

# CFB 锅炉布风板风帽改型研究

## Research on Modification of Air Distribution Plate and Air Cap of CFB Boiler

汪书华

Shuhua Wang

杭州临江环保热电有限公司 中国·浙江 杭州 311228

Hangzhou Linjiang Environmental Protection Thermal Power Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311228, China

**摘要:** 循环流化床锅炉在发展和运行中,会出现很多问题,主要集中在布风系统和旋风分离器等处。布风系统是循环流化床锅炉中实现床料流化状态的重要部件,流化状态使煤燃烧更彻底。其中风帽是布风系统中的关键部件,也是最容易出问题的部件,循环流化床锅炉运行过程中,风帽易发生磨损,甚至磨穿。而磨损的风帽不利于循环流化床锅炉的安全稳定运行。

**Abstract:** In the development and operation of circulating fluidized bed boiler, there will be many problems, mainly concentrated in the air distribution system and cyclone separator. Air distribution system is an important part to realize the fluidized state of bed material in circulating fluidized bed boiler. The fluidized state makes coal combustion more thorough. Among them, the hood is the key component in the air distribution system, and it is also the most prone to problems. During the operation of circulating fluidized bed boiler, the hood is easy to be worn out or even worn out. The worn hood is not conducive to the safe and stable operation of circulating fluidized bed boiler.

**关键词:** 循环流化床; 锅炉风帽改型; 效果分析

**Keywords:** circulating fluidized bed; modification of boiler hood; effect analysis

**DOI:** 10.12346/peti.v4i1.6491

## 1 引言

改革开放以来,中国经济一直处于高速发展阶段,但经济发展的同时也带来了能源问题。在能源方面,中国能源利用是以煤炭为主,石油天然气为辅,其他可再生能源占比小,这种现有的能源结构短期内很难改变。对此,一方面我们应响应国家能源结构调整的政策,大量发展新能源、可再生能源,另一方面我们要尽量降低工业生产中产生的各项能耗<sup>[1]</sup>。在全国煤炭消耗中,火电占了相当大的比重,与其他发电形式相比,火电产生的污染较为严重。由此引入循环流化床锅炉,循环流化床锅炉运行时炉膛内有大量的床料及循环物料、煤在流化状态下低温循环燃烧,通过分级燃烧、分级送风,同时实现降低炉膛内硫氧化物和抑制氮氧化物生成的目的,因此该锅炉技术得到广泛的发展和应用。

## 2 设备使用过程中存在的问题

临江环保热电有限公司 130t/h 高温高压循环流化床锅

炉采用钟罩式风帽。钟罩式大风帽安装在水冷布风板上,总数量为 325 个,风帽之间的节距均为 320mm,风帽直径 144mm,风帽外罩开 12 个直径 12mm 小孔,风帽材质为 ZGCr26Ni7Mn3Re。前期使用过程中存在如下问题:

①频繁出现风室漏渣、风帽脱落、风帽卡渣等问题,风帽脱落初步分析一次风大幅波动引起。

②风帽材质欠佳,造成风帽小孔磨损变形,风帽外罩小孔易堵塞,增加停炉风帽清理工作量,延长停炉检修时间。

③布风板阻力偏小,总阻力出现不稳定状态,减弱风室均压稳流作用。低阻力造成布风板局部区域流化不良、料层温度分布不均和偏低,流化风量波动较大,严重时床层结焦,影响锅炉低负荷运行安全性和稳定性,增加检修清理工作量。

④较高一次风量造成 3# 锅炉低负荷运行期间炉膛温度偏低、一次风机电耗增加、受热面磨损加剧等后果。

【作者简介】汪书华(1973-),男,中国浙江杭州人,本科,工程师,从事热电CFB锅炉研究。

### 3 循环流化床锅炉风帽改造方式

原有的风帽只是采用风帽自重防止风帽脱落，为了防止风帽脱落采用点焊措施，但在锅炉运行中床料对风帽点焊处冲刷，还是会发生风帽脱落现象<sup>[2]</sup>。因此，对风帽改进后选取了卡槽式安装方式，卡槽内末端设置止动限位，安装简便无需点焊，且锅炉运行过程中，风帽与风帽座间隙小不容易卡渣引起风帽脱落，风帽外侧面设置了标记，便于检修安装定位以及检查确定风帽移位情况。改进后的风帽出风口小孔由原来的  $\phi 12$  缩小至  $\phi 11$ ，提高了一次风刚性，适当增加了风帽阻力，保证风帽整体阻力特性良好。

### 4 过程概述

常用的循环流化床锅炉风帽改造方式包括加装阻力元件、部分替换等，这些技术手段直接应用于大直径钟罩式风帽均存在一定的技术风险，可能影响锅炉低氮改造效果。因此，本次改造是对风帽结构进行改进，得到结构新颖、阻力特性优良的新型风帽。该种风帽便于检修维护、不易脱落、抗磨损性能好、使用寿命长，对于循环流化床锅炉长期、安全、稳定运行具有重要意义<sup>[3]</sup>。

对风帽结构的形式进行改进（采用卡扣式与中心管连接

形式），最终使新型钟罩式风帽在锅炉各种工况下安全、稳定、经济的运行，且锅炉污染物排放指标优异，研究内容包括：流化风布风均匀性、床层稳定性、料层温度均匀性方面；风帽阻力特性试验（对风机耗电量的影响）；风帽磨损性能的研究；风帽防脱落性能的研究；风帽易于检修维护更换方面的研究。

### 5 完成情况及效果检查

为了解和掌握锅炉运行特性，给运行调整提供依据，改造后进行了冷态空床试验、冷态流化试验和料层均匀性试验，在设计范围内，在相同风量下，布风阻力略高于改造前，停风后检查料层平整性，优于改造前。消除运行人员调整顾虑，降低了一次风量，波动幅度相对减小，达到一次风低频率小幅度的效果，增加对流化床底部床料冲击作用，加强扰动，有利于粗颗粒度流化和提高锅炉低负荷运行的安全性和稳定性。

选取改造前后不同负荷一次风流量曲线，如图 1、图 2 为改造前 #3 锅炉主蒸汽流量分别为 100t/h 和 126t/h 时一次风流量曲线图（原计划定于 2 至 3 月份，由于疫情影响，实际于 8 月中旬收集锅炉运行工况的各类相关数据）。

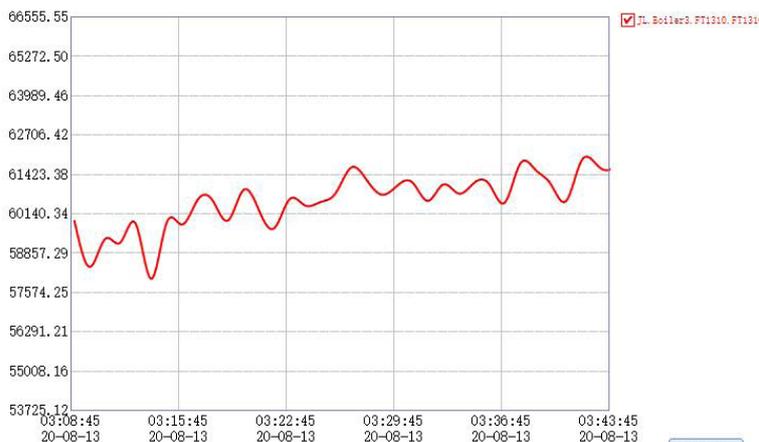


图 1 改造前 #3 锅炉主蒸汽流量 100t/h 时一次风流量曲线图

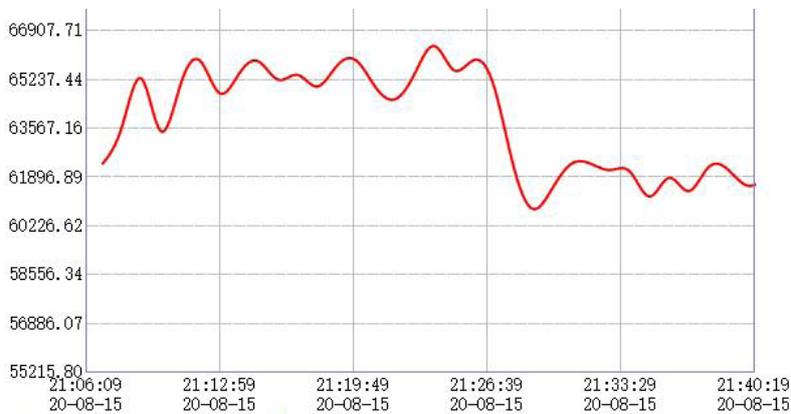


图 2 改造前 #3 锅炉主蒸汽流量 126t/h 时一次风流量曲线图

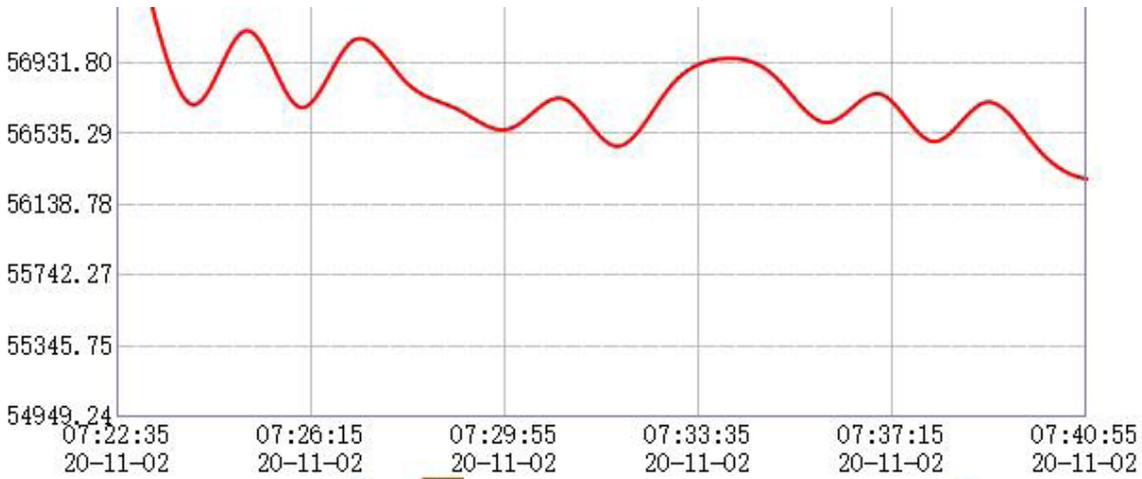


图 3 改造后 #3 锅炉主蒸汽流量 100 t/h 时一次风流量曲线图

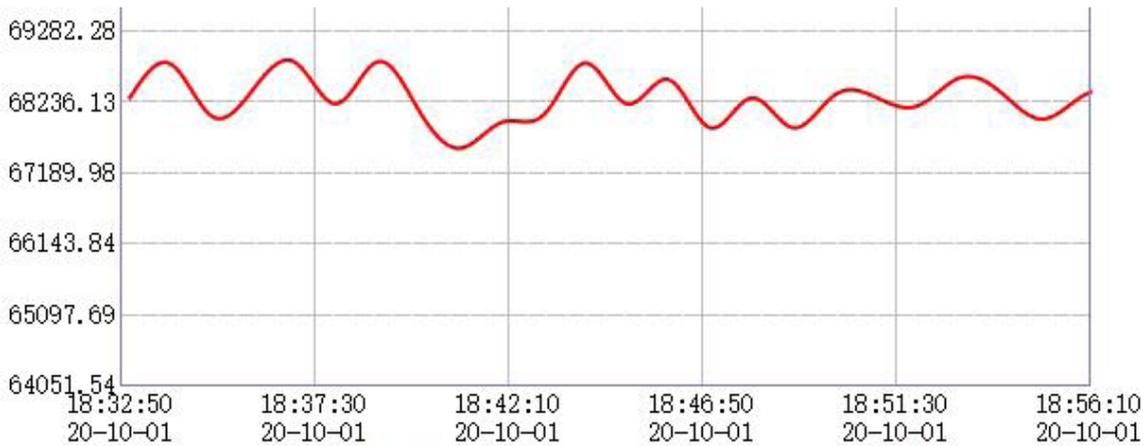


图 4 改造后 #3 锅炉主蒸汽流量 126t/h 时一次风流量曲线图

图 3、图 4 为改造后 #3 锅炉主蒸汽流量分别为 100t/h、126t/h 时一次风流量曲线图。（原计划定于 4 至 5 月份，由于疫情影响，实际于 10 至 11 月份收集锅炉改造后运行工况的各类相关数据）。

由曲线图反映锅炉一次风量有所降低，一次风量稳定性有所增加。一次风机耗电量降低，尤其是较低负荷区间节电效果比较明显。选取不同负荷下一次风机用电量进行分析，如表 1 所示。

表 1 不同负荷下一次风机用电量分析

#3 炉蒸发量 (t/h)	改造前后一次风机用电量		节约电量 (百分比)
	改造前一次风机用电量 (kwh/d)	改造后一次风机用电量 (kwh/d)	
111	16522	14975	9.36%
103	13184	11516	12.65%
92	9728	8051	17.24%

由上表可以看出风帽在改造后低负荷区间一次风机用电量下降明显，主要原因是一次风刚性提高，消除运行人员流化异常顾虑，调整时降低了一次风流量。风室漏渣及风帽脱落初步得到解决。

通过技改，风室漏渣现象基本消除，取得良好效果。停炉后风帽脱落现象基本消除，风帽对比安装前位置仅有轻微移动，风帽小孔堵塞情况改善，风帽检修工作量大大减少，减轻检修工作强度。

## 6 研究成果的运行效果、经济指标、问题与不足

改善布风板流化质量，提高锅炉低负荷运行安全性。每年减少 #3 锅炉运行引风机耗电量目标值 275000kWh（按年运行小时数 5500 小时），直接节约电能收益 13.75 万元；节电折合标煤量 82.5t，减少二氧化碳排放量 56.1t。减少因风帽脱落率高而引起的风帽检修、漏渣清理、床料添加等维护人工成本 5000 元。项目投资静态回收期  $22 / (13.75 + 0.5) \times 12 = 18.5$  (月)，具有较好的投资收益。无论采用何种风帽，在设计时都应做到阻力要适中，风帽的结构和材料应耐磨

损、耐高温，并能有效防止漏料。在布风系统的设计上应有利于排渣、布风均匀。风帽的阻力大小对于循环流化床锅炉运行的经济性和稳定性均起着重要作用。风帽阻力与风帽结构类型、风帽流通尺寸和风帽内流速大小等有关。而布置了大量风帽的布风板阻力除了与单个风帽的特性有关以外，还与风帽数量、流化风量、风温等有关。

## 7 结语

本次研究了风帽结构类型对循环流化床锅炉运行过程的影响，但还未研究风帽数量、流化风量、风温等相关运行参数对循环流化床锅炉运行过程的影响，这在后续实验中可进一步研究论证。同时利用 CFD 建立风帽模型，将实验所得的测试数据与数值模拟所得的数据进行对比，得到较为准确

的模拟模型，从而理论与实际相结合。该研究成果的投用，不仅能有效减少检修维护量，并能相对减少设备维修成本，具有好的经济效果。在确保设备运行安全以及生产可靠性上具有一定的作用。值得在行业中推广和进一步交流、探讨，期待在今后的生产实践不断完善和提高，以满足各种工况条件下的可靠运行需要。

## 参考文献

- [1] 张亚萌.影响CFB锅炉床温的因素及调整策略[J].应用能源技术,2019(11):5.
- [2] 陈军武,颜文平,陈湛源.CFB锅炉大容量冷渣器技术[J].工业锅炉,2011(1):3.
- [3] 张志强,吕海生,郭涛.大型CFB锅炉冷渣器应用现状及其选型[J].电站系统工程,2010(5):2.