



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202267113 U

(45) 授权公告日 2012. 06. 06

(21) 申请号 201120343466. 3

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 09. 14

(73) 专利权人 北京中科华誉能源技术发展有限
责任公司

地址 100190 北京市海淀区中关村 333 号楼
二层

(72) 发明人 张茂勇 张军

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 廖元秋

(51) Int. Cl.

F24D 3/18(2006. 01)

F25B 30/06(2006. 01)

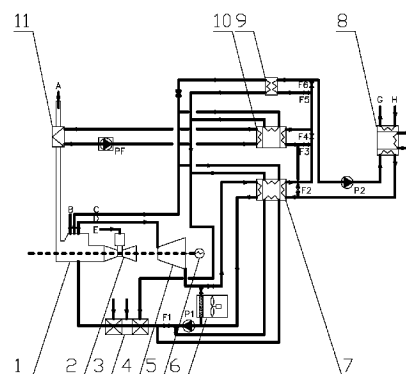
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电
冷三联供系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统,属于燃蒸联合循环热电冷三联供技术领域,除了包括由燃机、余热锅炉、汽轮机、发电机等组成的热电联合循环外,还包括大温差吸收式乏汽回收热泵、大温差吸收式烟气回收热泵、烟气冷凝回收采集装置、首站汽水换热器、吸收式热泵/制冷一体机等,运行调节方法采用基于吸收式换热余热回收与大温差供热技术并结合气候补偿技术的整个热力系统联合能源优化运行调节方法,由此针对燃蒸联合循环系统特点实现了热电厂一次能源利用效率接近乃至超过 100%。本实用新型利用各级能量品位的能源资源驱动发电、供热、空调供冷设备,达到了有效能量输出与燃气低位发热量相比无能源损耗的节能效果。



1. 一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统,包括燃机、余热锅炉、汽轮机、发电机、锅炉给水加热器组、空冷或水冷凝汽器,以及与各设备相连集成为一整体系统的由包括各动力设备、电动阀件组成的能源输配管网与包括计算机、温度压力及流量传感器组成的运行控制网络,其特征在于,该系统还包括大温差吸收式乏汽回收热泵、大温差吸收式烟气回收热泵、烟气冷凝回收采集装置、首站汽水换热器、吸收式热泵/制冷一体机,其中,所述余热锅炉的高温烟气进口与燃机的高温排烟口相连,余热锅炉的高温烟气出口经由烟道通过烟气冷凝回收采集装置后与其排烟管道相通,余热锅炉的高压蒸汽出口通过高压蒸汽管道与汽轮机的主蒸汽进口相连,余热锅炉的中压蒸汽出口通过中压蒸汽管道与汽轮机的中压抽汽出口相连后,并分别与大温差吸收式乏汽回收热泵的发生器进口、大温差吸收式烟气回收热泵的发生器进口和首站汽水换热器的高温侧进口相连,经大温差吸收式乏汽回收热泵的发生器回水口、大温差吸收式烟气回收热泵的发生器回水口和首站汽水换热器的低温侧回水口与锅炉给水加热器组的高温侧进口相连,余热锅炉的排烟出口与烟气冷凝回收采集装置的高温烟气侧进口相连,烟气冷凝回收采集装置的载热介质通过动力设备与大温差吸收式烟气回收热泵的蒸发器相连,烟气冷凝回收采集装置的低温烟气侧出口通过冷凝烟囱排向大气,汽轮机的乏汽同时与空冷或水冷凝汽器的乏汽侧进口和吸收式乏汽余热回收热泵的蒸发器的热源侧进口相连,空冷或水冷凝汽器的凝结水出口与吸收式乏汽余热回收热泵的蒸发器的热源侧出口相连后经增压泵与大温差吸收式乏汽回收热泵的吸收器或冷凝器的冷却侧进口相连,并经阀门后与大温差吸收式乏汽回收热泵的吸收器或冷凝器的冷却侧出口和余热锅炉的锅炉给水加热器组的低温进口相连,大温差吸收式乏汽回收热泵和大温差吸收式烟气回收热泵中包括冷凝器和吸收器的一次网回水加热侧的进出口通过阀门组件相连,再通过串联阀门与首站汽水换热器的一次网回水加热侧的进口相连,并通过旁通阀门与首站汽水换热器的一次网回水加热侧的出口相连后,通过一次网循环泵与用户热力站的吸收式热泵/制冷一体机的热源侧相连。

2. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述大温差吸收式烟气回收热泵为多工况溴化锂吸收式热泵机组,其中进入其蒸发器的低温热源类型包括烟气冷凝回收采集装置的冷却循环水或烟气,进入其吸收器和冷凝器的冷却水包括大温差工况的 $20 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的一次网回水、常规温差工况的 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 的一次网回水、 $25 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 的空冷或水冷凝汽器的凝结水或由大温差吸收式乏汽回收热泵的吸收器和冷凝器出来的 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 的一次网加热水,进入其发生器的驱动热源为 $0.2 \sim 1.0\text{MPa}$ 的中压蒸汽、 $80 \sim 170^{\circ}\text{C}$ 的热水或 $400 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气。

3. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述大温差吸收式乏汽回收热泵为多工况溴化锂吸收式热泵机组,其中进入其蒸发器的低温热源类型包括汽轮机乏汽和水冷凝汽器的冷却循环水,进入其吸收器和冷凝器的冷却水包括大温差工况的 $20 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的一次网回水、常规温差工况的 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 的一次网回水或 $25 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 的空冷或水冷凝汽器6的凝结水,进入其发生器的驱动热源为 $0.2 \sim 1.0\text{MPa}$ 的中压蒸汽或 $80 \sim 170^{\circ}\text{C}$ 的热水。

4. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述吸收式热泵/制冷一体机为冬季运行于第一种吸收式热泵工和夏季运行于采用 $80 \sim 130^{\circ}\text{C}$ 热水驱动、冷冻水出口温度达到 $7 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 以上的高温型吸收式制冷机工况的大温差双工况型溴化锂吸收式热泵机组。

5. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述烟气冷凝回收采集装置采用高耐腐蚀性

烟气-水型大温差换热装置,连接该装置的输送动力设备采用水泵,大温差吸收式烟气回收热泵的蒸发器采用循环水与吸收式热泵冷剂水间壁式换热结构。

6. 如权利要求 1 所述系统,其特征在于,所述烟气冷凝回收采集装置采用烟气导流与烟量控制结构,连接该装置的输送动力设备采用烟气通风机结构,大温差吸收式烟气回收热泵的蒸发器采用高耐腐蚀性烟气与吸收式热泵冷剂水间壁式换热结构。

一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于燃蒸联合循环热电冷三联供技术领域,特别涉及一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统。

背景技术

[0002] 目前中国北方地区供暖的主要系统形式是:热电联产、区域锅炉房和分散采暖各占约 1/3,其中一次能源利用效率最高、减排效果最好、经济性最合理的热电联产的推广应用受到难以大规模扩展热网规模及其供热能力等因素的限制,亟需采取更好的技术路线与政策规划加以推广。清华大学江亿院士和付林教授等创造性地开发了基于吸收式换热进行乏汽余热回收供热和大温差换热大幅降低一次网回水温度的相关专利技术,即在热电厂采用吸收式热泵由中压抽汽驱动热泵回收汽轮机乏汽的冷凝热,将可使热电厂能源利用效率提高 15 ~ 25%;大幅提高供回水温差以增大管网载热能力达 60 ~ 80%以上,在中国以燃煤热电联产系统为主的集中供热领域具有突破性意义。

[0003] 另一方面,随着中国对环境保护的要求日益提高,天然气作为清洁燃料的大面积推广并用于供热及发电领域已经形成一个重要发展趋势,但是与燃煤型热电联产系统相比,天然气作为燃料的热电联产系统的一次能源利用效率及其经济性未必显著,甚至设计流程与热网状况未臻优化的情况下反而并不比天然气直接燃烧供热或先发电再驱动热泵系统供热节能、省钱,其原因包括:小容量燃气锅炉效率很高而供热半径小、热量损耗及热网输配电耗小;天然气发电效率高、电力易于远距离输送而热泵效率达到一定水平即可保证较好的经济性;天然气可远距离输送到用户区域,而集中热网的热水或蒸汽远距离输送电耗及散热损失大幅增加;燃蒸联合循环(CCPP)的空气过量系数比燃气锅炉大一倍以上导致排烟损失过大,且天然气燃烧排烟本来就比煤燃烧排烟的潜热损失大得多,而传统的CCPP流程难以回收利用该余热,由此导致CCPP热力系统能量损失严重;汽轮机乏汽余热损耗巨大等。由此,与燃煤型热电联产相比,传统的CCPP往往在较小区域具有较佳的一次能源利用效率,在更大区域供热领域其综合效益并不具有优越性。

[0004] CCPP热电厂供热发电的通常流程中,在冬季发电率约占天然气低位发热量的 20 ~ 35%,约有 40 ~ 50%用于供热,约有占汽轮机主蒸汽 15 ~ 30%以上的热量需要通过凝汽器从冷却塔或空冷岛释放到大气中,其中燃机、余热锅炉及发电机等的本体散热损失、机械损失及烟气损失及电厂自用电等约占 25 ~ 30%,即CCPP热电厂的一次能源热效率通常只有约 70 ~ 75%。在夏季发电率可达到 35 ~ 40%以上,少量热能通过热力管网送往宾馆酒店等某些热用户用于制取生活热水等,但是大部分热量则被白白释放到大气中。对于终端热用户,冬季通过热力站换热进行采暖,夏季则另设一套电制冷或吸收式制冷系统等解决空调供冷问题。联接热电厂(及集中锅炉房)和终端用户的热力站设置有大型换热器用于产生所需参数的供热循环水,同时由于供回水温差有限,需要设置大型水泵以提供动力。

[0005] 经估算可知,如果能有效回收汽轮机乏汽能量,可提升热电厂一次能源利用率达

10 ~ 15% ;而如果将余热锅炉排烟温度降低到 20 ~ 30℃并充分回收其中的潜热和部分显热,则可提升热电厂一次能源利用率达 15 ~ 20%以上。由此,如采取合理的技术路线,可将热电厂一次能源利用率提高 25 ~ 35%左右,从而使热电厂有效能源输出量占一次能源低位发热量的比例达到 95 ~ 100%甚至更高。当 CCGP 系统实现了 100%的一次能源利用效率时,即可认为该热力系统实现了无能源损耗,这就是采用新型技术路线的燃蒸循环热电冷三联供系统实现“零能源损耗率热电厂”的技术即节能性的涵义所在。

[0006] 在区域空调供冷领域,基于传统技术路线中空调冷水的供回水温差通常不超过 5 ~ 9℃,则要承担较大的区域供冷负荷则其一次网循环水量极大,乃至在距离较大时其输送电耗过大而完全失去其节能性和经济性,因此,从应用实践的角度看,区域供冷仍然是一个并不成熟的技术领域,目前中国几个有限的具有一定规模的区域供冷案例的运营维持主要是依靠具体的售热价格等经济因素,而非真正实现了合理的节能效果。由此,区域供冷的真正大规模应用是以必须解决大温差远距离供能为前提的。

[0007] 同时,本申请的共同发明人分别开发了采用吸收式热泵回收汽轮机乏汽或冷却塔循环水余热等用于将乏汽凝结水加热到 85 ~ 90℃后再经各级加热器加热后送入锅炉的锅炉给水预热技术,可节省抽汽用于发电和有效降低锅炉发电煤耗;同时开发了多种涉及供应高温冷冻水或制取生活热水的吸收式热泵技术及相关系统集成技术。由此结合诸如空调用户侧的独立调湿降温系统技术等,即可将夏季供冷期间的热电厂能源综合利用效益提升到更高水平。

[0008] 但是,如何从进行热力系统整体优化设计的角度出发,更有效的采用上述各项具有创新性的技术和已有传统热利用技术,最大程度的利用各级能量品位的能源资源驱动发电、供热、空调供冷设备,以获得最高一次能源利用效率、最佳环境保护效益和经济社会效益,仍需探讨关于供热与供冷的具有整体性和实用化的解决思路、集成系统和优化设计方法。

实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的是为更有效的采用上述各项具有创新性的技术和已有传统热利用技术,提出一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统,可将天然气热电厂和热网用户作为一个整体,将其所涉及的燃料、蒸汽、电力、循环热水、采暖、生活热水、供冷等的能源生产、供应、输配、使用及其排放作为一个系统,以能源综合梯级利用及其经济性的整体最优为目标,采用最新技术成果为基础集成为一个实现零能源损耗率热电厂的发电、供热、空调新体系,最大程度的利用各级能量品位的能源资源驱动发电、供热、空调供冷设备,以获得最高一次能源利用效率、最佳环境保护效益和经济社会效益。

[0010] 本实用新型提出的一种零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统,包括燃机、余热锅炉、汽轮机、发电机、锅炉给水加热器组、空冷或水冷凝汽器,以及与各设备相连集成为一整体系统的由包括各动力设备、电动阀件组成的能源输配管网与包括计算机、温度压力及流量传感器组成的运行控制网络,其特征在于,该系统还包括大温差吸收式乏汽回收热泵、大温差吸收式烟气回收热泵、烟气冷凝回收采集装置、首站汽水换热器、吸收式热泵 / 制冷一体机,其中,所述余热锅炉的高温烟气进口与燃机的高温排烟口相连,余热锅炉的高温烟气出口经由烟道通过烟气冷凝回收采集装置后与其排烟管道相通,余热锅

炉的高压蒸汽出口通过高压蒸汽管道与汽轮机的主蒸汽进口相连,余热锅炉的中压蒸汽出口通过中压蒸汽管道与汽轮机的中压抽汽出口相连后,并分别与大温差吸收式乏汽回收热泵的发生器进口、大温差吸收式烟气回收热泵的发生器进口和首站汽水换热器的高温侧进口相连,经大温差吸收式乏汽回收热泵的发生器回水口、大温差吸收式烟气回收热泵的发生器回水口和首站汽水换热器的低温侧回水口与锅炉给水加热器组的高温侧进口相连,余热锅炉的排烟出口与烟气冷凝回收采集装置的高温烟气侧进口相连,烟气冷凝回收采集装置的载热介质通过动力设备与大温差吸收式烟气回收热泵的蒸发器相连,烟气冷凝回收采集装置的低温烟气侧出口通过冷凝烟囱排向大气,汽轮机的乏汽同时与空冷或水冷凝汽器的乏汽侧进口和吸收式乏汽余热回收热泵的蒸发器的热源侧进口相连,空冷或水冷凝汽器的凝结水出口与吸收式乏汽余热回收热泵的蒸发器的热源侧出口相连后经增压泵与大温差吸收式乏汽回收热泵的吸收器或冷凝器的冷却侧进口相连,并经阀门后与大温差吸收式乏汽回收热泵的吸收器或冷凝器的冷却侧出口和余热锅炉的锅炉给水加热器组的低温进口相连,大温差吸收式乏汽回收热泵和大温差吸收式烟气回收热泵中包括冷凝器和吸收器的一次网回水加热侧的进出口通过阀门组件相连,再通过串联阀门与首站汽水换热器的一次网回水加热侧的进口相连,并通过旁通阀门与首站汽水换热器的一次网回水加热侧的出口相连后,通过一次网循环泵与用户热力站的吸收式热泵 / 制冷一体机的热源侧相连。

[0011] 本实用新型的技术特点及有益效果:

[0012] 本实用新型系统应用了清华大学江亿院士、付林教授和本专利发明者等的最新专利技术成果,如燃蒸联合循环技术、热电厂采用吸收式热泵回收乏汽热量、深度回收烟气余热、热力站采用吸收式热泵代替超过换热器以大幅提升热网供回水温差、吸收式热泵吸收乏汽余热提高锅炉给水温度、多种专用吸收式热泵及系统集成技术等;本实用新型的创新点在于,以上述技术措施为基础建立了可实际应用于整个燃蒸联合循环热电冷联产热力系统的集成技术体系,其中热力站采用的吸收式热泵集冬季制热与夏季制冷于一体,其工况不同于常规的单独吸收式热泵或吸收式制冷机,从而其功能为可承担全年的供热、供冷需要,并依据专利号为 200620012010.8、200720310540.5 等的关于节能建筑联合能源系统优化设计方法对整个热力系统进行系统规划和优化设计。

[0013] 本实用新型系统并非具体产品层面的创新,而是旨在针对 CCPP 的具体特点及热用户需求而由热电厂到热用户的热力系统整体的层面上提出了完整的工程实用解决方案,并采用热力系统联合能源系统规划技术对能源系统及其运行调节进行优化设计。该系统实现了回收汽轮机乏汽冷凝热、余热锅炉烟气冷凝热及部分显热以提高热电厂能源利用效率 25~35%、增加热力系统供热面积 40~50%、降低热力系统循环水流量及泵耗 30~40%、夏季采用廉价的热电厂低品位热能驱动吸收式制冷机承担用户空调供冷功能并由于实现了大温差输送驱动能源而在技术经济合理范围内增加数倍以上的供冷面积等目的,最大程度地提高系统整体的能源综合利用效益,具有工程指导价值。

附图说明

[0014] 图 1 是本实用新型系统结构原理图。

[0015] 图 1 中各部件编号与名称如下:

[0016] 余热锅炉 1、燃机 2、锅炉给水加热器组 3、汽轮机 4、发电机 5、空冷或水冷凝汽器

6、大温差吸收式乏汽回收热泵 7、吸收式热泵 / 制冷一体机 8、首站汽水换热器 9、大温差吸收式烟气回收热泵 10、烟气冷凝回收采集装置 11、输送动力设备 PF、增压泵 P1、一次网循环泵 P2、阀门 F1、阀门组件 (F2、F3、F4)、串联阀门 F5、旁通阀门 F6。

具体实施方式

[0017] 本实用新型的系统结合附图及实施例详细说明如下：

[0018] 本实用新型提出的零能源损耗率的热电厂的燃蒸循环热电冷三联供系统，结构如图 1 所示，包括燃机 2、余热锅炉 1、汽轮机 4、发电机 5、锅炉给水加热器组 3、空冷或水冷凝汽器 6，以及与各设备相连集成为一整体系统的由包括各动力设备、电动阀件组成的能源输配管网与包括计算机、温度压力及流量传感器组成的运行控制网络（图中未示出的部件属于已有技术），其特征在于，该系统还包括大温差吸收式乏汽回收热泵 7、大温差吸收式烟气回收热泵 10、烟气冷凝回收采集装置 11、首站汽水换热器 9、吸收式热泵 / 制冷一体机 8，其中，所述余热锅炉 1 的高温烟气进口与燃机 2 的高温排烟口相连，余热锅炉 1 的高温烟气出口经由烟道通过烟气冷凝回收采集装置 11 后与其排烟管道 A 相通，余热锅炉 1 的高压蒸汽出口通过高压蒸汽管道 D 与汽轮机 4 的主蒸汽进口相连，余热锅炉 1 的中压蒸汽出口通过中压蒸汽管道 C 与汽轮机 4 的中压抽汽出口相连后，并分别与大温差吸收式乏汽回收热泵 7 的发生器进口、大温差吸收式烟气回收热泵 10 的发生器进口和首站汽水换热器 9 的高温侧进口相连，经大温差吸收式乏汽回收热泵 7 的发生器回水口、大温差吸收式烟气回收热泵 10 的发生器回水口和首站汽水换热器 9 的低温侧回水口与锅炉给水加热器组 3 的高温侧进口相连，余热锅炉 1 的排烟出口与烟气冷凝回收采集装置 11 的高温烟气侧进口相连，烟气冷凝回收采集装置 11 的载热介质通过输送动力设备 PF 与大温差吸收式烟气回收热泵 10 的蒸发器相连，烟气冷凝回收采集装置 11 的低温烟气侧出口通过冷凝烟囱排向大气，汽轮机 4 的乏汽同时与空冷或水冷凝汽器 6 的乏汽侧进口和吸收式乏汽余热回收热泵 7 的蒸发器的热源侧进口相连，空冷或水冷凝汽器 6 的凝结水出口与吸收式乏汽余热回收热泵 7 的蒸发器的热源侧出口相连后经增压泵 P1 与大温差吸收式乏汽回收热泵 7 的吸收器或冷凝器的冷却侧进口相连，并经阀门 F1 后与大温差吸收式乏汽回收热泵 7 的吸收器或冷凝器的冷却侧出口和余热锅炉 1 的锅炉给水加热器组 3 的低温进口相连，大温差吸收式乏汽回收热泵 7 和大温差吸收式烟气回收热泵 10 中包括冷凝器和吸收器的一次网回水加热侧的进出口通过阀门组件 (F2、F3、F4) 相连，再通过串联阀门 F5 与首站汽水换热器 9 的一次网回水加热侧的进口相连，并通过旁通阀门 F6 与首站汽水换热器 9 的一次网回水加热侧的出口相连后，通过一次网循环泵 P2 与用户热力站的吸收式热泵 / 制冷一体机 8 的热源侧相连。

[0019] 上述主要设备的功能及实现方式说明如下：

[0020] 大温差吸收式烟气回收热泵 10 为多工况溴化锂吸收式热泵机组，其中进入其蒸发器的低温热源类型包括烟气冷凝回收采集装置 11 的冷却循环水或烟气，进入其吸收器和冷凝器的冷却水包括大温差工况的 20 ~ 35℃ 的一次网回水、常规温差工况的 40 ~ 70℃ 的一次网回水、25 ~ 45℃ 的空冷或水冷凝汽器 6 的凝结水或由大温差吸收式乏汽回收热泵 7 的吸收器和冷凝器出来的 40 ~ 70℃ 的一次网加热水，进入其发生器的驱动热源为 0.2 ~ 1.0MPa 的中压蒸汽、80 ~ 170℃ 的热水或 400 ~ 200℃ 的高温烟气。

[0021] 大温差吸收式乏汽回收热泵 7 为多工况溴化锂吸收式热泵机组,其中进入其蒸发器的低温热源类型包括汽轮机乏汽和水冷凝汽器 6 的冷却循环水,进入其吸收器和冷凝器的冷却水包括大温差工况的 20 ~ 35℃的一次网回水、常规温差工况的 40 ~ 70℃的一次网回水或 25 ~ 45℃的空冷或水冷凝汽器 6 的凝结水,进入其发生器的驱动热源为 0.2 ~ 1.0MPa 的中压蒸汽或 80 ~ 170℃的热水。

[0022] 吸收式热泵 / 制冷一体机 8 为冬季运行于第一种吸收式热泵工况和夏季运行于采用 80 ~ 130℃热水驱动、冷冻水出口温度达到 7 ~ 20℃以上的高温型吸收式制冷机工况的大温差双工况型溴化锂吸收式热泵机组。

[0023] 烟气冷凝回收采集装置 11 采用高耐腐蚀性烟气 - 水型大温差换热装置,与其相连的输送动力设备 PF 采用水泵,大温差吸收式烟气回收热泵 10 的蒸发器采用循环水与吸收式热泵冷剂水间壁式换热结构。

[0024] 烟气冷凝回收采集装置 11 采用烟气导流与烟量控制结构,与其相连的输送动力设备 PF 采用烟气通风机结构,大温差吸收式烟气回收热泵 10 的蒸发器采用高耐腐蚀性烟气与吸收式热泵冷剂水间壁式换热结构。

[0025] 阀门组件 (F2、F3、F4) 可将大温差吸收式乏汽回收热泵 7 和大温差吸收式烟气回收热泵 10 的一次网回水加热侧的进出口管路连接为串联方式、并联方式或者串并联混合方式并根据室外天气及各热力站用户逐时热负荷需要调节一次网供回水温度和流量时进行连接方式的转换。

[0026] 余热锅炉 1 设置有热水出水管道 B,该热水管道可直接连接于一次网供水管,也可在中压蒸汽管道 C 的中压蒸汽量不足时替代一部分或全部中压蒸汽送入后者所需驱动的吸收式热泵主机或首站汽水换热器中进行放热。该设计特别针对某些具有较多蒸汽需求的工业或商业用户,其蒸汽量不足时,可改为生产部分高温热水作为驱动热源,此时余热锅炉的总出力比只生产蒸汽为高。

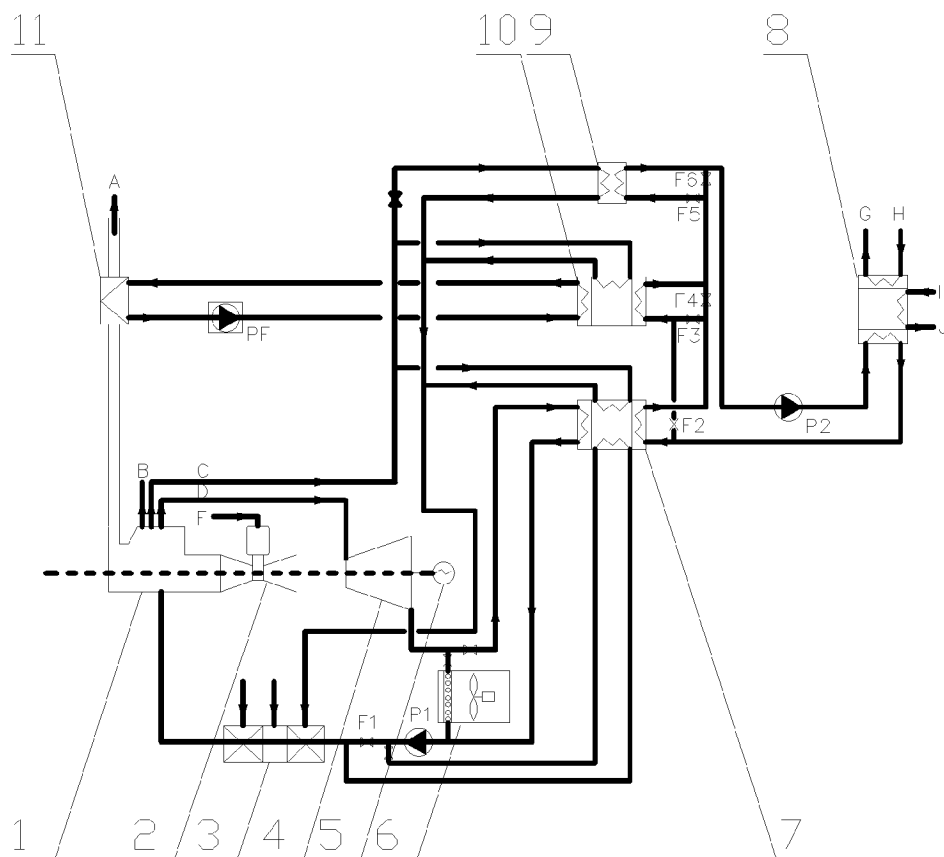


图 1