



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205386400 U

(45)授权公告日 2016.07.20

(21)申请号 201620128671.0

(22)申请日 2016.02.19

(73)专利权人 杭州中兵环保股份有限公司

地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发区22号大街52号5幢1楼

(72)发明人 姚学民 金国良 刘娟 方洲  
高丹丹

(51) Int. Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/76(2006.01)

B01D 53/56(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/96(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

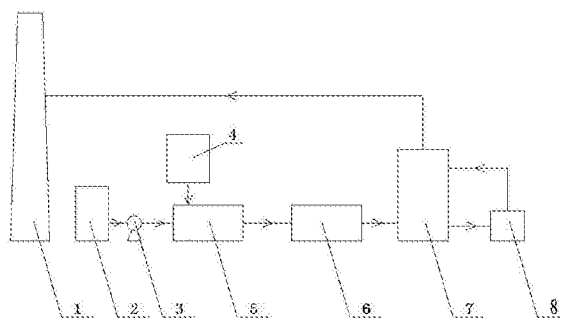
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)实用新型名称

臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置

## (57)摘要

本实用新型公布了臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,包括臭氧源,氧化反应器,裂解激发装置,洗涤塔,污水处理装置;臭氧源产生臭氧,与烟气一起输送至氧化反应器;利用臭氧极强的氧化性,将烟气中约一半的NO氧化为NO<sub>2</sub>;裂解激发装置能够激发几乎所有分子的内能;活化后的分子输送至洗涤塔,能够将烟气中的NO<sub>x</sub>转化为亚硝酸盐、硝酸盐;SO<sub>2</sub>转换为亚硫酸盐、硫酸盐;产生的废水输送至污水处理装置处理,碱性循环液回流至洗涤塔循环利用,洁净气体外排。本实用新型脱硫脱硝效率高、无含氮废水、无固体废物产生,无氨逃逸现象,安全性强、自动化程度高、温度可控性强、费用省。



1. 臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,其特征在于,主要装置包括臭氧源,氧化反应器,裂解激发装置,洗涤塔,污水处理装置;所述的臭氧源连接至所述的氧化反应器,所述的氧化反应器连接至所述的裂解激发装置,所述的裂解激发装置连接至所述的洗涤塔,所述的污水处理装置循环洗涤塔内循环水。

2. 根据权利要求1所述的臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,其特征在于,所述的裂解激发装置是低温等离子体裂解装置或光裂解激发装置。

3. 根据权利要求1所述的臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,其特征在于,所述的洗涤塔是NaOH洗涤塔或Ca(OH)<sub>2</sub>洗涤塔。

4. 根据权利要求1所述的臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,其特征在于,所述的污水处理装置是尿素还原装置或生物处理装置。

## 臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及环境工程废气治理领域,特别涉及臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置。

### 背景技术

[0002] 随着我国经济和生活水平的日益提高,社会公众对环境的要求和关注越来越高。2010年以来,大中型城市群的雾霾天气出现得更加频繁,更加严重,雾霾出现的范围更大。近年来国家出台了严格的污染物排放限值。2011年国家环保部修订了《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011),要求2014年7月1日起,执行标准规定的烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放限值。2013年9月国务院印发了“大气污染防治行动计划”,提出了2017年地级及以上城市可吸入颗粒物浓度的控制指标。2014年3月,国家环保部提出了在2014年底前北京、天津、河北地区火电机组要达到GB13223-2011规定的特别排放限值(粉尘不超过 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 、二氧化硫不超过 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物不超过 $100\text{mg}/\text{m}^3$ )的要求。

[0003] 硫、硝及工业粉尘是环境污染的主要贡献者。烟气脱硫脱硝一体化治理技术是近年来国内外竞相研制和开发的新型烟气净化工艺,它的技术和经济性明显优于单独脱硫和单独脱氮技术,因此,是一种更有发展前途和推广价值的新一代烟气净化技术,在同时脱硫脱硝的研究进程中,脱硝存在的难点较大。

[0004] 我国的电厂、钢铁厂、水泥、化工、城市锅炉等的脱硝基本上采用国外的SCR和SNCR两种技术,这两种技术的特点是用一个污染物治理另一个污染物,没有达到真正治理污染的目的,同时运行成本很高。SCR技术脱硝效率高无副产物、不形成二次污染、装置结构简单、运行可靠、便于维护和操作等,但易出现催化剂中毒活性下降、堵塞设备、投资与运行费用较高。SNCR无需采用催化反应器,投资小,但 $\text{NO}_x$ 的脱除率不高,氨消耗量大,运行费用高,对反应所处的温度范围敏感。

[0005] 近期开发的臭氧氧化烟气脱硝技术,用强氧化剂臭氧把气相中 $\text{NO}$ 氧化成易于吸收的 $\text{NO}_2$ ,再用氢氧化钙吸收后,生成硝酸钙溶液,饱和后经除杂、蒸发、结晶,提纯处理后产生硝酸钙。脱除率70-95%。废气排放可以达到国家排放标准,但由于气相污染物转移到液相,废水治理成本仍然昂贵,使得其推广和应用受到很大限制。

### 发明内容

[0006] 为解决现有的同时脱硫脱硝技术存在的产生高浓度含氮的废水、对温度的要求高、费用高的难题,现提出臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,投资运行费用省、脱硫脱硝效率高、温度的控制容易、无二次污染。

[0007] 本实用新型实现上述目的所采用的技术方案如下:

[0008] 臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,主要包括臭氧源,氧化反应器,裂解激发装置,洗涤塔,污水处理装置。所述的臭氧源连接至所述的氧化反应器,所述的氧化反应器连接至所述的裂解激发装置,所述的裂解激发装置连接至所述的洗涤塔,所述的

污水处理装置循环洗涤塔内循环水。

[0009] 优选的,所述的裂解激发装置可以是低温等离子体裂解装置,还可以是光裂解激发装置。

[0010] 优选的,所述的洗涤塔可以是NaOH洗涤塔,还可以是Ca(OH)<sub>2</sub>洗涤塔。

[0011] 优选的,所述的污水处理装置可以是尿素还原装置,还可以是生物处理装置,也可以连接至其他污水处理装置处理。

[0012] 臭氧氧化联合裂解激发烟气脱硫脱硝一体化装置,其实现方案如下:

[0013] (1)臭氧源产生臭氧;

[0014] (2)烟气与臭氧一起输送至氧化反应器;

[0015] (3)经由氧化反应器后的NO、NO<sub>2</sub>与烟气一起输送至裂解激发装置;

[0016] (4)经由裂解激发装置激发后的烟气进入洗涤塔脱硫脱硝;

[0017] (5)洗涤塔产生的废水经由污水处理装置处理后循环回流至洗涤塔;

[0018] (6)洁净气体外排。

[0019] 优选的,上述步骤(2)氧化反应器内在臭氧的强氧化作用下,约一半的NO氧化为NO<sub>2</sub>。

[0020] 优选的,上述步骤(3)裂解激发装置内产生大量的OH、O、HO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>等高活性自由基,这些高活性自由基能够激发几乎所有分子的内能,降低后续反应所需的活化能。

[0021] 优选的,上述步骤(4)采用碱法脱硫脱硝,将NO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>转化为亚硝酸盐、硝酸盐,亚硫酸盐、硫酸盐。

[0022] 优选的,上述步骤(5)洗涤塔产生的污水经由污水处理系统将亚硝酸盐还原为N<sub>2</sub>,硫酸盐生成硫酸钙沉淀,碱液循环水回流至洗涤塔循环利用。

[0023] 本实用新型的技术原理是:臭氧源产生臭氧,与烟气一起输送至氧化反应器;利用臭氧极强的氧化性,将烟气中约一半的NO氧化为NO<sub>2</sub>;裂解激发装置能够激发几乎所有分子的内能;活化后的分子输送至洗涤塔,能够将烟气中的NO<sub>x</sub>转化为亚硝酸盐、硝酸盐;SO<sub>2</sub>转换为亚硫酸盐、硫酸盐;产生的废水输送至污水处理装置处理,碱性循环液回流至洗涤塔循环利用,洁净气体外排。

[0024] 本实用新型的有益效果是:一、绿色环保:采用半氧化法,利用臭氧的强氧化性将一半的NO氧化为NO<sub>2</sub>,无含氮废水、无固体废物产生,无氨逃逸现象;二、不使用催化剂:没有催化剂中毒、堵塞、阻力大、高温反应、危险固废等问题。三、安全性强:避免使用还原剂氨,没有液氨引起的中毒、冻伤、爆炸等问题。四、脱硫脱硝效率高:能够实现稳定的达标排放。五、自动化程度高,可实现即开即停。六、费用省:运行温度为0℃到150℃之间,无需锅炉改造。

## 附图说明

[0025] 图1是本实用新型的一种结构示意图。

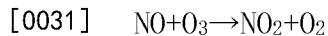
[0026] 图1中,1-烟囱,2-臭氧源,3-风机,4-锅炉,5-氧化反应器,6-裂解激发装置,7-洗涤塔,8-污水处理装置。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本实用新型作进一步描述。

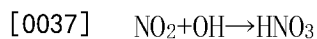
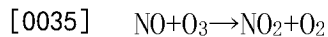
[0028] 如图1所示:本实用新型包括烟囱1、臭氧源2、风机3、锅炉4、氧化反应器5、裂解激发装置6、洗涤塔7、污水处理装置8;臭氧源2产生的臭氧通过风机3输送至氧化反应器5,锅炉4产生的烟气输送至氧化反应器5,在氧化反应器5内发生氧化反应,约一半的NO被氧化成NO<sub>2</sub>,然后通过裂解激发装置6提高烟气分子的内能,活化后的烟气输送至洗涤塔7,洗涤液将NO、NO<sub>2</sub>转化为硝酸盐和亚硝酸盐、SO<sub>2</sub>转换为硫酸盐;产生的废水输送至污水处理装置8处理,碱性循环液回流至洗涤塔7循环利用,洁净气体通过烟囱1外排。

[0029] 氧化反应器5内发生如下氧化过程:



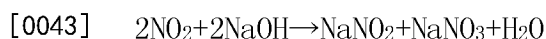
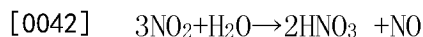
[0032] 该过程臭氧利用率高,臭氧使用量仅为将全部NO转换为NO<sub>2</sub>的一半。

[0033] 裂解激发装置6内产生大量的OH、O、HO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>等高活性自由基,NO、NO<sub>2</sub>在这些高活性自由基的作用下,发生的反应方程式如下:

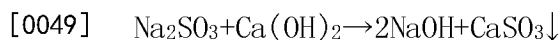
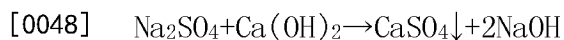
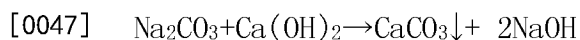


[0038] 该过程继续将部分NO转换为NO<sub>2</sub>,使NO<sub>2</sub>:NO ≥ 1,并且通过裂解激发装置的激发,几乎所有分子的分子内能均得以提高,降低了反应所需的活化能。

[0039] 洗涤塔7内采用碱喷淋法,将烟气中的NO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>转换为亚硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐等,基本反应方程式如下:



[0045] 污水处理装置8内采用尿素溶液作为还原剂时,主要反应方程式如下:



[0050] 尿素溶液将亚硝酸盐还原为N<sub>2</sub>,硫酸盐生成硫酸钙沉淀,生成的NaOH回流至洗涤塔7循环利用,合理利用资源,既节省了费用,又减少了污染物的排放。

[0051] 以上仅仅是对本实用新型的实施例做了简单说明,并不是对本实用新型的限制,其可以有很多的变形,任何同专业的技术人员依据本实用新型进行的变形,均认为属于本实用新型的保护范围。

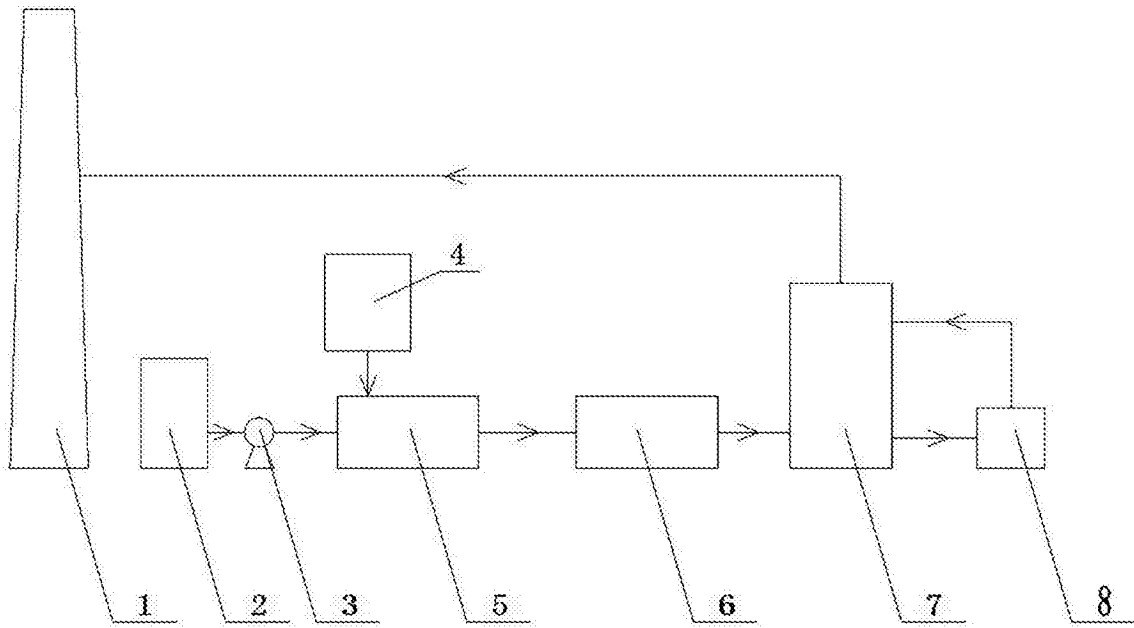


图1