

微油点火在 600 MW 超临界 W 火焰炉的应用研究

刘鹏远¹, 肖宏博², 谢明均², 赵兴华², 杜维毅³, 廖永浩¹

(1. 华电电力科学研究院, 浙江 杭州 310030; 2. 四川华电珙县发电有限公司, 四川 珙县 644502;

3. 山西鲁晋王曲发电有限责任公司, 山西 长治 047500)

摘要:介绍了微油点火技术在 600 MW 超临界 W 火焰炉上的应用情况,并进行了微油燃烧器运行方式优化试验,锅炉升温升压稳定。与不采用微油点火相比,锅炉冷态启动过程油耗明显降低,节油效果明显。

关键词: W 火焰锅炉; 微油点火; 节油率

Abstract: The application of tiny-oil ignition technology to 600 MW supercritical W flame boiler is presented, the optimization tests for the operation of tiny-oil burners are carried out, and the temperature rise and pressure rise rates of boiler are stable. Compared with the ignition without tiny oil, the oil consumption is significantly reduced during the cold start-up process of boiler, and the effect of oil saving is obvious.

Key words: W flame boiler; tiny-oil ignition; oil saving rate

中图分类号: TK229.92 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2012)06-0086-05

0 引言

微油点火技术在燃用烟煤、褐煤锅炉上已得到广泛应用。其基本原理是将微油量油枪放置在一次风喷口内,煤粉采用浓缩技术后形成浓相煤粉,利用油枪引燃浓相煤粉,再由浓相煤粉着火燃烧放出的热量点燃更多的稀相煤粉,煤粉分级燃烧,燃烧能量逐级放大,最终实现用微油量启动锅炉的目的,节省启动用油^[1-3]。珙县电厂为燃用无烟煤的 W 火焰炉超临界机组,由于机组需要经常性参与调峰,为减少锅炉冲管、启停及低负荷稳燃阶段的油耗,锅炉设置了微油点火燃烧器,通过微油枪助燃来实现冷态条件下的直接投粉,从而减少锅炉基建调试及启动油耗。

1 设备概况

珙县电厂一期 2 × 600 MW 机组锅炉,为东锅首台 600 MW 超临界 W 型火焰锅炉,型式为超临界参数、一次再热、垂直管圈水冷壁变压运行直流锅炉。锅炉采用正压直吹式制粉系统,配备 6 台双进双出钢球磨煤机,磨煤机采用动静态分离器,煤粉细度 R90 可控制在 6% 以内。24 只煤粉燃烧器顺列布置

在下炉膛的前后墙炉拱上,每台磨煤机带 4 只双旋风煤粉燃烧器。燃烧器的布置型式如图 1 所示。

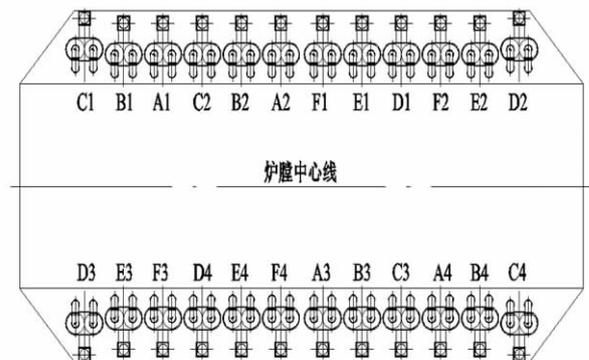


图 1 煤粉燃烧器布置图

在 1 号和 2 号锅炉上皆采用了微油点火技术。在保留原有大油枪的基础上,将 B 磨和 E 磨对应的 8 只煤粉燃烧器改为可用于点火的独立配风、分级燃烧的微油煤粉燃烧器。在启动时采用大油枪配合微油启动的点火方式。微油煤粉燃烧器在原 FW 双旋风煤粉燃烧器的基础上进行了改进,将原燃烧器的喷口直段延长,并在直段内设置分级煤粉燃烧室。带独立配风的微油油枪从燃烧器乏气弯头沿燃烧器轴向插入到一级煤粉燃烧室的入口。在旋风筒喉口区域设置了浓缩装置,将煤粉从边壁区域浓缩到位于中心的一级燃烧室内。其所涉及到与原燃烧器的改动为:将燃烧器抬高,相应一次风接口位置也升

高;取消可活动的消旋杆,代之以固定的消旋叶片。除此之外,其余均同原燃烧器布置相同,保持了原大油枪的位置不变,保持原喷口的位置和大小不变,并保持原有的风量配比风速,基本保持了炉内总体流场分布和燃烧组织配风不变。

每支双旋风煤粉燃烧器配一支油枪,油枪紧靠煤粉喷嘴布置在拱上,设计总容量为30% B-MCR输入热量;油枪采用机械雾化,设计单支油枪出力为1600 kg/h,在实际调试运行过程中将B、E磨油枪改为标称出力1000 kg/h(2.7 MPa)的雾化片,其余油枪改为标称出力800 kg/h(2.7 MPa)雾化片。本机组采用暖风器,利用邻炉蒸汽或启动锅炉产生的蒸汽来加热磨煤机的干燥风。当锅炉炉温逐渐升高,烟气温度上升,进入磨煤机的干燥风温度逐渐升高,可逐渐减小暖风器蒸汽供应量,最后停运暖风器。

2 微油点火系统运行方式优化试验

2.1 乏气挡板开度优化调整

在微油点火燃烧器安装以前,在冷态实验台上对其风量及粉量分配特性进行了测试。在乏气管上开孔,采用等截面取平均值的方法测量乏气风速。测试了3种一次风速下的乏气风速,风量对比如图2所示。

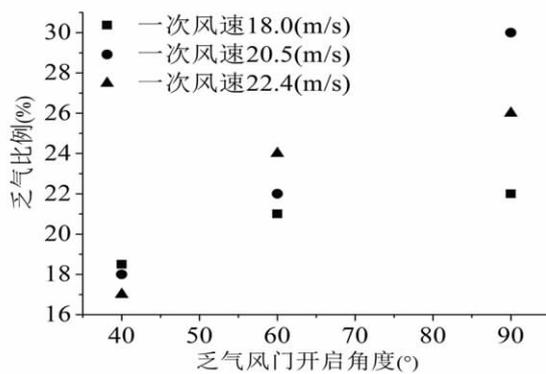


图2 乏气挡板开启角度和乏气量的关系

在不同一次风速下,乏气蝶阀开启角度分别为40°、60°和90°时,乏气所占一次风量比例平均约为18%、23%和26%。

在乏气风门开启角度为90°时(即全开状态)对粉量的分配进行了测试,投粉量在2~10 kg/min,一次风速控制在16~20 m/s之间,通过对乏气中携带的粉量进行收集称重。结果表明乏气含粉的比例很

小,基本在6%以下。在微油燃烧器投运时,为保证主喷口较好的煤粉浓缩效果,乏气风门开启角度调整到90°。

2.2 磨煤机优化运行

磨煤机配备了动静态分离器,通过调整动态分离器转速,可对煤粉细度进行调节。在锅炉冷态启动过程中,为缩短煤粉着火时间,应保证较高的煤粉细度。采用小出力、高细度运行方式是冷态启动过程中保证煤粉着火的重要条件。此时动态分离器调节到最大转速,手动操作单台给煤机,以最小的给煤量10 t/h运行。此时对B磨的4根粉管进行煤粉细度和均匀性测试, R_{90} 平均值为6.26%。各粉管细度和均匀性测试结果见表1。

表1 B磨煤粉细度

B1		B2		B3		B4	
R_{90} /%	均匀 性	R_{90} /%	均匀 性	R_{90} /%	均匀 性	R_{90} /%	均匀 性
7.90	0.90	5.85	0.85	4.50	0.57	6.79	0.82

2.3 微油枪一次风速优化调整试验

为掌握不同运行方式下燃烧器出口温度,将一根长热电偶从微油燃烧器B3的看火孔插入至燃烧器出口,热电偶测点位置如图3所示。在不投粉情况下,投入B磨的微油枪。在微油枪投入初期,一次风速控制在22 m/s,此时,B3燃烧器的出口温度在900℃左右。后逐渐降低一次风速,燃烧器出口温度迅速升高。测得的燃烧器出口温度变化趋势如图4。

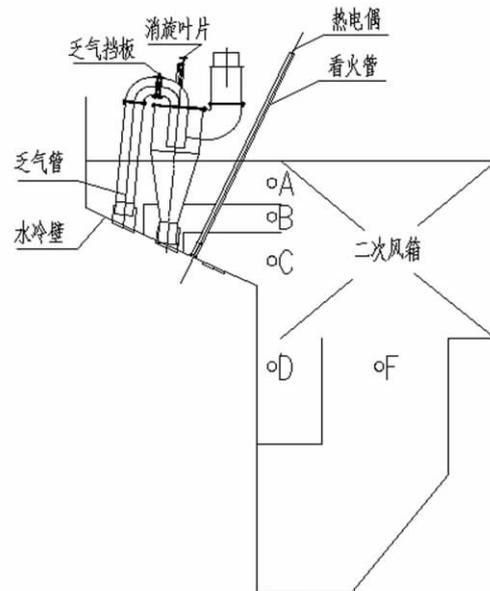


图3 热电偶测点位置示意图

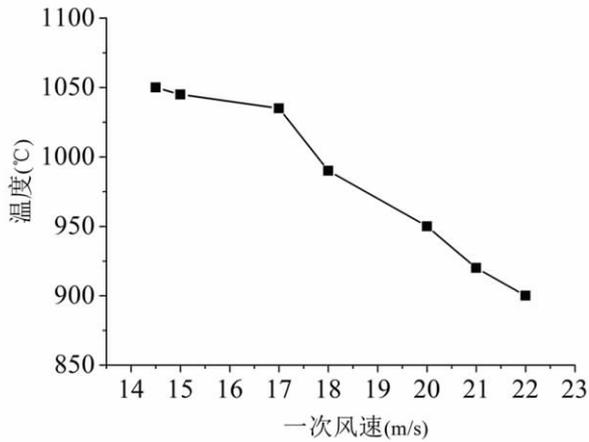


图4 燃烧器出口气体温度变化

从图4看出,随着一次风速降低,燃烧器出口温度逐渐升高。这主要是由于一次风量超过理论空气量,过多的一次风会冷却燃烧器出口温度。但是,当一次风速降到17 m/s后,继续降低一次风速对提高燃烧器出口温度的作用减弱,燃烧器出口温度升幅在10 °C以内。因此为保证较高的温度,一次风速不宜过大,在不投粉情况下应控制在17 m/s左右。

2.4 锅炉冷态投粉试验和燃烧器周界风优化

锅炉冷态投粉时水冷壁出口温度为65~70 °C,一次风速为15 m/s,燃烧器出口温度为1140 °C。投粉后燃烧器温度开始急剧下降,投粉10 min后燃烧器出口温度降至800 °C。后调整一次风速至18 m/s,投粉16 min后燃烧器出口温度降至610 °C,随后将一次风速降至16 m/s,燃烧器出口温度升温至650 °C;将风速降至15.5 m/s,燃烧器出口温度升至670 °C;进一步将一次风速降至14.5 m/s,燃烧器出口温度升至700 °C。此后燃烧器出口温度稳定在700~730 °C。在投粉50 min后,将B挡板由50%关至30%开度,燃烧器出口温度迅速升至840 °C,后又将B挡板关至20%开度后,燃烧器出口温度迅速升至1000 °C,此后燃烧器出口温度逐渐升高至1200 °C左右,此时火焰明亮,燃烧稳定。整个调整过程见图5和图6。

在冷炉直接投粉过程中,一次风速和燃烧器周界风量的调整对燃烧器出口温度影响很大。一次风速升高,燃烧器出口温度降低,煤粉的着火条件较差。当一次风速达到18 m/s时,燃烧器出口温度降低到600 °C左右,可以被点燃的煤粉比例大幅度减少,所以在冷态投粉过程中要尽量降低一次风速。考虑到煤粉输送过程中的携带能力,防止煤粉管堵

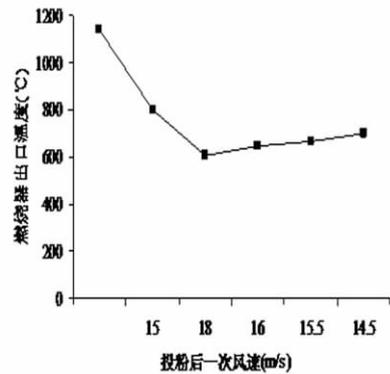


图5 投粉后一次风速变化对燃烧器出口温度的影响

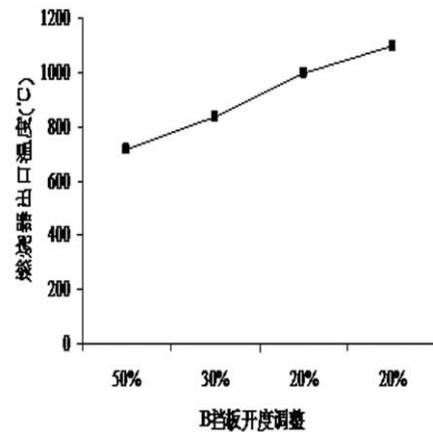


图6 B挡板开度调整对燃烧器出口温度的影响

塞,冷态投粉启动过程中维持一次风速在15 m/s,进行投粉。该风速范围一方面可以满足煤粉输送的要求,另一方面又兼顾了尽量降低一次风速的需要。

主燃烧器周界风挡板(B挡板)的开度调整对燃烧器出口温度影响显著。冷态启动过程中,随着B挡板开度的减小,燃烧器出口温度显著升高,当B挡板开度达到20%时,燃烧器出口温度达到1200 °C。此时,燃烧器出口煤粉大部分已经被可靠点燃,稳定燃烧。因此在启动过程中将B挡板开度调整至20%再进行投粉,可维持较高的燃烧器出口温度。此外,燃烧器有周界风冷却,投粉后燃烧器壁温最高不超过350 °C,可靠性较高,并未出现燃烧器烧损或超温结焦的问题。锅炉负荷较高时再将其调至50%左右,与其他燃烧器一致。

2.5 燃烧状况分析

通过上述优化调整,在只投运B磨的情况下,对飞灰和底渣进行了取样分析。取样时给煤量维持在20~25 t/h,氧量最开始投粉时在17%~18%,后通过降低总风量逐渐降至15%~16%。油枪只投运

表2 试验煤质分析

	$C_{ar}/\%$	$H_{ar}/\%$	$O_{ar}/\%$	$N_{ar}/\%$	$S_{ar}/\%$	$V_{daf}/\%$	$M_{ar}/\%$	$A_{ar}/\%$	$Q_{net,ar}/(kJ \cdot kg^{-1})$
设计值	50.50	2.10	2.17	0.68	2.80	7.50	9.50	32.25	19 200
校核值	47.59	2.02	2.30	0.66	2.95	9.60	9.00	35.48	18 000
试验值	48.66	2.02	2.09	0.66	2.70	14.01	7.11	36.76	18 213

了B磨对应的大油枪和微油枪。试验时煤质与设计煤质对比见表2。

由煤质分析看出,冷态点火时所用煤的挥发份要高于设计值,这也为将煤粉点燃创造了有利条件。对微油点火工况的飞灰进行取样分析,结果如图7所示。

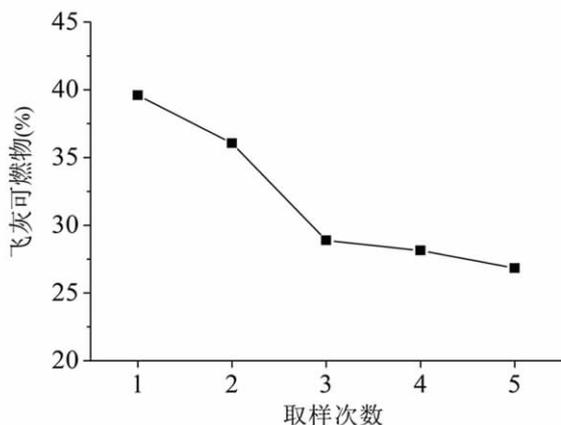


图7 锅炉启动初期飞灰可燃物变化

第一次取样是冷态投粉后约1h,最后一次取样是冷态投粉后约8h,中间基本间隔1.5h取一次样。由趋势看出,刚投粉后炉膛温度较低,燃烧效果较差,飞灰可燃物在35%以上;后随着锅炉升温升压的进行,炉膛内温度提高,燃烧环境改善,飞灰可燃物逐渐降低。当主蒸汽压力达到8MPa、主汽温到455℃工况下,空气预热器入口烟温在340℃,飞灰可燃物降至26%左右。测试期间底渣平均含碳量为28.7%。由于煤粉燃尽效果较为理想,加之微油点火期间尾部受热面吹灰及时,并未发生尾部受热面二次燃烧问题。

3 锅炉升温速率及出口烟温分析

在用微油点火进行冷态启动时,一般先投入B磨,给煤量在10~20t/h。起压后初期主汽温升温速率为1.4℃/min,再热汽温升温速率为1.3℃/min,满足电厂运行规定。

锅炉点火初期,由于高压过热器和高压再热器受热面未建立正常的冷却流量,因此需要控制炉膛

出口烟温不超过管材的允许使用温度。当煤量在10t/h时烟温探针温度为248℃,当煤量20t/h时烟温探针温度为537℃,并未超过565℃的规定值。在点火初期过、再热器无超温问题。

5 节油率统计

对新建机组,调试期间的节油率和许多因素相关,如机组各部件的故障率、安装质量情况、MFT次数等等,笼统比较机组调试期间的总油耗并不客观。因此拟用1号炉和2号炉的两次冷态启动油耗作为比较依据。以锅炉冷态启动到机组冲转作为计算节点,比较的蒸汽参数定在8MPa,450℃左右。其中1号炉未使用微油点火,2号炉使用了大油枪配合微油枪启动方式。统计油耗数据见表3。

表3 1号炉和2号炉启动油耗

项 目	1号炉		2号炉	
	第一次启动	第一次启动	第一次启动	第二次启动
给水压力 /MPa	0.37	0.41	0.39	0.39
给水温度 /℃	50	39	40	40
主汽压力 /MPa	8	8	8	8
主汽温度 /℃	405	445	455	455
累计油耗 /t	114	82	73	52
平均油耗 /t			98	62.5

由于每次启动时略有差异,在保证主汽压力相同时,主蒸汽温度略有不同,如表3所示。2号炉在两次启动过程中所用的油耗明显低于1号炉的启动油耗,采用了大油枪配合微油枪启动方式的2号炉在两次启动过程中平均节油率为36.2%。

5 结 语

①通过微油枪的优化运行,在大油枪协助下,首次实现了无烟煤锅炉在冷态启动过程中直接投粉启动。采用高煤粉细度,较低的一次风速及较小的燃烧器周界风挡板开度,投粉后燃烧稳定,火焰明亮,火检信号正常,火焰电视清晰可见。

②投粉后随着炉膛温度的升高,燃烧逐渐改善,飞灰可燃物逐渐降低,在单台磨投运外加4支大油枪的情况下飞灰可燃物最低可降至26%,部分煤粉已被有效点燃。

③采用大油枪配合微油枪启动方式,2号炉在两次冷态启动过程中油耗明显降低,与1号炉不采用微油点火相比,平均节油率为36.2%。

参考文献

[1] 赵铁军,宋绍伟. W型火焰锅炉节油技术应用[J].

(上接第45页)

接地变压器并网投运,检修后测量中性点开口3次谐波电压从故障前0.12V上升到3.08V,3次谐波电压比值也由故障前15.92降低到0.586,与出厂值没有明显电气特征变化,同时发变组A、B屏“定子接地3次谐波告警信号”解除,C屏“定子接地”告警信号解除,2号机运行参数正常,说明2号机中性点接地变压器二次引线锈蚀松动故障得到成功处理。

4 结 语

发电机定子接地故障发生在中性点附近时,其故障电流的3次谐波分量和3次谐波电压比值将非常大,远远超过接地保护动作整定值,这一点继电保护人员在实际检修维护过程中必须引起足够重视。为了提高继电保护人员故障处理效率和可靠性,除了要熟悉定子接地故障参数特征知识,根据现场故障信号和保护动作情况,灵活采取各种处理方案外,还需注重以下多个方面的内容^[7-8]。

①继电保护工作除了需要扎实理论知识外,还需要有较强的责任心和耐心,工作认真仔细,否则将会引起故障进一步扩大成事故;

②认真落实电厂继电保护关于集成型、微机型继电保护装置的调试、整定、抗干扰等技术措施,确保继电保护装置具有较高动作保护性能,避免其出现“拒动”、“误动”等问题;

③定期检修维护工作中,要牢记定期试验、检定的三要素,即:测绝缘、清灰、紧固端子等。本例中就

中国电力 2009, 42(9): 61-65.

[2] 束长勇. 微油点火稳燃技术在600 MW机组中的应用[J]. 电力设备 2008, 9(10): 74-76.
[3] 车丹,林树彪. 微油点火在燃用贫煤锅炉上的试验研究[J]. 山西电力 2009(3): 39-41.
[4] 付忠广,王志鹏,史亮亮. 燃煤锅炉微油点火燃烧器的数值计算分析[J]. 工程热物理论 2008, 29(4): 609-612.

(收稿日期:2012-05-22)

是由于接地变压器紧固端子发生锈蚀松动,引起电位的悬浮而引起100%定子接地保护故障告警。要加强一次、二次设备巡检力度,尤其应注重观察运行记录和运算分析各机组处于不同运行工况条件下特征参数的变化特性,一旦发现异常应及时采取有效方法措施予以消除。

参考文献

[1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社 2002.
[2] GB/T 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程[S].
[3] 张琦雪,陈佳胜,陈俊,等. 大型发电机注入式定子接地保护判据的改进[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(03): 66-69.
[4] 姚晴林,赵斌,郭宝甫,等. 自适应20 Hz电源注入式定子接地保护[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(18): 71-73.
[5] 张长彦,原爱芳,杨兆阳,等. 发电机定子绕组接地保护整定原则[J]. 电力系统保护与控制 2009, 37(17): 65-70.
[6] 王翔,张成,沈全荣. 一次典型的定子接地故障分析与优化保护原理[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(11): 52-55.
[7] 毕大强,王祥珩,王维俭,等. 发电机中性点接地装置等效电路的分析[J]. 继电器 2003, 31(1): 12-16.
[8] 徐金兵,楼国才. 发电机100%定子接地保护误动作分析[J]. 中国电力 2007, 40(5): 67-70.

作者简介:

白伟,(1985),男,汉,助理工程师,继电保护检修工。

(收稿日期:2012-07-09)