

E型磨煤机制粉系统调整试验与分析

张志亮

(江苏利港电力有限公司,江苏无锡 214444)

摘要:通过冷态下磨煤机出口一次风量的标定、热态下磨煤机出口风粉测量及煤粉系统调整测试,分析了各粉管风速、粉量偏差,根据煤粉细度对各台磨煤机折向门挡板进行调节,了解折向门-煤粉细度特性,并在典型磨煤机上进行了变风煤比等一系列调整试验,针对E型磨煤机运行特点,制定了制粉系统的优化运行方式。

关键词:热动力工程;制粉系统;E型磨煤机

中图分类号:TK277.1

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2011)05-0079-03

江苏利港电力有限公司4号锅炉为英国BEL和武汉锅炉厂联合设计、武汉锅炉厂制造的亚临界参数、自然循环、一次中间再热汽包炉,于1998年投产。在10多年的热态运行、多次大小修对主辅设备的改造和调整,其运行特性发生了变化,长期以来习惯的运行方式已不能满足当前形势下锅炉安全、经济和环保运行的要求。目前,4号锅炉存在着部分燃烧器着火点太远、火焰冲刷后墙、飞灰可燃物含量偏高等问题。因此,利港电力有限公司对4号锅炉制粉系统运行方式进行了优化调整^[1]。

1 试验内容及试验标准

该次4号锅炉制粉系统调整试验分为2个阶段:冷态试验阶段,主要包括冷态下磨煤机出口一次风量的标定,共12个工况,如表1所示;热态试验阶段,主要包括热态下磨煤机出口风粉测量及煤粉系统调整测试,共15个工况,如表2所示。

表1 冷态下磨煤机出口一次风量标定试验工况设置

编号	工况说明	编号	工况说明
PAT-01	A磨煤机,小风量	PCT-01	C磨煤机,小风量
PAT-02	A磨煤机,中风量	PCT-02	C磨煤机,中风量
PAT-03	A磨煤机,大风量	PCT-03	C磨煤机,大风量
PBT-01	B磨煤机,小风量	PDT-01	D磨煤机,小风量
PBT-02	B磨煤机,中风量	PDT-02	D磨煤机,中风量
PBT-03	B磨煤机,大风量	PDT-03	D磨煤机,大风量

该次磨煤机调整试验依据GB10184—1988^[2]和DL467—2004^[3]。

2 出口一次风管分配特性测试及煤粉取样

2.1 磨煤机出口一次风管分配特性测试

这些分配特性包括一次风量的分配特性、煤粉量的分配特性、细度分配特性。磨煤机出口一次风管内风速的测试方法类似于磨煤机进口一次风量

表2 热态下制粉系统测试及调整工况设置

编号	工况说明
AT-01	A磨煤机,基准测试
BT-01	B磨煤机,基准测试
BT-02	B磨煤机,变折向门,折向门挡板开度44°→46°
BT-03	B磨煤机,变一次风煤比,煤量48t/h,风量96t/h
BT-04	B磨煤机,变一次风煤比,煤量48t/h,风量77t/h
BT-05	B磨煤机,变一次风煤比,煤量43t/h,风量96t/h
BT-06	B磨煤机,变一次风煤比,煤量43t/h,风量84t/h
BT-07	B磨煤机,变一次风煤比,煤量43t/h,风量74t/h
BT-08	B磨煤机,基准测试
BT-09	B磨煤机,变折向门,折向门挡板开度44°→46°
BT-10	B磨煤机,变折向门,折向门挡板开度46°→40°
CT-01	C磨煤机,基准测试
CT-02	C磨煤机,变折向门,折向门挡板开度46°→40°
CT-03	C磨煤机,变折向门,折向门挡板开度46°→48°
DT-01	D磨煤机,基准测试

的测量,不同的是由于一次风管呈圆形截面,故测试在2个互呈90°的方向上进行,此外,为了避免煤粉堵塞标准毕托管取压孔,动压采用经标定过系数的靠背测速管进行测量。

2.2 煤粉取样

在磨煤机出口每根一次风管上开孔,并用平头式煤粉等速取样枪按等截面网格原则逐点抽取煤粉样品,每次每根管样品收集应不少于收集罐体积的80%,如样品过多或过少,应调整取样时间。每根管所收集煤粉样品应单独封装在密封袋内,用于称重及细度分析,平头式煤粉等速取样装置及其取样系统如图1所示。

3 出口粉管一次风量标定及制粉系统调整试验

3.1 冷态下磨煤机出口粉管一次风量标定结果

由于磨煤机入口条件所限,无法在磨煤机入口安装试验测点。因此,冷态下一次风量的标定在磨煤机出口粉管进行。试验结果如表(3—6)所示。

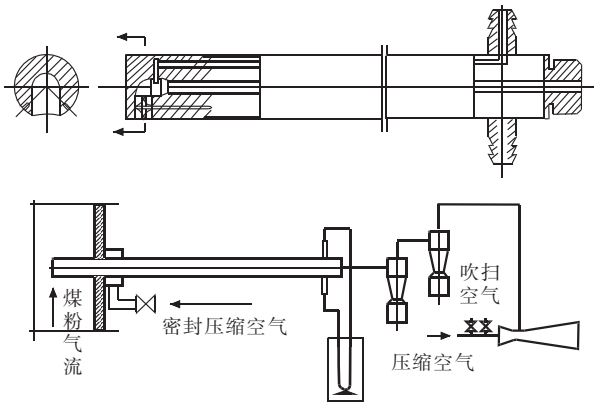


图1 平头式煤粉等速取样装置及其取样系统

表3 A磨煤机出口粉管一次风量标定结果

名称	PAT-01	PAT-02	PAT-03
一次风量/(t·h ⁻¹)	76.7	91.7	107.4
总风量/(t·h ⁻¹)	60.3	91.4	101.5
风量系数	0.785 6	0.997 1	0.944 8

注:平均风量系数为0.909 2,为实测与表盘数据之比。

表4 B磨煤机出口粉管一次风量标定结果

名称	PBT-01	PBT-02	PBT-03
一次风量/(t·h ⁻¹)	75.3	92.5	105.7
总风量/(t·h ⁻¹)	79.8	91.7	109.8
风量系数	1.059 3	0.991 8	1.039 0

注:平均风量系数为1.030 0。

表5 C磨煤机出口粉管一次风量标定结果

名称	PCT-01	PCT-02	PCT-03
一次风量/(t·h ⁻¹)	75.5	91.5	104.7
总风量/(t·h ⁻¹)	77.6	82.6	86.4
风量系数	1.027 7	0.902 8	0.826 0

注:平均风量系数为0.918 8。

表6 D磨煤机出口粉管一次风量标定结果

名称	PDT-01	PDT-02	PDT-03
一次风量/(t·h ⁻¹)	78.1	91.7	108.7
总风量/(t·h ⁻¹)	64.8	80.1	89.6
风量系数	0.829 9	0.873 8	0.824 0

注:平均风量系数为0.842 6。

可见,A,C,D磨煤机实测风量比表盘风量分别低9%,8%,16%;而B磨煤机实测风量比表盘风量高出3%。

3.2 制粉系统调整试验结果

冷态下对磨煤机入口在线流量计进行了标定工作,提供了流量系数。启炉后热态下对磨煤机出口各粉管风速和粉量进行了测量,分析各粉管风速、粉量偏差,并且根据煤粉细度对各磨煤机折向门挡板进行调节,了解折向门-煤粉细度特性,最后在典型磨煤机上进行了变风煤比试验,以确定合适的风煤

比曲线。

3.2.1 磨煤机出口各粉管风速和粉量试验结果

各粉管风速和粉量试验结果如表(7—10)所示。可见,磨煤机出口粉管平均风速在20~24 m/s之间,总体风速不高。D磨煤机部分粉管单管风速甚至低于18 m/s,存在煤粉沉积的风险。

表7 A磨煤机出口各粉管风速和粉量试验结果

名称	AT-01					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
平均动压/Pa	391	437	375	375	378	381
单管风速/(m·s ⁻¹)	23.7	25.4	23.8	22.4	23.5	23.2
风速相对偏差/%	0.3	7.3	0.5	-5.2	-0.7	-2.1
取粉量/(mg·s ⁻¹)	386	379	320	471	365	412
粉量偏差/%	-0.8	-2.5	-17.7	21.1	-6.1	5.9

注:基准测试工况,磨煤机出力45.2 t/h,一次风量99.0 t/h。

表8 B磨煤机出口各粉管风速和粉量试验结果

名称	BT-01					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
平均动压/Pa	326	365	398	359	409	410
单管风速/(m·s ⁻¹)	22.0	23.2	22.5	22.1	22.5	24.5
风速相对偏差/%	-3.5	1.6	-1.3	-3.1	-1.1	7.4
取粉量/(mg·s ⁻¹)	383	408	687	538	734	445
粉量偏差/%	-28.1	-23.4	29.1	1.1	37.9	-16.5

注:基准测试工况,磨煤机出力48.1 t/h,一次风量87.6 t/h。

表9 C磨煤机出口各粉管风速和粉量试验结果

名称	CT-01					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
平均动压/Pa	329	344	387	283	411	356
单管风速/(m·s ⁻¹)	22.0	21.3	22.9	19.2	24.0	22.7
风速相对偏差/%	-0.1	-3.1	3.9	-12.7	8.9	3.1
取粉量/(mg·s ⁻¹)	391	566	563	530	523	435
粉量偏差/%	-22.0	12.9	12.2	5.8	4.3	-13.1

注:基准测试工况,磨煤机出力48.0 t/h,一次风量93.4 t/h。

表10 D磨煤机出口各粉管风速和粉量试验结果

名称	DT-01					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
平均动压/Pa	357	342	276	342	230	311
单管风速/(m·s ⁻¹)	21.7	22.6	18.8	22.3	16.8	20.9
风速相对偏差/%	5.9	10.1	-8.4	8.5	-18.2	2.0
取粉量/(mg·s ⁻¹)	647	435	617	481	627	506
粉量偏差/%	17.2	-21.2	11.7	-12.9	13.5	-8.3

注:基准测试工况,磨煤机出力48.1 t/h,一次风量79.4 t/h。

在无可调缩孔调节手段的情况下,A,B磨煤机粉管风速最大相对偏差<8%,均匀性较好;C,D磨煤机粉管风速最大相对偏差较大,其中C磨煤机粉管风速最大相对偏差为12.7%,D磨煤机粉管风速

最大相对偏差为 18.2%，由于同层燃烧器一次风量分配的不均匀，必将影响一次风、二次风的混合，进而影响着火稳定性。

A,C,D磨煤机出口粉管粉量相对偏差尚可，但粉量最大相对偏差仍大于 20%；B磨煤机出口粉量相对偏差大，目前对粉量偏差尚无好的调节手段。

3.2.2 折向门特性试验结果

折向门特性试验结果如表(11—13)所示。

表 11 B 磨变外部折向门试验结果

名称	BT-01	BT-02
折向门挡板开度 / (°)	44	46
磨煤机出力 / (t·h ⁻¹)	48.1	49.2
一次风量 / (t·h ⁻¹)	87.6	86.8
磨煤机电流 / A	39.2	39.6
细度分析 / %	R ₂₀₀ 实测	1.9
	R ₇₅ 实测	36.5

表 12 B 磨变内部折向门试验结果

名称	BT-08	BT-09	BT-10
折向门挡板开度 / (°)	44	46	40
磨煤机出力 / (t·h ⁻¹)	47.5	48.9	48.3
一次风量 / (t·h ⁻¹)	88.9	88.4	90.1
磨煤机电流 / A	39.8	46.3	37.5
细度分析 / %	R ₂₀₀ 实测	0.4	1.0
	R ₇₅ 实测	33.0	28.4

表 13 C 磨变内部折向门试验结果

名称	CT-01	CT-02	CT-03
折向门挡板开度 / (°)	44	46	48
磨煤机出力 / (t·h ⁻¹)	48.0	48.4	48.3
一次风量 / (t·h ⁻¹)	93.4	90.2	88.9
磨煤机电流 / A	38.2	39.2	39.8
细度分析 / %	R ₂₀₀ 实测	1.7	0.8
	R ₇₅ 实测	43.6	39.1

可见，当 B,C 磨煤机外部折向门挡板开度从 44° 开大至 46° 时，煤粉细度无明显变化，石子煤量变化也不大，磨煤机电流略有升高，而且 C 磨煤机继续开大至 48° (可调的最大值)时，煤粉细度仍不能达到设计煤粉细度要求，而磨煤机电流增加了 1.6 A。

当 B 磨煤机内部折向门挡板开度从 40° 开大至 46° 时，煤粉细度变化明显：煤粉细度 R₇₅ 由 36.3% 降至 28.4%，达到了设计煤粉细度 (R₇₅ ≥ 30%) 的要求；磨煤机电流也增加了 8.8 A。从 B 磨煤机外部和内部折向门挡板开度对比测试可以看出，外部折向门挡板调整时，内部折向门挡板可能未发生变化，煤粉细度无明显变化。因此，折向门挡板的调整采用内部调节方式。

由于磨煤机磨球、磨环不匹配，目前磨煤机振动大，A,D 磨煤机电流波动大，有时出现电流超限的现象，影响了制粉系统的调整。需对 A,D 磨煤机磨环、磨球进行详细检查并更换。

3.2.3 变风煤比试验结果

以 B 磨煤机为典型磨，变风煤比试验结果如表 14 和表 15 所示。

表 14 变风煤比试验结果一

名称	BT-03	BT-02	BT-04
磨煤机出力 / (t·h ⁻¹)	48.2	49.2	48.2
一次风量 / (t·h ⁻¹)	96.1	86.8	77.4
磨煤机电流 / A	38.5	39.6	39.8
细度分析 / %	R ₂₀₀ 实测	1.1	1.8
	R ₇₅ 实测	39.9	35.8

表 15 变风煤比试验结果二

名称	BT-05	BT-06	BT-07
磨煤机出力 / (t·h ⁻¹)	43.0	43.0	43.0
一次风量 / (t·h ⁻¹)	96.3	84.8	73.7
磨煤机电流 / A	35.7	35.8	36.3
细度分析 / %	R ₂₀₀ 实测	1.6	1.6
	R ₇₅ 实测	35.2	33.6

可见，风量变化时，煤粉细度变化明显：煤量为 48 t/h 时，当风量从 77 t/h 变化至 96 t/h 时，煤粉细度 R₇₅ 由 35.1% 增至 39.9%，磨煤机电流降低了 1.3 A；煤量为 43 t/h 时，当风量从 74 t/h 变化至 96 t/h 时，煤粉细度 R₇₅ 由 30.8% 增至 35.2%，磨煤机电流降低了 0.6 A。

由于无法在磨煤机进口对现场风量表进行标定，仅根据磨煤机出口标定结果无法准确反映入口流量数据，也就是说，不能确定磨煤机入口风量测量结果的准确性，而且各磨煤机存在很大差别，给试验中一次风量的调整带来了困难，也影响了统一的一次风煤比的确定。因此，制定了各磨煤机一次风煤比，如表 16 所示。

表 16 各磨煤机一次风煤比

名称	水平一	水平二	水平三
给煤量 / (t·h ⁻¹)	36.0	44.0	48.0
A 磨入口一次风量 / (t·h ⁻¹)	93.0	100.4	104.0
B 磨入口一次风量 / (t·h ⁻¹)	74.8	81.6	85.2
C 磨入口一次风量 / (t·h ⁻¹)	86.7	92.0	94.6
D 磨入口一次风量 / (t·h ⁻¹)	78.4	86.2	90.0

4 结束语

4 号锅炉的燃烧调整试验表明，磨煤机入口风量均处于较低的运行水平，在提高了一次风机裕量

(下转第 84 页)

4 结束语

本文研究了利用电磁超声导波来检测变电站 GIS 管道的裂纹缺陷,并通过实验验证了该方法的有效性。由实验结果可知,分析 EMAT 所接收的电磁超声信号,就可以准确判断裂纹的位置。由于目前该项研究还处于初级阶段,对裂纹进行定量分析还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 张永生,黄松岭,赵伟,等.基于电磁超声的钢板裂纹检测系统[J].无损检测,2009,42(4):275-280.

[2] 张志刚,阙沛文,雷华明.兰姆波的电磁超声磁致伸缩式激励及其特性[J].上海交通大学学报,2006,40(1):133-137.

[3] ALERS G A, BURNS L R. EMAT Designs for Special Applications[J]. Materials Evaluation, 1987, 45:1184-1189.

[4] 朱定伟,张春雷,黄建冲.电站管道超声导波检测的模式选择[J].广东电力,2007,20(5):16-20.

作者简介:

王伟(1974-),男,江苏苏州人,高级技师,从事电力系统二次检修工作;

潘晓明(1977-),男,江苏苏州人,工程师,从事电力系统二次管理工作;

张永生(1981-),男,河北保定人,从事电力系统二次检修工作。

Applied Research for Crack Detection Method of GIS Pipes Based on Electromagnetic Ultrasonic Guided Waves

WANG Wei, PAN Xiao-ming, ZHANG Yong-sheng

(Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215004, China)

Abstract: A crack detection method of GIS pipes based on electromagnetic was studied in the paper. And Electromagnetic acoustic transducer (EMAT) was designed. Besides, cracks detection experiments were completed by the EMAT. Results show that the proposed method can detect cracks on the pipes of GIS effectively and it is a promising method for cracks detection.

Key words: GIS; guided wave; EMAT; crack detection

(上接第 81 页)

的同时,降低了煤粉细度,有助于燃尽。B 磨煤机外部折向门挡板调整时,内部折向门挡板可能未发生变化,煤粉细度无明显变化。因此,折向门挡板的调整采用内部调节方式。根据 B 煤机磨风煤比试验变化规律,制定了目前每台磨煤机一次风煤比,以指导运行。

参考文献:

[1] 岑可法.锅炉燃烧试验研究方法及测量技术[M].北京:中国电力出版社,1987.

[2] GB10184—1988,锅炉性能试验规程[S].

[3] DL467—2004,磨煤机试验规程[S].

作者简介:

张志亮(1973-),男,江苏无锡人,助理工程师,从事电厂锅炉及汽机热力试验相关工作。

Adjustment Test and Analysis of E type Coal Mill System

ZHANG Zhi-liang

(Jiangsu Ligang Power Generation Co. Ltd., Wuxi 214444, China)

Abstract: By calibrating the primary air flow of mill outlet in cold condition and measuring the air flow and pulverized coal flow of mill outlet in hot condition, the deviation of air velocity, pulverized coal flow in each pulverized coal pipe was analyzed, and the deflection plate has also been adjusted according to the fineness of pulverized coal in each mill. Finally, the optimized operation scheme was made based on the results of a series of tests on the typical mill, such as air-fuel ratio and the characteristic of the deflection plate-fineness of milling system and so on.

Key words: thermal power engineering; coal pulverizing system; E-type coal mill

欢迎投稿 欢迎订阅