



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202350012 U

(45) 授权公告日 2012.07.25

(21) 申请号 201120467527.7

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011.11.22

(73) 专利权人 中国科学院过程工程研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村北二条 1  
号

(72) 发明人 郝江平 李静海 刘新华 葛蔚  
何京东 刘雅宁 孙广藩

(74) 专利代理机构 北京法思腾知识产权代理有  
限公司 11318

代理人 杨小蓉 高宇

(51) Int. Cl.

F23C 5/32(2006.01)

F23C 7/00(2006.01)

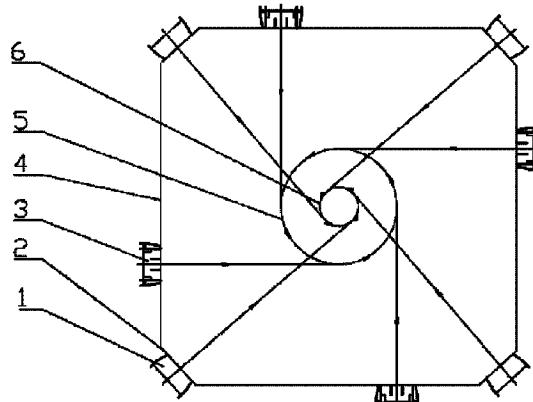
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，根据煤粉燃烧特性和物质转化规律，在微观尺度上，通过将多角切圆燃烧炉膛上的每列一次风喷口(3)采用至少2个或以上的喷口上下相邻集中布置方式，相对集中布置在距火焰中心较近炉膛温度很高的区域，实现多区径向前后分级燃烧；在中等尺度上，通过二级二次风喷口(1)采用局部集中布置方式，与一次风喷口(3)混合前后分别形成强还原性区域和弱还原性或弱氧化性区域，实现多区水平左右分级燃烧；在宏观尺度上，通过设置外周燃尽风喷口(8)和中心燃尽风喷口(9)，使炉膛下部和上部分别形成还原性区域和氧化性区域，实现垂直上下空气分级燃烧。



1. 一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，所述装置包括多角切圆燃烧炉膛，该多角切圆燃烧炉膛包括炉膛角墙（2）和炉膛侧墙（4）、多角切圆燃烧炉膛上的一列以上的沿高度方向设置的一次风喷口（3）、一级二次风喷口（7）和中心燃尽风喷口（9），其特征在于，

所述的一次风喷口（3）采用局部集中布置方式，至少2个或以上的一次风喷口（3）上下相邻集中布置，再在其下方布置一级二次风喷口（7）形成一个分区燃烧器组；若干组分区燃烧器组形成一列，且在最上方的分区燃烧器组的上方设置中心燃尽风喷口（9）；

所述的每列一次风喷口（3）和一级二次风喷口（7）的近侧均平行布置有一列二级二次风喷口（1），该列二级二次风喷口（1）采用局部集中布置方式，至少2个或以上的二级二次风喷口（1）上下相邻集中布置，形成若干分区二级二次风喷口组，对应于所述的分区燃烧器组的设置，其数目与分区燃烧器组相同，其高度与分区燃烧器组相对应；在最上方的所述分区二级二次风喷口组的上方设置外周燃尽风喷口（8）。

2. 根据权利要求1所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的多角切圆燃烧炉膛为四角切圆燃烧炉膛或八角切圆燃烧炉膛。

3. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的每列二级二次风喷口（1）及其外周燃尽风喷口（8）设置于炉膛角墙上，对应地，所述的每列一次风喷口（3）、一级二次风喷口（7）及其中心燃尽风喷口（9）设置于炉膛侧墙上；或，所述的二级二次风喷口（1）及其外周燃尽风喷口（8）设置于炉膛侧墙上，对应地，所述的每列一次风喷口（3）、一级二次风喷口（7）及其中心燃尽风喷口（9）设置于炉膛角墙上；或，所述的每列一次风喷口（3）、一级二次风喷口（7）及其中心燃尽风喷口（9）设置于炉膛侧墙一侧，并与设置于炉膛同一侧墙上的二级二次风喷口（1）及其外周燃尽风喷口（8）彼此保持一定间隔。

4. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的一次风喷口（3）采用煤粉解耦燃烧器。

5. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的一级二次风喷口（7）采用一套独立的进行水平左右摆动的结构；所述的二级二次风喷口（1）采用一套独立的进行垂直上下摆动的结构；所述的外周燃尽风喷口（8）和中心燃尽风喷口（9）各自采用一套独立的同时进行水平左右摆动和垂直上下摆动的结构。

6. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的一级二次风喷口（7）内设置有点火和助燃油枪；所述一次风喷口（3）内部设置点火和助燃的小油枪或等离子点火装置。

7. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的中心燃尽风喷口（9）采用单个喷口，或，采用上下或左右相邻2个及以上的中心燃尽风喷口（9）组成一组，各喷口独立布置。

8. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的外周燃尽风喷口（8）采用单个喷口，或，采用上下相邻2个及以上的外周燃尽风喷口（8）组成一组，各喷口独立布置。

9. 根据权利要求1或2所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的外周燃尽风喷口（8）或/和中心燃尽风喷口（9）的下方还设置有三次风喷口或乏气喷口，以利于三次风或乏气携带的煤粉在高温区燃尽。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，其特征在于，所述的炉膛侧墙上各喷口的两侧上、下游设置分别设置缝隙，用于调节炉墙附近的氧量和温度，保护各喷口，并防护煤粉气流对炉墙的冲刷。

## 一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及煤粉燃烧设备领域,具体地,本实用新型涉及一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置。

### 背景技术

[0002] 在煤粉燃烧的实际应用中,随着煤粉空气混合物在燃烧阶段的燃烧温度和氧浓度的提高,煤粉更易快速、充分燃尽,烟气中飞灰可燃物(未燃尽碳和CO)的含量降低;同时,高温富氧又会使燃烧过程中生成的NO<sub>x</sub>大幅提高;另一方面,煤粉空气混合物在燃烧阶段的燃烧温度和氧浓度越低越有利于抑制氮氧化物NO<sub>x</sub>生成,但煤粉更不易燃尽。因而,解除煤粉燃烧的飞灰可燃物与NO<sub>x</sub>的耦合排放问题是燃烧技术上长期存在的技术难点。

[0003] 目前,应用较广的煤粉燃烧锅炉的低NO<sub>x</sub>燃烧技术主要是空气分级燃烧技术。由于前述的耦合排放关系,该技术往往只能侧重一个方面问题的解决,不仅不能彻底地解决问题,同时还带来许多其它问题。例如,宏观空气分级燃烧技术主要采用与NO<sub>x</sub>反应活性较低、且分布在炉膛大范围浓度较低的一氧化碳来还原已生成的NO<sub>x</sub>,为提高抑制NO<sub>x</sub>排放的效果,被迫通过增大燃尽风(也称火上风)到主燃烧区的距离,提高燃尽风量,来增强炉膛内还原性气氛和增大还原性气氛的区域,这样就使得富氧燃烧的阶段拖后,极难燃尽的焦炭和半焦推迟到离炉膛出口较近的低温燃烧区去燃尽,致使飞灰可燃物的含量增高,锅炉效率下降,而且炉膛中大范围还原性气氛也使得炉膛结焦和水冷壁的高温腐蚀几率大大增加。

[0004] 对于传统的四角切圆煤粉燃烧炉,由于一次风和二次风布置在一条垂直线上,距离较近,使得一、二次风的混合较早,减小了一次风中煤粉在强还原性气氛中的燃烧时间,抑制生成燃料型NO<sub>x</sub>的能力下降。

[0005] 解耦燃烧技术可以实现解除煤炭燃烧的飞灰可燃物与NO<sub>x</sub>的耦合排放关系,是同时降低飞灰可燃物和NO<sub>x</sub>排放的有效方法,其机理是:将煤炭燃烧过程分为两个阶段,第一阶段,煤炭在很高的还原性气氛下发生热解、气化和煤气燃烧,充分利用煤炭自身的热解和气化产物将燃料型NO<sub>x</sub>转化为更为稳定的N<sub>2</sub>;第二阶段创造高温富氧但不产生热力型NO<sub>x</sub>的环境,再确保煤炭的充分燃尽。

[0006] 由此可见,解耦燃烧抑制NO<sub>x</sub>排放的关键过程,在燃烧初期热解气化产生的挥发份氮的转化过程,该过程主要在一次风内部、二次风混合前的较小空间范围进行,一次风与二次风混合后即开始燃尽阶段,不需要前述的空气分级燃烧产生的大范围炉膛还原性气氛。该过程是属于微观上的分级燃烧,只是机理不同于前述的宏观上的空气分级燃烧,解耦燃烧的还原剂充分利用了热解气化产物,反应活性更高。

[0007] 专利“低氮氧化物排放煤粉解耦燃烧器及煤粉解耦燃烧方法”(中国实用新型专利申请号:201110033811.8)实用新型了一种煤粉解耦燃烧器和煤粉解耦燃烧方法,该技术主要依赖燃烧器自身的性能,没有和锅炉的二次风配风结合起来,因而抑制NO<sub>x</sub>排放的能力受到一定限制。

[0008] 对于传统四角切圆燃烧的锅炉，燃烧器布置在四个角部，该区域炉温较低，一次风风粉混合物喷出时，对于锅炉的稳定燃烧和抑制 NO<sub>x</sub> 的排放都不利，特别是燃用低挥发份和低热值等难燃煤时，问题更为突出。

[0009] 另外，传统的四角切圆燃烧炉，燃烧器通常采用垂直上下摆动的方式来调节火焰中心的高度，从而来调节主、再热汽温，该方式使得一次风和二次风必须同时摆动，一次风喷口过大的摆角使得煤粉对在高温下工作的喷口的冲刷磨损十分严重，燃烧器寿命大大下降。而且，因为一套机构上的连杆传动较多，连杆长度和销轴定位保持统一的要求就较高，但由于炉体和燃烧器风箱存在不规则的热膨胀，使得该摆动装置的故障率很高，往往长时间失去作用，影响锅炉的燃烧特性。

## 实用新型内容

[0010] 本实用新型的目的在于，为了克服上述问题，从而提供一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置。

[0011] 为了实现上述目的，本实用新型提供了一种多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置，所述装置包括多角切圆燃烧炉膛，该多角切圆燃烧炉膛包括炉膛角墙 2 和炉膛侧墙 4、多角切圆燃烧炉膛上的一列以上的沿高度方向设置的一次风喷口 3、一级二次风喷口 7 和中心燃尽风喷口 9，其特征在于，

[0012] 所述的一次风喷口 3 采用局部集中布置方式，至少 2 个或以上的一次风喷口 3 上下相邻集中布置，再在其下方布置一级二次风喷口 7 形成一个分区燃烧器组；若干组分区燃烧器组形成一列，且在最上方的分区燃烧器组的上方设置中心燃尽风喷口 9；

[0013] 所述的每列一次风喷口 3 和一级二次风喷口 7 的近侧均平行布置有一列二级二次风喷口 1，该列二级二次风喷口 1 采用局部集中布置方式，至少 2 个或以上的二级二次风喷口 1 上下相邻集中布置，形成若干分区二级二次风喷口组，对应于所述的分区燃烧器组的设置，其数目与分区燃烧器组相同，其高度与分区燃烧器组相对应；在最上方的所述分区二级二次风喷口组的上方设置外周燃尽风喷口 8。

[0014] 作为上述技术方案的一种改进，所述的多角切圆燃烧炉膛为四角切圆燃烧炉膛或八角切圆燃烧炉膛。

[0015] 作为上述技术方案的一种改进，所述的每列二级二次风喷口 1 及其外周燃尽风喷口 8 设置于炉膛角墙上，对应地，所述的每列一次风喷口 3、一级二次风喷口 7 及其中心燃尽风喷口 9 设置于炉膛侧墙上；或，所述的二级二次风喷口 1 及其外周燃尽风喷口 8 设置于炉膛侧墙上，对应地，所述的每列一次风喷口 3、一级二次风喷口 7 及其中心燃尽风喷口 9 设置于炉膛角墙上；或，所述的每列一次风喷口 (3)、一级二次风喷口 (7) 及其中心燃尽风喷口 (9) 设置于炉膛侧墙一侧，并与设置于炉膛同一侧墙上的二级二次风喷口 (1) 及其外周燃尽风喷口 (8) 彼此保持一定间隔。

[0016] 由于炉膛中烟气的旋转上升运行，烟气上游和下游是相对的，因而，上述二级二次风喷口 1 作为中等尺度分级送风喷口可以布置在一次风喷口 3 的上游，也可布置在下游，二级二次风喷口组和也可和对应的每列一次风喷口 3、一级二次风喷口 7 和中心燃尽风喷口 9 都设置于炉膛侧墙上，只要彼此保持一定间隔即可实现分级燃烧的目的，但二级二次风喷口组设置在下游更有利抑制炉墙的结焦和高温腐蚀。

- [0017] 作为上述技术方案的一种改进,所述的一次风喷口3采用煤粉解耦燃烧器。
- [0018] 作为上述技术方案的一种改进,所述的一级二次风喷口7采用一套独立的进行水平左右摆动的结构;所述的二级二次风喷口1采用一套独立的进行垂直上下摆动的结构;所述的外周燃尽风喷口8和中心燃尽风喷口9各自采用一套独立的同时进行水平左右摆动和垂直上下摆动的结构。
- [0019] 作为上述技术方案的一种改进,所述的一级二次风喷口7内设置有点火和助燃油枪;所述一次风喷口3内部设置点火和助燃的小油枪或等离子点火装置。
- [0020] 作为上述技术方案的一种改进,所述的中心燃尽风喷口(9)采用单个喷口,或,采用上下或左右相邻2个及以上的中心燃尽风喷口(9)组成一组,各喷口独立布置。中心燃尽风喷口9也可仅设一个喷口,也可多个喷口采用上下或左右分散布置。
- [0021] 作为上述技术方案的一种改进,所述的外周燃尽风喷口(8)采用单个喷口,或,采用上下相邻2个及以上的外周燃尽风喷口(8)组成一组,各喷口独立布置。燃尽风喷口8也可仅设一个喷口,也可多个喷口采用上下分散布置。
- [0022] 作为上述技术方案的一种改进,所述的外周燃尽风喷口8或/和中心燃尽风喷口9的下方还设置有三次风喷口或乏气喷口,以利于三次风或乏气携带的煤粉在高温区燃尽。
- [0023] 作为上述技术方案的一种改进,所述的炉膛侧墙上各喷口的两侧上、下游设置分别设置缝隙,用于调节炉墙附近的氧量和温度,调节风可以保护各喷口,并防护煤粉气流对炉墙的冲刷。
- [0024] 本实用新型根据煤粉燃烧特性和物质转化规律,实现同时降低飞灰可燃物和NO<sub>x</sub>排放的解耦燃烧;
- [0025] 在微观尺度上,通过将多角切圆燃烧炉膛上的每列一次风喷口3采用至少2个或以上的喷口上下相邻集中布置方式,再在其下方布置一级二次风喷口7形成一个分区燃烧器组,每列中的若干一次风喷口3形成的分区燃烧器组,相对集中布置在距火焰中心较近炉膛温度很高的区域,利用解耦燃烧器一次风喷口的高度浓缩和高速加热特性,使燃烧器喷口射向炉膛的气流在前后分别形成强还原性和弱还原性区域,实现多区径向前后分级燃烧;
- [0026] 在中等尺度上,通过在所述的每列一次风喷口3和一级二次风喷口7的近侧均平行布置有一列二级二次风喷口1,该列二级二次风喷口1采用局部集中布置方式,至少2个或以上的二级二次风喷口1上下相邻集中布置,形成若干组,对应于所述的分区燃烧器组设置,该二级二次风喷口1与一次风喷口3出来的风混合前后分别形成强还原性区域和弱还原性或弱氧化性区域,实现多区水平左右分级燃烧;
- [0027] 在宏观尺度上,通过在大炉膛上部设置外周燃尽风喷口8和中心燃尽风喷口9,使炉膛下部和上部分别形成还原性区域和氧化性区域,实现垂直上下空气分级燃烧。
- [0028] 本实用新型的优点在于,本实用新型提供的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置及燃烧方法根据煤粉燃烧特性和物质转化规律,充分发挥了在燃烧初期微观尺度上的多区径向前后分级燃烧特性和中等尺度上的多区水平左右分级燃烧,在不同尺度和区域重点解决不同问题,在确保安全性的条件下,克服煤粉燃烧耦合排放的顽症,实现同时降低飞灰可燃物和NO<sub>x</sub>排放的解耦燃烧。
- [0029] 具体体现包括:

[0030] 1、本实用新型充分发挥了在燃烧初期微观尺度上利用解耦燃烧器一次风喷口的多区径向前后分级燃烧特性、在燃烧中期中等尺度的多区水平左右分级燃烧特性和在燃烧的中后期宏观尺度上利用大炉膛垂直上下空气分级燃烧的特性。

[0031] 首先，通过多尺度的多区分级燃烧，较早地完成  $\text{NO}_x$  向  $\text{N}_2$  的转化，二次风及时补充，让煤粉及时发生高温富氧反应，延长在炉膛充分燃烧的时间，从而充分燃尽，降低烟气中飞灰可燃物、CO 的含量。

[0032] 其次，由于燃烧的多区性，增加了在炉膛内燃烧的均匀性，从而有利于避免出现局部燃料和氧气过于集中的环境，产生过大的高温富氧的燃烧峰值，有利于抑制热力型  $\text{NO}_x$  的生成。

[0033] 总之，通过多尺度的多区分级燃烧抑制  $\text{NO}_x$  的生成，可减小对传统大炉膛空气分级燃烧所需要的大还原区的依赖，减小燃尽区到主燃烧区的距离来增加燃尽区的温度、空间，增加燃尽速度和燃尽时间，从而克解其耦合排放的顽症，实现同时降低飞灰可燃物和  $\text{NO}_x$  排放的解耦燃烧。

[0034] 2、本实用新型的燃烧装置，一次风喷口相对集中布置在距火焰中心较近炉膛温度很高的区域，不仅有利于难燃煤的稳燃，而且有利于提高一次风射入炉膛的煤粉的热解气化速度，可增加燃烧初期对  $\text{NO}_x$  还原性较强的煤炭自身的热解气化产物的浓度，同时挥发份快速析出也可增大挥发份氮的比例，降低焦炭氮的比例，为解耦燃烧抑制  $\text{NO}_x$  的生成创造了更好的条件；

[0035] 3、本实用新型的燃烧装置，部分二级二次风喷口可以集中布置在一次风的下游与一次风混合助燃，这样可在炉膛内沿气流方向从一次风到二次风喷口之间，形成多个区域较大的局部还原性燃烧区，延长了煤粉在较强还原性气氛下的燃烧时间，从而增强抑制燃料型和热力型  $\text{NO}_x$  的生成能力，降低  $\text{NO}_x$  的排放；

[0036] 4、本实用新型的燃烧装置，部分助燃上游一次风的一级和二级二次风在炉膛内与下游一次风混合前含氧量已降低并且被加热到很高温度，结合一次风喷口的相对集中布置，充分实现了高温空气燃烧的条件，即有利于同时抑制燃料型和热力型  $\text{NO}_x$  的生成，也可实现稳燃；

[0037] 5、本实用新型的燃烧装置，与四角切圆燃烧相比，一次风射流更远离炉墙，通过调节各列二级二次风喷口组的风量，可在炉膛内二级二次风下游靠近炉墙附近的易结焦范围内，形成二级风包围一次风的旋转动力场，不仅有利于实现降低  $\text{NO}_x$  排放的逐级燃烧，也有利于防止炉墙的结焦和高温腐蚀。

[0038] 6、与四角切圆锅炉相比，本实用新型的每列一次风喷口 3、二级二次风喷口 1 和中心燃尽风喷口 9 中的二级风喷口和燃尽风喷口距离炉膛中心较近，气流贯穿到炉膛中心的能力较强，因而可加强包括炉膛中部在内的整个炉膛空间的风粉混合，使煤粉及时燃尽，有利于降低飞灰含碳量，增强解耦燃烧的效果。

[0039] 7、本实用新型通过水平和垂直摆动二次风喷口组合来调节炉膛内的动力场、温度场和浓度场，且一次风喷口可以不随二次风喷口一起摆动，从而可以减小一次风喷口的磨损速度，提高使用寿命。将摆动机构分解为多种，部分仅需进行简单的手动调节，仅保留部分调节比较频繁的喷口采用远程调控机构执行调节，这样可以减小摆动机构的复杂性和工作负荷，降低该机构的故障率。

[0040] 综上,本实用新型的燃烧装置及其方法,除了有可靠的解耦燃烧技术性能,还有突出的稳燃能力、防结焦和易调节等燃烧性能,不仅对难燃煤和易结焦煤及其它劣质煤等有更好的适应性,同时,由于燃烧区布置较为集中,相对传统煤粉锅炉,也有利于减小炉膛设计高度,降低制造和安装成本。

### 附图说明

[0041] 图 1 为本实用新型的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置的俯视图示意图,

[0042] 图 2 是本实用新型的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置的侧视图示意图。

[0043] 附图标识

[0044] 1、二级二次风喷口 2、炉膛角墙 3、一次风喷口

[0045] 4、炉膛侧墙 5、一次风假想切圆 6、二级二次风假想切圆

[0046] 7、一级二次风喷口 8、外周燃尽风喷口 9、中心燃尽风喷口

### 具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本实用新型进行进一步的详细说明。

[0048] 如图 1 所示,本实施例中的多角切圆多尺度煤粉解耦燃烧装置采用四角切圆的煤粉解耦燃烧炉,四列一次风喷口 3、一级二次风喷口 7 及其中心燃尽风喷口 9 安装在四面炉膛侧墙 4 上,对应地,四列二级二次风喷口 1 及其外周燃尽风喷口 8 安装在四个炉膛角墙 2 上;

[0049] 如图 2 所示,所述一次风喷口 3 可采用煤粉解耦燃烧器,并采用局部集中布置方式,上下相邻 2 个及以上的一次风喷口 3 组成一组布置在炉膛侧墙 4 上;所述一次风喷口 3 内也可设置点火和助燃的小油枪或等离子点火装置;一级二次风喷口 7 布置在该一次风喷口组的下方形成一个分区燃烧器组,侧墙上沿高度方向可布置多组该分区燃烧器组;该侧墙上的一级二次风喷口 7 采用可进行水平摆动的结构,在专设机构带动下可使喷口喷射角度做水平左右摆动;所述侧墙上的一级二次风喷口 7 内也可设置点火和助燃油枪;对于不同煤种该侧墙上的一级二次风喷口 7 也可上下连续布置多个喷口,也可在一次风之间插入小流量的该喷口;

[0050] 所述四列二级二次风喷口 1 采用局部集中布置方式,上下相邻 2 个及以上的二级二次风喷口 1 组成一组布置在炉膛角墙 2 上,形成分区二级二次风喷口组;该分区二级二次风喷口组数量与前述侧墙上安装的分区燃烧器组相同,且在标高上,该分区二级二次风喷口组与前述各分区燃烧器组相对应;所述二级二次风喷口 1 采用可垂直上下摆动的结构,在专设机构带动下可使分区二级风喷口组各喷口的喷射角度做垂直上下摆动;

[0051] 中心燃尽风喷口 9 位于前述最上方的分区燃烧器组的上方,并与最上方的分区燃烧器组相距一定距离;中心燃尽风喷口 9 采用可同时水平和垂直摆动的结构,在专设机构带动下可使该中心燃尽风喷口 9 的喷射角度做水平左右和垂直上下摆动;中心燃尽风喷口 9 可采用局部集中布置方式,上下或左右相邻 2 个及以上的中心燃尽风喷口 9 组成一组布置在炉膛侧墙 4 上;中心燃尽风喷口 9 也可仅设一个喷口,也可多个喷口采用上下或左右分散布置;

[0052] 外周燃尽风喷口 8 位于前述最上方的分区二级二次风喷口组的上方,并与最上方

的分区二次风喷口组相距一定距离；外周燃尽风喷口 8 采用可同时水平和垂直摆动的结构，在专设机构带动下可使该燃尽风各喷口的喷射角度做水平左右和垂直上下摆动；外周燃尽风喷口 8 可采用局部集中布置方式，上下相邻 2 个及以上的外周燃尽风喷口 8 组成一组布置在炉膛角墙 2 上，燃尽风喷口 8 也可仅设一个喷口，也可多个喷口采用上下分散布置；

[0053] 所述四面炉膛侧墙 4 上安装的各层分区燃烧器组的标高相对应；各一次风喷口 3 的喷射中心线汇集在炉膛围成一个与喷射中心线相切、旋转运动方向一致的一次风假想切圆 5；

[0054] 所述四角炉膛角墙 2 上安装的各层分区二级二次风喷口组的标高相对应；各二级二次风喷口 1 的喷射中心线汇集在炉膛围成一个与喷射中心线相切、旋转运动方向一致的二级二次风假想切圆 6；

[0055] 实际应用中，通过改变一次风喷口 3 水平安装位置和喷射中心线的角度以及二级二次风喷口 1 喷射中心线的角度，一次风假想切圆的直径可大于也可小于二级二次风假想切圆的直径；两个假想切圆的旋转方向可以相同，也可相反；一次风假想切圆的直径也可以为零。

[0056] 对于设有三次风喷口或乏气喷口的系统，可以将三次风喷口或乏气喷口设于外周燃尽风喷口 8 或中心燃尽风喷口 9 之下，以利于三次风或乏气携带的煤粉在高温区燃尽。

[0057] 通过在侧墙上各喷口的上、下游设置调节风，可调节炉墙附近的氧量和温度，保护各喷口，并防护煤粉气流对炉墙的冲刷，减轻受热面的结焦和高温腐蚀。根据本实用新型的构思，调节风风量较小，可以不设喷口，只是从炉膛开的缝隙进入。

[0058] 本实用新型的二级二次风喷口 1 也都可布置在侧墙上，属于次级二次风，由于炉膛中烟气的旋转上升运行，烟气上游和下游是相对的，因而上述二级二次风喷口 1 作为中等尺度分级送风喷口可以布置在侧墙上一次风喷口的上游，也可布置在下游，只要彼此保持一定间隔即可实现分级燃烧的目的。但设置在下游更有利于抑制炉墙的结焦和高温腐蚀。

[0059] 此外本实用新型煤粉解耦燃烧的步骤包括：

[0060] 1) 一次风喷口 3 采用煤粉解耦燃烧器或其它一次风中有浓煤粉气流和对气流快速加热的燃烧器；浓煤粉气流首先被炉膛高温烟气高速加热，迅速加热到着火温度，同时高温高速的热解气化大幅增加了挥发份氮比例，且煤热解气化后挥发份中的  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NCH}$ 、 $\text{C}_m\text{H}_n$ （碳氢化合物）、 $\text{CO}$  具有强还原性和高浓度，该阶段挥发份氮生成的  $\text{NO}_x$  可大部分转化成稳定的  $\text{N}_2$ 。随煤粉气流沿径向流向炉膛，淡粉气流和一级二次风及炉膛中的氧气依次逐步混入，由于半焦开始燃烧，对氧气的消耗增大，因此该燃烧的气流始终处于还原性气氛下，可大幅抑制  $\text{NO}_x$  的生成；该燃烧过程的不同阶段主要产生在各一次风喷口出口附近，并沿径向气流由前向后的流动过程，因而属于微观尺度的多区径向前后分级燃烧；

[0061] 一次风风粉混合物由一次风喷口 3 进入炉膛一定深度后，随着烟气在炉膛内做旋转上升；

[0062] 2) 一级二次风由位于一次风喷口组下方的一级二次风喷口 7 进入炉膛，该气流逐渐与前述一次风混合旋转上升，以防止一次风煤粉的离析下落，同时其补充的空气可使煤粉维持持续的较强的还原性燃烧；且该一级二次风喷口 7 做水平摆动时，可改变气流的进

入角度,从而调节炉膛内旋转气流的动力场强度和控制与一次风的混合时机;该二次风内可设置油枪,以在锅炉点火和助燃阶段提供燃油火炬。

[0063] 3) 二级二次风,则由每列二次风喷口组中的二级二次风喷口 1 进入炉膛,为在炉膛形成强烈旋转气流提供动力,该气流与上游旋转而来的一次风风粉混合气流逐渐混合,旋转上升;由于该二次风气流受到上游气流的推挤,相对处于旋转气流的外侧,大范围包围着炉内烟气,其补充的空气仍可使上游煤粉继续维持还原性燃烧,同时该气流还可阻止煤粉冲刷炉墙,并防止炉墙附近出现较强的还原性气氛,保护炉墙不发生结焦和高温腐蚀;所述的每列二次风喷口组可上下摆动,从而上下调节炉膛火焰的中心位置;

[0064] 该二次风为上游煤粉气流提供了部分的燃烧空气,使气流含氧量增加,促使煤粉快速燃尽;该燃烧过程的不同阶段主要产生在炉膛水平旋转气流的二级二次风的上游和下游之间。上游一次风到二级二次风之间为较强还原性气氛;二级二次风到下游一次风之间为弱氧化性或弱还原性气氛,并在该区间沿水平周向气流由左向右(或由右向左)的流动过程,平均含氧量逐渐降低。相对于喷口附近微观尺度的分级燃烧,该燃烧过程属于中等尺度的多区水平左右分级燃烧;

[0065] 在较强还原性气氛区,煤粉中剩余的部分焦炭氮进一步转化为 N<sub>2</sub>;在之后的区域,焦炭氮的比例已很低,而且,由于其析出时要穿越煤粉颗粒表面的还原性界面,使得焦炭氮向 NO<sub>x</sub> 转化的转化率很低;

[0066] 4) 中心燃尽风经由中心燃尽风喷口 9 进入炉膛内,与前述旋转上升的烟气中靠近炉膛中心的部分混合均匀,为未燃尽的煤粉及时提供燃尽空气;该燃尽风各喷口的喷射角度做水平左右摆动时,可调节炉膛烟气的旋转动力强度,调节炉膛上部及出口烟气温度的分布,即可通过减弱旋转气流的旋转强度来避免炉膛出口不同区域烟温出现过大的偏差,也可通过调节炉墙附近烟气温度和烟气在炉膛放热量来调节锅炉主、再热汽温;该燃尽风各喷口的喷射角度做垂直上下摆动时,可通过上下调节炉膛火焰的中心位置来调节锅炉主、再热汽温,并控制燃尽风与上升烟气的混合时机,以控制 NO<sub>x</sub> 和飞灰可燃物的耦合排放;

[0067] 5) 外周燃尽风由外周燃尽风喷口 8 进入炉膛内,与上升的烟气中靠近炉墙的部分混合均匀,为未燃尽的煤粉及时提供燃尽空气;该燃尽风各喷口的喷射角度做水平左右摆动时,可调节炉膛烟气的旋转动力强度,调节炉膛上部及出口烟气温度的分布,即可通过减弱旋转气流的旋转强度来避免炉膛出口不同区域烟温出现过大的偏差,也可通过调节炉墙附近烟气温度和烟气在炉膛放热量来调节锅炉主、再热汽温;该燃尽风各喷口的喷射角度做垂直上下摆动时,可通过上下调节炉膛火焰的中心位置来调节锅炉主、再热汽温,并控制燃尽风与上升烟气的混合时机,以控制 NO<sub>x</sub> 和飞灰可燃物的耦合排放;

[0068] 6) 根据锅炉 NO<sub>x</sub> 和飞灰可燃物的耦合排放关系和安全性要求,对于锅炉燃用煤种的不同,所述二次风和燃尽风的配风方式也不同;

[0069] 流经所述二级二次风喷口 1 的二次风比例占二次风和燃尽风总量的 15%~80%;随着燃煤的易燃性的增强,该风量可减小;若锅炉炉膛的结焦状况较重,可增大该风量;

[0070] 流经所述一级二次风喷口 7 的二次风比例占二次风和燃尽风总量的 15%~80%;随着燃煤的易燃性的增强,该风量可增大;

[0071] 流经所述外周燃尽风喷口 8 的燃尽风比例占二次风和燃尽风总量的 0%~30%;

随着燃煤的易燃性的增强,该风量可减小;若要提高锅炉主、再热汽温,则可增大该风量;  
[0072] 流经所述中心燃尽风喷口9的燃尽风比例占二次风和燃尽风总量的0%~30%;随着燃煤的易燃性的增强,该风量可减小;若要提高锅炉主、再热汽温,则可增大该风量;若飞灰含碳量较大,可调节该风量在最佳组合;

[0073] 通常为了降低锅炉NO<sub>x</sub>的排放,可增大燃尽风量和二级二次风量;

[0074] 本实用新型采用多尺度的多区分级燃烧方法;微观尺度上利用解耦燃烧器一次风喷口的高度浓缩和高速加热特性,使燃烧器喷口射向炉膛的气流在前后分别形成强还原性和弱还原性区域,实现多区径向前后分级燃烧;在中等尺度通过二级二次风与上游一次风混合前后分别形成强还原性区域和弱还原性或弱氧化性区域,实现多区水平左右分级燃烧;在宏观尺度上通过在大炉膛上部设置燃尽风,使炉膛下部和上部分别形成还原性区域和氧化性区域,实现垂直上下空气分级燃烧。

[0075] 在燃烧初期微观尺度上,通过对一次风煤粉气流的高度浓缩和高速加热等手段来创造抑制燃料型NO<sub>x</sub>生成的有利条件,重点是促使产生更多的挥发份氮并向N<sub>2</sub>转化;

[0076] 在燃烧中期,重点通过控制混合气流的含氧量来控制浓度场和温度场,来进一步抑制燃料型NO<sub>x</sub>的生成,促使焦炭氮向N<sub>2</sub>的转化;同时避免出现产生大量生成热力型NO<sub>x</sub>的高温富氧条件;

[0077] 通过前述手段,已使大部分燃料氮转化为稳定的N<sub>2</sub>,在燃烧的中后期,即可通过在炉膛内炉温较高的区域及时送入燃尽空气,并及时混合均匀,使可燃物有充分燃尽的条件,来降低烟气中飞灰可燃物的含量;由此可见,多尺度的多区分级燃烧,是根据煤粉燃烧特性和物质转化规律,在不同尺度和区域重点解决不同问题,在确保安全性的条件下,克解煤粉燃烧耦合排放的顽症,实现同时降低飞灰可燃物和NO<sub>x</sub>排放的解耦燃烧。

[0078] 最后所应说明的是,以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本实用新型进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本实用新型的技术方案进行修改或者等同替换,都不脱离本实用新型技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。

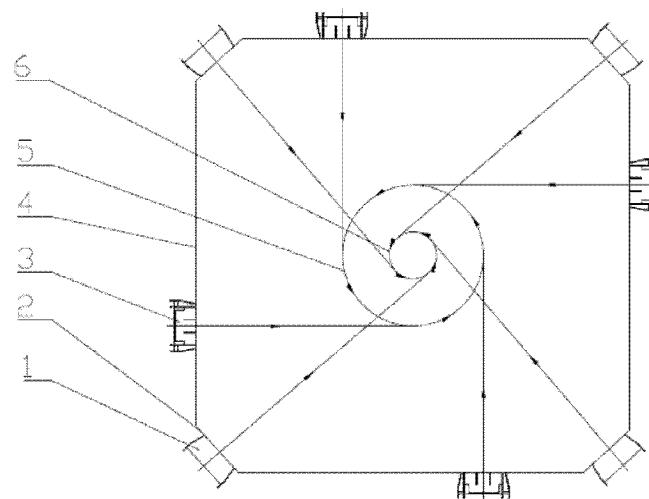


图 1

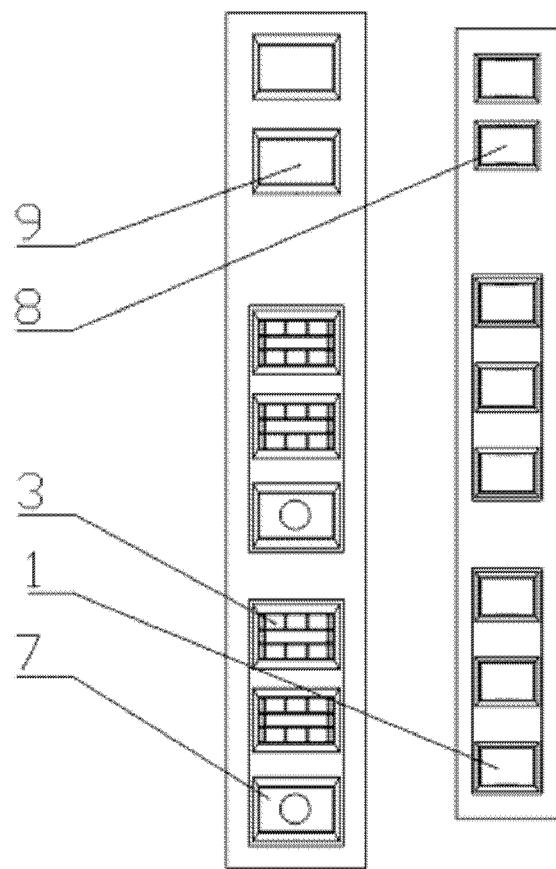


图 2