



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112058048 A

(43) 申请公布日 2020.12.11

(21) 申请号 202010967750.1

B01D 53/78 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.15

B01D 53/50 (2006.01)

(71) 申请人 广东佳德环保科技有限公司

C01C 1/22 (2006.01)

地址 510663 广东省广州市黄埔区科学城
光谱西路69号TCL文化产业园文创楼
102室及201-224室

C01C 1/246 (2006.01)

C05C 3/00 (2006.01)

(72) 发明人 钟璐 杨颖欣 胡静龄 刘勇
胡小吐 薛学良

(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 53/56 (2006.01)

B01D 50/00 (2006.01)

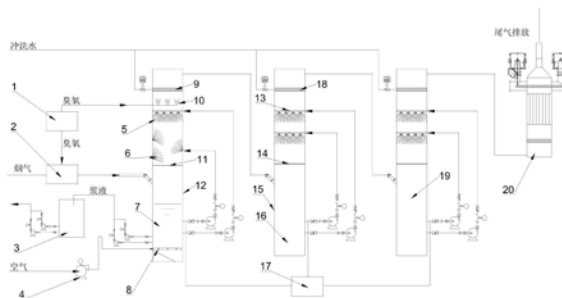
权利要求书3页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置及方法,所述的脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的混合装置、氧化吸收装置和喷淋吸收装置;氧化吸收装置内部沿进气方向依次分为相互连通的进气区、喷淋区、氧化区和排气区,所述喷淋区所在壳体内壁设置有倾斜喷淋模块;混合装置外接有臭氧发生装置,所述的臭氧发生装置还接入所述氧化吸收装置氧化区所在壳体。所述的脱硫脱硝方法包括:烟气与臭氧混合氧化后依次进入氧化吸收装置的喷淋区和氧化区,烟气经喷淋吸收和氧化后,进入喷淋吸收装置再次进行喷淋吸收,完成烟气的脱硫脱硝。本发明通过臭氧氧化协同多级倾斜喷淋,使能够有效地对烟气进行脱硫脱硝处理。



CN 112058048 A

1. 一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,其特征在于,所述的脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的混合装置、氧化吸收装置和至少一个喷淋吸收装置;

所述的氧化吸收装置包括壳体,所述壳体内部沿进气方向依次分为相互连通的进气区、喷淋区、氧化区和排气区,所述喷淋区所在壳体内壁设置有倾斜喷淋模块,所述倾斜喷淋模块向烟气中倾斜喷射喷淋液;

所述的混合装置外接有臭氧发生装置,所述的臭氧发生装置还接入所述氧化吸收装置氧化区所在壳体。

2. 根据权利要求1所述的烟气脱硫脱硝系统装置,其特征在于,所述的混合装置开设有臭氧进气管路和烟气进气管路,所述的臭氧发生装置和混合装置通过臭氧进气管路连接;

优选地,所述的臭氧进气管路轴向和烟气进气管路轴向夹角 $\geq 45^\circ$;

优选地,所述的混合装置内包括至少一个折流板,所述的折流板交替设置于相对的两侧内壁上,通过所述折流板使混合装置内形成折流流道。

3. 根据权利要求1或2所述的烟气脱硫脱硝系统装置,其特征在于,所述倾斜喷淋模块的喷淋方向与水平方向夹角 $\leq 60^\circ$;

优选地,所述的倾斜喷淋模块包括至少一个紧贴壳体内壁设置的圆形管,所述圆形管上均匀设置有倾斜喷淋头;

优选地,相邻两个所述圆形管上设置的倾斜喷淋头交错分布;

优选地,所述倾斜喷淋模块的喷淋方向为向上倾斜喷淋;

优选地,所述喷淋区所在壳体顶部设置有竖直喷淋模块,所述竖直喷淋模块的喷淋方向为竖直向下,与烟气流向相反;

优选地,所述的氧化区所在壳体内设置有气体分布器,所述的臭氧发生装置接入所述的气体分布器,经所述气体分布器流出的臭氧流向与烟气流向相同;

优选地,所述的进气区与喷淋区之间设置有旋流板;

优选地,所述的氧化区与排气区之间设置有第一除雾模块。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的烟气脱硫脱硝系统装置,其特征在于,所述的氧化吸收装置底部设置有氧化吸收循环池,所述的氧化吸收循环池通过相互独立的氧化吸收循环管路分别连接倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块,所述氧化吸收循环池内储存的吸收液分别经相应的氧化吸收循环管路流入倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块,吸收液喷出后落入氧化吸收循环池;

优选地,所述的氧化吸收循环管路进口端均设置有过滤模块;

优选地,所述氧化吸收循环池还外接有氧化风机,所述氧化风机通入空气对氧化吸收循环池内储存的喷淋后的吸收液进行氧化;

优选地,所述氧化吸收循环池底部设置有与氧化风机连接的曝气模块,所述的氧化风机通过曝气模块向吸收液内通入空气。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的烟气脱硫脱硝系统装置,其特征在于,所述喷淋吸收装置包括喷淋吸收循环池和位于喷淋吸收循环池上方的至少一个螺旋喷淋模块;

优选地,所述的螺旋喷淋模块包括水平交叉设置的喷淋主管,所述喷淋主管上设置有均匀分布的螺旋喷头,所述螺旋喷淋模块的喷淋方向与烟气流向相反;

优选地,所述喷淋吸收循环池通过外设的喷淋吸收循环管路接入所述的螺旋喷淋模块,喷淋吸收循环池内储存的吸收液经喷淋吸收循环管路由螺旋喷淋模块喷出后,落入喷淋吸收循环池;

优选地,所述的喷淋吸收装置包括两个螺旋喷淋模块;

优选地,所述喷淋吸收循环池与螺旋喷淋模块之间设置有均匀开设通孔的托盘;

优选地,所述喷淋吸收装置的烟气出口端设置有第二除雾模块;

优选地,所述烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的第一级喷淋吸收装置和第二级喷淋吸收装置。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的烟气脱硫脱硝系统装置,其特征在于,沿烟气流向最后一级所述喷淋吸收装置的烟气出口端连接除雾装置;

优选地,所述氧化吸收循环管路和喷淋吸收循环管路上均外接有吸收液供给装置;

优选地,所述氧化吸收循环池还外接有浆液储罐,所述浆液储罐用于收集氧化吸收循环池中产生的浆液;

优选地,所述第一除雾模块和第二除雾模块均连接有冲洗水管路,利用冲洗水对第一除雾模块和第二除雾模块进行洗涤;

优选地,所述除雾装置为电除雾器;

优选地,所述第一除雾模块和第二除雾模块均为丝网除雾器。

7. 一种根据权利要求1-6任一项所述的臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,其特征在于,所述的脱硫脱硝方法包括:

烟气与臭氧混合氧化后依次进入氧化吸收装置的喷淋区和氧化区,烟气经喷淋吸收和氧化后,进入喷淋吸收装置再次进行喷淋吸收,完成烟气的脱硫脱硝。

8. 根据权利要求7所述的脱硫脱硝方法,其特征在于,所述脱硫脱硝方法具体包括:

(I) 烟气和臭氧发生装置产生的臭氧进入混合装置,充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置,氧化吸收循环池中吸收液分别经倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块对烟气进行循环喷淋,烟气与吸收液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置向氧化区内通入臭氧,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

(II) 排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置进行循环喷淋,喷淋吸收循环池内储存的吸收液经螺旋喷淋模块对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和 NO_x ,喷淋吸收后的烟气除雾后进入下一级喷淋吸收装置;

(III) 在最后一级喷淋吸收装置内重复步骤(II),烟气由最后一级喷淋吸收装置排出进入电除雾装置,烟气经除湿脱白后排放;

(IV) 通过氧化风机向氧化吸收循环池中喷入空气,对氧化吸收循环池内储存的喷淋后的吸收液氧化,将产生的浆液收集至浆液储罐。

9. 根据权利要求8所述的脱硫脱硝方法,其特征在于,步骤(I)中,所述的吸收液为氨水溶液;

优选地,所述烟气中 NO_x 与臭氧发生装置产生的臭氧的摩尔比为1:(1~1.5);

优选地,所述的倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块喷淋的吸收液与烟气的液气比为(8~12):1;

优选地,所述倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块喷淋的喷淋量的比值为(0.8~1.2):1;

优选地,所述氨水溶液的浓度为0.6~0.8mol/L;

优选地,所述臭氧装置向氧化区通入的臭氧流量为进入混合装置臭氧流量的5%~10%。

10. 根据权利要求8或9所述的脱硫脱硝方法,其特征在于,步骤(IV)中,所述喷淋后的吸收液的pH为5~6。

一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于烟气脱硫脱硝技术领域,涉及喷淋烟气脱硫脱硝,尤其涉及一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置及方法。

背景技术

[0002] 近年来,在医药、电子元件厂、化工、冶金和火电厂等行业,排放的烟气中 SO_2 、 NO_x 的减排受到了人们的广泛关注。以钢铁和焦化行业为例,烧结烟气和焦炉烟气是主要的 SO_2 和 NO_x 排放源,这些烟气的排放温度普遍较低(150-250℃),无法满足传统SCR工艺的温度要求,因此,电力行业已成熟应用的SCR脱硝技术无法直接应用。采用提升烟气温度的方法尽管能够实现与传统SCR技术的匹配,但能源消耗巨大,成本高昂。而且目前大部分脱硫脱硝工艺是将脱硫和脱硝两种工艺进行串联,在不同的反应器中分别实现脱硫和脱硝,并未达到烟气同时脱硫脱硝的效果。

[0003] 臭氧(O_3)是氧的高能态存在形式,无色,有特殊臭味,极不稳定,具有强氧化性,可以将烟气中的氮氧化物氧化成容易被吸收的高价态氮氧化物,采用喷淋吸收方式,可同时去除烟气中 SO_2 和 NO_x ,但是现有喷淋技术存在阻力大和喷淋液与烟气接触不充分等问题。

[0004] CN207102226U公开了一种无填料废气净化塔,包括塔体,在塔体的内部设置有气液混合装置,在气液混合装置的上方设置有喷嘴,在塔体的底部设置有喷淋液排出口;气液混合装置包括多个平行布设的波形板,在波形板的弯折处设置有翅片。该技术采用在喷嘴下方设置气液混合装置的方式,可实现废气与喷淋液的良好接触,充分的将废气中的有害物质去除,使处理后的废气能够达标排放,而且省去了填料层,但是其通过设置多个平行布设的波形板,增加了塔内气体阻力。

[0005] CN108744937A公开了一种废气处理喷淋洗涤喷淋塔,包括:在喷淋塔本体上端和中部均设置了横向的喷淋管,喷淋管上螺旋喷嘴,并且在喷淋塔内设置有多层填料层,该技术采用多重喷淋结构,能够提高废气的净化效率。但是填料层会增加气体阻力,并且填料容易被堵塞,需要定期进行清理。

[0006] CN108465322A公开了一种用于废气除尘净化的高效喷淋装置,装置顶部设置有喷淋管,喷淋管下方设置有多个水平的分散机构;在装置中部设置有卵石层、砂砾层和活性炭层,内部均设置有若干个水平放置的网筒;在装置底部设置有二次喷淋箱,二次喷淋箱内的底部设置为集水罐,其顶部连通有向上的溢流喷嘴。该发明通过分散机构同时将进入的烟气以及落下的液体分散,使烟气与液体接触充分,提高对烟气中有害杂质的吸收和净化,处理后的烟气以及液体在二次喷淋箱内再次接触,减少液体的浪费。但是其增加的填料层仍然存在容易堵塞和气体阻力大的问题。

[0007] 现有烟气喷淋吸收系统装置均存在气体阻力大和容易堵塞等问题,因此如何保证烟气具有良好脱硫脱硝效果的情况下,同时保证烟气喷淋吸收系统装置气体阻力小、不易堵塞,并且能够使烟气与喷淋液充分接触,成为了目前迫切需要解决的问题。

发明内容

[0008] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于提供一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置及方法,通过臭氧对烟气的氧化,利用喷淋吸收能够将烟气同时进行脱硫和脱硝,并且设置了倾斜喷淋模块,使烟气与吸收液充分接触,极大提高了脱硫脱硝的效率。

[0009] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0010] 第一方面,本发明提供了一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,所述的脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的混合装置、氧化吸收装置和至少一个喷淋吸收装置。

[0011] 需要说明的是,本发明中喷淋吸收装置的数量与排出烟气的硫氧化物和氮氧化物浓度有关,例如,喷淋吸收装置的数量越多,硫氧化物和氮氧化物浓度越低,所以本发明对喷淋吸收装置的数量不做具体要求和特殊限定。

[0012] 所述的氧化吸收装置包括壳体,所述壳体内部沿进气方向依次分为相互连通的进气区、喷淋区、氧化区和排气区,所述喷淋区所在壳体内壁设置有倾斜喷淋模块,所述倾斜喷淋模块向烟气中倾斜喷射喷淋液。

[0013] 本发明通过设置倾斜喷淋模块,使吸收液的喷淋由侧向对进入的烟气进行喷淋,优化烟气流场,使烟气与吸收液充分接触,提高吸收液对烟气的吸收效果。

[0014] 所述的混合装置外接有臭氧发生装置,所述的臭氧发生装置还接入所述氧化吸收装置氧化区所在壳体。

[0015] 本发明通过对氧化吸收装置排放前的气体再与臭氧进行接触,进一步的对烟气中低价态氮氧化物进行氧化,保证氮氧化物充分去除。

[0016] 作为本发明的一个优选技术方案,所述的混合装置开设有臭氧进气管路和烟气进气管路,所述的臭氧发生装置和混合装置通过臭氧进气管路连接。

[0017] 优选地,所述的臭氧进气管路轴向和烟气进气管路轴向夹角 $\geq 45^\circ$,例如夹角为 45° 、 60° 、 75° 、 90° 、 105° 、 120° 、 135° 、 150° 、 165° 或 180° 。

[0018] 所述的混合装置内包括至少一个折流板,所述的折流板交替设置于相对的两侧内壁上,通过所述折流板使混合装置内形成折流流道。

[0019] 本发明通过将臭氧进气管路轴向和烟气进气管路轴向夹角设置为 $\geq 45^\circ$,使臭氧与烟气形成对流充分混合,并且将混合装置内设置成折流流道形式,首先对臭氧与烟气进行了充分混合,其次增加了烟气与臭氧的接触时间,使烟气中的氮氧化物充分氧化呈易于吸收的高价态氮氧化物,容易通过吸收液进行吸收脱除。

[0020] 作为本发明的一个优选技术方案,所述倾斜喷淋模块的喷淋方向与水平方向夹角 $\leq 60^\circ$,例如夹角为 0° 、 10° 、 20° 、 30° 、 40° 、 50° 或 60° 。

[0021] 优选地,所述的倾斜喷淋模块包括至少一个紧贴壳体内壁设置的圆形管,所述圆形管上均匀设置有倾斜喷淋头。

[0022] 优选地,相邻两个所述圆形管上设置的倾斜喷淋头交错分布。

[0023] 优选地,所述倾斜喷淋模块的喷淋方向为向上倾斜喷淋。

[0024] 本发明中的倾斜喷淋模块向上倾斜喷淋,可增加吸收液与烟气的接触时间,并且通过设置的倾斜喷淋头交错分布,避免喷淋的吸收液碰撞混合,使氧化吸收装置中的液体

分布不均匀。

[0025] 优选地,所述喷淋区所在壳体顶部设置有竖直喷淋模块,所述竖直喷淋模块的喷淋方向为竖直向下,与烟气流向相反。

[0026] 本发明通过设置竖直喷淋模块,与倾斜喷淋模块相互配合,进一步提高氧化吸收装置内液体分布情况,使烟气更好的与吸收液接触。

[0027] 优选地,所述的氧化区所在壳体内设置有气体分布器,所述的臭氧发生装置接入所述的气体分布器,经所述气体分布器流出的臭氧流向与烟气流向相同。

[0028] 优选地,所述的进气区与喷淋区之间设置有旋流板。

[0029] 本发明通过设置旋流板,可使进入氧化吸收装置内的烟气产生旋流,增加气体扰流程度,增加与吸收液接触时间。

[0030] 优选地,所述的氧化区与排气区之间设置有第一除雾模块。

[0031] 作为本发明的一个优选技术方案,所述的氧化吸收装置底部设置有氧化吸收循环池,所述的氧化吸收循环池通过相互独立的氧化吸收循环管路分别连接倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块,所述氧化吸收循环池内储存的吸收液分别经相应的氧化吸收循环管路流入倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块,吸收液喷出后落入氧化吸收循环池。

[0032] 优选地,所述的氧化吸收循环管路进口端均设置有过滤模块。

[0033] 本发明通过设置过滤模块,减少进入倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块的固体物质,避免倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块的喷淋头堵塞,减少维修次数。

[0034] 优选地,所述氧化吸收循环池还外接有氧化风机,所述氧化风机通入空气对氧化吸收循环池内储存的喷淋后的吸收液进行氧化。

[0035] 优选地,所述氧化吸收循环池底部设置有与氧化风机连接的曝气模块,所述的氧化风机通过曝气模块向吸收液内通入空气。

[0036] 本发明通过对喷淋后的吸收液进行氧化,使生成的亚硫酸铵等转化为硫酸铵,为结晶制肥做准备。

[0037] 作为本发明的一个优选技术方案,所述喷淋吸收装置包括喷淋吸收循环池和位于喷淋吸收循环池上方的至少一个螺旋喷淋模块。

[0038] 优选地,所述的螺旋喷淋模块包括水平交叉设置的喷淋主管,所述喷淋主管上设置有均匀分布的螺旋喷头,所述螺旋喷淋模块的喷淋方向与烟气流向相反。

[0039] 本发明通过设置螺旋喷淋模块,通过多个螺旋喷头的旋转,使喷淋吸收装置中的吸收液呈多层液膜形式,增大烟气与吸收液的接触面积和接触时间。

[0040] 优选地,所述喷淋吸收循环池通过外设的喷淋吸收循环管路接入所述的螺旋喷淋模块,喷淋吸收循环池内储存的吸收液经喷淋吸收循环管路由螺旋喷淋模块喷出后,落入喷淋吸收循环池。

[0041] 优选地,所述的喷淋吸收装置包括两个螺旋喷淋模块。

[0042] 优选地,所述喷淋吸收循环池与螺旋喷淋模块之间设置有均匀开设通孔的托盘。

[0043] 本发明中的托盘能够保持一定高度液膜,增加烟气在吸收塔中的停留时间,托盘的设置可以提高吸收剂利用率,同时,托盘处所持有的液膜还可起到一定的缓冲作用,当烟气负荷有变化时,使吸收塔的操作保持平稳,不易引起脱除率的波动。

[0044] 优选地,所述喷淋吸收装置的烟气出口端设置有第二除雾模块。

[0045] 优选地,所述烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的第一级喷淋吸收装置和第二级喷淋吸收装置。

[0046] 作为本发明的一个优选技术方案,沿烟气流向最后一级所述喷淋吸收装置的烟气出口端连接除雾装置。

[0047] 优选地,所述氧化吸收循环管路和喷淋吸收循环管路上均外接有吸收液供给装置。

[0048] 优选地,所述氧化吸收循环池还外接有浆液储罐,所述浆液储罐用于收集氧化吸收循环池中产生的浆液。

[0049] 优选地,所述第一除雾模块和第二除雾模块均连接有冲洗水管路,利用冲洗水对第一除雾模块和第二除雾模块进行洗涤。

[0050] 优选地,所述除雾装置为电除雾器。

[0051] 本发明中电除雾器能够高效除去 $0.01\sim 100\mu\text{m}$ 的气溶胶细微颗粒物,实现对烟气中液态或固态颗粒物、气溶胶和 SO_3 等的高效去除,对烟气进行除湿脱白,回收水分和避免氨气逸出。

[0052] 优选地,所述第一除雾模块和第二除雾模块均为丝网除雾器。

[0053] 第二方面,本发明提供一种第一方面所述的臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,所述的脱硫脱硝方法包括:

[0054] 烟气与臭氧混合氧化后依次进入氧化吸收装置的喷淋区和氧化区,烟气经喷淋吸收和氧化后,进入喷淋吸收装置再次进行喷淋吸收,完成烟气的脱硫脱硝。

[0055] 作为本发明的一个优选技术方案,所述脱硫脱硝方法具体包括:

[0056] (I) 烟气和臭氧发生装置产生的臭氧进入混合装置,充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置,氧化吸收循环池中吸收液分别经倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块对烟气进行循环喷淋,烟气与吸收液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置向氧化区内通入臭氧,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0057] (II) 排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置进行循环喷淋,喷淋吸收循环池内储存的吸收液经螺旋喷淋模块对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和 NO_x ,喷淋吸收后的烟气除雾后进入下一级喷淋吸收装置;

[0058] (III) 在最后一级喷淋吸收装置内重复步骤(II),烟气由最后一级喷淋吸收装置排出进入电除雾装置,烟气经除湿脱白后排放;

[0059] (IV) 通过氧化风机向氧化吸收循环池中喷入空气,对氧化吸收循环池内储存的喷淋后的吸收液氧化,将产生的浆液收集至浆液储罐。

[0060] 优选地,步骤(I)中,所述的吸收液为氨水溶液。

[0061] 优选地,所述烟气中 NO_x 与臭氧发生装置产生的臭氧的摩尔比为 $1:(1\sim 1.5)$,例如摩尔比为 $1:1$ 、 $1:1.1$ 、 $1:1.2$ 、 $1:1.3$ 、 $1:1.4$ 或 $1:1.5$ 。

[0062] 优选地,所述的倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块喷淋的吸收液与烟气的液气比为 $(8\sim 12):1$,例如液气比为 $8:1$ 、 $8.5:1$ 、 $9:1$ 、 $9.5:1$ 、 $10:1$ 、 $10.5:1$ 、 $11:1$ 、 $11.5:1$ 或 $12:1$ 。

[0063] 优选地,所述倾斜喷淋模块和竖直喷淋模块喷淋的喷淋量的比值为 $(0.8\sim 1.2):1$,例如比值为 $0.8:1$ 、 $0.9:1$ 、 $1.0:1$ 、 $1.1:1$ 或 $1.2:1$ 。

[0064] 优选地,所述氨水溶液的浓度为0.6~0.8mol/L,例如浓度为0.62、0.64、0.66、0.68、0.70、0.72、0.74、0.76、0.78或0.8。

[0065] 优选地,所述臭氧装置向氧化区通入的臭氧流量为进入混合装置臭氧流量的5%~10%,例如臭氧装置向氧化区通入的臭氧流量为进入混合装置臭氧流量的5%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0%、7.5%、8.0%、8.5%、9%、9.5%或10%。

[0066] 优选地,步骤(IV)中,所述喷淋后的吸收液的pH为5~6,例如pH为5.0、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9或6.0。

[0067] 本发明所述的数值范围不仅包括上述例举的点值,还包括没有例举出的上述数值范围之间的任意的点值,限于篇幅及出于简明的考虑,本发明不再穷尽列举所述范围包括的具体点值。

[0068] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0069] 本发明通过对烟气进行臭氧氧化,使氮氧化物转化为易于吸收的高价态氮氧化物,并且通过设置倾斜喷淋模块对进入烟气进行喷淋吸收,增加烟气与吸收液的接触时间,并且烟气与吸收液充分接触,提高烟气吸收效果;此外,对氧化吸收装置喷淋吸收后的烟气再次进行臭氧氧化,进一步使氮氧化物氧化转化,使氮氧化物充分脱除,同时达到脱硫和脱硝的效果,脱硝率能够达到90%以上,脱硫率能够达到96%以上,本发明具有气体阻力小和适应性强等特点。

附图说明

[0070] 图1为一个具体实施方式提供的一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置结构示意图;

[0071] 其中,1-臭氧发生装置;2-混合装置;3-浆液储罐;4-氧化风机;5-竖直喷淋模块;6-倾斜喷淋模块;7-氧化吸收循环池;8-曝气模块;9-第一除雾模块;10-气体分布器;11-旋流板;12-氧化吸收装置;13-螺旋喷淋模块;14-托盘;15-第一级喷淋吸收装置;16-喷淋吸收循环池;17-吸收液供给装置;18-第二除雾模块;19-第二级喷淋吸收装置;20-电除雾器。

具体实施方式

[0072] 需要理解的是,在本发明的描述中,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0073] 需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在

本发明中的具体含义。

[0074] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0075] 在一个具体实施方式中,本发明提供了一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,包括沿烟气流向依次连接的混合装置2、氧化吸收装置12和至少一个喷淋吸收装置,每一级喷淋吸收装置结构相同。

[0076] 混合装置2外接有臭氧发生装置1,混合装置2开设有夹角 $\geq 45^\circ$ 的臭氧进气管路和烟气进气管路,臭氧发生装置1和混合装置2通过臭氧进气管路连接,混合装置2内包括至少一个折流板,折流板交替设置于相对的两侧内壁上,通过折流板使混合装置2内形成折流流道,混合装置2烟气出口端接入氧化吸收装置12底部。

[0077] 氧化吸收装置12包括壳体,壳体内部沿进气方向依次分为相互连通的进气区、喷淋区、氧化区和排气区,喷淋区所在壳体内壁设置有倾斜喷淋模块6,倾斜喷淋模块6包括至少一个紧贴壳体内壁设置的圆形管,所述圆形管上均匀设置有向上倾斜喷淋头,喷淋方向与水平方向夹角 $\leq 60^\circ$,相邻两个所述圆形管上设置的倾斜喷淋头交错分布;喷淋区所在壳体顶部设置有竖直喷淋模块5,所述竖直喷淋模块5的喷淋方向为竖直向下,与烟气流向相反。

[0078] 臭氧发生装置1接入氧化吸收装置12氧化区气体分布器10,并且气体分布器10流出的臭氧流向与烟气流向相同;进气区与喷淋区之间设置有旋流板11;氧化区与排气区之间设置有丝网除雾器的第一除雾模块9,氧化吸收装置12的烟气出口端接入第一级喷淋吸收装置15底部。

[0079] 氧化吸收装置12底部设置有氧化吸收循环池7,氧化吸收循环池7通过相互独立的氧化吸收循环管路分别连接倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5,氧化吸收循环管路进口端均设置有过滤模块,氧化吸收循环池7内储存的吸收液分别经相应的氧化吸收循环管路流入倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5,吸收液喷出后落入氧化吸收循环池7;还包括与氧化吸收循环池7底部曝气模块8连接的氧化风机4,氧化吸收循环池7还外接有浆液储罐3。

[0080] 第一级喷淋吸收装置15包括喷淋吸收循环池16和位于喷淋吸收循环池16上方的两个螺旋喷淋模块13;螺旋喷淋模块13包括水平交叉设置的喷淋主管,喷淋主管上设置有均匀分布的螺旋喷头,螺旋喷淋模块13的喷淋方向与烟气流向相反;还包括位于第一级喷淋吸收装置15底部的喷淋吸收循环池16,喷淋吸收循环池16通过外设的喷淋吸收循环管路接入所述的螺旋喷淋模块13,喷淋吸收循环池16内储存的吸收液经喷淋吸收循环管路由螺旋喷淋模块13喷出后,落入喷淋吸收循环池16;最后一级喷淋吸收装置的烟气出口端连接电除雾器20。

[0081] 氧化吸收循环管路和喷淋吸收循环管路上均外接有吸收液供给装置17。

[0082] 第一级喷淋吸收装置15还包括位于喷淋吸收循环池16与螺旋喷淋模块13之间均匀开设通孔的托盘14,第一级喷淋吸收装置15的烟气出口端设置有丝网除雾器的第二除雾模块18,第一除雾模块9和第二除雾模块18均连接有冲洗水管路。

[0083] 在另一个具体实施方式中,本发明提供一种采用上述臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,所述脱硫脱硝方法具体包括:

[0084] (I) 烟气和臭氧发生装置1产生的臭氧进入混合装置2,烟气中 NO_x 与臭氧发生装置1产生的臭氧的摩尔比为1:(1~1.5),充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气

进入氧化吸收装置12,氧化吸收循环池7中浓度为0.6~0.8mol/L氨水溶液分别经倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5对烟气进行循环喷淋,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的吸收液与烟气的液气比为(8~12):1,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的喷淋量的比值为(0.8~1.2):1,烟气与氨水溶液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置1向氧化区内通入臭氧,其流量为进入混合装置2臭氧流量的5%~10%,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0085] (II)排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置15进行循环喷淋,喷淋吸收循环池16内储存的氨水溶液经螺旋喷淋模块13对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和NO_x,喷淋吸收后的烟气除雾后进入下一级喷淋吸收装置19;

[0086] (III)在最后一级喷淋吸收装置19内重复步骤(II),烟气由最后一级喷淋吸收装置19排出进入电除雾器20,烟气经除湿脱白后排放;

[0087] (IV)通过氧化风机4向氧化吸收循环池7中喷入空气,对氧化吸收循环池7内储存的喷淋后的吸收液氧化,喷淋后的吸收液的pH为5~6,将产生的浆液收集至浆液储罐3。

[0088] 实施例1

[0089] 本实施例提供一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,如图1所示,基于具体实施方式中提供的一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,其中,烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的第一级喷淋吸收装置和第二级喷淋吸收装置,喷淋吸收装置中沿烟气流向设置有两个螺旋喷淋模块13,臭氧进气管路和烟气进气管路的夹角为45°,倾斜喷淋模块6喷淋方向为倾斜向上60°。

[0090] 本实施例还提供了上述采用臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,具体包括:

[0091] (I)烟气和臭氧发生装置1产生的臭氧进入混合装置2,烟气中NO_x与臭氧发生装置1产生的臭氧的摩尔比为1:1,充分混合后氧化烟气中的NO_x,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置12,氧化吸收循环池7中浓度为0.75mol/L氨水溶液分别经倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5对烟气进行循环喷淋,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的吸收液与烟气的液气比为9:1,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的喷淋量的比值为1:1,烟气与氨水溶液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置1向氧化区内通入臭氧,其流量为进入混合装置2臭氧流量的8%,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0092] (II)排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置15进行循环喷淋,喷淋吸收循环池16内储存的氨水溶液经螺旋喷淋模块13对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和NO_x,喷淋吸收后的烟气除雾后进入第二级喷淋吸收装置19;

[0093] (III)在第二级喷淋吸收装置19内重复步骤(II),烟气由第二级喷淋吸收装置19排出进入电除雾器20,烟气经除湿脱白后排放;

[0094] (IV)通过氧化风机4向氧化吸收循环池7中喷入空气,对氧化吸收循环池7内储存的喷淋后的吸收液氧化,喷淋后的吸收液的pH为5.2,将产生的浆液收集至浆液储罐3。

[0095] 采集电除雾器20出口烟气并检测其中硫氧化物和氮氧化物浓度(以NO计),其中,硫氧化物浓度为13.2mg/Nm³,氮氧化物浓度为22.6mg/Nm³,脱硫率为96.8%,脱硝率为90.1%。

[0096] 实施例2

[0097] 本实施例提供一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,如图1所示,基于具体实施方式中提供的一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,其中,烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的第一级喷淋吸收装置和二级喷淋吸收装置,喷淋吸收装置中沿烟气流向设置有两个螺旋喷淋模块13,臭氧进气管路和烟气进气管路的夹角为 90° ,倾斜喷淋模块6喷淋方向为倾斜向上 30° 。

[0098] 本实施例还提供了上述采用臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,具体包括:

[0099] (I) 烟气和臭氧发生装置1产生的臭氧进入混合装置2,烟气中 NO_x 与臭氧发生装置1产生的臭氧的摩尔比为1:1.3,充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置12,氧化吸收循环池7中浓度为 0.6mol/L 氨水溶液分别经倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5对烟气进行循环喷淋,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的吸收液与烟气的液气比为12:1,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的喷淋量的比值为0.8:1,烟气与氨水溶液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置1向氧化区内通入臭氧,其流量为进入混合装置2臭氧流量的9%,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0100] (II) 排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置15进行循环喷淋,喷淋吸收循环池16内储存的氨水溶液经螺旋喷淋模块13对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和 NO_x ,喷淋吸收后的烟气除雾后进入第二级喷淋吸收装置19;

[0101] (III) 在第二级喷淋吸收装置19内重复步骤(II),烟气由第二级喷淋吸收装置19排出进入电除雾器20,烟气经除湿脱白后排放;

[0102] (IV) 通过氧化风机4向氧化吸收循环池7中喷入空气,对氧化吸收循环池7内储存的喷淋后的吸收液氧化,喷淋后的吸收液的pH为5,将产生的浆液收集至浆液储罐3。

[0103] 采集电除雾器20出口烟气并检测其中硫氧化物和氮氧化物浓度(以 NO 计),其中,硫氧化物浓度为 $12.6\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物浓度为 $18.5\text{mg}/\text{Nm}^3$,脱硫率为97.2%,脱硝率为91.5%。

[0104] 实施例3

[0105] 本实施例提供一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,基于具体实施方式中提供的一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,其中,烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的第一级喷淋吸收装置、第二级喷淋吸收装置和第三级喷淋吸收装置,喷淋吸收装置中设置有一个螺旋喷淋模块13,臭氧进气管路和烟气进气管路的夹角为 135° ,倾斜喷淋模块6喷淋方向为倾斜向上 45° 。

[0106] 本实施例还提供了上述采用臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,具体包括:

[0107] (I) 烟气和臭氧发生装置1产生的臭氧进入混合装置2,烟气中 NO_x 与臭氧发生装置1产生的臭氧的摩尔比为1:1.5,充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置12,氧化吸收循环池7中浓度为 0.8mol/L 氨水溶液分别经倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5对烟气进行循环喷淋,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的吸收液与烟气的液气比为8:1,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的喷淋量的比值为0.9:1,烟气与氨水

溶液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置1向氧化区内通入臭氧,其流量为进入混合装置2臭氧流量的5%,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0108] (II)排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置15进行循环喷淋,喷淋吸收循环池16内储存的氨水溶液经螺旋喷淋模块13对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和 NO_x ,喷淋吸收后的烟气除雾后依次进入第二级喷淋吸收装置19和第三级喷淋吸收装置;

[0109] (III)在第二级喷淋吸收装置19和第三级喷淋吸收装置内均重复步骤(II),烟气由第三级喷淋吸收装置排出进入电除雾器20,烟气经除湿脱白后排放;

[0110] (IV)通过氧化风机4向氧化吸收循环池7中喷入空气,对氧化吸收循环池7内储存的喷淋后的吸收液氧化,喷淋后的吸收液的pH为5.4,将产生的浆液收集至浆液储罐3。

[0111] 采集电除雾器20出口烟气并检测其中硫氧化物和氮氧化物浓度(以 NO 计),其中,硫氧化物浓度为 $14.3\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物浓度为 $26.4\text{mg}/\text{Nm}^3$,脱硫率为96.8%,脱硝率为91.3%。

[0112] 实施例4

[0113] 本实施例提供一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,基于具体实施方式中提供的一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,其中,烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的混合装置2、氧化吸收装置12和第一级喷淋吸收装置15,喷淋吸收装置中沿烟气流向设置有三个螺旋喷淋模块,臭氧进气管路和烟气进气管路的夹角为 180° ,倾斜喷淋模块6喷淋方向为倾斜向上 15° 。

[0114] 本实施例还提供了上述采用臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,具体包括:

[0115] (I)烟气和臭氧发生装置1产生的臭氧进入混合装置2,烟气中 NO_x 与臭氧发生装置1产生的臭氧的摩尔比为1:1.4,充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置12,氧化吸收循环池7中浓度为 $0.7\text{mol}/\text{L}$ 氨水溶液分别经倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5对烟气进行循环喷淋,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的吸收液与烟气的液气比为11:1,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的喷淋量的比值为1.2:1,烟气与氨水溶液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置1向氧化区内通入臭氧,其流量为进入混合装置2臭氧流量的10%,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0116] (II)排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置15进行循环喷淋,喷淋吸收循环池16内储存的氨水溶液经螺旋喷淋模块13对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和 NO_x ;

[0117] (III)烟气再经除雾后,由第一级喷淋吸收装置15进入电除雾器20,烟气经除湿脱白后排放;

[0118] (IV)通过氧化风机4向氧化吸收循环池7中喷入空气,对氧化吸收循环池7内储存的喷淋后的吸收液氧化,喷淋后的吸收液的pH为6,将产生的浆液收集至浆液储罐3。

[0119] 采集电除雾器20出口烟气并检测其中硫氧化物和氮氧化物浓度(以 NO 计),其中,硫氧化物浓度为 $13.8\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物浓度为 $17.6\text{mg}/\text{Nm}^3$,脱硫率为97.5%,脱硝率为91.3%。

[0120] 实施例5

[0121] 本实施例提供一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,基于具体实施方式中提供的一种臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置,其中,烟气脱硫脱硝系统装置包括沿烟气流向依次连接的第一级喷淋吸收装置和二级喷淋吸收装置,喷淋吸收装置中沿烟气流向设置有两个螺旋喷淋模块,臭氧进气管路和烟气进气管路的夹角为 100° ,倾斜喷淋模块6喷淋方向为倾斜向上 0° 。

[0122] 本实施例还提供了上述采用臭氧氧化协同多级喷淋的烟气脱硫脱硝系统装置的脱硫脱硝方法,具体包括:

[0123] (I) 烟气和臭氧发生装置1产生的臭氧进入混合装置2,烟气中 NO_x 与臭氧发生装置1产生的臭氧的摩尔比为1:1.2,充分混合后氧化烟气中的 NO_x ,经臭氧氧化后的烟气进入氧化吸收装置12,氧化吸收循环池7中浓度为 0.65mol/L 氨水溶液分别经倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5对烟气进行循环喷淋,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的吸收液与烟气的液气比为10:1,倾斜喷淋模块6和竖直喷淋模块5喷淋的喷淋量的比值为1.1:1,烟气与氨水溶液接触后实现脱硫脱硝,脱硫脱硝后的烟气进入氧化区,臭氧发生装置1向氧化区内通入臭氧,其流量为进入混合装置2臭氧流量的7%,臭氧与烟气接触进一步氧化,氧化后的烟气进行除雾排出;

[0124] (II) 排出的烟气进入第一级喷淋吸收装置15进行循环喷淋,喷淋吸收循环池16内储存的氨水溶液经螺旋喷淋模块13对烟气进行循环喷淋,脱除烟气中的硫氧化物和 NO_x ,喷淋吸收后的烟气除雾后进入二级喷淋吸收装置19;

[0125] (III) 在二级喷淋吸收装置19内重复步骤(II),烟气由二级喷淋吸收装置19排出进入电除雾器20,烟气经除湿脱白后排放;

[0126] (IV) 通过氧化风机4向氧化吸收循环池7中喷入空气,对氧化吸收循环池7内储存的喷淋后的吸收液氧化,喷淋后的吸收液的pH为5.7,将产生的浆液收集至浆液储罐3。

[0127] 采集电除雾器20出口烟气并检测其中硫氧化物和氮氧化物浓度(以 NO 计),其中,硫氧化物浓度为 $12.8\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物浓度为 $19.3\text{mg}/\text{Nm}^3$,脱硫率为97.0%,脱硝率为90.6%。

[0128] 申请人声明,以上所述仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,所属技术领域的技术人员应该明了,任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

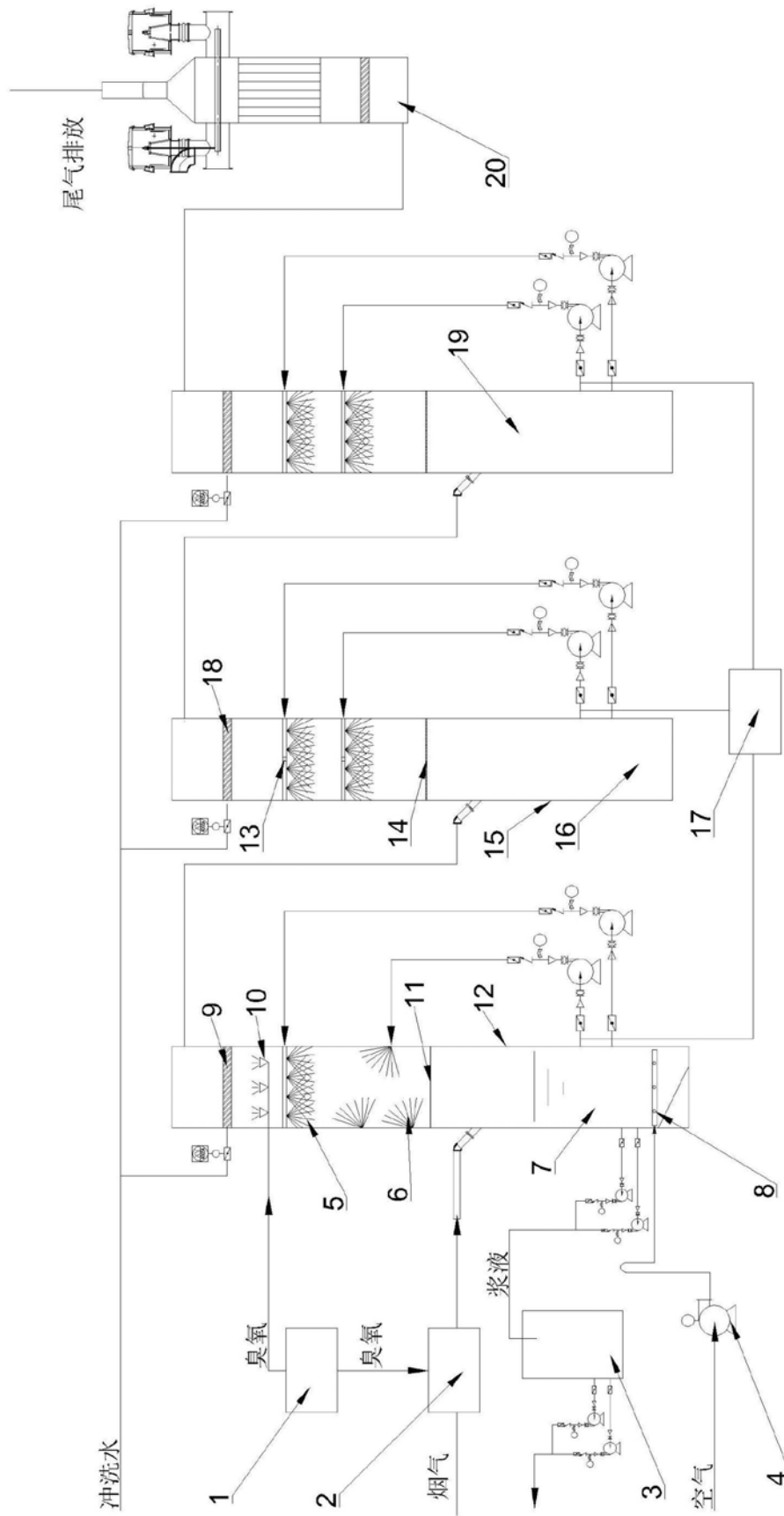


图1