



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105697075 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201610134521. 5

F22D 1/50(2006. 01)

(22) 申请日 2016. 03. 09

(71) 申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路 2 号

(72) 发明人 戈志华 赵世飞 陈浩 孙诗梦  
杨勇平 何坚忍 杨志平

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 朱印康

(51) Int. Cl.

F01K 11/02(2006. 01)

F01K 17/02(2006. 01)

F22D 1/32(2006. 01)

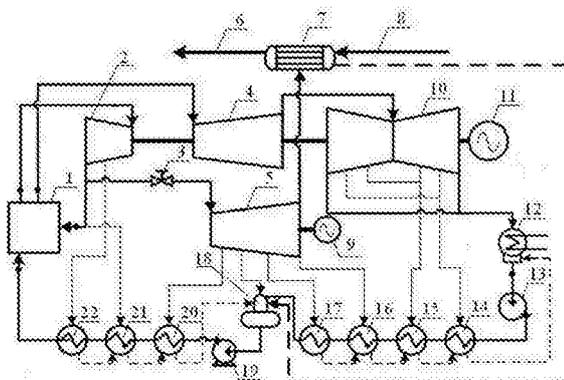
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统

(57) 摘要

本发明属于热电技术领域,涉及一种增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统。从主汽轮机高压缸排汽口分出一部分蒸汽进入增设的无再热中压汽轮机,其余部分进入锅炉再热器和II号高压加热器。进入中压汽轮机的蒸汽无需再热,驱动独立的发电机II,中压汽轮机的四级抽汽作为III号高压加热器、V号和VI号低压加热器以及除氧器热源,取代主汽轮机部分回热抽汽,中压汽轮机的排汽排入热网加热器加热热网水。本发明增设中压汽轮机的效果为:通过减小部分回热加热器和除氧器的换热温差降低换热焓损;提高供热蒸汽流作功能力,从而减少大容量供热机组由于抽汽参数高导致的热损失。本发明适用于300MW、600MW及以上容量等级汽轮机机组供热节能改造。



1. 一种增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统,其特征为,增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统的大容量供热汽轮发电机组包括发电机(11)、高压缸(2)、中压缸(4)、低压缸(10)、发电机Ⅱ(9)和无再热中压汽轮机(5),发电机(11)与主汽轮机的高压缸(2)、中压缸(4)和低压缸(10)同轴布置,发电机Ⅱ(9)与增设的无再热中压汽轮机(5)同轴布置,发电机(11)的轴与低压缸(10)的轴连接,低压缸(10)的轴和中压缸(4)的轴连接,中压缸(4)的轴和高压缸(2)的轴连接,发电机Ⅱ(9)的轴和无再热中压汽轮机(5)的轴连接;

大容量供热汽轮发电机组的蒸汽管路为,锅炉(1)过热器出口与高压缸(2)进汽口连接,锅炉(1)再热器出口与中压缸(4)进汽口连接,中压缸(4)排汽口与低压缸(10)进汽口连接,高压缸(2)排汽口分成3路,第一路与锅炉(1)再热器进口连接,第二路与抽汽控制阀(3)进口连接,抽汽控制阀(3)出口与无再热中压汽轮机(5)进汽口连接,第三路与Ⅱ号高压加热器(21)进汽口连接,无再热中压汽轮机(5)排汽口与热网加热器(7)蒸汽进口连接,低压缸(10)排汽口与凝汽器(12)喉部连接,高压缸(2)抽汽口与Ⅰ号高压加热器(22)进汽口连接,无再热中压汽轮机(5)的四级抽汽口分别与Ⅲ号高压加热器(20)进汽口、除氧器(18)进汽口、Ⅴ号低压加热器(17)进汽口和Ⅵ号低压加热器(16)进汽口连接,低压缸(10)的两级抽汽口分别与Ⅶ号低压加热器(15)进汽口和Ⅷ号低压加热器(14)进汽口连接;

大容量供热汽轮发电机组的锅炉给水管路为,凝汽器(12)凝结水出口与凝结水泵(13)进口连接,凝结水泵(13)出口与Ⅷ号低压加热器(14)凝结水进口连接,Ⅷ号低压加热器(14)凝结水出口与Ⅶ号低压加热器(15)凝结水进口连接,Ⅶ号低压加热器(15)凝结水出口与Ⅵ号低压加热器(16)凝结水进口连接,Ⅵ号低压加热器(16)凝结水出口与Ⅴ号低压加热器(17)凝结水进口连接,Ⅴ号低压加热器(17)凝结水出口与除氧器(18)凝结水进口连接,除氧器(18)凝结水出口与给水泵(19)进口连接,给水泵(19)出口与Ⅲ号高压加热器(20)主给水进口连接,Ⅲ号高压加热器(20)主给水出口与Ⅱ号高压加热器(21)主给水进口连接,Ⅱ号高压加热器(21)主给水出口与Ⅰ号高压加热器(22)主给水进口连接,Ⅰ号高压加热器(22)主给水出口与锅炉(1)省煤器进水口连接;

大容量供热汽轮发电机组的疏水管路为,Ⅰ号高压加热器(22)疏水出口与Ⅱ号高压加热器(21)疏水进口连接,Ⅱ号高压加热器(21)疏水出口与Ⅲ号高压加热器(20)疏水进口连接,Ⅲ号高压加热器(20)疏水出口与除氧器(18)除氧头连接,Ⅴ号低压加热器(17)疏水出口与Ⅵ号低压加热器(16)疏水进口连接,Ⅵ号低压加热器(16)疏水出口与Ⅶ号低压加热器(15)疏水进口连接,Ⅶ号低压加热器(15)疏水出口与Ⅷ号低压加热器(14)疏水进口连接,Ⅷ号低压加热器(14)疏水出口与凝汽器(12)凝结水箱连接,热网加热器(7)疏水出口与除氧器(18)除氧头连接;

大容量供热汽轮发电机组的一次热网热水管路为,热网加热器(7)热水进口与热网回水管(8)连接,热网加热器(7)热水出口与热网供水管(6)连接。

2. 根据权利要求1所述的增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统,其特征为,所述的大容量供热汽轮发电机组为300MW、600MW及以上容量等级。

3. 根据权利要求1所述的增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统,其特征为,所述的无再热中压汽轮机(5)的排汽压力等级为0.1Mpa~0.4Mpa,对应饱和水温度为99.6℃~143.6℃。

## 增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于热电技术领域,特别涉及一种增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统。

### 背景技术

[0002] 热电联产技术是煤炭清洁高效利用,实现火电机组节能减排的重要途径。采用热电联产的先进燃煤机组,其能源利用效率可达80%左右,与现有超临界机组310g/kWh(供电效率39.68%)的供电煤耗相比,热效率提高近一倍。同时,热电联产机组减少了冷源损失,大大减少了燃烧化石能源直接供暖造成的环境污染。国务院“十一五”、“十二五”发布的节能减排五年规划中,热电联产均占据了重要的地位,在《节能减排“十二五”规划》中更是把“推动老旧供热管网、换热站改造”列为“节能减排重点工作”。同时,热电联产也是重要的民生工程,存在着巨大的国家需求和市场需求。

[0003] 目前,常见的热电联产模式主要有:抽凝供热,热泵供热,低真空机组供热和背压机供热。其中,传统的抽凝供热方式多从中压缸排汽中抽出部分蒸汽加热热网水。

[0004] 近年来,由于火电结构的调整,燃煤机组向着大容量、高参数发展,300MW及以上机组已成为电力行业的主体结构,供热改造多在中、低压缸分缸处抽汽(压力等级为0.4~1.0Mpa)作为供热热源会带来巨大的节流损失,随着供热负荷的增加,这部分不可逆损失也会显著增加。供热环节中的节流损失,使得大机组采用抽凝供热经济性大打折扣,不利于热电联产机组节能减排。这也成为导致大型热电联产抽凝供热效率偏低、部分热电企业亏损的关键原因。尤其是纯凝改造供热机组,中低压分缸压力高于设计供热机组,改造后甚至还不如纯凝发电经济。另外由于气候原因以及建筑节能,设计供回水温度120℃~150℃高于实际热网运行温度。这也为抽凝机组供热节能提供了空间。

[0005] 此外,考虑到抽凝机组抽汽供热主要利用水蒸气凝结潜热。因此进入增设中压汽轮机的蒸汽不需要再热,这样可以保证在基本不影响供热的前提下,降低回热加热器的换热温差。

[0006] 因此,迫切需要一种能在保证供热和发电的前提下,提供范围灵活且参数较低的,适用300MW及以上大容量机组的供热方式,以解决高参数抽凝机组面临的供热不节能的关键问题。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于解决背景技术中所述的需要一种能在保证供热和发电的前提下,提供范围灵活且参数较低的,适用300MW及以上大容量机组的供热方式,解决高参数抽凝机组面临的供热不节能的关键问题,提供一种增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统,其技术方案为:

[0008] 增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统的大容量供热汽轮发电机组包括发电机I 11、高压缸2、中压缸4、低压缸10、发电机II 9和无再热中压汽轮机5,发电机I 11与主汽轮机

的高压缸2、中压缸4和低压缸10同轴布置,发电机II 9与增设的无再热中压汽轮机5同轴布置,发电机I 11的轴与低压缸10的轴连接,低压缸10的轴和中压缸4的轴连接,中压缸4的轴和高压缸2的轴连接,发电机II 9的轴和无再热中压汽轮机5的轴连接;

[0009] 大容量供热汽轮发电机组的蒸汽管路为,锅炉1过热器出口与高压缸2进汽口连接,锅炉1再热器出口与中压缸4进汽口连接,中压缸4排汽口与低压缸10进汽口连接,高压缸2排汽口分成3路,第一路与锅炉1再热器进口连接,第二路与抽汽控制阀3进口连接,抽汽控制阀3出口与无再热中压汽轮机5进汽口连接,第三路与II号高压加热器21进汽口连接,无再热中压汽轮机5排汽口与热网加热器7蒸汽进口连接,低压缸10排汽口与凝汽器12喉部连接,高压缸2抽汽口与I号高压加热器22进汽口连接,无再热中压汽轮机5的四级抽汽口分别与III号高压加热器20进汽口、除氧器18进汽口、V号低压加热器17进汽口和VI号低压加热器16进汽口连接,低压缸10的两级抽汽口分别与VII号低压加热器15进汽口和VIII号低压加热器14进汽口连接;

[0010] 大容量供热汽轮发电机组的锅炉水管路为,凝汽器12凝结水出口与凝结水泵13进口连接,凝结水泵13出口与VIII号低压加热器14凝结水进口连接,VIII号低压加热器14凝结水出口与VII号低压加热器15凝结水进口连接,VII号低压加热器15凝结水出口与VI号低压加热器16凝结水进口连接,VI号低压加热器16凝结水出口与V号低压加热器17凝结水进口连接,V号低压加热器17凝结水出口与除氧器18进口连接,除氧器18凝结水出口与给水泵19进口连接,给水泵19出口与III号高压加热器20主给水进口连接,III号高压加热器20主给水出口与II号高压加热器21主给水进口连接,II号高压加热器21主给水出口与I号高压加热器22主给水进口连接,I号高压加热器22主给水出口与锅炉1省煤器进水口连接;

[0011] 大容量供热汽轮发电机组的疏水管路为,I号高压加热器22疏水出口与II号高压加热器21疏水进口连接,II号高压加热器21疏水出口与III号高压加热器20疏水进口连接,III号高压加热器20疏水出口与除氧器18除氧头连接,V号低压加热器17疏水出口与VI号低压加热器16疏水进口连接,VI号低压加热器16疏水出口与VII号低压加热器15疏水进口连接,VII号低压加热器15疏水出口与VIII号低压加热器14疏水进口连接,VIII号低压加热器14疏水出口与凝汽器12凝结水箱连接,热网加热器7疏水出口与除氧器18除氧头连接;

[0012] 大容量供热汽轮发电机组的一次热网热水管路为,热网加热器7热水进口与热网回水管8连接,热网加热器7热水出口与热网供水管6连接;

[0013] 所述的大容量供热汽轮发电机组为300MW、600MW及以上容量等级。

[0014] 所述的无再热中压汽轮机5的排汽压力等级为0.1Mpa~0.4Mpa,对应饱和水温度为99.6℃~143.6℃。

[0015] 本发明中,主汽轮机的高压缸2的部分排汽经抽汽控制阀3进入无再热中压汽轮机5,该股蒸汽不经过锅炉1再热器,无再热中压汽轮机5的四级抽汽同时为III号高压加热器20、除氧器18、V号低压加热器17和VI号低压加热器16提供热源抽汽,这样可以显著地降低回热加热器的过热度,减少换热过程焓损。主汽轮机的中压缸4不抽汽,能有效地改善通流结构,提高级效率。

[0016] 增设的无再热中压汽轮机5的排汽压力等级为0.1Mpa~0.4Mpa,对应饱和水温度为99.6℃~143.6℃,其中排汽的压力由具体的机组参数和供热需求来决定,对供热温度要求较高的区域采用较高的供热压力,供热温度要求低的区域采用较低的供热压力,根据热

负荷灵活设计排汽,在满足需求的条件下达到最佳的节能效果,因此本发明有较宽的适用性。

[0017] 考虑到整个机组的轴不宜过长,因此增设的无再热中压汽轮机5配有独立的发电机II9,与高压缸2、中压缸4、低压缸10和发电机I11分轴运行。

[0018] 在我国,大容量机组供热时通常在中低压连通管抽出部分蒸汽对外供热。随着电力行业的发展,300MW等级及以上机组,成为供热机组的主力。然而,大容量机组中压缸排汽压力远远高于供热所需高参数,若仍采用中压缸排汽作为供热热源会带来巨大的节流损失,使得大容量高参数的机组采用抽凝供热经济性大打折扣,不利于热电联产机组的节能减排。本发明通过增设无再热中压汽轮机,有效地改善这个问题,同时,考虑到无再热中压汽轮机的运行安全,不采用再热,因此,本发明较适用于大容量机组的供热改造,如300MW及以上机组,不适用参数低的机组。

[0019] 增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统的调节方法为:根据大型供热机组的功率和供热期热网加热器7的抽汽量,设计无再热中压汽轮机5的额定进汽量及安全运行进汽量;在供热期供热负荷变化时,通过调节抽汽控制阀3满足III号高压加热器20、V号低压加热器17、VI号低压加热器16、除氧器18和热网加热器7双重负荷的需求;在非供热期,无再热中压汽轮机5维持最小负荷工况运行,保证III号高压加热器20、V号低压加热器17、VI号低压加热器16和除氧器18的回热抽汽需要;若增设无再热中压汽轮机5故障或检修,III号高压加热器20、V号低压加热器17、VI号低压加热器16和除氧器18切回主汽轮机机组,此时与传统机组的系统结构和运行方式相同。

[0020] 本发明的有益效果为:进入增设的无再热中压汽轮机的蒸汽不经过锅炉再热器,同时无再热中压汽轮机为部分回热加热器以及除氧器提供热源抽汽,使得大容量供热汽轮发电机组在满足供热抽汽需求下,一方面,通过降低回热加热器和除氧器的换热温差,从而减少换热焓损,另一方面,锅炉吸热量减少,煤耗也会相应降低;通过增设无再热中压汽轮机调节供热流的压力,能提高供热流的作功能力,较传统的大容量汽轮机中从低压连通管抽汽供热更加节能,尤其适用于300MW、600MW及以上容量等级汽轮机机组供热节能改造。

## 附图说明

[0021] 图1为增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统示意图。

[0022] 图中:1--锅炉,2--高压缸,3--抽汽控制阀,4--中压缸,5--无再热中压汽轮机,6--热网供水管,7--热网加热器,8--热网回水管,9--发电机II,10--低压缸,11--发电机I,12--凝汽器,13--凝结水泵,14--VIII号低压加热器,15--VII号低压加热器,16--VI号低压加热器,17--V号低压加热器,18--除氧器,19--给水泵,20--III号高压加热器,21--II号高压加热器,22--I号高压加热器。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步说明。

[0024] 图1为增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统示意图,增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统的大容量供热汽轮发电机组包括发电机I11、高压缸2、中压缸4、低压缸10、发电机II9和无再热中压汽轮机5,大容量供热汽轮发电机组为600MW容量等级。

[0025] 发电机Ⅱ9和无再热中压汽轮机5,发电机I11与主汽轮机的高压缸2、中压缸4和低压缸10同轴布置,发电机Ⅱ9与增设的无再热中压汽轮机5同轴布置,发电机I11的轴与低压缸10的轴连接,低压缸10的轴和中压缸4的轴连接,中压缸4的轴和高压缸2的轴连接,发电机Ⅱ9的轴和无再热中压汽轮机5的轴连接。

[0026] 大容量供热汽轮发电机组的蒸汽管路为,锅炉1过热器出口与高压缸2进汽口连接,锅炉1再热器出口与中压缸4进汽口连接,中压缸4排汽口与低压缸10进汽口连接,高压缸2排汽口分成3路,第一路与锅炉1再热器进口连接,第二路与抽汽控制阀3进口连接,抽汽控制阀3出口与无再热中压汽轮机5进汽口连接,第三路与Ⅱ号高压加热器21进汽口连接,无再热中压汽轮机5排汽口与热网加热器7蒸汽进口连接,低压缸10排汽口与凝汽器12喉部连接,高压缸2抽汽口与I号高压加热器22进汽口连接,无再热中压汽轮机5的四级抽汽口分别与Ⅲ号高压加热器20进汽口、除氧器18进汽口、V号低压加热器17进汽口和VI号低压加热器16进汽口连接,低压缸10的两级抽汽口分别与Ⅶ号低压加热器15进汽口和Ⅷ号低压加热器14进汽口连接。

[0027] 大容量供热汽轮发电机组的锅炉给水管路为,凝汽器12凝结水出口与凝结水泵13进口连接,凝结水泵13出口与Ⅷ号低压加热器14凝结水进口连接,Ⅷ号低压加热器14凝结水出口与Ⅶ号低压加热器15凝结水进口连接,Ⅶ号低压加热器15凝结水出口与VI号低压加热器16凝结水进口连接,VI号低压加热器16凝结水出口与V号低压加热器17凝结水进口连接,V号低压加热器17凝结水出口与除氧器18进口连接,除氧器18凝结水出口与给水泵19进口连接,给水泵19出口与Ⅲ号高压加热器20主给水进口连接,Ⅲ号高压加热器20主给水出口与Ⅱ号高压加热器21主给水进口连接,Ⅱ号高压加热器21主给水出口与I号高压加热器22主给水进口连接,I号高压加热器22主给水出口与锅炉1省煤器进水口连接。

[0028] 大容量供热汽轮发电机组的疏水管路为,I号高压加热器22疏水出口与Ⅱ号高压加热器21疏水进口连接,Ⅱ号高压加热器21疏水出口与Ⅲ号高压加热器20疏水进口连接,Ⅲ号高压加热器20疏水出口与除氧器18除氧头连接,V号低压加热器17疏水出口与VI号低压加热器16疏水进口连接,VI号低压加热器16疏水出口与Ⅶ号低压加热器15疏水进口连接,Ⅶ号低压加热器15疏水出口与Ⅷ号低压加热器14疏水进口连接,Ⅷ号低压加热器14疏水出口与凝汽器12凝结水箱连接,热网加热器7疏水出口与除氧器18除氧头连接。

[0029] 大容量供热汽轮发电机组的一次热网热水管路为,热网加热器7热水进口与热网回水管8连接,热网加热器7热水出口与热网供水管6连接。

[0030] 无再热中压汽轮机5的排汽压力等级为0.1Mpa~0.4Mpa,对应饱和水温度为99.6℃~143.6℃。

[0031] 增设无再热中压汽轮机的抽凝供热系统的调节方法为:根据大型供热机组的功率和供热期热网加热器7的抽汽量,设计无再热中压汽轮机5的额定进汽量及安全运行进汽量;在供热期供热负荷变化时,通过调节抽汽控制阀3满足Ⅲ号高压加热器20、V号低压加热器17、VI号低压加热器16、除氧器18和热网加热器7双重负荷的需求;在非供热期,无再热中压汽轮机5维持最小负荷工况运行,保证Ⅲ号高压加热器20、V号低压加热器17、VI号低压加热器16和除氧器18的回热抽汽需要;若增设无再热中压汽轮机故障或检修,Ⅲ号高压加热器20、V号低压加热器17、VI号低压加热器16和除氧器18切回主汽轮机机组,此时与传统机组的系统结构和运行方式相同。

[0032] 本发明适用于300MW、600MW及以上容量等级汽轮机机组供热节能改造。

[0033] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

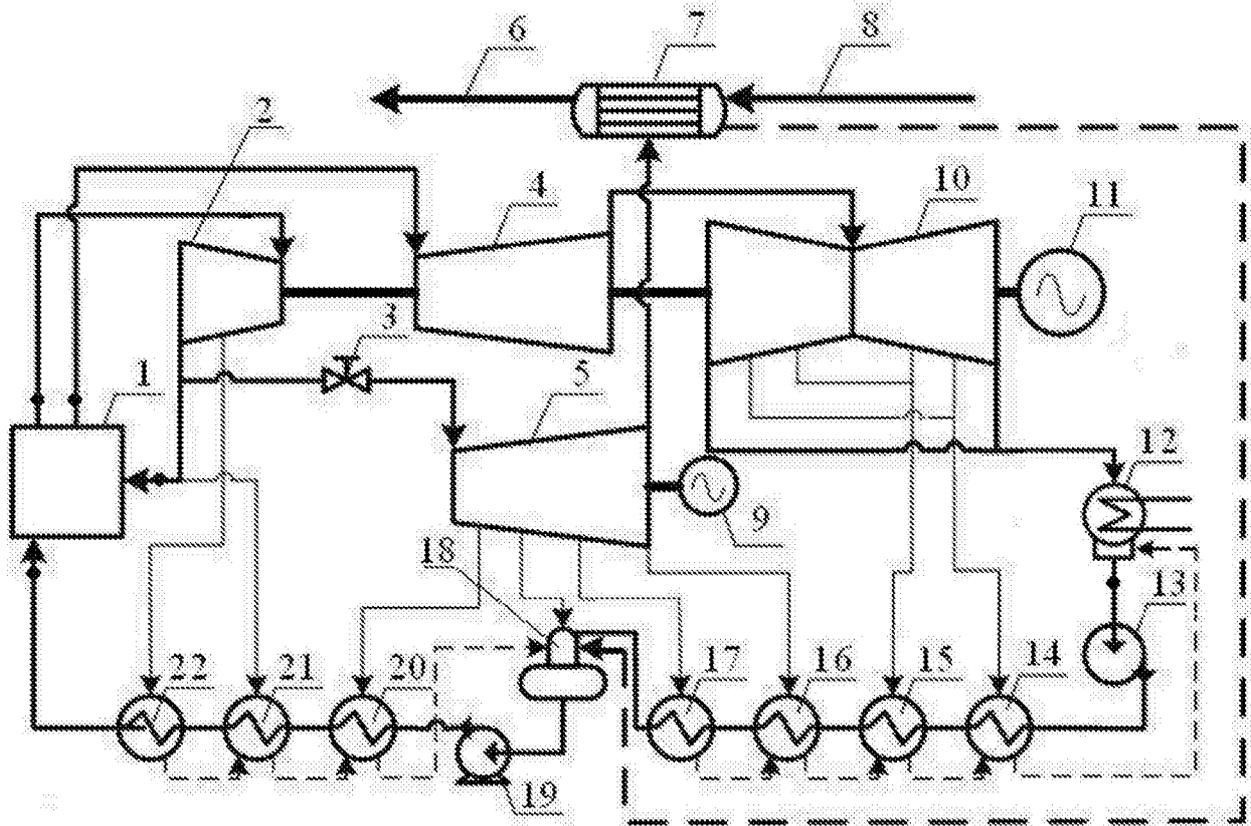


图1