

## 生物质气化技术及其研究进展

**摘要** 生物质能源是一种理想的可再生能源，由于其在燃烧过程中对大气的二氧化碳净排放量近似于零，可有效地减少温室效应，因而越来越受到世界各国的关注。对生物质能的概念及其转化方式进行了简单介绍，着重介绍了生物质气化技术在国内外的发展现状，提出了我国在生物质气化领域的重点研究方向。

### 1 前言

生物质能源是一种理想的可再生能源。具有以下特点：(1)可再生性；(2)低污染性(生物质硫含量、氮含量低，燃烧过程中产生的SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>较低，生物质作为燃料时，二氧化碳净排放量近似于零，可有效地减少温室效应)；(3)广泛的分布性。缺乏煤炭的地域可充分利用生物质能。所以，利用生物质作为替代能源，对改善大气酸雨环境。减少大气中二氧化碳含量从而减少“温室效应”都有极大的好处。生物质能的低硫和CO<sub>2</sub>的零排放使生物质成为能源生产的研究热点。

20世纪70年代，Gahly等首次提出了将气化技术用于生物质这种含能密度低的燃料。生物质气化是生物质转化过程最新的技术之一。生物质原料通常含有70%~90%挥发分，这就意味着生物质受热后，在相对较低的温度下就有相当量的固态燃料转化为挥发分物质析出。由于生物质这种独特的性质，气化技术非常适用于生物质原料的转化。不同于完全氧化的燃烧反应，气化通过两个连续反应过程将生物质中的碳的内在能量转化为可燃烧气体，生成的高品位的燃料气既可以供生产、生活直接燃用，也可以通过内燃机或燃气轮机发电，进行热电联产联供，从而实现生物质的高效清洁利用。生物质气化的一个重要特征是反应温度低至600~650℃，因此可以消除在生物质燃料燃烧过程中发生灰的结渣、团聚等运行难题。

生物质气化采用的技术路线种类繁多，可从不同的角度对其进行分类。根据燃气生产机理可分为热解气化和反应性气化，其中后者又可根据反应气氛的不同细分为空气气化、水蒸气气化、氧气气化、氢气及其这些气体的混合物的气化。根据采用的气化反应器的不同又可分为固定床气化、流化床气化和气流床气化。另外，还可以根据气化规模的大小、气化反应压力的不同对气化技术进行分类。在气化过程中使用不同的气化剂、采取不同的运行方法以及过程运行条件，可以得到三种不同质量的气化产品气。三种类型的气化产品气有着不同的热值(CV)：低热值(LowCV)4~6MJ/Nm<sup>3</sup>(使用空气和蒸汽/空气)；中热值(MediumCV)12~18MJ/Nm<sup>3</sup>(使用氧气和蒸汽)；高热值(HighCV)40MJ/Nm<sup>3</sup>(使用氢气或者是氢气)。

### 2 生物质气化反应器

生物质气化按照使用的气化器类型不同分为固定床气化和流化床气化两种。气流床气化对于入炉颗粒粒度要求细(一般要求小于0.4mm)，对于生物质而言，要满足气流床的气化的粒度要求还有许多技术及经济难题需要解决。

#### 2.1 生物质固定床气化炉

固定床是一种传统的气化反应器，其运行温度一般在1000℃左右。固定床气化炉分为逆流式(Counter-current)、并流式(Concurrent)。如图1、2所示。逆流式气化炉是指气化原料与气化介质在床中的流动方向相反。而并流式气化炉是指气化原料与气化介质在床中的流动方向相同这两种气化炉按照气化介质的流动方向不同又分别称为上气式、下气式气化炉。下面对上气式固定床生物质气化炉的运行工艺作简单介绍。

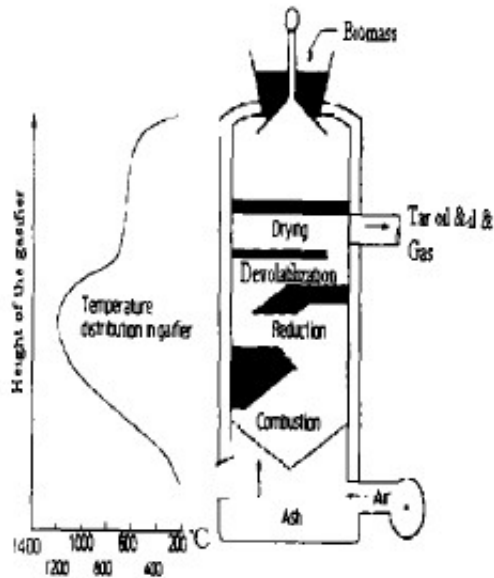


图1 上气式固定床生物质气化炉及其床内温度分布

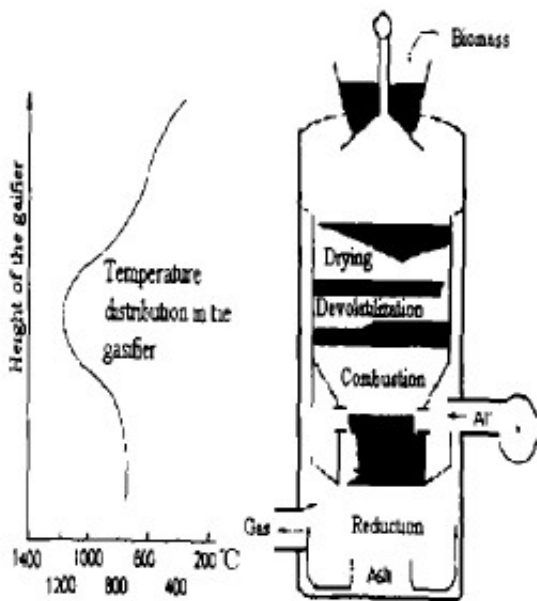


图2 下气式固定床生物质气化炉及其床内温度分布

在上气式固定床气化炉中，生物质原料从气化炉的上部的加料装置送入炉内，整个料层由炉膛下部的炉栅支撑。气化剂从炉底下部的送风口进入炉内，由炉栅缝隙均匀分布并渗入料层底部区域的灰渣层，气化剂和灰渣进行热交换，气化剂被预热，灰渣被冷却。气化剂随后上升至燃烧层，在燃烧层气化剂和原料中的碳发生氧化反应，放出大量的热量。可使炉内温度达到1000℃，这一部分热量可维持气化炉内的气化反应所需热量。气流接着上升到还原层，在燃烧层生成的CO<sub>2</sub>还原成CO；气化剂中的水蒸气分解，生成H<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>这些气体与气化剂中未反应部分一起继续上升，加热上部的原料层，使原料层发生热解，脱除挥发分，生成的焦炭落入还原层。生成的气体继续上升，将刚入炉的原料预热、干燥后，进入气化炉上部，经气化炉气体出口引出。

## 2.2 流化床生物质气化炉

流化床燃烧是一种先进的燃烧技术，应用于生物质燃烧上已获得了成功，但是用于生物质气化仍是一个新课题。与固定床相比。流化床没有炉栅，一个简单的流化床由燃烧室、布风板组成，气化剂通过布风板进入流化床反应器中。

按气固流动特性不同，将流化床分为鼓泡流化床和循环流化床，如图3所示。鼓泡流化床气化炉中气流速度相对较低，几乎没有固体颗粒从流化床中逸出。而循环流化床气化炉中流化速度相对较高，从流化床中携带出的颗粒在通过旋风分离器收集后重新送入炉内进行气化反应。流化床气化炉有良好的混合特性和较高的气固反应速率。

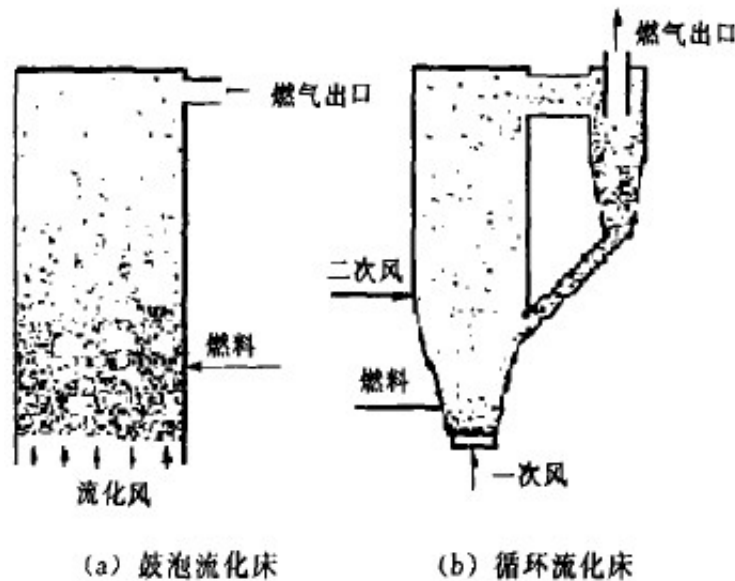


图3 流化床气化炉

在生物质气化过程中，流化床首先通过外加热到运行温度，床料吸收并贮存热量。鼓泡流化床的适量空气经布风板均匀分布后将床料流化，床料的湍流流动和混合使整个床保持一个恒定的温度。当合适粒度的生物质燃料经供料装置加入到流化床中时，与高温床料迅速混合，在布风板以上的一定空间内激烈翻滚，在常压条件下迅速完成干燥、热解、燃烧及气化反应过程，使之在等温条件下实现能量转化，从而生产出需要的燃气。床料本身的较高的热容量像一个热量蓄热器，可使生物质气化炉在停炉一整夜后无需外在热量情况下重新开车。由于床料热容大，即使水分含量较高的燃料也可直接气化。通过控制运行参数可使流化床床温保持在结渣温度以下，床层只要保持均匀流化就可使床层保持等温，这样可避免局部燃烧高温。流化床气化炉气化强度高，入炉的燃料量及风量可严格控制，非常适合于大型的工业供气系统，且燃气的热值可在一定的范围内任意调整。因此，流化床反应器是生物质气化转化的一种较佳选择，特别是对于灰熔点较低的物质。

### 2.3 固定床气化炉与流化床气化炉性能比较

固定床气化炉与流化床气化炉有着各自的优缺点和一定的适用范围。例如，逆流式固定床气化反应器结构简单、操作便利，运行模式灵活，但是只能适用于中小规模生产；而流化床气化反应器虽然适合于工业化、大型化，但设备复杂、投资大，而且需要一个相对稳定的对产品气的市场需求。下面主要从工业技术及运行情况、使用的原料、能量利用和转换、环境效益和经济性五个方面对流化床和固定床气化炉进行比较。

#### 2.3.1 工业技术及运行情况

从目前情况来看，固定床和流化床气化炉的设计运行时间一般都小于5000h。前者结构简单，坚固耐用；后者比较而言，结构较复杂，安装后不易移动，但占地较小，容量一般较固定床的容量大。启动时，固定床加热比较缓慢，需较长时间达到反应温度；流化床加热迅速，可频繁起停。

运行过程中，固定床床内温度不均匀，固体在床内停留时间过长，而气体停留时间较短，压力降较低；流化床床温均匀，气固接触混合良好，气固停留时间都较短，床内压力降较高。固定床的运行负荷可以在设计负荷的20%~110%之间变动，而流化床由于受气流速度必须满足流化条件所限，只能在设计负荷的50%~120%之间变化。

#### 2.3.2 使用的原料

流化床对原料的要求较固定床低。固定床必须使用特定种类、形状和尺寸尽可能一致的原料；流化床使用的原料不限种类，进料形状不限，颗粒尺寸可不一致。前者颗粒尺寸较大(>100mm)，后者颗粒尺寸较小(>50μm)。

固定床气化的主要产物是低热值煤气, 含有少量焦油、油脂、苯、氮等物质, 需经过分离、净化处理。流化床产生的气体中焦油和氮的含量较低, 气体成分热值稳定, 出炉燃气中固体颗粒较固定床多, 燃气出炉温度和床温基本一致。

### 2.3.3 能量利用和转换

固定床中由于床内温度不均匀, 导致热交换效果较流化床差, 但由于固体在床中停留时间长, 故碳转换效率高, 一般达90%~99%。流化床由于出炉燃气中固体颗粒较多, 造成不完全燃烧损失, 碳转换效率一般只有90%。两者都具有较高热效率。

### 2.3.4 环境效益

固定床燃气飞灰含量低, 而流化床燃气飞灰含量高。其原因是固定床中温度可高于灰熔点, 从而使灰熔化成液态, 从炉底排出; 而流化床中温度低于灰熔点(否则熔成结渣, 无法正常运行), 飞灰被出气带出一部分。所以流化床对环境影响比固定床大, 在实际设计中必须对燃气进行除尘净化处理。

### 2.3.5 经济性

在设计制造方面。由于流化床的结构较固定床复杂, 故投资多于后者。但在运行方面, 固定床对原料要求较高, 流化床对原料要求不高, 故固定床运行投资高于流化床。固定床气化炉内温度分布较宽, 这可能产生床内局部高温而使灰熔聚, 并存在比容量低、启动时间长以及大型化较困难等问题; 流化床具有气化强度大、综合经济性好的特点。综合考虑设计和运行过程, 流化床比固定床具有更大的经济性, 应该成为我国今后生物质气化研究的主要方向。

## 3 生物质气化发电技术应用及国内外发展现状

### 3.1 生物质气化发电技术在国外的现状及发展

生物质气化及发电技术在发达国家已受到广泛重视, 如奥地利、丹麦、芬兰、法国、挪威、瑞典和美国等国家生物质能在总能源消耗中所占的比例增加相当迅速。奥地利成功地推行了建立燃烧木材剩余物的区域供电站的计划, 生物质能在总能耗中的比例由原来大约2%~3%增到目前的25%。到目前为止, 该国已拥有装机容量为1~2MWe的区域供热站80~90座。瑞典和丹麦正在实施利用生物质进行热电联产的计划, 使生物质能在转换为高品位电能的同时满足供热的需求, 以大大提高其转换效率。一些发展中国家, 随着经济发展也逐步重视生物质的开发利用, 增加生物质能的生产, 扩大其应用范围, 提高其利用效率。菲律宾、马来西亚以及非洲的一些国家, 都先后开展了生物质能的气化、成型固化、热解等技术的研究开发, 并形成了工业化生产。

生物质气化的发电技术主要有以下三种方法: 带有气体透平的生物质加压气化、带有透平或者是引擎的常压生物质气化、带有Rankine循环的传统生物质燃烧系统。传统的BIGCC技术包括生物质气化、气体净化、燃气轮机发电及蒸汽轮机发电。由于生物质燃气热值低(约5021kJ/m<sup>3</sup>), 炉子出口气体温度较高(800℃以上), 要使BIGCC具有较高的效率, 必须具备两个条件: 一是燃气进入燃气轮机之前不能降温, 二是燃气必须是高压的。这就要求系统必须采用生物质高压气化和燃气高温净化两种技术才能使BIGCC的总体效率较高(40%)目前欧美一些国家正开展这方面研究, 如美国Battelle(63MWe)和夏威夷(6MWe)项目。欧洲英国(8MWe)、瑞典(加压生物质气化发电4MWe)、芬兰(6MWe)以及欧盟建设3个7~12MWe生物质气化发电BIGCC示范项目, 其中一个是加压气化, 两个是常压气化。但由于焦油处理技术与燃气轮机改造技术难度大, 存在的许多问题(如系统未成熟, 造价很高)限制了其应用推广。以意大利12MWe的BIGCC示范项目为例, 发电效率约为31.7%但建设成本高达25000元/kW, 发电成本约1.2元/(kW·h), 实用性很差。近利用了生物质原料固有的高反应特性。生物质的气化强度超过146000kg/(h·m), 而其他气化系统的气化强度通常小于1000kg/(h·1Tl)。Battelle气化工艺的商业规模示范建在弗蒙特州的柏林顿McNeil电站, 该项目的一期工程, 用Battelle技术建造日产200t燃料气的气化炉, 在初始阶段生产的燃料气用于现有的Mc—Neil电站锅炉。二期工程安装一台燃气轮机来接受从气化炉来的高温燃气, 组成联合循环。该气化设备于1998年完成安装并投入运行。

大型生物质气化循环发电系统包括原料预处理、循环流化床气化、催化裂解净化、燃气轮机发电、蒸汽轮机发电等设备, 适合于大规模处理农林废物。

除了将生物质气化用于发电之外, 欧共体进而开展了生物质气化合成甲醇、氨的研究工作。1998年, 欧共体建立了四个规模在4.8~12.1t/d之间不等的生年欧美开展了其它技术路线的研究, 如比利时(2.5MWe)和奥地利(TINA, 6MWe)开展的生物质气化与外燃式燃气轮机发电技术, 美国的史特林循环发电等, 但技术仍未成熟, 成本较高。

美国在利用生物质能发电方面处于世界领先地位美国建立的Battelle生物质气化发电示范工程代表生物质能利用的世界先进水平，生产一种中热值气体，不需要制氧装置，此工艺使用两个实际上分开的反应器：(1)气化反应器，在其中生物质转化成中热值气体和残炭；(2)燃烧反应器，燃烧残炭并为气化反应供热。两个反应器之间的热交换载体由气化炉和燃烧室之间的循环沙粒完成。图4的工艺流程图表明了两个反应器以及它们在整个气化工艺中的配合情况。

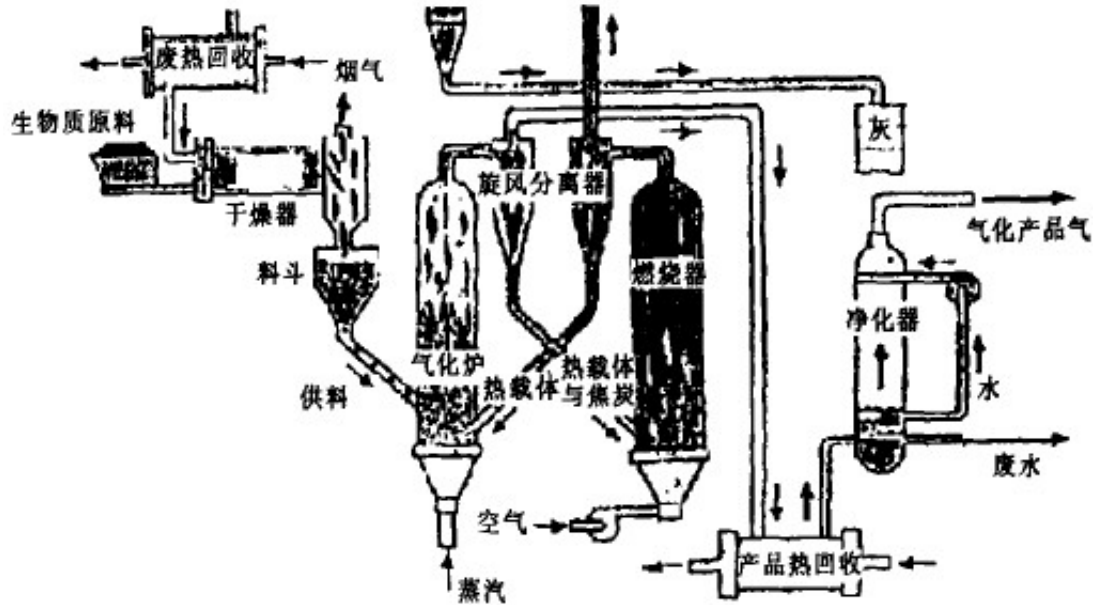


图4 Battelle 工艺流程

这种Battelle工艺与传统的气化工艺不同，它充分物质气化合成甲醇的示范工厂。其生物质气化装置均为流化床气化炉，使用氧气或者水蒸气作气化剂，产出中热值燃气。在滤出焦油和杂质，脱除CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>以及其他碳氢化合物之后，在一定压力下，使CO和H<sub>2</sub>O反应生成H<sub>2</sub>，再将CO和H<sub>2</sub>以1:2的比例混合导入合成塔，加入催化剂，合成甲醇。德国已广泛使用含1%~3%甲醇的混合汽油，内燃机结构无须进行较大改动，其输出功率近似于燃用纯汽油的内燃机的输出功率。目前，生物质气化合成甲醇的技术已经成熟，只是其产品的经济性还不能与石油、煤化工相竞争。芬兰的一家化肥厂在世界上首次采用生物质气化燃气合成氨取得成功。干生物质(木屑)气化产出的气体经净化后可得到CO和H<sub>2</sub>的混合气，再将此混合气与N<sub>2</sub>反应合成氨。

### 3.2 生物质气化技术在国内的发展与现状

我国对生物质气化技术的深入研究始于上世纪80年代。经过20年的努力，我国生物质气化技术日趋完善。目前已经成功开发出将生物质转化成可燃气体的技术，大多采用固定床气化，如河北的ND系列、山东的XFL系列、广州的GSQ-110型和云南QL50、60型；建成的多个生物质气化的供热、传热系统，应用在不同场合取得了一定的社会、环保和经济效益。

与发达国家生物质气化技术相比，国内生物质气化装置基本上是以空气为气化剂的常压固定床气化技术，其技术上的问题主要是：燃气质量不稳定且燃气热值低；CO含量过多，不符合城市居民使用燃气标准；燃气净化及焦油的处理有待于改进，国内已建成的生物质气化系统，对燃气的净化及焦油的处理大多采用水洗物理方法，净化效率不高，气体中焦油含量较高，既造成能源浪费，又加快设备损耗；整套装置尚缺乏长时间的运行试验，可靠性及使用寿命尚待确定；集中供气系统质量标准与施工规范尚未形成，难以实现气化技术的工程化。上述因素制约了生物质气化技术在我国商业化推广。

早在上世纪60年代，我国就开始了生物质气化发电的研究，研制出了样机并进行了初步推广，还曾出口到发展中国家，后因经济条件限制和收益不高等原因停止了这方面的研究工作。近年来，随着乡镇企业的发展和人民生活水平的提高，一些缺电、少电地方迫切需要电能；其次是环境问题，丢弃或焚烧农业废弃物将造成环境污染，生物质气化发电可以有效地利用农业废弃物。所以，以农业废弃物为原料的生物质气化发电又逐渐得到人们的重视。

“九五”期间进行1MWe的生物质气化发电系统研究，旨在开发适合中国国情的中型生物质气化发电技术。1MWe

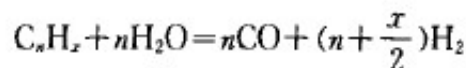
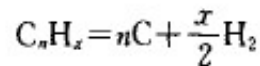
的生物质气化发电系统已于1998年10月建成,采用一炉多机的形式,即5台200kWe发电机组并联工作,2000年7月通过中科院鉴定后投入小批量使用。该系统在很多方面比200kWe气化发电有了改善,但由于受气化效率与内燃机效率的限制,简单的气化—内燃机发电循环系统效率低于18%,单位电量的生物质消耗量一般大于1.2kg(dry)/(kW·h)。以中科院广州能源所为主承担的“十五”863项目——4MWe的生物质气化发电装置正处于研究开发之中。

目前,我国的生物质发电技术的最大装机容量与国外相比,还有很大差距。在现有条件下研究开发与国外相同技术路线的BIGCC系统,存在很大困难。利用现有技术,研究开发经济上可行、效率较高的系统,是目前发展生物质气化发电的一个主要课题,也是发展中国家今后能否有效利用生物质的关键。

### 3.3 生物质燃气的净化

#### 3.3.1 生物质燃气中焦油的特性

在生物质气化过程中,由于气化温度较低,致使气化过程中产生的气体的焦油含量大,且其成分非常复杂。可以分析出来的成分有200多种,主要组分不少于20种,其中组分含量大于5%的有7种:苯、甲苯、二甲苯、萘、苯乙烯、酚和蒽。焦油在低于200C的温度下易凝结成液体。一般而言,温度升高,焦油可发生高温裂解生成不可再凝的小分子碳氢化合物。Corella等在研究中发现:燃气中的焦油含量随着温度升高而减少,并认为这主要是由于温度升高有利于焦油发生以下裂解反应以及水蒸气转化反应:



Sesbsdri等在对焦油的裂解研究中也发现:温度的升高使焦油的裂解转化率得到了增加,同时改变了焦油裂解产物的组成。他们认为这是由于当温度升高时,有利于焦油进行缩聚反应,使焦油转化成焦,在高温下,焦油成焦是焦油裂解的最主要反应。

生物质气化产生的焦油的数量与反应温度、加热速率及燃气在反应器内的停留时间长短有关。实验研究发现:焦油的产量随着温度的增加而达到一个最大值(在500左右时,焦油产量最高),之后随着气化反应温度的升高,焦油发生热裂解,其数量随之减少。这是由于在较低的温度下,焦油的析出速率大于焦油的裂解速率,当温度升高时,焦油的析出速率和裂解速率都有所增加,但对后者的影响程度明显大于前者,从而出现了上述现象。图5给出了不同气化反应温度下的焦油生成量。

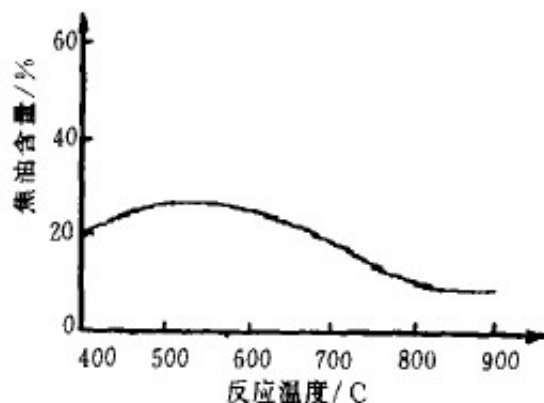


图5 不同反应温度下的焦油生成量

据测定,焦油占可燃气的5%~15%在低温下难以与可燃气一道被燃烧利用,故大部分焦油的能量白白浪费。由于焦油在低温下凝结成液体,容易和水、焦炭颗粒粘合在一起,堵塞输气管道、阀门等下游设施,加之其难以完全燃烧,产生的炭黑对内燃机、燃气轮机等燃气设备损害相当严重,因此在发展用生物质气化来进行电力和热能生产过程中,热燃气的净化是最关键的步骤之一。在生物质气化发电系统中,焦油含量在0.02~0.5g/Nm<sup>3</sup>范围内是可以接受的。但目前的气化技术将原始气中的焦油含量控制在0.5~2g/Nm<sup>3</sup>以下非常困难。

### 3.3.2 生物质气化燃气中焦油的去除方法

以目前的焦油去除技术来看，生物质气化燃气中焦油的处理方法分为湿法、干法及裂解等三种。湿法就是利用水洗燃气，使之快速降温从而达到焦油冷凝并从燃气中分离的目的水洗除焦法存在能量浪费和二次污染现象，净化效果只能勉强达到内燃机的要求；干法采用过滤技术净化燃气的方法。裂解法分为热裂解法和催化裂解法两种。

#### (1) 湿法去除焦油

湿法去除焦油是生物质气化燃气净化技术中最为普通的方法。它包括水洗法、水滤法，水洗法又分为喷淋法和吹泡法。

湿法净化系统采用多级湿法联合除焦油。系统成本较低，操作简单，生物质气化技术初期的净化系统一般均采用这种方式。这种方式有以下缺点：含焦油的废水外排易造成环境污染大量焦油不能利用，造成能源损失；实际净化效果并不太好鉴于国情，我国目前的生物质气化燃气净化技术主要是以湿法除焦油为主，国内一些科研单位已研究出符合中国国情的湿法燃气技术设备。

#### (2) 干法去除焦油

干法净化燃气是为避免湿法净化带来的水污染问题，采用过滤技术净化燃气的方法。过滤法除焦油是将吸附性强的材料(如活性炭等)装在容器中，使可燃气体穿过吸附材料，或者使可燃气体穿过装有滤纸或陶瓷芯的过滤器，把可燃气体中的焦油过滤出来。可根据生物质燃气中所含杂质较多的特点，采用多级过滤的净化方法。但实际过程中，由于其净化效果不好，焦油沉积严重且沾附焦油的滤料难以处理，几乎没有作为单独的净化装置使用，多与其他净化装置连用。

#### (3) 裂解法去除焦油

裂解净化技术是将生物质的燃气中焦油利用某种方法使其裂解为可利用的小分子可燃气体。其方法细分为热裂解、催化裂解及电裂解。热裂解法在1100℃以上才能得到较高的转换效率，在实际应用中实现较困难；若在气化过程中加入裂解催化剂，即使在750~900℃温度下，也能将绝大部分焦油裂解成小分子的碳氢化合物。催化裂解法可将焦油转化为可燃气体，既提高系统能源利用率，又彻底减少二次污染。从20世纪80年代起，生物质气化过程中加入催化剂而得到无焦油燃气在国外已引起广泛关注，并已投入商业运行。

催化裂解去除焦油是生物质气化燃气净化技术的主要研究方向。使用的裂解催化剂主要为白云石和镍基催化剂。最先涉足这个领域是Battelle's PacificNorthwestLab(PNL)的研究者，在20世纪80年代末以前，Mudge、Baker及其合作者开展了广泛的研究工作。20世纪90年代，这些研究方兴未艾，除了他们之外，在欧洲，至少有两个国家(芬兰和西班牙)的研究小组对来自生物质气化炉的热气体催化净化进行着广泛而深入的研究。在芬兰的TechnicalResearchCenter(VTT)，P. Simell和他们的同事发表了有关流化床生物质气化炉的焦油催化裂解的文章。由于所进行的研究得到几家商业公司的资助，他们这些有价值的工作由于商业保密的原因而未能公示于众，在发表的文章中略去了有关催化剂一些重要的信息。在西班牙，Corella、Aznar和他们的同事研究置于反应器下游的商业镍基催化剂的应用。他们建立了一个类似于Battelle's PacificNorthwestLab(PNL)的中试反应器，在这个中试反应器中，使用蒸汽重整净化来自生物质流化床气化炉的热气体。他们的研究发现：在生物质燃气的焦油净化技术中，焦油裂解催化剂的使用使燃气产量提高10%~20%热值提高了15%燃气中H<sub>2</sub>体积含量增加了4%~7%，而CO、CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>相对变化不大；镍基催化剂是最有效的焦油裂解催化剂，其催化活性是白云石的10~20倍。但它对燃气的要求较严，若燃气焦油含量在2g/Nm<sup>3</sup>以上，则催化剂表面易形成焦炭而失去活性，加之其价格较高，在商业应用中并没有优势。白云石资源丰富且便宜，但单独使用白云石的催化效果并不理想。因此，一些国外研究机构开始研究焦油裂解的两段催化，最近的研究表明在气化反应器与镍基催化裂解床之间加一个白云石灰保护床，可使进入镍基催化裂解床中的气体焦油含量降低到2g/Nm<sup>3</sup>以下。

近几年来，国内开始对生物质燃气中的焦油催化裂解进行研究，但总的来说，我国在生物质能利用的基础理论和专项技术的试验研究方面与发达国家的差距仍较大。

### 4 结论

本文从以下几点对生物质气化技术及其发展现状进行了综述。

(1) 生物质气化技术是一项较新的技术，其技术目前还不太成熟，还有许多方面需要完善。

(2)对固定床、流化床两种常用的生物质气化炉进行了介绍，并对两种气化炉的各自特性及其性能进行了分析。认为流化床生物质气化炉比固定床生物质气化炉具有更大的经济性，应该成为我国今后生物质气化研究的主要方向。

(3)对生物质气化技术在国内外的发展现状进行了综述。由于国力所限，我国的生物质气化发电技术远远落后于欧美国家，认为在现有条件下研究开发与国外相同技术路线的BIGCC系统，存在很大困难。利用现有技术，研究开发经济上可行、效率较高的系统，是目前发展我国生物质气化发电技术的一个主要课题，也是我国能否有效利用生物质的关键。

(4)与欧美国家相比，目前我国生物质气化还是以中、小规模和固定床、低热值气化为主，依靠小型多用途的方式来满足市场需求，气化技术的开发立足于解决农村能源与环境问题，以关注能源的效益为主，兼顾环境问题。气化原料品质较差，主要是农村的农、林废弃物。

(5)最后介绍了生物质气化燃气的净化技术的发展现状，指出催化裂解技术是生物质气化过程中燃气净化的发展方向。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/45731.html>