



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213790873 U

(45) 授权公告日 2021.07.27

(21) 申请号 202022306102.X

(22) 申请日 2020.10.15

(73) 专利权人 西安热工研究院有限公司  
地址 710048 陕西省西安市碑林区兴庆路  
136号

(72) 发明人 杨成龙 李阳 申建汛 赵东明  
王晓乾 赵瀚辰 付康丽 程广文  
杨嵩 郭中旭

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200  
代理人 陈翠兰

(51) Int. Cl.  
B01D 53/56 (2006.01)  
B01D 53/78 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

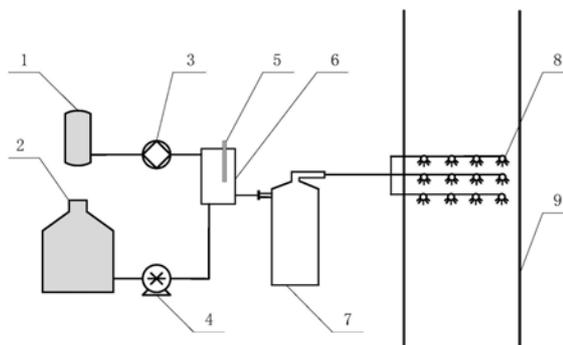
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统

(57) 摘要

本实用新型一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,包括双氧水超声雾化机和双氧水pH值调节系统,以及设置在烟道内的喷射格栅;双氧水超声雾化机顶部设雾化出口,顶部侧壁设双氧水入口管,底部侧壁设压缩空气管;双氧水pH值调节系统包括混合罐、碱储罐和双氧水储罐;混合罐内设pH计,其入口分别连接碱储罐和双氧水储罐,出口连接双氧水入口管;喷射格栅的入口连接雾化出口。本实用新型在输送双氧水过程中调节其pH值,促进双氧水在高温下更易定向分解羟基自由基,提高双氧水利用率;超声雾化后的双氧水液滴粒径较小,增大了气液接触面积,缩短加热过程,使双氧水雾滴迅速被高温热烟气加热裂解,解决双氧水氧化烟气中NO效率不高和无效分解严重的问题。



1. 一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,其特征在于,包括双氧水超声雾化机(7)和双氧水pH值调节系统,以及设置在烟道(9)内的喷射格栅(8);

所述的双氧水超声雾化机(7)顶部设置有雾化出口(13),顶部侧壁设置有双氧水入口管(10),底部侧壁设置有压缩空气管(17);

所述的双氧水pH值调节系统包括混合罐(6)、碱储罐(1)和双氧水储罐(2);所述的混合罐(6)内设置有pH计(5),其入口分别连接碱储罐(1)和双氧水储罐(2),出口连接双氧水入口管(10);

所述的喷射格栅(8)的入口连接雾化出口(13)。

2. 根据权利要求1所述的一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,其特征在于,所述的双氧水超声雾化机(7)呈罐状,内部自底部向上依次间隔设置有多层双氧水雾化池(15);底层以上的每层双氧水雾化池(15)的中央均同轴设置有开孔,且每个开孔处向上设置有气体通道隔板(14),底层以上的每层双氧水雾化池(15)上均设置有旁路通道(11);每层双氧水雾化池(15)内均设置有超声雾化板(12),底层的双氧水雾化池(15)内还设置有液位计(16);所述的压缩空气管(17)位于底层的双氧水雾化池(15)上方,且出口与开孔同轴并垂直向上设置。

3. 根据权利要求2所述的一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,其特征在于,所述的旁路通道(11)入口到同一层双氧水雾化池(15)底部的高度为2cm~4cm。

4. 根据权利要求2所述的一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,其特征在于,所述的气体通道隔板(14)的高度大于同一层双氧水雾化池(15)底部的高度至少3cm。

5. 根据权利要求2所述的一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,其特征在于,所述的超声雾化板(12)采用陶瓷釉面的雾化片,设置在同一层双氧水雾化池(15)中的超声雾化板(12)外壳通过导线相互连通;所述的各层双氧水雾化池(15)中的超声雾化板(12)单独控制启停电路。

6. 根据权利要求1所述的一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,其特征在于,所述的混合罐(6)和碱储罐(1)之间的连接管路上设置有碱计量泵(3);混合罐(6)和双氧水储罐(2)之间的连接管路上设置有双氧水输送泵(4)。

## 一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于大气污染物净化领域,适用于燃煤、焦化、钢铁、生物质等领域烟气中NO的氧化,涉及一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统。

### 背景技术

[0002] 烟气脱硝技术主要包括选择性催化还原(SCR)和非选择性催化还原(SNCR)脱硝技术,其中SCR技术应用最广,脱硝温度在320℃~400℃之间,存在系统复杂、催化剂用量大、易中毒的问题,导致SCR脱硝技术在缺少温度窗口和烟气成分复杂条件下难以应用;而SNCR脱硝效率仅为30%~40%,难以满足排放标准要求。

[0003] 目前烟气污染物治理过程中脱硝技术是主要的难点,特别是低温脱硝技术是制约达标排放的关键因素,针对中小型锅炉脱硝,最常见的是氧化法脱硝,采用O<sub>3</sub>作为氧化剂,通常O<sub>3</sub>/NO的摩尔比大于2,将烟气中NO氧化成N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,再通过后续的湿法系统吸收,这种技术工艺简单,投资成本低,污染物脱除效率高,调节灵活,但是O<sub>3</sub>发生成本高,O<sub>3</sub>喷射量偏大,存在一定量的O<sub>3</sub>逃逸问题,导致运行成本高,且容易产生二次污染。

[0004] 前置初级氧化联合脱硫脱硝技术是近几年兴起的污染物一体化脱除技术,该技术通过喷射前置氧化剂O<sub>3</sub>或者NaClO/NaClO<sub>2</sub>溶液,将烟气中NO氧化成NO<sub>2</sub>,再通过后续的湿法或者半干法工艺吸收。但是O<sub>3</sub>的制备成本偏高(O<sub>3</sub>成本约为10500元/吨),导致该技术的投资和运行成本较高,而NaClO/NaClO<sub>2</sub>溶液存在氧化效率不高、选择性不强、管道腐蚀严重等问题。

[0005] 双氧水氧化脱硝技术一直是研究热点。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>是一种绿色氧化剂,单位成本仅为O<sub>3</sub>的十分之一,但双氧水在通过气液两相流喷嘴雾化氧化时,NO的氧化效率仅能达到50%,且自分解现象严重,利用率较低,严重制约其应用。例如,中国专利文献CN106853328A公开了一种用于低温烟气脱硫脱硝的双氧水高效利用方法及装置,该方法是通过加热双氧水变成气态,再通过热载气携带进入烟道中,实现了气-气混合反应,选择的混合烟温是80℃~150℃,该方法加热气化过程中易引起双氧水的无效分解,且与烟气混合温度较低,双氧水难以大量分解产生羟基自由基,NO的氧化效率较低;中国专利文献CN102500206A公开了基于过氧化氢作用的对烟气同时脱硫脱硝系统及方法,该方法双氧水通过超声气化装置气化,未经过压缩空气携带,直接进入气体分布装置,双氧水在经过烟道中的管路时流速较慢,与NO接触前双氧水气体温度升高,自分解严重,氧化NO的效率低;中国专利文献CN111420544A公开了双氧水低温脱硝装置与脱硝工艺,该方法是利用超声波激发双氧水溶液,在溶液中形成·OH,再通过雾化喷头雾化溶液与烟气接触反应,其本质是气液接触反应,液滴中的·OH自由基与烟气中NO接触几率小、混合不充分,脱除效率不高;中国专利文献CN202010872814X公开了前置氧化结合湿法催化联合脱硫脱硝系统及方法,该方法双氧水溶液直接进入超声雾化器雾化,温度不断升高,导致双氧水无效自分解较多,浪费严重,并且酸性双氧水液滴在高温下定向分解强氧化性自由基的效率低,同时对超声雾化器及高温喷射部件腐蚀严重。

## 实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于克服现有技术存在的不足,提供一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,解决双氧水氧化烟气中NO效率不高和无效分解严重的问题。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型采用的技术方案是:

[0008] 一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,包括双氧水超声雾化机和双氧水pH值调节系统,以及设置在烟道内的喷射格栅;

[0009] 所述的双氧水超声雾化机顶部设置有雾化出口,顶部侧壁设置有双氧水入口管,底部侧壁设置有压缩空气管;

[0010] 所述的双氧水pH值调节系统包括混合罐、碱储罐和双氧水储罐;所述的混合罐内设置有pH计,其入口分别连接碱储罐和双氧水储罐,出口连接双氧水入口管;

[0011] 所述的喷射格栅的入口连接雾化出口。

[0012] 进一步的,所述的双氧水超声雾化机呈罐状,内部自底部向上依次间隔设置有多层双氧水雾化池;底层以上的每层双氧水雾化池的中央均同轴设置有开孔,且每个开孔处向上设置有气体通道隔板,底层以上的每层双氧水雾化池上均设置有旁路通道;每层双氧水雾化池内均设置有超声雾化板,底层的双氧水雾化池内还设置有液位计;所述的压缩空气管位于底层的双氧水雾化池上方,且出口与开孔同轴并垂直向上设置。

[0013] 更进一步的,所述的旁路通道入口到同一层双氧水雾化池底部的高度为2cm~4cm。

[0014] 更进一步的,所述的气体通道隔板的高度大于同一层双氧水雾化池底部的高度至少3cm。

[0015] 更进一步的,所述的超声雾化板采用陶瓷釉面的雾化片,设置在同一层双氧水雾化池中的超声雾化板外壳通过导线相互连通;所述的各层双氧水雾化池中的超声雾化板单独控制启停电路。

[0016] 更进一步的,所述的混合罐和碱储罐之间的连接管路上设置有碱计量泵;混合罐和双氧水储罐之间的连接管路上设置有双氧水输送泵。

[0017] 更进一步的,所述的喷射格栅布置在烟道中烟气温度为200℃~500℃的范围内。

[0018] 与现有技术相比,本实用新型具有的有益效果:

[0019] 本实用新型系统通过设置双氧水pH值调节系统,能在双氧水溶液超声雾化前,对双氧水溶液的pH值进行调节使其趋向碱性,有效避免因未调节双氧水溶液的pH值,而发生双氧水定向分解强氧化自由基较少的问题;同时,调节过pH的双氧水溶液经过双氧水超声雾化机超声雾化后液滴大小为1 $\mu$ m~5 $\mu$ m,比压缩空气雾化液滴20 $\mu$ m~50 $\mu$ m粒径更小,更容易在高温烟气中迅速分解成羟基基团,氧化NO的效率更高;此外,通过布置在双氧水超声雾化机底部的压缩空气管使压缩空气从下至上流动,携带雾化的双氧水小液滴进入喷射格栅喷出,有效提高烟气中NO氧化成NO<sub>2</sub>的效率。

[0020] 进一步,本实用新型系统采用将双氧水超声雾化机中的双氧水液面分层布置,通过双氧水在各层双氧水雾化池间的溢流保证恒定的液面高度,雾化的双氧水的量与进入双氧水超声雾化机的量基本相等,双氧水处于持续流动状态,防止因超声作用导致双氧水溶液温度升高引起自分解,同时使得超声雾化的效果更好,雾化效率更高。

[0021] 进一步,本实用新型系统将旁路通道入口到同一层双氧水雾化池底部的高度范围

设置为2cm~4cm,使双氧水液面可以维持在最佳高度,保证双氧水的雾化粒径在1 $\mu$ m~5 $\mu$ m,发挥超声雾化的最佳效果和雾化效率。

[0022] 进一步,本实用新型系统将气体通道隔板的高度大于旁路通道入口到同一层双氧水雾化池底部的高度范围设置为至少3cm,防止双氧水溶液从气体通道溢出。

[0023] 进一步,本实用新型系统通过将超声雾化板采用陶瓷釉面的雾化片的方式,防止双氧水超声雾化过程中腐蚀雾化板。

[0024] 进一步,本实用新型系统采用将同一层双氧水雾化池中的超声雾化板外壳通过导线相互连通的方式,有效防止产生电腐蚀。

[0025] 进一步,本实用新型系统通过将喷射格栅布置在烟气温度200 $^{\circ}$ C~500 $^{\circ}$ C范围内,有效保证氧化效率。

### 附图说明

[0026] 图1为本实用新型实例中系统工艺结构示意图。

[0027] 图2为本实用新型实例中双氧水超声雾化机结构示意图。

[0028] 图3为H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>压缩雾化氧化NO特性示意图。

[0029] 图4为H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>超声雾化氧化NO特性示意图。

[0030] 其中,1为碱储罐,2为双氧水储罐,3为碱计量泵,4为双氧水输送泵,5为pH计,6为混合罐,7为双氧水超声雾化机,8为喷射格栅,9为烟道,10为双氧水入口管,11为旁路通道,12为超声雾化板,13为雾化出口,14为气体通道隔板,15为双氧水雾化池,16为液位计,17为压缩空气管。

### 具体实施方式

[0031] 下面结合具体的实施例对本实用新型做进一步的详细说明,所述是对本实用新型的解释而不是限定。

[0032] 实施例1:

[0033] 本实用新型一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统,如图1所示,包括碱储罐1、双氧水储罐2、碱计量泵3、双氧水输送泵4、pH计5、混合罐6、双氧水超声雾化机7、喷射格栅8、烟道9;所述的碱储罐1出口连接碱计量泵3入口,碱计量泵3出口连接混合罐6,pH计5安装在混合罐6上,双氧水储罐2出口连接双氧水输送泵4入口,双氧水输送泵4出口连接混合罐6,混合罐6出口连接双氧水超声雾化机7入口,双氧水超声雾化机7的顶部出口连接喷射格栅8,喷射格栅8布置的烟道9内;双氧水储罐2中的双氧水通过双氧水输送泵4打入混合罐6中,同时碱储罐1中的碱液被碱计量泵3也输送至混合罐6中,双氧水混合溶液再进入双氧水超声雾化机7中,经超声雾化成的小液滴被压缩空气携带入喷射格栅8中,在烟道9中将NO氧化成NO<sub>2</sub>;

[0034] 如图2所示,双氧水超声雾化机7包括双氧水入口管10、旁路通道11、超声雾化板12、雾化出口13、气体通道隔板14、双氧水雾化池15、液位计16和压缩空气管17;所述的双氧水入口管10布置在双氧水超声雾化机7的上部;所述的双氧水雾化池15分多层布置在双氧水超声雾化机7内壁,上层的雾化池中的溶液可通过旁路通道11溢流到下层雾化池,最底部的双氧水雾化池15安装液位计16;每层双氧水雾化池15中央开孔布置气体通道隔板14;所

述的压缩空气管17布置在最底部双氧水雾化池15上方,压缩空气管17出口管在中央布置且垂直向上;双氧水通过上一层的双氧水雾化池15的旁路通道11逐渐溢流至最底层的双氧水雾化池15中,通过位于双氧水超声雾化机7底部的液位计16控制,实现双氧水雾化池15中的双氧水一直处于稳定的液面高度,有利于实现最佳的雾化效果和雾化效率,同时布置在双氧水超声雾化机7底部的压缩空气通过压缩空气管17从下至上流动,携带经超声雾化的双氧水小液滴从雾化出口13排出。

[0035] 其中,旁路通道11入口到同一层双氧水雾化池15底部的高度为4cm,双氧水液面可以维持在最佳的4cm高度,保证双氧水的雾化粒径在 $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ ,发挥超声雾化的最佳效果和雾化效率。

[0036] 其中,气体通道隔板14的高度大于旁路通道11入口到同一层双氧水雾化池15底部的高度3cm,防止双氧水溶液从气体通道溢出。

[0037] 其中,超声雾化板12采用玻璃釉面的雾化片,防止双氧水超声雾化过程中腐蚀雾化板。

[0038] 其中,将同一层双氧水雾化池15中的超声雾化板12外壳通过导线相互连通,防止产生电腐蚀。

[0039] 其中,喷射格栅8布置在烟气温度 $200^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 范围内,保证氧化效率。

[0040] 在实际应用中,一种双氧水超声雾化氧化烟气NO系统如图1所示,双氧水储罐2中的双氧水溶液通过双氧水输送泵4输送至混合罐6中,同时碱液罐1中的碱液被碱计量泵3定量输送至混合罐6中,输送中的双氧水溶液与碱液混合后调节到一定的pH值,再被打入双氧水超声雾化机7中,如图2所示,双氧水超声雾化机7中的双氧水雾化池15分层布置,双氧水依次从上一层的双氧水雾化池15通过旁路通道11逐渐溢流至最底层的双氧水雾化池15中,通过对最底层双氧水雾化池15中的液位计16进行控制,实现双氧水雾化池15中的双氧水一直处于稳定的液面高度,有利于实现最佳的雾化效果和雾化效率;同时布置在双氧水超声雾化机7底部的压缩空气管17使压缩空气从下至上流动,携带雾化的双氧水小液滴进入喷射格栅8喷出,进入高温烟道的双氧水液滴迅速定向分解出羟基自由基,将烟气中的NO高效氧化成 $\text{NO}_2$ 。

[0041] 将双氧水溶液加入碱液调节至设定的pH值后,进行超声雾化,雾化后的双氧水小液滴通过压缩空气携带喷射进入烟气温度为 $200^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的烟道9中,在高温下分解产生氧化性自由基,将烟气中的NO氧化成 $\text{NO}_2$ 。

[0042] 其中双氧水与烟气中NO的摩尔比为 $1\sim 2$ 。

[0043] 其中双氧水溶液加入碱液后的混合溶液pH为 $5\sim 8$ 。

[0044] 基于上述的系统,本实用新型通过在超声雾化前设置混合罐6使在输送双氧水过程中能采用混合碱液来调节其pH值,从而使得双氧水更容易在高温下定向分解强氧化性自由基;同时采用的双氧水超声雾化机7中的双氧水雾化池15为分层布置,双氧水从上一层的双氧水雾化池15通过旁路通道11逐渐溢流至最底层的双氧水雾化池15中,雾化的双氧水的量与进入双氧水超声雾化机7的量基本相等,双氧水处于持续流动状态,防止因超声作用导致双氧水溶液温度升高引起自分解,同时稳定的液面高度保证最佳的雾化效果和雾化效率,雾化的双氧水被压缩空气携带进入喷射格栅8,超声雾化的双氧水液滴粒径较小,显著增大了气液接触面积,缩短了加热过程,使得双氧水雾滴迅速被高温热烟气加热裂解,生成

强氧化性羟基自由基,将烟气中的NO高效氧化成NO<sub>2</sub>。

[0045] 其中,双氧水超声雾化机7底部的液位计16指示液面高度大于7cm时停止运行碱计量泵3和双氧水输送泵4;液位计16指示液面低于3cm时启动运行碱计量泵3和双氧水输送泵4,以此保证双氧水超声雾化机7安全高效运行。

[0046] 其中,各层双氧水雾化池15中的超声雾化板12单独控制启停电路,使得双氧水雾化机7的雾化量可调节。

[0047] 采用气液两相流喷嘴雾化H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>氧化NO的研究结果,如图3所示,压缩空气雾化的双氧水粒径大,该工艺氧化NO效率仅为50%;采用本实用新型的超声雾化H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>氧化NO的研究结果,如图4所示,NO的氧化效率在95%以上。

[0048] 本优选实施例中,烟气中NO的浓度为300mg/m<sup>3</sup>(mg/m<sup>3</sup>中m<sup>3</sup>为标准状态,下同),碱液罐1中是5%浓度的氨水,通过碱计量泵3调节混合罐6中的pH为5左右,双氧水超声雾化机7中的双氧水雾化池15分4层布置,超声雾化板12采用陶瓷釉面雾化片,每层超声雾化板12通过导线将外壳连接,旁路通道11入口到同一层双氧水雾化池15底部的高度为4cm,气体通道隔板14的高度为7cm,双氧水储罐2中的双氧水浓度为27.5%,双氧水的雾化量与烟气中NO的摩尔比为1,压缩空气携带超声雾化后的双氧水雾滴通过喷射格栅8进入400℃的烟气中,实现NO的氧化效率为97.3%。

[0049] 实施例2

[0050] 本优选实施例中,烟气中NO的浓度为150mg/m<sup>3</sup>,碱液罐1中是1%浓度的氢氧化钠,通过碱计量泵3调节混合罐6中的pH值为8左右,双氧水超声雾化机7中的双氧水雾化池15分5层布置,超声雾化板12采用陶瓷釉面雾化片,每层超声雾化板12通过导线将外壳连接,旁路通道11入口到同一层双氧水雾化池15底部的高度为2cm,气体通道隔板14的高度为8cm,双氧水储罐2中的双氧水浓度为20%,双氧水的雾化量与烟气中NO的摩尔比为2,压缩空气携带超声雾化后的双氧水雾滴通过喷射格栅8进入200℃的烟气中,实现NO的氧化效率为96%。

[0051] 实施例3

[0052] 本优选实施例中,烟气中NO的浓度为200mg/m<sup>3</sup>,碱液罐1中是1%浓度的氨水,通过碱计量泵3调节混合罐6中的pH值为6左右,双氧水超声雾化机7中的双氧水雾化池15分4层布置,超声雾化板12采用陶瓷釉面雾化片,每层超声雾化板12通过导线将外壳连接,旁路通道11入口到同一层双氧水雾化池15底部的高度为3cm,气体通道隔板14的高度为7cm,双氧水储罐2中的双氧水浓度为10%,双氧水的雾化量与烟气中NO的摩尔比为1.4,压缩空气携带超声雾化后的双氧水雾滴通过喷射格栅8进入350℃的烟气中,实现NO的氧化效率为98.5%。

[0053] 实施例4

[0054] 本优选实施例中,烟气中NO的浓度为500mg/m<sup>3</sup>,碱液罐1中是0.5%浓度的氢氧化钙,通过碱计量泵3调节混合罐6中的pH值为7左右,双氧水超声雾化机7中的双氧水雾化池15分4层布置,超声雾化板12采用陶瓷釉面雾化片,每层超声雾化板12通过导线将外壳连接,旁路通道11入口到同一层双氧水雾化池15底部的高度为4cm,气体通道隔板14的高度为7cm,双氧水储罐2中的双氧水浓度为50%,双氧水的雾化量与烟气中NO的摩尔比为1.1,压缩空气携带超声雾化后的双氧水雾滴通过喷射格栅8进入420℃的烟气中,实现NO的氧化效

率为99.5%。

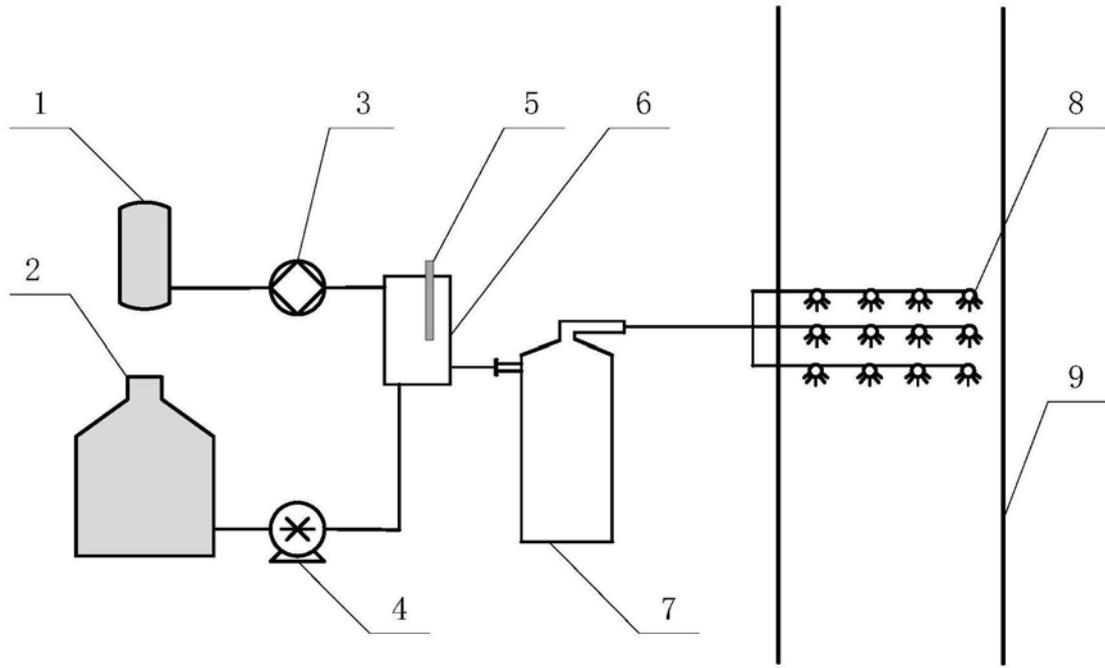


图1

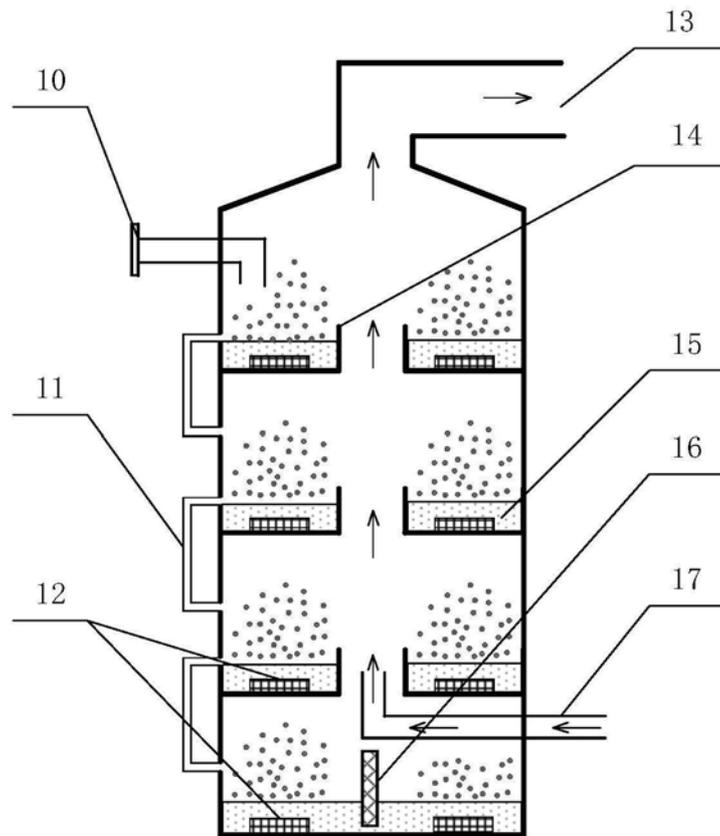


图2

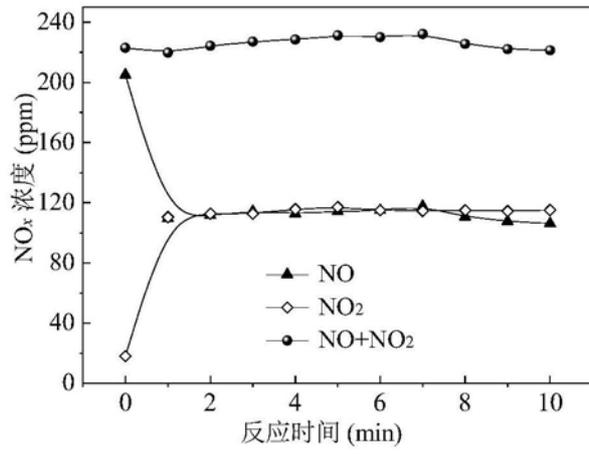


图3

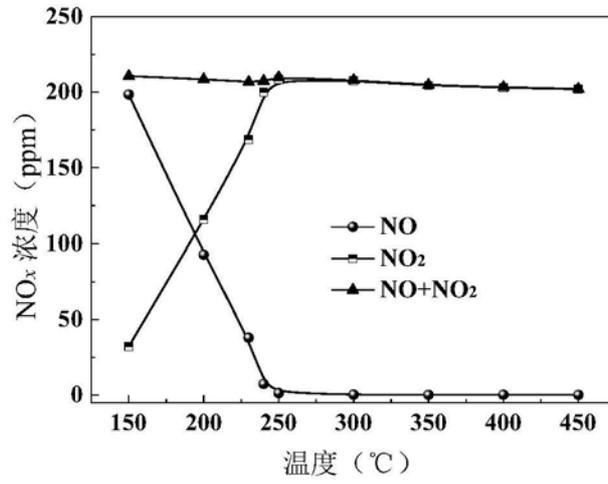


图4