

锅炉受热面爆管引发的二次泄漏

罗传旭, 吴章勤, 艾川, 孙成刚
(云南电力试验研究院(集团)有限公司, 昆明 650217)

摘 要:火电厂锅炉运行不当时受热面管子会发生长时超温或短时超温引发的爆管。分析了一起锅炉受热面爆管处理后, 其他受影响部位在运行中出现二次泄漏的事例。采用宏观检查、材质分析、金相分析等方法对二次泄漏处焊缝组织及附近管样进行分析, 泄漏的原因为首次爆管时, 二次泄漏处角焊缝受到较大的交变应力影响, 锅炉启动后即在角焊缝熔合区发生二次泄漏。爆管后应对相关金属部件进行全面的无损检测, 以消除隐患。

关键词:火电厂; 锅炉; 受热面管子; 爆管; 二次泄漏

中图分类号: TM 621.2 **文献标志码:** B **文章编号:** 1674-1951(2017)12-0040-02

0 引言

锅炉受热面是指锅炉内与烟气接触的金属表面, 即烟气与水(或蒸汽)进行热交换的表面, 锅炉本体受热面管的常见缺陷有腐蚀、磨损、变形、开裂、泄漏等。鉴于受热面管的重要作用, 在使用、维修和管理等各环节必须特别重视。检查受热面管的方法有宏观检验、金相分析、磁粉检测、超声波检测、射线检测和相控阵检测等^[1-5]。

额定温度指钢材在设计寿命下运行的最高允许温度, 也可指工作时的额定温度, 超温是指金属材料超过额定温度服役。锅炉管因长期或短期超温而发生爆管是十分危险的, 爆管大多发生在高温过热器管出口段的向火侧及管子弯头处, 水冷壁管、凝渣管和省煤器等其他部位也时有发生。管子长期超温导致原子扩散加剧, 钢材金相组织发生一定变化, 钢材蠕变速度加快, 持久强度降低, 管子达不到设计寿命就提前发生爆破损坏。锅炉受热面管在运行中遇到冷却条件恶化、干烧等突发情况, 使管壁温度短期内突然升高至临界点以上时, 钢的抗拉强度急剧下降, 管子应力超过管子屈服极限, 某些部位产生剪切断裂而爆管, 这种爆管称为短时超温爆管。

在处理超温爆管事故后, 还需要对爆管处附近及可能受影响的其他部位进行全面检查, 否则将容易出现二次事故。

1 一次爆管

某机组受热面二级过热器管发生爆管, 标高 55.6 m 的二级过热器出口段第 43~48 排大面积管屏泄漏, 并导致后水冷壁悬吊管被冲刷断裂。停炉

检查发现二级过热器出口爆管周边部分管子出现胀粗现象, 部分管子甚至出现爆口、喷击减薄或开口现象。截取初始爆口管段(从炉左往炉右数第 44 屏的炉前方向第 1 根)及胀粗管段(从炉左往炉右数第 31、第 43 屏的炉前方向第 1 根)进行试验分析。宏观检查发现: 受热面二级过热器爆管爆口为爆炸状喇叭口, 轴向开口长度为 152.8 mm, 周向开口长度为 96.8 mm, 爆口边缘锋利, 减薄较多, 呈撕裂状; 爆口附近管子胀粗较大(最大直径为 49 mm), 管壁变形严重, 周边部分二级过热器管被开口处泄漏气体喷击减薄或出现喷刷孔洞。送检管样均存在胀粗现象, 剖开后检测管内壁(向火面和背火面)氧化皮厚度均小于 0.2 mm, 通过体视显微镜对管内壁进行观测, 发现内表面氧化皮均存在轴向龟裂纹。

经材质和金相分析得出如下结论: 受热面二级过热器管内表面氧化皮厚度正常, 存在轴向龟裂纹; 受热面二级过热器管材质为 SA213T91 钢, 送检试样化学成分符合标准要求; 金相分析结果显示, 部分试样组织出现不同程度的老化, 部分试样金相组织正常。

综上所述, 爆口周围二级过热器管出现胀粗现象, 内壁氧化皮出现龟裂, 爆口呈喇叭状, 二级过热器管化学成分符合标准要求, 但爆口附近的试样金相组织出现老化, 而远离爆口处金相组织未出现明显老化现象, 符合短期过热的特征。

2 二次泄漏

2.1 概况

该机组于某日 23:17 启机并网, 3 d 后发现炉顶大包有飘汽现象, 后从大包顶上 K2 板梁下炉膛中心偏左开孔检查, 听见大包内有轻微的异音, 扩大检查后, 确定水冷壁悬吊管上集箱管座泄漏, 第 45 根管与水冷壁悬吊管上集箱角焊缝处断裂及管右侧集箱

被吹损,第 43、第 46 根管被吹损,第 44 根管及附近集箱被吹损,第 44、第 45 根管之间集箱被吹损,第 45 根管集箱后侧被吹损。

该炉水冷壁悬吊管材质为 SA-210C,规格为 $\phi 60\text{ mm}\times 6.5\text{ mm}$ 。截取第 45 根管与集箱连接角焊缝及下部长 1 m 的管段送样进行试验分析。

2.2 宏观检验

对来样进行宏观检验,该锅炉水冷壁从炉左往炉右数第 45 根悬吊管与水冷壁悬吊管上集箱角焊缝断裂处位于焊缝下部熔合线处,断裂处裂纹源已经被冲掉,断裂处上部焊缝部位未发现焊接缺陷,断裂处下部管子无胀粗且无明显减薄,管壁无明显变形,剖开后检测管内壁氧化皮厚度,均小于 0.2 mm。体视显微镜下观测母材近焊口处剖面和焊缝剖面,焊缝、热影响区和母材均未发现明显异常。

2.3 材质分析

通过电火花光谱分析仪对试样进行化学成分分析(见表 1),分析结果表明,各元素质量分数均符合 ASME 标准中 SA-210C 的材质要求。

表 1 试样化学成分分析 %

项目	实测值	标准值
$w(\text{C})$	0.201 1	≤ 0.3500
$w(\text{Mn})$	0.959 0	0.2900~1.0600
$w(\text{P})$	0.009 8	≤ 0.0350
$w(\text{S})$	0.010 4	≤ 0.0350
$w(\text{Si})$	0.235 7	≥ 0.1000

2.4 金相分析

(1)管样分析。对该锅炉水冷壁悬吊管近焊口处管壁剖面进行金相分析,结果表明:送检管样基体金相组织正常,材质为轧制处理的铁素体与珠光体的混合物,珠光体未发生球化,材质无老化现象,管样靠近焊缝处组织为热影响区的正火区,组织为重结晶的铁素体与球状珠光体的混合物。

(2)焊缝分析。对该锅炉水冷壁悬吊管与水冷壁悬吊管上集箱的角焊缝剖面进行金相检测,结果

表明:焊缝、热影响区、母材组织均正常,母材材质为轧制处理的铁素体与珠光体的混合物,珠光体未发生球化,材质无老化现象。

2.5 综合分析结果

(1)送检的水冷壁悬吊管为 SA-210C 钢,化学成分符合标准要求;(2)送检的水冷壁管样和焊缝样品金相组织均正常。

3 结论

本文案例中二次泄漏是第 45 根水冷壁悬吊管与水冷壁悬吊管上集箱角焊缝处断裂所造成的,管样和焊缝样品的金相组织均正常,但该管下部在上次二级过热器爆管时曾被吹损,出现了扭曲和断裂,在此过程中上部集箱角焊缝承受了较大的交变应力,锅炉启动后该部位受到正常负荷时,在角焊缝的薄弱处——焊缝熔合区发生断裂。

火电厂处理受热面爆管时,待处理管束处理完毕后,还应对存在安全隐患的部位进行详尽排查,尤其是应力集中部位应做重点检测。

参考文献:

[1]毛小鹏,贺卫国. 高温再热器管变形原因分析及处理[J]. 华电技术,2009,31(9):51-52.
[2]张李锋,王小迎,白小云,等. 锅炉低温过热器管损伤研究及预防对策[J]. 陕西电力,2011,39(10):45-47.
[3]肖国华,王春明,田晓,等. 锅炉末级过热器爆管原因分析及措施[J]. 热力发电,2012,41(3):78-82.
[4]阎光宗,徐雪霞,欧阳杰,等. 600 MW 超临界机组屏式过热器爆管失效分析[J]. 金属热处理,2011,36(4):100-102.
[5]陈红冬,胡波涛,谢国胜. 300 MW 机组水冷壁管横向裂纹原因分析[J]. 华中电力,2001,14(6):50-52.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

罗传旭(1987—),男,广西桂平人,工程师,工学硕士,从事金属材料无损检测与失效分析方面的研究工作(E-mail:luochuanxu@foxmail.com)。



广告索引

郑州光力科技股份有限公司	(封面)	郑州科源耐磨防腐工程有限公司(跨版)	(前插 6,7)
北京新世翼节能环保科技股份有限公司	(封二)	华电重工股份有限公司(跨版)	(前插 8,9)
华电技术	(封三)	华电重工股份有限公司	(目次页右)
郑州科润机电工程有限公司	(封底)	颇尔过滤器(北京)有限公司	(中插 1)
杭州云众电力科技有限公司	(前插 1)	华电环保系统工程有限公司(跨版)	(中插 2,3)
华电水务控股有限公司(跨版)	(前插 2,3)	勇钦(上海)润滑设备有限公司	(中插 4)
华电郑州机械设计研究院有限公司工程技术中心			
事业部(跨版)	(前插 4,5)		