



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113339774 A

(43) 申请公布日 2021. 09. 03

(21) 申请号 202110477738.7

F01D 17/10 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.29

F01D 15/08 (2006.01)

F04B 41/02 (2006.01)

(71) 申请人 华电电力科学研究院有限公司

地址 310030 浙江省杭州市西湖区西湖科技经济园西园一路10号

申请人 江苏华电吴江热电有限公司

(72) 发明人 高新勇 戴进 王伟 郑立军

何晓红 方昕玥 李成磊

(74) 专利代理机构 杭州天欣专利事务所(普通

合伙) 33209

代理人 张狄峰

(51) Int. Cl.

F22B 33/18 (2006.01)

F22B 37/00 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

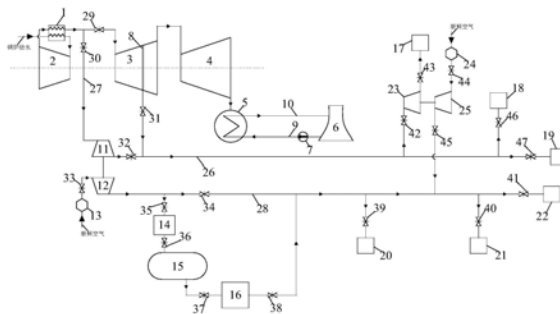
权利要求书4页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统及调节方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统及调节方法,主要包括锅炉、汽轮机、凝汽器、冷却塔、循环水泵、旋转隔板、背压机、空气压缩机、空气净化装置、空气冷却装置、空气储能装置、空气加热装置、蒸汽用户和压缩空气用户,汽轮机高参数再热蒸汽先用于生产压缩空气以满足空气能用户需求,再用于满足蒸汽用户需求,同时在低压蒸汽用户侧,回收利用蒸汽能来生产压缩空气能满足空气能用户需求,然后满足低压蒸汽用户需求,且通过空气储能装置以满足电网调峰要求。本发明通过回收高参数蒸汽能以实现节能、增加机组调峰能力以促进电网消纳新能源等措施,为企业及社会创造了显著的经济效益和减排效益,具有广阔的应用前景。



1. 一种基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,包括锅炉(1)、汽轮机高压缸(2)、汽轮机中压缸(3)、汽轮机低压缸(4)、凝汽器(5)、冷却塔(6)、循环水泵(7)和旋转隔板(8),所述锅炉(1)的主蒸汽出口与汽轮机高压缸(2)的蒸汽进口连接,所述汽轮机高压缸(2)的蒸汽出口与锅炉(1)的再热蒸汽进口连接,所述锅炉(1)的再热蒸汽出口与汽轮机中压缸(3)的蒸汽进口连接,且在汽轮机中压缸(3)的蒸汽进口安装有第一阀门(29),所述汽轮机中压缸(3)的蒸汽出口与汽轮机低压缸(4)的蒸汽进口连接,所述汽轮机低压缸(4)的排汽口与凝汽器(5)的蒸汽侧连接,所述凝汽器(5)的循环水侧通过循环回水管(9)和循环供水管(10)分别与冷却塔(6)的出水口和进水口连接,且在冷却塔(6)的出水口安装有循环水泵(7),所述汽轮机中压缸(3)还安装有旋转隔板(8),所述旋转隔板(8)的蒸汽出口与工业蒸汽输送管(26)的蒸汽进口端连接,且在旋转隔板(8)的蒸汽出口安装有第三阀门(31),其特征在于,还包括第一背压机(11)、第一空气压缩机(12)、第一空气净化装置(13)、空气冷却装置(14)、空气储能装置(15)、空气加热装置(16)、低压蒸汽用户(17)、第一高压蒸汽用户(18)、第二高压蒸汽用户(19)、第一压缩空气用户(20)、第二压缩空气用户(21)、第三压缩空气用户(22)、第二背压机(23)、第二空气净化装置(24)和第二空气压缩机(25),所述第一背压机(11)的蒸汽进口通过再热抽汽管(27)与锅炉(1)的再热蒸汽出口连接,且在再热抽汽管(27)上安装有第二阀门(30),所述第一背压机(11)的蒸汽出口与工业蒸汽输送管(26)的蒸汽进口端连接,且在第一背压机(11)的蒸汽出口安装有第四阀门(32),所述第一背压机(11)驱动第一空气压缩机(12)做功,所述第一空气净化装置(13)的空气出口与第一空气压缩机(12)的空气进口连接,且在第一空气净化装置(13)的空气出口安装有第五阀门(33),所述第一空气压缩机(12)的压缩空气出口与压缩空气输送管(28)的压缩空气进口端连接,且在压缩空气输送管(28)的压缩空气进口端安装有第六阀门(34),所述空气冷却装置(14)的压缩空气进口与第一空气压缩机(12)的压缩空气出口连接,且在空气冷却装置(14)的压缩空气进口安装有第七阀门(35),所述空气冷却装置(14)的压缩空气出口与空气储能装置(15)的压缩空气进口连接,且在空气冷却装置(14)的压缩空气出口安装有第八阀门(36),所述空气储能装置(15)的压缩空气出口与空气加热装置(16)的压缩空气进口连接,且在空气加热装置(16)的压缩空气进口安装有第九阀门(37),所述空气加热装置(16)的压缩空气出口与压缩空气输送管(28)连接,且在空气加热装置(16)的压缩空气出口安装有第十阀门(38),所述工业蒸汽输送管(26)的蒸汽出口端连接有第一高压蒸汽用户(18)和第二高压蒸汽用户(19),且在第一高压蒸汽用户(18)的蒸汽进口安装有第十八阀门(46),在第二高压蒸汽用户(19)的蒸汽进口安装有第十九阀门(47),所述工业蒸汽输送管(26)的蒸汽出口端还连接有低压蒸汽用户(17),且在低压蒸汽用户(17)的蒸汽进口沿着蒸汽流动方向依次安装有第十四阀门(42)、第二背压机(23)和第十五阀门(43),所述第二背压机(23)驱动第二空气压缩机(25)做功,所述第二空气压缩机(25)的空气进口与第二空气净化装置(24)的空气出口连接,且在第二空气净化装置(24)的空气出口安装有第十六阀门(44),所述第二空气压缩机(25)的压缩空气出口与压缩空气输送管(28)连接,且在第二空气压缩机(25)的压缩空气出口安装有第十七阀门(45),所述压缩空气输送管(28)的压缩空气出口端连接有第一压缩空气用户(20)、第二压缩空气用户(21)和第三压缩空气用户(22),且在第一压缩空气用户(20)的压缩空气进口安装有第十一阀门(39),在第二压缩空气用户(21)的压缩空气进口安装有第十二阀门(40),在第三压缩空气用户(22)的压缩空气

进口安装有第十三阀门(41)。

2. 根据权利要求1所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,其特征在于,所述第一空气净化装置(13)和第二空气净化装置(24)均为吸附式净化装置,用于除去新鲜空气中的水蒸气、腐蚀气体、气溶胶及灰尘。

3. 根据权利要求1所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,其特征在于,所述空气冷却装置(14)设置有水-气间接式换热器(01),所述水-气间接式换热器(01)的水侧进口与循环回水管(9)连接,且在水-气间接式换热器(01)的水侧进口安装有进水阀门(02),所述水-气间接式换热器(01)的水侧出口与循环供水管(10)连接,且在水-气间接式换热器(01)的水侧出口安装有出水阀门(03)。

4. 根据权利要求1所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,其特征在于,所述空气加热装置(16)设置有汽-气间接式换热器(04),所述汽-气间接式换热器(04)的蒸汽进口与工业蒸汽输送管(26)连接,且在汽-气间接式换热器(04)的蒸汽进口安装有进汽阀门(05),所述汽-气间接式换热器(04)的疏水出口与凝汽器(5)连接,且在汽-气间接式换热器(04)的疏水出口安装有疏水阀门(06)。

5. 根据权利要求4所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,其特征在于,所述空气冷却装置(14)将来自于第一空气压缩机(12)的压缩空气冷却至常温。

6. 根据权利要求5所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,其特征在于,所述空气加热装置(16)将来自于空气储能装置(15)的压缩空气温度加热至第一空气压缩机(12)输出的压缩空气温度。

7. 一种如权利要求1~6中任一项所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的调节方法,其特征在于,步骤如下:

打开并调节第一阀门(29)、第二阀门(30)、第三阀门(31)、第四阀门(32)、第十四阀门(42)、第十五阀门(43)、第十八阀门(46)和第十九阀门(47),汽轮机组通过工业蒸汽输送管(26)为低压蒸汽用户(17)、第一高压蒸汽用户(18)和第二高压蒸汽用户(19)进行供汽,此时,利用旋转隔板(8)调节来为工业蒸汽输送管(26)提供符合参数要求的工业蒸汽,来自锅炉(1)的再热蒸汽通过进入第一背压机(11)做功调节来为工业蒸汽输送管(26)提供符合参数要求的工业蒸汽,来自工业蒸汽输送管(26)的工业蒸汽通过进入第二背压机(23)做功调节来为低压蒸汽用户(17)提供符合参数要求的低压蒸汽;

打开并调节第五阀门(33)、第六阀门(34)、第十一阀门(39)、第十二阀门(40)和第十三阀门(41),新鲜空气通过第一空气净化装置(13)进行净化处理后形成纯净空气,然后利用第一背压机(11)驱动第一空气压缩机(12)来对纯净空气进行压缩形成符合参数要求的压缩空气,之后通过压缩空气输送管(28)为第一压缩空气用户(20)、第二压缩空气用户(21)和第三压缩空气用户(22)进行供气,此时,新鲜空气还通过第二空气净化装置(24)进行净化处理形成纯净空气,然后利用第二背压机(23)驱动第二空气压缩机(25)来对纯净空气进行压缩形成符合参数要求的压缩空气,之后对压缩空气输送管(28)进行补充压缩空气,以满足用户对压缩空气总量的需求。

8. 根据权利要求7所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的调节方法,其特征在于:

当汽轮机组需要降低电负荷来满足电网低负荷调峰需求时,关小第一阀门(29)和第三

阀门(31)的开度,开大第二阀门(30)和第四阀门(32)的开度,在工业供汽总量不变的情况下,通过减小旋转隔板(8)的供汽量以及增加再热蒸汽量来增加第一背压机(11)的供汽量,从而实现汽轮机组电负荷的降低,来满足电网低负荷调峰需求;

此时,第一背压机(11)的驱动做功能力增加,由此也增加了第一空气压缩机(12)输出的压缩空气流量,当第一压缩空气用户(20)、第二压缩空气用户(21)和第三压缩空气用户(22)的压缩空气用量不变时,调节第六阀门(34)的开度,且打开并调节第七阀门(35)、第八阀门(36)、进水阀门(02)和出水阀门(03),第一背压机(11)产生的多余压缩空气首先进入空气冷却装置(14),通过水-气间接式换热器(01)利用来自冷却塔(6)的低温循环水进行冷却输出常温状态的压缩空气,然后进入空气储能装置(15)进行存储。

9. 根据权利要求7所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的调节方法,其特征在于:

当汽轮机组需要增加电负荷来满足电网高负荷调峰需求时,关小第二阀门(30)和第四阀门(32)的开度,开大第一阀门(29)和第三阀门(31)的开度,在工业供汽总量不变的情况下,通过增加旋转隔板(8)的供汽量以及减小再热蒸汽量来减小第一背压机(11)的供汽量,从而实现汽轮机组电负荷的降低,来满足电网低负荷调峰需求;

此时,第一背压机(11)的驱动做功能力减小,由此也减小了第一空气压缩机(12)输出的压缩空气流量,当第一压缩空气用户(20)、第二压缩空气用户(21)和第三压缩空气用户(22)的压缩空气用量不变时,关闭第七阀门(35)、第八阀门(36)、进水阀门(02)和出水阀门(03),打开并调节第六阀门(34)、第九阀门(37)、第十阀门(38)、进汽阀门(05)和疏水阀门(06),空气储能装置(15)存储的压缩空气先进入空气加热装置(16),利用来自工业蒸汽输送管(26)的蒸汽进行加热后输出与第一空气压缩机(12)输出空气参数一致的压缩空气,来对压缩空气输送管(28)进行补充压缩空气流量。

10. 根据权利要求7所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的调节方法,其特征在于:

当汽轮机组需要降低电负荷来满足电网低负荷调峰需求时:

若工业供汽总量需求同步增加,则首先通过调节旋转隔板(8)供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量增加的要求,然后通过调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量增加的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则利用空气储能装置(15)储存多余的压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则首先通过第一背压机(11)增加驱动做功能力来满足压缩空气总量增加的需求,再利用空气储能装置(15)储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

若工业供汽总量需求同步减小,则通过同时调节旋转隔板(8)供汽流量的方式和调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量减小的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则利用空气储能装置(15)储存多余的压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则首先通过第一背压机(11)增加驱动做功能力来满足压缩空气总量增加的需求,再利用空气储能装置(15)储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

当汽轮机组需要增加电负荷来满足电网高负荷调峰需求时:

若工业供汽总量需求同步增加,则通过同时调节旋转隔板(8)供汽流量的方式和调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量增加的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则首先利用通过第一背压机(11)减小驱动做功能力来满足压缩空气总量减小的需求,再利用空气储能装置(15)储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则利用空气储能装置(15)释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

若工业供汽总量需求同步减小,则首先通过调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量减小的要求,然后通过调节旋转隔板(8)供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量减小的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则首先利用通过第一背压机(11)减小驱动做功能力来满足压缩空气总量减小的需求,再利用空气储能装置(15)储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则利用空气储能装置(15)释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求。

基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统及调节方法

技术领域

[0001] 本发明属于热电联产技术领域,具体涉及一种基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统及调节方法,尤其适用于进行集中供能的热电联产系统。

背景技术

[0002] 当前,为提高火电机组的综合能源利用效率,并争取更多的发电利用小时数,纯凝机组改供热得到广泛的发展。但是,对于不同工业蒸汽用户,由于各自的工艺不同,所需的蒸汽压力参数也就不尽相同,而对于热电机组来说,仅有一条对外供蒸汽的母管道,即只能对外供一种压力参数的蒸汽。由此造成当热电机组对外供汽的压力较高时,对于低压蒸汽需求用户来说,造成了余压损失。另外,除了工业蒸汽用户之外,还存在着压缩空气用户。而压缩空气用户为了满足自身的压缩空气需求,大部分自建分散式压缩空气生产装置,相比于利用热电联产系统进行集中供气来说,能耗过高,不符合国家节能减排政策及未来碳中和的战略发展。

[0003] 针对上述技术难题,本发明创造则是基于能量梯级利用原理,将工业蒸汽的供能流程与压缩空气的供能流程进行有效集成,并结合压缩空气储能装置以满足热电联产机组参与电网调峰要求,而进行的发明创造。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述不足,而提供一种设计合理、性能可靠的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统及调节方法。

[0005] 本发明解决上述问题所采用的技术方案是:一种基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,包括锅炉、汽轮机高压缸、汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、凝汽器、冷却塔、循环水泵和旋转隔板,所述锅炉的主蒸汽出口与汽轮机高压缸的蒸汽进口连接,所述汽轮机高压缸的蒸汽出口与锅炉的再热蒸汽进口连接,所述锅炉的再热蒸汽出口与汽轮机中压缸的蒸汽进口连接,且在汽轮机中压缸的蒸汽进口安装有第一阀门,所述汽轮机中压缸的蒸汽出口与汽轮机低压缸的蒸汽进口连接,所述汽轮机低压缸的排汽口与凝汽器的蒸汽侧连接,所述凝汽器的循环水侧通过循环回水管和循环供水管分别与冷却塔的出水口和进水口连接,且在冷却塔的出水口安装有循环水泵,所述汽轮机中压缸还安装有旋转隔板,所述旋转隔板的蒸汽出口与工业蒸汽输送管的蒸汽进口端连接,且在旋转隔板的蒸汽出口安装有第三阀门,其特征在于,还包括第一背压机、第一空气压缩机、第一空气净化装置、空气冷却装置、空气储能装置、空气加热装置、低压蒸汽用户、第一高压蒸汽用户、第二高压蒸汽用户、第一压缩空气用户、第二压缩空气用户、第三压缩空气用户、第二背压机、第二空气净化装置和第二空气压缩机,所述第一背压机的蒸汽进口通过再热抽汽管与锅炉的再热蒸汽出口连接,且在再热抽汽管上安装有第二阀门,所述第一背压机的蒸汽出口与工业蒸汽输送管的蒸汽进口端连接,且在第一背压机的蒸汽出口安装有第四阀门,所述第一背压机驱动第一空气压缩机做功,所述第一空气净化装置的空气出口与第一空气压缩机的空气进口连

接,且在第一空气净化装置的空气出口安装有第五阀门,所述第一空气压缩机的压缩空气出口与压缩空气输送管的压缩空气进口端连接,且在压缩空气输送管的压缩空气进口端安装有第六阀门,所述空气冷却装置的压缩空气进口与第一空气压缩机的压缩空气出口连接,且在空气冷却装置的压缩空气进口安装有第七阀门,所述空气冷却装置的压缩空气出口与空气储能装置的压缩空气进口连接,且在空气冷却装置的压缩空气出口安装有第八阀门,所述空气储能装置的压缩空气出口与空气加热装置的压缩空气进口连接,且在空气加热装置的压缩空气进口安装有第九阀门,所述空气加热装置的压缩空气出口与压缩空气输送管连接,且在空气加热装置的压缩空气出口安装有第十阀门,所述工业蒸汽输送管的蒸汽出口端连接有第一高压蒸汽用户和第二高压蒸汽用户,且在第一高压蒸汽用户的蒸汽进口安装有第十八阀门,在第二高压蒸汽用户的蒸汽进口安装有第十九阀门,所述工业蒸汽输送管的蒸汽出口端还连接有低压蒸汽用户,且在低压蒸汽用户的蒸汽进口沿着蒸汽流动方向依次安装有第十四阀门、第二背压机和第十五阀门,所述第二背压机驱动第二空气压缩机做功,所述第二空气压缩机的空气进口与第二空气净化装置的空气出口连接,且在第二空气净化装置的空气出口安装有第十六阀门,所述第二空气压缩机的压缩空气出口与压缩空气输送管连接,且在第二空气压缩机的压缩空气出口安装有第十七阀门,所述压缩空气输送管的压缩空气出口端连接有第一压缩空气用户、第二压缩空气用户和第三压缩空气用户,且在第一压缩空气用户的压缩空气进口安装有第十一阀门,在第二压缩空气用户的压缩空气进口安装有第十二阀门,在第三压缩空气用户的压缩空气进口安装有第十三阀门。

[0006] 进一步的,所述第一空气净化装置和第二空气净化装置均为吸附式净化装置,用于除去新鲜空气中的水蒸气、腐蚀气体、气溶胶及灰尘等杂质。

[0007] 进一步的,所述空气冷却装置设置有水-气间接式换热器,所述水-气间接式换热器的水侧进口与循环回水管连接,且在水-气间接式换热器的水侧进口安装有进水阀门,所述水-气间接式换热器的水侧出口与循环供水管连接,且在水-气间接式换热器的水侧出口安装有出水阀门。

[0008] 进一步的,所述空气加热装置设置有汽-气间接式换热器,所述汽-气间接式换热器的蒸汽进口与工业蒸汽输送管连接,且在汽-气间接式换热器的蒸汽进口安装有进汽阀门,所述汽-气间接式换热器的疏水出口与凝汽器连接,且在汽-气间接式换热器的疏水出口安装有疏水阀门。

[0009] 进一步的,所述空气冷却装置将来自于第一空气压缩机的压缩空气温度冷却至常温状态,以提升空气储能装置的储存能力。

[0010] 进一步的,所述空气加热装置将来自于空气储能装置的压缩空气温度加热至第一空气压缩机输出的压缩空气温度状态。

[0011] 所述的基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的调节方法,其特征在于,步骤如下:

打开并调节第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门、第十四阀门、第十五阀门、第十八阀门和第十九阀门,汽轮机组通过工业蒸汽输送管为低压蒸汽用户、第一高压蒸汽用户和第二高压蒸汽用户进行供汽,此时,利用旋转隔板调节来为工业蒸汽输送管提供符合参数要求的工业蒸汽,来自锅炉的再热蒸汽通过进入第一背压机做功调节来为工业蒸汽

输送管提供符合参数要求的工业蒸汽,来自工业蒸汽输送管的工业蒸汽通过进入第二背压机做功调节来为低压蒸汽用户提供符合参数要求的低压蒸汽;

打开并调节第五阀门、第六阀门、第十一阀门、第十二阀门和第十三阀门,新鲜空气通过第一空气净化装置进行净化处理后形成无杂质的纯净空气,然后利用第一背压机驱动第一空气压缩机来对纯净空气进行压缩形成符合参数要求的压缩空气,之后通过压缩空气输送管为第一压缩空气用户、第二压缩空气用户和第三压缩空气用户进行供气,此时,新鲜空气还通过第二空气净化装置进行净化处理形成无杂质的纯净空气,然后利用第二背压机驱动第二空气压缩机来对纯净空气进行压缩形成符合参数要求的压缩空气,之后对压缩空气输送管进行补充压缩空气,以满足用户对压缩空气总量的需求。

[0012] 当汽轮机组需要降低电负荷来满足电网低负荷调峰需求时,关小第一阀门和第三阀门的开度,开大第二阀门和第四阀门的开度,在工业供汽总量不变的情况下,通过减小旋转隔板的供汽量以及增加再热蒸汽量来增加第一背压机的供汽量,从而实现汽轮机组电负荷的降低,来满足电网低负荷调峰需求;

此时,第一背压机的驱动做功能力增加,由此也增加了第一空气压缩机输出的压缩空气流量,当第一压缩空气用户、第二压缩空气用户和第三压缩空气用户的压缩空气用量不变时,调节第六阀门的开度,且打开并调节第七阀门、第八阀门、进水阀门和出水阀门,第一背压机产生的多余压缩空气首先进入空气冷却装置,通过水-气间接式换热器利用来自冷却塔的低温循环水进行冷却输出常温状态的压缩空气,然后进入空气储能装置进行存储。

[0013] 当汽轮机组需要增加电负荷来满足电网高负荷调峰需求时,关小第二阀门和第四阀门的开度,开大第一阀门和第三阀门的开度,在工业供汽总量不变的情况下,通过增加旋转隔板的供汽量以及减小再热蒸汽量来减小第一背压机的供汽量,从而实现汽轮机组电负荷的降低,来满足电网低负荷调峰需求;

此时,第一背压机的驱动做功能力减小,由此也减小了第一空气压缩机输出的压缩空气流量,当第一压缩空气用户、第二压缩空气用户和第三压缩空气用户的压缩空气用量不变时,关闭第七阀门、第八阀门、进水阀门和出水阀门,打开并调节第六阀门、第九阀门、第十阀门、进汽阀门和疏水阀门,空气储能装置存储的压缩空气先进入空气加热装置,利用来自工业蒸汽输送管的蒸汽进行加热后输出与第一空气压缩机输出空气参数一致的压缩空气,来对压缩空气输送管进行补充压缩空气流量。

[0014] 当汽轮机组需要降低电负荷来满足电网低负荷调峰需求时:

若工业供汽总量需求同步增加,则首先通过调节旋转隔板供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量增加的要求,然后通过调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量增加的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则利用空气储能装置储存多余的压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则首先通过第一背压机增加驱动做功能力来满足压缩空气总量增加的需求,再利用空气储能装置储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

若工业供汽总量需求同步减小,则通过同时调节旋转隔板供汽流量的方式和调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量减小的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则利用空气储能装置储存多余的压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则首先通过第一背压机增加驱动做功能力来满足压缩空气总量增加的需求,再利用空气储能装置储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

当汽轮机组需要增加电负荷来满足电网高负荷调峰需求时:

若工业供汽总量需求同步增加,则通过同时调节旋转隔板供汽流量的方式和调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量增加的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则首先利用通过第一背压机减小驱动做功能力来满足压缩空气总量减小的需求,再利用空气储能装置储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则利用空气储能装置释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

若工业供汽总量需求同步减小,则首先通过调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量减小的要求,然后通过调节旋转隔板供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量减小的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则首先利用通过第一背压机减小驱动做功能力来满足压缩空气总量减小的需求,再利用空气储能装置储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则利用空气储能装置释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求。

[0015] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和效果:

(1)本发明以能量梯级利用原理,实现了工业蒸汽供能流程与压缩空气供能流程的高效梯级集成,既解决了工业蒸汽参数过高而造成的蒸汽能损失,又满足了压缩空气的用能需求;(2)本发明还通过在压缩空气供能系统增加压缩空气储能装置,并结合工业蒸汽负荷与压缩空气负荷的匹配调节,实现了热电机组的电力调峰的要求。本发明创造了通过回收利用高参数蒸汽能、增加热机组调峰能力以促进电网消纳新能源等措施,为热电企业和社会创造了显著的经济效益和减排效益,十分符合国家节能减排政策及未来碳中和的战略发展,具有广阔的应用前景。

附图说明

[0016] 图1是本发明实施例中基于热机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的结构示意图。

[0017] 图2是本发明实施例中空气冷却装置的结构示意图。

[0018] 图3是本发明实施例中空气加热装置的结构示意图。

[0019] 图中:锅炉1、汽轮机高压缸2、汽轮机中压缸3、汽轮机低压缸4、凝汽器5、冷却塔6、循环水泵7、旋转隔板8、循环回水管9、循环供水管10、第一背压机11、第一空气压缩机12、第一空气净化装置13、空气冷却装置14、空气储能装置15、空气加热装置16、低压蒸汽用户17、第一高压蒸汽用户18、第二高压蒸汽用户19、第一压缩空气用户20、第二压缩空气用户21、第三压缩空气用户22、第二背压机23、第二空气净化装置24、第二空气压缩机25、工业蒸汽输送管26、再热抽汽管27、压缩空气输送管28、第一阀门29、第二阀门30、第三阀门31、第四阀门32、第五阀门33、第六阀门34、第七阀门35、第八阀门36、第九阀门37、第十阀门38、第十

一阀门39、第十二阀门40、第十三阀门41、第十四阀门42、第十五阀门43、第十六阀门44、第十七阀门45、第十八阀门46、第十九阀门47、水-气间接式换热器01、进水阀门02、出水阀门03、汽-气间接式换热器04、进汽阀门05、疏水阀门06。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图并通过实施例对本发明作进一步的详细说明,以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0021] 实施例。

[0022] 参见图1,本实施例中,一种基于热机组蒸汽梯级利用的多能联供系统,包括锅炉1、汽轮机高压缸2、汽轮机中压缸3、汽轮机低压缸4、凝汽器5、冷却塔6、循环水泵7和旋转隔板8,锅炉1的主蒸汽出口与汽轮机高压缸2的蒸汽进口连接,汽轮机高压缸2的蒸汽出口与锅炉1的再热蒸汽进口连接,锅炉1的再热蒸汽出口与汽轮机中压缸3的蒸汽进口连接,且在汽轮机中压缸3的蒸汽进口安装有第一阀门29,汽轮机中压缸3的蒸汽出口与汽轮机低压缸4的蒸汽进口连接,汽轮机低压缸4的排汽口与凝汽器5的蒸汽侧连接,凝汽器5的循环水侧通过循环回水管9和循环供水管10分别与冷却塔6的出水口和进水口连接,且在冷却塔6的出水口安装有循环水泵7,汽轮机中压缸3还安装有旋转隔板8,旋转隔板8的蒸汽出口与工业蒸汽输送管26的蒸汽进口端连接,且在旋转隔板8的蒸汽出口安装有第三阀门31;还包括第一背压机11、第一空气压缩机12、第一空气净化装置13、空气冷却装置14、空气储能装置15、空气加热装置16、低压蒸汽用户17、第一高压蒸汽用户18、第二高压蒸汽用户19、第一压缩空气用户20、第二压缩空气用户21、第三压缩空气用户22、第二背压机23、第二空气净化装置24和第二空气压缩机25,第一背压机11的蒸汽进口通过再热抽汽管27与锅炉1的再热蒸汽出口连接,且在再热抽汽管27上安装有第二阀门30,第一背压机11的蒸汽出口与工业蒸汽输送管26的蒸汽进口端连接,且在第一背压机11的蒸汽出口安装有第四阀门32,第一背压机11驱动第一空气压缩机12做功,第一空气净化装置13的空气出口与第一空气压缩机12的空气进口连接,且在第一空气净化装置13的空气出口安装有第五阀门33,第一空气压缩机12的压缩空气出口与压缩空气输送管28的压缩空气进口端连接,且在压缩空气输送管28的压缩空气进口端安装有第六阀门34,空气冷却装置14的压缩空气进口与第一空气压缩机12的压缩空气出口连接,且在空气冷却装置14的压缩空气进口安装有第七阀门35,空气冷却装置14的压缩空气出口与空气储能装置15的压缩空气进口连接,且在空气冷却装置14的压缩空气出口安装有第八阀门36,空气储能装置15的压缩空气出口与空气加热装置16的压缩空气进口连接,且在空气加热装置16的压缩空气进口安装有第九阀门37,空气加热装置16的压缩空气出口与压缩空气输送管28连接,且在空气加热装置16的压缩空气出口安装有第十阀门38,工业蒸汽输送管26的蒸汽出口端连接有第一高压蒸汽用户18和第二高压蒸汽用户19,且在第一高压蒸汽用户18的蒸汽进口安装有第十八阀门46,在第二高压蒸汽用户19的蒸汽进口安装有第十九阀门47,工业蒸汽输送管26的蒸汽出口端还连接有低压蒸汽用户17,且在低压蒸汽用户17的蒸汽进口沿着蒸汽流动方向依次安装有第十四阀门42、第二背压机23和第十五阀门43,第二背压机23驱动第二空气压缩机25做功,第二空气压缩机25的空气进口与第二空气净化装置24的空气出口连接,且在第二空气净化装置24的空气出口安装有第十六阀门44,第二空气压缩机25的压缩空气出口与压缩空气输送管28连接,

且在第二空气压缩机25的压缩空气出口安装有第十七阀门45,压缩空气输送管28的压缩空气出口端连接有第一压缩空气用户20、第二压缩空气用户21和第三压缩空气用户22,且在第一压缩空气用户20的压缩空气进口安装有第十一阀门39,在第二压缩空气用户21的压缩空气进口安装有第十二阀门40,在第三压缩空气用户22的压缩空气进口安装有第十三阀门41。

[0023] 本实施例中,第一空气净化装置13和第二空气净化装置24均为吸附式净化装置,用于除去新鲜空气中的水蒸气、腐蚀气体、气溶胶及灰尘等杂质。

[0024] 参见图2,本实施例中,空气冷却装置14将来自于第一空气压缩机12的压缩空气温度冷却至常温状态,空气冷却装置14设置有水-气间接式换热器01,水-气间接式换热器01的水侧进口与循环回水管9连接,且在水-气间接式换热器01的水侧进口安装有进水阀门02,水-气间接式换热器01的水侧出口与循环供水管10连接,且在水-气间接式换热器01的水侧出口安装有出水阀门03。

[0025] 参见图3,本实施例中,空气加热装置16将来自于空气储能装置15的压缩空气温度加热至第一空气压缩机12输出的压缩空气温度状态。空气加热装置16设置有汽-气间接式换热器04,汽-气间接式换热器04的蒸汽进口与工业蒸汽输送管26连接,且在汽-气间接式换热器04的蒸汽进口安装有进汽阀门05,汽-气间接式换热器04的疏水出口与凝汽器5连接,且在汽-气间接式换热器04的疏水出口安装有疏水阀门06。

[0026] 本实施例中,基于热电机组蒸汽梯级利用的多能联供系统的调节方法如下:

打开并调节第一阀门29、第二阀门30、第三阀门31、第四阀门32、第十四阀门42、第十五阀门43、第十八阀门46和第十九阀门47,汽轮机组通过工业蒸汽输送管26为低压蒸汽用户17、第一高压蒸汽用户18和第二高压蒸汽用户19进行供汽,此时,利用旋转隔板8调节来为工业蒸汽输送管26提供符合参数要求的工业蒸汽,来自锅炉1的再热蒸汽通过进入第一背压机11做功调节来为工业蒸汽输送管26提供符合参数要求的工业蒸汽,来自工业蒸汽输送管26的工业蒸汽通过进入第二背压机23做功调节来为低压蒸汽用户17提供符合参数要求的低压蒸汽;

打开并调节第五阀门33、第六阀门34、第十一阀门39、第十二阀门40和第十三阀门41,新鲜空气通过第一空气净化装置13进行净化处理后形成无杂质的纯净空气,然后利用第一背压机11驱动第一空气压缩机12来对纯净空气进行压缩形成符合参数要求的压缩空气,之后通过压缩空气输送管28为第一压缩空气用户20、第二压缩空气用户21和第三压缩空气用户22进行供气,此时,新鲜空气还通过第二空气净化装置24进行净化处理形成无杂质的纯净空气,然后利用第二背压机23驱动第二空气压缩机25来对纯净空气进行压缩形成符合参数要求的压缩空气,之后对压缩空气输送管28进行补充压缩空气,以满足用户对压缩空气总量的需求。

[0027] 本实施例中,当电网具有调峰需求且供汽量与供气量均不变时,调节方法如下:

当汽轮机组需要降低电负荷来满足电网低负荷调峰需求时,关小第一阀门29和第三阀门31的开度,开大第二阀门30和第四阀门32的开度,在工业供汽总量不变的情况下,通过减小旋转隔板8的供汽量以及增加再热蒸汽量来增加第一背压机11的供汽量,从而实现汽轮机组电负荷的降低,来满足电网低负荷调峰需求;

此时,第一背压机11的驱动做功能力增加,由此也增加了第一空气压缩机12输出

的压缩空气流量,当第一压缩空气用户20、第二压缩空气用户21和第三压缩空气用户22的压缩空气用量不变时,调节第六阀门34的开度,且打开并调节第七阀门35、第八阀门36、进水阀门02和出水阀门03,第一背压机11产生的多余压缩空气首先进入空气冷却装置14,通过水-气间接式换热器01利用来自冷却塔6的低温循环水进行冷却输出常温状态的压缩空气,然后进入空气储能装置15进行存储。

[0028] 当汽轮机组需要增加电负荷来满足电网高负荷调峰需求时,关小第二阀门30和第四阀门32的开度,开大第一阀门29和第三阀门31的开度,在工业供汽总量不变的情况下,通过增加旋转隔板8的供汽量以及减小再热蒸汽量来减小第一背压机11的供汽量,从而实现汽轮机组电负荷的降低,来满足电网低负荷调峰需求;

此时,第一背压机11的驱动做功能力减小,由此也减小了第一空气压缩机12输出的压缩空气流量,当第一压缩空气用户20、第二压缩空气用户21和第三压缩空气用户22的压缩空气用量不变时,关闭第七阀门35、第八阀门36、进水阀门02和出水阀门03,打开并调节第六阀门34、第九阀门37、第十阀门38、进汽阀门05和疏水阀门06,空气储能装置15存储的压缩空气先进入空气加热装置16,利用来自工业蒸汽输送管26的蒸汽进行加热后输出与第一空气压缩机12输出空气参数一致的压缩空气,来对压缩空气输送管28进行补充压缩空气流量。

[0029] 本实施例中,当电网具有调峰需求且供汽量与供气量均变化时,调节方法如下:

当汽轮机组需要降低电负荷来满足电网低负荷调峰需求时:

若工业供汽总量需求同步增加,则首先通过调节旋转隔板8供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量增加的要求,然后通过调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量增加的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则利用空气储能装置15储存多余的压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则首先通过第一背压机11增加驱动做功能力来满足压缩空气总量增加的需求,再利用空气储能装置15储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

若工业供汽总量需求同步减小,则通过同时调节旋转隔板8供汽流量的方式和调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组降低负荷与工业供汽总量减小的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则利用空气储能装置15储存多余的压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则首先通过第一背压机11增加驱动做功能力来满足压缩空气总量增加的需求,再利用空气储能装置15储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

当汽轮机组需要增加电负荷来满足电网高负荷调峰需求时:

若工业供汽总量需求同步增加,则通过同时调节旋转隔板8供汽流量的方式和调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量增加的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则首先利用通过第一背压机11减小驱动做功能力来满足压缩空气总量减小的需求,再利用空气储能装置15储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则利用空气储能装置15释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求;

若工业供汽总量需求同步减小,则首先通过调节再热蒸汽供汽流量的方式来同时

满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量减小的要求,然后通过调节旋转隔板8供汽流量的方式来同时满足汽轮机组增加负荷与工业供汽总量减小的要求;

此时,在压缩空气总量需求同步减小的情况下,则首先利用通过第一背压机11减小驱动做功能力来满足压缩空气总量减小的需求,再利用空气储能装置15储存或释放压缩空气来满足压缩空气总量减小的需求;在压缩空气总量需求同步增加的情况下,则利用空气储能装置15释放压缩空气来满足压缩空气总量增加的需求。

[0030] 本说明书中未作详细描述的内容均属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

[0031] 虽然本发明已以实施例公开如上,但其并非用以限定本发明的保护范围,任何熟悉该项技术的技术人员,在不脱离本发明的构思和范围内所作的更动与润饰,均应属于本发明的保护范围。

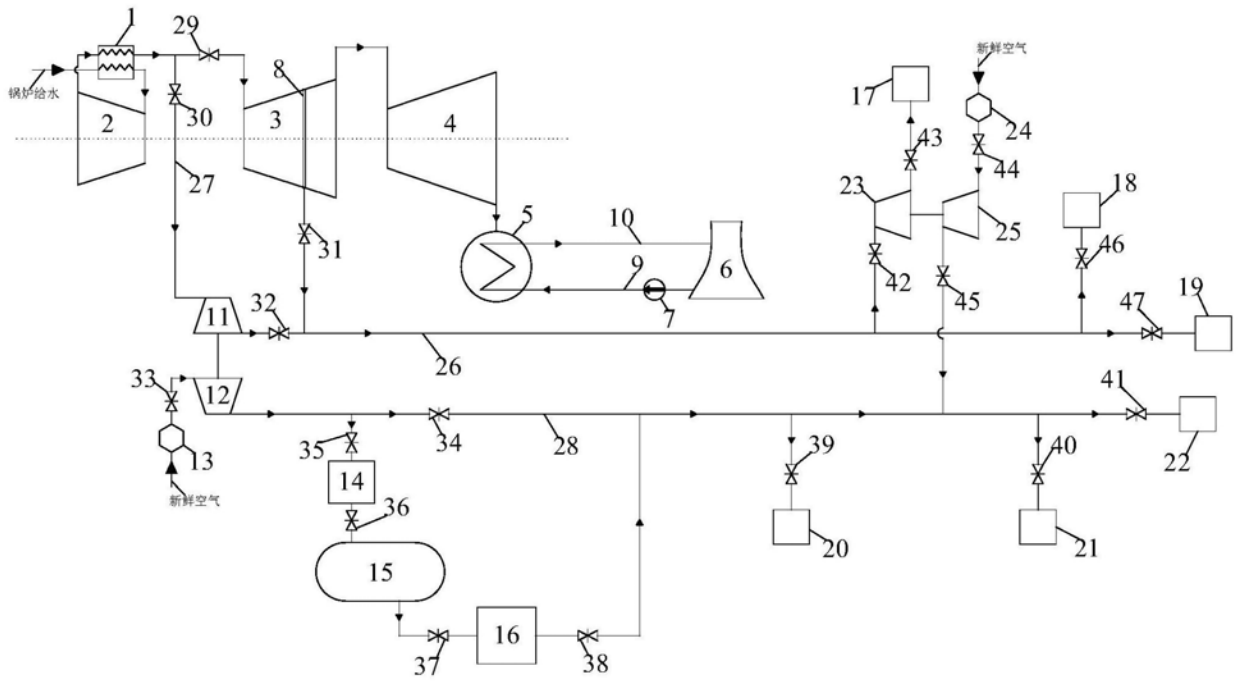


图1

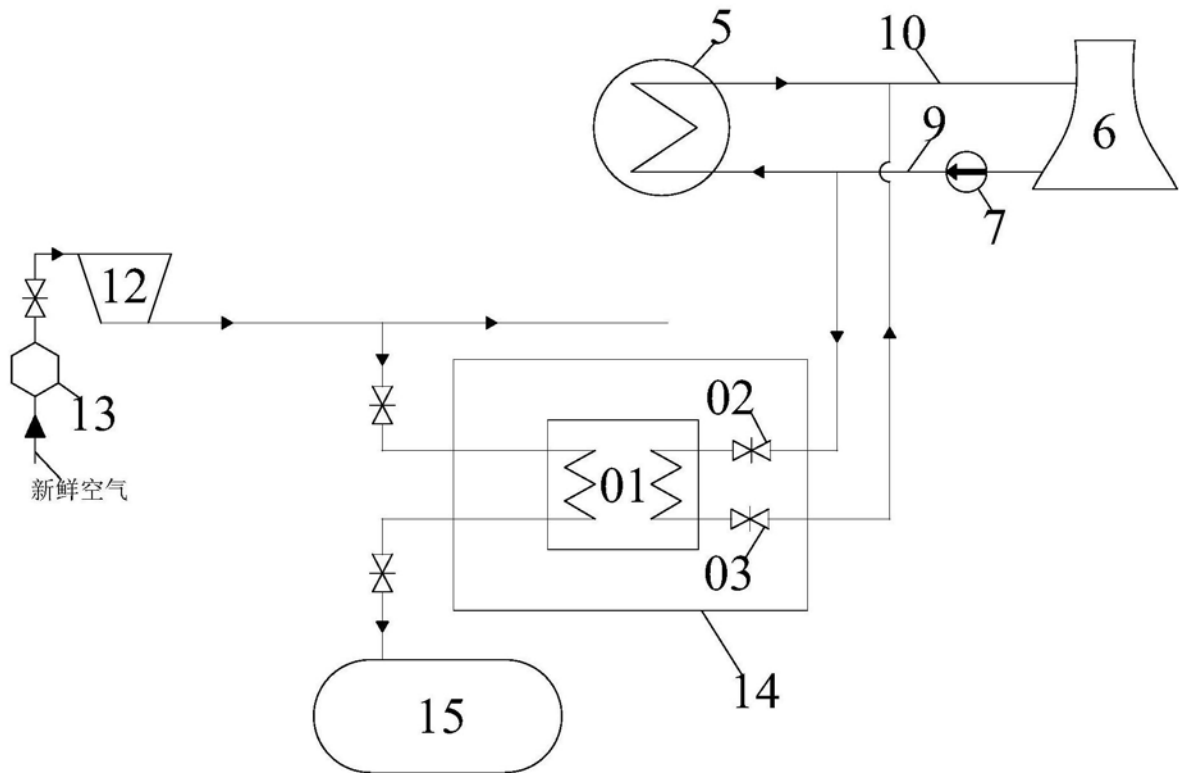


图2

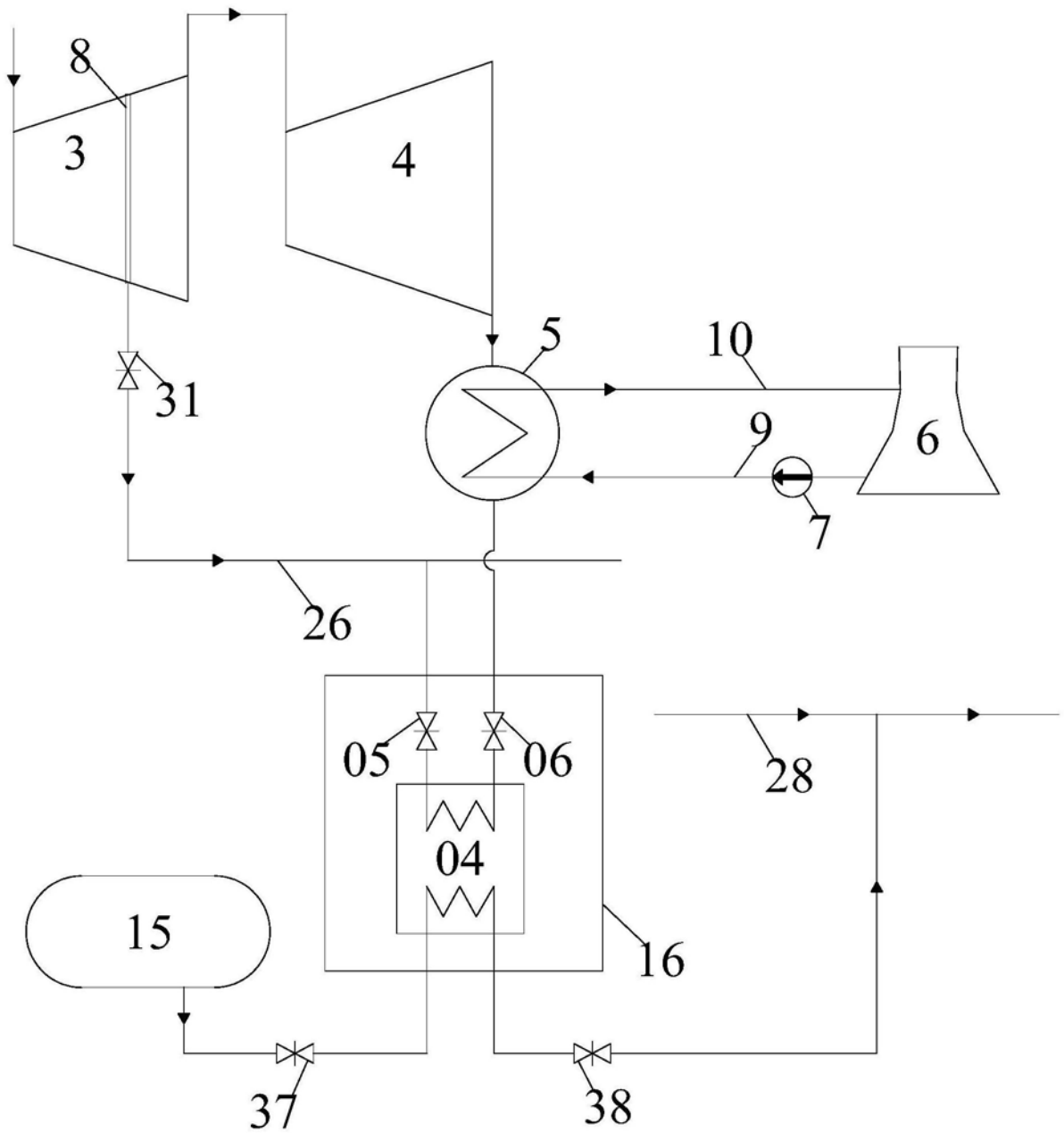


图3