



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112594019 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 25

(21) 申请号 202011465730.0

(22) 申请日 2020.12.13

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112594019 A

(43) 申请公布日 2021.04.02

(73) 专利权人 东北电力大学

地址 132012 吉林省吉林市船营区长春路
169号

(72) 发明人 周云龙 杨美 杨金福 王迪

杨吉昊 张文府 韩佳雨 包佳鑫

刘起超 王健 米列东 冷爽

韩延炎 朱跃然 刘烨

(74) 专利代理机构 吉林市达利专利事务所

22102

专利代理师 陈传林

(51) Int. Cl.

F01K 7/44 (2006.01)

F01K 7/38 (2006.01)

F01K 7/40 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

F01K 17/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 3304712 A, 1967.02.21

US 4479355 A, 1984.10.30

JP 2006046757 A, 2006.02.16

JP 2007205188 A, 2007.08.16

CN 202813417 U, 2013.03.20

CN 203249228 U, 2013.10.23

CN 203298285 U, 2013.11.20

CN 203703942 U, 2014.07.09

CN 204225940 U, 2015.03.25

CN 105157010 A, 2015.12.16

CN 105371267 A, 2016.03.02

CN 105401987 A, 2016.03.16

CN 205424888 U, 2016.08.03

WO 2018014768 A1, 2018.01.25

CN 207944993 U, 2018.10.09

CN 110159369 A, 2019.08.23

CN 210662813 U, 2020.06.02

(续)

审查员 姚放

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

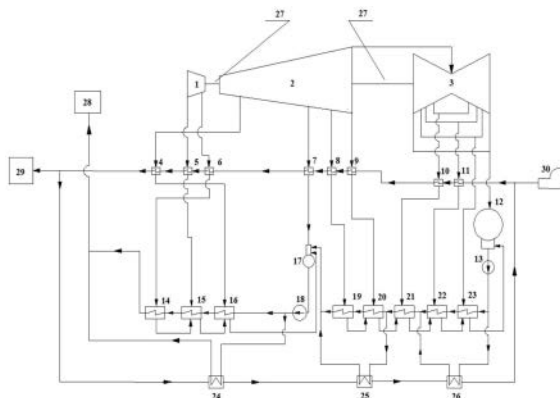
(54) 发明名称

一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统

(57) 摘要

本发明是一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统,其特点是,利用超临界燃煤发电机组汽轮机侧抽汽的过热度能量加热空气,有效减小回热加热器中蒸汽与水的换热温差,不可逆损失降低,加热后的空气一部分给锅炉提供足够氧气进入炉膛参与燃烧;另一部分空气可以继续利用来加热给水和凝结水,这样排挤了从汽轮机抽取的部分回热抽汽,相应地,被排挤的回热抽汽返回汽轮机中继续膨胀做功,因此,在锅炉输入的燃煤量不变的情况下,增加了汽轮机的总做功,发电量增加,提高了机组的发电效率。另一

方面,锅炉侧减少了空气在尾部烟道的吸热,使得锅炉侧所需燃料量减少,达到节能减排的目的。其结构合理,适用性强,效果佳。



[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

张强等.集成超临界CO₂循环的燃煤发电系

统冷端优化.《动力工程学报》.2019,(第05期),
全文.

1. 一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统,其特征是,它包括:汽轮机高压缸(1)、汽轮机中压缸(2)、汽轮机低压缸(3)、第一级蒸汽-空气加热器(4)、第二级蒸汽-空气加热器(5)、第三级蒸汽-空气加热器(6)、第四级蒸汽-空气加热器(7)、第五级蒸汽-空气加热器(8)、第六级蒸汽-空气加热器(9)、第七级蒸汽-空气加热器(10)、第八级蒸汽-空气加热器(11)、凝汽器(12)、凝结水泵(13)、第一高压给水加热器(14)、第二高压给水加热器(15)、第三高压给水加热器(16)、除氧器(17)、给水泵(18)、第一低压给水加热器(19)、第二低压给水加热器(20)、第三低压给水加热器(21)、第四低压给水加热器(22)、第五低压给水加热器(23)、空气-给水加热器(24)、第一空气-凝结水加热器(25)、第二空气-凝结水加热器(26)、汽轮机主轴(27)、省煤器(28)、锅炉炉膛(29)和锅炉送风机(30),所述的汽轮机高压缸(1)通过汽轮机主轴(27)与汽轮机中压缸(2)连接,所述的汽轮机中压缸(2)通过汽轮机主轴(27)与汽轮机低压缸(3)连接,在所述的汽轮机中压缸(2)与第三高压给水加热器(16)的第三抽汽管道间串联第一级蒸汽-空气加热器(4),在所述的汽轮机高压缸(1)与第二高压给水加热器(15)的第二抽汽管道间串联第二级蒸汽-空气加热器(5),在所述的汽轮机高压缸(1)与第三高压给水加热器(16)的第三抽汽管道间串联第三级蒸汽-空气加热器(6),在所述的汽轮机中压缸(2)与除氧器(17)的第四抽汽管道间串联第四级蒸汽-空气加热器(7),所述的除氧器(17)水侧出口与给水泵(18)连通,在所述的汽轮机中压缸(2)与第一低压给水加热器(19)的第五级抽汽管道间串联第五级蒸汽-空气加热器(8),在所述的汽轮机中压缸(2)与第二低压给水加热器(20)的第六级抽汽管道间串联第六级蒸汽-空气加热器(9),在所述的汽轮机低压缸(3)与第三低压给水加热器(21)的第七级抽汽管道间串联第七级蒸汽-空气加热器(10),在所述的汽轮机低压缸(3)与第四低压给水加热器(22)的第八级抽汽管道间串联第八级蒸汽-空气加热器(11),所述的汽轮机低压缸(3)与凝汽器(12)、凝结水泵(13)、第二空气-凝结水加热器(26)依次连通;所述的锅炉炉膛(29)与第一级蒸汽-空气加热器(4)、第二级蒸汽-空气加热器(5)、第三级蒸汽-空气加热器(6)、第四级蒸汽-空气加热器(7)、第五级蒸汽-空气加热器(8)、第六级蒸汽-空气加热器(9)、第七级蒸汽-空气加热器(10)、第八级蒸汽-空气加热器(11)和锅炉送风机(30)依次连通,锅炉炉膛(29)与空气-给水加热器(24)、第一空气-凝结水加热器(25)、第二空气-凝结水加热器(26)、锅炉送风机(30)依次连通;所述的省煤器(28)与第一高压给水加热器(14)、第二高压给水加热器(15)、第三高压给水加热器(16)、给水泵(18)、除氧器(17)第一低压给水加热器(19)、第二低压给水加热器(20)、第三低压给水加热器(21)、第四低压给水加热器(22)、第五低压给水加热器(23)依次连通;第五低压给水加热器(23)与凝结水泵(13)、第二空气-凝结水加热器(26)连通;所述的第一高压给水加热器(14)、第二高压给水加热器(15)和第三高压给水加热器(16)串联后,再与空气-给水加热器(24)并联,所述的第一低压给水加热器(19)与第二低压给水加热器(20)串联后,再与第一空气-凝结水加热器(25)并联,所述的第四低压给水加热器(22)与第五低压给水加热器(23)串联后,再第二空气-凝结水加热器(26)并联,所述的第一级蒸汽-空气加热器(4)与锅炉炉膛(29)连通,所述的第一高压给水加热器(14)、空气-给水加热器(24)与省煤器(28)连通。

一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及燃煤发电机组,特别是涉及一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统。

背景技术

[0002] 在我国一次能源的消费结构中,煤炭所占的比例长期保持在70%以上,燃煤发电所消耗的原煤量已超过国内消耗煤量的50%。此外,在风能和太阳能等可再生能源大规模发展的同时,燃煤发电依旧是占据我国能源结构的主体地位,燃煤发电机组具有供电负荷可控、受自然环境影响小、技术相对成熟等优势。然而,随着环境污染的日益严重和化石能源的逐年匮乏,作为清洁能源的提供者和环境污染物的排放者,燃煤发电机组的发电效率亟待提升。

[0003] 目前,提升燃煤发电机组效率的主要方法是减少发电过程中产生的不可逆损失,现有燃煤发电机组热力系统集成技术在一定程度上能够提高燃煤发电机组效率。然而,燃煤发电机组的锅炉和汽轮机两侧能量还没有实现充分利用,汽轮机抽汽的过热度高引起的能级不匹配造成能量损失依旧很大。而空气作为燃烧所必需的工质,直接与高温烟气进行换热,换热温差较大,造成了传热过程中不可逆损失较大。针对超临界燃煤发电机组热力系统深度优化,现有技术还没有一套有效的高效利用系统。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于:克服现有技术的不足,优化选择现有技术的单机,为特定目的进行创造性的组合,扩展功能最大化,提出一种结构合理,适用性强,效果佳,能够充分利用汽轮机各段抽汽的过热度能量来加热空气,被抽汽加热后的空气一部分进入锅炉炉膛参与燃烧,一部分用来加热给水和凝结水;充分利用燃煤发电机组锅炉、汽轮机两侧的能量,能量梯级利用,尽量减少能量传递过程中的不可逆损失,进而提高燃煤发电机组发电效率的超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统。

[0005] 实现本发明目的采用的技术方案是:一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统,其特征是,它包括:汽轮机高压缸1、汽轮机中压缸2、汽轮机低压缸3、第一级蒸汽-空气加热器4、第二级蒸汽-空气加热器5、第三级蒸汽-空气加热器6、第四级蒸汽-空气加热器7、第五级蒸汽-空气加热器8、第六级蒸汽-空气加热器9、第七级蒸汽-空气加热器10、第八级蒸汽-空气加热器11、凝汽器12、凝结水泵13、第一高压给水加热器14、第二高压给水加热器15、第三高压给水加热器16、除氧器17、给水泵18、第一低压给水加热器19、第二低压给水加热器20、第三低压给水加热器21、第四低压给水加热器22、第五低压给水加热器23、空气-给水加热器24、第一空气-凝结水加热器25、第二空气-凝结水加热器26、汽轮机主轴27、省煤器28、锅炉炉膛29和锅炉送风机30,所述的汽轮机高压缸1通过汽轮机主轴27与汽轮机中压缸2连接,所述的汽轮机中压缸2通过汽轮机主轴27与汽轮机低压缸3连接,在所述的汽轮机中压缸2与第三高压给水加热器16的第三抽汽管道间串联第一级蒸汽-空气加热器4,在

所述的汽轮机高压缸1与第二高压给水加热器15的第二抽汽管道间串联第二级蒸汽-空气加热器5,在所述的汽轮机高压缸1与第三高压给水加热器16的第三抽汽管道间串联第三级蒸汽-空气加热器6,在所述的汽轮机中压缸2与除氧器17的第四抽汽管道间串联第四级蒸汽-空气加热器7,所述的除氧器17水侧出口与给水泵18连通,在所述的汽轮机中压缸2与第一低压给水加热器19的第五级抽汽管道间串联第五级蒸汽-空气加热器8,在所述的汽轮机中压缸2与第二低压给水加热器20的第六级抽汽管道间串联第六级蒸汽-空气加热器9,在所述的汽轮机低压缸3与第三低压给水加热器21的第七级抽汽管道间串联第七级蒸汽-空气加热器10,在所述的汽轮机低压缸3与第四低压给水加热器22的第八级抽汽管道间串联第八级蒸汽-空气加热器11,所述的汽轮机低压缸3与凝汽器12、凝结水泵13、第二空气-凝结水加热器26依次连通;所述的锅炉炉膛29与第一级蒸汽-空气加热器4、第二级蒸汽-空气加热器5、第三级蒸汽-空气加热器6、第四级蒸汽-空气加热器7、第五级蒸汽-空气加热器8、第六级蒸汽-空气加热器9、第七级蒸汽-空气加热器10、第八级蒸汽-空气加热器11和锅炉送风机30依次连通,锅炉炉膛29与空气-给水加热器24、第一空气-凝结水加热器25、第二空气-凝结水加热器26、锅炉送风机30依次连通;所述的省煤器28与第一高压给水加热器14、第二高压给水加热器15、第三高压给水加热器16、给水泵18、除氧器17第一低压给水加热器19、第二低压给水加热器20、第三低压给水加热器21、第四低压给水加热器22、第五低压给水加热器23依次连通;第五低压给水加热器23与凝结水泵13、第二空气-凝结水加热器26连通;所述的第一高压给水加热器14、第二高压给水加热器15和第三高压给水加热器16串联后,再与空气-给水加热器24并联,所述的第一低压给水加热器19与第二低压给水加热器20串联后,再与第一空气-凝结水加热器25并联,所述的第四低压给水加热器22与第五低压给水加热器23串联后,再第二空气-凝结水加热器26并联,所述的第一级蒸汽-空气加热器4与锅炉炉膛29连通,所述的第一高压给水加热器14、空气-给水加热器24与省煤器28连通。

[0006] 本发明一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统是对现有技术的单机进行优化选择,为特定目的进行创造性的组合,扩展功能最大化而提出来的,其有益效果体现在:

[0007] 1、利用汽轮机8级抽汽的过热度能量来加热空气,使空气被加热到一定温度后,直接进入炉膛中参与燃烧,避免了常规电厂中空气进入锅炉空气预热器时,与高温烟气换热造成换热温差过大的问题,降低了传热过程中不可逆损失。空气由锅炉送风机送入8级加热器中进行加热。汽轮机各级抽汽换热流程为每级抽汽先利用抽汽过热度加热空气后,再继续加热给水凝结水,构成回热循环系统;

[0008] 2、由于超临界燃煤发电厂,主蒸汽、再热蒸汽温度参数高,汽轮机侧抽汽过热度大,甚至某几级抽汽过热度超过了300℃,因此可以利用大量的空气去吸收每级抽汽的过热度。加热后的空气,一部分给锅炉提供足够氧气进入炉膛参与燃烧;另一部分空气可以继续利用来加热给水和凝结水,这样排挤了从汽轮机抽取的部分回热抽汽,相应地,被排挤的回热抽汽返回汽轮机中继续膨胀做功。因此,在锅炉输入的燃煤量不变的情况下,增加了汽轮机的总做功,发电量增加,提高了机组的发电效率。另一方面,锅炉侧减少了空气在尾部烟道的吸热,使得锅炉侧所需燃料量减少,达到节能减排的目的。被加热的空气,一部分加热汽轮机侧的给水,使得高压缸第一级、第二级抽汽、中压缸第三级抽汽量减少,排挤了汽轮机的抽汽,使蒸汽在汽轮机的做功增加,能够在一定程度上提高发电效率;

[0009] 3) 依照“温度对口、能量梯级利用”的原则,加热后的一部分空气,加热了给水后,可以继续加热汽轮机侧的凝结水,设置了2个空气-凝结水加热器。排挤了汽轮机中低压缸的抽汽,使得中压缸第四级、第五级、第六级抽汽的抽汽量和低压缸第七级、第八级抽汽量减少,这样排挤了从汽轮机抽取的部分回热抽汽,相应地,被排挤的回热抽汽返回汽轮机中继续膨胀做功。因此,在锅炉输入的燃煤量不变的情况下,增加了汽轮机的总做功,发电量增加,能够在一定程度上提高发电效率;

[0010] 4) 其结构合理,适用性强,效果佳。

附图说明

[0011] 图1为本发明的一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统结构示意图;

[0012] 图2 为8级蒸汽-空气加热器系统结构示意图;

[0013] 图3为空气-给水加热器、空气-凝结水加热器系统结构示意图。

[0014] 图中:1汽轮机高压缸,2汽轮机中压缸,3汽轮机低压缸,4第一级蒸汽-空气加热器,5第二级蒸汽-空气加热器,6第三级蒸汽-空气加热器,7第四级蒸汽-空气加热器,8第五级蒸汽-空气加热器,9第六级蒸汽-空气加热器,10第七级蒸汽-空气加热器,11第八级蒸汽-空气加热器,12凝汽器,13凝结水泵,14第一高压给水加热器,15第二高压给水加热器,16第三高压给水加热器,17除氧器,18给水泵,19第一低压给水加热器,20第二低压给水加热器,21第三低压给水加热器,22第四低压给水加热器,23第五低压给水加热器,24空气-给水加热器,25第一空气-凝结水加热器,26第二空气-凝结水加热器,27汽轮机主轴,28省煤器,29锅炉炉膛,30锅炉送风机。

具体实施方式

[0015] 以下结合图1和具体实施例对本发明作进一步详细说明,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0016] 参照图1-图3,本发明的一种超临界燃煤发电机组能量梯级高效利用系统,包括:汽轮机高压缸1、汽轮机中压缸2、汽轮机低压缸3通过汽轮机主轴27相连,第一级蒸汽-空气加热器4蒸汽侧入口连接汽轮机中压缸2,第一级蒸汽-空气加热器4蒸汽侧出口连接第三高压给水加热器16,第一级蒸汽-空气加热器4空气侧入口连接第二级蒸汽-空气加热器5,第一级蒸汽-空气加热器4空气侧出口连接锅炉炉膛29,第二级蒸汽-空气加热器5蒸汽侧入口连接汽轮机高压缸1,第二级蒸汽-空气加热器5蒸汽侧出口连接第二高压给水加热器15,第二级蒸汽-空气加热器5空气侧入口连接第三级蒸汽-空气加热器6,第二级蒸汽-空气加热器5空气侧出口连接第一级蒸汽-空气加热器4,第三级蒸汽-空气加热器6蒸汽侧入口连接汽轮机高压缸1,第三级蒸汽-空气加热器6空气侧入口连接第四级蒸汽-空气加热器7,第三级蒸汽-空气加热器6空气侧出口连接第二级蒸汽-空气加热器5,第四级蒸汽-空气加热器7蒸汽侧入口连接汽轮机中压缸2,第四级蒸汽-空气加热器7蒸汽侧出口连接除氧器17,第四级蒸汽-空气加热器7空气侧入口连接第五级蒸汽-空气加热器8,第四级蒸汽-空气加热器7空气侧出口连接第三级蒸汽-空气加热器6,第五级蒸汽-空气加热器8蒸汽侧入口连接汽轮机中压缸2,第五级蒸汽-空气加热器8蒸汽侧出口连接第一低压给水加热器19,第五级蒸汽-空气加热器8空气侧入口连接第六级蒸汽-空气加热器9,第五级蒸汽-空气加热器8空气

侧出口连接第四级蒸汽-空气加热器7,第六级蒸汽-空气加热器9蒸汽侧入口连接汽轮机中压缸2,第六级蒸汽-空气加热器9蒸汽侧出口连接第二低压给水加热器20,第六级蒸汽-空气加热器9空气侧入口连接第七级蒸汽-空气加热器10,第六级蒸汽-空气加热器9空气侧出口连接第五级蒸汽-空气加热器8,第七级蒸汽-空气加热器10蒸汽侧入口连接汽轮机低压缸3,第七级蒸汽-空气加热器10蒸汽侧出口连接第三低压给水加热器21,第七级蒸汽-空气加热器10空气侧入口连接第八级蒸汽-空气加热器11,第七级蒸汽-空气加热器10空气侧出口连接第六级蒸汽-空气加热器9,第八级蒸汽-空气加热器11蒸汽侧入口连接汽轮机低压缸3,第八级蒸汽-空气加热器11蒸汽侧出口连接第四低压给水加热器22,第八级蒸汽-空气加热器11空气侧入口连接送风机30,第八级蒸汽-空气加热器11空气侧出口连接第七级蒸汽-空气加热器。第一高压给水加热器14蒸汽侧入口连接第三级蒸汽-空气加热器6,第一高压给水加热器14蒸汽侧出口连接第二高压给水加热器15,第一高压给水加热器14水侧入口连接第二高压给水加热器15,第一高压给水加热器14水侧出口连接省煤器28,第二高压给水加热器15蒸汽侧入口连接第二级蒸汽-空气加热器5,第二高压给水加热器15蒸汽侧出口连接第三高压给水加热器16,第二高压给水加热器15水侧入口连接第三高压给水加热器16,第二高压给水加热器15水侧出口连接第一高压给水加热器14,第三高压给水加热器16蒸汽侧入口连接第一级蒸汽-空气加热器4,第三高压给水加热器16蒸汽侧出口连接除氧器17,第三高压给水加热器16水侧入口连接给水泵18,第三高压给水加热器16水侧出口连接第二高压给水加热器15,除氧器17蒸汽侧入口连接第四级蒸汽-空气加热器7,除氧器17水侧入口分别连接第一低压给水加热器19和第一空气-凝结水加热器25,除氧器17水侧出口连接给水泵18,第一低压给水加热器19蒸汽侧入口连接第五级蒸汽-空气加热器8,第一低压给水加热器19蒸汽侧出口连接第二低压给水加热器20,第一低压给水加热器19水侧入口连接第二低压给水加热器20,第一低压给水加热器19水侧出口连接除氧器17,第二低压给水加热器20蒸汽侧入口连接第六级蒸汽-空气加热器9,第二低压给水加热器20蒸汽侧出口连接第三低压给水加热器21,第二低压给水加热器20水侧入口连接第三低压给水加热器21,第二低压给水加热器20水侧出口连接第一低压给水加热器19,第三低压给水加热器21蒸汽侧入口连接第七级蒸汽-空气加热器10,第三低压给水加热器21蒸汽侧出口连接第四低压给水加热器22,第三低压给水加热器21水侧入口分别连接第四低压给水加热器22和第二空气-凝结水加热器26,第三低压给水加热器21水侧出口分别连接第二低压给水加热器20和第一空气-凝结水加热器25,第四低压给水加热器22蒸汽侧入口连接第八级蒸汽-空气加热器11,第四低压给水加热器22蒸汽侧出口连接第五低压给水加热器23,第四低压给水加热器22水侧入口连接第五低压给水加热器23,第四低压给水加热器22水侧出口连接第三低压给水加热器21,第五低压给水加热器23蒸汽侧入口连接汽轮机低压缸3,第五低压给水加热器23蒸汽侧出口连接凝汽器12,第五低压给水加热器23水侧入口连接凝结水泵13,第五低压给水加热器23水侧出口连接第四低压给水加热器22,凝结水泵13入口连接凝汽器12,凝结水泵13出口连接第五低压给水加热器23,凝汽器12入口分别连接汽轮机低压缸3出口和第五低压给水加热器23。空气-给水加热器24水侧入口连接给水泵18,空气-给水加热器24水侧出口连接省煤器28,空气-给水加热器24空气侧入口连接第一级蒸汽-空气加热器4,空气-给水加热器24空气侧出口连接第一空气-凝结水加热器25,第一空气-凝结水加热器25水侧入口连接第三低压给水加热器21,第一空气-凝结水加热器25水侧出口连接除氧

器17,第一空气-凝结水加热器25空气侧入口连接空气-给水加热器24,第一空气-凝结水加热器25空气侧出口连接第二空气-凝结水加热器26,第二空气-凝结水加热器26水侧入口连接凝结水泵13,第二空气-凝结水加热器26水侧出口连接第三低压给水加热器21,第二空气-凝结水加热器26空气侧入口连接第一空气-凝结水加热器25,第二空气-凝结水加热器26空气侧出口连接送风机30。

[0017] 本发明所采用的单机产品均为市售产品,容易实施。

[0018] 本实施例的一种燃煤发电机组能量高效利用方法,以某700℃超超临界一次再热燃煤发电机组为例,汽轮发电机额定功率660MW。

[0019] 第一步,根据本发明内容,在汽轮机侧抽汽位置装设8级蒸汽-空气加热器,换热器面积分别为:2557m²、2696m²、1773m²、1623m²、681m²、631m²、605m²、2542m²。在汽轮机侧设置了1个空气-给水加热器,换热面积为2515m²,2个空气-凝结水加热器12904m²、7069m²

[0020] 第二步,通过燃煤机组热力系统建模仿真原理,结合热力学第一定律,在给水量、送风量、燃料量与原系统相同的条件下,空气依次经过8级蒸汽-空气加热器进行加热后,一部分进入炉膛参与燃烧,一部分空气热量用于加热给水和凝结水,构成回热循环系统。这样能够提升冷空气温度,避免冷空气进入锅炉空气预热器与高温烟气换热造成的换热温差过大问题,降低不可逆损失。燃煤发电机组改造后的发电负荷增加了为11.55MW,厂用电负荷增加了1.55MW,发电效率为48.62%提高到了49.66%,发电效率较原机组提高了1.04%,供电效率为46.86%提高到了47.68%,供电效率较原机组提高了0.81%。

[0021] 最后,本发明方法将锅炉侧烟气、空气和汽轮机侧抽汽、给水、凝结水吸放热过程进行错位能量耦合。利用大量的空气去吸收每级抽汽的过热度,加热后的一部分空气给锅炉提供氧气,送入锅炉炉膛参与燃烧;另一部分空气继续用来加热给水和凝结水,这样排挤了从汽轮机抽取的部分回热抽汽,相应地,被排挤的回热抽汽返回汽轮机中进行继续膨胀做功。因此,在锅炉输入的燃煤量不变的情况下,增加了汽轮机的总做功,发电量增加,提高了机组的发电效率。另一方面,锅炉侧由于减少了空气在尾部烟道的吸热,使得锅炉侧所需燃料量也减少,达到节能减排的目的。为超临界燃煤火力发电机组效率的提高提供了一种新的有效途径。

[0022] 以上所述仅是本发明的优选实施例,应当指出的是,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应该视为本发明的保护范围。

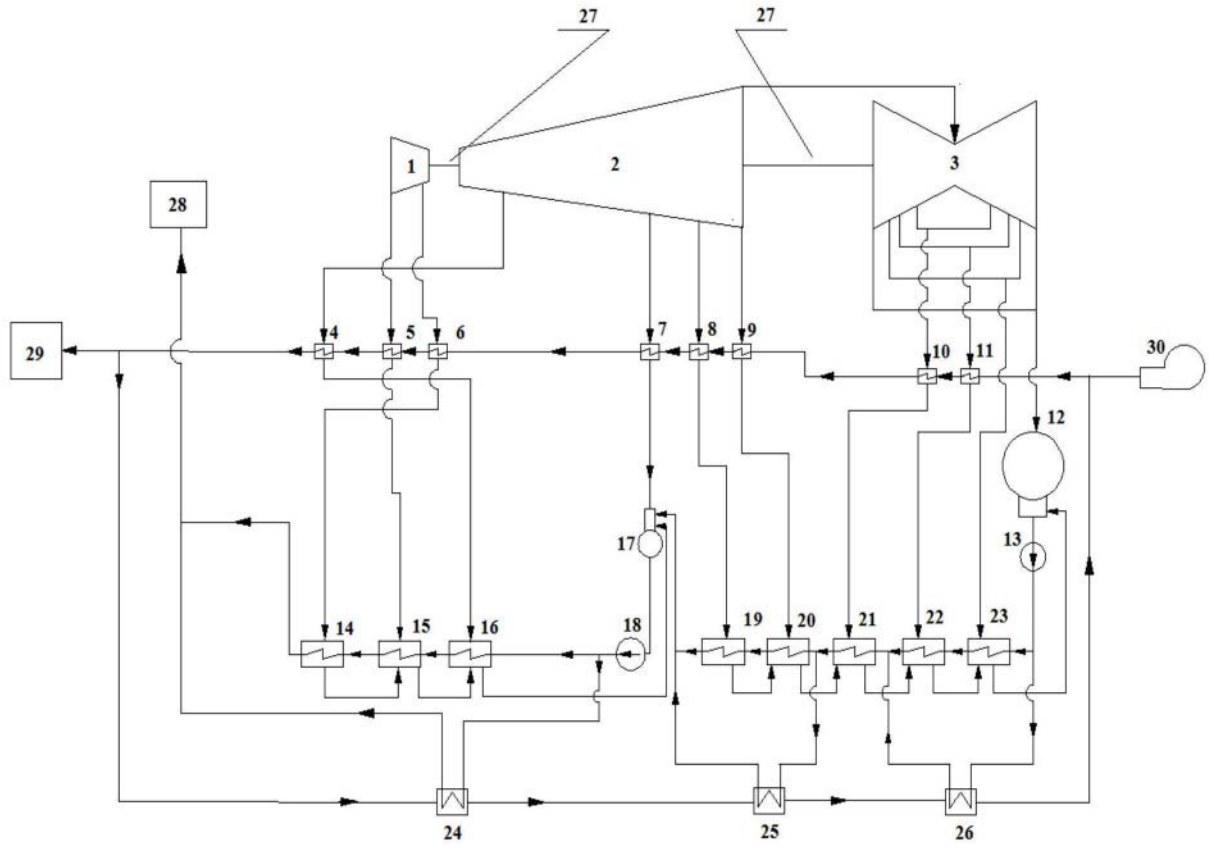


图1

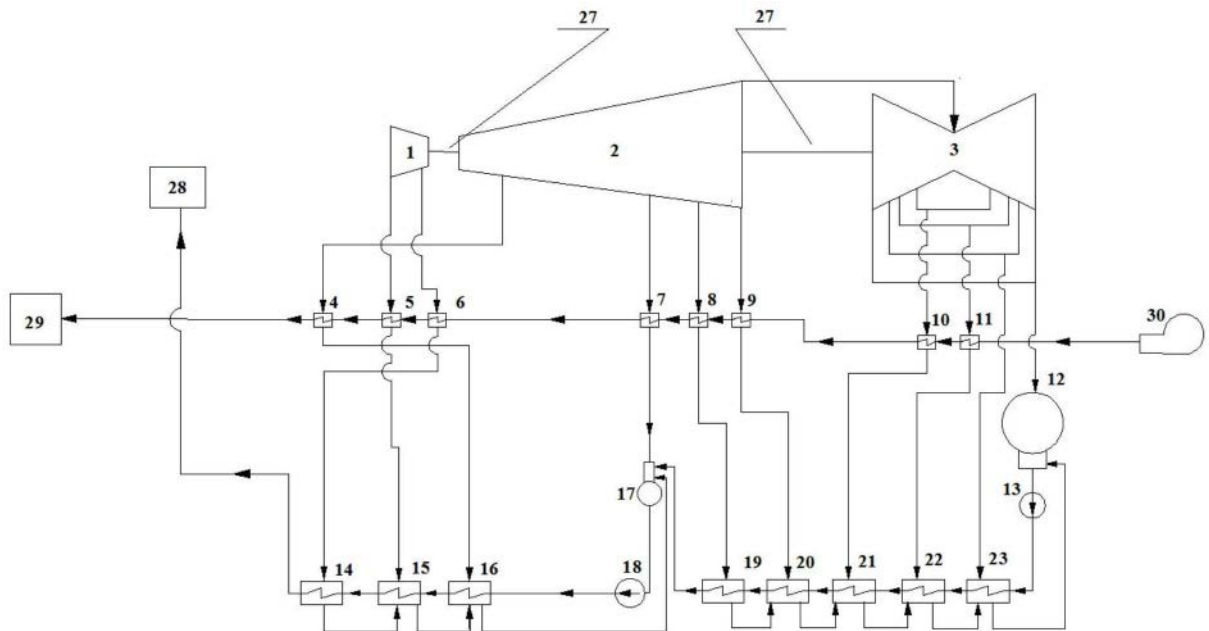


图2

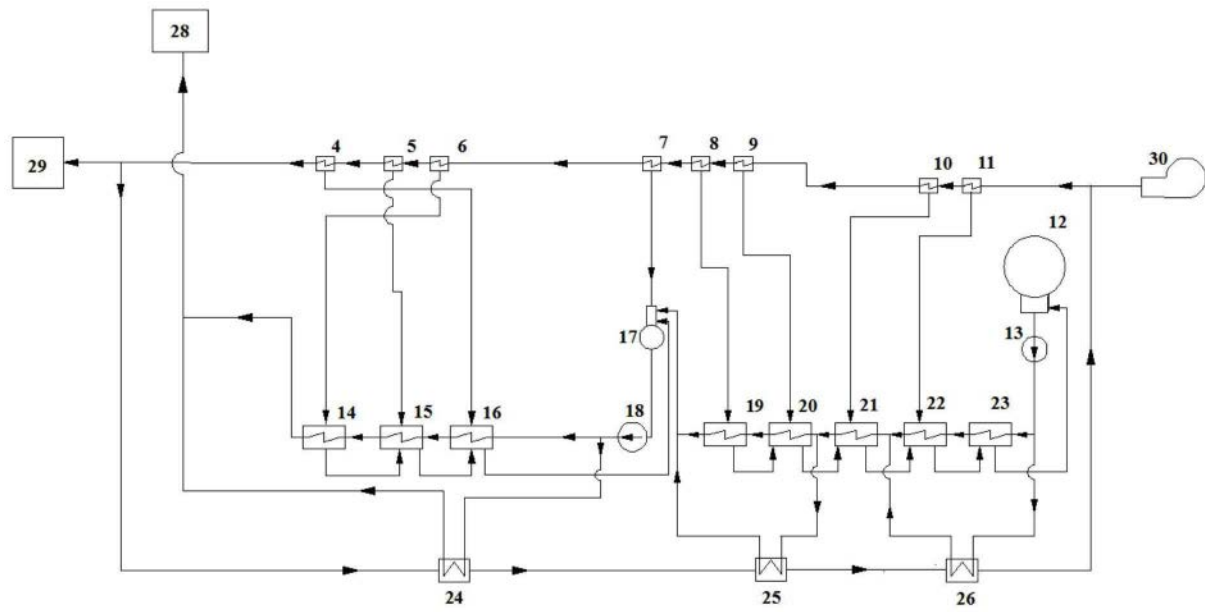


图3