

# 生物质循环流化床锅炉存在的问题及控制措施

李佳刚

(浙江城建煤气热电设计院有限公司, 浙江杭州310000)

摘要：循环流化床锅炉是一种非常适合燃烧生物质的锅炉，但是相较煤炭而言，生物质中含有较多的碱金属和氟元素，这给燃烧生物质的锅炉带来了一系列特殊的问题，文章在探讨这些问题的基础上，提出了相应的控制措施。

## 1 循环流化床锅炉简介

循环流化床锅炉具有效率高、煤种适用性广、调峰能力强、污染物排放量低、炉渣综合利用性好等特点，自上世纪80年代以来循环流化床锅炉得到了迅速的发展，技术也日趋成熟。循环流化床锅炉是一种流态化燃烧的锅炉，在炉膛内部存在着大量的循环床料。一次风从炉膛底部进入锅炉，把大量的床料吹起，使床料在炉膛的中间部分沿炉膛向上运动，而在炉膛的四周，床料则沿着水冷壁下降，并在下降过程中完成热量交换。

循环流化床锅炉的特点是设置了由分离器和返料器组成的物料循环回路。燃料在炉膛内燃烧生成大量的烟气，这些烟气携带大量的物料从炉膛进入分离器，在分离器内物料和烟气进行气固分离，烟气从分离器顶部进入锅炉尾部烟道，而分离下来的物料则通过返料器再次进入炉膛，参与下一次燃烧循环。因此循环流化床锅炉具有很高的燃烧效率。

## 2 生物质循环流化床锅炉简介

煤炭作为一种不可再生的化石能源，在国民生产生活中扮演着重要的角色，但是一方面煤炭是一种不可再生能源，这使得寻找替代能源已成为无法回避的问题；另一方面煤炭也是一种高污染的能源。当前环境污染已经成为我国面临的重大问题之一，为了治理环境污染，我国出台了一系列的法律法规，燃煤锅炉将受到越来越严格的限制。生物质的可再生性和清洁性，使它在热电领域成为了煤炭的理想替代者，近年来燃用生物质的锅炉已经得到了广泛的应用。

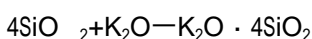
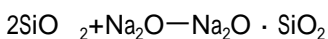
目前燃烧生物质的锅炉主要有两种，一种是炉排式的层燃锅炉，一种是流化床锅炉。生物质燃料的一般特点是水分很高、发热值偏低，因此着火和燃尽都比较困难。循环流化床锅炉的炉膛内存在着大量的温度在800℃左右的床料，蓄热量大，并且具有很高的循环倍率，因此即使生物质含水率高达50%~60%，也能够保证正常的着火燃烧。同时由于物料的不断循环，使得燃料的燃尽率能够得到最大的保证，因此循环流化床锅炉是最适合燃烧生物质的锅炉。但循环流化床锅炉在燃烧生物质方面也存在一定的问題，主要表现在以下两个方面。

- (1) 生物质燃料挥发份高、灰量偏少，造成了锅炉自身循环物料量不足。
- (2) 生物质中碱金属和氯元素含量高，易于积灰和堵灰，并造成受热面的高温腐蚀和低温腐蚀。

## 3 生物质循环流化床锅炉存在问题的分析及控制措施

### 3.1 床料烧结问题及控制措施

如上所述，在循环流化床锅炉的炉膛内有大量的循环物料，这是保证锅炉正常运行的必要条件，而生物质燃料挥发份高、灰份低、灰量偏少，无法保证锅炉正常运行的循环灰量，因此在运行中需要添加一定的循环床料。比较普遍的做法是向炉膛内添加石英砂，但是添加石英砂会带来两个问题，一是由于砂子硬度高，会增加锅炉受热面的磨损；二是容易造成炉膛内物料烧结和结渣，这主要是由于生物质中钾、钠等碱金属含量较高而造成的。温度、流化风速和气氛都会影响到生物质灰的烧结，但温度是影响烧结的最主要因素，温度越高越易烧结。一般认为，在高温条件下生物质灰中的钾和钠与砂中的SiO<sub>2</sub>反应，生成低熔点的共晶体，共晶体在炉膛的高温下熔化并沿着砂的缝隙流动，将砂粒粘结，形成块状。其反应方程式如下：



要防止运行中烧结现象的发生，可采取以下两种控制措施：

(1) 在锅炉结构上采取适当措施，从根本上解决炉膛温度过高的问题。主要措施是选取合理的一、二次风配比和合理的炉膛受热面布置，使炉膛的温度场更加均匀，保证炉膛运行温度不会过高。

(2) 在添加循环物料的时候，选取适宜的惰性物料以抑制低熔点共晶体的形成。不同的元素对烧结的影响是不同的，从这个角度出发，可以选择富含抑制烧结元素的床料，提高烧结发生的温度。从经济性和易获性考虑，建议选用煤渣刷分下来的颗粒或燃煤循环流化床锅炉的渣料作为锅炉的循环物料。

### 3.2 高低温腐蚀问题及控制措施

生物质燃料中的氯元素是造成受热面高温腐蚀和低温腐蚀的主要因素，其腐蚀曲线如图1所示。其中高温腐蚀主要发生在过热器处，其发生的原因有两个：一是受热面的管壁温度处于易腐蚀区域，二是受热面表面形成含有碱金属氯化物的高温粘结灰。这种粘结灰形成以后，与烟气中硫化物和氯化物会发生复杂的化学反应，形成积灰腐蚀，影响受热面安全。针对高温腐蚀的形成机理，可采取以下几种控制措施。

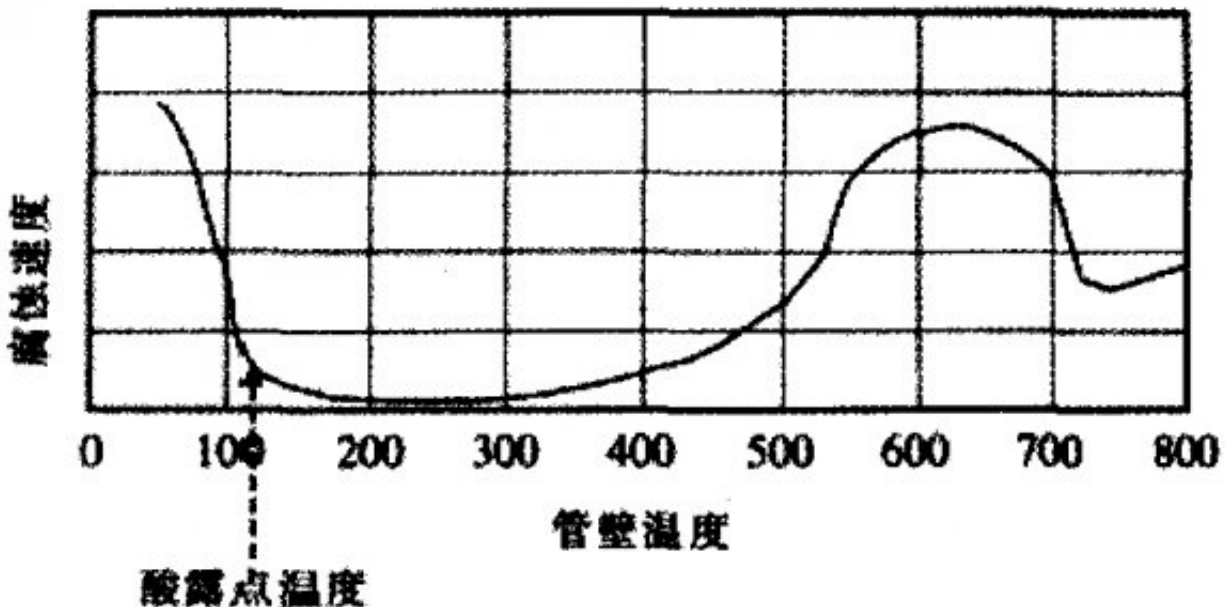


图 1 腐蚀曲线

(1) 过热器受热面的布置，可采用低温过热器在前，高温过热器在后的布置方式，使高温过热器的管壁温度避开腐蚀较高的温度区域。(2) 过热器管材可选用耐腐蚀的不锈钢管材，以减轻腐蚀的影响。(3) 尾部受热面采用顺列布置，并采用较大的横向节距，减少管列间搭桥堵塞的可能性。(4) 在所有的对流受热面处都必须布置性能良好的吹灰器，并多次运行。特别需要注意的是，在锅炉刚开始运行时就投入吹灰器，否则，如果受热面一旦粘结灰分就不易去除。

低温腐蚀主要发生在空气预热器的冷段，特别是冷空气进口端。其发生的原因是烟气温度低于酸露点温度，从而使烟气中的酸性气体在受热面上凝结形成酸液，造成受热面的腐蚀。生物质燃烧生成的烟气中除了含有会形成硫酸的硫氧化物外，还含有能形成盐酸的氯化物。通常来说生物质中硫含量极低且大部分为硫酸盐形式的无机硫，因此硫氧化物造成的腐蚀份额很小，主要是含氯的盐酸类造成的低温腐蚀。烟气中的HCL来源于生物质中的氯，正常状态下这些氯与碱金属形成碱金属盐，但是在炉内高温下部分碱金属盐会发生化学反应，进入气相以HCL形式存在。针对低温腐蚀的形成机理，可采取以下几种控制措施。

(1) 炉膛采用低温燃烧。低温燃烧可以将生物质中的氯大部分维持在灰相中，以碱金属氯化物的形式存在，减少气相氯的析出，从根本上缓解低温腐蚀问题。(2) 设计合理的排烟温度，尽量使排烟温度高于酸露点。(3) 选择具有良好耐腐蚀性能的空预器材质。目前搪瓷管空气预热器已经在防腐蚀方面得到了广泛的应用。(4) 空预器采用卧

式布置，这样即使发生腐蚀也便于检修更换。

#### 4结束语

煤炭资源的不断减少和环境问题的日益突出，使生物质能源对煤炭的替代率将会越来越高，而循环流化床锅炉作为燃烧生物质的最适宜炉型，必将获得更大的发展。文章分析了循环流化床锅炉燃烧生物质时存在的主要问题及控制措施，使生物质循环流化床锅炉的特性有了更清晰的呈现，希望能给广大锅炉设计工作者带来有益帮助。

#### 参考文献

[1]岑可法.循环流化床锅炉理论设计与运行[M].中国电力出版社.

[2]卢啸风.大型循环流化床锅炉设备与运行[M].中国电力出版社.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/186003.html>