

沙洲电厂#1、2 炉结焦的原因分析及治理方法

张强军

(张家港沙洲电力有限公司, 江苏 张家港 215600)

摘 要: 沙洲电厂燃用北疆混煤出现锅炉结焦严重的情况, 而且产生以前从未见过的坚硬黑色焦块, 由于锅炉不可能随意停运, 论文仅针对焦块的物理性质, 推测并通过简单试验确认了焦块的主要成分, 分析了此种焦块的产生原因及形成过程, 同时提出了相应的解决办法。

关键词: 结焦; 捞渣机; 挥发分; 燃烧; 周界风

0 引言

2012 年 10 至 11 月份期间, 沙洲电厂一直燃用北疆混煤, 后发现#1、2 炉结焦均较严重且发生多次掉大焦的情况, 导致捞渣机出力过载, 甚至砸坏炉底液压关断门, 严重影响锅炉出力, 对锅炉的安全运行构成威胁。

1 锅炉结焦的机理

锅炉结焦是由于灰熔点较低的煤灰在高温区域呈熔融状态, 从而粘度较大, 易于粘结在受热面管壁上, 当接触受热面的部分被受热面冷却后, 熔融状态的煤灰凝固成坚硬的焦块, 而外部由于处在高温烟气流场中, 继续保持熔融状态, 新产生的煤灰经过该区域时, 接触到粘度较高的熔融状态的灰就更容易粘结, 随着煤灰的层层叠加, 以及受到焦块内侧的冷却, 焦块就越结越大, 当结焦到一定程度, 由于自身重量、锅炉负荷降低或吹灰等原因焦块脱落, 焦块落入捞渣机水槽后, 被浸水冷却, 从而化为碎块被捞渣机刮板带走。

2 锅炉结焦的主要原因

(1) 锅炉燃用煤种灰分较大, 灰熔点较低, 使大量煤灰在高温的炉内呈熔融状态, 从而增加了结焦的几率。

(2) 烟气氧量较低, 使炉内形成还原性气氛, 煤灰中以稳定形态存在的 Fe_2O_3 被还原成不稳定的 FeO , 灰熔点会随含铁量的增加而降低, 从而更容易引起结焦。

(3) 锅炉受热面吹灰不及时或吹灰效果不好,

积灰严重, 导致结焦。

(4) 锅炉长时间高负荷运行, 炉内温度较高, 导致煤灰熔化结焦。

(5) 炉膛结构设计不合理, 炉膛容积热负荷过高。

(6) 由于煤粉细度、一次风速、燃烧器摆角、燃烧器变形等各种原因造成的炉膛火焰中心过高或偏移, 导致受热面局部过热而结焦。

(7) 锅炉人孔门、看火孔未关严, 或炉底水封破坏, 导致锅炉漏风严重, 从而引起锅炉结焦。

3 锅炉结焦的位置分析及判断

锅炉结焦的位置大致有以下几个:

(1) 锅炉水冷壁

由于燃烧调整不当, 四角切圆燃烧中心偏移, 使煤粉气流冲刷水冷壁造成水冷壁局部热负荷过高而结焦。

(2) 燃烧器喷口及附近

由于一次风速较低, 使煤粉气流射程较短, 煤粉在燃烧器喷口燃烧, 同时二次风配风不当, 使燃烧器喷口得不到冷却, 从而导致燃烧器喷口及附近区域结焦。

(3) 屏式过热器

屏式过热器布置在炉膛上方, 温度场水平较高, 且烟气经过该区域时由于要改变方向, 烟气流速将会降低, 使飞灰沉积在受热面的几率增加, 尤其是前屏过热器区域没有布置吹灰器, 使得该区域的积灰很难清除, 结焦的可能性也就增加。

(4) 高过、高再、低再和省煤器

在高过、高再、低再和省煤器等区域, 由于烟

温水平较低,已低于煤灰的灰熔点,所以这些区域虽然容易积灰但是不会轻易结焦。只有当这些区域发生二次燃烧时,才有可能导致结焦。

在以往的运行过程中, #1、2 炉也都多次发生过锅炉结焦严重,焦块大面积脱落导致捞渣机过载从而被迫停运的情况,但是当焦块掉落到捞渣机水槽经冷却浸泡后都化成较小的碎块,说明这类焦块材质较为疏松。而从这一次的掉渣情况来看,除了有往常的焦块种类,还多了一种体积庞大,颜色为黑色的焦块,而且这种焦块非常坚硬,形似煤块,不仅不易浸泡而且很难破碎。图 1 和图 2 分别为两种焦块的图例比较。



图 1 材质疏松的焦块



图 2 材质坚硬的焦块



图 3 #1 炉 EF 层#1 角结焦情况

在燃烧该煤种期间,多次对#1 锅炉前屏过热器结焦情况观察,虽然也发现有较大的焦块形成,但是焦块颜色与以往相同,均为黄白色焦块,没有发

现有黑色的焦块。然后又对水冷壁区域进行观察,仍未发现结焦现象。之后在燃烧器区域的看火孔处发现有类似的不同程度的焦块,较为明显的是 EF 层#1 角和 AB 层#4 角燃烧器处的看火孔,如图 3。

为进一步分析燃烧器区域结焦性质与捞渣机掉落焦块的性质,分别对#1 炉 EF 层#1 角结焦、AB 层#4 角结焦以及捞渣机掉落焦块进行取样对比,如图 4,图 5 和图 6 所示。



图 4 EF 层#1 角结焦取样



图 5 AB 层#4 角结焦取样



图 6 捞渣机掉落焦块取样 1

从以上三块焦样的对比可以看出,其结焦的性质是基本相同的,所以我们可以基本确定捞渣机所掉落的黑色大焦块是来自燃烧器附近区域。

4 材质坚硬焦块的形成过程及主要成分

4.1 形成过程

从焦块的颜色来看，很容易联想到煤块，但是煤块都是被磨成煤粉喷入炉膛的，如此庞然大物又是从何而来的呢？根据前面的判断，如果该焦块来自燃烧器区域，它的形成过程可以推断如下：

煤粉在进入炉膛后绝大部分被炉膛内高温烟气的辐射热加热，挥发份析出而着火，而另有一小部分由于各种原因，如燃烧器喷口变形、煤粉细度不同、炉内烟气的卷吸、一、二次风配比不当等导致煤粉回流，由于燃烧器喷口附近区域表面十分粗糙，煤粉极易停留在该区域，又因炉膛内部温度极高，该部分煤粉的挥发分仍然会析出，但是由于燃烧器喷口区域尤其是卫燃带区域并不是富氧区，所以即使挥发分析出，煤粉也不满足燃烧条件。同时由于煤粉中含有灰分，在炉膛的高温作用下势必呈熔融状态，这一点从 EF 层#1 角的结焦呈峰乳石状可以断定。而卫燃带区域表面粗糙，熔融状态的煤粉颗粒很容易粘结，此后新的未着火的煤粉颗粒继续落入该区域更容易附着，不断叠加，焦块越来越大，向火侧仍然呈熔融状态，但是背火侧逐渐冷却，变成如图 3 的形状。

另外，我们还可以从各焦块取样中可以看到一个共同的特点就是焦块内部均有不规则的蜂窝状小孔，这其实就是在熔融状态的煤粉颗粒中挥发分不断析出后留下的小孔。在捞渣机的掉焦取样中还发现如图 7 的一块煤焦，表面有两个光滑的鼓泡，敲开其中一个后发现里面也是蜂窝状小孔，这可能是挥发分尚未完全析出就脱落至捞渣机水槽中被冷却凝固后形成的，这就更进一步证实了上述形成过程的真实性。



图 7 捞渣机掉焦取样 2

4.2 主要成分

我们知道，失去水分的煤在高温（850℃）且隔绝空气的条件下析出挥发分后形成的产物称为焦

炭，^[1]因此从上述形成过程来判断，其形成的产物的主要成分也正是焦炭。焦炭虽然失去挥发分后着火比较困难，但在空气充足的条件下是完全可以燃烧的，为进一步证实该种情况的可能性，又对捞渣机焦样 1 进行了如图 8 的燃烧试验，发现该焦样是可以燃烧的，因此可以确定该焦块的主要成分就是焦炭。



图 8 焦样燃烧试验

5 治理方法

从治理的不同角度来讲，我们大致可以分为以下三类：

（1）更改燃烧器的结构，但由于该项工程巨大，且不是经常燃烧该煤种，因此没有必要。

（2）更换煤种，但是由于已经购进的煤尚未燃用，不可能浪费。

（3）调整一、二次风配比，此种方法需要反复的调整试验和对结焦情况的对比来确定最佳的一、二次风配比，从目前的情况来看，该方法应该是最经济、最可行的一种方法。

从调整一、二次风配比的角度来分析，大致确定了如下调整方案：

（1）在保证燃烧稳定及汽温汽压不超限的前提下，适当提高一次风速，提高煤粉气流的射程，尽量减少停留和回流的煤粉颗粒。

（2）加大各层燃烧器周界风的风量，提高一次风煤粉气流的刚度，防止煤粉气流过早扩散，从而引起煤粉气流边缘部分煤粉颗粒回流。

（3）尽量加大各层燃烧器辅助风挡板开度，提高二次风流量，使燃烧器附近区域具有较充足的氧气，从而使得该区域煤粉着火和燃烧良好，避免焦炭的形成。

（4）适当增加了总风量，相同负荷下比正常情

况烟气氧量值提高约 1%，确保整个炉膛区域氧量充足，避免形成还原性气氛而加剧锅炉结焦的程度。

6 结论

通过对一、二次风配比的调节和总风量的控制，观察运行了一周的时间，#1、2 炉结焦情况有了很大的改善，重新检查燃烧器区域时，发现原有的焦块已经脱落，而且没有再发现类似的结焦情况。这说明上述判断是正确的，采取的解决方案也是可行

的。

参考文献：

[1] 范从振.锅炉原理[M]. 北京：中国电力出版社，1986.

作者简介：

张强军（1981-），男，四川乐山人，工程师，火力发电厂集控运行，E-mail: zzqjj1981@sina.com.cn。