

镇海石化总厂 200t/h 燃油锅炉过热器管壁温度的测试分析

刘林华 余其铮 (哈尔滨工业大学)
刘 杰 (哈尔滨市香坊粮库)
许万里 (哈尔滨理工大学)

[摘要]本文对两台高压自然循环 D 型燃油锅炉过热器管壁温度进行了测试,并对辐射型和对流型过热器沿宽度方向热偏差及沿管长的金属温度分布进行了分析比较。

关键词 锅炉 过热器 壁温 试验 计算

分类号 TK229.7

0 前言

镇海石化总厂装有两台 200 t/h 燃油锅炉,因锅炉主设备存在一些缺陷(锅炉炉膛结渣、对流受热面积灰,风机出力不足等),导致锅炉出力不足,不能满足化肥厂工艺用汽量的要求。为配合锅炉本体的改造,我们对其过热器管壁温度工况进行测试分析,摸清目前锅炉运行过程中过热器管壁温度分布情况以及所存在的有关影响锅炉安全满负荷运行的问题,为今后过热器及其它锅炉部件的改造提供参考数据。

1 结构及热力参数

镇海石化总厂所装配的两台 200 t/h 油炉系日本三菱公司制造的高压自然循环 D 型锅炉。平炉底,四角切圆燃烧,在锅炉炉膛上部及水平烟道处布置有一、二级过热器。过热器受热面管系管径及材料采用了与管壁温

度工况相匹配的分段变化。过热器结构简图见图 1。

一级过热器受热面由 $\Phi 45 \times 7.6$ 及 $\Phi 45 \times 4.7$ (均为 STBA24)两种管径弯制。横向节距和纵向节距分别为 204 mm 和 54 mm。二级过热器受热面由 $\Phi 50.8 \times 4.2$ (STBA12)、 $\Phi 50.8 \times 4.6$ (STBA22)及 $\Phi 50.8 \times 6.1$ (STBA24)三咱管材弯制而成。横向节距和纵向节距分别为 102 mm 和 76 mm。

热力参数见表 1。

表 1 100% 负荷工况过热器的热力参数

序号	项 目	符 号	单 位	炉 膛	一 级 过 热 器	二 级 过 热 器
1	烟气进口温度	v'	°C	2073.6	1282.1	1156.2
2	烟气出口温度	v''	°C	1282.1	1156.2	822.2
3	工质进口温度	t'	°C		321.6	357.6
4	工质出口温度	t''	°C		375.6	490
5	烟气流速	w_r	m/s		9.38	12.89
6	蒸汽流速	w_s	m/s		19.53	19.33
7	辐射吸热量	Q_r	kJ/kg		1453	205.7
8	总吸热量	Q_b	kJ/kg	18800	2783	7122.8

收稿日期 1994-09-05

2 测点布置及测量方法

冷模试验发现过热器区域气流沿宽度方

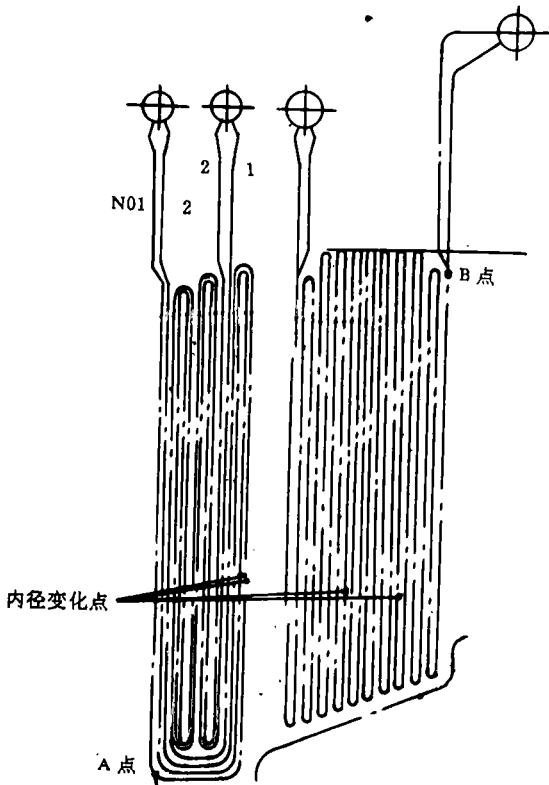


图 1 过热器结构简图

向偏差较大,为摸清该现象对过热器沿宽度方向各片壁温和汽温的影响,要求对前后两级过热器炉外出口壁温进行测试。由于现场条件的限制,炉内喷涂无法进行。“七五”期间,我们一些学者经多年的研究和现场实验提出了一套热偏差及受热面管壁温度的计算方法^{[1][2]},可由炉外受热面各管出口汽温推算炉内管壁温度。该方法目前已应用于多台电站锅炉过热器和再热器超温爆管的事事故分析中,实践证明该方法比较准确,基本上可代替炉内喷涂。在试验进行前,发现一级过

热器部分管子已发生变形,考虑到这种情况,将测点布置如下:

1#炉 51 点:

(1)一级过热器沿宽度方向布置炉外壁温测点 24 点;

(2)减温器出口连接管 90°弯头处,同一截面上均匀布置 3 点;

(3)二级过热器沿宽度方向布置炉外壁温测点 20 点。

(4)二级过热器出口导汽管同一截面布置 2 点;

(5)炉膛出口烟温左、右侧各一点。

2#炉与 1#相仿。

上述炉外壁温测点采用 $\Phi 0.5$ 镍铬—镍铝热电偶进行测量。炉膛出口烟温用 $\Phi 0.5$ 钨—铼热电偶丝测量。

3 数据整理及分析

根据现场运行条件,1#炉进行了 5 个工况试验,2#炉进行了 3 个工况试验。典型工况的实测温度见图 2 和图 3。

从二级过热器的实测值可以看出,锅炉炉内空气动力场存在较大的偏斜,并有气流贴壁现象。图 2 图 3 所示的温度分布偏斜情况与锅炉炉膛及水平烟道的冷态空气动力模化试验结果相吻合。从表 1 可以看出,二级过热器的总吸热量中对流吸热量占 80%左右,因而二级过热器沿烟道宽度方向各管片出口蒸汽温度分布基本上由水平烟道处的空气动力场所控制。

一级过热器处于炉膛上部,受到炉膛烟气和火焰的直接辐射,它所吸收的辐射热(包括管束间烟气辐射)占总吸热量的 60%左右。相对而言,一级过热器沿烟道宽度方向各管片出口蒸汽温度分布受空气动力场的影响较小。另外,由于辐射的漫散特性,所以一级

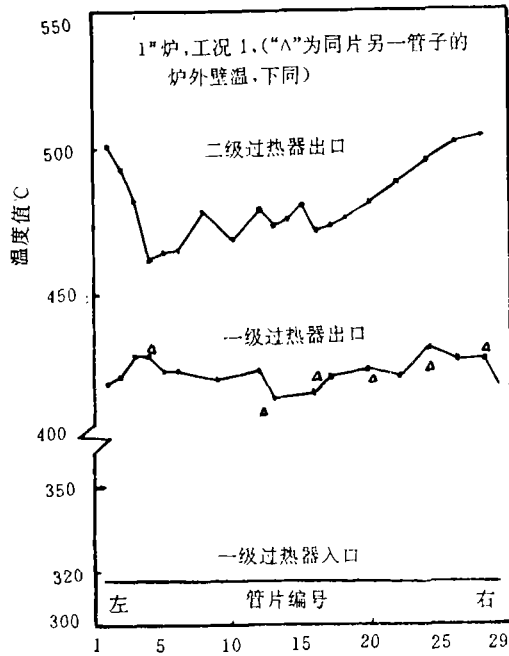


图2 工况 1 实测壁温值

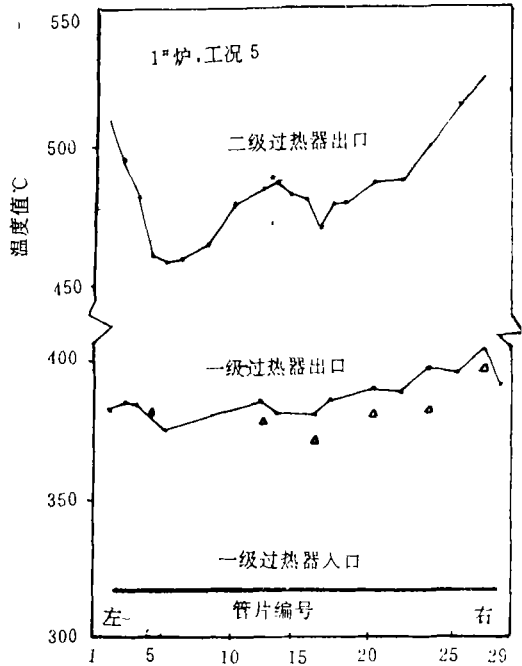


图3 工况 5 实测壁温值

过热器出口汽温分布较为平坦。

4 炉内管壁金属温度的计算分析

炉内管壁金属温度的高低是判别过热器管组能否长期安全运行的主要依据。结合炉外壁温的实测数据, 利用有关计算方法, 计算了设计工况(200 t/h)过热器管子炉内金属

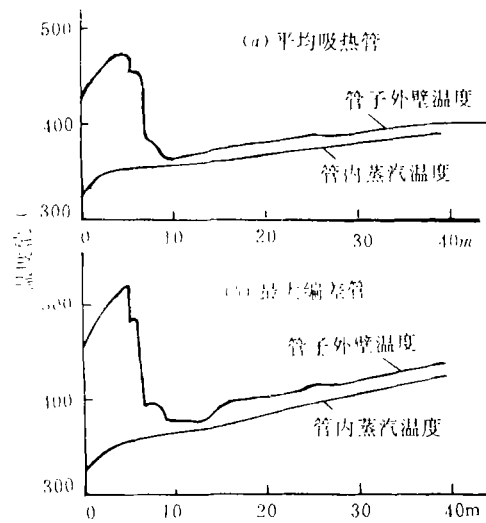


图4 200 t/h(设计工况)时一级过热器 NO.1号管壁温度分布

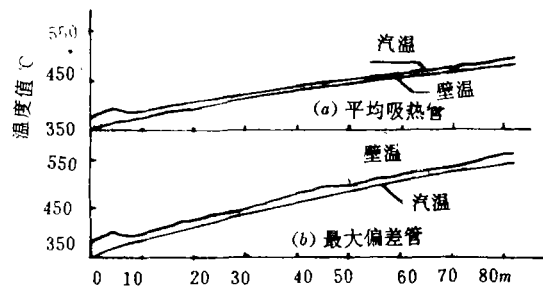


图5 200 t/h(设计工况下)时二级过热器管壁温度分布

壁温的分布,见图 4、图 5。其中平均吸热管系指沿宽度无流量偏差和吸热偏差这一假想状态下的管子,最大偏差管系指实际运行中热偏差最大的管子。计算过程中考虑到左、右侧烟温和烟气流速的偏差,以及管内蒸汽流量的偏差等因素。

从图中可以看出,一级过热器管壁温度最高点在 A 点,二级过热器管壁温度最高点在 B 点,A、B 两点具体位置见图 1。无论是在实际工况下,还是在 200 t/h 设计工况下,最危险管子的最高壁温均在 565℃左右,已接近材料的抗氧化极限温度(STBA24)。一旦炉内空气动力场进一步恶化,二、二级过热器就可能超温爆管。

5 结论及建议

通过实炉测试和计算分析。可以看出,一、二级过热器炉内最高管壁金属温度接近材料抗氧化极限温度,存在潜在的超温爆管危险。

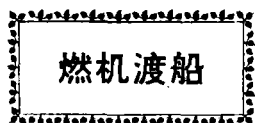
为消除事故隐患,建议改造锅炉燃烧系统降低空气动力场的偏斜程度,从而减少沿烟道宽度过热器的吸热偏差降低过热器最高壁温。

参 考 文 献

- 1 王孟浩,杨宗煊.屏式过热器热偏差的成因及计算方法的研究.上海发电设备成套设计研究所研究报告,1984
- 2 刘林华,杨宗煊.过热器和再热器热偏差计算方法的完善化及壁温计算方法的研究.上海发电设备成套设计研究所研究报告,1990.4

(渠源 编辑)

作者简介 刘林华,博士研究生。一九六六年出生。一九八八年七月哈尔滨工业大学热能工程专业本科毕业,同年考入上海发电设备成套设计研究所攻读硕士学位,并留该所工作。一九九四年三月考入哈尔滨工业大学工程热物理专业攻读博士学位。曾获机电部科技进步一等奖。目前的研究方向为辐射传热。已在相关的专业杂志及国际会议上发表论文十余篇。(通讯处:150001 哈尔滨工业大学 513 信箱)



“探索者”完成 40 节海试

据“Gas Turbine World”1996 年 5~6 月号报道,Stena“探索者”高速海上服务双体渡船于 1996 年 1 月末成功结束了在波罗的海的海试,达到了超过 40 节的航速。

海试过程中的推进试验包括所有运行方式下的瞬态和稳态数据采集、发动机型式和不同数量喷水推进器的组合、FMEA 试验、EO(无人机舱)验证、最大船速和降负荷试验。

推进机械包括 2×20500 kW 的 LM2500 加上 2×13500 kW 的 LM1600。渡船的每个船体有着 1 台 LM2500 加 1 台 LM1600 成“父子式”布置,通过公用齿轮箱驱动 2 个轴和 2 个大型 KaMcWa 喷水推进器。

2 台 LM1600 用于不超过 25 节的航速,2 台 LM2500 用于 32 节航速。对于 42 节航速,则要开动全部 4 台燃机,共计 64000 kW。

半幅式设计推进系统能很好完成包括急转弯和高速机动的各种机动航行。 (学生 供稿)

this paper a comprehensive review is given for the various empirical formulas for calculating helical-ribbed tubes in order to identify a relatively suitable empirical formula for helical-ribbed tubes when flue gas is used as a heat exchange medium. Key words: helical-ribbed tube, heat exchange

镇海石化总厂 200 t/h 燃油锅炉过热器管壁温度的测试分析=The Measurement and Analysis of Superheater Tube Wall Temperatures of a 200 t/h Oilfired Boiler at Zhenhai Petrochemical Works [刊,中]/Liu Linhua, Yu Qizhong (Harbin Institute of Technology), Liu Zhi (Shangfang Grain Depot of Harbin City)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996,11(6):375~378
The superheater tube wall temperature of two units of high-pressure natural-circulation D-shaped boilers was measured. An analysis and comparison were performed of the thermal excursion along the width of the superheater and metal temperatures along its tube length for both a radiation type and convection type superheater. Key words: boiler, superheater, wall temperature, test, calculation

汽轮机实时仿真数学模型=A Mathematical Model for Steam Turbine Real-Time Simulation [刊,中]/Xu Jianqun, Cao Zuqing (Southeastern University)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996,11(6):379~384

Taking a home-made 125 MW steam turbine as an example, the authors described a method for setting up a model for real-time simulation during its start-up, shut-down, malfunctions and normal operation. The simulation results being basically in agreement with on-site test results, the model setting-up method proposed in this paper is suited for general application and can be used to other types of steam turbine units. Key words: steam turbine, simulation, mathematical model

大型锅炉炉膛三维流场微机数值模拟计算=Numerical Simulation Calculation of Three-dimensional Flow Field of a Large-sized Boiler Furnace by the Use of Microcomputers [刊,中]/Zhu Qing, Pang Lijun (Harbin Institute of Technology)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996,11(6):385~390

Based on the study of the internal flow field of a 300 MW boiler, the authors have proposed a three-dimensional flow field calculation method suitable for small and medium-sized computers, which makes it easy to conduct large-scale numerical simulation calculation by using microcomputers. Key words: boiler, numerical simulation, three dimensional flow field, computer

Windows 环境下热网监控系统的设计=Design of a Heating Network Monitoring System Under "Windows" Environment [刊,中]/Qian Danyang, Shi Tingjin (Zhejiang University)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996,11(6):391~394

On the basis of an in-depth study of the existing computer-based monitoring system for heating networks this paper proposes a software and hardware design philosophy for a heating network monitoring system under a "Windows" environment. Described is a system configuration with basic framework for system software being given. In this regard some progress has been made in the study of application