

以核心素养为导向的聚合反应工程教学探讨 ——以“理想混合反应器的热稳定性”为例

崔维怡

(吉林化工学院化工清洁生产技术吉林省高校重点实验室, 吉林 132022)

摘要:在核心素养理念下,以聚合反应工程教材中的“理想混合反应器的热稳定性”小节教学设计为例,挖掘工程学科教学过程中蕴含的教育价值。通过对热稳定性原理的解析、探讨,以及对工业中热稳定性实例的分析,引导学生以工程科学思维去认识原理性概念;以探讨问题为驱动,进行探究式学习,培养学生工程问题意识和实践应用能力;在课程教学过程中落实大学生核心素养的培养和发展。

关键词:聚合反应工程; 核心素养; 教学设计

当前,核心素养已逐渐成为全球教育变革的潮流。世界各国都在结合自身经济、社会和教育发展的需求,积极探索基于“核心素养”的人才培养模式。核心素养的根本目标就是培养学生具备适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力,提升人才培养质量。我国提出了以培养“全面发展的人”为核心的核心素养目标框架,主要分为文化基础、自主发展、社会参与三个方面,综合表现为人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新六大素养^[1]。核心素养是教育改革的重要政策导向,学校课程是推进教育改革实现教育目标的重要载体^[2,3]。因此,在当今国内开启学生核心素养研究的大环境下,在课程教学过程中融入核心素养的目标和内涵,形成指向核心素养框架的课程目标体系,成为落实培养大学生核心素养的重要途径。

大学聚合反应工程课程归属于工程学科,不仅是对聚合物制造过程中的化学反应工程问题进行研究的一门理论性课程,还是对反应过程与反应器进行工程分析的一门应用性课程。在具体的教学过程中,如何从核心素养的视角去进行科学思维方法运用,培养学生工程分析方法来分析 and 解决工程问题的能力,是高校聚合反应工程教学改革的重要内容。本文以浙江大学史子瑾教授主编的《聚合反应工程基础》中的理想混合反应器的热稳定性一节内容为例,根据大学生核心素养内涵的要求,尝试探讨以核心素养为导向的课程教学设计。

1 基于工程学科核心素养的课程研究设计思路

目前,在工业领域,科学、技术、生产一体化的发展正在快速进行,工程技术呈现出系统化、交叉综合化、绿色智能化及信息化等特点^[4]。在这样的“大工程”环境里,对于工科院校的教师,在进行专业教学课程设计时,要着重于实际的工业化生产与科技发展的新趋势,以学生为中心,将核心素养理念内涵落实到教学过程中。教师在进行聚合反应工程教学设计时,应该深度挖掘教学内容与核心素养内涵的联系,选择蕴含丰富的核心素养发展价值的内容,确定教学目标。同时也要注意,并不是教学内容都能与核心素养的所有内涵相联系。例如,本文选取了理想混合反应器的热稳定性这一节内容。稳定性,是自然界和工程上经常遇到的一个非常关键的问题,从宏观到微观,无处不在。从核心素养的角度去分析这节内容,它所蕴含的是科学精神和实践创新这两个核心素养要素。因此,在授课过程中,通过对热稳定性概念的

10.14028/j.cnki.1003-3726.2020.05.009

收稿:2019-04-06;修回:2019-11-07;

基金项目:吉林省教育科学“十三五”规划2017年度课题(GH170468);

作者简介:崔维怡(1977—),女,吉林白山人,博士,副教授,从事高分子材料、催化材料方面的教学与研究。E-mail: cuiwei yi0119@163.com.

讲解,渗透化学反应工程文化,培养学生的科学思维方法;合理创设稳定性问题,讲解工业实例,引导学生积极思考,培养工程科学实践应用能力。该内容对学生在后续的聚合反应器的设计、放大,聚合过程的开发和工程分析等具有重要的指导意义。

2 基于工程学科核心素养导向的教学过程设计

2.1 热稳定性原理的解析

对于任何一个工程理论与概念都会有产生的应用背景,蕴藏的内涵,实际意义和科学价值。那么用理论来解决什么问题,如何正确地分析问题,理论如何指导实践应用,以核心素养的培养模式,采用科学的思维方法,去培养学生知识应用的思维导向比单纯地理解工程理论与概念更为重要。因此在阐述热稳定性原理时,以聚合反应和聚合物生产的特点为背景,从熟悉的实验操作和工业生产例子引入稳定性的概念,例如:聚合过程中的爆聚,一些放热量大,初始反应浓度高、反应速度快的反应过程等,那么,如果所设计的反应器不能正常操作,就会导致温度失控(飞温),造成冲料、爆炸等事故,引导学生以工程科学思维去认识原理性概念。

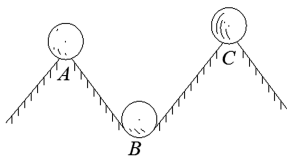


图 1 力学系统的稳定性

Figure 1 The stability of the mechanical system

单纯的理论概念讲解推导起来往往比较枯燥单调,也不易理解,因此,在进行热稳定性和抗干扰问题分析时,可以将热稳定性的问题与自然界的力学系统稳定性融合起来,帮助学生在工程知识的构建过程中,注重超越学科和专业的知识建构及知识迁移能力等方面的核心素养。反应器的热稳定性是指它的抗干扰能力,就是当反应过程受到扰动时,过程的温度等因素将产生一系列的波动,扰动是瞬间发生,瞬间消失,当扰动消除后,过程能否恢复到原来的操作状态。如图 1 表达的力学系统稳定性可以说明这种稳定性和抗干扰问题^[5,6]:在没有扰动时,处于位置 A、B、C 的小球都会保持平衡,受到扰动后,三个小球都会偏离原来位置;但在扰动消失后,处于 A、C 两点的小球将不能再回到原位置,而位于 B 点的小球会重新回到 B 点,因此,这三个小球的抗干扰能力是不一样的, A、C 两点具有不稳定性, B 点具有稳定性^[4,5]。在反应器内的体系受到扰动后,也会出同样的现象。当冷却介质温度受到扰动后,反应器内的温度也会发生变化,当扰动消除后,反应器内的温度如果能够恢复到原来的状态,就说明反应器具有热稳定性,如果不能,就不具有热稳定性。因此,结合力学系统稳定性现象去理解反应器的热稳定性,就不难了,知识的融会贯通会让学生很容易理解掌握。

2.2 理想混合反应器热稳定性的探讨

热稳定性属于动态问题,理论上动态分析要借助较复杂的微分方程,在工程实践中的应用分析往往采用定态方法。因此,在对反应器热稳定性进行定态分析探讨时,以问题为驱动,探究式学习,注重学生知识选择和知识运用能力的核心培养。

例如,探讨理想混合反应器的起燃点与熄火点的问题,如图 2 所示, T'_0 为起燃温度, b' 为起燃点, T''_0 为熄火温度, b'' 为熄火点^[7]。在实际生产中操作,无论是反应器开工,还是停工,都不必使系统立即升至或降至理论要求的温度,而只需升至或降至相适应的操作温度,然后稍微提高进口温度 T'_0 , 或降低 T''_0 , 就可以达到反应器的起燃或熄火。在这里,理论温度和实际操作温度为什么会存在一定的差别。这一问题也说明了理论指导实践过程中知识是具有不确定性的。此外,反应器的着火和熄火都是突发的,进口温度的微小变化就可能使反应器的操作状态发生剧烈变化。那么,在进行反应器设计时,就要为这些突变

点留出调节的范围。通过探讨,引导学生由确定性知识授受向养成知识选择和运用能力转变。

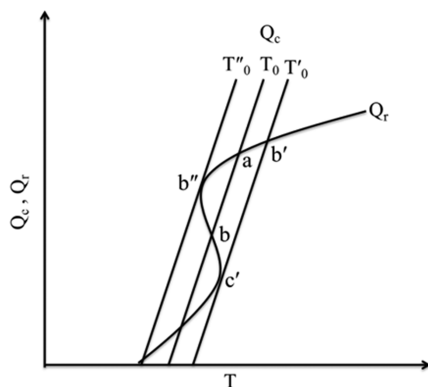


图2 Q_c 线移动示意图

Q_c : 移除热量; Q_r : 放出热量; T : 反应温度

Figure 2 The diagram of Q_c line shift

Q_c : Removal of heat; Q_r : release of heat; T : reaction temperature

2.3 热稳定性实例的分析

真实、具体的问题情境是工程学科核心素养形成和发展的重要平台,因此,在教学过程中,可以列举工业化生产中热稳定性的一些案例,创设真实而有价值的问题情境,引导学生进行分析探讨,培养学生的工程问题意识,提高学生的知识应用实践能力。

实际工业生产中的热稳定性问题是非常复杂的,影响因素很多。而且,在进行化学反应器设计和操作中,有些做法和现象从常识角度会认为很难理解,通过案例解析激发学生对工程问题的兴趣,引导他们在各种情境中对遇到的问题进行有意识地探究。例如,苯氧化制顺丁烯二酸酐反应的除热问题^[5]。该反应是一强放热反应,采用列管式固定床反应器,反应温度在 400℃ 左右。要移走多余的热量,工业中采用的是温度非常高的 380℃ 左右的熔盐做冷却介质。为什么?很多学生表示难以理解,积极探求原因。他们从化工原理的传热过程去分析,认为温差是传热的推动力,温差越大,传热推动力也大,采用低温冷却介质进行冷却更为合理。但是,这种分析解释不了上述现象,要从工程分析方法来分析该问题引起了学生们极大的兴趣。

从工程分析角度,化学反应过程可以分解为物理过程和化学过程,苯氧化制顺丁烯二酸酐反应的传热过程是带有化学反应的化学过程传热,与化工原理课程中接触到的冷热流体热交换的物理过程传热有很大的区别。因此,与一般换热设备相比,进行化学过程传热的反应器中的换热问题有一定的特殊性:反应器的热稳定性。对一般换热设备,冷却介质温度的选择有很大的自由度,但对于类似苯氧化制顺丁烯二酸酐放热反应的反应器,为保证反应器操作的热稳定性,需要将传热推动力限制得很小,也就是冷却剂温度与反应温度相差较小。通过工程分析解析该案例,学生的反应或是若有所思,或是恍然大悟,引导了学生在掌握基本概念原理的同时,要去学会分析工程问题、解决工程问题的方法。

3 评价与反思

课程教学是落实大学生核心素养的主要载体,但每门课程所包含的核心素养的范畴也是不同的。本节教学过程设计是在核心素养的视角下进行构思的。首先,引导学生以科学思维方法去认识原理性概念,融合自然界相似问题,培养学生专业的知识建构及知识迁移能力;

其次,通过选择真实的情境素材和恰当的教学策略,激发学生构建工程知识体系,让学生经历从“原理概念转化为实践应用,从确定性知识去不断探求新知”的过程,引导他们变被动学为主动学,参与式和

探究式学习,进一步培养学生的工程问题意识和实践应用能力。当然,这一节的课程设计内容是有局限性的,可能还存在其它的核心素养内涵,因此,应该深度挖掘每堂课程的教学价值,让学生的知识、技能、情感、价值观等核心素养都能得到培养与提升。在核心素养理念下,聚合反应工程课程教学还需不断的变革发展,才能更好地促进学生的全面发展。

参考文献:

[1] 臧玲玲. 现代教育管理, 2017, 12: 102~106.
[2] 刘 晟, 魏锐, 周平艳, 师曼, 王郢, 刘坚, 陈有义, 刘霞. 华东师范大学学报(教育科学版), 2016, 9: 39~45.
[3] 鲁 麟, 吕琛, 代广珍. 山东农业工程学院学报, 2018, 5: 182~185.
[4] 张应强, 张洋磊. 高等教育研究, 2017, 12: 73~80.
[5] 朱开宏. 工业反应过程分析导论. 北京: 中国石化出版社, 2003: 118~121.
[6] 崔维怡. 高分子通报, 2016, 12: 71~74.
[7] 史子瑾. 聚合反应工程基础. 北京: 化学工业出版社, 1991: 44~48.

Thermal Stability of Ideal Mixed Reactor Study for the Key Competencies Oriented Polymerization Reaction Engineering Teaching

CUI Wei-yi

(The Key Laboratory of Chemical Cleaner Production Technology of Jilin Province, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin 132022, China)

Abstract: Under the key competencies, the instructional design of the section “Thermal stability of ideal mixing reactor” in the textbook of polymerization reaction engineering is taken as an example to explore the educational value in the teaching process of engineering. Through the analysis and discussion of the principle of thermal stability and the analysis of the examples of thermal stability in industry, the students are guided to understand the concept of principle with the scientific thinking of engineering. Driven by probing into problems, inquiry-based learning is carried out to cultivate students’ awareness of engineering problems and practical application ability, and to implement the cultivation and development the key competencies of undergraduates in the course of teaching.

Key words: Polymerization reaction engineering; Key competencies; Instructional design