

非均等配风下的风水冷选择性冷渣器冷态排渣特性

叶学民, 李春曦, 樊旭, 张炳

(华北电力大学 动力工程系, 河北 保定 071003)

摘要:以某电厂 450 t/h CFB 锅炉的风水冷选择性冷渣器为原型, 通过冷态模化实验研究了各仓室在均等和非均等配风下的排渣特性, 分析了各仓室的风量比关系对排渣速率的影响规律。实验结果表明, 冷渣器的实际流化风量下限值高于设计值, 在送风机总风量基本不变甚至减小的情况下, 通过调配各仓室的风量比关系可明显提高冷渣器的排渣速率。所得实验数据对冷渣器的安全运行具有一定的指导意义和参考价值。

关键词:循环流化床; 风水冷选择性冷渣器; 排渣特性; 非均等配风

中图分类号: TK223.28 文献标识码: A

1 引言

循环流化床(CFB)锅炉的底渣量占锅炉总灰量的 50%左右, 加上脱硫形成的额外排渣, 其灰渣排放量比煤粉炉要大得多。我国目前已经投运许多大型 CFB 锅炉, 其配备了多仓室流化床风水冷选择性冷渣器, 运行情况表明, 由于入炉煤粒径及其分布与设计不符, 设计参数难以满足实际需要, 导致流化风量不足, 排渣排放速率可控性能和定量性较差, 冷渣器不能满足机组运行需要, 经常造成锅炉降负荷运行或停炉, 甚至有的被迫将高温炉渣不经冷却直接排出炉膛, 直接影响了锅炉的正常运行和锅炉热效率^[1-8]。

本文以某电厂 450 t/h CFB 锅炉多仓室流化床风水冷选择性冷渣器为原型, 利用相似原理进行冷态模化实验, 分析各仓室在不同风量下的排渣速率特性, 为制定合理的运行规程和安全运行极限提供参考依据, 从而达到提高锅炉效率和实现节能降耗的目的。

2 冷态模化实验研究

2.1 实验系统

收稿日期: 2004-03-15; 修订日期: 2004-10-29

作者简介: 叶学民(1973-), 男, 河北邢台人, 华北电力大学讲师。

450 t/h CFB 锅炉配备的多仓室流化床风水冷选择性冷渣器, 沿渣走向的 4 个仓分别为 1 个选择仓和 3 个冷却仓, 仓与仓之间用分隔墙隔开。利用几何相似原理建立的冷渣器冷态模化实验台如图 1 所示。主要包括冷渣器模化实验装置、电源、风机、管道、风量测定装置、差压计和台秤等; 辅助测量设备包括精密电子天平、分样筛和振筛机, 用于测定灰渣的筛分曲线。在送风管道上布置有标准孔板和手动阀门, 通过调整阀门开度控制各仓室的风量, 采用标准孔板差压计测量风量。

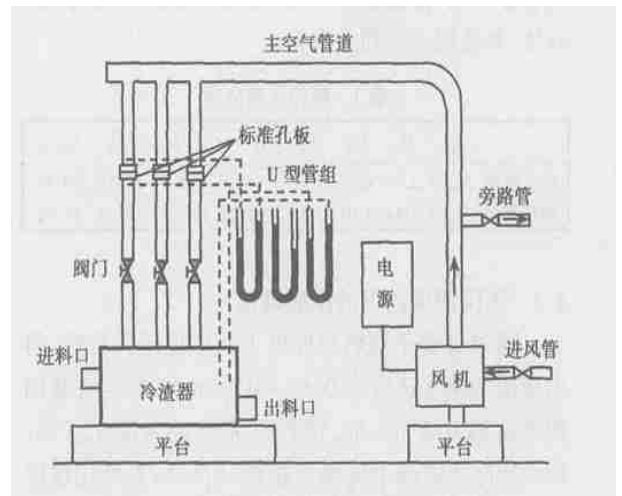


图 1 冷渣器冷态模化实验系统

冷渣器模化装置与实际设备的比例为 1:4.3, 采用有机玻璃板材料制成, 用于观察物料的流化状态。布风板下的各风室均采用等压风室结构, 布风板开孔率为 1.78%, 与冷渣器原型开孔率大致相同, 足以保持各风室的均匀配风。冷渣器模化装置共分 3 个仓室, 主要用于模拟选择仓室和第二、第三冷却仓室, 其上布置有压力测点, 用于分析料层压降特性和测量风室压力。

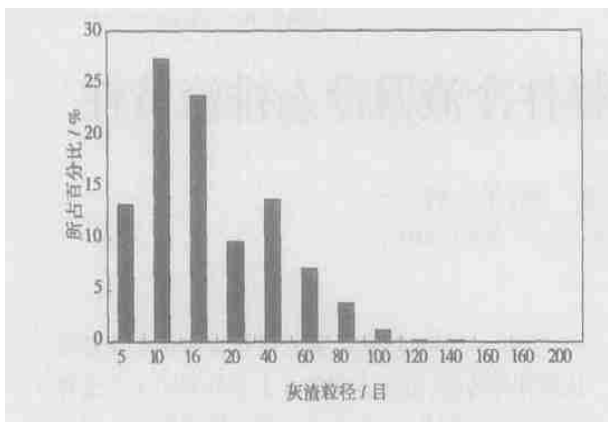


图 2 电厂实际灰渣的筛分曲线

2.2 灰渣物理特性

冷态模化实验采用实际所排灰渣, 锅炉用煤为贫煤, 其元素分析如表 1 所示。实验测得灰渣平均密度为 $1\ 310\ \text{kg}/\text{m}^3$, 平均粒径为 $1.82\ \text{mm}$, 粒径分布规律如图 2 所示。其中 10 目和 16 目占到总比例的 51%, 5 ~ 60 目占到 87.56%, 80 ~ 200 目仅占 12.44%, 灰渣属于宽筛分物料。

表 1 燃料元素分析

	C_{ar}	H_{ar}	O_{ar}	N_{ar}	S_{ar}	A_{ar}	M_{ar}	V_{daf}	$Q_{ar, net}$
设计煤种	52.71	2.91	4.73	0.91	1.46	31.7	5.58	17.12	20.49
校核煤种	55.54	3.44	4.01	0.45	1.66	28.52	6.38	19.46	21.96

2.3 不同配风比下的排渣特性

通过分析不同料层厚度下的床层压降特性, 得出灰渣的流化速度为 $0.65 \sim 0.90\ \text{m}/\text{s}$, 即当空截面流速达到 $0.9\ \text{m}/\text{s}$ 时, 渣料已完全进入流化状态。由于实际灰渣属于宽筛分物料, 所以临界流化速度对应于某一流速范围。考虑到实际排渣系统灰渣温度和省煤器的换热影响, 热态运行时流化风速取冷态临界流化风速的 $1.5 \sim 2.0$ 倍为宜。本文取热态流化风速为冷态临界流化风速的 1.75 倍。据此计算, 保证冷渣器原型处于流化状态时各仓室最小流化风量分别为: 选择仓 $3\ 386\ \text{m}^3/\text{h}$, 第一、第二和第三冷却仓为 $3\ 555\ \text{m}^3/\text{h}$, 明显高于推荐的冷渣器设计风量 $1\ 810\ \text{m}^3/\text{h}$ 、 $1\ 910\ \text{m}^3/\text{h}$ 、 $2\ 690\ \text{m}^3/\text{h}$ 和 $3\ 500\ \text{m}^3/\text{h}$ 。若运行过程仍以设计值作为参考依据, 则难以保证渣料流化, 从而容易造成冷渣器排渣不畅和引起局部结焦。

为深入研究冷渣器的排渣特性, 在保证渣料处于流化状态的前提下, 当静止料层厚度为 $200\ \text{mm}$ 时进行了各仓室在均等和非均等配风条件下的排渣速

率特性实验, 实验结果见表 2, 各仓室风量以空截面流速表示。

表 2 不同配风比下的排渣速率

工况	各仓室空截面速度/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	排渣速率/ $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$
均等配风	0.62 : 0.62 : 0.62	8 485
	0.76 : 0.76 : 0.76	9 975
	0.98 : 0.98 : 0.98	10 800
	1.16 : 1.16 : 1.16	10 408
	1.38 : 1.38 : 1.38	10 818
	1.55 : 1.55 : 1.55	10 440
	1.55 : 1.20 : 0.98	7 249
非均等配风 (依次递减)	1.38 : 1.20 : 0.98	9 899
	1.38 : 0.98 : 0.87	8 064
	1.55 : 0.98 : 0.76	7 249
	1.55 : 0.98 : 0.87	8 438
	1.55 : 1.20 : 0.98	10 152
	1.55 : 1.38 : 1.20	11 171
	0.98 : 0.87 : 0.87	6 318
非均等配风 (一室较大, 二室和三室相同)	1.20 : 0.87 : 0.87	7 406
	1.20 : 0.98 : 0.98	8 363
	1.38 : 0.87 : 0.87	7 428
	1.38 : 0.98 : 0.98	8 884
	1.38 : 1.20 : 1.20	10 474
	1.55 : 0.87 : 0.87	8 432
	1.55 : 0.98 : 0.98	10 458
非均等配风 (一室和二室相同, 三室较小)	1.55 : 1.20 : 1.20	11 179
	1.55 : 1.38 : 1.38	11 031
	1.20 : 1.20 : 0.87	7 661
	1.20 : 1.20 : 0.98	8 822
	1.38 : 1.38 : 0.87	8 126
	1.38 : 1.38 : 0.98	9 360
	1.38 : 1.38 : 1.20	10 543
非均等配风 (一室和二室相同, 三室较小)	1.55 : 1.55 : 0.87	8 340
	1.55 : 1.55 : 0.98	10 715
	1.55 : 1.55 : 1.20	11 352
	1.55 : 1.55 : 1.38	11 577

实验表明, 当灰渣处于完全流化状态时, 通过调配各仓室的风量比关系, 可明显改变冷渣器的排渣速率; 在均等配风工况下, 当流速超过最小流化速度, 排渣速率基本保持恒定, 风量的提高只能增加风机的电耗, 而不能增加排渣速率; 在非均等配风工况下, 排渣速率特性与各仓室配风比密切相关。当保持第一仓室的风量不变时, 提高第二和/或第三仓室的风量, 排渣速率逐渐增加; 当保持第二和/或第三仓室风量不变时, 提高第一仓室的风量, 其排渣速率也有所增加。通过实验发现, 在保持总风量基本不变的前提下, 通过调配各仓室风量, 可提高排渣速率。例如: 配风比为 $1.38 : 1.20 : 0.98$ 下的排渣速率要高于配风比为 $1.55 : 0.98 : 0.87$ 的工况; 配风比为 $1.38 : 0.98 : 0.98$ 下的排渣速率要高于配风比为 1.55

0.87 0.87 的工况。而且,即使在总风量减小的情况下,也可借助调配各仓室风量,从而达到保持排渣速率基本不变或提高其排渣速率。例如:配风比为 1.20 0.98 0.87 下的排渣速率等于配风比为 1.55 : 0.98 0.76 的工况;配风比为 1.20 : 1.20 0.98 下的排渣速率高于配风比为 1.55 : 1.55 0.87 的工况。值得注意的是,通过调配各仓室风量的方法,可在送风机总风量减小的情况下,获得与均等配风工况下相同甚至更高的排渣速率,这不但可有效地减轻冷渣器内部的严重磨损问题,而且可以减小送风机的电耗,有利于提高锅炉效率和电厂的节能降耗。

因此,运行人员完全可通过调配仓室风量的方法,结合锅炉和冷渣器的参数,综合考虑送风机的设计风量、耗电量和冷却仓的运行效果,选择合理的配风比,从而达到保持锅炉正常运行、减小冷渣器磨损和节能降耗等目的。

3 结 论

电厂实际排渣属宽筛分物料,且以大颗粒为主,其临界流化速度范围为 0.65 ~ 0.90 m/s,取实际的热态流化风速为冷态临界值的 1.75 倍计算表明,各

风室的流化风量下限值均高于设计值。各仓室在非均等配风比下的排渣速率实验表明,在灰渣处于完全流化状态的前提下,通过调配各仓室的风量比关系,在送风机总风量基本不变甚至减小的情况下,可明显提高冷渣器的排渣速率,有利于改善冷渣器内的磨损,提高锅炉效率和电厂的节能降耗。

参考文献:

- [1] 蔡新春,叶宁.流化床选择性冷渣器运行技术探讨[J].锅炉制造,2002(1):4-6.
- [2] 杨建华,屈卫东,李建刚.循环流化床锅炉冷态临界流化风量与运行风量[J].锅炉制造,2000(4):30-33.
- [3] 王文选,赵长遂,王凤君,等.循环流化床锅炉设计中若干问题探讨[J].锅炉技术,2001,32(10):27-30.
- [4] 尹斌,章明川,卢啸风.410 t/h CFB 锅炉流化床冷渣器冷模试验研究[J].华东电力,2002(4):5-8.
- [5] 尹斌,章明川,宋玉宝,等.CFB 锅炉流化床冷渣器试验研究[J].锅炉技术,2001,32(10):17-20.
- [6] 刘升,李广平,张宏彪.风水联合式冷渣器在工程实践中的应用[J].中国电力,2003,36(4):71-73.
- [7] 孙秋保.CFB 锅炉选择性排灰冷渣器运行故障分析及改进措施[J].河北电力技术,2003,1(3):1-3.
- [8] 安国银,边疆,彭波,等.国产首台 450 t/h CFB 锅炉冷态试验研究[J].河北电力技术,2003,1(4):15-18.

MT30 型机将装用于高速近海货船

据《Diesel & Gas Turbine Worldwide》2003 年 3 月号报道,西班牙 Izar 造船厂和英国 Rolls-Royce 公司合作开发由两台 Rolls-Royce MT30 燃气轮机驱动的高速近海货船。

采用单体船设计 EHSCV(欧洲高速货船)是一艘长 212 m、载重量 3 400 t,并在 37 节航速下能携带 124 辆拖车的货船。欧洲联盟马可波罗计划是支持这一改进欧洲货物运输系统的项目。马可波罗计划为了在 2010 年欧洲运输增长政策的一个方面。

EHSCV 的设计概念介于高速渡船和 Ropax 单体船之间。与公路运输比较,它必须具有快速和低费用的特点,并且以不低于 95% 利用率提供正常的 24 h 服务。装卸货物时间应该不超过 3 h,并且船舶一年有 340 d(相当于 6 500 h)可供利用。

Rolls-Royce 将供应包括每台 36 MW 功率的两台 MT30 船舶燃气轮机的全套推进装置。

(吉桂明 供稿)

verized coal a study was conducted of the operating characteristics of the MPS coal pulverizer. During a series of tests a study was conducted to mainly identify the impact of some major factors on the operating characteristics of the MPS coal pulverizer. Such factors include: the damper opening degree of a static classifier, the rotating speed of a dynamic classifier, the hydraulic loading force of a grinding roll, pulverizer inlet temperature and primary airflow rate. The above study can be helpful in providing design reference data for domestic manufacturers of the MPS coal pulverizer and offering operational guide for MPS coal pulverizers now in commission and also those soon to be put into operation. **Key words:** zero-pressure pendulum sampler, isokinetic sampling of pulverized coal, MPS coal pulverizer

加湿热空气对流冷凝换热冷凝液量的实验研究= **Experimental Research of Condensate Flow Rate of Convection-condensation Heat Exchange of Humidified Hot Air Flow** [刊, 汉] / ZHUANG Zheng-ning, LI Jiang-rong, CHE De-fu, et al (College of Energy & Power Engineering under the Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(1). — 69 ~ 72

The condensing heating surfaces of a condensing-type gas-fired boiler were used to serve as a prototype. On this basis a simulation of the flue gases in the above-mentioned boiler tail section was conducted by using humidified hot air. Through a single-row bare-tube recuperator a condensation heat exchange was carried out. Within a relatively wide range of humidified hot air temperature (100-200 °C) and vapor volumetric factor (4%-16%) a study was conducted of the generation law of condensate flow rate. The result of tests indicate that vapor partial pressure, cooling water flow rate and humidified hot airflow rate are major influencing factors of vapor condensate flow rate. Vapor condensation rate is 40% - 75%. After a multivariate linear regression analysis of experimental data a new empirical relation was proposed to calculate the condensate flow rate. **Key words:** condensation type boiler, humidified hot air, condensate, convection condensation heat exchange

非均等配风下的风水冷选择性冷渣器冷态排渣特性= **Cold-state Slag Discharge Characteristics of an Air-water Cooled Selective Slag Cooler under a Non-uniform Air Distribution** [刊, 汉] / YE Xue-min, LI Chun-xi, FAN Xu, et al (Department of Power Engineering, North China University of Electric Power, Baoding, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(1). — 73 ~ 75

With the air-water cooled selective slag cooler of a 450 t/h circulating fluidized bed boiler serving as a prototype and through a cold-state simulation test a study was conducted of the slag discharge characteristics in various chambers under a uniform and non-uniform air distribution. The impact of airflow ratios in various chambers on the slag discharge rate was analyzed. The results of the tests indicate that the lower limit of actual fluidized airflow of the slag cooler is higher than the design value. Under the condition of a basically unchanged total airflow rate of an air blower and even under a decreased airflow rate and through adjustment of airflow ratio in various chambers it is possible to significantly enhance the slag discharge speed of the slag cooler. The experimental data thus obtained can serve as a guide and reference for ensuring the safe operation of slag coolers. **Key words:** circulating fluidized bed, air-water cooled selective slag cooler, slag discharge characteristics, non-uniform air distribution

注汽涡轮增压柴油机的试验研究= **Experimental Study of a Steam-injected Turbo-charged Diesel** [刊, 汉] / LU Ben (Key Laboratory of Thermal Power Engineering & Thermal Sciences under the Tsinghua University, Beijing, China, Post Code: 100084), WEN Xue-you (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(1). — 76 ~ 79

Tests were conducted on a steam-injected turbo-charged diesel, a new type of power system. Under various diesel operat-