(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209371199 U
(45)授权公告日 2019.09.10

(21)申请号 201821974720.8

(22)申请日 2018.11.28

(73)专利权人 东方电气集团东方锅炉股份有限公司
地址 643001 四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号

(72)发明人 彭俊 周松锐 季敏东

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214
代理人 钟莹洁

(51)Int.Cl.
F22B 1/00(2006.01)
F22D 1/00(2006.01)
F22G 3/00(2006.01)
F24S 20/20(2018.01)
F24S 60/30(2018.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

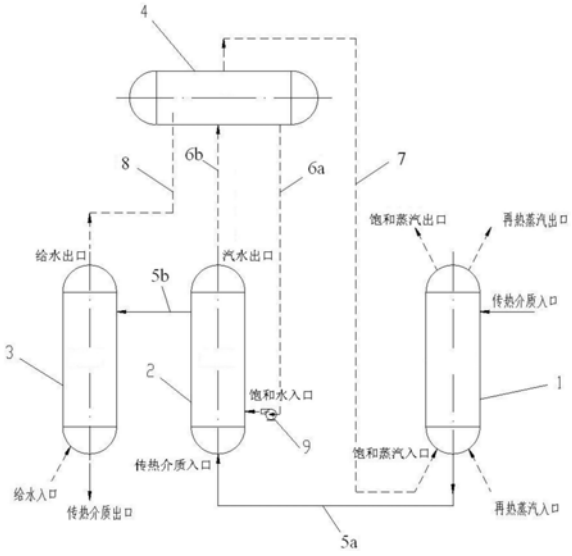
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种太阳能光热电站立式蒸发系统

(57)摘要

本实用新型公开了太阳能光热电站立式蒸发系统，包括由管道连接的过热再热器、蒸发器、预热器和汽包，过热再热器、蒸发器和预热器均为立式布置的螺旋缠绕管式换热器，饱和蒸汽的加热和再热蒸汽的加热均在过热再热器中进行，过热再热器、蒸发器和预热器中的传热介质走壳侧且水和/或蒸汽走管侧。本系统的传热介质均走壳侧，可降低设备金属耗量并降低电伴热的耗电量；所有换热器均为立式设备，停机时传热介质可依靠重力从下部自动排出，传热介质走壳侧不存在堵管的风险；流程紧凑合理，将过热器和再热器合并为一台设备，降低了设备投资和运维费用。各换热器中的换热管为缠绕布置且具有很好的柔性，不需设置膨胀节就可以解决管壳侧膨胀差引起的问题。



CN 209371199 U

1.一种太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述立式蒸发系统包括由管道连接的过热再热器、蒸发器、预热器和汽包，所述过热再热器、蒸发器和预热器均为立式布置的螺旋缠绕管式换热器，饱和蒸汽的加热和再热蒸汽的加热均在所述过热再热器中进行，其中，所述过热再热器、蒸发器和预热器中的传热介质走壳侧且水和/或蒸汽走管侧。

2.根据权利要求1所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述过热再热器的管侧设置有饱和蒸汽入口和再热蒸汽入口以及分别通过换热管与所述饱和蒸汽入口和再热蒸汽入口相连的饱和蒸汽出口和再热蒸汽出口，若干层所述换热管绕着过热再热器中心的轴芯螺旋缠绕布置在过热再热器的筒体中，相邻层换热管的螺旋方向相反，其中，饱和蒸汽入口与饱和蒸汽出口之间的换热管走饱和蒸汽，再热蒸汽入口与再热蒸汽出口之间的换热管走再热蒸汽，所述饱和蒸汽入口通过蒸汽管道与汽包连接。

3.根据权利要求2所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述轴芯由固定限位单元固定在过热再热器的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，所述饱和蒸汽入口和再热蒸汽入口以及饱和蒸汽出口和再热蒸汽出口均设置有与换热管连接的管板。

4.根据权利要求2所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述过热再热器的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，所述传热介质入口与高温传热介质储罐连接，所述传热介质出口通过第一传热介质管道与蒸发器连接。

5.根据权利要求1所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述蒸发器的管侧设置有饱和水入口和通过换热管与饱和水入口连接的汽水出口，若干层所述换热管绕着蒸发器中心的轴芯螺旋缠绕布置在蒸发器的筒体中，相邻层换热管的螺旋方向相反，所述饱和水入口通过下降管道和循环泵与汽包连接，所述汽水出口通过上升管道与汽包连接。

6.根据权利要求5所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述轴芯由固定限位单元固定在蒸发器的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，所述饱和水入口和汽水出口均设置有与换热管连接的管板；所述蒸发器的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，所述传热介质入口通过第一传热介质管道与过热再热器连接，所述传热介质出口通过第二传热介质管道与预热器连接。

7.根据权利要求1所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述预热器的管侧设置有给水入口和通过换热管与给水入口连接的给水出口，若干层所述换热管绕着预热器中心的轴芯螺旋缠绕布置在预热器的筒体中，相邻层换热管的螺旋方向相反，所述给水出口通过汽水管道与汽包连接。

8.根据权利要求7所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，所述轴芯由固定限位单元固定在预热器的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，所述给水入口和给水出口均设置有与换热管连接的管板；所述预热器的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，所述传热介质入口通过第二传热介质管道与蒸发器连接，所述传热介质出口与低温传热介质储罐连接。

9.根据权利要求1所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，传热介质从上部进入过热再热器的壳侧并与管侧的蒸汽逆流换热后从下部流出，传热介质从下部进入蒸发器的壳侧并与管侧的水进行并流换热后从上部流出，传热介质从上部进入预热器的壳侧并与管侧的水进行逆流换热后从底部流出。

10.根据权利要求1所述太阳能光热电站立式蒸发系统，其特征在于，给水从下部进入预热器的管侧并与壳侧的传热介质逆流换热被加热成略低于饱和点温度的给水后进入汽包，汽包内的饱和水从底部进入蒸发器的管侧并与壳侧的传热介质并流换热后被加热成汽水混合物，汽水混合物再进入汽包进行汽水分离后所得的饱和汽从汽包顶部引出进入过热再热器的管侧并与过热再热器壳侧的传热介质逆流换热后被加热成过热蒸汽去往汽轮机，来自汽轮机的再热蒸汽从底部进入过热再热器的管侧与传热介质逆流换热后从顶部流出去往汽轮机。

一种太阳能光热电站立式蒸发系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及太阳能光热电站的技术领域，更具体地讲，涉及一种太阳能光热电站立式蒸发系统。

背景技术

[0002] 光热发电是太阳能的新型利用方式，具有通过储热实现提供良好品质电源的优势。传热介质与水换热产生蒸汽，进而推动汽轮机做功发电。光热电站蒸发系统的传热介质一般为熔盐或导热油，熔盐在温度低于240℃时会凝固，因此蒸发系统需具备停机时能将熔盐排净的特点。

[0003] 熔盐与水的换热在换热器中完成，系统一般配置预热器、蒸发器、汽包、过热器、再热器。目前的蒸发系统设备大多采用卧式结构，不利于熔盐的排净。一些系统的部分设备采用了立式结构，但是没有很好的解决设备管壳侧热膨胀差导致的热应力问题。

[0004] 另外，目前的蒸发系统设备台数多且管道复杂，因熔盐管道需要电伴热以防止熔盐凝固，运行费用高。因此，设计一种能满足光热电站换热需要且安全经济的蒸发系统是提高光热电站可靠性和经济的有效途径。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中蒸发系统熔盐难排净及蒸发系统设备多、管道复杂、经济性差的问题以及其他立式蒸发系统没有解决的设备热应力问题，本实用新型提供一种不仅能够满足光热电站换热需要而且安全可靠、具有良好经济性的太阳能光热电站立式蒸发系统。

[0006] 本实用新型提供了一种太阳能光热电站立式蒸发系统，所述立式蒸发系统包括由管道连接的过热再热器、蒸发器、预热器和汽包，所述过热再热器、蒸发器和预热器均为立式布置的螺旋缠绕管式换热器，饱和蒸汽的加热和再热蒸汽的加热均在所述过热再热器中进行，其中，所述过热再热器、蒸发器和预热器中的传热介质走壳侧且水和/或蒸汽走管侧。

[0007] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述过热再热器的管侧设置有饱和蒸汽入口和再热蒸汽入口以及分别通过换热管与所述饱和蒸汽入口和再热蒸汽入口相连的饱和蒸汽出口和再热蒸汽出口，若干层所述换热管绕着过热再热器中心的轴芯螺旋缠绕布置在过热再热器的筒体中，相邻层换热管的螺旋方向相反，其中，饱和蒸汽入口与饱和蒸汽出口之间的换热管走饱和蒸汽，再热蒸汽入口与再热蒸汽出口之间的换热管走再热蒸汽，所述饱和蒸汽入口通过蒸汽管道与汽包连接。

[0008] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述轴芯由固定限位单元固定在过热再热器的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，所述饱和蒸汽入口和再热蒸汽入口以及饱和蒸汽出口和再热蒸汽出口均设置有与换热管连接的管板。

[0009] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述过热再热器的

壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，所述传热介质入口与高温传热介质储罐连接，所述传热介质出口通过第一传热介质管道与蒸发器连接。

[0010] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述蒸发器的管侧设置有饱和水入口和通过换热管与饱和水入口连接的汽水出口，若干层所述换热管绕着蒸发器中心的轴芯螺旋缠绕布置在蒸发器的筒体中，相邻层换热管的螺旋方向相反，所述饱和水入口通过下降管道和循环泵与汽包连接，所述汽水出口通过上升管道与汽包连接。

[0011] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述轴芯由固定限位单元固定在蒸发器的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，所述饱和水入口和汽水出口均设置有与换热管连接的管板；所述蒸发器的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，所述传热介质入口通过第一传热介质管道与过热再热器连接，所述传热介质出口通过第二传热介质管道与预热器连接。

[0012] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述预热器的管侧设置有给水入口和通过换热管与给水入口连接的给水出口，若干层所述换热管绕着预热器中心的轴芯螺旋缠绕布置在预热器的筒体中，相邻层换热管的螺旋方向相反，所述给水出口通过汽水管道与汽包连接。

[0013] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，所述轴芯由固定限位单元固定在预热器的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，所述给水入口和给水出口均设置有与换热管连接的管板；所述预热器的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，所述传热介质入口通过第二传热介质管道与蒸发器连接，所述传热介质出口与低温传热介质储罐连接。

[0014] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，传热介质从上部进入过热再热器的壳侧并与管侧的蒸汽逆流换热后从下部流出，传热介质从下部进入蒸发器的壳侧并与管侧的水进行并流换热后从上部流出，传热介质从上部进入预热器的壳侧并与管侧的水进行逆流换热后从底部流出。

[0015] 根据本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的一个实施例，给水从下部进入预热器的管侧并与壳侧的传热介质逆流换热被加热成略低于饱和点温度的给水后进入汽包，汽包内的饱和水从底部进入蒸发器的管侧并与壳侧的传热介质并流换热后被加热成汽水混合物，汽水混合物再进入汽包进行汽水分离后所得的饱和汽从汽包顶部引出进入过热再热器的管侧并与过热再热器壳侧的传热介质逆流换热后被加热成过热蒸汽去往汽轮机，来自汽轮机的再热蒸汽从底部进入过热再热器的管侧与传热介质逆流换热后从顶部流出去往汽轮机。

[0016] 与现有技术相比，本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统具有以下有益效果：

[0017] 1)本系统传热介质均走壳侧，由于传热介质熔盐的工作压力比水和/或蒸汽的压力低很多，所以与水和/或蒸汽走壳侧的方案相比，本实用新型可降低设备金属耗量并降低电伴热的耗电量，从而降低电站运行费用并提高经济性。

[0018] 2)本系统所有换热器均为立式设备，停机时传热介质熔盐可依靠重力从下部自动排出，传热介质熔盐走壳侧不存在堵管的风险，即便有少量传热介质熔盐留存在壳侧也不会对设备造成损伤。

[0019] 3)本系统流程紧凑合理，只要满足管道应力需要，各级设备间的传热介质管道可

以很短，从而大大降低管道和电伴热的初始投资和运维费用。

[0020] 4)本系统将过热器和再热器合并为一台设备，大大降低了设备、管道、电伴热、仪表、阀门等的投资和运维费用，具有很好的经济性。此外，各换热器中的换热管为缠绕布置且具有很好的柔性，不需要设置膨胀节就可以解决管壳侧膨胀差引起的问题。

附图说明

[0021] 图1示出了根据本实用新型示例性实施例的太阳能光热电站立式蒸发系统的结构原理示意图。

[0022] 图2示出了根据本实用新型示例性实施例的太阳能光热电站立式蒸发系统中过热再热器的结构示意图。

[0023] 附图标记说明：

[0024] 1-过热再热器、10a-饱和蒸汽出口、10b-再热蒸汽出口、11-轴芯、12-筒体、13a-饱和蒸汽入口、13b-再热蒸汽入口、14-管板、15-固定限位单元、16-换热管、17-垫条；

[0025] 2-蒸发器、3-预热器、4-汽包、5a-第一传热介质管道、5b-第二传热介质管道、6a-下降管道、6b-上升管道、7-蒸汽管道、8-汽水管道、9-循环泵。

具体实施方式

[0026] 本说明书中公开的所有特征，或公开的所有方法或过程中的步骤，除了互相排斥的特征和/或步骤以外，均可以以任何方式组合。

[0027] 本说明书中公开的任一特征，除非特别叙述，均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即，除非特别叙述，每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0028] 下面对本实用新型的太阳能光热电站立式蒸发系统进行具体描述和说明。

[0029] 图1示出了根据本实用新型示例性实施例的太阳能光热电站立式蒸发系统的结构原理示意图。

[0030] 如图1所示，根据本实用新型的示例性实施例，所述太阳能光热电站立式蒸发系统包括由管道连接的过热再热器1、蒸发器2、预热器3和汽包4。

[0031] 过热再热器1、蒸发器2和预热器3均为立式布置的螺旋缠绕管式换热器，饱和蒸汽的加热和再热蒸汽的加热均在过热再热器1中进行，并且本实用新型的过热再热器1、蒸发器2和预热器3中的传热介质走壳侧且水和/或蒸汽走管侧，其中传热介质优选为熔盐。

[0032] 根据本实用新型，蒸发系统的传热介质均走壳侧，由于传热介质熔盐的工作压力比水和/或蒸汽的压力低很多，所以与水和/或蒸汽走壳侧的方案相比，本实用新型可降低设备金属耗量并降低电伴热的耗电量，从而降低电站运行费用并提高经济性

[0033] 并且，由于本蒸发系统的所有换热器均为立式设备，停机时传热介质熔盐可依靠重力从下部自动排出，传热介质熔盐走壳侧也不存在堵管的风险，即便有少量传热介质熔盐留存在壳侧也不会对设备造成损伤。并且，各换热器中的换热管为缠绕布置且具有很好的柔性，不需要设置膨胀节就可以解决管壳侧膨胀差引起的问题

[0034] 本蒸发系统中采用的过热再热器1是将过热器和再热器的功能集成至一台设备来实现，大大降低了设备、管道、电伴热、仪表、阀门等的投资和运维费用，具有很好的经济性。

该过热再热器为一台多股流螺旋缠绕管式换热器，它的换热管管束被分成了两部分，让某几层或某层的换热管走再热蒸汽，其余换热管走饱和蒸汽(即过热蒸汽)，具体可根据过热器和再热器所需换热面积进行分配。虽然在不同工况下过热器和再热器的热负荷比值略有不同，但差异较小，蒸汽出口温度在可接受的范围内。

[0035] 图2示出了根据本实用新型示例性实施例的太阳能光热电站立式蒸发系统中过热再热器的结构示意图。

[0036] 如图2所示，以过热再热器1为例进行螺旋缠绕管式换热器的结构说明。过热再热器1的管侧设置有饱和蒸汽入口13a和再热蒸汽入口13b以及分别通过换热管16与饱和蒸汽入口13a和再热蒸汽入口13b相连的饱和蒸汽出口10a和再热蒸汽出口10b，若干层换热管16绕着过热再热器1中心的轴芯11螺旋缠绕布置在过热再热器1的筒体12中。优选地，相邻层换热管的螺旋方向相反，由此形成多个以轴芯为圆心且不同圈径的换热管束。

[0037] 其中，过热再热器1的换热管管束可以根据传热需要分为两部分，一部分走来自汽包的饱和蒸汽，承担过热器的功能，另一部分走再热蒸汽，承担再热器的功能。因此，饱和蒸汽入口13a与饱和蒸汽出口10a之间的换热管16走饱和蒸汽，再热蒸汽入口13b与再热蒸汽出口10b之间的换热管16走再热蒸汽，饱和蒸汽入口13a通过蒸汽管道7与汽包4连接。

[0038] 轴芯11由固定限位单元15固定在过热再热器1的筒体12上，相邻层换热管16之间设置有控制间距的垫条17，饱和蒸汽入口13a和再热蒸汽入口13b以及饱和蒸汽出口10a和再热蒸汽出口10b均设置有与换热管16连接的管板14。

[0039] 过热再热器1的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，传热介质入口与高温传热介质储罐(未示出)连接，传热介质出口通过第一传热介质管道5a与蒸发器2连接。

[0040] 蒸发器2和预热器3的结构与过热再热器1基本类似，只是除传热介质出入口外分别仅设置一个进出口。并且，蒸发器2内的传热介质与水之间为并流换热，预热器3和过热再热器1内均为逆流换热。

[0041] 具体地，蒸发器2的管侧设置有饱和水入口和通过换热管与饱和水入口连接的汽水出口，若干层换热管绕着蒸发器2中心的轴芯螺旋缠绕布置在蒸发器2的筒体中，饱和水入口通过下降管道6a和循环泵9与汽包4连接，汽水出口通过上升管道6b与汽包4连接。类似地，其轴芯也由固定限位单元固定在蒸发器2的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，饱和水入口和汽水出口均设置有与换热管连接的管板。蒸发器2的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，传热介质入口通过第一传热介质管道5a与过热再热器1连接，传热介质出口通过第二传热介质管道5b与预热器3连接。

[0042] 预热器3的管侧设置有给水入口和通过换热管与给水入口连接的给水出口，若干层换热管绕着预热器3中心的轴芯螺旋缠绕布置在预热器3的筒体中，给水出口通过汽水管道8与汽包4连接。类似地，其轴芯也由固定限位单元固定在预热器3的筒体上，相邻层换热管之间设置有控制间距的垫条，给水入口和给水出口均设置有与换热管连接的管板。预热器3的壳侧设置有传热介质入口和传热介质出口，传热介质入口通过第二传热介质管道5b与蒸发器2连接，传热介质出口与低温传热介质储罐(未示出)连接。

[0043] 本实用新型的蒸发系统流程紧凑合理，只要满足管道应力需要，各级设备间的熔盐管道可以很短，从而大大降低管道和电伴热的初始投资和运维费用。

[0044] 下面对本实用新型太阳能光热电站立式蒸发系统的传热介质流程和水汽流程进

行描述。

[0045] 传热介质从上部进入过热再热器1的壳侧并与管侧的蒸汽逆流换热后从下部流出，传热介质从下部进入蒸发器2的壳侧并与管侧的水进行并流换热后从上部流出，传热介质从上部进入预热器3的壳侧并与管侧的水进行逆流换热后从底部流出。其中，进入过热再热器1的传热介质为储存有太阳能的高温熔盐，从预热器3流出的传热介质为换热后的低温熔盐。

[0046] 给水从下部进入预热器3的管侧并与壳侧的传热介质逆流换热被加热成略低于饱和点温度的给水后进入汽包4，汽包4内的饱和水从底部进入蒸发器2的管侧并与壳侧的传热介质并流换热后被加热成汽水混合物，汽水混合物再进入汽包4进行汽水分离后所得的饱和汽从汽包4顶部引出进入过热再热器1的管侧并与过热再热器1壳侧的传热介质逆流换热后被加热成过热蒸汽去往汽轮机，来自汽轮机的再热蒸汽从底部进入过热再热器1的管侧与传热介质逆流换热后从顶部流出去往汽轮机。

[0047] 综上所述，本实用新型的阳能光热电站立式系统解决了蒸发系统熔盐难排净及蒸发系统设备多管路复杂经济性差的问题，还解决了其他立式蒸发系统没有解决的设备热应力的问题，它不仅能够满足光热电站换热需要而且安全可靠，具有良好的经济性。

[0048] 本实用新型并不局限于前述的具体实施方式。本实用新型扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合，以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

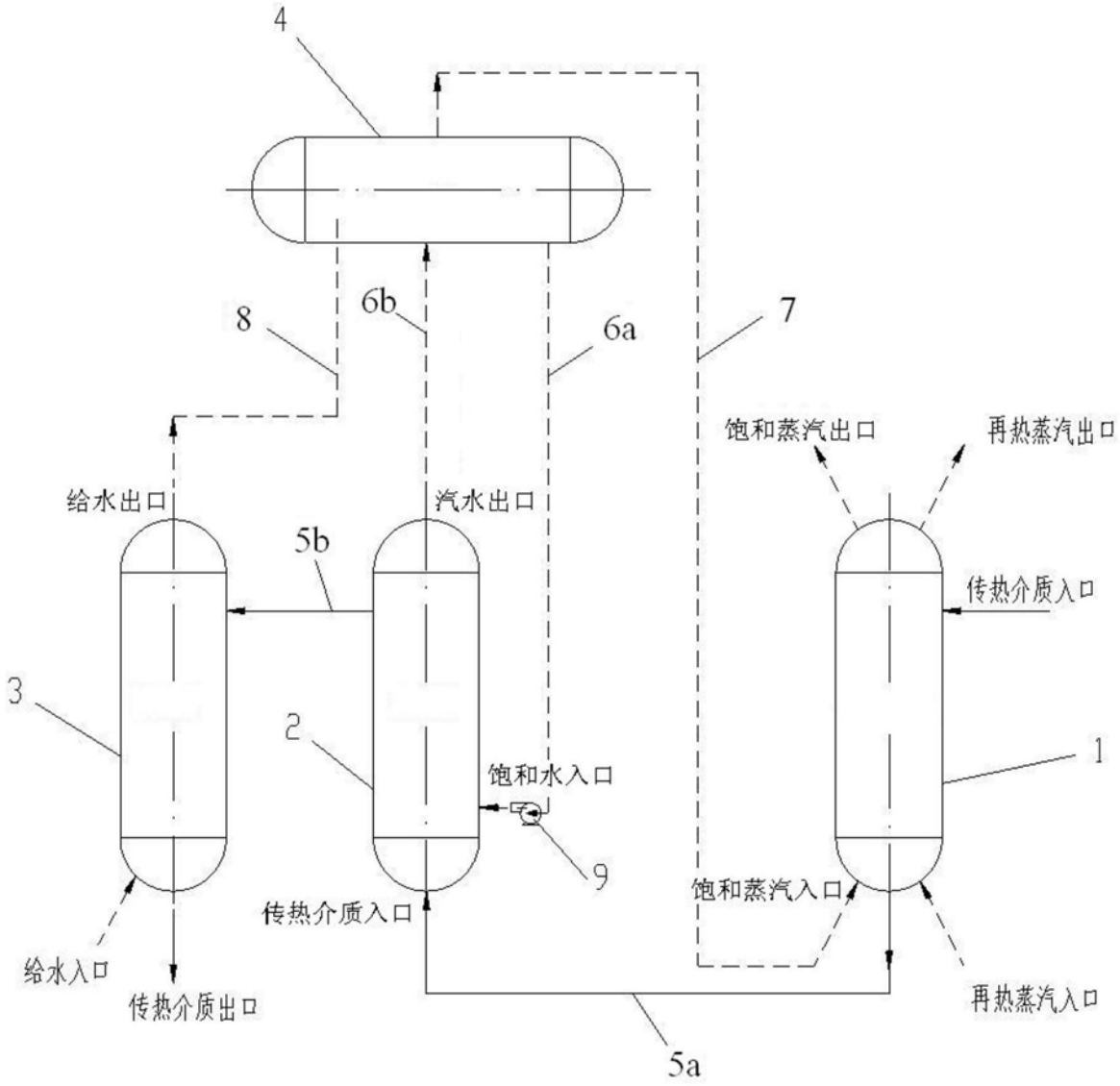

4
8
6b
6a
7
饱和蒸汽出口
再热蒸汽出口
给水出口
汽水出口
5b
传热介质入口
3
2
1
饱和水入口
9
饱和蒸汽入口
传热介质入口
给水入口
传热介质出口
再热蒸汽入口
5a

图1

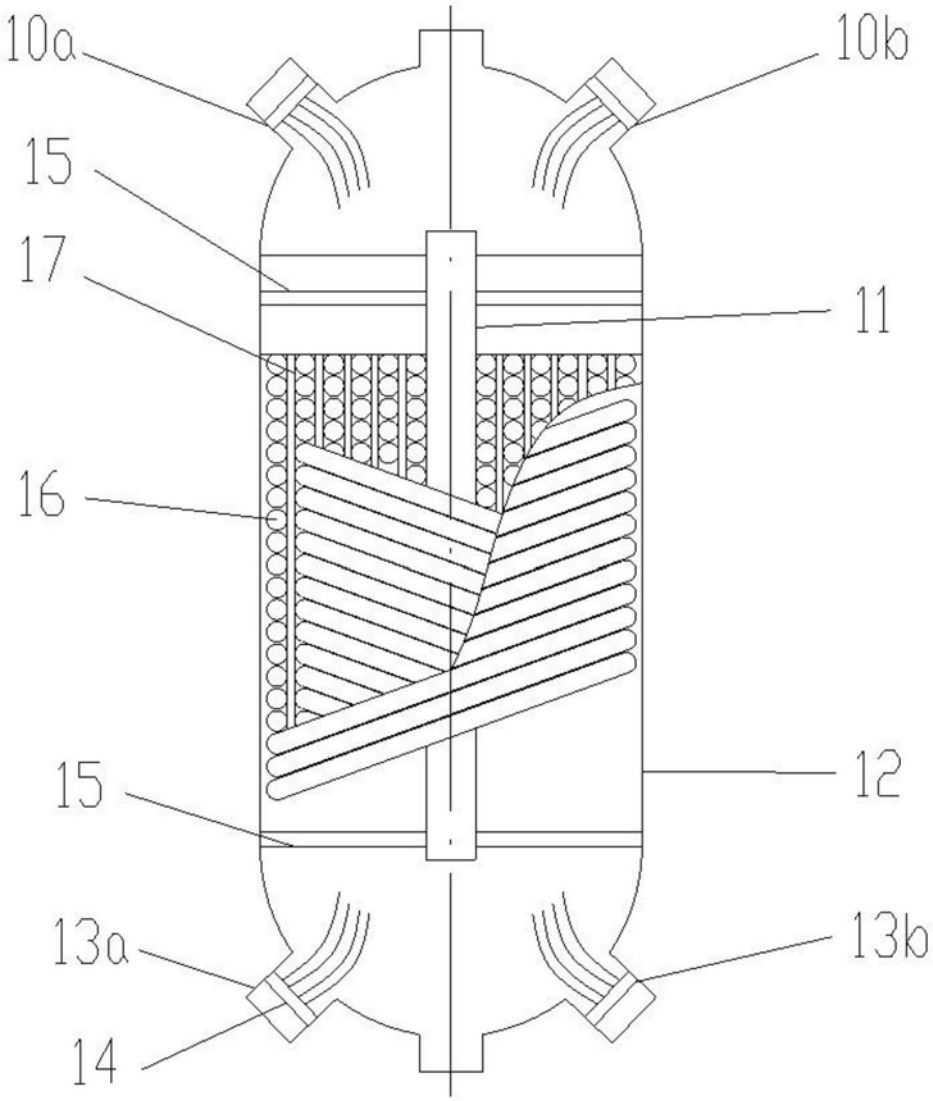


图2