

沸腾炉旋风燃尽室的冷态及热态试验研究

田茂诚 程林 张梦珠 刘振美

(山东工业大学)

〔摘要〕对沸腾炉旋风燃尽室进行了冷态模型试验和热态燃烧试验。在冷态试验中,对旋风燃尽室的空气动力场特性以及颗粒运动、分布和分离情况进行了观测。在热态燃烧试验中,测算了锅炉的燃烧效率。试验结果表明:采用旋风燃尽室来提高沸腾炉的燃烧效率是可行的。

关键词 沸腾炉 空气动力学 燃烧效率

分类号 TK223.2

0 引言

沸腾炉普遍存在着飞灰可燃物高,燃烧效率低的问题。为此,我们提出让沸腾炉产生的燃烧产物进入一个特殊设计的旋风燃尽室进行二次燃烧,从而降低沸腾炉的飞灰可燃物,提高沸腾炉的燃烧效率。为了保持旋风燃尽室具有较高的燃烧温度,使燃烧任何煤种的沸腾炉飞灰可燃物都能在旋风室中燃尽,旋风燃尽室采用水煤浆或油、天然气等燃料进行助燃。要使上述设想达到预期的效果,关键是组织好旋风燃尽室的燃烧。而旋风燃尽室的燃烧好坏很大程度上取决于炉内的空气动力场工况。对旋风燃尽室这样几何结构和进风方式都比较复杂的流场,采用解析法或数值求解分析其流场是非常困难的。我们采用了冷态模型试验方法。

1 冷态模型试验

1.1 冷态试验装置概况

冷态试验台是根据相似模化原理建立的,采用了等温流动过程的模化法。冷态试验的目的为:

- 1.1.1 研究燃烧室内空气动力特性,如轴向、切向、径向的速度分布及变化规律,回流区的分布、形状和大小等。
- 1.1.2 不同结构对流场的影响规律
- 1.1.3 不同配风参数对流场影响规律
- 1.1.4 颗粒在旋风室内运动、分布、混合情况及分离效率等。

整个试验装置系统如图1。一次风和二次风由阀门和转子流量计控制其流量,其风

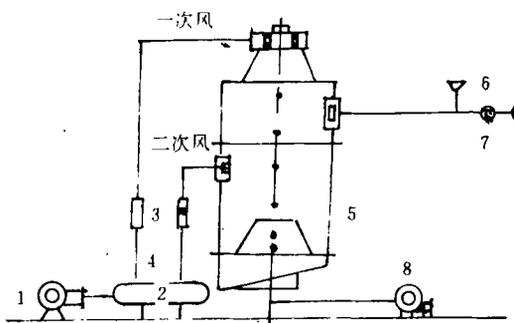


图1 旋风燃尽室冷态试验系统图

收稿日期 1995-03-07

源由高压风机提供。水平引风管模拟沸腾炉出口进入旋风室的高温烟气,管上有加料斗可加入飞灰颗粒。旋风燃尽室冷态模型由有机玻璃制成,它由两段组成,它与前部的旋风调风器和后部的尾部结构都是用法兰联接,这有利于不同结构的互换。

旋风燃尽室的空气动力场特性由五孔探针来测量,它可以测量三维流场。飞灰颗粒的重量用天平称量,用标准筛分为不同粒径范围。

1.2 冷态试验结果及分析

1.2.1 空气动力场试验

图2~图4为测量的旋风燃尽室的切向速度、轴向速度和径向速度的分布图。从图中可以看到,旋风燃尽室流场分布较均匀,扰动也比较强烈。燃烧室上部有一个中心回流区,

比轴向速度大若干倍,有的甚至上百倍,这样就增加了颗粒的运动路径,延长了颗粒的停留时间,这为颗粒的燃尽提供了条件。

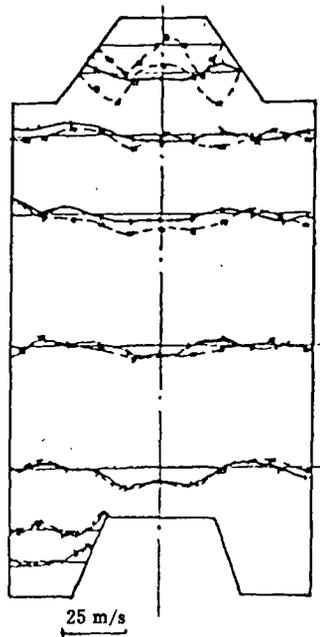


图2 轴向速度分布图

这有助于助燃燃料的着火和稳定燃烧,燃烧室中部及后部,存在一个环形回流区,这对颗粒分散和气体混合是非常有利的。切向速度

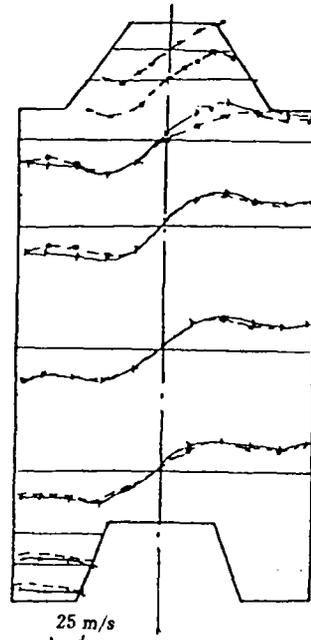


图3 切向速度分布图

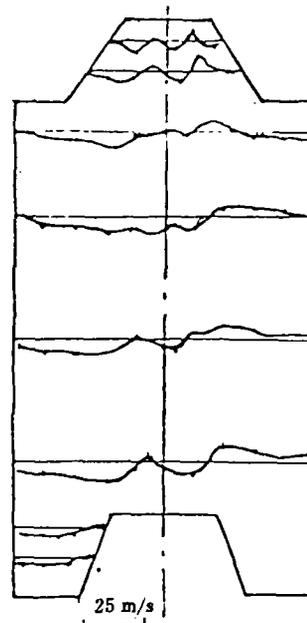


图4 径向速度分布图

通过试验发现：二次风风速较高，对空气动力特性起着决定作用；一次风及旋流叶片的角度变化主要影响上部流场及上部中心回流区的大小；尾部结构不同对中、下部流场及环形回流区影响较大。

1.2.2 飞灰颗粒运动及分离试验

旋风燃尽室不仅是高强度的燃烧室又是一个炉内除尘器。飞灰颗粒度的大小，气流参数的变化及旋风室的结构都会影响到分离的效果。

图5为一定参数和结构下测得的分离效率随颗粒当量直径变化规律。很多资料证实：

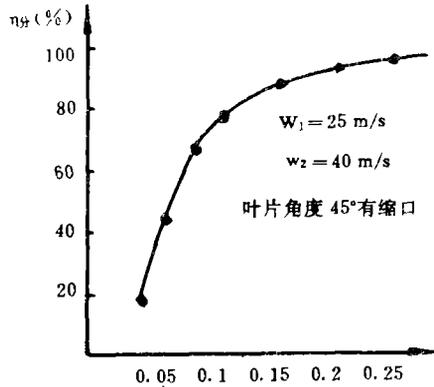


图5 分离效率与颗粒当量直径d的关系

沸腾炉飞灰含碳量最高的颗粒为中间大小的颗粒，而且这部分颗粒数量最大，如浙大在沸腾炉上测得0.13~0.375 mm颗粒占飞灰总

损失的70%以上。按形状系数0.66计算这部分颗粒在旋风室中分离效率达(80~90%)左右。在不同参数和结构下，用0.1~0.4 mm颗粒进行分离试验，试验中可以看到二次风速度、叶片角度、尾部结构及一、二次风旋转方向都对分离效率有较大影响。

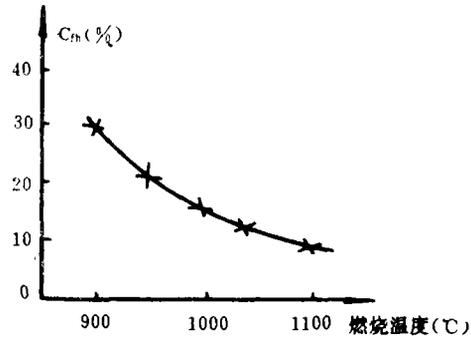


图6 飞灰含碳量与室温关系

2 热态燃烧试验

在冷态模型试验的基础上，设计并安装了热态试验台，并进行了热态燃烧试验。

2.1 沸腾炉单独燃烧试验

在未投入旋风燃尽室时，先单独对沸腾炉进行了燃烧试验，表1为试验工况条件，表2为试验中测得参数及燃烧效率的计算结果。

表1 沸腾炉燃烧工况条件

	Wy (%)	Λy (%)	Vy (%)	Cy (%)	QY,w (kJ/kg)	沸腾风速 (m/s)	床层温度 (°C)	给煤量 (kg/h)
工况1	6.74	27.26	25.38	40.62	21909.2	0.69	812	28.57
工况2	6.74	27.26	25.38	40.62	21909.2	0.88	851	38.89

表2 试验工况下燃烧效率

	飞灰量 G_m (kg/h)	G_{yt} (kg/h)	A^m (%)	W_f (%)	C_m (%)	C_{yt} (%)	q_p (%)	q_l (%)	RO_2 (%)	O_2 (%)	CO (%)	q_3 (%)	η_c (%)
工况1	6.98	3.07	68.73	1.07	30.2	2.6	11	0.42	12.7	6.18	0.28	1.1	87.48
工况2	11.43	3.0	67.48	1.12	31.4	3.1	13.8	0.35	14.7	4.4	0.3	163	84.55

2.2 用煤气助燃的旋风燃尽室的燃烧试验

为了便于对比,沸腾炉的运行基本稳定在上述工况1条件下。煤气从旋风燃烧室顶部引入,控制煤气和风量大小,可改变旋风燃烧室内的温度。对旋风燃烧室分离下来的飞灰和烟气携带飞灰取样分析可以得到沸腾炉飞灰可燃物在旋风燃尽室中二次燃烧后剩余的含碳量的高低。

控制旋风室温度为1080℃左右时,测量飞灰总量5.6 kg/h,飞灰的含碳量为 $C_m = 13.5\%$,其它参数与沸腾炉在工况1条件下差不多,按前面计算方法,算得综合燃烧效率达到95.5%,比沸腾炉单烧时增加约7%。图6为不同旋风燃尽室温度下,测得的飞灰含碳量的变化情况。由此可见:随着旋风燃尽室温度升高,飞灰含碳量逐渐降低,燃烧效率随之升高。

2.3 用水煤浆助燃的旋风燃尽室的燃烧试验

此试验沸腾炉仍基本稳定在上述工况1条件下运行。当燃尽室温度基本稳定在1050℃时,我们测得飞灰含碳量为18.3%。沸腾炉的飞灰量可以通过灰平衡算得,此时

综合燃烧效率为94.18%,相当于比沸腾炉单烧时提高了5.7%。此时,单独对水煤浆进行测算,水煤浆燃烧效率为96%左右。

3 结论

(1) 冷、热态试验表明:采用旋风燃尽室来降低沸腾炉的飞灰可燃物,提高沸腾炉的燃烧效率,技术上是可行的。旋风燃尽室具有优良的空气动力场,它既是一个高效率的燃烧设备,又是一个炉内除尘器。

(2) 本技术要最终投入工业应用,还有大量工作要做,如还须工业试验等。

参 考 文 献

- 1 Vatis G H. Theoretical and experimental studies on vortex chamber flow, *AIAA Journal* 1986, (4)
- 2 Gupta A K. Swirl Flow. Applied science Publishers, London, 1981
- 3 逯高清. 煤水浆旋风燃烧器内空气动力场的试验研究. 东北工学院学报, 1988, (1)

(渠源 编辑)

田茂诚 男 1965年10月出生,山东工业大学动力系副教授,现为东南大学在职博士生。主要从事燃烧理论和强化传热方面的教学和研究工作。曾获国家发明四等奖一项,山东省科技进步奖两项,出版著作两部,在重要学术杂志和学术会议上发表论文十余篇。(通信地址:250061 山东工业大学动力系)

programs of "Windows", such as the use of MDI multi-window display, the realization of dynamic call-in of function subprograms, the breakthrough of the internal memory limitation of DOS, etc. Key words: heating network monitoring, system design, Windows application

汽轮机冷态启动专家系统 = An Expert System for Steam Turbine Cold-state Start-up [刊, 中] / Wang Qingzhao, Cheng weiliang, Yang Yongping (North China Electric Power University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996, 11(6): 395~397

An expert system for steam turbine cold-state start-up at Baicheng Power Plant has been designed through the use of expert system development tool. The latter has positive and negative inference functions, a user-friendly window interface, and can show inference conclusions to guide on-site workers in conducting operations, thus providing an effective approach for a fast, highly efficient and successful intelligent start-up. Key words: expert system, development tool, knowledge warehouse, rule

沸腾炉旋风燃尽室的冷态及热态试验研究 = Cold and Hot-state Experimental Study of the Burn-out Chamber of a Fluidized Bed Boiler [刊, 中] / Tian Maocheng, Cheng Lin, et al. (Shandong University of Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996, 11(6): 398~401

A cold-state model test and hot-state combustion test were conducted of the cyclone burnout chamber of a fluidized bed boiler. During the cold-state test investigated and measured were the aerodynamic field characteristics, particle movement, distribution and separation conditiose of the cyclone burn-out chamber. The boiler combustion efficiency was evaluated in the course of the hot-state combustion test. The test results show that it is feasible to enhance the combustion efficiency of fluidized bed boilers through the use of the cyclone burn-out chamber. Key words: cyclone-fired fluidized bed boiler, aerodynamics, combustion efficiency

谈循环流化床锅炉给煤系统的改进 = Some Observations on the Improvement of the Coal-Feeding System of a Circulating Fluidized Bed Boiler [刊, 中] / Xu Zhongping, Fang Weiqun (Thermal Power Plant of Maodanjiang Hualin Group Co.) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1996, 11(6): 402~404

With regard to the coal-feed interruption phenomena of a fluidized bed boiler coal-feeding

Edited and Published by Harbin 703 Research Institute and Editorial Staff of this Journal

Fax: (0451)5662885

Post Code 150036

Printer: Printing House of Harbin Institute of Technology

Periodical Registration: ISSN1001-2060
CN23-1176/TK

Address: P. O. Box 77, Harbin China

Distributed by China International Book Trading Corporation,

Tel: (0451)5650888—2092

P. O. Box 399, Beijing, China