



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102188882 A

(43) 申请公布日 2011.09.21

(21) 申请号 201110091281.2

(22) 申请日 2011.04.12

(71) 申请人 王晓晔

地址 100039 北京市海淀区西翠路5号今日家园7号楼2007室

(72) 发明人 史绍荣 杜文丹 王艳波

(74) 专利代理机构 北京中海智圣知识产权代理有限公司 11282

代理人 曾永珠

(51) Int. Cl.

B01D 53/60 (2006.01)

B01D 53/74 (2006.01)

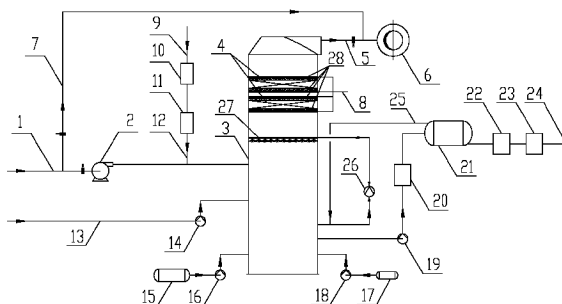
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法及专用设备

(57) 摘要

本发明涉及烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法及专用设备。所述方法利用一种酸性气体捕捉剂,在同一套吸收装置中对原烟气中的SO2或/和高价氮氧化物NOx进行捕获,最终生成副产物硫酸铵或/和硝酸铵;同时,原烟气中的重金属被吸附在酸性气体捕捉剂里。本发明所述方法的专用设备,包括吸收塔,塔体外连接有原烟气进入与净烟气排出管道、酸性气体捕捉剂及脱除吸收剂的供应系统、除雾水进入管道、吸收液循环系统、浆液排出及分离处理系统,原烟气进入管道上设置有增压系统和强制氧化系统。本发明在一套装置中实现烟气脱硫脱硝脱重金属集成净化功能,其副产物为化肥成分硫酸铵及硝酸铵,不产生废水、废渣,具有系统简单、成本低、回收率高等特点。



1. 一种烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法,其特征在于:利用一种酸性气体捕捉剂,在同一套吸收装置中对原烟气中的  $\text{SO}_2$  或 / 和  $\text{NO}_x$  进行捕获,生成稳定络合物;所述络合物再与一种脱除吸收剂进行反应,置换出所述酸性气体捕捉剂,并生成中间副产物亚硫酸铵或 / 和亚硝酸铵的盐溶液;所述酸性气体捕捉剂被循环利用;所述中间副产物被进一步氧化为副产物硫酸铵或 / 和硝酸铵;所述原烟气在进入所述吸收装置前被强氧化剂将原烟气中的  $\text{NO}$  氧化成所述  $\text{NO}_x$ ;在所述同一套吸收装置中,重金属被吸附在所述酸性气体捕捉剂里。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述酸性气体捕捉剂是一种含有脱芳烃、亚砷、醇羟基、胺基、醇胺、饱和烃和异构烷烃的混合物。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述脱除吸收剂为氨水,所述氨水由液氨、氨气或尿素制备而成。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述强氧化剂为臭氧或双氧水。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述中间副产物亚硫酸铵或 / 和亚硝酸铵被氧化为所述副产物硫酸铵或 / 和硝酸铵利用的氧化剂为原烟气中的氧气或 / 和臭氧,或者为通过氧化空气管道进入所述吸收装置的氧气或 / 和臭氧。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述酸性气体捕捉剂、所述脱除吸收剂在所述吸收装置内混合为吸收液,所述吸收液通过循环泵输送到所述吸收塔中部的喷淋层,所述原烟气进入所述吸收装置后向上经过所述喷淋层,原烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  或 / 和重金属被所述吸收液捕获。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述吸收液还溶解有所述副产物硫酸铵或 / 和硝酸铵,形成浆液;当所述浆液中的硫酸铵或 / 和硝酸铵达到一定浓度时,所述浆液由浆液排出装置排出,通过粉尘分离器将粉尘分离出去,得到含有硫酸铵或 / 和硝酸铵的盐液;所述盐液经双效分离器分离出所述酸性气体捕捉剂;分离出的酸性气体捕捉剂重新进入所述循环泵,分离后的盐液经蒸发结晶系统处理得到成品硫酸铵或 / 和硝酸铵晶体。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述重金属在所述酸性气体捕捉剂中积累到一定浓度后,用化学清洗剂进行脱附,脱附出的重金属集中进行无害化处理。

9. 一种实现如权利要求 1 所述方法的专用设备,其特征在于,包括用于脱硫脱硝脱重金属反应的吸收塔 (3)、与吸收塔 (3) 下部通过进口管道相连的用于提供脱除吸收剂的供氨泵 (16)、与吸收塔 (3) 下部通过进口管道相连的用于提供酸性气体捕捉剂的酸性气体捕捉剂泵 (18)、与吸收塔 (3) 中部相连的原烟道 (1)、与原烟道 (1) 相连的臭氧管道 (12)、与吸收塔 (3) 下部通过排出管道相连的浆液排出泵 (19)、与吸收塔 (3) 上部相连的用于排出净烟气的净烟道 (5)、设置于吸收塔 (3) 内中部区域的喷淋层 (27)、连接吸收塔 (3) 内吸收液区域与喷淋层 (27) 的外置的循环管道及设置于循环管道上的循环泵 (26)、设置于吸收塔 (3) 内上部区域的除雾器 (4) 和冲洗水层 (28)、与冲洗水层 (28) 相连的用于提供除雾用水的冲洗水管道 (8)。

## 烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法及专用设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于烟气净化技术领域,具体涉及烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法及专用设备。

### 背景技术

[0002] 燃煤、燃油、燃气火力发电厂、冶金、化工、固废垃圾处理等各行业排放的烟气或工业尾气中含有二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(主要包括NO和NO<sub>2</sub>)和重金属(Hg、Ag)等污染物,成为大气和土壤的主要污染源。目前,烟气或工业尾气污染治理技术较多,其中比较成熟、具有代表性的治理烟气SO<sub>2</sub>的脱硫技术有石灰石-石膏法、氨法、双碱法等,治理烟气NO<sub>x</sub>污染物的脱硝技术有SCR(selective catalytic reduction,选择性催化还原法)、SNCR(Selective Non-Catalytic Reduction,非选择性催化还原法)、低氮燃烧法等。

[0003] 目前最为常见的脱硫、脱硝工艺配置为:发电锅炉省煤器后空气预热器前烟气高温段设SCR脱硝装置,在除尘后加装脱硫装置。其缺点是:一次性投资大、占地面积大、系统阻力大、电耗高,没有脱汞功能。对于烟气或工业尾气中的重金属目前尚无成熟的脱除。总之,就目前实际情况,无论采用何种技术,对SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的脱除都是在两个功能不同的装置中实现的,不具备同一套装置集成高效脱除的功能,更无在同一套装置中对二氧化硫、氮氧化物及重金属进行同时脱除的技术。

### 发明内容

[0004] 本发明是为了克服现有技术的不足,提供一种烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法及专用设备,实现在同一套装置中对二氧化硫、氮氧化物及重金属进行集成高效脱除。

[0005] 本发明采用如下技术方案:

[0006] 本发明提供的烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法,其特征在于:利用一种酸性气体捕捉剂,在同一套吸收装置中对原烟气中的SO<sub>2</sub>或/和高价氮氧化物(NO<sub>x</sub>)进行捕获,生成稳定络合物;所述络合物再与一种脱除吸收剂进行反应,置换出所述酸性气体捕捉剂,并生成中间副产物亚硫酸铵或/和亚硝酸铵的盐溶液;所述中间副产物被进一步氧化为副产物硫酸铵或/和硝酸铵;所述原烟气在进入所述吸收装置之前,被强氧化剂将原烟气中的NO氧化成所述高价氮氧化物(NO<sub>x</sub>);在所述同一套吸收装置中,重金属被吸附在所述酸性气体捕捉剂里。本发明所述NO<sub>x</sub>为二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、三氧化二氮(N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)或/和五氧化二氮(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)等。

[0007] 所述酸性气体捕捉剂是一种含有脱芳烃、亚砷、醇羟基、胺基、醇胺、饱和烃和异构烷烃的混合物。该混合物比重小于水、不易挥发、难溶于水、能与烟气中的SO<sub>2</sub>或NO<sub>x</sub>生成稳定的络合物、能吸附烟气中的重金属。

[0008] 所述脱除吸收剂为氨水,所述氨水由液氨、氨气或尿素制备而成。只要能够满足系统维持水平衡,对氨水的浓度没有特殊要求。

[0009] 所述强氧化剂为臭氧(O<sub>3</sub>)或双氧水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)。

[0010] 所述臭氧为纯氧气或空气经过臭氧发生器电离制得。纯氧气可经过空气分离机制得。

[0011] 所述原烟气在被所述强氧化剂氧化之前,经锅炉引风机或 / 和增压风机增压。

[0012] 所述中间副产物亚硫酸铵或 / 和亚硝酸铵被氧化为所述副产物硫酸铵或 / 和硝酸铵利用的氧化剂为的原烟气中的氧气或 / 和臭氧,或者为通过氧化空气管道进入所述吸收装置的氧气或 / 和臭氧。当原烟气中的氧含量足以把亚硫酸铵或 / 和亚硝酸铵氧化为硫酸铵或 / 和硝酸铵时,无需通过氧化空气管道加入氧气或 / 和臭氧。

[0013] 所述酸性气体捕捉剂、所述脱除吸收剂在所述吸收装置内混合为吸收液,所述吸收液通过循环泵输送到所述吸收塔中部的喷淋层,所述原烟气进入所述吸收装置后向上经过所述喷淋层,原烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  或 / 和重金属被所述吸收液捕获。

[0014] 所述吸收液还溶解有所述副产物硫酸铵或 / 和硝酸铵,形成浆液;当所述浆液中的硫酸铵或 / 和硝酸铵达到一定浓度时,所述浆液由浆液排出装置排出,通过粉尘分离器将粉尘分离出去,得到含有硫酸铵或 / 和硝酸铵和酸性气体捕捉剂的盐液;所述盐液经双效分离器分离出所述酸性气体捕捉剂;分离出的酸性气体捕捉剂重新进入所述循环泵,分离后的盐液经蒸发结晶系统处理得到成品硫酸铵或 / 和硝酸铵晶体。

[0015] 重金属在酸性气体捕捉剂中积累到一定浓度后,用化学清洗剂进行脱附,脱附出的重金属集中进行无害化处理。

[0016] 经所述吸收液脱除了  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  或 / 和重金属的净烟气被设置在所述吸收装置上部的除雾器和冲洗水层除去雾滴后排出。

[0017] 实现本发明所述烟气脱硫脱硝脱重金属一体化方法的专用设备,包括用于脱硫脱硝脱重金属反应的吸收塔、与吸收塔下部通过进口管道相连的用于提供脱除吸收剂的供氨泵、与吸收塔下部通过进口管道相连的用于提供酸性气体捕捉剂的酸性气体捕捉剂泵、与吸收塔中部相连的原烟道、与原烟道相连的臭氧管道、与吸收塔下部通过排出管道相连的浆液排出泵、与吸收塔上部相连的用于排出净烟气的净烟道、设置于吸收塔内中部区域的喷淋层、连接吸收塔内吸收液区域与喷淋层的外置的循环管道及设置于循环管道上的循环泵、设置于吸收塔内上部区域的除雾器和冲洗水层、与冲洗水层相连的用于提供除雾用水的冲洗水管道。其中,喷淋层可设置为多层。

[0018] 在臭氧管道上按离原烟道由远到近的顺序依次设置有空气管道、空分装置、臭氧发生器。

[0019] 供氨泵通过管道与氨水储罐相连。

[0020] 酸性气体捕捉剂泵通过管道与酸性气体捕捉剂储罐相连。

[0021] 在浆液排出泵之后的排出管道上,设置有粉尘分离器、双效分离器、多效蒸发系统、化肥干燥系统、化肥管道出口;粉尘分离器的上部连接有酸性气体捕捉剂管道,酸性气体捕捉剂管道的出口端与循环泵的循环管道相连。

[0022] 净烟道与烟囱相连。

[0023] 在臭氧管道之前的原烟道上设置有增压风机。

[0024] 在吸收塔下部还连接有用于提供氧气或臭氧的氧化空气系统,该系统由空气管道及其上设置的氧化风机组成。当烟气中的氧含量足以把亚硫酸铵 / 亚硝酸铵氧化为硫酸铵 / 硝酸铵时,可以不设这一路氧化空气系统。

- [0025] 在增压风机之前的原烟道上连接有旁路烟道,旁路烟道的出口端与净烟道相连。
- [0026] 本发明的优点及有益效果如下:
- [0027] (1) 在一套装置中实现烟气脱硫脱硝脱重金属集成净化功能,而其系统阻力仅与现有的石灰石-石膏法相当;相对 SCR 脱硝加湿法脱硫联合布置降低了约 30%;占地也仅与石灰石-石膏法装置相当;
- [0028] (2) 副产物为硫酸铵及硝酸铵,不产生废水、废渣;
- [0029] (3) 酸性气体捕捉剂在使用之后可分离出来,通过循环泵返回塔内循环使用;
- [0030] (4) 净烟气中氮氧化物含量降低到 50mg 以下,二氧化硫含量降低到 50mg 以下。
- [0031] 总之,本发明具有系统简单、易于实现、成本低、回收率高等特点。

## 附图说明

[0032] 图 1 为本发明的工艺流程图

[0033] 图中:1-原烟道,2-增压风机,3-吸收塔,4-除雾器,5-净烟道,6-烟囱,7-旁路烟道,8-冲洗水管道,9-空气管道,10-空分装置,11-臭氧发生器,12-臭氧管道,13-空气管道,14-氧化风机,15-氨水储罐,16-供氨泵,17-酸性气体捕捉剂储罐,18-酸性气体捕捉剂泵,19-浆液排出泵,20-粉尘分离器,21-双效分离器,22-多效蒸发系统,23-化肥干燥系统,24-化肥管道出口,25-酸性气体捕捉剂管道,26-循环泵,27-喷淋层,28-冲洗水层。

## 具体实施方式

[0034] 下面结合附图及实施例对本发明所述方法及专用设备做一详述,但不作为对本发明的限制。

[0035] 图 1 为本发明的专用设备的结构示意图,利用图 1 所示设备进行烟气脱硫脱硝脱重金属的一体化方法如下:原烟气经增压风机 2 增压,进入原烟道 1,在进入吸收塔 3 之前,从臭氧管道 12 向原烟道 1 加入一定量的臭氧,将原烟气中的一氧化氮氧化为二氧化氮等高价氮氧化物( $\text{NO}_x$ ),之后原烟气从原烟道 1 进口进入吸收塔 3。进入吸收塔 3 后的原烟气向上流动通过喷淋层 27,烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  及重金属被喷淋层 27 喷下的含有一定比例的酸性气体捕捉剂、吸收剂的吸收液洗涤反应吸收,脱除后的净烟气经过除雾器 4 及冲洗水层 28 除去雾滴后经过净烟道 5 由烟囱 6 排放。与冲洗水层 28 相连的冲洗水管道 8 用于提供除雾器冲洗水。

[0036] 作为烟气洗涤脱除吸收装置的吸收塔 3 为喷淋塔。吸收塔 3 内吸收液为有酸性气体捕捉剂、水分、脱除吸收剂氨水、反应中间副产物亚硫酸铵和亚硝酸铵以及反应副产物硫酸铵和硝酸铵等的混合乳化液。吸收液在吸收塔 3 内必须保持一定液位,以保证吸收反应时间。酸性气体捕捉剂由酸性气体捕捉剂泵 18 加入到吸收液,一定浓度的氨水由氨水储罐 15 供给,经供氨泵 16 计量后加入到吸收液,两者均应在液面以下加入吸收液,以防止酸性气体捕捉剂和氨水逃逸。吸收液通过循环泵 26 输送到喷淋层 27,经喷嘴雾化洗涤净化烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  及重金属。其中,烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  被转化为亚硫酸铵、亚硝酸铵,溶解于吸收液中,随后被一步氧化为硫酸铵、亚硝酸。

[0037] 酸性气体捕捉剂的加入量与烟气中二氧化硫含量成正比,在初始加入时,酸性气体捕捉剂与水分按 1/1-5 的体积比加入。加入的脱除吸收剂氨水的浓度基本不受限制,常

用的浓度在 1-25% 的氨水均可使用。根据吸收塔内的 PH 值及脱硫脱硝效率控制氨水加入量。

[0038] 在本发明所述专用设备中,空气经空气管道 9 进入空分装置 10 制得高浓度氧气或纯氧气,再经臭氧发生器 11 电离得到臭氧。臭氧也可用空气直接经过臭氧发生器 11 电离得到,但用空气直接电离得到的臭氧浓度较低,电耗较高。臭氧通过烟气-臭氧均布器(已另行申请专利)均匀分布于原烟道内,用于将原烟气中的一氧化氮氧化为二氧化氮等高价氮氧化物。臭氧的加入量,与烟气中一氧化氮及二氧化氮的含量有关。臭氧的过剩系数为 1.03-2,过剩系数对氮氧化物脱除效率影响较大。

[0039] 在本发明所述专用设备中,还设置有由空气管道 13 及设置在空气管道 13 上的氧化风机 14 组成的氧化空气系统(图中未标示)。空气由空气管道 13 进入,通过氧化风机 14 送到吸收塔 3 内,吸收塔 3 内设曝气管,利于氧化空气均布。氧化空气用以把亚硫酸铵氧化为硫酸铵,亚硝酸铵氧化成硝酸铵。氧化空气量的过剩系数为 1-3,其加入量与入口的  $\text{SO}_2$  及  $\text{NO}_x$  含量有关。氧化空气系统也可用来向吸收塔 3 内供给臭氧。当烟气中的氧气或臭氧含量较大时,可以不设置氧化空气系统。

[0040] 当浆液中的硫酸铵、硝酸铵达到一定的浓度后,经过浆液排出泵 19 排出,首先经过粉尘分离器 20 将浆液中的粉尘分离出来,分离后的浆液被送到双效分离器 21 中进行酸性气体捕捉剂和盐液的分离,分离出的酸性气体捕捉剂通过循环泵 26 返回吸收塔 3 循环使用,同时,含有硫酸铵、硝酸铵的盐液被送到化肥处理工序继续处理,经多效蒸发系统 22 和化肥干燥系统 23 得到副产品硫酸铵、硝酸铵化肥,所得化肥由化肥管道出口 24 排出。

[0041] 烟气中的重金属被酸性气体捕捉剂中的油性物质捕获并富集在酸性气体捕捉剂中,积累到一定浓度后,用化学清洗剂进行脱附,脱附出的重金属集中进行无害化处理。

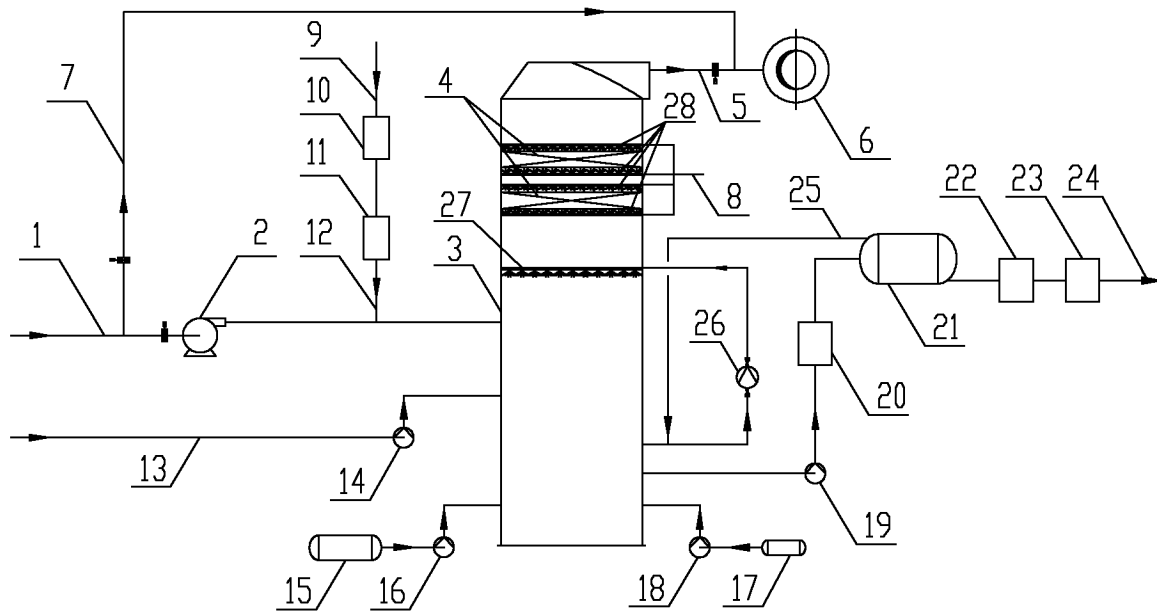


图 1