

# Study on Strategy and Problem of Industrialization of Biodiesel in China\*

Zhizhuang Wu<sup>1,2</sup>, Enlong Xia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>China National Bamboo Research Center, Hangzhou

<sup>2</sup>College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing

<sup>3</sup>International Network for Bamboo and Rattan, Beijing

Email: wzzcaf@126.com

Received: Apr. 9<sup>th</sup>, 2013; revised: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2013; accepted: Apr. 27<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Zhizhuang Wu, Enlong Xia. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** The biodiesel, as a kind of new biomass regenerated energy, is increasingly gained attentions. In this paper, the epoch background of biodiesel in domestic and overseas is summarized, the relevant problem of biodiesel industry in the management and development faced is presented, the development strategies about present biodiesel industry in China are put forward and the developmental strategic objective and steps of biodiesel of China have been proposed.

**Keywords:** Biodiesel; Development; Strategic Research; Tendency

## 中国生物柴油产业化问题与对策\*

吴志庄<sup>1,2</sup>, 夏恩龙<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国家林业局竹子研究开发中心, 杭州

<sup>2</sup>北京林业大学生物科学与技术学院, 北京

<sup>3</sup>国际竹藤组织, 北京

Email: wzzcaf@126.com

收稿日期: 2013年4月9日; 修回日期: 2013年4月22日; 录用日期: 2013年4月27日

**摘要:** 生物柴油是一种全新的生物质可再生能源而日益受到广泛关注, 本文综述了生物柴油发展的时代背景, 指出了在生物柴油产业在经营与发展的实践中所面临的问题; 并提出了现阶段我国生物柴油发展的对策, 展望了今后生物柴油产业的发展趋势。

**关键词:** 生物柴油; 发展; 战略研究; 趋势

### 1. 生物柴油发展的时代背景

人类生存离不开能源, 从远古的钻木取火到煤炭、石油时代, 能源是维系国民经济和社会持续发展的基础和动力。随着全球人口的急剧增长和工业化进程不断推进, 能源污染和能源危机已成为制约社会经济可持续发展的主要因素, 为满足社会发展对能源的

需求, 维持和促进资源、环境、社会经济的协调发展, 世界各国都在大力研究开发新型清洁能源, 促进能源消费结构从单一化向多元化转变, 走多能互补、综合利用的道路。生物柴油具有优越的环保特性, 是现阶段解决能源替代问题的重要手段, 已引起了国内外的广泛关注。

据美国能源部和世界能源理事会预测, 全球石化类能源的可开采年限分别为石油 39 年、天然气 60 年、

\*基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD22B08); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(CAFYBB2012025)。

煤 211 年, 主要分布在美国、加拿大、俄罗斯和中东地区<sup>[1]</sup>。另一方面石化能源燃烧时所产生的有害物质, 严重污染了环境, 导致温室效应、全球气候变暖、生物物种多样性降低等诸多生态问题, 严重影响着国家的能源安全和社会经济持续发展, 威胁着人类的生存。随着环境保护和石油资源枯竭两大难题越来越被关注, 开发新的液体能源已成为保障石油供应安全的国家战略举措。生物柴油是典型的“绿色能源”, 具有安全、清洁、高效等优越的环保性能而倍受关注, 在石油能源的替代战略中具有核心地位, 近年来发展极为迅速, 已成为解决能源危机及环境污染最热门的研究课题之一, 引起西方先进国家的高度重视<sup>[2]</sup>。

中国是石油资源相对贫乏的国家, 又是燃料油消费大国, 根据国家海关总署提供的资料, 我国由 1993 年变为石油净进口国。过去的 10 年中, 我国石油需求量几乎翻了一倍。2004 年进口原油 1.2 亿 t, 2005 年进口石油 1.5 亿 t, 进口石油依存度超过 40%。到 2010 年我国石油消费总量将达 4 亿吨, 而国内生产能力仅为 1.6 亿 t 到 1.7 亿 t。专家测算石油稳定供给不会超过 20 年, 很可能我们实现“全面小康”的 2020 年就是石油供给丧失平衡的“拐点年”, 这对我国石油安全是一个严重的威胁。近年来国际油价持续上扬, 而油价每上涨 1% 并持续一年时间, 将使我国 GDP 增长率平均降低 0.01 个百分点。面对能源问题的严峻挑战, 迫切需要我国采取积极策略, 稳定、安全供应石油, 从国际价格的被动承受者变为积极影响者, 减缓油价波动对我国国民经济发展的冲击<sup>[3]</sup>。开发利用可再生能源来缓和能源矛盾已是大势所趋、形势所迫, 是事关我国国民经济可持续发展、国家安全和社会主义进步的重大课题。

## 2. 生物柴油产业化面临的问题

近十几年来, 生物柴油的生产销售和应用在全球范围内取得了很大的进展, 已呈现出产业化发展的趋势。中国政府极为重视发展生物质能源, 但在生物柴油产业化的实践中, 还存在许多问题迫切需要解决。

1) 原料来源不稳定, 成本偏高是生物柴油产业化的主要矛盾。

实现生物柴油产业化, 需要稳定丰富的可再生生物质原料的供应。目前可利用的能源植物种类、品种

不多, 人工栽培面积小且分布零散, 很多优良的能源植物品种尚处于野生状态, 未被驯化栽培。生物柴油的原料供应不稳定, 持续供给存在一定难度。

成本问题是限制生物柴油使用的主要问题之一, 只有降低成本, 才能有广阔的商业化应用前景。以净生产端价格计算, 欧美等国得到的生物柴油价格是石油柴油的数倍, 没有竞争力。如以油菜为例, 1 t 油菜籽可制取约 360 kg 生物柴油, 同时可副产 16 kg 甘油。生物柴油根据等级和纯度的不同, 价格在 250~750 美元/t, 均价为 500 美元/t。生物柴油(B100)的税前平均价格约为 4.2 元/升, 这种价格与石化柴油相比没有竞争力, 从而制约了生物柴油的推广使用<sup>[4]</sup>。

2) 生物柴油自身固有的缺点, 限制了其应用程度和范围。

尽管生物柴油有许多优点, 但由于它本身固有的特性使它作为柴油机燃料还存在许多需克服的问题<sup>[4]</sup>。a) 粘度太大; (菜籽油为 4.2; 豆油 4.0; 石化柴油 1.2~3.5 单位 mm<sup>2</sup>/s, 40℃, 约为石化柴油的 12 倍), 冬季来临时变浓变厚, 流动性差(目前在冬季只能使用 B20 生化柴油, 不能使用 B100 纯生物柴油)。b) 雾化性能差, 挥发性低; 生物柴油在发动机内不易雾化, 与空气的混合效果差, 造成燃烧不完全, 以致易使油脂粘在喷射器头或蓄积在引擎气缸内而影响其运转效率。c) 含有不稳定的非饱和成分和残留碳分多, 易形成积碳等, 造成喷油器易结胶、堵塞。d) 蒸发性差造成冷启动困难及点火迟延等问题, 也易使发动机的润滑油变厚变浓。另外油脂的分子较大(约为#2 石化柴油的 4 倍), 影响喷射时程, 导致喷射效果不佳。因此在应用生物柴油时应采取一些技术措施, 如脱脂、脂化处理、预热, 添加改善喷油性的添加剂等。

目前生物柴油的使用主要集中在城市公车、空调设备、柴油引擎、柴油发电厂、农林业设施以及一些休闲处游艇的引擎, 以清洁空气, 保护环境。在美国, 其生化柴油仅在了为了环保规则、环保友善时而以某些特殊价格出售, 其(B20 生化柴油)主要使用范围包括联邦或州政府车队、都市公车、卡车、海运公园、矿区等, 应用范围较为有限<sup>[5]</sup>。

3) 相关加工业的配套问题, 是阻碍生物柴油商业化应用的重要因素。

要实现生物柴油商业化应用, 许多相关加工业的

配套问题亟待解决。a) 生产加工工艺落后;对一些能源作物油的提取、加工正处于初试阶段。植物燃料油的提炼大多简单、粗糙,工艺流程较落后,油脂的水份、杂质含量偏多,造成生物柴油得率不高,限制了生物柴油的应用范围。b) 生物柴油生产标准尚未制定,造成生物柴油质量存在差异;生产生物柴油的原料和工艺有很多种,原料油脂品种不同,其脂肪酸成分和含量不同,因而会造成生物柴油质量上的差异。例如凝固点、低温流动性、十六烷值以及抗氧化性等方面的差异。生产方法、提纯步骤不同,也同样会造成其质量上的差异,如后续处理不够充分,高甲醇含量将引起生物柴油闪点降低,高水分含量将导致储存过程中酸值的增加等<sup>[6]</sup>。

4) 经济效益的宏观评价问题,是阻碍生物柴油市场化的重要原因。

生物柴油在生产过程中,必然要以市场为导向,考虑成本、质量、销路、价格,讲求经济核算,重视市场开拓与风险规避,追求最佳的经济效益。由于生物柴油是一个新兴产业,至今对生物柴油进行全面的经济评价原则对生物柴油基地的营林投资效益、适度规模、价格等方面进行过初步的探讨<sup>[4,7]</sup>,然而这多半偏于预测性的可行性论证,或只是试验性的可行性分析,基本没有考虑相关工业的配套问题、市场状况、持续经营和相关宏观经济环境等影响经济效益的现实因素。目前生物柴油价格采用两种方法计算,一种是净生产端价格,一种是考虑到消费端以及环境因素的综合价格。以净生产端价格计算,欧美等国得到的生物柴油价格是石油柴油的数倍,没有竞争力。但结合其副产品甘油等的收益,则具有一定的经济竞争力。如我国海南正和生物能源公司以食用油厂的食用油废渣为原料,每 1.2 t 食用油废渣生产 1 t 生物柴油,同时获得 50~80 kg 甘油,所得生物柴油的售价为 2300~2500 元/t,每生产 1 t 生物柴油获利为 300~500 元,具有一定的市场竞争力。因此缺乏对生物柴油经济效益的客观评价,是阻碍生物柴油市场化的重要原因<sup>[8]</sup>。

5) 有关生物柴油的优惠政策尚未制定,不利于生物柴油的发展和利用。

目前虽然欧盟各国的资源、能源结构和环境状况

不同,各国对生物柴油的政策也有所差异。但国外的成功实践表明,生物柴油产业的发展离不开政府的强有力支持,凡是生物柴油产业取得发展的国家,都实施了相应的国家科技和产业发展计划,制定了相配套的产品质量标准,给予生产者、用户或销售商以可观的经济激励政策,并由此带来了可观的能源、环境和经济效益<sup>[5]</sup>。如意大利实行了生物柴油零税率政策,包括燃油税和营业税,德国则采取免收矿物油税以支持生物柴油的示范开发项目。而目前我国尚未出台相关的优惠政策,以鼓励生物柴油的生产、销售和消费,促进生物柴油产业和市场的迅速拓展。

### 3. 生物柴油产业化的发展策略

1) 采用定向栽培新技术,实行规模经营,发展生物柴油原料基地。

实现生物柴油产业化,丰富、稳定、低价的原料供应是基本条件,原料不足是最主要的瓶颈,要从根本上降低生物柴油成本,使其在我国能源结构转变中发挥更大的作用,形成产业化,只有采用定向栽培技术,实行规模经营,向基地化和规模化方向发展,为生物柴油的生产提供持续稳定的原料。其次应进行燃料油植物资源培育—油脂加工与高效转化一体化系统的研究与示范,选育出适合不同地域生长的优良燃料油植物,建立起我国生物柴油原料油种质资源和生产示范基地<sup>[9]</sup>。

2) 改进生产工艺,克服生物柴油本身固有的缺点。

a) 首先应在生物柴油脱脂、脂化处理、预热,添加改善喷油性的添加剂等方面,采取一些技术措施,进行配套研究,解决生物柴油本身固有的缺点。b) 引进和完善加工工艺,提高生物柴油得油率。生物柴油的生产目前主要采用脂肪酶法、化学法等,应进行改善加工工艺研究,引进先进工艺,以降低生产环节的制造成本。目前专家正在研究采用过度加热或霜冻种子的方法进行生产,成本较低,而且对生物柴油质量基本没有影响<sup>[2]</sup>。湖南大学机械与汽车工程学院则采取生物酶结合化学法预处理原材料的方法生产 WD 型生物柴油,证明该工艺流程可行性强,使用具有独特配方的表面处理剂和全新的工艺生产路线,便于生产实现工业化,并可大幅度地降低生产成本。而武汉理

工大学则采用先进的超临界流体技术,并通过油脂浸出和油脂脂化工艺相结合的方法,也有效地降低了生物柴油的成本。但目前还没有开发出自主知识产权、成熟的生物柴油连续生产工艺,以全面实现生物柴油生产的工业化<sup>[10]</sup>。

3) 出台相关的优惠政策,加速生物柴油产业化的步伐。

为加快生物柴油的发展,应结合本国特点制定相应的生物柴油产业发展规划,制定配套的产品质量标准和相关优惠政策<sup>[11]</sup>。在欧洲,生物柴油在工业中得以发展有两个因素起了很大的作用,第一、欧洲实行农业预留地政策,给非粮食作物生产大量补贴,促进了种植生物柴油原料。第二、欧洲高额燃油税,税收占柴油燃料零售价格的50%以上,而生物柴油可免除90%的燃油税,对替代燃料的立法支持,差别税收以及原料生产的补贴等一系列政策的实施,提高了生物柴油的价格竞争性。2003年美国也通过了一项给予生物柴油以税收优惠政策的法案。当前为加速我国生物柴油产业化的步伐,应尽早制定相关的优惠政策,使生物柴油的生产、销售和使用都有利可图。对于种植生物柴油原料的农户,不征或少征农林特产税,确保生物柴油生产的原料供应;对生物柴油的销售和利用也予以减免税收的政策;公共场所和旅游区则应对燃料油的使用从法律上给予严格限定,鼓励使用生物柴油,以减轻污染,保护环境。

4) 制定生物柴油生产标准,规范生物柴油生产和销售。

为了规范生物柴油生产工艺,保障生物柴油产品质量,保护消费者利益和规范市场,积极促进生物柴油产业健康发展,首先应抓紧制定生物柴油生产标准,以规范生物柴油市场。由于原材料不同、生产工艺不一致,生物柴油生产标准也应有所不同。当前欧美各国都制定生物柴油生产标准,而我国尚未制定该标准,因此制订适于我国生物柴油标准就显得极为迫切。其次健全和完善的生物柴油销售网络体系。生物柴油要在全中国广大地区推广使用,必须分批次有步骤地在全国建立营销网络,通过公共加油站网,扩大生物柴油的市场,或将生物柴油卖给了大客户群或运输车队、出租汽车公司等,使其在环境保护、经济增长、社会稳定、自然资源永续利用等方面发挥作用。

5) 进行全面的技术经济评价,促进生物柴油走向市场。

时至今日,生物柴油技术经济评价尚未形成自己的完整体系,这种评价既要求以生物柴油原料生产为基础,也要结合相关工业的发展状况,以实现经济效益,还要充分考虑持续经营的效益评价要求。生物柴油具有优良环保特性,综合环境因素以及设施投资来计算的生物柴油综合价格,是具有很强的竞争力的。也就是说对生物柴油价格的计算,不能只考虑生产端,忽视消费端。如尾气排放少、储运安全、可以减少内燃机的大修次数等因素,而应以一种系统的观点来考虑其综合价格,则生物柴油将比石化柴油价格低廉。在欧洲生产生物柴油可享受政府税收政策优惠,其零售价低于普通柴油,具有明显的竞争力。中国开征燃油税是势在必行的,如果也对生物柴油实行免税,生物柴油的价格也将低于普通柴油。另外,生物柴油与传统的柴油有很大的协调性,可以利用现有的油品储存与运输设施。总之经济与技术措施的有机结合,是发展生物柴油产业的现实要求,对生物柴油的效益进行全面的技术经济评价,是生物柴油走向市场,扩大商业竞争力的必由之路<sup>[12]</sup>。

#### 4. 中国生物柴油产业的发展趋势

尽管生物柴油的发展在理论和实践上还存在着一些问题,但发展新能源和可再生能源是当今国际上的一个重要趋势,生物柴油以其优越的特性已成为当今世界各国开发利用的热点,无论是石油资源丰富的国家还是少油国家都十分重视发展生物柴油。中国政府极为重视发展新能源和可再生能源,并制订了因地制宜、多能互补、综合利用、务求实效的总方针,随着科技的发展,社会经济环境变化,生物柴油的发展也将呈现出新的趋势。

1) 生物柴油产业将持续快速发展,并成为现实能源系统中不可缺少的重要组成部分;按中国目前的消耗量(每年消费柴油6000~7000万t),如果在石化柴油中添加10%体积的生物柴油,则每年应配套生产生物柴油600万t。预计未来10年内,生化柴油产品将占领20%~30%的市场份额。在政府的鼓励和支持下,近20年来,我国新能源和可再生能源的开发利用有很大发展,随着改革开放和全球经济一体化进程的不

断深入,在中国加入 WTO 对的大好形势下,中国的经济水平将进一步提高,对能源的需求会有增无减,只要把关于生物柴油的研究成果转化为生产力,形成产业化,则其在柴油引擎、柴油发电厂、空调设备和农村燃料等方面的应用是非常广阔的,生物柴油必将成为能源系统中重要的组成部分。

2) 生物柴油的发展和應用将成为国家战略行为;生物柴油的发展和應用要以经济效益为核心,同时注重生态效益的发挥,需要政府在技术开发、工业示范、产业发展和推广应用等各阶段予以经费和政策方面的支持,大力扶持生物柴油产业,需要技术开发机构与产业界的密切合作,迅速将科学技术转化为生产力,需要生产商与石油供应商之间积极配合,利用石油产品供应网络保证生物柴油的顺利推广应用,将生物柴油的发展和應用转化为国家战略行为<sup>[13,14]</sup>。

3) 大力发展生态能源林,生物柴油原料基地将在边际土地和山地、林地上定向培育;作为一项新兴产业,原料供应和土地状况制约着生物柴油作为一个产业的发展后劲,为了为产业化提供充足的原料并降低生产成本,必需建成生物柴油原料基地,实行规模经营,使生产基地化、规模化。基于我国人口多,耕地数量有限,可用来发展能源作物的耕地有限。另一方面,我国山地丘陵多,植物种质资源丰富,许多木本油料植物具有耐旱、耐贫瘠,适应性强等特点,结合我国正在全面实施退耕还林工程,大面积营造生物柴油原料林,就可以变荒山劣势为优势。因此,在现有的经济水平和资源水平的前提下,在边际土地和山地、林地上定向培育生态能源林,不仅可以解决生物柴油原料不足的问题,还可以解决石化燃料所引发的环境污染、温室效应、物种多样性减少等一系列生态

危机<sup>[15]</sup>,同时还有利于绿化荒山,恢复植被,减少水土流失,改善生态环境,增加群众收入,振兴农村经济发展等积极作用,达到能源、生态、经济的综合效益,从而实现我国生物柴油产业的可持续发展,走出具有中国特色的生物柴油发展之路。

## 参考文献 (References)

- [1] 李昌珠等. 生物柴油发展战略研究[J]. 湖南林业科技, 2005, 32(6): 6-8.
- [2] 周良虹, 黄亚晶. 国外生物柴油产业与应用状况[J]. 可再生能源, 2005, 4: 62-67.
- [3] 朱跃中, 周大地. 当前我国能源发展中存在的问题与对策建议[J]. 中国经济时报, 2004-10-15.
- [4] 李昌珠, 蒋丽娟, 程树棋. 生物柴油研究现状与商业化应用前景[A]. 中国生物质能源技术研讨会论文集[C]. 2002: 127-135.
- [5] 朱建良, 张冠杰. 国内外生物柴油研究生产现状及发展趋势[J]. 化工时刊, 2004, 18(1): 23-27.
- [6] 罗文等. 生物柴油标准及质量评价[J]. 可再生能源, 2006, 4: 33-37.
- [7] 刘波, 叶盛焱. 关于降低生物柴油成本的研究[J]. 拖拉机与农用运输车, 2006, 33(1): 17-20.
- [8] 袁文华等. 生物柴油在柴油机上的应用研究[J]. 拖拉机与农用运输车, 2005, 1: 55-57.
- [9] 石培礼, 包维楷. 燃料油植物研究的现状与展望[J]. 植物杂志, 1994, 5: 2-4.
- [10] 魏小平, 许世海, 刘晓. 生物柴油的发展及其在中国应用的探讨[J]. 石油科技, 2003, 21(5): 20-23.
- [11] Biodiesel in China and its prospect (我国生物柴油及产业化前景分析)[URL], 2005.  
<http://www.Newenergy.org.cn/energy1/2005-5/20055659.html>
- [12] 张三, 张建国, 吴志庄. 工业人工林经营理论与实践——进展与问题[J]. 林业资源管理, 2000, 1: 25-30.
- [13] Biomass (生物质能)[URL], 2004.  
<http://database.cpst.net.cn/pop—ul/views/artic/41225161430.html>
- [14] D. Bockey. Situation and development potential for the production of biodiesel-an international study. 2003.  
<http://www.ufop.de/download/FAL-Boekey-English.rtf>
- [15] 王树林. 关于能源安全问题的思考[J]. 石油化工技术经济, 2001, 17(5): 1-3.