

工程教育专业认证推动下“聚合物制备工程”课程教学改革探索

高大海*, 戴玉华

(北京石油化工学院, 北京 102617)

摘要:“聚合物制备工程”在本专业毕业要求中承担了重要的支撑作用。本文根据“新三中心”理论,在课程教学设计方面进行了较为细致的探索,提出根据国家战略需求和社会需要确定教学目标,妥善选取并更新教学内容,综合运用案例教学法、启发式教学法和任务驱动教学法促进学生的自主学习,并合理设置平时教学的过程考核。课程教学改革的落脚点在于建立并强化学生对本课程的学习动机,加强学习效果,实现知识与能力、素养的统一,为毕业生的职业发展提供精神动力和智力支持。

关键词:工程教育专业认证; 聚合物制备工程; 以学生为中心; 过程考核

引言

自 2016 年我国成为《华盛顿协议》正式成员国以后,我国工程类专业的发展进入了历史新时期,工程教育专业认证工作在国内高校普遍开展,专业教育培养质量逐渐与国际接轨,实现互通互认。高分子材料与工程专业是以高分子科学为重要基础,但实践性很强的工程类专业,旨在培养高分子领域内从事工艺设计、生产管理、产品研发、技术服务等方面的毕业生。截至 2019 年上半年,全国各地共有 25 所院校的高分子专业通过了工程教育专业认证。在此契机下,高分子专业的人才培养更应聚焦前沿,着力培养面向世界,面向未来的工程技术人才。

作为我校高分子专业本科生的重要专业必修课,“聚合物制备工程”以聚合物合成工艺学为主要内容,位于基础理论联系生产实际的关键节点,具有承前启后的作用。通过本课程的学习,学生将获得主要工业聚合物产品制备方法和产品质量的控制方法,了解主要聚合设备及其作用,从而使高分子化学理论知识和工业生产工艺达到有机结合,强化学生的工程思维,提高解决复杂工程问题的能力。学生在了解工业聚合物合成的基本知识、技能基础上,能辩证地分析聚合过程的关键因素,进而初步具备工业规模的聚合反应配方设计、实施方法、工艺开发与改进的能力,为今后从事高分子材料制备与开发工作奠定基础。此外,在学习工业聚合物制备工艺的同时,逐渐认识到工艺过程对社会、健康、安全、法律及文化的影响,树立良好的社会责任感。

1 立足社会需求,明确教学目标

北京石油化工学院高分子材料与工程专业自 1993 年开始招收本科生,至今已向社会输送了 2000 余名本科毕业生。经过全体教师的不懈努力,专业在 2010 年成为北京市特色专业,2011 年获批教育部“卓越工程师教育培育计划”试点专业,2016 年秋通过国家工程教育专业认证。本专业面向国家中长期发展规划,特别针对北京市的战略需求,将目光聚焦于新兴功能材料领域,着力培养应用型工程技术人员,全面培养学生基础知识、应用能力以及综合素养,使他们在功能高分子材料的设计合成、改性、成型加工及应用等领域,从事工艺设计、生产管理、产品研发、技术服务等方面工作,为社会输入工程实践、交流沟通、

10.14028/j.cnki.1003-3726.2020.11.011

收稿:2019-10-08;修回:2019-12-21;

基金项目:北京石油化工学院 2018-2019 学年“以学生为中心”教学范式改革校级教改重点立项项目(ZDFS-GG20190701);

* 通讯联系人:高大海(1982-),男,汉族,黑龙江省哈尔滨市人,博士,讲师,研究方向为功能聚合物-无机纳米复合材料。E-mail: gaodh@bpi.edu.cn.

团队协作、创新意识、环境意识与社会责任感较强,具备可持续发展视野,适应高分子材料及相关领域发展的应用型工程技术人才。

目前绝大多数院校的高分子专业都开设了“聚合物制备工程”或“聚合物合成工艺学”课程,其内容综合性强,以高分子化学、高分子物理和化工原理、机械基础等预修课程为基础,研究如何将实验室规模的聚合物合成转化为工业规模的生产工艺,大量体现了复杂工程问题。本课程的教学目标根据专业毕业要求以及本课程的重要地位而制定,注重以学生学习成果为导向,提出 5 项课程教学目标,如表 1 所示。表 1 所述目标需通过对教学内容的合理选取以及适当教学方法的实施方能有效完成。实现上述培养目标的路径以及手段将对教学效果产生关键作用。

表 1 本课程的课程教学目标
Table 1 Cultivating objective of this course

课程目标 1	描述常见工业聚合物制备过程,根据聚合反应原理初步判断其生产工艺路线,比较不同工业聚合物合成工艺过程及其特点。
课程目标 2	找出聚合物合成工艺的关键影响因素,提出有效的控制手段。
课程目标 3	分析原料性质和聚合反应条件,设计、优化高分子生产工艺流程。
课程目标 4	使用计算机仿真软件模拟操作工业聚合物主要生产流程,处理操作中的发生的异常问题,指出模拟的局限性。
课程目标 5	评价聚合物生产过程对社会、健康、安全、法律和文化等方面的影响,加强社会责任感。

2 健全课程体系,精选教学内容

根据表 1 中设定的课程目标,本课程内容介绍多种聚合物工业产品的聚合工艺流程,以及所涉及到的原料选择、工艺条件确定、聚合反应器、分离和回收方法、节能减排等方面的内容。为了强化学生的工艺流程观念,并初步建立对实际生产过程的控制能力,课程还以聚丙烯 Unipol 生产控制系统为载体,加入了上机实践环节,做到理论与实践并重。课程理论学时为 28 学时,上机学时为 20 学时。

目前课程教材采用 2013 年出版,王久芬等主编的《高聚物合成工艺》第 2 版。该教材在介绍预备知识与原料生产路线后,以聚合机理为主线,每一种聚合机理都以一种或若干种聚合物工业产品为代表,讲述其工艺流程与生产时遇到的工艺问题。全书内容全面而且简明、易于掌握,便于应用性本科专业教学。受教学时数的限制,课程内容涵盖生产单体的原料路线、自由基聚合四大聚合方法、离子聚合、逐步聚合及其聚合物产品生产工艺,注重知识点逻辑性,力求条理清楚、重点突出。具体开展教学时,不拘泥于教材上所介绍的工艺流程,同时注意到近年来聚合物生产工艺的发展,课堂上适时传授新工艺和新进展,并对生产同类聚合物的多种工艺做对比。教材内容作为课上内容的补充,为学生提供重要参考。这种内容上的安排与调整,适应当前高等教育领域所倡导的“讲一、学二、考三”的做法。

3 改进教学方法,强化过程考核

“以学生为中心”是工程教育专业认证的核心理念之一。根据“新三中心”理论^[1],以学生为中心的教学包含三层含义:以学生发展为中心、以学生学习为中心,以学习效果为中心。该理念区别于过去的“老三中心”,即以教师、教材、教室为中心。构建“新三中心”的课堂,教师的职责仅仅是设计好教学的过程,创造有利的学习情境,采用恰当方法公开评估原则并确立行之有效的管理模式,引导学生自发的学习动机与自主的学习过程,最终落实到学生知识能力和综合素养的有效提升,确保达成毕业要求。因此,对课程教学方法的安排要遵循大学生的认知规律,根据具体知识点结合多种教学方法,使学生主动获取知识,在自己头脑中形成问题解决方案,以实现知识学习与能力培养并重、专业技能掌握与综合素养提升并重的学习模式。成绩评定是教学评价中的重要环节。为了防止学生临考突击、忽视平时课堂学习,课程强化了平时的过程考核,将大量得分点安排在平时课堂教学活动中,成为激励学生主动学习的必要手段。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2020.11.011

3.1 教学方法的探索与改进

我校“聚合物制备工程”课程的改革进程中,戴玉华、顾凯^[2]已对课程教学法的改革做了初探,他们提出将案例教学法与启发式教学法引进课程中,与传统教学法相辅相成、互为补充。教学实践中发现,以我国聚合物生产实例作为案例,极大程度吸引学生学习的积极性,唤醒学生推动民族工业向前迈进的热情;启发式教学法则激起学生思考关键问题的热情,有助于实现知识在头脑中的信息加工。两种方法都将学习的主动权下放给学生,不仅传授聚合物工艺学知识,而且培养了分析、解决问题的能力,较好贯彻了“新三中心”的宗旨。其他院校的聚合物工艺学课程改革方面,林英^[3]、王小俊等^[4]提出在课程中让学生上台试讲、刘志雷等^[5]引进课堂问题讨论等方式,将以学生为中心的“翻转课堂”教学具体实现,也取得了较好的效果。

最近一两年来,本课程在前期教学改革的基础上有了进一步的发展。首先,强化了案例教学的深度和广度,课堂上大量引用我国聚合物工业生产的历史经验和最新技术进展,唤起学生对我国聚合物合成工业的民族自信心和自豪感,通过此方法建立了高层次的学习动机。例如以我国自主研发顺丁橡胶生产工艺作为案例^[6],课堂上讲述了在国外技术封锁之下,该工艺从无到有、从初步确立到日渐成熟的过程,最后获得国家科技进步特等奖的经历。另外,在采用启发式教学法时,精心设计课堂教学模式,尽可能从学生熟悉的问题逐渐过渡到重要知识点,学生在教师指导下,一步一步拆解知识点,再予以重新组合,成为新知识点,从而留下深刻的印象。

具体实施方面,在讲授 C4 组分 DMF 抽提(萃取精馏)制备丁二烯工艺时,首先引入一道关于普通精馏分离的高考工艺流程题。这是学生相当熟悉的材料,有利于激发学生的学习热情与关注度。接下来,从中抽象出分离液态混合物的一般方法,再将此一般方法应用于萃取精馏工艺中,让学生区分此工艺所带来的相同与不同,得出分离 C4 组分的最终解决方案,具体教学设计路径如图 1 所示。上述教学过程激励学生通过类比的思维方法,主动利用熟悉的旧知识,自行导出新知识。讲授丁基橡胶生产工艺一节时,通过分析丁基橡胶机械性能与聚合温度的关系,让学生自行得出丁基橡胶应低温聚合、有效撤热,反应器自然成为聚合的关键因素。对于如何实现有效撤热,教师并未直接告诉学生,而是援引了“化工原理”课程中有关对流传热的知识点,引导学生思考,自行得出强化的传热具体措施,进而掌握丁基橡胶工艺流程及其反应设备设计的关键点,教学设计路径如图 2 所示。

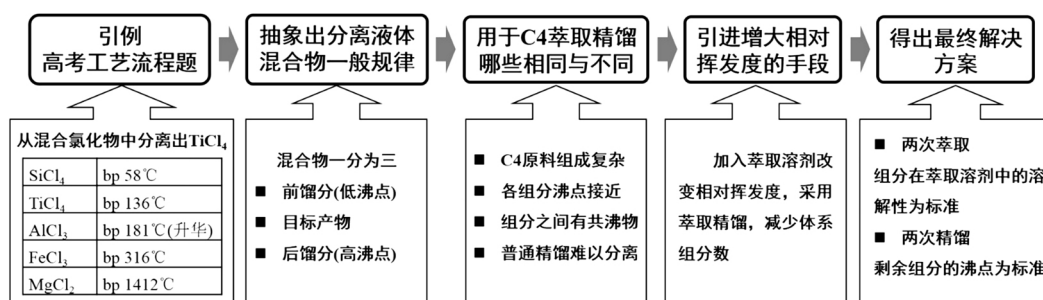


图 1 启发式教学示例——C4 抽提(萃取精馏)工艺教学模式图

Figure 1 Example of heuristic teaching; educational model of C4 extraction (extractive distillation)

任务驱动教学是本课程改革的另一重要方面。课程选用两个教学模块:低密度聚乙烯和聚丙烯生产工艺。将知识点整合到具体工艺情境中,转化成一个个的研究或讨论任务,让学生在教师指导下尝试解决。具体实施时,教师给出一定的思考时间,让学生通过现场查阅资料、互相讨论去自行完成,再统一讲评。例如低密度聚乙烯聚合工艺条件的讲授,教师在做好铺垫的基础上,给出确定聚合温度范围的任务。首先提示聚合有下限。那么,何种因素决定了聚合下限温度?学生根据高分子化学讨论的低密度聚乙烯的性能特点以及不同单体聚合热及聚合活性的递变规律,自然得出要保证聚合物的熔体状态以及保

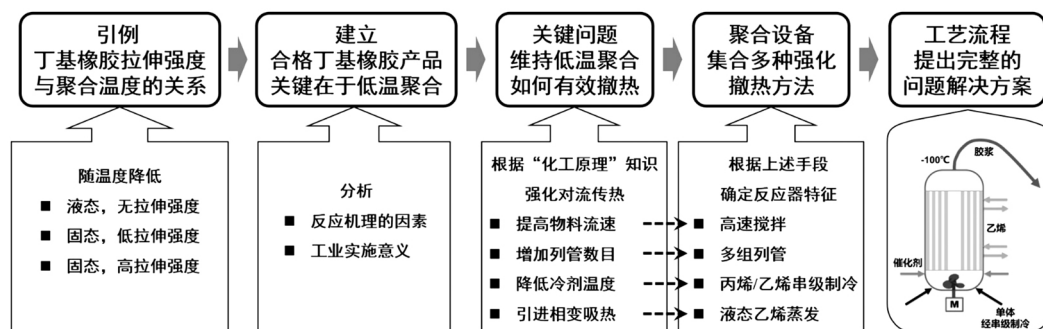


图 2 启发式教学示例——丁基橡胶聚合和设备教学模式图

Figure 2 Example of heuristic teaching: polymerization process and equipment of butyl rubber

证单体足够的反应活性。类似地,再依次提出工艺问题:原料乙烯温度超高会发生什么?过高的温度又会使聚合速率如何变化,是否有利于反应热的排除?这一系列问题,帮助学生确立聚合上限温度,在该温度下保证反应稳定而不失控,单体转化为聚合物而不分解。以上对低密度聚乙烯聚合关键问题的讨论,对培养学生综合运用基础知识分析问题大有裨益。

本课程另一个重要任务是帮助学生树立生态环保、绿色发展理念,从而达成课程目标中有关评价聚合物生产过程对社会、健康、安全、法律和文化等方面的影响的内容。聚合物工业生产伴随着能源资源的消耗以及三废排放问题,而我国是工业大国,提高工业产品附加值,减少对环境的污染已上升到国家战略高度,故要求学生在大学教育中就树立好妥善解决这类问题的社会责任,方能在职业生涯中恪守积极的生态观,将技术开发和产品生产建立在维护生态、环境、资源可持续发展基础之上的良性循环中。作为与工业生产实际关系密切的理论联系实际的课程,更要将构建学生的社会责任感放在首要的地位。

3.2 过程考核的强化运用

上述教学方法综合运用根本目的在于课程教学目标的达成。为考察上述教学方法是否奏效,应及时在平时教学中评价教学效果,即注重过程考核。课程目前的考核方式组成为平时成绩占 25%、上机实践占 25%以及期末考试占 50%。平时成绩来源于教学过程中的诸多得分点。面对核心知识点,常以课堂问题的形式予以考核。以往直接提问的方法覆盖面小、教学效率低下;当前教学重在通过技术手段提高教学效率,采用“雨课堂”工具将问题整合在教师演示文稿中,并推送到学生手机端,学生利用手机在线答题,由“雨课堂”在线评分,并将结果通过投屏的方式进行可视化反馈,较好显示了学生对课堂知识点的掌握情况。另外更改了平时作业的命题方式,不再将作业题设置为对课堂内容的简单重复,几乎每个问题都有具体的工程背景,让学生将已学过高分子学科基础课和本课程的知识加以综合运用,客观上促进了学生对基础知识和能力的融会贯通。

4 结语

工程教育专业认证的有力推动,决定了“聚合物制备工程”课程教学必须因势而新,源源不断注入新时代的活力。课程改革中,也应注重当代大学生的认知特点,优化教学设计,精选教学内容,采用灵活的教学方法和模式,既要使本课程与高分子专业基础课的联系凸显出来,便于学生抓住知识建构的脉络;也要理论联系实际,面向我国聚合物合成工业的发展方向。在教育部建设中国“金课”的倡议下,综合案例教学、启发式教学和任务驱动式教学等方式,同时优化过程考核,旨在提升学生主动获取知识的驱动力,引导学生学会利用现有知识架构,通过独立思考和团队协作完成知识的学习,在学习过程中学会分析和解决实际问题。学生的学习成果应得到教师随时随地的关注,并引导教师开展课程教学质量的持续改进。新时代的教育教学改革永远在路上!

参考文献:

- [1] 赵炬明. 高等工程教育研究, 2016, 3: 35~56.
- [2] 戴玉华, 顾凯. 化工时刊, 2011, 25(7): 66~68.
- [3] 林英, 宋庆平, 沈显荣 等. 高分子通报, 2017, 4: 77~81.
- [4] 王小俊, 王栋, 刘琼珍 等. 高分子通报, 2018, 236(12): 76~80.
- [5] 刘志雷, 周建萍. 高分子通报, 2018, 1: 75~78.
- [6] 张爱民. 合成橡胶工业, 2008, 31(6): 9~14.

Exploration of “*Polymer Preparation Engineering*” Course Reform Promoted by Engineering Education Accreditation

GAO Da-hai*, DAI Yu-hua

(Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China)

Abstract: “*Polymer Preparation Engineering*” acts as strong support for graduation requirements due to engineering education accreditation. According to “New Three-centered Theory” this paper explored deliberately in the teaching design of this course, proposed the statements of establishing cultivating objective to satisfy national strategic and social needs, applying suitable forward-looking teaching content and comprehensively using case-teaching, heuristic teaching and task-driven teaching, in order to promote the self-regulated learning. The reform should also be realized by appropriate process assessment during daily teaching. The reform target is for establishing and enhancing students’ learning motivation, optimizing learning outcomes, and integrating knowledge, literacy and capability, therefore, providing spiritual impetus and intellectual support for the career development of graduates.

Key words: Engineering education accreditation; Polymer preparation engineering; Student-centeredness; Process assessment