

不同进风结构煤粉燃烧器冷态流场实验研究

蒋利桥, 陈恩鉴, 阎常峰

(中国科学院广州能源研究所, 广东 广州 510070)

摘 要: 对采用切向和端面旋流进风结构的煤粉燃烧器进行了冷态流场特性实验研究, 实验结果表明采用端面旋流进风结构的煤粉燃烧器流场轴向速度分布对称性、均匀性大大加强, 而一二次风合为一般端面旋流进入比单独从轴向进一次风对流场的合理分布更加有利。

关 键 词: 燃烧器; 旋流; 叶片; 五孔探针

中图分类号: TK223.23 文献标识码: A

1 前 言

我国工业窑炉数量众多, 大部分以煤为主要燃料, 普遍存在热效率低、运行条件差和烟尘排放高等问题。基于旋风燃烧技术的液排渣燃烧器能提供含尘量极低的洁净火焰, 因而可对燃煤工业窑炉进行技术改造以及对燃油工业窑炉进行以煤代油改造, 是解决燃油锅炉的运行成本高和燃煤工业窑炉烟尘污染严重等问题的有效途径之一。因此, 其应用前景广阔。液排渣燃烧器的进风方式对其内部流场分布的影响非常大, 进而影响煤粉燃烧状况和灰渣的捕集。所以, 合理的流场分布对于燃烧器性能起着决定性的作用^[1-3]。本文对采用切向进风方式和端面旋流进风结构的煤粉燃烧器冷态流场分布进行测试, 同时还对一次风的进风方式给燃烧器内流场分布造成的影响进行实验研究。

收稿日期: 2002-08-12; 修订日期: 2002-09-16

基金项目: 广东省科技计划基金资助项目(2002B30803)

作者简介: 蒋利桥(1974-), 男, 湖南邵东人, 中国科学院广州能源研究所硕士。

4 结 论

通过上述的分析和计算, 可以得出如下的结论: 采用第(1)种和第 2 种系统修正方法计算, 得出的试验结果是相同的; 第(2)种修正方法在计算抽汽焓的过程中不需要迭代过程, 计算过程简明, 而且可以降低编程难度, 提高计算效率; 不同的修正方法, 计算

2 冷态实验装置及测试原理

实验装置如图 1 所示, 燃烧器基本模型由有机玻璃制成, 卧式布置。燃烧筒内径 $D=400$ mm, 长 $L=600$ mm, 出口直径为 200 mm, 进口叶片节圆直径为 360 mm。实验时, 叶片与燃烧器轴线倾角和二次风流量保持不变。利用五孔探针测量三维速度场原理^[4], 由五孔探针感受测点压力信号, 经过压力传感器、A/D、D/A 转换器、放大器、数据采集板, 最后通过计算程序处理, 将三维速度分解并存入数据文件。

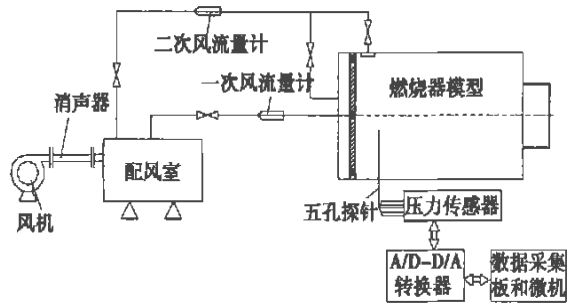


图 1 燃烧器冷态模型及实验系统

3 燃烧器进风结构

出的缸效率有细微差别, 如果连带缸效率一起考核, 则需要明确系统修正所采用的方法。

参考文献:

- [1] ASME PTC6-1996 汽轮机性能试验规程[S].
- [2] 翦天聪. 汽轮机原理[M]. 北京: 水利电力出版社 1992.
- [3] 西安热工研究所. 汽轮机热力试验[M]. 北京: 电力工业出版社 1982.

(何静芳 编辑)

针对三种不同进风工况进行实验, 燃烧器进风结构分别如图 2 和图 3 所示, Q_1 为一次风, Q_2 为二次风。图 2 为切向进风方式, 图 3 为二次风端面旋流进风。当一次风阀门开启时, 一次风从轴线附近进入, 一次风流量为二次风的 10%。试验时, 所有工况下, 二次风流量 $Q_2=0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 保持不变。

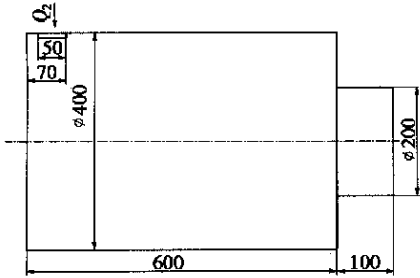


图 2 切向进风结构

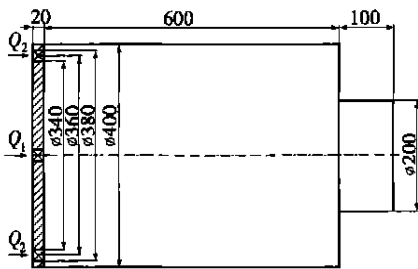


图 3 端面旋流进风结构

4 冷态实验结果及分析

4.1 轴向速度的分布

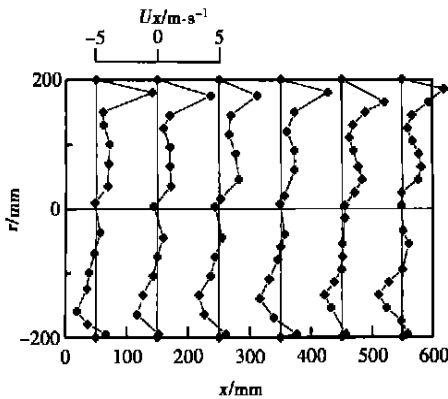


图 4 切向进风时轴向速度分布

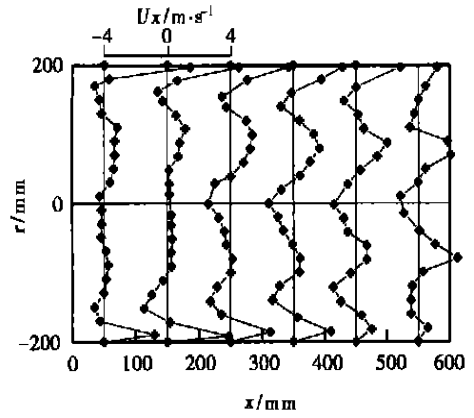


图 5 端面旋流进风时轴向速度分布

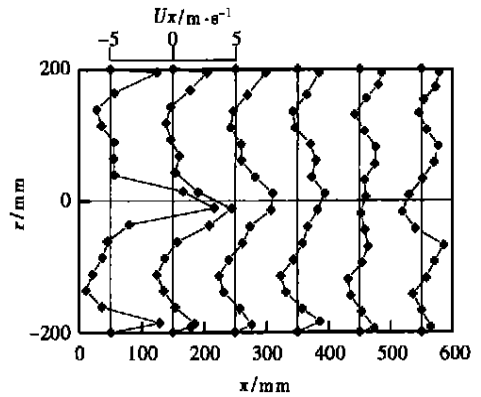


图 6 轴向进一次风时轴向速度分布

mm 处为测孔布置侧。由各工况看(见图 4~图 6), 轴向速度分布各截面趋势基本相同, 整个轴向速度由壁面向轴线依次可分为主气流区、环室回流区、出口气流区和中心回流区, 轴向压力梯度是导致轴向速度按上述各区分布的根本原因。由图 4~图 6 可以比较各工况下各气流区的位置、区域大小和深度。比较三种进风结构下测量结果可知, 采用切向进风结构时, 燃烧器内流场严重畸形, 中心回流区几乎没有, 同时环室回流只在半个燃烧器区域存在, 对称性不好, 如图 4 所示。而采用轴向环形旋流进风结构时, 不同工况下环室回流均存在, 且几乎贯穿整个燃烧室, 这与传统液排渣燃烧器的流场分布存在很大的区别。当没有一次风时, 或一、二次风混合端面旋流进入时, 燃烧器内流场对称性好, 中心回流分布明显(见图 5)。而当一次风在轴线附近进入时(见图 6), 轴向速度分布在轴线附近形成很大速度尖点, 从而破坏了中心回流区, 这会导致煤粉颗粒和灰粒在燃烧器内的停留时间缩短, 甚至产生“短路”现象, 即煤粉颗粒直接逸出燃烧器, 对燃烧和提高捕渣率不

实验时沿燃烧器轴向等距离为 100 mm 选取测量截面, 第一测量截面距燃烧器头部 50 mm, $R=200$

利。因此,实际运行时应避免采用这种进风方式。此外,由于测量孔和探针对流场的影响,导致测量孔附近壁面出现尖点,且流场不是完全对称。

环室回流、中心回流的大小对燃烧状况和灰渣的捕集影响非常大,回流的大小由回流区的大小、回流区内轴向速度大小以及回流区在径向的位置来决定;环室回流的增大延长了煤粉颗粒在燃烧器内的飞行时间,因而对燃烧和提高捕渣率均有利;燃烧器中心回流的增强对煤粉着火有利,但在稳燃后,由于燃烧器中心回流气流主要是由出口的卷吸气流组成,温度较低,因而对燃烧器内煤粉的燃烧和灰渣的捕集可能造成负面影响。

4.2 切向速度分布

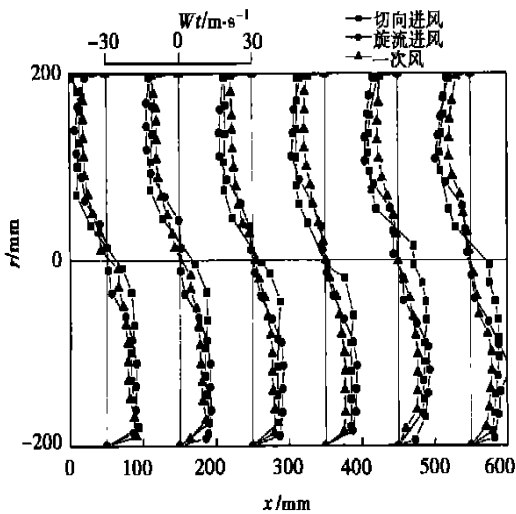


图7 不同进风结构下切向速度分布

切向速度分布如图7所示,总体来看,同一结构下燃烧器内各截面速度分布相似性很好,且基本上为轴线对称。比较而言,采用端面预旋进风结构,切向速度对称性更好,而切向进风时,对称轴明显偏向进风侧。

5 结 论

(1) 采取端面旋流进风结构,燃烧器内轴向速度和切向速度的均匀性、对称性明显优于切向进风结构,环室回流得到显著地增强,分布范围几乎贯穿整个燃烧器,能形成几乎完全的旋转回流流场。

(2) 一次风的进风方式对燃烧器内流场分布影响很大,轴线处轴向进一次风时,会导致燃烧器内头部中心回流的消失,对强化燃烧和提高灰渣捕集不利。

参考文献:

- [1] LIN BOCHUAN, CHEN ENJIAN. A concept design of the slagging combustor for steel smelting[A]. 2nd Korea and China Joint Workshop of Clean Coal Utilization[C]. Korea; Korea Institute of Energy Research, 1998.
- [2] 刘平. 一种新型低污染燃煤装置的冷态研究[J]. 燃烧科学与技术, 1997, 3(1): 97-104.
- [3] 林伯川. 煤粉低尘燃烧过程流场特性研究[A]. 中国工程热物理学会燃烧学学术会议[C]. 武汉: 中国工程热物理学会, 2000. 81-87.
- [4] 金志刚. 燃气测试技术[M]. 天津: 天津大学出版社, 1994.

(何静芳 编辑)

地址变更启事

《热能动力工程》编辑部自2003年4月1日起迁入新址。

新地址: 150036 哈尔滨市香坊区公滨路452号A座407~408室

邮 编: 150036

电 话: (0451) 5654932(直线)

with those of experimental correlation. Meanwhile, this also shows that the large eddy simulation method is especially effective in capturing temperature fields and the time evolution process of flow field eddy series and very suitable for the analysis of temperature fields involving the flow movement of large eddies. **Key words:** gas sweeping across a single tube, forced convection, large eddy simulation

基于遗传算法的汽轮机 DEH 控制系统的参数优化研究 = A Study on the Parameter Optimization of a Digital Electro-hydraulic (DEH) Control System for a Genetic Algorithm-based Steam Turbine [刊, 汉] / DAI Yi-ping, LIU Zhao (Turbomachinery Research Institute under the Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049), LIU Jiong (Dongfang Steam Turbine Works, Deyang Sichuan Province, China, Post Code: 618000) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18 (3). — 263 ~ 266

After an explanation of the basic theory of genetic algorithm the latter is used for the parameter optimization of the PID (proportional-integral-differential) governor of a steam turbine DEH (digital electro-hydraulic) control system. The dynamic characteristics of the system after parameter optimization are compared with those of a system, which has undergone an adjustment by a conventional method. The results of comparison indicate that the improved genetic algorithm offers the merit of high convergence speed and the acquisition of global optimization. After being optimized the control system will enjoy better dynamic response characteristics. The genetic algorithm can be advantageously employed for the parameter optimization of the governor of a steam turbine DEH control system. **Key words:** genetic algorithm, parameter optimization, steam turbine, digital electro-hydraulic control system

再热汽轮机性能试验系统修正方法研究 = Investigation of a Method for Correcting the Performance Test System of a Reheat Steam Turbine [刊, 汉] / ZHANG Cai-wen, HUANG Hai-zhou (Steam Turbine Department, Hubei Provincial Electric Power Testing Institute, Wuhan, China, Post Code: 430077) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18 (3). — 267 ~ 269

An in-depth investigation was conducted of two kinds of revision calculation for the performance test system of a reheat steam turbine on the basis of "ASME PTC6-1996 Steam Turbine Performance Test Rules and Regulations". The process for realizing two kinds of calculation method is presented with their difference being analyzed. Moreover, through a calculation example the effect of these two calculation methods on the results of calculation is investigated, on the basis of which a revision calculation method is recommended. **Key words:** steam turbine, performance test, calculation

不同进风结构下煤粉燃烧器冷态流场实验研究 = An Experimental Study of the Cold-state Flow Field of a Pulverized-coal Burner under Different Air-entry Versions [刊, 汉] / JIANG Li-qiao, CHEN En-jian, YAN Chang-feng (Guangzhou Energy Source Research Institute under the China Academy of Sciences, Guangzhou, China, Post Code: 510070) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18 (3). — 269 ~ 271

An experimental study was conducted of the cold-state flow field characteristics of a pulverized-coal burner under two different air-entry versions, namely, air tangential entry and end-face air prewhirl entry. Test results indicate that the end-face prewhirl entry of air can lead to a considerably enhanced symmetry and uniformity of axial-speed distribution of the burner flow field. Furthermore, from the perspective of flow field distribution the integration of primary and secondary air into one stream of end-face prewhirl flow entry will be more contributive to the rational distribution of flow field than in the case of single axial entry of primary air. **Key words:** swirl flow, blade, five-hole probe

注蒸汽对涡轮增压器的影响 = The Influence of Steam Injection on a Turbocharger [刊, 汉] / LU Ben, WEN Xue-you (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036), XIA Jun-sheng (Hebei Jiteng Paper