

# 75t/h循环流化床锅炉掺烧生物质技术改造探讨

李学锋，牛建新，王荣涛

(宝应协鑫生物质环保热电有限公司，江苏扬州，225800)

**摘要：**文中对宝应协鑫生物质环保热电有限公司循环流化床锅炉掺烧生物质的技术改造方案进行了详细的阐述，并进行了经济效益分析。结果表明，循环流化床掺烧生物质技术相对简单，投资费用和运行费用均较适中，不仅可大量而高效地利用生物质发电，而且可降低现役电厂的CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>及NO<sub>x</sub>的排放，社会效益显著，值得在我国大规模推广和应用。

目前生物质很少作为能源专门用于发电，因此开发生物质能用于发电在我国具有重要意义<sup>[1]</sup>

。宝应协鑫生物质环保热电有限公司2006年年初调试成功并投用一套生物质掺烧系统。目前，此系统运行正常，可2台同时进行掺烧，掺烧量可达30%(热值比)。

## 1循环流化床锅炉掺烧生物质的方式

我公司已应用过的循环流化床锅炉掺烧生物质方式主要如下<sup>[2]</sup>：

- (1)在干煤棚直接与煤混合，再一起利用上煤系统送入原煤仓，与燃煤一起送入炉膛燃烧。
- (2)利用气力将粉碎后的生物质输送喷入炉膛进行燃烧。
- (3)利用压缩成型技术将生物质原料压缩成块状或颗粒状，然后与燃煤混合，送入原煤仓，与燃煤一起送入炉膛燃烧。
- (4)采用专门的破碎设备将生物质进行切割或粉碎然后利用专门的输送设备将生物质输送到炉前落煤管，并利用输送风送入炉膛进行燃烧。

第1种方式相对简单，无需对现有设备和系统进行改造，但由于生物质所含能量很低，锅炉原煤仓一次性补完仓后，煤仓内燃煤很快会耗尽，又必须进行补仓。经试验，当按10%重量比进行掺烧，上煤人员原1天只需补仓3次，掺烧生物质后1天需补仓6次且补仓时间加长。此运行方式主要有2个缺点，一是上煤时间加长，上煤设备长时间处于运行状态，对于我公司单皮带运行方式极为不利，设备易出故障，严重时会影响全厂出力，二是此掺烧方式掺配不均，造成锅炉运行工况极不稳定，运行参数不易控制。

第2种方式我公司做过尝试，未能成功，主要原因：风机加料口设计不合理，所选风机出力不够，风机压头偏小，管道偏细，风压衰减很快，无法克服炉内压力将料送入炉内。但协鑫集团赣榆项目已试验成功。

第3种方式我公司进行多次考察并进行相关经济性比较结论如下：采用压缩成型技术可以加大生物质掺烧量，可采用与煤一起掺配入炉，掺烧方式简单，但压缩技术设备投资较大，一套5t/h生物质加工线投资约150万元，且设备能耗较大，总容量达200kW，生产成本较高，经测算加工生物质成本达30-40元/t。此方案投资成本及运行成本均较大，在目前无明显优惠政策的前提下不易采用。

第4种方式需要安装单独的生物质制料及输送系统，设备投资等费用显著提高，但其可以提高生物质的掺烧量，上料比较稳定，对锅炉运行工况影响不大，且运行成本不高，在当地生物质价格相对煤炭较低的情况下可使用。目前我公司所上系统即为此方式，并取得了成功。

## 2生物质掺烧技术改造方案及运行情况

### 2.1改造方案

生物质掺烧改造整套系统由生物质堆场、破碎系统、输送系统、计量装置、燃烧系统及消防、环保、控制等系统组

成。所有生物质燃料均采用单独输送、直接掺烧方式，稻壳由于粒度较小，可直接利用埋刮板输送机送入炉膛，树皮、芦苇、木材、秸秆等经破碎后利用埋刮板输送机送入炉膛。

### 2.1.1 生物质收购与储存

公司与中间商签订收购协议并由中间商组织货源每天向公司输送。公司根据实际情况，在烟囱西北侧空地新建一座生物质厂房，长40m，宽20m，厂房采用轻钢结构并设有通风、消防设施。此厂房作为生物质原料加工厂房及堆放场地，并配有输送设备，由于厂房面积有限必须做到生物质即卸(或加工)即送入炉内，保证库房基本无积料。此做法做到厂内无生物质大型堆场并做到生物质零库存，转移了消防风险。

### 2.1.2 树皮、芦苇、木材、秸秆的破碎

生物质的质量能约为煤的1 / 10，这意味着当按热量计共烧10%生物质时，其体积和煤的体积相当：生物质是韧性纤维材料，不易破碎，但对循环流化床来讲，只要将其破碎至50mm以下即可掺烧。

我公司选用BX216型鼓式削片机用来切削枝丫材、树皮、硬质秸秆等，此类型削片机对切削枝丫材性能极佳，破碎效果好，出料粒度可控制在50mm之下，但对于一些韧性较大的树皮，切削时会受树皮特性影响，切削后易成团，但从实际掺烧情况看，对输送、燃烧基本无影响。循环流化床对燃料颗粒度要求控制在13mm以下生物质破碎至50mm以下，掺烧对循环流化床燃烧无任何不利影响。

### 2.1.3 输送系统

由于生物质原料体积蓬松，堆积密度为125kg / m<sup>3</sup>左右，且原料含大量的粉尘，输送设备倾向于使用皮带输送或埋刮板输送，并对这2种运输设备性能、价格等进行了比较，见表1。

**表 1 设备选型比较**

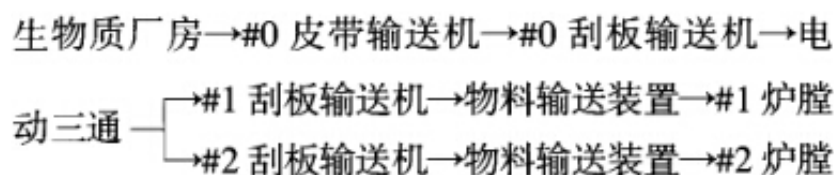
机型	性能	安装	价格	噪声	维修量	安全	耗电
皮带输送机	稍差	难	便宜	小	小	稍差	小
埋刮板输送机	好	易	较贵	大	大	好	大

经综合考虑，输送设备选用埋刮板输送机为主，主要原因是刮板输送机全密封输送，输送量较大，满足卫生要求，安装空间要求较小，最主要原因是炉内烟气反窜不会烧损设备。

生物质输送系统设备主要由1台皮带输送机及3台埋刮板输送机组成，其中皮带输送机型号为TD75，长14.6m，安装角度为15°，电机采用变频调速，最大输送量为100m<sup>3</sup> / h，折合稻壳输送量为12.5t / h；1台RMS50刮板输送机，长73m，安装角度为10°，

最大输送量为90m<sup>3</sup> / h；2台RMS40刮板输送机，长度均为8.57m，水平安装，最大输送量为50m<sup>3</sup> / h。为保证2台炉能同时掺烧，在RMS50刮板输送机出料口安装了1台电动三通进行切换运行。

生物质燃料的输送流程：



### 2.1.4 人炉部分

人炉部分采用正压稀相气力输送，物料由#1及#2刮板输送机落料口落下，经过物料气力输送装置送入炉膛。人炉落料管上装有压力传感器、温度传感器，将此处的压力温度信号送入DCS系统，以便于运行监视控制。

采用气力输送的目的有2个，第1，防止炉内热烟气上窜引起物料在刮板机内着火，起到密封作用；第2，防止物料在落料口和落煤管交接处堵料，起到协助输送作用。

### 2.1.5控制系统

整个生物质掺烧系统采用先进的DCS系统控制，运行人员可根据实际运行工况调整生物质掺烧量并监控整个系统的运行情况。

## 2.2实际运行情况

### 2.2.1每月掺烧量

从2006年2月-12月掺烧生物质的实际情况看，目前掺烧生物质工作已经步入正常化，掺烧量逐月增加，至12月底止，掺烧生物质总量已达到27202t，见表2。目前日掺烧量最大可达300t，系统经过不断完善单炉掺烧量最大可达10t/h并可连续运行，2台炉可同时进料并连续运行，掺烧量正常为12~14t/h，掺烧期间锅炉运行工况稳定。

表2 2006年生物质掺烧量月报表

月份	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	累计
掺烧量	10	110	296	569	922	1 243	2 177	2 327	5 610	6 264	7 674	27 202

### 2.2.2掺烧比例

掺烧比例是掺烧生物质时最重要的技术参数。在实际应用中，该比例的确定需综合考虑燃料特性、锅炉特性等。根据我公司经验，当热量配比达30%时，掺烧技术可充分发挥其技术优势，可能出现的技术问题均在运行可控制的范围内。因掺烧比例高所引起的设备投资和运行费用的增加也可由掺烧的收益得到补偿，对电厂的经济性和安全性不会产生负面影响。

### 2.2.3测试结果

2006年4月21日我公司委托某电科院对CFB锅炉掺烧30% (按热值计算) 生物质量(稻壳)的锅炉效率进行了热力试验，测试结果表明：单炉掺烧30%生物质量时，锅炉各项运行参数基本正常，锅炉效率为88.93%，比燃纯煤时锅炉效率下降了1.43%。

## 3改造过程中的问题及效益分析

### 3.1改造过程中的问题

#### 3.1.1生物质料人炉问题

刚开始试运时，炉前刮板经常卡料，系统无法正常运行。经分析原因为：(1)生物质料本身的特性密度较轻；(2)生物质料从密相区送入，炉内压力较高；(3)送料风风压及风量不足。上述原因会造成生物质料在输送中逐步在刮板机机头堆积，刮板机卡料也会造成系统控制保护动作，造成系统停运。

解决对策：输送风从一次风机出口引接，主管道采用0219管，在进入输送风装置前变径为108管，提高了输送风装置的风量及风压，防止了掺烧时高温烟气反窜，并有助于将燃料“推”入炉膛，详细结构如图1。通过不断摸索调整，系统连续运行基本正常，无烟气反窜，下料顺畅。

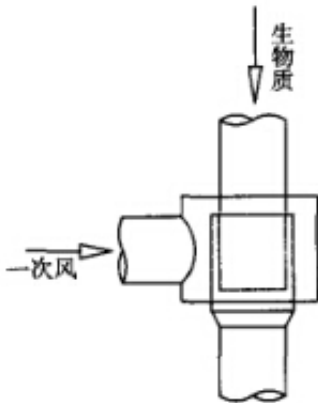


图1 一次风送料结构图

### 3.1.2 生物质品种适应性

生物质掺烧初期，掺烧品种比较少，主要掺烧稻壳、锯木屑及花生壳等流动较好的生物质，当掺烧其它生物质如树皮、草木秸杆时，由于这类生物质秸杆较长，秸杆纤维不易破碎，容易在出料口处卡料而堵塞设备，影响设备正常运行。

解决对策：在生物质料进炉膛之前最后一根料管内增加一台无轴螺旋机，采用机械动力将各类秸杆送入炉内，实践证明效果较好。

### 3.1.3 结渣和积灰

与煤相比，生物质灰中碱性成分(特别是碱金属K)含量很高，且主要以活性成分的方式存在，在火焰中容易挥发出来，而后凝结在受热面上形成结渣和积灰。我公司长时间按30%(热值比)进行掺烧，每次停炉检查水冷壁受热面基本无结渣及积灰现象，但主要高低过受热面背面积灰较严重(我公司锅炉无吹灰器)，每次停炉均必须进行清扫。

### 3.1.4 污染物排放

由于生物质的含硫量和含氮量较低，且循环流化床采用低温燃烧技术，因此 $SO_2$ 和 $NO_x$ 的排放量亦较低。由于公司采用四电场静电除尘，因此烟气粉尘排放量可控制在排放标准范围之内。

### 3.1.5 腐蚀

生物质中氯和碱金属含量比煤灰中高得多，它们在燃烧过程中挥发出来，在烟气中生成氯化物而凝结在受热面上，有引起受热面金属腐蚀的倾向。但在每次的停炉检查均未发现明显的腐蚀现象。

### 3.2 效益分析

掺烧生物质能与燃纯煤经济效益分析见表3。

表3 掺烧生物质与燃纯煤经济分析 万元

项目费用	掺烧生物质			燃烧纯煤
	200元/t	250元/t	300元/t	430元/t
燃料消耗费	1 200	1 500	1 800	1 444.8
增加投资及运行费	187.9	192.4	196.9	
燃烧消耗总费用	1 387.9	1 692.4	1 996.9	
燃烧生物质与燃煤费用比较	56.9	-247.6	-552.1	

注：按年掺烧6万t生物质燃料计算，折合20934kJ/kg原煤约3.36万t。

由上表可知，当生物质收购价格为200元/t，年掺烧6万t生物质略微盈利，当收购价格上涨时，掺烧生物质将严重亏损。

#### 4结语

生物质是低硫、低氮、具有良好的着火燃烧性能的燃料，并且为可再生资源。在与循环流化床掺烧时技术相对简单，投资费用和运行费用均较适中。掺烧量可以达到30%及以上(热值比)，运行各参数

均在可控范围之内。由于掺烧比例较高，可能会引起一些技术问题，如金属碱腐蚀及氯腐蚀，但实践证明其影响不大。循环流化床不

仅可以快速、大量而高效地利用可再

生物质发电，而且可降低现役电厂的CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>及NO<sub>x</sub>

的排放，社会效益显著。循环流化床锅炉掺烧30%(热值比)生物质是可能的，技术上是可行的，我公司已从实践上予以证明。因此，循环流化床生物质掺烧技术是适合我国国情的技术，值得在我国大规模推广和应用。

#### 参考文献：

[1]盛昌栋，张军，煤粉锅炉共燃生物质发电技术的特点和优势[J].热力发电，2006，(3)：8。

[2]姚向君，田宜水编著.生物质资源清洁转化利用技术[M]，北京：中国化学工业出版社，2005。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/83276.html>