

Research on Fuel Economy of W-flame Boiler

Jianguo Liang

Yangcheng International Power Generation Co., Ltd., Jincheng, Shanxi, 048102, China

Abstract

In order to implement the concept of reducing costs and increasing benefits, reducing fuel consumption of power generation units is an important indicator. Through the in-depth analysis of fuel consumption of the unit, the reasons for high fuel consumption are found out. By adjusting the starting coal, increasing the furnace temperature, optimizing the oil gun output, optimizing the warm grinding and starting nodes and other measures to reduce the unit starting fuel consumption, by optimizing the unit shutdown, fuel oil, test oil and other measures to reduce the unit fuel consumption, and then reduce the unit fuel consumption level on the whole.

Keywords

W flame boiler fuel; consumption analysis; fuel; oil saving research measures

W 火焰锅炉燃油经济性研究

梁建国

阳城国际发电有限责任公司, 中国·山西 晋城 048102

摘要

为贯彻落实降本增效的观念,降低机组发电油耗作为其中的一项重要指标。通过对机组燃油消耗进行深入分析,找出油耗高的原因所在。通过调整启动用煤、提高炉膛温度、优化油枪出力、优化暖磨及启磨节点等措施降低机组启动油耗,通过优化机组停运、助燃用油、试验用油等措施降低机组助燃油耗,进而整体上降低了机组油耗水平。

关键词

W火焰锅炉; 油耗分析; 节油研究措施

1 引言

动力煤中,无烟煤由于煤化程度高,挥发份低,因而表现出不易着火和燃尽的燃烧特性。W火焰锅炉由于煤粉气流行程长,炉膛温度高,火焰集中的特点,对于无烟煤有较好的适应性。但无烟煤低挥发份的特性,使得锅炉在低负荷运行时仍会面临燃烧不稳的情况,此时便需要投助燃油保持燃烧稳定。此外,在机组启停阶段中和定期试验过程中,也需要投助燃油。据统计,W火焰锅炉燃油费用占及机组年运行费用较高,若能逐一分析各类燃油使用情况并针对性的开展燃油优化措施,则可大大降低燃油费用,提高机组经济性运行水平。

论文针对一台350MW亚临界W火焰锅炉的燃用试验情况,通过技术改造和运行优化,大大降低了机组实际油耗水平,可为同类型机组燃油经济性优化提供参考。

2 锅炉概况

某电厂一期共有6台350MW燃煤机组,锅炉为美国

福斯特惠勒能源公司制造的亚临界、自然循环、“W”型火焰煤粉锅炉。炉膛高度为38.96m,炉膛分为上下两个不等截面炉膛。拱上布置有24个双旋风燃烧器,前后墙各12个。双旋风式燃烧器由一个格条分配箱,二个旋风筒,二个主燃烧喷口,二个乏气挡板,二个乏气喷口和相应管道组成。来自环形联箱的助燃二次风分为拱顶风和拱下水冷壁垂直墙面风。拱顶风又分为三股:一股通过与乏气喷口同心的喷口送入炉内(A),另一股通过与主燃烧器同心的喷口送入炉内(B),还有一股用来助燃点火用油枪(C)。拱下二次风在垂直方向上又分为上(D)、中(E)、下(F)三股。燃烧器布置如图1所示。

锅炉采用双进双出钢球磨正压直吹式制粉系统,配置四台磨煤机,设计三台磨煤机可以带满负荷350MW运行。

每台锅炉装有24只压缩空气雾化油枪,燃用0号轻柴油,全部油枪投用可使锅炉带30%BMCR负荷。

锅炉设计煤种为当地无烟煤。随着煤炭市场的变化,为降低燃料成本,提高锅炉稳燃性能,实际燃用煤种为烟煤、贫煤、无烟煤按照一定比例进行掺配后入炉。

表1列出了锅炉实际燃用煤种的煤质信息。

【作者简介】梁建国(1983-),男,中国山西平遥人,本科,高级工程师,从事电厂锅炉燃烧优化及节能技术研究。

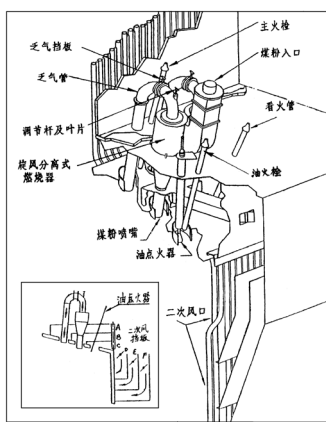


图1 燃烧器布置图

表1 燃用煤种工业和元素分析

元素分析		工业分析	
$C_{ar}/\%$	49.72	$V_{ar}/\%$	18.44
$H_{ar}/\%$	3.05	$M_{ar}/\%$	11.80
$O_{ar}/\%$	7.27	$A_{ar}/\%$	26.21
$N_{ar}/\%$	0.59	$FC_{ar}/\%$	39.55
$S_{ar}/\%$	1.8	$Q_{net,ar}/(kJ \cdot kg^{-1})$	18990

3 油耗分析

该电厂全年耗油量约为 600 吨，主要分为三部分，其中机组启停过程用油占比为 75%~80%，消缺助燃用油占比为 15%~20%，定期试验用油占比为 5%。

①根据近年来的数据分析，冷态启动耗油最多，平均为 25 吨/台次；热态启动平均耗油为 20 吨/台次；每年机组冷态启动次数约为 20 台次。

②机组消缺助燃用油为 4.3 吨/亿 kWh，主要用于因配煤不均造成炉内燃烧不稳时投油助燃。

③定期试验用油每月使用约 2.5 吨左右。

3.1 燃油耗量大的原因分析

3.1.1 冷态启动过程中油耗大

机组冷态启动时，锅炉各部件温度接近于环境温度，从锅炉点火、升温升压到机组冲转时间相对较长，加之燃用无烟煤时，所需的着火温度较高，投油助燃时间较长，尤其是在冬季，该情况下油耗最高。

3.1.2 助燃油耗大

该电厂上煤方式为炉前掺配好后入炉，因煤种多、用煤量大等原因，无法保证入炉煤质掺配的均匀性，当无烟煤过多时，容易出现燃烧不稳、火检摆动现象，此时需要立即进行投油助燃，进而导致油耗偏大。

3.1.3 定期试验油耗大

因机组台数相对较多，单台炉油枪数量有 24 支，试油枪时耗油量相对较多。另外，随着机组运行时间增加，油枪电磁阀内漏现象也增加，造成油枪试验时的油耗偏高。

4 节油措施

随着节能降耗要求的进一步提高，在维持当前设备的情况下，降低发电油耗的工作仍有一定的空间。通过对油耗高的原因进行全面分析后，采取一些节油措施可以降低燃油消耗。

4.1 冷态启动时的节油措施

4.1.1 调整启动煤种为纯烟煤

该电厂锅炉主要设计煤种为当地无烟煤。实际入炉煤种为烟煤、贫煤、无烟煤按照一定比例进行掺配，维持入炉煤热值在 4700~4900 卡/克，干燥无灰基挥发分 17%~19.5%。

当前的掺配方式下，机组启动阶段炉膛温度较低，混煤中的无烟煤难以着火，造成了启动过程中投油时间长达 10 小时，相应的耗油偏高。

为提高启动初期炉膛温度，实现煤粉快速着火，启动阶段开始采用纯烟煤点火。目前启动烟煤干燥无灰基挥发分约为 30%，热值约为 4700 卡/克，其着火性能明显优于混煤。在机组停运前，提前控制煤仓煤位，维持燃烧器相邻的两台磨煤机原煤仓为空仓或单侧为空仓，为后续原煤仓上启动烟煤做准备。

4.1.2 提高炉膛温度

①启动风烟系统前将二次风侧暖风器预热，并具备投运条件，在风烟系统启动前即将暖风器投运。

②在锅炉上水后，尽量提高上水温度，第一次上水温度控制在 60℃~70℃，第二次上水温度控制在 100℃以上。并控制好上水流量，严格监视汽包上下壁温差 $\leq 90^\circ\text{C}$。

提高炉膛温度，无论是从锅炉各金属部件还是油枪的着火性，都有助于缩短锅炉点火至机组冲转的时间，有助于油耗的降低。

4.1.3 优化暖磨、启磨节点

①空预器前入口烟温达 120℃时，及时启动一次风机进行暖磨操作，控制磨煤机筒体压力维持在 1.5kPa 左右，将磨煤机出口温度预热至 50℃以上。

②空预器前入口烟温达 150℃时启动磨煤机、给煤机。在磨煤机料位建立正常后，缓慢增加磨煤机出力，同时在看火孔处检查炉内燃烧情况。

③第一台磨煤机出力正常、燃烧稳定后，缓慢预热第二台磨煤机。（第二台磨的燃烧器与第一台磨的燃烧器相邻间隔布置），第二台磨煤机预热时应控制燃烧器运行数量及预热的一次风量，防止一次风量偏大影响炉内燃烧。

④第二台磨煤机出口温度预热至 50℃以上时，启动磨煤机、给煤机，缓慢增加磨煤机出力，同时监视炉膛负压以及就地燃烧状况，待第二台磨出力正常后，根据炉膛负压并结合就地燃烧情况逐步撤出全部油枪。至此过程中，油枪基本全部撤出。

⑤待机组主汽压力、主汽流量达冲转参数，锅炉燃烧稳定后，不投油预热第三台、第四台磨煤机，为降低预热风量

对燃烧的影响,该时段的暖磨工作应缓慢进行,确保燃烧稳定。

⑥在机组并网后,不投油启动第三台磨煤机,启动时控制好磨一次风量。

⑦在机组投协调后,不投油启动第四台磨煤机。

4.1.4 优化油枪出力

该电厂原油枪动力为高压蒸汽,随后将油枪动力源改为压缩空气,高压蒸汽管路仅用于机组大修时吹扫管路使用,日常运行中高压蒸汽管路与压缩空气管路有明显的断点。蒸汽雾化油枪的出力在0.8~1.0吨/小时。

气泡雾化油枪原理是利用压缩空气作为雾化动力,气泡由压缩空气在油枪的气泡发生器中产生并形成带压“油包气”的气泡流,气泡在克服了包裹其包围燃油油膜表面张力后爆炸破裂,从而将油膜撕裂形成非常细小的液雾,液雾着火更快,燃尽率高达99.5%,由于气泡雾化油枪是通过克服油表面张力来达到雾化目的,气泡雾化喷嘴发生雾化所需的能量远小于常规喷嘴,因此气泡雾化油枪点火用油量可控制在0.6~0.8吨/小时。

根据气泡雾化油枪用油量可调节的性能,将第一台磨对应的油枪出力调至0.8吨/小时,第二台磨对应的油枪出力调至0.6吨/小时。

在机组冷态启动时,在油煤混合燃烧的过程中,也可根据燃烧情况通过调低供油母管压力降低机组用油量,进行操作时应缓慢,防止油压过低引发机组灭火。

4.1.5 优化燃烧器运行方式

机组启动时,第一台磨与第二台磨的燃烧器应相邻,这可以起到互相稳燃的作用。

4.1.6 优化启动前的准备工作

在机组启动前,提前检查油枪枪头是否堵塞、油枪以及打火杆本体是否进退自如、油枪枪头雾化是否良好、打火杆打火是否正常。

检查油火检探头是否正常,油火检测装置是否有焦块堵塞。

该措施对油枪的可靠性方面有一定的基础,降低了油枪故障率。

4.2 停机过程中的节油措施

①停机解列前一个班组,将原煤仓煤位进行控制,根据机组耗煤量计算出煤仓走空的时间,保证原煤仓能按时走空或控制在一个较低的煤位。

②停机时,在负荷降至200MW时停运一台磨煤机。在负荷降至50%BMCR负荷(175MW)工况时,解除机组协调运行方式,利用旁路控制主汽压力、主汽流量稳定,在负荷降至120MW时,逐渐拉关其余磨煤机的上闸板,当主汽压力开始下滑时执行机组解列操作。在此过程中,根据机组燃烧情况,兼顾主汽压力、流量的变化,停运第一台磨煤机相邻的磨煤机。同时兼顾机组燃烧强度,防止燃烧过强造成各受热面壁温局部超温。

③根据检修需要剩余磨煤机是否需要走空,若需要吹

空即投运对应油枪进行吹扫;若停运时间较短,磨煤机内部可不吹空,在汽机跳闸后直接触发MFT动作。

④在此过程中,对各项操作的节点控制要求比较高,控制得当的情况下基本上不需要使用燃油。

4.3 助燃用油的节油措施

助燃油主要用于燃烧恶化、锅炉掉焦、设备故障、原煤仓断煤等情况导致的燃烧不稳。

①运行中出现燃烧不稳、火检摆动时,可通过调整燃烧器消旋叶片高度、风门挡板开度来达到稳燃的效果。一般情况下,通过燃烧调整手段可达到稳燃的效果,投油仅出现在燃烧调整过程中。通过该手段助燃油耗大幅降低。

②W火焰锅炉由于炉膛温度高容易出现锅炉结焦的问题。日常运行中密切关注每日煤质掺配情况,根据煤质变化情况做好日常燃烧状况监视工作,通过从炉膛温度场、气氛条件等方面分析炉膛结渣的原因,进而优化燃烧调整措施,确保不发生锅炉掉焦引发燃烧不稳出现投油助燃的情况。

4.4 试验用油优化措施

为保证油枪良好备用,该电厂油枪每周进行一次全面试验。但由于机组数量较多,每月定期试油枪需耗燃油2.5吨。通过优化油枪投运方式,将定期试油枪制度改为每周进行一组油枪试验工作,这样定期试验用油明显降低,且能保证油枪的可靠备用。

另外通过燃油泄漏试验对各个油枪电磁阀门定期进行查漏工作,确保阀门无内漏。

5 结语

通过对机组各类燃油消耗进行逐一分析、找出耗油多的问题所在,并针对性地开展优化措施,显著降低了机组油耗水平。

①通过优化运行措施,控制各个节点,目前机组冷态启动用油降为19吨/台次,较之前降低6吨/台次,按照每年冷态启动25台次计算,可实现机组用油降低150吨。

②通过加大配煤掺烧管理力度,优化掺配工艺,尽量减少由于掺配的不均匀性带来的燃烧不稳情况。并通过制定一系列的燃烧调整措施,在出现燃烧不稳时,及时指导运行人员进行燃烧调整工作,进而降低机组投油时间,助燃油降为3.5吨/亿kWh,比之前降低0.8吨/亿kWh,根据年度发电量110亿计算,每年可降低机组助燃油88吨。

③通过优化定期油枪试验周期、检查周期,该项用油几乎可忽略不计,每年降低用油量约30吨。

参考文献

- [1] 刘建明,檀文原.关于350MW机组锅炉燃油节能的技术探讨[J].电站系统工程,2006,22(6):3.
- [2] 王亮.国产600MW亚临界“w”型火焰锅炉节约燃油方式优化[C].全国火电600MW级机组能效对标论文集.北京,2011.
- [3] 黄建勇.发电厂锅炉燃油系统深度节能运行优化[J].电力安全技术,2015,17(7):42-44.