(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113565740 B
(45)授权公告日 2022.11.25

(21)申请号 202110901787.9
(22)申请日 2021.08.06
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113565740 A
(43)申请公布日 2021.10.29
(73)专利权人 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 李志超 肖艳萍 谭牛高 陈育平
(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
专利代理师 徐澍
(51)Int.Cl.
F04B 39/06(2006.01)
F04B 39/16(2006.01)
F04B 49/06(2006.01)

审查员 何卿

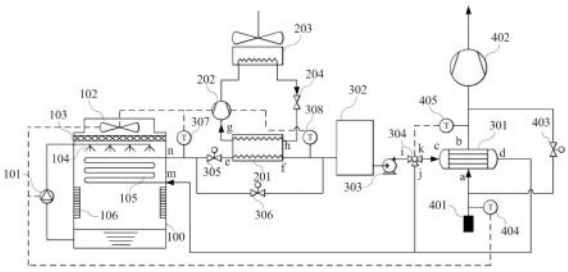
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种空压机吸气预处理系统及其控制方法

(57)摘要

一种空压机吸气预处理系统及其控制方法，系统包括空压机、换热器、闭式冷却塔、冷水机组、冷水箱、循环水泵、喷淋泵及控制阀门，换热器水路出口连接至闭式冷却塔入口，闭式冷却塔出口连接至冷水机组蒸发器水路入口，冷水机组蒸发器水路出口连接至冷水箱入口，冷水箱出口连接至水泵入口，水泵出口连接至电动三通调节阀，电动三通调节阀一路连接至换热器水路入口，另一路连接至换热器水路出口，换热器空气出口连接空压机入口。本发明采用闭式冷却塔和冷水机组的组合运行，利用冷水对空压机吸气端的空气进行降温处理，同时利用传感器对空压机吸气温度进行精确控制，避免空压机吸气带液，解决了空压机因吸气温度过高而导致的高能耗及低稳定性问题。



CN 113565740 B

1.一种空压机吸气预处理系统的控制方法，基于的系统包括冷水机组(200)、闭式冷却塔(100)、换热器(301)、冷水箱(302)、循环水泵(303)、电动三通调节阀(304)、过滤器(401)、空压机(402)；闭式冷却塔(100)由喷淋泵(101)、风机(102)、收水器(103)、喷淋口(104)、换热盘管(105)、进风格栅(106)组成；冷水机组(200)由冷水机组蒸发器(201)、制冷压缩机(202)、冷水机组冷凝器(203)、节流阀(204)组成；

所述过滤器(401)出口一路经第一电磁阀(403)连接至换热器(301)出口b与空压机(402)吸气口之间的管路上，另一路采用管道连接至换热器(301)入口a，换热器(301)出口b采用管道连接至空压机(402)吸气口；换热器(301)出口d采用管道连接至闭式冷却塔(100)入口m，闭式冷却塔(100)出口n一路经第二电磁阀(305)连接至冷水机组蒸发器(201)入口e，另一路经第三电磁阀(306)连接至冷水机组蒸发器(201)出口f与冷水箱(302)之间的管路上，冷水机组蒸发器(201)出口f采用管道连接至冷水箱(302)入口，冷水箱(302)出口采用管道连接至循环水泵(303)入口，循环水泵(303)出口采用管道连接至电动三通调节阀(304)入口i，电动三通调节阀(304)出口k采用管道连接至换热器(301)入口c，电动三通调节阀(304)出口j采用管道连接至换热器(302)出口d与闭式冷却塔(100)入口m之间的管路上；

所述制冷压缩机(202)出口采用管道连接至冷水机组冷凝器(203)入口，冷水机组冷凝器(203)出口经节流阀(204)连接至冷水机组蒸发器(201)入口h，冷水机组蒸发器(201)出口g采用管道连接至制冷压缩机(202)入口；所述闭式冷却塔(100)内部从上至下依次设有风机(102)、收水器(103)、喷淋口(104)、换热盘管(105)、进风格栅(106)，闭式冷却塔(100)底部溶液处出口采用管道连接至喷淋泵(101)入口，喷淋泵(101)出口采用管道连接至闭式冷却塔(100)顶部的喷淋口(104)；

所述过滤器(401)出口与换热器(301)入口a之间的管路上设有第一温度控制器(404)，第一温度控制器(404)通过导线连接至喷淋泵(101)和风机(102)；所述换热器(301)出口b与空压机(402)吸气管路上第一电磁阀(403)的连接点之前的管路上设有第二温度控制器(405)，第二温度控制器(405)通过导线连接至电动三通调节阀(304)；所述闭式冷却塔(100)出口n与第二电磁阀(305)入口之间的管路上设有第三温度控制器(307)，第三温度控制器(307)通过导线连接至风机(102)和制冷压缩机(202)；所述冷水机组蒸发器(201)出口f与冷水箱(302)入口管路第三电磁阀(306)连接点之前的管路上设有第四温度控制器(308)，第四温度控制器(308)通过导线连接至制冷压缩机(202)；

其特征在于，所述控制方法的内容和方法是：

当环境温度低于第一温度控制器(404)的设定温度时，打开第一电磁阀(403)，闭式冷却塔(100)和冷水机组(200)都不运行，不对空压机进气进行温度控制；

当环境温度高于第一温度控制器(404)的设定温度时，打开喷淋泵(101)和风机(102)，闭式冷却塔(100)开始工作，此时，当闭式冷却塔(100)出口n的水温低于第三温度控制器(307)的设定温度时，则冷水机组(200)不工作，打开第三电磁阀(306)，并且由第三温度控制器(307)控制闭式冷却塔(100)的风机(102)转速，使闭式冷却塔(100)出口n的水温稳定在控制温度；当闭式冷却塔(100)出口n的水温高于第三温度控制器(307)的设定温度加一摄氏度时，打开制冷压缩机(202)和第二电磁阀(305)，关闭第三电磁阀(306)，冷水机组(200)开始工作，并且由第四温度控制器(308)控制制冷压缩机(202)频率，使冷水机组蒸发

器(201)出口f的水温稳定在控制温度;由第二温度控制器(405)控制电动三通调节阀(304)的阀门开度,使换热器(301)出口b的空气温度稳定在控制温度。

2.根据权利要求1所述的一种空压机吸气预处理系统的控制方法,其特征在于,所述冷水机组(200)为变频中温冷水机组。

3.根据权利要求1所述的一种空压机吸气预处理系统的控制方法,其特征在于,冷水机组(200)冷负荷在70kW以下时,冷水机组冷凝器(203)采用风冷式冷凝器,冷水机组(200)冷负荷在70kW以上时,冷水机组冷凝器(203)采用水冷式冷凝器。

4.根据权利要求1所述的一种空压机吸气预处理系统的控制方法,其特征在于,所述风机(102)频率与闭式冷却塔(100)出口n的出水温度成正比例关系。

5.根据权利要求1所述的一种空压机吸气预处理系统的控制方法,其特征于,所述电动三通调节阀(304)出口k处阀门开度与换热器(301)出口b的空气温度成正比例关系。

6.根据权利要求1所述的一种空压机吸气预处理系统的控制方法,其特征于,所述制冷压缩机(202)频率与冷水机组蒸发器(201)出口f的出水温度成正比例关系。

一种空压机吸气预处理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于压缩空气技术领域，具体涉及一种空压机吸气预处理系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 空压机广泛用于化工、医药、纺织、船舶等各个领域，是生产过程中不可缺少的重要组成部分。在大多数工厂的生产过程中，空压机能耗占其全部能耗的10％～35％，因此在同等的压缩比下，如何有效降低空压机压缩单位气量的能耗，是目前专家学者的研究热点。

[0003] 目前针对空压机节能的方式分为两大类。第一类是针对空压机本身的内部结构改造、变频改造、降低摩擦损失等；第二类是针对空压机前末端的空气进行处理，如前置冷却、中间冷却、末端冷却、余热回收等措施。针对某给定的空压机而言，其能耗是由吸气状态和排气状态共同决定的，进气压力一定时，压缩机运行效率随其吸气温度升高而降低，且吸气温度越高，排气温度也会越高，较高的排气温度会导致润滑油粘度降低，进而引发故障。针对空压机排气处理的研究已经相对成熟，然而目前有关空压机吸气预处理的研究还很匮乏。特别是进气温度控制不当时，当换热器表面温度低于空气露点温度，空气中水分会凝结，造成压缩机吸气带液，从而引发压缩机运行故障。

[0004] 如何有效地对空压机吸气端进行预处理，降低空压机运行能耗，同时避免空压机吸气带有水滴，保证空压机正常运行，这是一个有待解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对上述现有技术存在的问题，提供一种空压机吸气预处理系统及其控制方法。

[0006] 为实现本发明的目的，本发明采用的技术方案是：

[0007] 一种空压机吸气预处理系统，包括冷水机组200、闭式冷却塔100、换热器301、冷水箱302、循环水泵303、电动三通调节阀304、过滤器401、空压机402；其中所述闭式冷却塔100包括喷淋泵101、风机102、收水器103、喷淋口104、换热盘管105、进风格栅106；所述冷水机组200包括冷水机组蒸发器201、制冷压缩机202、冷水机组冷凝器203、节流阀204；

[0008] 所述过滤器401出口一路经第一电磁阀403连接至换热器301出口b与空压机402吸气口之间的管路上，另一路采用管道连接至换热器301入口a，换热器301出口b采用管道连接至空压机402吸气口；换热器301出口d采用管道连接至闭式冷却塔100入口m，闭式冷却塔100出口n一路经第二电磁阀305连接至冷水机组蒸发器201入口e，另一路经第三电磁阀306连接至冷水机组蒸发器201出口f与冷水箱302之间的管路上，冷水机组蒸发器201出口f采用管道连接至冷水箱302入口，冷水箱302出口采用管道连接至循环水泵303入口，循环水泵303出口采用管道连接至电动三通调节阀304入口i，电动三通调节阀304出口k采用管道连接至换热器301入口c，电动三通调节阀304出口j采用管道连接至换热器301出口d与闭式冷却塔100入口m之间的管路上；

[0009] 所述制冷压缩机202出口采用管道连接至冷水机组冷凝器203入口，冷水机组冷凝器203出口经节流阀204连接至冷水机组蒸发器201入口h，冷水机组蒸发器201出口g采用管道连接至制冷压缩机202入口；所述闭式冷却塔100内部从上至下依次设有风机102、收水器103、喷淋口104、换热盘管105、进风格栅106，闭式冷却塔100底部溶液处出口采用管道连接至喷淋泵101入口，喷淋泵101出口采用管道连接至闭式冷却塔100顶部的喷淋口104；

[0010] 进一步优选，所述冷水机组200为变频中温冷水机组；

[0011] 进一步优选，冷水机组200冷负荷在70kW以下时，冷水机组冷凝器203采用风冷式冷凝器，冷水机组200冷负荷在70kW以上时，冷水机组冷凝器203采用水冷式冷凝器；

[0012] 进一步优选，所述过滤器401出口与换热器301入口a之间的管路上设有第一温度控制器404，第一温度控制器404通过导线连接至喷淋泵101和风机102；所述换热器301出口b与第一电磁阀403出口与空压机402吸气管路上，即第一电磁阀403的连接点之前的管路上设有第二温度控制器405，第二温度控制器405通过导线连接至电动三通调节阀304；所述闭式冷却塔100出口n与第二电磁阀305入口之间的管路上设有第三温度控制器307，第三温度控制器307通过导线连接至风机102和制冷压缩机202；所述冷水机组蒸发器201出口f与第三电磁阀306出口与冷水箱302入口管路，即第三电磁阀306连接点之前管路上设有第四温度控制器308，第四温度控制器308通过导线连接至制冷压缩机202；

[0013] 本发明的一种空压机吸气预处理系统的控制方法，具体内容和方法为：

[0014] 当环境温度低于第一温度控制器404的设定温度时，打开第一电磁阀403，闭式冷却塔100和冷水机组200都不运行，不对空压机进气进行温度控制；

[0015] 当环境温度高于第一温度控制器404的设定温度时，打开喷淋泵101和风机102，闭式冷却塔100开始工作，此时，当闭式冷却塔100出口n的水温低于第三温度控制器307的设定温度时，冷水机组200不工作，打开第三电磁阀306，并且由第三温度控制器307控制闭式冷却塔100的风机102转速，使闭式冷却塔100出口n的水温稳定在控制温度；当闭式冷却塔100出口n的水温高于第三温度控制器307的设定温度加一摄氏度时，打开制冷压缩机202和第二电磁阀305，关闭第三电磁阀306，冷水机组200开始工作，并且由第四温度控制器308控制制冷压缩机202频率，使冷水机组蒸发器201出口f的水温稳定在控制温度；由第二温度控制器405控制电动三通调节阀304的阀门开度，使换热器301出口b的空气温度稳定在控制温度；

[0016] 进一步优选，所述风机102频率与闭式冷却塔100出口n的出水温度成正比例关系；

[0017] 进一步优选，所述三通调节阀304出口k处阀门开度与换热器301出口b的空气温度成正比例关系；

[0018] 进一步优选，所述制冷压缩机202频率与冷水机组蒸发器201出口f的出水温度成正比例关系。

[0019] 与现有技术相比，本发明的技术方案具有以下技术效果：

[0020] 本发明通过闭式冷却塔和冷水机组的组合运行制取冷水，利用冷水对环境空气进行降温预处理，提高了空压机的运行效率，同时降低了空压机的排气温度，防止了因润滑油粘度降低而引起空压机故障的情况。通过多个温度控制器的精确控制，保证系统的稳定运行，同时将空压机吸气温度精确控制在设定温度，避免空压机吸入的空气带有液滴，从而引起空压机运行不佳、发生故障的情况。采用闭式冷却塔加冷水机组的组合，一方面能很好的

利用自然冷源，通过闭式冷却塔预处理，降低了冷水机组的负荷，能减小系统初投资和运行成本，另一方面结合发明系统的控制策略，能根据环境温度的变化，选择最节能的进气温度控制运行方案，降低设备投资回收期。

附图说明

[0021] 图1是本发明实施例之一的系统构成图；

[0022] 图2是本发明实施例之二的系统构成图；

[0023] 图中：100为闭式冷却塔，101为喷淋泵，102为风机，103为收水器，104为喷淋口，105为换热盘管，106为进风格栅，200为冷水机组，201为冷水机组蒸发器，202为制冷压缩机，203为冷水机组冷凝器，204为节流阀，205为冷却水泵，206为冷却塔，301为换热器，302为冷水箱，303为循环水泵，304为电动三通调节阀，305为第二电磁阀，306为第三电磁阀，307为第三温度控制器，308为第四温度控制器，401为过滤器，402为空压机，403为第一电磁阀，404为第一温度控制器，405为第二温度控制器。

具体实施方式

[0024] 为使本发明实施例的目的和技术方案更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的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。

[0025] 如图1所示，一种空压机吸气预处理系统，包括冷水机组200、闭式冷却塔100、换热器301、冷水箱302、循环水泵303、电动三通调节阀304、过滤器401、空压机402；闭式冷却塔100由喷淋泵101、风机102、收水器103、喷淋口104、换热盘管105、进风格栅106组成；冷水机组200由冷水机组蒸发器201、制冷压缩机202、冷水机组冷凝器203、节流阀204组成；

[0026] 所述过滤器401出口一路经第一电磁阀403连接至换热器301出口b与空压机402吸气口之间的管路上，另一路采用管道连接至换热器301入口a，换热器301出口b采用管道连接至空压机402吸气口；换热器301出口d采用管道连接至闭式冷却塔100入口m，闭式冷却塔100出口n一路经第二电磁阀305连接至冷水机组蒸发器201入口e，另一路经第三电磁阀306连接至冷水机组蒸发器201出口f与冷水箱302之间的管路上，冷水机组蒸发器201出口f采用管道连接至冷水箱302入口，冷水箱302出口采用管道连接至循环水泵303入口，循环水泵303出口采用管道连接至电动三通调节阀304入口i，电动三通调节阀304出口k采用管道连接至换热器301入口c，电动三通调节阀304出口j采用管道连接至换热器302出口d与闭式冷却塔100入口m之间的管路上；

[0027] 所述制冷压缩机202出口采用管道连接至冷水机组冷凝器203入口，冷水机组冷凝器203出口经节流阀204连接至冷水机组蒸发器201入口h，冷水机组蒸发器201出口g用管道连接至制冷压缩机202入口；所述闭式冷却塔100内部从上至下依次设有风机102、收水器103、喷淋口104、换热盘管105、进风格栅106，闭式冷却塔100底部溶液处出口采用管道连接至喷淋泵101入口，喷淋泵101出口采用管道连接至闭式冷却塔100顶部的喷淋口104。

[0028] 所述冷水机组200为变频中温冷水机组，中温冷水机组的能效较高，并且冷水机组蒸发器201的出水温度高，在冷水与环境空气进行换热时，能避免空气中水分凝结，保证空

压机402吸气不带有水滴。

[0029] 冷水机组200冷负荷在70kW以下时，如图1所示，冷水机组冷凝器203采用风冷式冷凝器，冷水机组200冷负荷在70kW以上时，如图2所示，冷水机组冷凝器203采用水冷式冷凝器，并加有由冷水却泵205和冷却塔206所组成的冷却水系统。

[0030] 所述过滤器401出口与换热器301入口a之间的管路上设有第一温度控制器404，第一温度控制器404通过导线连接至喷淋泵101和风机102；所述换热器301出口b与空压机402吸气管路上第一电磁阀403的连接点之前的管路上设有第二温度控制器405，这样仅对换热器301出口b的空气温度进行精确控制，保证在制冷系统运行的情况下，换热器301出口b的空气温度稳定在设定温度，第二温度控制器405通过导线连接至电动三通调节阀304；所述闭式冷却塔100出口n与第二电磁阀305入口之间的管路上设有第三温度控制器307，第三温度控制器307通过导线连接至风机102和制冷压缩机202；所述冷水机组蒸发器201出口f与冷水箱302入口管路第三电磁阀306连接点之前管路上设有第四温度控制器308，这样仅对冷水机组蒸发器201出口f的冷水温度进行精确控制，保证在冷水机组200运行情况下，冷水机组蒸发器201出口f的冷水温度稳定在设定温度，第四温度控制器308通过导线连接至制冷压缩机202。

[0031] 本发明的一种空压机吸气预处理系统的控制方法，具体为：

[0032] 当环境温度低于第一温度控制器404设定的32℃时，打开第一电磁阀403，此时闭式冷却塔100和冷水机组200都不运行，不对空压机进气进行温度控制，环境空气经过滤器401过滤杂质后，经过第一电磁阀403后进入空压机402内进行压缩过程；

[0033] 当环境温度高于第一温度控制器404设定的32℃时，第一温度控制器404发出信号，打开喷淋泵101和风机102，闭式冷却塔100开始工作，此时，当闭式冷却塔100出口n的水温低于第三温度控制器307设定的23℃时，则冷水机组200不工作，打开第三电磁阀306，经闭式冷却塔100降温后的冷水经第三电磁阀306进入冷水箱302，并且由第三温度控制器307控制闭式冷却塔100的风机102转速，使闭式冷却塔100出口n的水温稳定在所设定的23℃，并且当闭式冷却塔100出水温度达到23℃时，风机102为满载运行；当闭式冷却塔100出口n的水温达到24℃时，说明此时环境温度较高，风扇102最高转速运行时也无法将水温降低至23℃，此时需要打开冷水机组200，补充空压机402吸气冷却不足的冷负荷，打开制冷压缩机202和第二电磁阀305，关闭第三电磁阀306，冷水机组200开始工作，经闭式冷却塔100降温后的冷水经第二电磁阀305进入冷水机组蒸发器201与制冷剂换热，温度进一步降低后进入冷水箱302，并且由第四温度控制器308控制制冷压缩机202频率，使冷水机组蒸发器201出口f的水温稳定在18℃；由第二温度控制器405控制电动三通调节阀304的阀门开度，使换热器301出口b的空气温度稳定在26℃。

[0034] 所述风机102频率与闭式冷却塔100出口n的出水温度成正比例关系，当闭式冷却塔100出口n的出水温度增加时，则增大风机102频率，增强喷淋水和循环水的换热，从而降低闭式冷却塔100的出水温度；

[0035] 所述电动三通调节阀304出口k处阀门开度与换热器301出口b的空气温度成正比例关系，当换热器301出口b的空气温度升高时，则增大电动三通调节阀304出口k处阀门开度，减小电动三通调节阀出口j处阀门开度，增加进入换热器301的冷水流量，从而降低换热器301出口b的空气温度；

[0036] 所述制冷压缩机202频率与冷水机组蒸发器201出口f的出水温度成正比例关系，当冷水机组蒸发器201出口f的出水温度升高时，则增加制冷压缩机202频率，增加制冷剂与循环水的换热，从而降低冷水机组201出口f的出水温度。

[0037] 虽然本发明披露如上，但本发明并非限定于此。任何本领域技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，均可作各种变更与修改，因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

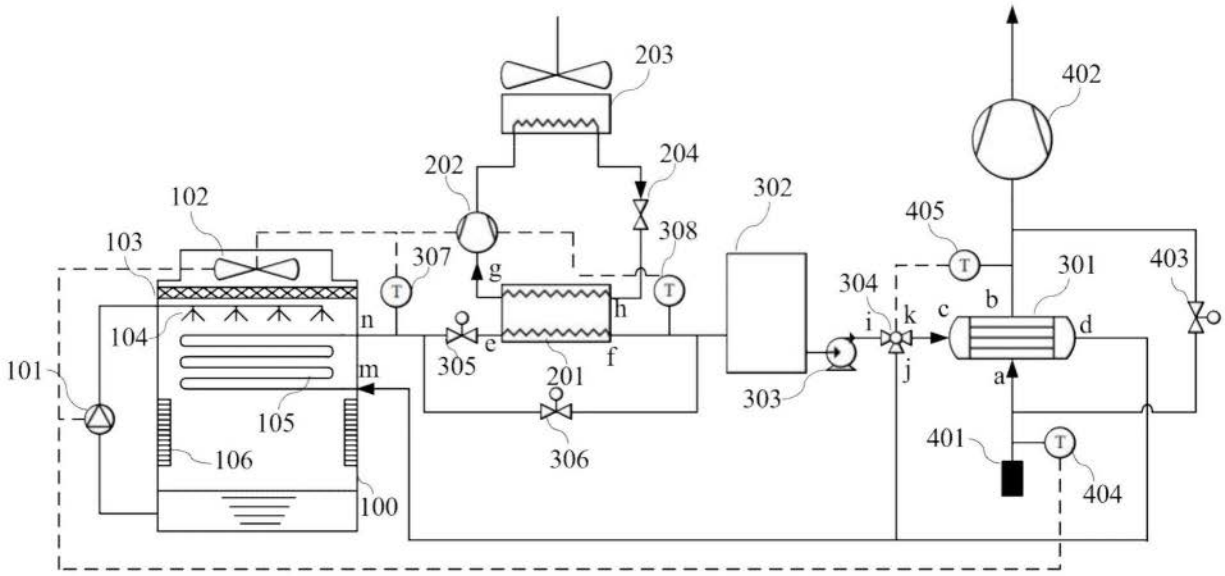

203
402
202
204
102
302
405
308
103
307
301
403
304
104
305
201
303
101
105
306
401
106
404
100

图1

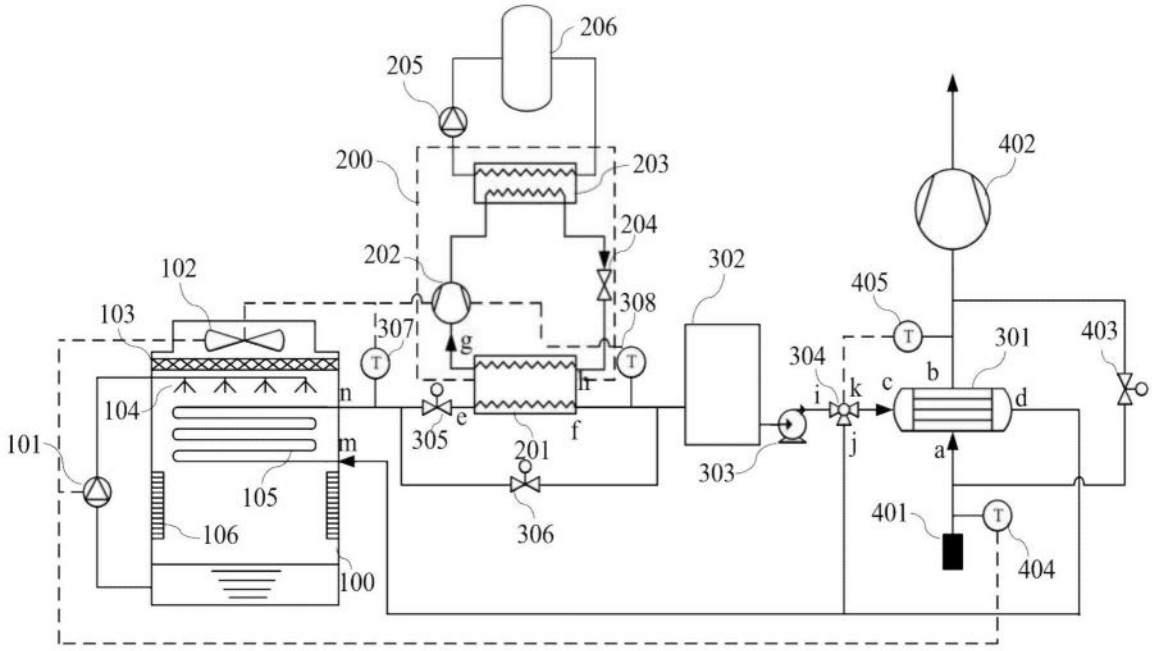

206
205
200
203
402
204
202
102
302
405
308
103
307
301
403
304
104
305
201
303
101
105
306
401
106
404
100

图2