

生物质热解气化技术的研究现状及其发展

钟浩，谢建，杨宗涛，张无敌，宋洪川

(云南师范大学太阳能研究所，云南昆明650092)

摘要：文章讨论了生物质能源概况及生物质热解气化技术目前的现状，认为大力发展生物质气化技术有着广阔的前景。

随着新世纪的到来，人类面临着经济增长和环境保护的双重压力，改变能源的生产和消费方式，用现代技术开发利用包括生物质能在内的可再生能源，对建立可持续发展的能源系统，促进社会经济发展和生态环境改善以及摆脱对化石能源的依赖都具有重大意义。

1 生物质能资源

生物质能一直是人类赖以生存的重要能源之一，包括能源林木、能源作物、水生植物、各种有机废弃物等等，它们是通过植物的光合作用转化而成的可再生能源资源，是太阳能的有机储存。生物质能是地球上最普遍的一种可再生能源，数量巨大，就其能量当量而言，是仅次于煤、石油、天然气而列第四位的能源。广义的生物质能包括一切以生物质为载体的能量，具有可再

生性。据估算，地球每年水、陆生物质产量的热当量为 3×10^{21}

J左右，是全球目前总能耗量的10倍。我国生物质能资源相当丰富，仅各类农业废弃物(如秸秆等)的资源量每年即有3.08亿吨标煤，薪材资源量为1.3亿吨标煤，加上粪便、城市垃圾等，资源总量估计可达6.5亿吨标煤以上，约相当于1995年全国能耗总量的一半。

目前，在世界的能源结构中，生物质能源占据重要的地位。在世界能源消耗中，生物质能占据14%，发展中国家占40%以上，据联合国调查资料，东南亚各国42%的能源消耗来自生物质，非洲国家占58%。占我国人口70%的农村，主要的生活能源也是生物质能。我国农村直接燃烧秸秆、薪柴每年总能耗为2.64亿吨标准煤，占农村能耗的79.3%，每年消耗生物质能达6.1亿吨之多，占全国总能耗的27%。

而在发达国家，生物质作为能源的利用，多采用高投入、高产出的方式，建设大型的生物质能转化工程，将传统的生物质能转化为现代能源利用。例如，美国在1992年就大约有1000个利用木材气化的发电厂，运行装机650万千瓦，年发电42亿千瓦时，发电成本4-6美分每千瓦时，每千瓦投资2000-3000美元，美国加州电力供应的40%来源于生物质发电，目前，生物质动力工业在美国已成为仅次于水电的第二大可再生能源。生物质转化为现代能源的利用在美国、瑞典和奥地利的基能消费中已分别占到40%、16%和10%。在欧盟国家中，开发利用的所有新能源和可再生能源(包括水电在内)中生物质能源已占总和的59.6%。

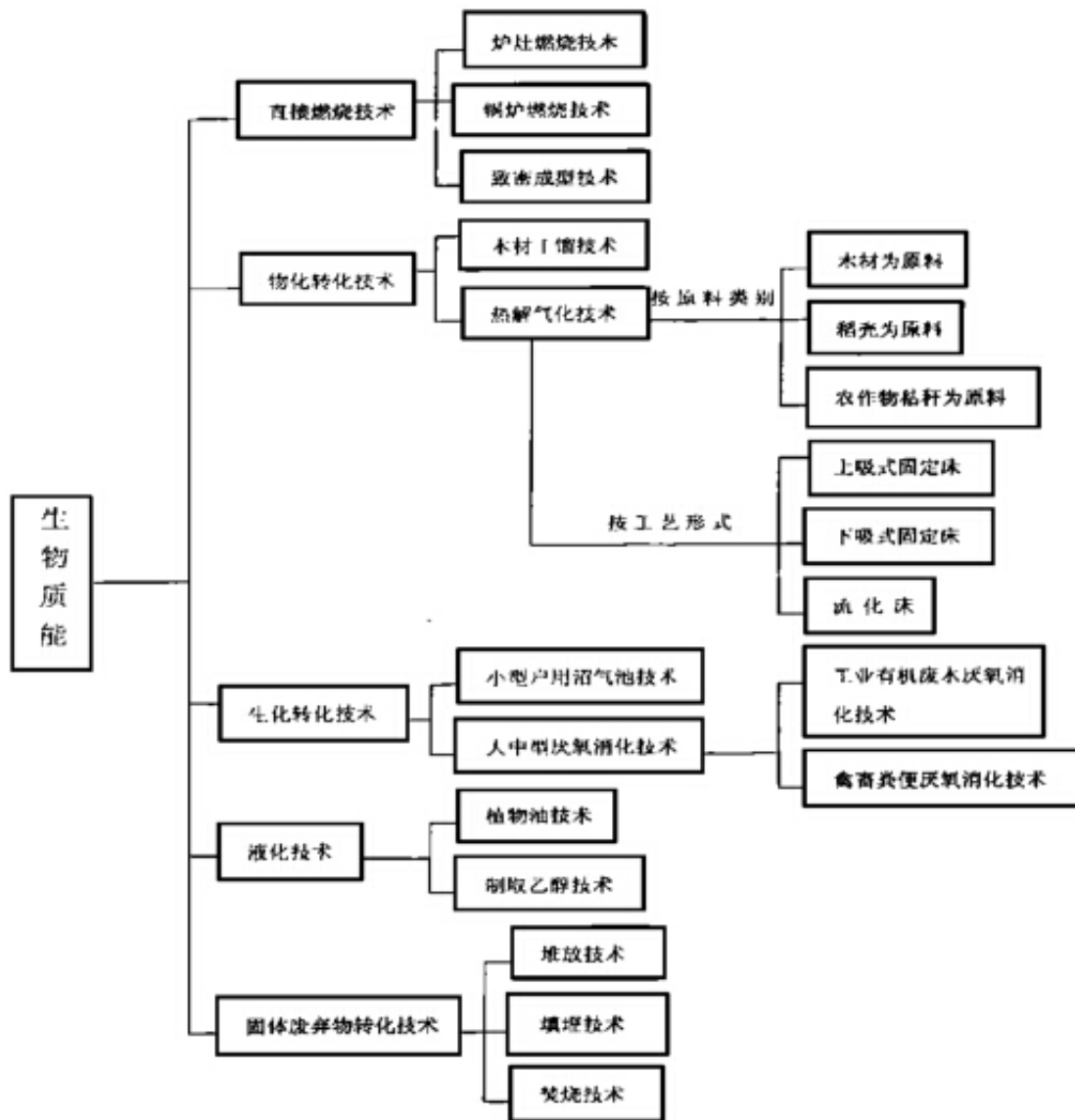


图1 生物质能利用技术分类

Fig.1 Classification of biomass energy technology

2传统的生物质利用模式造成的弊病及对策

我国农村地区，传统的耗能方式仍是以炊事为基本要求，作物秸秆和柴草为主要资源，大部分是炕灶直接燃烧，转换效率低，能量损失严重。另一方面，由于农村能源消费中约80%来自生物质能，对生物质资源的无序使用和浪费不但直接导致大气污染，还严重破坏生态环境。在我国，过去十分肥沃的东北大平原土壤有机含量从5-9%下降到2%；全国森林覆盖率下降到13%，仅是世界平均水平的一半；水土流失面积也从50年代的150万平方公里扩展到367万平方公里。

因此，对于生物质能源利用技术，开发研究的核心内容就是实现生物质燃料的清洁燃烧和高效利用，发展生物质的各种能源转换利用技术。

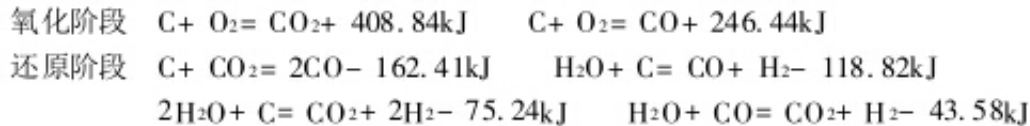
3生物质能技术的类别

生物质能的利用技术大体上分为直接燃烧技术、物化转化技术、生化转化技术、液化技术和固体废弃物技术几大类(见图1)。

4生物质气化的基本理论

固体燃料的气化就是利用空气中的氧气或含氧物质作为气化剂将固体燃料中的碳氧化成可燃气体的过程，采用不同原料和吹入气体(空气、氧气或是水蒸汽)，所产生的可燃气体成分也各异。其中以空气和水蒸汽同时作为气化剂而得到混合煤气的技术应用最广，现行的固定床生物质气化系统基本上采用这种气化方式。

在气化过程中，燃料基本上要经过氧化、还原、干馏和干燥四个阶段，其主要的反应式为：



固体燃料气化是气体(氧)和固体(碳)之间的多相反应过程，关于碳和氧之间的反应机理，至今仍是一个有争议的问题，关于气化反应机理，主要有三种学说：

- (1)还原说，认为碳和氧的反应首先生成 CO_2 ，而 CO 的存在是由于 CO_2 被燃料中的碳还原的结果。
- (2)一氧化碳说，认为 CO 是碳和氧反应的初生物， CO 进一步氧化生成 CO_2 。
- (3)络合物说，认为碳和氧首先生成 C_xO_y 络合物，由于温度等条件不同，这个络合物分解成不同比例的 CO_2 和 CO ，所以 CO_2 和 CO 是同时形成的。

5 生物质气化技术概况

热解气化是一种热化学反应技术，它通过气化装置的热化学反应，可将低品位的固体生物质转换成高品位的可燃气体。自1839年世界上第一台上吸式气炉问世以来，气化技术已有160多年的历史，但较大规模应用生物质热解气化技术，则始于20世纪30、40年代，第二次世界大战期间，为解决石油燃料的短缺，用于内燃机的小型气化装置得到广泛使用。从七十年代初开始，受石油危机影响，这一技术有了新的发展。在本世纪四十年代初期，我国部分地区曾以木炭和木块为燃料经气化驱动民用车辆，五十年代初期，我国部分城乡曾以木质燃料气化驱动内燃机，取代柴油和汽油，用于驱动汽车和提水发电设备。现在，它作为矿物能源的补充能源更加受到各国重视。

国外生物质气化装置一般规模较大，自动化程度高，工艺较复杂，以发电和供热为主，如，加拿大摩尔公司(Moore Canada Ltd)设计和发展的固定床湿式上行式气化装置、加拿大通用燃料气化装置有限公司(Omnifuel Gasification System Limited)设计制造的流化床气化装置、美国标准固体燃料公司(Standard Solid Fuels Inc)设计制造的炭化气化木煤气发生系统、德国茵贝尔特能源公司(Imbert Energietechnik GMB

H)设计制

造的下行式气化炉-

内燃机发电机组系统等等，气化效率可

达60%-90%，可燃气体热值为 $1.7-2.5 \times 10^4 \text{kJ/m}^3$

。目前，在该领域具有领先水平的国家有瑞典、美国、意大利、德国等。美国近年来在生物质热解气化技术方面有所突破，研制出了生物质综合气化装置-燃气轮机发电系统成套设备，为大规模发电提供了样板。

从80年代初开始，经过近20年的努力，我国生物质气化技术也日趋完善。我国自行研制的集中供气 and 户用气化炉产品已进入实用化试验及示范阶段，形成了多个系列的炉型，可满足多种物料的气化要求，在生产、生活用能、发电、干燥、供暖等领域得到利用。如中国农业机械化科学研究院研制的ND系列生物质气化炉，其中ND-600型气化炉已进行较长时间的生产运行，并取得了一定的效益；江苏吴江县生产的稻壳气化炉，利用碾米厂的下脚料驱动发电机组，功率达到160千瓦，已达到实用阶段；中科院广

州能源所，对上吸式生物质气化炉的气化原理、物料反应性能作了大量试验，并研制出GSQ型气化炉；山东能源研究所研制的XFL系列秸秆气化炉在农村集中供气的应用中也获得了一定的社会、经济效益；大连市环境科学设计研究院研制的LZ系列生物质干馏热解气化装置建成了可供1000户农民生活用燃气的生物质热解加工厂；云南省研制的QL-50、60型户用生物质气化炉已通过技术鉴定并在农村进行试验示范。目前，我国已进入实用阶段的生物质气化装置种类较多，用途广泛(见表一)。取得了良好的社会、经济效益。近年来，已将煤气化技术引入到生物质气化方面来，如沸腾流化床技术可用在细粒状的生物质气化，克服了此类原料在固定床连续加料的困难，同时生物质流化床技术也被很多研究单位和高校重视，有关该项技术的实验研究也在进行中。

6我国现有的生物质气化技术

目前,我国使用的生物质热解气化技术,主要有固定床、流化床和直接干馏热解三种工艺形式。固定床工艺一般采用空气为气化剂,这类工艺,不论是上吸式、下吸式或是平吸式的气流方式,都有设备结构简单、易于操作、可以实现多种生物质原料的热解气化、投资少等特点。但是得到的生物质燃气热值低,一般只有5000KJ/Nm³,且生物质气中焦油含量高(见表二),容易造成管路堵塞。分析其原因,主要有两方面:第一,由于工艺路线局限,多采用空气为气化剂,得到的生物质气中氮气含量高,通常在50%左右;第二,由于生物质原料有些不利于气化因素,如生物质原料挥发分含量高、固定碳含量相对较低,使得获得的生物质气体中焦油含量高。而且,生物质原料容重小等等。

表1 生物质气化系统应用现状

Tab.1 Current system of biomass gasification

气化系统	气化原料	气化类型	气化效率(%)	热值(kJ/m ³)	功率(MJ/h)	应用情况
ND-400	农林残余物	下吸式	76	4180-5850	210-290	供热
ND-600	秸秆、农林废弃物	下吸式		6222	500-650	供热
ND-900	玉米芯、茶壳、刨花、木块	下吸式	65-75	4844-6084	203-280KW	供热
HQ-280	秸秆、锯末、稻壳、果壳、树皮	下吸式	70	4500-5000	42-50	户用气化
XFL-600	棉材、玉米秸、木质废弃物	下吸式	72-75	3800-5200	600	集中供气
XFL-1000	秸秆类	下吸式	72-75	5000左右	1000	集中供气
XFL-2500	秸秆类	下吸式	72-75	5000左右	2500	集中供气
GSQ-1100	生物质	上吸式	73.8	5000左右	1080-2630	供热
流化床气化装置	木材加工剩余物	流化床	70		10000-15000	
QL-50	木屑、农作物秸秆、野草、树枝	上吸式	>70	5000左右	40-50	户用气化
LZ 生物质干馏热解气化技术	木屑、农作物秸秆、野草、树枝	干馏热解	28.8	14000	58.8	集中供气

表2 不同气化炉的气体中焦油含量

Tab.2 Tar content of different type gasification system

生物质气化工艺	焦油含量(mg/m ³)
常规上吸式	80000-100000
常规下吸式	1500-3000
层式下吸式	900-1000 (床层高度 300-800mm)
	1200-1400 (床层高度 1000-1200mm)

针对这些不足,云南师范大学农村能源重点实验室提出了一种以蒸汽为气化剂的生物质热解和完全气化技术,该技术可大幅度提高生物质气的热值,实验热值达到了8300 KJ/Nm³以上,产气率达到了1.20m³/kg以上,并且还有提高的潜力。

流化床工艺得到的生物质燃气热值高,可达12000KJ/Nm³左右,燃气产率和气化效率也分别达到了0.95和63%左右。但是这一工艺设备复杂,操作不易掌握。

1998年,大连环境

科学研究院开发的LZ系列生物质直接热裂

解装置,可以得到热值14651KJ/m³的裂解燃气,产气率0.35m³

/kg,这种装置的主产物是碳,热解生物质燃气作为副产物,燃气的成本要依赖于碳的销售情况而定。

7结束语

综上所述,生物质气化技术日趋成熟,生物质气化系统的应用技术越来越受到人们的关注,主要热点是气化烘干、气化发电、家用燃气集中供气和户用气化炉灶等四个方面。

我国生物质资源丰富，生物质气化技术对充分利用这些资源、缓解能源紧张、提高能源品位、改善环境质量、提高人民生活水平等诸多方面具有重要意义，故大力开发生物质气化技术有着广阔的前景。

参考文献：

[1]庄新姝，杨柏成，刘喜国.生物质气化技术的应用[J].农村能源，1998，(5)：23-24.

[2]南方.生物质热解气化技术及其应用前景[J].农村能源，1998，(1)：21-23.

[3]邱凌，郭康权，朱义满等.生物质能转换技术[M].杨陵：西北农业大学出版社，1993.

[4]杨宗涛，谢建，钟浩等.以蒸汽为气化剂的生物质干馏与完全气化(SBG)技术的中试研究[J].新能源，2000，(9)：

[5]张无敌，宋洪川，夏朝凤等.高热值生物质热解气化技术的探讨[J].新能源，1999，(1)：19-21.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/82135.html>