



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102824846 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 19

(21) 申请号 201210356027. 5

B01D 53/70(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 09. 24

(71) 申请人 上海龙净环保科技工程有限公司

地址 200331 上海市浦东新区张江高科技园
区郭守敬路 351 号 2 号楼 665-18

(72) 发明人 高继贤 李静 阎冬 杨春琪

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司
31001

代理人 俞宗耀 俞昉

(51) Int. Cl.

B01D 53/83(2006. 01)

B01D 53/76(2006. 01)

B01D 53/60(2006. 01)

B01D 53/64(2006. 01)

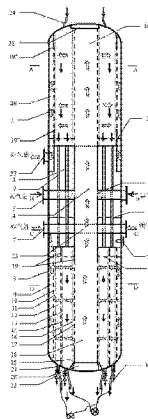
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

轴径向错流移动床反应器及其活性焦烟气脱
硫脱硝工艺

(57) 摘要

一种轴径向错流移动床吸附反应器活性焦烟
气脱硫脱硝工艺,要解决的技术问题是实现
在一个吸附反应器中对烟气中的 SO₂、NO_x、汞和二噁英
等污染物联合脱除与集成净化,属于烟道废
气综合治理技术领域。所述的吸附反应器为
复合式双段双 II 型轴径向错流移动床,下
段脱硫区,活性焦颗粒层内外环形二层,分
为粗脱硫区和精脱硫区;上段脱硝区,活
性焦颗粒层为一层;氨气喷入管在上下段
之间;烟气进气呈双口对冲环形气流道结
构,下段烟气向心流动脱硫,上段烟气离
心流动脱硝;本发明所述的设备及工艺方
法,在一个吸附反应器内实现脱硫和脱硝,
具有高效利用活性焦、烟气混合均匀、气
固接触充分、运行稳定可靠、运行费用节
省等优点。



1. 一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,包括置于所述反应器壁(8)内,并由隔板(24)上、下分隔的上段脱硝区和下段脱硫区,其特征在于:所述下段脱硫区由外向内依次置有下段环形气流分流道(9)、外约翰逊网(10)、外格栅(11)、前活性焦颗粒层(12)、中约翰逊网(13)、中格栅(14)、后活性焦颗粒层(15)、内约翰逊网(16)、中心管壁(17)、中心管集流道(18);所述上段脱硝区内置的活性焦颗粒层,通过段间前颗粒下料管(2)与下段脱硫区内前活性焦颗粒层(12)相通,通过段间后颗粒下料管(3)与所述后活性焦颗粒层(15)相通;

所述下段脱硫区内置的前活性焦颗粒层(12)和后活性焦颗粒层(15)上方,所述隔板(24)的下方,所述反应器壁(8)侧面自上向下依次置有烟气进口(7)和多个增湿降温喷嘴(20);所述上段脱硝区活性焦颗粒层下方、所述隔板(24)的上方,所述反应器壁(8)自上向下依次置有烟气出口(27)和氨气喷入管(5)。

2. 根据权利要求1所述一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,其特征在于:所述烟气进口(7)数量有二个,呈双口对冲环形气流道(23)结构,环形气流道(23)上置有多个烟气流出口。

3. 根据权利要求1所述一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,其特征在于:所述的氨气喷入管(5)数量为2~4个,均布在所述反应器壁(8)的同一层面周边,氨气喷入管(5)通过单向阀(6)与段间气流管(4)连接相通。

4. 根据权利要求1所述一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,其特征在于:所述增湿降温喷嘴(20)数量为4~8个,均布排列于反应器壁(8)的同一层面周边。

5. 根据权利要求1所述一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,其特征在于:所述中约翰逊网(13)和中心管壁(17)的上端分别置有轴向长短不一的环状颗粒料封挡板(19/19'),所述中心管壁(17)的上端置有的内环颗粒料封挡板(19)的长度大于所述中约翰逊网(13)上端置有的外环颗粒料封挡板(19')的长度。

6. 根据权利要求1所述一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,其特征在于:所述上段脱硝区内置的活性焦颗粒层上下两端的外侧,置有环状颗粒料封挡板(19'')。

7. 权利要求1所述轴径向错流移动床吸附反应器活性焦烟气脱硫脱硝工艺:其特征在于;

1)活性焦颗粒从置于反应器顶部的进料管(29)进入所述吸附反应器(1)内,先进入上段脱硝区活性焦颗粒层,在重力作用下向下缓慢移动,脱除烟气中的NO_x;活性焦经过段间颗粒下料管(2,3),分别落入下段脱硫区的前活性焦颗粒层(12)与后活性焦颗粒层(15),实现对烟气中SO₂的脱除;脱硫后吸附饱和的活性焦颗粒在重力的作用下继续向下移动,经颗粒排出管(30)排出,进入后续的输送系统至脱附再生塔进行再生;

2)在下段脱硫区,所述烟气进口(7)数量有二个,呈双口对冲环形气流道(23)结构,从环形气流道(23)烟气流出口流出的烟气,进入下段环形气流分流道(9),先后通过外环前活性焦颗粒层(12)和内环后活性焦颗粒层(15)作向心运动,进行烟气脱硫;上段氨气喷入管(5)径向对称喷入的NH₃,与经过下段脱硫净化后从中心管集流道(18)轴向向上的烟气发生局部湍流,增大烟气混合程度,混合后烟气作离心流动、经上段活性焦颗粒层脱硝,通

过上段环形气流集流道(26)从烟气出口(27)流出；

3) 活性焦烟气脱硫脱硝时,温度 $80 \sim 130^{\circ}\text{C}$,空速 $300 \sim 500\text{h}^{-1}$ 。

8. 根据权利要求7所述活性焦烟气脱硫脱硝工艺:其特征在于:所述下段脱硫区的前活性焦颗粒层(12)和后活性焦颗粒层(15),通过阀门的开度调节活性焦颗粒移动速度,外环前活性焦颗粒层(12)用于粗脱硫;内环后活性焦颗粒层(15)用于精脱硫。

轴径向错流移动床反应器及其活性焦烟气脱硫脱硝工艺

技术领域

[0001] 本发明属于烟道废气综合治理技术领域,涉及燃煤火电、燃煤锅炉、炼铁烧结机、有色冶金和化工建材等领域的烟气脱硫、脱硝、脱汞、脱二噁英、除尘(含 $PM_{2.5}$) 和脱卤化氢的烟(废)气集成净化技术,特别涉及轴径向错流移动床吸附反应器及其活性焦烟气脱硫脱硝工艺。

背景技术

[0002] 工业化的快速发展促进了社会科技进步高速发展,然而人类在享受着科技成果的同时,也在承受着化石燃料所导致的各种环境污染问题。每年排放到大气中大量的 SO_2 和 NO_x 造成严重的酸雨危害。因此,在“十二五”和之后更长的时间里,我国控制 SO_2 和 NO_x 排放和节能减排的任务很重,有着较大的脱硫和脱硝市场需求。随着对环保要求的日趋严格,排放到大气中的汞和二噁英等有毒物质也开始受到关注与控制,对大气污染控制从以前的单纯烟气脱硫逐渐转变为烟气脱硫、脱硝、脱汞与二噁英等多污染物的联合脱除。

[0003] 我国贫硫,每年花费巨资从国外进口大量硫磺,我国农业上每年需要大量化肥,工业行业也需要大量的硫酸。同时,我国的一次能源以煤为主,燃煤火电、燃煤锅炉,以及化工、钢铁、有色冶金、建材等行业向大气排放较多的 SO_2 和 NO_x ,造成资源浪费和大气严重污染。因此,开发能联合脱除、资源化回收的烟气净化技术对环保事业具有重要意义。我国西北和华北地区是煤炭储量分布丰富的地区。我国新增加的燃煤火电坑口电站主要集中在北方缺水地区,需要发展高度节水的烟气脱硫技术。建设资源节约型、环境友好型的社会,大力发展绿色经济,是我国现阶段发展必须面对的问题。

[0004] 径向移动床和轴径向移动床是一种在石化和化工中应用较为广泛的反应器,在吸附和脱附过程中也得到了应用,具有低压降、布气均匀、颗粒移动均匀、易于大型化、运行稳定等优点。但是在石化行业的径向移动床处理的体系空速高,不适合低空速过程的活性焦脱硫脱硝过程。专利 ZL200810104398.8 公开了一种用于烟气净化的径向移动床,据报道,径向移动床未用活性焦进行料封,脱硫段活性焦层只设置一个颗粒移动速度,不区分粗脱硫与精脱硫,活性焦利用率低;在脱硝时加入氨气的喷氨入口在塔的上部,位置较高,与烟气混合不够充分,需要进一步改进。日本和德国的一些单位开发的联合脱硫脱硝的反应器,已得到广泛应用,但是仍存在气固接触不充分、床内热点易形成、多单元多模块并联使得装置复杂等缺点,特别是气体料封段活性焦利用率较低,活性焦分层不合理,布气室偏大,上下段组合性能偏低等,导致烟气净化效果和设备效能有改进的空间。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服背景技术中气固接触不充分、活性焦在气封段利用率低、活性焦分层不够高效合理、上下段组合性能偏低等缺点,提供一种轴径向错流移动床反应器及其活性焦烟气脱硫脱硝工艺,实现对烟气中的 SO_2 、 NO_x 、汞和二噁英等污染物的联合脱除与集成净化。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

一种活性焦烟气脱硫脱硝轴径向错流移动床吸附反应器,包括置于所述反应器壁内,并由隔板上、下分隔的上段脱硝区和下段脱硫区,其特征在于:所述下段脱硫区由外向内依次置有下段环形气流分流道、外约翰逊网、外格栅、前活性焦颗粒层、中约翰逊网、中格栅、后活性焦颗粒层、内约翰逊网、中心管壁、中心管集流道;所述上段脱硝区内置的活性焦颗粒层,通过段间前颗粒下料管与下段脱硫区内前活性焦颗粒层相通,通过段间后颗粒下料管与所述后活性焦颗粒层相通;

所述下段脱硫区内置的前活性焦颗粒层和后活性焦颗粒层上方,所述隔板的下方,所述反应器壁侧面自上向下依次置有烟气进口和多个增湿降温喷嘴;所述上段脱硝区活性焦颗粒层下方、所述隔板的上方,所述反应器壁自上向下依次置有烟气出口和氨气喷入管;

所述烟气进口数量有二个,呈双口对冲环形气流道结构,环形气流道上置有多个烟气流出口,环形气流道上部为隔板,将上段脱硝区与下段脱硫区隔开,防止气流窜行至上段脱硝区;

所述的氨气喷入管为2~4个,均布在所述反应器壁上的同一层面的周边,所述氨气喷入管通过单向阀与段间气流管连接相通,单向阀可以防止中心管流道中烟气的倒流。

[0007] 所述增湿降温喷嘴数量为4~8个,均布排列于所述反应器壁的同一层面的周边。

[0008] 所述中约翰逊网和中心管壁的上端分别置有轴向长短不一的环状颗粒料封挡板,所述中心管壁的上端置有的内环颗粒料封挡板的长度,大于所述中约翰逊网上端置有的外环颗粒料封挡板的长度;所述上段脱硝区内置的活性焦颗粒层上下两端的外侧,置有环状颗粒料封挡板,形成的气流在下段向心流动时和气流在上段离心流动时的活性焦颗粒料封,导致了气流在活性焦料封段出现轴径向二维流动,增大了活性焦利用率和单位体积装备内活性焦的装填量。

[0009] 上段环形气流集流道和下段环形气流分流道采用扇形筒或外筛网构件。

[0010] 所述的吸附反应器颗粒层中设置颗粒整流子。

[0011] 上段脱硝区活性焦颗粒层的下部与下段脱硫区活性焦颗粒层的上部分别安装有中心管加强支撑架;中心管的上下两端装有中心管支撑座保证结构的稳定。

[0012] 在段间气流管和活性焦颗粒层之间,由于残余的 SO_2 与 NH_3 反应,会生成少量的硫酸铵盐,生成的少量硫酸铵盐在活性焦内会增加移动的粘滞力,因此在装置内设置清理内构件或人孔,定期进行清理,并在吸附反应器下段通过筛分管连接设置振动筛,在分离破碎的活性焦和焦粉时也筛分出一部分硫酸铵盐,通过以上所述的方法对硫酸铵盐进行移除,减少在活性焦运动中的粘滞力。

[0013] 轴径向错流移动床吸附反应器活性焦烟气脱硫脱硝工艺:所述吸附反应器为复合式双段双 Π 型轴径向错流移动床,下段脱硫区脱硫为主、上段脱硝区脱硝为主,上段脱硝区与下段脱硫区在一个吸附反应器内实现 SO_2 和 NO_x 的联合脱除,其特征在于:

1) 活性焦颗粒从置于反应器顶部的进料管进入吸附反应器内,先进入上段脱硝区活性焦颗粒层,在重力作用下向下缓慢移动,脱除烟气中的 NO_x ;活性焦颗粒分别经过段间颗粒下料管,落入下段脱硫区的前活性焦颗粒层与后活性焦颗粒层,主要实现对烟气中 SO_2 的脱除;脱硫后吸附饱和的活性焦颗粒在重力的作用下继续向下移动,经颗粒排出管排出,进入后续的输送系统至脱附再生塔进行再生;

前活性焦颗粒层和后活性焦颗粒层的环形颗粒层厚度尺寸可调,并通过阀门的开度调节活性焦颗粒的移动速度,外环前活性焦颗粒层用于粗脱硫,颗粒移动速度快;内环后活性焦颗粒层,用于精脱硫,颗粒移动速度慢;

2) 在下段脱硫区,所述烟气进口数量有二个,呈双口对冲环形气流道结构,从所述环形气流道烟气流出口流出的烟气,上方因由隔板阻隔,防止气流窜行至上段脱硝区,所以只能进入下段脱硫区的环形气流分流道,通过外环前活性焦颗粒层和内环后活性焦颗粒层作向心运动,进行烟气脱硫;上段氨气喷入管径向对称喷入的 NH_3 ,与经过下段脱硫净化后从中心管集流道轴向向上的烟气发生局部湍流,增大烟气混合程度,混合后烟气作离心流动、经上段活性焦颗粒层脱硝,通过上段环形气流集流道从烟气出口流出;

3) 活性焦烟气脱硫脱硝时,温度 $80 \sim 130^\circ\text{C}$,空速 $300 \sim 500\text{h}^{-1}$ 。

[0014] 本专利的设备与工艺方法与现有技术相比具有以下优点:
① 在一个反应器内实现 SO_2 、 NO_x 、汞和二噁英等污染物的联合脱除;② 气流在下段向心流动时的活性焦颗粒料封和气流在上段离心流动时的活性焦颗粒料封,导致了气流在活性焦料封段出现轴径向二维流动,增大了活性焦利用率和单位体积装备内活性焦的装填量;③ 下段脱硫区分为粗脱硫区与精脱硫区分隔设计,通过阀门的开度调节颗粒移动速度,保证颗粒移动均匀,实现了活性焦的高效利用和装置的高效脱硫;④ 氨气入口位置的设计,增加了烟气氨气在中心管内部上升过程中的混合时间,使气固接触更加充分,并通过阀门的设置防止烟气倒流;⑤ 烟气进口采用对冲形式,布气时从环形气流道的开孔流出,实现喷出均匀的目标;⑥ 连续运行稳定、节省设备投资与运行费用。

附图说明

[0015] 以下通过具体实施方式和附图说明对本发明作进一步说明。

[0016] 图 1 为本发明的装置示意图;

图 2 为图 1 中的 A-A 剖面结构示意图(上段脱硝区气体离心流动);

图 3 为图 1 中 B-B 剖面结构示意图(氨气进气管道,流量由阀门控制);

图 4 为图 1 中 C-C 剖面结构示意图(烟气进口和环形气流道结构);

图 5 为图 1 中 D-D 剖面结构示意图(下段分粗脱硫区与精脱硫区,气流向心流动)。

[0017] 图中:1—吸附反应器;2—一段间前颗粒下料管;3—一段间后颗粒下料管;4—一段间气流管;5—氨气喷入管;6—单向阀;7—烟气进气口;8—反应器壁;9—下段环形气流分流道;10—外约翰逊网;11—外格栅;12—前活性焦颗粒层;13—中约翰逊网;14—中格栅;15—后活性焦颗粒层;16—内约翰逊网;17—中心管壁;18/18'—中心管集流道;19/19'/19''—颗粒料封挡板;20—增湿降温喷嘴;21—筛分管;22—振动筛;23—环形气流道(环管);24—隔板;25—中心管加强支撑架;26—上段环形气流集流道;27—烟气出口;28—中心管支撑座;29—颗粒进料管;30—颗粒排出管。

具体实施方式

[0018] 本发明采用的吸附反应器 1 为复合式双段双 II 型轴径向错流移动床,上段脱硝区与下段脱硫区置于所述反应器壁 8 内,并由隔板 24 上、下分隔而成,下段脱硫区脱硫为主、

上段脱硝区脱硝为主,实现 SO_2 和 NO_x 的联合脱除。其特征在于:所述下段脱硫区由外向内置有下段环形气流分流道9、前活性焦颗粒层12、后活性焦颗粒层15、中心管壁17和中心管集流道18;所述上段脱硝区内置的活性焦颗粒层通过段间前颗粒下料管2与下段脱硫区内前活性焦颗粒层12相通,通过段间后颗粒下料管3与所述后活性焦颗粒层15相通;所述下段脱硫区内置的前活性焦颗粒层12和后活性焦颗粒层15上方,所述隔板24的下方,反应器壁8上自上向下依次置有烟气进口7和多个增湿降温喷嘴20;所述上段脱硝区活性焦颗粒层下方、所述隔板24的上方,所述反应器壁8自上向下依次置有烟气出口27和氨气喷入管5;所述烟气进口7数量有二个,呈双口对冲环形气流道23结构,环形气流道23上置有多个烟气流出口,环形气流道23上方为隔板24,将上段脱硝区和下段脱硫区隔开,防止气流窜行至上段脱硝区;所以只能进入下段环形气流分流道9,通过外环前活性焦颗粒层12和内环后活性焦颗粒层15作向心运动,进行烟气脱硫;上段氨气喷入管5径向对称喷入的 NH_3 ,与从中心管集流道18向上的、经过第一段净化脱硫之后的轴向烟气发生局部湍流,增大烟气混合程度,混合后烟气作离心流动,经上段活性焦颗粒层进行脱硝,然后通过上段环形气流集流道26从烟气出口27流出。活性焦烟气脱硫脱硝时,控制温度为 $80 \sim 130^\circ\text{C}$,空速 $300 \sim 500\text{h}^{-1}$ 。

实施例

[0019] 本例设计烟气净化与硫回收系统可用于燃煤电厂中单机组1000MW的超超临界燃煤火电机组、600平方米大型冶炼烧结机、大型燃煤锅炉或其它有色冶金尾气的脱硫脱硝烟气净化领域。设计处理烟气体积流量 $3.0 \times 10^6\text{m}^3/\text{h}$,视情况采用1个吸附反应器单塔处理或采用多个吸附反应器并联进行处理,设计烟气空速 $300 \sim 500\text{h}^{-1}$ 。烟气组分中 SO_2 体积分数为 $1000 \sim 4000 \times 10^{-6}$, NO_x 体积分数为 $200 \sim 800 \times 10^{-6}$,还含有部分有毒重金属离子汞、镉等,有害烟尘。吸附温度在 $80 \sim 130^\circ\text{C}$;所用吸附催化剂为性能合格、经济实惠的柱状脱硫脱硝活性焦。通过吸附反应器,脱除烟气中的 SO_2 、 NO_x 、汞和二噁英等污染物,实现在一个吸附反应器内对多污染物的联合脱除。

[0020] 设计两种工况:工况1为烟气空速 300h^{-1} ,工况2为烟气空速 450h^{-1} ,此时吸附温度、脱附温度、设计参数和活性焦装填量均与实施例同;但是工况2吸附反应器中活性焦装填量增加1.5倍,吸附反应器体积增加1.5倍,或在两个相当于原吸附反应器体积0.75倍的吸附反应器内联合处理。

[0021] 从排放源排出的烟气,经过烟囱和引风机后,视情况进行增湿或调整温度,如烟气中水蒸气体积分数低于2%,则通过增湿降温喷嘴20将烟气中的水蒸气体积分数增大到2~10%的范围,把温度经过调节控制到 $80 \sim 130^\circ\text{C}$ 的温度范围后进入吸附反应器。

[0022] 烟气通过对冲的两个烟气入口进入吸附反应器内,自环形气流道23上置有的多个烟气流出口流出,实现喷出均匀的目标;流出的烟气因为环形气流道上方由隔板24阻挡,只能进入下段环形气流分流道9,通过外环前活性焦颗粒层12和后活性焦颗粒层15作向心运动,先进入前活性焦层,在烟气中存在水蒸气和氧气的条件以及适宜的温度和空速条件下,烟气中的 SO_2 发生催化氧化反应,生成吸附态的硫酸附着在活性焦的微孔内, SO_2 被除去;烟气进一步经过其余内构件,进入后活性焦层,进行精脱, SO_2 被进一步脱除;经过下段净化的烟气流入下段的中心管集流道18,在中心管集流道18内进一步向上流动,与从氨

气注入管 5 喷入的 NH_3 在段间气流管 4 混合,继续向上流动进入上段中心管集流道 18',离心轴径向流动经过活性焦层,烟气中 NO_x 在活性焦的催化作用下,与 NH_3 反应生成 N_2 和 H_2O ,烟气中的 NO_x 被脱除,并进一步脱除残余的 SO_2 和其他污染物如汞、二噁英,净化后的烟气从上段环形气流集流道 26 汇集向下流后,经过烟气出口 27 流出,经过烟气引风机,排入大气;脱硫率、脱硝率与脱汞率及脱二噁英率,与不同的工况、操作条件以及使用的活性焦的种类有关,采用本发明的轴径向错流移动床吸附反应器,期望值为脱硫率不低于 95%,脱硝率不低于 70%,脱汞率和脱二噁英率不低于 90%。

[0023] 3) 在用活性焦进行烟气脱硫脱硝时,所用的工艺条件为:温度 $80 \sim 130^\circ\text{C}$,空速 $300 \sim 500\text{h}^{-1}$;

活性焦从吸附反应器顶部的颗粒进料管进入吸附反应器内,先进入吸附反应器内的上段,在重力作用下向下缓慢移动,脱除烟气中的 NO_x ,生成的少量硫酸铵盐在活性焦内会增加移动的粘滞力;活性焦经过段间颗粒下料管,分别落入吸附反应器下段的前活性焦颗粒层与后活性焦颗粒层,主要实现对烟气中 SO_2 的脱除;脱硫后吸附饱和的活性焦在重力的作用下继续向下移动,经颗粒排出管排出吸附反应器,进入后续的输送系统并输送到脱附再生塔进行再生。

[0024] 在吸附反应器段间气流管和活性焦层之间,由于残余的 SO_2 与 NH_3 反应,会生成少量的硫酸铵盐,在装置内设置清理内构件或人孔,定期进行清理,并在吸附反应器下段设振动筛,在分离破碎的活性焦和焦粉时也筛分出一部分硫酸铵盐,通过以上所述的方法对硫酸铵盐进行移除,减少在活性焦运动中的粘滞力。

[0025] 以上对具体实施方式的描述,旨在说明本发明涉及的技术方案,揭示本发明的最佳实施方法,使本领域技术人员能够更好地理解和实施本发明,并非用于限制本发明的保护范围,凡是基于本发明的启示,所作的任何显而易见的等效变换或替代,均应被认为落入本发明的保护范围。

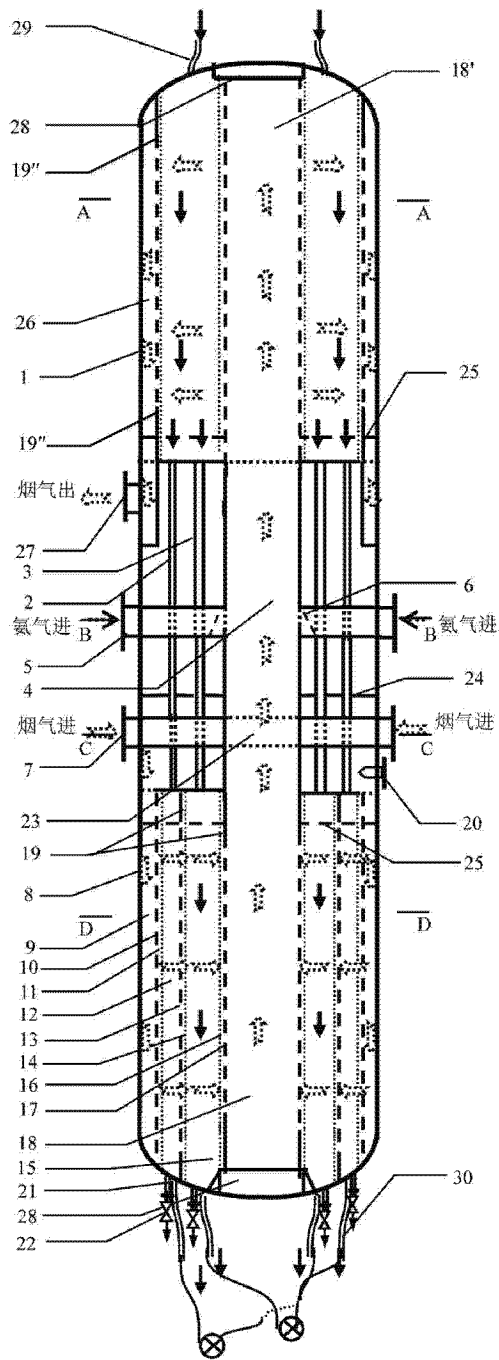


图 1

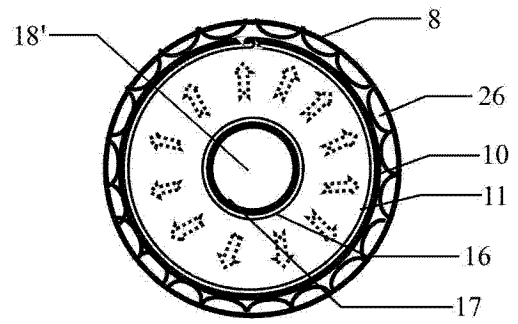


图 2

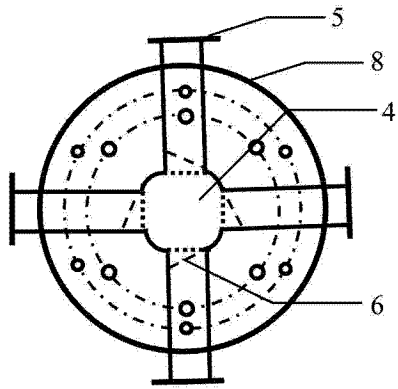


图 3

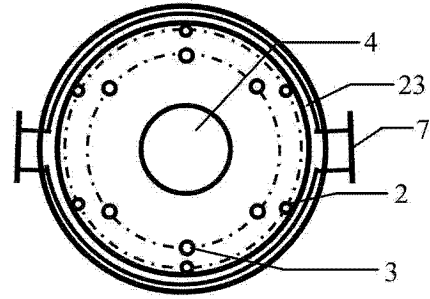


图 4

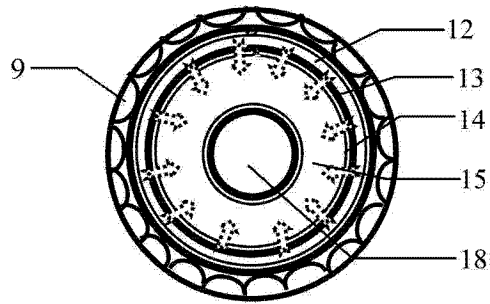


图 5