



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103953921 B

(45)授权公告日 2017. 01. 18

(21)申请号 201410161979.0

F23J 15/02(2006.01)

(22)申请日 2014.04.22

F23K 3/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F23L 1/00(2006.01)

申请公布号 CN 103953921 A

F23L 9/00(2006.01)

(43)申请公布日 2014.07.30

审查员 贺志强

(73)专利权人 东方电气集团东方锅炉股份有限公司

地址 643001 四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号

(72)发明人 毛宇 陈灿 曾洁 胡修奎 霍锁善

(74)专利代理机构 泰和泰律师事务所 51219 代理人 孙恩源 伍姝茜

(51)Int. Cl.

F23C 9/06(2006.01)

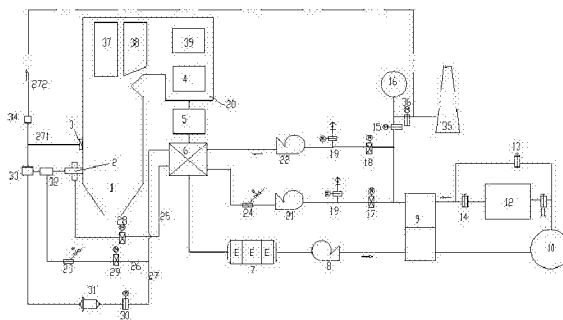
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

富氧燃烧锅炉系统及其运行方法

(57)摘要

本发明公开了一种能够达标排放并减缓装置腐蚀现象的富氧燃烧锅炉系统及其运行方法,富氧燃烧锅炉系统的尾部烟道与预热器之间连接有脱硝装置,预热器的放热烟气出口经除尘器与烟气换热器的放热烟气进口连接,烟气换热器的放热烟气出口与脱硫装置、烟气冷却器依次连接后回接至烟气换热器的吸热烟气进口,燃烧器的一次风在经过预热器后一部分经一次风氧注入器送入燃烧器,其余部分作为制粉用风,燃烧器的二次风经二次风氧注入器后进入预热器再送入燃烧器,富氧燃烧锅炉系统的运行方法着重控制再循环烟气中水蒸气的含量及再循环烟气的循环倍率,独立调节一次风、二次风注氧比例和注氧量。其环境友好,易于实现,兼顾注氧安全性和经济性。



1. 富氧燃烧锅炉系统,包括炉膛(1)、燃烧器(2)、燃尽风喷口(3)、预热器(6)、尾部烟道(20)、收尘器(34)和烟囱(35),其特征是:其烟气再循环管路中包括脱硝装置(5)、脱硫装置(10)和烟气冷却器(12)并遵循以下设置,尾部烟道(20)的出口与预热器(6)的放热烟气进口之间连接有脱硝装置(5),预热器(6)的放热烟气出口经除尘器(7)与烟气换热器(9)的放热烟气进口连接,烟气换热器(9)的放热烟气出口与脱硫装置(10)、烟气冷却器(12)依次连接后回接至烟气换热器(9)的吸热烟气进口,燃烧器(2)的一次风(26)在经过预热器(6)后一部分经一次风氧注入器(23)送入燃烧器(2),其余部分作为制粉用风(27),燃烧器(2)的二次风(25)经二次风氧注入器(24)后进入预热器(6)再送入燃烧器(2)。

2. 如权利要求1所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述烟气换热器(9)的吸热烟气出口分出三个出口支路,第一出口支路依次经二次风氧注入器(24)及预热器(6)与燃烧器(2)的二次风进口连接,第二出口支路经预热器(6)后分两路各自与一次风氧注入器(23)、制粉系统(31)连接,一次风氧注入器(23)经风粉混合器(32)与燃烧器(2)的一次风进口连接,制粉系统(31)与粉仓(33)连接,粉仓(33)分别与风粉混合器(32)、燃尽风喷口(3)和收尘器(34)连接,第三出口支路经控制阀连接到二氧化碳压缩纯化装置(16)或烟囱(35),第一出口支路和第二出口支路上分别设置有位于预热器(6)之前的吸风系统(19)。

3. 如权利要求2所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述第一出口支路上,在烟气换热器(9)与预热器(6)之间依次设置第一烟气控制阀(17)、吸风系统(19)、送风机(21)和二次风氧注入器(24)。

4. 如权利要求2所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述第二出口支路上,在烟气换热器(9)与预热器(6)之间依次设置第二烟气控制阀(18)、吸风系统(19)、一次风机(22)。

5. 如权利要求2所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述烟气冷却器(12)的两端并联了设置有烟冷控制阀(13)的烟气冷却器关闭支路,在所述烟气冷却器(12)的烟气进口设置有前关断阀(11)、在所述烟气冷却器(12)的烟气出口设置有后关断阀(14),烟气冷却器关闭支路的节点一在所述前关断阀(11)与脱硫装置(10)之间,节点二在所述后关断阀(14)与烟气换热器(9)之间。

6. 如权利要求2所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述预热器(6)与制粉系统(31)之间设置有第三烟气控制阀(30)、预热器(6)与一次风氧注入器(23)之间设置有第四烟气控制阀(29)、预热器(6)与燃烧器(2)的二次风进口之间设置有第五烟气控制阀(28)。

7. 如权利要求2所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述烟气换热器(9)与二氧化碳压缩纯化装置(16)之间设置有第六烟气控制阀(15),烟气换热器(9)经第七烟气控制阀(36)与烟囱(35)连接。

8. 如权利要求1所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述除尘器(7)的烟气出口后分为两路,一路经二次风氧注入器(24)进入预热器(6)后作为二次风(25),另一路进入烟气冷却器(12)。

9. 如权利要求1所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述脱硫装置(10)的烟气出口后分为两路,一路进入烟气冷却器(12),另一路经二次风氧注入器(24)进入预热器(6)后作为二次风(25)。

10. 如权利要求1所述的富氧燃烧锅炉系统,其特征是:所述燃烧器(2)的燃尽风喷口(3)外侧设置风口。

11. 如权利要求1~10中任意一项权利要求所述富氧燃烧锅炉系统的运行方法,其特征是:再循环烟气的循环倍率控制在60%~95%,控制再循环烟气中水蒸气的体积含量在7%以下。

12. 如权利要求1~10中任意一项权利要求所述富氧燃烧锅炉系统的运行方法,其特征是:一次风的注氧比例为15%~25%。

13. 如权利要求1~10中任意一项权利要求所述富氧燃烧锅炉系统的运行方法,其特征是:二次风的注氧比例为20%~35%。

14. 如权利要求1~10中任意一项权利要求所述富氧燃烧锅炉系统的运行方法,其特征是:在从空气燃烧工况向富氧燃烧工况切换时,以依次进行增加注入氧气、增加循环烟气比例和减小总风量三项调节为一次调整,通过两次以上的调整从空气燃烧工况切换至富氧燃烧工况。

## 富氧燃烧锅炉系统及其运行方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种锅炉,尤其是一种富氧燃烧锅炉系统及其运行方法。

### 背景技术

[0002] 二氧化碳因具有温室效应被普遍认为是导致全球气候变暖的重要原因之一。化石能源利用是最重要的CO<sub>2</sub>排放源,如果将全球温室气体排放量按行业统计,发电行业是最大的排放源,而燃煤发电又是发电行业中CO<sub>2</sub>排放的最主要来源,富氧燃烧是一种针对化石燃料发电的CO<sub>2</sub>减排解决方案。

[0003] 富氧燃烧方式是在现有电站锅炉系统基础上,用含高浓度氧气的气体代替常规的助燃空气,同时通过烟气再循环来获得富含80%以上体积浓度的CO<sub>2</sub>烟气,通过进一步的冷凝压缩纯化后,实现CO<sub>2</sub>的永久封存或资源化利用的一种燃烧方式。这种新型燃烧方式与现有电站燃烧方式在技术具有良好的承接性,较为容易实现大规模化CO<sub>2</sub>富集和减排,也容易被电力行业接受。这种燃烧方式的主要特点是采用烟气再循环,以烟气中的CO<sub>2</sub>替代助燃空气中的氮气,与氧一起参与燃烧,这样可大幅度提高烟气中的CO<sub>2</sub>浓度,方便CO<sub>2</sub>的利用和处理,可望形成一种污染物综合排放低的“无烟囱”的环境友好的发电方式。已有的分析表明,和其他碳捕获方式相比,富氧燃烧技术在投资成本、运行成本、CO<sub>2</sub>减排成本、大型化和与现有技术的兼容度等方面都具有优越性。

[0004] 但在富氧燃烧运行试验中出现了以下的问题:一是烟气中的NO<sub>x</sub>浓度会超过国家环保排放标准,二是对烟风道、炉膛、受热面等的腐蚀加剧。一、富氧燃烧由于采用烟气再循环,循环烟气中的NO<sub>x</sub>会随烟气循环而出现富集现象,排向大气的烟气中NO<sub>x</sub>浓度会超过国家环保排放标准,因此,需要采取必要的措施,防止富氧燃烧烟气中高浓度NO<sub>x</sub>的产生。

[0005] 二、富氧燃烧由于采用烟气再循环,循环烟气中的SO<sub>x</sub>也会随烟气循环而出现富集现象,从而对烟风道、炉膛、受热面等产生腐蚀,需要采取必要的措施,防止再循环烟气中SO<sub>x</sub>浓度的大幅增加。

### 发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能够达标排放并减缓装置腐蚀现象的富氧燃烧锅炉系统及其运行方法。

[0007] 发明人注意到:富氧燃烧由于采用烟气再循环,循环烟气中的NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>会随烟气循环而出现富集现象,然而这一现象普遍被忽略:在电厂的锅炉、烟气净化和蒸汽发电单元以外,常规富氧燃烧发电系统增加了空气分离、烟气冷凝、烟气压缩纯化等单元,但却没有考虑氮氧化物和硫氧化物的处理。

[0008] 为了将富氧燃烧工况下硫氧化物、氮氧化物排放浓度控制在合理范围内,本发明首先提供了一种富氧燃烧锅炉系统,其包括炉膛、燃烧器、燃尽风喷口、预热器、尾部烟道、收尘器和烟囱,其烟气再循环管路中包括脱硝装置、脱硫装置和烟气冷却器并遵循以下设置,尾部烟道的出口与预热器的放热烟气进口之间连接有脱硝装置,预热器的放热烟气出

口经除尘器与烟气换热器的放热烟气进口连接,烟气换热器的放热烟气出口与脱硫装置、烟气冷却器依次连接后回接至烟气换热器的吸热烟气进口,燃烧器的一次风在经过预热器后一部分经一次风氧注入器送入燃烧器,其余部分作为制粉用风,燃烧器的二次风经二次风氧注入器后进入预热器再送入燃烧器。

[0009] 本发明通过在尾部烟气通道上布置脱硝装置,脱除烟气中的NO<sub>x</sub>,防止烟气中的NO<sub>x</sub>随烟气循环而出现富集的问题,控制再循环烟气及排放烟气中NO<sub>x</sub>浓度在合适范围内;在尾部烟气通道内布置脱硫装置10,脱除烟气中的SO<sub>x</sub>,防止烟气中的SO<sub>x</sub>随烟气循环而出现富集的问题,控制再循环烟气及排放烟气中SO<sub>x</sub>浓度在合适范围内,防止烟道及受热面酸腐蚀,由于烟气均需经过烟气净化装置,尤其经脱硫处理后,含水量可高达20%,炉内绝热火焰温度降低,燃烧器的稳燃相对困难,因此在脱硫处理装置后设置烟气冷却器进行除水处理,降低烟气含水量后再将低含水量烟气投入再循环,使得绝热火焰温度、炉内烟气流量等与空气燃烧时差异较小,增加燃烧稳定性,使得富氧燃烧在工程上更容易实现。

[0010] SCR脱硝的最佳反应温度区间在300-420℃,此温度区间正好处于省煤器与预热器之间,故脱硝装置放置布置于预热器及除尘器之前,因为湿法脱硫后烟气中会带出一定的水分,若布置在除尘器之前,会导致除尘器粘堵等,故将脱硫装置放置在预热器及除尘器之后。

[0011] 此外,从安全性考虑,氧注入器最好设置在烟气温度较低的位置,即在烟气进入预热器之前进行,但在富氧燃烧方式下,从一次风预热器出来的一部分热风要作为制粉系统的用风,不需要注氧,因此,从兼顾经济性考虑,选择两个注氧点分别对一次风、二次风进行注氧,也方便调节对一次风、二次风各自的注氧量。一次风、二次风分别通过布置在再循环烟道上的氧注入器按设定的比例注氧,尽量与煤粉常规空气燃烧一、二风配风相近。

[0012] 进一步的是,烟气换热器的吸热烟气出口分出三个出口支路,第一出口支路依次经二次风氧注入器及预热器与燃烧器的二次风进口连接,即二次风采用冷端注氧的方式,第二出口支路经预热器后分两路各自与一次风氧注入器、制粉系统连接,一次风氧注入器经风粉混合器与燃烧器的一次风进口连接,制粉系统与粉仓连接,粉仓分别与风粉混合器、燃尽风喷口和收尘器连接,制粉用风经制粉系统后可作为燃尽风从燃尽风口送入炉膛,也可作为乏气经收尘处理后直接送入烟囱排掉,第三出口支路经控制阀连接到二氧化碳压缩纯化装置或烟囱,即已经处理但不需要进入烟气再循环的那部分多余烟气可进入后续处理或排放,烟气均需经过烟气净化系统,烟气净化系统所需处理的烟气量相比常规空气燃烧系统只略有所降低,相对而言投资较大。但由于循环烟气的含水量较低,绝热火焰温度、炉内烟气流量等与空气燃烧时差异较小,燃烧稳定性较好;各风道流量与空气燃烧时最为接近,因此风机选型相对较易,该系统与常规空气燃烧系统差异最小,因而工程上较容易实现。

[0013] 所述第一出口支路上,在烟气换热器与预热器之间依次设置第一烟气控制阀、吸风系统、送风机和二次风氧注入器,第一烟气控制阀用于调节二次风量,吸风系统用于在空气燃烧时吸风用,送风机为烟气动力来源,二次风氧注入器用于向作二次风用的烟气中注氧。

[0014] 所述第二出口支路上,在烟气换热器与预热器之间依次设置第二烟气控制阀、吸风系统、一次风机,第二烟气控制阀用于调节一次风量,吸风系统用于在空气燃烧时吸风

用,一次风机为烟气动力来源。

[0015] 所述烟气冷却器的两端并联了设置有烟冷控制阀的烟气冷却器关闭支路,在所述烟气冷却器的烟气进口设置有前关断阀、在所述烟气冷却器的烟气出口设置有后关断阀,烟气冷却器关闭支路的节点一在所述前关断阀与脱硫装置之间,节点二在所述后关断阀与烟气换热器之间。空气燃烧工况时,将前、后关断阀关闭,烟冷控制阀开启,将烟气冷却器切除运行,富氧燃烧工况时,将前、后关断阀开启,烟冷控制阀关闭,烟气冷却器投入运行。

[0016] 所述预热器与制粉系统之间设置有第三烟气控制阀、预热器与一次风氧注入器之间设置有第四烟气控制阀、预热器与燃烧器的二次风进口之间设置有第五烟气控制阀,通过上述烟气控制阀调节一次风、二次风和制粉用风的各自风量。

[0017] 所述烟气换热器与二氧化碳压缩纯化装置之间设置有第六烟气控制阀,烟气换热器经第七烟气控制阀与烟囱连接,根据运行需要将多余烟气作压缩纯化处理或排出。

[0018] 所述除尘器的烟气出口后分为两路,一路经二次风氧注入器进入预热器后作为二次风,另一路进入烟气冷却器,即在脱硫设备之前抽取烟气作为二次风,循环烟气温度较高,可达150-200℃,能在一定程度上减少排烟热损失,同时由于烟气量的减少,后续烟气净化系统所需处理的烟气量降低,可以在较大程度的减小该系统的规模,降低成本;但由于循环烟气未经脱硫脱水处理,含水量可高达20%,炉内绝热火焰温度降低,燃烧器的稳燃相对困难。

[0019] 所述脱硫装置的烟气出口后分为两路,一路进入烟气冷却器,另一路经二次风氧注入器进入预热器后作为二次风,即也可考虑抽取经脱硫但未除水的烟气作为二次风。

[0020] 所述燃烧器的燃尽风喷口外侧设置风口,制粉系统运行时该风口不供风,制粉系统停运时以该风口供风。

[0021] 本发明所要解决的另一技术问题是提供一种有利于富氧燃烧锅炉系统稳定运行的富氧燃烧锅炉系统运行方法,再循环烟气的循环倍率控制在60%~95%,据有关试验,低于或高于该范围时,通常不容易保证燃烧的稳定性,控制再循环烟气中水蒸气的体积含量在7%以下,考虑到富氧燃烧形成的富CO<sub>2</sub>烟气,经过脱硫、除尘以后,温度通常可降低到50~150℃,若不进行干燥脱水,其水分含量可高达30%以上,尤其在燃用高硫煤时,当烟气温度降低到露点以下时,烟气中的SO<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O和碱土元素将形成极强腐蚀性的酸雾,加剧腐蚀烟风道、炉膛、受热面等;此外,将高水分的烟气作为一次风输送煤粉时,容易引起风管堵塞和粉仓结块,影响系统的安全稳定运行,因此,首要控制再循环烟气的水蒸气含量。

[0022] 一次风的注氧比例为15%~25%,注氧比例=(注入氧量+原氧气中氧量)/注氧后烟气量,所述的“量”均为体积量,注氧比例通过联合调节氧注入器及烟气再循环回路中相应的烟气控制阀来实现,目的在于使得注氧后的一次风尽量与常规空气燃烧工况下一次风的氧分压接近,确保技术的可继承性,即便于锅炉在受热面布置、设备选型等设计和实际运行控制上参照现有的空气燃烧技术。此外,一次风通常还兼作输粉用风,其注氧比例也不宜过高,以保证安全性。

[0023] 二次风的注氧比例为20%~35%,其注氧比例的计算方式、控制方法和作用与前述一次风调节相类似。二次风的注氧比例适当高于一次风,从而有利于提高燃烧稳定性和促进燃尽。

[0024] 在从空气燃烧工况向富氧燃烧工况切换时,以依次进行“增加注入氧气、增加循环

烟气比例和减小总风量”三项调节为一次调整,通过两次以上的调整从空气燃烧工况切换至富氧燃烧工况,保证切换过程中烟风系统压力、流量和炉内燃烧、传热不发生明显的恶化。

[0025] 本发明的有益效果是:采用在富氧燃烧锅炉系统中布置脱硝系统和脱硫系统,避免了富氧燃烧烟气再循环过程中硫氧化物、氮氧化物出现富集,造成再循环烟气管道及受热面腐蚀及排放烟气中硫氧化物、氮氧化物浓度偏高等问题,使硫氧化物、氮氧化物排放浓度可控制在合理范围;采用经预热器加热后、未注氧的干烟气作为制粉系统的流体介质,经注氧后的一次风作为煤粉输送介质,有效控制锅炉排烟中CO<sub>2</sub>浓度富集到80%以上,利于煤粉燃烧后烟气中CO<sub>2</sub>的捕集;采用一次风、二次风分开注氧,且将注氧比例控制在合理范围,二次风采用低温端注氧,兼顾了富氧燃烧注氧的均匀性、安全性。

### 附图说明

[0026] 图1是本发明的富氧燃烧锅炉系统的组成示意图。

[0027] 图2是本发明的注氧位置(氧注入器在管路中的位置)选择示意图。

[0028] 图中标记为:炉膛1、燃烧器2、燃尽风喷口3、省煤器4、脱硝装置5、预热器6、除尘器7、引风机8、烟气换热器9、脱硫装置10、前关断阀11、烟气冷却器12、烟冷控制阀13、后关断阀14、第六烟气控制阀15、二氧化碳压缩纯化装置16、第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18、吸风系统19、尾部烟道20、送风机21、一次风机22、一次风氧注入器23、二次风氧注入器24、二次风25、一次风26、制粉用风27、第五烟气控制阀28、第四烟气控制阀29、第三烟气控制阀30、制粉系统31、风粉混合器32、粉仓33、收尘器34、烟囱35、第七烟气控制阀36、受热面37、受热面38、受热面39。

### 具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0030] 如图1、图2所示,本发明的富氧燃烧锅炉系统包括炉膛1、燃烧器2、燃尽风喷口3、预热器6、尾部烟道20、收尘器34和烟囱35,尾部烟道20的出口与预热器6的放热烟气进口之间连接有脱硝装置5,预热器6的放热烟气出口经除尘器7与烟气换热器9的放热烟气进口连接,烟气换热器9的放热烟气出口与脱硫装置10、烟气冷却器12依次连接后回接至烟气换热器9的吸热烟气进口,烟气换热器9的吸热烟气出口分出三个出口支路,第一出口支路依次经二次风氧注入器24及预热器6与燃烧器2的二次风进口连接,第二出口支路经预热器6后分两路各自与一次风氧注入器23、制粉系统31连接,一次风氧注入器23经风粉混合器32与燃烧器2的一次风进口连接,制粉系统31与粉仓33连接,粉仓33分别与风粉混合器32、燃尽风喷口3和收尘器34连接,第三出口支路经控制阀连接到二氧化碳压缩纯化装置16或烟囱35,第一出口支路和第二出口支路上分别设置有位于预热器6之前的吸风系统19。

[0031] 使用上述富氧燃烧锅炉系统的富氧燃烧方法为:通过送风机21和一次风机22,共从烟气换热器9净烟气出口烟道抽取60%~90%的净烟气。作为二次风25的循环烟气通过布置在送风机21出口的二次风氧注入器24将燃烧所需的60%~80%的氧气注入,并通过二次风氧注入器24将氧气与循环烟气混合均匀,再经预热器6将循环烟气加热后送至燃烧器2;经一次风机22的循环烟气经预热器6将循环烟气加热后,分为一次风26和制粉用风27,一次风

26通过布置在一次风道上的一次风氧注入器23将燃烧所需的10%~40%的氧气注入,一次风26在风粉混合器32中与煤粉混合后,与二次风25经燃烧器2送入炉膛1燃烧。燃烧产生的热烟气依次通过各级受热面37、38、39后,经布置在省煤器4后的脱硝装置5脱除烟气中的NO<sub>x</sub>,再依次通过除尘器7、引风机8、烟气换热器9后,进入双碱法脱硫装置10脱除烟气中的SO<sub>2</sub>,经脱硫后的净烟气再通过烟气冷却器12脱除烟气中的部分水分,使净烟气中的水分控制在5%以内。经烟气冷却器12除湿的净烟气的60%~90%作为循环烟气,其余部分送至二氧化碳压缩纯化装置16压缩纯化或通过烟囱35排入大气。除尘器7采用电除尘器,脱硝装置5采用SCR脱硝装置。

[0032] 本发明的富氧燃烧锅炉系统,经脱硝装置5脱硝、脱硫装置10脱硫后的再循环烟气经布置在脱硫装置10后面的烟气冷却器12脱除烟气中的大部分水蒸气,控制再循环烟气中水蒸气的含量在4%~7%以内,再循环烟气的循环倍率控制在70%~95%。

[0033] 如图2所示,本发明的富氧燃烧锅炉系统,一次风26、二次风25分别通过布置在再循环烟道上的氧注入器按不同比例注氧。一次风26采用氧注入器热端注氧,注氧比例在15%~25%;二次风25采用氧注入器冷端注氧,注氧比例在20%~35%。

[0034] 如图1的本发明的富氧燃烧锅炉系统,通过控制两个吸风系统19和第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18的开关及开度,可顺利可实现空气燃烧和富氧燃烧以及两种燃烧工况间的切换。空气燃烧工况时,第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18关闭,两吸风系统19开启,直接抽空气作为燃烧及制粉用风,并将前关断阀11、后关断阀14关闭,烟冷控制阀13开启,将烟冷器切除运行。富氧燃烧工况时,将两吸风系统19关闭,第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18开启,将前关断阀11、后关断阀14开启,烟冷控制阀13关闭,烟气冷却器12投入运行。

[0035] 实施例:

[0036] 如图1、图2所示,本发明的富氧燃烧锅炉系统包括炉膛1、燃烧器2、燃尽风喷口3、省煤器4位于尾部烟道20内、预热器6、收尘器34和烟囱35,尾部烟道20的出口与预热器6的放热烟气进口之间连接有脱硝装置5,预热器6的放热烟气出口经除尘器7与烟气换热器9的放热烟气进口连接,烟气换热器9的放热烟气出口与脱硫装置10、烟气冷却器12依次连接后回接至烟气换热器9的吸热烟气进口,烟气冷却器12的两端并联了设置有烟冷控制阀13的烟气冷却器关闭支路,在烟气冷却器12的烟气进口设置有前关断阀11、在烟气冷却器12的烟气出口设置有后关断阀14,烟气冷却器关闭支路的节点一在前关断阀11与脱硫装置10之间,节点二在后关断阀14与烟气换热器9之间,烟气换热器9的吸热烟气出口分出三个出口支路,第一出口支路依次有第一烟气控制阀17、吸风系统19、送风机21、二次风氧注入器24,经预热器6与燃烧器2的二次风进口连接,第二出口支路依次设置第二烟气控制阀18、吸风系统19、一次风机22,经预热器6后分两路分别连接第四烟气控制阀29、第三烟气控制阀30后各自与一次风氧注入器23、制粉系统31连接,一次风氧注入器23经风粉混合器32与燃烧器2的一次风进口连接,制粉系统31与粉仓33连接,粉仓33分别与风粉混合器32、燃尽风喷口3和收尘器34连接,第三出口支路经第六烟气控制阀15连接到二氧化碳压缩纯化装置16或继续经第七烟气控制阀36连接到烟囱35,除尘器34与烟囱35连接。

[0037] 上述锅炉的空气燃烧工况:

[0038] 第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18处于关闭状态,两吸风系统19开启,直接抽



空气作为燃烧及制粉用风风源,并将前关断阀11、后关断阀14关闭,烟冷控制阀13开启,将烟气冷却器12切除运行。制粉系统31的磨煤干燥剂采用经过预热器6的热风即制粉用风27,采用冷风进行调温;制粉系统采用闭式系统,乏气271作为燃烧器燃尽风送入炉膛1。送粉采用预热器6出来的热的一次风26,用旁路冷风调温,燃烧器一次风温度选取150~200℃,燃烧器一次风率选取20%~30%,一次风速度选取20~25m/s。

[0039] 上述锅炉的富氧燃烧工况:

[0040] 两吸风系统19处于关闭状态,第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18开启,前关断阀11、后关断阀14开启,烟冷控制阀13处于关闭状态,烟气冷却器12运行。制粉系统31的磨煤干燥剂采用经预热器6预热后的热风即制粉用风27,采用冷再循环烟气进行调温;制粉系统31采用开式系统,制粉系统乏气27经过收尘器34收集煤粉后引至尾部烟道20并通过烟囱35排入大气。一次风26采用高温注氧,燃烧器一次风温度选取150—200℃,燃烧器一次风量按与空气燃烧工况相当的煤粉管道速度和燃烧器一次风出口速度确定,一次风注氧比例为15—20%。燃烧器二次风采用经预热器6加热后的热二次风,在预热器6前采用低温注氧。由于制粉系统31采用了开式系统,燃烧器燃尽风喷口3外侧设置风口,制粉系统运行时该风口不供风,制粉系统停运时供风。

[0041] 空气燃烧/富氧燃烧工况切换:

[0042] 如图1所示的本发明的富氧燃烧锅炉系统,既可实现空气燃烧,也可实现富氧燃烧,通过两吸风系统19和第一烟气控制阀17、第二烟气控制阀18可顺利实现空气燃烧与富氧燃烧两种燃烧工况的切换。对于空气燃烧方式,通过调节送风机21、引风机8的风门,即很容易实现风量和炉膛微负压的调节;对于富氧燃烧方式,除了达到前述最终控制目标以外,对于富氧燃烧接近全封闭状态的烟风系统,通过选择合适的风量、风压调节方式,以合理的分配炉膛和烟风管道的压力,使切换过程中引风机的出力要求不过度增加,同时避免炉膛压力超限。从空气燃烧工况切换到富氧燃烧工况时主要控制变量的变化过程,包括进入炉膛的空气量、空分系统供氧量、以及循环烟气流量、通过烟囱排出的烟气流量和一次循环烟气流量等控制量间的协调控制。为保证切换过程中烟风系统压力、流量和炉内燃烧、传热不发生明显的恶化,应当依次进行“增加注入氧气、增加循环烟气比例和减小总风量”的操作,通过数次操作分阶段达到最终的工况切换目标。

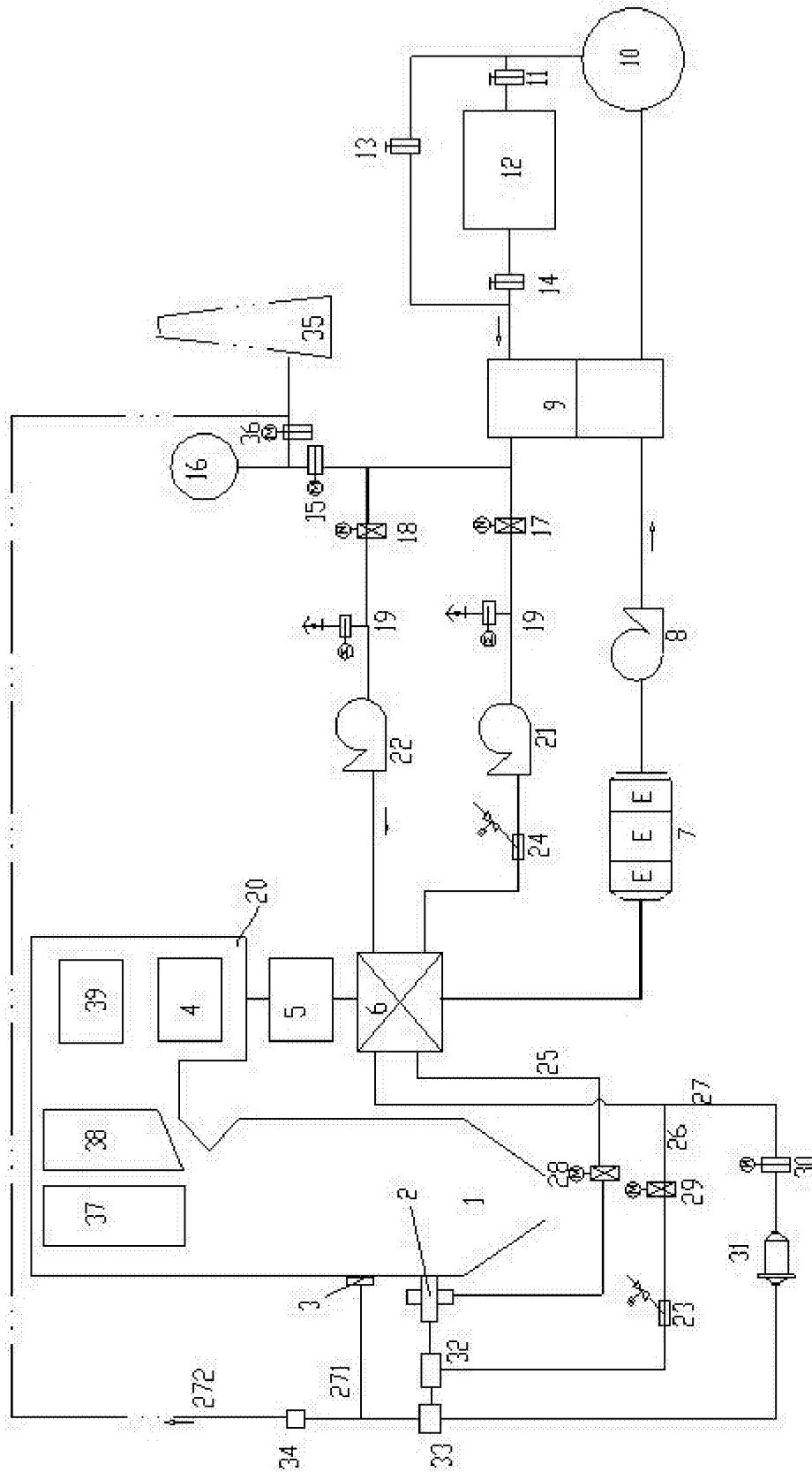


图1

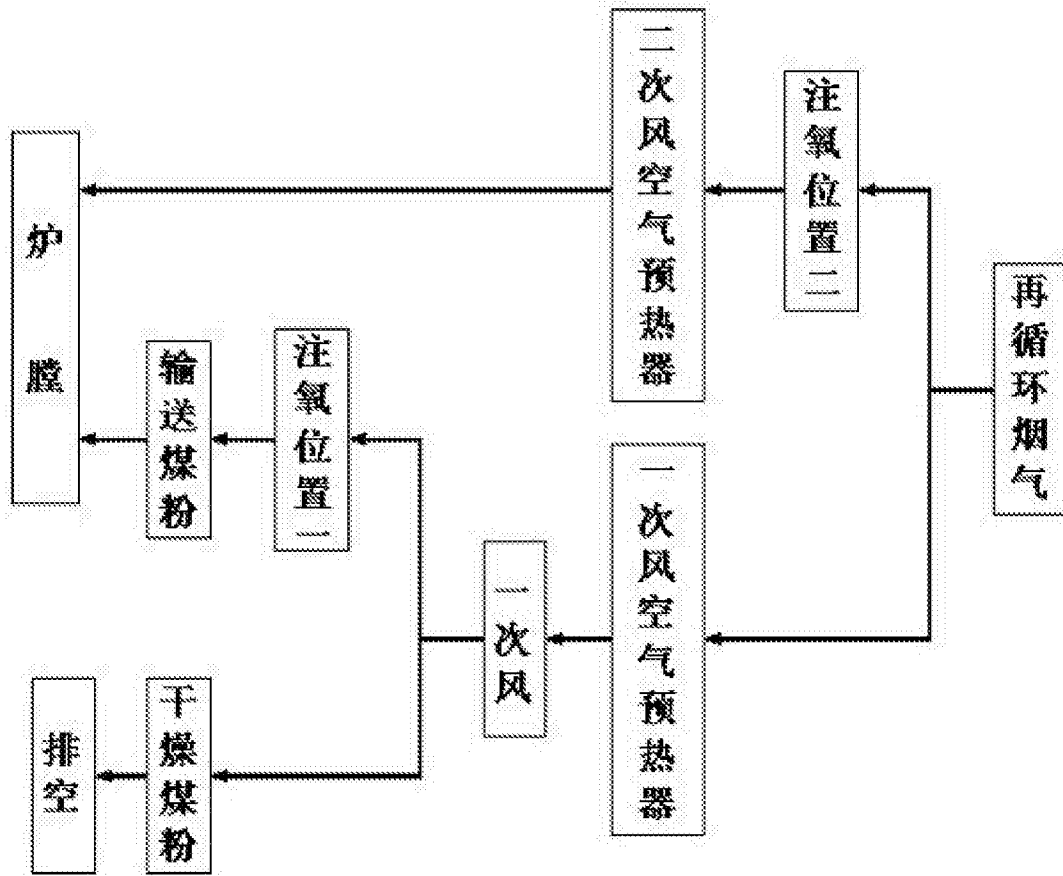


图2