

稳燃腔煤粉燃烧器对不同煤种 燃烧稳定性的研究

陈 刚 丘纪华 张志国 李佛金 孙学信
(华中理工大学 煤燃烧国家重点实验室)

[摘要]本文利用三维粒子动态分析仪测量了稳燃腔煤粉燃烧器回流区的流场,并比较了钝体不同位置的回流区特征。实践说明通过调整钝体的位置及改变稳燃腔煤粉燃烧器的某些结构尺寸,可以极大的改善不同煤种的燃烧稳定性。

关键词 锅炉 稳燃腔煤粉燃烧器 燃烧稳定性 煤质变化
分类号 TK223.2

1 稳燃腔煤粉燃烧器稳燃机理研究

钝体燃烧器作为一种强化着火稳定燃烧的措施,在广泛的实际应用中已发挥了巨大的作用,尤其对于挥发分低、灰份高的劣质煤它可有效解决着火困难、燃尽度低的问题。但是,由于要强化钝体尾部回流区与高温烟气的热质交换,必须提高一次风速,这对于一定截面的一次风管来说,无疑将提高一次风率,这对低挥发分煤种来讲是非常不利的。因为一次风率的提高实际上降低了单位体积内的挥发份,着火热也将提高,导致着火变得更加困难,同时,一次风速的提高将加剧钝体磨损。基于钝体稳燃机理研制出的稳燃腔燃烧器,将钝体罩在稳燃腔中,利用腔壁保护钝体不被烧坏,同时,由于其几何结构特征,可在一定的一次风速情况下,根据不同煤种选择不同钝体边缘出口速度,大大减轻了钝体磨

损程度。

基于上述分析,本文测量并比较了稳燃腔煤粉燃烧器里面钝体的不同位置的回流区特点,及对三个典型煤种的燃烧特性指数的判断及工业应用,说明稳燃腔煤粉燃烧器对不同煤种的稳燃具有很强的适应性。

2 稳燃腔煤粉燃烧器回流区流场的测量结果及分析

稳燃腔煤粉燃烧器的结构图如图 1 所

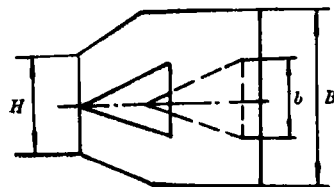


图 1 试验用稳燃腔结构图

收稿日期 1995—09—28

* 国家攀登计划项目资助

示,图中虚线钝体代表工况 A,实线钝体代表工况 B,其它试验条件一样。测量仪器是3D-LDA,粒子为蚊烟粒子。

2.1 回流区特征

从X方向的速度分布(图2、图3)可以看出,稳燃腔出口以后有一个较长的回流区,回流区长度为钝体边宽的2.5~3.5倍,稍大于普通钝体燃烧器的回流区长度。由于回流区变长,回流量增大,能向燃烧气流提供更多的热量,这对劣质煤的着火和燃烧是很有利的。对于Y方向和Z方向的速度分布,从图4~图7中可以看出,除在稳燃腔喷口附近存

在有较明显的速度梯度以外,当 $x/b > 2$ 以后,速度分布曲线就已比较平缓,虽然有一些波动,但看不到有规律的速度梯度分布存在。

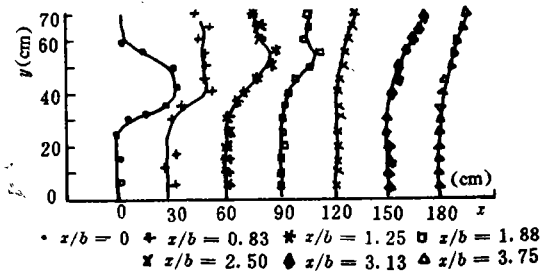


图2 A工况沿x方向速度分布

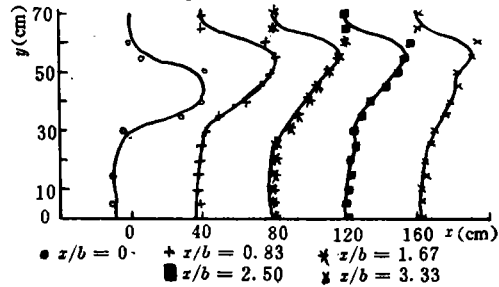


图3 B工况沿x方向速度分布

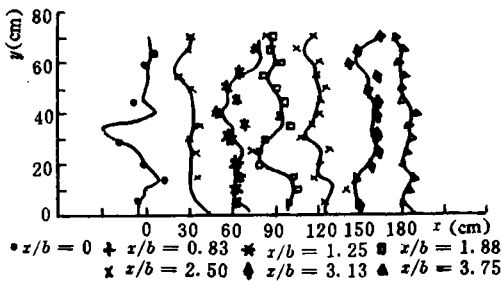


图4 A工况沿y方向速度分布

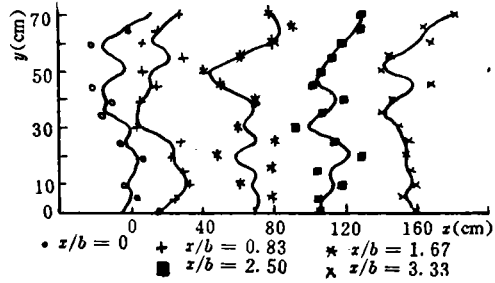


图5 B工况沿y方向速度分布

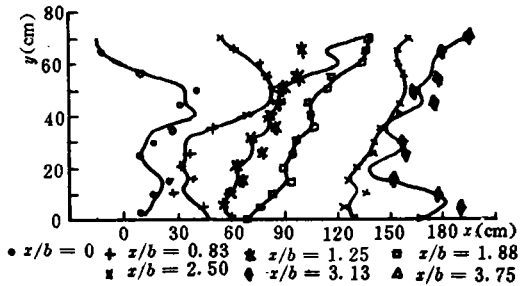


图6 A工况沿z方向速度分布

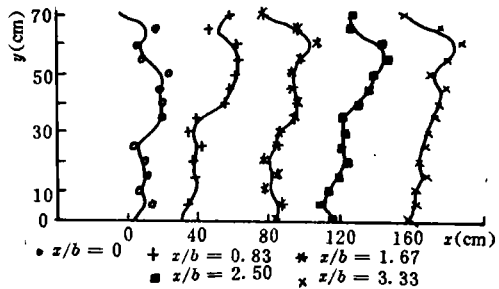


图7 B工况沿z方向速度分布

从X和Y方向的湍流强度分布看出(图8~图11),在回流区的边界处存在着强烈的速度脉动,这种脉动使得回流区边界处的热质交换非常强烈,有利于加热未燃的一次风煤粉气流,从而强化着火和稳定燃烧。Z方向的湍流强度分布(图12、图13)都比较平缓,

没有大的速度脉动,说明稳燃腔后的回流区是一个较好的二维回流区。

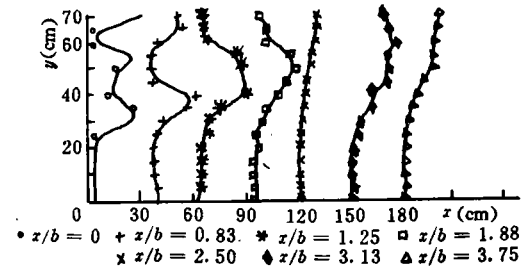


图 8 A 工况沿 x 方向湍流强度分布

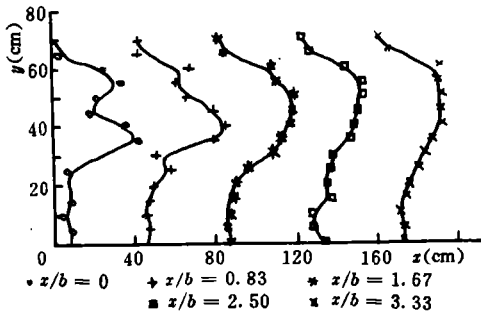


图 9 B 工况沿 x 方向湍流强度分布

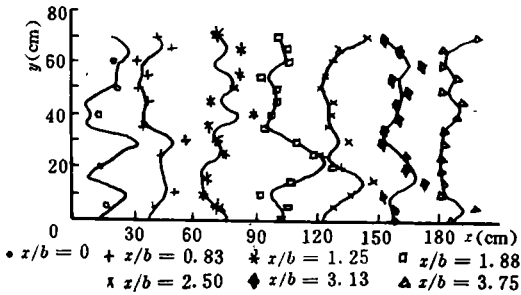


图 10 A 工况沿 y 方向湍流强度分布

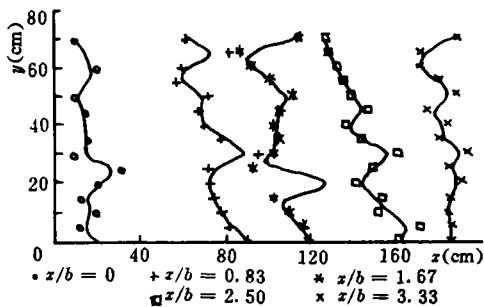


图 11 B 工况沿 y 方向湍流强度分布

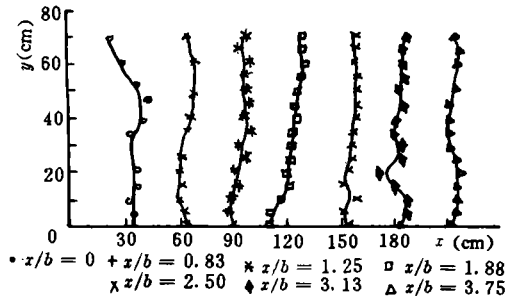


图 12 A 工况沿 z 方向湍流强度分布

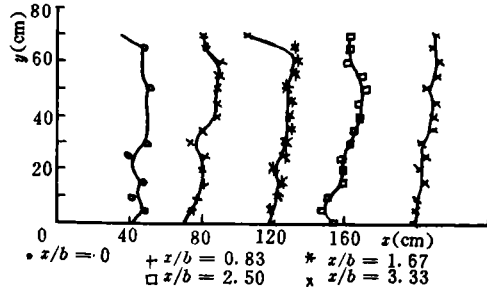


图 13 B 工况沿 z 方向湍流强度分布

2.2 钝体位置对回流区特征的影响

A 工况和 B 工况的来流速度相同,但 B 工况的钝体位置向内缩进了一段距离。回流区的宽度和长度相比 A 工况稍有减小,可以认为:钝体的位置向内缩进后,稳燃腔限制了一次风煤粉气流的自由扩展,使扩张角减小,同时,由于边界层速度的增大,使气流的偏转减小,汇合点前移。因此带稳燃腔的钝体燃烧器限制了煤粉气流直接刷墙的可能性,对于防止锅炉结焦具有较大的意义。

从 X 方向的速度分布和湍流度分布可以看到:在相同的来流速度下,B 工况的速度梯度和湍流度均比 A 工况有较大的增加,而且这种较大的速度梯度和湍流度一直延续到距喷口很远的地方,这对于强化一次风煤粉气流与回流区的热质交换,稳定着火是非常有利的。

由于不同煤种的着火温度、发热量各不相同,所以可调整钝体的位置以及不同的出

口速度,来满足不同煤种的需要,达到强化着火、稳定燃烧的目的,同时保证钝体不被烧坏。

3 对不同煤种的工业应用

稳燃腔燃烧器对燃用大同烟煤、新密贫煤、曲仁无烟煤的锅炉上均进行了应用,通过调整钝体的位置及选择不同的出口速度,取得了很好的效果。

3.1 三个典型煤种的煤质分析及特征指数如表 1 所示

表 1 煤质特性表

煤 种	W^t	V^t	A^t	C^t	着火指数 R_w	燃尽指数 R_l
大同烟煤	1.61	29.8	7.62	60.9	5.4	3.95
新密贫煤	1.11	14.6	20.2	64.1	4.6	3.6
曲仁无烟煤	1.19	8.28	40.79	49.74	4.2	2.58

从表 1 燃料燃烧的特征指数的判断可知,大同烟煤属易着火、易燃尽煤种;新密贫煤属较难着火、中等燃尽程度煤种;曲仁无烟煤属很难着火、很难燃尽煤种。

3.2 稳燃腔燃烧器稳燃效果简述

从表 1 可知,这三个煤种的煤质特性相差很大,我们利用稳燃腔燃烧器回流区的特征,通过改变钝体的不同位置及出口尺寸,很好地适应了上述煤种的稳燃要求,取得了较大的经济效益。

3.2.1 海口电厂(燃煤为大同烟煤)两台 220 t/h 锅炉应用稳燃腔燃烧器后,低负荷稳燃从原来的 76% 降到 40%,锅炉效率提高 5%;

3.2.2 连云港碱厂(燃煤为新密贫煤)130 t/h 锅炉应用稳燃腔燃烧器后,低负荷稳燃从原来的 80% 降到 60%,锅炉效率提高 6%;

3.2.3 韶关电厂(燃煤为曲仁无烟煤)220 t/h 锅炉应用稳燃腔燃烧器后,低负荷稳燃达到 65%,锅炉效率提高 8%。值得一提的是,该炉由于煤质很差及多方面原因,存在汽温偏低(460℃),高加无法投入,经常投油稳燃,飞灰及飞渣含碳量高,燃烧效率较低,应用稳燃腔燃烧器后,燃烧状况有明显改善,高加可投入,炉内温度明显提高,稳燃腔燃烧器安装前,甲、丙两个角中间下一次风观火孔温度测定为 1050℃ 左右,安装后为 1250℃ 左右,燃烧效率提高 8%,改前负荷只能带 38 MW,改后可带满负荷 50 MW 运行。

4 小结

稳燃腔燃烧器是在钝体燃烧器基础上开发研制的一种新型煤粉燃烧器。通过利用先进的测量仪器,对回流区的流场特性进行了大量的试验研究,说明稳燃腔燃烧器与钝体燃烧器相比,它不易被磨损和烧坏,对煤种的适应性更强,调峰性能、稳燃性能也好。

参 考 文 献

- 1 陈刚 等. 稳燃腔煤粉燃烧器对提高劣质煤燃烧稳定性研究. 华中理工大学学报. 1994, 11, 增刊
- 2 陈春元 等. 大型煤粉锅炉燃烧设备的优化设计问题. 锅炉制造, 1992, 2
- 3 李佛金 等. 海口电厂 2 号炉稳燃腔燃烧器热态试验报告. 1992, 4
- 4 陈刚 等. 连云港碱厂 2 号炉燃烧器改造报告. 1995, 8
- 5 陈刚 等. 韶关电厂 5 号炉燃烧器改造总结报告. 1994, 2

作者简介: 陈 刚,男,1965 年生,讲师,华中理工大学煤燃烧国家重点实验室。武汉,430074。硕士研究生毕业,电厂热能动力专业。现主要从事电站煤粉锅炉燃烧理论及技术研究,在解决锅炉稳燃、结渣、提高燃烧效率方面进行许多研究并成功改造了多台电站锅炉。

PFBC联合循环中燃气轮机的变工况性能=The Off-design Performance of a Gas Turbine in a PFBC Combined Cycle [刊,中]/Zhao Shihang, Xu Fusheng(Tsinghua University), Chen Xiaoping (Southeastern University)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):65~69

With a pressurized fluidized bed combustion combined cycle (PFBC-CC) serving as an example set up was a mathematical model for the off-design performance calculation of a pressurized fluidized bed boiler and gas turbine system. In addition, an analysis was conducted of the off-design performance of the gas turbine in the PFBC system. **Key words:** pressurized fluidized bed, PFB boiler, gas turbine, off-design performance

双室内循环流化床煤气化系统的冷态实验研究=A Cold-state Experimental Study on a Gasifier with Two Fluidized Beds [刊,中]/Li Zhi, Xu Guoliang, Qian Renzhang(Huazhong University of Science & Technology)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):70~74

This paper describes the setting-up of a cold-state model of a gasifier with two fluidized beds. An experimental study was performed of the two major factors affecting the operation of the gasifier, i. e. particle circulation technique between the two beds and fluidized bed expansion characteristics. As a result, obtained were the characteristics of the particle circulation between the two beds and the fluidized bed expansion under different operating conditions. Also analyzed were the various factors which influence the gasifier operation, such as fluidization speed, bed static height, auxiliary gas flow rate, etc. **Key words:** twin fluidized bed, coal gasification, bed expansion, particle circulation

MPS磨新型静动叶结合组合式旋转煤粉分离器=A Study on a New Type of Pulverized Coal Classifier with Static Flaps and Rotating Blades for a MPS Mill [刊/中]/Kong Wenjun, Luan Qingfu, Zhang Minchun, Cheng Shangmo, Han Caiyuan (Huazhong University of Science & Technology), He Jishan, Yan Peihong (Bei Jing Electrical Power Equipment General Works)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):75~80

Described in this paper is a new concept for designing a rotary type pulverized coal classifier, featuring the combination of static flaps and rotating blades. Model tests of the classifier with different mounting directions of static and rotary blades have been completed. The test results justify the design principle adopted, thus providing a theoretical basis for the development of a new type of classifier, **Key words:** pulverized coal preparation, rotary type classifier, static flaps and rotating blades, pulverized coal fineness

稳燃腔煤粉燃烧器对不同煤种燃烧稳定性的研究=A Study of the Combustion Stability of Pulverized Coal Burners with a Combustion stabilization Cavity When Firing Various Kinds of Coals [刊/中]/Chen Gang, Qiu Jihua, Zhang Zhiguo, Li Fujin, Sun Xuexin (Huazhong University of Science & Technology)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):81~84

With the help of a three-dimensional particle dynamic analyzer a measurement was performed of the return flow zone flow field of a pulverized coal burner equipped with a combustion stabilization cavity and a comparison was made of the return flow zone characteristics at various locations of a bluff body. The authors practice has shown that through an adjustment of the location of the bluff body and the change of some structural dimensions of the abovesited burner it is possible to achieve a significant improvement of the combustion stability when burning various kinds of coals. **Key words:** boiler, pulverized coal burner with a combustion stabilization cavity, coal property variation

高浓度水煤浆流动的滑移现象及其管内流动特性的影响=The Slip Phenomenon of Coal Water Mixture