

化工工程设计教学融合模式的探索与实践^{*}

周志伟, 汤吉海, 武文良, 崔 群

(南京工业大学 化工学院, 江苏 南京 211816)

[摘要] 化工工程设计是加强学生的工程实践、提升学生解决复杂工程问题能力的一种有效途径。针对化工工程设计教学中存在的问题, 文章提出一种教学融合模式, 包括创新创业成绩单与课程学分互通的“赛课融合”、科研与教学团队共同指导及引入先进信息技术的“科教融合”和组建“双师型”教学团队的“产教融合”, 以期提升学生的综合素质与竞争力, 使学生初步具备职业素养。

[关键词] 化工工程设计; 融合模式; 教学探索; 教学实践

The Exploration and Practice of Integrated Mode for Chemical Engineering Design Teaching

Zhou Zhiwei, Tang Jihai, Wu Wenliang, Cui Qun

(College of Chemical Engineering, Nanjing Tech University, Nanjing, Jiangsu 211816)

Abstract: Chemical engineering design is an effective strategy for strengthening the engineering practice of the students and improving their abilities to solve the complicated engineering problems. Aimed at the problems in the chemical engineering design teaching, a new teaching mode was raised in this paper. Based on course-competition integration, the course credit can be replaced by the report of the innovation and entrepreneurship competition. Based on science-education integration, the team for design guidance was organized by the research group and teaching group, respectively, and some advanced information techniques would be introduced into the design teaching. Based on industry-education integration, the double-qualified teachers team was set up by enterprise engineers and higher school teachers. The comprehensive quality and competitiveness of the students were tremendously promoted, and the professionalism was preliminarily formed.

Key words: Chemical engineering design; Integrated mode; Teaching exploration; Teaching practice

新工科建设计划的提出及“复旦共识”“天大行动”“北京指南”的先后达成, 促使高校教育的重

点和目标开始由“知识与技能的传授”转向“学生核心能力的培养与测评”, 即培养学生的自主学习

[作者简介] 周志伟(1981-), 男, 副教授, 博士, 化工系副主任。

[通信作者] 周志伟, E-mail: zhiweizhou@njtech.edu.cn。

^{*} 基金项目: 2019 年江苏省高等教育教改研究课题(编号: 2019JSJG311); 南京工业大学 2019 年校级教改课题建设重点项目(编号: 20190023)。

能力、工程思维与工程实践能力、创新思维与创新实践能力^[1]。这就对普通高校的工科教学提出了新的要求。高校加强工程教育迫在眉睫,势在必行。

高校化工专业的培养方案中普遍注重理论教学和实验教学,缺乏以问题为导向的工程能力培养环节,这就导致学生解决复杂工程问题的能力不足,毕业生既达不到专业认证提出的毕业要求,又难以满足产业发展的需求^[2]。

化工工程设计要求学生综合运用所学知识,通过自主深化和拓展学习,掌握化工行业的专业工具和先进技术理念,并利用基于机理型数学模型开展过程和先进控制方案设计,进行可视化三维建模,最终完成虚拟制造设计。基于项目的工程设计可以提升学生解决复杂工程问题的能力,培养学生的工程创新思维,使其形成良好的工程职业素养。

一、化工工程设计教学中存在的问题

目前,大部分高校的化工类专业设置了化工工程设计环节,其教学中主要存在以下几个问题。

1.教学方式落后。随着科技的发展,一些重大的化工类科研成果相继出现并实现工业化应用,促进了化工产业的发展。而目前化工专业仍以传统的课堂教学或验证性实验教学为主,教师占绝对的主导地位,以单向“填鸭式”灌输的形式将知识传授给学生,学生只能被动接受^[3]。这种教学方式无法激发学生的学习兴趣、学习积极性和主动性,不利于学生创新思维的培养。

2.教学资源匮乏。化工设计概论、化工制图及化工过程分析与合成等课程的知识点相对分散,系统性差,导致学生难以全面掌握一个化工工艺过程的完整设计及其工程化实施^[4]。同时,虽然随着信息化、智能化的加速,学科前沿的最新动态及现代化的专业工具(如 Aspen Plus、SP 3D 等)相继出现并不断更新,但很多高校并未进行相应教学资源的完善,因此部分设计工作无法开展,教学效果不理想。

3.教学师资力量薄弱。化工项目的设计不仅要求学生具备扎实的理论基础,而且要求学生具

有大工程观。而大部分化工专业教师是由高校到高校的,缺乏相关的工程经历,工程实践能力不足。同时,目前高校教师的评价体系导致很多教师存在“重理轻工”“唯论文”等思想,难以满足实践性较强的化工设计类课程教学的要求。

鉴于此,探索新的化工工程设计教学模式至关重要。南京工业大学化工学院通过多年的教学改革,构建了一套全新的教学融合模式,以期培养优质的化工专业人才。

二、化工工程设计教学融合模式的探索

(一)赛课融合,更新教学理念

2019 年 10 月教育部印发的《关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》中指出,通过支持高校进一步完善学分制,建立与学分制改革和弹性学习相适应的管理制度,完善学分标准体系,扩大学生学习自主权和选择权,实现以学分积累作为学生毕业标准的目标。所以,设计类课程教学中融入体现行业发展的学科竞赛内容,能够促使“课程导向”的传统教学向“学习导向”的工程认证教学转变,从而全方位提升学生的素质和能力^[5]。

我院在化工设计概论、化工过程分析与合成、化工制图等设计类课程教学中,以全国大学生化工设计竞赛命题为案例,根据竞赛时间安排,要求学生查阅相关资料,定期以团队的形式进行汇报展示,以提升学生的学习自主权,激发学生的学习兴趣,体现“金课”的高阶性、创新性和挑战度。教师则通过指导学生,提升参赛作品质量,为学生顺利完赛提供充足的保障。对于获得全国成功参赛奖以上的团队,我们规定团队成员只需将设计竞赛作品相关材料参照毕业设计课程要求的格式进行修改,即可获得相应学分。这就实现了设计竞赛第二课堂创新创业成绩单与必修课程学分的互联互通,保障了学生的学习选择权。图 1 为赛课融合模式下具体的教学组织形式。

(二)科教融合,丰富教学资源

2016 年 6 月,我国成为《华盛顿协议》第 18 个正式成员,标志着我国工程教育质量与国际实质等效。这就要求我国高校必须坚持以学生为中

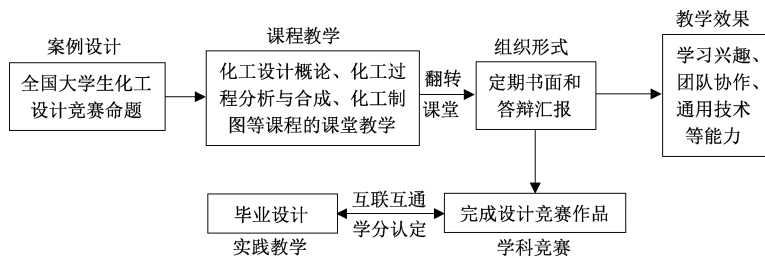


图1 赛课融合模式下的教学组织形式

心,使学生具备扎实的专业基础知识及较强的实践和创新能力。创新思维决定实践和创新能力,是衡量学生培养质量的重要指标之一^[6]。以人工智能为代表的新兴技术正在引发新一轮科技革命和产业变革,单纯依靠逻辑性推导的理论知识讲解方式很难满足解决化工产业中复杂工程技术难题的需要^[7]。因此,教师应不断丰富和更新教学资源,注重引入最新的行业前沿动态,以满足创新型人才培养的要求,实现科教融合,协同育人。

我们充分利用材料化学工程国家重点实验室、国家特种分离膜工程技术研究中心等国家级平台,将由高层次人才组成的科研团队补充进教学队伍中,将教师的研究方向或课题(如新型催化材料的研发、膜分离技术的应用等)与反应工程、分离工程课程的教学内容相结合,引导学生充分了解学科前沿和行业发展动态;同时,科研团队吸纳学生开展大学生创新创业项目,培养学生的科学素养和创新思维。科研团队和教学团队共同形成了化工工程设计指导团队,团队成员充分发挥各自的特长,指导学生综合应用多学科知识解决化工设计中的问题。科教融合模式下的具体组织形式如图2所示。

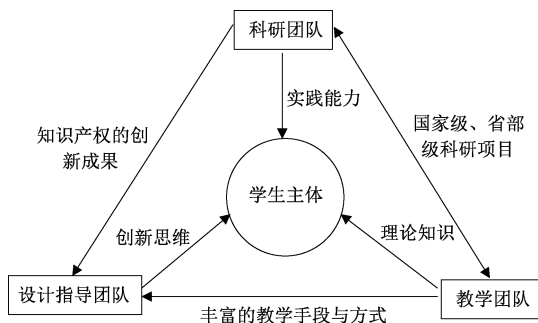


图2 科教融合模式下的教学组织形式

另外,我们不断强化信息技术与设计教学的

融合,将基于机理型数学模型的先进设计工具 Aspen Plus 教育版软件引入设计教学,将 CFD 流场模拟引入化工传递过程课程教学,同时引入鹰图公司的最新三维设计 SP 3D 软件,以加深学生的理解,强化学生进行工厂三维可视化建模的能力。

(三)产教融合,增强师资力量

党的十九大报告明确指出要深入开展产教融合、校企协同合作。然而,由于化工行业的特点,企业很难深入参与高校的工程教育^[8]。因此,探索产教融合、校企协同的工程教育模式一直是各个高校努力的方向。2011年5月,我院与中国石化集团南京工程有限公司、中国石化集团扬子石油化工股份有限公司、南京中图数码科技有限公司等合作创建了校企协同创新育人中心,用于培养化工设计人才。产教融合模式下的教学组织形式如图3所示。我们利用企业和高校两个平台,组建了企业工程师和高校教师“双师型”设计指导教师团队,组织双方共同制定培养方案和教学计划,联合进行备课和授课等。企业工程师参与数字化工厂 3D、化工设计规范 and 标准及化工节能安全与环保等课程的教学,并与学校教师联合指导学生的毕业设计,解决设计过程中的工程实践问题。另外,学校教师与企业工程师共同指导学生科技社团——化工设计创新协会的活动。企业工程师定期来校开展讲座,介绍行业动态,并参与学生“创客活动周”的活动。同时,我们还鼓励、引导和委派青年教师到企业实习,以提高工程设计能力。

三、化工工程设计教学融合模式的实施效果

(一)学分互通,加强学生的主动学习

以设计竞赛命题为案例,使创新创业成绩单与课程学分互联互通的赛课融合模式,调动了学

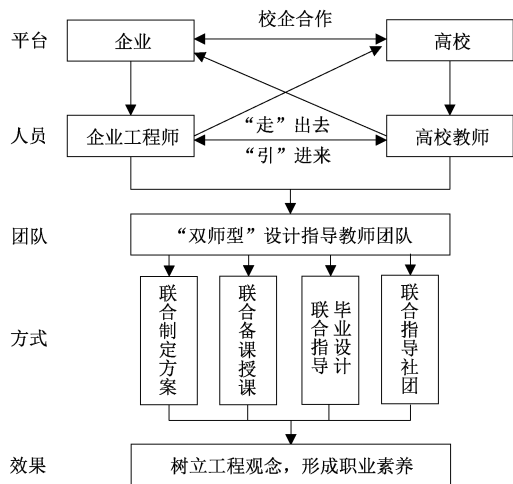


图3 产教融合模式下的教学组织形式

生的学习兴趣和主动性,使学生由“要我学”转变为“我要学”,真正成为学习的主体。我院化工类专业学生参与化工设计竞赛的队伍由以前的每年6~8支团队增加至2019年的42支,基本达到了全员参赛。

(二)集成创新,培养学生的创新思维

科教融合的模式有效培养了学生的创新思维 and 创新能力。学生能够利用新兴科学技术,从生产工艺、分离技术、过程设备、节能降耗等多个方面进行集成创新,并将教师创新性的学术研究成果应用在工程设计作品中,从而提升作品的质量。如2019年的重馏分废水一体化处理技术、2018年的三段“背包式”反应器和膜分离脱水回收甲醇技术都融合了最新研究成果,得到了国内高校的普遍认可。自2012年参赛以来,我校参赛团队已经连续八年获得全国特等奖。

(三)联合培养,强化学生的工程观念

产教融合的教学模式可以克服传统实践基地在场地、产权、投资等方面存在的困难,通过企业技术人员参与教学,解决“重理轻工”的问题,弥补学生工程性观念的缺失,让工程教育回归工程。采用该模式取得的成果经验入选中国高等教育学会“校企合作双百计划”,并在2019年11月举办的高等教育博览会上进行展示,获得了广泛好评。得益于产教融合教学模式的实施,学生可以了解行业最新动态,并掌握先进的工具软件。在校企联合培养的“卓越计划”的学生中,约有170名同

学获得鹰图公司颁发的国际通行的三维软件PDS或SP3D证书。

在赛课融合、科教融合和产教融合的教学模式下培养的学生既具备扎实的理论基础知识,又具有娴熟的通用技术使用技能和良好的沟通、表达及团队协作能力。学生初步形成了良好的职业素养,显著提高了综合能力,获得了社会的广泛认可和肯定,在升学和就业方面具备很强的竞争力。

四、结语

随着新兴技术的发展,在新工科建设背景下如何提高学生解决复杂工程问题的能力,是高校培养适应当代产业需求的工程技术人员必须要解决的问题。化工工程设计教学融合模式提升了学生学习的积极性,强化了学生的创新思维,解决了学生工程设计观念缺失的问题,为化工类技术人才的培养提供了一条有效的途径。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 黄英,李保国,雷菁,等.新工科的专业核心能力探索及课程体系构建[J].大学教育,2020(5):20-22.
- [2] 李伯耿,陈丰秋,陈纪忠,等.以创新创业型人才培养为核心打造专业新特色[J].高等工程教育研究,2011(3):97-99,108.
- [3] 赵青云,崔艳,刘帅.新工科理念下普通高校工科专业教与学的探索[J].大学教育,2020(5):40-42.
- [4] 党亚固,章鹏,费德君,等.搭建教竞联合平台,深化化工设计课程教学改革[J].化工高等教育,2020(1):100-104.
- [5] 姚月,樊志,王耀环,等.“课-赛”融合的化工设计类课程教学模式改革实践[J].中国轻工教育,2019(5):79-82,96.
- [6] 彭孝军,叶俊伟.创新驱动化工高等教育内涵式发展[J].化工高等教育,2020(1):1-7.
- [7] 周永华,钟宏,王帅,等.基于专业认证要求和科教融合理念的“互联网+课程”教学改革与实践[J].化工高等教育,2020(2):73-77.
- [8] 李文涛,俞建光.南京工业大学提升本科人才培养质量的若干实践[J].化工高等教育,2020(1):48-53.