



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106955571 A

(43)申请公布日 2017.07.18

(21)申请号 201710248831.4

(22)申请日 2017.04.17

(71)申请人 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 李会泉 王兴瑞 孟子衡

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 巩克栋

(51) Int. Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/60(2006.01)

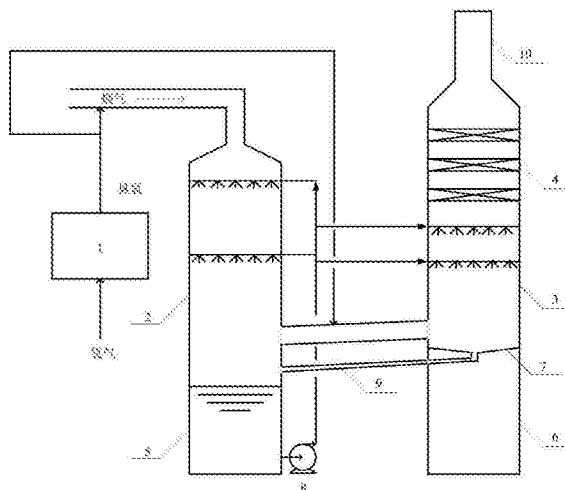
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置及方法

(57)摘要

本发明提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置及其方法,所述装置包括烟气吸收系统和臭氧发生器;烟气吸收系统包括前后串联的两级吸收塔,第一级吸收塔的烟气入口与烟气管道相连,烟气出口与第二级吸收塔的烟气入口通过烟气管道相连;臭氧发生器的出口同时与两级吸收塔前端的烟道相连。本发明所述方法按照一定比例将臭氧分别喷入到两级吸收塔前端的烟道中,烟气经过第一级臭氧氧化后进行第一级烟气吸收,脱除绝大部分SO₂和大部分NO_x;再经第二级臭氧氧化后,进行第二级烟气吸收,脱除剩余的SO₂和NO_x。本发明具有臭氧用量小,设备紧凑,投资和运行成本低等优势,适用于深度脱硫脱硝处理。



1. 一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,其特征在于,所述装置包括烟气吸收系统和臭氧发生器(1);所述烟气吸收系统包括第一级吸收塔(2)和第二级吸收塔(3),所述第一级吸收塔(1)的烟气入口与待处理烟气管道相连,所述第一级吸收塔(1)的烟气出口与第二级吸收塔(3)的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器(1)的臭氧出口同时与第一级吸收塔(1)烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔(1)与第二级吸收塔(2)之间的烟气管道相连。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一级吸收塔(1)顶部设有与烟气管道相连的烟气入口,第一级吸收塔(1)中部设有烟气出口,第一级吸收塔(1)的烟气入口和烟气出口之间设有喷淋层,第二级吸收塔(2)顶部设有烟囱(10),第二级吸收塔(2)中部设有烟气入口,第二级吸收塔(2)的烟囱(10)和烟气入口之间由上至下依次设有除雾器(4)和喷淋层,第一级吸收塔(1)的烟气出口与第二级吸收塔(2)的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器(1)的臭氧出口同时与第一级吸收塔(1)顶部烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔(1)与第二级吸收塔(2)之间的烟气管道相连。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一级吸收塔(1)中部设有与烟气管道相连的烟气入口,第一级吸收塔(1)顶部设有烟气出口,第一级吸收塔(1)的烟气入口和烟气出口之间设有喷淋层,第二级吸收塔(2)顶部设有烟囱(10),第二级吸收塔(2)中部设有烟气入口,第二级吸收塔(2)的烟囱(10)和烟气入口之间由上至下依次设有除雾器(4)和喷淋层,第一级吸收塔(1)的烟气出口与第二级吸收塔(2)的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器(1)的臭氧出口同时与第一级吸收塔(1)中部烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔(1)与第二级吸收塔(2)之间的烟气管道相连。

4. 根据权利要求2或3任一项所述的装置,其特征在于,所述烟气吸收系统还包括循环槽(5)、事故槽(6)、吸收剂收集盘(7)和循环泵(8);

当所述循环槽(5)位于第一级吸收塔(1)底部时,吸收剂收集盘(7)则位于第二级吸收塔(2)中喷淋层的下部,事故槽(6)位于第二级吸收塔(2)中吸收剂收集盘(7)的下部,所述吸收剂收集盘(7)和循环槽(5)之间通过吸收剂回流管路(9)相连;循环槽(5)的底部出口口通过循环泵(8)同时与第一级吸收塔(1)中的喷淋层和第二级吸收塔(2)中的喷淋层相连;

当所述循环槽(5)位于第二级吸收塔(2)底部时,吸收剂收集盘(7)则位于第一级吸收塔(1)中喷淋层的下部,事故槽(6)位于第一级吸收塔(1)中吸收剂收集盘(7)的下部;所述吸收剂收集盘(7)和循环槽(5)之间通过吸收剂回流管路相连;循环槽(5)的底部出口口通过循环泵(8)同时与第一级吸收塔(1)中的喷淋层和第二级吸收塔(2)中的喷淋层相连;

优选地,所述吸收剂收集盘(7)为圆锥形吸收剂收集盘;

优选地,所述吸收剂收集盘(7)的材质为玻璃钢、改性聚丙烯或表面衬玻璃鳞片的碳钢中任意一种;

优选地,所述吸收剂回流管路(9)的材质为玻璃钢、改性聚丙烯或表面衬玻璃鳞片的碳钢中任意一种。

5. 根据权利要求2-4任一项所述的装置,其特征在于,所述第一级吸收塔(1)中喷淋层的层数为1层或2层;

优选地,所述第二级吸收塔(2)中喷淋层的层数为1层或2层。

6. 一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的方法,其特征在于,所述方法依次

包括第一级臭氧氧化、第一级吸收反应、第二级臭氧氧化和第二级吸收反应。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在於,所述方法包括以下步骤:

(1) 待处理烟气与臭氧接触进行第一级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第一级吸收反应;

(2) 经第一级吸收反应后的烟气在两级吸收塔之间的烟道中与臭氧接触进行第二级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第二级吸收反应,反应后的烟气经除雾处理后排出。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在於,步骤(1)所述第一级臭氧氧化所用臭氧和步骤(2)所述第二级臭氧氧化所用臭氧的总量与待处理烟气中 NO_x 的摩尔比为(0.4~0.8):1,优选为(0.5~0.6):1;

优选地,步骤(1)所述第一级臭氧氧化所用臭氧为总臭氧量的60%~80%,优选为65%~70%。

9. 根据权利要求7或8所述的方法,其特征在於,步骤(2)所述第二级臭氧氧化所用臭氧为总臭氧量的20%~40%,优选为30%~35%。

10. 根据权利要求6-9任一项所述的方法,其特征在於,所述方法包括以下步骤:

(1) 待处理烟气与总臭氧量65%~70%的臭氧接触进行第一级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第一级吸收反应;

(2) 经第一级吸收反应后的烟气在两级吸收塔之间的烟道中与总臭氧量30%~35%的臭氧接触进行第二级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第二级吸收反应,反应后的烟气经除雾处理后排出;

其中,步骤(1)所述第一级臭氧氧化所用臭氧和步骤(2)所述第二级臭氧氧化所用臭氧的总量与待处理烟气中 NO_x 的摩尔比为(0.5~0.6):1。

一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于烟气污染控制领域,涉及一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置及方法。

背景技术

[0002] 我国钢铁、焦化等行业产能巨大,SO₂和NO_x等大气污染物排放量居高不下,日趋严格的排放标准催生了这些行业对低成本烟气深度治理的迫切需求。以焦化行业为例,2015年开始执行的《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB-16171-2012)要求NO_x排放浓度低于500mg/Nm³(特殊区域排放要求低于150mg/Nm³)。而对于钢铁行业而言,烧结(球团)过程是SO₂和NO_x的主要排放源,全国有约12万m²烧结机的生产线,排放量仅次于火电和建材行业。当前企业普遍难以达到《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》所规定的排放限值(SO₂ 200mg/Nm³;NO_x 300mg/Nm³)。综上所述,钢铁和焦化等行业面临着巨大的减排压力。

[0003] 由于焦炉、烧结和球团等烟气温度的较低,通常只有100℃~200℃,常规的SCR脱硝技术难以实现高效脱硝,无法直接应用。同时,SCR脱硝技术占地面积大,投资和运行费用高昂,在当前钢铁和焦化行业下行压力普遍增大的背景下,企业难以承受。近年来,针对低温烟气脱硝,出现了中低温SCR脱硝+氨法脱硫、干/半干法脱硫+低温脱硝除尘热解析一体化、活性炭吸附脱硝脱硝和臭氧氧化脱硝脱硝等技术。其中,臭氧氧化脱硝脱硝技术具有氧化效率高、无污染以及可耦合现有湿法脱硫技术,实现硫硝同步脱除等优势,逐步得到了行业的认可,具有良好的发展前景。

[0004] CN 104941411A公开了一种工业烟气的臭氧氧化与氨法喷淋脱硫脱硝的方法,先采用臭氧将烟气中的NO氧化为易溶于水的NO₂,然后在喷淋塔中采用氨水进行喷淋实现同步脱硫脱硝。采用相似工艺路线的还有CN 105148699A、CN 105709574A和CN 102772990A等。

[0005] 由于臭氧生产过程中能耗较大(以纯氧为气源条件下电耗约8kwh/kg O₃;以空气为气源条件下电耗约16kwh/kg O₃),其成本占总运行成本的50%以上,臭氧用量对整体工艺的经济性具有显著的影响。而现有的臭氧氧化脱硝脱硝工艺中,臭氧和烟气中NO_x的摩尔比通常在1左右,如CN 204619706U、CN 102772990A、CN 105080311A和CN 102828824A等;部分工艺所需臭氧量甚至更高,如CN 103801176A所述方法中臭氧与NO_x摩尔比达到了(1~2.5):1,而CN 203790810U所述方法中臭氧与SO₂和NO的总量摩尔比为1.5~4。

[0006] 因此,如何降低臭氧用量对于降低臭氧氧化脱硝脱硝工艺运行成本,提高技术竞争优势具有重要意义。

发明内容

[0007] 针对现有臭氧氧化脱硝脱硝工艺中臭氧用量普遍偏高,进而导致工艺成本过高的问题,本发明提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置及方法。本发明所述装置和方法通过进行分级臭氧氧化,可在保证较高的SO₂和NO_x的脱除率的前提下,有效

降低臭氧用量,减少运行成本和设备投资。

[0008] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 一方面,本发明提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,所述装置包括烟气吸收系统和臭氧发生器;所述烟气吸收系统包括第一级吸收塔和第二级吸收塔,所述第一级吸收塔的烟气入口与待处理烟气管道相连,所述第一级吸收塔的烟气出口与第二级吸收塔的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器的臭氧出口同时与第一级吸收塔烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔与第二级吸收塔之间的烟气管道相连。

[0010] 本发明中,所述臭氧发生器用于提供工艺过程中所需要的臭氧,其同时与第一级吸收塔顶部的烟气管道和第一级吸收塔与第二级吸收塔之间的烟气管道相连,目的在于按照一定比例将所需臭氧分两部分,分别喷入到两个烟气管道中,实现臭氧分步氧化的目的。

[0011] 以下作为本发明优选的技术方案,但不作为本发明提供的技术方案的限制,通过以下技术方案,可以更好的达到和实现本发明的技术目的和有益效果。

[0012] 作为本发明优选的技术方案,所述第一级吸收塔顶部设有与烟气管道相连的烟气入口,第一级吸收塔中部设有烟气出口,第一级吸收塔的烟气入口和烟气出口之间设有喷淋层,第二级吸收塔顶部设有烟囱,第二级吸收塔中部设有烟气入口,第二级吸收塔的烟囱和烟气入口之间由上至下依次设有除雾器和喷淋层,第一级吸收塔的烟气出口与第二级吸收塔的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器的臭氧出口同时与第一级吸收塔顶部烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔与第二级吸收塔之间的烟气管道相连。

[0013] 作为本发明优选的技术方案,所述第一级吸收塔中部设有与烟气管道相连的烟气入口,第一级吸收塔顶部设有烟气出口,第一级吸收塔的烟气入口和烟气出口之间设有喷淋层,第二级吸收塔顶部设有烟囱,第二级吸收塔中部设有烟气入口,第二级吸收塔的烟囱和烟气入口之间由上至下依次设有除雾器和喷淋层,第一级吸收塔的烟气出口与第二级吸收塔的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器的臭氧出口同时与第一级吸收塔中部烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔与第二级吸收塔之间的烟气管道相连。

[0014] 本发明中,所述除雾器的作用在于脱除烟气中夹带的雾滴,以使排出的烟气符合标准。

[0015] 作为本发明优选的技术方案,所述烟气吸收系统还包括循环槽、事故槽、吸收剂收集盘和循环泵;

[0016] 本发明中,所述循环槽和事故槽的位置可以互换,即循环槽可位于第一级吸收塔中,也可位于第二级吸收塔中;相应的,事故槽可位于第二级吸收塔中,也可位于第一级吸收塔中。吸收剂收集盘的位置也可相应的进行调换。

[0017] 当所述循环槽位于第一级吸收塔底部时,吸收剂收集盘则位于第二级吸收塔中喷淋层的下部,事故槽位于第二级吸收塔中吸收剂收集盘的下部,所述吸收剂收集盘和循环槽之间通过吸收剂回流管路相连;循环槽的底部出液口通过循环泵同时与第一级吸收塔中的喷淋层和第二级吸收塔中的喷淋层相连;

[0018] 当所述循环槽位于第二级吸收塔底部时,吸收剂收集盘则位于第一级吸收塔中喷淋层的下部,事故槽位于第一级吸收塔中吸收剂收集盘的下部;所述吸收剂收集盘和循环槽之间通过吸收剂回流管路相连;循环槽的底部出液口通过循环泵同时与第一级吸收塔中的喷淋层和第二级吸收塔中的喷淋层相连。

[0019] 本发明中,所述循环槽的作用在于存储吸收过程中所需的吸收剂,事故槽的作用在于当吸收塔的装置出现故障或检修时临时存储由循环槽中转移出的吸收剂。吸收剂收集盘的作用在于将喷淋后的吸收剂进行收集并返回循环槽进行循环利用。

[0020] 本发明中的两个吸收塔共用一个循环槽,因此只用一套塔底搅拌和塔底氧化设备即可,工艺和操作更加简单。

[0021] 优选地,所述吸收剂收集盘为圆锥形吸收剂收集盘。

[0022] 优选地,所述吸收剂收集盘的材质为玻璃钢、改性聚丙烯或表面衬玻璃鳞片的碳钢中任意一种。

[0023] 优选地,所述吸收剂回流管路的材质为玻璃钢、改性聚丙烯或表面衬玻璃鳞片的碳钢中任意一种。

[0024] 作为本发明优选的技术方案,所述第一级吸收塔中喷淋层的层数为1层或2层。

[0025] 优选地,所述第二级吸收塔中喷淋层的层数为1层或2层。

[0026] 本发明中每个吸收塔中布置的喷淋层数较少,可以降低吸收塔高度,有利于减小循环泵的功耗。

[0027] 另一方面,本发明提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的方法,所述方法依次包括第一级臭氧氧化、第一级吸收反应、第二级臭氧氧化和第二级吸收反应。

[0028] 作为本发明优选的技术方案,所述方法包括以下步骤:(1)待处理烟气与臭氧接触进行第一级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第一级吸收反应;

[0029] (2)经第一级吸收反应后的烟气在两级吸收塔之间的烟道中与臭氧接触进行第二级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第二级吸收反应,反应后的烟气经除雾处理后排出。

[0030] 本发明中,所述第一级臭氧氧化目的在于将烟气中部分NO氧化成NO₂,第一级吸收反应目的在于脱除烟气中大部分的SO₂和NO_x;经过第一级吸收反应后的烟气与臭氧进行第二级臭氧氧化以将烟气中剩余的NO部分氧化成NO₂,经第二级臭氧氧化后的烟气再进行第二级吸收反应,进一步脱除烟气中剩余的SO₂和NO_x。

[0031] 本发明中,所用吸收剂采用本领域常规吸收剂即可,对其具体种类没有特殊限定。

[0032] 作为本发明优选的技术方案,步骤(1)所述第一级臭氧氧化所用臭氧和步骤(2)所述第二级臭氧氧化所用臭氧的总量与待处理烟气中NO_x的摩尔比为(0.4~0.8):1,例如0.4:1、0.45:1、0.5:1、0.55:1、0.6:1、0.65:1、0.7:1、0.75:1或0.8:1等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用,优选为(0.5~0.6):1。

[0033] 可以看出,本发明通过进行臭氧分级氧化,使所用臭氧的总量与待处理烟气中NO_x的摩尔比仅为(0.4~0.8):1,明显降低了所需臭氧用量,提高了臭氧利用效率。

[0034] 优选地,步骤(1)所述第一级臭氧氧化所用臭氧为总臭氧量的60%~80%,例如60%、63%、65%、67%、70%、73%、75%、77%或80%等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用,优选为65%~70%。

[0035] 此处,所述第一级臭氧氧化所用臭氧用量是指其在总臭氧用量中所占比例,例如,当臭氧总用量为100kg/h时,第一级臭氧氧化所用臭氧用量即为60kg/h~80kg/h。

[0036] 作为本发明优选的技术方案,步骤(2)所述第二级臭氧氧化所用臭氧为总臭氧量的20%~40%,例如20%、23%、25%、27%、30%、33%、35%、37%或40%等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用,优选为30%~35%。

[0037] 此处,所述第二级臭氧氧化所用臭氧用量是指其在总臭氧用量中所占比例,例如,当臭氧总用量为100kg/h时,第二级臭氧氧化所用臭氧用量即为20kg/h~40kg/h。

[0038] 作为本发明优选的技术方案,所述方法包括以下步骤:

[0039] (1) 待处理烟气与总臭氧量65%~70%的臭氧接触进行第一级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第一级吸收反应;

[0040] (2) 经第一级吸收反应后的烟气在两级吸收塔之间的烟道中与总臭氧量30%~35%的臭氧接触进行第二级臭氧氧化后,与吸收剂接触进行第二级吸收反应,反应后的烟气经除雾处理后排出;

[0041] 其中,步骤(1)所述第一级臭氧氧化所用臭氧和步骤(2)所述第二级臭氧氧化所用臭氧的总量与待处理烟气中NO_x的摩尔比为(0.5~0.6):1。

[0042] 更为具体的,所述方法采用上述工艺烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置进行,所述方法包括以下步骤:

[0043] (1) 将来自臭氧发生器的臭氧分为第一部分臭氧和第二部分臭氧,第一部分臭氧喷入与第一级吸收塔烟气入口相连的烟气管道中,与烟气中的NO发生氧化反应,将烟气中的部分NO氧化成NO₂,得到经第一级臭氧氧化后的烟气;

[0044] (2) 经第一级臭氧氧化后的烟气进入第一级吸收塔中与吸收剂顺流接触进行第一级吸收反应,脱除烟气中大部分的SO₂和NO_x,得到经第一级吸收后的烟气;

[0045] (3) 经第一级吸收反应后的烟气与来自臭氧发生器的第二部分臭氧在第一级吸收塔与第二级吸收塔之间的烟气管道中接触,进行第二级臭氧氧化,将烟气中剩余的NO部分氧化成NO₂,得到经第二级臭氧氧化后的烟气;

[0046] (4) 经第二级臭氧氧化后的烟气进入第二级吸收塔中与吸收剂逆流接触进行第二级吸收反应,进一步脱除烟气中剩余的SO₂和NO_x,反应后的烟气经除雾器除雾后,从第二级吸收塔塔顶的烟囱排出。

[0047] 或者,所述方法采用上述工艺烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置进行,所述方法包括以下步骤:

[0048] (1) 将来自臭氧发生器的臭氧分为第一部分臭氧和第二部分臭氧,第一部分臭氧喷入与第一级吸收塔烟气入口相连的烟气管道中,与烟气中的NO发生氧化反应,将烟气中的部分NO氧化成NO₂,得到经第一级臭氧氧化后的烟气;

[0049] (2) 经第一级臭氧氧化后的烟气进入第一级吸收塔中与吸收剂逆流接触进行第一级吸收反应,脱除烟气中大部分的SO₂和NO_x,得到经第一级吸收后的烟气;

[0050] (3) 经第一级吸收反应后的烟气与来自臭氧发生器的第二部分臭氧在第一级吸收塔与第二级吸收塔之间的烟气管道中接触,进行第二级臭氧氧化,将烟气中剩余的NO部分氧化成NO₂,得到经第二级臭氧氧化后的烟气;

[0051] (4) 经第二级臭氧氧化后的烟气进入第二级吸收塔中与吸收剂逆流接触进行第二级吸收反应,进一步脱除烟气中剩余的SO₂和NO_x,反应后的烟气经除雾器除雾后,从第二级吸收塔塔顶的烟囱排出。

[0052] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0053] (1) 本发明所述装置和方法通过对烟气进行分级臭氧氧化同时脱硫脱硝,降低了臭氧用量,减少了运行成本和设备投资;并同时可以保证,较高的SO₂和NO_x的脱除率,使SO₂

的脱除率的脱除率达到95%以上,NO_x的脱除率达到80%以上;

[0054] (2) 本发明所述装置中每个吸收塔中每个吸收塔中布置的喷淋层数较少,降低了吸收塔高度,有利于减小循环泵的功耗;同时,两个吸收塔共用一个循环槽,节省了一套塔底搅拌和塔底氧化设备,工艺和操作更加简单;

[0055] (3) 本发明所述装置和方法中臭氧分别在两级吸收塔前端的烟道中加入,有效避免了臭氧与吸收剂的接触,防止臭氧与吸收剂中SO₃²⁻等还原性成分发生反应,造成臭氧不必要的消耗。

附图说明

[0056] 图1是本发明实施例1中所述工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置的结构示意图;

[0057] 图2是本发明实施例2中所述工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置的结构示意图;

[0058] 其中,1-臭氧发生器,2-第一级吸收塔,3-第二级吸收塔,4-除雾器,5-循环槽,6-事故槽,7-吸收剂收集盘,8-循环泵,9-吸收剂回流管路,10-烟囱。

具体实施方式

[0059] 为更好地说明本发明,便于理解本发明的技术方案,下面对本发明进一步详细说明。但下述的实施例仅仅是本发明的简易例子,并不代表或限制本发明的权利保护范围,本发明保护范围以权利要求书为准。

[0060] 本发明具体实施例提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,所述装置包括烟气吸收系统和臭氧发生器1;所述烟气吸收系统包括第一级吸收塔2和第二级吸收塔3,所述第一级吸收塔1的烟气入口与烟气管道相连,所述第一级吸收塔1的烟气出口与第二级吸收塔3的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器1的臭氧出口同时与第一级吸收塔1烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔1与第二级吸收塔2之间的烟气管道相连。

[0061] 本发明具体实施例提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的方法,所述方法依次包括第一级臭氧氧化、第一级吸收反应、第二级臭氧氧化和第二级吸收反应。

[0062] 以下为本发明典型但非限制性实施例:

[0063] 实施例1:

[0064] 如图1所示,本实施例提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,所述装置包括烟气吸收系统和臭氧发生器1;所述烟气吸收系统包括第一级吸收塔2和第二级吸收塔3。所述第一级吸收塔1顶部设有与烟气管道相连的烟气入口,第一级吸收塔1中部设有烟气出口,第一级吸收塔1的烟气入口和烟气出口之间设有2层喷淋层,第二级吸收塔2顶部设有烟囱10,第二级吸收塔2中部设有烟气入口,第二级吸收塔2的烟囱10和烟气入口之间由上至下依次设有除雾器4和2层喷淋层,第一级吸收塔1的烟气出口与第二级吸收塔2的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器1的臭氧出口同时与第一级吸收塔1顶部烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔1与第二级吸收塔2之间的烟气管道相连。

[0065] 所述烟气吸收系统还包括循环槽5、事故槽6、吸收剂收集盘7和循环泵8;所述循环

槽5位于第一级吸收塔1底部,吸收剂收集盘7位于第二级吸收塔2中喷淋层的下部,事故槽6位于第二级吸收塔2中吸收剂收集盘7的下部,所述吸收剂收集盘7和循环槽5之间通过吸收剂回流管路9相连;循环槽5的底部出液口通过循环泵8同时与第一级吸收塔1中的喷淋层和第二级吸收塔2中的喷淋层相连;

[0066] 所述吸收剂收集盘7为圆锥形吸收剂收集盘,其材质为玻璃钢;吸收剂回流管路9的材质为玻璃钢。

[0067] 采用所述装置进行工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝,所述方法针对某焦化企业排放的焦炉烟气,烟气流量为 $10000\text{Nm}^3/\text{h}$,温度 $160^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$, SO_2 浓度 $500\text{mg}/\text{Nm}^3$, NO_x 浓度 $400\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。工艺中两级氧化反应臭氧总用量为 $3.34\text{kg}/\text{h}$,与烟气中 NO_x 的摩尔比为0.8。

[0068] 具体的方法为:

[0069] (1) 烟气在第一级吸收塔3前端的烟气管道中与来自臭氧发生器1中的部分臭氧混合,进行第一级臭氧氧化,臭氧用量为 $2.00\text{kg}/\text{h}$,占总臭氧用量的60%将烟气中的部分 NO 氧化成 NO_2 ,得到经第一级臭氧氧化后的烟气;

[0070] (2) 经第一级臭氧氧化后的烟气进入第一级吸收塔2中与吸收剂顺流接触进行第一级吸收反应,脱除烟气中大部分的 SO_2 和 NO_x ,得到经第一级吸收后的烟气,吸收剂来自于第一级吸收塔2底部的循环槽5,通过循环泵8输送至喷淋层,反应中吸收剂pH控制在 $6\sim 6.5$;

[0071] (3) 经第一级吸收反应后的烟气与来自臭氧发生器1的另一部分臭氧在第一级吸收塔2与第二级吸收塔3之间的烟气管道中接触,进行第二级臭氧氧化,所需臭氧用量为 $1.34\text{kg}/\text{h}$,占总臭氧用量的40%,将烟气中剩余的 NO 部分氧化成 NO_2 ,得到经第二级臭氧氧化后的烟气;

[0072] (4) 经第二级臭氧氧化后的烟气进入第二级吸收塔3中与吸收剂逆流接触进行第二级吸收反应,进一步脱除烟气中剩余的 SO_2 和 NO_x ,反应后的烟气经除雾器4除雾后,从第二级吸收塔塔顶的烟囱10排出;吸收剂与烟气接触后,通过锥形的吸收剂收集盘7,经吸收剂回流管路9回流至循环槽5。

[0073] 经上述净化方法处理后,烟气中 SO_2 脱除率达到95%, NO_x 脱除率达到83%。

[0074] 实施例2:

[0075] 如图2所示,本实施例提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,所述装置包括烟气吸收系统和臭氧发生器1;所述烟气吸收系统包括第一级吸收塔2和第二级吸收塔3。所述第一级吸收塔1中部设有与烟气管道相连的烟气入口,第一级吸收塔1顶部设有烟气出口,第一级吸收塔1的烟气入口和烟气出口之间设有1层喷淋层,第二级吸收塔2顶部设有烟囱10,第二级吸收塔2中部设有烟气入口,第二级吸收塔2的烟囱10和烟气入口之间由上至下依次设有除雾器4和2层喷淋层,第一级吸收塔1的烟气出口与第二级吸收塔2的烟气入口通过烟气管道相连;所述臭氧发生器1的臭氧出口同时与第一级吸收塔1中部烟气入口处的烟气管道和第一级吸收塔1与第二级吸收塔2之间的烟气管道相连。

[0076] 所述烟气吸收系统还包括循环槽5、事故槽6、吸收剂收集盘7和循环泵8;所述循环槽5位于第二级吸收塔2底部,吸收剂收集盘7则位于第一级吸收塔1中喷淋层的下部,事故槽6位于第一级吸收塔1中吸收剂收集盘7的下部;所述吸收剂收集盘7和循环槽5之间通过

吸收剂回流管路相连;循环槽5的底部出液口通过循环泵8同时与第一级吸收塔1中的喷淋层和第二级吸收塔2中的喷淋层相连;

[0077] 所述吸收剂收集盘7为圆锥形吸收剂收集盘,其材质为改性聚丙烯;吸收剂回流管路9的材质为改性聚丙烯。

[0078] 采用所述装置进行工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝,所述方法针对某钢铁企业排放的烧结烟气,烟气流量:10000Nm³/h,温度130℃~160℃,SO₂浓度2000mg/Nm³,NO_x浓度250mg/Nm³。工艺中两级氧化反应臭氧总用量为1.04kg/h,与烟气中NO_x的摩尔比为0.4。

[0079] 具体的方法为:

[0080] (1) 烟气在第一级吸收塔3前端的烟气管道中与来自臭氧发生器1中的部分臭氧混合,进行第一级臭氧氧化,臭氧用量为0.83kg/h,占总臭氧用量的80%,将烟气中的部分NO氧化成NO₂,得到经第一级臭氧氧化后的烟气;

[0081] (2) 经第一级臭氧氧化后的烟气进入第一级吸收塔2中与吸收剂逆流接触进行第一级吸收反应,脱除烟气中大部分的SO₂和NO_x,得到经第一级吸收后的烟气,吸收剂来自于第二级吸收塔3底部的循环槽5,吸收剂与烟气接触后,通过锥形的吸收剂收集盘7,经吸收剂回流管路9回流至循环槽5,反应中吸收剂pH控制在4.5~5.5;

[0082] (3) 经第一级吸收反应后的烟气与来自臭氧发生器1的另一部分臭氧在第一级吸收塔2与第二级吸收塔3之间的烟气管道中接触,进行第二级臭氧氧化,所需臭氧用量为0.25kg/h,占总臭氧用量的20%,将烟气中剩余的NO部分氧化成NO₂,得到经第二级臭氧氧化后的烟气;

[0083] (4) 经第二级臭氧氧化后的烟气进入第二级吸收塔3中与吸收剂逆流接触进行第二级吸收反应,进一步脱除烟气中剩余的SO₂和NO_x,反应后的烟气经除雾器4除雾后,吸收剂来自于第二级吸收塔3底部的循环槽5。

[0084] 经上述净化方法处理后,烟气中SO₂脱除率达到98%,NO_x脱除率达到85%。

[0085] 实施例3:

[0086] 本实施例提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,所述装置参照实施例1中所述装置,区别在于第一级吸收塔1中设置2层喷淋层,第二级吸收塔2中设置1层喷淋层。

[0087] 采用所述装置进行工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝,所述方法针对某工业锅炉排放的烟气,烟气流量:10000Nm³/h,温度120℃~140℃,SO₂浓度1000mg/Nm³,NO_x浓度300mg/Nm³。工艺中两级氧化反应臭氧总用量为1.88kg/h,与烟气中NO_x的摩尔比为0.6。

[0088] 具体的方法为参照实施例1中方法,区别在于步骤(1)中臭氧用量为1.31kg/h,占总臭氧用量的70%;步骤(3)所需臭氧用量为0.57kg/h,占总臭氧用量的30%。

[0089] 经上述净化方法处理后,烟气中SO₂脱除率达到97%,NO_x脱除率达到82%。

[0090] 实施例4:

[0091] 本实施例提供了一种工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝的装置,所述装置参照实施例1中所述装置,区别在于第一级吸收塔1中设置1层喷淋层,第二级吸收塔2中设置2层喷淋层。

[0092] 采用所述装置进行工业烟气臭氧分步氧化吸收同时脱硫脱硝,所述方法针对某工

业锅炉排放的烟气,烟气流量:10000Nm³/h,温度120℃~140℃,SO₂浓度1000mg/Nm³,NO_x浓度300mg/Nm³。工艺中两级氧化反应臭氧总用量为1.88kg/h,与烟气中NO_x的摩尔比为0.6。

[0093] 具体的方法参照实施例3中方法。

[0094] 对比例:

[0095] 本对比例提供了一种工业烟气臭氧氧化吸收同时脱硫脱硝的装置及其处理方法,所述烟气条件和臭氧总用量与实施例1相同。

[0096] 所述装置结构和处理方参照实施例1,区别在于取消第二级臭氧氧化,即将所有的臭氧全部用于第一级氧化。

[0097] 结果表明,烟气中SO₂脱除率为95%,而NO_x脱除率仅有60%。

[0098] 综合上述实施例和对比例的结果可以看出,本发明所述装置和方法通过对烟气进行分级臭氧氧化同时脱硫脱硝,降低了臭氧用量,减少了运行成本和设备投资;并同时可以保证,较高的SO₂和NO_x的脱除率,使SO₂的脱除率的脱除率达到95%以上,NO_x的脱除率达到80%以上。

[0099] 申请人声明,本发明通过上述实施例来说明本发明的详细工艺设备和工艺流程,但本发明并不局限于上述详细工艺设备和工艺流程,即不意味着本发明必须依赖上述详细工艺设备和工艺流程才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了,对本发明的任何改进,对本发明产品各原料的等效替换及辅助成分的添加、具体方式的选择等,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

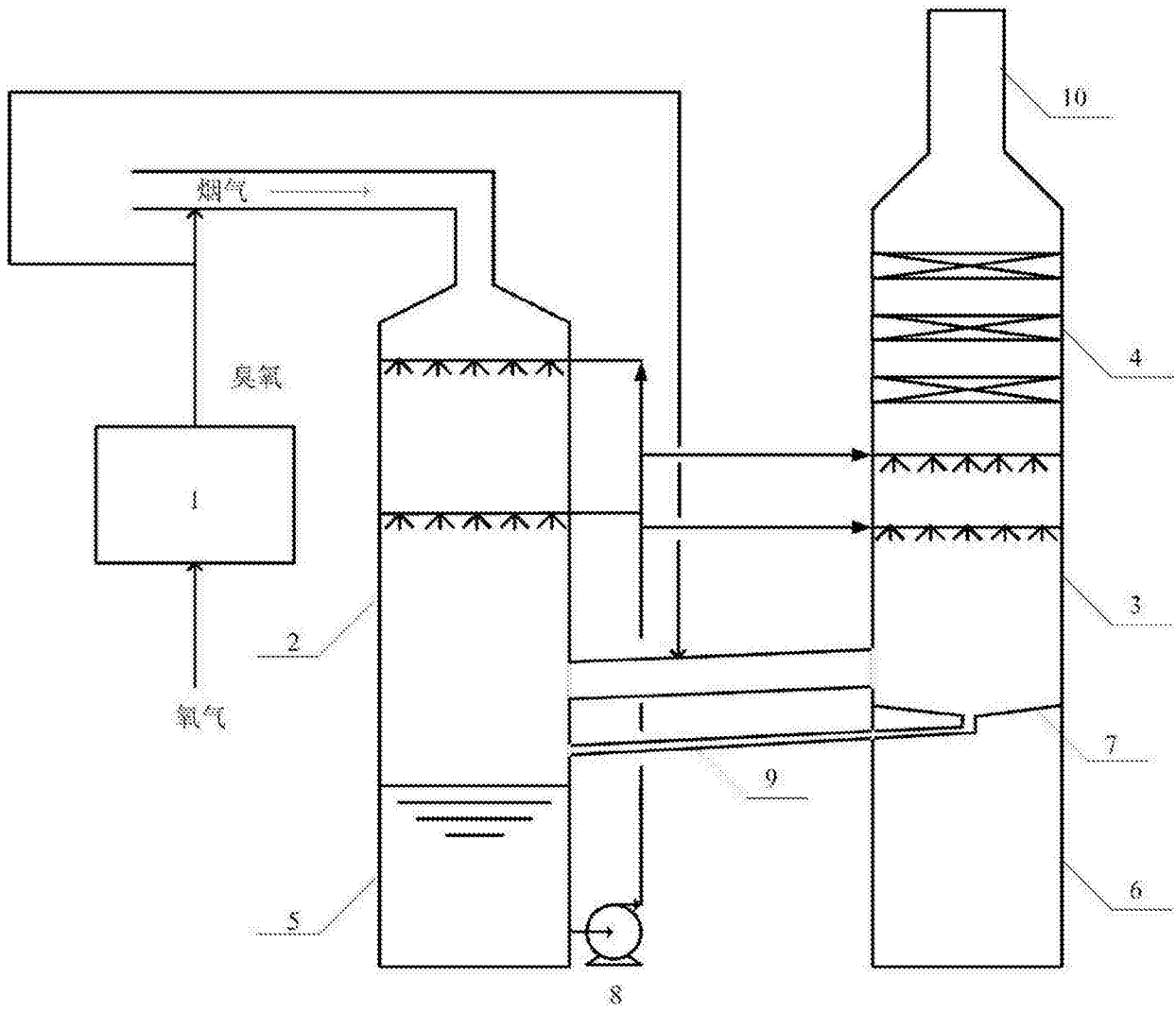


图1

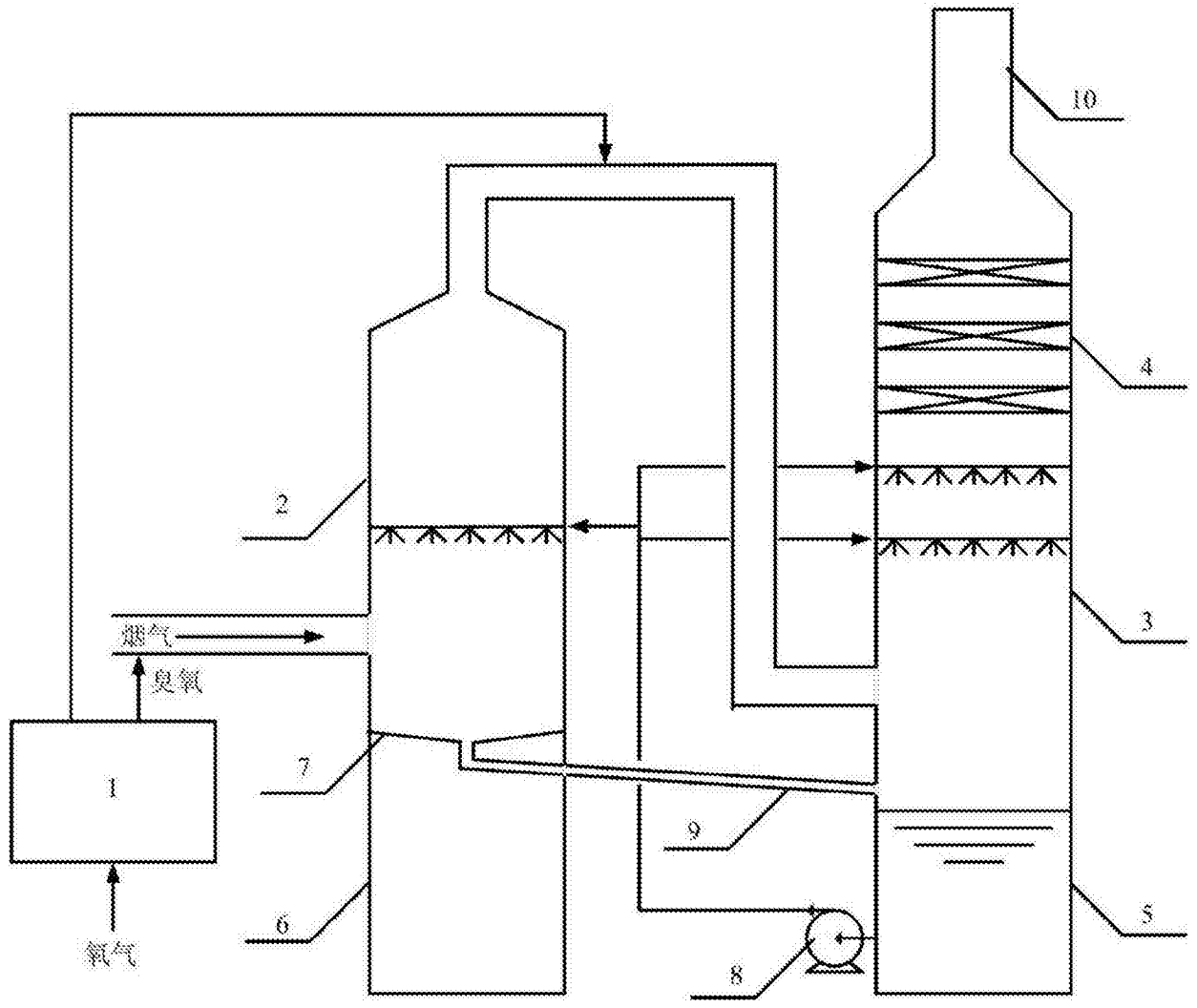


图2