



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102350189 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 26

(21) 申请号 201110263071. 7

(22) 申请日 2011. 08. 24

(73) 专利权人 福建新大陆环保科技有限公司

地址 350015 福建省福州市马尾区儒江西路
1 号新大陆科技园

(72) 发明人 陈健 徐韬 陈华

(51) Int. Cl.

B01D 53/56 (2006. 01)

B01D 53/60 (2006. 01)

B01D 53/76 (2006. 01)

B01D 53/78 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101053758 A, 2007. 10. 17, 说明书第 4 页
倒数第 1-2 段和图 2.

CN 102153222 A, 2011. 08. 17, 说明书第
0003 段、0015 段、0017 段、0023 段 4-5 行和图 2.

CN 202387362 U, 2012. 08. 22, 权利要求
1-10.

CN 1923341 A, 2007. 03. 07, 全文.

CN 201832548 U, 2011. 05. 18, 全文.

CN 2915236 Y, 2007. 06. 27, 全文.

CN 1951544 A, 2007. 04. 25, 全文.

CN 101785965 A, 2010. 07. 28, 全文.

CN 101352646 A, 2009. 01. 28, 说明书第 2 页
第 3 段, 第 3 页最后一段, 第 4 页实施例 1 第一
段, 权利要求 4 和图 1.

审查员 李凤喜

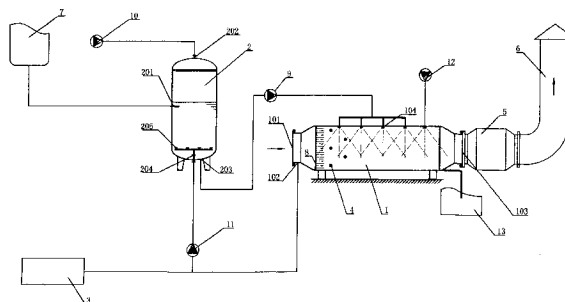
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种半干式低温烟气脱硝系统

(57) 摘要

本发明提供一种半干式低温烟气脱硝系统, 它包含反应器、除尘器及排气装置, 还包含碱液及气体高压混合器、臭氧气体供应装置、紫外辐射装置, 所述反应器包含一个烟气进口、臭氧气体进口、净气出口和高压喷雾装置, 其烟气进口与待净化烟气的输送管道连接, 其净气出口与除尘器的进口连接, 除尘器的出口与排气装置或热回收装置连接, 臭氧气体进口与臭氧气体供应装置连接, 所述紫外辐射装置安装在反应器内部靠近烟气进口处, 碱液及气体高压混合器上设置碱液输入口和气体输入口, 碱液及气体高压混合器的输出端与反应器内的高压喷雾装置连接, 可以应用在电厂、燃煤或燃油锅炉以及工业窑炉中。



1. 一种半干式低温烟气脱硝系统,它包含反应器(1)、除尘器(5)及排气装置(6),其特征在于:还包含碱液及气体高压混合器(2)、臭氧气体供应装置(3)、紫外辐射装置(4),所述反应器包含一个烟气进口(101)、臭氧气体进口(102)、净气出口(103)和高压喷雾装置(104),其烟气进口(101)与待净化烟气的输送管道连接,其净气出口(103)与除尘器(5)的进口连接,除尘器(5)的出口与排气装置(6)连接,臭氧气体进口(102)与臭氧气体供应装置(3)连接,所述紫外辐射装置(4)安装在反应器(1)内,碱液及气体高压混合器(2)上设置碱液输入口(201)和气体输入口(202),碱液及气体高压混合器(2)的输出端(203)与反应器(1)内的高压喷雾装置(104)连接,在碱液及气体高压混合器(2)的底部设置臭氧气体输入口(204)和曝气装置(205),臭氧发生器(3)的输出端通过臭氧气体输入口(204)与曝气装置(205)连接。

2. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:所述紫外辐射装置安装在反应器内,并设置在烟气和臭氧气体的进口处。

3. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:所述高压喷雾装置(104)的喷雾粒径为 $\text{Ø}20\sim 50\mu\text{m}$,喷雾量为 $0.052\text{L}\times\Delta T$,其中L为标态时的烟气流量 m^3/h , ΔT 为烟气处理前后温度差。

4. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:在反应器(1)的烟气进口(101)后端设置导气装置。

5. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:经由碱液及气体高压混合器(2)上的气体输入口(202)输入的气体为经过压缩的具有一定压力的气体,其压力介于 $0.5\sim 0.8\text{Mpa}$ 之间。

6. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:在臭氧发生器(3)的输出端经臭氧气体输入口(204)与曝气装置(205)连接的管道上设置压缩气体输入装置以输入经压缩到一定压力的气体,其压力介于 $0.5\sim 0.8\text{Mpa}$ 之间。

7. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:输入反应器内烟气的温度在 100°C 以上, 300°C 以下。

8. 如权利要求1所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:经由碱液及气体高压混合器(2)上的碱液输入口(201)输入的碱溶液为高饱和的碱溶液。

9. 如权利要求8所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:经由碱液及气体高压混合器(2)上的碱液输入口(201)输入的高饱和的碱溶液为氢氧化钠 NaOH 、氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、氢氧化钾 KOH 、氧化钙 CaO 、氨 NH_3 等水溶液的一种或多种的组合。

10. 如权利要求7所述的一种半干式低温烟气脱硝系统,其特征在于:输入反应器内烟气的温度为 $100\sim 200^\circ\text{C}$ 。

一种半干式低温烟气脱硝系统

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种全新的烟气脱硝除尘系统,属于烟气净化技术领域。

背景技术：

[0002] 随着国内大气污染情况的日益严重和对烟气脱硫的重视和脱硫工艺的广泛利用,排放到大气中的硫化物大幅减少,而 NO_x 对气体的影响开始日益凸显,已经成为我国继 SO_2 后亟待治理的重要大气污染物之一。

[0003] 目前国内烟气脱硫脱硝多采用催化还原烟气脱硝 (SCR) 工艺、和石灰、石灰石——石膏湿法脱硫脱硝工艺。

[0004] 所述的 (SCR) 工艺及其中使用的催化剂需要在高温状态下约 350°C - 450°C 才能保证其良好的除硝效果,由于大部分的大中型锅炉都配备了热回收系统对烟气中的热量进行回收利用,最终排放的烟气温度一般已低于 300°C ,因此所述 (SCR) 系统必须设置在热量回收系统前端,这就需要在烟气通道中开设一个支路与 SCR 系统连接,经 SCR 处理过后的烟气再流向热量回收系统进行热量回收,导致系统结构异常复杂并造成热量损失。

[0005] 石灰、石灰石——石膏湿法脱硫脱硝工艺,需要在系统中设置粉末添加装置和/或吸收塔,在处理后的废气中石灰或石膏粉的残留量大,增大了除尘装置的负荷,而且采用上述湿法工艺会产生液态副产物造成二次水污染。

[0006] 因此上述工艺具有净化效率较高,但其结构复杂、吸收塔体积十分庞大,系统占地面积大,除尘器负荷大、具有二次水污染、设备投资昂贵,运行费用高,施工安装周期长、运行管理困难等弊病,尤其是脱硝使用的催化剂需要依赖进口,成本高,制约了其广泛推广。

[0007] 因此需要一种适用于燃煤电厂锅炉、工业锅炉和其他工业窑炉的结构简单、体积小、占地面积小、除尘器负荷小且无二次水污染的投资及运行费用低的经济可靠的脱硝设备满足实际需要。

发明内容：

[0008] 本发明的目的在于至少克服现有脱硝系统的一个不足,提供一种全新的半干式一体化烟气脱硝除尘系统,它结构简单、体积小、占地面积小、除尘器负荷小且无二次水污染、投资及运行成本低,安装和维护方便。

[0009] 本发明的技术方案是这样实现的,一种半干式低温烟气脱硝系统,它包含反应器、除尘器及排气装置,还包含碱液及气体高压混合器、臭氧气体供应装置、紫外辐射装置,所述反应器包含一个烟气进口、臭氧气体进口、净气出口和高压喷雾装置,其烟气进口与经热回收处理后的待净化烟气的输送管道连接,其净气出口与除尘器的进口连接,除尘器的出口与排气装置连接,臭氧气体进口与臭氧气体供应装置连接,所述紫外辐射装置安装在反应器内部靠近烟气进口处,碱液及气体高压混合器上设置碱液输入口和气体输入口,在碱液及气体高压混合器的底部设置臭氧气体输入口和曝气装置,臭氧发生器的输出端通过臭氧气体输入口与曝气装置连接,碱液及气体高压混合器的输出端与反应器内的高压喷雾装

置连接。

[0010] 为了更好的脱硝效果,本发明的技术特点还可以具体为以下技术特征:

[0011] 1. 在碱液及气体高压混合器的底部设置臭氧气体输入口和曝气装置,臭氧发生器的输出端通过臭氧气体输入口与曝气装置连接。

[0012] 2. 所述紫外辐射装置安装在反应器内,并设置在烟气和臭氧气体的进口处;

[0013] 3. 所述高压喷雾装置的喷雾粒径为 $\text{Ø}20\sim 50\mu\text{m}$,喷雾量为 $0.052\text{L}\times \Delta T$,其中L为烟气流量 m^3/h (标态), ΔT 为烟气处理前后温度差;

[0014] 4. 输入反应器内烟气的温度在 100°C 以上, 300°C 以下,优选为 $100\sim 200^\circ\text{C}$ 。

[0015] 5. 经由碱液及气体高压混合器上的碱液输入口输入的是高饱和的碱溶液。

[0016] 6. 上述碱液输入口输入的碱溶液为氢氧化钠 NaOH 、氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、氢氧化钾 KOH 、氧化钙 CaO 、氨 NH_3 等水溶液的一种或多种的组合。

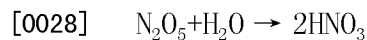
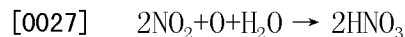
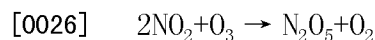
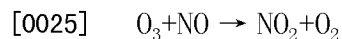
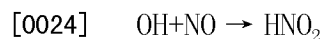
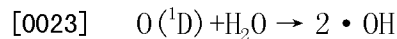
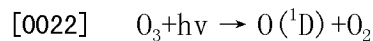
[0017] 7. 在臭氧发生器的输出端与曝气装置连接的管道上设置压缩气体输入装置以输入经压缩到一定压力的气体以增强曝气的效果使形成高饱和富气体和臭氧的碱溶液;所述气体压力为: $0.5\sim 0.8\text{MPa}$ 。

[0018] 8. 经由碱液及气体高压混合器上的气体输入口输入的气体为压缩气体,所述气体压力为: $0.5\sim 0.8\text{MPa}$ 。

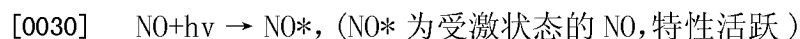
[0019] 9. 在反应器1的烟气进口后端设置导气装置以调整气流的流向、流速和压力。

[0020] 本发明中UV的作用主要有如下两个方面:

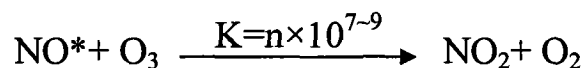
[0021] 1. 紫外光与臭氧协同氧化作用,在紫外活化过程中,UV将臭氧、水分解生成大量的羟基自由基,这些羟基自由基本身氧化能力强,而且还可以发生一系列链式反应产生更多的自由基,能够高效地将 NO_x 氧化,反应机理如下:



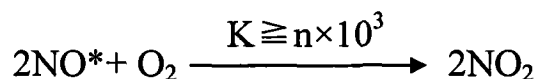
[0029] 2. 激活NO,加速NO的氧化速度,反应机理如下:



[0031]

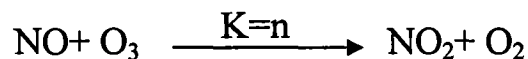


[0032]

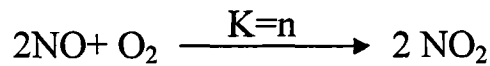


[0033] 正常情况下,未受紫外激活的NO的氧化反应机理如下:

[0034]

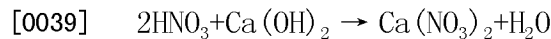


[0035]



[0036] 由上可见,与未受紫外照射的正常状态相比,紫外线能够极大地激活 NO,并使其与 O₂ 的反应速率提高 10³ 倍,使其与 O₃ 的反应速率提高 10⁷ ~ 10⁹ 倍。

[0037] 以下是烟气经紫外及臭氧反应后与碱溶液的反应式,这里假设碱溶液为 NaOH 溶液和 Ca(OH)₂ 的高饱和溶液。



[0040] 采用本发明技术方案的半干式低温烟气脱硝系统与现有的石灰法相比具有以下优点:

[0041] 1. 所述紫外辐射装置安装在反应器内,并设置在烟气和臭氧气体的进口处,能够极大地激活 NO,并使其与 O₂ 或 O₃ 的反应速率提高 10⁷ ~ 10⁹ 倍,提高烟气处理的速度和单台设备的容量,节约设备投资成本和运行费用,节能环保;

[0042] 2. 反应器内烟气的温度在 100℃ 以上,反应后净气的温度也在 100℃ 以上,所含有的水分均为蒸汽状态,使反应器和除尘器及排气装置内部干燥,避免腐蚀,有效减少故障并延长设备寿命;

[0043] 3. 反应器内烟气的温度在 300℃ 以下,可对经现有锅炉系统中冷却设备冷却后的烟气进行进一步处理,不需要对现有系统进行改造,简化系统整体结构和节约设备投资,减少安装工作量,并可以对能量进行利用,实现节能减排。

[0044] 4. 雾状高饱和富气体和臭氧的碱溶液滴与经紫外照射和 O₃ 协同反应后的 NO₂ 等气体充分接触和反应,生成粉末状的硝酸盐,使烟气中的 NO 完全固化;

[0045] 5. 雾状高饱和富气体和臭氧的碱溶液滴还可以与烟气中的 SO₂ 进行充分接触生成粉末状的硫酸盐,有效固化烟气中残留的 SO₂,使烟气中的 SO₂ 完全固化起到脱硫作用,设备可以同时实现脱硫,扩大设备使用范围,一物多用,对同时含有 NO 和 SO₂ 的烟气处理效果好,无需同时设置脱硫和脱硝系统,能显著减少设备投资和运行维护费用;

[0046] 6. 反应器的高压喷雾装置喷射出的是高饱和富气体和臭氧的碱溶液滴,因此其含水量很低,所述高压喷雾装置喷出的雾状颗粒粒径微小,能够极大地增加碱溶液及其臭氧与待吸收气体的接触面提高反应效率,并使生成物为干燥的粉末状,无需脱水;

[0047] 7. 经过与 NO 和残余 SO₂ 反应后的产物都是粉末状的,其中的少量水分也以蒸汽的形式,无二次水污染,无需进行进一步水处理,能有效降低系统设备投资和运行水耗,大大降低系统投资和运行费用。

[0048] 8. 在系统中采用的是高浓度的碱溶液,不是粉状的碱,处理后的废气中无残留的粉状的碱,大大降低除尘器的负荷;并且不需要粉末添加装置,使系统结构简单,容易制造、安装和维护,有效降低设备投资成本和运行维护成本。

[0049] 9. 脱硝过程无废液产生,副产物易处理。

附图说明:

[0050] 图 1 是实现本发明的技术方案的一个实施例示意图

[0051] 图中,1 为反应器,101 为烟气进口,102 为臭氧气体进口,103 为净气出口,104 为高压喷雾装置,2 为碱液及气体高压混合器,201 为碱液输入口,202 为气体输入口,203 为碱液

及气体高压混合器 2 的输出端,204 为臭氧气体输入口,205 为曝气装置,3 为臭氧气体供应装置,4 为紫外辐射装置,5 为除尘器,6 为排气装置,7 为碱液供应装置,8 为导气装置,9 为压力调节装置,10 为气体压缩机,11 为增压装置。

具体实施方式：

[0052] 以下结合附图 1 对本发明的一个实施例对本发明的技术方案左具体描述。

[0053] 如图 1 所示,一种半干式低温烟气脱硝系统,它包含反应器 1、除尘器 5 及排气装置 6,还包含碱液及气体高压混合器 2、臭氧气体供应装置 3、紫外辐射装置 4,所述反应器包含一个烟气进口 101、臭氧气体进口 102、净气出口 103 和高压喷雾装置 104,其烟气进口 101 与经热回收处理后温度在 300℃ 以下的待净化烟气输送管道连接,其净气出口 103 与除尘器 5 的进口连接,除尘器 5 的出口与排气装置 6 连接,臭氧气体进口 102 与臭氧气体供应装置 3 连接以输入臭氧气体,必要时可以在臭氧输送管道上加设增压装置以增加臭氧气体的输入量和分压,所述紫外辐射装置安装在反应器内,并设置在烟气进口 101 和臭氧气体进口 102 处,碱液及气体高压混合器 2 上设置碱液输入口 201 和气体输入口 202,碱液输入口 201 与碱液供应装置 7 连接,碱液及气体高压混合器 2 的输出端 203 与反应器 1 内的高压喷雾装置 104 连接,为调节高压喷雾装置 104 的压力,本实施例中在碱液及气体高压混合器 2 的输出端 203 与反应器 1 内的高压喷雾装置 104 连接管道上加设了压力调节装置 9 以调节压力和喷雾量。

[0054] 如图 1 中所示,本实施例在碱液及气体高压混合器 2 的底部还设置臭氧气体输入口 204 和曝气装置 205,臭氧发生器 3 的输出端经臭氧气体输入口 204 与曝气装置 205 连接,将臭氧发生器产生的一部分臭氧通进碱液水及气体高压混合器内进行曝气,使形成高浓度富气体和臭氧的高饱和碱溶液后送入设置在反应器内的高压喷雾装置 104 内。其中,经由碱液及气体高压混合器 2 上的碱液输入口 201 输入的是高饱和的碱溶液;经由碱液及气体高压混合器 2 上的气体输入口 202 输入的气体为气体压缩机 10 输出的具有一定压力的气体,其压力优选为 0.5 ~ 0.8MPa。所述碱液输入口 201 输入高饱和的碱溶液可以为氢氧化钠 NaOH、氢氧化钙 Ca(OH)₂、氢氧化钾 KOH、氧化钙 CaO、氨 NH₃ 等水溶液的一种或多种的组合。

[0055] 为增强曝气效果,本实施例中在臭氧发生器 3 的输出端与曝气装置 205 连接的管道上设置增压装置 11 对输入到碱液及气体高压混合器 2 内的臭氧进行增压以提高臭氧气体分压增强曝气的效果使形成高饱和富气体和臭氧的碱溶液;所述气体压力优选为 0.5 ~ 0.8Mpa。

[0056] 此外为了使废气在反应器中得到充分的处理,实施例中在反应器 1 的烟气进口 101 后端设置导气装置 8 以调整气流的流向、流速和压力使其受到紫外线的充分照射并与输入的臭氧气体、雾化后的雾状高饱和富气体和臭氧的碱溶液充分接触产生一系列的氧化反应以达到降解 NO_x 的目的。

[0057] 本发明实施例中,为了更好的技术效果,经由碱液及气体高压混合器 2 上的气体输入口 202 输入的气体为气体压缩机 10 提供的压缩气体,所述气体压力优选为 0.5 ~ 0.8MPa,并且反应器中的高压喷雾装置的喷雾粒径介于 $\text{Ø}20\sim 50\mu\text{m}$ 之间,速度为 $0.052\text{L} \times \Delta T$,其中 L 为烟气流量 m³/h(标态), ΔT 为烟气处理前后温度差。本实施例中喷

雾装置的压力来自碱液及气体高压混合器 2 输出的碱溶液,必要时可在其前端增设增压装置以增大喷雾装置的压力。经高压喷雾装置反应后产生的硝酸盐为粉末状,由于喷出的雾状高饱和碱溶液中含水量少,并且反应器内的温度在 100℃ 以上,因此喷出的碱溶液经反应后产生的水在反应器中以蒸汽的形式存在,无废液产生。

[0058] 本发明的主要目的是除去废气中的 NO,但雾状高饱和富气体和臭氧的碱溶液滴还可以与烟气中的 SO₂ 进行充分接触生成粉末状的硫酸盐,有效固化烟气中残留的 SO₂,使烟气中的 SO₂ 完全固化起到脱硫作用,设备可以同时实现脱硫,扩大设备使用范围,一物多用,对同时含有 NO 和 SO₂ 的烟气处理效果好,无需同时设置脱硫和脱硝系统,能显著减少设备投资和运行维护费用。

[0059] 采用本发明技术方案的半干式低温烟气脱硝系统可以应用于电厂、燃煤或燃油锅炉以及工业窑炉烟气的脱硫和脱硝。

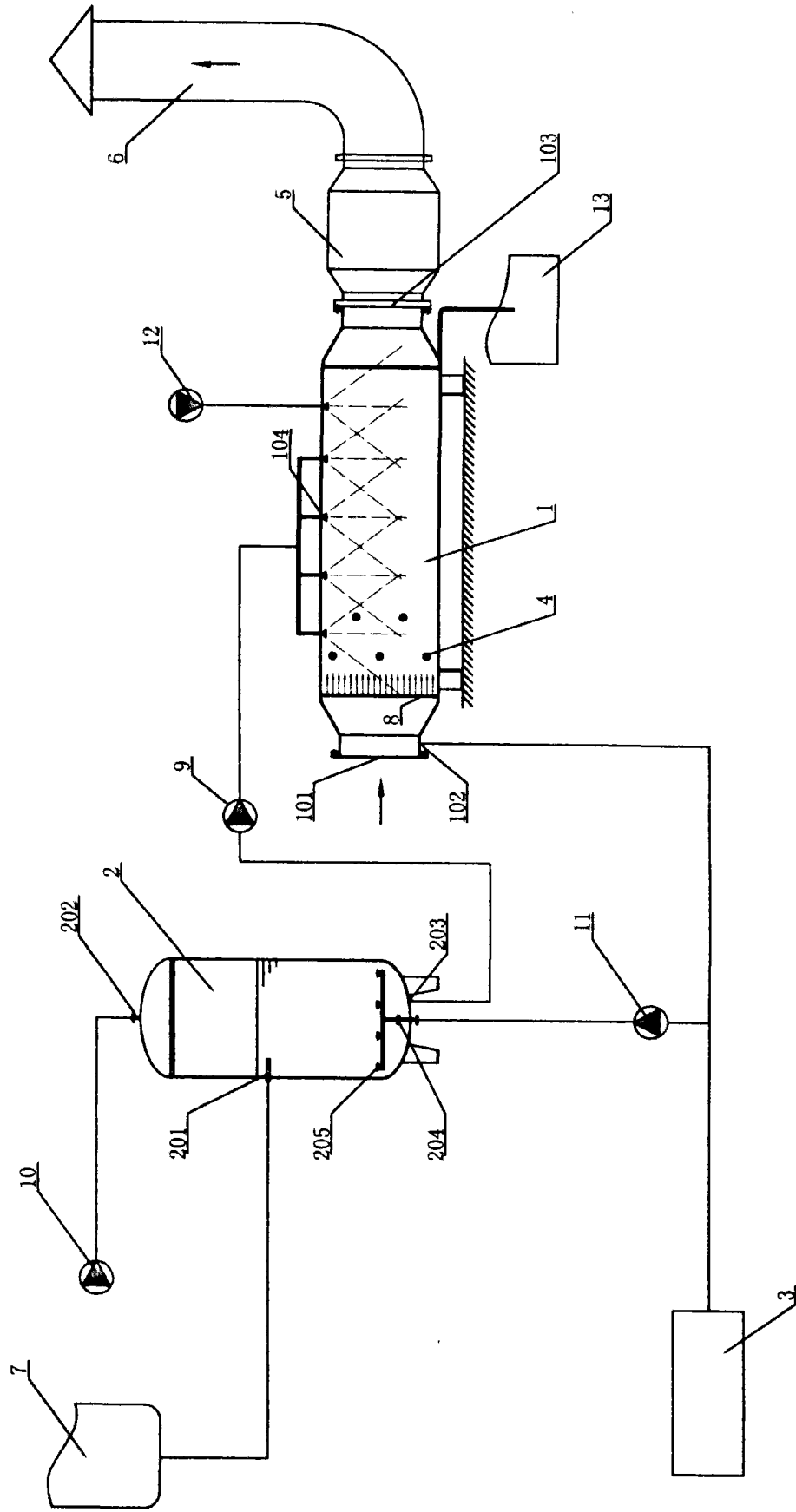


图 1