



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114777544 A

(43) 申请公布日 2022.07.22

(21) 申请号 202210421299.2

F24D 15/00 (2022.01)

(22) 申请日 2022.04.21

(71) 申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72) 发明人 王志强 王闯 王苏腰拉 程星星
许焕焕

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

专利代理师 赵敏玲

(51) Int. Cl.

F28D 20/02 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

F28F 27/00 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

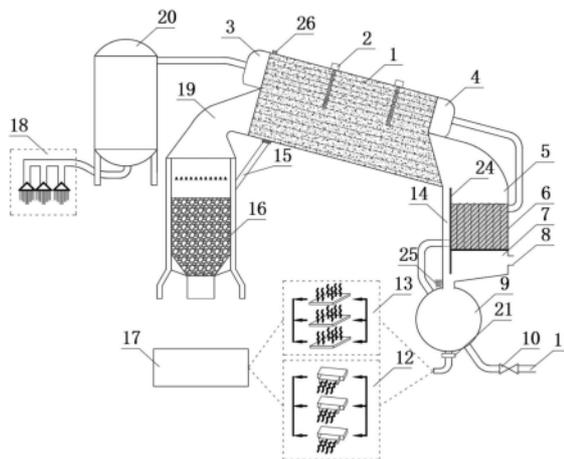
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种间歇蒸汽余热回收利用系统及工作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种间歇蒸汽余热回收利用系统及工作方法,涉及蒸汽余热回收技术领域,解决了现有蒸汽余热回收系统无法满足阵发性、瞬时大量的蒸汽余热回收需要的问题,提高了蒸汽余热回收效率,具体方案如下:包括管壳式蓄热换热器,所述管壳式蓄热换热器一端与阵发蒸汽发生装置连接,另一端依次连接有间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器,所述间壁式水水换热器连接有凝结水用热末端;还包括冷却水管路,所述冷却水管路依次连接间壁式水水换热器、间壁式汽水换热器、管壳式蓄热换热器和冷却水用热末端,冷却水管路的入水端设置在间壁式水水换热器上。



1. 一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,包括管壳式蓄热换热器,所述管壳式蓄热换热器一端与阵发蒸汽发生装置连接,另一端依次连接有间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器,所述间壁式水水换热器连接有凝结水用热末端;

还包括冷却水管路,所述冷却水管路依次连接间壁式水水换热器、间壁式汽水换热器、管壳式蓄热换热器和冷却水用热末端,冷却水管路的入水端设置在间壁式水水换热器上。

2. 根据权利要求1所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述管壳式蓄热换热器由管壳、设置在管壳内的相变材料和上、下管程组成,所述下管程为螺旋内肋管,上管程为螺旋外肋管,下管程的管径大于上管程管径,所述上管程的两端分别固定设有一个集箱,所述集箱与冷却水管路连接。

3. 根据权利要求2所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述管壳式蓄热换热器朝向间壁式汽水换热器倾斜,所述下管程的出口端处的管板与其邻近的管壳式蓄热换热器的端部呈夹角设置。

4. 根据权利要求2所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述下管程的一端通过第一蒸汽通道与间壁式汽水换热器连通,另一端通过第二蒸汽通道与阵发蒸汽发生装置连通,所述第二蒸汽通道的截面设置有梯度。

5. 根据权利要求4所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述第一蒸汽通道的一侧设有凝结水通道,所述凝结水通道的顶端与下管程出口端的底部连接,凝结水通道的底端与间壁式水水换热器连通,凝结水通道与第一蒸汽通道之间由挡板分隔。

6. 根据权利要求1所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述管壳式蓄热换热器的上部插入至少两根超声振动棒,超声振动棒的插入端位于管壳式蓄热换热器内部的中心位置处,所述管壳式蓄热换热器的顶部还设置安全阀。

7. 根据权利要求1所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述间壁式汽水换热器的底部设有气体通道,所述气体通道上设有气体出口,用于排除不凝结的气体,气体通道的底端与间壁式水水换热器连通。

8. 根据权利要求1所述的一种间歇蒸汽余热回收利用系统,其特征在于,所述间壁式水水换热器上设有水位计和温控装置,所述凝结水用热末端为地面辐射供暖系统和空调系统,所述地面辐射供暖系统和空调系统均通过循环管路与循环水箱连接;所述冷却水用热末端设有缓冲罐,所述缓冲罐一端通过冷却水管路与管壳式蓄热换热器连接,另一端与生活用水区连接。

9. 一种如权利要求1-8中任一项所述的间歇蒸汽余热回收利用系统的工作方法,其特征在于,具体过程如下:

阵发蒸汽发生装置瞬时产生的大量蒸汽依次经过管壳式蓄热换热器、间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器,凝结水最终输送至凝结水用热末端处;

冷却水通过冷却水管路依次流经间壁式水水换热器、间壁式汽水换热器和管壳式蓄热换热器,吸热后的冷却水最终输送至冷却水用热末端处。

10. 根据权利要求9所述的工作方法,其特征在于,凝结水在输送至凝结水用热末端前,利用温控装置设定凝结水的释放温度。

一种间歇蒸汽余热回收利用系统及工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及蒸汽余热回收技术领域,特别是涉及一种间歇蒸汽余热回收利用系统及工作方法。

背景技术

[0002] 这里的陈述仅提供与本发明相关的背景技术,而不必然地构成现有技术。

[0003] 钢铁、焦化、冶炼等行业有大量的阵发性低温蒸汽余热的释放。将这些余热加以利用,一方面可以缓解民用热量能源紧张问题,另一方面可以加速实现双碳目标。但是工业阵发性余热具有瞬时超大量的特点,该量级热量若采用冷却水换热,水泵功率巨大,回收效益不高。

[0004] 发明人发现,目前对工业余热的利用技术有很多,但对瞬时大量的蒸汽余热回收设备的研究较少,例如,现有技术中的熄焦塔余热回收系统,在熄焦塔后设置M型螺旋翅片管,用持续的冷媒与蒸汽换热后,流入缓冲罐中达到蓄能效果。然而,由于这种装置采用持续冷却水直接与蒸汽换热。以7m焦炉为例,湿式熄焦120s内会有15t蒸汽释放,该量级热量用冷却水的显热换热水泵功率耗费巨大,回收效益不高,且不适用于阵发性蒸汽余热的回收。M型螺旋管换热器背部存在流动死区,凝结液不能及时排出,且蒸汽凝结后温度仍然很高,对这部分热量没有回收。以上因素导致余热回收装置效率低,且不能解决阵发、瞬时的蒸汽余热回收问题。

[0005] 基于阵发性蒸汽余热回收系统已有技术的缺点和工程实际中回收瞬时大量蒸汽余热的问题,目前回收阵发性蒸汽余热大多以冷却水为冷媒不能满足瞬时大量蒸汽余热回收需要,且回收的热量品质低,效果不理想。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的是提供一种间歇蒸汽余热回收利用系统及工作方法,解决了现有蒸汽余热回收系统无法满足阵发性、瞬时的蒸汽余热回收需要的问题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:

[0008] 第一方面,本发明提供了一种间歇蒸汽余热回收利用系统,包括管壳式蓄热换热器,所述管壳式蓄热换热器一端与阵发蒸汽发生装置连接,另一端依次连接有间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器,所述间壁式水水换热器连接有凝结水用热末端;

[0009] 还包括冷却水管路,所述冷却水管路依次连接间壁式水水换热器、间壁式汽水换热器、管壳式蓄热换热器和冷却水用热末端,冷却水管路的入水端设置在间壁式水水换热器上。

[0010] 作为进一步的实现方式,所述管壳式蓄热换热器由管壳、设置在管壳内的相变材料和上、下管程组成,所述下管程为螺旋内肋管,上管程为螺旋外肋管,下管程的管径大于上管程管径,所述上管程的两端分别固定设有一个集箱,所述集箱与冷却水管路连接。

[0011] 作为进一步的实现方式,所述管壳式蓄热换热器朝向间壁式汽水换热器倾斜,所述下管程的出口端处的管板与其邻近的管壳式蓄热换热器的端部呈夹角设置。

[0012] 作为进一步的实现方式,所述下管程的一端通过第一蒸汽通道与间壁式汽水换热器连通,另一端通过第二蒸汽通道与阵发蒸汽发生装置连通,所述第二蒸汽通道的截面设置有梯度。

[0013] 作为进一步的实现方式,所述第一蒸汽通道的一侧设有凝结水通道,所述凝结水通道的顶端与下管程出口端的底部连接,凝结水通道的底端与间壁式水水换热器连通,凝结水通道与第一蒸汽通道之间由挡板分隔。

[0014] 作为进一步的实现方式,所述管壳式蓄热换热器的上部插入至少两根超声振动棒,超声振动棒的插入端位于管壳式蓄热换热器内部的中心位置处,所述管壳式蓄热换热器的顶部还设置安全阀。

[0015] 作为进一步的实现方式,所述间壁式汽水换热器的底部设有气体通道,所述气体通道上设有气体出口,用于排除不凝结的气体,气体通道的底端与间壁式水水换热器连通。

[0016] 作为进一步的实现方式,所述间壁式水水换热器上设有水位计和温控装置,所述凝结水用热末端为地面辐射供暖系统和空调系统,所述地面辐射供暖系统和空调系统均通过循环管路与循环水箱连接;所述冷却水用热末端设有缓冲罐,所述缓冲罐一端通过冷却水管路与管壳式蓄热换热器连接,另一端与生活用水区连接。

[0017] 第二方面,本发明提供了一种间歇蒸汽余热回收利用系统的工作方法,具体过程如下:

[0018] 阵发蒸汽发生装置瞬时产生的大量蒸汽依次经过管壳式蓄热换热器、间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器,凝结水最终输送至凝结水用热末端处;

[0019] 冷却水通过冷却水管路依次流经间壁式水水换热器、间壁式汽水换热器和管壳式蓄热换热器,吸热后的冷却水最终输送至冷却水用热末端处。

[0020] 作为进一步的实现方式,凝结水在输送至凝结水用热末端前,利用温控装置设定凝结水的释放温度。

[0021] 上述本发明的有益效果如下:

[0022] (1) 本发明依次设置了管壳式蓄热换热器、间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器,采用余热分级回收的形式,用不同的换热形式回收不同状态的余热,从而达到余热回收效率的最大化。

[0023] (2) 本发明在管壳式蓄热换热器中设置超声振动棒,利用外场改善相变材料的过冷度,增强相变介质分子的运动,并使高导热纳米材料均匀分布在相变材料中,综合提高蓄热器的换热系数,且在分子的不断撞击中超声波能量转换为热能被相变介质吸收,有效避免了能量损耗。

[0024] (3) 本发明冷却水采用逆向流动的形式,依次在间壁式水水换热器、间壁式汽水换热器和管壳式蓄热换热器中换热,保证了每个换热器中余热的有效回收,提高余热回收效率。

[0025] (4) 本发明在第一蒸汽通道中设置挡板,把未凝结的蒸汽和凝结水分开,使蒸汽能够继续在间壁式汽水换热器中凝结换热,避免了蒸汽余热的浪费,进一步提高了余热回收效率。

[0026] (5) 本发明利用温控装置调控供给热用户的凝结水温,通过布置水位计掌握间壁式水水换热器水位信息,提高了换热系统的智能性与安全性。

[0027] (6) 本发明不同季节温控装置设定不同的凝结水释放温度,分别搭配地面辐射供暖系统和空调系统,冷却水则作为热水被生活用水区使用,实现热量跨方式、跨季节和跨区域供应。

附图说明

[0028] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0029] 图1是本发明根据一个或多个实施方式的一种间歇蒸汽余热回收利用系统的整体结构示意图;

[0030] 图2是本发明根据一个或多个实施方式的管壳式蓄热换热器的截面结构示意图;

[0031] 图中:为显示各部位位置而夸大了互相间间距或尺寸,示意图仅作示意使用;

[0032] 其中,1、管壳式蓄热换热器;2、超声振动棒;3、第一集箱;4、第二集箱;5、第一蒸汽通道;6、间壁式汽水换热器;7、气体通道;8、气体出口;9、间壁式水水换热器;10、截止阀;11、冷却水入口;12、空调系统;13、地面辐射供暖系统;14、凝结水通道;15、软连接支撑架;16、阵发蒸汽发生装置;17、循环水箱;18、生活用水区;19、第二蒸汽通道;20、缓冲罐;21、温控阀;22、下管程;23、上管程;24、挡板;25、水位计;26、安全阀。

具体实施方式

[0033] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本发明使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0034] 正如背景技术所介绍的,目前回收阵发性蒸汽余热大多以冷却水为冷媒不能满足瞬时大量蒸汽余热回收需要,且回收的热量品质低,效果不理想的问题,为了解决如上的技术问题,本发明提出了一种间歇蒸汽余热回收利用系统及工作方法。

[0035] 实施例1

[0036] 本发明的一种典型的实施方式中,如图1-图2所示,提出一种间歇蒸汽余热回收利用系统,包括,依次连接的阵发蒸汽发生装置16、管壳式蓄热换热器1、间壁式汽水换热器6、间壁式水水换热器9、循环水箱17,其中,系统中的冷却水用于生活用水区18,凝结水用于秋冬季用的地面辐射供暖系统13和春夏季用的空调系统12,本实施例中阵发蒸汽发生装置16以熄焦塔为例。

[0037] 其中,间壁式汽水换热器和间壁式水水换热器均为现有的结构,具体结构形式这里不再过多的赘述。

[0038] 具体如图1所示,阵发蒸汽发生装置16通过蒸汽通道19与管壳式蓄热换热器1的一端连接,管壳式蓄热换热器1用于对来自阵发蒸汽发生装置16的蒸汽进行余热回收,并生成未凝结的蒸汽和凝结水,管壳式蓄热换热器1的底部通过软连接支撑架15与阵发蒸汽发生装置16的侧壁连接,用于管壳式蓄热换热器1的支撑和缓冲震动;

[0039] 其中,阵发蒸汽发生装置16与管壳式蓄热换热器1连接的第二蒸汽通道19截面设

置有较大的梯度,以降低蒸汽流动速度,延长换热时间。

[0040] 管壳式蓄热换热器1的另一端通过第一蒸汽通道5与间壁式汽水换热器6的顶部连接,用于将未凝结的蒸汽输送到间壁式汽水换热器6中进行蒸汽余热的二次回收,其中,间壁式汽水换热器6低于管壳式蓄热换热器1。

[0041] 如图2所示,管壳式蓄热换热器1分为上下两个管程,分别为下管程22和上管程23,上管程23位于下管程22的上方,其中,下管程22的入口处通过第二蒸汽通道19与阵发蒸汽发生装置16连接,下管程22的出口处通过第一蒸汽通道5与间壁式汽水换热器6连通;上管程23的出口处连接缓冲罐20随后进入生活用水区18,上管程23的入口处连接间壁式汽水换热器6。

[0042] 其中,下管程22的入口端邻近于阵发蒸汽发生装置16,上管程23的出口端与下管程22的入口端同侧。

[0043] 管壳式蓄热换热器1为相变蓄热器,由管壳、设置在管壳内的相变材料和上下管程组成,具体形状类似两个锅筒复合在一起,其竖向截面为上小下大的葫芦形,其中,下管程22和上管程23均设有若干根,上管程23均匀布置在葫芦形管壳的上半部,下管程22均匀布置在葫芦形管壳的下半部,上管程23和下管程22的周侧填满相变材料。

[0044] 管壳式蓄热换热器1两端采用隔热材料制成的管板进行封堵,以避免热量的流失。管壳式蓄热换热器1朝向间壁式汽水换热器6倾斜,具体如图1所示,管壳式蓄热换热器1沿顺时针方向倾斜 15° ,且下管程22出口端处的管板与其邻近的管壳式蓄热换热器1的端部呈 15° 的夹角,以便于及时排出凝结水。

[0045] 本实施例中,相变材料为无机相变材料,采用三水醋酸钠、 $1.5\text{wt}\%$ 十二水磷酸氢二钠和 $1.5\text{wt}\%$ 纳米石墨制成,在其他实施例中,相变材料也可以采用其他组分材料制成,这里不做过多的限制。

[0046] 其中,上管程23为螺旋外肋管,在进出口端布置集箱,用于汇集并分配冷却水,具体的,上管程23的出口端设置第一集箱3,上管程23的入口端设置第二集箱4;

[0047] 下管程22为螺旋内肋管,下管程22管径为上管程23管径的 $1.5\text{-}2$ 倍,使用螺旋肋管的结构形式大大增加了管程与周侧相变材料/蒸汽的接触面积,提高了换热效率和蓄热能力。

[0048] 由于相变材料存在一些制约其发展的缺点,如导热系数低、相分离、过冷度、循环稳定性差等,且对相变材料封装会降低其蓄热能力,增大相变蓄热器的体积和费用,为了提高管壳式蓄热换热器1中相变材料的换热系数且保证其蓄热密度,在管壳式蓄热换热器1上部插入至少两根超声振动棒2,使得超声振动棒2的插入端位于管壳式蓄热换热器1内部的中心位置处,即上管程23与下管程22的交界处。

[0049] 管壳式蓄热换热器1工作时超声振动棒2向 360° 方向发射超声震动,增强蓄热介质分子的运动,有效抑制相变材料的过冷度;同时提升纳米石墨在相变介质中的均匀性,改善相变介质内部的导热系数,并综合提高管壳式蓄热换热器1的换热系数。由于超声振动的存在确保了相变介质有明显的固液分层,以保证充分换热。特别的是,超声振动棒2释放的能量最后也会以热量的形式被相变材料所吸收。

[0050] 管壳式蓄热换热器1的顶部设置安全阀26,安全阀26可进行蒸汽的应急排放,以防止管壳式蓄热换热器1内部压力过高。

[0051] 如图1所示,间壁式汽水换热器6的顶部通过第一蒸汽通道5与管壳式蓄热换热器1中下管程22的出口端连接,间壁式汽水换热器6的侧壁上开设有出水口和进水口,出水口位于间壁式汽水换热器6上侧由水管连接第二集箱4,进水口位于汽水换热器6的下侧由水管连接间壁式水水换热器9。

[0052] 还设有凝结水通道14,凝结水通道14位于间壁式汽水换热器6的一侧,凝结水通道14的顶端与下管程22的出口端的底部连接,凝结水通道14的底端与间壁式水水换热器9连通,凝结水通道14与第一蒸汽通道5之间由挡板24分隔,起到汽水分离的作用。

[0053] 由于管壳式蓄热换热器1朝向间壁式汽水换热器6倾斜,且下管程22出口端的管板与其邻近的管壳式蓄热换热器1的端部呈 15° 的夹角,可以保证凝结水快速准确的排入凝集水通道14而不进入第一蒸汽通道5内,使得第一蒸汽通道5内仅有蒸汽进入,以保证汽水分离的效果,防止凝结水影响间壁式汽水换热器6的换热工作。

[0054] 需要注意的是,管壳式蓄热换热器1的管板与管道连通时,需要采用先焊后胀的连接形式,密封性好又不会在焊接时产生气孔,有效提高蓄热器使用寿命。

[0055] 间壁式汽水换热器6的底部通过气体通道7与位于间壁式汽水换热器6下方的间壁式水水换热器9连通,气体通道7的底部与凝结水通道14的底部连通,用于将凝结水汇集到间壁式水水换热器9内;气体通道7的侧壁上开设有气体出口8,用于不凝结气体的及时排出。

[0056] 间壁式水水换热器9分为凝结水部和冷却水部,凝结水部和冷却水部之间不连通,用于冷却水与凝结水之间的换热,凝结水部的入口位于间壁式水水换热器9的顶部并与凝结水通道14、气体通道7的最低处连通,凝结水部的出口位于间壁式水水换热器9的底部,凝结水部的出口处连接有温控阀21和用热末端;

[0057] 冷却水部的入口位于间壁式水水换热器9的下侧,冷却水部的入口处连接有截止阀10,冷却水部的出口位于间壁式水水换热器9的上侧,通过水管与间壁式汽水换热器6的进水口连接。

[0058] 冷却水由间壁式水水换热器9的下侧流入上侧流出并进入间壁式汽水换热器6内,在间壁式水水换热器9上设置水位计25,用于确定凝结水水位,并与温控阀21配合,当凝结水温达到设定温度或凝结水水位达危险刻度时自动排水。

[0059] 间壁式汽水换热器6和间壁式水水换热器9冷却水的入口均是设置在换热器本体的下部,冷却水的出口均是设置在换热器本体的上部,使得冷却水逆向流动以增强换热。

[0060] 热利用系统包括凝结水用热末端和冷却水用热末端,其中,凝结水用热末端与间壁式水水换热器9的凝结水部的出口连接,冷却水用热末端与间壁式蓄热换热器1上的第一集箱3连接。

[0061] 具体的,冷却水的用热末端为生活用水区18,生活用水区18与缓冲罐20连通,缓冲罐20通过水管与第一集箱3连通,冷却水依次流经间壁式水水换热器9、间壁式汽水换热器6以及管壳式蓄热换热器1的冷却水进入缓冲罐20储存,有针对性的提高了余热回收效率,冷却水可通过控制水流量使水温维持在 65°C - 80°C 被生活用水区18使用;

[0062] 凝结水的用热末端分为空调系统12和地面辐射供暖系统13,空调系统12用于春夏季,温控阀21控制水温为 35°C ;地面辐射供暖系统13用于秋冬季,温控阀21控制水温为 50°C ,空调系统12和地面辐射供暖系统13均通过凝结水回路连接循环水箱17,使内部水路闭

环,保证凝结水可循环使用。

[0063] 需要注意的是,空调系统12和地面辐射供暖系统13的凝结水回路上均设有截止阀10。

[0064] 不同季节温控装置设定不同的凝结水释放温度,分别搭配地面辐射供暖系统13和空调系统12,冷却水则作为热水被生活用水区18使用,实现热量跨方式、跨季节和跨区域供应。

[0065] 本实施例中的间歇蒸汽余热回收利用系统采用余热分级回收的形式,用不同的换热形式回收不同状态的余热,从而达到余热回收效率的最大化。

[0066] 可以理解的是,本实施例中的间歇蒸汽余热回收利用系统不仅能够用于熄焦蒸汽余热回收,也适用于其他工业蒸汽余热的回收利用,具体应用根据实际需求进行选择,这里不做过多的限制。

[0067] 实施例2

[0068] 本发明的另一种典型的实施方式中,提出一种工作方法,利用了实施例1所述的间歇蒸汽余热回收利用系统,具体过程如下:

[0069] 蒸汽侧的工作过程:阵发蒸汽发生装置16工作时产生瞬时大量的蒸汽,顺着第二蒸汽通道19进入管壳式蓄热换热器1的下管程22,下管程22中的蒸汽与下管程22周侧的相变介质换热,使相变介质由固相逐渐转变为液相。

[0070] 由于超声振动的存在,确保蒸汽侧(下管程22处)始终与相变材料的固相换热,冷却水侧(上管程23处)始终与液相换热。

[0071] 蒸汽凝结后沿倾斜的管道向下流动,被挡板24阻拦到凝结水通道14中,未凝结的蒸汽通过第一蒸汽通道5进入间壁式汽水换热器6中继续换热;最后凝结水汇集到间壁式水水换热器9中,不凝结气体从气体出口8排出。

[0072] 凝结水由温控阀21控制水温,秋冬季时打开地面辐射供暖系统13的阀门,凝结水温度为50℃时,温控阀21打开阀门排出间壁式水水换热器9中的凝结水至地面辐射供暖系统13,随后进入循环水箱17;

[0073] 春夏季时打开空调系统12的阀门,凝结水温度为35℃时或水位达安全刻度时,温控阀21打开排出凝结水,带走空调系统12中的热量后,进入循环水箱17。

[0074] 冷却水侧工作过程:打开间壁式水水换热器9处的截止阀10,使得冷却水以逆流形式依次经过间壁式水水换热器9,间壁式汽水换热器6、第二集箱4、管壳式蓄热换热器1和第一集箱3,水温达到65℃-80℃流入缓冲罐20,被生活用水区18使用。

[0075] 不同季节温控装置设定不同的凝结水释放温度,分别搭配地面辐射供暖系统13和空调系统12,冷却水则作为热水被生活用水区18使用,实现热量跨方式、跨季节和跨区域供应。

[0076] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

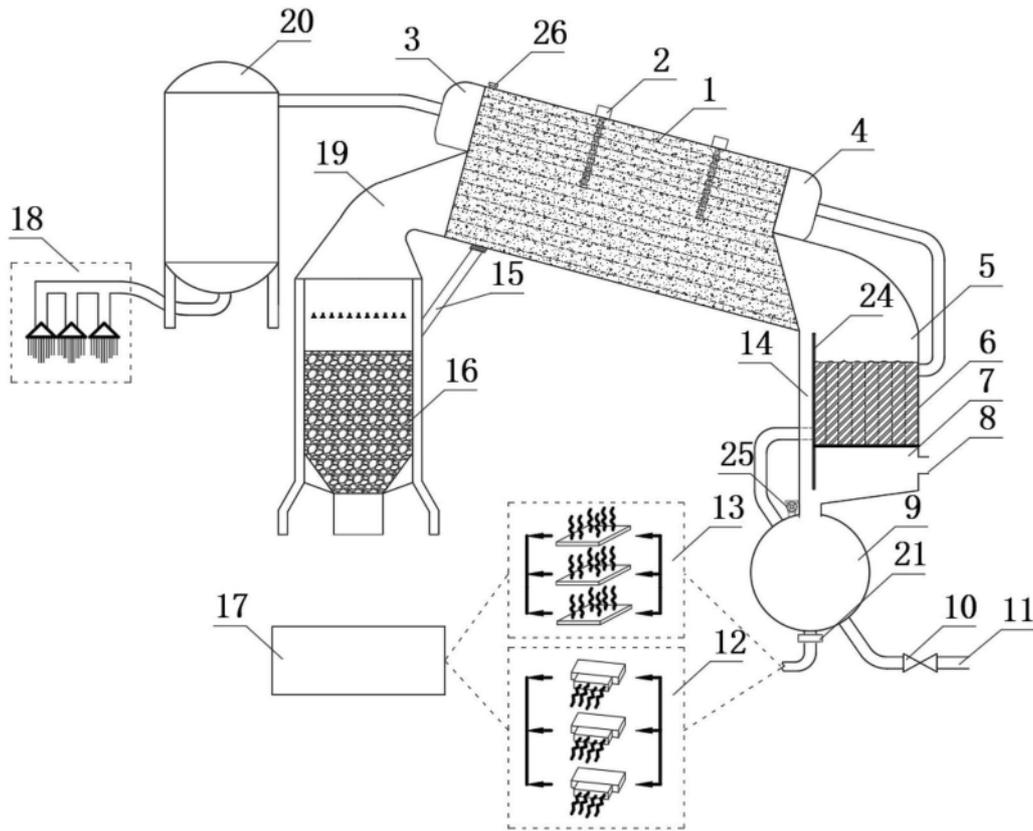


图1

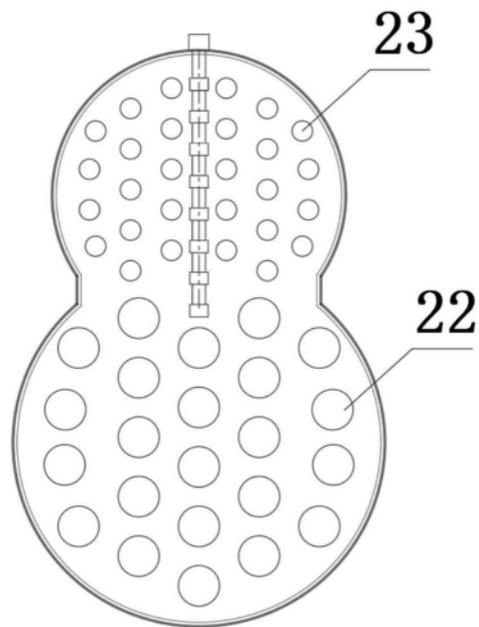


图2