(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209978431 U
(45)授权公告日 2020.01.21

(21)申请号 201920680926.8

(22)申请日 2019.05.14

(73)专利权人 湖南科技大学
地址 411201 湖南省湘潭市雨湖区石码头2号

(72)发明人 王旭明 李永存 马波 杨玉婷 张展鹏

(74)专利代理机构 湘潭市汇智专利事务所(普通合伙) 43108
代理人 宋向红

(51)Int.Cl.
F25B 27/00(2006.01)
F25B 15/00(2006.01)
F25B 41/06(2006.01)
F25D 3/00(2006.01)

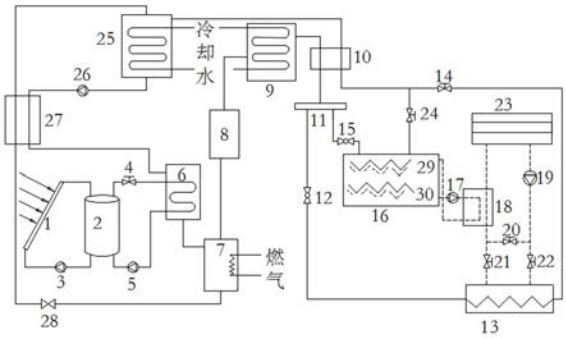
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

一种可调节性能量梯级利用的供冷系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种可调节性能量梯级利用的供冷系统。本实用新型主要包括太阳能蓄热子系统、吸收式制冷子系统、蓄冷子系统和冷冻水子系统;吸收式制冷子系统中设置一级发生器和二级发生器,二级发生器设在一级发生器的下方;太阳能蓄热子系统为一级发生器提供热量,燃气为二级发生器提供热量;蓄冷子系统包括膨胀阀、蓄冷槽及电磁阀;冷冻水子系统包括风机盘管,风机盘管与预冷器之间通过设有冷冻水泵、电磁阀的冷冻水管路和设有电磁阀、换热器的冷冻水管路连接,两条冷冻水管路中间设有电磁阀;蓄冷槽通过溶液泵与换热器连接。本实用新型将太阳能吸收式氨水制冷系统与蓄热蓄冷技术相结合,节能环保、能量梯级利用、可调节性高。



CN 209978431 U

1.一种可调节性能量梯级利用的供冷系统，它包括太阳能蓄热子系统、吸收式制冷子系统；其特征在于：它还包括蓄冷子系统和冷冻水子系统；所述太阳能蓄热子系统包括平板太阳能集热器(1)和储热箱(2)，平板太阳能集热器(1)与储热箱(2)之间的管路中设置有第一循环水泵(3)，管路中的流动工质为热水；所述吸收式制冷子系统包括一级发生器(6)和二级发生器(7)，一级发生器(6)与储热箱(2)通过管路连接，其管路上设置有第一电磁阀(4)和第二循环水泵(5)，管路中的流动工质为热水；二级发生器(7)连接在一级发生器(6)下方的浓溶液管道上，二级发生器(7)制冷剂气体出口端与其上方的精馏器(8)连接，精馏器(8)的制冷剂出口端连接到冷凝器(9)上；二级发生器(7)直接与辅助热源燃气连接；二级发生器(7)与吸收器(25)连接的吸收剂溶液管路中设置有减压阀(28)，吸收器(25)到一级发生器(6)的制冷剂溶液管路中设置有第一溶液泵(26)；吸收器(25)与一级发生器(6)和二级发生器(7)之间连接的两支管路上均设溶液热交换器(27)；冷凝器(9)与吸收器(25)中冷却水管路相连且接到室外冷却塔；所述蓄冷子系统包括蓄冷槽(16)、第一膨胀阀(15)及第二电磁阀(24)；所述冷冻水子系统包括风机盘管(23)，风机盘管(23)与预冷器(13)之间通过设有冷冻水泵(19)、第三第三电磁阀(22)的冷冻水管路和设有第四电磁阀(21)、换热器(18)的冷冻水管路连接，两条冷冻水管路中间设有第五电磁阀(20)，管路中的循环流动工质为冷冻水；所述蓄冷槽(16)通过第二溶液泵(17)与换热器(18)连接；所述蓄冷子系统的制冷剂循环管路中的循环工质为氨水溶液，载冷剂循环管路中的循环工质为乙二醇水溶液；所述冷凝器(9)通过回热器(10)与液体分配器(11)管路连接，液体分配器(11)分接两支制冷剂循环管路再混合回到回热器(10)后与吸收器(25)连接，一支为第二膨胀阀(12)、预冷器(13)与第六电磁阀(14)依次连接构成的预冷循环管路，一支为第一膨胀阀(15)、蓄冷槽(16)与第二电磁阀(24)依次连接构成的蓄冷循环管路。

2.根据权利要求1所述可调节性能量梯级利用的供冷系统，其特征在于：所述蓄冷子系统中，蓄冷槽(16)中设有蒸发盘管(29)、载冷剂盘管(30)及蓄冷槽冰层，蒸发盘管(29)和载冷剂盘管(30)外有储水；第一膨胀阀(15)、第二电磁阀(24)与蒸发盘管(29)构成蓄冷时的制冷剂循环管路；载冷剂盘管(30)与第二溶液泵(17)、换热器(18)构成放冷时的载冷剂循环管路。

一种可调节性能量梯级利用的供冷系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于吸收式制冷和蓄能技术领域，具体涉及一种以太阳能为热源驱动氨水吸收式制冷并带燃气辅助热源，可蓄冷蓄热，具有节能环保、能源利用率高、可全天候供冷等特点的可调节性能量梯级利用供冷系统。

背景技术

[0002] 随着我国国民经济的快速发展和人民生活水平的不断提高，人们对建筑空调与制冷的需求日益增加，而且对空调设备和空调环境提出了更高的要求，这也促进了制冷空调技术的蓬勃发展。制冷空调必须消耗能量，而空调能耗在总的建筑能耗中占有很大比重。随着制冷空调技术应用的日益广泛，制冷空调装置消耗的能源也在迅速增长，尤其是对电力的消耗；同时，由于城市用电量的增大和用电需求明显的时段性，对供电能力也提出了更高的要求。因此，制冷空调系统的节能问题引起了人们越来越广泛的关注。在能源短缺的同时，我国又存在着能源利用效率低的问题。能源利用效率是指一个体系有效利用的能量与实际消耗能量的比率，它是反映能源消耗水平和利用效果的综合指标。

[0003] 传统制冷空调所消耗的电能是由化石燃料转化而来，而这正是环境问题的根源所在，氟利昂等制冷剂有些会破坏臭氧，有些会导致全球气候变暖，加之传统空调的使用引起的电力负荷失衡问题及电力供应短缺问题，使得探索新型的空调技术显得尤为迫切。此外，在日常生活或工业生产中，能量的产生和需求在时间上、数量上不一定完全一致，这就会导致能源的利用受外界因素的制约，能量利用可控性较差。为了提高能量的有效利用率和可控性，往往设置一些储能装置来达到能量的高效经济利用，因此蓄冷技术的应用日益广泛。目前，蓄冷空调技术已成为移峰填谷的方法之一，它有利于提高电网负荷率和电网的安全经济性。

[0004] 基于以上原因，人们对可再生能源的研究与利用进入了一个快速发展的黄金时期，目前发展较迅速的就是太阳能的高效利用技术。由于吸收式制冷空调设备可实现对太阳能可再生能源的有效利用，故对太阳能驱动吸收式制冷空调的研究已广泛开展，尤其是太阳能驱动的溴化锂吸收式制冷空调。吸收式制冷机以热能为动力，耗用电能少，整个机组除了功率很小的泵外，没有其他的运动部件，振动小、噪声低，且制造简单，操作、维修保养方便。吸收式制冷机也存在一些缺点，例如，在有空气的情况下，溴化锂溶液对普通碳钢具有强烈腐蚀性，这不仅影响机组的寿命，而且影响机组的性能和正常的运行。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于针对目前太阳能溴化锂吸收式制冷系统制冷温度较高、可再生能源利用率低、冷量可控性差的缺陷，结合蓄冷技术的优势，将太阳能吸收制冷与蓄热蓄冷技术完美结合，达到节能环保的可调节性能量梯级利用的供冷系统。

[0006] 本实用新型的目的是通过如下的技术方案来实现的：该可调节性能量梯级利用的供冷系统，它包括太阳能蓄热子系统、吸收式制冷子系统；它还包括蓄冷子系统和冷冻水子

系统;所述太阳能蓄热子系统包括平板太阳能集热器和储热箱,平板太阳能集热器与储热箱之间的管路中设置有循环水泵,管路中的流动工质为热水;所述吸收式制冷子系统包括一级发生器和二级发生器,一级发生器与储热箱通过管路连接,其管路上设置有电磁阀和循环水泵,管路中的流动工质为热水;二级发生器连接在一级发生器下方的浓溶液管道上,二级发生器的制冷剂气体出口端与其上方的精馏器连接,精馏器的制冷剂出口端连接到冷凝器上;二级发生器直接与辅助热源燃气连接;二级发生器与吸收器连接的吸收剂溶液管路中设置有减压阀,吸收器到一级发生器的制冷剂溶液管路中设置有溶液泵;吸收器与一级发生器和二级发生器之间连接的两支管路上均设溶液热交换器;冷凝器与吸收器中冷却水管路相连且接到室外冷却塔;所述蓄冷子系统包括蓄冷槽、膨胀阀及电磁阀;所述冷冻水子系统包括风机盘管,风机盘管与预冷器之间通过设有冷冻水泵、电磁阀的冷冻水管路和设有电磁阀、换热器的冷冻水管路连接,两条冷冻水管路中间设有电磁阀,管路中的循环流动工质为冷冻水;所述蓄冷槽通过溶液泵与换热器连接;所述蓄冷子系统的制冷剂循环管路中的循环工质为氨水溶液,载冷剂循环管路中的循环工质为乙二醇水溶液;所述冷凝器通过回热器与液体分配器管路连接,液体分配器分接两支制冷剂循环管路再混合回到回热器后与吸收器连接,一支为膨胀阀、预冷器与电磁阀依次连接构成的预冷循环管路,一支为膨胀阀、蓄冷槽与电磁阀依次连接构成的蓄冷循环管路。

[0007] 具体的,所述蓄冷子系统中,蓄冷槽中设有蒸发盘管、载冷剂盘管及蓄冷槽冰层,蒸发盘管和载冷剂盘管外有储水;膨胀阀、电磁阀与蒸发盘管构成蓄冷时的制冷剂循环管路;载冷剂盘管与溶液泵、换热器构成放冷时的载冷剂循环管路。

[0008] 本实用新型中的太阳能蓄热子系统,热水自上而下流经蓄热箱,蓄热箱中的蓄热材料发生相变,储存热量,放热过程中,冷水自下而上流经蓄热箱,蓄热材料又相变释放热量,为吸收式制冷子系统提供热源。

[0009] 本实用新型中的蓄冷子系统采用盘管式蓄冷设备与制冷剂直接蒸发制冰的方式,制冷剂流经蒸发盘管与蓄冷槽内的储水换热,温度到0℃时盘管外结冰,将冷量储存下来;当蓄冷子系统释冷时,载冷剂溶液泵与冷冻水泵开启,载冷剂循环系统与冷冻水系统在换热器中进行热交换,传递冷量给风机盘管。

[0010] 本实用新型中的冷冻水子系统,当两条冷冻水管路中间的电磁阀开启时,冷冻水与蓄冷子系统中的载冷剂在换热器中换热,载冷剂系统可由溶液泵控制载冷剂流量,冷冻水泵可依据蓄冷槽的释冷量控制冷冻水的流量;当两条冷冻水管路中间的电磁阀关闭时,冷冻水子系统与预冷器、换热器同时工作,冷冻水分别通过预冷器和换热器,并在其中进行两次热交换,降温后的冷冻水送往风机盘管。

[0011] 本发明的工作原理是:在发生器内,由来自太阳能集热器的热水加热来自吸收器的氨水浓溶液,产生的高温氨蒸汽,经精馏器进一步除去氨蒸汽中的水蒸气,提高氨蒸汽的纯度,从精馏器出来的高温氨蒸汽进入冷凝器,与来自冷却塔的冷却水进行热交换,氨蒸汽冷凝放热,被冷却水带走大量热量,降温后的氨蒸汽变为液态氨,从冷凝器出来的液态氨经液体分配器分为两支路,其中一支路液态氨经膨胀阀减压节流后变为低温低压的氨液,直接进入蒸发器(预冷器),与来自冷冻水子系统的冷冻水换热,液态氨蒸发吸收冷冻水的热量后变为高温氨蒸汽,进而返回吸收器;另一支路液态氨经膨胀阀减压节流后变为低温低压的氨液,进入蓄冷子系统中的蒸发盘管,蓄冷槽内的储水与蒸发盘管内的液态氨进行热

交换，液氨蒸发吸收蓄冷槽中水的热量，盘管外温度降到0℃时开始在蒸发盘管外表面上结冰，这样可达到蓄冷的目的，在盘管内蒸发吸热后的高温氨蒸汽与第一支路从预冷器出来的高温氨蒸汽混合，经设在冷凝器与液体分配器管路之间的回热器后返回吸收器；混合后的高温氨蒸汽进入吸收器，被稀溶液吸收，变为浓溶液，吸收过程中所放出的热量被来自冷却塔的冷却水带走，吸收器里的浓溶液由溶液泵送往溶液热交换器，换热温度升高后再进入发生器，在发生器中浓溶液又被加热产生氨蒸汽，蒸发后的稀溶液又经过溶液热交换器，与来自吸收器的低温氨水浓溶液换热降温后再进入吸收器，滴淋在冷却水管上，吸收来自预冷器和蓄冷槽内蒸发盘管中的高温氨蒸汽，之后又变为浓溶液。以上循环反复进行，可达到循环制冷的目的。

[0012] 本实用新型在一级发生器和吸收器之间的溶液管路上装有溶液热交换器，来自吸收器的冷浓溶液与来自发生器的热稀溶液在此进行热交换，既提高了进入发生器的浓溶液温度，减少发生器所需耗热量，又降低了进入吸收器的稀溶液温度，降低了吸收器的冷却负荷，可减少冷却水的用量，达到节能的效果。

[0013] 本实用新型的蓄冷子系统释冷时，蓄冷子系统中载冷剂管路与冷冻水管路均通过换热器，并在换热器中交换热量，被冷却后的冷冻水返回风机盘管进行制冷；与冷冻水换热后温度升高的载冷剂由溶液泵送回蓄冷槽，盘管内的高温载冷剂通过盘管表面将热量传递给蓄冷槽中的冰层，使盘管外的冰层融化吸热，载冷剂又被冷却，温度降低，继而又被溶液泵送往载冷剂盘管循环流动，与冷冻水继续换热达到循环制冷的效果。

[0014] 因此，本实用新型与现有技术相比较具有如下有益效果：

[0015] (1)利用可再生的清洁能源太阳能作为吸收式制冷系统的热源，在夏季太阳能较丰富的气候条件下充分利用太阳能为热源来制冷及蓄冷，从耗能源头上减少传统制冷工艺对电力的消耗，节约能源且环保高效。

[0016] (2)相对于传统太阳能吸收式制冷系统，本实用新型既具有蓄热功能，又具有蓄冷功能，可充分地利用低品位能源，将制取的富裕冷量蓄存起来，实现冷量在时间上的再分配利用，可明显改善系统制冷能力的稳定性。

[0017] 本实用新型针对当前太阳能吸收式制冷系统存在的一些问题，将太阳能吸收式氨水制冷系统与蓄热蓄冷技术相结合，提出了一种蓄热蓄冷式燃气辅助太阳能氨水吸收式制冷系统，并且当太阳能充足时利用蓄热装置将一部分太阳辐射能储存下来，以保证该制冷系统长时间稳定运行。在利用太阳能氨水吸收式制冷系统制冷的同时，将一部分富裕的冷量利用蓄冷的方式储存起来，待太阳能资源不足或负荷变化时，利用蓄能装置所储存的冷量为用户继续供冷，满足用户的需求，可达到节能减排的效果。当没有太阳能资源，并且蓄冷装置所储存的冷量耗尽时，可切换至以燃气为热源的吸收式制冷系统，保证全天候较稳定的供冷。

附图说明

[0018] 图1为本实用新型实施例供冷系统的结构示意图。

[0019] 图2为本实用新型实施例以太阳能为热源单独供冷时的溶液流程示意图。

[0020] 图3为本实用新型实施例太阳能与燃气联合运行共同供冷时的溶液流程示意图。

[0021] 图4为本实用新型实施例蓄冷装置单独供冷时的溶液流程示意图。

[0022] 图5为本实用新型实施例以燃气为热源单独供冷时的溶液流程示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步详细的描述。

[0024] 参见图1、图2、图3、图4、图5，本实施例的供冷系统包括太阳能蓄热子系统、吸收式制冷子系统、蓄冷子系统及冷冻水子系统。太阳能蓄热子系统包括平板太阳能集热器1、蓄热箱2及第一循环水泵3；储热箱2、第二循环水泵5、第一电磁阀4及一级发生器6构成一个太阳能供热循环；依据外界太阳能资源的实际情况而控制燃气加热装置的开关，当太阳能丰富且稳定时，燃气加热关闭，二级发生器7不工作，只用太阳能蓄热子系统中蓄热箱2的热水加热一级发生器6中的浓溶液；当太阳能不稳定或热水温度达不到吸收式制冷子系统所需要的温度时燃气加热打开，利用燃气辅助太阳能为吸收式制冷子系统提供稳定热源，保证吸收式制冷子系统的稳定高效运行；一级发生器6下方接二级发生器7，一级发生器6中的浓溶液靠重力作用进入二级发生器7；二级发生器7的制冷剂气体出口端接到精馏器8；冷凝器9和吸收器25中的冷却水管路与室外冷却塔相连接；在冷凝器9与液体分配器11之间装设回热器10；在冷凝器9与吸收器25之间有两支回路，一支为第二膨胀阀12、预冷器13 和第六电磁阀14构成制冷剂循环回路，另一支为第一膨胀阀15、蓄冷槽16(其中有制冷剂蒸发盘管29、载冷剂盘管30)以及第二电磁阀24构成制冷剂循环回路；蓄冷装置中由第一膨胀阀15、蒸发盘管29及第二电磁阀24构成蓄冷制冷剂循环回路；由载冷剂盘管30、第二溶液泵17及换热器18构成一个释冷时载冷剂循环回路；冷冻水子系统在风机盘管23与预冷器13之间的管路装设冷冻水泵19、第四电磁阀21、第三电磁阀22和换热器18；两条冷冻水管路中间装设第五电磁阀20；冷冻水循环管路可按制冷实际条件分为两种情况，一种情况是由风机盘管23、冷冻水泵19、第三电磁阀22、预冷器13、第四电磁阀21 及换热器18构成，冷冻水在此循环回路中经预冷器13和换热器18两次被冷却；另一种情况是由风机盘管23、冷冻水泵19、第五电磁阀20及换热器18 所构成，此环路在蓄冷装置释冷时运行；从预冷器13出来的制冷剂管路经过回热器10进入吸收器25；在一级发生器6与吸收器25之间的管路上装设溶液热交换器27；从二级发生器7出来到吸收器25的稀溶液管路上装设减压阀28 和溶液热交换器27；从吸收器25出来到一级发生器6的浓溶液管路上装设第一溶液泵26。

[0025] 从图2、图3中可见，在以太阳能为热源单独制冷和太阳能与燃气联合运行制冷时，蓄冷子系统、冷冻水子系统与预冷器13的制冷剂环路同时运行，风机盘管23处的制冷与蓄冷槽16内的蓄冷同时进行；蓄冷子系统制冷剂环路与预冷器13的制冷剂环路并联在液体分配器11和吸收器25之间，此时第五电磁阀20、载冷剂第二溶液泵17未开启，第六电磁阀14、第四电磁阀21、第三电磁阀22、第二电磁阀24和冷冻水泵19开启，只有预冷器13与冷冻水系统换热，由第六电磁阀14和第二电磁阀24分别控制风机盘管处制冷和蓄冷槽中蓄冷两环路的运行情况。

[0026] 从图4中可见，当晚上无太阳能可利用时，利用蓄冷子系统所蓄冷量单独为系统供冷，此时第一电磁阀4关闭，燃气加热关闭，热源供应停止，吸收式制冷子系统未运行。此时由蓄冷子系统单独供冷，即蓄冷子系统的释冷系统开始运行，第二溶液泵17、冷冻水泵19和第五电磁阀20开启，第四电磁阀21 和第三电磁阀22均关闭，由盘管中载冷剂乙二醇水溶液与冷冻水在换热器18 中交换热量，降温后的冷冻水返回风机盘管23中进行制冷。升温后的

乙二醇水溶液返回蓄冷槽16中的载冷剂盘管30中，通过盘管表面将热量传递给冰层，冰融化吸收盘管30中的载冷剂热量，被冷却后的乙二醇水溶液又经第二溶液泵17送到换热器18中与冷冻水继续换热，如此可达到蓄冷槽释冷系统的循环稳定运行。

[0027] 从图5中可见，当晚上无太阳能且蓄冷子系统冷量耗尽时，第一电磁阀4、第二电磁阀24均关闭，开启第六电磁阀14、第四电磁阀21及第三电磁阀22，供冷系统切换至由燃气作为吸收式制冷子系统的热源单独供冷系统，此时蓄冷子系统不工作，蓄冷子系统处于关闭状态，第五电磁阀20关闭，冷冻水经冷冻水泵19只与预热器13进行换热，降温后的冷冻水由冷冻水泵19直接送回风机盘管23进行制冷。

[0028] 本实用新型实施例的工作过程是：太阳能蓄热子系统为一级发生器6供热，氨水浓溶液被加热，从一级发生器6出来的热浓溶液靠重力作用进入二级发生器7，由燃气继续二次加热升温，蒸发出来的高温氨蒸汽通过精馏器8进行精馏后进入冷凝器9，在冷凝器9内与来自冷却塔的冷却水进行热交换，降温后的氨蒸汽变为液态氨，从冷凝器9出来的低温液态氨经液体分配器11分为两支路，其中一支为液态氨经第二膨胀阀12减压节流后直接进入预冷器13，吸收冷冻水的热量后变为高温氨蒸汽，经回热器10后返回吸收器25；另一支为液态氨经第一膨胀阀15减压节流后通过蓄冷槽16中的蒸发盘管29，与蓄冷槽 16内的储水进行热交换后经第二电磁阀24与第一支路高温氨蒸汽混合，经回热器10后返回吸收器25；在吸收器25中，高温氨蒸汽被稀溶液吸收，吸收过程中所放出的热量被来自冷却塔的冷却水带走，吸收器里的浓溶液由第一溶液泵26送往溶液热交换器27，换热升温后再进入一级发生器6，在一级发生器6 和二级发生器7中浓溶液被持续加热产生氨蒸汽，蒸发后的稀溶液又经溶液热交换器27换热后，经减压阀28降压后进入吸收器25，喷淋在吸收器25中的冷却盘管上，吸收来自预冷器13和蒸发盘管29中的高温氨蒸汽，吸收过程放出的热量由冷却水带走。所述供冷系统中制冷剂和吸收剂如上所述在管路中进行循环流动，保证供冷系统的持续运行。

[0029] 参见图2，太阳能资源充足时，可利用太阳能为热源单独供冷，第一电磁阀4、第六电磁阀14及第二电磁阀24开启，太阳能蓄热子系统工作，为吸收式制冷子系统稳定供热，此时蓄冷子系统与预冷器13同时工作，保证供冷稳定的情况下将富裕的冷量储存下来，提高太阳能的利用效率；蓄热箱2也可在太阳能丰富时储存一部分热能，把平板太阳能集热器1在晴朗白天吸收的部分太阳辐射能储存起来，以备夜间或阴雨天使用，可弥补太阳能的不稳定性和间断性。

[0030] 参见图5，当晚上无太阳能且蓄冷槽16所蓄冷量用尽时，利用燃气加热二级发生器7，驱动吸收式制冷子系统运行，此时第一电磁阀4、第二电磁阀24 均关闭，太阳能蓄热子系统与蓄冷子系统不运行，从液体分配器11出来的液态氨经过第二膨胀阀12，减压节流后进入预冷器13与冷冻水进行热交换，为风机盘管23供冷；第六电磁阀14、第四电磁阀21与第三电磁阀22均开启，冷冻水子系统在预冷器13与风机盘管23之间循环流动，冷冻水在预冷器13 中与制冷剂液态氨换热，蒸发吸热后的氨蒸汽返回吸收器25，降温后的冷冻水返回风机盘管23中，可持续供冷。

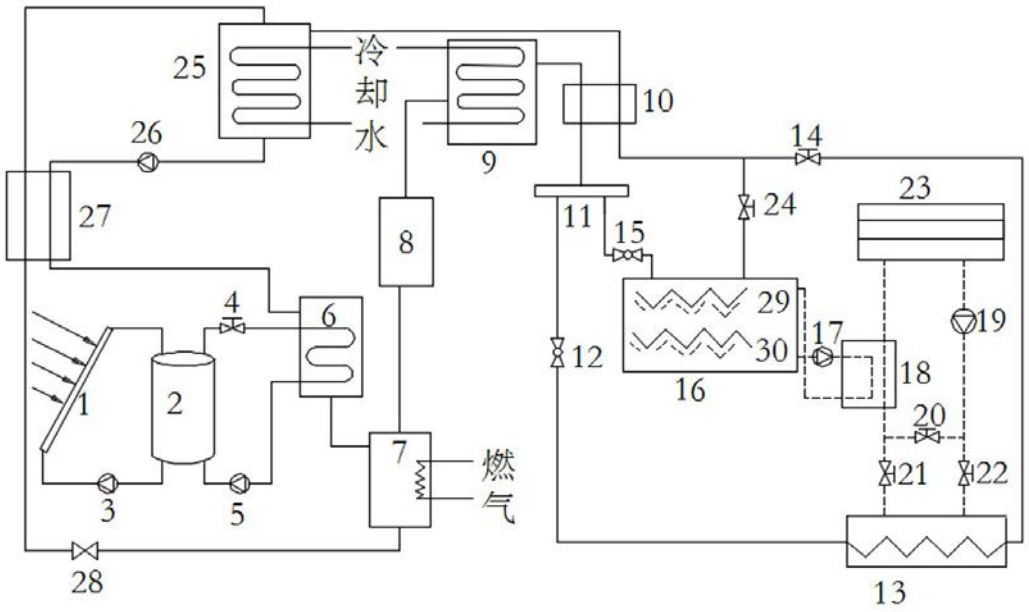

25
冷
却
水
10
26
9
14
27
8
11
24
23
15
4
6
29
19
1
2
12
30
17
18
16
20
7
燃
气
3
5
21
22
28
13

图1

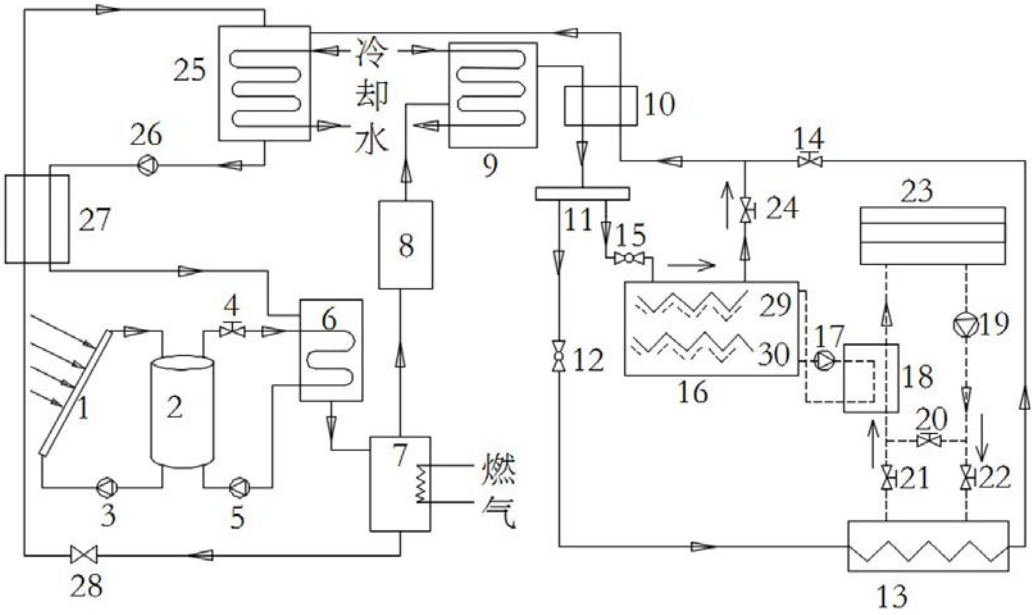

25
冷
却
水
10
26
9
14
27
8
11
24
23
15
4
6
29
19
1
2
12
30
17
18
16
20
7
燃
气
3
5
21
22
28
13

图2

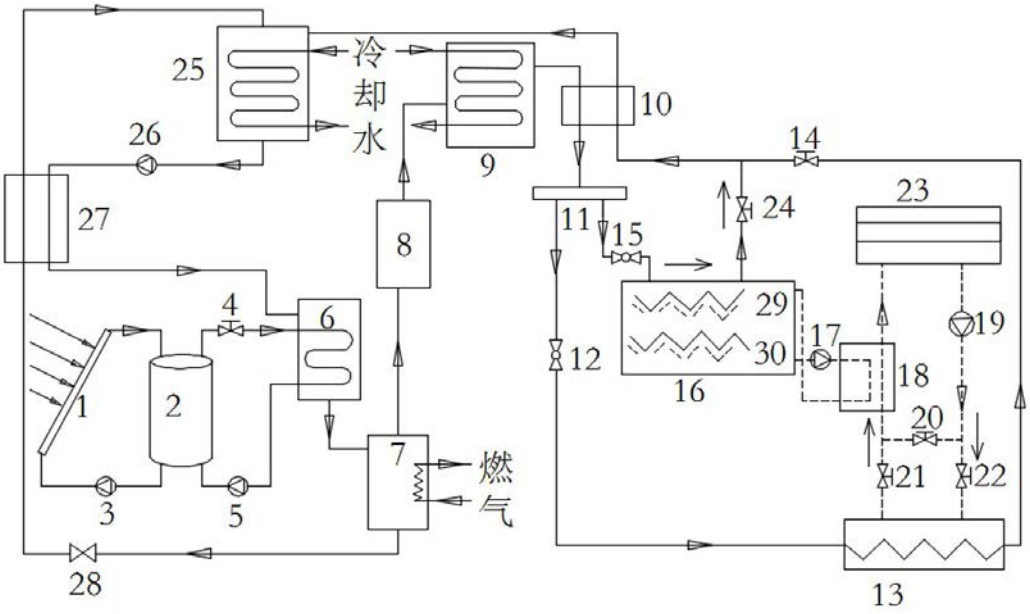

25
冷
却
水
10
26
9
14
27
8
11
15
24
23
4
6
29
30
17
19
1
2
12
16
18
20
7
燃
气
21
22
3
5
28
13

图3

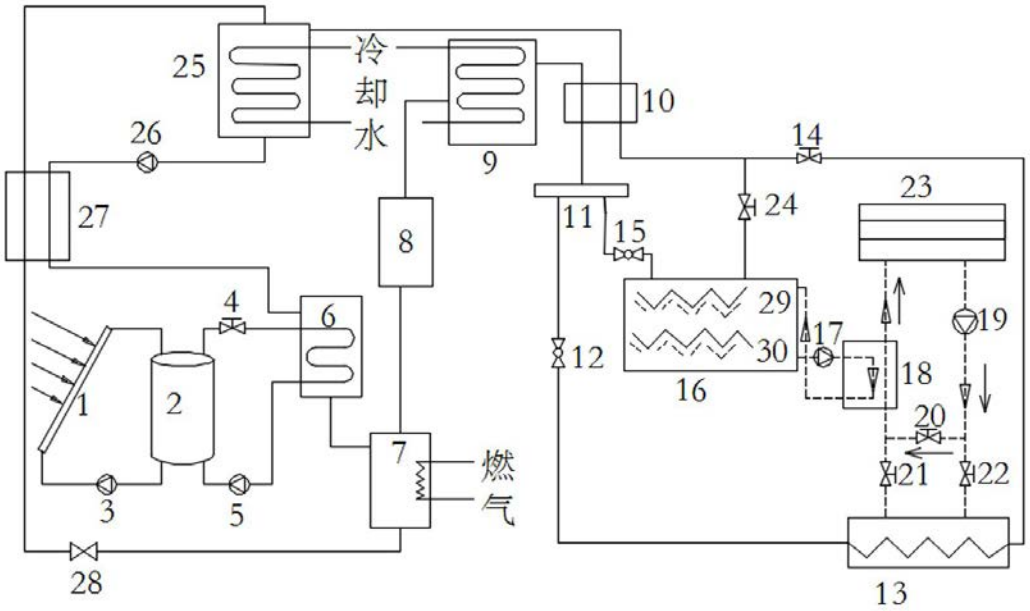

25
冷
却
水
10
26
9
14
27
8
11
15
24
23
4
6
29
30
17
19
1
2
12
16
18
20
7
燃
气
21
22
3
5
28
13

图4

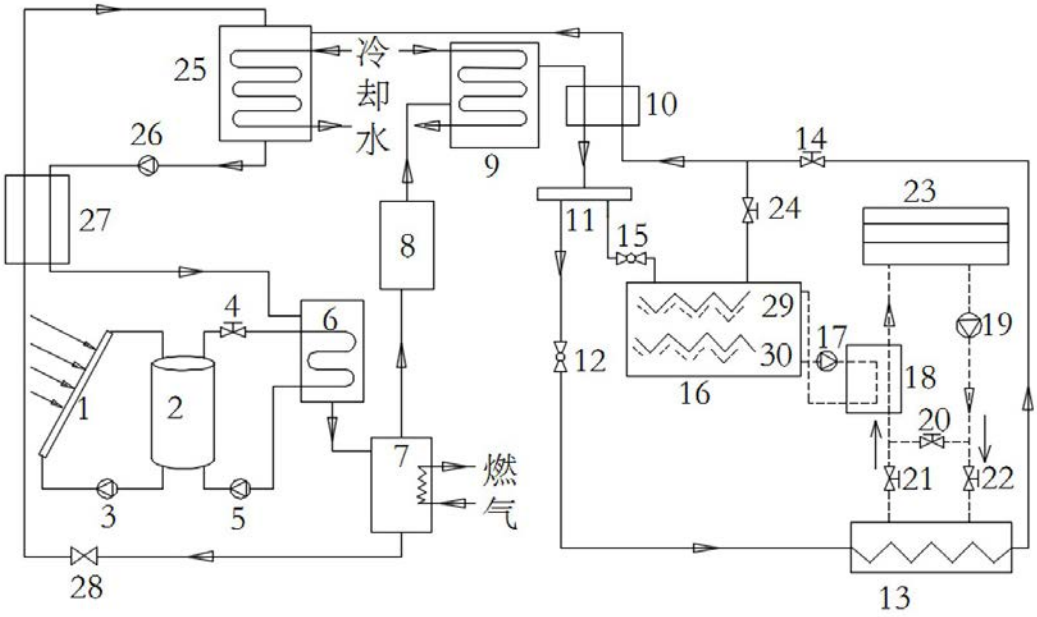

25
冷
却
水
26
9
10
14
27
8
11
15
24
23
4
6
29
30
17
19
12
16
18
1
2
20
7
燃
气
21
22
3
5
28
13

图5