

The Exploratory Study on Development and Utilization of
the **Biomass Energy** in China

农业经济管理国家重点学科
农业与农村经济发展系列研究

中国生物质能源 开发利用探索性研究

王雅鹏 孙凤莲 丁文斌 吴娟◎著



科学出版社
www.sciencep.com

农业经济管理国家重点学科
农业与农村经济发展系列研究

内 容 简 介

本书在分析生物质能源开发利用的背景和特点、开发利用的机遇和挑战、开发利用对农村经济社会发展的影响的前提下,站在现实需求和可能需求的角度,对生物质能源开发利用的理论基础进行了分析,对国内外生物质能源开发利用的进展进行了评述;然后,在借鉴发达国家生物质能源开发利用的经验、剖析我国生物质能源开发利用的现状和问题、分析我国现有几种主要的生物质能源开发利用方式和已有政策支撑体系的基础上,构建了我国的生物质能源产业发展支撑体系,并对实现和完善这一体系提出了对策与建议;最后,对武汉市的生物质能源产业发展和三峡库区后续发展中的生物质能源林的开发利用进行了典型实证研究,以期对我国的生物质能源开发利用及其产业兴起有所促进和帮助。

本书适合生物质能源开发利用领域的研究人员、相关政府管理部门、高等院校师生以及关注生物质能源开发利用问题的人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国生物质能源开发利用探索性研究 / 王雅鹏等著. —北京: 科学出版社, 2010

(农业与农村经济发展系列研究)

ISBN 978-7-03-028378-8

I. 中… II. 王… III. ①生物能源—能源开发—研究—中国 ②生物能源—综合利用—研究—中国 IV. TK6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 140715 号

责任编辑: 林 剑 / 责任校对: 包志虹

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 7 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2010 年 7 月第一次印刷 印张: 18 插页: 2

印数: 1—2 000 字数: 345 000

定价: 59.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

总 序

农业是国民经济中最重要的产业部门，其经济管理问题错综复杂。农业经济管理学科肩负着研究农业经济管理发展规律并寻求解决方略的责任和使命，在众多的学科中具有相对独立而特殊的作用和地位。

华中农业大学农业经济管理学科是国家重点学科，挂靠在华中农业大学经济管理学院和土地管理学院。长期以来，学科点坚持以学科建设为龙头，以人才培养为根本，以科学研究和服务于农业经济发展为己任，紧紧围绕农民、农业和农村发展中出现的重点、热点和难点问题开展理论与实践研究，21 世纪以来，先后承担完成国家自然科学基金项目 23 项，国家哲学社会科学基金项目 23 项，产出了一大批优秀的研究成果，获得省部级以上优秀科研成果奖励 35 项，丰富了我国农业经济理论，并为农业和农村经济发展作出了贡献。

近年来，学科点加大了资源整合力度，进一步凝练了学科方向，集中围绕“农业经济理论与政策”、“农产品贸易与营销”、“土地资源与经济”和“农业产业与农村发展”等研究领域开展了系统和深入的研究，尤其是将农业经济理论与农民、农业和农村实际紧密联系，开展跨学科交叉研究。依托挂靠在经济管理学院和土地管理学院的国家现代农业柑橘产业技术体系产业经济功能研究室、国家现代农业油菜产业技术体系产业经济功能研究室、国家现代农业大宗蔬菜产业技术体系产业经济功能研究室和国家现代农业食用菌产业技术体系产业经济功能研究室等四个国家现代农业产业技术体系产业

经济功能研究室，形成了较为稳定的产业经济研究团队和研究特色。

为了更好地总结和展示我们在农业经济管理领域的研究成果，出版了这套农业经济管理国家重点学科《农业与农村经济发展系列研究》丛书。丛书当中既包含宏观经济政策分析的研究，也包含产业、企业、市场和区域等微观层面的研究。其中，一部分是国家自然科学基金和国家哲学社会科学基金项目的结题成果，一部分是区域经济或产业发展的研究报告，还有一部分是青年学者的理论探索，每一本著作都倾注了作者的心血。

本丛书的出版，一是希望能为本学科的发展奉献一份绵薄之力；二是希望求教于农业经济管理学科同行，以使本学科的研究更加规范；三是对作者辛勤工作的肯定，同时也是对关心和支持本学科发展的各级领导和同行的感谢。

李崇光
2010年4月

前言

随着经济的快速发展，能源消耗量大幅度增加、石化能源的枯竭及环境污染问题的日趋严重，缓解能源供求矛盾，寻求和开发新的清洁性替代能源被提上了议事日程，使得生物质能源的开发利用应势而生。

生物质能源源于太阳储于生物，是以农林等有机废弃物和利用边际性土地种植的能源植物为原料，以农作物淀粉、油脂为调剂，生产的可再生性清洁能源。现在被广泛开发利用的沼气、燃料乙醇、生物柴油、农作物秸秆气化等都属于生物质能源。

21 世纪以来，我国在能源供求矛盾加剧和能源供给对外依存度日益提高，开发利用水电能、太阳能、风能需要付出大量的成本和代价，农村能源结构变化，以及商品性能源利用比例日益提高的背景下，开始进行生物质能源的开发利用。但是，生物质能源的开发利用是一个跨农业、工业、能源多个部门，事关农民、企业、政府多个利益主体的新产业，当前开发利用中既受到原料供给因素的制约，又受到生产规模及成本因素的制约，同时还受到人们的认识观念和政策、体制方面的制约，要使其能够真正担当起替代石化能源、缓解能源供求矛盾的重任，实现开发利用的最初目标，必须对其开发利用问题进行深入系统的研究，真正建立一个能够支持其开发利用的支撑体系，以推动其健康有序的发展。

本书在分析生物质能源开发利用的背景和特点、开发利用的机遇和挑战、开发利用对农村经济社会发展的影响的前提下，站在现实需求和可能需求的角度，对生物质能源开发利用中的可持续发展理论、循环经济理论、产业结构优化升级理论的基础进行了分析，对国内外生物质能源开发利用的实践进展进行了评述；然后，在借鉴发达国家（如美国、德国、日本等）生物质能源开发利用经验、剖析我国生物质能源开发利用的现状和问题、分析我国现有几种主要的生物质能源开发利用方式和已有的政策支撑体系的基础上，构建了我国生物质能源产业发展的支撑体系，包括政策支持体系、技术支持体系、市场支持体系和组织管理体系，并对实现和完善这个支撑体系提出了对

策与建议；最后，对武汉市的生物质能源产业发展和三峡库区后续发展中生物质能源林的开发利用进行了典型实证研究，以期能对我国的生物质能源开发利用有所促进和帮助。

本书的研究得到了武汉市的资助和支持，得到了湖北省农业厅、宜昌市财政局的帮助。课题调研中武汉市东、西湖区，咸宁市委、市政府，宜昌市点军区、夷陵区、秭归县、兴山县、谷城县及枣阳市的有关部门和领导，都给予了协助。在本项研究实施过程中，与作者合作研究的王宇波博士，作者指导的研究生丁文斌博士、孙凤莲博士、邓玲博士、陈娟博士、吴娟博士、周耀辉硕士、李平硕士等都先后参与了实地调研，有的还在相关杂志和会议上发表了一些论文，孙凤莲博士还把其博士论文的有关章节贡献给了本书。在研究报告成书之际，对各级领导、部门的帮助和支持以及各位所付出的辛劳表示深深的感谢！

本书是一个集体研究成果的结果，王雅鹏对全书结构和章节进行了系统构思及设计，并撰写了第一章和第五章；孙凤莲撰写了第二章、第三章、第四章、第八章，并对全书初稿进行了系统修改；丁文斌撰写了第六章、第九章；吴娟撰写了第七章、第十章，并对全书进行了校对。这里特别要说明的是，这样按章划定撰写人并不完全正确，因为有些章的个别节可能就是课题组其他成员的论文或调研报告，请予以谅解。

从量变到质变、从低级到高级是一切事物发展和变化的规律，对前人成果的继承和发扬才能有所前进。在本项目研究任务完成和本书付梓之际，特别要说明的是：第一，本书吸收了国内同行的一些已有研究成果；第二，本书中有的章节是作者和课题组成员已公开发表论文的节选与修正完善；第三，由于生物质能源的开发利用历史很短，许多问题缺乏实践佐证，许多矛盾和问题还没有暴露，因而我们的研究和认识也很肤浅，仅属于探索性研究。将本书印刷出版，只是希望能为本领域的研究提供一个系统的背景材料，起到奠基铺路作用，绝无哗众取宠之意。只希望能以本书答谢那些支持和帮助过我们的社会各界同仁和朋友，答谢那些其研究成果、观点、方法被我们所吸收和借鉴了的人们。感谢武汉市科技局、武汉市财政局的资助！感谢华中农业大学农业经济管理国家重点学科建设项目的资助！感谢华中农业大学科技处的领导和同志们！希望本书能为我国生物质能源产业的兴起和发展作出点滴贡献，能为华中农业大学农业经济管理国家重点学科的巩固和提升尽绵薄之力。

王雅鹏

2010年3月27日

目 录

总序

前言

第一章 生物质能源开发利用概述	1
第一节 生物质能源开发利用的背景	2
第二节 生物质能源开发利用的特点	9
第三节 生物质能源开发范围	12
第四节 生物质能源开发利用对农村发展的影响	16
第二章 生物质能源开发利用的理论基础	35
第一节 可持续发展理论	35
第二节 循环经济理论	47
第三节 产业结构优化升级理论	57
第三章 生物质能源产业研究进展	62
第一节 国外生物质能源产业的研究进展	63
第二节 国内生物质能源产业的研究进展	65
第三节 进展评述	70
第四章 国外生物质能源开发与利用的概况与经验借鉴	73
第一节 国外生物质能源开发与利用机构与政策	73
第二节 美国的生物质能源开发利用	79
第三节 德国的生物质能源开发利用	83
第四节 日本的生物质能源开发利用	85
第五节 其他国家的生物质能源开发与利用	87
第六节 本章小结与启示	90

第五章 我国生物质能源开发利用现状与政策导向	93
第一节 我国生物质能源开发利用的资源基础	93
第二节 我国发展生物质能源开发利用的动因	100
第三节 我国生物质能源开发利用状况	104
第四节 我国开发与利用生物质能源存在的问题	111
第五节 我国生物质能源开发利用的政策建议	117
第六章 几种主要的生物质能源开发利用方式及状况分析	121
第一节 生物质能源开发利用方式	121
第二节 沼气及其综合利用问题分析	123
第三节 秸秆及其综合利用	127
第四节 生物柴油及其综合开发利用	139
第五节 燃料乙醇及其综合开发利用	153
第六节 能源林的开发利用	155
第七章 生物质能源开发利用的政策法规	160
第一节 国家现有生物质能源开发利用政策法规形成的背景	160
第二节 我国目前颁布的有关生物质能开发利用的政策	162
第三节 地方政府颁发的生物质能开发利用配套政策	172
第八章 我国生物质能源产业支撑体系构建	174
第一节 政策支撑体系	174
第二节 技术支撑体系	179
第三节 市场支撑体系	188
第四节 组织管理体系	192
第九章 武汉市生物质能源产业发展的典型研究	198
第一节 武汉市生物质能源的资源存量	198
第二节 生物质能源开发利用的不同途径及选择	204
第三节 武汉市生物质能源开发利用的政策环境分析	212
第四节 武汉市生物质能源开发利用的市场环境分析	216
第五节 构建武汉市生物质能源开发利用支撑体系的对策建议	227
第十章 三峡库区后续发展中的生物质能源林开发利用的典型研究	232
第一节 三峡库区生物质能源林开发利用概述	232

第二节 三峡库区生物质能源林开发利用的资源概况 237

第三节 生物质能源林树种效益分析及评价 245

第四节 生物质能源林加工厂的效益及评价 253

第五节 生物质能源林开发利用的运营模式 260

主要参考文献 266

第一章 生物质能源开发利用概述

20 世纪 80 年代以来,随着石化能源价格的不断上涨和对资源无节制地开采,使得石化能源地下资源储量迅速下降,能源危机正悄然向我们走来。同时,又因大量使用石化能源还造成了严重的全球性环境问题。据美国能源部和世界能源理事会预测,全球石化类能源的可开采年限分别为石油 39 年、天然气 60 年、煤 211 年,而其分布主要在美国、加拿大、俄罗斯和中东地区(黄天香,2006),使得我国等东亚地区发展中国家倍感能源紧缺。我国自 1993 年由石油净出口国转变为净进口国以来,石油进口量逐年上升,目前对石油进口依存度已超过 1/3,2005 年进口依存度高达 42.9% (杨明,2006),预计 2010 年石油进口依存度达 50% (郭紫纯等,2006),2020 年将超过 60% (林旭,2006)。其中进口石油中约 80% 要通过马六甲海峡,90% 需要外籍油轮运输(陈耕,2004),风险很大。而随着我国经济建设的快速发展,石油消耗还要增大。1991~2004 年,中国的石油消费量从 1.18 亿吨增长到 2.9 亿吨,年均增长幅度达 12% 以上。2002 年中国石油消耗量超过日本,成为仅次于美国的世界第二大石油消费国。面对经济建设快速发展带来的高能耗和我国石油资源的相对匮乏,有专家测算,我国石油稳定供给不会超过 20 年,很可能在我们实现“全面小康”的 2020 年,也就是石油供给丧失平衡的“拐点年”。

面对能源供给的压力,世界各国都在积极寻找石化能源的替代能源,使得可再生能源越来越受到重视。2005 年在北京国际可再生能源大会上,国家主席胡锦涛向大会发来书面致辞,强调加强可再生能源开发利用,是应对日益严重的能源和环境问题的必由之路,也是人类社会实现可持续发展的必由之路。国际社会应该在可再生能源研究开发、技术转让、资金援助等方面加强合作,使可再生能源在人类经济社会发展中发挥更大作用,造福各国人民。

当前,中国经济正在高速增长和持续发展,能源需求和环境保护压力日益增加。如何缓解压力、寻求新的能源、实现经济效益和生态效益双赢是全社会都在思考的问题。生物质能源作为一种新能源,有着广阔的开发利用前景,对缓解经济发展中的能源压力、延缓石化能源危机的到来,有着十分重要的意义。我们应该认真分析、研究其开发利用的现状和问题、理论基础、对农村经济社会的

影响，以及有效途径，真正建立必要的开发利用的支撑保护体系，支持生物质能源发展。

第一节 生物质能源开发利用的背景

一、能源危机是一个不可回避的事实

能源是人类社会进步和工商业文明程度得以提升的动力，从地球诞生之日、人类起源之时，能源就开始为万物的生长、生命的繁衍提供了必要的保证。然而，随着人口的增加和工商业文明程度的提高，不可再生性的石化能源消耗量越来越大，能源危机问题接踵而来（表 1-1）。

表 1-1 不可再生能源占全球能耗比例及可用年限

能源种类		占全球能耗的比例/%	可使用时间/年
化石能源	煤	25.0	220
	石油	32.0	40
	天然气	17.0	60
核能（裂变）		4.0	260
总 和		78.0	

资料来源：张无敌等，2000

（一）煤炭资源储量有限

新中国成立以来，中国的能耗以年均 8.25% 的速率增长。由统计数据外推，如果我们维持历史惯性，至 2010 年，我们需要的一次能源约为 30 亿吨标准煤，最高为 40 亿吨标准煤，最低不少于 20 亿吨标准煤；到 2020 年可能需要 60 亿吨标准煤，最高为 80 亿吨标准煤，最低不少于 40 亿吨标准煤。根据最新统计，中国探明可利用的煤炭总储量接近 1900 亿吨，人均煤炭储量 17.36 吨，以 2003 年 17.36 亿吨的煤炭产量除以 40% 的煤矿资源回收率计算，每年所耗储量为 50 亿吨，1900 亿吨可利用储量也支撑不到 40 年。

（二）石油供求形势日益严峻

1982 年以后，中国石油消费维持着平均每年 5.6% 的增长速度，至 2003 年中国消费石油达到 27 126.09 万吨。如果按此惯性，到 2020 年我们的石油消费将是 2004 年的 2.38 倍，达到 10 亿吨标准煤，而 2003 年中国地质科学院《矿产资源与中国经济发展》报告警告：中国油气资源的现有储量将不足 10 年消费，最终可采储量勉强可维持 30 年消费，因此，中国石油消费的对外依存度大幅度提

高。1985 年我国石油出口占消费的 39.6%，而进口微不足道；到 2003 年，石油进口量占消费需求量的 48.62%，出口量则下降到消费量的 9.37%，石油供求形势日益严峻。

（三）水电开发代价太高

根据中国水电工程顾问集团公司网站提供的信息及中国水力资源复查结果，中国水力资源理论蕴藏量在 1 万千瓦及以上河流的年可发电量为 60 829 亿千瓦时，单站装机容量 500 千瓦及以上水电站的技术可开发装机容量为 54 164 万千瓦，年发电量为 24 740 亿千瓦时，其中经济可开发水电站装机容量为 40 179 万千瓦，年发电量为 17 534 亿千瓦时，分别占技术可再开发装机容量的年发电量的 74.2% 和 70.9%。而中国的水能资源高度集中于藏东、川西高山峡谷地区，地质活动强烈，地震、泥石流、滑坡、塌方、雪崩、飞石和洪水频繁。此地水能资源开发利用一方面要承担巨大的地质突变风险；另一方面 2003 中国发电总额为 19 105.75 亿千瓦时，其中水电为 2836.81 亿千瓦时，即使我们把经济可开发水电站全都建起来，新增的年发电量也仅为 2003 年一次能源消耗的 36.3%，在年均 8.25% 的能源需求增长率面前，可以说是杯水车薪，而且所付出的地质资源、生态资源、民族文化资源成本代价太高。

（四）风能、太阳能望梅止渴

中国气象局在 20 世纪 90 年代，根据中国 900 多个气象台站实测资料，做出了多年平均风能密度分布图，首次完整、细致地估算出中国地面 10 米高度层上的风能资源总储量为 32.26 亿千瓦，可开发量为 2.53 亿千瓦。但是，风能的开发利用并不容易，截至 2004 年中国风电装机容量仅 76.4 万千瓦，仅占中国电网装机容量的 0.17%。根据国家发展和改革委员会能源局计划，到 2010 年，中国风电装机容量也只能达到 400 万千瓦，仅占中国电网装机总容量的一个零头。中国太阳能资源丰富，中国气象局风能太阳能资源评估中心提供的数据显示，总储量为 1.47×10^8 亿千瓦时/年，相当于 2.4 万亿吨标准煤，但太阳能的开发利用目前却微乎其微，2006 年 12 月 22 日中国新能源网上刊登的清华大学核能与新能源技术研究院关于《促进可再生能源大规模发展战略与政策》报告显示，即使到 2050 年，太阳能发电的装机容量也仅为 2 亿千瓦，其所发电量也不足 2003 年中国发电总量 19 105.75 亿千瓦时的一半。可以说，依靠以上能源解决中国能源供求矛盾只能是望梅止渴。

（五）节约能源动力不足

面临能源供给紧缺与危机，人们自然而然地会想到有效地节约能源，把单位

国内生产总值（GDP）的能耗降下来。但是，实际上目前在政策层面和经济层面都缺乏引导大家节约能源的动力。在政策层面上，我们以出口退税政策来鼓励企业对电解铝、钢铁等高能耗产品出口，这实际上是等于用中国紧张的能源和脆弱的生态环境为发达国家生产它们需要而又不愿生产的产品。在经济层面上，我们的石化能源价格普遍偏低，比生物质清洁能源价格低很多，这实际上等于鼓励企业和个人选择价格较低的一次性能源和化石能源，使得节能缺乏有效的动力支持。

二、开发利用生物质能源是历史的必然选择

生物质能源源于太阳储于生物，是以农林等有机废弃物和利用边际性土地种植的能源植物为原料，以农作物淀粉、油脂为调剂，所生产的可再生性清洁能源。现在被广泛使用的沼气、秸秆气化、燃料乙醇和生物柴油，都属于生物质能源。在石化能源供应日益紧缺，水电能、太阳能、风能开发利用需要付出大量的成本和代价，中国经济整体实力（人均 GDP1700 美元）还无法支撑大量开发利用水电能、风能、太阳能的历史背景下，选择开发利用生物质能源就成为历史的必然。

（一）中国生物质能源资源丰富、开发利用前景广阔

沼气是把有机废弃物通过微生物分解转化的一种具有较高热值的气体，是生物质能开发利用的重要组成部分。据统计，自 2000 年农业部提出以沼气为纽带的“生态家园富民计划”以来，各级政府对农村的沼气建设投入力度加大，沼气发展速度加快。2001~2006 年，中央累计投入 60 多亿元，直接支持农村建设户用沼气池 600 多万口，并引导各地自发建设农村沼气池，已形成了新增农村户用沼气池 200 多万口的发展势头。同时，支持建设集约化畜禽养殖场大中型沼气工程近 200 多处，使沼气产业化、商品化开始起步。截至 2005 年年底，全国已推广应用农村户用沼气池 1807 万户，年生产沼气 70 多亿立方米；建成养殖场大中型沼气工程 3556 处，年处理畜禽粪便 8710 万吨。农村沼气建设潜力巨大，畜禽粪便、农作物秸秆、生活垃圾都是沼气生产的原料。据统计，中国目前每年养殖出栏猪 7 亿多头，蛋、肉鸡 85 亿只，其粪便排放量高达 32 亿吨；每年的农作物秸秆产量为 6.5 亿吨，农村每天产生的生活垃圾为 100 多万吨；有各类分散养殖而能为沼气生产提供原料保证、适宜发展的沼气的农户 1.46 亿（生猪分散养殖户 1.07 亿户，奶牛、肉牛分散养殖户 0.18 亿户，蛋、肉鸡分散养殖户 1.17 亿户，羊分散养殖户 0.28 亿户，役畜分散养殖户 0.22 万户），有猪、牛、鸡规模化养殖场 240 万处（其中养猪年出栏 500~3000 头以上规模的 6.5 万处，年出栏 3000 头以上规模的 9000 处）。粪便、生活垃圾通过资源化、无害化和清洁化

的集中处理，秸秆通过粉碎、添加生物菌剂都可以作为沼气的原料。但目前已建成沼气池的农户只占适宜建沼气池的农户的 12.4%，规模养殖场建沼气池的仅有 1/600，沼气还有很大的发展空间。

燃料乙醇是利用化学方法把玉米、木薯、甜高粱等加工转化而成的液体燃料，一般采用水解法把生物质中的纤维素、半纤维素转化为多糖，然后再利用生物技术发酵成为乙醇。“十五”期间中国在部分地区试点推广燃料乙醇，取得了良好的社会效益和生态环境效益，液体生物燃料产业已取得了阶段性的发展，从 21 世纪初国务院决定在吉林、安徽、河南等 4 省以陈化粮为原料进行燃料乙醇生产开始，历经 5 年，到 2005 年燃料乙醇产量已经达到 102 万吨。2006 年国家财政开始对燃料乙醇生产企业给予每吨乙醇 1373 元的补贴，更进一步拉动了其发展。据统计，中国可以作为能源等专业植物种植的土地约 1 亿公顷，可人工造林的土地 311.1 万公顷，按 20% 的可用作种植能源植物的土地被利用计算，每年可生产 10 亿吨生物质能原料；如果把其中 20% 的土地用于能源作物木薯、甜高粱的种植，并用于生产燃料乙醇和生物柴油，每年约可生产乙醇、生物柴油 1 亿吨，相当于两个大庆油田的产量。

生物柴油素有“绿色柴油”之称，其概念由德国工程师鲁道夫于 1895 年提出，是指以动植物油脂为原料，与甲醇和乙醇类植物经过交脂化反应改性，转换成的长链脂肪酸甲酯。生物柴油是一种可以单独或以任何比例与柴油混合使用的燃料，它完全符合柴油的理化指标，是清洁的可再生能源和石油、柴油的代用品。使用生物柴油，柴油机不需做任何改动或零部件更换。生物柴油可以直接作为汽油的添加剂使用，且燃烧充分、污染少、闪点低，有利于安全运输和储存。由于生物柴油燃烧充分，普通柴油机使用可以节油 15% ~ 30%；并且原料来源广，各种动植物油脂都可以做原料，目前发展速度很快。2006 年以来，上海、福建、江苏、安徽、重庆、新疆、贵州、湖北等都陆续立项投入生物柴油加工生产。例如，武汉中国农业科学院油料作物研究所年生产 2000 吨的中试线、华中农业大学年生产 200 吨的一步法中试线都于 2006 年底开始投产；安徽国风生物能源有限公司的 60 万吨/年生物柴油（一期 5 万吨/年生产线已于 2006 年 11 月投产）、南京清江生物能源科技有限公司的 75 万吨/年生物柴油、江苏省的 3 个 20 万吨/年生物柴油项目都已启动。据不完全统计，目前全国大大小小的生物柴油投资项目已有近百个，在建、拟建项目总产能超过了 300 万吨/年。制备生物柴油的原料很多，但目前最主要的原料是油菜籽。我国黄淮海河流域、西北、东北等广大地区都适宜种植油菜，仅长江流域和黄淮地区适宜种植油菜的冬闲地就有 3 亿亩以上，生物柴油发展原料丰富。全国 1998 年油菜种植面积 6475 千公顷，2003 年达到 7221 千公顷，增长 11.5%。长江中游的湖北省 1998 年油菜种植面积 886 千公顷，2003 年达到 1250 千公顷，增长 40.1%。2004 年油菜种植面

积 1178 千公顷，亩产 123.47 千克，总产达到 220 万吨，已成为全国名副其实的油菜生产大省。

(二) 开发利用生物质能源，有利于生态环境的保护

大量使用煤炭、石油、薪柴等一次性能源，不仅造成了能源危机，更重要的是破坏了生态环境，温室气体效应、二氧化碳过量排放、二氧化硫过量排放和酸雨等问题接踵而来。中国气象局网站公布的各城市 1951 ~ 2000 年平均气温，无一例外都表现为上升态势。中国气象局发布的《2006 年中国气候公报》显示，2006 年是 1951 年以来最暖的一年。世界气象组织把 2006 年命名为“全球有记录以来的第六个暖年”。英国政府目前公布的一份 700 页的报告指出，现在情况远比制定《京都议定书》时的预期严重，如果温室气体的排放按目前的速度增长，海平面升高引发的洪水可能使 1 亿人被迫离开家园，冰川消融可能导致全球 1/6 的人口缺水，而干旱可能造成数千万的“气候难民”。今后两个世纪内全球为此付出的成本将达 GDP 的 5% ~ 20%（《上海证券报》2007 年 1 月 31 日）。2007 年 2 月 2 日，联合国发布了政府间气候变化专门委员会（IPCC）的一份由 130 多个国家和地区的 500 名专家历时 3 年形成的报告警告：目前地球上产生温室效应的气体比过去 1 万年中任何一段时期都高，大气中二氧化碳的含量比过去 65 万年中任何时候都高，比工业革命前高了 35%。对于过去 50 年来的全球暖化现象，人类活动要负 90% 的责任。一般来说气温只要上升 2 摄氏度就会对全球环境造成伤害，除了冰雪融化、生物灭绝，上升的海平面更会淹没许多岛国或临海的土地，让无数人无家可归，而中国和澳大利亚则会面临严重缺水的问题（表 1-2）。

表 1-2 全球生态环境恶化的具体表现

项 目	恶化表现
土地沙漠化	10 公顷/分
森林消失	21 公顷/分
草地减少	25 公顷/分
耕地减少	40 公顷/分
物种灭绝	2 个/时
土壤流失	300 万吨/时
二氧化碳排放	1500 万吨/天
垃圾产生	2700 万吨/天
由于环境污染造成死亡人数	10 万人/天
各类废水或污水排放速度	60 000 亿吨/年
各种自然灾害造成的损失	1200 亿美元/年

资料来源：张无敌等，2000

相关统计显示,世界能源消耗的32%来自石油,25%来自煤炭,17%来自天然气,5%来自核能,14%来自各种生物质能。而中国1998年的能源消费构成中煤炭占71.6%,石油占19.8%,天然气占2.1%,其他生物质能占6.5%。与世界相比,中国是个以消耗煤炭为主的国家。煤炭燃料除排放大量的二氧化碳外(中国二氧化碳的排放量已由1980年为美国的30.6%上升到2004年的为美国的79.6%,已成为超过欧洲仅次于美国的全球第二大排放源),还排放大量的二氧化硫,据吴辉2003年对京西北电力走廊,鄂尔多斯盆地,陕北榆林、乌海,甘肃河西走廊,新疆的考察证明,华北地区的荒漠化根源于燃煤发电排放的二氧化硫,它造成大面积的植被死亡、生态环境退化、蓄水能力下降。燃煤发电是山西、内蒙古生态退化的罪魁祸首,是北京沙尘暴的主要原因(王卉,2000)。2006年8月3日国家环境保护总局表示,2005年全国二氧化硫排放总量高达2549万吨,居世界第一位,比2000年增加27%。有关研究表明,中国每排放1吨二氧化硫所造成的经济损失为2万元,这就意味着2005年中国因二氧化硫排放造成的经济损失为5098亿元(新华社2006年8月4日)。

生物质能属于清洁能源,大大减轻了人类使用能源造成的环境危害。沼气是有机物在厌氧条件下经微生物分解、发酵而生成的一种可燃气体,其主要可燃成分是甲烷,含热值约为21 520千焦/立方米,燃烧时对环境污染小。农村使用沼气炊事,减轻了室内空气污染和眼疾、肺病、煤烟型地氟病的发生率。推广以沼气为纽带的秸秆气化集中供气、一池三改(沼气池,改厨、改厕、改圈)生态家园、生物链循环经济3种农村清洁能源开发利用模式,将人畜粪便和生活污水归入沼气池内发酵生产沼气,有效地抑制了蚊蝇孳生,基本杀死了人畜粪便的病菌和某些寄生虫卵,已成为农村防控血吸虫病、猪链球菌病等疾病、疫病的有效措施。同时,一口沼气池的建成,可以使一户农民在一年内炊事免烧薪柴3000千克,相当于保护了3~4亩森林的年生长量,为广大山区封山育林提供了根本保证,有利于生态环境的恢复。再则沼气的使用,从根本上改变了农村的“脏、乱、差”状况,成为推动社会主义新农村建设、实现村容整洁的重要手段。生物柴油和燃料乙醇氧含量高,燃烧充分,直接燃烧,减少了尾气和黑烟的排放,二氧化碳排放比柴油减少10%,可使二氧化硫和硫化物的排放减少30%(有催化剂时可减少70%);生物柴油中不含对环境造成污染的芳香族烷烃,因而对人体的损害很小;大量使用生物柴油,可使空气毒性降低90%,人的患癌率降低94%;由于生物柴油燃烧时排放的二氧化碳远低于该植物生长过程中所吸收的二氧化碳,可以实现二氧化碳的平衡,从而改善了由于二氧化碳大量排放导致的气候变暖这一对人类有害的重大环境问题,有利于环境保护。

(三) 开发利用生物质能源经济效益良好

生物质能源开发利用不仅具有良好的生态环境效益,还具有很好的经济社会