

# W 型火焰锅炉结渣分析及对策

杨雄文

(华能岳阳电厂 运行部, 湖南 岳阳 414002)

**摘 要:** 针对 W 型火焰锅炉的特点, 并根据其煤种变化造成结渣严重的情况, 结合有关燃烧理论和燃烧优化试验, 突破某些传统锅炉燃烧调整思想, 对燃烧控制参数进行了调整, 取得良好效果。

**关 键 词:** 结渣; W 型火焰; 燃烧

中图分类号: TK229.6 文献标识码: B

## 1 设备概况

华能岳阳电厂两台 362.5 MW 机组配套锅炉系从英国 Babcock 公司全套引进的亚临界压力、自然循环固态排渣燃煤锅炉, 每台锅炉最大连续出力(BMCR)为 1 160 t/h。锅炉采用 W 型火焰燃烧方式, 设计燃用 1:1 的无烟煤和贫煤混煤, 可干燥无灰基挥发分近 10%, 近期则燃用以挥发分近 13% 左右的贫煤为主要的混煤。主要煤质特征为:  $C_{ar}$  为 69.23%,  $A_{ar}$  为 17.39%,  $M_t$  为 6.75%,  $V_{daf}$  为 10%,  $Q_{net, ar}$  为 25 879 kJ/kg;  $t_1=1\ 400\ ^\circ\text{C}$ ,  $t_2=1\ 500\ ^\circ\text{C}$ ,  $t_3>1\ 500\ ^\circ\text{C}$ 。

炉膛设计成前后双拱结构, 以膜式水冷壁构造炉墙并内敷卫燃带。锅炉采用正压直吹式制粉系统, 共设计 4 台(编号 A、B、C、D)双进双出钢球磨煤机, 每台磨煤机为 4 只(编号 1、2、3、4)燃烧器提供煤粉, 与同一磨煤机相连的 4 只燃烧器采取左右对称布置方式。煤粉燃烧器采用缝隙结构, 布置在前后炉拱上方, 一组燃烧器内一、二次风间隔布置, 在炉内以直流方式垂直下射进入炉膛。在炉膛下方前后墙上布置了一排三次风喷口, 其出口气流方向与一、二次风方向垂直。对应的燃烧器及二、三次风喷口采用相同编号。原设计有炉底注入热风调节再热汽温的喷射风管, 现已经取消。

## 2 结渣情况及原因分析

### 2.1 结渣情况

2001 年 1 月 7 日, 1 号炉垮大渣, 锅炉看火孔全部冲开, 捞渣机卡死。抢修过程中, 正好机组调停。机组停运后检查发现: 结渣发生在前/后墙 15~20 m 区域, B1B2、B3B4、C3C4、A1A2、D3D4 三次风口上部均挂有大渣, 体积约 1~5 m<sup>3</sup> 不等。其中 B1B2 三次风口上部结渣最为严重, 渣块形状呈明显的帽檐状。即前/后墙三次风口下部无挂渣, 三次风口基本无挂渣而三次风口上部挂有明显的帽檐状渣块, 另外前墙右侧水冷壁斜坡上积有少量挂渣, 屏过无挂渣。

同月 19 日, 2 号炉垮大渣, 捞渣机刮板 7 块被砸弯, 导轮脱落, 磨组全停纯烧油运行时观察炉膛结渣情况: 后墙 15~20 m 区域没有发现严重结渣情况, 前墙除 B3B4 三次风口有一块约 1 m<sup>3</sup> 的渣块外没有发现其它严重的结渣情况。两台炉捞渣机内所垮渣块中, 部分大渣块内部很黑, 含碳量较大。

### 2.2 原因分析

1999 年/2000 年 1 号炉分别运行了 5 555/5 280 h, 到本次停炉为止, 1 号炉已连续运行 4 746 h, 在 2000 年 8 月以前两台炉一直没有发现明显结渣迹象, 9 月开始工业电视看火孔相继堵死, 15 m 看火孔上部有明显挂渣且无法清除, 12 月份最后几天连续满负荷运行。比较两台锅炉 2000 年和 1999 年的运行情况, 燃烧调整方式无大的变化, 而煤种方面变化较大, 2000 年提高了贫煤和无烟煤的比例(见表 1)。从表中可以看出, 2000 年煤种发生了重大变化, 煤种的变化引起了结渣情况的变化。在目前, 要

收稿日期: 2002-01-08;

作者简介: 杨雄文(1970-), 男, 湖南岳阳人, 华能岳阳电厂分公司机长, 工程师。

保证燃烧设计煤种很困难, 沿用原来燃烧参数会再次造成严重后果。煤种的变化必须有燃烧调整方式的相应变化。

表 1 1999 年与 2000 年煤种变化情况 (%)

	贫 煤	无烟煤	挥发分	含 硫		
				平均值	最大值	最小值
1999 年全年	36.66	63.34	8.93	0.50		
2000 年全年	60.38	39.62	10.12	0.46		
2000 年 11 月			11.18	0.575	0.97	0.36
2000 年 12 月			11.10	0.595	1.26	0.37

### 3 防治结渣的燃烧调整方式变化

#### 3.1 在以燃烧稳定为前提下, 适当提高一次风速运行

不提倡“尽量降低一次风速, 只要不堵粉管即可”的传统锅炉燃烧调整思想。理由如下:

(1) 贫煤比例增加后, 挥发分增加, 着火热要求降低, 可适当提高一次风速。这一做法, 不但能够保证着火不会延迟, 而且有利于发挥 W 型火焰燃烧方式的优点, 增加火焰行程, 降低飞灰可燃物。

(2) 停炉检查发现, 燃烧器出口有少量挂渣, 比以前检查稍多。说明保持原来的一次风速, 已经使燃烧中心过分接近喷口, 造成燃烧器出口结渣。

(3) 在日常燃烧观察中得知, 当一次风压较高时, 一般 15 m 标高看火孔火焰又白又亮, 21 m 标高看火孔火焰不亮; 当一次风压调低时, 21 m 标高看火孔火焰变得又白又亮, 说明火焰中心明显上移, 即向三次风口靠近, 而这部分有大量卫燃带, 如温度水平过高易造成结渣。

(4) 设计再热汽温在正常情况下  $> 50\% \text{TM-CR}$  使用炉底喷射风调节, 但实际运行在低负荷 (30%TMCR 左右) 时常超温, 故取消了炉底喷射风。这也说明, 炉膛火焰中心较设计偏高, 加大一次风速有利于火焰中心的降低。

(5) 2 号炉四种负荷下变一次风压力试验表明 (见图 1), 在测试条件下随着一次风压的升高, 锅炉效率有上升的趋势。建议 210/280/336/366 MW 负荷下对应一次风压设定在 6.9/7.5/8.2~8.7/8.5~8.9 kPa。

#### 3.2 严格控制氧量, 杜绝缺氧燃烧

运行中应不断综合各种参数进行分析, 判断氧量计显示是否正确。在缺氧燃烧状态的还原气氛中, 灰熔融温度可能大幅度下降, 诱发严重的结渣。在所垮渣块中, 可以发现部分渣块中内部很黑, 含碳

量较大, 可以推测炉内局部存在缺氧燃烧状态。

任何时候, 经济器出口氧量应不小于 3.5%, 并参照图 2 所示标准。在燃烧调整中, 氧量控制除参照氧量表外, 还必须参照汽温、二次风量、送风机电流、经济器进/出口烟温与负荷进行综合判断。建议氧量调整中重点参照送风机电流、主/再热汽温、减温水量和各部分烟气温度与设计值的比较。

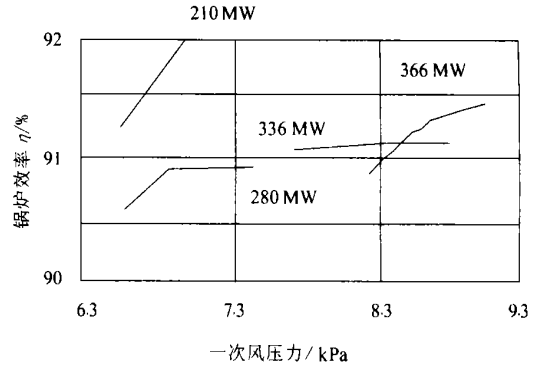


图 1 2 号炉锅炉效率—一次风压力的关系曲线

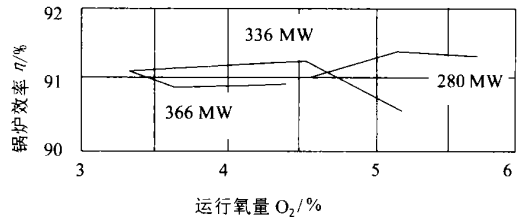


图 2 2 号炉锅炉效率——运行氧量关系

#### 3.3 三次风挡板开度由目前 50% 调小至 30%

(1) 此次结渣完全在三次风口上部, 三次风口没有堵死, 说明三次风有调整的必要。燃烧器的长宽比较其它直流缝隙式燃烧器大, 卷吸能力强, 但气流刚性较弱。当三次风开度较大时, 一次风射流容易改变方向, 在三次风口上部可能形成局部无效涡流区。而这部分卫燃带较多, 局部温度较高, 且可能供氧不足, 易结渣, 甚至形成本次结渣中已发现的内部发黑的渣块。

(2) 2 号炉三次风挡板开度在 60%、30% 和 0% 开度下, 见表 2, 两者的锅炉效率非常接近。

表 2 2 号炉变三次风挡板开度试验结果

	210 MW		366 MW	
	30	60	0	30
三次风门开度/%				
修正后的锅炉效率 η/%	91.05	91.08	91.01	90.87
			60	91.11

#### 3.4 二次风手动挡板由原来 60% 开大至 80%, 其

调门也较平时适当开大

其目的是增加二次风动量。考虑到前墙二次风压高于后墙二次风压,为保持前/后墙火焰平衡,后墙开度可适当大于前墙,启磨时应保持适当的二次风量,防止缺氧燃烧。

3.5 在现有基础上开大粗粉分离器折向挡板,及时疏通堵塞的回粉管

尽量将煤粉细度维持在理想值,按  $R_{90} = 0.55V_{daf}$  控制煤粉细度,避免因煤粉太粗,着火不好,部分煤粉飘洒并附着于某些渣块上(如三次风口上部的帽檐状渣块或三次风口的挂渣),使局部产生严重的还原性气氛并诱发严重结渣。

3.6 对卫燃带进行改造,面积缩小为设计面积的70%

为防止炉内结渣恶化,拆除高温区卫燃带,即在高温区内沿八边形炉膛前后墙及其相邻四边2.4 m高的区域内(两侧边除外)不敷设卫燃带,同时,根据流渣堵塞捞渣机落渣口的情况,下炉膛冷灰斗四个角上卫燃带全部拆除,让熔渣在此及时冷却。

3.7 认真研究贫煤与无烟煤的最适当比例,搞好煤种管理和煤种预报工作

尽量让运行人员提前了解所烧煤种的品质,做到有的放矢。

## 4 效果评价

采取以上对策之后,经过长时间各种负荷运行表明,锅炉燃烧状态明显改善,炉膛结渣情况明显好转,捞渣机出口未见特大渣块,同时,炉膛负压稳定,锅炉飞灰可燃物降低3%~4%。因此,本次新的调整对策在应用中基本达到了预期目的。

## 参考文献:

- [1] 车刚,何立明,惠世恩,等. W型火焰锅炉冷态模化的实验研究[D]. 西安:西安交通大学,2001.
- [2] 国家电力公司西安热工研究院. 华能岳阳电厂2号362MW机组优化调整试验报告[R]. 西安:国家电力公司西安热工研究院,2001.

(何静芳 编辑)

## 在相变区域内工作的汽轮机轮盘的腐蚀龟裂

据《Элект Рические станции》2001年7月号报道,在世界各国核电站和火力发电站运行的汽轮机中多次发现在相变区域工作的汽轮机轮盘产生腐蚀龟裂。

轮盘腐蚀龟裂现象的研究表明,它决定于下列因素:

- 汽轮机结构的特点;
- 汽轮机运行条件(蒸汽参数、启动工况次数及其进行的质量、运行持续时间);
- 轮盘金属的状态;
- 蒸汽和给水的品质。

为了防止在相变区域内工作的汽轮机轮盘的腐蚀龟裂已做了大量的工作,但是这一问题尚未得到最终的解决。

借助于下述措施可以提高轮盘运行的可靠性和使用寿命:

- 应用高纯度钢 26XH3M2ΦAA (У ВРВ) 制造轮盘;
- 利用铣削方法加工其表面,在轮盘表面层形成压缩残余应力;
- 以滑压方式运行汽轮机装置;
- 改进火力发电站的水化学状况。

必须继续研究,以便改进轮盘状态的诊断,研究汽轮机的最佳工况,研究防止轮盘腐蚀龟裂的新方法、制定有关改进火力发电站水化学状况的新措施。

(思娟 供稿)

bine; the change of shaft system elevation and cracks in blade shrouds. The underlying causes of the above faults are briefly analyzed with on-site treatment measures and proposals for further improvement being presented. As in China there exist many units of the above model, the information provided by the authors may serve as helpful reference data during their maintenance and overhaul. **Key words:** steam turbine, maintenance and overhaul, fault treatment

W 型火焰锅炉结渣分析及对策 = **Analysis of the Slag-formation in a W-shaped Flame Boiler and Measures Taken for its Alleviation** [刊, 汉] / YANG Xiong-wen (Huaneng Yueyang Power Plant, Yueyang, Hunan Province, China, Post Code: 414002) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(5). — 527 ~ 529

Serious cases of slag-formation may occur in W-shaped flame boilers owing to the change of types of coal being fired. Taking into account the specific features of the above-cited boiler and based on a relevant combustion theory and the test results of optimized combustion the authors have adjusted the control parameters of boiler combustion, breaking away from certain traditional ideas prevalent in the field of boiler combustion control. Such an adjustment has brought about some satisfactory results. **Key words:** slag formation, W-shaped flame, combustion

SHW4.2-0.7/115/70 锅炉改为 SHW4.2-0.7/95/70 技术特性及经济性分析 = **Analysis of Technical Characteristics and Cost-effectiveness in Connection with the Modification of Model SHW4.2-0.7/115/70 Boiler into a Model SHW4.2-0.7/95/70 Boiler** [刊, 汉] / XU Chuan-zhao, LIU Feng-ling, ZHAO Bo-yu, et al (Harbin Boiler Inspection Institute, Harbin, China, Post Code: 150076) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(5). — 530 ~ 532

In connection with the modification of a Model SHW4.2-0.7/115/70-AII hot-water boiler into a Model SHW4.2-0.7/95/70-AII hot-water boiler the technical characteristics and cost-effectiveness of the boilers are analyzed. This has been followed by the adoption of some measures aimed at the saving of energy and financial resources as well as the enhancement of boiler thermal efficiency. **Key words:** low-temperature hot-water boiler, hydrodynamics, thermodynamic performance, flue gas speed

电厂输煤皮带落煤点吸尘装置的改进与实践 = **The Improvement of a Dust Collecting Device at the Coal Dropping Point of a Power Plant Coal-transport Belt** [刊, 汉] / LU Tai, SHA Peng, WANG Gui-ling, et al (Power Engineering Department, Northeast Electric Power Institute, Jilin, China, Post Code: 132012) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(5). — 533 ~ 535

Analyzed are the major problems currently existing in a dust collecting device located at the coal dropping point of a thermal power plant coal-transport belt. Several measures aimed at the enhancement of dust collecting efficiency are proposed along with a description of their actual service effectiveness. **Key words:** coal transport belt, seal, dust remover, negative-pressure air fan

大型往复炉排运行故障分析及排除措施 = **An Analysis of Operating Failures of Large-sized Reciprocating Boiler Grates and an Exploration of Measures for Their Elimination** [刊, 汉] / WANG Yu (Harbin Hongqi Boiler Works, Harbin, China, Post Code: 150080) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(5). — 536 ~ 538

With regard to the operating failures occurring in reciprocating boiler grates of a capacity ranging from 10 t/h to 65 t/h an analysis was performed from various aspects, such as material selection and structural design, etc. On this basis some measures were proposed to eliminate such failures. In addition, an exploratory study was conducted to reduce the weight of boiler parts and components. **Key words:** reciprocating boiler grate, failure, material quality, design