



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113550937 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 07

(21) 申请号 202110794920.5

F01K 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.07.14

F01K 9/02 (2006.01)

F01K 9/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113550937 A

(56) 对比文件

CN 111022214 A, 2020.04.17

(43) 申请公布日 2021.10.26

审查员 孙振瑶

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 潘利生 纪雪园 魏小林 史维秀

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

专利代理师 焦海峰

(51) Int. Cl.

F04D 29/66 (2006.01)

F01K 25/08 (2006.01)

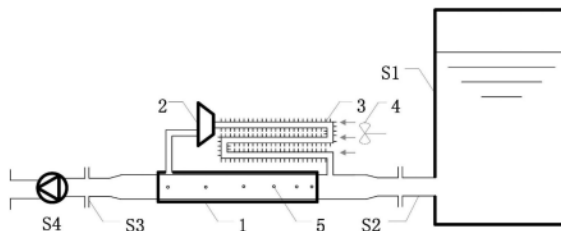
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种消除泵前汽蚀的装置

(57) 摘要

本发明公开了一种消除泵前汽蚀的装置,包括蒸发冷却管,所述蒸发冷却管包括蒸发冷却外管和至少一个蒸发冷却内管;所述蒸发冷却内管连接在储液罐和工质泵之间的输送管路上,所述蒸发冷却外管套设在所述蒸发冷却内管的外部,所述蒸发冷却外管和所述蒸发冷却内管之间的空隙处形成套管腔体;在所述蒸发冷却内管壁面上设置有多个微孔,经所述微孔进入所述套管腔体内的气液两相工质被节流降温,所述蒸发冷却内管的外壁形成换热面;本发明利用节流的方式,对输送管路中的部分工质进行节流降温,并将降温后的气液两相工质与输送管路内的主流工质进行换热,从而降低输送管路内工质在该压强下的温度,进而通过液态工质过冷达到消除泵前汽蚀的目的。



1. 一种消除泵前汽蚀的装置,其特征在于,包括连接在储液罐(S1)和工质泵(S4)之间的蒸发冷却管(1),所述蒸发冷却管(1)包括蒸发冷却外管(E2)和至少一个蒸发冷却内管(E1),所述蒸发冷却内管(E1)连接在储液罐(S1)和工质泵(S4)之间的输送管路(S2)上;

所述蒸发冷却外管(E2)通过管路连接压缩机(2)进口端,所述压缩机(2)出口端连接高压气冷器(3)进口端,所述高压气冷器(3)的一侧设置强制对流风扇(4),所述高压气冷器(3)连接所述蒸发冷却内管(E1),经所述高压气冷器(3)冷却后的工质被输送至所述蒸发冷却内管(E1)内;

所述蒸发冷却外管(E2)和所述蒸发冷却内管(E1)之间的空隙处形成套管腔体;

在所述蒸发冷却内管(E1)壁面上设置有多个微孔(5),所述蒸发冷却内管(E1)的部分主流工质经所述微孔(5)喷射进入所述套管腔体内并被节流降温以形成气液两相工质,以使得所述蒸发冷却内管(E1)的外壁形成为所述套管腔体内气液两相工质与所述蒸发冷却内管(E1)内主流工质进行热量交换的换热面。

2. 根据权利要求1所述的一种消除泵前汽蚀的装置,其特征在于,所述蒸发冷却外管(E2)连接回热器(7)的冷端进口以实现工质的冷量回收,所述回热器(7)的冷端出口与所述压缩机(2)进口连接,所述高压气冷器(3)通过所述回热器(7)连接所述蒸发冷却内管(E1),经所述高压气冷器(3)冷却后的工质进入所述回热器(7)的热端进一步降温后被输送至蒸发冷却内管(E1)内。

3. 根据权利要求2所述的一种消除泵前汽蚀的装置,其特征在于,所述蒸发冷却内管(E1)设置有一个,且所述蒸发冷却内管(E1)与所述蒸发冷却外管(E2)的截面形成同心圆。

4. 根据权利要求2所述的一种消除泵前汽蚀的装置,其特征在于,所述蒸发冷却内管(E1)设置有一个,且在所述蒸发冷却内管(E1)的外壁设置有多条用于扩大所述蒸发冷却内管(E1)外壁的换热面积的沟槽(E3)。

5. 根据权利要求2所述的一种消除泵前汽蚀的装置,其特征在于,在所述蒸发冷却外管(E2)的内部设置有多条并联的所述蒸发冷却内管(E1),多条并联的所述蒸发冷却内管(E1)同时与所述输送管路(S2)相连通。

一种消除泵前汽蚀的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及发电设备技术领域,具体涉及一种消除泵前汽蚀的装置。

背景技术

[0002] 由于管路阻力和泵的抽吸作用造成的压强降低,或由于管路换热引起的工质升温,使得饱和液状态或低过冷度状态的工质发生汽化,该汽化极易发生于泵的入口部位,如离心泵叶轮入口处。汽化形成的气泡流入泵内高压区会形成局部水击,侵蚀破坏泵体材料,形成汽蚀。

[0003] 在有机朗肯循环发电系统中,为防止工质泵发生气蚀,(CN111828111A)公开了一种解决方案,将储液罐设置在高于工质泵入口2m以上的位置处,利用高度差保证工质泵入口处的压强高于汽化压强,该方案可以有效避免发生汽蚀,但限制了工质泵与储液罐的灵活布置,具有一定局限性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种消除泵前汽蚀的装置,以解决现有技术中液体汽化形成的气泡流入泵内高压区会形成局部水击,侵蚀破坏泵体材料的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明具体提供下述技术方案:

[0006] 一种消除泵前汽蚀的装置,包括蒸发冷却管,所述蒸发冷却管包括蒸发冷却外管和至少一个蒸发冷却内管;

[0007] 所述蒸发冷却内管连接在储液罐和工质泵之间的输送管路上,所述蒸发冷却外管套设在所述蒸发冷却内管的外部,所述蒸发冷却外管和所述蒸发冷却内管之间的空隙处形成套管腔体;

[0008] 在所述蒸发冷却内管壁面上设置有多个微孔,经所述微孔进入所述套管腔体内的气液两相工质被节流降温,所述蒸发冷却内管的外壁形成所述套管腔体内气液两相工质与所述蒸发冷却内管内主流工质热量交换的换热面。

[0009] 作为本发明的一种优选方案,所述消除泵前汽蚀的装置还包括压缩机、高压气冷器和强制对流风扇,所述压缩机的进口端通过管路与所述蒸发冷却外管连接,所述压缩机的出口端与所述高压气冷器的进口端连接,所述强制对流风扇设置在所述高压气冷器的一侧,经所述高压气冷器冷却后的工质被输送至所述蒸发冷却内管内。

[0010] 作为本发明的一种优选方案,所述消除泵前汽蚀的装置还包括压缩机、高压气冷器、强制对流风扇和回热器,所述蒸发冷却外管与所述回热器的冷端进口连接以实现工质的冷量回收,所述回热器的冷端出口与所述压缩机进口连接,所述压缩机的出口与所述高压气冷器连接,所述强制对流风扇设置在所述高压气冷器的一侧,经所述高压气冷器冷却后的工质进入所述回热器的热端进一步降温后被输送至蒸发冷却内管内。

[0011] 作为本发明的一种优选方案,所述蒸发冷却内管设置有一个,且所述蒸发冷却内管与所述蒸发冷却外管的截面形成同心圆。

[0012] 作为本发明的一种优选方案,所述蒸发冷却内管设置有一个,且在所述蒸发冷却内管的外壁设置有多条用于扩大所述蒸发冷却内管外壁的换热面积的沟槽。

[0013] 作为本发明的一种优选方案,在所述蒸发冷却外管的内部还设置有多个并联蒸发冷却内管,多个所述并联蒸发冷却内管同时与所述输送管路相连通。

[0014] 本发明还提供了另一种消除泵前汽蚀的装置,包括蒸发冷却管和节流部件;

[0015] 所述蒸发冷却管包括蒸发冷却外管和至少一个蒸发冷却内管,所述蒸发冷却内管连接在储液罐和工质泵之间的输送管路上,所述蒸发冷却外管套设在所述蒸发冷却内管的外部,所述蒸发冷却外管和所述蒸发冷却内管之间的空隙处形成套管腔体;

[0016] 所述节流部件的进口端与所述蒸发冷却内管相连通,所述节流部件的出口端与所述套管腔体相连通,所述节流部件能够对所述蒸发冷却内管内蒸发的工质进行节流降温,并将降温后的气液两相工质输送至所述套管腔体内进行蒸发吸热。

[0017] 作为本发明的一种优选方案,在所述节流部件与所述蒸发冷却内管之间还设置有制冷循环设备,所述制冷循环设备用于降低所述节流部件进口端的工质温度。

[0018] 作为本发明的一种优选方案,所述制冷循环设备包括压缩机、高压气冷器和强制对流风扇;

[0019] 所述压缩机的进口端通过管路与所述蒸发冷却外管连接,所述压缩机的出口端与所述高压气冷器的进口端连接,所述强制对流风扇设置在所述高压气冷器的一侧,经所述高压气冷器冷却后的工质被输送至所述节流部件内进行节流降温,所述节流部件的出口与所述套管腔体相连通。

[0020] 作为本发明的一种优选方案,所述制冷循环设备包括压缩机、高压气冷器、强制对流风扇和回热器;

[0021] 所述蒸发冷却外管与所述回热器的冷端进口连接以实现工质的冷量回收,所述回热器的冷端出口与所述压缩机进口连接,所述压缩机的出口与所述高压气冷器连接,所述强制对流风扇设置在所述高压气冷器的一侧,经所述高压气冷器冷却后的工质进入所述回热器的热端进一步降温后被输送至所述节流部件内进行节流降温,所述节流部件的出口与所述套管腔体相连通。

[0022] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果:

[0023] 本发明利用管路和工质泵输送的工质,在泵前的输送管路中构建一个制冷循环系统,利用节流的方式,对输送管路中的部分工质进行节流降温,并将降温后的气液两相工质与输送管路内的主流工质进行换热,从而降低输送管路内工质在该压强下的温度,形成一定的过冷度,来消除汽化实现对管路内主流工质的降温效果,进而通过液态工质过冷达到消除泵前汽蚀的目的。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0025] 图1为本发明提供消除泵前汽蚀的装置的实施例1的结构示意图;

- [0026] 图2为本发明提供消除泵前汽蚀的装置的实施例2的结构示意图；
- [0027] 图3为本发明提供消除泵前汽蚀的装置的实施例3的结构示意图；
- [0028] 图4为本发明提供消除泵前汽蚀的装置的实施例4的结构示意图；
- [0029] 图5为本发明提供蒸发冷却管第一种结构示意图；
- [0030] 图6为本发明提供蒸发冷却管第二种结构示意图；
- [0031] 图7为本发明提供蒸发冷却管第三种结构示意图。
- [0032] 图中的标号分别表示如下：
- [0033] 1-蒸发冷却管；2-压缩机；3-高压气冷器；4-强制对流风扇；5-微孔；6-节流部件；7-回热器；
- [0034] S1-储液罐；S2-输送管路；S3-法兰；S4-工质泵；
- [0035] E1-为蒸发冷却内管；E2-为蒸发冷却外管；E3-沟槽。

具体实施方式

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动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。

[0037] 本发明公开了一种消除泵前汽蚀的装置，该装置以蒸发冷却管为基础，另外再集成压缩机、高压气冷器、回热器、节流部件等设备。蒸发冷却管具有耦合泵前管路和泵前汽蚀消除装置的作用，是泵前汽蚀消除装置内工质蒸发吸热和泵前管路内工质被冷却降温的地方。根据蒸发冷却管的结构形式，蒸发冷却管可仅负责蒸发、冷却两个功能，亦可耦合节流功能。

[0038] 本发明公开了三种蒸发冷却管结构，依据该部件结构、循环节流方式、有无回热器，四种实施方式详列如下：

[0039] 实施例1

[0040] 如图1所示，所述消除泵前汽蚀的装置包括蒸发冷却管1，所述蒸发冷却管1包括蒸发冷却外管E2和至少一个蒸发冷却内管E1；

[0041] 所述蒸发冷却内管E1连接在储液罐S1和工质泵S4之间的输送管路S2上，所述蒸发冷却外管E2套设在所述蒸发冷却内管E1的外部，所述蒸发冷却外管E2和所述蒸发冷却内管E1之间的空隙处形成套管腔体；

[0042] 在所述蒸发冷却内管E1壁面上设置有多个微孔5，经所述微孔5进入所述套管腔体内的气液两相工质被节流降温，所述蒸发冷却内管E1的外壁形成所述套管腔体内气液两相工质与所述蒸发冷却内管E1内主流工质热量交换的换热面。

[0043] 同时，所述消除泵前汽蚀的装置还包括压缩机2、高压气冷器3和强制对流风扇4，所述压缩机2的进口端通过管路与所述蒸发冷却外管E2连接，所述压缩机2的出口端与所述高压气冷器3的进口端连接，所述强制对流风扇4设置在所述高压气冷器3的一侧，经所述高压气冷器3冷却后的工质被输送至所述蒸发冷却内管E1内。

[0044] 其中，饱和工质或低过冷度工质从储液罐中流出，经过较长的管路，温度有所升高、压强有所降低，工质已经开始少量汽化或仅具有很小的过冷度，进入工质泵，极易发生

汽化和汽蚀。

[0045] 利用上述制冷循环系统进行消除汽蚀的具体过程为：

[0046] 首先，工质经过输送管路S2和连接法兰S3进入到消除泵前汽蚀装置的蒸发冷却管1中，部分工质通过蒸发冷却内管E1壁面上的微孔5喷射进入蒸发冷却内管E1和蒸发冷却外管E2之间的套管腔体内；

[0047] 在少量工质喷射过程中，工质被节流降温，温度较低的气液两相工质在套管腔体内继续蒸发吸热，蒸发冷却内管E1及其内部主流工质被降温，达到较大的过冷度；少量工质蒸发为气态后，通过管路进入压缩机2中增压；

[0048] 增压后的高温高压工质进入高压气冷器3被外界空气冷却，向外界放热；被冷却的少量工质进入蒸发冷却内管E1与主流工质混合。

[0049] 实施例2

[0050] 为了对换热后的工质中的冷量进一步回收，本实施方式与实施例1的区别之处在于对制冷循环管路进行了再设计以实现冷量回收。

[0051] 如图2所示，所述消除泵前汽蚀的装置包括蒸发冷却管1，所述蒸发冷却管1包括蒸发冷却外管E2和至少一个蒸发冷却内管E1；

[0052] 所述蒸发冷却内管E1连接在储液罐S1和工质泵S4之间的输送管路S2上，所述蒸发冷却外管E2套设在所述蒸发冷却内管E1的外部，所述蒸发冷却外管E2和所述蒸发冷却内管E1之间的空隙处形成套管腔体；

[0053] 在所述蒸发冷却内管E1壁面上设置有多个微孔5，经所述微孔5进入所述套管腔体内的气液两相工质被节流降温，所述蒸发冷却内管E1的外壁形成所述套管腔体内气液两相工质与所述蒸发冷却内管E1内主流工质热量交换的换热面。

[0054] 所述消除泵前汽蚀的装置还包括压缩机2、高压气冷器3、强制对流风扇4和回热器7，所述蒸发冷却外管E2与所述回热器7的冷端进口连接以实现工质的冷量回收，所述回热器7的冷端出口与所述压缩机2进口连接，所述压缩机2的出口与所述高压气冷器3连接，所述强制对流风扇4设置在所述高压气冷器3的一侧，经所述高压气冷器3冷却后的工质进入所述回热器7的热端进一步降温后被输送至蒸发冷却内管E1内。

[0055] 利用上述制冷循环系统进行消除汽蚀的具体过程为：

[0056] 首先，工质经过输送管路S2和连接法兰S3进入到消除泵前汽蚀装置的蒸发冷却管1中，部分工质通过蒸发冷却内管E1壁面上的微孔5喷射进入蒸发冷却内管E1和蒸发冷却外管E2之间的收集腔内；

[0057] 在少量工质喷射过程中，工质被节流降温，温度较低的气液两相工质在收集腔内继续蒸发吸热，蒸发冷却内管E1及其内部主流工质被降温，达到较大的过冷度；

[0058] 少量工质蒸发为气态后，通过管路进入回热器7冷侧，被较热工质加热后进入压缩机2被压缩，被压缩后的高温高压工质进入高压气冷器3被外界空气冷却，向外界放热；

[0059] 放热后的工质通过管路进入回热器7热侧，利用蒸发冷却管1出口的低温低压工质使高压气冷器3出口的高温高压工质进一步冷却，被冷却的少量工质进入蒸发冷却内管E1与主流工质混合。

[0060] 上述两种实施例均是利用设置在蒸发冷却内管E1上的微孔5对蒸发气体进行节流换热，其中，蒸发冷却内管E1的数量不一，如图5-7所示，本发明提供了多种不同形式的蒸发

冷却管1的具体结构：

[0061] 第一种,所述蒸发冷却内管E1设置有一个,且所述蒸发冷却内管E1与所述蒸发冷却外管E2的截面形成同心圆。

[0062] 第二种,所述蒸发冷却内管E1设置有一个,且在所述蒸发冷却内管E1的外壁设置有多条用于扩大所述蒸发冷却内管E1的换热面积的沟槽E3。

[0063] 第三种,在所述蒸发冷却外管E2的内部还设置有多个并联蒸发冷却内管E1,多个所述并联蒸发冷却内管同时与所述输送管路相通。

[0064] 另外,本发明也可以通过外设的部件以实现气态工质的节流降温,具体地:

[0065] 实施例3

[0066] 本实施例与实施例1和2的区别之处在于,采用外设的节流部件进行节流降温。

[0067] 如图3所示,所述消除泵前汽蚀的装置包括蒸发冷却管1和节流部件6;

[0068] 所述蒸发冷却管1包括蒸发冷却外管E2和至少一个蒸发冷却内管E1,所述蒸发冷却内管E1连接在储液罐S1和工质泵S4之间的输送管路S2上,所述蒸发冷却外管E2套设在所述蒸发冷却内管E1的外部,所述蒸发冷却外管E2和所述蒸发冷却内管E1之间的空隙处形成套管腔体;

[0069] 所述节流部件6的进口端与所述蒸发冷却内管E1相连通,所述节流部件6的出口端与所述套管腔体相连通,所述节流部件6能够对所述蒸发冷却内管E1内蒸发的气态工质进行节流降温,并将降温后的气液两相工质输送至所述套管腔体内进行蒸发吸热。

[0070] 另外,在所述节流部件7与所述蒸发冷却内管E1之间还设置有制冷循环设备,所述制冷循环设备用于降低所述节流部件7进口端的工质温度。

[0071] 所述制冷循环设备包括压缩机2、高压气冷器3和强制对流风扇4;

[0072] 所述压缩机2的进口端通过管路与所述蒸发冷却外管E2连接,所述压缩机2的出口端与所述高压气冷器3的进口端连接,所述强制对流风扇4设置在所述高压气冷器3的一侧,经所述高压气冷器3冷却后的工质被输送至所述节流部件6内进行节流降温,所述节流部件6的出口与所述套管腔体相连通。

[0073] 利用上述制冷循环系统进行消除汽蚀的具体过程为:

[0074] 首先,工质经过输送管路S2和连接法兰S3进入到消除泵前汽蚀装置中,少量工质蒸发为气态后进入压缩机中增压;

[0075] 增压后的高温高压工质进入高压气冷器3被外界空气冷却,向外界放热;被冷却的工质进入节流部件6被节流实现降压降温;

[0076] 温度较低的气液两相工质在所述蒸发冷却外管E2与所述蒸发冷却内管E1之间的腔体内蒸发吸热,蒸发冷却内管E1及其内部主流工质被冷却,达到较大的过冷度。

[0077] 实施例4

[0078] 为了对换热后的工质中的冷量进一步回收,本实施方式与实施例3的区别之处在于对制冷循环管路进行了再设计以实现冷量回收,具体地:

[0079] 如图4所示,本发明提供了一种消除泵前汽蚀的装置,包括蒸发冷却管1和节流部件6;

[0080] 所述蒸发冷却管1包括蒸发冷却外管E2和至少一个蒸发冷却内管E1,所述蒸发冷却内管E1连接在储液罐S1和工质泵S4之间的输送管路S2上,所述蒸发冷却外管E2套设在所

述蒸发冷却内管E1的外部,所述蒸发冷却外管E2和所述蒸发冷却内管E1之间的空隙处形成套管腔体;

[0081] 所述节流部件6的进口端与所述蒸发冷却内管E1相连通,所述节流部件6的出口端与所述套管腔体相连通,所述节流部件6能够对所述蒸发冷却内管E1内蒸发的工质进行节流降温,并将降温后的气液两相工质输送至所述套管腔体内进行蒸发吸热。

[0082] 另外,在所述节流部件7与所述蒸发冷却内管E1之间还设置有制冷循环设备,所述制冷循环设备用于降低所述节流部件7进口端的工质温度。

[0083] 所述制冷循环设备包括压缩机2、高压气冷器3、强制对流风扇4和回热器7;

[0084] 所述蒸发冷却外管E2与所述回热器7的冷端进口连接以实现工质的冷量回收,所述回热器7的冷端出口与所述压缩机2进口连接,所述压缩机2的出口与所述高压气冷器3连接,所述强制对流风扇4设置在所述高压气冷器3的一侧,经所述高压气冷器3冷却后的工质进入所述回热器7的热端进一步降温后被输送至所述节流部件6内进行节流降温,所述节流部件6的出口与所述套管腔体相连通。

[0085] 利用上述制冷循环系统进行消除汽蚀的具体过程为:

[0086] 首先,工质经过输送管路S2和连接法兰S3进入到消除泵前汽蚀装置中,少量工质蒸发为气态后,通过管路进入回热器7冷侧,被较热工质加热后进入压缩机2被压缩;

[0087] 被压缩后的高温高压工质进入高压气冷器3被外界空气冷却,向外界放热,放热后的工质通过管路进入回热器7热侧,利用蒸发冷却管1出口的低温低压工质使高压气冷器3出口的高温高压工质进一步冷却,以降低节流部件6入口工质温度;

[0088] 被冷却的工质进入节流部件6节流降压降温,温度较低的气液两相工质在蒸发冷却管套管腔体内蒸发吸热,蒸发冷却内管E1及其内部主流工质被冷却,达到较大的过冷度。

[0089] 在上述实施例3和实施例4中,节流部件6可以是膨胀阀、节流阀、毛细管等可以实现节流降温的结构。

[0090] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例,不用于限制本申请,本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内,对本申请做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

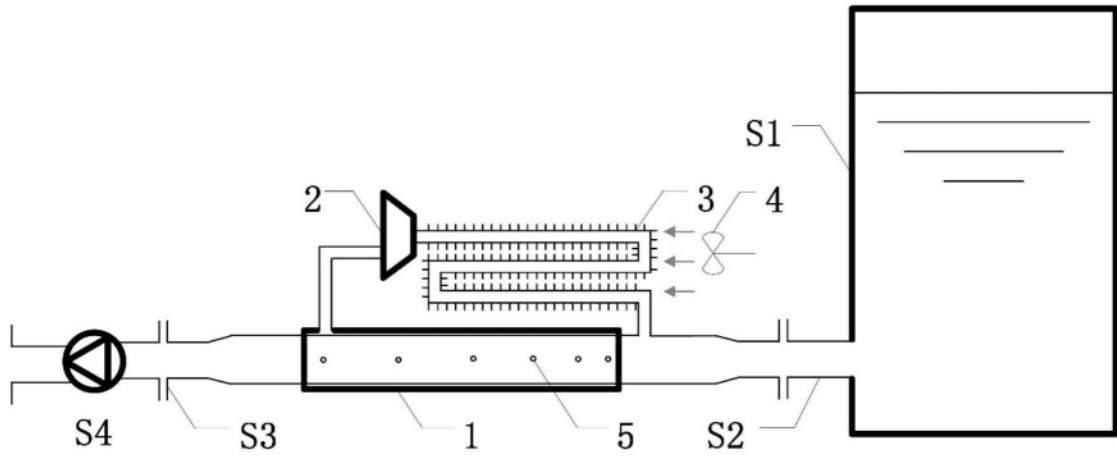


图1

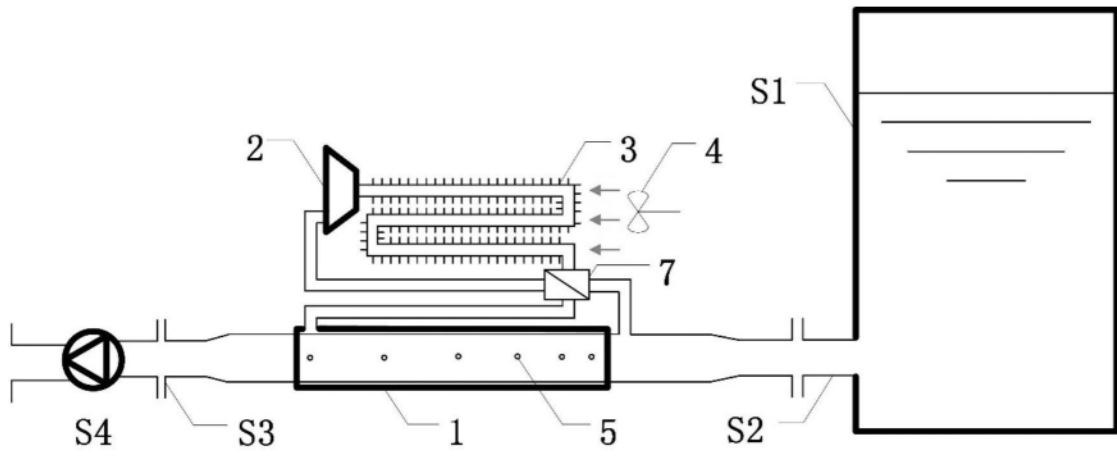


图2

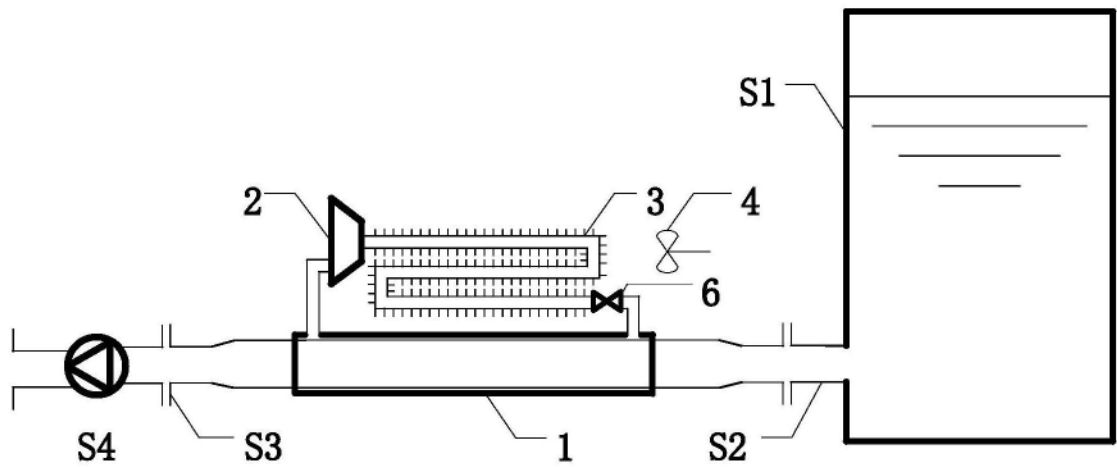


图3

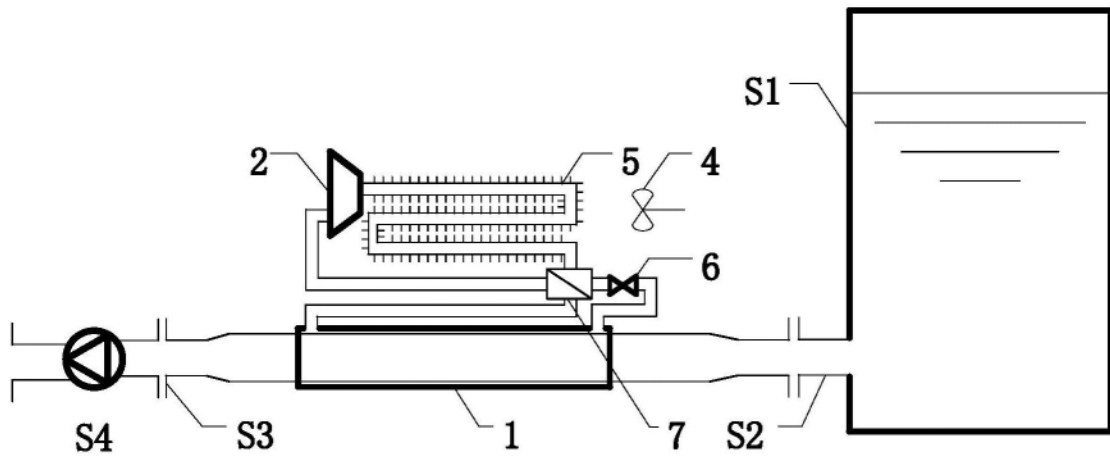


图4

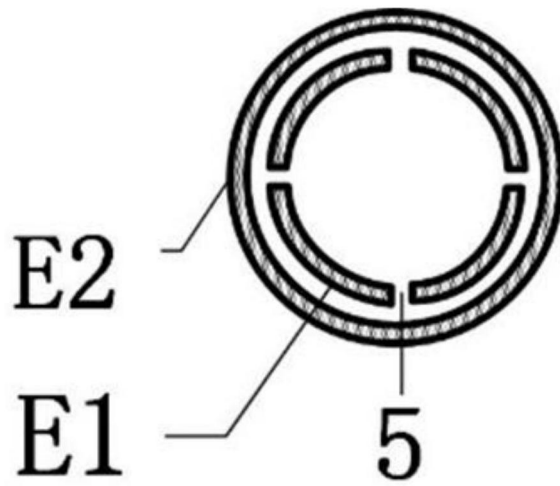


图5

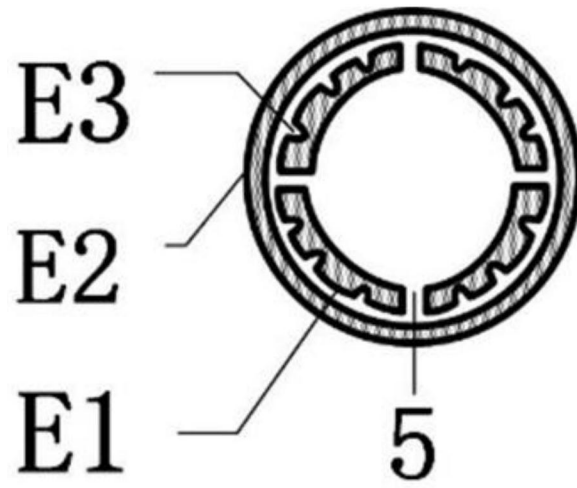


图6

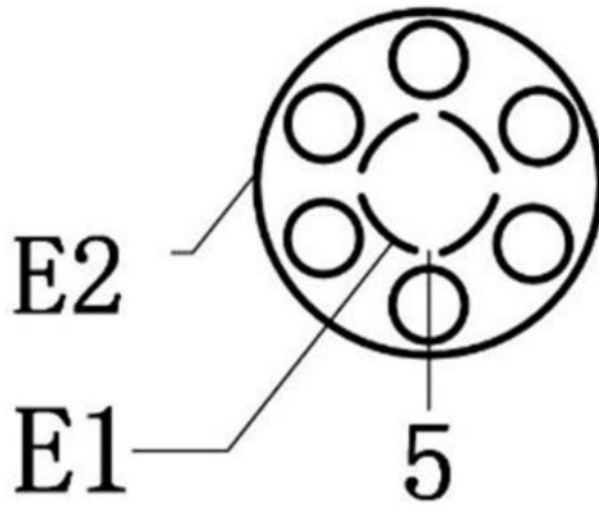


图7