

一起典型的结垢腐蚀失效分析

莫国旺

(广东粤电集团沙角 A 电厂, 广东 东莞 523936)

摘 要: 通过对沙角 A 电厂 5 号锅炉屏式再热器泄漏管子取样进行了金相检验和内壁垢样分析, 确认管子内壁严重结垢, 致使长期过热, 并导致管子失效, 属结垢腐蚀爆管, 并提出加强水质管理、降低机组结垢速率的建议。

关键词: 电站锅炉; 屏式再热器; 结垢腐蚀; 失效分析

中图分类号: TM621; TM224 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-0198(2008)05-0049-02

广东沙角 A 电厂 5 号炉系上海锅炉厂设计制造, 型号为 SG1025/18.3 - M317, 控制循环、 π 型、燃煤锅炉, 该机组于 1993 年投运, 至 2007 年 7 月, 累计运行时间约 100 000 h。2007 年 7 月 8 日 15:30, 该炉屏式再热器 A 侧第 3 屏前起第 2 根管子发生爆管, 管子规格为 $\Phi 63 \text{ mm} \times 4.5 \text{ mm}$, 材质 12Cr1MoV, 蒸汽压力为 3.5 MPa, 温度 500℃。通过对取样管的检测, 分析管子爆管原因, 并提出处理建议。

1 宏观检查

爆口位于炉前侧下弯头, 向火侧偏右的位置, 沿纵向开裂, 裂长约 90 mm, 开口很小, 最宽处约 3 mm。裂口呈脆性断口特征, 断口表面粗糙, 边缘为不平整的钝边, 爆口处管子明显胀粗, 经测量

计算胀粗率为 4.6% (见图 1)。爆口处管子内外壁氧化严重, 外壁氧化层厚度为 1.7 mm, 内壁氧化层厚度为 1.1 mm, 管子最薄处厚度约为 2.5 mm (见图 2), 管子内壁可见大量白色垢状物, 弯头部位堆积尤其明显。



图 2 爆口处管子内外壁的氧化层

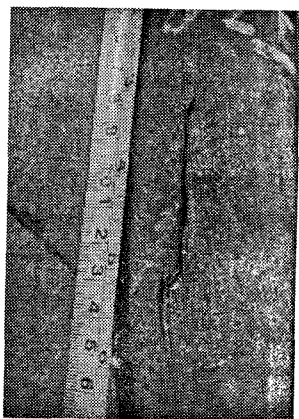


图 1 爆口外貌

2 金相分析

2.1 取样情况

根据爆管管子情况, 截取 4 个金相试样。分别为: 爆口中间部位横截面; 爆口中间部位纵截面; 爆口对侧即背火面横截面; 距爆口外弧距离约 850 mm 处向火面横截面。

2.2 检验结果 (见表 1)

3 垢样化学成分分析

对爆管管子内壁的白色垢状物进行了取样, 并进行了成分分析, 检验结果见表 2, 由垢样的成分可以判定为积盐。

表 1 爆管管子取样金相检验结果

部位	金相组织
试样 1 爆口中间部位横截面	金相组织为珠光体 + 铁素体, 珠光体区域形态已完全消失, 碳化物粒子在铁素体晶界上分布, 出现双晶界现象, 在晶界上已经出现大量蠕变孔洞, 晶粒未见明显变形。 晶粒度: 6.5 级 珠光体球化级别: 5 级
试样 2 爆口中间部位纵截面	金相组织为珠光体 + 铁素体, 珠光体区域形态已完全消失, 碳化物粒子在铁素体晶界上分布, 出现双晶界现象, 在晶界上已经出现大量蠕变孔洞, 晶粒未见明显变形。 晶粒度: 6.5 级 珠光体球化级别: 5 级
试样 3 爆口对侧即背火面横截面	金相组织为珠光体 + 铁素体, 大部分碳化物粒子分布在铁素体晶界上, 仅有极少量的珠光体区域痕迹, 出现少量双晶界现象。 晶粒度: 6.5 级 珠光体球化级别: 4 级
试样 4 距爆口外弧约 850mm 处向火面横截面	金相组织为珠光体 + 铁素体, 大部分碳化物粒子分布在铁素体晶界上, 仅有极少量的珠光体区域痕迹, 出现少量双晶界现象。 晶粒度: 6.5 级 珠光体球化级别: 4 级

表 2 垢样化学成分 %

Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CuO
1.39	0.90	16.03	27.01	0.08	0.51	1.35	1.72	0.59	50.17	0.04

4 试验结果分析

4.1 爆管的直接原因是长时过热

爆管处内外壁均存在相对较厚的氧化膜, 裂口为脆性断口, 具有长时过热爆管的宏观特征。金相分析结果表明, 珠光体球化严重, 特别是爆口处, 珠光体球化 5 级, 且碳化物向晶界聚集, 具有长期超温爆管的微观特征, 见图 3。管子是在长期超温运行后, 导致金相组织恶化, 从而引起材质机械性能下降; 同时, 弯头处的温度比直管段更高, 应力状况比直管段更复杂, 应力比直管段更大, 对于蠕变来说, 应力的影响更为明显和直观。因此, 弯头处的老化速度及蠕变速度更快, 力学性能比直管段的力学性能更低, 首先在弯头处发生爆漏。

4.2 内壁的结垢导致了管子的长时过热

管子内壁的白色垢状物经化学成分分析判定为

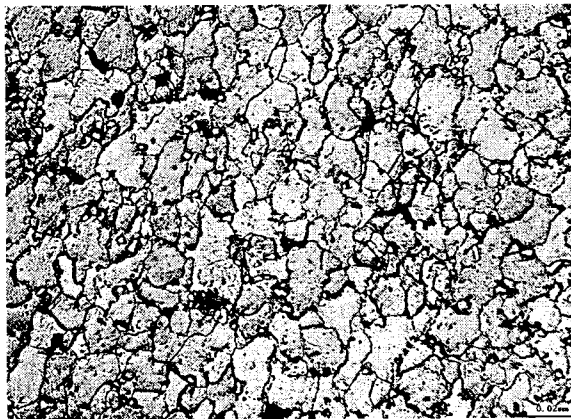


图 3 试样 1 金相组织

积盐, 管子内壁结垢造成管子弯头部位导热不良, 使管子产生了长期过热, 并最终发生了爆管。

5 结论及建议

5.1 结论

屏式过热器失效的原因是由于管子内壁结垢严重, 金属的热量由于受水垢的阻碍而难于传热给锅水, 致使金属壁温升高, 导致管子长期过热, 金相组织恶化, 引起材质机械性能下降, 最终在弯头处发生爆漏。

5.2 建议

加强机组的水汽品质管理, 切实降低锅炉结垢速率, 减少严重积盐结垢的现象。

参考文献

- [1] 刘尚慈. 火力发电厂金属断裂与失效分析 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.
- [2] 黄莎. 清镇发电厂 7 号炉高温过热器出口弯管爆漏金相分析 [C]. 第五届电站金属构件失效分析与寿命管理学术会议论文集, 1997. 10.

作者简介:

莫国旺(1976 -), 主要从事锅炉设备检修及技术管理工作。