
FIE 浙江大学王树荣教授、王凯歌研究员：生物质原料与石油原料共处理的研究进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38471.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

FIE

浙江大学王树荣

教授、王凯歌研究员：生物质原料与石油原料共处理的研究进展。论文标题：Recent advances in co-processing biomass feedstock with petroleum feedstock: A review

期刊：ENGINEERING Energy

作者：Cong Wang, Tan Li, Wenhao Xu, Shurong Wang, Kaige Wang

发表时间：16 Jan 2024

DOI：10.1007/s11708-024-0920-1

微信链接：点击此处阅读微信文章

Front. Energy 2024, 18(6): 735–759
<https://doi.org/10.1007/s11708-024-0920-1>

REVIEW ARTICLE

Recent advances in co-processing biomass feedstock with petroleum feedstock: A review

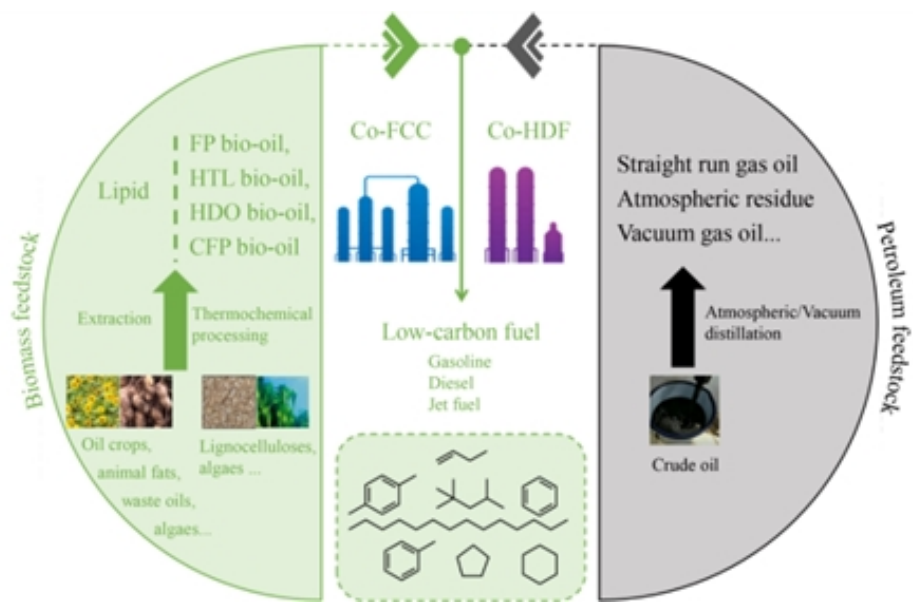
Cong Wang, Tan Li, Wenhao Xu, Shurong Wang (✉), Kaige Wang (✉)

State Key Laboratory of Clean Energy Utilization, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

文章简介

本文综述了利用流化催化裂化（FCC）或加氢处理（HDT）工艺将生物质原料与石油原料共处理的研究进展。进一步讨论了生物质原料的不同类型和不同物理化学性质对石油原料加工、共处理

等研究中使用的催化剂的影响。此外，还总结和讨论了试点及更大规模的共处理项目。最后展望了共处理的研究趋势。



研究背景

随着原油枯竭和环境问题凸显，可持续低碳能源开发备受关注。生物质原料虽丰富可再生，但高氧、高黏、高酸等特性使其无法直接做替代燃料。在炼油厂利用现有设施实现生物质与石油原料的共处理，能够显著降低生产成本，是将可再生碳资源融入交通运输燃料的有效途径。

主要内容

本文首先介绍了在催化裂化共处理方面，生物质（氧含量可达 50%）与石油原料反应主要包括裂化、异构化、氢转移和脱氧反应。脂质因氧含量相对较低、化学结构简单，与石油原料互溶性好且易裂化。而生物油在经济上更可行，但加工比脂质的要复杂得多。

在生物油方面，水热液化（HTL）生物油相比快速热解（FP）生物油氧含量低、芳烃少、热值高，但因含大量含氮化合物会降低催化剂活性。FP生物油是生物质热解产物，成分复杂，与石油原料互溶性差。在FCC过程中，两者添加都会影响产品分布和产率，且易导致催化剂失活，大规模FCC过程中其进料系统可降低焦炭产率。

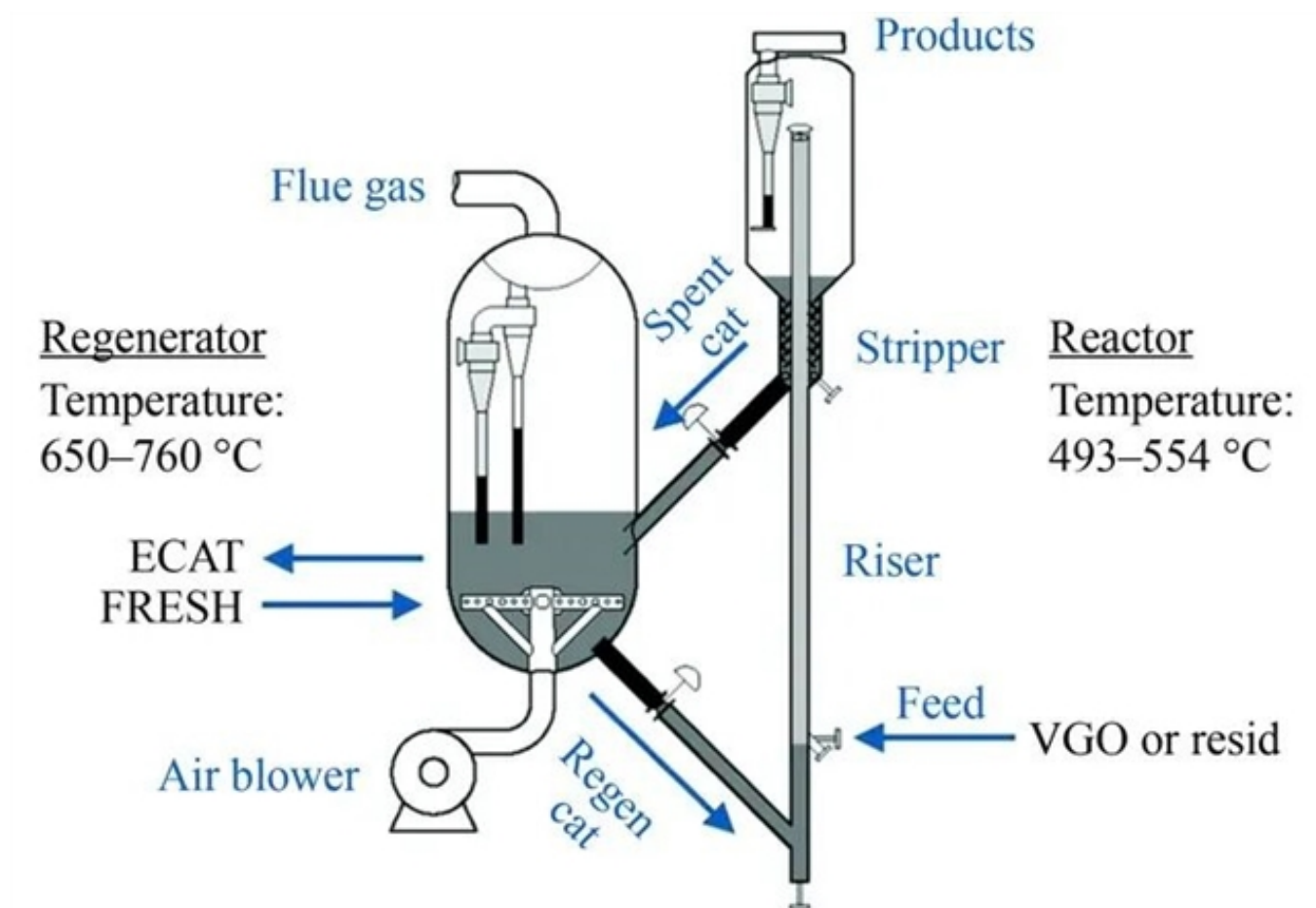


图1 FCC 过程的示意图

加氢脱氧（HDO）生物油和催化快速热解（CFP）生物油经预处理后氧含量和酸度降低，更适合FCC或HDT过程。HDO生物油的加氢程度影响共处理效果，适度加氢为宜。CFP生物油生产条件温和，与石油原料共处理时有机产率高，其与HDO生物油在产品分布和产率上存在差异。

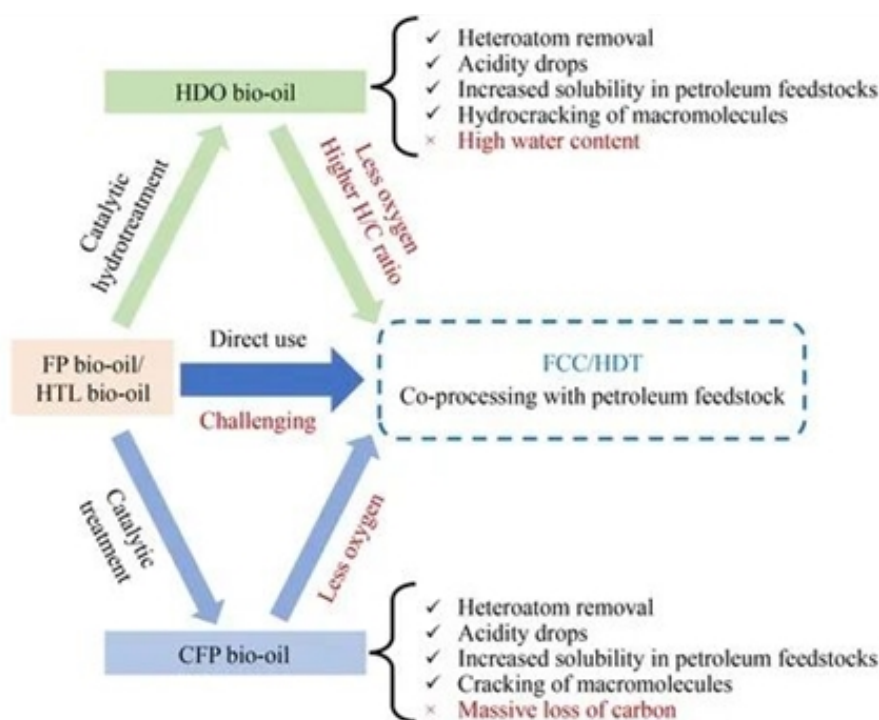


图2 炼油厂共处理前低品位生物油的前处理方案

FCC过程常用E-CAT催化剂，主要活性成分是Y沸石。生物质原料中的极性含氧化合物易使沸石失活，但E-CAT受影响较小。添加Ni和V可增加沸石酸位点利于反应，同时还要注意生物质中碱金属和碱土金属（AAEMs）对催化剂的影响，可通过酸洗和过滤预处理去除。

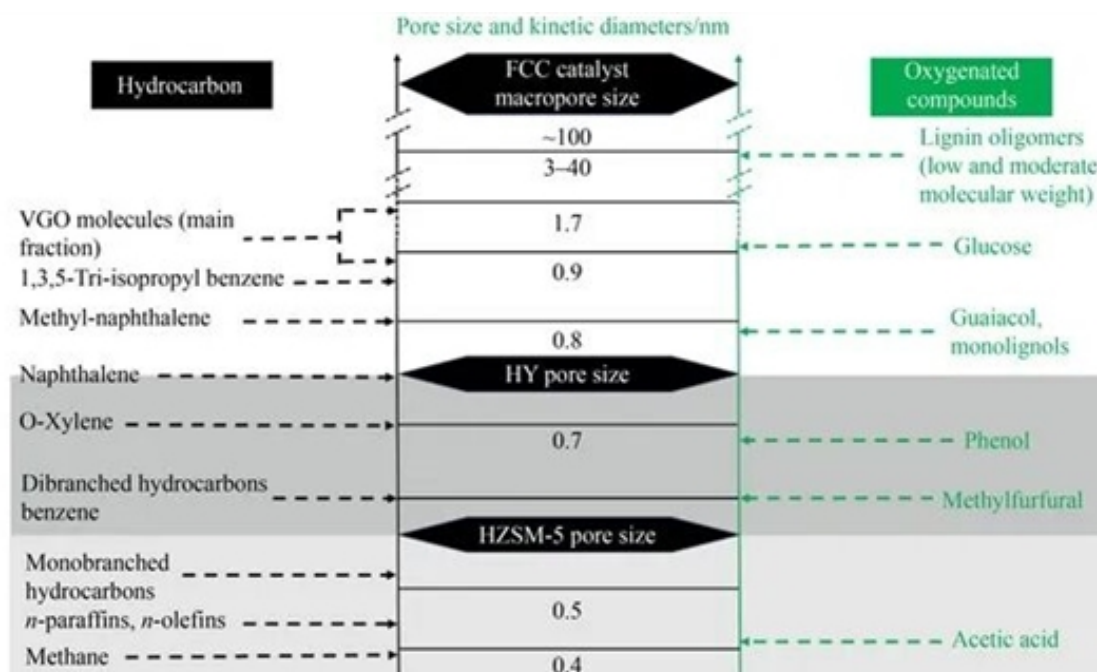


图3 催化剂的孔径与一些含氧化合物和烃分子的动力学直径（基于原子半径）的比较

脂质与石油原料在HDT过程中共处理时，需考虑其不饱和度和游离脂肪酸含量。合理选择脂质

类型和控制混合比例可避免相关问题，如大豆油或废弃食用油（WCO）含量过高会抑制脱硫反应、增加氢耗。目前脂质与石油原料共HDT已商业化，但生物质原料应逐渐从脂质向木质纤维素拓展。

生物质原料中的含氧物种会影响石油原料加氢处理，如愈创木酚在低温下抑制加氢脱硫（HDS）反应，含氧化合物的HDO反应产物及CO_x会影响催化剂活性和反应进程，不同模型化合物的反应路径和速率常数表明氮的脱除是共HDT挑战之一。

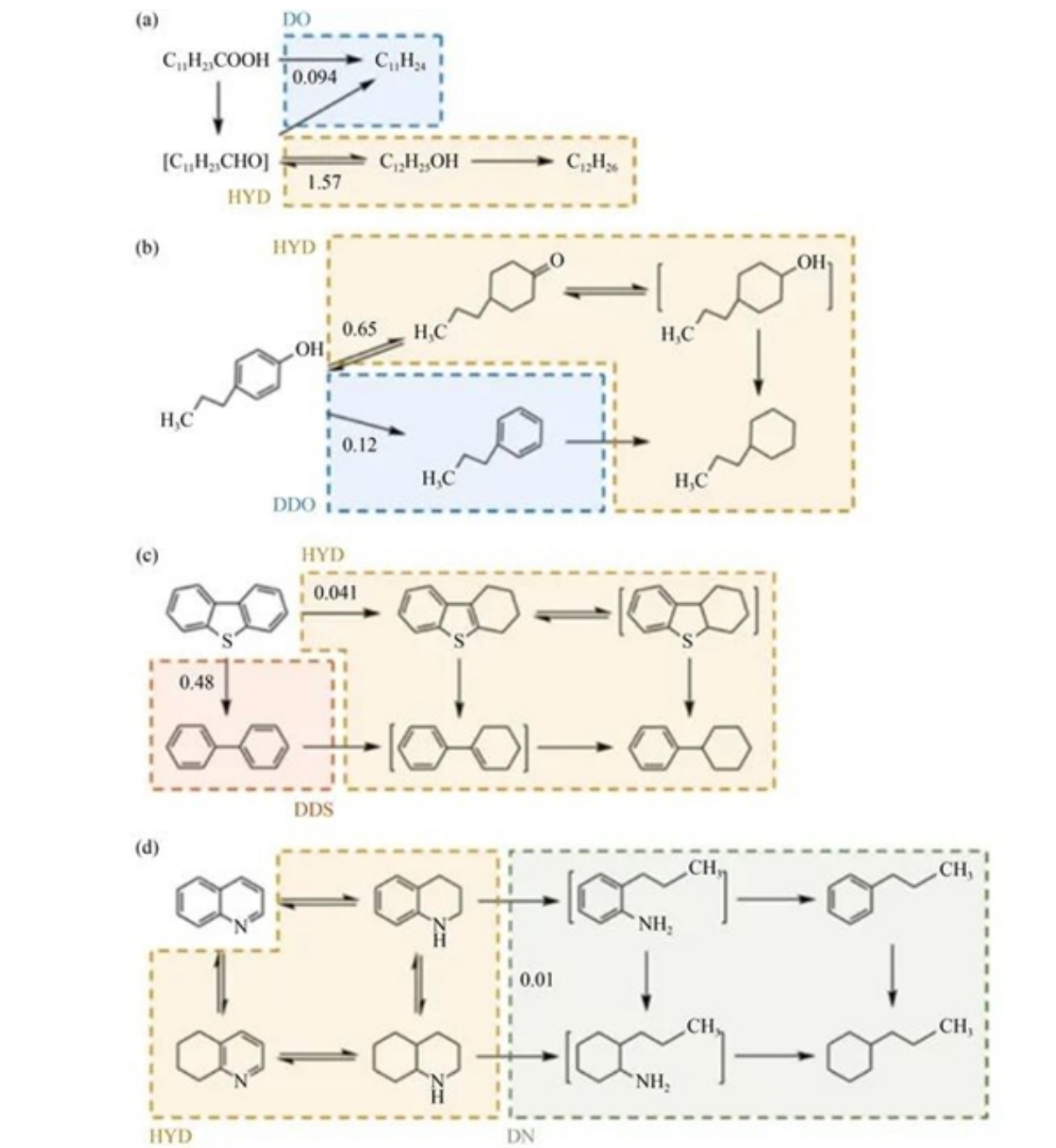


图4 十二烷酸HDO中的反应途径

HTL生物油与石油原料共HDT所得柴油符合规格，适当的预处理和条件控制可减少生物质对石

油原料的负面影响，CO_x会抑制HDS和加氢脱氮（HDN）反应，但含氧化合物不会使催化剂永久失活，共HDT可降低生物油分子量。

Ni (Co)-Mo基催化剂常用于生物质与石油原料共处理的HDT过程，需经过硫化提高催化剂活性。但生物质原料的高氧含量等特性会导致催化剂失活，可通过改进冷却系统、控制原料混合比例、添加硫化氢、寻找替代载体和氢供体等方法应对。

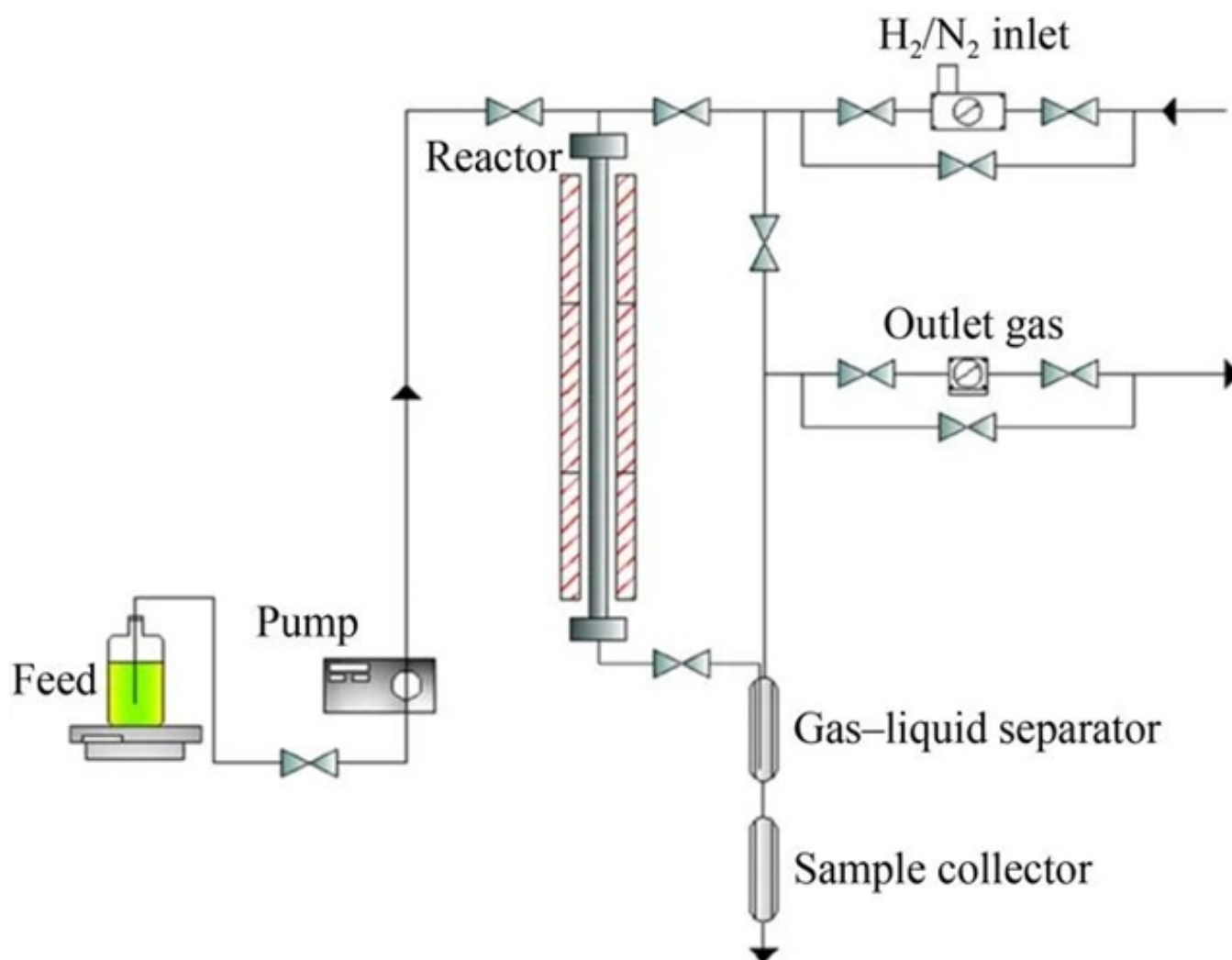


图5 用于HDT实验的实验单元示意图

石油工业现有基础设施下的共处理技术为生物质利用商业化提供途径，但仍面临生物质与石油原料不互溶、催化剂失活、反应器差异等挑战。未来研究还需关注选择合适原料并平衡预处理经济与效果、设计考虑生物质特性的催化剂并应对CO_x影响、缩小微反应器与工业反应器差距、降低成本、保证产品质量等方面。

原文信息

Recent advances in co-processing biomass feedstock with petroleum feedstock: A review

Cong Wang, Tan Li, Wenhao Xu, Shurong Wang, Kaige Wang

Abstract:

Co-processing of biomass feedstock with petroleum feedstock in existing refineries is a promising technology that enables the production of low-carbon fuels, reduces dependence on petroleum feedstock, and utilizes the existing infrastructure in refinery. Much effort has been dedicated to advancing co-processing technologies. Though significant progress has been made, the development of co-processing is still hindered by numerous challenges. Therefore, it is important to systematically summarize up-to-date research activities on co-processing process for the further development of co-processing technologies. This paper provides a review of the latest research activities on co-processing biomass feedstock with petroleum feedstock utilizing fluid catalytic cracking (FCC) or hydrotreating (HDT) processes. In addition, it extensively discusses the influence of different types and diverse physicochemical properties of biomass feedstock on the processing of petroleum feedstock, catalysts employed in co-processing studies, and relevant projects. Moreover, it summarizes and discusses co-processing projects in pilot or larger scale. Furthermore, it briefly prospects the research trend of co-processing in the end.

Cite this article:

Cong Wang, Tan Li, Wenhao Xu, Shurong Wang, Kaige Wang. Recent advances in co-processing biomass feedstock with petroleum feedstock: A review. *Front. Energy*, 2024, 18(6): 735?759

<https://doi.org/10.1007/s11708-024-0920-1>

全文



通讯作者简介

王树荣，浙江大学二级教授，浙江大学求是特聘教授，于2017年获国家杰出青年科学基金资助，于2019年入选国家万人计划科技创新领军人才。入选科技部中青年科技创新领军人才、教育部新世纪优秀人才支持计划、浙江省新世纪151人才工程第一层次、爱思唯尔中国高被引学者。从事的主要研究方向有：（1）生物质和城市固废的高效热转化；（2）零碳燃料的高效合成制取及应用；（3）先进能源转化/储能用功能材料的制备及应用；（4）二氧化碳的高效吸附及利用；（5）可再生能源转化过程评价。

先后主持国家重点研发计划、联合基金重点、国合基金、国家面上基金、863项目、国际合作、教育部博士点基金、省领雁、省杰青等多项国家级和省部级项目，其中2项国家自然科学基金面上项目结题评价为特优。以通讯/一作发表SCI/EI收录论文200余篇，应邀在Progress in Energy and Combustion Science 撰写发表的长篇综述入选热点论文。中文专著《生物质组分热裂解》获中国科学院科学出版基金资助，多次重印再版；《生物质热解油的分离与改性》获国家科学技术学术著作出版基金资助；英文专著《Pyrolysis of Biomass》由德国高端学术出版社DE GRUYTER 和科学出版社同步发行海外版和国内版，获中国科学院科学出版基金资助，并入选国家重点出版物。以第一发明人获授权发明专利20余项。以第一完成人获教育部自然科学一等奖和二等奖各1项，以第二完成人获浙江省科学技术一等奖1项，以主要完成人获国家科技进步奖2项。

王凯歌，浙江大学能源工程学院百人计划研究员/博士生导师，入选国家高层次人才引进计划，长期从事生物质等含碳资源热化学转化制备高品位燃料、高值化学品等研究工作，主持国家重点研发计划政府间合作项目、课题、子课题、国家自然科学基金面上/青年项目、浙江省重大科技计划项目等国家及省部级科研项目，发表SCI论文80余篇，总引用5000余次，多篇论文入选ESI高被引/热点文章。主编/参编出版生物质能专著/教材两本，撰写专题图书章节两章，受邀担任多个国内外期刊的编委或青年编委，获中国可再生能源学会青年科技奖、浙江省碳达峰碳中和十大科技创新等奖励。

关于ENG.Energy

ENGINEERING Energy（原Frontiers in Energy）是中国工程院院刊能源分刊，由中国工程院、上海交通大学和高等教育出版社共同主办。翁史烈院士和倪维斗院士为名誉主编，中国工程院院士黄震、周守为、苏义脑、彭苏萍担任主编。加拿大皇家科学院、加拿大工程院、中国工程院外籍院士张久俊，美国康涅狄格大学校长、教授Radenka Maric，上海交通大学教授Nicolas Alonso-Vante和巨永林担任副主编。

ENGINEERING Energy已被SCIE、Ei Compendex、CAS、Scopus、INSPEC、Google Scholar、CSCD(中国科学引文数据库)、中国科技核心期刊等数据库收录。2024年影响因子为6.2,在ENERGY FUELS学科分类中位列55位(55/182)，处于JCR Q2区。2024年度CiteScore为6.9，在Energy领域排名#77/299；2025年即时IF为7.7，即时CiteScore为9.0。

ENGINEERING Energy免收版面费，且对于录用的文章提供免费语言润色以保障出版质量。第一轮审稿周期约30天，从审稿到录用平均60天。

更多信息请访问：

<http://journal.hep.com.cn/fie>（国内免费开放）

<https://link.springer.com/journal/11708>

联系我们：

ENG.Energy@sjtu.edu.cn, (86) 21-62932006

qiaoxxy@hep.com.cn, (86) 10-58556482

来源：ENGINEERING Energy

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发