



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204786517 U

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201520280350. 8

(22) 申请日 2015. 05. 04

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38 号

(72) 发明人 周昊 时伟 岑可法

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限  
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

F23K 3/02(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

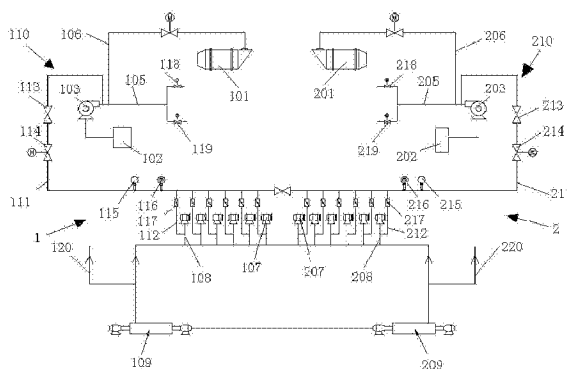
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉

(57) 摘要

本实用新型公开了一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,包括炉体以及送粉单元,所述送粉单元包括:磨煤机、细粉分离器、排粉风机、煤粉仓、连接排粉风机和炉体的三次风管,将排粉风机的循环风送回磨煤机的再循环管,输送煤粉仓内煤粉的给粉机和携带给粉机提供的煤粉进入炉体的一次风管,所述排粉风机的出口集箱或再循环管接口连接分流三次风的三次风连通管,所述三次风连通管接入所述一次风管中。本实用新型通过设置三次风连通管将部分三次风送入一次风内,降低三次风通过三次风管进入炉膛的风量,提高一次风风速,降低一次风风管内的温度,在其他配风条件不变的情况下,炉膛内 CO 含量明显降低, SNCR 脱硝效率提高,使炉膛初始 NO<sub>x</sub> 浓度降低,并且制造成本低,易于实现。



1. 一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,包括炉体以及送粉单元,所述送粉单元包括:磨煤机、细粉分离器、排粉风机、煤粉仓、连接排粉风机和炉体的三次风管,将排粉风机的循环风送回磨煤机的再循环管,输送煤粉仓内煤粉的给粉机和携带给粉机提供的煤粉进入炉体的一次风管,其特征在于,所述排粉风机的出口集箱或再循环管接口连接分流三次风的三次风连通管,所述三次风连通管接入所述一次风管中。

2. 如权利要求 1 所述的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,其特征在于,所述三次风连通管上安装有第一调节蝶阀。

3. 如权利要求 2 所述的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,其特征在于,所述送粉单元中,所述给粉机设有至少两台,每台给粉机对应接入一根一次风管,所述三次风连通管包括主管以及与并联接入该主管的多根支管,每根支管对应接入一根一次风管。

4. 如权利要求 3 所述的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,其特征在于,主管上安装所述的第一调节蝶阀,各支管上安装有第二调节蝶阀。

5. 如权利要求 3 所述的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,其特征在于,各支管接入对应一次风管的落粉管上游。

6. 如权利要求 1 所述的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,其特征在于,所述送粉单元设有两套,两套送粉单元的三次风连通管相互连通,连通处安装有隔断阀。

## 一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及锅炉燃烧技术,特别涉及一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉。

### 背景技术

[0002] 国内绝大多数电厂为燃煤电厂,煤燃烧是氮氧化物的主要来源,对大气造成污染。2010年1月,国家环保部制订了《火电厂氮氧化物防治技术政策》(环发[2010]10号2010-01-27实施),其中明确规定了 $\text{NO}_x$ 控制技术的选择原则:将低氮燃烧技术作为燃煤电厂氮氧化物控制的首选技术,当采用低氮燃烧技术后,氮氧化物排放浓度仍然不达标或不满足总量要求时,应建设烟气脱硝设施。

[0003] 低氮燃烧技术作为燃煤电厂氮氧化物控制的首选技术,在现在有运行机组中应用非常广泛,其中对中间仓储式热风送粉系统进行低氮改造时往往要对三次风进行处理。

[0004] 授权公告号为CN202253605的专利文献公开了一种降低燃煤锅炉三次风燃烧生成的氮氧化物装置,该装置采取在三次风喷口前的风道上安装浓淡分离装置,在浓淡分离之后的风道中加装隔板的方式使三次风局部产生欠氧燃烧,从而降低氮氧化物。该发明不需要改造锅炉制粉系统和三次风风道,具有设备简单运行和维护费用低的特点。但是,由于中间仓储式制粉系统的三次风是由细粉分离器分离出来携带约10%的煤粉“乏气”组成,煤粉含量本来就不高,所以对三次风进行浓淡分离的效果收到限制。另外,在主燃区上部对三次风进行浓淡分离,制造贫氧区也会造成局部煤粉不完全燃烧,导致CO含量升高。

[0005] 哈尔滨工业大学在申请号为201010106866.2的专利文献中提出一种乏气与热风双介质送粉系统,该系统主要是解决三次风引起的 $\text{NO}_x$ 排放量高和结渣的问题,该系统增乏气风箱和风粉混合器等设备,管路系统复杂。

[0006] 公开号为CN 1624380A的专利文献中提出一种煤粉锅炉仓储制粉系统乏气分离装置。该发明认为排粉风机离心力作用将排粉风机出口煤粉分成浓淡两个部分,浓粉与一次风管相连,稀粉与二次风管相连,这样就不再存在三次风。该装置将稀粉引入二次风,将会对二次风风管产生磨损,需要对二次风管更换。另外,三次风在低氮燃烧中往往还起到调整炉膛火焰高度,控制烟温偏差的作用,所以完全取消三次风未必对燃烧有利。

[0007] 由于燃烧波动,三次风布置在炉膛靠上部,三次风量和燃烧状况的变化导致炉内 $\text{NO}_x$ 和CO含量往往波动很大,而炉内CO的含量是SNCR脱硝效率的重要影响因素。吕洪坤等人分别通过试验和模拟研究了尿素和氨作为还原剂时,CO含量对SNCR脱硝性能的影响。研究表明随着CO添加量的增加,不论是 $\text{NH}_3$ 作为还原剂还是尿素作为还原剂,反应温度窗口都向低温方向移动,温度窗口宽度变窄,最佳脱硝效率降低。曹庆喜通过管式炉试验研究了CO对 $\text{NH}_3$ 作为还原剂的SNCR脱硝效果的影响,研究发现添加300ppm的CO可使最佳反应温度降至875℃,降幅为50℃,加入900ppm的CO可使其降至825℃,降幅为100℃。加入CO使反应温度窗口明显变窄,且随着CO浓度的增加,窗口持续变窄,添加CO对高于925℃时脱硝效率的影响较为明显。

## 实用新型内容

[0008] 本实用新型提供了一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,利用三次风连通管分流三次风至一次风管中,能够降低  $\text{NO}_x$  排放,又能够消除炉膛内 CO 含量过高抑制 SNCR 脱硝效率的问题,且结构简单,没有增减原有设备的部件,改造成本较低。

[0009] 一种使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,包括炉体以及送粉单元,所述送粉单元包括:磨煤机、细粉分离器、排粉风机、煤粉仓、连接排粉风机和炉体的三次风管,将排粉风机的循环风送回磨煤机的再循环管,输送煤粉仓内煤粉的给粉机和携带给粉机提供的煤粉进入炉体的一次风管,所述排粉风机的出口集箱或再循环管接口连接分流三次风的三次风连通管,所述三次风连通管接入所述一次风管中。

[0010] 为了方便调节分流的三次风风压,优选的,所述三次风连通管上安装有第一调节蝶阀。

[0011] 为了控制分流的三次风进入各一次风管内风量,优选的,所述送粉单元中,所述给粉机设有至少两台,每台给粉机对应接入一根一次风管,所述三次风连通管包括主管以及与并联接入该主管的多根支管,每根支管对应接入一根一次风管。每根一次分管对应接入支管,有利于控制混合后的一次风风压。

[0012] 为了便于控制分流至各一次风管的流量,进一步优选的,主管上安装所述的第一调节蝶阀,各支管上安装有第二调节蝶阀。从而各支管可以各自调节进风量。

[0013] 为了便于控制分流的三次风的分压和温度,优选的,各三次风连通管上安装有温度和压力传感器。

[0014] 为了防止煤粉进入三次风连通管的支管,优选的,各支管接入对应一次风管的落粉管上游。落粉管上游是指三次风接入一次风管混合之后通过落粉管,这样能保证排粉风机停运时落粉管中的煤粉不会进入三次风连通管的支管中,保证燃烧安全稳定。

[0015] 为了提高工作效率,优选的,所述送粉单元设有两套,并且为了在单磨运行时,分流的三次风可以到达所有的支管,两套送粉单元的三次风连通管相互连通,连通处安装有隔断阀。当单磨运行时,打开隔断阀,使运行的磨煤机的三次风通过三次风连通管的主管进入另一台磨煤机的支管内。

[0016] 使用本实用新型的中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉进行送粉的方法,送粉过程包括:来自空预器的一次风携带给粉机提供的煤粉进入炉膛燃烧,排粉风机输出带有煤粉的三次风通过三次风管送入炉膛,分流 30 ~ 80% 体流量的三次风至一次风。

[0017] 由于中间仓储式制粉系统的三次风是由细粉分离器分离出来携带约 10% 的煤粉“乏气”组成,现有技术中将“乏气”作为三次风送入炉膛在主燃区上部燃烧,三次风喷口距离主燃区的位置对  $\text{NO}_x$  和 CO 产生量具有重要影响,由于现有技术中三次风风量大,导致布置燃尽风时,采用空气分级降低  $\text{NO}_x$  的低氮燃烧系统时,低氮燃烧效果差。而部分工程采用三次风上移的低氮改造方案,三次风带粉在燃尽风(SOFA)标高附近燃烧,导致 SNCR 反应区未燃尽的细煤粉产生大量 CO,而 CO 浓度过高,会导致 SNCR 脱硝效率大幅降低;同时大量的温度较低三次风在主燃区上部投入,特别是一炉两磨(两台磨粉机供应一台锅炉时)运行时,叠加在一起的低温三次风射流会稀释下方的一次风中煤粉燃烧产生的高温烟气,减缓煤粉中焦炭燃烧速度,也使得火焰中心上移,飞灰可燃物增加, $\text{NO}_x$  排放升高,并降低了 SNCR

效率。

[0018] 而使用本实用新型方法,将部分三次风送入一次风内,降低三次风通过三次风管进入炉膛的风量,提高一次风风速,降低一次风风管内的温度,在其他配风条件不变的情况下,炉膛内 CO 含量明显降低,SNCR 脱硝效率提高,使炉膛初始 NO<sub>x</sub>浓度降低。

[0019] 优选的,分流出的三次风风压大于来自空预器的一次风风压。保证分流出来的三次风顺利送入一次风管,同时防止高温一次风倒灌进入含有细煤粉的三次风连通管,保证安全。

[0020] 进一步优选的,分流出的三次风风压为 3.0 ~ 6.0KPa,温度为 60 ~ 70℃。三次风压不低于 3.0KPa 可以有效保证三次风压高于一次风压,小于 6.0KPa,是为了保证排粉风机出口风压处于可控范围,保证设备安全。三次风温度过低不利于煤粉干燥,三次风中含有细煤粉,温度过高存在安全隐患。

[0021] 优选的,来自空预器的一次风风压为 2.36 ~ 2.6KPa,温度为 160 ~ 185℃。具有上述范围内风压和风温的一次风,与分流出的三次风混合后,燃烧效率高,燃烧稳定安全。

[0022] 本实用新型的有益效果:

[0023] 本实用新型的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉,通过设置三次风连通管将部分三次风送入一次风内,降低三次风通过三次风管进入炉膛的风量,提高一次风风速,降低一次风风管内的温度,在其他配风条件不变的情况下,炉膛内 CO 含量明显降低,SNCR 脱硝效率提高,使炉膛初始 NO<sub>x</sub>浓度降低,并且制造成本低,易于实现。

## 附图说明

[0024] 图 1 为本实用新型的半乏气送粉锅炉部分结构示意图。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合附图,对本实用新型具体实施方式进行详细的描述。

[0026] 本实施例的锅炉是以上海锅炉厂生产制造 SG-420/13.7-M417A 型超高压、单汽包、自然循环锅炉为基础进行改造,锅炉采用中间储仓,热风送粉系统,汽包中心线标高 42.75 米,燃烧器具有三层一次风。该锅炉采取了低氮燃烧改造,对三次风进行浓淡分离,淡侧布置在 SOFA 燃烧器下层,浓侧布置在上一次风上部。低氮改造之后对锅炉进行采用尿素为还原剂的 SNCR 烟气脱硝改造,布置了三层 SNCR 喷枪,每层 7 根喷枪。

[0027] 如图 1 所示,本实施例的使用中间仓储式制粉系统的半乏气送粉锅炉包括:炉体(图中未画出)以及左侧的送粉单元 1 和右侧的送粉单元 2,送粉单元 1 包括:磨煤机 101,细粉分离器 102,排粉风机 103,煤粉仓(图中未画出),连接排粉风机 103 和炉体的三次风管 105,将排粉风机 103 的循环风送回磨煤机 101 的再循环管 106,输送煤粉仓内煤粉的六台给粉机 107,携带给粉机 107 提供的煤粉进入炉体的六根一次风管 108,一次风管 108 连接空预器 109,送粉单元 1 的排粉风机 103 的出口集箱或再循环管 106 接口连接分流三次风的三次风连通管 110,三次风连通管 110 接入所在送粉单元的一次风管 108 中,三次风连通管 110 包括主管 111 以及与并联接入该主管的六根支管 112,各支管 112 接入对应一次风管 108 的上游,主管 111 上安装有手动蝶阀 113,电动蝶阀 114,温度传感器 115 和压力传感器 116,支管 112 安装有手动蝶阀 117,空预器 109 同时向二次风管 120 供气。

[0028] 送粉单元 2 的结构与送粉单元 1 相同,包括:磨煤机 201,细粉分离器 202,排粉风机 203,煤粉仓(图中未画出),三次风管 205,再循环管 206,给粉机 207,一次风管 208,空预器 209,三次风连通管 210,主管 211,支管 212,手动蝶阀 213,电动蝶阀 214,温度传感器 215,压力传感器 216,手动蝶阀 217 和二次风管 220。

[0029] 为了在单磨运行时,分流的三次风可以到达所有的支管,两套送粉单元的三次风连通管的主管 111 和主管 211 相互连通,连接处安装有隔断阀 3。

[0030] 一、本实施例在单磨运行条件下三次风部分接入一次风(以左侧的磨煤机 101 运行为例)的操作步骤:

[0031] 1、首先保持各三次风连通管上的手动蝶阀 113,电动蝶阀 114,手动蝶阀 117,手动蝶阀 213,电动蝶阀 214,手动蝶阀 217 以及隔断阀 3 处于关闭状态;

[0032] 2、启动磨煤机 101 和排粉风机 103;

[0033] 3、开启手动蝶阀 113 和隔断阀 3;

[0034] 4、缓慢关小上层三次风电动风门 118,待排粉风机 103 出口压力升高后缓慢开启电动蝶阀 114,通过温度传感器(114、214)和压力传感器(115、215)控制两三次风连通管中分流出的三次风压力和温度;

[0035] 5、依次缓慢各支管(112,212)的手动蝶阀(118,217);

[0036] 6、逐步关小上层三次风电动风门 118 和下层三次风电动风门 119,调小进入三次风管 105 的风量,相应看火,使火焰燃烧正常,无明显波动,并逐步调整来自空预器的一次风风压,并进行燃烧监视,使着火稳定,各燃烧参数正常无明显波动。

[0037] 二、单磨运行时切换至双磨运行条件下三次风部分接入一次风(以左侧的磨煤机 101 运行,启用右侧的磨煤机 201 为例)操作步骤:

[0038] 1、在磨煤机 101 运行状态下,先启动磨煤机 201 和排粉风机 203;

[0039] 2、开启三次风连通管上的手动蝶阀 213,并通过上层三次风电动风门 218 和下层三次风电动风门 219 调小进入三次风管 205 的风量;

[0040] 3、缓慢开启三次风连通管上的电动蝶阀 214,随着阀门开度增大,逐渐关小上层三次风电动风门 218 和下层三次风电动风门 219,相应看火,逐步调整来自空预器的一次风风压,并进行燃烧监视和一次风管内风速监视,使一次风管风压和风速保持相对稳定,不出现明显波动。

[0041] 三、双磨运行时切换至单磨时三次风部分接入一次风操作步骤(以双磨运行时,停用磨煤机 101 和排粉风机 103 为例)

[0042] 操作步骤:

[0043] 1、在双磨运行状态下,停用磨煤机 101;

[0044] 2、关闭三次风连通管 110 上的电动蝶阀 114;

[0045] 3、关闭排粉风机 103。

[0046] 本实施例的锅炉可以有效分流三次风,并且易于控制分流出的三次风风压和温度,实现本实施例的方法的目的。

[0047] 未使用本实施例改造方案的锅炉,由于低氮改造采用了三次风上移的改造方式,使三次风抬高了近 6m,导致三次风带粉在燃尽风(SOFA)标高附近燃烧,导致在 30m 左右接近 SNCR 反应区仍有火焰燃烧,导致 SNCR 反应区未燃尽的细煤粉产生大量 CO,实测 CO 浓度

达到 1580ppm, CO 含量过高, 导致 SNCR 反应温度窗口向低温方向移动, 温度窗口变窄, 使得改造完成后 SNCR 脱硝效率只有 15%~27%, 低于 40% 的设计要求。

[0048] 在实际改造中, 将上层的稀相三次风闸死, 相当于将上层三次风电动风门完全关闭, 从排粉风机出口集箱或再循环管接口对侧引出 DN500 螺旋管作为三次风连通管, 改造需要将集箱上防爆门移位; 将引出的三次风连通管穿过 9 米层锅炉运行平台, 并在 9 米平台之上将两台排粉风机集箱引出的三次风连通管连通, 两侧分别加装手动蝶阀和电动蝶阀, 为了安全起见, 在三次风连通管上加装金属膨胀节和吊架; 从位于 9 米平台之上连通的三次风连通管中接出十二根 DN150 支管, 分别接入十二只一次风管的落粉管上游, 每根支管上加装手动蝶阀。

[0049] 对锅炉燃烧参数进行详细测量记录, 将改造前后参数进行对比, 从中发现: 改造后排粉风机出口至上层三次风风门开度从 100% 关闭到 0%, 排粉风机出口至下层三次风风门开度从 100% 关闭到 30%, 排粉风机电流基本不变, 所以将分流出来的 70% 体积分流量的三次风送入一次风, 分流出的三次风风压为 4.0~5.0KPa, 温度为 65~70℃, 混合前一次风风速为 26~32m/s, 风压为 2.4~2.5KPa, 风温为 165~180℃, 混合后使一次风风速增大 2~4m/s, 温度降低 10~30℃; 在同等配风条件下, 其它参数基本不变, 炉膛 CO 含量从 1580ppm 下降至 213ppm, SNCR 脱硝效率从 27% 提升至 43.4%, 炉膛初始 NO<sub>x</sub> 浓度从 350mg/Nm<sup>3</sup> 下降到 280mg/Nm<sup>3</sup>, 达到低氮改造的设计要求。

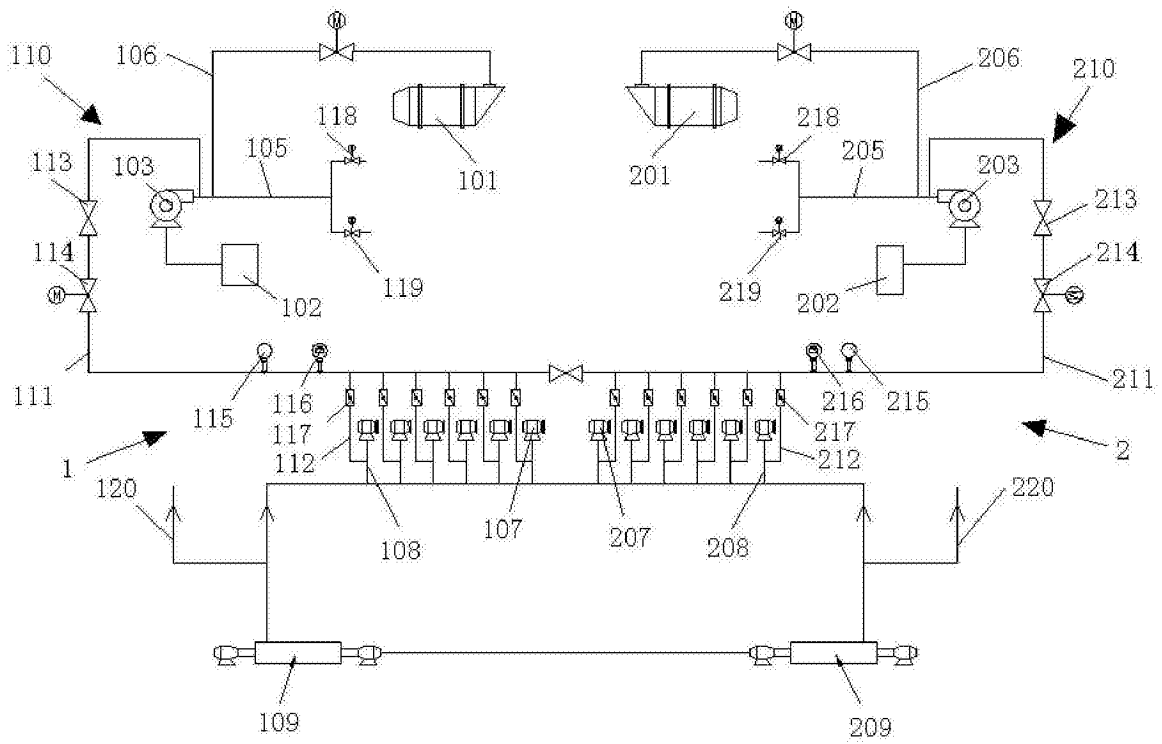


图 1