

生物质气化发电技术的进展

盛建菊

(上海市贸易学校，上海200092)

摘要：本文对各种生物质气化发电技术及该技术在国内外的发展现状做了综述。目前我国的生物质气化发电仅仅是初具规模，热效率很低且存在不少技术问题。要利用气化发电技术创造良好经济效益，同时取得良好的环保效益，在解决技术性问题的同时，一定要因地制宜采用适宜的气化发电技术形式。

1 生物质气化发电技术流程简介

生物质能主要是指储存在生物质内部的能量，可用于燃气、取暖、照明、发电以及化工领域。生物质气化发电技术是生物质能利用的一种有效方式，既有利于解决生物质直接燃用热效率不高的缺点，又可以发挥燃气发电设备紧凑而且污染少的优点，是生物质能最有效最洁净的利用方法之一。气化发电对改善我国以煤炭发电为主的电力生产结构，特别是对农村地区因地制宜提供清洁电力具有十分重要的意义。

目前，生物质气化发电技术处于初步商业化阶段，基本原理是生物质在缺氧状态下热解生成气体燃料，净化后的气体燃料燃烧驱动燃气轮机或燃烧后产生蒸汽，驱动发电机发电。气化发电过程包括3个方面：一是生物质气化。经处理的生物质原料由

进料系统送进气化炉内，挥发分(干基

下为70%~80%)热解释放出挥发性气体如 C_mH_n 、 H_2 、 CO 、 CO_2

、焦油和水蒸气，产生的碳发生典型气化反应(水蒸气+碳)和燃烧反应(碳+氧气)，通过燃烧反应释放出的热量促使生物质热解和碳的气化反应进行，从而把固体生物质转化为气体燃料；二是气体净化。气化生成的燃气都含有一定的杂质，包括灰分、焦炭和焦油等，需经过净化系统把杂质除去，以保证燃气发电设备的正常运行；三是燃气发电。净化后的燃气进入燃气轮机或内燃机的燃烧室燃烧驱动发电机发电，或者燃气在锅炉内燃烧生产高温高压蒸汽，驱动蒸汽机带动发电机发电。图1为生物质气化发电工艺流程示意图。



图1 生物质气化发电工艺流程示意图

2 生物质气化发电技术的分类

生物质气化发电可使用农林废弃物、水生植物、油料植物、城市和工业有机废弃物及动物粪便等生物质原料。原料来源广泛，发电设备多种，发电规模不等，促使气化技术呈多样化发展。从发电规模上分，生物质气化发电系统可分为小型、中型、大型三种。小型气化发电系统所需的生物质数量较少，简单灵活，多采用固定床气化设备，主要用于农村照明或作为中小企业的自备发电机组，一般发电功率小于200kW。固定床气化设备又可分为上吸式、下吸式和开心层下式3种，其中下吸式炉型有利于减少炉内热解生成的焦油含量，因而被广泛采用。

中型生物质气化发电系统主要作为大中型企业的自备电站或小型上网电站，是当前生物质气化发电技术的主要方式，所需的生物质原料量较大，可适应一种或多种不同的生物质原料，气化方式以流化床气化为主，功率一般为500~3000kW。流化床气化技术又包括鼓泡床气化、循环流化床气化及双流化床气化3种，其中研究和应用最多的是循环流化床气化技术，对生物质原料适应性强，也可混烧煤、重油等传统燃料，生产强度大，气化效率高。

大型生物质气化发电系统主要作为上网电站，它适应的生物质较为广泛，所需的生物质数量巨大，必须配套专门的生物质供应中心和预处理中心，系统功率一般在5000kW以上，虽然与常规能源相比仍显得非常小，但在技术发展成熟后，它将是今后替代常规能源电力的主要方式之一。一般来说，发电规模越大，单位发电量需要的成本就越低，也

越有利于提高热效率和降低二次污染。由表1的国内200kW级和1000kW级气化发电系统各项运行参数的对比数据,可见发电规模对推广气化发电的重要性。

采用不同的发电设备,气化发电技术又可分为以下三类:(1)气化气直接作为蒸汽锅炉的燃料燃烧,生产蒸汽带动蒸汽轮机发电。这种方式在气体成分和热值有变化时能够保持稳定的燃烧状态,排放物污染少而且对气体要求不很严格,经过旋风分离器除去杂质和灰分后即可使用,不需冷却。(2)气化气在燃气轮机内燃烧带动发电机发电。燃气轮机必须进行相应的改造,将热值较低的气化气增压到9.8104~29.4105Pa之间,否则发电效率较低。另外,燃气轮机对气化气质量要求高,并且需有较高的自动化控制水平,所以单独采用燃气轮机的生物质气化发电系统较少。(3)气化气在内燃机内烧带动发电机发电。简单的内燃机组可单独燃用低热值气化气,也可以气化气、油两用,设备紧凑,系统简单,因而应用广泛,而且效率较高。但该种方式对气体要求严格,气化气必须净化并冷却。

表1 中国气化发电系统主要参数对比

发电量(kW)	200	1000
气化器	下吸式固定床	循环流化床
总效率(%)	12.5	17
成本(元/kW)	2750	3060
耗电成本(元/kW)	0.35	0.27
国内已投入使用机组数	约30	2

有的发电厂联用两种发电设备,在燃气轮机发电的基础上增加蒸汽锅炉联合循环,充分利用余热,提高生产强度,称为生物质整体气化联合循环发电系统(B-IGCC),该系统总效率可达40%以上,是目前发达国家重点研究的大型气化发电技术,发展前景广阔。B-IGCC工艺流程示意图见图2。

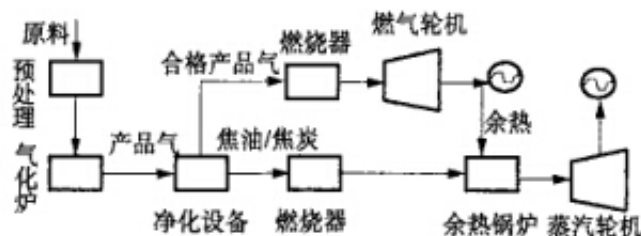


图2 B-IGCC工艺流程示意图

3 生物质气化发电技术的发展现状

3.1 国外发展现状

生物质气化及发电技术在发达国家受到广泛重视,生物质电能在总能源消耗中所占的比例增加迅速。1988年丹麦诞生了世界第一座秸秆生物燃烧发电厂。与同等规模每年发电1.38亿kWh的燃煤电厂相比,秸秆发电每年可节约煤炭10多万t,减少SO₂年排放量400t。目前丹麦已建立了13家秸秆发电厂,还有一部分烧木屑或垃圾的发电厂也兼烧秸秆。目前,以秸秆和木屑为主要原料的生物质能在丹麦可再生能源中的比重已超过40%。丹麦的秸秆发电技术现已走向世界,并被联合国列为重点推广项目。

芬兰是世界上利用林业废料、造纸废弃物等生物质发电最成功的国家之一,福斯特威勒公司是芬兰最大的能源公司,也是制造具有世界先进水平的燃烧生物质的循环流化床锅炉公司,该公司可提供的生物质发电机组的功率为3~47MW。该公司生产的发电设备主要利用木材加工业、造纸业的废弃物为燃料,废弃物的最高含水量可达60%,热效率可

达88%。

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, 生物质能在总可再生能源利用中的比例由原来的3%增到目前的25%, 已拥有装机容量为1~2MW的区域供热站90座。

在比利时, 有100年的历史的布罗赛尔温克能源技术公司是生物质热电联产专用锅炉的生产企业, 是世界上最早采用生物质为燃料的锅炉制造公司之一, 如今已发展出适应木材废弃物、建筑木质废弃物、造纸废弃物及城市垃圾等不同燃料的锅炉设备。与芬兰、丹麦等国的技术不同, 该公司的产品采用的是倾斜式液压移动式炉排, 其热效率可达85%, 比较适用于20MW以下的生物质发电。

美国在利用生物质能发电方面处于世界领先地位, 各类生物质发电站有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, 可安排过17万就业人员。

美国的Battelle(63MW)和夏威夷(6MW)项目B-IGCC(整体气化联合循环)气化发电示范工程代表生物质发电技术的世界先进水平, 可生产中热值气体, 系统示意图见图3。该气化设备于1998年完成安装并投入运行。除美国外, 也有一些国家开展了B-IGCC研究项目, 如英国(8MW)、瑞典(加压生物质气化发电4MW)、芬兰(6MW)以及欧盟的3个7~12MW生物质气化发电B-IGCC示范项目。

从纯技术的角度看, 要使B-IGCC达到较高效率, 须具备两个条件: 一是气化气进入燃气轮机之前不能降温, 二是气化气必须是高压的。这就要求系统必须采用生物质高压气化和高温净化两种技术才能使B-IGCC的总体效率较高(40%)。如果采用一般的常压气化和降温净化, 由于气化效率和带压缩的燃气轮机效率都较低, 系统的整体效率一般都低于35%。由于燃气轮机改造技术难度很高, 而且系统不够成熟, 造价也很高, 限制了其应用推广。以意大利12MW的B-IGCC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/kWh, 实用性很差。

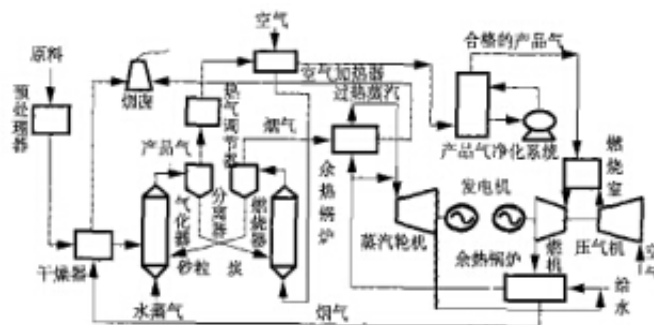


图3 Battelle 生物质 B-IGCC 发电系统

一些国家开展了大型气化发电系统其它技术路线的研究, 如比利时(2.5MW)和奥地利(TINA6MW)开展的生物质气与外燃式燃气轮机发电技术, 目的是发展适合于中小型规模使用的生物质气化发电技术, 基本原理是生物质气化后不需经过除尘除焦, 直接在燃烧器中燃烧, 燃烧后的烟气用来加热高压的空气, 最后由高温高压空气推动燃气轮机发电。该技术路线避开了高温除尘及除焦两大难题, 但需要解决高温空气供热设备的材料和工艺问题。由于该项目中设备的可靠性和造价问题, 目前还很难进入实际应用。

3.2国内发展现状

我国从60年代起就曾开始小型生物质气化发电技术的研究开发, 代表作品是60kW稻壳气化发电系统。但由于系统热效率低下且气化气净化带来的含焦废水二次污染问题, 气化发电技术一度被放弃。迫于能源与环保压力, 1987年气化发电重新提上议程, 并列国家科技部七五重点攻关项目, 20年以来取得了不少可喜的进展。如今有不少160kW和200kW级的气化发电机组正在运行, 如辽宁省能源研究所于2006年6月在意大利ENEATrisaia建成的流化床生物质气化发电系统, 原料采用木屑或稻壳, 发电量160kW。

近年来MW级的中型BGPG系统也已研究开发出来。1998年10月中科院广州能源所完成1MW级的生物质循环流化床气化-内燃机发电系统(GIEC), 5台200kW发电机组并联工作, 但受气化效率与内燃机效率的限制, 效率低于18%, 单位电量的生物质消耗量一般大于112kg/(kWh), 在此基础上2000年在海南三亚建成第二套中型气化发电系统, 装机容量1.2MW。十五期间, 广州能源所现在承担的4MW生物质气化气蒸汽整体联合循环发电示范工程取得了较好的结果

，设计条件下运行时，每年可处理约3万多t秸秆、稻壳、木屑等生物质废料，作为最直接的效果之一，每年可减少CO₂的排放约3万t。但该系统在进一步向高品质、易于传输的电转换方面，受到了该类气体发电机组功率较小的制约，已成为气化发电技术进一步发展利用的瓶颈。这些实践工作为研究进一步大型化气化发电系统打下基础，此外也为实际生产和运行提供了最佳运行参数。

在引进国外先进的大型生物质整体气化联合发电技术时，针对目前我国具体情况，采用内燃机代替燃气轮机，其它部分基本相同的生物质气化发电系统，不失为解决我国生物质气化发电规模化发展的有效手段。一方面，采用气体内燃机可降低对气化气杂质的要求(焦油与杂质含量<100mg/m³即可)，

可以大大减少技术难度；另一方面，避免了调控相当复杂的燃气轮机系统，大大降低系统的成本。从技术性能上看，这种气化及联合循环发电系统在常压气化时整体发电效率可达28%~30%，只比传统的低压B-IGCC降低3%~5%。但由于系统简单，技术难度小，单位投资和造价大大降低(约5000元/kW)。这种技术方案比较适合我国目前的工业水平，设备可以全部国产化，适合于发展分散的、独立的生物质能源利用体系。

4结论

为了实现经济的可持续发展，必须保证电力生产的可持续发展，要想达到这一目标，必须走电力生产与环境保护相协调的发展道路，积极发展高效清洁的发电技术必将对人类社会的可持续发展做出重要的贡献。总的来说，生物质气化发电技术是所有可再生能源技术中最经济的发电技术，综合发电成本可接近小型常规能源的发电水平。我国是一个农业大国，有丰富的价格低廉的农业废弃物资源，而同时农村地区的电力供应时常会出现短缺，因此日趋完善的生物质气化发电技术具有广阔的应用前景。目前我国的生物质气化发电已初具规模，但利用效率仍十分低下，且仍存在不少技术问题如二次污染和热效率不够高等，仅达到了废物利用的目的，还远未达到变废为宝的程度。

生物质气化发电技术形式多样，要利用气化发电设施创造良好社会效益，一定要因地制宜采用适宜的气化发电技术形式。增大发电规模有利于提高热效率，有利于降低二次污染；但大型气化发电系统也意味着高投资和复杂的机组系统，在地广人稀或经济欠发达地区发展这样的系统设施缺乏经济性。因此，我国应同时关注以村、镇为单位的中小型气化发电机组和重点地区的大型气化发电机组的研究与开发，根据规模的大小选用合适的生物质气化发电系统技术，保证在任何规模下都有合理的发电效率，充分利用生物质能源，改善我国的能源结构和生态环境。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/82671.html>