

12 ZKBH 悬浮床-固定床组合加氢工艺生产二代生物柴油技术

项目负责人：陈松

技术联络人：陈磊

联系方式：0532-80662756

电子邮箱：chenlei@qibebt.ac.cn

关键词：油脂、二代生物柴油、催化加氢

技术成熟度：产业化（TRL=9）

■ 项目简介

第二代生物柴油作为生物质能源的重要组成部分，被视为弥补我国化石能源短缺，助力CO₂减排的重要的可再生燃料。目前的商业化生产工艺是以生物油脂为原料，在固定床反应器中利用负载型过渡金属硫化催化剂进行催化加氢脱氧。国际上主流的两个产业化技术（芬兰Neste Oil公司的NExBTL技术和意大利ENI公司的Ecofining技术）均为固定床加氢工艺。该工艺对原料适应性差，很难加工高盐、高酸、高胶质的废弃油脂原料，为了保证装置的长期运行，原料需要严苛的预处理。此外，由于反应过程中产生大量的水，高温高压下会破坏催化剂的结构，导致催化剂失活，使现有产业化装置很难长期运行。

本技术提出的悬浮床-固定床耦合加氢工艺可以很好的解决上述问题。悬浮床加氢具有原料适应性强的特点，可以满足所有油脂原料的要求，原料经过简单脱除机械杂质后即可使用。反应过程中，原料中的胶质可以有效脱除，省去了脱胶预处理环节。此外，油脂原料在该过程能够脱除80%以上的氧原子，生产的水会随着胶质一同分离除去，从而显著降低了后续固定床加氢催化剂的失活速率，而悬浮床加氢过程使用的催化剂为均相催化剂，通常一次性使用，不用考虑催化剂的失活问题。因此，相比于传统的固定床工艺，悬浮床-固定床组合工艺过程简单，原料适应性强，非常适合第二代生物柴油的规模化生产。此外，本技术将管道式反应器与新一代复合三元液态催化剂结合，不仅提高反应效率，更可以用于传统石化炼油厂现有柴油加氢装置的技术转型，实现传统炼油厂的新旧动能转换。

性能指标：

1. 油脂原料转化率 $\geq 98\%$ ，脱氧率 $\geq 98\%$ ，柴油组分收率 $\geq 75\%$ ，和国内外现有技术相比，表现出更加优异的原料适应性（特别是地沟油、酸化油等废弃油脂）和柴油收率，催化剂平均寿命增加约30%-40%。
2. 实现了废弃油脂原料的高效转化，所得产品的密度 $\sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ ，十六烷指数接近100，硫、氮含量均小于 $5 \text{ } \mu\text{g/L}$ ，产品各项指标均达到第二代生物柴油出口欧盟标准。

■ 项目进展

2020年7月30日，中国科学院青岛生物能源与过程研究所和河北常青集团石家庄常佑生物能源有限公司，联合开发了沸腾床—固定床连续式加氢工艺生产第二代生物柴油技术，并在常佑生物能源公司20万吨/年规模第二代生物柴油生产装置上实现成功开车。这标志着该技术成为世界上第一个采用液态分子催化体系、成功实现商业化二代生物柴油量产的技术，该技术已被评选为中国科学院2020年第四季度亮点工作。

2021年，研究所通过技术许可的形式和山东东营奥星石油化工有限公司及相关设计单位签署合作协议，预计两年内分三期实现生物质燃料处理能力达到120万吨/年规模。截至2022年底，该技术已在国内授权四家企业，累计规模达200万吨/年。

■ 知识产权情况

2021年10月，该技术通过中国石油和化学工业联合会的科技成果鉴定。

■ 应用前景

1. 该技术是以生产生物质能源为代表的新能源企业的先进技术手段，技术上具有创新性、先进性和示范意义，政策上属于国家鼓励项目，其推动的产业方向也与世界环境保护与二氧化碳减排大趋势相吻合。

2. 该技术的先进性保障了在更低的投资成本下获取更大生产利润的可能性，是企业效益的保证。

3. 作为具有绿色可持续发展可再生新能源属性与自主知识产权创新性的新工艺技术，不仅是中国生物质能源产业链的重要组成部分，也是区域经济新旧动能转换的抓手。

4. 所生产的长碳链烷烃，不仅是最优的二代生物柴油组分，也是生产生物质航空煤油、生物质特种蜡的重要原料，也可作为深加工精细化工企业的原料，因此具有产业联动性，落户于大型化工园区，可以带动生物质化工及精细化学品的产业链发展。

5. 该技术对复杂生物质原料具有超强适应性，可将劣质餐厨废油（含灰、含盐、高氯、高酸）等难处理的废弃油脂高效转化为二代生物柴油。不仅为地沟油/泔水油的无害化处理找到了一条清洁化生产新路，消除废油本身的污染和避免落后技术处理对环境的二次污染，解决了政府多年的困扰。同时，对于保障食品安全、保护人民身体健康和发展循环经济，具有重要意义，蕴含着巨大社会效益。

■ 合作方式

技术许可等