

新工科背景下化工热力学课程教学改革探究

王书博 费斐 周品

(常州工学院, 江苏 常州 213001)

摘要:随着新工科建设的持续推进,全球科技变革与产业升级的速度也不断加快,对化工领域的人才提出更高的要求。化工热力学作为化学工程领域的重要学科,它兼具理论性和工程性,在工程化教育中具有重要的作用。然而,传统的化工热力学课程在长期的实践中出现诸多问题,教学内容更加侧重于理论知识教学,和实际工业场景结合并不紧密,这也导致学生难以将抽象的知识形象化,不利于学生的实践学习和发展。为此,教师应强化教育改革,优化教学内容、教学方法,打造一门贴合产业发展实际的课程,助力化工行业的高质量发展。基于此,本文对新工科背景下化学热力学课程教学改革展开分析和研究,以供参考。

关键词:新工科;化学热力学;资源循环科学与工程

前言

新工科的本质在于“新”,这一本质特征要求高等教育必须主动适应新一轮科技革命和产业变革,以创新驱动为核心,全面推进教育理念、教学模式和课程体系的深层次改革。在新工科建设背景下,教育部明确提出要构建“新的工科专业结构”和“新的工程教育人才培养体系”,这为传统工科专业的转型升级指明了方向。化工热力学作为化学工程领域的核心基础课程,其教学内容既包含经典热力学理论的深邃逻辑,又涉及复杂工程问题的实践应用,在培养具有创新能力和工程实践素养的新工科人才中具有不可替代的重要作用。

当前,化工热力学课程教学正面临着多重挑战与机遇。一方面,随着资源循环科学与工程等新兴专业的快速发展,传统教学模式已难以满足新工科对复合型、创新型人才的培养需求。教学内容与工程实践脱节、教育理念、教学方式与新工科背景融合不足等问题日益凸显。特别是对于资源循环专业而言,化工热力学课程需要突破传统化工领域的知识边界,强化与资源高效利用、绿色过程设计等新兴领域的交叉融合,这对课程体系的优化重构提出了更高要求。

本文将结合资源循环科学与工程专业开设化工热力学的课程实践,聚焦新工科建设对工程人才培养的新要求,系统探索化工热力学课程在资源循环科学与工程专业的改革路径。

一、新工科概述

新工科基于新产业和科技的发展背景,它旨在发展新型工科专业,改造升级传统工科专业,主动布局未来战略必争领域人才培养^[1]。新工科建设包含“增量优化”与“存量调整”两条路径:前者聚焦人工智能、量子信息等新兴领域学科建设,后者着力推动传统工科专业的教学升级与其他专业的交叉融合。这种改革不仅涉及专业设置的调整,更是一场从培养理念到教学方式的改革。

在未来的发展趋势下,新兴产业的蓬勃发展和经济结构的转型,也迫切需要大量具有核心竞争力的复合型人才。这些人才在新工科领域的显著特点如下:首先,他们不仅精通某一特定的专业和学科知识,具有跨学科知识能力,掌握广泛的知识体系;其次,他们不仅能够运用个人现有的知识储备解决问题,还具有前瞻性的专业知识、能力和技术,从而进一步引领技术的个性和产业升级;最后,除了深厚的专业知识和精湛的技术操作能力,他们还具有理解社会、经济和管理学领域的知识,能够展现出较高的人文素养和社交能力。在当前的时代背景下,新经济对人才提出的新目

标和需求,也为新工科提供了关键的契机,有助于促进经济的持续繁荣。

二、化工热力学课程简介

(一)资源循环科学与工程专业简介^[2]

本专业着重培养面向国家节能减排、循环经济、低碳经济等节能环保战略性新兴产业细分领域急需的德智体美劳全面发展的本科层次应用型专门人才。毕业生具有良好的思想品质、职业道德、团队合作精神、国际化视野和创新意识,掌握资源循环利用和循环经济领域基本理论,具有较强的实践创新能力,具备在材料、化工、能源、环保等相关行业从事环境保护、资源循环利用和循环经济领域科学研究、工程技术开发、工程和项目管理等工作的基本能力。

(二)化工热力学课程培养目标

在资源循环专业框架下,化工热力学的教学目标已从传统的过程分析工具,升级为支撑绿色技术创新的核心学科。以锂离子电池回收为例,从浸出环节的溶液热力学平衡控制,到电解液再生过程的可变能量优化,每个技术节点都依赖精准的热力学分析。因此,资源循环专业的学生的课程培养目标应聚焦在:理解热力学第一、第二定律及其在能量转化、平衡分析中的应用,掌握相平衡、化学平衡的基本原理,能够运用热力学定律进行化工过程的能量平衡计算,分析能量损耗并提出优化方案,特别是能够利用所学知识在资源循环工作方面实现能量的高效利用。

三、新工科背景下化工热力学课程教学改革策略

(一)渗透课程思政教育元素

课程思政是新时代高等教育改革的核心任务,是新工科建设中贯彻党的教育方针、落实立德树人根本使命的关键路径。其核心目标在于构建“专业知识为主体、思政教育为引领”的融合式教学体系,通过深度挖掘专业课程中的价值塑造元素,将政治认同、社会责任与工程伦理等思政要素有机融入教学全过程,实现知识传授与价值引领的同频共振。例如,在讲解朗肯循环时,可对比三峡水电站(传统能源)与青海塔拉滩光伏电站(新能源)的热效率差异,引导学生思考“西电东送”工程中的能源结构转型战略,理解“双碳”目标下的工程师使命。在“化工热力学”基础知识教学中,教师在知识点讲解的过程中引入《大国重器》《超级工程》等具体案例,让学生观看纪录片,从工程师的角度思考问题,让学生学习工程师身上一丝不苟、严谨认真的良好品质,并让他们增加对专业的认可度。教师可以讲解液化天然气船的结构特点,

并让学生根据《超级工程》的纪录片进行学习,学习船设计和建造的过程,让学生充分认识到团队合作的重要价值。又比如,教师在讲授状态方程过程中,特别着重介绍华人化学家在状态方程方面的贡献,进而让学生产生自豪感,激发学生学习的热情。

(二) 重构知识链

《化工热力学》课程的理论性比较强,通常,教师通过课堂理论性地讲解,并对公式进行推导,这种教学形式往往难以获得良好的成效。因此,在教学方法上,教师应该充分讲解背景知识,帮助学生重构知识链,让学生能够知道某个知识点的来龙去脉,并进一步建立起整个课程的知识框架。例如,在讲解范德华方程上,大多数教科书上仅简单给出方程,而没有详细解释方程是如何得到的,学生知其然,不知其所以然。这就需要从科学史角度,让学生知道范德华提出非理想气体方程时的工业背景,让学生可以充分理解从理想状态方程到非理想状态方程构造的思路,背后有什么数学。通过建立“工业需求→理论突破→技术革新”的认知链条,帮助学生理解抽象公式的物理意义。又例如,热力学基本关系式是整个化工热力学课程的基础,学生往往不能理解这个关系式背后的意义。实际上,状态方程与高等数学中多元函数全微分的关系是化工热力学中数学工具与物理模型深度融合的典型范例。状态方程作为描述物质热力学性质(如压力 P 、体积 V 、温度 T 、物质的量 n 等)之间关系的核心方程(例如理想气体方程 $PV=nRT$,本质上是一个多元函数(如: $P=f(T,V,n)$)。而全微分作为多元函数微分的数学工具,不仅为状态方程提供了严格的数学表达形式,还通过偏导数链式法则、积分路径选择等操作,实现了从理论模型到工程计算的转化。因此,教师只有将状态方程和高等数学中全微分的相关知识联系起来讲解,才能让学生深刻理解,达到化繁为简的目的。

(三) 引入案例式教学方法

化工热力学课程涉及的定义、定理、推导非常繁杂,因此,学生普遍反映课程生涩难懂,理解困难,这主要是因为传统教学的“满堂灌”的模式,导致学生陷入公式推导的困境,而且难以记忆。因此,引入一定的案例,将抽象的知识以实例的形式呈现出来,将有助于学生理解相关知识。例如,针对PVT关系这一章内容,引入人造钻石、氮气液化、液化石油气爆炸的例子,来说明生产生活中的事物的变化是由物质的温度和压力变化引起的。再进一步引入精馏的例子,说明化工生产过程就是利用物质随着温度和压力变化而实现物质分离的。针对PVT关系的应用,引入冰箱的例子,给学生讲明冰箱的制冷剂工作特点是利用了低压饱和蒸汽到室温下饱和液体交替变化,根据这个特点提出冰箱对制冷剂的要求是制冷剂常温下或普通低温范围内能够液化、冷凝温度下蒸汽压不宜过高。再进一步给出一些物质参数,引导学生根据参数找出适合作为制冷剂的物质。这样大大加深了知识和实际的结合,使得学生能够充分理解PVT的关系。化工热力学最重要知识点为相平衡,整个课程体系实际上也是围绕相平衡展开,这些知识涉及很多理论推导,学生往往只知道套公式计算,而为什么算,算出了什么,完全不清楚。因此,引入相平衡的实例,引导学生从热力学模型获得混合物各组分的活度系数,并进一步计算相平衡常数,求解泡点或露点温度。

(四) 营造良好课堂教学氛围

课堂教学氛围的营造有助于让学生深入了解知识对于社会发展的重要价值。大学阶段的教学和初中、高中阶段有所差异,它

需要学生具有一定的学习自主性。如果学生并没有学习自主能力,不愿意投入到学习中,无论教师在课堂上如何讲解,学生都难以提高学习成效。在当前的大学课堂教学中,教师仍然是以传统的讲授式教学则不利于学生对知识的学习,学生难以调动自身的学习积极性投入到学习活动中,学生的学习热情不高,不愿意主动理解复杂、抽象的知识点。为此,教师应充分认识到课程教学的特点,并创设良好的课堂氛围。首先,教师应帮助学生理清学习的思路,包括学习过程中遇到的重难点,让学生了解一门课程的学习目的,进而制定相应的学习计划。其次,教师在教学中应根据教学的单元,构建更加科学合理的教学机制,让学生能够从简单到复杂学习知识,深层次理解知识点。最后,在实践教学的过程中,教师应注重理论和实践应用的有效结合,这样才能提高学生的综合素质能力。例如,在教学中引入磁悬浮列车,引导学生思考,并进一步讲解从状态方程到低温技术,从低温技术到超导,一直到磁悬浮技术的发展历程。

(五) 搭建教师交流共享平台

教师作为教学的主导者,他们的教学能力直接影响了教学的质量和学生的学习情况。一支高质量的教师队伍是促进教学工作持续性开展的核心力量。现阶段,化工热力学课程教师都肩负着教学和科研的重任,教师自身的教学工作也比较繁忙,这也导致他们都是自己研究教学任务。在这种情况下,教师之间的教学经验难以实现共享,一些课堂出现的问题也缺乏交流和探讨。在此情况下,学校应为教师搭建交流平台,让教师有更多的机会进行交流和互动,实现相互学习,不断总结和反思教学过程中出现的问题。为此,学校可以创设化工热力学教师团队群,根据此平台推送和课程相关的语音、文字、视频等资源,进而更好地实现经验分享,解决难点、关键点。与此同时,教师之间的讨论和交流有助于形成团队精神,加强教师之间的交流,进而强化教师团队的整体素质能力,提升教学的质量。

结语

综上所述,在新工科的时代背景下,化工热力学课程教学改革意义重大,这就需要学校和教师加强重视,将思政教育元素融入具体的课程教学中,进而优化课程教学内容,利用案例式教学、信息化手段开展教学,营造良好的教学氛围,并为教师搭建共享和交流的平台,这一系列改革举措层层递进、相辅相成。通过这些改革,学生的创新思维得以激发,实践能力显著提升,为未来投身化工及相关新兴领域奠定坚实的基础。然而,新工科理念下的行业需求不断变化,这就要求教育工作者形成终身学习意识,学习全新的教育理念,紧密跟踪行业动态,以学生反馈为重要依据,持续优化教学改革策略。只有这样,化工热力学课程才能在新工科背景下实现长足发展,源源不断地为社会输送高质量、复合型的化工专业人才,助力我国相关行业的高质量发展。

参考文献:

- [1] 耿直. 新工科教育漫谈与展望[J]. 科教文汇, 2022, (01): 135.
- [2] 曲慧颖, 蒋迎花, 童张法, 等. 新工科背景下化工热力学课程教学中引入碳中和内容的探索[J]. 化工高等教育, 2024, 41 (02): 52-57+148.
- [3] 冯莉莉, 贺飞, 杨飘萍. 新工科背景下“化工热力学”教学改革创新与实践[J]. 教育教学论坛, 2023, (29): 57-60.