

生物质能源开发与应用现状和前景

袁振宏, 吕鹏梅, 孔晓英

(中国科学院广州能源研究所, 广东 广州 510640)

摘要: 简要分析了生物质能资源及其特点,回顾了国内外生物质能及其转换技术的发展与应用现状,分析了我国生物质能开发中存在的问题与障碍,描绘了生物质能利用的中远期前景。

关键词: 生物质能源

中图分类号: TQ91

文献标识码: A

文章编号: 1673-5854(2006)S0-0013-09

Present Status and Prospect of Exploitation and Application of Biomass Energy

YUAN Zhen-hong, LÜ Peng-mei, KONG Xiao-ying

(Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Biomass energy resource and its characteristics were briefly analyzed. The present status of biomass energy and the development and application of its conversion technologies at home and abroad were reviewed. The problems and obstacles existing in biomass energy exploitation in China were analyzed and the medium and long-term prospects of biomass energy utilization were described.

Key word: biomass energy

矿物能源导致了严重的环境危害,并终将枯竭,开发生物质能源是保证社会可持续发展的必然选择;发达国家从能源与环境角度全面开发生物质能源,我国也从国情出发发展了我国特色的生物质能利用技术。新技术开发,如能源植物、燃料乙醇、裂解液化等,将在 21 世纪 20 年代或 30 年代发展成熟,为大规模开发利用生物质能源提供技术支撑,形成规模庞大的新产业。

石油、天然气和煤炭等化石能源系统仍然是世界经济的三大能源支柱。然而,中国石油资源极其贫乏,据预测,到 2020 年中国石油资源将趋于枯竭。占能源消费总量 70% 的煤炭燃料已成为中国大气污染和二氧化碳排放的主要来源,对生存环境造成了日益严重危害。这将势必对中国能源供应安全造成一定的负面影响,成为长期制约中国经济发展的障碍。

生物质能来源于太阳能,生物质是太阳能的有机能量库,取之不尽、用之不竭。植物或光合生物通过光合作用吸收的二氧化碳,固定太阳能生产碳水化合物(生物质)和氧,可以为自然界的各种生命体作为能源和碳源加以利用,最终生成二氧化碳和热能,释放到大气中,构成了自然界的碳循环。生物质能资源所蕴藏的能量相当惊人,根据生物学家估算,地球上每年生长的生物能总量达 1400~1800 亿吨(干质量),相当于目前世界总能耗的 10 倍,而目前作为能源用途的生物质仅占总产量的 1% 左右,潜力十分巨大。

通过生物质能转换技术可以高效地利用生物质能源,生产各种清洁燃料,替代煤炭、石油和天然气等。开发与利用生物质能源,对保障国家能源安全具有重大意义。

1 生物质能及其特点

自然界生物质种类繁多,分布广泛,包括了所有水生和陆生生物及其代谢产物,但是能够作为能源用途的生物质才属于生物质能资源,其基本条件是资源的可获得性和可利用性。按原料的化学性质分,生物质能资源主要为糖类、淀粉和木质纤维素类;按原料来源分,则主要包括以下几类:1)农业生产废弃物,主要为作物秸秆;2)薪柴、枝桠柴和柴草;3)农林加工废弃物,木屑、谷壳和果壳;4)人畜粪便和

生活有机垃圾等；5)工业有机废弃物,有机废水和废渣等；6)能源植物,包括所有可作为能源用途的农作物、林木和水生植物资源等。

其中,各类农林、工业和生活有机废弃物是目前生物质能利用的主要原料,主要提供纤维素类原料。能源植物是近 20 多年提出的概念,可以提供各类生物质原料,包括糖类、淀粉和纤维素类原料,是未来建立生物质能工业的主要资源基础。

从化学的角度上看,生物质的组成是 C—H—O 化合物,它与常规的矿物燃料,如石油、煤等是同类。所以,生物质的特性和利用方式与矿物燃料有很大的相似性,可以充分利用已经发展起来的常规能源技术开发利用生物质能。但是,生物质有其矿物能源无法比拟的优势,主要包括:1)生物质能蕴藏量巨大,而且是可再生的能源。只要有阳光照射,绿色植物的光合作用就不会停止,生物质能也就永远不会枯竭。特别是在大力提倡植树、种草、合理采樵、保护自然环境的情况下,植物将会源源不断的供给生物质能源。2)生物质能源具有普遍性、易取性。几乎不分国家、地区,它到处存在,而且廉价,易取,生产过程极为简单。3)可再生能源中,生物质是唯一可以贮存与运输的能源,这给对其加工转换与连续使用带来一定的方便。4)生物质挥发组分高,炭活性高,易燃。在 400 ℃ 左右的温度下,大部分挥发组分可释出,而煤在 800 ℃ 时才释放出 30 % 左右的挥发组分。将生物质转换成气体燃料比较容易实现。生物质燃烧后灰分少,并且不易粘结,可简化除灰设备。5)生物质含硫量和灰分都比煤低,因此,生物质利用过程中 SO₂、NO_x 的排放较少,明显减少空气污染和酸雨现象,这也是开发利用生物质能的主要优势之一。6)生物质能利用产生的二氧化碳,又可被等量生长的植物光合作用所吸收,这就是人们常说的实现二氧化碳“零”排放,这对减少大气中的二氧化碳含量,从而降低“温室效应”(导致地球气候变暖一个因素)极为有利。

生物质能源也有其弱点,从质量密度的角度来看,作为燃料与矿物能源相比不具优势;它是能量密度较低的低品位能源(表 1);其质量轻,体积大,给运输带来一定难度;并且风、雨、雪、火等外界因素,对它的保存带来不利条件。

表 1 生物燃料低位热值与含水量的关系

含水量(%)	玉米秆	高粱秸秆	棉秆	豆秸	麦秸	稻秸	柳树枝	杨树枝	牛粪	马尾松	楸木	kJ/kg
5	15.422	15.744	15.945	15.836	15.439	14.184	16.322	14.000	15.380	18.372	16.652	
7	15.042	15.360	15.552	15.313	15.058	13.832	16.929	13.606	14.958	17.933	16.251	
9	14.661	14.970	15.167	14.949	14.682	13.481	15.519	13.259	14.585	17.489	15.841	
11	14.280	14.585	14.774	14.568	14.301	13.129	15.129	12.912	14.209	17.050	15.439	
12	14.092	14.393	14.577	14.372	14.155	12.954	14.933	12.736	14.016	16.828	15.238	
14	13.710	14.008	14.192	13.991	13.732	12.602	14.535	12.389	13.640	16.385	14.837	
16	13.330	13.623	13.803	13.606	13.355	12.251	14.134	12.042	13.263	15.937	14.426	
18	12.950	13.238	13.414	13.221	12.975	11.899	13.740	11.694	12.391	15.493	14.021	
20	12.569	12.853	13.021	12.837	12.598	11.348	13.343	11.347	12.431	15.054	13.623	
22	12.192	12.464	12.636	12.452	12.222	11.194	12.945	10.996	12.134	14.611	13.213	

2 生物质能的能源地位

生物质能是人类利用最早的能源之一,具有分布广、可再生、成本低等优点。在以煤炭、石油等矿物能源为主的当今世界,包括发达国家,生物质仍然是一项重要的能源,尤其在在我国,生物质能源在能源结构中占有相当重要的地位,在广大农村地区,生物质能一直是最重要的能源之一。

2.1 世界生物质能源消费

生物质能一直是人类赖以生存的重要能源之一。人类自从发现火开始就以生物质能的形式利用太阳能来做饭和取暖。直到现在,在全球能源消费中仍占有相当的份额,约 14 %,仅次于煤炭、石油和天然气,居于世界能源消费总量的第 4 位。

在发展中国家,生物质能消费量约占 40 % 左右,在个别发展中国家,生物质甚至提供了能源总消费量的 90 %。

在发达国家,生物质能也具有举足轻重的地位,如美国,生物质能占能源消费总量的 4 %,澳大利亚

占 10 % ,瑞典占 9 % ;发达国家生物质能平均消费量达到能源消费总量的 2.8 % 以上。

图 1 ~3 分别表示 1985 年全球发达国家和发展中国家能源消费量及生物质能所占比例。有关专家估计,生物质能极可能成为未来可持续能源系统的重要组成部分,到 21 世纪中叶,采用新技术生产的各种生物质替代燃料将占全球总能耗的 40 % 以上。

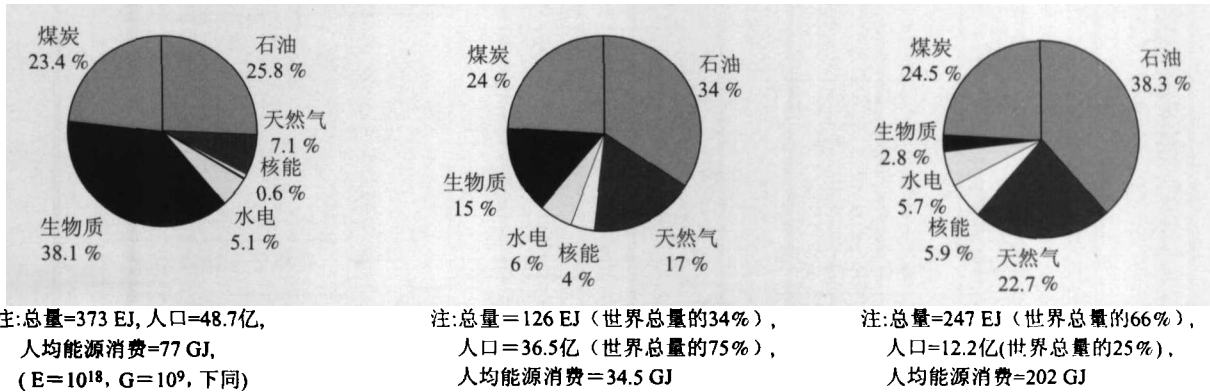


图 1 世界能源状况

图 2 发展中国家一次能源使用情况

图 3 发达国家一次能源使用情况

2.2 我国生物质能源消费

我国是一个人口大国,又是一个经济迅速发展的国家,21 世纪将面临着经济增长和环境保护的双重压力。因此,改变能源生产和消费方式,开发利用生物质能等可再生的清洁能源资源对建立可持续的能源系统,促进国民经济发展和环境保护具有重大意义。

开发利用生物质能对中国农村更具有特殊意义。中国 80 % 人口生活在农村,秸秆和薪柴等生物质能是农村的主要生活燃料。尽管煤炭等商品能源在农村的使用迅速增加,但生物质能仍占有重要地位。1998 年,我国农村能源消费总量为 6.3 亿吨标准煤,其中秸秆和薪柴分别占 35 % 和 23 % (见图 4)。

广大农村的生活用能以生物质能为主的局面,在较长的时期内不会改变。而生物质能在农村的应用,到目前为止,基本上还是延用着直接燃烧方式,造成能源资源的浪费,并对环境带来污染。发展生物质能利用新技术,为农民生活与生产提供优质燃料,不仅是为节省能源消耗、改善生态环境的一项重要举措,也是帮助农牧民脱贫致富、实现小康目标的一项重要任务。

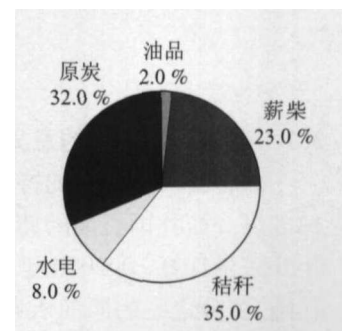


图 4 1998 年中国农村用能比例 (包括生活用能和生产用能)

3 生物质能利用技术的开发现状

人类对生物质能的利用已有悠久的历史,但是,在漫长的时间里,总是以直接燃烧的方式利用它的热量,直到 20 世纪特别是近一、二十年,当人们普遍提高了能源与环保意识,对地球固有的化石燃料日趋减少有一种危机感,在可再生能源方面寻求能源持续供给的今天,生物质利用新技术的研究与应用,才有了快速的发展。纵观国内外已有的生物质能利用技术,大体上如图 5 所示。

图中各项生物质能利用技术都在逐渐完善和向前发展之中,随着研究的深入,技术的进步,其应用的层次在逐步提高。如生物质经气化得到的可燃性气体,既可作为燃料提供热能,还可作为发电的燃料,从内燃机到燃气轮机,乃至为燃料电池,氨的合成提供原料;用生物质制取的甲醇、乙醇,可代替部分石油作内燃机的燃料,用于交通运输行业中;生物质经干馏得到的木炭可用于有色金属的冶炼及环保行业的吸附剂;土壤的改良剂;生物质在厌氧条件下,被沼气微生物分解代谢,得到含有甲烷可燃性气体(沼气),是民用高热值的气体燃料,亦可与柴油混烧作内燃机的燃料;沼渣、沼液是优质的有机肥料,沼液还可用来浸种,如此等等,说明生物质能利用技术正在向纵深发展,生物质能的应用范围将会越来越广阔。

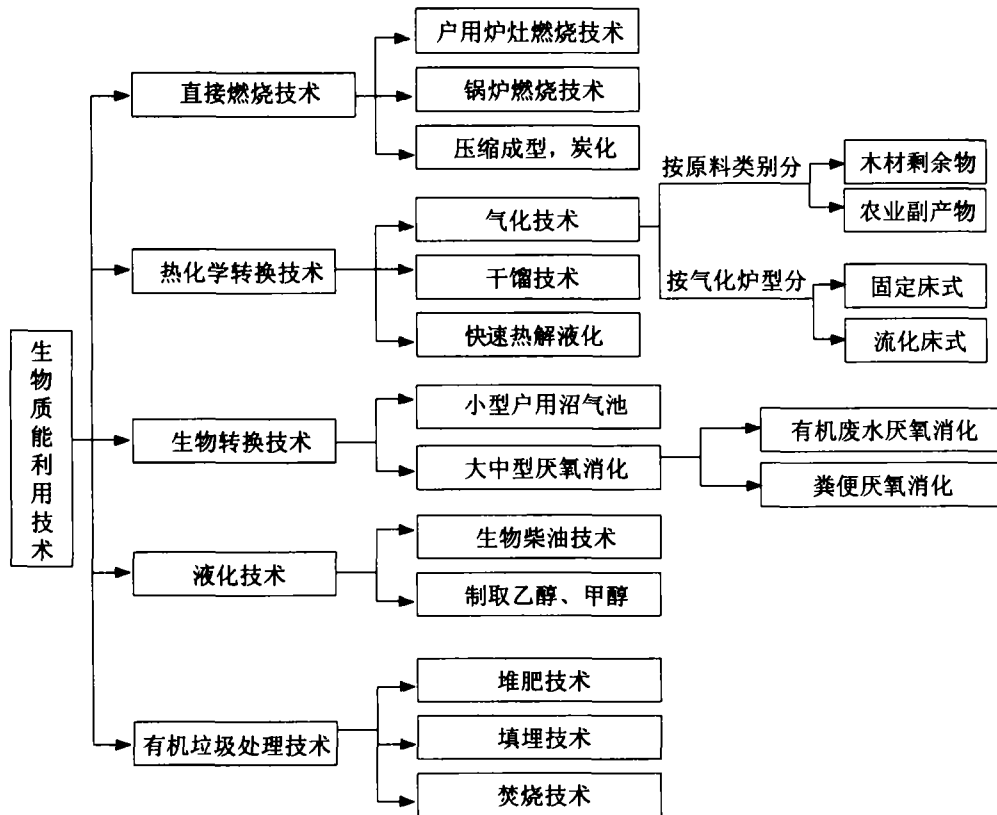


图5 生物质能利用技术

3.1 开发生物质能的意义

随着人口和经济的持续增长,我国能源消费量也在不断增长,2001年一次能源消费量达到13亿吨标准煤。而我国石油的储量仅占世界储量的2%,2000年探明储量为30~40亿吨,如果按2000年石油年开采量计算,到2020年我国石油资源已趋于枯竭。2000年原油产量1.62亿吨,实际加工原油达2.1亿吨,三分之一的原油依靠进口来平衡市场需求矛盾,净进口量已达到7500万吨。预计到2020年,我国石油需求将达到3.6亿吨,净进口量将突破2亿吨,这将势必对我国能源供应安全造成一定的负面影响,成为长期制约我国经济发展和社会进步的主要障碍之一。全国九届人大四次会议通过的《国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》提出,要“开发燃料乙醇等石油替代品,采取措施节约石油资源”。生物质可生产液体燃料,保障国家石油安全。如果能推广“能源农业-能源林业-能源工业一体化发展模式”来发展生物质能产业,使2020年的生物质资源总量达到15亿吨标准煤,并将其中的50%的资源用于生产液体燃料,届时可为我国石油市场提供2亿吨液体燃料。

我国在电力供应方面也存在较大的缺口,要实现2020年国民经济翻两番的目标,保障可靠的电力供应是必备条件。2001年,电力生产总量为13556亿千瓦时,人均全年用电不到1000千瓦时,只有韩国的1/5左右,而人均生活用电更低,每年只有110千瓦时左右。2005年入冬以来,全国又开始出现大范围停电限电,估计要持续数月之久。因地制宜地利用当地生物质能资源秸秆、薪柴、谷壳和木屑等,建立分散、独立的离网或并网电站拥有广阔的市场前景。生物质可广泛地用来生产电力,保障国家电网电力供应安全。如果得当前农林废弃物产量的40%作为电站燃料,可发电3000亿千瓦时,占目前我国总耗电量的20%以上。

生物质能属于清洁能源,有助于国家的环境建设和CO₂减排。我国矿物能源消费的SO₂排放量已居世界第一位,CO₂排放量仅次于美国居第二位。我国由矿物燃料消费每年排放的CO₂总量可达22.7亿吨,相当于6.2亿吨碳排量,是全球GHG总排量的11.8%左右。1998年SO₂排放量达20.9吨,其中约85%是燃煤排放的。酸雨面积已超过国土面积的1/3,SO₂和酸雨造成的经济损失约占GDP的2%。生物质的有害物质(硫和灰分等)含量仅为中质烟煤的1/10左右。同时,生物质生产和能源利用

过程所排放和吸收二氧化碳可纳入自然界碳循环,实现二氧化碳零排放,是减排 CO₂ 的最重要的途径。

生物质一直是我国农村的主要能源之一,大多以直接燃烧为主,不仅热效率低下(低于 10%),而且大量的烟尘和余灰的排放使人们的居住和生活环境日益恶化,严重损害了妇女、儿童的身心健康。根据 2001 年的统计,我国 2000 年的秸秆总产量为 7 亿吨,其中水稻、玉米、小麦、油菜和棉花 5 大类作物的秸秆产量近 6 亿吨;我国木材伐区剩余物和木材加工业剩余物的总量也很大,约为 3700 万立方米。以新技术转化生物质的能源利用方式,可大幅度提高农村能源利用效率。采用生物质能转化技术可使热效率提高到 35%~40%,节约资源,改善农民的居住环境,提高生活水平。

近年来,随着农村经济的发展和农民生活水平的提高,大多数农民更倾向于使用方便的高档能源,如煤炭和液化气等。大量以前作为生活能源的作物秸秆成为十足的废弃物,被遗弃在田间地头,甚至就地焚烧,不仅造成资源的极大浪费,而且烟气污染十分严重,有时对高速公路和航空交通安全构成严重威胁。尽管政府严令禁止秸秆焚烧行为,但到目前为止,尚无彻底解决的办法。生物质能源的利用可根本解决我国农村普遍存在的而又始终无法根治的“秸秆问题”,将农林废弃物转化为优质能源,形成产业化利用,可大量消纳秸秆废弃物,达到消除秸秆危害的目的。

此外,生物质能源的利用可带来一系列生态、社会和经济效益。目前,薪柴消费量超过合理采伐量 15%,导致大面积森林植被破坏,水土流失加剧和生态平衡被破坏。工业、城镇和农村的有机垃圾产生量和堆积量均在逐年增加,年增长率在 10%左右,成为农村和城镇现代化建设的重要障碍之一。生物质能利用不仅可消纳各种有机废弃物,消除其对环境的负面影响,推动农村和城镇的现代化建设;而且,由于能源农业和能源林业的大规模发展,将有效地绿化荒山荒地,减轻土壤侵蚀和水土流失,治理沙漠,保护生物多样性,促进生态的良性循环。同时,现代生物质能一体化系统的建设将促进现代种植业的发展,成为农村新的经济增长点,增加农村就业机会,改善生活环境,提高农村居民收入,振兴农村经济。

总而言之,生物质能源的国家战略功能体现于多方面、多层次,包括能源安全、生态环境、农村经济、社会生活等等。既然生物质能源具有如此重要的战略地位,我国政府有关决策部门有必要紧密地配合,协调科研单位、企业、地方政府等各方面力量,加大对生物质能源发展的支持力度,为未来生物质能源产业的形成和发展提供技术支撑。

3.2 国外生物质能开发利用概况

自从 1981 年 8 月在内罗毕召开联合国新能源和可再生能源会议以来,许多国家对能源、环境和生态问题越来越重视,特别是利用现代新能源技术和新材料来开发包括生物质能在内的新能源,备受各国关注。目前,生物质能的技术研究和开发利用已成为世界重大热门课题之一,许多国家都制定了相应的开发研究计划,如日本的阳光计划、印度的绿色能源工程、巴西的酒精能源计划等,其中生物质能源的开发利用都占有相当大的比重。现在,国外有许多生物质能利用技术与设备已达到了商业化应用的程度,实现了规模化产业经营。

3.2.1 美国 生物质能利用占一次能源消耗总量的 4%左右。用生物质能发电总装机容量已超过 10000 MW,单机容量达 10~25 MW;纽约的斯塔藤垃圾处理站投资 20000 万美元,采用湿法处理垃圾,回收沼气,用于发电,同时生产肥料;开发出利用纤维素废料生产酒精技术,建立了 1 MW 的稻壳发电示范工程,年产酒精 2500 吨;STM 公司是美国通用汽车公司发展斯特林发动机技术的专业公司,研制出的 STM4-120 发动机被美国能源部评价为世界上最先进的斯特林发动机,可与沼气技术或生物质气化技术相结合,构成 50 kW 左右的村级生物质能发电系统;普林斯顿大学能源与环境中心,在研制以生物质燃气为燃料,发电功率为 200 kW 的小型燃料电池/燃气轮机发电系统。

3.2.2 巴西 生物质能在巴西能源利用量中约占 25%左右,其中薪柴和甘蔗占生物质能的 50%~60%,其余是农业废弃物。巴西是乙醇燃料开发应用最有特色的国家,实施了世界上规模最大的乙醇开发计划(原料主要是甘蔗、木薯等),目前乙醇燃料已占该国汽车燃料消费量的 50%以上。巴西是个盛产甘蔗的国家,而在 1965 年制定了“国家森林法”,开始大量营造薪炭林,在巴西的东北部有三分之一的土地(5000 万公顷)适宜营造薪炭林,在该地区的巴伊亚州,已用桉树作原料兴建了一座 25 MW 生

物发电站,并投入商业运营,以薪炭林木材作燃料的发电潜力将超过甘蔗。到2005年,巴西的生物质发电量将可能达到600 MWh左右。1980年,巴西颁布了一项应用植物油燃料的国家计划,目的在于加快植物油代替柴油的进程,重点利用包括蓖麻油、椰子油、可可油在内的多种植物油,预计要替代16%~20%的柴油用量。

3.2.3 欧洲 欧洲是生物质能开发利用非常活跃的地区,新技术不断出现,并且在较多的国家得以应用。1991年,在瑞典瓦那茂兴建了世界上第一座生物质气化燃气轮机/发电机—汽轮机/发电机联合发电厂,净发电量6 MWh,净供热量9 MW,系统总效率达80%以上;该国家用催化裂解法处理生物质燃气中的焦油水平处于世界领先地位。在芬兰,使用上流式气化炉生产生物质燃气,用于区域集中供热已达到商业化水平,该国家的生物质气化设备制造厂在1988年前生产的9套设备,分别安装在芬兰、瑞典各地运行;在芬兰有世界上第一个以泥炭为原料用气化合成氨的方法来生产化肥的厂家。近十多年来,欧共体开展了将木料气化合成甲醇的研制工作,先后已有数个示范厂,德国已广泛应用含1%~3%甲醇的混合汽油供汽车使用,在法国、捷克、瑞典、西班牙、前苏联等国家,都在开发应用甲醇和乙醇的液体燃料。在荷兰、英国、比利时、希腊、葡萄牙等国家,开展了用生物质热解法制取生物油的研究,生物油经改性后可作液体燃料。欧洲有的国家,还利用植物油作燃料的开发和研究,英国在研究应用基因技术改良油菜品种,以期提高产量,并使菜籽中的脂肪酸碳链由18个碳原子缩短到8个左右,获得优质菜籽燃油;瑞典在研究用适当配比菜籽油和甲醇的方法,获得生物柴油。

3.2.4 印度 印度年产薪柴0.284亿吨左右,工业废弃物和农业副产物(秸秆等)年产2.46亿吨。在发展中国家,印度的生物质能开发利用搞得比较好,以前沼气应用比较多,近期生物质压缩成型、气化技术等进展显著。生物质气化炉与柴油机/发电机组成的3.7、25、70及100 kW系统中,其中100 kW系统的发电效率为35%。发电用于水泵、磨谷机和其它小型电气设备,其中3.7 kW发电系统已推广应用数百台。生物质气化炉产出的燃气还用于烟草、茶叶、食品、木材加工等生产过程中。

3.3 我国生物质能开发利用现状

自古以来农牧民就直接燃烧生物质用来做饭和取暖,直到现在,包括我国在内的发展中国家广大农村,基本上还是延用着这种传统的用能方式。旧式炉灶热效率很低,只有10%~15%;经过一些改革(如变为省柴灶),热效率也没超过25%,资源浪费严重。直接燃用秸秆、薪柴、干粪、野草,劳动强度大,不卫生,烟熏火燎,易感染呼吸道疾病。

在一些燃料缺乏的地区,农民极力向大自然索取,砍伐林木、割搂野草,致使森林及草原植被破坏、土壤退化、水土流失、洪涝成灾,给生态环境造成了严重恶果。在生活燃料不缺乏的某些地区,夏季忙于换茬复种倒地,在田地中焚烧大量秸秆,火焰四起,浓烟滚滚,影响了交通和人们的健康,也浪费了资源。

改革开放以来,随着农村经济的发展和农民生活水平的提高,农村对优质燃料的需要日益迫切,1991年至1998年,农村使用液化石油气和电炊的农户由1578万户增至4937万户。生物质能传统利用方式与农村逐步实现现代化的发展形势很不适应,生物质能优质化转换利用势在必行。城镇的扩大,乡镇企业的崛起,有机垃圾和有机废水日渐增多,如不有效处理,不仅浪费能源,也会造成环境污染。

面对上述情况,我国政府部门要求科研单位和有关组织,抓紧生物质能新技术的研究与应用,制定了许多相关政策与规划并付诸实施,在上下共同努力过程中,经过20年左右的时间,我国生物质能开发利用取得了长足的进步。

3.3.1 沼气 20世纪90年代以来,我国沼气建设一直处于稳定发展的势态。到1998年底,全国户用沼气池发展到688万个;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、沼渣在农业生产中的直接利用为主的沼气综合利用技术得到迅速应用,已达到340万户,其中北方的“四位一体”能源生态模式21万户,南方的“猪-沼-果”能源生态模式81万户。

3.3.2 生物质气化 经过十几年的研究、试验,示范生物质气化技术已基本成熟,气化设备已有系列产品,产气量由200 m³/h到1000 m³/h,气化效率达70%以上。到2004年底,全国已建成秸秆气化集中供气站近600处,有13万户农民用生物质燃气作生活燃料,有的还用作干燥热源和发电。以前用固定

床气化炉,以稻壳为原料进行气化发电,规模较小。现在国内已有数处用流化床气化炉,可以用稻壳、锯末,乃至粉碎的秸秆为原料进行气化发电,“九五”期间气化发电站规模达 1000 kW,“十五”期间建成了 6000 kW 的气化发电站;全国生物质气化发电站数量增至 30 个左右。

3.3.3 薪炭林 自 1981 年起,我国开始有计划地建设薪炭林,到 1995 年,全国累计营造薪炭林 494.8 万公顷;其中“六五”完成 205 万公顷;“七五”完成 183.3 万公顷;“八五”完成 103.5 万公顷。年增产薪柴量 2000~2500 万吨,对缓解农村能源短缺起到了一定作用。

3.3.4 生物质压缩成型技术 我国已研制出螺旋挤压式、活塞冲压式和环模滚压式等几种生物质压缩成型设备,其中螺旋挤压式压缩成型机推广应用较多,有关单位对挤压螺杆的耐磨性做了较深入的研究,延长了它的使用寿命。全国已有一批生物质压缩成型厂。生物质经压缩成型后可直接用作燃料,也可经炭化炉炭化,获得生物炭,用于烧烤和冶金工业;还可生产块状饲料。

3.3.5 生物柴油技术 我国生物柴油的研究与开发虽起步较晚,“八五”和“九五”期间,主要开展了野生油料——光皮树油的采集、酯化改性和应用试验研究。“十五”期间,科技部将野生油料植物开发和生物柴油技术发展列入国家 863 计划和科技攻关计划,包括麻疯树、牛耳枫、黄连木等油料植物的良种培育和大面积造林技术研究,建立了种质培育基地;开发了酶法生物柴油生产新工艺,建成中试研究装置;开发出一步法废油化学催化生物柴油新工艺;目前生产技术逐步完善成熟,已建立了数个利用食用废油的生物柴油的工业示范工程,年生产能力达 5 万吨左右。

3.3.6 甜高粱茎秆制取燃料乙醇技术 自 20 世纪 70 年代后期,我国陆续从国外引进了“丽欧”、“凯勒”、“雷伊”等若干个优良甜高粱品种,经改良,试种成功,进行了利用发酵技术制取乙醇试验。“十五”期间,科技部的 863 计划和攻关计划都将甜高粱开发及其茎秆制取燃料乙醇技术列为重点开发课题,在山东潍坊市建成甜高粱汁液连续固定化酵母乙醇发酵中试生产线;在我国黑龙江种植甜高粱 3300 多万公顷,并建成年产 5000 吨燃料乙醇的甜高粱茎秆固体发酵工业示范生产线。

3.3.7 生物质能利用新技术 在“十五”期间,我国还开展了生物质热解液化技术的研究,主要试验装置类型为下降管式裂解反应器和旋转锥裂解反应器,均达到中试阶段,还将进一步完善工艺,开展液体产物的处理应用的研究;同时,在 863 计划中,开展了纤维素生物质酸水解和酶水解—乙醇发酵技术的研究,也达到中试研究水平。下一步将完善、调整工艺参数,为进一步放大奠定基础。

4 我国生物质能源开发中存在的问题与对策

生物质能源转换技术与其他可再生能源一样,在其商业化发展的过程中面临众多的障碍和问题,制约或阻碍着生物质能利用技术的发展、推广和应用。概括而言,这些障碍和问题主要来自于资源条件、技术成熟度、技术经济性、融资环境、市场潜力、政府政策引导的力度、公众环境意识与用户消费倾向以及信息传播等方面。这样一个庞大的系统工程问题,必须在政府、研究机构、能源企业、投资机构的共同努力下才能逐步得以解决。

4.1 主要问题

1) 生物质能利用工程的规模很小,大多数技术的科技含量低。多数技术处于低水平重复研究,最终未能解决一些关键技术;为降低投资,大多数工程采用简单工艺和简陋设备,设备利用率低,转换效率低。2) 研究开发经费投入过少,新技术开发不力。我国早期的生物质利用主要集中在沼气利用上,近年逐渐重视热解气化技术的开发应用,也取得了一定突破,但其他技术开展的却非常缓慢,如生产乙醇、热解液化、直接燃烧等。3) 资源分散,收集手段落后,生物质能的运输费用高。中国生物质原料的收集主要依靠人工操作,劳动强度大,生产效率低,增加了收集成本;生物质原料堆密度低,在未经任何处理的情况下,必然增加运输成本。4) 在现行能源价格条件下,生物质能源产品缺乏市场竞争能力,投资回报率低挫伤了投资者的投资积极性,而销售价格高又挫伤了消费者的积极性。5) 生物质能认知度低,缺乏专门针对扶持生物质能源发展的政策。各级政府应尽快制定和落实相关优惠政策,如减免税、价格补贴、贴息贷款和电力上网等,鼓励生产和消费生物质能源。

4.2 基本发展策略

1)农村能源 进一步推广实用技术,充分发挥生物质能作为农村补充能源的作用,为农村提供清洁的能源,改善农村生活环境及提高人民生活条件。2)工业化应用 促进成熟技术的产业化,提高生物质能利用的比重,提高生物质能在能源领域的地位,为生物质能今后的大规模应用奠定工业基础。3)技术前沿与新技术 提高生物质能的利用价值,实现生物质能多途径利用,大力开发高品位生物质能转化的新技术,建立工业性试验示范工程,为未来大规模利用生物质能源提供技术支撑和技术储备。4)基础理论研究 对于生物质能技术研究中存在且必须加以解决的重大科学理论问题,应给予足够的重视,加大研究力度,为生物质能新技术或新工艺的开发与研究提供理论依据。5)资源发展 研究、培育、开发速生高产的能源植物品种,利用山地、荒地、沙漠、湖泊和近海地区发展能源农场、林场或养殖场,建立生物质能资源发展基地,提供可工业化利用的糖类、淀粉、木质或油类等生物质能资源。

4.3 主要措施

1)加强宣传和科普工作,提高民众认知度。通过各种媒体和途径,宣传和普及生物质能知识,提高各级政府和群众对生物质能现代化利用认知和认可程度。使消费生物质能成为每个人的社会义务。政府应把推进生物质能开发作为一项基本政策,切实加强领导;生物质能应纳入到国民经济建设总体规划,列入政府财政预算。2)制定优惠政策,增加资金投入。生物质能技术开发产业规模小而分散,经济效益差,不具备参与市场竞争的能力,应得到国家政策的保护。应为开发生物质能制定相应的财政、投资、信贷、税收、补贴和奖励政策,以调动投资热情,广开资金渠道;增加科学研究新技术和新产品开发投资力度,形成技术创新体系。3)加强产业建设,提高经济效益。要重视科研成果的转化,鼓励产学研结合横向联合体的形成,使技术上基本成熟的产品尽快定型,组织专业化生产。建立国家质量监督系统,制定产品质量标准,规范市场。支持一批骨干企业的发展,形成规模生产能力,不断提高产品质量,降低生产成本,扩大市场。4)建立个人激励机制,形成精英科技队伍。生物质能的利用主要是在农村,需要一大批相应的技术人员,包括科研、管理、生产、推广方面。各级政府应有计划地培养一大批科技骨干力量,同时制定一些激励政策,吸引更多的高技术人才进入生物质能科研与产业。5)开展国际合作,引进先进技术和资金。坚持自主开发与引进消化吸收相结合的技术路线,积极开展对外交流与合作。提倡双边的、多边的合作研究及合作生产,加强人员、技术和信息的交流。吸收国际机构、社会团体、企业家和个人投资,独资或合资开办各种包括生物质能在内的新能源和可再生能源实体。

5 生物质能在我国的发展前景

我国的生物质能耗量一直占比较大的比重,特别在农村仍有30%的能源来自于生物质能。但我国生物质利用技术水平一直较低,大部分为直接燃烧。近年开始发展气化技术,所以生物质高效利用技术才刚刚起步,在生物质转换技术上,原来生物质生产固体燃烧已较成熟,但由于成本问题一直很难推广。目前,生物质液体燃料的研究也已开展,但大部分仍处于实验室小试阶段,根据现有条件及社会需求情况,我国的生物质发展将分为以下两个阶段。

5.1 2006~2015年

这一阶段主要是生物质技术的开发和完善阶段,部分经济性较好的技术开始进入商业应用。如生物质气化由于其成本较低,技术逐渐完善,在生物质比较集中和能源供应比较紧张和昂贵的地区,可以逐渐进入商业应用;生物柴油技术比较成熟,主要是原料问题,如果下大力气构建废油回收体系,同时发展能源植物,可能形成较大的产业;而生物质直接燃烧在生物质废弃物集中而且工业用能需求比较大的地方也可能被工业企业采用;但生物质转换新技术,如纤维素生物质裂解油、燃料乙醇或氢气等技术仍将处于研发阶段,可能某些技术可以进行工程示范应用,但由于价格等经济性问题,仍难以与石油产品竞争,所以还难进入市场。

5.2 2015~2025年

这一时间生物质将逐渐成为主要能源之一,主要是随着技术的发展,生物质生产和收集成本降低,

生物质利用技术已经成熟和完善,生物质具备了全面与矿物燃料竞争的条件,特别是生物质发电技术,各地区可能建成很多中小型的生物质发电系统,形成分散的生物质能源体系。同时生物质液体燃料技术将发展成熟,开始进入商业示范和全面推广的阶段。特别是随着对环境问题的重视,对矿物燃料必须采取限制手段,这样生物质能将成为最便宜最有竞争力的能源之一。到2050年,我国将形成与石油行业相当的、包括生物质能源在内的新能源产业。

参考文献:

- [1] 吴创之,马隆龙. 生物质能现代化利用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 孙振钧. 中国生物质产业及发展取向[J]. 农业工程学报,2004,20(5):1-5.
- [3] 袁振宏,吴创之,马隆龙. 生物质能利用原理与技术[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [4] 王孟杰,等. 中国生物能开发利用与战略思考[R]. 中国农村能源行业协会,2000.
- [5] 许洪华,余志,等. 后续能源技术中长期发展战略目标研究[R]. “十五”863计划能源技术领域后续能源技术主题专家组,2004.
- [6] 姚向君,田益水,等. 生物质能资源洁净转化利用技术[M]. 北京:化工出版社,2005.
- [7] 李昌鉴,等. 中国林业(1949-1998)[M]. 北京:中国林业出版社,2000.
- [8] 李静海,等. 中国能源发展战略研究[M]. 北京:中国科技出版社,2004.
- [9] 国家统计局. 中国统计年鉴2004[M]. 北京:中国统计出版社,2005.
- [10] YUAN Zhen-hong, et al. Research and development on biomass energy in China[J]. International Journal of Energy Technology and Policy,2002,1(1/2).
- [11] JIM S, et al. Annual report on conventional forestry systems for sustainable production of bioenergy[R]. Task 38, IEA Bioenergy,2002.
- [12] ROBERT M, KIMBERLY R. Greenhouse gas balances of biomass and bioenergy system[R]. Task 38, IEA Bioenergy, 2002.

生物质基高分子新材料——能源替代的重要方向

储富祥

(中国林业科学研究院,北京 100091)

摘要: 在分析能源及高分子材料发展趋势的基础上,对我国生物质基高分子材料的发展前景进行了综述,重点讨论了基于纤维素、木质素和其他林业资源的高分子材料以及聚乳酸的开发现状及生物质基高分子材料在能源替代方面的巨大潜力。

关键词: 生物质;高分子材料;能源替代

中图分类号:TQ91;TK6

文献标识码:A

文章编号:1673-5854(2006)S0-0021-03

Biomass-based Polymer Materials——An Important Way for Energy Saving

CHU Fu-xiang

(Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: On the basis of analysis on the development trends of energy and polymer materials, the development of biomass-based polymer materials and their potential for energy saving were reviewed. The current situation and future development of specific polymer materials derived from cellulose, lignin, lactic acid and other forest resources were discussed in detail.

Key words: biomass; polymer; energy saving