

# 四角切向燃烧锅炉分隔屏过热器结构对水平烟道烟速偏差的影响

(西安交通大学) 周月桂 奚文字 周屈兰 徐通模 惠世恩

**[摘要]** 对引进型 600 MW 四角切向燃烧锅炉进行了冷态模化试验,首次系统地研究了屏区气流流动特性及改变分隔屏结构布置对水平烟道气流速度场偏差的影响。试验结果表明,采用对称不等间距的分隔屏结构布置可进一步地削弱炉膛出口的残余旋转,减小水平烟道气流速度的不均匀性,可供新锅炉设计时参考。

**关键词** 切向燃烧炉 分隔屏过热器 烟速偏差  
残余旋转

中图分类号 TK229.63;TK223.32

## 1 前言

目前,300 MW、600 MW 机组已成为我国火力发电的主力机组,已有大量 300 MW 以上机组锅炉相继投入运行。但在实际运行中也存在一些问题,其中较为突出的是水平烟道内左右两侧烟速和烟温偏差过大,造成过热器,再热器局部超温爆管,严重地影响机组的安全经济运行。

水平烟道内烟速烟温偏差已成为一个急需解决的课题,目前较为一致的看法是四角切向燃烧锅炉炉膛出口存在残余旋转。一方面可以采用部分或全部二次风反切来削弱残余旋转,这是目前采用的较为有效的办法,但存在反切动量、反切角度和反切层数如何控制的问题;另一方面可以从上部炉膛及水平烟道的结构着手,研究各部分结构对炉膛出口气流残余旋转及水平烟道烟温偏差的影响。

80年代初在国产改进型 300 MW 机组锅炉方案设计中就拟议采用分隔屏结构来改善水平烟道两侧烟温差<sup>[1]</sup>。布置在上部炉膛的分隔屏过热器除吸收炉膛出口高温烟气的放热外,还对炉膛出口整体旋转气流起到消旋和整流的作用,有利于减少水平烟道左右两侧的烟速偏差。但由于分隔屏片数较少,屏间距较大,对残余旋转气流的削弱作用是有限

的,这与初始设计时加入分隔屏过热器来消除水平烟道的烟温偏差的想法是有差距的。因此,有必要对屏区烟气的流动规律和屏区结构对水平烟道烟速不均匀性的影响进行详细研究,探求设计合理的分隔屏结构布置,从而优化锅炉结构。

## 2 试验系统及方法

本文以引进型 600 MW 机组的 HG-2008/182-YM2 型锅炉为原型进行冷态模化试验。试验研究已表明,炉膛内总体上升气流的  $Re$  数达到第二自模化区后,炉膛上部和水平烟道内的无因次速度分布结构已确定<sup>[2]</sup>。只要保证炉膛内气流的  $Re$  数达到第二自模化区,炉膛上部和水平烟道内的速度分布规律与实际情况较为一致。因此,试验中采用纯几何相似的模化方法<sup>[3]</sup>,气流流动处于第二自模化区,既保证燃烧器区域边界条件相似,又可测量水平烟道气流速度的分布规律。

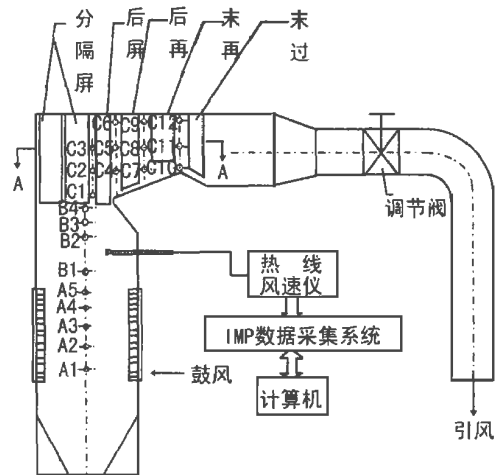


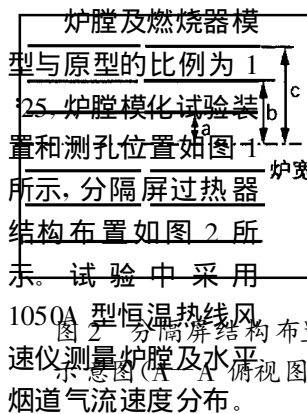
图1 试验模型及测孔示意图

\*机械部技术发展基金资助项目

收稿日期 1998-04-13 收修改稿 1998-09-02

作者简介 周月桂(1972-)男,在读博士,主要从事锅炉煤粉燃烧及数值模拟方面的研究(邮编:710049)

西安交通大学能动学院锅炉实验室)



出口都仍然存在着较大的残余旋转。在分隔屏下缘(见图3), 气流仍存在较大的切向速度, 即残余旋转, 其残余旋转动量流率矩是炉内初始旋转动量流率矩的19.3%。而且无论是切向速度还是轴向上升速度, 其分布沿炉宽方向是基本对称的, 均呈现两侧较高、中间较低分布, 最大速度靠近左右侧墙。

1.2 屏区气流流动特性分析  
 试验中发现, 在分隔屏出口截面下部区域(C<sub>1</sub>截面)气流仍存在着残余旋转, 左侧区域的烟气流动方向指向炉前上方, 而右侧区域的烟气流动方向则指向炉后, 这使得气流在屏区左右两侧通道内的流动情况有所不同。对于炉内逆时针方向旋转的气流来说, 在炉宽方向左侧区域, 气流切向速度方向是指向炉前的, 在气流旋转运动和轴向上升流动的作用下气流向炉前上方流动, 由于受到前墙的阻滞和引风机吸力的作用, 绝大部分气流流向炉前并经屏区上部流入水平烟道。同时, 由于分隔屏与前墙间隙处气流速度较高, 有一部分气流经分隔屏与前墙的间隙绕流至右侧; 而在炉宽方向右侧, 气流切向速度方向指向炉后, 气流则直接经屏区下部“短路”流向炉后的水平烟道, 其流动阻力较小。这样, 由于炉膛出口气流的残余旋转, 导致气流在屏区左右两侧的流动差异, 造成烟气流速在烟道左右两侧分布不均匀。试验研究及数值模拟结果均显示了气流在屏区的流动图谱, 如图4所示。

### 3 试验内容

本文按表1组织试验工况, 研究分隔屏结构对炉膛出口及水平烟道烟速偏差的影响。

表1 试验工况

工况	分隔屏结构布置
1	A=0.24 B=0.49 C=0.75
2	无分隔屏
3	A=0.24 B=0.60 C=0.91
4	分隔屏向左倾斜5°
	A=0.24 B=0.60 C=0.91
5	分隔屏与前墙紧靠
	A=0.24 B=0.60 C=0.91

注: 屏区结构布置尺寸定义为

$$A = \frac{a}{l/2} \quad B = \frac{b}{l/2} \quad C = \frac{c}{l/2}$$

其中 a, b, c 为屏片到炉膛中心的距离, l 为炉膛宽度。

### 4 试验结果及分析

#### 4.1 上部炉膛及水平烟道气流流动状况

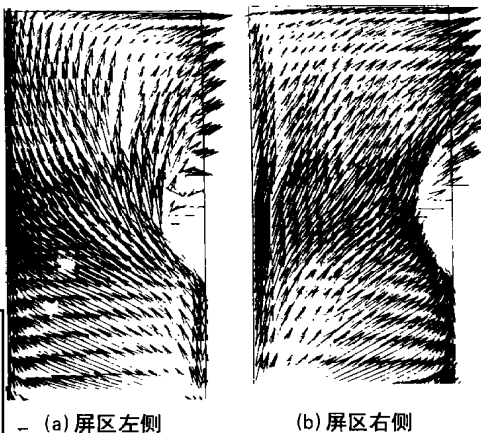
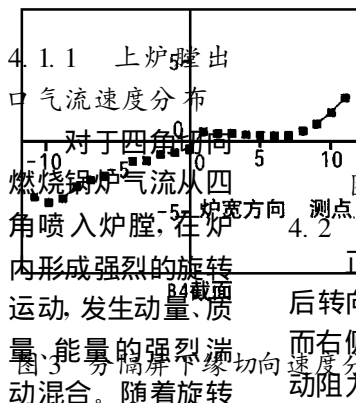


图4 气流在上部炉膛左右侧的流动图谱

正正如以上所分析的, 左侧气流要向炉前流动而后转向流入水平烟道, 其行程较长, 流动阻力较大, 而右侧气流则经屏区下部分直接进入水平烟道, 流动阻力较小, 这样上炉膛左侧流道烟气向炉后流动的阻力大于右侧, 从而造成了左侧区烟气流速低于右侧区烟气流速。烟气沿各个通道流动阻力的不同

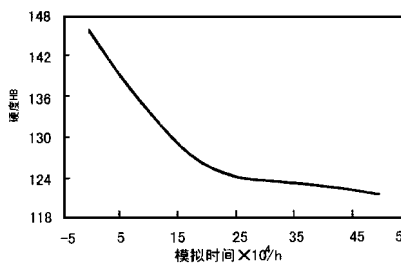
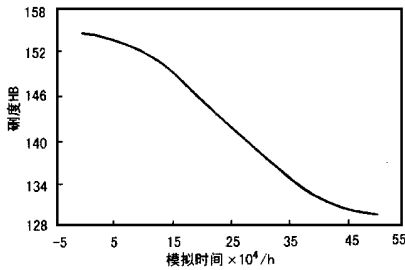


图 1 12CrMoV 的硬度变化

图 2 10CrMo910 的硬度变化

#### 4 材料电阻特性随温度荷载加载时间的变化之间的关系

将加速试验后的材料加工成  $\Phi 40 \times 80\text{mm}$  的圆棒, 用我们所研制的微欧电阻测量仪测量了试样的电阻与电阻率, 见表 5 和图 3、4。

弹性强度作为耐热钢高温性能指标之一”的观点。

将加速试验后的材料加工成瞬时弹性拉伸试样, 在  $540^\circ\text{C}$  下进行高温瞬时拉伸, 试验仪器为长春试验机研究所生产的 CSS-1120 电子万能试验机, 试验规范为: 加热至  $540^\circ\text{C}$ , 保温 15min, 保持  $3\text{mm}/\text{min}$  速度拉伸直至断裂, 试验结果见表 4。

从以上测试结果发现: 不论是 12CrMoV 钢, 还是 10CrMo910 钢, 当施加温度荷载作用时, 材料电阻率在加载初期逐渐降低, 随着时间的延长, 当达到一个最低值以后, 电阻率又开始缓慢上升, 其上升速度比下降速度低。

表 3 12CrMoV、10CrMo910 钢加速试验试样硬度 (HB)

加速时间( $\times 10^4\text{h}$ )	0	9.9999	15.0585	20.0552	25.7973	31.6539	34.9660	39.9612	44.9562	49.9509
12CrMoV	154	152	151	144	140	139	133	131	130	130
10CrMo910	145	135	127	125	123	124	124	123	122	121

表 4 12CrMoV、10CrMo910 钢瞬时弹性强度试验结果

模拟时间( $\times 10^4\text{h}$ )		0	9.9999	15.0585	20.0552	25.7973	31.6539	34.9660	39.9612	44.9562	49.9509
瞬时弹性强度 (MPa)	12CrMoV	362.0	333.33	332.82	311.56	289.91	293.86	279.09	274.14	260.53	257.41
	10CrMo910	326.73	308.58	296.30	286.10	278.33	273.0	262.54	257.12	248.50	243.12
断面收缩率 (%)	12CrMoV	87.32	87.68	87.11	88.37	78.47	84.0	82.69	80.10	79.75	79.57
	10CrMo910	79.93	80.99	78.19	78.37	78.84	77.82	79.12	79.75	79.02	78.75
延伸率 (%)	12CrMoV	32.58	36.26	35.66	39.16	33.80	39.48	38.54	40.05	38.60	38.36
	10CrMo910	30.78	41.30	38.96	37.20	37.74	36.70	40.40	39.22	36.44	38.80

表 5 12CrMoV、10CrMo910 钢加速试样电阻与电阻率

模拟时间( $\times 10^4\text{h}$ )		0	9.9999	15.0585	20.0552	25.7973	31.6539	34.9660	39.9612	44.9562	49.9509
电阻 $\times 10^{-6}\Omega$	12CrMoV	121	119	117	114	115	112	110	115	115	116
	10CrMo910	159	159	158	156	150	156	157	158	159	158
电阻率 $\times 10^{-7}\Omega\cdot\text{m}$	12CrMoV	2.4326	2.3978	2.3694	2.3533	2.3101	2.2934	2.2611	2.2888	2.2944	2.2983
	10CrMo910	3.1525	3.1461	3.1164	3.0776	3.0626	3.0828	3.0830	3.1201	3.1150	3.1248

#### 5 试验结果的分析

从施加温度荷载的高温加速试验, 我们可以看到, 即使试验过程不施加应力荷载, 由于材料的显微组织结构的变化, 导致材料的瞬时弹性强度、硬度的下降, 即材料的机械性能变得越来越恶化。而电阻率的变化和前面分析电阻率变化机理中的分析是一致的。在温度荷载作用初期, 电阻率明显下降, 当降到最低点时, 随着时间的延长, 电阻率缓慢上升。

比较硬度变化趋热和电阻率变化趋势发现, 硬度陡降过渡到平缓下降的过渡点, 正好是电阻率变化的最低点, 而这个最低点所对应的时间正好是蠕变孔洞形成的开始点, 金相试验和电子显微分析都证明了这一点。随蠕变孔洞的萌生、发展和连接, 进而形成孔洞链, 最后形成微裂纹, 导致材料断裂失效, 电阻率又上升达到一个极值, 硬度下降达到一个极值。

(下转 225 页)

# 工业锅炉微机控制节能系统的改进

(成都全兴集团) 乐翔 吕龙武 曾泉  
(哈尔滨邦科电子公司) 李颺

[摘要] 介绍了 GWK-01 型工业锅炉微机控制系统的改进措施以及改进后系统运行情况及其经济性。

关键词 工业锅炉 微机控制

中图分类号 TK 223.7

## 1 前言

工业锅炉是工业生产和人民生活中广泛应用的热力设备,在国民经济中占重要地位。我厂的三台 10 t/h 的 SHL 10-13-A 锅炉是电厂能源的核心,生产上的关键设备。在未使用微机控制之前,处于手动操作状态,问题较多。例如:锅炉热效率低,锅炉寿命缩短,电机频繁启动造成电流超载。电器开关使用寿命降低,粉尘多,劳动强度大,使锅炉不能为工厂生产、生活有效供汽。为降低能耗,提高劳动效

率,1997 年,我厂动力车间成立 QC 小组,并在四川工业学院电子电气系支持下,对 1993 年已购置而未能正常使用的 1、3 号炉上的两台微机进行了修复和改进。现已投入正常使用,经运行证明,对节省燃料,提高供汽质量,改善锅炉运行条件,减轻劳动强度,减少电力损耗都起到了明显效果。据市场调查,是四川地区较成功运用微机控制锅炉运行的机组之一,故该技改项目荣获 1998 年度成都市 QC 成果优秀奖。其系统改进工作简介如下。

## 2 系统存在的故障及对策

针对原有系统存在的故障,我们制定了相应对策,如表 1 所示。

表 1 故障分析及对策表

项 目	原 因	对 策
显示数据故障	1. 电源干扰(微机信号线未能屏蔽) 2. 电压波动范围大 3. 电源接地不良 4. 输入信号超量程	1. 加装 UPS 电源 2. 隔离电源接地 3. 输入板加滤波电容 4. 重新检验外围检测设备
炉排转速故障	1. 炉排转速信号与微机输入板不匹配 2. 输出信号与微机输出板不匹配	1. 微机电流检测口改为电压检测口 2. 滑差电机调速器的校正 3. 改进输出接口板
水位控制故障	1. 水位输入信号不正确	1. 对差压变送器重新校核
输入、输出配合故障	1. 电动执行器反馈信号存在误差 2. 差压变送器排污不当 3. II 型仪表线性度差 4. 热电阻、热电偶的损耗	1. 调节位置变送器反馈信号及执行器行程 2. 对导压管进行疏通 3. 对不匹配输出板进行改造 4. 对输入输出信号校核

## 3 改进后系统特点

### 3.1 主要功能

GWK-01 型工业锅炉微机节能控制柜,和现场检测系统(变送器、热电阻、热电偶、氧量计)以及执行机构(伺服放大器、电动执行器),构成了工业锅

收稿日期 1998-10-20 收修稿稿 1998-03-08

作者简介 乐翔(1974-),男,四川自贡人,助工,1996 年毕业于上海理工大学热能动力工程系,学士学位,1996 年入厂从事动力设备微机自动化系统调试与改造工作。通讯处:610036 成都土桥全兴酒厂动力车间