

生物质电站锅炉选择与比较

赵连军，谢洪权

(吉林省电力勘测设计院，吉林 长春 130022)

生物质能是可再生能源的一种，生物质能发电是指主要以农业、林业和工业废弃物以及城市垃圾为原料，采取直接燃烧或气化的发电方式。农林生物质的种类包括农作物的秸秆、壳、根，木屑、树枝、树皮、边角木料，甘蔗渣等，其中秸秆在农林生物质中占的比例最大。生物质能发电是全球公认的具有良好发展前景的环保产业。

1 生物质能发电概况及有关政策

1.1 生物质能发电概况

在丹麦BWE公司的技术支撑下，1988年丹麦诞生了世界上第一座生物质能燃料发电站，如今丹麦已有130家生物质能发电站。丹麦生物质能发电等可再生能源占到其全国能源消费量的24%以上，靠新兴替代能源由石油进口国一跃成为石油出口国。随着世界一次性能源的逐渐减少及人们对环境质量的进一步要求，开发新能源和可再生能源在发达国家方兴未艾。目前在丹麦、荷兰、瑞典、芬兰等欧洲国家，利用植物秸秆作为燃料发电的机组已有300多台。

截止到2007年末，我国生物质能发电装机容量已经超过2000MW，其中全部采用直接燃烧或气化发电方式的生物质能发电装机不足1000MW，采用掺烧方式的生物质能发电装机容量超过1000MW。

从已经运行的直接燃烧生物质能发电站看，汽轮发电机组单机容量一般以12MW(或15MW)、25MW居多。各种容量汽轮发电机组均为国内技术并由国内汽轮机、发电机厂家制造，其配套生物质电站锅炉有引进技术国内制造型、国内自主技术型及现有锅炉技术改造型3种。

1.1.1 引进技术、国内制造型

12MW、18MW、25MW汽轮发电机组配引进国外技术由国内厂家制造的高温高压参数生物质能锅炉，其蒸发量分别为48t/h、75t/h、130t/h，其中48t/h及130t/h配套12MW、25MW汽轮发电机组已经投产发电。引进技术、国内制造型锅炉及上料系统技术基本成熟，汽轮发电机组能够达到额定出力，发电设备利用时间可以达到或超过6000h。从2006年到2007年末，这类机组投运容量总计为324MW，其中2台12MW、10台30MW。

1.1.2 国内自主技术型

12MW(或15MW)汽轮发电机组一般配国内厂家自主制造的中温次高压参数生物质锅炉，其蒸发量为65t/h(或75t/h)。12MW(或15MW)汽轮发电机组也有机组投产运行，但是由于锅炉本体及上料系统还有缺欠，锅炉运行不稳定，汽轮发电机组难以达到额定出力，发电设备利用时间远没有达到6000h。这部分装机容量约300MW。

1.1.3 现有锅炉掺烧生物质燃料技术改造型

对现有410t/h及以下锅炉炉膛稍加技术改造，增加生物质燃料输送物料系统，增加布袋式除尘装置，在燃煤系统掺烧秸秆、树枝、甘蔗渣、棉秆等生物质燃料发电。用生物质燃料替代部分煤炭作为燃料后，锅炉、汽轮发电机组的运行稳定性不受影响，也不增加污染。锅炉掺烧生物质燃料发电，技术上可行，经济上划算。通过调查研究获知，掺烧生物质燃料量一般不超过总燃料量的20%。按照《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》中有关“发电消耗热量中常规能源超过20%的混燃发电项目，视同常规能源发电项目，执行当地燃煤电厂的标杆电价，不享受补贴电价”的规定，这部分机组严格意义上讲不是生物质发电项目。

1.2 生物质发电政策

《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》第七条规定“生物质发电项目上网电价实行政府定价的，由国务院价格主管部门分地区制定标杆电价，电价标准由各省(自治区、直辖市)2005年脱硫燃煤机组标杆上网电价加补贴电价组成。补贴电价标准为每千瓦时0.25元”。各投资商正是看好生物质发电上网补贴电价政策，投巨资建设生物质发电项目，2年之内生物质电站投产近1000MW容量，发展十分迅猛。

1.3 生物质电站发展存在的问题

从新建已经运行的生物质电站调查得知，生物质电站尚处于试验阶段，不具备大范围推广条件，主要原因如下。

a. 在生物质电站周边25km内，生物质燃料量难以保障；同时燃料发热量受季节影响，炭化严重，热值降低较大。

b. 生物质燃料较轻、分散，需要集中、破碎、打包、运输等环节，到厂价格约270元/t，严重增加生物质电站发电成本。

c. 无论是引进技术、国内制造锅炉，还是国产锅炉，其生物质燃料上料系统都不是十分完善，但是引进技术的上料系统相对要好一些；由于燃料上料系统的不完善，制约生物质电站安全、经济运行。

d. 国产生物质锅炉一般为中温次高压参数，效率较低，并且技术上没有完全过关；引进技术生物质锅炉为高温高压锅炉参数，工程总投资较高，一次性投资较大。

e. 生物质电站工程总投资、单位工程投资较高，电价补贴难以兑现，亏损严重，无力偿还贷款本金及利息。

2 生物质电站锅炉技术经济指标比较

生物质电站锅炉一般采用直接燃烧或气化燃烧。气化燃烧较直接燃烧工艺系统复杂、单机容量小、工程投资较大、发电成本偏高，逐渐被直接燃烧所替代。目前生物质发电普遍使用的是振动炉排直接燃烧方式。高温高压直接燃烧生物质锅炉是引进丹麦BWE技术、由国内锅炉厂家生产，中温次高压燃用生物质锅炉主要由杭州锅炉厂、无锡锅炉厂和济南锅炉厂生产。下面以75t/h生物质电站锅炉为例，从技术、经济角度分析、比较、论证其参数选择问题，探讨哪种参数炉型更适合生物质电站。

2.1 技术比较

2.1.1 2种炉型电站布置、设计的主要共同之处

a. 厂区总平面布置及占地面积。厂区采用四列式布置，即配电装置，主厂房，除尘器和烟囱，栈桥及储料场。厂区建构筑物还有冷却水塔区、化学水处理区、综合水泵房及蓄水池区、综合办公楼区、电子汽车衡及其控制室区、厂区环形道路、厂区围墙等。2台机组厂区围墙内占地面积一般为4.40hm²。

b. 主厂房布置。75t/h高温高压锅炉和75t/h中温次高压锅炉容量相同，仅是温度和压力参数有区别。75t/h高温高压锅炉配置18MW汽轮发电机组，75t/h中温次高压锅炉配置15MW汽轮发电机组。2种参数汽轮发电机组本体外形尺寸基本一致，主厂房布置基本相同，局部设备布置有微量调整。主厂房布置取消除氧间，仅有汽机间和锅炉间。汽机间跨度15m，12个柱距，长72m，运转层标高7m；锅炉间跨度18m，14个柱距，长87m。2炉共用1座高80m、出口直径2.5m的烟囱。

c. 燃料上料系统均采用电站内破碎、灰渣分除、气力除灰、干渣排放方式，除盐水采用反渗透，控制系统采用分散控制系统(DCS)，全厂控制点全部纳入其中。

2.1.2 2种炉型电站布置、设计的主要不同点

2种炉型电站主要不同点在于工艺布置及设计选择，突出表现在锅炉、汽轮机参数和容量、锅炉和汽轮机主要辅机、主蒸汽管道材质、主变压器系统和循环水系统等方面，具体差别如下。

a. 三大主机设备。三大主机设备参数比较见表1。高温高压锅炉由龙基公司引进技术生产，已成功投产运行，中温次高压锅炉分别由杭州、无锡、济南锅炉厂生产，处于试运行当中。

表1 三大主机设备参数比较表

设备参数	高温高压锅炉	中温次高压锅炉
最大连续蒸发量(额定工况)/(t·h ⁻¹)	75	75
过热蒸汽压力/MPa	9.30	5.29
过热蒸汽温度/℃	540	450
给水温度/℃	210	150
锅炉效率/%	90.5	87.0
配套汽轮机型号	N18-8.83 (18MW)	N15-5.29 (15MW)
配套发电机型号	QF-18-2 (18MW)	QF-15-2 (15MW)

表2 技术指标比较表

名称	高温高压锅炉	中温次高压锅炉
发电量/(kW·h)	2.16×10 ⁸	1.80×10 ⁸
发电厂用电率/%	12.50	14.50
上网电量/(kW·h)	1.890×10 ⁸	1.539×10 ⁸
折合发电标准煤耗率/(g·(kW·h) ⁻¹)	409.75	496.00
全厂年平均热效率/%	29.98	27.93
年燃用秸秆量/t	17.701×10 ⁴	17.856×10 ⁴
单位容量用地面积/(m ² ·kW ⁻¹)	1.226	1.471

注：发电利用时间为6000h。

b. 锅炉、汽轮机主要辅机参数比较。高温高压锅炉配套引风机400kW、一次风机400kW、二次风机280kW、给水泵630kW、除氧器130t/h、高压加热器120m²；中温次高压锅炉配套引风机355kW、一次风机355kW、二次风机280kW、给水泵550kW、除氧器90t/h、高压加热器100m²。

c. 主蒸汽管道材质。高温高压锅炉主蒸汽管道基本采用12Cr1MoV或低一点的12CrMoV同等级钢材，中温次高压锅炉主蒸汽管道采用20G材料。

d. 主变压器系统。高温高压锅炉配置主变压器型号为SF10224000/63，而中温次高压锅炉配置主变压器型号为SF10218000/63。2种炉型电站均是2台机组共用1台高压厂备用变压器，只是高压厂备用变压器的型号不同，高温高压锅炉配SFZ925000/63型，中温次高压锅炉配SFZ924000/63型。

e. 循环

水系统。高温高

压锅炉和中温次高压锅炉2种炉型

电站的循环水系统的主要区别为：前者为2台500m²或1台800m²

冷却水塔、循环水泵出力为1650m³/h；后者为2台400m²或1台750m²冷却水塔、循环水泵出力为1500m³/h。

2.2 经济比较

a. 技术指标。技术指标比较见表2。目前，玉米秸秆到厂价格已经达到270元/t左右。由于高温高压锅炉和中温次高压锅炉折合的发电标准煤耗率两者相差86.25g/(kW·h)，仅燃料发电单位成本就相差0.10466元/(kW·h)。按上网电量1.89×10⁸kW·h计算，相当于节约880×10⁴元，占多投入工程总投资3980×10⁴元的22.10%，因节约成本费用仅用4.96年就可以收回多投入的工程投资。

b. 工程投资经济指标。工程投资经济指标比较见表3。

表3 工程投资经济指标比较表

名 称	高温高压锅炉	中温次高压锅炉
锅炉锅炉岛及上料系统 价格/(10 ⁴ 元·套 ⁻¹)	3 600	2 100
汽轮发电机组/ (10 ⁴ 元·套 ⁻¹)	1 030	870
主要辅机/ (10 ⁴ 元·套 ⁻¹)	210	180
主蒸汽管道/ (10 ⁴ 元·套 ⁻¹)	55	45
主变压器系统/ (10 ⁴ 元·套 ⁻¹)	320	260
循环水系统/ (10 ⁴ 元·套 ⁻¹)	500	460
发电厂静态投资(二机 二炉规模)/10 ⁴ 元	32 360	28 380
发电厂静态单位投资 (二机二炉规模)/ (元·kW ⁻¹)	8 990	9 460

从表3可以看出，中温次高压锅炉方案比高温高压锅炉方案工程总投资低 3980×10^4 元，但是单位工程投资比后者高470元/kW。

c.经济评价指标。在上网电价(含税)0.606元/(kW·h)〔包括政策性补贴电价0.250元/(kW·h)〕、燃料价格270元/t情况下，高温高压锅炉、中温次高压锅炉2种参数电站经济评价指标如下：发电单位成本分别为0.3767元/(kW·h)和0.4411元/(kW·h)；总投资收益率分别为7158%和3176%；资本金净利润率分别为16.40%和0.12%；税前投资回收期分别为9114年和12170年。

3.75t/h生物质电站锅炉型号选择

a.经过75t/h生物质电站锅炉的高温高压参数与中温次高压参数对比，除锅炉参数、汽轮发电机参数和容量、主要辅机参数和容量、主变压器容量、启动备用变压器容量、循环水泵流量、冷却水塔面积变化较大外，其他系统容量及建筑工程量基本不变或微量变化。从机组容量上看，高温高压锅炉方案比中温次高压锅炉方案单台汽轮发电机容量增加3MW，容量提高20%。

b.高温高压锅炉参数较中温次高压锅炉参数生物质电站全厂热效率高出2.05%，达到29.98%；发电标准煤耗率低86.25g/(kW·h)。

c.高温高压锅炉参数生物质电站工程总投资高于中温次高压锅炉参数，但是单位工程投资却低。

d.高温高压锅炉参数比中温次高压锅炉参数上网电量高出 3510×10^4 kW·h，发电单位成本低0.064元/(kW·h)。

e.高温高压锅炉参数生物质电站投资回收期比中温次高压锅炉参数短3.56年，说明即使高温高压锅炉参数多投资 3980×10^4 元，由于其发电量较多、经济性较好，不仅可以提前回收多投入的资金，而且还可以使整个工程总投资提前回收。

f.中温次高压锅炉参数生物质电站资本金净利润率仅为0.12%，也就是说业主资本金回报利润率接近于零，经济效益太差，不利于生物质发电项目发展；高温高压锅炉参数电站资本金净利润率可以达到16.40%，对生物质发电项目发展比较有利。

g.单位容量占地面积方面，高温高压锅炉参数比中温次高压锅炉参数低 $0.245\text{m}^2/\text{kW}$ ，土地利用率相对较高。

4结束语

通过同容量锅炉高温高压参数生物质电站与中温次高压参数生物质电站的技术和经济比较，可以看出，虽然高温高压参数一次性工程总投资比中温次高压参数要高，但是单位工程投资、发电单位成本、总投资收益率、资本金净利润率、上网电量、发电标准煤耗率、全厂热效率等技术经济指标均远好于中温次高压参数生物质电站。因此无论是从技术上还是经济上都表明，以生物质为燃料的锅炉容量应该尽可能选择高温高压参数。这与2008年9月4日环境保护部、国家发展和改革委员会、国家能源局以环发〔2008〕82号《关于进一步加强生物质发电项目环境影响评价管理工作的通知》中有关“秸秆直燃发电项目应避免重复建设，尽量选择高参数机组，原则上项目建设规模应不小于12MW”的要求相符合。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/88645.html>