



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103349892 B

(45) 授权公告日 2015.09.23

(21) 申请号 201310297784.4

(22) 申请日 2013.07.16

(73) 专利权人 上海克硫环保科技股份有限公司
地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园
区郭守敬路 498 号 1 幢 201-01 室

(72) 发明人 刘静 辛昌霞 曾艳 田雷 刘强

(74) 专利代理机构 上海硕力知识产权代理事务
所 31251

代理人 王建国

CN 102824846 A, 2012.12.19, 权利要求 1-8
以及说明书第 0006 段, 图 1.

CN 202778208 U, 2013.03.13, 说明书第
0006-0011 段, 图 1.

US 4272497 A, 1981.06.09, 全文.

US 4940567 A, 1990.07.10, 全文.

CN 203315990 U, 2013.12.04, 权利要求
1-10.

CN 102350172 A, 2012.02.15, 全文.

审查员 王如军

(51) Int. Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/56(2006.01)

B01D 46/30(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102824846 A, 2012.12.19, 权利要求 1-8
以及说明书第 0006 段, 图 1.

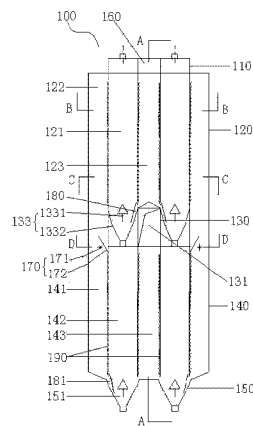
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔

(57) 摘要

本发明公开了一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,包括净化塔主体,所述净化塔主体由上而下依次设置有活性焦进料区、脱硝区、过渡层、脱硫区和出料层;所述脱硝区包括脱硝区活性焦床层、脱硝区进气室和脱硝区出气室;所述脱硫区包括脱硫区活性焦床层、脱硫区出气室和脱硫区进气室;所述过渡层包括带有废气进口的进气烟道和卸料斗,进气烟道导通设置在脱硫区进气室上方,所述脱硝区活性焦床层通过所述卸料斗与所述脱硫区活性焦床层连接,所述脱硫区出气室与所述脱硝区进气室导通连接。本发明对污染物净化效率高、活性焦利用率高,循环量小;气流分布均匀、阻力小;活性焦流动通畅均匀,脱硝效率高,运行稳定。



1. 一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,包括净化塔主体,其特征在于:所述净化塔主体为类长方体,截面为矩形截面,所述净化塔主体由上而下依次设置有活性焦进料区、脱硝区、过渡层、脱硫区和出料层;

所述脱硝区包括脱硝区活性焦床层、脱硝区进气室和脱硝区出气室,所述脱硝区出气室设置在中间部分,所述脱硝区进气室设置在最外侧部分,所述脱硝区出气室和所述脱硝区进气室之间设有所述脱硝区活性焦床层,所述脱硝区进气室与所述脱硝区活性焦床层导通,所述脱硝区活性焦床层与所述脱硝区出气室导通,所述脱硝区出气室上方设置有净化气出口;

所述脱硫区包括脱硫区活性焦床层、脱硫区出气室和脱硫区进气室,所述脱硫区进气室设置在中间部分,两所述脱硫区出气室设置在最外侧部分,所述脱硫区进气室和所述脱硫区出气室之间设有所述脱硫区活性焦床层,所述脱硫区进气室与所述脱硫区活性焦床层导通,所述脱硫区活性焦床层与所述脱硫区出气室导通;

所述过渡层包括带有废气进口的进气烟道和卸料斗,所述进气烟道导通设置在所述脱硫区进气室上方,所述脱硝区活性焦床层通过所述卸料斗与所述脱硫区活性焦床层连接,所述脱硫区出气室与所述脱硝区进气室导通连接;

所述脱硫区出气室与所述脱硝区进气室的导通连接段上设置有喷氨构件,所述喷氨构件包括导流板和喷氨管,所述导流板斜插在所述导通连接段内,所述喷氨管设置在所述导流板的下方,在所述喷氨管的管壁上按一定距离朝外开设喷氨出口。

2. 如权利要求 1 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述脱硝区出气室的顶部导通设置有用于输出净化后气体的出气烟道,所述净化气出口导通设置在所述出气烟道上。

3. 如权利要求 1 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述脱硝区出气室的下部与所述卸料斗之间导通设置有流道。

4. 如权利要求 1 或 3 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述脱硫区出气室的下部与所述出料层之间导通设置有流道。

5. 如权利要求 1 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述脱硝区活性焦床层和所述脱硝区进气室或所述脱硝区出气室的相连侧设置为百叶窗格栅板。

6. 如权利要求 1 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述脱硫区活性焦床层和所述脱硫区进气室或所述脱硫区出气室的相连侧设置为百叶窗格栅板。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述百叶窗格栅板的百叶倾角为 $70 \sim 80^\circ$ 。

8. 如权利要求 1 所述的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,其特征在于:所述脱硝区活性焦床层和 / 或所述脱硫区活性焦床层的厚度为 $1.5 \sim 2.5\text{m}$;所述卸料斗包括锥形布料器和锥斗,所述锥形布料器设置在锥斗的正上方;所述出料层设有出料斗,所述出料斗对应设置在所述脱硫区活性焦床层下部;所述出料斗包括锥形布料器和锥斗,所述锥形布料器设置在锥斗的正上方。

一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔

技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体净化塔,尤其涉及一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔。

背景技术

[0002] 我国控制 SO_2 和 NO_x 排放任务很重,废气排放的标准也越来越高,目前废气净化大多采用湿法技术,在消耗大量水资源的同时还造成二次污染,而且不能同时脱硫脱硝,特别是在我国北方富煤而缺水的地区,水资源制约着经济建设与发展。

[0003] 活性焦烟气净化技术是一种可资源化的干法烟气净化技术,在 $80 \sim 150^\circ\text{C}$ 的温度下,通过活性焦的吸附催化,废气中的 SO_2 、 O_2 、 H_2O 反应转化为硫酸吸附在活性焦的微孔中,实现脱硫净化;在该温度下,在加入氨时,烟气中的 NO_x 能够在活性焦上进行选择性催化还原反应,将 NO_x 分解为 N_2 、 H_2O 。但是在同时脱硫脱硝的过程中,废气中 SO_2 浓度对脱硝效率具有负面影响。

[0004] 移动床是一种常用的反应器,按烟气与活性焦的接触方式分为并流、逆流和错流三种方式,错流移动床由于气相和固相的流路分离,便于气相和固相流动的控制,同时气固接触面积大,处理气量大,阻力损失小,在活性焦脱硫中得到广泛应用。在废气净化过程中,活性焦依靠重力缓慢向下移动,同时与废气接触,吸附转化或分解废气中的有害物质,同时通过颗粒的过滤作用,捕集废气中的各种固相微粒。

[0005] 为了维持较高的有害物质去除效率,要求吸附剂活性焦和净化废气以均匀的速度流动。因为在净化的反应的过程中,还产生热量,往往在废气流动不充分或活性焦停滞的位置发生蓄热,产生热点,甚至起火。

[0006] CN101801504A 公开的废气脱硫、脱硝装置,在设备的下部设置节流控制以及粉尘的捕集的方法,但装置内未对气体流动采用有效控制,同时也未有 SO_2 对脱氮氧化物有效控制措施,因此用于处理 SO_2 较低废气时,效果应该较好。但对高浓度 SO_2 气体,由于反应热大,同时为了脱硝加入的 NH_3 易与 SO_2 反应生成铵盐,降低效能。专利 CN201572596U 公开了一种错流式移动床脱硫塔,对气体的流路和进出口烟道进行优化,采用多下料锥的方式控制活性焦流动,提高净化效率,降低系统阻力,但采用单级床吸附床,活性焦的利用率较低,同时脱硫脱硝时,氨气与烟气混合不均等问题,还需改进。

[0007] 另外有些专利采用脱硫塔与脱硝塔分开布置的方式,增加了系统占地。如专利 JP62171737。

[0008] 因此,本领域的技术人员一直致力于开发一种能够克服上述缺陷,实现污染物净化效率高;活性焦利用率高,循环量小;气流分布均匀、阻力小;活性焦流动通畅均匀,脱硝效率高,运行稳定的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔。

发明内容

[0009] 鉴于上述现有技术存在的不足,本发明提出一种污染物净化效率高、活性焦利用

率高,循环量小;气流分布均匀、阻力小;活性焦流动通畅均匀,脱硝效率高,运行稳定的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔。

[0010] 本发明为达到上述目的,本发明提供一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,包括净化塔主体,所述净化塔主体由上而下依次设置有活性焦进料区、脱硝区、过渡层、脱硫区和出料层。

[0011] 所述脱硝区包括脱硝区活性焦床层、脱硝区进气室和脱硝区出气室,所述脱硝区出气室设置在中间部分,所述脱硝区进气室设置在最外侧部分,所述脱硝区出气室和所述脱硝区进气室之间设有所述脱硝区活性焦床层,所述脱硝区进气室与所述脱硝区活性焦床层导通,所述脱硝区活性焦床层与所述脱硝区出气室导通,所述脱硝区出气室上方设置有净化气出口。

[0012] 所述脱硫区包括脱硫区活性焦床层、脱硫区出气室和脱硫区进气室,所述脱硫区进气室设置在中间部分,所述脱硫区出气室设置在最外侧部分,所述脱硫区进气室和所述脱硫区出气室之间设有所述脱硫区活性焦床层,所述脱硫区进气室与所述脱硫区活性焦床层导通,所述脱硫区活性焦床层与所述脱硫区出气室导通。

[0013] 所述过渡层包括带有废气进口的进气烟道和卸料斗,所述进气烟道导通设置在所述脱硫区进气室上方,所述脱硝区活性焦床层各通过所述卸料斗与所述脱硫区活性焦床层连接,所述脱硫区出气室与所述脱硝区进气室导通连接。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述脱硝区出气室的顶部导通设置有一用于输出净化后气体的出气烟道,所述净化气出口导通设置在所述出气烟道上。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述脱硫区出气室与所述脱硝区进气室的导通连接段上设置有喷氨构件。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述喷氨构件包括导流板和喷氨管,所述导流板斜插在所述导通连接段内,所述喷氨管设置在所述导流板的下方,在所述喷氨管的管壁上按一定距离朝外开设喷氨出口。

[0017] 作为本发明的进一步改进,其特征在于:所述脱硝区出气室的下部与所述卸料斗之间导通设置有流道。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述脱硫区出气室的下部与所述出料层之间导通设置有流道。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述脱硝区活性焦床层与所述脱硝区进气室或与所述脱硝区出气室的相连侧设置为百叶窗格栅板。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述脱硫区活性焦床层与所述脱硫区进气室或与所述脱硫区出气室的相连侧设置为百叶窗格栅板。

[0021] 作为本发明进一步改进,所述百叶窗格栅板的百叶倾角为 $70 \sim 80^\circ$ 。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述脱硝区活性焦床层和所述脱硫区活性焦床层的厚度为 $1.5 \sim 2.5\text{m}$ 。

[0023] 作为本发明的进一步改进,所述卸料斗包括锥形布料器和锥斗,所述锥形布料器设置在锥斗的正上方。

[0024] 作为本发明的进一步改进,所述出料层设有出料斗,所述出料斗对应设置在所述脱硫区活性焦床层下部。

[0025] 作为本发明的进一步改进,所述出料斗包括锥形布料器和锥斗,所述锥形布料器设置在锥斗的正上方。

[0026] 作为本发明的进一步改进,所述进气烟道内设置有布气板。

[0027] 作为本发明的进一步改进,所述进气烟道内设置至少一个气流导流板,所述气流导流板包括用于对气流转向的弧形段和用于转向后气流稳流的直边段。

[0028] 本发明的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔的废气净化原理如下:

[0029] 1) 待净化的废气由进气烟道的废气进口导入本发明的集成净化塔进行净化,所述废气首先进入下部的脱硫区(粗脱区),进行粗脱硫净化处理,同时利用活性焦颗粒的吸附和过滤作用,脱除重金属和粉尘。

[0030] 2) 经过粗脱硫处理的废气进入脱硝区(精脱区),进行精脱硫处理;由脱硫区出气室进入脱硝区进气室的过程中可通过喷氨构件同时加入 NH_3 进行进一步脱硝处理后,再穿过脱硝区活性焦床层进行精脱,然后处于上方的所述脱硝区活性焦床层流入下方脱硫区用作脱硫区活性焦床层继续使用。

[0031] 3) 活性焦从上到下缓慢移动,在移动过程中与待处理的气体接触,对气体进行净化,最后从出料层卸出,进行再生以后,循环利用。

[0032] 本发明的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔采用脱硫区和脱硝区两级一体化方案,具有如下优势:

[0033] 1) 本发明采用上下双级反应结构,在下级脱硫区,利用上级脱硝区的活性焦,进行脱硫和重金属等污染物净化,可以提高活性焦吸附硫容利用率,减少循环量,在上级脱硝区进一步进行脱硝,并利用活性焦的催化特性实现脱硝。

[0034] 2) 采用双级反应结构,在处理 SO_2 浓度高的气体时,由于脱硫区使用的是脱硝区的活性焦,其反应活性相对未吸附利用的活性焦有所降低,能够降低脱硫区的反应热,避免局部过热,能够实现 SO_2 含量 $10000\text{mg}/\text{m}^3$ 以上的废气净化,脱硫效率达到 99%,提高脱硫效率和装置的安全性。

[0035] 3) 在脱硫区进行脱硫,使进入脱硝区的废气 SO_2 含量降低,在进行脱硝时,减少硫酸铵类物质的生成造成对活性焦微孔的占据,降低脱硝氨氮比,提高系统脱硝效率,脱硝效率可达 70% 以上。

[0036] 4) 在净化塔的所述脱硝区出气室的下部与所述卸料斗之间导通设置有流道,以及脱硫区出气室的下部与所述出料层之间导通设置有流道,有效避免了废气带出的碎活性焦和沉降粉尘的堆积。

附图说明

[0037] 图 1 具体实施例错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔的结构示意图;

[0038] 图 2 为图 1 的 A-A 剖面图;

[0039] 图 3 为图 1 的 B-B 剖面图;

[0040] 图 4 为图 1 的 C-C 剖面图;

[0041] 图 5 为图 1 的 D-D 剖面图。

[0042] 图中主要组件符号说明:100-净化塔主体,110-活性焦进料区,120-脱硝区,121-脱硝区活性焦床层,122-脱硝区进气室,123-脱硝区出气室,130-过渡层,131-废

气进口,132-进气烟道,133-卸料斗,1331-锥形布料器,1332-布料板,140-脱硫区,141-脱硫区出气室,142-脱硫区活性焦床层,143-脱硫区进气室,150-出料层,151-出料斗,160-净化气出口,170-喷氨构件,171-喷氨管,172-导流板,180-第一流道,181-第二流道,190-百叶窗格栅板。

具体实施方式

[0043] 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,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 实施例一:

[0045] 图1具体实施例错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔的结构示意图。如图1所示,本实施例提出的一种错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔,包括净化塔主体100,净化塔主体100由上而下依次设置有活性焦进料区110、脱硝区120、过渡层130、脱硫区140和出料层150。

[0046] 脱硝区120包括脱硝区活性焦床层121、脱硝区进气室122和脱硝区出气室123,脱硝区出气室123设置在中间部分,脱硝区进气室122设置在最外侧部分,脱硝区出气室123和脱硝区进气室122之间设有脱硝区活性焦床层121,脱硝区进气室122与脱硝区活性焦床层121导通,脱硝区活性焦床层121与脱硝区出气室123导通,脱硝区出气室123上方设置有净化气出口160。

[0047] 脱硫区140包括脱硫区活性焦床层142、脱硫区出气室141和脱硫区进气室143,脱硫区进气室143设置在中间部分,脱硫区出气室141设置在最外侧部分,脱硫区进气室143和脱硫区出气室141之间设有脱硫区活性焦床层142,脱硫区进气室143与脱硫区活性焦床层142导通,脱硫区活性焦床层142与脱硫区出气室141导通。

[0048] 过渡层130包括带有废气进口131的进气烟道132和卸料斗133,进气烟道132导通设置在脱硫区进气室143上方,脱硝区活性焦床层121通过卸料斗133与脱硫区活性焦床层142连接,脱硫区出气室141与脱硝区进气室122导通连接。

[0049] 如图2所示,作为本实施例的进一步具体实施方式,本实施例的脱硝区出气室的顶部导通设置有用输出净化后气体的出气烟道,所述净化气出口160导通设置在所述出气烟道上。进气烟道132同样导通设置在脱硫区进气室的顶部位于过渡层130内。当然了,在其他具体实施例中,废气进口和净化气出口的设置位置也可以根据实际情况进行调整,此处就不再赘述。

[0050] 如图1和图5所示,作为本实施例的进一步具体实施方式,脱硫区出气室141与脱硝区进气室122的导通连接段上设置有喷氨构件170。喷氨构件170包括导流板172和喷氨管171,导流板172斜插在所述导通连接段内,喷氨管171设置在导流板172的下方,在喷氨管171的管壁上按一定距离朝外开设喷氨出口。示例性的,导流板172与所述导通连接段的内壁面呈45°夹角进行斜插固定,喷氨管171固定在导流板172的下端面中间高度且离下端面一定距离的位置,并在喷氨管上每隔一定距离开设喷氨出口,对经过的废气进行喷氨处理。当然了,在其他具体实施例中,也可以采用其他喷氨方式实现喷氨作业,例如可

直接在脱硫区出气室和 / 或两脱硝区进气室的内壁面布置喷氨出口等。

[0051] 为了避免处理过程废气带出的碎活性焦和沉降粉尘在脱硫区出气室和脱硝区出气室内堆积,及时排出泄漏的活性焦,本实施例在脱硝区出气室 123 的下部与卸料斗 133 之间导通设置有第一流道 180,以及在脱硫区出气室 142 的下部与出料层 150 之间也导通设置有第二流道 181,实现将带出的碎活性焦和沉降粉尘及时由流道导入卸料斗和出料层中进行处理,避免堆积堵塞。具体的,如图 1 和图 4 所示,第一流道 180 可采用在脱硝区活性焦床层 121 和脱硝区出气室 123 的相连侧的下部插设一导流板,该导流板高度大于卸料斗高度的 $\frac{2}{3}$,且导流板的倾角大于与卸料斗 133 的锥斗壁倾角设置,形成一上宽下窄导通脱硝区活性焦床层 123 底部与卸料斗 133 的第一流道,第二流道的设置与第一流道相同,此处不再赘述。当然了,第一流道 180 和第二流道 181 可根据实际情况进行选择设置。

[0052] 为了使废气顺畅进入活性焦床层,活性焦顺畅向下流畅,本实施例在脱硝区活性焦床层 121 和脱硝区进气室 122 的相连侧、脱硝区活性焦床层 121 和脱硝区出气室 123 的相连侧、脱硫区活性焦床层 142 和脱硫区进气室 143 的相连侧、以及脱硫区活性焦床层 142 和脱硫区出气室 141 的相连侧均设置为百叶窗格栅板 190。具体的,百叶窗格栅板 190 的百叶倾角为 $70 \sim 80^\circ$ 。当然了,各个相连侧的百叶窗格栅板 190 也可根据实际情况进行选择设置。

[0053] 具体的,本实施例的脱硝区活性焦床层 121 和脱硫区活性焦床层 141 的厚度为 1.5m 或 2.5m。当然了,也可以根据处理需要选用其他厚度尺寸的活性焦床层。

[0054] 如图 1、图 2 和图 4 所示,本实施例的卸料斗 133 包括锥形布料器 1331 和锥斗 1332,锥形布料器 1331 设置在锥斗 1332 设置的正上方。出料层 150 包括出料斗 151,出料斗 151 对应设置在脱硫区活性焦床层 142 下部。出料斗 151 同样包括锥形布料器和锥斗,所述锥形布料器设置所述锥斗的正上方。示例性的,如图 4 所示,本实施例的脱硝区活性焦床层 121 通过卸料斗 133 与脱硫区活性焦床层 142 垂直正对接,卸料斗 133 为多个四面锥形的布料器组合成的一直排状,出料斗 151 可以为多个四面锥形的布料器组合成的一直排状或是与净化塔通长的长形锥,所述锥形布料器的内壁面与其中心线角度优选为小于 30° 。卸料斗 133 设置在脱硝区活性焦床层 121 与脱硫区活性焦床层 142 的接口上,出料斗 151 设置在脱硫区活性焦床层 142 的下部出料口上。所述卸料斗 133 内设置的所述锥形布料器 1331 和所述出料斗 151 内设置的锥形布料器起到对活性焦节流控制的作用。

[0055] 根据实际需要,在进气烟道 132 内设置有布气板,所述进气烟道内设置一个或多个气流导流板。具体的,所述气流导流板包括用于对气流转向的弧形段和用于转向后气流稳流的直边段,所述气流导流板的形状和安装位置根据设备优化设计计算出来,可确保沿长度方向上活性焦层气流均匀。

[0056] 具体的,如附图所示,本实施例的净化塔主体 100 采用如图 1 所示的类长方体,截面为如图 3 至图 5 所示的矩形截面。

[0057] 示例性的,本实施例的错流式双级移动床活性焦废气集成净化塔的应用在燃煤锅炉烟气脱硫脱硝系统的具体情况如下:

[0058] 按照上述结构描述,将净化塔主体如图 1 所示构筑,净化塔主体 100 主要由活性焦进料区 110、脱硝区 120、过渡层 130、脱硫区 140 和出料层 150 构成,在活性焦进出口配置锁气下料阀。锅炉烟气 130°C 左右直接从废气进口 131 进入进气烟道 132 内,在气流导流

板的导向下更好地进入脱硫区进气室 143,分流后侧向穿越两侧对称的脱硫区活性焦床层 142,烟气穿越活性焦层后,进入脱硫区出气室 141,与脱硫区出气室 141 上部的喷氨管 171 加入的氨气混合后,向上进入脱硝区 120,在脱硝区 120 与脱硝区活性焦床层 121 接触发生选择性催化还原反应,最后经两侧对称的脱硝区活性焦床层 121 净化后汇集到脱硝区出气室 123,由净化气出口 160 排出。同时上级的脱硝区活性焦床层 121 中的活性焦则从上到下缓慢移动,通过过渡层 130 的卸料斗 133 导入下级的脱硫区活性焦床层 142,利用上级脱硝区的活性焦,进行脱硫和重金属等污染物净化,提高了活性焦吸附硫容利用率。

[0059] 实施例二：

[0060] 本实施例为一有色行业工业炉烟气脱硫系统使用本发明的集成净化塔进行烟气脱硫,集成净化塔的整体结构基本与实施例一相同,只是不再加设有喷氨构件。

[0061] 本实施例的设计处理烟气量 $2 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$, SO_2 浓度 $14000 \text{mg}/\text{m}^3$, 进气温度为 130°C , 设计烟气空速为 300h^{-1} , 实现了高浓度 SO_2 的高效脱除,以及废气的达标排放,消除了高浓度气体反应热大,实现装置稳定运行。

[0062] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

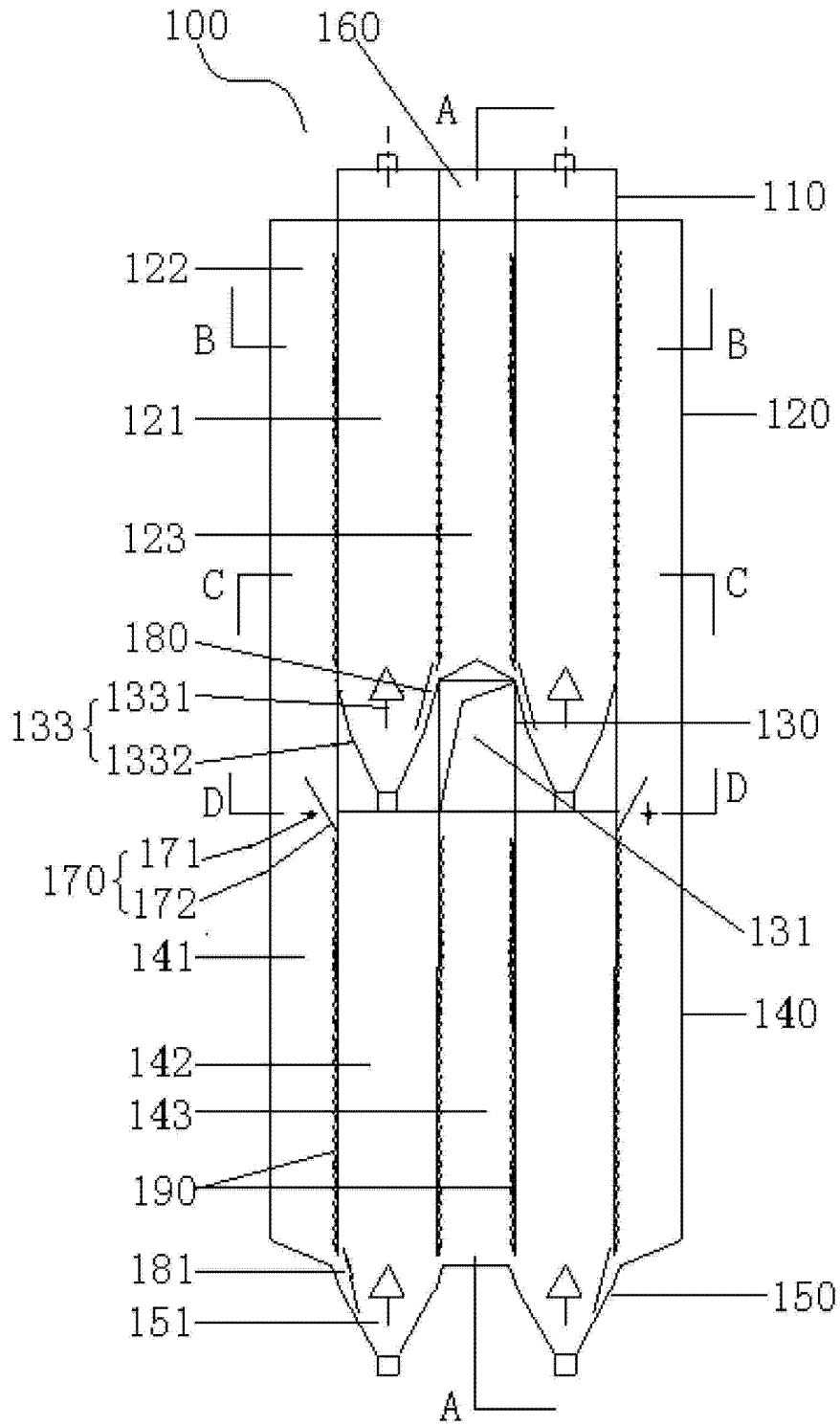


图 1

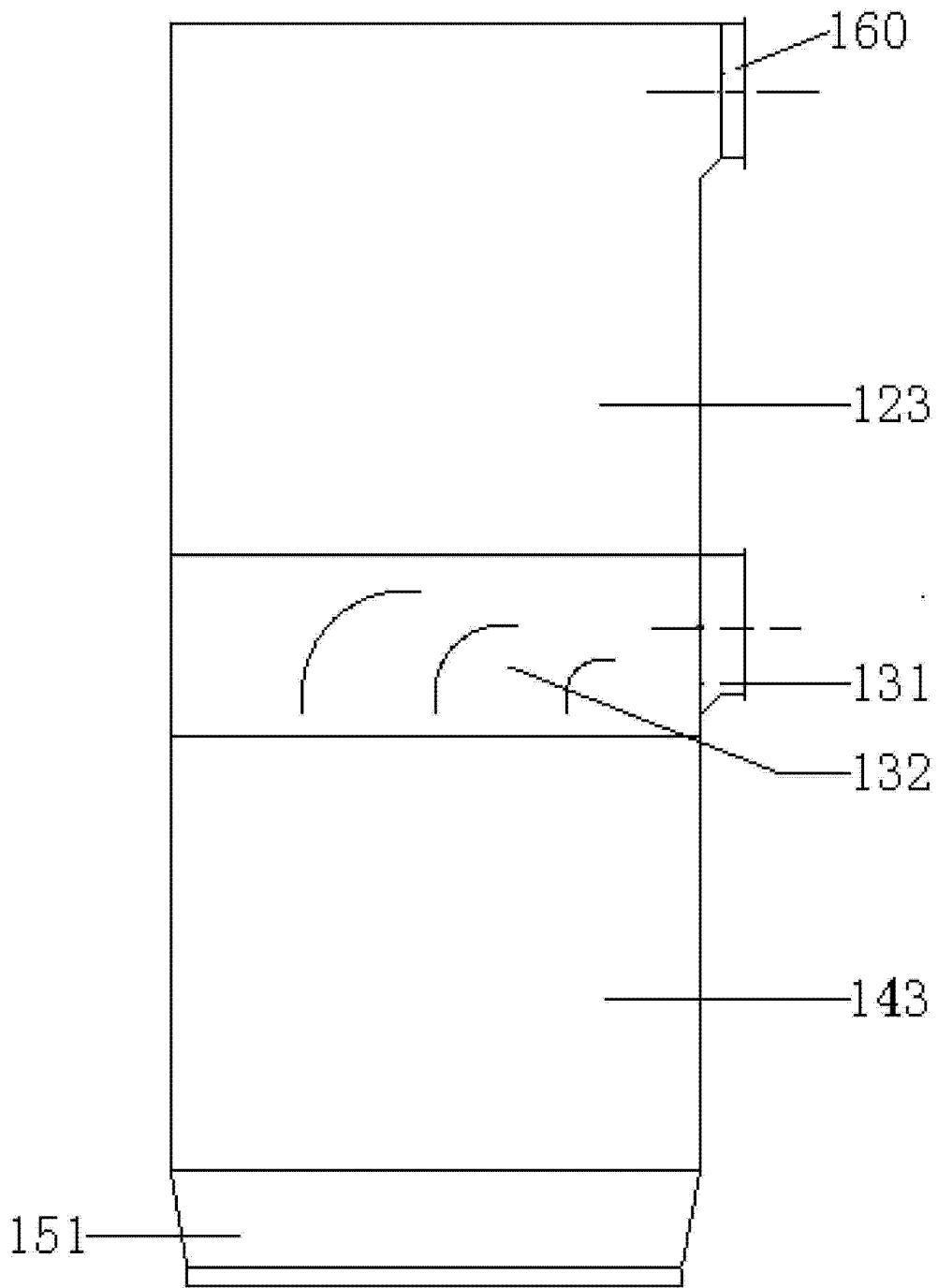


图 2

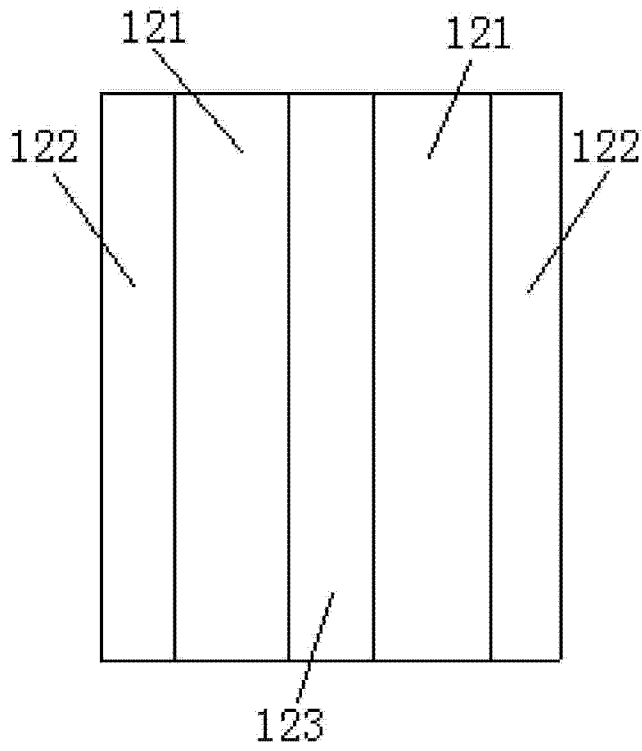


图 3

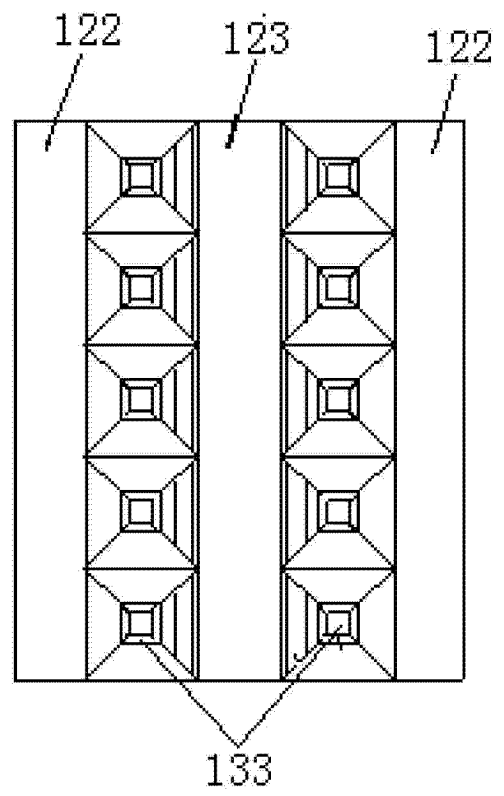


图 4

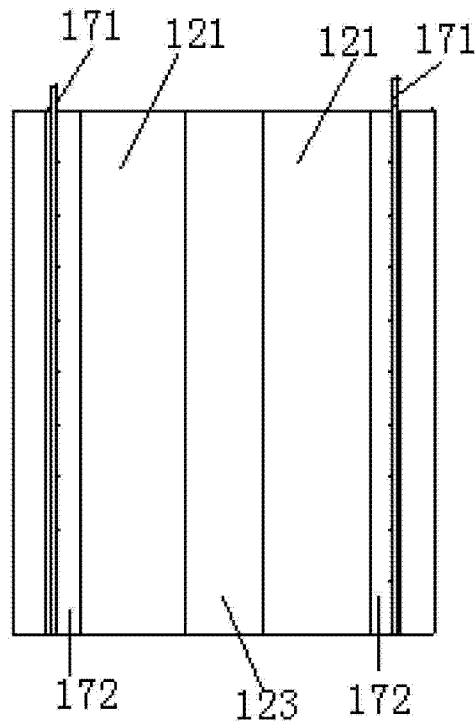


图 5