

# ZGM 型中速磨煤机堵塞故障的分析与预测

张 竞 争

( 广州恒运企业集团股份有限公司, 广东 广州 510730)

摘 要: 本文以 330 MW 机组所使用的 ZGM - 95N 型中速磨煤机为例, 对磨煤机在正常工况和发生堵塞工况时的进口风压、出口风压及两者对应关系进行了比较分析。结果表明: 正常运行工况的出口风压与一次风压之比在 0.4 ~ 0.6 之间, 该值低于 0.4 时, 磨煤机开始发生堵塞。相对于出口风压、一次风压与出口风压的差值, 风压比可以更好的反映磨煤机的堵塞状况。

关 键 词: 中速磨煤机; 堵塞; 预测

中图分类号: TK223. 25 文献标识码: B  
DOI: 10. 16146/j. cnki. rndlge. 2016. 09. 021

## 引 言

磨煤机是电厂锅炉制粉系统的重要设备, 由于用电负荷、供热量等因素的变动, 使得磨煤机成为需要经常调整或启停的设备。磨煤机在自身的结构设计上的不足、煤质的突然波动以及人员对磨煤机运行状态的判断失误等因素的存在, 使得磨煤机堵塞情况的发生难以完全避免。

磨煤机轻微堵塞会导致给煤量的输入与给粉量输出发生失衡, 降低磨煤机有效出力。磨煤机发生严重堵塞时, 有可能对设备造成损伤并威胁到锅炉系统的稳定运行。目前对于磨煤机的研究, 主要集中在磨煤机喷嘴环结构的优化以及煤质、通风量等因素对于磨煤机堵塞等问题的影响<sup>[1-5]</sup>, 然而对于磨煤机堵塞过程中主要参数的变化规律缺乏深入的研究。

在实际生产中, 及时准确的判断磨煤机是否发生堵塞对于系统安全运行十分必要。针对目前, 对于该方面研究的不足, 本文选取磨煤机在相同时间长度内的 A、B、C、D、E 5 个工况进行了对比分析。

通过比较分析一次风压、出口风压及两者相对大小的变化关系, 提出了判断磨煤机堵塞状况的一

种新方法。并通过大量实际数据的验证, 表明了该方法的可行性, 对于判断磨煤机堵塞问题和优化设备运行具有一定参考价值。

## 1 中速磨煤机的工作原理

ZGM - 95N 型中速磨煤机是一种辊式磨煤机, 其本体的主要结构如图 1 所示。磨煤机工作时, 原煤从布置于磨煤机中央区域的落煤管落入磨盘中部位置。在旋转磨盘的离心力作用下, 原煤逐渐运动至周围的碾磨滚道上如图 2 所示, 通过 3 个磨辊和磨盘之间的挤压完成煤粉的碾磨。研磨的完成依靠两个重要的运动过程: 磨盘的转动和磨辊沿着自身转轴的转动。

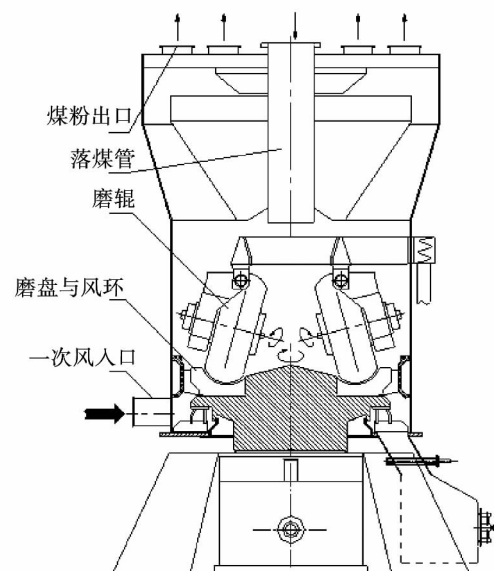


图 1 磨煤机本体主要结构简图

Fig. 1 Schematic of the coal pulverizer

原煤被磨制成煤粉的同时, 一次风通过位于磨

收稿日期: 2015 - 09 - 15; 修订日期: 2016 - 08 - 29

作者简介: 张竞争(1987 -), 男, 湖北襄阳人, 广州恒运企业集团股份有限公司助理工程师。

盘周围均匀布置的风环进入,将经过碾磨并从磨盘上切向甩出的煤粉烘干向上输送,经过分离器完成分离之后的合格煤粉通过煤粉管输送至炉膛内进行燃烧,而粗粉则被分离出来重新返磨盘上进行碾磨。

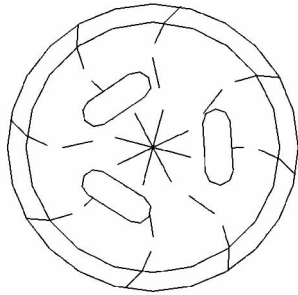


图 2 原煤的运动示意图

Fig. 2 Motion of the raw coal

难以粉碎且一次风吹不起的较重石子煤等相似杂物通过风环落到一次风室,被刮板刮进排渣箱,由人工定期清理出去。

## 2 磨煤机堵塞的过程及特征分析

磨煤机的堵塞是一个逐渐加重的过程。在磨煤机堵塞初期,磨煤机的出口风压、进出口压差等参数会出现一定的变化,但通常不会出现明显的异常变化。

运行参数出现明显异常时,磨煤机的堵塞状况往往已经比较严重。需要通过石子煤箱排渣的方式或者停止该磨煤机运行的方式解决堵塞问题,这样既增加了处理难度,又威胁到锅炉系统的稳定运行。

为了分析磨煤机堵塞发生初期相关参数的变化规律,选取磨煤机运行过程五个不同工况进行对比分析。其中 A、B、C、D 4 个工况为磨煤机的正常运行工况, E 工况为磨煤机发生堵塞的运行工况。

本文所研究的 A、B、C、D、E 5 个工况在实际运行中的煤粉细度范围为:  $R_{90} = 15\% \sim 40\%$ , 在研究时间段内磨煤机的主要工作参数如表 1 所示。

从表中数据可知 5 种工况的磨煤机出力情况比较相近。为了对比磨煤机的主要运行参数: 一次风压和煤量之间的关系, 定义  $R_x = \text{平均一次风压} / \text{煤量}$ , 单位:  $\text{kPa} / (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$ 。

A、B、C、D、E 5 个工况的  $R_x$  值依次为  $R_A =$

$0.30; R_B = 0.30; R_C = 0.27; R_D = 0.26; R_E = 0.26$ , 从平均一次风压和煤量对应的比例关系可以看出, 发生磨煤机堵塞的 E 工况, 其  $R_E$  值和正常运行状态的 C 和 D 工况的  $R_C$  值和  $R_D$  值没有较大差别。

表 1 5 个工况的主要参数

Tab. 1 Main parameters of the five operating conditions

工况	磨煤机电流/A	平均一次风压/kPa	煤量/ $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$
A	26.30	4.39	14.50
B	28.50	3.92	13.00
C	28.30	4.40	16.30
D	27.60	3.63	13.70
E	27.50	3.36	13.03

### 2.1 磨煤机进口的一次风压变化

煤粉从磨煤机输送出去需要克服摩擦阻力和局部阻力等阻碍。一次风是将磨煤机磨制合格的煤粉输送至炉膛的动力。

不同运行状态对一次风的要求不同。锅炉点火时, 过高的一次风压往往会吹灭火焰。在锅炉稳定运行时, 过高的一次风压还会导致厂用电的消耗增大, 而过低的一次风压又可能带来磨煤机堵塞情况的发生。

图 3 为 A、B、C、D、E 5 个不同工况下的一次风压随时间变化图。分析图 3 可知, 发生磨煤机堵塞故障的 E 工况与 A、B、C、D 4 个正常工况的一次风压之间在数值大小和波动性方面并未存在较大差异。

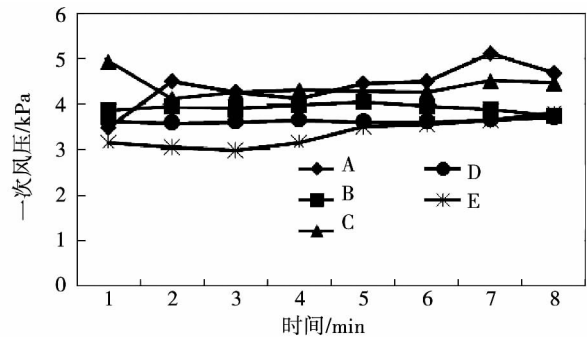


图 3 一次风压变化图

Fig. 3 Pressure variation in inlet

### 2.2 磨煤机的出口风压变化

通风阻力的存在, 使得磨煤机出口风压在一次

风压的基础上有所降低。通过对比分析图 4 中 A、B、C、D、E 5 个工况下磨煤机出口风压随时间的变化规律可知,工况 A 的出口风压随时间有较大波动,而 B、C、D、E 4 个工况的出口风压变化趋势趋于一致。

在磨煤机实际运行的过程,将出口风压的持续大幅降低或异常波动作为判断磨煤机堵塞的指标之一。

分析图 4 可知,发生磨煤机堵塞的 E 工况出口风压较小,但是在较长时间内出口风压未发生明显的降低或波动,因此通过出口风压的变化对磨煤机是否堵塞难以做出及时准确的判断。

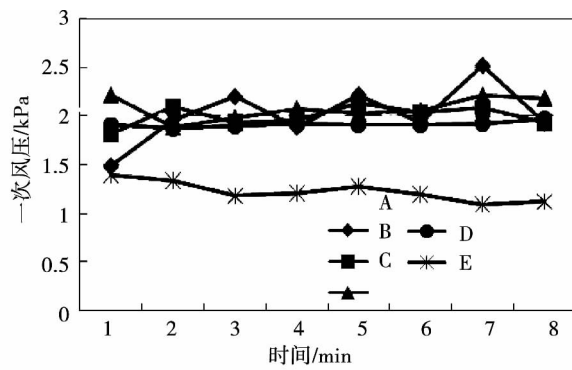


图 4 出口风压变化图

Fig. 4 Fig. 4 Pressure variation in outlet

### 2.3 磨煤机出口风压与一次风压比较图

#### (1) 一次风压与出口风压差

为了识别磨煤机是否发生堵塞,在目前的 DCS 控制系统中,通常将磨煤机一次风压和出口风压差值随时间的变化作为主要的判断依据。

通过对比分析图 5 中的 A、B、C、D 与 E 5 个工况的一次风压和出口风压差随时间的变化可知,正常运行工况 B、C、D 的变化规律趋于一致,风压差随时间没有较大的降低或升高的趋势。

正常工况 A 和堵塞工况 E 的风压差在时刻 3 之后基本处于一种整体上升的趋势,两者变化趋势无太大差别。这一变化特点表明一次风压和出口风压差并不能及时准确的判断出磨煤机是否发生堵塞。

#### (2) 出口风压和一次风压之比

磨煤机处于一个动态的工作过程,由于一次风压的波动和磨煤机通风阻力变化等因素的影响,可

能导致一次风压和出口风压之差这个绝对变化量在磨煤机堵塞前期表现出相似的变化过程。

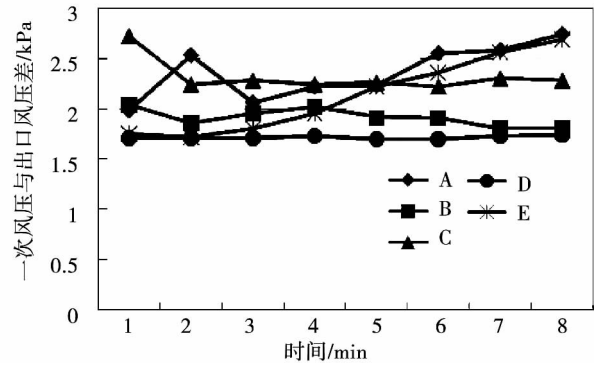


图 5 进出口压差变化图

Fig. 5 Pressure difference between inlet and outlet

结合图 6,通过对比工况 E 和工况 A、B、C、D 中压力比随时间变化的趋势图可知,发生磨煤机堵塞的工况 E 与其它 4 个正常运行工况的压差比随时间的变化有较大的区分度。在时间节点 2 之后,工况 E 的压力比随时间呈现持续下降的趋势,而对应图 4 的出口风压的变化并未出现明显增减变化。

对比 5 个不同工况下出口风压和一次风压之比可知,磨煤机在正常工况时,出口风压和一次风压之比在 0.4 ~ 0.6 之间。而发生磨煤机堵塞工况 E 在时间节点 3 之后的该比值低于 0.4,并逐渐下降,表明磨煤机堵塞状况也在逐渐加重。

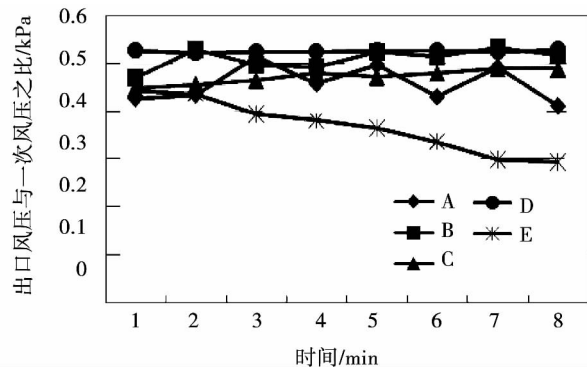


图 6 出口风压与一次风压比变化图

Fig. 6 Ratio of outlet and inlet Pressures

为了验证磨煤机的出口风压与一次风压之比对于磨煤机运行过程中堵塞预测的准确性。本文从同类型磨煤机在正常运行过程中的大量监测数据中随机地采集了多个不同给煤量状态一次风压和出口风

压值,并计算了两者的比例关系,具体数值如表 2 所示。

表 2 不同给煤量情况下的风压比

Tab.2 Wind pressure ratios under different coal supplies

煤量/ $t \cdot h^{-1}$	一次风压/kPa	出口风压/kPa	风压比
13.05	4.03	2.10	0.52
13.03	3.94	2.01	0.51
13.04	3.90	2.02	0.51
15.16	4.61	2.43	0.52
15.15	4.74	2.53	0.53
15.20	4.75	2.50	0.52
16.89	4.88	2.61	0.53
16.73	4.77	2.49	0.52
16.90	4.91	2.62	0.53
19.37	4.96	2.59	0.52
19.33	5.06	2.68	0.53
19.34	5.08	2.66	0.52
24.76	4.93	2.98	0.60
24.77	6.07	3.06	0.50
24.79	5.86	2.97	0.50
26.94	6.72	3.14	0.46
26.80	6.55	3.13	0.47
26.90	6.77	3.25	0.48
29.81	6.06	2.89	0.47
29.73	6.66	3.26	0.49
29.78	6.70	3.27	0.49
32.67	6.41	2.61	0.40
32.90	6.88	3.12	0.45
32.48	7.35	3.22	0.44

分析上述表中的多组数据可知,同类型的磨煤机在不同给煤量工况下正常运行时,其风压比(出口风压和一次风压之比)处于 0.4~0.6 范围内,同时表明通过监控风压比数值可以对磨煤机的堵塞情况作出较为准确的判断和预测。

### 3 结 论

通过对 A、B、C、D 和 E 5 个不同工况下,磨煤机一次风压、出口风压及两者大小关系随时间的变化

规律,结合实际运行参数的验证,可得如下结果:

(1) 磨煤机发生堵塞是一个逐渐加重的过程,在磨煤机发生堵塞前期,出口风压并不会发生大幅降低。一次风压和出口风压差会升高,未发生磨煤机堵塞的工况也可能出现相似的变化规律;

(2) 磨煤机在正常工况时,出口风压与一次风压之比处于 0.4~0.6 之间。出口风压和一次风压之比低于 0.4 时,磨煤机开始发生堵塞,并且随着堵塞的加重而逐渐降低;

(3) 在磨煤机工作过程中,应将出口风压与一次风压的比值作为一个重要的参考值,结合其它主要参数的变化,可以更及时准确的判断磨煤机的堵塞状况。

### 参考文献:

- [1] 边军英. 中速磨煤机旋转风环的结构分析[J]. 华东电力, 1999, (12): 32-34.  
BIAN Jun-ying. An analysis on air distributing ring of vertical spindle pulverizer[J]. East China Electric Power, 1999, (12): 32-34.
- [2] 袁敏,王荣. 600 MW 机组中速磨煤机喷嘴环改造[J]. 电力学报 2013 28(4): 349-352.  
YUAN Min, WANG Rong. Nozzle loop transformation of medium speed coal mill in 600 MW generating unit[J]. Journal Of Electric Power 2013 28(4): 349-352.
- [3] 杨伟,杨颖,李晓鹏. ZGM95 型磨煤机喷嘴环堵塞原因分析及改造措施[J]. 2013 31(1): 93-95.  
YANG Wei, YANG Ying, LI Xiao-peng. Analysis of ZGM95 pulverizer's nozzle ring blockage and its reform measures [J]. Inner Mongolia Electric Power 2013 31(1): 93-95.
- [4] 郑浦水,童家麟,王晶晶,等. 300 MW 机组磨煤机频发堵煤问题的分析与解决[J]. 华北电力技术. 2012 3: 23-26.  
ZHENG Pu-shui, TONG Jia-lin, WANG Jing-jing, et al. Analysis and measurement of frequent mill-plugging of 300 MW units [J]. North China Electric Power 2012 3: 23-26.
- [5] 王培萍,赵世伟,岳希明,等. ZGM113G 型中速磨煤机运行问题分析[J]. 热力发电 2010 39(1): 56-58.  
WANG Pei-ping, ZHAO Shi-wei, YUE Xi-ming, et al. Analysis of problems existing in operation of ZGM113G medium speed coal pulverizers [J]. Thermal Power Generation 2010 39(1): 56-58.

(单丽华 编辑)

bustion efficiency. The research results have been applied in the commissioning work of the foregoing unit and the test run processes were simplified to a certain extent, thus making the work load lessened and an even richer and intuitive test results obtained. **Key words:** supercritical boiler, cold-state aerodynamic field test, numerical simulation

1 000 MW 超超临界机组给水泵汽轮机轴振增大原因分析与探讨 = **Analysis and Exploratory Study of the Causes for an Increase in the Vibration of the Shaft of a 1000 Ultra-supercritical Unit Feedwater Pump Steam Turbine** [刊, 汉] / ZHANG Xiu-feng, YONG Gan, HONG Ding-hua (Shenhua Guohua Xuzhou Power Generation Co. Ltd., Xuzhou, China, Post Code: 221166) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(9). - 119 ~ 124

In the light of the problem that an increase in the vibration occurs to a feedwater pump steam turbine equipped in a 1000 MW ultra-supercritical unit during its normal operation, an analysis and exploratory study of the steam flow excitation, oil whipping, unbalance of the rotor in mass, rubbing between the rotor and stator and faults in the measurement elements etc. possibly causing an increase in the vibration were performed and an on-line inspection and measurement of the vibration of the feedwater pump steam turbine and the feedwater pump itself were also conducted through using test instruments, therefore providing an underlying basis for correctly judging the causes for an increase in the vibration. In combination with the actual conditions of the feedwater pump steam turbine and the feedwater pump undergone an increase in the vibration, phenomena of the faults and the installation of the equipment items on the spot, a further analysis and study of the causes were carried out. A series of prevention and improvement measures were proposed, including the inspection of the locations of the water drain valves in the feedwater pump steam turbine, thorough isolation of the high pressure steam sources and installation of vibration measuring devices on the pedestals of the bearings. Finally, the root causes of the problem were identified and the problem of an increase in the vibration of the feedwater pump steam turbine was successfully solved, thus offering reference for all persons concerned. **Key words:** 1000 MW ultra-supercritical unit, feedwater pump, steam turbine, bearing, vibration

ZGM 型中速磨煤机堵塞故障的分析与预测 = **Analysis and Prediction of the Jam of ZGM Medium-speed Coal Pulverizer** [刊, 汉] / Zhang Jing-zheng (Guangzhou Hengyun Enterprises Holdings Limited, Guangdong, Guangzhou, China, Post Code 510730) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(9). - 125 ~ 128

**Abstract:** Based on ZGM-95N medium-speed Coal Pulverizer an example used by 330 MW unit, in the normal working condition and working condition of the clogging of the import/export wind pressure, wind pressure and the two corresponding relations has carried on the comparative analysis. Results show that the ratio about export and import wind pressure between 0.4 ~ 0.6 is normal operation condition, the value is less than 0.4, the Coal Pulverizer beginning to clog. The ratio about export and import wind pressure is better than the export wind pressure and the difference of import wind pressure and export wind pressure about the jam condition of Coal Pulverizer. **Key words:** medium-speed Coal Pulverizer, Jam, Predict