



海峡西岸经济区 生物质工程产业研究

廖福霖 陈如凯 主编

中国林业出版社

海峡西岸经济区生物质 工程产业研究

廖福霖 陈如凯 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海峡西岸经济区生物质工程产业研究/廖福霖, 陈如凯主编. —北京: 中国林业出版社, 2007. 12

ISBN 978-7-5038-5134-6

I. 海… II. ①廖…②陈… III. 生物工程—产业经济学—研究—福建省 IV. F426.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 193543 号

出 版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail forestbook@163.com 电话 (010)66162880

网 址 www.cfph.com.cn

发 行 中国林业出版社

印 刷 北京林业大学印刷厂

版 次 2007 年 11 月第 1 版

印 次 2007 年 11 月第 1 次

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 350 千字

印 数 1 ~ 1000 册

定 价 58.00 元

《海峡西岸经济区生物质工程产业研究》

编 委 会

主 编：廖福霖 陈如凯

副主编：陈由强 吴钦缘

编 委：（按拼音顺序排列）

陈庆华 陈如凯 陈由强 方 忠 廖福霖
吴钦缘 杨玉盛 张 华 张彦定

本书受到以下项目基金资助：

1. 福建省科技厅重点项目：《福建省生物质工程产业发展及其相关政策研究》[项目编号：2006R0020]。
2. 国家“948”项目：《甘蔗生产与加工技术引进及其产业化》[项目编号：2006 - G37]。
3. 国家公益性行业（农业）科研专项经费项目：《糖能兼用甘蔗品种筛选及配套技术示范与应用》[项目编号：nyhyzx07 - 019]。
4. 福建省科技重大专项：《科技富民工程“一县一业”技术创新示范》[项目编号：2007SZ0001]，专题四《惠安县粮油作物精深加工示范》[项目编号：2007SZ0001 - 4]。
5. 福建师范大学生命科学学院福建省重点学科建设项目：《生物技术与工程》。
- 6 福建省自然地理学重点学科建设项目：《海峡西岸资源环境科技创新能力建设》。

新的机遇与挑战

(代前言)

廖福霖

生物产业将成为 21 世纪世界经济发展的排头兵。在未来的 15~20 年内,以提高人类生活质量,促进自然-人-社会复合系统协调持续发展为主要内涵的生物产业将与信息产业并驾齐驱,尔后逐渐超越信息产业。生物质能源产业将是生物产业的领头羊。世界上许多国家及我国国内不少区域,都在加快发展以生物质能源产业为核心的生物质工程产业群,力争在未来新一轮产业结构调整和新产业发展中占有一席之地。这对于海峡西岸经济区的发展,既是一个新的机遇,也是一个新的挑战。

一、生物质能源的开发利用是世界各国优先发展的重大战略产业

随着工业化社会的进展和人们生活水平的提高,人类赖以生存的能源消耗迅速增加,在推动世界各国工业化进程中起主导作用的煤炭、石油和天然气等常规能源日趋减少。迄今,全世界已探明的矿石能源储量分别是:煤炭能源量 90953.7 亿 t,石油能源量 38750 亿 t,天然气能源量 3166 万亿 m³;按当前世界能源的消耗速度计算,预测全世界煤炭只能用到 2050 年,天然气商品供应仅能维持到 2060 年左右,而有“工业血液”之称的石油将在 2040 年内枯竭。所以,能源安全被国际社会列为仅居国土安全之后的重大安全战略,成为各国政治、经济、外交的最重要内容之一。又因为石油、煤炭、天然气属于矿石能源,它们的开发利用是造成当今地球温室效应的主要因素,给人类的生存环境带来了严重的污染和危机。于是,开发与利用清洁能源成为人类的首要选择,成为 21 世纪的必然趋势。在可再生能源的系列中,生物质能源具有不可替代的独特的优势,根据预测,到 2050 年,全世界约 39% 的燃料需求及 18% 的电力供给将由生物质能源提供。所以许多国家都十分重视发展生物质能源,并称其为绿色油田和绿色黄金。巴西在这一方面已有非常成功的经验。他们坚持发展燃料乙醇,特别是政府给予的扶植力度非常之大,使这个新兴产业克服了种种困难,脱颖而出。现已收到经济效益、社会效益、生态效益三赢的显著效果。李彬在 2006 年 2 月 16 日科技日报撰文《乙醇燃料:汽油的真正终结者》中指出,现在巴西,乙醇燃料比石油便宜 45%。双燃料汽车的市场销售从 2003 年占 6%,到 2005 年占 73%,又促进了汽车产业的发展;节约石油进口费 690 亿美元;一批农民由于种植甘蔗而迅速稳定地致富;已建 250 个,在建 50 个乙醇燃料生产工厂,吸引了一大批劳动力等,收到巨大的整体效益。现在,一些发达国家都纷纷学习巴西的经验。

欧美也有 20 年的发展历程,德国的一般车辆都配用一定比例的燃料乙醇或生物柴油;美国主要以玉米为原料生产燃料乙醇;西欧多以大豆、油菜、向日葵等为原料生产生物柴油。日本主要以回收废弃食用油为原料生产生物柴油,并推广到出租车配用。而我国台湾省由于属于粮食过剩区,所以还有启用休耕农地以生产粮食,用以生产燃料乙醇的趋势(参见台湾《志友月刊》2005 年第 11 期,林昭荣等的《代替石油的生物能源利用问题》)。总之,许多国家和地区都千方百计的把可再生能源,特别是生物质能源的产业做大做强,以期

取得 21 世纪领军的位置。

二、我国发展生物质能源更具重大意义，能源产业发展的新格局已在形成过程

我国的能源危机更为突出。我国石油的储备（2000 年探明的储备量为 30 亿 ~ 40 亿 t）仅占世界的 2%，煤炭储量为 10024.9 亿 t（其中可开采的为 893 亿 t），天然气的能源量为 38 万亿 m^3 。三大矿石能源的人均占有率不及世界平均水平的三分之一。按目前 8% 的年经济增长率对能源的消耗计算，我国的三大矿石能源到 2020 年将趋于枯竭，根本无法为经济社会的持续发展提供保障。同时，随着石油、天然气和煤炭大量地消耗和使用，我国许多城市的空气质量状况较差，威胁着城市的发展和人们的健康。所以在我国第十个和第十一个五年计划中，都分别强调“开发燃料乙醇等石油替代品”，“加快开发生物质能，建设一批秸秆和林木电站，扩大生物质固体成型燃料，燃料乙醇和生物柴油的生产能力”。国家发改委办公厅以 [2005] 2875 号发文要求，“力争在‘十一五’末期形成替代 1000 万 t 石油和节省 500 万 t 标准煤的生物质产业”。

我国发展生物质能源有明显的三大优越性。

（1）生物质能源是可再生能源中唯一可以制成液体而取代石油的能源。以淀粉、糖料（能源甘蔗、甜菜、木薯、甜高粱等非粮食原料）、纤维素和木质素等天然物质为原料，通过现代发酵工程技术，可大规模生产燃料乙醇；以木本油料植物和大量动植物废弃油为原料，可以大量生产生物柴油。它们以一定的比例和汽油混合使用，可以使世界上许多移动设备（如汽车、轮船、火车、部分航空航天器等）和工业生产都不必太多改变其生产线，不会造成巨大浪费，能够为广大生产者和消费者所接受。这对于正在高速发展中的我国，更显得意义重大。

（2）发展生物质能源是节能减排的有效措施。一方面，使用生物质能源可以有效地降低耗油量，是节能的极佳选择。另一方面，则是减排的有效举措。我国温室气体的排放，1/3 来自工业生产，1/3 来自交通运输，1/3 来自个人生活。生物质能源中所含的有害物质（硫和灰分等）只有煤的 1/10，它很少排放 SO_2 和 NO_x 等有害气体，可以有效地改善空气质量；而它燃烧过程所排放的 CO_2 ，又与其生长时（光合作用）吸收的 CO_2 是相等的，排放的 CO_2 就等于零。生物质能源的利用，可以使工业生产、交通运输、个人生活三个方面都达到减排的目的（例如，生物质电能、大型工业化沼气用于工业生产；燃料乙醇、生物柴油用于交通运输；农村沼气、生物质电能用于个人生活）。所以使用生物质能源既可以节能，又能够减排，纳入国际减排组织（CDM），还可以获得一笔不薄的减排补贴。这对于各区域实现中央下达的节能减排目标具有重大意义。

（3）发展生物质能源最重要的意义，还在于它能够优化农业产业结构，稳定增加农民收入，促进城乡和谐发展，是建设社会主义新农村的极其有效的举措。科技部中国生物技术的发展中心主任王宏广指出：“发展生物质能最大的意义是增加农民收入，创造就业岗位”。“创造一个绿色大庆就相当于把给国外石油商 1200 亿 ~ 1500 亿人民币的石油进口费转手给了农民和生物能源企业，而且可以创造 1200 万 ~ 1500 万个就业岗位”（参见科技日报 2005 年 5 月 31 日文《加速发展生物质能源，再造一个“绿色大庆”》）。我国农业结构许多都是单一的粮食农业，农民收入低（不少情况下还是增产不增收），受自然灾害的制约严重，风险很大，且造成许多生物质资源浪费，还污染了环境（如农村焚烧秸秆等废弃物）。发展生物质能源，不但可以稳定地增加农民收入，有效地规避农民增收的风险，而且可以促进农村产业结构的调整，变单一的粮食农业为粮食与能源紧密结合的产业。如果像巴西和美国那样，发展生物质能源使我国农民种植的甘蔗、甜菜、木薯、甘薯、甜高粱等原料，能够有一

个稳定的销路和价格，那么农民将增加一笔相当可观而稳定的收入。退一步，即使利用农村各种秸秆的 1/3 来生产生物质能源，那么，农民每年就将增加相当可观的经济收入。同时，由于生物质能源产业群的上、中、下游的许多产业链都可以在农村或城乡交接的地方落户，可以极大地促进农业的工业化和商品化进程，有利于农村发展第三产业，增加农村劳动力的就业，搞得好，还可以吸引一部分大中专毕业生和城市劳动力到那里就业。可见，仅“三农”这一块就可以收到一石三鸟的效果。

能源作为最重要的生产力资源，对未来经济发展将起到越来越重要的支配作用。谁拥有能源，谁就拥有主动。随着以三大地带划分为大框架的国家生产力总体布局战略方针与规划的制定和实施，我国能源产业布局的新格局正在全面展开。许多区域都千方百计地力争在新一轮的能源产业发展中占有一席之地，并努力成为领头羊。我国的北方地区盛产玉米，发酵玉米淀粉生产酒精具有成本的优势，西北地区盛产甜高粱，发酵甜高粱生产酒精也具有优势。南方地区（福建、广东、广西）是甘蔗、木薯和甘薯的主产区，利用甘蔗、木薯或甘薯生产燃料乙醇是必然的选择。更为重要的是，不少地方都在积极利用各种秸秆发展生物电能或燃料乙醇，利用动植物废弃油发展生物柴油，这种“废物利用”既不与粮争地，更是防治环境污染的好措施。总之，不少区域发展生物质能源的势头越来越猛，也越来越引起人们的关注。

当然，一些区域发展生物质能源的坚定性以及所采取的扶植措施还远不如巴西与欧美国国家。我国发展乙醇燃料和生物柴油的技术都比较成熟。但存在部分企业生产成本较高（如果把 CO_2 及其他有害气体的处理费用和环境税加起来计算，则生产生物质能的成本就会大为降低），市场化程度低等现象，这在世界生物质能源发展的初期，是一种必然的现象，甚至在每一个新兴产业发展的初期，也是一种常见现象，关键在于善于坚持下去，不断向产业化、商品化、市场化方向努力，最终就会成为赢家。相反，如果半途而废，那就会痛失良机，后悔莫及。解决这个问题，必须有一个长远的战略思想作指导，其中关键要靠政府对产业的扶植和对市场的培植。特别在我国现有的经济政治体制下尤其如此。功夫不负有心人，只要看准了，就坚定不移地做下去，哪怕是近期内无法从中获益，但却能为子孙后代谋利益，也是很值得的，这是可以在后代人中立下丰碑的功绩。

三、能源危机是制约福建省中长期发展的瓶颈，开发生物质能是福建省建设海峡西岸经济区的必然要求，也是提升福建省经济综合竞争力的有力保证

福建省是缺煤少油少气的地区，人均能源占有量仅为全国平均水平的 20%，开发以甘蔗、木薯和木薯为原料的燃料乙醇产业、以木本油料植物和废弃动植物油为原料的生物柴油产业是福建省生物质能发展的首选方式。在生物能源关键技术上的创新和突破，将孵育形成福建生物能源新产业，要加速开展能源专用甘蔗和木薯品种资源的研究开发，引进推广示范高产、优质的能源专用甘蔗、木薯新品种，提高产量和质量，降低原料价格；依靠基因工程和生物过程控制技术，进行甘蔗和木薯生产燃料乙醇的工艺技术创新研究，提高综合利用效率，降低工业生产成本；实行区域化布局和规模化生产，在甘蔗、甘薯和木薯主产区，建立燃料乙醇生产示范基地，形成公司+农户的模式。福建省地处亚热带，属丘陵地带，包括福州、莆田、泉州、漳州的福建东南 19 个县有大片沙洲地、围垦地、丘陵旱坡地都适合种植甘蔗、甘薯和木薯，农民有丰富的种植甘蔗和木薯的经验，历史上甘蔗最高种植面积达 120 万亩，甘薯为 450 万亩，木薯超过 100 万亩。因此可考虑在湄洲湾南北岸和漳州地区建设 2 个 10 万吨规模的燃料乙醇、1 个 8 万吨规模的生物乙烯和高分子复合材料工程。甘蔗、甘薯种植业又可带动养牛业，同时利用以上工程的木质纤维等生物质生产纸浆，各种废水废渣

又可发展沼气发电和绿色肥料工业化生产，一举多得。

福建省的餐饮业、食用油加工业以及屠宰业都比较发达，其大量的废弃油可以用以发展生物柴油。龙岩卓越公司在这方面作出了突出的成效，该企业已在伦敦上市，由此可见一斑。在南平、三明、龙岩等闽西北具有充足的山地，适合种植乌柏和麻风树等。这也是发展生物柴油的好原料，可以在福清、厦门、龙岩、南平分别建设不同规模的生物柴油产业化工程。福建省在生物质能源方面也有优势，武汉凯迪发电控制公司在福建省光泽县投资 4.8 亿实施生物质发电工程，将于 2007 年 11 月 5 日正式开工。总而言之，福建省发展生物质能源应当在现有的基础上，不断扩大技术创新和生产能力、降低成本、提高质量、打出品牌、占有市场，加快海峡西岸生物质能产业化进程，形成以生物质能产业为中心的生物质工程产业集群，使福建在未来的高新产业发展中有一席之地。

值得一提的是，福建省在发展生物质能源中，成效显著的是在农村发展以沼气为中心的循环经济，取得了生态效益、经济效益、社会效益的三赢。作者在福建北山区作了一些调研，一些原来比较贫困的山区乡村，由于发展了以沼气为中心的循环经济：他们在家庭或农场发展一定规模的圈养鸡和猪，鸡在上层，猪在下层，鸡的粪便成为猪的饲料；猪的粪便流入沼气池生产沼气，沼气既可以照明（为农民省了一笔电费），又可以做燃料；沼气池里的渣水流入水稻田或果园，既是很好的肥料又具有杀菌、防治病虫害的功能，农民们种出来的水稻和水果不但产量高而且品质好，成了绿色产品，市场十分看好；由于解决了燃料问题，村民们就不必上山砍柴，从而保护了山林，使得周围山清水秀，也由于少用甚至不用化肥和农药，不但节约了成本，而且优化了环境，使得山野鸟语花香、蝴蝶翩翩、蜻蜓穿梭、鱼翔浅底；同时农民们也不必使用煤炭作燃料，不但为工业腾出了能源，而且避免了 CO_2 、 SO_2 及 NO_x 等温室气体和有害气体的排放；还由于猪鸡的圈养，村里也很卫生、文明，保护了村民们的健康。他们做到了生产发展，成本降低；收入提高，支出减少；生态良好，卫生文明；身体健康，人心顺畅；爱心众多，秩序井然，呈现出一幅和谐生机的社会主义新农村的图景。此类状况已在福建的不少农村展现。前不久，福建省还召开有关会议，进一步部署这项工作，以期取得更好更快的发展。

感谢福建省科技厅对福建生物质工程产业发展的重视，把它立为 2006 年的重点课题。福建师范大学生物质工程研究与开发中心组织了多次小型研讨会，并于 2007 年 1 月 13 日和省政府发展研究中心联合组织召开了“海峡西岸经济区生物质工程产业发展论坛”，来自政府、企业界、高校、科研单位的北京、福建、广东等地 80 余位代表参加了会议，并作了学术发言。与会代表一致认为这是一次推动海峡西岸经济区生物质工程产业发展的大会。在几次研讨和这次大会的基础上，我们组织编写了《海峡西岸经济区生物质工程产业研究》一书，书中分析了海峡西岸发展生物能以及生物质工程产业的现状，提出了发展对策，特别是对资源状况、市场需求、技术体系、产业布局、产业集群、政策措施等作了深入探讨，以期进一步推进福建生物质工程产业的发展。福建省人民政府发展研究中心，福建省科技厅高教产业处，福建师范大学科研处、生命科学学院、化学与材料学院、地理科学学院都积极参加了研究，并在组织研讨会、本书编写与出版方面给以大力支持。中国林业出版在本书的出版中做了大量工作，在此一并表示感谢。

廖福霖

2007 年 8 月

目 录

第一篇 现状与对策

第一章 中国林业生物质能源的发展现状与展望	(3)
第二章 福建省生物质工程产业发展研究	(7)
第三章 福建省生物质工程产业发展现状与前景分析	(13)
第一节 甘蔗作为能源作物开发的现状与前景分析	(13)
第二节 我国生物柴油产业发展状况、存在的问题和建议	(23)
第三节 福建省沼气生物质能源发展现状及其对策	(27)
第四节 生物乙醇催化脱水制乙烯的研究进展	(29)
第五节 立足“海西”优势 促进竹炭产业发展	(34)

第二篇 技术与产业

第四章 甘蔗蔗糖磷酸合成酶分子生物学研究	(41)
第一节 植物糖代谢与三种关键酶的研究	(41)
第二节 蔗糖磷酸合成酶蛋白研究的新进展	(45)
第三节 甘蔗蔗糖磷酸合成酶启动子克隆及其活性的初步检测	(50)
第四节 甘蔗蔗糖磷酸合成酶启动子活性检测载体的构建	(56)
第五节 甘蔗叶片蔗糖磷酸合成酶基因全长 cDNA 克隆及序列分析	(61)
第五章 甘蔗蔗糖合成酶分子生物学研究	(66)
第一节 植物蔗糖合成酶 (SuSy) 的研究现状	(66)
第二节 甘蔗蔗糖合成酶 (SuSy2) 基因的克隆	(70)
第三节 甘蔗蔗糖合成酶 (SuSy2) 基因启动子的克隆	(79)
第六章 甘蔗转化酶分子生物学研究	(84)
第一节 高等植物转化酶基因研究进展	(84)
第二节 转化酶在蔗糖代谢的研究进展	(88)
第三节 甘蔗酸性转化酶的 cDNA 克隆	(92)
第七章 甘蔗果糖-1, 6-二磷酸酯酶和尿甘二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶分子生物学研究	(101)
第一节 果糖-1, 6-二磷酸酯酶的研究进展	(101)
第二节 甘蔗果糖-1, 6-二磷酸酯酶的 cDNA 克隆	(105)
第三节 植物尿甘二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶的功能与分子生物学研究进展	(116)
第八章 甘蔗几种转录因子分子生物学研究	(121)
第一节 甘蔗叶片 cDNA 文库的构建	(121)
第二节 WRKY 和 NPR1 在 SAR 信号转导途径中的相互作用机制	(125)

第三节 转录因子 NAC 的研究进展	(129)
第九章 甘蔗燃料乙醇研究	(134)
第一节 酿酒酵母 ADH3 基因的敲除	(134)
第二节 ADH2 等位基因缺失的酿酒酵母杂合子的构建	(141)
第三节 敲除 SFA_1 基因提高酿酒酵母乙醇合成能力的研究	(148)
第四节 甘蔗渣的酶降解研究进展	(157)
第十章 生物质材料技术研究	(163)
第一节 V-P/HZSM-5 催化生物乙醇流化床脱水制乙烯的研究	(163)
第二节 竹炭—壳聚糖复合吸附剂的制备及其性能研究	(169)
第三节 磁性竹炭的制备及其性能研究	(174)

第三篇 资源与利用

第十一章 燃料乙醇与生物柴油的资源与利用	(181)
第一节 甘蔗生产燃料乙醇的废液资源化再利用	(181)
第二节 以植物油为原料发展我国生物柴油炼油厂	(185)
第三节 生物质之一——植物油脂的研发与应用进展	(194)
第十二章 生物质材料资源与利用	(202)
第一节 利用生物质资源, 发展精细化学品	(202)
第二节 木麻黄树废弃物的高值化利用	(203)
第十三章 生物质能源树种资源与利用	(208)
第一节 福建常见的木本油料植物	(208)
第二节 福建省生物质能源树种——黄连木开发现状与设想	(213)
第三节 生物质能源树种栽培与利用若干问题的探索	(218)

第 一 篇

现状与对策

第一章

中国林业生物质能源的发展现状与展望

能源是现代人类生存和发展所依赖的重要资源，随着经济、社会的快速发展，资源短缺和环境问题已成为制约我国国民经济发展的主要因素。开发利用新能源和发展可再生能源，已成为我国调整能源结构，解决生态环境问题的国家战略。生物质能源是十分重要的可再生能源。林业生物质能源品种丰富，发展潜力巨大。通过工业化利用途径，将富含油脂、木质纤维及非食物类果实淀粉的林木生物质材料转化为多种形式的能源产品和生物基产品，包括液体的生物柴油和燃料乙醇、固体成型燃料、气体燃料、直燃发电以及生物塑料等，对维护国家能源安全、改善生态环境具有十分重要作用。

1 我国经济社会可持续发展面临的能源与环境问题

在经济全球化和环境保护日益迫切的国际背景下，未来数十年，我国将面临严峻的能源、环境问题。集中表现在三个方面：

一是自然资源禀赋不足，能源供需尤其是结构性矛盾突出。我国石油、天然气人均剩余可采储量仅有世界平均水平的 7.7% 和 7.1%，即使储量比较丰富的煤炭也只有世界平均水平的 58.6%。按照目前探明储量和开采能力测算，我国煤炭、石油、天然气的可采年限分别只有 83 年、15 年和 30 年，与世界平均水平 230 年、45 年和 61 年相距甚远。我国正处于工业化、城镇化快速发展时期，增长的能源供应仍赶不上更快增长的能源需求。2005 年我国能源消费达 20.59 亿 t 标准煤，所占比重超过了世界能源消耗增量的一半，特别是石油净进口量达到 1.43 亿 t，对外依存度上升到 43%。同时，我国能源资源分布很不平衡，大规模、长距离地运输煤炭，导致运力紧张、成本提高，影响了能源工业协调发展。即使充分考虑经济结构调整、技术进步以及节能等因素，2020 年，一次能源需求预测仍将达到 30 亿 t 标准煤。2020 年石油缺口将达 2.5 亿 t。

二是能源消费结构不合理，环境承载压力大。我国能源结构总体为富煤、缺油、少气，在一次能源消费中，煤炭所占比重高达 70% 左右。而且根据我国能源禀赋条件，以煤为主的能源结构在今后 20 年不可能有太大变化，再加上化石能源的大量使用，造成了日趋严重的环境污染。我国的二氧化硫和二氧化碳排放量分别居世界第一位和第二位。烟尘和二氧化碳排放量的 70%、二氧化硫的 90%、氮氧化物的 67% 均来自于燃煤。我国的温室气体排放情况已受到国际社会广泛关注，承担国际减排义务压力进一步加大。

三是国际环境复杂，利用国外资源难度加大。我国石油天然气资源相对不足，需要在立足国内生产保障供给的同时，扩大国际能源合作。但目前全球能源供需平衡关系脆弱，石油市场波动频繁，国际油价高位振荡，各种非经济因素也影响着能源国际合作。全球资源约束问题、运输能力问题、国际政治问题以及安全问题都加大了我国利用国外能源资源的难度。可以说，采取能源多元化发展战略，开发替代能源已经成为我国调整能源结构，改善生态环

境,实现能源供给自主,促进经济社会良性发展的当务之急。

2 各国积极采取措施应对能源安全问题

在化石能源渐趋枯竭,环境压力日益加剧,能源需求和油价持续上升,以及世界能源资源争夺愈演愈烈的背景下,世界各国为了减少能源的对外依赖、提高能源供应安全系数,减少排放,都在积极采取措施,解决能源安全问题。主要途径有两个:一是提高能源利用效率;二是寻求可再生的清洁能源。

发展替代能源和新能源已经成为世界各国的能源战略。目前,生物质能源是一种可以部分替代化石能源的可再生清洁能源,就其能源当量而言,仅次于煤、油、天然气而位列第四。生物质能源除具能源功能外,还可生产替代多种以石油为原料的化工产品,可使有机废弃物无害化和资源化,可充分挖掘边际性土地的生产力,可增加农民收入,发展农村经济。可以说,与其他可再生能源相比,生物质能源发展潜力巨大,优势明显。

目前,生物质能源已成为国际公认缓解能源危机的重要选择。瑞典 2005 年的生物质能源已占全国能源消耗的 25%。2006 年 2 月,瑞典在全世界第一个提出“到 2020 年告别石油”的目标,利用纤维素生产的燃料乙醇全部替代石油;美国计划到 2020 年以生物燃料取代全国燃油消费量的 10%;欧盟委员会提出,到 2010 年,运输燃料的 5.75% 将用燃料乙醇和生物柴油替代,到 2020 年,这一比例竟提高到 20%。

从长远角度来看,生物质能源在世界能源发展中的地位将会越来越重要,也将是未来化石能源的重要替代产物。

3 发展我国林业生物质能源的重大意义

在生物质能中,林业具有明显的优势和特点,发展前景广阔。

(1) 具有显著优势。一是发展林业生物质能源不与粮争地、不与人争粮。我国人多地少,国情决定必须在确保粮食安全的前提下,积极发展生物质能源。林业生物质资源种植,主要是利用宜林荒山荒地以及不适宜种植粮食作物的沙地、盐碱地等边际性土地,不占用农地,不与粮食争土地。而且,林业树种种类丰富,大多数能源树种适应性强,适合于在非农耕土地上大面积培育。因此,林业生物质能源在我国生物质能源中应占有重要地位。可以说发展林业生物质能源是我国生物质能源发展的基本特色。二是发展林业生物质能源有利于环保,可以降低原料成本,实现可持续利用。林业生物质能源大多利用林木果实和平茬(采伐)林木生物量,一次种植后可持续利用几十年,期间生长着的林木发挥着正常的生态功能,同样保护着环境。同时,林业生物质资源培育成林后,不用每年重新种植,可降低原料成本,从发展的角度看,能够有效提高林业生物质能源开发利用的经济性。三是发展林业生物质能源可加速造林绿化进程,提高森林质量。在荒山荒地、沙区、盐碱地等立地条件较差的地区,培育具有较好外部经济性的能源林,增强这些地区造林绿化的源动力,可以有效促进植被恢复,加快荒山荒沙绿化,提高森林覆盖率;同时,通过利用林业“三剩”物和森林抚育间伐物发展林业生物质能源,可以有效拉动中幼龄林的抚育,提高森林质量和森林资源利用效率。四是发展林业生物质能源可有效增加农民收入,促进新农村建设。目前,林业生物质能源资源培育成本,一般估算在 80% 以上,大部分可以转化为农民的收入。如种植 1 亩小桐子,3 年后进入结实期,平均每年可增加农民收入 320 ~ 560 元;一个 2.5 万 kW · h

的林木生物质发电厂,仅燃料一项每年可为当地农民直接带来4000万~5000万元收入,吸纳农村劳动力1000多人。而且,发展林木生物质能源,可以提供农民最熟悉、最直接、最可靠的就业和增收方式。五是发展林业生物质能源,促进二氧化碳吸收与减排。《京都议定书》的生效,使森林的固碳功能越来越受到国际社会的关注。同时《京都议定书》规则下的清洁发展机制项目的实施,为发展林业生物质能源开拓利用减少碳排放融资的市场途径,使林业生物质能源的发展更具活力。实践证明,发展林业生物质能源能既有效固碳定二氧化碳的功能,又有减少碳排放的效果。是今后我国降低碳排放的一个重要渠道。

(2) 发展潜力巨大。目前,我国林木生物质总量约180亿t,每年可产生采伐剩余物生物量约16亿t。考虑到采运条件、生态防护、资源分布等多方面的因素,每年可提供用于作为生物质能源的生物量约为3亿多t,折合标准煤约2亿t,如全部得到利用,能够减少1/10的化石能源消耗。此外,我国木本油料树种总面积超过400万hm²,种子含油量在40%以上的植物有154种,果实产量在500万t以上,除了部分开发作为食用油以外,大部分可作为生物液体燃料的原来,开发广阔前景。此外,我国还有宜林荒山荒地5700多万hm²和近1亿hm²的边缘性土地(盐碱地、沙地以及矿山、油田的复垦地等),培育能源林的潜力和空间很大。我们初步规划,从现在起到2020年,可定向培育能源林2亿亩,可满足600万t生物柴油和装机容量1500万kW的年发电原料供应。随着纤维素转化燃料乙醇技术研发加快,林业生物质能源发展的深度和广度将更为巨大。

因此,积极增加林业生物质能源资源供给,对于修复我国生态环境,保护能源安全、推动新农村建设具有不可替代的作用。

4 加快能源林资源培育,加强科学研究,推动产业化进程

国家林业局从国家能源发展的战略需求出发,根据林业自身的特点和优势,把发展林业生物质能源作为林业建设的一项重要内容摆上了议事日程,成立了林业生物质能源领导小组下设办公室,将规模化培育能源林列入“十一五”林业发展规划。为推进林业生物质能源工作,一是组织编制了到2020年的《全国能源林建设规划》(送审稿)。初步提出了我国能源林建设的发展目标、布局和相应的政策措施。同时根据国家重视加快生物液体燃料发展,编制了《林业生物柴油原料林基地“十一五”建设方案》。对油料能源林基地建设专门进行了布局。二是编制了能源林示范基地建设方案,要求各级林业部门及早做准备工作。目前,地方林业部门已经对主要油料树种规模化示范基地建设,在种苗、林地等方面已做好了必要准备。

林业科研部门从“七五”以来,开展了林业生物质能源方面的科技攻关,在全国不同的自然类型区对120多个乡土树种的能源潜力进行了分析,在燃料油植物方面已筛选培育出优良生物质能源树种黄连木、油桐、文冠果、小桐子、光皮树等,并已建立了优良品种示范基地;从国外引进了西蒙得木、绿玉树等世界上著名的高含油树种及瑞典速生能源柳新品种,目前已初步引种成功,这些都为发展燃料油植物提供了丰富的种质资源。同时,研究开发了一批林业生物质能源转化技术,在利用天然油脂制备生物柴油、利用农林废弃物制备乙醇、以木屑为原料的生物质气化、生物质燃料的压缩致密成型以及木材液化转化燃料油的设备与工艺方面取得了一批成果,这些技术、工艺、设备的研发、推广,为林业生物质能源产业化发展奠定了基础。目前,在林业生物柴油、林业生物质直燃发电的开发利用方面,国内的开发技术及储备也已基本成熟,林业生物质能源已经具备了规模化开发的基本条件。

5 加强对林业生物能源开发利用的政策扶持

由于我国林业生物质能源发展处于起步阶段,在资源培育、技术推广、产业布局、保障机制等方面基础薄弱,需要国家政策和资金的推动和扶持,需要林业部门强有力地管理和指导,需要相关的国有大型企业积极的参与和合作以及各相关部门的协作和支持,需要加强国际间的合作和交流。

一是国家要对发展林业生物质能源给予财政扶持,加快培育资源,推动开发利用。我国林业生物质能源目前处于发展初期,制约因素多,原料供应和技术推广是制约生物质能源发展的瓶颈,受生态保护制约和工业原料需求的竞争,现有资源还不能实现稳定的工业规模利用。此外,林业生物质能源,由于原料培育周期长、成本高、风险大,需要提前安排资源培育。因此,国家财政扶持起步阶段的林业生物质能源原料培育和技术开发,是推进林业生物质能源规模化发展的最重要的途径。一方面,重点支持林业生物能源原料基地建设,加快资源储备;另一方面,扶持开发利用企业,开展林业生物质能源产业化发展。

二是林业部门要强化对林业生物质能源的管理和指导,合理布局和配置资源,形成良性循环。大力发展林业生物质能源已经成为林业建设的一项重要任务。要从发展目标、基础保障等方面加强林业部门的管理和指导作用,引导全国林业生物质能源工作健康、有序发展。一方面,针对经济社会发展对生物质能源的需求,结合林业生产力布局和技术支持基础,编制统一的林业生物质能源资源培育规划,指导全国林业生物质能源发展。另一方面要认真做好林业生物质能源资源的本底调查,对开发利用林业生物质能源项目进行评价,合理利用现有资源,稳步有效推进林业生物质能源开发利用工作。

三是国有大型企业要积极参与到林业生物质能源开发利用中,充分发挥示范带动作用。国有大型企业具有雄厚的资金实力和技术优势,积极参与到林业生物质能源的开发利用中来,既是国有大型企业为国家能源发展应尽的义务,同时也是企业自身长远发展的需要,而且还是企业回报社会、树立良好企业形象的战略举措。目前,国家林业局正在加强与中国石油天然气股份有限公司、中粮集团有限公司、国家电网公司等国有大型企业合作。充分发挥大企业的资金、技术与开发利用的优势,逐步建立从原料培育、加工生产到销售利用的“林油一体化”、“林电一体化”发展体系,共同推动林业生物质能源发展。

四是各有关部门要加强协作,营造有利的发展环境,促进市场化开发。发展林业生物质能源需要相关职能部门要加强协作。如在企业准入条件、产品标准及相应的生产技术规程以及产品质量监控体系等,需要各相关职能部门的密切配合和加强相应的工作力度。同时需要加大政策鼓励支持力度,以吸引企业、社会力量的资金、技术参与林业生物质能源开发,最终实现通过市场机制推进林业生物质能源发展。

五是推动科技支撑体系建设,推进技术创新,实现自主化发展。林业生物质能源资源培育开发与高新技术紧密相连。目前林业生物质能源加工利用技术集成化和成熟度不高,一些新技术的使用成本较高,企业的生产受到限制;同时,大型、精密开发设备需要从国外引进,国产化水平不高。在积极开展国际间合作交流,学习国外先进技术的同时,国家应加强科技研发,推进技术创新,推广应用基本成熟的林业生物液体燃料、生物发电、固体颗粒燃料等技术,加快极具发展潜力的木质纤维素转化燃料乙醇、生物化工等技术及设备的研发,最终实现林业生物质能源开发技术、设备的自主化发展。

(国家林业局能源办/李怒云)