



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111928389 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 13

(21) 申请号 202010807763.2

(22) 申请日 2020.09.04

(71) 申请人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁区科技园  
弘景大道1号南京工程学院

(72) 发明人 文先太 曹先齐 余鹏飞

(74) 专利代理机构 南京源古知识产权代理事务  
所(普通合伙) 32300

代理人 马晓辉

(51) Int. Cl.

F24F 5/00 (2006.01)

F24F 13/30 (2006.01)

F24F 11/89 (2018.01)

F24F 11/84 (2018.01)

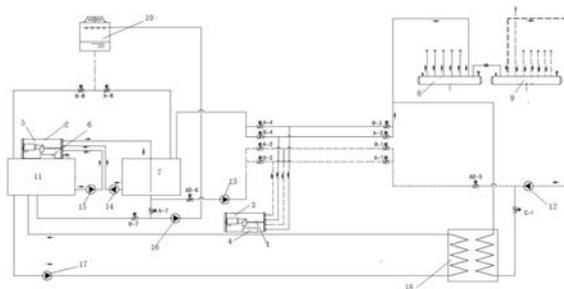
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效  
供冷供热系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统。本发明提供的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,在冬季室外温度较高的南方地区,实现夏季高效供冷,冬季高效供暖,并且充分利用峰谷电价;其主热泵机组冬季和夏季均处于相同压比工况下,机组运行稳定,能效高,设备利用率高;利用主热泵机组和制冰热泵机组串联运行,进行二次提热,确保机组始终处于稳定运行状态,系统可靠性好;其制冰热泵机组制取的为冰水混合物,直接采用水泵输送冷量,减少了传热过程,提高了能源利用率。其夏季单独或联合采用高效机组供冷模式、制冰模式、冰水供冷模式等,实现最大程度上降低运行费用和节能实现极端天气的高效供冷。



1. 一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,包括主热泵机组(1)和制冰热泵机组(2),所述主热泵机组(1)包括第一冷凝器(4)器和第一蒸发器(3),制冰热泵机组(2)包括第二冷凝器(5)器和第二蒸发器(6),其特征在于:还包括中温水箱(7)、热源塔(10)、用户侧,所述用户侧包括分水器(8)和集水器(9),所述集水器(9)的通过管道经过用户水泵(12)、第十三阀门(AB-5)、第二阀门(B-1)进入所述第一冷凝器(4)器后,再通过管道经过第四阀门(B-3)到达分水器(8),最终流回集水器(9);所述集水器(9)中的水通过管道经过第十三阀门(AB-5)、第一阀门(A-1)进入第一蒸发器(3),然后通过管道经过第三阀门(A-3)进入冷水器,最终回流到集水器(9);所述第一阀门(A-1)和第二阀门(B-1)开启其中一个;所述中温水箱(7)中的水通过管道经过第十四阀门(AB-6)、中温水泵(13)、第十二阀门(B-2)进入第一蒸发器(3),然后通过管道经过第六阀门(B-4)流回中温水箱(7);所述中温水箱(7)中的水通过管道经过第十四阀门(AB-6)、中温水泵(13)、第十一阀门(A-2)进入第一冷凝器(4)器,然后经过第五阀门(A-4)流回中温水箱(7);所述第十二阀门(B-2)和第六阀门(B-4)打开时,第十一阀门(A-2)和第五阀门(A-4)关闭,反之亦然;所述中温水箱(7)中的水通过管道经过中温水循环泵(14)进入第二冷凝器(5)器,然后通过管道流回中温水箱(7);中温水箱(7)中的水通过管道经过第七阀门(A-7)、塔水泵(16)进入大热源塔(10),然后通过管道经过第九阀门(A-8)回流到中温水箱(7),所述冰水热泵机组下方设有冰水槽(11),所述冰水槽(11)中的水通过管道经过第八阀门(B-7)、塔水泵(16)进入到热源塔(10),然后通过管道经过第十阀门(B-8)流回冰水槽(11);所述第七阀门(A-7)、第九阀门(A-8)打开时,第八阀门(B-7)、第十阀门(B-8)关闭,反之亦然;所述冰水槽(11)总的水通过管道进过冰水循环泵(15)进入第二蒸发器(6),部分水凝固为冰并在重力作用以及热气旁通融冰作用下掉入冰水槽(11)。

2. 如权利要求1所述的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,其特征在于:还包括水水板换(18),所述冰水槽(11)中的水通过管道经过冰水泵(17)流入到水水板换(18),然后通过管道流回到冰水槽(11),所述集水器(9)中的水通过管道经过用户水泵(12)、第十五阀门(C-1)进入水水板换(18),然后通过管道进入分水器(8),所述分水器(8)中的水流回到集水器(9),在所述第十五阀门(C-1)打开时,第十一-第十四阀门关闭,所述主热泵机组(1)、制冰热泵机组(2)、中温水箱(7)、热源塔(10)也关闭。

3. 如权利要求1或2所述的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,其特征在于:所述热源塔(10)在加热工况时循环溶液从空气中吸收热量,在制热工况时循环溶液从空气中吸收热量。

4. 如权利要求1或2所述的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,其特征在于:在冬季利用主热泵机组(1)和冰水源热泵机组串联运行,实现供热的目的。

5. 如权利要求1或2所述的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,其特征在于,在所述主热泵机组(1)中,所述第一蒸发器(3)上,第一冷凝器(4)器在下方。

6. 如权利要求1或2所述的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,其特征在于,在所述冰水热泵机组中,所述第二冷凝器(5)器在上方,第二蒸发器(6)在下方。

## 一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于制冷空调系统集成技术领域,涉及一种高效供冷供热系统,尤其涉及一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统。

### 背景技术

[0002] 在目前建筑制冷空调系统中,广泛使用的供冷/暖方式为冷水机组+锅炉燃煤、燃气或燃油和热泵机组空气源热泵、地源热泵和水源热泵两种,其供冷/热方式各有其优缺点和适用范围,设计和开发新型高效的供冷/暖系统对建筑节能有着重要的意义。因而一种新型的热泵系统—热源塔热泵系统应运而生。该系统在夏季以水冷冷水机组的供冷模式运行,而在冬季则以热泵的供热模式运行,冷却塔转化为吸热设备—热源塔,通过向塔内淋水填料表面喷淋溶液吸收空气中的热量,而热泵中的冷凝器提供热量实现系统供暖。采用该系统既不影响冷水机组夏季高效制冷性能,在冬季又可以替代锅炉供暖,提高了能源利用率和设备利用效率。然而由于冬季需要通过溶液在热源塔中从空气中吸热,因而在塔中循环防冻液,此极大的限制了热源塔热泵系统的应用,同时由于冬季和夏季热泵机组运行工况不一样,在冬季运行工况比夏季要恶劣,因而通常热源塔热泵系统在配置时兼顾冬季运行,热泵机组在夏季的能效比比常规冷水机组要低,本质上是牺牲了夏季部分性能来满足冬季正常运行。

[0003] 冰蓄冷技术充分利用了峰谷电价来实现用能费用的节省,然而冰蓄冷需要大面积蓄冰槽来储存,同时需要用载冷剂乙二醇来输送冷量,设备占地面积大,且投资高。针对以上问题,在充分考虑到南方地区气候特征的情况下冬季正常温度在4-7℃左右,且相对湿度在80%以上,基于热源塔与冰蓄冷联合运行来实现系统的供冷供热对于系统节能和设备综合利用具有重要意义。

### 发明内容

[0004] 1、所要解决的技术问题:

现有的热源塔热泵系统冬季需要通过溶液在热源塔中从空气中吸热,因而在塔中循环防冻液,此极大的限制了热源塔热泵系统的应用,而且牺牲了夏季部分性能来满足冬季正常运行。

[0005] 2、技术方案:

为了解决以上问题,本发明提供了一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,包括主热泵机组和制冰热泵机组,所述主热泵机组包括第一冷凝器器和第一蒸发器,制冰热泵机组包括第二冷凝器器和第二蒸发器,还包括中温水箱、热源塔、用户侧,所述用户侧包括分水器 and 集水器,所述集水器的通过管道经过用户水泵、第十三阀门、第二阀门进入所述第一冷凝器器后,再通过管道经过第四阀门到达分水器,最终流回集水器;所述集水器中的水通过管道经过第十三阀门、第一阀门进入第一蒸发器,然后通过管道经过第三阀门进入冷水器,最终回流到集水器;所述第一阀门和第二阀门开启其中一个;所述中温水箱

中的水通过管道经过第十四阀门、中温水泵、第十二阀门进入第一蒸发器,然后通过管道经过第六阀门流回中温水箱;所述中温水箱中的水通过管道经过第十四阀门、中温水泵、第十一阀门进入第一冷凝器器,然后经过第五阀门流回中温水箱;所述第十二阀门和第六阀门打开时,第十一阀门和第五阀门关闭,反之亦然;所述中温水箱中的水通过管道经过中温水循环泵进入第二冷凝器器,然后通过管道流回中温水箱;中温水箱中的水通过管道经过第七阀门、塔水泵进入大热源塔,然后通过管道经过第九阀门回流到中温水箱,所述冰水热泵机组下方设有冰水槽,所述冰水槽中的水通过管道经过第八阀门、塔水泵进入到热源塔,然后通过管道经过第十阀门流回冰水槽;所述第七阀门、第九阀门打开时,第八阀门、第十阀门关闭,反之亦然;所述冰水槽总的水通过管道进过冰水循环泵进入第二蒸发器,部分水凝固为冰并在重力作用以及热气旁通融冰作用下掉入冰水槽。

[0006] 还包括水水板换,所述冰水槽中的水通过管道经过冰水泵流入到水水板换,然后通过管道流回到冰水槽,所述集水器中的水通过管道经过用户水泵、第十五阀门进入水水板换,然后通过管道进入分水器,所述分水器中的水流回到集水器,在所述第十五阀门打开时,第十一第十四阀门关闭,所述主热泵机组、制冰热泵机组、中温水箱、热源塔也关闭。

[0007] 所述热源塔在加热工况时循环溶液从空气中吸收热量,在制热工况时循环溶液从空气中吸收热量。

[0008] 在冬季利用主热泵机组和冰水源热泵机组串联运行,实现供热的目的。

[0009] 在所述主热泵机组中,所述第一蒸发器上,第一冷凝器器在下方。

[0010] 在所述冰水热泵机组中,所述第二冷凝器器在上方,第二蒸发器在下方。

[0011] 3、有益效果:

本发明提供的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,在整体冬季室外温度较高的南方地区,可以实现系统夏季高效供冷,冬季高效供暖,并且可以充分利用峰谷电价,设备利用率高,具有很好的节能效果;其主热泵机组冬季和夏季均处于相同压比工况下,机组运行稳定,机组能效高,且设备利用率高;其利用主热泵机组和制冰热泵机组串联运行,进行二次提热,可以确保机组始终处于稳定运行状态,系统可靠性好;其制冰热泵机组制取的为冰水混合物,因而可以直接采用水泵输送冷量,减少了传热过程,提高了能源利用率。其夏季可以单独或联合采用高效机组供冷模式、制冰模式、冰水供冷模式等,及能实现最大程度上降低运行费用和节能,同时可以实现极端天气的高效供冷。

## 附图说明

[0012] 图1为本发明的示意图。

[0013] 附图标记说明:1.主热泵机组;2.冰水热泵机组;3.第一蒸发器;4.第一冷凝器;5.第二冷凝器;6.第二蒸发器;7.中温水箱;8.分水器;9.集水器;10.热源塔;11.冰水槽;12.用户水泵;13.中温水泵;14.中温水循环泵;15.冰水循环泵;16.塔水泵;17.冰水泵;18.水水板换;A-1.第一阀门;B-1.第二阀门;A-3.第三阀门;B-3.第四阀门;A-4.第五阀门;B-4.第六阀门;A-7.第七阀门;B-7.第八阀门;A-8.第九阀门;B-8.第十阀门;A-2.第十一阀门;B-2.第十二阀门;AB-5.第十三阀门;AB-6.第十四阀门;C-1.第十五阀门。

## 具体实施方式

[0014] 下面通过实施例来对本发明进行详细说明。

[0015] 一种基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,包括主热泵机组1和制冰热泵机组2,所述主热泵机组1包括第一冷凝器4器和第一蒸发器3,制冰热泵机组2包括第二冷凝器5器和第二蒸发器6,还包括中温水箱7、热源塔10、用户侧,所述用户侧包括分水器8和集水器9,所述集水器9的通过管道经过用户水泵12、第十三阀门AB-5、第二阀门B-1进入所述第一冷凝器4器后,再通过管道经过第四阀门B-3到达分水器8,最终流回集水器9;所述集水器9中的水通过管道经过第十三阀门AB-5、第一阀门A-1进入第一蒸发器3,然后通过管道经过第三阀门A-3进入冷水器,最终回流到集水器9;所述第一阀门A-1和第二阀门B-1开启其中一个;所述中温水箱7中的水通过管道经过第十四阀门AB-6、中温水泵13、第十二阀门B-2进入第一蒸发器3,然后通过管道经过第六阀门B-4流回中温水箱7;所述中温水箱7中的水通过管道经过第十四阀门AB-6、中温水泵13、第十一阀门A-2进入第一冷凝器4器,然后经过第五阀门A-4流回中温水箱7;所述第十二阀门B-2和第六阀门B-4打开时,第十一阀门A-2和第五阀门A-4关闭,反之亦然;所述中温水箱7中的水通过管道经过中温水循环泵14进入第二冷凝器5器,然后通过管道流回中温水箱7;中温水箱7中的水通过管道经过第七阀门A-7、塔水泵16进入大热源塔10,然后通过管道经过第九阀门A-8回流到中温水箱7,所述冰水热泵机组下方设有冰水槽11,所述冰水槽11中的水通过管道经过第八阀门B-7、塔水泵16进入到热源塔10,然后通过管道经过第十阀门B-8流回冰水槽11;所述第七阀门A-7、第九阀门A-8打开时,第八阀门B-7、第十阀门B-8关闭,反之亦然;所述冰水槽11总的水通过管道经过冰水循环泵15进入第二蒸发器6,部分水凝固为冰并在重力作用以及热气旁通融冰作用下掉入冰水槽11。

[0016] 本发明通过设置主热泵机组1、冰水热泵机组2、中温水箱7、中温水泵13、冰水槽11和水水板换18,并结合热源塔10、塔水泵16、中温水泵13、中温循环水泵14、冰水循环泵15、冰水泵17、用户水泵12、集水器9、分水器8以及各个阀门进行有效的集成,该系统以节能为导向,在夏季夜间根据电价和建筑冷负荷情况,可以同时运行蓄冰冰水混合物模式和高效制冷模式;在白天则可根据实际负荷情况选择融冰供冷模式、高效机组供冷模式以及两者联合供冷模式。在冬季,机组转换为热泵工况模式,开启冰水热泵机组2、中温水泵13和冰水泵17,利用冰水热泵机组2在热源塔内从空气中系统热量,同时考虑到水凝固成冰后释放大量凝固潜热的特性,可以实现制冷热泵机组在基本恒定的蒸发温度下运行。通过利用冰凝固特性,可以使得在南方地区不同室外气温下,冰水混合物与空气进行热质交换,当室外温度较高时蓄冰槽残留的冰块粒较少,当室外温度较低时,蓄冰槽内残留的冰块较多,在极端寒冷天气则可以通过排出冰块实现系统稳定高效运行。通过该制冰热泵机组提供稳定的中温热水20-25℃,主热泵机组则通过热泵主机将系统中温热水的热量,稳定的提供满足供热需求45℃的热水。在整个运行过程中主热泵机组的冷凝压力与蒸发压力的比值基本维持在相同的范围,因而压缩机组能够高效稳定的运行;而对于制冰热泵机组,其蒸发温度和冷凝温度基本保持不变,其工况亦处于稳定运行状态,此能保证机组一直可靠运行。以上方案中,冰水热泵机组和主热泵机组在冬季和夏季均一直处于运行状态,且可充分利用峰谷电价,无论是从实际能耗费用,还是设备率方面均得到极大的提高。

[0017] 为了便于说明,所述热源塔10在加热工况时称为热能塔,所述热能塔在加热工况

时循环溶液从空气中吸收热量,在制冷时称为冷却塔,所述冷却塔在制热工况时循环溶液从空气中吸收热量。

#### [0018] 实施例1

第一阀门A-1、第三阀门A-3、第五阀门A-4、第七阀门A-7、第九阀门A-8、第十一阀门A-2关闭,第二阀门B-1、第四阀门B-3、第六阀门B-4、第八阀门B-7、第十阀门B-8、第十二阀门B-2打开,第十三阀门AB-5和第十四阀门AB-6打开,第十五阀门C-1关闭。

[0019] 用户侧水泵通过第十三阀门AB-5并通过第二阀门B-1进入主热泵机组1中的第一冷凝器4,水温从40℃升高到45℃,然后通过第四阀门B-3进入分水器8,给用户提供45℃热水,从用户侧回来的降温后的40℃热水进入集水器9然后进入用户水泵12入口,完成热水循环;25℃的中温水通过第十四阀门AB-6进入中温水泵13,然后通过中温水泵13,第十二阀门B-2进入主热泵机组1中的第一蒸发器3,温度降低到20℃后通过第六阀门B-4流回中温水箱7,完成中温侧水循环;20℃的中温水通过中温水循环泵14进入冰水热泵机组2中的第二冷凝器5,温度升高到25℃后然后进入中温水箱7,完成冰水源热泵热侧循环;0℃左右的水通过冰水循环泵15进入冰水热泵机组1中的第二蒸发器6,部分水凝固为冰并在重力作用以及热气旁通融冰作用下掉入冰水槽11,完成冰水源热泵冷侧循环;0℃的水通过第八阀门B-7进入塔水泵流入热源塔,水在塔内从空气中吸收热量,温度升高后通过第十阀门B-8流回冰水槽11,完成塔循环;整个制热过程则通过从空气中吸热,同时利用水凝固的相变热作为低温热源,并利用水作为载体通过热泵实现45℃热水供暖的目的。

#### [0020] 此实施例为制热模式,该模式为主热泵机组与冰水热泵机组串联高效供热模式 实施例2

第二阀门B-1、第四阀门B-3、第六阀门B-4、第八阀门B-7、第十阀门B-8、第十二阀门B-2关闭,第一阀门A-1、第三阀门A-3、第五阀门A-4、第七阀门A-7、第九阀门A-8、第十一阀门A-2打开,第十三阀门AB-5和第十四阀门AB-6打开,第十五阀门C-1关闭。

[0021] 12℃的冷水从集水器9进入用户水泵12,然后通过第十三阀门AB-5、第一阀门A-1进入主热泵机组1中的第一蒸发器3,温度降低到7℃后通过第三阀门A-3进入分水器8,分水器8中冷水从室内吸热后温度升高到12℃流回集水器9,完成冷水循环;30℃的中温水通过第十四阀门AB-6流入中温水泵13,然后通过第十一阀门A-2流入主热泵机组1中的一冷凝器5,温度升高到35℃后通过第五阀门A-4后流回中温水箱7,完成热侧水循环;35℃的热水通过第七阀门A-7进入塔水泵16,然后流入冷却塔中,热水与空气进行换热后,温度降低到30℃后流回中温水箱7,完成塔循环。

[0022] 此实施例为通过主热泵机组切换为制冷工况高效运行模式。

#### [0023] 实施例3

冰水源热泵机组2、冰水循环泵15、中温循环泵14、塔水泵16开启第七阀门A-7以及第九阀门A-9开启,其余设备和阀门关闭。

[0024] 30℃的冷却水通过中温循环水泵14进入冰水热泵机组2中的第二冷凝器5,温度升高到35℃后流回中温水箱7,35℃的热水通过第七阀门A-7进入塔水泵16,然后流入冷却塔中散热,温度降低到30℃后进入中温水箱7中;0℃的冷水通过冰水循环泵15进入冰水源热泵机组2中的第二蒸发器6,部分水凝固为冰并在重力作用以及热气旁通融冰作用下掉入冰水槽11,完成冰水源热泵冷侧循环。

[0025] 此实施例为夏季夜间谷价时冰水源热泵机组制冰模式。

[0026] 实施例4

冰水泵17、用户水泵12、第十五阀门C-1开启,其余阀门关闭,所述主热泵机组1、制冰热泵机组2、中温水箱7、热源塔10也关闭。

[0027] 从冰水槽11出来的0℃水通过冰水泵17流入水水板换18,温度升高到5℃后流回冰水槽11;12℃的冷水从集水器9进入用户水泵12,然后通过第十五阀门C-1进入水水板换18,温度降低到7℃后进入分水器8,分水器8中冷水从室内吸热后温度升高到12℃流回集水器9,完成冷水循环,;

此实施例为在蓄冰完成后夏季白天融冰来实现建筑供冷的模式。

[0028] 本发明提供的基于热源塔与冰蓄冷联合运行的高效供冷供热系统,在冬季采用实施例1的模式,利用主热泵机组和冰水源热泵机组串联运行,实现供热的目的,在夏季夜间无负荷情况下,冰水热泵机组2可运行蓄冰模式冰水混合物,也就是实施例3的模式,实现廉价制取冷量的目的;在夏季夜间有冷负荷情况下,冰水热泵机组2运行实施例3的模式,实现廉价制取冷量的目的,主热泵机组1也运行实施例3的模式满足室内冷负荷需求;在夏季白天负荷波动较大情况下,可利用高效机组供冷模式,也就是实施例3的模式满足基本供冷需求,利用冰水供冷模式,也就是实施例4的模式,满足高峰供冷需求;在夏季负荷特别大的情况下,当高效机组供冷模式无法满足要求时,可以同时运行制冰模式,也就是实施例4的模式和冰水供冷模式,实现极端高温天气的大冷量供冷,满足用户需求。整个过程设备利用率非常高,且设备运行工况基本温度,设备寿命将极大的提高。

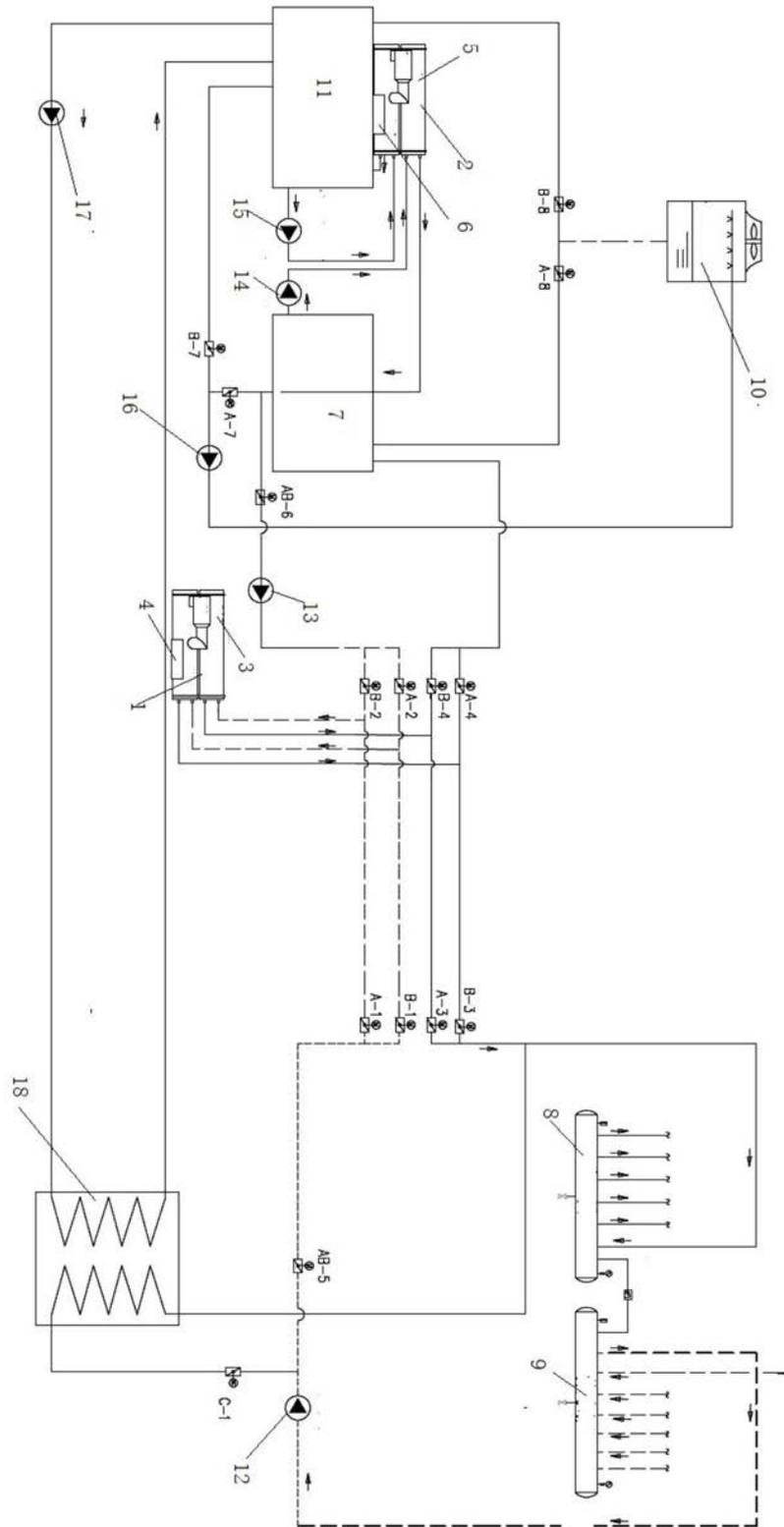


图1