



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105135468 B

(45)授权公告日 2017. 10. 10

(21)申请号 201510631474.0

(22)申请日 2015.09.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105135468 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(73)专利权人 国网浙江省电力公司电力科学研究院

地址 310014 浙江省杭州市朝晖八区华电
弄1号

专利权人 国家电网公司

浙江省电力试验研究院技术服务
中心

杭州意能电力技术有限公司

(72)发明人 吕洪坤 张明 熊建国 李凤瑞

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 罗满

(51)Int.Cl.

F23L 15/00(2006.01)

F23J 15/02(2006.01)

审查员 王嫚鸽

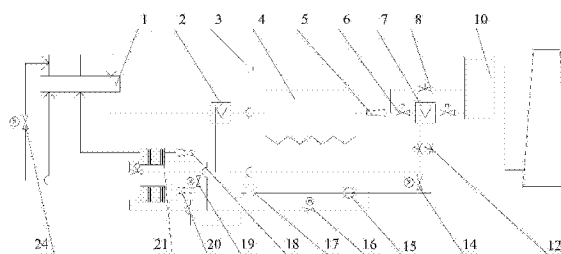
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

烟气余热利用系统

(57)摘要

本发明公开了一种烟气余热利用系统,包括空气预热器,空气预热器连接高温烟气冷却器,高温烟气冷却器连接除尘装置,除尘装置连接脱硫装置,除尘装置与脱硫装置之间还连接有低温烟气冷却器,高温烟气冷却器的热媒通道、低温烟气冷却器的热媒通道均与用于对送入空气预热器的空气进行加热的换热装置相连接,所述换热装置为热管式换热器。上述系统,不仅可以回收在空气预热器与除尘装置之间的烟气余热,还对除尘装置与脱硫装置之间的烟气余热进行回收,并且可以将回收的热量通过换热装置传递给送入空气预热器的空气,进而回收进锅炉热力系统,极大地提高了锅炉烟气余热的利用效率。



1. 一种烟气余热利用系统,包括与空气预热器连接的高温烟气冷却器(2),所述高温烟气冷却器(2)连接除尘装置(4),所述除尘装置(4)连接脱硫装置(10),其特征在于,所述除尘装置(4)与所述脱硫装置(10)之间还连接有低温烟气冷却器(7),所述高温烟气冷却器(2)的热媒通道和所述低温烟气冷却器(7)的热媒通道均与用于对送入所述空气预热器的空气进行加热的换热装置(21)相连接,所述换热装置(21)为热管式换热器;

所述高温烟气冷却器(2)的热媒通道、所述低温烟气冷却器(7)的热媒通道和所述换热装置(21)串联连接,所述低温烟气冷却器(7)的热媒通道的出口与所述高温烟气冷却器(2)的热媒通道的进口连接;

所述低温烟气冷却器(7)的热媒通道的进口和出口均设置有热媒截止阀(12),且所述低温烟气冷却器(7)的热媒通道与所述热媒截止阀(12)上并联一个旁路热媒管路,所述旁路热媒管路上设置有旁路调节阀(14);

所述低温烟气冷却器(7)为特氟龙或玻璃钢制热媒管式换热器;

所述空气预热器为三分仓空气预热器(1),所述换热装置(21)为两个,两个所述换热装置(21)的进风口分别连接有一次风机(18)和二次风机(20),且两个所述换热装置(21)的热媒通道并联;

所述二次风机(20)与所述三分仓空气预热器(1)的二次风出口之间连接有旁路风道,所述旁路风道上设置有烟温调节阀(24)。

2. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述低温烟气冷却器(7)的烟气入口与烟气出口均设置有烟气截止阀(6),且所述低温烟气冷却器(7)与所述烟气截止阀(6)上并联一个旁路烟道,所述旁路烟道上设置有旁路截止阀(8)。

3. 根据权利要求2所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述换热装置(21)的进口设置有用于对进入所述换热装置(21)的热媒介质流量进行控制的流量调节阀(19)。

4. 根据权利要求3所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述热媒介质为水。

5. 根据权利要求1至4任意一项所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述高温烟气冷却器(2)、所述低温烟气冷却器(7)与所述换热装置(21)均为逆流换热器。

烟气余热利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及余热回收利用技术领域,特别涉及一种烟气余热利用系统。

背景技术

[0002] 大型燃煤机组中采用的回转式空气预热器出口的实际烟气温度在125℃左右,而对于连接在空气预热器后的低低温电除尘装置,通常要求进口的烟气温度应满足80℃至90℃。因而,在锅炉的风烟系统中,可以根据需要设置烟气冷却器等装置来冷却烟气,同时回收烟气余热。

[0003] 现阶段,回收的热量主要通过汽机低压回热系统进行回收,此种回收可以通过排挤汽机抽汽的方式起到一定的节能效果,然而这种方式对上述余热的利用效率并不高,浪费了大量的余热资源。

[0004] 因此,如何提高锅炉烟气余热的利用效率,是本领域技术人员目前需要解决的技术问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种烟气余热利用系统,在运行过程中对烟气余热的利用效率较高。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种烟气余热利用系统,包括与空气预热器连接的高温烟气冷却器,所述高温烟气冷却器连接除尘装置,所述除尘装置连接脱硫装置,所述除尘装置与所述脱硫装置之间还连接有低温烟气冷却器,所述高温烟气冷却器的热媒通道和所述低温烟气冷却器的热媒通道均与用于对送入所述空气预热器的空气进行加热的换热装置相连接,所述换热装置为热管式换热器。

[0008] 优选地,所述高温烟气冷却器的热媒通道、所述低温烟气冷却器的热媒通道和所述换热装置串联连接,所述低温烟气冷却器的热媒通道的出口与所述高温烟气冷却器的热媒通道的进口连接。

[0009] 优选地,所述低温烟气冷却器的烟气入口与烟气出口均设置有烟气截止阀,且所述低温烟气冷却器与所述烟气截止阀上并联一个旁路烟道,所述旁路烟道上设置有旁路截止阀。

[0010] 优选地,所述低温烟气冷却器的热媒通道的进口和出口均设置有热媒截止阀,且所述低温烟气冷却器的热媒通道与所述热媒截止阀上并联一个旁路热媒管路,所述旁路热媒管路上设置有旁路调节阀。

[0011] 优选地,所述换热装置的进口设置有用以对进入所述换热装置的热媒介质流量进行控制的流量调节阀。

[0012] 优选地,所述热媒介质为水。

[0013] 优选地,所述低温烟气冷却器为特氟龙或玻璃钢制热媒管式换热器。

[0014] 优选地,所述高温烟气冷却器、所述低温烟气冷却器与所述换热装置均为逆流换热器。

[0015] 优选地,所述空气预热器为三分仓空气预热器,所述换热装置为两个,两个所述换热装置的进风口分别连接有一次风机和二次风机,且两个所述换热装置的热媒通道并联。

[0016] 优选地,所述二次风机与所述三分仓空气预热器的二次风出口之间连接有旁路风道,所述旁路风道上设置有烟温调节阀。

[0017] 相对于上述背景技术,本发明提供的烟气余热利用系统,在除尘装置的前后分别设置高温烟气冷却器和低温烟气冷却器,可以先由高温烟气冷却器对进入除尘装置的烟气进行降温,使该温度满足除尘装置的适宜工作温度,而低温烟气冷却器可以对除尘装置中流出的烟气进行再次降温,以满足脱硫装置在适宜的工作温度,从而提高烟道中的除尘、脱硫效率。

[0018] 另外,高温烟气冷却器与低温烟气冷却器中通过热交换获得的烟气余热,可以通过换热装置传递给送入空气预热器的空气,从而将烟气余热通过送入空气预热器的空气回收进锅炉热力系统,极大地提高了锅炉烟气余热的利用效率,起到了很好的节能效果。

[0019] 用于对送入空气预热器的空气进行加热的换热装置采用热管式换热器,换热能力好、尺寸可以较小。由于选择换热能力及密度均比烟气大的热煤介质,故而该装置可以进一步减小尺寸。另外,空气及所选用的热煤介质均没有明显腐蚀性,因此可以减少对换置装置中热管的腐蚀,延长换热装置的寿命。

[0020] 此外,当前某些地区通过高压电网引入大量水电后,导致本地火电机组长期低负荷运行,造成空气预热器排烟温度的明显降低,从而使空气预热器出现低温腐蚀以及堵灰现象。本发明中用烟气冷却器回收的热量先期对风机出口的空气进行初步加热之后,再送入空气预热器,可使空气预热器出口的排烟温度得以提高,从而有效缓解了空气预热器的低温腐蚀与堵灰。

附图说明

[0021] 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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明所提供具体实施例的结构示意图。

[0023] 图中,1为三分仓空气预热器,2为高温烟气冷却器,3为补液箱,4为除尘装置,5为引风机,6为烟气截止阀,7为低温烟气冷却器,8为旁路截止阀,10为脱硫装置,12为热媒截止阀,14为旁路调节阀,15为热媒泵,16为热媒回流调节阀,17为储液箱,18为一次风机,19为流量调节阀,20为二次风机,21为换热装置,24为烟温调节阀。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他

实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 本发明的核心是提供一种烟气余热利用系统,该系统可以提高烟气余热的利用效率。

[0026] 请参考图1,图1为本发明所提供具体实施例的结构示意图。

[0027] 本发明提供的具体实施例中,空气预热器连接高温烟气冷却器2,高温烟气冷却器2连接除尘装置4,除尘装置4连接低温烟气冷却器7,低温烟气冷却器7连接脱硫装置10。高温烟气冷却器2的热媒通道与低温烟气冷却器7的热媒通道均与用于对送入空气预热器的空气进行加热的换热装置21相连接,换热装置21可以为热管式换热器。具体地,空气预热器可以选择三分仓空气预热器1,当然,也可以选择其他的空气预热器。其中,上述以及文中其他部分所称的“热媒通道”是指在高温烟气冷却器2、低温烟气冷却器7或者其他换热装置21的内部,用于热媒介质流通的空间,例如,可以选择管式换热器,则该管式换热器的“热媒通道”为热媒介质流通的管状空间。

[0028] 在上述实施例中,烟气从空气预热器流出,依次进入高温烟气冷却器2、除尘装置4、低温烟气冷却器7以及脱硫装置10等装置中,而在高温烟气冷却器2与低温烟气冷却器7中,烟气会与热媒介质进行热交换,然后,加热后的热媒介质流入换热装置21中再次进行热交换,将热媒介质获得的烟气余热传递给将要送入空气预热器的空气,实现将烟气余热回收进锅炉热力系统的目的,极大地提高了锅炉烟气余热的利用效率,起到了更好的节能效果。

[0029] 在烟道中,除尘装置4除尘效率较高时的适宜烟气温度要高于脱硫装置10在脱硫效率较高时的烟气温度,在除尘装置4的前后分别设置高温烟气冷却器2和低温烟气冷却器7,可以先由高温烟气冷却器2对进入除尘装置4的烟气进行降温,使该温度满足除尘装置4的适宜工作温度,而低温烟气冷却器7可以对除尘装置4中流出的烟气进行再次降温,以满足脱硫装置10的适宜工作温度,从而提高烟道中的除尘、脱硫效率。

[0030] 此外,用于对送入空气预热器的空气进行加热的换热装置21采用热管式换热器,换热能力好、尺寸可以较小,且由于在上述烟气余热利用系统中,是由高温烟气冷却器2与低温烟气冷却器7直接获取烟气的余热,而换热装置21是将该余热通过再次热交换间接传递给送入空气预热器的空气,因而可以避免具有腐蚀性的烟气与此处换热装置21直接接触,减少对换置装置21中热管的腐蚀,延长换热装置21的寿命。如果选择换热能力及密度均比烟气大的热媒介质,则该换热装置21可以进一步减小尺寸。

[0031] 通常,上述换热装置21的进风口连接有风机,出风口连接于空气预热器的空气入口。通过这种设置,使风机送出的空气,可以先由换热装置21进行初步加热,然后再进入空气预热器中进行进一步地加热。

[0032] 进一步地,可以将上述高温烟气冷却器2的热媒通道、低温烟气冷却器7的热媒通道与换热装置21三者串联在一起,且低温烟气冷却器7的热媒通道的出口与高温烟气冷却器2的热媒通道的进口连接,也就是说,在形成的热媒管路中,热媒介质首先进入低温烟气冷却器7的热媒通道,回收烟气在低温烟气冷却器7中冷却时放出的热量;然后,上述经低温烟气冷却器7加热后的热媒介质进入高温烟气冷却器2的热媒通道中,进一步回收烟气在高温烟气冷却器2中冷却时放出的热量。之后,上述热媒介质再进入换热装置21,将获得的热量传递给将要送入空气预热器的空气。

[0033] 需要说明的是,上述的“高温烟气冷却器2”与“低温烟气冷却器7”均可采用相同的热媒管式换热器或者其他具有相同功能的装置,即上述的“高温”与“低温”所指的是通过该烟气冷却器的烟气温度高低,而并非是烟气冷却器本身的性质。当高温烟气冷却器2的热媒通道与低温烟气冷却器7的热媒通道串联在一起时,使热媒介质先流经低温烟气冷却器7,再流经高温烟气冷却器2,方可实现烟气余热的利用效率最大化。

[0034] 其中,一种优选的方式是,上述高温烟气冷却器2与低温烟气冷却器7中的烟气流动方向与设置在两者内的热媒通道中的热媒介质的流动方向可以为相反的,也即,高温烟气冷却器2与低温烟气冷却器7均为逆流换热器,均可采用逆流换热的方式进行换热,采用逆流换热时,冷热两种流体的温差值较大,可以传递较多的热量。

[0035] 上述的热媒管路中,热媒介质可以同时将低温烟气冷却器7和高温烟气冷却器2中的烟气余热进行回收,也就是说,从空气预热器的烟气出口至低温烟气冷却器7的烟气出口之间的烟气热量,除去散热损失,全部由进入空气预热器的空气回收,最终,上述进入空气预热器的空气会进入锅炉,也就是说,上述锅炉烟气的余热可以全部回收进入锅炉热力系统,不与汽机热力系统发生热力交换,从而提高了烟气余热的利用效率。

[0036] 具体地,上述的热媒介质可以是水,从而使热媒管路上的各个装置不受热媒介质腐蚀,当然,热媒管路中也可以使用其他合适的热媒介质。其中,在热媒管路中还可以设置储液箱17以及热媒泵15,且该储液箱17、热媒泵15与上述的低温烟气冷却器7的热媒通道、高温烟气冷却器2的热媒通道、换热装置21依次连接形成热媒换热回路。工作时,热媒泵15先将储液箱17中的热媒介质打入热媒管路;然后,热媒管路中的热媒介质进入低温烟气冷却器7的热媒通道中并依次进行上述换热过程后,从换热装置21流出的热媒介质再次进入储液箱17,从而使换热过程在热媒换热回路中循环进行。

[0037] 通常,储液箱17还连接有补液箱3。在热媒管路中的储液箱17和补液箱3可以有多种具体的设置方式,例如,可以选择水作为热媒介质,此时,可以将储液箱17设置于锅炉房0米层,将补液箱3设置在位于锅炉房80米附近标高的位置,储液箱17处的水的压力值保持在0.8MPa左右,防止热媒介质受热后汽化。

[0038] 上述具体实施方式中,可以进一步设置与储液箱17和热媒泵15并联的旁路回流热媒管路,并在该旁路回流热媒管路上设置热媒回流调节阀16,从而方便对热媒管路的调节。

[0039] 本发明所提供的一种具体实施方式中,低温烟气冷却器7的烟气入口与烟气出口均可设置烟气截止阀6,即,在低温烟气冷却器7的烟气入口与烟气出口两侧,均有烟气截止阀6与低温烟气冷却器7串联,同时,设置旁路烟道,且旁路烟道与低温烟气冷却器7以及烟气截止阀6并联,旁路烟道上还设置有旁路截止阀8。

[0040] 由于低温烟气冷却器7设置在烟道中烟温较低处,因而硫酸结露造成的腐蚀影响较大,可能会增加低温烟气冷却器7的泄漏几率,因此可能需要经常对低温烟气冷却器7进行维护与检修。在对低温烟气冷却器7中的烟气通道进行维修时,可以将位于低温烟气冷却器7的烟气入口与烟气出口的烟气截止阀6关闭,将位于旁路烟道上的旁路截止阀8打开,使烟气从旁路烟道通过。

[0041] 进一步地,在低温烟气冷却器7的热媒通道的进口与出口均设置热媒截止阀12,也就是说,在热媒管路中,低温烟气冷却器7的热媒通道的进口与出口的两侧均有热媒截止阀12,与低温烟气冷却器7串联,同时,设置旁路热媒管路,旁路热媒管路上设置有旁路调节阀

14,且上述旁路热媒管路与低温烟气冷却器7的热媒通道以及热媒截止阀12并联。

[0042] 在低温烟气冷却器7中的烟气与上述热媒介质进行换热时,将旁路调节阀14的通量加大,使热媒介质可以通过旁路热媒管路回流,而非全部经过低温烟气冷却器7,使流经低温烟气冷却器7的热媒介质减少,则低温烟气冷却器7烟气出口的烟气温度升高,将该旁路调节阀14的通量调小,则低温烟气冷却器7烟气出口的烟气温度降低,从而便于对低温烟气冷却器7烟气出口的烟温进行调节。而在对低温烟气冷却器7的热媒通道进行维修时,可以关闭上述热媒截止阀12,并且可以使旁路调节阀14维持全开状态,使热媒介质不流经低温烟气冷却器7的热媒通道,而是通过旁路热媒管路直接流入高温烟气冷却器2的热媒通道,从而进一步方便低温烟气冷却器7的维护或检修。当需要更换低温烟气冷却器7时,可以关闭前述的烟气截止阀6与热媒截止阀12,同时打开旁路烟道上的旁路截止阀8,并使旁路热媒管路中的旁路调节阀14维持全开,即可在更换低温烟气冷却器7时不影响机组的正常运行。

[0043] 对于高温烟气冷却器2,可以采用耐腐蚀合金制热媒管式换热器,而流经低温烟气冷却器7的烟温较低,则低温烟气冷却器7的金属受热壁面受到的腐蚀可能更为严重,可以采用特氟龙或玻璃钢制热媒管式换热器作为低温烟气冷却器7,以提高低温烟气冷却器7的抗腐蚀能力。当然,高温烟气冷却器2与低温烟气冷却器7也可以选择其他材质的装置。

[0044] 另外,在换热装置21热媒通道的进口可设置有流量调节阀19,以便对进入换热装置21的热媒介质流量进行控制。

[0045] 上述的空气预热器优选地设置为三分仓空气预热器1,该种空气预热器可以根据燃烧系统的需要提供风压、风温不同的一次风与二次风。更具体地,在锅炉中通常应用的是回转式三分仓空气预热器。进而,上述的换热装置21可以为两个热管式换热器,可以采用的换热方式为逆流换热等换热方式,且两个热管式换热器中的热媒通道并联,采用逆流时可以传递较多的热量。两个热管式换热器的进风口分别连接一次风机18和二次风机20。

[0046] 更进一步,可以在上述二次风机20与三分仓空气预热器1的二次风出口之间连接旁路风道,且在该旁路风道上设置烟温调节阀24。通过控制烟温调节阀24,可以调节高温烟气冷却器2的出口温度,也就是说,对除尘装置4的入口的烟气温度,不仅可以通过调节热媒介质的流量来实现,还可以通过调节旁路烟道上的烟温调节阀24来实现,本实施例中采用二者结合的方式进行耦合式调节。

[0047] 在此实施例中,高温烟气冷却器2与低温烟气冷却器7两者出口的烟气温度值,可以通过烟温调节阀24以及前述旁路调节阀14多次耦合调节得到控制。例如,在满负荷设计工况下运行时,该烟温调节阀24及旁路调节阀14均需维持一定的开度以满足一定的调节空间。

[0048] 此时,可以在两个热管式换热器的热媒通道进口分别设置流量调节阀19,从而可以在锅炉机组的制粉系统干燥出力不足时,通过分别调节两个流量调节阀19,使进入连接于一次风机18的热管式换热器的热媒介质流量增加,而进入连接于二次风机20的热管式换热器的热媒介质流量减少,进而使三分仓空气预热器1的一次风出口的热量增加;反之,在锅炉机组的制粉系统干燥能力过量时,通过分别调节两个流量调节阀19,使进入连接于一次风机18的热管式换热器的热媒介质流量减少,而进入连接于二次风机20的热管式换热器的热媒介质流量增加,从而使三分仓空气预热器1的一次风出口的热量减少。

[0049] 当然,上述实施例中使用的热管式换热器也可以选择其他换热装置21。此外,上述具体实施方式在某锅炉中应用时,使用的回转式三分仓空气预热器烟气出口处的烟温约为160℃,经过高温烟气冷却器2后烟温约为85℃,而低温烟气冷却器7的设置可进一步将烟温降至65℃左右,相比于常规的锅炉烟气余热回收系统,本发明所提供的烟气余热利用系统的利用效率得到显著提高。

[0050] 其中,上述的空气预热器以及换热装置21也可以选择其他的设置方式。优选地,可以使用水作为热媒介质,以降低热媒介质对系统的腐蚀性。

[0051] 在烟道中,通常还设置有引风机5,引风机5可以设置于上述除尘装置4与低温烟气冷却器7之间,通过引风机5抽吸烟气,可以控制锅炉炉膛中的负压在一定值。

[0052] 此外,在上述具体实施例中,除尘装置4可以选择低低温除尘器或者其他有效的除尘装置4。脱硫装置10可以选择湿法脱硫塔或者其他可选的脱硫装置10。

[0053] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0054] 以上对本发明所提供的烟气余热利用系统进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。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,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

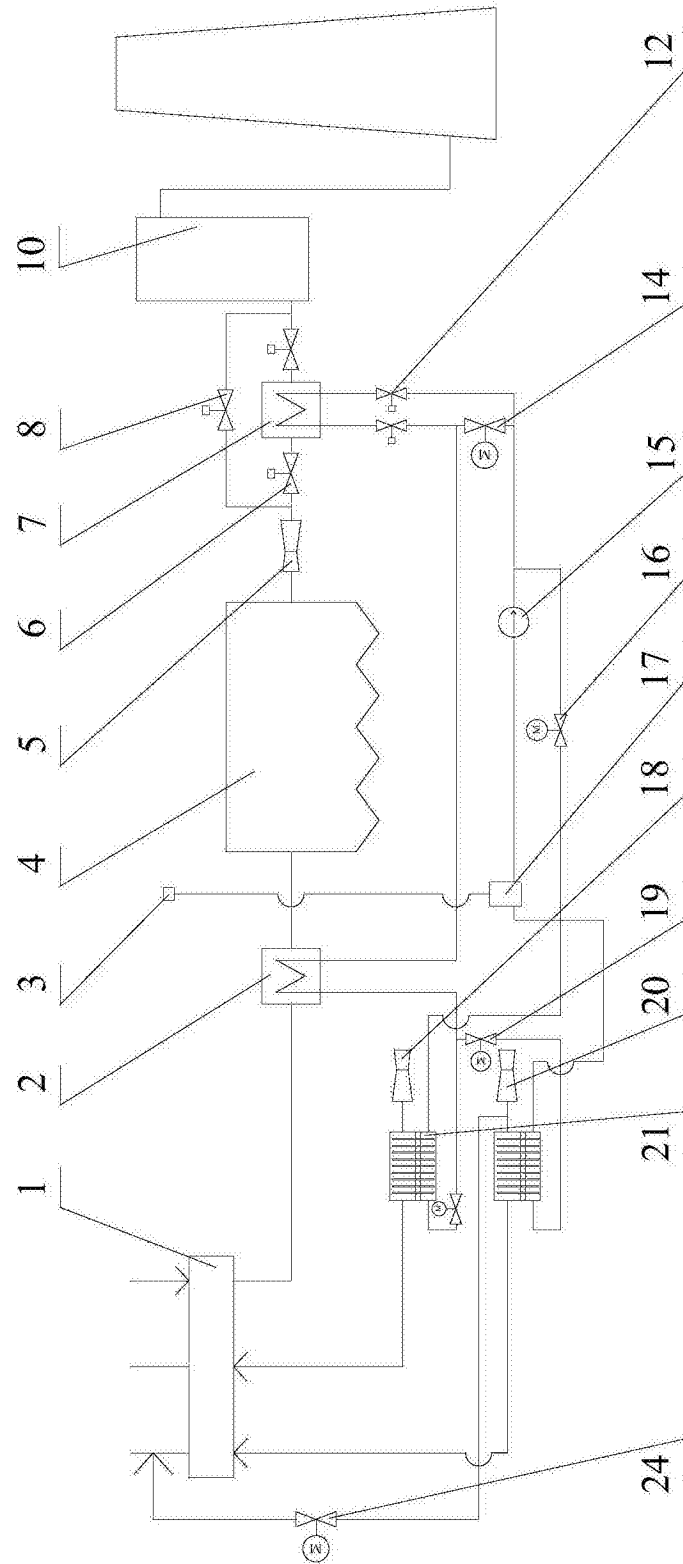


图1