

· 失效分析 ·

高温过热器管爆管原因分析

唐 因

(江西省电力科学研究院, 江西 南昌 330006)

摘 要:通过对失效的高温过热器管的宏观检查、化学成分分析、力学性能试验和微观金相分析, 认为该管爆管属长期超温导致。

关键词:高温过热器; 爆管; 过热

中图分类号: TG111.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4971(2008)04-0070-03

Analysis on the Burst Reason for the Super-heater Tube

TANG Nan

(Jiangxi Electric Power Test & Research Institute, Nanchang Jiangxi 330006, China)

Abstract: This paper introduces the investigation of the super-heater tube burst, including macro-checking, analysis of chemical composition and mechanical properties and microscopy. The reason of the crack is that the tube had been running at overheat condition for the long-period.

Key words: super-heaters; tube crack; overheat

0 前言

某厂 301 # 炉由武汉锅炉厂制造, 型号为 WGZ670/13.7-7 型, 锅炉额定蒸发量 670 t/h, 额定工作压力 13.7 MPa。运行 26000 多小时后, 该炉高温过热器炉外管发生蒸汽泄漏。经检查, 泄漏位置为高温过热器出口段炉外管弯头, 见图 1。材质为 12Cr1MoV, 规格为 $\phi 42 \times 5.5$ mm。

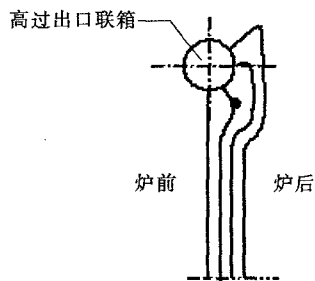


图 1 泄漏位置示意图

Fig. 1 Sketch map of leaking spot

1 宏观检查

爆破管外形如图 2 所示, 爆口沿轴向呈裂缝状, 长约 35 mm; 爆口粗糙不平整, 呈钝边, 爆口附近存在多处平行于轴向的微裂纹, 管外壁氧化皮较厚, 质硬, 呈黑褐色, 有的地方氧化皮已剥落。弯头外弧面实测金属壁厚为 4.2 mm。

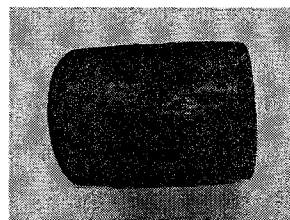


图 2 爆破管宏观形貌

Fig. 2 Picture of leaking tube

2 试验分析

2.1 化学成分

收稿日期: 2007-10-28

作者简介: 唐因(1965-), 女, 高级工程师, 主要从事电力金属材料的研究

联系电话: 13807088978; E-mail: tangnan-007@163.com

表1 爆破管化学成分(质量分数,%)
Table 1 Chemical composition of leaking tube

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P
实测值	0.11	0.25	0.58	1.10	0.31	0.22	0.023	0.024
标准值	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.20	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30	≤ 0.030	≤ 0.030

该爆破管的化学成分分析结果见表1,化学成分符合 GB5310-95 标准要求,不存在错用钢材的问题。

2.2 力学性能试验

沿取样管直管段取二根纵向弧形5倍比例拉伸试样,拉伸试验结果见表2。

表2 力学性能试验数据
Table 2 mechanical properties of the tube

	R _m /MPa	A, %
试样1	541.4	17.6
试样2	495.2	15.7
标准值	470 ~ 640	≥ 21

由表2可知:试样1、试样2延伸率已低于标准值要求,表明其材料运行后已出现老化现象,力学性能显著下降。

2.3 微观组织分析

在高温过热器管爆口背面及破口处分别取样进行分析。

爆口背面微观组织如图3所示,其组织为铁素体+碳化物,原有的聚集形态珠光体区域已大部分消失,仅有极少量的痕迹,碳化物沿晶界析出并长大,球化达5级。破口处微观组织如图4~6所示。图4为试样未浸蚀时的裂纹形貌,基体组织上分布

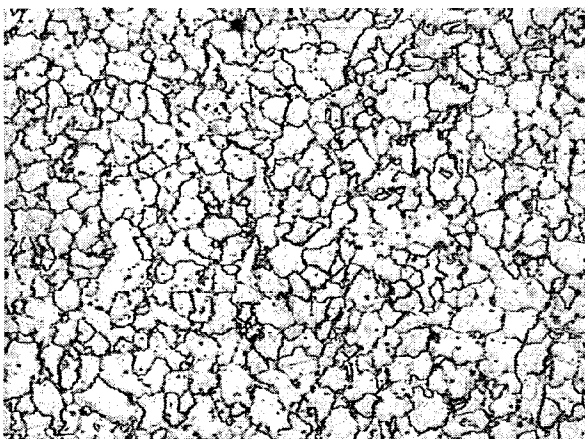


图3 爆口背面组织

Fig.3 Metallurgical structure of the opposition of leaking spot

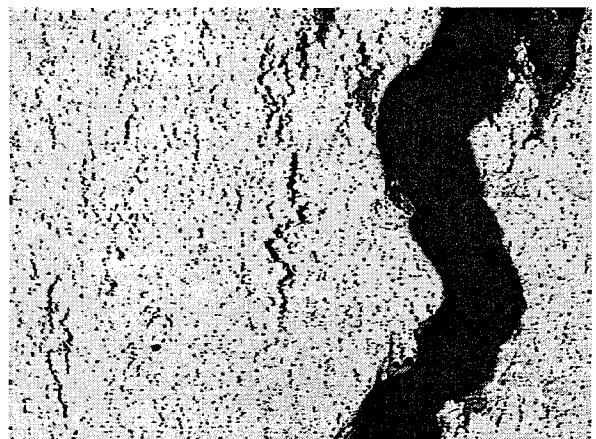


图4 裂纹形貌(未浸蚀)

Fig.4 Crack picture of the tube

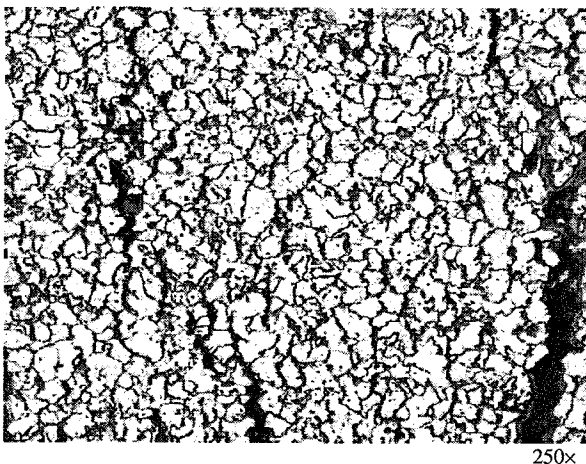


图5 破口处组织

Fig.5 Metallurgical structure of leaking spot

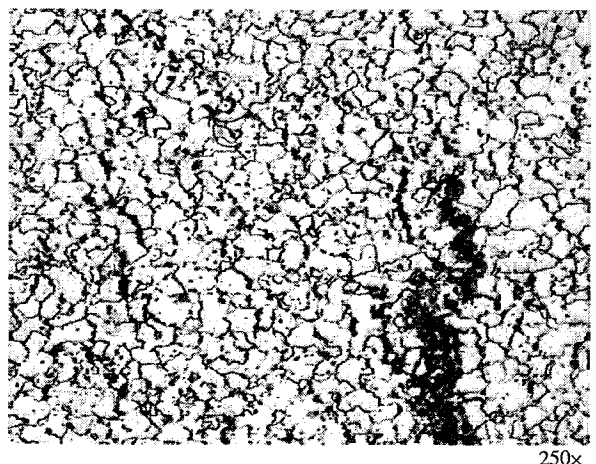


图6 裂纹尖端形貌

Fig.6 Morphology of crack tip

有大量颗粒状碳化物及蠕变微裂纹;图 5、图 6 显示破口处微观组织中珠光体已完全球化,碳化物沿晶界析出并聚集长大,基体组织上分布有大量蠕变孔洞及蠕变微裂纹,这些微裂纹由外壁向内壁沿晶界扩展,并且具有较强的方向性。图 6 为裂纹尖端形貌。

3 试验结果分析

力学试验及金相分析显示材料组织发生了严重球化,基体组织上分布有大量呈方向性的链状的蠕变孔洞,表明该管长期处于高温运行状态,导致组织性能恶化。当管子由于超温而长期过热时,随着超温运行时间的增加,过热区域在蠕变过程中产生晶间小裂纹,在继续的蠕变过程中,这些裂纹逐步发展聚集成大裂纹,最后成为管壁上肉眼可见的宏观轴向裂纹(图 1)。该过热器管在长期过热时的高温 and 应力作用下最终导致爆管。

(上接第 60 页)

3 通讯模块及其实现

本系统中用串行端口实现上位机与 PLC 的通信。在 Delphi 7 环境下,串行通信程序的通信流程图如图 8 所示。

4 结论

通过对热处理车间范围的自动控制,不但能提高每台炉子的自动化水平,充分发挥单台炉子的作用,而且,更能加强车间各台炉子的协同作用,挖掘整个车间的潜力,提高车间的整体效率。

(上接第 69 页)

4 结论

利用外推方法可以拓宽瞬态温度测量的温度上限,降低对传感器的特性要求,对各种型号武器的开发、研制、试验有着重要意义,成果将能直接服务于这些武器的研制和试验。

参 考 文 献

- [1] Zhou Hanchang, Sun Wei, Wang Gao. Compact Sapphire Fiber Sensor of Transient Temperature and Relevant Calibration Technique [A]. Proceedings of IEEE Sensors 2004, Vienna, Austria, 2004, 10: 1423 - 1426.
- [2] R. R. Dils. High Temperature Optical Fiber Thermometer

4 结论

上述观察分析表明,该高温过热器管的爆口系典型的高温蠕变损坏脆性断口,属长期超温运行导致。

5 建议

- (1) 加强运行管理,避免超温现象发生。
- (2) 利用检修时机对爆管周围的管排进行重点检查,对超温严重的管子及时更换。检查范围可扩大至与高过出口联箱相接的短管。
- (3) 从管内介质流速、炉膛热偏差等方面查找超温原因。

参 考 文 献

- [1] 吴非文. 火力发电厂高温金属运行[M]. 北京:水力电力出版社,1979.

参 考 文 献

- [1] Sloman M, Kramer J. Distributed Systems and Computer NetWorks. UK: Prentice - Hall Inc., 1985: 34 - 50.
- [2] 刘瑞新,张志纲,张兵义等. Delphi 数据库程序设计教程[M]. 北京:机械工业出版社,2004: 20 - 152.
- [3] 张春林. Delphi 6 程序设计导学[M]. 北京:清华大学出版社,2000: 96 - 136.
- [4] 于海生. 微型计算机控制技术[M]. 北京:清华大学出版社,2000: 40 - 62.
- [5] 薛君义等. 微机控制系统及应用[M]. 西安:西安交通大学出版社,2002: 160 - 210.

[J]. Journal of Applied Physics, 1983, 54(3): 1198 - 2001.

- [3] 郝晓剑. 瞬态表面高温测量与动态校准技术研究[D]. 中北大学博士学位论文. 太原:中北大学,2005.
- [4] Zhou Hanchang, Haoxiaojian, chen weili and Huang Liang. Traceable dynamic calibration for high temperature sensors using CO₂ laser[A]. IEEE SENSORS 2006. 2006: 1349 - 1352.
- [5] 黄风良,周彦煌,余永刚. 温度测试的外推方法[J]. 计量学报,2003, 24(2): 116 - 118.
- [6] 孙德兴. 高等传热学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005: 5 - 60.