

# 中国微藻生物柴油产业的发展机遇和挑战

刘小澄<sup>1</sup>, 刘永平<sup>2</sup>

(1. 暨南大学医学院, 广东 广州 510632; 2. 广州南沙资产经营有限公司, 广东 广州 511457)

**摘要:**介绍了国内外研发微藻生物柴油的动态, 预见用工业装置生产微藻生物柴油的技术近几年内将取得重大突破, 微藻生物柴油产业将成为一个新兴的替代能源产业。我国微藻生物柴油产业化研究和国际水平基本同步, 是一个全新的自主创新领域, 提出应抓住微藻生物柴油产业的发展机遇。对工业化生产微藻生物柴油的光生物反应器设计技术、微藻培养控制系统、配套设备制造和生产成本四大关键问题提出了产业化发展思路。

**关键词:**微藻; 生物柴油; CO<sub>2</sub> 新能源

**中图分类号:** TQ91; TE626.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0253-4320(2011)02-0001-05

## Development opportunities and challenges of algae biodiesel industry in China

LIU Xiao-cheng<sup>1</sup>, LIU Yong-ping<sup>2</sup>

(1. Medical College of Jinan University, Guangzhou 510632, China;

2. Guangzhou Nansha Assets Operation Co., Ltd., Guangzhou 511457, China)

**Abstract:** In this paper, the technological situation and research trend of algae biodiesel at home and abroad are introduced. It can be predicted that the technology of producing algae biodiesel by industrial equipments will make a significant breakthrough in several years to come, and the algae biodiesel industry will become a rising alternative energy industry. The algae biodiesel industrial research in China is almost at the same level as abroad. For the independent innovation, it's a new field that China should catch the opportunity. In the paper, an industrial development trend is proposed to solve the four important issues in algae biodiesel production which are: the design of photobioreactor, the culture and control system of algae, the corollary equipment manufacture and the cost of production.

**Key words:** algae; biodiesel; CO<sub>2</sub>; new energy source

用微藻生产生物柴油, 产量可超过传统的油料作物 30 倍以上<sup>[1]</sup>。微藻的优势在于其生长极为迅速, 24 h 内生物质普遍可增加 1 倍, 3.5 h 就可以达到对数生长期<sup>[2]</sup>。利用微藻生产生物柴油的研究虽尚处于小规模生产试验阶段, 但已证实了利用微藻能生产出足够的生物柴油, 这是目前替代石化柴油可行的方法<sup>[3]</sup>。因此, 利用工业化生产微藻的装置, 获得大规模生产生物柴油所需要的微藻原料, 是各国科学家公认的解决能源替代问题的重要方案<sup>[4]</sup>。

可以预见, 采用工业装置大规模生产微藻并制造微藻生物柴油的技术近几年内将取得重大突破, 微藻生物柴油产业将成为一个新兴的替代能源产业<sup>[5]</sup>。

## 1 国内外微藻生物柴油研究动态

### 1.1 国外微藻生物柴油研究动态

2006—2008 年, 石油价格一度大幅上扬, 促进了微藻生物柴油产业化技术的发展, 美国等发达国家政府和企业在该领域纷纷投入大量资金进行中试和产业化研究, 在国际上掀起了微藻生物柴油的开发热潮。

美国 Algae BioFuels 公司于 2007 年 4 月宣布, 向澳大利亚转让由微藻炼制生物柴油技术。生产装置将包括设计 2 000 万 gal/a (1 gal = 3.785 L) 生物柴油的生物燃料炼油厂<sup>[6]</sup>; 西班牙生物燃料系统公司利用绿藻研制出能不断循环吸收 CO<sub>2</sub> 的可再生“生态石油”, 该公司目前每天能够从 2 m<sup>3</sup> 的水中生产 6 kg 的“生态石油”, 比种植大豆等生物燃料作物的效率要高数千倍, 而且使用土地面积少, 侵害性也不大<sup>[7]</sup>。美国 Valcent 公司 2007 年 12 月发布的试验报告表明, 该公司利用高密度垂直式生物反应器持续 90 天每天平均获得 1 g/L 油脂质量分数达到 50% 的微藻干物质, 根据试验结果推算, 相当于每年每英亩 (1 英亩 = 4 047 m<sup>2</sup>) 生产微藻干物质产量可以达到 276 t, 可以生产 138 t 生物柴油<sup>[8]</sup>; 荷兰 AlgaeLink NV 公司 2007 年 10 月, 开发出的微藻光生物反应器系统是目前世界上唯一商业化的小型试验装置, 它可以生产微藻干物质 1 ~ 1.4 kg/(m<sup>3</sup>·d)<sup>[9]</sup>; 美国 GreenFuel Technology 公司建立了一个用塑料袋作反应器装置的试验厂, 试验结果表明, 每天生产的微藻干物质平均近 100 g/m<sup>3</sup>, 有几天产量达到

收稿日期: 2010-10-14

作者简介: 刘小澄 (1954-), 女, 大学, 副教授, 从事微生物和免疫学的教学和科研工作; 刘永平 (1955-), 男, 大学, 高级经济师, 主要从事广州市和南沙开发区多项重点项目的建设管理工作, gzhdlpy@136.com。

170 g/m<sup>3</sup>。该公司2008年10月宣布,将在亚利桑那州建一个规模为100 hm<sup>2</sup>的藻类温室,生产藻类生物量25 000 t/a<sup>[10]</sup>;以色列Seambiotc公司将建一个10.8万 t/a的生物燃料生产厂,该项目于2009年启动,发电厂产生的CO<sub>2</sub>将被送入新建装置,与微藻一起制备生物燃料。2009年7月,美国埃克森美孚(Exxon Mobil)公司投资6亿美元进行微藻生物燃料的开发研究,其中内部的研究和工程部门投资3亿美元。另外3亿美元投资给了Synthetic Genomics公司,重点放在提高微藻脂肪含量和筛选藻株的研究<sup>[11]</sup>。

2008年7月,美国能源部(DOE)资助燃料委员会的高效加工藻类生物油脂生产生物柴油的项目,燃料委员会预计此项研究将会实现大规模利用微藻为原料生产生物柴油。2008年10月,英国政府的碳基金(Carbon Trust)发起一项耗资2 600万英镑的研发工作,希望到2020年实现商业化的新一代微藻生物燃料。美国国防部于2008年底宣布投入2 000万美元进行微藻生物柴油研究工作,主要目的是在2010年前证实并使基于微藻的生物质燃料能够实现商业化并成为JP-8喷气燃料的替代品<sup>[12]</sup>。

## 1.2 国内微藻生物柴油研发动态

中国科学院海洋研究所获得了多株系油脂质量分数在30%~40%的高产能藻株,微藻产油研究取得前期重要成果,如:细胞密度达到20 g/L,产油量7 g/m<sup>2</sup>;雪藻每天能在1 m<sup>2</sup>光照面积内生产35.3 g AFDW(去灰分干重),该生物量相当于46.4 g植物种子量,是目前高产农田产量的11倍。中国海洋大学拥有海洋藻类种质资源库,已收集600余株海洋藻类种质资源,目前保有油脂质量分数接近70%的微藻品种<sup>[13]</sup>。

2008年10月,海南绿地微藻生物科技有限公司利用CO<sub>2</sub>养殖微藻并转换成生物柴油获得成功,在其养殖试验基地收获的干藻粉含油率达到28%~32%。该公司计划投资2 980万美元在海南建设干微藻项目,该项目建成投产后将形成生物柴油30万 t/a的生产能力<sup>[14]</sup>。2008年12月,河北新奥集团称,已经在光生物反应器、生物柴油制备等藻类生物质能源技术领域取得了10余项具有自主知识产权的技术成果,以微藻为原料,成功进行了生物柴油和生物燃气的中试。该公司预计在3~5年内逐步实现藻类生物能源的产业化<sup>[15]</sup>。2008年12月,兆凯生物工程研发中心(深圳)有限公司在深圳市龙岗区海洋生物产业园,采用利用气升原理实现

藻液循环的开放式反应器培养微藻。2009年2月,中国科学院与中国石化公司在联合召开的“微藻生物柴油成套技术”项目启动会上宣布,近期要完成小试研究,2015年前后实现户外中试装置研发,远期将建设万吨级工业示范装置。2009年4月,上海交通大学生命科学技术学院称,由上海市科委立项的微藻制油项目已取得小试阶段性成果。

中国科学院多个研究所都开展了能源微藻藻种筛选、光生物反应器与微藻培养技术的研究工作。国家科技部在《关于发布国家重点基础研究发展计划、国家重大科学研究计划2010年度项目申报指南的通知》中,把“规模化微藻能源关键科学问题”列为重要支持方向。

## 2 建立微藻生物柴油产业的发展机遇

### 2.1 建立微藻生物柴油产业是能源发展和减排的需要

我国的资源结构特点是贫油、少气、相对富煤,根据目前探明的石油和天然气的资源,我国石油的储采比仅为世界平均数的1/3,国内的石油资源无论是在规模上还是在可持续供给上,均无法保证全部国内能源需求,已经进入石油资源相对短缺的时期。发展稳定、持久、经济、便捷和清洁的替代燃料,已经成为确保国民经济可持续发展和国家能源安全的中中之重。发展生产微藻生物柴油,是缓解柴油供应紧张的有效途径,对我国替代能源的发展,具有极为重要的战略意义。

由于中国大规模能源消费和以煤炭为主的能源消费结构,我国的CO<sub>2</sub>排放量位居世界第二,CO<sub>2</sub>减排压力与日俱增,中国能源环境问题已经成为国际能源环境问题的一个重要部分。CO<sub>2</sub>是微藻生长最主要的原料,生产1 t微藻生物柴油,需要消耗7 t左右的CO<sub>2</sub><sup>[16-19]</sup>。电厂、水泥厂等工业锅炉的烟道尾气是产生大量CO<sub>2</sub>的主要排放源,将烟道尾气中的CO<sub>2</sub>进行回收作为微藻生长的主要原料,即可以用再生能源解决日益短缺的能源问题,又可大量消耗工业锅炉产生的CO<sub>2</sub>,更具环保、经济、彻底、符合自然界循环的独特优势,对解决我国CO<sub>2</sub>造成的环境压力问题,有着很重要的现实意义。

2010年4月,温家宝总理在国家能源委员会第一次全体会议上强调,要加强能源发展战略研究,组织力量编制好“十二五”能源发展总体规划和专项规划,大力培育新能源产业,要努力在一些关键技术和产业领域占领制高点。到2020年,我国非化石能源消费比重重要提高到15%。要把2020年单位国内

生产总值 CO<sub>2</sub> 减排 40% ~ 45% 的目标,作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。

根据我国的长期能源情景和能源发展战略的总体要求,发展新能源是实现我国能源保障战略和能源安全的重要内容,是我国应对气候变化、强化环境保护的重要措施,是改善能源结构、实现能源供应多元化、保障能源供应安全、促进经济转型和区域经济发展的有效途径。在我国将发展新能源作为一项重大的能源战略,为建立微藻生物柴油产业带来了发展机遇。

## 2.2 微藻生物柴油新技术发展机遇

近年来,培养微藻的光生物反应器在应用和控制技术上有越来越多的突破,尽管由于全球经济危机造成石油价格下跌,企业家们仍热衷于投资微藻生物柴油的研发,2006 年全球研发微藻生物燃料的企业大约有 4 家,到 2008 年已超过 50 家<sup>[20]</sup>。

目前,世界各国在微藻生物柴油的研究方面起步的时间并不长,大部分工作都是最近几年才刚刚开始,还没有一个国家正式推出工业化生产装置。因此,我国在微藻生物柴油生产技术研究方面,与发达国家基本同步,均处于起步阶段,甚至在某些方面具有一定优势。

我国微藻基础研究力量较强,拥有一大批淡水和海水微藻种质资源,养殖的微藻种类包括螺旋藻、小球藻、盐藻、栅藻、雨生红球藻等,在微藻大规模养殖方面走在世界前列。我国国家海洋局第一研究所,中国科学院武汉水生生物研究所、南海海洋研究所、青岛生物能源与过程研究所等多个中国科学院所属的研究所,清华大学、暨南大学、华东理工大学等多个高校均已开展能源微藻藻种筛选、规模培养、油脂提取、生物柴油加工、新型光生物反应器开发与产业化等技术领域的研究。

从国内外已有的文献及相关报道来看,目前各国微藻生物柴油的开发处于初步的中试研究阶段,且完整的中试结果尚未见报道。由于用微藻生产生物柴油尚未形成成熟的技术,没有成功的生产工艺,没有可借鉴的技术标准,没有现成的工业设备,因此它是一个全新的自主创新领域。为我国发展微藻生物柴油新技术,建立微藻生物柴油产业,带来了新的发展机遇。我们应抓住当前的有利时机,整合优势资源,开发具有我国自主知识产权的微藻生物柴油产业化技术。

## 3 建立微藻生物柴油产业面临的挑战

### 3.1 需要设计高效率的光生物反应器

光生物反应器已成为高效、快速、大量培养微藻

的关键设备,在工业级实验室使用的各种封闭式反应器,已证明比开放式反应器具有更好的培养和控制条件,封闭式反应器培养微藻可以使藻细胞的密度提高 6 ~ 12 倍,总体积相对减少,分离成本大大降低,各种生长参数及工艺可以采用自动化、集约化控制和管理,提高了生产效率和产品质量,可避免受其他生物和非生物物质的污染<sup>[21]</sup>。预计以封闭式光生物反应器组成的生态生命支持系统的发展,将为微藻生物柴油产业的建立铺平道路<sup>[22]</sup>。

利用封闭式反应器进行工业化的连续生产,可获得大量富含脂质的微藻,从收获的微藻提取的微藻油能够满足生物柴油厂生产规模的需要,是生产微藻生物柴油的核心问题。设计光生物反应器除能够有效扩大系统的规模外,还应满足对影响微藻生长多种变量参数的控制要求,如 CO<sub>2</sub> 在藻液中的扩散和微藻的吸收、藻液中溶解氧的交换和去除、光能的利用和光抑制的预防、藻液的循环与混合,以及温度、pH 和培养液营养的控制,以确保这些变量都保持在可接受的水平<sup>[23]</sup>。许多不同类型的反应器系统都能够满足这些基本要求,而这些系统却不能用于大规模的微藻培养<sup>[24]</sup>。许多实验室规模的反应器很容易得到培养微藻满意的研究结果,但是其中只有少数能够成功扩大到中试<sup>[25]</sup>。

成立于 2001 年,在微藻生物柴油研究领域被誉为领跑者的美国 GreenFuel 公司,因技术上的原因,研发的反应器系统没有商业化前景,出现资金困难,2009 年已经被关闭<sup>[26]</sup>。该公司几年来虽然投入了数十亿美元的资金,在研发反应器方面做了多项研究并取得了一些成果,如利用烟道尾气培养微藻并转化为生物燃料的项目,曾获得 2006 年普氏全球能源奖(2006 Platts Global Energy Awards),但最终因关闭公司而结束。究其原因,其选用的各种反应器模型,均不能用于工业化生产。

因此,研究各种类型反应器的优缺点,对反应器进行科学的设计选型,避免因反应器设计不当带来巨大的资金和时间的损失,对于我国发展微藻生物柴油产业有着重要的意义。

设计用于工业化生产的光生物反应器,必须考虑所选用的反应器是否满足在室外条件下的连续生产和便于维护管理等因素,主要包括:①能够解决反应器内、外壁的清洁和散热;②CO<sub>2</sub> 利用率高、受溶解氧抑制性小;③反应器光能效率高,反应器单位容积占用土地面积小;④控制和在线检测系统简单,能够避免检测元件受微藻附壁影响;⑤反应器材料

具有良好的户外耐久性;⑥便于生产人员对反应器检查和维护管理;⑦小试阶段选用的反应器可以直接用于中试和规模化的工业生产。

对封闭式反应器,就反应器功能和技术性能而言,封闭式反应器结构实际上并不复杂。只要反应器能够对藻液的  $\text{CO}_2$ 、pH 和营养原料进行控制,满足微藻生长参数的需要,微藻就可以在反应器中快速生长。不同结构的反应器,区别仅是培养微藻效率的不同,但是无论何种结构的封闭式反应器,如果不能解决对附着在反应器内壁的微藻进行自动清洗的问题,该反应器则没有工业化应用的前景。

### 3.2 生产微藻的工业装置控制技术难度高

用工业化方式大规模培养微藻,除要求反应器培养微藻的密度和微藻含油率要高外,还必须解决从反应器每次收获的微藻,能够满足后续生产能力的需要。

目前,国际上采用封闭式反应器研发微藻生物柴油技术的公司,培养微藻的密度一般在  $0.1 \sim 1.0 \text{ g/L}$ ,由于受反应器光能效率和微藻培养技术的限制,在一个反应器内培养微藻,既要获得高密度的微藻,又要微藻含油率高,存在技术上的困难。在此基础上要大幅度提高微藻的密度和含油率,并且能够每天稳定保持连续生产,技术上的难度更大。

采用封闭式反应器系统培养微藻,控制参数主要有:pH、 $\text{O}_2$  分压、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}_2$  流通率、密度、藻液传导率、 $\text{O}_2$ 、光照、温度、管道内混合气体压力等。从  $\text{CO}_2$ 、pH 调节液和营养液进入反应器系统到微藻分离收取,整个微藻培养环节的控制参数,因微藻的生长密度、生长阶段、外界光照和温度的不同,控制参数会不断发生变化,对微藻培养的技术要求很高。

影响微藻快速生长的因素很多,要通过控制系统对微藻生长的诸多因素进行动态控制,在不同密度下微藻对生长所需要的各种生长参数要求不同,要使密封在反应器内的生态系统保持最佳状态,实现对反应器中的微藻进行快速生长控制和对微藻进行分离收取,对控制系统技术性能要求很高。

因此,在设计培养微藻的反应器系统和微藻油生产系统时,应运用系统工程并以发展的观点考虑以下的原则:①按不同光生物反应器系统的要求,选择最佳的技术路线和工艺流程,各种生产设备和装置能够满足系统的连续生产,系统整个布局方案要合理。②采用最新的技术成果,包括先进工艺、高效率的设备和机械化、自动化手段以及计算机辅助管理等方法,提高产量和处理能力。③选用的光生物

反应器,能够满足未来单位容积微藻产量大幅度提高的要求。

### 3.3 需要开发关键的成套设备

除反应器培养微藻技术外,对反应器藻液内的微藻进行快速高效收集技术、微藻破壁技术和微藻油萃取技术,是生产微藻生物柴油的三大关键技术难题,国内外尚没有可用于工业化生产规模的专用设备。

要建立微藻生物柴油产业,需要研制一批与微藻生物柴油生产配套的专用设备、装置和检测仪器。研制成套设备要采用新技术、新材料、新工艺,切实解决配套设备的技术问题,通过吸收国外先进的思路、经验、技术等,研制出高质量、高附加值的配套产品。配套设备应具有智能化、小型化、高使用性能和安全性能;具有控制、检测方面数字化的重要特点;具有优化的管理模式、工作效率高、生产成本低、维修费用少等优点。

全球性的金融危机已对世界各国实体经济造成了严重影响,在这种情况下,有利于我国与在微藻生物柴油配套设备制造领域取得重大进展的国外企业和研究单位进行技术合作,有利于我们引进国外先进设备和制造技术,在此基础上可以快速发展我国的微藻生物柴油配套设备产业,增强我国配套设备的竞争力。

### 3.4 控制微藻生物柴油成本

高昂的生产成本是利用微藻生产生物柴油所面临的主要问题。由于产油微藻培养成本偏高,迄今为止,国际上尚未在微藻生物柴油产业化生产和商业开发方面取得突破。微藻生物柴油要真正成为一种替代能源,降低微藻油的生产成本至关重要。

影响微藻生物柴油成本的主要因素,一是微藻生物柴油工厂建设投资大。采用封闭式反应器培养微藻,必须通过大规模培养微藻的方式,才能获得足够的可用于生产生物柴油的微藻油。目前国内外培养微藻的反应器,单位容积微藻液收取的微藻产量和含油率较低,因此需要建设规模巨大的培养微藻的反应器系统,以求获得足够萃取微藻油的微藻,加之生产微藻油必须配套的微藻收获、微藻破壁和微藻油萃取系统,以及生物柴油制造系统的投资,微藻生物柴油工厂的建设投资很大。由于目前单位容积微藻液收取的微藻产量和含油率较低,获得的微藻油产量低,而工厂的微藻油生产系统的建设投资很大,微藻生物柴油单位成本中摊销的设备折旧费高。二是  $\text{CO}_2$  作为培养微藻最主要的原料,获得的成本

高昂。用封闭式反应器生产微藻,应采用纯 CO<sub>2</sub> 气体作为培养微藻的碳源供给方式。这就需要建设从工厂烟道尾气捕集 CO<sub>2</sub> 的装置或从其他地方获得所需要的 CO<sub>2</sub> 原料供应,CO<sub>2</sub> 质量要达到 GB/T 6052—1993 或 GB 10621—2006 标准,以保证 CO<sub>2</sub> 作为生产微藻最主要的原料质量的稳定性,使控制系统对 CO<sub>2</sub> 变量参数的控制变为对常量的控制。

从电厂烟道尾气捕集 CO<sub>2</sub>,由于 CO<sub>2</sub> 含量较低,回收成本较高。在 CO<sub>2</sub> 的制造成本中,电和蒸汽价格约占 CO<sub>2</sub> 生产成本的 75%。以广州地区工业用电平均电价 0.65 元/kWh,工业用蒸汽价格 180 元/t 计算,在电厂烟道尾气 CO<sub>2</sub> 体积分数为 15% 的条件下,CO<sub>2</sub> 生产成本约为 800 元/t。生产 1 t 生物柴油需要 6.8 t CO<sub>2</sub> (微藻含油率为 40%),CO<sub>2</sub> 成本约为 5 400 元。国内以酒精厂发酵尾气、化工厂排放富 CO<sub>2</sub> 尾气为原料制高纯度 CO<sub>2</sub> 的生产装置,可以利用本企业的工业废蒸汽,CO<sub>2</sub> 生产成本约为 450 元/t 左右,由于 CO<sub>2</sub> 往往也是酒精厂和化肥厂的生产原料,因此生产微藻所需的 CO<sub>2</sub>,应考虑主要从电厂和水泥厂的烟道尾气中收取。这就需要研发捕集 CO<sub>2</sub> 新的技术,降低电和蒸汽能耗,使微藻生物柴油在价格上具有市场竞争力。

#### 4 结语

石油是不可再生能源,利用微藻和 CO<sub>2</sub> 生产生物柴油,是解决人类对能源不断增长的需求和对大规模 CO<sub>2</sub> 减排具有战略意义的一项研究。反应器设计技术、微藻培养控制系统、配套设备制造和生产成本是建立微藻生物柴油产业的四大关键问题,在现有技术条件下已可以解决。我国微藻生物柴油产业化研究和国际水平基本同步,工业化的发展前景广阔,机遇和挑战并存。

因此,我们应解放思想,以改革创新的精神,抓住机遇,通过国际合作和引进技术,组织实施工业化生产微藻生物柴油的小试或中试工业装置的研发,从而达到快速建立我国微藻生物柴油产业的目标。

#### 参考文献

- [1] Stuart M D. Can algae save the world-again? [N/OL]. 2009 - 02 - 10. <http://www.reuters.com/article/environmentNews/idUSTRE5196HB20090210? pageNumber=2& virtualBrandChannel=0>.
- [2] Chisti Y. Biodiesel from Microalgae [J]. *Biotechnology Advances*, 2007, 25 (3) :294 - 306.
- [3] Biodiesel Production from Algae. Department of Energy Aquatic Species Program, National Renewable Energy Laboratory [ED/OL]. [http://www.eere.energy.gov/biomass/pdfs/biodiesel\\_from\\_algae.pdf](http://www.eere.energy.gov/biomass/pdfs/biodiesel_from_algae.pdf).
- [4] 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 (1) :23 - 27.
- [5] Huntley M E, Redalje D G. CO<sub>2</sub> mitigation and renewable oil from photosynthetic microbes: A new appraisal [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2007, 12 (4) :573 - 608.
- [6] Yuan K L. Microalgal mass culture systems and methods: Their limitation and potential [J]. *Journal of Applied Phycology*, 2001 (13) :307 - 315.
- [7] The seaweed production ethyl alcohol and the biological diesel oil become the new favorite [ED/OL]. *Bioenergy Network*, 2007 - 07 - 31. <http://www.39kf.com/yyjj/biotechnology/03/2007-07-31-397072.shtml>.
- [8] Mak Edwards. Green Algae Strategy: End Oil Imports and Engineer Sustainable Food and Fuel [A]. Tempe, Arizona: LuLu Press, 2008:162.
- [9] Giles C. New growing technology set to increase algae yields [ED/OL]. 2009 - 02 - 25. <http://www.biofuelreview.com/content/view/1850/1>.
- [10] Torben S. When can we fill up with oil from algae? [J]. *Bioenergy Research* June, 2008, 5:1 - 3.
- [11] McMichens R B. Algae as a Source for Biofuel [ED/OL]. <http://www.life.umd.edu/grad/MLfsc/Algae%20as%20a%20Source%20for%20Biofuel.pdf>.
- [12] 李元广,谭天伟,黄英明. 微藻生物柴油产业化技术中的若干科学问题及其分析 [J]. *中国基础科学*, 2009, 5:64 - 70.
- [13] 李乃胜. 关于发展微藻生物能源的认识与建议 [N]. *科学时报*, 2009 - 02 - 09 (A2).
- [14] 微藻试养并提取生物柴油获成功 [ED/OL]//生物能源网, 2008 - 10 - 10. <http://www.39kf.com/yyjj/biotechnology/03/2008-10-10-521119.shtml>.
- [15] 新奥微藻制生物柴油中试成功 [ED/OL]//科技资讯网, 2008 - 12 - 15. <http://www.cnetnews.com.cn/2008/1215/1279071.shtml>.
- [16] Martin L M. GreenFuel Tech opens algae-growing greenhouse [ED/OL]. *Green Tech*, October 20, 2008. [http://news.cnet.com/8301-11128\\_3-10070678-54.html](http://news.cnet.com/8301-11128_3-10070678-54.html).
- [17] Kevin B. Algae-based fuels set to bloom [ED/OL]. *Technology Review*, February 5, 2006. <http://www.cleanmpg.com/forums/showthread.php? t=3436>.
- [18] Rwe's algae project in Bergheim-niederaussem. Rwe the energy to lead [J/OL]. January, 2009. <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/247480/data/235578/32247/rwe-power-ag/media-center/lignite/blob.pdf>.
- [19] Paul H. In bloom: Growing algae for biofuel [N/OL]. *BBC News*, October 9, 2008. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7661975.stm>.
- [20] Jim Lane. Biofuels digest [ED/OL]. <http://biofuelsdigest.com/blog2/2008/10/08/algae-companies-biofuels-and-biomass-technologies-database>.

位居世界第一。

### 1.2.2 产品结构

国内合成橡胶产业在生产能力增长的同时,存在着产品结构单一、系列化产品缺乏的现象,我们必须高度重视产品结构调整,增加环保型、高性能、专用牌号合成橡胶的研发与生产力度。并高度重视与下游企业的合作,建立有效的产品开发机制,加大市场开发力度。尤其是在溶聚丁苯橡胶的市场开发上,2009年我国具备了20万t/a的生产能力,但国内市场吸收能力还不强,目前装置主要用于生产SBS。

## 2 欧洲轮胎市场的基本情况 & 欧盟轮胎新法规概况

2009年6月22日欧盟通过了2个新的轮胎法规661/2009和1222/2009,该法规对未来10年的轮胎行业提出了一个可预见的规定。对轮胎的滚动阻力、湿地抓着力、溶聚丁苯橡胶、滚动噪音以及燃油效率均做出了新的指标规定,并制定了详细的实施时间表,将于2012年开始实施<sup>[2]</sup>,它标志着人们重新认识到在不断提高轮胎性能的同时,还得考虑轮胎的安全性和环境方面的因素,也对合成橡胶的生产提出了更加严格的要求,要求我们向市场提供性能更高、品种更全、更加绿色环保的合成橡胶产品。另外,欧盟环保法规定,自2010年1月1日起,所有进入欧盟市场的橡胶填充油必须符合欧盟标准,其中要求轮胎中环芳烃的含量小于3%,这就对油胶所采用的填充油提出了更高的要求。

## 3 中国合成橡胶及轮胎生产企业的应对方法

由于受美国轮胎特保案的影响,我国加大了对欧洲的出口,从2010年前4个月的出口情况来,我国对许多欧洲国家的轮胎出口增幅均在100%以上,但也意味着欧洲可能会由于我国出口的增速过快而对我国轮胎实行反倾销,我们要做好应对准备,

并致力于国内合成橡胶的产品优化升级及轮胎性能的提高,做好准备将我国轮胎生产向欧盟新出台的2个轮胎法规体系要求靠拢。

高抓着力、低滚动阻力、高耐磨性能一直是轮胎追求的永恒主题,但继美国轮胎特保案后,欧盟又提出了新的技术壁垒:即2012年销往欧洲的轮胎需要通过湿滑、滚动阻力测试,并贴上等级标签,而按照目前国内的乘用车性能来看,绝大部分轮胎很难达到理想的轮胎等级,这些轮胎则不能销往欧洲,或只能被冠以不环保、不安全的轮胎来销售,因此,如何提高乘用车的湿地抓着力、降低轮胎的滚动阻力以及滚动噪音等是乘用车生产的当务之急<sup>[3]</sup>。轮胎生产企业在追求高性能轮胎的同时,对原材料合成胶的要求也越来越高,这就要求,合成橡胶生产企业与轮胎生产企业密切合作,不断提高产品内在质量与使用性能。生产出适合市场需要的高性能合成橡胶及轮胎,才能在国际市场乃至将来的国内市场上占有一席之地,求得生存。

## 4 关于兰州石化公司轮胎用丁苯橡胶生产的一些思考

近年来,由于经济危机席卷全球,日益激烈的经济竞争形势对国内合成橡胶与轮胎的生产均提出了更为苛刻的要求,面对市场上特种胶与原材料涨价,面对美国轮胎特保案与人民币升值等不利因素,面对2010年1~5月国内市场合成橡胶及轮胎产品库存上升、销售增长率下降的严峻形势,作为合成橡胶生产企业,笔者认为,兰州石化公司应该从以下几个方面着手开展工作。

### 4.1 加大与各轮胎生产企业间的合作力度

通过对国内各轮胎生产企业需求的了解,笔者认为,兰州石化公司丁苯橡胶产品要在市场中立于不败之地,最重要的是,不仅要以产量与提高产品质量占据市场份额,而且要进一步与下游产业间建立更为密切的战略合作,根据其需要开发相应的质量

(上接第5页)

[21] Miao X L, Wu Q Y. Biodiesel production from heterotrophic microalgal oil[J]. *Bioresour Technol*, 2006, 97(6): 841-846.  
[22] Cogne G, Cornet J F, Gross J B. Design, operation, and modeling of a membrane photobioreactor to study the growth of the cyanobacterium *Arthrospira platensis* in space conditions[J]. *Biotechnol Prog*, 2005, 21(3): 741-750.  
[23] Tarik Z. Microalgae Grown in Photobioreactors for Mass Production of Biofuel[ED/OL]//Rutgers University Department of Bioenvironmental Engineering, September 30, 2008. <http://www.alga.cz/>

users/papacek/papers/Papacek - Fluent04. pdf.

[24] ALGAE-BASED BIOFUELS: A Review of Challenges and Opportunities for Developing Countries[ED/OL]. <http://ftp.fao.org/doccrep/fao/011/ak333e/ak333e00.pdf>; 4.  
[25] Ugwu C U, Aoyagi H, Uchiyama H. Photobioreactors for mass cultivation of algae[J]. *Bioresour Technol*, 2008, 99(10): 4021-4028.  
[26] Martin L M. Algae front-runner GreenFuel shuts down[J/OL]. *CNET News*, May 13, 2009. [http://news.cnet.com/8301-11128\\_3-10239916-54.html](http://news.cnet.com/8301-11128_3-10239916-54.html). ■