



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105179023 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201510574347.1

F01K 11/02(2006.01)

(22)申请日 2015.09.10

F01K 17/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F22D 1/00(2006.01)

申请公布号 CN 105179023 A

F26B 3/08(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.23

审查员 郭琦

(73)专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 车得福 朱信 张涛 王利民

唐春丽

(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 闵岳峰

(51)Int.Cl.

F01K 17/06(2006.01)

F01D 15/10(2006.01)

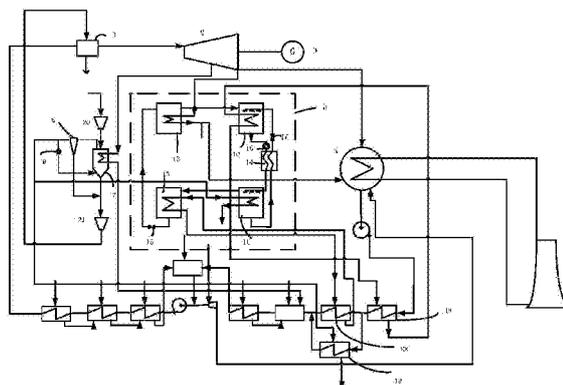
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统及方法。系统主要包括传统燃煤发电系统、带内置加热器的蒸汽流化床干燥器以及第一类吸收式热泵等设备。该方法在流化床干燥器中使用干燥尾气作为流化和干燥介质。汽轮机低压缸某级抽汽流经干燥器内置加热器,提供褐煤中水分蒸发所需的热量。干燥尾气作为热泵的高温热源,汽轮机乏汽作为热泵的低温热源,产生温度在两者温度之间的低压蒸汽,用来加热发电系统凝结水。该系统可以减少回热系统的抽汽量,减少发电系统向环境中排放的余热量,实现对干燥尾气和汽轮机乏汽余热的利用,提高发电系统的效率。



1. 一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,其特征在于:包括锅炉(1)、回热系统、冷却塔(5)及第一类吸收式热泵(6),回热系统包括依次连接的第一级和第二级低压加热器、除氧器以及第一级至第三级高压加热器,第一类吸收式热泵(6)包括吸收器(10)、发生器(11)、冷凝器(12)及蒸发器(13),吸收器(10)与发生器(11)之间组成一个溶液循环回路,发生器(11)制冷剂出口连接至冷凝器(12)制冷剂入口,冷凝器(12)制冷剂出口连接至蒸发器(13)制冷剂入口,蒸发器(13)制冷剂出口连接至吸收器(10)制冷剂入口;其中,

锅炉(1)过热器出口连接至汽轮机(2)主蒸汽入口,汽轮机(2)驱动发电机(4)发电,汽轮机(2)排汽口分为两股,一股连接至凝汽器(3)蒸汽入口,另一股连接至第一类吸收式热泵(6)的蒸发器(13)热源入口,蒸发器(13)热源出口连接至凝汽器(3)热井入口,凝汽器(3)凝结水出口连接至一号外置凝结水加热器(18)被加热水入口,一号外置凝结水加热器(18)被加热水出口分为两股,一股连接至二号外置凝结水加热器(19)被加热水入口,另一股连接至三号外置凝结水加热器(22)被加热水入口,二号外置凝结水加热器(19)被加热水出口和三号外置凝结水加热器(22)被加热水出口连接至第一级低压加热器入口;吸收器(10)被加热工质出口连接至一号外置凝结水加热器(18)热源入口,一号外置凝结水加热器(18)热源出口连接至吸收器(10)被加热工质入口;冷凝器(12)被加热工质的出入口分别和二号外置凝结水加热器(22)的热源出入口连接;

汽轮机(2)干燥系统热源抽汽口连接至干燥器(7)内置加热器热源入口,干燥器(7)内置加热器热源出口连接至第一级低压加热器疏水入口;

第一级磨煤机(20)煤粉出口连接至干燥器(7)煤粉入口,干燥器(7)煤粉出口连接至第二级磨煤机(21)煤粉入口,第二级磨煤机(21)煤粉出口连接至锅炉(1)煤粉入口;干燥器(7)干燥尾气出口连接至除尘器(8)入口,除尘器(8)煤粉出口连接至第二级磨煤机(21)煤粉入口,除尘器(8)气侧出口分为三股,一股连接至干燥器(7)流化介质入口,一股连接至二号外置凝结水加热器(19)热源入口,一股连接至发生器(11)热源入口。

2. 根据权利要求1所述的一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,其特征在于:除尘器(8)气侧出口连接至干燥器(7)流化介质入口的管道上设置有循环风机(9)。

3. 根据权利要求1所述的一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,其特征在于:第一类吸收式热泵(6)的吸收器(10)与发生器(11)之间组成的溶液循环回路上还设置有溶液泵(16)和溶液热交换器(14)。

4. 根据权利要求3所述的一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,其特征在于:第一类吸收式热泵(6)的吸收器(10)与发生器(11)之间组成的溶液循环回路上还设置有节流阀。

5. 根据权利要求1所述的一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,其特征在于:冷凝器(12)制冷剂出口连接至蒸发器(13)制冷剂入口的管道上设置有节流阀。

6. 根据权利要求1所述的一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,其特征在于:还包括冷却塔(5),冷却塔(5)的出入口与凝汽器(3)的冷却水出入口之间组成循环回路。

7. 权利要求1所述的一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统的发电方法,其特征在于,包括如下步骤:

第二级磨煤机(21)出口的煤粉进入锅炉(1)炉膛,燃烧后产生的高温烟气将锅炉给水加热为过热蒸汽,过热蒸汽进入汽轮机(2)膨胀做功,驱动汽轮机(2)转动,汽轮机(2)带动发电机(4)发电;蒸汽在汽轮机(2)中充分膨胀后在低压缸蒸汽出口分成两股,一股直接进入凝汽器(3)冷凝,凝结水经过凝结水泵后进入回热系统,依次流经一号外置凝结水加热器(18)、并联的二号外置凝结水加热器(19)和三号外置凝结水加热器(22)、两个低压加热器、除氧器以及三个高压加热器,在各级外置凝结水加热器和回热加热器中被加热,然后作为锅炉给水进入锅炉(1)吸热蒸发;另一股进入第一类吸收式热泵(6)的蒸发器,作为第一类吸收式热泵(6)的低温热源,冷凝放热后进入凝汽器(3)热井;凝汽器(3)冷却水出入口分别和冷却塔(5)冷却水出入口连接,构成回路;

干燥系统的高温热源为第一级低压加热器对应的汽轮机抽汽,抽汽进入干燥器(7)的内置加热器中冷凝放热,提供褐煤中水分脱除所需的热量,冷凝后进入第一级低压加热器中;原煤经过第一级磨煤机(20)后成为较粗的煤粉颗粒,进入干燥器(7)吸热脱水,然后进入第二级磨煤机(21)进一步磨碎,干燥尾气经过除尘器(8)后分为三股,第一股进入二号外置凝结水加热器(19)作为热源;第二股被循环风机(9)送入干燥器(7)作为流化介质;第三股进入第一类吸收式热泵(6)的发生器(11)作为第一类吸收式热泵(6)的高温热源,冷凝放热后排入环境中;除尘器(8)分离下来的煤粉颗粒送入第二级磨煤机(21);第二级磨煤机(21)出口的细煤粉进入锅炉(1)炉膛燃烧;

第一类吸收式热泵(6)的冷凝器(12)被加热工质的出入口分别和三号外置凝结水加热器(22)的热源出入口连接,构成回路;吸收器(10)的被加热工质出入口分别和一号外置凝结水加热器(18)热源出入口连接,构成回路。

一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统及方法

技术领域：

[0001] 本发明属于燃煤火力发电领域，特别是涉及一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统及方法。

背景技术：

[0002] 褐煤煤化程度较低，其特点是水分含量高、挥发分含量高、灰分含量高、发热量低、易自燃、易风化。褐煤的全水分一般在30%~60%，水分含量高导致燃褐煤锅炉热效率低，是制约褐煤在火力发电领域应用的主要因素。

[0003] 在褐煤燃烧前进行预干燥可以有效提高锅炉效率和发电效率。但是干燥是一种高耗能的过程，设法在发电系统中利用干燥尾气的余热以及发电系统中的其他余热，对于提高褐煤电站发电效率具有重要意义。

发明内容：

[0004] 本发明的目的在于提供一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统及方法，其可以充分利用干燥尾气的余热来加热发电系统凝结水，同时，部分汽轮机乏汽的余热也会被系统利用。经过计算，可以明显地提高预干燥褐煤发电系统的发电效率。

[0005] 为达到上述目的，本发明采用如下的技术方案予以实现：

[0006] 一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统，包括锅炉、回热系统、冷却塔及第一类吸收式热泵，回热系统包括依次连接的第一级和第二级低压加热器、除氧器以及第一级至第三级高压加热器，第一类吸收式热泵包括吸收器、发生器、冷凝器及蒸发器，吸收器与发生器之间组成一个溶液循环回路，发生器制冷剂出口连接至冷凝器制冷剂入口，冷凝器制冷剂出口连接至蒸发器制冷剂入口，蒸发器出口连接至吸收器制冷剂入口；其中，

[0007] 锅炉过热器出口连接至汽轮机主蒸汽入口，汽轮机驱动发电机发电，汽轮机排汽口分为两股，一股连接至凝汽器蒸汽入口，另一股连接至第一类吸收式热泵的蒸发器热源入口，蒸发器热源出口连接至凝汽器热井入口，凝汽器凝结水出口连接至一号外置凝结水加热器被加热水入口，一号外置凝结水加热器被加热水分为两股，一股连接至二号外置凝结水加热器被加热水入口，另一股连接至三号外置凝结水加热器被加热水入口，二号外置凝结水加热器被加热水出口和三号外置凝结水加热器被加热水出口连接至第一级低压加热器入口；吸收器被加热工质出口连接至一号外置凝结水加热器热源入口，一号外置凝结水加热器热源出口连接至吸收器被加热工质入口；

[0008] 汽轮机干燥系统热源抽汽口连接至干燥器内置加热器热源入口，干燥器内置加热器热源出口连接至第一级低压加热器疏水入口；

[0009] 第一级磨煤机煤粉出口连接至干燥器煤粉入口，干燥器煤粉出口连接至第二级磨煤机煤粉入口，第二级磨煤机煤粉出口连接至锅炉煤粉入口；干燥器干燥尾气出口连接至除尘器入口，除尘器煤粉出口连接至第二级磨煤机煤粉入口，除尘器气侧出口分为三股，一股连接至干燥器流化介质入口，一股连接至二号外置凝结水加热器热源入口，一股连接至

发生器热源入口。

[0010] 本发明进一步的改进在于:除尘器气侧出口连接至干燥器流化介质入口的管道上设置有循环风机。

[0011] 本发明进一步的改进在于:第一类吸收式热泵的吸收器与发生器之间组成的溶液循环回路上还设置有溶液泵和溶液热交换器。

[0012] 本发明进一步的改进在于:第一类吸收式热泵的吸收器与发生器之间组成的溶液循环回路上还设置有节流阀。

[0013] 本发明进一步的改进在于:冷凝器制冷剂出口连接至蒸发器制冷剂入口的管道上设置有节流阀。

[0014] 本发明进一步的改进在于:还包括冷却塔,冷却塔的出入口与凝汽器的冷却水出入口之间组成循环回路。

[0015] 一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统的发电方法,包括如下步骤:

[0016] 第二级磨煤机出口的煤粉进入锅炉炉膛,燃烧后产生的高温烟气将锅炉给水加热为过热蒸汽,过热蒸汽进入汽轮机膨胀做功,驱动汽轮机转动,汽轮机带动发电机发电;蒸汽在汽轮机中充分膨胀后在低压缸蒸汽出口分成两股,一股直接进入凝汽器冷凝,凝结水经过凝结水泵后进入回热系统,依次流经一号外置凝结水加热器、并联的二号外置凝结水加热器和三号外置凝结水加热器、两个低压加热器、除氧器以及三个高压加热器,在各级外置凝结水加热器和回热加热器中被加热,然后作为锅炉给水进入锅炉吸热蒸发;另一股进入热泵的蒸发器,作为热泵的低温热源,冷凝放热后进入凝汽器热井;凝汽器冷却水出入口分别和冷却塔冷却水出入口连接,构成回路;

[0017] 干燥系统的高温热源为第三级低压加热器对应的汽轮机抽汽,抽汽进入干燥器的内置加热器中冷凝放热,提供褐煤中水分脱除所需的热量,冷凝后进入第三级低压加热器中;原煤经过第一级磨煤机后成为较粗的煤粉颗粒,进入干燥器吸热脱水,然后进入第二级磨煤机进一步磨碎,干燥尾气经过除尘器后分为三股,第一股进入外置凝结水加热器作为热源;第二股被循环风机送入干燥器作为流化介质;除尘器分离下来的煤粉颗粒送入第二级磨煤机;第二级磨煤机出口的细煤粉进入锅炉炉膛燃烧;第三股进入热泵的发生器作为热泵的高温热源,冷凝放热后排入环境中;

[0018] 热泵的冷凝器被加热介质的出入口分别和三号外置凝结水加热器的热源出入口连接,构成回路;吸收器的被加热介质出入口分别和一号外置凝结水加热器热源出入口连接,构成回路。

[0019] 相对于现有技术,本发明具有如下的优点:

[0020] 本发明一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,该系统中,汽轮机排汽口分为两股,一股连接至凝汽器蒸汽入口,另一股连接至第一类吸收式热泵的蒸发器热源入口,蒸发器热源出口连接至凝汽器热井入口,凝汽器凝结水出口连接至一号外置凝结水加热器被加热水入口,一号外置凝结水加热器被加热水分为两股,一股连接至二号外置凝结水加热器被加热水入口,另一股连接至三号外置凝结水加热器被加热水入口,二号外置凝结水加热器被加热水出口和三号外置凝结水加热器被加热水出口连接至第一级低压加热器入口;吸收器被加热工质出口连接至一号外置凝结水加热器热源入口,一号外置凝结水加热器热源出口连接至吸收器被加热工质入口;通过这种布置,部分汽轮机排汽的余

热由热泵回收并利用,热泵生产大量低压蒸汽用来加热系统凝结水,减少了回热系统抽汽量,从而提高系统效率。

[0021] 第一级磨煤机煤粉出口连接至干燥器煤粉入口,干燥器煤粉出口连接至第二级磨煤机煤粉入口,第二级磨煤机煤粉出口连接至锅炉煤粉入口;干燥器干燥尾气出口连接至除尘器入口,除尘器煤粉出口连接至第二级磨煤机煤粉入口,除尘器气侧出口分为三股,一股连接至干燥器流化介质入口,一股连接至二号外置凝结水加热器热源入口,一股连接至发生器热源入口。通过这种布置,干燥尾气一部分用来作为热泵的驱动热源,一部分用来加热系统凝结水,干燥尾气的余热得到充分利用。

[0022] 该系统利用了部分汽轮机排汽的余热,并且将热泵生产的热量用于加热系统凝结水,这会减少回热系统的抽汽量。经计算,与不集成热泵直接利用干燥尾气加热系统凝结水的发电系统相比,该系统在计算条件下回热系统的抽汽量减少29.73t/h,发电系统的标准煤耗量减少1.35g/kWh。

[0023] 本发明一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电方法,该方法以传统燃煤发电方法为基础,集成了一个吸收式热泵系统和一个蒸汽流化床干燥系统。热泵的高温热源为干燥系统的尾气,低温热源为汽轮机排汽。热泵生产大量低压蒸汽用来加热系统凝结水,以减少回热系统的抽汽量,进而提高系统的发电效率,减少发电煤耗。经计算,使用该方法进行发电,相比不集成吸收式热泵简单利用干燥尾气加热系统凝结水的系统,在计算条件下回热系统抽汽量减少29.73t/h,发电系统发电标准煤耗量减少1.35g/kWh。

[0024] 综上所述,本发明通过在系统中集成吸收式热泵,利用了干燥尾气的余热和部分汽轮机乏汽的余热来加热系统的凝结水。在计算条件下,某600MW机组,利用收到基含水量为40%的某种褐煤,所提出的系统比相同条件下不利用尾气余热的系统节约4.82g/kWh标准煤,比相同条件下直接利用尾气余热加热凝结水的系统节约1.35g/kWh标准煤。

附图说明:

[0025] 图1为本发明的结构原理图

[0026] 图中:1为锅炉,2为汽轮机,3为凝汽器,4为发电机,5为冷却塔,6为第一类吸收式热泵,7为干燥器,8为除尘器,9为循环风机,10为吸收器,11为发生器,12为冷凝器,13为蒸发器,14为溶液换热器,15为第一节流阀,16为溶液泵,17为第二节流阀,18为一号外置凝结水加热器,19为二号外置凝结水加热器,20为第一级磨煤机,21为第二级磨煤机,22为三号外置凝结水加热器。

具体实施方式:

[0027] 以下结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0028] 如图1所示,本发明一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统,包括由锅炉1,汽轮机2,发电机3,凝汽器4,冷却塔5和回热系统等组成的燃煤发电系统,还包括带内置加热器的蒸汽流化床干燥器的干燥系统以及用来回收干燥尾气余热和汽轮机乏汽余热的热泵系统。

[0029] 具体来说,回热系统包括依次连接的第一级和第二级低压加热器、除氧器以及第一级至第三级高压加热器,第一类吸收式热泵6包括吸收器10、发生器11、冷凝器12及蒸发

器13,吸收器10与发生器11之间组成一个溶液循环回路,发生器11制冷剂出口连接至冷凝器12制冷剂入口,冷凝器12制冷剂出口连接至蒸发器13制冷剂入口,蒸发器13出口连接至吸收器10制冷剂入口。

[0030] 其中,锅炉1过热器出口连接至汽轮机2主蒸汽入口,汽轮机2驱动发电机4发电,汽轮机2排汽口分为两股,一股连接至凝汽器3蒸汽入口,另一股连接至第一类吸收式热泵6的蒸发器13热源入口,蒸发器13热源出口连接至凝汽器3热井入口,凝汽器3凝结水出口连接至一号外置凝结水加热器18被加热水入口,一号外置凝结水加热器18被加热水分为两股,一股连接至二号外置凝结水加热器19被加热水入口,另一股连接至三号外置凝结水加热器22被加热水入口,二号外置凝结水加热器19被加热水出口和三号外置凝结水加热器22被加热水出口连接至第一级低压加热器入口;吸收器10被加热工质出口连接至一号外置凝结水加热器18热源入口,一号外置凝结水加热器18热源出口连接至吸收器10被加热工质入口;汽轮机2干燥系统热源抽汽口连接至干燥器7内置加热器热源入口,干燥器7内置加热器热源出口连接至第一级低压加热器疏水入口。

[0031] 第一级磨煤机20煤粉出口连接至干燥器7煤粉入口,干燥器7煤粉出口连接至第二级磨煤机21煤粉入口,第二级磨煤机21煤粉出口连接至锅炉1煤粉入口;干燥器7干燥尾气出口连接至除尘器8入口,除尘器8煤粉出口连接至第二级磨煤机21煤粉入口,除尘器8气侧出口分为三股,一股连接至干燥器7流化介质入口,一股连接至二号外置凝结水加热器19热源入口,一股连接至发生器11热源入口。

[0032] 进一步,除尘器8气侧出口连接至干燥器7流化介质入口的管道上设置有循环风机9。

[0033] 进一步,第一类吸收式热泵6的吸收器10与发生器11之间组成的溶液循环回路上还设置有溶液泵16、溶液热交换器14和第二节流阀17。冷凝器12制冷剂出口连接至蒸发器13制冷剂入口的管道上设置有第一节流阀15。

[0034] 进一步,本发明还包括冷却塔5,冷却塔5的出入口与凝汽器3的冷却水出入口之间组成循环回路。

[0035] 本发明一种集成第一类吸收式热泵的预干燥褐煤发电系统的发电方法,包括如下步骤:

[0036] 第二级磨煤机21出口的煤粉进入锅炉1炉膛,燃烧后产生的高温烟气将锅炉给水加热为过热蒸汽,过热蒸汽进入汽轮机2膨胀做功,驱动汽轮机2转动,汽轮机2带动发电机4发电;蒸汽在汽轮机2中充分膨胀后在低压缸蒸汽出口分成两股,一股直接进入凝汽器3冷凝,凝结水经过凝结水泵后进入回热系统,依次流经一号外置凝结水加热器18、并联的二号外置凝结水加热器19和三号外置凝结水加热器22、两个低压加热器、除氧器以及三个高压加热器,在各级外置凝结水加热器和回热加热器中被加热,然后作为锅炉给水进入锅炉1吸热蒸发;另一股进入热泵6的蒸发器,作为热泵的低温热源,冷凝放热后进入凝汽器3热井;凝汽器3冷却水出入口分别和冷却塔5冷却水出入口连接,构成回路;

[0037] 干燥系统的高温热源为第三级低压加热器对应的汽轮机抽汽,抽汽进入干燥器7的内置加热器中冷凝放热,提供褐煤中水分脱除所需的热量,冷凝后进入第三级低压加热器中;原煤经过第一级磨煤机20后成为较粗的煤粉颗粒,进入干燥器7吸热脱水,然后进入第二级磨煤机21进一步磨碎,干燥尾气经过除尘器8后分为三股,第一股进入外置凝结水加

热器23作为热源;第二股被循环风机9送入干燥器7作为流化介质;除尘器8分离下来的煤粉颗粒送入第二级磨煤机21;第二级磨煤机21出口的细煤粉进入锅炉1炉膛燃烧;第三股进入热泵6的发生器11作为热泵的高温热源,冷凝放热后排入环境中;

[0038] 热泵6的冷凝器12被加热介质的出入口分别和三号外置凝结水加热器22的热源出入口连接,构成回路;吸收器10的被加热介质出入口分别和一号外置凝结水加热器18热源出入口连接,构成回路。

[0039] 概括来说,汽轮机低压缸某级抽汽在干燥器内置加热器中冷凝放热,提供褐煤中水分脱除所需的热量。干燥尾气经过除尘后,一部分被循环风机通入流化床中作为流化介质,一部分用作热泵的驱动热源,一部分用作二号外置凝结水加热器的热源;热泵的高温热源和低温热源(蒸发器的热源)分别是干燥尾气和汽轮机乏汽;被热泵吸收器加热的介质用来作为一号外置凝结水加热器的热源;被冷凝器加热的介质用来作为三号外置凝结水加热器的热源。

[0040] 综上,本发明同时集成的带内置加热器的蒸汽流化床干燥器和热泵系统,对干燥尾气的余热和部分汽轮机乏汽的余热进行了回收利用,减小了发电系统对环境的影响,同时也减少了回热系统抽汽量,从而使发电系统的效率有所提高。

[0041] 应理解,该实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。此外,还应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域的技术人员可以对本发做出各种改动或修改,然而,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

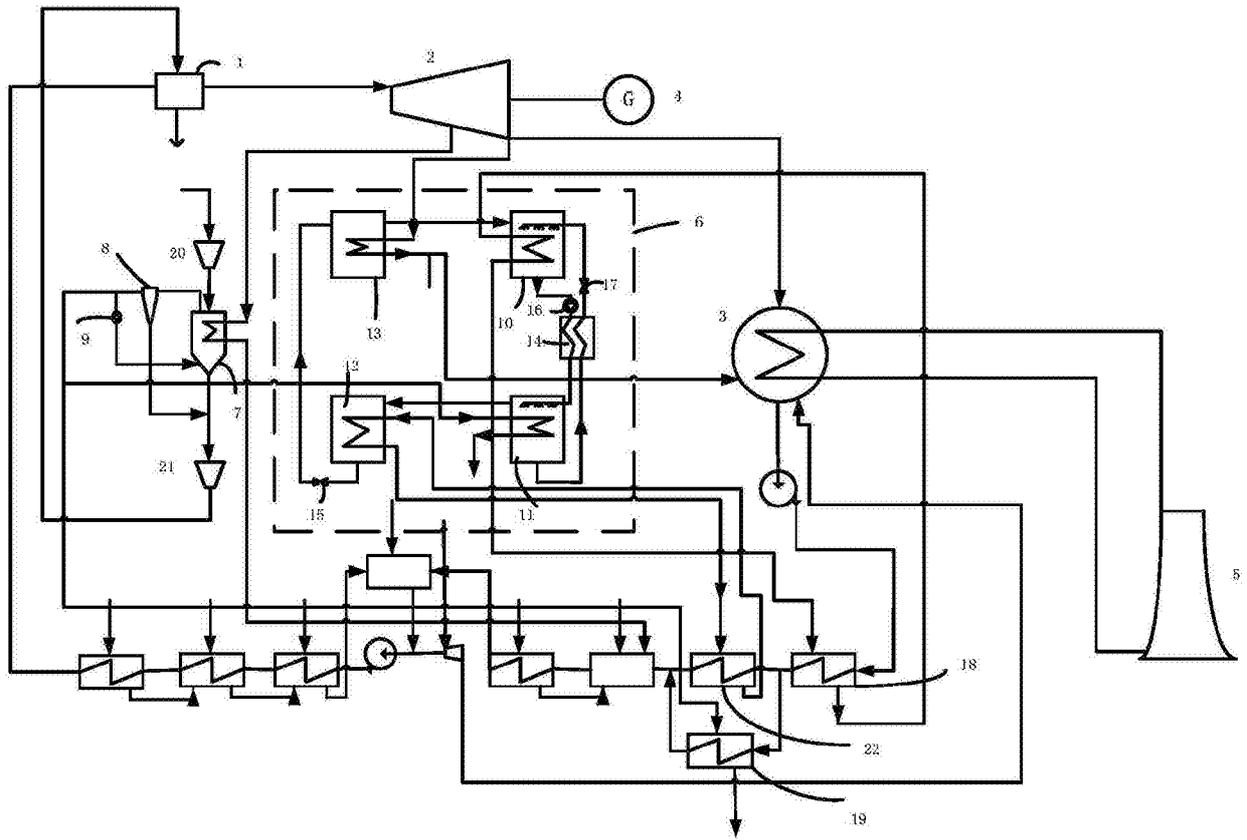


图1