



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710019452.4

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100432557C

[22] 申请日 2007. 1. 25

[21] 申请号 200710019452.4

[73] 专利权人 南京大学

地址 210093 江苏省南京市汉口路 22 号
南京大学低温楼

[72] 发明人 方贵银 杨帆 张曼 李辉

[56] 参考文献

CN1888639A 2007. 1. 3

JP1 - 121692A 1989. 5. 15

US2003/0042014A1 2003. 3. 6

CN2802328Y 2006. 8. 2

US4131158A 1978. 12. 26

审查员 侯小锋

[74] 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
代理人 陈扬

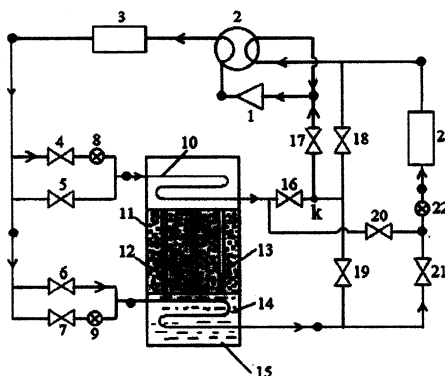
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称

热管蓄能空调系统

[57] 摘要

本发明公开了一种热管蓄能空调系统，包括室内机组和室外机组，室内机组由风机和换热盘管组成，室外机组包括压缩机、四通换向阀、室外换热器和热管蓄能器。热管蓄能器内安装有按正三角形叉排的一组热管，在一组热管间填充有蓄能材料。压缩机的出口与四通换向阀连接，进口通过一组电磁阀与热管蓄能器和室内机组连接；室外换热器的一端与四通换向阀连接，另一端通过一组电磁阀和节流阀与热管蓄能器的上、下换热器连接；室内机组的一端与四通换向阀连接、另一端通过一组电磁阀与热管蓄能器的上、下换热器连接。本发明传热热阻小、流动阻力小，蓄、放能效率高，提高了蓄能空调系统的蓄能量和蓄能效率，改善了蓄能空调系统的经济性。



1、一种热管蓄能空调系统，包括室内机组（23）和室外机组，室内机组（23）由风机和换热盘管组成，其特征在于：室外机组包括压缩机（1）、四通换向阀（2）、室外换热器（3）和热管蓄能器（11），所述热管蓄能器（11）包括上隔室、下隔室和蓄能材料室，在上隔室内安装有上换热器（10）、在下隔室内安装有下换热器（15），在蓄能材料室内安装有按正三角形叉排的一组热管（12），上、下隔室通过热管（12）相连通，在一组热管（12）间填充有蓄能材料（13）；所述压缩机（1）的进口分别与四通换向阀（2）和第六电磁阀（17）的出口连接，压缩机（1）的出口与四通换向阀（2）连接；室外换热器（3）的一端与四通换向阀（2）连接，另一端与第一电磁阀（4）、第二电磁阀（5）、第三电磁阀（6）和第四电磁阀（7）连接；第一节流阀（8）的一端与第一电磁阀（4）连接、另一端分别与第二电磁阀（5）和热管蓄能器（11）的上换热器（10）连接；第二节流阀（9）的一端与第四电磁阀（7）连接、另一端分别与第三电磁阀（6）和热管蓄能器（11）的下换热器（15）连接；上换热器（10）的一端分别与第一节流阀（8）和第二电磁阀（5）连接、另一端分别与第五电磁阀（16）和第九电磁阀（20）连接；下换热器（15）的一端分别与第二节流阀（9）和第三电磁阀（6）连接、另一端分别与第八电磁阀（19）和第十电磁阀（21）连接；第三节流阀（22）的一端分别与第九电磁阀（20）和第十电磁阀（21）连接、另一端与室内机组（23）连接；室内机组（23）的一端分别与四通换向阀（2）和第七电磁阀（18）连接、另一端与第三节流阀（22）连接；第七电磁阀（18）的一端分别与四通换向阀（2）和室内机组（23）连接、另一端分别与第五电磁阀（16）、第六电磁阀（17）、第八电磁阀（19）连接；第八电磁阀（19）的一端分别与下换热器（15）和第十电磁阀（21）连接、另一端分别与第五电磁阀（16）、第六电磁阀（17）、第七电磁阀（18）连接；第九电磁阀（20）的一端分别与上换热器（10）和第五电磁阀（16）连接、另一端分别与第十电磁阀（21）和第三节流阀（22）连接。

2、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述热管蓄能器（11）为圆柱体钢制保温结构的桶体。

3、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述的室外换热器（3）为风冷式或水冷式。

4、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述的第一节流阀（8）、第二节流阀（9）和第三节流阀（22）为热力膨胀阀或电子膨胀阀。

5、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述热管（12）由铜或碳钢制成。

6、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述热管（12）内的工作介质为氨或氟利昂。

7、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述热管（12）采用翅片管，其翅片为矩形翅片或圆形翅片。

8、根据权利要求1所述的热管蓄能空调系统，其特征在于：所述蓄能材料（13）为复合相变蓄能材料。

热管蓄能空调系统

一、技术领域

本发明涉及一种制冷空调，具体地说是一种热管蓄能空调系统。

二、背景技术

自改革开放以来，我国的综合国力和人民生活水平都有较大程度的提高。我国的电力工业虽已取得长足发展，但是电力的增长仍然满足不了国民经济的快速发展和人民生活用电急剧增长的需要，全国缺电局面仍然存在。目前，电力供应紧张主要表现在下述方面：

(1) 电网负荷率低，系统峰谷差加大，高峰电力严重不足，致使电网经常拉闸限电。峰谷差占高峰负荷的比例已高达 30%以上。

(2) 城市电力消费增长迅速，而城市电网不能适应，造成有电送不出、配不下的局面。夏季高温天气，许多城市都出现配电设备超载运行情况。

电网的峰谷差是现代电网的一大特点，而且随着经济发展有加剧的趋势。随着我国国民经济的不断发展，虽然国家电力部门耗用大量的财力物力建设电厂，但仍然满足不了每年用电量以 5%—7%增长的需要。特别是近年来随着城市化进程的不断推进，城市建筑能耗呈现加速增长的趋势。据统计，国内部分大城市的高峰用电量中空调用电就占了 30%以上，这样使得电力系统峰谷差急剧增加，电网负荷率明显下降，这极大影响了发电的成本和电网的安全运行。

蓄能空调系统能够转移电力高峰用电量，平衡电网峰谷差，因此可以减少新建电厂投资，提高现有发电设备和输变电设备的使用率，同时，可以减少能源使用（特别是对于火力发电）引起的环境污染，充分利用有限的不可再生资源，有利于生态平衡。据有关部门测算，如果我国电网负荷率提高一个百分点，则可以每年节约 700 万吨标煤，可减少 SO_2 排放量约 40 万吨，减少 CO_2 排放量 1200 万吨。

由于电能本身不易储存，因此通常在用电方面考虑办法。空调用电在电网中，特别是民用电中的比例越来越大。据统计，一般写字楼空调用电占 1/3 以上，而商场建筑中空调用电占 50%—60%，家用空调年耗电在 400 亿千瓦时以上，相当于三峡水电站最高发电量的 50%。从空调用电入手解决电网峰谷差问题无疑是最有效的，而且蓄能空调应用领域十分广泛，主要应用在下列领域：商业建筑、宾馆、饭店、银行、办公大楼的空调系统；家用空调；体育馆、影剧院空调系统等。

为鼓励用户移峰填谷，电力部门已经会同地方制定了峰谷电价政策，将高峰

电价与低谷电价拉开,使低谷电价只相当高峰电价的1/3-1/5,鼓励用户使用低谷电,这项政策目前已在部分地区实施,并将推广至全国。

在电力供应紧张的情况下,由于峰谷电价政策的实施,为蓄能空调技术提供了广阔的发展前景。

目前国内外市场上,很少见有能同时满足制冷(热)、蓄冷(热)、供冷(热)的空调系统。对于热管蓄能空调系统,在国内还是空白,它将具有广阔的应用前景。

三、发明内容

为了克服现有空调系统的不足,本发明的目的在于提供一种热管蓄能空调系统。该系统不同与普通的蓄冷或蓄热空调系统,它将蓄(供)冷、蓄(供)热循环与制冷、制热循环耦合在一起,冷量或热量由制冷剂通过室内机组向室内供冷或供热,真正做到了制冷、蓄冷、供冷和制热、蓄热、供热一体化。

本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

一种热管蓄能空调系统,包括室内机组和室外机组,室内机组由风机和换热盘管组成,其特征在于:室外机组包括压缩机、四通换向阀、室外换热器和热管蓄能器,所述热管蓄能器由上隔室、下隔室和蓄能材料室构成,在上隔室内安装有上换热器、在下隔室内安装有下换热器,在蓄能材料室内安装有按正三角形叉排的一组热管,上、下隔室通过热管相连通,在一组热管间填充有蓄能材料;所述压缩机的进口分别与四通换向阀和第六电磁阀的出口连接,压缩机的出口与四通换向阀连接;室外换热器的一端与四通换向阀连接,另一端与第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀和第四电磁阀连接;第一节流阀的一端与第一电磁阀连接、另一端分别与第二电磁阀和热管蓄能器的上换热器连接;第二节流阀的一端与第四电磁阀连接、另一端分别与第三电磁阀和热管蓄能器的下换热器连接;上换热器的一端分别与第一节流阀和第二电磁阀连接、另一端分别与第五电磁阀和第九电磁阀连接;下换热器的一端分别与第二节流阀和第三电磁阀连接、另一端分别与第八电磁阀和第十电磁阀连接;第三节流阀的一端分别与第九电磁阀和第十电磁阀连接、另一端与室内机组连接;室内机组的一端分别与四通换向阀和第七电磁阀连接、另一端与第三节流阀连接;第七电磁阀的一端分别与四通换向阀和室内机组连接、另一端分别与第五电磁阀、第六电磁阀、第八电磁阀连接;第八电磁阀的一端分别与下换热器和第十电磁阀连接、另一端分别与第五电磁阀、第六电磁阀、第七电磁阀连接;第九电磁阀的一端分别与上换热器和第五电磁阀连接、

另一端分别与第十电磁阀和第三节流阀连接。

本发明中，所述热管蓄能器为圆柱体钢制保温结构的桶体。

所述的室外换热器为风冷式或水冷式。

所述的第一节流阀、第二节流阀和第三节流阀为热力膨胀阀或电子膨胀阀。

热管是热管蓄能器内的重要部件，所述热管由铜或碳钢制成。热管可采用翅片管，其翅片可为矩形翅片和圆形翅片。热管内的工作介质为氨或氟利昂。

本发明中，填充在蓄能材料室内的蓄能材料为复合相变蓄能材料。

本发明采用热管蓄能器（既能相变蓄冷、又能相变蓄热）。蓄冷时（夜间用电负荷低谷期），热管蓄能器内的蓄能材料凝固成固态，将冷量以相变潜热的形式储存在蓄能材料内；放冷时，热管蓄能器内的蓄能材料因吸热而熔化，将冷量传递给制冷剂，由制冷剂通过室内机组向室内供冷。蓄热时（夜间用电负荷低谷期），热管蓄能器内的蓄能材料因吸热而熔化，将热量以相变潜热的形式储存在蓄能材料内；放热时，热管蓄能器内的蓄能材料因放热而凝固，将热量传递给制冷剂，由制冷剂通过室内机组向室内供热。

本发明在蓄能、放能时，其传热热阻小、流动阻力小，其蓄、放能效率高。由于盐水或乙二醇溶液等载冷剂对管道有腐蚀性，本发明可省去载冷剂循环系统，减少对管道的腐蚀。另外，由于热管等温高速转移热量，使相变蓄能材料在蓄能器中能够均匀的凝固和熔化，它强化了蓄、放能过程的传热，提高了蓄能空调系统的蓄能量和蓄能效率，改善了蓄能空调系统的经济性。

本发明的有益效果是：

- (1) 移峰填谷、平衡电力负荷。
- (2) 减少空调机组装机容量、节省空调用户的电力花费。
- (3) 应用蓄能空调技术，可扩大空调区域使用面积。
- (4) 可省去低温载冷剂循环系统。
- (5) 将蓄（供）冷、蓄（供）热循环与制冷、制热循环耦合在一起，做到了制冷、蓄冷、供冷和制热、蓄热、供热一体化。
- (6) 采用热管蓄能器，既能相变蓄冷、又能相变蓄热。
- (7) 由于热管等温高速转移热量，使相变蓄能材料在蓄能器中能够均匀的凝固和熔化，它强化了蓄、放能过程的传热，提高了蓄能空调系统的蓄能量和蓄能效率，改善了蓄能空调系统的经济性。

四、附图说明

图 1 是本发明制冷、蓄冷、供冷循环流程图；
图 2 是本发明制热、蓄热、供热循环流程图。

附图标记说明：

1—压缩机	2—四通换向阀	3—室外换热器	4—第一电磁阀
5—第二电磁阀、	6—第三电磁阀、	7—第四电磁阀	10—上换热器
11—热管蓄能器	12—热管	13—相变蓄能材料	14—热管介质
15—下换热器	16—第五电磁阀	17—第六电磁阀	18—第七电磁阀
19—第八电磁阀	20—第九电磁阀	21—第十电磁阀	8—第一节流阀
9—第二节流阀	22—第三节流阀	23—室内机组	

五、具体实施方式

一种本发明所述的热管蓄冷空调系统，由室内机组 23 和室外机组两大部分构成。室内机组 23 由风机和换热盘管组成。室外机组具体包括压缩机 1、四通换向阀 2、室外换热器 3 和热管蓄能器 11、第一至第十共 10 个电磁阀、第一至第三共 3 个节流阀。

热管蓄能器 11 由上隔室、下隔室和蓄能材料室构成，在上隔室内安装有上换热器 10、在下隔室内安装有下列换热器 15，在蓄能材料室内安装有热管 12，热管 12 在蓄能材料室内按正三角形叉排，亦即每相邻三根热管中心线的连线构成一个等边三角形，热管 12 的长度和根数取决于蓄能量大小。上、下隔室通过热管 12 相连通，在上、下换热器内可分别流入制冷剂。热管介质是氟利昂，如 R134a、R22 等。室外换热器 3 为风冷式或水冷式。节流阀为热力膨胀阀或电子膨胀阀。热管 12 的材料为铜或碳钢，热管内的工作介质为氨或氟利昂。热管 12 采用翅片管，其翅片可为矩形翅片或圆形翅片。蓄能材料为复合相变蓄能材料。热管蓄能器桶体为圆柱体钢制保温结构。

本发明的工作原理叙述如下：

图 1 为本发明的热管蓄能空调系统制冷、蓄冷、供冷循环流程图。图中省略了干燥过滤器、气液分离器、液体分配器、电子控制部分，室内机组可以根据需要多组并联，图中只画出一组室内机组予以示意。

当执行常规的制冷循环时，电磁阀 4、5、7、16 至 20 是关闭的，电磁阀 6、21 是开启的，四通换向阀 2 处在制冷位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出，经四通换向阀 2 流经室外换热器 3 放出热量，冷凝后的制冷剂液体经电磁阀 6、下换热器 15、电磁阀 21 流入节流阀 22 进行节流降压，降压后的制冷剂在室内换

热器 23 内蒸发吸热而产生制冷效应，蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。

当执行蓄冷循环时（夜间用电负荷低谷期），电磁阀 5、6、7、18 至 21 是关闭的，电磁阀 4、16、17 是开启的，四通换向阀 2 处在制冷位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出，经四通换向阀 2 流经室外换热器 3 放出热量，冷凝后的制冷剂液体经电磁阀 4 流入节流阀 8 进行节流降压，降压后的制冷剂在上换热器 10 内蒸发吸收管外热管介质蒸汽的热量，蒸发吸热后的制冷剂蒸汽经电磁阀 16、17 被吸入压缩机 1。而上隔室内的热管介质蒸汽因放出热量而冷凝成液体，在自身重力的作用下向下流入热管 12，并在热管内表面形成液膜，多余的热管介质液体流入下隔室，热管内表面的介质液膜因吸收管外蓄能材料 13 的热量而蒸发气化，气化后的热管介质蒸汽向上流入上隔室被上换热器 10 冷凝成液体，热管 12 外的相变蓄能材料因放热而凝固成固态，将冷量以相变潜热的形式储存在蓄能材料 13 内。

当执行制冷和蓄冷循环时，电磁阀 5、7、18 至 20 是关闭的，电磁阀 4、6、16、17、21 是开启的，四通换向阀 2 处在制冷位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出，经四通换向阀 2 流经室外换热器 3 放出热量，冷凝后的制冷剂液体分成两路：一路经电磁阀 4 流入节流阀 8 进行节流降压，降压后的制冷剂在上换热器 10 内蒸发吸收管外热管介质蒸汽的热量，蒸发吸热后的制冷剂蒸汽经电磁阀 16、17 被吸入压缩机 1；而上隔室内的热管介质蒸汽因放出热量而冷凝成液体，在自身重力的作用下向下流入热管 12，并在热管内表面形成液膜，多余的热管介质液体流入下隔室，热管内表面的介质液膜因吸收管外蓄能材料 13 的热量而蒸发气化，气化后的热管介质蒸汽向上流入上隔室被上换热器 10 冷凝成液体，热管 12 外的相变蓄能材料 13 因放热而凝固成固态，将冷量以相变潜热的形式储存在蓄能材料 13 内。另一路经电磁阀 6、下换热器 15、电磁阀 21 流入节流阀 22 进行节流降压，降压后的制冷剂在室内换热器 23 内蒸发吸热而产生制冷效应，蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。这种工况特别适合于夜间工作的空调系统，空调机组可以满负荷高效运行，并将多余的冷量储存在热管蓄能器 11 内。

当执行由空调机组和热管蓄能器联合供冷循环时，电磁阀 4、5、7、16 至 20 是关闭的，电磁阀 6、21 是开启的，四通换向阀 2 处在制冷位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出，经四通换向阀 2 流经室外换热器 3 放出热量，冷凝后的制冷剂

液体经电磁阀 6 流入下换热器 15 向管外的热管介质液体 14 放出热量,放热过冷后的制冷剂经电磁阀 21 流入节流阀 22 进行节流降压,降压后的制冷剂在室内换热器 23 内蒸发吸热而产生制冷效应,蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。而管外的热管介质液体 14 因吸热而气化成蒸汽,气化后的蒸汽向上流入热管 12 内向热管外的相变蓄能材料 13 放热而冷凝成液膜,热管介质液膜在重力的作用下向下流入下隔室内。热管 12 外的相变蓄能材料 13 因吸热而熔化成液态,将储存的冷量释放出来,供用电负荷高峰期使用。这种工况特别适合于白天工作的空调系统,空调机组可以满负荷高效运行,不足的供冷量可以由热管蓄能器 11 提供。

图 2 为本发明的热管蓄能空调系统制热、蓄热、供热循环流程图。

当执行常规的制热循环时,电磁阀 4、6、7、16 至 19、21 是关闭的,电磁阀 5、20 是开启的,四通换向阀 2 处在制热位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出,经四通换向阀 2 流经室内机组 23 放出热量向室内供热,放热冷凝后的制冷剂液体流入节流阀 22 进行节流降压,降压后的制冷剂经电磁阀 20、上换热器 10、电磁阀 5 流入室外换热器 3 内蒸发吸收室外环境的热量,蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。

当执行蓄热循环时(夜间用电负荷低谷期),电磁阀 4、5、6、16 至 17、20 至 21 是关闭的,电磁阀 7、18、19 是开启的,四通换向阀 2 处在制热位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出,经四通换向阀 2、电磁阀 18、19 流入下换热器 15 向热管介质液体 14 放出热量,放热冷凝后的制冷剂液体流入节流阀 9 进行节流降压,降压后的制冷剂经电磁阀 7 流入室外换热器 3 内蒸发吸收室外环境的热量,蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。而热管介质液体 14 因吸热而气化成蒸汽,气化后的蒸汽向上流入热管 12 内向热管外的相变蓄能材料 13 放热而冷凝成液膜,热管介质液膜在重力的作用下向下流入下隔室内。热管 12 外的相变蓄能材料 13 因吸热而熔化成液态,将热量以相变潜热的形式储存在蓄能材料 13 内。

当执行制热和蓄热循环时,电磁阀 4、6、16 至 17、21 是关闭的,电磁阀 5、7、18、19、20 是开启的,四通换向阀 2 处在制热位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后分成两路:一路流入室内机组 23 放出热量向室内供热,放热冷凝后的制冷剂液体流入节流阀 22 进行节流降压,降压后的制冷剂经电磁阀 20、上换热器 10、电磁阀 5 流入室外换热器 3 内蒸发吸收室外环境的热量,蒸发气化后的制冷剂经

四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。另一路经电磁阀 18、19 流入下换热器 15 向热管介质液体 14 放出热量，放热冷凝后的制冷剂液体流入节流阀 9 进行节流降压，降压后的制冷剂经电磁阀 7 流入室外换热器 3 内蒸发吸收室外环境的热量，蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。而热管介质液体 14 因吸热而气化成蒸汽，气化后的蒸汽向上流入热管 12 内向热管外的相变蓄能材料 13 放热而冷凝成液膜，热管介质液膜在重力的作用下向下流入下隔室内。热管 12 外的相变蓄能材料 13 因吸热而融化成液态，将热量以相变潜热的形式储存在蓄能材料 13 内。这种工况适合于夜间工作的空调系统，空调机组可以满负荷高效运行，并将多余的热量储存在热管蓄能器 11 内。

当执行由空调机组和热管蓄能器联合供热循环时，电磁阀 4、6、7、16 至 19、21 是关闭的，电磁阀 5、20 是开启的，四通换向阀 2 处在制热位置。制冷剂由压缩机 1 压缩后排出，经四通换向阀 2 流经室内机组 23 放出热量向室内供热，放热冷凝后的制冷剂液体流入节流阀 22 进行节流降压，降压后的制冷剂经电磁阀 20 流入上换热器 10 内蒸发吸收管外的热管介质蒸汽的热量，吸热后的制冷剂经电磁阀 5 流入室外换热器 3 内蒸发吸收室外环境的热量，蒸发气化后的制冷剂经四通换向阀 2 被吸入压缩机 1。而上隔室内的热管介质蒸汽因放热而冷凝成液体，在自身重力的作用下向下流入热管 12，并在热管内表面形成液膜，多余的热管介质液体流入下隔室。热管内表面的液膜因吸收管外蓄能材料 13 的热量而蒸发气化，气化后的热管介质蒸汽向上流入上隔室被上换热器 10 冷凝成液体。热管 12 外的相变蓄能材料 13 因放热而凝固成固态，将储存的热量释放出来，供用电负荷高峰期使用。这种工况适合于白天工作的空调系统，空调机组可以满负荷高效运行，不足的供热量可以由热管蓄能器 11 提供。

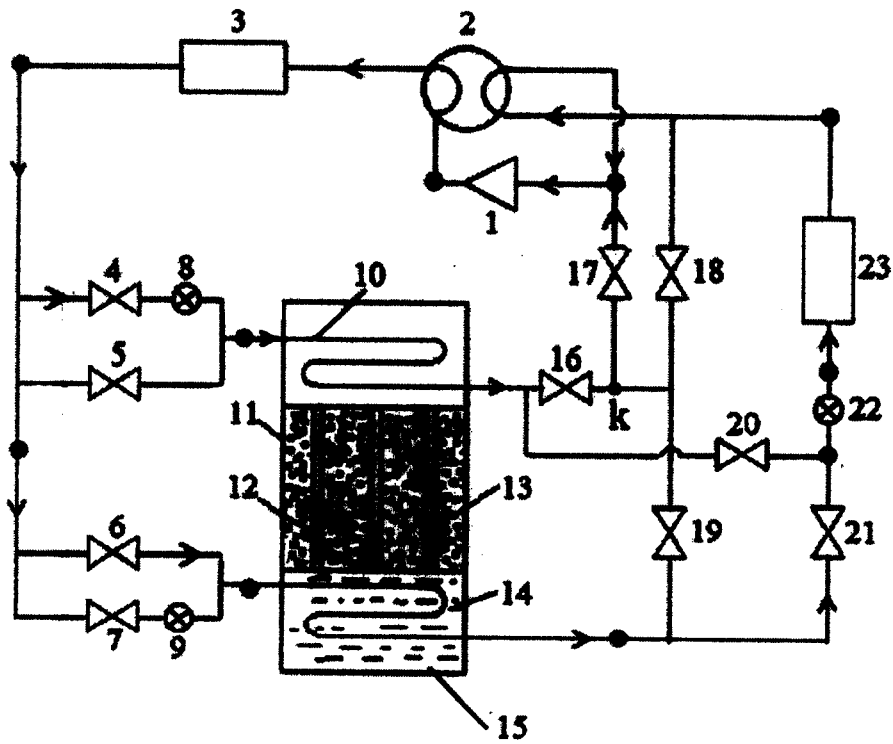


图 1

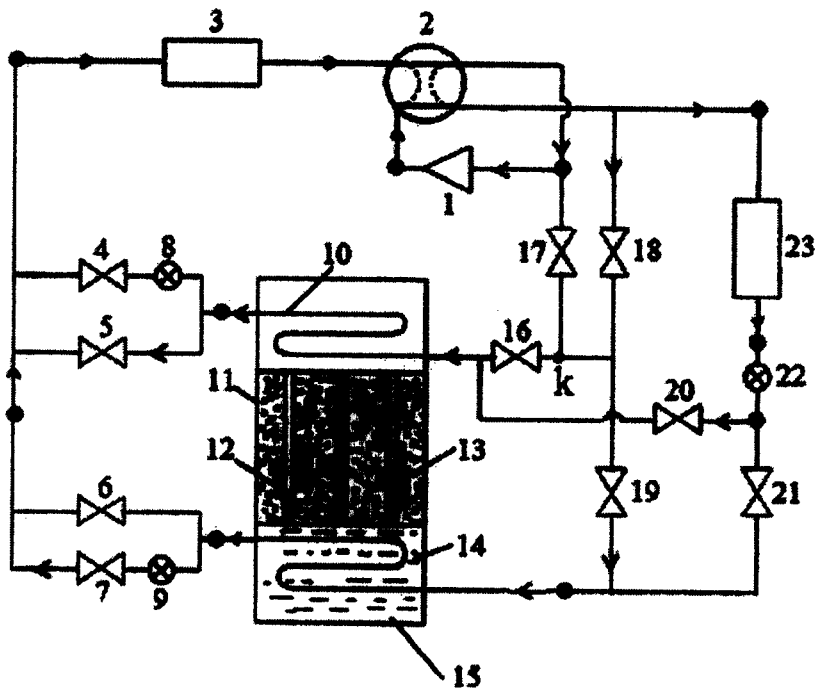


图 2