

吕电公司机组运行中的绩效调整

蒋春平

(江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司, 江苏 启东 226246)

摘 要: 我厂绩效调整的主要依据是耗差分析系统中机组可控耗差中的各项指标的耗差值。主要包括: 锅炉排烟温度、机组主蒸汽温度、机组再热蒸汽温度、锅炉氧量、过热器减温水量、再热器减温水量、厂用电率、机组背压等。通过系统对上述指标分别计算出的实时耗差值, 得出机组运行的总偏差, 清楚的反应出机组运行的经济性。

关键词: 可控耗差; 厂用电率; 调整方法; 辅机单耗; 飞灰含碳量

0 引言

吕四港电厂为 660MW 超超临界燃煤直流炉, 四台机组相继投产初期至今, 运行人员的操作水平和绩效调整水平有了很大的提升。对超超临界机组的运行状况、运行特点有了较深层次的了解。为了更好的完成我厂的各项经济指标, 结合自身以往的操作经验总结出了若干操作方法, 对提高机组的绩效得分、控制飞灰含碳量有着一定的借鉴意义。

1 降低锅炉排烟温度

1.1 计算公式

(锅炉排烟温度(引风机出口) 1+锅炉排烟温度(引风机出口) 2)/2-((取中(空预器 A 进口二次风温度 1-3)+取中(空预器 B 进口二次风温度 1-3))/2-20)

1.2 调整方法

提高磨煤机出口温度, 可以将磨煤机出口温度控制在 90℃左右。这样在总一次风量不变的情况下, 经过空气预热器的热一次风量相对增加, 与烟气的换热量增加, 排烟温度必然会下降。

当然, 提高磨煤机出口温度后, 我们一定要加强制粉系统的监视, 防止发生堵煤或磨煤机着火爆燃的恶性事故的发生。直吹式的制粉系统造成磨本体或管道着火大体可分为两种情况:

磨煤机的出口风粉温度过低——这是一种危险的工况, 因为温度过低煤粉不能获得充分的干燥以致吸附在磨煤机内部和输粉管内壁, 造成输粉管堵塞导致磨煤机煤粉管着火。现在我们在掺烧水分较大的煤种时, 为控制磨煤机入口风温, 被迫增加

部分冷风, 导致磨煤机出口温度较低, 有时能降到 55℃以下。如此低的风粉温度对炉膛有很明显的冷却效果不利于煤粉的燃烧, 不但降低了安全性还降低了锅炉的燃烧效率。由此可见, 掺烧此类煤种时更应该大胆的提高磨煤机的出口温度。

在掺烧印尼褐煤时, 由于该煤种挥发份很高, 在磨煤机堵煤后又吹通的过程中极易发生爆燃现象。在保证安全的前提下, 通过提高磨煤机出口温度来控制锅炉的排烟温度是可行的。

视空预器出入口差压适当加强空预器吹灰, 提高空预器的换热效率。

降低二次风量, 将氧量控制在得分区间的下限值以减少炉膛烟气总量。

提高炉膛压力降低烟气流速, 延长煤粉在炉膛内的滞留时间。

2 控制主、再热蒸汽温度

2.1 计算公式

求平均(主汽温度-1,主汽温度-2)。

求平均(热再热蒸汽温度 1,热再热蒸汽温度 2)。

2.2 控制方法

2.2.1 主、再热汽温度调整的基本方法

由于高温过热器呈现对流特性而分隔屏过热器呈现辐射特性, 过热汽温总体则呈现辐射特性。所已主蒸汽温度的调整主要是通过调节水煤比来控制中间点温度。当手动进行汽温调整时, 注意分析汽温变化的方向, 掌握调节提前量, 控制好两侧温度的偏差。主蒸汽一、二、三级减温水是主汽温度调节的辅助手段, 操作时应平稳、均匀, 注意尽量

不要对中间点温度设定值及减温水大幅增减,防止造成汽温的波动或急剧变化。

再热器整体呈现对流特性。再热蒸汽温度主要依靠尾部烟道挡板开度进行调整,也可以通过摆动燃烧器喷嘴调整火焰中心位置来调节,再热器事故减温水做为备用或事故情况下使用。烟气挡板是通过改变过、再热烟气分配的比例来调节再热汽温的,用烟气挡板调节再热汽温时,要考虑挡板调节汽温的迟缓性较大,不要大幅度开、关。燃烧器摆动是通过改变炉膛火焰中心的高度来影响汽温变化的,调节时要注意监视各个角摆动一致,防止出现由于摆动不同步造成切圆燃烧不良。低负荷时要注意防止由于火焰中心过低而造成全炉膛灭火。投入事故减温水时要注意减温器后蒸汽保持 20°C 以上过热度。正常运行中,再热汽温的调节也可以通过改变锅炉总风量,倒换制粉系统运行方式改变火焰中心,加强炉膛吹灰,燃烧器的配风等燃烧调整手动进行调节。在机组负荷调整、风量调整、启、停制粉系统、投停油枪、炉膛或烟道吹灰等操作以及煤质发生变化时都将对再蒸汽系统产生较大扰动,在上述情况下要特别注意再热蒸汽温度的监视和调整。事故减温水的调整会改变进入汽轮机的做功蒸汽量,功率变化导致协调调整调门开度,机前压力会有比较大的波动,造成煤量较大的波动进而对主汽温度产生影响。

汽温扰动的主要因素。机组是否稳定运行或者说主汽温度是否稳定主要取决一个参数:主蒸汽压力。

2.2.2 控制方法

主蒸汽的机前压力值和协调方式下的滑压目标值要尽量接近。因为机前压力直接反映了锅炉的燃烧与当前负荷的匹配情况。机前压力偏离滑压目标值时,“协调”会自动“改变总风量、煤量”去匹配滑压目标值。然而我厂各台机组的磨煤机的热风调整门在自动方式下调节品质很差,基本上不调整。运行人员习惯上都将此门置于手动位置。带来如下隐患:

降负荷时容易将磨煤机吹通,造成汽压超限,水冷壁超温,调节不当直接导致主汽温度大幅下降,此时应手动干预调整,选择一台制粉系统手动减煤,尽量保持其他制粉系统的煤量不变,从而减少磨煤机吹通对汽压的影响。实践证明此方法对控制汽压

效果明显。

降负荷时一次风压,风量均超出需求值,使得煤粉在磨煤机中和炉膛燃烧集中的火焰中心停留的时间缩短,直接导致飞灰含碳量的上升。

涨负荷时一次风压、一次风量如不能迅速跟上,直接导致磨煤机出力受阻(各台机组的负荷变化率均为 $13\text{MW}/\text{MIN}$,负荷指令每变化 10MW ,给煤量则暂时变化 15t 左右),对过热蒸汽的过热度的影响较明显。如果此时各级减温水的裕量不足时可导致主汽温度大幅下降。

磨煤机减煤时,热风调节不佳,磨煤机的出口温度将上升,如果冷风调节裕量不足时可能造成磨煤机出口温度高跳磨的情况发生。

调节汽温的同时还要兼顾金属壁温的控制。关于受热面壁温的控制和调整首先要正确的分析原因。我厂水冷壁壁温监视总体上分为两部分:炉膛出口金属壁温和炉膛中部入口金属壁温。受热面金属壁温大体上包括以下六部分:过热器金属壁温、再热器金属壁温、水平烟道两侧墙金属壁温、屏式过热器后屏出口金属壁温、末级过热器出口壁温、末级再热器出口壁温。

如果炉膛出口水冷壁金属壁温超限,多数原因是分离器出口蒸汽的过热度过高,减温水量消耗过大导致。此时可采取常规的“减煤加水”方法缓慢将过热度控制在适当范围。还有一种原因是 AGC 快速给降负荷指令,此时协调系统会以给定的降负荷速率快速地减水、减煤,而大量“减水”对于直流炉的水冷壁壁温的影响非常的明显,此时应适当的增加给水正偏置或提前控制好主蒸汽的过热度,抵消快速降负荷的瞬间效应。

如果炉膛中部入口金属温度超限而炉膛出口金属壁温无明显异常,则一定是炉膛内部火焰中心偏斜或锅炉总体的二次风量不足导致的。此时可以通过上两层的附加风进行消旋调节或增加氧量的方法控制壁温。调整上层附加风时也有可能造成炉膛中部入口金属温度超限的现象,因为在锅炉二次风总量一定的前提下,增加任何局部的风量就等于减少其他位置的二次风量,就有可能造成这些区域缺风而超温,该现象在低负荷时尤为显著。还有,在降负荷过程中,如果停运某台制粉系统后相应的二次风门未及时关闭,由于总风量的减少也会造成炉膛局部缺风壁温超限。

受热面金属壁温超限的原因一般只有一种情况：后屏过热器出口温度过高。一般此处温度达到 560℃时，受热面个别点的壁温会接近 630℃。造成后屏过热器出口温度过高的原因主要有三种：主汽过热度过高、过热器烟气挡板开度过大或顶层二次风门开度过小。此时可根据实际情况缓慢控制调整。

3 降低生产厂用电率

3.1 计算公式

生产厂用电率=((求平均(高厂变 A 高压侧有功电度)+求平均(励磁变有功电度))/1000-(求平均(#3 机 A 循环泵电度)+求平均(#3 机 B 循环泵电度))/1000+(求平均(#3 机 A 循环泵电度)+求平均(#3 机 B 循环泵电度)+求平均(#4 机 A 循环水泵电度)+求平均(#4 机 B 循环水泵电度))/2000)/求平均(发电量)*100

3.2 控制方法

(1) 维持机组最佳真空。结合循环水温升和负荷特点，合理安排循环水泵的运行方式；加强对真空系统的监视，结合凝汽器端差、凝结水溶氧、低压缸排汽温度等参数的变化趋势，及时发现真空有无泄漏点。真空降低时，汽轮机总焓量减少，汽轮机汽耗增加，煤耗增加。一般情况凝汽器压力每升高 1kPa，供电煤耗升高 3g/kWh 左右。

(2) 结合江苏省电网的负荷特点及日负荷计划曲线，合理控制磨煤机的启停时机。进一步加强与调度的沟通，抢发电量的同时各台机组的出力要合理的分配。例如：当我厂三台机组运行，将有一台机组投入切机装置，调度会将该机组的负荷给力一定的偏置保证低负荷时满足切机要求。导致有时候该机组五台制粉系统运行较宽裕而另外两台机组四台制粉系统运行较吃力，不得已维持五台制粉系统运行，无形中增加了厂用电量。此种运行方式在某台机组检修时或退备时还会遇到，解决此问题还是有必要的。

(3) 根据气温变化，合理调整主变冷却器的运行方式。目前，我厂主变冷却器的运行方式为“四运、一备、一辅”。当环境温度升高或机组负荷升高时，辅助冷却器会联启。但有时温度降低或负荷下降后辅助冷却器不能及时停运，无形中增加了厂用电量。这种情况还需运行人员及时发现及时处理。

(4) 降低制粉系统电耗。保证磨煤机较高负荷

运行，煤量低时，及时停运磨煤机。磨煤机停运时及时停运该磨油泵及电加热。根据煤质变化及时调整煤粉细度在经济范围内运行，从而降低磨煤机电耗。

(5) 通过试验修改风压定值和风煤比曲线，合理确定一次风机的出力调整曲线，降低一次风机电耗。目前我厂磨煤机的一次风总量偏高，在磨煤机电流不超过 60A，给煤机煤量不超过 48t/h 的情况下，可以尝试将磨煤机入口总一次风量控制在 90t/h 运行。

(6) 根据煤种的不同加强磨煤机石子煤排放工作。一次风室既是一次风流通的通道，也是石子煤积存、刮板回转的空间。上、下裙罩的作用是保护磨碗不被磨损、隔离石子煤(也就是内气封装置)、驱动石子煤刮板。因此当一次风室堵塞时如不及时排渣，大量的石子煤在一次风室被刮板携带沿着下裙罩周围做圆周运动，石子煤直接对下裙罩、刮板形成整体覆盖式磨损，造成了下裙罩密封法兰的磨损、刮板的磨损。在正常运行情况下，一次风室内的石子煤只有少量，被刮板直接刮到石子煤斗排出。一次风室内石子煤积存严重时不及时排出，石子煤没有去处，被旋转的刮板推至入口一次风道，风道的流通面积越来越小，造成了磨煤机一次风量不足、出力下降，此时即使将一次风室的石子煤排尽，但石子煤刮板也不能刮出一次风道内的石子煤。这种情况在我厂已经发生了好几次，好多次都必须停止制粉系统才能进行清理。更为严重的是，热一次风的温度在 300℃左右，当一次风室、入口一次风道堵塞着大量的石子煤长期排不出去，高温、通风的情况下，石子煤、细粉便着火、结焦，大块的结焦甚至堵塞石子煤排渣口，可能造成机组被迫限负荷，增加厂用电率。

(7) 根据负荷及煤质特点，与运行绩效相结合，在确保燃烧完全的前提下，维持适当的过剩空气系数，即合理的送风量，以降低引风机和送风机电耗。控制氧量的时候要注意任何工况下二次风箱的差压尽量均控制在 0.4kPa 以上，这样足可以满足稳定燃烧的需求。如果二次风箱差压低于 0.3kPa，即使是高负荷炉膛温度很高的情况下也多次发生个别磨煤机火检开关量丢失的现象。但二次风箱的差压高限应尽量控制在 0.7kPa 以下(机组带满负荷时会远高于此数值，一般会在 1kPa 以上，此时应考虑降低氧

量控制差压),因为作为轴流送风机,二次风箱差压过高,会导致送风机单耗明显的非线性的增加。

(8) 根据负荷变化及时调整凝泵变频器的频率,在保证凝泵及给水泵密封水压力的前提下,合理控制凝结水母管压力。

(9) 减少锅炉风道漏风,保持炉底水封满水,加强机组运行参数的监视,氧量测点失准要及时通知设备部更换,避免因氧量不准,造成送、引风机用电量增加。

(10) 控制输煤电耗。规范正常上煤运行方式,提高上煤出力,缩短皮带运行时间,尽量减少双路皮带运行情况。根据煤质情况,合理配烧,在保证煤场正常库存的情况下,尽量减少存、取煤作业。码头卸煤时与辅控输煤人员做好沟通,避免皮带长时间空转。合理调配斗轮机的运行方式,避免输煤系统不必要的耗电量增加。

(11) 降低脱硫系统电耗。脱硫系统设备的运行方式应积极根据烟气中含硫量进行调整,根据负荷、煤质和脱硫效率合理启停浆液循环泵,最大限度的节约厂用电。一般情况机组脱硫效率高于 97%时,可以将 B 浆液循环泵停运。

(12) 降低除灰系统电耗。根据负荷和煤种的不同间断运行冲洗水泵、间断运行碎渣机、捞渣机等设备或者将捞渣机的转速变化调整。

(13) 降低电除尘电耗。电除尘应根据机组负荷的变化情况和烟气的浊度采用不同的运行方式,在确保环保指标的情况下,优化控制参数和运行方式。

如停运一台输送空压机或延长电除尘器的振打周期。

(14) 机组启动采用汽泵和风机半侧的启动方式。机组启动进行水冲洗阶段,化验班随时进行汽水品质的化验,水质合格后及时的回收,减少不必要的排放,降低水耗,进而减少厂用电的支出。

(15) 根据季节和天气特点,控制好厂区照明的开、关时间,减少照明用电。

(16) 目前我厂 500kV 母线电压的允许运行范围是 500kV~518kV 之间。大部分时间我们的母线电压维持在 512kV~515kV 之间,按照网调下发的电压曲线,结合厂用母线电压及发电机功率因数,在确保 500kV 母线电压合格和设备稳定的前提下,可适当降低无功功率,以降低励磁变耗电量,提高上网电量。

参考文献:

- [1] 马志溪.热动工程[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [2] 秦增皇.电工学[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [3] 刘秀钱.热动维修[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2008.
- [4] 邢植朝.锅炉压力容器安全运行[J].黑龙江科技信息,2009(32).

作者简介:

蒋春平(1975-),男,河北唐山人,工程师,发电厂运行值长, E-mail: jcplhx@163.com。