

燃煤锅炉改生物质锅炉与能效测试

戚胜¹, 高旭², 李想¹

(1.吉林化工学院机电工程学院, 吉林吉林132012; 2.吉林市特种设备检验中心, 吉林吉林132013)

摘要:对我国能源利用现状进行了分析, 将生物质燃料与传统燃料特性进行了对比。详尽的阐述了生物质燃料在利用中存在的客观问题及解决方法, 最后对改进后的小型蒸汽锅炉进行了能效测试, 通过测试对改造后的生物质锅炉运行水平给出了综合评价。

锅炉作为能源转换的主要设备, 每年燃料的消耗量数以亿吨计。工业锅炉作为锅炉中重要的组成部分, 据不完全统计数量可达50多万台, 其耗煤量约占我国总耗煤量的三分之一左右。由于工业锅炉自身的特点(机械化程度低、运行水平差、设备陈旧和司炉工水平参差不齐等因素), 造成了其效率低下, 严重的污染了环境。随着我国雾霾现象频出, 人类的环保意识不断增强, 如何在源头上抑制污染物的排放成了重中之重。生物质燃料作为煤的替代品逐步进入到人们的视野当中。

与传统的燃料煤相比, 其具有挥发分高(约是烟煤的2~3倍)易于燃烧和灰分含量低(约是烟煤的十分之一至四分之一左右)易于燃尽的特点, 且发热量约为标煤的55%; 燃烧后的产物中SO_x和NO_x等有害气体的含量较少, 灰尘排放量要比煤小很多; 其另外一个显著地特点是CO₂的零排放, 可见生物质是一种可再生的清洁燃料。

1 生物质能源利用存在的主要问题

我国是农业大国, 每年可燃生物质的产量达数十亿吨, 仅秸秆一项, 每年可以达到7亿吨, 可折合成4亿吨标准煤的热值, 可见生物质能的充分利用对能源保护起着至关重要的作用。但由于生物质自身特点, 也存在着一些不利因素, 主要体现在以下几个方面(以秸秆为例):

(1)产生的季节性较强, 且由于地域差距, 产量也不尽相同, 不利于生物质的工业化和规模化。

(2)在收割和运输方面的成本较高, 且收购费用偏低, 客观的降低了生物质材料收集的积极性, 大多数的秸秆在田地被当做肥料点燃, 产生了大量的浓烟, 对环境造成了巨大的破坏。

(3)密度较小(约为200~350kg/m³, 约为煤的四分之一左右), 所占体积庞大不利于运输。

(4)储存不方便。生物质中所含水分较多, 潮湿的生物质进入炉膛后会降低炉膛温度, 延长生物质的干燥时间, 降低其低位发热量, 同时提高了排烟热损失, 不利于炉膛内部的稳定燃烧。

(5)发热量较低, 燃烧的过程持续性较短。

随着生物质技术的不断进步, 生物质燃料成型的持续推广一定程度上克服了生物质燃料的不利条件。粉碎后的原料经设备挤压后成型, 密度大概为0.8~1.4t/m³

, 能量密度与中质煤不相上下; 燃烧特性明显得到改善, 燃烧过程中持久且黑烟小, 炉膛温度高, 而且便于贮存和运输。但另外一个问题应运而生, 对与之相配套燃烧设备的设计、研究和制造无法满足日益增长的需要, 盲目的将燃煤锅炉改烧生物质不能满足生物质燃料的特性要求, 而且会导致在燃烧的过程中产生燃烧恶化和热效率低等一系列不利现象。这就需要对现有燃煤锅炉进行改造, 并将改造后的生物质锅炉进行测试, 验证其是否满足设计的基本要求和节能环保要求。

2 改造过程简述

2.1 炉膛

炉膛的改造工作主要有: 提高前拱角度及高度、降低后拱高度和减少后拱长度。由于生物质燃料中固定碳含量较少, 燃烧开始至结束的时间短, 燃料到达后拱后部时一般都已燃尽, 导致了后拱的保温和促燃作用有所降低。燃煤锅炉

后拱的作用是压烟气，使炉排后部产生的高温烟气旋转、扰动，降低后拱高度。而生物质燃料在锅炉炉排后部已基本燃尽，降低后拱高度和减小其长度可以使火焰充满炉膛空间，提高炉膛容积热负荷，进而提高燃烧效率。同时这样做也增大了炉膛的空间，为燃料的完全燃烧创造有利条件。

炉膛内部设置拦火墙，延长挥发分在炉膛内的停留时间和烟气流程。另外在改造后拱时设置阻尘墙，主要实现烟气炉内惯性除尘，降低锅炉烟尘的初始排放浓度，同时也是防止剩余可燃物进入后管板区甚至是烟道的二次燃烧。

2.2 炉排

使用生物质炉排，调整减速机速度。锅炉改造后要求减速机转速是改造前燃煤锅炉的1.5~1.8倍左右，这能将炉排火床有效拉长，提高炉排的面积热负荷，从而提高炉膛单位容积热负荷，达到提高锅炉热效率的目的。

2.3 烟风系统

由于生物质燃料所含的挥发分较多，且挥发分析出后燃烧时间大概占整个燃烧时间的10%。为保证其充分燃烧，应增大炉排前部的供风量。这就要求在前拱部位设置高速高压小流量的二次风，增强挥发分与空气的扰动混合。使炉膛内烟气形成漩涡，延长烟气在炉膛内的时间和行程。

2.4 煤斗

为了有效控制燃料输送量，实现锅炉连续稳定的燃烧，在煤斗内部设置拨料器。这可以使煤斗内燃料与炉膛隔离，既杜绝了回火的发生，又提高了安全性。

3 锅炉特性及燃料分析

下面将改造后的SZH8-1.25-M型锅炉进行能效测试，锅炉设计参数见表1。

表1 锅炉设计参数

锅炉型号	SZH8-1.25-M		锅炉名称	双锅筒纵置式8吨蒸汽锅炉	
锅炉出口介质	饱和蒸汽	额定出力	8 000 kg/h	设计热效率	80.19%
额定压力	1.25 MPa	设计燃料	生物质燃料	排烟温度	158.81 ℃
出口蒸汽温度	饱和	燃烧方式	层状燃烧	省煤器	有
给水温度	20.00 ℃	燃烧设备	燃生物质燃料炉排	空气预热器	无
给水压力	1.35 MPa	锅炉自用	排烟过量空气系数	1.50	
燃料消耗量	1 827.10 kg/h	蒸汽量	0.00	稳定运行的工况范围	70~110

锅炉主要特征参数如下表2所示：

表2 锅炉主要特性

燃烧设备	符号	单位	燃煤往复炉排
炉排面积	R	m ²	6.40
炉膛辐射受热面	A _f	m ²	30.10
对流受热面	A _d	m ²	162.40
省煤器受热面	A _{sm}	m ²	174.40
空气预热器受热面	A _{ky}	m ²	0.00
总受热面积	ΣA	m ²	366.90
锅炉散热表面积	ΣA	m ²	125.30

锅炉燃料特性如下表3所示：

表 3 燃料特性

燃烧设备	符号	单位	燃煤往复炉排
收到基碳	Car	%	45.00
收到基氢	Har	%	5.40
收到基氧	Oar	%	39.00
收到基硫	Sar	%	0.00
收到基氮	Nar	%	0.83
收到基灰分	Aar	%	1.77
收到基水分	Mar	%	8.00
干燥无灰基挥发分	Vdaf	%	43.75
收到基低位发热量	Qnet,ar	kJ/kg	3484.00

4能效测试

4.1能效测试的布置

见图1。

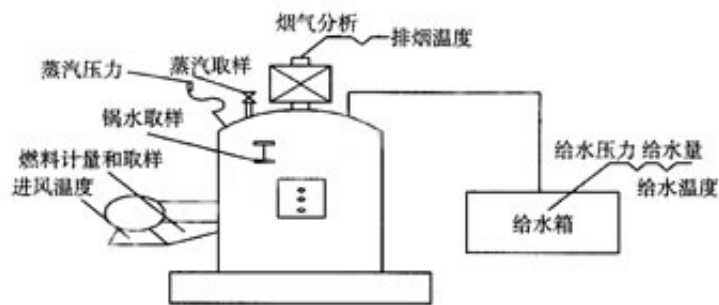


图 1 能效测试示意图

表 4 测试点布置情况

序号	测点名称	测点位置	测点数量
1	入炉冷空气温度测点	锅炉进风口	1
2	燃料计量和取样点	燃料进口处	1
3	蒸汽压力测点	锅炉压力表处	1
4	锅水取样点	液位计处	1
5	蒸汽取样点	蒸汽出口管道上	1
6	烟气成分测量点	省煤器出口烟道上	1
7	排烟温度	省煤器出口烟道上	1
8	给水压力测量点	锅炉给水管道上	1
9	给水量测量点	软化水箱	1
10	给水温度	软化水箱	1

4.2测试依据：

TSGG002—2010《锅炉节能技术监督管理规程》和TSGG003-2010《工业锅炉能效测试与评价规则》，锅炉效率的测试采用2次正平衡，正平衡效率如表5所示：

表 5 锅炉正平衡效率

序号	名称	符号	单位	数据来源	工况 I 测试数据	工况 II 测试数据
1	给水流量	D _{gs}	kJ/h	试验数据	7 970.00	8040.00
2	自用蒸汽量	D _{zy}	kJ/h	试验数据	0.00	0.00
3	锅炉取样量	G _s	kJ/h	试验数据	5.00	5.00
4	蒸汽取样量	G _q	kJ/h	试验数据	5.00	5.00
5	输出蒸汽量	D _{sc}	kJ/h	计算	7 965.00	8035.00
6	蒸汽压力(表压)	P	MPa	试验数据	1.20	1.20
7	蒸汽温度	t _{bq}	℃	试验数据	191.64	191.64
8	饱和蒸汽焓	h _{bq}	kJ/kg	查表	2 786.99	2 786.99
9	蒸汽湿度	ω	%	试验数据	1.60	1.50
10	蒸汽含盐量		μg/kg	试验数据	0.00	0.00
11	汽化潜热	r	kJ/kg	查表	1 972.10	1 972.10
12	给水温度	t _{gs}	℃	试验数据	23.00	23.00
13	给水压力	p _{gs}	MPa	试验数据	1.26	1.26
14	给水焓	h _{gs}	kJ/kg	查表	97.67	97.67
15	燃料消耗量	B	kJ/h	试验数据	1 903.10	1 891.40
16	燃料物理热	Q _{rx}	kJ/kg	试验数据	0.00	0.00
17	加热燃料或外来热量	Q _{wl}	kJ/kg	试验数据	0.00	0.00
18	自用蒸汽带人热量	Q _{zy}	kJ/kg	计算数据	0.00	0.00
19	输入热量	Q _r	kJ/kg	计算	14 080.00	14 080.00
20	正平衡效率	η _l	%	计算	79.01	80.26
21	排烟处 O ₂	O ₂ '	%	试验数据	8.20	8.30
22	排烟处过量空气系数	α _{py}		计算	1.64	1.65
23	雾化用蒸汽量	D _{wh}	kJ/h	试验数据	0.00	0.00
24	入炉冷空气温度	t _{lk}	℃	试验数据	26.70	26.30
25	排烟温度	t _{py}	℃	试验数据	166.10	164.90

最终结果，如表6所示：

表 6 测试计算结果

项目	符号	单位	工况 I	工况 II	平均值
输出蒸汽量	D	kg/h	7 965.00	8 035.00	8 000.00
折算蒸发量	D _{zs}	kg/h	7 924.69	7 994.33	7 959.51
正平衡效率	η ₂	%	79.01	80.26	79.64
折算热效率	η _{zs}	%	79.01	80.26	79.64
排烟温度	t _{py}	℃	166.10	164.90	165.50
排烟热损失	q ₂	%	1.64	1.65	1.65

锅炉测试出力:7 959.51kg/h 锅炉测试热效率:79.64%

4.3测试结论

- (1)锅炉出力：满足设计要求；
- (2)锅炉热效率：符合《锅炉节能技术监督管理规程》规定的工业锅炉产品热效率指标限定值的要求；
- (3)锅炉排烟温度：符合《锅炉节能技术监督管理规程》规定的排烟温度的要求；
- (4)排烟处过量空气系数：符合《锅炉节能技术监督管理规程》规定的排烟处过量空气系数的要求。

5结论

通过对小型蒸汽锅炉的能效测试，验证了改造后的生物质锅炉完全可以满足设计要求，达到了工业生产的基本需求。生物质燃料的推广，有利于生态环境的健康发展，从根源上控制住了污染源，是一种清洁燃料。与传统燃煤锅炉相比，其节能效果显著，同时烟尘和有害气体的排放量大大降低，表现出了良好的环保指标。生物质锅炉的发展完全符合我国的能源政策和环保要求，对其进行应用推广有着良好的经济效益和社会效益。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/122452.html>