(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107218091 B
(45)授权公告日 2018.08.07

(21)申请号 201710468445.6

(22)申请日 2017.06.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107218091 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(73)专利权人 联合瑞升(北京)科技有限公司
地址 100000 北京市海淀区西三环紫竹桥豪柏大厦C2座1103

(72)发明人 介智华

(51)Int.Cl.
F01K 7/16(2006.01)
F01K 11/02(2006.01)
F24D 3/02(2006.01)
F24D 3/10(2006.01)

(56)对比文件
CN 207004585 U,2018.02.13,权利要求1-7.
CN 203906024 U,2014.10.29,说明书具体实施方式及图1-2.
CN 106014499 A,2016.10.12,说明书具体实施方式及图1.
CN 206190337 U,2017.05.24,说明书具体实施方式及图1.
CN 105927298 A,2016.09.07,说明书具体实施方式及图1.
CN 103291391 A,2013.09.11,全文.
DE 2236576 B2,1974.11.21,全文.

审查员 刘京

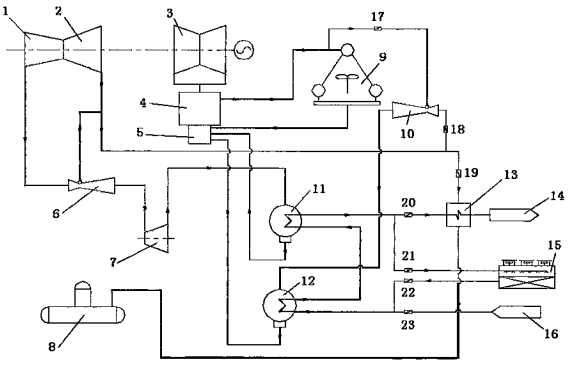
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种火电厂冷端节能热力系统和运行方法

(57)摘要

一种火电厂冷端节能热力系统，包括主汽轮机、排汽装置、空冷岛、小汽轮机汽源系统、乏汽回收利用系统、联合水工系统；联合水工系统包括小汽轮机凝汽器、乏汽凝汽器；小汽轮机排汽连接小汽轮机凝汽器；小汽轮机汽源系统连接于汽轮机高压缸、中压缸与小汽轮机之间；乏汽回收利用系统连接于汽轮机中压缸、低压缸与乏汽凝汽器之间；将小汽轮机凝汽器，乏汽回收利用中的加热式凝汽器，夏季承担尖峰负荷的尖峰凝汽器，以及循环水系统，有效地整合配置起来，使得整个热力系统参数匹配最合理，运行方式最佳。



CN 107218091 B

1.一种火电厂冷端节能热力系统，包括主汽轮机、排汽装置、空冷岛、小汽轮机汽源系统、乏汽回收利用系统、联合水工系统；主汽轮机低压缸排汽通过排汽装置连接空冷岛，空冷岛凝结水管路连接排汽装置的热井；其特征在于：联合水工系统包括小汽轮机凝汽器、乏汽凝汽器；小汽轮机排汽连接小汽轮机凝汽器，小汽轮机凝汽器凝结水管路连接排汽装置的热井；小汽轮机汽源系统连接于汽轮机高压缸、中压缸与小汽轮机之间；乏汽回收利用系统连接于汽轮机中压缸、低压缸与乏汽凝汽器之间；乏汽凝结水管路连接排汽装置的热井；小汽轮机汽源系统设置第一增汽机，高压缸排汽连接管路至第一增汽机的动力蒸汽入口，中压缸排汽连接管路至第一增汽机的抽吸汽口，第一增汽机的排汽连接管路至小汽轮机；乏汽回收利用系统设置第二增汽机，中压缸排汽连接管路至第二增汽机的动力蒸汽入口，低压缸排汽连接管路至第二增汽机的抽吸汽口，第二增汽机的排汽连接管路至乏汽凝汽器；第二增汽机的抽吸汽口管路上设有控制阀门，控制阀门在阶段2/3/4时开启；第二增汽机的动力蒸汽入口管路上设有控制阀门，控制阀门在阶段3/4时开启；阶段2指夏季尖峰季和冬季初末寒期，阶段3指冬季次冷季，阶段4指冬季深冷季。

2.根据权利要求1所述的火电厂冷端节能热力系统，其特征在于，联合水工系统还包括热网加热器、热网水系统；热网水系统的热网循环水管路依次经过乏汽凝汽器、小汽轮机凝汽器和热网加热器；热网循环回水管接乏汽凝汽器水侧的进水管路，乏汽凝汽器水侧的出水管路连接小汽轮机凝汽器的水侧进水管路，小汽轮机凝汽器的水侧出水管路通过热网加热器后连接热网循环出水管。

3.根据权利要求1所述的火电厂冷端节能热力系统，其特征在于，乏汽凝汽器的水侧输入管路、小汽轮机凝汽器的水侧输出管路连接有旁路，通过旁路连接机冷塔，通过阀门控制实现接入热网循环水或机冷塔冷却水。

4.根据权利要求2所述的火电厂冷端节能热力系统，其特征在于，热网加热器汽侧入口管路上设有控制阀门，控制阀门在阶段4时开启，阶段4指冬季深冷季；热网加热器中蒸汽凝结后通过连接管路送入除氧器。

5.一种如权利要求1所述火电厂冷端节能热力系统的运行方法，其特征在于，利用汽轮机高压缸排汽作为第一增汽机动力蒸汽，抽吸汽轮机中压缸排汽，第一增汽机排汽作为小汽轮机汽源；小汽轮机排汽连接小汽轮机凝汽器汽侧；

利用汽轮机中压缸排汽作为第二增汽机动力蒸汽，抽吸汽轮机低压缸排汽，第二增汽机排汽连接乏汽凝汽器汽侧；

小汽轮机凝汽器的进水管侧与乏汽凝汽器出水管侧相连接，在非采暖期接入机冷塔，在采暖期切换接入供热热网；

小汽轮机凝汽器，作为小汽轮机的冷却设备，在非采暖期水侧接入机冷塔，冷却小汽轮机排汽，建立真空，维持真空；在采暖期水侧切换接入供热热网，利用小汽轮机排汽加热热网回水，作为热网回水第二级加热源；

乏汽凝汽器，在非采暖期水侧接入机冷塔，夏季尖峰季汽侧接入主汽轮机乏汽作为尖峰凝汽器，用于分担主汽轮机的负荷；采暖期水侧接入供热热网，汽侧接入主汽轮机乏汽，作为加热式凝汽器，利用主汽轮机乏汽加热热网回水，作为热网回水第一级加热源。

6.根据权利要求5所述火电厂冷端节能热力系统的运行方法，其特征在于，乏汽凝汽器连接主汽轮机乏汽，进行乏汽回收；汽侧分为四个工况：夏季尖峰季，冬季初末寒期，冬季次

冷季，和冬季深冷季；

夏季尖峰季：第二增汽机的抽吸汽口旁路上控制阀门开启，第二增汽机的动力蒸汽入口管路上阀门关闭；夏季运行时，乏汽凝汽器是尖峰凝汽器作用，替主汽轮机空冷岛分担部分冷却任务；

冬季初末寒期：第二增汽机的动力蒸汽入口管路上阀门关闭；第二增汽机的抽吸汽口旁路上控制阀门打开；动力蒸汽系统不运行，少量乏汽自流进入乏汽凝汽器；

冬季次冷季和冬季深冷季：乏汽凝汽器是加热式凝汽器作用，第二增汽机的抽吸汽口旁路上控制阀门开启，第二增汽机的动力蒸汽入口管路上阀门开启；利用主汽轮机乏汽升温升压后加热热网回水，作为热网回水第一级加热源。

7.根据权利要求6所述火电厂冷端节能热力系统的运行方法，其特征在于，在冬季深冷季，热网加热器汽侧入口管路上控制阀门开启，热网加热器对热网循环水进行加热，作为热网回水第三级加热源，热网加热器中蒸汽凝结后送入除氧器。

一种火电厂冷端节能热力系统和运行方法

技术领域

[0001] 本发明属于电厂节能领域，具体涉及一种火电厂冷端节能热力系统。

背景技术

[0002] 火力发电厂，电动给水泵、鼓风机，或其他设备改为小汽轮机拖动，简称电改汽，节能效果显著。电改汽的蒸汽源来自大汽轮机抽汽。实践中经常遇到：抽汽参数(压力温度)符合小汽轮机要求，但蒸汽流量不足；或者蒸汽流量足够，但蒸汽参数(压力温度)不够。因此，解决汽源问题就成了困扰实施“电改汽”的一个关键因素。

[0003] 另一方面，火力发电厂的冷端损失，占整个电厂能量损失的50％以上。电厂纷纷针对“降低冷端损失”这一节能潜力技术，高效回收利用直接空冷、间接空冷或水冷汽轮机组的乏汽热能，就是一项非常有效的节能手段。

[0004] 针对汽轮机组乏汽回收利用，一般情况下是用于冬季供热，因此，热力系统中还需要设置若干台套的加热式凝汽器。另外，考虑到空冷机组出力受夏季气温影响较大，加热式凝汽器还可以设计在夏季用作分担冷端的夏季尖峰负荷。

[0005] 如何将：1、解决汽源问题；2、乏汽回收利用；3、夏季分担尖峰负荷；4、冬季供热，这四个方面，有效地配置整合起来，实现电改汽能顺利实施，乏汽被回收高效利用，节能效益最大化，同时，在整个热力系统中，参数匹配最合理，运行方式最佳，功能齐全完备，操作维护简单，投资成本少，运行安全可靠。这是电厂节能中需要解决的诸多问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于实现拖动给水泵(或鼓风机，或其他设备)小汽轮机凝汽器与空冷机组夏季尖峰凝汽器、冬季乏汽加热凝汽器和热网加热器联合运行。提供一种火电厂冷端节能热力系统，适用于进行电厂节能改造。

[0007] 一种火电厂冷端节能热力系统，包括主汽轮机、排汽装置、空冷岛、小汽轮机汽源系统、乏汽回收利用系统、联合水工系统；主汽轮机低压缸排汽通过排汽装置连接空冷岛，空冷岛凝结水管路连接排汽装置的热井；其特征在于：联合水工系统包括小汽轮机凝汽器、乏汽凝汽器；小汽轮机排汽连接小汽轮机凝汽器，小汽轮机凝汽器凝结水管路连接排汽装置的热井；小汽轮机汽源系统连接于汽轮机高压缸、中压缸与小汽轮机之间；乏汽回收利用系统连接于汽轮机中压缸、低压缸与乏汽凝汽器之间；乏汽凝结水管路连接排汽装置的热井。

[0008] 基于火电厂冷端节能热力系统的运行方法，其特征在于，利用汽轮机高压缸排汽作为第一增汽机动力蒸汽，抽吸汽轮机中压缸排汽，第一增汽机排汽作为的小汽轮机汽源；小汽轮机排汽连接小汽轮机凝汽器汽侧；

[0009] 利用汽轮机中压缸排汽作为第二增汽机动力蒸汽，抽吸汽轮机低压缸排汽，第二增汽机排汽连接乏汽凝汽器汽侧；

[0010] 小汽轮机凝汽器的进水管侧与乏汽凝汽器出水管侧相连接，在非采暖期接入机冷

塔，在采暖期切换接入供热热网；

[0011] 小汽轮机凝汽器，作为小汽轮机的冷却设备，在非采暖期水侧接入机冷塔，冷却小汽轮机排汽，建立真空，维持真空；在采暖期水侧切换接入供热热网，利用小汽轮机排汽加热热网回水，作为热网回水第二级加热源；

[0012] 乏汽凝汽器，在非采暖期水侧接入机冷塔，夏季尖峰季汽侧接入大汽轮机乏汽作为尖峰凝汽器，用于分担大汽轮机的负荷；采暖期水侧接入供热热网，汽侧接入大汽轮机乏汽，作为加热式凝汽器，利用大汽轮机乏汽加热热网回水，作为热网回水第一级加热源。

[0013] 通过上述技术方案，实现了将小汽轮机凝汽器，乏汽回收利用中的加热式凝汽器，夏季承担尖峰负荷的尖峰凝汽器，以及热网循环水系统，有效地整合配置起来，使得在整个热力系统中，参数匹配最合理，运行方式最佳，功能发挥齐全完整，操作维护简单，投资少，安全可靠。

附图说明

[0014] 图1是火电厂冷端节能热力系统示意图；

[0015] 其中1高压缸，2中压缸，3低压缸，4排汽装置，5热井，6汽源增汽机，7小汽轮机，8除氧器，9空冷岛，10乏汽增汽机，11小机凝汽器，12乏汽凝汽器，13热网加热器，14热网循环出水管，15机冷塔，16热网循环回水管，17-23控制阀门。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图1对本发明作进一步描述，应当理解，此处所描述的内容仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

[0017] 实施例一：

[0018] 图1是具体实施例一的火电厂冷端节能热力系统配置示意图。电厂装机为单台300MW级直接空冷机组，单台机组将电泵改汽泵，单台汽轮机的乏汽被利用。本技术同样适用于：多台的直接(或间接)接空冷机组和水冷机组，多台机组电泵改汽泵，多台汽轮机组的乏汽同时被利用的情况。

[0019] 本发明火电厂冷端节能热力系统，包括汽轮机、排汽装置、空冷岛、小汽轮机汽源系统、乏汽回收利用系统、联合水工系统。

[0020] 汽轮机低压缸排汽进入排汽装置，排汽装置下部设置热井；排汽装置通过管路连接空冷岛，排汽装置流出的乏汽进入空冷岛凝结后通过连接管路流回排汽装置热井；

[0021] 其中，小汽轮机汽源系统连接于汽轮机高压缸、中压缸与小汽轮机之间。小汽轮机汽源系统设置第一增汽机(汽源增汽机)，高压缸排汽经再热器冷段连接管路至第一增汽机的动力蒸汽入口，中压缸排汽连接管路至第一增汽机的抽吸汽口，第一增汽机的排汽连接管路至给水泵汽轮机(小汽轮机)；小汽轮机排汽管路连接小汽轮机凝汽器，凝结后通过连接管路流回排汽装置热井。第一增汽机可设置多台增汽机，以适应各种运行工况，提高运行灵活性；

[0022] 乏汽回收利用系统连接于汽轮机中压缸、低压缸与乏汽凝汽器之间。乏汽回收利用系统设置第二增汽机，中压缸排汽连接管路至第二增汽机的动力蒸汽入口，低压缸排汽连接管路至第二增汽机的抽吸汽口，第二增汽机的排汽连接管路至乏汽凝汽器，第二增汽

机的排汽口通过管路连接进入乏汽凝汽器的汽侧，凝结后通过连接管路流回排汽装置热井；

[0023] 第二增汽机的抽吸汽口管路上设有控制阀门17，控制阀门17在工况阶段2/3/4时开启；第二增汽机的工作蒸汽入口管路上设有控制阀门18，控制阀门18在阶段/3/4时开启。工况阶段2指夏季尖峰季和冬季初末寒期，工况阶段3指冬季次冷季，工况阶段4指冬季深冷季。

[0024] 联合水工系统包括小机凝汽器(小汽轮机凝汽器)、乏汽凝汽器、机冷塔、热网加热器、循环冷却水系统、热网水系统、配套管系(包括管道、阀门、管件、支吊架、膨胀节等)。

[0025] 汽轮机中压缸排汽管路连接热网加热器，热网加热器汽侧入口管路上设有控制阀门19，控制阀门19在工况阶段4时开启，工况阶段4指冬季深冷季。热网加热器中蒸汽凝结后通过连接管路送入除氧器。

[0026] 热网水系统的热网循环水管路依次经过乏汽凝汽器、小汽轮机凝汽器和热网加热器，热网循环水经过加热后供水给热网。热网循环回水管接乏汽凝汽器水侧的输入(进水)管路，乏汽凝汽器水侧的出水(输出)管路连接小汽轮机凝汽器的水侧进水(输入)管路，小汽轮机凝汽器的水侧出水(输出)管路通过热网加热器后连接热网循环出水管；

[0027] 乏汽凝汽器、小汽轮机凝汽器的水侧出水(输出)管路和进水(输入)管路连接有旁路，通过旁路连接机冷塔，通过控制阀门20-23控制实现采暖期接入热网循环水，在非采暖期接入机冷塔冷却水；控制阀门20、23在采暖期开启，非采暖期关闭；控制阀门21、22在采暖期关闭，非采暖期开启。

[0028] 小汽轮机凝汽器作为小汽轮机的冷却设备，用于冷却小汽轮机排汽，建立真空，维持真空。同时，在采暖期利用小汽轮机排汽加热热网回水，使得小汽轮机冷端损失为零，以提高机组的热利用率。

[0029] 小汽轮机设计背压为17KPa--45KPa，即夏季17KPa背压运行，冬季45KPa高背压运行。春夏秋季，小汽轮机凝汽器的冷却水来自机冷塔，用于冷却小汽轮机排汽，建立真空，维持真空。冬季运行时，小汽轮机凝汽器的冷却水为热网循环水，也用于冷却小汽轮机排汽，建立真空，维持真空。同时，冬季利用小汽轮机排汽加热热网回水，使得小汽轮机冷端损失为零，以提高机组的热利用率。

[0030] 乏汽凝汽器，夏季时作为尖峰凝汽器，用于分担大汽轮机的负荷；冬季作为加热式凝汽器，利用增汽机升压升温后的大汽轮机乏汽加热热网循环回水。

[0031] 春夏秋季，乏汽凝汽器作为尖峰凝汽器，冷却水来自机冷塔。

[0032] 冬季运行时，大汽轮机背压设定为22.5KPa运行。(背压设定为22.5KPa，仅仅是为了叙述方便而举的例子。其他参数的配置方式也在本申请保护范围内)。冬季运行时，乏汽凝汽器作为加热式凝汽器，循环水为热网循环水。

[0033] 本系统运行方式如下：

[0034] 利用汽轮机高压缸排汽作为第一增汽机动力蒸汽，抽吸汽轮机中压缸排汽，第一增汽机排汽作为“电泵改汽泵”的小汽轮机汽源；

[0035] 利用汽轮机中压缸排汽作为第二增汽机动力蒸汽，抽吸汽轮机低压缸排汽(乏汽)，第二增汽机排汽作为热网回水一级加热源；

[0036] 小汽轮机排汽管道连接小汽轮机凝汽器壳(汽)侧，机冷塔冷却水管路连接小汽轮

机凝汽器管(水)侧,同时,小汽轮机凝汽器的进水管侧也与乏汽凝汽器出水管侧相连接。

[0037] 第二增汽机排汽管道连接乏汽凝汽器,热网回水管路(或机冷塔冷却水管路)连接乏汽凝汽器管(水)侧;

[0038] 夏季运行时,小汽轮机凝汽器的冷却水为机冷塔冷却水;乏汽凝汽器承担空冷机组尖峰凝汽器作用时,机冷塔冷却水也作为乏汽凝汽器的循环水;

[0039] 冬季运行时,机冷塔不投运,热网回水先经过乏汽凝汽器进行第一级加热升温后,再进入小汽轮机凝汽器第二次升温,再进入热网加热器第三次升温,送向供热外网。

[0040] 机冷塔冷却水与热网回水可以实现切换;

[0041] 小机凝汽器凝和乏汽凝汽器凝结水疏水连接到排汽装置的热井。

[0042] 小汽轮机设计背压为17KPa--45KPa,即夏季17KPa背压运行,冬季45KPa高背压运行。

[0043] 春夏秋季,小汽轮机凝汽器的冷却水来自机冷塔,用于冷却小汽轮机排汽,建立真空,维持真空。

[0044] 冬季运行时,小汽轮机凝汽器的循环水为热网循环水。用于冷却小汽轮机排汽,建立真空,维持真空。同时,利用小汽轮机排汽加热热网回水,使得小汽轮机冷端损失为零,以提高机组的热利用率。

[0045] 冬季运行时,大汽轮机背压设定为22.5KPa运行。

[0046] 水工系统各部份运行如下:

[0047] 第一,凝汽器汽侧运行:

[0048] 对于小汽轮机凝汽器:在每个运行工况,小汽轮机排汽都接入小汽轮机凝汽器汽侧,小汽轮机凝汽器的凝结水接入大汽轮机热井(或者小汽轮机凝汽器可自带输水系统)。

[0049] 对于乏汽凝汽器:运行状态根据大汽轮机乏汽回收系统,分为四个工况阶段:夏季尖峰季,冬季初末寒期,冬季次冷季,和冬季深冷季。工况阶段2指夏季尖峰季和冬季初末寒期,工况阶段3指冬季次冷季,工况阶段4指冬季深冷季。

[0050] 夏季尖峰季:第二增汽机的抽吸汽口旁路上控制阀门开启,第二增汽机的动力蒸汽入口管路上阀门关闭,热网加热器汽侧入口管路上阀门关闭;夏季运行时,乏汽凝汽器是尖峰凝汽器作用,替大机空冷岛分担部分冷却任务,以提高大机冷却效果,降低大机背压,提高效率,提高出力。来自大汽轮机的部分乏汽,经过管道,蒸汽压力不做调整,接入乏汽凝汽器汽侧,乏汽凝汽器的凝结水接入大汽轮机热井(或者乏汽凝汽器自带输水系统)。

[0051] 冬季初末寒期:第二增汽机的动力蒸汽管路上控制阀门关闭;此时,增汽机动力蒸汽系统不运行。少量乏汽自流进入乏汽凝汽器。

[0052] 在冬季次冷季和冬季深冷季:乏汽凝汽器是加热式凝汽器作用,第二增汽机的抽吸汽口旁路上控制阀门开启,动力蒸汽入口管路上阀门开启,利用大机乏汽加热热网回水,以降低大机冷端损失,提高大机整体热利用率。来自大汽轮机的部分乏汽,经过第二增汽机升压升温后,接入乏汽凝汽器汽侧,乏汽凝汽器的凝结水接入大汽轮机热井(或者乏汽凝汽器自带输水系统)。

[0053] 第二,凝汽器水侧运行:

[0054] 小汽轮机凝汽器和乏汽凝汽器串接:分为两个运行工况:春夏秋季(非采暖期),冬季(采暖期)。

[0055] 春夏秋季：从机冷塔来的低温水，进入乏汽凝汽器和小汽轮机凝汽器，换热升温后，进入机冷塔散热降温，然后再进入乏汽凝汽器和小汽轮机凝汽器，构成循环，周而复始。

[0056] 冬季：机冷塔的冷却水切换为热网循环水，通过乏汽凝汽器和小汽轮机凝汽器换热升温后，送往首站的热网加热器。

[0057] 第三，热网加热器运行：

[0058] 对于热网加热器：在冬季深冷季，热网加热器汽侧入口管路上控制阀门在阶段4时开启。热网加热器对热网循环水进行第三次加热，升温后，送入市政供热管网。热网加热器中蒸汽凝结后通过连接管路送入除氧器。

[0059] 实施例二：

[0060] 电厂装机为两台300MW级直接空冷机组，两台机组电泵改汽泵，两台汽轮机的乏汽被利用。

[0061] 如实施一所描述的技术方案。在两台(及多台)机电泵改汽泵及乏汽利用时，可将各自对应的节能热力系统设置成单元制，即每一台大汽轮机的节能热力系统为独立单元，相互间独立运行。同样也适用于：多台的直接(或间接)接空冷机组和水冷机组，多台机组电泵改汽泵，多台汽轮机组的乏汽同时被利用的情况。

[0062] 最后应说明的是：以上所述仅为本发明的解释，并不用于限制本发明，尽管对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

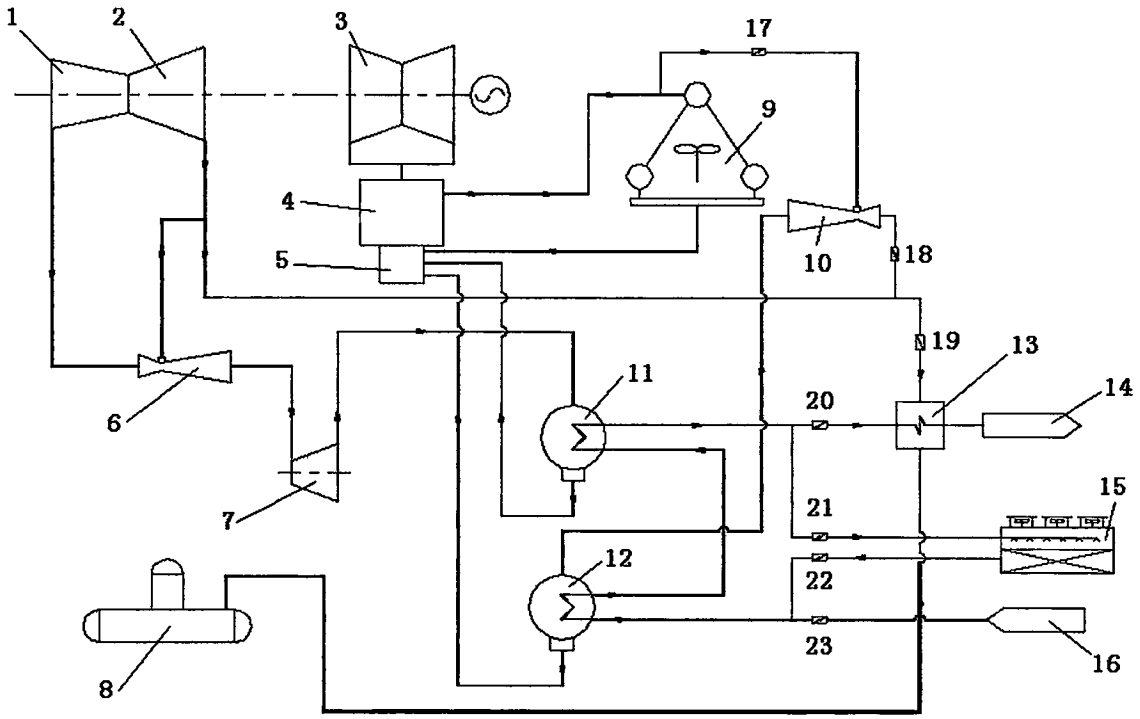


图1