



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106369866 A

(43)申请公布日 2017.02.01

(21)申请号 201610833997.8

(22)申请日 2016.09.20

(71)申请人 东北石油大学

地址 163319 黑龙江省大庆市高新技术开
发区发展路199号

(72)发明人 高杏存 赵海谦 王忠华 曹喜承
武传燕 孟凡斌

(74)专利代理机构 哈尔滨东方专利事务所
23118

代理人 曹爱华

(51)Int.Cl.

F25B 15/06(2006.01)

F25B 27/02(2006.01)

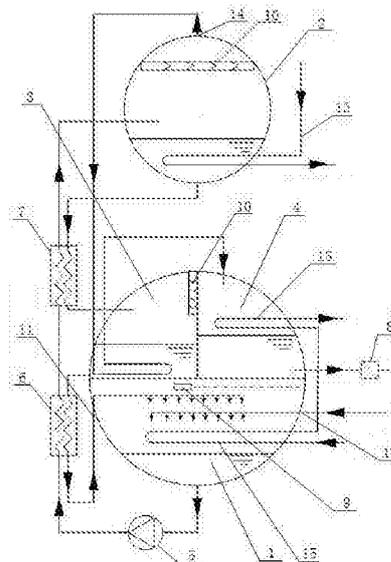
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统
及其工作方法

(57)摘要

本发明涉及的是一种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统及其工作方法,其中的乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统包括吸收器,吸收器设置有溴化锂溶液入口和汽轮机乏汽入口,吸收器的液体出口管依次经过溶液泵、低温溶液热交换器、高温溶液热交换器与高压发生器连通;高压发生器下部中间浓溶液出口经高温溶液热交换器后连接到低压发生器;高压发生器的高温水蒸汽出口经低压发生器的蒸汽管路连接到冷凝器;低压发生器的浓溶液出口管路经低温溶液热交换器后,连接至吸收器的溴化锂溶液入口;热网管路经过吸收器、冷凝器后进入热网。本发明首次取消了换热器的换热环节,将浓溴化锂溶液直接与乏汽进行混合,没有换热损失,使换热效率大大提高。



1. 一种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统,其特征在於:这种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统包括吸收器、冷凝器、低压发生器、高压发生器、高温溶液热交换器、低温溶液热交换器,吸收器、冷凝器、低压发生器被集中设置在一个外壳内,吸收器内设置有真空装置,吸收器的气体出口与真空装置的不凝性气体管路相连通,吸收器设置有溴化锂溶液入口和汽轮机乏汽入口,吸收器的液体出口管依次经过稀溶液管路上的溶液泵、低温溶液热交换器、高温溶液热交换器与高压发生器连通;高压发生器连接有驱动蒸汽加热管路,加热管路对高压发生器内的溶液加热后输出端接驱动蒸汽疏水管路;高压发生器的下部中间浓溶液出口与高温溶液热交换器的另一入口相连,且经高温溶液热交换器通入低压发生器中;高压发生器的高温水蒸汽出口连接至低压发生器的蒸汽管路,该蒸汽管路从低压发生器出来后连接到冷凝器;低压发生器的浓溶液出口管路经低温溶液热交换器后,连接至吸收器的溴化锂溶液入口;热网管路经过吸收器后,又进入冷凝器中最后从冷凝器出来进入热网,冷凝器的液体出口管返回电厂。

2. 根据权利要求1所述的乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统,其特征在於:所述的高压发生器和低压发生器内均设置有除液器。

3. 根据权利要求1或2所述的乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统,其特征在於:所述的冷凝器上连接有冷凝器蒸汽凝结水管路,通过除盐器将疏水送入汽轮机组除氧器,开始新的循环。

4. 一种权利要求3所述的乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统的工作方法,其特征在於:

将汽轮机乏汽通入吸收器,汽轮机乏汽在吸收器中被浓溴化锂溶液直接吸收,吸收过程产生的热量被穿过吸收器的热网管路的热网水吸收,热网水被加热,低温乏汽内的不凝结性气体通过吸收器的气体出口进入不凝结气体管路;浓的溴化锂溶液吸收低温乏汽后变为稀溴化锂溶液,然后从吸收器的液体出口经过稀溶液管路上的溶液泵加压,然后再低温溶液热交换和高温溶液热交换器换热,稀的溴化锂溶液被预热,并沿着稀溶液管路进入高压发生器,这些被预热的稀溴化锂溶液由驱动蒸汽管路的驱动蒸汽再次加热,稀溴化锂溶液释放出高温水蒸气,蒸汽中的液滴被安装在高温发生器中的除液器收集;高压发生器产生的高温水蒸汽经过管路流经低压发生器最后通入到冷凝器中,被从吸收器中出来的热网管路中的热网水进行冷却,同时已经被吸收器加热的热网水进一步被冷凝器中蒸汽加热,然后沿热网管路进入热网向外供热,而进入冷凝器的蒸汽被热网水冷凝,通过冷凝器的液体出口进入设有除盐器的蒸汽凝结水管路返回电厂;高压发生器中产生的中间浓度溶液经过高温热交换器进入低压发生器,被来自高温发生器的高温蒸汽加热,再次产生水蒸气,并形成浓溶液;浓溶液经低温热交换器与稀溶液交换热量后,进入吸收器形成循环。

一种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及乏汽余热回收领域,具体涉及一种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 能源问题是当代世界各国面临的重大社会问题之一,人口和经济的迅速增长,加剧了矿物能源的消耗和枯竭,导致环境受到了严重的污染和破坏。因此,人们在开发新能源的同时,需要节约能源消耗。

[0003] 低温乏汽是能源、动力、冶金及石化等行业常见的余热资源,如何高效回收利用这些余热对提高能源利用效率、减少环境污染具有重要的现实意义。溴化锂吸收式热泵通过消耗高品位热能回收低品位余热以满足用户需求,从而实现节能减排。

[0004] 热电联产是将煤炭产生的较高品位热能转化为高品位电能,同时对于发电后剩余的低品位热能加以利用的过程。在这个过程中,热电厂供热效率远远高于采用其它方式的集中供热。热电联产能将不同品位的热能分级利用,即高品位的热能用于发电,低品位的热能用于集中供热,是解决城市集中供热和提高电厂能源综合利用率的有效途径。热电联产尽管热循环效率较纯凝式汽轮发电机组高出许多,但仍有一部分蒸汽(俗称乏汽)虽然有较大热量,但品位太低无法再加以利用,特别是运行于缺水地区的空冷机组,向环境排放的热量更大。乏汽在凝汽器中凝结为水,放出的汽化潜热,通过换热管传给冷却水或直接传给空气带走,最终排放到环境中。

[0005] 在余热利用工程中,吸收式热泵具有很好的节能、环保效益而得到应用和重视。然而,现有的溴化锂吸收式热泵系统在回收低温乏汽余热时存在以下几个问题:

1. 现有的溴化锂吸收式热泵系统在回收低温乏汽余热时采用间接利用的方案,乏汽热量先通过换热器传给循环水,热泵再以循环水作为低温热源,或者直接以乏汽作为低温热源。该方案增加了系统投资及成本运行,并使低温热源品质降低,影响系统运行。

[0006] 2. 现有的溴化锂吸收式热泵系统在回收低温乏汽余热时,热泵的蒸发器从低温乏汽中吸取热量,30℃左右的乏汽被冷凝成30℃左右的液态凝结水返回电厂,电厂把30℃左右的液态凝结水加热成高温高压的气态不仅需要耗费巨大的能源,而且会产生巨大的不可逆损失。

[0007] 3. 现有的吸收式热泵供热系统,在用户需求较高的温度时,热泵机组设计成单效模式。很多时候,用户的用热是变化的,如冬季采暖-供暖初期和末期,用户需求的负荷小,供热温度低;在供暖中期,用户需求的负荷大,供热温度高,需要进行负荷调整以适应需求。对于单效热泵,由于其高品位的驱动热只有得到一次应用,相对于双效模式,其节能效益低。

发明内容

[0008] 本发明的一个目的是提供一种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统,这种乏汽直

接吸收式双效溴化锂热泵系统用于解决现有的溴化锂吸收式热泵系统在回收热电厂低温乏汽余热时热量损失大,运行成本高的问题,本发明的另一个目的是提供这种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统的工作方法。

[0009] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:这种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统包括吸收器、冷凝器、低压发生器、高压发生器、高温溶液热交换器、低温溶液热交换器,吸收器、冷凝器、低压发生器被集中设置在一个外壳内,吸收器内设置有真空装置,吸收器的气体出口与真空装置的不凝性气体管路相连通,吸收器设置有溴化锂溶液入口和汽轮机乏汽入口,吸收器的液体出口管依次经过稀溶液管路上的溶液泵、低温溶液热交换器、高温溶液热交换器与高压发生器连通;高压发生器连接有驱动蒸汽加热管路,加热管路对高压发生器内的溶液加热后输出端接驱动蒸汽疏水管路;高压发生器的下部中间浓溶液出口与高温溶液热交换器的另一入口相连,且经高温溶液热交换器通入低压发生器中;高压发生器的高温水蒸汽出口连接至低压发生器的蒸汽管路,该蒸汽管路从低压发生器出来后连接到冷凝器;低压发生器的浓溶液出口管路经低温溶液热交换器后,连接至吸收器的溴化锂溶液入口;热网管路经过吸收器后,又进入冷凝器中最后从冷凝器出来进入热网,冷凝器的液体出口管返回电厂。

[0010] 上述方案中高压发生器和低压发生器内均设置有除液器,可以减少溴化锂溶液的损失、提高高压发生器产生的蒸汽的疏水的品质,以分离并回收蒸汽中的液滴。

[0011] 上述方案中冷凝器上连接有冷凝器蒸汽凝结水管路,通过除盐器将疏水送入汽轮机组除氧器,开始新的循环。

[0012] 上述乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统的工作方法:

将汽轮机乏汽通入吸收器,汽轮机乏汽在吸收器中被浓溴化锂溶液直接吸收,吸收过程产生的热量被穿过吸收器的热网管路的热网水吸收,热网水被加热,低温乏汽内的不凝结性气体通过吸收器的气体出口进入不凝结气体管路;浓的溴化锂溶液吸收低温乏汽后变为稀溴化锂溶液,然后从吸收器的液体出口经过稀溶液管路上的溶液泵加压,然后再依次经低温溶液热交换和高温溶液热交换器换热,稀的溴化锂溶液被预热,并沿着稀溶液管路进入高压发生器,这些被预热的稀溴化锂溶液由驱动蒸汽管路的驱动蒸汽再次加热,稀溴化锂溶液释放出高温水蒸气,蒸汽中的液滴被安装在高温发生器中的除液器收集;高压发生器产生的高温水蒸汽经过管路流经低压发生器最后通入到冷凝器中,被从吸收器中出来的热网管路中的热网水进行冷却,同时已经被吸收器加热的热网水进一步被冷凝器中蒸汽加热,然后沿热网管路进入热网向外供热,而进入冷凝器的蒸汽被热网水冷凝,通过冷凝器的液体出口进入设有除盐器的蒸汽凝结水管路返回电厂;高压发生器中产生的中间浓度溶液经过高温热交换器进入低压发生器,被来自高温发生器的高温蒸汽加热,再次产生水蒸气,并形成浓溶液;浓溶液经低温热交换器与稀溶液交换热量后,进入吸收器形成循环。

[0013] 本发明具有以下有益效果:

1、现有的乏汽余热回收系统中,都是通过换热器从乏汽中吸收热量,而本发明首次取消了换热器的换热环节,将浓溴化锂溶液直接与乏汽进行混合,几乎没有换热损失,使换热效率大大提高,而且本发明对电厂的运行效率和吸收式热泵的工作效率都有提高。

[0014] 本发明采用溴化锂浓溶液直接吸收低温乏汽的余热的方案,以低温乏汽作为溴化锂吸收式热泵的工质,被浓溴化锂溶液吸收,而通过冷凝器冷却的凝结水直接返回电厂,这

样就使凝结水的温度大为提高。常规的溴化锂吸收式热泵系统,把30℃的乏汽冷凝成30℃的液态凝结水,而本发明再使电厂乏汽由气态变为液态的同时,还能使凝结水的温度提高到60~70℃左右,电厂再把此凝结水由液态加热成高温高压的气态就可以减少电厂的运行能耗和不可逆损失,仅此一项就可以使电厂节约煤耗2.5%。

[0015] 2、本发明与常规溴化锂吸收式热泵相比,取消了乏汽与循环水换热及循环水在热泵中的蒸发器放热两个环节,使热泵系统大为简化、降低了系统投资,同时节约了循环水的泵功、减少了运行成本;而且,由于省略了两个中间换热过程,系统不可逆损失减少,系统性能大为提高。

[0016] 3、本发明可以在不需要额外驱动蒸汽的条件下增加了溴化锂溶液循环量,同时促使高压发生器产出的过冷剂蒸汽的能量实现梯级利用,能显著提高热泵机组的能效值。

附图说明

[0017] 图1为本发明的结构示意图。

[0018] 图中:1吸收器;2高压发生器;3低压发生器;4冷凝器;5溶液泵;6低温溶液热交换器;7高温溶液热交换器;8除盐器;9真空装置;10除液器;11溴化锂溶液入口;12汽轮机乏汽入口;13驱动蒸汽加热管路;14高温水蒸汽出口;15热网管路。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明作进一步的说明:

如图1所示,这种乏汽直接吸收式双效溴化锂热泵系统包括吸收器1、冷凝器4、低压发生器3、高压发生器2、高温溶液热交换器7、低温溶液热交换器6,吸收器1、冷凝器4、低压发生器3被集中设置在一个外壳内,由于汽轮机乏汽内一般含有不凝性气体,在吸收器1内设置有真空装置9以保证系统的真空度,吸收器1的气体出口与真空装置9的不凝性气体管路相连通,吸收器1设置有溴化锂溶液入口11和汽轮机乏汽入口12,吸收器1的液体出口管依次经过稀溶液管路中的溶液泵5、低温溶液热交换器6、高温溶液热交换器7与高压发生器2连通。

[0020] 高压发生器2连接有驱动蒸汽加热管路13,加热管路对高压发生器2内的溶液加热后输出端接驱动蒸汽疏水管路。

[0021] 高压发生器2的高温水蒸汽出口14连接至低压发生器3的蒸汽管路,该蒸汽管路从低压发生器3出来后连接到冷凝器4。高压发生器2产生的高温水蒸汽通过管道连接经过低压发生器3作为低压发生器3中的驱动热源放热后再进入冷凝器4中冷凝。

[0022] 高压发生器2的下部中间浓度溶液出口与高温溶液热交换器7的另一入口相连,且经高温溶液热交换器7通入低压发生器3中,低压发生器3中的中间浓度溶液被位于高压发生器2内经加热管路加热后形成的高温水蒸汽作为驱动热源,对中间浓度溶液加热,再次产生水蒸气、形成浓溶液;低压发生器3的浓溶液出口管路经低温溶液热交换器6后,连接至吸收器1的溴化锂溶液入口11,浓溶液经低温热交换器6与来自吸收器1的稀溶液换热后,再进入吸收器1。

[0023] 本发明工质回路的具体连接方式:吸收器1的工质出口与通过溶液泵5首先连接到低温溶液热交换器6的冷侧入口上,然后低温溶液热交换器6的冷侧出口连接到高温溶液热

换热器7的冷侧入口,高温溶液热交换器7的冷侧出口连接到高压发生器2的工质入口上,高压发生器2的工质出口通过管道连接到高温溶液热交换器7的热侧入口处,高温溶液热交换器7的热侧出口通过管道连接到低压发生器3的工质入口上,低压发生器3的工质出口通过管道连接到低温溶液热交换器6的热侧入口处,低温溶液热交换器6的热侧出口通过管道连接到吸收器1的工质入口上。

[0024] 热网管路15经过吸收器1后,又进入冷凝器4中最后从冷凝器4出来进入热网,这样,热网回水进入吸收器1后,通过管道流经吸收器1内的工质进行一次加热,之后再通过管道进入冷凝器4中,经冷凝器4蒸汽的二次加热后,作为热网供水输出;冷凝器4的液体出口管返回电厂。

[0025] 由于高压发生器2或低压发生器3内产生的蒸汽可能会携带一些溴化锂溶液液滴,为减少溴化锂溶液损失、保证系统正常运行,本发明在高压发生器2及低压发生器3内均设置除液器10来分离并回收蒸汽中的液滴。

[0026] 冷凝器4上连接有冷凝器蒸汽凝结水管路,通过除盐器8将疏水送入汽轮机组凝汽器或者除氧器,使冷凝器4形成的蒸汽凝结疏水满足电厂发电循环的要求,开始新的循环。

[0027] 汽轮机抽出的高温高压蒸汽作为整个系统的驱动热源,通过管路进入到高压发生器2中,高压发生器2底部的加热管路出口连接驱动蒸汽疏水管路。

[0028] 本发明的运行过程如下:

本发明将汽轮机乏汽通入吸收器1,汽轮机乏汽在吸收器1中被浓溴化锂溶液直接吸收,吸收过程产生的热量被穿过吸收器1的热网管路15的热网水吸收,热网水被加热,低温乏汽内的不凝结性气体通过吸收器1的气体出口进入不凝结气体管路;浓的溴化锂溶液吸收低温乏汽后变为稀溴化锂溶液,然后从吸收器1的液体出口经过稀溶液管路上的溶液泵5加压,然后再依次经低温溶液热交换6和高温溶液热交换器7换热,稀的溴化锂溶液被预热,并沿着稀溶液管路进入高压发生器2,这些被预热的稀溴化锂溶液由驱动蒸汽管路的驱动蒸汽再次加热,稀溴化锂溶液释放出高温水蒸气,蒸汽中的液滴被安装在高压发生器2中的除液器10收集;高压发生器2产生的高温水蒸气经过管路流经低压发生器3最后通入到冷凝器4中,被从吸收器1中出来的热网管路中的热网水进行冷却,同时已经被吸收器1加热的热网水进一步被冷凝器4中蒸汽加热,然后沿热网管路15进入热网向外供热,而进入冷凝器4的蒸汽被热网水冷凝,通过冷凝器4的液体出口进入设有除盐器8的蒸汽凝结水管路返回电厂;高压发生器2中产生的中间浓度溶液经过高温热交换器7进入低压发生器3,被来自高压发生器2的高温蒸汽加热,再次产生水蒸气,并形成浓溶液;浓溶液经低温热交换器与稀溶液交换热量后,进入吸收器1形成循环。

[0029] 由于低温乏汽内一般含有不凝结性气体,在吸收器1的气体出口的不凝结性气体管路上设置有真空装置9,可以保证系统的真空度;为了减少溴化锂溶液的损失、提高高压发生器2产生的蒸汽的疏水的品质,在高压和低压发生器内均设置有除液器10,以分离并回收蒸汽中的液滴;为使高压发生器2产生的蒸汽的疏水品质满足工业生产的要求,在该疏水管路设置了除盐器8。

[0030] 本发明对进入高压发生器2的稀溴化锂溶液进行提前预热,即在低温热交换器6和高温热交换器7内分别与返回的浓溴化锂溶液和中间浓度溶液进行热量交换,这样做的目的有两个:一是使稀溴化锂溶液在进入高压发生器2时能够更容易的被驱动蒸汽加热,释放

出蒸汽,二是充分利用了系统中的余热,合理利用余热减少了运行成本。此外,本发明的热网水的除了在冷凝器4中吸收蒸汽的热量外,还从吸收器1中得到浓溴化锂溶液吸收低温乏汽时所释放的热量,合理的利用了浓溴化锂溶液吸收低温乏汽时所释放的热量,便于热网水在冷凝器4中与蒸汽进入热交换。

[0031] 所以与常规的溴化锂吸收式热泵相比,本发明的热泵循环中低温乏汽直接被吸收器内的浓溴化锂溶液吸收,取消乏汽与循环水换热,省去了凝汽器环节,同时在整个热泵循环中取消了循环水在热泵蒸发器中放热。本发明取消了这两个环节,使本发明的系统大为简化、降低了系统投资,同时节约了循环水的泵功、减少了运行成本;而且由于省略了两个中间换热过程,系统不可逆损失减少,系统性能大为提高。该技术除应用在电力行业外还可应用于能源、冶金及石化行业。

[0032] 以上内容仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

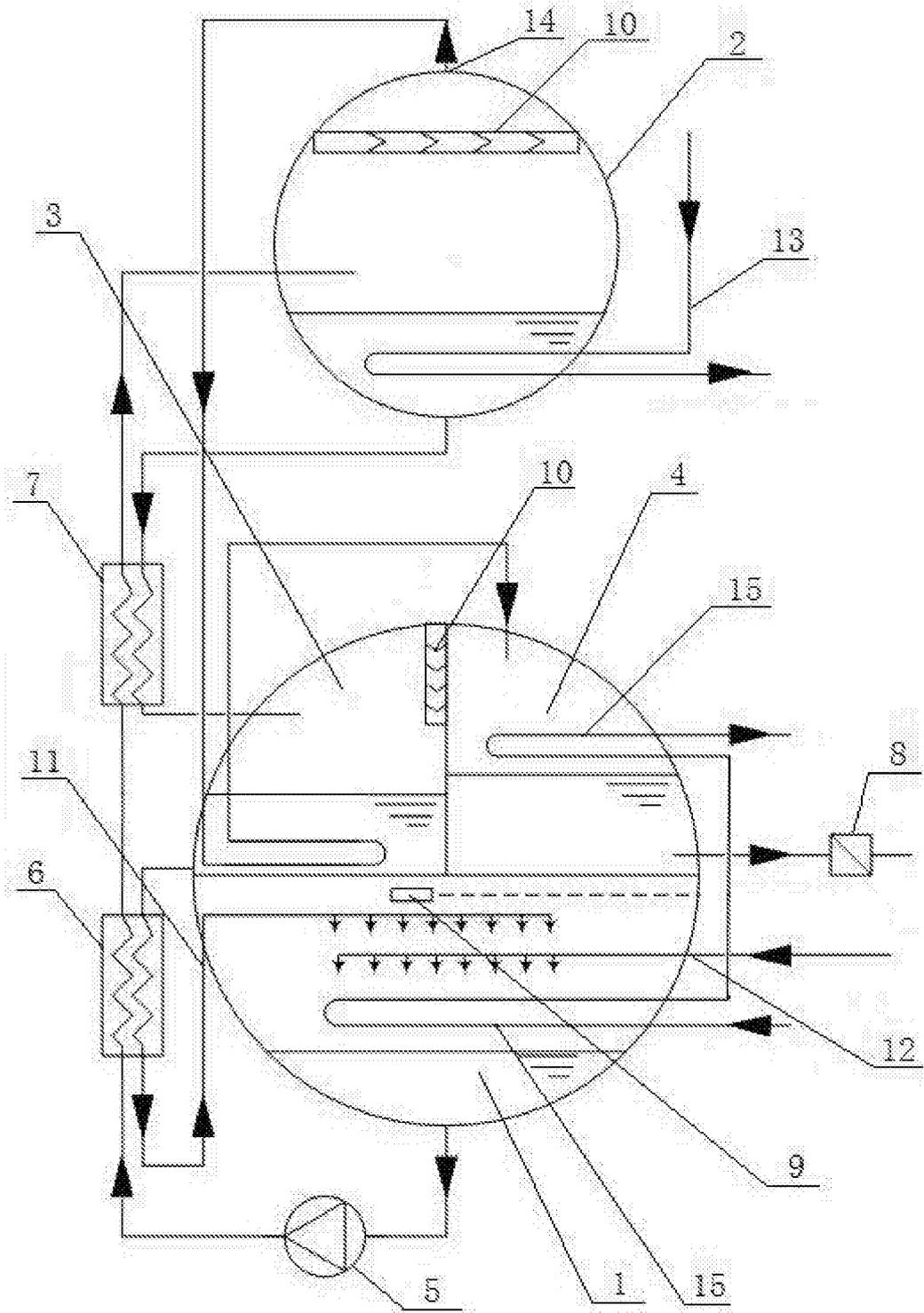


图1