(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102242946 B

(45)授权公告日 2013.10.16

(21)申请号 201110110470.X

(22)申请日 2011.04.29

(73)专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区北京市100084-82 信箱

专利权人 北京华清泰盟科技发展有限公司

(72)发明人 付林 孙健 张世钢

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 朱印康

(51)Int.Cl.

F24D 3/18(2006.01)

F28C 1/02(2006.01)

审查员 昌学霞

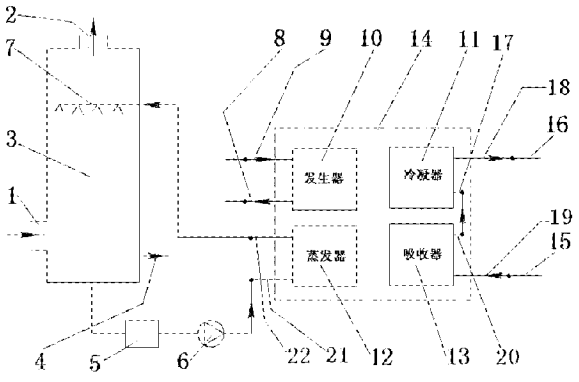
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统

(57)摘要

本发明属于能源技术领域，涉及利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，用于天然气烟气余热和水分回收。系统由烟道、吸收式热泵、喷淋装置、水质处理装置和循环水泵组成，烟气在烟道内自下而上流动，循环水经喷淋装置喷射形成雾化液滴与烟气直接接触换热，循环水流出烟道经过水质处理装置处理后被水泵送入吸收式热泵中的蒸发器，热网回水依次进入吸收式热泵的吸收器和冷凝器，吸收了烟气热量的循环水与热网回水在吸收式热泵进行热交换达到所需要的温度后送回热网。本发明采用烟气与水直接接触换热，在吸收式热泵中提取被烟气加热循环水的热量提升供热系统回水温度，提高了集中供热系统的总体能源利用效率，还起到洁净烟气保护环境的作用。



CN 102242946 B

1. 一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，其特征在于，利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统由烟道（3）、吸收式热泵（14）、喷淋装置（7）、水质处理装置（5）和循环水泵（6）组成，吸收式热泵（14）内部包括发生器（10）、冷凝器（11）、蒸发器（12）和吸收器（13），喷淋装置（7）水平置于烟道（3）的顶部，烟道（3）底盘的循环水出口与水质处理装置（5）的进口连接，水质处理装置（5）的出口与循环水泵（6）的进口连接，循环水泵（6）的出口与吸收式热泵（14）的蒸发器热水侧进口（21）连接，吸收式热泵（14）的蒸发器热水侧出口（22）与喷淋装置（7）的进口连接，吸收式热泵（14）的热泵高温热源侧进口（9）与高温热源输出管连接，吸收式热泵（14）的热泵高温热源侧出口（8）与高温热源回收管连接，吸收式热泵（14）的热泵热水侧进口（19）与热网回水管（15）连接，吸收式热泵（14）的热泵热水侧出口（18）与热网供水管（16）连接，吸收式热泵（14）中，吸收器热水侧出口（20）与冷凝器热水侧进口（17）连接，热泵热水侧进口（19）为吸收器热水侧进口，热泵热水侧出口（18）为冷凝器热水侧出口，溢流口（4）置于烟道（3）的下部，溢出因烟气中的水蒸气的凝结造成的过量循环水。

2. 根据权利要求 1 所述的一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，其特征在于，所述吸收式热泵（14）的高温热源为蒸汽、高温热水或高温烟气，作为吸收式热泵驱动力。

3. 根据权利要求 1 所述的一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，其特征在于，所述喷淋装置（7）的喷嘴的喷射方向与烟道纵向的夹角可调，调整范围为 0° ～ 180° 。

4. 根据权利要求 1 所述的一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，其特征在于，所述循环水泵（6）的出口和蒸发器热水侧进口（21）与旁通管（24）的一端连接，蒸发器热水侧出口（22）和喷淋装置（7）的进口与旁通管（24）的另一端连接。

5. 根据权利要求 1 所述的一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，其特征在于，所述热泵热水侧出口（18）或者与热网加热器（23）的热水侧进口连接，热网加热器（23）的热水侧出口再与热网供水管（16）连接。

利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统

技术领域

[0001] 本发明属于能源技术领域，特别涉及一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统。

背景技术

[0002] 天然气作为一种清洁能源，其主要成分为甲烷，在燃气锅炉或者燃气轮机燃烧后产物主要为 CO_2 和水蒸汽。天然气锅炉是一种重要的一次能源利用设备，相比与燃煤锅炉，天然气锅炉热能利用效率更高，烟气中的污染成分（粉尘、SO_2、NO_x、TSP 和 CO）含量更低。但是一般的天然气锅炉，其排烟温度高达 200℃以上。而在经过燃气轮机做功后，烟气排放的温度仍处于150℃左右，如果这些烟气直接排放到大气中将是巨大的能量浪费。因此对天然气燃烧产生的烟气余热回收是一项具有显著效果的节能技术。

[0003] 烟气余热回收装置可以分为直接接触式和间接接触式。由于间接接触式的传热系数很低，所以往往回收设备体积较大，成本较高，同时烟气冷凝液的腐蚀性对材料也有一定要求。

[0004] 直接接触式是采用循环水直接喷入烟气中进行换热的方式。如果烟气的出口温度低压对应压力下烟气的露点温度，烟气中的部分水蒸气将在换热过程中冷凝，同时该换热过程也洗涤和溶解了烟气中的 SO_2、NO_x 等污染物，也起到了洁净烟气的作用。循环水被烟气加热后通过换热设备将热量传递到需要的环节中。

[0005] 中国专利 98231389.6 公开了一种旋流式汽水换热器，该装置由烟气进出口、进出水口和换热管组成，其大直径的、两端分别装有烟气进口和烟气出口的外换热管和小直径的内换热管为同心圆平行设置，内外换热管两端用圆形环板封闭，外换热管与内换热管之间的圆环形空间焊接有旋流导流板。据称此装置可以让烟气旋转流动，制造容易，换热效率比较理想，但是仍属于烟气－水间接换热的方式。

[0006] 中国专利 CN200910238452.2“热泵型燃气锅炉余热回收机组”中提出了采用吸收式热泵回收烟气余热加热供热系统回水的方式，但是烟气与循环水换热的方式仍为烟气－水间接换热的方式。此系统由吸收式热泵、烟气冷凝换热器以及各种连接管路和附件组成；一次侧天然气进入吸收式热泵的发生器作为驱动热源后与燃气锅炉的排烟依次进入烟气－水换热器、烟气冷凝换热器，首先通过烟气－水换热器的水侧环路加热二次侧热水回水，其次通过烟气冷凝换热器的中间水环路将热量换到吸收式热泵的蒸发器侧作为低位热源，通过吸收式热泵将热量送热网中。该发明称可大幅度降低排烟温度，提高能源利用效率。

[0007] 上述的烟气－水间接换热方式，换热系数一般低于 80w/m^2·℃，因此在回收温度较低的烟气余热的时候需要布置大量的钢管受热面，因而需要大量的钢材的同时，还会对烟气造成很高的流动阻力。间接换热的方式还有其他一些问题：例如，传热面容易结水垢，需要定期维护；需要采用去离子水等水处理方式；换热器存在长期运行后换热效果恶化。

[0008] 为了充分回收烟气余热，提高能源利用效率，洗涤和溶解烟气中的 SO_2、NO_x 等污染

物，洁净烟气，保护环境，需要一种烟气－水直接接触换热的方式回收烟气余热的集中供热系统。

发明内容

[0009] 本发明目的为了解决背景技术中所述的需要一种烟气－水直接接触换热的方式回收烟气余热的集中供热系统的要求，提供一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，其特征在于，利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统由烟道 3、吸收式热泵 14、喷淋装置 7、水质处理装置 5 和循环水泵 6 组成，吸收式热泵 14 内部包括发生器 10、冷凝器 11、蒸发器 12 和吸收器 13，喷淋装置 7 水平置于烟道 3 的顶部，烟道 3 底盘的循环水出口与水质处理装置 5 的进口连接，水质处理装置 5 的出口与循环水泵 6 的进口连接，循环水泵 6 的出口与吸收式热泵 14 的蒸发器热水侧进口 21 连接，吸收式热泵 14 的蒸发器热水侧出口 22 与喷淋装置 7 的进口连接，吸收式热泵 14 的热泵高温热源侧进口 9 与高温热源输出管连接，吸收式热泵 14 的热泵高温热源侧出口 8 与高温热源回收管连接，吸收式热泵 14 的热泵热水侧进口 19 与热网回水管 15 连接，吸收式热泵 14 的热泵热水侧出口 18 与热网供水管 16 连接，吸收式热泵 14 中，吸收器热水侧出口 20 与冷凝器热水侧进口 17 连接，热泵热水侧进口 19 为吸收器热水侧进口，热泵热水侧出口 18 为冷凝器热水侧出口，溢流口 4 置于烟道 3 的下部，溢出因烟气中的水蒸气的凝结造成的过量循环水。

[0010] 所述吸收式热泵 14 的高温热源为蒸汽、高温热水或高温烟气，作为吸收式热泵驱动力。

[0011] 所述喷淋装置 7 的喷嘴的喷射方向与烟道纵向的夹角可调，调整范围为 0° ～ 180° 。

[0012] 所述烟道 3 为空腔式结构或者填料式结构，填充填料为增加循环水雾化效果，加强烟气与循环水的接触换热过程。

[0013] 所述循环水泵 6 的出口和蒸发器热水侧进口 21 与旁通管 24 的一端连接，蒸发器热水侧出口 22 和喷淋装置 7 的进口与旁通管 24 的另一端连接，循环水经过水质处理装置 5 后被分为两路，一路进入吸收式热泵 14 中的蒸发器 12，另一路通过旁通管 24 直接经喷淋装置 7 在烟道 3 中喷淋。

[0014] 所述热泵热水侧出口 18 或者与热网加热器 23 的热水侧进口连接，热网加热器 23 的热水侧出口再与热网供水管 16 连接，一次热网回水经过吸收式热泵 14 后，再经过热网加热器 17 进一步提升温度。

[0015] 烟气在烟道 3 内从烟气入口 1 到烟气出口 2 自下而上流动，循环水通过喷淋装置 7 喷射形成雾化液滴在自上而下降落的同时与烟气直接接触换热，被加热的循环水从烟道 3 的底盘流出经过循环水水质处理装置 5 处理后被循环水泵 6 送入吸收式热泵 14 中的蒸发器 12，来自热网回水管 15 的供热系统的热网回水依次进入吸收式热泵 14 的吸收器 13 和冷凝器 11，在吸收式热泵 14 内，吸收了烟气热量的循环水与热网回水进行热交换，热网供水达到所需要的温度后从热网供水管 16 送入热网系统。

[0016] 本发明采用烟气－水直接接触换热和利用吸收式热泵回收烟气余热的方式向热网系统供热。烟气自下而上流动的过程中与循环水换热达到降温的目的。循环水与烟气换热之后在烟道底部聚集后经过水质处理装置后进入吸收式热泵，循环水释放热量被用于

加热集中供热系统中热网回水，热网回水在经过吸收式热泵后还可再经过热网加热器进一步提升温度。烟道中亦可增加填料以增加循环水雾化效果，加强烟气与循环水的接触换热过程。由于烟气出口温度要低于对应压力下的烟气的露点温度，此烟气－水直接换热的过程将有烟气中的水蒸气冷凝，所以循环水的流量随着烟气中水蒸气的冷凝将会增加，需要在烟道底部安装溢流装置以排出多余的循环水，保证循环水恒定的流量。由于烟气中含有SO_2、NO_x等成分，在与循环水直接换热的过程中将溶解于循环水中，循环水的酸性增强，因而循环水与烟气直接接触后要经过水质处理装置，对循环水进行除杂质和调整 PH 值以降低腐蚀性后再进入吸收式热泵以保证系统稳定运行。循环水可全部进入吸收式热泵换热，也可部分进入吸收式热泵，没有进入吸收式热泵的循环水直接返回烟道继续换热。经烟气加热的循环水进入高温热源驱动的吸收式热泵，循环水释放热量被用于加热热网回水，热网回水还可经过热网加热器被进一步提升温度后送入供热用户侧循环运行。

[0017] 本发明的有益效果为，本发明为一种利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热方式，采用烟气与水直接接触换热的方式，由循环水回收烟气余热，以高温热源作为吸收式热泵的驱动热源，在吸收式热泵中提取被烟气加热循环水的热量用于提升供热系统回水温度，该系统能够提升集中供热系统的总体能源利用效率，具有较好的烟气与水换热效果的同时还能起到洁净烟气保护环境的作用。

附图说明

[0018] 图 1 为利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统实施例示意图；

[0019] 图 2 为部分循环水进入吸收式热泵的实施例示意图；

[0020] 图 3 为一次热网回水经过吸收式热泵后，再经热网加热器进一步提升温度的实施例示意图。

[0021] 图中，1-- 烟气入口，2-- 烟气出口，3-- 烟道，4-- 溢流口，5-- 水质处理装置，6-- 循环水泵，7-- 喷淋装置，8-- 热泵高温热源侧出口，9-- 热泵高温热源侧进口，10-- 发生器，11-- 冷凝器，12-- 蒸发器，13-- 吸收器，14-- 吸收式热泵，15-- 热网回水管，16-- 热网供水管，17-- 冷凝器热水侧进口，18-- 热泵热水侧出口，19-- 热泵热水侧进口，20-- 吸收器热水侧出口，21-- 蒸发器热水侧进口，22-- 蒸发器热水侧出口，23-- 热网加热器，24-- 旁通管。

具体实施方式

[0022] 下面结合实施例和附图对本发明进一步说明。本发明提出了一种通过烟气－水直接换热，将循环水回收的烟气余热通过吸收式热泵加热热网回水的系统，即利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统，该系统的实施例如图 1 所示。

[0023] 利用吸收式热泵回收烟气余热的集中供热系统由烟道 3、吸收式热泵 14、喷淋装置 7、水质处理装置 5 和循环水泵 6 组成。吸收式热泵 14 内部包括发生器 10、冷凝器 11、蒸发器 12 和吸收器 13。喷淋装置 7 水平置于烟道 3 的顶部，喷淋装置 7 的喷嘴的喷射方向与烟道纵向的夹角可调，调整范围为 0° ～ 180° 。烟道 3 为填料式结构，填充填料为增加循环水雾化效果，加强烟气与循环水的接触换热过程。烟道 3 底盘的循环水出口与水质处理装置 5 的进口连接，水质处理装置 5 的出口与循环水泵 6 的进口连接，循环水泵 6 的出口与

吸收式热泵 14 的蒸发器热水侧进口 21 连接，吸收式热泵 14 的蒸发器热水侧出口 22 与喷淋装置 7 的进口连接，吸收式热泵 14 的热泵高温热源侧进口 9 与高温热源输出管连接，吸收式热泵 14 的热泵高温热源侧出口 8 与高温热源回收管连接，吸收式热泵 14 的热泵热水侧进口 19 与热网回水管 15 连接，吸收式热泵 14 的热泵热水侧出口 18 与热网供水管 16 连接，吸收式热泵 14 中，吸收器热水侧出口 20 与冷凝器热水侧进口 17 连接，热泵热水侧进口 19 为吸收器热水侧进口，热泵热水侧出口 18 为冷凝器热水侧出口，溢流口 4 置于烟道 3 的下部。

[0024] 天然气锅炉或者燃气轮机排放出的烟气从烟气入口 1 进入烟道 3 底部，经过与循环水直接接触换热后从烟道 3 顶部的烟气出口 2 离开，循环水通过喷淋装置 7 形成雾化液滴与自下而上的烟气换热后在烟道 3 的底盘聚集后进入水质处理装置 5，在水质处理装置 5 中进行杂质过滤和酸碱度调节后经过循环水泵 6 进入吸收式热泵 14。循环水进入蒸发器 12 释放热量后经喷淋装置 7 再次进入烟道 3 与烟气进行换热。高温热源从热泵高温热源侧进口 9 进入发生器 10 驱动吸收式热泵 14 工作，高温热源释放热量后从热泵高温热源侧出口 8 离开发生器 10。供热系统中热网回水首先进入吸收器 13，再进入冷凝器 11 后离开吸收式热泵 14。如果烟气在烟道 3 的烟气出口 2 的温度低于烟气在对应压力下的冷凝温度，烟气将在被循环水冷却的过程中由水蒸气冷凝于循环水中，所以随着换热的进行，循环水的总流量会不断增加，因此在烟道 3 底部增加一个溢流口 4，当烟道底部的循环水达到一定的高度后将会溢出烟道 3 以保证循环水流量的恒定。

[0025] 图 2 为部分循环水进入吸收式热泵的实施例示意图，循环水泵 6 的出口和蒸发器热水侧进口 21 与旁通管 24 的一端连接，蒸发器热水侧出口 22 和喷淋装置 7 的进口与旁通管 24 的另一端连接，循环水经过水质处理装置 5 后被分为两路，一路进入吸收式热泵 14 中的蒸发器 12，另一路通过旁通管 24 直接经喷淋装置 7 在烟道 3 中喷淋，直接返回烟道继续换热。

[0026] 图 3 为一次热网回水经过吸收式热泵后，再经热网加热器进一步提升温度的实施例示意图。热泵热水侧出口 18 或者与热网加热器 23 的热水侧进口连接，热网加热器 23 的热水侧出口再与热网供水管 16 连接，一次热网回水经过吸收式热泵 14 后，再经过热网加热器 17 进一步提升温度后送入供热用户侧循环运行。

[0027] 本发明适用于集中供热热源的大中型天然气锅炉房、燃气热电厂以及燃气热电冷三联供系统的天然气烟气余热和水分回收。

[0028] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

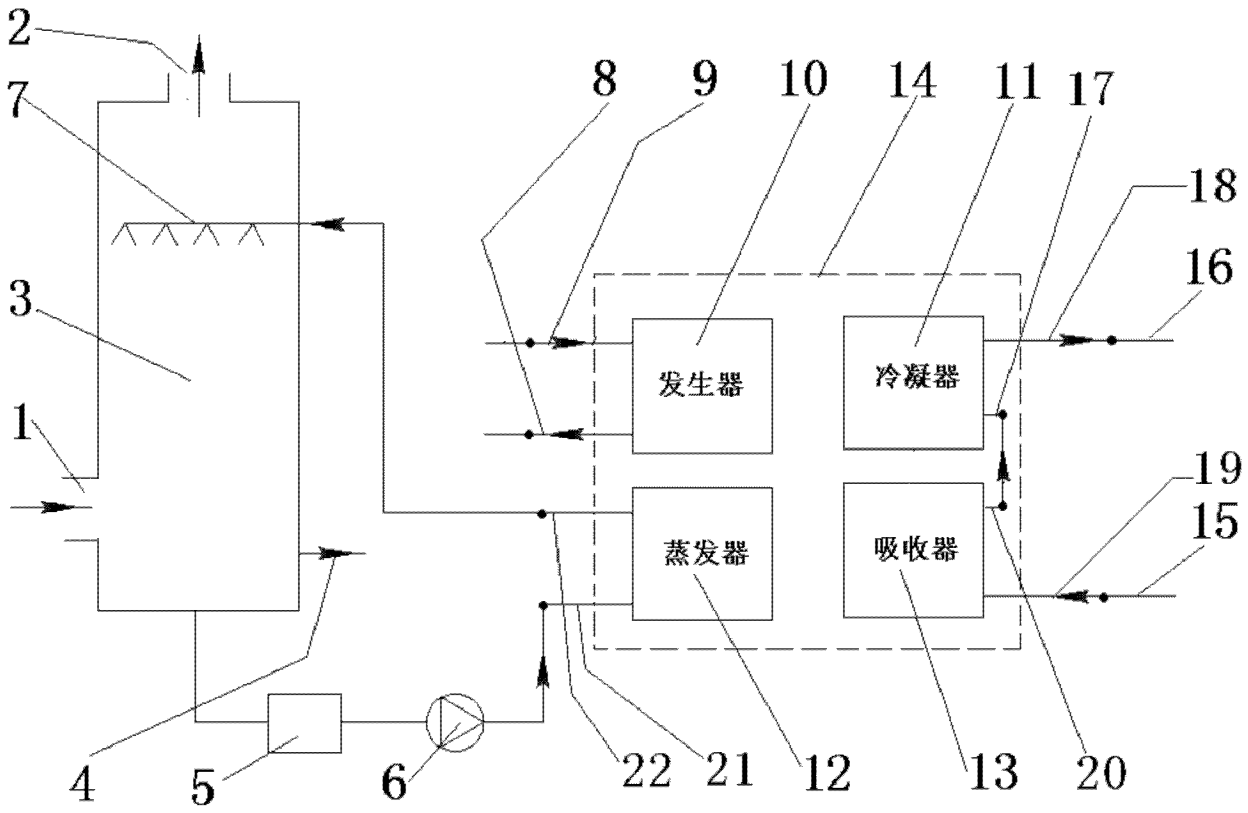


图 1

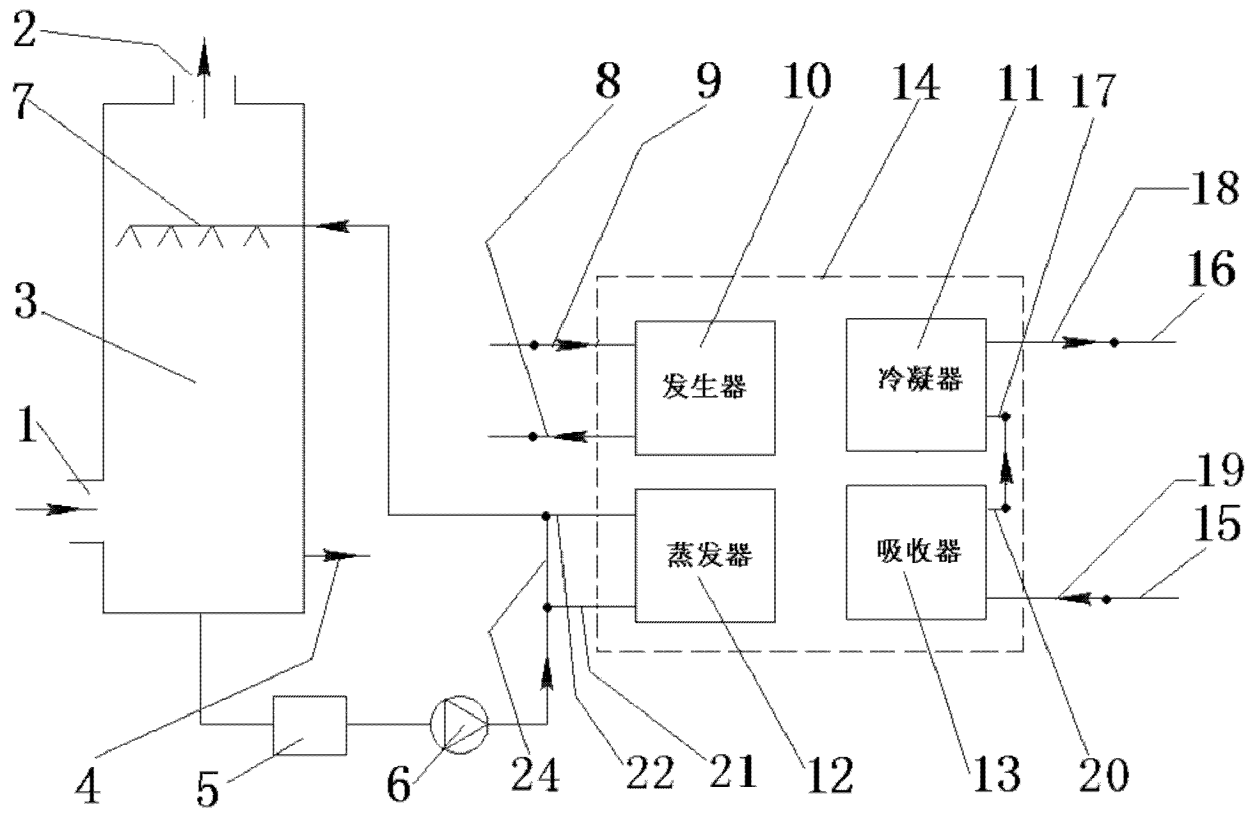

2
7
3
1
8
9
10
14
11
17
18
16
19
15
发生器
冷凝器
蒸发器
吸收器
4
5
6
24
22
21
12
13
20

图 2

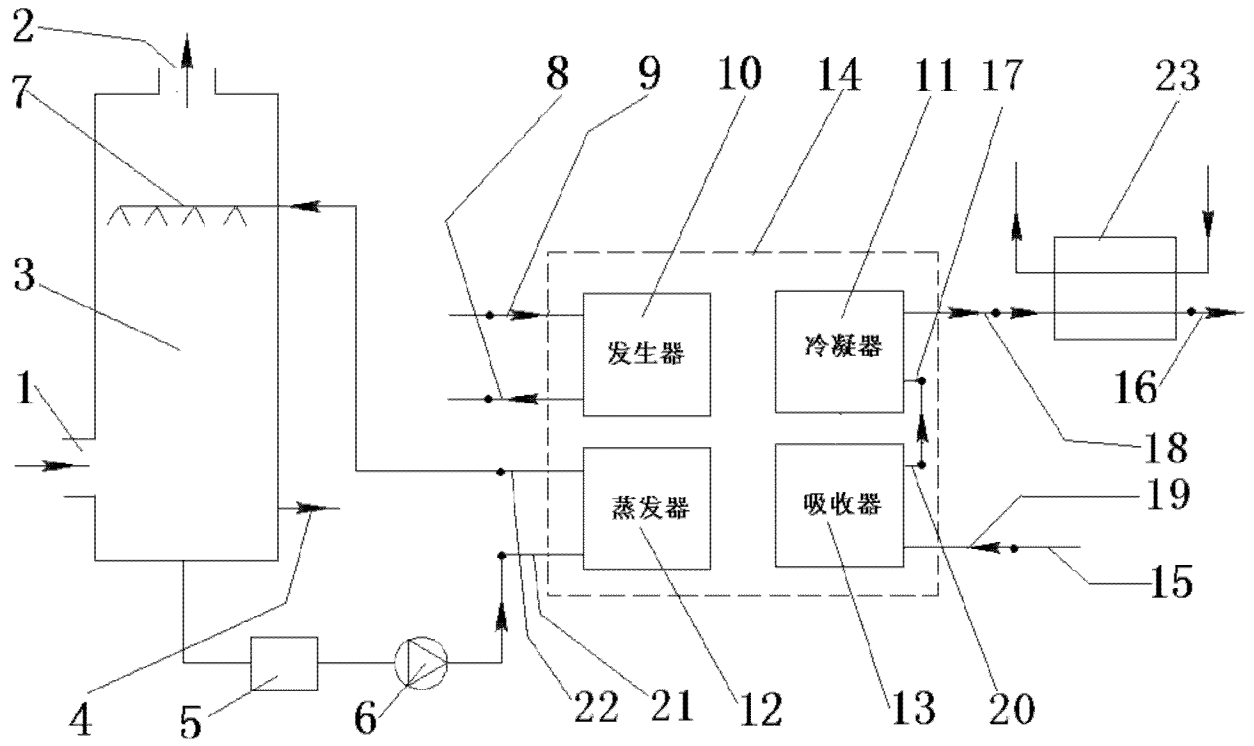

2
7
3
1
8
9
10
14
11
17
23
16
18
19
15
发生器
冷凝器
蒸发器
吸收器
4
5
6
22
21
12
13
20

图 3