

化工过程合成与分析的案例教学实践^{*}

刘桂莲, 杨艳, 冯霄, 方涛, 张桥, 杨敏博

(西安交通大学 化学工程与技术学院, 陕西 西安 710049)

[摘要] 化工过程合成与分析是化工专业学生的重要课程。文章以该课程的“案例教学+精作业”的教学模式为例, 阐述了基于案例的知识点讲授层次和精作业要点。该教学模式有利于加深学生对理论知识的理解和认识, 激发学生的探索 and 创新能力, 强化学生处理化工实际问题的能力。

[关键词] 化工过程合成与分析; 案例教学; 精作业

Practice of Case Teaching on the Synthesis and Analysis of Chemical Process

Liu Guilian, Yang Yan, Feng Xiao, Fang Tao, Zhang Qiao, Yang Minbo

(School of Chemical Engineering and Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049)

Abstract: Synthesis and Analysis of Chemical Process is an important course for students majoring in chemical engineering. This paper introduces the teaching mode of "case teaching + meticulous homework", and explains the knowledge level and key points of the case-based teaching mode. This teaching mode is conducive to deepening students' understanding of theoretical knowledge, stimulating students' exploration and innovation ability, and strengthening students' ability to deal with practical problems in chemical industry.

Key words: Synthesis and analysis of chemical process; Case teaching; Meticulous homework

化工过程合成与分析是化学工程与技术学科的专业基础课, 该课程的教学目标是使学生能应用化工过程模拟开发新型化工过程和改造现有工厂技术, 运用系统的观点和方法研究化工过程的开发、设计, 优化设备之间的最优连接组合方

式, 实现化工过程系统在开发、设计、操作、管理等各个层面的最优化^[1]。

该课程的内容涉及化工过程各层次的模拟、设计和优化, 以及各层次之间的集成分析^[2], 课程综合性强、知识点多、知识面宽, 学生学习和理解

[作者简介] 刘桂莲(1974-), 女, 教授, 博士。

[通信作者] 刘桂莲, E-mail: guilianliui@mail.xjtu.edu.cn。

^{*} 基金项目: 西安交通大学研究生教育改革项目。

起来较为困难^[3]。从工业案例出发讲授相关的设计、模拟和优化,有利于加深学生对理论知识的理解和认识,激发学生的探索和创新的能力^[4]。利用“精作业”可强化学生的创新意识、创新能力和处理化工实际问题的能力,提高学生的综合素质^[5]。

一、基于案例的知识点讲授层次

化工过程包括反应、分离、能量/质量交换网络和公用工程系统,各层次环环相扣,如图 1 所示。在化工过程设计、模拟和优化过程中,工程设计人员需基于化工热力学、化工单元操作和最优化的知识,综合考虑各设备和流股,从技术和经济两方面进行集成分析,确定最优设计和操作方案。

案例教学是指以选定的案例为蓝本,从背景出发逐步提出相关问题,针对每一个问题介绍相关的分析和优化方法,并据此对案例进行优化和完善,从而循序渐进地实现完整的系统集成和优化。案例要能贯穿集成分析和优化各层次的知识,展示相关知识所解决的问题和效果,使学生逐步学会运用知识解决问题。案例教学对知识的运用有更好的诠释,学生在学习过程中不仅不会感觉枯燥,而且能深刻理解知识及其运用。

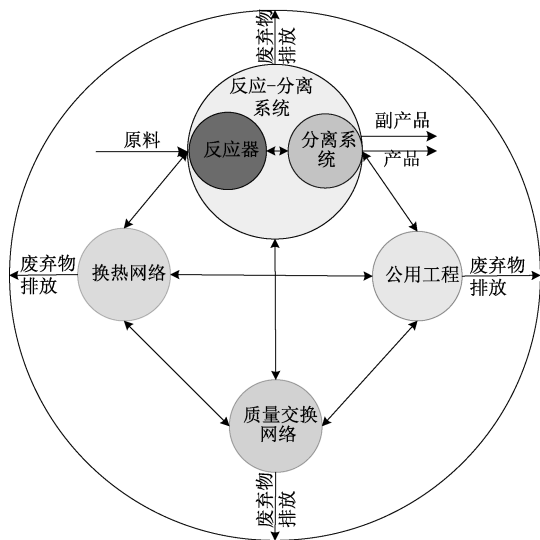


图 1 化工过程各层次的互相影响

从案例出发讲授化工过程的合成与优化知识点时,可按以下思路进行,知识点讲授层次如图 2 所示。

1. 案例的选择。课程内容涉及反应、分离和换热网络的设计、合成和优化及不可分割子系统的辨识和切割,因此所选择的案例应尽可能涵盖

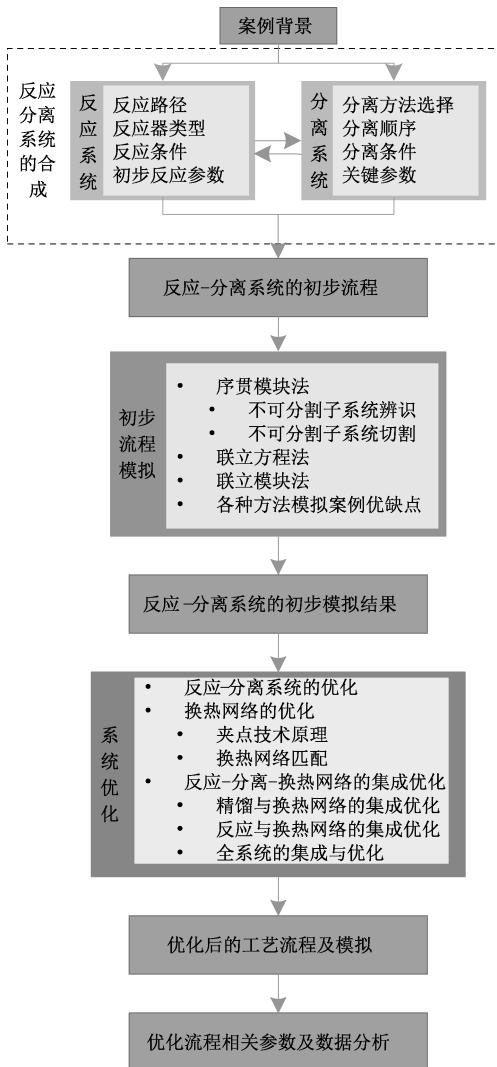


图 2 基于案例的知识点讲授层次

上述知识点。煤制液氢、环氧乙烷的合成系统都是很好的案例。

2. 反应-分离系统的合成。反应和分离系统相互影响,教师除了讲授相关知识点外,还要强调相关选择对于后续系统和整个流程的影响,以培养学生综合分析的能力。如反应器转化率的选择影响产品的选择性、反应器的流出物、分离系统的负荷、分离顺序和能耗等,由于未反应原料的循环,分离系统的性能也影响反应系统。

3. 初步流程模拟。为强化学生对模拟方法的认识,教师在讲授过程中可结合案例展示不可分割子系统的辨识和切割、三种模拟方法的特点、模型和模拟结果。

4. 系统优化。在化工生产系统中,各流股、各设备及其操作参数均影响系统的性能。系统优化

部分主要介绍在考虑这些因素的前提下对整个系统进行优化的方法和思想,这是该课程的核心内容。教师可通过贯穿全部知识点的案例,在不同的优化阶段讲授不同的优化方法和原理。

5. 优化流程的模拟和分析。教师可针对案例的优化流程进行模拟,比较优化前后的关键参数、能耗、产率和经济效益,并与优化措施耦合分析,强化学生对于优化的认识。

二、利用“精作业”巩固知识

针对本课程实践性强的特点,教师布置具有一定挑战性的“精作业”,以使學生巩固所学知识,通过实践体会优化过程,并完善知识结构。该过

程也可以锻炼学生在充分考虑多因素影响的前提下设计化工系统、解决化工问题的实践能力,强化学生的工程意识。精作业的题目不是针对一个知识点,而是针对具有代表性的化工生产系统的设计和优化。作业题材应在综合考虑学生兴趣、题目综合性和创新空间的基础上确定,如以图3所示的“直柴加氢系统的优化”为题,让学生通过分析和模拟,探讨反应器和精馏塔的操作变化对系统能耗的影响。学生需综合利用化工热力学、反应工程和化工原理的知识,以及化工过程合成与分析的优化方法进行换热网络、反应器和分离设备的模拟和集成分析。

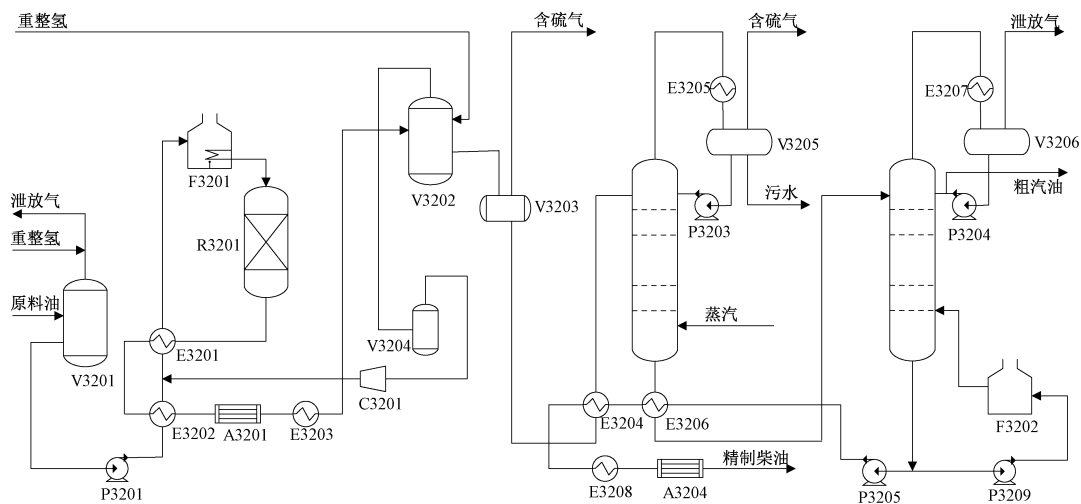


图3 直柴加氢装置流程图

精作业具有一定的挑战性,有助于激发学生的学习兴趣,使学生获得成就感和满足感。该方法适用于学生能力和素质的培养,具有知识留存率高的特点。

三、结束语

针对化工过程分析与合成课程综合性强、知识点多、知识面宽的特点,我们遵循学生认知的规律,采用“案例教学+精作业”的教学模式,从工业案例出发讲授设计、模拟和优化的相关知识,以加深学生对理论知识的理解和认识,培养学生的探索 and 创新能力;并通过精作业锻炼学生在充分考虑多因素影响的前提下设计化工系统、解决化工问题的能力,强化学生的工程意识和创新能力。该模式有利于培养具有创新意识 and 创新能力的高素质专门人才。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 马立国,孙德,李天一,等.化工过程合成与分析课程教学中的体会[J].化工高等教育,2010(5):81-83.
- [2] 项东,靳通,方远婷,等.化工过程分析与合成中序贯模块法与 Aspen 模拟的集成案例教学[J].化学教育,2018(16):68-71.
- [3] 张香文,郭伟.化工过程合成与分析教学的初步探索[J].化学工业与工程,2005(11):103-105.
- [4] 张恒,王婷婷,丁养军.以工程实践能力培养为目标的化工过程分析与合成教学改革实践[J].化工高等教育,2017(11):77-80.
- [5] 焦纬洲,刘有智,栗秀萍,等.化学工程与工艺专业应用型人才培养模式的研究与实践[J].化工高等教育,2014(2):23-25.