

生物质洁净能源利用技术

武全萍 王桂娟 李业发

(中国科技大学热科学系 安徽合肥 230000)

摘要：生物质能是与环境友好的洁净能源，具有广阔的开发利用前景，综述了生物质能技术转换方式和可利用途径，介绍了国内外利用生物质能的状况。

生物质能是随着化石能源危机及回归生态平衡而被人类重新认识的，它是蕴藏在生物质中的能量，是绿色植物通过叶绿素将太阳能转化为化学能而储存在生物质内部的能量。生物质能是在煤炭、石油和天然气之后居于世界能源消费总量第4位的能源，在整个能源系统中占有重要地位。生物质资源不仅储量丰富，而且还可再生，目前世界拥有的生物质资源约 $18.41 \times 10.1t^{[1]}$

，如以能量换算，相当于目前石油产量的15~20倍^[2]

。如果这部分资源能得到充分利用，人类相当于拥有了一个取之不竭，用之不尽的资源宝库。

生物质来源于CO₂(光合作用)，燃烧后产生CO₂，所以燃用生物质时可以认为CO₂的排放是零，甚至有所减少(考虑到燃烧后草木灰中

含有大量的K₂CO₃

)。因此生物质与矿物燃料相比更为洁净。生物质能的缺点是热值及热效率低，体积大，不易运输，直接燃烧生物质的热效率仅为10%~30%，因此作为高效洁净燃料必须经过技术加工^[3]。

生物质燃料除了可替代部分石油、煤炭等化石燃料外，更有变废为宝、保护环境和资源综合利用的功能，开发生物质能有助于减轻温室效应和维持生态良性循环，是解决能源和环境问题的有效途径之一。

1 国内外利用生物质能状况

目前生物质能的研究与开发已成为全球的热门课题之一，受到世界各国政府与科学家的关注。1992年世界环境与发展大会后，欧美国家即大力发展生物质能。北欧各国大力发展木材发电，德国大力发展沼气。欧盟规划2010年可再生能源比例达12%，每年可替代2000万吨石油，其中成本较低的生物质能约占80%。瑞典对废木材的利用十分重视，生物质能比已达20%；法国将生物质能甲酯化后和柴油并用以替代石油；美国加快木柴发电和燃料乙醇的启用，利用农作物及其废物制造乙醇，作为汽车燃料，1999年明确提出规划到2010年生物制品及生物质能的产量将为当时水平的3倍，生物质能比达10%；生物质能是丹麦主要的可再生能源，2000年丹麦生物质能约占全国可再生能源的85%，作为世界风力机主要的供应者，其风能只占10%；古巴盛产甘蔗，大量的甘蔗渣可用于燃烧发电，该国政府已与联合国发展组织、世界环境基金会联合进行国际合作，预计投资1亿美元兴建以甘蔗渣为原料的环保电厂，预计所生产的电能可足够古巴全国使用。

我国每年的农林废弃物已超过10亿t，具有广阔的开发前景，生物质能占农村总能耗的近70%，占全国总能耗的近(1/4)^[1]

。我国沼气的使用有较长历史，在发展中国家处于领先地位。以甲醇为燃料的公交车在北京试运成功，另外数十辆公交车也在进行改装，准备加入“弃油烧酒”的行列，据预测，2050年我国生物质能开发利用量将达到275Mt标准煤，占一次能源供应量的8%^[3]。

2 生物质转换技术的主要能量载体

2.1 氢气

氢气作为21世纪的清洁能源，倍受各国政府和研究人员的青睐。当今制取氢气的主要方法是化石燃料制氢，但化石燃料资源有限，对环境的污染几乎不可逆转；水电解制氢的技术已经成熟，但能耗较高，对电力需求旺盛的国家，电解水制氢成本相当高。目前，许多研究者对生物质制氢很感兴趣。Willams.R.H等对生物质制氢的成本进行评估，在考虑制氢带来的社会、经济效益后，生物质制取氢气将是最廉价的制氢方式。生物质制氢主要包括生物质热化学气化制氢和生物质发酵制氢。

2.1.1 生物质气化制氢

生物质气化是指将预处理过的生物质在气化介质中(如空气、纯氧、水蒸气或这三者的混合物中)加热至700 以上，将生物质分解成合成气。生物质气化的主要产物为氢气、一氧化碳、甲烷以及少量的二氧化碳与氮气，混合气成分的组成因气化温度、压力、气化停留时间以及催化剂的不同而不同，气化反应器的选择也是决定混合气组成的一个重要因素。区别于常见的生物质气化制氢形式的有超临界水生物质催化气化制氢和等离子体热解气化制氢。

超临界水生物质催化气化制氢是一种新型高效的制氢技术，是利用超临界水可以溶解多数有机物和气体，而且密度高、粘性低、运输能力强的特性，可达到100%的生物质气化率，气体产物中氢气的体积百分含量甚至超过50%，反应不生成焦油、木炭等副产品，不会造成二次污染。

用等离子体进行生物质转化也引起了许多研究者的注意。典型的有电弧等离子体，其特点是温度极高，可达到上万度，并且这种等离子体还含有大量各种类型的带电离子、中性离子以及电子等活性物。生物质在氮的气氛下经电弧等离子体热解后，产品的主要组分就是氢气和一氧化碳。

2.1.2 生物质发酵制氢

微生物发酵制氢不仅可以利用生物质中的化学键，而且可以利用光能。氢气的产生通常是随能量代谢过程进行的。微生物在常温常压下进行酶催化反应即可制得氢气。过去的20年内，以生物质为原材料制氢所用的微生物主要为光合细菌，但由于其

原料来源于有机酸，限制了这种

技术的工业化大规模使用。2000年美国年产H₂248亿m³，已经达到价值1000亿美元的市场规模。

2.2 乙醇

生物质转换为乙醇主要有热化学转换法和生物转换法。

2.2.1 热化学转化法制乙醇

热化学转化法制乙醇主要是指在一定温度、压力和时间控制条件下将生物质转化成液态燃料乙醇。生物质气化得到中等发热值的燃料油和可燃性气体(一氧化碳、氢气、小分子烃类化合物)，把得到的气体组分进行重整，即调节气体的比例，使其最适合合成特定的物质，再通过催化合成，就可得到液体燃料乙醇(或甲醇、醚、汽油等)。

2.2.2 生物转换法制乙醇

乙醇是生物质发酵制备能量载体的主要目标产物之一，最常用的产生乙醇的微生物是酵母。传统的酵母发酵法采用谷物或甘蔗糖蜜作为原料，这种制备燃料乙醇的技术已经趋于成熟并有较大规模应用，而对含大量纤维素的植物来说，正在开发将纤维素水解为糖后再制取乙醇的技术，对植物中数量仅次于糖的木糖来说，用转基因酵母发酵后生产乙醇的技术也在研发中。

美国和巴西都已把燃料乙醇大量用于汽车燃料中，2000年巴西用甘蔗制燃料乙醇总产量达793万t，约占该国汽油消耗量的1/3。美国除用玉米生物质发酵生产乙醇外，还资助用生物质燃料废料生产燃料乙醇的开发，Logen公司投产了世界上最大的采用纤维素废料(小麦禾秆、大麦禾秆等)生产乙醇的装置，该公司现采用谷物生产乙醇的费用约为29美分/L，采用这一新技术预计可使未来的工业生产费用减少到约23.78美分/L^[7]

。美国希望2030年生产850亿L乙醇，价格将下降到14美分/

L^[1]
。我国已将生产燃料乙醇项目列入“十五规划”中，并将全面推广使用车用乙醇汽油，正式颁布“变性燃料乙醇”和“车用乙醇汽油”两项国家标准。近年来我国已开始大力推进用玉米制乙醇的工业化生产，吉林省投资29亿元建设年产60万t燃料乙醇的项目已于2001年批准动工，河南和安徽也在进行此类项目的调研。

2.3 沼气

沼气技术在污水处理、堆肥制造、人畜粪便、农作物秸秆和食品废物处理等方面已经得到广泛利用，其过程是把生物质有机废物放在容器中并与细菌混合，细菌便在容器中迅速繁殖起来，细菌在分解过程中释放出甲烷、氨和二氧化碳。据报道，印度早在1981年就开始发展以村为单位的利用家畜粪便生产沼气的农村沼气国家开发计划，在这个计划指导下，每年新建沼气池大约118万座之多。美国俄克拉荷马州的一家热回收处理厂建成一套将牛粪转化为沼气的生

产工厂, 10万头牛的粪便每日能转化为 $5 \times 10^4 \text{m}^3$ 的沼气, 可满足当地近3万户家庭使用^[2]

。我国应用沼气的历

史较长, 全国共建成近1000座工业废水和畜

禽粪便沼气工程, 形成约6亿 m^3

/a的生产能力, 农村沼气用户已超过688万户, 推广规模和技术水平在发展中国家领先^[3]。

2.4 生物柴油

从向日葵、大豆、菜籽、棕榈、椰子等植物种子中提取的植物油经甲酯酰化后可供柴油机使用, 称为生物柴油。生物柴油具有许多优良的品质: 含氧高, 含硫量低, 分解性能好, 燃烧效率高, 润滑性能大大优于石油柴油, 可以减少对发动机的磨损, 开口闪点高(160) , 储存、运输、使用更安全, 生物柴油还具有良好的环境性能, 有利于减轻大气污染。

2001年欧盟的生物柴油产量已达100万t, 美国3年里从1500t猛增到2001年的6万t。日本的莫兹三重公司于2001年开发成功用废食用油制造生物柴油的装置, 日处理废食用油1200L, 油的回收率达80%~85%。京都市于2002年4月投资1.9亿日元, 建立日产生物柴油5000L的废食用油生产生物柴油的装置, 2003年投产后主要供于市公共汽车和垃圾运输车使用。美国可再生能源实验室近年应用现代技术开发海洋微藻, 在户外种植表明, 其脂质含量高达40%, 每亩这种产品可提炼生物柴油1~2.5t, 在近海种植其前景会很好。

2.5 生物质发电

生物质发电包括直接燃烧发电和生物质气化发电。直接燃烧发电是指用工业锅炉把生物质能转化成优质的能源——电能。生物质气化发电技术的基本原理是把生物质转化为可燃气体, 再利用可燃气体推动燃气发电设备进行发电。它既能解决生物质难于燃用而且分散分布的缺点, 又可以充分发挥燃气发电技术设备紧凑而且污染少的优点, 所以气化发电是生物质能最有效最洁净的利用方法之一。

美国在这方面的的工作比较先进, 相关的生物质发电站有350多座, 发电装机总容量达700MW, 提供了大约6.6万个工作岗位, 据有

关科学家估计, 到2010年,

生物质发电将达到13000MW装机容量, 可安排17万多

就业人员^[8]

。瑞典和丹麦实行利用生物质进行热电联产的计划, 使生物质在提供高品位电能的同时, 满足供热的需求。2002年日本提出计划2010年生物质能发电达33万kW。我国“十五”国家科技攻关计划提出要推广建成MW级电站10座以上, 发电成本在0.25元/kWh左右。中科院广州能源研究所对生物质能的开发研究较早, 最近又进行了4MW级生物质气化燃气——蒸汽整体联合循环发电示范工程的设计研究, 并取得了较好的结果, 该示范工程位于江苏省镇江市丹徒经济技术开发区。

2.6 其它能量载体

生物质能转换技术的能量载体很多, 除上所述外还有其它如固化的成型燃料、热分解液化的燃油、气化后合成的液体燃料(甲醇、二甲醚)等。随着科学技术的进步, 人类对生物质能的开发应用一定会有更新的进步。

3 结论

(1) 生物质能作为一种古老而又新兴的能源对人类经济的发展和生态平衡的保持起着举足轻重的作用。政府应对此进行政策性引导, 把发展新型生物质能产业作为目标, 加强行业管理, 通过税收及其它经济手段将能源的外部社会成本和环境成本计入能源成本中, 以增强生物质能的竞争力。加强科研和开发, 借鉴国外成功经验, 在生物质能应用技术上尽快达到国际先进水平。

(2) 我国林木覆盖率只有13% ^[9]

, 生态条件相当薄弱, 要因地制宜, 利用现代生物技术, 加快发展薪炭林, 在大片非耕地上种植速生林, 以保证充足的可再生生物质原料, 其次应首先选择农业废弃物(秸秆等)作为技术转化的资源, 使农牧民都能介入能源市场, 获得稳定的收入, 提高大家生活质量的同时改善人类的生存环境。

(3)实现生物质能转换技术发展的多样化，大力推广农村的沼气利用技术，加快用非粮食类生物质作原料生产燃料乙醇的研究，开发出有自主知识产权的实用技术，保障我国的能源安全和经济繁荣，利用我国现有的资源优势，深入发展生物质洁净能源。

参考文献

- [1]朱清时，阎立峰，郭庆祥.生物质洁净能源.北京.化学工业出版社.2002.
- [2]闵恩泽，吴巍.可再生生物质资源.化工进展.2002，21(5)：357～359.
- [3]高红.北京应大力发展生物质能燃料.节能与环保.2002，(6)：36～37.
- [4]吕鹏梅，常杰等.生物质废弃物制氢技术.环境保护.2002，(8)：43～45.
- [5]梁建光，吴永强.生物产氢研究进展.微生物学通报.2002，29(6)：81～85.
- [6]美国能源部2000年年度报告.
- [7]金科.生物质废料生产燃料级乙醇石油化工技术经济.2003，19(1)：42.
- [8]蒋剑春.生物质能源应用研究现状与发展前景.林产化学与工业.2002，22(2)：75～80.
- [9]邓可蕴.21世纪我国生物质能发展战略.中国电力.2000，33(9)：82～84.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/82940.html>