



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105889897 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201610064292.4

(22)申请日 2016.01.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105889897 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(73)专利权人 中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

地址 710075 陕西省西安市高新开发区团结南路22号

(72)发明人 樊守峰 马欣强 李淑萍 刘欣
高小娟 祝文强

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 陆万寿

(51)Int.Cl.

F22D 1/36(2006.01)

F22D 1/40(2006.01)

F22D 11/06(2006.01)

F01K 17/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 202673378 U, 2013.01.16, 全文.

CN 105042666 A, 2015.11.11, 全文.

CN 104948240 A, 2015.09.30, 全文.

JP H074603 A, 1995.01.10, 全文.

CN 205332168 U, 2016.06.22, 权利要求1-

6.

审查员 贾思宁

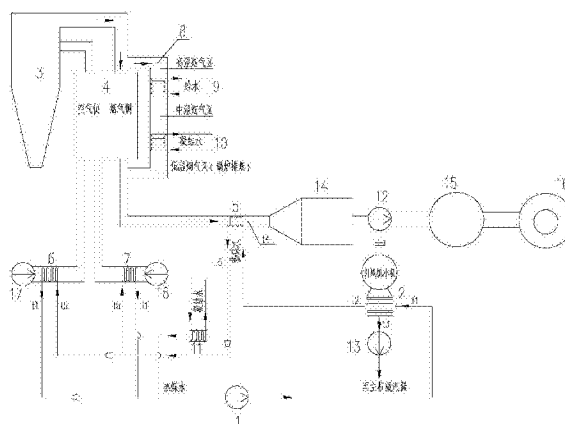
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种火力发电厂余热综合回收利用系统及方法

(57)摘要

本发明公开一种火力发电厂余热综合回收利用系统及方法,余热综合回收利用系统包括一个封闭的热媒水循环换热系统,不但回收了引风机驱动汽轮机的排汽余热、也回收了锅炉尾部排烟余热,一方面增大了全厂余热回收的总热量;另一方面利用本发明系统和方法可实现用上述两种热能利用率不高、但热功率值极大的低品质热量置换出热能利用率极高的高品质热能,既可降低全厂的厂用电率,也可降低发电标煤耗,从而大大地提高了机组运行的经济性。



1. 一种火力发电厂余热综合回收利用系统,其特征为:包括一个封闭的热媒水循环换热系统,热媒水循环换热系统包括热媒水升压泵(1),热媒水升压泵(1)通过管路与引风机驱动汽轮机凝汽器(2)相连通,将低温热媒水送入引风机驱动汽轮机凝汽器(2)吸收引风机驱动汽轮机排汽余热;

对于湿冷机组,引风机驱动汽轮机凝汽器(2)热媒水出口通过管路与设置在锅炉空气预热器(4)出口烟道内的第三级低温省煤器(5)连通,第三级低温省煤器(5)热媒水出口经三个支路管路分别与二次风加热器(6)、一次风加热器(7)和水水换热器(11)连通,二次风加热器(6)、一次风加热器(7)和水水换热器(11)的热媒水出口再与热媒水升压泵(1)连通,形成闭式循环换热系统;

对于空冷机组,引风机驱动汽轮机凝汽器(2)热媒水出口连接有两条管路,一条管路与设置在锅炉空气预热器(4)出口烟道内的第三级低温省煤器(5)连通,第三级低温省煤器(5)热媒水出口经两个支路管路分别与二次风加热器(6)、一次风加热器(7)连通;另一条管与水水换热器(11)连通,将部分中温热媒水引至水水换热器(11);二次风加热器(6)、一次风加热器(7)和水水换热器(11)的热媒水出口再与热媒水升压泵(1)连通形成闭式循环换热系统。

2. 根据权利要求1所述的火力发电厂余热综合回收利用系统,其特征为:所述锅炉(3)烟气出口安装有锅炉空气预热器(4)和空气预热器旁路烟道(8),空气预热器旁路烟道(8)内分别设置有加热主汽轮机高压给水的第二级低温省煤器(9)和加热主汽轮机凝结水的第三级低温省煤器(10);空气预热器旁路烟道(8)排烟口与锅炉空气预热器(4)出口烟道连通。

3. 根据权利要求1或2所述的火力发电厂余热综合回收利用系统,其特征为:所述锅炉空气预热器(4)出口烟道上依次安装除尘器(14)、引风机(12)、脱硫塔(15)和烟囱(16)。

4. 根据权利要求2所述的火力发电厂余热综合回收利用系统,其特征为:所述第二级低温省煤器(9)和第三级低温省煤器(10)沿烟气流动方向依次安装在空气预热器旁路烟道(8)内。

5. 根据权利要求3所述的火力发电厂余热综合回收利用系统,其特征为:所述第三级低温省煤器(5)安装在锅炉空气预热器(4)出口烟道内,位于除尘器(14)进口前。

6. 根据权利要求3所述的火力发电厂余热综合回收利用系统,其特征为:所述第三级低温省煤器(5)安装在锅炉空气预热器(4)出口烟道内,位于除尘器(14)出口后。

7. 一种基于权利要求1系统的火力发电厂余热综合回收利用方法,其特征为:包括以下步骤:

(1) 在热媒水循环换热系统内,通过热媒水升压泵(1)将低温热媒水输送到引风机驱动汽轮机凝汽器(2),利用低温热媒水吸收引风机驱动汽轮机的排汽余热;

(2) 对于湿冷机组将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入安装在锅炉空气预热器(4)出口烟道内的第三级低温省煤器(5),将中温热媒水升温至高温热媒水,将高温热媒水分别送入二次风加热器(6)、一次风加热器(7),提高进入锅炉空气预热器(4)的一、二次风温度;当无法完全利用全部余热时,将部分高温热媒水引至水水换热器(11)用于加热主汽轮机凝结水;

对于空冷机组通过一条管路将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入

安装在锅炉空气预热器(4)出口烟道内的第三级低温省煤器(5)吸热升温至高温热媒水,将高温热媒水分别送入二次风加热器(6)、一次风加热器(7),提高进入锅炉空气预热器(4)的一、二次风温度;当无法完全利用全部余热时,通过另一条管路将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入水水换热器(11)将热量传递给开式循环冷却水。

8.根据权利要求7所述的火力发电厂余热综合回收利用方法,其特征在于:锅炉(3)烟气出口安装有锅炉空气预热器(4)和空气预热器旁路烟道(8),空气预热器旁路烟道(8)内分别设置有加热主汽轮机高压给水的第一级低温省煤器(9)和加热主汽轮机凝结水的第二级低温省煤器(10);部分高温烟气引入空气预热器旁路烟道(8)加热高压给水和凝结水。

9.根据权利要求8所述的火力发电厂余热综合回收利用方法,其特征在于:空气预热器旁路烟道(8)排烟温度与锅炉空气预热器(4)出口的排烟温度相同。

一种火力发电厂余热综合回收利用系统及方法

【技术领域】

[0001] 本发明属于火力发电厂领域,涉及一种火力发电厂余热综合回收利用系统及方法。

【背景技术】

[0002] 引风机是火力发电厂的耗能大户,其功率约占火力发电厂厂用电率的约1%,国内各大电力集团为了降低发电厂厂用电率、增加电厂对外的供电能力,纷纷采用汽轮机驱动引风机的方案。

[0003] 据了解,目前国内引风机驱动汽轮机大多自带凝汽器,而其凝汽器常见的冷却方式有两种方式:一种为采用开式循环冷却水系统冷却;另一种为采用间接循环方式进行冷却。前者的优点是驱动汽轮机的背压较低、运行效率较高,缺点是存在冷却水的蒸发损失;后者的优点是没有冷却水的蒸发损失,但缺点是驱动汽轮机的背压较高、运行效率较低。

[0004] 由以上情况可知,无论采用以上两种凝汽器冷却方案中的任何一种都存在冷端损失,均将驱动汽轮机排汽中的大量汽化潜热排向大气,白白浪费掉了。

[0005] 众所周知,火力发电厂的锅炉排烟热损失相当于燃料热量的5%~12%,而引风机驱动汽轮机的排汽热损失相当于锅炉排烟可利用热量的80%以上,由此可见引风机驱动汽轮机的排汽余热损失是十分巨大的。

【发明内容】

[0006] 本发明目的在于克服现有技术缺陷,提供一种火力发电厂余热综合回收利用系统及方法,一方面利用了火力发电厂引风机驱动汽轮机排汽余热,在降低全厂厂用电率的前提下提高了机组运行的经济性,另一方面也利用了锅炉尾部排烟余热,从而更大地提高机组运行的经济性。

[0007] 为了达到上述目的,本发明的技术方案如下:

[0008] 一种火力发电厂余热综合回收利用系统,包括一个封闭的热媒水循环换热系统,热媒水循环换热系统包括热媒水升压泵,热媒水升压泵通过管路与引风机驱动汽轮机凝汽器相连通,将低温热媒水送入引风机驱动汽轮机凝汽器吸收引风机驱动汽轮机排汽余热;

[0009] 对于湿冷机组,引风机驱动汽轮机凝汽器热媒水出口通过管路与设置在锅炉空气预热器出口烟道内的第三级低温省煤器连通,第三级低温省煤器热媒水出口经三个支路管路分别与二次风加热器、一次风加热器和水水换热器连通,二次风加热器、一次风加热器和水水换热器的热媒水出口再与热媒水升压泵连通,形成闭式循环换热系统;

[0010] 对于空冷机组,引风机驱动汽轮机凝汽器热媒水出口连接有两条管路,一条管路与设置在锅炉空气预热器出口烟道内的第三级低温省煤器连通,第三级低温省煤器热媒水出口经两个支路管路分别与二次风加热器、一次风加热器连通;另一条管路与水水换热器连通,将部分中温热媒水引至水水换热器;二次风加热器、一次风加热器和水水换热器的热媒水出口再与热媒水升压泵连通形成闭式循环换热系统。

[0011] 进一步,所述锅炉烟气出口安装有锅炉空气预热器和空气预热器旁路烟道,空气预热器旁路烟道内分别设置有加热主汽轮机高压给水的第一级低温省煤器和加热主汽轮机凝结水的第二级低温省煤器;空气预热器旁路烟道排烟口与锅炉空气预热器出口烟道连通。

[0012] 进一步,所述锅炉空气预热器出口烟道上依次安装除尘器、引风机、脱硫塔和烟囱。

[0013] 进一步,所述第一级低温省煤器和第二级低温省煤器沿烟气流动方向依次安装在空气预热器旁路烟道内。

[0014] 进一步,所述第三级低温省煤器安装在锅炉空气预热器出口烟道内,位于除尘器进口前。

[0015] 进一步,所述第三级低温省煤器安装在锅炉空气预热器出口烟道内,位于除尘器出口后。

[0016] 一种火力发电厂余热综合回收利用方法,包括以下步骤:

[0017] (1) 在热媒水循环换热系统内,通过热媒水升压泵将低温热媒水输送到引风机驱动汽轮机凝汽器,利用低温热媒水吸收引风机驱动汽轮机的排汽余热;

[0018] (2) 对于湿冷机组将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入安装在锅炉空气预热器出口烟道内的第三级低温省煤器,将中温热媒水升温至高温热媒水,将高温热媒水分别送入二次风加热器、一次风加热器,提高进入锅炉空气预热器的一、二次风温度;当无法完全利用全部余热时,将部分高温热媒水引至水水换热器用于加热主汽轮机凝结水;

[0019] 对于空冷机组通过一条管路将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入安装在锅炉空气预热器出口烟道内的第三级低温省煤器吸热升温至高温热媒水,将高温热媒水分别送入二次风加热器、一次风加热器,提高进入锅炉空气预热器的一、二次风温度;当无法完全利用全部余热时,通过另一条管路将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入水水换热器将热量传递给开式循环冷却水。

[0020] 进一步,锅炉烟气出口安装有锅炉空气预热器和空气预热器旁路烟道,空气预热器旁路烟道内分别设置有加热主汽轮机高压给水的第一级低温省煤器和加热主汽轮机凝结水的第二级低温省煤器;部分高温烟气引入空气预热器旁路烟道加热高压给水和凝结水。

[0021] 进一步,空气预热器旁路烟道排烟温度与锅炉空气预热器出口的排烟温度相同。

[0022] 本发明的火力发电厂余热综合回收利用系统及方法,以热媒水为换热介质,在一个闭式循环换热系统内,热媒水首先吸收引风机汽轮机排汽余热,然后进入锅炉排烟余热回收低温省煤器进行二次升温,最终热媒水将所吸收的热量尽量多地传递给进入锅炉空气预热器的一、二次风(或仅其中的一种风),使进入锅炉空气预热器的风温高于常规要求的的风温;对于湿冷机组可将剩余热量传递给凝结水,对于空冷机组可将剩余热量传递给开式循环冷却水,将引风机汽轮机排汽余热有效回收利用。

[0023] 进一步,在锅炉烟气出口安装有锅炉空气预热器和空气预热器旁路烟道,通过回收引风机驱动汽轮机排汽的低品质余热和锅炉尾部排烟的低品质余热,置换出了一定流量的高温烟气,实现两种热能利用率不高、但热功率数值极大的低品质热量置换出热能利用

率极高的高品质热能,利用高品质的高温烟气去加热高压给水和凝结水,可使高压给水和凝结水的温升更大,从而使汽轮机的热耗率降低更多,可获得的收益更大。

【附图说明】

[0024] 图1是本发明适用于湿冷机组的热力系统示意图,第三级低温省煤器安装在除尘器前;

[0025] 图2是本发明适用于湿冷机组的热力系统示意图,第三级低温省煤器安装在引风机出口;

[0026] 图3是本发明适用于空冷机组的热力系统示意图,第三级低温省煤器安装在除尘器前;

[0027] 图4是本发明适用于空冷机组的热力系统示意图,第三级低温省煤器安装在引风机出口;

[0028] 图中:1-热媒水升压泵;2-引风机驱动汽轮机凝汽器;3-锅炉;4-锅炉空气预热器;5-第三级低温省煤器;6-二次风加热器;7-一次风加热器;8-空气预热器旁路烟道;9-第一级低温省煤器;10-第二级低温省煤器;11-水水换热器;12-引风机;13-小机凝结水泵;14-除尘器;15-脱硫塔;16-烟囱;17-送风机;18-一次风机。

【具体实施方式】

[0029] 以下结合附图及实施例对本发明作进一步的详细描述:

[0030] 如图1、2所示,一种火力发电厂余热综合回收利用系统,其包括热媒水升压泵1、引风机驱动汽轮机凝汽器2、锅炉3、锅炉空气预热器4、第三级低温省煤器5、二次风加热器6、一次风加热器7、空气预热器旁路烟道8、第一级低温省煤器9、第二级低温省煤器10、水水换热器11、引风机12、小机凝结水泵13、除尘器14、脱硫塔15、烟囱16、送风机17和一次风机18。

[0031] 余热综合回收利用系统包括一个封闭的热媒水循环换热系统,热媒水循环换热系统包括热媒水升压泵1,热媒水升压泵1通过管路与引风机驱动汽轮机凝汽器2相连通,将低温热媒水送入引风机驱动汽轮机凝汽器2吸收引风机驱动汽轮机排汽余热,对于湿冷机组引风机驱动汽轮机凝汽器2热媒水出口通过管路与设置在锅炉空气预热器4出口烟道内的第三级低温省煤器5连通,将中温热媒水送入第三级低温省煤器5吸热升温至高温热媒水;第三级低温省煤器5热媒水出口经三个支路管路分别与锅炉空气预热器4的二次风加热器6、一次风加热器7和用于加热主汽轮机凝结水的水水换热器11连通;

[0032] 对于空冷机组引风机驱动汽轮机凝汽器2热媒水出口分两路,一路与设置在锅炉空气预热器(4)出口烟道内的第三级低温省煤器5连通,将中温热媒水送入第三级低温省煤器5吸热升温至高温热媒水;第三级低温省煤器5热媒水出口经两个支路管路分别与锅炉空气预热器4的二次风加热器6、一次风加热器7连通,另一路与水水换热器11相连通,用于加热开式循环冷却水。

[0033] 二次风加热器6、一次风加热器7和水水换热器11的热媒水出口再与热媒水升压泵1连通形成循环换热系统。

[0034] 进一步,所述锅炉3烟气出口安装有锅炉空气预热器4和空气预热器旁路烟道8,空气预热器旁路烟道8内分别设置有加热主汽轮机高压给水的第一级低温省煤器9和加热主

汽轮机凝结水的第二级低温省煤器10;空气预热器旁路烟道8排烟口与锅炉空气预热器4出口烟道连通。

[0035] 进一步,所述锅炉空气预热器4出口烟道上依次安装除尘器14、引风机12、脱硫塔15和烟囱16。

[0036] 进一步,所述第一级低温省煤器9和第二级低温省煤器10沿烟气流动方向依次安装在空气预热器旁路烟道8内。

[0037] 如图1、3所示,所述第三级低温省煤器5安装在锅炉空气预热器4出口烟道内,位于除尘器14进口前。

[0038] 如图2、4所示,所述第三级低温省煤器5安装在锅炉空气预热器4出口烟道内,位于引风机12出口后。

[0039] 一种火力发电厂余热综合回收利用方法:

[0040] (1) 在一个闭式循环换热系统内,通过热媒水升压泵将低温热媒水输送到引风机驱动汽轮机凝汽器,利用低温热媒水吸收引风机驱动汽轮机排汽余热;

[0041] (2) 然后将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入安装在锅炉空气预热器出口烟道上的第三级低温省煤器,将中温热媒水升温至高温热媒水;

[0042] (3) 由于高温热媒水所吸收的热功率值较大,无法完全用于加热一、二次冷风(或仅其中的一种冷风),因此,可优先最大限度的利用高温热媒水提高进入锅炉空气预热器的一、二次风温度(或仅提高其中的一种风温度),这样理论上可减少通过锅炉空气预热器所必需的高温烟气流量;当无法完全利用全部余热时,对于湿冷机组可将剩余的部分高温热媒水引至水水换热器用于加热主汽轮机凝结水;对于空冷机组可将剩余的部分中温热媒水引至水水换热器将热量传递给开式循环冷却水。

[0043] 进一步,锅炉烟气出口安装有锅炉空气预热器和空气预热器旁路烟道,空气预热器旁路烟道内分别设置有加热主汽轮机高压给水的第一级低温省煤器和加热主汽轮机凝结水的第二级低温省煤器;将高温烟气引入锅炉空气预热器的旁路烟道,在旁路烟道内沿烟气流动方向依次安装有加热高压给水的第一级低温省煤器和加热凝结水的第二级低温省煤器;

[0044] 进一步,由第二级低温省煤器排出的烟气温度与锅炉空气预热器出口的排烟温度相同。

[0045] 计算置换高温烟气流量的方法如下:

[0046] (a) 进入空气预热器旁路烟道的烟气温度等于进入锅炉空气预热器的烟气温度。

[0047] (b) 由空气预热器旁路烟道最终排出的烟气温度等于锅炉空气预热器的排烟温度。

[0048] (c) 流经空气预热器旁路烟道烟气所释放的热量等于一、二次风吸收高温热媒水的热量。

[0049] 以下为本发明在火力发电厂余热综合回收利用系统及方法的实施示例。

[0050] (1) 在一个闭式循环换热系统内,通过热媒水升压泵将低温热媒水输送到引风机驱动汽轮机凝汽器,利用低温热媒水吸收引风机驱动汽轮机排汽余热,计算回收排汽余热的方法如下:

[0051] (a) 引风机驱动汽轮机凝汽器的热媒水进口温度 t_1 ($^{\circ}\text{C}$)依据当地气温及一、二次

风加热器换热端差确定。

[0052] (b) 引风机驱动汽轮机凝汽器的热媒水出口温度 t_2 ($^{\circ}\text{C}$)依据引风机驱动汽轮机凝汽器背压、端差确定。

[0053] (c) 引风机驱动汽轮机排汽背压取温度 t_3 ($^{\circ}\text{C}$)对应的饱和压力, t_3 主要依据最高烟气水露点温度、防止低温省煤器腐蚀及凝汽器端差确定。

[0054] (d) 引风机驱动汽轮机凝汽器出口凝结水温度为 t_3 ($^{\circ}\text{C}$)。

[0055] (e) 根据引风机轴功率、齿轮箱传递效率、驱动汽轮机排汽背压,确定驱动汽轮机的排汽流量及排汽焓。

[0056] (f) 根据凝汽器进、出口热媒水温度,引风机驱动汽轮机的排汽流量、排汽焓及凝汽器出口凝结水温度,可计算出所需的热媒水流量及可回收的排汽余热。

[0057] (2) 然后将吸收引风机驱动汽轮机排汽余热后的中温热媒水送入安装在锅炉空气预热器出口烟道上的第三级低温省煤器,将中温热媒水升温至高温热媒水,计算在第三级低温省煤器内回收烟气余热的方法如下:

[0058] (a) 根据锅炉厂提供的锅炉排烟温度及流量,结合第三级低温省煤器的安装位置,考虑一定漏风量后确定进入第三级低温省煤器的烟气温度和烟气流量。

[0059] (b) 第三级低温省煤器的出口烟气温度 t_4 ($^{\circ}\text{C}$)依据防止低温省煤器腐蚀及换热器端差确定。

[0060] (c) 根据烟气流量、进口温度及出口温度可计算出烟气流经第三级低温省煤器时释放的热量。

[0061] (d) 根据烟气释放热量、热媒水流量及入口水温 t_2 ,可计算出热媒水出口温度 t_5 ($^{\circ}\text{C}$)。

[0062] (3) 利用高温热媒水提高进入锅炉空气预热器的一、二次风温度或仅提高其中的一种风温度,可减少通过锅炉空气预热器所必需的高温烟气流量,相当于用引风机驱动汽轮机的排汽余热和锅炉尾部排烟余热置换出了一定流量的高温烟气,计算置换高温烟气流量的方法如下:

[0063] (a) 进入空气预热器旁路烟道的烟气温度等于进入锅炉空气预热器的烟气温度。

[0064] (b) 由空气预热器旁路烟道最终排出的烟气温度等于锅炉空气预热器的排烟温度。

[0065] (c) 流经空气预热器旁路烟道烟气释放的热量等于一、二次风吸收高温热媒水的热量。

[0066] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的方法及技术内容作出些许的更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,仍属于本发明技术方案的范围。

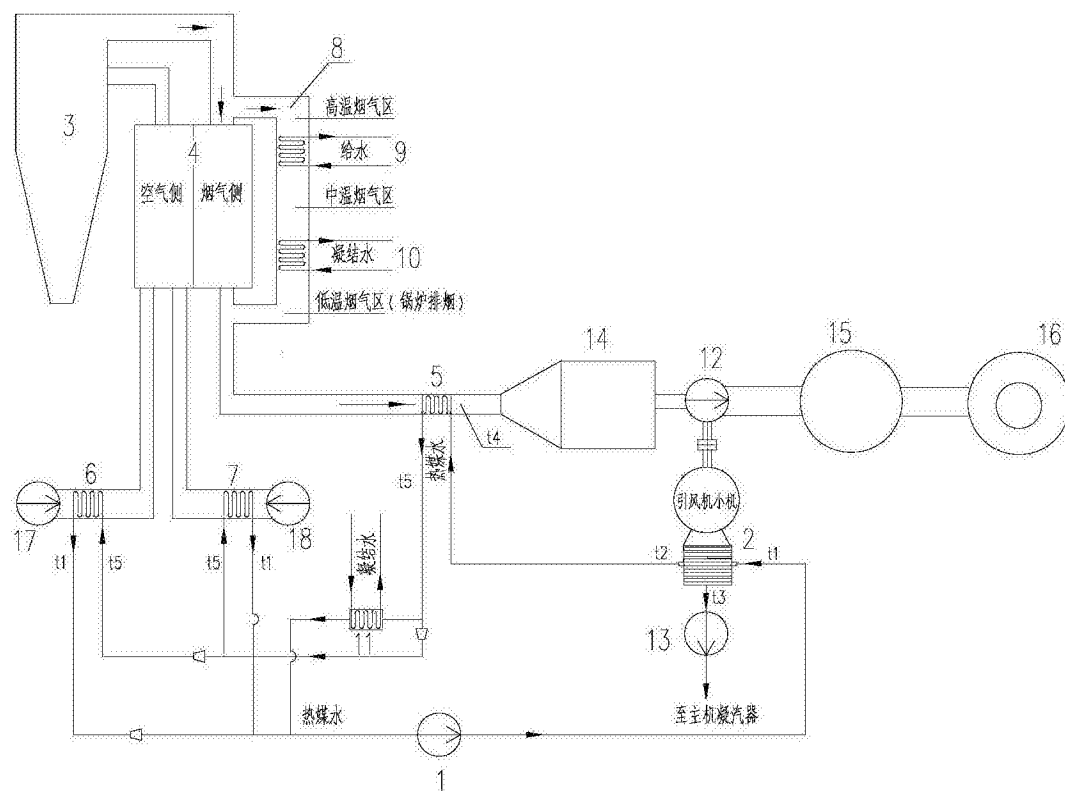


图 1

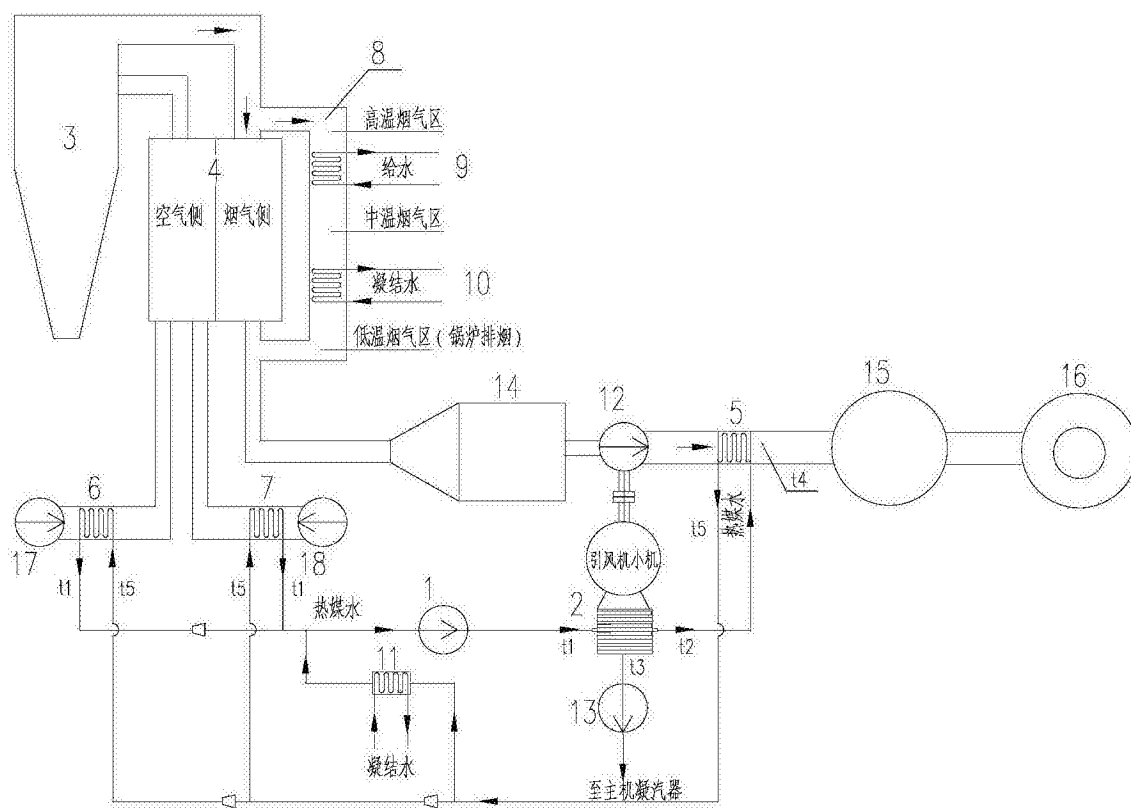


图2

