



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116294647 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202310162033.5

F23D 14/46 (2006.01)

(22) 申请日 2023.02.23

F23L 15/04 (2006.01)

(71) 申请人 中国科学院广州能源研究所  
地址 510640 广东省广州市天河区五山能源路2号

(72) 发明人 张建军 宋文吉 冯自平

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001  
专利代理师 邓潮彬 莫瑶江

(51) Int. Cl.

F27D 17/00 (2006.01)

F27D 7/06 (2006.01)

F27D 7/04 (2006.01)

F27D 9/00 (2006.01)

F23D 14/00 (2006.01)

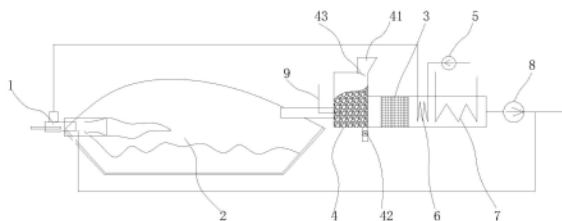
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种汽碳高温脱硝装置

(57) 摘要

本发明公开了一种汽碳高温脱硝装置,包括燃烧器、熔炉、生物碳生成系统、助燃风加热系统、还原室、烟气余热利用系统以及引风系统;所述燃烧器安装在熔炉中;所述生物碳生成系统包括一壳体,所述壳体和熔炉相连通;所述助燃风加热系统包括鼓风机、空气预热器;由鼓风机提供的助燃风首先经过空气预热器,在空气预热器中吸收烟气的热量,然后再被传送至所述燃烧器中;所述引风系统包括引风机,用以将还原室内的烟气一部分引入除尘系统后排放,另一部分通过循环管道引入燃烧器。本脱硝装置不影响原炉窑的燃烧与加热过程,不需要另外消耗能源,且可以利用生物质等可再生能源的碳化实现NO<sub>x</sub>的脱除,从源头上减少氮氧化物的排放浓度。



1. 一种汽碳高温脱硝装置,其特征在于,包括燃烧器、熔炉、生物碳生成系统、助燃风加热系统、还原室、烟气余热利用系统以及引风系统;其中,

所述燃烧器安装在熔炉中;

所述生物碳生成系统包括一壳体,在壳体的中设置有进料口;所述壳体和熔炉相连通,熔炉所产生的烟气流通至所述壳体中,壳体内部有耐热层和保温层;

所述助燃风加热系统包括鼓风机、空气预热器;由鼓风机提供的助燃风首先经过空气预热器,在空气预热器中吸收烟气的热量,然后再被传送至所述燃烧器中参与燃烧,回收烟气余热;

所述还原室和生物碳生成系统的壳体相连,包括生物碳生成部分的完成碳化的部分和后续的蜂窝脱硝还原室,烟气在还原室完成脱硝过程;

所述烟气余热利用系统与还原室相连,用以对还原室内的烟气余热进行利用;所述烟气余热包括烟气离开熔炉时所携带的显热,还有在生物碳生成过程中挥发性气气体燃气释放的热量及碳氧化释放的热量三部分热量;

所述引风系统包括引风机,用以将还原室内的烟气一部分引入除尘系统后排放,另一部分通过循环管道引入燃烧器。

2. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,通过烟气炉外循环,实现所述燃烧器采用氮氧化物排放的燃烧器。

3. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,在所述进料口中安装有单向阀,在壳体的底部安装有卸料阀。

4. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,所述烟气余热利用系统为换热器,所述换热器包括空气预热器和冷却水换热器,部分余热返回燃烧系统,另一部分余热通过水作为工质进行回收。

5. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,所述蜂窝脱硝还原室由碳层制作成蜂窝状,内部为直通道,在烟气进入还原室前,烟气中氧气去除干净,在此过程中,只有氮氧化物与炽热碳发生还原反应,同时,释放热量,这部分热量在后续的烟气余热系统得到利用。

6. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,在所述生物碳生成系统的壳体内还设置有喷水雾化器,一方面调节烟道内烟气温度的,另一方面调节烟气中氢气、一氧化碳的含量,保证气体内的还原气氛。

7. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,炉料在所述熔炉中融化过程中,所述熔炉壁需要适当冷却,熔炉上部密封,封闭的熔炉上部为正压。

8. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,由鼓风机提供的助燃风首先经过空气预热器,被加热到500℃以上。

9. 如权利要求1所述的汽碳高温脱硝装置,其特征在于,烟气在还原室内的温度为600℃至800℃,经过还原室,烟气中没氧气、氮氧化物,只有二氧化碳、水蒸汽及粉尘。

10. 如权利要求1所述汽碳高温脱硝装置,其特征在于,在生物碳生成系统中,消耗掉了烟气中氧气,同时,会生成一氧化碳和氢气。烟气中在没有氧气的条件下,在设定的温度环境下,其中的氮氧化物会快速被还原为氮气,在生物碳生成系统中,消耗完烟气中氧气,并完成95%以上的脱硝任务。

## 一种汽碳高温脱硝装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环保技术,具体涉及一种汽碳高温脱硝装置。

### 背景技术

[0002] 烟气是燃料燃烧后的产物。烟气中含有粉尘、氮氧化物和硫氧化物、二氧化碳、氮气等。尤其是氮氧化物,为保护大气环境,在烟气排放前一定要保证这种有害物的浓度不高于国家排放标准。烟气中的氮氧化物的生产有三个来源,燃料型NO<sub>x</sub>,热力型NO<sub>x</sub>和随机型NO<sub>x</sub>。对于高温窑炉来说,如玻璃窑等,主要是热力型NO<sub>x</sub>,随着火焰温度的提高,热力型NO<sub>x</sub>的生成速度提高很快。因此,对于玻璃熔窑等高温炉窑,热力型NO<sub>x</sub>的生成不可避免,由于烟气中通常含有大量的氮氧化物NO<sub>x</sub>如NO,这些氮氧化物如果直接排放到大气中,会导致腐蚀性很强的酸雨,因此烟气在排放之前必须经过脱氮(即脱硝)处理。

[0003] 目前,运用比较成熟的烟气脱硝技术主要有两种:选择性催化还原(SCR)工艺和选择性非催化还原脱硝(SNCR)工艺。SCR和SNCR脱硝工艺的化学反应原理都是一样的,都是将脱硝剂(尿素或者氨)与烟气接触,使脱硝剂与烟气中的NO<sub>x</sub>进行选择性的还原反应生成氮气(N<sub>2</sub>)和水蒸气(H<sub>2</sub>O)。SNCR工艺一般在锅炉的炉膛内即燃烧区(800-1250℃)进行选择性的还原反应。SCR工艺则是在烟道内设置催化剂床层,在280-420℃温度下,在催化剂存在的条件下进行催化选择性的还原反应。

[0004] SNCR和SCR各自有优缺点,SNCR的优点是不需要价格昂贵的催化剂床,缺点是脱硝效果较差,脱硝率一般不超过40%。SCR的缺点则是需要使用价格昂贵的催化剂床,而且需要有足够的空间设置催化剂床,优点则是脱硝效果较SNCR好,脱硝率一般为60%以下。由此可见,烟气脱硝工艺中的脱硝率有待进一步提高。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提供一种汽碳高温脱硝装置,以从源头上在高温段利用生物质等减少氮氧化物的排放浓度。

[0006] 为实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0007] 一种汽碳高温脱硝装置,包括燃烧器、熔炉、生物碳生成系统、助燃风加热系统、还原室、烟气余热利用系统以及引风系统;其中,

[0008] 所述燃烧器安装在熔炉中;

[0009] 所述生物碳生成系统包括一壳体,在壳体的中设置有进料口,在壳体的底部安装有卸料阀;所述壳体和熔炉相连通,熔炉所产生的烟气流通至所述壳体中,壳体内部有耐火层和保温层;

[0010] 所述助燃风加热系统包括鼓风机、空气预热器;由鼓风机提供的助燃风首先经过空气预热器,在空气预热器中吸收烟气的热量,然后再被传送至所述燃烧器中参与燃烧,回收烟气余热,从而将部分烟气余热带回燃烧系统,提高系统的热效率;

[0011] 所述还原室和生物碳生成系统的壳体相连,包括生物碳生成部分的完成碳化的部

分和后续的蜂窝脱硝还原室,烟气在还原室完成脱硝过程。生物碳生成过程中,会有可燃挥发性气体,在还原室内可能参与燃烧,消耗部分烟气中的氧气,在还原室内,氮氧化物与碳发生还原反应,完成脱硝过程;生物质完成碳化后,成为还原剂一部分,参与氮氧化物的还原;

[0012] 所述烟气余热利用系统与还原室相连,位于还原室的后部,由于还原过程中温度较高,烟气携带大量热量,烟气余热利用系统用以对还原室内的烟气余热进行利用,烟气余热包括烟气离开熔炉时所携带的显热,还有在生物碳生成过程中挥发性气气体燃气释放的热量及高温碳氧化释放的热量三部分热量,一部分烟气余热被助燃风带入燃烧系统参与燃烧,另一部分通过冷却水系统吸收,转换为热水或蒸汽再加以综合利用;

[0013] 所述引风系统包括引风机,用以将还原室内的烟气一部分引进入除尘系统后排放,另一部分通过循环管道引入燃烧器。

[0014] 进一步地,通过烟气炉外循环,实现所述燃烧器采用氮氧化物排放的燃烧器。烟气炉是指烟气,炉外,循环,是指烟气通过管道,在炉外循环后再进入炉内的过程。

[0015] 进一步地,在所述进料口中安装有单向阀,有效防止空气进入排烟系统;在壳体的底部安装有卸料阀,以便于卸料。

[0016] 进一步地,所述烟气余热利用系统为换热器,所述换热器包括空气预热器和冷却水换热器,部分余热返回燃烧系统,另一部分余热通过水作为工质进行回收,以提高系统能源综合利用效率。

[0017] 进一步地,所述蜂窝脱硝还原室由碳层制作成蜂窝状,内部为直通道,在还原室最后部分,不但阻力小,而且可以保证脱硝效果,在烟气进入还原室前,烟气中氧气去除干净,在此过程中,只有氮氧化物与炽热碳发生还原反应,同时,释放热量,这部分热量在后续的烟气余热系统得到利用。

[0018] 进一步地,在所述生物碳生成系统的壳体内还设置有喷水雾化器,一方面调节烟道内烟气温度,另一方面调节烟气中氢气、一氧化碳的含量,保证气体内的还原气氛。

[0019] 进一步地,炉料在所述熔炉中融化过程中,所述熔炉壁需要适当冷却,熔炉上部密封,保持内部微正压,减少环境空气进入烟气系统。

[0020] 进一步地,由鼓风机提供的助燃风首先经过空气预热器,被加热到500℃以上。

[0021] 进一步地,烟气在还原室内的温度为600℃至800℃,经过还原室,烟气中没氧气、氮氧化物,只有二氧化碳、水蒸汽及粉尘。

[0022] 进一步地,在生物碳生成系统中,消耗掉了烟气中氧气,同时,会生成一氧化碳和氢气。烟气中在没有氧气的条件下,其中的氮氧化物会快速被还原为氮气,在生物碳生成系统中,消耗完烟气中氧气,并完成95%以上的脱硝任务。

[0023] 本发明与现有技术相比,其有益效果在于:

[0024] 本脱硝装置不影响原炉窑的燃烧与加热过程,不需要另外消耗能源,且可以利用秸秆、园林废弃物等生物质以过初步破碎等可再生能源的碳化实现NO<sub>x</sub>的脱除,以废制废,从源头上减少氮氧化物的排放浓度,安装灵活,维护简单,可以满足高温炉窑对于降低氮氧化物浓度的需求。碳是较强的还原剂,特别是在高温环境下,炽热的碳还原性更强。对于以天然气为燃料的加热炉窑,在烟气中,除了氮气、二氧化碳化,还有水蒸汽和氮氧化物及微量氧气。炽热的碳将先与高温烟气中氧反应,生成CO,碳和CO再与NO<sub>x</sub>发生还原反应,生成氮

气和CO<sub>2</sub>。

### 附图说明

[0025] 图1为本发明实施例提供的汽碳高温脱硝装置的组成示意图；

[0026] 图中：1、燃烧器；2、熔炉；3、还原室；4、壳；41、进料口；42、旋转卸料阀；43、单向阀；5、鼓风机；6、空气预热器；7、换热器；8、引风机。

### 具体实施方式

[0027] 实施例：

[0028] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案做进一步的说明。

[0029] 参阅图1所示，本实施例提供的汽碳高温脱硝装置主要包括燃烧器1、熔炉2、生物碳生成系统、助燃风加热系统、还原室3、烟气余热利用系统以及引风系统。

[0030] 其中，该燃烧器1安装在熔炉2中，燃烧器1是高温熔窑的加热装置。由于过程中，将助燃空气加热到500℃以上，且熔炉2炉膛需要的温度根据具体的加热工艺要求确定，如琉璃窑炉，温度需要在1600℃以上，因此，火焰温度高，热力型氮氧化物生成多，因此，在本实施例中，燃烧器1采用低氮氧化物燃烧器，尽量减少氮氧化物的生成。

[0031] 该熔炉2则是完成生产过程的重要场所，由燃烧器1燃烧提供热量，产生高温环境，炉料在熔炉2中熔化，完成反应过程。熔炉2壁需要适当冷却，以保证熔炉2的壁的强度，将熔炉上部密封，且保持微正压，保证环境空气不进入烟气，烟气中氧气含量尽量低。同时，熔炉罩也需要做好冷却保护，以保证炉罩的机械强度，在炉罩上设置排烟孔。

[0032] 该生物碳生成系统包括一壳体4，壳体内部有耐热层和保温层，在壳体4的中设置有进料口41，在壳体的底部安装有旋转卸料阀42；该壳体4和熔炉2相连通，熔炉2所产生的高温烟气则可以流通至壳体4中，一方面消耗烟气中的氧气，另一方面，将生物质原料碳化，生成还原剂；原料为适当破碎的生物质切块或颗粒料，由进料口41进入，进行烘干、碳化等一系列反应过程；只有当生物碳生成系统内缺料时，才会加料，因此进料是间歇的，正常单向阀关闭，防止空气进入。在生物碳生成系统中，消耗掉了烟气中微量的氧气，同时，会生成一氧化碳和氢气，烟气中在没有氧气的条件下，在设定的温度环境下，其中的氮氧化物会快速被还原为氮气，在生物碳生成系统中，消耗完烟气中氧气，并完成95%的脱硝任务。

[0033] 该助燃风加热系统则包括鼓风机5、空气预热器6、管道及阀门。由鼓风机5提供的助燃风首先经过空气预热器6，在空气预热器中吸收高温烟气的热量，被加热到500℃以上后进入燃烧器1中参与燃烧，从而将部分烟气余热带回燃烧系统，回收烟气余热，提高系统能源利用效率。由于助燃空气温度高，在空气预热器6后续的管道和阀门都应考虑高温的应用场景，同时做好保温，由于助燃空气温度高，密度低，为保证燃烧功率，需要对空气管道及燃烧器专门设计，设计过程中考虑降低氮氧化物的生成。

[0034] 该还原室3则包括生物碳生成部分的完成碳化的部分和后续的蜂窝脱硝还原室，烟气在还原室完成脱硝过程，生物碳生成过程中，会有可燃挥发性气体，在还原室内可能参与燃烧，消耗部分烟气中的氧气，在还原室内，氮氧化物与碳发生还原反应，完成脱硝过程。脱硝后烟气中没氧气、氮氧化物，只有二氧化碳、水蒸汽及微量粉尘，烟气的温度在600℃至800℃。该烟气余热利用系统与还原室相连，位于还原室的后部，由于还原过程中温度较高，

烟气携带大量热量,烟气余热利用系统用以对还原室内的烟气余热进行利用,一部分烟气余热被助燃风带入燃烧系统参与燃烧,另一部分通过冷却水系统吸收,转换为热水或蒸汽再加以综合利用;烟气余热包括烟气离开熔炉时所携带的显热,还有在生物碳生成过程中挥发性气体燃气释放的热量及高温碳氧化释放的热量三部分热量;经过还原室,烟气中没氧气、氮氧化物,只有二氧化碳、水蒸汽及微量粉尘,烟气的温度在600℃至800℃,在本实施例例中烟气余热回收系统为换热器7,该换热器包括空气预热器和冷却水换热器,部分余热返回燃烧系统,另一部分余热通过水作为工质进行回收。

[0035] 从而可以有效地利用烟气的余热来生成蒸汽,可以用蒸汽发电,也可以制冷,根据生产现场的能量需求进行转换和利用。

[0036] 该引风系统则包括引风机8、管道及阀门。该引风机8用以将还原室3内的烟气一部分进入除尘系统后排放,另一部分通过循环管道进入燃烧器1,以降低燃烧过程中氮氧化物的生成量,引风机是排烟系统的动力源,完成了烟气分流的任务。如此,通过引风机8将后脱硝脱氧后的烟气部分回流,一方面可以再回收部分烟气余热,另一方面,可以稀释火焰,也就是说,在保证炉膛温度满足要求的前提下,让火焰体积变大,减少热力型氮氧化物的生成由此可见,本脱硝装置不影响原炉窑的燃烧与加热过程,不需要另外消耗能源,且可以利用园林废弃物初步破碎,生物质等可再生能源的碳化实现NO<sub>x</sub>的脱除,从源头上减少氮氧化物的排放浓度,安装灵活,维护简单,可以满足高温炉窑对于降低氮氧化物浓度的需求。碳是较强的还原剂,特别是在高温环境下,炽热的碳还原性更强。对于以天然气为燃料的加热炉窑,在烟气中,除了氮气、二氧化碳化,还有水蒸汽和氮氧化物及微量氧气。炽热的碳将先与高温烟气中氧反应,生成CO,碳和CO再与NO<sub>x</sub>发生还原反应,生成氮气和CO<sub>2</sub>。

[0037] 优选地,上述的蜂窝脱硝还原室由碳层制作成蜂窝状,内部为直通道,一方面阻力小,另一方面具有催化作用和多孔介质氧化效应,使得还原过程进行的稳定,通过过程中温度、水蒸汽量控制,可以控制过程中一氧化碳及氢气的生成量,保证了过程处于高温还原气氛中,使得NO<sub>x</sub>最大限度的被还原,在高温烟气进入还原室前,烟气中氧气去除干净,在此过程中,只有高温氮氧化物与炽热碳发生还原反应,同时,释放热量,这部分热量在后续的烟气余热系统得到利用。高温烟气余热通过加热助燃空气及设置专门烟气余热利用系统等方式进行回收。在高温烟气中,汽碳能生成CO和氢气,在高温碳、CO和氢气的作用下,在一定温度下可以高效还原烟气中的NO<sub>x</sub>。对于高温窑炉,如玻璃窑的工作温度在1600℃以上,因此,有大量的热力型NO<sub>x</sub>生成。对于含氧量3%以下的玻璃炉窑等高温烟气,温度在1300℃以上。对于以天然气作为燃料的玻璃窑等高温窑的烟气,烟气的主要成分为氮气、二氧化碳、水蒸汽、氮氧化物及微量粉尘。含有水蒸汽及氮氧化物及微量氧气的高温烟气通过碳层时,会生成一氧化碳、氢气具有还原性的气体。在高温下,碳、一氧化碳及氢气与氮氧化物反应生成氮气、二氧化碳及水,从而在源头上降低氮氧化物的排放浓度。

[0038] 优选地,该生物碳生成系统还配置有喷水雾化器9,喷水雾化器9喷水功能,一方面可以调节烟道内烟气温度,另一方面,可以调节烟气中氢气,一氧化碳的含量,保证气体内的还原气氛,从而控制反应过程钟一氧化碳及氢气的生成量,保证过程处于高温还原气氛中,使得NO<sub>x</sub>最大限度的被还原。

[0039] 优选地,在该生物碳生成系统的进料口41位置处还设置有单向阀43,通过设置有单向阀43,只能往里进原料,可以有效防止生产过程中环境中空气的渗入,从而提高系统的

脱硝效率,利于消耗掉烟气中微量的氧气。

[0040] 上述实施例只是为了说明本发明的技术构思及特点,其目的是在于让本领域内的普通技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡是根据本发明内容的实质所做出的等效的变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

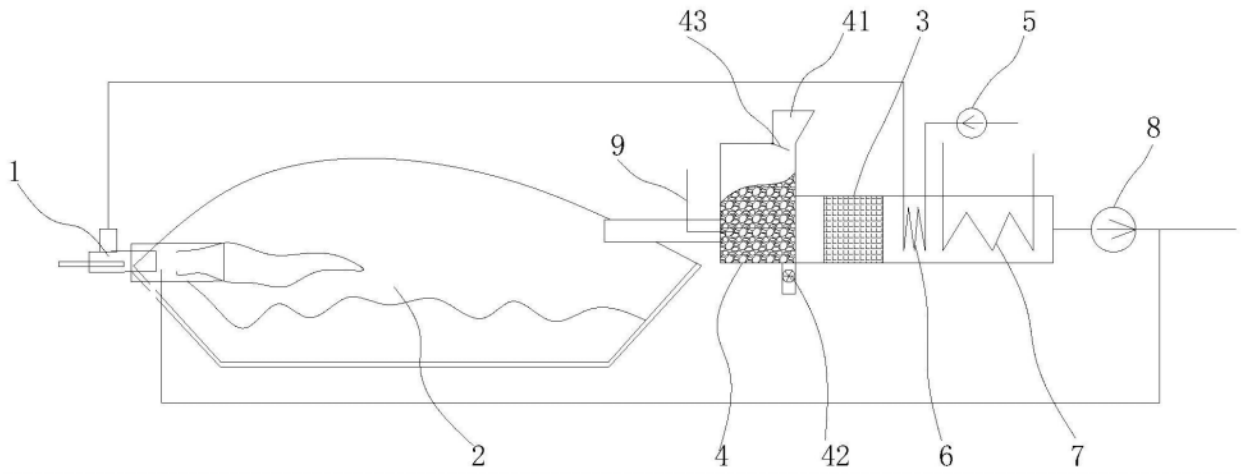


图1