

# 生物质直燃循环流化床锅炉返料异常原因分析及防范措施

高 伟，张卫东

(中节能(宿迁)生物质能发电有限公司，江苏 宿迁 223800)

**摘 要:** 本文介绍国内首台生物质直燃循环流化床锅炉物料循环系统在点火过程中首次出现循环回料不稳定，对锅炉运行造成影响的原因分析，为锅炉返料灰循环系统的稳定运行寻找出合适的方法和途径。

**关键词:** 生物质直燃循环流化床锅炉；返料异常；风量调整；防范措施

## 1 系统介绍

公司二台 75t/h 锅炉是世界首台秸秆直燃循环流化床锅炉，拥有完全的自主知识产权，由浙大热动研究所设计，南通万达锅炉厂制造。是国内生物质能发电示范项目。于2006年5月在宿迁建设施工，2007年4月投入生产运行。锅炉指标参数、性能概述如下：

TG—75/3.82-T 锅炉是浙江大学热能研究所设计、南通锅炉厂制造的循环流化床秸秆直燃锅炉，该炉系中温中压参数单锅筒，自然循环蒸汽锅炉，全悬吊结构，全钢架Ⅱ型布置，锅炉运转层以上露天，运转层以下封闭，炉膛采用膜式水冷壁，锅炉中部是壳式绝热分离器和返料器，尾部竖井烟道布置两级对流过热器，下方布置省煤器及一、二次空气预热器。

燃烧系统中，给料机将秸秆送入落料管进入炉膛，风由一次、二次风机供给，一次风从炉下冷风室通过水冷布风板进入炉膛，二次风从炉膛前、后墙的喷口喷入炉补充空气，加强扰动混合。燃料在炉膛与流化状态下的循环物料掺混燃烧，床内浓度达到一定值后，大量物料在炉膛内呈中间上升、贴壁下降形成内循环，与受热面热交换，随烟气中的物料经蜗壳式绝热旋风器经返料返回炉膛，再次循环燃烧。采用循环流化床燃烧方式。

给水经过水平布置的两组膜式省煤器加热后进入锅筒，炉水由集中下降管，分配管进入水冷壁下集箱、上升管、下集箱，然后从引出管进入锅筒。经过锅筒内的汽水分离装置，饱和蒸汽从锅筒顶部的蒸汽连接管引至包墙过热器及下集箱，然后低温过热器、一级喷水减温器、屏式过热器一级高温过

热器，二级减温器，和二级高温过热器，最后将合格的过热蒸汽引向汽轮机。

## 2 返料出现异常

2007年7月16日8:36时在#1锅炉启动后3h即将并入母管之际，突然出现返料异常：锅炉炉膛床温出现过快升高现象，即由正常值700℃在15min升到850℃，且有升高趋势。锅炉出口温度、旋风分离器进出口温度由750℃逐渐降低到600℃左右，返料灰温度由680℃降低到350℃，返料风压由18Pa降低到12kPa，主汽压力下降，主汽温度由430℃降低至395℃，且时有波动，锅炉运行不稳无法并列运行。

## 3 问题分析

### 3.1 循环流化床锅炉物料分析

循环流化床锅炉的物料分布可分四种形式：飞灰、底渣、内循环和外循环物料。其中，内循环物料和外循环物料平衡的实现是循环流化床锅炉运行的关键，如果回料不稳或最为重要是锅炉返料灰量不足致使烟气短路，难以建立连续稳定的外循环物料平衡。突然停止工作，会造成炉内循环物料量不足，气温、气压、床温难以控制。而造成外循环回料不稳的原因，除浇筑料脱落堵塞外，如不加以重视及时采取措施加以调整，后果将危及锅炉正常的运行。

### 3.2 锅炉点火启动过程分析

分析锅炉点火启动过程中，返料灰量不足的原因很简单，因为当在锅炉点火启动前，炉膛布风板上预先铺有500mm厚惰性床料，锅炉点火后的约2小时是不投秸秆，就没有介质进入炉内来补充随烟

气连续不断被带走的灰量,而此时燃烧室内所剩的炉料以大颗粒居多(这也是这一次发生床温波动的主要原因),加之我们在点火初期一般一次风量控制在临界流化风量,使大量飞灰扬析随烟气又进一步被带走,那么被烟气被带走的返料灰都那里去了呢?都积存在返料阀内了,因为在点火启动初期返料阀是空的,只有当返料阀内达到一定厚度的料位后,才能建立起良好的循环,为什么这样讲呢?让我们首先来了解一下回料阀、回料立管、返料风机的作用和运行特性。

### 3.2.1 J 回料阀

实际是一个小流化床,回料风由下部两个小风室通过流化风帽进入阀内,运行中高压风通过布风板、风帽流化 J 阀内的物料。J 型阀属于自平衡阀,既流出量与进入量自动调节,阀本身调节流量的功能较弱。它还有一个最为重要的作用是:用以回料密封。

### 3.2.2 回料立管

立管的作用是输送物料、系统密封、产生一定的压头避免炉膛烟气反串,与回料阀、返料风机配合使物料能够由低压向高压(炉膛)处连续稳定地输送。

### 3.2.3 返料风机

返料风机是一种高压头低风量设备,有较高的压头并且具有阻力增加,风机压头增加的特点来克服炉膛内的高压,实现物料连续稳定的输送。低风量是为了避免高温物料在回料阀内结焦。本公司风机额定压头为 25 kPa,流量 2500 m<sup>3</sup>/h。

## 3.3 返料不稳原因分析

### 3.3.1 返料循环的建立

其中一条最为重要的作用:“回料密封”,炉膛内的高压风将返窜,造成烟气短路,从而阻碍正常的飞灰循环。当返料灰进入立管中,物料的自重平衡时才能使返料灰进入到 J 型阀内,但此时进入 J 型阀内的返料灰量较少还难以输送回炉膛内,只能在 J 型阀内积存,使 J 型阀内积存一定量的返料灰量。最终只有当立管中返料灰的压头和返料风压平衡时才能建立起良好稳定的外循环物料平衡。

### 3.3.2 返料阀的自平衡

根据上述的分析和 J 型阀的特性,当 J 型阀内如果在返料室内存有厚度一定的料层时,在返料风机的作用下,料位膨胀被流化,(它是决不会被吹空

的,返料风机同时启动运行很长时间后,打开 J 型阀内还是存有一定厚度的返料灰)假如我们将 J 型阀返料室内原有的存灰比作是被,“膨胀流化的水”、既“连通器”原理。那么当分离器被分离下的返料灰,由回料立管连续不断地进入 J 型阀返回炉内,从而建立起良好的外循环回路,实现其原有的设计理念,J 型阀属于自平衡阀,既流出量与进入量自动调节”。

### 3.3.3 回料不稳现象

由此又使我们联想到,燃煤流化床锅炉也会出现回料不稳,主要出现在锅炉减负荷过急、过快,原因当外返料灰量突然减少时立管中物料的自重减少使返料风机阻力降低,压头降低、循环物料大量返回炉内,从而使返料不稳,形成恶性循环。只有当立管压头和返料风压平衡时才能建立起良好稳定的外循环物料平衡,在调整时不能急躁要循序渐进,因生物质燃料灰分密度较小(自然堆积约 350 kg/m<sup>3</sup>)和含量较少(灰分 7%~15%)一般需要 1~2h 的调整才能使外循环物料平衡稳定,锅炉负荷方可到额定值。

### 3.3.4 返料返料灰不稳定的影响

通过在点火启动过程中,旋风分离器入口温度比较低并且温升缓慢,也可以证明被分离器分离的返料灰,滞留在 J 型阀内没能回送炉膛燃烧室参与灰循环,如果有返料灰来参与灰循环,旋风分离器入口温度势必随着床温度的提高而提高,因为是返料灰将温度带到旋风分离器入口,而在我们点火启动初期,未投秸秆时分离器入口与床温偏差极大,不利于分离器温升控制。

## 4 避免回料不稳措施建议

### 4.1 返料灰的留用

如果未出现分离器、回料立管、J 型阀、内浇注料脱落现象发生的情况,对 J 型阀内存灰不进行清除工作,留着下次点火启动时使用。如果有类似回料波动的情况,进行回料阀清理、修补、检查后,将细灰留存,重新投入炉膛使用。

### 4.2 返料风量调整

在点火初期将返料风量调节阀开到 30%位置,控制好的风压和风量。随着锅炉升压和燃料的投入加大逐渐开大阀门开度至全开,实践证明左右两侧保持 800 m<sup>3</sup>/h 以上的风量、风压 10 kPa 就可以保持返料的正常循环。

#### 4.3 返料风机启动时间的控制

在点火初期的半小时至 1 h 内可以不启动返料风机，这样可以在返料室内积存部分的循环物料，形成一定的压力，待风机启动后将风量调整到  $800\text{ m}^3/\text{h}$  以上就可以保持正常的物料循环。

#### 4.4 正常运行情况下避免急剧加减负荷

多次实践证明只要控制在  $1\text{MW}/15\text{min}$  的操作就可以避免返料不稳。

### 5 结论

秸秆直燃的生物质循环流化床锅炉返料和常

规的循环流化床的锅炉原理大体相同，但有自身的特点。秸秆直燃循环流化床锅炉点火启动过程中，在调整时不要急躁，要循序渐进的调整，遵照上述的总结措施就能使返料灰系统的外循环物料平衡稳定。就是出现返料不稳也可以很快调节正常，表现出良好的调节控制性能。

---

#### 作者简介：

高 伟(1969-), 男, 江苏宿迁人, 从事发电管理工作, E-mail: gw\_srd018@163.com;

张卫东 (1969-), 男, 江苏宿迁人, 从事发电管理工作。