



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115371043 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202110557835.7

(22) 申请日 2021.05.21

(71) 申请人 上海梅山钢铁股份有限公司
地址 210039 江苏省南京市雨花台区中华门外新建

(72) 发明人 顾蓉 邢莉华 艾军

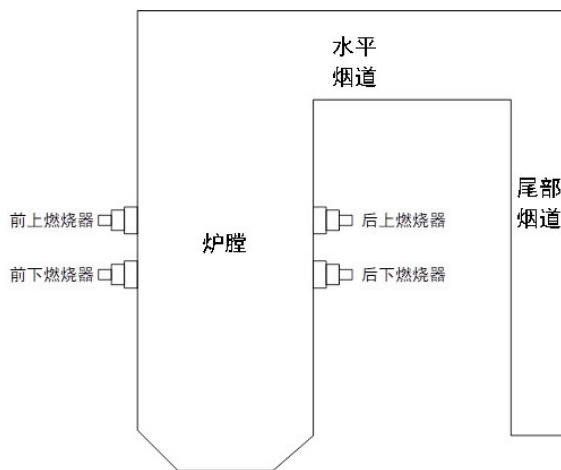
(74) 专利代理机构 南京同泽专利事务所(特殊普通合伙) 32245
专利代理师 闫彪

(51) Int. Cl.
F23C 5/08 (2006.01)
F23N 5/00 (2006.01)
F23N 5/02 (2006.01)
F23N 1/02 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称
一种基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法

(57) 摘要
本发明涉及一种基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,包括:燃烧器分组、温度采集、温度比对和燃烧器调整等步骤。本发明提供的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,解决了锅炉燃烧调整过程中因锅炉燃烧偏差以及由此产生的温度偏差难以实时控制以及自动控制的技术难题。



1. 一种基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1:第一分组方式:将位于锅炉的同一炉墙,且高度一致的燃烧器分成一组;第二分组方式:以锅炉的前后方向的中心线为轴将燃烧器分成左侧燃烧器组和右侧燃烧器组;

步骤2:将步骤1中的第一分组方式后的各组与第二分组方式分组后的各组一一求交集;通过锅炉CT系统采集所得交集的燃烧器所在区域的温度场信息和氧量场信息;

步骤3:同组燃烧器煤气调平;取一组第一分组方式后的燃烧器组;读取其温度场信息;将左侧温度表征值 T_{iLavg} 与右侧温度表征值 T_{iRavg} 比较,如果两者一致则不调整,如果 T_{iLavg} 大于 T_{iRavg} ,则调大该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门,同时调小该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门;如果 T_{iLavg} 小于 T_{iRavg} ,则调小该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门,同时调大该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的燃烧器组均调整完毕;

步骤4:同层燃烧器煤气调平;取第一分组方式中的所有高度一致的组;读取每组的温度场信息;将每组左侧温度表征值与右侧温度表征值均求平均值,如果每组的平均值一致则不调整,如果不一致,则调大平均值小的燃烧器组的煤气阀门,同时调小平均值大的燃烧器组的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的组均调整完毕;

步骤5:同组燃烧器风量调平;取一组第一分组方式后的燃烧器组;读取其氧量场信息;将左侧氧量表征值 O_{iLavg} 与右侧温度表征值 O_{iRavg} 比较,如果两者一致则不调整,如果 O_{iLavg} 大于 O_{iRavg} ,则调大该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门,同时调小该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门;如果 O_{iLavg} 小于 O_{iRavg} ,则调小该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门,同时调大该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的燃烧器组均调整完毕;

步骤6:同层燃烧器风量调平;取第一分组方式中的所有高度一致的组;读取每组的氧量场信息;将每组左侧氧量表征值与右侧氧量表征值均求平均值,如果每组的平均值一致则不调整,如果不一致,则调大平均值小的燃烧器组的风量阀门,同时调小平均值大的燃烧器组的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的组均调整完毕。

2. 根据权利要求1所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于:所述步骤3中,调大的煤气阀门与同时调小的煤气阀门的调整量相同,调整方向相反。

3. 根据权利要求2所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于:所述步骤3中,使用PID调节器对煤气阀门进行调整;将 T_{iLavg} 与 T_{iRavg} 的差值分为四段,第一段为大于0且小于等于10摄氏度,第二段为大于10且小于等于25摄氏度,第三段为大于25且小于等于40摄氏度,第四段为大于40摄氏度;所述PID调节器的比例系数、积分系数和微分系数设为 $[a, b, c]$,当将 T_{iLavg} 与 T_{iRavg} 的差值处于第一段时, $[a, b, c]=[1, 0.8, 0]$;处于第二段时, $[a, b, c]=[1, 1, 0]$;处于第三段时, $[a, b, c]=[1.3, 1.1, 0]$;处于第四段时, $[a, b, c]=[1.4, 1.1, 0]$ 。

4. 根据权利要求1所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于:所述步骤4中,调大的煤气阀门与同时调小的煤气阀门的调整量相同,调整方向相反。

5. 根据权利要求4所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于:所述步骤4中,使用PID调节器对煤气阀门进行调整;将平均值的差值分为四段,第一段为大于0且小于等于10摄氏度,第二段为大于10且小于等于25摄氏度,第三段为大于25且小于等于40

摄氏度,第四段为大于40摄氏度;所述PID调节器的比例系数、积分系数和微分系数设为 $[a, b, c]$,当将平均值的差值处于第一段时, $[a, b, c]=[1, 0.9, 0]$;处于第二段时, $[a, b, c]=[1.1, 1, 0]$;处于第三段时, $[a, b, c]=[1.3, 1.2, 0]$;处于第四段时, $[a, b, c]=[1.4, 1.2, 0]$ 。

6. 根据权利要求1所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于:根据锅炉性能数据分析以及锅炉燃烧调整试验,得出锅炉在不同负荷段所对应的最佳温度场数据;当锅炉能够燃烧在最佳温度场工况内时,其配风亦是处于最佳匹配状态;测量并记录锅炉双侧送风机的总风量,在锅炉实际运行中,利用最佳总风量模型代替氧量校正模型;最佳总风量模型输入锅炉负荷,并以线性折线函数的方式,自动输出对应的最佳总风量,将最佳总风量作为控制送风机出力的目标值,从而获得比氧量校正更为准确的配风指令,进而给出每层燃烧器风量调节的基本开度指令;同时送风PID调节器引入主蒸汽压力作为前馈信号,保证在锅炉工况发生变化时及时调整送风量,维持送风量与煤气量配比的稳定。

7. 根据权利要求6所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于:送风PID前馈设定具体为实时获取主蒸汽压力,采用数值分析算法,计算主蒸汽压力每分钟变化速率;判断是否超过预先设定值 a_0 ,或者低于预先设定值 a_1 ;如果超过预先设定值 a_0 ,则前馈增益系数 $K=K_{max}$,如果低于预先设定值 a_1 ,则前馈增益系数 $K=K_{min}$,否则前馈增益系数 $K=K_{nor}$;将主蒸汽压力乘以前馈增益系数 K ,作为PID的前馈信号,共同作用于送风机变频器的控制输出。

8. 根据权利要求7所述的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,其特征在于: $a_0=0.6$, $a_1=0.2$,前馈增益系数 K 变化范围为 $[0.1, 0.2]$;当主蒸汽压力每分钟变化率大于 0.6Mpa 时, $K=K_{max}=0.2$,当主蒸汽压力每分钟变化率小于 0.2Mpa 时, $K=K_{min}=0.1$,否则 $K=K_{nor}=0.15$ 。

一种基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,属于锅炉技术领域。

背景技术

[0002] 目前,我国火电机组锅炉燃烧控制大都实现了自动运行,在锅炉运行中可以实现燃烧负荷根据机组负荷变化而自动变化。在“炉跟机”自动协调模式下,汽机控制发电负荷,锅炉燃烧系统控制主蒸汽压力,当主蒸汽压力设定值与实际值产生偏差时,由DCS系统锅炉燃烧自动控制回路发出调节指令,及时调整锅炉燃料及相应的配风,维持锅炉负荷的稳定。

[0003] 对于大多数火电机组的锅炉,以某全烧煤气锅炉示例,存在多个燃烧器。多个燃烧器的燃烧调节和配风调节相互独立。处于同一垂直高度的燃烧器为同层燃烧器;处于同一墙面并且同一垂直高度的燃烧器为同组燃烧器。

[0004] 锅炉燃烧系统配备煤气调节阀和煤气支管调节阀,其同层阀组接受锅炉燃烧自动控制回路调节器发出的调节指令,并将调节指令通过调节阀层操手操器,传送至各支管调节阀,使支管调节阀保持在同一开度。

[0005] 锅炉燃烧系统还配备风量调节阀和风量支管调节阀。送风机为双列布置的锅炉,一般根据水平烟道的烟气氧量以及适量的风煤比,通过改变两台送风机的出力来实现锅炉送风,从而使锅炉经济燃烧。双侧送风经过空气预热器加热后,由风量调节阀和风量支管调节阀送入燃烧器中,其阀组指令分配原理与煤气调节阀组一致。

[0006] 锅炉燃烧自动与风量自动的投入,减轻了操作人员的操作负担。然而,随着锅炉运行时间的增加,各燃烧器之间的燃料量、风量和燃烧器结构偏差会不断劣化。微小偏差会随着锅炉运行时间的延长而不断累积增大,最终导致锅炉运行时燃烧器区域的温度偏差不断增大,继而导致:锅炉烟气产生较大偏差,锅炉受热面偏差增大,辐射对流受热面的偏差也不断增大,锅炉两侧喷水减温器开度偏差增大,受热面寿命损耗增大,严重时影响锅炉安全运行。

[0007] 因此,对于带燃烧系统的锅炉,需要根据锅炉热偏差情况,采取有针对性的措施来缩小锅炉受热面热偏差,尽量把热偏差控制在可控范围内,从而延长锅炉安全运行时间和使用寿命。传统意义上,操作人员往往根据锅炉烟气沿程中后端烟气温度偏差进行手动燃烧调整,调节效果不佳。特别是在锅炉负荷大幅度反复变化过程中,以上调整方式滞后性更加明显,很难达到及时削减锅炉热偏差的目的。从理论上讲,基于燃烧器区域温度的热偏差调整更加及时,也更有利于从烟气沿程的前端来及时控制热偏差。

发明内容

[0008] 本发明要解决技术问题是:克服上述技术的缺点,提供一种利用锅炉CT得到的温度场分布数据,设计燃烧器调平优化控制策略、最佳总风量控制策略以及风门调平优化控制策略,实现锅炉燃烧器区域温度场的自动调平,进而实现锅炉燃烧的自动调平,减少烟气沿程热偏差,减少锅炉受热面的热偏差,实现锅炉燃烧优化调整的方法。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明提出的技术方案是:一种基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,包括如下步骤:

步骤1:第一分组方式:将位于锅炉的同一炉墙,且高度一致的燃烧器分成一组;第二分组方式:以锅炉的前后方向的中心线为轴将燃烧器分成左侧燃烧器组和右侧燃烧器组;

步骤2:将步骤1中的第一分组方式后的各组与第二分组方式分组后的各组一一求交集;通过锅炉CT系统采集所得交集的燃烧器所在区域的温度场信息和氧量场信息;

步骤3:同组燃烧器煤气调平;取一组第一分组方式后的燃烧器组;读取其温度场信息;将左侧温度表征值 $TiLavg$ 与右侧温度表征值 $TiRavg$ 比较,如果两者一致则不调整,如果 $TiLavg$ 大于 $TiRavg$,则调大该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门,同时调小该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门;如果 $TiLavg$ 小于 $TiRavg$,则调小该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门,同时调大该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的燃烧器组均调整完毕;

步骤4:同层燃烧器煤气调平;取第一分组方式中的所有高度一致的组;读取每组的温度场信息;将每组左侧温度表征值与右侧温度表征值均求平均值,如果每组的平均值一致则不调整,如果不一致,则调大平均值小的燃烧器组的煤气阀门,同时调小平均值大的燃烧器组的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的组均调整完毕;

步骤5:同组燃烧器风量调平;取一组第一分组方式后的燃烧器组;读取其氧量场信息;将左侧氧量表表征值 $OiLavg$ 与右侧温度表征值 $OiRavg$ 比较,如果两者一致则不调整,如果 $OiLavg$ 大于 $OiRavg$,则调大该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门,同时调小该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门;如果 $OiLavg$ 小于 $OiRavg$,则调小该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门,同时调大该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的燃烧器组均调整完毕;

步骤6:同层燃烧器风量调平;取第一分组方式中的所有高度一致的组;读取每组的氧量场信息;将每组左侧氧量表表征值与右侧氧量表表征值均求平均值,如果每组的平均值一致则不调整,如果不一致,则调大平均值小的燃烧器组的风量阀门,同时调小平均值大的燃烧器组的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的组均调整完毕。

[0010] 上述方案进一步的改进在于:所述步骤3中,调大的煤气阀门与同时调小的煤气阀门的调整量相同,调整方向相反。

[0011] 上述方案进一步的改进在于:所述步骤3中,使用PID调节器对煤气阀门进行调整;将 $TiLavg$ 与 $TiRavg$ 的差值分为四段,第一段为大于0且小于等于10摄氏度,第二段为大于10且小于等于25摄氏度,第三段为大于25且小于等于40摄氏度,第四段为大于40摄氏度;所述PID调节器的比例系数、积分系数和微分系数设为 $[a, b, c]$,当将 $TiLavg$ 与 $TiRavg$ 的差值处于第一段时, $[a, b, c]=[1, 0.8, 0]$;处于第二段时, $[a, b, c]=[1, 1, 0]$;处于第三段时, $[a, b, c]=[1.3, 1.1, 0]$;处于第四段时, $[a, b, c]=[1.4, 1.1, 0]$ 。

[0012] 上述方案进一步的改进在于:所述步骤4中,调大的煤气阀门与同时调小的煤气阀门的调整量相同,调整方向相反。

[0013] 上述方案进一步的改进在于:所述步骤4中,使用PID调节器对煤气阀门进行调整;将平均值的差值分为四段,第一段为大于0且小于等于10摄氏度,第二段为大于10且小于等

于25摄氏度,第三段为大于25且小于等于40摄氏度,第四段为大于40摄氏度;所述PID调节器的比例系数、积分系数和微分系数设为 $[a, b, c]$,当将平均值的差值处于第一段时, $[a, b, c]=[1, 0.9, 0]$;处于第二段时, $[a, b, c]=[1.1, 1, 0]$;处于第三段时, $[a, b, c]=[1.3, 1.2, 0]$;处于第四段时, $[a, b, c]=[1.4, 1.2, 0]$ 。

[0014] 上述方案进一步的改进在于:根据锅炉性能数据分析以及锅炉燃烧调整试验,得出锅炉在不同负荷段所对应的最佳温度场数据。当锅炉能够燃烧在最佳温度场工况内时,其配风亦是处于最佳匹配状态。测量并记录锅炉双侧送风机的总风量,在锅炉实际运行中,利用最佳总风量模型代替氧量校正模型;最佳总风量模型输入锅炉负荷,并以线性折线函数的方式,自动输出对应的最佳总风量,将最佳总风量作为控制送风机出力的目标值,从而获得比氧量校正更为准确的配风指令,进而给出每层燃烧器风量调节的基本开度指令;同时送风PID调节器引入主蒸汽压力作为前馈信号,保证在锅炉工况发生变化时及时调整送风量,维持送风量与煤气量配比的稳定。

[0015] 上述方案进一步的改进在于:送风PID前馈设定具体为实时获取主蒸汽压力,采用数值分析算法,计算主蒸汽压力每分钟变化速率;判断是否超过预先设定值 a_0 ,或者低于预先设定值 a_1 ;如果超过预先设定值 a_0 ,则前馈增益系数 $K=K_{max}$,如果低于预先设定值 a_1 ,则前馈增益系数 $K=K_{min}$,否则前馈增益系数 $K=K_{nor}$;将主蒸汽压力乘以前馈增益系数 K ,作为PID的前馈信号,共同作用于送风机变频器的控制输出。

[0016] 上述方案进一步的改进在于: $a_0=0.6$, $a_1=0.2$,前馈增益系数 K 变化范围为 $[0.1, 0.2]$;当主蒸汽压力每分钟变化率大于 0.6Mpa 时, $K=K_{max}=0.2$,当主蒸汽压力每分钟变化率小于 0.2Mpa 时, $K=K_{min}=0.1$,否则 $K=K_{nor}=0.15$ 。

[0017] 本发明提供的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,解决了锅炉燃烧调整过程中因锅炉燃烧偏差以及由此产生的温度偏差难以实时控制以及自动控制的技术难题,直接从烟气沿程的前端来及时控制热偏差,响应及时。传统锅炉燃烧自动控制,只能通过机组需求,发出燃烧器同操指令,而不能对各分支燃烧器进行独立的燃料精确匹配和送风精确匹配。区别于传统控制方法,本发明第一次提出将锅炉CT测得的锅炉燃烧器区域温度场信号和氧量信号作为控制锅炉燃烧偏差的信号,在锅炉燃烧出现较小偏差时即进行相应阀组的控制调平,既能减缓或消除锅炉燃烧偏差继续扩大,又能确保氧量不会出现大的偏差,从而确保锅炉燃料能够经济燃烧。

附图说明

[0018] 图1是本发明一个优选的实施例应用场景示意图。

[0019] 图2是图1 的上层燃烧器结构示意图。

[0020] 图3是图1 的下层燃烧器结构示意图。

[0021] 图4是图1 的锅炉自动控制方式示意图。

具体实施方式

实施例

[0022] 本实施例的基于锅炉CT技术的燃烧优化控制方法,在炉膛截面通道上配置 $N \times N$ 测

量网格,N对测量探头,探头安装在锅炉水冷壁上,在水冷壁鳍片开孔作为激光测量通道,得到N个测量路径的平均温度,采用CT成像技术反演算法,计算出相应通道交叉点的值 通过算法实现温度场的炉膛分布重现,最终得到炉膛温度场数据及图像。

[0023] 下面以梅钢4#锅炉为例,进行说明。如图1、图2和图3所示,该锅炉在前后墙上各具有6个燃烧器,每个燃烧器均配有相应的煤气支管调节阀和风量支管调节阀,从而实现各燃烧器的独立调节;同时,位于同一炉墙同一高度的3个燃烧器还统一由煤气调节阀和风量调节阀同步控制。该锅炉由DCS系统控制,煤气支管调节阀、风量支管调节阀、煤气调节阀和风量调节阀由PID调节器控制。

[0024] 具体的包括如下步骤:

步骤1:第一分组方式:将位于锅炉的同一炉墙,且高度一致的燃烧器分成一组,也即是,将本实施例中的燃烧器分成前上、前下、后上、后下四组,每组均为3燃烧器;第二分组方式:以锅炉的前后方向的中心线为轴将燃烧器分成左侧燃烧器组和右侧燃烧器组,由于中间的燃烧器刚好位于中心线,因此将其排除。

[0025] 步骤2:将步骤1中的第一分组方式后的各组与第二分组方式分组后的各组一一求交集;这样也即得到前上燃烧器1、前上燃烧器3、后上燃烧器1、后上燃烧器3、前下燃烧器1、前下燃烧器3、后下燃烧器1、后下燃烧器3;通过锅炉CT系统采集所得交集的这些燃烧器所在区域的温度场信息和氧量场信息;通过485通讯方式通讯至DCS系统;设计通讯监测功能,通讯监测功能具备当通讯发生异常时,由锅炉CT系统传递至DCS系统的温度场信号和氧量场信号能够自动保持通讯异常前的数值,并发出通讯异常报警提示。

[0026] 步骤3:同组燃烧器煤气调平;取一组第一分组方式后的燃烧器组;读取其温度场信息;剔除明显与设计工艺偏离的数据后,对剩余数据采用聚类分析法,将同一侧温度进行聚类数据分析,得出最能表征该侧燃烧区域燃烧情况的温度信号;对数据进行卡尔曼滤波处理以消除信号跳变,避免信号跳变对调平燃烧优化的影响,并掌握该区域温度场的变化情况,实现温度场变化的预判;将左侧温度表征值 T_{iLavg} 与右侧温度表征值 T_{iRavg} 比较,如果两者一致则不调整,如果 T_{iLavg} 大于 T_{iRavg} ,则调大该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门,同时调小该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门;如果 T_{iLavg} 小于 T_{iRavg} ,则调小该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门,同时调大该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的燃烧器组均调整完毕。

[0027] 以前上燃烧器组为例,将前上燃烧器1的 T_{1Lavg} 比较前上燃烧器3的 T_{1Ravg} ;如果两者不一致,则PID调节器即输出调节指令 OP_{1z} ,该指令仅表示调节量,不具有方向;如果 $T_{1Lavg} > T_{1Ravg}$;则对于前上煤气支管调节阀1的调节优化指令 $OP_{1zL} = OP_{1z} * (-1)$,通过负值表达调节方向,也即调小,同时,对于前上煤气支管调节阀3的调节优化指令 $OP_{1zR} = OP_{1z} * 1$,通过正值表达调节方向,也即调小;如果 $T_{1Lavg} < T_{1Ravg}$;则对于前上煤气支管调节阀1的调节优化指令 $OP_{1zL} = OP_{1z} * 1$,同时,对于前上煤气支管调节阀3的调节优化指令 $OP_{1zR} = OP_{1z} * (-1)$ 。

[0028] 为了实现更快速和精确的调整,将 T_{1Lavg} 与 T_{1Ravg} 的差值分为四段,第一段为大于0且小于等于10摄氏度,第二段为大于10且小于等于25摄氏度,第三段为大于25且小于等于40摄氏度,第四段为大于40摄氏度;PID调节器的比例系数、积分系数和微分系数设为[a,

b,c],当将 $T1Lavg$ 与 $T1Ravg$ 的差值处于第一段时, $[a,b,c]=[1,0.8,0]$;处于第二段时, $[a,b,c]=[1,1,0]$;处于第三段时, $[a,b,c]=[1.3,1.1,0]$;处于第四段时, $[a,b,c]=[1.4,1.1,0]$;从而获取不同的调节指令 $OP1z$,也即不同的调节量。

[0029] 其他三组燃烧器调节方式一致,不再赘述。

[0030] 同组燃烧器煤气调平建立在图4示的燃烧自动调节基础之上,需要在锅炉燃烧自动投入的情况下投入使用。同组燃烧器煤气调平燃烧优化后的结果,作为偏置叠加到相应燃烧器煤气支管调节阀自动指令上,最终参与以主蒸汽压力为调节对象的燃烧调节大闭环控制回路中。

[0031] 步骤4:同层燃烧器煤气调平;取第一分组方式中的所有高度一致的组;读取每组的温度场信息;将每组左侧温度表征值与右侧温度表征值均求平均值,如果每组的平均值一致则不调整,如果不一致,则调大平均值小的燃烧器组的煤气阀门,同时调小平均值大的燃烧器组的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的组均调整完毕。

[0032] 本案中,前上、后上为同一高度的组,前下、后下为同一高度的组,在此以前上、后上为例进行说明。前上、后上共包含6个燃烧器,即前上燃烧器1、前上燃烧器2、前上燃烧器3、后上燃烧器1、后上燃烧器2和后上燃烧器3。

[0033] 将前上燃烧器1、前上燃烧器2、前上燃烧器3的温度表征值取平均得到 $T1avg$,将后上燃烧器1、后上燃烧器2和后上燃烧器3的温度表征值取平均得到 $T2avg$ 。比较 $T1avg$ 与 $T2avg$,如果两者不一致,则PID调节器即输出调节指令 OPC ,该指令仅表示调节量,不具有方向;如果 $T1avg > T2avg$;则对于前上煤气调节阀的调节优化指令 $OPC1=OPC*(-1)$,通过负值表达调节方向,也即调小,同时,对于后上煤气调节阀的调节优化指令 $OPC2=OPC*1$,通过正值表达调节方向,也即调大;如果 $T1avg$ 小于 $T2avg$;则对于前上煤气调节阀的调节优化指令 $OPC1=OPC*1$,同时,对于后上煤气调节阀的调节优化指令 $OPC2=OPC*(-1)$ 。

[0034] 为了实现更快速和精确的调整,将 $T1avg$ 与 $T2avg$ 的差值分为四段,第一段为大于0且小于等于10摄氏度,第二段为大于10且小于等于25摄氏度,第三段为大于25且小于等于40摄氏度,第四段为大于40摄氏度;PID调节器的比例系数、积分系数和微分系数设为 $[a,b,c]$,当将 $T1avg$ 与 $T2avg$ 的差值处于第一段时, $[a,b,c]=[1,0.9,0]$;处于第二段时, $[a,b,c]=[1.1,1,0]$;处于第三段时, $[a,b,c]=[1.3,1.2,0]$;处于第四段时, $[a,b,c]=[1.4,1.2,0]$;从而获取不同的调节指令 OPC ,也即不同的调节量。

[0035] 如此,对于前下、后下燃烧器调节方式一致,不再赘述。

[0036] 步骤5:同组燃烧器风量调平;取一组第一分组方式后的燃烧器组;读取其氧量场信息;将左侧氧量表表征值 $OiLavg$ 与右侧温度表征值 $OiRavg$ 比较,如果两者一致则不调整,如果 $OiLavg$ 大于 $OiRavg$,则调大该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门,同时调小该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门;如果 $OiLavg$ 小于 $OiRavg$,则调小该组中与左侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门,同时调大该组中与右侧燃烧器组求交集后的燃烧器的风量阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的燃烧器组均调整完毕;本步骤与步骤4类似,将煤气阀门更改为风量阀门,不再赘述。

[0037] 同层燃烧器煤气调平亦建立在图4所示的燃烧自动调节基础之上,需要在锅炉燃烧自动投入的情况下投入使用。同层燃烧器调平燃烧优化后的结果,作为偏置叠加到同层层操手操器的自动指令上,再分配给相应的支管调节阀,最终参与以主蒸汽压力为调节对

象的燃烧调节大闭环控制回路中。

[0038] 步骤6:同层燃烧器风量调平;取第一分组方式中的所有高度一致的组;读取每组的氧量场信息;将每组左侧氧量表征值与右侧氧量表征值均求平均值,如果每组的平均值一致则不调整,如果不一致,则调大平均值小的燃烧器组的风量阀门,同时调小平均值大的燃烧器组的煤气阀门;重复本步骤至所有第一分组方式的组均调整完毕;本步骤与步骤5类似,将煤气阀门更改为风量阀门,不再赘述。

[0039] 根据锅炉性能数据分析以及锅炉燃烧调整试验,得出锅炉在不同负荷段所对应的最佳温度场数据。当锅炉能够燃烧在最佳温度场工况内时,其配风亦是处于最佳匹配状态。测量并记录锅炉双侧送风机的总风量,在锅炉实际运行中,利用最佳总风量模型代替氧量校正模型;最佳总风量模型输入锅炉负荷,并以线性折线函数的方式,自动输出对应的最佳总风量,将最佳总风量作为控制送风机出力的目标值,从而获得比氧量校正更为准确的配风指令,进而给出每层燃烧器风量调节的基本开度指令;同时送风PID调节器引入主蒸汽压力作为前馈信号,保证在锅炉工况发生变化时及时调整送风量,维持送风量与煤气量配比的稳定。

[0040] 送风PID前馈设定具体为实时获取主蒸汽压力,采用数值分析算法,计算主蒸汽压力每分钟变化速率;判断是否超过预先设定值 a_0 ,或者低于预先设定值 a_1 ;如果超过预先设定值 a_0 ,则前馈增益系数 $K=K_{max}$,如果低于预先设定值 a_1 ,则前馈增益系数 $K=K_{min}$,否则前馈增益系数 $K=K_{nor}$;将主蒸汽压力乘以前馈增益系数 K ,作为PID的前馈信号,共同作用于送风机变频器的控制输出。

[0041] 本实施例中, $a_0=0.6$, $a_1=0.2$,前馈增益系数 K 变化范围为 $[0.1, 0.2]$;当主蒸汽压力每分钟变化率大于 0.6Mpa 时, $K=K_{max}=0.2$,当主蒸汽压力每分钟变化率小于 0.2Mpa 时, $K=K_{min}=0.1$,否则 $K=K_{nor}=0.15$ 。

[0042] 本发明不局限于上述实施例。凡采用等同替换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围。

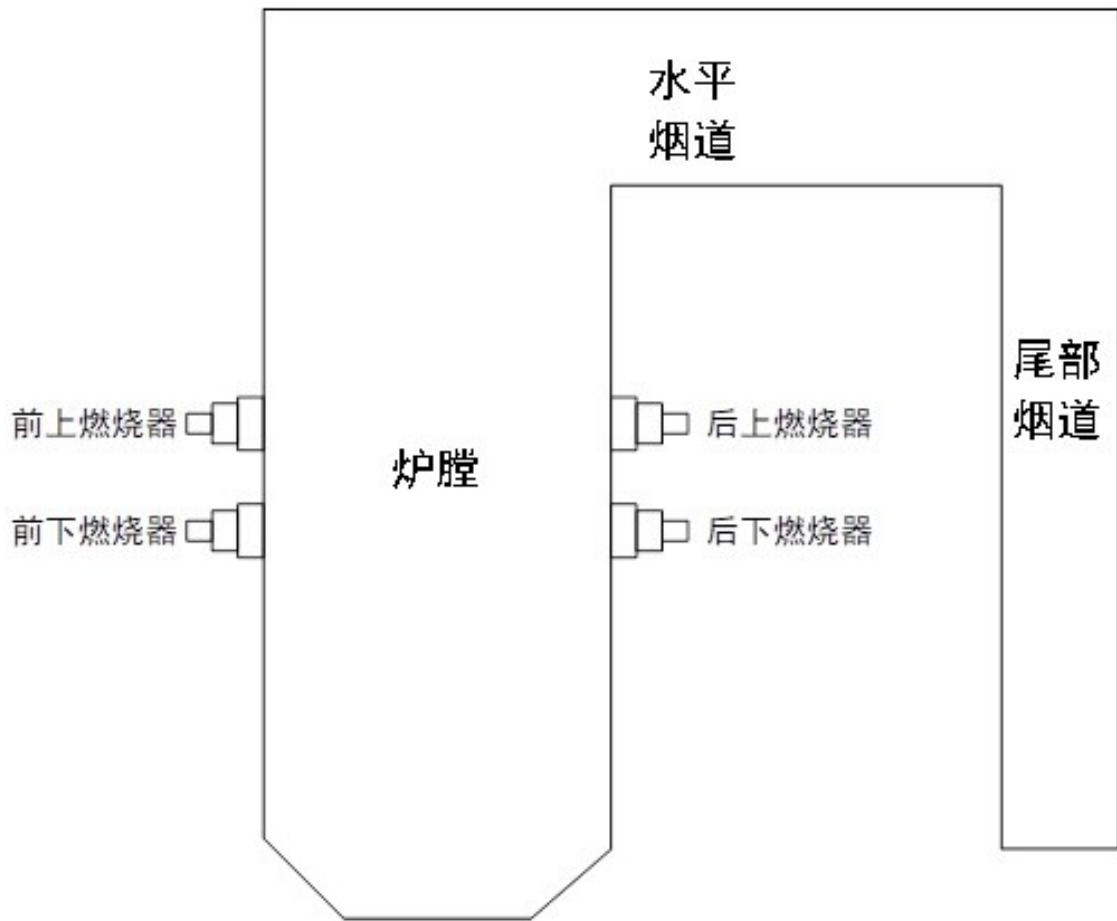


图 1

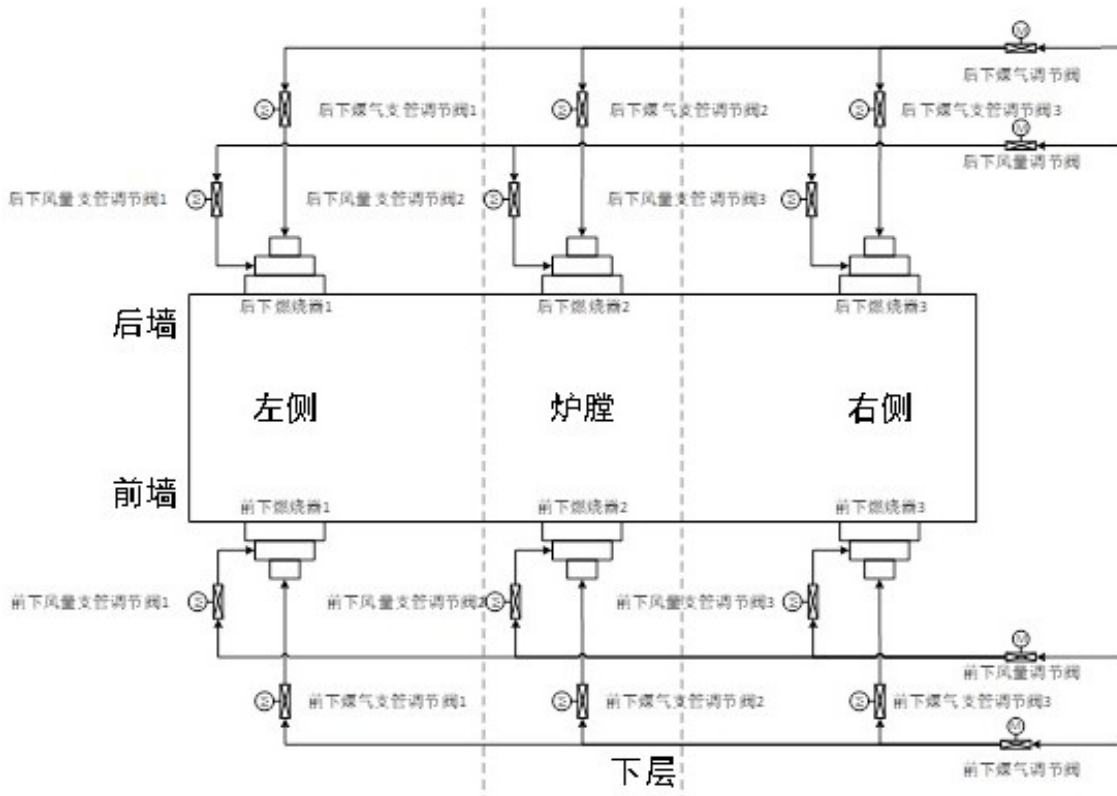


图 2

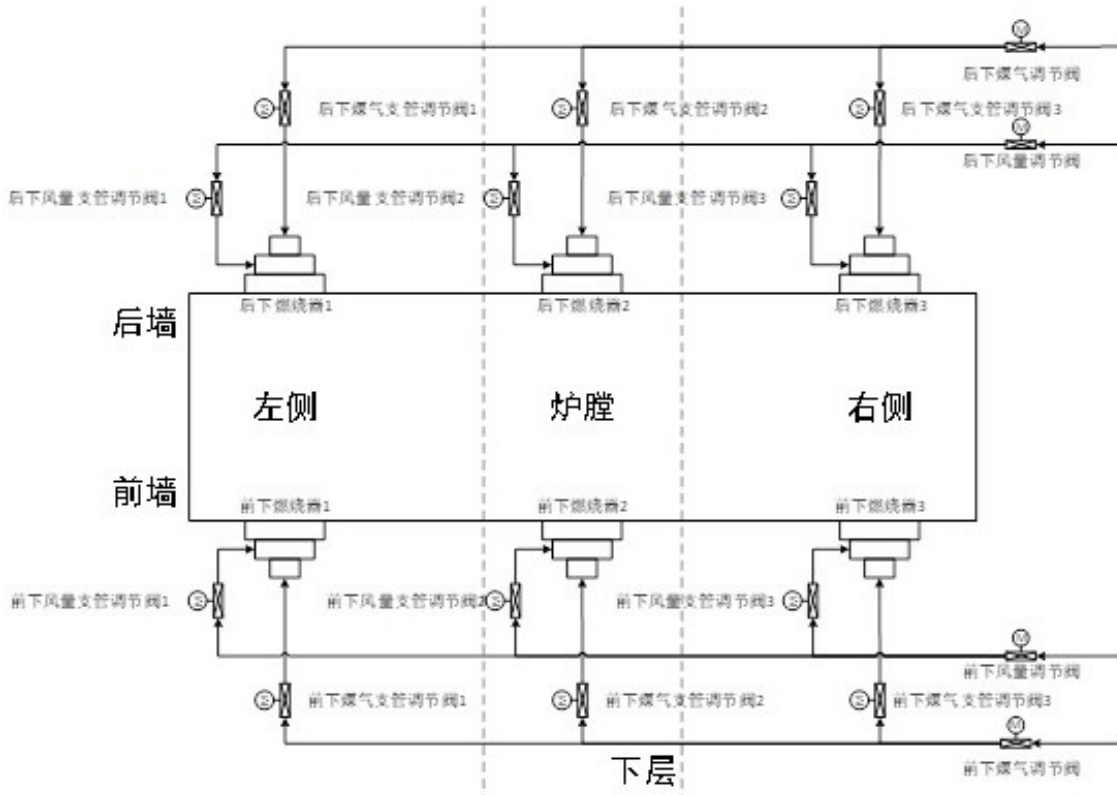


图 3

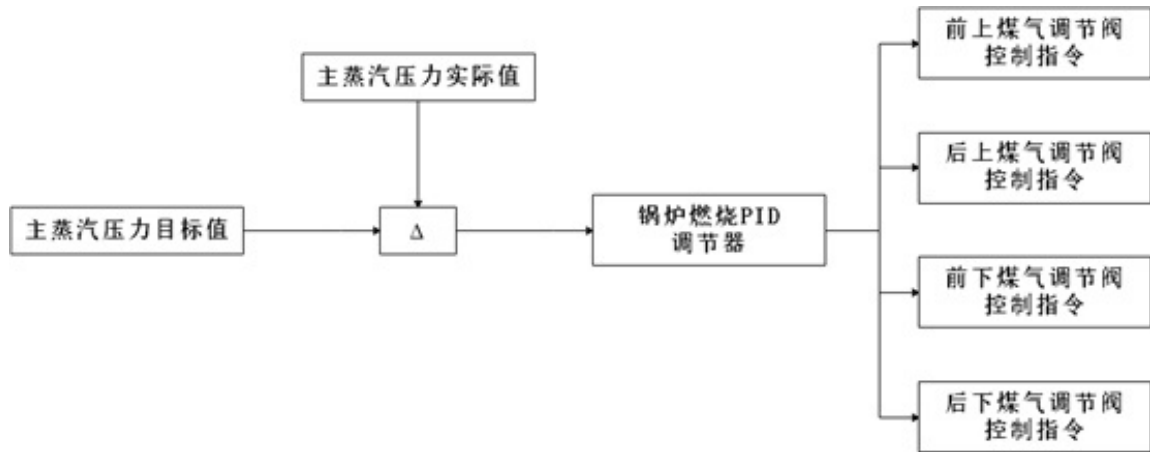


图 4