



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105910152 A

(43)申请公布日 2016.08.31

(21)申请号 201610252920.1

(22)申请日 2016.04.22

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 王海 朱彤

(74)专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 张磊

(51)Int.Cl.

F24D 3/06(2006.01)

F24D 3/10(2006.01)

F24D 19/10(2006.01)

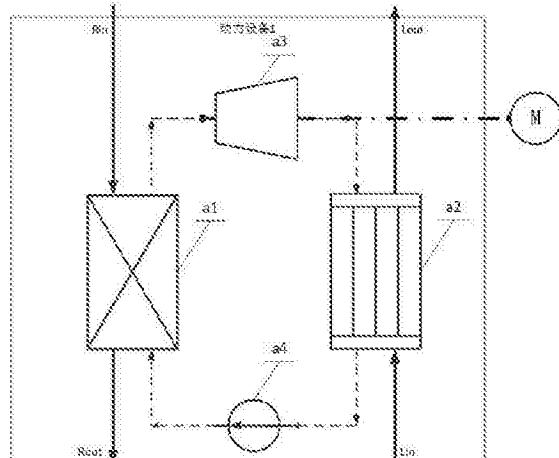
权利要求书4页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

一种区域供热节能技术系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种区域供热节能技术系统及其控制方法,结合动力设备和与之匹配的换热器及各类阀门等设备进行灵活组合,成为一种既可满足二次热网的供热需求,又可大量减少电力消耗的节能系统;该系统应用于热力站内,可有效提高供热系统的能源效率,该系统由动力设备,水-水换热器,阀门,动力输出引擎,温度传感器,压力传感器,控制装置组成。能够根据供热区域的供热面积,单位供热功率等条件,采用动力设备与换热器串联或并联的两种方式进行组合。



1. 一种区域供热节能技术系统,用于城镇供热系统的一次热网和二次热网之间的热力站处,其特征在于,该系统包括:动力设备,水-水换热器,阀门,动力输出引擎,温度传感器,压力传感器,控制装置;

其中:动力设备(1)基于一次热网的供水和二次热网的回水之间的温差提供动力;换热器设备(2)基于动力设备(1)的出口热水和二次热网的供水温差传递热量;根据一次热网、二次热网供回水温度、压力的变化,调整阀门的开度,从而保证系统工作的性能;换热器设备(2)能够让热水和冷水之间进行充分热量交换;

根据供热区域的供热面积,单位供热功率条件,动力设备与换热器采用串联或并联的方式;动力设备具有蒸发器(a1),冷凝器(a2),膨胀机(a3)和工质泵(a4);

动力设备(1)具有与一次热网的供水管连接的口Rin,与一次热网的回水管连接的口Rout;与二次热网的供水管连接的口Lin,与二次热网的回水管连接的口Lout;在动力设备的内部,口Rin连接蒸发器(1)入口,口Rout连接蒸发器(1)出口;口Lin连接冷凝器(2)入口,口Lout连接冷凝器(2)出口;

根据本地一次热网的供水水温和二次热网的回水水温,确定适合该温度区间的有机工质进行工作;

在动力设备内部,一次热网输出的热量Eorc1,二次热网获得的热量为Eorc2,动力输出功率为Worc,采用能量平衡公式: $Eorc1=Eorc2 + Worc$ (1);换热器中热水传递的热量为Ehex1,冷水获得的热量为Ehex2,若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系为: $Ehex1=Ehex2$ (4)。

2. 根据权利要求1所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:动力设备的膨胀机的机械功输出采用同轴连接方式与一套动力引擎装置相连接,通过该引擎装置带动二次热网的循环水泵工作;动力设备的工质泵提供该设备内工质的循环动力,工质泵采用本地市电供应;其中,正常工作时,工质泵所需的功率远小于动力设备的输出功率,且可以根据应用场合的工况进行配置。

3. 根据权利要求1所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:动力设备是可以采用有机朗肯循环动力设备。

4. 根据权利要求1所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:在串联方式下,一次热网的供水管在连接动力设备(1)的进口Rin之前安装第一阀门(3);第一阀门(3)选择可调节开度的球阀或蝶阀;通过调节第一阀门(3)的开度,可控制进入Rin的水流量,在第一阀门(3)之前的一次热网供水管道上,安装第一压力传感器P1和第一温度传感器T1;动力设备(1)的入口Rin连接蒸发器(a1)的热源入口;动力设备(1)的出口Rout连接蒸发器(a1)的热源出口;动力设备(1)的入口Lin连接冷凝器(a2)的冷源入口;动力设备(1)的出口Lout连接冷凝器(a2)的冷源出口;动力设备(1)的接口Rout连接换热器设备(2)的热水入口Rin;换热器设备(2)的热水出口Rout连接一次热网的回水管;在一次热网的回水管上安装第二压力传感器(P2)和第二温度传感器(T2);

二次热网的回水管在连接动力设备(1)的冷水入口Lin之前安装第二阀门(4);第二阀门(4)也选择可调节开度的球阀或蝶阀,通过调节第二阀门(4)的开度,可控制进入Lin的水流量;在第二阀门(4)之前的管道上,安装第四压力传感器(P4)和第四温度传感器(T4);动力设备(1)的出口Lout通过管道连接换热器设备(2)的冷水入口Lin;换热器设备(2)的冷水

出口Lout连接二次热网的供水管；在二次热网供水管上安装第三压力传感器P3和第三温度传感器(T3)；在动力设备(1)的口Rout与换热器设备(2)的口Rin之间的连接管上安装第五温度传感器(T5)；在动力设备(1)的口Lout与换热器设备(2)的口Lin之间的连接管上安装第六温度传感器(T6)；第一阀门(3)和第二阀门(4)的开度是根据第一、第二、第三、第四压力传感器P1-P4和第一、第二、第三、第四、第五、第六温度传感器T1-T6的值进行调节控制的；第一阀门(3)用于调节来自一次热网的热水流量；第二阀门(4)用于调节来自二次热网的冷水流量；第一阀门(3)与第二阀门(4)的调节目标是动力设备(1)获得足够的热量提供动力输出，且换热器设备(2)处一次热网热水传递足够的热量给二次热网的冷水。

5. 根据权利要求4所述的一种区域供热节能技术系统，其特征是：在动力设备1内部，一次热网输出的热量Eorc1，二次热网获得的热量为Eorc2，动力输出功率为Worc，则不考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗等，采用如式(1)所示的能量平衡公式：

$$Eorc1 = Eorc2 + Worc \quad (1)$$

其中，

$$Eorc1 = M1Cp(T1 - T5) \quad (2)$$

$$Eorc2 = M2Cp(T4 - T6) \quad (3)$$

式(2)、(3)中，M1为一次热网的热水流量，单位t/h；M2为二次热网的冷水流量，单位t/h；T1为第一温度传感器T1测得温度值，单位℃；T4为第四温度传感器T4测得温度值，单位℃；T5为第五温度传感器T5测得温度值，单位℃；T6为第六温度传感器T6测得温度值，单位℃；当要调整输出功率Worc时，可根据热水进口温度T1和冷水进口温度T4来调节第一阀门(3)和第二阀门(4)；调节第一阀门(3)的开度可调节热水流量M1，调节第二阀门(4)的开度可调节冷水流量M2；当需要提高输出功率Worc时，调节第一阀门(3)，增加流量M1；此时，动力设备(1)的蒸发器中与有机工质交换的热量Eorc1增加；与此同时，增加流量M2，则冷凝器中与有机工质交换的热量Eorc2也增加；当保持动力设备1的蒸发器和冷凝器的温度稳定时，即式(2)、(3)中的温度T1、T4、T5、T6不发生变化，根据热力学第二定律，动力设备(1)所输出功率Worc提高，反之亦然。

6. 根据权利要求4所述的一种区域供热节能技术系统，其特征是：换热器设备(2)能够让热水和冷水之间进行充分热量交换；换热器中热水传递的热量为Ehex1，冷水获得的热量为Ehex2，若不考虑换热器的热损失等影响，两者之间的关系为式(4)：

$$Ehex1 = Ehex2 \quad (4)$$

其中，

$$Ehex1 = M1Cp(T5 - T2) \quad (5)$$

$$Ehex2 = M2Cp(T6 - T3) \quad (6)$$

式(5)、(6)中，M1为一次热网的热水流量，单位t/h；M2为二次热网的冷水流量，单位t/h；T2为第二温度传感器T2测得温度值，单位℃；T5为第五温度传感器T5测得温度值，单位℃；T6为第六温度传感器T6测得温度值，单位℃；T3为第三温度传感器T3测得温度值，单位℃；

换热器设备(2)的热交换能力取决于换热器内部的结构；在选择热交换器时选择热交换能力大的换热器设备，尽可能提高二次热网的供水温度T3，同时也就尽量降低一次热网的回水温度T2。

7. 根据权利要求4所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:在调节阀门时,同时需要注意压力P1-P4的变化,让其始终处于设备承受的最高压力之内;同时,为保持系统水力工况的平衡及节能,还需要尽量减少动力设备(1)和换热器设备(2)的压力损失。

8. 根据权利要求1所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:在并联方式下,一次热网的供水管通过第一阀门(3)和第二阀门(4)分别连接动力设备(1)的热水入口Rin和换热器的热水入口Rin;动力设备(1)的热水出口 Rout和换热器设备(2)的热水出口 Rout直接连接到一次热网的回水管上;类似的,二次热网的回水管通过第三阀门(5)和第四阀门(6)分别连接动力设备(1)的冷水入口Lin和换热器的冷水入口Lin;动力设备(1)、的冷水出口 Lout和换热器设备(2)的冷水出口Lout直接连接到二次热网的回水管上;

在一次热网供水管上安装第一压力传感器P1和第一温度传感器T1;在一次热网回水管上安装第二压力传感器P2和第二温度传感器T2;在二次热网回水管上安装第三压力传感器P3和第三温度传感器T3;在二次热网供水管上安装第四压力传感器P4和第四温度传感器T4;

在并联方式下,来自一次热网的热水流量M1分为两路,分别进入动力设备(1),M1,orc;和换热器设备(2),M1,hex;第一阀门(3)的开度调节M1,orc,第二阀门(4)的开度调节M1,hex;来自二次热网的冷水流量M2也分为两路,分别进入动力设备(1)(M2,orc)和换热器设备(2),M2,hex;第三阀门(5)的开度调节M2,orc,第四阀门(6)的开度调节M2,hex;第一、第二、第三、第四阀门的开度是根据第一、第二、第三、第四压力传感器P1-P4和第一、第二、第三、第四温度传感器T1-T4的值进行调节控制的;第一阀门(3)与第三阀门(5)的调节目标是动力设备(1)处,有机工质获得足够的热量提供动力输出;第二阀门(4)和第四阀门(6)的调节目标是在换热器设备(2)处,一次热网热水传递足够的热量给二次热网的冷水。

9. 根据权利要求8所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:在动力设备(1)内部,一次热网输出的热量Eorc1,二次热网获得的热量为Eorc2,动力输出功率为Worc;则不考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗,能量平衡方程仍然如式(1)所示,其中Eorc1和Eorc2如下式(7)和(8)所示,

$$Eorc1=M1,orcCp(T1-T2) \quad (7)$$

$$Eorc2=M2,orcCp(T3-T4) \quad (8)$$

式(7),(8)中,M1,orc为一次热网的热水流量,单位t/h;M2,orc为二次热网的冷水流量,单位t/h;T1为第一温度传感器T1测得温度值,单位°C;T2为第二温度传感器T2测得温度值,单位°C;T3为第三温度传感器T3测得温度值,单位°C;T4为第四温度传感器T4测得温度值,单位°C;

当要调整输出功率Worc时,可根据热水进口温度T1和冷水进口温度T4来调节第一阀门(3)和第三阀门(5);调节第一阀门(3)的开度可调节热水流量M1,orc,调节第三阀门(5)的开度可调节冷水流量M2,orc;当需要提高输出功率Worc时,调节第一阀门(3),增加流量M1,orc;此时,动力设备1的蒸发器中与有机工质交换的热量Eorc1增加;与此同时,增加流量M2,orc,则冷凝器中与有机工质交换的热量Eorc2也增加;当保持动力设备1的蒸发器和冷凝器的温度稳定时,即式(7)、(8)中的温度T1,T2,T3,T4不发生变化,根据热力学第二定律,动力设备(1)所输出功率Worc提高,反之亦然。

10. 根据权利要求8所述的一种区域供热节能技术系统,其特征是:在并联方式下,动力

设备(1)的出口Rout处的水温一般较高;为了进一步提高热利用水平,可添加一个换热器装置进一步降低一次热网的回水温度T2;还可将动力设备(1)的出口Rout处的热水接入换热器设备(2)内部热水管的水温相等的位置处,与一次热网热水进行混合;

与并联方式中换热器设备(2)的作用和优选方式类似,这里换热器设备(2)的结构也可以是管壳式,或板翅式换热器;设换热器中热水传递的热量为Ehex1,冷水获得的热量为Ehex2,若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系也如式(4)所示;

$$\text{其中, } E_{\text{hex1}} = M_1 C_p (T_1 - T_2) \quad (9)$$

$$E_{\text{hex2}} = M_2 C_p (T_3 - T_4) \quad (10)$$

式(9),(10)中,M1,hex为一次热网的热水流量,单位t/h;M2,hex为二次热网的冷水流量,单位t/h;T1为第一温度传感器T1测得温度值,单位°C;T2为第二温度传感器T2测得温度值,单位°C;T3为第三温度传感器T3测得温度值,单位°C;T4为第四温度传感器T4测得温度值,单位°C;

换热器设备(2)的热交换能力取决于换热器内部的结构;

在选择热交换器时选择热交换能力大的换热器设备,尽可能提高二次热网的供水温度T3,同时也就尽量降低一次热网的回水温度T2。

一种区域供热节能技术系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种区域供热节能技术系统及其控制方法,用于城镇供热系统的一次热网和二次热网之间的热力站处。

背景技术

[0002] 城镇区域供热技术中普遍采用电力水泵作为二次热网的循环泵。在整个供热期间,水泵需要不间断的电力驱动,保证用户得到足够的循环水量。因此,在二次热网需要大量消耗电能提供循环动力。经过国家大力推广节能型建筑技术,建筑平均需热量大幅降低。特别是增加建筑外保温,保温窗和新型节能房等,建筑供热可采用越来越低的温度。通过低温辐射加热和地板供热等方式,二次热网供/回水温度可达到50/30℃。由于一次热网的供水温度保持较高水平可以减少供水流量,从而降低电能消耗,所以节能的方式是尽可能降低回水温度。目前,一次热网的供/回水温度尽可能保持在130/40℃。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种区域供热节能技术系统及其控制方法。

[0004] 本发明提出的一种区域供热节能技术系统,用于城镇供热系统的一次热网和二次热网之间的热力站处,所述系统包括:动力设备,水-水换热器,阀门,动力输出引擎,温度传感器,压力传感器和控制装置;

其中:动力设备1基于一次热网的供水和二次热网的回水之间的温差提供动力;换热器设备2基于动力设备1的出口热水和二次热网的供水温差传递热量;根据一次热网、二次热网供回水温度、压力的变化,调整阀门的开度,从而保证系统工作的性能;换热器设备2能够让热水和冷水之间进行充分热量交换;

根据供热区域的供热面积,单位供热功率条件,动力设备与换热器采用串联或并联的方式;动力设备具有蒸发器a1,冷凝器a2,膨胀机a3和工质泵a4;

动力设备1具有与一次热网的供水管连接的口Rin,与一次热网的回水管连接的口Rout;与二次热网的供水管连接的口Lin,与二次热网的回水管连接的口Lout;在动力设备1的内部,口Rin连接蒸发器1入口,口Rout连接蒸发器1出口;口Lin连接冷凝器2入口,口Lout连接冷凝器2出口;

根据本地一次热网的供水水温和二次热网的回水水温,确定适合该温度区间的有机工质进行工作;

在动力设备内部,一次热网输出的热量Eorc1,二次热网获得的热量为Eorc2,动力输出功率为Worc,采用能量平衡公式: Eorc1=Eorc2 + Worc (1);

换热器中热水传递的热量为Ehex1,冷水获得的热量为Ehex2,若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系为:Ehex1=Ehex2(4)

本发明中,动力设备的膨胀机的机械功输出采用同轴连接方式与一套动力引擎装置相连接,通过该引擎装置带动二次热网的循环水泵工作;动力设备的工质泵提供该设备内工

质的循环动力,工质泵采用本地市电供应;其中,正常工作时,工质泵所需的功率远小于动力设备的输出功率,且可以根据应用场合的工况进行配置。

[0005] 本发明中,动力设备是可以采用有机朗肯循环动力设备。

[0006] 本发明中,在串联方式下,一次热网的供水管在连接动力设备1的进口Rin之前安装第一阀门3;第一阀门3选择可调节开度的球阀或蝶阀;通过调节第一阀门3的开度,可控制进入Rin的水流量。在第一阀门3之前的一次热网供水管道上,安装第一压力传感器P1和第一温度传感器T1;动力设备1的入口Rin连接蒸发器a1的热源入口;动力设备1的出口Rout连接蒸发器a1的热源出口;动力设备1的入口Lin连接冷凝器a2的冷源入口;动力设备1的出口Lout连接冷凝器a2的冷源出口;动力设备1的接口Rout连接换热器设备2的热水入口Rin;换热器设备2的热水出口Rout连接一次热网的回水管;在一次热网的回水管上安装第二压力传感器P2和第二温度传感器T2。

[0007] 本发明中,二次热网的回水管在连接动力设备1的冷水入口Lin之前安装第二阀门4;第二阀门4也选择可调节开度的球阀或蝶阀。通过调节第二阀门4的开度,可控制进入Lin的水流量。在第二阀门4之前的管道上,安装第四压力传感器P4和第四温度传感器T4;动力设备1的出口Lout通过管道连接换热器设备2的冷水入口Lin;换热器设备2的冷水出口Lout连接二次热网的供水管;在二次热网供水管上安装第三压力传感器P3和第三温度传感器T3;在动力设备1的口Rout与换热器设备2的口Rin之间的连接管上安装第五温度传感器T5;在动力设备1的口Lout与换热器设备2的口Lin之间的连接管上安装第六温度传感器T6;第一阀门3和第二阀门4的开度是根据第一、第二、第三、第四压力传感器P1-P4和第一、第二、第三、第四、第五、第六温度传感器T1-T6的值进行调节控制的。第一阀门3用于调节来自一次热网的热水流量;第二阀门4用于调节来自二次热网的冷水流量。第一阀门3与第二阀门4的调节目标是动力设备1获得足够的热量提供动力输出,且换热器设备2处一次热网热水传递足够的热量给二次热网的冷水。

[0008] 本发明中,在动力设备1内部,一次热网输出的热量Eorc1,二次热网获得的热量为Eorc2,动力输出功率为Worc。则不考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗等,采用如式(1)所示的能量平衡公式:

$$Eorc1 = Eorc2 + Worc \quad (1)$$

其中,

$$Eorc1 = M1Cp(T1 - T5) \quad (2)$$

$$Eorc2 = M2Cp(T4 - T6) \quad (3)$$

式(2),(3)中,M1为一次热网的热水流量,单位t/h;M2为二次热网的冷水流量,单位t/h;T1为传感器T1测得温度值,单位°C;T4为传感器T4测得温度值,单位°C;T5为传感器T5测得温度值,单位°C;T6为传感器T6测得温度值,单位°C;当要调整输出功率Worc时,可根据热水进口温度T1和冷水进口温度T4来调节第一阀门3和第二阀门4。调节第一阀门3的开度可调节热水流量M1,调节第二阀门4的开度可调节冷水流量M2。当需要提高输出功率Worc时,调节第一阀门3,增加流量M1。此时,动力设备1的蒸发器中与有机工质交换的热量Eorc1增加。与此同时,增加流量M2,则冷凝器中与有机工质交换的热量Eorc2也增加。当保持动力设备1的蒸发器和冷凝器的温度稳定时,即式(2)、(3)中的温度T1,T4,T5,T6不发生变化。根据热力学第二定律,动力设备1所输出功率Worc提高,反之亦然。

[0009] 本发明中,换热器设备2能够让热水和冷水之间进行充分热量交换;换热器中热水传递的热量为Ehex1,冷水获得的热量为Ehex2,若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系为式(4):

$$E_{hex1}=E_{hex2} \quad (4)$$

其中,

$$E_{hex1}=M_1C_p(T_5-T_2) \quad (5)$$

$$E_{hex2}=M_2C_p(T_6-T_3) \quad (6)$$

式(5),(6)中,M1为一次热网的热水流量,单位t/h;M2为二次热网的冷水流量,单位t/h;T2为传感器T2测得温度值,单位°C;T5为传感器T5测得温度值,单位°C;T6为传感器T6测得温度值,单位°C;T3为传感器T3测得温度值,单位°C。

[0010] 本发明中,换热器设备2的热交换能力取决于换热器内部的结构;在选择热交换器时选择热交换能力大的换热器设备,尽可能提高二次热网的供水温度T3,同时也就尽量降低一次热网的回水温度T2。

[0011] 本发明中,在调节阀门时,同时需要注意压力P1-P4的变化,让其始终处于设备承受的最高压力之内;同时,为保持系统水力工况的平衡及节能,还需要尽量减少动力设备1和换热器设备2的压力损失。

[0012] 在并联方式下,一次热网的供水管通过第一阀门(3)和第二阀门(4)分别连接动力设备1的热水入口Rin和换热器的热水入口Rin;动力设备1的热水出口Rout和换热器设备2的热水出口Rout直接连接到一次热网的回水管上;类似的,二次热网的回水管通过第三阀门(5)和第四阀门(6)分别连接动力设备1的冷水入口Lin和换热器的冷水入口Lin;动力设备1的冷水出口Lout和换热器设备2的冷水出口Lout直接连接到二次热网的回水管上;

本发明中,在一次热网供水管上安装第一压力传感器P1和第一温度传感器T1;在一次热网回水管上安装第二压力传感器P2和第二温度传感器T2;在二次热网回水管上安装第三压力传感器P3和第三温度传感器T3;在二次热网供水管上安装第四压力传感器P4和第四温度传感器T4;

在并联方式下,来自一次热网的热水流量M1分为两路,分别进入动力设备1,M1,orc;和换热器设备2,M1,hex。第一阀门3的开度调节M1,orc,第二阀门4的开度调节M1,hex。来自二次热网的冷水流量M2也分为两路,分别进入动力设备1(M2,orc)和换热器设备2,M2,hex。第三阀门(5)的开度调节M2,orc,第四阀门6的开度调节M2,hex;第一、第二、第三、第四阀门的开度是根据第一、第二、第三、第四压力传感器P1-P4和第一、第二、第三、第四温度传感器T1-T4的值进行调节控制的。第一阀门3与第三阀门5的调节目标是动力设备1处,有机工质获得足够的热量提供动力输出;第二阀门4和第四阀门6的调节目标是在换热器设备2处,一次热网热水传递足够的热量给二次热网的冷水。

[0013] 在动力设备1内部,一次热网输出的热量Eorc1,二次热网获得的热量为Eorc2,动力输出功率为Worc;则不考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗,能量平衡方程仍然如式(1)所示,其中Eorc1和Eorc2如下式(7)和(8)所示,

$$E_{orc1}=M_{1,orc}C_p(T_1-T_2) \quad (7)$$

$$E_{orc2}=M_{2,orc}C_p(T_3-T_4) \quad (8)$$

式(7),(8)中,M1,orc为一次热网的热水流量,单位t/h;M2,orc为二次热网的冷水流

量,单位t/h;T1为传感器T1测得温度值,单位℃;T2为传感器T2测得温度值,单位℃;T3为传感器T3测得温度值,单位℃;T4为传感器T4测得温度值,单位℃。

[0014] 本发明中,当要调整输出功率W_{orc}时,可根据热水进口温度T1和冷水进口温度T4来调节第一阀门3和第三阀门5;调节第一阀门3的开度可调节热水流量M_{1,orc},调节第三阀门5的开度可调节冷水流量M_{2,orc};当需要提高输出功率W_{orc}时,调节第一阀门3,增加流量M_{1,orc};此时,动力设备1的蒸发器中与有机工质交换的热量E_{orc1}增加;与此同时,增加流量M_{2,orc},则冷凝器中与有机工质交换的热量E_{orc2}也增加。当保持动力设备1的蒸发器和冷凝器的温度稳定时,即式(7)、(8)中的温度T_{1,T2,T3,T4}不发生变化,根据热力学第二定律,动力设备1所输出功率W_{orc}提高,反之亦然。

[0015] 在并联方式下,动力设备1的出口Rout处的水温一般较高;为了进一步提高热利用水平,可添加一个换热器装置进一步降低一次热网的回水温度T2;还可将动力设备1的出口Rout处的热水接入换热器设备2内部热水管的水温相等的位置处,与一次热网热水进行混合;

与并联方式中换热器设备2的作用和优选方式类似,这里换热器设备2的结构也可以是管壳式,或板翅式换热器等。设换热器中热水传递的热量为E_{hex1},冷水获得的热量为E_{hex2},若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系也如式(4)所示。

[0016] 其中,E_{hex1}=M_{1,Cp}(T₁-T₂) (9)

$$E_{hex2}=M_2C_p(T_3-T_4) \quad (10)$$

式(9),(10)中,M_{1,hex}为一次热网的热水流量,单位t/h;M_{2,hex}为二次热网的冷水流量,单位t/h;T1为传感器T1测得温度值,单位℃;T2为传感器T2测得温度值,单位℃;T3为传感器T3测得温度值,单位℃;T4为传感器T4测得温度值,单位℃;

换热器设备2的热交换能力取决于换热器内部的结构。在选择热交换器时选择热交换能力大的换热器设备,尽可能提高二次热网的供水温度T3,同时也就尽量降低一次热网的回水温度T2。

[0017] 本发明的有益效果在于:一种新的节能技术系统,结合动力设备和与之匹配的换热器及各类阀门等设备进行灵活组合,成为一种既可满足二次热网的供热需求,又可大量减少电力消耗的节能系统;该系统应用于热力站内,可有效提高供热系统的能源效率,该系统由动力设备,水-水换热器,阀门,动力输出引擎,温度传感器,压力传感器,控制装置组成。能够根据供热区域的供热面积,单位供热功率等条件,采用动力设备与换热器串联或并联的两种方式进行组合。

附图说明

[0018] 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一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1动力设备1内部结构。

[0020] 图2动力设备1和换热器设备2串联方式连接。

[0021] 图3动力设备1和换热器设备2并联方式连接。

- [0022] 图4串联方式连接的系统图。
- [0023] 图5并联方式连接的系统图。
- [0024] 图6并联方式连接中供生活热水的两级换热器的内部结构。

具体实施方式

[0025] 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作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。

[0026] 实施例1:由于节能建筑的不断推广,一次、二次热网之间的换热温差也增加,产生了能源品质的浪费。因此,本发明提出一套新的节能技术系统。结合动力设备和与之匹配的换热器及各类阀门等设备进行灵活组合,成为一种既可满足二次热网的供热需求,又可大量减少电力消耗的节能系统。该系统应用于热力站内,可有效提高供热系统的能源效率。

[0027] 根据供热区域的供热面积,单位供热功率等条件,采用动力设备与换热器串联或并联的两种方式进行组合。根据一次热网、二次热网供回水温度、压力的变化,调整阀门的开度,保证系统工作的性能。动力设备1通过一次热网的供水和二次热网的回水之间的温差提供动力。换热器设备2通过动力设备1的出口热水和二次热网的供水温差传递热量。

[0028] 如附图2所示,在串联方式下,一次热网的供水管在连接动力设备1的进口Rin之前安装第3阀门。第3阀门选择可调节开度的球阀或蝶阀。通过调节第3阀门的开度,可控制进入Rin的水流量。在第3阀门之前的一次热网供水管道上,安装压力传感器P1和温度传感器T1。动力设备1的内部如图1所示。

[0029] 动力设备1具有蒸发器a1,冷凝器a2,膨胀机a3和工质泵a4,这四个主要部件;动力设备1的入口Rin连接蒸发器a1的热源入口;动力设备1的出口Rout连接蒸发器a1的热源出口。动力设备1的入口Lin连接冷凝器a2的冷源入口;动力设备1的出口Lout连接冷凝器a2的冷源出口。动力设备1的接口Rout连接换热器设备2的热水入口Rin;换热器设备2的热水出口Rout连接一次热网的回水管。在一次热网的回水管上安装压力传感器P2和温度传感器T2。可以采用了有机朗肯循环(Organic Rankin Cycling, ORC)的动力设备。

[0030] 二次热网的回水管在连接动力设备1的冷水入口Lin之前安装第4阀门;第4阀门也选择可调节开度的球阀或蝶阀。通过调节第4阀门的开度,可控制进入Lin的水流量。在第4阀门之前的管道上,安装压力传感器P4和温度传感器T4。动力设备1的出口Lout通过管道连接换热器设备2的冷水入口Lin。换热器设备2的冷水出口Lout连接二次热网的供水管。在二次热网供水管上安装压力传感器P3和T3。

[0031] 在动力设备1的口Rout与换热器设备2的口Rin之间的连接管上安装温度传感器T5。在动力设备1的口Lout与换热器设备2的口Lin之间的连接管上安装温度传感器T6。

[0032] 第3阀门和第4阀门的开度是根据压力传感器P1-P4和温度传感器T1-T6的值进行调节控制的。第3阀门用于调节来自一次热网的热水流量;第4阀门用于调节来自二次热网的冷水流量。第3阀门与第4阀门的调节目标是动力设备1获得足够的热量提供动力输出,且换热器设备2处一次热网热水传递足够的热量给二次热网的冷水。

[0033] 在动力设备1内部,一次热网输出的热量E_{orc1},二次热网获得的热量为E_{orc2},动力输

出功率为 W_{orc} 。则不考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗等,采用如式1所示的能量平衡公式:

$$E_{orc1}=E_{orc2} + W_{orc} \quad (1)$$

其中,

$$E_{orc1}=M_1C_p(T_1-T_5) \quad (2)$$

$$E_{orc2}=M_2C_p(T_4-T_6) \quad (3)$$

式(2),(3)中, M_1 为一次热网的热水流量,单位t/h; M_2 为二次热网的冷水流量,单位t/h; T_1 为传感器T1测得温度值,单位°C; T_4 为传感器T4测得温度值,单位°C; T_5 为传感器T5测得温度值,单位°C; T_6 为传感器T6测得温度值,单位°C。

[0034] 当要调整输出功率 W_{orc} 时,可根据热水进口温度 T_1 和冷水进口温度 T_4 来调节第3阀门和第4阀门。调节第3阀门的开度可调节热水流量 M_1 ,调节第4阀门的开度可调节冷水流量 M_2 。当需要提高输出功率 W_{orc} 时,调节第3阀门,增加流量 M_1 。此时,动力设备1的蒸发器中与有机工质交换的热量 E_{orc1} 增加。与此同时,增加流量 M_2 ,则冷凝器中与有机工质交换的热量 E_{orc2} 也增加。当保持动力设备1的蒸发器和冷凝器的温度稳定时,即式(2)、(3)中的温度 T_1 , T_4 , T_5 , T_6 不发生变化。根据热力学第二定律,动力设备1所输出功率 W_{orc} 提高。反之亦然。

[0035] 换热器设备2能够让热水和冷水之间进行充分热量交换。换热器设备的结构可以是管壳式,或板翅式换热器等。本发明优选结构紧凑,换热能力大的换热器。设换热器中热水传递的热量为 E_{hex1} ,冷水获得的热量为 E_{hex2} ,若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系为式(4):

$$E_{hex1}=E_{hex2} \quad (4)$$

其中,

$$E_{hex1}=M_1C_p(T_5-T_2) \quad (5)$$

$$E_{hex2}=M_2C_p(T_6-T_3) \quad (6)$$

式(5),(6)中, M_1 为一次热网的热水流量,单位t/h; M_2 为二次热网的冷水流量,单位t/h; T_2 为传感器T2测得温度值,单位°C; T_5 为传感器T5测得温度值,单位°C; T_6 为传感器T6测得温度值,单位°C; T_3 为传感器T3测得温度值,单位°C。

[0036] 换热器设备2的热交换能力取决于换热器内部的结构。在选择热交换器时选择热交换能力大的换热器设备,尽可能提高二次热网的供水温度 T_3 ,同时也就尽量降低一次热网的回水温度 T_2 。

[0037] 串联方式连接时,动力设备1具有全部的一次热网热水流量作为蒸发器的热源,输出的动力功率也更多。但由于动力设备1的出口热水全部进入换热器设备2,因此换热量受到动力设备的工况影响。这种模式适用于二次热网的循环泵动力需要较大且变化很少的场合。

[0038] 在调节阀门时,同时需要注意压力 P_1-P_4 的变化。要做到始终处于该设备承受的最高压力之内。同时,为保持系统水力工况的平衡及节能,还需要尽量减少动力设备1和换热器设备2的压力损失。

[0039] 针对一个为10万m²的区域面积进行供热的一个热力站进行设计。其系统图如附图3所示。设该地区建筑的供热需求为60W/m²,则供热总需求为6000kW的热量。采用本发明的系统方法,在热力站的供热系统设计如图4所示。

[0040] 设计的已知条件为：一次热网的供/回水温度为130/40℃。一次热网的水流量为60t/h(16.67kg/s)。二次热网的供/回水温度为50/30℃。二次热网的流量为240t/h(66.67kg/s)。

[0041] 按照ORC4DH与HEX采用串联方式连接，进行设计。在设计工况下，本发明所述的系统运行状况如下。

[0042] (1)设备ORC4DH的口Rin处的水温为130℃，口Rout处的水温为120℃。设备ORC4DH的口Lin处水温30℃，口Lout处的水温32.3℃。在设备ORC4DH处，一次热网的输出热量E_{orc1}为708kW。二次热网所获得热量为630kW。设备ORC4DH输出机械功率W_{orc}为71kW。设备ORC4DH的工质泵消耗电能P_{orc}为5.7kW。考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗等，能量平衡如式11所示：

$$E_{orc1} \approx E_{orc2} + W_{orc} \quad (11)$$

(2)设备HEX的口Rin处水温为120℃，口Rout处的水温为40℃。设备HEX的口Lin处水温为32.3℃，口Lout处的水温为52.4℃。在设备HEX处，一次热网的输出热量E_{hex1}为5587kW。二次热网所获得热量E_{hex2}为5580kW。

[0043] 综合设备ORC4DH和设备HEX的能量收支可知，

一次网输入热量E1为：

$$E_1 = E_{orc1} + E_{hex1} = 6295 \text{ kW}$$

二次网输入热量E2为：

$$E_2 = E_{orc2} + E_{hex2} = 6210 \text{ kW}$$

该供热区域单位平米所获得的实际供热量为62.1W/m²。该热力站完全可以满足设计60W/m²的需要。

[0044] 输出功率为W_{orc}=71 kW，

输入电能为P_{orc}=5.7 kW，

采用本发明的技术方案，二次热网的循环泵获得了71的动力功率。而一般传统方式采用电动机驱动循环泵。若要获得71kW功率时，设电动机的总效率η为0.7，需要电能E_p为，

$$E_p = 71/\eta = 101.4 \text{ kW}$$

[0045] 由此可知，在实施例1中，若采用本方案可节约电能为E_p-P_{orc} = 95.7kW。

[0046] 节约电能比率为：(E_p-P_{orc})/E_p=94.4%。

[0047] 实施例2：动力设备与换热器采用并联的组合方式，如附图3所示。在并联方式下，一次热网的供水管通过第3阀门和第4阀门分别连接动力设备1的热水入口Rin和换热器的热水入口Rin。动力设备1的热水出口Rout和换热器设备2的热水出口Rout直接连接到一次热网的回水管上。类似的，二次热网的回水管通过第5阀门和第6阀门分别连接动力设备1的冷水入口Lin和换热器的冷水入口Lin。动力设备1的冷水出口Lout和换热器设备2的冷水出口Lout直接连接到二次热网的回水管上。

[0048] 在一次热网供水管上安装压力传感器P1和温度传感器T1；在一次热网回水管上安装压力传感器P2和温度传感器T2；在二次热网回水管上安装压力传感器P3和温度传感器T3；在二次热网供水管上安装压力传感器P4和温度传感器T4；

在并联方式下，来自一次热网的热水流量M1分为两路，分别进入动力设备1，M_{1,orc}；和换热器设备2，M_{1,hex}。第3阀门的开度调节M_{1,orc}，第4阀门的开度调节M_{1,hex}。来自二次热网的

冷水流量M₂也分为两路,分别进入动力设备1(M_{2,orc})和换热器设备2,M_{2,hex}。第5阀门的开度调节M_{2,orc},第6阀门的开度调节M_{2,hex}。第3阀门-第6阀门的开度是根据压力传感器P1-P4和温度传感器T1-T4的值进行调节控制的。第3阀门与第5阀门的调节目标是动力设备1处,有机工质获得足够的热量提供动力输出。第4阀门和第6阀门的调节目标是在换热器设备2处,一次热网热水传递足够的热量给二次热网的冷水。

[0049] 在动力设备1内部,一次热网输出的热量E_{orc1},二次热网获得的热量为E_{orc2},动力输出功率为W_{orc}。则不考虑到系统与外界环境之间的散热和机械损耗等,能量平衡方程仍然如式(1)所示。但其中E_{orc1}和E_{orc2}如下式(7)和(8)所示,

$$E_{orc1}=M_{1,orc}C_p(T_1-T_2) \quad (7)$$

$$E_{orc2}=M_{2,orc}C_p(T_3-T_4) \quad (8)$$

式(7),(8)中,M_{1,orc}为一次热网的热水流量,单位t/h;M_{2,orc}为二次热网的冷水流量,单位t/h;T₁为传感器T1测得温度值,单位°C;T₂为传感器T2测得温度值,单位°C;T₃为传感器T3测得温度值,单位°C;T₄为传感器T4测得温度值,单位°C。

[0050] 当要调整输出功率W_{orc}时,可根据热水进口温度T₁和冷水进口温度T₄来调节第3阀门和第5阀门。调节第3阀门的开度可调节热水流量M_{1,orc},调节第5阀门的开度可调节冷水流量M_{2,orc}。当需要提高输出功率W_{orc}时,调节第3阀门,增加流量M_{1,orc}。此时,动力设备1的蒸发器中与有机工质交换的热量E_{orc1}增加。与此同时,增加流量M_{2,orc},则冷凝器中与有机工质交换的热量E_{orc2}也增加。当保持动力设备1的蒸发器和冷凝器的温度稳定时,即式(7)、(8)中的温度T₁,T₂,T₃,T₄不发生变化。根据热力学第二定律,动力设备1所输出功率W_{orc}提高。反之亦然。

[0051] 在并联方式下,动力设备1的出口Rout处的水温一般较高。为了进一步提高热利用水平,可添加一个换热器装置进一步降低一次热网的回水温度T₂。本发明中优选配置一个生活热水加热为目的的换热器可大幅降低动力设备1的出口Rout处的水温。此外,还可将动力设备1的出口Rout处的热水接入换热器设备2内部热水管的水温相等的位置处,与一次热网热水进行混合。在实施例2中,本发明将举例具体说明生活热水换热器的工作方式。

[0052] 与并联方式中换热器设备2的作用和优选方式类似,这里换热器设备2的结构也可以是管壳式,或板翅式换热器等。设换热器中热水传递的热量为E_{hex1},冷水获得的热量为E_{hex2},若不考虑换热器的热损失等影响,两者之间的关系也如式(4)所示。

[0053] 其中,E_{hex1}=M₁C_p(T₁-T₂) (9)

$$E_{hex2}=M_2C_p(T_3-T_4) \quad (10)$$

式(9),(10)中,M_{1,hex}为一次热网的热水流量,t/h;M_{2,hex}为二次热网的冷水流量,t/h;T₁为传感器T1测得温度值,°C;T₂为传感器T2测得温度值,°C;T₃为传感器T3测得温度值,°C;T₄为传感器T4测得温度值,°C。

[0054] 换热器设备2的热交换能力取决于换热器内部的结构。在选择热交换器时选择热交换能力大的换热器设备,尽可能提高二次热网的供水温度T₃,同时也就尽量降低一次热网的回水温度T₂。

[0055] 并联方式连接时,动力设备1可根据需要输出的动力功率调节第3阀门,引入一部分来自一次热网热水流量作为蒸发器的热源。同时调节第5阀门,引入一部分来自二次热网的冷水作为冷凝器的冷源。换热器设备2可根据用户热量需要调节第4阀门引入一部分来自

一次热网热水放热。同时调节第6阀门，引入一部分来自二次热网的冷水吸热。这种并联工作模式下，动力设备1可根据动力需要输出适当的功率，换热器设备2也可根据热量需要灵活调节。两者设备的工作状况不直接影响。这种模式适用于二次热网的循环泵功率较小且变化多的场合。

[0056] 在调节阀门时，也同时需要注意压力P₁–P₄的变化。要做到始终处于该设备承受的最高压力之内。同时，为保持系统水力工况的平衡及节能，还需要尽量减少动力设备1和换热器设备2的压力损失。

[0057] 针对一个为3.2万m²的区域面积进行供热的一个热力站进行设计的。其系统图如附图5所示。设该地区建筑的房间供热需求为50W/m²，则供热总需求为1600kW的热量。此外，该小区还需要生活热水的加热需求。采用本发明的系统方法，在热力站的供热系统设计如图4所示。

[0058] 设计的已知条件为：一次热网的供/回水温度为130/40℃。一次热网的水流量为22.3t/h(6.2kg/s)。二次热网的供/回水温度为50/30℃。二次热网的流量为65.4t/h(18.2kg/s)。生活热水采用本地自来水，进/出口温度为5/50℃，流量为12t/h(3.3kg/s)。

[0059] 按照ORC4DH与HEX采用并联方式连接进行设计。由于需要生活热水，所以采用了一种具有两级换热功能的两级换热器HEX4W，结构见图6。在设计工况下，本发明所述的系统运行状况如下。

[0060] (1)设备ORC4DH的口Rin处的水温为130℃，口Rout处的水温为100℃，水流量6t/h。设备ORC4DH的口Lin处水温10℃，口Lout处的水温30℃，水流量16.35t/h。在设备ORC4DH处，一次热网的输出热量E_{orc1}为210kW。二次热网所获得热量为189kW。设备ORC4DH输出机械功率W_{orc}为21kW。设备ORC4DH的工质泵消耗电能P_{orc}为1.71kW。此处，设备的热量平衡仍然满足式(1)。

[0061] (2)设备HEX的口Rin处水温为130℃，口Rout处的水温为40℃，水流量22.3t/h。设备HEX的口Lin处水温为30℃，口Lout处的水温为60℃，水流量49.05t/h。在设备HEX处，一次热网的输出热量E_{hex1}为1716.35kW。二次热网所获得热量E_{hex2}为1716kW。

[0062] (3)在设备HEX4W处，具有1股冷水，2股热水进行换热。冷水入口温度5℃，出口温度55℃，水流量13.27t/h。冷水依次通过第1换热室和第2换热室。在第1换热室内，第一股热水的进口温度为30℃，出口温度10℃，水流量16.35t/h。在第2换热室内，第二股热水的进口温度为100℃，出口温度55℃，水流量6t/h。热水输出热量E_{w1}为710kW，生活热水总获得热量E_{w2}为696.68kW。

[0063] 综合设备ORC4DH、设备HEX和设备HEX4W的能量收支可知，

一次网输入热量E1为：

$$E_1 = E_{orc1} + E_{hex1} + E_{w1} = 2636.3 \text{ kW}$$

二次网输入热量E2为：

$$E_2 = E_{orc2} + E_{hex2} + E_{w2} = 2585.68 \text{ kW}$$

该供热区域单位平米所获得的实际供热量为E_{hex2}/32000=53.1W/m²。该热力站完全可以满足设计50W/m²的需要。本地生活热水的流量为13.27t/h，也满足需求。

[0064] 输出功率为W_{orc}=21 kW，

输入电能为P_{orc}=1.71 kW，

采用本发明的技术方案,二次热网的循环泵获得了21kW的动力功率。而一般传统方式采用电动机驱动循环泵。若要获得21kW功率时,设电动机的总效率 η 为0.7,需要电能 E_p 为,

$E_p = 21 / \eta = 30 \text{ kW}$,由此可知,在实施例2中,若采用本方案可节约电能为 $E_p - P_{orc} = 28.3 \text{ kW}$ 。

[0065] 节约电能比率为: $(E_p - P_{orc}) / E_p = 94.3\%$ 。

[0066] 图5中,第3阀门-第6阀门为调节水流量分配而设置。

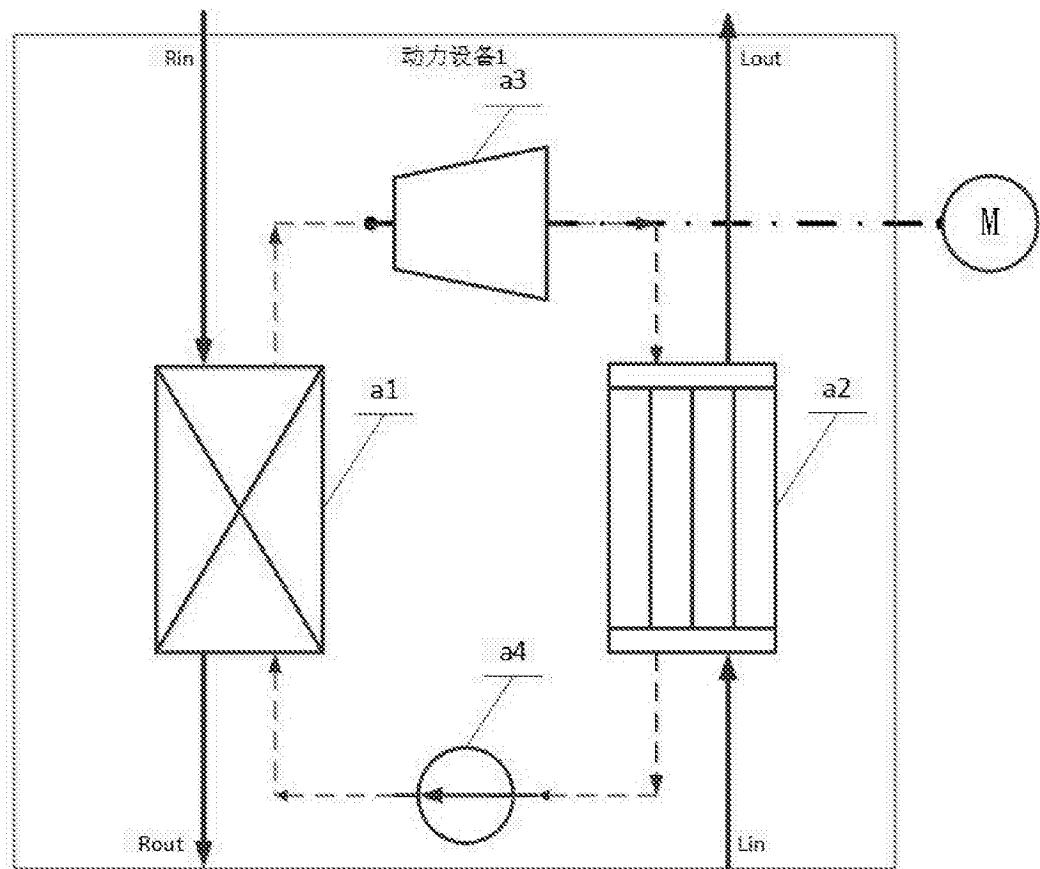


图1

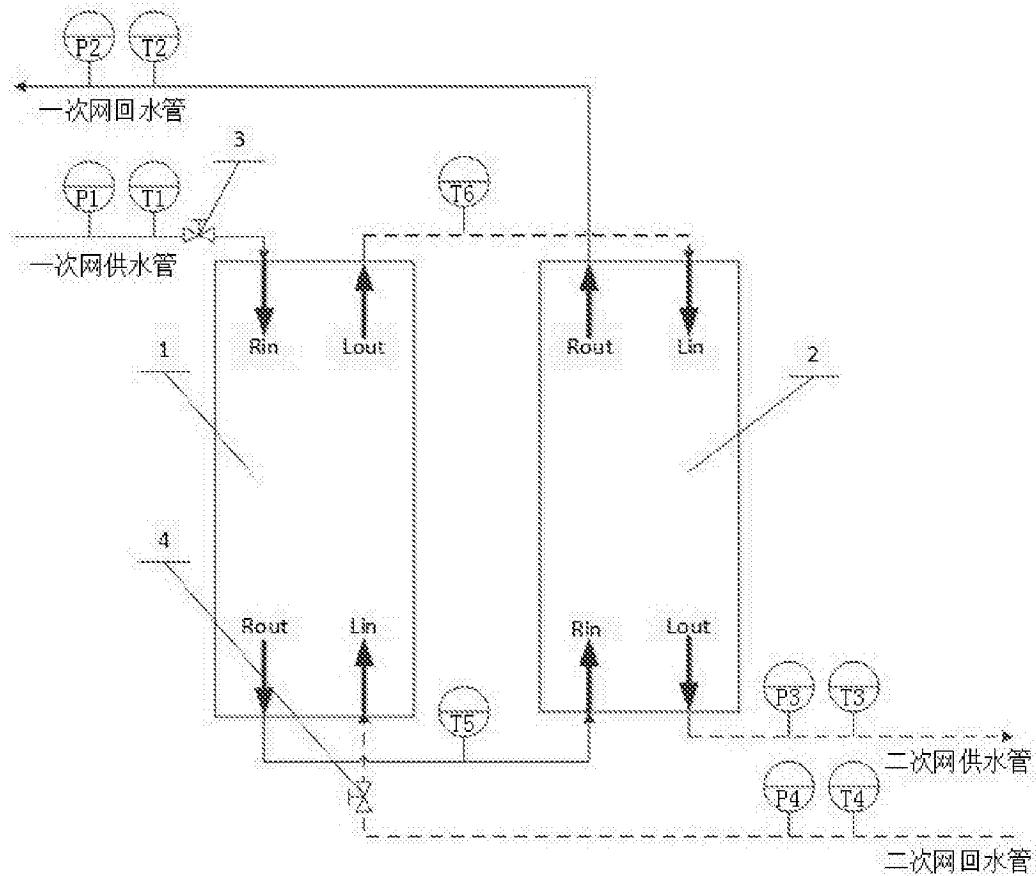


图2

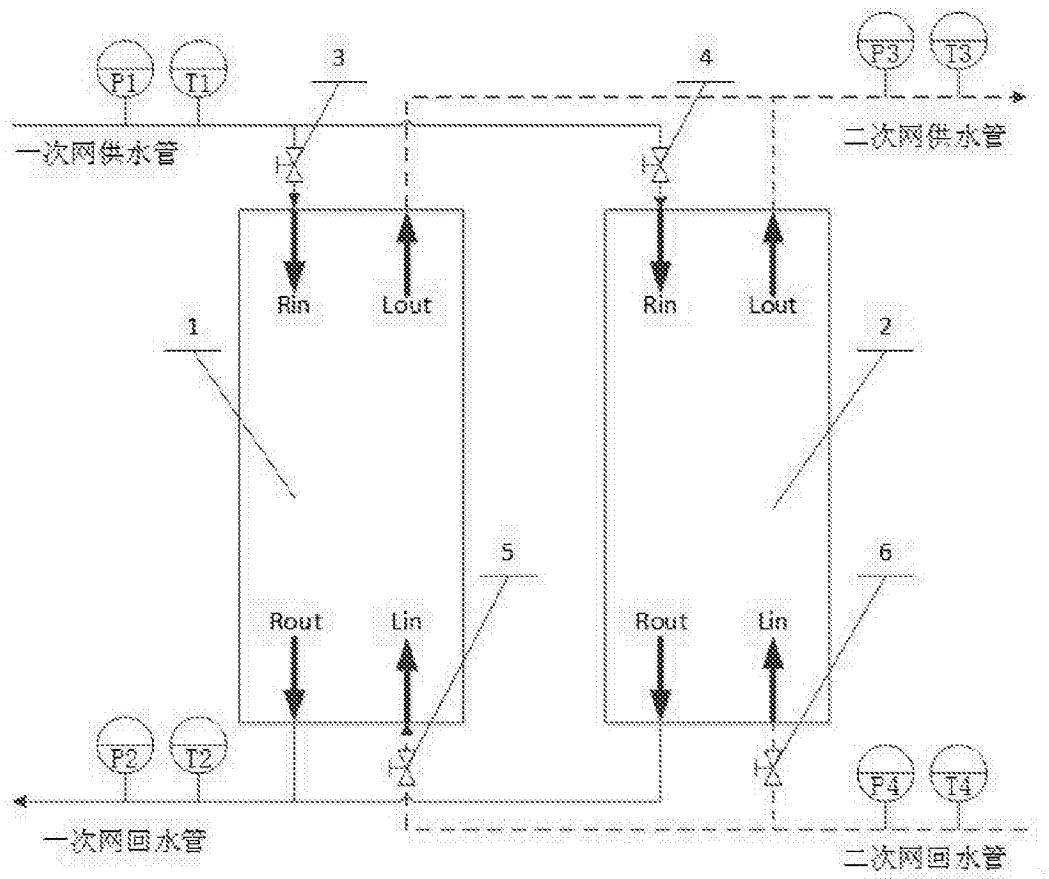


图3

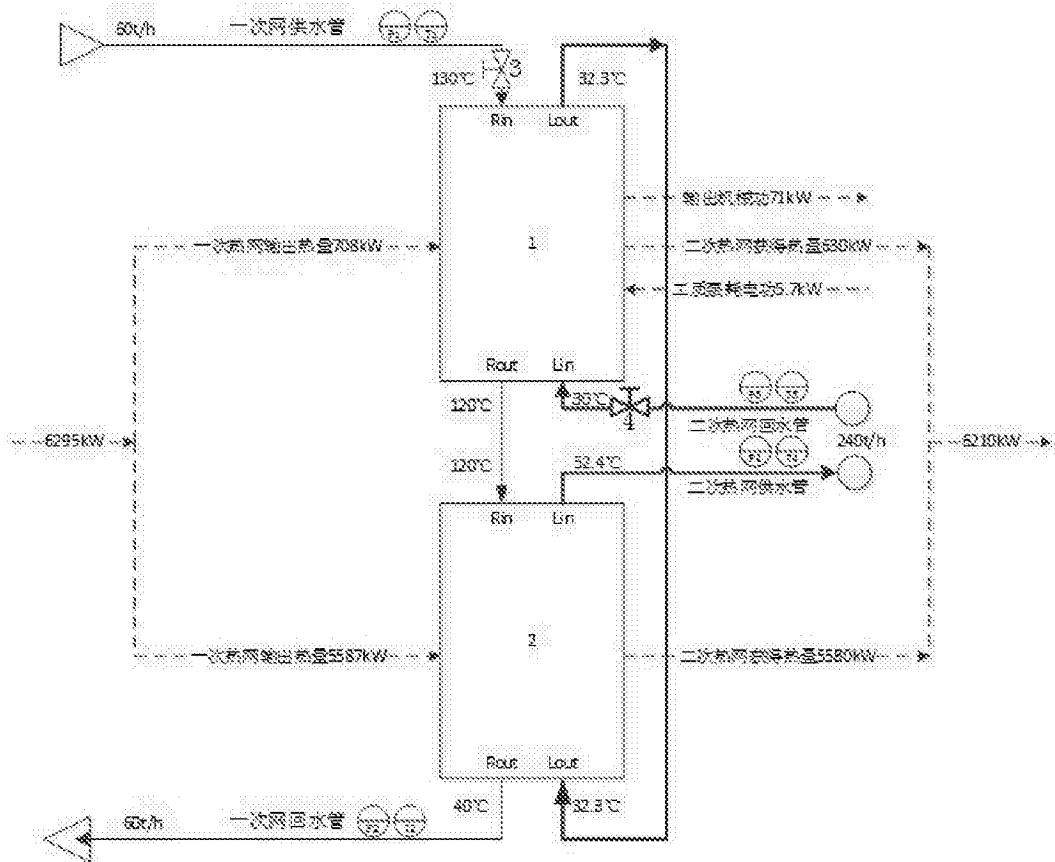
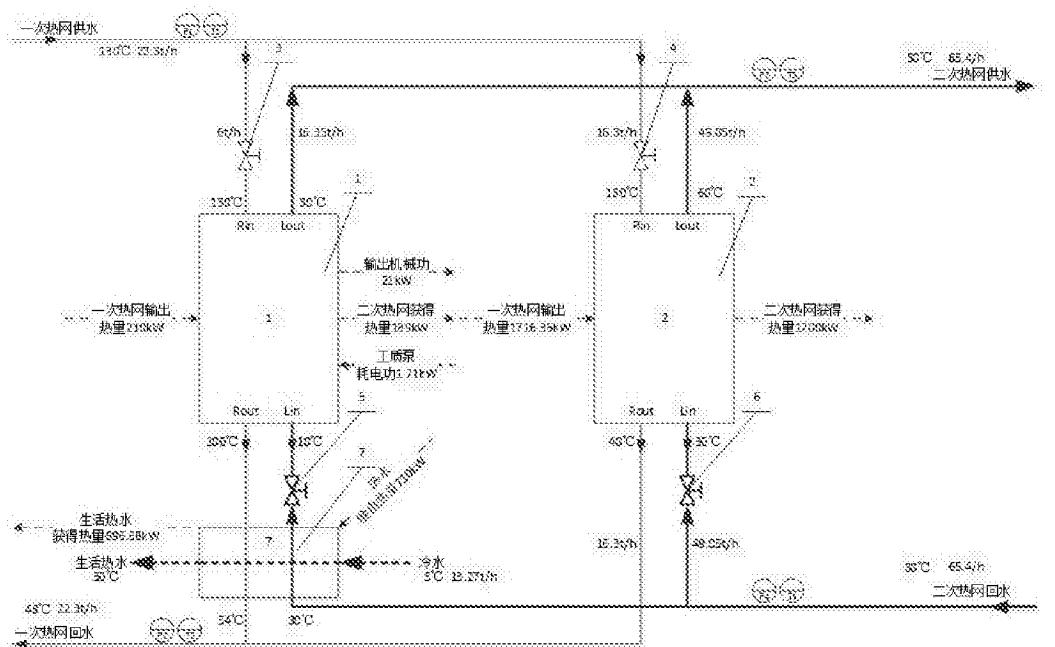


图4



冬 5

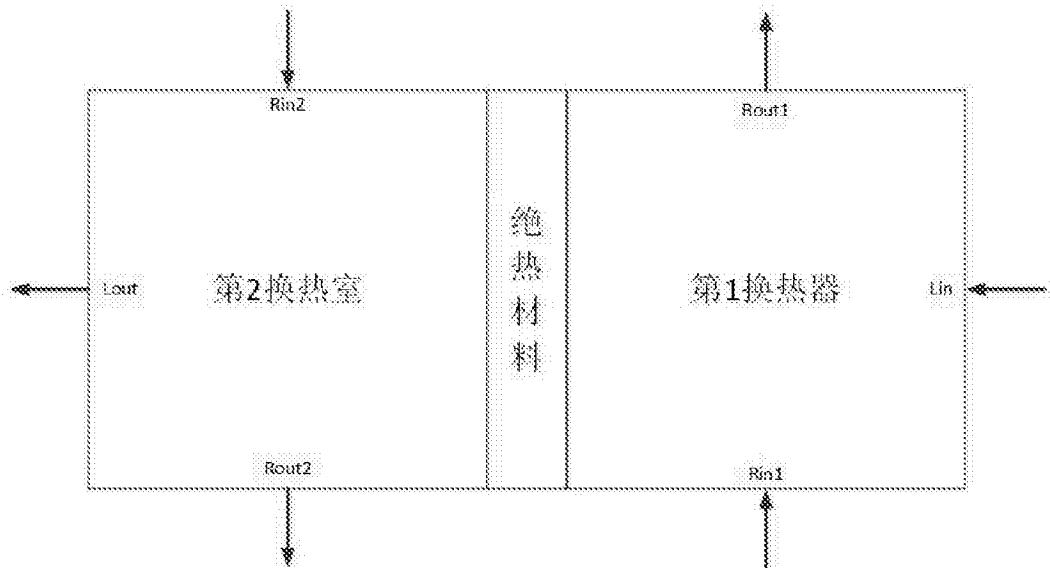


图6