基于石化行业智能炼化需求构建应用化学“五结合”人才培养体系研究与实践

钱建华^{1*}, 王吉林¹, 李焱斌², 李君华¹

¹ 辽宁石油化工大学石油化工学院, 辽宁 抚顺 113001

² 辽宁石油化工大学发展规划处, 辽宁 抚顺 113001

摘要: 为了应对石化行业发展新态势, 十三五期间, 中石油、中石化、中海油、恒力石化、盛虹石化等一大批石油化工企业纷纷开始转型升级, 新一代“一体化”“智慧化”炼厂不断涌现。同时新兴的信息化技术开始深度融入石油化工生产过程, 石化企业一体化、智慧化程度明显提升。作为紧密服务石油化工行业43年的辽宁石油化工大学应用化学专业, 同步对标行业升级路径, 积极开展“五结合”(专思结合、校企结合、内外结合、理工结合、新旧结合)人才培养模式建设。经过多年探索和实践, “五结合”人才培养模式取得了较好的实践效果。本研究以具有典型意义的地方和石油化工行业特色高校应用化学专业为例, 重点研究专业所服务行业的形态和内涵发生变化后, 专业在培养过程、课程体系以及教学内容等方面应该如何与之匹配, 进而联动调整, 以适应企业对人才需求的新变化。

关键词: 应用化学; 人才培养; 石化行业; 智能炼化

中图分类号: G64; O6

Research and Practice of Constructing a “Five-Combination” Talent Training System for Applied Chemistry Based on the Needs of Intelligent Refining in Petrochemical Industry

Jianhua Qian^{1,*}, Jilin Wang¹, Yanbin Li², Junhua Li¹

¹ School of Petrochemical Technology, Liaoning Petrochemical University, Fushun 113001, Liaoning Province, China.

² Development Planning Office, Liaoning Petrochemical University, Fushun 113001, Liaoning Province, China.

Abstract: In response to the new development trend of the petrochemical industry, during the 13th Five-Year Plan period, a large number of petrochemical companies, including PetroChina, Sinopec, CNOOC, HENGLI Petrochemical, and SHENGHONG Petrochemical, have begun to transform and upgrade, and a new generation of “integrated” and “smart” refineries emerge. At the same time, emerging information technology has begun to be deeply integrated into the petrochemical production process, and the degree of integration and intelligence of petrochemical enterprises has increased significantly. As a major in applied chemistry of Liaoning Petrochemical University, which has closely served the petrochemical industry for more than 43 years, it has synchronized the standard industry upgrade path and actively carried out “Five Combinations” (professional and political, school and enterprise, internal and external, science and engineering, new and old) talent training model construction. After several years of exploration and practice, the “Five Combinations” talent training model has achieved good practical results. This study takes the applied chemistry majors of typical places and petrochemical industry universities as examples. After the form and connotation of the industries served by the key research majors have changed, how the majors should be related to the training process, curriculum

收稿: 2021-07-25; 录用: 2021-07-28; 网络发表: 2021-09-09

*通讯作者, Email: qianjianhua@163.com

基金资助: 教育部新工科研究与实践项目; 辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目

system, and teaching content, and how the coordination should be adjusted to adapt to the new changes in the enterprise's demand for talents.

Key Words: Applied chemistry; Talent cultivation; Petrochemical industry; Intelligent refining

石油化工是基础性产业,它为农业、能源、交通、电子、纺织、轻工、建筑、建材等工农业和人民生活提供配套和服务,在国民经济中占有举足轻重的地位。同时,作为流程工业,石油化工业具有易燃易爆、工艺复杂、控制要求精细、信息集成度高等特点,是新兴技术应用的优先行业^[1]。大数据、物联网、人工智能等新技术在石油化工领域的应用已经推动传统炼化产业不断升级,实现更加全面的感知、更加快捷的反应、更加智慧^[2]的决策^[3,4]。

作为紧密服务石油化工行业43年的辽宁石油化工大学应用化学专业,如何适应行业发展需求,对标企业升级发展趋势,培养德智体美劳全面发展,具备较强社会责任感和良好职业道德;具有扎实的化学和能源转化与利用的基本理论、基本知识和基本技能;具有良好科学素养、创新思维和工程实践能力,能够在石油化工领域从事精细化学品生产、低碳能源清洁化、新能源利用以及能源高效绿色转化技术开发、工程设计和技術管理等工作中的应用型工程技术人才,成为专业办学过程中亟待解决的问题。同时,这也是地方高校面临的所服务行业形态和内涵发生重要变化后,在培养过程、课程体系以及教学内容等方面,如何与行业同步联动调整 and 改革,以适应企业对人才需求“新”变化的共性问题。

1 “五结合”人才培养体系及拟解决问题

1.1 “五结合”人才培养体系

为了更好地服务石油化工行业,对标行业升级路线,辽宁石油化工大学应用化学专业构建了“五结合”人才培养体系,详见图1。经过多年探索和实践,该人才培养体系取得了良好的育人效果。

图1 “五结合”人才培养体系框架

1.1.1 专思结合：专业教育与思想政治教育结合，落实立德树人根本任务

落实立德树人根本任务过程中形成“(思政教育+雷锋精神)+(课程思政+养成教育(贯穿四年))”的人才培养模式。专业在国家规定思政教育内容基础上,依托雷锋城,设置“雷锋精神概论”(国家级一流课程)特色专题教育。同时,在专业教育中挖掘蕴含的思政元素,将其有机融入专业教育,形成课程思政,实现“教育以树人为本,树人以立德为先”的人才德育目标。

1.1.2 校企结合：校(育)与企(用)需求结合，确保供需双方无缝对接

校企融合育人过程中，形成企业文化进校园、企业人才进校园、企业产品进校园和学生走出校园、教师走出校园、科研成果走出校园的“三进三出”培养模式。

1.1.3 内外结合：校内实物实训与校外实践结合，强化学生工程实践能力

强化工程实践能力培养，形成校内依托石油化工产业链实训基地引入企业师资、企业文化，搭建真实场景“校内工厂”；校外依托国家级大学生实践基地、产业学院共同构建“一看、二拆、三现场”的实践能力的培养模式，强化工程实践能力培养(图2、图3)。

图2 “三进三出”实践能力培养模式下部分场景

(a) 专业学生在校内工厂仿真实习；(b) 专业学生在校外基地实习；
(c) 专业学生在企业导师指导下“拆”；(d) 中石化专家莅临现场指导工作

图3 石油化工产业链实训基地(“校内厂”部分单元)

(a) “校内厂”精细化工模块中控室；(b) “校内厂”烷基苯磺酸生产装置
(c) “校内厂”乙氧基化反应装置；(d) “校内厂”乙烯生产装置

1.1.4 理工结合：理科课程体系与工科教学内容结合，适应行业发展需要

为了满足石油化工企业对人才工程背景知识的需求，在理论课教学方面构建理工融合的课程体系^[5,6]，即在做好“理科”知识教学的基础上，强化“工科”教学内容，增设化工原理、化学反应工程、化工设计、分离工程等石油化工企业急需的工科教学内容，实现“理”+“工”在石油化工场景下的有机结合。

1.1.5 新旧结合：新工科“新”需求与传统工科结合，对标石化行业发展新趋势

在应对“新工科”升级改造过程中，专业主动强化高等数学、线性代数、概率论与数理统计、运筹学等知识的教学，为掌握大数据、云计算、人工智能等知识打下基础；将仪器分析、波谱原理及应用等由专业课调整为平台课，同时“与时俱进”依托大数据分析，强化企业急需教学内容；适应企业智慧化升级需要，优化精细有机合成、精细化工工艺学等课程的教学内容，使学生初步掌握典型分子信息库、分子反应规则库，以及分子反应网络的设计、构建、模拟及优化方法，为已经到来的分子层面资源表征，以及即将到来的分子层面的“智慧化”资源加工过程打下基础。

1.2 “五结合”人才培养体系特色举措

1.2.1 校企建立培养联盟，企业全程参与培养过程，强化实践能力培养

“三进三出”模式下实施“五协同”育人体系，即：校企双方协同制定人才培养方案、协同承担教学任务、协同参与教学管理、协同监控教学质量、协同开展科技创新。学校制定《教授博士服务地方工作实施办法》《辽宁石油化工大学关于聘请行业、企业人员参与教学工作的暂行规定》等文件确保校企合作有效进行。

另外，在强化工程实践能力培养方面突出学科交叉，强化校企融合，构建石化特色鲜明实践教学体系。

(1) 推进校外实践基地建设，强化校企协同育人力度。

依托学校与抚顺石化公司、辽阳石化、辽河油田、恒力石化等多家大型企业共建的国家级大学生工程实践基地，以及学校分别与大连恒力石化、华锦-阿美、抚顺石化公司签署订单式培养协议，有针对性地提升学生的工程实践能力。

(2) 大力推进虚拟仿真实验室和虚拟仿真项目建设，优化现有实践教学条件，构建完善的“虚实结合”的校内实践基地。

依托国家级石油化工实验教学示范中心、国家级虚拟仿真实验教学中心、国家级虚拟仿真实验项目、省级虚拟仿真实验项目，融合人工智能、大数据等技术手段，打造具有石化特色、虚实结合的实践平台。专业建设了适应现代石化企业的应用化学(油田化学、精细化工以及石油产品分析三个专业方向)专业生产实践教学链(部分单元见图3)，使学生不出校门就可以通过“一看、二拆”身临其境地感受企业文化、掌握企业生产流程、“窥视”工厂装置的内部结构和工作原理，然后在结束前两个实践环节后，进入校外实践基地进行第三个环节“三现场”的现场观摩，将课堂所学、所见、所感与生产实践真正融为一体。

1.2.2 课程体系融入工学教学内容，强化工科背景，提升学生解决复杂工程问题的能力

(1) 依托现代油品精细化加工与检测新技术等专业特色课程平台，建立油品精细化加工、检测的实验教学体系，提高学生石油化工特色的实验技能培养；

(2) 实践环节由重炼油、轻化工转入一体化炼厂、智能炼厂和烯烃企业，建立与课程、培养目标一致的实践环节，在实践中深化理论知识的学习和掌握；

(3) 将化工工程基础教学平台与化工实验技能培养平台结合，注重专业理论在工程实践中的运用，培养学生安全意识、环保意识、社会意识等职业素养。

1.2.3 面向石化行业“智慧化”升级改造新态势，更新教学内容，调整课程体系设置

通过分方向培养(石油分析、精细化工和油田化学三个方向)提高人才满足企业生产线延长(炼化一体化)带来的岗位覆盖面广的问题。另外，在每个专业方向设置具有石化特色的专业课(石油分析：

石油化工分析、催化剂分析；精细化工：精细化工工艺学、精细有机合成；油田化学：油田应用化学、表面及胶体化学)，同时更新教学内容，体现学科交叉融合。

2 “五结合”人才培养体系实践成效

以学生为中心，以产出为导向，结合国家能源战略和“新旧动能转换”的国家重大战略需求，按照新工科理念和建设要求，强化应用化学专业石油化工特色，持续开展“五结合”专业建设与综合改革。近五年主要成效如下。

2.1 基于“五结合”的培养理念，创新专业教学与培养体系

根据石油石化特色的人才产出导向，基于“五结合”理念构建了专思结合、校企结合、内外结合、理工结合、新旧结合的人才培养体系。为学生实现基础化学理论和石油化学理论有机结合、实验动手能力的逐级提高、专业实践能力的进阶提升奠定了坚实基础。

专业先后获批国家级一流专业建设点、国家级特色专业、国家级实验教学示范中心、国家级虚拟仿真实验教学中心、国家级虚拟仿真实验教学项目、辽宁省一流本科教育示范专业、辽宁省首批优势特色专业、辽宁省重点支持专业、辽宁省本科示范性专业等省级以上质量工程项目22项。专业建设的经验已总结形成多篇教改论文发表在《大学化学》等期刊，同时多次在教育部化学类教指委组织的专业建设研讨会中宣传推广专业建设经验。另外，“基于石化行业智能炼化需求构建应用化学‘五结合’人才培养体系研究与实践”项目2020年荣获辽宁省教育教学成果奖一等奖。

2.2 实施“专思结合”的立德树人模式，实现“教育以树人为本，树人以立德为先”

专业围绕立德树人这一主线，坚持思政专题与课程思政相结合、雷锋精神与养成教育相结合，于2018年率先在校内开展“精细化工工艺学”的课程思政教学模式改革，将专业课程中蕴含的思政元素有机融入授课过程。该课程为省级资源共享课，同时于2019年被评为省级一流课程，并向教育部递交申请国家级一流课程建设。

目前，应用化学专业在“精细化工工艺学”课程思政建设模式的推动下，所有专业基础课以及专业课均按照课程思政标准进行建设，并明确要求将思政育人目标以及思政元素写入教学大纲，形成课程思政案例100余个，育人效果成效显著，助力学校办学过程形成享誉石化行业的“抚油现象”。

2.3 实施“校企结合”的育人模式，实现人才“供”“需”双方的无缝对接

校企深度融合先后建成了国家级大学生实践基地1个、省级现代产业学院1个、省级石化产业技术创新研究院1个、省级石油化工协同创新中心1个，与石化企业签署订单式培养协议3份。专业教师服务地方石化企业12家，解决企业难题29项，服务地方事迹被光明日报、辽宁日报等媒体多次报道。

2.4 实施“内外结合”的实践育人模式，实现学生工程实践能力明显强化

依托校内石油化工产业链实训基地构建“一看、二拆、三现场”的实践模式受到社会广泛关注，中石化青岛安工院、中国民航大学等多家省内外高校和企业将学生的实习工作和新员工培训工作放在我校进行，扩大了专业社会影响力。同时该实践基地于2019年获批为全国石油和化工行业大学生实习示范基地。同时近三年专业获批国家级虚拟仿真实验项目2项，省级虚拟仿真实验项目3项，省级实验教学示范中心1个。

2.5 实施“理工结合”的育人模式，实现人才“供”“需”双方的无缝对接

近五年应用化学专业年均就业率超过98.2%，进入中石油、中石化、中海油等世界五百强企业的毕业生占比超50%，考研率超20%，人才培养质量得到了用人单位的一致好评。

2.6 实施“新旧结合”的育人模式，实现传统工科专业的“新”工科改造升级

专业结合石油化工企业升级改造趋势，在总结专业“新工科”改造经验的基础上于2020年获批教育部第二批新工科研究与实践项目“基于化学学科的新工科专业——‘智慧分子工程’人才培养体系设计及实践”。

2.7 其他成效

专业鼓励学生参与教师科研课题,以及教师依托科研项目指导学生参与各类学科竞赛。近四年,学生参与教师科研课题50多项,发表学术论文67篇,申请专利12项;学生参加挑战杯、学科竞赛获国家级三等奖以上奖项38项,省级三等奖以上奖项67项;参加国家级创新创业训练计划15项,省级26项。

3 结语

辽宁石油化工大学应用化学专业成立于1978年,至今已有43年历史。在专业发展过程中,一直以紧密服务石油化工行业为发展目标,以石油化工为特色,以为石油石化行业培养合格的应用型工程技术人才为己任。在国家大力推进立德树人、新工科升级改造的背景下,专业将继续依托“五结合”人才培养体系,完善课程思政案例库,做强课程思政建设工作;在校企结合方面,强化组织管理,做好现代产业学院和订单式培养的建设工作,真正急企业所急,想企业所想,供企业所需,为石油化工企业输送更多高质量的合格人才;在内外结合方面,专业将在“一看、二拆、三现场”的实践模式培养基础上,整合现有实践教育资源,新建智慧化实践教育资源,并将所有实践教育资源通过有机“链接”,逐步形成“一看、二拆、三现场、四联网”的智慧化实践教学模式;在理工结合方面,优化现有教学内容,新增专业课程,适时增加应对第四次工业革命所需的大数据、物联网、人工智能等专业背景知识;在新旧结合方面,依托传统应用化学专业的“新工科”改造基础,强化改革力度,做好现有第二批新工科研究与实践项目“基于化学学科的新工科专业——‘智慧分子工程’人才培养体系设计及实践”的建设工作,为增设“智慧分子工程”新工科专业打下坚实基础。

参 考 文 献

- [1] 张树永, 朱亚先, 霍冀川, 宋丽娟, 徐华龙, 郑兰荪. 大学化学, 2020, 35 (10), 6.
- [2] 宋丽娟, 张树永, 郑兰荪, 朱亚先. 大学化学, 2020, 35 (10), 17.
- [3] 徐海丰. 国际石油经济, 2021, 29 (5), 26.
- [4] 周麓波. 流程工业, 2021, No. 3, 10.
- [5] 钱建华, 宋丽娟, 王吉林. 大学化学, 2020, 35 (10), 77.
- [6] 丁玉强, 朱亚先, 宋丽娟, 刘卫, 刘小珍, 霍冀川, 薛怀国, 郭荣, 廖青, 倪哲明, 等. 大学化学, 2020, 35 (10), 33.