



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103216284 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201310153290. 9

(22) 申请日 2013. 04. 28

(73) 专利权人 烟台龙源电力技术股份有限公司  
地址 264006 山东省烟台市烟台经济技术开发区衡山路 9 号

(72) 发明人 唐宏 喻玫 周予民 王军

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 颜镛

(51) Int. Cl.

F01K 17/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202734015 U, 2013. 02. 13, 说明书第 13-16 段、附图 1.

CN 203257490 U, 2013. 10. 30, 权利要求 1-5.

CN 202810979 U, 2013. 03. 20, 全文.

CN 202813542 U, 2013. 03. 20, 全文.  
CN 202561875 U, 2012. 11. 28, 全文.  
CN 202792190 U, 2013. 03. 13, 说明书第 22, 23 段、附图 1.

JP 平 2-188605 A, 1990. 07. 24, 全文.

US 20110056227 A1, 2011. 03. 10, 全文.

审查员 郭琦

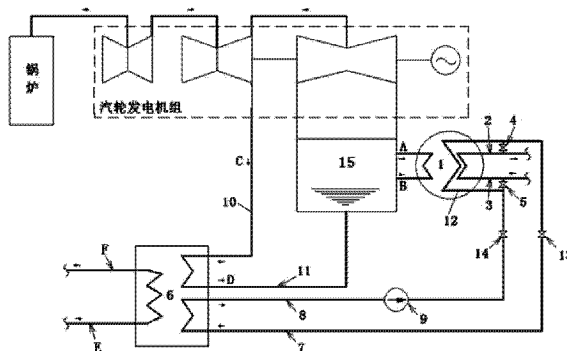
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种分隔取水余热提取系统

(57) 摘要

本发明涉及一种分隔取水余热提取系统,包括凝汽器、循环冷却水回水管、循环冷却水供水管、第一切换阀、第二切换阀、热泵、余热水供水管、余热水回水管、余热水增压泵和热泵驱动源;其中:凝汽器的前水室被隔板隔开,形成循环冷却水的相对高温区域和相对低温区域;其还包括一取水管路,取水管路与高温区域相连通,取水管路的第一端通过第一切换阀与循环冷却水回水管相连通,取水管路的第二端通过第二切换阀与循环冷却水供水管相连通;取水管路的第一端还与余热水供水管相连通,取水管路的第二端还与余热水回水管相连通。本发明能够集中提取循环冷却水的高温部分的余热,使得余热利用效率更高。



CN 103216284 B

1. 一种分隔取水余热提取系统,包括凝汽器(1)、循环冷却水回水管(2)、循环冷却水供水管(3)、第一切换阀(4)、第二切换阀(5)、热泵(6)、余热水供水管(7)、余热水回水管(8)、余热水增压泵(9)和用于驱动所述热泵(6)工作的热泵驱动源;

其中:所述凝汽器(1)的前水室被隔板隔开,形成循环冷却水的相对高温区域(II)和相对低温区域(I);

所述凝汽器(1)的进水口连接所述循环冷却水供水管(3),所述凝汽器(1)的出水口连接所述循环冷却水回水管(2);

所述热泵(6)的余热水进口连接余热水供水管(7),所述热泵(6)的余热水出口连接所述余热水回水管(8);

所述余热水增压泵(9)设置在所述余热水回水管(8)上;

其特征在于:

还包括一取水管路(12),所述取水管路(12)与所述相对高温区域(II)相连通,所述取水管路(12)的第一端通过所述第一切换阀(4)与所述循环冷却水回水管(2)相连通,所述取水管路(12)的第二端通过所述第二切换阀(5)与所述循环冷却水供水管(3)相连通;

所述取水管路(12)的第一端还与所述余热水供水管(7)相连通,所述取水管路(12)的第二端还与余热水回水管(8)相连通,

所述取水管路(12)集中提取的是所述凝汽器(1)中的循环冷却水的相对高温部分的余热,所述热泵(6)所利用的余热源为混合前的相对高温的循环冷却水回水。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:所述热泵(6)工作状态下,所述第一切换阀(4)和第二切换阀(5)均处于关闭状态;

所述相对高温区域(II)的循环冷却水经由所述取水管路(12)的第一端,进入所述余热水供水管(7),作为所述热泵(6)的余热热源被提取热量,被提取热量后的循环冷却水进入所述余热水回水管(8),由所述余热水增压泵(9)加压,再通过所述取水管路(12)输送至所述凝汽器(1)的所述相对高温区域(II),用作冷却汽机排汽的介质。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:还包括第三切换阀(13)和第四切换阀(14),其中:

所述第三切换阀(13)设置在所述余热水供水管(7)上,所述第四切换阀(14)设置在所述余热水回水管(8)上;

所述热泵(6)工作状态下,所述第三切换阀(13)和第四切换阀(14)均处于打开状态。

4. 如权利要求3所述的系统,其特征在于:所述热泵(6)停止工作状态下,所述第一切换阀(4)和第二切换阀(5)处于打开状态,所述第三切换阀(13)和第四切换阀(14)处于关闭状态;

所述余热水增压泵(9)处于停止加压的状态;

来自冷却塔的循环冷却水,一部分循环冷却水通过所述第二切换阀(5)进入所述取水管路(12),剩下的循环冷却水进入所述循环冷却水供水管(3),并一起进入凝汽器(1),共同用作冷却汽机排汽的介质;

所述凝汽器(1)内换热后,所述取水管路(12)中的循环冷却水经换热后进入所述第一切换阀(4),与所述循环冷却水回水管(2)中换热后的循环冷却水汇流,最终返回所述冷却塔。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于:所述热泵驱动源包括热泵驱动蒸汽管(10)以及热泵驱动蒸汽凝结水管(11),电厂原低品质抽汽经由所述热泵驱动蒸汽管(10)进入热泵(6)的驱动蒸汽进口作为驱动蒸汽,释放能量后转换成凝结水,通过所述热泵(6)的驱动蒸汽凝结水出口,进入所述热泵驱动蒸汽凝结水管(11)。

## 一种分隔取水余热提取系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电厂余热提取系统,尤其涉及一种分隔取水余热提取系统。

### 背景技术

[0002] 火电厂的燃料燃烧总发热量中只有 45%左右转变为电能,而剩下的 50%以上的热能称为冷端。近年来,为了节能减排,针对冷端的余热提取技术得到了广泛应用。

[0003] 图 1 显示的是目前所使用的余热提取系统原理示意图。如图 1 所示,现有技术中的余热提取系统包括凝汽器 1'、循环冷却水回水管 2'、循环冷却水供水管 3'、第一切换阀 4'、第二切换阀 5'、余热水增压泵 6'、余热水供水管 7'、余热水回水管 8'、热泵 9' 和热泵驱动蒸汽管 10'。

[0004] 汽轮机组排出的蒸汽(下文统一称为“汽机排气”)A' 进入凝汽器 1' 的壳侧,与凝汽器 1' 管侧的循环冷却水进行热交换,放出汽化潜热,变成主机凝结水 B', 汇集在热井 12' 中。与此同时,来自冷却塔(图中未示出)的循环冷却水从循环冷却水供水管 3' 进入凝汽器 1' 的冷却管束中,凝汽器 1' 管束内流动的循环冷却水不断将吸收的热量带走,并汇入循环冷却水回水管 2'。从循环冷却水回水管 2' 引出的循环冷却水,成为余热水供水,进入余热水供水管 7', 并作为热泵 9' 的低品位余热热源,被提取余热后,水温降低,成为余热水回水,进入余热水回水管 8', 再经余热水增压泵 6' 加压送至循环冷却水供水管 3', 将汽机排气冷却为主机凝结水,如此往复循环。在此过程中,第一切换阀 4' 和第二切换阀 5' 均处于打开状态。

[0005] 电厂的原低品质抽汽作为热泵驱动蒸汽 C', 进入热泵驱动蒸汽管 10' 中,热泵驱动蒸汽进入热泵 9' 后凝结成水 D', 汇集在热井 12' 中。热用户回水 13' 经热泵 9' 加热后,作为热用户供水 14', 供热用户使用。当热泵 9' 停止工作后,第一切换阀 4' 和第二切换阀 5' 关闭。

[0006] 从上述余热的提取方式来看,目前余热提取技术都是在凝汽器外部的循环水管路上使用,此处可利用的余热源已是完全混合后的循环冷却水,并不是凝汽器中最高温的部分,余热利用空间受限。也就是说,利用目前的余热提取技术仍然存在很大一部分能源的浪费,余热利用效率较低。具体来说,若不提高火力发电机组的运行背压,冬季湿冷机组主机循环冷却回水温度偏低,热泵余热利用空间几乎为零;若提高火力发电机组的运行背压,热泵有余热利用空间,但主机效率下降,得不偿失。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提出一种余热利用效率高的分隔取水余热提取系统。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供了以下技术方案:

[0009] 一种分隔取水余热提取系统,包括凝汽器(1)、循环冷却水回水管(2)、循环冷却水供水管(3)、第一切换阀(4)、第二切换阀(5)、热泵(6)、余热水供水管(7)、余热水回水管(8)、余热水增压泵(9)和用于驱动所述热泵(6)工作的热泵驱动源;其中:所述凝汽器(1)

的前水室被隔板隔开,形成循环冷却水的相对高温区域(II)和相对低温区域(I);所述凝汽器(1)的进水口连接所述循环冷却水供水管(3),所述凝汽器(1)的出水口连接所述循环冷却水回水管(2);所述热泵(6)的余热水进口连接余热水供水管(7),所述热泵(6)的余热水出口连接所述余热水回水管(8);所述余热水增压泵(9)设置在所述余热水回水管(8)上;其还包括一取水管路(12),所述取水管路(12)与所述高温区域(II)相连通,所述取水管路(12)的第一端通过所述第一切换阀(4)与所述循环冷却水回水管(2)相连通,所述取水管路(12)的第二端通过所述第二切换阀(5)与所述循环冷却水供水管(3)相连通;所述取水管路(12)的第一端还与所述余热水供水管(7)相连通,所述取水管路(12)的第二端还与余热水回水管(8)相连通。

[0010] 进一步地,所述热泵(6)工作状态下,所述第一切换阀(4)和第二切换阀(5)均处于关闭状态;所述高温区域(II)的循环冷却水经由所述取水管路(12)的第一端,进入所述余热水供水管(7),作为所述热泵(6)的余热热源被提取热量,被提取热量后的循环冷却水进入所述余热水回水管(8),由所述余热水增压泵(9)加压,再通过所述取水管路(12)输送至所述凝汽器(1)的所述高温区域(II),用作冷却汽机排气的介质。

[0011] 进一步地,还包括第三切换阀(13)和第四切换阀(14),其中:所述第三切换阀(13)设置在所述余热水供水管(7)上,所述第四切换阀(14)设置在所述余热水回水管(8)上;所述热泵(6)工作状态下,所述第三切换阀(13)和第四切换阀(14)均处于打开状态。

[0012] 进一步地,所述热泵(6)停止工作状态下,所述第一切换阀(4)和第二切换阀(5)处于打开状态,所述第三切换阀(13)和第四切换阀(14)处于关闭状态;所述余热水增压泵(9)处于停止加压的状态;来自冷却塔的循环冷却水,一部分循环冷却水通过所述第二切换阀(5)进入所述取水管路(12),剩下的循环冷却水进入所述循环冷却水供水管(3),并一起进入凝汽器(1),共同用作冷却汽机排气的介质;所述凝汽器(1)内换热后,所述取水管路(12)中的循环冷却水经换热后进入所述第一切换阀(4),与所述循环冷却水回水管(2)中换热后的循环冷却水汇流,最终返回所述冷却塔。

[0013] 进一步地,所述热泵驱动源包括热泵驱动蒸汽管(10)以及热泵驱动蒸汽凝结水管(11),电厂原低品质抽汽经由所述热泵驱动蒸汽管(10)进入热泵(6)的驱动蒸汽进口作为驱动蒸汽,释放能量后转换成凝结水,通过所述热泵(6)的驱动蒸汽凝结水出口,进入所述热泵驱动蒸汽凝结水管(11)。

[0014] 基于上述技术方案中的任一技术方案,本发明实施例至少可以产生如下技术效果:

[0015] 由于本发明基于已有的前水室被隔板隔开成循环冷却水的相对高温区域和相对低温区域的凝汽器的结构,增设了一根取水管路,并将取水管路与循环冷却水的高温区域相连通,再将取水管路的第一端通过第一切换阀与循环冷却水回水管相连通,将取水管路的第二端通过第二切换阀与循环冷却水供水管相连通,还将取水管路的第一端与余热水供水管相连通,将取水管路的第二端与余热水回水管相连通,从而可以使相对高温的循环冷却水引至热泵,经热泵提取热量后,此部分的循环冷却水温度降低,再经余热水增压泵增压,输送至凝汽器中循环冷却水的相对高温区域的入口,而后进入凝汽器管束内冷却汽机排汽,如此往复,形成循环,因此,本发明利用了凝汽器内循环冷却水温非均匀分布的特性,集中提取了循环冷却水的高温部分的余热,也就是说,热泵所利用的余热源为混合前的高

温循环冷却水回水,即使在火力发电机组背压较低的情况下,该部分循环冷却水的水温也较高,从而使得余热利用效率更高,并且避免了热泵利用循环冷却水余热受机组运行背压等因素影响的限制,扩大了热泵回收余热的适用范围,并保证了余热利用的稳定性。

[0016] 与现有技术中采用混合后的循环冷却水回水作为余热源相比,本发明解决了现有技术中余热利用空间受限的问题。

[0017] 除此之外,本发明的优选技术方案至少还存在以下优点:

[0018] 由于本发明在余热水供水管上增设了第三切换阀,在余热水回水管上增设了第四切换阀,和现有的第一切换阀和第二切换阀一起,根据热泵的工作状态进行灵活切换,因此热泵提取余热与循环冷却水之间能灵活切换,保证了机组运行的稳定性,并且能适应不同热负荷下热泵对余热水量的需求。

### 附图说明

[0019] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0020] 图 1 为现有技术中余热提取系统示意图;

[0021] 图 2 为本发明中所提供的分隔取水余热提取系统一实施例的系统示意图;

[0022] 图 3 为图 2 中凝汽器的结构示意图;

[0023] 图中标记:

[0024] 1'、凝汽器;2'、循环冷却水回水管;3'、循环冷却水供水管;4'、第一切换阀;5'、第二切换阀;6'、余热水增压泵;7'、余热水供水管;8'、余热水回水管;9'、热泵;10'、热泵驱动蒸汽管;11'、热泵驱动蒸汽凝结水管;

[0025] 1、凝汽器;2、循环冷却水回水管;3、循环冷却水供水管;4、第一切换阀;5、第二切换阀;6、热泵;7、余热水供水管;8、余热水回水管;9、余热水增压泵;10、热泵驱动蒸汽管;11、热泵驱动蒸汽凝结水管;12、取水管路;13、第三切换阀;14、第四切换阀;15、热井。

### 具体实施方式

[0026] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0027] 针对现有技术中余热源是完全混合后的循环冷却水,并不是凝汽器中最高温的部分,余热利用空间受限的问题,本发明利用已有的前水室被隔板隔开成循环冷却水的相对高温区域和相对低温区域的凝汽器的结构,将凝汽器前水室中相对高温的循环冷却水引至热泵,经热泵提取热量后,此部分的循环冷却水温度降低,再经余热水增压泵增压,输送至凝汽器中循环冷却水的相对高温区域的入口,而后进入凝汽器管束内冷却汽机排汽,如此往复,形成循环。

[0028] 下文为了叙述方便,下文中所称的“左”、“右”与附图本身的左、右方向一致。

[0029] 图 2 显示的是本发明所提供的分隔取水余热提取系统一实施例的系统示意图。如图 2 所示,本实施例中的分隔取水余热提取系统包括凝汽器 1、循环冷却水回水管 2、循环冷却水供水管 3、第一切换阀 4、第二切换阀 5、热泵 6、余热水供水管 7、余热水回水管 8、余热水增压泵 9 和用于驱动热泵 6 工作的热泵驱动源。

[0030] 图 3 中示出的凝汽器 1 的左侧水室 1-1 (“左侧水室”通常为“进水室”)被新增的

两块隔板 1-2 进一步隔开,同时,右侧水室 1-3 (“右侧水室”通常为“折回水室”)被新增的一块隔板 1-4 隔开,从而可以形成循环冷却水的相对高温区域 II 和相对低温区域 I,使温度较高的循环冷却水与温度较低的循环冷却水不能混合。本发明是从凝汽器 1 的冷却水管束 1-5 中提取相对高温的循环冷却水作为余热水供水,进入热泵 6 回收余热后,再进入凝汽器 1 升温,完成一个闭式循环。

[0031] 本实施例中,凝汽器 1 的左侧水室 1-1 和右侧水室 1-3 的分隔不仅局限于图 3 中公开的形式,还可以针对所使用的凝汽器的机型进行温度场分析,并依据温度场分布情况及提取余热的需求进行分隔的其他形式。

[0032] 凝汽器 1 的进水口连接循环冷却水供水管 3,凝汽器 1 的出水口连接循环冷却水回水管 2。热泵 6 的余热水进口连接余热水供水管 7,热泵 6 的余热水出口连接余热水回水管 8。余热水增压泵 9 设置在余热水回水管 8 上,以补偿闭式回路中的阻力损失,使余热水能在管路内稳定的循环。

[0033] 本发明中所提供的分隔取水余热提取系统还包括一取水管路 12,取水管路 12 与高温区域 II 相连通,取水管路 12 的第一端通过第一切换阀 4 与循环冷却水回水管 2 相连通,取水管路 12 的第二端通过第二切换阀 5 与循环冷却水供水管 3 相连通。并且,取水管路 12 的第一端还与余热水供水管 7 相连通,取水管路 12 的第二端还与余热水回水管 8 相连通。

[0034] 热泵 6 工作时,第一切换阀 4 和第二切换阀均处于关闭状态。汽机排气 A 进入凝汽器 1 的壳侧,与凝汽器 1 管侧的循环冷却水进行热交换,放出汽化潜热,变成主机凝结水 B,汇集在热井 15 中。与此同时,来自冷却塔(图中未示出)的循环冷却水从循环冷却水供水管 3 进入凝汽器 1 的冷却管束中,凝汽器 1 的冷却管束内流动的循环冷却水不断将吸收的热量带走,并在凝汽器 1 的前水室中形成相对高温区域 II 和相对低温区域 I。

[0035] 由于第一切换阀 4 和第二切换阀均处于关闭状态,因此,高温区域 II 的循环冷却水经由所述取水管路 12 的第一端,进入余热水供水管 7,作为热泵 6 的余热热源,被提取余热后,水温降低,被提取热量后的循环冷却水成为余热水回水,进入余热水回水管 8,再经余热水增压泵 6 加压,通过取水管路 12 输送至凝汽器 1 的高温区域 II,用作冷却汽机排气的介质。

[0036] 热用户回水 E 经热泵 6 加热后,作为热用户供水 F 供生产或生活热用户使用。

[0037] 上述实施例中,本发明所提供的分隔取水余热提取系统还包括第三切换阀 13 和第四切换阀 14,其中:第三切换阀 13 设置在余热水供水管 7 上,第四切换阀 14 设置在余热水回水管 8 上。热泵 6 工作状态下,第三切换阀 13 和第四切换阀 14 均处于打开状态。

[0038] 在热泵 6 停止工作的状态下,余热水供水无法被冷却,不能满足凝汽器 1 对循环冷却水的要求,此时应打开第一切换阀 4 和第二切换阀 5,同时关闭第三切换阀 13 和第四切换阀 14,并且,余热水增压泵 9 处于停止加压的状态。

[0039] 来自冷却塔的循环冷却水,一部分循环冷却水通过第二切换阀 5 进入取水管路 12,剩下的循环冷却水进入循环冷却水供水管 3,并一起进入凝汽器 1,共同用作冷却汽机排气的介质。

[0040] 凝汽器 1 内换热后,取水管路 12 中的循环冷却水经换热后进入第一切换阀 4,与循环冷却水回水管 2 中换热后的循环冷却水汇流,最终返回冷却塔。

[0041] 本发明可以根据热泵的工作状态,通过上述各切换阀进行灵活切换,因此热泵提取余热与循环冷却水之间能灵活切换,保证了机组运行的稳定性,并且能适应不同热负荷下热泵对余热水量的需求。

[0042] 上述各实施例中,所述热泵驱动源可以采用电厂原低品质抽汽作为热泵 6 的驱动蒸汽,因此,热泵驱动源可以包括热泵驱动蒸汽管 10 以及热泵驱动蒸汽凝结水管 11,热泵 6 的驱动蒸汽进口连接热泵驱动蒸汽管 10,热泵 6 的驱动蒸汽凝结水出口连接热泵驱动蒸汽凝结水管 11。

[0043] 电厂原低品质抽汽 C 经由热泵驱动蒸汽管 10 进入热泵 6 的驱动蒸汽进口,作为驱动蒸汽,释放能量后转换成凝结水 D,通过热泵 6 的驱动蒸汽凝结水出口,进入热泵驱动蒸汽凝结水管 11,最终汇入热井 15 中。

[0044] 上述各实施例中,凝汽器 1 不仅局限于电厂凝汽器,也可以是任何有余热利用需求的工业领域内的凝汽器。

[0045] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换;而不脱离本发明技术方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。



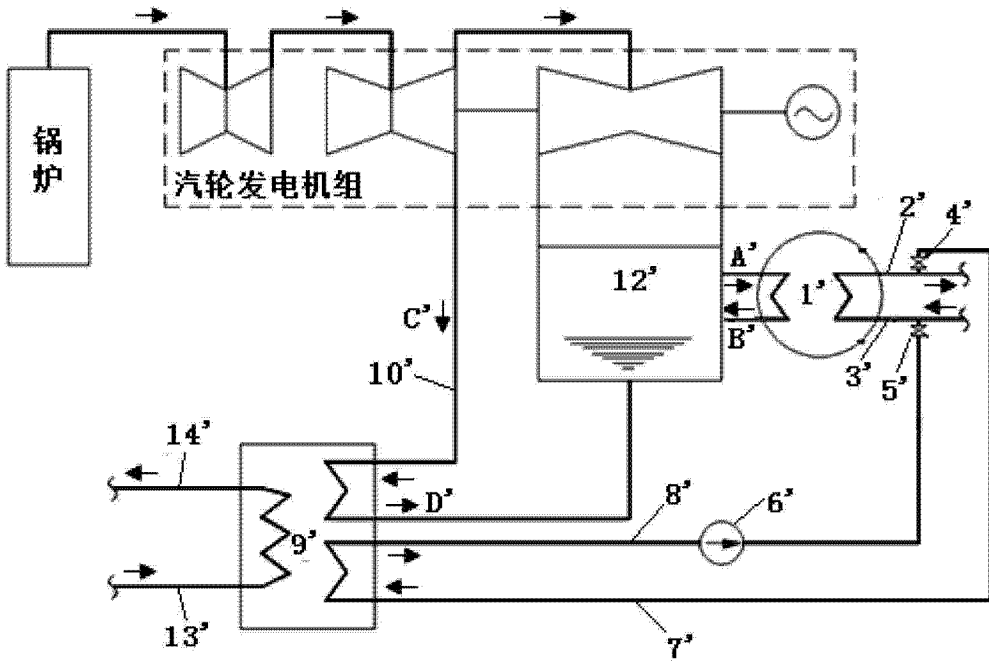


图 1

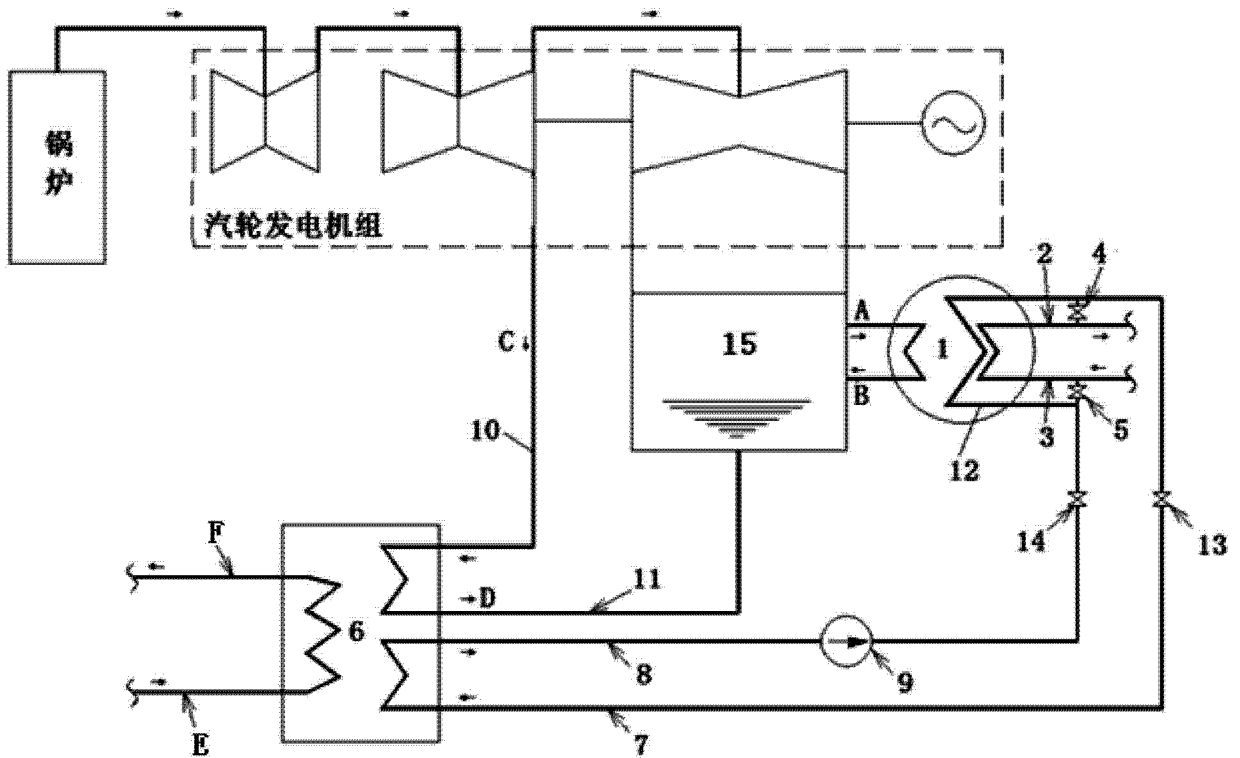


图 2

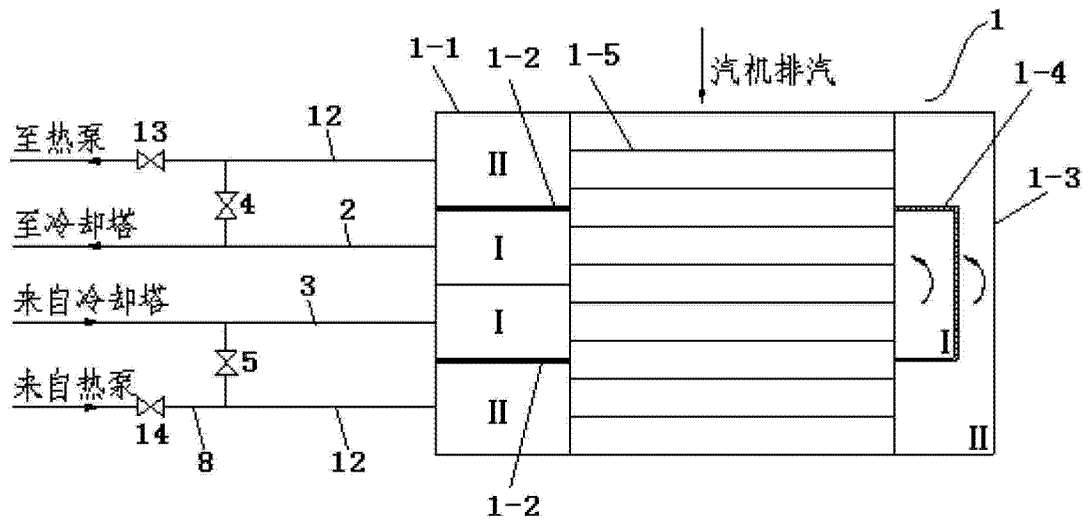


图 3