

Biofuels and
Sustainable
Development

史济春 曹湘洪 主编

生物燃料与可持续发展

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

Biofuels and Sustainable Development

史济春 曹湘洪 主编

生物燃料与可持续发展

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

内 容 提 要

本书以燃料乙醇和生物柴油为重点,阐述了其资源状况、主要生产技术、国内外推广应用、发展趋势以及与可持续发展的密切联系,简要介绍了其他生物燃料的发展应用情况,力图使读者对生物燃料有一个较为全面清晰的认识;能进一步促进我国生物燃料的发展和使用、能源替代战略的实施、碳资源的开发应用和节能减排目标的实现。

本书集科普性与实用性于一体,内容翔实,可供生物燃料领域的工程技术人员、研究开发人员以及政府和企业管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物燃料与可持续发展/曹湘洪,史济春主编.

—北京:中国石化出版社,2007

ISBN 978-7-80229-446-2

I. 生… II. ①曹…②史… III. 生物能源—燃料—可持续发展—研究

IV. TK6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155311 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

七星工作室排版

河南省亚星印务有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

720×1000 毫米 16 开本 31 印张 552 千字

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

定价:75.00 元

《生物燃料与可持续发展》

编委会

- 主 编** 史济春 河南省人民政府副省长
曹湘洪 中国石化股份公司总工程师、中国工程院院士
- 执行主编** 张以祥 河南省人大常委会副主任
张大卫 河南省人民政府副省长
闵恩泽 中国科学院院士、中国工程院院士
金 涌 清华大学化工科学与技术研究院院长、中国工程院院士
官春云 湖南农业大学油菜育种中心教授、中国工程院院士
- 副 主 编** 王春生 河南省人民政府副秘书长
张维宁 河南省发展和改革委员会副主任
乔映宾 中国石化科技委专家咨询委员会炼化咨询中心副主任、教授级高级工程师
王子康 中国石化出版社社长
任文杰 河南省发展和改革委员会运行协调处处长
刘德华 清华大学化学工程系教授、博士生导师
- 编委成员** 蒋福康 中国石化股份公司石科院原副总工程师、教授级高级工程师
张永光 中国石化股份公司石科院燃料油产品及添加剂研究室主任、教授级高级工程师
杨国勋 中国石化股份公司石科院教授级高级工程师
张国生 中国石化集团经济技术研究院副总工程师、教授级高级工程师
王建昕 清华大学汽车工程系教授、博士生导师
陈大红 河南省发展和改革委员会运行协调处经济师
胡炳镛 中国石化科技委专家咨询委员会教授级

高级工程师

韩钟淇 中国石化科技委专家咨询委员会教授级
高级工程师

覃伟中 中国石化发展计划部副主任、新能源办公
室主任、高级工程师

张晓阳 河南天冠集团公司总经理、高级经济师

田中山 中国石化股份公司河南石油分公司经理、
高级会计师

杜风光 河南天冠集团公司总工程师、高级工程师

孔宪章 河南天冠集团燃料乙醇有限公司副总经
理、高级工程师

杜 伟 清华大学化学工程系博士

华 炜 中国石化股份公司北京燕山分公司副总经
理、总工程师

杜泽学 中国石化股份公司石科院基础研究室副
主任、博士

江茂修 中国石化股份公司石科院情报室高级工
程师

吴苏喜 长沙理工大学生物与食品工程学院教授、
博士

肖弥彰 中国科学院广州能源研究所副研究员、
博士

赵振辉 中国石化股份公司洛阳分公司副经理、
教授级高级工程师

焦德才 中国石化股份公司河南石油分公司副经理、
高级经济师

王晓凌 河南科技大学农学院生物科学与生态系
博士

杨浚英 中国石化销售有限公司业务处副处长

王力健 中国石化出版社副总编

白素萍 中国石化出版社副编审



能源是人类赖以生存的物质基础,也是衡量社会文明进步的标志之一。生物质是由植物的光合作用固定于地球上的太阳能,它是人类最早利用的能源,伴随着人类度过了漫长的原始采猎文明和农业文明。随着工业文明的到来,化石能源占据了主要地位,为人类社会带来了巨大变革,但是也在短短数百年的时间里大大消耗了地球数十亿年间积累的能源财富,能源短缺是当今世界必须面对的严峻现实问题。

2006年,我国进口原油1.45亿吨,石油的对外依存度超过43%。目前我国的能源消费已占世界总量的15.6%,煤炭消耗为世界第一,石油消费居世界第二。越来越凸显的能源、环境和发展的矛盾使我们不得不反思传统的发展模式。《国民经济和社会发展的第十一个五年规划》将节约资源作为基本国策,要求以科学发展观统领经济社会发展全局,大力发展循环经济,加快建设资源节约型、环境友好型社会,稳步发展石油替代产品,加快发展风能、太阳能、生物质能等可再生能源,构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系。这种既满足当代人的需求又不危及后代需求的发展理念集中体现了人与自然和谐发展的古老向往。

随着生活水平的提高,人均能源消费量也不断提高。我国人均化石资源占有量远低于世界平均水平,13亿人要实现全面建设小康社会的宏伟目标,未来相当长的时间内能源消费需求还将快速增长,能源的对外依存度还将进一步提高。能源的永续利用是经济社会可持续发展的动力源泉,立足国内寻找可再生的替代能源事关国家的长治久安。2006年1月1日,《中华人民共和国可再生能源法》正式施行,以国家法律的形式支持可再生能源开发利用的科学技术研究、应用示范和产业化发展,可再生能源即将迎来一个新的发展高潮。



生物燃料取自可再生的生物质资源,在生产、消费、再生产的过程中保持碳的平衡。大力发展生物燃料在改善大气环境和能源结构的同时,还有利于调整农业种植结构,提高农民收入,是发展循环经济、建设环境友好型社会的积极实践。燃料乙醇是生物燃料家族的重要成员,在国家的积极推动下,车用乙醇汽油已成功在我国的部分地区全面推广,占据了全国四分之一的汽油市场份额,给生物燃料的大面积推广应用创造了一个良好的开端。生物柴油因原料资源多样、无硫环保、安全便捷、可进行生物降解,已成为国内外新能源的开发热点。本书顺应国际社会生物质能源的发展潮流,结合我国未来发展趋势,以车用生物燃料为主题,集国内从事生物质能源研究、开发、应用的知名学者、专家的智慧,全面介绍了国内外生物燃料的发展动态、技术开发与应用,阐述了生物质能源发展与环境保护、国家能源安全和农业产业结构调整密切关系和政策取向,是继《燃料乙醇与车用乙醇汽油》之后,供大专院校、科研单位和从事生物质能源生产发展、推广使用、政策研究的生、科技人员、管理工作者的参考书,也是各级政府组织推广使用生物质能源的培训教材。我希望《生物燃料与可持续发展》一书的出版能为我国生物质能源的发展使用开拓更为广泛的空间。

王明芳

前言

燃料与我们每个人的生活息息相关,然而,化石燃料的过度消耗所带来的资源枯竭和环境污染问题也悄然而至。近年来,石油价格屡创新高,不断考验人们的承受能力;温室气体排放造成的气候变暖引起国际社会的高度关注,构筑可持续发展的能源供应体系成为各国的共识。

生物燃料具有环境友好和可再生性等特点,在满足未来社会能源需求中扮演重要角色,同时在推动国民经济可持续发展中将发挥重要作用。作为践行科学发展观的重大战略举措,“十五”期间,在国家有关部门和地方政府的共同努力下,我国部分省市成功开展了车用乙醇汽油扩大试点工作,以生物燃料乙醇为代表的生物质液体燃料得到了长足发展。其间形成燃料乙醇年生产能力 102 万吨,年可混配乙醇汽油 1020 万吨,车用乙醇汽油的消费量占全国汽油消费量的 25%。燃料乙醇和车用乙醇汽油在我国部分省市的成功应用和生物柴油快速发展,使我国成为继巴西、美国之后的第三大车用生物燃料生产和消费国。

通过试点证明,在我国推广车用乙醇汽油技术上可行,在现有政策环境下,具有一定经济性,拉动农业、保护环境、替代能源初见成效,社会效益显著;而且,对于缓解石油短缺,推进新农村建设和解决“三农”问题有重要的意义。

为促进可再生能源的开发利用,实现能源供应的多元化,2007 年 8 月,国家发展和改革委员会公布了《可再生能源中长期发展规划》。提出重视未来发展前景良好的生物液体燃料,到 2010 年增加非粮燃料乙醇年利用量 200 万吨,生物柴油年利用量达到 20 万吨。到 2020 年,生物燃料乙醇年利用量达到 1000 万吨,生物柴油年利用达到 200 万吨,总计年替代约 1000 万吨成品油。可以预测,今后 10 年将是我国生物燃料大发展的机遇期。



为了适应我国生物燃料持续快速健康发展的需求,按照国家发展和改革委员会的要求,河南省和中国石化集团公司组织国内从事生物燃料研究开发、生产应用方面的知名专家,共同编写了《生物燃料与可持续发展》。本书以燃料乙醇和生物柴油为重点,阐述了其资源状况、主要生产技术、国内外推广应用、发展趋势以及可持续发展的密切联系,简要介绍了其他生物燃料的发展应用情况,力图使读者对生物燃料有一个较为全面清晰的认识。本书是河南省推广使用车用乙醇汽油联席办公会议办公室继《燃料乙醇与车用乙醇汽油》之后推出的又一本集研究与应用于一体的专著,希望本书的出版能为我国生物燃料的发展和利用、能源替代战略的实施、碳资源的开发应用和节能减排目标的实现作出应有贡献。

本书在编写过程中,得到了清华大学、湖南农业大学、国家发展和改革委员会工业司和河南天冠集团的大力支持。曹湘洪总工程师、院士和闵恩泽院士对本书的策划、撰写和编审给予了精心指导。参与编写的全体人员以科学严谨、求真务实的态度分工协作,历时两年,先后经过四次大的修改和会审,数易其稿,汇集了国内外生物燃料研究开发的新成果,是国内外从事生物燃料开发应用工作者的智慧结晶。

按照编委会的要求,第一章绪论由乔映宾、韩钟淇、胡炳镛撰写,第二章生物燃料与国家能源安全由江茂修撰写,第三章生物燃料与农业产业结构调整由肖弥彰、王晓凌撰写,第四章生物燃料与环境保护由刘德华、杜伟撰写,第五章生物质资源由吴苏喜撰写,第六章生物液体燃料法规政策由张国生撰写,第七章燃料乙醇由杜风光、陈大红、孔宪章撰写,第八章车用乙醇汽



油由张永光、任文杰撰写,第九章生物柴油由杜泽学、王国渊撰写,第十章沼气和生物质颗粒成型燃料由刘德华、杜伟撰写,第十一章生物燃料在汽车及动力机械上的应用技术由王建昕、杨国勋撰写,第十二章生物燃料的发展现状与前景由蒋福康、张维宁撰写;官春云院士对第三章和第五章进行了审稿,曹湘洪、金涌、蒋福康、杨国勋等人对全书进行了统稿,全书由史济春、曹湘洪、闵恩泽、张大卫审定。在此,我们对为本书出版付出心血和作出贡献的同志表示衷心的感谢!

当今,生物燃料发展迅猛,科研成果层出不穷,本书还会有许多不完善和不尽人意之处,希望广大读者批评指正。

目录

第一章 绪论

第一节 引言	2
第二节 生物燃料概述	4
一、发展前景	4
二、国内外发展现状	6
第三节 生物燃料与资源可持续发展	10
一、生物燃料与生态环境	10
二、生物燃料与化石燃料	11
三、生物燃料的科学评估	11
第四节 国家政策引导生物燃料产业健康发展	12
一、发布国家《可再生能源中长期发展规划》	12
二、制定行业准入标准	12
三、制定配套的激励政策	12
四、加大科研开发投入力度	13
五、加强组织领导和宣传教育工作	13

第二章 生物燃料与国家能源安全

第一节 国家能源安全概念的提出及其内容	16
第二节 可持续发展理念下的能源安全战略	18
一、能源是产业经济可持续发展的支撑	18
二、发展可再生能源是能源安全战略必然选择	19
三、我国新型工业化道路的能源战略	20



第三节 确保石油供应安全是我国能源安全的核心任务	22
第四节 我国能源结构调整	23
一、我国油气资源供应现状与前景	23
二、我国能源结构现状及发展方向	26
第五节 发展生物燃料的重要意义及各国发展战略 ...	29
第六节 生物燃料前景展望	30

第三章 生物燃料与农业产业结构调整

第一节 发展生物燃料有利于推动农业产业结构调整	34
一、我国目前农业产业化结构现状	34
二、我国具有发展能源农业的潜力和条件	36
第二节 发展生物燃料对农业产业结构调整的影响 ...	37
第三节 国内外与生物燃料有关的农业产业结构调整情况	38
第四节 我国农业产业结构适应生物燃料发展的调整举措	45
一、根据生物燃料生产原料需求调整农业产业结构	45
二、发展生物燃料是当前提高综合效益的有效途径	46
三、正确处理好粮食安全和能源安全的关系	47
四、能源作物培育及种植推广计划	48



第四章 生物燃料与环境保护

第一节 机动车排气污染对环境的危害	54
一、机动车排气污染的特点	54
二、机动车排气污染的来源	55
三、解决机动车污染的主要方法	55
第二节 车用乙醇汽油与环境保护	57
一、车用乙醇汽油与尾气排放	57
二、车用乙醇汽油对尾气排放的影响	58
三、燃料乙醇生产过程的环境影响	64
第三节 生物柴油与环境保护	67
一、生物柴油与尾气排放	67
二、生物柴油对尾气排放的影响	68
三、生物柴油生产过程的环境影响	76

第五章 生物质资源

第一节 生物质能的物质基础	79
一、生物质能资源类型	79
二、生物质能的特点	80
三、生物质的化学组成和理化性质	80
四、生物质燃料的热值	86
第二节 纤维素类生物质资源量的估算方法	87
一、农作物秸秆资源量估算	87
二、薪柴资源量估算	88



三、草资源量估算·····	89
四、人畜粪便资源估算·····	89
第三节 燃料乙醇原料资源·····	90
一、糖类作物·····	90
二、淀粉类作物·····	97
三、纤维素类生物质资源·····	100
第四节 生物柴油原料资源·····	113
一、草本植物油脂资源·····	113
二、木本植物油脂资源·····	120
三、烃类能源植物·····	123
四、动物油脂资源·····	126
五、餐饮废弃油脂资源·····	127
 第六章 生物液体燃料法规政策	
第一节 生物燃料的发展与政府的支持·····	130
第二节 美国推广使用生物燃料采取的扶持政策·····	131
一、“空气清净法”推动·····	131
二、美国对汽油调合商的相关财税扶持政策·····	132
第三节 各国政府推广生物燃料采用和推出的相关法规·····	139
一、立法将有助于生物燃料的推广与使用·····	139
二、各国推广生物燃料的法规介绍·····	139



第七章 燃料乙醇

第一节 乙醇的性质及应用	156
一、物理性质	156
二、化学性质	158
三、乙醇作为燃料的应用	160
四、乙醇和汽油的比较	161
五、乙醇和柴油的比较	169
第二节 燃料乙醇发展的历史过程	175
一、巴西燃料乙醇发展历程	175
二、美国燃料乙醇发展历程	177
三、欧盟燃料乙醇发展历程	178
四、印度燃料乙醇发展历程	179
第三节 国内燃料乙醇生产技术概述及能效评价	180
一、我国酒精行业的基本状况	180
二、国内燃料乙醇生产技术概述	181
三、燃料乙醇生态系统分析结构模型	186
四、微观尺度的循环经济模式	187
五、宏观尺度的循环经济模式	192
六、不同原料生产燃料乙醇的能量收益	194
第四节 燃料乙醇的原料供应、技术、市场分析	207
一、原料的多样化发展趋势及技术发展对原料组成的影响	207
二、燃料乙醇的国内外技术进展	225
三、国际国内市场现状分析	228



第八章 车用乙醇汽油

第一节 车用乙醇汽油概述	238
一、车用乙醇汽油的定义	239
二、车用乙醇汽油的理化性质	240
三、车用乙醇汽油及相关标准	240
四、应用车用乙醇汽油的注意事项	241
第二节 国内外车用乙醇汽油的研究开发	243
一、车用乙醇汽油可行性研究	243
二、车用乙醇汽油可行性研究结论	254
三、车用乙醇汽油与普通无铅汽油对比试验	254
第三节 车用乙醇汽油的生产与储运	255
一、变性燃料乙醇的生产与储运	255
二、车用乙醇汽油调合组分油的生产与储运	258
三、车用乙醇汽油的混配、储运及销售	261

第九章 生物柴油

第一节 生物柴油概述	267
第二节 国内外生物柴油发展现状	269
一、国外生物柴油的发展现状	269
二、国内生物柴油的发展现状	271
第三节 生物柴油原料的加工	272
一、生物柴油发展的关键是原料	272
二、植物油的制备与精制	274



三、动物油脂的制备与精制	280
四、油脂制备与精制技术的发展	282
第四节 生物柴油的生产技术	283
一、已工业化的生产技术	283
二、正在工业化的技术	286
三、正在研究的技术	288
第五节 生物柴油的质量要求	292
一、生物柴油的产品分类及规格要求	292
二、生物柴油质量的影响因素	292
第六节 生物柴油厂化工产品的开发	295
一、生物柴油厂联产化工产品的意义	295
二、脂肪酸甲酯和甘油的直接利用	296
三、脂肪酸甲酯和甘油的深加工利用	300
第七节 我国生物柴油市场需求与应用前景分析	305
第八节 我国发展生物柴油产业的建议	306
一、利用木本植物油料发展规模多样的工厂	306
二、建设以菜籽油为原料的生物柴油炼油厂	307
三、利用棉籽油为原料建设生物柴油炼油厂	307
四、利用进口转基因大豆和棕榈油发展我国生物柴油	308
五、加快制定生物柴油产品规格,保证用油质量	308
六、生物柴油厂大力开发化工产品,形成新型产业	309