



## 双进双出球磨机出口温度低分析及解决措施

<http://www.firstlight.cn> 2008-07-08

### 1 概述

韶关发电厂#11机组安装的是东方锅炉厂生产的亚临界压力、一次中间再热、双拱型单炉膛W型火焰、平衡通风、固态排渣、露天布置、自然循环汽包型燃煤锅炉。该锅炉配套安装了四台沈阳重型机械厂生产的BBD4060型双进双出球磨机。这种磨煤机自20世纪90年代中后期被中国大量引进应用，特别是对于磨制可磨性差、煤种多变的煤其优势非常明显。韶关发电厂地处粤北，燃用当地曲仁矿无烟煤。这种煤的特性是挥发份低、灰份高、可磨性差、着火困难，故采用了双进双出球磨机正压直吹式制粉系统。经过投产后一年的运行实践证明，这种磨煤机对煤种的适应性强，出力稳定且煤粉细度高，尤其是在低负荷时煤粉更细，这对稳定燃烧有利，而且能适应大幅度负荷变化的需要。另外，磨煤机进口的螺旋输送装置可避免由于燃料水分的过高而引起磨煤机进口的堵塞，增加了运行的可靠性。然而，由于此种磨煤机引进时间不长，运行经验不足，其结构及系统布置、运行特性与其它形式的筒式球磨机又有很大不同。因此，自投运以来也发生过许多问题。尤其是磨煤机出口风粉混合物温度低于设计值的现象（只有85℃~90℃），这对燃用无烟煤的锅炉的燃烧稳定性和经济性是相当不利的。为了改善双进双出球磨机的运行状况，确保磨煤机的通风出力和磨煤出力，改善无烟煤的着火特性，提高机组的带负荷能力和提高炉效率，以下根据韶关电厂与#11机磨煤机相近的#10机组球磨机近年来的实际运行状况及#11机投产后一年来的状况（#10机磨煤机是美国福斯特-惠勒能源公司（FWEC）生产的D-11D型双进双出球磨机，正常运行磨煤机出口风粉混合物温度115℃~120℃），分析球磨机出口风粉混合物温度低的原因，并拟出相应的解决方案。希望能为业界同仁解决同样的问题提供参考。

### 2 磨煤机的工作原理及结构参数

#### 2.1 工作原理

双进双出球磨机即双侧进煤、进风，双侧出煤粉的滚筒式球磨机。双进双出球磨机包括两个对称的研磨回路。磨煤机的两端为中空轴，分别由轴承支撑。中空轴内有一空心风管，风管外绕有弹性固定的螺旋输送装置，它连同空心风管随磨煤机一起转动。原煤从给煤机下煤管卸下后落入空心轴底部，经螺旋输送装置的旋转运动，将原煤从两侧空心轴外端送入磨煤机内。温度较高的一次风从设在空心轴两端的热风箱通过空心风管进入磨煤机。磨细的煤粉随一次风通过磨煤机出口管进入分离器，粗颗粒的煤粉被分离出来经回粉管回落到中空轴入口并与原煤混合后重新进入磨煤机研磨，合格的煤粉由分离器出口直接送至燃烧器。

#### 2.2 一次风系统设计特点

一次风的冷、热风管道在进入磨煤机前混合形成混合风管道，分两路进入磨煤机的两端，每一端的混合风再分成两路，一路通过磨煤机中空轴内的热风道进入磨煤机，另一路作为旁路风进入混料箱。进入磨煤机的热风干燥筒体内的原煤并携带煤粉进入分离器进行分离，被分离器分离出来的不合格煤粉通过分离器内锥体返回磨煤机筒体内进一步碾磨，细度合格的煤粉则通过煤粉分配器出口接出的3根煤粉管道输送至燃烧器喷入炉膛。进入混料箱的旁路风一方面干燥原煤，一方面用于调节煤粉管道的流速，以使低负荷下煤粉管道流速在规定范围内。4台磨煤机共24根送粉管道接至锅炉的前后拱燃烧器接口，送粉管道管径为Φ426\*10，设计流速26.5m/s。

#### 2.3 密封风系统设计特点:

原来设计每台炉配2台100%容量离心式风机作为四台磨的密封风机，密封风机的压头高于磨煤机进口一次风压4 kPa，采用就地吸风;但是因为#10机不用密封风机的经验,就取消了密封风机,采用冷一次风作为密封风,经安装时厂家对密封装置的改造,压头高于磨煤机进口一次风压2.5kPa也能达到密封作用。

#### 2.4 #11机组的BBD4060型球磨机结构和参数（与#10机D-11D型磨煤机比较）

双进双出球磨机由一次风入口管、原煤进口管、煤粉出口管、分离器、螺旋输送装置、中心风管、主轴承、磨煤机筒体、钢球以及传动装置等组成。

#10机美国福斯特-惠勒能源公司（FWEC）生产的D-11D型双进双出球磨机（如图1）具体技术规范如下：

型号：D-11D；

筒体转速：16.7rpm；

出口风粉混合物温度：93℃；

单磨最大出力：53T/H

图1 双进双出正压式D-11D型磨煤机制粉系统

#11机 沈阳重型机械厂生产的BBD4060型双进双出球磨机（如图2）具体技术规范：

型号: BBD4060

转速: 16.6r/min

单磨最大出力: 60T/H

钢球总重: 77T/台

出口风粉温度: 100~120℃

煤粉细度R90: 8

风煤比: 1.6:1

图2 BBD4060型双进双出钢球磨煤机

### 3 影响磨煤机出口风粉混合物温度偏低的原因(与#10机比较)

与其他类型的磨煤机不同,双进双出磨煤机的出力不是通过给煤机控制的,而是靠调整磨煤机的风量进行控制,其干燥出力由一次风量、温度及密封风、旁路风决定,双进双出磨煤机稳态工作时,通过磨煤机的风量与磨煤机的出力成正比,比值可在1.4~1.7之间变化,当细度要求较高时,比值应 $>1.5$ ,可见干燥出力直接影响磨煤机的磨煤出力,而影响磨煤机干燥出力的因素主要有煤的水分、热风温度、和干燥风量,在煤的水分与热风温度一定时磨煤机出口风粉混合物温度偏低就因为干燥风量不够,造成通风不足的原因除运行不当外,还有制粉系统漏风、分离器阻力过大、管道设计不合理、均分器阻力大等原因。根据#11机组球磨机投产一年后来的实际运行状况,总结出了影响磨煤机出口风粉混合物温度偏低主要原因有以下几点:

系统阻力大,致使通风量严重不足,干燥出力降低;

出口分离器结构庞大且容易堵塞,阻力大。#11机磨煤机分离器是经出口管后的带调节挡板和内锥体回粉管的旋风分离器,阻力大,试运一年来,由于入厂煤种多,杂物多,在分离器的调节挡板处,经常被一些蛇皮袋等杂物堵塞,造就了系统阻力进一步增大,通风量更少;而#10机磨煤机分离器是出口管自带的双涡壳分离器,阻力小得多,也不易堵杂物;

燃烧器入口的均分器分格太多(11格),使经分离器的调节挡板没有隔住的杂物就在均分器这里堵住,在试运一年后的恢复性大修拆开均分器,24个均分器都被堵掉三分之一以上,进一步增大了系统的阻力;#10机投产时均分器情况与#11机相同,后来大修后把均分器由原来的11格改为6格,情况大有改善,没有堵塞的现象了;

磨煤机的入口总风管偏小,造成一开始进入磨煤机的总风量就偏少;与#10机相比较,其入口总风管明显偏小,使一次风在进入磨煤机之前阻力就增大了;

磨煤机分离器的回粉管设计太小,使杂物经常卡在所气器挡板上造成回粉管堵塞.一方面造成粗粉回不到磨煤机再细磨,积在分离器内锥体与调节挡板之间,也出不去,无形中相当于增加了系统的阻力,加上分离器调节挡板处杂物的堵塞,使磨煤机筒体压力升高,通风量减少,出口温度降低;另一方面经分离出来的粗粉具有相当高的温度(与磨煤机出口温度相当),与原煤混合后再进入磨煤机,相当于提高了原煤的初温度,这样一来所需的热风就少了,回粉管堵塞没有回粉,需要加热原煤的热风就多了,这也是造成#11机磨煤机出口温度低的一个主要原因;#10机磨煤机是没有回粉管的,不存在这方面影响;

密封风系统设计不合理。没有按厂家设计配2台100%容量离心式风机作为四台磨的密封风机,密封风机的压头高于磨煤机进口一次风压4 kPa,而采用冷一次风作为密封风,致使密封风长期不够用,密封风调节挡板长期开至100%,有时机组负荷高要求磨煤机出力大或因分离器有堵磨煤机筒体压力高,经常要通过关小磨煤机负荷挡板限制出力才能满足密封风压差,这就限制了磨煤机的通风量,使出口温度得不到提高,同时还限制了磨煤机达不到额定出力;另外,由于其密封间隙大,使得要求密封风压差大,漏入磨煤机的密封风量占总的一次风量比例大,达到10%,由于密封风是冷风,对磨煤机的干燥出力有一定影响;而#10机磨煤机的密封间隙小,可以不用密封风机就能满足需要,加上其系统阻力小,筒体压力低,密封风压力要求不高,其密封风量占总的一次风量比例只有2%;

磨煤机的旁路风门内漏.正常情况下,原煤不湿时是不用开旁路风门来预热原煤的,若旁路风门内漏,部分热风经混料箱与原煤一起进入绞笼后,不是一起进入磨煤机,而是与出口风粉混合物一起去燃烧器了,起到通风干燥作用不大,反而在磨煤机出口对风粉混合物起短接阻碍作用和冲淡煤粉浓度,增加了磨煤机的出口阻力;而#10机是没有旁路风和混料箱的;

为追求制粉出力,不得不提高一次风压。制粉系统阻力大,通风量不足,干燥出力低,制粉效率低,满足不了机组负荷的需要,运行只有提高一次风压来提高磨煤机出力。而提高了一次风压,由于系统阻力依然存在,筒体压力高了只会把积在分离器内锥体与调节挡板之间粗粉带出去多一点,煤粉变粗,而通风量并没有增加多少,磨煤机出力是比原来大了,给煤量也多了,但是通风量的增加满足不了增加的给煤量的干燥需要,磨煤机的出口风粉混合物温度将会更低;额定负荷下#11机一次风压要9~10kpa,磨煤机筒体压力6.5~7kpa,分离器出口风压3.6 kpa,磨煤机的出口风粉混合物温度85℃~90℃,有时更低;#10机一次风压7.5~8.0kpa,磨煤机筒体压力5.0~5.5kpa,分离器出口风压3.5 kpa,其中分离器进出口压差为1.0 kpa,磨煤机的出口风粉混合物温度115℃~120℃;比较两台机的制粉系统阻力:#11机6.5 kpa-3.6kpa=2.9 kpa;#10机5.0 kpa-3.5 kpa=1.5 kpa,可见#11机制粉系统阻力比#10机大一倍,若分离器堵塞严重一点,其出口风压更低(2.0 kpa),系统阻力将会更大;

### 4 解决措施

(1) 在运行中,若发现磨煤机筒体压力不正常的升高,磨煤机的出口风粉混合物温度低于80℃,证明磨煤机分离器、均分器堵塞严重或回粉管已堵塞,减少给煤量,降低磨煤机负荷,开大或全开旁路风对分离器、均分器进行吹扫10~15分钟,吹扫后恢复正常状态,磨煤机的出口风粉混合物温度比原来高3~5℃,筒体压力也降0.5 kpa。

A 磨回粉温度

B 磨回粉温度

C 磨回粉温度

图 3

(2) 单靠用旁路风吹扫只能治表不治本,运行一两小时还要再吹,最大的弊端是对燃烧扰动大,影响机组出力。于是通过摸索,(附图为2006年4月份#11炉四台磨煤机回粉管温度曲线),我们根据运行经验,#11炉磨煤机分离器及回粉管平均每30天时间就堵塞严重,便制定每台磨煤机①累计运行十五天或②每20天定期停运清理分离器及回粉管。为避免制粉系统停运对机组带负荷的影响,可将四台磨煤机停运时间错开。

(3) 在2006年6月的试运1年后的恢复性大修中,每台磨煤机回粉管增加了温度测点,以便运行能及时发现回粉管的堵塞情况及时清理;

(4) 针对旁路风门内漏,我们重新效对了各台磨煤机旁路风门的行程,对一些内漏严重的解体处理,基本解决了旁路风内漏问题;

(5) 在2006年6月的试运1年后的恢复性大修中,象#10机一样把24个均分器由原来的11格改为6格,每格间距增大了,减少堵塞杂物的机率;

通过以上对策的落实,特别是对分离器及回粉管的定期清理,相同一次风压和给煤量下磨煤机出口风粉混合物温度比原来高10~15℃,可以达到95~105℃,筒体压力也降低1 kpa,对锅炉燃烧的稳定性起了很关键的作用,锅炉飞灰可燃物及炉渣含炭量也大有所降;

## 5 建议

对分离器的回粉管进行改造,原来回粉管是四方管,管径小,锁气器容易被杂物卡住,应改为园形管,加大管径,锁气器改为带重锤式锁气器,就算有杂物卡运行人员也容易处理,不用停磨煤机处理; .

密封风系统按厂家设计,加配2台100%容量离心式风机作为四台磨的密封风机,密封风机的压头高于磨煤机进口一次风压4 kPa,使磨煤机负荷不受密封风压的局限;

加大磨煤机的入口总风管,并且把方管改成象#10机一样的圆管,以减少磨煤机入口的一次风阻;

原来分离器没有敷设保温材料,散热量严重,应敷设保温,减小磨煤机出口风粉混合物热量的散失。

## 6 结束语

通过分析影响磨煤机出口风粉温度的各项高因素,有针对性的制定了相应的措施,使影响磨煤机出口风粉温度偏低的问题逐步得到解决。但随着磨煤机运行的延续,设备各部件的老化,还会出现各种各样的问题,这就需要不断加强运行分析。只有持续的分析改进,才能保证运行设备的安全、经济、可靠。

## 7 参考文献

[1] 东方锅炉厂.锅炉说明书.DG1025/18.2-II 10

[2] 美国福斯特-惠勒能源公司 磨煤机说明书

[3] 沈阳重型机械厂.磨煤机说明书.BBD4060.

[存档文本](#)