

聚合物合成工艺设计相关课程教学的研究与探讨

张震乾*, 丁永红, 李 坚, 俞 强

(常州大学材料科学与工程学院, 常州 213164)

摘要: 聚合物合成工艺设计课程是高分子材料及相关专业的一门重要课程。根据聚合物合成工艺设计及相关课程的特点, 对教学内容和手段进行了必要的调整和更新。针对教学过程中出现的问题, 提出了课程相关内容组合的方法。在原有课程的基础上, 增加了化工软件基础、聚合物生产设备和化工实习等课程和实践环节。采用了相关课程密切配合、增强学生主观能动性、和教师互动等手段, 使理论知识和实践应用有机的结合。通过以上方法, 教学取得了良好的效果, 并达到了预期教学目标。

关键词: 聚合合成工艺设计; 教学; 方法

进入 21 世纪以来, 通过石油工业、有机合成工业和高分子成型工业的协调发展, 我国的聚合物合成工业取得了明显进步, 基本满足了对聚合物合成原料的需求。目前主要任务是完成从聚合物材料的生产和消费大国到强国的转变, 因此需要对聚合物材料的合成方法和工艺进行进一步研究。

聚合物合成工艺设计作为高分子及相关专业学生的主干课程, 通常是安排各门专业课程(高分子化学、高分子物理、高分子合成工艺学、化工原理和相关化工设备知识)之后, 毕业环节工作开展之前^[1~6]。本课程具有很强的工程实践性, 其目的就是要培养学生综合应用各种专业知识解决工程实际问题的能力, 使学生走向社会后能够尽快地适应迅猛发展的科学技术对人才的需求。通过本课程的学习, 要求学生以聚合物合成工业生产装置为例, 了解聚合生产装置开发的全过程及特点, 了解工艺设计的重要意义及作用, 了解各种专业知识在工程实践中的应用, 掌握化工工艺设计的主要内容、基本步骤及工作方法, 掌握现代化工艺设计工具, 提高学生工程计算能力及工程制图能力, 为培养现代化工程技术人员打下坚实的基础。

由于聚合物合成工艺设计较为复杂繁琐, 可选择的教材较少, 教学内容和手段较为有限, 因此, 在分析国内外聚合工业设计基础上, 我们结合实际情况对聚合物合成工艺设计课程教学内容和手段进行了研究和更新。

1 教学内容更新

本课程设计是在完成聚合物合成工艺之后, 在建造聚合物化工生产装置之前, 按照一定的任务要求, 将化工装置的生产过程全部用图纸、表格、文字说明等方式概述出来的过程及结果^[1]。主要内容涵盖设计内容和设计程序、工艺流程设计、物料衡算、热量衡算、设备工艺计算和车间布置管道设计等方面。核心内容为聚合工艺流程设计和三算(物料衡算、热量衡算和设备工艺计算)。

传统的教学方法一般采用 36 或 48 课时授课, 这种教学方式存在有较多的问题, 如教学过程中需要具体的工程实践; 涉及工艺流程的选择, 需要学生对聚合物合成工艺比较熟悉; 三算设计较多的参数选择和数学计算, 需要专业的计算软件和绘图软件; 和其它课程关联度较高等。

借鉴化工设计教学方法^[8], 从 2011 年起我们提出了课程相关内容组合的方法, 在原有基础上, 增加

10.14028/j.cnki.1003-3726.2015.03.011

收稿: 2014-04-28; 修回: 2014-09-01;

基金项目: 常州大学科教基金项目(批准号: GJY13020024);

作者简介: 张震乾(1973—), 男, 副教授, 从事高分子材料专业教学工作;

* 通讯联系人, E-mail: zqzhang@cczu.edu.cn.

了化工软件基础、聚合物生产设备和化工实习等课程和实践环节,具体的组合内容见表 1。

表 1 聚合合成工艺设计及相关课程的组合和顺序

Table 1 Sequence and combination of the polymerization process design course and its relatives

序	课程名称	性质	时间安排	主要内容
1	化工原理	专业基础	第二学年	以单元操作作为内容,以传递过程原理和研究方法为主线,研究各个物理加工过程的基本规律,典型设备的设计方法,过程的操作和调节原理。
2	化工软件基础	专业基础	第三学年上	化工及相关软件,新增如 Autocad、PIDCAD、Aspen、Matlab 等专业软件选学。
3	聚合物合成工艺学	专业课程	第三学年下	聚合物合成工艺基础,主要为合成树脂与塑料、合成纤维和合成橡胶合成工艺。
4	聚合物生产设备基础	专业课程	第三学年下	聚合设备,主要为合成设备、分离设备和脱水干燥设备。
5	聚合物合成工艺设计基础	专业课程	第四学年上	聚合工艺流程设计和三算课堂教学。
6	聚合工艺实习	实践环节	第四学年上	聚合物生产工厂实习,如扬子乙烯、华润聚酯、新湖石化等。
7	聚合合成工艺设计	实践环节	第四学年上	聚合合成工艺设计、三算和聚合流程图、节点图、设备图和布置的绘制。

表 1 所列课程既有相对的独立性,又有一定的相关性。通过化工原理、聚合物合成工艺学、聚合物生产设备基础和聚合物合成工艺基础的教学,学生有了聚合合成工艺设计的基础知识和基本框架。工艺流程是指在整个生产过程中,各种物料在各个工序及设备之间流动的过程及变化情况;工艺设计是将所选定的工艺路线具体化的过程,是整个设计工作的主线和核心^[1]。通常某种聚合物的生产工艺流程可以有几种选择,以 ABS 树脂为例^[2]:从最初的全乳液聚合,发展到种子乳液聚合和悬浮聚合相结合,到应用最为成熟的种子乳液聚合与本体聚合相结合,再到目前最为先进的全本体聚合法,这几种工艺流程对产品成本、设备、场地、资金和三废处理等方面有着明显的差异。通过对这些实例的表述和剖析,使学生明确工艺流程选择和工艺设计的重要性和关键作用。新增加了聚合物生产设备基础的内容,包括合成设备、分离设备和脱水干燥设备三个方面,使学生了解设备的种类、选型依据和特点。

聚合工艺实习是较为重要的实践性课程,一般安排在课程设计之前,在工艺学、设备和工艺设计基础课之后,是聚合工艺设计重要的一环。由于学校所处地区聚合工厂资源较为丰富,为深入工厂进行生产实习提供了方便。由教师带队,结合聚合物合成工艺设计课程的需要,对聚合工艺、设备和设计基础等内容进行现场讲解教学。在生产一线进行现场教学和实习,让学生感觉所课程的内容不再空泛和抽象,不仅提高了学生的感性认识,更有利于对理论知识的深入理解和掌握。

在三算过程中涉及大量的计算,因此应用计算和绘图软件成为必然选择^[9]。常用的有 PIDCAD 绘制工艺流程图;AspenPlus 进行物料衡算和热量衡算;AUTOCAD 绘制化工设备装备图;PDMAX 绘制车间布置图;采用 Matlab 或 Excel 进行经济评价等。由于有大量的应用软件可以选择,针对实际情况,以 PIDCAD 和 AspenPlus 软件为重点,同时应用较为熟悉的 Excel 软件辅助计算。通过软件演示和实际操作,简化了较为繁琐的计算过程和绘图过程,提高学生对课程的兴趣和效率。

2 课程实施

本课程的实施取决于两方面:一方面相关课程需要密切配合;另外一方面是学生的互动过程。为了使教学内容和相关知识点能够合理地进行关联与衔接,设定了相关课程内容及目标(见表 2)。

以上所设定的目标基本用的课时都在课程计划范围内,是课程的一部分内容,学生没有额外的负担。例如,要求学生完成某种聚合工艺综述,其内容包括聚合单体来源、选择某种聚合工艺以及选择依据、单体的物性以及原材料的精制、引发剂或催化剂的配置、聚合反应、分离过程、聚合物后处理和回收过程等方面进行综述。通过学生的互动可以完成对聚合物合成工艺设计的物料衡算内容的基本认识,对聚合物合成工艺学加深了解。

表 2 课程设计相关课程内容和目标

Table 2 Content and target of the design course and its relatives

课程	目标	内容
化工软件基础	每个学生完成一项化工专业软件学习。	采用 CAD 绘制反应釜、搅拌桨、设备布置图等;完成聚合流程设计某项小计算。
聚合物合成工艺学	选择一种聚合物和一种工艺方法,完成聚合合成工艺综述。	ABS、PS、PE、PP 和 PVC 等常见或聚合新材料的合成方法。
聚合物生产设备基础	选择一种反应器或搅拌装置,进行选型和简单的设计。	釜式、管式、塔式、流化床等反应器;框式、锚式、涡轮式、螺杆式等搅拌装置选型依据和简图。
聚合工艺实习	了解实际工厂的生产工艺流程	从工艺流程设计和三算角度,完成实习报告。

通过相关课程的协同,在完成聚合物合成工艺设计课程授课过程中,采用教材和实例相结合的方法传授,完整的实例有利于理解整个工艺设计的选择、计算、车间布置和管道布置等内容。为了培养学生综合运用理论知识的能力,掌握分析与解决实际问题的方法,实现知识向能力的初步转化,在授课中后期,发放《聚合物合成工艺设计》课程设计指导书,让学生按要求完成课程设计的课题。

学生的互动方面采用分组的方法,一般采用 3~4 人一组完成某项工艺设计。每人有具体明确的任务和工作,教师进行全程指导。比如,有的同学重点进行资料的收集、有的人重点进行工艺流程图的绘制或者工艺的叙述。既有分工,又有合作,不仅可以提高完成课题的效率,可以培养学生的协作意识和沟通能力。

通过以上安排,使学生从感性到理性对聚合物合成设计工作有了较为全面的认识,有利于完成聚合物合成工艺设计的课题。

3 教学效果

通过引导学生综合运用已学的聚合物合成工艺设计、聚合物合成工艺学和一些基础学科课程知识,使学生进一步切实掌握聚合物合成工艺设计的一般原理和方法。综合比较实施课程更新前后的效果,发现主要有以下几个方面的进步:(1)学生独立思考、分析和解决工程设计问题的能力提高了,显著地减少了相互抄袭的现象;(2)学生在理论计算、工艺设计、工程制图和文献检索的综合能力提高了。在工艺设计过程中,不需要老师过多的对聚合工艺设计细节内容进行补课;(3)增强了学生的相互协作能力,使设计完成进度显著加快。以前需要 4 周才能完成的工作而现一般 3 周左右就可以完成。

4 结语

随着时代的变迁,聚合合成工艺设计的内容也会随之发生变化。针对我国在“十二五”乃至“十三五”提出的产业转型对人才的新要求和目标,我们对聚合合成工艺设计及相关课程进行了研究和探讨。通过对相关课程组的协调,完成了本课程的内容更新,并提出了具体实施手段,探讨了教学过程中出现的问题。采用多种教学手段,使理论知识和实践应用有机的结合,改变了传统教学内容和方法,取得了良好的教学效果。

参考文献:

[1] 陈昀. 聚合合成工艺设计. 北京: 化学工业出版社, 2004: 1~189.

[2] 赵德仁, 张慰盛. 高聚物合成工艺学. 第二版. 北京: 化学工业出版社, 2004: 1~497.

[3] 李克友, 张菊华, 向福如. 高分子合成原理及工艺学. 北京: 科学出版社, 1999: 682~745.

- [4] 张震乾. 高分子通报, 2009, 12: 72~74.
- [5] 何卫东, 白如科, 潘才元. 高分子通报, 2010, 7: 103~106.
- [6] 郭正虹, 方征平, 程捷. 高分子通报, 2011, 1: 105~108.
- [7] 谷亚新, 徐自文, 刘运学, 范兆荣. 高分子通报, 2005, 12: 137~141.
- [8] 祝铃钰, 许轶, 姚克俭. 化工高等教育, 2012, 125: 98~102.
- [9] 李谦. 计算机在化学化工中的应用. 北京: 化学工业出版社, 2010: 1~236.

Teaching Method on the Polymerization Process Design Course and its Relatives

ZHANG Zhen-qian^{*}, DING Yong-hong, LI Jian, YU Qiang

(*School of Materials Science and Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China*)

Abstract: The polymerization process design is the one of the important specialized course of polymer material and relatives. Based on the detail analysis of the problems existing in polymerization process design course and its relatives, the teaching content and method were updated. Aiming at the problems of teaching process, the content of relative courses was associated with the design course. The teaching content of the chemical software foundation, the polymerization production equipment and the chemical engineering practice was combined with the original course. Through the multiple teaching methods, such as the close coordination of the design course and its relatives, the enhancing activeness of students and them interaction with teachers, the theoretical and practical knowledge were organic fused together. Through this way, the better teaching results were obtained, and then the anticipated instructional objectives were achieved.

Key words: Polymer polymerization technology; Teaching; Method