产教融合背景下化学工程专业学位研究生培养模式研究

王欢 赵永华 冯效迁 倪泽南 兰健文
辽宁工业大学化学与环境工程学院，中国·辽宁 锦州 121001

摘要：化工产业绿色化、智能化转型升级对化学工程专业学位研究生的工程实践能力提出更高要求，产教融合是培养卓越化工工程人才的重要路径。针对当前化学工程专业学位研究生培养存在培养目标与产业需求脱节、课程和实践融合不足、企业育人参与度浅、评价体系重学术轻工程等问题，本文结合地方高校校企合作实践基础，构建“高校主导、企业深度参与、产业全程赋能”的产教融合培养模式，并依托校企联合基地开展试点实践。实践表明，该模式有效提升研究生工程实践能力，促进课程教学改革，深化校企协同关系，可为同类院校化工专硕人才培养改革提供参考。

关键词：产教融合；校企合作；培养模式；专业学位研究生

Research on Training Mode of Chemical Engineering Professional-Degree Postgraduates Under Industry-Education Integration

Wang Huan, Zhao Yonghua, Feng Xiaoqian, Ni Zenan, Lan Jianwen
School of Chemistry & Environmental Engineering, Liaoning University of Technology, China Liaoning Jinzhou 121001

Abstract: The green and intelligent transformation and upgrading of the chemical industry places higher demands on the engineering practical capabilities of professional-degree postgraduates in chemical engineering, and industry-education integration serves as a vital approach to cultivating outstanding chemical engineering talents. Aiming at the existing problems in the training of such postgraduates, including the disconnection between training objectives and industrial demands, insufficient integration of curricula and practice, low-depth participation of enterprises in talent cultivation, and the evaluation system that prioritizes academic achievements over engineering competence, this paper constructs an industry-education integration training mode featuring "university leadership, in-depth enterprise participation and full-process empowerment by industry" based on the university-enterprise cooperation practices of local universities. Pilot practices have been carried out at university-enterprise joint bases. Practices show that the proposed mode can effectively improve postgraduates' engineering practical abilities, boost curriculum and teaching reform, and deepen university-enterprise collaborative relations. It can provide references for the talent-training reform of chemical engineering professional-degree postgraduates in similar institutions.

Keywords: Industry-education integration; University-enterprise cooperation; Training mode; Professional-degree postgraduates

0 引言

随着全球科技革命与产业变革不断推进，我国化工产业加速向绿色低碳、智能制造方向转型升级，行业迫切需要大批能够解决复杂工程实际问题的高层次应用型工程技术人才。国家先后出台《关于深化产教融合的若干意见》《现代产业学院建设指南》《关于深入推进学术学位与专业学位研究生教育分类发展的意见》等政策文件，明确要求以卓越工程师培养为牵引，推进产教融合协同育人，打通教育链、人才链与产业链、创新链，推动专业学位研究生教育面向产业需求开展改革[1-2]。

化学工程专业学位研究生是化工行业卓越工程人才的重要储备力量。当前化工专硕培养仍存在较为突出的现实矛盾：课程内容更新滞后于产业技术发展，教学与企业真实工况存在脱节；实践教学环节薄弱，研究生缺少完整工程项目历练；企业导师履职不到位，双导师制度落地效果有限，部分毕业生工程实践能力难以满足企业岗位要求[3-4]。国内部分高校已经开展产教融合育人探索，但多数实践集中于本科教育，面向化工专硕全链条、系统化的产教融合培养模式仍有待进一步完善。

1 现有工作基础及现状分析

1.1 现有工作基础

在产教融合协同育人理念指导下，辽宁工业大学化学

与环境工程学院围绕化学工程专业学位研究生培养，与多家行业企业建立了深度合作关系，在课程体系、项目合作、平台共建等方面开展了系统性实践，为深化产教融合培养模式改革奠定了坚实基础。

（1）课程体系建设

在课程体系构建中，注重将企业实际需求与教学内容有机结合。目前，化学工程专业研究生培养计划中开设了《化工过程模拟与优化》课程，通过引入 ASPEN PLUS 软件进行工艺过程模拟教学，通过实际案例操作，让学生掌握化工过程模拟与优化的方法，能够直接应用于企业生产工艺的改进和优化。开设《现代分析测试技术》课程，使学生了解化工领域最新的分析测试方法和仪器设备，能够准确分析化工产品的成分和性能，为企业产品质量控制和新产品研发提供技术支持。同时，《工程伦理》课程的设置，培养学生的职业道德和社会责任感，使其在未来的工程实践中能够遵循伦理准则，保障工程的安全性和可持续性。

（2）项目合作开展

学院主动对接区域化工企业技术痛点，积极与企业开展项目合作，通过联合申请项目，实现高校科研力量与企业技术需求的精准对接，为研究生提供参与实际科研项目的机会，培养其创新能力和实践能力。学院与沈阳博益环保节能有限公司申请了揭榜挂帅项目，与抚顺顺能化工有限公司申报辽宁省科技计划联合计划项目。项目研发过程中，企业提供资金支持和实验场地，高校提供科研团队和技术指导，研究生作为项目主要参与者深入企业生产一线，了解实际工况和问题需求，在导师的指导下开展实验研究和数据分析工作。通过项目的实施，不仅推动了企业的技术创新和产业升级，也为研究生提供了将理论知识应用于实际生产的机会，实现了产学研的深度融合。

（3）实践育人平台搭建

学院通过共建研究生联合培养基地、共享实验室等方式，打造面向专业学位研究生的实践载体，让学生能够在真实的企业环境中进行实践锻炼，提高学生的实践操作能力和解决实际问题的能力。学院与锦州康泰润滑油添加剂有限公司共建研究生联合培养基地，基地制定了完善的人才培养方案和实践教学计划。研究生在基地进行实习实践，参与企业的生产流程、研发项目和管理工作。企业为研究生配备经验丰富的技术导师，进行一对一的指导，让学生深入了解企业的生产运营模式和技术需求，积累实际工作经验。同时，基地还定期组织学术交流活动和技术培训课程，邀请企业专家和行业领袖为学生授课，拓宽学生的视野和知识面。与飞潮（上海）新材料有限公司共建实验室，实验室配备了先进的实验设备和仪器，为学生提供了良好的科研条件。双方在实验室建设、科研项目合作、人才培养等方面开展全方位合作。研究生可以在共建实验室中开展科研项目研究，利用企业的先进设备和技术资源，提高科研效率和质量。同时，企业技术人员也可以参与实验室的科研项目，与高校师生共同开展科研攻关，实现科研资源的共享和优势互补。

1.2 现状分析

尽管学院已经在产教融合方面开展诸多实践，搭建课程、项目、平台基础，但是对照卓越工程师培养要求以及化工产业现实用人标准，化学工程专业学位研究生现有培养模式仍然存在明显短板，制约高层次应用型人才培养质量提升。

（1）培养目标与产业需求契合度有待提高

人才培养目标修订存在一定滞后性。化工行业快速迭代，绿色化工、化工智能制造、低碳工艺、精细化工新材料等方向不断涌现，企业对专硕研究生的知识结构、工程能力提出新要求。但现有培养目标更新周期较长，对行业新业态、新技术响应不够及时。人才培养定位仍残留学术学位培养惯性，对工程放大、工艺安全评估、工业化可行性分析等工程能力强调不足。部分研究生更多聚焦实验室小试成果，缺少工业化思维，毕业生入职企业后，需要花费较长时间熟悉生产装置、工艺流程，不能够快速解决工程实际问题。

（2）课程体系与实践环节融合不够紧密

虽然设置部分面向产业应用的课程，但课堂教学依旧以理论讲授为主，工程实践训练占比不足。例如《化工过程模拟与优化》课程使用 ASPEN 软件开展模拟训练，但课堂案例大多来自教材、教师虚拟设计案例，缺少来自合作企业真实生产装置运行数据，学生缺少对实际工况波动、设备约束、成本限制等工程现实的认知，造成“会软件模拟，不会解决工厂实际问题”的现象。实践教学环节上，部分实践流于参观观摩，缺少完整项目式训练；实践考核方式简单，偏重实习报告书面材料，缺少企业对研究生工程实操、项目贡献度的评价，难以客观衡量研究生工程实践能力与创新水平，造成理论教学和工程实践两张皮。

（3）企业参与人才培养的深度和广度不足

目前校企合作更多停留在项目攻关、实习基地挂牌层面，企业尚未深度介入人才培养全流程。双导师制度落地

存在短板：部分企业导师本身承担繁重生产技术任务，时间精力有限，对研究生指导频次不足，仅在开题、答辩阶段简单参与，日常工程指导缺位，造成双导师制形式化。企业较少参与人才培养方案修订、课程大纲编制、课堂案例开发，课程更新主要依靠校内教师。研究生学位论文选题上，部分选题依旧偏向纯基础研究，源自企业生产技术难题的工程类选题占比有待提升。企业的行业经验、工程案例资源没有充分转化为育人资源。

（4）考核评价体系偏向学术成果，工程能力评价弱化

当前研究生考核受传统评价惯性影响，比较看重课程考试成绩、小论文发表等学术产出，对工程实践过程、项目参与贡献、技术方案改进、现场问题解决能力考核权重偏低。在中期考核、学位评审环节，对于研究生参与企业项目、工艺优化、技术服务等工程类成果缺少认可通道。评价导向间接引导研究生重实验室论文、轻工程项目实践，不利于调动研究生投身工程实践的主观能动性。

（5）产教融合配套保障机制尚不健全

产教融合的制度、激励、资源保障有待完善。在校内层面，针对企业导师聘任、履职考核、酬劳激励的完整管理制度尚未完全成型；校内教师参与企业挂职、工程技术服务的工作量认定机制不够完善，一定程度影响教师主动对接产业、开展产教融合改革的积极性。在企业端，企业参与人才培养的激励不足，企业安排技术人员带学生、开放生产场地需要付出人力物力成本，人才培养收益周期长，降低企业深度参与育人的内生动力。同时，实践过程的监管机制不完善，研究生进入企业实践的安全管理、过程跟踪、风险管控流程有待进一步细化。

2 产教融合背景下化学工程专业学位研究生培养模式构建

2.1 培养模式构建原则

针对化工专硕现存问题，结合化工行业高安全、流程化、重工程放大的行业特点，新模式构建遵循四项基本原则。

（1）产业导向、岗位适配原则。以区域化工产业转型升级的人才需求为根本出发点，人才培养目标、课程内容、实践选题均来源于行业企业真实诉求，面向绿色化工、精细化工、化工环保等主流岗位能力要求开展人才培养，破除脱离产业实际的学术化培养惯性。

（2）校企协同、双向赋能原则。改变高校单方面负责人才培养的传统模式，确立高校、企业双主体协同育人定位。高校发挥学科理论、师资、科研基础优势，企业发挥工程场景、一线技术、产业案例优势；人才培养同时服务高校人才输出与企业技术革新，实现人才培养、技术攻关、成果转化多方共赢，调动校企双方参与积极性。

（3）实践核心、能力本位原则。把工程实践能力作为化工专硕培养的核心落脚点。以工程项目、企业技术难题作为学习载体，强化研究生解决复杂化工工程问题能力，不唯论文导向，重点考察工程方案设计、工艺调试、问题排查等实际能力。

（4）创新赋能、持续迭代原则。化工技术更新速度快，培养模式不能固化不变。建立常态化企业调研反馈渠道，根据产业政策、技术变革、企业用人反馈动态调整培养目标、课程内容、实践项目，实现培养模式持续优化。

2.2 总体培养框架

构建“高校主导、企业深度参与、产业全程赋能”的立体化产教融合培养体系，落实课程共育、实践共训、导师共带、评价共审的核心逻辑。高校负责统筹人才培养顶层设计、基础理论教学、研究生学籍与教学管理；合作企业深度介入培养目标修订、课程案例开发、实践教学、学位论文选题、成果评价全流程；依托联合基地、共建实验室、企业横向项目作为实践载体，打通从课堂理论学习、项目科研训练到企业工程实践的完整链条，培养能够胜任化工工程研发、工艺优化、安全环保治理的高层次应用型专业学位研究生。

2.3 培养模式核心模块构建

（1）精准化课程体系模块：对接化工产业链开展模块化课程建设

摒弃传统单纯以学科知识逻辑设置课程的思路，联合企业技术专家共同参与课程体系建设，打造“通识课程 + 专业基础课程 + 专业方向课程 + 实践课程”的模块化课程体系。

通识课程除公共必修内容外，强化工程伦理、化工安全生产法规、知识产权、科技成果转化相关内容，提升研究生综合工程素养；专业基础课程夯实化工热力学、反应工程、分离工程等核心理论，兼顾学科根基；专业方向课程面向区域化工产业特色，设置化工工艺优化、绿色催化新材料、化工三废处理、化工过程智能化等方向模块，增设化工大数据分析、人工智能化工应用等新兴课程，对接产业新技术方向；提高实践课程学分占比，压缩部分内容陈旧、工程关联性弱的理论课程。

课程内容建立定期更新机制，邀请企业高级工程师参与课程大纲研讨。将企业真实生产案例、故障工况、技改

难题融入课堂。如在《化工过程模拟与优化》课程引入合作工厂真实装置运行数据，让学生基于工厂实际边界条件完成建模、模拟计算与工艺优化；《化学反应工程》课程引入企业新型反应器运行、放大过程遇到的现实问题作为教学案例。推行案例教学、项目式教学，把企业遇到的工程问题转化为课堂研讨题目，缩小课堂教学与工业现场的距离。

（2）项目式实践培养模块：搭建“校内实训 + 企业顶岗 + 项目研发”三级实践体系

工程实践是化工专硕产教融合培养的核心环节，依托校企共建平台与企业攻关项目，建立分层递进的三级实践训练。第一层级为校内实训，依托共建实验室开展小试实验、化工模拟仿真训练，完成基础工程技能训练；第二层级是企业短期顶岗实践，研究生深入企业车间、研发部门，熟悉生产工艺流程、设备运行、安全管理规范，建立工业化工程思维；第三层级为项目研发实践，研究生直接参与企业揭榜挂帅、横向技改项目，围绕企业真实技术瓶颈开展课题研究，学位论文优先选用来源于企业的工程类选题，围绕工艺改进、新产品开发、三废治理、装置节能优化等现实问题开展研究，推动小试成果向中试、工业化转化。

同时规范实践过程管理，研究生进入企业实践需要制定详细实践计划，明确实践任务、阶段性目标，做好安全培训，做好实践日志记录，校内导师与企业导师双方面跟踪实践进展，杜绝走马观花式参观实习。

（3）双师双导育人模块：压实校内 – 企业双导师岗位职责

完善双导师遴选、聘任、职责、考核全流程管理制度。校内导师侧重理论基础指导，负责研究生理论学习、科研思维训练；企业导师优先选聘企业总工程师、技术负责人、高级研发人员，要求具备丰富工程实践经验，熟悉化工生产研发流程。明确企业导师不仅仅参与开题答辩，还要参与培养方案研讨、课程案例供给、现场实践指导、学位论文工程可行性评审等工作。

厘清双导师权责，建立双导师定期沟通机制，定期开展校内导师、企业导师联合研讨会，共同研讨研究生学习进展、课题进展。同时推动校内教师工程能力提升，鼓励校内教师到合作企业挂职锻炼，参与企业技术改造项目，补齐部分校内教师工业工程经验不足的短板，缩小校内教师与产业技术之间的信息差。

（4）过程性多元评价模块：建立五位一体综合评价体系

改革过去以课程考试、学术论文为主的单一评价模式，构建“课程成绩 + 工程实践表现 + 项目实践成果 + 企业考评 + 创新能力”五位一体的多元化过程评价体系。

课程成绩兼顾理论考试与课程大作业、工程案例分析报告；工程实践表现参考实践日志、阶段性任务完成情况；项目实践成果包含工艺方案、实验报告、技术改进建议等工程产出，不简单以学术论文作为唯一标准；企业考评由企业导师、企业技术管理人员对研究生岗位实践态度、实操能力、解决现场问题能力打分；创新能力考察技术改良、专利、技术服务贡献等多元成果。将企业评价结果纳入研究生中期考核、评奖评优、毕业审核重要参考，引导研究生重视工程实践能力提升。

3 实践案例与实施成效

3.1 依托现有校企平台开展改革实践案例

本研究以学院现有校企合作载体为实践基础，选取锦州康泰润滑油添加剂有限公司研究生联合培养基地、飞潮（上海）新材料有限公司共建实验室作为产教融合改革试点平台，选取部分化学工程专业学位研究生开展模式落地实践。

改革试点严格落实新模式全链条要求。前期组建由校内骨干教师、企业技术专家组成调研小组，围绕精细润滑油添加剂、化工过滤新材料两大区域优势方向开展人才需求调研，梳理岗位对研究生工艺开发、装置模拟、产品表征、安全管控等能力要求，形成岗位能力清单，以此作为试点研究生培养的依据。由校企双方共同参与试点学生课程内容优化，将企业实际生产故障、工艺技改案例融入《化工过程模拟与优化》《现代分析测试技术》等课程教学；严格落实双导师共管机制，为每一名试点研究生配置校内学术导师与企业工程导师，共同参与学生开题、课题论证、实践过程管理。研究生科研选题优先取自企业实际技术难题，包括润滑油添加剂配方改良、过滤分离材料性能优化、生产工艺节能降耗等工程实际课题。研究生完成校内理论课程学习后进入联合培养基地开展项目式实践，全过程参与企业研发实验、中试试验、产品性能评价等工作；中期考核、实践成绩评定引入企业导师打分，学位论文重点考核工程问题剖析、技术方案可行性以及实际应用价值，弱化单纯的基础理论创新指标。

试点运行过程中建立完整过程管理台账，对研究生课程学习记录、项目参与任务、实践日志、阶段性成果、双导师指导记录进行归档管理，定期组织校企双方开展碰头研讨，及时协调解决企业导师时间分配、现场实践安全管

控、校企课题进度不一致等现实问题，持续优化各环节管理制度与执行细则。

3.2 改革实践取得的实际成效

（1）研究生工程综合能力显著提升

经过产教融合模式培养，试点研究生改变了以往只侧重实验室小试研究的思维局限，逐步建立起工业化工程思维。研究生能够结合生产现场约束条件开展工艺分析，熟练运用 ASPEN PLUS 等工具完成面向工厂实际工况的工艺模拟与优化；具备化工产品表征、工艺问题排查、实验数据工程化解读能力。部分研究生参与完成企业技术改进方案，形成专利、技术报告等工程类成果。从就业反馈来看，试点毕业生入职企业后岗位适应周期明显缩短，能够较快参与企业研发、工艺优化相关工作，企业对毕业生工程实操能力、问题解决能力满意度明显提高。

（2）推动校内教学资源与课程建设提质升级

企业的工艺案例、生产数据、技术难题源源不断反哺课堂教学，丰富了化工专硕教学案例库，改变以往课堂案例多来源于教材的局面。校内教师通过参与联合项目、深入企业现场开展技术攻关，弥补工程实践经验短板，教师工程教研能力得到提升。同时推动课程教学模式发生转变，项目式教学、案例教学占比提高，打破理论教学和工程实践“两张皮”现象，化学工程专业学位研究生整体教学质量得到改善。

（3）深化校企协同育人共同体建设

改革实践进一步夯实校企合作纽带，合作企业由过去单纯接收学生实习，转向全面参与人才培养方案研讨、课程案例开发、研究生课题指导、学业评价等环节。依托研究生培养载体，校企联合开展多项技术攻关，研究生作为科研力量的重要补充参与企业技改，部分研究成果在企业得到应用落地，实现人才培养与技术研发双向互通。校企之间形成“人才共育、科研共研、成果共享”的良性互动格局，合作稳定性进一步增强。

（4）完善产教融合内部管理与制度流程

通过试点实践，学院梳理并修订企业导师聘任考核、研究生企业实践管理、工程类学位论文评价等相关细则。明确企业导师岗位职责、考核标准与激励办法，双导师制不再流于形式；完善研究生入企安全教育、实践过程跟踪、风险防控流程，构建起课程、实践、导师、评价相互配套的运行机制，为本专业后续大范围推广产教融合培养模式积累可复制的制度经验。

（5）存在的现实问题

在试点运行中也暴露出部分亟待持续改进的现实问题。化工企业生产任务繁重，企业技术管理人员工作压力大，很难保证固定、充足的指导时间；出于安全生产与核心技术保密的考量，研究生接触部分核心生产装置、关键工艺数据仍存在一定限制；工程类学位论文的成果衡量标准仍需要在实践中持续细化完善，需要在校企持续协同下进一步优化解决。

4 展望

化工行业正在加速向双碳绿色化工、化工智能制造方向转型，新工艺、新技术持续涌现，产教融合人才培养模式不是一成不变的，需要持续紧跟产业变革脚步。未来一方面要持续深化校企共同体建设，进一步提升企业在人才培养全链条中的主体地位，探索更加稳定可持续的利益协同机制，进一步激发企业育人内生动力；另一方面要紧跟化工数字化转型趋势，把化工智能制造、低碳工艺、碳捕集利用等新兴产业内容持续融入课程与实践体系。同时不断完善工程类学位论文评价标准，持续积累试点实践经验，优化完善培养模式，为培养更多能够担当产业发展重任的化学工程卓越工程人才提供支撑。

参考文献：

[1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见（国办发〔2017〕95 号）[EB/OL].[2023-2-20].http：/www.gov.cn/zhengce/content/2017-12/19/content_5248564.htm.

[2] 毛敏，唐优华，郑芳芳等. 产教融合协同培育专业学位研究生的创新与实践[J]. 高教学刊，2025, 15:160-163.

[3] 哈斯乌力吉，王广飞，张宏等. 产教融合背景的专业硕士研究生校企联合培养模式 - 哈工大郑州研究院案例[J]. 高等工程教育研究，2025, 4:170-174.

[4] 温秀平，王育荣，黄家才等. 专业学位研究生培养模式研究与构建[J]. 中国现代教育装备，2025, 457:146-148.

基金项目：2025 年辽宁工业大学研究生教育改革创新项目（YJG2025010）。

作者简介：王欢（1982-），女，辽宁锦州人，工学博士，辽宁工业大学化学与环境工程学院副院长，副教授，硕士生导师，研究方向：主要从事多相催化相关的研究工作。