

Applied Technology and Development Trend of Biomass Energy

Hongzhen CAI, Weiming YI, Xueyuan BAI

School of agricultural and food engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255091

Abstract: Biomass energy is widely considered as a clean and renewable energy which is going through a rapid development. It is great for China's energy strategy. Biomass energy resource and its characteristics are briefly analyzed. Kinds of Conversion technology and development trend of biomass energy are introduced such as solid moulding fuel production, methane fermentation production, gasification production, pyrolysis and liquefaction production, ethanol fuel production, and so on.

Keywords: biomass energy; renewable energy; applied technology; development trend

生物质能利用技术及其发展趋势

蔡红珍, 易维明*, 柏雪源

山东理工大学农业工程与食品科学学院, 淄博, 中国, 255091

Email: chzh666666@126.com

摘要: 生物质能是一种清洁的可再生能源, 在我国发展迅速, 对我国的能源战略起到了很好的支持作用。本文总结了生物质能资源现状及其优点, 介绍了生物质能的各种转化技术及其发展趋势, 主要包括: 固化成型技术、沼气发酵技术、气化技术、热解液化技术、燃料乙醇技术等。

关键词: 生物质能; 可再生能源; 利用技术; 发展趋势

1 引言

随着经济的发展, 人类对能源的需求越来越大, 严峻的能源短缺形势日益成为全世界关注的焦点。据专家报道, 地球上积累的化石能源, 仅能支撑 300 年的大规模开采就将面临枯竭, 人类对能源的依赖和获取正面临着重大转折。所以寻求可再生能源成为当今迫在眉睫的重大问题。生物质能是地球上最普遍的洁净可再生能源, 其资源量大而广, 开发潜力大, 具有广阔的发展前景。

2 生物质能的特点及其开发的意义

生物质是指利用大气、水、土地等通过光合作用而产生的各种有机体的总称, 即一切有生命的可以生长的有机物质通称为生物质。生物质能 (biomass energy) 是绿色植物通过光合作用将太阳能转化为化学能并贮存在生物质内部的能量

基金项目: 山东省科技攻关项 (2009GG20003020)

山东淄博市科技基金 (9001-109010)

收稿日期:

作者简介: 蔡红珍, 女, 1972 年生, 山东淄博人, 博士研究生。

邮箱: chzh666666@126.com

[1]。

2.1 生物质能的特点

生物质能的载体是有机物, 所以这种能源是以实物存在的, 是惟一一种可储存和可运输的可再生能源。而且分布广泛, 不受天气和自然条件的限制, 只要有生命的地方即有生物质存在。生物质具有如下的特点。

(1) 生物质能与常规能源的相似性及可获得性

从利用方式上看, 生物质能与煤、石油内部结构和特性相似, 可以采用相同或相近的技术进行处理和利用, 利用技术的开发与推广难度比较低。另外, 生物质可以通过一定的先进技术进行转换, 除了转化为电力外, 还可生成液体或气体燃料。从化学的角度上看, 生物质的组成是碳氢化合物, 它与常规的矿物燃料, 如石油、煤等是同类。由于煤和石油都是生物质经过长期转化而来的, 所以生物质是矿物燃料的原料, 被喻为即时利用的绿色煤炭。所以, 生物质的特性和利用方式与矿物燃料具有很大的相似性, 可以充分利

用已经发展起来的常规能源技术开发利用生物质能。

Table 1 Elemental composition of biomass.
表 1 生物质的元素组成.

种类	元素分析结果					
	灰	C	H	O	N	S
玉米秸	5.1	46.8	5.74	41.4	0.66	0.11
玉米芯	3.6	47.8	5.38	43.4	0.40	0.16
麦秸	7.6	45.8	5.96	40.0	0.45	0.07
稻草	19.1	38.9	4.74	35.3	1.37	0.11
稻壳	14.8	39.9	5.1	37.9	2.17	0.12
花生壳	8.4	45.5	5.52	38.39	1.97	0.16
棉柴	15.2	40.5	5.07	38.10	1.25	0.02
废木材	2.4	51.3	5.59	38.6	1.7	0.1
桦木	0.4	48.7	6.40	44.50	0.08	0.00
枫木		51.30	6.10	42.30	0.25	0.00
木屑	0.9	49.2	5.7	41.3	2.5	0
树皮	4	50.3	5.83	39.6	0.11	0.07

从表 1 可知：各种生物质的碳、氢、氧元素的相对成分差别不大。与煤炭相比，生物质中的硫含量极低，氮含量也较低，炭活性高，挥发组分高，灰分少，因此燃烧后灰尘等的排放量比化石燃料小得多，造成的空气污染和酸雨现象明显降低，这也是生物质的重要优点之一。

(2) 生物质能源的可再生性及洁净性

生物质能是绿色植物通过光合作用将太阳能转化为化学能并贮存在生物质内部的能量，对温室气体具有减排作用，对生态环境具有保护作用，所以生物质能具有可再生性及洁净性。

生物质能对温室气体具有减排作用。矿物燃料是把原为固定的碳通过燃烧使其流动化，并以 CO₂ 的形式累积鱼大气环境，造成温室效应。生物质中的碳来自空气中流动的 CO₂，如果这两个速度有合适的匹配，CO₂ 甚至可以达到平衡，整个生物质能循环就能实现零排放，从根本上解决矿物能源消耗带来的温室效应问题。

生物质能对生态环境的具有保护作用。随着农村经济发展地和农民收入的增加，农村生活用能中商品能源的比例正以较快的速度增加。秸秆被丢弃在田间地头，甚至被焚烧，造成了严重的大气污染。随着今后我国农村现代化水平的提高，这种浪费和污染的情况将越来越严重。所以利用高效的技术，将废弃的生物质资源转化为高品味

的电能和燃气，不仅可以提高农业产出，增加农民收入，减轻农民劳动强度，又可减少污染、促进生态的良性循环。

2.2 开发生物质能的意义

我国是世界上人口最多的国家，国民经济发展面临着资源和环境的双重压力。从人均化石能源量来看，煤炭资源只有世界平均水平的 60%，石油只有世界平均水平的 0%，天然气只有 5%。从能源生产和消费来看，目前我国跃居世界第二位，大量生产和使用化石能源所造成的环境污染已经十分严重。而丰富、清洁、环保又可再生的生物质能却没有得到重视，生物质能源作为能源的利用量还不到其产量的 1%，我国的利用量更是远远低于世界水平。生物质能源的引入和取代石油是必要的，而且前景更是十分美好和诱人，它不仅能减少污染，还关系到我国能源安全的大局。

3 生物质能利用技术

生物质能利用转化技术多种多样，根据所利用生物质的特点和用户的要求来做不同的选择。目前转化技术主要有：固化成型技术、沼气发酵技术、气化技术、热裂解液化技术、燃料乙醇技术等。

3.1 固化成型技术

生物质压缩成型技术是指将分布散、形体轻、储运困难、使用不便的生物质，在一定的压力和温度下将其挤压制成密度较大、形状规则的成型燃料的加工技术[1]。生物质固化成型燃料密度较高，便于利用、运输、贮藏和高效燃烧[2,3]。该项技术的开发利用具有显著的经济效益和社会效益，有利于保护环境[4]。

生物质固化成型燃料可广泛用于各种类型的家庭取暖炉、小型热水锅炉、热风炉，也可用于小型发电设施，是我国充分利用秸秆等生物质资源替代煤炭的重要途径，具有良好的发展前景。

生物质压缩成型技术有多种，根据主要工艺特征的差别，可划分为湿压成型、热压成型和炭化成型三种基本类型（见图 1）。

3.2 沼气发酵技术

沼气是有机物在一定条件下，经过微生物发酵作用而生成的以甲烷为主的可燃气体。沼气发酵是有

机物质（碳水化合物、脂肪、蛋白质等）在一定温度、湿度、酸碱度和厌氧条件下，经过沼气菌发酵（消化），生成沼气、消化液和消化污泥（沉渣）。这个技术就叫做沼气发酵技术。

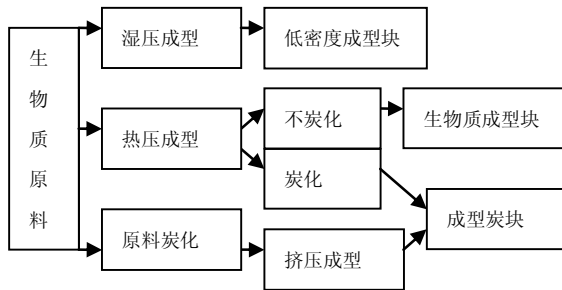


Figure 1 Flow chat of solid moulding fuel production

图 1 生物质固化成型流程图

沼气的主要成分是甲烷和二氧化碳，这两种成分约占沼气体积的 95%，其中甲烷约占 45%–70%，沼气是高热值的清洁能源，沼气的低位热值为 20–25MJ/m³，在 1atm 的状态下，甲烷燃烧的热值达到了 9100kcal/m³[5]。图 2 是沼气发酵过程示意图。

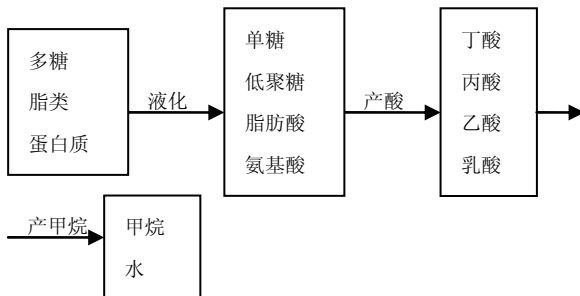


Figure 2 Schematic diagram of methane fermentation production

图 2 沼气发酵过程示意图

沼气发酵可生产沼气作为能源，可处理有机废物（包括废水和固体废物）以保护环境，经沼气发酵后的沼渣、沼液是优化的有机肥料[6]。沼气工程以农作物秸秆、垃圾、粪便等为原料，既利用了废弃物，又生产了清洁能源，改善了农村环境，是经济效益、社会效益都比较明显的生物质能利用技术[7, 8]。

3.3 气化技术

生物质气化技术是生物质热化学转换的一种技术，基本原理是在不完全燃烧条件下，将生物质燃料加热，使较高分子量的有机碳氢化合物链裂解，变成较低分子量的 CO、H₂、CH₄等可燃性气体，在转化过程

中要加气化剂，其产品主要是指可燃性气体与 N₂ 等的混合气体，称为生物质燃气。生物质气化技术在国内的应用，目前主要有两个方面：一是燃气用于供热，二是燃气用来发电[9-12]。主要应用有：户用生物质气化供热、生物质气化集中供气、生物质气化用于烘干、生物质燃气做锅炉燃料、生物质气化发电等。表 2 是燃气主要成分及低位热值。

Table 2 Key components and low calorific value of gas
表 2 燃气主要成分及低位热值

种类	燃气成分 (%)						低位热值 (kJ/m ³)
	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	
玉米秸	21.4	12.2	1.87	13.0	1.65	49.88	5328
玉米芯	22.5	12.3	2.32	12.5	1.4	48.98	5033
麦秸	17.6	8.5	1.36	14.0	1.7	56.84	3663
棉秸	22.7	11.5	1.92	11.6	1.5	50.78	5585
稻壳	19.1	5.5	4.3	7.5	3.0	60.5	4594
薪柴	20.0	12.0	2.0	11.0	0.2	54.5	4728
树叶	15.1	15.1	0.8	13.1	0.6	54.6	3694
锯末	20.2	6.1	4.9	9.9	2.0	56.3	4544

3.4 热解液化技术

生物质热解液化技术是生物质在完全缺氧或者有限氧供给的条件下热降解为生物油、可燃气和固体炭三部分的过程。控制热裂解的条件（反应温度、升温速率等）可以得到不同的热裂解产品。液化反应所得的生物油可通过进一步分离，制成燃油和化工原料，气体视其热值的高低，可单独或与其高热值气体混合作为工业或民用燃气，生物质炭可用作活性剂。图 3 其工艺流程图。

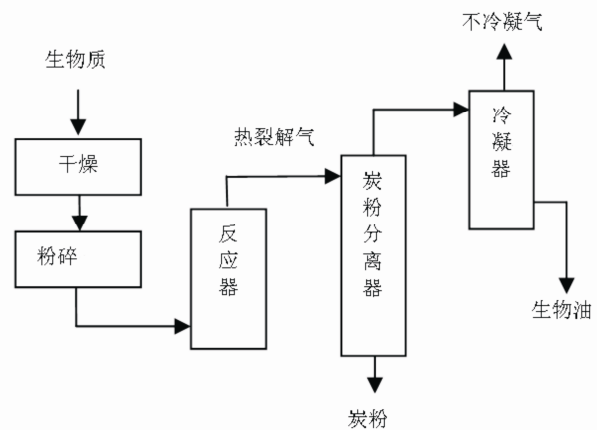


Figure 3 Flow chat of pyrolysis and liquefaction production
图 3 生物质热解液化流程图

3.5 燃料乙醇技术

生物质可以通过发酵法制取乙醇，每千克乙醇

完全燃烧时约能放出 30000kJ 的热量，所以乙醇是一种优质的液体燃料。乙醇燃料具有很多优点，它是一种不含硫及灰分的清洁能源，可以直接代替汽油、柴油等石油燃料，作为民用燃料或内燃机燃料[13,14]。图 4 是乙醇工艺流程图。

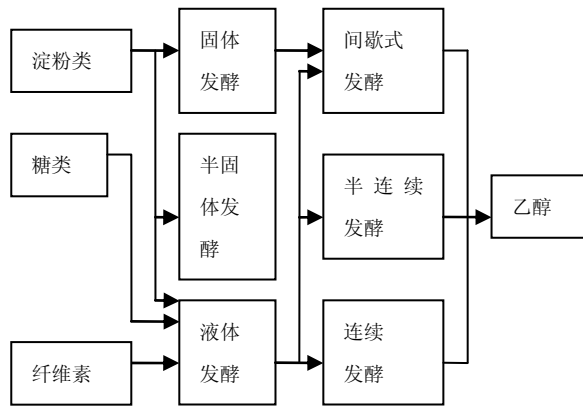


Figure 4 Flow chat of ethanol fuel production

图 4 燃料乙醇技术工艺流程图

4. 生物质能的发展前景

虽然我生物质能的各项利用技术还不是很成熟，面临着许多技术难题，但这不能阻挡生物质能成为未来主要能源之一。

我国 2000 年到 2020 年将主要是生物技术的开发和完善阶段，部分经济性好的技术将进入商业应用。生物质气化技术由于成本低、技术逐渐成熟，将在生物质比较集中和能源供应相对紧张、昂贵的地区进入商业应用。但生物质化学转化技术处于研发阶段，可能某些技术可以进行示范应用，但由于价格等经济性问题，难以与石化产品竞争，很难进入市场。2020 年 2050 年，生物质能将逐渐成为主要能源之一，随着技术的发展，生物质的生产和收集成本将逐步降低，利用技术也已经成熟和完善，具备了全面与化石燃料竞争的条件。

5. 结束语

从能源的消费变化来看，人类最终会过渡到可再生能源的持久利用阶段，生物质能通常被认为是世界上

最大可再生能源，其研究和开发成为世界各国可再生能源发展战略的重点和焦点。我国是世界上人口最多的国家，国民经济发展面临着资源和环境的双重压力，所以我国必须加快生物质能的开发利用，努力提高生物质能的利用技术，为建设资源节约型、环境友好型的社会做出贡献。

References (参考文献)

- [1] Wang Jiaxiang, Cai Hongzhen. Review on Physical Properties and Forming Technology of Biomass Fuel Compressed[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008 (1): 203-205
- [2] J. Werther, M. Saenger, E. U. Hartge, etc. Combustion of agricultural residues[J]. Progress in Energy and Combustion Science, 2000, 26(1): 1-27
- [3] Ayhan Demirbas. Combustion characteristics of different biomass fuels[J]. Progress in Energy and Combustion Science, 2004, 30(2): 219-230
- [4] Liu Shicai, Jiang Jianchun. Conversion Technology and Utilization of Biomass Energy(II)——Technology and Equipment of Biomass Shaped Fuel Production[J]. Biomass Chemical Engineering, 2007. 41 (4): 59-63
- [5] Harasimowicz M, Orluk P G, Zakrzewska-Trznadel A G. Application of polyimide membranes for biogas purification and enrichment Chmielewski[J]. Journal of Hazardous Materials, 2007, (144): 698-702
- [6] Zhao Lixia. Technology of Biogas Fermentation[J]. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2008 (10): 50-51.
- [7] Liu Xiaojuan, Yin Weifeng. Biomass energy and its application technology in China and the world [J]. Clean Coal Technology, 2008, 14 (4): 7-9
- [8] Luan Yunsong. Application technique for biogas fermenting product[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2008 (15): 14
- [9] Yin Hao, Jiang Jianchun. Progress of Research o Technique of Biomass Gasification and Its Application [J]. Chemistry & Industry of Forest Products, 2005, S1 (10): 151-155
- [10] Xie Jun, Wu Chuang Zhi, Yin Xiuli, et al. Prospects of the Technic in Biomass Gasification[J]. Shanghai Electric Power, 2005, 18 (1): 54-57.
- [11] Huang Yinchao, Li Wenzhe, Zhang Posheng. Recent Advances and Prospects of the Technic in Electricity Generation from Biomass [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2007, 38 (2): 270-274
- [12] Wang Jiannan, Hu Zhichao, Peng Baoliang, et al. General Situation of Biomass Gasification Technology in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2010, (1): 198-205
- [13] Yu Bin, Qi Lu. Research status of lignocellulosic materials for fuel ethanol[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2006, 25 (3): 244-249
- [14] Du Fengguang, Shi Jiping, et al. Review on Progress of Cellulosic Ethanol Industrialization[J]. Plant Fiber Sciences in China, 2007, 29 (S1): 72-74