

生物质能开发利用的概况及展望

魏伟, 张绪坤, 祝树森, 马怡光

(南昌航空大学 机电设备研究所, 南昌 330063)

摘要: 生物质能是可再生能源的重要组成部分,具有可再生、低污染、分布广泛等特点。目前,为了应对能源短缺、环境污染等问题,各国都在大力开发利用生物质能,这必将使得生物质能在今后能源替代方面起到越来越大的作用。为此,介绍了我国开发利用生物质能的战略意义;同时,对国内外开发利用生物质能的现状进行了概述,并展望了我国开发利用生物质能的前景。

关键词: 生物质能; 战略意义; 开发利用; 前景

中图分类号: TK6

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2013)03-0007-05

0 引言

生物质是指把光能以化学能的形式储存起来的有机物质。所有的生物质都是由绿色植物通过光合作用将光能转化为植物物质而产生的。生物质是一种可再生、可持续发展和对环境相对友好的能源^[1],这种能源可以明显地改善我们的环境、经济及能源安全。目前,我国对生物质能的发展主要集中在发电、生物气体、生物质成型燃料、生物液体几个方面^[2]。

近年来,世界经济发展加快,全球能源需求迅速增长,能源、环境和气候变化问题日益突出。大力开发利用生物质能源资源,减少化石能源消耗,保护生态环境,减缓全球气候变暖,共同推进人类社会可持续发展,已逐渐被世人认可^[3]。

我国生物质能资源相当丰富,理论生物质能资源大约有50亿t标准煤,达到了我国目前总能耗的4倍左右^[4-5]。

由于我国能源依然面临着总量不足、石油紧缺、环境污染严重、人均占有量少和能效低等诸多问题,这些问题将长期制约我国经济的发展和社会进步。因此,大力开发利用生物质能源已成为我国发展可再生能源的首要问题。同时,开发利用生物质能源既是实行能源战略多元化,解决我国能源短缺问题的有效途径,又是拓展农民就业领域,促进农民增收的重要渠道^[6-10]。

收稿日期: 2012-03-28

基金项目: 江西省重大科技专项(CB201102009)

作者简介: 魏伟(1987-),男,南昌人,硕士研究生,(E-mail) weiwei281896318@163.com。

通讯作者: 张绪坤(1963-),男,江西武宁人,教授,博士,(E-mail) zxkbj@sohu.com。

1 开发利用生物质能的战略意义

21世纪,随着人类社会经济的快速发展,石油、天然气等矿物能源的消耗正在以比它们自然形成的速度快大约100万倍的速度增长,人类也因此面临着油价攀升、能源安全、气候不稳定等一系列重大问题。目前,能源问题已从一个纯粹的经济和生产问题演变成了一个涉及国际安全、政治、外交甚至军事的广义问题^[11]。生物质能目前占世界最终能量消耗大约14%,比煤能(12%)所占的份额稍高些,也可与气能(15%)和电能(14%)相媲美^[12]。而开发利用生物质能的战略意义在于确保我国能源安全、维持国民经济增长,以及在军事、外交等方面所起的重要作用。

1) 有利于解决“三农”问题。“三农”问题是我国社会经济生活中急需解决的一大问题,也是我国能否实现经济发展和全面建设小康社会的关键性问题。同时,也关乎着我国8亿农村居民和1亿农民工的发展需要和切身利益^[13]。促进生物质能的开发利用不但有利于加快新农村特别是贫困地区和少数民族地区的发展,而且有利于发展循环经济,实现经济、社会和环境保护的可持续发展。由于我国农村人口众多,生物质资源不集中且资源浪费严重,因此大力发展沼气池、生物质成型燃料、生物液体燃料以及生物质发电等生物质能技术,不但能解决农村资源的浪费以及资源利用效率低等问题,而且有利于改善农村环境卫生和居住区生活条件。未来能源林业和能源农业的大规模发展,还将增加农村就业机会,提高农民收入,推动农村城镇化建设,振兴农村经济^[14]。

2) 有利于减少环境污染,保护生态环境,实现能源的可持续发展。在我国各种主要的能源当中,煤炭

占据着主导地位,同时,煤炭的大量使用也给当地、地区和全球的环境造成了严重的污染^[15]。目前,我国温室气体(GHG)的排放已经超过了世界排放量要求的13%,仅次于美国居世界第二位。根据世界银行公布的数据,预计到2020年我国的GHG排放有可能占到世界排放总量的20%。在没有切实可行办法控制矿物燃料使用过程中产生的生态环境污染的情况下,减少使用量,开发利用洁净可替代能源是唯一的解决办法。截止2010年年底,我国可开发为能源的生物质资源已达3亿t多。通过先进、成熟和高效的转换技术,将其生产成使用方便、无污染的气体燃料、固体燃料和液体燃料,替代化石能源,减少温室气体排放,从根本上解决农村普遍存在的“畜牧公害”和“秸秆问题”,是我国发展生物质能产业的长期目标(表1是我国生物质能应用规模与发展目标)^[2,16-17]。这不但能实现能源消费与环境保护的双赢,而且能实现能源的可持续发展,从而推进经济社会的可持续发展。

表1 我国生物质能应用规模与发展目标
Table 1 The application scale and goal of development of Chinese biomass energy

分类	生物质发电	生物质成型燃料	沼气	乙醇、	生物柴油年
	总装机容量 /GW	年利用量 /Mt	年利用量	年利用量 /Mt	利用量 /Mt
2009	3.24	0.6	14 000Mm ³	1.65	0.5
2015	13	20	集中供气 300万户	3	1.5
2020	30	50	44 000Mm ³	10	2

1GW = 10⁹W = 10⁶kW; 1Mt = 10⁶t; 1Mm³ = 10⁶m³。

3) 有利于保证国家能源安全。传统的矿物质能源是当今社会发展和进步的发动机,目前全球总能耗的75%来自煤炭、石油、天然气等。但是,矿物能源是有限的,据估计,全球化石能源的枯竭将不可避免,其峰值将出现在2020-2030年,并在21世纪开采殆尽(如表2所示)^[11]。2004年,我国能源消费量为19.7亿t标准煤。预计2020年能源消费量将达到30亿t标准煤以上,到2050年可能要达到50亿t标准煤以上。因此,开发利用生物质能已成为解决我国能源问题的战略选择。

2 国内外生物质能开发利用研究进展

2.1 沼气发酵技术

沼气发酵是有机物质在一定温度、湿度、酸碱度和厌氧条件下,经过沼气菌群消化的过程^[18]。沼气发酵可生产沼气作为能源,又可处理有机废物以保护环

境,经沼气发酵后的沼渣、沼液是优化的有机肥料^[19]。沼气发酵示意如图1所示^[20]。

表2 世界能源拥有量及可利用状况
Table 2 Ownership and utilization of the world's energy

资源	拥有量(已确定蕴藏量)	利用情况	剩余可采年数
石油	1.0 × 10 ⁴ 亿桶	217亿桶	约50年
天然气	1.13万亿m ³	2万m ³	约60年
煤炭	1.08 × 10 ⁴ 亿t	33亿t	约300年
核能(铂)	3.60 × 10 ² 万t	3.7万t	约100年
水利	1.94 × 10 ³ 万kW·h	已开发约22%	剩余约78%

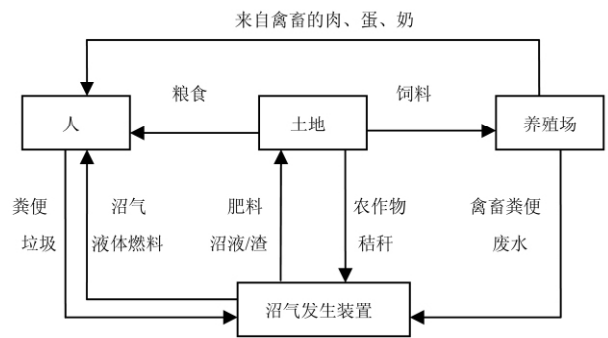


图1 沼气发酵示意图

Fig. 1 The schematic diagram of biogas fermentation

沼气已是成熟的生物质能利用技术,在欧洲和印度等地已建设了大量的沼气工程和分散的户用沼气池。其中,德国在2002年共生产了约1900套沼气设备,总功率约250MW^[2]。早在20世纪20年代我国就已经开始了沼气的生产与应用。历经几十年的发展,我国在沼气工程厌氧消化技术、厌氧发酵、工程建设等方面已取得了巨大的成就,部分技术已居国际领先水平。近年来,我国政府又加大了对农村沼气建设的力度并投入了巨大的人力和财力以及出台了相关的政策给予强有力的支持。目前,我国已经掌握了禽畜粪便、工业有机废水等有机废弃物的厌氧消化技术,具备了沼气大规模开发利用的技术、装备和施工能力^[21]。截至2008年年底,我国已有3049万农户在使用沼气,全国共建成各种类型沼气工程3.98万处,总池容达到了502万m³^[22];截止2009年年底,我国农村沼气利用量140亿m³。另外,由于沼气具有广泛的用途,可以代替煤炭、薪柴、煤油、汽油等传统能源,因此沼气是一种值得开发的新能源。

2.2 燃料乙醇技术

燃料乙醇主要是以糖类、淀粉和纤维素为原料经过发酵工艺而得到。由于其产量受到粮食资源的限制,成本高,难以形成大规模生产,因而长远考虑必须寻找丰富且廉价的原料来源。由于纤维质原料非常

丰富且成本较低,因此这方面的研究主要是集中在纤维素方面^[23]。

巴西是最早大规模使用乙醇作为替代燃料的国家,到2006年以前,巴西是世界上年产燃料乙醇最多的国家,也是世界上唯一不使用纯汽油作汽车燃料的国家。目前,50%的汽油已被生物质能源甘蔗乙醇替代。美国及欧盟国家也在大力发展燃料乙醇工业,到2006年,美国燃料乙醇产量已经一跃成为世界最大的燃料乙醇生产国。我国燃料乙醇虽起步较晚,但是发展迅速,已成继美国、巴西之后世界第三大燃料乙醇生产国。截至2005年年底,我国在9个省的部分地区基本实现了车用乙醇替代汽油,年产生物乙醇燃料约150万t^[16]。截止2009年底,我国燃料乙醇产量已达165万t。目前,国内中粮集团、河南天冠集团、安徽丰原生化和山东泽生生物科技公司等在燃料乙醇生产技术产业化方面发展较快^[24-25]。另外,随着粮食燃料乙醇的快速发展,原料问题成为了产业快速发展的瓶颈。为此,美国、丹麦等西欧国家正大力开发纤维素等非粮食燃料乙醇技术以改变企业“与人争粮”的现状。“根据我国的国情,未来燃料乙醇发展将因地制宜,重点发展纤维素、木薯、红薯、甜高粱等非粮原料乙醇”,中粮集团科学研究所生化研究中心武国庆博士说^[26]。因此,大力开发以甜高粱、薯类和菊芋等作为生产燃料乙醇原料的非粮能源作物是当务之急。

2.3 生物柴油

生物柴油的生产是指将植物油、动物油脂、废食用油以及油料作物等为原料,在以甲醇或乙醇为催化剂作用下,将温度加热到230~250℃下进行酯化反应,生成生物柴油的过程^[27]。

近年来,生物质柴油作为新兴产业在欧美发达国家(美国、德国、丹麦)高速发展。其中,美国主要以大豆油为原料生产生物柴油,欧洲以菜籽油为原料生产生物柴油。德国是生物柴油发展最成功的国家之一,在2004年生物柴油的生产能力就达到了109.7万t,占整个欧盟15国总生产能力的50%以上,是世界上最大的生物柴油生产国和消费国^[28]。2008年,德国生物柴油行业产能利用率为55%,产量已开始出现了下滑。意大利、奥地利、比利时、丹麦等国也纷纷参与生物柴油研发领域的竞争,并制定了各自的发展战略,在生物柴油研究和开发方面已经取得了相当的进展。近几年来,我国在生物柴油研究开发和产业化方面也取得了很大的进展。目前,我国已可以利用菜籽油、大豆油、米糠下脚料等为原料生产生物柴油。清华、中国农科院、江苏石油学院、四川大学、华中

科技大学等研究机构和大学纷纷启动生物柴油技术工艺的研究开发,目前已取得了一系列重要阶段性成果^[3]。四川大学生命科学学院已筹备以麻疯树果油为原料,计划建立2万t/年的生产装置^[29]。另外,我国也有部分企业涉足生物柴油的研究、开发和产业化,并形成了万吨级的生产规模。据不完全统计,我国现有产能1万t及以上的生物柴油企业有26家,其中,产能小于5万t的有13家,5~10万t之间的有7家(山东生物柴油集团生产规模位居国内前列,年产能10万t),产能达到和超过10万t的有6家。截止2009年底,我国生物柴油产量为50万t。由于生物柴油具有对环境友好、不容易意外失火、储运和使用方便等诸多优点,因此也是值得我们大力开发和利用的一种新型能源。

2.4 生物质固化成型技术

生物质固化技术是指在高压或高温高压下通过生物质中木质素的塑化黏合,把原来疏松的生物质压缩成密度极高的高品质成型燃料,以便储运和高效率燃烧的技术^[30]。

早在20世纪30年代,日本、西欧等国就开始研究成型技术^[31-32]。美国20世纪末已在25个州兴建了日产量为250~300t的树皮成型燃料加工厂,进行工厂化生产。亚洲一些国家(泰国、印度、韩国、菲律宾等)在20世纪80年代已建了不少生物质固化、碳化专业生产厂,并研制出相关的燃烧设备。目前,俄罗斯、加拿大、日本和芬兰等国的成型燃料研究发展很快,已建立了完善的研究试验、检测系统,引进的生产技术也较成熟^[33]。我国对生物质成型技术的发展比较晚,始于20世纪80年代,经过多年的开发研究,我国生物质固体成型燃料技术已经取得了阶段性成果。我国用于生物质成型燃料的原料大部分是农作物秸秆、农产品加工剩余物、林业生物质资源等^[34]。其中,秸秆是固体成型燃料原料的主要来源。我国农作物秸秆数量大、种类多、分布广,每年秸秆理论资源约为8.2亿t^[35],约折合4.1亿t标准煤。为完成到2015年我国生物质成型燃料年利用量达 2×10^7 t以及到2020年,使生物质成型燃料成为普遍使用的一种优质燃料的目标,我国将加大力度开发,并高效、合理地利用生物质能。

2.5 生物质发电技术

目前,利用生物质发电主要有3种形式:生物质直接燃烧发电、沼气发电和生物质气化发电^[36]。

美国能源部早在1991年就提出了生物质发电计划,如今,在美国利用生物质发电已成为大量供应生

产用电的选择,已被用于现存配电系统的基本发电量。德国政府多年来也一直很重视生物质能的开发利用,到2005年底,德国已经拥有140个多区域热电联产的生物质电厂。据世界自然基金会发表的最新报告称,到2020年工业发达国家15%的电力将来自生物质能发电。为促进生物质能发电技术的发展,我国于2006年颁布了《可再生能源法》,并实施了生物质能发电优惠上网电价等有关配套政策,使生物质能发电得到了迅速发展。截至2007年底,相关部门已核准项目87个,总装机规模220万kW,全国已建成投产的生物质直燃发电项目超过15个。截止2008年底,我国15家生物发电厂共发出了“绿色电力”26亿kW·h,生物质能资源的消耗总量仅次于煤炭、石油、天然气,位居第四位^[37]。可见,我国生物质能发电产业正渐入佳境。目前,国外丹麦BWE公司在生物质发电技术方面居国际领先地位,国内的国能生物发电集团有限公司是我国最大的生物质发电企业。根据《可再生能源“十一五”规划》要求,到2020年,生物质发电总装机容量达到 3.0×10^7 kW时,可替代化石能源将超过6万t标准煤^[38]。截止2009年底,我国生物质能发电装机量已达324万kW。另外,据估算,到2013年,全球生物质能发电装机容量将达到 6.0×10^7 kW。这就足以说明,在不久的将来,生物质发电在整个发电产业中将扮演越来越重要的角色。

3 开发利用生物质能的前景

我国是一个拥有13亿人口的农业大国,生物质是农村的主要生活燃料,开发利用生物质能对我国具有十分特殊的意义。我国在“中国21世纪议程—中国21世纪人口、环境与发展白皮书”中已明确指出:我国要实现经济的快速发展,就必须把加强对生物质能的开发利用,尽快利用以生物质生产清洁液体燃料技术摆在优先位置^[10]。目前,国际上生物质能利用主要是把其转化为高效、清洁、低污染、低成本的电力、液体燃料、固化成型燃料,并在一定范围内减少和替代矿物燃料的使用^[39]。2007年,国家发展改革委正式对外公布了《可再生能源中长期发展规划》,明确提出了到2020年,可再生能源年利用量用达到6亿t标准煤,占能源消费总量15%的阶段发展总目标。同时,我国“十二五”可再生能源规划中也提出了要加大发展生物质能源力度,力争到2015年,生物质发电总装机量达到 1.3×10^7 kW,生物质成型燃料年利用量达 2.0×10^7 t,沼气年利用量集中供气达300万户,乙醇、生物柴油年利用量分别达 3.0×10^6 t和 1.5×10^6 t的目标;

以及温总理在第五届世界能源峰会上指出:到2015年,我国非化石能源占一次能源比例,将从2010年的8.3%提高到11.4%;能耗强度比2010年降低16%,二氧化碳排放强度下降17%的目标等,都充分体现出我国发展可再生能源的紧迫性。因此,大力开发利用生物质能,增加其在我国能源结构中所占的比重是我国发展可再生能源产业,解决我国能源短缺、减轻环境承载能力等问题的当务之急。

4 结束语

21世纪我们面临着经济增长、环境保护、生存发展与能源安全的多重矛盾与压力。因此,改变能源结构和发展格局,加快包括生物质能在内的可再生能源的开发与利用,对确保我国占据能源至高点 and 促进经济社会的可持续发展都有着极其重要的作用。

参考文献:

- [1] Saxena RC, Adhikari DK. Biomass - based energy fuel through biochemical routes: a reviews [J]. Renewable and Sustain - able Energy Reviews 2009, 13(1): 156 - 167.
- [2] Lei Shen, Litao Liu, Zhijun Yao, et al. Development Potentials and Policy Options of Biomass in china [J]. Environmental Management 2010, 46: 539 - 554.
- [3] 张建安,刘德华. 生物质能源利用技术 [M]. 北京: 化学工业出版社 2009: 1 - 14.
- [4] 周善元. 21世纪的新能源—生物质能 [J]. 江西能源, 2001(4): 34 - 37.
- [5] 周凤起,周大地. 中国长期能源战略 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [6] 石元春. 发展生物质产业 [J]. 农机科技推广, 2005(4): 4 - 6.
- [7] 孙永明,袁振宏,孙振钧. 中国生物质能源与生物质利用现状与展望 [J]. 可再生能源, 2006(2): 79 - 83.
- [8] 田宜水. 中国农业生物质能发展战略思考 [J]. 中国能源, 2006, 28(9): 22 - 24.
- [9] 戴向荣,蒋立科,罗曼. 发展农村生物质能的设想与建议 [J]. 世界农业, 2006(7): 56 - 59.
- [10] 周公乐. 发展生物质能源,林业在行动—专访国家林业局植树造林司司长,国家林业局林木生物质能源办公室主任魏殿生 [J]. 绿色中国, 2006(1): 36 - 39.
- [11] 程备久. 生物质能学 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2008: 1 - 26.
- [12] 艾汉·丹米尔巴斯. 生物燃料 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2011: 15 - 32.
- [13] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [14] 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.
- [15] Cherni JA , Kentish J. Renewable energy policy and electricity market reforms in china[J]. Energy Policy 2007 35(7) : 3616 - 3629.
- [16] 李景明. 浅析我国生物质能政策框架的现状与发展[J]. 农业科技管理 2008 27(4) : 11 - 14.
- [17] 孙永明 ,袁振宏 ,孙振钧. 中国生物质能源与生物质利用现状与展望[J]. 可再生能源 2006(2) : 77 - 79.
- [18] 胡亚范 ,马予芳 ,张永贵. 生物质能及其利用技术[J]. 节能技术 2007 25(4) : 344 - 346.
- [19] 赵丽霞. 沼气发酵技术[J]. 内蒙古石油化工 ,2008(10) : 50 - 51.
- [20] 刘晓娟 ,殷卫峰. 国内外生物质能开发利用的研究进展[J]. 洁净煤技术 2008(4) : 6 - 8.
- [21] 沈西林. 影响我国生物质能源发展的因素分析[J]. 西南石油大学学报 2011 4(1) : 75 - 80.
- [22] 李景明 ,薛梅. 中国生物质能利用现状与发展前景[J]. 农业科技管理 2010 29(2) : 1 - 4.
- [23] 武冬梅 ,李冀新. 纤维素类物质发酵生产燃料乙醇的研究进展[J]. 酿酒科技 2007(4) : 115 - 120.
- [24] 于斌 ,齐鲁. 木质纤维素生产燃料乙醇的研究现状[J]. 化工进展 2006 25(3) : 1244 - 249.
- [25] 风光 ,史吉平. 纤维质生产燃料乙醇产业化研究进展[J]. 中国麻业科学 2007 29(21) : 172 - 74.
- [26] 生物能源: 非粮液体燃料产业化“破晓”[EB/OL]. 2011 - 01 - 09. <http://www.cres.org.cn/html/nywz/fxzs/20110119160.html>.
- [27] 王亮 ,尚会建 ,郑学明 ,等. 生物质能开发利用研究进展[J]. 河北工业科技 2009 26(5) : 383 - 386.
- [28] 李世娟 ,聂凤英 ,诸叶平. 生物柴油的应用现状及发展前景[J]. 世界农业 2003(9) : 44 - 46.
- [29] 闵恩泽 ,唐忠 ,杜泽学 ,等. 发展我国生物柴油产业的探讨[J]. 中国工程科学 2005 7(4) : 1 - 4.
- [30] 刘石彩 ,蒋剑春. 生物质能源转化技术与应用(II): 生物质压缩成型燃料生产技术和设备[J]. 生物质化学工程 2007 41(4) : 59 - 63.
- [31] Bellinger P L ,McColly H F. Energy requirements for forming hay pellets[J]. Agricultural Engineering ,1961 42(5) : 180 - 181.
- [32] Esaki H ,Satake T ,Guo K. Research on the pelletization of biomass(part II) . Compressive characteristics on the forming of the pellet and wafer[J]. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery ,1986 48(11) : 83 - 90.
- [33] 徐云主. 新农村能源与环保战略[M]. 北京: 人民出版社 2007.
- [34] 田宜水. 中国生物质固体成型燃料产业发展分析[J]. 科学研究 2009(2) : 13 - 15.
- [35] 崔明 ,赵立欣 ,田宜水 ,等. 中国主要农作物秸秆资源能源化利用分析评价[J]. 农业工程学报 2008(12) : 291 - 296.
- [36] 盛建菊. 生物质气化发电技术的进展[J]. 节能技术 , 2007(1) : 67 - 70.
- [37] 邱罡 ,龚炯 ,孙晓菲. 中国新能源经济的快速发展[R]. 北京: 三星经济研究院 2010: 1 - 7.
- [38] 刘平. 生物质能(秸秆) 发电技术的展望[J]. 中州煤炭 , 2005(2) : 16 - 17.
- [39] DEMIRBAS A. Energy balance ,energy sources ,energy policy , future developments and energy investments in Turkey [J]. Energy Conversion and Management ,2001 42(10) : 1239 - 1258.

The Overview and Prospect in Biomass Energy Exploitation and Utilization in China

Wei Wei ,Zhang Xukun ,Zhu Shusen ,Ma Yiguang

(Mechanical and Electrical Equipment Institute , Nanchang Hangkong University , Nanchang 330063 , China)

Abstract: Biomass energy is one of the most significant types of renewable energy , and it has many advantages. Many countries have vowed to step up the exploitation and utilization of biomass energy in order to solve the issues about energy shortage and the pollution of the environment , and then , the biomass energy will play a greater role in replacing fossil energy. In this paper ,the strategic significance of exploiting and utilizing biomass energy has introduced , and summarized the status and prospect in biomass energy exploitation and utilization in china.

Key words: bio - energy; strategic significance; exploitation and utilization; prospect