

农林废弃物定向热解制取液体燃料、炭材料和合成气

张会岩*, 肖睿

(东南大学 南京 210096)

摘 要: 在我国化石能源需求日益增加的能源压力和温室气体大量排放的环境压力下, 通过可再生零碳农林废弃物资源进行能源替代势在必行。同时, 我国每年产生的农林废弃物资源规模巨大, 填埋和焚烧造成了严重的环境污染和资源浪费。定向催化热解技术由于具有处理速度快、减量化程度高、能够制备高品质清洁能源和高值材料的优势, 已成为目前农林废弃物负碳高值化利用的主流技术。本研究针对农林废弃物含氧基团存在形式复杂, 易结焦, 碳氧键断键与重组难调控, 芳环结构未被有效利用等问题, 提出利用农林废弃物自身结构进行分质转化的创新性思路。对于富氧轻质组分, 利用农林废弃物中的氧, 通过加氢定向断键制备高品质含氧液体燃料, 提出了通过自供氢过程对不饱和羰基组分进行低温、高温二级加氢制取醇类含氧燃料新途径, 总目标产品收率达 75%, 接近理论值, 是传统工艺的 3 倍; 对于富碳中质组分, 利用其自身天然的苯环结构, 提出断键脱氧-择形催化协同转化热解大分子新思路, 通过构筑多级孔道催化剂, 实现了气固体系下催化热解保留木质素芳环及侧链脂肪烃, 芳烃产率相比沸石催化提高 4 倍, 并在此基础上, 创新性地提出光电催化农林废弃物转化制含氧燃料前驱体新技术, 实现温和条件下实现小分子选择性断键生产高价值化学品; 对于富碳重质组分, 利用重质油易缩聚的特点, 率先提出模板造孔, 原位组装制备多级孔道炭, 用作超级电容器电极时比电容是商业炭的 2 倍, 并进一步提出了大分子气相沉积制备碳纳米管新思路, 将传统 C1-C2 小分子气相沉积 (CVD) 拓展到大分子 (LMCVD), 得到高性能碳纳米管, 产量高达 782 mg/g, 同时联产纯度为 93 vol.% 的氢气。此外, 基于高效协同气化技术基础, 提出了气化协同、产物定向调控及多过程适配的高值化新理念, 制取高品质合成气, 确立了污染物源头抑制-过程阻断-尾部深脱的新思路, 并将各项新理念以及技术应用于示范工程, 促进了农林废弃物的清洁高效利用。农林废弃物分质定向催化热解制备高值产品的创新性利用模式有助于推进农林废弃物资源化的利用进程。