



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114909189 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 16

(21) 申请号 202210532858.7

(22) 申请日 2022.05.11

(71) 申请人 重庆大学

地址 400030 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72) 发明人 李期斌 王鹏来 刘朝 吴闯

(74) 专利代理机构 浙江中桓凯通专利代理有限

公司 33376

专利代理师 周宁东

(51) Int. Cl.

F01D 15/10 (2006.01)

F01K 27/02 (2006.01)

F03G 6/00 (2006.01)

F03G 4/00 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

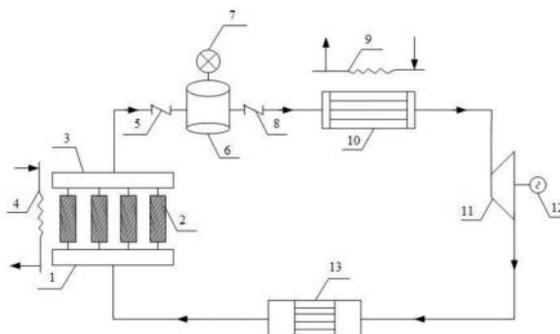
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种新型吸附式压缩储能系统

(57) 摘要

本发明提供了一种新型吸附式压缩储能系统,包括储能系统,储能系统内循环流动有工作流体;储能器;热压缩部件;第二换热器;膨胀机,膨胀机连接有发电机;预冷器,预冷器转化工作流体状态至热压缩部件;其中,工作流体依次流经热压缩部件、储能器、第二换热器、膨胀机、预冷器并流回至热压缩部件。热压缩部件通过吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,从而将系统中的工质转化为低温高压的流体储存在储能器中;而当处于用电高峰期时打开储能器,并通过第二换热器吸收再生能源所释放的热量加热上述的工作流体,以使上述的工作流体对膨胀机做功,从而使得发电机发电,实现了能量再利用。



1. 一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,包括储能系统,所述储能系统内循环流动有工作流体;

储能器(6),所述储能器(6)用于存储工作流体;

热压缩部件,所述热压缩部件用于吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,并将储能系统中的工质转化为所述工作流体至所述储能器(6);

第二换热器,所述第二换热器用于吸收再生能源所释放的热量加热所述工作流体;

膨胀机(11),所述膨胀机(11)连接有发电机(12);

预冷器(13),所述预冷器(13)转化所述工作流体状态至所述热压缩部件;

其中,所述工作流体依次流经热压缩部件、储能器(6)、第二换热器、膨胀机(11)、预冷器(13)并流回至热压缩部件。

2. 根据权利要求1所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述热压缩部件包括:

第一盘管(4),所述第一盘管(4)供余热流体通过;所述第一盘管(4)包括出口端和入口端;

吸附结构,所述吸附结构将工业余热解吸,进行热压缩过程,并为将储能系统中的工质转化为所述工作流体至所述储能器(6);

其中,所述第一盘管(4)与所述吸附结构耦合。

3. 根据权利要求2所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述吸附结构包括:

吸附进气管(1),所述吸附进气管(1)的一端与所述预冷器(13)的一端连接;

解吸附出气管(3),所述解吸附出气管(3)的一端与所述储能器(6)连接;

至少一个吸附器(2),所述吸附器(2)位于所述吸附进气管(1)与所述解吸附出气管(3)之间。

4. 根据权利要求3所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述吸附器(2)包括:

热水入口和冷水入口,所述热水入口和所述冷水入口与所述第一盘管(4)的出口端连接;

热水出口和冷水出口,所述热水出口和所述冷水出口与所述第一盘管(4)的进口端连接。

5. 根据权利要求1所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述第二换热器包括:

第二盘管(9),所述第二盘管(9)供再生能源加热流体通过;

换热器主体(10),所述换热器主体(10)用于吸收所述加热流体并加热所述工作流体。

6. 根据权利要求1所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述储能器(6)的入口和出口分别连接有第一止回阀(5)和第二止回阀(8),所述第一止回阀(5)的与所述热压缩部件连接,所述第二止回阀(8)与所述第二换热器连接。

7. 根据权利要求1所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述储能器(6)的顶部还连接有压力表(7)。

8. 根据权利要求1所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述再生能源为

太阳能或地热能。

9. 根据权利要求1所述的一种新型吸附式压缩储能系统,其特征在于,所述工作流体的状态包括低温高压状态的工作流体、高温高压状态的工作流体以及低温低压状态的工作流体。

## 一种新型吸附式压缩储能系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及储能系统技术领域,具体而言,涉及一种新型吸附式压缩储能系统。

### 背景技术

[0002] 随着全球化石能源的消耗殆尽和全球变暖问题的日益突出,世界各国都在大力开发可再生能源技术。由于可再生能源具有间歇性和波动性的问题,故其大规模的使用受到极大限制,同时自然界有大量工业余热未能被合理利用,储能技术作为解决以上问题的行之有效的措施受到广泛关注。

[0003] 目前应用较多的储能方式有物理储能(如抽水蓄能、压缩空气储能),其规模大、寿命长、储能周期长,但是其受地理条件限制,依赖大型的储气室;电化学储能(如铅酸电池、液流电池、钠硫电池和锂离子电池等),其能量密度高,响应速度快,但是其寿命较短,成本较高。

[0004] 因此目前发展的储能技术都存在一些缺陷,亟需研发成本低、寿命长、效率高的新型储能系统。

### 发明内容

[0005] 本发明解决的问题是现有技术中的储能系统成本高、寿命短、效率低的问题。

[0006] 为解决上述问题,本发明提供一种新型吸附式压缩储能系统,包括储能系统,所述储能系统内循环流动有工作流体;储能器,所述储能器用于存储工作流体;热压缩部件,所述热压缩部件用于吸收工业余热提供余热的热量,进行热压缩过程,并将系统中的工质转化为低温高压的流体储存在所述储能器;第二换热器,所述第二换热器用于吸收再生能源所释放的热量加热所述工作流体;膨胀机,所述膨胀机连接有发电机;预冷器,所述预冷器转化所述工作流体状态至所述热压缩部件;其中,所述工作流体依次流经热压缩部件、储能器、第二换热器、膨胀机、预冷器并流回至热压缩部件。

[0007] 与现有技术相比,采用本方案所能达到的技术效果:热压缩部件通过吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,将系统中的工质转化为低温高压的流体并暂时存储在储能器中;而当处于用电高峰期时打开储能器,并通过第二换热器吸收再生能源所释放的热量加热上述的工作流体,以使上述的工作流体通过对膨胀机做功,从而使得发电机发电,实现了能量再利用,相比传统的抽水蓄能、压缩空气储能形式,本系统设备成本低,系统结构紧凑,运行方便。

[0008] 在本实施例中,所述热压缩部件包括:第一盘管,所述第一盘管供余热流体通过;吸附结构,所述吸附结构将工业余热解吸,进行热压缩过程,并为将储能系统中的工质转化为所述工作流体至所述储能器;其中,所述第一盘管与所述吸附结构耦合。

[0009] 采用该技术方案后的技术效果为,通过第一盘管与吸附结构耦合,保证第一盘管吸收的工业余热可进入至吸附结构中,通过吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,从而将系统中的工质转化为低温高压的流体并暂时存储在储能器中,便于后续能量再次利

用。

[0010] 在本实施例中,所述吸附结构包括:吸附进气管,所述吸附进气管的一端与所述预冷器的一端连接;解吸附出气管,所述解吸附出气管的一端与所述储能器连接;至少一个吸附器,所述吸附器位于所述吸附进气管与所述解吸附出气管之间。

[0011] 采用该技术方案后的技术效果为,吸附器的数量为四个,每个吸附器都填充吸附剂,用来进行吸附与解吸附过程,吸附器通过吸收余热提供的热量发生解吸反应,进行热压缩过程。故吸附器的入口和出口分别与吸附进气管和解吸附出气管相连。

[0012] 在本实施例中,所述吸附器包括:热水入口和冷水入口,所述热水入口和所述冷水入口与所述第一盘管的出口端连接;热水出口和冷水出口,所述热水出口和所述冷水出口与所述第一盘管的进口端连接。

[0013] 采用该技术方案后的技术效果为,第一盘管内的冷水和热水通过冷水入口以及热水入口进入至吸附器中,将第一盘管内的冷水和热水对吸附器进行加热或者降温,且第一盘管内的冷水和热水通过热水出口和冷水出口回流至第一盘管中。

[0014] 在本实施例中,所述第二换热器包括:第二盘管,所述第二盘管供再生能源加热流体通过;换热器主体,所述换热器主体用于吸收所述加热流体并加热所述工作流体。

[0015] 采用该技术方案后的技术效果为,通过第二盘管与换热器主体耦合,保证第二盘管吸收的再生能源热量加热上述的工作流体,保证了工作流体的状态发生改变可对后续的膨胀机做功,保证发电机的发电,实现了能量再利用。

[0016] 在本实施例中,所述储能器的入口和出口分别连接有第一止回阀和第二止回阀,所述第一止回阀的与所述热压缩部件连接,所述第二止回阀与所述第二换热器连接。

[0017] 采用该技术方案后的技术效果为,为了保证储能器能够暂时的存储工作流体,故设置第一止回阀和第二止回阀,第一止回阀控制流入储能器中的工作流体量,而第二止回阀控制从储能器流出的工作流体量,保证了工作流体量处于稳定的范围内。

[0018] 在本实施例中,所述储能器的顶部还连接有压力表。

[0019] 采用该技术方案后的技术效果为,通过压力表可监控储能器内的压力值,使得储能器内的压力保证在正常的范围内,当出现压力异常时,操作人员可及时停机并进行检查是否产生泄露等原因。

[0020] 在本实施例中,所述再生能源为太阳能或地热能。

[0021] 采用该技术方案后的技术效果为,在日常生活或者工业中,在地暖使用过程中会有一部分地热能浪费,而在太阳能板使用过程中也会有一部分太阳能浪费,将这些太阳能或地热能利用,加热上述的工作流体,使得上述工作流体的状态产生改变,可对后续的膨胀机做功,保证发电机的发电,实现了能量再利用。

[0022] 在本实施例中,所述工作流体的状态包括低温高压状态的工作流体、高温高压状态的工作流体以及低温低压状态的工作流体。

[0023] 采用该技术方案后的技术效果为,当工作流体流过热压缩部件时为低温高压状态的工作流体,当工作流体流过第二换热器时为高温高压状态的工作流体,当工作流体流过预冷器时为低温低压状态的工作流体,保证了工作流体在储能系统内循环流动。

[0024] 本发明相比于现有技术还存在如下有益效果:1、本发明利用工业余热等其他余热对吸附结构进行加热,将解吸出来的气体以低温高压的形式储存在储能器中,储能过程成

本较低;

[0025] 2. 本发明使用太阳能和地热能等新能源对释放出的低温高压气体进行加热,通过膨胀机、发电机转换为电能,用于调节用电高峰的用电压力。

[0026] 3. 本发明将一个热压缩部件替代机械压缩机,利用热压缩部件将循环工质的压力升高,使其以高压气体的形式储存起来,既利用了余热热量,又节省了电能,达到了节能环保的目的。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明一种新型吸附式压缩储能系统结构示意图。

[0028] 图2为本发明中热压缩部件的原理示意图。

[0029] 附图标记说明:1、吸附进气管;2、吸附器;3、解吸附出气管;4、第一盘管;5、第一止回阀;6、储能器;7、压力表;8、第二止回阀;9、第二盘管;10、换热器主体;11、膨胀机;12、发电机;13、预冷器。

## 具体实施方式

[0030] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图1对本发明的具体实施例做详细的说明。

### [0031] 【第一实施例】

[0032] 参考图1,本发明公开了一种新型吸附式压缩储能系统,包括储能系统,所述储能系统内循环流动有工作流体;储能器6,所述储能器6用于存储工作流体;热压缩部件,所述热压缩部件通过吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,从而将系统中的工质转化为低温高压的流体储存至所述储能器6;第二换热器,所述第二换热器用于吸收再生能源所释放的热量加热所述工作流体;膨胀机11,所述膨胀机11连接有发电机12;预冷器13,所述预冷器13转化所述工作流体状态至所述热压缩部件;其中,所述工作流体依次流经热压缩部件、储能器6、第二换热器、膨胀机11、预冷器13并流回至热压缩部件。

[0033] 在本实施例中,储能系统内循环流动工作流体,通过工作流体循环流动以带动能量的转移;储能器6为高压储能器6,能够暂时存储工作流体以便后续能源二次利用时进行使用,存储在储能器6中的工作流体为低温高压状态的工作流体,工作流体呈气态。

[0034] 热压缩部件,通过吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,将系统中的工质转化为低温高压的流体存储至储能器6中。其中余热流体可以来自工业生产所释放的余热,将这些余热可进行再次回收利用。

[0035] 第二换热器,可以吸收再生能源所释放的热量并用于加热该工作流体,在生活中,再生能源可优选的是地热能、太阳能;在地暖使用过程中会有一部分地热能浪费,而在太阳能板使用过程中也会有一部分太阳能浪费,将这些太阳能或地热能利用,加热上述的工作流体,实现了能量再利用。

[0036] 工作流体对膨胀机11进行做功,使得膨胀机11带动发电机12进行发电,发电机12可在用电高峰过大时,进行供电,保证了能量的二次利用。

[0037] 做完功的工作流体从膨胀机11流出,之后流入预冷器13进行冷却,工作流体改变其状态,重新流入热压缩部件,进行下一次循环过程。

[0038] 本系统的工质选择包括CO<sub>2</sub>、R134a、R32、R245fa中的一种或多种。

[0039] **【第二实施例】**

[0040] 参考图1,所述热压缩部件包括:第一盘管4,所述第一盘管4供余热流体通过;吸附结构,所述吸附结构进行热压缩过程,将系统中的工质转化为低温高压的流体存储在所述储能器6中;其中,所述第一盘管4与所述吸附结构耦合。

[0041] 在本实施例中,通过第一盘管4与吸附结构耦合,保证第一盘管4吸收的工业余热可进入至吸附结构中,吸附结构通过吸收工业余热提供的热量,进行热压缩过程,将系统中的工质转化为低温高压的流体,将工作流体暂时存储在储能器6中,便于后续能量再次利用。吸附结构通过吸收余热提供的热量发生解吸反应,通过热压缩过程,将低温高压状态的工作流体储存在储能器6中。

[0042] **【第三实施例】**

[0043] 参考图1,所述吸附结构包括:吸附进气管1,所述吸附进气管1的一端与所述预冷器13的一端连接;解吸附出气管3,所述解吸附出气管3的一端与所述储能器6连接;至少一个吸附器2,所述吸附器2位于所述吸附进气管1与所述解吸附出气管3之间。

[0044] 在本实施例中,对于常见的工作流体,解吸附出气管3的出口压力与吸附进气管11的入口压力之比通常大于等于2。吸附器2有四个,每个都填充满吸附剂,用来进行吸附与解吸附过程,吸附器2的入口和出口分别与吸附进气管1和解吸附出气管3相连。通过上述吸附结构吸收余热提供的热量发生解吸反应,通过热压缩过程,将低温高压状态的工作流体储存在储能器6中。

[0045] 其中,吸附剂包括活性炭、石墨烯、硅胶以及沸石中的一种或多种,用来进行吸附与解吸附过程。

[0046] **【第四实施例】**

[0047] 参考图1,所述第二换热器包括:第二盘管9,所述第二盘管9供再生能源加热流体通过;换热器主体10,所述换热器主体10用于吸收所述加热流体并加热所述工作流体。

[0048] 在本实施例中,通过第二盘管9与换热器主体10耦合,保证第二盘管9吸收的再生能源热量加热上述的工作流体,保证了工作流体的状态发生改变可对后续的膨胀机11做功,保证发电机12的发电,实现了能量再利用。再生能源可优选的是地热能、太阳能。

[0049] **【第五实施例】**

[0050] 所述吸附器包括:热水入口和冷水入口,所述热水入口和所述冷水入口与所述第一盘管4的出口端连接;热水出口和冷水出口,所述热水出口和所述冷水出口与所述第一盘管4的进口端连接。

[0051] 第一盘管4内的冷水和热水通过冷水入口以及热水入口进入至吸附器2中,将第一盘管4内的冷水和热水对吸附器2进行加热或者降温,且第一盘管4内的冷水和热水通过热水出口和冷水出口回流至第一盘管4中。

[0052] **【第六实施例】**

[0053] 参考图1,所述储能器6的入口和出口分别连接有第一止回阀5和第二止回阀8,所述第一止回阀5的与所述热压缩部件连接,所述第二止回阀8与所述第二换热器连接。

[0054] 在本实施例中,为了保证储能器6能够暂时的存储工作流体,故设置第一止回阀5和第二止回阀8,第一止回阀5控制流入储能器6中的工作流体量,而第二止回阀8控制从储

能器6流出的工作流体量,保证了工作流体量处于稳定的范围内。

[0055] 【第七实施例】参考图1,所述储能器6的顶部还连接有压力表7。

[0056] 在本实施例中,通过压力表7可监控储能器6内的压力值,使得储能器6内的压力保证在正常的范围内,当出现压力异常时,操作人员可及时停机并进行检查是否产生泄露等原因。

[0057] 【第八实施例】参考图1,所述再生能源为太阳能或地热能。

[0058] 在本实施例中,在生活中,再生能源可优选的是地热能、太阳能;在地暖使用过程中会有一部分地热能浪费,而在太阳能板使用过程中也会有一部分太阳能浪费,将这些太阳能或地热能利用,加热上述的工作流体,实现了能量再利用。

[0059] 【第九实施例】参考图1,所述工作流体的状态包括低温高压状态的工作流体、高温高压状态的工作流体以及低温低压状态的工作流体。

[0060] 在本实施例中,当工作流体流过热压缩部件时为低温高压状态的工作流体,当工作流体流过第二换热器时为高温高压状态的工作流体,当工作流体流过预冷器13时为低温低压状态的工作流体,保证了工作流体在储能系统内循环流动。

[0061] 【第十实施例】

[0062] 参考图1,热压缩部件中的吸附器2通过吸收余热提供的热量发生解吸反应,通过热压缩过程,对于常见的工作流体,解吸附出气管3的出口压力与吸附进气管1的入口压力之比通常大于等于2,此时,工作状态为低温高压的工作流体通过第一止回阀5储存在储能器6中,此时第二止回阀8处于关闭状态。

[0063] 当处于用电高峰时,打开第二止回阀8,使工作状态为低温高压的工作流体流过第二换热器,吸收再生能源所提供的热量,将工作状态变为高温高压的工作流体,然后流经膨胀机11做功,带动发电机12发电,以解决用电高峰压力的问题。做完功的工作流体从膨胀机11流出,之后流入预冷器13进行冷却,将工作状态变为低温低压的工作流体,重新流入热压缩部件,进行下一次循环过程。

[0064] 在本实施例中,热压缩部件是本系统中的一个极其重要的组成部分,其工作原理如图2所示。与机械压缩的吸入、压缩、排出和再膨胀过程相似,热压缩可以分为冷却吸附、加热升压、加热解吸附和冷却降压四个过程。该部件中有四个吸附器,在运行过程中,保持其中一个吸附器在任何时候都是解吸的,并且每一个吸附器都要连续不断经过四个过程的一个。假设余热热水的温度为 $T_{hin}$ ,其作用是对吸附器内的吸附剂进行加热,从而使得工质(吸附质)发生解吸,经过热压缩部件的吸附压缩过程,装置出口的工质变为压力为 $P_2$ ,温度为 $T_2$ 的状态。以 $CO_2$ 工质为例,热压缩部件的出口压力与入口压力之比约为2,此时出口压力相对于装置入口处升高了2倍左右,是一种低温高压的状态。

[0065] 系统中的流量 $m = (H_{hin} - H_{hout}) * m_h / (H_2 - H_1)$ ,循环工质通过热压缩部件压缩之后,经过第一止回阀5被储存在储能器6中,为防止储能器压力过高,在储能器上部安装有压力表7,时刻观测储能器内部压力。

[0066] 当处于用电高峰时,假设需要提供的电量为 $P$ ,此时 $P = m * (h_6 - h_7)$ 。假设工质通过储能器6的储存和释放没有压力损失,此时由太阳能或地热能通过第二盘管9提供给系统的热量为 $Q$ ,膨胀机11入口的工质焓 $h_6 = h_5 + Q/m$ 。同时由 $P = m * (h_6 - h_7)$ 可以得到 $h_7$ 。同时热压缩装置入口的工质的压力 $P_1$ 给定, $P_1 = P_7$ ,于是,得到膨胀机11出口状态 $P_7$ 、 $T_7$ 的工质。然后工质

流经预冷器13进行下一次循环。

[0067] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,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。

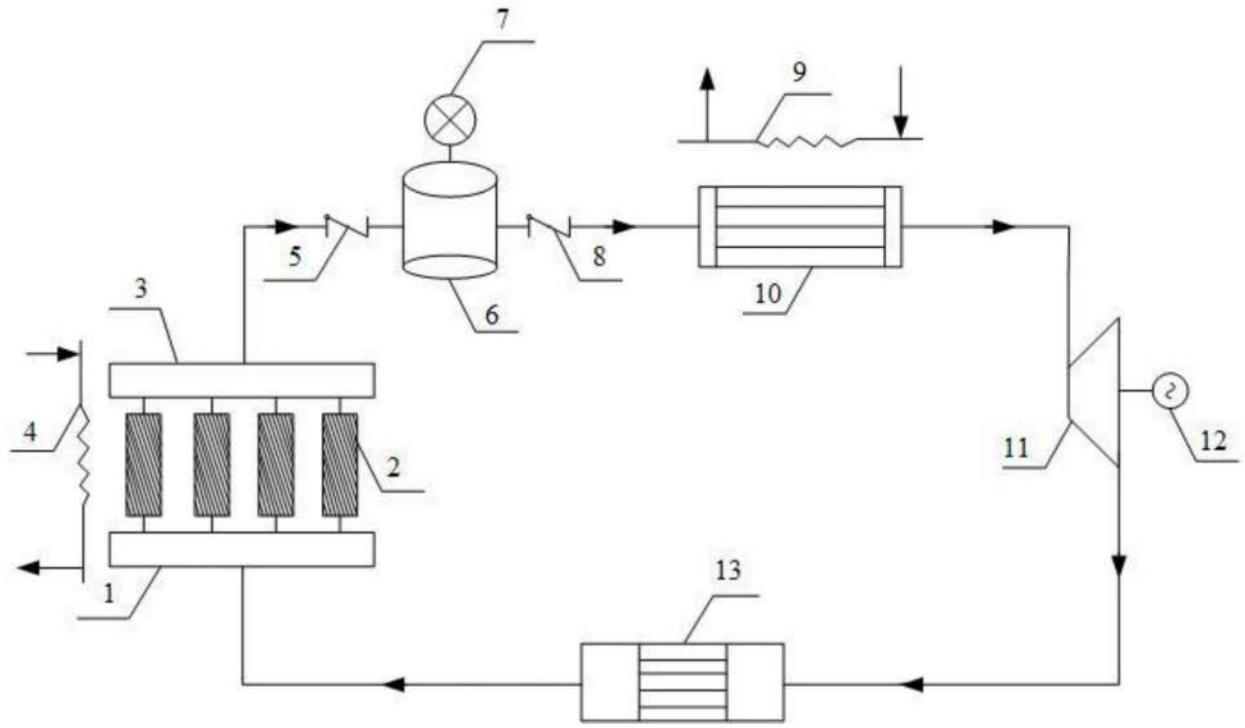


图1

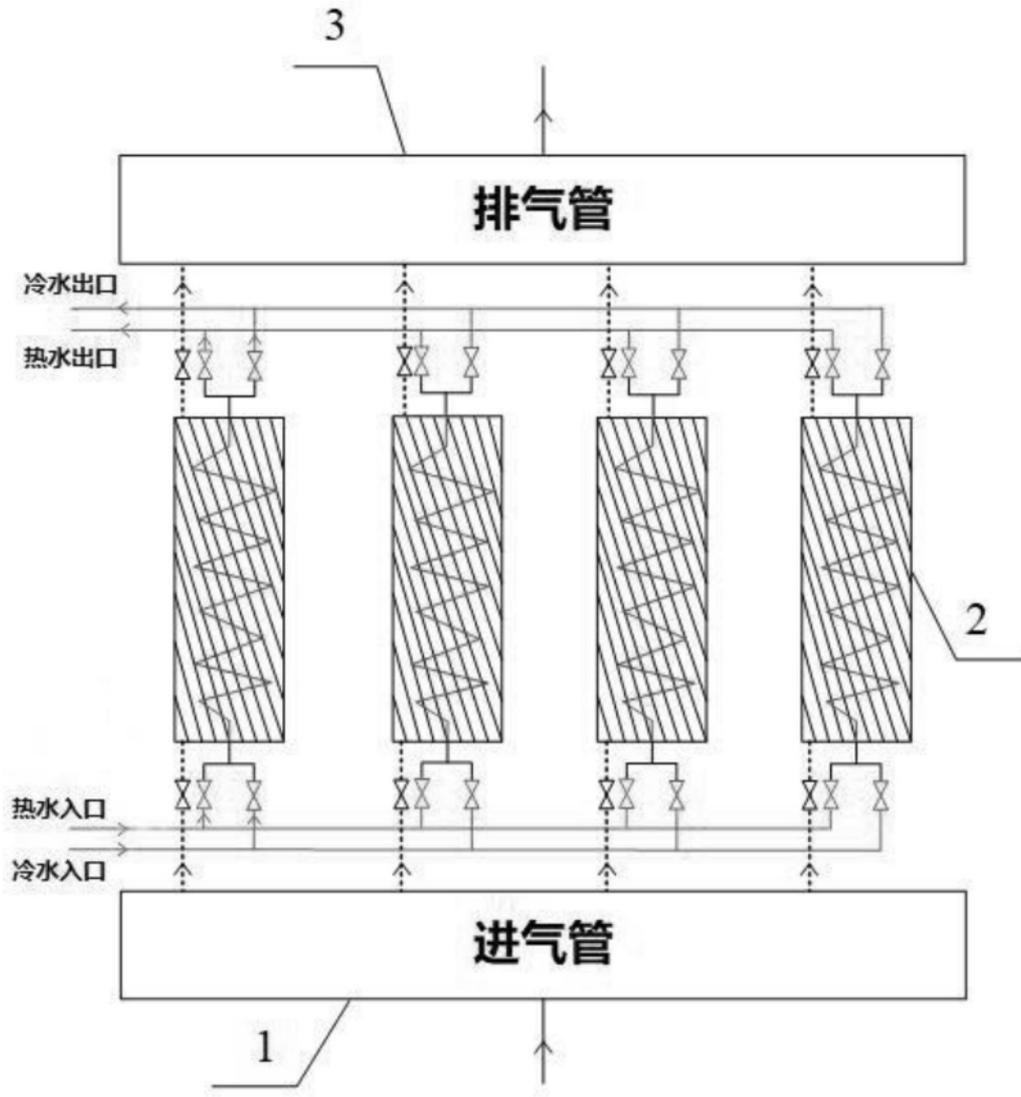


图2