

我国生物柴油产业发展的探讨

闵恩泽, 杜泽学

(中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院, 北京 100083)

[摘要] 介绍了美国、欧盟等和我国生物柴油产业发展的最新进展, 包括产能、标准和政策等。从原料供应和生产经济性角度分析了我国生物柴油产业发展面临的困境, 并建议采用废弃油脂作为起点, 推动我国生物柴油产业发展, 特别是要用生物柴油(脂肪酸甲酯)和甘油来生产高附加值的化工产品, 大幅度提高利润。

[关键词] 生物柴油; 废弃油脂; 经济可行性; 化工产品

[中图分类号] TE6; TQ6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)02-0011-05

1 美国、欧盟生物柴油产业的发展现状及受金融危机的影响

20世纪70年代末和80年代的石油危机后, 欧美各国就开始研发生物柴油; 进入21世纪, 生物柴油崛起形成新兴产业。

1.1 生物柴油是21世纪崛起的新兴产业, 目前全世界生产能力已达 $3\ 000 \times 10^4$ t/a 以上^[1-3]

美国生物柴油协会2007年9月统计, 美国已经建成148家生物柴油厂, 总产能 463×10^4 t/a; 还有96家工厂在建, 5家工厂扩充产能, 全部建成后, 生物柴油总产能将达到 $1\ 093 \times 10^4$ t/a。美国主要以大豆油生产生物柴油, 2008年度共生产生物柴油 233×10^4 t。

2008年金融危机后, 美国生物柴油厂有的停产、有的停建, 但笔者认为已建成的生产能力, 在经济复苏后仍将在替代石油中发挥作用。同年, 美国出台新政策推动使用餐饮业废油生产生物柴油, 对以餐饮废油为原料生产生物柴油给予更多税收减免, 达到306美元/t, 而以大豆油生产只减免153美元/t。

欧盟是全世界生物柴油发展最快的地区, 早在2002年就生产了生物柴油 106×10^4 t, 2005年至

318×10^4 t。2007年欧盟生物柴油产能已经达到了 $1\ 029 \times 10^4$ t, 当年实际产量也达到 571×10^4 t, 产能和产量增加迅速。金融危机后, 从长远战略考虑, 生物柴油作为替代能源, 能减少CO₂排放, 减少对石油的依赖, 仍作为重要产业支持发展。

1.2 国外生物柴油规格标准已经制订^[4]

国际上, 生物柴油规格标准已制定完善, 包括柴油机用的B100, B5, B6和B20以及加热炉、锅炉用生物柴油等。同时规格分析方法更完善、限制更严格。生物柴油规格标准的完善被认为是自1990年以来开始的生物柴油产业的最大技术成就。它的重大意义在于: 保证生物柴油产品质量和使用性能始终如一, 增强了用户使用生物柴油的信心; 同时使柴油发动机制造商设计制造也有了依据。

1.3 美国生物柴油产业已发展形成了相关的产业集群

美国生物柴油产业发展带动了相关产业的兴起, 形成了相关的产业集群^[5]。包括生物柴油生产厂, 添加剂和催化剂供应商, 负责油罐清洗的清洁公司, 工程建设的设备制造和施工管理公司, 广告, 业务策划, 危机管理, 油品调配、分销站, 全国生物柴油协会出版的生物柴油期刊。同时美国生物柴油的发展也带动了生物柴油直接化工利用形成新兴产业,

[收稿日期] 2009-08-07; **[修回日期]** 2009-09-02

[作者简介] 闵恩泽(1924-), 男, 四川成都市人, 中国科学院院士, 中国工程院院士, 中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院教授高级工程师, 博士生导师, 主要研究方向为石油化工; E-mail: minenze@ripp-sinopec.com

包括工业溶剂、表面活性剂、工农业化学品、润滑剂、塑料和增塑剂、粘合剂等,已经有超过一百家的供销商家。

1.4 制订税收减免等措施推动生物柴油的发展

美国^[2]:1992年,美国国会通过了能源政策法,提出要减少对国外石油的依赖,要求联邦政府部门的车队、船以及邮局车使用生物柴油,以后又签署了一系列总统令,推动生物柴油的使用。2002年,美国参议院又提出包括生物柴油在内的能源减税计划,在2002—2003年,有30个以上的州都制订了如免交销售税的优惠政策。近年来,为了推进生物柴油的生产和销售,美国政府又制订了对长途运输的柴油车辆使用B20的减免税收的方案;2007年为了推动少用大豆油为原料,对餐饮废油生产生物柴油给予更多税收减免。

欧盟^[3]:欧盟对利用各国休耕地种植双低菜籽油作为生物柴油原料,每亩补贴80欧元,受补助农场主一定要把收获的双低菜籽油出售给生物柴油厂,不能作为食用油扰乱市场。德国特别制订了一系列措施推广使用生物柴油,对生物柴油免税。德国推广使用100%生物柴油,其零售价比石油柴油低0.04~0.08欧元/L,并且要求汽车制造厂对汽车内部橡胶密封件等做相应的改装。其他欧盟国家如法国、意大利、奥地利等均有税收减免政策以推动生物柴油的使用。

1.5 跨国石油和粮油集团纷纷进入生物柴油产业^[6]

为摆脱全球油气资源短缺的困扰,寻求可持续发展之路,跨国石油和粮油公司正在加快向综合性能源公司演化,积极发展可再生能源,开发新的能源技术。其中最具有代表性的是壳牌和BP。壳牌石油公司可再生能源部建立于1997年,在全球大型能源公司中拥有最多的可再生能源业务,自2000年以来在可再生能源方面已投资了10亿美元。BP在2006年后10年内将投资5亿美元创建生物科学能源研发中心,并组建新的生物燃料业务部。研究中心将致力于3方面领域的研发:开发生物基燃料添加剂,提高目前调入运输燃料中生物燃料的效率和灵活性;开发新的技术,以改进和提高有机物质转化为生物燃料的转化率;利用现代作物科学,开发能产生有较高能源产率的作物,并扩大不适合食品作物生产的土地。BP是加入生物技术工业组织(BIO)的第一家大型能源公司。BIO是包括巴斯夫、杜邦、孟山都和先正达等农业生物技术公司在内的贸易集

团。

道达尔公司是欧洲领先的生物燃料生产商。该公司的生物燃料开发始于1992年,在法国、德国和意大利的道达尔公司炼油厂在柴油中调入了生物柴油。为符合欧盟设定的目标,道达尔公司与纳斯特(Neste)石油公司合作开发新的生物燃料技术,称为第二代生物柴油,将植物油加氢生成碳氢化合物的石油馏份,便于调和销售,已建厂。

2 国内生物柴油发展现状与动向^[7-9]

1)国家《可再生能源中长期发展规划》中指出,发展生物柴油应坚持不与粮油争地,采用绿色生产技术,不造成环境污染。发展目标是:到2010年完成生物柴油产业化示范,产量达到 20×10^4 t/a;然后进行了产业化推广,到2020年产量发展到 200×10^4 t/a。

2)国家对生物柴油产业化示范的要求是原料和生物柴油生产并举。为了落实国家中长期可再生能源发展规划,国家发改委于2008年批准中国石化、中国石油和中国海油建设生物柴油示范工程项目,装置规模分别为 5×10^4 t、 6×10^4 t和 6×10^4 t/a生物柴油。本着“林油一体化”的示范模式,三家单位分别在贵州、四川和海南建立麻疯树种植基地,培育种植和加工得到麻疯树油,为生物柴油装置提供原料。

3)我国有大批民营企业进入生物柴油产业,普遍使用餐饮业废油、榨油厂下脚料加工的酸化油等为原料,其中有江苏恒顺达生物能源有限公司、海南正和生物能源公司、福建龙岩卓越新能源发展有限公司、古杉油脂化学有限公司、湖南海纳百川生物工程有限公司等。

这些企业生产的产品按照自己制订的企业标准进入市场,销售给农用拖拉机、工程施工机械和渔船等。一般采用常规的酸碱法技术,三废需要治理后排放。

4)国内有多家科研单位、高校研发生物柴油技术,如中国石化石油化工科学研究院、浙江工业大学、北京化工大学、四川大学、清华大学等。其中中国石化石油化工科学研究院与中国石化石家庄炼化分公司开发的超临界酯交换生物柴油工艺(称为SRCA),已在2000 t/a中试装置长期运转成功,其特点是:原料预处理简单,适应多种原料,特别是能加工高酸值等劣质原料,不使用催化剂,简化了后处理工艺,污水极少。中国海洋石油采用这一工艺建设

的 6×10^4 t/a 工业示范装置,即将投产。目前正筹建一套 5×10^4 t/a 和一套 2×10^4 t/a 工业装置,改造一套 8×10^4 t/a 的装置。

5) 国家发改委和财政部等部门对国家批准的工业示范装置已制订一系列政策,包括工业装置建设的资金贷款,增值税、所得税减免,建成运转后达到合同指标的奖励等。

3 发展我国生物柴油产业的探讨

3.1 发展生物柴油的关键是稳定价廉原料油的供应

在不与粮油争地的前提下,国家发改委已安排中国石油、中国石化、中国海油三大公司,以麻疯树为原料各建设 $5 \times 10^4 \sim 6 \times 10^4$ t/a 生物柴油的工业示范装置;但是,由于这些油料树的培育和稳定产油尚需要相当长时间,近期不能推动我国生物柴油的发展。因此,当前要采用废弃油脂为原料推动发展。

废弃油脂是当前我国很重要的生物柴油原料。经过与大型油脂加工厂和废弃油脂经营等有关专家和人士沟通了解,我国每年各类可用于生物柴油生产的废弃油脂产出量约 300×10^4 t,是在我国每年 $3\ 625 \times 10^4$ t(2008 年统计数据)动植物油脂生产和消费中产生的。采用废弃油脂生产生物柴油具有全年供应,不受季节影响的优点,又不需要培养木本油料树的早期投入。充分利用废弃油脂生产生物柴油,是变废为宝,减少柴油车辆对大气的污染,特别是减少颗粒物的排放,同时避免这些油经过处理后,再作为食用油进入市场,危害人民健康。从废弃油脂生产生物柴油将更快带动生物柴油生产、设备制造、工程建设、油品调配、储运销售,同时也带动化工利用生产工业溶剂、表面活性剂、增塑剂等新兴产业的兴起。这些产业链的发展,将增加城乡的就业机会,减少当前就业难的社会压力。废弃油脂是市场上最便宜的生物柴油原料,只要有政府既定政策的支持发展,企业即微利,将推动生物柴油产业的发展。

利用废弃油脂发展生物柴油产业,还要与采用麻疯树油为原料发展生物柴油产业一样先进行工业示范。餐饮业废油等工业示范装置要求技术先进,环境清洁,产品达到生物柴油 BD100 标准(GB/T 20828-2007)的要求;再配套开发添加剂,与石油柴油调配生产符合制订的 B-5, B-10, B-20 国家标

准的生物柴油,进入加油站销售;安排在局部地区封闭使用,取得经验以便推广。

3.2 利用脂肪酸甲酯生产生物精细化工产品^[8]

按目前的原料油和石化柴油价格,发展生物柴油要靠政府财政、税收等支持。但一个产业能否发展,最终要按市场经济规律办事。因此,需要大力发展从生物柴油(脂肪酸甲酯)和联产的甘油来生产化工产品,特别是生产生物降解的精细化工产品以增加企业获得利润的能力。

利用脂肪酸甲酯生产生物可降解的精细化工产品是一种重要选择。主要是利用脂肪酸甲酯优异的润滑性能和溶解性来生产。这种直接利用加工相对简单,无论规模大小的生物柴油厂均可实施。

美国大豆联合会报道:2002 年大豆生物柴油深加工产品的生产和销售情况如表 1。

表 1 美国大豆生物柴油深加工产品的生产销售状况
Table 1 The production & sales status of soybean methyl ester derived products in USA

产品	生产经销商/家
粘结剂	2
除尘剂	6
液压油	5
工业润滑油	13
除臭液	2
油墨	29
农业助剂	5
介电液	2
工业清洁剂	29
金属加工液	13
脱漆剂	6
油墨溶剂	3

由表 1 可见,这些最终产品往往是配方,脂肪酸甲酯只是一个组分,而且新产品也需要大力开拓市场。从生物柴油和甘油可以生产的大宗化工产品如图 1 所示。从脂肪酸甲酯和甘油来生产何种大宗化工产品,要从 3 个因素来考虑。

1) 与石油原料对比,生物质原料价格要低,越低越好;

2) 从生物质来生产的工艺比从石油路线来生产更具有优势,即工艺流程短、投资少、成本低、对环境更友好;

3) 化工产品市场价格高,容易进入销售渠道。

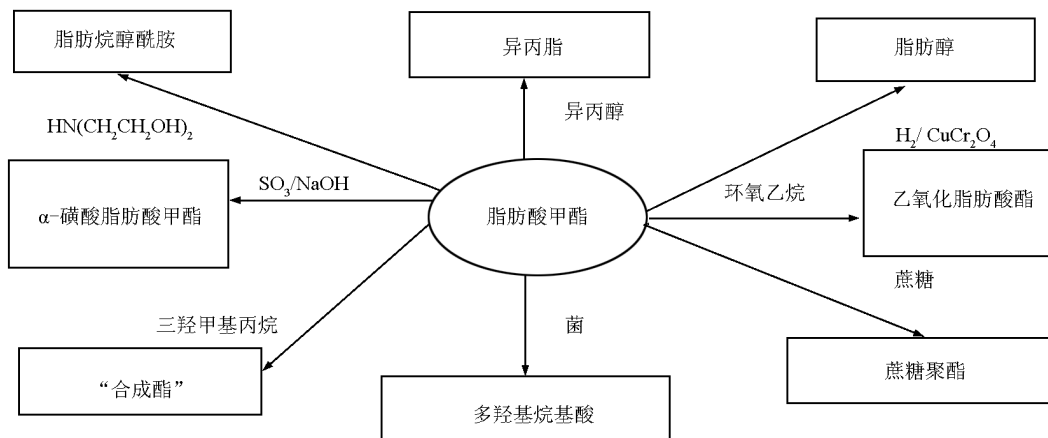


图1 脂肪酸甲酯的化学加工

Fig. 1 Chemical process of fatty acid methyl esters

从脂肪酸甲酯生产大宗化工产品,如图1所示,但这些产品的生产常受生物柴油厂规模的限制。一般 $2 \times 10^4 \sim 5 \times 10^4$ t/a 的生物柴油厂配套再建大宗化工产品厂达不到经济规模。目前世界上建厂的只有泰国,建立了全球第一座以棕榈油为原料生产生物柴油和脂肪醇的一体化工厂,包括 20×10^4 t/a 生物柴油厂和 10×10^4 t/a 脂肪酸。

以甘油为原料生产大宗化工产品发展较快。在欧盟由于生物柴油的大量生产,造成联产甘油价格急剧下降,这就大大推动了利用廉价甘油为原料生产化工产品。甘油通过碳酸甘油、发酵、催化氧化等生产各种产品如图2所示。目前欧美各国利用甘油为原料,建厂生产的工业产品有:丙烯酸、环氧氯丙烷、丙二醇、丙三醇、甘油碳酸酯、甲醇、氢气等^[10]。

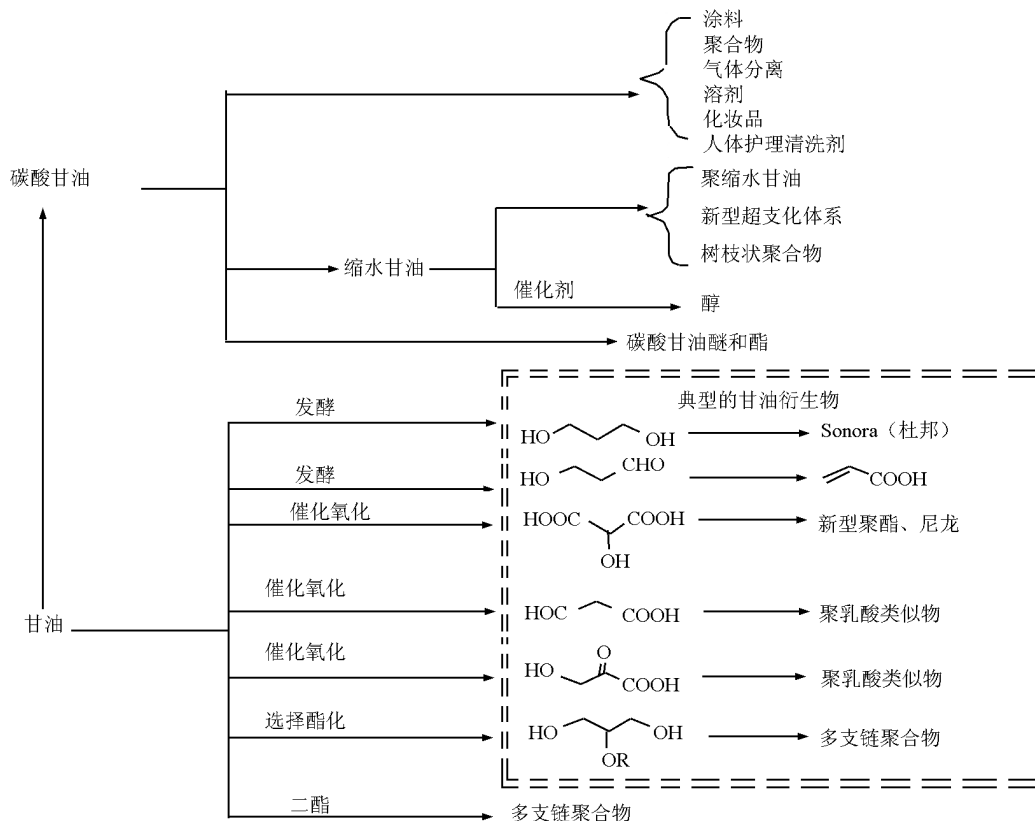


图2 甘油的化学加工

Fig. 2 Chemical process of glycerol

4 结语

我国生物柴油的发展规划为“十一·五”工业示范,“十二·五”工业推广达到 200×10^4 t/a,“十三·五”大发展。我国发展生物柴油从根本上还是受原料油供应限制,要求不与粮油争地。2020 年生产生物柴油 200×10^4 t/a,利用麻疯树、黄连木等木本植物油料和餐饮业等废油,还是可能的。另外由于我国与东南亚的地理优势,还可进口棕榈油、麻疯树油等为原料来发展生物柴油产业。但与预测的 2020 年柴油消费量将达 1×10^8 t 以上相比,因此生物柴油也只能减少少量石油进口。生物柴油作为清洁能源,在大城市普遍使用,将带来重大的环保效益。如果能利用 $100 \times 10^4 \sim 200 \times 10^4$ t/a 来生产有机化工产品,形成新兴产业,将增加经济效益、就业机会等,具有十分重要的意义。

参考文献

[1] Krig Bevil. A Greasy Alternative[J]. BIODIESEL,2008,5(11):

76 - 81

- [2] Kent Hoekman S. Biofuels in the U S - challenges and opportunities[J]. Renewable Energy, 2009,34:14 - 22
- [3] Kahraman Bozbas. Biodiesel as an alternative motor fuel: production and policies in the European Union[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008,12: 542 - 552
- [4] Jerry W K. The nature of standards[J]. BIODIESEL,2008,5(7):38 - 44
- [5] Sobolik J. Biodiesel marketplace[J]. Biodiesel Magazine, 2006, 10: 86 - 90
- [6] 闵恩泽. 利用可再生农林生物质资源的炼油厂——推动化学工业迈入“碳水化合物”新时代[J]. 化学进展, 2006, 18(2/3):131 - 141
- [7] Lin Gan, Juan Yu. Bioenergy transition in rural China: policy options and co - benefits [J]. Energy Policy 2008,36: 531 - 540
- [8] 闵恩泽, 姚志龙. 我国发展生物柴油产业的挑战与对策[J]. 天然气工业,2008,28(7):1 - 4
- [9] 闵恩泽,张利雄. 生物柴油产业链的开拓——生物柴油炼油化工厂[M]. 北京:中国石化出版社,2006
- [10] 沈宜泓,王 帅,罗 琛. 多元醇催化合成可再生燃料和化学品[J]. 化学进展,2007,19(2/3):431 - 436

Perspective of biodiesel industry in China

Min Enze, Du Zexue

(Research Institute of Petroleum Processing, Sinopec, Beijing 100083, China)

[Abstract] The status of biodiesel industry in U. S. A, EU and China are reviewed. The problems related to the feedstock supply and economic feasibility are discussed. It is proposed that waste vegetable oil and animal fats should be used to speed up the development of biodiesel industry, and simultaneously the utilization of biodiesel and glycerine to produce high - value chemicals should be made to improve the profits.

[Key words] biodiesel; waste oil and fats; economic feasibility; chemical production