

# 降低锅炉再热器减温水量的研究

周勇 刘瀚博

江苏淮阴发电有限责任公司, 江苏 淮安 223001

[摘要]针对江苏淮阴发电有限责任公司锅炉再热器减温水量大的问题,通过深入分析原因,制定并实施了一系列改进措施,有效降低了再热器减温水量,提高了机组的经济性和安全性。本研究详细介绍了寻找减温水量大原因及解决方法的过程,并细致阐述了各个应对措施,最后总结取得的成果及经济效益。

[关键词]锅炉再热器; 减温水量; 要因; 经济性; 改进措施

DOI: 10.33142/hst.v8i7.17098

中图分类号: TK223

文献标识码: A

## Research on Reducing the Cooling Water Volume of Boiler Reheater

ZHOU Yong, LIU Hanbo

Jiangsu Huaiyin Power Generation Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223001, China

**Abstract:** In response to the problem of large cooling water volume in the boiler reheater of Jiangsu Huaiyin Power Generation Co., Ltd., a series of improvement measures have been formulated and implemented through in-depth analysis of the reasons, effectively reducing the cooling water volume in the reheater and improving the economy and safety of the unit. This study provides a detailed introduction to the process of identifying the causes and solutions for the large amount of cooling water, and elaborates on various countermeasures. Finally, the results and economic benefits achieved are summarized.

**Keywords:** boiler reheater; cooling water volume; due to; economy; improvement measures

### 引言

燃煤电厂的经营压力受煤价、上网电价影响非常大,因此必须对内深入挖潜、降本增效,对外开拓创收、增收节支,提高我公司两台330MW燃煤供热机组(#3、#4机组)经济指标已成为我们燃煤机组运行人员的重中之重。本公司有2×330MW机组, #3、#4锅炉是哈尔滨锅炉厂根据美国燃烧工程公司(CE)引进技术和设计制造, #3锅炉型号为HG-1036/17.5-YM36型, #4锅炉型号为HG-1125/17.5-YM33型<sup>[1]</sup>。两台锅炉均为亚临界自然循环汽包炉,单炉膛Π型露天布置,配备中速磨正压冷一次风直吹制粉系统,直流式煤粉燃烧器四角布置,切圆燃烧,摆动燃烧器调节再热汽温,喷水减温调节过热汽温,一次再热,平衡通风。再热器系统由墙式再热器(炉膛上部前墙、两侧墙前半部),屏式再热器和末级再热器组成,再热器串接在高、中压缸之间,因此在再热器中喷入的减温水汽化为中压蒸汽,使进入中、低压缸蒸汽流量增多,增加了中、低压缸的输出功率,机组的总功率不变,势必减少了高压缸的功率。由于中压蒸汽做功的热效率较低,使机组的循环热效率降低,我们以“提高燃煤机组经济性”为宗旨,以“寻找各种降低再热器减温水量的控制措施”为目标,最大限度的降低锅炉再热器减温水量,这对于提高中间再热机组的整体效率意义重大。

### 1 锅炉再热器减温水量大的原因

#### 1.1 设备材料温度限制

##### 1.1.1 再热器管壁温度限制

我厂运行规程规定,正常运行中#3炉再热器壁温<

580°, #4炉再热器壁温<578°。目前, #3炉末再15、25、26点、#4炉前屏1、2、19、20、38、39点壁温运行中易达570°以上,为防止以上几点超出管壁温度限值,有时要增加减温水量,大大降低再热汽温,使再热汽温低于额定值<sup>[2]</sup>。

##### 1.1.2 汽轮机对再热汽温的限制

#3机再热汽额定温度538°、#4机再热汽额定温度为537°,最大不超过545°。为确保汽轮机安全,防止再热汽温超限值,有时要增加减温水量,以确保汽轮机再热汽温进汽参数在规程规定范围内。

### 1.2 煤粉细度的影响

#### 1.2.1 给煤量与一次风量配比

给煤量与一次风量配比变化,会导致煤粉细度变化。煤粉细度大时进入炉膛着火推迟,火焰中心上移,再热汽温上涨,需喷入减温水满足再热汽温、壁温要求。合理选择风煤配比可有效减少再热器减温水量<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.2 磨煤机设备缺陷

磨煤机内部磨损严重,间隙增大,加载油系统出现故障,导致煤粉细度大。煤粉进入炉膛燃着火推迟,火焰中心上移,再热汽温上涨,需喷入减温水满足再热汽温、壁温要求。需待磨煤机大修解决。

#### 1.2.3 煤种的可磨系数变化

煤炭市场多变,采购的原煤煤质不一,若采购的煤种可磨系数低致煤粉细度大。煤粉进入炉膛燃着火推迟,火焰中心上移,再热汽温上涨,需喷入减温水满足再热汽温、

壁温要求。煤质改变无法通过燃烧调整控制减温水。

#### 1.2.4 磨煤机加载力不足

磨煤机加载力的调整关系到制粉系统的经济运行(煤粉经济细度)。合理的加载力能确保磨煤机的出力以及煤粉的充分燃烧,在满足以上条件下我厂磨煤机加载力均设置成自动跟踪给煤量,不做为调整手段。

### 1.3 再热器减温水喷水过量

#### 1.3.1 再热汽温自动调节性能差

再热器减温水投入自动时,因为调节性能差导致再热汽温不能稳定在设定值,晃动大,造成再热器减温水量大。需由热控和锅炉人员共同解决调节性能差。

#### 1.3.2 再热器喷水相关阀门故障

再热器喷水电动阀内漏、再热器喷水调节阀卡涩、阀杆断裂、无法关闭、阀门内漏等均会导致再热器减温水量大。需由检修人员处理好或待停机处理。

#### 1.3.3 再热器喷水手动调整不当

再热器减温水手动调节时,因经验不足,判断错误均会导致再热器减温水量大,需提高运行人员的业务技能。

### 1.4 炉膛漏风

#### 1.4.1 炉底水封破坏

炉底水封破坏,会使大量的冷风从冷灰斗处漏入炉膛,会使燃烧中心上移,火焰拉长,使煤粉带入上部着火燃烧,导致燃烧室出口烟温升高,造成锅炉出口对流管束结焦,主、再热汽温升高,引风机电耗增加,导致再热器减温水量增大。联系辅机尽快建立好炉底水封,减少炉底漏风。

#### 1.4.2 其它因素炉膛漏风

炉底冷灰槽变形,液压关断门缺陷、看火孔不严密等其它因素造成的炉膛漏风,需待停机处理,运行中无法消除。

### 1.5 锅炉受热面脏污

#### 1.5.1 煤质变化,易积灰、结焦

煤质变化,燃烧硫份大、灰分大的煤种,炉膛以及烟道受热面易结焦积灰。因公司煤碳由计划经营部及物资部招标采购,又因公司正在积极争取降低入炉煤热值,需提高经济煤掺烧比例,后期需大量燃用劣质煤,受煤质影响的受热面积灰、结焦不可避免。

#### 1.5.2 锅炉受热面吹灰不准确及时

锅炉水冷壁、过热器受热面脏污时,会使该受热面的传热效果差,相对的增加了再热器受热面的传热,故而可导致再热器减温水量的增大。盲目的吹灰也会使再热器减温水量增加。根据现场实际情况,分析判断锅炉受热面积灰结焦情况,正确及时的选取吹灰器吹灰。

### 1.6 二次风调整不当

#### 1.6.1 过量空气系数过大或过小

送风量不足,会造成炉膛燃烧缺氧,燃烧物理条件差,燃烧滞后,导致再热汽温超温及壁温高;送风量过多,烟气流速增大,与再热器的换热加强,同样会造成再热汽温及壁温高。需喷入大量减温水控制。选择合适的过量空气系数<sup>[4]</sup>。

#### 1.6.2 摆动燃烧器倾角向上

摆动燃烧器的倾角向上,抬高炉膛火焰中心,使主再热汽温上升。#3 炉摆动燃烧器的倾角固定,无法调节,我公司#4 炉的摆动燃烧器的倾角一般在 44%左右,一般不做调整。

#### 1.6.3 二次风配比不当

二次风不同的配比方式对再热汽温的影响显而易见,例如,调整不当会造成左、右侧再热汽温偏差及个别壁温点高,需喷入大量减温水控制。调整二次风门挡板开度适应锅炉工况,减少再热器减温水量。

### 1.7 供热方式的改变

#### 1.7.1 #3 机供热投入

我公司#3 机冷再供热投入对再热汽温影响大,冷再供热流量越多,再热汽温越高,再热器减温水量增大。双机运行合理分配供热流量,满足热用户需求。

#### 1.7.2 #4 机三抽供热投入

我公司#4 机三抽供热的投入,中排温度不允许超 380°,低负荷时,为了满足热用户的需求,旋转隔板开度小,为了保证中排温度不超设计值,需要开大减温水以降低再热汽温。双机运行时,合理分配供热流量,降低再热器减温水量。

### 1.8 锅炉运方变化

#### 1.8.1 制粉系统运方调整

在机组正常运行时,我厂一般情况 E 磨停止做备用,下四层磨组运行,当由于各种原因需要改变运方,投用 E 磨时,火焰中心的上移势必造成再热器减温水量的增大。

#### 1.8.2 机组负荷变化

我厂正常运行时负荷变化不受人控制(AGC 处于投运状态),正常情况时高负荷时再热器减温水量比低负荷时再热器降温水量要大,只有通过其他途径的调整适当降低高负荷时减温水的用量。

## 2 研究可控因素及制定有效措施

### 2.1 调整给煤量与一次风量配比

在燃烧调整中发现一次风量的多少对再热器汽温影响较大,较小的一次风量会造成磨煤机出力不足,磨煤机电流和单耗增加,严重时粉管道堵塞,影响机组正常运行;而较大的一次风量会造成煤粉细度过大,冷风开度过大,影响锅炉效率,小组成员发现在保证较高磨煤机出口温度的同时尽量不用冷风,对再热器减温水量的控制较好,所以合适的风煤比很重要。现场制粉系统一次风量配比调整后如图 1。

经过调整风煤比后查询 DCS 历史数据对比后再热器减温水量降低约 3t/h。

### 2.2 针对锅炉各受热面针对性及选择性吹灰

每天在接班前对机组整体运行工况进行评估,分析准确,在较多情况下接班后就对本体吹灰进行暖管,确保了在机组负荷激增后的炉内吹灰的及时。针对性、选择性吹灰,更能及时降低再热器减温水使用量,不同锅炉有着不同的特性,但火焰分布相似,受热面积灰区域,如投入中下层吹灰

器比上层吹灰器投入的效果更好<sup>[5]</sup>。同时对受热面吹灰后,也有利于提升汽压,同负荷情况下汽压上升后高排温度降低,进一步降低减温水量。现场 DCS 吹灰画面如图 2。

在高负荷下(负荷 295MW)经过合理的对炉膛进行吹灰后再热器减温水可以得到很好的控制,如图 3。

在低负荷下(负荷 200MW)经过合理的对炉膛进行吹灰后再热器减温水可以得到很好的控制,如图 4。

可见经过合理的对炉膛及折焰角附近进行吹灰后锅炉再热器减温水量能有效得到控制,查询 DCS 历史数据对比后再热器减温水量降低约 5~8t/h。

### 2.3 合理控制锅炉过量空气系数

燃烧理论与运行经验表明过量空气系数过大或过小(即送风量过多或过少)都对燃烧不利,均会造成再热器减温水量增大,同时造成锅炉效率降低,所以选择合适的过量空气系数很重要。过量空气系数最为直观的监视对象就是炉膛出

口氧量、烟气 CO 含量,在长期试验调整后我们发现我公司 #3 炉氧量维持在 3%, #4 炉氧量维持在 2.0%左右炉侧运行工况最佳,锅炉出口 CO 可控制在 100ppm 以内,保证燃烧充分的同时合理的控制送风量的送入,而且可在保证再热器壁温及汽温的前提下减温水可以控制在理想范围内。

### 2.4 精确分配各层二次风

我们在多次尝试调整各层二次风门开度及送风动叶开度,发现较大的二次风,较高的二次风压会造成再热器减温水量的增加。针对不同的负荷寻找出了不同的二次风门开度,但总体的调整方向和原则不变。我们发现 60%BMCR 工况下层二次风门开度适当的开大至 55%左右(负荷较高时可以开至 75%以上),中层二次风门开度适当收小至 35%,同时上层燃尽风在保证充分燃烧的前提下适当的开大至 70%左右(高负荷时可开至 85%以上)会很好的降低再热器减温水的用量。

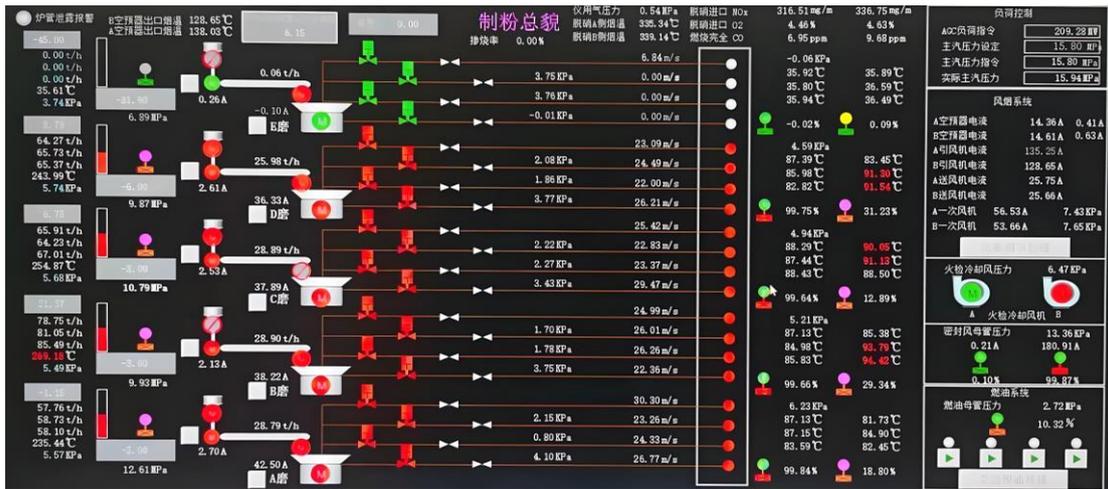


图 1 制粉系统一次风量配比调整画面

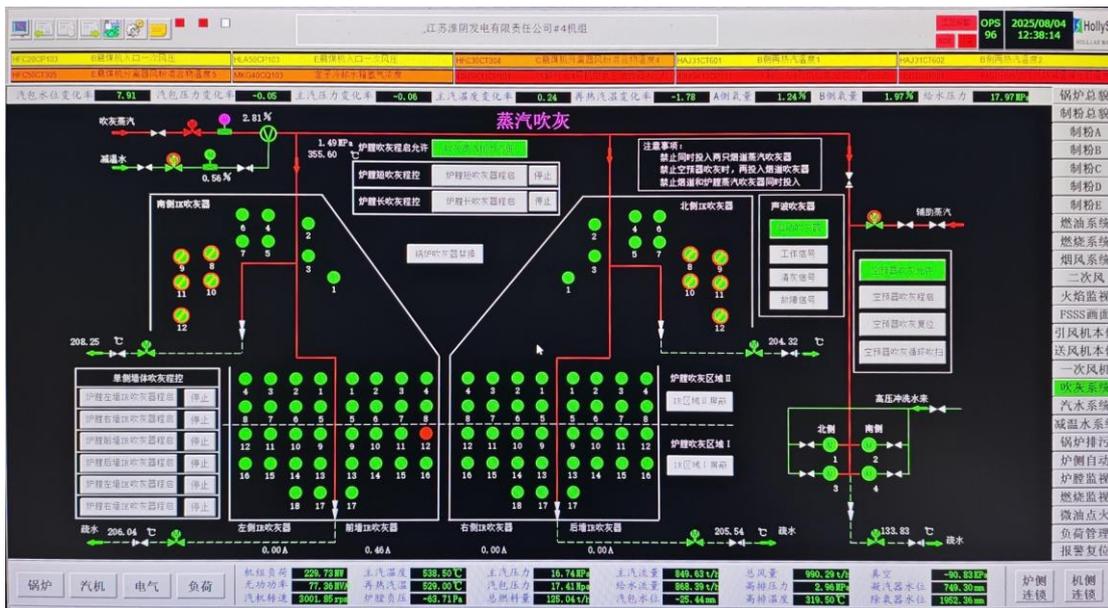


图 2 针对性及选择性吹灰 DCS 画面



图3 295MW 负荷下炉膛吹灰后各参数趋势图



图4 200MW 负荷下炉膛吹灰后各参数趋势图

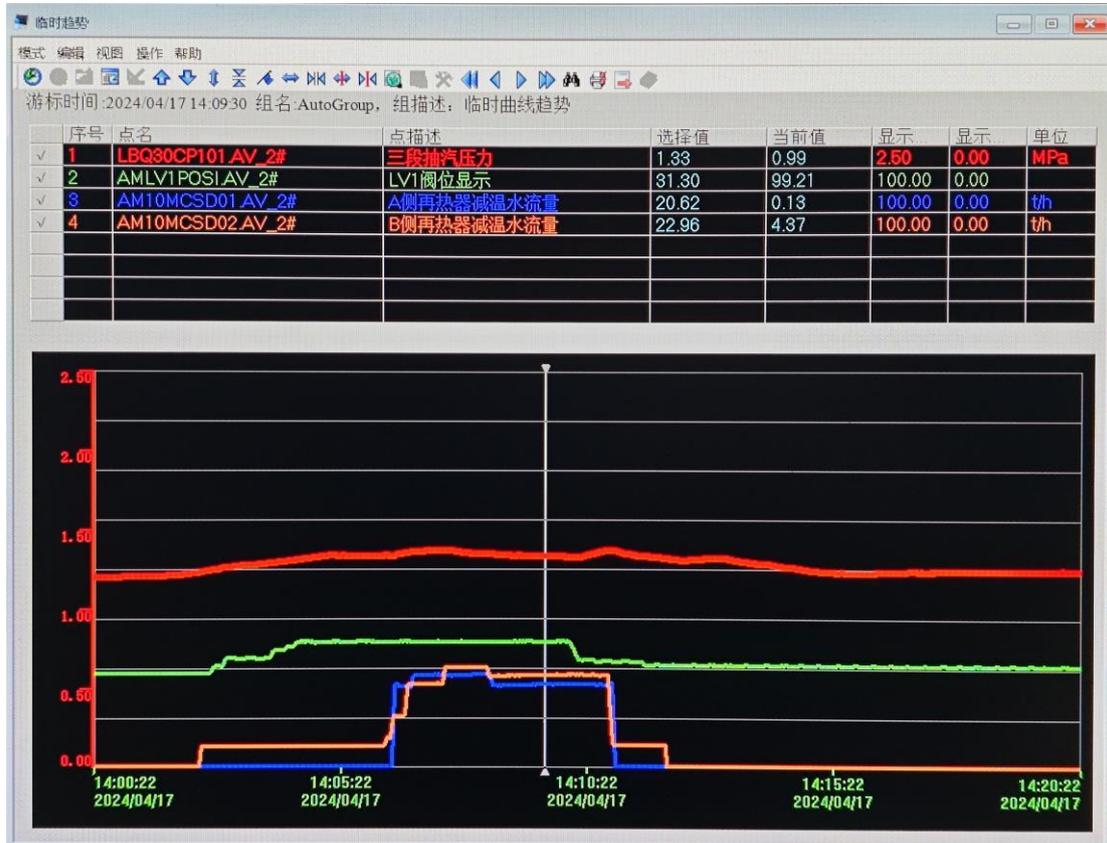


图5 供热运方调整过程各参数趋势图

## 2.5 供热运方调整

#3 机在正常运行时若再热器减温水流量过大,可适当收小冷再供热调节阀,降低供热流量;#4 机在带低负荷时旋转隔板开度过小时由于中排温度过高,多数情况下本班在保证供热流量和压力的情况下适当的降低一些(开大旋转隔板),可以降低一定量的再热器减温水流量。DCS 调整曲线如图5。

我们多次试验前后对比,经适当降低供热参数可以降低再热器减温水流量约5t/h。

## 3 结论

本研究针对江苏淮阴发电有限责任公司两台330MW燃煤供热机组锅炉再热器减温水流量大的问题展开。再热器减温水量的增加会降低机组的循环热效率,因此,本研究旨在通过深入分析原因并制定改进措施,其中调整给煤量与一次风量配比、针对锅炉各受热面针对性及选择性吹灰、合理控制锅炉过量空气系数、精确分配各层二次风及合理的调整我厂供热运方均对减少再热器减温水流量有着显著的效果。通过寻找原因及实施各个改进措施,有效降低了

锅炉再热器减温水流量,提高了机组的经济性和安全性,同时也为同类机组提供了可借鉴的经验和参考。

### [参考文献]

- [1]HG—1036/17.5—YM36 型锅炉说明书[Z].哈尔滨:哈尔滨锅炉厂有限责任公司,2007.
- [2]Q/HD10403—2021 锅炉运行规程[S].江苏:江苏淮阴发电有限责任公司,2021.
- [3]赵雷,陈晓燕.煤粉细度对锅炉燃烧性能的影响[J].电力科学与工程,2018,34(3):68-72.
- [4]王明,刘涛.锅炉再热器超温问题分析与对策[J].热力发电,2019,48(6):123-127.
- [5]杨建国,刘明.锅炉受热面脏污监测与吹灰优化研究[J].动力工程学报,2017,37(8):634-640.

作者简介:周勇(1988.12—),男,籍贯:江苏省镇江市人,学历:本科,职称:工程师,江苏淮阴发电有限责任公司发电部值长;刘瀚博(1997.7—),男,籍贯:江苏省淮安市人,学历:本科,职称:助理工程师,江苏淮阴发电有限责任公司发电部副值。