(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109441634 A
(43)申请公布日 2019.03.08

(21)申请号 201811115500.4

(22)申请日 2018.09.25

(71)申请人 杭州螺旋新能源科技有限公司
地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发区保利天地中心6幢2501室

(72)发明人 卢稳

(74)专利代理机构 武汉智嘉联合知识产权代理事务所(普通合伙) 42231
代理人 黄君军

(51)Int.Cl.
F02C 3/04(2006.01)
F02C 3/10(2006.01)
F02C 7/08(2006.01)
F02C 9/18(2006.01)

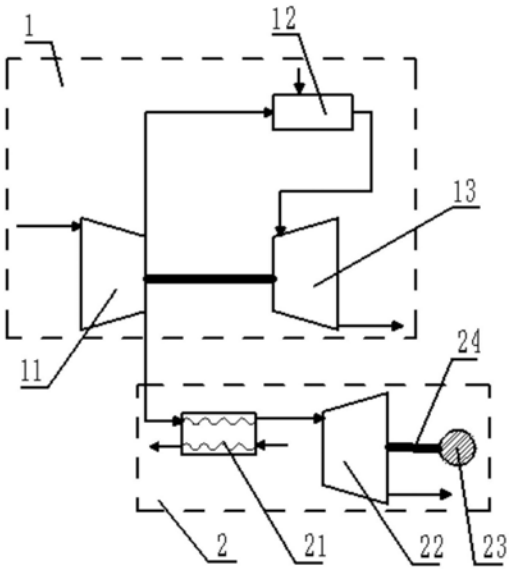
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种燃气轮机及运转方法

(57)摘要

本发明涉及燃气轮机领域,特涉及一种燃气轮机及运转方法。本发明包括核心机和自由涡轮组件,核心机只有开关两种状态,通过调节自由涡轮进口温度调节输出负载,从而使整机变工况情况下输出平均效率高。



CN 109441634 A

1.一种燃气轮机的运转方法，其特征在于：压气机输出两路高压工质，第一路高压工质驱动主涡轮运动，主涡轮带动压气机旋转，第二路高压工质通过换热器后驱动自由涡轮转动，自由涡轮通过传动机构驱动负载运动。

2.根据权利要求1所述的一种燃气轮机的运转方法，其特征在于：主涡轮输出功率大于压气机消耗功率，且主涡轮输出功率小于压气机消耗功率的1.05倍。

3.根据权利要求1所述的一种燃气轮机的运转方法，其特征在于：第二路高压工质的流量为压气机进口流量的20％至60％。

4.一种燃气轮机，包括核心机和自由涡轮组件，核心机包括压气机、燃烧室、主涡轮，其特征在于：压气机输出两路高压工质，其中一路高压工质经燃烧室与主涡轮连接，第二路高压工质送入自由涡轮组件；自由涡轮组件包括换热器、自由涡轮、负载、传动机构，换热器输入口与压气机输出口连接，换热器输出口与自由涡轮连接，自由涡轮通过传动机构与负载连接。

5.根据权利要求4所述的一种燃气轮机，其特征在于：主涡轮输出功率大于压气机消耗功率，且主涡轮输出功率小于压气机消耗功率的1.05倍。

6.根据权利要求4或5所述的一种燃气轮机，其特征在于：第二路高压工质的流量为压气机进口流量的20％至60％。

7.根据权利要求4或5所述的一种燃气轮机，其特征在于：所述的压气机与主涡轮同轴连接，主涡轮转动带动压气机旋转，压气机输出口与燃烧室和换热器的输入口连接；所述的传动机构为高速联轴器加减速箱或者高速联轴器；换热器对高压工质进行冷却或加热；负载为齿轮箱加发电机、高速发电机或者需要旋转机械功输入的机构。

8.根据权利要求4或5所述的一种燃气轮机，其特征在于：核心机的压气机或涡轮设置为N级，N级压气机和N级涡轮采用同轴布置或采用分轴布置，N大于等于2。

9.根据权利要求8所述的一种燃气轮机，其特征在于：核心机的压气机之间设置间冷器。

10.根据权利要求8所述的一种燃气轮机，其特征在于：第二路高压工质的引出位置为压气机的级间位置或从压气机多个不同位置同时引出。

11.根据权利要求8所述的一种燃气轮机，其特征在于：核心机的涡轮之间设置燃烧室。

12.根据权利要求8所述的一种燃气轮机，其特征在于：还包括主换热器，主换热器设置在压气机与核心机的燃烧室之间，主涡轮输出口与主换热器输入口连接。

13.根据权利要求4或5所述的一种燃气轮机，其特征在于：包括多个自由涡轮组件，多个自由涡轮组件并列布置；或者自由涡轮组件包含多个换热器，多个换热器串联工作。

14.根据权利要求4或5所述的一种燃气轮机，其特征在于：包括多个核心机，多个核心机并列布置。

一种燃气轮机及运转方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机领域，特涉及一种燃气轮机及运转方法。

背景技术

[0002] 燃气轮机(Gas Turbine)是以连续流动的气体为工质带动叶轮高速旋转，将燃料的能量转变为有用功的内燃式动力机械，是一种旋转叶轮式热力发动机。

[0003] 燃气轮机结构最简单，而且最能体现出燃气轮机所特有的体积小、重量轻、启动快、少用或不用冷却水等一系列优点。燃气轮机在工质和燃气的主要流程中，只有压气机(Compressor)、燃烧室(Combustor)和涡轮(Turbine)这三大部件组成的燃气轮机循环，通称为简单循环。大多数燃气轮机均采用简单循环方案。

[0004] 压气机从外界大气环境吸入工质，并经过轴流式压气机逐级压缩使之增压，同时工质温度也相应提高；压缩工质被压送到燃烧室与喷入的燃料混合燃烧生成高温高压的气体；然后再进入到涡轮中膨胀做功，推动涡轮带动压气机和外负荷转子一起高速旋转，实现了气体或液体燃料的化学能部分转化为机械功，并输出电功。从涡轮中排出的废气排至大气自然放热。这样，燃气轮机就把燃料的化学能转化为热能，又把部分热能转变成机械能。通常在燃气轮机中，压气机是由涡轮膨胀做功来带动的，它是涡轮的负载。在简单循环中，涡轮发出的机械功有1/2到2/3左右用来带动压气机，其余的1/3左右的机械功用来驱动发电机。

[0005] 采用简单循环的燃气轮机以及回热循环的燃气轮机在低负荷情况下运行效率低，采用可变工况设计以及间冷再热循环的燃气轮机虽然在低负荷情况下运行效率有所提高，但是采用可变工况设计的燃气轮机设计难度大，加工成本高，控制规律复杂；采用间冷再热循环的燃气轮机控制响应慢，结构复杂。

[0006] 另外燃气轮机本身只能提供电/功和热，如果需要提供冷的话需要额外添加其他设备如溴冷机或空调压缩机组实现。

[0007] 同时，现有技术还存在以下问题：整机性能按指定燃料设计，能够通过更换燃烧室在热值相近的燃料种类之间切换。原因在于压气机和涡轮的流量是匹配设计的，当按照高热值燃料(如天然气)设计的燃气轮机使用燃料热值差别过大的低热值燃料(如沼气)时，如果只更换相应的低热值燃烧室，会出现两种结果，一种是为了达到同样的涡轮进口温度，涡轮流量大于压气机流量，压气机的背压过高，使得机组发生喘振，不能运行；另一种是燃料流量不足，涡轮进口温度较低，使得整机循环参数下降，效率降低。目前解决办法，重新匹配压气机、涡轮和燃烧室，成本高，风险大；或者重新购买相应燃料的燃气轮机型号。

发明内容

[0008] 针对现有技术的不足，本发明提供了一种燃气轮机及运转方法。本发明包括核心机和自由涡轮组件，核心机只有开关两种状态，通过调节自由涡轮进口温度调节输出负载，从而使整机变工况情况下输出平均效率高。

[0009] 本发明的技术方案是:一种燃气轮机的运转方法,其特征在于:压气机输出两路高压工质,第一路高压工质驱动主涡轮运动,主涡轮带动压气机旋转,第二路高压工质通过换热器后驱动自由涡轮转动,自由涡轮通过传动机构驱动负载运动。

[0010] 根据如上所述的一种燃气轮机的运转方法,其特征在于:主涡轮输出功率大于压气机消耗功率,且主涡轮输出功率小于压气机消耗功率的1.05倍。

[0011] 根据如上所述的一种燃气轮机的运转方法,其特征在于:第二路高压工质的流量为压气机进口流量的20%至60%。

[0012] 本发明还公开了一种燃气轮机,包括核心机和自由涡轮组件,核心机包括压气机、燃烧室、主涡轮,其特征在于:压气机输出两路高压工质,其中一路高压工质经燃烧室与主涡轮连接,第二路高压工质送入自由涡轮组件;自由涡轮组件包括换热器、自由涡轮、负载、传动机构,换热器输入口与压气机输出口连接,换热器输出口与自由涡轮连接,自由涡轮通过传动机构与负载连接。

[0013] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:主涡轮输出功率大于压气机消耗功率,且主涡轮输出功率小于压气机消耗功率的1.05倍。

[0014] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:第二路高压工质的流量为压气机进口流量的20%至60%。

[0015] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:所述的压气机与主涡轮同轴连接,主涡轮转动带动压气机旋转,压气机输出口与燃烧室和换热器的输入口连接;所述的传动机构为高速联轴器加减速箱或者高速联轴器;换热器对高压工质进行冷却或加热;负载为齿轮箱加发电机、高速发电机或者需要旋转机械功输入的机构。

[0016] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:核心机的压气机或涡轮设置为N级,N级压气机和N级涡轮采用同轴布置或采用分轴布置,N大于等于2。

[0017] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:核心机的压气机之间设置间冷器。

[0018] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:第二路高压工质的引出位置为压气机的级间位置或从压气机多个不同位置同时引出。

[0019] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:核心机的涡轮之间设置燃烧室。

[0020] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:还包括主换热器,主换热器设置在压气机与核心机的燃烧室之间,主涡轮输出口与主换热器输入口连接。

[0021] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:包括多个自由涡轮组件,多个自由涡轮组件并列布置;或者自由涡轮组件包含多个换热器,多个换热器串联工作。

[0022] 根据如上所述的一种燃气轮机,其特征在于:包括多个核心机,多个核心机并列布置。

[0023] 本发明的有益效果是:1、核心机只有开关两种状态,通过调节自由涡轮进口温度调节输出负载,整机变工况情况下输出平均效率高,负荷范围在50%～110%之间变化时,效率变化<2%;本发明的装置系统响应迅速,控制逻辑简单。2、机组本身能够同时产生冷、热、电,一般现有的燃气轮机技术只能产生热和电。3、核心机设计难度降低。核心机只有开关两种状态,调节燃机负荷是通过调节自由涡轮进口工质温度实现,因此核心机的压气机、涡轮以及燃烧室一直运行在设计工作点,所以只需要考虑设计点的性能达到最优;对比现有燃机方案,在负荷变化时压气机,涡轮,燃烧室的流量,压力,温度等条件全部发生变化,

因此设计时还要考虑在偏离设计点时候的匹配特性，稳定性，效率等等，所以通过对比，本专利的核心机设计只需要考虑设计点工况的性能最优以及变季节的设计点工况，传统燃机方案需要考虑设计点工况下的性能以及同设计点进口温度情况下的变负荷工况，变季节工况以及变季节条件下的变负荷工况。4、自由涡轮设计难度降低，自由涡轮根据负载的变化进口温度发生变化，但是流量以及压力依然保持稳定，因此对于设计来说，需要追求的是在固定流量和压力的工作前提下，如何使得在不同的温度时效率最高，而传统的燃机来说，对于做功的涡轮，进口的流量、压力、温度都会随着负载的变化而变化，同样追求高效率的设计难度远远大于本专利。5、燃烧低热值燃料时，只需要更换相应的燃烧室，当燃机正常工作室，压气机的进口流量依然不变，但由于压力调节装置的存在，当主涡轮进口前温度达到设计值时，压气机进入主涡轮的燃烧室的一路流量下降，压气机背压自动匹配至设计值，通过主涡轮燃烧室后流量与主涡轮设计流量相同；进入自由涡轮组件的流量增大，为了保证机组的稳定运行，自由涡轮燃烧室燃料流量不足，通过降低自由涡轮进口温度保证压气机的背压处于设计值。虽然整机的输出功率低于使用标准燃料和相应燃烧室的情况，但是核心机的压比和主涡轮进口温度都保证和原标准燃料方案相同，效率也会相同。总而言之，优点是修改燃料方案简单，成本低，风险小，燃料适应范围广。

附图说明

[0024] 图1为本发明装置的结构示意图。

[0025] 图2为本发明装置另一实施例的结构示意图。

[0026] 图3为本发明装置另一实施例的结构示意图。

[0027] 图4为本发明装置另一实施例的结构示意图。

[0028] 图5为本发明装置另一实施例的结构示意图。

[0029] 图6为本发明装置另一实施例的结构示意图。

[0030] 图7为本发明装置另一实施例的结构示意图。

[0031] 附图说明：核心机1、压气机11、二级压气机11A、燃烧室12、二级燃烧室12A、主涡轮13、二级主涡轮13A、主换热器14、间冷器15、自由涡轮组件2、换热器21、第一换热器21A、自由涡轮22、负载23、传动机构24。

具体实施方式

[0032] 以下结合附图对本发明的技术方案作进一步说明。

[0033] 如图1所示，本发明的燃气轮机包括核心机1和自由涡轮组件2，核心机1包括压气机11、燃烧室12、主涡轮13，自由涡轮组件2包括换热器21、自由涡轮22、负载23、传动机构24。

[0034] 如图1所示，本发明的压气机11与主涡轮13同轴连接，主涡轮13转动带动压气机11旋转，压气机11输出口与燃烧室12和换热器21的输入口连接。这样压气机11输出两路高压工质，其中一路高压工质经燃烧室12与主涡轮13连接，另一路高压工质送入自由涡轮组件2。

[0035] 如图2所示，本发明的自由涡轮组件2包括换热器21、自由涡轮22、负载23、传动机构24，换热器21输入口与压气机11输出口连接，换热器21输出口与自由涡轮22连接，自由涡

轮22通过传动机构24与负载23连接。

[0036] 本发明中，压气机11进口流量的20％至60％流入换热器21，如进入换热器21的气体流量可以为30％、35％、40％、45％、50％、55％，优选范围在40％至50％，这样可以提高输出平均效率高，使效率变化<1％。

[0037] 本发明还公开了一种燃气轮机的运转方法，燃气轮机的压气机11输出两路高压工质，第一路高压工质驱动主涡轮13运动，主涡轮13带动压气机11旋转，第二路高压工质通过换热器21后驱动自由涡轮22转动，自由涡轮22通过传动机构24驱动负载23运动。

[0038] 本发明优选第二路高压工质的流量为压气机11进口流量的20％至60％，优选范围在40％至50％，这样可以提高输出平均效率高，使效率变化<1％。

[0039] 本发明中，主涡轮13输出功率大于压气机11消耗功率，最好主涡轮13输出功率小于压气机11消耗功率的1.05倍。这样本发明中，核心机1所消耗的能力较低，有利于提升本发明燃料利用效率。

[0040] 本发明的传动机构24可以是高速联轴器加减速箱或者高速联轴器。本发明的换热器21可以冷却或者加热高压工质，从而调节自由涡轮22进口温度。本发明的负载23可以为齿轮箱加发电机、高速发电机或者需要旋转机械功输入的机构。这样本发明的自由涡轮组件2可以产生热能、电能或对电换热器21的工质制冷。

[0041] 如图2所示，本发明还可以包括主换热器14，主换热器14设置在压气机11与燃烧室12之间，主涡轮13输出口与主换热器14输入口连接，这样主涡轮13产生的热量可以对压缩后的工质进行预热，进一步提高核心机效率。

[0042] 如图3所示，本发明可以将多个自由涡轮组件2并列布置，这样可以拓宽平均效率高的燃机负载范围；或者不同自由涡轮组件实现不同的功能。如图3中，某一路自由涡轮组件2的供电、热效率高，另一路自由涡轮组件2的供冷、电效率高，通过简单的阀门切换实现不同功能效率高的需求。

[0043] 如图5所示，本发明可以将多个核心机1并列布置，将多个自由涡轮组件2并列布置。图5中将2个核心机1并列布置，3个自由涡轮组件2并列布置。也可根据实际情况将4个核心机1并列布置，4个自由涡轮组件2并列布置。由于本发明中每个核心机1、自由涡轮组件2独立运行，相互之间影响较小，所以可以通过切换配置有相应燃烧室的核心机和/或自由涡轮组件达到使用低热值燃气的目的。

[0044] 本发明可以采用更换燃烧室12的办法燃烧低热值的燃料，如生物质气，煤层气，高炉煤气，垃圾填埋气等。

[0045] 如图4所示，本发明的自由涡轮组件2可以包含多个换热器，多个换热器串联工作，图4中，换热器21和第一换热器21A串联工作，每一个换热器采用不同的形式实现相应的功能，优选的实现加热功能的换热器采用燃机的尾气换热、太阳能光热换热或加热、燃烧室加热；优选的实现冷却功能的换热器采用冷媒换热制冷或喷洒水雾。

[0046] 本发明的核心机1处于稳定工作状态，运行参数保持不变，保证整机效率稳定。本发明通过调节自由涡轮22进口温度实现输出负荷的快速调节，效率稳定范围宽，响应快。

[0047] 如图6和图7所示，本发明的核心机1可以设置多级压气机；优选的可以在压气机添加间冷器减少压气机的耗功；如图7在压气机11、二级压气机11A之间增设间冷器15。本发明的第二路高压工质的引出位置可以不是压气机的出口，也可以在压气机的级间位置，也可

以是从压气机多个不同位置同时引出。本发明的主涡轮可以为多级涡轮，如图6和图7中包括主涡轮13和二级主涡轮13A，且多级涡轮之间可以添加再热装置，提高效率；如图7中增加二级燃烧室12A。本发明的多级压气机和多级涡轮可以采用同轴布置方案也可以采用分轴布置方案；多级压气机和多级涡轮可以为三级或四级，可以根据实际情况设计。

[0048] 本发明的燃气轮机工作原理如下：核心机1经过盘车、点火，完成启动过程达到额定转速后，核心机1达到设计工作状态，输出达到设计参数的一路压力、流量的工质，该工质通过换热器21后进入自由涡轮22做功；当燃机负荷变化时，核心机1的运行参数不发生变化，只通过调节进入自由涡轮22工质的温度来调节膨胀功大小，而在调节温度的过程中，通过自由涡轮22的一路工质的流量和压力一直处于稳定值，因为核心机1一直处于稳态。当自由涡轮22一路的换热器21不换热或者是实现加热功能时，工质经过自由涡轮22做功后，排气温度高于环境温度，核心机1的排气和自由涡轮22的排气可以作为热源，自由涡轮22出功发电或带动其他负载，燃机处于电、热联供状态；换热器21实现冷却功能时，工质经过自由涡轮22膨胀后温度会低于环境温度，在这种状态下，核心机1的排气可以作为热源，自由涡轮22的排气可以作为冷源，自由涡轮22带动发电机发电或者驱动所需的负载，这时候燃机处于电、热、冷三联供状态。

[0049] 在压气机11后的下游管路上可安装压力调节装置，保证调节工况时两路工质压力保持稳定，压力调节装置既可以安装在主涡轮13一路上，也可以安装在自由涡轮22一路上，也可以主涡轮13和自由涡轮22两路上都安装。压力调节装置可以为压力调节阀，可调喷嘴环等调节压力机构实现所述功能。

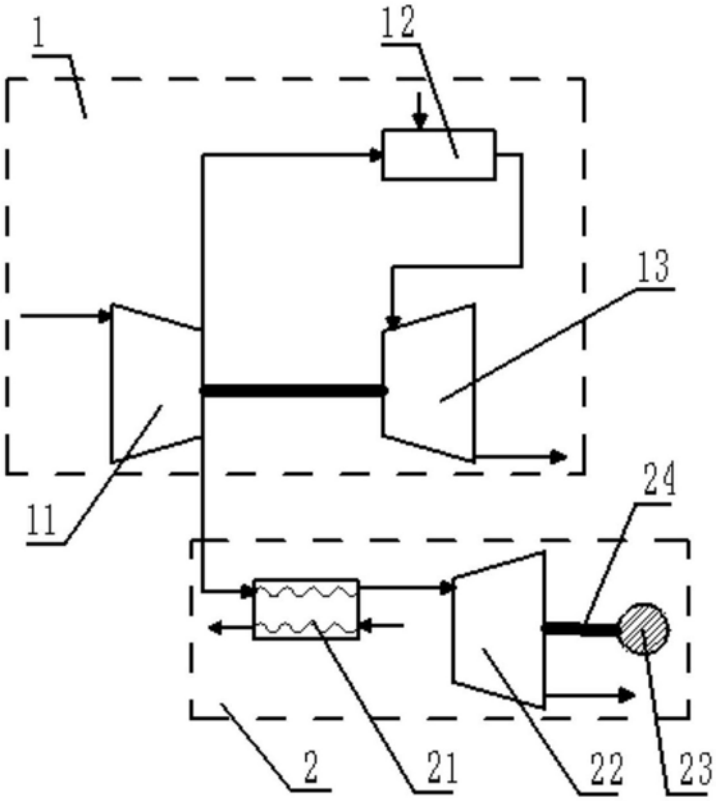


图1

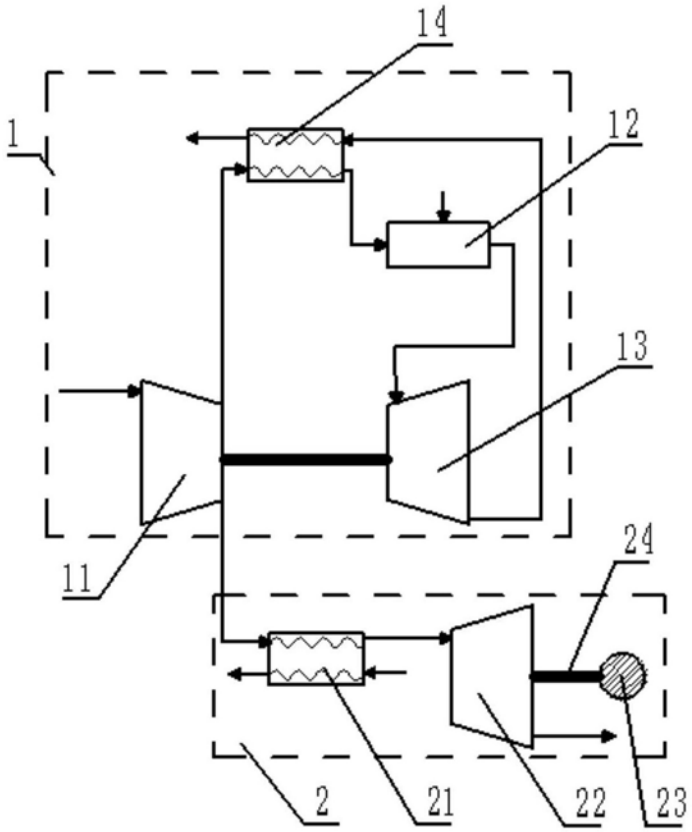


图2

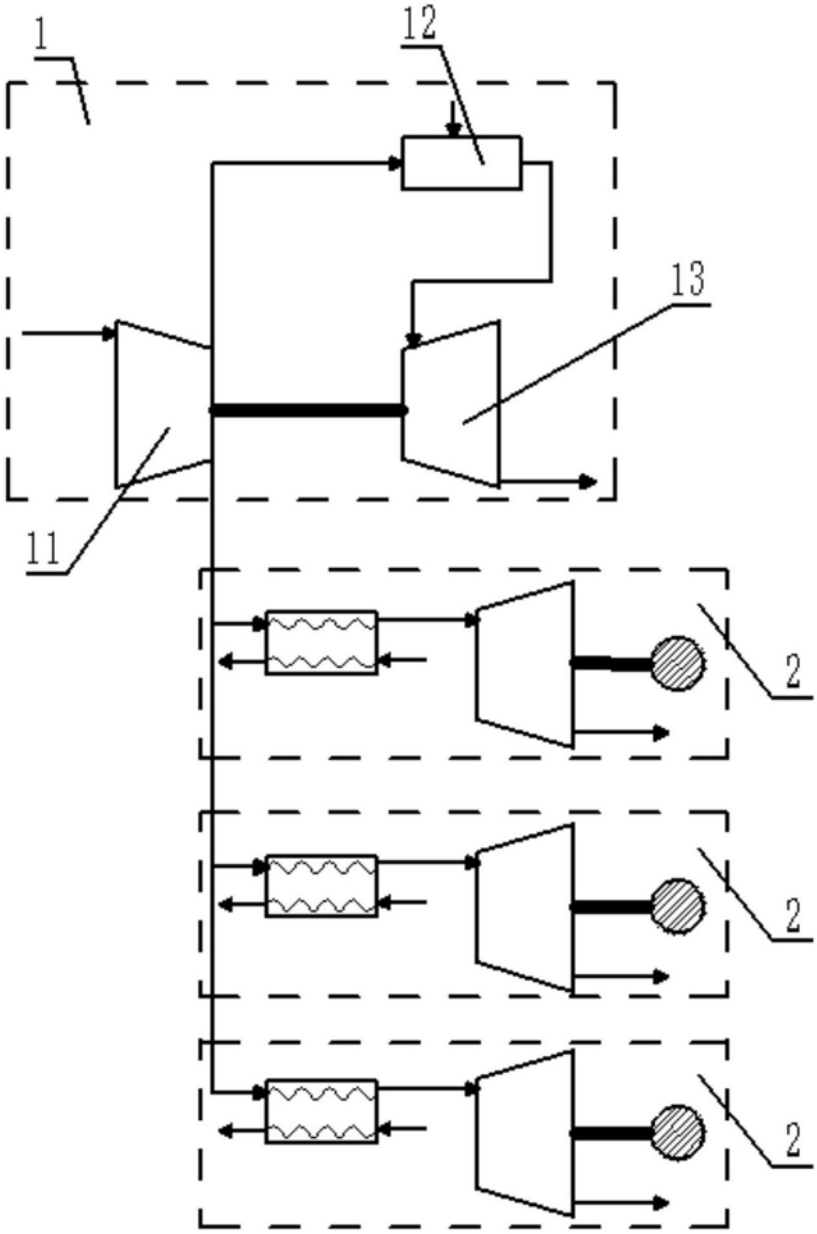


图3

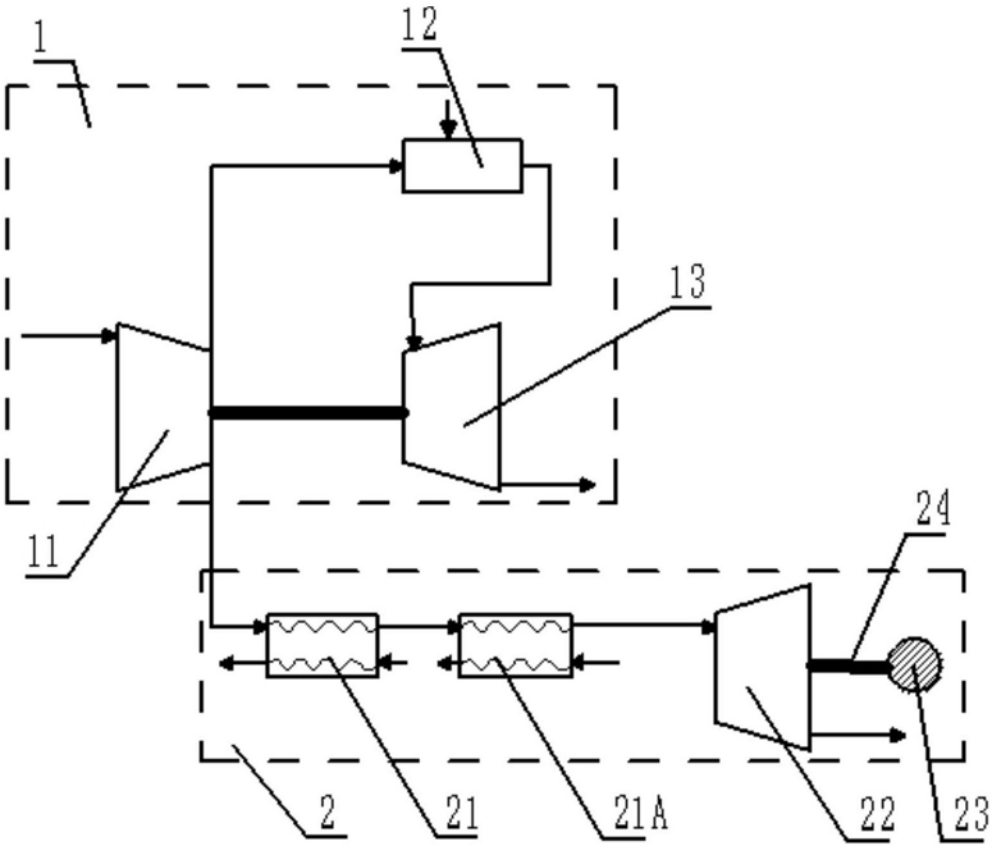


图4

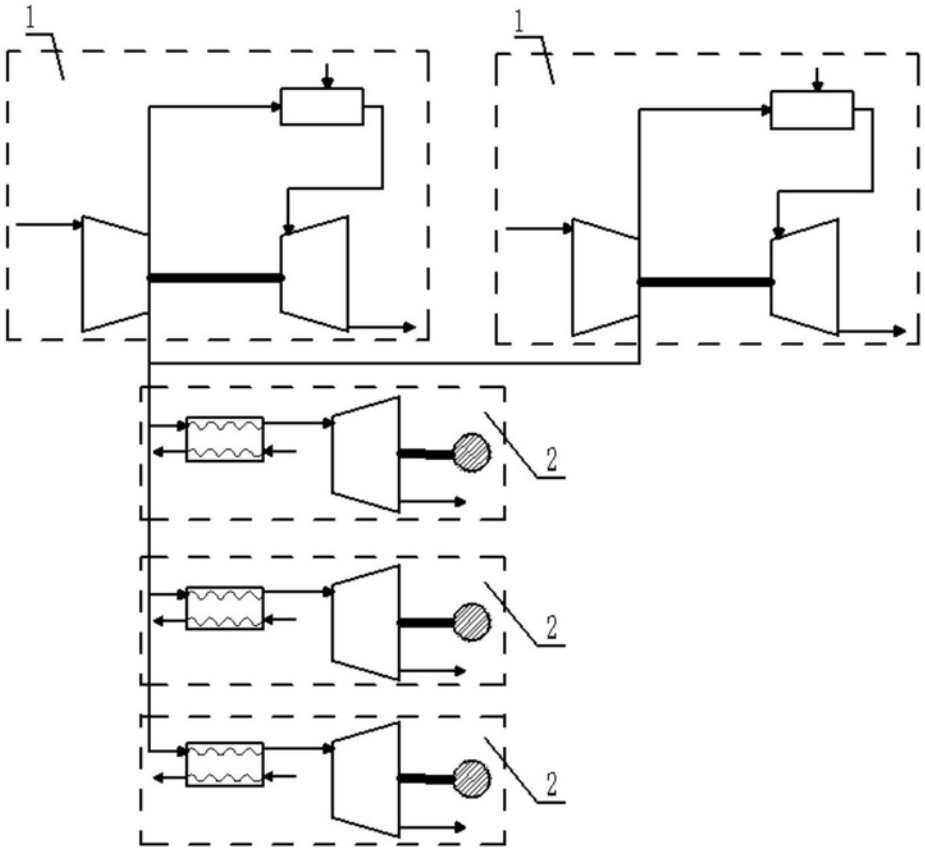


图5

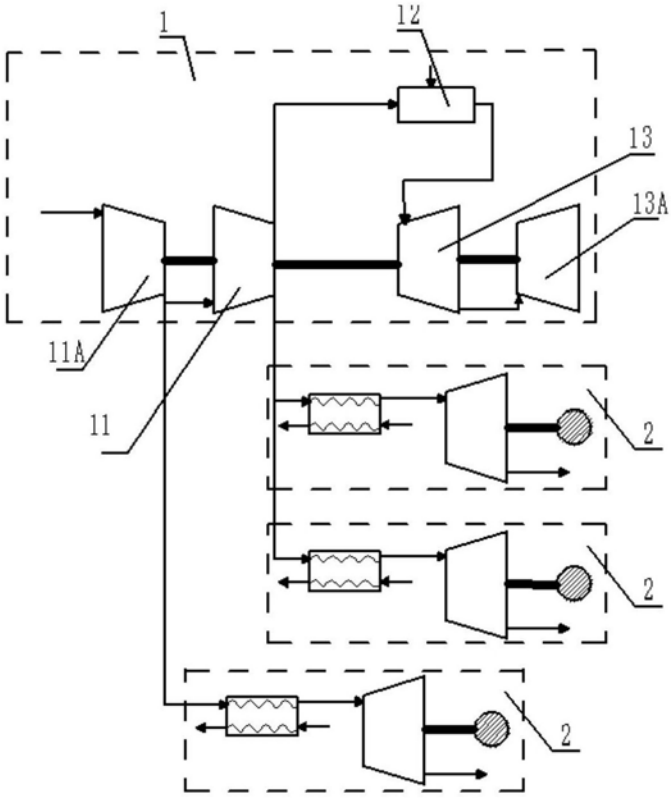


图6

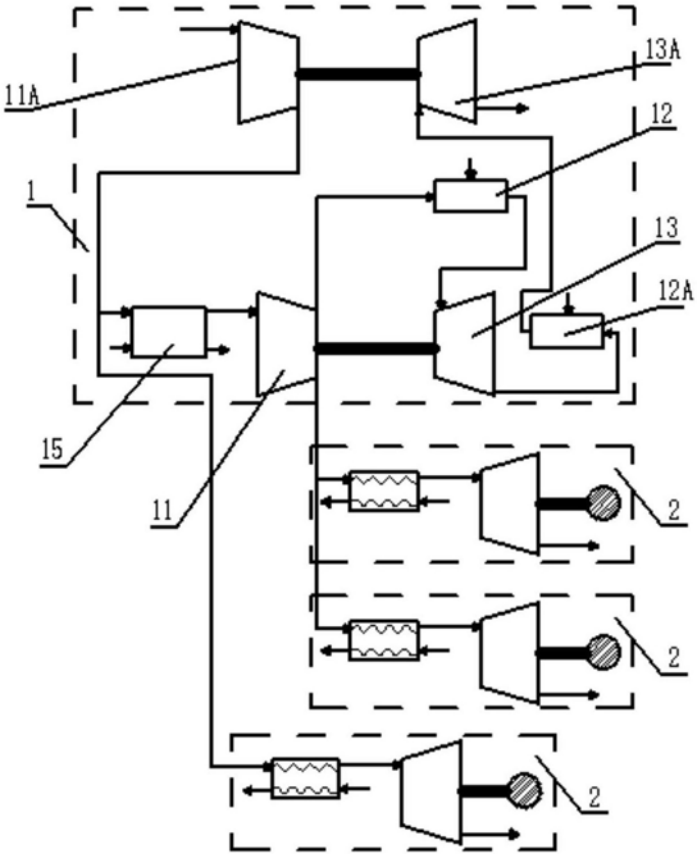


图7