

中国工程科技论坛

# 生物质燃料生产技术 多元化及可持续发展

---

● 中國工程院



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

中国工程科技论坛

# 生物质燃料生产技术多元化 及可持续发展

Shengwuzhi Ranliao Shengchan Jishu  
Duoyuanhua Ji Kechixu Fazhan



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书以“生物质燃料生产技术多元化及可持续发展”为主题,内容涵盖了生物质燃料现状及发展趋势,生物柴油、生物燃气、甘油衍生物、航空生物燃油、生物油等生物质燃料的多元化生产技术,以及藻类、竹类、餐厨废弃物等生物质资源的开发和利用技术等;希望能够为解决我国生物质燃料产业发展的瓶颈问题提供思路,为提高生物质燃料产业经济效益和竞争力,以及可持续发展指明主攻方向。论文集作者来自10余所国内高校、科研院所及企业单位生物质能源方面的院士和专家,对生物质燃料的研究前沿、发展方向和生产技术等多方面进行了论述。本书是中国工程院中国工程科技论坛系列丛书之一,可供从事生物质燃料研究和生产的学者、研究生和技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

生物质燃料生产技术多元化及可持续发展 / 中国工程院编著. — 北京: 高等教育出版社, 2013.4

(工程科技论坛)

ISBN 978-7-04-036997-7

I. ①生… II. ①中… III. ①生物燃料-研究 IV.

①TK6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第032125号

总策划 樊代明

策划编辑 王国祥 黄慧靖

责任编辑 朱丽虹

封面设计 顾斌

责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 北京汇林印务有限公司  
开本 787mm × 1092mm  
印张 7  
字数 120千字  
插页 1  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
版次 2013年4月第1版  
印次 2013年4月第1次印刷  
定价 60.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 36997-00



中国工程科技论坛：生物质燃料生产技术多元化及可持续发展与会领导和专家合影（2012. 4. 25）

## 编辑委员会

主任：曹湘洪

副主任：汪燮卿 舒兴田 谭天伟

委员：马隆龙 计建炳 朱作霖 郑裕国 荣俊峰

钟哲科 蒋福康 蔡昌达 潘文智

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 [dd@hep.com.cn](mailto:dd@hep.com.cn)

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

# 目 录

## 第一部分

综述 .....	3
----------	---

## 第二部分 专家报告及专家简介

直面困难、坚定信心、突破技术、准备发展 ——发展生物运输燃料困境中的思考 .....	曹湘洪	11
纤维素生产燃料乙醇现状和问题 .....	蒋福康	13
生物炼制与高效生物能源生产 .....	谭天伟	29
餐厨废弃物资源化利用 .....	计建炳	35
生物质水相催化合成生物汽油和航空燃油 .....	马隆龙, 章青	43
生物柴油副产物甘油高值化衍生物的生物制造 .....	郑裕国	56
微藻生物能源技术的发展与思考 .....	荣峻峰	62
餐厨废油厌氧发酵特性的研究 .....	潘文智	73
生物质低温催化解聚:高选择性植物“同步水解”精炼技术 .....	朱作霖	82
生物燃气的高效制备和高值利用 .....	蔡昌达	88
竹类资源的生物能源特性研究 .....	钟哲科	95

## 第三部分

部分参会人员名单 .....	103
后记 .....	105

# 第一部分

## 综 述





## 综 述

2012年4月25日~27日,中国工程院工程科技论坛第135场“生物质燃料生产技术多元化及可持续发展”在杭州举行。中国工程院曹湘洪、舒兴田、吴慰祖、高从堦、谭天伟等5位院士和中国工程院化工冶金与材料工程学部负责人出席了论坛,中国石化集团公司、中国石化石油化工科学研究院、中国科学院广州能源所、杭州水处理技术研发中心、中粮集团、中国海洋石油总公司、中国石化经济技术研究院、中国石化新能源办公室、清华大学、北京化工大学、南京工业大学、浙江工业大学、浙江农科院的专家,及北京德清源农业技术有限公司、淮北中润生物能源技术开发有限公司和宁波杰森绿色能源科技有限公司等企业界代表近150人参加了本次论坛。

本次论坛由中国工程院主办,化工冶金与材料工程学部、浙江工业大学和北京化工大学承办。在论坛开幕式上,中国工程院李仁涵副局长致开幕辞,浙江工业大学副校长李小年教授致欢迎辞。在为期一天的论坛期间,中国工程院舒兴田院士和谭天伟院士主持了学术交流与讨论。

在论坛上,中国石化集团公司曹湘洪院士、北京化工大学谭天伟院士、浙江工业大学计建炳教授和郑裕国教授、中国石化石油化工科学研究院蒋福康教授和荣峻峰教授、中国科学院广州能源研究所章青副研究员、北京德清源农业技术有限公司潘文智副总裁、淮北中润生物能源技术有限公司朱作霖总监、杭州能源环境工程有限公司蔡昌达总工、国家林业局竹子研究中心钟哲科总工等11位专家分别作了专题报告。院士和专家们就生物燃料产业多元化可持续发展面临的问题和对策展开了深入讨论。

中国工程院院士、中国石化集团公司曹湘洪院士作了题为“直面困难、坚定信心、突破技术、准备发展—发展生物运输燃料困境中的思考”的报告。一方面,曹院士从生物运输燃料的生产原料、生产技术、新发现的化石资源的冲击、一些国家所遭遇到的挫折等方面指出,生物运输燃料产业的发展目前正处于艰难的孕育期;另一方面,曹院士从经济和社会对能源的需求、能源短缺、高油价、生物燃料的碳减排、生物燃料生产技术的日趋成熟等方面,坚定了发展生物运输燃料产业的信心和方向。曹院士特别强调,在慎重开展生物质生产运输燃料产业示范的同时,要拓宽思路,加大投入,以实现生物运输燃料技术的突破。

中国工程院院士、北京化工大学校长谭天伟院士作了题为“**生物炼制与高效生物能源生产**”的报告。谭天伟院士指出生物炼制过程是以可再生生物质资源为原料基础联产化学品、材料与能源的新型工业模式。生物炼制过程要仿效石油炼制过程,从原料组分的充分利用和废水废渣的资源化利用两方面实现生物质的充分利用,并将能源产品和化学品相结合,从而提高生物质能源产业的经济性,并减少废弃物排放。

浙江工业大学浙江省生物燃料利用技术研究重点实验室主任计建炳教授做了题为“**餐厨废弃物制备生物柴油和车用燃气**”的报告。报告介绍了餐厨废弃物的特点和利用现状,指出了餐厨废弃物资源化利用具有显著的社会效益和经济效益;提出了以餐厨废弃物制备生物柴油和车用燃气的多产品联产路线,以及强化、多项技术耦合集成在生物质运输燃料生产过程中的应用。

浙江工业大学生物与环境工程学院院长郑裕国教授做了题为“**生物柴油副产物甘油高值化衍生物的生物制造**”的报告。报告介绍了他们团队在甘油高值化衍生物生物制造方面所做的工作,以生物柴油副产物甘油为原料可以生产高价值的1,3-二羟基丙酮、手性环氧氯丙烷、3-羟基丙醛和3-羟基丙酸等产品。开发甘油的高附加值衍生产品,降低生物柴油的生产成本,解决甘油过剩的问题,是生物柴油产业可持续发展的关键和保障。

中国石化石油化工科学研究院蒋福康教授级高工作了题为“**纤维素生产燃料乙醇现状和问题**”的报告。报告介绍了纤维素乙醇的不同技术路线以及国内外纤维素乙醇的产业化发展现状,指出了纤维素乙醇产业化的关键技术和发展对策。蒋福康教授认为研究和开发多元化的耦合、集成技术,实现C5、C6糖的全利用是纤维素乙醇产业的关键。

中国石化石油化工科学研究院荣峻峰教授级高工作了题为“**微藻生物能源技术的发展与思考**”的报告。报告指出,在目前生物质能源原料量少、价高、争议多的情况下,能源微藻因光合效率高、生物量产率高,不与农作物争地、争水,有效实现碳减排和废水、废气净化处理等方面的独特优点,而成为生物质能源的优势原料。同时,微藻能源存在着成本高、发展所需的土地资源、水资源、CO<sub>2</sub>资源、阳光资源难协调、生产技术不成熟等技术和经济问题,需要通过技术的进步和政府的政策扶持解决这些问题。荣峻峰教授认为对微藻生物能源产业,既要认识微藻生物能源技术的巨大潜力,又要客观认识其中存在的问题与困难,短期不宜期望值过高。

中国科学院广州能源研究所章青副研究员做了题为“**生物质水相催化合成生物汽油和航空燃油新技术**”的报告。报告提出了淀粉、木质纤维素等生物质通过水解制成单糖和低聚糖,单糖和低聚糖通过高效、低能的水相催化技术转化为

生物汽油(C5 ~ C6 烷烃)和生物航空燃料(C8 ~ C15 烷烃)的联产技术路线。该技术路线一方面实现了水解液中单糖及低聚糖的全利用,克服了传统纤维素乙醇生产过程中五碳糖难以被有效发酵利用的问题,另一方面,实现了生物汽油和生物航空燃料多产品联产。

北京德清源科技有限公司潘文智副总裁作了题为“**生物质新能源发展及工程应用技术**”的报告。通过预处理机械分选技术、高效除沙技术、高浓度快速厌氧、高浓度生物脱硫技术等系列技术,利用畜禽粪便、餐厨垃圾、城市生活垃圾等有机废弃物生产沼气燃料和供热发电,并实现 CO<sub>2</sub> 减排。

淮北中润生物能源技术开发有限公司朱作霖技术总监作了题为“**生物质低温催化解聚—同步水解高选择性植物精炼技术**”的报告。生物质通过预处理分离成纤维素和木质素,纤维素通过水解、发酵生产燃料乙醇,木质素通过解聚、氢化、重整生产绿色汽柴油以及甲酸、乙酸、乳酸、苯甲醚等小分子化学品。

杭州能源环境工程有限公司蔡昌达总工作了“**生物燃气的高效制备和高值利用**”的报告。报告指出生物燃气原料多元化、生物燃气利用方式多元化、沼肥高值利用方式多元化是生物燃气产业未来发展的方向,热电肥联产、生物燃气提纯生产车用燃气、沼液沼渣用作有机肥是生物燃气高效制备和高值利用的三种途径。

国家林业局竹子研究开发中心钟哲科总工作了题为“**竹类植物——一类有潜力的生物能源资源**”的报告。报告指出我国竹资源丰富,竹类生物质具有灰分低、纤维素含量高、热值高的特点,竹资源能够成为短周期的能源资源,从而为生物质能源的开发找到了一种新的原料来源。

大会报告后,与会的领导、专家、企业界代表以及来自杭州高校的教师和学生进行了热烈的讨论和交流。

中国石油集团公司的孙洪磊工程师介绍了中国石油在生物航空燃料、纤维素乙醇和藻类生物能源方面所做的工作及取得的成果,并表示生物燃料作为唯一可替代化石燃料的液体燃料,中国石油公司将一如既往地重视和大力发展生物燃料。

浙江省农科院杨生茂研究员介绍了浙江省农科院与浙江工业大学、国家林业局竹子研究中心合作,在生物质农用炭化技术及其系列产品研发方面的工作。通过生物质炭化技术将废弃农作物转化为碳基氨基酸有机肥,从而实现固碳减排、生物质能源与生物质还田的联合发展。

中国粮油集团武国庆博士介绍了中粮油在纤维素乙醇方面的工作。指出纤维素乙醇在连续预处理技术国产化、发酵技术和酶制剂技术方面已取得了技术突破,纤维素乙醇的生产效率将进一步提高,生产成本将进一步降低,到 2015

年,将建成年产5万吨纤维素乙醇的示范工程。

南京工业大学郑涛教授指出:原料的收集对生物质燃料产业的发展至关重要,生物质原料的分散性使其可利用性较差,呼吁大家关注原料的收集和采集路线,发展资源的集中化技术,实现农业技术工业化。

清华大学邱彤教授介绍了他们在生物质燃料的全生命周期分析方面所做的工作,并表示愿意与大家分享他们在生物质燃料全生命周期分析方面所取得的成果。

中海油刘强高工对浙江工业大学计建炳课题组的清洁、低成本的生物柴油生产技术和郑裕国教授的甘油高附加值产品的开发感兴趣。他同时也感谢中国工程科技论坛给产、学、研的交流和合作提供了机会。

国家林业局竹子研究中心钟哲科研究员提出了新的高效生物质预处理技术。

浙江工业大学计建炳教授认为,生物燃料的最终结果是燃烧,因此生物燃料的价格相对化工产品较低,在生物燃料产业化过程中,必须采用不仅技术上可行,而且经济上可行的简单的、低成本的生产过程和技术路线,同时采用微藻等光合作用效率高的低等植物为原料,以降低生物质燃料的投资和生产成本。

中国工程院舒兴田院士认为,在生物燃料方面,目前已形成了多元化的能源产品。采用低成本的清洁的生物能源生产技术开发包括生物柴油、沼气、燃料乙醇在内的多元化能源产品的同时,联产高附加值的化工产品,对提高生物燃料的经济效益和产品竞争力,推动我国生物质产业的发展意义重大。舒院士对我国生物燃料的产业化提出了几点看法,认为要发展我国的生物燃料产业,必须要深入研究燃料产品的规格,要熟知石油炼制技术,同时生物燃料要与高附加值产品联产,以提高生物燃料产业的经济效益。

中国工程院曹湘洪院士对生物质燃料产业也提出了自己的看法,他认为生物质能源的利用一定要聚焦在运输燃料方面,要做到技术可行性和经济性的紧密结合,产、学、研、用的紧密结合,同时要重视生物燃料副产品的加工利用,提高生物燃料的经济效益和竞争性。通过对生物质能源的生产原料、加工技术进行调研研究,确定我国生物能源发展的方向和技术途径。曹院士特别强调生物质燃料的研究和生产一定要与燃料的使用相结合,产、学、研、用共同努力,协作创新,确保我国能源的可持续发展,解决农民增收问题。

北京化工大学谭天伟院士对此次论坛进行了总结发言。他指出:

(1) 生物质能源产业化的关键在于生物质燃料生产技术的多元化,包括:原料的多元化,生产工艺、路线的多元化,能源产品的多元化,能源产品利用方式的多元化。必须对生物质燃料的生产进行全生命周期分析,针对不同的生产原料

和不同的区域采用不同的、与之相适应的工艺路线。在生物质燃料产业化的过程中,为了使生物质燃料在经济性上可行,必须学习石油炼制过程,做到能源与化工产品联产。

(2) 本次论坛产、学、研特色明显。本次论坛为产、学、研建立了交流的平台,形成合作机制,从而促进企业、高校、研究所的合作和协同创新,希望大家利用各自学科、领域、区域的优势,做到优势互补,从而解决生物质燃料产业的实际问题。

(3) 通过报告、交流,本次论坛的参会代表达成了共识:在研究技术的同时要考虑技术的经济可行性。下一步的研究,要对不同原料路线、不同技术路线做全面分析,才能为生物燃料产业的健康发展、顺利进行铺平道路,才能减少国家投入、缩短研究时间。

(4) 生物燃料要成为主流能源领域,其发展任重而道远,必须进行经济性、高值化研究,只有突破性研究,通过副产品高值化、综合利用和多途径生物炼制过程形成生物燃料产业链,实现资源化,提高生物燃料的经济效益和竞争能力,使生物燃料产业健康发展。

(5) 希望能有更多论坛、更多的平台促进交流合作。

生物质燃料产业化最大的问题在于生产成本过高,经济效益较低。本次论坛就生物质燃料产业化的瓶颈问题,提出了“多元化”、“可持续发展”的思路:采用多元化的原料,以多元化的技术,生产多元化的产品,是提高生物质燃料产业经济效益和竞争力,使生物质燃料产业可持续发展的途径。



## 第二部分

专家报告及专家简介



