

结构参数对煤粉浓缩器浓缩能力影响的试验研究

(清华大学) 时黎明

(首都经济贸易大学) 李强

(山东工业大学) 马春元 张梦珠

摘要: 对两种煤粉浓缩器丘体和百叶窗的浓缩能力进行了试验研究。结果表明,缩短一次风管道内导流板的长度是可行的。为了在合适的浓淡风比下达到稳定燃烧所需的浓淡比,给出了对应于丘体和百叶窗的导流板高度和浓缩器与导流板距离的变化范围。

关键词: 煤粉浓缩器; 丘体; 百叶窗; 结构参数

中图分类号: TK223.23

1 前言

目前我国大多数的大型电站锅炉是煤粉炉。对煤粉炉来说,燃烧器是其燃烧设备中最重要的部件,燃烧工况组织得是否良好首先就在于煤粉燃烧器^[1]。

近年来,国内外对浓淡型煤粉燃烧器研究得较多,它是通过装设在燃烧器内的浓缩器将一次风分成浓淡两股煤粉气流,分别由不同的喷口喷入炉内燃烧。可见,实现浓淡燃烧的关键是煤粉浓缩器,浓缩器的浓缩能力对燃烧工况的好坏有直接的影响。一般地,浓缩器的浓缩能力用浓淡比和浓淡风比来表示。它们的定义如下:

$$\text{浓淡比 } (C) = \frac{\text{浓侧煤粉浓度 } (\text{kg}/\text{m}^3)}{\text{淡侧煤粉浓度 } (\text{kg}/\text{m}^3)}$$

$$\text{浓淡风比 } (C_f) = \frac{\text{浓侧空气流量 } (\text{m}^3/\text{s})}{\text{淡侧空气流量 } (\text{m}^3/\text{s})}$$

运行经验表明,实现稳定燃烧所需的浓淡比一般在 3.0~5.0 左右,合适的浓淡风比在 0.6~1.0 之间。

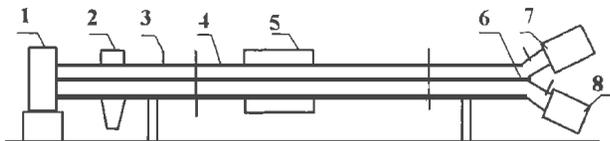
一般的煤粉浓缩器是在浓缩器后面就加上导流板,并一直延伸到一次风管道的出口处,于是浓淡煤粉气流在一次风管内就被分开,而且不再进行混合。在使用过程中这样结构的导流板容易受到磨损。为了减小磨损,简化结构,本文从缩短导流板的长度出发,只在一次风管出口处设置导流板,这样浓缩器后的浓淡两股煤粉气流之间没有明显的界限,几乎是作为一股气流喷入炉内。那么一次风管出口处两股煤粉气流浓度的比值是否还能满足稳燃的要求呢?浓缩器与导流板的距离对浓淡比的影响如何?本文针对这些问题,选择了两种煤粉浓缩器——丘体和百叶窗,研究了导流板的高度和浓缩器与导流板的距

离两个变量对浓缩器浓淡比的影响,为今后的燃烧器设计提供参考依据。

2 试验系统测量方法

试验系统如图 1 所示,风机提供试验用的空气,经管道和均流段后进入试验段。本次试验用电厂除尘灰代替煤粉,螺旋给粉机提供试验用的粉料,含粉气流经过浓缩器分离后,气流中的粉料浓度偏析,一侧浓度高,一侧浓度低,然后经过导流板分别进入浓淡侧布袋收集器。整个试验段用有机玻璃制造,便于观察气流的流动情况,它的横截面为正方形,边长 a 为特征尺寸。

通过研究浓缩器的结构参数对其阻力特性的影响,选择了一种丘体结构 ($h/la = 0.4, \Gamma = 45^\circ$) 和一种百叶窗结构 ($W = 65 \text{ mm}, U = 30^\circ, x/lx_0 = 3.0$),二者的阻力损失在同类结构中均最小^[2]。本文通过调整导流板高度和浓缩器与导流板的距离两个变量,寻求浓淡分离的最佳位置,实现在合适的浓淡风比下,有合适的浓淡比。分析试验结果时均用两个变量与特性尺寸的比值,简称相对高度和相对距离。导流板高度是指导流板最高位置与试验段下壁面之间的距离。



1- 送风机 2- 螺旋给粉器 3- 流速测定 4- 试验段
5- 浓缩器位置 6- 导流板 7- 浓侧布袋收集器
8- 淡侧布袋收集器

图 1 实验装置图

浓淡比测量: 用 U 型管分别测量浓缩器前直管段及浓淡煤粉气流出口的空气流速。然后投粉,粉用已称量过的布袋收集器收集,给粉与风机同时停下,并记下给粉时间。用托盘天平称量浓淡两侧收集的粉量,测得浓淡两侧的空气量,求浓度。

收稿日期: 1998-09-17; 修订日期: 1998-11-19

基金项目: 本课题得到山东省青岛电厂的资助

作者简介: 时黎明 (1971-), 女, 博士研究生, 主要从事煤粉燃烧和污染物控制的研究工作。通讯处: 100084 北京清华大学清洁煤燃烧国家重点实验室

3 丘体浓缩器的分离机理及试验结果分析

3.1 丘体浓缩器的分离机理

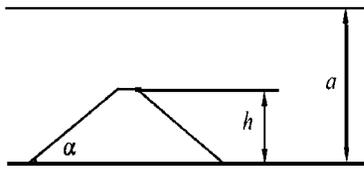


图 2 丘体结构图

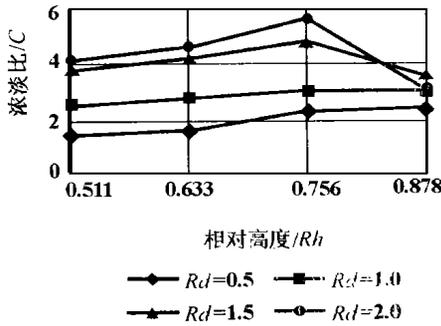


图 3 相对高度和相对距离对丘体浓淡比的影响

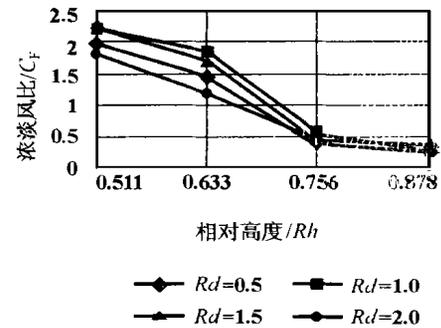


图 4 相对高度和相对距离对丘体浓淡风比的影响

0.5 1.0时,随着相对高度的下降,浓淡比下降。这是由于丘体的浓缩作用,管道截面上部粉的浓度比下部粉的浓度大,但随着相对高度的下降,浓淡侧风量比的增加比浓淡侧质量比的增加快得多,故浓淡比下降。

当相对距离为 1.5 2.0时,随着相对高度的增加,浓淡比呈现先上升后下降的变化。当相对高度等于 0.75时,浓侧煤粉气出口狭小,由图 4知,浓淡风比在 0.45左右,尽管浓淡比很大,但是浓淡侧气流分配太不均匀,在实际中不易采取,这可能是由于空气粉料两相流在丘体与导流板之间流动呈波状引起的。

从图 3可看出,相对高度一定时,随着丘体与导流板距离的增大,浓淡比也跟着增大。总的来说,对于丘体的四种位置,当相对高度在 0.67~ 0.73之间变化时,浓淡风比在 0.6~ 1.1之间,浓淡比在 2~ 5之间变化,浓淡比的大小可以很好地满足煤粉气流燃稳的要求。

4 百叶窗浓缩器的分离机理及试验结果分析

4.1 百叶窗浓缩器的分离机理

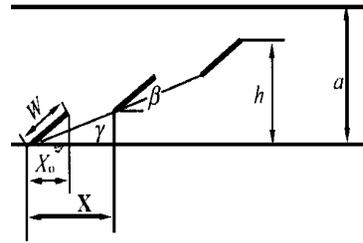


图 5 百叶窗结构图

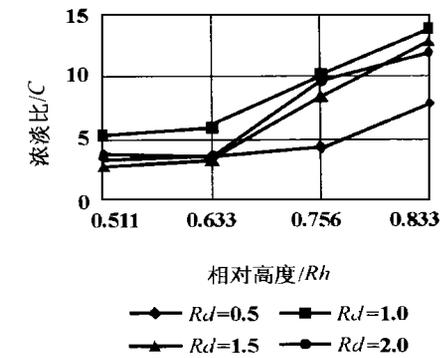


图 6 相对高度和相对距离对百叶窗浓淡比的影响

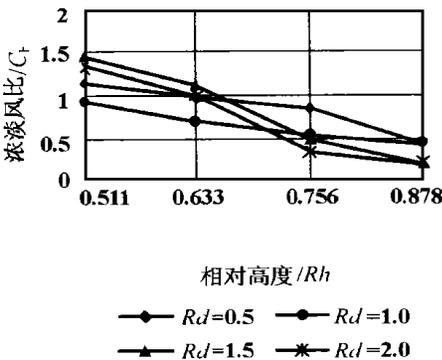


图 7 相对高度和相对距离对百叶窗浓淡风比的影响

百叶窗浓缩器的示意图见图 5, W U_x/x_0 分别代表叶片宽度,叶片倾角和两相邻叶片横向间距的比值,其中百叶窗叶片倾角 V 可由 $k U$ 决定, $V = \arctg(\tg U/(x/x_0))$ 煤粉气流以一定的速度进入浓缩器后,粒

径较大的煤粉颗粒在惯性力的作用下一直往前走,其它煤粉颗粒与百叶窗叶片碰撞以后,一部分被主气流带走,另一部分改变方向穿过叶片间隙进入叶片后部,叶片后的气流携带着浓度很低的煤粉继续向前运动,到达出口截面时煤粉浓度形成上面大下面小的分布。

4.2 相对高度和相对距离对百叶窗浓淡比的影响

图 6是百叶窗的浓淡比随相对高度和相对距离的变化情况,百叶窗浓缩器的最后一个叶片末端与导流板之间距离的相对值分别为 0.5 1.0 1.5 2.0可看出,相对距离一定时,随着相对高度的下降,浓淡比逐渐减小。从图 7的浓淡风比曲线可知,相对高度的大小对浓淡风比影响比较大。当相对高度大于 0.75时,由于浓侧出口狭小,浓侧通过的风量小于淡侧,当相对高度位于 0.6~ 0.67之间时,浓淡风比在 0.7~ 1.0之间,此时对应的浓淡比在 4~ 6之间变化,这样高的浓淡比能改善劣质煤的着火和燃烧,并能适应一定范围内不同煤种的变负荷运行。

(下转 402页)

4.3.3 全厂财务日报、材料消耗日报、煤库存消耗进货日报的录入、查询与打印功能等。

5 系统的特点

5.1 热负荷遥测监控系统可使电厂运行与指挥人员及时了解供热情况,便于及时调度,组织经济运行;此外,经过测量中心标定后的仪表,可信度高,客观公正,较好地解决了过去经常出现的电厂与用户分别计量不一致所引发的矛盾;而且,热负荷遥测监控系统能及时报告运行异常情况,并记录相关数据,便于进行事故分析,采取改正措施。

5.2 生产过程实时监控功能全面

5.2.1 由于热电厂比较复杂,该监控系统可以适应和监控不同的运行方式和不同的运行工况,如机组的供热工况和凝汽工况运行方式、高压加热器的不同投运方式、除氧器汽源的不同联接方式等。

5.2.2 全面计算机组的热经济指标,除了计算机组各工质流量、热效率、装置效率外,还计算了机组的汽耗率、热耗率、供热和发电煤耗率、供热电厂的电能生产率、燃料利用系数,以及全厂性的热经济指标等。

5.2.3 尤其富有特色的是根据基准偏差分析理论,对影响机组经济运行的重要参数,如汽机和锅炉的主汽温、主汽压、汽机的凝汽器真空、锅炉的排烟温度、烟气含氧量等参数进行经济性能诊断,实时计算当它们偏离基准值时的偏差煤耗,这对于指导经济运行有重要的意义。

5.3 全厂综合管理系统除了具有财务、材料消耗、煤库存管理功能外,尤其重要的是可以查询实时

生产数据和经济指标,便于各级领导调度和指挥生产。

5.4 该系统采用全中文界面,操作简便,数据显示方式丰富而且全面,用户无需经过专门培训即可很快学会操作使用。

6 结束语

从上面介绍的系统情况可以看出:

(1)系统把热电厂的生产过程监控、热负荷遥测监控、实时管理和综合管理融为一体,开创了微机应用与热电厂的新局面,对于热电厂的生产、管理具有重要作用。

(2)在热电厂建立这样一套计算机综合管理系统,实现了各种信息共享,打破了电厂生产原来的封闭局面,使各个部门之间可以互相了解,更好地协调配合,有利于安全、经济运行。

(3)采用计算机监控管理系统后,可以减少抄表、统计等工作人员,提高了劳动生产率。

参考文献

- [1] 郑体宽主编. 热力发电厂. 北京: 水利电力出版社, 1986.
- [2] 武学素. 热电联产. 西安: 西安交通大学出版社, 1988.
- [3] 西安热工研究所. 燃煤锅炉燃烧调整试验方法. 北京: 水利电力出版社, 1974.
- [4] [美] James W. Mc Cor. Borland C++ 3.1 程序员参考手册 (第二版). 北京: 清华大学出版社, 1995.
- [5] 林 丽, 白剑波, 魏新俊. 精通 Visual Basic 3.0 for Windows. 北京: 人民邮电出版社, 1995.

(何静芳 编辑)

(上接 368页)

从图 6 还可知,当相对高度相同时,百叶窗与导流板的相对距离为 1.0 时对应的浓淡比最大,这说明在此位置进行浓淡分离效果最佳。当相对距离进一步增大时,由于气流、颗粒之间的紊流混合碰撞,到达导流板附近时,管道截面上气流流速、颗粒浓度的分布变得均匀了,削弱了浓淡分离的程度。

5 结论

(1)试验证明,只在一次风管道出口处设置导流板的情况下,丘体和百叶窗仍旧具有浓缩煤粉的能力。因此,缩短导流板的长度在实际中是可行的。

(2)对于丘体和百叶窗两种结构,导流板的高度对浓淡风比影响比较大。

(3)为了在合适的浓淡风比 (0.6~1.0) 的条件下实现稳定燃烧所要求的浓淡比 (一般在 3.0~5.0 之间),导流板的高度和浓缩器与导流板的距离的推荐值如下 (用相对值): 对于丘体,相对高度在 0.67~0.73 之间调整,相对距离在 1.0~1.5 之间变化; 对于百叶窗,相对高度在 0.6~0.67 之间调整,相对距离在 1.0~2.0 之间变化。

参考文献

- [1] 何佩敖等. 煤粉燃烧器设计与运行. 北京: 机械工业出版社, 1987.
- [2] 时黎明. 浓淡燃烧及煤粉浓缩器的动力特性研究. 山东工业大学硕士论文, 1996.

(复 编)

the quantitative effect on machine unit economic performance of exhaust steam pressure variation by employing the theory of equivalent enthalpy drop. Calculation results of specific examples show that the method features simplicity of use as well as high precision and practicality. Its calculation error is lower than that of other currently available engineering methods. **Key words** exhaust pressure, quantitative method, economy, equivalent enthalpy drop

PFBC-CC燃气轮机系统动态特性实时混合仿真研究 = **A Real-time Hybrid Simulation Study of the Dynamic Characteristics of a PFBC-CC Gas Turbine System** [刊,中]/Xiang Wenguo, Cai Ningsheng (Thermal Engineering Institute under the Southeastern University) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 356~ 358

Described in this paper is a real-time hybrid simulation and control study system based on two digital computers and an analog computer. Discussed are the theory of system realization and the process structure of its interface software. A simulation study has been conducted of the gas turbine system dynamic characteristics of a coal-fired supercharged fluidized bed gas-steam turbine combined cycle. The results of the study indicate that the system under discussion enjoys ease of use and high real-time quality. **Key words** real time, hybrid simulation, control, PFBC

热阻和回热损失对埃里克森循环性能的影响 = **The Effect of Thermal Resistance and Regeneration Loss on Ericsson Cycle Performance** [刊,中]/Lin Bihong, et al (Physics Department of Quanzhou Normal Institute) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 359~ 362

An Ericsson cycle model under the influence of thermal resistance and regeneration loss is established and a basic optimization relation of the cycle deduced, using output power as a target function. Characteristic curves of the cycle are thus obtained. A fairly detailed discussion is conducted of a series of special operating conditions with some new conclusions being obtained. **Key words** Ericsson cycle, thermal resistance, regeneration loss, basic optimization relation, characteristics curves

内旋流流化床燃烧系统设计研究 = **Design and Study of an Internal Circulating Fluidized Bed Combustion System** [刊,中]/Tian Wendong, Wei Xiaolin, Sheng Hongzhi (Institute of Mechanics under the Chinese Academy of Sciences) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 363~ 366

Based on the calorific value of municipal solid waste, its physical composition analysis and the cold-state test results of fluidized bed air distribution the authors have conducted the study of an internal circulating fluidized bed (ICFB) combustion system. A hot-state test plant for the ICFB combustion system was designed and a combustion test of municipal solid waste successfully carried out. **Key words** fluidized bed, internal circulating fluidized bed, combustion, municipal solid waste, heat transfer

结构参数对煤粉浓缩能力影响的试验研究 = **Experimental Study of the Effect of Structural Parameters on the Concentrating Ability of Pulverized-coal Concentrators** [刊,中]/Shi Liming, et al (Qinghua University) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 367~ 368,402

The concentrating ability of two types (i. e., brent and shutter) of pulverized-coal concentrators was investigated and tested. The test results show that it is feasible to shorten the length of guide plate in a primary air pipe duct. To achieve a bias concentration ratio satisfying the requirements of stable combustion under a proper bias air ratio, the authors have specified the variation range of the following 1. the guide plate height for the brent and shutter; 2. the distance between the concentrator and the guide plate. **Key words** pulverized-coal concentrator, brent, shutter, structural parameters

标准椭球形封头螺纹烟管 DZL系列锅炉设计 = **Design of Threaded Flue Tube DZL Series Boilers with Standard Elliptical Heads** [刊,中]/Chen Ming, et al (Harbin No. 703 Research Institute) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 369~ 370

Given in this paper are the basic construction form and conspicuous advantages of threaded flue tube DZL