

材料与化工专业学位硕士“三创”能力培养模式探索

王新铭 吴子剑 李雪姣

哈尔滨理工大学 材料科学与化学工程学院, 黑龙江 哈尔滨 100080

[摘要]本研究基于新工科建设背景, 针对材料与化工专业硕士培养中存在的现实问题, 从“三创”(创意、创新、创业)教育视角出发, 构建产教研协同驱动的创新人才培养模式。通过课程思政有机融入、教学内容体系重构、教学模式创新及教学方法改进等系统性改革, 在知识传授过程中强化学生实践创新能力与产业适应能力的培养。研究注重教育与产业的双向互动, 通过校企协同机制促进教育链与产业链的有效衔接, 使人才培养既契合产业升级需求又引领技术发展, 最终形成教育与产业良性循环的创新生态系统。实践表明, 该模式显著提升了学生的工程实践能力和创新创业素养, 为培养符合国家需求的高层次应用型人才提供了可行的方案。

[关键词] 创意创新创业; 产教研; 材料与化工; 人才培养

DOI: 10.33142/fme.v6i4.16220

中图分类号: G648

文献标识码: A

Exploration on the "Three Innovations" Ability Training Model for Master's Degree in Materials and Chemical Engineering

WANG Xinming, WU Zijian, LI Xuejiao

School of Materials Science and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 100080, China

Abstract: Based on the background of the construction of new engineering disciplines, this study aims to address the practical problems in the cultivation of master's degree programs in materials and chemical engineering. Starting from the perspective of "three innovations" (creativity, innovation, and entrepreneurship) education, it constructs an innovative talent cultivation model driven by industry research collaboration. Through systematic reforms such as the organic integration of ideological and political education into the curriculum, reconstruction of teaching content system, innovation of teaching mode, and improvement of teaching methods, we aim to strengthen the cultivation of students' practical innovation ability and industry adaptation ability in the process of knowledge transmission. The research focuses on the two-way interaction between education and industry, promoting the effective connection between the education chain and the industry chain through the mechanism of school enterprise collaboration, so that talent cultivation not only meets the needs of industrial upgrading but also leads technological development, ultimately forming an innovative ecosystem of a virtuous cycle between education and industry. Practice has shown that this model significantly enhances students' engineering practice ability and innovation and entrepreneurship literacy, providing a feasible solution for cultivating high-level applied talents that meet national needs.

Keywords: creative innovation and entrepreneurship; production, education, and research; materials and chemicals; talent training

引言

随着我国产业结构转型升级和战略新兴产业快速发展, 研究生教育供给侧改革持续深化。自 2009 年教育部颁布《关于做好全日制硕士专业学位研究生培养工作的若干意见》明确“高层次应用型专门人才”培养定位以来^[1], 专业学位研究生教育规模持续扩大。特别是 2018 年国务院学位委员会对工程专业学位类别实施结构性调整, 将化学工程与材料工程整合为材料与化工学科, 标志着工程教育进入范式转型新阶段^[2]。

双非类院校在建设一流学科过程中, 基于工程教育范式^[3]的系统分析, 发现材料与化工专业研究生培养面临三重矛盾:

(1) 产业需求动态性与培养方案滞后性矛盾。新能源、新材料等战略新兴产业对人才知识结构提出新要求,

传统培养体系难以匹配行业发展前沿。

(2) 课程体系传统性与教育目标现代性矛盾。现有课程内容更新缓慢, 教学模式创新不足, 制约学生解决复杂工程问题能力的培养。

(3) 实践需求迫切性与生源结构单一性矛盾。应届本科生占比超过 80% 的生源结构, 导致工程实践能力与创新能力的培养存在明显短板。

面对创新驱动经济发展的时代需求, 高校人才培养体系亟需通过供给侧结构性改革实现战略转型。以“三创”(创意、创新、创业)素养教育为核心的人才培养模式重构, 不仅能够有效衔接社会人才需求与个体发展诉求, 更是深化研究生教育改革、提升高等教育服务国家战略能力的重要路径。2022 年 9 月卓越工程师培养工作推进会明确提出需求导向的协同育人机制, 强调校企双方应共同设

计培养目标、制定培养方案、实施培养过程,推动工程技术人才培养与产业实践的深度融合^[4]。在此框架下,新型培养体系应着力构建三大支柱:一是坚持教学相长原则,基于工程教育规律建立师生良性互动机制;二是强化人文素养培育,塑造具有批判性思维、创新能力和人文关怀的复合型人才;三是深化产教融合,通过课题项目为载体,整合校企优势资源,打造理论与实践螺旋上升的培养闭环。这种教育生态的构建,既体现了教育链与产业链的有机衔接,也为持续输送支撑产业升级的高素质工程人才提供了制度保障。

材料与化工专业硕士的培养目标是培养掌握材料科学与工程的基本理论和专业知识,能够开展材料科学与工程研究、材料设计与合成、材料分析与表征、材料加工与制备等工作的高级专业人才。在材料与化工专硕的学习过程中,学生将接受系统的理论知识培训和实践技能训练,掌握材料科学与工程领域的前沿知识和研究方法。然而,在“双碳”战略背景下,材料与化工专硕的人才培养不仅是向学生传授基本理论和基础知识,更重要的是要培养学生理论联系实际的思维能力,提高学生的综合素质和创新能力。现阶段在“新工科”建设背景下,“三创”目标的提出更赋予了材料与化工专硕人才培养模式新的任务和挑战。

材料与化工专业硕士教育旨在培养掌握材料科学基础理论与工程技术能力,胜任材料设计、合成、表征及工程应用的高层次应用型人才。随着“双碳”战略的深化推进与“新工科”建设内涵升级,其培养范式已突破传统知识传授框架,转向以“三创”(创意、创新、创业)能力为核心的多维素养建构。具体而言:创意维度强调哲学思辨能力,通过实践认知的提炼形成改造世界的思想范式;创新维度聚焦科学突破能力,将经验知识转化为技术革新动能;创业维度注重价值创造能力,驱动技术成果向经济民生效益转化^[5]。三者构成递进式能力链条,其中创意作为创新活动的认知源头,直接影响技术突破的深度与创业实践的成效。当前,面对创新驱动发展的经济新常态,亟需构建“理论-实践-价值”三位一体的培养体系,通过重构课程结构、强化产教协同、植入哲学思辨等举措,将技术能力训练与批判性思维、工程伦理、价值创造意识深度融合,从而培养兼具科学精神、工程素养与产业视野的复合型人才,有效回应产业转型升级对高层次人才的战略需求。因此,应以优化高水平人才培养模式为目标完善专业课程建设及人才培养体系,促进学生就业和社会经济发展,具体应做到以下几点:

第一,明确和补充产教融合的内涵及三创素质培养的重要性。近年来学校+企业协同育人的相关研究日益增多,但学术界关于校企协同育人的定义和内涵理解尚未达

成统一,教育、产业和科研的逻辑关系也不够清晰。本次研究意图通过理论和实践探索,明确校企协同育人的概念和内涵,理清教育、产业和科研的逻辑关系,并深化课程建设,为落实产教研协同育人,以及构建面向三创素质培养的育人新模式提供理论支持。

第二,为高校材料与化工专硕的课程建设和人才培养模式提供全新的理论研究视角和有效对策。本课题综合考虑时代背景下新工科的育人任务和材料与化工专业硕士研究生发展需求,根据专业的特点,从提升三创能力的视角出发,采用产教融合的创新型专业人才培养有效模式,为高校教育课程改革和人才培养提供重要理论依据,探寻高水平创新创业人才培养的有效路径,加深教育链与产业链和科研链的融合发展,为工科院校培养符合市场需求的高素质人才奠定基础。

在新一轮的产业革命和科技革命中,学术界关于科教融合、产创融合的研究日益增多^[6-9]。相关研究表明科学研究是创新链和教育链的核心内容,专业创新型人才培养应打破各自为政的局限,采用学科交叉和跨界培养的方式培养应用型人才^[10]。因此,产教融合是顺应区域经济发展需求的,是服务国家创新驱动发展战略的,能够满足知识创新和科技创新的增值需要^[11]。然而,尽管产教融合在创新型人才培养等方面得到重视,但相关的课程建设及培养方案研究较少,理论基础薄弱,实践成果也有待进一步丰富。

1 产教协同驱动三创人才培养模式

随着我国研究生教育结构的优化调整,专业型研究生规模逐渐扩大,成为我国研究生教育、培养的主力军。专业学位研究生的培养目标以专业性为主,同时兼顾科研性质,因此更加需要加强学生三创能力的提升。产教协同育人是培养具有三创能力专业型硕士的有效路径,要取得理想效果,高校在教学理念、课程设置、校企协同培养等方面需进行全面升级,以跟上社会经济发展步伐。鉴于此,本次研究以培养学生的三创能力为出发点,以产教协同发展为驱动力,探究材料与化工专硕培养的课程建设和人才培养新模式,以推动高水平创新创业人才培养高速发展,具有良好的应用前景:

第一,有助于提高工科院校高水平人才培养质量。教育链与产业链的有效对接,能够帮助学校明确企业对相关专业学生在理论知识、职业技能以及综合素养方面的具体要求,从而有针对性地开展课程内容设置、教材编写、实训基地建设以及教师队伍建设,以全面推动人才培养质量的提升,为学生就业、适应岗位、实现价值作出保障,真正培养出满足社会、行业及岗位要求的高水平创新型人才。

第二,有利于提升学生的创意创新创业能力。通过科研链与产业链的有效对接,实现材料与化工领域特色人才

培养,拓宽学生就业渠道,从而让学生具备适应未来岗位变化的能力,促进学生能力的可持续发展,最终达到复合型人才培养的目标。

同时,企业培训对学校教育起到补充和延伸作用,在实践的平台辅以专业化培训,拓展高校育人途径,企业直接与学校共同精细化培养和锻造高水平人才,无需对聘用人员进行岗前二次培训,有效节约人力资源培训成本。培养出集研发、设计和操作等能力于一身的高素质专业人才,全面落实党的二十大报告对高校提出的“为党育人,为国育才”的要求。本项目以产教研协同驱动为手段(图1),创意创新创业能力培养为核心,对照新工科建设标准,从新时代发展的角度出发,立足工作岗位需求,并结合工科专业人才培养特点,探究适合材料与化工专业硕士研究生专业特色的课程建设思路、手段和方法,形成一套高质量创新人才培养新模式,为新时代、新工科人才的培养提供理论基础,为高校其他专业课程建设提供技术支撑和注入新的动力。

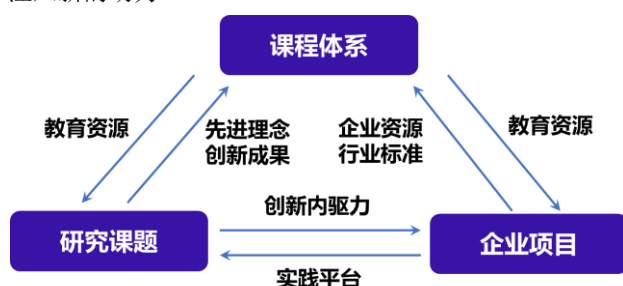


图1 产教研协同驱动人才培养模式

2 建立特色鲜明的人才培养方案

材料与化工专业硕士聚焦化学工业、生物医药、新能源材料等战略性新兴产业领域,其核心技术研发涵盖从分子设计到工程转化的全链条创新活动,深度嵌入现代产业体系的核心环节。尤其在环境治理、绿色化工、生物医学工程等国家重大需求领域,其技术创新能力直接关乎产业升级进程与可持续发展目标的实现。当前,此类跨学科、高附加值的研发方向已成为全球高等教育机构与科研院所的战略布局重点,凸显出该专业人才培养对国家经济命脉与科技竞争力的关键支撑作用^[12-14]。因此,应促进人才培养标准无缝对接,将课程建设、师资培养与“1+X”证书制度相结合,实现人才培养和企业需求的有效匹配。完善教师教学评价和激励制度,以敦促教师转变教学方法,并且为教师教学评价提供可靠依据。将项目式教学、企业文化教学等内容纳入教学评价指标,并将企业纳入评价体系中,从中获得真实反馈,切实推进教学改革,提高教学质量及成效。

3 构建多维度三创人才培养体系

基于学生的需求,将产教研融合理念与三创人才培养

相结合,依据社会对新型人才培养的具体需求,培养学生的实践能力、操作能力等。调整实践课程结构,重点突出实践课程的特色,加强师资建设,配备专业实力强的老师进行施教。改善考核机制,让学生在真实的、有效的环境中,掌握操作技能,实现产教研融合。因此,为培养学生三创能力,拟从课程建设、行业需求、科研引领、学科竞赛四个方面着力。

3.1 课程思政与三创教育融合

基于战略性新兴产业人才需求特征,构建“需求牵引-价值塑造-能力培养”三位一体的课程思政体系。在顶层设计中,将责任担当、竞争意识与工程伦理融入专业教育全流程,通过理论方法论解析、产业典型案例剖析、家国情怀培育三维育人路径,形成专业知识传授与价值观引导的协同共振机制。具体实施中:(1)在理论维度,解构材料化学基础理论中蕴含的科学思维与哲学智慧;(2)在实践维度,选取新能源材料研发、绿色化工技术突破等产业攻坚案例,强化科技报国的使命驱动;(3)在价值维度,结合“双碳”战略目标构建可持续发展观教育模块。通过显隐结合的教学设计,使社会主义核心价值观内化为学生的创新动能,外显为服务新材料产业升级的实践能力,最终形成具有学科特色的“知识-能力-素养”矩阵,为培养支撑国家战略性新兴产业发展的复合型领军人才提供教育供给侧改革范式。

3.2 行业需求与三创教育结合

依托行业领域难题,确保实践课程内容紧贴生产实际,为三创能力培养提供“牵引力”。根据企业实际需求,结合产业发展,设计提升材料与化工专业学生三创能力的实训项目,为学生创新创业能力的培养提供动力。

材料与化工专业硕士课程体系构建应遵循“需求导向、能力本位、交叉融合”的设计原则,以产业升级需求为逻辑起点,构建“基础理论-工程实践-前沿创新”三阶递进的课程架构。具体实施路径包括:(1)基础模块强化材料热力学、化工传递原理等学科根基,夯实专业认知图谱;(2)核心能力模块对接新能源材料开发、绿色化工工艺等产业技术需求,设置电化学工程、纳米材料界面设计等特色课程,植入工程伦理与技术创新方法论;(3)前沿拓展模块围绕生物医用材料、低碳催化技术等新兴领域,通过模块化选修课程群实现知识图谱的动态更新。课程设计贯彻 OBE (Outcome-Based Education) 理念,采用“双导师制项目嵌入式教学”,将企业真实研发课题转化为教学案例库,使学生在解决复杂工程问题的过程中实现理论迁移能力、技术创新思维与职业发展潜力的协同提升。该体系通过课程内容与产业标准的精准对接,既满足新工科建设对工程实践能力的刚性要求,又为战略性新兴产业储备具有持续创新能力的复合型工程人才。

3.3 学术成果与三创教育融合

引入前沿交叉技术与项目组教师的最新科研成果,保证学生三创能力培养过程中所用知识的先进性,为三创教育成果提供“支撑力”。如新能源电站需搭配储能设备来实现平抑发电,针对克服新能源发电的周期性季节性问题的,超级电容器作为绿色储能器件的独特优势,项目组教师开发了具有电容量高、响应快、充放电稳定的高性能电极材料;在“双碳”战略发展背景下,针对本省新能源发电快速发展带来的消纳压力问题,项目组教师开发了系列电催化产氢、合成氨技术,以期缓解目前存在的新能源弃电问题,很好地支持了学生创新能力训练。同时,将专业实践和课题研究有机结合,在提高产教融合纵向深度的过程中,也有利于学生对实践环节所遇问题深入探索,完成课题研究。

3.4 学科竞赛与三创教育融合

借鉴往届学科竞赛的项目指南和具体赛题,引导学生以赛代练,为三创训练提供“助推力”。如将全国大学生可再生能源优秀科技作品竞赛的内容转化为“超分子化学与晶体工程”课程的“面向新能源领域超分子材料研发项目”;基于哈尔滨理工大学大学生创新创业训练计划项目,设计了“面向关键性能指标的催化合成氨系统设计与开发”等。

4 构建产教融合 3.0 时代的双导师协同创新机制

针对专业学位研究生培养中产教融而不深、研用分离等结构性矛盾,创新构建“三维赋能”导师培育体系,通过制度创新打通“学术链-产业链-创新链”的转化通道。

4.1 校内导师赋能工程:双螺旋能力提升体系

4.1.1 模块化能力重构计划

建立“产业认知-技术转化-教学创新”三阶培育模型:

(1) 实施知识图谱动态更新计划,依托校企联合实验室定期发布《产业技术需求白皮书》,引导导师重构材料基因组学、绿色催化工程等前沿领域的知识体系;(2) 推行“技术经理人”认证制度,通过驻厂研发、联合攻关等方式深度参与企业 NDA 级项目,形成“科研选题-技术开发-成果转化”全流程浸入式培养机制;(3) 构建教学能力发展中心,开发“工程案例教学设计”“产业技术标准转化”等专题工作坊,培育导师的工程教育转化能力。

4.1.2 项目化课程重构路径

(1) 产教协同课程开发:组建校企课程建设委员会,按照“技术成熟度-知识关联度-教学适用性”三维评估框架,将燃料电池膜材料开发等真实项目解构为模块化教学单元;

(2) 项目反哺教学机制:建立“技术攻关日志-教学案例库”转化通道,要求导师将参与的重大工程案例转化为《化工过程强化案例分析》等特色课程资源包,实现科研反哺教学比例不低于 40%。

4.2 校外导师专业化培育体系

4.2.1 差异化评价标准建构

制定《产业导师任职资格标准》,构建“技术贡献度(40%)+工程教育适配度(30%)+产业影响力(30%)”的三维评价模型,重点考察候选人在技术标准制定、重大装备研发等领域的实践成就,弱化传统学术论文指标权重。

4.2.2 生态化培育体系实施

建立产业教授发展学院,开发“工程教育方法论”“现代教育技术应用”等五大课程模块;实施“双师同课”计划,通过联合授课、案例研讨等方式形成教学共同体;构建动态激励机制,将教学贡献纳入企业技术专家职称晋升评价体系,形成校企人才双向流动机制。

5 结论

本研究拟通过构建“课程链-能力链-产业链”三链协同育人体系,预期实现三创教育模式的系统性突破:计划将课程目标达成率提升至 90%以上,力争提升学生获得国家级创新创业奖项数量,推动关键技术岗位匹配度提升。最终旨在形成“学科交叉-项目驱动-价值引领”三位一体的培养范式,为工程类专业学位教育改革提供可复制的实施路径,助力实现人才培养体系重构与教育生态优化的双重战略目标。

基金项目:黑龙江省高等教育教学改革研究项目(一般项目), SJGY20220313, SJGY20220312, SJGY20220314。

[参考文献]

- [1]王培森.“三创”融合视域下创新创业教育体系建构研究[J].吉林农业科技学院学报,2023,32(3):28-32.
- [2]杨永明,李霄.以创新人才培养为导向的研究生教学改革探索——以损伤与断裂力学课程为例[J].高教学刊,2023(5):49-52.
- [3]张霞.知识、能力、素养融合的现代表征方法与技术研究生课程建设[J].化学教育,2023,44(2):104-108.
- [4]马永斌,柏喆.创新创业教育课程生态系统的构建途径[J].高等工程教育研究,2016(5):137-140.
- [5]李擎,崔家瑞,杨旭,等.自动化专业“三创”能力强化培养体系的构建与实践[J].高等工程教育研究,2023(4):171-175.
- [6]林伟连,吴伟.以“IBE”为特色的全链条式创新创业教育体系构建[J].高等工程教育研究,2017(5):154-157.
- [7]殷增斌,袁军堂,郝世博.“机械工程+知识产权”复合型创新创业人才培养的探索与实践[J].中国大学教学,2020,372(7):30-34.
- [8]张志军,范豫鲁,张琳琳.国家产教融合的历史演进、现代意蕴及建设策略[J].职业技术教育,2021(1):38-44.
- [9]刘志敏,胡雪丹,王佳敏.以创新链重塑教育链——构筑

产学研用国际合作大格局的实践探索[J]. 中国高等教育, 2020(20): 6-8.

[10] S. Y. Hong, C. Yang, S. T. Ye, S. H. Chen. Fusion evaluation of college cultivation by adaptive multivariate neural network model[J]. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022(14): 49-53.

[11] 徐新洲. “三链融合”培养创新型和应用型人才研究[J]. 学校党建与思想教育, 2021(24): 79-80.

[12] 姚忠平, 丛培琳, 郝素娥, 等. 哈工大材料与化工(化学工程领域)专业硕士研究生培养的探索与实践[J]. 大学化

学, 2020, 35(10): 146-150.

[13] 张勤芳, 王凯英, 诸华军. 基于工程+的材料与化工专业学位研究生培养模式改革研究-以盐城工学院材料类专业为例[J]. 中国教育技术装备, 2021(12): 101-103.

[14] 雷前, 蔡圳阳, 宋旻, 等. 全日制材料类专业学位硕士研究生培养模式探讨-以中南大学材料与化工专业为例[J]. 大学教育, 2022(11): 253-256.

作者简介: 王新铭(1986.1—), 毕业院校: 哈尔滨工业大学, 所学专业: 化学工程与技术, 当前就职单位: 哈尔滨理工大学, 职务: 教师, 职称级别: 副教授。