

中国生物燃料乙醇产业发展现状、 存在问题及政策建议

冯文生, 李 晓, 康新凯, 杜风光

(河南天冠企业集团有限公司, 河南 南阳 473000)

摘要: 燃料乙醇等生物质能源由于其技术的可实现性、资源的可持续性以及环境的友好性已经成为各国替代能源的重要发展方向。本文阐述了燃料乙醇产业发展的历程和现状, 指出燃料乙醇产业发展中存在的问题, 并提出了解决问题的对策。

关键词: 燃料乙醇产业; 现状; 政策; 建议

中图分类号: TQ91

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2010)04-0008-03

Current developing situation of fuel ethanol industry in China, and problems and countermeasures

FENG Wen-sheng, LI Xiao, KANG Xin-kai, DU Feng-guang

(Henan Tianguan Enterprises Group Co., Nanyang 473000, China)

Abstract: Fuel ethanol has become an important direction of developing substitute bio-energy in many countries for its technological feasibility, environmental friendliness and sustainability in resources. In this paper the developing steps and current situation of fuel ethanol industry are reviewed. The problems in the way of developing are pointed out and the counter-measures against them are put forward.

Key words: fuel ethanol industry; current situation; policy; advice

随着现代工业的快速发展及汽车保有量的持续增加, 人类对能源的需求急剧增加, 全球化石能源可开采量日益减少, 能源的供需矛盾日渐突出, 从长远来看, 石油资源将在 21 世纪上半叶迅速走向接近枯竭的边缘, 开发利用可持续的替代能源已经成为很多国家政府保障本国经济持续发展的一项重要能源战略。另外, 由于化石燃料的使用对生态环境负荷日益加大, 燃料乙醇等生物质能源由于其技术的可实现性、资源的可持续性以及环境的友好性已经成为各国替代能源的重要发展方向。

1 燃料乙醇产业发展现状

我国以燃料乙醇为代表的生物质液体燃料的发展始于 20 世纪 90 年代中期, 经历了试点、扩大试点两大阶段, 经过了以下的发展历程:

(1) 成立了国家乙醇推广试点机构, 出台了扶持燃料乙醇产业发展的财政政策和产业发展规划。

2001 年, 按照国务院统一部署, 成立了车用乙醇汽油推广试点工作领导小组, 并建立联席会议制度, 国家计划、经贸、财政、公安、工商、税务、技术监督、环保等八部委和中国石化、中国石油两大石油公司分工合作, 携手联动, 启动了车用乙醇汽油在我国的研究开发应用试点工作。下发了关于《车用

乙醇汽油扩大试点方案》和《车用乙醇扩大试点工作的实施细则》。

(2) 初步形成了涉及 10 省的推广试点区域, 催生了新的生物能源产业。

当前, 我国生物燃料乙醇产业按照“定点生产、定向流通、封闭运行”的原则布点发展, 乙醇汽油的消费量已占全国汽油消费量的 20% 左右, 成为世界上继巴西、美国之后第三大生物燃料乙醇生产国和消费国。立足于我国成熟的乙醇生产技术和充足的原料供应保障能力, 燃料乙醇产业近年来取得了突飞猛进的发展。目前, 全国有 10 个省推广使用乙醇质量分数在 10% 的乙醇汽油, 已核准 5 家定点生产企业。2007、2008 年和 2009 年, 燃料乙醇市场供应量分别达到 133.2 万、161.52 万 t 和 173.2 万 t (各生产厂的具体产销量详见表 1)。

表 1 2006、2007 年和 2008 年国内燃料乙醇生产商产销量
万 t

	2007 年	2008 年	2009 年
河南天冠企业集团有限公司	40.20	46.98	49.50
吉林燃料乙醇有限公司	41.90	48.00	46.00
安徽丰原集团有限公司	34.90	39.82	42.00
中粮生化能源(肇东)有限公司	16.20	15.00	19.40
广西中粮生物质能源有限公司		11.72	16.30

(3) 国家明确了非粮替代的产业发展方向,出台了一系列非粮燃料乙醇产业引导资金奖励政策。

国家首批批准的4家燃料乙醇企业基本上都是以玉米、陈化小麦等粮食原料为主。随着近几年粮食转化渠道的日益多元化以及粮食价格的上涨,粮食不能作为今后发展燃料乙醇的原料供应主体,发展非粮原料的替代已经成为政府和企业的共识。根据国家发展和改革委员会发布的《可再生能源发展“十一五”规划》,在“十一五”期间,在东北、山东等劣质土地资源丰富的地区,集中种植甜高粱,发展以甜高粱茎秆为主要原料的燃料乙醇;在广西、重庆、四川等地重点种植薯类作物,发展以薯类作物为原料的燃料乙醇;同时开展以农作物秸秆等木质纤维素为原料的生物燃料乙醇生产试验。规划到2010年,以非粮生物质为原料的燃料乙醇生产能力达到200万t/a。

为争取在下一步发展中获得先机,很多企业和科研院所都开展了非粮乙醇的研究和产业化示范。吉林燃料乙醇有限公司投资建设了年产3000t甜高粱茎秆制乙醇示范项目,2007年在山东东台试种了五六百亩(1亩=666.7m²)甜高粱;中粮集团也开始了甜高粱制乙醇项目的研发,2007年3月,中粮集团与全球500强企业英国BP公司在河北黄

(上接第7页)

化工园区的开发建设是中国化学工业的发展方向,以核心企业为主体的生态工业园的建设是化工企业循环经济发展的优化模式。生态工业园区循环经济系统由3个子系统组成:一是自然资源环境系统,由工业区生产所需原料资源与所在区域的有关自然环境要素所组成;二是工程技术系统,其工程活动有规划、建设及生产3方面的内容,其中技术措施可分为“末端治理—清洁生产—生态工业”3个不同的层次;三是信息管理系统,由实施循环经济模式的政策体系和所建立的机构及管理制度所构成。这3个子系统的有机组合,便形成了循环经济系统的总体结构,从而决定着系统的整体功能。

(3) 营造有利于化工行业循环经济发展的企业文化

化工行业发展循环经济,不只意味着体制和机制的转变,也不只是工艺、技术、设备等硬件的建设问题,同时需要企业文化的有力支撑和配合。化工行业要把循环经济的理念融入到企业文化建设当中,充分发挥企业文化的促进作用。企业领导要带

头学习实践,并通过广播、电视、新闻媒体、信息网络等各种途径,开展形式多样的宣传教育活动,广泛开展国情、厂情教育,营造企业发展循环经济的良好氛围,吸引职工群众努力学习循环经济的知识,广泛参与建设生态企业的实践。

(4) 立足于长远,二代生物乙醇纤维乙醇的技术开发和产业化示范取得明显成效。

利用农作物秸秆、木屑、废纸等可再生木质纤维素类原料(主要含纤维素、半纤维素和木质素三大组分)生产燃料乙醇是木质纤维素类生物质工业转化的一个重要方向,其主要生产工艺过程包括原料预处理、纤维素水解、五碳糖与六碳糖发酵、乙醇分离等。迄今为止,全世界已有十几套纤维乙醇的中试生产装置在运行。为了提高中国在新的可再生资源领域里的优势,尽快实现纤维乙醇产业化已势在必行。结合中国人均石油和粮食资源匮乏的国情,在国内发展纤维乙醇,更加具有现实意义。

华东理工大学于2005年建成了纤维乙醇600t/a的示范性工厂,以废木屑为原料,采用稀酸水解法制取乙醇。该课题组正在围绕降低成本和规模化生产展开研究,力求使其在经济上更具有竞争力。

中国科学院过程工程研究所开展了以秸秆组分

头学习实践,并通过广播、电视、新闻媒体、信息网络等各种途径,开展形式多样的宣传教育活动,广泛开展国情、厂情教育,营造企业发展循环经济的良好氛围,吸引职工群众努力学习循环经济的知识,广泛参与建设生态企业的实践。

4 结语

化工企业要实现可持续发展,必须采用循环经济战略,遵循循环经济发展模式,构建企业循环经济系统。本文系统地分析了循环经济战略在化工行业的应用情况,包括化工行业采用循环经济的重要性,循环经济战略在化工行业的实现模式,以及化工行业循环经济战略的发展现状和存在的问题,并提出了法规政策体系建设、化工园区建设和企业文化建设等发展策略。

参考文献

- [1] 罗旋,赵旭. 化工行业循环经济发展模式初探[J]. 科学技术与工程,2006,6(10):38-39.
- [2] 陈伟亚,马玉明,袁兵,等. 化工企业循环经济模式与可持续发展战略研究[J]. 武汉工程大学学报,2009,31(1):36-40. ■

分离、纤维素酶固态发酵、秸秆纤维素高浓度发酵分离酒精耦合过程等关键技术的研究。目前已在秸秆酶解发酵燃料乙醇关键技术上取得重大突破,在山东泽生生物科技有限公司建设了年产3 000 t 秸秆酶解发酵燃料乙醇产业化示范工程^[2]。

吉林轻工业设计研究院与丹麦瑞速国家实验室合作研究玉米秸秆湿氧化预处理生产乙醇技术,在只利用六碳糖的情况下,7.88 t 玉米秆可生产1 t 乙醇。

山东大学微生物技术国家重点实验室主要开展“纤维素原料转化乙醇关键技术”研究。对纤维素酶高产菌的筛选和诱变育种、用基因手段提高产酶量或改进酶系组成、纤维素酶生产技术等研究。目前与山东龙力生物科技股份有限公司合作开展利用木糖渣生产乙醇的试验^[3]。

中国农业科学院作物科学研究所利用现代生物技术的手段,针对作物秸秆纤维转化燃料乙醇过程中的原料学、木质素酶生产、纤维素酶生产、戊糖利用等问题开展研究工作。分离得到较好的纤维素分解菌39株,克隆得到相关功能基因30多个,在木糖乙醇发酵工程菌构建方面有望近期取得较好的进展。

中粮集团生化能源肇东有限公司与丹麦诺维信公司、加拿大桑普达公司和华东理工大学合作,投资4 800万元在肇东建设了500 t/a 纤维素酒精中试试验装置,并于2008年9月进行了投料试车。

自1997年以来,河南天冠集团与多所高校进行联合攻关,致力于纤维乙醇生产关键技术和产业化示范项目的攻关,先后完成了小试及中试工艺研究,2005年建成了年产300 t 中试生产线并保持连续运行,多项纤维乙醇关键技术取得突破性进展。通过10多年的研究开发,企业已经掌握并拥有了完整系统的、具有多项自主知识产权的纤维乙醇生产技术。2006年10月,一期年产5 000 t 纤维乙醇项目在南阳市镇平工业园区开工建设,包括年产10 000 t 纤维素酶和5 000 t 秸秆乙醇生产装置一套,以及相关公用工程。根据5 000 t/a 秸秆乙醇示范生产线试运行情况,每生产1 t 乙醇需要6.5~7.0 t 的秸秆,预计达产后,成本与当前粮食乙醇相比高15%左右。目前正在平衡改造为1万 t/a 的标准化模块示范生产线。

2 燃料乙醇产业发展中存在的问题

以粮食为原料的燃料乙醇工业发展受到限制,

不具有可持续性,国家虽然鼓励非粮原料燃料乙醇和纤维乙醇的发展,可是由于受制于原料供应和技术成熟度的影响,非粮乙醇发展并不顺利,而第2代生物燃料纤维乙醇的发展更是有待于技术的进一步突破。

(1)传统非粮作物作为乙醇原料比较竞争优势不明显。

薯类生产乙醇的最大问题在原料品种、种植、收获和储存环节。特别是储存环节,需进行综合配套,以保证全年使用,这样会导致成本增加,这也是影响薯类大规模应用的关键。对甘薯而言,鲜薯无法长期过冬储存,仅能保证稳定供应2个月左右。而切片晒干是传统上的储存方式,但又是现在农民最不愿干的,劳动强度大且需要“望天收”。如何解决大规模低成本保鲜(半年以上)和低成本干燥技术是甘薯作为燃料乙醇主导原料的关键。对木薯而言,作为热带作物,引入我国后,在产量上有较大下降,我国目前还缺乏适应于亚热带地区生产的高产木薯品种。对于马铃薯,单位面积乙醇产率及原料成本都不占优势,基本可不予考虑。而新的能源作物甜高粱生产乙醇,季节性太强,收获期仅2个月左右,存放期仅1个月左右,对于连续生产是个难题。

(2)非粮作物边际土地开发难度大。

我国有多少边际性土地可以种植非粮作物,非粮作物的大规模种植对生态环境的影响究竟有多大,可能还缺少可靠的数据。开垦边际性土地的成本谁来承担、低收益谁来补偿这是一个大问题。可以说未来我们能够发展多大规模的燃料乙醇,首先取决于我国边际性土地的数量,其次取决于政府的决心:在不占用耕地的前提下开发边际性土地,需要较长的周期和持续大量的投入。

(3)纤维乙醇产业化技术还面临着诸多挑战。

这些挑战主要是:①纤维素水解预处理有待完善,特别在能耗、水耗等方面还有很大的挖掘潜力;②纤维素酶的生产成本高,生产效率低;③能量产出与能量的投入比还有待提高;④纤维乙醇产品成本高,与粮食乙醇相比还不具有竞争优势;⑤农作物秸秆能量密度小,分散度高,不易收集,集中收购成本高。

3 政策建议

笔者建议:

(1)完善燃料乙醇的补贴政策,为落实非粮替代的政策导向,推动燃料乙醇企业健康有序发展,

(下转第12页)

羟肟酸配体及配合物形成“—C—O—M—O—N—”五元环结构。以邻苯二酰异羟肟酸为例,其与金属配位结构如图 2 所示。

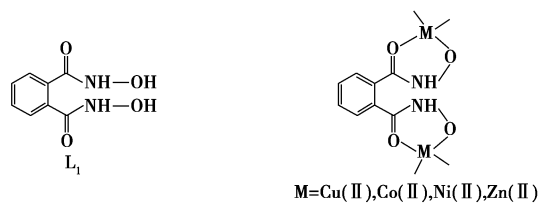


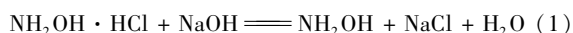
图 2 邻苯二酰异羟肟酸与金属配位结构

2 羟胺法合成原理和方法

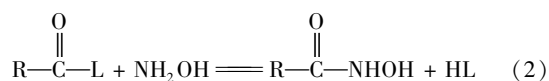
羟肟酸的主要合成方法有羟胺法、硝基烷烃重排法、酰胺氧化法、硝基铜还原法、热裂解制取法、生物酶催化转化法和固相合成法等。羟胺法合成工艺简单、生产技术难度较小且对设备要求不高,是最常用的工业合成方法。其他方法反应条件难以控制,一般不经常采用,也未见大规模工业化生产报道。就固相合成而言,反应易得到动力学控制的中间态化合物,有较高的反应效率和选择性,但技术条件较为苛刻,一般用于医药类羟肟酸衍生物的合成。

2.1 合成原理

羟胺的游离^[9]:羟胺盐(盐酸羟胺或硫酸羟胺)与碱(NaOH 或 KOH)在水溶液或低级醇(甲醇或乙醇等)溶液中中和游离出羟胺,滤除无机盐固体,即可得游离羟胺溶液。反应式如式(1)。



羟肟化反应:羧酸或其衍生物 R—CO—L(L 为 OH、O⁻、OR、X 或 NH₂ 等)与羟胺溶液反应,在碱性介质中进行亲核取代。其反应式如式(2)。



(上接第 10 页)

建议国家根据燃料乙醇生产原料分别确定补贴额,基本原则是:纤维乙醇高于非粮(包括薯类和甜高粱)乙醇,非粮乙醇高于粮食乙醇。

(2)政府加大对能源型原料作物的优选、培育的资助,同时因地制宜,推广高产能源作物品种,加强乙醇非粮原料基地建设,引导农民与企业合作共赢。

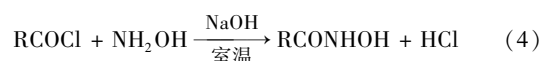
(3)鼓励企业和个人对边际土地进行改良,对符合产业政策的应给予相应的补贴,优先利用边际土地发展能源型作物,政府主导加强对边际土地利用进行规划、评估。

2.2 合成方法

根据原料羧酸衍生物的种类,羟胺法合成工艺主要有以下 3 种。

2.2.1 酰氯-羟胺法

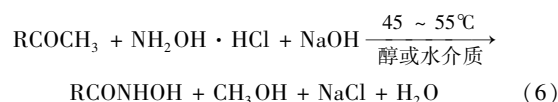
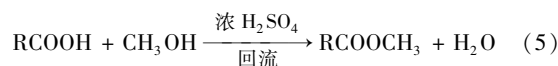
带苯环的羟肟酸宜采用酰氯-羟胺法,烃链较长的羧酸以及有些难以与醇发生酯化反应带环烃或芳烃的羧酸,也常用这种方法。羟肟化反应可在室温或更低温度下进行,在水、乙醚、乙醇或三氯甲烷介质中均可发生反应。反应式如式(3)~(4)。



曾伟等^[10]指出,由于羟胺或 N 取代羟胺与酰氯可同时发生 O 酰化和 N 酰化反应,因此需要置于 -5~0℃ 温度条件下反应,以大大减少前者的竞争。

2.2.2 酯-羟胺法

脂肪酸与低级醇催化酯化成脂肪酸酯,再与羟胺在碱性条件下进行羟肟化反应,酸化即可得到羟肟酸。这是工业上常用的方法,用此方法可合成 C₅~₉ 羟肟酸、水杨羟肟酸、H₂₀₅ 等。用无水乙醇或水作介质,可在室温下进行反应,反应式如式(5)~(6)。



由于酯在碱性水溶液中的水解使羟肟酸收率不高。若要得到高纯度的羟肟酸产品,必须用低级醇作介质,但这会增加成本,如果用甲醇作溶剂,还会存在生产安全和环境污染的问题。

2.2.3 羧酸-羟胺法

羧酸直接合成法也属于羟胺法的一种工艺手段,但较少运用于工业生产中,对于这方面的研究也

(4)秸秆等植物纤维是未来最具竞争力的乙醇原料,建议国家在纤维乙醇的研发及产业化示范上提供财政支持,并出台相应扶持政策,整合国内研发力量,推动纤维乙醇产业化技术早日实现。

参考文献

- [1] 孙智谋,侯霖,张俊波,等.非粮食乙醇产业化现状及展望[J].酿酒科技,2009(5):94-98.
- [2] 杜风光,冯文生.秸秆生产乙醇示范工程进展[J].现代化工,2009(1):16-19.
- [3] 张敏华,吕惠生.我国非粮燃料乙醇生产技术进展[J].酿酒科技,2008(9):91-95. ■