

中速磨直吹式制粉系统优化对锅炉经济性研究

Research on Boiler Economy by Optimization of Medium-speed Grinding Direct-blown Pulverizing System

陈鹏

Peng Chen

河北省西柏坡发电有限责任公司 中国·河北 石家庄 050000

Hebei Xibaipo Power Generation Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

摘要: 根据中速磨煤机直吹式制粉系统的特点以及结构等, 来分析煤质变化、煤粉细度以及分配均匀性、磨煤机的风量、磨煤机负荷率等各种因素的变化对锅炉燃烧系统所产生的影响, 同时这一研究在锅炉的经济性方面也有非常重要的作用。在锅炉运行的过程中, 也需要制粉系统的优化, 从而来使锅炉的运行更加顺畅, 让锅炉燃烧的系统与制粉系统能够更加完善的配合。

Abstract: According to the characteristics and structure of the direct fired pulverizing system of the medium speed coal mill, the influence of the changes of coal quality, coal fineness and distribution uniformity, the air volume of the coal mill, the load rate of the coal mill and other factors on the combustion system of the boiler is analyzed. At the same time, this study also plays a very important role in the economy of the boiler. In the process of boiler operation, it is also necessary to optimize the pulverizing system, so as to make the boiler run more smoothly and make the boiler combustion system and pulverizing system more perfect.

关键词: 制粉系统; 煤粉锅炉; 影响

Keywords: pulverizing system; pulverized coal boiler; impact

DOI: 10.12346/peti.v4i3.6712

1 引言

磨煤机是在锅炉燃烧的功能过程中非常重要的辅助设备, 其中, 中速磨煤机是磨煤机的主要类型之一, 通常会被大量应用于燃用烟煤、中低水分褐煤以及贫煤等大型的煤粉锅炉的直吹式制粉系统, 具有较高的运行稳定性, 以及制粉电耗低、煤种适用性广等特点。直吹式制粉系统运行情况的好坏决定了锅炉内煤炭燃烧的稳定性, 以及锅炉的负荷能力, 另外, 中速磨直吹式制粉系统的优化对锅炉的运行也有重大的影响。

2 设备介绍

磨煤机通常可以根据磨煤机的工作部件的转速划分为三种类型, 其中中速磨煤机是国内目前比较常用的磨煤机类型, 转速为 50~300r/min。在中速磨煤机中, 目前中国常用

的有, HP 型碗式磨煤机、MPS 磨的改进型 MPS-HP-II 型磨煤机还有 MPS、ZGM 型辊盘式磨煤机。中速磨煤机的工作过程和原理通常为: 原煤在经过煤管后下落到正在转动的磨煤机的磨碗, 会离心力的作用下沿着路径移动到磨环。由于径向和周向的移动, 煤就可以在转动的磨辊装置下被研磨成粉。这些成粉的煤, 又会在推挤以及离心力的作用下到达风环的上方, 通过风环对于煤粉的干燥和风干, 并且使煤粉进入煤粉分离器内。在煤粉分离器中, 能够将粗细不同的煤粉进行简单的分离, 细度能够达到要求的煤粉才能够进入煤粉管道, 达不到细度标准的煤粉则继续进入磨盘进行研磨, 直到达到标准。另外, 中速磨煤机直吹式制粉系统所使用是一次风系统, 也就是说, 冷一次风在通过空气预热器的一次风通道加热后再进入磨煤机, 在干燥和研磨磨煤机中的煤后, 将它直接送进锅炉的炉膛, 然后进行燃烧。同时, 关于

【作者简介】陈鹏 (1989-), 男, 中国河北石家庄人, 本科, 电力工程师, 从事电厂锅炉运行研究。

调节锅炉的负荷能力,也需要由磨煤机的干燥介质流量和送进锅炉的煤量相互协调共同控制。

3 中速磨直吹式制粉系统的调整以及运用

3.1 煤粉量的调整

如果锅炉的负载变动不大,则可以采用调整运行中的制粉系统出力来处理。而如果高压锅炉负载增大,使制粉系统的出力提高时,则可先开大冷、热一次的焚风门或提高一次平均风压,以提高磨的通风率,或者使用磨煤机中的少量存粉作增负载系统启动时的缓冲作用;接着再加大磨煤机的给煤量,并且开大适当的二次风门,使燃料量满足最大负荷。相反,当燃油锅炉的负载减少时,则可降低给煤量,磨煤机通风容量和二级风速。经操作实践证明,给煤率在 20~40t/h 以下,比较经济。

3.2 燃烧的调整与运行

保证了合理的一、二级风出口的转速和风率比是形成良好的锅炉内动力的工作条件,是风粉热混合平衡,保证机组顺利点火的条件。一次平均风力过高会导致点火缓慢,空预器漏风加速;过低会导致喷嘴烧坏,并影响在下一个风机支架堆积在煤粉锅炉上。在微粉煤机风速满足的前提下,最宜保证一次平均风压为 9~10.5kPa(通过具体调整确定)。二次风力的超高或过低都可以通过损坏炉内常规动力工作,从而大大降低了火焰的稳定性,所以应该管理好二次风箱和锅炉输出的压值。如果一次风率增加,则着火上升,着火日期推迟,当然这对低挥发分燃油来说是很不好的结果;对高挥发分燃油来说着火并不麻烦,为保持火焰快速蔓延和平稳,就需要有较大的一次风率。在锅炉工作过程中,保持一定的平均风压对顺利进行燃烧工作至关重要,但平均风压的波动很容易引起燃烧不平稳,所以在工作过程中平均风压也是一个比较重要的监视参数。在自动状况下平均风压随负载而变动,呈一条曲线关系。平均风压自动时,当负载较大变动时应密切观察下一个平均风压的变动,以避免下一个平均风压过低而造成机器不开粉,此类状况多发生于机组起动、断煤、因负载偏低停运制作的粉丝系统等。

工作时确定速度或风量有没有正确的依据,第一,主要考虑燃煤的安全性,煤仓温度场的可靠性以及对过热汽温的控制。第二,综合经济指标,重点要看排烟损失与机械不充分燃烧损失之间的比值高低。在通常情况下,计算方式是根据磨煤机煤量与磨气量关系曲线和锅炉总煤量与总气量关系曲线计算^[1]。

设备加减负载实际是对每台加煤机速度大小的调整,即给煤量的调整。所以,其负载调节过程有一个相对滞后的阶段。加负荷后,由于制汽机调门的开大,气压下降,给煤量增大,燃煤温度升高,风速增大,受热面上呼吸增大,特别是起动上层的制粉设备之前,要格外重视受热面上的超温现象。减负载的步骤则相反,可采用预先调节减暖水和燃烧器

的摆角加以控制。制粉系统起动后,随着给煤量的短时提高,负载会有一个短时突升现象,为保持设备在负载管道内正常工作,起动制粉设备时应减低气压工作;停机制粉管理系统后,将停机磨的总煤量加至另外几台运转磨煤机,导致运转磨煤机的负载陡然增大,而磨煤出力、干燥输送出力也会随着总煤量的突然增大而短时减少,尽管最终制粉管理系统的总煤量并不变化,但在磨煤机煤量重新调整的流程中,气压会短暂减少,在汽机调门及开启状态不改变的情况下,机组负载也会迅速减少,所以,在停机制粉管理系统时,可预先减少待停机的管理系统输送出力,并适当提高气压运行时间,以补偿因停磨所带来的负载降低。

送风机组送风量与运行磨风速之和构成锅炉总风速,在停止制粉系统时,应充分考虑磨风速对总风速的作用。通常,在工作中,燃煤锅炉的总风速可以根据氧量手动调节,而燃煤粉碎机的启停会妨碍总风速的调节。特别是通过低负荷停机制粉系统后,煤炭粉碎机的总风力突然丧失(约 50t/h),加之总风速的自动调整品质较差,很有可能因风力波动小于最低限值而引起燃煤锅炉的熄火。所以,对停运磨煤机应选以适当的低负荷,停运后磨得冷、热一次风阀均应自动缓慢关闭^[2]。

4 制粉系统的特性和优化及对锅炉运行和经济的影响

4.1 风量以及煤粉分配的均匀性

锅炉有效且高效地运行,很大的程度上取决于煤粉是否能够充分的燃烧,这就代表着煤粉的均匀性以及分配的程度起着重要的作用。通过对煤粉分配器和磨煤机煤粉分离器的形式从而决定煤粉分量的分配均匀性以及粗细程度。关于煤粉分离器的出口,倘若使用的是文丘里式煤粉分配器,那么它最高可达到 30% 以上的浓度分配不均匀性的煤粉浓度。但是如果采用格栅式或其他形式的煤粉分配器,即使煤粉的浓度分配不均匀性会有所降低,能够控制和保持在 20% 之下,但同时它伴随着弊端,即它的系统阻力是比较大的,另外还需要通过较大的空间来进行安装和布置。因此可以采取动态组合式的分离器,这样可以提高和改善煤粉的均匀性指数、细度以及煤粉浓度不均匀等问题,将煤粉的浓度的分配不均匀性控制在较为合理的 20% 以下。另外,提高动态组合式的分离器的分离效率,与之相应的磨煤机的内部的煤粉的循环倍率就会变低,所以不会造成提高磨煤机的运行压降的情况。

另外,如果调整风量,也会降低煤粉流量的分配不均匀,使锅炉的燃烧更加有效,经济性更加显著。因此,需要注意燃烧器中的煤粉量和风量的分配,如果差异过大,就容易造成炉内燃烧的热负荷分配不均,如果煤粉量过低的情况下,就会造成火焰燃烧不稳定或者火焰延迟的情况,但如果煤粉量过高,也会造成锅炉的燃烧器的出口火焰过度缺氧,致使

飞灰以及等可燃物的含量增加的现象。总而言之，煤粉分配要合理，如果煤粉分配偏差过大，就无法保证燃烧能够达到正常效果^[3]。

4.2 磨煤机负荷率的影响

中速磨煤机，无论是什么类型和形式的，它都有较快的负荷率调整速度以及较广的负荷调整范围，在使用中速磨直吹式制粉系统的时候，可以检查相对应的锅炉的负荷变化，从而快速地调整出能够与锅炉进行匹配的煤量。例如，拿ZGM-113N型磨煤机进行试验，在运行中的出力达到47.0t/h，风口阻力小于6.54kPa，当煤量增加至55.0t/h，风口阻力可达到7.41kPa。这就表示了，磨煤机的通风量和给煤量都会随着磨煤机本身的负荷率的变化而变化，比如，磨煤机的风和煤的比值就会随着磨煤机的负荷率的降低而升高，这就会造成锅炉内的煤粉没有办法在最佳状态内进行燃烧，导致不利影响的产生。所以，在锅炉的运行过程中，最好选择能够与之相对应的，能够承担负荷率的磨煤机^[4]。

4.3 煤粉细度的影响

煤粉的细度，通俗来讲就是指煤粉的粗细程度，如果煤粉越细，那么就会越容易燃烧，对于锅炉的损失就越小，锅炉的经济性就越大。但与此同时，如果一味地追求煤粉的细度，会对磨煤机产生一定程度上的磨损，同时也会增大制粉的耗电量。因此，对于煤粉的粗细程度的标准需要进行科学的制定和衡量，从而达到最经济的最有效的情况。为了对煤粉的粗细程度进行动态的调整，采用了动态分离器，它满足了目前对细度调节的主要要求。但是，动态分离器还是有一些固有的缺点，存在各种问题，也会导致锅炉系统故障的发生。并且在设备稳定性、煤粉分离效果、运行阻力等方面存在一定的不足，还有很大的改进空间。如果使用动态组合式的分离器，在磨煤机的通风量和保持不变的情况下，若分离器转速升高，则煤粉的细度会逐渐降低，并且磨煤机的单耗会逐渐升高，所以在保证煤粉细度标准的前提下，可以选择一些较低的分离器转速，这样更利于磨煤机的经济化^[5]。

4.4 煤质特性的影响

在中国的煤炭市场中，很多火电厂由于一些经费或者成本的影响，以及煤炭资源和种类的短缺，导致所使用的煤炭的煤质是长期偏离所涉及和要求的数值的，而且种类多变。煤炭性质的多变，就会导致磨煤机的计算受到影响。同时会

对锅炉内煤粉的燃烧造成严重的影响。原煤中水分的含量也是值得注意的，如果水分含量较高，那么磨煤机的计算出力会变低，就会导致增加磨煤机所需要的干燥出力，从而就必须提高磨煤机的风温和风量。另外，如果增加一次风内的煤粉所需要蒸发的水分含量，就会导致一次风速得到提高，降低煤粉的浓度，大大提高煤粉的着火热。所以，不同特质的煤，对磨煤机所产生的影响也是不同的。其中对磨煤机的出力是影响较大的是原煤的可磨性指数HGI，如果降低HGI指数，那么磨制出相同质量的煤粉所耗的功率电量都会增加，从而使磨煤机的计算出力降低。所以磨煤机又会有一定的设计值，如果原煤的HGI有所变动，与之前的设计值相比下降的过多，就大大降低磨煤机出力，造成煤粉细度增加，使煤粉的燃尽特性和锅炉的带满负荷能力都会受到影响。所以，建议不要频繁更换原煤的煤种，在更换煤种之前，需要根据煤质的资料和特性进行科学的核算，评估更换煤种对锅炉造成的影响，从而来制定符合锅炉燃烧以及煤粉生产系统的方案。

5 结语

以上针对中速磨煤机在煤质变化、煤粉细度、磨煤机负荷率以及风速煤粉分配均匀性等几个方面对大型煤粉锅炉燃烧系统所造成的影响以及提出了一些浅显的优化建议。在实际的运行生产过程中，中速磨直吹式制粉系统的优化对锅炉经济性具有重大的影响。只有制定科学的中速磨直吹式制粉系统，才能使锅炉的各个系统和设备处于协调、稳定、高效的状态，实现锅炉系统的经济化。

参考文献

- [1] 徐龙.中速磨直吹式制粉系统优化对锅炉经济性的影响[J].电站系统工程,2020,36(1):25-28.
- [2] 陈华桂,黄磊,岳峻峰,等.正压直吹式制粉系统优化调整试验分析[J].江苏电机工程,2004,23(6):51-53.
- [3] 袁力.珠海发电厂700MW机组制粉系统运行特性及优化调整[D].广东:华南理工大学,2005.
- [4] 陈献春,杨俊,夏清梅,等.基于DCS一体化的中速磨直吹式制粉系统的仿真建模[J].福建电力与电工,2005,25(1):1-4.
- [5] 孙即涛,李守磊,王肖晷,等.中速磨直吹式制粉系统磨制高挥发分煤爆燃原因及对策[J].山东电力技术,2020,47(7):77-80.