

生物质锅炉受热面高温腐蚀分析及预防

杜红泉，徐苏婷

(国能生物发电集团有限公司运营监控中心，北京100052)

摘要：生物质锅炉受热面腐蚀造成承压部件泄漏是制约生物质机组安全稳定长周期运行的主要原因之一，从而直接影响了生物质发电企业的经济效益。通过长期分析生物质锅炉运行情况，结合生物质入炉燃料品质不稳定，生物质锅炉燃烧不稳定的特点，除一般锅炉均有发生的汽、水、烟侧腐蚀外，发现造成生物质锅炉受热面腐蚀减薄的主要原因就是高温腐蚀。所以，如何避免受热面壁温超限就是控制生物质锅炉受热面腐蚀减薄的主要方法。

0引言

锅炉受热面腐蚀减薄损坏，一般会造成受热面爆管^[1]

。故障一旦发生常导致锅炉故障停炉，涉及范围较大，检查、更换不到位则会重复泄漏停炉，而且检修工作量较大。国内一些生物质锅炉曾因受热面腐蚀造成一年内停炉十几次，对设备安全运行、电厂经济效益造成巨大影响。

1生物质锅炉受热面腐蚀特点及分析

生物质锅炉受热面腐蚀多为高温腐蚀^[2]

。高温腐蚀的形成主要包括缺氧、高温、还原性气氛的形成，燃料的腐蚀性元素(氯、钾、硅、铁、铬和硫)含量高等因素，锅炉受热面长期在高温下运行，出现还原氧化交替剥离受热面管排壁面现象，导致管壁达到承压极限值发生爆管^[3-4]。

生物质燃料的成分复杂，通过对燃料化验分析得出，燃料可燃成分中硫分较低，氯含量较高，还含有钾、氟等。灰成分中钾、钠含量高，锰含量高，铝成分较低。通过分析生物质燃料成分，试验及研究，目前公认的高温腐蚀主要分为气相、固相和液相3种形式。气相腐蚀即氧化性气氛腐蚀、还原性气氛腐蚀、气态碱金属氯化物腐蚀，主要特点为由于生物质中氯元素的含量较高，气相中含有的氯气及含氯化物与受热面金属反应，加速金属合金的氧化所引起的腐蚀，如图1、2、3所示。固相腐蚀即沉积物碱金属硫酸盐化腐蚀、沉积物中氯化物对金属表面的腐蚀、碱金属氯化物对金属碳化物的腐蚀，主要特点为烟气中的有害元素在受热面表面凝结、沉积，加速金属合金的氧化所引起的腐蚀，如图4、5、6所示。液相腐蚀即液相氯化物的腐蚀、液相硫酸盐化腐蚀，主要特点为积灰中的有害元素在受热面表面形成局部液相，增加了受热面腐蚀速率，如图7、8所示。

气相腐蚀：氧化性气氛腐蚀

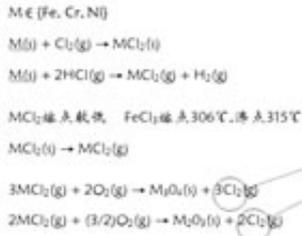


图1 氧化性气氛腐蚀

气相腐蚀：还原性气氛腐蚀

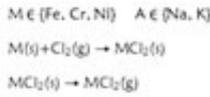


图2 还原性气氛腐蚀

气相腐蚀：气态碱金属氯化物腐蚀

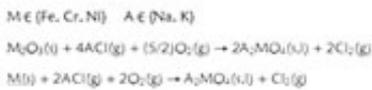


图3 气态碱金属氯化物腐蚀

固相腐蚀：沉积物碱金属硫酸盐化腐蚀

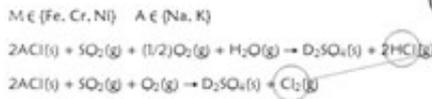


图4 沉积物碱金属硫酸盐化腐蚀

固相腐蚀：沉积物中氯化物对金属表面的腐蚀

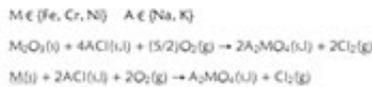


图5 沉积物中氯化物对金属表面腐蚀

固相腐蚀：碱金属氯化物对金属碳化物的腐蚀

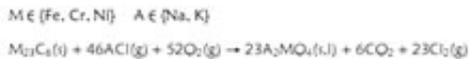


图6 碱金属氯化物对金属碳化物腐蚀

液相腐蚀：液相氯化物的腐蚀

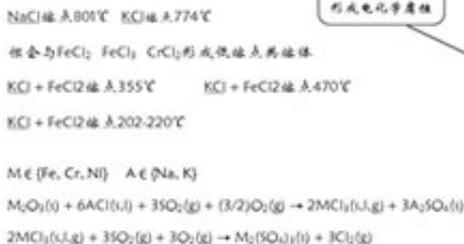


图7 液相氯化物腐蚀

液相腐蚀：液相硫酸盐化腐蚀

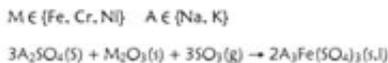


图8 液相硫酸盐化腐蚀

生物质燃料中的氯和钾离子在高温的作用下在锅炉管排表面形成腐蚀垢，并与管排中的铁离子不断反应对锅炉管排造成严重腐蚀。由于燃烧不当和火焰冲击在水冷壁局部区域造成还原条件的地方，高浓度的盐酸会增加水冷壁的硫化，当氯存在于与金属氧化皮直接接触的沉积物中时会发生严重腐蚀，还会被二氧化硫进一步加重，它会使沉积物内部的碱金属氯化物硫化而在靠近金属表面释放出盐酸（气）或氯气。此外，碱金属氯化物会与金属氧化皮或铬的碳化物反应靠近金属生成气体盐酸或氯气。如果金属温度高得足以使沉积物形成熔融相，腐蚀会进一步加剧。

对比化石类燃料锅炉，生物质锅炉的主要特点就是入炉燃料品质不稳定，主要表现在燃料品种、颗粒度、水分、灰分以及热值变化较大。生物质燃料的特点造成运行人员无法对入炉燃料进行精确控制，这样入炉燃料的变化造成锅炉燃烧工况波动就成为必然，使得炉内局部区域的燃烧强度增加，则受热面高温腐蚀就会经常出现。部分生物质电厂投产初期，由于运行管理的薄弱、调整手段的单一，导致锅炉燃烧氧量长期低于规定值3%，这种运行调整方式在燃料水分减少时，不能及时调整一、二次风与燃料的比例，提高了炉膛温度，加剧了受热面的高温腐蚀^[1]。

有资料表明，在相同的烟气浓度下，当管子壁温低于300℃时，腐蚀速度很慢或不发生腐蚀。而壁温在400~500℃范围内，则壁面温度的影响呈指数关系。壁温每升高50℃，腐蚀速度增加一倍。因此在高参数锅炉上容易发生水冷壁的高温腐蚀。生物质锅炉在燃料热值较高、一次风量一定时，由于运行人员调整误判，炉膛内出现缺氧燃烧，还原性气氛积存爆燃，炉膛温度急剧升高使受热面壁温超限，炉膛内这样剧烈的燃烧变化就极易造成受热面高温腐蚀。锅炉

[5 - 6]

。升高后的管壁温度，又会促进硫化亚铁与氧气的反应生成四氧化三铁，进一步加剧腐蚀程度，对锅炉长周期安全运行带来较大影响。

2 生物质锅炉受热面高温腐蚀的预防

了解了生物质锅炉受热面高温腐蚀的成因，就能有针对性地进行控制。在锅炉日常运行中，优化燃烧调整，确保锅炉燃烧稳定，燃料燃烧所需的氧量充足，加强炉膛温度控制，减少还原性气氛的形成，合理调整一、二次风的比例使其达到一个合适的平衡点。在实际工作中一般从5方面进行预防。

2.1 优化锅炉燃烧调整

生物质锅炉燃料的调节方式主要有3种：一是冲量调节，在燃烧室燃料缺量较大但未影响炉膛温度、烟气含量和机组负荷时，较大幅度增大给料量，以获得燃烧所需燃料；二是滞后量调节，在燃烧室燃料缺量较大且已造成炉膛温度、烟气含量、机组负荷大幅度降低时，被动采取加大或启动给料设备，并辅以降低机组负荷等方式以提高或维持锅炉热负荷的一种调节方式；三是提前量调节，在燃烧室表现稍有缺少燃料现象时，提前提高给料量，以确保锅炉炉膛温度、烟气氧含量的稳定。从保障发电机组稳定出力出发，不难看出生物质锅炉应采用提前量调节方式，以确保锅炉正常运行接待负荷时给料的均匀、连续和稳定，避免炉膛缺氧燃烧。

2.2 合理调整风料配比

根据燃烧燃料不同，合理调整风料配比，控制炉膛温度。一是根据入炉燃料品种、热值的变化，采取相应的调整措施。严格控制炉膛出口温度不得超过870℃，合理使用二次风调节炉膛温度场的变化和分布，有效避免出现高温或超温燃烧区。二是保证燃料在炉排面上的平整及敷设面积，控制燃料燃烧状态和火焰高度，确保燃烧层均匀合理，燃烧强度适合。三是合理调节一、二次风和燃料入炉量的配比，合理调节炉排三段风的用量，以达到燃烧平衡风量。四是做好炉排振动时的连锁逻辑，振动炉排前适当开大二次风，关小一次风，振动炉排后及时恢复，以期达到炉膛负压稳定，烟气氧含量不低于3%。

2.3 加强入炉燃料掺配

及时了解入炉燃料的腐蚀性元素的含量，加强入炉燃料掺配，有效控制锅炉烟气中的腐蚀性元素对受热面的侵蚀。与化石燃料相比生物质燃料腐蚀性元素含量要高很多，应了解对锅炉受热面侵蚀的主要元素为氯和钾，所以使用氯和钾含量较高的燃料时应合理掺配其他含量较低的燃料。同时，有文献证明当生物质燃料的氯和硫的摩尔比大于4时，锅炉受热面的腐蚀会降低，小于4时反而增大。因此，当入炉燃料发生变化时要及时对燃料进行化学元素分析。

2.4 自动投入改善燃烧

锅炉燃烧与炉排振动、炉膛负压应能够自动控制，合理投入，可有效避免人为干预，保证锅炉燃烧工况的稳定。具体投入的连锁逻辑：一是炉膛负压与引风机连锁，控制炉膛负压-50Pa；二是炉排振动连锁调整，振动前5~10s开启二次风总风，关小一次风炉排风总门，振动后5~10s恢复原开度。根据燃烧工况与炉排振动的平衡状态及时进行风门开度和振动时间的合理调节。

2.5 熔敷

目前防止锅炉高温腐蚀的熔敷一般采用熔点为1290~1350 的Inconel625焊丝进行。此合金具有以下特性：对氧化和还原环境的各种腐蚀介质都具有非常出色的抗腐蚀能力；优秀的抗点腐蚀和缝隙腐蚀的能力，并且不会产生由于氯化物引起的应力腐蚀开裂；优秀的耐无机酸腐蚀能力，如硝酸、磷酸、硫酸、盐酸以及硫酸和盐酸的混合酸等；优秀的耐各种无机酸混合溶液腐蚀的能力。目前就部分生物质锅炉熔敷情况看，此合金效果较好，但在施工过程中要特别注意熔敷应力、深度、精度以及熔敷前的管排除锈。

3 结束语

锅炉受热面的高温腐蚀，与燃料的质量及运行管理、炉膛温度、氧量有关。实践证明，炉膛温度控制在870 以下，烟气含氧量3%以上，合理调整一、二次风量，加强入炉燃料掺配，是完全可以有效控制或减缓锅炉受热面的高温腐蚀。同时，锅炉受热面腐蚀往往是一个综合性问题，我们在针对生物质锅炉受热面腐蚀进行治理时，还应全面系统地进行分析，采用综合措施进行治理。

参考文献

- [1]孙风平.生物质锅炉燃烧技术及案例[M].北京：中国电力出版社，2014.
- [2]郭鲁阳.1025t / h锅炉水冷壁高温腐蚀分析及预防[J].华东电力，2004，32（4）：46-48.
- [3]周新刚，苗长信.电站锅炉高温腐蚀产生的原因及防范措施[J].华电技术，2010（1）：49-53.
- [4]冯树林.锅炉水冷壁高温腐蚀原因分析及对策[J].中国电力教育，2008（S3）：668-669.
- [5]陈国胜，张聪慧.柳林电厂410t / h锅炉水冷壁腐蚀原因分析及预防[J].山西电力，2005（6）：25-26.
- [6]H.P.Nielsen，L.L.Baxter.燃生物质锅炉运行中氯伴生的腐蚀本质[J].杨宜科，译.江苏锅炉，2014（4）：40-49.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/136029.html>