燃煤锅炉改生物质锅炉的能效测试

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CO_2的零排放，可见生物质是一种可再生的清洁燃料。

1生物质能源利用现状

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／m^3，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锅炉改造简述

2.1炉拱的改造

由于生物质燃料具有密度较小(约为200—350kg／m^3，约为煤的四分之一左右)，所含水分较多，发热量较低，燃烧过程持续性较短的特点，因此要使燃料充分燃烧需要高温、足氧、延时、扩容的等一系列要求，因此需要早锅炉前加装裂解装置。同时要将锅炉的后拱长度适当减小，这样可以增大炉膛的有效容积，确保生物质燃烧后与水冷壁的辐射换热面积和换热强度，见图1。

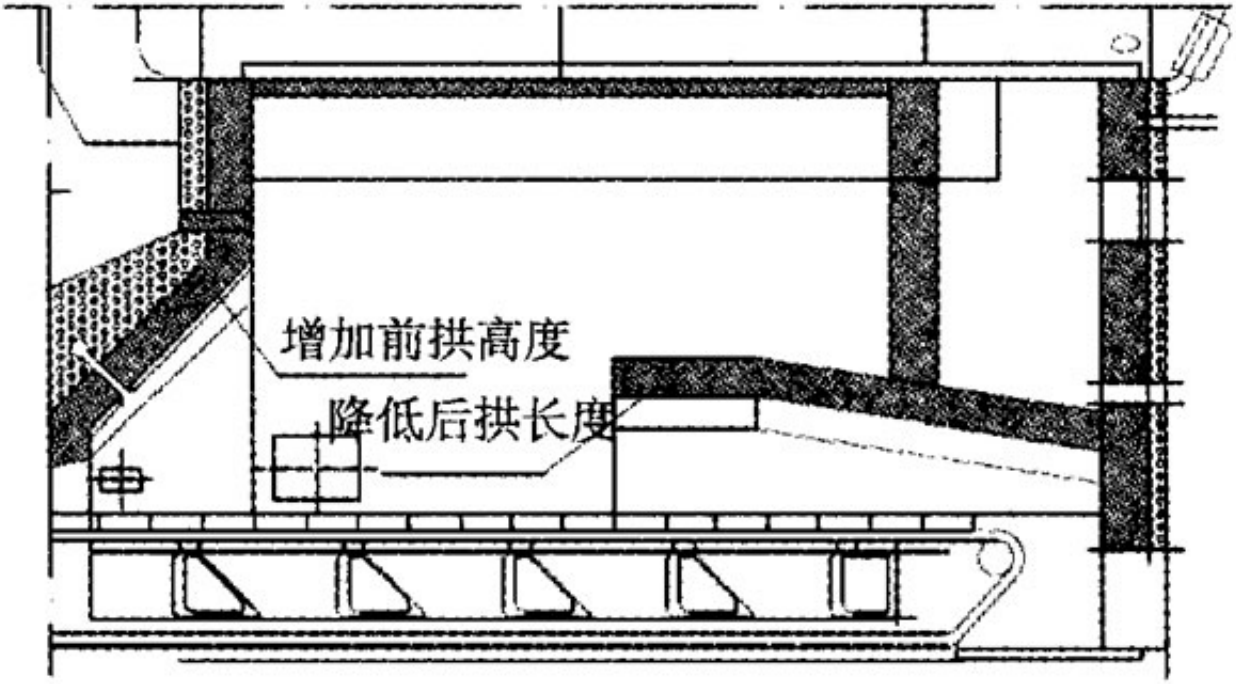

图 1　炉拱改造示意图

2.2给料装置

炉膛进口加设给料装置，控制给料速度和给料的均匀度。在确保锅炉燃料供应量的前提下，提高燃料燃烧完全程度，预防料斗燃料发生自燃现象，见图2。

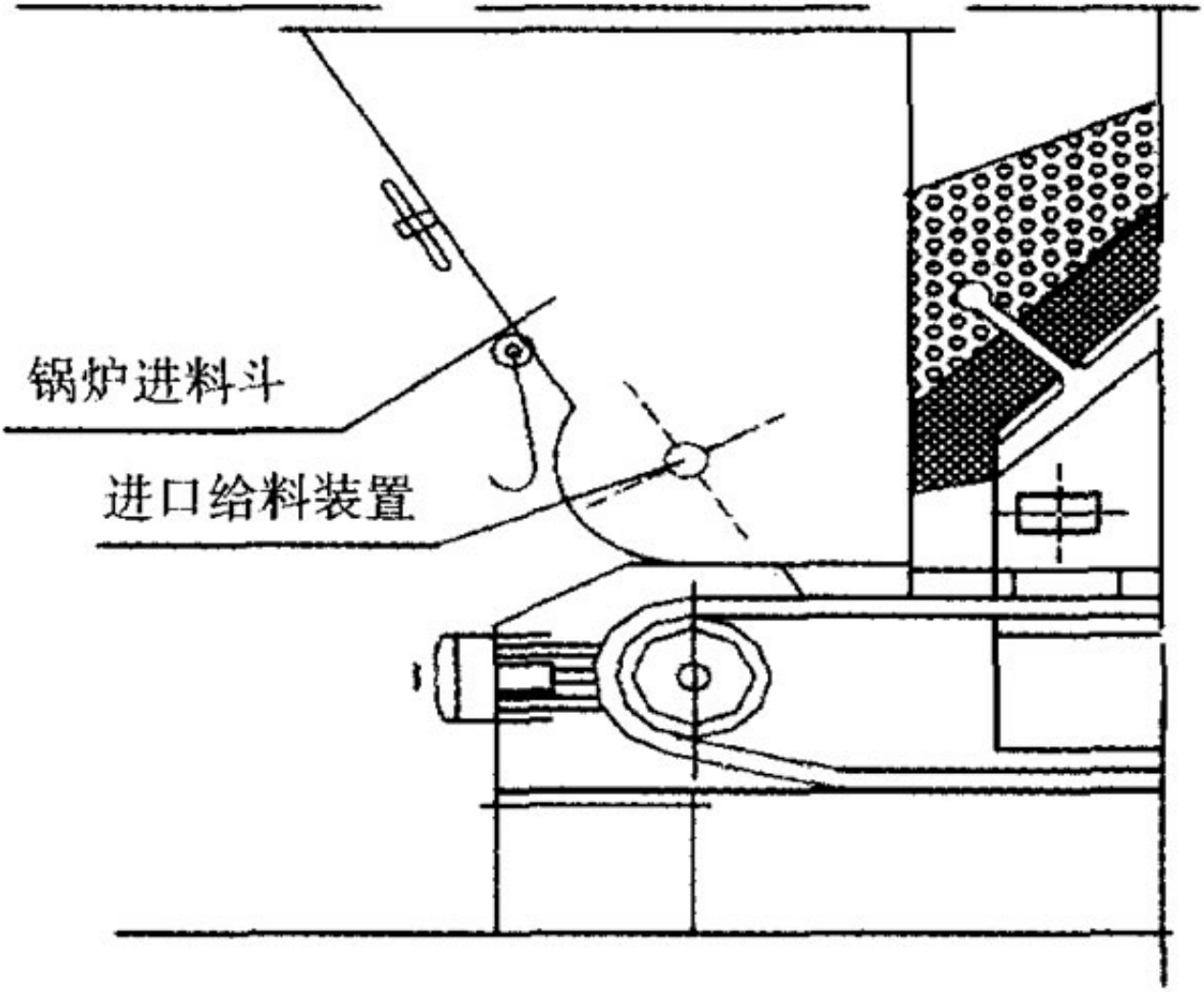

图2　给料装置安装示意图

2.3阻火插板安装

为了防止人工误操作或锅炉在发生故障时炉膛回火造成料斗内生物质燃料发生自燃，在炉膛入口处加设阻火插板，见图3。

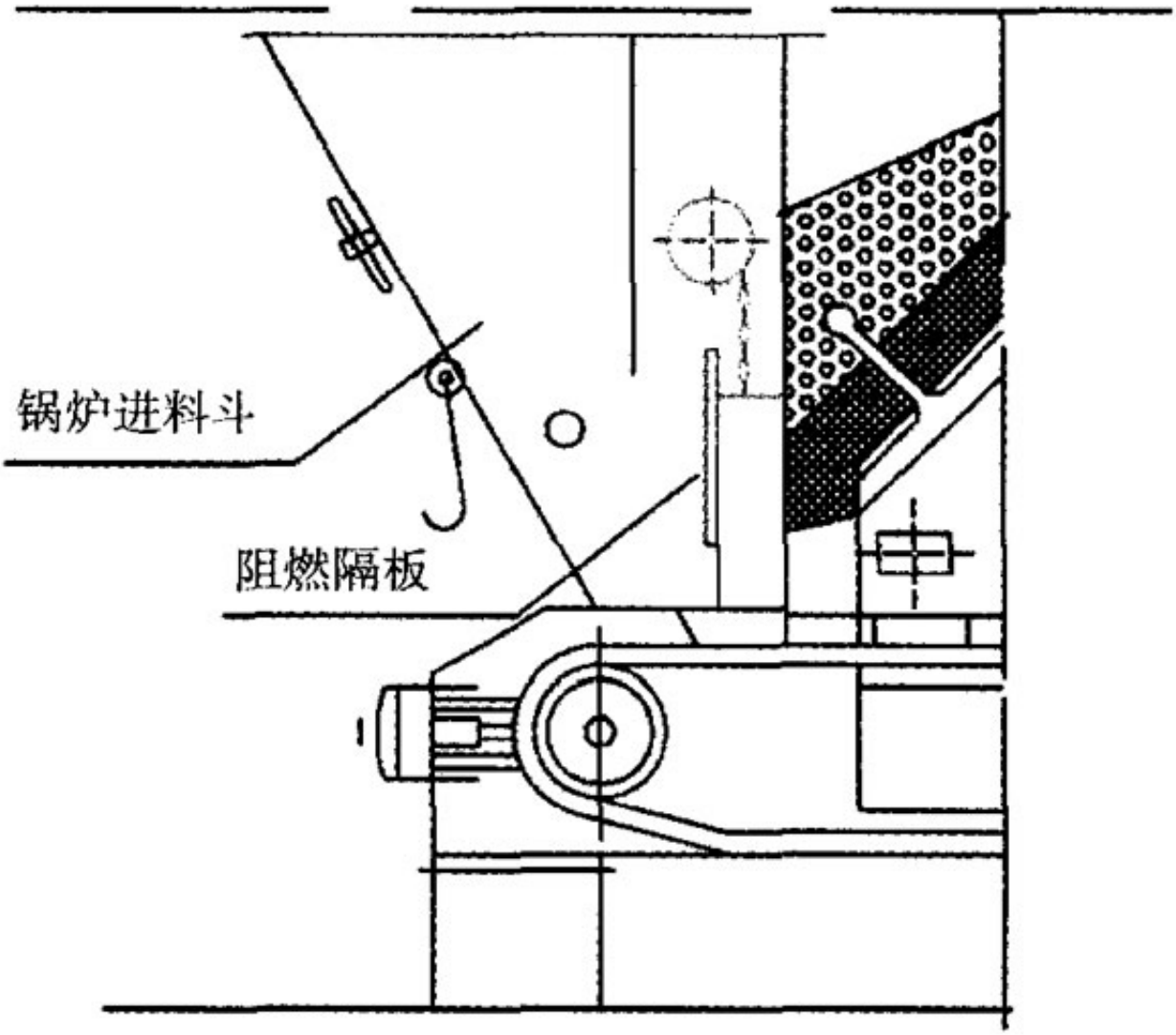

图 3　阻火插板安装示意图

2.4配风装置

针对生物质燃烧阶段特点，需要对燃烧过程进行及时、分段、合理、有效补入二次风量，有效保证炉膛内部的空气过量系数，满足各个阶段所需要的氧气量。同时在确保燃料充分燃烧的前提下，减少或杜绝锅炉尾气中污染物的含量，见图4。

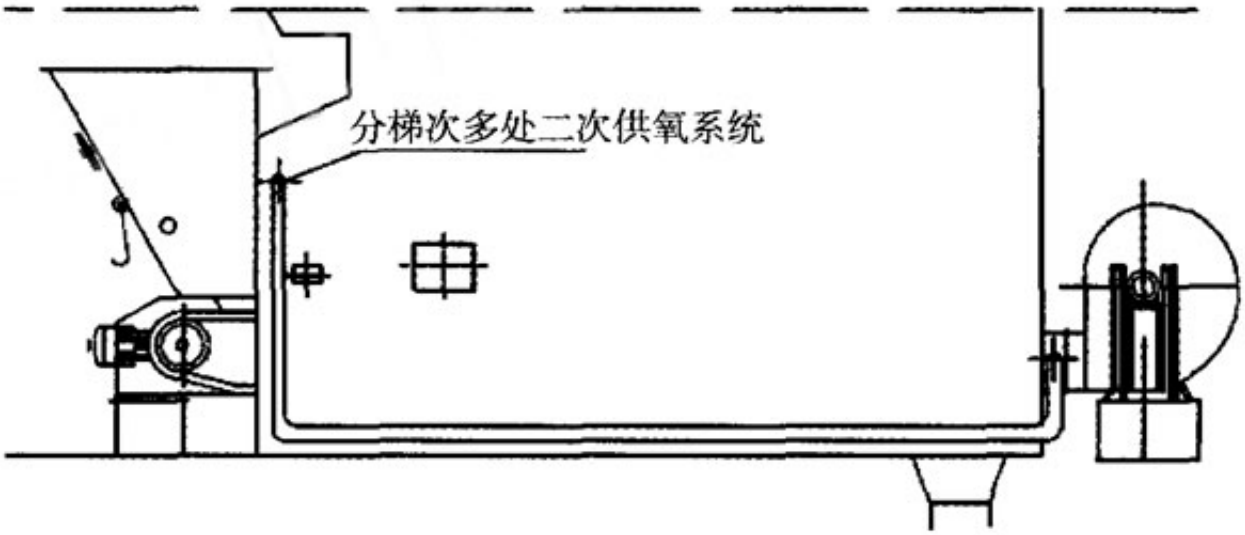

图 4　配风装置

3锅炉特性及燃料分析

下面将改造后的SZH8-1.25一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	0.00	排烟过量空气系数	1.50
燃料消耗量	1 827.10（kg/h）	蒸汽量		稳定运行的工况范围	70～110

锅炉主要特征参数如表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

锅炉燃料特性如表3所示：

表 3　燃料特性

名称	符号	单位	测试数据
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
收到基地位发热量	Qnet，ar	kJ/kg	3 484.00

4能效测试

4.1能效测试的布置

能效测试布置见图5与表4。

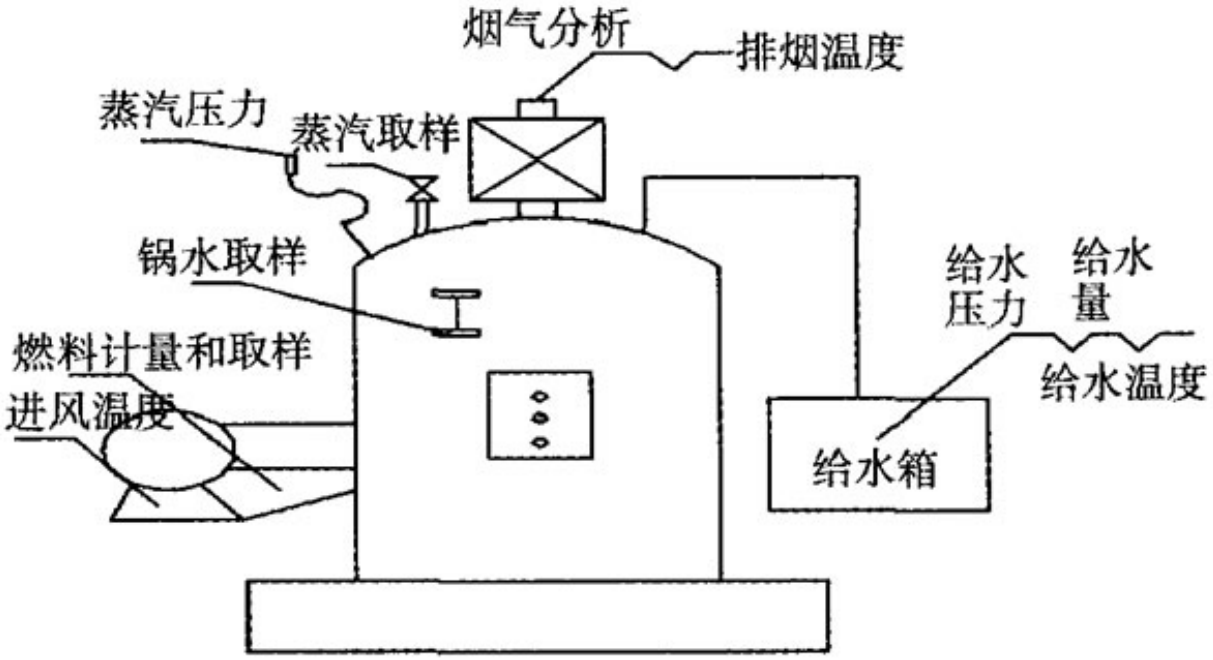

图 5　能效测试示意图

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	Dgs	kJ/h	试验数据	7 970.00	8 040.00
2	自用蒸汽量	Dzy	kJ/h	试验数据	0.00	0.00
3	锅炉取样量	Gs	kJ/h	试验数据	5.00	5.00
4	蒸汽取样量	Gq	kJ/h	试验数据	5.00	5.00
5	输出蒸汽量	Dsc	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	tbq	℃	试验数据	191.64	191.64
8	饱和蒸汽焓	hbq	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	tgs	℃	试验数据	23.00	23.00
13	给水压力	pgs	MPa	试验数据	1.26	1.26

续表5

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
14	给水焓	hgs	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	Qrx	kJ/kg	试验数据	0.00	0.00
17	加热燃料或外来热量	Qwl	kJ/kg	试验数据	0.00	0.00
18	自用蒸汽带入热量	Qzy	kJ/kg	计算数据	0.00	0.00
19	输入热量	Qr	kJ/kg	计算	14 080.00	14 080.00
20	正平衡效率	ηl	%	计算	79.01	80.26
21	排烟处 O_2	O2′	%	试验数据	8.20	8.30
22	排烟处过量空气系数	αpy		计算	1.64	1.65
23	雾化用蒸汽量	Dwh	kJ/h	试验数据	0.00	0.00
24	入炉冷空气温度	tlk	℃	试验数据	26.70	26.30
25	排烟温度	tpy	℃	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	Dzs	kg/h	7 924.69	7 994.33	7 959.51
正平衡效率	η2	%	79.01	80.26	79.64
折算热效率	ηzs	%	79.01	80.26	79.64
排烟温度	tpy	℃	166.10	164.90	165.50
排烟热损失	q2	%	1.64	1.65	1.65
锅炉测试出力：7 959.51（kg/h）				锅炉测试热效率：79.64%	

未改造前锅炉运行时出力情况如表7所示：

表 7　未改造前锅炉测试结果

项目	符号	单位	平均值
输出蒸汽量	D	kg/h	7 957.00
折算蒸发量	Dzs	kg/h	7 912.51
正平衡效率	η2	%	72.18
折算热效率	ηzs	%	72.18
排烟温度	tpy	℃	175.20
排烟热损失	q2	%	2.11
锅炉测试出力：7 912.51（kg/h）		锅炉测试热效率：72.18%	

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/123685.html