

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 30/06 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810020380. X

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100552323C

[22] 申请日 2008. 3. 4

[21] 申请号 200810020380. X

[73] 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

[72] 发明人 梁彩华 张小松 梅奎

[56] 参考文献

CN2700784Y 2005. 5. 18

CN201166491Y 2008. 12. 17

JP11 - 257777A 1999. 9. 24

太阳能热泵组合系统中的设备能量平衡.  
张小松等. 建筑热能通风空调, 第 1 期. 2000

太阳能与常规能源复合空调/热泵系统在别墅中的应用研究. 孟玲燕等. 制冷学报, 第 27 卷第 1 期. 2006

以空气为携带介质的开式太阳能蓄能热泵循环特性研究. 胡艳等. 太阳能学报, 第 26 卷第 4 期. 2005

审查员 于丽娜

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

代理人 叶连生

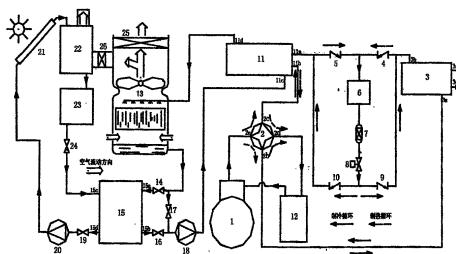
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称

太阳能 - 空气源蓄能型溶液热泵装置

[57] 摘要

太阳能 - 空气源蓄能型溶液热泵装置是一种基于夏季水冷制冷、冬季借助溶液从空气中吸热并充分利用太阳能的具有蓄能功能的太阳能 - 空气源蓄能型溶液热泵制冷制热方法及其实现这方法的装置, 该装置包括制冷剂循环回路、溶液循环回路和空气流通回路, 主要由冷热水机组、冷却塔、太阳能集热器、溶液再生器、浓溶液储液器、稀溶液储液器等主要部件组成。该装置在夏季时, 可实现水冷冷水机组功能, 利用冷却水在冷却塔内蒸发吸热, 冷却机组制冷剂, 制取冷水; 在冬季时, 借助溶液在冷却塔内与空气中进行换热, 吸取热量用于机组制取热水, 彻底解决了现有空气源热泵冬季制热运行时所不可避免的结霜问题, 提高了热泵的性能系数和供热效率。



1. 一种太阳能-空气源蓄能型溶液热泵装置,其特征在于包括制冷剂循环回路、溶液循环回路和空气流通回路;

制冷剂循环回路中,压缩机(1)的输出端接四通阀第一输入端(2a),四通阀第一输出端(2b)接第一换热器第一输入端(3a),第一换热器第一输出端(3b)通过第一单向阀(4)接储液器(6)的输入端,同时第一换热器第一输出端(3b)也通过第一单向阀(4)、第二单向阀(5)接第二换热器第一输入端(11a),储液器(6)的输出端通过过滤器(7)接电子膨胀阀(8)的输入端,电子膨胀阀(8)输出端通过第四单向阀(10)接第二换热器第一输入端(11a),同时电子膨胀阀(8)的输出端还通过第三单向阀(9)接第一换热器第一输出端(3b),第二换热器的第一输出端(11b)接四通阀第二输入端(2c),四通阀第二输出端(2d)接气液分离器(12)的输入端,而气液分离器(12)的输出端接压缩机(1)的输入端;

溶液循环回路包括第一溶液回路和第二溶液回路;第一溶液回路中,冷却塔(13)溶液出口分成两路,一路通过第一电磁阀(14)接稀溶液储液器第一输入端(15a),稀溶液储液器第一输出端(15b)通过第三电磁阀(16)接第一变频泵(18)的输入端,另外一路通过第二电磁阀(17)也接第一变频泵(18)的输入端,第一变频泵(18)的输出端接第二换热器第二输入端(11c),第二换热器第二输出端(11d)与冷却塔(13)的溶液输入口相连;第二溶液回路中,稀溶液储液器第二输出端(15d)通过第四电磁阀(19)接第二变频泵(20)的输入端,第二变频泵(20)的输出端接太阳能集热器(21)的输入端,太阳能集热器(21)的输出端与溶液再生器(22)的溶液输入端相连,溶液再生器(22)的溶液输出端接浓溶液储液器(23)的输入端,浓溶液储液器(23)的输出端通过溶液控制阀(24)与稀溶液储液器第二输入端(15c)相接;

空气流通回路中冷却塔(13)的空气出口接第一电动风阀(25),直接通大气,同时冷却塔(13)还通过第二电动风阀(26)接溶液再生器(22)的空气输入端。

2. 根据权利要求1所述的太阳能-空气源蓄能型溶液热泵装置,其特征在于浓溶液储液器(23)与稀溶液储存器(15)之间接有溶液控制阀(24),可通过

调节溶液控制阀（24）改变由浓溶液储存器（23）进入稀溶液储存器（15）中的浓溶液流量而实现对冷却塔（13）进口溶液的浓度控制。

3. 根据权利要求1所述的太阳能-空气源蓄能型溶液热泵装置，其特征在于冷却塔（13）与溶液再生器（22）之间通过第二电动风阀（26）和风道相连。

4. 根据权利要求1所述的太阳能-空气源蓄能型溶液热泵装置，其特征在于所述的太阳能集热器（21）采取聚焦型中高温太阳能集热器。

## 太阳能-空气源蓄能型溶液热泵装置

### 技术领域

本发明涉及一种具有蓄能功能的太阳能、空气复合热源的溶液型热泵装置及其制冷制热方法，属于太阳能、制冷空调系统设计制造技术领域。

### 背景技术

自上世纪 90 年代中期以来我国由能源出口国完全转变为能源进口大国，能源形势非常严峻。随着大中型中央空调的广泛应用，空调逐步成为建筑耗能的大户，在能源问题日益突出的今天，太阳能等可再生能源的应用变得尤为重要和迫切，而发展太阳能等可再生能源和将太阳能可再生能源引入中央空调系统成为缓解我国能源紧张状况的一个重要途径，同时也是我国实施可持续发展的重要内容。

现有建筑中央空调系统夏季制冷大多是采取水冷冷水机组，冬季采取锅炉供热方案，供冷和供热需要两套装置，使得中央空调系统初投资增大，同时夏季锅炉的停止工作和冬季水冷冷水机组的停用都造成大量设备闲置。

建筑中央空调系统供冷供热也可采取空气源热泵方案，空气源热泵在夏季依靠空气冷却制取冷水，冬季从空气中吸取热量制取热水。但空气源热泵夏季制冷 COP 远小于水冷冷水机组，同时空气源热泵在冬季制热运行时，存在机组蒸发器表面结霜的问题，机组需要按时除霜，导致热泵系统制热效率降低和制热时间减少，同时热泵系统可靠性和寿命降低。

因此，在中央空调系统中如何充分利用太阳能等可再生能源，解决水冷冷水机组冬季设备闲置浪费，空气源热泵夏季制冷 COP 较低（与水冷冷水机组比），冬季运行存在结霜现象等问题，成为本领域技术人员迫切需要解决的技术难题。

### 发明内容

技术问题：本发明的目的是实现将太阳能可再生能源引入空调系统并实现

蓄能，解决冬季水冷冷水机组闲置，空气源热泵夏季 COP 较低（与水冷冷水机组比），冬季运行存在结霜现象等问题，提出一种新型的基于夏季水冷制冷、冬季借助溶液从空气中吸热并充分利用太阳能的具有蓄能功能的太阳能-空气源蓄能型溶液热泵制冷制热装置。

技术方案：本发明太阳能/空气源蓄能型溶液热泵系统由三部分组成：制冷剂循环回路、溶液循环回路和空气流通回路。制冷剂循环回路包括压缩机、四通阀、第一换热器、四个单向阀、储液器、过滤器、电子膨胀阀、第二换热器、气液分离器及其连接管道。其中压缩机的输出端接四通阀第一输入端，四通阀第一输出端接第一换热器第一输入端，第一换热器第一输出端通过第一单向阀接储液器的输入端，同时第一换热器第一输出端也通过第一单向阀、第二单向阀接第二换热器的第一输入端，储液器的输出端通过过滤器接电子膨胀阀的输入端，电子膨胀阀输出端通过第四单向阀接第二换热器的第一输入端，同时电子膨胀阀的输出端还通过第三单向阀接第一换热器第一输出端，第二换热器的第一输出端接四通阀的第二输入端，四通阀的第二输出端接气液分离器的输入端，而气液分离器的输出端接压缩机的输入端；溶液循环回路包括两部分：第一溶液回路和第二溶液回路。第一溶液回路由冷却塔、稀溶液储液器、三个电磁阀、第一变频泵、第二换热器及其相关连接管道组成；第二溶液回路由太阳能集热器、溶液再生器、浓溶液储液器、溶液控制阀、第二变频泵、第四电磁阀和稀溶液储液器及其相关连接管道组成。第一溶液回路中，冷却塔出口分成两路，一路通过第一电磁阀接稀溶液储液器第一输入端，稀溶液储液器的第一输出端通过第三电磁阀接第一变频泵的入口，另外一路通过第二电磁阀也接第一变频泵的入口，第一变频泵出口接第二换热器第二输入端，第二换热器的第二输出端与冷却塔的输入端相连。第二溶液回路中，稀溶液储液器第二输出端经过第四电磁阀后接第二变频泵输入端，第二变频泵的输出端接太阳能集热器的输入端，太阳能集热器输出端接溶液再生器溶液输入端，溶液再生器的溶液输出端接浓溶液储液器输入端，浓溶液储液器输出端接溶液控制阀，经过溶液控制阀后，接稀溶液储液器的第二输入端，从而构成一个回路。空气流通回路包括冷却塔、两个电动风阀、溶液再生器及其相关连接风道。空气流通回路中，冷却塔的空气出口接第一电动风阀，直接通大气，同时冷却塔还通过第二电动风阀接溶液再生器的空气输入端。

本发明太阳能/空气源蓄能型溶液热泵包括三个回路：制冷剂循环回路和溶

液循环回路和空气流通回路。本发明的具体方法是：

太阳能/空气源蓄能型溶液热泵夏季制冷运行时，制冷剂循环回路中，低温低压的制冷剂气体从气液分离器中被压缩机吸入、压缩后变成高温高压的过热蒸气排出，经过四通阀进入第二换热器中，制冷剂在其中放出热量冷凝成液体，再依次经过第二单向阀、储液器、过滤器、电子膨胀阀后变成低温低压的气液两相，再经过第三单向阀后进入第一换热器，制冷剂在第一换热器中吸热蒸发，制取冷水，制冷剂完全蒸发后变成过热气体，从第一换热器出来后经过四通阀进入气液分离器，然后再次被吸入压缩机，从而完成制冷循环，制取冷水。此时溶液循环回路中第一电磁阀、第三电磁阀都关闭，第二电磁阀打开，冷却塔、第一变频泵、第二换热器及其连接管路充满冷却水，其余部分都为溶液。冷却水在溶液循环回路中从冷却塔出来后，经过第二电磁阀进入第一变频泵，经过第一变频泵加压后，进入第二换热器中，吸收热量将制冷剂冷凝成液体，自身温度升高后进入冷却塔与空气进行热湿交换，温度降低后再次从冷却塔流出。空气流通回路中，第一电动风阀打开，第二电动风阀关闭，空气从冷却塔底部被吸入，与冷却水进行热湿交换，然后全部空气通过第一电动风阀后排入大气中。

太阳能/空气源蓄能型溶液热泵冬季制热运行时，制冷剂循环回路中，气液分离器中低温低压的制冷剂气体被压缩机吸入、压缩后排出通过四通阀进入第一换热器，制冷剂在第一换热器中放出热量，制取热水，同时自身冷凝成液体，然后依次通过第一单向阀、储液器、过滤器、电子膨胀阀，被电子膨胀阀节流降压后以气液两相经过第四单向阀进入第二换热器中，在第二换热器中进行蒸发吸热，制冷剂完全蒸发后从第二换热器出来流经四通阀进入气液分离器，最后再次被压缩机吸入，重新被压缩参与循环。此时溶液循环回路中都充灌着溶液，第一溶液回路中溶液从冷却塔出来后通过第一电磁阀进入稀溶液储液器(此时第二电磁阀关闭)，再经过第三电磁阀后进入第一变频泵，溶液经第一变频泵加压后进入第二换热器，与制冷剂进行换热，放出热量，自身温度降低，溶液从第二换热器出来后进入冷却塔，低温的溶液(溶液温度低于空气温度，溶液的水蒸汽分压力小于或等于空气中的水蒸汽分压力)在冷却塔中与空气进行热湿交换，溶液从空气中吸收热量，空气中水蒸汽向溶液中凝结，溶液的温度升高，浓度有所降低，然后从冷却塔流出再次参与循环。第二溶液回路中，当太阳充足时，溶液从稀溶液储液器中出来后经过第四电磁阀被第二变频泵吸入，然后经过第二变频泵加压

后, 进入太阳能集热器, 溶液被加热到 80℃以上, 高温的稀溶液从太阳能集热器出来后进入溶液再生器与空气进行热湿交换, 溶液获得再生, 浓度增大, 从溶液再生器出来后的浓溶液进入浓溶液储液器, 浓溶液储存其中, 从而实现太阳能的蓄存, 解决太阳能不稳定的问题。当溶液控制阀打开时, 浓溶液经过溶液控制阀进入稀溶液储液器, 调节稀溶液器中的溶液浓度, 从而完成循环。空气流通回路中, 空气从冷却塔底部被吸入后与冷却塔中溶液进行热湿交换, 空气的温度降低, 当阳光充足、溶液再生器工作时, 空气热湿交换完成后经过第二电动风阀(此时第一电动风阀关闭)进入溶液再生器, 与溶液再生器中溶液进行热湿交换, 最后被排入大气, 当溶液再生器不工作时, 空气热湿交换完成后经过第一电动风阀(此时第二电动风阀关闭)直接被排入大气。

有益效果:

- 1、本发明太阳能/空气源蓄能型溶液热泵在冬季制热运行时将太阳能引入了热泵系统, 作为热泵系统的热源之一, 同时实现基于溶液的太阳能能量蓄存。
- 2、太阳能/空气源蓄能型溶液热泵与各种空气源热泵相比, 在同样环境温度下, 具有更高的性能系数。
- 3、太阳能/空气源蓄能型溶液热泵在夏季可实现水冷冷水机组功能, 相比风冷冷水机组, 具有更高的性能系数。
- 4、太阳能/空气源蓄能型溶液热泵在冬季可实现制热, 解决了原来冷水机组设备冬季闲置的问题, 提高了设备利用率, 减少了初投资。
- 5、太阳能/空气源蓄能型溶液热泵彻底解决了现有空气源热泵冬季制热运行时所不可避免的结霜问题, 提高了热泵的供热效率, 同时增加了系统的寿命和可靠性。

附图说明:

图 1 是本发明太阳能-空气源蓄能型溶液热泵装置示意图。

以上图中有: 压缩机 1; 四通阀 2; 四通阀第一输入端 2a; 四通阀第一输出端 2b; 四通阀第二输入端 2c; 四通阀第二输出端 2d; 第一换热器 3; 第一换热器第一输入端 3a; 第一换热器第一输出端 3b; 冷(热)水进口 3c; 冷(热)水出口 3d; 第一单向阀 4; 第二单向阀 5; 储液器 6; 过滤器 7; 电子膨胀阀 8; 第三单向阀 9; 第四单向阀 10; 第二换热器 11; 第二换热器第一输入端 11a; 第二

换热器第一输出端 11b; 第二换热器第二输入端 11c; 第二换热器第二输出端 11d; 气液分离器 12; 冷却塔 13; 第一电磁阀 14; 稀溶液储液器 15; 稀溶液储液器第一输入端 15a; 稀溶液储液器第一输出端 15b; 稀溶液储液器第二输入端 15c; 稀溶液储液器第二输出端 15d; 第三电磁阀 16; 第二电磁阀 17; 第一变频泵 18; 第四电磁阀 19; 第二变频泵 20; 太阳能集热器 21; 溶液再生器 22; 浓溶液储液器 23; 溶液控制阀 24; 第一电动风阀 25; 第二电动风阀 26。

### 具体实施方式

结合附图 1 进一步说明本发明的具体实施方式: 本发明太阳能/空气源蓄能型溶液热泵包括制冷剂循环回路、溶液循环回路和空气流通回路。具体的连接方法是压缩机 1 的输出端接四通阀第一输入端 2a, 四通阀第一输出端 2b 接第一换热器第一输入端 3a, 第一换热器第一输出端 3b 通过第一单向阀 4 接储液器 6 的输入端, 同时第一换热器第一输出端 3b 也通过第一单向阀 4、第二单向阀 5 接第二换热器第一输入端 11a, 储液器 6 的输出端通过过滤器 7 接电子膨胀阀 8 的输入端, 电子膨胀阀 8 输出端通过第四单向阀 10 接第二换热器第一输入端 11a, 同时电子膨胀阀 8 的输出端还通过第三单向阀 9 接第一换热器第一输出端 3b, 第二换热器第一输出端 11b 接四通阀第二输入端 2c, 四通阀第二输出端 2d 接气液分离器 12 的输入端, 而气液分离器 12 的输出端接压缩机 1 的输入端。

溶液循环回路包括第一溶液回路和第二溶液回路。第一溶液回路中, 冷却塔 13 溶液出口分成两路, 一路通过第一电磁阀 14 接稀溶液储液器第一输入端 15a, 稀溶液储液器第一输出端 15b 通过第三电磁阀 16 接第一变频泵 18 的输入端, 另外一路通过第二电磁阀 17 也接第一变频泵 18 的输入端, 第一变频泵 18 的输出端接第二换热器第二输入端 11c, 第二换热器第二输出端 11d 与冷却塔 13 的输入口相连; 第二溶液回路中, 稀溶液储液器第二输出端 15d 通过第四电磁阀 19 接第二变频泵 20 的输入端, 第二变频泵 20 的输出端接太阳能集热器 21 的输入端, 太阳能集热器 21 的输出端与溶液再生器 22 的溶液输入端相连, 溶液再生器 22 的溶液输出端接浓溶液储液器 23 的输入端, 浓溶液储液器 23 的输出端通过溶液控制阀 24 与稀溶液储液器的第二输入端 15c 相接。

空气流通回路中, 冷却塔 13 的空气出口接第一电动风阀 25, 直接通大气, 同时冷却塔 13 还通过第二电动风阀 26 接溶液再生器 22 的空气输入端。

太阳能/空气源蓄能型溶液热泵夏季制冷运行: 气液分离器 12 中的低温低压



的制冷剂气体被压缩机 1 吸入、压缩后通过四通阀 2 进入第二换热器 11 中与冷却水进行换热，制冷剂冷凝放出热量变成液体，再依次经过第二单向阀 5、储液器 6、过滤器 7、电子膨胀阀 8 后被节流成低温低压的气液两相，经过第三单向阀 9 进入第一换热器 3，制冷剂在第一换热器 3 中吸热蒸发，制取冷水，制冷剂完全蒸发后变成过热气体从第一换热器 3 出来后通过四通阀 2 进入气液分离器 12，再次被吸入压缩机 1 进行压缩，完成制冷循环，制取冷水。此时溶液循环回路中冷却塔 13、第一变频泵 18、第二换热器 11 及其连接管路充满冷却水，其余部分都为溶液。冷却水在第一溶液回路中从冷却塔 13 出来后，直接通过第二电磁阀 17 进入第一变频泵 18（此时第一电磁阀 14 和第二电磁阀 16 关闭），经过第一变频泵 18 加压后，进入第二换热器 11 中，吸收热量将制冷剂冷凝成液体，自身温度升高后进入冷却塔 13 与空气进行热湿交换，冷却水温度降低后再次从冷却塔 13 流出。空气流通回路中，空气从冷却塔 13 底部被吸入，与冷却水进行热湿交换，然后全部空气直接经过第一电动风阀 25 排入大气中（此时第二电动风阀 26 关闭）。

太阳能/空气源蓄能型溶液热泵冬季制热运行：从气液分离器 12 回来的低温低压的制冷剂蒸气被压缩机 1 吸入压缩后变成高温高压的过热蒸气，被压缩机 1 排出后经过四通阀 2 进入第一换热器 3，制冷剂在第一换热器 3 中放出热量冷凝成液体，同时制取热水，制冷剂液体然后依次通过第一单向阀 4、储液器 6、过滤器 7、电子膨胀阀 8，经过电子膨胀阀 8 节流降压后以气液两相通过第四单向阀 10 进入第二换热器 11 中，在第二换热器 11 中与溶液进行换热，制冷剂吸收溶液的热量进行蒸发，变成气体，制冷剂完全蒸发后从第二换热器 11 中出来通过四通阀 2 进入气液分离器 12，最后再次被压缩机 1 吸入，重新压缩参与循环。

制热时整个溶液循环回路中充满着溶液，第一溶液回路中，溶液在冷却塔 13 中与空气进行热湿交换，通过控制溶液温度低于空气温度和调节溶液的浓度实现溶液中的水蒸汽分压力小于等于空气中的水蒸汽分压力，保证溶液能够从冷却塔 13 的空气中吸取热量，温度升高。溶液从冷却塔 13 出来后通过第一电磁阀 14 进入稀溶液储液器 15（此时第二电磁阀 17 关闭），再经过第三电磁阀 16 后进入第一变频泵 18，溶液经第一变频泵 18 加压后进入第二换热器 11 与制冷剂进行热交换，溶液放出热量，自身温度降低，溶液从第二换热器 11 出来后进入冷却塔 13，再次在冷却塔 13 中与空气进行热湿交换，从而再次循环。

当太阳充足时，第二溶液回路中，稀溶液储液器 15 中的溶液经过第四电磁阀 19 被第二变频泵 20 吸入，加压后进入太阳能集热器 21，在其中被加热后出来进入溶液再生器 22，溶液在其中与空气进行热湿交换，进行再生，溶液浓度增加，然后进入浓溶液储液器 23 进行储存，实现太阳能的蓄存。当第一溶液回路中冷却塔 13 内溶液浓度较低时，通过调节溶液控制阀 24，浓溶液可从浓溶液储液器 23 中流出经过溶液控制阀 24 进入稀溶液储液器 15，对第一溶液回路中的溶液浓度进行调节。

空气流通回路中，空气从冷却塔 13 底部被吸入后与冷却塔中溶液进行热湿交换，空气温度降低，当阳光充足、溶液再生器 22 工作时，空气热湿交换完成后经过第二电动风阀 26（此时第一电动风阀 25 关闭）进入溶液再生器 22，与溶液再生器 22 中溶液进行热湿交换，最后被排入大气，当溶液再生器 22 不工作时，空气热湿交换完成后经过第一电动风阀 25（此时第二电动风阀 26 关闭）直接被排入大气。

溶液在冷却塔中从空气中吸取热量的关键是：1、溶液温度低于空气温度，从而保证热量从空气传给溶液，本发明通过控制第一变频泵的频率改变进入第二换热器的溶液流量，从而保证进入冷却塔的溶液温度低于空气温度；2、溶液中水蒸汽分压力小于等于空气中的水蒸汽分压力，使水蒸汽从空气中进入溶液，水蒸汽凝结放出热量给溶液。在溶液温度一定时溶液中水蒸汽分压力的大小取决于溶液的浓度，控制溶液的浓度也就可以实现溶液中水蒸汽分压力的控制。本发明通过调节溶液控制阀，调节浓溶液储液器中进入稀溶液储液器中的溶液流量，从而实现对冷却塔中与空气进行热湿交换的溶液浓度的控制，溶液浓度较小时开大溶液控制阀，加大浓溶液的注入，提高稀溶液储液器中溶液的浓度。本发明通过使浓溶液储液器与稀溶液储液器在垂直方向有一定高度差，保证浓溶液能够通过溶液控制阀进入稀溶液储液器。

当冬季制热运行切换到夏季制冷运行时，可将第一溶液回路中的溶液全部回收到稀溶液储液器中，关闭第一电磁阀和第三电磁阀后打开第二电磁阀，再将冷却塔、第一变频泵、第二换热器及其他他们之间连接管道灌满水即可。当由夏季制冷运行切换到冬季制热运行时，将原有冷却塔、第一变频泵、第二换热器及其他他们之间连接管道中冷却水排掉，关闭第二电磁阀，打开第一电磁阀和第三电磁阀，放出溶液即可。

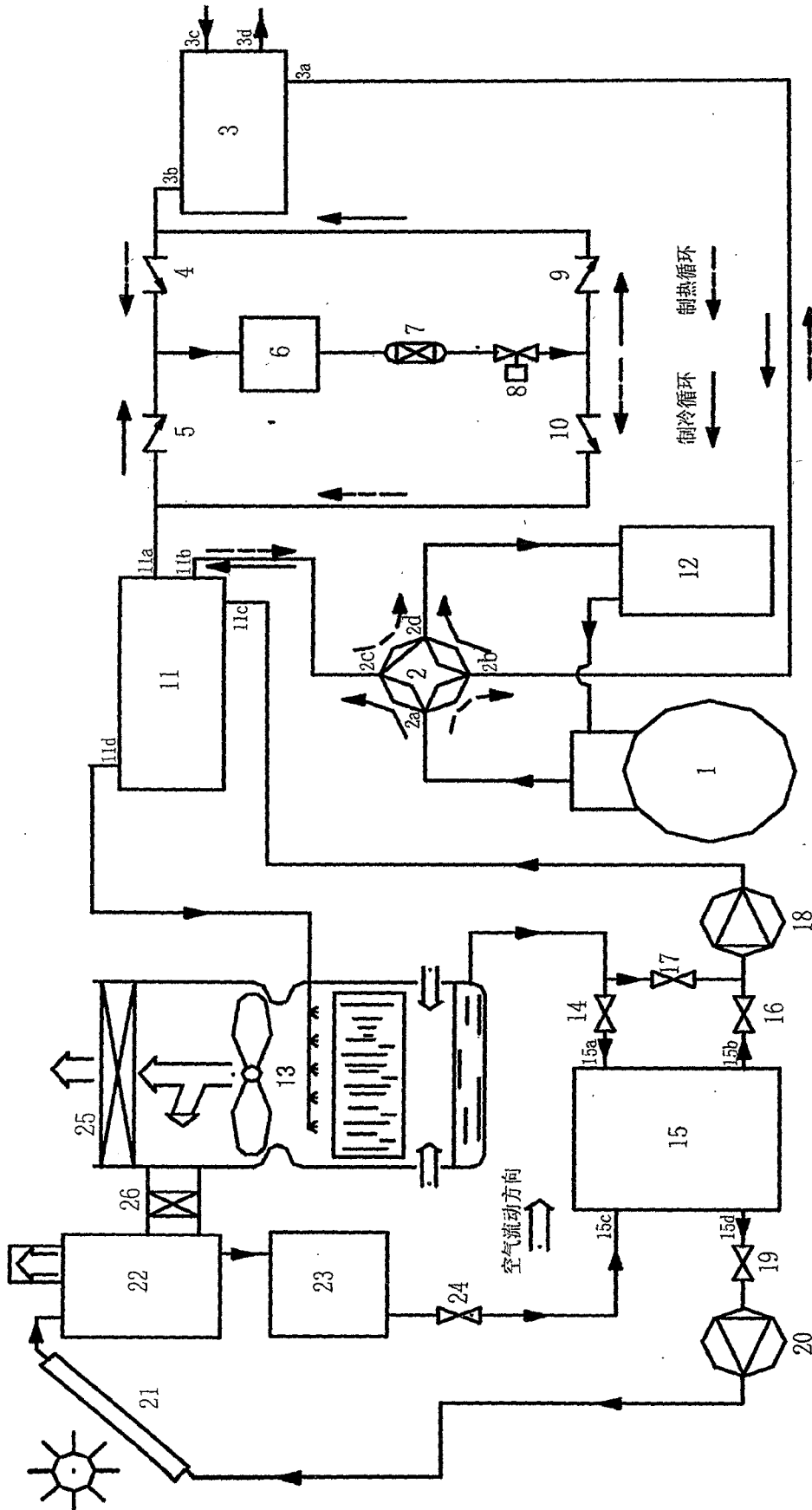


图1