



Topic Insights

绿色化工

陈建峰

State Key Laboratory of Organic-Inorganic Composites, College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China

1. 引言

绿色化工是化学工业实现可持续发展的有效途径, 主要可分为两大发展方向:

- 绿色产品工程, 如开发新型催化剂, 或者开发利用可再生资源(太阳能、生物质能等)产品;
- 绿色过程工程, 包括化工过程强化、新型反应介质、节能降耗、二氧化碳减排、新型反应器和新型分离等过程技术。

为满足日益增长的社会和环境的需要, 各种清洁、节能、低成本的催化剂, 反应介质, 反应器和分离器不断发展。本期“绿色化工”专题报道了绿色产品工程和绿色过程工程的最新研究进展, 旨在为化工产业技术革新和可持续发展提供策略导向。

2. 绿色产品工程

绿色产品工程是指绿色化工产品的工程设计、开发和制造, 或者是通过绿色生产过程得到产品。绿色产品工程通常需要考虑成本、产能、质量、性能、可靠性、适用性、产品全生命周期和用户需求等相关的问题。

随着工业不断发展, 二氧化碳排放逐年增加, 通过二氧化碳加氢使二氧化碳转化为有价值的化学品和燃料, 可望成为二氧化碳减排和再利用有效途径之一。本期专题中, Kangvansura等在题为《钾/锰助剂对氮掺杂碳纳米管负载铁基催化剂在CO₂加氢过程中的影响研究》的文章中报道了二氧化碳加氢的催化剂。利用太阳能作为直接驱动

力的二氧化碳-燃料转化技术, 是实现二氧化碳减排和满足全球能源需求的另一类有效方法, Kho等在题为《复合镍基催化剂催化CO₂光热甲烷化反应中氧化铈和氧化钛的助催化作用》的文章中介绍了这方面的研究成果。

太阳能作为一种清洁、可再生、来源丰富的新能源, 是替代化石燃料的最佳选择之一。利用太阳光催化分解水制取氢气, 是实现太阳能转化利用的最有效方法之一。澳大利亚昆士兰大学王连洲等在题为《钽基氮氧化物——窄带隙光催化剂用于太阳能制氢》的文章中, 对钽基氮氧化物作为催化剂用于光解水制氢的研究进展作了综述, 并对进一步优化材料设计以提高催化性能进行了展望。天津大学巩金龙等在题为《Ni-B_i 助剂用于 α -Fe₂O₃光电阳极提高氧化动力学和钝化表面态》的文章中, 介绍了新型光催化太阳能-燃料转化的高效镍-硼酸盐基催化剂, 并阐述了表面动力学增强和表面态钝化对催化剂性能的影响规律。

沸石是工业催化中一类重要的多孔材料, 然而水热法合成沸石所使用的有机模板, 易产生有害气体和水体污染, 造成环境问题和生产成本的增加。沸石的绿色制备技术具有重要应用价值。

由于未理性使用化石燃料以及温室气体对环境的影响, 有关生物质资源利用的研究引起了人们的重点关注。荷兰格罗宁根大学的Achinas等在题为《生物质垃圾制沼气技术综述》的文章中回顾了由木质纤维素生物质废弃物生产沼气的研究进展和当前存在的问题, 并对其生物转化性能方面的发展趋势和挑战进行了阐述。

戊二胺作为一种重要的化工原料, 特别是作为生物

基聚酰胺的关键单体，有着重要的应用前景。南京工业大学陈可泉等在题为《1,5-戊二胺的细菌合成及应用》的文章中介绍了戊二胺在细菌中的生物合成、新陈代谢和生理功能方面的最新发现，戊二胺生产的研究进展，以及戊二胺在合成生物基聚酰胺中的应用。

北京化工大学与美国凯斯西储大学合作，在一篇题为《荧光碳点的快速宏量制备及多功能应用》的文章中，介绍了一步法合成荧光碳点的研究工作，所制备的碳点作为荧光探针用于生物成像和图案化，在固态荧光传感、安全标签和可穿戴电子产品等方面显示出良好的应用前景。

3. 绿色过程工程

绿色过程工程重点关注化学、物理和生物等过程的设计、操作、控制、优化和强化，研究者致力于解决资源高效转换和过程升级中的关键性科学问题，从而为清洁工业生产的发展提供创新技术平台。

己内酰胺为尼龙-6纤维和工程塑料的单体，是一种重要的基础有机化学品。中国研发的己内酰胺的绿色生产技术实现产业化应用，获得超过全球50%的市场份额。中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院宗保宁等在题为《尼龙-6单体己内酰胺绿色生产技术》的文章中对该项成果作了介绍。

光合微生物是一种用于生产环境友好型产品的一类重要生物资源，而光生物反应器是实现光合微生物产品生产的关键装备。中国科学院过程工程研究所杨超等在题为《大规模培养光合生物的光生物反应器设计》的文章中，阐述了光生物反应器设计的关键因素，如光、混合、传质、

温度、pH、资本和生产成本等，并从商业开发角度分析了生物反应器的寿命以及清洗和温控的成本等问题。

废水处理是与环境和人类健康息息相关的重要过程。加拿大西安大略大学祝京旭院士等在题为“流化床生物反应器在污水处理中的应用研究和进展综述”的文章中，综述了流化床生物反应器处理废水的研究进展，流态化所固有的优良的混合和传质特性使该过程在处理城市和工业废水方面非常有效。Bagali等在题为《香蕉假茎作为吸附剂用于水溶液中铅离子去除的条件优化、动力学与吸附平衡研究》的文章中报道了利用香蕉假茎作为吸附剂去除水溶液中铅(II)离子的研究成果。

城市固体废弃物因其体量巨大和严重的环境污染，已成为全球关注的重大环境问题。清华大学程易等在题为《城市固体废弃物气化的热力学分析》的文章中报道了对不同城市固体废弃物在不同温度、不同蒸汽/城市固体废弃物比例(steam to-MSW ratio)下的热力学分析，成功获得了多种城市固体废弃物的气化特性，为绿色过程开发提供了重要基础。

提高反应和分离过程中的效率，降低这些过程的能耗，对于缓解能源、资源和环境问题至关重要。意大利卡拉布里亚大学的Macedonio和Drioli在题为《面向绿色过程的膜工程》的文章中对膜技术在水处理、发电和原料萃取等方面的应用进行了综述。对于传统的结晶过程，Rohani等在题为《制药工业中结晶过程的最新进展》的文章中回顾了晶体工程和结晶过程的设计和控制的最新进展，并对新型晶体（如共晶、多晶型）和溶剂化物进行了综述。天津大学龚俊波等在《药物连续结晶进展》的综述文章中，全面介绍了不同类型连续结晶工艺的优缺点。