

新工科视域下化工类专业多学科交叉融合人才培养模式探索

赵振龙, 邓庆芳, 杨瑞, 许广, 柴东风
齐齐哈尔大学, 黑龙江省 齐齐哈尔 161006
DOI: 10.61369/ETR.2026230003

摘 要 : 新工科建设的深入推进, 正在推动化工类专业人才培养实现系统性变革, 其核心在于促进多学科深度交叉融合, 并强化学生实践创新能力的培养。然而, 当前化工类专业人才培养仍面临学科交叉深度不够、课程体系结构单一、实践教学与产业实际衔接不足等突出问题, 难以有效满足新兴产业发展对复合型、创新型人才的迫切需求。为此, 本文立足新工科建设背景, 围绕化工类专业多学科交叉融合的人才培养模式展开系统探讨, 从课程体系重构、实践平台建设、师资队伍优化以及评价机制创新四个维度, 深入阐述教学改革的理论基础与实施路径, 为构建适应新时代需求的化工类人才培养体系提供参考与借鉴。

关 键 词 : 新工科; 化工类专业; 多学科交叉融合; 人才培养模式

Exploration of Multidisciplinary Interdisciplinary Integration Talent Training Mode for Chemical Engineering Majors from the Perspective of New Engineering

Zhao Zhenlong, Deng Qingfang, Yang Rui, Xu Guang, Chai Dongfeng
Qiqihar University, Qiqihar, Heilongjiang 161006

Abstract : The in-depth advancement of the construction of emerging engineering disciplines is driving systematic transformation in the cultivation of chemical engineering talent. The core of this transformation lies in promoting in-depth interdisciplinary integration and strengthening the cultivation of students' practical and innovative abilities. However, the current cultivation of chemical engineering talent still faces prominent issues such as insufficient depth of interdisciplinary integration, a single curriculum structure, and inadequate alignment between practical teaching and industrial realities, making it difficult to effectively meet the urgent demand for compound and innovative talent in emerging industries. Therefore, against the backdrop of emerging engineering discipline construction, this paper systematically explores the talent cultivation model that integrates multiple disciplines in chemical engineering. It delves into the theoretical foundations and implementation paths of teaching reform from four dimensions: curriculum system reconstruction, practical platform construction, faculty optimization, and evaluation mechanism innovation, providing references and insights for constructing a chemical engineering talent cultivation system that meets the needs of the new era.

Keywords : new engineering; chemical engineering majors; multidisciplinary interdisciplinary integration; talent training mode

一、化工类专业多学科交叉融合人才培养的意义

(一) 响应新工科建设的时代要求

新工科建设明确提出以产业需求为导向来建设专业、以技术发展为导向来改进内容、以学生志趣为导向来改变方法的改革方向, 要求传统的工科专业要适应新技术、新业态、新模式的发展

趋势。化工产业正处在由“大化工”转向“精细化、智能化、绿色化”的重要阶段, 单靠一个人的化学知识是不能完成一个工程的设计、实施和评价任务的。多学科交叉融合使化工类专业冲破自我封闭的知识体系, 积极吸纳材料科学与工程的最新发展成果来研发新型催化剂和分离膜, 参照生物工程的技术理念去开拓生物化工领域, 吸收控制理论和计算机技术来推进过程加强和智能

操控。实际上,它把化工专业由原来的“以单元操作为主”转变为现在的“以系统集成为主”,这与新工科对工程人才的“强基础、宽口径、重交叉、善创新”提出了一个基本的要求。

(二) 破解传统培养模式的结构困局

传统化工类专业人才培养模式在长时间的发展中形成了一种比较固定的发展路径依赖,学科壁垒的刚性限制以及课程体系纵向层次的结构,就是其主要的表现形式。各个课程是按照“基础课—专业基础课—专业课”的线性顺序来安排的,虽然看起来有条理但其实没有把知识之间内在的联系连在一起。学生在无机化学、有机化学、物理化学等课程中习得的概念原理,大多要在高年级的专业设计阶段才能被调动起来,而材料科学、环境工程、能源技术等相近的学科知识几乎不存在这样的问题。多学科交叉融合就是重新安排课程谱系、整合教学内容,能够在低年级阶段给学生提供跨学科的问题情境,在解决“制备某种功能性材料并优化其生产工艺”这样的综合任务的时候,自然而然地调动起化学、材料、化工、环境等各方面的知识。融合式培养很好地解决了知识积累和实际应用之间的时滞矛盾,把学生学习的过程由原来的“先储备后使用”转变为现在的“用中学、以用促学”。

(三) 对接产业转型升级的人才需求

现代化工产业技术更新也越来越向着领域之间的协作发展。新能源汽车动力电池的研发包含正负极材料的晶体化学、电解液的有机合成、隔膜的聚合物加工、电池组的热管理与安全评估、废旧电池的资源化回收等许多技术环节,任何一个环节的突破都离不开化学、材料、电化学、机械、环境等各个学科知识的配合。根据行业的调查数据可以得出,大约有百分之七十的化工类企业认为当前毕业生成果在跨学科沟通合作、复合技术问题解决等各方面存在问题。多学科交叉融合培养可以培养学生具有“产品工程”的系统思维,认识从分子设计、过程放大到装置运行的全过程,学会和各个专业背景的人一起工作。这样的能力结构调整正好对应着企业对于懂工艺、会设计、能协作、善于创新的复合型工程技术人才的需求。

(四) 促进学生创新能力的整体跃升

创新能力本质上就是突破常规思维定势,提出新的问题、新方法,发现学科交叉处的新事物。传统的化工教育认识体系是以质量守恒、能量守恒、平衡、速率这些经典概念为基础的,虽然这样的范式对于解释和预测化工过程有很强作用,但是也会造成认知上的惯性,使学生不能用生物学、材料学或者信息科学的视角来重新思考工程问题。多学科交叉融合就是把不同的学科知识、思维方式、教学理念等异质化教学资源融入课堂教学中,给学生认识过程赋予新的组织形态。当学生掌握化工的过程思维、材料的结构思维、生物的系统思维、计算机的算法思维之后,在面对复杂的工程问题的时候就会有更多的分析角度和更多的解决途径。对于传质分离效率问题来说,有材料学背景知识的学生会想出开发新型吸附材料而不是仅仅改进操作参数。属于此类别的学科类比、迁移与重组能力是高阶创新素养的一种主要体现形式。

二、新工科视域下化工类专业多学科交叉融合人才培养模式构建策略

(一) 重构交叉融合的模块化课程体系

课程体系是多学科交叉融合培养的平台和骨架,重组要遵守横向拓宽、纵向接合、动态更新这三条准则。横向拓宽就是在保持化工类专业核心知识模块的基础上,增加材料科学与工程导论、生物化工基础、绿色化学与过程、化工智能控制等交叉课程模块,学生可以根据自己的兴趣和职业目标,在老师的指导下自由选择课程模块组合,形成自己的知识结构。纵向贯通指的是打破公共基础课、学科基础课、专业方向课的分段式组织形式,依照“认知、分析、设计、集成”这条能力提升的梯度线来重新安排课程序列,在低年级就开始设置一些具有整合性质的入门课程,用具体的案例让学生形成对化工学科及其相关领域的大体认识。动态更新即形成课程内容同产业发展同步发展的机制,经常性地请行业专家参加课程的评议活动,把过程加强新的方法、智能制造的新技术、绿色化工的新工艺等及时加入教学中来。并且创建起一些跨学科综合性课程,比如化工和材料交叉实验、生物质转化技术、过程系统工程与优化等等,每一门课程都是由不同的学科背景的老师一起备课、一起上课的,保证交叉内容的教学深度以及学术的严谨性。

(二) 搭建产学研用协同的立体化实践平台

实践教学属于多学科互相渗透的重要环节,实践教学最本质的价值就是使学生身处具体的工程项目之中,从而经由对这些项目的各种学科问题进行认识、识别、探究以及解决这一整个过程来完成学习目的。立体化实践平台的建立分为三类,分别是校内交叉创新实验室层级、校内专业共建共享层级以及校企共建共享层级。校内交叉创新实验室层级是整合化工学院、材料学院、生命科学学院、环境学院等单位的实验资源,创建面向本科生开放共享的交叉实验平台,配备微型反应器、材料表征设备、生物培养装置、数据采集系统等跨学科实验设备,支持学生自主设计的探索性实验。校企联合实践基地层级,和精细化工、新材料、生物医药、环保科技等领域的龙头企业共建校外实践基地,围绕企业实际的技术需求来设置跨学科毕业设计题目或者创新训练项目,每一个项目组由化工、材料、自动化等专业的学生混合编队,在企业和学校双导师的指导下完成从需求分析到方案设计的全部过程。虚拟仿真平台层次是创建一个能够模拟所有生产过程,从原料的进料到产品的最终产出的虚拟车间,利用数字孪生和虚拟现实来实现对生产过程的操控。三个层次之间互相联系、逐级上升,形成了一个由基础技能训练向综合创新实践发展的全链条支撑系统。

(三) 培育跨学科专兼职融合的师资队伍

教师的知识结构以及教学观念,会对多学科交叉融合教育的效果产生决定性的影响。目前化工类专业教师的主体还是以传统的化工学科培养出来的博士为主,其学术背景使他们更加擅长在本学科的深处指导学生,对于引导学生形成跨学科联系的经验却比较缺乏。培育跨学科师资队伍要采取内培外引、团队作战两种

方式相结合的办法。内培上设置青年教师跨学科进修专项,从化工专业骨干教师中挑选出一部分人到材料、生物、计算机等专业去进行半年或一年的访学式学习,全面吸收这些领域内的专业知识和思维方法;并且在同企业的工程师共同工作的过程中获取一些跨学科工程方面的经历。外引方面,柔性引进材料、生物、环境、自动化等学科的教师到化工类专业担任兼职教授或者联合导师,参与到课程教学、实践指导、毕业设计等各个环节中来。更深层次的是创建跨学科教学团队,以某项综合性课程或者实践项目为依托,组建起一个以化工学科教师为主、其他学科教师为辅的协作教学单元,依靠集体备课、课堂互听、联合评教等途径来推动各个学科教师之间的知识交流和教学相容性,从而达到由“单科战斗”到“多科配合”的教学模式变革的目的。

(四) 创新过程与结果并重的多元化评价机制

评价机制对于引导多学科交叉融合的培养方式是必不可少的。只有建立科学合理有效的评价体系,多学科交叉融合的培养模式才能得以成功。传统的评价以闭卷考试为主要形式,考查学生对陈述性知识的记忆和再现程度,不能准确地评价学生在跨学科知识的综合运用、解决复杂问题的能力、沟通交流能力等方面所表现出来的高阶思维和能力。形成多样的评价体系要秉持过程和结果相一致、个人和群体一视同仁、定性和定量齐头并进的准则开展工作。过程评价,对每一门交叉课程或者实践项目创建学习档案袋,把学生在文献调研、方案设计、实验操作、数据分

析、成果汇报等方面各方面的表现记入其中,评价者包含任课老师、企业导师、同组同学乃至学生本人等各方面。从知识整合、问题表征、方案创新、协作沟通四个方面来创建跨学科能力量规,并以此来衡量学生的跨学科能力并划分出不同的等级标准。成果评价方面,抛弃把课程成绩、学分绩点当作唯一的评判标准的做法,把学生参加学科竞赛、发表学术论文、申请专利、开展横向课题等活动纳入学分认定范畴当中。建立毕业生跟踪反馈机制,获取用人单位对学生跨学科能力表现的情况信息,以评价、反馈、改进为闭环的质量保证体系,对培养学生跨学科能力起到持续改进的效果。

三、结语

在新工科的视角下,化工类专业的多学科交叉融合的人才培养模式探索,是对新一轮科技革命所要求的复合型工程人才的一种回应,也是高等教育综合改革内在发展的必然要求。本文从意义阐释和策略构建两个方面进行论述,以建立模块化课程体系为载体、搭建起立体化实践平台为基础、组建起一支以跨学科师资队伍为主导的支撑系统、形成一个依靠多元评价机制引导发展体系的思想为框架。只有不断探索、不断迭代才能造就真正适应、引领未来产业发展的创新型化工人才。

参考文献

- [1] 张楚萱,王闯,吕飞,张拓.新工科背景下多学科交叉融合的储能课程群体系构建与实践[J].陕西教育(高教),2025,(12):40-42.
- [2] 刘晓东,杜娟,包春江,赵岭,武健,邢广佩,燕志军.新工科背景下多学科交叉融合的车辆工程专业人才培养模式探索与实践[J].汽车实用技术,2025,50(18):96-101+118.
- [3] 王丹,谭登峰,朱汝葵."政产学研用"协同驱动的化工类应用型人才培养体系构建研究[J].科教导刊,2025,(18):17-19.
- [4] 张冰玉,秦对,钟先华,王伟,李章勇.新工科背景下以需求为导向的多学科交叉融合生物医学工程人才培养模式探索[J].创新创业理论与实践,2024,7(11):125-128.
- [5] 陈晓,余海溶,代毅,梁婷,吕蒙宾,张浩,杨胜韬.民族高校化学反应工程课程的"信息化+多学科融合"教学改革[J].化工高等教育,2024,41(01):79-86.
- [6] 黄世玲,韦海燕.新工科背景下高校机器人工程专业多学科融合人才培养模式研究[J].成才之路,2024,(06):1-4.
- [7] 易绣光,邹荣,徐东明,郭瑾,徐灵峰,张定娃.新工科背景下"思政+创新创业+专业"三位一体化工类创新人才培养模式的构建与实践[J].江西化工,2023,39(04):106-109.
- [8] 蔡晓龙,徐广彬,冀秉魁,姚雪萍,金鑫,范珺,李明达.新工科与多学科交叉融合的模块化教学设计[J].集成电路应用,2023,40(05):56-58.
- [9] 刘杰,张超,罗洁.新工科背景下生物医学工程"多学科融合"人才培养体系的建设[J].高教学刊,2021,7(34):141-144.
- [10] 尚亚平.人工智能与化工设备与维修专业学科融合的教育模式探究[J].化工管理,2020,(26):19-20.