

文章编号: 1003-8701(2008)02-0056-04

# 吉林省生物质能发展与展望

郭金瑞<sup>1</sup>, 边秀芝<sup>1</sup>, 王 昱<sup>2</sup>, 闫孝贡<sup>1</sup>, 任 军<sup>1</sup>

(1. 吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心, 长春 130033;

2. 吉林省农业科学院农业经济与信息服务中心, 长春 130033)

**摘要:** 生物能源将是未来能源发展的一个重要组成部分, 是备受国内外瞩目的可再生能源。本文通过对世界能源发展趋势的阐述对生物质能的开发利用情况进行分析, 针对吉林省生物质能开发的实际情况, 提出吉林省生物能源研究与开发的方向。

**关键词:** 吉林省; 生物质能; 发展

**中图分类号:** S216

**文献标识码:** A

## Progress and Prospect of Biomass Energy in Jilin Province

GUO Jin-rui, BIAN Xiu-zhi, WANG Yu, YAN Xiao-gong, REN Jun

(Research Center of Agricultural Environment and Resources, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033, China)

**Abstract:** Bioenergy will be one important part of future energy development. It is also renewable energy which has been valued by China and overseas. After the tendency of world energy development being summarized, the exploitation and utilization of biomass energy was analyzed in the paper. According to the present situations of biomass energy development in jilin province, the direction of study and exploitation of biomass energy was put forward.

**Key words:** Jilin province; Biomass energy; Development

### 1 世界能源现状及发展方向

世界经济的持续增长是建立在能源高速消费的基础上的。据统计, 2004 年全球一次消费能源总量为 10 224.4Mtoe(toe 为吨石油当量), 与 2003 年相比增长了 4.3%。其中, 煤炭增长最快, 增长了 6.3%; 石油增长了 3.4%; 水电增长了 5.0%; 天然气与核能分别增长了 3.3%和 4.4%。2004 年世界能源消费量前十位的国家中, 除中国和印度是以煤炭作为主要能源外, 其它各国的能源结构均以石油为主。以美国为例, 2004 年一次能源消费总量为 2331.6 Mtoe, 其中石油占 40.21%, 天然气占 24.96%。目前能源结构的单一所带来的能源危机以及对环境和气候产生变化问题, 使人们对不可再生能源储量的有限性和使用的局限性有了深刻

的认识。有关专家预测, 到 2050 年世界能源将仍以化石能源为主, 但能源结构将会有所变化: 煤炭占 21%、石油占 20%、天然气占 23%、核能占 14%、可再生能源占 22%, 世界能源结构将必然经历由化石能源向可再生能源的变革。

生物质是地球上最广泛存在的物质, 它包括所有的动物、植物和微生物, 以及由这些有生命物质派生、排泄和代谢的许多有机质。生物质能是太阳能以化学能形式储存在生物质中的能量形式, 以生物质为载体的能量。每年进入大气层的太阳辐射能, 约有万分之二被植物吸收进行了光合作用, 相当于 400 多亿 kW 的能量。据生物学家估算, 现在地球上每年生长的植物总量约为 1 400 亿 ~ 1 800 亿 t(干重), 其总能量大约相当于目前世界总能耗的 10 倍。然而, 从目前世界总能耗的比重来看, 生物质能按能量计算仅占 15%左右, 因此在化石能被人类消耗殆尽之际, 生物质能作为可再生能源, 已作为世界能源消耗大国未来保障国家能源安全与稳定的重要来源。

收稿日期: 2007-03-05; 修回日期: 2007-05-26

作者简介: 郭金瑞(1975-), 男, 研究生, 助研, 主要从事土壤生态研究。

## 2 先进国家生物质能研发与应用概况

1993年10月在汉城召开的第五届国际能源会议指出:按现已探明的储量和需求推算,石油只可开采40年,天然气只可开采60年,煤炭则可开采230年左右。而且,这些化石燃料本身又是重要的化工原料。因此,现有的能源体系必须逐步向以可再生能源为主的持久的能源体系转变,由此世界开始进入生物质能开发与利用的高潮。工业化国家对生物质能的观念也有了明显的变化。过去被看作是“穷人的燃料”,现在则看作是对环境、社会有利的能源,并扩大了对生物质能的开发和利用。生物质能在总能耗比例逐步增加的国家有美国、奥地利、丹麦、巴西、芬兰、法国、挪威和瑞典等。

美国是世界上能源消费最多的国家,也是能源压力最大的国家,能源的走势关系到美国经济的命脉。1999年美国发布《发展生物基产品和生物能源的总统令》,2005年美国制订了乙醇训令,要求燃料制造商到2012年必须每年在汽油中加入2200万t燃料乙醇。据美国能源信息署(EIA)的统计数字,美国从2000年起,生物质能已成为与水力发电并驾齐驱的另一大可再生能源,也是液体交通燃料的唯一可再生替代能源。2004年,生物质能产量占美国总能源产出的4%,占有所有可再生能源(含水电)的46.5%。美国可再生生物性替代能源的开发,主要是以玉米(少部分高粱)和大豆为主要原料加工的燃料乙醇和生物柴油为主。美国农业部从2002年前后起,大力加强了对生物质能研究与开发,其现有22个国家级研究项目中涉及生物质能有4项。美国生物质能的重点研发领域主要分为生物质结料研发、糖转化平台核心技术研发、热化学转化平台技术研发、生物质产品研发和集成化的生物质提炼厂5个板块。为摆脱对石油的依赖,解决高油价问题,美国对生物乙醇的研究相对比较深入,美国的生物石油的研究主要有两方面,一方面是改进传统的玉米(淀粉)加工制取燃料乙醇的工艺,原料改进为利用玉米皮和低木质素柳枝稷制取燃料乙醇,从而使乙醇的制取成本大幅下降;二是通过基因工程改造木本生物质的纤维类构成,相应增加能降解为乙醇的纤维素及半纤维素含量的技术研究。

欧盟已将发展可再生能源作为其能源政策的

核心。生物质能利用技术在欧盟各国发展很快,生物质能在能源中比例迅速提高,特别是生物质颗粒成型技术和直燃发电技术应用已非常广泛。固体成型技术,就是通过机械装置,对生物质原材料进行加工,制成生物质压块和颗粒燃料。生物质固体颗粒的热值相当于劣质煤炭,以生物质为燃料的小型热电联产(装机为1~2万kW)已成为瑞典和丹麦的重要发电和供热方式。瑞典2002年的能源消费量为7300万t标准煤,其中可再生能源为2100万t标准煤,约占能源消费量的28%。丹麦在生物质直燃发电方面成绩显著。丹麦的BWE公司率先研究开发了秸秆生物燃烧发电技术,1988年丹麦建设了第一座秸秆生物质发电厂,从此生物质燃烧发电技术在丹麦得到了广泛应用。目前,丹麦已建立了130家秸秆发电厂,使生物质成为丹麦重要的能源。

## 3 我国生物质能应用现状

随着我国国民经济发展速度加快,需要能源的支撑越显重要。能源与粮食一样,成为我国安全保障的最重要部分。2006年1月1日,《可再生能源法》正式生效,这为我国发展可再生能源提供了法律依据。

我国是一个农业大国,生物质资源非常丰富,仅稻草、麦草、芦苇和竹子等非木材纤维年产超过10亿t,加上大量木材加工剩余物,都是巨大的能源“仓库”。但我国对生物质能的研究起步较晚,农村能源消费主要来自生物质能源,大多生物质能源以直接燃烧的利用方式为主,燃烧效率低于10%,造成了巨大的资源浪费和环境污染。“六五”期间,我国为解决农村能源短缺的问题,开始大力开发和推广户用沼气池、节柴炕灶和薪炭林等技术。到1998年底,全国户用沼气池发展到688万户,利用率达到91.7%。全国大中型沼气工程累计建成748处,城市污水净化沼气池累计49300处。以沼气及沼气发酵液在农业生产中的直接利用为主的沼气综合利用在我国有了长足发展,以沼气利用技术为核心的综合利用技术模式由于其明显的经济效益和社会效益而得到快速发展,也成为中国生物质能利用的特色。

我国从80年代开始研究生物质气化技术。生物质气化技术即通过化学方法将固体的生物质能转化为气体燃料。由于气体燃料高效、清洁、方便,生物质气化技术的研究和开发得到了国内广泛重

视,并取得了一系列卓有成效的研究成果。我国已用或商品化的气化炉和气化系统有:中国科学院广州能源研究所的 GSQ-1100 大型装置,中国农机院的 ND 系列和 HQ-280 型,山东省能源研究所的 XFL 系列,最近在江苏省又研究开发以稻草、麦草为原料,应用内循环流化床气化系统,产生接近中热值的煤气,供乡镇居民使用的集中供气系统,气化热效率达 70% 以上。广州能源所开发的以木屑和木粉为原料,应用外循环流化床气化技术,制取木煤气作为干燥热源和发电,完成发电能力为 180 kW 的气化发电系统,在农村均具有广泛的应用前景。生物质气化集中供气系统解决了秸秆的有效利用问题,将秸秆转换为高品位能源,降低了成本,提高了农民的生活水平。

与国外相比,我国生物质能技术还存在着较大差距,主要表现在:一是厌氧消化产气率低,系统运行和管理自动化水平不高;二是与厌氧消化和综合利用配套的技术和设备还不成熟;三是厌氧消化技术产业化发展缓慢,不便于大规模市场推进;四是秸秆气化热值低,在稳定运行、焦油清除、气体净化等技术上需要提高;五是缺乏秸秆直接燃烧供热技术研究和设备开发,不便于多途径能源利用;六是生物质发电技术和装置方面有较大差距。

## 4 吉林省生物能源发展方向及建议

### 4.1 能源基础

吉林省能源资源种类较多,截止 2000 年底,吉林省探明的煤炭保有地质储量 22 亿 t,仅占全国的 0.2%,远景地质储量约 35 亿 t,可采储量约 11 亿 t,且分布不均,煤质主要为褐煤和长焰煤,发热量一般在 10 894 ~ 20 950 kJ,更为严重的是全省重点煤矿中有相当部分已处于衰老期,煤矿资源枯竭。石油勘探工作近几年有所突破,经国家有关部门对我省油、气资源的综合评价,石油总资源量约为 40 亿 t,天然气总资源量 3 100 亿 m<sup>3</sup>。近年来虽然天然原油和天然气产量有所增加,但能源供给能力已远不能适应国民经济不断增长的需求。因此吉林省必须寻求一条可持续发展的能源道路。

### 4.2 生物质能发展优势

吉林省作为农业大省,发展生物质能源具有得天独厚的有利条件。一是生物质能蕴藏量丰富。吉林省有大量的农业副产品、剩余物、废弃物等可以用于能源开发。吉林省是玉米主产区,每年产生

大量的秸秆,其中至少有一半以上可用于生物质能开发和利用。二是具备开发能源农业的科学技术。目前,吉林省已经掌握了农作物秸秆转化为可燃气体的技术,燃料乙醇、生物柴油等技术开发取得了显著进展。三是对生物质能已实现初步利用。沼气利用是吉林省发展生物质能的重要成果。

自上世纪 70 年代初,吉林省开始应用农村户用沼气池技术。到 2005 年末,全省有沼气用户 3.52 万户,其中,“四位一体”(即沼气、温室、猪舍、厕所)2.03 万户,2006 年预计还有 1 万户农户可使用沼气。吉林省在燃料乙醇推广使用方面居国内前列。在“十五”期间,我国批准河南天冠、黑龙江华润、吉林燃料乙醇和安徽丰原四家企业加工燃料乙醇。吉林燃料乙醇公司 2005 年生产燃料乙醇 34 万 t,2006 年在此基础上又新增 10 万 t 的燃料乙醇生产能力。据预测,2004 年吉林省开始封闭推广乙醇汽油,日均销量达到了 2 393 t,截至 2005 年 6 月末,吉林省乙醇汽油的销售总量达到 115 万 t,推广乙醇汽油 20 个月节约原油近 100 万 t。

### 4.3 存在的问题和技术难点

#### 4.3.1 低温条件下沼气利用问题

吉林省的沼气池设计为“四位一体”的目的主要是解决北方冬季低温条件下的沼气发酵问题,从目前沼气冬季运行情况看,在气温高于 -15℃、温室温度高于 10℃ 条件下沼气运行情况比较好,在气温低于 -15℃、温室温度低于 10℃ 条件下沼气运行情况会出现产气不稳、沼气微生物活性出现休眠状态以及换料难的问题,因此低温条件下沼气池启动和运行还需要新技术支撑。

#### 4.3.2 秸秆气化推广问题

秸秆气化集中供气工程一次性投入较大,建一处供气 300 户的秸秆气化站大约需投资约 60 万元,一般村屯经济上难以承受;另外秸秆燃气还存在集油含量偏高、热值偏低等技术问题;三是秸秆燃气是具有易燃、易爆、易中毒特性的混合气体,我省的住宅冬季室内封闭严密,透风、换气性能差,若秸秆燃气使用管理不当,易出现泄漏和不完全燃烧情况,容易引发意外事故;四是我省冬季寒冷,秸秆气化工程的贮气装置难以正常运行,同时也存在冬季炊事、采暖“两把火”的问题。

#### 4.3.3 乙醇燃料原料供应与粮食安全存在冲突

吉林省是我国重要的商品粮生产基地,担负着保障国家粮食安全的重任。目前吉林省的燃料乙醇加工原料最初以陈化粮为主,随着近几年乙

醇汽油推广试点范围的扩大,陈化粮也逐渐消耗完毕,乙醇生产企业的原料来源开始转向新粮,并逐渐以新粮为主。据测算,每生产1 t燃料乙醇需要3.3 t玉米,随着乙醇加工能力的不断增长,在没有替代原料出现或加工工艺不进行改进的情况下,对玉米的需求必然相应的增加。随着持续耕地减少和粮食播种面积连年下降,我国粮食产销缺口将长期持续存在,这将引发汽车与人争口粮的可能,潜在危及到粮食安全。

#### 4.4 吉林省生物质能发展建议

从国外生物质能利用技术的研究开发现状,结合我国现有技术水平和实际情况,吉林省生物质能应用技术将主要在以下几方面发展。

##### 4.4.1 开发新植物能源资源,建设植物能源基地

生物能源的开发利用,前端是农业,中端是发酵等生物转化技术,后端是大化工产业。目前吉林省在燃料油植物品种开发方面与国外发达国家相比还有很大的差距。目前吉林省的燃料乙醇加工原料仍以玉米为主,能源植物的品系开发还未被育种人员和加工企业所重视,能源植物研究目前主要集中在引进、栽培与开发阶段,还没有真正意义上的大面积应用。因此做好生物能源文章首先要建立植物能源资源库,建立完整的生物能源区,开发可替代玉米的高能作物:

首先,建立健全吉林省生物能源区划。不同种类含油率差异大,适应范围也有所不同。因此,需要进行资源的调查与评价研究,建立一套适合本地发展的生物品种选择指标体系(如资源分布、产量、含油率,推广应用范围等),制订生物能源的中长期发展计划,确定主要能源植物适生区划和发展栽培区划,从而保证生物能源产业在吉林省的高速发展。

其次,开发高品质能源植物品种。全球绿色植物每年将400亿~620亿t碳和77亿~166亿t氢化物转化合成类似石油的烷烃物质,能作为人类绿色能源的石油植物的资源相当丰富。但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,缺少人工栽培技术。因此,在加大发现有的石油植物资源的同时,可适当引进新的高品质能源植物,充分利用各种常规育种手段和现代生物技术手段培育和筛选一些优良的能源植物,进行遗传改良和人工栽培,改变它们原来野生低产的状态,提高产油量。目前吉林省农业科学院已选育出熟期适合吉林省种植的高粱新品系,

具有抗盐碱、抗旱节水的特性,适于在吉林省西部瘠薄地区广泛推广。

第三,建设能源农场。目前生物能源的开发利用在我国还处于发展初期,缺乏大面积栽培技术,尚未进行产业化规模发展试验,更谈不上能源农场建设技术研究。因此,需要针对不同作物品种,集成现有作物品种栽培技术,研究开发出针对生物能源的配套丰产栽培技术,从而提高其生产产量,降低生产成本。研究生物能源的基地化和规模化方向发展模式,实行集约经营,形成产业化链条,走出符合中国国情、吉林省省情的生物石油发展之路。

##### 4.4.2 研究低温条件下沼气发酵技术体系,大力发展沼气能源

低温是限制和影响吉林省沼气冬季正常使用的主要原因,因此要开展北方低温条件下制约沼气发酵的限制因子进行研究:首先要研究低于10~20条件下沼气发酵微生物的代谢特征,研究低温条件下酶冷环境适应机制,筛选和培育优良菌种与低温酶系;其次是要对低温条件微生物菌群的营养需求和生长刺激因子,调节和改善耐冷沼气发酵微生物的生长条件开展研究;第三要研究低温沼气发酵的工艺学,提供可靠的工艺参数,研究在低温条件下的发酵设备的保温工艺。第四要整合低温沼气发酵的微生物学、分子生物学和发酵工艺学的研究成果,形成有自主知识产权的低温沼气发酵综合配套技术体系。

##### 4.4.3 加强秸秆气化技术研究及推广

发展秸秆能源,用专用设备对秸秆加以利用,提高利用率。目前要针对秸秆燃气低热值热解气化技术开展研究,要开发出适合北方农村应用、技术上相对成熟、安全的秸秆燃气供气系统,开展燃气热值接近城市管道煤气、投资适中的秸秆气化集中供气技术研究,使其杂质含量达到国家标准。研究开发建设以自然村为单位的小型秸秆气化供热站,实现区域性集中供能。开发一些小容量的秸秆能源化利用设备,用来向广大农户供热供气。这样的好处是:小区域集中供热供气有利于秸秆的能源化,有利于提高秸秆的热能利用率,减少农户取暖所造成的污染。便于就近收集秸秆资源,降低收集成本。秸秆燃烧后的底灰、炭灰(俗称草木灰)含有丰富的钾、钙、镁、磷等元素,是一种优质的有机肥料,可以就近直接还田,降低农民施肥成本,有利于改善土壤的土质。可以采取灵活的收售政策,实行以物易物(下转第62页)

的矛盾。即春墒秋保、伏秋雨春用、春旱秋抗。

### 2.5.2 适时深松打破犁底层

虚实并存,较少径流,有效接纳雨水,提高贮水能力,建立土壤水库。

### 2.5.3 整平耙细减少水分蒸发

最好是伏秋整地,整平耙细,达到播种状态。早春冻融交替时期,进行拖、耨、压,减少蒸发。半干旱区建立以少耕为主的翻、耙、松的耕作制度,达到虚实并存、蓄水保墒、抗御风蚀、节省能源的降低成本耕作体系。

### 2.5.4 节水补充灌溉

喷灌比传统灌溉节水 50%。行走式机引节水补充灌比传统灌溉节水 80%,控制性分根交替隔沟灌溉比传统灌溉节水 25%~35%。2006 年嫩江农科所进行的玉米大垄根际节水灌,节水 60%,增产 3.2%~10.3%。

## 3 结 论

黑龙江省西部风沙半干旱区,采用蓄、保、调、

\*\*\*\*\*

(上接第 59 页)(以秸秆换热水、蒸汽、肥料)。

## 5 结束语

可持续发展已成为 21 世纪人类的共识,开发可再生能源取代日趋枯竭的不可再生能源是各国关注的焦点。生物质能被喻为可利用的绿色煤炭,将成为未来能源的重要组成部分,无论对能源战略还是对环境保护都具有重要意义。吉林省即是矿质能源缺乏的省份,又拥有大量的生物能源,因此发展好生物能源无论对生态省的建设,还是对吉林老工业基地的振兴和发展,都是大有裨益的。

参考文献:

- [1] 马常耕,苏晓华.生物质能源概述[J].世界林业研究,2005,12(6):32-38.
- [2] 汪大纲,世界生物质能利用的现状和展望[J].林产化学与工业,1996(6):64-70.
- [4] 姚向君,王革华,田宜水.国外生物质能的政策与实践[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [6] 白杉.生物质能的地位举足轻重[J].城市与减灾,2003(5):28-30.

抗、用、适,提高水分利用率技术体系。蓄是指蓄住天上水,采用伏秋翻耙、中耕、深松等措施蓄住天上水,做到伏、秋雨春用,春旱秋抗,春墒秋保,增加土壤蓄水量,发挥土壤水库作用。保是指保住土中墒,采取及早整地、地膜覆盖、大垄种植等措施保住土中墒。调是指以肥调水、保水剂调水。抗是指扩大抗旱作物面积、选用抗旱品种达到生物抗旱节水。用是指用好地下水,节水灌溉,用好现有水资源(即地面的江、河、湖、泡等)进行坐水种。适是指适时播种、适雨种植。

参考文献:

- [1] 马耀光,等.旱地农业节水技术[M].北京:化学工业出版社,2004:311-337.
- [2] 刘玉涛.多功能种衣剂对旱地玉米萌发生长及产量的影响[J].玉米科学,2000,8(4):85-86.
- [3] 梁亚超,等.玉米早晚促高产栽培法的理论分析[J].玉米科学,1993,1(2):26-29.
- [4] 刘玉涛.旱地玉米施用有机肥的定位研究[J].玉米科学,2003,11(2):86-88.
- [7] 周长乐.中国能源发展报告[M].北京:经济管理出版社,1994.
- [8] 张雪元,等.中国生物质能概况[J].林产化工通讯,1997(4):20-22.
- [9] 王革华.我国生物质能利用技术展望[J].农业工程学报,1999,12(4):19-22.
- [10] 张百良,等.中国生物质能技术应用与农业生态环境研究[J].中国生态农业学报,2003,11(3):178-179.
- [11] 丛德奇,等.生物质能开发与吉林省现状研究[J].农业与技术,1999(6):1-4.
- [12] 费贵民,张旭东,等.国内外能源植物资源及其开发利用现状[J].四川林业科技,2005(3):19-21.
- [13] 王 胤,郭中校,等.高效绿色能源作物——甜高粱种质创新与开发利用[J].农业科技管理,2006,8(25):78-81.
- [14] 张无敌,等.沼气发酵系统在生态农业中的地位和作用[J].生态农业研究,1994(1):56-61.
- [16] 胡代泽.我国农作物秸秆资源利用现状与前景[J].资源开发与市场,2000,16(1):19-21.
- [17] 张 财,朱 伟,等.我省开展秸秆气化集中供气技术试点的前景与对策[J].应用能源技术,2000(6):1-3.
- [18] 李国学.固体废物处理与资源化[M].北京:中国环境科学出版社,2005.
- [19] 张全国,雷廷宙.农业废弃物气化技术[M].北京:化学工业出版社,2006.