

送风自动控制系统完善及投运

刘银庆,付文东

(贵州大方发电有限公司,贵州 毕节 551600)

摘 要:送风自动控制系统是火电厂热工自动控制系统的一个重要组成部分,对保证锅炉的安全、经济运行起着非常重要的作用。以贵州大方发电有限公司 1 至 4 台机组送风自动控制系统完善及投运过程为实例,详细分析介绍了送风自动控制系统投运过程中存在问题和制约因素,如风量、氧量信号不易测准和自动控制逻辑不完善等,严重制约着送风自动控制调节品质,导致自动投入率偏低,并分析了产生问题的原因,提出了行之有效的解决办法。针对风量、氧量测量装置及设备选型和取样测点安装位置不合理进行改造,选择了更符合现场实际工况的风量、氧量测量装置,调整取样位置布置,使之更加科学合理,确保了测量的准确性,同时对送风自动控制逻辑存在问题进行完善,优化了逻辑参数,在机组实际运行中取得了较好效果,有效提升了送风自动控制调节品质,解决了送风自动投入率偏低难题,对其他火电厂具有一定借鉴和推广意义。

关键词:送风量;自动控制;风量测量;氧量测量;逻辑优化

文章编号:2096-4633(2018)03-0055-06 **中图分类号:**TK3 **文献标志码:**B

送风自动控制系统是火电厂热工自动控制系统的一个重要组成部分,对保证锅炉的安全、经济运行起着非常重要的作用。送风自动控制系统中存在的问题比较多,如风量、氧量信号不易测准等,严重制约着送风自动控制调节品质,导致自动投入率偏低。送风量自动控制与锅炉燃烧工况关系密切,容易引起锅炉熄火、放炮等事故,与锅炉安全经济稳定运行息息相关,故提高运行过程中送风量的自动控制精度和自动投运成为一个急需解决的难题。

1 现状和存在问题

贵州大方发电有限公司 4 × 300 MW 机组每台机组配备了 2 台动叶可调的 FA F22. 4211. 821 型轴流式送风机和 2 台静叶可调的 AN25cb 型轴流式引风机。通过调整送风机的动叶开度来直接控制进入炉膛的送风量,以满足炉膛内燃料燃烧所需要的氧量,保证燃烧的经济性。机组投产以来,由于送风量测量装置选型不合理,取样装置经常堵塞,不能正常测量;氧量测点设计安装不具备代表性,导致氧量测量存在迟延,同时送风量自动控制逻辑不完善,导致送风自动一直难以投入运行,锅炉送风量控制采用手动控制方式,变工况过程中运行人员根据自身的经验估计对送风机动叶开度进行调整。受到风机动

叶调节结构死区,PID 控制死区,以及运行人员操作准确程度的影响,相同负荷情况下的送风量存在显著偏差。最大偏差甚至超过了 80 t/h。风量偏差除了直接影响燃烧经济性以外,对炉膛结渣以及变负荷速率均产生了较大的负面影响。送风量的调整与变化对锅炉的燃烧经济性以及变负荷速度影响非常明显。除此之外,当发生掉焦等异常情况时,还可能会导致事故情况的扩大。当机组负荷较高,煤质较差时,送风量控制不合理会直接导致锅炉带负荷能力下降,排烟温度升高,同时还严重影响锅炉安全经济稳定运行。

2 完善信号测量工作

要提高运行过程中送风量的控制精度,必须投入送风自动,要投入送风自动,首先要确保送风自动控制所需测量信号的准确。

2.1 送风量测量装置换型,解决风量测量不准

锅炉空预器出口送风量测量装置原使用威尼巴风量测量装置,取样装置经常堵塞,不能正常测量。换型后采用多点阵列式防堵风量测量装置,解决取样装置经常堵塞问题。改造后,空预器出口风量测量一直运行稳定正常,从未发生过因测量元件堵塞而影响测量的情况,为锅炉运行燃烧调整提供了准确的测量数据,运行人员可以合理

控制空预器出口风量,保证一定的过剩空气系数,优化燃烧调整。

2.2 氧量测量信号迟延大,不具备代表性的问题及解决方案

锅炉炉膛氧量测点原安装在 A、B 侧过热器和再热器烟气挡板前,共四支;另 A、B 侧过热器和再热器烟气挡板后 A、B 空预入口各一支,都是安装在侧面,不能正确真实反映膛中部氧量。改造后将上述测点全部取消,改装在锅炉 A、B 侧过热器和再热器烟气挡板后 A、B 空预入口前水平段各三支,解决了烟气含氧量测量迟延大,不具备代表性。测点位置改造后如图 1 所示。(十六个圆圈为试验预留孔,黑圈表示测点安装位置)

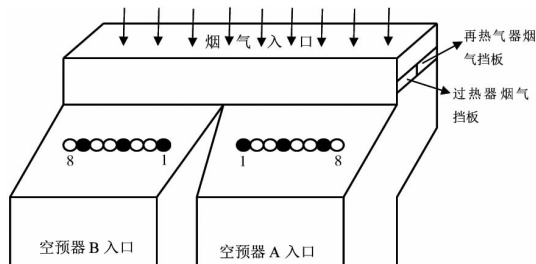


图 1 氧量测点改造后安装示意图

Fig. 1 Installation diagram after modification of oxygen measuring point

2.3 优化不同负荷下送风量控制曲线

搜集整理各台炉在不同负荷下的实际供风量的平均值,制定不同负荷下送风量控制函数曲线,指导运行调整控制。

3 送风控制逻辑优化

3.1 基本控制原理

电厂的送、引风自动控制系统采用上海新华公司提供的 XDPS400 + 系统的硬件和软件,通过工程师站(EWS)对过程控制单元(DPU)进行控制策略组态和实现。由于锅炉运行在不同负荷时,燃料和送风量的最佳配比值不同,为了保证燃料与风量的最佳配比,贵州大方发电有限公司的送风自动控制系统中引入烟气含氧量信号对送风量的校正值,以保证锅炉燃烧按高负荷低氧量、低负荷高氧量的负特性曲线运行,从而有利于锅炉各种负荷下的经济稳定运行。风量指令由热量指令、实测燃料量及燃料量指令的函数换算值之中的最大者经氧量指令修正而得出。它与实测总风量的偏差作为送风控制系统调节器的输入,从而调节器根据偏差的大小来节

送风机动叶的开度以改变进入炉膛的风量,满足燃烧的需要。A、B 侧送风机动叶控制指令的偏置值由送风机 B 动叶的控制站设定。同时,组态中设计了一些保护功能,如:动、静叶的指令闭锁保护,风机的喘振回路设计。

3.1 送风自动控制逻辑优化

送风量逻辑基本思路是第一步取消氧量修正模块,直接根据负荷、修正情况直接控制送风量,以空预器出口二次风量作为检测和被控量。投入送风自动的意义在于提高变负荷过程中风量调整的准确性,减少运行人员操作不及时造成的风量失调,经济性降低问题。待运行稳定一段时间后,逐步考虑投入氧量修正模块。

3.1.1 炉膛负压处理模块

炉膛压力经滤波后得出炉膛压力波动值,取 6 秒前后值之差来判断炉膛压力波动大小,若炉膛压力波动大,则减风,以稳定燃烧,若炉膛压力波动小,则加风来增加扰动,有利于防止结焦。炉膛负压处理逻辑如图 2 所示

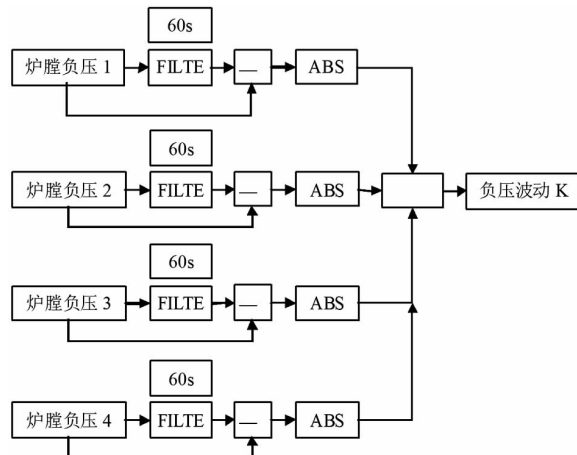


图 2 炉膛负压处理逻辑

Fig. 2 Furnace negative pressure processing logic

3.1.2 送风量计算控制模块

送风量指令,以拟定的风量控制曲线为主,同时考虑炉膛负压波动对送风量的影响,再辅给定的负荷指令,如图 3 所示。

3.1.3 限幅作用

为了使送风机动叶执行机构的开度能在一定的安全范围内,并根据送风机动叶执行机构的开度与其出力的特性关系,将调节器的自动输出指令限幅在 25% ~ 85%,使系统能满 180 ~ 300 MW 负荷段的运行需求。

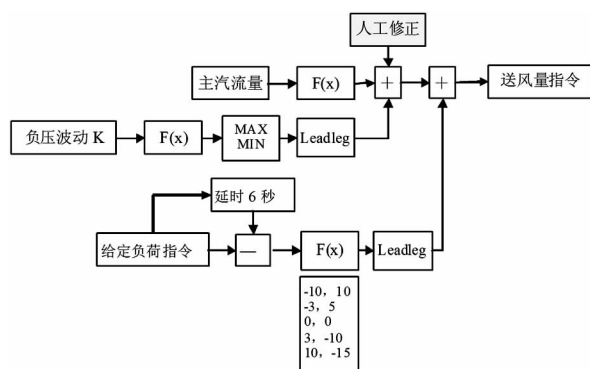


图 3 送风量计算控制逻辑

Fig. 3 Air supply calculation control logic

3.1.4 氧量校正回路修改和整定

在原控制组态设计中,氧量的设定值是根据负荷自动换算出来的,以该设定值与运行人员的手动设置偏差之和作为调节器的给定值。在这种运行方式下,运行人员只能根据运行经验来设置氧量偏差,而不知道实际设定值,容易引起烟气含氧量的波动,从而引起炉膛燃烧的不稳定,此外由于贵州大方发电有限公司煤质多变,而不同的煤质需要不同的过剩空气系数,故将烟气氧量的设置回路加以修改,由运行人员直接设定氧量值。此外由于原氧量测量在烟道二侧,不具备代表性,将氧量测点移至空预器前烟道,每侧3个点,从而为送风自动的投入创造了条件。

3.2 送风自动控制系统的整定

3.2.1 风量自动控制系统整定

变负荷风量控制:变负荷过程中的风量控制直接关系到锅炉汽温控制,风量供给的过早或过晚都会对汽温产生不利影响。第一次逻辑优化中采用修正计算后的负荷指令作为二次风控制的负荷指令。

由于燃煤量无法测量,我们用热量信号(实际负荷对应风量,同时考虑炉膛负压波动对送风量的影响,再辅以给定的负荷指令)代替实际煤量信号,这不仅解决了煤量测量问题,而且还能克服锅炉给粉量不均匀引起的内扰。整定时首先将送风自动控制系统切为自动,氧量控制站切为手动,氧量控制站输出经函数校正后的信号仅仅作作为热量信号和燃料指令的高选信号进行运算得出的风量指令的校正,风量指令与总风量的偏差经调节器输出指令至执行机构,调节动叶的开度以改变送风量。系统投运后,当负荷变化时炉膛的送风量不够,烟气含氧量曲线下滑,这主

要是因为送风自动控制系统的调节作用太小而引起的。用经验法整定参数,对调节器的参数,最终满足要求。

3.2.2 氧量校正回路整定

送风自动控制系统投运的目标就是控制烟气含氧量保持在一定的设定值。因为这种工况下,锅炉的燃烧最充分,经济效益最好。刚投运氧量校正回路时,发现校正作用太大,引起送风量的波动较大,同时引起炉膛压力的波动,于是将氧量调节器的调节作用减少,最终达到要求。

3.3 自动控制系统整体整定

将送、引风自动制系统及氧量校正回路全部投入自动,仔细观察炉膛的风量、负荷、烟气含氧量及炉膛压力之间的耦合关系,发现在机组稳定运行时风量的偏差主要是实际风量测量回路内部扰动(如测量值突变)而引起的,从而引起炉膛压力波动,故在实际风量信号后加上一个滞后滤波器,时间设定为7s,将参数作适当的调整,调节系统的调节品质又得到了提高,完全能满足锅炉运行的需要。

3.4 整定结果分析及结论

该试验已于 2015 年 4 月 10 日至 5 月 10 日完成,在整个试验整定过程中,炉膛燃烧状况良好,未出现任何异常,如图 4 所示。



图4 送风自动投运后的动态曲线图

Fig. 4 Dynamic curve diagram after automatic operation of air supply

(1)在升负荷的过程中,由于风量指令增大,引起送风量增加,由于风量的不足,曾引起烟气含氧量

的减少,后经调节后含氧量回升趋于设定值。在整个整定过程中,炉膛压力波动范围为 554 Pa ~ 28 Pa,未影响锅炉的正常运行。整定完毕后投入送、引风自动,炉膛压力稳定在 50 Pa ~ -50 Pa 的范围内。

(2)在降负荷过程中,情况正好与升负荷的过程相反,调节曲线比较平稳,调节参数均在正常范围内。

(3)送风控制系统投运时出现高负荷时二次风压偏高,低负荷时二次风压偏低的现象 0.04 kPa ~

0.12 kPa)。可根据二次风压的大小对送风控制系统添加一个校正回路,以解决二次风压偏离正常值的问题,满足运行需求。

4 优化前后风量控制效果明显

送风自动控制系统完善和投运后,通过运行数据分析,效果十分显著。图三是送风量控制优化前后不同负荷下风量控制范围统计对比,如图 5 所示。

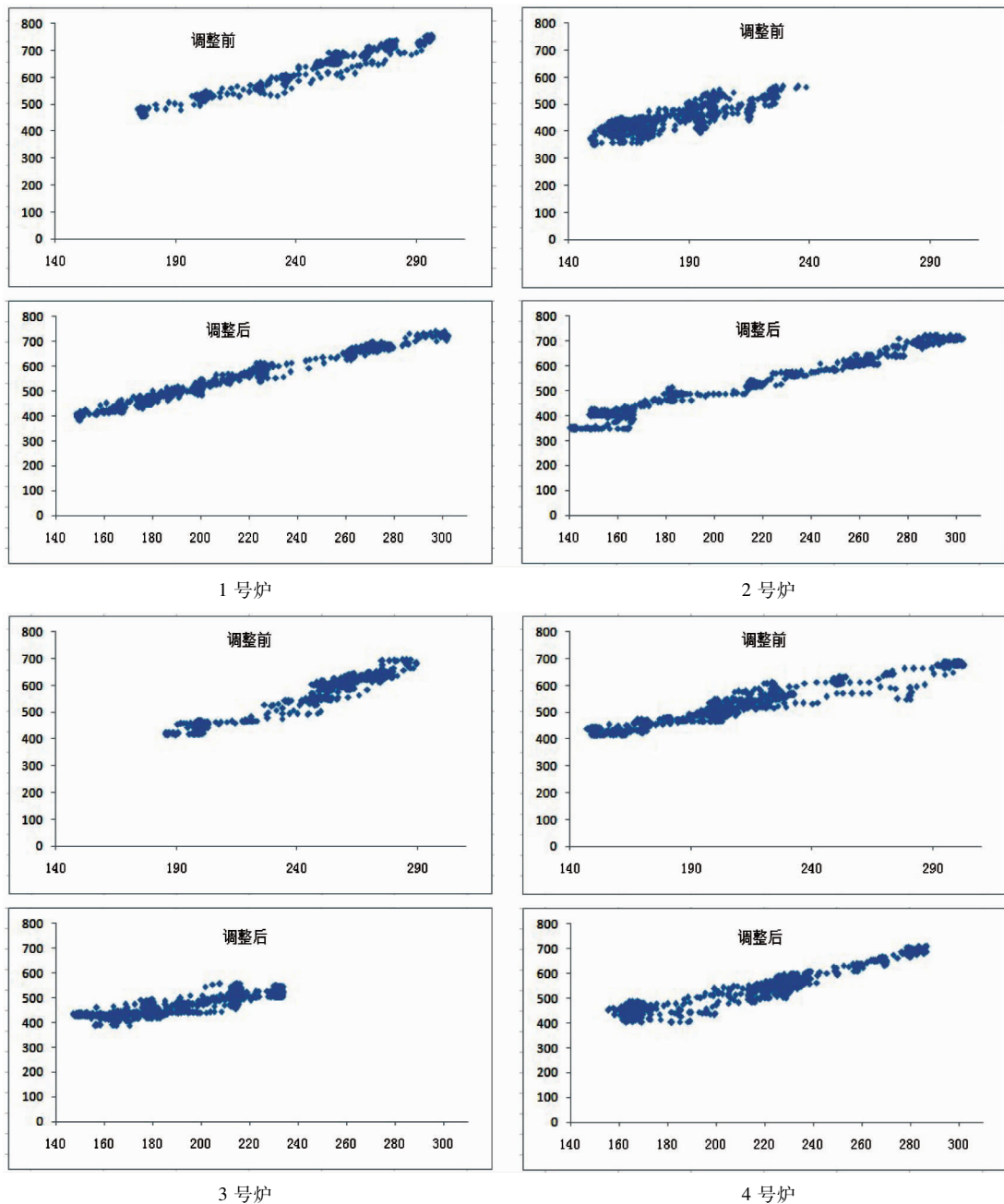


图 5 优化前后各台锅炉送风量控制统计图

Fig. 5 Statistics of air supply control of each boiler before and after optimization

5 结束语

通过将送风自动控制系统完善和投运后,将送风量的控制方式由手动控制调整为自动控制方式,使得锅炉在变工况条件下的风量控制精度提高,燃烧效率可以尽量保持在最佳控制工况。锅炉运行经济性和变负荷性能都相应得到改善。

参考文献:

- [1] 唐志. 300 MW 机组送风自动控制优化[J]. 河南电力, 2012(03): 40-43.
TANG Zhi. Optimization of air supply automatic control for 300 MW unit[J]. Henan Electric Power 2012(03): 40-43.
- [2] 陈厚涛, 胡雄辉, 寻新, 等. 330 MW 机组送风自动控制系统优化[J]. 湖南电力, 2014(06): 72-73
CHEN Houtao, HU Xionghui, XUN Xin, et al. Optimization of air supply automatic control system for 330 MW unit[J]. Hunan Electric Power, 2014(06): 72-73.
- [3] 胡辉武, 陈斌. 石门电厂送风自动控制系统完善及投运[J]. 湖南电力, 1999(04): 51-53.
HU Huiwu, CHEN Bin. Improvement and delivery of air supply automatic control system in Shimen power plant[J]. Hunan Electric Power, 1999(04): 51-53.
- [4] 杨维平, 雷立超, 赵海峰. 水电厂自动控制系统容错技术应用的问题及改进[J]. 自动化应用, 2016(12): 17-18.
YANG Weiping, LEI Lichao, ZHAO Haifeng. Problem of application of fault tolerance technology in automatic control system of hydropower plant and its improvement[J]. Automation Application, 2016(12): 17-18.
- [5] 高亚洲, 焦世超. 提升及优化火电厂自动控制系统的重要性及对策[J]. 电子技术与软件工程, 2015(20): 154-154.
GAO Yazhou, JIAO Shichao. The importance and Countermeasures of improving and optimizing the automatic control system of thermal power plant[J]. Electronic Technology And Software Engineering, 2015(20): 154-154.
- [6] 赵福庆. 浅谈自动控制系统的接地[J]. 黑龙江科技信息, 2009(13): 18-18
ZHAO Fuqing. An elementary introduction to the grounding of automatic control system [J]. Heilongjiang Scientific And Technological Information, 2009(13): 18-18.
- [7] 李子萧, 潘维加. 600 MW 超临界机组引风送风控制系统[J]. 工业控制计算机, 2013, 26(04): 61-63.
LI Zixiao, PAN Weijia. Air supply air supply control system for 600 MW supercritical unit[J]. Industrial Control Computer, 2013, 26(04): 61-63.
- [8] 程真. 锅炉送风控制系统存在问题的分析处理[J] 浙江电力, 2001, 20(06): 14-16.

CHENG Zhen. Analysis and treatment of problems in boiler air supply control system[J]. Zhejiang Electric Power 2001 20(06): 14-16.

- [9] 乔辛夷, 高贵文, 沈靖. 锅炉二次风系统问题分析及其解决[J]. 机电信息, 2015(24): 80-81.
QIAO Xinyi, GAO Guiwen, SHEN Jing. Analysis and solution of the problem of the boiler's two air system[J]. Mechanical and Electrical Information, 2015(24): 80-81.
- [10] 刘正华, 赵宏. 300 MW 机组送风控制系统的改进[J]. 山东电力技术, 2000(03): 31-34.
LIU Zhenghua, ZHAO Hong. Improvement of air supply control system for 300 MW unit [J]. Shandong Electric Power, 2000(03): 31-34.
- [11] 袁天平, 廖建华. 300 MW 机组送风自动调节系统的投运[J]. 湖北电力, 2001 25(05): 15-17.
RAN Tianping, LIAO Jianhua. Delivery of air supply automatic regulation system for 300 MW unit [J]. Hubei Electric Power 2001 25(05): 15-17.
- [12] 郑炜. 珠江电厂 300 MW 机组协调控制系统分析与投运[J]. 贵州电力技术 2001(03): 8-11.
ZHEN Wei. Analysis and transportation of 300 MW unit coordinated control system in Zhujiang Power Plant [J]. Guizhou Electric Power Technology, 2001(03): 8-11.
- [13] 申明, 沈健. 650 MW 超临界机组送风自动控制优化[J]. 中国电力, 2016 49(06): 35-38.
SHEN Ming, SHEN Jian. Optimization of air supply automatic control for 650 MW supercritical unit [J]. Electric Power, 2016 49(06): 35-38.
- [14] 刘洋. 600 MW 超临界机组送风量控制探究[J]. 中国高新技术企业, 2013(24): 64-65.
LIU Yang. Research on air supply control of 600 MW supercritical unit [J]. China High Technology Enterprises, 2013(24): 64-65.
- [15] 刘禾. 火电厂热工自动控制技术及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [16] 陈运. 600 MW 超临界机组的送风控制系统优化[J]. 中国科技博览, 2009(03): 133-133.
CHEN Yun. Optimization of air supply control system for 600 MW supercritical unit [J]. Chinese Technology Expo, 2009(03): 133-133.

收稿日期: 2017-10-26

作者简介:



刘银庆(1981), 男, 本科, 工程师, 主要从事火电厂生产技术管理工作。

(本文责任编辑: 龙海丽)

Improvement and operation of air supply automatic control system

LIU Yinqing, FU Wendong

(Guizhou Dafang Power Generation Co. Ltd. , Bijie 551600 Guizhou, China)

Abstract: Air supply automatic control system is an important part of thermal power automatic control system in thermal power plant. It plays a very important role in ensuring the safe and economic operation of boiler. In Guizhou Dafang Power Generation Co. Ltd. , 1 to 4 units of perfect automatic control system and operation process as an example, presented a detailed analysis of air supply problems and constraints on system operation process automatic control, such as air volume, oxygen signal cannot be measured accurately and automatically control logic is not perfect, serious constraints the air automatic control regulation quality, lead to automatic input rate is low, analyzes the causes of the problems, propose effective solutions. In the air, oxygen measuring device and equipment selection and sampling point installation position is not reasonable, the transformation, choose more in line with the air and oxygen measuring device of actual working condition, adjust the sampling position, make it more scientific and reasonable and the measurement is more representative, to ensure the accuracy of the measurement, at the same time on the air automatic control logic problems were improved, the logical parameters were optimized, and achieved good results in the actual operation of the unit, effectively improve the air quality automatic control, to solve the air automatic input rate is low problem, has a certain significance of reference and promotion of other power plant.

Key words: air volume; automatic control; air volume measurement; oxygen measurement; logical optimization