

“双碳”背景下催化原理及应用教学模式探索与实践

王绍庆,李永军,李 宁,李志合

(山东理工大学 农业工程与食品科学学院,山东 淄博 255000)

摘要:针对“双碳”背景下新能源科学与工程专业人才培养与新时代企业用人要求匹配差、学生上课参与度低及创新实践动手能力差等问题,将“双碳”理念贯穿整个教学环节,重点探究了“教师主导、学生为主”的理论授课方法,探索了“虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学方法,建立了“双碳”背景下基于学为中心的催化原理及应用教学模式,助力绿色低碳理念纳入教育教学体系。

关键词:双碳;催化原理;新能源;学为中心;教学模式

doi: 10.3969/j.issn.1008-553X.2024.03.040

中图分类号: TK6

文献标识码: A

文章编号: 1008-553X(2024)03-0169-04

能源是国民经济的命脉,与人民生活和人类的生存环境息息相关,在社会可持续发展中起着举足轻重的作用。党的“十八大”以来,我国能源行业在以构建“清洁低碳、安全高效”能源体系为目标的能源转型发展进程中取得了显著成效。2020年9月22日,我国作出了实现“碳达峰”和“碳中和”目标的庄重承诺。为保障“双

碳”目标的顺利实施,能源转化过程中的绿色低碳、节能增效,以及发展新能源等成为了实现能源转型的根本路径^[1]。2022年5月,教育部印发《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》中指出,要进一步加大碳达峰碳中和领域课程教学资源建设力度,助力绿色低碳理念纳入教育教学体系^[2]。



图1 “双碳”背景下催化原理及应用课程内容

催化原理及应用课程作为新能源科学与工程专业的核心基础课程,课程内容聚焦能源绿色催化转化和可再生资源催化转化(如图1),具有较强的理论性和应用性。催化原理及应用课程是使学生理解催化剂与催化作用的基础知识,掌握酸碱催化剂、金属及过渡金属氧

化物催化剂、络合催化剂等几种典型催化剂的催化作用原理,熟悉绿色催化的特点,同时使学生具备有关催化剂设计、表征与测试的基础知识及基本技能;此外,“双碳”目标带给我国能源领域新的机遇与挑战,发展基于催化科学的能源转化技术,实现传统能源和新能源的利

收稿日期:2023-05-31

基金项目:山东理工大学教学研究与改革项目(No:4003/222041)

作者简介:王绍庆(1989-),男,讲师,博士,从事生物质催化热解技术开发工作,wangsq@sdut.edu.cn;通讯联系人:李志合(1975-),男,博士,教授,从事生物质能源化利用技术开发工作,lizhihe@sdut.edu.cn。

用效率是当下能源发展的新趋势,这对培养能源专业的学生提出了新的要求。因此,探索建立“双碳”背景下催化原理及应用课程教学模式意义重大,可以为我国“双碳”目标实现提供适配人才,助力绿色低碳理念纳入教育教学体系。

催化原理及应用课程由于课程内容抽象庞杂,学生在学习过程中感觉难度大,学习兴趣不高。目前,催化原理及应用课程教学现状主要表现在:经典的教材内容与快速的学科发展之间的矛盾;讲述内容多和教学学时短之间的矛盾;课程实践环节与企业需求人才标准匹配差等^[3-6]。上述课程教学中存在的问题限制了高校对具有工程应用能力高质量人才的培养,一定程度上制约了“双碳”背景下新能源相关技术与企业的发展。本文基于学为中心的教育理念,探究“教师主导、学生为主”的理论授课方法,探索“虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学方法,寻求建立“双碳”背景下基于学为中心的催化原理及应用教学模式,突出学生的主体地位,提高人才培养与企业需求的高匹配度,并对教学模式应用提出了展望。

1 基于学为中心的催化原理及应用教学模式探索与实践

本文基于国家“双碳”战略及教育部《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》背景开展研究,以应用型高级专门人才培养目标为教学体系改革的切入点,探索催化原理及应用的教学模式,注重“教师主导、学生为主”的理论授课环节和学为主体的“虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学环节,在理论授课与创新实践环节引入“双碳”概念以及如何利用催化科学助力我国“双碳”目标实现,建立“双碳”背景下催化原理及应用的教学模式(如图2)。



图2 催化原理及应用的教学模式及实施路径

1.1 “教师主导、学生为主”的理论授课环节

立足以学生为中心的理论教学模式创新与实践,在课堂理论教学中引入传统教学与多媒体教学结合法、案例教学法、问题导向教学法、任务驱动教学法、邀请能源

行业专家报告等教学改革手段,并根据课堂授课效果,不断改进教学手段。

采取的教学手段实践具体如下:① 传统教学与多媒体教学结合法方面,将板书和多媒体教学相结合。由于催化剂种类繁多,结构复杂,催化作用原理较难理解,采用动画、催化剂模型演示等来提高课堂教学信息量,增强课堂理论教学的直观性;② 案例教学法方面,通过分析和研究已有的经典催化案例,使学生在分析和学习案例的过程中提高理论联系实际的能力,了解理论知识的工程应用;③ 问题导向教学法方面,引导学生学着想问,学会问,用问题驱动教学,激发学生的学习热情,调动思维活力,加强讨论交流,引导探究活动,增加自主学习,促进学以致用和催化剂创新设计活动;④ 任务驱动教学法方面,在每一部分教学内容开始之前,先讲述这一部分中学生通过学习要解决的问题,并根据要解决的问题给学生布置任务,使学生带着任务去学习;⑤ 邀请能源行业专家报告方面,在每学期课堂理论教学安排中,邀请能源行业专家(科研或企业领域)做产业发展报告1次,使学生更好地了解行业最新动态。

另外,在理论授课环节强化课程思政,注重立德树人,有效提升了教学效果^[7-9]。本文在理论授课环节引入了多个思政案例,比如,结合“雾霾问题”“酸雨问题”“温室效应与全球变暖问题”等环境污染问题,以及我国目前的能源供应与消费结构和需求,引出“双碳”战略,提升学生对我国“双碳”战略的认知。在讲解过渡金属氧化物催化剂类型的时候,引入硅本征半导体概念,提出我国面临的芯片断供问题,引导学生基于所学专业基础知识进一步进行相关领域技术研究,并致力于解决国家关键技术瓶颈问题,借此强调学习专业基础知识的重要性,让学生们清楚作为新时代人才,要培养勇于挑战卡脖子技术难题的意识,提升专业能力,为国家成为高端智能制造强国贡献自己的一份力量,提升学生对祖国建设的责任感和使命感。围绕我国“碳达峰”和“碳中和”目标的庄重承诺,引入我国能源领域科研院所和企业对“双碳”战略进行的基础理论研究和升级。在讲解我国低碳芳构化技术发展历程时,指出我国科学家在面对石油化工工艺瓶颈难题时敢于针对实际问题勇于创新,旨在培养学生敢于面对瓶颈难题做出突破的勇气,同时通过学习专业基础知识培养解决瓶颈问题的能力。培养学生将应用基础研究成果转化为实用技术,服务于工业生产的意识。

1.2 学为主体的“虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学环节



图3 “虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学方法

通过实践教学探索,建立了学为主体的“虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学模式(如图3)。课程实践环节注重科研反哺教学^[10-11],依托国家及省部级项目,搭建了生物质催化热解制取高品质燃油虚拟仿真实验台,使学生身临其境地感受到生物质催化转化处理的整个工艺流程;在实验室开展生物质催化热解小试实验中,通过操作实验设备,切实提高学生动手实践能力;组织学生前往山东绿禧大盛环保科技有限公司参观“自热式生物质催化热解中试装置”,让学生更好地理解生物质催化转化的商业化进程。在实践过程中,通过讲解农业废弃物这类碳中性资源在“双碳”目标实施进程中的作用,强化碳中和的通识教育,让学生明白只有掌握专业基础知识,培养创新实践能力,才能更好地投入到“双碳”背景下的能源变革,为“双碳”战略背景下能源领域专门人才储备提供保障。

1.3 考核评价改革环节

催化原理及应用的考核评价改革主要通过小组项目作业、课程小组讨论、专题报告、期末考试四个环节进行,其中小组项目作业主要是通过讨论催化前沿,以ppt汇报形式展示,并能回答老师和同学提出的问题,具体评分标准如表1所示;课程小组讨论环节主要考查学生参与小组讨论成果,是否能够提出解决问题的基本方案,并与其他小组进行交流;专题报告主要通过设定汇报题目进行分组查阅文献资料,形成专题报告一份;期末考试采用闭卷方式进行,考核内容应全面考查学生对课程基本概念、基本原理等知识的理解和掌握程度,还要考核学生灵活运用所学知识进行催化工艺的分析与设计的能力,试卷结构注重难易程度配比,体现课程的重点和难点。四个考核环节每次按100分制单独评分,取其平均值再折合成相应分数作为相应环节的最终成绩。通过多维度的考核方式改革,可以更全面地了解学生的学习情况。

表1 小组项目作业评分标准

小组项目作业完成情况	得分
项目设计合理,严格按照要求并及时完成;书写清晰整齐,逻辑性强,数据准确率90%以上,没有抄袭情况	90~100分
项目设计合理,按要求并及时完成;书写清晰整齐,逻辑性较好,数据准确率80%以上,没有抄袭情况	80~90分
项目设计基本合理,书写较清晰整齐,数据准确率70%以上,态度端正	70~80分
项目设计基本合理,书写基本达到要求,数据准确率60%以上,态度基本端正	60~70分
项目设计不合理,书写没有达到要求,数据准确率60%以下,态度不端正	0~59分

2 基于学为中心的催化原理及应用教学模式的展望

催化原理及应用课程涉及能源、化工、材料、环境治理等领域,而上述领域的专业培养目标均要求学生具备“应用工程知识”“理解环境和可持续发展”和“终身学习”方面的素质。本研究中提及的教学模式针对人才培养与新能源企业用人要求匹配度低、学生上课参与度与积极性不高、学生创新设计和实践动手能力差等问题展开研究,形成了基于学为中心的催化原理及应用教学模式,可在新能源科学与工程专业核心基础课程以及化工、材料、资环等专业推广应用,有利于助推“新工科”“工程教育专业认证”新形势下催化原理及应用课程教育改革深度,助力高质量人才的培养。

针对我国“双碳”目标的提出,研究和预测未来我国绿色低碳能源化产业发展需求和方向,建立新能源科学与工程专业培养目标动态调整机制,有利于推动和服务于新能源科学与工程专业的教学内容和课程体系改革。未来应通过教学模式实施,调研近年来新能源科学与工程专业毕业生去向分布,追踪新能源相关技术与企业的发展以及用人需求特点,旨在建立新能源科学与工程专业人才培养与就业联动机制,促进催化原理及应用课程的教学模式改革。

3 结束语

本文聚焦以学生为中心的教学模式创新与实践改革,构建了“双碳”背景条件下的催化原理及应用的的教学模式改革。探索并实践了“教师主导、学生为主”的理论授课方法,课程实践环节实现了科研反哺教学。依托国家及省部级项目,构建了“虚拟仿真实验-实验室小试实验-企业示范装置”三级驱动实践教学模式,为新能源科学与工程专业优秀人才培养提供了可复制、可借鉴的案例库,有利于满足新能源相关企业应用型高级专门人才需求,为“双碳”目标达成提供人才保障和智力支持。

参 考 文 献

- [1] 刘丽娜,漆新华,孙妍,等.新工科与“双碳”背景下生物质能源转化与利用技术课程教学改革[J].高教学刊,2021,7(S1):121-122,125.
- [2] 教育部关于印发《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》的通知:教高函〔2022〕3号[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202205/t20220506_625229.html.
- [3] 孔莲,解则安,马雯雯,等.《能源转化催化原理》课程教学改革的思路与实践[J].广东化工,2020,47(20):204,192.
- [4] 蔡喆.基于应用型人才培养的《工业催化》课程教学改革研究[J].广州化工,2020(48):121-123.
- [5] 易颜辉,贺雷,刘颖雅,等.新工科背景下工业催化专业实验教学改革探索[J].化工高等教育,2021,38(5):118-121.
- [6] 赵彩云,朱鋈珊,孙玉泉.OBE教学理念下能源转化催化原理教学改革的思考与实践[J].化工教学,2020,46(1):160-161.
- [7] 程瑞华,朱志华.“课程思政”背景下工业催化教学实践初探[J].化工高等教育,2019,36(3):70-72.
- [8] 蔡威盟,胡坤宏,胡恩柱,等.“工业催化”课程思政的教学实践初探[J].安徽化工,2020,46(6):114-115,118.
- [9] 陈蔚燕,颜世海,李建忠,等.绿色化学与化工课程教学改革探索与实践[J].化工高等教育,2022,39(6):59-67.
- [10] 巩雁军.催化原理课程建设的思考与实践:科学研究与教学过程的融合[J].化工高等教育,2019,36(3):82-85,98.
- [11] 杜文海,李爱琴,吴波.以学生为中心、以项目为导向的教学改革与实践:以新能源技术及应用课程为例[J].化工高等教育,2020,37(2):97-102.□

Exploration and Practice of the Teaching Mode about Principle and Application of Catalysis under the Background of "Double Carbon"

WANG Shao-qing, LI Yong-jun, LI Ning, LI Zhi-he

(School of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology, Zibo 255000, China)

Abstract: In view of the problems such as the poor match between the talent training of new energy science and engineering and the employment requirements of enterprises in the new era, the low participation of students in class and the poor innovation and practical ability under the background of “double carbon”, this paper integrates the concept of “double carbon” into the whole teaching process. The theoretical teaching method of “teacher-led, student-oriented” is studied. The three-level driving practice teaching method of “virtual simulation experiment – laboratory experiment – enterprise demonstration device” is explored, and the catalysis principle and application teaching model based on learning-centered under the background of “double carbon” is established. This paper can help the concept of green and low carbon be incorporated into the education and teaching system.

Key words: double carbon; catalytic principle; new energy; learning-centered; teaching model

(上接第 168 页)

Exploration and Practice of Blended Teaching of "MOOC + Flipped Classroom + Simulation Training": Taking Technology of Chemical Engineering and related courses as an example

WANG Lei¹, WANG Wen-hua¹, TIAN Hui¹, ZHAO Ying-chun²

(1. College of Chemistry & Chemical Engineering, Yantai University, Yantai 264005, China;

2. Laboratory & Equipment Management Department, Yantai University, Yantai 264005, China)

Abstract: Under the background of the construction of national first-class undergraduate majors, with the construction of new engineering as the guide for action, and with the goal of cultivating high-quality applied chemical professionals who meet the needs of industrial and technological development, the teaching team of the Chemical Technology course has achieved reform results. On the basis of this, further optimize the course teaching content, innovate teaching mode, reform the course evaluation system, focus on improving students' ability to comprehensively apply knowledge to analyze and solve practical engineering problems, and strengthen students' innovative awareness and engineering thinking. It is hoped that through these reform practices, the quality of personnel training will be improved, to serve the construction of a national first-class undergraduate major in chemical engineering and technology in our school, and to deliver more professional chemical talents to enterprises across the country, especially in Shandong.

Key words: blended teaching reform; engineering quality; technology of chemical engineering; flipped classroom; practical teaching