



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106512637 B

(45)授权公告日 2019.03.26

(21)申请号 201611107000.7

B01D 50/00(2006.01)

(22)申请日 2016.12.06

F23J 15/04(2006.01)

F23J 15/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106512637 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(73)专利权人 四川省简阳空冷器制造有限公司

地址 641400 四川省资阳市简阳市十里坝
工业园区

(56)对比文件

CN 104208995 A,2014.12.17,

CN 206285690 U,2017.06.30,

CN 202113756 U,2012.01.18,

JP 特开平10-230128 A,1998.09.02,

审查员 李正杰

(72)发明人 施明菊 章丽华 李开建

(51)Int.Cl.

B01D 53/00(2006.01)

B01D 53/78(2006.01)

B01D 53/60(2006.01)

B01D 53/62(2006.01)

B01D 53/64(2006.01)

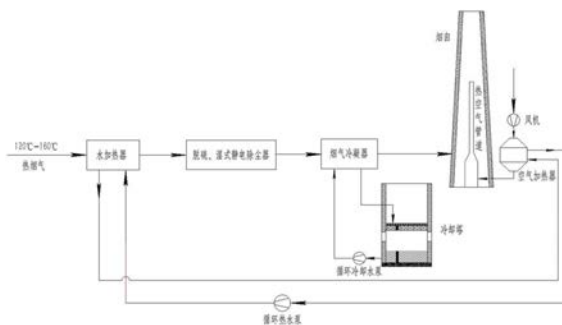
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种消除白烟的装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种消除白烟的装置和方法,本发明采用循环冷却水喷淋冷凝工艺将湿烟气中的水汽减少70~80%,在烟囱内与被加入的热空气混合、加热、干燥后排向大气,热空气的热源采用循环热水工艺,脱硫前热烟气热量通过空气加热器提供。本发明与自烟换热法相比,由于没有烟气管式加热器,没有烟气加热器换热系数衰减、没有烟气加热器堵塞、泄漏的难题,还具有烟气阻力小、能耗低、可靠性高的优点,还可根据大气温度、湿度、风力大小等因素,实时调节风机风量、循环热水流量、循环冷却水流量,使该装置实现最佳运行,从而实现多途径的消除白烟。



1. 一种消除白烟的装置,其特征在于,包括:

水加热器,设置在热烟气管路上;

脱硫、湿式静电除尘器,设置经过水加热器后的热烟气管路上;

烟气冷凝器,设置在经过脱硫、湿式静电除尘器后的热烟气管路上;

空气加热器,通过循环热水泵、循环热水管路与水加热器连接,构成循环体;

冷却塔,通过循环冷却水泵、循环冷却水管路与烟气冷凝器连接,构成循环体;

热空气管道,设置在烟囱内,其进口端与空气加热器的热风出口端连接;

所述空气加热器的进风口处还设置有风机;

所述热空气管道顺着烟囱方向垂直布置。

2. 根据权利要求1所述的一种消除白烟的装置,其特征在于,所述冷却塔内设置有烟气冷凝循环水布水装置和烟气冷凝循环水填料,所述烟气冷凝循环水布水装置设置在冷却塔内的进水口下端处,所述烟气冷凝循环水填料设置在烟气冷凝循环水布水装置下端。

3. 根据权利要求2所述的一种消除白烟的装置,其特征在于,还包括水池隔墙和填料隔墙,所述水池隔墙设置冷却塔下部所形成的水池内,所述填料隔墙设置在烟气冷凝循环水填料中。

4. 一种消除白烟的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1)、将 $120^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气经脱硫、湿式静电除尘器后降温成温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 、水汽含量为 $10\%\sim 20\%$ 的中温烟气;

(2)、将步骤(1)后产生的中温烟气经冷却冷凝后,继续降温到 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$,使水汽含量降低到烟气总量的 $2\%\sim 3\%$ 送入烟囱;

(3)、将步骤(2)后产生的低温烟气在烟囱内与 $100\pm 10^{\circ}\text{C}$ 的热空气混合,热空气与烟气的混合比例为 $0.1\sim 0.5$,形成温度为 $30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $\leq 60\%$ 的干烟气后,经烟囱排向大气。

一种消除白烟的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及烟气净化技术领域,特别涉及该领域中用于消除燃煤及石化能源后所产生的烟气的一种净化装置及方法。

背景技术

[0002] 由于我国富煤贫油少气的能源资源禀赋,加之单位热量煤价远远低于油价气价,致使每年40多亿吨原煤,绝大多数通过燃烧转化为冶金、电力、化工等行业的高温热源、动力蒸汽、工艺蒸汽,每年产生大约30多万亿立方米的烟气。现有技术中,烟气净化治理过程中,大部分采用湿法脱硫或湿式静电除尘技术,该技术脱除了烟气中大部分的SO₂、烟尘、氮氧化物、重金属,有一定的积极效果。部分企业的烟气治理,还能达到远低于《(GB13223-2011) 火电厂大气污染物排放标准》:粉尘 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$,二氧化硫 $\leq 35\text{mg}/\text{m}^3$,氮氧化物(以NO₂计) $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$,汞 $\leq 0.03\text{mg}/\text{m}^3$,黑度 ≤ 1 度指标的燃气轮机排汽标准,为我国的煤炭能源的清洁利用提供了重要保障。

[0003] 然而烟气净化治理过程中的湿法脱硫或湿式静电除尘,却大量增加了烟气的水汽,达到10~20%浓度,不仅消耗水资源,而且尤其在气温较低、湿度较大的静风天气,烟气中大量的水汽在冷空气的作用下,迅速冷凝为微小的水滴,烟气中CO₂等高浓度酸性气体,则伴随着微小水滴形成与成长,不断溶解在水滴之中,并降低水滴表面的水蒸汽分压,使水滴快速长大,成为浓浓的酸性白烟,酸性白烟再被空气中的PM₁₀颗粒吸附,会进一步降低其表面的水蒸汽分压,降低空气湿度,并达到其相对稳定的相平衡状态,成为污染环境的雾霾,这就是人们将烟囱冒出的白烟视为雾霾帮凶的原因。因此,尤其在冬季的静风天气,减少烟囱排除的白烟,十分有助于减轻雾霾,这已成为业界共识。

[0004] 现行消除白烟常用的方法,本质上就是让出烟囱的烟气在与空气的混合、冷却、扩散过程中,温度还未降到水蒸汽的露点温度以下,就使烟气和其中的水汽扩散到了空气之中。因此,对烟气进行减湿、加温,就是消除烟气白烟的物理基础,常用的方法有:

[0005] ①冷凝换热法,见附图1,就是将湿烟气温度从50~60℃降到25左右℃,使烟气中的水汽冷凝为液态水分离出烟气系统,再用换热器将烟气加热后通过烟囱排向大气。但该方法有换热器投资大、烟气阻力大、易腐蚀、可靠性、稳定性差的不足。

[0006] ②自烟换热法,见附图2,就是利用脱硫前干烟气的温度,加热脱硫、或湿式静电除尘器后的湿烟气达到80℃以上,该技术不需要外供热源,普遍应用于电力行业,投运初期换热器换热系数高,能够将湿烟气达到80℃以上,大约运行1~3年后,烟气中的胶体、固体微粒附着于换热器表面,最终致使换热系数大幅降低,烟气温度上不去,烟囱照样冒白烟,同时也还有换热器易堵塞、易损坏、烟气阻力大的不足。

[0007] ③电除雾法,由于脱硫后烟气温度下的水汽含量处于饱状态,绝大部分水汽还是以气态存在,并无大量雾滴,所以除雾效果不佳,也还有设备投资大、电耗高、可靠性差等等不足;

[0008] ④混合干燥法,仅是先将雾状水分离后再混合热烟气,以降低水气含量后再排放,

该法需要有干净的热烟气,由于现实中的热烟气尘含量都较高,虽能减少白烟,但却增加了烟尘,该法仅可在环保要求不严,且有热烟气的钢铁厂的地方采用。

发明内容

[0009] 鉴于现行消除白烟的装置和方法存在的换热器换热系数衰减快、易堵塞、易腐蚀,烟气阻力大,不能完全消除白烟,或消除白烟性能不能长时间保持等等不足,本发明提出了一种冷凝脱水+热空气混合干燥装置及方法加以解决。

[0010] 本发明通过以下技术方案来实现:

[0011] 一种消除白烟的装置,包括:

[0012] 水加热器,设置在热烟气管路上;

[0013] 脱硫、湿式静电除尘器,设置经过水加热器后的热烟气管路上;

[0014] 烟气冷凝器,设置在经过脱硫、湿式静电除尘器后的热烟气管路上;

[0015] 空气加热器,通过循环热水泵、循环热水管路与水加热器连接,构成循环体;

[0016] 冷却塔,通过循环冷却水泵、循环冷却水管路与烟气冷凝器连接,构成循环体;

[0017] 热空气管道,设置在烟囱内,其进口端与空气加热器的热风出口端连接。

[0018] 进一步地,所述空气加热器的进风口处还设置有风机。

[0019] 进一步地,所述冷却塔内设置有烟气冷凝循环水布水装置和烟气冷凝循环水填料,所述烟气冷凝循环水布水装置设置在冷却塔内的进水口下端处,所述烟气冷凝循环水填料设置在烟气冷凝循环水布水装置下端。

[0020] 进一步地,还包括水池隔墙和填料隔墙,所述水池隔墙设置冷却塔下部所形成的水池内,所述填料隔墙设置在烟气冷凝循环水填料

[0021] 进一步地,所述热空气管道顺着烟囱方向垂直布置。

[0022] 一种消除白烟的方法,包括如下步骤:

[0023] (1)、将 $120^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气经脱硫、湿式静电除尘器后降温成温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 、水汽含量为 $10\%\sim 20\%$ 的中温烟气;

[0024] (2)、将步骤(1)后产生的中温烟气经冷却冷凝后,继续降温到 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$,使水汽含量降低到烟气总量的 $2\%\sim 3\%$ 送入烟囱;

[0025] (3)、将步骤(2)后产生的低温烟气在烟囱内与 $100\pm 10^{\circ}\text{C}$ 的热空气混合,热空气与烟气的混合比例为 $0.1\sim 0.5$,形成温度为 $30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $\leq 60\%$ 的干烟气后,经烟囱排向大气。

[0026] 本发明工作原理如下:

[0027] 利用循环冷却水,将来自脱硫工序或湿式静电除尘器温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$,水汽含量 $10\sim 20\%$ 的烟气,进行冷却冷凝,将湿烟气温度降至 25°C 左右,使湿烟气中的水汽浓度减少 $70\sim 80\%$,除去大部分水汽后,使水汽降到烟气总量的 $2\sim 3\%$ 后送入烟囱空间内。由于白烟通常出现在气温较低的冬季、或气温较低的时段,此时工厂的循环水系统能力十分富裕,采用来自冷却塔的循环水不会降低其它设备的冷却效果;来自冷却塔的循环水冷却烟气后,由于冷却水与烟气直接接触,烟气中的 CO_2 会使循环水酸性增加,增加金属材料的腐蚀,所以本发明的循环水管路、阀门、喷头等部件全部采用非金属材料,既耐腐蚀又价格低廉。

[0028] 在冷却塔内从喷淋、布水、填料到水池,单独分隔一小块区域,作为烟气冷却专用

循环水子系统,让烟气冷却水从喷淋、布水、填料到水池实行单独循环,以防止烟气冷却循环水进入主循环系统;

[0029] 由于冬天空气温度低,烟气中水蒸汽的冷凝潜热,在冷却塔中更多的是被空气的温升带走,而不是靠蒸发带走,进而会使循环水量不断增加,过剩的水量可排入污水处理系统统一处理后回用,以节约水资源。本发明的除白烟工艺,虽然利用了冷却塔冷却烟气冷却循环水,还是会有少烟气中的水分通过冷却塔进入大气,由于冷却塔出口气中CO₂、SO₂、NO_x、烟尘等的浓度远低于烟气数百倍,雾滴表面的水蒸汽分压远高于烟雾气雾滴的中水蒸汽分压,所以,从冷却塔进入大气的水蒸汽雾滴会更快的消散在大气中,从而将大大减少雾霾的形成。

[0030] 此外,由于烟气与冷却水直接接触,热量主要是是通过水蒸汽直接溶解的传质方式,将热量带入冷却水中,不仅传热膜系数高,更没有传热系数K值降低难题、而且烟气流动阻力远比换热器小,可减少烟气风机电耗,还有进一步降低烟气中SO₂、NO_x、Hg、烟尘等有害物质的正作用;

[0031] 在烟囱外设置风机和空气加热器,在脱硫前的干烟气通道上设置水加热器,在水加热器和空气加热器之间设置循环热水泵及工艺管路,用脱硫前的烟气热量通过空气加热器加热经风机加压的常温空气,使常温空气的温度升高到100±10℃,经热空气管道送入烟囱空间;

[0032] 在脱硫前的干烟气通道上设置水加热器,使烟气温度由120~160℃降低到90℃左右或更低,从而使烟气在脱硫和湿式静电除尘过程中的水汽吸收量大幅减少,这对降低烟气冷却循环水量、投资、电耗都是有利的,同时也大幅减少了烟气带入大气中的水量,这对减少冬季、静风天气下的雾霾是大有好处;

[0033] 空气加热器由于管内是无腐蚀的循环水,管外为无腐蚀的空气,不仅换热系数不易衰减,而且使用寿命可长达30年;

[0034] 通过空气加热器加热到100±10℃的热空气在烟囱内,与温度为25℃左右的湿烟气在烟囱内混合成为30~70℃,相对湿度为≤60%干烟气后,经烟囱出口排入大气;

[0035] 烟气在烟囱内被热空气混合、加热、干燥,不仅阻力低、能耗低,而且由于空气中水汽含量低,混合后进一步降低了烟气中的水汽含量,同时也使出烟囱后的烟气与空气之间的湿度差减小,进而减小了局部过冷,形成水雾的几率;

[0036] 热空气与烟气的比例为0.1~0.5;由于热空气直接加入烟囱,风机需要的压力低、电耗低;风机、循环热水泵、循环冷却水泵全部采用变频电机,既利于负荷调节又节能;

[0037] 在烟囱内设置垂直向上的热空气管道,让热空气出口高于烟气质量监测口2~3米,以保证烟气监测装置获得真实的烟气成分的同时,还使出气动能转化为烟气动能;

[0038] 风机的空气进口设置在空气加热器的上方,以减少混合空气的尘含量,这不仅可减少烟气中的含尘总量,还可减少空气加热器的污垢沉积,减少换热系数的衰减。

[0039] 风机的空气进口设置低阻力雨帽和丝网,以防止雨水和杂物进入风机和空气加热器;

[0040] 本发明在烟囱内设置了置垂直向上的热空气管道,在烟囱外设置风机和空气加热器,在脱硫前的干烟气通道上设置水加热器;在水加热器和空气加热器之间,设置循环热水泵和循环热水管路,组成热水循环回路结构;用热空气管路连接烟囱内的热空气管道和和

空气加热器;在烟气冷凝器外部设置冷却塔,通过循环冷却水泵、循环冷却水管路将冷却塔和烟气冷凝器连接,组成冷却水循环回路结构。

[0041] 由于采用了上述结构及方法,本发明冷却塔出口气中CO₂、SO₂、NO_x、烟尘等的浓度远低于烟气数百倍,雾滴表面的水蒸汽分压远高于烟气雾滴的中水蒸汽分压,所以,从冷却塔进入大气的水蒸汽雾滴会更快的消散在大气中,从而将大大减少雾霾的形成;此外,由于烟气与冷却水直接接触,热量主要是通过水蒸汽直接溶解的传质方式,将热量带入冷却水中,不仅传热膜系数高,避免了传热系数K值降低的难题、而且烟气流动阻力远比换热器小,可减少烟气风机电耗,有助于进一步降低烟气中SO₂、NO_x、Hg、烟尘等有害物质的影响。

附图说明

[0042] 图1为现行的冷凝换热法除白烟工艺原理图;

[0043] 图2为现行的白烟换热法除白烟工艺原理图;

[0044] 图3为本发明结构原理图。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图及具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0046] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0047] 本发明公开了一种消除白烟的装置,系现有白烟消除装置的改进,包括:

[0048] 水加热器,设置在热烟气管路上;

[0049] 脱硫、湿式静电除尘器,设置经过水加热器后的热烟气管路上;

[0050] 烟气冷凝器,设置在经过脱硫、湿式静电除尘器后的热烟气管路上;

[0051] 空气加热器,通过循环热水泵、循环热水管路与水加热器连接,构成循环体;

[0052] 冷却塔,通过循环冷却水泵、循环冷却水管路与烟气冷凝器连接,构成循环体;

[0053] 热空气管道,设置在烟囱内,其进口端与空气加热器的热风出口端连接。

[0054] 在本实施例中,烟气冷凝器结构为空塔喷淋结构,或填料结构,在出气端设有气液分离结构。

[0055] 下面给出一种具体的实施例:

[0056] 在烟气脱硫设置前的烟气管道上设置换热面积4000m²水加热器,将烟气温度由145℃,降到105℃后,烟气进入脱硫、湿式静电除尘器装置,将烟气中的SO₂、烟尘等除掉,温度降为55℃的烟气进入烟气冷凝器,将15℃的循环冷却水加入烟气冷凝器,使烟气温度降到24℃,并将烟气中水蒸汽含量降到3%后,将烟气送入烟囱。

[0057] 用循环热水泵,将空气加热器出来的70℃循环热水加压送入水加热器,加热为120℃的热水后,再送入空气加热器,去加热常温空气。

[0058] 常温空气经风机加压进入空气加热器加热后,经热空气管路进入烟囱内热空气管道,从热空气管道上部出来后与25℃的冷烟气混合并向上流动,使冷烟气温度升高、相对湿度降低到60%以下,从烟囱出口进入低温的大气空间,由于该烟气相对湿度低,即使被冷空气稀释至10倍,由于其温度始终高于露点温度,烟气即不会出现白烟了。

[0059] 本发明的使用方法如下：

[0060] 在气温30℃以上时，即使水汽浓度13%左右的烟气从烟囱进入大气，由于水蒸汽在大气中扩散速率大，也不会出现白烟，此时可停下风机、循环冷却水泵和循环热水泵，以节约动力电消耗；

[0061] 在气温不太高时，例如25℃左右，湿度较大的天气，烟气略有白烟，此时可仅开启风机，让常温空气在烟囱内先与湿烟气混合，降低烟气中的水汽浓度，即可消除烟囱出口烟气中的白烟；

[0062] 在气温较低时，例如15℃左右，湿度也大的天气，则要同时开启风机和循环热水泵，使干烟气的热量通过循环水转移到热空气中，从而减少烟气在脱硫或湿式静电除尘工艺吸收的水量，热空气在烟囱内与湿烟气混合，又进一步降低烟气中的相对湿度，即可消除烟囱出口的白烟；

[0063] 在气温很低的冬季，则需同时开启烟气冷凝器和循环冷却水泵、风机和循环热水泵，烟气首先在烟气冷凝器中除去大部分水汽后，烟气再在烟囱内与热空气混合干燥后排入大气，即可消除白烟。

[0064] 上述实施例只是本发明的较佳实施例，并不是对本发明技术方案的限制，只要是不经过创造性劳动即可在上述实施例的基础上实现的技术方案，均应视为落入本发明专利的权利保护范围内。

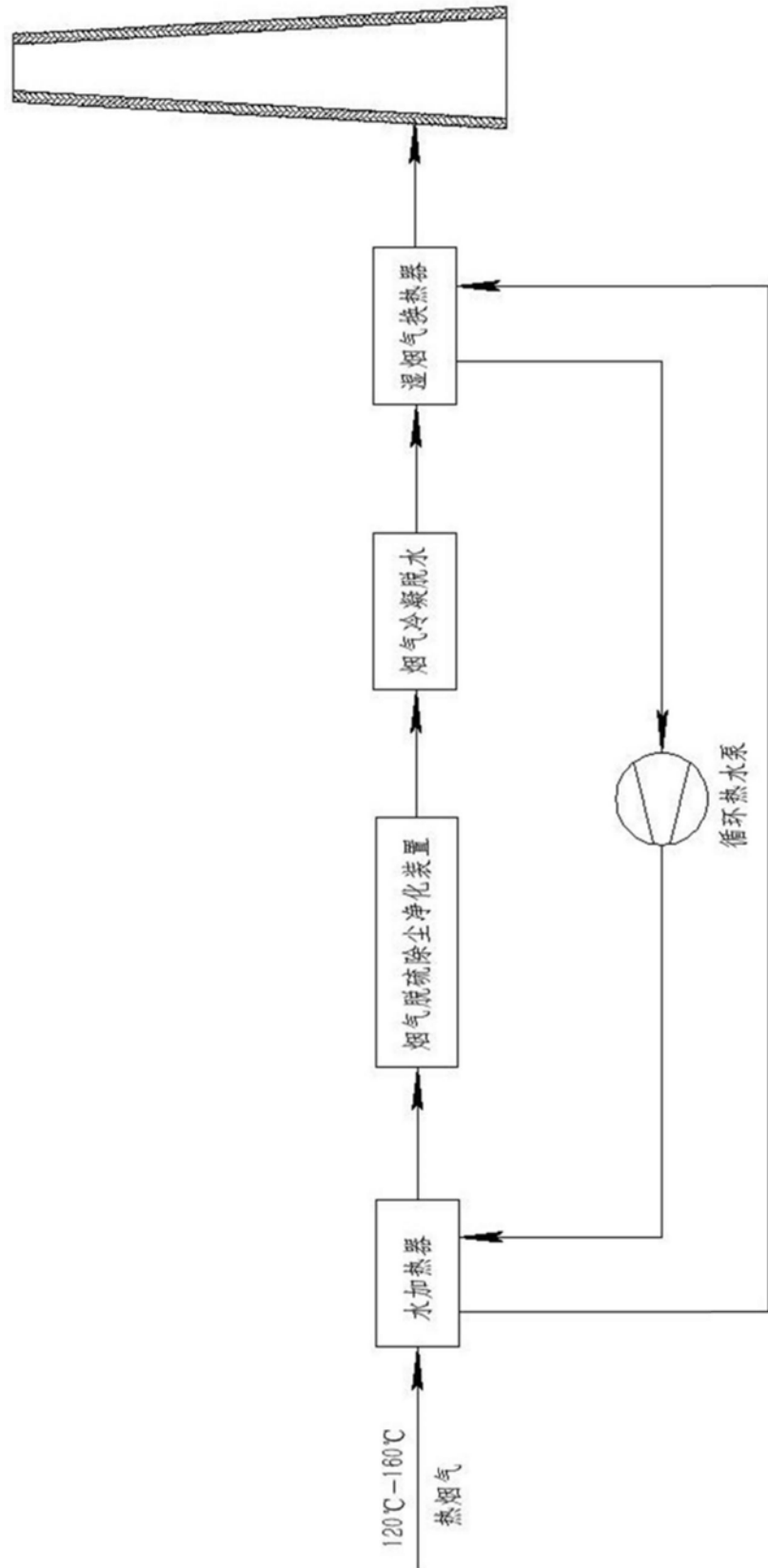


图1

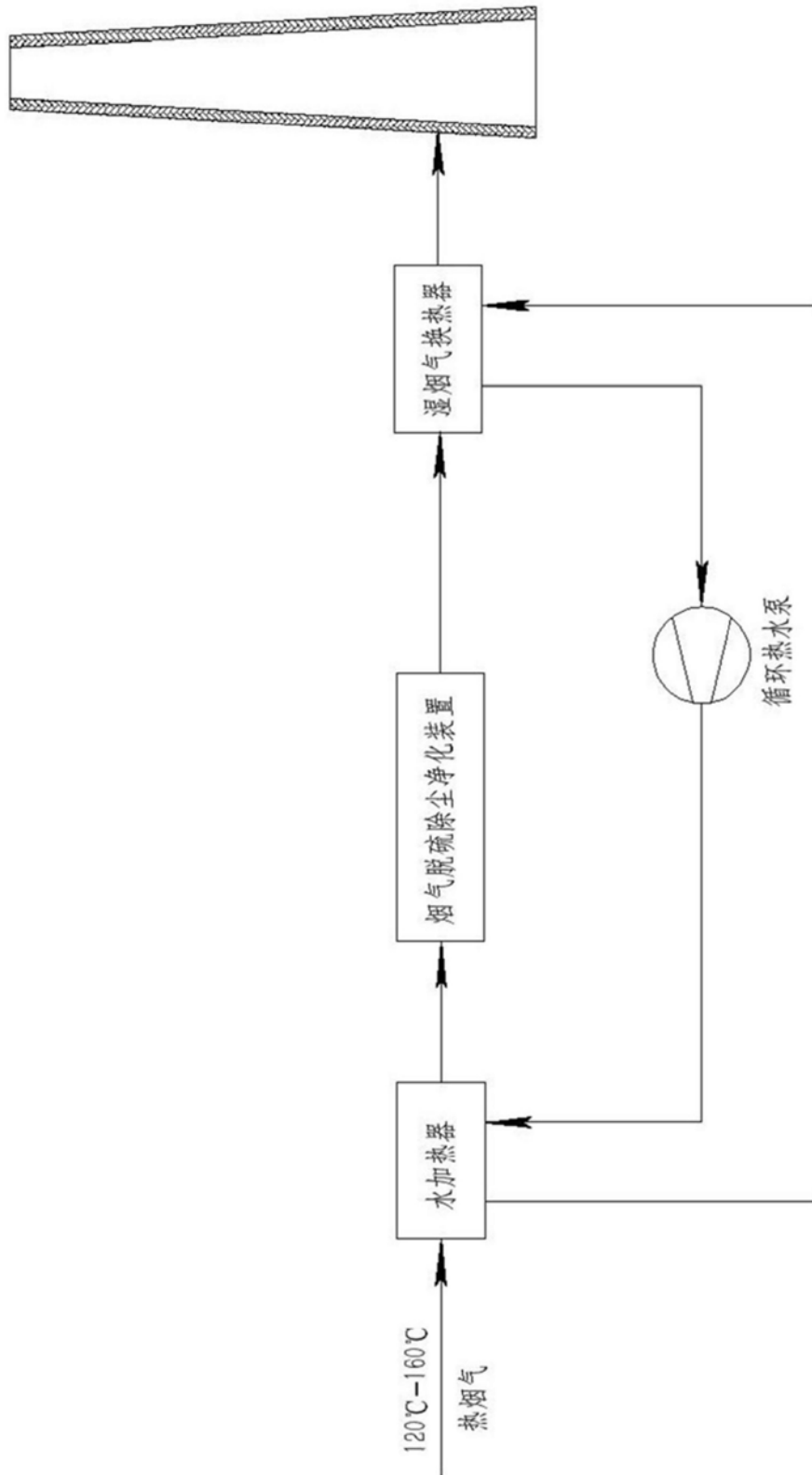


图2

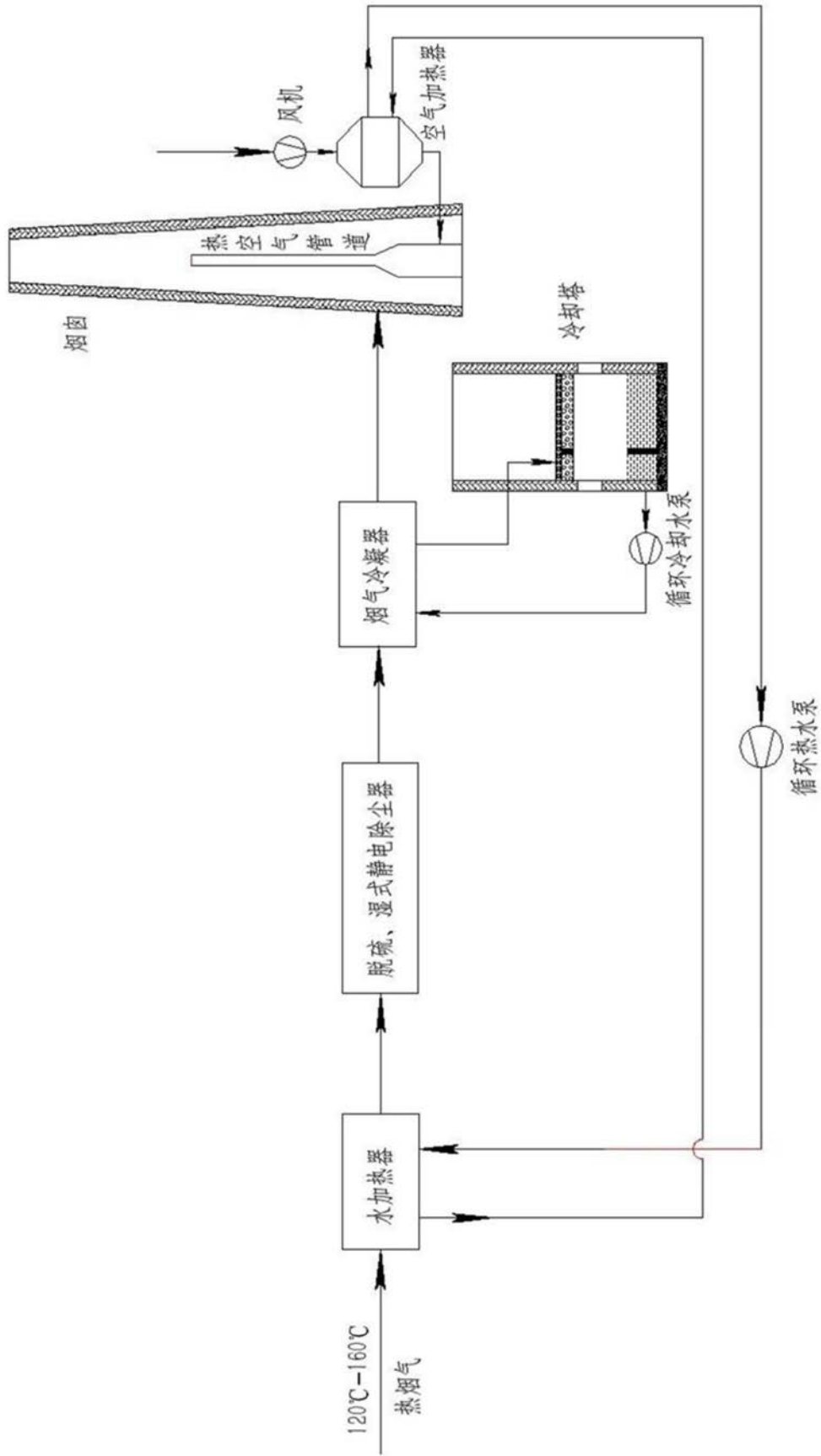


图3