

文章编号:1673-9981(2007)03-0315-03

微量喷水减温器弯头裂纹的分析及措施

孙慎超¹, 林 丁², 伍明生²

(1. 广州有色金属研究院, 广东 广州 510650; 2. 广东湛江电力有限公司, 广东 湛江 524099)

摘 要: 对某电厂 DG1025/18. 2-II (5)型锅炉中微量喷水减温器弯头产生裂纹的原因进行了分析, 结果表明, 弯头是因受到较大的交变热应力作用, 而产生裂纹。裂纹呈直线丛状密集分布, 为热疲劳应力腐蚀裂纹。通过采取改变运行条件, 降低减温水的喷洒量, 并对弯头结构进行改造, 可以降低热应力, 避免热疲劳裂纹的产生。

关键词: 电站锅炉; 减温器; 弯头; 裂纹; 措施

中图分类号: TG111. 8; TK223. 5

文献标识码: A

某电厂在 DG1025/18. 2-II (5)型锅炉的低温再热器和高温再热器的连接管道上安装喷头式微量喷水减温器作为微调, 以调节再热器管内外壁的汽温偏差。自投入使用以来, 由于其弯头开裂导致弯头焊缝附近部位多次发生爆管泄漏。微量喷水减温器的管道材质为 12Cr1MoV, 管径 609. 2 mm, 管壁厚 22. 2 mm, 弯头管径 609. 2 mm, 管壁厚 33 mm, 将弯头焊接处加工成内坡口与直

管焊接连接。爆管的位置为弯头的背弧面, 管道外壁比较光滑, 爆口张口不大, 呈缝隙状(图 1)。割开爆管发现, 弯头内壁有大量呈直线丛状的裂纹, 这些裂纹都是由内壁向外壁扩展(图 2), 裂纹的深度一般为 5~10 mm。弯头内壁无明显氧化皮, 只有少量呈灰黑色的垢层。为了避免爆管事故的频发, 本文对弯管裂纹的形成原因进行了分析, 同时提出了防止裂纹产生的措施。

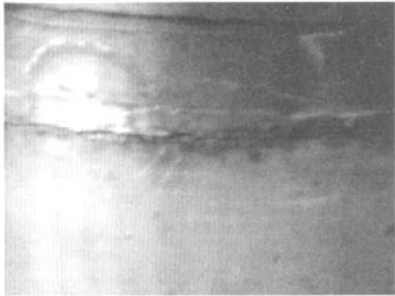


图 1 弯头爆口形貌

Fig. 1 Morphology of the pipe elbow fracture

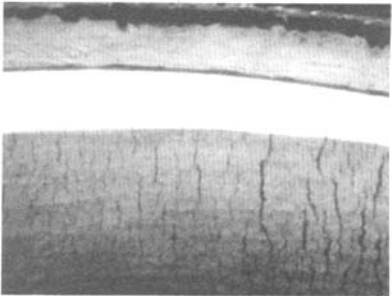


图 2 内壁裂纹形貌

Fig. 2 Morphology of the cracks on the inner wall

1 试验方法

在弯头内坡口根部附近截取试样, 在体视显微

镜下观察裂纹断口的形貌, 在金相显微镜下观察母材的显微组织。

收稿日期:2006-11-06

作者简介:孙慎超(1971-),男,内蒙古乌兰浩特人,工程师,学士。

2 结果与分析

2.1 金相分析

图3为裂纹断口形貌.由图3可见,裂纹表面存在较多的腐蚀产物,隐约可见疲劳断口所特有的贝壳纹花样裂纹.裂纹的特征与热疲劳应力裂纹的基本特征相符合^[1-2],没有明显的塑性变形,断口为脆性断裂.裂纹内充满腐蚀产物,说明在高温下裂纹扩

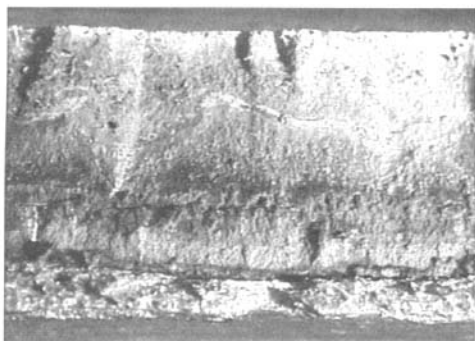


图3 裂纹断口形貌

Fig. 3 Morphology of the crack fracture

展过程中伴随有氧化腐蚀.图4为母材的显微组织形貌.由图4可见,裂纹附近的材料组织为正常的铁素体+珠光体,没有珠光体球化现象和蠕变孔洞.因此,可排除长期过热造成的蠕变裂纹失效^[3].图5和图6为裂纹扩展形貌.裂纹扩展方式为沿晶和穿晶,裂纹沿晶界扩展,存在二次裂纹,二次裂纹周围无脱碳现象,裂纹的尾梢有圆钝的,也有稍尖的,且二次裂纹方向基本与大裂纹扩展方向一致.

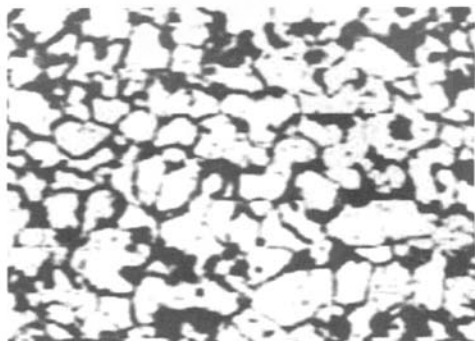


图4 母材显微组织形貌

Fig. 4 Morphology of the substrate

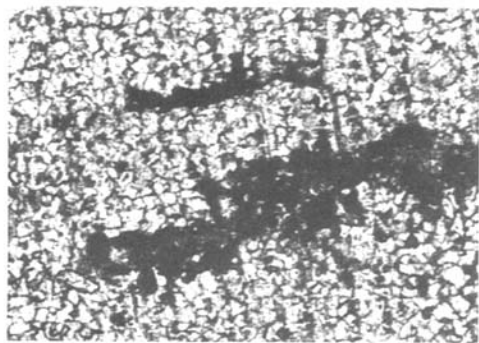


图5 裂纹扩展形貌

Fig. 5 Morphology showing the propagation of the cracks

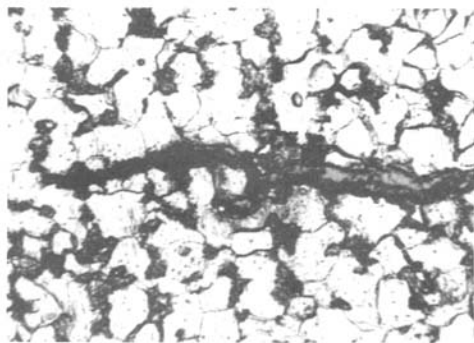


图6 裂纹尖端形貌

Fig. 6 Morphology showing the tip of crack

失效试样的金相分析表明,微量喷水减温器的裂纹为热疲劳应力腐蚀裂纹.热疲劳应力的形成与喷水减温器的工况有关,当高温再热器的温度高于540℃时,减温器开始微量喷水,喷出的减温水为265℃的锅炉给水,与主蒸汽温度相差较大,减温水直接喷洒在弯头内壁,导致温度波动较大,使弯头受到较大的交变热应力.另一方面,裂纹尾部有的圆

钝,有的稍尖,这说明弯头内壁所受的交变热应力大小不同.

2.2 管道结构分析

沿焊口环焊缝纵向切开(图8)发现,弯头内坡口与焊口成钝角,且弯头内坡口表面粗糙,存在明显的刀痕,退刀槽处的管壁厚只有19.5 mm,比设计管壁厚22.2 mm减少了2.7 mm,内坡口与弯头焊

缝之间的距离约 10 mm,离焊口太近,不符合焊口的结构要求.从结构设计来看,这种结构最容易产生应力集中,使裂纹在内坡口退刀槽处扩展较快,形成穿透性裂纹而发生漏汽;弯头管壁比直管的管壁厚,在焊口处因壁厚不一致而产生温差,这易使弯头疲劳开裂;弯头没有直段,坡口开在弯头处与直管相接,使焊口附近存在锻造产生的内应力等各种附加应力.此外,喷水减温器采用单孔式喷嘴使减温水较为集中,来不及雾化,较低温度的减温水直接喷洒于弯头内壁,产生较大温差,也使作用于弯头的交变热应力增大.

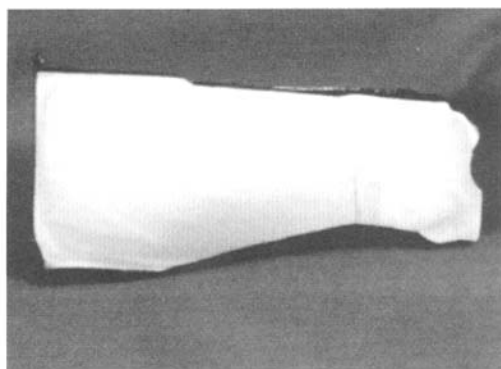


图7 焊缝结构和裂纹出现部位

Fig. 7 Structure of weld seam and region of crack occurring

3 措施

为避免产生裂纹必须减小热应力变化的幅度,这可从改善运行条件和改变结构设计两方面来考

虑.一是从机组实际运行分析,由于机组运行时加大了减温水的喷洒量,减温水在内套筒中没有完全雾化,经长期的运行使弯头内壁产生热疲劳裂纹.因此,要控制减温水的喷洒量.此外,要确保高压加热器正常运行,需提高减温水的温度,同时调节好尾部双烟道烟气挡板,防止再热器超温.注意防止微量喷水减温器阀门内漏,因内漏会使再热蒸汽的温度调整困难.二是改变上述不合理的管道结构,降低弯头所受的交变热应力.以上措施可防止弯头内壁裂纹的产生,确保机组的安全运行.

4 结论

(1)喷水减温器弯头部位产生的裂纹为热疲劳应力腐蚀裂纹.

(2)裂纹形成的原因:一是减温水直接喷洒在弯头内壁,产生大的温度波动而使弯头受到较大的交变热应力作用;二是弯头结构不合理.

(3)采取改变运行条件,减少减温水的喷洒量,提高减温水的温度,同时对弯头结构进行改造,可以降低热应力,避免裂纹的产生.

参考文献:

- [1] 李彦林. 锅炉热管失效分析及预防[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [2] 湖南省电机工程学会. 火力发电厂锅炉受热面失效分析与预防[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [3] 吴非文. 火力发电厂高温金属运行[M]. 北京:水利电力出版社,1979.

Analysis and countermeasures of cracks on the pipe elbow for spray type desuperheater

SUN Shen-chao¹, LIN Ding², WU Ming-sheng²

(1. Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510650, China; 2. Guangdong Zhanjiang Power Company, Zhanjiang 524099, China)

Abstract: The cracks on the pipe elbow of the micro-spraying type desuperheater for the DG1025/18.2-II (5) type boiler in a power plant were analyzed. It is shown that the cracks distributed intensively in a linear, plexiform-like form due to the alternating thermal stress and thermal fatigue stress corrosion cracking. The thermal stress could be significantly reduced through the change of the operating conditions, the reduction of the spraying amount of water, and the improvement of the bend structure. Consequently, the thermal fatigue stress corrosion cracking could be avoided.

Key words: power plant boiler; desuperheater; pipe elbow; crack; countermeasures