

国际工程科技发展战略高端论坛
International Top-level Forum on Engineering Science
and Technology Development Strategy

中國工程院
CHINESE ACADEMY OF ENGINEERING

实现生物质废弃物的 循环经济技术途径

APPROACH FOR
ACHIEVEMENT OF
RECYCLING ECONOMY
OF BIOMASS WASTE

国际工程科技发展战略高端论坛

International Top-level Forum on Engineering Science
and Technology Development Strategy

中國工程院
CHINESE ACADEMY OF ENGINEERING

实现生物质废弃物的 循环经济技术途径

shixian shengwuzhi feiqiwu de xunhuan jingji jishu tujing

APPROACH FOR ACHIEVEMENT OF RECYCLING ECONOMY OF BIOMASS WASTE

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

内容提要

本论坛集是中国工程院国际工程科技发展战略高端论坛系列出版物的第一本——实现生物质废弃物的循环经济技术途径。在当前能源日益紧缺及温室气体造成气候变迁的背景下,该论坛的主题是实现生物质废弃物资源的循环经济技术途径。议题包括从宏观政策角度阐述生物质循环经济在大气环境的影响及在可持续发展中的地位与作用,从技术角度论证开展生物质化学加工及生物加工等循环经济技术的可行性及方案,以及从生物质循环经济产业链形成角度讨论生物质循环利用效率等问题。本论坛集凝练了工程科学领域国际顶尖专家与学者的智慧与经验,在战略高度综合评估了发展生物质循环经济的必要性,为国家政策制订提供了依据,为生物质循环经济的发展方向给出了指导原则。本论坛集适合工程科技领域的一线技术人员、科技研究者、战略研究者和研究生阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

实现生物质废弃物的循环经济技术途径:汉英对照
/ 中国工程院编著. -- 北京:高等教育出版社,2013.3
(国际工程科技发展战略论坛)
ISBN 978-7-04-036554-2

I. ①实… II. ①中… III. ①生物能源-能源利用-
- 废物综合利用-研究-汉、英 IV. ①TK6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第018024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印刷
开本 850mm × 1168mm
印张 13.5
字数 230千字
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3月第1版
印次 2013年3月第1次印刷
定价 80.00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 36554-00



国际工程科技发展战略高端论坛—实现生物质废弃物的循环经济技术途径主报告会场



参会人员合影 (2012. 7. 7)

编辑委员会

主 任： 曹湘洪

副主任： 汪燮卿 舒兴田 欧阳平凯 谭天伟

委 员： (以下按字母顺序排列)

Armin Guenther	白凤武	陈冠益
陈国强	杜风光	Hans-Joachim Leimkuehler
李希宏	李秀金	李元广
林 鹿	刘敏胜	Kurt Wagemann
马隆龙	Murray Moo-Young	曲音波
Richard S. Parnas	Roland Clift	孙建中
孙润仓	王建平	肖 林
易维明	岳国君	Zisheng Jason Zhang
赵 海	左家和	

编辑人员

张 栩 刘 珞 李灵利 王风萍

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

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

综述	3
----------	---

第二部分 参会专家名单

参会专家名单	7
--------------	---

第三部分 实现生物质废弃物的循环经济技术途径——国际高端论坛

生物质能源生态 - 社会经济学评估综述	Murray Moo-Young	11
高效集中利用分散式生物质资源的生物甲烷能源体系发展策略	欧阳平凯	13
生物炼制对于未来生物经济的贡献	Kurt Wagemann	17
生物质废弃物处理的工业生态研究	Roland Clift	24
利用生物转化技术实现低值生物质生产生物燃料	谭天伟	27
转换可再生原料生产第二代生物燃料和产品：热化学路线	Armin Guenther	32

第四部分 生物燃料工业核心技术的发展、示范和应用

基于木质纤维素转化技术构建糖平台	岳国君	37
浮萍在生物燃料生产和环境保护方面的作用	赵海	40
突破生物质转化利用的抗降解屏障：目前的挑战、机遇和策略	孙建中	47
玉米秸秆固体碱制浆分离组分及其酶水解	林鹿	51
我国餐厨垃圾收集、处理利用现状与未来发展	李秀金	52
生物质水相催化合成生物汽油和航空燃油技术	马隆龙	56
木质纤维素生物炼制技术	曲音波	59
生物质废弃物制备航空生物燃油技术进展	陈冠益	63
自固定化酵母细胞发酵技术生产第二代燃料乙醇	白凤武	72
基于“系列微藻培养新模式”及“高附加值微藻产品、微藻能源与生物固碳一体化”的产业化技术研究	李元广	74
利用生物质生产生物能源和原料	Hans-Joachim Leimkuehler	77
中国生物质能源和资源发展路线	易维明	85
从纤维乙醇到生物炼制	杜风光	89
后记		206

CONTENTS

Part I Review

Review	99
--------------	----

Part II List of Experts Attending the Forum

List of Experts Attending the Forum	105
---	-----

Part III Approach for Achievement of Recycling Economy of Biomass Waste—International Top-level Forum

Eco-socioeconomics of Biomass-derivatives: An Appraisal Overview	Murray Moo-Young	111
Development Strategy of Efficient Bio-methane System by Focused Utilization of Distributed Biomass	Pingkai Ouyang	113
Contributions of Biorefineries to the Bioeconomy of the Future	Kurt Wagemann	119
An Industrial Ecology Approach to the Use of Biomass Waste	Roland Clift	126
Production of Bio-energy from Low-value Biomass by Biocatalysis	Tianwei Tan	130
Conversion of Renewable Feedstocks for the Production of 2nd Generation Biofuels and Products: the Thermochemical Route	Armin Guenther	136

Part IV The Development, Demonstration and Application of the Biofuel Industry Key Technology

The Importance of Separations in Biomass Conversion Processes	Richard S. Parnas	141
Sugar Platform of Lignocellulosic Resources	Guojun Yue	144
The Role of Duckweed in Bio-liquid Fuel Production and Environmental Protection	Hai Zhao	148
Breaking the Biomass Recalcitrance for Fuels and Chemicals: Current Challenges and Our Opportunities and Strategies	Jianzhong Sun	153

Separation of Components of Corn Stalk with Active Oxygen and Solid Alkali and Their Enzymatic Hydrolysis	Lu Lin	157
Current States and Perspective on Collection, Treatments and Utilizations of Kitchen Wastes in China	Xiujin Li	159
Biogasoline and Jet Fuel Production from Biomass by Aqueous Phase Catalytic Reaction	Longlong Ma	163
Biorefinery of Lignocellulosics	Yinbo Qu	167
State-of-the-art Research Progress of Aviation Biofuel Using Biomass Wastes in Tianjin University	Guanyi Chen	172
Fuel Ethanol Production from Agricultural Residues by Self-immobilized Yeast	Fengwu Bai	180
Integrated Production of Both High Value Bioproducts and Biofuel from Microalgae as well as CO ₂ Biofixation Based on A Series of Novel Cultivation Techniques	Yuanguang Li	182
Fuels and Feedstock from Biomass: The View of Bayer Technology Services	Hans-Joachim Leimkuehler	185
Strategies in Utilizing Renewable Energy of Biomass	Zisheng Jason Zhang	196
The Development Path of Biomass Energy and Resources in China	Weiming Yi	201

第一部分

综 述

综 述

2012年7月7~9日,由中国工程院主办、化工冶金与材料工程学部、北京化工大学联合承办的“国际工程科技发展战略高端论坛—实现生物质废弃物的循环经济技术途径”在北京召开。大会由中国工程院化工、冶金材料学部主任曹湘洪院士主持并致欢迎词,科技部农村技术开发中心贾敬敦主任、发改委能源局刘群处长分别致贺辞。

科技部农村技术开发中心贾敬敦主任、发改委能源局刘群处长、加拿大皇家学会院士 Moo-Young 教授、德国化学工程和生物技术协会理事长 Wagemann 教授、中国化工学会名誉理事长曹湘洪院士、石油化工科学研究院汪燮卿院士、总参某研究所吴慰祖院士、北京有色金属研究总院屠海令院士、中石化北京设计院杨启业院士、中国石化工程建设公司徐承恩院士、石油化工科学研究院舒兴田院士、清华大学化工系陈丙珍院士、北京化工大学校长谭天伟院士,以及包括6位973首席科学家在内的多位知名学者和企业家受邀出席会议。

本次国际工程科技发展战略高端论坛的主题是实现生物质废弃物的循环经济技术途径。讨论议题包括从宏观政策角度阐述生物质循环经济的地位与作用,从技术角度论证开展生物加工包括生物质化学加工等循环经济技术的可行性及方案,以及从生物质循环经济产业链形成角度讨论生物质循环利用效率等问题。国内外相关领域的专家学者也分别做了高水平的大会报告,加拿大皇家学会院士 Moo-Young、南京工业大学的郑涛教授代表校长欧阳平凯院士、德国化学工程和生物技术协会理事长 Wagemann 教授、国际工业生态学学会执行理事、英国萨里大学环境策略中心 Clift 教授、北京化工大学校长谭天伟院士、德国鲁奇集团可再生能源部研发主任 Guenther 博士等和与会的专家学者一起共同分享了生物质能转化的最新研究成果,并共同探讨了实现生物质废弃物循环经济的技术途径和创新思路。

此次论坛的成功举行广泛汇集了来自政府、企业、和学术的各个层面上关于发展生物炼制,利用生物质生产运输燃料、化学品和高分子材料的不同观点和意见,将有助于确定生物质循环经济的地位、作用、技术发展方向,为国家政策、战略的制订提供参考依据。

与会专家交流并得出了以下结论和前瞻性建议:

1. 生物质能相对于其它可再生能源是一种稳定的能源供给,是未来可再生能源的主导能源。我国农业大国和人口大国的国情决定了其生物质资源十分丰富,而且品种多样,包括各种作物秸秆、林业废弃物、城市有机垃圾、工业有机废水及餐所废油、厨余垃圾等;同时生物炼制的产品也是多样化的,所以在利用生物质做下游产品时要根据资源状况和市场做出恰当选择。

2. 生物炼制是未来推动世界经济发展的生物经济的重要基础,虽然生物炼制目前还处于技术开发阶段,部分产品刚刚开始产业化,总体上还不具有经济性,但是其发展潜力很大。

3. 生物炼制要解决好以下两个问题:

一是原料分散和生产集中的矛盾。生物质原料非常分散而且能量密度低,但是在转化时又希望形成较大生产规模以降低单位产品的投资和运行成本,因而在设计规划时需要兼顾原料收集运输成本和生产集中度,综合平衡,科学确定集中生产的规模。

二是提高转化效率,实现能量产出与投入之比的最大化,只有能量产出大于能量的投入,生物质能源利用才有发展前途。

4. 我国是农业大国,广大农村有大量人畜粪便等低劣生物质资源,大力发展生物甲烷是其有效利用途径,生物甲烷既可以作为燃料供农村使用,还可以提纯后通过管道运输用作工业燃料和运输燃料。

5. 生物转化技术和热化学转化技术是生物炼制的两大关键技术平台,互有优势。其产品既可以是生物燃料,也可以是生物基化学品或材料,要因地制宜找到合适的生物质转化的技术路线和产品方案。

6. 对于生物炼制,从国家层面要组织专家研究制定技术路线图和相关的产业发展支持政策,实现生物炼制产业的健康发展。

7. 开展生物质能源利用,不同技术路线和产品方案的生命周期能效分析和CO₂排放分析是一项重要的基础性工作,尽管难度很大,但应组织力量开展工作。

8. 目前来看,与利用生物质生产生物运输燃料相比,生产生物基化学品、生物基材料等在经济性问题上可能比较容易解决,而且这也是一种石油替代;因而通过选取部分有代表性的生物炼制生产化学品或生物基材料的产业示范,验证其经济性,有利于增强社会对发展生物炼制的信心,应予以重视。

第二部分

参会专家名单

- Murray Moo-Young** 加拿大滑铁卢大学荣誉教授,加拿大皇家学会院士
- Kurt Wagemann** 德国化学工程和生物工程技术学会理事长
- Roland Clift** 英国萨里大学环境策略中心环境技术荣誉教授
- Armin Guenther** 德国鲁奇集团可再生能源部主任
- 曹湘洪** 中国石化集团公司,中国工程院院士
- 汪燮卿** 石油化工科学研究院,中国工程院院士
- 吴慰祖** 总参某研究所,中国工程院院士
- 屠海令** 北京有色金属研究总院,中国工程院院士
- 杨启业** 中国石化北京设计院,中国工程院院士
- 徐承恩** 中国石化北京石油设计院,中国工程院院士
- 舒兴田** 石油化工科学研究院,中国工程院院士
- 陈丙珍** 清华大学,中国工程院院士
- 谭天伟** 北京化工大学校长,中国工程院院士
- 贾敬敦** 科技部农村技术开发中心,主任
- 刘 群** 发改委国家能源局能源节约和科技装备司,处长
- Richard S. Parnas** 康涅狄格大学化学工程专业教授,聚合物项目成员
- Zisheng Zhang** 加拿大渥太华大学化学与生物工程系,教授
- Hans-Joachim Leimkuehler** 上海拜耳技术工程服务公司技术开发部主管
- 傅 军** 中国石化石油化工科学研究院总工,教授级高级工程师
- 李希宏** 中国石化经济技术研究院院长,教授级高级工程师
- 马隆龙** 中国科学院广州能源所副所长,研究员
- 曲音波** 山东大学生物科学学院院长,教授
- 孙润仓** 北京林业大学材料科学与技术学院院长,教授
- 计建炳** 浙江工业大学之江学院院长,教授
- 梁 斌** 四川大学化工学院院长,教授
- 陈冠益** 天津大学环境学院院长,教授
- 陈国强** 清华大学,教授
- 李元广** 华东理工大学,教授
- 赵 海** 中国科学院成都生物所,研究员
- 易维明** 山东理工大学科技处处长,教授
- 林 鹿** 厦门大学能源研究院副院长,教授
- 孙建中** 江苏大学生物质能源研究所所长,教授
- 白凤武** 大连理工大学,教授

- 李秀金** 北京化工大学化工学院副院长,教授
- 郑 涛** 南京工业大学,教授
- 岳国君** 教授级高级工程师,中粮集团执行董事兼副总经理,兼任生化能源事业部总经理
- 孟广银** 山东瑞星集团有限公司,董事长
- 杜风光** 河南天冠企业集团有限公司总工程师
- 刘敏胜** 新奥科技发展有限公司生物质能源技术研究中心总经理
- 王建平** 杜邦工业应用生物科技事业部生物燃料亚太区业务总监
- 肖 林** 山东龙力生物科技股份有限公司研发中心总监