

基于多层次过程强化的化学 工程教学改革探讨^{*}

周业丰, 陆宇剑, 胡夏一, 韩路长, 刘平乐

(湘潭大学 化工学院, 湖南 湘潭 411100)

[摘要] 在国家“双一流”高校建设背景下, 实施化学工程学科教学改革对于提高教学质量和学科影响力具有重要作用。以化学反应工程课程教学为例, 将多层次过程分析与计算机模拟有机结合, 开展项目驱动式教学, 可以让学生不断提高综合分析能力, 增强工程意识, 做到从理论知识到实际应用的有序转变。

[关键词] 化学工程; 多层次; 计算机模拟

Discussions on Teaching Reform of Chemical Engineering Based on Multi-level Process Intensification

Zhou Yefeng, Lu Yujian, Hu Xiayi, Han Luchang, Liu Pingle

(College of Chemistry, Xiangtan University, Xiangtan, Hunan 411100)

Abstract: Under the background of Double-First Class, the teaching reform of chemical engineering plays an important role in promoting the quality of teaching and the influence of discipline. Taking the teaching of chemical reaction engineering as an example, multi-level process analysis is combined with numerical simulation organically and project-driven mode is implemented to improve students' ability of comprehensive analysis and strengthen students' simultaneously engineering consciousness, achieving the orderly transformation from theoretical knowledge to practical application.

Key words: Chemical engineering; Multi-level; Computational simulation

近年来, 随着化工企业数量不断增加, 技术含量不断上升, 企业对高校化工类毕业生的数量需求不断增加, 质量要求不断提高^[1]。但一项针对高校化工类毕业生的调查显示, 46%的毕业生在

校时希望转到其他专业进行学习, 只有半数毕业生将兴趣作为当初报考化学化工类专业的首要因素, 另有很多毕业生认为化学化工企业危险、有害, 工作环境差。化工类毕业生对于择业就业的

[作者简介] 周业丰(1987-), 男, 副教授, 博士; 陆宇剑(1993-), 男, 硕士研究生。

[通信作者] 周业丰, E-mail: zhouyf@xtu.edu.cn。

^{*} 基金项目: 湖南省高等教育教学改革项目(湘教通[2017]452号)。

忧虑,体现出高等教育专业人才培养的不合理性。化学工程是一门系统、复杂的交叉学科,包含化学分子动力学、流体力学、反应器设计与选择、传热传质等基本理论,涉及内容多、范围广,对于学生各方面能力均有较高的要求^[2]。传统的“老师讲课,学生考试”的单一教学模式难以激发学生的学习兴趣,更难以培养社会需要的化工综合人才,已不再适应课程教学的需要。针对不少学生对该学科望而生畏,“不会学、不会用”的现象,如何通过优化教学模式提高学生的学习兴趣,使他们能将相关理论知识应用到实际工作中,对于综合性化工人才培养及化工企业的发展至关重要。

一、教学改革内容

(一)建立多层次教学模式

化学反应工程作为化工学科中集合微观、介观和宏观变化的一门综合性课程,涉及分子层面、反应器层面和化工流程层面^[3]。目前该课程主要采用老师讲课、期末考试的授课和考核方式,教学效果不佳^[4-5]。此外,大多数高校的化学反应工程教学仍停留在传授书本理论阶段,没有设置实践应用环节,学生难以将所学理论知识熟练地运用到工程实践中去,这门课的教学意义自然也大打折扣。现有的教学模式难以使学生真正理解和消化相关专业知识,改革迫在眉睫。化学反应工程教学应该有层次地递进,针对具体的工程应用案例,进行多层次的过程分解,并分析不同层次间的关联,最终达到提高学生分析和综合应用能力的目的。因此,教学中可将化工过程分为分子化学反应、反应器及流程系统等多个层次,从微观到介观再到宏观分别进行分析,以充分激发学生的学习兴趣,提高学生的学习效率和分析、解决实际问题的能力,实现理论最终服务于实践的目标。

(二)基于模拟软件强化学科各课程间的关联

计算机模拟作为一种新兴技术手段,具有成本低、速度快、资料完备及可模拟各种工况条件下的操作等优点^[6]。计算机模拟可以将化工设备及原理以生动、直观的形式反映出来,不仅能激发学生的兴趣,而且能有效促进学生对基础知识的学习和掌握。计算机模拟技术还可以有效、真实地

反映工况,进行复杂的工程化设计和分析,增强学生的工程意识,使其建立理论与实践的联系。化学反应工程模拟具有多层次的特性,如基于 MS、HyperChem 软件的微观分子反应模拟,基于 Fluent、MFIX、EDEM 软件的介观反应器模拟,以及基于 Aspen Plus、PROII 软件的宏观化工流程模拟。化工过程常涉及诸多化学反应、反应器、反应流程及系统,综合性较强,学生只有在学好本学科各门课程的基础上进行关联,才能融会贯通。借助实验室现有的模拟软件,教学中可以构建以多层次模拟实现过程为导向、强化课程间关联的模拟机制^[7]。经多层次模拟软件的综合应用及相关课程的关联,学生才能从微观到介观再到宏观,逐步加深对化工过程的理解。

(三)以项目驱动培养创新型人才

解决企业招聘难、学生就业难等一系列问题的关键是培养符合市场和企业需求的创新型、复合型人才。化学反应工程作为化学工程学科的重要课程,涉及传热、传质、化学反应等复杂过程,不仅要让学生掌握基本理论知识,而且要让学生会利用基本原理解决工业实际问题,具备从实验室体系到工业体系跨越的能力。因此,教学改革的重要目的是结合实际工业项目,提高学生分析和解决工程问题的能力,即以项目驱动培养创新型人才。项目驱动教学主要落实在课程设计和毕业论文等综合教学环节中。教师可以鼓励学生进入课题组,结合工程项目实例进行学习,并借助模拟软件对复杂化工问题进行多层次模拟和分析,从基础化学理论到反应器再到化工流程,逐步加深对化工过程的理解,提高实践应用能力;同时通过学习软件和阅读英文文献,提高英文水平。在此过程中,教师还可以工程应用实例反哺教学,回归教学的本质,形成项目驱动促进教学的全方位人才培养机制,培养符合社会需要的国际化优秀人才。

二、教学改革实施

针对化工类学生普遍存在的缺乏学习兴趣及工程意识薄弱的现状,本次教学改革力求改进和优化化学工程学科的教学模式,充分激发学生的

学习兴趣,提高学生的实践应用能力,进而促进本学科优秀人才的培养。下面以化学反应工程课程教学为例,介绍本次教学改革的实施。

(一)借助模拟软件实现多层次模拟

计算机模拟技术的兴起和发展促进了工业实验研究,降低了试验风险,推动了课程教学的发展,使学生的学习能力得到了提高。在课堂上,教师向学生介绍模拟软件的发展和应用,通过具体案例详细说明利用模拟软件解决工程问题的方法与步骤,让学生在熟悉基本原理的同时学以致用。学生组成若干小组,各组员明确分工,利用软件自行学习并请教相关课程老师,独立完成任务,然后共同讨论和分析各部分存在的问题并加以改进。教师要求各小组成员相互合作,借助模拟软件将化工过程进行分解,首先模拟分子反应层次过程,解决微观化学反应实现的问题;其次模拟反应器层次过程,解决介观的传递、流动、反应耦合的问题;最后模拟化工流程层次过程,解决宏观的流程和系统优化的问题。通过以上多层次、多尺度的模拟及强化,学生可以更加深入地了解由微观到介观再到宏观的化工过程,不断提高分析与解决问题的能力。值得注意的是,不同专业的课程涉及不同的学科知识,本次教学改革措施有望应用到其他学科。

(二)结合工程实例实施多层次分析

在化学反应工程的教学过程中,教师可结合工程案例,由浅入深、由简到繁地分层次讲解基本知识。如在讲授聚乙烯合成工业时,教师首先应该从聚乙烯合成反应原理(即分子层面)入手,随后进入分子、反应器层面,包括实验室规模和中试规模,最后以反应器为操作单元带领学生逐步认识和了解工业化工流程层面。此外,教学中应设置工程应用实例分析环节,对学生加强多层次过程分析的引导;结合具体的工程实例安排学习任务,让学生以团队合作的形式,将课堂所学理论知识应用于分析并解决具体的工程问题;形成具体的考核机制,让学生以书面报告或PPT形式展示案例分析成果,并以合适的权重计入最终考核成绩。

(三)依托教学资源拓展学生国际视野

学习书本知识是基础,而有效地运用知识才是最终目的。本次教学改革的目的就是要提高化学工程学科的教学质量,培养符合市场和企业需求的创新型、复合型人才,推动工业、社会的长足发展和进步。因此,教师可依托现有的工程项目和课题组学术资源,积极鼓励学生进入课题组,通过学习具体项目中复杂的工程实例来强化化工过程模拟软件的应用,并进行多层次的模拟及分析,这样就能在完成项目任务的基础上反哺教学。与此同时,教师可以让本科生与研究生共同学习英文软件,研读经典的英文文献,开拓他们的科研视野,锻炼其科研能力。此外,教师可以借助课题组的资源,为本科生提供到国内外知名高校课题组合作交流的机会,将项目与教学科研相结合,以科研带动项目,以项目驱动教学,从而提高学生的工程思维和英文水平,加强国际校际交流,为培养国际化优秀人才奠定基础。

三、建立高效的教学评价体系

为了评价课程教学改革的成效,我们需要建立一套公平、高效的课程教学评价体系。国际权威认证机构 ABET 在评价化学反应工程教学效果时有五大要点:1.应用数学和相关工程知识的能力;2.设计实验、分析和处理数据的能力;3.设计满足要求的反应器系统的能力;4.识别、表达并解决工程问题的能力;5.使用现代工程工具的能力^[8]。可见,国际上对化学反应工程课程教学的评价,不仅仅关注学生对基础理论的掌握情况,更加关注学生应用现代化工工具解决工程问题的能力。以往的课程评价体系主要以考试成绩来评价学生对课程的掌握程度和教学绩效,因此,建立高效的教学评价体系至关重要,改革中应注意以下三个方面。

第一,学生层面。除了关注考试成绩,评价体系应注重考查学生对知识的掌握程度和工程实践能力,从多角度体现学生的课程实验设计能力、学术交流能力和解决工程问题的能力等。

第二,学校层面。学校应建立全方位、多层次的课程教学模式和评价体系,注重顶层设计,结合

产学研项目教学成果,在评价学生对课程的掌握程度和工程实践能力的同时,进一步评判学科影响力。

第三,社会层面。结合国家供给侧结构性改革,现代大学应着力培养满足社会和企业需求的应用型、综合性人才,以更好地传承“工匠精神”。教学改革成效应由市场和企业评判,实事求是。

综上所述,建立高效的教学评价体系应包括学生、学校和社会三个层面,这不仅关乎学生个人发展,而且对于学科建设、社会发展具有重要作用。

四、结语

改进化学反应工程教学模式、利用计算机模拟辅助教学已成为助力我国化学工程学科走向世界的一种有效途径。在传统教学模式基础之上,引入计算机软件模拟,以具体的工程项目实例为依托,让学生对化学反应工程中微观到宏观的多层次过程进行模拟,并应用专业知识完成具体化工过程的强化和优化,有助于加深其对不同层次过程的理解。本文提出的教学改革措施对于提高学生理论水平和实践能力、增强学生化工安全生产意识、提升学生反应器工程设计能力和化工

生产流程优化能力具有重要意义。

(文字编辑:孙昌立)

参考文献:

- [1] 李青云. 化学反应工程课程教学的几点体会[J]. 广州化工, 2014, 42(18): 241-242.
- [2] 辛志玲, 张萍, 郭文瑶, 等. 化学反应工程教学改革与实践[J]. 广东化工, 2017, 44(4): 147-148.
- [3] 曹发海, 闫宇强, 耿桐, 等. 化学反应工程教学中安全环保理念的培养及实例分析[J]. 化工高等教育, 2018(6): 83-86.
- [4] 于绍慧, 丁虹. 应用型本科院校中数学建模课程的教学改革[J]. 合肥师范学院学报, 2011, 29(3): 21-22.
- [5] 李凤海, 陈艳丽, 樊红莉. 基于应用型能源化学工程人才培养的《化学反应工程》教学改革探索[J]. 教育现代化, 2018, 5(40): 96-97, 100.
- [6] 郭晓亚, 王勇, 孙炜伟. 化学反应工程课程中的教学方法探索[J]. 化工时刊, 2018, 32(3): 55-56.
- [7] 张先明, 王云飞, 孟根其其格, 等. 化学反应工程课程本科教学实践与探索[J]. 教育现代化, 2018, 5(6): 73-74.
- [8] 孙伟振, 许志美, 刘涛, 等. 化学反应工程课程教学的量化评价体系建设——国际认证背景下的教学改革与探索[J]. 化工高等教育, 2018(6): 15-18.