



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109718653 B

(45)授权公告日 2020.07.07

(21)申请号 201910113769.7

B01D 53/96(2006.01)

(22)申请日 2019.02.14

B01D 53/56(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109718653 A

(43)申请公布日 2019.05.07

(73)专利权人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路18号

(72)发明人 孙国刚 彭仁杰 张玉明 刘建新

赵斐

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 张印铎 李辉

(56)对比文件

CN 105311946 A, 2016.02.10, 实施例1-2, 图1.

CN 108114586 A, 2018.06.05, 具体实施方式, 图1.

CN 207641266 U, 2018.07.24, 说明书第15段, 实施例1, 图1.

US 2011274605 A1, 2011.11.10, 全文.

审查员 钱林

(51) Int. Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/78(2006.01)

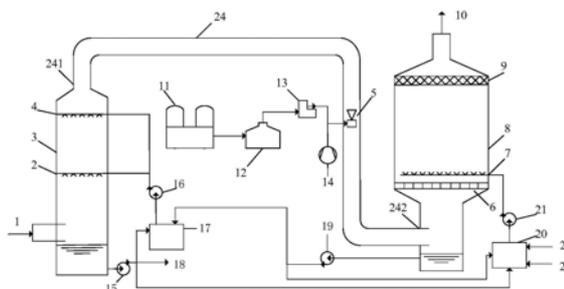
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种烟气脱硫脱硝装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种烟气脱硫脱硝装置及方法,该装置包括:脱硫容器;其底部设有脱硫液料存储区,在所述脱硫液料存储区上方设有烟气入口,烟气入口上方设有烟气洗涤脱硫结构;脱硝容器;其底部设有脱硝液料存储区,脱硝液料存储区上方设有烟气洗涤脱硝结构,烟气洗涤脱硝结构上方设有去除固体颗粒与液滴的分离结构,脱硝容器顶部设有气体出口;将脱硫容器和脱硝容器连通的氧化管道;设置在所述氧化管道内的雾化喷出结构,其和二氧化氯提供结构连接;雾化喷出结构喷出的二氧化氯喷雾与所述氧化管道内烟气混合。本发明提供的烟气脱硫脱硝装置及方法,能实现ClO<sub>2</sub>对NO的高效和高利用率氧化,且操作安全方便,便于工业应用。



1. 一种烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,包括:

脱硫容器;所述脱硫容器底部设有脱硫液料存储区,在所述脱硫液料存储区上方设有烟气入口,所述烟气入口上方设有烟气洗涤脱硫结构;

脱硝容器;所述脱硝容器底部设有脱硝液料存储区,所述脱硝液料存储区上方设有烟气洗涤脱硝结构,所述烟气洗涤脱硝结构上方设有去除固体颗粒与液滴的分离结构,所述脱硝容器顶部设有气体出口;

将所述脱硫容器和所述脱硝容器连通的氧化管道;所述氧化管道具有第一端和第二端,所述第一端和所述脱硫容器连接且在所述烟气洗涤脱硫结构的上方,所述第二端和所述脱硝容器连接且在所述脱硝液料存储区和所述烟气洗涤脱硝结构之间;

设置在所述氧化管道内的雾化喷出结构,所述雾化喷出结构能和二氧化氯提供结构连接;所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯喷雾与所述氧化管道内烟气混合;所述二氧化氯提供结构包括相连的二氧化氯发生器和二氧化氯溶液储罐,所述二氧化氯发生器能生成预定浓度的二氧化氯溶液;所述预定浓度为2-4g/L;所述二氧化氯溶液储罐通过流量调节阀与所述雾化喷出结构连接,所述流量调节阀能调节所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯溶液的流量,使ClO<sub>2</sub>与烟气中的NO保持预定摩尔比例。

2. 根据权利要求1所述的烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,所述脱硫液料存储区分别连接脱硫液料循环容器、脱硝液料循环容器,使所述脱硫液料存储区的液料能分别进入所述脱硫液料循环容器、脱硝液料循环容器;所述脱硝液料存储区分别连接脱硝液料循环容器、脱硫液料循环容器,使所述脱硝液料存储区的液料能分别进入所述脱硫液料循环容器、脱硝液料循环容器;所述脱硝液料循环容器中能加入碱液和水。

3. 根据权利要求2所述的烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,所述脱硫液料循环容器和所述脱硝液料循环容器内分别设有pH传感器,以监控所述脱硫液料循环容器和所述脱硝液料循环容器内液体的pH,使所述脱硫液料循环容器内液体pH为5-8、所述脱硝液料循环容器内液体pH为8-10。

4. 根据权利要求1所述的烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,所述脱硝容器在所述氧化管道的第二端和所述烟气洗涤脱硝结构之间设有烟气减速结构。

5. 根据权利要求4所述的烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,所述烟气减速结构包括所述脱硝容器在所述烟气减速结构处设置的扩径段。

6. 根据权利要求4所述的烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,所述烟气减速结构包括托盘和/或文氏棒层,所述托盘上设有多个小孔,所述文氏棒层包括在水平方向平行分布的多根棒或管,所述多根棒或管之间间隔预定距离。

7. 根据权利要求1所述的烟气脱硫脱硝装置,其特征在于,所述雾化喷出结构包括雾化喷嘴,以及驱动所述雾化喷嘴的驱动机构。

8. 一种烟气脱硫脱硝方法,其特征在于,包括以下步骤:

对烟气进行脱硫处理;

将脱硫处理后的烟气输入氧化管道,使得烟气在氧化管道中与预定浓度的二氧化氯溶液雾化形成的喷雾混合接触,以氧化烟气中的NO;二氧化氯提供结构包括相连的二氧化氯发生器和二氧化氯溶液储罐,所述二氧化氯发生器能生成预定浓度的二氧化氯溶液;所述预定浓度为2-4g/L;所述二氧化氯溶液储罐通过流量调节阀与雾化喷出结构连接,所述流

量调节阀能调节所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯溶液的流量,使ClO<sub>2</sub>与烟气中的NO保持预定摩尔比例;

对被氧化后的烟气进行脱硝处理;

对脱硝处理后的烟气去除固体颗粒和液滴后向外排出。

9. 根据权利要求8所述的烟气脱硫脱硝方法,其特征在于,

在所述脱硫步骤中,将部分脱硫液循环使用进行烟气脱硫,以及部分脱硫液用于脱硝,以提高脱硝效果;

在所述脱硝步骤中,将部分脱硝液循环使用进行烟气脱硝,以及部分脱硝液用于调节脱硫液的pH值,以提高脱硫效果,以及同时向脱硝液中加碱液和水维持脱硝液在预定pH值;

在所述脱硝步骤中,将烟气减速,以增加气液接触时间。

## 一种烟气脱硫脱硝装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护技术领域,特别涉及一种烟气脱硫脱硝装置及方法。

### 背景技术

[0002] 对于工业烟气中颗粒物、SO<sub>2</sub>排放的控制,目前世界上应用最广泛的是湿法烟气脱硫技术(WFGD),该技术在脱除SO<sub>2</sub>的同时脱除颗粒物,且技术已基本成熟。对于烟气中NO<sub>x</sub>排放的控制,常用的技术主要有还原法烟气脱硝和氧化吸收法烟气脱硝两类。还原法烟气脱硝主要有选择性催化还原法(SCR)和选择性非催化还原法(SNCR),即采用氨或尿素等脱硝剂将氮氧化物还原为氮气。氧化吸收法是采用某种氧化剂先将烟气中不溶于水的NO(NO一般约占烟气中NO<sub>x</sub>的90%)氧化成可溶于水的高价氮氧化物,然后再用碱性溶液洗涤吸收。其中,氧化吸收法烟气脱硝容易与湿法烟气脱硫除尘结合,实现烟气脱硫除尘脱硝一体化治理。氧化NO的氧化剂可用臭氧、双氧水、二氧化氯等。

[0003] ClO<sub>2</sub>作为一种氧化性强的绿色氧化剂,同时,成本较为低廉,应用在氧化吸收法中进行脱硫脱硝具有较佳的效果。相应的,ClO<sub>2</sub>氧化吸收法脱硫脱硝一体化技术具有很强的应用前景。

[0004] 然而,目前ClO<sub>2</sub>氧化NO在工程应用中仍存在问题。ClO<sub>2</sub>氧化NO有两种方式:ClO<sub>2</sub>溶液氧化和ClO<sub>2</sub>气相氧化。ClO<sub>2</sub>溶液氧化时,由于ClO<sub>2</sub>溶于液体中,需要通过增大液气比以提高气液接触效率,而雾滴夹带容易使大量二氧化氯逸出,导致氧化剂利用率低,并还会造成额外的残氯等污染。而气相氧化不存在传质障碍,氧化过程快速高效,但在气相氧化操作时,由于二氧化氯气体极易分解,有爆炸的危险,不利于工业上安全应用。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有技术中的缺陷,本发明提供一种烟气脱硫脱硝装置及方法,以实现ClO<sub>2</sub>对NO的高效和高利用率氧化,且操作安全方便,便于工业应用。

[0006] 本发明的上述目的可采用下列技术方案来实现:

[0007] 一种烟气脱硫脱硝装置,包括:

[0008] 脱硫容器;所述脱硫容器底部设有脱硫液料存储区,在所述脱硫液料存储区上方设有烟气入口,所述烟气入口上方设有烟气洗涤脱硫结构;

[0009] 脱硝容器;所述脱硝容器底部设有脱硝液料存储区,所述脱硝液料存储区上方设有烟气洗涤脱硝结构,所述烟气洗涤脱硝结构上方设有去除固体颗粒与液滴的分离结构,所述脱硝容器顶部设有气体出口;

[0010] 将所述脱硫容器和所述脱硝容器连通的氧化管道;所述氧化管道具有第一端和第二端,所述第一端和所述脱硫容器连接且在所述烟气洗涤脱硫结构的上方,所述第二端和所述脱硝容器连接且在所述脱硝液料存储区和所述烟气洗涤脱硝结构之间;

[0011] 设置在所述氧化管道内的雾化喷出结构,所述雾化喷出结构能和二氧化氯提供结构连接;所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯喷雾与所述氧化管道内烟气混合。

[0012] 在一个优选的实施方式中,所述脱硫液料存储区分别连接脱硫液料循环容器、脱硝液料循环容器,使所述脱硫液料存储区的液料能分别进入所述脱硫液料循环容器、脱硝液料循环容器;所述脱硝液料存储区分别连接脱硝液料循环容器、脱硫液料循环容器,使所述脱硝液料存储区的液料能分别进入所述脱硫液料循环容器、脱硝液料循环容器;所述脱硝液料循环容器中能加入碱液和水。

[0013] 在一个优选的实施方式中,所述脱硫液料循环容器和所述脱硝液料循环容器内分别设有pH传感器,以监控所述脱硫液料循环容器和所述脱硝液料循环容器内液体的pH,使所述脱硫液料循环容器内液体pH为5-8、所述脱硝液料循环容器内液体pH为8-10。

[0014] 在一个优选的实施方式中,所述脱硝容器在所述氧化管道的第二端和所述烟气洗涤脱硝结构之间设有烟气减速结构。

[0015] 在一个优选的实施方式中,所述烟气减速结构包括所述脱硝容器在所述烟气减速结构处设有的扩径段。

[0016] 在一个优选的实施方式中,所述烟气减速结构包括托盘和/或文氏棒层,所述托盘上设有多个小孔,所述文氏棒层包括在水平方向平行分布的多根棒或管,所述多根棒或管之间间隔预定距离。

[0017] 在一个优选的实施方式中,所述二氧化氯提供结构包括相连的二氧化氯发生器和二氧化氯溶液储罐,所述二氧化氯发生器能生成预定浓度的二氧化氯溶液。

[0018] 在一个优选的实施方式中,所述二氧化氯溶液储罐通过流量调节阀与所述雾化喷出结构连接,所述流量调节阀能调节所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯溶液的流量,使 $ClO_2$ 与烟气中的NO保持预定摩尔比例。

[0019] 在一个优选的实施方式中,所述雾化喷出结构包括雾化喷嘴,以及驱动所述雾化喷嘴的驱动机构。

[0020] 一种烟气脱硫脱硝方法,包括以下步骤:

[0021] 对烟气进行脱硫处理;

[0022] 将脱硫处理后的烟气输入氧化管道,使得烟气在氧化管道中与预定浓度的二氧化氯溶液雾化形成的喷雾混合接触,以氧化烟气中的NO;

[0023] 对被氧化后的烟气进行脱硝处理;

[0024] 对脱硝处理后的烟气去除固体颗粒和液滴后向外排出。

[0025] 在一个优选的实施方式中,在所述脱硫步骤中,将部分脱硫液循环使用进行烟气脱硫,以及部分脱硫液用于脱硝,以提高脱硝效果;

[0026] 在所述脱硝步骤中,将部分脱硝液循环使用进行烟气脱硝,以及部分脱硝液用于调节脱硫液的pH值,以提高脱硫效果,以及同时向脱硝液中加碱液和水维持脱硝液在预定pH值;

[0027] 在所述脱硝步骤中,将烟气减速,以增加气液接触时间。

[0028] 本发明的技术方案具有以下显著有益效果:

[0029] 1、所述烟气脱硫脱硝装置及方法的氧化过程是在氧化管道中采用高浓度二氧化氯溶液喷雾,利用二氧化氯极强的挥发性,将二氧化氯高效释放气化成气态的二氧化氯,实现对NO的氧化,从而解决了 $ClO_2$ 溶液氧化时 $ClO_2$ 利用率低和 $ClO_2$ 气相氧化时 $ClO_2$ 使用安全性问题。氧化管道中气速高,烟气与喷雾充分混合接触,使得 $ClO_2$ 充分地气化,与烟气中的

NO迅速发生氧化反应。

[0030] 还有,根据烟气中NO的含量,通过流量调节阀控制ClO<sub>2</sub>与NO的摩尔比例,方便而精准地控制氧化过程;采用虹吸式双流体喷嘴利用压缩空气提供动力雾化高浓度二氧化氯溶液,避免了高浓度二氧化氯溶液对泵等输送机械的腐蚀,确保了长周期生产能力。所述装置及方法实现了ClO<sub>2</sub>安全、便捷、高效、高利用率地氧化NO。

[0031] 2、将pH为5-8含高浓度亚硫酸氢根离子的脱硫液引入脱硝液料循环容器,将脱硝液料循环容器中液体pH调整成8-10,亚硫酸氢根离子活化成亚硫酸根离子,亚硫酸根离子对NO<sub>2</sub>吸收具有强烈的促进作用。脱硝液的pH较高,将其引入脱硫液料循环容器以维持脱硫液料循环容器中液体pH在5-8左右,以充分利用碱液。脱硫液和脱硝液循环工艺优化了本装置,既保证了脱硝液较高的碱性和亚硫酸氢根离子浓度,提高了脱硫脱硝的效率,又提高了洗涤液的利用率,减少吸收剂碱液的剂耗。

[0032] 3、所述脱硝容器采用托盘、文氏棒层和扩径塔洗涤技术,一方面在扩径段降低空塔气速从而提高气液接触时间,另一方面托盘或文氏棒层上能形成一定高度湍动的液体薄层,强化气液传质接触,增加对高价氮氧化物的吸收效率,从而达到高效脱硝的目的。

[0033] 参照后文的说明和附图,详细公开了本发明的特定实施方式,指明了本发明的原理可以被采用的方式。应该理解,本发明的实施方式在范围上并不因而受到限制。在所附权利要求的精神和条款的范围内,本发明的实施方式包括许多改变、修改和等同。

[0034] 针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或多个其它实施方式中使用,与其它实施方式中的特征相组合,或替代其它实施方式中的特征。

[0035] 应该强调,术语“包括/包含”在本文使用时指特征、整件、步骤或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

## 附图说明

[0036] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0037] 图1为本申请实施方式中一种烟气脱硫脱硝装置的结构示意图;

[0038] 图2为本申请实施方式中另一种烟气脱硫脱硝装置一体式布置的结构示意图;

[0039] 图3为本申请实施方式中一种烟气脱硫脱硝方法的步骤流程图。

[0040] 附图标记说明:

[0041] 1、烟气入口;2、第一烟气洗涤脱硫结构;3、脱硫容器;4、第二烟气洗涤脱硫结构;5、雾化喷嘴;6、烟气减速结构;7、烟气洗涤脱硝结构;8、脱硝容器;9、除雾器;10、气体出口;11、二氧化氯发生器;12、二氧化氯溶液储罐;13、流量调节阀;14、空气压缩机;15、脱硫液采出泵;16、脱硫液循环泵;17、脱硫液料循环容器;18、废液处理单元;19、脱硝液采出泵;20、脱硝液料循环容器;21、脱硝液循环泵;22、碱液;23、水;24、氧化管道;241、第一端;242、第二端。

## 具体实施方式

[0042] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行进一步地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0043] 需要说明的是,当元件被称为“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以是存在其中的另一个元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在其中的另一个元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0044] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0045] 请参阅图1。图1是本申请实施方式中一种烟气脱硫脱硝装置的结构示意图,如图1所示,本申请提供了一种烟气脱硫脱硝装置,该装置包括:脱硫容器3、脱硝容器8和氧化管道24。

[0046] 所述脱硫容器3底部设有脱硫液料存储区,在所述脱硫液料存储区上方设有烟气入口1,所述烟气入口1上方设有烟气洗涤脱硫结构。所述脱硫容器3可以是脱硫塔,所述脱硫液料存储区可以是脱硫液料池,所述烟气洗涤脱硫结构可以是喷淋结构,本申请实施方式对此不做限定,任何烟气湿法洗涤的脱硫结构都是可以的。

[0047] 所述脱硝容器8底部设有脱硝液料存储区,所述脱硝液料存储区上方设有烟气洗涤脱硝结构7,所述烟气洗涤脱硝结构7上方设有去除固体颗粒与液滴的分离结构,所述脱硝容器8顶部设有气体出口10。本申请实施方式对分离结构不做特别的限定,可以是除雾器、除沫器等,优选的,所述颗粒分离结构为除雾器9。所述脱硝容器8可以是脱硝塔,所述脱硝液料存储区可以是脱硝液料池,所述烟气洗涤脱硝结构7可以是喷淋结构,本申请实施方式对此不做限定,任何烟气湿法洗涤的脱硝结构都是可以的。

[0048] 所述氧化管道24将所述脱硫容器3和所述脱硝容器8连通。所述氧化管道24具有第一端241和第二端242,所述第一端241和所述脱硫容器3连接且在所述烟气洗涤脱硫结构的上方,所述第二端242和所述脱硝容器8连接且在所述脱硝液料存储区和所述烟气洗涤脱硝结构7之间。

[0049] 所述氧化管道24内设有雾化喷出结构,所述雾化喷出结构能和二氧化氯提供结构连接。所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯喷雾与所述氧化管道内烟气混合。优选的,二氧化氯喷雾的喷射方向和所述氧化管道24内烟气的流动方向相反。烟气在氧化管道24中与雾化的高浓度二氧化氯溶液逆向接触,二氧化氯挥发进入到烟气中,能实现 $\text{ClO}_2$ 对NO的高效和高利用率氧化,且操作安全方便,便于工业应用。

[0050] 采用图1所示实施例提供的在氧化管道24中采用高浓度二氧化氯喷雾的方式,其氧化效率与 $\text{ClO}_2$ 溶液氧化NO的氧化效率作对比,得到下表1:

[0051] 表1采用不同方式时NO的氧化效率

	NO 初始 浓度	ClO <sub>2</sub> 初始 浓度	液气比	ClO <sub>2</sub> /NO 摩 尔比	NO 氧化 效率
[0052] 喷雾氧化	200mg/m <sup>3</sup>	2000mg/L	0.09L/m <sup>3</sup>	0.5	97.5%
ClO <sub>2</sub> 溶液氧化	225mg/m <sup>3</sup>	200mg/L	15L/m <sup>3</sup>	5.93	92.8%

[0053] 从表1可以看出,本申请实施方式提供的在氧化管道24中采用高浓度二氧化氯喷雾氧化NO具有很高的氧化效率,且ClO<sub>2</sub>的用量少、利用率高,明显高于ClO<sub>2</sub>溶液氧化的氧化剂利用率和氧化效率。

[0054] 本申请提供的烟气脱硫脱硝装置,在氧化管道24中采用高浓度二氧化氯喷雾,利用二氧化氯极强的挥发性,自发转换成气相氧化,从而解决了ClO<sub>2</sub>溶液氧化利用率低和气相氧化安全性问题。氧化管道24中气速高,烟气与喷雾充分混合接触,使得ClO<sub>2</sub>充分地气化到烟气中参与氧化反应。所述装置实现了二氧化氯安全、便捷、高效、高利用率地氧化NO。

[0055] 发明人研究发现,碱液或脱硫后含SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>离子溶液高效吸收NO<sub>2</sub>仍需要较长的接触时间、较大的液气比和保持较高的碱性,因此以下设置通过对脱硝容器8的设置实现脱硝液和待处理烟气的长接触时间和大液气比。

[0056] 在本实施方式中,所述脱硝容器8在所述氧化管道24的第二端242和所述烟气洗涤脱硝结构7之间设有烟气减速结构6,能够降低烟气速度,从而提高气液接触时间。具体的,所述烟气减速结构6包括所述脱硝容器8在所述烟气减速结构6处设有的扩径段,使烟气速度有效降低,有效延长了气液接触时间。在本申请的一个优选实施例中,脱硝容器8下部气速为3-4m/s,经过烟气减速结构6,脱硝容器8上部气速降低为1-2m/s。

[0057] 更具体的,所述烟气减速结构6包括托盘和/或文氏棒层,所述托盘上设有多个小孔,所述文氏棒层包括在水平方向平行分布的多根棒或管,所述多根棒或管之间间隔预定距离。具体的,所述托盘可以是设有多个小孔的筛板。如此设置,烟气上升到托盘和/或文氏棒层段时与下行的脱硝残液逆向接触,会在托盘和/或文氏棒层上维持一定高度的液层,烟气通过鼓泡的方式通过液层进入半径较大的脱硝洗涤段(由烟气洗涤脱硝结构7及其喷出的液柱组成)。NO<sub>2</sub>的溶解度比SO<sub>2</sub>低得多,其原因在于NO<sub>2</sub>的吸收过程处于液相阻力控制,而托盘和/或文氏棒层能有效降低液相传质阻力,改善气液接触效果,在装置上提高了NO<sub>2</sub>吸收效率从而达到高效脱硝的目的。

[0058] 在本实施方式中,所述烟气洗涤脱硝结构7的喷液方向与烟气流动方向相同。脱硝液在脱硝洗涤段先与烟气顺向接触,再因重力下落,脱硝液与烟气实际接触两次,能间接提高液气比,从而提高NO<sub>2</sub>吸收效率。需要说明的是,烟气洗涤脱硝结构7的喷液方向也可以与烟气流动方向相反。

[0059] 采用图1所示实施例提供的脱硝容器8与常规喷淋塔的脱硝效果对比如下表2:

[0060] 表2不同装置的脱硝效果

	NO初始浓度	SO <sub>2</sub> 初始浓度	脱硝效率
[0061] 本实施例	200mg/m <sup>3</sup>	1850mg/m <sup>3</sup>	82.2%
常规喷淋塔	200mg/m <sup>3</sup>	1850mg/m <sup>3</sup>	60.3%

[0062] 从表2可以看出,本申请实施方式提供的脱硝容器8的脱硝效率明显优于常规喷淋塔。

[0063] 在本实施方式中,所述烟气洗涤脱硫结构包括第一烟气洗涤脱硫结构2,以及设于所述第一烟气洗涤脱硫结构2上方的第二烟气洗涤脱硫结构4。第一烟气洗涤脱硫结构2能够脱除烟气中的颗粒物,达到除尘的效果。同时,第一烟气洗涤脱硫结构2能初次吸收烟气中的 $\text{SO}_2$ 。第二烟气洗涤脱硫结构4能够吸收烟气中95%以上的 $\text{SO}_2$ ,并进一步除尘。

[0064] 在本实施方式中,所述烟气脱硫脱硝装置还包括废液处理单元18、脱硫液料循环容器17和脱硝液料循环容器20。废液处理单元18和所述脱硫液料存储区连接。所述烟气洗涤脱硫结构、所述脱硫液料存储区、所述脱硝液料存储区分别和所述脱硫液料循环容器17连接。所述烟气洗涤脱硝结构7、所述脱硝液料存储区、所述脱硫液料存储区分别和所述脱硝液料循环容器20连接。所述脱硝液料循环容器20设有碱液22和水23的入口。如此设置,可以实现液体循环,既保证了脱硝液较高的碱性和亚硫酸氢根离子浓度,提高了脱硫脱硝的效率,又提高了洗涤液的利用率,从而提高脱硫脱硝效率、减少吸收剂碱液的剂耗。其中,所述碱液22可以包括钙基、钠基和氨基,本申请实施方式对碱液22不做限定,可以是钙基、钠基和氨基中的一种或多种。

[0065] 其中,废液处理单元18用于处理多余的脱硫液,脱硫容器3中的第一烟气洗涤脱硫结构2所脱除的烟气中的颗粒物也会随多余的脱硫液进入废液处理单元18。本申请实施方式中的废液处理单元18利用现有废液处理技术进行废液处理,废液处理单元18可以是沉淀池、澄清池等。所述脱硫液料循环容器17可以是脱硫液循环池,所述脱硝液料循环容器20可以是脱硝液循环池。

[0066] 水23可以是工艺水或工业用水,本申请不做特别的限定。脱硫废液通常pH较低呈酸性,主要含 $\text{HSO}_3^{2-}$ 离子,其对 $\text{NO}_2$ 吸收效果较差。通过添加碱液22,使脱硝液保持较高的碱性(pH为8-10),将 $\text{HSO}_3^{2-}$ 活化为 $\text{SO}_3^{2-}$ ,实现 $\text{NO}_2$ 的高效吸收。

[0067] 在本实施方式中,所述脱硫液料循环容器17通过脱硫液循环泵16与所述烟气洗涤脱硫结构连接。所述脱硝液料循环容器20通过脱硝液循环泵21与所述烟气洗涤脱硝结构7连接。所述脱硫液料存储区通过脱硫液采出泵15与所述脱硫液料循环容器17、所述脱硝液料循环容器20和所述废液处理单元18连接;所述脱硝液料存储区通过脱硝液采出泵19与所述脱硝液料循环容器20、所述脱硫液料循环容器17连接。上述脱硫液循环泵16、脱硝液循环泵21、脱硫液采出泵15和脱硝液采出泵19能够提供动力,使液体实现循环使用。

[0068] 在本实施方式中,所述脱硫液料循环容器17和所述脱硝液料循环容器20内分别设有pH传感器,以监控所述脱硫液料循环容器和所述脱硝液料循环容器内液体的pH。通过加碱液22和水23,使所述脱硫液料循环容器17内液体pH为5-8,所述脱硝液料循环容器20内液体pH为8-10。

[0069] 在本实施方式中,所述二氧化氯提供结构包括相连的二氧化氯发生器11和二氧化氯溶液储罐12,所述二氧化氯发生器能生成预定浓度的二氧化氯溶液。优选的,所述预定浓度为2-4g/L,从而为氧化NO提供高浓度二氧化氯溶液。

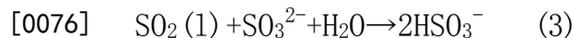
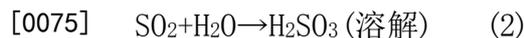
[0070] 具体的,所述二氧化氯溶液储罐12通过流量调节阀13与所述雾化喷出结构连接,所述流量调节阀13能调节所述雾化喷出结构喷出的二氧化氯溶液的流量,使 $\text{ClO}_2$ 与烟气中的NO保持预定摩尔比例,利用流量调节阀13方便而精准地控制氧化过程。优选的,所述预定

摩尔比例为0.5左右。

[0071] 在本实施方式中,所述雾化喷出结构包括雾化喷嘴5,以及驱动所述雾化喷嘴5的驱动机构。优选的,雾化喷嘴5采用空气雾化喷嘴,对应的驱动机构包括空气压缩机14。本申请实施方式对雾化喷出结构不做限制,也可以包括其他机械喷嘴等。更优选的,所述雾化喷嘴5采用虹吸式双流体喷嘴。虹吸式双流体喷嘴使得雾化颗粒细小、均匀,由此利用二氧化氯很强的挥发性,使二氧化氯从细小的液滴中挥发到待氧化烟气里,变成气相氧化。此外,采用虹吸式双流体喷嘴避免了高浓度二氧化氯溶液对泵等输送机械的腐蚀,确保了长周期生产能力。

[0072] 在一个具体的应用场景中,装置使用钠碱液(NaOH溶液)为吸收剂,烟气从烟气入口1进入脱硫容器3,在预脱硫洗涤段(由第一烟气洗涤脱硫结构2及其喷出的液柱组成)与pH为5-8的脱硫液初次接触,烟气中的颗粒物被脱除,达到除尘的效果。同时,SO<sub>2</sub>被初次吸收,烟气温度被降低到50~80℃。

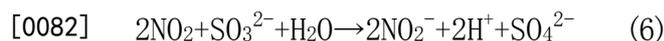
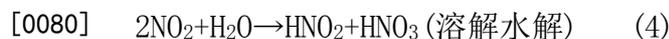
[0073] 烟气继续上升到脱硫洗涤段(由第二烟气洗涤脱硫结构4及其喷出的液柱组成),与pH为5-8的脱硫液再次接触,95%以上的SO<sub>2</sub>被吸收进入液体生成亚硫酸氢钠,反应过程如下式(1)~(3),烟气温度进一步降低到50℃以下。



[0077] 脱硫后的烟气通过氧化管道24入口进入氧化管道24,与压缩空气雾化的高浓度二氧化氯溶液逆向接触。二氧化氯由二氧化氯发生器11生成,二氧化氯发生器11中生成的二氧化氯溶液浓度为2-4g/L。二氧化氯溶液储存在二氧化氯溶液储罐12中,由流量调节阀13控制雾化喷嘴5喷出的ClO<sub>2</sub>与NO的摩尔比为0.5。二氧化氯迅速从溶液中挥发到烟气里将烟气中NO氧化成NO<sub>2</sub>,被氧化后的烟气裹挟着含有极小浓度的二氧化氯残液进入脱硝容器8。

[0078] 烟气通过氧化管道24出口进入脱硝容器8,二氧化氯残液进入脱硝液料存储区,残余的极少量二氧化氯被脱硝液中的亚硝酸离子、亚硫酸离子和亚硫酸氢根离子还原,其产物为氯离子、硝酸根离子和硫酸根离子。

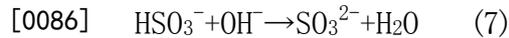
[0079] 烟气进入脱硝容器8后,在托盘和/或文氏棒层处与pH为8-10的脱硝液逆向接触,形成一定高度的液层,烟气中的NO<sub>2</sub>以鼓泡的形式通过液层时被初步吸收,一方面均化了烟气分布,另一方面降低了液相阻力、提高了气液接触效率。烟气继续上行与脱硝洗涤段的液柱相接触,NO<sub>2</sub>被进一步吸收,从而达到高效脱硝的目的,反应过程如下式(4)~(6):



[0083] 经过脱硫脱硝除尘的烟气,经过脱硝容器8上方的除雾器9,由气体出口10排出。

[0084] NO<sub>2</sub>通过水解和亚硫酸钠还原反应被吸收形成亚硝酸钠、硝酸钠和硫酸钠进入脱硝液料存储区。脱硝液在扩径脱硝洗涤段与烟气顺向接触,再因重力下落,与烟气实际接触两次,并在托盘上由气速较快的烟气维持形成一定高度的液层后,进入脱硝液料存储区,此时脱硝液中仍具有较高的pH,一部分循环回脱硝液料循环容器20,一部分被引入脱硫液料循环容器17以维持脱硫液料循环容器17内液体的pH。

[0085] 具体的,部分脱硝液进入脱硝液料循环容器20与含有大量亚硫酸氢钠的脱硫液和碱液22混合,控制碱液的量以维持脱硝液料循环容器20内液体的pH,将亚硫酸氢钠活化为亚硫酸钠以维持脱硝液料循环容器20中亚硫酸钠的浓度,反应过程如下式(7):



[0087] 脱硫液与烟气接触后流入脱硫液料存储区,此后部分进入脱硫液料循环容器17,使用脱硝液调节pH后,送回脱硫段进行脱硫;部分进入脱硝液料循环容器20以提供亚硫酸氢钠,在脱硝液料循环容器20加碱活化成亚硫酸钠后,进入脱硝容器8脱硝;最后一部分进入废液处理单元18后,进行废液处理,以避免循环液系统中离子浓度过高。

[0088] 如图2所示,本申请还提供一种脱硫容器3和脱硝容器8呈一体式结构的装置。一体式结构是将脱硫容器3和脱硝容器8放在同一容器中,相应的可以将脱硫容器3和脱硝容器8更改命名为脱硫段和脱硝段。将一个容器分为脱硫段和脱硝段,能够使结构更紧凑,节约作业空间。一体式布置时装置的结构均和图1的结构一致,可以简单地理解为一体式布置只是将脱硫容器3和脱硝容器8合并为一个容器。该装置实施方式与图1提供装置的实施方式相同,其能够实现图1提供装置的实施方式所解决的技术问题,相应的达到图1提供装置的实施方式的技术效果,具体的本申请在此不再赘述。

[0089] 与现有技术相比,本发明提供一种烟气脱硫脱硝装置,其能够达到如下技术效果:

[0090] 1、所述装置的氧化过程是在氧化管道24中采用高浓度二氧化氯喷雾,利用二氧化氯极强的挥发性,自发转换成气相氧化,从而解决了 $\text{ClO}_2$ 溶液氧化利用率低和气相氧化安全性问题。氧化管道24中气速高,烟气与喷雾激烈混合,使得 $\text{ClO}_2$ 充分地气化到烟气中参与氧化反应。根据烟气中NO的含量,通过流量调节阀控制 $\text{ClO}_2$ 与NO的摩尔比例,方便而精准地控制氧化过程;采用虹吸式双流体喷嘴利用压缩空气提供动力雾化高浓度二氧化氯溶液,避免了高浓度二氧化氯溶液对泵等输送机械的腐蚀,确保了长周期生产能力。所述装置及方法实现了 $\text{ClO}_2$ 安全、便捷、高效、高利用率地氧化NO。

[0091] 2、将pH为5-8含高浓度亚硫酸氢根离子的脱硫液引入脱硝液料循环容器,将脱硝液料循环容器内液体pH调整成8-10,亚硫酸氢根离子活化成亚硫酸根离子,亚硫酸根离子对 $\text{NO}_2$ 吸收具有强烈的促进作用。脱硝液的pH较高,将其引入脱硫液料循环容器以维持脱硝液料循环容器内液体pH在5-8左右,以充分利用碱液。脱硫液和脱硝液循环工艺优化了本装置,既保证了脱硝液较高的碱性和亚硫酸氢根离子浓度,提高了脱硫脱硝的效率,又提高了洗涤液的利用率,减少吸收剂碱液的剂耗。

[0092] 3、所述脱硝容器采用托盘、文氏棒层和扩径塔洗涤技术,一方面在扩径段降低空塔气速从而提高气液接触时间,另一方面托盘或文氏棒层上能形成一定高度湍动的液体薄层,强化气液传质接触,增加对高价氮氧化物的吸收效率,从而达到高效脱硝的目的。

[0093] 本申请还提供了一种烟气脱硫脱硝方法,如图3所示,可以包括以下步骤:

[0094] 步骤S10:对烟气进行脱硫处理;

[0095] 步骤S12:将脱硫处理后的烟气输入氧化管道,使得烟气在氧化管道中与预定浓度的二氧化氯溶液雾化形成的喷雾混合接触,以氧化烟气中的NO;

[0096] 步骤S14:对被氧化后的烟气进行脱硝处理;

[0097] 步骤S16:对脱硝处理后的烟气去除固体颗粒和液滴后向外排出。

[0098] 具体的,在所述脱硫步骤(步骤S10)中,将部分脱硫液循环使用进行烟气脱硫,以及部分脱硫液用于脱硝,以提高脱硝效果。在所述脱硝步骤(步骤S14)中,将部分脱硝液循环使用进行烟气脱硝,以及部分脱硝液用于调节脱硫液的pH值,以提高脱硫效果,以及同时向脱硝液中加碱液和水维持脱硝液在预定pH值;将烟气减速,以增加气液接触时间,采用托盘和/或文氏棒层,产生高度湍动的液体薄层,使烟气通过鼓泡的液层,增加脱硝吸收效果。

[0099] 在本实施方式中,该方法实施方式与装置实施方式相对应,其能够实现装置实施方式所解决的技术问题,相应的达到装置实施方式的技术效果,具体的本申请在此不再赘述。

[0100] 需要说明的是,该烟气脱硫脱硝方法可以采用但不限于上述任一实施方式或实施例中的烟气脱硫脱硝装置进行实施,应当理解的是,在不脱离该烟气脱硫脱硝方法所提供的精髓的情况下所作的任何改变均覆盖在本申请的保护范围之内。

[0101] 本文引用的任何数字值都包括从下限值到上限值之间以一个单位递增的下值和上值的所有值,在任何下值和任何更高值之间存在至少两个单位的间隔即可。举例来说,如果阐述了一个部件的数量或过程变量(例如温度、压力、时间等)的值是从1到90,优选从20到80,更优选从30到70,则目的是为了说明该说明书中也明确地列举了诸如15到85、22到68、43到51、30到32等值。对于小于1的值,适当地认为一个单位是0.0001、0.001、0.01、0.1。这些仅仅是想要明确表达的示例,可以认为在最低值和最高值之间列举的数值的所有可能组合都是以类似方式在该说明书明确地阐述了的。

[0102] 除非另有说明,所有范围都包括端点以及端点之间的所有数字。与范围一起使用的“大约”或“近似”适合于该范围的两个端点。因而,“大约20到30”旨在覆盖“大约20到大约30”,至少包括指明的端点。

[0103] 披露的所有文章和参考资料,包括专利申请和出版物,出于各种目的通过援引结合于此。描述组合的术语“基本由…构成”应该包括所确定的元件、成分、部件或步骤以及实质上没有影响该组合的基本新颖特征的其他元件、成分、部件或步骤。使用术语“包含”或“包括”来描述这里的元件、成分、部件或步骤的组合也想到了基本由这些元件、成分、部件或步骤构成的实施方式。这里通过使用术语“可以”,旨在说明“可以”包括的所描述的任何属性都是可选的。

[0104] 多个元件、成分、部件或步骤能够由单个集成元件、成分、部件或步骤来提供。另选地,单个集成元件、成分、部件或步骤可以被成分离的多个元件、成分、部件或步骤。用来描述元件、成分、部件或步骤的公开“一”或“一个”并不说为了排除其他的元件、成分、部件或步骤。

[0105] 应该理解,以上描述是为了进行图示说明而不是为了进行限制。通过阅读上述描述,在所提供的示例之外的许多实施方式和许多应用对本领域技术人员来说都将是显而易见的。因此,本教导的范围不应该参照上述描述来确定,而是应该参照所附权利要求以及这些权利要求所拥有的等价物的全部范围来确定。出于全面之目的,所有文章和参考包括专利申请和公告的公开都通过参考结合在本文中。在前述权利要求中省略这里公开的主题的任何方面并不是为了放弃该主体内容,也不应该认为发明人没有将该主题考虑为所公开的发明主题的一部分。

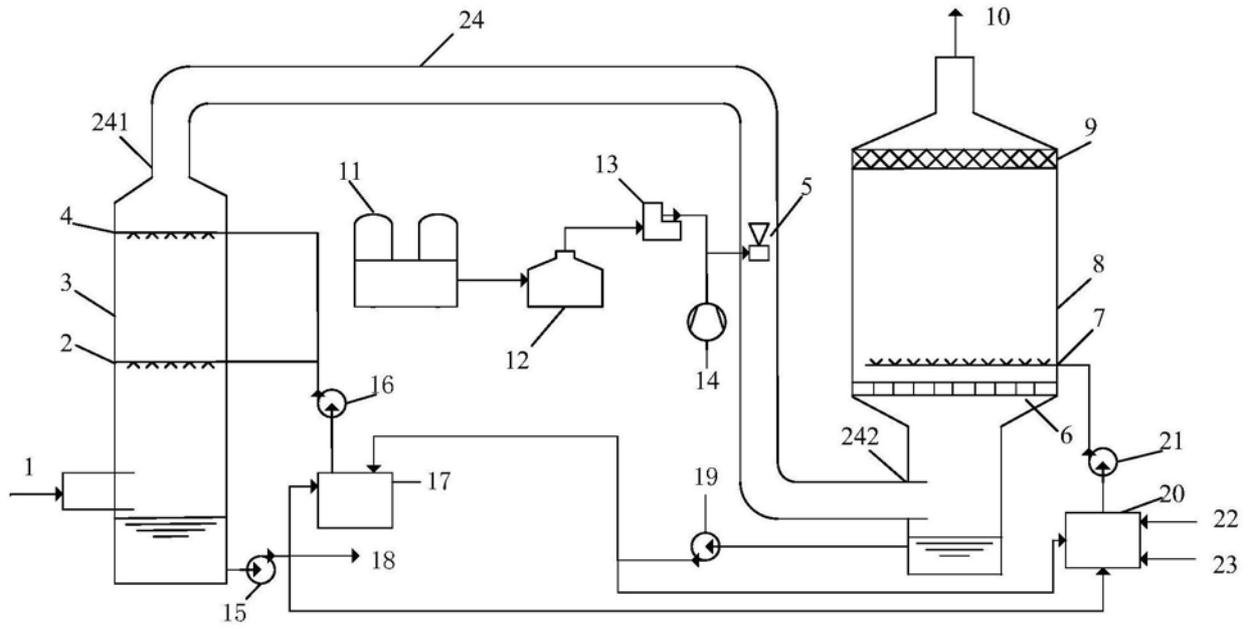


图1

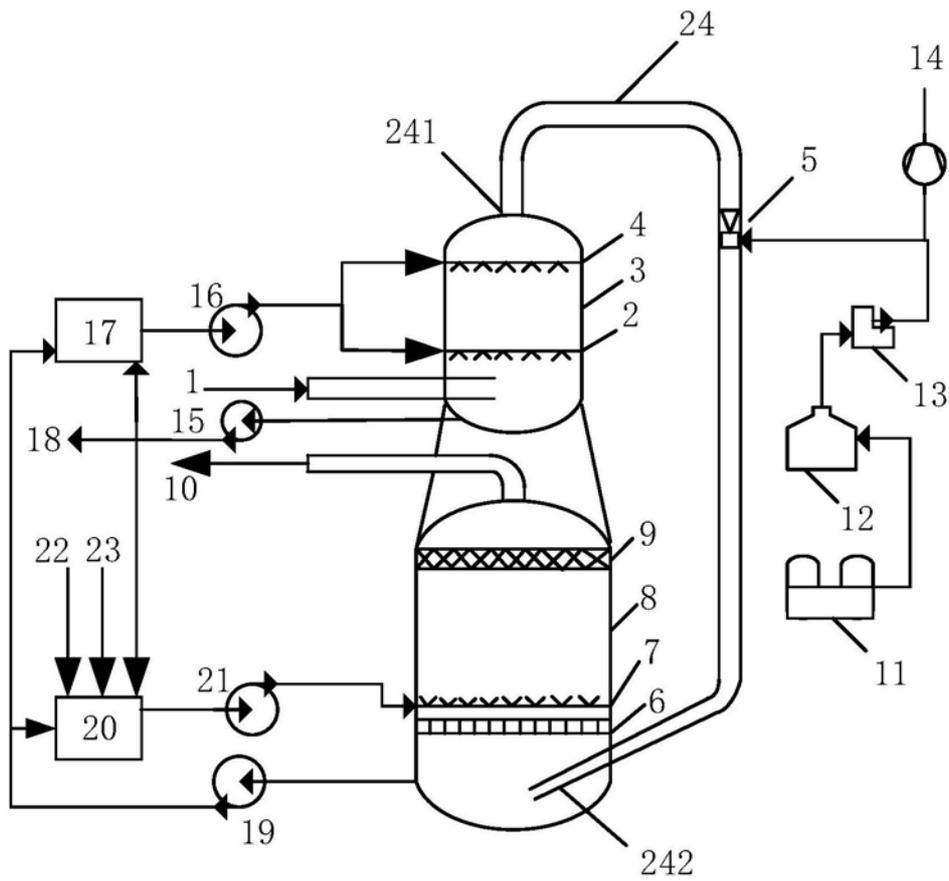


图2

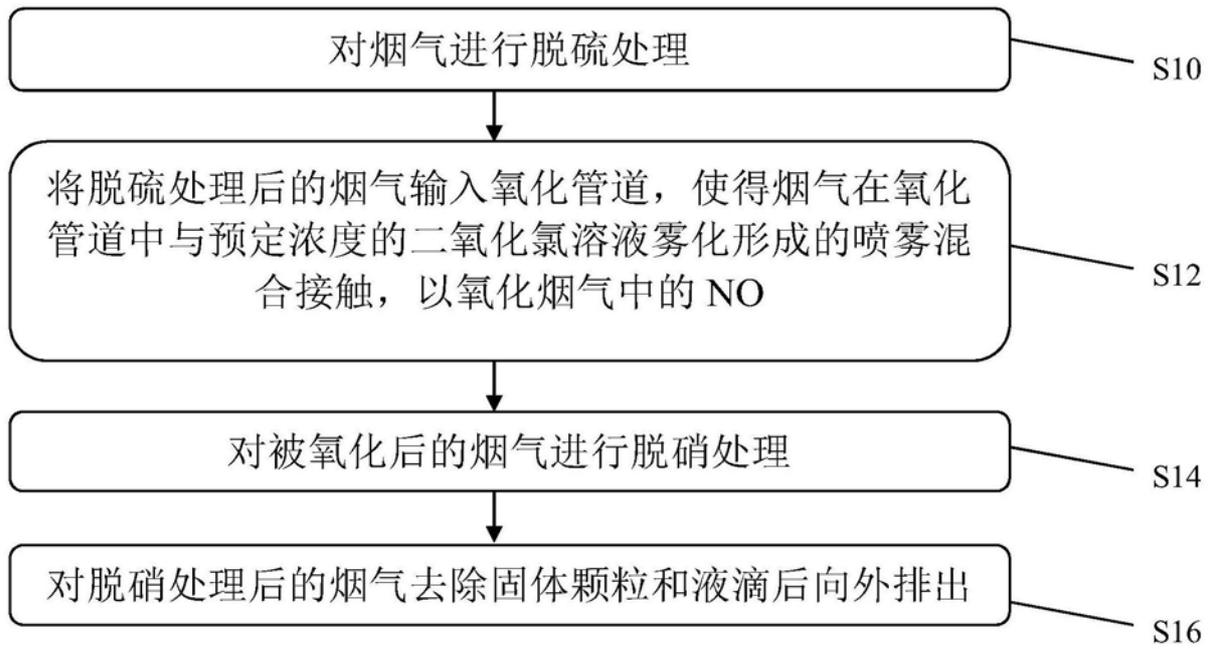


图3