

## 我国生物质气化发电技术应用及展望

黄达其，陈佳琼华东电站锅炉部件制造有限公司，江苏张家港 215600

[摘要]生物质气化发电技术是利用生物质能的一种有效方法，正日益得到广泛的研究和应用。但是，生物质气化发电技术在应用中，存在生物质物料运输、贮存、燃烧结焦、产生含焦废水、尾气难以回收等问题，需进行更进一步的研究。对生物质气化发电技术在国内的应用、存在的问题和未来的发展方向进行了分析。

我国可利用的生物质能源十分丰富，据统计每年可使用的生物质能源总量相当于5亿t标准煤，但实际生物质能源年利用量却不足0.1亿t标准煤，开发潜力巨大。

2006年我国生物质发电总装机已达2200MW，主要集中在糖厂的热电联产、稻壳发电和城市垃圾发电，而其它形式的生物质能发电，如混合燃料发电等还不具备规模(表1)。十一五期间，我国生物质发电装机将达到5500MW，到2020年，生物质发电总装机容量将达到30000MW。我国生物质发电装机容量发展趋势如图1所示。

表 1 2006年我国生物质能发电装机容量 MW

项目	装机容量
糖厂的热电联产	700
稻壳发电	500
城市垃圾发电	400
其它	600
总装机容量	2200

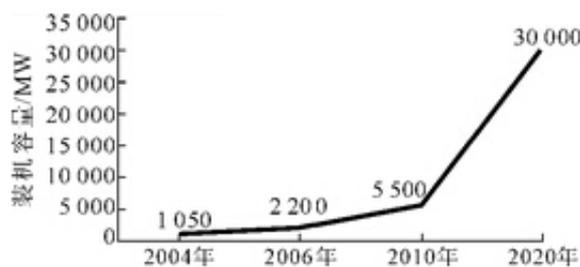


图 1 我国生物质能发电设备装机容量发展趋势

### 1 生物质气化发电技术的现状和特点

生物质气化发电技术、生物质锅炉直燃发电及生物质2煤混合燃烧发电，是生物质能发电的3种主要技术。生物质燃料具有高氯、高碱、高挥发分、低灰熔点等特点，采用锅炉直燃生物质发电和生物质2煤混合燃烧发电技术，燃烧效率低，且锅炉易产生腐蚀、结渣、结焦等问题。而生物质气化发电技术充分利用生物质原料挥发分高达70%以上的特点，在相对较低的温度下能使大量的挥发分物质析出，可避免生物质燃料燃烧过程中发生的灰结渣、团聚等问题。

我国在生物质气化发电技术方面具有一定研究基础，从上世纪60年代初即开展了这方面的研究，近年来开发的中小规模气化发电系统具有投资少、原料适应性强和规模灵活等特点，已研制成功的中小型生物质气化发电机组功率可达5MW。气化炉的结构有层式下吸式、开心式、下吸式和常压循环流化床气化炉等(表2)。采用单燃料气体内燃机和双燃料内燃机，单机最大功率已达500kW。

表2 我国生物质气化炉概况

气化炉类型	气化炉直径/mm	发电功率/kW	发电效率/%	研发单位
下吸式	400	10	10~12	中国农业机械化科学研究院 辽宁省能源研究所
	300	30		
层式下吸式	200	2~5	10~12	广州能源研究所 商务部等 江苏省粮食局
	200	160		
	1100	60		
循环流化床	1800	1000	15~18	广州能源研究所
循环流化床气化联合循环发电	3500	5000	26~28	广州能源研究所

生物质气化发电从规模上可分为3个级次，下面以秸秆为例，加以说明。

(1)小型秸秆气化发电系统。该系统发电功率在2kW~160kW之间，采用下吸式固定床气化炉(图2)，这种气化炉产出燃气焦油含量较低，净化系统相对简单，对环境造成的危害较小。采用内燃发电机组，运行方便，适合照明或驱动小型电动机。

(2)中型秸秆气化发电系统。该系统功率在500kW~5MW之间，由于气化容量较大，多采用流化床或循环流化床形式(图3)。其冷却过滤系统比小型发电系统完善，通过催化裂解的方法使90%以上的焦油裂解成永久性气体。采用内燃机发电机组，适合秸秆较多的地区进行发电自供。

山东省能源研究所研究的生物质气化技术流程是：1)将经过简单预处理的生物质原料送入循环流化床反应器，在反应器中与高温的返料和热载体混合，并在空气的推动下，达到很高的流速，形成高速湍流携带床层；2)在强烈的热作用和传热传质作用下，用极短的时间完成热解以及部分氧化和还原过程，产生的燃气经除尘冷却后用做气体燃料；3)未完全反应的碳颗粒和热载体与燃气分离后通过循环回料系统返回流化床反应器，继续完成气化。该循环流化床生物质气化系统可实现78%以上的气化效率，所得燃气热值在5.0MJ/m<sup>3</sup>以上，气化器热功率在2MW以上。

目前，该生物质循环流化床气化/燃烧技术已进入中间试验阶段。广州能源研究所在1998年成功研制了1MW生物质气化发电系统的基础上，近年来又开展了对3MW和4MW生物质气化发电系统的研究，其主要流程是：将生物质原料加入循环流化床气化炉产生的可燃气通过旋风分离器、Venturi管和2个水洗塔进行了清洁，并将清洁后的可燃气储存在储气

罐内，供内燃

发电机组使用。针对300e~4

00e燃气除尘的需要，设计的中高温除尘系统处理能力为3000m<sup>3</sup>

/h(标准状态)，对灰的去除率达80%左

右。焦油催化裂解设计处理能力为3000m<sup>3</sup>

/h(标准状态)，对焦油的处理效率达75%以上。整体生物质气化及联合循环发电系统效率可达25%~28%。

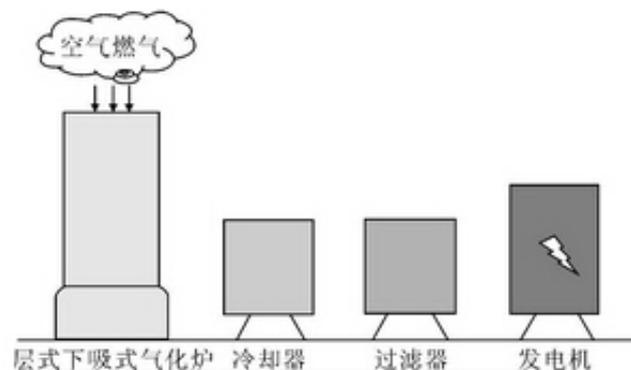


图2 小型秸秆气化发电系统

(3)大型秸秆气化发电系统。目前有2种技术，一种是整体气化联合循环(IGCC)，另一种是热空气气轮机循环(HATC)。IGCC发电系统的功率在5MW~10MW之间，效率可达35%~40%，系统由物料预处理设备、气化设备、净化设备、换热设备(余热锅炉等)、燃气轮机、蒸汽轮机等组成。气化炉为循环流化床或增压流化床，净化采用陶瓷滤芯过滤器

、焦油裂解炉及焦油水洗塔。该系统的特点是原料处理量大，自动化程度高，系统效率高，适合工业化生产。

目前，我国的生物质IGCC示范系统正在建设之中，与国外先进的同类技术相当，设备已全部实现国产化，投资不到国外的2/3，运行成本比国外低50%左右。HATC发电系统的功率在0.5MW~3MW之间，系统包括原料系统、空气流化床(或移动床气化炉)、净化设备、燃烧器、热交换器及燃气轮机等。其与IGCC的主要区别是气化后产生的热燃气可在相邻的燃烧器中燃烧，故净化系统相对简单，只需旋风分离器除去杂粒即可。燃气轮机在干净的热空气下运行，减少了气化后可燃气中焦油和杂质对燃气轮机的损害，因此又称之为间接燃气轮机发电。

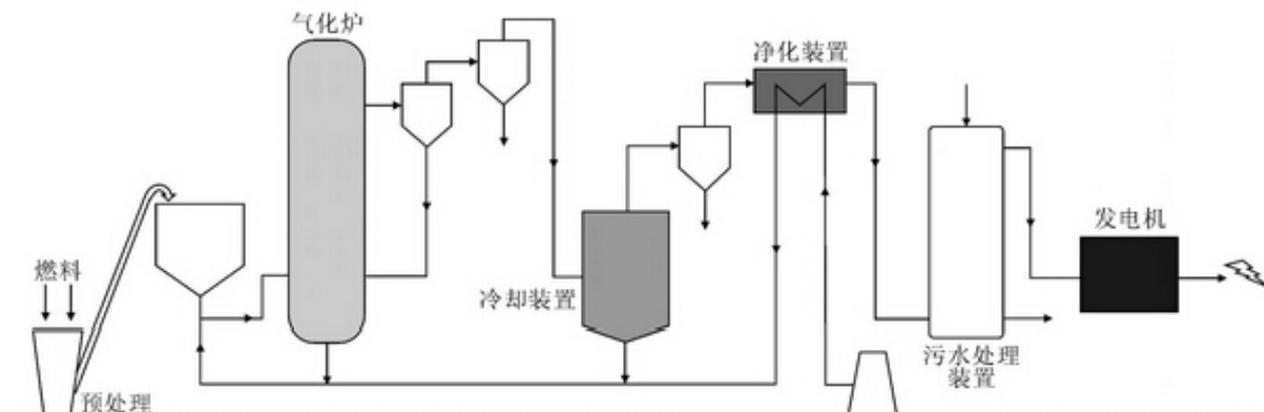


图3 中型秸秆气化发电系统

## 2 生物质气化发电的难点

目前，生物质气化发电技术还需解决以下5个技术难题。

(1)一般认为生物质的利用半径为(80~120)km，且生物质原料大多体积大，造成运输、储存的费用相对较高，这大大限制了大型电厂对生物质能的有效利用。同时，生物质原料的密度和能量低，不同生物质原料在水分含量、挥发分含量、热值和灰分化学组成上差异大，给电厂在生产使用上带来困难。

(2)生物质灰熔点低，碱金属元素含量高，燃烧时易产生结焦和高温碱金属元素腐蚀。

(3)生物质气化时，渣与飞灰的含碳量高，气化效率低。此外，燃气中焦油含量高，导致一方面产生大量含焦废水，另一方面影响燃气利用设备的连续正常运行。

(4)在目前的工艺水平下，焦油裂解和废水处理再利用是气体净化的2个基本要求，但现用的水洗方法不但降低了系统效率，而且产生大量含焦油废水，因此气体净化是国内生物质气化技术的研究重点之一。

(5)生物质气化发电中的燃气和经发电机组产生的尾气未回收，造成整个系统效率降低(18%左右)。

## 3 技术展望

生物质气化发电技术具有良好的发展前景，经过几十年的发展，有了很大进步。但是，生物质原料的密度低，体积大，运输、存储成本高，不太适合建造大型的生物质发电厂，而分散的小型电站投资、人工费高，效率低，经济效益差，所以将生物质与化石燃料联合气化燃烧成为一个新的研究方向。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/85670.html>