



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生物质能源与废弃物资源利用

sheng wu zhi neng yuan yu fei qi wu zi yuan li yong

崔宗均 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

716.6
C2J

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生物质能源与 废弃物资源利用

崔宗均 主编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书包括概述、资源篇、能源转化篇及生物基产品转化及废弃物资源化篇四大部分,系统全面介绍了生物质的概念、生物质原料特性以及生物质能源和生物质转化原理及各种转化技术。鉴于生物质科学与生物质产业刚刚开始被人们所了解的现实,本书作为初面世的高等学校教材,以掌握基本知识,了解各种技术,扩大学生视野为主要目的,力图全面、系统地介绍基本原理和基本方法,论述简明扼要。适于高等学校研究生教育,也可选择性地作为本科生教材,也可供从事生物质科学和工程相关工作的科技人员和対生物质工程感兴趣的广大读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生物质能源与废弃物资源利用/崔宗均主编. —北京:中国农业大学出版社,2011.6

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-5655-0322-1

I. ①生… II. ①崔… III. ①生物能源-教材②废弃物-废物综合作用-教材 IV. ①TK6
②X7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 111783 号

书 名 生物质能源与废弃物资源利用

作 者 崔宗均 主编

策划编辑 孙 勇

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 16.75印张 400千字

印 数 1~3 000

定 价 29.00元

责任编辑 洪重光 田树君 冯雪梅 王艳欣 李丽君

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 崔宗均

副主编 王小芬 朱万斌

编 者 (以姓氏拼音为序)

崔宗均(中国农业大学)

曹燕篆(中国农业大学)

高瑞芳(中国农业大学)

华彬彬(中国农业大学)

李佳佳(中国农业大学)

李 杰(中国农业大学)

李培培(中国农业大学)

刘晶晶(中国农业大学)

吕育财(三峡大学)

任济伟(中国农业大学)

陶光灿(中国农业大学)

王 慧(中国农业大学)

王俊刚(中国农业大学)

王伟东(黑龙江八一农垦大学)

王小芬(中国农业大学)

王小娟(西北农林科技大学)

温博婷(中国农业大学)

杨洪岩(东北林业大学)

袁旭峰(中国农业大学)

张冬冬(中国农业大学)

张 晗(中国农业大学)

赵洪颜(延边大学)

赵 野(中国农业大学)

朱万斌(中国农业大学)

审 阅 程 序(中国农业大学)

目 录

概 述

第 1 章 生物质的概念、功能及种类	(3)
1.1 地球生物质循环以及生物质的功能	(3)
1.2 生物质的特征	(11)
1.3 生物质能源及非能源生物基产品的潜力	(12)

资 源 篇

第 2 章 废弃物资源	(19)
2.1 农业废弃物	(19)
2.2 林业废弃物	(23)
2.3 加工废弃物	(29)
2.4 生活废弃物	(31)
第 3 章 生物质原料植物资源	(33)
3.1 含糖类植物资源	(33)
3.2 含淀粉类植物资源	(35)
3.3 含油脂类植物资源	(37)
3.4 含纤维素类植物资源	(41)
3.5 油藻类植物资源	(43)

能源转化篇

第 4 章 生物质压缩成型燃料技术	(47)
4.1 概念与原理	(47)
4.2 生物质压缩成型机技术	(54)
4.3 秸秆压缩成型技术应用举例	(58)
第 5 章 生物质直接燃烧技术	(62)
5.1 生物质燃烧原理	(62)
5.2 传统炉灶及其改进	(70)
5.3 生物质直燃发电	(72)
第 6 章 固体生物质裂解转化技术	(80)
6.1 生物质汽化技术	(80)
6.2 生物质裂解油转化技术	(94)
第 7 章 生物质燃料乙醇的转化	(100)
7.1 概述	(100)

7.2	燃料乙醇生产原理及工艺类型	(103)
7.3	不同原料的乙醇生产	(107)
第8章	生物柴油的转化	(117)
8.1	生物柴油转化原理	(117)
8.2	生物柴油生产技术	(120)
8.3	生物柴油发展现状	(124)
8.4	生物柴油的应用前景分析	(127)
第9章	沼气发酵	(129)
9.1	地球上甲烷的产生和分解循环	(129)
9.2	沼气发酵原理	(132)
9.3	沼气工程技术	(142)
9.4	讨论与展望	(157)
第10章	生物质制氢	(166)
10.1	基本理论	(166)
10.2	主要的生物质制氢技术及其发展现状	(170)
10.3	生物制氢存在的问题及展望	(177)
第11章	木质纤维素的生物分解及其转化技术	(180)
11.1	概述	(180)
11.2	分解木质纤维素的微生物	(183)
11.3	木质纤维素的酶解转化技术	(190)
11.4	微生物复合系及纤维素快速分解	(198)
11.5	展望	(202)
生物基产品转化及废弃物资源化篇		
第12章	生物基产品转化技术	(207)
12.1	建筑、家具、再生器具的材料开发	(208)
12.2	可降解塑料的转化——聚乳酸	(211)
12.3	木糖醇的转化	(214)
第13章	固体废弃物处理与堆肥化技术	(220)
13.1	固体废弃物的概念与特征	(220)
13.2	固体废弃物的来源与分类	(221)
13.3	固体废弃物对环境的危害	(222)
13.4	我国固体废弃物处理与利用概况	(224)
13.5	堆肥化工艺及发展现状	(227)
13.6	展望	(234)
第14章	农业废弃物的饲料转化	(236)
14.1	蛋白饲料加工方式与技术	(236)
14.2	农作物秸秆饲料化	(243)

第 15 章 生物质利用的效益与前景	(250)
15.1 生物质利用的环境效益	(250)
15.2 生物质利用的社会效益	(251)
15.3 生物质利用的经济效益	(252)
15.4 我国生物质能利用的发展前景	(255)

概 述

第 1 章 生物质的概念、功能及种类

1.1 地球生物质循环以及生物质的功能

1.1.1 生物质概念

“生物量”[biomass(bio+mass)]的概念源自于生态学,表示一定环境中生物的量或活生物的量。但第一次石油危机(1972)以后超出生态学上的概念范围,扩大到能够作为能源的生物的量,英文中仍然用 biomass。近些年 biomass 的概念又扩大到能够转化为生物基产品的所有资源。在中文中,以“生物质”的名词与生态学上的“生物量”加以区别。

“生物质”还没有严格统一的定义,各个专业领域说法有些差异。但公认的事实是生物质直接或间接来源于太阳能,最初由光合作用形成,包括植物、动物、微生物的残体及它们的代谢物。

在本书中定义为:生物质是指经过生物体生命活动所形成,具有一定的能量、养分、机械强度或生理活性功能的所有有机物质。随着利用技术的发展和应用领域的扩大,生物质所包含的范围和含义将不断扩大。但是对于粮食、肉类等人类长期作为食物的有机物,除特别拿出来作能源原料或工业原料部分外一般不归为“生物质”。

生物质能是人类利用最早的能源物质之一,具有分布广、可再生、成本低等优点。同时,在可再生能源中,生物质能是唯一能够连续生产,规模可控制,可储存、可运输的全能性能源。随着能源高质化利用技术的发展,生物质能的功能将不断扩大和提升。

1.1.2 生物质在物质循环中的功能和意义

1.1.2.1 生物质开发利用的必要性

1. 资源紧张的缓解

目前,自然资源中土地和能源资源由于人口的膨胀和人类对生物质资源的不友好利用出现了紧张局面。生物质中像秸秆和粪便的随意堆放以及生活垃圾的堆置,使很多土地被占用,同时化石类能源也在日渐减少,所以资源紧张的局面急切得到缓解,而生物质具备再利用的性质,而且可以为人类提供能源,利用得当能减少土地的损耗。

2. 环境压力的释放

以前由于生物质的利用不当,人类的环境受到了威胁。比如在我国,有 60% 的人口生活在农村,其中的秸秆生物质、畜禽粪便等目前尚处于利用效率较低的阶段。一般的处理方式是露天堆放,焚烧,简单堆置,这种粗放的方式给环境带来了很大的压力。

据统计,秸秆焚烧占总秸秆的 25% 左右。农作物秸秆的主要化学成分是 C、N、K、S、P,是可燃烧的物质。主要成分是碳水化合物,理论上是可以完全燃烧的,产物为 CO_2 、 H_2O 。但实际上不能使氧化过程充分,处于不完全燃烧中,产物中有一定数量的还原性产物如甲烷和氧化

亚氮等。同时会产生大量的温室气体如 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等,还会有大量的烟光。这会降低大气能见度,严重时会使飞机停飞,同时也损失了大量的 C、N 资源。

另外,诸如粪便类生物质含有 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN、大肠杆菌、蛔虫、卵等,其中以病源微生物和有机氮对环境的危害最大。有机氮会产生恶臭气味,同时使水体富营养化,给地下水带来硝态氮污染等。

城市生活垃圾不仅仅侵占大量土地,而且会造成空气和土壤污染。

工业废水的任意排放对于水体的污染更严重,有时还会危及农民养殖业,造成巨大损失。

已经引起世界范围关注的温室效应也是一个亟待解决的环境问题。

3. 经济增长以及生活水平提高的需求

随着科技的发展,人们的生活水平有了提高。但由于种种原因,农民的经济水平还不是很高,如果能开发利用生物质资源,不仅仅解决了环境压力问题,还可以为很多劳动力创造就业机会,通过农业工业的发展来增加他们的经济收入。

4. 生态平衡的需要

所谓的生态平衡是指:在一定时期内,系统内生产者、消费者和分解者之间保持着一种动态平衡,系统内的能量流动和物质平衡在较长时期内保持稳定。美国环境学家小米勒(G. T. Miller, Jr.)曾经提出过生态学三定律:

第一定律(多效应原理):我们的任何行动都不是孤立的,对自然界的任何侵犯都具有无数效应,其中许多效应是不可逆的。

第二定律(相互联系原理):每一种事物无不与其他事物相互联系和相互交融。

第三定律(勿干扰原理):我们生产的任何物质均不应该对地球上自然的生物地球化学循环有任何干扰。

长期以来由于我们对生物质利用不当,已经造成了一定的生态破坏,为了减少和阻止破坏的进一步发展,开发和正确利用生物质资源成为时代的呼唤。

1.1.2.2 生物质开发利用的可行性

首先,这一课题在世界范围内引起了足够的重视。人们在主观上已经认识到生物质的重要性,也预测到开发利用这类生物质资源会给人类带来难以估测的社会、经济和生态效益。

其次,现代科学技术的发展加快了这一课题的开展。分子科学的诞生使我们能够从诸多方面去了解和认识各种生物质的结构组成以及性能特点,加之工业技术的突破,也减少了开发利用过程中的阻力。

第三,“生物炼制”将生物质工程带入工业化时代。与通过石油炼制生产石油基产品类似,1982年,学术界首次提出了生物炼制的概念,生物炼制是指通过生物化学、热化学和分子生物学的技术平台将生物质转化为生物能源及生物基化工产品的炼制技术和装备体系,而在炼制的终端即是生物基产品(bio-based products)。炼制一般是将生物质水解成糖后进入到几个不同含碳水平的转化平台:有含一个碳(C_1)的生物气甲烷和甲醇等,有 C_2 平台上的乙醇、醋酸、乙烯、乙二醇等,有 C_3 平台上的乳酸、丙烯酸、丙二醇等,有 C_4 平台上的丁二酸、富马酸、丁二醇等,有 C_5 平台上的衣康酸、木糖醇等和 C_6 平台上的柠檬酸、山梨醇等。转化的生物基产品有乙醇、生物柴油、沼气等生物质能源,有生物塑料、尼龙工程塑料等生物质材料,有乙烯、乙醇、丙烯酸、丙烯酰胺、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、琥珀酸等百余种重要化学品等等。

1.1.2.3 世界生物质开发利用概况

现代生物质能源产业,始于1973年,为了应对石油危机,巴西大规模的以甘蔗乙醇代替汽油;发展于1999年,美国颁布的“发展生物基产品和生物能源”总统令,生物质能源产业在全球性范围蓬勃兴起了。如今生物质产业规模十分庞大,产品多种多样,已经成为新的经济增长点。

1. 美国

美国也是从20世纪70年开始发展燃料乙醇的,制定了“乙醇发展计划”,主要是利用其耕地多、玉米产量大的优势,以玉米为原料生产燃料乙醇,开始大力推广车用乙醇汽油。一方面是为了减少石油进口,另一方面是为了增加农产品的收益,稳定玉米价格。80年代后期,受石油价格较低的影响,美国燃料乙醇的生产和销售曾受到抑制。1990年美国出台《清洁空气法》乙醇作为MTBE(一种增加汽油辛烷值、减少污染排放的汽油添加剂,现被认为渗入到地下水后,被人饮用会致癌)的替代品,市场需求量迅速增加。2002年以来,受石油价格大幅上涨的推动,燃料乙醇再次得到重视,生产销售迅速增长。2004年美国的燃料乙醇产量达到35亿加仑(gal)^①,还进口了1.3亿加仑;2005年,美国有97家乙醇厂、在建32家、扩建9家,乙醇产量为1200万t,比上一年增长17%。全国已有500万辆以燃料乙醇为燃料的灵活燃料汽车(flexible fuel vehicles, VFFs)。

美国为推广燃料乙醇制定了积极的经济激励政策,每加仑燃料乙醇可得到51美分的税;收返还(折合每升13.5美分)。为了进一步扩大生物燃料的应用,美国2005年能源法提出了生物燃料配额标准,要求从2006年至2012年,生物燃料年用量要从40亿加仑(1200万t)增加到75亿加仑(2300万t)。同时,美国积极发展纤维素制取燃料乙醇的技术,进一步扩大可利用的生物质资源,以便更大规模地替代石油。

2. 巴西

为了减少对石油进口的依赖,巴西从1975年开始实施“燃料乙醇计划”,以甘蔗为原料生产燃料乙醇替代车用汽油,主要做法包括:一是规定车用汽油必须添加一定比例的燃料乙醇;二是安排资金支持改良甘蔗品种、改进乙醇生产工艺、开发燃料乙醇汽车;三是对燃料乙醇和乙醇汽车的生产和销售减免有关税费。经过多年的努力,巴西“燃料乙醇计划”达到了预期目的。1985年以来年,虽然燃料乙醇产量因豆油价、糖价和政策影响有所波动,但平均年产量达1000万t左右,累计替代石油约2亿t。目前,巴西所有车用汽油均添加20%~25%的燃料乙醇,并且已有一定量的汽车在使用纯燃料乙醇。2005年销售的汽车有70%为可以完全燃用纯燃料乙醇的汽车。2005年,巴西燃料乙醇消费量为1200万t,替代了当年汽油消费量的45%,约占车用燃料消费总量的1/3,为10多万人提供了就业机会。燃料乙醇已成为巴西保障能源安全、促进经济发展、增加就业的支柱产业。

3. 欧盟

欧盟对生物燃料也很重视,但由于欧盟成员国人均耕地面积少,地处温带,农业生产条件较差,不具备大量使用粮食或甘蔗生产燃料乙醇的条件,因此,欧盟生物燃料主要以生物柴油为主,包括以大豆、油菜籽等为原料生产的柴油和以回收动植物废油为原料生产的柴油两种。在欧洲,很早就开始使用B5,特别是在德国和法国,已经有一部分汽车使用纯生物柴油

^① 美制1加仑约为3.785 L。

(B100)。2002年,欧盟生物柴油总产量为106.5万t,其中,德国的生物柴油产量为45万t,法国为36.6万t,意大利为21万t,奥地利为2.5万t,丹麦为1万t,英国为3 000 t,瑞典为1 000 t。欧盟于2009年6月出台指令,要求运输部门消费可再生燃料达10%目标,这就要求到2020年需要生产生物柴油3 000万~3 500万t。2008年,生物柴油占欧盟消费生物燃料的78%。

欧洲在生物质燃烧发电和沼气供热发电都处于世界领先水平,2004年欧盟15国的生物质发电量达到550亿kWh。在开发工业化生产沼气技术,把沼气用于车用燃料或与天然气并网,瑞典和瑞士两个国家在此方面走在世界前列。到2005年底,瑞典全国有5 000多辆沼气汽车,加油(气)站已达70余座,还有1列斯德哥尔摩至海滨的火车使用沼气燃料。

1.1.2.4 我国生物质开发利用现状

我国是农业大国,生物质能源十分丰富,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,基本上还是沿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。直接燃用桔杆、薪柴、干粪、野草,劳动强度大,不卫生,易感染呼吸道疾病。

改革开放以来,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。

1. 沼气

20世纪60年代,我国开始在农村推广沼气使用,2006年已有户用沼气池1 800万处和大中型沼气工程1 500处,年产沼气80亿m³。在巩固、发展和提高传统沼气生产运用的同时,重点引进和发展工业化和规模化的现代沼气生产和应用技术,加快了沼气产业化发展。近几年来,沼气发电工程、沼气纯化车用燃料工程先后建立。

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200~1 000 m³/h,气化效率达70%以上。到2003年年底,全国已建成秸秆气化集中供气站525处,年产生物质燃气1.82亿m³。我国现有的生物质气化发电站20余座。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。已研制的中小型气化发电设备功率从1 kW提高到2 000 kW。

3. 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作了较深入的研究,延长了它的使用寿命。生物质经压缩成型后可直接用做燃料,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。

4. 生物液体燃料

这是以生物质为原料生产的液体燃料,如燃料乙醇、生物柴油以及二甲醚等,可以用来代替或补充传统石化燃料。我国已经颁布了《变性燃料乙醇》和《车用乙醇汽油》两项产品的国家标准。从2002年6月,国家发改委支持河南南阳市等5个城市开展以陈化粮为原料的车用乙醇汽油使用试点工作,2005年在9个省市开展车用代替石油实验。由于我国粮食安全是长期国策,用粮食生产燃料乙醇是行不通的,所以开发非粮替代燃料乙醇作为重点发展方向。中粮

集团在广西 15 万 t/年木薯乙醇项目正在建设中,计划在今年投产;甜高粱乙醇正在中试阶段,分别在广西桂林和内蒙古五原建设了液态发酵和固态发酵中试装置;在黑龙江肇东建立了 500 t/年的纤维素乙醇中试装置,目前正改造生产装置,优化工艺流程,为万吨级工业示范装置的建设奠定基础。

经过多年的发展,我国开展生物柴油的研发有了成果,南方已建立产业,有利用菜子油、棉子油等原料小规模生产生物柴油的案例。近年来,根据市场的需求,开发麻风树果实、黄连木子等作物原料制取生物柴油技术,初步具备了商业化发展条件。

1.1.2.5 生物质在我国未来可持续发展战略中的地位

在我国,能源、环境和“三农”的形势十分严峻,对生物质能源产业有急迫的需求。

1. 能源替代

我国能源资源短缺,消费结构单一,需求增长,石油进口依存度高,形势十分严峻。我国 2005 年一次能源消费结构中,煤炭占 68%,石油 21%,天然气 3%,水电 7%,即其中化石能源占了 92%,核能与可再生能源不到 1%。这种能源消费结构必然导致对环境的严重污染和可持续性低。据专家估算,我国可用煤储量 1 145 亿~1 892 亿 t,按 2004 年开采量计,可用 60~100 年;石油可开采资源量 150 亿 t,约能用到 2040 年。我国能源的紧张,突出地表现在石油上,储量仅占世界总量的 3%,消费量是世界第二,其需求持续高速增长。1990 年的消费量突破 1 亿 t,2000 年达 2.3 亿 t,2004 年达 3.2 亿 t。我国自 1993 年成为石油进口国后,2004 年的进口量就达到了 1.4 亿 t,依存度 46%。预测 2020 年的石油消费量将达到 4.5 亿 t,进口 2.5 亿 t,依存度将超过 55%。

我国经济的高速发展,必须建立在能源安全和有效供给的基础上,特别是石油。资源短缺,需求剧增,结构单一,(进口)依存度高,安全度低,以及石油和相关产品价格飙升的严峻挑战,已经越来越深刻地影响我国经济的健康发展和安全。在厉行能源节约和加强常规能源开发的同时,改变目前的能源消费结构,向能源多元化和可再生清洁能源时代过渡,已是迫在眉睫。在众多的可再生和新能源中,生物质可以生产液体燃料,保障国家石油安全,可以用于生产电力,解决国家供电缺口。

2. 为环境减压

随着我国经济的高速增长,以化石能源为主的能源消费量剧增,对环境压力越来越大。在过去 20 多年里,我国能源消费总量增长了 2.6 倍,2003 年的二氧化碳排放量达到 8.23 亿 t,居世界第二位。有人预计,不久我国的二氧化碳排放量可能超过美国居世界之首。2003 年我国二氧化硫的排放量也超过了 2 000 万 t,居世界第一位。酸雨区已经占到国土面积的 30% 以上。

我国二氧化碳排放量的 70%,二氧化硫排放量的 90%,氮氧化物排放量的 2/3 均来自燃煤,特别是燃煤电厂。“十五”期末,我国发电装机总容量 4.76 亿 kW,其中煤电占 70%。2003 年我国消耗了占全球 31% 的原煤约 16.4 亿 t,其中用于发电的占 48%。预计到 2020 年,二氧化硫和氮氧化物的排放量将分别超过我国环境容量的 30% 和 46%。

我国是《京都议定书》的签约国,2007 年 6 月在德国召开的八国首脑会议上我国面临重大压力,在会前发表了《中国应对环境变化国家方案》,提出了减排二氧化碳的 2010 年具体指标。随着经济发展,以煤炭为主的化石能源消费还将大增,以及面对“后京都议定书”IPCC 提出的 2030 年减排 50% 的指标,我国的减排压力会越来越大。必须争取时间,改善能源消费结构,提

高能源消费效率,加快推进生物质能源的发展进程。

此外,农村作物秸秆的露地焚烧、畜禽粪便对大气和水体的污染、石油基地膜对土壤肥力的伤害,以及农林产品加工业的耗氧性废气废水等都造成了对生态和环境的严重伤害。发展生物质产业可以使之无害化和资源化,既减轻了环境压力,又发展了生产。

3. 为“三农”解困

生物质能源是以农林及其加工生产的有机废弃物,以及利用边际性土地种植的能源植物为原料进行生物能源和生物基产品的产业。生物质原料生产是农业生产的一部分,产品是农业产业链条的延伸,现代生物质产业是传统农业生产的一种拓展和延伸。正如美国在“开发和推进生物基产品和生物能源”的第 13134 号总统执行令中所说的:“美国这些领域的技术进步能在美国乡村给农民、林业者、牧场主和商人带来大量新的、鼓舞人心的商业和雇佣机会;为农林废弃物建立新的市场;给未被充分利用的土地带来经济机会。”“到 2020 年,通过生物基产品和生物能源生产,可以每年为农民增加 200 亿美元的收入。”

世界各国发展生物质产业总是与发展农村经济结合在一起的,这对我国这样一个有 8 亿农民,农业和农村经济还很落后,正在大力推进现代农业和社会主义新农村建设的农业大国具有更加重要的意义。在发展农村经济上,可以延伸生产链条,拓宽生产领域和农民增收渠道;在社会效益上可以推进农村工业化和中小城镇建设,缩小工农和城乡差别;在生态效益上可以通过对农林等有机废弃物或污染物的利用和使之无害化和资源化,推进资源化节约与循环使用,以及缓解农村秸秆、畜禽粪便和石油基地膜的三大污染,改善农村的环境状况,改善农村生活能源的消费水平 and 质量。

发展生物质能源产业将大大推进现代农业和社会主义新农村建设,是“工业反哺农业”“以工促农,以城带乡”的一条有效和可操作的途径。

1.1.2.6 我国生物质发展思路与原则

世界各国在发展生物质产业中,都将同时就有能源代替、改善环境和发展农村经济的三大功能,但各国国情和发展背景不同而侧重点各异,有着与本国相适应的发展方向 and 原则。

根据我国国情并参照国外的经验,在发展我国生物质能源产业上,中国农业大学石元春院士提出了“一矢三的,重在‘三农’;不争粮地,生态先行;多元发展,因地制宜;突出重点,中小为主;资源循环,环境优先”的五项发展思路 and 原则。

1. 一矢三的,重在“三农”

如果将生物产业比作“一矢”,则“三的”是指能源、环境和“三农”三个目标。

美国突出生物乙醇,战略重点在于替代车用燃料和缓解石油需求与进口压力;欧盟产品多元,战略重点是保护环境与替代能源并重;巴西甘蔗乙醇的战略重点是缓解石油进口压力到本国乙醇经济,扩大对外出口。在我国,能源,环境和“三农”的形势十分严峻,对生物能源产业都有急迫需求。

在发达国家,特别像美国和欧盟,能源消费需求及进口依存度高,对环境质量要求的压力大,因而对于石油替代和改善环境质量作为战略重点。而中国、印度和巴西等发展中国家。除能源和环境外,“三农”问题也是本国发展经济的难点和重点,特别是我国再经二三十年,生物质能源可能会占到总能源消费结构中的 10% 左右,而“三农”可以以此为契机,将“以工哺农,以城带乡”落到实处,有利于对于农业的结构调整、现代农业建设、农民增收、发展农村工业和中小城镇、缩小工农和城乡差距以及社会安定和谐。其经济、政治和生态上的深渊影响是不可估量的。

从技术和经济层面上,生物质产业的基点在于原料生产,原料成本占总成本的60%~80%,产品利润空间和市场竞争能力也在很大程度上取决于原料。此外,生物质能源产业的难点也在于原料的生产,必须善于对原料选择与搭配;善于化解原料生产的分散性、季节性和不稳定性。做到稳定而持续的供应;善于与农民合作和利益的分割。必须把生物质能源产业的第一车间建在田间和保证他的有效运行。

2. 不争粮地,生态先行

在生物质能源发展的初期,美国2006年动用了16%的玉米生产乙醇;在欧洲,58%的油菜加工成生物柴油;德国8%耕地种植能源作物;瑞典46%耕地种植能源作物。但是,随着生物质能源生产规模和原料需求的急剧增长,对于耕地和农作物的压力也越来越大。

我国耕地和粮食十分紧缺,人均耕地不到世界平均数的一半,人均粮食低于世界平均水平,粮食安全和严格控制占用耕地是国家的长期战略。这个基本国情决定了我国发展生物质产业不能与农业争粮争地。20世纪末,我国曾发展以陈化粮为原料生产燃料乙醇,这是在当时特殊背景下的一种尝试。从长远考虑,原料应主要为农林有机废弃物和利用边际土地种植能源作物。

在我国近代农业的发展中,由于粗放和掠夺式经营,导致了大面积土地沙化和水土流失,生态修复和抑制继续恶化的任务很重。因此在生物质生产中,必须坚持生态先行原则,特别是阻碍开发边际性土地种植能源作物中,必须以防止水土流失和生态恶化为前提和条件,做好生态保护工程,做到生态生产双赢。

3. 多元发展,因地制宜

由于生物质原料的多元、产品的多种、需求的多样、自然条件的复杂,以及要和发展农村经济的结合,我国发展生物质能源产业必须走原料与产品多元化和因地制宜的道路,例如,南方以木薯和废糖蜜,北方以甜高粱和薯类生产燃料乙醇;丘陵山地的木本油料、棉区的棉子、冬闲地的油菜等生产生物柴油;作物秸秆富集区和林业剩余木富集区发展成型燃料及热电联产;规模化养殖区和工业有机废弃物集中区规模化生产沼气及纯化压缩加工;粮食加工区进行淀粉和生物塑料生产;北方半干旱四大沙漠种植旱生灌木,生态恢复和能源基地共建双赢。全国如此,省、市、县也依其本地资源特点和优势、技术条件和市场情况,因地制宜地进行原料和产品多元化布局与设计。

4. 突出重点,中小为主

与多元发展和因地制宜相呼应的是突出重点和中小为主。从国家到省、市、县,以及企业在因地制宜和多元发展的同时,需要突出主原料与主产品,作为发展重点,并做好本产业内部及相关产业间的综合平衡。以广西壮族自治区为例,同时拥有甘蔗和木薯两种能源作物,甘蔗制糖是广西的支柱产业和我国主要糖产来源,因此生物质能源的主原料不宜定位于甘蔗而在木薯,甘蔗乙醇反作为产品丰缺和价格涨落情况下的调节之用,巴西在这方面取得了成功经验。广西缺煤,但有大量宜林荒山,宜发展能有灌木,以木质成型燃料替代锅炉用煤,供热发电。南宁市民用液化天然气十分紧张,但郊区有许多木薯酒精生产厂,排放大量高COD废液污染环境,可以此废液为原料生产沼气,经纯化压缩后灌装灌输,替代液化天然气。

根据原料的多元、分散和产品需求的多样性,以及合理的原料收集半径和减少原料与产品进入市场的运输成本,加工生产企业应以中小型为主,一头紧靠原料基地,一头尽量接近产品市场。

5. 资源循环,环境优先

资源的循环利用与保护环境是相辅相成和相融一体的。积极开发利用农林加工及城市的有机废弃物,即促进资源循环利用,又有利于减少污染,保护环境。原料生产和加工生产过程中,也要做到资源循环利用和保护环境相辅相成。在利用边际性土地种植能源植物过程中,必须是科学施肥和田间管理,做到(营养)物质与能量的良性循环,才能保持高产和持续发展。在生物质加工过程中产生的大量有机废水废渣,即是污染物,又是资源。每生产 1 t 木薯乙醇,要排放 12 t COD 值达 20 000~30 000 mg/L 的废水,需要消耗大量设备、能量和资金才能达标排放。如果利用其中的有机污染物生产沼气,每生产 1 t 木薯乙醇可联产 0.2~0.3 t 标准煤的热量,替代加工过程中的燃煤需要。

当前在生物乙醇等的加工中,都有不同程度的废水废渣的排放,必须坚持环境优先的原则,将达标排放与资源循环利用结合起来。

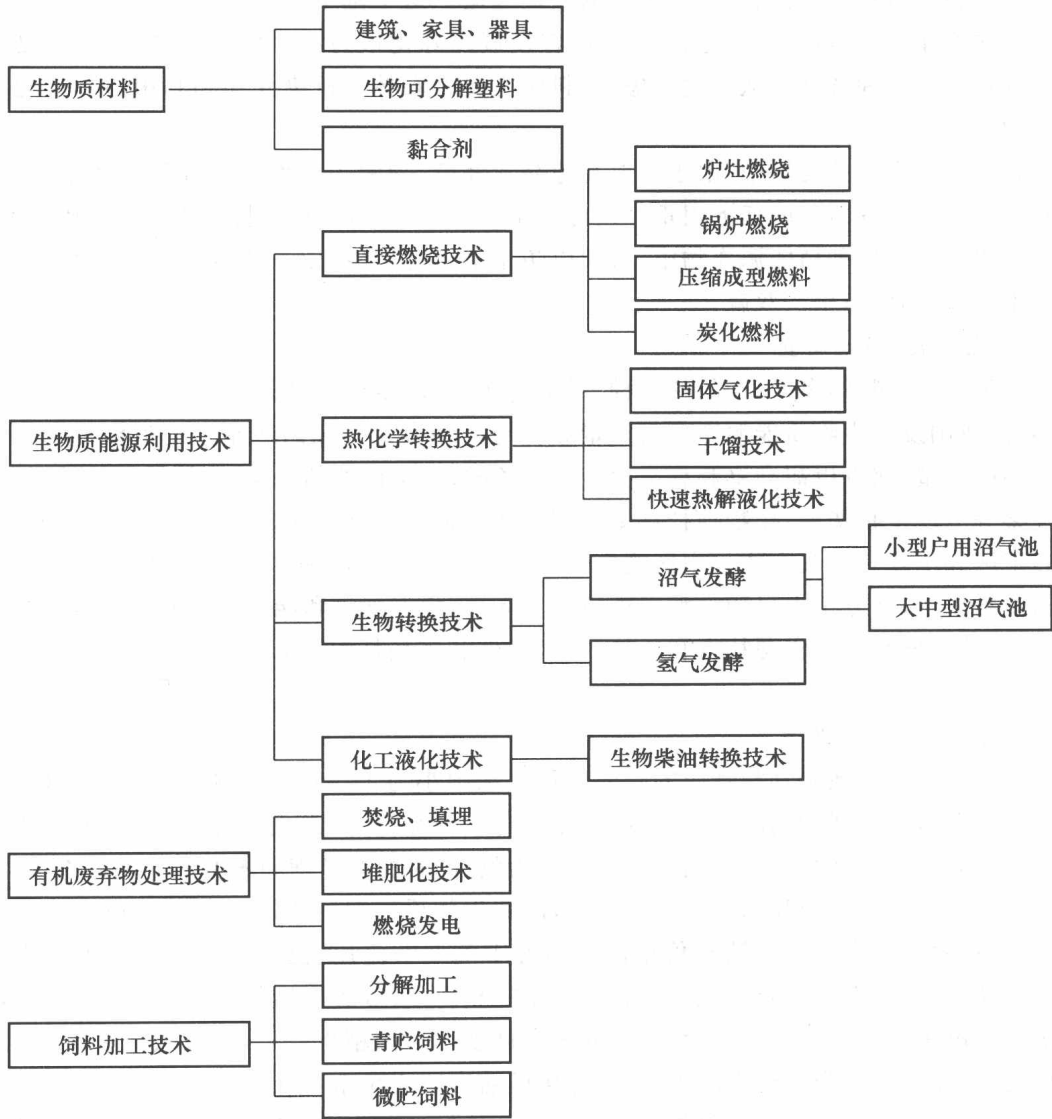


图 1-1 生物质利用技术途径