

循环流化床锅炉膜式壁炉衬抗热震性试验研究

(昆明理工大学冶金系, 云南 昆明 650093) 陈永国 郭森魁 何祥义 刘玉英

摘要: 对不同结构的膜式壁炉衬进行了抗热震性试验, 并进行了传热分析, 提出了膜式壁炉衬结构的优化设计方案。

关键词: 循环流化床锅炉; 膜式壁; 炉衬; 传热分析

中图分类号: TK229.6⁺6 文献标识码: A

1 前言

循环流化床锅炉燃用灰分高的劣质煤, 燃烧产物中飞灰浓度较大, 并且炉内烟气流速大, 灰粒硬度高, 因此造成炉内受热面及内衬的严重磨损, 当循环倍率较高时磨损更大。另一方面, 循环流化床锅炉

温热应力作用而发生脱落现象, 使受热面直接暴露在高温烟气和高速飞灰中, 经受磨损, 这也严重影响了锅炉的正常运行。

因此, 对循环流化床锅炉炉衬进行抗热震性试验研究显得十分必要。本文对不同结构的典型膜式壁炉衬(带销钉并敷设质量较好的耐磨材料)进行了抗热震性试验研究。

2 抗热震性试验

2.1 试验目的

结合炉内实际运行条件, 测定CFB锅炉膜式壁内衬的抗热震稳定性。

2.2 试样

用于试验的四件试样为打销钉且敷设耐磨内衬的膜式壁结构, 这四个试样具有不同的管间距和不同的销钉密度。四个试样均敷设可耐磨塑料(当热面为900℃时, 其导热系数为1.35 W/(m·K)), 厚度

均为51 mm(从膜式壁管中心线算起)。膜式壁结构

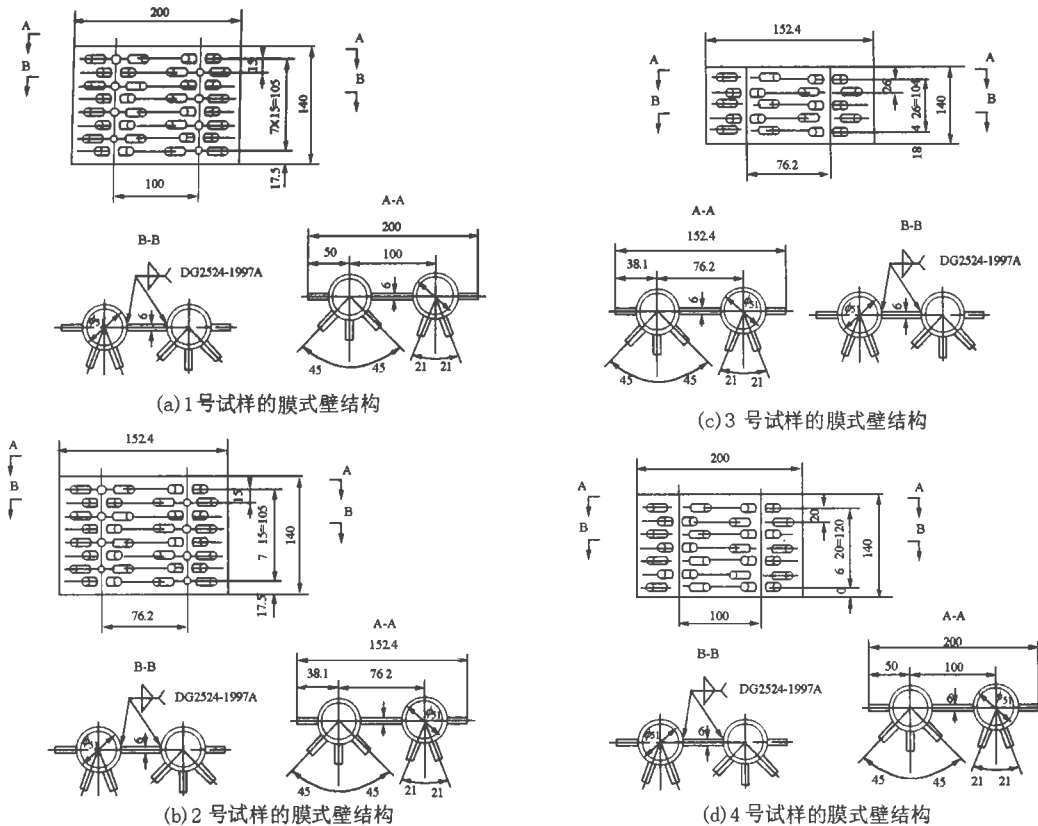


图1 膜式壁结构

的炉膛及旋风分离器的内衬, 因为经受长时间的高

收稿日期: 1999-06-10

作者简介: 陈永国(1976-), 男, 江西峡江人, 昆明理工大学硕士研究生。

如图 1 所示。

2.3 试验设备

箱式电阻炉 型号: SX-4-10, 额定温度: 1 000 °C

2.4 水急冷法抗热震性试验原理^[1]

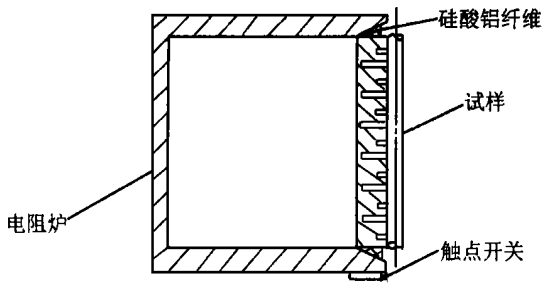


图 2 抗热震性试验加热装置图

试样经受急热后, 用 5 °C~35 °C 流动的水作为冷却介质急剧冷却, 测定其对温度急剧变大所产生

损程度来确定耐火制品的抗热震性(以温度突变次数及受热端面破损程度两个指标进行衡量)。参考 YB/T376.1-1995。

表 1 4 个试样的抗热震稳定性能

试样	热面温度	冷面温度	次数	现象
1 号	980 (°C)	89 (°C)	20	细小颗粒剥落, 露出两颗销钉, 破损率约为 5%
			15	开始剥落
2 号	980 (°C)	91 (°C)	20	细小颗粒剥落, 出现一些表面细小裂纹, 破损率约为 8%
			13	开始剥落
3 号	980 (°C)	90 (°C)	20	细小颗粒剥落, 破损率约为 5%
			15	开始剥落
4 号	980 (°C)	93 (°C)	20	细小颗粒剥落, 出现一些深度细小裂纹, 破损率约为 10%
			10	开始剥落

2.5 试验装置

如图 2 所示。

2.6 试验方法

将炉门下方触点开关用绝缘胶布缠紧, 使炉内电路形成回路。打开炉门, 用膜式壁试样封住炉门, 四周用硅酸铝纤维进行密封。电阻炉进行加热, 炉内温度为 980 °C, 使试样向火面一侧处于高温而膜式壁一面处于低温, 从而与实际工况相当。试样受热一定时间后, 放入流动的自来水槽内急剧冷却。上述过程反复多次直至炉衬破坏。

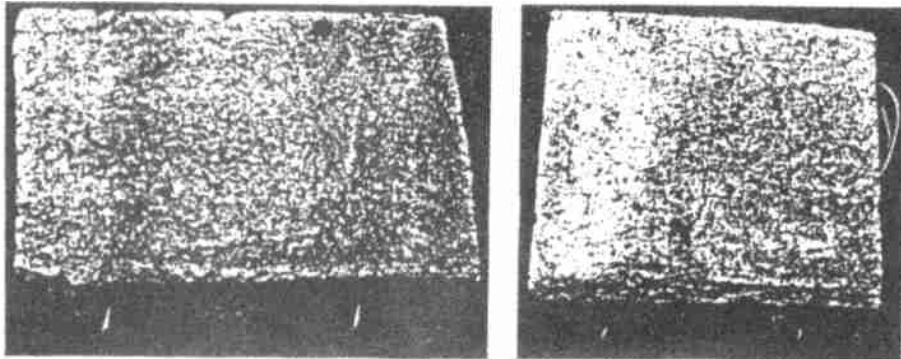
3 试验结果

3.1 抗热震性试验后试样的表现状态

如图 3 所示。

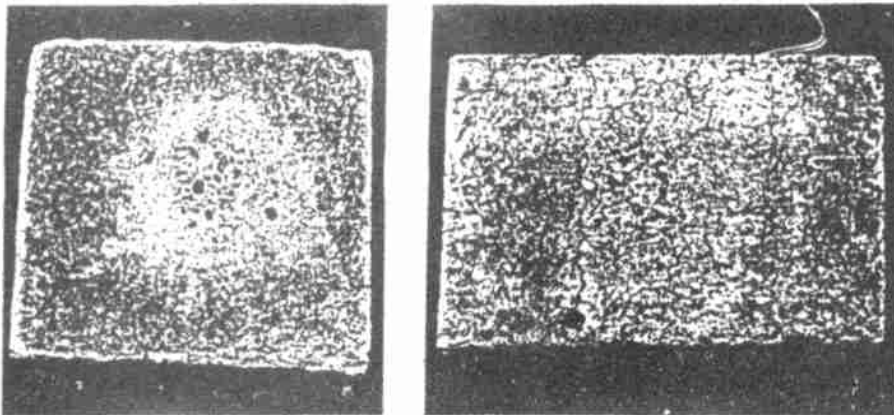
3.2 四个试样的抗热震稳定性能

如表 1 所示。



(a)1号试样

(b)2号试样



(c)3号试样

(d)4号试样

图 3 抗热震性试验后试样的表现状态

破坏的抵抗性能。这个试验是在规定的试验温度和水冷介质条件下, 一定形状和尺寸的试样, 在经受多次急热急冷的温度突变后, 通过测量其受热端面破

4 传热分析及膜式壁炉

衬结构的优化

在细颗粒(Geldart 分类法 A 类和 B 类粒子)循环流化床中向壁面的传热为径向固体颗粒团的导热、分散相的对流传热和包括两相的辐射传热^[4]。其中辐射传热是主要的传热方式。因此,本试验对实际工况进行简化,在试验条件下也是以辐射传热为主,这不影响我们对膜式壁炉衬结构的抗热震性能的研究。

试验结果表明,1 号和 3 号试样的抗热震性能较强,可以安全地经受 15 次水急冷法抗热震。2 号和 4 号试样的抗热震性能相对较弱,并且破损率较大,分别约为 8%和 10%。其中 4 号和 1 号试样的管节距(100 mm)和管径(Φ51 mm)均相同,但 4 号试样的销钉数比 1 号试样的少 40%,结果抗热震性能比 1 号的弱。3 号试样和 2 号试样具有相同的管节距(76.2 mm)和管径(Φ51 mm),但 3 号试样的销钉数比 2 号试样的少 54%,抗热震性能却比 2 号的强。我们发现管节距和销钉密度对于膜式壁炉衬的抗热震性能有一定的影响,这也是我们在设计膜式壁炉衬结构时应考虑的因素。

因为锅炉内火炬的形状和充满度,火炬的温度场、速度场都是不均匀的,并且膜式壁炉衬的受热面的结构特性存在差异,因而受热面的热负荷也是不均匀的,膜式壁温度分布情况较为复杂。火炬热流密度对膜式水冷壁温度场变化的影响已有文献进行了研究^[3]。研究表明,膜式水冷壁处于不均匀的温度范围,特别是肋片的工作条件最差,肋片的左右、前后、上下都存在温差,尤其是长肋片温差更大,一

般温差在 40℃以上,热危险点在肋端的正外壁面,它是水冷壁截面温度分布的最高点。因此,在结构布置上应适当减小肋片长度,即适当的缩小管节距。当然,膜式水冷壁管不能布置过密,因为这对于维持较高的炉温有不利的影响。

在设计膜式壁炉衬时,设置销钉可使壁面热吸收量增加,增大销钉密度可使热量吸收增加得更多,不过对该处的流体动力特性要产生影响,同时可能会使金属温度过高,降低炉衬的抗热震性能。因此,要注意选择一个最佳的销钉密度值。

另外,水冷壁管径也是我们在设计膜式壁炉衬时应关心的因素。运行实践表明,管内径较小的炉膛水冷壁具有较大的热敏感性^[4]。然而,并不是水冷壁管径越小越好。在设计时,水冷壁管径不宜过小,通常采用 Φ51~76 mm、壁厚 3.5~6.0 mm 的无缝钢管。

参考文献:

[1] 何祥义. 循环流化床锅炉磨损机理、防磨材料及应用研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 1999
 [2] [加] 巴苏 P, 弗雷泽 S A. 循环流化床锅炉的设计与运行[M]. 岑可法, 倪明江, 骆仲决, 等译. 北京: 科学出版社, 1999.
 [3] 岑可法, 樊建人, 池作和, 沈璐婵. 锅炉和热交换器的积灰、结渣、磨损和腐蚀的防止原理与计算[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
 [4] 唐虹, 杨瑞昌, 鲁钟琪等. 300 MW 机组直流锅炉调峰运行水冷壁安全性分析[J]. 清华大学学报(自然科学版), 1997, 2: 16-18.

(渠 源 编辑)

(上接 383 页)

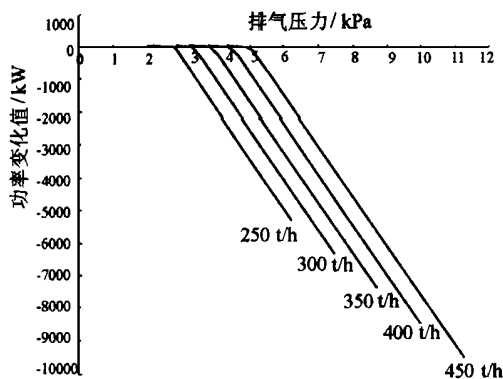


图 4 真空变化对功率的修正曲线

根据曲线可查得,在 200 MW 工况排汽流量为 418 t/h 时,机组的极限真空约为 4.5 kPa。

4 结 论

(1) 根据吉林热电厂十号机变真空试验,可知该机在 200 MW 工况下真空每变化 1 kPa,功率变化 1203.7 kW;在 140 MW 工况下真空每变化 1 kPa,功率变化 1493.5 kW。140 MW 工况下极限真空值约为 3.241 kPa。根据真空变化对功率的修正曲线查得,200 MW 工况下极限真空约为 4.5 kPa。

(2) 该机真空变化通用曲线如图 3 所示;该机真空变化对功率修正曲线如图 4 所示。

(3) 通过试验得到的该机真空变化曲线可供同类型机组参考。

参考文献:

[1] 杜秉谦. 汽轮机热力试验[M]. 北京: 电力工业出版社, 1982
 [2] 陆逸逸. N200-12.75/535/535 型汽轮机热力特性汇总[C]. 哈尔滨汽轮机厂, 1983.

(渠 源 编辑)

mechanism

燃气轮机催化燃烧室的实验研究= **Experimental Study of a Gas Turbine Catalytic Combustor** [刊, 汉] / LIU Min, CHEN Yan-fen, HAN Li-zhong, *et al* (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*. — 2000, 15(4). — 376 ~ 378, 381

Described in this paper is the working principle of a combustor featuring the integration of catalysis with premixing along with an experimental study of such combustors. An analysis was conducted of the major factors believed to have an influence on catalytic combustion. The integration of premixing with catalytic combustion can lead to an enhancement of the catalyst service life, an improvement of the combustor reliability and a reduction of NO_x emissions by the gas turbine through a highly cost-effective method. **Key words:** gas turbine, combustor, catalytic combustion

低压汽缸排汽道改进设计的试验研究= **Experimental Study of an Improved Design for the Exhaust Steam Passage of a Low-pressure Turbine Cylinder** [刊, 汉] / QIN Xiao-cheng, GAO Lei (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*. — 2000, 15(4). — 379 ~ 381

To enhance the work efficiency as well as the operation reliability and safety of a steam turbine unit, an experimental study was conducted of the various improved design schemes of a complicated exhaust-steam passage for a low-pressure naval steam turbine fitted with an astern unit. The results of the experimental study indicate that the rational layout of a diffusion section and the addition of a flow guide device can be conducive to a reduction of exhaust steam loss and a lessening in flow field non-uniformity. **Key words:** naval steam turbine, low-pressure turbine cylinder, exhaust steam passage, improved design, experimental study

200 MW 汽轮机真空对功率影响特性的试验研究= **Experimental Research of the Effect of 200 MW Steam Turbine Vacuum on Its Power Output** [刊, 汉] / WEI Hao, TIAN Zhi-zhuang (Jilin Provincial Scientific Research Institute of Electrical Power, Changchun, Jilin, China, Post Code: 130021) // *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*. — 2000, 15(4). — 382 ~ 383, 386

Through a series of tests on the variation of vacuum values in a Chinese-made 200 MW steam turbine determined were the turbine vacuum limit values and the general characteristic curves of vacuum variation. With the help of the vacuum correction curves obtained through tests it is possible to reflect in a fairly accurate way the actual performance of the turbine unit. This can serve as a helpful guide for assessing the performance of other similar turbine units. **Key words:** steam turbine, vacuum, test

循环流化床锅炉膜式壁炉衬抗热震性试验研究= **Experimental Study of the Thermal Shock Resistance of Membrane Wall Linings Installed in a Circulating Fluidized Bed Boiler** [刊, 汉] / CHEN Yong-guo, GUO Sen-kui, HE Xiang-yi, *et al* (Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China, Post Code: 650093) // *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*. — 2000, 15(4). — 384 ~ 386

Thermal shock resistance tests have been conducted for various structural types of membrane wall linings along with a heat transfer analysis of the linings. On this basis the authors have come up with an optimized structural design of the membrane wall lining fit for use in circulating fluidized bed boilers. **Key words:** circulating fluidized bed boiler, membrane wall, furnace lining, heat transfer analysis

模拟工业炉温度特性下的型煤固硫特性的试验研究= **Experimental Study of Coal Briquette Desulfurization Characteristics under the Condition of the Elevated Temperatures of an Industrial Boiler** [刊, 汉] / WU Shu-zhi, ZHAO Chang-sui (Thermal Energy Institute under the Southeastern University, Nanjing, Jiangsu, China, Post Code: