



神头二电厂1#1650t/h锅炉水冷壁高温腐蚀原因分析及对策

<http://www.firstlight.cn> 2008-07-08

Abstract: The paper analyses the cause on high temperature corrosion in about 24~30m height mark of the right side water wall. High coal sulfur content, low total air flow, non-uniform air/coal distribution and reducing atmosphere in partial area of right water wall are the main causes on water wall high temperature corrosion. After regulating the primary and secondary air/coal system, the hot load distribution uniformity is improved, the feed water flow deviation between both side is kept below 50t/h, the flame center is normal and the all-around water wall is in comparatively uniform oxidizing atmosphere. After operating in more than a year, the new corrosion is not discovered in the surface of water wall. Therefore the water wall high temperature corrosion is reduced effectively.

Key words: water wall high temperature corrosion cause analysis operation regulation operation result

1 设备简介

神头第二发电厂1#炉是由原捷克斯洛伐克土尔马其锅炉厂制造的1650t/h，一次中间再热，塔式布置，固态排渣，前后墙布置旋流燃烧器的亚临界低倍率强制循环煤粉炉。制粉系统由六台MPS-245型中速磨煤机组成。锅炉前后墙上各有三层WSF型扰动式二次风旋流式燃烧器，分别位于16、24、32米标高，每一台磨煤机对应其中某一层的4只燃烧器，共计24个燃烧器。

2 水冷壁高温腐蚀情况

神头二电厂1#炉于1991年投产，在今年9月份小修中发现水冷壁发生高温腐蚀。水冷壁腐蚀特征如下：

(1) 停炉后宏观检查，发生腐蚀的水冷壁区域较多。主要在24~32m标高，即第二层燃烧器和第三层燃烧器之间，前后水冷壁的右半部分和右侧墙水冷壁。

(2) 前后水冷壁腐蚀较轻，右侧中部水冷壁腐蚀严重，腐蚀深度在1~2.5mm之间。

(3) 前后水冷壁外层为灰白色，其下层为暗红色，属于Fe₂O₃产物。右侧水冷壁外层为灰白色，其下层为黑色结构物，机械剥离时，外层呈小颗粒，与黑色结构物结合不很牢固，但黑色物与管壁结合牢固，分离时成小片状比较脆，难以碾成粉末，黑色物属于Fe₃O₄产物。打磨腐蚀层后钢管表面有金属光泽，未发现机械和热应力腐蚀疲劳裂纹。

3 高温腐蚀机理

炉内水冷壁发生腐蚀的根源取决于燃烧过程。燃料、燃烧器和炉膛的特征量对炉膛发生腐蚀及其发展有着重要的影响。通常情况下烟气侧的高温腐蚀归纳为，当燃料中含硫量较高，水冷壁管的壁温大于300℃，一次风煤粉火焰直接冲刷水冷壁管，局部缺氧呈还原性气氛。当CO含量0.9~4.9%，H₂S>0.01%时，高温腐蚀不可避免。

由于烟气中H₂S气体浓度随着局部过剩空气系数的减小而增大，特别当低于0.8时，H₂S气体浓度会迅速升高。当一次风煤粉火焰直接喷向水冷壁时，不仅能增加局部热负荷，同时H₂S气体的浓度形成的速度加快。而H₂S气体是造成高温腐蚀的主要原因。

目前国内还没有有关判定水冷壁是否腐蚀的数据标准。通常只对水冷壁附近的氧量和CO浓度进行分析，来判定高温腐蚀，迄今为止也无经过科学论证的有关氧量和CO浓度的极根值，其原因是烟气的成份、流动情况以及腐蚀的机理错综复杂，此外燃烧的边界条件也对水冷壁的腐蚀起着重要的作用。目前暂采用德国steag电力公司的准则，即锅炉水冷壁壁面在CO<1%，O₂>1%的氧化气氛下运行将不会发生高温腐蚀。否则，在还原性气氛下运行将产生高温腐蚀。

4 高温腐蚀原因

4.1 燃煤中硫成分含量偏高

对于锅炉炉膛而言，一旦满足诱发高温腐蚀的还原性气氛，无论是高硫煤还是低硫煤都会存在高温腐蚀，而煤的含硫量大小决定着腐蚀的速度。

我国动力用煤的含硫量一般在1~1.5%之间，近年来由于煤炭资源的紧张，含硫量较低的煤难以保证供应。查阅化学车间今年上半年燃煤含硫量的成份，大部分燃煤分析基硫含量在1~2%之间，折算成收到基有时Sar将大于2%。煤中较高的硫含量是高温腐蚀的内在条件。

4.2 低氧燃烧

(1) 从去年下半年开始，由于用电量紧张，锅炉一直在较大负荷下运行，总的送风量偏小，低氧燃烧对火焰长度和最大热负荷有很大的影响。随着炉膛出口过剩空气系数的减小，火焰长度增加。

①较小的送风量运行有利于降低一级低温过热器的汽温和壁温，即减小低温过热器的对流换热来保证低温过热器的安全。技术思路是可以考虑的，但送风量不能太小，进入炉内的风量应确保锅炉最佳运行所需的风量。对于燃用烟煤的煤粉炉，最佳炉膛出口

过量空气系数应在1.15~1.20。事实上控制火焰中心和保证热负荷的均匀度是确保受热面安全的关键所在。

②较小的送风量运行有利于降低低温再热器的汽温和壁温，保证低温再热器的安全。由于汽机高压缸做功效率较低，高压缸排汽温度在355℃左右，比设计值333℃高二十几度。较高的低温再热器入口温度使得锅炉大负荷运行时低温再热器处于较高的壁温运行。为保证再热器的安全应从控制火焰中心减小燃烧热偏差，以及在低温再热器入口增设减温器方面着手，不能只从减少送风量的方法进行。

(2) 空气预热器结灰和漏风较严重。空气预热器结灰较多时，使得阻力增大，影响到引风机的出力，小修前引风机挡板开度已达80%左右。在送风量一定时，随着空气预热器漏风的增大，进入炉内的风量减少。

(3) 空气预热器进出口氧量指示不准。氧量测点偏少，指示误差较大，并且指示偏高。作为锅炉运行监表的关键参数，较大的指示误差使运行失去参考价值。小修前空预入口氧量指示在0.9~2%之间，且指示值偏大，实际上是严重缺氧运行。若燃煤中的含硫量再高，水冷壁高温腐蚀的速度会更快。

4.3 炉内各燃烧器风量分配不合理

4.3.1 二次风系统结构特点

二次风结构连接系统如图1所示，二次风从炉后54m标高引入，

图1 二次风连接系统简图

前炉后二次风母管管径不相同，分别是Φ2800mm和Φ4600mm，支管管径为Φ2200mm。从图中可看出，二次风母管到各层燃烧器的距离是不同的，上层燃烧器到母管的距离最近，下层最远。所以在各燃烧器二次风风门

开度相同时，上层燃烧器进入的风量最多，下层最少。

4.3.2 倒塔形配风

倒塔形配风是早前的一种燃烧器配风方式，主要想法是利用上层燃烧器较大的二次风，同时关小下排燃烧器的二次风，以压低火焰中心，防止过热器汽温太高，锅炉总的用量偏多。近年来由于环保要求较小的NO_x排放，低氧燃烧、分级燃烧、推迟燃烧以及再燃烧技术的应用，燃烧过程的过剩空气越少，NO₂的生成量愈少，但是氧量过低又会使燃烬过程推迟，水冷壁高温腐蚀速度加快。因此在保证锅炉既安全经济，NO_x排放量又小的理想运行工况时，锅炉的送风量的裕度并不很高。在送风量并不宽裕的情况下，应采用上二次风小，下二次风大的正塔形送风。

4.3.3 炉内左侧为富氧燃烧而右侧为贫氧燃烧

对于采用旋流燃烧器布置的锅炉，由于各燃烧器之间的独立性较强，所以保证每个燃烧器风粉较佳的分配是非常重要的，包括各燃烧器的一次风、油二次风、内二次风、外二次风的均匀度。多年来由于未组织好炉内燃烧工况，两趟给水管路存在较严重的给水流量偏差，为此将左侧燃烧器的一次风月牙形挡板适当地关小，将左侧燃烧器的外二次风的挡板开度开大，同时将右侧燃烧器的外二次风关小。这样尽管左右两趟给水管路的给水流量偏差有一定的减少。但炉内热负荷的均匀度较差，炉内左侧形成风多粉少的富氧燃烧，而右侧为风少粉多的贫氧燃烧，右侧炉膛局部区域形成还原性气氛。

4.3.4 油二次风太大，着火推迟

对于旋流燃烧器的煤粉燃烧主要依靠中心回流区的内卷吸作用吸收高温烟气的热量把煤粉气流加热至着火，另外，二次风与一次风之间的早期湍流混合强烈，并向一次风中的煤粉燃烧提供氧气。当油二次风开度较大时，回流区破坏，着火推迟，回流区对着火和火焰的稳定有很重要的意义。一般油二次风挡板开度在8%左右，防止烧坏燃烧器出口即可。

煤粉气流及时着火，则燃烧器出口温度水平较高，煤粉颗粒在高温环境下停留时间延长，燃烧反应的速度加快，煤粉颗粒充分燃烬，保证了煤粉气流稳定着火和充分燃烬。

较大的油二次风和较小的炉膛出口过量空气系数，燃烧器火焰长度增加，甚至射向水冷壁管，腐蚀性气体(H₂S、HCl)生成的速度加快，并增大了热负荷，使水冷壁腐蚀速度加快。

4.4 高压加热器停运时间较长

当高压加热器因故停运时，锅炉的给水温度将降低，为了维持锅炉出力不变，必然要增加燃料消耗量，使锅炉缺氧燃烧程度更加加重。去年底先后两次共计65天停运一组高压加热器，给水温度降低约50℃，送风量未增加，而未减小锅炉的最大负荷。

5 防止高温腐蚀的措施

5.1 增加进入炉膛的送风量

运行中不能只关心送风机出口送风量，更应该保证进入炉膛的风量，在各种工况下，应保证炉膛出口过剩空气系数不小于1.15，当燃煤中含硫量大于1.5%时，炉膛出口过剩空气系数不应小于1.20。在目前空气预热器漏风情况下，锅炉主汽流量1400t/h，电负荷450MW时，送风机出口总送风量应不小于1600KNm³/h。满负荷时总送风量应达到1780 KNm³/h。另外要保证左右侧进入空气预热器的烟气量基本一致。

5.2 合理分配各燃烧器风量

根据该炉不适合用太大的风量运行的特点，在高温受热面不超温的情况下，尽量保证空气预热器前的氧量不低于3%，以保证水冷壁附近氧化性气氛。严格控制燃烧器中心油二次风量和一次风率。在有限的风量情况下，采用上小下大的塔型分布、炉内中间小两侧水冷壁附近稍大的“U”形分布规律。

5.3 运行中要保证空气预热器入口氧量

运行中空气预热器入口烟气氧量推荐值(真实性)450MW以上不小于3%，400~450MW为3~4%，300~400MW为4~7%。目前氧量表盘指示值偏高较多，见表1，运行中参考时一定要考虑偏差值。

表1 空气预热器进出口氧量值

参数

1#空气预热器

#2空气预热器

入口

出口

入口

出口

指示值%

6.0

11.4

4.7

10.4

实测值%

3.22

5.75

3.65

5.63

过剩空气系数

1.181

1.377

1.210

1.366

6 结论

该炉水冷壁发生高温腐蚀,是由于煤源紧张,燃煤中硫含量较高,连续大负荷运行,氧量表指示不准,空气预热器结灰和漏风,高压加热器停运时间较长,炉内各燃烧器风粉分配不合理等多种因素造成。

经冷态试验和热态调整后,煤粉着火及时燃烧稳定,炉内热负荷分布均匀,低温再热器和低温过热器汽温与小修前基本一致。经过一年多的运行考验,停炉检查炉内水冷壁未发现有新的腐蚀,水冷壁高温腐蚀达到有效的遏制。

7 参考文献

[1] 徐通模,金定安,温龙.锅炉燃烧设备[M].西安:西安交通大学出版社,1990.

[2] 李瑞群.湖北汉川电厂锅炉高温腐蚀原因探析[A].第四届锅炉专委会第一次会议论文集.中国电机工程学会火电分会锅炉专委会,2002.

[3] 刘文琨.天津大港发电厂#3锅炉水冷壁减薄的分析[A].中国电机工程学会第八届青年学术会议论文集.中国经济出版社,2004.

[存档文本](#)