

UG-75/5.3-M₃型流化床锅炉布风板阻力的试验研究

李志旺 (黑龙江省电力试验研究所)

赵秉庆 (哈尔滨市计量检定测试所)

王伟东 (哈尔滨气化厂)

〔摘要〕 分析了UG-75/5.3-M₃型循环流化床锅炉布风板阻力的数学模型,并对该锅炉布风板阻力进行了测试,运用试验结果进行了回归得出了此种锅炉布风板阻力随风量变化的计算公式和布风板的阻力系数 a ,并为该锅炉的运行提供了参考数据。

关键词 循环流化床 布风板 阻力

分类号 TK229.66

0 前言

布风板阻力是循环流化床锅炉设计和运行的重要参数之一,锅炉运行中,要想判断料层厚度,决定是否放渣,必须事先知道布风板阻力。UG-75/5.3-M₃型锅炉系无锡锅炉厂生产的主汽压力为5.3 MPa的75 t/h次高压循环流化床锅炉。但该厂没有向用户提供布风板阻力特性数据,况且布风板阻力不仅与设计及制造质量有关,而且还与安装质量有关。因此,为保证该炉点火顺利进行并给该炉正常运行时料层厚度调节提供依据,有必要对其布风板阻力进行试验研究。

1 布风板阻力数学模型分析

布风板阻力即空气流过布风板和风帽时的局部阻力,可用下式表示:

$$\Delta D = a \cdot \frac{W^2}{2g} \quad (1)$$

式中 ΔD —布风板阻力, Pa

a —局部阻力系数

W —布风板上炉膛截面的平均流速, W/S

g —空气的比容, m³/kg

当气体流动进入自模化区时,即 $Re > 10^5$,此时欧拉数 Eu 与雷诺数 Re 无关,而且保持一定值^{[1],[2]},即

$$Eu = \frac{\Delta D \cdot g}{W^2} = f(Re) = \text{const} \quad (2)$$

将式(1)代入式(2)得

$$Eu = \frac{a}{2} = \text{const} \quad (3)$$

由式(3)可知,当流动进入自模化区时布风板的局部阻力系数与雷诺数无关,而且保持一定值,也就是说此时布风板阻力与风速的平方成正比。而

$$W = \frac{Q}{3600F} \quad (4)$$

式中 F 为布风板有效截面积, m² 则有

$$\Delta D = a \cdot \frac{Q^2}{2g \cdot F^2} \cdot \frac{1}{3600^2} \quad (5)$$

式中 Q 为空气体积流量, m³/h

一般情况下,热态空气流动均进入自模化区,若冷态试验时,也满足自模化条件,那么^[3]的冷态试验结果可用于热态。

收稿日期 1995-02-24 收修改稿 1995-05-12

本文联系人 李志旺 男 32 工程师 150030 哈尔滨市建北街 61号

2 布风板阻力的试验研究

2.1 UG-75/5.30-M₃型循环流化床锅炉

布风结构

该炉布风板有效面积为 8 m², 其上有 500 个风帽, 均匀布置, 风帽为柱型, 每个风帽上开有 2 个 H7 mm 的小孔, 布风板上还有两个 H219 的放渣孔, 虽单床布置, 但两侧进风, 风室中间隔板上有 440×440 mm 的平衡孔, 隔板将风室分为左右两部分, 示意图如下, 热风温度为 180℃。

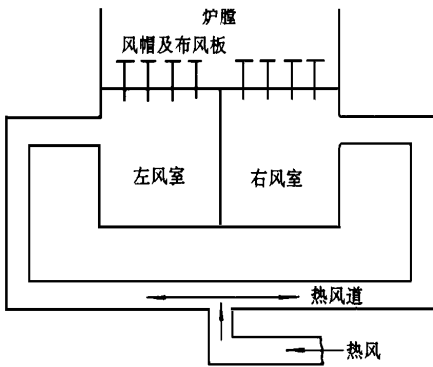


图 1 75 t/h 循环床布风装置示意图

2.2 布风板阻力测试方法

由伯努利方程可知, 若布风板上静压为 P_1 , 布风板下静压为 P_2 , 两静压测点处高度差为 Z , 则有布风板阻力为

$$\Delta D = P_2 - P_1 - \frac{\rho Z}{g} \quad (6)$$

可见只要测得布风板上下静压差及空气比容, 布风板阻力就可测得。

2.3 冷态空气流动进入自模化区条件

布风板宽 4 m, 深 2 m, 当量直径为

$$d = \frac{2 \times 2 \times 4}{2 + 4} = 2.67 \text{ m}$$

试验时风温为 13℃, 相应空气粘度为 $\rho = 1.42 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}^2$, 则试验时空气流动进入自模化区时的最小风速为

$$W_{\min} = \frac{Re - \rho}{d} = \frac{10^5 \times 14.2 \times 10^6}{2.67} = 0.5318 \text{ m/s}$$

相应风量为

$$Q_{\min} = 3600 \times 8 \times 0.5318 = 15317 \text{ m}^3/\text{h}$$

当地大气压为 99050 Pa, 若认为气体是不可压

缩的, 则此时空气比容为

$$\frac{99050 \cdot g}{273.15 + 13} = \frac{10^5 \times \frac{1}{1.293}}{273.15}$$

$$g = 1.2355 \text{ m}^3/\text{kg}$$

2.4 试验结果

在保证风量大于 15317 m³/h 的条件下, 按上述方法对 UG-75/5.3-M₃ 型循环流化床布风板阻力进行了测试, 结果如图 2 所示, 运用试验数据进行回归分析, 可得此时布风板阻力与风量关系如下:

$$\Delta D_1 = 129.48 \left(\frac{Q}{10000} \right)^2 \quad (7)$$

式中 Q 的单位为 m³/h, “r” 表示冷态。

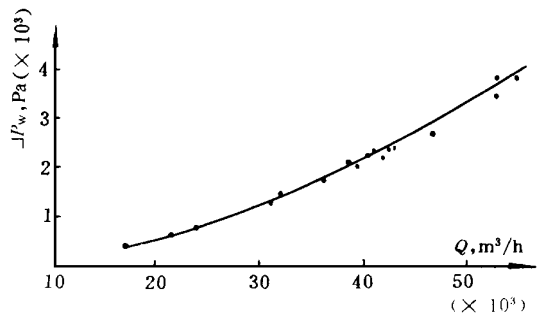


图 2 布风板阻力 ΔP 与一次风量 Q 关系试验曲线

比较式 (5) 与式 (7) 得

$$a \cdot \frac{1}{2gF^2} = \frac{129.48}{(10000)^2} \cdot 3600^2$$

将 $g = 1.2355 \text{ m}^3/\text{kg}$ 及 $F = 8 \text{ m}^2$ 代入得

$$a = 2653.75$$

由上述分析可知, 布风板阻力不仅与风量有关, 而且与空气比容有关, 因此图 2 不能直接用于热态, 而自模化区内的 a 值是一样的。

2.5 热态布风板阻力的计算

综上所述, 因冷热态空气比容不同, 因此冷态试验结果图 2 不能直接用于热态, 而 a 值是不变的, 由式 (5) 可知, 热态布风板阻力可表示为

$$\Delta D_r = 2653.75 \times \frac{Q^2}{2g \times 64} \cdot \frac{1}{3600^2}$$

$$= 1.6 \times 10^{-6} Q^2 / g \quad \text{Pa} \quad (8)$$

若空气温度为 t , 大气压为 P_b , 则空气比容为

$$g = 283.14 \times \left(\frac{273.15 + t}{P_b} \right) \text{ m}^3/\text{kg} \quad (9)$$

代入上式得

$$\Delta D_r = 5.6509 \times 10^{-9} \frac{P_b \cdot Q^2}{273.15 + t} \text{ Pa} \quad (10)$$

将热风温度 $t_r = 180^\circ\text{C}$, 大气压力 $P_b = 99050 \text{ Pa}$

代入式 (10) 得热态布风板阻力随风量变化关系式:

$$\Delta D_r = 123.52 \left(\frac{Q}{1000} \right)^2 \text{ Pa} \quad (11)$$

式中“ r ”表示热态,可见热态布风板阻力要比相同风量下冷态布风板阻力小些。由式(11)可给出热态布风板阻力曲线如图 3

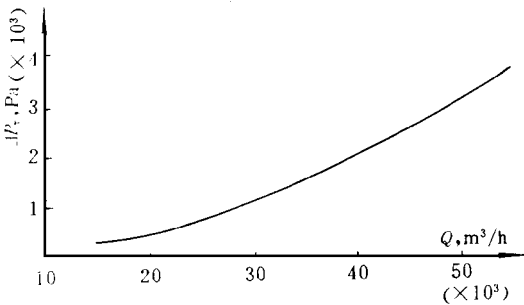


图 3 热态布风板阻力曲线

由式(10)可见,在热态时,只要测得大气压 P_b 、风量 Q 及风温 t , 则布风板阻力便可求得。图 3 可供热态运行时参考。

3 结论

布风板阻力特性是循环流化床锅炉设计和运行的重要参数之一,理论分析和试验均表明,当流动进入自模化区后,布风板阻力系数保持恒定,对 UG-75/5.3-M₃ 型炉 α 为 1.58×10^{-11} , 并且此数据可用于热态。另外,本文还得出 UG-75/5.3-M₃ 型锅炉布风板的阻力特性曲线,这为该炉运行时料层厚度的调节提供了依据。

参 考 文 献

- 1 岑可法. 锅炉燃烧试验研究方法及测量技术. 北京: 水利电力出版社, 1985
- 2 杨世铭. 传热学. 北京: 高等教育出版社, 1979
- 3 陈学俊, 陈听宽. 锅炉原理. 北京: 机械工业出版社, 1979

蒸汽通路技术方面的进展

据 "ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power" 1996 年 4 月号报道, 美国 GE 公司多年来进行了大量研究, 以便更好了解使汽轮机级气动性能恶化的损失机理, 并制定新的流体动力学计算程序, 以便精确地估算这些损失。

GE 公司整个气动力开发计划的四个关键要素是:

1. 制定更好的计算流体动力学计算机程序, 以便更精确估划涡轮内蒸汽流动的复杂过程。
2. 制定新的设计概念, 以便利用计算流体动力学代码来提高效率。
3. 广泛的实验室试验计划, 以便证实计划流体动力学代码并证实估算的效率增加。
4. 开发一套有效的设计自动化和优化工具, 以便根据用户的要求, 针对每个具体应用, 以短的设计周期实施能达到最大效率的先进的气动力设计。

为改进汽轮机的性能和可靠性, GE 公司已在其汽轮机生产线中引入了一些新的蒸汽通路设计特点。这些特点包括与轮廓相符的侧壁、复合切向倾斜的先进旋流叶片、新的改进气动力效率和可靠性连续耦合的末级动叶片、改进的向下和轴流式排汽缸、更好的蒸汽漏泄控制装置等。

造船技术用于核电站建设

据 "Атомная Энергия" 1995 年第四期报道, 俄罗斯核电技术科研人员提出了安全性高的地下核电站设计思想, 该设计思想排除了大量工艺因素影响的可能性, 并允许通过结构处理在新设计中保证提高整个核电站的物理保护。

这种核电站的技术物质保障是俄罗斯各工业企业有成批制造各种类型船舶反应堆装置及其它动力设备的经验, 以及装有核动力装置舰船的运行经验。

在地下核电站中, 80% 将试用船舶核动力设备。

地下核电站某一方案的参数: 功率— 300 MW (四台核电机组, 每台 75 MW), 工作年限— 30~40 年, 基建投资— 1000 美元 /kW (电力), 电力成本— 1 美分 / (kW·h)

(学生 供稿)

Electric Power Institute)// Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1997, 12(1). -33- 36
 The use of negative-pressure dust collecting units in thermal power plants of China and existing problems related with its use are described. In addition, the authors dwell on the theoretical basis for employing centrifugal fans to provide a negative-pressure source for the dust collecting units and its effectiveness in practical use. Also described are the design specifications of the centrifugal fan-based dust collecting systems. **Key words** negative-pressure dust collecting system, centrifugal fan, Roots fan, dust collector

电站燃煤锅炉结渣特性的试验研究 = **An Experimental Study of the Slagging Characteristics of a Coal-fired Utility Boiler** [刊,中] / Zhao Liming (Harbin Power Station Equipment Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1997, 12(1). -37- 40

Through the simulation of the actual boiler operating conditions by utilizing a pulverized coal combustion test stand to burn a coal sample on a trial basis conducted is a slagging test for the boiler of a power station 300 MW unit. A comprehensive slagging index R_2 is proposed with the credibility of evaluation being enhanced, resulting in a more accurate prediction of the boiler actual slagging trend. **Key words** boiler, Slagging, prediction, test

船用燃机新型排气红外抑制系统的数值计算与实验研究 = **Numerical Calculation and Experimental Study of a Naval Gas Turbine Exhaust Infrared Signature Suppression Device** [刊,中] / Du Zhaohui, Zhong Fangyuan (Shanghai Jiaotong University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1997, 12(1). -41- 44

By taking the exhaust system infrared signature suppression device of a third generation naval gas turbine with multi-jet eduction and multi-layer film cooling as an example developed and completed is a numerical calculation method for simulating the air flow and temperature fields of the said suppression device. On the basis of analysing the measured data of the model the authors have proposed a method for correcting the effect of modelling scale, thus providing a theoretical basis for analysing the infrared signature suppression device of the exhaust system. **Key words** infrared signature suppression, modelling scale, exhaust system, gas turbine

UG-75/5.3-M型锅炉布风板阻力的试验研究 = **An Experimental Study of the Air Distribution Plate Resistance of a Model UG-75/5.3-M₃ Fluidized Bed Boiler** [刊,中] / Li Zhiwang (Heilongjiang Provincial Electric Power Testing Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1997, 12(1). -45- 47

An analysis is performed of the mathematical model of air distribution plate resistance for a model UG-75/5.3-M₃ circulating fluidized bed boiler with the said plate resistance being tested. A regression was conducted by using the test results, and a calculation formula obtained for determining the variation of the air distribution plate resistance with air flow rate. The air distribution plate resistance factor obtained is designated as α . Some reference data are provided for the operation of the boiler. **Key words** circulating fluidized bed, air distribution plate, resistance

湿蒸汽透平的汽水分离器的试验研究 = **An Experimental Study of the Steam-Water Separator of a Wet Steam Turbine** [刊,中] / Chen Qinglong et al. (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1997, 12(1). -48- 51

Presented in this paper are the experimental study results of an intermediary steam-water separator for a saturated-steam turbine. A type-selection test consists of a cold-state (air-water test) and a hot-state appraisal test, including a verification test first by simulation and then by a full-scale model. The optimum steam-water separator test model has been turned into a product. Its long-term safe and reliable operation has proved that the experimental study is a successful one. **Key words** test body, air-water test rig, steam-water test rig