

燃煤耦合生物质发电在鸭溪电厂的应用分析

刘华

(贵州鸭溪发电有限公司, 贵州遵义563000)

摘要：文章通过生物质气化技术的发展，根据国家能源局和原国家环境保护部联合下发《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》的内容，结合当地生物质资源的实际情况，分析了燃煤耦合生物质发电在鸭溪电厂的技术应用及方案。

生物质能是以生物质为载体的能量，是由绿色植物通过叶绿素的光合作用将太阳能转化为化学能而储存在生物质内部的能量形式，是一种典型的可再生能源。利用生物质能替代石油、煤炭和天然气等燃料生产电力，可减少了对矿物能源的依赖，保护国家能源资源，减轻能源消费给环境造成的污染。

为了推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，持续实施大气污染防治行动，加强固废和垃圾处理，优化资源配置建设美丽中国，2017年12月份，国家能源局和原国家环境保护部联合下发《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》(国能发电力[2017]75号)文件，开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作。

一、我国生物质气化技术发展与应用

生物质耦合发电又可分为三种方式：1、生物质直接与煤炭、燃油、天然气等燃料在锅炉内混合燃烧，这种方式对于火力发电机组来说，生物质利用热效率低，对生物质燃料处理和燃烧设备要求较高，并不具有很好的适用性；2、生物质燃烧锅炉直接产生蒸气，这部分蒸气可送入到锅炉再热器或送到汽轮机低压缸，这种耦合方式因为存在相对独立的生物质锅炉系统，对燃煤锅炉燃烧不产生影响，但是系统复杂，投资造价高；3、生物质气化产生的燃气在锅炉内与其他燃料混合燃烧，这种方式对于火力发电机组来讲，需将生物质燃气总量控制在一定范围内，否则就要调整燃煤锅炉的燃烧器和燃烧区域。我国目前开展的燃煤耦合发电技术，主要趋向于第3种方式。

20世纪60年代我国已有小型固定床稻壳气化案例，近年国内应用最多的也是这类小型气化炉，小时原料处理量在几百公斤至近1吨之间，大多采用下吸式气化技术，主要应用于农户集中供汽和冬季供暖，兼可通过自备的燃气内燃机发电，这一应用模式北方多于南方；1991年上海进行了24t/d城市垃圾灰融聚流化床气化装置的试验，因技术及市场等原因未能实施后继的放大开发；1998年国内首套MW级稻壳循环流化气化内燃发电在福建莆田建成，2005年放大的5MW装置在江苏兴化建成；2011年江苏高邮5MW秸秆固定床气化发电并网运行；2012年湖北荆门10MW稻壳流化床气化超临界汽轮机发电建成；2014年4m下吸式固废气化炉在江苏南通通过技术鉴定并应用于智能暖棚供热及少量农户炊事供气，兼可小负荷发电自用；近年在南方发展较快的是中型固定床木片气化，热燃气无需净化直接供有色金属冶炼或配置燃气锅炉为造纸印染企业等供热；国内准工业级等离子气化处理毒害物已有示范，后继合成燃料油处于开发中；近年，介于热解与气化工况之间的生物质燃气、活性炭(或炭渣复合肥)及发电联产已有多个示范项目，单气化炉原料处理量可大至1.5t/h左右。

二、燃煤耦合生物质发电在鸭溪电厂的应用分析

(一) 规模建设分析及主要燃料

根据电厂周边区县可收集利用秸秆资源量分析，利用鸭溪电厂现有场地建设2×8.54吨/小时的生物质气化炉，折算发电功率为2×10.8MW的生物质气化炉，气化炉产生的生物质燃气采用母管制送至其中2×300MW燃煤机组锅炉燃烧，产生的蒸汽送至汽轮发电机做功发电；年消耗最大秸秆量11.1万吨。

(二) 生物质气化燃气发电量计量

由于生物质气化燃气是输送至大型燃煤机组耦合后发电，利用大型燃煤机组的高效锅炉、高效汽轮发电机组等设备。输入燃煤锅炉中的燃气热能转化为电能，按其生产流程要考虑锅炉效率、管道效率、汽轮发电机组效率。锅炉效率、管道效率、汽轮发电机组效率可以通过燃煤机组的控制系统得到实时数据，进而得到气化燃气的实时发电功率。生物质燃气耦合发电的相关参数等信号可通过网络远传至电网公司，实时传输，便于监督、结算。

生物质发电量检测计量装置，采用经国家强制性产品认证的监测计量装置，以确保生物质发电上网电量的准确监测

计量。

(三) 技术方案分析

1. 燃煤耦合生物质发电基本原理

生物质在气化介质的参与下，通过一系列的热化学反应过程，转化为可燃气体，再将可燃气体输送至现有的大型火力发电厂锅炉中燃烧，利用锅炉配套的汽轮发电机组发电的过程。工艺流程如下图1：

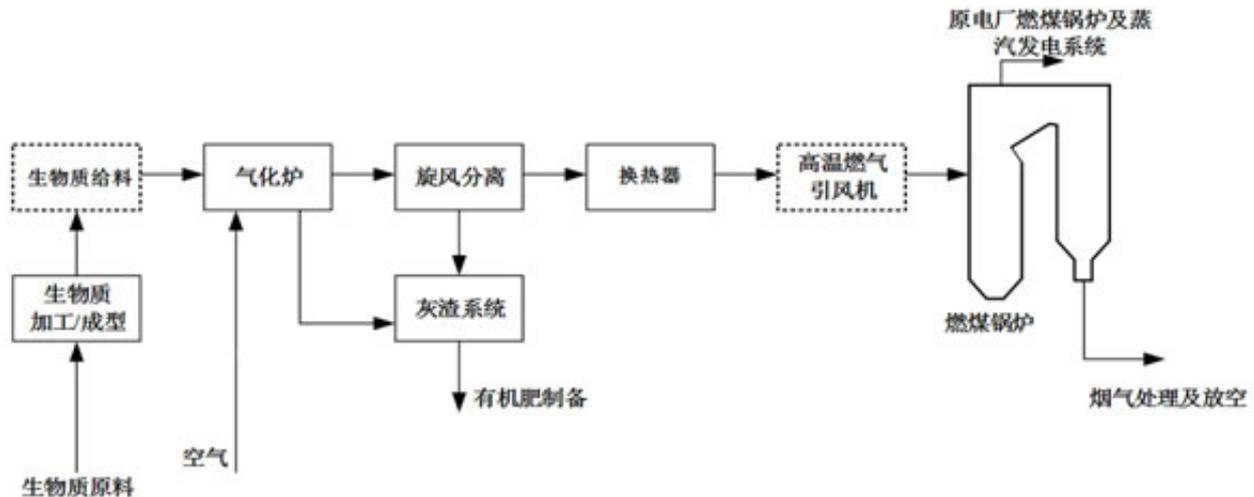


图1 生物质燃气送入大型燃煤锅炉发电流程图

生物质气化一般经历如下几个阶段：

(1) 干燥过程

生物质原料加入反应器后，首先被加热，析出生物质所含的水份。

(2) 热解过程

当温度上升到200~250℃，生物质组分开始发生热分解，大分子的碳氢化合物的化合链被打破，析出生物质的挥发份。留下残碳和灰份构成进一步反应的床层。热解过程是一个非常复杂的物理化学过程，随加热速率、温度和热解气氛的不同，热解产物的差别很大。

(3) 燃烧过程

在有氧气（空气）参与的气化过程中，氧气与热解生成的挥发份和残碳发生燃烧反应，释放出热量来维持热解过程和还原反应所需热量。

(4) 还原反应

还原反应主要发生在燃烧后的水蒸气和二氧化碳与碳之间，通过还原反应，碳进一步转化为一氧化碳和甲烷等可燃气体。

该技术利用了大型燃煤发电厂的高效率，因此生物质发电效率较高；同时通过进行在线监测燃气流量、热值、燃气温度以及电站锅炉的发电效率，实现生物质燃气发电部分的单独核算。

2. 生物质气化炉选型

气化炉是生物质气化工艺中最核心的设备，气化反应器可分为：固定床气化炉、流化床气化炉（包括鼓泡流化床和循环流化床气化炉）、气流床气化炉。流化床因其是一种气固两相接触充分，有温度均匀，传热传质强烈，易于放大等特性，因此在燃烧、气化、催化裂解等多种工业过程中得到了广泛的应用。目前世界上比较大型的生物质气化反应

装置基本都采用流化床或循环流化床作为反应炉。比较几种气化技术，因流化床气化炉处理量大、运行稳定、燃料适应性强的特点，本工程选用生物质循环流化床气化装置。

3.采用的气化技术

生物质循环流化床气化技术是一种新型的气化技术。生物质在床料的辅助流化作用下，在炉内经历聚集、沉降、吹散、上升再聚集的物理衍变过程；循环床中气体、生物质、床料发生剧烈的传热传质和接触反应，形成炉内循环。同时气体对生物质和床料的微小颗粒实现快速夹带，经过旋风分离器分离出未完全反应的生物质和床料，由回料装置送回反应区，形成了炉外的物料循环。高温的气化气通过旋风出口排出，得到生物质燃气。气化炉内外两种循环平衡的建立，保证反应进程稳定，是本技术的核心。如图2：采用生物质循环流化床气化装置技术，其路线如下：破碎好的生物质原料在循环流化床气化装置中完成高效气化，产生燃气经过除尘后以热燃气的方式直接送入大型电站锅炉燃烧，利用燃煤发电厂发电系统实现高效发电。气化工艺包括生物质储存与上料系统、生物质循环流化床气化炉系统、热燃气输送系统、燃气入炉再燃系统、气力输灰系统和自动控制系统等。

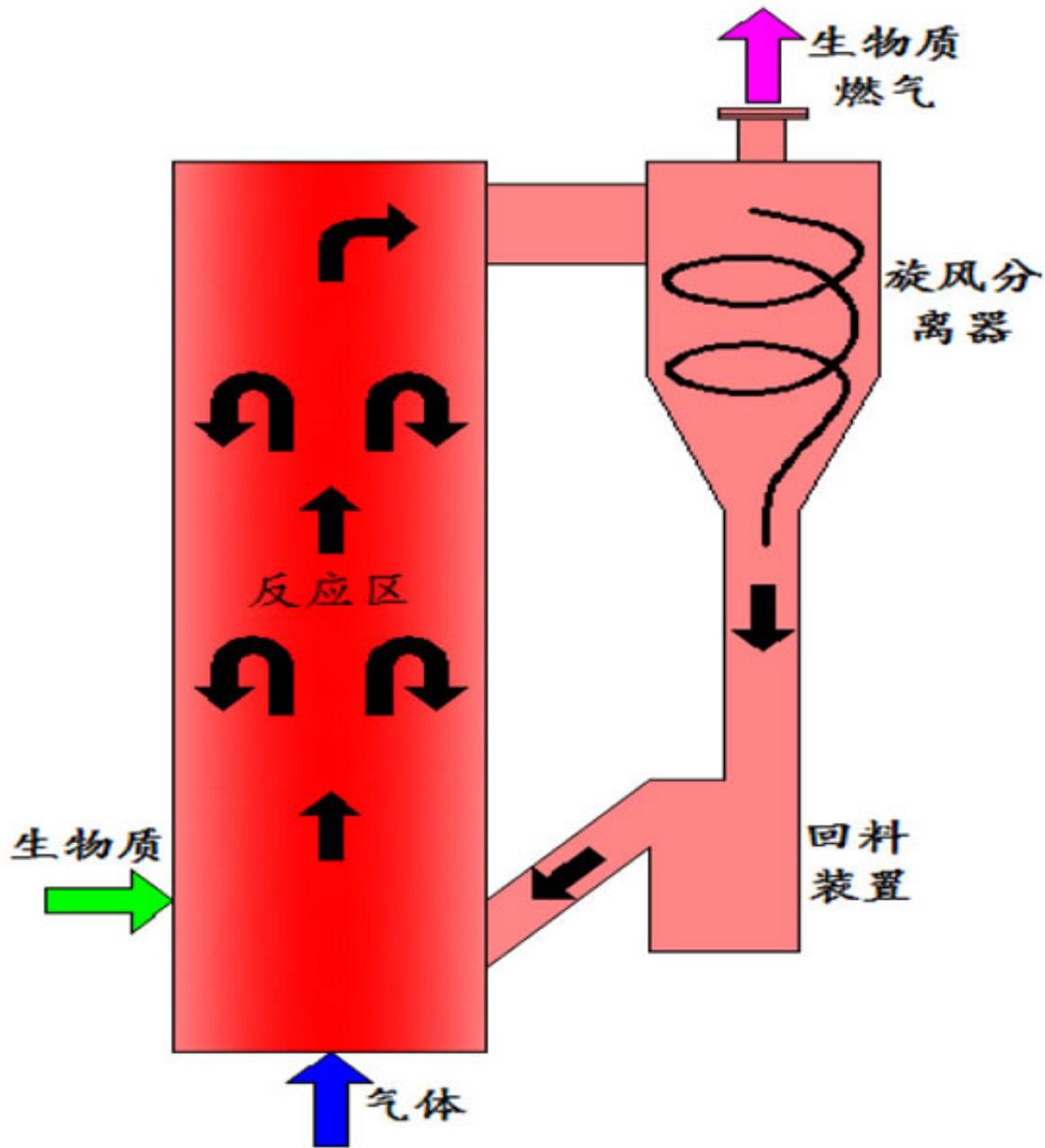


图2 生物质流程示意

4.国内成功经验

中国自主研发的生物质气化发电技术已经解决了一些关键性问题，推广很快，正在向产业规模化方向发展。

在生物质大型气化利用方面，国内典型的项目是国电长源生物质汽化项目，其主要以稻壳等生物质为原料，处理量约为8t/h，折合发电量10.8MW，2012年11月份投入商业运行，至今已经连续稳定运行近4年。

5.生物质耦合对燃煤锅炉的影响

(1) 氮氧化物

由于生物质燃气进入锅炉炉膛时的温度约400℃，进入炉膛的位置在主燃烧器之上，位于燃尽风喷口标高附近，对

炉膛内煤粉燃料的分级燃烧起到加强的作用，无论在高负荷还是低负荷状态下，均有助于降低锅炉NO_x排放浓度。

（2）二氧化硫

烟煤

平均含硫量约

1.6%，每公斤烟煤完全燃烧

产生的二氧化硫量约0.032kg，同等热量的生物质燃气量约5Nm³

，折合成生物质约2.5kg，生物质中硫含量约0.05%，2.5kg生物质转化成燃气进入锅炉完全燃烧产生的二氧化硫量约0.025kg，约为烟煤燃烧的1/10，生物质气化耦合发电方式对后续脱硫装置运行及最终二氧化硫排放均有利。

（3）粉尘

烟煤含灰量10~20

%，每公斤烟煤燃烧产生的灰量0.1~0.2k

g，同等热量的生物质燃气量约5Nm³

，携带的粉尘量约30g（其中可燃成分约15%，在锅炉炉膛内可以燃烬），燃烧后烟气中的含尘远小于煤燃烧，生物质气化耦合发电方式对后续除尘装置运行及最终颗粒物排放均有利。

（4）碱金属腐蚀

按8t/h的生物质消耗量估算，入炉生物质燃气总量约17500Nm³

/h，每小时生物质燃气燃烧后产生的粉尘量约90kg，不到锅炉灰渣总量的1%，1%左右的生物质灰不会对锅炉受热面产生腐蚀。据了解，国电长源生物质汽化项目7号炉经过约四年的运行，未发生受热面腐蚀问题。

总体来说，因生物质燃气量掺烧较少，无论是对锅炉燃烧的稳定性和锅炉安全性来讲，都没有负面影响，且对低负荷燃烧还有积极作用；同时，对锅炉污染物的排放和锅炉的腐蚀更有利。

（5）灰渣利用

生物质燃料燃烧后的灰俗称草木灰，含有多种矿物质，其中钾元素为植物所需大量元素之一。

（四）节能减排分析

若按照2×10.8MW的规模建设，年可利用11.10万吨生物质燃料，有利于缓解当地秸秆散烧产生的大气污染，通过将气化炉产生的生物质燃气送至2×300MW燃煤机组锅炉燃烧，有利于减少大气污染物排放。年供电量13197.6万kWh，供电标煤耗390.93kg/kWh，则每年可节约5.1593万吨标煤。

三、结论

从鸭溪电厂所在区域的资源量分析，满足建设2×10.8MW燃煤耦合生物质气化发电的秸秆量需求，符合国家产业和环境保护政策，具有可借鉴的技术方案，具备燃煤耦合生物质发电技术运用的条件。通过该技术的运用，将大大降低了SO₂排放对环境的污染，可有效地减少农民焚烧秸秆造成的“狼烟”现象，改善因秸秆散烧带来的雾霾问题，环保效益十分显著。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/144228.html>