

“双碳”背景下将光催化融入本科教学的研究

赵丹丹 何昆仑 张羽杰 付译瑶 段雨芊 王佳佳 曾庆波

天津商业大学理学院

[摘要]光催化技术作为解决环境污染和能源短缺的非常有前景的绿色技术,对于实现“双碳”目标意义重大。将光催化理念和知识融入本科课程教学,可以加深学生对于绿色能源和技术的认识,强化大学生达成“双碳”目标的社会责任感和使命感。本文介绍了光催化技术,梳理了光催化可融入本科教学的知识模块,分析了将光催化融入本科教学的多种途径,为“双碳”背景下本科课程建设提供参考。

[关键词]双碳;光催化;融入;教学研究

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.08.449

一、引言

CO₂的过渡排放极大的影响了生态平衡,导致了严重的环境问题,如温室效应引起全球变暖,海平面上升。研究表明,1960年至今全球平均海平面上升47毫米,全球平均海平面上升,将给沿岸和小岛屿地区造成较大的经济和社会风险。因此,如何稳定地控制大气中CO₂总量,是各国政府和科学家们的重大研究课题。2016年,我国作为批准缔约方加入了《巴黎气候协定》;2020年9月,习近平总书记在第七十五届联合国大会上郑重宣布“中国二氧化碳排放力争2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”^[1]。

“双碳”目标是党中央应对全球温室效应的重大决策,是我国对世界各国的庄严承诺,这一目标和我们的生活也息息相关。高校承担着育人使命,大学生作为社会主义的核心发展力量,其价值观的形成对社会的发展意义重大,因此,在大学生中普及“双碳”尤为重要。2021年7月,教育部印发了《高等学校碳中和科技创新行动计划》的通知,要求发挥高校基础研究主力军和重大科技创新策源地作用,推进碳中和和未来技术学院和示范性能源学院建设,建设一批国家级碳中和和相关一流本科专业,鼓励高校开设碳中和通识课程^[2]。这一计划的提出,为高校课程建设指明了新的方向。

二、光催化技术

“双碳”目标的提出,将加速能源转型,绿色低碳能源的开发与利用将成为研究热点。光催化技术作为解决环境污染和能源短缺的非常有前景的绿色技术,对于实现碳中和意义重大,目前光催化被广泛应用于诸多领域,但在本科实际教学中涉及较少。

所谓光催化,即光照促进化学转化,光催化只需要利用自然光促进催化反应,充分发挥了太阳能技术环保、节能、可再生的特点。光催化具有光化学反应和催化反应双重特征,是一种极为重要的前沿技术。目前,光催化研究主要集中在光催化降解污染物、光催化合成、光催化制氢、太阳能电池等领域。如,温和条件下,太阳光即可驱动光催化材料将二氧化碳转化为可再生碳氢燃料,以碳氢燃料为能源载体,可以实现碳循环利用^[3];当太阳光照射光催化剂时,光催化剂进行捕获、吸收、产生激子,少量存在的激子向表面发生迁移,迁移到反应活性中心分解水产生绿色能源氢气^[4]。因此,将光催化理念和知识融入本科课程教学,可以

加深学生对于绿色能源和技术的认识,强化大学生达成“双碳”目标的社会责任感和使命感。

三、光催化可融入课程的知识模块

1. 光催化降解

光催化降解是指光催化剂在光照驱动下发生的催化反应。即在一定的波长光照条件下,催化剂中光生载流子发生分离,其中光生电子(或空穴)与离子(或者分子)结合,生成具有氧化性(或还原性)的活性自由基。这种活性自由基能够将吸附在其上的有机物大分子催化氧化,降解为CO₂、H₂O和无机离子等小分子物质^[5]。光催化降解技术是一种针对排量大、污染重、危害广的污水行之有效的处理办法,整个过程无二次污染,降解程度高,是一种环境友好的反应,因而备受青睐。当前研究和用最广泛的光催化剂是TiO₂及其衍生物。

2. 光催化合成

光催化能够有效利用太阳能,在温和条件下促使反应进行,并且能够定向地选择性合成目标产物,提高目标产物的产率。如,利用太阳能,以来源广泛的水和氧气为原料可以合成过氧化氢绿色氧化剂;以水和氮气为原料,光催化可促使氮的还原在常温常压下进行,实现氮的绿色合成^[6];光催化还可促进CO₂与H₂O反应合成甲醇^[7],这被认为是实现碳中和的理想战略。

3. 光催化制氢

光催化制氢是利用太阳能在催化剂作用下将水分解为氢和氧,在诸多制氢技术中,光催化分解水制氢是一种新兴的绿色产氢技术,从能源和环境的角度看,半导体光催化制氢不仅可以利用清洁可再生的太阳能制取高效清洁的氢能,还能有效减少CO₂的排放,缓解环境污染问题。此外,半导体光催化分解水所需装置简单、反应条件温和,是最具有吸引力的制氢方法,也是目前最有工业应用前景的技术之一。但是光催化过程中的三个步骤(光吸收、载流子分离、表面反应)效率较低,目前难以实现工业应用。

4. 太阳能电池

太阳能电池(也成为光伏电池)可将太阳的光能直接转化为电能,当太阳光照射半导体时,电荷分布状态发生变化,在PN结的两边出现光生电压。太阳能电池发展到现在已经有了三代,从第一代的晶硅电池,到后来的各种薄膜电

池再到染料敏化, 有机光伏以及杂化钙钛矿太阳能电池。目前, 地面光伏系统大量使用的是以硅为基底, 可分为单晶硅、多晶硅、非晶硅太阳能电池^[9]。

四、光催化融入本科教学途径分析

1. 开设光催化课程

开设光催化相关课程, 根据学生专业与基础可开设不同深度的光催化课程, 进行光催化知识与技术学习, 以光催化课程内容为载体, 向大学生普及碳中和的国际形势与我国“双碳”目标, 融入可持续发展、节能减排、生态文明以及科技前沿等思政元素, 实现自然科学与思想政治教育的深度融合。课程坚持教书与育人相统一, 引导学生学习绿色能源, 关注绿色发展, 开启低碳生活, 强化当代大学生的大局意识和责任担当。

光催化课程分为两大类, 面向材料、能源、物理、化学等相关学科的学生开设的光催化专业课程和面向全校学生所有专业开设的全校选修课。专业课程要求相对较高, 学生需掌握光催化基础知识、催化机理与光催化基本实验技能; 对于全校选修课, 选课学生重点了解光催化的基础知识及光催化的应用等。从课程名称上, 可采用如光催化入门、光催化基础、光催化技术、光催化原理等将课程内容深度加以区分。课程内容上可设置光催化降解、光催化合成、光催化制氢和太阳能电池四个知识模块, 根据课程受众对象, 开展不同层次不同深度的教学。

2. 开设光催化实验项目

开设和开发与光催化知识模块相应的实验项目, 通过实验与理论知识结合, 加深学生对所学理论知识的理解, 提高学生知识运用与创新能力。教师针对每个实验项目, 编写实验目的、仪器材料、实验原理、实验内容、数据处理、思考与讨论等教学大纲, 对教学内容进行选择与优化, 使开设实验具有针对性和层次性, 能够较好的培养学生独立思考与自主创新能力。

如开设光催化基础实验《光催化降解甲基橙》, 进一步加深学生对于光催化的理解; 开设《太阳能电池伏安特性研究》实验, 普及“双碳”理念, 增强学生低碳意识; 对于《光催化合成甲醇》、《光解水制氢》这些危险性高、实验条件苛刻的内容, 可开发虚拟仿真实验项目, 模拟实验过程及仪器操作, 使学生掌握相关实验内容和技术, 拓宽学生知识面。这些实验项目均可开设到光催化的选修课中, 《太阳能电池伏安特性研究》可开设到理工科基础课《大学物理实验》课程中, 《光催化降解甲基橙》、《光催化合成甲醇》、《光解水制氢》可开设至材料、能源、物理、化学等相关学科专业课程中。

3. 光催化与“大创”计划相结合

大学生创新创业训练计划是教育组织实施的“高等学校本科教学质量与教学改革工程”重要内容之一, 旨在锻炼学生“发现问题、研究问题、解决问题”的创新实践能力, 同

时在计划实施过程中深度挖掘自己的兴趣爱好。

将光催化技术与“大创”计划融合, 重在根据学生专业与兴趣, 如对于材料类专业, 可指导进行光催化剂开发与研究、半导体第一性原理计算等创新项目; 对于数理背景的学生, 可指导开展如光催化反应器参数建模求解类研究项目; 还可指导有意创业的学生进行低碳能源推广、低碳产业技术支持、碳转型管理等创业项目。这些项目的开展和实施不仅可促进学生了解“双碳”这一国家大计, 同时通过将光催化知识与自身所学相结合, 实现了学生对于专业知识的实际应用, 拓宽了知识面, 学生的创新实践能力也得以锻炼。

五、结语

光催化是一种综合性的应用技术, 涉及多个学科领域, 将光催化以知识模块形式融入本科课程, 可较程度的扩展学生的知识面; 同时, 每一个知识模块的学习均涉及光催化原理、催化剂制备、表征与性能测试等方面内容, 因此, 光催化技术的学习和掌握能够锻炼学生知识综合运用能力和实验操作技能, 培养学生独立思考与创新意识。

高校承担着人才培养的重要使命, 在“双碳”背景下, 将科技前沿的光催化知识融入本科教学, 可使学生在学习科学知识的同时, 真正理解我国实施“双碳”战略的紧迫性、重要性、可行性, 培养当代大学生形成低碳生活和绿色发展的理念, 将“绿水青山就是金山银山”的嘱托铭记于心, 勇担重任, 为国家生态文明建设做出贡献。

参考文献

- [1]张逸, 耿峻, 熊芸等. “双碳”目标下化工分离工程案例教学探索与实践[J]. 广东化工, 2021, 48(18): 290-291.
 - [2]编辑部. 教育部布局建设高校碳中和创新平台[J]. 粉末冶金工业, 2021, 31(05): 53.
 - [3]蓝奔月, 史海峰. 光催化CO₂转化为碳氢燃料体系的综述[J]. 物理化学学报, 2014, 30(12): 20.
 - [4]Jinbo Pan, Sheng Shen, Wei Zhou, et al. Recent Progress in Photocatalytic Hydrogen Evolution[J]. Acta Physico-Chimica Sinica, 2020, 36(3): 1905068.
 - [5]郑贛鸿, 戴振翔, 李刚. 光催化性能测试在本科实验教学中的应用[J]. 佳木斯职业学院学报, 2021, 37(08): 60-61.
 - [6]任晓玲, 严孝清, 龚湘姣, 吴志强, 杨伯伦, 魏进家, 杨贵东. 光(电)催化氮气还原合成氨研究进展[J]. 化工进展, 2020, 39(12): 4856-4876.
 - [7]杨彬, 邓威, 郭利民, 等. 铜-氧化铈固溶体催化剂用于二氧化碳催化加氢制甲醇[J]. 催化学报, 2020(9).
- 基金项目: 天津市高等学校科技发展基金计划项目(2021KJ179), 教育部产学研合作协同育人项目(202101003071), 国家级大学生创新创业训练计划项目(202010069027), 天津商业大学“课程思政”改革课建设项目(TJCUKCSZ202029)