



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109612158 A

(43)申请公布日 2019. 04. 12

(21)申请号 201811416372.7

(22)申请日 2018.11.26

(71)申请人 江苏科技大学

地址 212003 江苏省镇江市梦溪路2号

(72)发明人 沈九兵 冯慧敏 翟羽佳 刘舫辰

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.

F25B 30/04(2006.01)

F25B 15/06(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

F25B 40/06(2006.01)

F25B 49/02(2006.01)

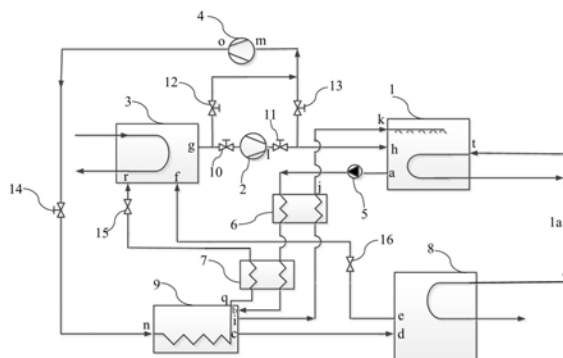
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统
及工作方法

(57)摘要

本发明公开一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,包括蒸发器、第一水蒸汽压缩机、水蒸汽吸收器、溶液泵、第一溶液回热器、水蒸汽发生器、水蒸汽冷凝器、第一节流阀、第二节流阀,以及第二水蒸汽压缩机、第二溶液回热器和第三节流阀。系统分为A、B两种工作模式,A、余热源温度 T 为 $20^{\circ}\text{C} \leq T < 40^{\circ}\text{C}$ 工作模式,B、余热源温度 T 为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$ 工作模式,不同工作模式下均可达到将 $10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 的水加热至 $60^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$,通过第一水蒸汽压缩机的引入可增加水蒸汽蒸发器与水蒸汽吸收器之间的压差与温差,第二水蒸汽压缩机压缩后的蒸汽作为水蒸汽发生器的热源使用。本发明不需要额外的高温热源,具有有效节能环保、提高可回收能源利用率、运行经济等诸多优势。



1. 一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:包括蒸发器(3)、水蒸汽吸收器(1)、水蒸汽发生器(9)和冷凝器(8),其中所述蒸发器(3)出口g与所述水蒸汽吸收器(1)入口h之间通过管道依次连通有第一截止阀(10)、第一水蒸汽压缩机(2)和第二截止阀(11),所述第一水蒸汽压缩机(2)出口l与所述水蒸汽发生器(9)入口n之间依次通过管道依次连通有第二截止阀(11)、第四截止阀(13)、第二水蒸汽压缩机(4)和第五截止阀(14),所述水蒸汽发生器(9)出口q与所述蒸发器(3)入口r之间通过管道依次连通有第二溶液回热器(7)和第一节流阀(15),所述水蒸汽发生器(9)出口i与所述水蒸汽吸收器(1)入口k之间通过管道连通有第一溶液回热器(6),所述水蒸汽吸收器(1)入口k通过喷淋管连接至水蒸汽吸收器(1)内,所述水蒸汽发生器(9)出口c与所述冷凝器(8)入口d通过管道连接,所述水蒸汽吸收器(1)出口a与所述水蒸汽发生器(9)入口b之间通过管道依次连通有溶液泵(5)、第一溶液回热器(6)和第二溶液回热器(7),所述冷凝器(8)出口e与所述蒸发器(3)入口f之间通过管道连通有第二节流阀(16),换热管1a从水蒸汽吸收器(1)入口t进入,依次通过水蒸汽吸收器(1)和冷凝器(8);所述蒸发器(3)出口g与所述第二水蒸汽压缩机(4)入口m之间设有第三截止阀(12)。

2. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:流入换热管1a的水温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$,换热管1a经过冷凝器(8)后流出的热水或水蒸汽的温度范围为 $60^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$,蒸发器3内的热源管道内流入的余热源温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

3. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述第一节流阀(15)和第二节流阀(16)均为电子膨胀阀或热力膨胀阀。

4. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述第一截止阀(10)、第二截止阀(11)、第三截止阀(12)、第四截止阀(13)和第五截止阀(14)均为柱塞式截止阀、球阀或闸阀。

5. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述第一回热器(6)和第二回热器(7)均为板式换热器或管壳式换热器。

6. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述冷凝器(8)为管壳式冷凝器或套筒式冷凝器。

7. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述蒸发器(3)为满液式蒸发器或降膜式蒸发器。

8. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述第一水蒸汽压缩机(2)为罗茨蒸汽压缩机或离心蒸汽压缩机。

9. 根据权利要求1所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,其特征在于:所述第二水蒸汽压缩机(4)为双螺杆蒸汽压缩机或离心蒸汽压缩机。

10. 一种根据权利要求1-9任一所述的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统的工作方法,其特征在于:根据不同的余热源进口温度,分为如下两种工作模式;

A、余热源温度 T 为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$ 工作模式

当余热源温度 T 满足($20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$)时,所述系统的循环为:中央控制器检测位于余热源管道入口处温度传感器所测得的温度为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$,从而中央控制器令打开第一柱塞式截止阀(10)、第二柱塞式截止阀(11)、第四柱塞式截止阀(13)和第五柱塞式截止阀(14),关闭第二柱塞式截止阀(12),在满液式蒸发器(3)中来自入口r和入口f的低温水在满

液式蒸发器(3)中回收热源管道内低温余热资源的热量蒸发成为饱和蒸汽,所产生的蒸汽从满液式蒸发器(3)出口g出,经过罗茨蒸汽压缩机(2)增压增温后分为两路,一路直接进入水蒸汽吸收器(1)的入口另一路经过双螺杆蒸汽压缩机(4)进行二次增压增温后变为高温压缩蒸汽,压缩蒸汽经第五柱塞式截止阀(14)进入水蒸汽发生器(9)入口n,与此同时,水蒸汽吸收器(1)中的稀溴化锂溶液从出口a被溶液泵(5)抽出后依次通过第一板式换热器(6)和第二板式换热器(7)换热升温,再通过水蒸汽发生器(9)入口b进入水蒸汽发生器(9),在水蒸汽发生器(9)中,压缩蒸汽作为驱动热源加热来自入口b的稀溴化锂溶液,蒸发溶液中的水分,使稀溴化锂溶液变为溴化锂浓溶液,同时压缩蒸汽放热后形成的冷凝水经过第二板式换热器(7)与来自水蒸汽吸收器(1)的稀溴化锂溶液换热降温后,再通过第一电子膨胀阀(15)节流降压后进入满液式蒸发器(3)中形成循环,水蒸汽发生器(9)的出口分为蒸汽出口c和溶液出口i,出口i流出的溴化锂浓溶液通过第一板式换热器(6)换热降温后通过水蒸汽吸收器接口k和喷淋管喷淋在水蒸汽吸收器(1)中,吸收由入口h进入的压缩蒸汽,形成稀溴化锂溶液并放出大量热量为进入换热管(1a)的低温水进行第一次加热,水蒸汽发生器(9)出口c流出的水蒸汽直接进入管壳式冷凝器(8)中冷凝放热形成冷凝水,并对换热管(1a)中的水进行二次加热,管壳式冷凝器(8)中形成的水由出口e流出经过第二电子膨胀阀(16)节流降压后进入满液式蒸发器(3)中形成循环;

B、余热源温度 T 为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$ 工作模式

当低温余热源温度 T 满足($40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$)时,所述系统的循环为:中央控制器检测位于余热源管道入口处温度传感器所测得的温度为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$,从而中央控制器令关闭第一柱塞式截止阀(10)和第二柱塞式截止阀(11),打开第二柱塞式截止阀(12)、第四柱塞式截止阀(13)和第五柱塞式截止阀(14),使满液式蒸发器(3)中来自入口r和入口f的低温水在满液式蒸发器(3)中回收热源管道内低温余热资源的热量蒸发成为饱和蒸汽,所产生的蒸汽从满液式蒸发器(3)出口g出来后分为两路,一路通过第二柱塞式截止阀(12)和第四柱塞式截止阀(13)后,从水蒸汽吸收器(1)入口h直接进入水蒸汽吸收器(1),另一路通过第二柱塞式截止阀(12)后,从双螺杆蒸汽压缩机(4)入口m进入双螺杆蒸汽压缩机(4),经过双螺杆蒸汽压缩机(4)增压增温后成为高温蒸汽,通过第五柱塞式截止阀(14)由入口n进入水蒸汽发生器(9)中,与此同时,水蒸汽吸收器(1)中的稀溴化锂溶液从出口a被溶液泵(5)抽出后依次通过第一板式换热器(6)和第二板式换热器(7)换热升温,再从入口b进入水蒸汽发生器(9)中,由入口n进入的压缩蒸汽作为驱动热源加热来自入口b的稀溴化锂溶液,蒸发溶液中的水分,使稀溴化锂溶液变为溴化锂浓溶液,同时管道内的压缩蒸汽放热变为冷凝水从出口q流出,经过第二板式换热器(7)换热降温后,再通过第一电子膨胀阀(15)节流降压进入满液式蒸发器(3)中形成循环,水蒸汽发生器(9)的出口分为蒸汽出口c和溶液出口i,出口i流出的溴化锂浓溶液通过第一板式换热器(6)换热降温后,再经水蒸汽吸收器(1)入口k和喷淋管后喷淋在水蒸汽吸收器(1)中,吸收由入口h进入的压缩蒸汽,形成稀溴化锂溶液并放出大量热量为低温水进行一次加热,出口c流出的水蒸汽直接进入管壳式冷凝器(8)中冷凝放热成低温水,使来自水蒸汽吸收器(1)中的水二次加热,管壳式冷凝器(8)中形成的冷凝水由出口e流出经过第二电子膨胀阀(16)节流降压后进入满液式蒸发器(3)中形成循环。

一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统及工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,属于能源利用与回收技术领域。

背景技术

[0002] 21世纪以来,我国能源回收利用率仍然处于较低状态,相关资料表明,我国能源利用率仅有33%,并且有超过50%的工业能耗直接被当作余热的形式被遗弃,其中温度范围20~60℃的低温余热因无法直接再利用而直接排放的现象更为普遍。

[0003] 热泵技术是一种能回收无用低品位热能转变为工业或生活所需的高品位热能的节能技术,主要包括吸收式热泵和压缩式热泵两大类。溴化锂吸收式热泵是一种以自然工质水为主要循环工质的系统,不会造成臭氧层破坏或温升效应等环境问题,较采用氟利昂的压缩式热泵系统更加环保,具备良好的应用前景。第一类溴化锂热泵系统通过吸收外界提供的余热源作为蒸发器的热能驱动,且发生器在额外的高温热源驱动下,可将水温位于20℃~50℃的水升温至50℃~90℃的工艺用热水。

[0004] 相关专利《溴化锂吸收-压缩式串联升压制冷/热热泵系统》,专利公布号CN 102230686,表明可通过串联吸收器和冷凝器的方式可使余热源温度降为20℃~40℃,最终向外部输出80℃以上的高温热水。该系统与第一类溴化锂吸收式热泵具备一共同的运行特点,都是通过蒸发器回收低温余热产生蒸汽,但发生器内需要引入额外的高温热源,意味着系统运行还需要额外通过锅炉等设备提供该热源蒸汽才能保障系统运行,这一定程度上限制了系统的应用范围和领域。

[0005] 现今,制热温度低于80℃的热泵系统技术已发展成熟,并已广泛应用于工业中,然而制热温度在80℃以上的高温热泵系统,尤其是超过100℃的热泵系统,其需求量巨大,但目前此类需求的热泵技术仍有不足。为此,开发一种对余热源温度要求不高,供热温度较高,又无需额外高温热源的溴化锂吸收式热泵系统对促进溴化锂高温热泵系统的应用和推广,推动工业节能减排具有重要意义。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种以水为制冷剂、溴化锂为吸收剂的第一类溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统及工作方法,增加蒸发器与水蒸汽吸收器之间的温差和压差,进而降低降低系统对余热温度的要求,并提升吸收器所能提供的热源温度;同时系统运行时无需提供额外的高温热源,所回收的低温余热就能满足系统运行的热源需求。

[0007] 为达到上述目的,本发明为解决上述问题所采用的技术方案如下:

[0008] 一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,包括蒸发器3、水蒸汽吸收器1、水蒸汽发生器9和冷凝器8,其中所述蒸发器3出口g与所述水蒸汽吸收器1入口h之间通过管道依次连通有第一截止阀10、第一水蒸汽压缩机2和第二截止阀11,所述第一水蒸汽压缩机2出口1

与所述水蒸汽发生器9入口n之间依次通过管道依次连通有第二截止阀11、第四截止阀13、第二水蒸汽压缩机4和第五截止阀14,所述水蒸汽发生器9出口q与所述蒸发器3入口r之间通过管道依次连通有第二溶液回热器7和第一节流阀15,所述水蒸汽发生器9出口i与所述水蒸汽吸收器1入口k之间通过管道连通有第一溶液回热器6,所述水蒸汽吸收器1入口k通过喷淋管连接至水蒸汽吸收器1内,所述水蒸汽发生器9出口c与所述冷凝器8入口d通过管道连接,所述水蒸汽吸收器1出口a与所述水蒸汽发生器9入口b之间通过管道依次连通有溶液泵5、第一溶液回热器6和第二溶液回热器7,所述冷凝器8出口e与所述蒸发器3入口f之间通过管道连通有第二节流阀16,换热管1a从水蒸汽吸收器1入口t进入,依次通过水蒸汽吸收器1和冷凝器8;所述蒸发器3出口g与所述第二水蒸汽压缩机4入口m之间设有第三截止阀12。

[0009] 流入换热管1a的水温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$,换热管1a经过冷凝器8后流出的热水或水蒸汽的温度范围为 $60^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$,蒸发器3内的热源管道内流入的余热源温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

[0010] 进一步,所述第一节流阀15和第二节流阀16均为电子膨胀阀或热力膨胀阀。

[0011] 进一步,所述第一截止阀10、第二截止阀11、第三截止阀12、第四截止阀13和第五截止阀14均为柱塞式截止阀、球阀或闸阀。

[0012] 进一步,所述第一回热器6和第二回热器7均为板式换热器或管壳式换热器。

[0013] 进一步,所述冷凝器8为管壳式冷凝器或套筒式冷凝器。

[0014] 进一步,所述蒸发器3为满液式蒸发器或降膜式蒸发器。

[0015] 进一步,所述第一水蒸汽压缩机2为罗茨蒸汽压缩机或离心蒸汽压缩机。

[0016] 进一步,所述第二水蒸汽压缩机4为双螺杆蒸汽压缩机或离心蒸汽压缩机。

[0017] 一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统的工作方法,根据不同的余热源进口温度,分为两种工作模式,即:A、余热源温度 T 为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$ 工作模式,B、余热源温度 T 为 $40^{\circ}\text{C}\leq T\leq 60^{\circ}\text{C}$ 工作模式;

[0018] A、余热源温度 T 为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$ 工作模式

[0019] 当余热源温度 T 满足($20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$)时,所述系统循环为:中央控制器检测位于余热源管道入口处温度传感器所测得的温度为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$,从而中央控制器令打开第一截止阀、第二截止阀、第四截止阀和第五截止阀,关闭第三截止阀,在蒸发器中来自入口r和入口f的低温水在蒸发器中回收热源管道内低温余热资源的热量蒸发成为饱和蒸汽,所产生的蒸汽从蒸发器出口g出,经过第一水蒸汽压缩机增压增温后分为两路,一路直接进入水蒸汽吸收器的入口,另一路经过第二水蒸汽压缩机进行二次增压增温后变为高温压缩蒸汽,压缩蒸汽经第五截止阀进入水蒸汽发生器入口n,与此同时,水蒸汽吸收器中的稀溴化锂溶液从出口a被溶液泵抽出后依次通过第一回热器和第二回热器换热升温,再通过水蒸汽发生器入口b进入水蒸汽发生器,在水蒸汽发生器中,压缩蒸汽作为驱动热源加热来自入口b的稀溴化锂溶液,蒸发溶液中的水分,使稀溴化锂溶液变为溴化锂浓溶液,同时压缩蒸汽放热后形成的冷凝水经过第二溶液回热器与来自水蒸汽吸收器的稀溴化锂溶液换热降温后,再通过第一节流阀节流降压后进入蒸发器中形成循环,水蒸汽发生器的出口分为蒸汽出口c和溶液出口i,出口i流出的溴化锂浓溶液通过第一溶液回热器换热降温后通过水蒸汽吸收器接口k和喷淋管喷淋在水蒸汽吸收器中,吸收由入口h进入的压缩蒸汽,形成稀

溴化锂溶液并放出大量热量为进入换热管1a的低温水进行第一次加热,水蒸汽发生器出口c流出的水蒸汽直接进入冷凝器中冷凝放热形成冷凝水,并对换热管1a中的水进行二次加热,冷凝器中形成的水由出口e流出经过第二节流阀节流降压后进入蒸发器中形成循环。

[0020] B、余热源温度 T 为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$ 工作模式

[0021] 当低温余热源温度 T 满足($40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$)时,所述系统循环为:中央控制器检测位于余热源管道入口处温度传感器所测得的温度为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$,从而中央控制器令关闭第一截止阀和第二截止阀,打开第三截止阀、第四截止阀和第五截止阀,使蒸发器中来自入口r和入口f的低温水在蒸发器中回收热源管道内低温余热资源的热量蒸发成为饱和蒸汽,所产生的蒸汽从蒸发器出口g出来后分为两路,一路通过第三截止阀和第四截止阀后,从水蒸汽吸收器入口h直接进入水蒸汽吸收器,另一路通过第三截止阀后,从第二水蒸汽压缩机入口m进入第二水蒸汽压缩机,经过第二水蒸汽压缩机增压升温后成为高温蒸汽,通过第五截止阀由入口n进入水蒸汽发生器中,与此同时,水蒸汽吸收器中的稀溴化锂溶液从出口a被溶液泵抽出后依次通过第一回热器和第二回热器换热升温,再从入口b进入水蒸汽发生器中,由入口n进入的压缩蒸汽作为驱动热源加热来自入口b的稀溴化锂溶液,蒸发溶液中的水分,使稀溴化锂溶液变为溴化锂浓溶液,同时管道内的压缩蒸汽放热变为冷凝水从出口q流出,经过第二溶液回热器换热降温后,再通过第一节流阀节流降压进入蒸发器中形成循环,水蒸汽发生器的出口分为蒸汽出口c和溶液出口i,出口i流出的溴化锂浓溶液通过第一溶液回热器换热降温后,再经水蒸汽吸收器入口k和喷淋管后喷淋在水蒸汽吸收器中,吸收由入口h进入的压缩蒸汽,形成稀溴化锂溶液并放出大量热量为低温水进行一次加热,出口c流出的水蒸汽直接进入冷凝器中冷凝放热成低温水,使来自水蒸汽吸收器中的水二次加热,冷凝器中形成的冷凝水由出口e流出经过第二节流阀节流降压后进入蒸发器中形成循环。

[0022] 与现有技术相比,本发明的技术具有以下优点:

[0023] 1、本发明的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统的制冷工质为水,无毒、环保、廉价等特点,使得所发明的系统较采用氟利昂的压缩式热泵更为环保,在工业余热回收领域的应用前景更好。

[0024] 2、本发明的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统通过引入第一水蒸汽压缩机,可提升蒸发器和水蒸汽吸收器之间的温差和压差,一方面可降低系统对余热温度的要求,同时还可提高吸收器内所能提供的热源温度,并能根据余热温度及所需的进行系统运行模式的调整,进而实现 $20 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 低温余热的回收,并提供 $60 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 的热水或蒸汽,实现工业余热回收和节能。

[0025] 3、本发明系统中通过第二水蒸汽压缩机的增压升温作用,提供水蒸汽发生器所需要的高蒸汽,使得系统运行时无需通过锅炉等提供额外的高温蒸汽,进而降低了系统运行的条件限制,能有效推动溴化锂吸收式热泵系统工业余热回收的应用领域。

附图说明

[0026] 图1是本发明实施例的溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统构造示意图;

[0027] 图中:1为水蒸汽吸收器、2为第一水蒸汽压缩机、3为蒸发器、4为第二水蒸汽压缩机、5为溶液泵、6为第一溶液回热器、7为第二溶液回热器、8为冷凝器、9为水蒸汽发生器、10

为第一截止阀、11为第二截止阀、12为第三截止阀、13为第四截止阀、14为第五截止阀、15为第一节流阀、16为第二节流阀。

具体实施方式

[0028] 下面将结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。

[0029] 再者,本发明中所提到的字母用语,例如a、b、c、d、e、f、g等,仅是参考附图式的出口和入口。因此,使用字母用语是用于说明及理解本发明,而非用于限制本发明。

[0030] 如图1所示,一种溴化锂吸收压缩复合式高温热泵系统,包括蒸发器3、第一截止阀10、第一水蒸汽压缩机2、第二截止阀11、水蒸汽吸收器1、溶液泵5、第一溶液回热器6、第二溶液回热器7、水蒸汽发生器9、冷凝器8、第一节流阀15、第二节流阀16、第四截止阀13、第二水蒸汽压缩机4和第五截止阀14,所述蒸发器3出口g与所述水蒸汽吸收器1入口h之间依次设有相连通的第一截止阀10、第一水蒸汽压缩机2和第二截止阀11,所述第一水蒸汽压缩机2出口1与所述水蒸汽发生器9入口n之间依次设有相连通的第二截止阀11、第四截止阀13、第二水蒸汽压缩机4和第五截止阀14,所述水蒸汽发生器9出口q与所述蒸发器3入口r之间依次通过第二溶液回热器7和第一节流阀15相连通,所述水蒸汽发生器9出口i与所述水蒸汽吸收器1入口k之间设有相连通的第一溶液回热器6,所述水蒸汽吸收器1入口k通过喷淋管连接至水蒸汽吸收器1内,所述水蒸汽发生器9出口c与所述冷凝器8入口d连接,所述水蒸汽吸收器1出口a与所述水蒸汽发生器9入口b之间依次设有相连通的溶液泵5、第一溶液回热器6和第二溶液回热器7,所述冷凝器8出口e与所述蒸发器3入口f之间设有相连通的第二节流阀16,换热管1a从水蒸汽吸收器1入口t进入,依次通过水蒸汽吸收器1和冷凝器8。

[0031] 所述蒸发器3出口g与所述第二水蒸汽压缩机4入口m之间设有相连通的第三截止阀12。

[0032] 流入换热管1a的水温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$,换热管1a经过冷凝器8后流出的热水或水蒸汽的温度范围为 $60^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$,蒸发器3内的热源管道内流入的余热源温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

[0033] 所述第一节流阀15和第二节流阀16选用电子膨胀阀。

[0034] 所述第一截止阀10、第二截止阀11、第三截止阀12、第四截止阀13和第五截止阀14选用柱塞式截止阀。

[0035] 所述第一回热器6和第二回热器7选用板式换热器。

[0036] 所述冷凝器8选用管壳式冷凝器。

[0037] 所述蒸发器3选用满液式蒸发器。

[0038] 所述第一水蒸汽压缩机2选用罗茨蒸汽压缩机,所述第二水蒸汽压缩机4选用双螺杆蒸汽压缩机。

[0039] 根据不同的余热源进口温度,所述系统分为两种工作模式,即:A、余热源温度 T 为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$ 工作模式,B、余热源温度 T 为 $40^{\circ}\text{C}\leq T\leq 60^{\circ}\text{C}$ 工作模式;

[0040] A、余热源温度 T 为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$ 工作模式

[0041] 当余热源温度 T 满足($20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$)时,所述系统循环为:中央控制器检测位于余热源管道入口处温度传感器所测得的温度为 $20^{\circ}\text{C}\leq T<40^{\circ}\text{C}$,从而中央控制器令打开第一柱塞式截止阀10、第二柱塞式截止阀11、第四柱塞式截止阀13和第五柱塞式截止阀14,关

闭第二柱塞式截止阀12,在满液式蒸发器3中来自入口r和入口f的低温水在满液式蒸发器3中回收热源管道内低温余热资源的热量蒸发成为饱和蒸汽,所产生的蒸汽从满液式蒸发器3出口g出,经过罗茨蒸汽压缩机2增压增温后分为两路,一路直接进入水蒸汽吸收器1的入口另一路经过双螺杆蒸汽压缩机4进行二次增压增温后变为高温压缩蒸汽,压缩蒸汽经第五柱塞式截止阀14进入水蒸汽发生器9入口n,与此同时,水蒸汽吸收器1中的稀溴化锂溶液从出口a被溶液泵5抽出后依次通过第一板式换热器6和第二板式换热器7换热升温,再通过水蒸汽发生器9入口b进入水蒸汽发生器9,在水蒸汽发生器9中,压缩蒸汽作为驱动热源加热来自入口b的稀溴化锂溶液,蒸发溶液中的水分,使稀溴化锂溶液变为溴化锂浓溶液,同时压缩蒸汽放热后形成的冷凝水经过第二板式换热器7与来自水蒸汽吸收器1的稀溴化锂溶液换热降温后,再通过第一电子膨胀阀15节流降压后进入满液式蒸发器3中形成循环,水蒸汽发生器9的出口分为蒸汽出口c和溶液出口i,出口i流出的溴化锂浓溶液通过第一板式换热器6换热降温后通过水蒸汽吸收器接口k和喷淋管喷淋在水蒸汽吸收器1中,吸收由入口h进入的压缩蒸汽,形成稀溴化锂溶液并放出大量热量为进入换热管1a的低温水进行第一次加热,水蒸汽发生器9出口c流出的水蒸汽直接进入管壳式冷凝器8中冷凝放热形成冷凝水,并对换热管1a中的水进行二次加热,管壳式冷凝器8中形成的水由出口e流出经过第二电子膨胀阀16节流降压后进入满液式蒸发器3中形成循环。

[0042] B、余热源温度 T 为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$ 工作模式

[0043] 当低温余热源温度 T 满足($40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$)时,所述系统循环为:中央控制器检测位于余热源管道入口处温度传感器所测得的温度为 $40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$,从而中央控制器令关闭第一柱塞式截止阀10和第二柱塞式截止阀11,打开第二柱塞式截止阀12、第四柱塞式截止阀13和第五柱塞式截止阀14,使满液式蒸发器3中来自入口r和入口f的低温水在满液式蒸发器3中回收热源管道内低温余热资源的热量蒸发成为饱和蒸汽,所产生的蒸汽从满液式蒸发器3出口g出来后分为两路,一路通过第二柱塞式截止阀12和第四柱塞式截止阀13后,从水蒸汽吸收器1入口h直接进入水蒸汽吸收器1,另一路通过第二柱塞式截止阀12后,从双螺杆蒸汽压缩机4入口m进入双螺杆蒸汽压缩机4,经过双螺杆蒸汽压缩机4增压增温后成为高温蒸汽,通过第五柱塞式截止阀14由入口n进入水蒸汽发生器9中,与此同时,水蒸汽吸收器1中的稀溴化锂溶液从出口a被溶液泵5抽出后依次通过第一板式换热器6和第二板式换热器7换热升温,再从入口b进入水蒸汽发生器9中,由入口n进入的压缩蒸汽作为驱动热源加热来自入口b的稀溴化锂溶液,蒸发溶液中的水分,使稀溴化锂溶液变为溴化锂浓溶液,同时管道内的压缩蒸汽放热变为冷凝水从出口q流出,经过第二板式换热器7换热降温后,再通过第一电子膨胀阀15节流降压进入满液式蒸发器3中形成循环,水蒸汽发生器9的出口分为蒸汽出口c和溶液出口i,出口i流出的溴化锂浓溶液通过第一板式换热器6换热降温后,再经水蒸汽吸收器入口k和喷淋管后喷淋在水蒸汽吸收器1中,吸收由入口h进入的压缩蒸汽,形成稀溴化锂溶液并放出大量热量为低温水进行一次加热,出口c流出的水蒸汽直接进入管壳式冷凝器8中冷凝放热成低温水,使来自水蒸汽吸收器1中的水二次加热,管壳式冷凝器8中形成的冷凝水由出口e流出经过第二电子膨胀阀16节流降压后进入满液式蒸发器3中形成循环。

[0044] 根据余热温度的不同进行模式切换,主要是考虑到第二蒸汽压缩机排汽温度及压力需求相对稳定,余热温度的变化会影响蒸发器内产生的蒸汽温度和压力,当余热温度较

高时,蒸发得到的蒸汽温度和压力相应的提高,此时可以直接通过第二蒸汽压缩机进行压缩变能满足水蒸汽发生器对热源蒸汽的温度要求,同时蒸发器所产生的蒸汽也无需通过第一蒸汽压缩机压缩,可以直接进入水蒸汽吸收器内便能满足对换热管1a内低温水的加热要求。

[0045] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,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,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

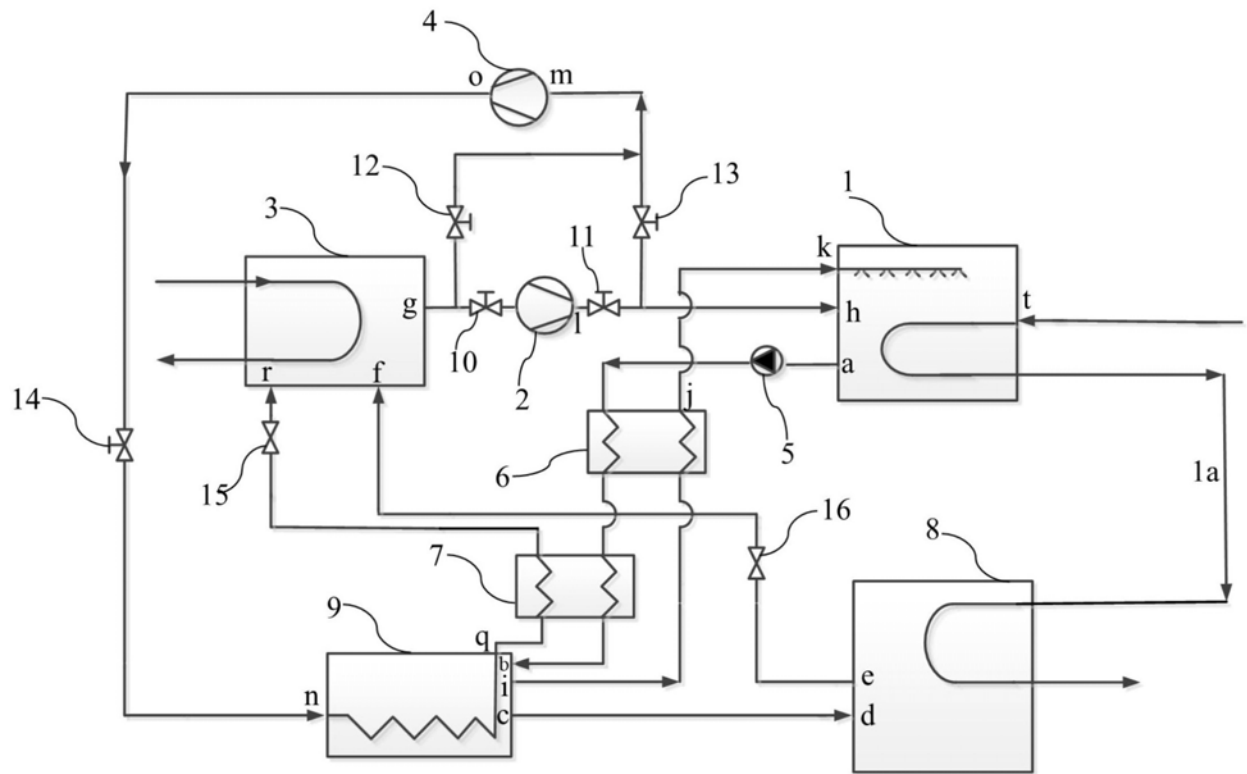


图1