



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108144383 A

(43)申请公布日 2018.06.12

(21)申请号 201810142039.5

(22)申请日 2018.02.11

(71)申请人 苏跃进

地址 450016 河南省郑州市郑东新区农业
东路联盟新城四期18号楼3单元501室

(72)发明人 苏跃进

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限
公司 41119

代理人 陈晓辉

(51) Int. Cl.

B01D 47/00(2006.01)

B01D 53/18(2006.01)

B01D 53/78(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

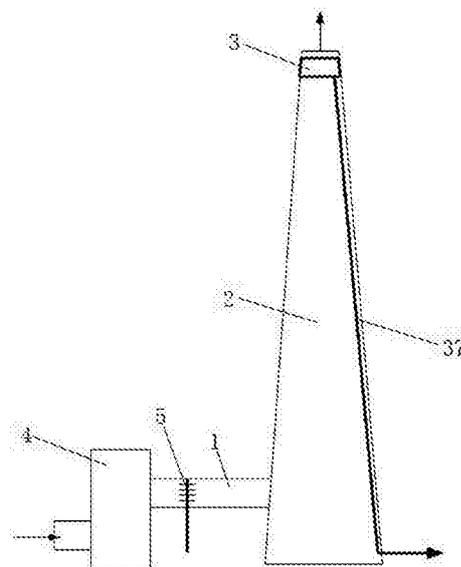
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

烟气污染物处理系统及处理方法、烟囱

(57)摘要

本发明涉及烟气污染物处理装置领域,特别涉及烟气污染物处理系统及处理方法、烟囱。烟气污染物处理系统包括烟囱和用于对进入烟囱的烟气增湿的增湿装置,烟囱具有用于与外界空气热交换对烟囱排烟通道内水蒸汽进行冷却的散热壁,所述烟囱的排烟通道内设置有用于脱除冷凝液滴的除雾器。烟气通过增湿装置进行增湿,增湿后的烟气在烟囱的冷却作用下,烟气中的水蒸汽冷凝成液滴,同时,烟气中的有害气体、粉尘、可溶盐、酸液等污染物被液滴吸收进入液滴中,通过烟囱上部上布置的除雾器脱除烟气中的液滴,被脱除液滴流至烟囱底部,进而实现多种污染物的协同脱除,提高对污染物的处理效果,解决目前对烟气中低浓度污染物脱除效果差的问题。



1. 烟气污染物处理系统,其特征在於:包括烟囱和用于对进入烟囱的烟气增湿的增湿装置,烟囱具有用于与外界空气热交换对烟囱排烟通道内水蒸汽进行冷却的散热壁,所述烟囱的排烟通道内设置有用于脱除冷凝液滴的除雾器。

2. 根据权利要求1所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述烟囱包括内筒和外筒,排烟通道设置在内筒内,内筒的筒壁构成所述散热壁,内筒与外筒之间设有供空气流通以对内筒内烟气冷却的冷却通道,所述外筒的底部设有与外界连通的进气口,外筒的顶部设有与外界连通的出气口。

3. 根据权利要求2所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述外筒的进气口处设有用于调节冷却通道内空气流量的阀门;或者所述增湿装置为增湿量可调式增湿装置。

4. 根据权利要求1或2或3所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述烟囱内设有用于收集除雾器排出液体的导液管。

5. 根据权利要求1或2或3所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述增湿装置为设置在与烟囱连通的烟气管道内或者烟囱底部排烟通道内的喷雾器。

6. 根据权利要求1或2或3所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述增湿装置包括与烟囱串联的湿法脱硫装置。

7. 根据权利要求1或2或3所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述除雾器为旋流板除雾器,旋流板除雾器包括壳体和设置在壳体内的旋流叶片模块,壳体上设有供烟气进入旋流叶片模块的进气口和供处理过后的烟气流出的出气口。

8. 根据权利要求7所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述旋流板除雾器并列设置至少两个,所述烟囱内设置除雾器安装架,旋流除雾器固定在除雾器安装架上。

9. 根据权利要求1或2或3所述的烟气污染物处理系统,其特征在於:所述烟囱由金属材料制成。

10. 烟囱,其特征在於:包括外筒和具有排烟通道的内筒,内筒的筒壁构成用于与外界空气热交换对烟囱排烟通道内水蒸汽进行冷却的散热壁,所述内筒与外筒之间设有供空气流通以对内筒内烟气冷却的冷却通道,所述外筒的底部设置有与外界连通的进气口,外筒的顶部设有与外界连通的出气口,排烟通道内设有用于安装除雾器的除雾器安装结构。

11. 根据权利要求10所述的烟囱,其特征在於:所述外筒的进气口处设有用于调节冷却通道内空气流量的阀门。

12. 烟气污染物处理方法,其特征在於,包括以下步骤:1)对带有污染物的烟气进行增湿冷却;2)将增湿冷却后的烟气通入烟囱内,利用烟囱与外界的热交换使烟气中的水蒸汽冷凝成液滴,进而使污染物汇聚至液滴中;3)通过烟囱上部的除雾器除去液滴并将含有污染物的液滴导出,完成对烟气中污染物的去除。

13. 根据权利要求12所述的烟气污染物处理方法,其特征在於:在步骤1)中对烟气增湿冷却后,使烟气中的水蒸汽达到饱和或者过饱和状态。

14. 根据权利要求12或13所述的烟气污染物处理方法,其特征在於:步骤2)中的烟囱设置有内筒和外筒,排烟通道设置在内筒内,内筒与外筒之间设有用于对内筒内烟气冷却的冷却通道,所述外筒的底部设有进气口,外筒的顶部设有出气口。

15. 根据权利要求14所述的烟气污染物处理方法,其特征在於:在步骤2)中,通过调节冷却通道内的空气流量或者调整增湿装置的增湿量调节烟囱内产生的冷凝液量。

烟气污染物处理系统及处理方法、烟囱

技术领域

[0001] 本发明涉及烟气污染物处理装置领域,特别涉及烟气污染物处理系统及处理方法、烟囱。

背景技术

[0002] 固定源排气主要是工业烟气,工业烟气中通常包括有粉尘、有害气体、酸液或碱液等大气污染物,由于环保要求,烟气污染物必须经过脱除并满足环保排放标准后才能排放至大气中,湿法脱硫工艺是工业上用于脱除烟气污染物的常见方法,同时能够协同脱除烟气中的粉尘颗粒物等污染物,中国的燃煤电厂普遍采用石灰石湿法脱硫工艺,用于脱除烟气中的硫氧化物,并能够脱除一部分的粉尘,燃煤电厂、工业锅炉、炉窑、石化、硫酸等工业还采用氨法、镁法、钠法、海水等碱液脱硫的湿法烟气脱硫工艺。

[0003] 以石灰石法脱硫为例,烟气经过脱硫塔,通过脱硫浆液喷淋过程,脱除烟气中的污染物后成为含湿烟气,但是烟气相对湿度达到90%以上,一般达不到100%饱和。含湿烟气在烟气管道和烟囱内,一方面存在烟气管道和烟囱内外的温度差、温差换热导致烟气温度降低,另一方面,烟囱内径由低到高逐渐变小,烟气流速加快,导致绝热膨胀,水蒸汽会以粉尘为凝结核发生凝结过程,产生大量的冷凝液滴,烟气中的可溶于水的有害气体进入冷凝液滴中,产生的冷凝液滴少部分会顺着烟囱壁落至烟囱底部被回收处理,大部分直接排入大气,成为大气污染物,水蒸汽在烟囱出口处遇冷会产生更多的冷凝液滴,加上烟囱内形成的液滴,在烟囱出口处产生“白烟”,造成视觉污染。另外,烟气中还携带有酸性液滴、可溶盐、粉尘、有害气体等成分,含粉煤灰、硫酸钙等物质的粉尘颗粒物在酸性液滴中可以进一步发生反应,生成可溶盐,经烟囱排放至大气后,直接对环境造成污染。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种烟气污染物处理系统,以增强烟囱换热、提高烟囱内水蒸汽冷凝形成液滴能力,解决目前对烟气中低浓度污染物脱除效果差的问题;另外,本发明的目的还在于提供一种烟气污染物处理方法及烟囱。

[0005] 为实现上述目的,本发明的烟气污染物处理系统的技术方案为:

方案1、烟气污染物处理系统包括烟囱和用于对进入烟囱的烟气增湿的增湿装置,烟囱具有用于与外界空气热交换对烟囱排烟通道内水蒸汽进行冷却的散热壁,所述烟囱的排烟通道内设置有用于脱除冷凝液滴的除雾器。

[0006] 方案2、在方案1的基础上,所述烟囱包括内筒和外筒,排烟通道设置在内筒内,内筒的筒壁构成所述散热壁,内筒与外筒之间设有供空气流通以对内筒内烟气冷却的冷却通道,所述外筒的底部设有与外界连通的进气口,外筒的顶部设有与外界连通的出气口。一方面,进气口和出气口之间存在高差产生的压力差能够产生烟囱效应,另一方面,内筒的热烟气加热内筒与外筒之间的空气,空气热膨胀产生气拔力,产生烟囱效应,强化空气向上流动,提高烟囱内筒壁两侧的换热效果。

[0007] 方案3、方案2的基础上,所述外筒的进气口处设有用于调节冷却通道内空气流量的阀门;或者所述增湿装置为增湿量可调式增湿装置。可以调节冷凝效果。

[0008] 方案4、在方案1或方案2或方案3的基础上,所述烟囱内设有用于收集除雾器排出液体的导液管。

[0009] 方案5、在方案1或方案2或方案3的基础上,所述增湿装置为设置在与烟囱连通的烟气管道内或者烟囱底部排烟通道内的喷雾器。

[0010] 方案6、在方案1或方案2或方案3的基础上,所述增湿装置包括与烟囱串联的湿法脱硫装置。

[0011] 方案7、在方案1或方案2或方案3的基础上,所述除雾器为旋流板除雾器,旋流板除雾器包括壳体和设置在壳体内的旋流叶片模块,壳体上设有供烟气进入旋流叶片模块的进气口和供处理过后的烟气流出的出气口。

[0012] 方案8、在方案7的基础上,所述旋流板除雾器并列设置至少两个,烟囱内设置除雾器安装架,旋流除雾器固定在除雾器安装架上。

[0013] 方案9、在方案1或方案2或方案3的基础上,所述烟囱由金属材料制成,提高烟囱的换热能力。

[0014] 为实现上述目的,本发明的烟气污染物处理方法的技术方案为:

方案1、烟气污染物处理方法包括以下步骤:1)对带有污染物的烟气进行增湿冷却;2)将增湿冷却后的烟气通入烟囱内,利用烟囱与外界的热交换使烟气中的水蒸汽冷凝成液滴,进而使污染物汇聚至液滴中;3)通过烟囱上部的除雾器除去液滴并将含有污染物的液滴导出,完成对烟气中污染物的去除。

[0015] 方案2、在方案1的基础上,在步骤1)中对烟气增湿冷却后,使烟气中的水蒸汽达到饱和或者过饱和状态。

[0016] 方案3、在方案1或方案2的基础上,步骤2)中的烟囱设置有内筒和外筒,排烟通道设置在内筒内,内筒与外筒之间设有用于对内筒内烟气冷却的冷却通道,所述外筒的底部设有进气口,外筒的顶部设有出气口。

[0017] 方案4、在方案3的基础上,在步骤2)中,通过调节冷却通道内的空气流量或者调整增湿装置的增湿量调节烟囱内产生的冷凝液量。

[0018] 本发明的烟囱的技术方案为:

方案1、烟囱包括外筒和具有排烟通道的内筒,内筒的筒壁构成用于与外界空气热交换对烟囱排烟通道内水蒸汽进行冷却的散热壁,所述内筒与外筒之间设有供空气流通以对内筒烟气冷却的冷却通道,所述外筒的底部设置有与外界连通的进气口,外筒的顶部设有与外界连通的出气口,排烟通道内设有用于安装除雾器的除雾器安装结构。

[0019] 方案2、在方案1的基础上,所述外筒的进气口处设有用于调节冷却通道内空气流量的阀门。

[0020] 本发明的有益效果为:本发明的烟气污染物处理系统的包括烟囱和增湿装置,烟气通过增湿装置进行增湿,增湿后的烟气在烟囱的冷却作用下,烟气中的水蒸汽冷凝成液滴,同时,烟气中的粉尘、可溶盐、酸雾、有害气体等等能够被液滴吸收进入液滴中,通过烟囱上部上布置的除雾器脱除烟气中的液滴,被脱除液滴流至烟囱底部,进而实现多种污染物的协同脱除,提高对污染物的处理效果,解决了目前的烟气处理效果差造成对大气污染

的问题。

附图说明

[0021] 图1是本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例1的结构示意图；

图2是本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例1的内部结构示意图；

图3是本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例1的除雾器的布局示意图；

图4是图3所示的多个除雾器并列布置于烟囱圆形排烟通道内的俯视图；

图5是图3中的旋流叶片模块的结构示意图；

图6是本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例2的结构示意图；

图7是本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例3的结构示意图；

图8是本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例4的结构示意图；

图中：烟气管道1；烟囱2；内筒21；外筒22；进气口221；出气口222；冷却通道23；除雾器3；壳体31；旋流叶片模块32；旋流叶片321；盲板322；出口管33；入口管34；汇流槽35；收集液管36；导液管37；挡液环38；污染物处理装置4；增湿装置5；除雾器安装架6；封隔板61；凝结液回收池7；湿法脱硫装置200；除雾部件201；雾化层202；污染物处理装置301；烟囱302；除雾器304；雾化层303；冷却器401。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明的实施方式作进一步说明。

[0023] 本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例1，如图1至图5所示，烟气污染物处理系统包括烟气管道1和与烟气管道1连通的烟囱2，烟囱2的排烟通道内设有除雾器3，本实施例中，除雾器3设置在烟囱2的顶部。烟气污染物处理系统还包括用于对烟气进行处理的污染物处理装置4和处于污染物处理装置4后侧对用于对进入烟囱2的烟气增湿的增湿装置5。

[0024] 本实施例中，如图3所示，含有较多污染物的烟气首先经过污染物处理装置4进行处理，处理完成后，含有污染物的烟气再经过增湿装置5增湿后进入烟囱2，增湿装置5设置在烟气管道1内，本实施例中的增湿装置5为设置在烟气管道1内的喷雾器，通过向烟气中直接喷入低于烟气温度的水雾或蒸汽，通过提高含水量、降低烟气温度来提高烟气的饱和程度，烟气通过喷雾器增湿后进入烟囱2内。本实施例中增湿用的雾化液体可以是液态水、可以是包含脱除烟气中污染物药剂的溶液。药剂可以是碳酸钠、氢氧化钠等钠基脱硫剂，还可以是增强对于烟气中污染物进行氧化脱除的氧化剂，如双氧水、次氯酸钠等。

[0025] 通过增湿装置5提高烟气的饱和程度，使烟气中的水蒸汽达到饱和甚至过饱和状态，当雾化喷淋液滴量比较大、温度比较低的情况下，喷淋液滴吸收烟气中的热量，有效降低烟气温度，进而降低烟气中的含水量，可直接促使烟气中的水蒸汽冷凝。在烟囱、与之相邻的烟气通道内，烟气中的水蒸汽因为烟囱壁内外的热交换、烟气的绝热膨胀导致的降温而形成冷凝液滴，通过水的相变团聚作用，实现烟气中的污染物在液滴中的汇聚；在烟囱2出口处，通过除雾器3，捕集烟气中的较大粒径的液滴，收集液被汇聚后，疏导至烟囱2底部并被处理，实现对烟气的净化。

[0026] 烟气中水蒸汽的饱和程度越高，烟气管道1和烟囱2内烟气的温度降低越多，产生的凝结液滴量越大，液滴捕捉污染物的量就越多；凝结液滴量越大，对于液滴中污染物的稀

释作用越明显,凝结液对于烟道的腐蚀作用下降,除雾器3出口雾滴浓度一定的情况下,未被捕获的液滴携带的污染物就越少,系统的效率就越高。因此,提高系统协同脱除多污染物效率的关键在于提高烟气的饱和程度,而提高烟囱2和外界环境间的换热能力,提高绝热膨胀的降温能力,产生尽量多的冷凝液;提高除雾器3的除雾效率,从而提高系统协同脱除多污染物的效率。

[0027] 为了提高对烟气的冷凝效果,本实施例中,烟囱具有用于与外界空气热交换对烟囱排烟通道内水蒸汽进行冷却的散热壁,烟囱2包括内筒21和外筒22,内筒的筒壁构成烟囱的散热壁,内筒21与外筒22之间形成有冷却通道23,烟气管道1与内筒21连通,排烟通道设置在内筒21内。外筒22的底部设有进气口221,外筒22的顶部设置有出气口222,外筒22的其它位置保持封闭状态,由于烟囱顶部大气压力小,底部大气压力高,顶部和底部存在明显的空气压力差,具有显著的烟囱效应,空气能够从进气口221进入外筒22与内筒21之间的冷却通道23内,从出气口222出去,通过空气的流动,利用内筒、外筒间通道的烟囱2效应,提高了对烟囱2内烟气的冷凝效果,进气口221和出气口222的面积尽量大,冷却通道23的空气阻力应尽量小。同时,内筒21里的热烟气对内筒、外筒之间的空气放热,空气受热膨胀,形成热膨胀升力,推动内筒、外筒之间的空气向上流动,形成内筒、外筒间的自然通风,强化对内筒21里烟气的冷却效果。冷空气从外筒22底部开设的进气口221进入内筒、外筒之间的冷却通道23里,并与内筒21里的烟气间进行热交换,降低内筒21里的烟气温度,实现烟气冷却。其他实施例中,可以在内筒21、冷却通道23内布置扰流装置,可以提高内筒21壁间的换热效果。在进气口221处布置用于调节冷却通道内空气流量的阀门(图中未示出),如风量调节挡板,可以调节换热效果,如在冬天环境温度很低的情况下,可以减小通风量,以减少水蒸汽的冷凝量,避免烟气温度过低,减小烟气温度降低造成的内筒21内烟气阻力上升。其他实施例中,增湿装置为增湿量可调式增湿装置,比如可以采用现有技术中可调喷水量的喷雾器。

[0028] 例如,某 2×100 万千瓦发电机组设置具有内筒21和外筒22的烟囱2,其中,外筒22内并列布置两个内衬钛板的钢质内筒21,两个内筒21分别接两台机组的脱硫装置出口的水平排烟通道。每个内筒21内径9米,烟囱2入口至烟囱2出口高度差200米,每个烟囱2内筒21的表面积约为6000平方米,内筒21具有巨大的散热表面积。当外筒22不设置进气口221、出气口222的情况下,烟囱2的内筒、外筒22间的空隙成为隔热层,烟气须经烟囱2的内筒21,内筒、外筒之间的空气,外筒22后与外界进行热交换,换热能力比较差,不利于烟气温度降低。本发明的烟囱2的内筒、外筒之间形成冷却通道,较大流量的上升气流可以与烟气进行有效换热,对烟气形成显著的降温效果,提高协同脱除污染物的效果。

[0029] 为了提高除雾器3的除雾效果,本实施例中,除雾器3选用旋流板除雾器,旋流板除雾器包括壳体31和设置在壳体内的旋流叶片模块32,壳体31为圆筒形,烟囱2的内筒21内设置有除雾器安装架6,除雾器设有七个,七个除雾器3并列设置在除雾器安装架6上,由于本实施例中的除雾器3为圆柱形,为了避免烟气直接外泄,本实施例中,除雾器3的壳体31之间的空隙内设置封隔板61,通过封隔板61的封堵作用,避免烟气外泄。除雾器3可以利用烟气流速高的特点,实现高效的液滴分离能力,烟气流速高,还可以使用较大半径的旋流分离模块,减少并列布置的模块数量。其他实施例中,实际布置的除雾器3需要根据烟气流速、烟囱2内径尺寸、除雾器3脱除性能等多种因素确定。

[0030] 烟囱2的内筒21内还设有用于收集除雾器3排出液体的导液管37,本实施例中的七

个除雾器3共用同一个导液管37,导液管37分别与七个除雾器3的排水口连通,除雾器3排出的水经过导液管37排出。烟囱2的底部设置有凝结液回收池7,导液管37导出的液体排入凝结液回收池7内。

[0031] 如图3所示,除雾器3的壳体31的顶部供处理过后的烟气流出的出气口处设置有出口管33,壳体31的底部供烟气进入旋流叶片模块的进气口处设置有入口管34,入口管34的外围设置有汇流槽35,经过旋流板作用分离后的液滴落入汇流槽35,经过汇流槽35汇集后进入导液管,本实施例中,旋流叶片单元32包括旋流叶片321和处于旋流叶片321中间的盲板322,烟气进入除雾器3内部后,穿过旋流板叶片321间隙时成为旋转气流,气流中夹带的液滴在惯性作用下,以一定的仰角射出而被甩向壳体内壁,分离液依靠重力作用汇聚流到壳体下端部和入口管34间形成的汇流槽35内,并通过收集液管36,汇流至导液管37内,排至烟囱2底部。分离出液滴后的气流经上部的出口管33排出除雾器3,出口管33和壳体上端部之间形成挡液环38,避免壳体表面的分离液发生烟气二次携带。由于除雾器3在强酸性、高湿、高烟气流速环境下运行,因此布置位置应在位于高空的烟囱2出口处,须采用轻质、耐腐蚀材料。为了提高除雾器3的除雾效果,本实施例中的除雾器可以采用申请号为2017104242751的专利申请中公开的板式分离装置作为除雾器,实现烟尘出口处雾滴的高效脱除。

[0032] 含湿烟气通常含有低浓度的二氧化硫等有害气体、微小粒径的酸性液滴、微小粒径的粉尘颗粒物、微小液滴携带的可溶盐等污染物,这些低浓度污染物用常规的污染物脱除方法很难有效去除,而采用冷凝相变团聚法进行脱除是一种比较有效的方法。通常的冷凝相变团聚方法需要大量冷源、换热容量大的换热器对烟气进行冷却,再经除雾器脱除液滴,换热器通常布置在接烟囱的烟气通道之上,烟气阻力大。

[0033] 本发明的实质是冷凝相变团聚方法脱除污染物,其目的在于在烟囱内产生尽量多的冷凝液滴,实现多污染物的联合脱除,和常规尽量减少烟囱和烟气通道内产生冷凝液滴的方法正好相反。通过增湿装置对烟气增湿,提高烟气饱和程度;烟气通道壁、烟囱壁采用高导热性能的材料,如采用钢板、不做外保温等措施,利用烟气通道、烟囱壁和外界空气间进行热交换形成的天然换热器,无须额外设置换热器;烟囱上部通道内的除雾器能够将含污染物的液滴有效脱除。

[0034] 本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例2,本实施例与上述具体实施例1的区别仅在于:如图6所示,在湿法脱硫装置200顶部设置增湿装置204,增湿装置204包括三级除雾部件201和布置在三级除雾部件201间的两级雾化层202,雾化层202通过压缩空气高压雾化或直接高压雾化方式,雾化喷入液滴,雾化粒径可以做到10-40 μm 。第一级雾化层喷入含低浓度的钠碱性脱硫剂溶液,脱硫剂如碳酸钠,实现烟气增湿的同时,可深度脱除烟气中的低浓度的二氧化硫、三氧化硫硫酸雾。第二级雾化层喷入液态水,进一步提高增湿效果。其他实施例中,也可以只布置一级雾化层,喷入含脱硫剂的溶液或者水。

[0035] 其他实施例中,也可以将湿法脱硫装置作为增湿装置使用,但是必须保证湿法脱硫装置排出的烟气中水蒸汽含量达到要求。烟气在湿法脱硫装置内通过脱硫浆液的雾化喷淋,脱除烟气中的二氧化硫等污染物。雾化液体温度低于烟气温度,有利于吸收烟气中的热量,提高烟气的水蒸汽饱和程度,工作中,脱硫浆液在冷却烟气的同时,脱硫浆液中的液态水吸收烟气中的热量,蒸发形成水蒸汽,湿法脱硫装置出口的烟气接近达到水蒸汽饱和状

态。脱硫浆液需要补充工艺水,以弥补液态水蒸发形成的缺口,除雾器3脱除的分离液可以作为补充工艺水。

[0036] 本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例3,本实施例与上述具体实施例1的区别仅在于:如图7所示,在污染物处理装置301之后,在烟囱302底部、烟气入口的上方布置雾化层303,喷入雾化液滴,提高烟气中水蒸汽的饱和程度。雾化液滴可以是含脱除污染物药剂的溶液,也可以是液态水。烟囱302底部收集的雾化液滴,可和烟囱302顶部除雾器304收集的液滴一起排放至凝结液回收池内。

[0037] 本发明的烟气污染物处理系统的具体实施例4,本实施例与上述具体实施例1的区别仅在于:通过烟气冷却器降低烟气温度,提高水蒸汽的饱和程度,如图8所示,本实施例中在污染物处理装置之后的烟气管道1内设置换热冷凝装置,换热冷凝装置包括对烟气管道1冷却的冷却器401,通过换热冷凝方式,降低烟气温度,实现对烟气的增湿,使水蒸汽达到饱和甚至过饱和状态。低温的冷却流体和烟气流向相反,进入冷却器,对烟气进行换热冷却,降低烟气温度,提高湿烟气饱和程度,同时,烟气中的水蒸汽通过相变团聚方式形成液滴,捕集烟气中的污染物,凝结液滴排出冷却器并被处理。其他实施例中,上述实施例中的雾化层与本实施例中的换热冷凝装置可以结合使用,先在排烟通道内经雾化层雾化喷入液滴,再通过烟气换热冷凝进一步提高烟气的饱和程度。换热冷凝装置的冷却器401内的冷却流体流量可以设置流量调节阀,根据环境温度进行调节。当环境温度比较低、系统能够满足污染物脱除能力的情况下,可以减小,甚至关停冷却器401的冷却流体流量。

[0038] 本发明的烟气污染物处理方法的具体实施例,本实施例中的烟气污染物处理方法包括以下步骤:1)对带有污染物的烟气进行增湿;2)将增湿后的烟气通入烟囱内,利用烟囱的冷却作用使烟气中的水蒸汽冷凝成液滴,进而使污染物汇聚至液滴中;3)通过烟囱上部的除雾器除去液滴并将含有污染物的液滴导出,完成对烟气中污染物的去除。实施上述步骤可以使用上述具体实施例1-4中所述的处理系统。

[0039] 本发明的烟囱的具体实施例,本实施例中的烟囱与上述烟气污染物处理系统的具体实施例1-4任意一项中所述的烟囱的结构相同,不再赘述。

[0040] 其他实施例中,烟囱顶部除雾器的形式可以根据需要确定,如可以使用折板式除雾器,但烟气流速超过折板式除雾器的临界流速;也可以使用湿式电除尘器作为除雾器。上述烟囱上的除雾器也可以设置在烟囱顶部靠下的位置,为了保证除雾效果,除雾器应当设置在烟囱的上部。其他实施例中,上述烟囱也可以采用单层的烟囱。

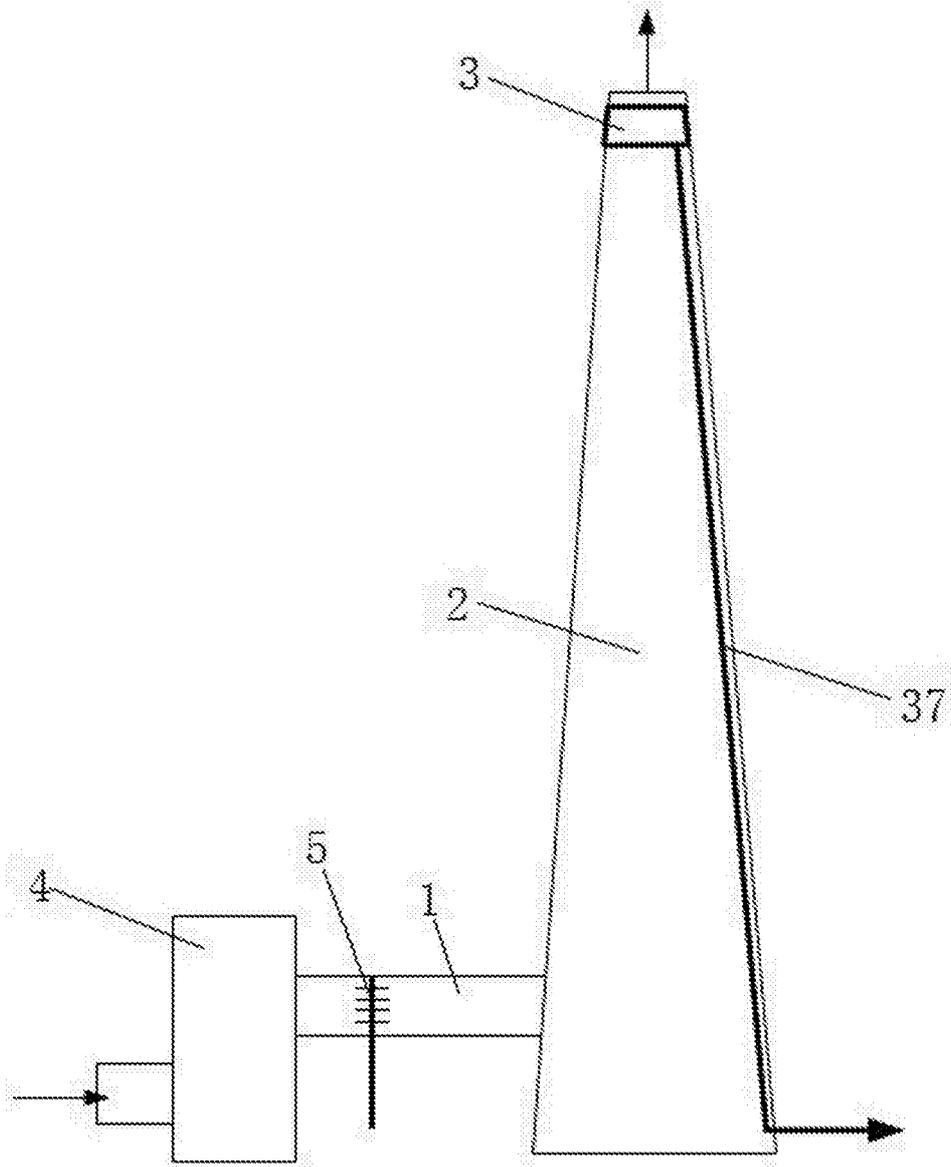


图 1

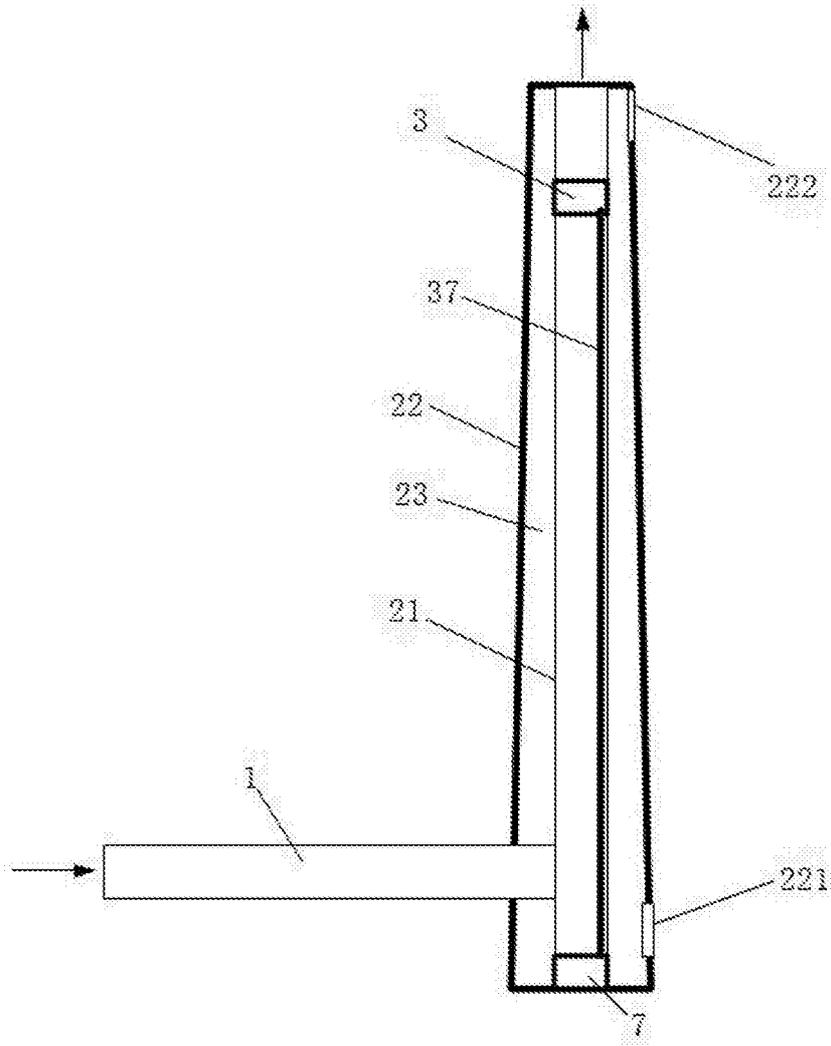


图 2

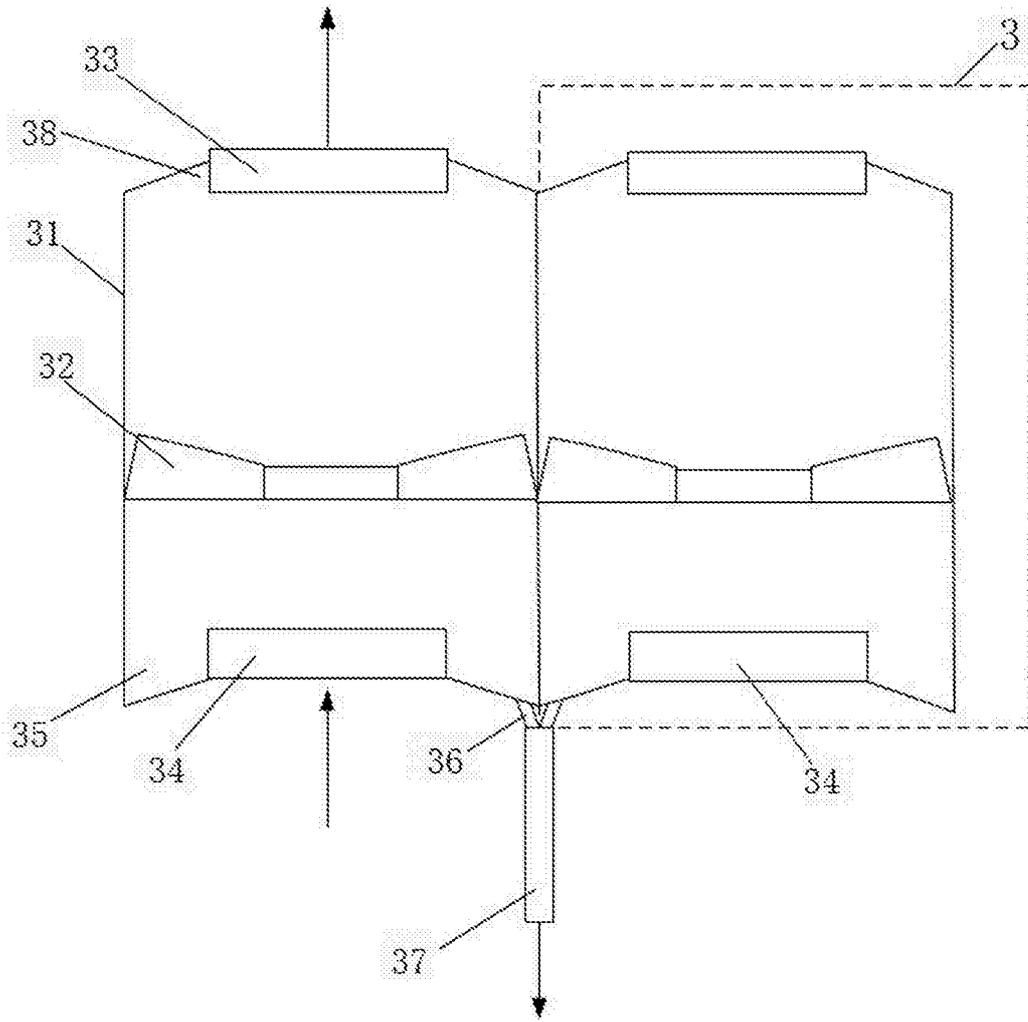


图 3

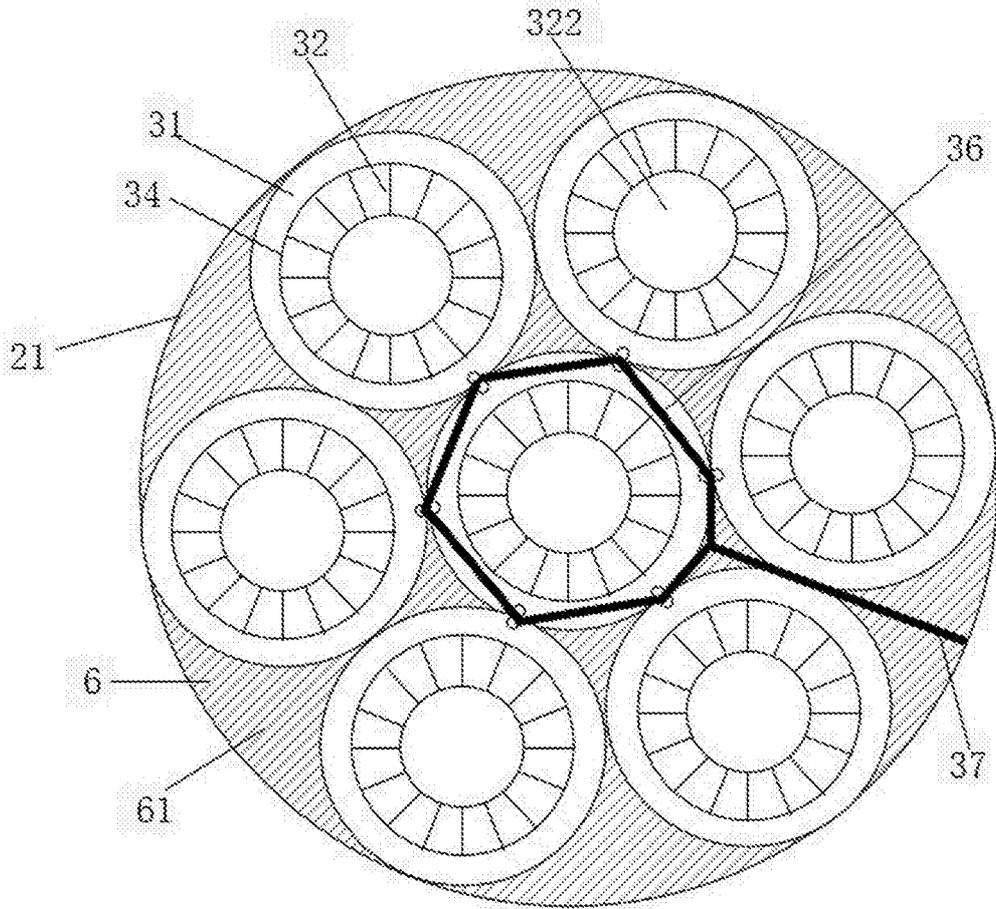


图 4

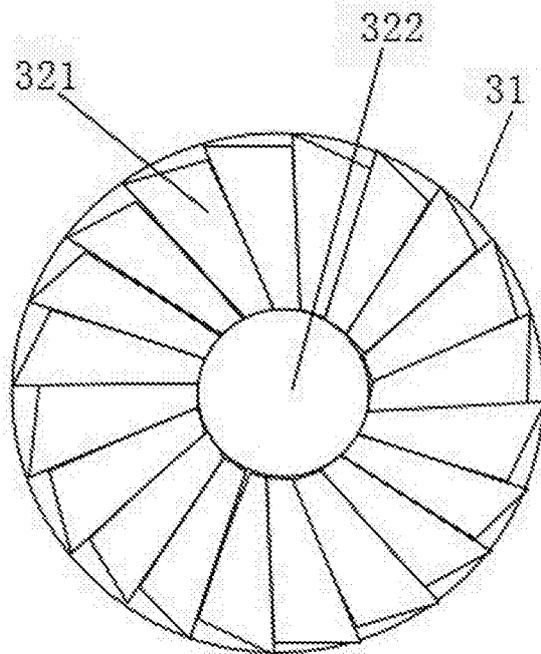


图 5

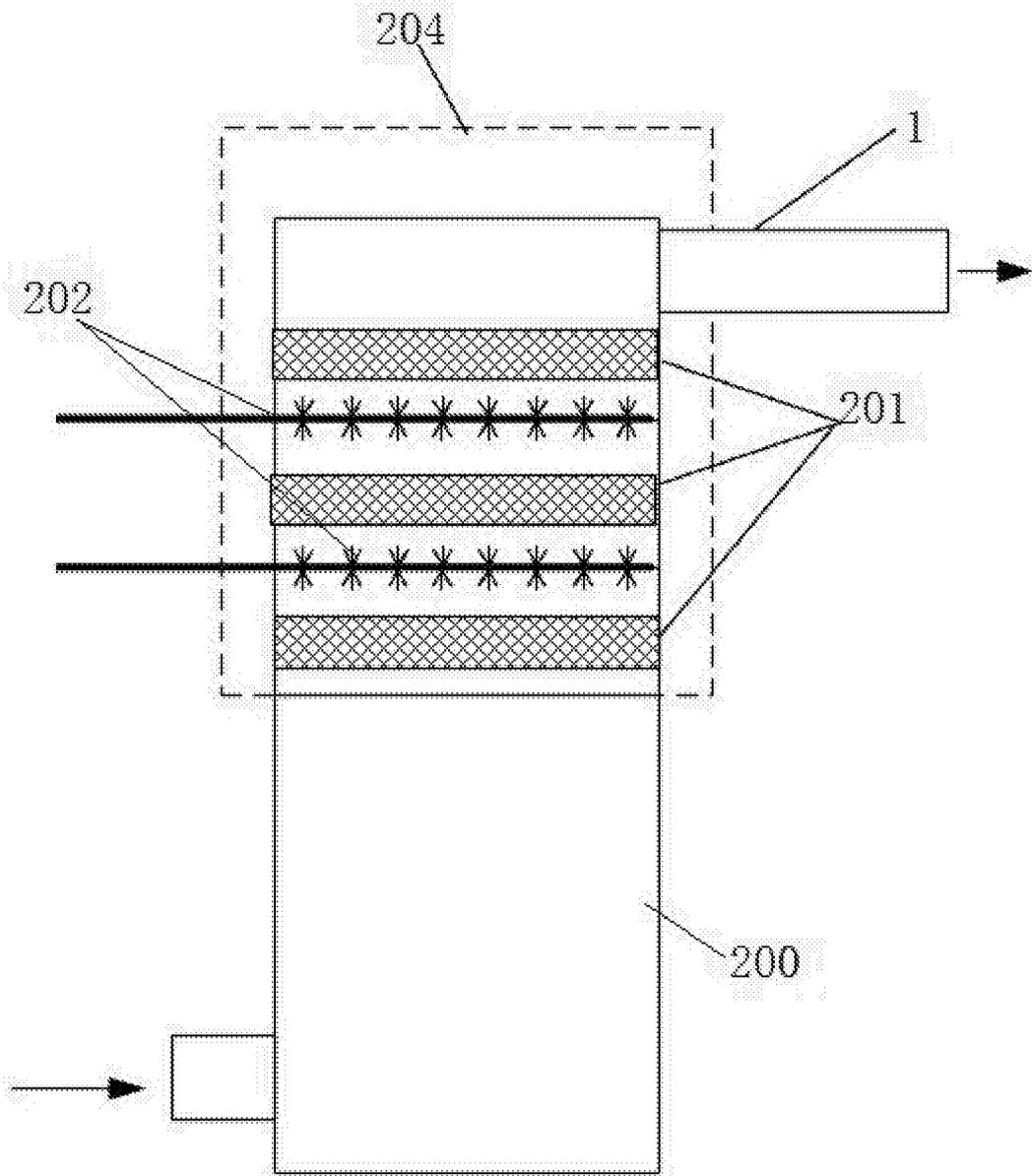


图 6

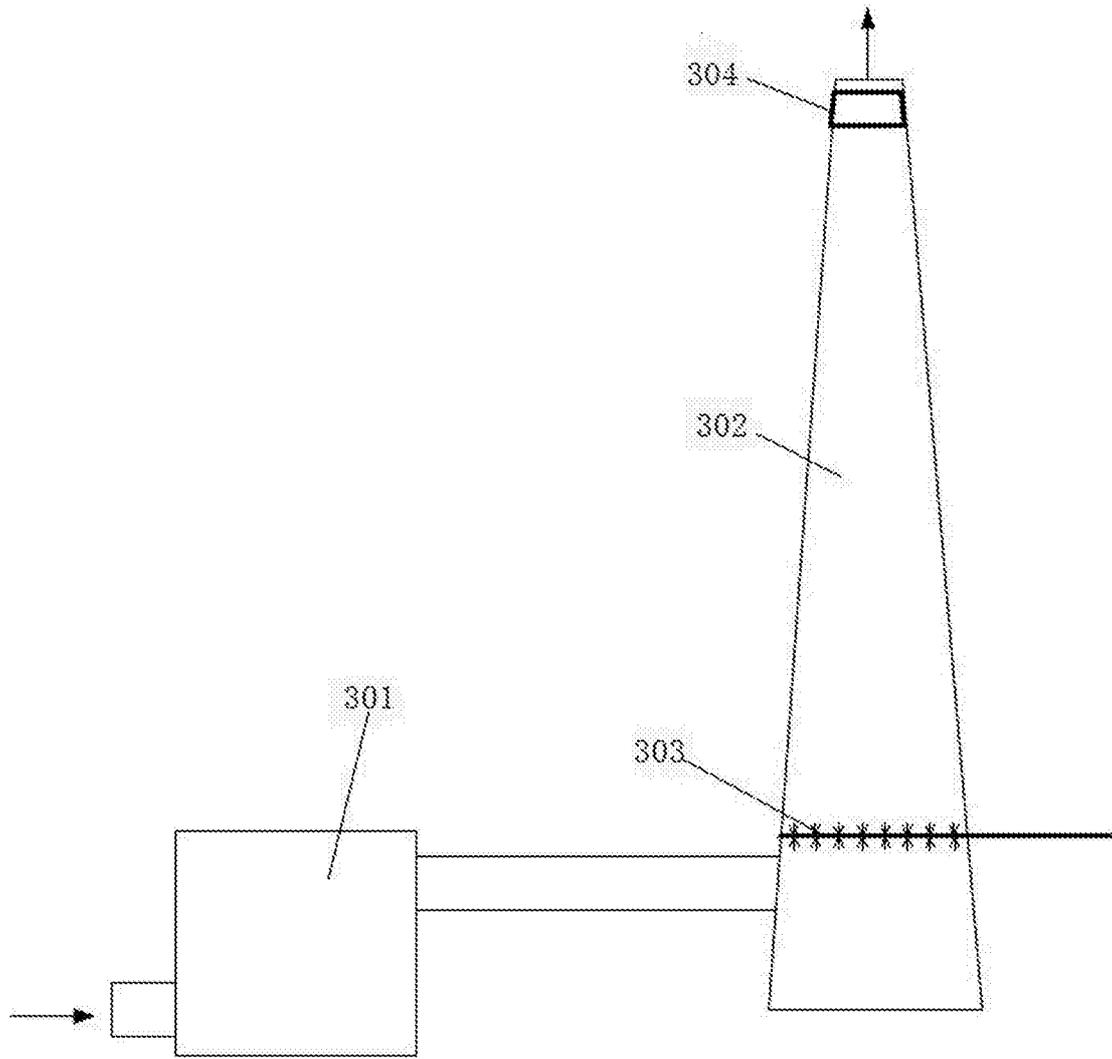


图 7

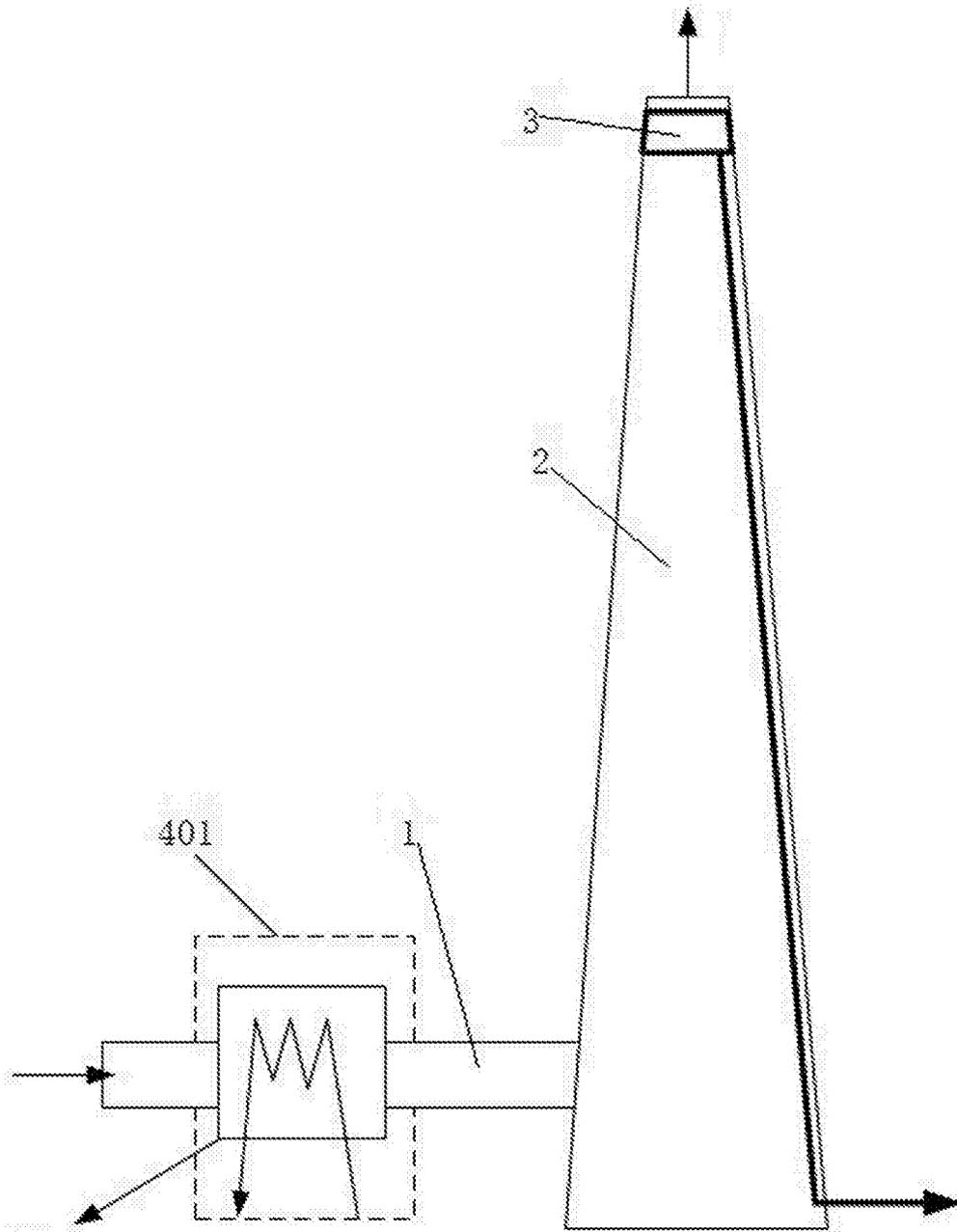


图 8