

黑龙江省建三江农垦三江热电有限责任公司8#、9#、10#锅炉全燃综合型生物质燃料技术改造总结

方逸庆(扬州神州新能源科技有限公司 江苏 扬州 225100)

张令东 管红新(黑龙江省建三江农垦三江热电有限责任公司 建三江 156300)

摘要：通过对8#、9#、10#锅炉全燃综合型生物质燃料技术改造，再次证明：对原有循环流化床(CFB)燃煤电站锅炉进行全燃生物质技术改造，既可节省时间，又可节约大量资金，是燃煤电厂迅速转型为生物质电厂，实现生物质直燃发电的一条短、平、快的便捷之路。同时该技术对非电站锅炉利用生物质代替原煤，改烧生物质燃料，同样具有重要借鉴意义。

关键词：燃煤CFB锅炉 全燃生物质 技术改造

前言

黑龙江省建三江地处三江平原腹地，隔黑龙江、乌苏里江与俄罗斯相望。总控制面积1.23万平方公里，耕地1000万亩，尚有可垦荒地300万亩，林地196万亩，牧草地70万亩，水面76万亩。40多年来，经过两代北大荒人的努力，昔日的北大荒已经变成了今天的绿色北大仓，以盛产绿色优质水稻而闻名于世。建三江地区具有丰富的生物质燃料资源。其中以稻草、稻壳、玉米杆、玉米芯、大豆秸秆、柳条、紫穗槐树枝条等尤其丰富。

建三江农垦三江热电有限公司热电锅炉，一直大量掺烧稻壳生物质燃料，努力为减少二氧化碳排放，保护绿水青山作出积极贡献。但仅依靠建三江地区单一稻壳资源，并不能满足电厂大量掺烧乃至全燃生物质的需求。在这种情况下，只有改变锅炉生物质燃料结构，大量燃烧建三江地区丰富的综合型生物质原料：稻草、玉米杆、玉米芯、稻壳、生物质压块、大豆秸秆、柳条、紫穗槐、树枝条等，才是彻底解决办法。为了做到生产和技术改造工作两不误，三江热电公司决定分三期对其8#、9#、10#锅炉进行全燃综合型生物质燃料技术改造。

按照三江热电公司布署，扬州神州新能源科技有限公司2015年首次对8#锅炉进行了全燃综合型生物质燃料技术改造。在取得成功经验的基础上，2016年和2017年又分别对9#锅炉和10#锅炉进行了全燃综合型生物质燃料改造。并且每次改造的方案，都依据前一台锅炉实际使用的效果，在前一台锅炉改造方案的基础上再次进行优化，从而使技术改造取得了更好的效果。

一、锅炉设备规范

整体概述

本锅炉采用中温、中压参数、单汽包自然循环、分散下降管、平衡通风、绝热旋风分离器、一级喷水减温器以及一级面式减温器调节蒸汽温度的结构。锅炉采用支吊结合的固定方式，室内布置。锅炉运转层标高为7000mm。锅炉采用位于炉膛前墙水冷壁下部给料，采用位于炉膛底部布风板上的两点排渣。

锅炉采用两级配风，一次风从炉膛底部布风板进入炉膛，二次风从炉膛前后墙进入炉膛。

旋风分离器位于炉膛出口和尾部竖井烟道之间，旋风分离器下的返料器将分离下来的物料送回炉膛。

高温过热器、低温过热器、省煤器和空气预热器依次布置在尾部竖井烟道之中。

设备简要特性

炉号	型号	燃烧方式	制造厂家	制造时间	投运时间
8	AG-75/3.82-D	循环流化床	鞍山锅炉厂	2008	2009
9	AG-75/3.82-D	循环流化床	鞍山锅炉厂	2010	2010
10	AG-75/3.82-D	循环流化床	鞍山锅炉厂	2010	2010

锅炉的主要设计参数

项目	单位	数值
锅炉额定总蒸发量	t/h	75
额定蒸汽压力	MPa. G	3.82
额定蒸汽温度	℃	450
给水温度	℃	150
锅炉计算效率（按低位发热量）	%	85.0

锅炉基本尺寸(单位：mm)

锅筒中心标高 33500mm

锅炉运转层标高 7000mm

锅炉左、右柱中心宽度 8560mm

锅炉前、后柱中心深度 13434mm

炉膛布风板尺寸 5440 × 1600mm²

炉膛上部尺寸 6400 × 3600mm²

尾部过热器下降烟道 5960 × 2600mm²

尾部省煤器下降烟道 5960 × 2600mm²

尾部空器预热器下降烟道 5960 × 2600mm²

二、全燃生物质技术改造方案

1. 各类生物质燃料有关特性：

实验室检验指标：

品种	水分 (%)	挥发分 (%)	灰分 (%)	固定碳 (%)	发热量 (kcal/kg)	备注
稻壳	9.4	61.27	13.32	16.01	3484	国家煤检中心化验
稻草	11.6	59.50	14.10	14.80	3139	国家煤检中心化验
玉米杆	9.5	70.31	4.01	16.18	3813	国家煤检中心化验
麦秸	7.8	69.11	5.71	17.38	3687	国家煤检中心化验
花生壳	10.5	67.17	3.15	19.18	4010	国家煤检中心化验
树枝	12.3	69.78	1.98	15.94	3866	国家煤检中心化验
木屑	9.0	69.00	4.51	17.49	3800	企业自己化验
黄豆杆	8.4	70.20	4.15	17.25	3800	企业自己化验
树皮	19.8	58.44	5.17	16.59	3184	国家煤检中心化验
棉花杆	13.4	65.17	3.20	18.23	3591	国家煤检中心化验

*灰渣变形温度：稻麦草约为 800℃，玉米杆约为 1100℃，棉花杆约 660℃。

2、技术改造主要新增设备(以10#炉为例)：

(1)、生物质料库螺旋卸料机(1台)：

2XK65JA螺旋卸料机(2根螺旋变频调速)1台、

HJS10-02进料斗1只、

HJS10-DK电控柜1台、

(2)、生物质炉前上料系统(2台套)，每套含：

炉前料仓上部落料管、

炉前料仓总成(含：30M3料仓箱体、雷达料位计、变频一级输料螺旋4套、一级输料螺旋前端防爆门、一级输料螺旋中部料仓出口处留有稻壳排出口，并配手电动稻壳专用翻板门，稻壳排出口下接稻壳给料仓泵、消防蒸汽系统、消

防水系统等)、

落料斗(含：测温热电偶及自动蒸汽灭火装置)、

非金属补偿器、

电动防火翻板门、

悬吊装置

落料管、

变频二级入炉输料双螺旋(配有：空气吹扫装置、排水阀)(双螺旋入炉口处悬有自重下垂式自动正压防火挡板)。

电控柜

(3)、锅炉本体：

进料口风冷套(含风冷套及水冷壁让管部件)(2套)、

高压密封风机(风冷套用)、

本体防爆门(4套)及烟道防爆门(9套)(含有关让管部件)、

进料口上部环炉膛下扫二次风管组件(含有关让管部件)、原二次风管改造组件(含有关让管部件)、

原落煤管道改造

空气预热器管改造(增加管板3块)。

3.技术改造方案简述(以10#炉为例)：

10#炉为75t/h中温中压循环流化床生物质混燃稻壳锅炉，现拟改造为全燃综合型生物质燃料锅炉。在充分利用原有设备系统的同时，对炉前给料系统、炉本体及部分辅助设施进行改造，改造后可以不再掺烧煤炭。

对炉前给料系统进行改造：增加生物质料仓系统及一级给料双螺旋等，并进行相应电气热控DCS配套，同时配套相应消防栓等设施。对炉本体进行改造：炉本体上开二个进料口，采用二级双螺旋进料。增加进料螺旋风冷套和测温测压装置，并增设返料风机，增设炉膛及烟道防爆门。

技术改造方案具体描述如下：

1、10#循环流化床锅炉现有的上料系统保留备用，但给料机和落料管都需适当移位。

2、新增加的设备和系统如下：

(1)在主厂房10#循环流化床锅炉炉前，新增16米平台，并在其上部相应位置重新制作二台生物质料仓。24M层皮带对应10#炉生物质料仓入料口处应设置导料分料装置，以保证皮带对炉前生物质料仓的物料输送(必要时落料口处需扩大)。

(2)每台生物质料仓底部采用变频调速一级双螺旋出料系统，给炉前二级双螺旋系统供料。一级双螺旋出料系统前端上部设有防爆门装置。料仓底部前端留有稻壳排出口，并配手电动稻壳专用翻板门，稻壳排出口下接稻壳专用给料仓泵。

(3)生物质二级输送入炉膛采用变频双螺旋上料装置，螺旋直径约 560mm。在11米处新增设操作钢平台。

(4)二级双螺旋入炉给料装置分：入炉螺旋，入炉风冷套。入炉螺旋外端面布置观察孔，并配有：空气吹扫装置、排水阀；入炉螺旋在进入炉膛处悬有自重下垂式自动正压防火挡板。入炉风冷套内径约1000X630mm。

(5)风冷套内侧输入高压风，配罗茨风机一台。风冷套外侧接入二次风、二次风接入风量4000~8000 m³/h直接从原二次风管接入。风冷套装有测压装置。

(6)风冷套上端布置热电偶，测量风冷套炉膛入口处工作烟温。在输送装置距入炉口800mm处另布置热电偶，正常工作时，如该热电偶温度大于240℃时，应联动控制关闭下料电动挡板。

(7)一级双螺旋出料系统与入炉双螺旋给料装置间布置落料管(1000X800mm)，落料管布置电动挡板门，蒸汽灭火装置，金属膨胀节，金属膨胀节膨胀量大于150mm。

(8)一级输送装置应布置平台(16米平台)并与锅炉前钢架连接。二级输送装置应布置平台(11米平台)并与锅炉膜式壁上方用斜吊杆固定。

(9)在炉膛标高11080处开二个孔(630*1000)，炉膛开孔内侧浇注耐磨耐温混凝土。

(10)对锅炉本体二次风管重新布局改造，以便调整压低火焰中心。对二次风管对侧水冷壁进行保护。

(11)锅炉本体原设有的返料风机尽量利用，以防返料器堵塞。

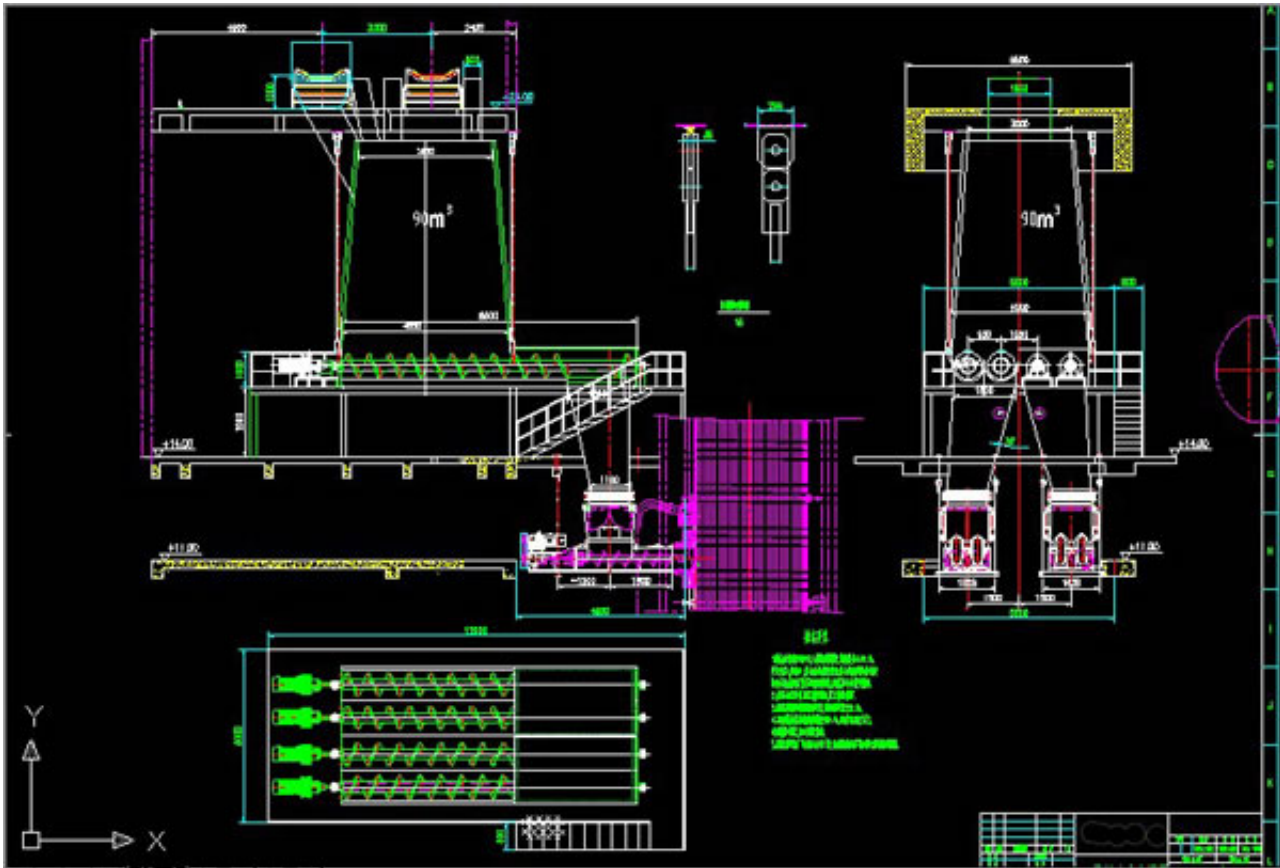
(12)增设炉膛及烟道防爆门

(13)电气、热控，DCS配套等。

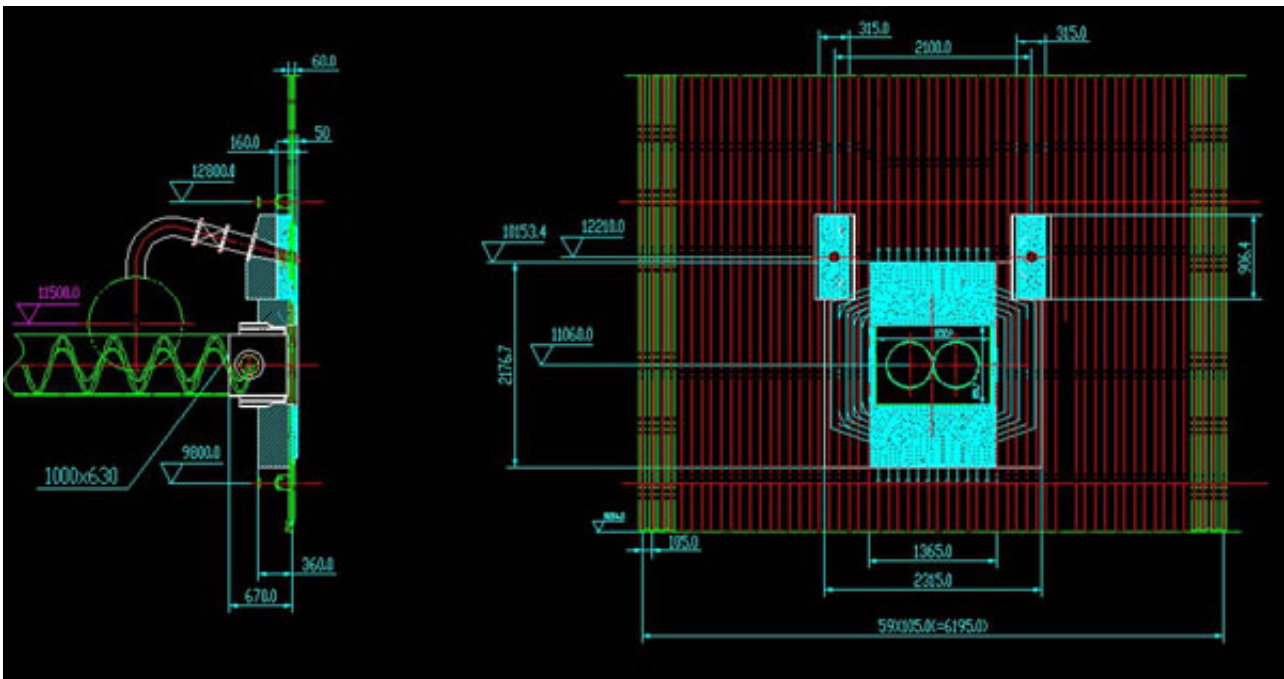
(14)完善配套相应位置消防栓等设施。

4.技术改造方案简图：

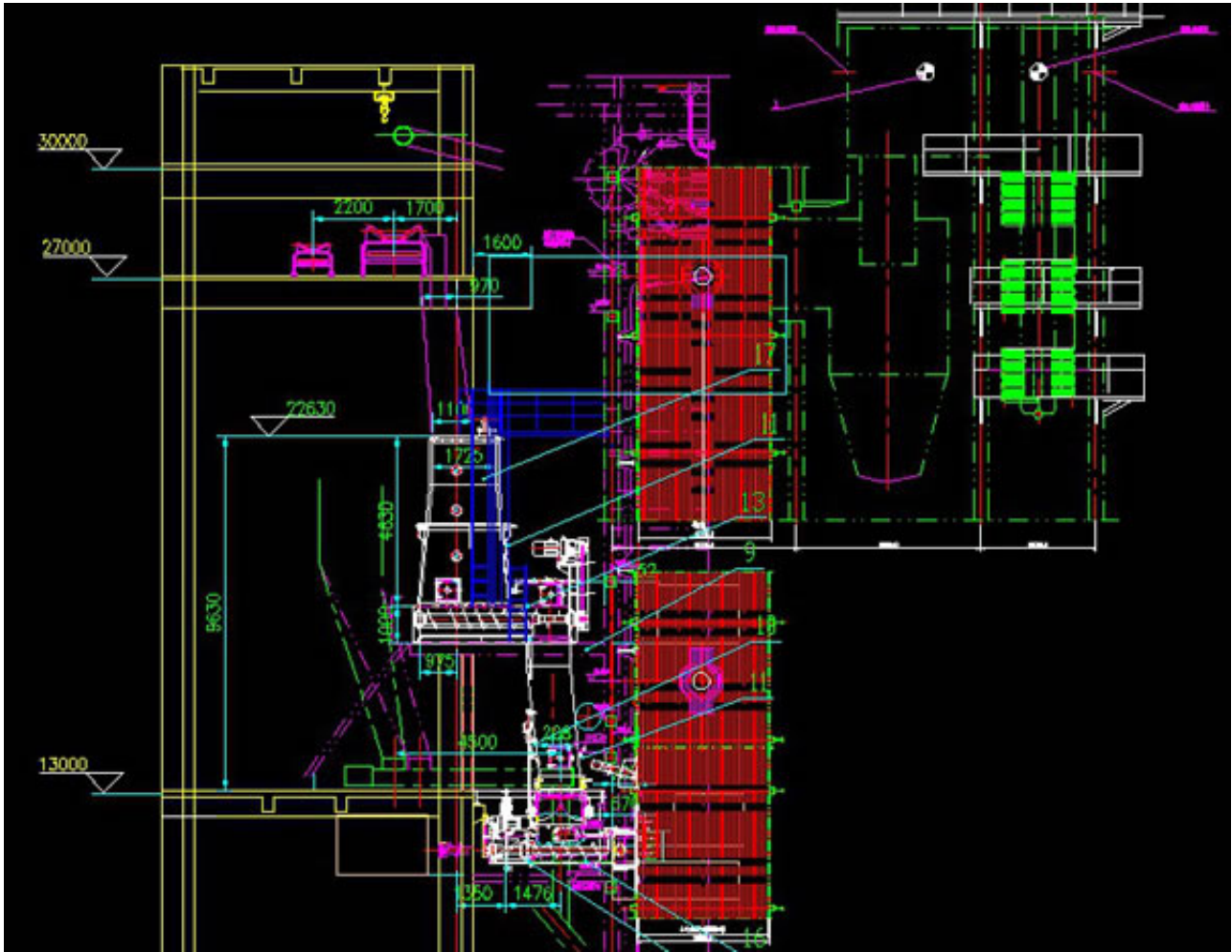
(1)、炉前给料系统示意图



(2)、炉本体技改示意图：



(3)炉前给料系统和炉本体总布置简图



(4)锅炉本体进料口风冷套施工图片



三、技术改造工程预算

全燃综合型生物质燃料技改项目设备投资估算表(以10#炉为例)：

序号	名称	型号及规范	单位	数量	单价 (万元)	总价 (万元)	备注
一、炉前给料系统设备 (非标设备, 专利产品. 专利号: ZL200920041591.1)							
1	方形料仓(含料仓落料斗、料仓悬吊装置, 料位仪、蒸汽及水灭火装置爬梯等)	30m ³ , 倒锥形部份可拆卸结构。	个	2	13	26	倒锥形结构
2	一级送料双螺旋、变频控制柜	300m ³ /h 螺旋外径 550mm, 8×7.5KW 变频调速。	个	8	10	80	变频调速
3	二级双螺旋给料机、变频控制柜(含电动防火门、非金属补偿器、连接料斗、仓壁振动器、测温装置、防爆装置、蒸汽灭火等)	300m ³ /h 螺旋外径 440mm, 4×11KW 变频调速。	对	2	29.5	59	变频调速
4	料库螺旋卸料斗(含进料斗、变频电控柜等)	2XK65JA 800M ³ /H	台套	1	35	35	
5	随机备件	所供设备密封件、紧固件、	套		1	1	
6	运费					14	
小计						215	
二、炉本体部分设备 (非标设备)							
1	给料口	630*1000	套	2		14.4	
2	给料口及二次风开孔水冷壁	68B02-1-1-0				6.5	
3	给料二次风布置	68B02-1-2-0	套	7		4.4	
4	炉膛防爆门开孔及水冷壁	68B02-1-4-0	套	12		3.2	
5	防爆门布置	68B02-1-5-0	套	13		4.9	
6	原给料口及原二次风改造	68B02-1-7-0	套	16		5.5	
7	空预器管改造增加管板及管道	Q235-A.F	块吨	3 3.5		5.6	
小计						44.5	
三、罗茨风机、锅炉返料风机							
1	罗茨风机	86M ³ /min, 30kpa, 75KW。	套	1	5	5	
2	锅炉返料风机		套	1	(5)	(5)	已有, 未计价。
小计						5	
四、热控系统及 DCS 升级、							
小计						3	
五、环保、消防设施等							
1	布袋除尘器扩容					(15)	已改造, 未计价。
2	消防设施、照明、监控设备				10	10	
小计						10	
六、拆旧费、安装及材料费等							
1	拆旧费	原稻壳仓拆除、原落料壳管等移位改造、原生物质给料口拆除, 其开孔用水冷壁管拉直、煤仓改造及给煤机移位、工业水箱改造、炉膛开孔相应冲突钢梁及拉撑件移位等等。				15	
2	新增 11M、16M 平台制作、	现场制作	层	2	4	8	
3	安装及材料费					170	
4	设计费、科研费、监检费、性能试验等					18	
小计						211	
七、不可预见费							
小计						10	
工程造价总计						498.5	
(注: 若欲了解技术改造详情, 可与本文作者联系。电话: 13815636088 邮箱: 13815636088@139.com)							

四、技术改造工程调试

1、技术改造工程周期：

10#炉全燃综合型生物质燃料技改工程历时约6个月时间：

2017年3月下旬，技改工程设计人员考察10#炉现场，开始进行现场设计；同时，电厂和设备厂家签定设备订购合同，设备厂家开始安排生产制造。

2017年6月，非标设备生产制造完成，有关设备陆续到达现场；安装施工单位正式进场，技改工程进入安装阶段。

2017年8月，技改工程安装完毕，进入单机调试阶段。

2017年9月，进入点火联合调试阶段，完成72+24小时试运行后，10#炉技术改造工程正式投运。

2、技术改造工程调试：

(1)、10#炉全燃生物质技改工程，分别对稻壳原料、混合秸秆原料和稻草压块原料燃烧工况进行了调试，现抽取混合秸秆原料调试工况列表如下：

10#炉调试有关参数列表 燃烧原料种类 混合秸秆原料

日期		时间	锅炉产汽量 (吨/时)	床温 (℃)	炉膛负压 (pa)		氧量 (%)	料仓螺旋变频开度 (%)								入炉螺旋变频开度 (%)			
					燃料入口	炉膛出口		1 #	2 #	3 #	4 #	5 #	6 #	7 #	8 #	1 #	2 #	3 #	4 #
10	24	14: 16	60.4	966	-83	-563	4.96	2.4	22.5	21.1	1.3	2.1	21.8	21.	1.	80.7	81.2	79.0	80.7
10	24	15: 04	59.3	968	-158	-583	5.85	31.7	27.7	26.2	31.1	31.6	27.5	25.	29	80.2	80.8	79.5	81.1
10	25	09: 45	62.1	979	-68	-599	4.31	11.9	22.7	21.1	11.3	21.5	32.6	31.	20	80.5	81	79.3	81.2
10	25	14: 31	60.5	971	-65	-566	3.50	31.7	32.8	20.9	21.2	21.4	21.9	31.	30	80.5	81	79.2	80.8
调试小结			由于引风机负压不足，无法进一步增加生物质给料量，锅炉负荷下降较大，约为额定负荷的80%。																

(2)、另将9#炉全燃生物质技改工程，稻草秸秆调试工况列表如下。9#炉工程分别对稻壳原料、玉米秸秆和稻草秸秆燃烧工况进行了调试。

9#炉调试有关参数列表

 燃烧原料种类 稻草 秸秆

日期		时间	锅炉产汽量 (吨/时)	床温 ℃	炉膛负压 (pa)		氧量 (%)	料仓螺旋变频开度 (%)								入炉螺旋变频开度 (%)			
					燃料入口	炉膛出口		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	1#	2#	3#	4#
11	20	08:34	62.8	935	-121	-502	6.42	21	100	20	100	100	16	100	16	90	90	91	90
11	20	09:06	62.5	945	-94	-538	7.72	12	100	11	100	100	11	100	11	90	90	91	90
11	20	10:36	70.1	968	-70	-460	4.01	100	11	99	17	72	16	99	16	91	91	91	90
11	20	14:39	68.0	961	15	-375	3.77	27	100	26	100	100	1.6	99	1.2	91	90	91	90
调试小结			锅炉负荷下降，约为额定负荷的85%。																

3、调试建议：

(1)、关于生物质原料输送系统：

1.1、应确保生物质原料库至27M层炉顶料仓的生物质原料输送能力，以满足全燃生物质锅炉生物质入料需求，否则应对该部分进行改造。

1.2、建议对敞开式生物质输送皮带等扬尘设备进行封闭，并增加粉尘治理设备。同时，要注意防范粉尘燃爆事故。

(2)、关于引风机：

10#炉改造前在原来掺烧稻壳工况下，引风机变频开度已接近最大，炉膛负压已不富裕。若全部燃用生物质原料，烟气量会进一步增加，而此时引风机变频开度无法再增大，则炉膛负压不能满足全燃生物质原料要求。此时若引风机风量有些富裕，可适当关小引风机入口风门挡板，通过节流效应可部分提高引风机负压。但若完全不因负压不够而影响锅炉负荷，不减少生物质燃烧量，则应对引风机进行叶轮和壳体升级改造，以从根本上提高引风机负压头。

五、结语

8#、9#、10#锅炉改造实践证明，燃煤锅炉改造后可以不掺烧煤炭，全部燃用生物质原料。但生物质燃料的组成结构，必须确保入炉燃料的热值达标。为此，全部燃用生物质原料时应该燃烧混合型生物质原料。其中：

硬料 70%(稻壳、风干秸秆致密压块、破碎树枝条、破碎树皮、木片等)

软料 30%(稻草、玉米秸秆等)

另外，为确保生物质原料能够顺利入炉，还应控制生物质原料切削加工标准：

稻草秸秆切断标准：长度 15cm。

树枝条或木片切削控制标准：长 5CM，宽 4CM，厚 2CM。

[参考文献]

个人有关专利

[1] 发明专利：一种大量输送生物质入炉直接燃烧发电的输料方法和系统

专利号：ZL 2006 1 00409856 发明人：方逸庆

[2] 实用新型专利：生物质炉前无底可调复式料仓

专利号：ZL 2009 2 0041591.1 发明人：方逸庆

[3] 实用新型专利：高效脱硫除尘器

专利号：ZL 02 2 18404.X 发明人：方逸庆

作者简介：

方逸庆：男，高级工程师，长期从事于热电厂以及生物质电厂的基建、技改和营运工作；同时也致力于光伏发电等新能源建设、开发、技改工作。

手机：13815636088 邮箱：13815636088@139.com

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/122122.html>