



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103089441 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310029381. 1

(22) 申请日 2013. 01. 27

(73) 专利权人 南京瑞柯徕姆环保科技有限公司
地址 211100 江苏省南京市江宁区东麒路
33 号

(72) 发明人 王海波

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 张苏沛

(51) Int. Cl.

F02C 6/18(2006. 01)

F01K 23/10(2006. 01)

F01K 17/00(2006. 01)

F01K 25/00(2006. 01)

F27D 17/00(2006. 01)

F25B 29/00(2006. 01)

F22B 31/08(2006. 01)

F28F 19/00(2006. 01)

F28F 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203223293 U, 2013. 10. 02,

JP 9-33131 A, 1997. 02. 07,

JP 9-33131 A, 1997. 02. 07,

CN 1109552 A, 1995. 10. 04,

JP 2003-206752 A, 2003. 07. 25,

US 2011/0088399 A1, 2011. 04. 21,

CN 1807860 A, 2006. 07. 26,

CN 101906998 A, 2010. 12. 08,

审查员 张祥

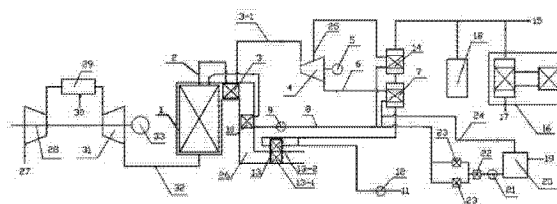
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置

(57) 摘要

本发明涉及一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置,采用气动机的排气作为朗肯循环余热锅炉的热源,蒸汽朗肯循环系统采用正压、封闭式运行方式,利用汽轮机的出口乏汽的冷凝器作为供热装置、吸收式制冷装置的热源,从而实现能源的梯级利用:回收燃料的高品位能量用于发电,每吨蒸发量(或 0.7MW 的供热量)可以回收 340 度以上的电量,同时实现冷热联产,并高效回收烟气余热。蒸汽朗肯循环系统化学水处理系统无或仅有极少量的废酸、废碱产生,有效避免了锅炉的氧腐蚀和结垢问题。因此节能、环保及社会效益十分显著。



1. 一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置,该装置包括气动循环系统、正压蒸汽朗肯循环系统、混合床、供热系统,其特征在于:

所述气动循环系统,是指空气(27)经压气机(28)送入燃烧设备(29),与燃料(30)混合燃烧,经气动机(31)拖动发电机(33)发电,气动机(31)排出的高温烟气(32)进入蒸汽朗肯循环系统降温后排出;

所述正压蒸汽朗肯循环系统,是指由余热锅炉本体(1)出来的饱和蒸汽(2),经过热器(3)形成过热蒸汽(3-1),送入汽轮机(4)带动发电机(5)发电;汽轮机(4)出来的乏汽(6)压力高于大气压,在冷凝器(7)凝结成冷凝水(8),冷凝水(8)经给水泵(9)、给水加热器(10)送入余热锅炉本体(1),余热锅炉本体(1)再产生饱和蒸汽,从而形成正压蒸汽朗肯循环回路;

所述混合床(23):蒸馏水箱(20)中的蒸馏水(19),经补水泵(21)、常温除氧器(22)、混合床(23)补入正压蒸汽朗肯循环系统;

所述供热系统:汽轮机(4)的出口乏汽(6)经冷凝器(7)冷却形成冷凝水(8)返回正压蒸汽朗肯循环系统;供热用水(11)经供热水泵(12)、第一热交换器(13)、冷凝器(7),形成供热蒸汽或热水(15)。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

设有第二热交换器(14):汽轮机(4)的抽汽(25)经第二热交换器(14)形成冷凝水返回正压蒸汽朗肯循环系统;供热用水(11)经供热水泵(12)、第一热交换器(13)、冷凝器(7)、第二热交换器(14)形成供热蒸汽或热水(15)。

3. 根据权利要求1至2之一所述的装置,其特征在于:

设有吸收式制冷系统:供热蒸汽或热水(15)作为吸收式制冷装置(16)的热源,经吸收式制冷装置(16)冷却后形成冷凝水(17)。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于:

设有蓄热器(18):供热系统及吸收式制冷系统负荷波动较大时,供热蒸汽或热水(15)经蓄热器(18)进行热备用。

5. 根据权利要求1至2之一所述的装置,其特征在于:

所述的第一热交换器(13)中的供热用水(11)与烟气采用分离式换热方式,第一热交换器(13)包括蒸发器(13-1)、冷凝器(13-2);蒸发器(13-1)布置于烟气侧,通过相变工质跟烟气间壁式换热,相变工质吸热产生蒸汽,烟气降温后排出;相变工质蒸汽通过冷凝器(13-2)与供热用水(11)间壁式换热,冷却后形成凝结液再由蒸发器(13-1)吸收烟气的热量产生蒸汽,从而形成相变工质的内循环过程。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

本装置同样可以应用于现有电站锅炉或其他电站锅炉:经冷凝器(7)加热产生的热水或蒸汽作为现有电站锅炉或另外电站锅炉系统的工质使用。

一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置,具体属节能环保技术领域。

背景技术

[0002] 工业锅炉作为一种承压的特种设备,广泛应用于社会生产和人民生活的各个领域。发达国家和新兴发展中国家工业锅炉消耗的能源通常占各国总耗能的 25%~45% 左右,其排放的温度较高的废气亦是造成的环境污染和温室效应的罪魁祸首。

[0003] 长久以来,由于工业锅炉结构相对简单,制造相对容易,未经审批,不按照安全节能技术规范制造安装和使用的现象屡见不鲜,节能与减排效果令人堪忧。据统计,全国在用工业锅炉保有量为约 53 万台、125 万 MW,接近电站锅炉装机容量的 2 倍,能源消耗达 4.2 亿吨标准煤,占全国一次能源消费总量的 27.8%。以能效为例,我国燃煤工业锅炉的平均实际热效率仅为 65%,比外国水平低 10~20 个百分点,平均每年多耗煤 6000 万吨左右。以建筑用能为例,我国建筑单位面积能耗与国际水平有较大差距,据全国集中供热锅炉网对北方居住建筑采暖能耗的调查,北京、天津和东北地区一个采暖季每平方米采暖能耗平均为 24.2kg 标准煤,而气候条件相近的德国平均仅 6.2kg 标准煤,我国单位采暖能耗为德国的 3.9 倍。因此工业锅炉成为我国开展节能降耗、提高能效、减少污染的主要对象。

[0004] 分布式能源系统是直接面对用户、按用户需求提供各种能量形式能量的中小型多功能能量转换利用系统。它不同于传统的“大机组、大电厂、大电网”的集中式能源生产与供应模式,而是分散在用户端,以能源综合梯级利用模式来达到更高能源利用率、更低能源成本、更高功能安全性以及更好的环保性能等多功能目标。其中冷热电联供系统是分布式能源发展的主要方向和主要形式,也是最具活力的系统之一,是发达国家重点研发和应用的热点之一,欧盟国家纷纷采取税收、补贴等不同方式大力促成冷热电联供项目的实施,例如意大利利用减免 20% 至 40% 燃料费的办法鼓励建筑物应用冷热电联供系统。按动力子系统类型进行分类,主要有燃气轮机-吸收式制冷、内燃机-吸收式制冷、汽轮机-吸收式制冷、斯特林机-吸收式制冷、燃料电池-吸收式制冷等冷热电三联产系统。

[0005] 对于传统的供热系统,虽然锅炉将燃料燃烧热量的 60% 至 90% 转换成有用的热能(蒸汽或热水)提供给用户,但是燃烧产生的高温烟气本来可以用作发电(产功),直接被用作加热较低温度的蒸汽或热水,做功能力损失很大;在制冷方面,电厂为了满足夏季空调带来的高峰电负荷,扩大电力生产,而产生的大量过剩的余热无法利用,造成能源的极大浪费;单独的吸收式制冷,又由于距离热源远或冷量无法长距离输送,而使应用受到限制,即便燃气直燃型吸收式制冷系统也一定程度存在类似锅炉的高位热用于低温目的的做功能力损失,此外,先污染后治理的能源利用模式更是造成能源与环境难以协调的根本原因。

[0006] 对于传统的冷热电三联供系统,毫无疑问具有巨大的生命力和广阔的发展空间,但也存在一定的问题:燃气轮机-吸收式制冷、内燃机-吸收式制冷、斯特林机-吸收式制冷、燃料电池-吸收式制冷等冷热电三联产系统,采用与蒸汽朗肯联合循环方式运行时,需

要配套一级化学除盐水系统,且化学水处理的运行成本很高,并产生一定的废水、废酸、废碱污染,必须要进行治理。

[0007] 因此如何保留冷热电三联供系统的优点、研发出燃料适应性更广的冷热电三联供系统,真正解决工业锅炉高品位燃料低品位利用的缺点,突破传统的思路并实现环保的冷热电三联产,成为该领域研究的难点。

发明内容

[0008] 本发明的目的为解决上述工业锅炉及传统冷热电三联供技术中存在的问题,提出一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置,通过气动循环、正压蒸汽朗肯联合循环发电系统,回收燃料的高品位能量用于发电,每吨蒸发量可以回收 340 度以上的电量,同时实现冷热电三联产,并高效回收烟气余热。蒸汽朗肯循环系统无传统的化学水处理系统产生的废酸、废碱,且因蒸汽朗肯循环采用纯水闭路循环,避免传统余热发电锅炉的氧腐蚀和结垢问题,从而实现能源的综合梯级利用,节能、环保及社会效益十分显著。

[0009] 本发明的目的是通过以下措施实现的:

[0010] 一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置,该装置包括气动循环装置、蒸汽朗肯循环装置、供热装置、吸收式制冷装置,其特征在于:

[0011] 所述的气动循环中的气动机,包括燃气轮机、内燃机或斯特林机等采用气体膨胀发电的气动机;

[0012] 所述的气动循环,是指空气 27 经压气机 28 送入燃烧设备 29,与燃料 30 混合燃烧,经气动机 31 拖动气动机 33 发电,气动机 31 排出的高温烟气 32 进入蒸汽朗肯循环系统降温后排出。

[0013] 所述的蒸汽朗肯循环,是指由余热锅炉本体 1 出来的饱和蒸汽 2,经过热器 3 形成过热蒸汽 3-1,送入汽轮机 4 带动发电机 5 发电;汽轮机 4 出来的乏汽 6 在冷凝器 7 凝结成冷凝水 8,冷凝水 8 经给水泵 9 送入给水加热器 10、余热锅炉本体 1,余热锅炉本体 1 再产生饱和蒸汽,从而形成蒸汽朗肯循环回路。

[0014] 所述的冷凝器 7 的蒸汽凝结侧采用正压运行方式,即汽轮机 4 出来的乏汽的压力高于大气压力,从而避免空气的漏入,蒸汽朗肯循环回路中无需设置传统的除氧器。

[0015] 所述的供热系统,是指供热用水 11 经给热水泵 12、热交换器 13、冷凝器 7,形成供热蒸汽(热水) 15。

[0016] 所述的吸收式制冷系统,是指供热蒸汽(热水)15 作为吸收式制冷装置 16 的热源,经冷却后形成冷凝水 17。

[0017] 气动机 31 排出的高温烟气 32 经余热锅炉本体 1 及烟道 26 中的过热器 3、给水加热器 10、热交换器 13 降温后排入大气。

[0018] 所述的热交换器 13 采用分离式换热方式时,热交换器 13 包括蒸发器 13-1、冷凝器 13-2,其中的相变工质采用水或其他适宜的物质;

[0019] 相变工质在蒸发器 13-1 中吸收烟气的热量产生饱和蒸汽,饱和蒸汽通过冷凝器 13-2 与供热用水间壁式换热,冷却后形成凝结液再由蒸发器 13-1 吸收烟气的热量产生蒸汽,从而形成相变工质的内循环过程;相变工质采用自然循环或强制循环方式,完成相变工质在热交换器 13 中蒸发器 13-1、冷凝器 13-2 的内循环过程;优选的方法是蒸发器、冷凝器

分体式布置,蒸发器 13-1 布置于烟道 26 内、冷凝器 13-2 布置于烟道外,采用自然循环方式:高温烟气 32 经余热锅炉本体 1、受热面过热器 3、给水加热器 10、热交换器 13 之蒸发器 13-1 降温后排入大气;供热用水 11 经供热水泵 12、冷凝器 13-2 送入冷凝器 7,形成供热蒸汽(热水) 15。

[0020] 设有与蒸汽朗肯循环系统配套的补给水系统:蒸馏水箱 20 中的蒸馏水 19,经补水泵 21、常温除氧器 22 除氧、混合床 23 除盐后补入蒸汽朗肯循环系统。

[0021] 设有热交换器 14:采用汽轮机 4 的抽汽 25 作为热源,供热用水 11 经供热水泵 12、热交换器 13、冷凝器 7、热交换器 14 加热后形成供热蒸汽(热水) 15。

[0022] 设有蓄热器 18:供热系统及吸收式制冷系统负荷波动较大时,可用蓄热器 18 平衡系统,使蒸汽朗肯循环系统能安全、稳定运行。

[0023] 所述的给水加热器 10、热交换器 13、过热器 3、蓄热器 18、冷凝器 7、热交换器 14 可分别设置一个或多个,采用串联、并联或混联方式连接。

[0024] 本发明的装置同样可以应用于联合循环的电站锅炉系统,经冷凝器 7 加热产生的热水或蒸汽可以用于现有联合循环电站锅炉或另外锅炉系统作为锅炉工质使用。

[0025] 本发明中所提及的前述设备的换热元件可采用列管、翅片管、蛇形管或螺旋槽管,或采用其他强化传热措施的管子或其他型式的中空腔体换热元件。

[0026] 控制热交换器 13 之蒸发器 13-1 换热面的壁面温度稍高于烟气酸露点温度,或采用耐腐蚀的材料有效减轻烟气的低温腐蚀,能够有效降低排烟温度、避免烟气低温腐蚀的同时,高效回收烟气余热。

[0027] 本发明中未说明的设备及其备用系统、管道、仪表、阀门、保温、具有调节功能旁路设施等采用公知的成熟技术进行配套。

[0028] 设有与本发明的分布式工业锅炉冷热电三联供装置配套的安全调控装置,使装置能经济、安全、高热效率运行,达到节能降耗、环保的目的。

[0029] 本发明相比现有技术具有如下优点:

[0030] 1、节能效果显著:本发明中朗肯循环蒸汽的压力能突破传统朗肯循环技术限制,可方便采用高压、亚临界、超临界甚至超超临界压力而无需运用再热循环技术,蒸汽温度可以选择中温、次高温,有效降低工程造价,从而有效提高循环热效率及循环发电量,完全有把握抵消传统朗肯循环机组中从背压到负压冷凝温度时减少的发电量,仅每吨蒸发量(或 0.7MW 供热量)就可以回收 340 度以上的电量,整个能源综合梯级利用系统的热效率可达 80% 以上。

[0031] 2、采用间接供热方式:蒸汽朗肯循环系统对热用户采用间接供热、正压、封闭运行方式,为热用户及吸收式制冷系统提供热源,不同于传统的背压或抽凝式机组的直接开式供热方式,以蒸汽朗肯循环系统的冷凝器作为外供蒸汽或热水的加热器,冷凝水全部闭路循环返回系统且无汽水损失。

[0032] 3、设备投资省、运行费用大幅度下降:

[0033] (1) 消除了传统凝汽器负压运行技术不可避免的漏气、漏水现象,无需在朗肯循环回路中设置除氧器、抽气器,避免了传统除氧器、抽气器等运行造成的汽水损失;避免了传统技术回收凝结水的污染及汽水损失,仅需补充极少量的汽轮机轴封漏汽造成的水损失,可通过外购或自制蒸馏水补入系统;

[0034] (2) 因正压、封闭运行,避免了传统朗肯循环锅炉系统的氧腐蚀、结水垢现象,系统汽水损失大幅度下降,无需配备庞大、复杂的化学水处理系统,水处理系统的运行费用大幅度下降,绝对值可降低 90%;

[0035] (3) 因汽轮机的乏汽比容比传统凝汽器的小得多,汽轮机的体积可以大幅度减小,凝汽器体积比传统技术的小得多,因而汽轮机、冷凝器设备的相对价格降低很多。

[0036] 4、烟气余热高效回收:尾部烟道设置的热交换器采用相变换热器时,可以高效回收烟气的余热,排烟温度可降低至 120℃ 左右;由于采用炉外空预器技术,空预器因烟气含尘、低温腐蚀等造成的空气短路现象得以有效避免,且布置极为方便,空预器加热过程结合相变传热,设备紧凑、传热高效。

[0037] 5、运行安全性明显提高:

[0038] (1) 因背压采用正压方式运行,汽轮机出口乏汽能保证一定的过热度,克服了传统朗肯循环机组汽轮机末级叶片因湿蒸汽而带来的设计、运行及安全问题,蒸汽轮机背压正压运行,出口蒸汽为过热蒸汽,从根本上消除了传统蒸汽朗肯循环中汽轮机末级叶片因湿蒸汽带来的问题设计、制造及运行问题,蒸汽轮机的运行工况得到优化,蒸汽轮机发电机组的振动较之前明显改善;

[0039] (2) 蒸汽锅炉系统的氧腐蚀安全性能明显改善,避免了传统蒸汽朗肯循环发电机组因凝汽器负压运行,空气不可避免漏入而对系统系统造成的氧腐蚀危害;

[0040] (3) 蒸汽朗肯循环系统的水垢危害得以消除,有效减轻了受热面过热爆管等事故的发生,过热器的运行工况明显改善,安全性明显提高。

[0041] 6、能方便实现能量梯级利用:燃料适应性广,能方便地采用煤、生物质燃料、油气等。较之传统的技术,极为方便地实现了按质用能,能方便实现供应过热蒸汽、高温热水,有效实现冷热电的三联供,能量的梯级利用率高,总能效率明显高于大型发电机组。

[0042] 7、解决了传统小容量联合循环机组及工业锅炉因水处理等原因无法运用热电联产的技术难题,是对传统技术的突破,较大程度减轻了传统朗肯循环技术中的废酸、废碱造成的污染问题,锅炉系统的极少量的排污水也可以通过补水系统得到有效处理。

[0043] 8、总能系统的断电、缺电自保能力增强,在外在供电系统断电时,工业锅炉冷热电三联供装置的发电系统可以对关键设备进行供电自保,增强了整个系统的安全操作弹性及灵活性,便于安全应急措施的迅速实施。

附图说明

[0044] 图 1 是本发明的一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置流程示意图。

[0045] 图 1 中:1-余热锅炉本体,2-饱和蒸汽,3-过热器,3-1-过热蒸汽,4-汽轮机,5-发电机,6-乏汽,7-冷凝器,8-冷凝水,9-给水泵,10-给水加热器,11-供热用水,12-供热水泵,13-热交换器,13-1-蒸发器,13-2-冷凝器,14-热交换器,15-供热蒸汽(热水),16-吸收式制冷装置,17-冷凝水,18-蓄热器,19-蒸馏水,20-蒸馏水箱,21-补水泵,22-常温除氧器,23-混合床,24-返流水管道,25-抽汽,26-烟道,27-空气,28-压气机,29-燃烧设备,30-燃料,31-气动机,32-高温烟气,33-发电机。

具体实施方式

[0046] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细描述。

[0047] 实施例 1。

[0048] 如图 1 所示,一种分布式气动-朗肯联合循环冷热电三联供装置,该装置包括气动循环装置、蒸汽朗肯循环装置、供热装置、吸收式制冷装置,具体实施例如下:

[0049] 所述的气动循环中的气动机采用燃气轮机;

[0050] 所述的气动循环,是指空气 27 经压气机 28 送入燃烧设备 29,与燃料 30 混合燃烧,经气动机 31 拖动气动机 33 发电,气动机 31 排出的高温烟气 32 进入蒸汽朗肯循环系统降温后排出。

[0051] 所述的蒸汽朗肯循环,是指由余热锅炉本体 1 出来的饱和蒸汽 2,经过热器 3 形成过热蒸汽 3-1,送入汽轮机 4 带动发电机 5 发电;汽轮机 4 出来的乏汽 6 在冷凝器 7 凝结成冷凝水 8,冷凝水 8 经给水泵 9 送入给水加热器 10、余热锅炉本体 1,余热锅炉本体 1 再产生饱和蒸汽,从而形成蒸汽朗肯循环回路。

[0052] 所述的冷凝器 7 的蒸汽凝结侧采用正压运行方式,即汽轮机 4 出来的乏汽的压力高于大气压力,从而避免空气的漏入,蒸汽朗肯循环回路中无需设置传统的除氧器。

[0053] 所述的供热系统,是指供热用水 11 经给热水泵 12、热交换器 13、冷凝器 7,形成供热蒸汽(热水) 15。

[0054] 所述的吸收式制冷系统,是指供热蒸汽(热水)15 作为吸收式制冷装置 16 的热源,经冷却后形成冷凝水 17。

[0055] 所述的热交换器 13 采用分离式换热方式,热交换器 13 包括蒸发器 13-1、冷凝器 13-2,其中的相变工质采用水,采用自然循环方式,燃料燃烧产生的高温烟气经锅炉本体 1、受热面过热器 3、给水加热器 10、热交换器 13 之蒸发器 13-1 降温后排入大气;供热用水 11 经给热水泵 12、冷凝器 13-2 送入冷凝器 7,形成供热蒸汽(热水) 15。

[0056] 设有与蒸汽朗肯循环系统配套的补给水系统:蒸馏水箱 20 中的蒸馏水 19,经补水泵 21、常温除氧器 22 补入蒸汽朗肯循环系统。

[0057] 设有热交换器 14:采用汽轮机 4 的抽汽 25 作为热源,供热用水 11 经给热水泵 12、热交换器 13、冷凝器 7、热交换器 14 加热后形成供热蒸汽(热水) 15。

[0058] 设有蓄热器 18:供热系统及吸收式制冷系统负荷波动较大时,可用蓄热器 18 平衡系统,使蒸汽朗肯循环系统能安全、稳定运行。

[0059] 所述的给水加热器 10、热交换器 13、过热器 3、蓄热器 18、冷凝器 7、热交换器 14 可分别设置一个或多个,采用串联、并联或混联方式连接。

[0060] 本发明中所提及的前述设备的换热元件可采用列管、翅片管、蛇形管或螺旋槽管,或采用其他强化传热措施的管子或其他型式的中空腔体换热元件。

[0061] 控制热交换器 13 之蒸发器 13-1 换热面的壁面温度稍高于烟气酸露点温度,或采用耐腐蚀的材料有效减轻烟气的低温腐蚀,能够有效降低排烟温度、避免烟气低温腐蚀的同时,高效回收烟气余热。

[0062] 本发明中未说明的设备及其备用系统、管道、仪表、阀门、保温、具有调节功能旁路设施等采用公知的成熟技术进行配套。

[0063] 设有与本发明的分布式工业锅炉冷热电三联供装置配套的安全调控装置,使装置能经济、安全、高热效率运行,达到节能降耗、环保的目的。

[0064] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但它们并不是用来限定本发明,任何熟悉此技艺者,在不脱离本发明之精神和范围内,自当可作各种变化或润饰,同样属于本发明之保护范围。因此本发明的保护范围应当以本申请的权利要求所界定的为准。

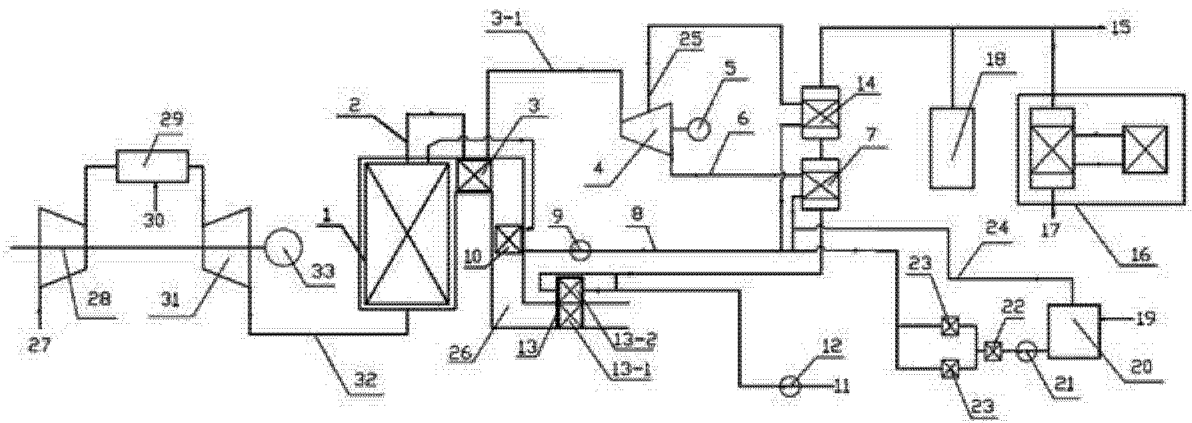


图 1