

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202006009

www.dxhx.pku.edu.cn

新工科视阈下石油化工类高校应用化学专业课程体系重构

钱建华^{1,*}, 宋丽娟¹, 王吉林^{1,2}¹ 辽宁石油化工大学石油化工学院, 辽宁 抚顺 113001² 辽宁石油化工大学环境与安全工程学院, 辽宁 抚顺 113001

摘要: 以具有典型意义的地方和行业高校应用化学专业为例, 重点研究在所服务行业的形态和内涵发生重要变化后, 地方和行业高校的应用化学专业核心课程体系及教学内容应该如何联动调整 and 改革, 以及如何构筑完整的、具有鲜明行业特色的、地方和行业高校应用化学专业应对新工科改革的课程体系建设方案等内容给出合理化建议。这不仅为地方高校化学类专业新工科建设提供可借鉴的示例, 也将为地方和行业高校其他专业新工科课程体系建设提供参考。

关键词: 应用化学; 课程体系; 实践基地建设; 人才培养; 新工科

中图分类号: G64; O6

Reconstruction of the Curriculum System for the Applied Chemistry Specialty in Petrochemical Universities under the Guidance of Emerging Engineering Education

Jianhua Qian^{1,*}, Lijuan Song¹, Jilin Wang^{1,2}¹ School of Petrochemical, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, Liaoning Province, P. R. China.² School of Environmental and Safety Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, Liaoning Province, P. R. China.

Abstract: Taking a typical local and industry-orientated applied chemistry major as an example with focusing on the major changes in the form and content of the petrochemical industry, the way to reform the core curriculum system and teaching contents is presented. Based on the changing tendency of refinement of the petrochemical industry, a complete curriculum system with distinctive industry characteristics is set up according to the principles of the emerging engineering education (3E) with several reasonable suggestions. A new model for the construction of a 3E major in chemistry-related majors is suggested. It is a good reference for the construction of curriculum systems for other local and industry-orientated colleges who want to make 3E reform.

Key Words: Applied chemistry; Curriculum system; Practice base construction; Talent training; Emerging engineering education

1 引言

随着世界范围内新一轮科技革命和产业变革的加速进行, 不仅以新技术、新业态、新产业为特点的新经济获得了蓬勃发展^[1], 而且互联网^[2]、云计算^[3]、人工智能^[4]等新技术也极大地影响了一大批传统产业, 使这些产业的具体形态发生了重大变化。为了更好地应对产业升级改造对工科专业建

收稿: 2020-06-01; 录用: 2020-06-18; 网络发表: 2020-06-30

*通讯作者, Email: qianjianhualn@163.com

基金资助: 辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目; 辽宁石油化工大学课程思政试点建设项目

设要求的新变化,教育部先后要求加快培养新兴领域工程科技人才^[5,6]。尽管目前围绕新工科建设的工作开展得如火如荼,但是可参考、可实施的典型示例依然较少。

石油化工产业是国民经济的重要支柱,产业链条长,产品覆盖面广,与人民生活息息相关。2018年7月23日国务院常务会议通过《石化产业规划布局方案》,明确要求安全环保优先,促进石化产业升级。一大批诸如大连恒力石化 2000 万吨/年炼化一体化项目、浙江石化 4000 万吨/年等一系列炼化一体化项目正在稳步推进。同时,中石油、中石化、中海油等大型国有石油化工企业正面临着“产业集约化、规模化、一体化水平偏低,乙烯、芳烃产品对外依存度高,高端石化产品发展滞后,石化产业布局及结构都迫切需要优化”等亟待升级的问题。

辽宁石油化工大学应用化学专业始建于 1978 年,42 年来为省内乃至全国石化行业输送了 5000 多名工程技术人才,其中大部分已经成为石油石化、油田等各行业的技术骨干和管理人员。专业自身也取得了一定成绩,2006 年获批辽宁省本科示范性专业、辽宁省石油化工紧缺人才培养基地,2009 年获批国家级特色专业,2012 年获批辽宁省重点支持专业,2013 年获批石油化工国家级实验教学示范中心,2014 年获批辽宁省石油化工协同创新中心,同年在辽宁省普通高等学校本科专业综合评价中,紧随大连理工大学、东北大学之后,排名全省第 3 位,2015 年获批辽宁省首批优势特色专业,2019 年获批辽宁省一流本科教育示范专业,同年获批国家级一流本科专业建设点。目前,应用化学专业在校学生英语四六级通过率、考研率、入党等方面明显高于全校的平均水平。毕业生中接近 80% 的学生进入石油、石化行业,成为各企业的中坚力量,产生了业界公认的“抚油”现象。超过 50% 的毕业生留在省内发展,为行业和区域经济的发展做出了突出贡献。在石油石化行业内也涌现出了许多杰出的校友代表。例如,中石化上海石油化工研究院院长,973 首席科学家,中国石化科技开发部主任谢在库,中石化青岛安全工程研究院院长孙万付,中石化洛阳工程有限公司总经理王国良等。

作为紧密服务我国石油化工产业近 70 年的高校,如何适应新时代社会发展和经济建设需要,加快“新工科”人才的培养成为亟待解决的问题^[7]。

2 专业新工科改造的整体设计与实施

2.1 明确人才培养目标和能力素质要求

为了适应社会发展和经济建设需要,按照“新工科”人才培养要求,我们将专业人才培养目标调整为:培养德智体美劳全面发展,适应社会发展和经济建设需要,具有良好科学素养、综合创新思维和工程实践能力,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;了解大数据、云计算、物联网、人工智能、虚拟现实、智慧化管理等新技术的运用;能在煤炭、天然气化工、石油石化、生物质转化利用等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转化技术开发、工程设计和技术管理等工作的应用型工程技术人才。

为了支撑该目标的实现,我们明确通过四年的学习,毕业生应获得以下能力:强烈的使命感,积极投身化学工业领域;关注化学类工程领域中的现实需求,具有引领、想象、创造未来社会需求的欲求和能力;建立多学科交叉的意识,养成在多学科空间观察、思考问题的习惯;建立专业节点或信息源关联的能力;具有丰富的想象力,能够在分子层面开拓思维,创新开展工作的能力;具有宏思维,能够超越自身专业,对社会、科技、工程、文化等多方面的重大问题具有较强的观察思考及领悟能力,可以从系统的角度,从时间、空间的大尺度去观察、思考问题。

为了实现上述能力培养要求,我们将素质能力进一步细化落实:(1) 掌握本专业所需的数学、化学和物理学等自然科学基础知识,以及一定的大数据、云计算、物联网、人工智能、虚拟现实和智慧化管理知识;(2) 结合应用化学等专业知识,能够将高等数学、线性代数、运筹学、大数据、云计算、物联网、人工智能、虚拟现实等数学及应用数学知识运用到能源转化利用问题的表述之中,能

够及时了解能源转化利用的发展现状和趋势,洞察新产品、新工艺、新技术和新设备的发展动态;(3)掌握典型分子信息库、分子反应规则及分子反应网络的设计、构建、模拟及优化的基本方法;(4)经过系统的与本专业相关的工程实验技能、工程实践、计算机应用、科学研究和工程设计的基本训练,能够将专业基础知识、基本理论和相关的工程技术知识综合运用于解决复杂工程问题;(5)了解数字化工厂及智能化工厂的内涵及运行模式。

2.2 强化思政育人

新工科专业建设过程中应努力培养学生的家国情怀。辽宁石油化工大学地处雷锋城——抚顺,应用化学专业在做好学生思想道德教育的同时,积极贯彻落实“以雷锋精神建校育人”特色,在“思想道德修养与法律基础”课程中设置“雷锋精神概论”专题教育,有效发挥雷锋精神在学生思想道德教育中的育人作用。另外,应用化学专业从2018年开始尝试进行专业课程的课程思政建设,出台《辽宁石油化工大学课程思政工作实施意见》,明确要求教师在授课过程中充分挖掘专业课中蕴含的思政元素,并将其有机融入专业课程的教授环节,明确要求将思政元素写入教学大纲。2020年实现所有专业基础课、专业课融入思政元素,打造全口径立德树人培养体系。

2.3 构建适应“新工科”要求的理论课教学体系

为了落实人才培养目标,强化以石油化工为特色的应用型人才培养过程,应用化学专业按照“新工科”理念重构人才培养方案(课程教学体系见图1)。在构建教学体系时遵循三个必须原则:(1)必须与新型石油石化行业发展的专业人才要求标准相适应;(2)必须与新型石油化工企业生产要求相适应;(3)必须与石油化工新技术、新成果,以及未来发展趋势相适应。

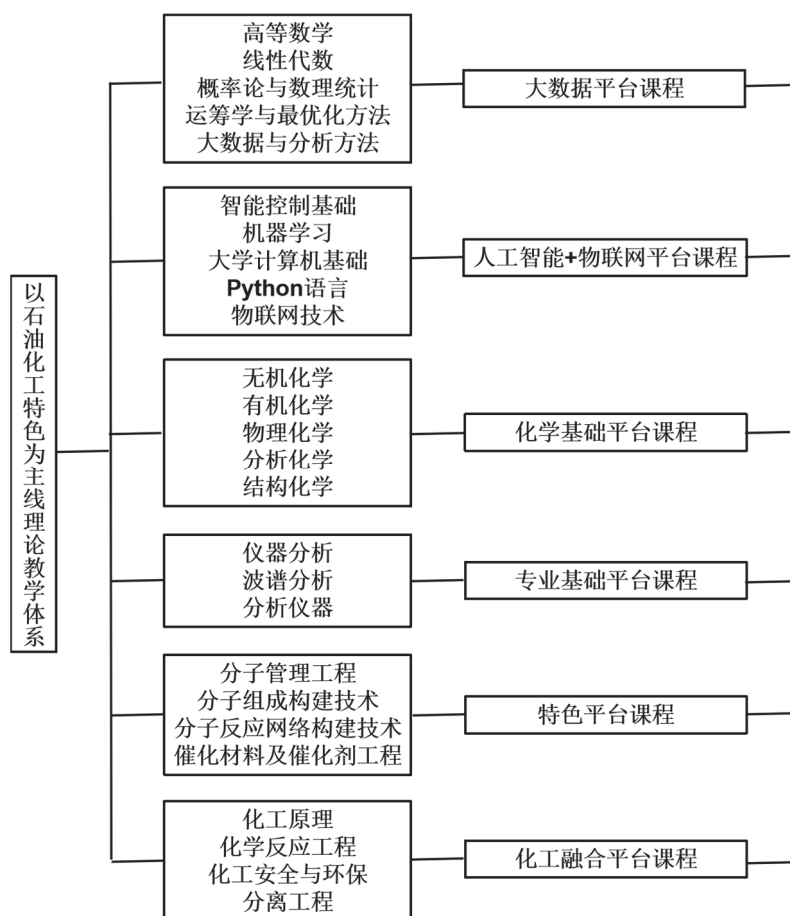


图1 修订后的理论教学体系

新构建的课程教学体系,坚持以社会需求为导向,学生能力培养为核心,发挥地方高校对区域经济发展和产业转型升级的支撑作用,注重新型应用型人才培养,构建起理论教学和实践教学两大课程教学体系。在教学过程中,遵循“理论-实践-再理论-再实践”育人模式,致力于培养具有鲜明专业特色、扎实专业知识和较强工程实践能力的应用型高级专门人才。为了将大数据、人工智能以及物联网等技术手段应用到化学化工领域,提升学生适应石化行业未来发展需要,学校分别设置了大数据平台课程、人工智能和物联网等方面的课程(详见图1),并对高等数学、线性代数以及概率论与数理统计等课程的教学内容进行相应调整。以无机化学等课程作为化学基础课程平台,培养学生从事化工类职业必须具备的基础化学理论;以化工原理、化学反应工程等课程作为化工融合平台课程,实现理工融合,做好学科交叉工作;以仪器分析、波谱分析等课程作为专业基础平台课程,培养学生从事有机化合物精细结构剖析所需的专业能力;以分子管理工程、分子组成构建技术等课程作为特色平台课程,培养学生从事石油化工原料、产品结构深度剖析、原油精细化加工、设计化学反应过程的能力,提高学生适应石化产业未来发展的潜力。各课程平台之间的能力培养是从具备化学基础知识、化工基础理论、化工原料精确结构分析、原油精细化深加工到化学反应历程设计的能力逐步提高的过程。另外,调整仪器分析、波谱分析等课程教学内容,提高样品精细结构表征以及最新分析检测手段的教学内容,例如质谱、核磁等教学内容提高学生对样品定性分析和定量分析的能力,以应对石油产品加工过程中“向每一滴油要效益”的升级趋势。增加特色课程平台,具体包括“分子管理工程”“分子组成构建技术”“分子反应网络构建技术”。上述三门课程是从分子的角度研究多种能源资源的组成、性能、结构与其反应性能之间的关系,并辅助以智慧化工厂管理的知识,实现能源分子高效利用与效益最大化。具体的教学内容为从分子组成与转化层面理解和优化炼化过程的所有活动,包括:石油分子组成与转化机理;分离、调和过程中不同分子的走向与分布;各种转化工艺过程的转化规律;基于分子组成的催化剂设计与机理分析;基于分子组成的“三废”处理;生产过程中与油气相关的故障诊断等。

2.4 突出工程实践能力培养

学校以提升本科生自主学习能力、创新能力和社会适应能力为目标,加大实践教学投入,大力建设由校内实验平台和辽宁省石化产业技术创新研究院、校外实践基地和创业孵化基地构成的实践教学平台体系,为创新创业教育、以及应用型人才培养提供有效支撑。

(1) 优化现有实验教学条件,构建完善的校内实习基地。依托现有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、辽宁省石油化工虚拟仿真实验教学示范中心、辽宁省应用化学实验示范教学中心,以及已经获批的国家级、省级虚拟仿真实验项目打造虚实结合的实验、实践平台,切实提高学生的实验能力以及工程实践能力。

我校石油化工实物仿真实习基地包含石油化工生产主线,实现了从油气钻采-油气集输-石油加工-石油化工-精细化工-仓储物流-化工安全-环境保护的完整石油生产实践教学链,使学生在不出校门的情况下就可以身临其境地参与到石油化工企业的生产实践全过程。未来三年应用化学专业将加大该实训基地的功能开发力度,引入人工智能、物联网等新技术,打造融人工智能、大数据、物联网以及具有鲜明石油化工特色的全产业链的,虚实结合的实验、实践平台,使其真正成为培养智能炼厂所需的复合型应用化学专业人才的有力工具。同时科学安排演示性、验证性实验,增加综合性、设计性实验,确保有综合性和设计性实验的课程占实验环节的80%以上,推进实验课项目化管理改革,鼓励单独开设实验课。改革实验教学方法和手段,充分利用现代化手段辅助实验教学,提高学生实验兴趣和实验教学效果,规范实验教学环节,增加学生独立操作和实际动手机会,切实提高学生实验动手能力。

(2) 推进校外实践基地建设,强化校企协同育人。依托学校与石油化工企业一脉相承的传统优势和地处抚顺石化城的地缘优势,与抚顺石化公司共建国家级大学生工程实践基地,与辽宁抚清助剂有限公司、辽宁大恒化工有限公司、抚顺机械设备制造公司等单位共建省级大学生工程实践教育

中心。另外,为了将校企合作办学的改革推向深水区,学校于2019年先后与大连恒力石化成立化工产业学院,与华锦-阿美、抚顺石化公司以及青岛安全工程研究院联合成立化工安全产业学院,有效提高实习教学环节的有效度。另外,由于化学类专业作为传统专业之一,其教学方向偏向理论,往往与企业的生产有一定脱节。为了解决这一问题,将企业订单式培养模式融入人才培养,依据企业对人才的需求进行精准教学。我校与大连恒力石化签署了订单式培养协议,截止目前已经有了20名学生进入该企业。该模式缩短了毕业生进入企业的适应期,学生的培养质量受到了企业的一致好评。

(3) 融合理论与实践教学体系,确保应用型人才培养目标实现。应用化学专业理论教学和实践教学两大体系间高度统一于石油化工特色的应用型人才培养。扎实的专业理论基础和富有成效的实践能力的培养,有助于学生有效地把专业知识转变为服务生产、企业和社会的生产力。在理论教学和实践教学体系中,将化学基础课程教学平台与化学实验技能培养平台相结合,突出实验教学、专业理论和辩证思维相结合,提升学生的专业能力、科学思维和实验技能;将化工工程基础教学平台、专业方向课程教学平台与化工实验技能培养平台相结合,注重专业理论在工程实践中的运用,培养学生包含安全意识、环保意识、社会意识等社会职业素养;依据现代油品精细化加工与检测新技术等课程构成的专业特色方向课程教学平台,建立起以油品精细化加工、检测的专业内涵建设为特色的理论教学体系,与石油化工领域发展现状相适应的工程实践体系也随之构建。在相关专业实验项目中安排石油加工、转化和精细化工产品合成、检测等综合实验,提高学生对石油化工特色的实验技能培养;在企业实习等重要实践环节,从传统的重炼油、轻化工企业进入到一体化炼厂、智能化炼厂和烯烃生产等企业,建立起与课程内容、培养目标相一致的现场实践环节,让学生在实践环节中深化专业理论学习。

3 结语

为了适应石化行业的高速发展,辽宁石油化工大学应用化学专业以社会需求为导向,依据“新工科”理念,对人才培养目标、毕业要求、学生的核心能力和素养进行了顶层设计,并以此为指导,顺应时代发展,紧跟行业步伐,全面推进理论课程体系和实践育人体系建设,积极探索利用大数据、云计算、物联网、人工智能、虚拟现实、智慧化管理等新技术改革传统的人才培养模式,致力于培养具有前瞻性和引领性的应用型高级专门人才。

参 考 文 献

- [1] 叶民, 钱辉. 高等工程教育研究, 2017, No. 4, 5.
- [2] 李闻芝. 中国石油和化工, 2016, No. 3, 42.
- [3] 宋扬. 中国管理信息化, 2020, 23 (5), 91.
- [4] 钱峰, 杜文莉, 钟伟民, 唐漾. 自动化学报, 2017, No. 6, 893.
- [5] 陈聪诚. 中国高教研究, 2019, No. 12, 42.
- [6] 胡波, 冯辉, 韩伟力, 徐雷. 复旦教育论坛, 2017, 15 (2), 20.
- [7] 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.