



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103089440 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201310029376. 0

(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 23/02(2006. 01)

F01K 25/00(2006. 01)

F27D 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203035350 U, 2013. 07. 03,

CN 101906998 A, 2010. 12. 08,

CN 1037377 A, 1989. 11. 22,

US 5428950 A, 1995. 07. 04,

CN 1172205 A, 1998. 02. 04,

US 2001/0047646 A1, 2001. 12. 06,

CN 101846311 A, 2010. 09. 29,

CN 102538203 A, 2012. 07. 04,

审查员 曹昕慧

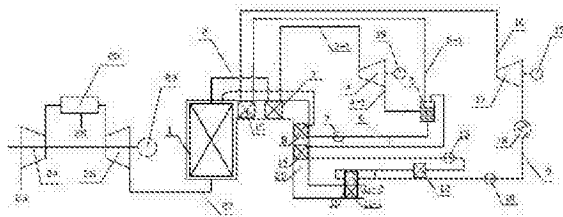
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

布列顿 - 混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置

(57) 摘要

本发明涉及一种布列顿 - 混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置, 采用布列顿循环的排气作为混合式蒸汽朗肯循环系统的热源, 混合式蒸汽朗肯联合循环通过低压蒸汽发生器 5 将高压端蒸汽朗肯循环与低压端蒸汽朗肯循环直接复合起来, 将高温端蒸汽朗肯循环汽轮机的排汽冷凝时释放的汽化潜热全部利用于低温端蒸汽朗肯循环发电, 有效减轻传统蒸汽朗肯循环系统凝汽器的负荷 20% 以上, 采用系统优化技术, 整个系统的循环绝对热效率提高可达 5% 以上。本发明既可用于现有机组的节能改造, 也可用于新建机组的设计、建造, 经济、社会、环保效益十分显著。



1. 一种布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置,该装置包括布列顿循环、高压端蒸汽朗肯循环和低压端蒸汽朗肯循环系统,其特征在于:

空气(23)经压气机(24)送入燃烧设备(25),与进入的燃料(28)充分燃烧,生成的高温烟气进入燃气轮机(26),拖动燃气轮机发电机(29)发电,完成燃气轮机机组布列顿循环,燃气轮机(26)排出的高温烟气(27)沿余热锅炉本体(1)及烟道(20)的附属受热面降温后排出;

所述的高压端蒸汽朗肯循环,是指由余热锅炉本体(1)出来的饱和蒸汽(2),经高压过热器(3)形成高压过热蒸汽(3-1),送入高压汽轮机(4)带动发电机(19)发电;高压汽轮机(4)出来的乏汽(4-1)在高压凝汽器(5)凝结成凝结水(6),凝结水(6)经高压给水泵(7)、高压给水加热器(8)送入余热锅炉本体(1),余热锅炉本体(1)再产生饱和蒸汽(2),从而形成高压端蒸汽朗肯循环回路;

所述的低压端蒸汽朗肯循环,是指由低压蒸发器出来的饱和蒸汽,经低压过热器(15)形成低压过热蒸汽(16),送入低压汽轮机(17)带动发电机(19)发电;低压汽轮机(17)出来的乏汽在低压凝汽器(18)凝结成低压端凝结水(9),经凝结水泵(10)、低压给水加热器(11)、除氧器(12)、低压给水泵(13)送入低压蒸发器,再产生饱和蒸汽,从而形成低压端蒸汽朗肯循环回路;

所述的高压凝汽器(5)的蒸汽凝结侧采用正压运行方式,即高压汽轮机(4)排出的乏汽(4-1)的压力高于大气压力;所述高压凝汽器(5)是直接混合冷凝;

所述的高压端蒸汽朗肯循环回路的高压凝汽器(5)即低压端蒸汽朗肯循环回路的低压蒸发器。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:

所述的低压给水加热器(11)与烟气采用分离式换热方式,包括蒸发器(11-1)、冷凝器(11-2);蒸发器(11-1)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,蒸汽通过冷凝器(11-2)与低压端蒸汽朗肯循环的给水间壁式换热,冷却后形成凝结液再由蒸发器(11-1)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。

布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置,具体属火力发电厂动力装置技术领域。

背景技术

[0002] 燃气-蒸汽联合循环因其热效率高、启动速度快、环保条件好、安装周期短、投资费用低等一系列优点,加上近年来燃气轮机技术的飞速发展,燃气轮机单机功率也不断加大,联合循环研究已经引起世界各国的重视和实施。

[0003] 国外联合循环发电技术的研究始于上个世纪 60 年代末,经过几十年的发展,目前,美国、英国、日本等许多发达国家的燃气-蒸汽联合循环发电技术已比较成熟,其供电效率已达到 50% 以上。如美国 CE 公司为 53% 左右;ABB 公司为 48%~51.9%;三菱重工为 51%~52%。许多公司(如美国 Texco 公司、比利时 CMI 公司等)都具有比较成熟的联合循环余热锅炉性能设计、系统优化、结构优化、生产制造技术,而且已经完全掌握了联合循环余热锅炉的热力特性和运行特性。燃气-蒸汽联合循环以及目前正在开发中的双流体循环-燃气轮机回注蒸汽的程氏循环和在燃气轮机的压气机出口喷水蒸发的回热循环,正是这种技术发展的代表,前者已经发展成熟,取得了巨大的经济效益,后者正在加紧研究之中,而程氏循环已有应用实例和正式产品。

[0004] 以水蒸汽为工质的火力发电厂,是大规模地进行着把热能转变成机械能,并又把机械能转变为电能的工厂。发电厂应用的循环很复杂,然而究其实质,主要是由锅炉、汽轮机、凝汽器、水泵等设备所组成的朗肯循环来完成,其工作原理是:给水先经给水泵加压后送入锅炉,在锅炉中水被加热汽化、形成高温高压的过热蒸汽,过热蒸汽在汽轮机中膨胀做功,变为低温低压的乏汽,最后排入凝汽器凝结为冷凝水,重新经水泵将冷凝水送入锅炉进行新的循环。至于火力发电厂使用的复杂循环,只不过是在朗肯循环基础上,为了提高热效率,加以改进而形成的新的循环即回热循环、再热循环等,朗肯循环已成为现代蒸汽动力装置的基本循环。

[0005] 现代大中型蒸汽动力装置毫无例外地全都采用抽汽加热给水回热循环、蒸汽再热循环技术,从而提高了加热平均温度,除了显著地提高了循环热效率以外,汽耗率虽有所增加,但由于逐级抽汽使排汽率减少,这有利于实际做功量和理论做功量之比即该循环的相对内效率 η_{oi} 的提高,同时解决了大功率汽轮机末级叶片流通能力限制的困难,凝汽器体积也可相应减少。但蒸汽在凝汽器中凝结时仍释放出大量的汽化潜热,需要大量的水或空气进行冷却,即浪费了热量、造成热污染,又浪费了电能、水资源。因此如何有效利用凝汽器中蒸汽凝结时释放的大量的汽化潜热,值得深入研究。

[0006] 电站锅炉生产过程中排放出大量的烟气,其中可回收利用的热量很多。虽然这部分余热资源浪费巨大,但回收利用有较大的难度,其主要原因是:(1) 余热的品质较低,未找到有效的利用方法;(2) 回收这部分的余热,往往对锅炉原有热力系统做出较大改动,具有一定的风险性;(3) 热平衡问题难以组织,难以在工厂内部全部直接利用,往往需要向外

寻找合适的热用户,而热用户的用热负荷往往会有波动,从而限制了回收方法的通用性。

[0007] 因此如何利用蒸汽朗肯循环火力发电厂的热力学基本规律,保留基于朗肯循环原理的动力装置技术的优点,探讨新的联合循环理论,真正找到大幅度提高蒸汽朗肯循环动力装置热效率的新途径,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蒸汽朗肯循环存在的问题,提出一种新的火电厂复合循环流程,即布列顿-复叠式蒸汽朗肯联合循环发电装置,能够在保留传统的蒸汽朗肯循环再热循环技术的优点的同时,大幅度回收传统蒸汽朗肯循环凝汽器的汽化潜热,使传统朗肯循环凝汽器的负荷大幅度减轻,减轻的绝对幅度值可达 20%,从而实现有效提高整个联合循环机组的热效率,最终达到节能降耗、提高系统热效率的目的。

[0009] 本发明的目的是通过以下措施实现的:

[0010] 一种布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置,该装置包括布列顿循环、高压端蒸汽朗肯循环和低压端蒸汽朗肯循环,其特征在于:

[0011] 空气 23 经压气机 24 送入燃烧设备 25,与进入的燃料 28 充分燃烧,生成的高温烟气进入燃气轮机 26,拖动燃气轮机发电机 29 发电,完成燃气轮机机组布列顿循环。

[0012] 所述的燃气轮机 26 排出的高温烟气 27 作为混合式蒸汽朗肯循环系统的热源,高温烟气 27 沿烟道 20 经余热锅炉本体 1、低压过热器 15、高压过热器 3、高压给水加热器 8、低压给水加热器 11 降温后排出。

[0013] 所述的高压端蒸汽朗肯循环,是指由余热锅炉本体 1 出来的饱和蒸汽 2,经高压过热器 3 形成高压过热蒸汽 3-1,送入高压汽轮机 4 带动发电机 19 发电;高压汽轮机 4 出来的乏汽 4-1 在低压蒸汽发生器 5 中与低压端蒸汽朗肯循环的给水直接混合产生饱和蒸汽 5-1,形成的冷凝水 6 经高压给水泵 7 送入高压给水加热器 8、余热锅炉本体 1,余热锅炉本体 1 再产生饱和蒸汽,从而形成高压端蒸汽朗肯循环回路。

[0014] 所述的低压端蒸汽朗肯循环,是指低压蒸汽发生器 5 采用高压端蒸汽朗肯循环的排汽 4-1 作为热源,与低压端给水直接混合加热产生低压饱和蒸汽 5-1,经低压过热器 15 形成低压过热蒸汽 16,送入低压汽轮机 17 带动发电机 19 发电;低压汽轮机 17 出来的乏汽在低压凝汽器 18 凝结成低压端凝结水 9,凝结水 9 经凝结水泵 10、低压给水加热器 11、除氧器 12、低压给水泵 13、二级低压给水加热器 14,送入低压蒸汽发生器 5,低压蒸汽发生器 5 再产生蒸汽 5-1,从而形成低压端蒸汽朗肯循环回路。

[0015] 所述的低压蒸汽发生器 5 采用正压运行方式,即高压汽轮机 4 出来的乏汽的压力高于大气压力。

[0016] 所述的高压端蒸汽朗肯循环与低压端蒸汽朗肯循环通过低压蒸汽发生器 5 直接复合起来,高效回收高温端蒸汽朗肯循环的蒸汽冷凝时释放的汽化潜热用于低温端蒸汽朗肯循环发电,采用的低压过热器技术,吸纳了再热循环技术的优点,因此可以显著提高整个循环的热效率。

[0017] 燃料燃烧产生的高温烟气经锅炉本体 1、低压过热器 15、高压过热器 3、高压给水加热器 8、二级低压给水加热器 14、低压给水加热器 11 降温后排入大气;或经锅炉本体 1、高压过热器 3、低压过热器 15、高压给水加热器 8、二级低压给水加热器 14、低压给水加热器

11 降温后排入大气。

[0018] 所述的低压给水加热器 11 与烟气采用分离式换热方式时, 低压给水加热器为复合相变换热器, 包括蒸发器 11-1、冷凝器 11-2, 蒸发器 11-1 和冷凝器采用分体式或一体式的结构; 其中的相变工质采用水或其他适宜的物质; 相变工质在蒸发器 11-1 中吸收烟气的热量产生饱和蒸汽, 饱和蒸汽通过冷凝器 11-2 与低压端凝结水 9 间壁式换热, 冷却后形成凝结液再由蒸发器 11-1 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; 优选的方法是蒸发器、冷凝器分体式布置, 即蒸发器 11-1 布置于烟道 20 内、冷凝器 11-2 布置于烟道外, 相变工质采用水, 采用自然循环方式。

[0019] 所述的高压给水加热器 8、低压蒸汽蒸发器 5、低压给水加热器 14、低压给水加热器 11、高压过热器 3、低压过热器 15 可分别设置一个或多个, 采用串联、并联或混联方式连接。

[0020] 所述的低压端凝汽器 18 按照常规技术进行设置, 采用水或空气等作为冷却介质。

[0021] 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。

[0022] 控制低压给水加热器 11 之蒸发器 11-1 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。

[0023] 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。

[0024] 设有与本发明系统配套的安全、调控装置, 采用现有蒸汽朗肯循环发电厂、程氏循环发电厂或燃气-蒸汽联合循环发电厂的公知的成熟调控技术进行配套, 使混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置能经济、安全、高热效率运行, 达到节能降耗的目的。

[0025] 本发明相比现有技术具有如下优点:

[0026] 1、本发明设计的布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置, 有别于传统的布列顿-蒸汽朗肯联合循环系统, 高压端蒸汽朗肯循环的低压蒸汽发生器采用正压运行方式, 将高压汽轮机的排汽作为低压端蒸汽朗肯循环的蒸汽发生器的热源, 直接跟低压端蒸汽朗肯循环的给水混合产生低压蒸汽, 从而将高压端蒸汽朗肯循环和低压端蒸汽朗肯循环通过低压蒸汽发生器巧妙复合起来, 高压端蒸汽朗肯循环中蒸汽的汽化潜热全部得到有效利用, 相比同发电功率的机组的低压端凝汽器的负荷, 凝汽器的负荷减轻的绝对幅度值可达 20%, 整个系统循环的绝对效率值至少提高 2% 以上; 因高压端蒸汽朗肯循环汽轮机的背压采用正压方式运行, 高压汽轮机出口乏汽能保证一定的过热度, 在高压端过热蒸汽温度不变的情况下, 可通过适当提高高压端蒸汽初压的方法进一步提高循环热效率 2% 以上。采用系统优化技术, 联合循环系统的效率提高的绝对幅度值可达 5% 以上。

[0027] 2、电厂的烟气余热实现高效回收利用: 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, 相变换热器蒸发器采用耐腐蚀材料时, 排烟温度能降低更多, 达到 85℃ 左右, 对脱硫脱硝系统的运行极为有利, 有效避免烟气低温腐蚀的同时, 回收的热量用于朗肯循环系统高效发电, 更符合能量梯级利用原理。

[0028] 3、运行安全性明显提高:

[0029] 高压端蒸汽朗肯循环的高压蒸汽轮机正压运行,出口蒸汽为过热蒸汽,蒸汽轮机的运行工况得到优化;低压端蒸汽朗肯循环中的低压过热器,因压力较低,运行安全性提高;低压汽轮机的进汽采用过热蒸汽,使传统再热循环的优点得到充分发挥,能有效解决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,蒸汽轮机发电机组的振动较之前明显改善。

[0030] 4、本发明的方案既可用于新建动力装置系统的设计、建造,也可用于对现有布列顿-蒸汽朗肯联合循环机组的节能改造,能充分挖掘设备的潜力,盘活现有资产,同时符合国家的产业政策,机组运行的经济型、安全性得到可靠保证,能有效提高系统的热效率。

附图说明

[0031] 图1是本发明的一种布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置流程示意图。

[0032] 图1中:1-余热锅炉本体,2-饱和蒸汽,3-高压过热器,3-1-高压过热蒸汽,4-高压汽轮机,4-1-高压汽轮机排汽,5-低压蒸汽发生器,5-1-低压饱和蒸汽,6-冷凝水,7-高压给水泵,8-高压给水加热器,9-低压凝结水,10-凝结水泵,11-低压给水加热器,11-1-蒸发器,11-2-冷凝器,12-除氧器,13-低压给水泵,14-二级低压给水加热器,15-低压过热器,16-低压过热蒸汽,17-低压汽轮机,18-低压凝汽器,19-发电机,20-烟道,23-空气,24-压气机,25-燃烧设备,26-燃气轮机,27-高温烟气,28-燃料,29-燃气轮机发电机。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细描述。

[0034] 实施例1:

[0035] 如图1所示,一种布列顿-混合式蒸汽朗肯联合循环发电装置,该装置包括高压端蒸汽朗肯循环、低压端蒸汽朗肯循环,所述的高压端蒸汽朗肯循环:

[0036] 空气23经压气机24送入燃烧设备25,与进入的燃料28充分燃烧,生成的高温烟气进入燃气轮机26,拖动燃气轮机发电机29发电,完成燃气轮机机组布列顿循环。

[0037] 所述的燃气轮机26排出的高温烟气27作为混合式蒸汽朗肯循环系统的热源,高温烟气27沿烟道20经余热锅炉本体1、低压过热器15、高压过热器3、高压给水加热器8、二级低压给水加热器14、低压给水加热器11降温后排出。

[0038] 所述的高压端蒸汽朗肯循环,是指由余热锅炉本体1出来的饱和蒸汽2,经高压过热器3形成高压过热蒸汽3-1,送入高压汽轮机4带动发电机19发电;高压汽轮机4出来的乏汽4-1在低压蒸汽发生器5中与低压端蒸汽朗肯循环的给水直接混合产生饱和蒸汽5-1,形成的冷凝水6经高压给水泵7送入高压给水加热器8、余热锅炉本体1,余热锅炉本体1再产生饱和蒸汽,从而形成高压端蒸汽朗肯循环回路。

[0039] 所述的低压端蒸汽朗肯循环,是指低压蒸汽发生器5采用高压端蒸汽朗肯循环的排汽4-1作为热源,与低压端给水直接混合加热产生低压饱和蒸汽5-1,经低压过热器15形成低压过热蒸汽16,送入低压汽轮机17带动发电机19发电;低压汽轮机17出来的乏汽在低压凝汽器18凝结成低压端凝结水9,凝结水9经凝结水泵10、低压给水加热器11、除氧器12、低压给水泵13、二级低压给水加热器14,送入低压蒸汽发生器5,低压蒸汽发生器

5 再产生蒸汽 5-1, 从而形成低压端蒸汽朗肯循环回路。

[0040] 所述的低压蒸汽发生器 5 采用正压运行方式, 即高压汽轮机 4 出来的乏汽的压力高于大气压力。

[0041] 所述的低压给水加热器 11 与烟气采用分离式换热方式, 为复合相变换热器, 包括蒸发器 11-1、冷凝器 11-2, 蒸发器 11-1 布置于烟道 20 内、冷凝器 11-2 布置于烟道 20 外, 相变工质采用水, 采用自然循环方式。相变工质在蒸发器 11-1 中吸收烟气的热量产生饱和蒸汽, 饱和蒸汽通过冷凝器 11-2 与低压端凝结水 9 间壁式换热, 冷却后形成凝结液再由蒸发器 11-1 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; 燃料燃烧产生的高温烟气经锅炉本体 1、低压过热器 15、高压过热器 3、高压给水加热器 8、二级低压给水加热器 14、空气预热器 23、低压给水加热器 11 之蒸发器 11-1 降温后排入大气; 低压蒸汽发生器 5 采用高压端蒸汽朗肯循环的排汽 4-1 作为热源, 与低压端给水直接混合加热产生低压饱和蒸汽 5-1, 经低压过热器 15 形成低压过热蒸汽 16, 送入低压汽轮机 17 带动发电机 19 发电; 低压汽轮机 17 出来的乏汽在低压凝汽器 18 凝结成低压端凝结水 9, 凝结水 9 经凝结水泵 10、低压给水加热器 11 之冷凝器 11-2、除氧器 12、低压给水泵 13、二级低压给水加热器 14, 送入低压蒸汽发生器 5, 低压蒸汽发生器 5 再产生蒸汽 5-1, 从而形成低压端蒸汽朗肯循环回路。

[0042] 所述的高压给水加热器 8、低压蒸汽蒸发器 5、二级低压给水加热器 14、低压给水加热器 11、高压过热器 3、低压过热器 15 可分别设置一个或多个, 采用串联、并联或混联方式连接。

[0043] 所述的低压端凝汽器 18 按照常规技术进行设置, 采用水作为冷却介质。

[0044] 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。

[0045] 控制低压给水加热器 11 之蒸发器 11-1 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。

[0046] 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、安全保护装置等采用公知的成熟技术进行配套。

[0047] 设有与本发明系统配套的安全、调控装置, 采用现有蒸汽朗肯循环发电厂、程氏循环发电厂或燃气-蒸汽联合循环发电厂的公知的成熟调控技术进行配套, 使复叠式蒸汽朗肯联合循环发电装置能经济、安全、高热效率运行, 达到节能降耗的目的。

[0048] 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。

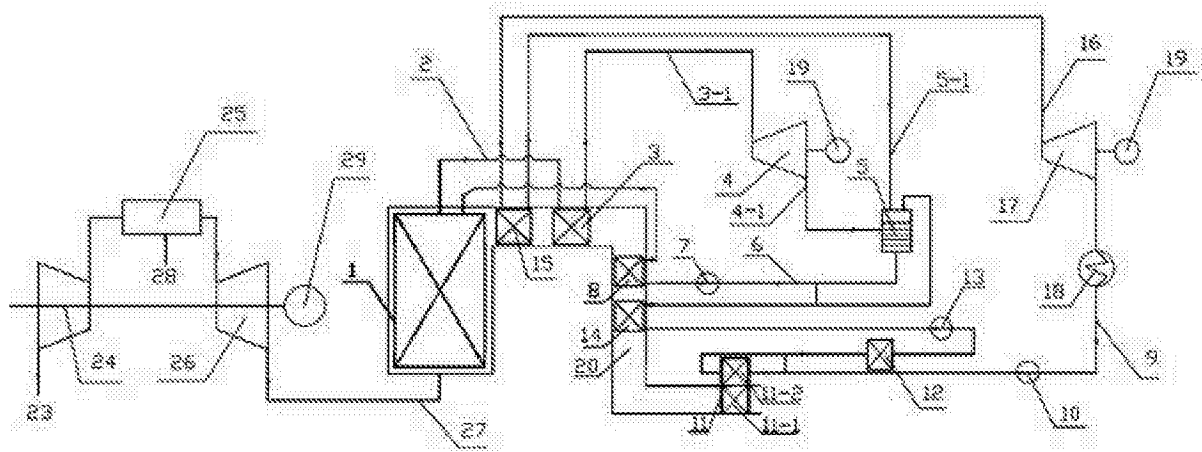


图 1