



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

云冈热电四管泄漏控制措施

汪建宏

(大唐国际云冈热电有限责任公司 山西 大同 037039)

摘要: 针对云冈热电锅炉四管泄漏方面存在的问题做了综合分析, 并提出了保证锅炉安全稳定运行的措施。

关键词: 爆管 蠕变 超温 燃煤锅炉

The Measures of Controlling Four-Tubes Leaking in Yungang Thermal Power Plant

Wang Jian-hong

(Shanxi Yungang Thermal Power Co.Ltd., Datong 037039, China)

Abstract: Comprehensive analysis was made on the boiler four-tube leaking of Yungang Thermal Power Plant, the measures taken to ensure safe and stable operation of the boiler are put forward.

Key words: tube explosion; creep; over-temperature; coal-fired boiler

1、云冈热电机组基本情况介绍

云冈热电厂目前装有2台220MW直接空冷供热机组, 锅炉为与之相配套的武汉锅炉股份有限公司生产的WGZ670/13.7-11型锅炉。该锅炉为超高压参数汽包炉、自然循环、单炉膛, 单汽包、II型布置、一次中间再热、直流燃烧器四角切圆燃烧、配中速磨正压直吹制粉系统。最大连续蒸发量为670t/h, 主汽压力13.73Mp, 主汽温度540℃, 再热器进、出口压力2.65Mp/2.47Mp. 进、出口温度314℃/540℃, 两台机组分别于2003年底投产发电。

2、四管泄漏的原因

锅炉受热面在运行中一侧是燃料燃烧所产生的高温烟气, 另一侧是高温高压的水和蒸汽, 材料的使用环境相当恶劣, 因而由材料失效所引起的事故时有发生。特别是当锅炉燃煤多变、煤质差的时候, 锅炉受热面产生超温、磨损、积灰、结渣、腐蚀等一系列问题的可能性更大, 造成受热面使用寿命降低, 锅炉省煤器、水冷壁管、过热器管和再热器管(简称“四管”)爆破泄漏现象频繁发生; 此外, 随着锅炉向大容量、高参数方向发展, 炉内结渣、水冷壁高温腐蚀现象更加突出。因此, 深入开展锅炉受热面失效机理及防治措施的试验研究, 对提高火力发电厂安全经济性具有十分重要的意义。综合起来造成锅炉四管泄漏的原因有五项:

2.1 蠕变

火力发电厂锅炉受热面长期处于高温条件, 选择受热面材料时不仅要考虑常温下的机械性能, 还要考虑负荷持续时间对其机械性能的影响。通常情况下, 受热面管子虽然所受的应力小于其工作温度下材料的屈服强度, 但在长期使用过程中会发生缓慢而持续的塑性变形, 使管径增大, 发生蠕变现象。

2.2 过热

锅炉受热面管过热，是困扰火电厂锅炉安全稳定运行的主要因素之一，过热又可分为长期过热和短期过热。从统计数据看，以长期过热较多，短期过热较少。国内许多火电厂燃用无烟煤，该煤质除很难做到完全燃烧、极易灭火外，还易结焦。因为煤质原因，加之炉膛下部漏风较大，火焰中心上移，炉膛出口烟气温度高于设计值，使过热器管和高温再热器管经常发生超温而引起爆管。

2.3 热疲劳

当金属材料的工作温度或膨胀系数有差别时，各部分膨胀和收缩会相互约束而产生附加温度应力，也称热应力。如果温度发生变化，热应力也将随之变化，同时伴随着弹性变形的循环，塑性变形逐渐积累引起损伤，最后导致破裂。金属材料经受多次周期性热应力作用而遭到的破坏称为“热疲劳”。构件的热应力往往与动态和静态的机械应力叠加在一起发生作用。

2.4 磨损

锅炉受热面的磨损一般可以分为飞灰磨损和机械磨损两类，尾部受热面以飞灰磨损为主，机械磨损次之。机械磨损一般是过热器、再热器定位管（卡）松动或不到位，使之相互机械摩擦，蒸汽吹灰对受热面也会造成很大的磨损。锅炉受热面管壁金属的飞灰磨损，是由于高温烟气携带的飞灰颗粒具有的动能所引起，飞灰颗粒冲击受热面表面时，消耗了动能并对金属表面产生冲击和切削作用。

2.5 腐蚀

锅炉受热面的腐蚀根据腐蚀部位和环境的不同可分为水汽侧腐蚀和向火侧腐蚀两大类，水和水蒸气是火力发电厂的主要工作介质，同时也是锅炉受热面水汽侧产生腐蚀而影响使用寿命的主要原因。水汽侧腐蚀常见的腐蚀类型有：碱腐蚀、酸腐蚀、氧腐蚀、氢腐蚀、应力腐蚀等。锅炉受热面向火侧由于受高温烟气和悬浮于其中的灰分的作用，各部位也会遭到不同类型、不同程度的腐蚀。这些腐蚀按习惯分高温腐蚀和低温腐蚀两大类。高温腐蚀又分纯气体腐蚀和熔融盐腐蚀两种。纯气体腐蚀包括腐蚀性气体腐蚀（为燃烧产物）腐蚀和高温氧化；熔融盐腐蚀则包括金属熔融盐溶解和金属熔融盐氧化两种形式，前者是纯物理过程，后者属电化学腐蚀。由于金属熔融盐氧化是锅炉受热面向火侧高温腐蚀的最主要形式，造成的腐蚀损坏事故最多，因此，我们通常所说的锅炉高温腐蚀就是熔融盐腐蚀中的金属熔融盐氧化。熔融盐腐蚀按反应机理又可分为硫腐蚀和钒腐蚀两类。

3、云冈热电四管方面存在的问题及分析

3.1 温再热器顶棚管穿墙部位存在安装缺陷

云冈热电两台炉高温再热器穿顶棚管处管子由于在安装期间焊接时电流过大，局部焊口存在缺陷，并且在设计制造时未考虑加套管，在运行两年中该部位曾泄漏三台次，给机组的运行带来很大的隐患。

3.2 吹灰器蒸汽磨损

锅炉结焦严重吹灰频繁，水冷壁管磨损严重小修时水冷壁管测厚发现很多管子壁厚已经从原来的6.5mm减薄到了5.7mm，减薄量达12.3%，并且由于吹灰器吹灰缺陷较多，曾因为吹灰器吹灰结束后未退出到位，造成水冷壁管和低温再热器管子分别被吹爆一次。

3.3 如炉煤含硫量高存在高温腐蚀

由于煤炭市场变化很大，我厂入炉煤煤质与设计值偏差较大，并且含硫量平均达到1.3%远远高于设计值0.75%，并且锅炉结焦较为严重，在2004年机组小修时检查发现#1炉局部地方存在高温腐蚀现象。

4、云冈热电防止锅炉四管泄漏采取的一些措施

4.1 改造喷燃器减缓锅炉结焦

我厂燃烧器采用百叶窗式水平浓淡直流式燃烧器正四角布置、切圆燃烧。水平浓淡燃烧器背火侧为

淡煤粉气流，同时在这一侧布置了侧边风，使水冷壁附近形成富氧气氛，以此来减少炉膛结渣，但是从2003年底锅炉投产后运行中发现燃烧器及水冷壁结焦非常严重。针对这一问题从锅炉燃烧调整方面做了大量工作，然而这并没有根本解决炉膛结焦问题。锅炉经常掉焦发生灭火事故，甚至因为结焦严重导致被迫停炉进行打焦。为了保证锅炉的安全运行炉膛吹灰器投入非常频繁，平均每天吹灰达七、八次，如此高的吹灰频率对水冷壁的冲刷十分严重，2004年小修时经过对水冷壁管测厚发现很多管子壁厚已经从原来的6.5mm减薄到了5.7mm，减薄量达12.3%，这大大缩短了水冷壁管的使用寿命，给机组的安全运行也带来了很大的隐患。

经与武汉锅炉厂以及华北电科院共同商定对喷燃器进行改造。改造内容主要有取消百叶窗浓淡分离装置，将一次风喷口尺寸由496mm×320mm（宽×高）改为412mm×360mm，并且重新设计了一次风喷燃器，将侧边风改为周界风；根据周界风的需要对二次风及周界风份额重新进行了分配，改造前后一次风率保持不变，原侧边风改为周界风并且将二次风份额由改造前的71.43%减小到44.83%剩余部分作为周界风，其目的是增加一次风刚性对一次风的射流起夹持和补气作用，适当推迟燃烧器出口煤粉的着火点，以此来减少燃烧器区域的结焦。

喷燃器改造后经过长时间的观察，并且通过燃烧调整锅炉结焦较改造前有明显改善。燃烧器改造后炉膛吹灰器投入量由原来的七、八次减少为现在的二、三次，大大减少了吹灰器对水冷壁管的冲刷，但是吹灰次数每天二、三次还是比较频繁，针对锅炉结焦还需要寻求彻底解决的方法。

4.2 制定下发锅炉吹灰器使用维护制度，加强吹灰器的管理

由于我厂锅炉结焦严重吹灰器投入频繁，并且吹灰器经常发生缺陷，如前所述由于吹灰器故障吹灰后无法自动退出并且没有及时检查发现造成受热面爆管两次。为了加强锅炉吹灰、四管泄漏的监督与管理，防止由于吹灰器、四管泄漏、四管泄漏仪故障和监视不到位而造成较大的炉管泄漏事故，做到及早发现，及时处理，防止事故扩大而造成较大的经济损失，减少非计划停运次数和停运时间，公司组织发电部、设备部锅炉专业人员共同制定了《锅炉吹灰、四管泄漏管理考核制度》。

锅炉吹灰、四管泄漏管理考核制度明确了各专业的责任，设备部热控专工负责对四管泄漏仪的检修、维护班组进行考核；负责收集整理四管泄漏仪、吹灰器的限位装置的检查等技术资料和异常处理情况分析报告，并及时通报锅炉运行专工。制定四管泄漏仪检修计划。设备部锅炉点检员负责对吹灰器的使用、检修、维护队进行考核；负责制定机组大、小修期间锅炉四管的防磨防爆检查范围及吹灰器的检修计划。锅炉维护人员每天负责对吹灰器的机械部分、进退情况及吹灰器阀门进行检查，并做好《锅炉吹灰器定期维护检查记录》。集控运行人员，每次启动吹灰器吹扫后要到吹灰设备现场确认吹灰器是否退出炉膛，并做好《锅炉吹灰器吹扫记录》，吹灰完毕后，到现场检查吹灰器是否泄漏。

锅炉吹灰、四管泄漏管理考核制度下发以来，各部门认真按照制度要求执行，加强了吹灰器的维护检查，吹灰器缺陷明显减少，大大提高了吹灰器及锅炉设备的健康水平，避免了由于吹灰器故障吹灰受热面造成锅炉爆管事故的再次发生。

4.3 加强防磨防爆检查

锅炉承压部件防磨防爆检查在防治锅炉四管泄漏中占有突出的地位，是专业性、规范性、经验性非常强的技术工作。我厂在每次小修过程中也非常重视锅炉四管防磨防爆工作，根据《火力发电厂锅炉承压部件防磨防爆检查制度》对锅炉四管进行检查，具体检查项目有：

1) 水冷壁燃烧器、吹灰器喷口区域管子的磨损情况；燃烧器及上部高热负荷区域水冷壁的外壁腐蚀情况；燃烧器及高热负荷区水冷壁管的鼓包进行检查和测量并测壁厚，对水冷壁管进行割管检查其内部结垢、腐蚀情况并对管子进行金相检查，对管样的内部垢量和腐蚀物进行分析。对水冷壁吹灰器喷口区

域管子进行测厚，发现很多管子壁厚已经从原来的6.5mm减薄到了5.7mm，减薄量达12.3%，这主要是吹灰频繁造成的。

2)、检查过热器、再热器外壁氧化皮厚度、有无过热迹象、割管管样内壁垢量测量及结垢速度，过热器、再热器管胀粗是否超标、管排是否平整、凸出于管排的管子表面氧化程度、弯头烟气走廊穿墙管等部位。经过检查，过热器、再热器管子情况还是比较好的。

3)、对省煤器管子弯头、烟气走廊、穿墙管、悬吊管等容易局部流速过高的部位的磨损程度进行了检查，管子磨损没有超标现象。

针对防磨防爆中检查出的问题比如水冷壁管管壁减薄现象已经做了计划，利用机组检修机会予以更换，防止管子进一步磨损强度降低运行中发生爆管事故。

4.4准备利用机组大修机会更换高温再热器管

高温再热器管缺陷的存在给机组的安全运行带来很大隐患，决定利用机组大修机会更换高温再热器管子，并且由武汉锅炉厂提供套管在高温再热器穿顶棚管处加装套管，防止顶棚管与高再管子在启停炉及变负荷期间由于变形不一样产生应力拉裂高温再热器管子、

参考文献：

- 1、电站锅炉运行与燃烧调整 中国电力出版社
- 2、火电厂锅炉设备及运行 中国电力出版社

作者简介：汪建宏（1979—）男 助理工程师 hong791224@163.com

文章作者：汪建宏

发表时间：2007-04-26 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)