生物质热裂解技术及其应用前景

王书文，鲁楠

(沈阳农业大学农工系)

农林业副产品及其废弃物是巨大的能源资源。但过去由于缺少高效率的回收转化设备将这些热值低的生物质转化为能量品质较高的商品能源，而不得不被废弃或直接燃烧掉，这不仅是浪费能源，同时给生态环境造成了极大的破坏。

70年代初期，世界性石油危机的冲击，为了减少人类对石油燃料的依赖性，农林业废弃物的处理问题引起了世界性的普遍关注。为了最大可能地从生物质中提取易贮存，易运输并具有商业价值的燃料，应用生物质热裂解技术便成为最有效的途径之一。

生物质热裂解技术的特点是能一个连续的工艺和工厂化的生产方式处理多种类型的农林业废弃物，并可将其转化为木炭、生物油和可燃气这3种易贮存、易运输、热值高且具有商业阶值的燃料，可获得原生物质80%-85%的能量。该技术的应用必将为我国工农业开辟新的能源，并将促进农村经济的发展和为社会就业提供更多的机会。

1热裂解技术工艺流程简介

生物质热裂解是在反应器中完全缺氧或只提供有限的氧以使气化过程不致于大量发生的条件下进行的热化学反应过程。其工艺的优势在于具有高效的流化床反应器，整个生产系统原理如图1所示。

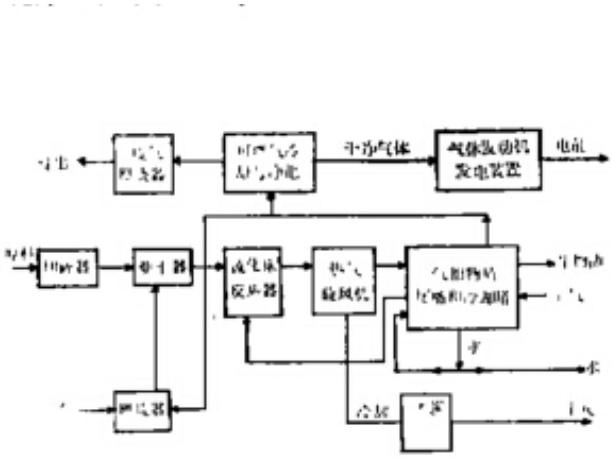

图1　生物质热裂解工艺原理图

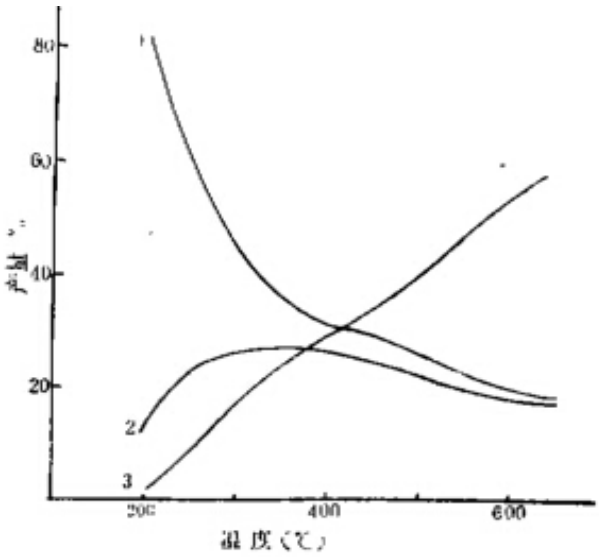

图2 生物质在不同裂解温度下产生能源物质的情况

1. 2. 3.

生物质原料经过切碎，然后烘干至相对湿度为10%左右，经料仓通过一个气密系统输送到碳化塔。在碳化塔流化床反应器中，通过调节输八反应器的空气量和原料量，使一部分生物质原料开始燃烧，以提供足够的热量加热后继的原料，并适当调节反应温度，生物质在缺氧条件下转化为木炭和可燃气，术炭通过旋风式分离机分离出去。可燃气送入冷却塔将所含有机气体冷却为生物油，剩余的可燃气排出为烘干原料提供热能或用于发电，使本系统内部达到能源自给；而生物油和木炭作为商品能源出售。

2热裂解和其它生物质处理技术比较

目前，处理生物质的主要技术有直接燃烧，气化和热裂解。

生物质的直接燃烧利用是传统的古老方式，燃烧时生物质被转化为热能，剩余的副产品是灰尘和烟。直接燃烧的效率极低，大致为6%～10%，生物质总能量的90%左右都被浪费掉。同时，直接燃烧生物质存在着潜在胡危险，燃烧

冒出的烟尘含有颗粒物质、CO和多环有机物会引起呼吸系统的疾病和癌症。另外，生物质生产是季节性的，且单位体积含能量低，所以生物质的贮存就需大量的空间。可见直接燃烧生物质的方便性也很差。

生物质的气化技术是通过气化炉将生物质在其燃烧之前转化为可燃气，反应温度为1000℃左右。该技术最有价值的应用是用于集中供气、供暖和发电等服务性生产，但只有蒸汽锅炉和发电厂建在附近才是最有效的。在远距离时，可燃气的压缩和运输使整个加工系统既不经济又很复杂。

生物质热裂解技术可获得高品质的燃料——木炭、生物油和可燃，具有很高的热值，由表1知其能量密度比原生物质大5～10倍。这就使得这些被浓缩了的燃料可以很容易地输送到高效率的电站或其它商业用户。事实上，从生物质中获得的最有价值的产品是生物油，生物油有类似于矿物油的特性，经过精炼可替代来自石油的液体燃料。另外，该技术的另一优点是整个装置耗能较少(15%)，并可通过自产可燃气再循环达到系统能量自给。可见生物质热裂解技术较前两种有着明显的优势。

表1　生物质及其裂解产品能量密度比较

原　料	体积密度 (kg/m³)	平均质热值 (GJ/t)	能量密度 (GJ/m³)
秸　秆	100	20	2
树　枝	400	20	8
裂解油	1200	25	30
木　炭	300	30	9
水煤浆	1150	23	26

3生物质热裂解反应机侧

3.1化学反应机制 影响生物质热裂解的主要因素为反应温度，生物质颗粒大小，加热速率，固相滞留期及生物质的组成，其中反应温度是关键因素。在整个滞留期内，生物质在反应器中发生下列反应：(1)温度低于150℃，主要是生物质游离水的蒸发；(2)150～250℃，纤维晶
格分解，转化成含有CO、H_2
的有机蒸汽
、水蒸汽、呵燃气及台
有部分挥发性物质的术炭；(3)350～550℃，有
机气体进一步裂解成CH_4、H_2
，乙酸、甲醇、丙酮等简单有机化台物；(4)温度超过550℃，木炭完全释放出挥发性物质此时如继续升高温度，木炭会被氧化，低碳氢物质及CO将增多。

3.2热裂解产品形成机制 农林业废弃物可被认为是纤维素、木质素和半纤维素3种主要成份的混台物半纤维素首先在200～260℃分解，接着纤维素在240～350℃范围内分解，木质素在280~500℃之间分解，半纤维素和纤维素倾向于产生更大比例的可燃气，而木质素可产生更多的生物油。另外对于热裂解装置，设计目标不同，反应温度，加热速率和滞留期也将不同。图2所示为不同热裂解温度下产生能源物质的情况。试验表明：(1)低温区(200~400℃)，低的加热速率和较长的滞留期可产生更多的木炭；(2)高温区(600℃以上)，较长的滞留期有利于产生更多的可燃气；(3)中温区(450~600℃)，通过高的加热速率和短的滞留期抑制生物油挥发性物质的二次反应可产出更多的生物油。

3.3生物质热裂秤系统的物质和能量平衡 以废木屑为原料进行热裂解为例：木屑直径0.1—10mm，热值为19228kJ／kg干物质，湿度为15%～55%，物质平衡和能量平衡分析表明：转换1000kg干物质原料的木屑可产出860kg可燃气，200kg生物油和200kg木炭，这3种燃料的质量占总输入量的74%。适当调节设备工艺参数，可以调节产出的木炭，生物油相可燃气的相对比例。生物质通过热裂解，总能量的回收率可高达85%，远远优于其它转换技术。

4热裂解产品的特性及其用途

4.1生物油 生物油具有类似于矿物油的特性，经过加工转换后可用来替代化石燃料。特别是生物油含硫较低，非常适用于目前严格的大气污染控制要求，如不经转换亦可直接替代重油。但由于生物油粘度大，易聚合，有腐蚀性且挥发性差的特点，不能直接用作内燃机燃料，需经过进一步的催化氢化裂解和氢化处理，经过处理后的生物油非常接近

于普通原油特性对比原油的特性，如表2所示，催化生物油再经过精炼可产出柴油作为内燃机的替代燃料。

表2 催化后的生物油和普通原油特性对比[8]

特性	生物油	催化生物油	6号原油
组份（重量%）			
C	59.0	83.7	85.7
H_2	7.7	8.4	10.5
O_2	30.4	5.8	2.0
N_2	1.4	1.1	0.0
S	0.0	0.0	0.7~3.5
理化特性			
密度g/ml	1.3	1.06	0.98
热值kJ/kg	3		
闪点℃	116	82	66
粘度ssu88℃	1150	450	340
水分%	14	0	0

4.2木炭 木炭呈粉末状，热值为29260kJ／kg，含硫少，灰份小，具有良好的燃烧特性这种木炭有良好的表面特性，更容易加工成活性炭用于化工和冶炼。木炭如制成水煤泥，具有16720kJ／kg的热值，可用作火力发电厂燃料。另外，木炭也可加工成无烟煤球，供家庭取暖或炊事用能，绒作为闲散利用。

4.3可燃气 可燃气热值为4180~5225kJ／kg，主要用于热裂解系统内部原料的烘干以及转化为系统内必需的电力。多余的可燃气，如有条件还可输出用于集中供气等服务设施。

5生物质热裂解系统的经济评价

5.1基本生产成本 以原料处理能力为2吨／小时的设备为侧，基本生产成本估算如表3所示。

表3 基本生产成本

费用及其比例	折旧费	原料费	电	煤	人工	维修	管理	总计
费用（美元/年）	193944.6	841623.1	0		235159.8	28957.0	70657.9	137670.9
比例（%）	14.1	61.1	0		17.1	2.6	5.1	100

表3说明，生物质热裂解生产成本的主要部分是原材料费，其次是投资折旧费和人工费。我国农村和林区资源较丰富，原料价格较低，另外人工费也相对较低，所以在我国应用该技术的生产成本会大幅度下降。

5.2生物油成本 以欧共体原料成本30.5美元／吨为例计算，生物油成本：32美元／当量桶，扣除：8美元／当量桶(低硫补咕相当于石油脱疏所花费用)，5美元／当量桶(人工节省费)；1美元／当量桶(支付平衡费)；其实际成术为18美元／当量桶，已达到欧佩克目前规定的原油价格。世界上其它国家或地区，如中美洲、亚洲和非洲国家，原料的价格大大低于欧洲每吨30.5美元的价格，大致为15美元／吨，这样会大大降低生物油的成本，使其和原油在价格上具有很强的竞争能力。

6应用前景与展望

生物质能是我国农村生活用能和部分生产用能的主要资源。近几年来，我国农村年总能耗量是3.3—3.5亿吨标准煤，其中生活用能的消费掏成是：薪柴占40%，秸杆43%，煤炭12.5%，其它占4.5%(T)。上述能源消费结掏反映出，一

是由于薪柴和矿物能源不足，每年要低效率地直接烧掉约2.3亿吨秸杆.造成秸杆不能还田，土壤有机质下降，二是每年至少要烧掉1.8忆吨薪柴，远远超过了薪炭能源的合理提供量(8858万吨)的承受能力，导致森林资源过度拣采。因此，为了解决农村能源不足和生态环境日趋恶化的现状，在开发生物质资源的同时，应用生物质热裂解技术提高生物质利用的转化率，将生物质能转化为商品能源是出路之一。

从我国薪炭林应用来讲，我国林业用地和森林资源分布极不平衡，广大平原地区人多地少，林业用地严重不足，山区则相对人少地多，林业用地比较丰富，因此各地薪柴能源余缺不均。由于薪柴本身无一定规格难以成为商品，同时，薪柴能量密度低，远距离收集运输尚存困难，这样我国主要林区每年都有大量薪柴被白白烧掉，丽严重缺柴地区连树根也作燃料，所以通过林业废弃物的热裂解将其转化成木炭，生物油和可燃气等热值高的商品能源，作到物以尽用，以丰补缺，将有重要意义。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/81807.html