

生物质液化燃油的开发前景及可持续发展意义

Prospects for Exploitation of Bio-Fuel-Oil and Its Sustainable Development

王述洋¹ 谭文英²
(东北林业大学,教授¹;副教授² 哈尔滨 150040)

一、石油资源不足是制约我国可持续发展的
重要因素

1. 石油是现代工业社会的血液

众所周知,人口、资源、环境是决定一个国家能否可持续发展的长期制约因素,而作为现代社会经济发展基本动力之一的能源,特别是石油这种被称之为现代工业血液的液体能源,与这3个因素密切相关。1973年世界首次石油危机已使人们深刻认识到石油短缺是影响一个国家政治、经济和可持续发展的重要因素。于是,从那时起各国便开始积极探寻能够替代石油的液体能源及其生产技术,以期尽早解决不可避免的石油短缺问题。

2. 全球石油资源消耗殆尽已为期不远

根据联合国1989年进行的调查,若按当时的石油消费水平计算,世界的石油储量只能维持到2035年,天然气可利用的时限稍长一些,但也只能利用67年,也就是说,到21世纪中叶天然气资源也将消耗殆尽。

3. 我国石油供应将难以保障

我国人均占有可开采石油资源十分贫乏,大约只有世界平均水平的12%。改革开放以来,国家经济建设发展速度非常快,对石油需求的增长越来越快,如我国机动车的数量正以每年15~20%的速度递增。1993年,我国已由石油净出口国变成净进口国。受资源及生产力双重制约,我国石油年自给能力约为1.3~1.5亿吨,目前石油进口量已占需求量的20~30%,年缺口近亿吨。可见,确保液体能源安全已成为保障我国可持续发展的重大课题。

二、大力开发生物质液化燃油是弥补石油短缺的最有效手段

生物质液化燃油能替代石油的前景早已引起国际社会的重视,许多发达国家和发展中国家纷纷将其列为国家能源可持续发展战略的重要组成部分

分和21世纪能源发展战略的基本选择之一。

1. 生物质液化燃油的由来

生物质液化燃油(Bio-oil,或Bio-fuel-oil,Liquid-bio-oil)是一种以废弃生物质(如各种废弃农业秸秆、废弃木本植物、草本植物及城市有机垃圾等)为原料,经特殊的热化学液化工艺转化、分离所获得的新型、绿色可再生的生物质液体燃料。这里所说的生物质是指由光合作用产生的各种植物物质和动物废弃物,包括各种秸秆、稻壳等农业废弃物和锯末、废木材、枝丫、藤条灌木等森林废弃物。

2. 生物质液化燃油的物性特点

未经品位升级处理的生物质液化燃油一般称为生物原油(Bio-crude-oil或Raw bio-oil)。常温下生物质液化燃油呈红褐色,具有良好的流动性,储运、商业营销同石油燃料一样方便。生物质液化燃油的热值一般在18~21MJ/l,闪点60~100℃,不含硫,氮含量低于重油,大约为0.01~0.3%,比重为1.15~1.25,PH为2.8~3.8(平均为3.2),其它有关参数、成分详见表1和表2。生物质液化燃油的其它品质物性和燃烧排放情况与常规石化重油和轻油的同类指标比较见表3。

表1 生物质液化燃油(原油)的物性参数

项目	数值
比重	1.15~1.25
热值	18~21MJ/l
闪点	60~100
含水量(与工艺有关)	15~25%
PH值	2.8~3.8

表2 生物液化燃油(原油)的主要化学成分

元素	含量(%)
C	56.4
H	6.2
O	37.7
N	0.01~0.3

表3 生物质液化燃油、重油、轻油特性与排放比较

	轻油	生物原油	重油
含水量 %	0.02	18~25	0.5
热值(MJ/l)	36.9	18~21	39.4
粘度30 cst	4.0	20~150	180
50 cst	2.0	6.0~24	50
闪点	90	60~100	80
固形物	—	0.01	0.05
灰份 %	0.01	0.01~0.1	0.03
S含量 %	0.15	0.0	1.0
N含量 %	0.0	0.1~0.3	0.3
C含量ppm	15~30	30~50	5~30
NO _x 含量ppm	80~120	120~150	200~400
悬浮粒子	0.2~1.0	2.5~5.0	1.0~4.0
流动点	15	-27	0.0

生物质液化燃油的另一个优点是环境友好性。因为,生物质液化燃油不含硫,其碳的循环是动态的每两年即可完成的“CO₂+光合作用→生物质→生物燃油→CO₂+光合作用→生物质……”的闭合循环链,因此,对于保护自然环境、维护生态平衡而言,是一种可再生的绿色环保型新能源,理论上可实现CO₂对大气环境的“零”排放。

3. 生物质液化燃油是最有希望的石油替代品

生物原油可直接用作各种工业燃油锅炉、透平的燃料,也可通过对现有内燃机供油系统进行简单改装,直接作为各种内燃机、引擎的燃料,并且不含硫,不会造成酸雨,其它排放物均在可接受的范围内。另外,它还是用途广泛的化工原料,如可用生物原油为原料生产高质量的粘合剂;也可用它来生产运载工具用柴油、汽油的降排放添加剂。

对生物原油进行催化和品位升级处理,可获得高质量的汽油或柴油。生物原油经这种处理后所得到的产物分别称为生物汽油和生物柴油,可同石化汽油和柴油一样直接用于汽车、拖拉机和各种内燃机和动力机械,是物美价廉的石化柴油、汽油的替代品。

三、液化转化新技术概要

传统的生物质能利用一直主要沿用沼气法、直接燃烧法和热解汽化法。其中,前两种主要适用于农村的小规模分散利用,其效率十分低下;后者的热解汽化法虽可较大规模地处理生物质以获得气体能源,但是,不论从产品的存储、运输,还是对于将其用途扩展到工业领域,使其具有商业价值而言,都是十分困难的。为此,本文根据调研和研究实践,介绍几种新工艺。

1. 转锥式快速热解液化法

(1) 工艺流程

这是一种在高加热速率、中温和极短滞留时间条件下,通过特殊的热化学方法和专门设计的快速反应装置,将制备好的固体生物质以非常快的速度直接转换成生物原油的连续、快速转换的新工艺。该工艺技术先进、反应速度快、处理量大、油得率高、造价小、无污染,适用于工业化生产,其产物生物原油同石油一样易于存储、运往异地和商业化经营。该工艺主要流程如下(参见图1)。

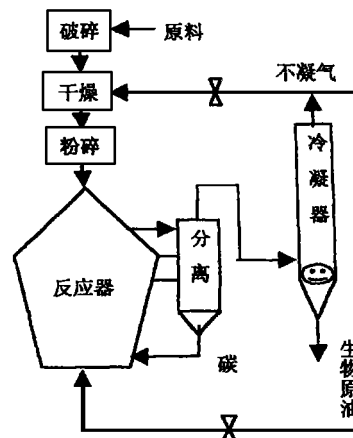


图1 生物质连续快速液化工艺流程图

破碎 为便于输送和提高干燥效率,干燥前需先将各种农业秸秆、废木材、枝丫等较大的固体生物质破碎至类似工艺木片的尺度。如果原料是废木材、枝丫、藤条灌木类,则选用削片机即可;若原料是各种农业秸秆、玉米芯等,则选用一般粉碎机(如饲料粉碎机)即可;如果原料是锯末、稻壳、麦壳等,则可将原料直接送入干燥机干燥。

干燥 为减少最终产物——生物原油中的含水量,必须对原料进行干燥处理。一般将原料的含水量控制在15%以下。

粉碎 为提高加热速率,获得高的产油率,原料的进一步粉碎和细化是十分必要的。该工艺一般要求粉碎粒度≤2mm。

热解 将原料送入特制的反应器中进行高速热解气化。该工艺的技术关键在于原料须在有严格中温(500℃)控制的特制反应器中以很短的滞留时间,在极快的加热和热传导速率下迅速转变成热解蒸气。

分离 热解蒸汽含有一定量的炭和灰份,由于炭在热解蒸汽的二次裂解中起催化作用,会在生物原油中产生不稳定因素,而灰份也是不需要的成分,因此,对从热解反应器引出的热解蒸汽必须快速、彻底地予以分离。

冷凝 为防止二次裂解、增加不凝气的比例,提高油得率,必须对分离后的热解蒸汽进行快速冷却。

(2) 关键设备简介

本工艺采用笔者研制的 ZKR-500 型“转锥式快速裂解液化反应器”。它是一种将“热解蒸气发生/碳、灰分离”功能设计于一体的生物质快速热解液化反应器。其工作原理如图 2 所示(分离装置部分略)。

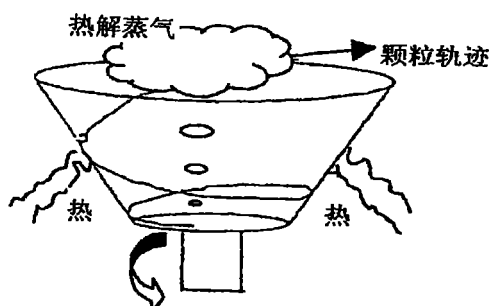


图 2 转锥式快速裂解液化反应器原理

工作时,旋转锥外侧由来自冷凝器上部的燃气(不凝气)或其它热源供热,细化后的生物质颗粒从上部加入到转锥式反应器底部,在离心力作用下,原料颗粒在沿高速旋转的转堆内壁快速螺旋上升过程中发生快速热解,形成可液化的热解蒸气。产生的热解蒸气被立即送入分离器进行碳和灰份分离处理,然后导入冷凝器冷却。该设备体积小、结构紧凑、效率高、速度快。主要技术参数如下。

处理能力:500公斤/小时,或12吨/日(24小时),或4 000吨/年;产油率:硬木类原料70~80%,秸秆类原料35~60%;年产量(参考):2 700~3 100吨(木质类),1 386~2 376吨(秸秆类)。

为提高生产线的处理能力,一条生产线可并联多台 ZKR-500 型反应器。

2. 流化床式快速热解液化法

该工艺出自于意大利(ENEL),工艺流程基本同1(1),只不过主反应器采用的是流化床式的。该工艺主反应器设计处理能力为625公斤/小时,生物油原料为硬楂木,出油率70%,物料最大粒度6mm。

3. HTP 法

HTP(Hydro Thermal Upgrading)法是一种适用于湿生物质的液化转化工艺。将湿木片溶于装水的高压容器中软化成糊状(200,300bar,15min),然后送入下一反应器液化(330,200bar,5~15min)。经脱羧处理并移去 O_2 可获得50%的生物原油(含氧量10~15%)、20%的 CO_2 。该技术可获优质生物油,经一定的催化工艺还可获高质量的汽油和粗汽油。

4. 熔盐加热真空热解液化法

该法是加拿大采用的一种新的热解液化工艺。较冷物料在一定真空度下进入到反应器内后,落在有搅拌功能的加热盘上,加热盘下方是内有炽热熔盐流动的管道,热解气从反应器上方的出口导

出送入冷凝装置,残渣部分在下方引出,并经水冷却。该工艺的优点:一是以溶盐为传热介质,并佐以电子感应调温,容易实现严格中温控制条件下的热解;二是从反应器中出来的残渣,直接与水接触进行冷却处理,工艺流程见图3。

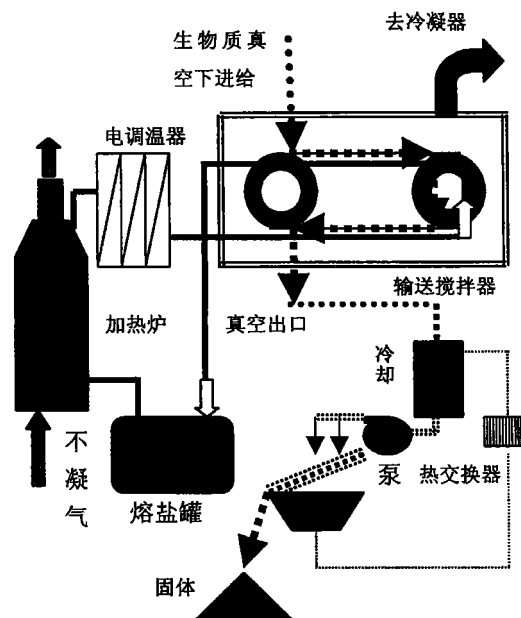


图 3 熔盐加热真空热解液化法工艺流程图

四、资源潜力及商业开发前景

1. 资源潜力

生物质能是地球上最普遍的一种洁净而又可再生的能源,其原料资源量大而广,可开发潜力巨大。全世界每年由光合作用而生成可利用干生物质(Dried Biomass)约为1 700多亿吨,而目前将其作为能源来利用的仅为13亿吨,约占其总产量的0.76%,(不足1%)。然而,这不足1%的生物质能却解决了全世界能源消费的15%,是世界上大约15亿人赖以生存的生活用能的主要来源,目前发挥的能源作用排第四位,仅次于石油、煤和天然气。

我国是一个农业大国,可利用的生物质能资源十分丰富。例如,我国每年年产各种秸秆、玉米芯、棉柴、稻壳等农业废弃生物质7亿多吨,约合3.5亿吨标准煤,目前,用于取暖做饭、饲料加工、人造板和就地粉碎还田等各种利用近3亿吨,尚有近4亿吨未被利用。如把这些未被利用的废弃生物质全部按本文的新工艺加工成生物质液化燃油的话,则其产物约合1.3亿吨轻柴油。

除了上述农业秸秆类废弃生物质以外,我国每年还产有相当1.3~1.5亿吨标准煤的新柴生物质,约合0.8866~1.0亿吨轻柴油。另外,据统计估算,

关于用城市垃圾回填矿山采空区的环境治理问题

To Refill Mine Excavations with Urban Refuse

谷志孟 白世伟

(中国科学院武汉岩土力学研究所, 研究员 武汉 430071)

一、问题的提出 —— 严峻的现实和变害为利

城市垃圾是人们在生产和生活活动中产生的综合废弃物,它的消纳处理直接关系到城市的形象、居民的心身健康、社会经济的可持续协调发展,是世界各国普遍关注的热点课题之一。实践证明,有效地控制垃圾产生的源头、推进垃圾中可再生复

我国每年尚有相当 2.0 亿多吨标准煤能量的城市有机垃圾有待处理和利用。

综合上述,我国目前每年至少有当量为 5 亿吨标准煤的废弃生物质可以利用,它相当于每年有 3 亿多吨生物质液化燃油的开发潜力,其资源的开发潜力十分乐观。

2. 商业开发前景

任何能源的商品化和市场前景,取决于这种能源的生产成本及可能的销售价格。生产成本包括原料成本、生产成本(能耗、水电、人工)和设备、厂房投入折旧费、利息等。根据经济分析和人工、材料、能耗衡算,在一般农、林地区,年产 3000 吨生物原油生产线,生产成本在 800~1000 元/吨之间,按等热值粗略折算,2 吨生物原油可折合 1 吨石化燃油,则生产 1 石油当量吨的生物原油,成本为 1 600~2 000 元/吨,而现在的柴油、汽油的价格一般在 2 800 元/吨,且仍有涨价的趋势。这意味着,如果从有利于生物质液化燃油的市场竞争出发,将生物原油的价格定在 1 200 元/吨左右是有竞争力的。每生产 3 000 吨生物燃油,可实现产值 360 万元,获利 60~120 万元。若全国年生产 1.5 亿吨生物原油,即可创收 300~600 亿元人民币。可见,其商业开发前景十分可观。若考虑到与石化燃料相比,用生物质液化燃料可大大减少 SO_x 、 NO_x 的排放,其综合效益更显著。

五、建议

合资源的分类回收、尽可能转化利用垃圾中的潜在资源、科学地掩埋废弃的固体垃圾是实现城市垃圾减量化、资源化与无害化处置的重要途径和手段。

由于城市垃圾的产生量大,仅 1998 年全国城市生活垃圾就达 1.2 亿吨以上,加之处理技术落后,垃圾处理率不足 10%,连同历年绝大部分未经处理的垃圾积存,大都裸露堆放在城郊,使全国的几百座大小城市,约有 70% 以上已被堆放的垃圾山所包围。如北京就有垃圾山 7 000 多座,覆盖了城郊 8 000

为加速废弃生物质能的开发利用,提高生物质液化燃油品质,建议国家有关部门:

1. 在基础研究方面大力支持生物质液化成油机理、最优工艺条件基础研究及品位升级、重整技术研究,使其降低成本,达到一般石油的性能;支持生物质液化燃油对工程材料影响的研究,以便为更广泛的应用提供基础数据。

2. 将生物质液化生产技术研究列入国家攻关计划;建立技术应用示范基地或生物质液化示范工厂;国家在投资建厂、税收方面给以优惠政策,扶植其尽快转化为生产力和新的有效能源。

3. 支持短周期速生、丰产能源树种的选育、培育、引种、营造及高效经营管理技术研究。这对扩大我国有效生物质能源资源和形成产业化体系,更广泛地推广、应用生物质液化燃油具有重要意义。

参考文献

- [1] 马学良. 我国生物质气化技术装备现状与展望. 新能源, 1995(7)
- [2] 王庆一. 能源效率与可持续发展. 科技导报, 1998(4)
- [3] 马文元. 中国农村能源现状与薪碳林发展前景. 新能源, 1995(1)
- [4] PyNE Pyrolysis Network for Europe, SEPT. 1997(4)
- [5] Conference & Meeting Reports, Biomass for Energy and Industry. 10th European Conference, Wurzburg Germany, June 1998
- [6] 吴创之等. 欧洲生物质能利用的研究现状及特点. 新能源, 1999(3)

(删去参考文献外文 3 篇, 中文 4 篇)

(责任编辑 肖庆山)