职业教育与专业产业之间的深度合作,

形成学校与企业浑然一体的办学模式, 旨在提高人才培养质量, 满足市场需求, 促进行业发展。产教融合的理论基础主要包括系统论、社会系统理论和三螺旋理论。这些理论为产教融合提供了重要的理论支撑和实践指导, 有助于促进产业和教育的深度融合, 推动经济发展和社会进步。

系统论是1937年由生物学家贝塔朗菲(Bertalanffy L. V.)提出的, 这一观点最早在他的著作《抗体系论》中进行了阐述^[2]。贝塔朗菲认为, 系统论是一种研究整体性、复杂性和动态性的方法, 其基本原理包括整体性、关联性和动态性等。这一理论对现代科学产生了深远的影响, 成为了许多领域研究复杂系统的基本框架和方法。在产教融合中, 系统论提供了一种将产业和教育看作一个整体, 探究其相互影响和作用的思路和方法。

社会系统理论则侧重于社会系统的结构优化和各要素协同机制, 该理论强调社会系统的有效运行和持续发展是经济、政治、文化和历史等各种因素影响的结果^[3]。在产

教融合这一特定领域中,社会系统理论为我们提供了一套系统的分析框架,用于探讨产业与教育在社会大系统中的相互渗透、相互影响及其交互作用的复杂过程,进而深化我们对产教融合内在逻辑和实际操作可能性的认识。

此外,三螺旋理论作为产教融合的另一重要理论支柱^[4],由美国学者亨瑞·埃茨科威兹(Henry Etzkowitz)与勒特·雷得斯多夫(Loet Leydesdorff)共同提出。该理论认为政、产、学和研四者之间是一种互动关系,强调这四者之间相互依存、相互促进,共同发展,共同推动着一个动态且持续的创新循环。在产教融合的背景下,三螺旋理论为政府、高等教育机构以及产业界的深度合作与创新协同提供了一种有力的理论支持和实践指导。

2 应用型本科创新创业型焊接人才培养模式的设计与构建

面向应用型本科焊接创新与创业人才培养模式的构建需要从多方面入手,包括校企共同制定培养方案,加强实践教学和实习基地的建设,建立校企合作机制和师资队伍建设等。重庆科技大学焊接技术与工程专业自2022年获批国家普通高校一流本科专业建设点以来^[5],专业综合考虑,以产出为导向优化改进人才培养模式,建立“校企共哺”的焊接专业培养试点,培养符合市场需求的高素质焊接人,具体方案如图1所示。

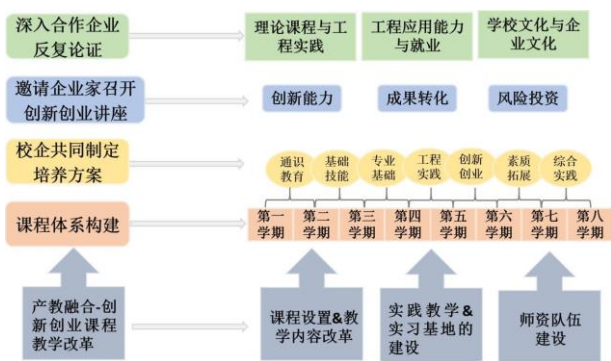


图1 应用型本科创新创业型焊接人才培养模式

2.1 课程设置与教学内容的改革

应用型本科创新创业型焊接人才培养模式课程设置与教学内容的改革需要以产出为导向,从更新课程内容、加强实践教学、引入创新创业教育、优化课程结构、引入企业资源、建立课程评价体系以及加强教材建设等方面入手。通过这些措施的实施、优化及持续改进,可以提高焊接人才培养质量,如图2。

具体实施应根据焊接专业市场需求和行业特点,优化焊接专业的课程体系,注重实践能力和创新思维能力的培养。增加了创新创业教育相关课程,例如创造思维、创业基础等,培养学生的创造能力、创新意识和创业精神。加大了实践教学环节的比重,持续优化完善一个实践教学体系。与企业深度合作,建立校外实习实训基地,提供真实

的工程实践环境,提高学生的实践能力和动手能力,目前专业已经与多家企业建立了校外实习基地,如国际焊接工程师联合培养基地、重庆科技大学-重庆德凯实业股份有限公司产学研合作基地、重庆群威电子材料有限公司研发基地等。积极引入企业资源,包括企业导师、企业项目、创业支持和孵化等,实现产教深度融合。与企业合作开展课程设计、毕业设计等教学活动,让学生接触实际生产过程,了解焊接专业市场需求和行业动态。



图2 产出导向的焊接专业人才培养体系构建流程图

重庆科技大学焊接技术与工程专业在课程设置过程中,对创新创业教育进行了布局,逐渐构建一个完备的创新创业教育体系。专业开设创新创业课程包括《创新创业基础》《(焊接技术与工程)创新实践环节》《就业指导》《职业生涯规划》等,培养创新思维、提供创业基础课程以及开展创业实践项目等方面。鼓励学生积极参与各类创新创业竞赛和活动,以提升他们的创新意识和创业能力。专业老师每年带领大学生参加全国大学生创新大赛、“嘉克杯”国际焊接大赛等。通过举办创新创业讲座、论坛等活动,营造浓厚的创新创业氛围。鼓励学生自主开展创新创业项目,提供必要的支持和指导。这样的教育体系能够为学生提供充分的机会去培养自身的创新精神,提升他们在创新创业领域的能力和竞争力。

在评价体系的构建上,重庆科技大学注重多元化评价方式的运用,包括学生自评互评、毕业生回馈、教师评价以及企业评价等。每学期专业教师要求完成4次及以上听课并进行同行评价,学生会在每学期对老师的教学进行评价;同时学校实行导师制管理,导师对分管学生进行导学评价,学生同时也对导师进行评价,此外校内导师和企业导师每学年年底都会进行导师考核和评估。在整个评价体系中,我们应注重过程评价和结果评价的有机结合,全面衡量学生的综合素质和能力。这样的评价体系将有助于我们更准确地评估学生的表现,并为他们的进一步发展提供有益的反馈。

2.2 实践教学与实习基地的建设

重庆科技大学焊接技术与工程专业实践平台与实习

基地是为了提升学生的实践能力和培养创新创业能力而建立的。目前该专业有认识实习毕业实习基地、专业基础实验教学平台、专业课程实验设计平台、产教研协同创新竞赛平台等,如图3所示。通过以上平台的建设结合与合作企业共同签署的实习基地的建设,可以有效地提高学生解决复杂工程问题的能力,支持学生创新创业能力的达成,有效提高焊接人才培养质量,进而满足市场需求和推动焊接行业的转型升级。



图3 产出导向实践教学与基地建设

基于人才培养的指导原则与市场需求的方向,专业正逐步完善其实践教学体系。该体系涵盖了实验研究、技能实训、课程设计和毕业设计等多个实践环节,注重理论与实践的深度融合,以提高学生的实际操作能力。为实现这一目标,专业在实践教学方面投入了大量资源,配备了先进的实验设备和实训场所。例如,引入电子封装微连接设备和电磁脉冲焊接设备等尖端实验设备,建立国际焊接工程师联合培养基地等实训场所。此外,专业还与业界领先企业建立了紧密的合作关系,共同创建校外实践教育基地。学校与重庆得开实业股份有限公司、重庆群威电子材料有限公司、动荡锅炉(集团)股份有限公司等焊接相关企业签署了长期的实习基地实习协议,这为学生提供了更贴近实际职业环境的实践机会。与企业深度合作,不仅为学生提供了企业导师的指导和企业实际项目的参与机会,还为学校引入了宝贵的外部资源。这种合作模式使学生能够直接了解行业现状,洞察市场动态和行业需求。同时,企业提供的实习岗位有助于学生顺利完成从校园到职场的过渡。通过这些措施,专业旨在构建一个系统化、多元化的实践教学体系,以培养具备高度实践能力和创新精神的人才,满足市场需求并推动行业的发展。

为确保实践教育的长效性与稳定性,专业与企业共建的实习基地具备完善的硬件设施和软件支持,并接受学校的严格监管与定期评估,以保障实习活动的高质高效进行。在师资队伍建设上,应追求教师实践经验与教育能力的双重提升。自2022年初,共派5人次专业教师到重庆德凯实业股份有限公司和重庆普尔萨有限公司进行工程实践锻炼,目前专职教师中具有一年以上现场经历占比近90%,

具有2年以上工程实践能力的专任教师比例达80%。同时,引进企业界的专业人士作为兼职导师,有助于加强学校与产业界的联系与互动。

2.3 师资队伍建设

针对应用型本科创新创业型焊接人才培养,师资队伍建设与培养尤为关键。专业主要从加强“双师双能型”师资队伍建设、构建多元化师资来源渠道、完善教师培养和激励机制、建立校企合作模式、实践教学与实习基地建设以及建立教师评价与反馈机制等方面入手。逐步建立起一支既具备扎实理论知识又具备丰富实践经验的“双师双能型”师资队伍,为培养高质量的应用型本科创新创业型焊接人才提供有力保障。

激励教师参加各类培训和学术交流活动,提升教师的专业素养和教学能力。同时,引进具有丰富实践经验的企业人才,加强与企业的合作和交流,建立一支具备实践经验和教学能力的“双师双能型”师资队伍。此外专业打破传统单一的师资招聘模式,积极从行业企业引进技术骨干和管理精英作为兼职教师,他们的实践经验可以为学生提供更贴近实际的教学内容。同时,建立与国内外知名焊接企业和研究机构的合作关系,邀请专家学者进行学术交流与授课。目前专业柔性引入南昌航空大学——巴渝学者可作教授1人,为学生提供更加广泛的学术视野和实践经验。

制定系统的教师培养计划,包括定期的职业技能培训、学术研讨会和行业考察等,确保教师能够持续更新知识和技能。专业目前具有国际焊接工程师培训资格的教师占比近70%,专职教师中具有一年以上现场经历占比近90%,有利于将教师实践经验转化为教学内容的能力。建立科学、客观、公正的教师评价体系,对教师的教学质量和实践能力进行评价和反馈。根据评价结果,帮助他们了解自己的优点和不足,并制定改进计划,及时调整和改进教师的教学内容和教学方法,提高教师的教学质量和效果。

3 结论与展望

通过深入实践,我们深刻认识到产教融合在应用型本科焊接人才培养中的核心重要性。这种紧密的合作模式确保了教育内容与市场需求的高度契合,为学生提供了宝贵的工作实践机会和真实环境体验。实践教学的强化显著提升了学生的实际操作能力、问题解决能力和创新思维,为他们的未来职业生涯奠定了坚实基础。随着时代的发展和行业的发展,对具备创新精神和创业意识的人才需求日益凸显。因此,以能力为导向的教育模式和实践教学在培养焊接领域应用型创新人才方面显得尤为重要。

展望未来,我们将进一步深化与企业的合作,探索多元化的合作模式,如联合研发、技术转移等,以实现学校与企业的共赢发展。同时,我们将紧跟焊接科技的创新步伐,不断更新教学内容和技能,确保学生掌握最前沿的知识和技能。此外,我们还将加强创新创业教育的力度,为

学生提供更丰富的实践机会和资源,激发他们的创新创业潜能。为了确保教学质量和效果,我们将持续完善评估和反馈机制,及时准确地掌握学生的学习情况和实践成果,为教学改革提供有力支撑。通过这些措施的实施,我们致力于培养更多具备创新能力和创业精神的焊接人才,为行业的持续发展和社会的繁荣作出贡献。

基金项目:重庆市教育科学规划课题,基于产教融合的应用型本科创新创业型焊接人才培养模式改革与实践,编号:2021-GX-390;中国校园健康行动·教育教学研究成果管理办公室,建筑钢结构工程低温焊接技术应用研究,编号:EDU0808;重庆科技学院本科教育教学改革研究项目,基于“专赛结合”的(焊接技术与工程)创新实践环节课程教学研究,编号:202227。

[参考文献]

- [1] 仝钧雷,从保强,宋晓国.新工科理念下的焊接与连接前沿与进展课程改革与实践探索[J].机械设计,2023,40(10):142-146.
- [2] 韦永琼.贝塔朗菲复杂性一般系统论教育观探析[J].南阳师范学院学报,2008,7(2):3.
- [3] 高宣扬.鲁曼社会系统理论与现代性[M].北京:中国人民大学出版社,2005.
- [4] 余霞,石贵舟.基于三螺旋理论的产教融合协同育人路径[J].南京工程学院学报:社会科学版,2023,23(1):77-82.
- [5] 重庆科技大学新闻网.我校再获6个国家级一流本科专业建设点[EB/OL].(2022-06-13).
- 作者简介:张鹤鹤,重庆科技大学冶金与材料工程学院,副教授,工学博士,主要研究方向为电子封装可靠性、电磁脉冲焊,主讲课程为金属力学性能、钎焊(双语)、电子封装材料。

“专赛结合”驱动创新实践环节教学模式构建 ——以重庆科技大学创新实践教学为例

张丽萍¹ 陈玉华^{1,2} 张鹤鹤¹ 罗晓东¹ 邱杨¹ 尹立孟^{1*}

1.重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

2.南昌航空大学航制学院, 江西 南昌 330063

[摘要]专业创新实践大赛是高校创新型人才培养的重要途径。重庆科技大学焊接技术与工程专业基于“专赛结合”理念,以分层次多维度创新大赛为驱动,深入开展教学改革探索与实践,搭建“教、学、赛”递进式框架,建立创新实践专业教学团队,优化大纲,拓宽创新实践环节教学平台,提炼出适用于焊接领域创新实践的基础教学内容,构建“专赛结合”为驱动的创新实践教学模式,推进专业教育与创新实践深度耦合,培养学生兴趣,激发创新能力,提高学生分析解决问题的多元能力,助力创新型人才培养,取得了良好的教学效果。

[关键词]专赛结合; 创新实践; 教学环节

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12899

中图分类号: G642.4

文献标识码: A

Construction of a Teaching Model for Innovative Practice Driven by the "Combination of Professional Competitions" ——Taking Innovation Practice Teaching at Chongqing University of Science and Technology as an Example

ZHANG Liping¹, CHEN Yuhua^{1,2}, ZHANG Hehe¹, LUO Xiaodong¹, QIU Yang¹, YIN Limeng^{1*}

1. School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

2. School of Aeronautical Manufacturing Engineering, Nanchang Hangkong University, Nanchang, Jiangxi, 330063, China

Abstract: The professional innovation practice competition is an important way to cultivate innovative talents in universities. Based on the concept of "combination of professional competitions", the welding technology and engineering major of Chongqing University of Science and Technology, driven by multi-level and multi-dimensional innovation competitions, conducts in-depth exploration and practice of teaching reform, builds a progressive framework of "teaching, learning, and competition", establishes an innovative practice professional teaching team, optimizes the outline, expands the teaching platform for innovative practice, extracts basic teaching content suitable for innovative practice in the welding field, constructs an innovative practice teaching model driven by "combination of professional competitions", promotes the deep coupling of professional education and innovative practice, cultivates students' interests, stimulates innovation ability, improves their diverse ability to analyze and solve problems, and helps cultivate innovative talents, achieving good teaching results.

Keywords: combination of professional competitions; innovative practice; teaching process

引言

近年来国家对高等教育学生创新实践能力的培养越来越重视:十八届三中全会提出创新高校人才培养机制^[1];《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》中明确指出促进科研与教学互动和创新人才培养相结合,着力提高学生的学习实践创新的能力^[2];2020年中共中央、国务院印发的《深化新时代教育评价改革总体方案》明确将指导学生毕业设计、创新创业、竞赛展演等计入评价体系。越来越多的高校意识到创新实践大赛对学生实践能力培养的作用,着力开展了多种创新实践的教育探索,并取得了一定实效。重庆科技大学焊接技术与工程专业结合大学生创新大赛、“互联网+”、大学生实践创新项目等多重

耦合方式,持续将“一专一赛”引入学生创新实践能力培养过程,在一定程度上解决了学生创新实践培养模式单一、平台匮乏等问题,逐步形成了焊接专业创新创业能力的培养模式与实践体系。

1 创新实践教学研究基础

按照重庆科技大学提出的“一专一赛”的创新实践教学要求,各学院参加各类专业知识创新大赛如火如荼:如冶金专业炼钢技术大赛取得国际冠军的好成绩、材料专业金相大赛也多次获得国家级的各类奖项,焊接专业学生创新大赛也在逐年优化。2010年首届“全国大学生焊接创新大赛”在南昌航空大学举行。中国科学院院士、清华大学教授潘际銮在闭幕式上发表感言:中国为焊接大国而非

焊接强国。目前国家对焊接的需求十分迫切，但我国很多焊接技术如核电工业、高铁等关键焊接技术仍然依赖于进口。焊接专业要注重自主创造、自力更生，重视和培养学生的创新能力、综合科技能力和工程实践能力，为中国焊接的明天培养高素质的人才^[3]。2016 年机械工业教育协会焊接学科教育委员会年会在沈阳召开，决定在 2017 年在河北工业大学举办第二届全国大学生焊接创新大赛，为重庆科技大学焊接技术与工程专业首次参与全国大学生焊接创新大赛。2018 年重庆科技大学承办了第三届“全国大学生焊接创新大赛”。

表 1 2017 级与 2022 人才培养方案部分实践类课程对比

分类	2017 级		2022 级	
	课程名称	学分	课程名称	学分
专业教育实践类课程	* 焊接专业综合实验	3	* 焊接专业综合实验	2
	* 焊接创新实验	1	/	/
	/	/	* (焊接技术与工程) 创新实践环节	2

焊接技术与工程专业的实践类课程比重逐年增加并不断调整、如《金属组织与性能表征实验》《焊接专业综合实验》《认识实习及认知训练》《焊接技术创新实验》等课程大纲进行了多次优化调整，并加入了思政元素。对比焊接专业 2017 和 2022 级人才培养方案可以看到：2017 级人才培养方案中实践类约占总学分的 30%，实践创新能力培养方面仅有创新创业类 2 学分、焊接技术创新实验 1 学分，且实践类课程多以专业基础验证实验、课程设计为主，而创新培养实践类的课程远远不够。在 2022 级人才培养方案调整中，新增了 2 学分《创新实践环节》课程。该课程以“焊接创新大赛”“互联网+”“大学生创新创业项目”等一专一赛项目为基础，是培养大学生的创新实践能力的有效补充。此外还新增了大学生创新项目、IWE 焊接工程师培训等实践类辅助培训，共同推进学生创新实践能力的培养。但由于课程为首次设置开课，在授课中逐渐发现教学资源不足、指导教师经验不足等问题亟待优化解决，因此本文以“专赛结合”的（焊接技术与工程）创新实践环节课程为基础，进行专项的教学研究和实践。

2 创新实践教学问题分析

随着高等教育“双一流”建设的深入推进，焊接技术与工程专业创新实践教育体系建设中亟待解决的突出矛盾愈发明显：如创新实践教育体系欠完善、跨学科资源创新实践教学团队师资不足、产教融合不够深入、创新创业教育保障体系不健全等^[4]。

2.1 创新实践课程体系建设有待升级

创新创业教育的逐步开展，但对该课程体系还没有引起重视，对创新创业只是作简单的阐述，质量不高，内容贫乏，缺乏动手实践，课程内容脱离实际，没有行之有效

的课程体系建设。因此，推动创新实践课程的建设必须通过推进人才培养、课程大纲、授课计划、资源整合等多重抓手，如何有效激发学生的创新意识，都是实践教学教师需要解决的问题。

2.2 创新实践教学效果亟待提高

焊接技术与工程专业知识要求理论知识与实践操作结合度非常高，内容多且繁杂，涵盖了冶金、加工、结构设计等多行业专业知识，学生难以理解且不容易掌握。在创新实践教育中，教学实验以验证实验为主、学生被动接受授课内容，缺乏兴趣、参与度低，教学效果不佳，影响创新实践教学效果。

2.3 创新实践教育资源有待整合

创新实践与科技发展密不可分，对实践教学的要求高^[5]。因此对各种专业教育与创新创业教育资源的整合显得尤为重要，需要多维度融合、全方位拓展，积极引导学学生全面参与学科竞赛和创新实践项目训练；加强学科竞赛与创新实践教学，构建“院-校-区-省-国家”层级递进的创新实践基础；突出学科协同发展优势，促进跨学科、融校企、多平台教学资源的融合，协同促进创新实践教学质量提高^[6]。

为解决上述传统教学存在的不足，以焊接创新大赛为导入手段，以创新团队为活动平台，以开放式实践教学为纽带，将创新设计引入人才培养当中来，实践优化的教学模式及方法，为培养应用型创新型人才进行基础探索。

3 创新实践教学实施

借力于创新大赛契机，进行实践教学模式的探索，促使理论学习与创新实践教学相辅相成，适应学校应用型科技大学发展和专业人才培养的需求。通过建立创新大赛指导教师团队、搭建创新实践教学平台、优化开放式实验教学管理模式、拓展校企合作渠道等方面的建设，构建“专业核心能力-综合实践能力-科技创新能力”三能一体的实践创新体系。主要方法如下：

3.1 优化课题体系建设



图 1 “专赛结合”创新实践教学理念

2018 年起焊接专业人才培养方案将创新实践课程从选修课程转为专业教育必修实践课，基于焊接创新大赛的要求，围绕学校培养应用型人才的定位，课程学分从 1 学分

增加为2学分,从大纲、授课计划、课程内容到授课过程进行全面整合优化,激发学生探索实践的积极性。鼓励学生尽早参与科学研究与实践创新,用理论学习知识来分析解决实际问题,同时为解决问题而去自学一些新的知识。

3.2 培养创新实践指导教师团队

教师的教学科研水平影响着学生的创新思维。因此,指导教师需要具有较强的科研和创新能力,发挥科研优势,才能引导学生创新意识,激发创新思维^[7]。指导教师通过指导学生积极参加各级各类创新实践大赛、参与校企合作项目,加强自身对实践教学环节的重视。在指导过程中寻找教学过程中存在的不足,总结创新人才培养的经验,提升专业教育的能力,相互促进相辅相成,推动课程体系和教学内容推陈出新,确保创新型人才培养指导教师团队的可持续发展。

3.3 打造创新实践大赛学生梯队

鼓励学生参与各类创新实践大赛,参与指导老师的各级各类课题,对科技前沿有所了解,有利于培养学生科研兴趣。在打造创新实践学生梯队中,从不同年级吸纳成员,依据学生特点组成团队,设计实验流程及工艺、完成方案、总结分析数据、得出结论。有效引导学生们运用专业知识解决实际问题的能力,增强团队协作精神,激发创新思维和创新意识,分层次多维度激发学生的积极性和主动性,积极追求达到更高、更新的目标要求。打造出有创新能力,实践经验丰富的参赛梯队。

3.4 优化开放式实践教学管理模式

创新实践各类大赛由教师辅助,在明确实验目的要求、提供实验设备器材和满足实验安全的条件下,以学生为主导,由学生自行选题、自拟方案、自选仪器、自主进行实验设计与操作,以申请方式灵活进入实验室进行实验,优化开放式的实践教学管理模式。培养学生工艺设计、独立实践和自主创新的能力。

3.5 拓展教学资源搭建多维度实践教学平台

以创新实践大赛作为大学生的科技创新实践活动的载体,从不同年级吸纳成员,依据学生特点组成团队。整合现有实践教学内容,深挖学校资源,把创新实践平台作为开放性的实验场所,通过创新实践锻炼培养学生严谨的科学态度、培养团结合作的“团队”精神,促进优秀人才和优秀成果的出现。通过参与创新实践项目、参加不同层次创新实践大赛来检验学生的创新水平和实际应用的能力。

重视企业在创新实践教学中的作用,为学生们确定企业导师。学生在参与指导教师项目以及校企合作项目的具体实践过程中结合理论教学的内容进行相关实践环节,加深与现场企业导师沟通交流,利用企业导师丰富的现场实践经验,创新大赛及创新实践环节进行过程指导,并对其效果进行监督。



图2 多维度线上教学资源

利用线上虚拟教学资源,弥补校内实践教学资源不足,有效利用线上教学资源,如各类高校虚拟仿真实验教学共享服务平台、线上公众号、学习通APP线上教学资源、小视频等多维度融合、全方位拓展。现在的大学生主体是00后,是互联网的原住民,课程内容的更新必须强调适应学习者互联网原住民特点,注重信息技术植入,线上和线下指导实践“混合联动”,积极引导全面参与学科竞赛和创新创业训练,促进学生多元知识构成及视野拓展和职业能力塑造。

3.6 多元化考评机制

作为一门实践性很强的课程,创新实践课程目的是让学生们在学习掌握专业知识的基础上,鼓励和支持学生尽早参与科学研究与实践创新,通过创新实践过程,激发学生学习的主动性,拓宽学生的专业视野,培养分析总结能力,从而达到提高创新思维、科学和实践能力。原有的考评机制过于单一,通过“多元化考核机制,多环节考评混动”,如表2所示,通过各类参赛、项目、论文等多元化的考评机制,加强对相应能力的考核,最终达到形成创新思维的目的。

表2 多元化多环节考评混动机制

课程目标	考核内容	学生当次考核得分
目标1: 各类大学生创新创业大赛, 培养劳动精神, 做到知行合一;	中国互联网+大学生创新创业大赛、“嘉克杯”国际焊接大赛、中国互联网+大学生创新创业大赛获奖	2 学分/次;
	大学生创业训练(实践)计划项目、大学生创新训练计划项目、优秀创新人才培养资助计划等顺利结题	2 学分/次;
	全国大学生焊接创新大赛获奖	2 学分/次;
目标2: 参与导师科研项目、参加各种专业相关的校级、省部级、国家级竞赛, 扎根中国大地, 在实践中增长智慧才干;	以本人为第一作者, 重庆科技学院为第一单位发表中文核心论文;	1 学分/篇;
	以本人为第一作者, 或导师第一作者、本人第二作者, 重庆科技学院为第一单位发表SCI论文;	2 学分/篇;
	参加各类竞赛获奖	获校级二等奖及以上: 0.5 学分/次, 获省部级奖项: 1 学分/次, 获国家级奖项: 2 学分/次。

4 结语

应用型人才的培养更加注重思维的创新,突出对知识的应用能力和转化能力的培养,这与逻辑思维训练和辩证思维培养相比更加讲求创新思维的训练。针对学生来讲,需要培养他们对事物的批判精神,建立对问题的思考习惯,形成设计的行为习惯,构建“专赛结合”的创新实践体系,通过项目参与、校企融合,学科竞赛、虚实结合的多驱混动,打破思维定式,实现学生理论知识的有效迁移,也有利于学生视野的开拓,培养学生的创造性思维。深度参与并主导创新实践,提升学生专业自信,对应用型设计人才培养有明显的探索价值。

基金项目:重庆科技学院本科教育教学改革研究项目,基于“专赛结合”的(焊接技术与工程)创新实践环节课程教学研究,项目编号:202227;重庆市教育科学规划课题,基于产教融合的应用型本科创新创业型焊接人才培养模式改革与实践,编号:2021-GX-390。

【参考文献】

[1] 于丹. 面向创新创业能力培养的高校实践教学体系研究[J]. 佳木斯职业学院学报,2019(6):1-2.

[2] 姚奇志,金谷,朱平平,等. 创新教学方法,助力本科生科研创新能力培养——“扶-牵-引-放”四步教学法[J]. 大学化学,2021,36(7):1-5.

[3] 黄春平,方平,陈玉华. 焊接技术专业人才培养现状分析[C]. 武汉:金属加工杂志社,2014.

[4] 王竞,王换换,胡俊峰,等. 数据融合驱动的创新创业教育微教学模式研究[J]. 广西社会科学,2018(4):213-216.

[5] 李新旺,凌向阳,孙利辉,等. “实验-实训-实战”渐进式全过程实践和创新教学体系的构建——以采矿工程专业为例[J]. 河北工程大学学报(社会科学版),2022,39(2):110-115.

[6] 李敏. 工业设计专业学生多层次递进式实践能力培养模式研究[J]. 设计,2017,6(6):120-121.

[7] 姜丹,张洋,孟庆繁,等. 大学生生命科学创新实验大赛的实践与思考[J]. 中国教育技术装备,2015,2(3):140-142.

作者简介:张丽萍,重庆科技大学冶金与材料工程学院,工程师,在读博士。主要研究方向为异种材料先进连接技术。

新能源材料与器件专业人才培养体系的设计与构建

仇兆忠^{1*} 孙佳¹ 梁刚² 王建永² 刘爱莲² 孙丽美¹

1. 徐州工程学院材料与化学工程学院, 江苏 徐州 221018

2. 黑龙江科技大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150022

[摘要] 新能源材料与器件专业是我国为适应新能源技术的飞速发展而设立的一门多学科交叉性紧缺专业。进一步完善和提升新能源材料与器件专业培养体系对于新能源行业人才的培养具有重要的意义。通过设定明确的人才培养目标, 合理的课程设计和优秀的师资队伍建设, 可以培养出适应新能源行业需求的工程实践能力强的专业人才。这不仅能够满足新能源行业的人才需求和推动新能源技术的发展, 也能够为我国在新能源领域取得更大的成就提供有力支持。

[关键词] 新能源材料与器件; 培养目标; 课程体系; 师资队伍

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12914

中图分类号: G642.1

文献标识码: A

Design and Construction of Talent Cultivation System for the Major of New Energy Materials and Devices

QIU Zhaozhong^{1*}, SUN Jia¹, LIANG Gang², WANG Jianyong², LIU Ailian², SUN Limei¹

1. School of Materials and Chemical Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou, Jiangsu, 221018, China

2. School of Materials Science and Engineering, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang, 150022, China

Abstract: The major of new energy materials and devices is a multidisciplinary strategic profession established in China to adapt to the rapid development of new energy technologies. Further improving and enhancing the training system for this major is of great significance for the cultivation of talents in the new energy industry. By setting clear talent cultivation objectives, designing a reasonable curriculum, and building an excellent faculty team, professionals with strong engineering and practical skills can be cultivated to meet the demands of the new energy industry, which not only satisfies the talent needs of the new energy industry and promotes the development of new energy technologies but also provides strong support for China to achieve greater accomplishments in the field of new energy.

Keywords: new energy materials and devices; training objectives; curriculum system; faculty team

引言

随着全球能源消耗量的急剧增加以及传统能源资源的日益枯竭, 人们对可再生能源的需求越来越迫切。同时, 传统能源的排放方式对环境易造成严重污染, 环境问题日益突出。在“双碳”背景下, 发展新能源技术成为当务之急。新能源材料与器件是实现新能源的转化和利用, 以及发展新能源技术的关键, 其发展程度与技术水平在国家经济和科技发展中具有重要战略地位。但是, 新能源材料相关专业人才的缺乏制约了新能源产业的发展, 无法充分满足市场需要。2010年7月, 教育部同意在专业目录之外试点增设新能源材料与器件专业^[1]。随着全球对清洁能源和可再生能源需求的增加, 新能源材料与器件专业的设立对于推动相关领域的研究和发展起到了积极作用。特别是2020年2月将该专业列入工学学科材料学类专业, 进一步强调了该专业对于工程和技术领域的重要意义, 并为培养新一代的新能源材料与器件人才提供了更加丰富的学习和发展资源。新能源材料与器件专业自成立以来, 国内已有133所高校陆续设立该专业, 旨在为我国新材料、新

能源汽车、节能环保和高端装备制造等国家战略性新兴产业培养人才^[2-4]。但由于该专业成立时间相对较短, 到目前为止尚未完全形成稳定、成熟的人才培养模式。同时, 新能源材料与器件专业作为一门学科交叉专业, 尽管开设了许多相关课程, 但这些课程之间仍需要更深度的融合和贯通。考虑到该专业的实用性, 目前在结合理论知识与实际应用能力、培养学生的动手实践能力和创新创造能力方面还存在一些不足之处。本文以徐州工程学院新能源材料与器件专业为例, 分别从人才培养目标、课程设置以及师资队伍建设的三个方面进行分析, 以探讨新的人才培养体系, 为新能源材料与器件专业的发展提供有益的经验 and 借鉴, 在。

1 新能源材料与器件专业人才培养目标设计

为满足国家战略性新兴产业对高素质应用型人才的需求, 解决新一代高性能绿色能源材料、技术和器件发展中的人才短缺问题。结合我校的应用技术型定位和区域经济特点, 本专业力求培养具备坚实的材料、化学、物理、电化学等学科基础, 系统掌握新能源材料合成与制备、新能源器件设计与制造、性能测试与质量评价、新能源系统

设计与构建等方面的专业基本理论与基本技能,具有较强实践能力、创新精神和国际视野,能在化学电源、绿色氢能开发与利用关键材料和器件、交通运输、电子材料、半导体材料等领域从事科学研究与教学、技术开发、工艺设计等方面工作的复合型人才。通过紧密围绕学校定位和工程教育认证要求编写新能源材料与器件专业的培养目标,能够确保学生获得全面的学科知识、实践能力和团队合作能力,为未来从事相关领域的工作做好准备。在培养目标设计过程中应着重考虑以下几点:

1.1 学术素养和专业知识

鼓励学生独立思考、主动学习,并通过学术研究和文献阅读深化对新能源材料与器件领域的理解。培养学生具有扎实的自然科学基础、工程基础和新能源材料专业知识和基本技能,能够系统研究、分析和解决新能源材料领域的合成、设计、加工与应用等相关科学、技术和工程问题。

1.2 实践能力与创新能力

学生能够熟练运用相关实验设备、现代工程和信息工具,开展能源材料与器件的实验设计、制备和数据分析能力,使学生能够完成实验研究或工程项目,尤其应注重培养学生的实践操作能力和解决实际问题的能力;同时,学生还应具备创新思维和创造力,能够提出新颖的想法和方法,推动新能源材料与器件领域的科学研究和技术创新。

1.3 团队合作与沟通能力

培养学生具备良好的团队合作和沟通能力。新能源材料与器件领域往往需要多学科、多专业的交叉合作,学生应具备与他人合作工作的能力,能够在团队中起到积极的作用。同时,学生还应具备良好的沟通能力和团队精神,能够与他人进行有效的交流和合作,协调解决问题。

1.4 社会责任意识与敬业精神

培养学生具备较强的社会责任感、工程职业道德和敬业精神。新能源材料与器件领域涉及到能源、环境等重要领域的发展,学生应当具备对社会、环境和可持续发展的责任意识 and 法律意识,能够将自己的知识与技能应用到解决实际问题中去。

1.5 国际视野和跨学科能力

培养学生具备国际化视野和跨学科能力。新能源材料与器件行业的发展与国际科技发展密切相关,学生应具备一定的国际化思维,能够了解和跟踪国际领先技术和研究成果,具备与国际同行进行合作和交流的能力^[5]。此外,行业需要解决的问题常常涉及多个学科领域,学生应具备良好的跨学科综合能力,能够在不同学科领域之间进行思维的跨越和融合,解决复杂的交叉问题。

2 新能源材料与器件专业课程体系构建

培养目标的明确为新能源材料与器件专业人才的培养提供了指导方向 and 标准。相应的课程体系应以培养目标为指导思想,并且充分反映培养目标的要求,从而成为实

现培养目标的重要载体和具体手段。新能源材料与器件专业的产品应用领域涵盖了锂离子电池、燃料电池、太阳能电池、氢能以及生物质能源等多个领域。专业知识结构涉及多个学科基础知识,例如化学、物理学和材料科学等。使得该专业知识体系具有数理科学与技术结合的特点和新材料制备和器件的整合特性。因此,新能源材料与器件特色专业的知识体系应该遵循跨学科融合、全生命周期应用、技术与创新培养 and 实际案例与行业联系的原则,以构建符合学科特色和行业需求的全面课程体系,从而培养学生具备广泛而深入的专业知识、实践能力和创新意识。

2.1 交叉学科融合的课程设计

新能源材料与器件专业的课程体系应该强调交叉学科融合,确保学生在接受全面专业知识的同时,具备跨学科思维和能力。在设计跨学科的核心课程时,应涵盖电化学、物理学、材料科学等多个学科的基础知识,让学生全面理解相关学科的基本原理和方法,并将其运用于新能源材料与器件的研究和开发中^[6]。例如在交叉学科融合的课程设计中开设《新能源材料化学》《能源器件物理学》《电化学能源储存与转化》《新能源器件工程设计》等课程。通过这些跨学科综合课程的设计,可以帮助学生建立系统全面的新能源材料与器件专业知识体系,培养他们具备跨学科思维和综合应用能力,以适应行业发展需要,并在新能源领域做出更大贡献。

2.2 实验与实践教学设计

在新能源材料与器件专业的课程体系中,实验与实践教学具有重要的作用,可以帮助学生巩固理论知识,培养实际操作能力,并加强与行业的联系。因此,课程体系应强调实验技能的培养和实践能力的锻炼,让学生在实际操作中熟悉材料制备与测试的操作流程,培养解决实际问题的能力。因此,应该采取以下措施:(1)设置涵盖新能源材料制备、性能测试以及器件系统设计等方面的实验课程;(2)组织学生参与实际项目,例如大学生创新创业训练、与企业合作的课程设计、科研项目等。通过项目实践,学生能够将所学知识应用到实际问题中,锻炼自己的综合能力和团队合作能力;(3)安排学生到相关行业/企业进行实习,例如电池生产企业、光伏产业公司等。通过实习,学生可以了解行业实际需求,接触最新的技术和设备,提升专业素养和职业能力。

2.3 全生命周期应用设计

通过设计全生命周期应用课程,可以培养学生系统性思维,使他们能够在新能源材料与器件的全产业链中有全面的能力和视野,促进学生对新能源领域的深入理解 and 实践应用。新能源材料与器件涉及锂离子电池、燃料电池、太阳能电池、氢能、生物质能源等多个领域的产品应用,课程体系应该结合专业的研究方向使学生能够系统地了解能源领域的材料需求和器件设计,课程应当覆盖从新材

料制备到器件应用的全生命周期，包括材料设计与研发、器件设计与优化、生产工艺与质量控制、应用与性能评估、环境与可持续性考量等方面，从而培养学生专业技术整合的能力。

2.4 技术与创新培养设计

强调数理科学与技术的结合，引入前沿科技发展和材料制备技术，培养学生的科学研究和工程设计能力，强调创新思维和实践技能的培养。可以通过设计学科前沿、专业导论、综合创新训练等课程内容，引导学生关注新能源领域的前沿技术和热点问题，鼓励他们积极参与文献调研和项目设计，培养学生的创新思维和解决问题的能力。在课程体系中增加创新创业实践课程，通过实际项目的参与和创业培训，让学生接触工程实践和商业运作，培养他们的综合能力和创新创业意识。鼓励学生将课堂所学应用于实际问题中，推动技术与创新的转化。

2.5 实际案例与行业联系设计

设计实际案例与行业联系紧密的新能源材料与器件专业课程体系，可以帮助学生更好地理解课程内容，了解行业需求和市场趋势，促进学生对新能源材料与器件领域的实际应用与创新思维的结合，提升他们在实际工作中的应用能力。例如，引入特斯拉和比亚迪锂电池产业的案例，介绍三元锂离子电池和磷酸铁锂电池的优缺点、工作原理、电池材料的制备与性能优化、电池包装与测试等知识。学生可以了解锂电池产业链的各个环节；此外，通过介绍知名企业中新材料合成与制备工艺，设计与实际生产工艺相关的案例。学生可以了解材料制备与工艺流程的关联性，并通过实验和工厂参观等活动，亲身感受行业的制备工艺和质量控制要求。

综合来看，新能源材料与器件专业的知识体系应该遵循跨学科融合、全生命周期应用、技术与创新培养和实际案例与行业联系的原则，以构建符合学科特色和行业需求的全面课程体系，从而培养学生具备广泛而深入的专业知识、实践能力和创新意识。使他们成为在新能源材料与器件领域有能力进行研究、分析和解决问题的人才。

表 1 新能源材料与器件专业课程构成及学分分配汇总表

课程分类		学分	比例 (%)	实践环节学分	实践环节学分比例 (%)
通识教育平台	通识必修课	48.5	28.36	9	5.26
	通识选修课	6	3.51	0	0.00
专业教育平台	学科基础课	42	26.32	2	1.17
	专业必修课	36.5	22.51	14	8.19
	专业选修课	8	4.68	2	1.17
实践教育平台		30	17.54	35	20.47
合计		171	100	62	36.26

3 新能源材料与器件专业师资队伍建设

新能源材料与器件专业的师资队伍建设是非常重要的

的，关系到专业人才的培养和学科发展。培养具有较强工程实践能力的新能源材料与器件专业人才，拥有一流的师资力量是必不可少的前提和基础。为了不断提升教师队伍的素质，可以采取以下方法：

3.1 教师队伍引进

学校应该吸引具有丰富科研经验和工程实践经验的教师加入新能源材料与器件专业队伍，这对于学校和专业的发展非常重要。这些教师能够在教学中结合最新的科研成果和工程实践经验，为学生提供高质量的教学和指导，同时也能促进学校科研和实践能力的提升。

3.2 学术引领

建立一个注重学术研究的师资队伍建设机制。加大科研项目资金的投入，鼓励教师开展前沿研究，并支持他们在国际高水平期刊上发表论文，提升学校的学术声誉和吸引力，为专业的招生提供支持。学校应该鼓励教师积极参与挂职锻炼和国内外访学等活动。并为教师提供一定的学时和学费支持，用于参加挂职锻炼和国内外访学等学术交流活动；并在教师进行挂职锻炼期间或国内外访学期间给予一定的工资补贴，以弥补教师在此期间的工作时间和经济支出。这可以减轻教师的经济负担，使其更有动力参与相关活动，拓宽学术视野和专业知识。此外，学校还应该结合产教融合属性，投入资金建设先进的实验室和研究中心，提供先进的设备和技术支持，为教师的科研工作提供良好条件。

3.3 建立良好的激励机制

建立良好的激励机制可以使教师在新能源材料与器件专业中充分发挥他们的才能和潜力，促进他们在教学、科研等方面取得更好的成绩，提升整体师资队伍素质，进一步推动新能源材料与器件专业师资队伍建设的全面发展。为优秀教师提供良好的待遇和晋升机会，制定绩效考核评价标准，奖励在科研和教学上表现突出的优秀教师。鼓励教师之间的团队合作和交流，设立团队奖励机制，促进教师之间的合作与互助，进一步提升整个专业的教学和科研水平。学校还应建立公平、公正和透明的评价体系，确保激励机制的实施公正有效。同时，学校还可以定期进行师德师风建设宣传教育，关注教师的职业发展和心理需求，创造良好的工作氛围和团队协作氛围，全面提升教师的工作满意度和教学质量。

3.4 双师型队伍建设

新能源材料与器件专业双师型队伍的建设是培养高素质专业人才的关键举措。双师型队伍既要求教师具备扎实的学术造诣，又要求具备丰富的工程实践经验。通过聘请具有丰富学术经验和卓越研究能力的教师，或者邀请具有丰富行业经验和工程实践经验的专家和企业人士担任兼职教师或者客座教授，为学生提供最新的行业资讯和实践经验。鼓励教师参与工程实践项目，并与行业合作伙伴

进行切实合作,让教师了解最新的行业动态和需求,将这些实践经验应用于教学和学生培养中。此外,学校应该为教师提供工程实践能力培训,包括工程项目管理、实验技能和实践指导等方面的培训。这些培训可以提高教师的工程实践水平,并为学生提供更好的指导和示范。建立双师型导师制度,加强学科建设与创新能力的培养,确保每个学生能同时得到学术导师和实践导师的双重指导,这可以帮助学生全面发展自己的学术与实践能力。对于学术导师而言也应该注重跨学科交叉培养,鼓励师资队伍与其他相关学科的教师进行合作与交流,提升全专业师资队伍的整体水平。此外,还应加强教师队伍的工程实践培养,通过设计实践导向的培养计划,制定系统的工程实践培养计划,包括实验、实习和项目等形式,培养学生的实践能力。教师应积极参与实践活动,指导学生的实践项目,并促使理论与实践的紧密结合^[7]。

打铁还需自身硬,高水平师资队伍能够为新能源材料与器件专业的人才培养奠定基础。综上所述,通过师资队伍引进,学术引领,激励机制的建立和双师型教师队伍的建设,能够提升教师队伍的素质,建设一流的师资队伍,从而有效地培养具有较强工程实践能力的新能源材料与器件专业人才。

4 结语

本文分别从培养目标、课程体系构建和师资队伍建设三方面探讨专业人才培养方式,培养目标需要明确专业领域的核心知识和技能,并注重学生创新思维、实践能力和团队合作能力的培养。此外,还需要培养学生的终身学习能力和责任感。在课程体系构建方面,文章提出了知识体系应该遵循跨学科融合、全生命周期应用、技术与创新培养和实际案例与行业联系的原则,以构建符合学科特色和行业需求的全面课程体系,从而培养学生具备广泛而深入的专业知识、实践能力和创新意识。学校应建立大力引进具有丰富科研经验和工程实践经验的教师,建立激励

机制,提供良好的科研条件和项目经费,鼓励教师积极从事科研工作。同时,学校还应注重双师型队伍建设。培养目标、课程体系构建和师资队伍建设的三个方面相互依存,共同促进了专业人才的全面发展和能力提升。只有建立起完善的培养体系,并注重培养学生的实践能力和创新能力,同时重视教师的专业能力和教学质量,才能培养出适应新能源材料与器件领域需求的高素质人才。

【参考文献】

- [1]石敏,陈翌庆,许育东. 新能源材料与器件专业建设与人才培养模式探讨——以合肥工业大学为例[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版),2016,30(4):127-132.
 - [2]杨振华,周攀,周兆锋,等. “双一流”背景下新能源材料与器件本科专业拔尖人才培养体系的设计与构建[J]. 科教文汇(下旬刊),2021(12):5-6.
 - [3]刘劲松,张校刚. “双碳”背景下新能源材料与器件专业人才培养探索与实践[J]. 储能科学与技术,2023,12(3):985-991.
 - [4]刘鲍,张宇,宋阳,等. “三类型四维度”人才培养模式的探索与实践——以新能源材料与器件专业为例[J]. 大学物理实验,2022,35(3):145-149.
 - [5]李晓伟,朱国斌,孙迎辉,等. 新能源材料与器件专业中外合作办学人才培养模式的探索与实践[J]. 创新创业理论研究与实践,2021,4(12):127-129.
 - [6]王闯,辛双宇,朱革,等. 浅谈新能源材料与器件专业建设现状与发展趋势[J]. 信息记录材料,2019,20(1):22-23.
 - [7]吴小帅,杨晓刚,史转转,等. 协同培养新能源材料与器件特色人才:以创新力培养为杠杆[J]. 当代化工研究,2022(5):105-107.
- 作者简介:仇兆忠,徐州工程学院材料与化学工程学院,讲师,工学博士,主要研究方向为金属表面处理,主讲课程为物理化学。

基于 OBE-CDIO 理念的材控专业人才培养模式探索与实践

张 诚* 彭 鹏 龙 帅 蒋月月 杨青山 戴庆伟
重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

[摘要] 为培养材料成型及控制工程专业人才, 探索将 OBE 教育理念和 CDIO 教育理念相结合, 通过案例教学、项目式教学等教学改革措施, 提高学生的实践能力和创新能力, 更好地满足社会和经济发展的需求。同时, 建立持续改进机制, 对学生的学习成果进行评估和反馈, 及时发现问题并进行改进, 全面提高材料成型及控制工程专业人才应用能力和创新能力。

[关键词] OBE; CDIO; 材控专业; 人才培养; 创新教学

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12907

中图分类号: G64

文献标识码: A

Exploration and Practice of Talent Training Mode for Material Forming and Control Engineering Specialty Based on OBE-CDIO Concept

ZHANG Cheng*, PENG Peng, LONG Shuai, JIANG Yueyue, YANG Qingshan, DAI Qingwei

School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: In order to cultivate talents in forming and control engineering specialty, we explore the combination of OBE and CDIO education concept, and improve students' practical ability and innovation ability through teaching reform measures such as case teaching and project-based teaching, so as to better meet the needs of social and economic development. At the same time, a continuous improvement mechanism should be established to evaluate and feedback students' learning results, timely identify problems and make improvements, and comprehensively improve the application ability and innovation ability of information and computing science professionals.

Keywords: OBE; CDIO; material forming and control engineering specialty; talent cultivation; creative teaching

引言

材料成型与控制工程专业是机械类专业, 是普通高等学校的本科专业。本专业是机械工程与材料科学与工程交叉学科, 旨在培养具有国际视野, 能适应社会经济发展需求, 具有丰富创新精神的高素质复合型人才, 掌握材料成型与控制工程专业的基础理论和应用知识, 能够从事材料成型工艺、模具制造、设计制造等方面的科研、技术开发和设计制造工作。重庆科技大学材料成型与控制工程专业是在原招收材料成型与控制技术与焊接技术及其自动化、材料成型与控制技术专业的基础上, 于 1954 年开始建设并发展起来的。2004 年合校升格为重庆科技学院后, 成功申办材料成型与控制工程本科专业, 并于 2005 年开始招生, 多年来, 该专业已为冶金、石油等行业培养和输送了大量优秀人才, 成为在国内产生较大影响的行业骨干力量, 尤其在西部地区具有举足轻重的地位。为进一步提高人才培养质量, 使人才培养和社会需求相符合, 通过调研发现我校该专业存在一定的不足之处, 急需改进。存在主要问题, 如衔接课程不到位; 课程内容和模式陈旧; 实验教学方法和考核方式滞后; 评价体系不完善的问题; 教学资源匮乏等问题。本专业的人才培养模式已不能适应社会发展的需要, 急需借鉴成功的教育模式培养适应市场需求的实用型人才。

1 OBE 与 CDIO 教育理念

成果导向教育 (Outcome-based Education, OBE) 是一种教育理念, 它强调在教育过程中“以学生为中心”, 强调学生的学习成果, 并对学生的学习成果负责任。在 OBE 的教育理念下, 学校和教师需要对学生毕业后所能达到的预期目标和成果进行明确界定, 同时设计相应的教育方法和反馈机制, 才能保证学生达到预期的目标和结果。传统的教育理念注重的是学生的考试成绩, 而 OBE 强调的是学生的学习成果, 这就意味着学校和老师需要关注的是学生实际掌握的技能, 而不是只关注考试成绩。此外, OBE 还强调学校和老师的责任, 学校和老师需要为学生提供丰富的教育资源和多维的指导, 使学生能够实现预期的学习成果。同时, 教学之后还需要对学生的表现进行持续的评估和反馈, 便于学生充分了解自己的学习情况, 并对自己的学习计划及时做出调整。所以, OBE 是一种关注学生学习成果和实际能力、强调学校和老师职责的教育理念, 是以学生为中心的教育理念。它有助于提高学生的学习效果和未来竞争力, 对于学生的个人发展和未来职业发展具有积极的影响^[1-2]。

工程教育模式是一种科学的教学方法, 为的是培养掌握工程技术、理论和方法的青年科学家、工程师等, 让其有能力满足未来社会对人才的需求。工科教育模式的教学

目标是让学生有能力解决实际问题,从而达到社会可持续发展的目的。工程教育模式要求学生具备一定的知识和能力,包括解决实际问题的能力、分析判断问题的能力、与团队的沟通与协作能力、有效利用科学技术解决问题的能力等。所以传统的教育模式偏重于知识的传授,而工科教育模式更多的是培养学生的动手能力,培养学生的创新思维。其中,近年来国际工程教育改革的最新成果是 CDIO 工程教育模式(简称 CDIO)。CDIO,即“构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate)”,以产品开发到产品运行的生命周期为载体,使学生的学习方式上积极主动、身体力行、主动作为,在实践中获得成功。CDIO 培养计划将工程专业毕业生的能力分为四个层次,分别是工程基础知识、个人能力、团队协作能力和工程系统能力。进入 21 世纪以后,随着信息技术的高速发展,人们的生活方式、价值取向、消费需求、产业形态等都发生了巨大的变化。产业转型不再是简单的技术创新,更需要深刻理解人们的生活方式和价值追求。设计和打造新的产品、服务和商业模式,引领消费。在这样的背景下,社会和行业的迅速变革,对大学工程教育提出了新的要求:培养出能够引领行业变革的工程人才^[3-4]。

无论是 OBE 还是 CDIO,都强调以学生为中心,强调学生能力的培养,这是现代工程教育的重要理念。所不同的是,OBE 强调结果导向,将学生的学习成果通过教育过程最终落实到教学目标中去;而 CDIO 对工程实践更加重视,让学生的学习之道变得积极主动,身体力行。将 OBE 和 CDIO 两者结合起来,能较好地达到工科教育的目的。一方面,OBE 理念促使教师更多地去理解学生的学习需求和期望,便于制定更符合学生实际需求的教学计划和目标。另一方面,CDIO 理念可以提供更具体的实践框架,便于学生在学习过程中更好地理解和应用工程知识,提高实践能力。因此,OBE 和 CDIO 理念的结合,可以为工程教育提供更为全面和系统的指导,使得工程教育更加符合学生和社会发展的需求^[5-6]。

2 基于 OBE-CDIO 理念的材控专业人才培养模式人才培养方案

2.1 明确培养目标及制定教学计划

材料成型及控制工程专业具有工程实践性强、注重工程实践能力的培养、学科交叉性强、人才培养目标明确等特点,根据材控专业的特点和社会需求,培养具备材料成型及控制工程领域的基本理论、基本知识和基本技能,能够从事材料成型及控制工程的设计、制造、技术开发、生产管理和质量管理等方面工作的高素质工程技术人才。

基于 OBE-CDIO 理念,材料成型及控制工程专业的教学计划应重点培养学生的实践能力和创新能力,同时也要满足学生的个性化需求,包括理论课程、时间课程、创新实践、个性化发展、毕业设计等。通过设置合理的课程和

安排实践环节,使学生的综合素质和实践能力得到提高,能够更好地满足和社会和经济发展需求。

2.2 构建实际教学体系

不同于以往传统的教学体系构建,基于 OBE-CDIO 理念的教学体系的构建要以学生为中心,更注重学生实践能力的提高。实践教学体系包括课程设计、实习、毕业设计等环节,着重培养学生的实践能力和创新能力。以 CAD 课程设计为例,课程讲授结束之后,安排相应的课程设计任务,如汽车零件的设计和画图,要求学生独立自主完成设计,不得雷同,最后进行答辩和交流。工程实训时,提前联系和安排相关的企业或者实验室,安排学生参观走访,了解实际生产和实验流程,有助于提高学生的实践能力和对专业的认知。学生大四作毕业设计时,要求学生在导师的指导下独立完成一项综合性的研究或工程设计任务,并撰写相应的论文或报告。

2.3 实施教学改革

2.3.1 基于 OBE-CDIO 理念的项目驱动学习

材料成型及控制工程专业的项目驱动学习是一种将真实的工程项目引入到课程中,通过解决实际问题培养学生的工程实践能力和创新思维的学习方法。基于 OBE-CDIO 理念,一方面,在课程中引入真实的工程项目,让学生直接面对实际问题和挑战。这些项目可以是来自工业生产、研究机构或者社会需求导向,使学生在实践中应用课本上所学的理论知识,同时,学生在解决实际问题的过程中,工程实践能力也得到了锻炼。以“金属学与热处理”课程为例,钢的热处理工艺是重点内容,引入汽车齿轮的热处理工艺项目,介绍工程齿轮是汽车及各种工程设备上的关键传动部件,但是其工艺生产复杂,影响因素较多,其中热处理工艺是影响齿轮的质量的重要因素。目前齿轮的性能达不到使用要求,如何设计热处理工艺,采取正火、淬火、回火等工序,以及各工序的实际操作温度,使齿轮的性能达到使用要求。建议可以购置一批齿轮,让学生实际动手操作。项目驱动这种学习方式,将理论和实践相结合,增强学生的团队协作意识和解决问题的能力。另一方面,一个真实的项目往往包含多个不同的学科知识,通常需要本专业的学生与其他专业的学生共同解决问题。例如,在“材料成型设备”课程中介绍液压机时,这部分内容涉及机械工程和电子工程的知识,可以和机械学院的学生合作完成液压机的调试、维修和实验。在这个过程中,学生既能学会与自己的团队成员合作,还能与其他团队进行有效的沟通和合作,以达到项目目标。在项目进行的过程中,教师要对学生的表现做出实践性的评估报告,如通过学生在项目中的表现、项目报告、演示等方式,对学生的表现进行量化考核。此外,项目结束后,还需提醒学生及时反思自己在项目中的经验和教训,并总结出有助于改进和提高的经验和方法。

通过项目驱动学习,对于学生个人而言,能够明确地将理论知识与实际问题相结合,培养解决问题的能力、创新意识和团队合作精神。该培养模式可以更好地满足材料成型及控制工程领域对人才的需求,提升学生的综合素质和职业竞争力。

2.3.2 基于 OBE-CDIO 理念的毕业设计

基于 OBE-CDIO 理念,材料成型及控制工程专业的毕业设计需要具有用实际问题来驱动、注重跨学科交流与合作。用实际问题驱动毕业设计意味着毕业设计具有实践导向,更注重解决真实的工程问题。对于毕业设计的选题,教师设计与材料成型和控制相关的实际问题作为毕业设计的主题,如“摩托车坐垫锁支承冲压工艺及其模具设计”“汽车安装支架冲压工艺及其模具设计”“格力空调挡风板冲压工艺及其模具设计”等。跨学科的合作与交流是为了解决复杂的工程问题,具有实践导向的毕业设计通常也需要跨学科合作,如“CA6140 普通车床床头轴承座夹具设计”“SX-ZY-250 型塑料注射成型机液压系统设计”等。学生可以与机械工程和电子工程等其他专业的同学一起组队完成毕业设计。在完成毕业设计的过程中,实践技能培养也是一个重点方向,做毕设时需要进行材料制备、性能检测、设备调试、数据分析等工作,以此来提升学生的实践能力和技术水平。此外,学生的毕业设计也要有创新性的要求,要鼓励学生的创新思维并锻炼他们的能力。学生可以提出新的理念、方法或技术来解决工程问题,推动材料成型和控制领域的创新发展。最后,需要撰写实践经验总结与报告,除了实际项目的实施,学生还需要对整个毕业设计过程进行反思和总结。

通过实践导向的毕业设计,学生能够将所学的理论知识应用到实际工程问题中,加深对相关领域的理解和认知。同时,通过与同学和指导教师的合作,他们也能够提高团队协作、问题解决和创新能力。这样的毕业设计有助于培养材料成型及控制工程专业的学生在实践中的综合素质和职业竞争力。

2.3.3 基于 OBE-CDIO 理念的产学研合作项目

材料成型及控制工程专业可以通过产学研合作项目给学生提供与实际工程领域的接触和实践机会。基于 OBE-CDIO 理念,在实习项目方面,学校和教师与相关企业或研究机构合作,为学生提供实习的机会。这样学生可以在真实的工程项目中参与材料成型与控制的实践操作,并与行业专业人士进行交流和學習。在项目研究方面,与企业或研究机构合作开展项目研究。例如,教师的横向课题,“与某家汽车制造公司合作研究新型材料的成型工艺和控制方法”,以解决实际生产中的工程问题。此外,我校的研究生为“双导师制”,拥有校外的指导教师,同理,可以将专业的同学分组,与行业内的专业人士建立导师关系,请他们指导学生的项目研究或毕业设计。校外的导师

可以提供实际工程经验和指导,帮助学生更好地理解行业需求和实践技能。也可参加校企合作项目,与相关企业合作开展研发项目,共同解决具体的材料成型与控制工程问题。这种合作可以让学生参与真实的工程项目,了解行业需求,同时为企业提供创新和解决问题的能力。

通过与企业或研究机构的产学研合作项目,学生能够将所学知识应用于实际工程中,了解行业实践和需求,培养解决问题和创新的能力。同时,这些项目也可以促进学校与行业之间的紧密联系,促进知识的传递和技术的创新。

2.4 考核评价体系的持续改进

传统的教学理念是以学生的考试成绩对学生进行考核,但是这种考核方式较单一,且无法全面地反映学生的综合能力。因此需要对考核方式进行改进,可以采取通过考试成绩、课程设计成绩、实习成绩、毕业设计成绩等措施多方面评估学生的学习成果。对于学生的实践能力和创新能力的考评,需要基于 OBE-CDIO 理念建立可量化的考核评价系统,以材料成型设备课程为例,设置三类指标,包括素质类指标,知识类指标以及能力类指标,分别占有不同的权重,对学生的综合能力进行考评。其他课程也是如此。对于教师而言,需要根据学生的学习成果和反馈意见,持续改进人才培养模式和教学方式,提高人才培养质量和效果。对于行业发展趋势和市场需求的变化也要关注,不断调整和完善教学计划和课程内容。因此,需建立学生反馈机制,鼓励学生对教师的教学提出意见和建议,便于教师及时发现问题并改进。同时,也要对教师进行教学评估,鼓励教师进行教学反思和改进,确保教师能够按照 OBE-CDIO 理念进行教学。

3 结语

在工程教育的背景下,我校材料成型及控制工程专业紧紧围绕 OBE 和 CDIO 的教学模式,提出了基于 OBE-CDIO 理念的材控专业人才培养模式,包括培养目标、教学计划、实践教学体系、教学改革和持续改进等方面的内容。总的来说,基于 OBE-CDIO 理念的材控专业人才培养模式是一种注重学生实践能力和创新能力的新型人才培养模式,通过这种模式的实施,可以更好地满足社会 and 经济发展对于工程人才的需求。

基金项目:校企共建产业学院的有效模式和路径研究,重庆市教育科学规划课题,K22YG215212;重庆市材料产业产教融合的研究与实践,重庆市高等教育教学改革研究项目,223394;专业学位研究生校外导师队伍建设研究与实践,重庆市研究生教育教学改革研究项目,yjg213130;产教融合转型发展新工科综合改革与实践,重庆市高等教育教学改革研究项目,222160。

【参考文献】

[1]王晓锋.基于 OBE-CDIO 理念应用型人才培养模式研究——信息与计算科学专业[J].现代商贸工

业, 2024, 45(1): 107-109.

[2] 唐宇, 王宏祥, 李金华, 等. 基于 OBE-CDIO 理念的过程装备与控制工程专业综合实验改革与实践[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2023, 25(6): 118-121.

[3] 高山凤, 陈俊君. 基于 OBE-CDIO-EIP 的机械制造基础实践教学改革研究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2023, 6(19): 156-158.

[4] 孙璐, 李殿举, 万良田, 等. 基于 CDIO 理念的 OBE 教学模式研究[J]. 高教学刊, 2023, 9(24): 25-28.

[5] 漆世锴, 梁琳琳, 曹晖, 等. 产教协同育人背景下基于 OBE-CDIO 理念的实践教学模式研究——以专业综合技能实训课程为例[J]. 高教学刊, 2023, 9(22): 122-125.

[6] 邓友生, 李文杰, 唐丽云, 等. 基于 OBE-CDIO 理念的土木工程新工科人才培养[J]. 技术与创新管理, 2023, 44(3): 364-369.

作者简介: 张诚, 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 讲师, 工学博士, 主要研究方向为金属腐蚀与防护, 主讲课程为材料成型设备。

智能制造工程专业智能制造技术基础课程建设实践

于天宇^{1,2*} 常荻娜³ 吴春亚^{1,2} 陈明君^{1,2}

1. 机器人技术与系统全国重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150001
2. 哈尔滨工业大学机电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001
3. 哈尔滨工业大学卓越工程师学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

[摘要]近年来, 全国 300 多所普通高校成功备案“智能制造工程”本科专业, 哈尔滨工业大学在各大专业排行榜单上稳居前两位, 基于人工智能、机器人与 3D 打印的新一轮科技与产业革命正如火如荼地进行着, 如何将数字技术、网络技术、工业互联网与人工智能技术高效、可靠的应用在产品生产的全生命周期中是智能制造工程需要解决的关键问题, 也是该专业核心课程智能制造技术基础课程建设的核心关键, 文章通过智能制造工程专业大三核心课程“智能制造技术基础”的课程建设目标、内容、教学的方式方法与考核办法等探索, 有助于交流智能制造相关核心课程的教学经验, 提升课程建设与教学质量。

[关键词]智能制造; 3D 打印; 机器人; 教学实践; 工科教育

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12909

中图分类号: TP278

文献标识码: A

Practical Construction of Fundamentals of Intelligent Manufacturing Technology in Intelligent Manufacturing Engineering

YU Tianyu^{1,2*}, CHANG Dina³, WU Chunya^{1,2}, CHEN Mingjun^{1,2}

1. State Key Laboratory of Robotics and System, Harbin, Heilongjiang, 150001, China
2. School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China
3. Elite Engineers School, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

Abstract: Nowadays, more than 300 universities in China have successfully registered the undergraduate major of "Intelligent Manufacturing Engineering", and Harbin Institute of Technology ranks firmly in the top two in different major rankings. A new round of technology and industrial revolution is in full swing based on artificial intelligence, robotics and 3D printing technology. How to efficiently and reliably apply digital technology, network technology, industrial Internet and artificial intelligence technology into the entire life cycle of product production is a key issue that needs to be solved in intelligent manufacturing engineering, and it is also the core of this major, the key to the construction of the "fundamentals of intelligent manufacturing technology". This article explores the course construction objectives, content, teaching methods and assessment methods of the core course "fundamentals of intelligent manufacturing technology" for the junior year of the intelligent manufacturing engineering major and helps to communicate about intelligent manufacturing, teaching experience to improve course construction and teaching quality.

Keywords: intelligent manufacturing; 3D printing; robots; teaching practice; engineering education

引言

当前, 国内各高校新成立了“智能制造工程”新专业, 各专业模块例如哈尔滨工业大学的智能装备大专业也将“智能制造技术基础”列为本科生培养的核心课程, 并为大一同学开设了“智能制造导论”课程, 在新一轮信息工业革命的推动下, 各工业巨头大力发展 AI 技术、机器人与 3D 打印技术(统称为智能制造核心技术), 并通过这些技术推动智能制造的发展, 积极抢占智能制造的市场, 形成了例如特斯拉、spaceX 等一系列国际知名制造企业, 智能制造核心技术竞争力的关键是人才、信息与制造技术的高度融合, “智能制造技术基础”课程是培养我国相关人才的关键, 大力推动智能制造技术是实现科技强国、发展自主创新、突破关键技术瓶颈的必经之路^[1-2]。

形成支撑制造业发展的关键技术、核心系统与工程应用等构成的智能制造工程概念体系, 是掌握智能制造工程专

业知识、建构知识体系的基础, “智能制造技术基础”的课程建设能让学生认识到自身处在新一轮科技革命之中, 改变并更新学生对制造行业与制造技术的认知, 使学生了解智能制造相关的基本概念、关键技术与基础知识, 为日后从事智能制造相关的工作或者进一步深造提供有力的支撑。

本文通过介绍哈尔滨工业大学“智能制造技术基础”(以下简称“本课程”)的建设与教学实践, 从课程建设的挑战与困难、课程建设的思路、课程教学目标、教学内容的确立、教学模式、教学创新等多个方面, 建立较为独特且适用于研究型本科的“智能制造技术基础”课程教学实施方案, 可为其他高校智能制造工程专业教学提供借鉴, 优势互补, 同时为青年教师开设智能制造新课程提供案例与借鉴。

1 课程建设的思路与挑战

1.1 课程建设的思路

智能制造是先进制造技术近年来的重点发展领域, 是

现代制造技术、人工智能技术和计算机科学技术三者结合的产物。“智能制造技术基础”是智能制造工程专业的专业核心课程，课程内涵始终紧密结合尖端人才培养需求、国内外最新发展动态与前沿制造技术，课程内容是从从事智能制造领域人才所必需的专业知识，是进一步发展高尖端智能制造的技术基础。通过该课程的学习，培养学生对智能制造技术主动思考和深入探究的学习态度，扎实掌握未来从事智能制造所必备的基础知识，有效提升学生的综合工程素质及解决复杂智能制造工程问题的能力，为后续智能制造相关课程的学习，以及可能开展的智能制造相关科学研究和工程实践奠定坚实的理论基础。

课程设置为 48 学时，主要涵盖了第一章智能制造技术概述，介绍智能制造技术发展背景和意义，智能制造技术内涵、特征与发展趋势，以及智能制造技术体系；第二章人工智能主要介绍机器学习与人工神经网络，这里选取了人工智能中最典型与重要的知识点进行介绍，例如机器学习中的决策树、随机树等算法与应用；第三章为该课程的核心部分，主要包括智能设计与决策，智能设计系统，智能 CAD 系统，智能加工工艺与智能制造数据库与建模；第四章介绍智能监测、诊断与预测技术与实例，主要是讲授如何应用人工智能技术解决产品制造、运行等全生命周期中的问题；第五章智能制造系统介绍智能制造系统特征与架构，智能制造系统调度控制，智能制造系统供应链管理，智能制造系统运维与服务；第六章智能制造装备讲授智能数控机床、3D 打印设备与工业机器人，以及智能生产线与智能工厂。

1.2 课程建设的挑战与困难

我们正处于新一轮信息技术革命的起步阶段，许多新概念、新技术、新名词层出不穷，同样的一个技术或者类似的技术可能出现多种名词，而这些名词最初大多数是英文，在翻译为中文的过程中容易出现歧义或者衍生出更多相似的名词。另外，例如云计算、云储存、云制造、信息物理系统等一系列新概念与理论与学生们传统学习到的理论与知识维度不同，网络技术给人类带来的虚无缥缈感觉也转嫁到了该课程之中，介绍新概念过多容易使学生感觉枯燥，并使师生迷失在大量的新概念、新理论之中，失去与传统制造技术的有效链接。

该课程体系庞大，涵盖内容包括人工智能、先进制造技术、仿真与设计技术、制造系统管理与运维、智能制造系统供应链管理、智能制造装备等，这些内容任意一个单独拿出来都是一门成体系的课程，如何在 48 学时或者 32 学时的有限时间内进行有效的知识灌输与讲解，对于课程讲授教师来讲，充满了挑战。

2 课程教学目标的确定

结合我校立足航天、服务国防，与国家同向而行的人才培养定位，服务国家重大项目战略与地区经济发展需求，确定了“智能制造技术基础”课程的教学目标，如图 1 所示。

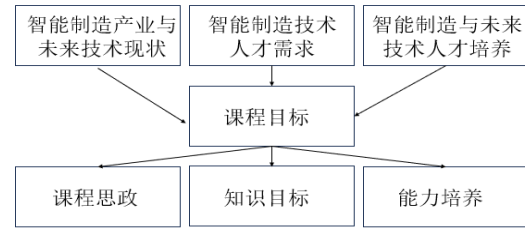


图 1 课程教学目标的确定

思政目标：学习习近平总书记向哈尔滨工业大学建校 100 周年致贺信精神，“新中国成立以来，在党的领导下，学校扎根东北、爱国奉献、艰苦创业，打造了一大批国之重器，培养了一大批杰出人才，为党和人民作出了重要贡献。”在新的 100 年哈工大会“坚持社会主义办学方向，紧扣立德树人根本任务，在科研攻关中提炼教书育人本质，不断改革创新、奋发作为、追求卓越”，培养新的大批杰出人才、打造新一批国之重器，结合“祖国以光”，“卫国镇海”等贺信精神，确立了“2025 年更多学科进入世界一流行列、2035 年进入世界一流大学前列、到本世纪中叶成为世界顶尖大学”的“三步走”发展战略。智能制造是打造未来国之重器的核心技术，如何启发学生的探索与求是精神，激发学生追求卓越，规格严格的动力，培养智能制造相关杰出人才、是秉承贺信精神并实现中国梦的重要环节。

知识目标与能力培养：了解传统制造、精密与精益制造的发展历程，了解未来 10 年各国家的智能制造战略布局，各领域智能制造的发展与应用情况；掌握智能制造关键技术的定义、内涵与体系架构；熟练掌握智能制造技术中所涵盖的智能设计技术，包括智能映射与决策、智能设计系统和智能 CAD 系统，熟悉人工智能中机器学习与人工神经网络的基本原理，掌握智能加工技术包含的智能加工工艺、智能制造数据库与建模、数控加工智能编程等技术的原理，掌握机械工程领域的现代智能设计方法和先进信息技术工具的工作原理与开发方法，并了解其局限性；掌握机械加工过程智能监测与控制技术中的无损检测技术、智能诊断、智能预测与控制方法概念与内涵，了解先进的故障预测与健康管理系统运行原理，了解人工智能在智能制造中的典型应用，并能根据智能加工系统中加工精度、加工表面质量和刀具磨损等问题分析根源并提出合理的解决方案。能够选择和使用恰当的智能制造技术、现代工程工具和信息工具，解决复杂的现代机械加工工程问题。掌握智能制造系统的体系架构与调度控制原理，了解智能制造系统的供应链管理、智能管理与运维系统的内涵，掌握智能制造装备中高档数控机床，高端 3D 打印装备，智能工厂的概念与运行原理，能够选择和使用恰当的智能制造系统、智能制造装备和智能制造方法，解决复杂的机械制造工程问题，体现创新意识，并具有综合运用知识、查阅及分析文献的能力。

3 课程教学内容的建设

3.1 理论教学内容

智能制造涵盖内容十分广泛，多而繁杂，首先应该根据学时数例如 48 学时、32 学时或者 24 学时进行课程组内部讨论，确定重点讲授的部分，将重点部分合理安排讲授内容与学时数，再安排其他章节，另外需要与智能制造工程其他课程组沟通、讨论，避免内容的重复，例如人工智能、智能装备、智能传感器等都有可能开设了单独的课程，建议将机器学习、智能设计与加工、智能制造装备中的机器人与 3D 打印设备作为重点讲授。

3.2 实践教学内容

实践教学内容可以考虑从软件培训与硬件培训两个部分展开，（1）软件部分可以讲授基于 python 或 matlab 的机器学习、深度学习算法与实践，有限元软件中的拓扑优化与衍生设计，3D 打印切片软件 Cura 的切片、参数设置与路径生成，机器人运动模拟与控制软件，UG 加工轨迹生成等；（2）硬件部分根据各课程组与学科现有条件建议讲授 CNC 数控加工系统智能制造相关内容，例如刀具磨损识别与智能轨迹优化等，工业机器人与各种 3D 打印机的实践教学，视觉识别系统、智能控制系统等等。

4 课程教学方式与方法的创新

哈尔滨工业大学依托机械工程“双一流”A+学科，机器人技术与系统全国重点实验室、微系统与微结构制造教育部重点实验室等优势资源，设置了“智能制造工程”新工科专业，并于 2022 年开始招生。该专业面向国家对智能制造专业技术人才的需求，培养立志于科技创新，具有从事智能制造技术与系统的设计制造、科学研究、技术开发、工程应用及工程管理等能力的工作能力，在智能制造相关领域引领未来发展的复合型杰出创新人才。智能制造工程专业拥有一支高层次人才（院士、国家级人才等）领衔的优秀师资队伍，结合未来技术学院智能装备模块等，励志将该专业方向打造成精品专业。针对该课程的教学方式，采用了课堂讲授，机器人、3D 打印、精密加工实验室参观与操作，CNC 数控机床与 3D 打印现场原理与操作讲解，机器学习/深度学习软件编程实际操作，3D 打印切片软件实际操作，有限元软件实际操作与学习等，部分解决课程新概念、新知识多、理论复杂冗长枯燥等问题。

课程另外考虑了结合智能制造教师相关科研项目，对相关章节进行深入分析与讲解，结合实际案例可以更生动的让学生掌握和理解采用什么样的人工智能方法，如何解决先进制造中的关键问题，例如图 2 所示采用机器学习方法建立激光粉末床熔融 3D 打印铝合金微观组织与样品硬度/致密度预测模型^[3]，是典型的利用 AI 技术（机器学习方法例如 AdaBoost、Gradient Boost、KNN 等）解决先进制造（激光 3D 打印）中性能预测的问题，课程也结合了问天实验舱机械臂、新型人形机器人、月壤钻探机器人、

火星车、工业机器人等典型案例，使同学们对智能制造技术有了更深一步的了解，取得了良好的授课效果。

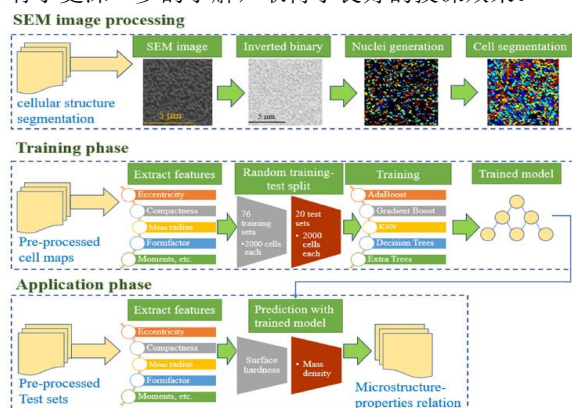


图 2 采用机器学习方法建立激光粉末床熔融 3D 打印铝合金微观组织与样品硬度/致密度预测模型

5 结束语

本文通过分享智能制造工程新专业的核心课程“智能制造技术基础”对课程教学与建设的内涵需求，提供了该课程完备的建设与实施方案，包括课程建设的思路，课程建设的挑战与困难，课程目标的确立与课程内容的选择，理论与实践教学内容建议，课程教学方式与方法的创新等，凸显了“智能制造技术基础”课程建设与目标实现的导向性，秉承习近平主席的核心精神将工程、科研与课程思政相融合，通过教学实践检验，学生学习效果和课程组课程建设效果均达到了预期目标。该课程的建设与实施方案可为国内其他高校智能制造专业的相关课程提供案例参考。

基金项目：2023 年哈尔滨工业大学研究生教学改革项目（专业学位研究生人才培养改革专项），面向工程硕博推免选拔的有组织招生机制与有效提高生源质量的体系构建，编号 ZYMS0016。

[参考文献]

- [1]陈明,张光新,向宏. 智能制造导论[M]. 北京:机械工业出版社,2021.
- [2]周济,李培根. 智能制造导论[M]. 北京:高等教育出版社,2021.
- [3]Tianyu Yu, Xuandong Mo, Mingjun Chen, Changfeng Yao. Machine-learning assisted microstructure-property linkages of carbon nanotubes reinforced aluminum matrix nanocomposites produced by laser powder bed fusion[J]. Nanotechnology Reviews, 2021, 1(10): 1410-1424. 作者简介:于天宇,哈尔滨工业大学机电工程学院,教授,工学博士,主要研究方向为增材制造技术与智能材料;主讲课程为《智能制造技术基础》,《增材制造(3D 打印)技术在航空航天中的研究前沿及应用》,《先进制造中的塑性变形与相变原理》。

数字化时代焊接技术与工程专业建设探究

张鹤鹤¹ 张 龙² 柴森森¹ 王 刚¹ 张丽萍¹ 黄敬霞¹

1. 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

2. 重庆科技大学建筑工程学院, 重庆 401331

[摘要]在数字化时代浪潮下, 焊接技术与工程专业迎来了新的发展契机, 同时也遭遇了新的考验与难题。不可否认的是, 目前焊接技术与工程专业在数字化课程资源建设方面, 仍然存在专业课程针对性不足、缺乏实践指导性、课程思政融合欠缺等问题亟待解决。文中通过分析数字化时代的教育特点, 以及焊接技术与工程专业课程的特性, 提出了整合数字化资源、创新教学方式、强化实践环节融入课程思政元素等策略, 对于推动数字化时代焊接技术与工程专业课程建设具有一定的理论和实践意义。

[关键词]数字化资源; 焊接技术与工程; 课程思政

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12900

中图分类号: TU855-4

文献标识码: A

Exploration on Welding Technology and Engineering Professional Construction in the Digital Era

ZHANG Hehe¹, ZHANG Long², CHAI Sensen¹, WANG Gang¹, ZHANG Liping¹, HUANG Jingxia¹

1. School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

2. School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: In the wave of the digital era, welding technology and engineering majors have ushered in new development opportunities, but also encountered new tests and difficulties. It cannot be denied that there are still problems that need to be solved urgently in the construction of digital course resources for welding technology and engineering majors, such as lack of targeted professional course content, lack of practical guidance, and lack of integration of course ideology and politics. By analyzing the educational characteristics of the digital era and the characteristics of welding technology and engineering professional courses, this article proposes strategies such as integrating digital resources, innovating teaching methods, and strengthening practical links to integrate course ideology and politics elements, which has certain theoretical and practical significance for promoting the construction of welding technology and engineering professional courses in the digital era.

Keywords: digital resources; welding technology and engineering; ideological and political education

引言

随着人工智能技术的持续迅猛发展, 促进数字化资源融入教学活动和教育创新改革, 已然构成中国教育现代化进程的核心趋势。2023 年 2 月 13—14 日在北京举办的主题为“数字变革与教育未来”的世界数字教育大会上, 指出了数字化转型在全球教育转型中的关键地位^[1]。现阶段, 人工智能和大数据等前沿信息技术为高等教育的数字化转型奠定了坚实的技术基础, 需要进一步利用数据的力量来优化教学效率和教育效果。课程数字资源的建设可有效促进高等课程模式的创新和智能化升级^[2]。

焊接技术与工程专业本科毕业生在机械制造、交通基础设施(如桥梁、船舶、铁路等)和航空航天等领域从事自动化、半自动化焊接技术的操作与实施、制定工艺规范, 以及产品质量检测等多方面工作。焊接专业教学过程强调实践和应用导向策略, 旨在确保学生不但能系统掌握焊接领域的理论基础, 同时也能通过实践经验的积累, 熟练掌握焊接操作技能。此外, 焊接技术作为制造

业、交通基础设施和航空航天等领域的关键连接工艺, 其质量直接关系到人民生命财产安全、产品的可靠性以及使用寿命。因此, 对于焊接技术与工程专业的教育而言, 培养学生具备扎实的专业素养固然重要, 但同样不能忽视学生工程伦理教育、团队合作、工匠精神以及国家情怀等方面的综合素养。这些素养的培养有助于学生在未来的职业生涯中更好地应对工程实践中的挑战, 并为社会的发展做出积极贡献。

1 数字化时代焊接技术与工程专业课程建设的挑战与机遇

数字化技术的进步日新月异, 如何将其巧妙地融合到焊接技术与工程专业的课程中, 是一个值得我们深思和探讨的问题。数字化技术为教育方式的创新提供了巨大的可能性, 使得学生可以接触到更广泛的信息, 同时也激发了他们更开放、更活跃的思维方式。专业教育必须更加注重满足学生的实际需求, 更加注重引导和启发, 而不是仅仅停留在传统的灌输式教学上。

数字化时代为教育提供了海量的教学资源,包括在线课程、教学视频、教学案例、文献资料等。虽然数字化时代为教育提供了丰富的教学资源,但如何将这些资源有效地整合到焊接技术与工程专业课程建设中,也是一个需要解决的问题。专业老师积极参与创建专业相关的数字化教学资源,例如制作多媒体课件,开发网络课程,制作教学视频,收集和整理数字化教学资源。目前建成的比较成熟的数字化教学资源有《金属学及热处理》精品在线开放课程,《冶金传输原理》重庆市一流在线课程。此外,通过计算机模拟技术大学生可以在虚拟环境中模拟真实的工业场景,进行实践操作,增强对知识的理解和掌握。同时,教师可以借助数字化工具创设职场情境,引导学生积极参与讨论和实践,培养他们的职业素养和道德观念。这种教学方式不仅有利于学生的学习成长,也有助于提升思政教育的效果和质量。

2 课程思政在焊接技术与工程专业中的意义

在焊接技术与工程学科的教学实践中,融入思想政治教育元素,旨在辅助学生构建坚实的价值观体系,并在专业技能的掌握之外,同步发展其伦理道德水准与职业责任感。焊接技术与工程领域对从业者提出了全方位的素质要求,不仅包括技术精进,更涵盖了对工作的严肃态度、团队协作能力等。在此框架下,思想政治教育不仅作为知识传递的一部分,而且作为实际工作场景中专业精神和职业操守的培养途径,以此来适配学生未来的职业角色。

焊接技术与工程学科的进步依赖于不断的创新活力。将思想政治教育融合于专业课程中,能够有效促进学生创新意识的萌发与创新技能的培育。通过鼓励学生密切跟踪技术前沿并亲身投身于科技创新的实际操作中,学生能够在稳固其专业知识根基的同时,拓展其在竞争激烈的市场中所需的创新思维和能力。焊接技术与工程作为社会发展的关键支柱,学生在此领域的教育不仅是技术训练,更是责任与使命的培养过程。通过课程思政的教育,学生将深化对个人在社会中作用的认识,强化其对社会责任的内在驱动。参与到社会实践中,洞察行业发展脉络,学生将更加主动地关注并响应社会需求,为人类福祉贡献自己的力量,积极融入并推动行业的创新与发展。

3 数字化时代焊接技术与工程专业课程建设的策略与实践

在当前的数字化时代,焊接技术与工程专业的课程建设需要充分考虑时代的特点和学生的实际需求。为此,我们需要整合数字化资源,打破传统的教学方式,创新教学方法,并加强实践教学与思政教育的深度融合。真正提升焊接技术与工程专业课程的教学质量和培养效果,培养出既具备专业技能又具备良好职业素养和社会责任感的优秀人才。

3.1 推进数据资源整合共享

在数字化时代,焊接技术与工程专业课程建设需要充分利用数字化资源,提高教学质量和针对性。然而,当前数据资源存在分散、孤立和封闭的问题,导致数据资源的有效利用和价值实现面临诸多挑战。为了打破这一困境,数据资源的整合与共享变得至关重要。在焊接技术与工程专业教学方面,数据资源整合共享可以帮助专业更好地管理和利用数字化教学资源,提高教学质量和效率。此外,在整合数字化教学资源过程中要加强数字化平台的建设和管理,确保数字化资源的可用性和安全性。

数字化时代为焊接专业课程建设提供了更多的可能性。数字化手段能够实现教育个性化与定制化,更精准地满足学生的学习需求。为了实现这一目标,我们应采用多元策略,包括教学内容数字化呈现、在线学习平台搭建、数字化实验与模拟软件应用,以及在线评估与反馈系统建立,如图1所示。在专业数据资源整合和共享方面,专业老师搭建了在线课程,分类收集了专业电子资料,为学生提供了线上讨论的平台,实现了翻转课堂^[3]的教学方式,大大提高了提高教学质量和效率。在实践教学方面,专业老师搭建了焊接模拟仿真实验室,为学生提供了实践操作的空间和平台,提升了专业技能水平,提高了大学生解决问题的能力。通过大学生和专业教师在线评估和反馈,及时优化数字化教学资源。这些方法不仅可以整合各种教学资源,还可以促进教育公平和个性化教育的发展。通过数字化手段,我们可以更好地满足学生的学习需求,培养创新型人才,推动教育的持续发展。

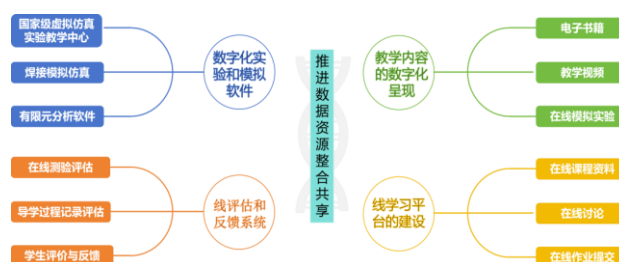


图1 焊接专业数据资源整合共享建设

3.2 创新教学方式和方法

数字化时代为教学创新提供了广阔的空间。在焊接技术与工程专业课程建设中,教师积极探索新的教学方式和方法,激发学生的学习兴趣 and 主动性。专业老师目前将案例教学、情景模拟、翻转课堂等教学模式融入到了专业教学中^[4-6],让学生在参与中体验、在体验中感悟、在感悟中成长。同时,专业老师实行导学管理制,导学老师带领学生参与自己的科研或者工程项目,项目导向式教学可以使课堂教学与实际问题的结合起来,提高学生解决实际问题的能力。此外,专业教研组集中整合了数字化教学资源,

如多媒体课件、在线课程、虚拟仿真实验等,丰富教学内容和形式,帮助学生更好地理解知识、提高学习兴趣。经过专业教研组的研讨和协作,专业制定出了一套符合数字化时代需求的教学方式,具体实施方案如图 2 所示。

通过创设情境教学、协作学习和探究学习等新型教学方式,专业教师引导学生主动参与学习过程,激发大学生的学习动力和主动性,培养自主学习、合作学习和创新思维能力。每年专业老师组织学生参加全国大学生焊接创新大赛^[7],学生们自由组成小组(四人一组)。自行联系指导老师。通过查阅文献,自行选题解决竞赛提出的题目。然后专业老师组织评比,选出四组去参加竞赛。在整个过程中学生体会到了团队合作精神,激发了大学生求知欲,提高了实践能力和创新思维,同时也培养了大学生的社会担当。



图 2 数字化时代焊接专业创新教学方法的途径

利用数据分析技术及时了解大学生的学习情况,专业老师利用雨课堂、学习通、智慧教育等线上平台了解学生对课堂理论学习的掌握情况,发现问题并提供个性化的反馈和建议,实现精准教学和个性化辅导,以提高教学效果和学生的学习成果。另外,专业教师可以结合在线学习和面对面教学的优势,专业教师在课堂前针对具体案例线上提前讨论,引出课堂内容,然后面对面理论教学,根据课程需求灵活运用两种方式,实践翻转课堂和第二课堂,经过一年的教学实践,在专业学生中产生了积极的认可。此外,引入数字工具和平台的使用有助于大学生掌握数字化技能,提升他们在数字化环境中的学习能力和适应能力。

3.3 加强实践教学与思政教育的结合

实践教学作为焊接技术与工程课程的重要组成部分,也是思想政治教育的有效载体。教师应认真梳理课程内容,深入挖掘其思想政治要素,并将其有机地融入课堂教学活动。例如在教授焊接结构课程中,引入历史重大交通事故和航空事故大都因为焊接接口处的缺陷过多、组织晶粒度过大等原因造成,并把具体的案例放到在线案例库中,引导学生组成讨论小组,课前讨论,然后课堂上让不同的小组陈述其对案例的分析,引入课程没内容。

教师可以通过组织实践项目、案例分析、讨论和互动,引导学生思考和讨论焊接工程实践中的道德、专业精神和

社会责任等问题。例如专业老师将数值模拟融入实践教学,通过理论联系实际,培养学生的实践能力、创新思维,通过学生对现实工况的模拟分析,提高对理论知识的理解,同时也有利于帮助大学生提高社会责任感。这有助于培养既有专业技能又有良好思想素质的优秀人才。

同时,教师还可以通过课堂讲解和实例,教授相关法律法规和安全意识知识。在评价方面,教师可以设计综合评价方法,全面考查学生在技术实践中的表现和思想政治素质的发展。例如,在焊接机器人课程中,专业老师利用在线评估的方式对学生进行考评。专业教师会随机给定学生小组一个具体的工况,要求学生小组协作制定解决方案,使用焊接模拟仿真软件 UG·NX 进行设计模拟,评估对任务的完成度和经济效率,综合评价学生对工程实际问题的解决能力。

通过数字技术,根据课程内容和思政教育目标,更新实践教学案例库、创新实践教学形式。如开展线上或线下实践项目、组织学生参加焊接技能竞赛、组织学生参与企业实习实训等活动等,在项目、竞赛或者实习过程中,引入相关的职业道德和规范,帮助学生将理论知识应用于实践中,提高学生的学习兴趣和参与度,培养他们的实践能力、创新思维和社会责任感。在分析焊接缺陷时,引入教学案例库的内容,强调质量意识和安全意识,培养学生的责任意识 and 安全意识。

4 结语与展望

在数字化转型的大背景下,焊接技术与工程专业课程建设面临了前所未有的发展机遇与挑战,迫切要求专业教师在课程体系优化、教学方法革新、实践教学加强、数字化教学资源库构筑及评价体系多样化等多个维度上进行深度革新与持续改良。未来的发展蓝图中,我们需致力于进一步内化思政教育的核心理念于焊接技术与工程专业的教学实践之中,以此作为基础培育出一批既符合社会主义核心价值观又具备高层次工程技术能力的专业人才。

基金项目:重庆市教育科学规划课题,基于产教融合的应用型本科创新创业型焊接人才培养模式改革与实践,编号:2021-GX-390;中国校园健康行动·教育教学研究成果管理办公室,建筑钢结构工程低温焊接技术应用研究,编号:EDU0808;重庆科技学院本科教育教学改革研究项目,基于“专赛结合”的(焊接技术与工程)创新实践环节课程教学研究,编号:202227。

【参考文献】

- [1]本刊编辑部.数字变革推动高等教育创新发展——世界数字教育大会高等教育平行论坛综述[J].中国教育信息化,2023,29(5):3-15.
- [2]马晓旭,黄春燕.智慧教育时代高校教师数字化教学能

力提升的挑战与应对[J]. 职业技术, 2024, 23(3): 18-23.

[3] 卢海琴. 浅谈翻转课堂为主的混合式教学法在教学中的应用[J]. 汽车维修与修理, 2024(2): 31-35.

[4] 姚宗湘, 蒋德平, 张丽萍, 等. 开展校级焊接赛课, 培养学生创新实践能力[J]. 电焊机, 2018, 48(8): 146-148.

[5] 陈玉华, 刘颖, 陈乐平, 等. 构建“1234”新模式, 激发地方工科高校创新创业教育内生动力的探索与实践[J]. 创新创业理论研究与实践, 2023, 6(8): 123-126.

[6] 罗晓东, 尹立孟, 王青峡, 等. 基于虚拟仿真技术的实验

教学平台设计[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(4): 104-107.

[7] 丁昕祯, 尹立孟, 王刚. 基于焊接创新大赛的大学生创新创造能力提升的研究与实践[J]. 焊接技术, 2023, 52(7): 125-128.

作者简介: 张鹤鹤, 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 副教授, 工学博士, 主要研究方向为电子封装可靠性、电磁脉冲焊, 主讲课程为金属力学性能、钎焊(双语)、电子封装材料。

材料科学与工程专业教学改革的实践与探索

吴 靓 莫欣雅 王 晖 肖逸锋 张乾坤

湘潭大学机械工程与力学学院焊接机器人及应用技术湖南省重点实验室, 湖南 湘潭 411105

[摘要] 随着材料领域新知识的迅速增长, 相关课程内容也不断扩充, 专业人才需求逐渐向创新发展转变, 材料科学与工程专业教学面临新挑战。文中探讨了新教学体系的构建、现代教育技术融合教学形式、配套实践模式以及多元考核方式等方面, 提出了新的教学实践改革思路。

[关键词] 材料科学与工程; 教学实践; 培养模式

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12904

中图分类号: G64

文献标识码: A

Practice and Exploration on Teaching Reform in Materials Science and Engineering

WU Liang, MO Xinya, WANG Hui, XIAO Yifeng, ZHANG Qiankun

Hu'nan Key Laboratory of Welding Robotics and Application Technology, School of Mechanical Engineering and Mechanics, Xiangtan University, Xiangtan, Hu'nan, 411105, China

Abstract: With the rapid growth of new knowledge in the field of materials, the content of related courses is constantly expanding, and the demand for professional talents is gradually shifting towards innovative development. The teaching of materials science and engineering majors is facing new challenges. This article explores the construction of a new teaching system, the integration of modern educational technology teaching forms, supporting practical models, and diverse assessment methods, and proposes new teaching practice reform ideas.

Keywords: materials science and engineering; teaching practice; training mode

1 材料科学与工程专业的现状

材料是人类生活、社会进步和科技发展的重要基础之一, 反映了国家综合实力的发展水平。21 世纪, 以材料、能源、信息、生物等技术为支撑的世界高科技与综合国力的交融与较量, 对科技人才的竞争日趋激烈。在这种情况下, 材料与工程专业的人才培养面临着严峻的挑战, 同时也面临着发展的契机。材料科学与工程是 20 世纪 70 年代在美国兴起的一门新兴学科, 伴随着科学技术的发展与社会的进步, 以及对材料的需求不断增加, 中国多所理工、综合类高校纷纷开设了材料科学与工程专业^[1]。作为一门历史悠久的独立学科, 材料科学与工程融入各领域, 得到国际高度重视。材料科学与工程是当代信息社会的基石, 推动了光电子产业、纳米技术、磁电子技术等新产业浪潮。因此, 在国际竞争中, 新材料行业的科技发展, 对我国的新材料行业的人才质量提出了更高的要求, 也对高等教育提出了更高的要求。另一方面, 材料与工程是一门应用性很强的学科, 其学科范围越来越广, 与物理、化学、机械电子等相关学科联系十分密切, 这就增加了大学材料科学专业的教学体系与课程设置的难度。当多个学科的内容同时存在时, 如何培养出能与之相适应的人才就成了当务之急, 制定符合社会对人才要求的先进、科学、可行培养方案至关重要。

在技术的不断更新和优化下, 材料与工程的研究范围

越来越大, 新的知识也在迅速地成长, 这就需要对人才的知识结构和创新能力有更高的要求, 对教学改革迎来巨大挑战。人才素质主要体现在知识结构和创新能力上, 通过优化整合课程体系、设计合理知识结构, 有针对性地培养学生的创新能力。当前, 有 40 余所高校的材料科学与工程专业被认证, 提升了中国国际影响力, 这也说明材料类专业对全面提升工程教育质量至关重要^[2]。为此, 全国各大院校都在积极转变观念, 以培养高质量的复合型材料与工程人才为己任。随着科技发展, 对专业课程设置要求愈发严苛, 然而部分课程内容陈旧、枯燥, 新材料研究进展缺失, 需要及时调整。此外, 目前我国大多数大学的老师仍沿用传统的多媒体教学方式, 即以 PPT 形式向学生进行讲解, 教学过程中缺乏互动性和主动性。同时, 大多数学生对所学的东西都是死记硬背, 没有经过充分的思考、吸收和消化, 导致他们的学习效果不佳。当前, 我国高校材料与工程专业教学中出现的一些教材与时代要求已经不相适应, 这也成为高校培养高素质创新型人才的“瓶颈”。因此, 必须对《材料学》基础课程进行改革。

2 材料科学与工程专业教学改革的思路和目标

2.1 教学改革思路

①以知识—能力—素质为主线, 贯穿于教学的全过程及各个阶段, 强化学生大工程意识的培养, 致力于培养学生的创新意识、创造能力和创业精神。

②专业方向紧密结合材料产业科技进步,地方经济及区域经济的需求(尤其是高技术新材料产业的需求),考虑毕业生就业情况和市场适应性。

③重视材料与工程学科本身的发展规律,突出理工结合,宏观和微观,共性和个性的联系,以及跨学科的多样性。

④采取“垂直扩展专业内涵,横向扩大专业口径”的思路,对专业课程进行快速重构,建立符合社会发展需要的人才培养模式;

⑤根据“强基、强主干、兴枝(选修)”的原则,对新的课程系统进行合理的设计,精简课程类别,对每一门课程进行了科学的划分,并对课程之间的关系进行了恰当的处理,使之成为一个科学的整体。

⑥强化实践性教学,以培养学生的工程实践能力、动手能力、创造能力为重点。

2.2 教学改革目标

①根据社会经济发展需求和材料科学技术发展特点,重新定位本科专业培养目标和人才培养规格。

②以21世纪材料类专业人才素质要求和培养方案特点为基础,提出一套符合时代要求,符合我国国情,符合国际要求,切实可行的人才培养计划。

③以宽为本,以全面为本,个性教育强调个性,转变为培养社会人才。

④以教学内容和课程体系改革为中心,以人才培养模式改革和实施创新教育为重点,推动实践教学改革、教学方法和手段改革,全面优化人才培养模式,建立新型课程体系。

⑤面向大材料,坚持中材料,搭建专业和组织教学立足现代科学与工程体系为核心,合理进行专业定位,确定培养类型和层次,在新形势下根据人才市场需求和学校特点,培养具有一级学科基础知识和二级学科专业知识以及创新精神的复合型人才。

⑥创建特色、品牌专业,打造高水平学科,培养高素质创新型人才。

3 材料科学与工程专业的课程建设探索

3.1 优化整合相关学科内容,构建新的教学体系

本专业的核心是以材料的成分和结构,表征,制备和性能为主线,设置相关专业的核心和方向的课程。为了适应企业的需要,学院和企业一起制定了培养计划,精选了优质的课程,对一些教学内容进行了整合,保证了教学质量和企业的需要。本专业的核心课程以“工学结合”为主线,通过与企业的紧密协作,对其进行专业课程的结构设计。从培养创新应用型人才的特点出发,结合企业的实际需求,扩大了课程体系,更新了教学内容,突出了实用性,提高了学生的实践能力和职业素养,也构建了多元化和专业化的教学模式。同时,将思想政治教育内容融入理论与实践教学,加强课程思政建设,提升育人效果。

3.2 应用现代教育技术与资源,改革教学方法

翻转课堂是利用现代科技,将知识传递和知识内化的一种倒置的教学方式,它是一种有效的师生互动方式,可以有效地调动学生的学习兴趣,是一种真正的以学生为中心的教育思想^[3]。传统的教学方法是教师在教室里讲,然后让学生完成功课,以巩固他们学到的东西。但是,在高校的课堂上,由于课时的限制,很难做到面面俱到,而且学生也不能做到全神贯注,翻转课堂能很好地解决这个问题。这种教学模式强调“先学后教”,这样,老师就不能只是一个简单的传授者,而应该是一个引导、引导学生学习的人。在课堂教学中,老师能够更多地参与到课堂教学中,对学生的自主学习、创造性、思维和实践能力的培养起到了很好的促进作用。在教学中,将线上和线下的教学方式结合在一起,教师会在课前规划和安排课程,在学习平台上整合课程体系,使课程知识系统化,明确学习目的和任务,从而让学生们的自学成为一种内容丰富、优质、有效的学习过程。在教学过程中,运用翻转教学的方式,让学生自己讲解,检查课前的预习情况,使学生在课堂上积极主动地参与。在课堂结束后,学生可以重新观看教学录像,并对所学到的内容进行巩固,老师可以给他们留一些习题或者是进行深度的延伸,让他们能够将自己所学到的理论知识应用到实践中去,同时也可以锻炼他们的分析和解决问题的能力。以《功能材料导论》为例,将教学内容分成若干模块,让学生分组,每个小组选取一种特定的功能材料开展研究。小组成员通过收集有关材料的发展历史,结构特点,最新的研究进展和对材料的创新性认识,并用PPT作报告,最后由教师评分、评论并补充内容。通过这个过程,学生作为主体,教师充当引导者角色。这种教学模式,既可以训练学生的综合分析能力,又可以激发学生的学习兴趣,同时也可以培养他们的团队精神,达到多方面培养的目的。

材料科学与工程专业与其他专业一样,课堂教学形式对学生的行为和学习效果有重要影响^[4]。我们提倡实施“以问题为中心”的教学方式,即“启发式”“探索式”和“讨论式”的统称。该教学方式以学生为中心,以小组为单位对教学问题进行探讨,让学生能够进行探索性地学习,把教师的“说教”变成“学生自己去思考”,能够更好地调动学生的积极,对学生问题的解决和创造性思维的发展具有一定的促进作用。以问题为导向的教学方式,以章节中的重要内容和核心问题为中心,建立起了学生的知识架构的骨架,抓住了核心问题的关键,在此基础上再去解决其他的问题,从而达到了事半功倍的效果,不仅节约了时间,还丰富了课堂教学内容,满足了快速发展的材料科学和技术对新知识、新技术和新方法的需要,同时也解决了学科知识增长和课时不足的矛盾。

3.3 强化教学配套实践

纵观中国的教育发展历程,不难看出,我国的教育目

标也在不断地随着时代的变迁,由单纯地教授知识,转变为学习能力,再到网络+下的创新能力。当然,我们必须认识到,创造能力的培养和发展是建立在强大的学习能力和对大量知识的掌握之上的,在现代教育中,学生的学习能力是一项非常重要的工作^[5]。传统的教学模式偏重知识传授,轻视实践操作,高等院校缺乏全面、高质量的人才培养。目前,很多学校由于自身的条件所限,实习主要是由老师来进行,而忽视了对学生实际操作、知识运用能力的培养。在这一过程中,必须把学生放在第一位,把理论与实践相结合,使学生的技能运用能力与综合素质得到充分提高。本文以机械工程与力学学院材料系本科学生实习为例,老师先让学生预习实践内容,总结要点;实践过程中,鼓励学生亲自操作,引导他们解决问题;实训结束后,要求学生思考并提高动手能力。同时,采用“项目教学法”,将专业技能分解成项目,引导学生独立完成,更好地理解实际生产情况,将理论知识与实践融合,提升实践水平。通过与行业规范、生产实际相结合的方式,加强了学生的创新精神,提高了学生的动手能力,解决了教学内容与工作岗位需求不相适应的问题。

加强实践环节是基础教育课程改革的核心内容,要密切与企业实际相结合,建立“基于实践技能培训,将基础理论知识与生产实际相结合”的递进式教学模式,以提高学生的创新能力和动手能力。实习、毕业设计等实践环节在大学四年不断贯穿,培养综合技能和创新能力;教学向企业延伸,采取多种形式,促进师生交流;教师参与工程实践能力提升培训,深入企业开展合作,积累实践经验。同时,邀请企业专业技术人员担任兼职导师,对学生的实际问题进行辅导,从而提高他们的动手能力和创造力,为社会输送具有创造力的专业人才。

3.4 考核评价形式的多层次化

在教学中,考评是一个非常重要的环节,它既能在教学全过程中起到指导的作用,又能对教师、学生产生双方面的约束,以此来检查教师的教学成绩和学生的学习情况。传统的以考试为总的考核方法有许多弊端,它不能真实地反映出学生对所学知识的掌握程度及创造潜能。为此,要构建多元化的全面评估体系,以推动学风、作风的转变,使评估的结果真正体现出学生的学习成绩和创新能力。在最后的评估中,将包括课堂作业及随堂考试的成绩。尤其是在通识课程、基础课及一些专业基础课后,通过典型课程的设计,使同学们能够在水平上把所学的知识串联起来,增强课程之间的关联性。考核的内容应包括过程性评价和结课评价,以此考查学生对所学知识的掌握情况,以及培养学生解决实际问题的能力。其中,以签到、录影带观看、习题完成率与正确率与测验为过程性评价,对签到次数和

录像观看时间等进行统计分析。期末考试则为结课评价,采用闭卷形式,考核内容可包括名词解释、分析判断、简答、论述等。与此同时,评价工作不能只局限于对学生的评价,还应该对教师进行评价,在教学过程中,由多名老师组成一个评估小组,根据不同的年级对其进行分期的检验,以保证培养目标的达成,以及检测学生是否达到预定的知识结构和能力水平。

在教学管理中,评估是一种非常重要的方法,它能使各学科的教师相互交流,并且能使得他们在教学过程中遇到的问题得到及时的解决,从而使他们的教学质量得到提升,这将有助于确保教学实践与时俱进,不断提升教学成果。

4 结语

高校教学改革始终关注教学实践,对于材料科学与工程专业而言,教学实践改革尤为重要。通过改革教学方式,可提高教学效率、节约时间,同时引入新知识、新技术、新方法,以应对材料科学与技术的迅速发展带来的知识更新挑战。这种改革为材料学课程、选修课和个性化发展提供了时机,将最新科学成果纳入教育,适应市场的需要。通过教学实践的改革,培养高素质的材料与工程专业人才,既能让学生掌握理论知识,又能掌握实际操作技能,具备应用与创新能力。材料科学与工程专业融汇各学科,最终形成共同基础,迎接挑战和机遇。在新工科的大背景下,社会对工程技术人才的需求越来越高,各大高校应以培养具有创新能力、适应能力的人才为根本目的,对材料科学与工程专业课堂教学内容与方式进行全方位的改革。

基金项目:2023 年湖南省学位与研究生教学改革研究项目:材料科学与工程专业研究生文化育人教学改革探索,项目编号:2023JGYB129。

【参考文献】

- [1]刘文娟,宋飞,王琳艳,等.浅议材料科学与工程专业的历史沿革及发展展望[J].广州化工,2019,47(9):210-211.
 - [2]夏爱林,吕耀辉,斯松华.材料科学与工程专业课程体系建设研究[J].安徽工业大学学报(社会科学版),2020,37(1):88-89.
 - [3]曾明星,周清平,蔡国民,等.基于MOOC的翻转课堂教学模式研究[J].中国电化教育,2015(4):7.
 - [4]莫再树.专业英语教材建设:问题与对策[J].外语界,2003(4):6.
 - [5]戴培邦.更新教育思想和方法,提高材料学课程教学质量[J].科技创新导报,2011(19):187.
- 作者简介:吴靛(1986—),女,湖南岳阳人,博士,湘潭大学机械工程与力学学院副教授,主要从事粉末冶金技术、金属间化合物和异种材料焊接研究。

建设应用研究型本科高校背景下焊接专业课程体系重构及教学实践

黄敬霞^{1*} 张鹤鹤¹ 柴森森¹ 王刚¹ 姚宗湘¹ 尹立孟²

1. 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

2. 重庆科技大学机械与动力工程学院, 重庆 401331

[摘要]在应用研究型本科高校建设背景下, 焊接专业面临着课程体系重构及教学实践的挑战。基于强调应用性和创新性、学科交叉与融合、科研与教学结合、动态调整与更新的原则, 文章提出了对焊接专业课程体系的要求。在此基础上, 给出了相应的课程体系重构策略, 并通过教学实践的实施与效果评估, 总结教学改革的具体措施和实施效果。本研究旨在促进应用研究型本科高校焊接专业课程体系的改革与发展, 提高人才培养质量, 满足行业发展需求。同时, 也为其他工科专业的课程体系改革提供了有益的参考和启示。

[关键词]应用研究型本科高校; 焊接专业; 课程体系重构; 教学改革

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12912

中图分类号: G642

文献标识码: A

Reconstruction of Welding Professional Curriculum System and Teaching Practice under the Background of Building Applied Research-oriented Undergraduate Universities

HUANG Jingxia^{1*}, ZHANG Hehe¹, CHAI Sensen¹, WANG Gang¹, YAO Zongxiang¹, YIN Limeng²

1. School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

2. School of Mechanical and Power Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331, China

Abstract: In the context of the construction of applied research-oriented undergraduate universities, welding majors face the challenges of curriculum system reconstruction and teaching practice. Based on the principles of emphasizing applicability and innovativeness, interdisciplinary crossover and integration, combination of research and teaching, and dynamic adjustment and updating, this paper puts forward the requirements for the curriculum system of welding specialty. On this basis, the corresponding curriculum system reconstruction strategy is given, and the specific measures and implementation effects of teaching reform are summarized through the implementation and effect assessment of teaching practice. This study aims to promote the reform and development of the curriculum system of welding specialty in applied research undergraduate universities, to improve the quality of talent cultivation and to meet the development needs of the industry. Meanwhile, the study also provides useful reference and inspiration for the curriculum system reform of other engineering majors.

Keywords: applied research-oriented undergraduate universities; welding specialty; curriculum restructuring; teaching reforms

引言

随着高等教育改革的深入推进, 应用研究型本科高校成为培养创新型人才的重要基地, 其建设与发展备受关注^[1-2]。特别是在科学技术发展迅猛的当前, 许多高校的办学定位正经历从传统的应用型向应用研究型转变, 这不仅意味着对人才培养质量的更高要求, 更意味着对专业课程体系的重新审视和重构。在此大背景下, 高校焊接专业作为培养焊接技术人才的一门强实践性的工科专业, 其课程体系重构及教学实践的改革显得尤为重要。

焊接技术作为制造业的重要组成部分, 广泛应用于航空、航天、船舶、汽车、电子等领域, 对于国家经济的发展和产业升级具有重要意义^[3]。近年来, 随着集成电路、微电子器件等高密度集成技术的迅猛发展, 焊接技术在电子封装中的应用越来越广泛, 对于焊接技术的要求也越来越高。然而, 传统的焊接专业课程体系往往更侧重于基础工艺和传统材料, 而忽视了电子应用领域的特殊需求, 导致许多毕业生在面对现代电子

制造技术时, 表现出一定的不适应和技能短缺。显然, 面临高校的办学定位转型期, 焊接专业课程体系的重构迫在眉睫。

焊接专业课程体系的改造并不仅仅是一个教育方面的问题, 更是一个关乎国家科技发展和产业升级的重大战略问题。一套合理、科学、与时俱进的课程体系, 将有助于培养出更多具备创新能力和实践经验的高素质人才, 从而推动整个行业的进步。基于此, 本文主要探讨在应用研究型本科高校建设背景下, 如何对焊接专业课程体系进行改造以及如何深入开展教学实践。通过分析当前焊接专业课程体系存在的问题和不足, 结合电子应用领域的特殊需求, 提出一系列的课程体系改造策略和实践方案。通过本文的研究, 有望能够为相关高校提供改革思路和借鉴方法, 为我国焊接专业教育的改革和发展提供参考。

1 应用研究型本科高校建设对焊接专业课程体系的要求

面临高等教育改革的持续推进和转型, 应用研究型本

科高校在整个高等教育架构中已日益凸显出核心地位。这类学校不但重视传授理论知识,而且强调理论与实践的紧密结合,旨在培养学生的实践操作技能与创新思维能力。焊接专业作为实践性强的一门学科,在应用研究型本科高校建设中需要重构课程体系,以满足当前的教育需求。图 1 显示了对应用研究型大学焊接专业课程体系的要求。

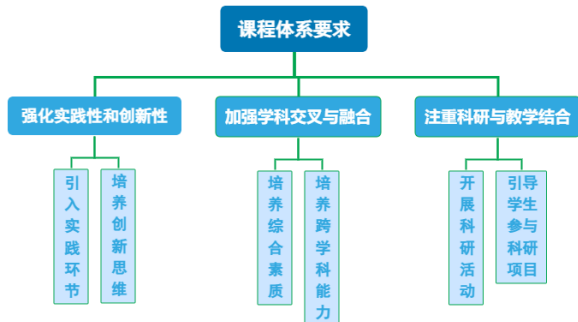


图 1 建设应用研究型大学背景下对焊接专业课程体系的要求

1.1 强化实践性和创新性

以钢铁行业应用为主的传统焊接专业课程侧重理论知识的教学,往往忽略了学生的实践动手能力。而在实际工程应用中,焊接技术需要具备极强的实践操作性和创新性。因此,应用研究型高校应实施实践教育环节,以加强学生的实际操作能力,同时要注重培养学生的创新思维,并鼓励学生进行自主探索和兴趣研究。

1.2 加强学科交叉与融合

由于焊接过程涉及了材料科学、化学、热学、力学等多个学科领域,因此,课程体系应加强焊接专业与其他相关专业学科的交叉与融合。例如,将焊接技术与微电子技术结合,通过倒装芯片键合、自动载带键合、超声键合、热压键合等方式实现芯片与 PCB 基板的连接,这种交叉与融合不但拓宽了学生的知识面,而且培养了学生的综合素质和跨学科能力。此外,通过与其他学科的交叉融合,学生可以更加深入地理解焊接技术的原理,并进行灵活应用,从而提高解决实际问题的能力。

1.3 注重科研与教学的结合

在建设应用研究型大学背景下,高校应强调实验与教学的有机结合。因此,高校应激励教师积极开展科研活动,在学生掌握一定焊接实验技能的基础上,引导学生加入实际研究工作中,着眼解决科学难点问题,将最新科研成果转化为丰富的教学资源,并培养学生的科研意识和创新能力。通过实验与教学的深度融合,使学生接触到最新的科研成果,提高他们的学习兴趣和动力。此外,这种结合也有助于促进教师的教学水平和质量的提升。

基于上述讨论,建设应用研究型本科高校对传统的焊接专业课程体系提出了新要求。高校需采取加强实践环节、促进学科交叉与融合、注重科研与教学的紧密融合等策略

重构课程体系,完善和系统培养具备创新思维和实践能力的高素质焊接人才,推动整个行业的进步与发展。

2 焊接专业课程体系重构的策略与实践

在应用研究型本科高校建设背景下,为了培养具备创新和实践能力的高素质焊接人才,焊接专业课程体系需要进行全面的重构^[5-6]。本论文以重庆科技大学焊接专业为基础,阐述其建设应用研究型本科高校背景下的课程体系改革思路,如图 2 所示。首先根据行业发展“需求导向”工程教育“问题导向”,以及创新能力“目标导向”的需求,进行课程体系的重构策略和实践方案的制定,如优化课程体系、更新课程内容、强化实践教学、校企合作与产学研合作;然后通过四种途径进行教学实践的实施与效果评价。

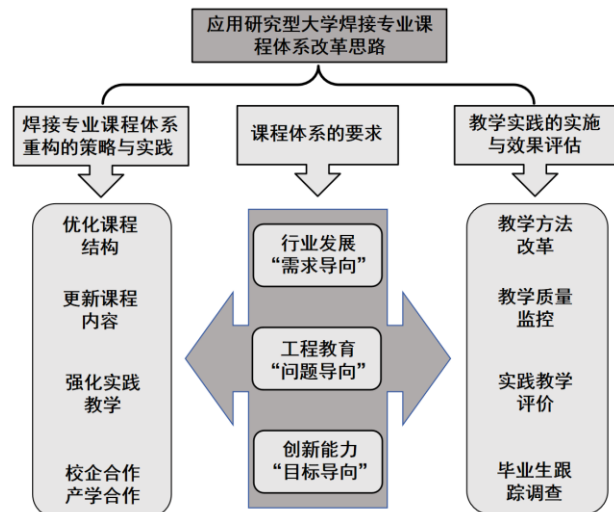


图 2 重庆科技大学焊接专业课程改革思路

课程体系的具体重构策略与实践方案主要包含以下四个方面。

2.1 优化课程结构

针对应用研究型本科高校的特点,第一要务是对课程结构进行调整。针对钢铁行业的传统焊接专业课程一方面过分偏重理论,且课程占比高,相较而言,实践和学科交叉课程则比重小,导致了焊接人才难以适应当前新兴电子行业的技术需求。因此,需要加强实践课程,并增加学科交叉课程,才能构建完善的课程体系。通过增加实践课程的占比,使学生在实际操作中巩固理论知识,从而提高解决问题的能力。通过开设相关学科的交叉课程,帮助学生更好地理解焊接技术的原理和灵活的应用。在具体实施过程中,高校应根据自身特色和实际情况制定具体的课程调整方案。例如,重庆科技大学焊接专业通过增设《焊接技术操作训练》课程,锻炼了学生的实际操作能力和对理论的深度理解力,以提高实践教学质量;开设与焊接技术相关的如材料科学、热力学、结构力学等交叉学科课程,以满足就业需求,例如该校针对电子封装行业需求的增加开设了一系列电子封装课程,将焊接技术与微电子进行交叉,

以满足当前的就业需求；构建完善的课程体系，以确保课程之间的相互支撑，例如该校还通过增设《钎焊》课程，为学生的毕业课设夯实基础。

2.2 更新课程内容

焊接技术随科技的进步而不断发展，为了使掌握最新的知识与技能，高校应结合行业发展趋势和人才培养需求，及时进行课程内容的更新。同时，鼓励教师将最新的科研动态和技术进展融入课堂教学中，让学生接触到新知识和新技术，以提高他们的学习兴趣和动力。此外，更新课程内容能够促使毕业生更好地适应行业需求，从而提高其就业竞争力。在具体实施过程中，重庆科技大学采用了多种途径进行课程内容的更新，如定期组织教师交流教学情况，分享最新的科研成果和技术进展；邀请行业专家和学者进行授课或举办讲座，让学生了解行业前沿动态；及时更新教材和教学资源，确保教学内容与行业发展同步，如该校焊接专业为满足就业市场需求设置有《钎焊》课程。重庆科技大学焊接专业的课程设置情况如表 1 所示，值得注意的是，为满足电子行业的应用需求，特设置了电子封装相关课程，包含电子封装材料及工艺、电子封装工艺及设备，以及电子封装可靠性。

表 1 重庆科技大学焊接专业课程设置

课程类别		课程名称	备注
专业基础课	必修	金属学与热处理、焊接专业导论、焊接冶金学、焊接结构学、焊接专业实验、金属材料力学性能、工程材料、机械设计基础等	学科基础
	选修	材料成型技术基础、金属腐蚀防护、表面改性、激光加工及工艺等	创新创业
专业课	必修	电子封装材料及工艺、电子封装工艺及设备、电子封装可靠性、弧焊电源、传输原理、材料焊接性、焊接质量检测与评价、弧焊原理与工艺、认识实习、焊接技能技术训练等	专业基础
	选修	特种焊接设备、压力容器焊接、焊接自动化、合金的焊接技术等、钎焊	专业延伸

2.3 强化实践教学

实践教学是培养学生实践能力和创新能力的重要环节。高校应建立完善的实践教学体系增加实践教学力度。例如，采用实验、课程设计、实习等多种形式，让学生在实操中巩固理论知识，提高解决实际问题的能力。通过实践教学还能够强化学生的团队协作能力和沟通能力，进而提升学生的综合素质。在具体实施过程中，重庆科技大学焊接专业采取了一系列措施强化实践教学，如增加实验教学比重，提供先进的焊接设备和工艺，如焊接机器人、电磁脉冲焊；开设《焊接技能技术训练》《认识实习》《生产实习》等实践课程；建立与企业合作的实践教学基地，为学生提供实践机会和实习资源；鼓励学生参加“全国大学生焊接创新大赛”“嘉克杯”国际焊接大赛、创新项目等活动，培养他们的创新和实践能力。

2.4 校企合作与产学研结合

建设应用研究型本科高校应加强与企业合作，开发课程和教学资源。校企合作使高校了解企业的需求和行业发展趋势，从而及时调整教学内容和教学方法。校企合作还能为学生提供更多的实习和就业机会，提升其实际应用能力和就业竞争力。通过产学研结合，将最新的科研成果转化为教学资源，能够提升教学质量和水平。在具体实施过程中，重庆科技大学焊接专业结合地方产业需求和自身特色及现有教育资源，积极开展与本地焊接行业协会、企事业单位之间的合作关系，通过校外实习让学生了解当前的就业需求和形势，通过实践项目训练，提升了学生的操作能力；与重庆德凯股份实业有限公司合作开展了技术创新，为学生提供实习和就业机会。此外，还将钎焊实验相关的成果转化为课堂教学内容，并将研究过程和方法引入课堂教学中。

基于上述讨论，为了培养具备创新和实践能力的高素质焊接人才，通过落实课程结构的优化、课程内容的更新、实践教学的强化、校企合作与产学研结合等措施，重庆科技大学构建了完善的焊接专业课程体系，来提高人才培养质量。同时，为行业的发展做出更大贡献。

3 教学实践的实施与效果评估

为确保应用研究型高校焊接专业课程体系重构的实践效果，需要采取相应措施实施教学实践并进行效果评估。具体的策略与实践内容如下：

3.1 教学方法改革

在建设应用研究型大学背景下，为激发学生学习的兴趣和积极性，使其较好的掌握专业理论和技能，高校应采用多种教学方法。例如，在《弧焊电源》课程教学过程中采用启发式教学法，引导学生主动思考和发现问题；在《材料焊接性》课程教学中采用讨论式或“整体化+研究性”教学法，鼓励学生参与课堂讨论；在《焊接结构学》课程中采用案例分析教学法帮助学生理解焊接技术的应用。此外，利用现代教育技术手段，如多媒体教学、慕课网络教学等，来提高教学效果。在具体实施过程中，重庆科技大学焊接专业对教师进行校内校外培训、定期组织教研室进行教学交流等方式推广教学方法。另外，还制定了具体的教学质量考核标准，来规范和评估教学方法。

3.2 教学质量监控

教学质量是焊接专业生存与学科发展的基石，而教学质量监控将成为维护焊接专业教学质量的关键。因此，在提高教学质量方面，应用研究型高校应建立完善的教学质量监控程序，对教学过程进行全程监控，以便及时发现问题并进行整改。该监控程序应包括计划监控、实施监控以及反馈监控三个环节，如设置问题，通过学生的问答和教学评价方式反馈学生的学习情况和教师的教学效果；通过定期检查和评估教学质量等监控程序，确保符合教学质量

标准。在具体实施过程中,重庆科技大学焊接专业针对不同类型的课程制定了详细的教学质量标准和评估指标,从而进行量化评估。

3.3 实践教学评价

实践教学是焊接专业课程体系的重要组成部分,应用研究型高校应建立实践教学评价体系。该体系注重过程评价与结果评价的结合,能够对实践教学环节进行科学评价。如通过实践成果展示、技能竞赛等方式对学生的实践能力和自信心进行评估;通过实践报告、实验报告等方式对学生的实践成果进行评估。在具体实施过程中,重庆科技大学焊接专业制定了具体的实践教学评价标准和评估指标,对实践教学环节进行量化评估。

3.4 毕业生跟踪调查

了解毕业生的就业情况和工作表现,高校应建立毕业生跟踪调查体系。该体系能够通过对毕业生的调查和反馈信息来了解其就业情况和工作表现,从而对课程体系和实践教学进行持续改进,如了解毕业生的就业率、薪资待遇、工作满意度等情况;了解毕业生在工作中的能力和素质表现;根据毕业生的反馈信息对课程体系和实践教学进行改进和优化。在具体实施过程中,重庆科技大学焊接专业通过多种方式对毕业生进行跟踪调查,如定期发放调查问卷或进行电话访谈;建立了焊接专业毕业生信息库,对毕业生的就业情况进行跟踪和记录;根据毕业生的反馈信息制定了改进计划和优化方案。

基于上述讨论,为确保焊接专业课程体系重构的实践效果,高校应采取教学方法改革、教学质量监控、实践教学评价和毕业生跟踪调查等措施,实施教学实践并进行效果评估。结果发现,这些措施能够激发学生的学习兴趣 and 主动性,提高教学质量,培养学生的实践能力,了解毕业生的就业情况和工作表现。

4 结论

在应用研究型本科高校建设背景下,焊接专业课程体系重构及教学实践是提高人才培养质量和满足就业市场需求的根本途径。该论文基于加强应用性和创新性、学科交叉与融合、科研与教学结合、动态调整与更新的原则,

提出了对高校焊接专业课程体系的要求,并给出了相应的课程体系重构策略。通过优化课程结构、更新课程内容、强化实践教学、加强校企合作与产学研结合等措施,本研究旨在提高人才培养质量,满足行业发展需求。今后,我们将持续关注教学改革的具体实施情况,不断完善和优化焊接专业课程体系,以更好地适应行业发展的需求,培养更多具有创新和实践能力的优秀人才。

基金项目:重庆市教育科学规划课题,基于产教融合的应用型本科创新创业型焊接人才培养模式改革与实践,编号(2021-GX-390);中国校园健康行动·教育教学研究成果管理办公室,建筑钢结构工程低温焊接技术应用研究,编号(EDU0808);重庆科技学院本科教育教学改革研究项目,基于“专赛结合”的(焊接技术与工程)创新实践环节课程教学研究,编号(202227)。

【参考文献】

- [1]唐丽萍.应用创新型焊接专业教学改革与实践[J].科学咨询(教育科研),2022,16(8):137-139.
- [2]元钧雷,从保强,宋晓国.新工科理念下的焊接与连接前沿与进展课程改革与实践探索[J].机械设计,2023,40(10):142-146.
- [3]陈志强,杨燕,付有卓.高职焊接技术及自动化专业课程体系的构建[J].内燃机与配件,2020,149(8):288-289.
- [4]姚宗湘,王刚,蒋德平.基于“互联网+”的焊接技术与工程专业实验课程体系的构建[J].教育教学论坛,2019(20):279-280.
- [5]屈华,刘伟东,陈明华.焊接专业应用型人才培养中课程体系设置与教学模式改革[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2019,21(3):110-113.
- [6]胡亚娟,肖海霞.应用型本科电气工程及其自动化专业课程新体系构建探讨[J].创新创业理论研究与实践,2023,6(24):98-101.

作者简介:黄敬霞,重庆科技大学冶金与材料工程学院,讲师,工学博士,主要研究方向为电子封装可靠性、微连接技术理论,主讲课程为电子封装工艺及设备、材料成型技术基础。

课程思政背景下材料科学基础课中思政元素挖掘的研究与实践

谢云天

哈尔滨理工大学马克思主义学院，黑龙江 哈尔滨 150080

[摘要]文中探讨了在材料科学基础课中融入思政元素的路径和方法，旨在实现课程思政与专业知识教学的有机结合。通过结合中华优秀传统文化、中国红色事迹和马克思主义基本原理，材料科学基础课不仅传授专业知识，还发挥了思想政治教育的作用。文章强调了思政元素在课程设计中的重要性，提出了将思政元素与专业内容相结合的具体措施，如通过案例教学、项目教学和讨论式教学等多样化的教学方法，增强学生的社会责任感和职业道德。通过科学的评价和反馈机制，文章为材料科学基础课的课程思政建设提供了新思路和方法，也为其他工科课程的思政教育提供了借鉴。

[关键词]课程思政；材料科学基础课；教学研究

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12892

中图分类号: G642

文献标识码: A

Research and Practice of Excavating Ideological and Political Elements in the Basic Course of Materials Science under the Background of Ideological and Political Education

XIE Yuntian

School of Marxism, Harbin University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang, 150080, China

Abstract: This paper explores the pathways and methods for integrating ideological and political elements into the basic course of materials science, aiming to achieve an organic combination of ideological and political education with professional knowledge teaching. By integrating the excellent traditional culture of the Chinese nation, the red deeds of China, and the basic principles of Marxism, the basic course of materials science not only imparts professional knowledge but also plays the role of ideological and political education. The article emphasizes the importance of ideological and political elements in curriculum design and proposes specific measures to combine ideological and political elements with professional content, such as case teaching, project teaching, and discussion-based teaching, and other diverse teaching methods to enhance students' sense of social responsibility and professional ethics. Through a scientific evaluation and feedback mechanism, this paper provides new ideas and methods for the construction of ideological and political education in the basic course of materials science, and also offers references for the ideological and political education of other engineering courses.

Keywords: ideological and political education; basic course of materials science; teaching research

引言

课程思政是高等教育改革的关键举措，其重要性在于将思想政治教育贯穿于各类课程教学中，实现立德树人的根本任务。通过课程思政，学生不仅能够获得专业知识，还能在潜移默化中培养正确的价值观、社会责任感和职业道德。材料科学基础课作为工科专业的重要基础课程，涵盖了材料的结构、性能、制备和应用等方面，是学生进入专业领域的关键起点^[1]。这门课程不仅是专业知识传授的重要平台，也是学生形成职业观念和责任意识的关键阶段。本文旨在探讨在材料科学基础课中如何有机地挖掘和融入思政元素，通过教学设计、教学方法的创新以及科学的评价与反馈机制，提升课程思政的效果，使学生在掌握专业知识的同时，树立正确的价值观和社会责任感，培养德才兼备的高素质“材料人”。

1 材料科学基础课中思政元素挖掘的意义

1.1 外部条件

落实课程思政建设的战略举措。2020年5月，教育

部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》明确指出，全面推进课程思政建设是落实立德树人根本任务的战略举措。课程思政不仅是将思想政治教育融入课程教学和改革的各个环节和方面，还旨在实现“润物无声”的教育效果，使思想政治教育贯穿于各类课程中^[2]。高等教育的所有课程都需要发挥思想政治教育作用，使专业课程和思想政治理论课同向同行，形成协同效应。作为高等教育的重要组成部分，专业课程是课程思政建设的基本载体，专业课程与思政教育相结合已经成为高校教学改革的重点方向之一。因此，在材料科学基础课中挖掘和融入思政元素，是顺应国家教育方针的重要举措，旨在培养德才兼备的高素质“材料人”。

符合工程伦理教育的内在要求。工程伦理教育在培养学生社会责任感和职业道德方面具有重要作用。在材料科学基础课中，工程材料的应用与环保问题是一个重要内容。通过探讨材料科学对社会发展的影响，强调材料选择对环境保护和资源利用的影响，可以引导学生树立正确的价值

观和社会责任感。例如,讨论塑料材料的广泛使用及其对环境的长期影响,可以激发学生对环保问题的关注,培养他们在未来职业生涯中考虑社会和环境责任的意识。工程伦理教育不仅是技术教育的重要补充,更是培养全面发展的工程技术人才的重要环节。

顺应新工科背景下的学科交叉的必然趋势。新工科是相对于传统工科的概念,主要指针对新兴产业的专业,以互联网和工业智能为核心,包括大数据、云计算、人工智能、区块链、虚拟现实、智能科学与技术等相关工科专业。新工科建设旨在适应新一轮科技革命与产业变革,支撑服务创新驱动发展,如“中国制造 2025”等国家战略。这要求培养的不仅是工程实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型人才,还强调学科交叉融合、实践能力和创新能力的培养。在材料科学基础课中融入思政元素,可以帮助学生理解新工科背景下工程技术的社会责任。通过跨学科的知识融合,学生可以在学习材料科学的同时,接触到新兴产业的前沿科技和创新理念,例如人工智能在材料设计中的应用、智能制造对材料性能的需求等。这不仅有助于学生掌握专业知识,还能培养他们在新兴产业中的综合素质和创新能力,满足新工科对高素质复合型人才的需求。

1.2 内部原因

材料科学基础课的基础课和入门课特性。作为工科专业的基础课程,材料科学基础课是学生进入专业领域的第一门课。这门课程不仅是学生初步接触材料科学的重要途径,也是他们形成专业兴趣和职业观念的关键阶段。通过在课程中融入思政元素,可以帮助学生在学习专业知识的同时,树立正确的价值观和职业道德^[3]。材料科学基础课可以通过介绍材料在社会发展和科技进步中的重要作用,增强学生的专业认同感和责任感,激发他们对专业学习的兴趣和动力,为未来的学习和职业发展打下坚实的基础。

材料科学基础课中内在蕴含大量思政元素。材料科学的发展历史、重大科技成果以及科技工作者的奋斗历程,都蕴含着丰富的思政教育资源^[4]。例如,材料科学的重大突破往往伴随着国家的重大需求和社会的巨大变革,介绍这些历史事件可以帮助学生理解科技进步与社会发展的关系。同时,科技工作者的奋斗故事,如钱学森、邓稼先等科学家的奉献精神,也可以激励学生树立报效祖国的志向和责任感。通过这些生动的案例,学生不仅能学习到专业知识,还能感受到科学家的爱国情怀和不懈追求的精神,从而受到思想政治教育的熏陶和启迪。

目前对思政元素的挖掘和整理处于起步阶段且有待于系统化和科学化。尽管材料科学基础课中蕴含着丰富的思政元素,但目前对这些元素的挖掘和整理还处于起步阶段,尚未形成系统化、科学化的教学体系。在实际教学中,如何将思政元素有机地融入课程内容,如何设计有效的教

学方法和评价机制,还需要进一步研究和实践。为了更好地实现课程思政的目标,需要对材料科学基础课中的思政元素进行系统的梳理和科学的整合,形成一套完整的教学方案。同时,教师也需要在教学过程中不断探索和总结经验,创新教学方法,确保思政元素能够真正发挥作用,帮助学生在专业学习的同时,树立正确的价值观和社会责任感。

2 材料科学基础课中思政元素挖掘的路径

2.1 中华优秀传统文化

在材料科学基础课中融入中华优秀传统文化,可以通过展示中国古代材料科技的辉煌成就和工匠精神,激发学生对民族文化的自豪感和认同感。

在中国古代,材料科技成就比比皆是。例如,在讲授材料的发展与人类文明时,可以介绍中国古代的青铜器、瓷器等材料科技成就。这些成就不仅体现了中华民族的创造力和智慧,还展示了中国古代材料科学领域的领先地位。通过这些案例,学生可以了解到古代中国工匠们在材料选择、制作工艺和性能优化方面的独到之处,进一步增强对中国古代科技文化的理解和敬仰,同时提升学生的民族认同和塑造更高维度的爱国情结。

在中国古代,工匠精神同样源远流长。在教学中,可以结合鲁班的工艺精神,探讨古代工匠们的精益求精和创新精神。例如,在讲解晶体学基础和晶体结构时,可以通过古代匠人在制作陶瓷、青铜器过程中对材料成分、结构和制备工艺的严格控制和不断改进,来展示鲁班精神的具体体现。强调这些工匠精神不仅能够增强学生的文化自豪感,更重要的意义在于能激发学生在现代材料科学研究中追求卓越、不断创新的动力。

2.2 中国具体实际中的红色事迹

结合中国具体实际,尤其是新中国成立前后的红色事迹,通过讲述杰出科学家的奋斗故事和我国材料工业的发展历程,培养学生的爱国主义情怀和社会责任感。

新中国成立以来,我国历史上涌现了大量的杰出科学家,单单在材料学领域就有大量的鲜活事例值得传颂和歌唱。在材料科学基础课中,可以介绍中国材料科学领域的杰出科学家,如钱学森、邓稼先等,讲述他们在艰难环境下为国家科技事业奋斗的感人事迹。例如,在讲授固态扩散和材料凝固等章节时,可以结合这些科学家在导弹、核武器等关键材料领域的研究^[5],激发学生的民族自豪感和爱国情怀,培养学生的科学家精神。

从材料工业的发展历程的角度出发,还可通过对新中国成立以来在材料科学领域取得的重大成就和突破的梳理,展示社会主义建设的辉煌成就。例如,在讲解材料的相图和固态相变时^[5],可以介绍我国在特种钢材、稀土材料等方面的研究进展和实际应用案例,展示我国在这些领域的领先地位和发展潜力。通过这些具体实例,学生不仅

可以学习到专业知识,还能更加深刻地理解我国材料工业的飞速发展和背后的艰辛努力,深刻意识到今天成绩的取得是一代代“材料人”的奋斗和牺牲造就的,由此培养他们的社会责任感和历史使命感。

2.3 马克思主义基本原理的哲学内涵

通过材料科学的发展史和技术进步,探讨科技进步与社会发展的辩证关系,可以引导学生理解马克思主义的诸多基本原理,培养辩证思维和科学素养。

马克思主义基本原理以联系和发展作为辩证法的总特征,在教学过程中,可以通过材料科学的发展史,特别是资源、环境与材料的关系,来阐述科技进步与社会发展的辩证关系。例如,在讲授材料的组成、结构、制备和性能时,可以结合中国道家学说中老子的“道生一、一生二、二生三、三生万物”的哲学思想,帮助学生理解材料科学中所蕴含的辩证法思想,深刻理解内部矛盾是事物发展的根本动力,进而领悟对立统一规律的重要意义。

更重要的是,作为与生产力紧密联系的学科,在材料科学基础上可以建立起材料科学与唯物史观之间的联系,引导学生从材料科学的视角理解马克思主义关于生产力和生产关系、人与自然关系等基本原理。例如,在讲解材料的晶体缺陷时,可以讨论材料性能与缺陷的关系,进而引发学生思考材料科学的变革对于生产力水平提升的重要意义,结合马克思主义的生产力决定生产关系、经济基础决定上层建筑的观点,培养学生的战略思维和历史思维能力。这样的教学设计不仅能够增强学生对专业知识的掌握,还能帮助他们形成正确的世界观、人生观和价值观。

3 材料科学基础课中思政元素挖掘与教学实践的关系

3.1 教学设计与思政元素的有机结合

在课程教学设计中,将思政元素与专业知识有机结合,是实现课程思政的重要途径。这不仅保证了专业知识的系统性和完整性,还充分发挥了思政教育的功能。例如,在讲解材料的力学性能时,可以引入相关工程案例,如大桥和高层建筑的设计与建造,这些项目中材料的选择对安全、环保和经济等方面有重要影响。通过讨论这些案例,学生可以理解工程师的社会责任感和职业道德,从而树立正确的价值观和社会责任感。

具体来说,可以在课程中加入以下内容:

材料结构与文化自信:在讲解材料结构时,引入中国在晶体结构研究方面的成就,如人工合成结晶牛胰岛素及其对生命科学的影响,徐光宪提出的 $n+0.71^n$ 规则等。这些成就展示了中国科学家的智慧和贡献,帮助学生增强专业自信和文化自信。

晶体缺陷与科技进步:在讲解晶体缺陷时,介绍我国第一台 10 万倍电子显微镜的研发历程及其在材料科学研究中的应用^[5]。通过这些例子,学生可以看到中国在高精

尖科技领域的进步,激发他们的民族自豪感。

非晶态结构与文化传承:在讨论非晶态材料时,可以引用中国古代琉璃和现代超薄浮法电子玻璃的生产工艺^[5]。这些案例不仅展示了材料科学的发展,也体现了中国在材料工艺上的传统和创新。

通过将这些思政元素有机地融入课程内容,学生在学习专业知识的同时,也能感受到中国在材料科学领域的独特贡献,从而增强民族自豪感和文化自信。

3.2 教学方法的创新与实践

采用多样化的教学方法是提高课程思政效果的关键。可以通过案例教学、项目教学和讨论式教学等方法,引导学生深入思考和讨论,增强他们对专业知识和思政元素的理解。例如,组织学生参观材料研究所或工厂,让他们了解实际生产和科研中的材料应用情况,从而增强对专业知识的理解和对思政教育的感受。

案例教学:选择典型的材料科学案例进行教学,如中国古代的青铜器、陶瓷工艺,以及现代的高性能材料研发项目。这些案例不仅可以展示材料科学的实际应用,还能通过历史和现实的对比,让学生认识到科技进步对社会发展的影响。

项目教学:可以安排学生参与实际的科研项目或工程设计,如材料的选型与应用、性能测试等。在这些项目中,学生不仅要运用所学的专业知识,还要考虑环保、安全、经济等多方面的因素,从而培养他们的综合素质和社会责任感。

讨论式教学:在课堂上设置专题讨论环节,如材料选择对环境和经济的影响、科技发展与社会进步的关系等。通过这些讨论,学生可以在互动中加深对课程内容的理解,同时也能锻炼他们的表达能力和批判性思维。

3.3 教学评价与反馈机制的建立

建立科学的教学评价体系,将学生对思政元素的理解和实践纳入课程考核范围,是促进学生全面发展的重要手段。在材料科学基础课程中,可以采用多元化的考核方式,如课程论文、报告答辩、小组讨论、问题探究和理论考试等,以全面评价学生的学习效果。

课程论文:学生根据课程内容和思政元素,撰写结合实际的课程论文。例如,探讨中国古代材料工艺与现代科技的结合与发展,通过这样的论文,学生不仅能巩固专业知识,还能深入思考科技与文化的关系。

报告答辩:组织学生进行课程报告答辩,让他们就某一专题进行深入研究,并在答辩中展示成果。这种方式不仅能检验学生的学习效果,还能锻炼他们的表达能力和逻辑思维。

小组讨论与问题探究:设置小组讨论和问题探究环节,让学生在团队合作中解决实际问题。例如,讨论某一材料在特定工程中的应用及其社会影响,通过这样的实践活动,学生可以加深对课程内容的理解,同时培养团队合作和问

题解决能力。

理论考试：在理论考试中增加思政元素的考核内容，如中国材料科学成就、材料选择与社会责任等方面的问题，通过这样的考核方式，引导学生在学习专业知识的同时，重视思政教育。

4 结语

通过对材料科学基础课中思政元素的深入挖掘和有机融入，本文探讨了课程思政在专业课程中的实践路径和实现方法。结合中华民族优秀传统文化、中国具体实际中的红色事迹以及马克思主义基本原理的哲学内涵，材料科学基础课不仅在专业知识传授方面起到了重要作用，也在思想政治教育中发挥了独特的价值。教学设计中的思政元素有机结合、多样化的教学方法创新以及科学的评价与反馈机制，都是提升课程思政效果的重要手段。通过这些努力，学生不仅能够更好地掌握材料科学的基础知识，还能在学习过程中树立正确的价值观、社会责任感和职业道德。这种教育模式的探索和实践，不仅为材料科学基础课的教学提供了新的思路和方法，也为其他工科课程的思政教育提供了宝贵的借鉴。未来，我们将继续深化研究，不断优化教学方案，进一步推动课程思政建设，为培养德才兼备

的高素质工程技术人才贡献力量。

基金项目：黑龙江省高等教育教学改革项目思想政治理论课教学改革研究专项“高校思政课对错误思潮的理论批判及教育引导研究”项目编号：SJGSZD2023017。

【参考文献】

- [1]魏东博,孙占久,姚正军,等.“材料科学基础”课程思政教学改革的实践探索[J].教育教学论坛,2021(13):59-62.
- [2]张烁.习近平在全国高校思想政治工作会议上强调把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(1).
- [3]金成国,徐慎颖,尹国亮.材料科学基础课程思政教学改革的探索和实践[J].上海化工,2024,49(1):51-53.
- [4]刘恒全,李峻峰,陈善华.材料科学基础课程思政教学改革与实践初探[J].大学教育,2024(5):111-114.
- [5]潘金生,仝建民,田民波.材料科学基础(修订版)[M].北京:清华大学出版社,2011.

作者简介：谢云天（1989.11—），男，黑龙江哈尔滨人，毕业于吉林大学，外国哲学专业博士研究生，主要研究方向为文化哲学，西方马克思主义哲学，马克思主义理论。

由“5G 之战”探索研究生“课程思政”的建设研究与实践

肖海英^{1*} 张强¹ 徐伟丽² 吴威威³ 夏昕¹ 刘丹⁴ 郝凌¹ 李莹莹⁵

1. 哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001
2. 哈尔滨工业大学化工与化学学院, 黑龙江 哈尔滨 150001
3. 哈尔滨工业大学马克思主义学院, 黑龙江 哈尔滨 150001
4. 哈尔滨师范大学公共英语教研部, 黑龙江 哈尔滨 150001
5. 哈尔滨工业大学建筑设计研究院, 黑龙江 哈尔滨 150001

[摘要] 制造业与人们的生活的美好追求息息相关, 聚合物基复合材料制备与成型是介绍不同加工成型工艺的专业课程。文章对 5G 之战与研究生教学研究改革-课程思政的结合点进行了说明, 并对改革措施进行了介绍, 可有效推进协同育人目标。

[关键词] 课程思政; 5G 之战; 研究生教学研究改革

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12897

中图分类号: G641

文献标识码: A

Exploration on Construction and Practice of Postgraduate Students' "Ideological and Political Education" through the "5G War"

XIAO Haiying^{1*}, ZHANG Qiang^{1*}, XU Weili^{2*}, WU Weiwei³, XIA Xin¹, LIU Dan⁴, JIA Ling¹, LI Yingying⁵

1. School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China
2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China
3. School of Marxism, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China
4. Public English Teaching and Research Department, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang, 150001, China
5. Architectural Design and Research Institute, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

Abstract: The manufacturing industry is closely related to people's pursuit of a better life, and the preparation and molding of polymer based composite materials is a professional course that introduces different processing and molding processes. The article explains the combination of the 5G War and postgraduate teaching research reform - ideological and political education, and introduces the reform measures, which can effectively promote the goal of collaborative education.

Keywords: ideological and political education; 5G war; reform of postgraduate teaching and research

引言

遵照习近平总书记的指示: 要用好课堂教学这个主渠道, 思想政治理论课要坚持在改进中加强, 提升思想政治教育亲和力和针对性, 满足学生成长发展需求和期待, 其他各门课都要守好一段渠、种好责任田, 使各类课程与思想政治理论课同向同行, 形成协同效应^[1]。

因此, 将研究生课程《聚合物基复合材料制备与成型》的课程内容与思想政治教育有机结合起来, 在提升思想政治教育亲和力和针对性, 满足学生成长发展需求的同时承载爱国主义、理想信念、科学思维、创新意识等价值观^[2]引导的重任, 实现立德树人的培养目标, 从“5G 之战”发生, 到面对关键技术封锁, 华为自主研发出鸿蒙系统、海思芯片, Mate60 腾空出世。可见, 科技创新是企业发展的杀手锏。坚持企业的特色优势, 积极拓展新的发展方向, 做到了“人无我有, 人有我优, 人优我特^[3]”, 从而引导学生坚持“道路自信、理论自信、制度自信、文化自信-四个自信^[2]”。

在本课程中, 采用案例教学、分析与研讨等形式将思想政治教育融入课堂教学, 对照思想政治教育和品德教育的主要内容, 结合课程内容对学生进行思想政治品德教育, 发挥课程育人作用。

1 5G 之战的核心问题

华为掌握了创新性的关键技术, 先进的微波与 5G 相结合的传输技术, 可做到“无线”部署 5G 网络, 5G 基站均采用统一的多模块化设计, 做到了高集成度、高性能化, 在原有的载波技术上解决了更高频率、更大带宽、抗多径衰落、数字化、IP 化的问题, 将微波传统的几十 Mbps 速率提升到 10Gbps, 成为了除光纤之外最好的信息回传方式。

华为积极拓展 5G 业务, 助力于万物互联, 截止 2022 年年底全球 5G 用户突破 10 亿, 在 2022 世界宽带论坛上, 华为智能分布式接入网解决方案获年度“卓越 FTTH 解决方案”大奖^[4]。

创新是技术发展的灵魂, 中国的人才驱动创新竞争力指数仅为 58%, 而美国为 86%, 德国为 93%, 日本为 83%。

我国的高端制造业(特指具有高技术含量和高附加值的制造产业)仍与其他发达国家存在较大差距,高技术制造领域仅3个品牌跻身世界500强,无一个品牌位居前10位^[5]。

众所周知,支撑品牌的关键因素是核心技术^[5],5G之战的核心问题是对关键核心技术的掌控。

2 5G之战与研究生教学研究改革-课程思政的结合点

5G之战核心关键是用技术破除垄断,科技创新用产业助中国崛起。研究生教学研究主要是强化学生技术能力的用时,提升爱国意识、安全意识。教学改革主要从先进聚合物基复合材料制备与成型技术国内外存在的差距,设备问题还是工艺问题、材料预处理与后处理等等相关的技术问题中“卡脖子”的关键在于哪儿,是否可以攻关解决,不受制于人,将昂贵的技术与设备变成白菜价,为国家富强与民族振兴添砖加瓦,体现的思政元素有爱国主义精神、创新、科学可持续发展观^[2]。

2.1 “工匠精神”与民族自信

从“华为自主研发的鸿蒙系统”引申出“科学精神和艰苦奋斗、精益求精的‘工匠精神’”以及自信、民族自豪感^[2]:从2012年起华为为避免发生与中兴同样的惨剧,防止禁用安卓和windows系统,自筹巨额资金开始做终端系统-鸿蒙系统并研发成功,截至2022年底,运行在HarmonyOS设备上的元服务数量已超过五万^[4]。以创新为驱动、对技术的精益求精,华为工程师们的“工匠精神”值得我们学习!

“工匠精神”培养包含对学生创新精神的培养、爱岗敬业精神的培养以及诚信的培养^[6],学生有能力,有技术,可以为科技进步贡献力量。因此,研究生教学以培养学生的“工匠精神”为核心,使学生可以传承“工匠精神”、学习“工匠精神”^[6],引导学生在学习《聚合物基复合材料制备与成型》课程时,积极检索最新科技文章,学习新技术的先进思想,思考并独立设计、改进现有成型技术,力行实践,从相信自己“可以做”到发现自己“做得到”,做到“自信则自立,自强则万强”,引导学生坚持“道路自信、理论自信、制度自信、文化自信-四个自信”^[2]。

2.2 创新与可持续科学发展

从“海思芯片研发成功”引申出“创新与可持续科学发展观、绿色发展观”:华为自研的海思芯片已经覆盖手机、AI、服务器、路由器、电视、视频解码芯片、安防领域等多个领域^[4]。工欲善其事,必先利其器。想象未来靠科幻、实现未来靠科技。华为自主创新研发累计专利授权7万余件,累计申请国内外专利10万余件。科技发展同时也要注意环境保护,“绿水青山就是金山银山”,以绿色发展观的思想开发新技术、开展创新性的科技研发,建设绿水青山、蓝天白云的美丽家园。

因此,在研究生课程教学过程中引导学生学习应用聚

合物基复合材料制备与制造技术,注重创新、注重科研技术的可持续性,同时注意溶剂、稀释剂的使用与环境的适应性,强调使用原则不危害环境,引导学生思考人与自然环境的和谐共处,加强学生的社会责任感。例如:苯乙烯是橡胶以及不饱和聚酯等有机物的常用溶剂,挥发性强、有毒性,呼吸过多的苯乙烯蒸汽就会引起中毒。为保护环境以及从业者的健康,在溶剂选择的时候要放弃有毒、挥发性强、对黏膜有刺激性作用、不能降解、人体不能代谢以及易污染环境的溶剂,不能只顾眼前利益。

2.3 狭路相逢勇者胜-敢于亮剑

从“禁用禁令-谷歌宣布停止向华为提供安卓系统服务,英国公司Arm内部通知,暂停与华为的‘所有有效合同、支援条款以及任何待办中的合作’”引申出“敢于亮剑与社会主义核心价值观”:美国以“危害国家安全”的理由将华为列入“管制实体名单”禁用华为。华为快速响应市场变化,积极部署应对,知难而进。面对美国重压,华为敢于亮剑。在通信领域引入光电融合技术,解决无线超高频、超大带宽、超高速的问题,利用芯、软、硬、端、网、云的协同创新,实现极简架构、极高质量、极低成本、极优体验的目标,为未来千亿规模的多样性联接提供支撑^[4]。

华为的财务首席孟晚舟被困加拿大1028天,经过党和政府的外交工作,解除羁押包机回国,体现了中国共产党一贯的宗旨——“为人民服务”,坚持“以人为本”的科学发展观。今天的中国,人民有信仰、国家有力量、民族有希望^[7]。由此融入社会主义核心价值观和爱国爱校的教育元素,引导学生思考“如何实现强军有我,强国有我?”

聚合物应用环境不同,要求不同的性能指标,与此相应的加工制备技术不同。例如要求聚合物的高韧性,此时的环境温度应该处于聚合物的玻璃化转变温度与粘流温度之间($T_g < T < T_f$),此时的性能处于高弹态,变形率最大可达1000%。此时成型不能选择过大的压力以及过高的温度,会导致残余热应力的产生,从而导致制品的尺寸稳定性变差。

人只有不断学习,不断成长,才能有所作为。心胸决定事业,哈尔滨工业大学的学生作为一个有社会责任心、有担当、有专业技术能力的人,面对前所未有的挑战与困境,没有前人经验可借鉴的情况下,引导学生勇于承担,适应变革^[2],为国家和社会的发展贡献自己的力量。

3 5G之战与研究生教学研究改革-课程思政相结合的改革措施

在传统的教学过程中,《聚合物基复合材料制备与成型新技术》这门课存在学生对于工艺及相关理论内容的基础知识的认知参差不齐、授课时偏重于知识点的讲授、疏于思想素质教育、注重的老师的“教”而不是学生的“学”、选修课学生不重视、学习缺乏主动性等问题,没有落实“以学生为主体,以老师为主导”的教学理念,教与学脱节,

学生不能灵活运用所学知识解决实际生产问题。在之前的教学环节-工艺设计因学生混学分的想法及做法导致只关注考试分数不重视实践,对工艺的认识不足,对于关键工艺参数的设置存在“知其然不知其所以然”等问题,设计的方案人云亦云,没有自己的见解,学生解决问题的实践能力有待提高。

思考了课程的教学现状和存在问题的基础上,针对锻炼学生的专业知识应用能力、锻炼学生认识问题和解决问题的能力,锻炼学生的创新思维能力,结合线上教学模式(腾讯会议结合微信小程序问卷星-答题、统计,以及QQ群-传递文件和视频),更新“授人以鱼”的教学理念为“授人以渔”、调整“海绵吸水式、填鸭式”的全面教学目标为“大浪淘沙式、批评探讨式”、优化教学内容(增加思想政治教育内容)、创新教学方法(互动式教学,视频播放工艺、动画演示工艺),完善考评体系(增加讨论环节)等措施。

3.1 引领学生树立正确的人生观与价值观

万事德为先,是发挥其个人专业实践能力的有效途径^[2]。围绕成果导向理念,围绕生产和生活的实际需求,结合课程思政教育理念对课程内容进行改革,增加了课堂讨论-互动环节,引入美国以举国之力封杀华为的5G之战,从技术层面微波传输机制的先进性,到鸿蒙系统、海思芯片的转正,华为杀出一条血路。宝剑锋从磨砺出,梅花香自苦寒来^[8],众多事实对比引导学生探讨道路自信、制度自信,为我壮哉中华而自豪!该教学环节做到了精心设计教学内容,通过进行案例教学、案例分析、案例研讨等形式引导学生爱党、爱国,融入创新求实、理想信念和社会主义核心价值观,而不是强硬灌输思想政治教育,润物细无声。

3.2 活学活用激发学生学习兴趣

庄子曰:“吾生也有涯,而知也无涯。以有涯随无涯,殆已!已而为知者,殆而已矣^[9]!”知识是无穷无尽的,如何在短暂的教学时间里传递给学生有效的学习方法,授人以鱼的同时做到授人以渔。让学生转变学习思维,带着提出问题的态度来学习和研究,调动学生的主动性,明确学习这门课主要要掌握的本领是什么,每个工艺的特点决定了它的特定的工艺参数范围。针对这些知识点课余可以充实的知识有哪些,从而做到了“以学生为主体,以老师为主导”的教学理念。采用动画演示不同的制备工艺,播放实际的工艺应用,与学生一起讨论不同的工艺环节要注意的问题,不同工艺之间的差异,工艺的创新性在哪里,可以应用在哪里。例如玫瑰花瓣上的水滴即使倒着放置也不会滴落,根据这生活中的常见现象,从讨论如何制备与玫瑰花瓣相似的仿生结构,粗糙度的大小对超疏水与超亲水的性能有哪些影响,如何提供结构设计提高或降低粗糙度,通过什么样的工艺过程可以实现,工艺参数如何调节,

可用于解决什么问题?观察生活、研究生活并用于科学研究,从而解决生活问题,这之中明确了“创新、科学、可持续科学发展观和绿色生态发展观等思想政治教育的融入点,将这一发明应用于海洋环境,可解决海洋油污污染问题,体现了可持续科学发展观和绿色生态发展观等课程思政育人目标。

3.3 教学模式的与时俱进

混合式教学模式的使用,大大地提高了教学效率和教学效果,充分提高了学生的学习积极性与主动性。在教学加入美国封杀华为的5G之战的讨论课,学生查阅了大量的资料,包括5G的优越性、实现万物互联的可能性以及带来的时代巨大变革、华为年报、5G应用的方向,美国封杀华为的手段(非法扣押孟晚舟、禁用华为设备、禁售芯片以及光刻机等),美国以往封杀其他国家企业的手段为何会奏效(法国的阿尔斯通公司)?面对美国的封杀,华为为了活下去做了哪些举措?学生在讨论过程中认识5G之战事件本质后结合华为的改进措施探讨工艺创新与改进从何入手,设计与应用的双向奔赴,工艺参数与树脂性能的有机结合,树脂弹性效应与口模的适应性等等需要创造性结合的知识点的理解加深,对课程的学习有了进一步的提升。

保密工作关系到国家的安全与利益,为加深学生对保密的认识,提高对保密的意识,肩负起保护国家秘密和信息安全的重任,在课程教学中加入保密知识的讨论课,贯彻落实保密法。主要讨论所有涉及的网络安全、技术安全、自身安全以及环境安全的知识环节:例如不能通过普通邮政、快递等无保密措施的渠道传递国家秘密载体;禁止在互联网及其他公共信息网络或者有线和无线通信中传递国家秘密,禁止在私人交往和通信中涉及国家秘密等。电子设备的安全使用、蹭免费网是否会泄密、社交软件位置信息如何进行安全防护等。微信小程序问卷星的使用可及时获知学生对保密工作的认知程度,学生提交之后马上可以根据投票结果获知学生掌握程度。

“君不密则失臣,臣不密则失身,凡事不密则害成,是以君子慎密不出也^[10]。”保守国家秘密,提升保密意识,防患于未然!

4 结束语

少年强则国强,少年智则国智!少年进步则国进步^[11],少年胜于欧洲则国胜于欧洲^[11],少年雄于地球则国雄于地球^[11]!5G之战让我们及时警醒,不能身临深渊而不自知。国家的未来寄托于一代又一代的青少年身上,今天的现实是不够美满的^[12],但是美满的现实需要一代又一代青少年共同去创造^[12]!因此在研究生课程思政的教学研究改革中,我们要“以学生为中心”,帮助学生适应学习环境的变化,积极利用网上MOOC资源,主动参与讨论,自主创新、设计并改善工艺流程,进行批判性思维的培养;“以问题为

导向”，以多个实际案例为基础，混合教学模式的优化，使学生能够参与到课程思政“教与学”中，做到教学相长，促其创新能力提高，培养学生做一个有担当、有责任意识的新时代的人才！

基金项目：哈尔滨工业大学研究生教育教学改革研究重点项目，由“美国封杀华为的 5G 之战”探索研究生“课程思政”的建设研究与实践，项目编号：JGYJ-2019005；先进焊接与连接国家重点实验室开放课题基金项目，钎焊及修复用新型镍基粘带钎料研制，项目编号：AMJ-22M20；2022 年度校级研究生教育教学改革研究项目面上项目，立德树人视域下以“课程思政”为载体推进师德师风建设的探索，项目编号：22MS043；学位与研究生教育研究课题，基于课程思政视角下研究生精品课程建设研究，项目编号：2020MSA192。

[参考文献]

- [1] 习近平. 把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面 [N]. 人民日报, 2016-12-09(1).
- [2] 肖海英, 吴威威, 张强, 等. 课程思政与高分子物理结合的教学改革探讨 [J]. 中国现代教育装备, 2020(335): 54-56.
- [3] 李志健. 积极构建“四新”发展格局奋力谱写“双一流”建设新篇章 [J]. 陕西教育(高教), 2024(5): 5-6.
- [4] 华为投资控股有限公司. 2022 年年度报告 [Z]. 2022-03-31.
- [5] 李金华. 中国制造业与世界制造强国的比较及启示 [J]. 东南学术, 2016(2): 49-54.
- [6] 于涛. “工匠精神”传承驱动下计算机网络安全专业创新人才培养模式研究 [J]. 科技风, 2024(5): 64-66.
- [7] 钟启东. 社会主义核心价值观体系的意识形态力量 [J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2021, 34(5): 7-13.
- [8] 冯梦龙. 《警世通言·勤奋篇》[Z].
- [9] 庄子·内篇·养生主第三节 [Z].
- [10] 张齐. 《周易》情论 [J]. 河南科技大学学报(社会科学版), 2022, 40(6): 99-105.
- [11] 梁启超《少年中国说》[Z].
- [12] 周恩来. 跟着新生的力量走 [M]. 北京: 教育科学出版社, 1950.

作者简介：肖海英，哈尔滨工业大学材料科学与工程学院，副教授，工学博士，主要研究方向为光电材料、复合材料，主讲课程为《高分子物理》《材料化学基础》《高分子材料复合原理》《聚合物基复合材料制备与成型》等。

水工建筑材料课程思政建设的探索与实践

张 鹏 王 娟 郭进军 杨 林
郑州大学水利与交通学院, 河南 郑州 450001

[摘要]为响应全国高校思想政治教育会议的内容, 践行高等教育工作以立德树人的根本任务。文章针对水工建筑材料专业课程的课程特点, 探讨了该专业课程内容及教学实施的各个环节融入课程思政元素的必要性, 围绕专业课程思政教育目标和思路, 通过挖掘思政元素、教学方案设计、教学方法改革、老师职业素养和考核方式改革等措施来推进课程思政建设。通过在专业课程中融入思政教育, 使专业课程与思想政治理论课同向同行, 形成协同效应, 为培育出有素养、有知识、有温度、有情怀的新时代人才作出贡献。

[关键词]水工建筑材料; 课程思政; 教学改革; 思政元素

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12895

中图分类号: G642

文献标识码: A

Exploration and Practice of Ideological and Political Education Construction in the Course of Hydraulic Building Materials

ZHANG Peng, WANG Juan, GUO Jinjun, YANG Lin

School of Water Conservancy and Transportation, Zhengzhou University, Zhengzhou, He'nan, 450001, China

Abstract: In response to the content of the national conference on ideological and political education in higher education institutions and to fulfill the fundamental task of cultivating morality and talents through higher education work, this article explores the necessity of integrating ideological and political elements into the course content and various stages of teaching implementation of the course of hydraulic building materials. Based on the goals and ideas of ideological and political education in professional courses, measures such as exploring ideological and political elements, designing teaching plans, reforming teaching methods, reforming teacher professional qualities and assessment methods are taken to promote the construction of ideological and political education in courses. By integrating ideological and political education into professional courses, professional courses and ideological and political theory courses can go hand in hand, forming a synergistic effect, and contributing to the cultivation of new era talents with literacy, knowledge, warmth, and emotion.

Keywords: hydraulic building materials; ideological and political education; teaching reform; ideological and political elements

引言

随着科学技术及互联网信息化的不断发展, 新时代的人才不仅要认真学习科学文化知识, 拥有创新意识和思维, 具备较强的专业素养, 还必须拥有远大的理想, 具备良好的思想道德, 努力成为实现民族振兴和中国梦的战略资源^[1]。同时, 在自媒体和互联网普及化的背景下, 当代大学生的生活、学习方式发生了翻天覆地的变化, 文化的复杂性对大学生的价值观带来巨大冲击, 也对高校的思想政治教育提出了更高的要求^[2]。“课程思政”的提出恰逢其时, 为解决这一现象提供了方法, 是新时代高校思想政治教育创新的新方法、新举措^[3]。党的十八大以来, 全面推进课程思政已成为新时代高校思想政治教育工作的重要部分, 要坚持把立德树人作为中心环节, 把思想政治工作贯穿教育教学全过程, 实现全过程育人、全方位育人, 使各类课程与思想政治理论课同向同行, 形成协同效应, 努力开创我国高等教育事业发展新局面^[4]。2020年6月, 教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》, 这标志着高校课

程思政建设开启新篇章, 将改变只有思政教师对学生进行思想政治教育的弊端, 确保所有的任课老师都要参与对学生社会主义核心价值观的培养中, 实现把思想教育渗透到每一堂课^[5]。

不同于文理学科的教学目标, 工科的课程注重对专业知识的掌握, 着重培养学生发现问题及运用所学知识解决问题的能力, 各高校在具有专业性强、技能性强的建筑材料方向的专业课堂上实施思政教育模块充满着挑战, 在传统专业课的授课过程中挖掘思政元素并渗透到学生心里是新时代高校老师亟须解决的问题。因此, 本文基于水工建筑材料专业课程, 将探索思政元素与传授专业知识相结合, 培养学生的社会主义核心价值观和家国情怀, 对推动思政教育融入各专业课程中以实现全程全方位德才育人具有重要意义。

1 水工建筑材料专业课程思政教育的必要性

《水工建筑材料》是高等院校水利、土木专业的核心课程教材, 也是该专业学生必修的一门非常重要的专业基

础课。本课程重点介绍了水工建筑材料的主要特性、种类、技术指标、性能检测方法、应用特点等方面的基础知识,将为后面一系列的专业课程打下坚实的基础。通过对《水工建筑材料》这门课程的深入学习,学生能够掌握各类建筑材料的基本性能及具体的性能试验方法,让学生具备未来工作岗位所必备的基本知识,且培养将知识运用到解决工程实际问题中的能力,实现“理论”与“工程”的完美融合。然而,随着我国重大基础工程不断朝着更复杂的方向发展,对建筑材料也提出了“更多、更高、更新”的要求。然而目前专业课程建设中缺乏思政元素的挖掘、设计、应用,高校老师如能在课堂授课中通过巧妙的课程设计,将职业道德伦理思政元素融入到合理选择原材料、国家可持续发展战略和安全评价等方面;将家国情怀融入到研发新材料新工艺中,且注重培养学生团结合作、吃苦耐劳、求真务实的工作作风,真正培养学生成为一名德才兼具的专业技术人员,实现“立德树人”的目标^[6]。

2 水工建筑材料专业课程实施思政教育的有效途径

2.1 挖掘思政元素并巧妙融入教学设计

专业课程思政教育的重中之重是“培育什么样的专业技术人才”,在新时代思政教育的引领下,专业课程的教学不能仅仅局限于传授专业技能,而应把思政理念渗透到每一堂课,构建良好的“立德树人”的教育体系。在专业课的教学过程中深挖思政元素,要不断把重大基础工程、新材料科技前沿、国家可持续发展需求融于教学设计创新,弘扬爱国主义精神,实现教学设计与思政教育的融合。(1)工程伦理与职业素养教育,在培养学生专业技能和创新意识的同时,也要提升职业伦理并树立正确的社会主义核心价值观,贯彻“绿水青山就是金山银山”的可持续发展理念。作为未来的工程技术人员,专业技能与工程伦理、社会责任同等重要,要学会承担工程安全的职业责任,将职业伦理和职业道德贯穿整个职业生涯中。(2)工程文化教育,将工程类最高荣誉詹天佑奖、鲁班奖等文化精神渗透到课堂思政教育中,能进一步激励学生的科技与创新意识,培养学生踏实认真、精益求精、尽心尽力的工作态度和无私

私奉献的精神。(3)团结协作的品质。随着时代的快速转变,更需要培养学生团队协作的精神,艰苦奋斗、善于学习、勤于思考、敢于创新的品质,成为一名有理想、有本领、有担当、有温度的新时代“工程技术人员”。表一给出了依据《水工建筑材料》课程的教学目标和内容,结合具体的工程实例将思政元素巧妙融入到各章内容中^[7]。

本文以目前最常见的混凝土耐久性突出问题为例,图1给出了运用专业知识分析问题与思政教育巧妙结合的教学设计与设想。



图1 专业授课与思政教育巧妙结合的构想

2.2 优化教学方法, 增强学生自主学习意识

结合专业课程特色,培养学生在实践中开展板块化学习和思政教育有机渗透,教师应把课程设计成教学模块、思政内容建设、实践研讨评价机制三个层面。让学生小组讨论,充分发挥学生的潜能,使学生成为课堂的主人。将专业知识的传授、工匠精神思政元素的渗透、师生互动研讨交流等新时代下的教学授课模式相结合,如图2所示。以水工建筑材料中的“混凝土配合比设计”一节内容为例,老师在课上可引导学生通过原材料性能指标要求,自主查阅相关规范来学习混凝土配合比设计流程,最后将学生遇到的问题进行统一答复。同时将学生分成组并进入试验室试配不同工程要求的配合比设计,以达到设计要求。老师可以要求学生扮演一个具体的角色,采取灵活多样的方式加深学生对角色的理解。如配合比手算、称料、倒料、测试等,可让学生通过实践来体现出自身价值。再如,在培

表1 思政元素融入课程内容

思政元素	传达思想	工程案例	章节内容
工程伦理	建筑材料要朝着绿色化、高性能化、可持续发展方向,建立与生态环境之间的关系	2021年武汉一高层酒店发生火灾致建筑物丧失承载力坍塌,这就需要研发新型建筑材料	绪论部分 建筑材料耐久性
职业道德	具备良好的职业道德和作风将有助于提升工程的质量	海洋工程、三峡大坝工程	建筑材料基本性质 胶凝材料的应用
工匠精神、奉献精神	吃苦耐劳、敢于牺牲	川藏铁路、公路的修建	混凝土的应用
职业态度、工作作风	尽心尽力、善于思考	鸟巢、水立方等大型工程	砌筑材料、钢材的应用
团队协作	团队合作、合作共赢,发挥团队力量	——	建筑材料试验

养学生能力和传授知识的过程中也可将思政元素融入试验实践中，不断挖掘“港珠澳大桥”“三峡大坝”等国家重大工程中有关土木工程材料的思政元素，像混凝土配合比设计、混凝土耐久性等重大问题是如何攻克，以激发学生建设祖国的责任感和学习兴趣，并能够给出自己的见解，引导学生树立正确的社会主义核心价值观，让同学们明白建设工程的每一步都非常重要，混凝土配合比设计是首要工作。建立和形成专业课程的思政育人方式，结合“国家重大基础工程”，把做人做事的基本道理，把正确的人生观、世界观、价值观的要求，把实现中华民族伟大复兴的理想和责任融入课堂教学中，激发学术自觉把个人理性追求融入国家和民族的事业，为中国特色社会主义培养可靠接班人。

工匠精神则为在实践中培养学生吃苦耐劳、团结协作的精神，引导学生对自己有个正确的定位，在新时代这样的背景下，其精神将铸就学生的价值观和人文素养的重要力量，是人才结构创新的进一步阐释和践行。



图2 新时代下的高校专业课教学授课模式

2.3 以德树人为导向，不断提升教师素养

高校教师要在专业课堂“传道、授业、解惑”的同时要以价值塑造、能力培养为导向，将把立德树人、职业道德及工匠精神等思政元素的传授给每一个学生。首先，教师必须要有过硬的专业基础，课程思政的提出对新时代高校教师提出了更高的要求，教师不仅要深挖并串联教材中的内容，还需不断地学习新知识。为提升教师业务能力，学校应加大力度不定期地对课堂教学进行公开课视听，主要检查教学设计、授课方法、课堂教学气氛、课程思政融入等内容，要全力打造政治素质过硬、专业知识精湛、培育人才的高素质教师队伍，鼓励教师培养出有理想、有本领、有担当、有温度的新时代高素质人才。其次，更要在内心坚守师德。作为高校教师，应该以身作则，不断了解青少年的自身特点，掌握他们内心的真实想法，在传授知识的同时加强引导，培养学生的道德素养，让学生养成良好的习惯，引导学生坚定信念，

不断奋进。作为教师要有家国情怀、要懂奉献、担责任才能引导学生树立远大理想，帮助学生从身边的小事培养起自身的修养^[8]。

2.4 实行多方面的考核方式，培育实用性人才

考核评价是检验思政教育融入课堂效果和推动思政教育改革的重要一环。因此应改变传统的以笔试为主的期末考核方式，要将思政考核成绩融入期末总成绩，建立多元模式，具体可为：考勤、课堂表现、平时的作业、试验实践情况、参与研讨情况、迟到早退情况及结课论文及思考情况。课程思政的课程总成绩为专业知识考试40%+能力考核40%+思政考核20%，学生思政水平的高低不同于专业知识及能力的养成，它主要体现在平时的点滴小事、日常的精神风貌、言谈举止及思想的积极程度，正所谓，细节决定成败。首先，可以进行过程性考核，老师在传授一定的理论知识后，可进行试验设计或者进行相关的理论知识的实践内容作为期末评定内容。这样有助于加深学生对知识的理解，培养学生独特的创新思维，老师也可观察学生完成作业的质量，包括完成作业的态度和想法。促进学生真的把知识变成了自己的东西。其次，就是改变以笔试决定一切的考核方式。要培养学生把自己新的思想加入实践活动中去，进而就培养学生的创新精神。具体的量化标准如表2所示。

表2 思政教育课程评分表

思政教育考核总分（100）								
线上课堂（40分）			课堂表现（30分）		实践情况（30）			
视频学习（分）	作业上传（分）	线上考试（分）	研讨交流（分）	迟到早退（分）	试验操作（分）	吃苦耐劳（分）	团结协作（分）	试验总结（分）
5	20	15	20	10	9	6	7	8

3 结语

高校是培育社会主义人才的圣地，不断推进专业课程思政建设是具有挑战性的也是非常必要的。本文从水工建筑材料这一专业基础课程出发，挖掘思政元素，融入先进的教学理念和方法，建立相应的课程思政典型案例数据库，提升学生的思想道德教育，使育人育才相结合，使德育与智育相统一，使专业技术与国家和社会需要相统一，不断推动实现全员全程全方位育人。

基金项目：郑州大学课程思政教育教学改革示范课程（批准号：2024ZZUKCSZ033）；郑州大学研究生教育研究项目（批准号：YJSJY202310）。

【参考文献】

- [1] 孙绍勇, 陈彤. 新时代推进高校思政课课程改革的系统思维探赜[J]. 系统科学学报, 2025(1): 1-6.
- [2] 何智敏. 新媒体时代高校思政课教育的实践路径探究[J]. 新闻研究导刊, 2024, 15(7): 181-183.

- [3]陈猛.新时代高校思政课亲和力提升路径研究[J].林区教学,2024(5):11-14.
- [4]张顺时,刘敏.云南边境高校铸牢中华民族共同体意识融入思政课的实践思考[J].现代教育前沿,2024,5(1):86-89.
- [5]杨正军,黄雨馨,卢有霖.中国共产党人精神谱系融入高校思政课教学探析[J].理论与当代,2024(1):37-41.
- [6]姜巍,丛山.工程材料课程思政建设[J].西部素质教育,2019,5(7):41-42.
- [7]吕燕燕.专业课程思政改革在高职院校育人环节中的作用探析—以《建筑材料》课程建设为例[J].城市建筑,2019,16(21):14-16.
- [8]刘宇利.工科专业课堂从教学中融入"课程思政"理念—以《工程地质与土力学》为例[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2018,554(10):99-100.

作者简介:张鹏(1978—),男,汉族,河南方城人,教授,博导,郑州大学水利与交通学院,研究方向:新型高性能水泥基复合材料。

材料成型及控制工程专业设备课程教学中的思政建设探索

——以“材料成型设备”课程为例

张 诚* 龙 帅 彭 鹏 蒋月月 杨青山 戴庆伟
重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

[摘要]《材料成型设备》课程是材料成型及控制工程专业必修课程之一。文章以该课程为例,探讨如何将思想政治建设融入材料成型及控制工程专业设备课程教学中。在教学内容、教学方法和教学资源方面,提出了有针对性的思想政治建设措施,这些措施有利于激发学生的爱国主义、职业道德和社会责任感,培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

[关键词]“材料成型设备”课程;材料成型及控制工程专业;思政建设

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12908

中图分类号: G641

文献标识码: A

Exploration on Ideological and Political Construction Teaching of Material Forming and Control Engineering Specialty ——Taking "Material Forming Equipment" as an Example

ZHANG Cheng, LONG Shuai, PENG Peng, JIANG Yueyue, YANG Qingshan, DAI Qingwei

School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: The course "Material Forming Equipment" is one of the compulsory courses for the major of Materials Forming and Control Engineering. This article takes this course as an example to explore how to integrate ideological and political construction into the teaching of equipment courses in the major of materials forming and control engineering. In terms of teaching content, teaching methods, and teaching resources, targeted ideological and political construction measures are proposed, which are conducive to stimulating students' patriotism, professional ethics, and social responsibility, and cultivating socialist builders and successors with all-round development of morality, intelligence, physical fitness, aesthetics and labor.

Keywords: "material forming equipment" course; material forming and control engineering specialty; ideological and political construction

引言

高等学校人才培养的目标是育人和育才相结合,将思想政治教育与新工科专业课程相结合,为社会培养具有社会主义核心价值观、创新精神和实践能力的高素质工程技术人才^[1]。材料成型及控制工程专业是培养掌握材料成型工艺、设备和选用等方面知识的专业,旨在培养成型工艺及过程控制的应用技术型人才。“材料成型设备”课程是材料成型及控制工程专业的必修课之一。但是,传统的设备课程教学往往偏重于技术知识的讲解,反而忽视了思政建设。在新工科背景下,加强高校思政建设已成为教育改革的重点之一^[2-3]。党的十八大以来,习近平总书记多次强调“育人的根本在于立德”。“要坚持社会主义办学方向,培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人”。“立德树人”是高校的立身之本。在新工科背景下,如何把育人育才更好地统一起来,如何能在材料成型设备课程中将思政教育贯穿到知识能力培养的体系中、塑造学生的价值观和精神内涵、增强学生的社会责任感和职业道德观念,这是目前亟待解决的问题^[4-5]。

1 “材料成型设备”课程育人目标

材料成型及控制工程专业属于机械制造的大类,所学

的内容包括材料的加工工艺、材料成型设备、模具的设计及加工、材料力学性能等,学生的就业领域包括轧钢、制造业和汽车工业等领域。“材料成型设备”课程是材料成型及控制工程专业的必修课之一。其教学目标是通过材料成型的基本原理、设备及工艺等的学习,培养学生掌握材料成型及控制工程的基本理论知识、掌握设备的实际操作技能、结合相关的科学方法和工程技术手段,解决工程设备运用中的实际问题、培养学生的创新思维和团队合作精神。如果能将思政元素融入到该课程的课堂教学中,不仅可以调动学生的积极性,增强对专业的了解和认知,还能激发学生的爱国情怀和奋斗精神,树立正确的职业观念和操守,树立正确的社会责任意识,有利于培养担当民族复兴大任的时代新人。

2 教学内容中的思政建设

2.1 爱国主义教育

成型设备作为生产成形制件的装备,已有 100 多年的历史,目前已形成类别齐全、结构完整的技术装备体系。新中国成立之后,我国的成型设备迅速发展,建立了较为完整的工业体系。以金属成形工艺为例,早在古代,中国的制铜技术就已经相当发达。古代工匠通过使用锻造、铸造等金属成型工艺,制成了许多精美的青铜器,并且在当时的生产和生

活中得到了广泛的应用。随着工业革命的到来,金属成型工艺逐渐开始工业化生产。随着工业化的推进和科学技术的进步,金属成形技术得到了飞速的发展。20 世纪 50 年代,中国开始引进和吸收国外金属成形技术,逐步建立起完整的金属成形工艺体系。在介绍材料成型设备的发展历程时,以古代炼铁术、现代高铁和桥梁建设等为例,让学生感受到中华民族智慧和创造力,增强民族自豪感和自信心。

案例一: 拥抱高铁时代, 弘扬爱国情怀

高速列车组的构成复杂,其中最直观的是由材料成型设备成型的高速列车车身。高速列车车身不是用钢铁锻造的,而是用铝合金锻造的。经过一系列锻造、磨削、装配、测试和试运行过程,诞生了一辆高端高速列车组。在过去的 10 年里,中国几代铁路工人一直在努力达到世界一流水平,并在高速铁路建设中取得了历史性进展。

2.2 职业道德培养

材料成型设备课程可用于制造业、汽车工业等领域人才的培养,这些实际应用领域的人才需具备健全人格、道德文化素养和社会责任感,在材料成型及控制工程实践中自觉遵守职业道德和规范,重视价值引导和优秀传统文化的传承,能够自觉弘扬和践行社会主义核心价值观,不断增强“四个自信”。因此,在讲解材料成型设备的操作和维护时,强调安全意识、责任意识和环保意识。结合实际案例,让学生认识到遵守职业道德的重要性,为今后从事相关工作打好职业素养基础。

案例二: 设备使用时, 强调安全意识

在企业生产过程中,必须建立安全管理系统。特别是在成型工厂,“火灾”是最需要警惕的风险之一。以注塑机为例,高度易燃的塑料材料、加热缸内的高温熔化、气体燃烧器的使用等都是风险点。用户必须充分了解存储方法和操作程序,定期检查灭火器和加热器接线的磨损程度,安装隔热罩,定期进行防灾培训,以“防患于未然”。

2.3 社会责任感教育

在材料成型设备课程中加强社会责任感教育,有利于培养具有专业技能和良好社会责任感的全面型人才。材料成型行业要求从业人员具有高度的职业道德,包括对产品质量负责、致力于环境保护和维护社会安全。在课堂上加强社会责任感教育,也有助于学生在未来的职业生涯中坚持职业道德,促进行业的可持续发展,鼓励他们以更环保、更高效的方式创新和优化材料成型技术,以满足社会需求。随着社会对环境保护和可持续发展的日益关注,材料成型行业也面临着转型升级的压力。加强社会责任感教育,帮助学生认识到自己在促进行业绿色发展中的责任和作用,培养他们的可持续发展意识。对于未来可能从事材料成型设备相关工作的人来说,他们将成为企业形象的代表。具有良好的社会责任感不仅有助于个人职业发展,也有助于提高公司的社会形象和竞争力。通过分析材料成型设备在生产过程中的作用,引导学生思考如何通过技术创新、节能减排措施为可持续发展作出贡献。同时,可以组织学生分组讨论,探讨如何在工作

中关注社会热点问题,利用专业优势服务社会。

案例三: 双碳背景下, 节能减排

注塑机是塑料制品的主要成型设备,耗电量巨大,在“双碳目标”下,注塑机的节能化改进是势在必行。目前行业正在通过在注塑机上应用伺服控制系统、全电控制、变频调节装置、料筒电磁节能加热装置、烘干料桶节能装置等,节约电能,控制产品质量,为实现“双碳”贡献力量。

3 教学方法中的思政建设

3.1 案例教学

在基于案例的教学过程中,教师通过各种方法全面评估学生,包括考试、评估、论文等。与传统教学相比,基于案例的教学评估更加全面,不仅评估学生对知识点的掌握、理解和应用,还更加注重学生的创新思维和团队合作能力。基于案例的教学评估更注重学生的思想交流和协作平台。在课堂上,学生可以互相讨论和交流想法,从而提高他们的团队合作和沟通技巧。同时,基于案例的教学还可以发现学生的缺点,提供及时反馈,使学生能够更好地反思自己,提高他们的自我意识和学习能力。材料成型设备课程涉及广泛的设备和复杂的内容,需要优化课程结构,突出重点难点,选择代表性的设备案例进行解释,如伺服压力机、精密高速压铸机等。通过分析这些设备的原理、特点和优势,学生可以感受到技术创新在促进经济发展中的作用。

案例一: 中国桥梁建设的辉煌成就

港珠澳大桥是中国的一座跨越珠江口的大型公路、铁路和管道复合型跨海大桥,全长 55 公里,是世界上最长的跨海大桥,也是中国的标志性建筑之一。桥梁施工的设备 and 机具是桥梁施工技术中的一个重要组成,比如桥梁波形钢腹板成型液压机是一款专用于桥梁波形钢腹板结构压型的机器设备,也叫桥梁钢结构压型液压机,广泛应用于波形钢腹板组合箱梁、波形 H 型钢与工字钢、波形钢板大跨度屋面、波形特种钢结构的成型工艺。通过多种设备和人力的结合,港珠澳大桥的建设历时 9 年,于 2018 年正式通车。港珠澳大桥的建设过程中采用了大量的措施来保护环境和生态系统,注重了环保问题和可持续发展。港珠澳大桥的建成对中国经济和社会的发展、生态环境以及国际合作和交流产生了深远的影响。港珠澳大桥的建设不仅是一项重大的国家战略,也是中国在基础设施建设和技术创新的又一里程碑。

3.2 互动式教学

传统课堂注重教师的讲授,但过多的输出往往忽略了学生对知识的接受和理解。此时,应鼓励学生提问和表达观点,并通过师生互动和学生互动引导学生深入思考问题。在《材料成型设备》课程中引入互动式教学设计,可以增强学生的参与感,使他们更积极地参与课堂活动,从而提高他们的学习兴趣和动力。通过互动,学生还可以更深入地探索和思考材料成型设备的相关知识,从而提高他们对课程内容的理解和记忆。此外,互动式教学往往涉及解决问题和团队合作,这有助于培养学生解决问题的能力、团

队合作精神,提高他们在实际工作中解决问题的能力、沟通能力和合作能力。例如,可以在课堂上引入“雨课堂”,在教师讲解完知识后,在“雨课堂”平台上提问,调动学生的积极性。另一个例子是,在学习和掌握当前材料成型设备的理论知识后,鼓励学生谈论未来材料成型设备的发展趋势,培养他们的创新思维和批判性思维。

案例二:互动教学,融入思政建设

材料成型设备课程知识点多,设备的构成复杂抽象,在课堂教学过程中易出现难以理解、注意力不集中等问题。课堂环节往往有课程导入,教师通过材料领域相关的人和事与知识点结合,激发学生的学习动力。比如引入“中国材料之父”“中国高温合金之父”师昌绪的故事,师昌绪主要从事合金钢、高温合金及材料强度的研究工作。领导研制成功中国第一代铸造多孔气冷涡轮叶片,解决了一系列技术难题,使中国航空发动机涡轮叶片由锻造到铸造、由实心到空心,为中国航空工业的发展作出了贡献。组织学生查阅师昌绪的事迹,以此来激励学生好好学习,掌握扎实的基础知识,弘扬科研精神。

3.3 实践教学

在材料成型设备课程中引入实践教学,使学生能够亲自操作材料成型设备,了解其实际操作原理和程序,有助于学生将理论知识转化为实践技能,提高动手能力和解决实际问题的能力。理论学习往往是抽象的、难以理解的,而实践教学可以提供直观的学习体验。通过实际操作,学生可以更好地理解材料成型设备的运行机制和工作原理,从而加深对理论知识的理解和掌握。与传统理论教学相比,实践教学更加生动有趣,可以激发学生的学习兴趣 and 积极性。通过实践操作,学生可以更加主动地参与到学习中来,提高学习效果。传统的课程仅通过多媒体的展示很难让学生短间接接受和消化过多的设备知识,可以采用在设备现场进行讲解的方式,让学生直观地了解设备的结构和使用情况。比如,轧制是材料成型的重要手段之一,但是轧制这一部分的内容繁多,包括轧机的构成、轧辊、轧辊轴承、轧辊的调整装置、轧机机架、轧机刚度、轧机主动传动装置及主电机等等,而我校我专业拥有数台轧机,可安排学生现场参观,认识轧机的结构组成,了解轧机的实际运行情况。观察设备的操作流程和讲解安全注意事项时,让学生感受到遵守操作规则的重要性和必要性。同时,还可以将学生分组,进行实际操作和模拟仿真等实践活动,培养学生的动手能力。

案例三:模拟项目进行,提升创新能力

以汽车车轮的设计为例,从合金的选择、生产设备的选择到生产过程和参数的设定,建立一个生产场景。指定学生担任项目负责人,将他们分成小组并分配任务,并将课堂上学到的知识转移到实际应用场景中。这将测试学生

解决问题和识别问题的能力,促进学生之间的团队合作,并增强他们的创新能力。

4 教学资源中的思政建设

4.1 教师言传身教

教师是学生成长的重要指导者。在材料成型设备课程教学中,教师应具备良好的职业道德和职业素养。通过言传身教,为学生树立榜样。例如,在解释设备的发展历史时,教师可以分享自己参与相关科研项目或企业合作的经验,让学生感受到教师的奉献精神和团队合作意识。

4.2 网络平台建设

利用在线课程和学习平台等在线平台,为材料成型设备课程建立思想政治教育模块。通过发布相关学习材料、视频和案例,学生可以随时随地接受思想政治教育。同时,可以建立在线论坛,以促进学生交流经验和学习成果。

5 结语

在当前的教育环境下,理工科的教育越来越多地融入到全方位育人和育才的教育理念,将价值观、人生观等有机地融入课程,实现课程思政建设,使学生在掌握专业知识和技能的同时,又能提升职业道德和创新精神。因此,在材料成型设备课程的教学中,可以从教学内容、教学方法和教学资源等几方面入手,培养出具有大国担当的大学生。

基金项目:校企共建产业学院的有效模式和路径研究,重庆市教育科学规划课题,K22YG215212;重庆市材料产业产教融合的研究与实践,重庆市高等教育教学改革研究项目(223394);专业学位研究生校外导师队伍建设研究与实践,重庆市研究生教育教学改革研究项目(yjg213130);产教融合转型发展新工科综合改革与实践,重庆市高等教育教学改革研究项目(222160)。

[参考文献]

- [1]李鸿,王旭峰,胡灿.材料成型技术基础课程思政教学探讨[J].新课程教学:电子版,2023(10):179-181.
- [2]韩蕾蕾,洪燕,赵镇锋.雨课堂在《材料成型工艺基础》课程教学中的应用探索[J].科学咨询,2020(53):75-76.
- [3]李娜,黄天成,陆春艳.混合式教学模式下课程思政的融入及实践——以“工程材料及其成型基础”课程为例[J].教育教学论坛,2023(24):69-72.
- [4]钱绪政,黄锋,付康.课程思政融入材料成型与控制工程专业基础课程教学中的探索与实践——以《金属学原理》课程为例[J].表面工程与再制造,2023,23(2):27-29.
- [5]冯玮,韩星会,姚振华.思政教育融入材料成型CAD/CAM综合实验课程的设计与实践[J].高教学刊,2023,9(15):30-33.

作者简介:张诚,重庆科技大学冶金与材料工程学院,讲师,工学博士,主要研究方向为金属腐蚀与防护,主讲课程为材料成型设备。

课程思政视域下的“制造技术基础类”课程教学实践探索

吴春亚* 郭闯强 吴佳昊 于天宇 陈明君 潘旭东

哈尔滨工业大学机电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

[摘要]以贺信精神为引领,将思政教育渗透到专业课程培养过程将对打造“中国版”工程教育体系具有举足轻重的作用。以支撑哈尔滨工业大学新时代杰出人才培养目标达成的“制造技术基础类”课程为例,阐述其通过专业知识、历史传统、科研特色、虚实实践等系列化、多维度价值塑造元素的再造性设计,创新构建了“强心—润心—凝心—砺心”的全方位育人模式,以期有效支撑“核心价值塑造、多维知识探究、综合能力养成”三位一体的人才培养理念。

[关键词]贺信精神;制造技术;育人模式;课程思政

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12910

中图分类号: G711

文献标识码: A

Construction and Practice of "Fundamentals of Manufacturing Technology" Course in the Perspective of Ideological and Political Education

WU Chunya*, GUO Chuangqiang, WU Jiahao, YU Tianyu, CHEN Mingjun, PAN Xudong

School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

Abstract: Guided by the spirit of the congratulatory letter, introducing the ideological and political education into the professional curriculum training process will play an important role in the establishment of the "Chinese version" engineering education system. Taking the "fundamentals of manufacturing technology" course as an example, the redesign concept of serialized and multi-dimensional value shaping elements is expounded, including professional knowledge, historical tradition, scientific research characteristics, and experimental practice, etc. A full-process and all-round education model with the aim of "strengthening-feeding-assembling-sharpening the heart" is innovatively built, in order to realize the talent training goal of "shaping core values, exploring multi-dimensional knowledge, and developing comprehensive abilities".

Keywords: spirit of congratulatory letter; manufacturing technology; education model; ideological and political education

引言

2020年6月7日,在哈尔滨工业大学建校100周年之际,习近平总书记致信祝贺,充分肯定了哈尔滨工业大学的办学精神、办学传统和办学特色,及其在国之重器打造、杰出人才培养等方面,为党和人民所作出的重要贡献。同时,总书记也对学校未来的发展给予了亲切关怀和深切嘱托,指明了学校在新起点的办学方向。为国育才、为党育人是高校的初心与使命,立德树人则是高校的立身之本。如何以贺信精神为引领,用好课堂教学主渠道,提升思想政治教育亲和力、针对性,满足青年学生成长发展的需求和期待,这是时代向高校赋予的新课题。如何让思想政治教育渗透到专业课程的完整培养过程之中,打造出“中国版”工程教育体系,这是新形势向高校提出的重要挑战^[1]。

制造业是一个国家的立国之本、兴国之器、强国之基,是国民经济的重要支柱产业。神舟升空、嫦娥飞天、玉兔探月、蛟龙深潜,都离不开高新制造技术的坚实支撑;深海勘探、北斗导航、福建舰入列、天宫建成,都是制造技术创新成果的重要应用。那么,如此高、精、尖的设备是如何设计、制造出来的?其中有多少特殊材料、特殊零件需要加工?又有多少技术难题需要攻克?作为哈尔滨工业大学(以下简称“哈工大”)支撑新时代杰出人才培养

目标达成的“制造技术基础类”课程,正是引导学生去认识、去理解、去思考、去探索这一系列疑问的重要课程^[2],其内容涵盖了制造业工作人员所必需的专业知识,是进一步发展高端智能制造的核心技术基础。因此,如何以学生的专业背景和学科特点为基础,充分发挥“制造技术基础类”课程教育育人的主阵地作用,深入挖掘课程内容中蕴含的德育元素和价值精神?如何在专业知识传授过程中“润物无声”地渗入德育元素,实现“课程承载思政”与“思政寓于课程”的有机统一?这些都是需要深入探讨和亟待解决的关键问题。

1 “强心—润心—凝心—砺心”全方位育人模式实施

为满足“工程巨匠型”杰出人才的培养需求,课程采用线下教学和自建慕课相辅相成的模式,践行如图1所示的整体式教学方法,形成了以基础知识为主线、思政理论同向随行,实际科研案例贯穿始终的内容框架。聚焦专业知识、历史传统、科研特色、虚实实践等系列化教学元素的再造性设计和阶梯化实施,打造形成“强心—润心—凝心—砺心”的全过程、全方位育人模式,使课程内涵始终与社会发展、企业需求相接轨,与家国情怀、个人情操、科学素养等多方位人才培养目标同频共振。

1.1 课堂教学找准思政切入点，击中学生兴趣点，用专业知识“强心”，发挥主干渠道作用

为了有效支撑“核心价值塑造、多维知识探究、综合能力养成”三位一体的人才培养目标，“制造技术基础类”课程在教学实施过程中设计了理论教学、虚实实验、工程认知、创新设计、价值塑造等系列化教学环节。尽管课程思政不会改变专业课程的本来属性，但在各个教学环节中如何找准思政元素的切入点，击中学生的兴趣点，从“知识传授”向“价值引领”自然转变，这是赋予课程“育人之魂”的重要起点^[3]。

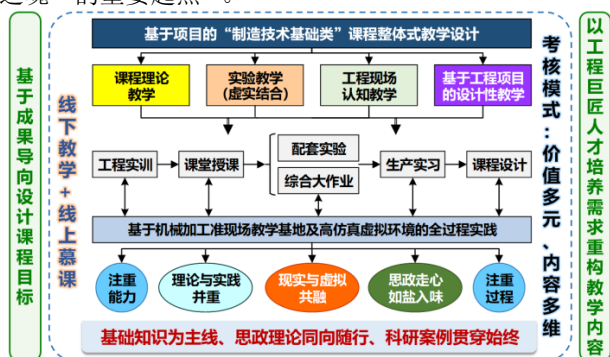


图1 整体式教学过程实施架构

本课程在理论知识的传授过程中，注重从热点话题切入，以问题为导向，以工程为背景，以专业技术为主线，以科技强国精神内涵为文化元素，水到渠成地将接地气的实际问题与理论知识点、德育功能有机结合，润物无声。例如以俄乌冲突为切入点，以重量级武器——洲际导弹的制导精度为分析对象，以惯性器件中核心零件的超精密加工为案例，让学生感受到定位方案的合理设计和定位误差的有效控制对洲际导弹制导精度保障的重要作用。又例如以人类工程物理科技领域的顶峰——激光惯性约束核聚变工程为切入点，回顾“两弹一星”英雄们在缺乏高精度机床的薄弱工业条件下，攻坚克难、高质量完成靶球加工的事迹，引导学生从零件的全周期制造出发，综合考虑加工表面质量的控制措施。

课程教学在服用专业基础知识这副“强心剂”的同时，将多维度、多形式的价值塑造案例以“隐形嵌入”方式引入课堂，多点频发、串连成线，使知识传授点点有滋、串串入味，让学生自然而然地吸收其价值内涵。

1.2 将“大师传奇故事”编织成面，投影至课程知识架构，用历史传统“润心”，体味可感的榜样力量

哈工大“八百壮士”是新中国科教事业的先行者，也是新时代科教兴国的开拓者，他们披荆斩棘，拼搏奉献的精神支撑着哈工大的蓬勃发展^[4]。“制造技术基础类”课程凭借哈工大的天然优势，将“八百壮士”精神、哈工大“英雄图谱”、学校历史传统与课程特色有机融合，如春风细雨般滋润着学生的“心田”。

例如从哈工大机械制造学科创始人、我国著名刀具专

家——袁哲俊教授数十载“大刀阔斧”志在强国的奋斗历程入手，让学生了解哈工大机械制造专业从50年代苏联专家援建创立，逐渐发展壮大直至成为全国顶尖学科的全过程，让学生充分感受“学科自信”和“专业自强”。又例如通过刘永坦先生“一生一事”“从0到1”，为祖国海防装上“千里眼”的奋斗故事，向学生描绘“坦先生”带领“雷达铁军”四十年磨一剑、筑起“海防长城”的恢宏画卷，传承爱国红色基因。又例如以我国电加工和特种加工工业界元老——刘晋春教授90岁高龄依然在为事业埋头苦干，用一生的“深耕细作”践行“老黄牛”精神，激励青年学生不忘初心、牢记使命。

将身边大师一桩桩、一件件的“传奇故事”编织成面，投影到课程的知识架构中，让学生体味到生动、具体、可感的榜样力量，引领广大青年学生在献身科学、开拓创新的道路上继续砥砺前行。

1.3 课程内容敏捷导入本校典型科技攻坚案例，用科研特色“凝心”，激发学生科技报国的使命担当

正如总书记在贺信中所肯定的，哈工大长期面向国家重大需求，攻关科技难题，打造了一大批国之重器，因此，本校的科研成果是天然的教学素材库。“制造技术基础类”聚焦课程内涵和智能制造发展需求，在教学过程中注重从实际科研项目中挖掘和提炼教学内容，设计出高契合度、穿针引线式工程案例，并将其以可视化形式植入课堂与实验教学之中，潜移默化地提升学生的工程高阶思维能力。

课程内容在敏捷导入典型科技攻坚案例的同时，始终坚持内置价值引领内涵。例如以本校自主研发的国内首台超精密飞刀铣削机床加工大口径磷酸二氢钾功能晶体为例，分析机床工作台运动精度对加工表面平面度的影响，以及如何通过形状精度检测反向调整机床运动特性，最终实现大口径软脆晶体零件加工精度与美国“国家点火装置”相当的工程目标，解决了我国激光约束核聚变国家重大科学工程中功能晶体超精密加工的瓶颈难题。又例如以本校攻克的红外制导空空导弹蓝宝石和氮氧化铝保形整流罩的超精密磨削加工为案例，启发学生深入思考硬脆材料磨削工艺特点，引导学生合理选用磨削工具、优化磨削工艺参数。又例如从激光惯性约束聚变靶丸表面（ $\Phi 1-2\text{mm}$ ，空心聚合物球面）微结构的加工需求出发，在兼顾靶丸定位精度并保护球面质量的前提下，引导学生对特殊构件的装夹方案进行设计、分析与论证。基于本校富集的科研成果实现“凝心聚力”，让学生主动去感受基础知识在科技攻坚中的巨大力量，通过构筑科教融合人才培养载体，激发学生的专业认同感和课程学习的驱动力。

1.4 构筑虚实相融沉浸式实践平台，用多维实验“砺心”，培育思辨-协作-创新精神

实践教学是学生创新能力培养的关键环节，在知识的获取、能力的提高中发挥着非常重要的作用，实践环节中所学习内容的平均留存率比单纯听讲高出了70%。“制造

技术基础类”课程为助力学生“创新探索、思辨协作、系统思维”能力的综合培养,协同课堂教学主渠道,构筑形成了虚实相融沉浸式实践教学平台,通过建设具有适应性和创新性的实验内容,促进学生工程实践创新能力与专业素养的“双提升”。

课程团队创新设计并建设了国内首个“机械加工准现场”教学环境,以“汽车转向节”和“减速器顶盖”实际生产现场为背景,经过精简、增改、优化及问题设计,最大程度地复制和再现了生产现场。由转向节/顶盖所有工序的半成品(包括毛坯)和成品,以及各道工序的工装夹具实物和图纸、机械加工现场录像、机械加工工艺规程卡等软硬件构成了“慢镜头”“解剖式”的现场条件,其中工序半成品用于分析工件的加工要求、工序基准、加工设备和工装的选择原则,夹具实物则用于分析定位原理、夹紧方式和定位误差,配备的显示屏可播放加工和装配现场视频,查阅工艺文件。准现场教学环境在内容设计上注重培养实践者对工程问题的判断与分析,有意将“工程常见错误”植入夹具结构内部,“隐身”于教学生产线的某些环节^[5]。因此,在实践教学实施过程中,注重引导学生去分析和发现这些“问题”,鼓励其综合运用所学的理论知识给出解决方案。“机械加工准现场”实践教学基地年均接待学生 2000 余人次,学生可以体验从工程任务设计、工程实践操作、工程问题解决一体化的现场训练。

金属切削原理和加工工艺过程设计是课程内容中的核心知识点,鉴于常规的工艺实验受限于设备和场地,通常由专职教师演示操作,难以满足个性化、多参数的教学需求。因此,课程团队自主开发了“基于 INTERNET 的多参数驱动金属切削过程虚拟仿真实验”和“机械制造工艺方案设计及其仿真实验”。学生通过网络登陆即可探索切削用量对切削力、切削温度、加工表面质量等的影响规律,以及工艺方案与加工过程之间的映射关系。目前已获批“国家一流课程”和“省级示范性虚拟仿真实验教学培育项目”各 1 项,累计完成了 9000 余名学生的实验服务。

虚实相融的实践平台为学生提供了可独立操作、反复进行、校内校外、线上线下的自助实验条件,使专业实验教学不再停留于教师单向输出模式,而是以学生为中心,通过个性化、挑战级实验来“磨砺”学生的心志,铸就其甘愿为梦想下“苦功夫、实功夫、硬功夫”的胸怀和格局。

2 教学成效与教学成果

课程构建了“中期反馈+调查问卷+学生评教+专家评教”四维化的教学过程评价体系,通过教学质量的过程性跟踪,形成了课程思政“实施-评价-反馈-反思-调整”的迭代改进机制,持续优化思政元素与教学内容的融合策略。目前已取得的成效如下:

(1) 在理论教学方面,课程入选校级“首批课程思政建设示范课程”,并于 2023 年入选“省级一流本科课程”,

同年推荐申报“省课程思政示范课程”;通过引入现代教学手段已正式上线 MOOC 课程 1 门。

(2) 在教材及配套实验建设方面,课程团队近 5 年主编辅助教材 1 部,译著《制造工程手册》1 部,副主编“十四五”国家重点出版物出版专项规划《机械加工工艺手册第 3 版》。结合正在开发的工装夹具 VR 实验室和机械产品装配虚拟软件,逐步完成自主开发的虚拟实验平台(刀具、切削、制造与装配工艺)的全面上线。

(3) 在教学奖励方面,课程团队近 5 年荣获国家级教学成果二等奖、省级教学成果一等奖各 1 项,校级教学成果一等奖 2 项;校级教学突出奖、教学优秀奖一等奖和优秀教育教学管理奖各 1 项;全国机械制造类课程产教融合教学案例一等奖 1 项等。指导学生获省级以上奖励 20 余项,学生反馈课程内容是完成赛事的重要基础。

3 结语

嘱托,声声入耳。壮志,念念于心。新百年,哈尔滨工业大学正沿着习近平总书记贺信中指明的方向前进。为促进专业课程思政在新工科建设中能够发挥协同和引领作用,“制造技术基础类”课程将继续坚持思政教学资源的自主和原创,在对“八百壮士”精神、“大国工匠”事迹、“卡脖子”技术、行业最新技术、学术前沿热点等多维度价值塑造案例进行再造性设计的基础上,打造形成“课程思政资源库”;加强校企合作紧密度,助力“课堂-实验室-企业”深度融合的教-科-产全方位育人模式建设,使课程内涵始终与我国人才培养需求、行业发展态势同频共振,为制造强国战略的人才输送发挥重要作用。

基金项目:黑龙江省教育科学规划 2023 年度重点课题研究成果,面向课赛融合的智能制造实践能力培养模式创新与应用(GJB1423123)。

【参考文献】

- [1] 相理锋. 以习总书记贺信精神为指引全面提升本科教育教学水平[J]. 西藏民族大学学报(哲学社会科学版), 2019, 40(4): 5-8.
- [2] 李杰, 黄雅婷. “机械制造基础”中“课程思政”挖掘与融合的教学探索[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2022(3): 82-83.
- [3] 卢杨, 刘芳. 高校课程思政建设的关键点位思考[J]. 高教学刊, 2019(23): 164-166.
- [4] 吉星, 刘忠奎. 哈工大“八百壮士”科教报国矢志不移[J]. 奋斗, 2021(10): 57.
- [5] 宋宝玉, 李旦, 王娜君. 强化工程创新能力培养的机械专业实践教学建设[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 58-61.

作者简介: 吴春亚, 哈尔滨工业大学机电工程学院, 教授, 工学博士, 主要研究方向为超精密加工与微纳制造, 主讲课程为机械制造技术基础。

“双碳”背景下《计量学基础》课程思政改革路径研究

洪宇翔 徐 婧 许素安 洪凯星 郑恩辉

中国计量大学, 浙江 杭州 310018

[摘要] 《计量学基础》课程作为自动化类本科生的一门重要课程, 对培养理工科综合性人才具有重要作用。随着时代的进步和社会的发展, 如今《计量学基础》课程在教学实践方面存在较为明显的不足, 导致学生对课程内容的理解薄弱, 仅能机械地应用计量学基础知识, 无法清晰地认识到该课程对社会建设和国家发展的重要性, 难以将理论与实践主动结合起来。“双碳”战略目标的提出为《计量学基础》课程的教学改革发展提供了新契机。文章以《计量学基础》课程为研究对象, 以课程思政为切入点, 结合“双碳”战略和学科发展趋势, 从教学内容、实践活动、评价方式三方面剖析了现有教学中存在的问题, 并提出了相应的课程思政改革路径。

[关键词] 计量学基础课程; 双碳; 课程思政; 教学改革

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12903

中图分类号: G642.307

文献标识码: A

Research on the Path of Ideological and Political Reform in the Course of "Basic Metrology" under the Background of "Double Carbon"

HONG Yuxiang, XU Jing, XU Su'an, HONG Kaixing, ZHENG Enhui

China Jiliang University, Hangzhou, Zhejiang, 310018, China

Abstract: As an important course for undergraduate students majoring in automation, the course "Basic Metrology" plays an important role in cultivating comprehensive talents in science and engineering. With the progress of the times and the development of society, there are obvious shortcomings in the teaching practice of the course "Basic Metrology", resulting in weak understanding of the course content by students. They can only mechanically apply the basic knowledge of metrology and cannot clearly recognize the importance of the course for social construction and national development, making it difficult to actively combine theory and practice. The proposal of the "double carbon" strategic goal provides a new opportunity for the teaching reform and development of the "Basic Metrology" course. The article takes the course "Basic Metrology" as the research object, takes ideological and political education as the starting point, combines the "double carbon" strategy and disciplinary development trends, analyzes the existing problems in teaching from three aspects: teaching content, practical activities, and evaluation methods, and proposes corresponding paths for ideological and political education reform in the course.

Keywords: courses of basic metrology; double carbon; ideological and political education; teaching reform

引言

高等教育人才的培养离不开专业知识和思想政治两方面教育的融合。所谓的“课程思政”, 是指将高校思想政治教育融入课程教学和改革的各环节、各方面, 实现立德树人润物无声^[1]。探讨如何建设良好的思想政治教育与课程教学的深度融合路径, 意味需要着打破现有的教学与实践之间的壁垒, 将习近平新时代中国特色社会主义思想等内容巧妙地融入传统的理论教学中, 以培养适应时代发展和社会进步的综合性应用人才, 是值得关注的问题。2020年习近平总书记在第75届联合国大会上, 提出了2030年实现碳达峰、2060年实现碳中和的目标, 这要求各行各业积极响应国家政策, 推动绿色低碳发展^[2]。2022年国家自然资源部、市场监管总局、生态环境部等九个部门联合发布了《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》, 提出到2025年“双碳”标准计量体系基本建立, 到2060年“双碳”标准计量体系全面建成, 服务经济社会

会发展全面绿色转型, 有力支撑碳中和目标实现^[3]。科学准确计量生产生活的碳排放, 对实现经济社会绿色低碳、转型升级具有重要作用。而《计量学基础》课程作为中国计量大学的特色课程之一, 也是计量技术的理论支撑之一, “双碳”战略目标的提出对该课程的教学改革提出新的要求, 同时为思想政治理论的融合创造新的契机。因此, 研究《计量学基础》课程与思政教育的教学改革路径, 对于做好计量人才储备, 培养具有坚定的政治立场、高尚的思想道德、扎实的知识本领、符合时代发展和社会进步的综合性应用人才, 满足特色行业人才需求具有重要意义。

1 “双碳”背景下《计量学基础》课程存在的问题和挑战

1.1 课程内容滞后

随着全球绿色低碳发展理念的提出以及中国“双碳”战略的实施, “双碳”理念的逐渐深入人心, 碳排放和碳中和等环境议题已成为全球性关注焦点。然而, 当前《计

《计量学基础》课程的内容主要侧重于计量学的基础理论知识和技术方法,课程案例在很大程度上是建立在历史发展之上的,而忽视了与当今社会实际需求相结合的内容,甚至《计量学基础》课程的内容可能滞后于最新的低碳技术和发展趋势,无法适应时代发展需求。因此,课程内容的滞后性是一个亟需解决的主要难题,对课程内容进行更新和调整,将“双碳”思政元素有机融入其中,使其更具实践性和前瞻性,以满足学生对碳排放和碳中和等现实问题的认知需求。

1.2 教学方法单一

《计量学基础》课程的教学方法主要是以传统的理论讲解为主,辅以案列教学。但日前的教学收效不尽人意,原因一方面是理论教学较为枯燥,缺乏新颖性强、实践性强、互动性强的教学方式以激发课堂活力;另一方面是教学案例时效性差,缺乏与“双碳”背景下相关议题的深度讨论和案例分析,无法充分激发学生的学习兴趣 and 创新能力,使学生难以将理论知识应用到实际环境中。因此,急需探索多样化的教学手段和引导方式,以激发学生的学习兴趣和思考能力,培养他们对碳排放和碳中和等问题的认知和解决能力。

1.3 实践环节不足

实践环节的不足也是《计量学基础》课程面临的一大挑战。传统的计量学课程往往偏重于理论知识的传授,对实践环节的重视程度不够或实践环节的设置不够合理。学生缺乏与实际工程项目结合的机会或对环保实践的参与和体验,这将导致学生无法将所学知识与实际应用相结合,从而影响其对“双碳”问题的理解和应对能力,使得理论和实践脱节。然而,在“双碳”时代背景下,学生不仅需要掌握理论知识,更需要通过实践活动将所学知识应用到实际工作中,培养解决问题的能力 and 实践操作技能。

1.4 评价方式单一

《计量学基础》课程以往采用的教学评价方式是由平时成绩和考核成绩分别占40%和60%组成的最终成绩。该方法下的评价指标局限于学生的课堂表现、考勤情况和书面成绩,不利于学生的综合素质的提高和身心健康的成长,更有违背党的“培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人”教育方针。而且,在“双碳”战略目标的实施过程中,“唯成绩论”的单一评价方式,不利于激发学生的创新能力和培养健全的道德品质,容易出现违背社会发展的急功近利的不良行为。因此,基于《计量学基础》课程的实践需求和应用重要性,亟需建立一个科学的多样化评价体系,以客观的角度多维评价学生的成长和教学效果,为培养综合性高素质应用人才把好“最后一道关”。

2 “双碳”背景下的《计量学基础》课程思政改革

课程思政主要依托专业知识结构和专业技能,融入思政教育元素,对学生进行正确的价值引领^[4]。在《计量学

基础》课程中,挖掘“双碳”思政元素是至关重要的。在当今社会,碳排放和碳中和已经成为全球关注的焦点,因此,我们不仅要传授学生计量学的基础知识和技能,更要引导他们思考碳排放和碳中和对社会、环境以及经济的影响。挖掘“双碳”思政元素意味着要将这些现实问题融入到课程内容中,让学生在学习计量学的同时,也能意识到他们在未来的工作和生活中如何积极应对碳排放、碳中和等挑战。因此,我们组建了一支具有丰富教学经验和实践经历的教学团队,从实时更新教学方案、加强实践环节、丰富评价方式三个方面采取措施实现《计量学基础》课程思政教学改革的研究与应用,以适应当下的社会需求和发展趋势。

2.1 教学方案的实时更新

针对“双碳”背景下的需求,教学团队定期开展关于《计量学基础》课程教学方案的研讨会,并对教学方案进行实时调整,包括教学内容、教学案例和教学方法三个方面。

2.1.1 《计量学基础》课程教学内容中“双碳”思政元素的挖掘

《计量学基础》的课程专业知识既是教学内容的主要组成部分,又是课程思政元素的重要载体。为实现“双碳”战略发展与专业课程的有机融合,需要从课程内容的更新入手,剖析课程既有知识点,挖掘“双碳”背景中的相关思政元素,在相关章节中增加与之相关的低碳技术等内容,比如新能源发展、碳排放监测与管理等最新的绿色低碳理念和技术方法,将“双碳”思政元素贯穿于教学内容之中,引领学生能够主动认识、理解和应用计量学基础知识和技术,为实践应用奠定良好基础。

2.1.2 《计量学基础》课程教学案例中“双碳”思政元素的融合

教学案例的实时性、先进性和相关性在一定程度上影响《计量学基础》课程的教学效果。在“双碳”背景下,如何选择合适的思政要素,实现“双碳”要素与课程案例的有机融合,对于辅助学生理解课程知识点,引导学生在实际案例中体会计量学知识与社会责任的结合,提升思想政治觉悟十分重要。因此,在思政元素选择和教学案例设计过程中,需要结合“双碳”背景下最新的研究成果和前沿技术,进一步挖掘并匹配有关“双碳”的思政元素,对教学案例的内容进行实时迭代,并积极融入到《计量学基础》课程的教学案例中,以确保所传授的知识与时俱进,具有显著的前沿性和实用性。同时,可以结合实际的行业数据和动态,设计具有一定的复杂性和现实性的案例,让学生进行数据分析和模型建立,在学习过程中更加贴近实际,了解到实际应用中的挑战和解决方式,不仅能够运用所学的计量方法和技能,还能考虑到碳排放、碳中和对社会、环境和经济的综合影响。通过案例的讨论和分析,培养他们的创新思维和解决问题的能力,学生可以深入了解《计量学基础》课程对于国家未来发展和进步的重要

性，并为可持续发展贡献自己的力量。

2.1.3 《计量学基础》课程教学方法中“双碳”思政元素的创生

在教学方法上，不局限于传统的多媒体示教、案例式教学，创新地采用了主体语境型的交互式教学方法，赋予学生课堂主体的角色，能够显著提高学生课堂活跃度，激发学生学习兴趣，同时培养学生自主思考的能力。其中，“主体语境”型交互式教学方法是通过在教学过程中，设置与教学内容相适应的具体场景或氛围，意在使学生参与并理解课程内容^[5]。例如，设立以“新能源汽车行业的碳达峰、碳中和目标实现计划”为主题的语境，赋予学生“项目经理”“工程主管”“计量工程师”“碳交易从业者”“行业技术人员”等多种角色，并提出“作为一名项目经理，针对‘双碳’战略的实施，你应当从哪些方面优化项目方案？”“作为一名工程主管，为实现‘节能降碳’的目标，你的职责是哪些并且该如何施行你的工程方案？”“作为一名行业的技术人员，你将从哪些方面行动响应‘碳排放’或为行业‘双碳’目标的实现提出哪些建议？”“作为一名计量工程师，你会从哪些方面开展你的碳排放计量监测工作？你会关注哪些指标？”等相关问题，引导学生从实际问题出发，运用所学的计量学知识思考实现碳排放和碳中和等目标面临的挑战，进而培养学生主动思考并解决实际问题的能力，认识到各行各业对“双碳”战略目标实现的积极作用，树立良好的工程伦理知识和职业道德。

2.2 实践环节的加强

《计量学基础》课程作为一门重要的理工科基础课程，其课程专业知识包括“十大计量”，即几何量计量、力学计量、化学计量、电磁计量、声学计量、光学计量、热工计量、电离辐射计量、无线电计量、时间频率计量。因此，《计量学基础》课程的理论与实践涉及生物研究、金融贸易、环境保护、国防建设、高端装备制造等多个领域，并在各行各业中发挥着重要作用。尤其在“双碳”背景下，量子传感技术和碳计量技术等基础前沿计量技术研究对建立健全碳计量基准和标准、研制碳计量核心器件和高精度仪器具有关键引领作用。在学习相关专业知识之外，如何让学生更多地接触国家大工程的背后故事以及国家方针政策成了课堂上亟需解决的另一个问题^[6]。因而，强化应用型实践教学环节的育人作用，从课堂内外两个方面共同打造多样化教学实践活动，对于《计量学基础》课程思政教学改革具有重要意义。例如，教师组织学生参与环保实践活动，或前往“零碳生态产业园区”“新能源科学研究与实验基地”“风、水、热能技术发展装备制造业展览会”等地开展研学活动，与一线人员或行业前辈进行对话，亲身体验学科专业与社会发展的紧密联系；或邀请相关领域的专家学者来进行专题讲座，介绍最新的低碳技术、政策和实践经验，使学生更好地了解并跟上最新的行业动态。

除此之外，由于《计量学基础》课程知识与“双碳”战略目标的实施息息相关，因此，教师根据学科特点设计了多项课内实践活动，例如：

(1)“能源计量设备（电碳表）的设计”实践环节，旨在让学生主动了解“电碳表”与碳达峰碳中和标准计量体系建设之间的关系，并通过了解“电碳表”实现碳计量的工作原理和碳排放的计算方法，让学生在实践中感受到碳排放和碳中和对社会的影响。此外，要求学生以小组合作的形式设计并制作一个简易的电碳表，进而一方面能够培养学生的主观能动性、创新精神、团队合作和动手能力，另一方面能够使得学生深度理解计量技术作为“双碳”战略的底层驱动，对于我国实现“双碳”目标的重要性。

(2)“工业园区碳交易沙盘模拟”实践环节，该实践活动以寓教于乐的形式，创建一个类似“大富翁”游戏的模拟沙盘，学生以四人为小组，通过“购买空地”来“建设不同的产业”，包括新能源产业区、石油化工厂、森林公园等。需要注意的是，不同的产业排放或吸收二氧化碳的能力不同，四名同学需要以最小碳排放为目标打造属于自己的“零碳排放工业园区”，而且参与者之间可以模拟进行“碳交易”，尽快达成“碳中和”。该实践活动能够激发学生有效参与和深度思考“双碳”战略目标，帮助学生理解“碳达峰”“碳中和”的实现路径，掌握“碳排放”和“碳交易”的真正含义，以及计量方式方法，同时注重培养学生的统筹规划能力和战略目光，强化学生节能减排意识、可持续发展理念和“人类命运共同体”理念，充分意识到个人未来与国家前途、人类命运的息息相关。从而加深对这一课程内容的理解和认识，使《计量学基础》课程更具现实意义和社会责任感，为学生的综合素质和专业能力提升提供更加有力的支持。

2.3 评价方式的优化

合理的课程教学评价有助于为课程教学改革提供科学的指导与反馈。经过改革后的《计量学基础》课程包含五个方面的评价方式，分别为评价学生专业知识掌握程度的理论成绩、评价学生计量技能掌握程度的基础实践成绩，评价学生动手制作能力、创新能力、解决问题能力的附加实践成绩，评价学生团队合作能力、工程伦理素养、科学精神的综合素质成绩，还有评价学生统筹规划能力、思维逻辑能力、系统设计能力的表现成绩。以上的评价方式实现了从德智体美劳五个方面评价学生，能够满足《计量学基础》课程的教学目标和计量技术人才培养的需求。除此之外，多样化的评价方式同样需要多元化的评价工具。在理论成绩和基础实践成绩两项中，依然保留了传统的考核评价方式。对于综合素质成绩，取决于学生平时的课堂表现和课程实践作业的表现，实现五档评分，并保留纸质评分表。而对于附加实践成绩，以“能源计量设备（电碳表）的设计”实践活动中的方案设计和硬件性能为参考标准。

对于表现成绩则取决于学生在“工业园区碳交易沙盘模拟”实践环节的排名和积分情况,转化为相应分数。综合来看,从该五个方面优化《计量学基础》课程的评价方式,有效改善了传统评价方式的片面和单一,对培养具备综合素质和过硬的计量知识技能的应用型人才具有重要意义。

3 结论

计量技术作为碳计量数字化转型、碳计量核心器件和高精度仪器的关键支撑技术,和全面实现“双碳”战略目标的底层驱动,已经成为社会发展和国家建设必不可少的工具。根据《计量学基础》课程思政改革的现实需求,本文基于“双碳”背景对《计量学基础》课程开展课程思政改革路径研究,锚定该课程存在的教学内容时效性差、教学方法单一乏味、实践环节设计不合理、评价方式不够完善四大问题,组建了一支具有丰富教学经验的团队,并提出了一条行之有效的课程思政改革路径,以教学方案为改革起点,以《计量学基础》课程的知识内容为基准点,结合“双碳”战略发展和前沿计量动态,实现思政元素的充分挖掘、融合和创生;同时,以实践活动作为课程思政载体,强化理论与实践的融合度;最后,通过多元化评价方式,提高课程评价体系的科学性。以上举措旨在提升《计量学基础》课程教育效果,优化人才培养方案,培养学生的环保意识和社会责任感,有效应对“双碳”背景下的挑战,为计量人才储

备和社会绿色低碳发展作出贡献。

基金项目:中国计量大学 2022 年度校级教改项目,“双碳”背景下课程思政建设研究与实践—以《计量学基础》课程为例(HEX2022004)。

【参考文献】

- [1]高德毅,宗爱东.从思政课程到课程思政:从战略高度构建高校思想政治教育课程体系[J].中国高等教育,2017(1):43-46.
- [2]王磊明,徐红,黄亮,等.中国式现代化的“双碳”意蕴[J].中华环境,2023(9):42-44.
- [3]市场监管总局.《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》解读[J].中国计量,2022(12):6-9.
- [4]郎振红.高校理工类学科课程思政建设的实践研究[J].大学教育,2020(11):23-26.
- [5]于红,刘海咏.以学生为主体创设语境——对外汉语课堂教学研究[J].徐州师范大学学报(哲学社会科学版),2008(4):136-139.
- [6]朱明.面向“中国制造 2025”的课程思政教学改革探究——以“机械设计”课程为例[J].科教导刊(下旬),2019(27):77-78.

作者简介:洪宇翔(1987—),男,汉,湖南常德,中国计量大学机电工程学院,副教授,硕士生导师,研究方向为智能检测与先进控制。

“超星学习通”助力混合式教学的实践与探索 ——以《MATLAB 语言及其应用》课程为例

李爱滨¹ 钱明芳^{1*} 张学习¹ 贾政刚¹ 耿林¹ 高媚娇²

1. 哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

2. 黑龙江科技大学矿业工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150022

[摘要] 进入“互联网+”时代, 混合式教学模式被广泛推广, 从教到学都发生翻天覆地的变革。文章以《MATLAB 语言及其应用》课程教学为例, 围绕着知识传授、能力培养、价值塑造三位一体的教学目标, 完成了基于超星学习通的混合教学的课程创建、教学设计, 以及课前-课中-课后的全过程实践。特别是, 通过精心挖掘和设计超星学习通互动环节, 有效地创设出问题情境, 并引出相应的学习目标和学习任务。这不仅调动了学生参与意识和学习热情, 而且协助教师完成了精准教学, 大幅提高师生之间的有效互动频率, 教学质量和教学效率都显著提高。

[关键词] 混合式教学; 超星学习通; MATLAB 语言及其应用; 互动环节

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12911

中图分类号: G434

文献标识码: A

"Super Star Learning APP" Facilitates the Practice and Exploration on Blended Teaching ——Taking "MATLAB Language and Its Applications" as an Example

LI Aibin¹, QIAN Mingfang^{1*}, ZHANG Xuexi¹, JIA Zhenggang¹, GENG Lin¹, GAO Meijiao²

1. School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

2. School of Mining Engineering, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang, 150022, China

Abstract: Entering the era of "Internet+," the widespread adoption of the blended learning model has brought about profound transformations in both the teaching and learning processes. Taking the "MATLAB Language and Its Applications" course as an example, this article focuses on the trinity of teaching objectives: knowledge transmission, skill development, and value shaping. It details the entire process of creating a blended teaching course based on the super star learning APP, including course creation, instructional design, and the entire process of pre-class, in-class, and post-class practices. Particular note is the meticulous exploration and design of interactive elements on the super star learning APP, effectively establishing problem scenarios and eliciting corresponding learning objectives and tasks. This initiative not only engages students and fosters enthusiasm for learning but also aids teachers in delivering targeted instruction. It significantly elevates the frequency of effective interaction between educators and students, resulting in a marked improvement in both teaching quality and efficiency.

Keywords: blended teaching; super star learning APP; MATLAB language and its applications; interactive sessions

随着信息技术迅猛的发展, 基于网络教学平台的混合式教学成为高校教学改革的一个发展方向, 并已经在国内高校被广泛推广^[1]。超星学习通是专门为高校师生打造的一款学习专业平台, 配合教室端、移动端和管理端进行在线的课程建设、专业学习和教学互动, 以及班级管理、学情监测和成绩统计等功能。图1显示了超星学习通平台教学的学习活动和课程内容的具体功能。超星学习通作为智慧教学工具, 因其功能强大、灵活方便, 使教学“线上线下”互通、“课内课外”并举, 逐渐被师生所接受^[2-3]。但是, 面对“互联网+教育”带来的教与学的变革, 如何将网络智慧教学融入到混合课堂的探索还有待进一步深入研究^[4-5]。

时至今日, 作者通过超星学习通平台已经开展《MATLAB 语言及其应用》课程线上线下混合教学多年。MATLAB 课程是一门文化素质全校选修课, 是关于数值计

算、编程、可视化等知识的课程, 其教学方式也从传统的面对面教学改为线上线下混合教学, 同时融入了案例教学和问题驱动教学等方式。因此, 基于超星学习通教学平台, 本课程从教学的理念、准备、设计和实施等方面都做出相应改变, 重构混合教学中学习通教学框架, 精心打造学习通的课程内容和学习活动, 在混合教学实践中逐渐摸索和完善了学习通平台教学。具体从以下几方面进行阐述:



图1 学习通平台学习活动和课堂内容

1 做好超星学习通教学设计来构建三位一体的高效混合式教学模式

《MATLAB 语言及其应用》课程设立了知识传授、能力培养、价值塑造三位一体的教学目标（如图 2 所示），着重培养学生运用科学计算解决实际问题的能力和创新意识。然而，传统面对面课堂教学已经无法满足信息化时代大学生个性化学习的需求，很难获得满意的教学质量和育人成效^[6]。为了弥补传统教学中教与学的不足，高效率、高质量地实现教学“线上线下”互通、“课内课外”并举的目的，就要充分发挥学习通的课堂内容和学习活动来提高教学效率和教学质量。为此，作者专门搭建和完善混合课堂内外的学习通教学设计框架，如图 3 所示。

根据每堂课传授知识和掌握要点的需求，针对三位一体混合式教学的课前-课中-课后的全过程，深入挖掘和精心设计出对应课程内外的课件、章节 PPT、题库、资料等学习内容和抢答、投票、讨论等互动环节。将这些设计好的课程内容和相对应互动环节提前导入到超星学习通平台。按照图 3 设计的教学框架，通过学习通移动端，教师依次发起课内外的教学活动，学生也依次参加相应的学习活动，从而实现课内师生互动交流和课外学生自主学习。在整个混合教学中，学习通教学将贯穿到整个混合课堂内外，其多元化和灵活性推动教师教学和学生学习方式的革新，从而完成三位一体的高效混合课堂的构建。

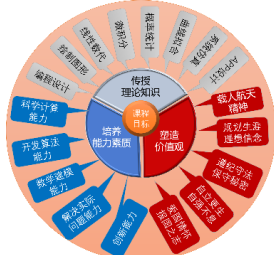


图 2 三位一体的育人模式

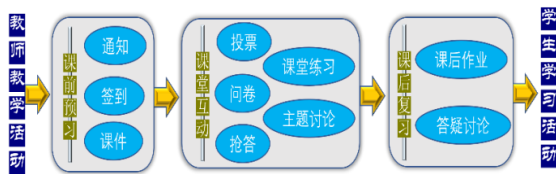
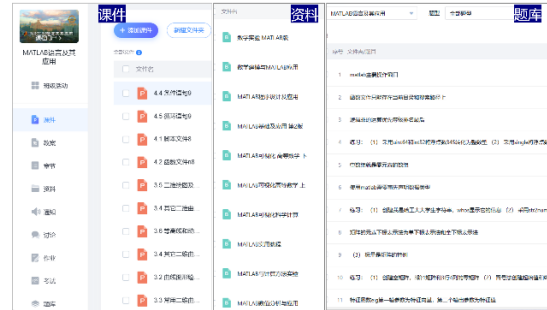


图 3 混合课堂内外的学习通教学设计框架

2 建设超星学习通平台课程内容为混合式教学奠定坚实基础

为了使环环相扣的学习通教学设计落实到混合教学中，首先要做好学习通平台的三位一体课程建设。2020 年春季，作者在学习通网络平台开设《MATLAB 语言及其应用》网课，完成了课件、教学视频和参考文献库等课堂内容创建，并成功进行了第一次学习通线上教学。此后，学习通网络教学由线上走进线下传统课堂，开始了该课程混合式教学的实践，并不断完善课件、题库和教学视频等

学习通课程建设，如图 4 所示。时至今日，学习通课程共上传了 49 个课程章节，49 个任务点，并且亲自录制 50 个课程视频，视频总长 868 分钟，还专门上传了有关 MATLAB 语言课程的 18 份参考资料，如图 3b 所示。如今，搭建好的学习通课程为混合式教学奠定了坚实基础，非常方便学生课外随时随地自主学习。



(a)《MATLAB 语言及其应用》课程



(b) 课程基本数据

图 4 学习通平台课程内容建设

3 将超星学习通平台的学习活动沉浸式融入到整个混合教学中

学习通互动学习活动混合课堂中占有举足轻重的地位。时至今日，本课程在学习通平台课程活动数已达 50261（如图 4b），可见学习通教学已经深入到混合课堂教学内外。作者坚定执行着三位一体教学目标，运用学习通互动功能重构课堂形式，力求设计出好的循序渐进的互动环节，打造浓厚的交流和学习氛围，不断强化学生参与意识、激发他们强烈求知欲，并在混合教学中不断探索和完善。

3.1 通过学习通签到和通知提高学生出勤率和激发学生课外自主学习热情

通常，作为非核心文化素质选修课，学校、教师和学生对此类课程重视程度相对较低，学生学习热情、学习质量和出勤率令人堪忧。改变这种现状，本课程首先从课前学习通的签到和上课通知开始。

相比传统课堂教师占用大量时间一点名的考勤方式，混合教学通过学生在学习通平台自行签到，使考勤方式变得简单易行高效。本课程选课学生人数过百，采用学习通签到轻而易举地实现学生每堂课签到的考勤目标，很好培养学生自觉性，大大提高了学生出勤率。特别是，学

习通平台可以记录每堂课出勤率和每个学生出勤率。学习通签到大大方便教师管理班级学生,有助于严明课堂纪律。

为了方便学生课前预习、课后复习和吸引学生上课,在学习通教学平台上,每堂课课前发布的上课通知都要简介本堂课的学习内容、相应教学案例、掌握知识要点和课后作业,并且上传更新课件和相应作业。图6是数值微积分课前通知的截图。由图可见,课堂将要讲授积分 integral、trapz 与微分 diff、gradient 知识,并且专门列出能吸引学生上课的相应教学案例,如泡沫材料吸能性能研究(trapz)、火箭飞行高度与火箭初始质量的关系(integral)、电磁场仿真(gradient)。由此可见,设计一个好的学习通的上课通知,可以向学生表明混合教学从以传授知识为主的方式转变为以解决问题为主的方式;学习不仅学的是知识,而是学习一种运用计算思维解决实际问题的能力和创新意识,从而吸引学生上课和自主学习热情。



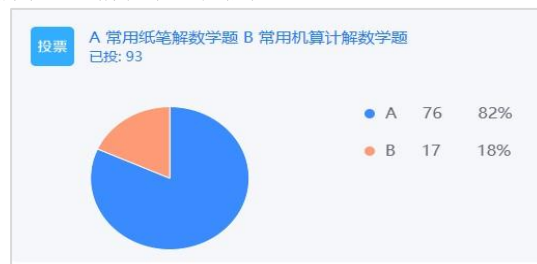
图5 数值积分和微分混合课堂的课前通知截图

3.2 通过学习通平台设计有效课堂互动环节增进学生学习的兴趣和积极性

在加强师生课堂互动交流和激发学生求知欲过程中,学习通平台发起的课堂互动环节起着重中之重的作用。好的课堂互动环节要能够调动学生参与积极性和提升学习效果。为此,本课程通过学习通平台精心打造了与教学内容环环相扣的课堂互动环节,创设出合理的学习情境,并引出相应学习目标和任务。不同于传统面对面课堂,混合教学是在超星教学运行数据的统计功能基础上,通过学习通活动及其随之产生数据统计结果实现对教与学过程的实时跟踪,从而实现师生间高效的有深度互动交流和教师精准教学。

设计一个有效的课堂互动可以从情境创设和有价值问题设计开始。图6是真实问题驱动的投票结果的饼图。数学计算习惯(图6a)和MATLAB软件禁用影响(图6b)都选择贴近学生学习实际的真实情景问题。由学习通实时反馈的饼图6a可知,国内学生数学计算习惯大部分还停留在人工计算的水平,而MATLAB科学计算国外学生必备技能,让学生认识到提高自身计算思维素养迫切性,从而突显本课程的重要性,更好激发学生强烈求知欲和学习主动性。MATLAB软件禁用对学生影响显著(图6b),究其

原因是我国工业软件落后,从而引起学生奋发图强、树立爱国情报国志。总之,借助学习通学习活动及其数据分析可以设计出更有价值的问题情景,才能引发学生深入思考,加深学生对课程理解,让学生明白所学知识的价值,激发他们学习热情和学习积极性。



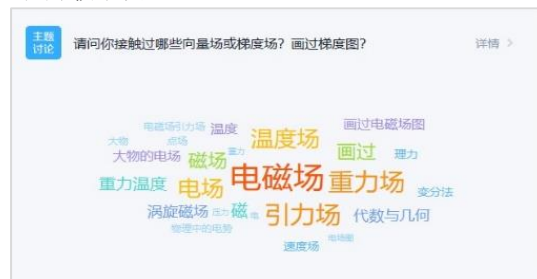
(a) 数学计算习惯



(b) “卡脖子”的影响

图6 学习通数据分析的投票饼图

课堂互动环节所提及的情景问题必须与当前学习主题密切相关,最好是学生熟悉的真实情景,这样才能顺理成章引出学习任务。图7是关于学生所熟悉的数学知识的讨论词云图。通常,在讲解每章知识之前,先在学习通平台发起与主题相关的数学知识讨论,例如学生认为最难学的高数知识是什么(图7a),或者配合各种案例教学发起主题讨论,例如学生学过什么样的梯度图(图7b),从而让学生想起高数积分和电磁场分布图,唤起学生对手动求解数学问题的费时费力还费脑的记忆,顺其自然讲解计算科学的理论知识,并引出求解泡沫铝吸能特性实际问题^[6]和电磁场仿真的学习任务,从而教会学生如何运用计算机使复杂数学问题求解变得简单易行,并促使他们把知识转化为技能。总之,好的学习通互动环节可以加深学生印象,增强学生参与意识,激发他们强烈求知欲,提高他们计算思维素养和创新意识,这样可显著提高有效互动交流的频率,提升教学质量。



(a) 最难的高数知识



(b) 梯度图

图 7 学习通数据分析的主题讨论词云图

为了巩固和检验学生学习效果，最快捷办法就是通过学习通平台发起随堂练习。图 8 是绘图知识的随堂练习结果的统计截图。正如图所示，学习通活动最大优势就是直接反馈学生练习统计结果，方便教师时时掌握学生学习效果，根据反馈的难点和错误，当堂进行讲解和纠正，从而提高学生对当堂知识吸收消化程度，进一步加强老师和学生的互动交流。

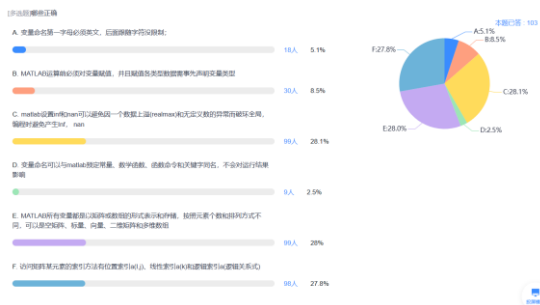
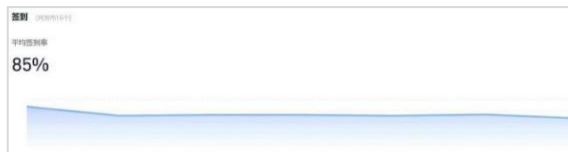


图 8 学习通随堂练习及其统计分析饼图

4 超星学习通的学情分析有助于教师课程管理和精准教学

学习通基于超星教学大数据统计引擎，根据学习通的课前预习、课中互动、课后作业等活动产生的随之数据，为教师提供客观而准确的学情分析（如图 9），方便教师查看课堂报告、学情统计、成绩统计，并进行实时跟进、监测、反馈和反思，从而帮助教师不断修正和完善教学设计、方法和内容，提高教师驾驭课堂能力，实现精准教学。



(a) 选修课出勤率

学生姓名	学号/工号	院系	专业	班级	讨论(15%)	签到(25%)	课程互动(60%)	综合成绩
xxx	120120011	数学学院	数学类	2012001	3.00	23.44	60.00	86.44
xxx	120L022304				5.75	25.00	60.00	90.75
xxx	120L050907	数学学院	其他	其他	2.25	23.44	60.00	85.69

(b) 成绩统计

图 9 学习通学情分析

5 结论

自从实施了基于超星学习通的混合式教学之后，课程活动数高达 50261 次，师生互动交流频率显著提高，学生参与意识越来越强，同时学生获得感、使命感和成就感显著增强。此外，课程评教不断提升，课程评教成绩均在 85 分以上，其中获评 A 级的比例为 33.33%，成为深受本科生欢迎的全校性选修课之一。实践证明，超星学习通作为智慧教学工具，得到了师生的认可，已经完全融入到整个混合式教学中，高效精准地实现师生间的深度互动交流，很好激发了学生求知欲及学习热情，显著提高教师教学质量和学生学习效果。

基金项目：哈尔滨工业大学第十批课程思政教育教学改革项目，科学计算语言及其应用，编号（23020A）；哈尔滨工业大学关于科学计算与系统建模仿真领域 MWORKS 课程项目，MWORKS Syslab 科学计算软件及其应用。

[参考文献]

- [1]施鑫煜,方明. 基于超星网络教学平台的混合式教学实践——以《数控加工工艺与编程》课程为例[J]. 轻工科技, 2020, 36(4): 160-161.
 - [2]赖志欣. 基于智慧教学平台雨课堂的混合式教学设计与应用研究[D]. 湖南: 湖南大学硕士学位论文, 2018.
 - [3]张丽丽,魏勃,吕琨. 新时代提升高校思想政治理论课获得感现状及对策研究——基于超星学习通线上线下混合式教学探索[J]. 华北理工大学学报, 2023, 23(1): 89-95.
 - [4]刘强,彭娜. 基于“超星直播+学习通”的在线教学示范[J]. 大学化学, 2020, 35(5): 38-43.
 - [5]王莉,张丽荣,徐家宁. “互联网+”背景下“无机化学”一流课程建设的思考与实践[J]. 化学教育, 2021, 42(22): 12-17.
 - [6]李爱滨,钱明芳,张学习. MATLAB 离散数据数值积分教学案例——泡沫铝材料吸能特性计算[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(1): 169-174.
- 作者简介：李爱滨，哈尔滨工业大学材料科学与工程学院，副教授，工学博士，主要研究方向为纳米铝基复合材料；主讲课程为《MATLAB 语言及其应用》；钱明芳，哈尔滨工业大学材料科学与工程学院，副教授，工学博士，主要研究方向为高强韧高模量铝基复合材料，主讲课程为《材料分析测试方法》。

《纳米材料》研究生课程的教学改革与实践

裴立宅* 李俊哲 柳东明 李永涛 陈立明

安徽工业大学材料科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243002

[摘要] 纳米材料课程教学团队在课程教材、教学资源、教学设计、课程思政、考核方式等方面进行了教学改革研究与实践。以学生为中心, 以产出为导向, 构建了“课程自学—课堂讲授—线下网络翻转课堂法”的“三位一体”课程教学模式以及多元化平时成绩评价体系, 通过课程思政设计中融入纳米材料元素, 科研成果、知名科学家、知名企业引入课程思政, 探索了纳米材料的课程思政与教学融合的途径。

[关键词] 纳米材料; 研究生课程; 教学改革; 实践

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12894

中图分类号: G642

文献标识码: A

Teaching Reform and Practice of the Postgraduate Course of nanometer materials

PEI Lizhai *, LI Junzhe, LIU Dongming, LI Yongtao, CHEN Liming

School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan, Anhui, 243002, China

Abstract: The teaching team of nanometer materials course has conducted research and practice on teaching reform in course materials, teaching resources, teaching design, course ideological and political education, and assessment methods. A student-centered and output oriented "trinity" curriculum teaching model has been constructed, which includes "course self-learning, classroom teaching, and offline network flipped classroom method", as well as a diversified performance evaluation system. By incorporating nanomaterial elements into the curriculum ideological and political design, research achievements, renowned scientists, and well-known enterprises have introduced curriculum ideological and political education, exploring ways to integrate nanomaterial curriculum ideological and teaching.

Keywords: nanometer materials; postgraduate course; teaching reform; practice

安徽工业大学材料科学与工程学科为安徽省 A 类高峰学科, 具有本科、硕士、博士授予权以及博士后科研流动站。本专业的研究生应掌握材料科学与工程学科坚实的基础理论和系统的专门知识, 具有从事科学研究工作或承担专门技术工作的能力、宽广的国际学术视野和较强的国际学术交流能力。

《纳米材料》课程是材料科学与工程硕士点的公共选修课, 本课程结合我国以院士为代表的科技工作者和企业在纳米材料开发中所做的贡献渗透思政教育, 使学生了解并掌握纳米材料的发展历史、制备技术、纳米材料的分析、结构、性能以及应用, 为将来在实际工程应用中合理的设计并使用各种纳米材料奠定良好的基础。通过纳米材料课程思政突出价值引领、知识传授和能力培养, 培养研究生树立正确的社会主义核心价值观。在多年的教学过程中, 通过在课程教材、教学资源、教学设计、课程思政、考核方式等方面进行了研究与实践, 调动研究生学习的积极性和创造性, 发挥了课程建设的示范引领作用, 形成了科学合理、适应学科发展和创新型人才培养需求的研究生课程教学体系。

1 课程的建设与发展

《纳米材料》是安徽工业大学材料科学与工程学院材料科学与工程专业硕士研究生的公共专业选修课, 也是化学工

程、应用化学、冶金工程等专业的公共专业选修课, 此课程自从 2006 年起, 每学年第二学期开设, 授课对象为材料科学与工程、材料与化工、化学工程、应用化学、冶金工程等专业的硕士研究生。2017 年获批校级《纳米材料》教学案例库项目, 并于 2019 年顺利结题, 结合任课教师多年的科研成果, 形成了“锆酸铜纳米线的合成、表征及其在电化学传感器中的应用”“碱土金属锆酸盐微纳米材料的合成、钒掺杂及光催化性能”两个教学案例, 结合课程思政, 为学生介绍这两类纳米材料的研究意义、研究方案设计及研究过程; 2024 年获批安徽省线下示范课程。

2 纳米材料课程的教学改革与实践

2.1 教材建设

纳米材料课程采用课程负责人主编的《纳米材料导论》教材^[1], 本教材主要讲述纳米材料的发展历史、制备技术、纳米材料的分析、结构与性能, 以及纳米材料与纳米技术的应用。但是这本书出版于 12 年以前, 关于纳米材料课程思政方面的内容相对较少。另外, 本教材在纳米材料的制备方法和应用方面的知识方面也局限于 12 年前的内容, 没有最新的研究进展内容。虽然化学工业出版社^[2-3]、科学出版社^[4]等也出版了关于纳米材料方面的教材, 但是均存在缺少纳米材料课程思政、缺少关于纳米材料的最新研究进展等问题。因此, 迫切需要完善纳米材料的课程思政

及最新研究进展内容、符合国家课程思政教育要求的纳米材料课程的教材,以适应国家课程思政教学需要,培养又红又专的研究生专业人才。课程负责人编写了《多元金属氧化物纳米材料》作为辅助教材。经过教材建设,能够及时反映课程思政和本专业领域的最新科研成果,将社会主义核心价值观教育融入教学内容和教学全过程。

2.2 课程教学资源建设

《纳米材料导论》教材(ISBN: 978-7-81113-911-2)被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。建立了纳米材料超星泛雅网络教学平台网站<https://mooc1.chaoxing.com/course/209424802.html>,内容主要包括主讲老师介绍、教学内容、教学模式、电子教材、多媒体课件、参考文献和参考网站相关资源,并每学年在内容上进行更新。通过网络教学平台,组织网上辅导、答疑,保证网络教学在教学中确实发挥作用。借助现代通信技术,建立了如QQ群、微信群等交流平台,供师生交流互动。将《纳米材料导论》教材及网络课程资源用于安徽工业大学材料科学与工程2012级到2023级研究生教学工作的课程教学,取得了良好的教学效果。

2.3 创建“三位一体”课程教学设计

在课程教学体系方面,主要包括课程思政、教学模式、多元性评价等几方面内容^[5]。由于纳米材料研究的是微观世界,人眼难以直接观测,导致讲授知识点时,学生通常难以融入课堂,单纯的知识讲解或图片展示让学生枯燥乏味。因此,在课堂中引入视频资源,例如在讲解纳米技术时,播放纳米技术与生活的科普视频,让学生直接感受到纳米微观世界。在信息呈指数级增长的大数据时代,随着“互联网+”时代的到来,网络和手机的快捷方便日益凸显,根据学生喜欢网络和手机这一特点,以学生为中心,构建以“课程自学—课堂讲授—线下网络翻转课堂法”的“三位一体”课程教学模式。“课程自学”是课前学生在课程网站观看课程视频或多媒体课件,通过调研并讨论课前问题。“课堂讲授”是教师结合我国科技工作者和企业在纳米材料开发中所做的贡献,介绍相关章节的重点、难点。“线下网络翻转课堂法”是学生在课前自学的基础上,在课堂教学过程中,同学们首先分组讨论,然后授课老师通过超星“学习通”进行选人、抢答等环节与同学们进行讨论式教学,课后通过作业、思考题来巩固并拓展课堂内容。

2.4 探索课程思政与课程教学融合的途径

课程思政元素,主要是贯彻立德树人的目标,对教学理念进行创新,因此,我们不仅要丰富学生的专业理论知识,还要培养学生的能力素养,重视学生在道德方面的提升,以此来满足社会行业的需求,促进社会的进步和国家的发展。纳米材料属于高校内的通识课程,纳米技术的进步使纳米材料课程也逐渐得到重视。对于纳米材料研究生课程教学,要以传播知识为目的,将思政元素融入教学中,

达到立德树人的效果。

在课程思政设计中融入纳米材料“元素”,培养学生勤于思考,利用所学知识分析和解决问题的能力^[6]。例如讲述绪论章节时,引入自然界中的花粉、空气中漂浮的灰尘是否与纳米材料有关?壁虎为什么能够飞檐走壁?荷叶为什么能够“出淤泥而不染”?经过学生讨论小结后,教师再总结并进行适当补充。充分调动学生的积极性,有效引导学生主动参与课堂,激发学生的学习兴趣。

以研促教,将教师的科研成果引入课程,展示知识运用、校企合作及发展创新的过程。例如在讲述“一维纳米材料的制备方法”时,引入教师在锆酸盐、铋酸盐、钛酸盐及锡酸盐一维纳米材料的研究成果;讲述教师在钢筋防锈疏水纳米涂层的研究成果及产学研情况,让学生意识到创新的重要性和必要性。在讲述纳米材料的分类一节时,引入中国科学院过程工程研究所绿色冶金与产品工程课题组利用可控电致热冲击方法,实现了从光伏硅废料到高硅含量纳米线电极的无催化剂一步高效制备,锂离子电池能量密度显著提升,为高效低成本制备锂离子电池用硅纳米线材料提供了新思路,相关研究成果以 Millisecond Conversion of Photovoltaic Silicon Waste to Binder-Free High Silicon Content Nanowires Electrodes 为题,发表在 Advanced Energy Materials 上。在讲述“纳米材料的分析表征”章节时,引入中国工程院姚骏恩院士在我国第一台 100 keV 透射电子显微镜、第一台扫描电子显微镜、第一台扫描隧道显微镜的研究成果及贡献;引入中国科学院白春礼院士的研究成果:研制成功了我国第一台原子力显微镜、低温扫描隧道显微镜,在原子或分子级分辨率的水平上,解释了材料的表面结构与样品制备、形成条件的关系。在“纳米材料的应用”章节中,引入我国航空航天成果,在发射中国神舟号载人飞船的火箭燃料中采用了纳米金属粉末推进剂,在火箭推进剂中只添加不到 1% 的纳米铝粉或纳米镍粉,就可使其燃烧热效率提高 2 倍以上,将其用作火箭固体燃料,其燃料效率至少提高 1 倍,说明纳米材料在强国、强军,提高我国的国防能力和太空探测能力方面起到了重要作用。通过学习老一辈科学家在艰苦的条件下奋斗、奉献的精神,增强学生的民族自豪感和社会责任感,培养学生正确的社会主义核心价值观,达到立德树人的效果。

将国内与纳米材料相关的知名企业融入课程思政教学过程中,例如在讲授纳米材料的表征与分析章节时,引入国仪量子(合肥)技术有限公司、钢研纳克检测股份有限公司在扫描电子显微镜国产化所做的贡献;引入中国科学技术大学国家同步辐射研究中心、中国科学院高能物理研究所同步辐射研究中心、上海同步辐射中心在纳米材料的同步辐射研究方面所做出的贡献。在纳米材料的应用方面,引入我国十大军工企业,包括中国航空工业第一集团

公司、第二集团公司、科工集团公司，中国船舶重工集团公司、工业集团公司，中国兵器工业集团公司、装备集团公司，中国核工业集团公司、建设集团公司采用纳米材料生产的相关产品，在我国航空航天、军事、国防等领域作出了重要贡献，在立德树人的教育方面能够起到“润物细无声”的效果。

2.5 构建多元化平时成绩评价体系

实施过程评价与结果评价相结合的多元化评价，建立以“课件学习、课前课程网站讨论、课堂讨论互动、课后作业、课程测验”为主要内容的“五位一体”平时成绩考评体系^[7]。针对教学目标、教学内容、课程思政等采用多元化考核，课程管理与评价具有一定科学性和可量化性。课程平时成绩占 50%，期末成绩占 50%，其中平时成绩包括课程网站访问次数（10%）、课程讨论（20%）、课程作业（25%）、课程测试（20%）、签到（15%）、课程互动（10%）6 个组成部分。

3 课程特色

《纳米材料》通过在教学内容、教学模式、教材等环节个性与共性的合理性设计，很好地满足了材料科学与工程等硕士专业的教学目的与教学需要，突出了纳米材料的个性特色。将科研成果、课程思政内容运用到教学中，科学、技巧地组织教学内容，有效激发学习兴趣和创新意识。课程采用书面教材、课件、电子教案及网络资源等立体式教材，并辅之以多媒体教学方法，开展讨论式混合课堂教学，实现师生互动，启迪学生思维，培养学生获取知识的能力。

构建了以“课程自学—课堂讲授—线下网络翻转课堂法”为主体内容的“三位一体”课程教学模式。创新教与学模式，组织与实施教学时以学生为中心。建立并强化课程思政建设，以我国以院士为代表的科技工作者和企业在纳米材料开发中所做的贡献作为教学内容，将社会主义核心价值观教育融入教学内容和教学全过程。建立了以“课前视频学习、课前课程网站讨论、课堂讨论互动、课后作业、课程测验”为主要内容的“五位一体”平时成绩考评体系，针对教学目标、教学内容等采用多元化考核，课程管理与评价具有一定科学性和可量化性。

4 结语

在国家课程思政教育的背景下，对研究生人才培养提出了新的要求与更高的目标。改革和创新材料类研究生课程的教学过程，从课程思政内容、教学模式、多元性评价等几方面探索研究生课程的教学体系，培养思想政治觉悟高、创新性强、能够适应经济社会发展需求的研究生人才具有重要的研究意义，从而达到提高研究生人才培养质量，强化研究生能力素质，培养适应经济社会发展需求的高素质、复合型、应用型等多维度创新型人才。纳米材料

课程历经十余年的改革建设与实践，取得了良好的成效，显著提升了学生在课内、课外参与课程学习的活跃度与学习热情。本课程教师积极参加专业综合改革研究、MOOC 课程、教学团队、精品线下课程、课程思政示范课程、智慧课堂等教学改革与建设。主持国家级和省级教学质量工程项目 10 余项，获得包括省级教学创新大赛一等奖、省级教学特等奖、一等奖在内的教学成果奖 7 项。任课教师获得了省级优秀硕士论文指导教师、合肥校友会师德教席、宝钢教育奖优秀教师提名奖，校级线上教学名师、校级教学优秀奖、校级本科教学创新奖、校级三育人先进个人等奖项。

《纳米材料》课程通过在教学内容、教学模式、教材建设和考核方法等方面的改革与实践，能够及时反映本专业领域的最新科研成果，吸收先进的教学经验，整合优秀教改成果；采用先进的教学方法和教学手段，将现代信息技术与教学过程深度融合。课程负责人编写《多元金属氧化物纳米材料》作为辅助教材、拓展课程阅读资料，在同类课程中具有一定的影响力和较强的示范性。建设《纳米材料》课程网站，利用网络教学平台及智慧教学工具，实现讨论混合式课堂教学，促进教学观念转变，引领教学内容和教学方法改革，推动《纳米材料》课程教学资源通过现代信息技术手段共建、共享，提高人才培养质量。

基金项目：安徽省研究生教学改革研究项目（批号：2023jyjsxgyjY107）。

【参考文献】

- [1]唐元洪,裴立宅,赵新奇. 纳米材料导论[M]. 湖南: 湖南大学出版社, 2011.
- [2]张立德. 纳米材料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [3]黄惠忠. 纳米材料分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [4]刘吉平,郝向阳. 纳米科学与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [5]许成群,范东华,杨为家,等. 基于 OBE 理念在“纳米材料及应用”教学中的作用体现[J]. 科技与创新, 2021, 8(19): 105-106.
- [6]齐俊杰. “新基建”推动纳米材料科学与技术前沿课程教学改革[J]. 中国冶金教育, 2020, 39(6): 36-38.
- [7]陈艳,斯松华,侯清宇. 课程平时成绩“五位一体”评价模式的构建[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2015, 32(3): 113-114.

作者简介：裴立宅（1977—），男，河北肃宁人，博士，教授，硕士研究生导师，国家级一流课程负责人、省教学团队负责人、省优秀硕士论文导师、校教学名师，主持国家级、省级质量工程项目 10 余项，国家级、省级及企业各类课题 20 余项。

基于模拟仿真软件的《计算机模拟在铸造中的应用》课程的教学实践研究

张若琛

沈阳理工大学材料科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110159

[摘要] 计算机模拟在铸造中的应用是铸造专业本科生的核心课程, 其部分教学内容较为抽象, 数学理论性强, 学生理解度不高, 授课难度大, 因此文章以模拟仿真软件作为平台, 以数值模拟的一般流程为主线, 简单明晰地解析铸件凝固过程的仿真步骤, 加深学生对数值模拟概念的理解, 为后续模拟仿真软件实操过程奠定理论基础。另外, 在模拟仿真软件应用教学中, 化繁为简地运用一个铸件模型通过改变工艺参数的设定, 完成重力铸造、离心铸造和低压铸造三种铸造工艺下的凝固过程模拟, 使复杂难懂的问题变得简单可视化, 提高了理论化和信息化教学的效果, 提升了学生的软件实操能力。

[关键词] 模拟仿真; 教学和实践改革; 凝固过程模拟

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12905

中图分类号: G434

文献标识码: A

Research on Teaching Practice of the Course "Application of Computer Simulation in Casting" Based on Simulation Software

ZHANG Ruochen

School of Materials Science and Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang, Liaoning, 110159, China

Abstract: The application of computer simulation in casting is a core course for undergraduate students majoring in casting. Some of its teaching content is relatively abstract, with strong mathematical theory, low student understanding, and high teaching difficulty. Therefore, this article uses simulation software as a platform, with the general flow of numerical simulation as the main line, to analyze the simulation steps of casting solidification in a simple and clear manner, deepen students' understanding of the concept of numerical simulation, and lay a theoretical foundation for the subsequent practical operation process of simulation software. In addition, in simulation software application teaching, a casting model is simplified by changing the setting of process parameters to simulate the solidification process under three casting processes: gravity casting, centrifugal casting, and low-pressure casting. This simplifies and visualizes complex and difficult problems, improves the effectiveness of theoretical and information-based teaching, and enhances students' software practical skills.

Keywords: Simulation; teaching and practical reform; simulation of solidification process

引言

铸造, 又称为金属液态成形, 是人类掌握比较早的一种金属热加工工艺之一, 也是材料成型与控制工程领域的一项重要学科, 自 2000 年起, 我国的铸件产量就已超越美国, 连续多年位列世界首位, 近年来在国家政策的扶持下, 我国的铸造业较以往相比取得了更大的进步, 无论是工艺和装备的技术水平, 还是铸造产品的质量, 亦或是相关服务范围都获得了极大的改进和提升。但是我国在产品质量、生产效率和环保性等方面还远远落后于发达国家, 发达国家整体上铸造技术先进、产品质量好、生产效率高、环境污染小、原辅材料系列化成熟, 根据相关数据显示, 目前我国大约有 2600 家铸造厂, 这些厂的每年平均生产铸件 1777 吨, 显然落后于世界第一的德国, 2015 年我国向世界各国出口的铸件高达 194.43 万吨, 然而每吨的平均价格仅有 1484 美元, 相比较下, 虽然我国进口的铸件只有 1.74 万吨, 但是每吨的平均价格却高达 7214 美元, 因此, 目前我国在铸造领域仍旧有一部分的高技术附加值铸件需要依赖于从国外进口^[1]。

近年来, 我国为了缩小与发达国家之间的差距, 也采取了很多措施对现有的生产结构进行一定的调整升级, 除了培养更多的专业技术人才, 加强对新材料和新技术的研发以外, 普及和推进铸造过程的模拟也是非常重要的一环, 国外在铸造模拟仿真方面的研究要早于国内, 早在 20 世纪 60 年代人们就开始对铸造充型和凝固过程进行数值模拟, 几十年的发展, 无论是在科学研究领域还是工业生产领域都领先于国内, 这也是导致我国铸造产业发展持续落后的主要原因之一, 将铸造生产中数值模拟运用于工艺设计及优化, 对于降低铸件成本, 缩短产品试制周期起着至关重要的作用, 因此, 为了能够使我国的铸造技术得到突飞猛进的发展, 铸造模拟仿真是其中不可或缺的一个环节。目前来看, 国外铸造模拟技术的理论研究已经趋于成熟, 已经涌现出多种商业化模拟软件, 例如 ProCAST、MAGMA、AnyCasting、NovaCast、JSCast、FLOW-3D 等^[2]。软件运用了基于有限元 (FEM) 的数值模拟计算和综合求解的技术, 为铸件从充型阶段到凝固和冷却全程提供模拟支持, 并且提供了许多模块和工程工具以适应铸造工业中模拟

的需求,另该软件也可以对材料内严重畸变和残余应力进行预测,并广泛应用于模拟半固态成形、离心铸造、重力铸造、消失模铸造等多种铸造工艺,所以在国内的企业中得到了广泛的应用。有鉴于此,为了培养更多数值模拟方面的铸造专业技术人才,面向铸造专业学生开设一门基于模拟仿真软件的计算机模拟的课程是十分必要的。

然而,计算机模拟的学习过程要求学生以高等数学、线性代数等学科作为工具来推导和求解大量公式,整个过程较为枯燥难懂,这样就使很多学生在学习初期产生了畏难情绪甚至厌学情绪,因而缺乏主动学习的积极性,造成学习效果不佳。所以,如何能够让学生更加容易听懂并接受课堂所学的知识,加深学生对数值模拟概念和计算方法的理解,进而提高学生对计算机模拟的学习兴趣,这是授课教师需要仔细考虑的问题。

迄今为止,已有部分学者对模拟仿真软件在大学教学方面的应用进行了研究^[3-4],但是这些研究均侧重于模拟仿真软件的运行,并未将铸造过程模拟的基本理论、数学模型及其数值求解方法与模拟仿真软件的运行过程结合起来,导致学生难以深入分析模拟过程和结果,无法对模拟结果进行深度优化,因此,本文将“理论”和“实践”相结合,以模拟仿真软件作为平台,简明扼要地介绍数值模拟的基本流程,培养学生应用软件辅助进行工艺设计的技能。最后,通过对该课程教学过程的研究,使学生更好地掌握计算机辅助工艺优化技术及铸件充型、凝固过程的数值求解方法,并能熟练运用铸造相关软件进行求解,从而培养学生分析问题和解决问题的能力。

1 采用模拟仿真软件作为铸件凝固过程数值模拟的理论教学平台

铸造生产中,铸件的凝固过程是指高温液态金属由液相向固相的转变过程。在这一过程中,高温液态金属所含有的热量必须通过各种途径向铸型和周围环境传递,并逐步冷却、凝固,最终形成铸件产品。这一过程中热量的传递主要包括:金属和铸型内部的热传导,金属与大气之间的辐射传热以及对流传热等。铸件凝固过程数值模拟的任务就是建立铸件凝固过程中传热的数学模型,用数值方法求解,从而获得铸件凝固过程的规律,预测铸件缺陷(缩孔、缩松)出现的可能性和部位。因此,理解铸件凝固传热过程中的热传递方式,数值解法的基本思想及常用的数值方法是熟练运用模拟仿真软件进行模拟的基础,也是分析不同铸件凝固过程规律,合理预测铸件缺陷的必备工具^[5]。

然而学生在理论教学时往往会出现这样一些问题:数值求解的过程过于抽象、思路混乱、难以理解等,所以要求教师在理论教学过程中建立清晰的授课思路,把数值求解的过程按照清晰的逻辑顺序逐层呈现给学生。因此,铸件凝固过程数值模拟的理论教学的第一步就是让学生们明确数值求解的一般过程,见图1。首先将原来在空间与时间坐标中连续的物理量场,用一系列有限个离散点(节

点)上值的集合来代替,后续通过一定的原则建立起这些离散点上变量值之间关系的代数方程(离散方程),最后求解所建立起来的代数方程,得到所求解变量的近似值。其中,控制方程常用傅立叶导热微分方程进行描述^[6]:

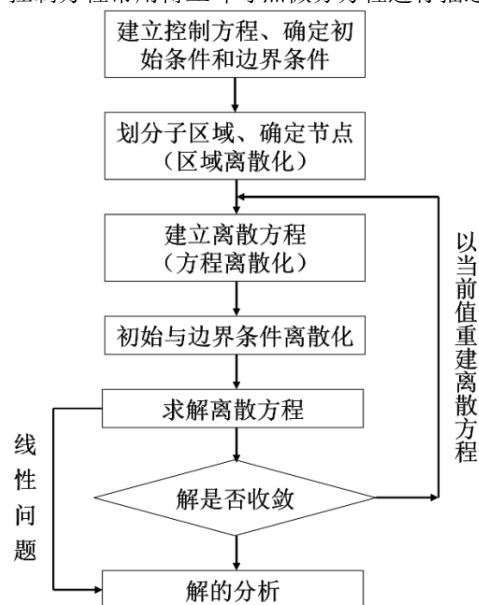


图1 数值求解的一般过程

$$C_p \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + Q \quad (1)$$

由于模拟仿真采用的是基于有限元(finite element method, FEM)的数值计算和综合求解的方法,所以 FEM 的基本原理,包括如何应用 FEM 建立、计算和求解流场和温度场方程,是理论教学过程中学生们要重点掌握的内容,这是后续对铸件充型、凝固和冷却过程中的流场、温度场、应力场、电磁场进行模拟分析的基础。FEM 就是将计算区域划分成一系列单元体(在二维情况下,单元体多为三角形或四边形),每个单元体上取数个点作为节点,再将控制方程进行积分来获得离散方程,其网格划分方法如图2所示。

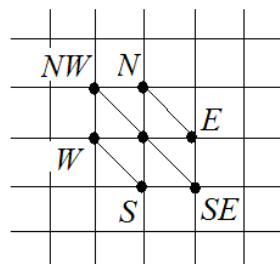


图2 有限元法(finite element method, FEM)的网格划分方法

下面将参照图1,介绍一下授课过程中如何简明地讲解模拟仿真中利用 FEM 来完成整个数值模拟过程。

首先,先使学生建立以 FEM 为基础的数值模拟基本概

念。FEM 的一般化理论基础是运用加权余量法建立温度场控制方程,其主要思想是直接由微分方程式中求得近似解,采用使真实解和近似解之间的差值(余量)积分为零的等效积分的“弱”形式来求得微分方程的近似解。

数值模拟的第一步是建立控制方程,设定初始条件及边界条件。即利用加权余量法建立温度场和流场方程,确定初始条件,根据铸造工艺选择相应的边界条件(传热学中的 3 类边界条件,包括第一类边界条件(边界上温度值确定),第二类边界条件(边界上热流密度确定)和第三类边界条件(边界上温度梯度值和边界温度关系确定))。

第二步是在区域内划分单元,应用插值法进行温度场离散,应用加权余量法进行时间域离散,最后获得温度场方程:

$$\left(2[K] + \frac{3}{\Delta t}[N]\right)\{T\}_t = \left(2\{P\}_t + \{P\}_{t-\Delta t}\right) + \left(\frac{3}{\Delta t}[N] - [K]\right)\{T\}_{t-\Delta t} \quad (2)$$

其中, $[K]$ 为温度刚度矩阵, Δt 为时间间隔, $[N]$ 为热容矩阵, T 是温度, $[P]$ 为边界上的热通量矩阵。

第三步是建立温度场离散方程,构建温度场网格,将温度场进行二维离散化。

第四步是应用插值法对初始条件和边界条件进行离散化。

第五步是求解温度场离散方程,这一过程主要应用迭代法进行。

最后对求解结果进行收敛性判断,如果收敛,则数值模拟过程终止,后续对结果进行分析;如果不收敛,则返回步骤(3)进行修正,以当前值重构离散方程。类似地,流场数值模拟的计算过程与温度场基本相同,因此,学生在学习完温度场模拟计算后还可以举一反三,理解并掌握凝固过程中流场的数值模拟过程。

2 用模拟仿真软件对典型模型进行多种铸造工艺分析

在铸件凝固过程数值模拟的理论学习基础上,以模拟仿真软件为平台进行实战操作同样是本课程教学中的重点。在以往的教学,不同铸造工艺一般会选择不同的模型进行教学,这不仅增加了授课的复杂性,学生也无法直观地看到不同铸造工艺方法的利弊,因此采用不同铸造工艺对同一个典型铸件的凝固过程进行仿真,既能化繁为简也能使学生更加直接地感受到该软件强大的功能性和便利性,有利于提高授课的效率,激发学生的学习兴趣,也能够为后续学习奠定基础。模拟仿真的流程主要有 11 步:①进入网格(Mesh)模块;②加载模型;③修复或装配模型;④划分面网格和体网格;⑤进入铸造(Cast)模块;⑥材料设置;⑦界面换热 HTC 设置;⑧运行参数设置(温度场或流场);⑨重力定义;⑩模拟参数设置;⑪模拟开始。

图 3 为一个铝合金铸件的三维模型(蓝色部分),其外圈是套筒(绿色部分),接下来,我们将分别运用重力铸造、离心铸造和低压铸造这三种不同的铸造工艺制备该铸件,用模拟仿真软件对其凝固过程进行仿真,需说明的是,这三种工艺过程的网格划分操作基本相同,即模拟仿真软件工作流程的前四步是相同的,只是 Cast 模块和重力的设置上有所差别,因此,本文不再赘述网格划分过程,仅展示最终结果,如图 4 所示。



图 3 铝合金铸件的三维模型



图 4 网格划分后的铝合金铸件模型

2.1 重力铸造

重力铸造是指金属液在重力作用下注入铸型的工艺,模拟重力铸造铸件的凝固过程时,重力方向设置为-Z 轴方向,需设置的运行参数为温度场(Thermal)和流场(Fluid flow)参数。在温度场中设置换热条件(Heat exchange)时选择套筒外壁面作为换热面,冷却条件采用水冷;流场设置中,流动速度需按实际参数进行设置,本案例设置为 0.01 m/s,流动方向为-Z 轴方向,原因是金属液的浇铸方向与重力方向一致,浇铸位置则选择为浇口上表面,最后模拟出的结果如图 5 所示。图 5(a), (b) 和 (c) 分别为重力铸造铸件的凝固过程中,铸件各个部位到达固相线的时间(Time to solidus),凝固时间(Solidification time)和完全凝固后组织内缩孔位置和含量(Total shrinkage porosity)。从结果可以初步看出,浇口部位到达固相线所需时间最长但是凝固时间最短,这与重力铸造的凝固规律相符,而缩孔的位置集中出现在铸件一侧的壁面上,缩孔率~8%,其原因可能与凝固速度的选择不当有关,造成该位置补缩效果差。

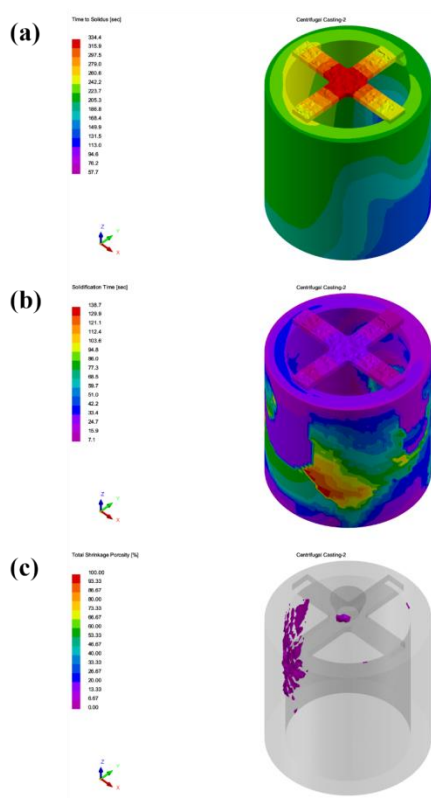


图 5 重力铸造铸件的凝固过程的模拟结果

(a) 到达固相线的时间 (Time to solidus), (b) 凝固时间 (Solidification time), (c) 铸件完全凝固后组织内缩孔位置和含量 (Total shrinkage porosity)

2.2 离心铸造

离心铸造是将液体金属注入高速旋转的铸型内,使金属液做离心运动充满铸型和形成铸件的技术和方法,在模拟离心铸造铸件的凝固过程时,重力方向仍设置为-Z 轴方向。需要注意的是,模拟仿真软件模拟离心铸造时只能模拟绕垂直方向旋转的铸型,无法模拟绕水平方向旋转的铸型,并且,在模拟仿真过程中只能假定铸型不动,金属液旋转,这与实际情况相反,但不影响模拟结果。

与重力铸造运行参数设置的区别在于,需要将压力边界条件改成速度边界条件,即设置转轴和转速,在此定义 Z 轴为转轴,旋转速度需要根据实际情况进行设定,本文中设置成 5 rad/s,旋转速度边界位置应设置在铸件外表面,充型速度依照实际修改,此处设为-0.5 m/s,最后模拟出的结果如图 6 所示。图 6 (a), (b) 和 (c) 分别为重力铸造铸件的凝固过程中,其各个部位到达固相线的时间 (Time to solidus),凝固时间 (Solidification time) 和铸件完全凝固后组织内缩孔位置和含量 (Total shrinkage porosity)。从结果可以初步看出,铸件的外圈先凝固,内圈后凝固,浇口处到达固相线的时间最长,这符合离心铸造的凝固规律,增加了模拟结果的可信性,但是从

图 6 (c) 来看,铸件的内壁上出现了大量的缩孔,缩孔率达到~10%,这可能与仿真过程中旋转速度选择过低有关。

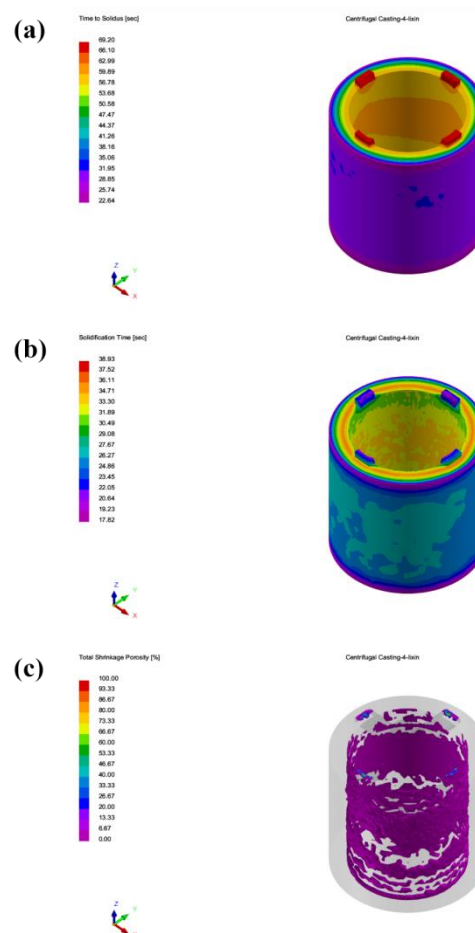


图 6 离心铸造铸件的凝固过程的模拟结果

(a) 到达固相线的时间 (Time to solidus), (b) 凝固时间 (Solidification time), (c) 铸件完全凝固后组织内缩孔位置和含量 (Total shrinkage porosity)

2.3 低压铸造

低压铸造是将液态合金在压力作用下由下而上压入型腔,并在压力作用下凝固获得铸件的铸造方法,因此对离心铸造铸件的凝固过程进行仿真时,重力方向应修改为+Z 轴方向,以便于金属液从底部充型。此外,还需要修改的工艺参数为流场的边界条件,即在浇口处设置一个压力边界条件,与重力铸造不同的是,低压铸造的压力并非定值,而是一条随时间变化的曲线,如图 7 所示,最后模拟出的结果如图 8 所示。图 8 (a), (b) 和 (c) 分别为重力铸造铸件的凝固过程中,其各个部位到达固相线的时间 (Time to solidus),凝固时间 (Solidification time) 和铸件完全凝固后组织内缩孔位置和含量 (Total shrinkage porosity)。从模拟结果上来看,铸件的充型过程完整,说明压力大小选择得当,但是在铸件的内壁处却出现了很多的缩孔,缩孔率~10%,这可能与压力随时

间变化曲线设置不合理有关,使铸件内壁在凝固时充型压力不足,导致缩孔的产生。

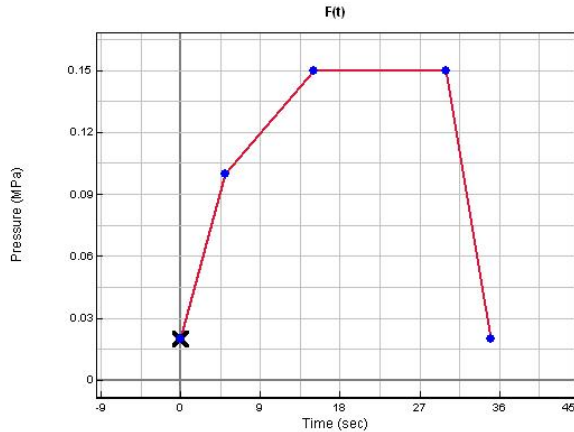


图 7 模拟低压铸造凝固过程时浇口处的压力随时间变化曲线

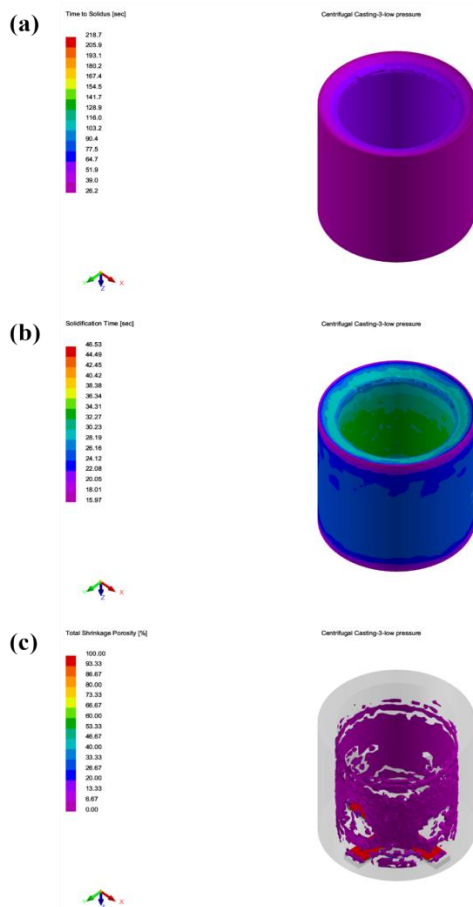


图 8 低压铸造铸件的凝固过程的模拟结果

(a) 到达固相线的时间 (Time to solidus), (b) 凝固时间 (Solidification time), (c) 铸件完全凝固后组织内缩孔位置和含量 (Total shrinkage porosity)

以上就是应用同一个铸件模型,模拟重力铸造、离心铸造和低压铸造三种工艺下铸件凝固过程的教学实例,这

种化难为易的教学方式可以更加简单清晰地向学生呈现三种铸造过程在利用模拟仿真软件进行仿真时工艺参数设置上的差异,直观地感受同一种铸件在不同工艺下的凝固过程和缺陷形成过程,便于学理解不同铸造工艺条件下铸件的凝固过程。

3 结语

计算机模拟在铸造中的应用课程是铸造专业本科生一门十分重要的专业课程,既能将之前学过的高等数学和线性代数等学科基础课与传热学、铸造工艺学等专业基础课融会贯通,也是计算机软件辅助研究的新开端,具有承前启后的作用。新时代的工科建设日益注重理论和实际应用结合,要求学生熟练运用现代化信息技术作为研发工具,不断提升解决实际问题的能力。本文针对于学生在学习铸件凝固过程数值模拟过程时存在的难点问题,以模拟仿真软件作为平台,简明扼要地明确了数值模拟授课过程中的主要思路,化繁为简地应用同一个铸件模型揭示了重力铸造、离心铸造和低压铸造三种铸造工艺的模拟过程及铸件缺陷生成机理,使复杂难懂的问题变得简单可视化,使学生能够更直观地理解数值模拟的一般流程,对数学公式推导过程有清晰的认识,增强学习兴趣,举一反三,训练学生的逻辑思维,取得了更好的教学效果,实现了新时代综合性、全面性和实用性工科人才培养的目标。

基金项目: 辽宁省教育厅高等学校基本科研项目-青年项目, Ti-Zr-Hf-Co-Ni-Cu 高熵形状记忆薄膜制备与形状记忆效应研究, LJKQZ20222278; 辽宁省科学计划项目-省博士科研启动基金项目, La-Fe-Co-Si 磁制冷合金的热塑性加工与磁制冷应用关键技术研究, 2023-BS-129。

【参考文献】

- [1]于波,孙逊. 铸造技术的发展现状与趋势[J]. 铸造设备与工艺, 2017(2): 65-70.
- [2]中国机械工程学会铸造分会. 铸造行业“十三五”技术发展规划纲要[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [3]李维俊,黄耀光. 铸造模拟软件 ProCAST 在课堂中的应用[J]. 化工管理, 2019(32): 34-35.
- [4]孟保战. 铸造模拟技术对铸造专业教学改革的应用研究[J]. 铸造设备与工艺, 2016(1): 47-49.
- [5]李日. 铸造工艺仿真 ProCAST 从入门到精[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010.
- [6]杨世铭,陶文铨. 传热学(第四版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

作者简介: 张若琛, 沈阳理工大学材料科学与工程学院, 讲师, 工学博士, 主要研究方向为磁制冷材料, 形状记忆合金, 主讲课程为计算机模拟在铸造中的应用, 材料力学性能, 材料成型工艺与装备等。

基于互联网+的虚拟仿真与多媒体相结合的材料力学实验教学改革

张 龙¹ 田祖安¹ 李定玉¹ 张鹤鹤² 杨全虎¹ 黄开志¹

1. 重庆科技大学建筑工程学院, 重庆 401331

2. 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

[摘要]针对我校《工程力学》《材料力学》课带实验中存在的学生人数多、教学条件限制,导致学生在实验课中动手操作机会少、实验课教学效果差等问题,通过将材料力学实验录制成微视频,解决教师讲授时间长,实操时间短的问题;引入有限元技术使实验结果直观化和形象化;开发材料力学虚拟仿真实验系统,拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量,增加课堂趣味性,成为一种真正意义上的开放实验室,同时还可作为突发情况下无法开展材料力学现场实验教学的补充。提高教学质量,培养创新能力,达到全面提升材料力学实验教学效率的目的。

[关键词]材料力学实验;虚拟仿真;有限元分析;教学改革

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12896

中图分类号: G642.4

文献标识码: A

Experimental Teaching Reform of Mechanics of Materials Based on Internet + Virtual Simulation and Multimedia

ZHANG Long¹, TIAN Zu'an¹, LI Dingyu¹, ZHANG Hehe², YANG Quanhu¹, HUANG Kaizhi¹

1. School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

2. School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: In response to the problems of a large number of students and limited teaching conditions in the experimental teaching of "Engineering Mechanics" and "Materials Mechanics" in our school, which result in fewer opportunities for students to hands-on operate in experimental classes and poor teaching effectiveness, the problem of long teaching time and short practical operation time for teachers is solved by recording materials mechanics experiments into micro videos; Introducing finite element technology to visualize and visualize experimental results; Developing a virtual simulation experimental system for material mechanics, expanding the breadth and depth of experimental teaching content, extending the time and space of experimental teaching, improving the quality and level of experimental teaching, increasing classroom fun, and becoming a truly open laboratory. At the same time, it can also serve as a supplement to on-site experimental teaching of material mechanics in unexpected situations, improving teaching quality, cultivating innovative abilities, and achieving the goal of comprehensively improving the efficiency of material mechanics experimental teaching.

Keywords: material mechanics experiments; virtual simulation; finite element analysis; teaching reform

引言

党的二十大开启了加快教育现代化、建设教育强国的新征程。“学科交叉性”显著的材料力学实验,是材料力学和工程力学课程的重要组成部分,可以帮助学生理解和掌握材料力学的基本概念和理论,并在学生学以致用、创新能力培养方面具有不可替代的作用^[1-5]。工程力学之父铁摩辛柯曾说,理论分析和实验结果在材料力学研究中具有同等重要的地位,材料力学的历史是理论和实验二者最好的融合。材料力学实验是我校理工科专业的必修课,是与工程项目、产业应用和科学研究密切联系的一项综合性实验,每年开设 2000 人次左右的实验教学。然而,随着学生数量增多,受教学条件、经费和资源的限制,学生在实验课中能动手操作的机会较少,大多数只能观察老师或者同学演示,以致有的学生对待实验课程比较敷衍,且实验报告抄袭情况比较严重,影响实验课程的授课效果,亟

须开展虚拟仿真和可视化交互的材料力学虚拟实验。

1 当前材料力学实验课程主要存在的问题

1.1 实验教学方法的局限性与设备约束

当前我校材料力学实验课程主要聚焦于轴向拉伸、扭转、弯曲及组合变形等验证性与综合性实验。在教学过程中,过度依赖教师的课堂讲授,导致学生往往处于被动接收信息的状态,对实验原理和方法的理解尚显浅薄,仅满足于获取实验数据。同时,由于学生数量的激增和实验设备的有限性,学生通常以分组形式共同进行实验,使得每个学生的实际操作机会极为有限,甚至存在部分学生在整个实验过程中都未能接触和操作实验设备的情况。这种教学模式极大地限制了学生分析、解决问题能力的提升,无法有效达到材料力学实验教学的预期目标。

1.2 实验课时不足与操作复杂性

近年来,随着课程结构的调整,材料力学课程的总学

时被缩减,其中实验学时更是减少至 8 个课时。针对万能试验机弯扭组合等复杂设备,教师在有限的课堂时间内难以充分讲解理论和操作方法,导致学生难以在课堂上完全掌握设备的使用技巧。特别是在涉及弯曲和组合变形的实验中,基于电测原理的接线操作更是增加了实验的难度。在现有条件下,学生往往无法完成全部实验内容,更难以达到亲手操作、深入理解实验原理的目标。

1.3 现代计算机技术应用不足

传统的实验教学方式,即教师讲解与操作结合、学生观察与模仿的方式,已逐渐无法满足当代学生的学习需求和社会对人才培养的要求。随着学生群体内在素质的变化以及互联网和信息技术的飞速发展,材料力学实验教学条件亦发生了显著变化。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》明确指出了提高自主学习时间比例、发展“互联网+教育”、探索智能教育新形态以及线上线下混合教学的方向。因此,将材料力学实验教学与先进的信息技术相结合,进行教学模式的创新与改革,已成为当前教育教学改革的重要趋势^[6-8]。

1.4 缺乏系统课程思政教育

在材料力学实验教学过程中,学生大多以观察实验为主,很少动手进行操作。教师讲课会涉及一些对学生安全知识、专业技能以及价值观念的思政指导,但是思政教育在课程中没有系统体现,学生的思想政治素质有待提升。比如,部分学生安全意识薄弱,漠视实验室的规章制度和安全条例;学生实验课上行为随意,实验操作欠规范,观察实验现象不够仔细,实验记录不全,小部分学生抄袭实验数据、实验报告等,缺乏严谨的科研态度和学术道德,组员之间缺少交流沟通,出现矛盾还推卸责任,缺少团队合作精神和责任感等^[9-10]。

1.5 考核方式单一,学生实操能力弱

当前实验教学考核局限于出勤率和实验报告,无法全面评估学生的实验操作和技能。为促进学生实践精神和科学素养的提升,应引入多元指标,如实验操作表现、原理理解 and 数据分析能力,同时优化实验报告设计,以更全面、客观地评价学生实验水平,推动教学改革与人才培养的深入发展。

2 教学改革目标

引入互联网技术,并结合虚拟仿真和多媒体教学,与传统实验教学相辅相成,旨在实现虚实结合的教学模式。全面解决传统教学中存在的诸多问题,如教学方式单一、实验设备资源有限、实验学时不足以及学生动手操作时间短、能力训练不足等。致力于转变教学方式,引导学生从被动学习转向自主学习,推动线上线下混合式教学的深入发展。助推材料力学“金课”的建设,更对一流专业建设和教学成果奖的培育起到重要的支撑作用。

3 具体改革措施

针对当前材料力学实验教学中存在的问题,引入互联

网技术,采用“三步走”的方式对材料力学实验进行全面改革提升。首先将微视频应用于实验教学,再结合有限元技术生动逼真地展示变形和受力状况,最后将其融入搭建的虚拟仿真实验系统,从而增强课程趣味性,调动学生的积极性。此外结合全过程考核方式,培养学生自主学习能力、动手能力和团队合作能力。

3.1 微视频授课应用于实验教学

微课作为一种新型课程资源,以其短小精悍的教学视频为核心,展现出其独特的优势。每个视频聚焦数个核心知识点,具备可反复观看的特点,且不受实验场地限制,广泛应用于教学领域。鉴于材料力学实验理论知识点相对集中但实验操作复杂、设备操作难度大的特点,学生难以在有限的课堂时间内全面掌握,微课教学模式的引入显得尤为必要。为此,我们精心录制了涵盖拉伸压缩、扭转、弯曲以及组合变形四大实验的实验操作视频,内容包括试验机、应变仪的操作流程及接线技巧等,并配套制作了相应的教学课件。这些教学资源已上传至学校《材料力学》和《工程力学》课程中心,为学生提供了灵活多样的学习途径,有效提升了教学质量和效果。课前学生利用自由时间完成预习工作,初步了解整个实验目的、实验原理和实验操作过程及技巧,并完成相应的线上测验,可节省课堂讲解时间,增加实验操作时间,提高学生学习主动性和课堂专注度,解决“围着设备讲实验”的传统授课模式的弊端。此外,微视频授课还可弥补突发情况下无法开展材料力学现场实验教学问题。



图 1 低碳钢拉伸实验

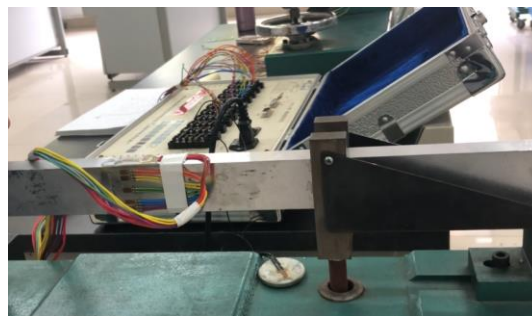


图 2 弯曲实验

3.2 有限元技术丰富教学手段

在计算机技术的推动下,计算机辅助技术软件以其图像清晰、动画逼真,以及可灵活操控的交互性,在材料力

学实验教学中展现出显著优势。不仅能够动态、直观地展示物体在变形和受力过程中的状态,还能通过位移云图和应力云图精确描绘物体内部的受力变化趋势,极大地加深了学生对物体受力机制的理解。针对材料力学实验中的关键和难点,特别是弯曲和组合实验中物体内部应力和变形的复杂分布,利用数值模拟技术进行了深入分析,并以动画或录像的形式将模拟结果呈现给学生,并录制成微视频,上传至课程中心,供学生随时访问和学习。在仿真实验中,学生能够直观地观察到物体的位移和受力变化,明确材料应力与应变之间的内在关系,从而深化对理论知识的理解。这种教学模式不仅增强了学生对实验内容的认识,还极大地激发了他们的学习兴趣和主动性,为材料力学实验教学带来了全新的教学模式和效果。

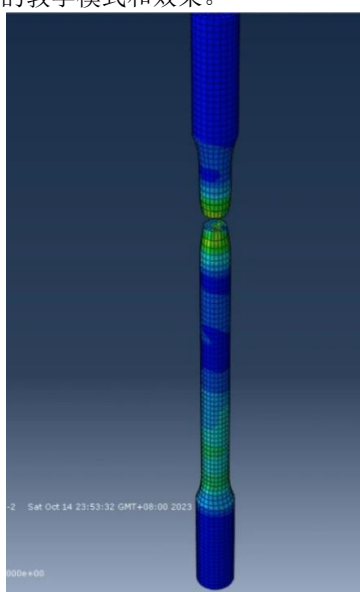


图3 低碳钢拉伸实验的有限元模拟

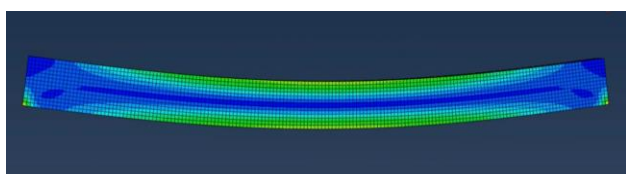


图4 弯曲实验的有限元模拟

3.3 开发虚拟仿真实验系统

常用的设备如万能试验机、扭转试验机等多为大型设备,实验室难以容纳足够数量的设备,这无法满足学生独立进行实验的需求。同时,实验器材损耗也相当严重,如试样在拉伸过程中断裂后则无法再次使用,造成严重的资源浪费。为了解决这些问题,项目组研发了一套适合我校教学需求的简单、桌面型材料力学实验虚拟仿真系统。该系统利用学生自备的电脑设备,使学生能够利用碎片化的业余时间进行多次重复实验,且不会造成任何实验材料的损耗。通过该系统,学生可以在实际实验前熟悉实验步骤和设备操作,降低实际操作时的错误和误操作,进而提高

实际实验的成功率。随着系统的不断更新和完善,它有望完全辅助或部分取代这些高损耗的实验项目。



图5 拉伸实验的虚拟仿真系统开发

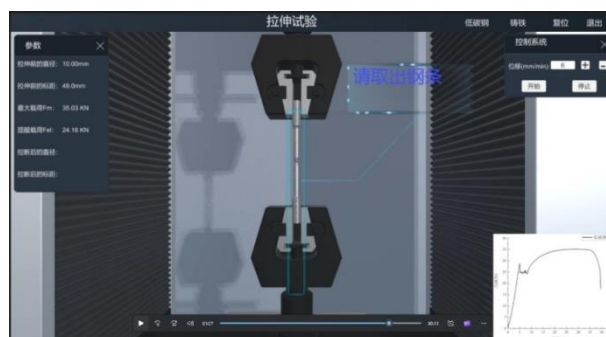


图6 拉伸实验的虚拟仿真实验

在以上三步走的基础上,改革传统材料力学实验的考核方式只注重实验报告成绩,对实验预习和实验操作方面考核不足方式。由于已经有充分的预习时间和虚拟操作,采用全过程考核方式,如图7所示。

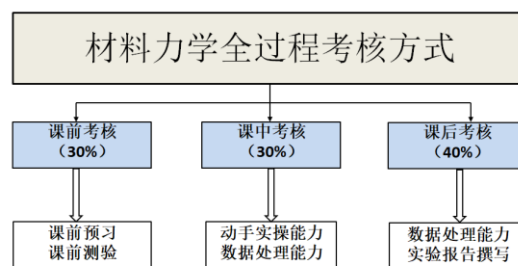


图7 全过程考核方式

首先,课前考核占据总成绩的30%。学生需借助实验操作视频资源、教学PPT资源以及虚拟仿真实验系统,自主进行实验的预习工作,并在在线课程中心完成相应的线上测验,以此获得相应的成绩。这一环节旨在检验学生对实验内容的初步理解和掌握程度。

其次,课中考核占据总成绩的30%。此环节主要聚焦于学生的动手操作能力和结果预判能力。实验设计和实验操作是实验教学的核心,要求学生严格遵循操作规范,科学记录实验数据,确保数据的真实性和原创性。此外,还着重培养学生的严谨科学素养,考核其科研态度、学术道德、团队合作以及安全意识等方面的课程思政教育效果。

最后, 课后考核占据总成绩的 40%。该部分主要考查学生对实验数据的分析和实验报告的撰写能力。学生需以实验内容为主题, 按照学校规定的格式提交实验报告, 报告内容将接受实验数据处理准确性、操作规范性、实验完整性以及报告规范性等方面的全面考查。

4 结语

通过将材料力学实验录制成微视频, 解决教师讲授时间长, 学生预习时间短、实操时间短的问题; 引入有限元技术使实验结果直观化和形象化, 便于学生理解物体受力状况; 开发材料力学虚拟仿真实验系统, 旨在弥补现实实验之局限, 扩展实验教学内容的广度与深度, 打破时间与空间的限制, 进而提升实验教学质量。该系统能够部分或完全替代实际实验室内的课程实验, 有效应对大型、昂贵设备的短缺问题, 显著降低实验材料的损耗。此外, 其便携性和灵活性使得师生可随时随地进行实验操作, 不仅增强了课堂的趣味性, 也真正实现了实验教学的开放化, 成为现代教育领域的重要创新。同时还可作为突发情况下无法开展材料力学现场实验教学的补充。采取全过程考核方式培养学生综合素质, 提高教学质量, 培养创新能力, 达到全面提升材料力学实验教学效率的目的。

基金项目: 重庆科技学院本科教育教学改革研究项目, 基于互联网+的虚拟仿真与多媒体相结合的材料力学实验教学改革, 项目编号: 202246。

[参考文献]

[1] 谭小东, 逯文君, 宋波, 等. 基于数字图像相关技术的材料力学性能实验教学改革与实践[J]. 中国现代教育装

备, 2024(5): 22-37.

[2] 林鹏, 王晨, 李凌云. 基于线上线下混合式教学模式的材料力学实验教学改革研究[J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2023, 24(3): 141-145.

[3] 李雯. 工程力学、材料力学实验课程综合性项目教学改革[J]. 科研与教育, 2020(4): 195-196.

[4] 杨孟杰. 基于“互联网+”的材料力学实验教学改革与探索[J]. 知识窗(教师版), 2021(11): 58-59.

[5] 黄凯, 王正直, 吴文平, 等. 基于可视化技术的材料力学实验课程创新与设计[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(9): 153-157.

[6] 薛娜. 基于虚拟仿真的材料力学机械实验教学改革[J]. 大学教育, 2023(23): 74-77.

[7] 卜万奎, 徐慧, 闫冰洁, 等. 基于虚拟仿真技术在材料力学实验中应用的研究[J]. 菏泽学院学报, 2023, 45(5): 118-122.

[8] 孙金超, 赵庆娟. 材料力学实践教学中虚拟仿真技术的应用探讨[J]. 科技资讯, 2023, 21(17): 214-217.

[9] 樊自建, 孙海涛, 申志彬, 等. 材料力学实验课程思政的几点思考[C]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2022.

[10] 王云洋, 蒋楚, 肖磊, 等. 新工科背景下基于铸铁扭转实验的材料力学课程思政教学改革研究[J]. 大学物理实验, 2021, 34(1): 112-116.

作者简介: 张龙, 重庆科技大学建筑工程学院, 副教授, 工学博士, 主要研究方向为多场耦合下材料力学性能研究, 主讲课程为材料力学。

材料科学与工程专业“固态电解质制备工艺及测试实验”课程建设实践

贾政刚 张学习* 钱明芳 李爱滨 王桂松 耿林

哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

[摘要]面向“十四五”规划对新能源、新材料工程人才的需要,将最新科研成果“高性能硫化物固态电解质制备技术”精简凝练搭建了固态电解质教学实验平台。通过机械球磨-热压烧结的方式制备得到致密的硫化物固态电解质片,并固体核磁共振和交流阻抗图谱分析了阴离子组成和离子电导率之间的关系。该平台不仅使学生系统掌握了固态电解质的基础知识和制备技术,还通过实践环节培养了学生的动手能力,加深了对锂电池能源储存转换机制的理解,为新能源领域的研究与创新提供了坚实支撑。

[关键词]教学实践;工科教育;固态锂电池;固态电解质;实验教学平台

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12893

中图分类号: TM914

文献标识码: A

Practice and Construction of Preparation Technology and Test Experiment of Solid Electrolyte in Materials Science and Engineering

JIA Zhenggang, ZHANG Xuexi*, QIAN Mingfang, LI Aibin, WANG Guisong, GENG Lin

School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

Abstract: In response to the demand for new energy and new material engineering talents in the Fourteenth Five-Year Plan, a solid electrolyte teaching and experimental platform has been built by simplifying and condensing the latest scientific research achievement "High Performance Sulfide Solid Electrolyte Preparation Technology". Dense sulfide solid electrolyte sheets were prepared by mechanical ball milling hot pressing sintering, and the relationship between anion composition and ion conductivity was analyzed by solid-state nuclear magnetic resonance and AC impedance spectroscopy. This platform not only enables students to systematically master the basic knowledge and preparation technology of solid electrolytes, but also cultivates their hands-on abilities through practical activities, deepening their understanding of the energy storage and conversion mechanism of lithium batteries, and providing solid support for research and innovation in the field of new energy.

Keywords: teaching practice; engineering education; solid state lithium batteries; solid electrolyte; experimental teaching platform

引言

2021年,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提出要加强新能源、新材料等关键核心技术的创新应用,加快新能源汽车和智能汽车等核心制造产业竞争力的提升^[1]。中国汽车动力电池产业创新联盟发布的数据^[2]显示,2023年,我国动力电池累计装车量387.7GWh,同比增长31.6%,而以固态电解质为基础的固态锂电池的占比在三年内连续上升。

近年来,高校陆续开展了锂电池的相干课程,黄红波等^[3]基于工程教育认证理念开设了“锂离子电池材料”课程,实现了对锂离子电池理论相关知识教学模式的系统构建。吴珏等^[4]通过搭建锂离子电池正极材料合成及测试的实验教学平台,提高了学生的实践能力。但这些课程大多集中在液态锂电池,固态电解质的教学实践平台相对较少。本文通过搭建固态电解质的合成和测试平台,使得学生可以比较系统地掌握固态电解质的相关基础知识和基本工艺,满足了工程教育对学生掌握先进固态电解质的教学和科研需求,提升了学生的工程实践与创新能力。

1 固态电解质教学实验平台的搭建

1.1 固态电解质工作原理概述

图1是基于固态电解质的锂电池工作原理示意图,电解质在全固态锂电池中起着至关重要的作用^[5]。它既是离子导体,又是隔膜。其结构实际上比传统液态的锂电池更简单^[6]。全固态锂电池对封装的要求较低,因此可以显著降低制造成本^[7]。在充电过程中,锂离子从阴极的晶格中解插并通过离子导电固体电解质转移到阳极,而电子则通过外部电路转移到阳极。在放电过程中,锂离子从阳极中解脱并通过固体电解质转移到阴极,而电子则通过外部电路并驱动器件工作^[8]。

在固态电解质中,锂离子的迁移是实现电池充放电功能的关键过程。这一过程主要依赖于电解质内部局部离子结构,尤其是空位和间隙离子的运动。这些局部阴离子结构在固态电解质中扮演着至关重要的角色,它们不仅影响锂离子的迁移速率,还关系到电池的整体性能和稳定性。此外,点缺陷也对锂离子的迁移起到关键作用,包含内在缺陷(例如弗伦克尔缺陷)和化学计量缺陷(例如肖特基缺陷),前者伴有间隙离子的空位,而后者伴有阳离子空

位的阴离子空位^[9]。过渡金属阳离子可以具有混合价态，因此固有缺陷不一定局限于过渡金属氧化物中的化学计量成分，电中性可以通过阳离子的氧化或还原来维持。这种特性使得固态电解质在充放电过程中能够保持稳定的性能，并且对锂离子的迁移过程具有重要影响。因此，通过深入理解这些局部离子结构的性质和行为，我们可以更好地优化固态电解质的性能，推动全固态锂电池技术的发展。

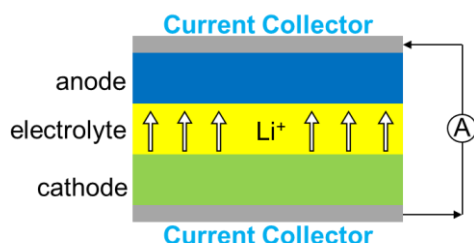


图1 基于固态电解质的锂电池工作原理

1.2 固态电解质的设计原则

固体电解质是可充电全固态锂电池实际应用的关键成分。一般来说，用于全固态电池的固体电解质应具有离子电导率高、电子电导率可忽略不计、电压窗口宽、与电极化学相容等特性，以及相对容易大规模制造、成本低等。结晶离子导体的材料设计主要基于以下结构标准^[9]：

- (1) 适合移动离子的传导途径。
- (2) 移动离子亚晶格中的无序。
- (3) 高度极化的移动离子和阴离子亚晶格。
- (4) 高总离子电导率，离子转移数接近统一，电子电导率可忽略不计。

在深入研究固态电解质领域的过程中，我们借鉴了先前的重要研究成果^[10]，为了进一步提高电解质片的性能，特别选取了硫化物固态电解质作为研究对象。通过精确控制烧结时间，成功优化了电解质片内部的局部离子结构，这种优化使得硫化物电解质片的离子电导率得到了显著提升。这一成果不仅体现了我们对固态电解质材料研究的深入探索，也为未来固态电池的性能提升提供了有力的技术支持。

2 教学实验目的

- (1) 了解锂电池的概念、分类和能源储存转换的工作原理。
- (2) 学习硫化物固态电解质的设计原则和制备方法。
- (3) 熟练掌握魔角旋转固体核磁共振（MAS NMR）的测试原理和分析方法。
- (4) 掌握锂离子电导率的测试及计算方法。
- (5) 学习巩固相关物理化学知识，包括晶体结构、电化学反应过程、反应热力学、化学位移各向异性等。

3 试剂、仪器及实验步骤

3.1 实验试剂

硫化锂(Li₂S, 99.9%, Alfa Aesar)，五硫化二磷(P₂S₅,

99.9%, Alfa Aesar)，锂片（电池级，深圳新威）。

3.2 实验设备

行星球式磨机(QM3SP4)，超级净化手套箱(Universal (2440/750))，电化学工作站(CHI604d)，压片机(SYP-12BS)，高精度电子天平(FB1035)，魔角旋转固体核磁共振仪。

3.3 实验步骤

3.3.1 固态电解质的制备

如图2所示，按照4:1的摩尔比将硫化锂和五硫化二磷进行预混合，取1g混合物放到球磨罐中，在370r/min的转速条件下双向球磨，得到80Li₂S-20P₂S₅硫化物固态电解质粉末。使用手套箱内部的热压机，将电解质粉末烧结成高0.5mm、直径16mm的固态电解质片。



图2 固态电解质的宏观形貌

(a) 固态电解质粉末；(b) 固态电解质片

利用魔角旋转固体核磁共振(MAS NMR)分析硫化物固态电解质中阴离子的组成和含量，提供了固态电解质内局部离子结构信息，如图3所示。PS₄³⁻、P₂S₇⁴⁻、P₂S₆²⁻和P₂S₆⁴⁻在MAS NMR中的化学位移分别为89/87、91、68和107/104 ppm。

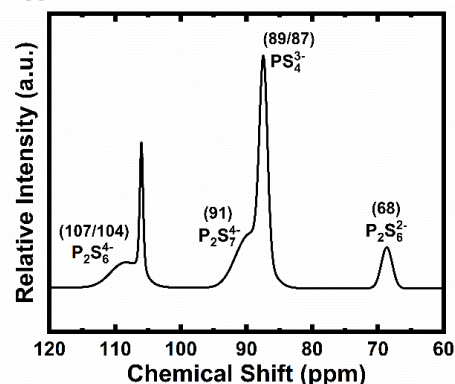


图3 硫化物固态电解质的MAS NMR曲线

3.3.2 固态电解质离子电导率测试

利用电化学工作站对上述电解质片组装的阻塞电池进行交流阻抗测试，所得到的阻抗谱测量曲线如图4所示。在理想条件下，电解质的阻抗图谱如图4a所示。固态电

解质晶粒内锂离子在晶格格位上的迁移的响应频率很高,超过 10 MHz。普通阻抗谱设备难以检测。锂离子在晶界处的迁移响应频率相对较低,在 10 kHz 到 10 MHz 之间^[11]。在本实验中,如果阻塞电极和电解质片制作良好,本体晶界阻抗数值较小,那么晶界容抗信号强度低,晶界半圆消失。由引线和设备内组件引入的感抗将干扰对称电池的检测信号,在阻抗谱图中表现为位于第四象限的高频区曲线。阻抗谱曲线表现为一条从第四象限出发,穿过 Z' 轴的曲线,如图 4b 所示。曲线和 Z' 轴的交点的 Z' 数值是电解质样品的总阻抗数值 R_b 。

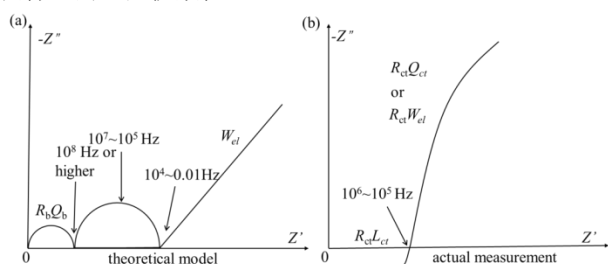


图 4 固态电解质的阻抗图谱

(a) 理想模型; (b) 实测结果

固态电解质的离子电导率(σ)通常通过公式(1)计算^[12]:

$$\sigma = 1 / (R_b \times S)$$

式中: 1——固态电解质的厚度;

R_b ——Nyquist 图中高频点所对应的体电阻;

S ——固态电解质颗粒的有效面积。

在相同组分的固态电解质中,不同的局部离子结构展现出明显的离子电导率差异。锂离子电导率由大到小分别为 $P_2S_7^{4-} > PS_4^{3-} > P_2S_6^{4-}$ 。这与 Seino 等人^[13]的实验结果一致,即 $P_2S_7^{4-}$ 的离子电导率比其他材料高出几个数量级。

4 教学方式及成效

4.1 教学方式

在教学方式上,参考卢松涛等^[14]的教学方式,采用了“讨论—设计—实验—分析讨论”的综合性教学模式,并预定该综合实验为 20 学时。首先,教师会向同学们详细讲述固态电解质的背景知识,同时拟定一系列高度相关的思考题,旨在引导学生们自主学习并展开探讨。

这些思考题包括:(1)固态电解质的分类及其工作原理,帮助同学们理解不同类型固态电解质的特点和应用场景;(2)固态电解质的合成方式的选择,引导学生们思考如何根据实验需求选择合适的合成方法;(3)要实现高离子电导率,对硫化物固态电解质的局部离子结构有哪些要求,这一问题旨在培养学生们对材料结构与性能关系的理解;(4)列举与本实验相关的分析化学和物理化学理论,这将有助于学生将所学知识与实践相结合。

接下来,每位同学需根据这些要求,独立查找相关文献,并在班级讨论中分享自己的观点,最终设计出合适的硫化物

固态电解质制备方案。这种教学模式不仅能够提升学生的自主学习能力,还能培养他们的团队协作和解决问题的能力。

4.2 教学成果

依托金属精密热加工国家重点实验室,本课程开展了一项前沿且充满挑战性的实验项目,旨在探索固态电解质技术的前沿应用,以开发出高性能的全固态电池。通过这一项目,学生们了解国际科技前沿研究热点,掌握先进的实验技能,深入了解电解质材料的基本合成和测试方法。在实验中,学生们将课堂上所学的电化学理论应用于实践,不仅巩固了他们的理论基础,也极大地提高了他们的实践能力。我们鼓励学生敢于创新,勇于尝试,即便失败也是学习的机会。学生们在失败中分析原因,汲取教训,逐渐形成了我校“规格严格,功夫到家”的严谨科研态度和作风。经过不懈的努力,该课程已经在科研道路上取得了显著成果,研究成果已在化工领域的权威期刊如 Chem. Eng. J 等上发表了 2 篇 SCI 论文,这不仅体现了他们个人能力的体现,也是对我校科研实力的肯定。

5 结语

面向“十四五”规划对高等工程教育人才培养的新要求,我们积极引入高性能硫化物固态电解质制备技术成果至本科生创新基础实验课程中。此举旨在通过实践操作,加强学生的思考时间和创新能力,使他们能够从一个材料化学工作者的视角出发,深入研究并解决现实问题。这一选题不仅紧随科技前沿,而且内容设计得操作简单,具有显著的教学推广潜力。我们相信,理论与实践相结合的教学方式将对学生的综合能力产生显著的正向影响,不仅提高他们的专业技能,还培养他们的团队协作精神和家国情怀,使他们成为具备时代担当的新时代人才。

基金项目:黑龙江省高等教育学会高等教育研究课题,高校教师科教融合的教学能力建设及其提升路径研究,23GJYBG003。

【参考文献】

- [1]郑栅洁. 国务院关于《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》实施中期评估报告——2023 年 12 月 26 日在第十四届全国人民代表大会常务委员会第七次会议上[J]. 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会公报,2024(1):124-136.
- [2]郑雪芹. 2023 年我国动力电池装车量 387.7GWh[J]. 汽车纵横,2024(2):114-115.
- [3]黄红波,刘彩玲,赵春辉,等. 工程教育认证背景下“锂离子电池材料”课程教学模式探索[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版),2023,37(4):115-120.
- [4]吴珏,高伟萍,温奇灵,等. 锂离子电池正极材料合成及测试——“半探索式”综合实验教学[J]. 化学教育(中英文),2024,45(2):72-78.
- [5]J. M. Tarascon, M. Armand. Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries[J].

Nature, 2001, 414 (6861): 359-367.

[6] J. B. Goodenough, Y. Kim. Challenges for rechargeable Li batteries[J]. Chem Mater, 2010, 22 (3): 587-603.

[7] 梁宇皓. 硫化物基全固态锂电池的界面调控研究[D]. 北京: 北京科技大学, 2024.

[8] 李建伟. 硫基固态电解质的改性及其全固态电池性能研究[D]. 山东: 山东大学, 2024.

[9] C. Sun, J. Liu, Y. Gong, et al. Recent advances in all-solid-state rechargeable lithium batteries[J]. Nano Energy, 2017 (33): 363-386.

[10] Z. Jia, X. Zhang, M. Qian, et al. Local ionic structure unit design in sulfide solid electrolyte flakes by improving pressing process[J]. Chem Eng J, 2022 (435): 134663.

[11] 黄晓, 吴林斌, 黄祯, 等. 锂离子固体电解质研究中的

电化学测试方法[J]. 储能科学与技术, 2020, 9 (2): 479-500.

[12] M. J. Uddin, S. J. Cho. Reassessing the bulk ionic conductivity of solid-state electrolytes[J]. Sustainable Energy & Fuels, 2018, 2 (7): 1458-1462.

[13] Y. Seino, T. Ota, K. Takada, et al. A sulphide lithium super ion conductor is superior to liquid ion conductors for use in rechargeable batteries[J]. Energ Environ Sci, 2014, 7 (2): 627-631.

[14] 卢松涛, 王群, 李杨, 等. 将科研成果“3D 打印黑体锥用于海水淡化”转化为教学实验的实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41 (3): 198-201.

作者简介: 张学习, 哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 教授, 工学博士, 主要研究方向为能源材料、金属基复合材料。

基于工程教育专业认证的高校本科教学资料管理研究

张建红 夏爱林

安徽工业大学材料科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243002

[摘要] 无论是在工程教育专业认证自评报告撰写阶段还是专家进校检查环节, 学院资料室都需要配合提供大量的课程教学资料。因此如何科学高效地管理本科教学资料对工程教育专业认证来说具有重要的意义。文章梳理了目前高校教学资料管理工作现状, 提出了相应的对策措施, 以期提高教学资料管理水平, 推动专业认证工作进程。

[关键词] 工程教育专业认证; 教学资料管理; 管理制度

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12898

中图分类号: G647

文献标识码: A

Research on Management of Undergraduate Teaching Materials in Universities Based on Engineering Education Professional Certification

ZHANG Jianhong, XIA Ailin

School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan, Anhui, 243002, China

Abstract: Whether it is during the writing stage of the self-evaluation report for engineering education certification or the expert on-site inspection stage, the college's reference room needs to cooperate in providing a large amount of course teaching materials. Therefore, how to scientifically and efficiently manage undergraduate teaching materials is of great significance for engineering education professional certification. The article summarizes the current situation of teaching material management in universities and proposes corresponding countermeasures to improve the level of teaching material management and promote the process of professional certification.

Keywords: engineering education professional certification; teaching material management; management system

1 高校教学档案与工程教育专业认证

工程教育专业认证是“由专业性认证机构(协会)组织工程技术领域的教育专家和相关行业的技术专家,以该行业工程技术从业人员应具备的职业资格为要求,对相关工程专业的教育质量进行评价、认可并提出改进意见的过程”^[1]。通过专业认证建设可以促进高校专业建立科学规范的教学质量管理和监控体系,提高大学教学管理水平,加强高等工程教育与工业界的联系,促进高等工程教育的国际交流,提升我国高等工程教育的国际竞争力。我国工程教育认证工作始于2006年,中国工程教育专业认证协会成立于2015年10月,是经教育部授权的在中国开展工程教育认证工作的唯一合法组织。2016年6月,我国成为《华盛顿协议》第18个正式成员,成为正式成员后,我国将全面参与《华盛顿协议》各项规则的制定,我国工程教育认证的结果将得到美国、英国、加拿大、爱尔兰、澳大利亚等17个正式成员国的认可。党的二十大报告明确提出,“坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动,加快建设教育强国、科技强国、人才强国,坚持为党育人、为国育才,全面提高人才自主培养质量,着力造就拔尖创新人才,聚天下英才而用之”。新形势下,工程教育专业认证是实施科教兴国战略的时代应答,是建设高质量教育体系的必然选择,是贯彻新发展理念、提升人才自主培养质量的必由之路^[2]。因此,现在越来越多的

校工科专业在按照认证标准进行专业建设,申请工程教育专业认证也成为高校的“时髦话题”。

工程教育专业认证的基本程序包括6个阶段:申请和受理、自评与提交自评报告、自评报告的审阅、现场考查、审议和做出认证结论、认证状态的保持与改进。其中专业自评和专家现场考察最为关键。专业认证机构在对高校工程类专业教育进行认证过程中需要其提供能够全面展现其教育教学工作的大量教学资料^[3]。因为教学资料是专业教学实践过程中形成的一系列原始资料,集中展现了教学组织、实施和管理工作的全貌,反映了专业教育教学质量和管理水平。2024版专业自评报告分为背景信息、学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍等八个部分,每个部分的陈述都需要翔实的证明资料以供审核。专家在审阅自评报告时要对照标准审阅自评报告部分高校是否达成了目标。根据2024版工程教育认证自评报告指导书,持续改进部分需要提供近三年专业类必修课程(含专业基础、专业课)的主要评价资料,包括试题、作业题目、课程目标达成评价报告,及其评价依据合理性审核记录等,其他用于毕业要求评价的课程考核资料、原始试卷、作业等原始文件作为支撑材料。现场考察阶段,认证专家需要抽查审阅近三年内大量的教学资料,如毕业设计(论文)、试卷、课程设计、实习材料等。专家列出审查材料清单后,需要教学秘书快速准的提供相关完整材料。

教学资料准备的是否齐全完善会直接影响专业认证结果,因此,根据专业认证需要,做好原始资料的积累,对日常教学资料进行科学有效的管理,为专业认证提供完整翔实材料,对推动工程教育专业认证具有重要的实际意义。

2 高校本科教学资料管理现状

高校教学资料是指学院在教学过程中逐年积累的一系列有关教学工作的原始资料,包括教学大纲、成绩单、平时成绩登分册、课程小结、试卷、课程论文、作业、实验报告、实习报告、科研训练报告等纸质材料,还有逐年增加的视频、光盘、图文等电子材料。加上高校的连年扩招,都导致了教学资料的种类繁多,量多复杂,需要院校实施统一管理^[4]。经过走访调研多所高校学院,发现目前学院教学资料管理现状主要存在以下三个方面的问题:

(1) 高校对教学资料管理重视程度不够。当前高校的实际情况,各高校或多或少存在着重科研轻教学的风气,在这种风气下院校领导教师对教学资料归档重视程度不够。一方面,院校对教学资料室面积较小。相比科研办公、实验室用房分配,教学资料室面积较小,只能存放近三到四年的资料,资料柜、档案盒、摆放货架循环使用,这样就导致某些宝贵的资料得不到有效保存,失去了应有的利用价值。另一方面,大部分高校都没有配备专门的教学资料管理人员,教学资料管理一般由教学秘书兼任,而教学秘书还有很多的行政事务需要处理,久而久之导致教学秘书对教学资料管理失去热情和耐心。其次,教师归档意识不强。教师的主要精力在科研方面,他们忙于拼基金、拼论文,以申请高级职称、科研项目、人才项目,不会主动在学期教学活动结束后整理、提交教学归档资料,甚至经教学秘书多次通知催促后才提交教学资料。研究生为导师整理、提交归档资料的现象也有发生。教师对资料归档意识不强,平时不注重教学资料归档,不知道归档的目的和意义是为了日后的查阅分析与利用。也导致了专业认证、学科评估、督导等上级部门检查时临时突击补材料的情况时有发生。

(2) 教学档案管理制度不完善。虽然教务部门出台了相关的教学档案管理制度,要求教师在结课后一定时间段内完成教务系统成绩提交和教学资料归档,但管理制度并未涉及到提交归档资料是否及时、归档资料是否完善的奖惩措施,仍然存在不完善的地方。并且具体的教学资料管理工作都下放到了学院,由学院教学秘书管理。制度的不完善和管理权限的下放,导致结课后教学资料未能及时归档,甚至资料丢失的情况时有发生。即使按时提交了教学资料,也可能出现资料不全、重要资料缺失以及缺少签字盖章等现象。借阅后忘记归还甚至不归还的情况也使得部分教学资料流失。因此教务部门、学院务必通过完善制度改变这种归档不及时、不完善、教学资料流失的现状。

(3) 缺少基础信息设施,信息化程度较低。目前高

校教学档案的信息化建设主要存在两方面的问题:一方面,纸质档案转化为电子文档的问题。目前资料室保存的只有纸质资料,而现在的教学资料不止有纸质资料,还有视频,光盘等电子材料,没有电脑、扫描仪等基础设施,这些电子材料只能由教师个人保存极易丢失。对资料室投入不够,缺少电脑、打印机、扫描仪、路由器、交换机等基础信息设施,某些重要资料也不能通过扫描等手段有效转化为电子资料存储发挥其应有的使用价值。另一方面,没有普及使用教学资料管理软件,无法利用计算机对档案进行共享查阅。纸质档案与电子档案在很长一段时间是共同存在的。教学资料名目种类繁多,并且量多复杂,再加上高校连年扩招,教学资料管理愈发困难,构建教学资料管理系统,把计算机软件应用在高校院系教学资料管理中是教学资料管理的必然趋势^[4]。以安徽省某高校的二级学院为例,在应对工程教育专业认证提交支撑材料、专家现场检查、学科评估检查时,只能依靠教学秘书的纸质教学资料归档记录汇总表查阅资料的摆放位置,没有配备扫描仪老师只能使用手机在资料室拍照归档材料作为认证支撑材料。

鉴于目前教学资料管理现状,如何基于工程教育专业认证客观需要提高教学资料管理水平,显得尤为重要。

3 基于工程教育专业认证提高本科教学资料管理水平

工程教育专业认证自评报告撰写阶段需要提供全面翔实的支撑材料,自评报告通过后专家进校检查阶段,需要资料室快速准确提供被查资料,结合调研阶段某高校反映的专家反馈查阅资料签字不完整及漏签字、归档清单存在应交未交项的现象。建议从提高重视程度、完善档案管理制度、加大对资料室的投入,提高信息化程度,重要资料实施电子档案和纸质档案相结合的管理方式以上三个方面提高教学资料管理水平,以适应工程教育专业认证需要。

(1) 提高重视程度。基于工程教育专业认证的需要,教学资料归档需要引起院领导和教师们的重视,校院两级需要加大对资料室用房的投入和人员配备。一是扩大教学资料室面积,使得更多更完善的教学资料可以得到存档。二是为资料室配备专门的管理人员,提高教学档案管理工作效率和质量,能够为工程教育专业认证收集、整理更多更完善的审核资料。三是加强对教师、学生和管理人员工程教育专业认证知识培训。通过培训使教师、学生和管理人员明确认证的基本概念及目的,认识到各自在认证工作的角色定位,使其能自觉参与进来,为认证工作提供服务与支撑。有关研究表明,实现高等工程教育专业认证三大核心理念目标的关键在于教师^[1],工程教育专业认证标准的达成也依赖于教学过程。2019年10月,教育部发布《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》,提出高校要完善专业认证制度,将质量意识、标准、评价、管理等落实到教育教学的各环节,要求学校师

生将以上各方面转化为内在的价值追求和自觉行动。因此,教师是专业认证工作执行的关键,必须要加强对教师、学生和管理人员的工程教育专业认证知识培训,明确教师在认证工作中的角色,使教师自觉为认证工作作出贡献,愿意通过修改完善教学手段、教学目标、教学内容来执行专业认证,也乐于花时间搜集、整理体现教学过程的资料,为认证工作提供完善详细丰富的支撑材料。

(2) 完善教学档案管理制度、加强执行力度。教学资料是指在教学工作(含教学实践和教学管理)中形成的、对今后有利用价值的教学材料,比如管理文件、试卷和作业等文字、图表以及电子文档等。统一归档保管克服了教师个人保存易丢失的缺点,使教学资料能更方便、更长久地利用。教学资料统一管理可以方便学生、教师以及督导组专家等进行查阅,为审核评估、专业认证以及学校等各级部门检查时提供资料。归档教学资料还能反映出任课教师教学工作的细节,高校在进行教学档案管理的过程中也能够对教师教学工作进行监督,进而规范教师的教学行为,提高高等教学课堂的科学性和规范性。另外,高校在教学档案中还能够进一步总结优秀的教学经验,提高教师的教学水平和高校教育的质量。因此教学资料管理不是独立于教育事业之外的行政事务,而是高校教育教学事业发展的一部分^[3]。二级学院应根据学校教务部门教学文档管理细则和工程教育专业认证需要制定学院教学资料归档制度,明确归档范围和流程。首先学院需要在学校教务部门管理制度指导下根据工程教育专业认证申请需要制定学院教学资料管理细则,明确归档范围和要求。在制度上明确不允许研究生或者其他老师代交归档资料,必须是任课教师本人提交归档资料;归档、借阅和归还严格执行登记流程;归档资料是否齐全有详细的奖惩措施。在归档流程中学院教学资料管理人员需与教师当面核实归档资料是否齐全,签字盖章部分是否完善,归档不齐的限期补交。其次,给予教学资料管理人员一定的奖励,提高其工作积极性,加强教学资料管理的执行力度。使得教学资料人员能够定期主动催促教学人员收集、整理和提交归档资料,执行归档、借阅和归还登记制度,将制度从理论落实到实处,为专业认证工作收集全面、充分、翔实的支撑材料提供工作基础。

(3) 加大对资料室的投入,提高信息化程度,重要资料实施电子档案和纸质档案相结合的管理方式。一是改善资料室硬件配置,给学院资料室配备电脑、打印机、高拍仪等基础信息设备,通过录入、扫描、数码拍照等形式使重要纸质资料转变成宜长久保存利用的电子版材料。再把电子资料录入教学资料管理软件,运用教学资料管理系统实现查询、共享。培养方案、教学日历、试卷及送审表、课程小结、课程目标达成分析及持续改进报告、平时成绩登分册、成绩单以及毕业论文等能体现以学生为中心、成果导向和持续改进理念的重要资料,通过高拍、数码照相

等形式变成电子版材料,实施电子档案和纸质档案相结合的管理制度。科研训练报告、实习报告、课程论文以及作业等量大不易扫描的资料根据学校教学资料管理办法规定的保存年限进行存储,到期后返还各系(实验中心)。这样既能克服重要资料采用纸质材料不宜长期保存利用的缺点,又能提高查阅效率,为工程教育专业认证工作、学科评估、学校各类检查提供更完善的、能长久反复查阅的资料,有序推动专业认证工作进程。二是投资引入先进的教学资料管理软件。教学资料管理软件对教学资料管理主要分为以下四个部分:资料信息录入、教学资料的分类录入、卷内文件管理、文件借阅归还记录等四部分。其中资料信息录入主要是指管理人员信息权限及密码等。将已有的电子教学资料录入教学资料管理系统,实现查阅和共享功能。教学资料归档的价值在于利用,如何充分利用教学档案信息,直接制约高校发展和建设的速度和质量。引进教学资料管理软件后,教师可以较快地查阅所需教学档案信息,实现档案资源共享。特别是纸质档案电子化后,也避免了档案因实体档案借阅造成的磨损和毁坏^[5]。

4 结语

工程教育专业认证在自评报告撰写阶段和专家进校现场检查阶段都需要学院资料室提供大量第一手的教学资料,教学资料准备的是否齐全对认证结果具有直接影响。因此,对教学资料实施科学有效的管理对推动认证工作具有重要的意义。目前,高校教学资料管理呈现出重视程度不够;管理制度不完善;缺少基础信息设施,信息化程度较低的现状。根据工程教育专业认证的客观需要,高校可以通过提高重视程度;完善教学档案管理制度;加大投入,提高信息化程度,重要资料实施电子档案和纸质档案相结合的管理方式,提高本科教学资料管理水平,为认证工作提供更详细完善的资料,有序推动专业认证工作进程。

基金项目:安徽工业大学教学研究重点项目“基于专业认证的地方工科院校教学资料归档研究”(2022jy03)。

【参考文献】

- [1] 林健. 工程教育认证与工程教育改革发展[J]. 高等工程教育研究, 2015(2): 10-19.
 - [2] 安勇, 王文龙. 激发工程教育专业认证“源动力”[J]. 中国高等教育, 2023(11): 55-57.
 - [3] 蒋珍. 工程教育专业认证背景下的高校档案管理工作[J]. 兰台内外, 2021(14): 25-28.
 - [4] 陈晶. 基于高校院系教学资料管理系统的思考[J]. 兰州教育学院学报, 2014(8): 89-91.
 - [5] 徐荣靖. 加强高校教学档案信息化管理的思考[J]. 全国商情(经济理论研究), 2013(13): 85-87.
- 作者简介: 张建红, 安徽工业大学材料科学与工程学院, 经济师, 硕士, 研究方向: 高校教学资料管理研究(安徽省马鞍山市 243002)。

理工类实验室管理机制改革研究——以河北工程大学材料科学与工程学院为例

高晓红 付西英 李飞波 王彦明* 张晓亮 张志晓 秦身钧

河北工程大学 材料科学与工程学院, 河北 邯郸 056038

[摘要] 本研究围绕当前实验室管理分析了实验室资源建设、实验室师资管理与建设、实验课程和教学模式改革、实验室安全与信息化建设和实验室管理制度等五个方面存在的一些不足, 针对性地提出了一系列改革措施, 旨在形成一套保障实验室高效运行的管理办法, 从根本上提高实验室管理水平, 为人才培养和科学研究提供良好的条件支撑。实验室机制系统的完善能够为建立一支综合业务素质突出、具有创新性科研成果和体系高效运行的实验室科研队伍提供一些参考和思路。

[关键词] 管理机制建设; 制度创新; 管理办法

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12891

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

Research on the Reform of Management Mechanism in Science and Engineering Laboratories —— Taking the School of Materials Science and Engineering at Hebei University of Technology as an Example

GAO Xiaohong, FU Xiyang, LI Feibo, WANG Yanming*, ZHANG Xiaoliang, ZHANG Zhixiao, QIN Shenjun

School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056038, China

Abstract: This study analyzes the shortcomings in five aspects of current laboratory management, including laboratory resource construction, laboratory faculty management and construction, experimental curriculum and teaching mode reform, laboratory safety and information construction, and laboratory management system. A series of targeted reform measures are proposed to form a set of management methods to ensure the efficient operation of the laboratory, fundamentally improve the level of laboratory management, and provide good conditions for talent cultivation and scientific research. The improvement of the laboratory mechanism system can provide some reference and ideas for establishing a laboratory research team with outstanding comprehensive professional quality, innovative scientific research achievements, and efficient operation of the system.

Keywords: management mechanism construction; institutional innovation; management measures

引言

实验室管理作为高校教育体系中的重要组成部分, 其专业性和复杂性不容小觑^[1-5]。高校实验室既承担着教学任务, 又兼具科研功能, 是人才培养的重要场所。因此, 高等院校实验室管理水平的提升直接影响着实验课程建设、教学质量以及科研和创新能力的发展。在全国知名高校双一流学科建设过程中, 健全、优化实验室管理体系, 以及量化实验室考核指标已成为当前实验室改革的首要目标之一。

实验室不仅是高校基础设施的重要组成部分, 更是工程教育专业认证和一流专业建设的重要支撑。随着工程教育专业认证工作的推进, 对实验室管理提出了更高的要求, 强调以学生为中心、目标导向及持续改进的教育理念^[6-8]。这种新的人才培养模式要求实验室管理不断适应变革, 强调实践教学的重要性, 并不断提升实验室设施和服务水平, 以更好地支持工程教育的发展^[9-12]。

部分省属高校如河北工业大学、齐鲁工业大学和桂林电子科技大学, 通过积极开展围绕实验室管理和服务水平的改进措施, 取得了显著成效。这些措施包括加强实验室设备更新, 提升管理人员的专业素养, 优化管理流程和制

度等。这些举措不仅提升了实验室的管理水平, 也为高等教育的发展和人才培养作出了积极贡献, 进一步推动了实验室在工程教育中的关键地位的确立和巩固。同时, 这些经验和成效也为其他高校实验室管理的改进提供了有益的借鉴, 推动了全国高等教育实验室管理水平的提升。

1 实验室管理机制改革的目标

本研究旨在探索一种更符合本院实际情况、可拓展到全校相关学院、以培养学生为中心、能高效运行的实验室管理体系。项目围绕实验室资源建设, 实验室师资管理与建设, 实验课程与教学模式改革, 实验室安全与信息化建设, 实验室管理与运行体制改革等方面开展具体工作, 从而提高师生员工对实验教学重要性的认知程度, 充分发挥实验教学在人才培养的重要作用, 促进新时代教育理念在实践、实验教学环节的消化、吸收, 进一步推动我院的一流专业建设和工程教育专业认证工作, 也给理工类实验室建设提供参考。

2 实验室管理面临的问题

搬迁新校区后, 由于本科生实验教学实验室面积的迅速扩展, 以及科研平台和团队实验室的快速发展, 实验室管理在新校区环境中面临新的挑战。

2.1 管理重视不足，监管不到位

对于实验室管理，各级平台和团队负责人在思想上重视程度不够，导致相应的监管不到位等现象较为明显。具体表现为负责人对实验室管理的重要性缺乏充分认识，未能在日常工作中给予足够关注和资源支持，监管机制缺失或执行不力，导致实验室管理工作存在诸多漏洞和隐患。这种情况不仅影响了实验室的正常运行和科研效率，还可能对实验室安全和人员健康带来潜在风险。

2.2 实验室服务效益低

一些实验室的布局和设备摆放存在诸多不足，包括布局不合理、设备分类混乱以及梯次衔接不畅等问题。这些情况可能导致实验室内的操作效率低下，使得工作人员在进行实验时遭遇困难或浪费时间。此外，这种布局不清晰的情况可能会对实验室的整体运行效率造成影响，并可能导致实验室的活力不足。

2.3 实验室师资建设不足

实验室教师队伍结构不合理，包括教师比例和学科结构，导致教师人员流动性低，缺乏激励机制，影响了实验室的整体运作效率。教师积极性不高可能源自于教学和科研任务的重叠，以及教师职称晋升渠道的狭窄，限制了个人发展动力。同时，教师在教学和科研服务中的创新能力不足，导致教学内容和科研成果的更新缓慢。

2.4 实验室教学地位不受重视

实验室作为理论与实践教学深度融合的关键平台，长期以来在学校体系中扮演着重要角色，其定位主要集中在为各系和教学办提供实验教学服务。然而，在实践教学过程中，实验室的地位未能凸显其主体作用，缺乏独立自主性和创新能力，影响了实验室在本科实验教学和科研中的贡献，使其难以有效地满足教学和科研的需要。

2.5 实验室安全、信息化及智能化建设不足

实验室仪器设备的管理信息化程度不高，未能充分利用现代技术手段，导致实验室管理效率低下。同时，虚拟仿真实验室和智慧实验室的建设和应用比例较低，未能满足当今教学科研的需求。实验室管理存在精细化、智能化、自动化和痕迹可追踪化管理不足的问题，缺乏有效的监控和控制机制，难以实现对实验室资源的有效利用和管理。此外，实验室的全生命周期管理亦存在不足，包括设备的采购、维护、更新以及报废处理等方面，缺乏系统化的规划和管理。上述问题也或多或少地存在于我校其他学院的实验室中，因此实验室管理体系改革迫在眉睫。

3 针对实验室管理出现问题的解决办法

针对前文所述问题，本研究拟主要从实验室资源建设、实验室师资管理与建设、实验课程和教学模式改革、实验室安全与信息化建设和实验室管理制度等五个方面开展研究，旨在形成以服务实验教学和科研创新活动的实验室格局和高效运行的管理体系。

3.1 实验室资源建设

立足学校实际情况，根据学院实验室现有条件，开展设备资源优化，整合共性设备，建设基础性实验室；开展专业特色实验室建设；深度推进科教融合，依托平台建设创新性实验室，为创新性实验的开展提供平台；最终构建“基础性—专业性—创新性—综合性”逐渐升级的四位一体化的实验室格局。

仪器设备资源是实验室服务于教学和科研的条件基础，针对于此，本研究提出从如下四方面进行资源建设：

(1) 针对我院实验设备现实情况，从学院整体出发，以材料类设备为基础，整合相同或相近设备资源，建设以材料为基础的“材料热处理实验室”“材料机械加工实验室”“材料力学性能测试实验室（1、2）”“材料磨抛实验室”和“材料显微组织表征实验室”等五个材料基础实验室；

(2) 同时根据各专业特色建设“金属材料综合实验室”“材料物理性能分析实验室”“材料热分析实验室”“复合材料成型加工实验室”“过程装备综合实验”及“过程装备模型实验室”等专业特色实验室；

(3) 结合科研平台培养人才高地，发挥省级科研平台优势，深度推进科研-教学相融合。依托“河北省稀土永磁工程研究中心”“河北省改性塑料技术创新中心”“河北省耐磨非铁基复合材料重点实验室”及“河北省冷锻钢技术创新中心”等四个省级科研平台，开设4个围绕各科研平台的创新性实验项目，形成依托省级科研平台的创新性实验体系，并制定省级科研平台承担本科实验教学任务的管理办法；

(4) 打通本科教学过程中基础-专业-创新实验开展流程，最终形成以此为基础的综合实验体系，实现既定的四位一体化的实验室格局。

3.2 实验室师资管理与建设

为进一步发挥实验室教师人员的积极性和主动性，从学院层面出发，并积极与学校沟通，首先明晰实验室教师职责和工作量核定，为实验室教师（兼职）职称晋升，工资绩效等方面提供支撑并开展如下探索：

(1) 量化实验室人员基本职责，制定相关制度量化实验室教师承担理论和实验课时数，让实验室教师有充足的时间参与到实验室教学及管理中；

(2) 同时按照专业技术领域优化实验室人员分工，分为实验课指导教师，实验室管理人员，并制定不同类别实验室人员量化绩效、工作量化及考核制度，打破大锅饭的格局；阶段性推动轮岗式实验室管理模式，提高管理效率；

(3) 为提高实验教师的专业技术水平，制定实验室教师实验指导理论和实践能力提升制度，有计划地安排学习对应理论课程，并有计划，有目标地安排青年教师到企业参加工程实践；邀请有实践经验的企业技术人员到学院举办实践讲座，提高教师的工程实践能力。

3.3 实验课程与教学模式改革

基于工程教育与专业认证“以学生为中心、产出导向、持续改进”的教育理念和一流专业建设对实验课程体系和实践育人平台的要求,拟围绕以下几方面开展实验课程和教学模式改革:

(1) 开展基础性、专业性、创新性与综合性实验课程体系的构建。选派实验室教师参与系室培养方案和教学大纲的制定过程中,并形成具备特色的实验教学体系,实现实验项目建设和优化的有机循环;

(2) 开展以实验室教师为主的基础性实验课程教学团队和教学模式建设,并计划分三个阶段实现。第一阶段,实验室教师作为助教参与实验指导过程,第二阶段,由系室教师指导实验室教师承担实验课程,第三阶段,实现实验室教师独立承担实验课程;开展以具有博士学位或副高级以上教师承担专业特色和创新性实验的教学团队建设;

(3) 建立新进实验室教师上岗考核制度。围绕实验室制度、实验教学开展过程、创新性实验设计、综合性实验设计等方面对新进教师进行培训,通过学院考核后方可承担实验教学课程;

(4) 建立并规范化实验课程教学过程和结果的考核评价机制,形成围绕实验预习,实验理论,实验操作,实验结果分析等过程和结果相结合的实验课程评价机制;探索本科实验教学监督和考核机制,促进实验教学质量的提升。

3.4 实验室安全与信息化建设

(1) 安装实验室门禁系统,根据要求安装摄像头;

(2) 构建信息化实验平台,建立“材料综合实验室”微信公众号,并建立实验室预约系统,设置实验室安全教育专题;

(3) 加强贵重或大型设备的虚拟和智慧实验室的建设,减小仪器设备费用的投入;

(4) 加强实验室安全和实验教学的宣传,通过微信公众号、海报、实验室教育等活动,加强师生员工对实验室的认识,提高对实验教学的认知度;

(5) 建立实验室全生命周期管理体系,探索仪器设备运行与维护措施与方法,积极与学校沟通推进仪器设备有偿使用管理体系的建设。

3.5 实验室管理制度建设

围绕当前的实验室各项工作形成保障实验室高效运行的一系列管理制度,包括实验室人员分类管理制度、全生命周期设备管理制度及创新性实验项目考核制度等。

4 结语

本研究突破了局限于实验室某一环节的狭窄视域,从整体建设和系统管理角度出发,立足以培养高质量的学生,

针对当前实验室各环节存在的问题,进行前后相互支撑的有机化改革,进而建立科学的实验室管理体系。实验室管理面临的问题的提出和解决方案具有一定的普适性,适合存在类似问题的二级学院。项目的实施也将为提高学生实验教学质量,推进工程教育认证要求下的实验室建设,形成具有自身特色的育人平台。

基金项目:河北省高等教育教学改革研究与实践项目(2022GJJG254),教育部产学研协同育人项目(项目编号:230806071311227,202101003041),河北工程大学教育教学改革研究与实践项目立项(项目编号:JG2023003,JG024024,JGSZ2024010),河北工程大学研究生教育教学研究项目(项目编号:XYJG2024005)。

[参考文献]

- [1] 危怀安,王炎坤.国家重点实验室运行机制问题与对策[J].研究与发展管理,2006,18(4):104-107.
 - [2] 侯亚彬,官德龙,丁颖.高校重点实验室建设与管理模式的创新和实践[J].实验室科学,2012,15(1):150-151.
 - [3] 张金凤.加强重点实验室建设管理促进学科发展[J].实验技术与管理,2014,31(8):236-238.
 - [4] 刘锦周,郭占成.加强国家重点实验室管理机制建设提高创新能力[J].实验技术与管理,2017,34(3):242-245.
 - [5] 杨春勇,马楠.加强新时期高校实验技术队伍建设的思考[J].实验技术与管理,2016,33(6):1-3.
 - [6] 高玲玲.上海市本科高校实验室建设与发展研究[J].实验技术与管理,2020,37(2):249-252.
 - [7] 张原,李鑫,杜兴号.高校实验室文化的内涵及建设途径[J].实验技术与管理,2011,28(3):15-19.
 - [8] 黄凯.北京大学实验室安全教育体系建设的探索与实践[J].实验技术与管理,2013,30(8):1-4.
 - [9] 王文昌,陈智栋,刘春林.加强实验室安全建设提升人才培养水平[J].统计与管理,2015(9):108-109.
 - [10] 李辉,房超,黎晓东.美国国家实验室运行管理经验与启示[J].实验技术与管理,2023,40(3):243-249.
 - [11] 李可伦,脱金华,张烁,等.国家重点实验室开放课题管理模式探索[J].实验室研究与探索,2021,40(3):133-135.
 - [12] 李臣亮,刘艳,滕利荣,等.高校教学岗位实验技术人员绩效考核体系的构建与探索[J].实验室研究与探索,2021,40(1):135-138.
- 作者简介:王彦明(1985.8—),男,博士,副教授,毕业于中国科学院兰州化学物理研究所,目前任河北工程大学材料科学与工程学院综合实验室主任,河北省改性塑料技术创新中心副主任。

Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza,
Singapore 179098

官方网站

www.viserdata.com

