



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103775211 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 201410027706.7

CN 202867001 U, 2013.04.10,

(22) 申请日 2014.01.21

US 6513318 B1, 2003.02.04,

CN 102900530 A, 2013.01.30,

(73) 专利权人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 11 号

审查员 周红叶

(72) 发明人 韩巍 金红光 林汝谋 陈强

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 任岩

(51) Int. Cl.

F02C 6/18(2006.01)

F02C 6/00(2006.01)

F02C 7/057(2006.01)

F02C 7/08(2006.01)

(56) 对比文件

CN 203223293 U, 2013.10.02,

US 7765810 B2, 2010.08.03,

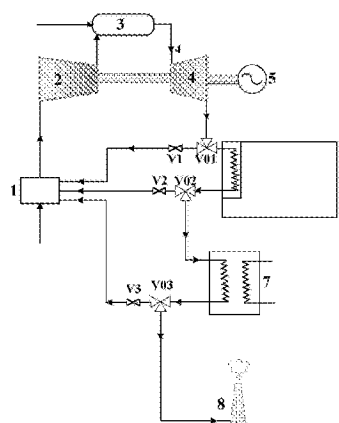
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统

(57) 摘要

本发明公开了一种主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,该系统包括依次连接的烟气空气混合器、燃气轮机、余热驱动子系统、烟气热水换热器和烟囱,其中,燃气轮机包括依次连接的压气机、燃烧室和透平,燃气轮机中透平的出口还连接有发电机,透平、余热驱动子系统和烟气热水换热器均同时连接于烟气空气混合器。利用本发明,提高了燃气轮机分布式冷热电联供系统以及其他以燃机为核心的能源动力系统在部分负荷下的能源利用效率,以及相对节能效率。



1. 一种主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该系统包括依次连接的烟气空气混合器(1)、燃气轮机、余热驱动子系统(6)、烟气热水换热器(7)和烟囱(8),其中,燃气轮机包括依次连接的压气机(2)、燃烧室(3)和透平(4),燃气轮机中透平(4)还连接有发电机(5),燃气轮机驱动发电机(5)对外输出电能;透平(4)、余热驱动子系统(6)和烟气热水换热器(7)均同时连接于烟气空气混合器(1);其中,该烟气空气混合器(1)用于混合环境条件空气与燃气轮机烟气,主动控制燃气轮机入口处空气的温度。

2. 根据权利要求1所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该烟气空气混合器(1)控制燃气轮机入口处空气温度的控制方式为:通过向环境条件空气中混入具有一定温度的做功之后的烟气实现燃气轮机入口温度控制,所需入口温度越高,则引入的做功之后的烟气越多,所需入口温度较低,则需要引入的做功之后的烟气较少。

3. 根据权利要求1所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该烟气空气混合器(1)所掺混的具有一定温度的做功之后的烟气,来源于以下几处:

I、直接引入燃气轮机中透平(4)的高温排烟到烟气空气混合器,因为此处烟气还未进入余热驱动子系统,因此烟气温度较高,达到需要的燃气轮机入口温度所需的烟气量较小;

II、引入余热驱动子系统(6)回收利用之后的中温烟气,但是未进入烟气热水换热器的烟气到烟气空气混合器,在此处引入烟气,减小了进入烟气热水换热器的烟气流量,降低生活热水的生产负荷;

III、引入烟气热水换热器(7)利用之后待向环境排出的低温烟气,在此处引入烟气,减小了系统向环境排放的烟气量,提高了系统综合能源利用率。

4. 根据权利要求1所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该燃气轮机是恒体积流量设备,在不同的入口条件下通过相同体积流量的空气,利用燃料化学能对外做功,驱动发电机(5)输出电力,满足用户的电负荷需求。

5. 根据权利要求1所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该余热驱动子系统(6)用于回收利用烟气中温热量,满足用户制冷、供热所需的负荷或者直接生产动力。

6. 根据权利要求5所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该余热驱动子系统(6)为烟气驱动的吸收式机组、烟气驱动的吸附式机组、余热锅炉蒸汽轮机组成的朗肯动力循环,或者为以有机工质为工作介质的有机朗肯循环,或者为通过热电效应发电的热电装置。

7. 根据权利要求1所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该烟气热水换热器(7)用于回收低温热量生产用户需要的生活热水。

8. 根据权利要求1所述的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,其特征在于,该烟囱(8)用于排出余热回收利用之后的烟气。

一种主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能源技术领域,尤其涉及一种以燃气轮机为动力核心的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统。

背景技术

[0002] 分布式能源技术是在对能源系统的高效、环保、可持续性发展等诸多要求之下出现的一种新型能源系统,在国内外都受到了广泛的关注。分布式能源系统靠近用户侧,能够直接满足用户的能源负荷需求,避免传统分产系统的输送线损,提高了供能系统的可靠性以及能源利用率。分布式能源系统的另一特点是,可以根据当地能源资源情况,合理的与当地环境耦合;比如在太阳能资源丰富的地区,可以发展太阳能化石能源互补的分布式能源系统;在风能资源丰富的地区,可以发展风能与化石能源互补的分布式能源系统,在生物质能源丰富的地区,则可以发展生物质分布式能源系统。

[0003] 分布式冷热电联供系统是分布式能源系统最有前景,最有实用性和发展活力的技术。冷热电联供技术(Combined Cooling, Heating and Power system, CCHP)是一种能够实现能量梯级利用的,集制冷、发电、供热为一体的多联产系统。燃气轮机分布式冷热电联供系统以燃气轮机为动力机,产生动力发电,排烟热量则用于驱动热驱动的制冷装置(如溴化锂吸收式制冷机等)实现冷负荷的生产,吸收式制冷机的排烟进一步通过一个烟气热水换热器回收利用,生产生活热水。目前燃气轮机分布式冷热电联产系统的发展主要集中在解决以下几个方面的问题:

[0004] 一、提出新的燃气轮机分布式冷热电系统的流程,合理匹配能量品位,提高能源利用率,提高系统稳定性、可靠性。燃气轮机分布式冷热电联供系统是一种集成系统,可以集成不同的冷热负荷生产设备,可以采用不同的系统流程。专利CN1629463A公开了一种多功能分布式冷热电联产系统,集成了燃气轮机、双效溴化锂吸收式制冷机、余热锅炉、热交换器、吸收式除湿、压缩机组、蓄冷装置、蓄热装置等。专利CN202194726U公开了一种燃气轮机分布式冷热电系统,集成了微型燃气轮机、烟气补燃型冷温水机组、冷却水子系统、烟道等,其中烟气补燃型冷温水机组采用两个机组的方式,两个机组可以互为备用机组,提高了系统的稳定性及可靠性。专利202867001U公开了一种燃气轮机分布式冷热电系统,集成了小型燃气轮机、余热锅炉、溴化锂机组等,系统对余热锅炉所产生的蒸汽流程进行了改进,蒸汽可进入小型燃气轮机燃烧室燃烧后做功发电,也可进入溴化锂吸收式制冷机制取冷负荷,系统可以灵活调整电冷比例,提高了系统的灵活性。其余系统组成及专利不在此一一描述。

[0005] 二、燃气轮机分布式冷热电联供系统利用的能源输入形式多样化,目前全球能源消耗增长速度逐年提高,很快就会增长到一个化石能源远远不能满足的地步,因此可再生能源就成了必然的选择。化石能源与可再生能源互补的分布式冷热电系统不仅提高了传统化石能源的综合利用率,还能促进可再生能源的推广利用。影响可再生能源推广使用的一个主要问题就是可再生能源通常具有时间上的间断性,如太阳能、风能等,不能稳定的提供

能源输出,因此,将可再生能源系统与分布式冷热电系统集成是解决问题的一个途径。专利CN101994569A公布了一种集成了生物质能源与太阳能的燃气轮机分布式冷热电系统,系统包括生物质气化装置,沼气发生装置,太阳能集热装置,燃气轮机、余热锅炉、气轮机、制冷机等。新系统实现了化石能源的梯级利用,能够满足用户的多种能源需求,可再生能源的引入减小了系统对环境的影响。专利CN103256754A公开了一种天然气基与地源热泵耦合的燃气轮机分布式冷热电联供系统,实现了两种能源的优势互补,进一步提高了总能系统的利用效率。

[0006] 三、分布式冷热电联供系统的设计与控制方法以及系统的运行监测。分布式冷热电联供系统位于用户附近,直接满足用户的冷热电等能量需求,然而用户负荷变化复杂,并且无规律,因此给系统的设计及运行造成了极大的困扰。现在分布式冷热电系统的设计主要采取度日法,满负荷系数法等静态方法计算系统负荷,然后加上一定的安全余量人工选择设备。这样设计的系统与实际需求的系统容量偏差较大,会造成系统长期处于低负荷状态运行,系统效率低下。为此,专利CN103151791A公开了一种基于全年负荷的分布式冷热电系统设计方法。

[0007] 燃气轮机分布式冷热电联供系统直接满足用户负荷,当用户负荷变化时候,系统输出就需要作出相对应的变化,因此系统经常处于变工况运行状态。系统输出负荷降低时候,燃气轮机降负荷运行,效率下降,进而影响系统中的余热利用设备,系统性能也会下降。目前,这一问题还没有有效的解决方法,不仅影响了了分布式冷热电系统的节能特性,而且阻碍了分布式冷热电技术的推广应用。

发明内容

[0008] (一)要解决的技术问题

[0009] 针对上述问题,本发明提出了一种主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,以提高燃气轮机分布式冷热电联供系统以及其他以燃机为核心的能源动力系统在部分负荷下的能源利用效率,以及相对节能效率。

[0010] (二)技术方案

[0011] 为达到上述目的,本发明提供了一种主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,该系统包括依次连接的烟气空气混合器1、燃气轮机、余热驱动子系统6、烟气热水换热器7和烟囱8,其中,燃气轮机包括依次连接的压气机2、燃烧室3和透平4,燃气轮机中透平4还连接有发电机5,燃气轮机驱动发电机5对外输出电能;透平4、余热驱动子系统6和烟气热水换热器7均同时连接于烟气空气混合器1。

[0012] 上述方案中,该空气烟气混合器1用于混合环境条件空气与燃气轮机烟气,主动控制燃气轮机入口处空气的温度。该空气烟气混合器1控制燃气轮机入口处空气温度的控制方式为:通过向环境条件空气中混入具有一定温度的做功之后的烟气实现燃气轮机入口温度控制,所需入口温度越高,则引入的做功之后的烟气越多,所需入口温度较低,则需要引入的做功之后的烟气较低。

[0013] 上述方案中,该空气烟气混合器1所掺混的具有一定温度的做功之后的烟气,根据系统运行的不同要求,可以从以下几处来源中选择:

[0014] I、直接引入燃气轮机中透平4的高温排烟到空气烟气混合器,因为此处烟气还未

进入余热驱动子系统,因此烟气温度较高,达到需要的燃机入口温度所需的烟气体积较小;

[0015] II、引入余热驱动子系统6回收利用之后的中温烟气,但是未进入烟气热水换热器的烟气到空气烟气混合器,在此处引入烟气,减小了进入烟气热水换热器的烟气体积,降低生活热水的生产负荷;

[0016] III、引入烟气热水换热器7利用之后向环境排出的低温烟气,在此处引入烟气,减小了系统向环境排放的烟气体积,提高了系统综合能源利用率。

[0017] 上述方案中,该燃气轮机是恒体积流量设备,在不同的入口条件下通过相同体积流量的空气,利用燃料化学能对外做功,驱动发电机5输出电力,满足用户的电负荷需求。

[0018] 上述方案中,该余热驱动子系统6用于回收利用烟气中温热量,满足用户制冷、供热所需的负荷或者直接生产动力。该余热驱动子系统6为烟气驱动的吸收式机组、烟气驱动的吸附式机组、余热锅炉蒸汽轮机组成的朗肯动力循环,或者为以有机工质为工作介质的有机朗肯循环,或者为通过热电效应发电的热电装置。

[0019] 上述方案中,该烟气热水换热器7用于回收低温热量生产用户需要的生活热水。

[0020] 上述方案中,该烟囱8用于排出余热回收利用之后的烟气。

[0021] (三)有益效果

[0022] 从上述技术方案可以看出,本发明具有以下有益效果:

[0023] 1)本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,可以回收利用部分向环境排放的热量,提高了系统的一次能源利用率,强化了系统的能量梯级利用程度。

[0024] 2)本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,通过控制入口温度调整了燃气轮机流通的空气量,可以使燃气轮机排烟温度维持在较高的水平,有利于烟热气体的回收利用,且减少了向环境中排放的热量,提高了系统的综合能源利用率。

[0025] 3)本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,可以根据用户负荷的变化,从系统中不同部位抽取烟气,可以实现电、冷、热、生活热水等不同负荷的灵活调整,适应性强。对于联合循环系统,可以扩展联合循环中燃气轮机通流空气质量调节范围,是传统IGV调节方式的有效补充。

[0026] 4)本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,尤其适用于北方冬季供暖工况,可以显著提高系统的综合能源利用率。在冬季,环境温度降低,空气密度增加,燃气轮机通流空气流量显著提高,为了保护燃气轮机,使燃机发电量不超过最大限定值,透平入口温度(Turbine Inlet Temperature,TIT)降低,系统排烟温度降低,因而向环境排放的热量显著增多。通过本发明技术方案,可以有效改善这一缺点。

[0027] 5)本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,采用空气烟气混合的方法加热燃气轮机入口空气温度,避免了传统的表面式换热器流动阻力损失大的缺点。

附图说明

[0028] 图1是本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图。

[0029] 图2是本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统在额定工况下的结构示意图。

[0030] 图3是依照本发明第一个实施例的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图。

[0031] 图4是依照本发明第二个实施例的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图。

[0032] 图5是依照本发明第三个实施例的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图。

[0033] 图中附图标记：

[0034] 空气烟气混合器1,压气机2,燃烧室3,透平4,发电机5,余热驱动子系统6,烟气热水换热器7,烟囱8,阀门V1~V3,三通V01~V03。

具体实施方式

[0035] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0036] 如图1所示,图1是本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图,该系统包括依次连接的烟气空气混合器1、燃气轮机、余热驱动子系统6、烟气热水换热器7和烟囱8,其中,燃气轮机包括依次连接的压气机2、燃烧室3和透平4,燃气轮机中透平4还连接有发电机5,燃气轮机驱动发电机5对外输出电能;透平4、余热驱动子系统6和烟气热水换热器7均同时连接于烟气空气混合器1。

[0037] 在本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统中,空气烟气混合器1用于混合环境条件空气与燃气轮机烟气,主动控制燃气轮机入口处空气的温度,燃气轮机入口处空气温度升高,则空气密度降低。燃气轮机是恒体积流量设备,在不同的入口条件下通过相同体积流量的空气。因此通过提高入口空气温度,可以调控入口空气质量流量,进而实现调控燃气轮机输出电力。空气烟气混合器1控制燃气轮机入口处空气温度的控制方式为:通过向环境条件空气中混入具有一定温度的做功之后的烟气实现燃气轮机入口温度控制,所需入口温度越高,则引入的做功之后的烟气越多,所需入口温度较低,则需要引入的做功之后的烟气较低。其中,进入燃气轮机入口的空气温度受到主动控制,系统可以在需要的入口温度条件下运行,不同的入口温度通过在空气烟气混合器中掺混不同比例的烟气来实现。空气烟气混合器所掺混的具有一定温度的做功之后的烟气,可以来源于不同位置,具体可以来源于以下几处:

[0038] (I)直接引入燃气轮机中透平4的高温排烟到空气烟气混合器,因为此处烟气还未进入余热驱动子系统,因此烟气温度较高,达到需要的燃机入口温度所需的烟气量较小;

[0039] (II)引入余热驱动子系统6回收利用之后的中温烟气,但是未进入烟气热水换热器的烟气到空气烟气混合器,在此处引入烟气,减小了进入烟气热水换热器的烟气流量,降低生活热水的生产负荷;

[0040] (III)引入烟气热水换热器7利用之后向环境排出的低温烟气,在此处引入烟气,减小了系统向环境排放的烟气量,提高了系统综合能源利用率。

[0041] 因为用户的负荷变化频繁且无规律,因此如何抽取烟气取决于系统负荷输出与用户负荷需求的匹配情况。空气烟气混合器所掺混的烟气来源可灵活选择,选择的原则是使系统输出的负荷与用户需求的负荷相适应。

[0042] 在本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统中,燃气轮机利用燃料化学能对外做功,驱动发电机5输出电力,满足用户的电负荷需求。余热驱动子系统6用于

回收利用烟气中温热量,满足用户制冷、供热所需的负荷或者直接生产动力。余热驱动子系统6可以根据当前技术选取,范围较广,如烟气驱动的吸收式机组,烟气驱动的吸附式机组,余热锅炉蒸汽轮机等组成的朗肯动力循环,以有机工质为工作介质的有机朗肯循环,通过热电效应发电的热电装置等。烟气热水换热器7用于回收低温热量生产用户需要的生活热水。烟囱8用于排出余热回收利用之后的烟气。

[0043] 在本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统中,燃气轮机的电力输出与燃气轮机流通的空气质量成正比,当通过入口温度主动调控入口密度,进而控制通过燃气轮机的空气质量之后,燃气轮机燃烧室的燃气温度可以保持不变或者维持在较高的温度水平,得到较高的排烟温度,有利于热量的回收以及梯级利用,在源头上控制了系统性能恶化的原因。

[0044] 传统的燃气轮机冷热电联供系统的部分负荷调控,主要通过减少通入燃烧室的燃料量,降低燃气温度(透平入口温度Turbine Inlet Temperature,TIT),实现系统电冷热负荷的输出。而本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统,通过入口温度主动控制系统负荷输出变工况范围较小,需要与传统的TIT控制方法相结合,实现大范围的系统负荷输出控制。根据与TIT控制方式的结合,入口温度控制有以下两种情况:TIT保持不变时的入口温度控制,TIT减小时的入口温度控制。燃气轮机烟气首先在余热驱动子系统中回收利用,温度降低后进入烟气热水换热器进一步回收利用。

[0045] 系统组成以及结构形式多样,余热驱动子系统有多种选择。如烟气驱动的吸收式机组,烟气驱动的吸附式机组,回收烟气余热的朗肯循环动力系统,以及有机朗肯循环等等。燃气轮机系统的形式可以是冷电联产系统,热电联产系统,冷热电联产系统,联合循环等等。

[0046] 基于图1所示的本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图,图2示出了本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统在额定工况下的结构示意图,其中,在本发明提供的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统在额定工况下运行时,进入烟气空气换热器的全部烟气回收管路关闭,即阀门V1~V3关闭,环境空气直接进入燃气轮机入口。天然气、柴油等化石燃料在燃气轮机燃烧室3中,与来自压气机的压缩空气利用驱动燃烧放热,使燃气维持一定的温度压力参数,燃气在透平4中膨胀做功,驱动发电机5发电,满足用户的电负荷需求。做功膨胀之后的燃气,温度压力降低,通过燃气轮机排烟通道排放出燃气轮机,全部烟气经过三通V00进入余热驱动的能源动力子系统,驱动余热驱动子系统6工作,生产用户所需负荷(制冷负荷或者供暖负荷或者电负荷等)。经余热驱动子系统6回收利用的全部烟气,经三通V02进入烟气热水换热器7生产生活热水。烟气热水换热器7全部排烟经三通V03引入烟囱8,向环境排放。

[0047] 实施例一

[0048] 如图3所示,图3是依照本发明第一个实施例的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图,该系统包括空气烟气混合器1,压气机2,燃烧室3,透平4,发电机5,溴化锂吸收式机组6,烟气热水换热器7,烟囱8,阀门V1~V3,三通V01~V03。

[0049] 本实施例中余热驱动子系统采用第一类溴化锂吸收式热泵机组。该实施例是主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统在冬季供暖工况下的系统运行示意图。溴化锂机组以供热方式运行,生产用户的供暖负荷,烟气热水换热器生产生活热水。当用户供暖负荷需

要减小时候,阀门V1,V2关闭,V3打开,通过三通V03将部分原本直接通过烟道排放到环境中的烟气引入空气烟气混合器1,混合均匀,达到需要温度后,通入燃气轮机压气机入口。

[0050] 随着空气烟气混合器提高燃气轮机入口温度,混合后空气的密度降低,而燃气轮机是恒体流量的原动机,因此烟气的流量降低,通过溴化锂吸收式热泵机组回收的烟气热量降低。随着烟气混合器混入烟气量的增加,燃气轮机入口温度继续增加,通过燃气轮机的空气质量流量减小,为了维持用户所需要的热负荷,则可提高燃气轮机燃烧室燃气温度。燃气轮机排烟温度升高,余热回收系统各节点温度提高。相对应的,不能利用的低品位热量所占比例降低,系统综合能源利用率提高,系统能量梯级利用程度得到加强。

[0051] 实施例二

[0052] 如图4所示,图4是依照本发明第二个实施例的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图,该系统包括空气烟气混合器1,压气机2,燃烧室3,透平4,发电机5,溴化锂吸收式机组6,烟气热水换热器7,烟囱8,阀门V1~V3,三通V01~V03。

[0053] 本实施例中余热驱动子系统采用双效溴化锂吸收式制冷机组。该实施例是主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统在夏季制冷工况下的系统运行示意图。溴化锂冷热水机组以制冷方式运行,生产用户需要的制冷负荷,烟气热水换热器生产生活热水。当用户制冷负荷需要减小时候,阀门V2,V3关闭,V1打开,通过三通V01将部分燃气轮机排烟引入空气烟气混合器1,混合均匀,达到需要温度后,通入燃气轮机压气机入口。

[0054] 燃气轮机入口温度提高,通流的空气质量降低,在维持透平入口温度不变的前提下,燃气轮机排烟温度升高,烟气流量降低。因烟气流量降低,空气烟气混合器回收利用了部分燃气轮机排烟,通过溴化锂冷热水机组的烟气量降低,系统输出冷负荷降低。与传统控制方式相比,本发明的主动调控方式提高了燃气轮机排烟温度,有利于烟气热量的回收利用,又由于烟气温度的提高,相对应的低品位热量所占比例降低,系统综合能源利用率得到提高。

[0055] 实施例三

[0056] 如图5所示,图5是依照本发明第三个实施例的主动调控型燃气轮机分布式冷热电联供系统的结构示意图,该系统包括空气烟气混合器1,压气机2,燃烧室3,透平4,发电机5,蒸汽动力朗肯循环6,烟气热水换热器7,烟囱8,阀门V1~V3,三通V01~V03。

[0057] 本实施例中余热驱动子系统采用以水为工质的朗肯循环动力系统。该实施例是主动调控型燃气轮机联合循环工况下的系统运行示意图。蒸汽动力子系统6中,余热锅炉回收利用烟气热量,生产过热蒸汽,通过一个蒸汽轮机对外做功,驱动发电机发电。烟气热水换热器生产生活热水。当电网负荷需要减小时候,阀门V1,V3关闭,V2打开,通过三通V02将部分燃气轮机排烟引入空气烟气混合器1,混合均匀,达到需要温度后,通入燃气轮机压气机入口。

[0058] 燃气轮机入口温度提高,通流的空气质量降低,在维持透平入口温度不变的前提下,燃气轮机排烟温度升高,烟气流量降低。因烟气流量降低,且空气烟气混合器回收利用了部分燃气轮机排烟,通过蒸汽动力子系统的发电量降低,系统输出负荷降低。与传统控制方式相比,本发明的主动调控方式提高了燃气轮机排烟温度,有利于烟气热量的回收利用,又由于烟气温度的提高,相对应的低品位热量所占比例降低,系统综合能源利用率得到提高。

[0059] 联合循环中,一般通过控制入口导叶(IGV)开度,控制燃气轮机空气通流质量,进而控制燃气轮机功率输出与排烟温度。入口导叶(IGV)开度范围有限,控制通流空气质量也有限,进而能够保持较高排烟温度的变工况范围有限。本发明提出的入口加热控制系统,可以单独应用于燃气轮机能源动力系统,也可以与IGV控制方式共同使用。本发明的入口加热控制与IGV控制共同使用情况下,可以拓宽联合循环变工况运行范围。

[0060] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

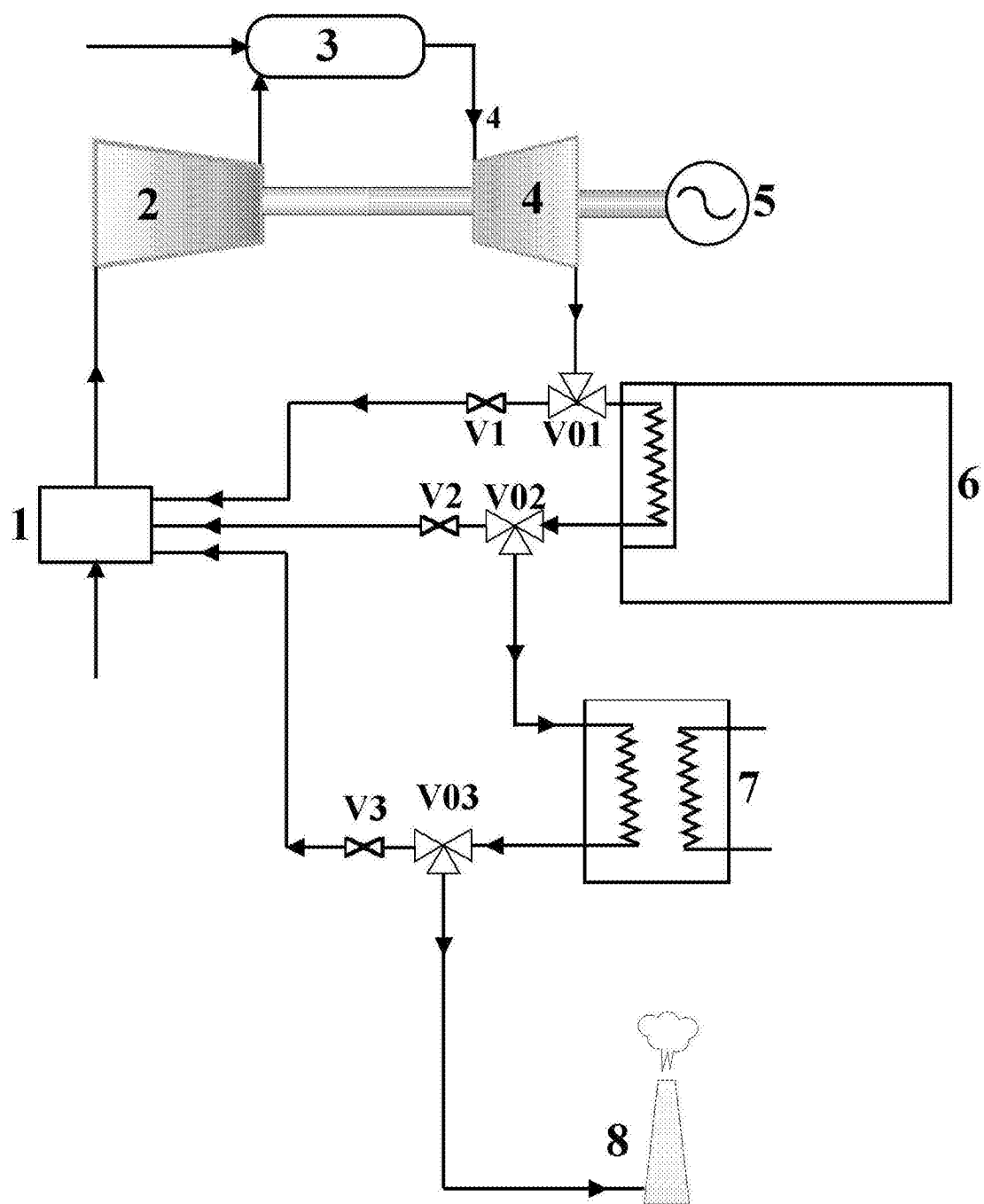


图1

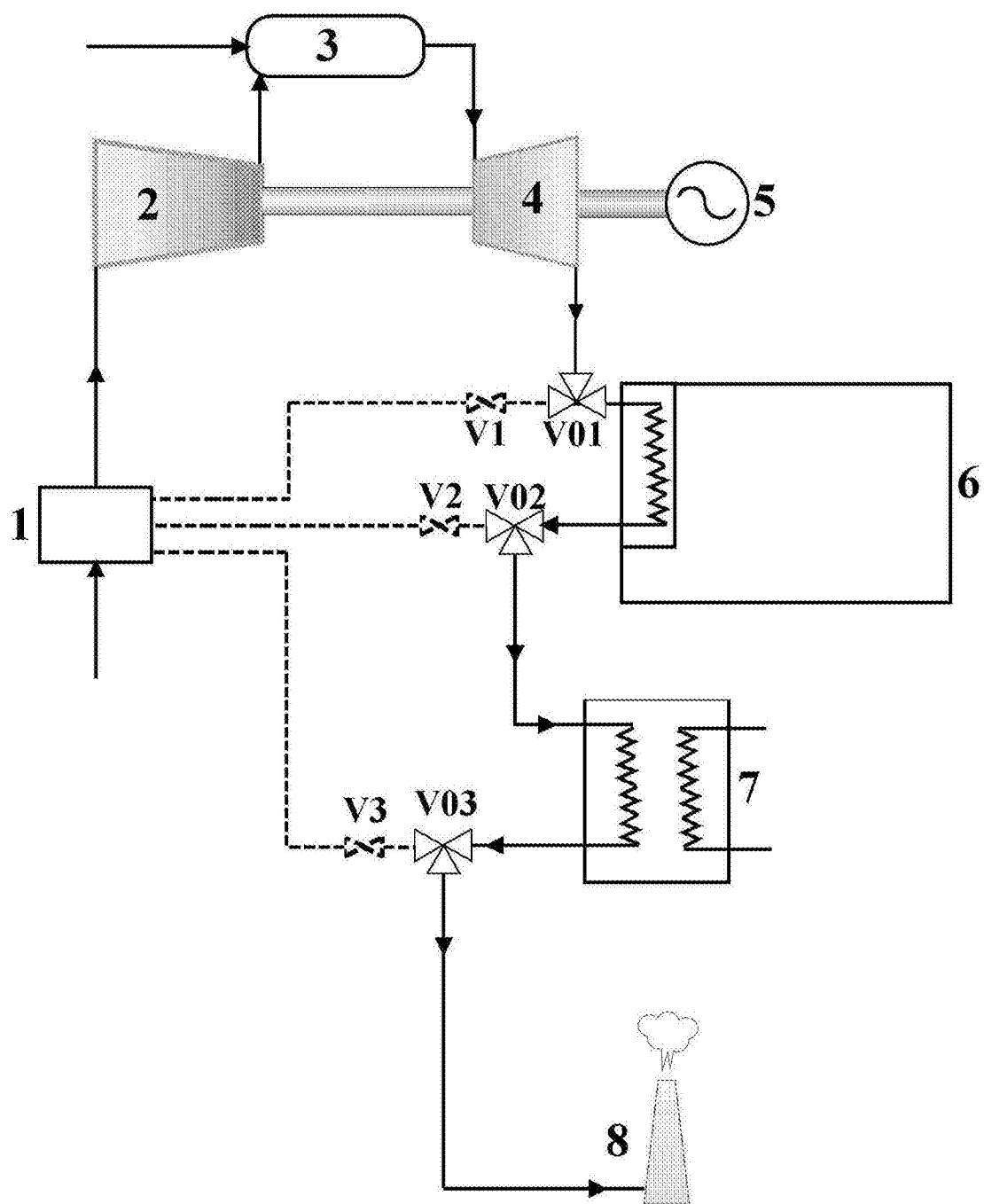


图2

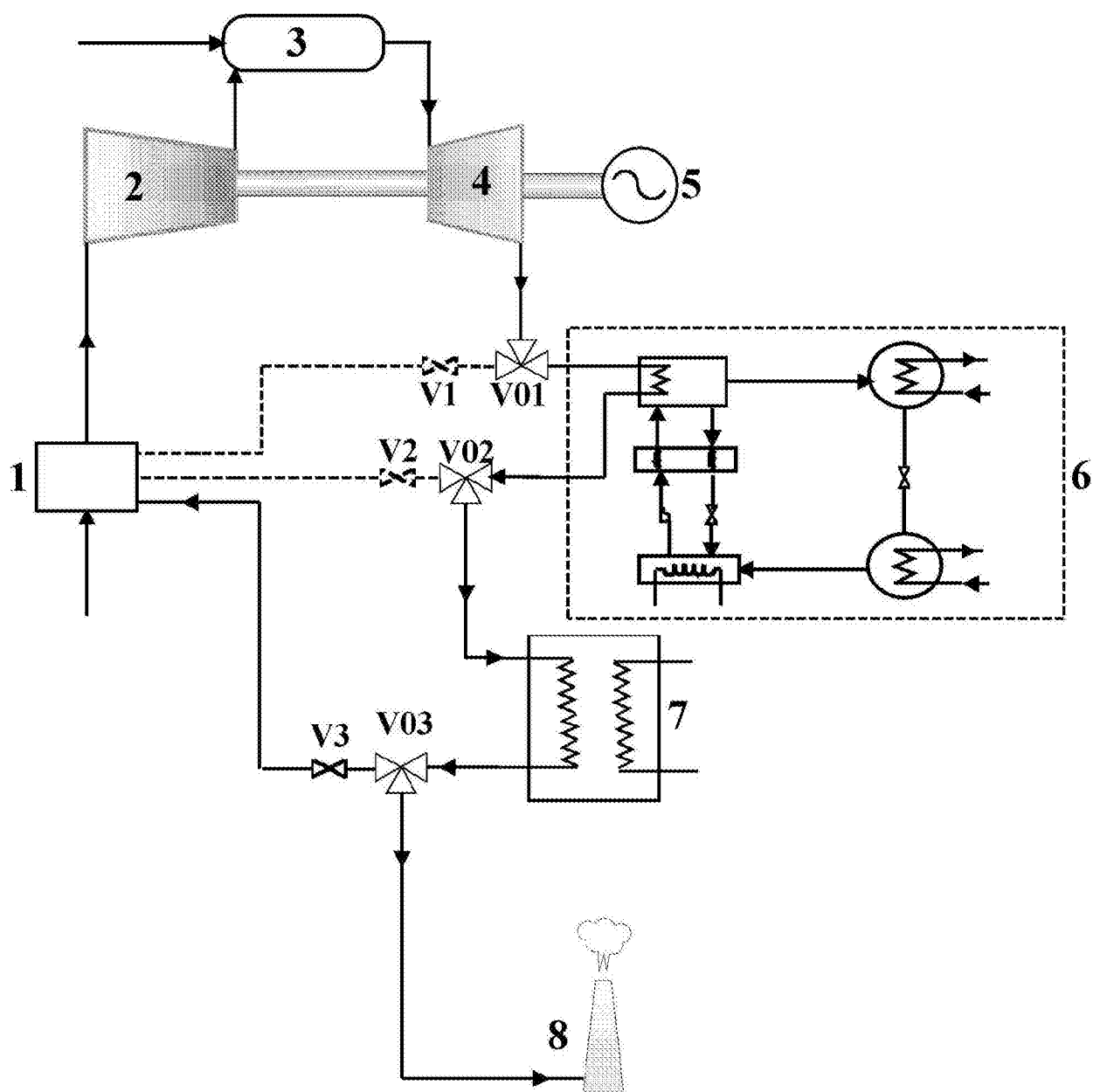


图3

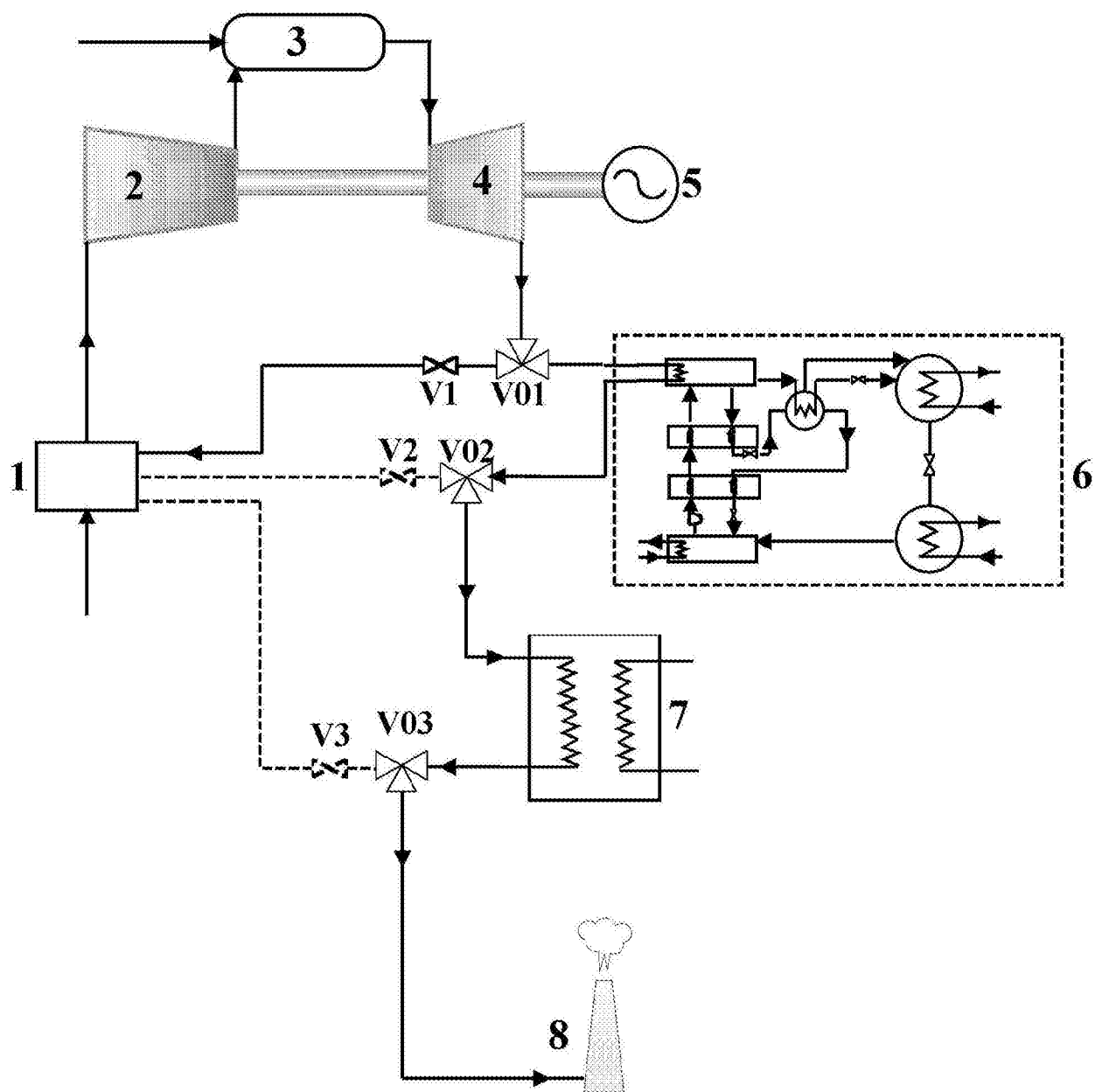


图4

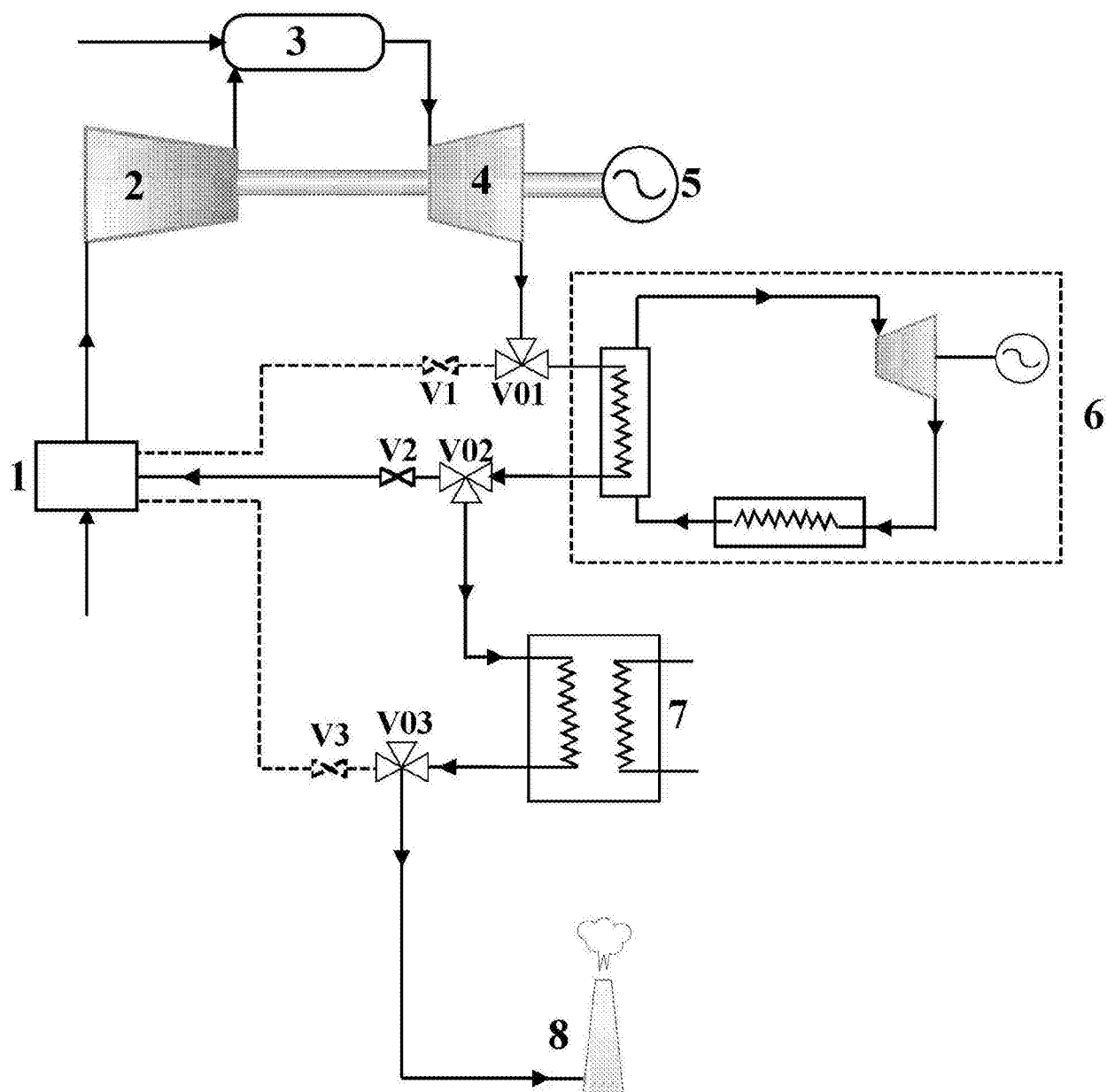


图5