

锅炉下集箱的失效分析

吴庆玉 (哈尔滨市劳动局锅炉压力容器检验研究所)

郭丽娟 (哈尔滨龙滨不锈钢容器厂)

[摘要] 锅炉右下集箱产生了很多环状裂纹和三个渗水点,同时顶棚水冷壁管塌陷。通过对左右下集箱、顶棚水冷壁材质的金相组织分析,对锅炉结构及水循环的分析,得出此锅炉下集箱失效的原因。

关键词 下集箱 环状裂纹 金相组织 失效分析

分类号 TK225

1 概况

系改造型锅炉,即把下集箱的后段加长了750 mm,如图1。

某厂运行中的 SHL6.5×2.45 型锅炉,

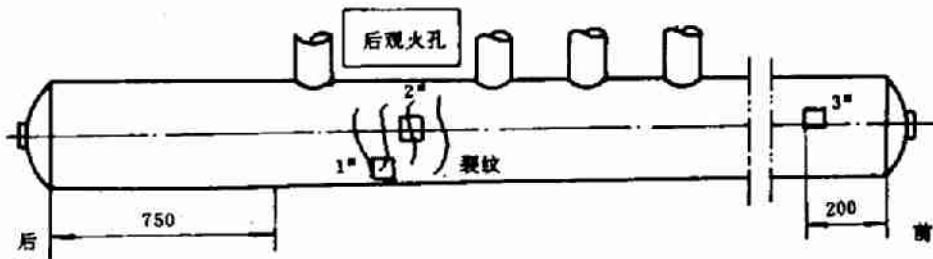


图1 下集箱尺寸及裂纹位置

在运行十年后的定期检验中,发现右侧下集箱的后段,对应后观火孔的位置,其向火面在650×100 mm的范围内,有很多环状裂纹和三个渗水点。见图2。同时发现顶棚水冷壁塌陷。下陷的深度为75 mm,要求分析其失效的原因。

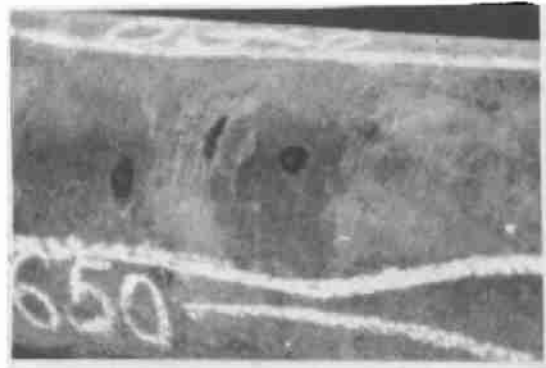


图2 环状裂纹和渗水点

收稿日期 1994-03-07 收修改稿 1994-10-11

本文联系人 吴庆玉 女 49 高级工程师 150076

哈尔滨道里区新阳路463号

2 具体分析的项目

2.1 右侧下集箱

2.1.1 宏观检验 把具有环状裂纹的右侧下集箱管段割开,发现管壁内侧,布满了大大小小深浅不等的环状裂纹,有的裂纹宽度为2 mm,此管壁外侧裂纹更深更多。三个渗水点就是环状裂纹穿透管壁造成的。如图3。

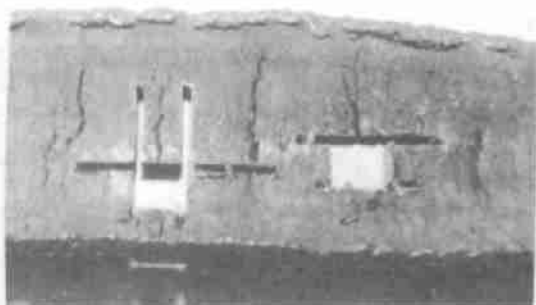


图3 下集箱内壁裂纹形状
(白色空白是取金相试样的位置)

2.1.2 微观组织分析

a 金相试样取样位置(详见图1和图3);

在裂纹尖端取一个试样,编号为1"样;
在渗水点处取一个试样,编号为2"样;
在前段,距端点200 mm处取一个试样,编号为3"样。



图4 1"样×250
组织:铁素体+碳化物+石墨(晶粒大小不均)

b 金相组织状态(见图4,5,6)

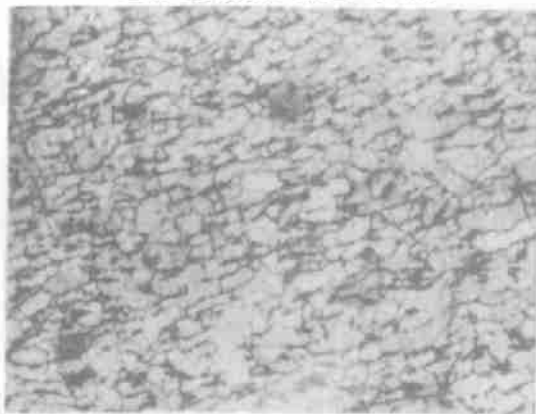


图5 2"样×250
组织:铁素体+珠光体(少量)+碳化物(少量)

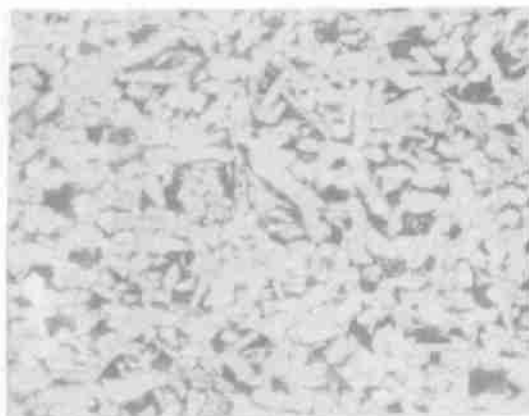


图6 3"样×100
组织:铁素体+珠光体+魏氏组织1级

2.2 左侧下集箱

2.2.1 宏观检验 管壁向火面未发现环状裂纹

2.2.2 微观组织分析

a 金相试样取样位置:与右侧下集箱上的2"样,3"样相对称的位置,各取一个金相试样,编号分别为4"样和5"样。

b 金相组织状态(见图7,8)

2.3 顶棚水冷壁塌陷处

2.3.1 宏观检验 表面发兰,氧化皮很厚,厚达1.5 mm。

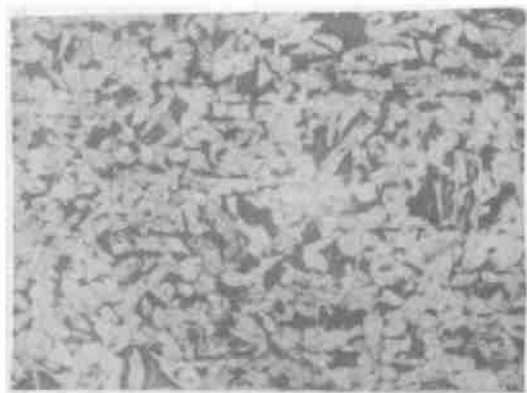


图7 4"样×100

组织:铁素体+珠光体+魏氏组织1级

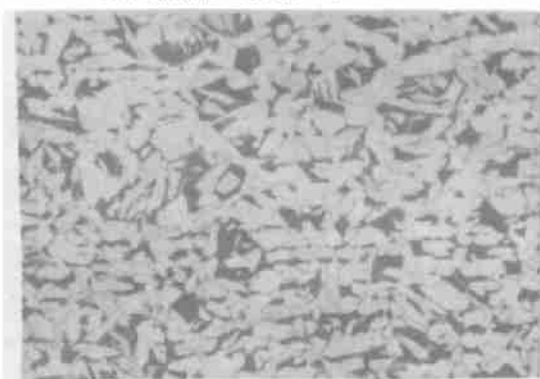


图8 5"样×100

组织:铁素体+珠光体+魏氏组织1级

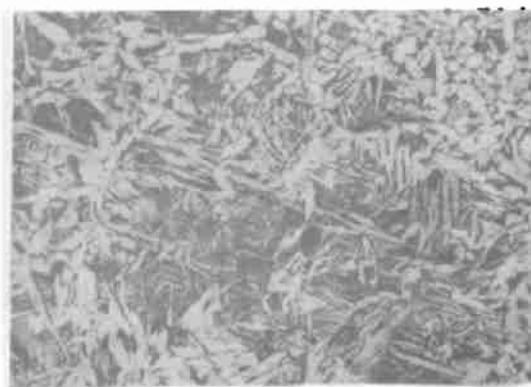


图9 6"样×100

组织:魏氏组织5级+铁素体+珠光体

2.3.2 微观组织分析

a 金相试样取样位置:在塌陷的最低

处,在其向火面取一个试样,编号为6"样;在其背火面取一个试样,编号为7"样。

b 金相组织状态(见图9、10)

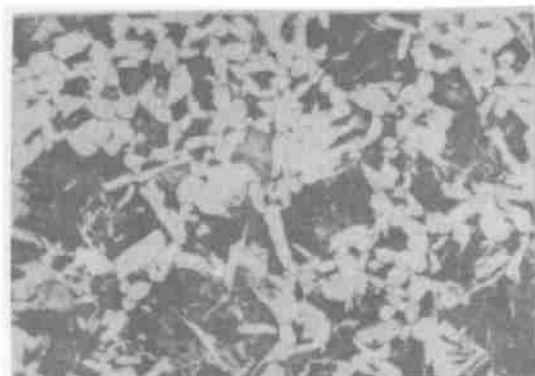


图10 7"样×100

组织:铁素体+珠光体+魏氏组织3级

3 检验结果及分析

3.1 被检验的下集箱和水冷壁均发生了组织转变,出现了过热组织—魏氏组织。说明此台锅炉发生过缺水事故。

锅炉运行时,由于锅内缺水,管子的壁温急骤升高,超过金属材料的相变温度(下集箱和水冷壁的材质均为20"钢,其相变临界温度为855℃)。高温下,金相组织发生相变,珠光体转为奥氏体。当一定的冷却速度冷却降温时,奥氏体组织转变为魏氏组织。魏氏组织是一种过热组织,它的出现,会使金属材料的力学性能下降,严重地影响了锅炉的安全性。造成了顶棚水冷壁管塌陷。

3.2 下集箱产生环状裂纹,是由于受冷热温度交变的影响,产生的热疲劳腐蚀裂纹。

右下集箱产生裂纹的部位,正处于后观火孔的位置,操作人员经常打开孔门观察炉内炉火燃烧的情况和用炉钩子钩煤渣。温度的变化,产生冷热交变应力,最终产生热疲劳裂纹。

3.3 原下集箱加长改造不合理。

把下集箱的后段加长,但没有增加水冷壁,造成此区域水循环不好,形成一个长期汽

水分层的状况。蒸汽的比重小,在集箱的上面,水的比重大,沉在集箱的底部,而蒸汽的导热系数小,导致集箱顶部(即向火面)过热,强度降低,出现腐蚀裂纹。其裂纹的特征如图3上所显示的那样,裂纹成群产生,在管子的顶部横向分布;微观象图4上显示的那样,裂纹穿晶分布,较少分枝。因为冷热交变应力小于腐蚀裂纹,裂纹尖端呈圆钝状^[1]。其金相组织发生变化,珠光体发生球化,随着时间的增长,球化加剧,最后发展为石墨化。

20" 钢管是珠光体钢,钢中珠光体最初呈层片状。由于片状珠光体的表面积大,具有较大的表面能,具有较大能量的状态要自行趋向较小能量的状态。因而珠光体组织中片状碳化物自行趋向球状,此外随着时间的增加和其它条件的变化,小的球体还要聚集成大的球体,渗碳体分解并析出石墨状的自由碳。析出的石墨一般呈球状和团絮状,石墨本身的强度极小,在钢中可以把它看成是孔洞和裂缝,石墨的存在,一方面破坏了金属基体的连续性,缩小了真正的承担载荷的有效面积;另一方面它产生了缺口作用,导致了应力

集中,特别危险的是石墨呈链状分布时,在它的周围形成复杂的应力状态,使金属材料处于脆性状态^[2]。最终出现了一条条的环状裂纹,其金相组织出现了珠光体球化和石墨化。

4 结 论

由于此锅炉改造后的下集箱结构不合理;又因下集箱对应观火孔的位置受冷热交变应力的影响和锅炉曾发生过缺水事故,造成了下集箱穿透性热疲劳腐蚀裂纹而失效和顶棚水冷壁管塌陷的事故。

5 处 理 办 法

处理办法有两种,一种把下集箱加长部分去掉;第二种就是在下集箱加长段增添水冷壁管。参 考 文 献

- 1 李正华,江建华. 工业锅炉检验. 劳动人民出版社,1987
- 2 金相图谱 电力工业出版社 1980年

多用途数据采集器

美国 CST 公司最新推出了一种多用途数据采集器 CSI2115,具有体积小(270×170×42 mm),重量轻(2.6 kg),功能全面,携带方便等特点。作为数据采集器,主要应用于对生产现场的机器设备进行周期性巡检,操作简单,可以方便迅速地采集大量的振动、相位、高频能量和工艺过程等机器运行状态数据。通过 RS-232 数据通讯接口,可传输到计算机,用该公司的预测维修及全自动专家系统故障诊断软件作进一步的分析和处理,并产生相应的报表。

对于巡检中发现运行有异常的机器,CSI2115 通进内装的 4 种数字信号处理器(DSP)来实现快速实时频谱、触发式数据俘获、频谱放大、同步时间平均和三分倍频谱等分析功能。作出时间波形、频谱、电流信号等谱图及波德、奈奎斯特等瞬态运行状态图形,这些分析功能和数据采集器的采集、计算、分析和管理等功能一起,组成一套完善的计算机化机器设备离线式预测维修系统。

该仪器的另一显著特点是通过配用各种不同的可装卸式的选件和软件程序,可作为以下多种用途的仪器:(1)现场动平衡仪;(2)激光对中仪;(3)瞬态分析仪;(4)电机电流分析仪;(5)超声波厚度计;(6)光电转速计;(7)程控频闪转速计;(8)脉冲信号调节器。

(四川化工总厂 汪家铭)

Based on the calculation method given in Reference [1] for hydrocarbon gas thermodynamic properties the author has calculated the thermodynamic state parameters. An irreversibility conception is introduced during the calculation of such parameters. A general program for solving gas thermodynamic parameters has been drawn up, which is suitable for gases generated as a result of the combustion of hydrocarbon fuels of arbitrary hydrocarbon ratio with fuel factor β ranging from 0-1 and temperature ranging from 200 K to 1800 K. The aerodynamic parameters obtained have been compared with the multiple specific heat results given in Reference [2] and the difference is found to be within 0.1%. The calculation program features a rational solution and ease of application, making it suitable for use in various engineering designs. **Key words:** variable specific heat, irreversible thermophysical properties, analytical solution

△ **The reliability Analysis of Single Disk Rotor Vibrations**.....Xu Zili (*Harbin Institute of Technology*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 49~52

Described in this paper is a calculation formula for a single disk rotor system vibration response. A reliability safe margin equation of the rotor corresponding to a vibration failure mode has been deduced and the vibration reliability calculation mathematical model for the single disk rotor system established. This paper also discusses the effect of the variation of various parameters on the rotor vibration reliability and gives a calculation example to illustrate the applicability of the above-cited method. **Key words:** single disk rotor, reliability

△ **A New Type of Thermal Insulation Material with a Reflective Multi-layer Thermal Insulation Structure**.....Xiong Yangheng (*Wuhan University of Electric Power Engineering & Water Resources*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 53~56

On the basis of the author's earlier work the thermal insulation performance of a reflective multi-layer insulation structure was analysed and calculated during its use in a variety of conditions. The technico-economic performance of the new structure is compared to that of other conventional thermal insulation materials. The results of comparison show that the new thermal insulation structure features a better comprehensive technico-economic performance **Key words:** thermal insulation, reflective multi-layer structure of thermal insulation, technico-economic performance, critical heat insulation layer number

△ **The Failure Analysis of a Boiler Lower Header**.....Wu Qingyu, et al. (*Boiler & Pressure Vessel Inspection Institution under the Harbin Labor Bureau*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 57~60

A multitude of ring-shaped cracks and three water leakage points were discovered in the right side lower header of a boiler together with a cave-in of the boiler roof water-cooled wall. Through the metallographic analysis of the materials used for the left and right side lower header and the said water-cooled wall as well as an analysis of the boiler construction and water circulation circuits the cause of the boiler lower header failure was finally identified. **Key words:** boiler, lower header, metallographic structure, failure analysis