(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 204082237 U
(45)授权公告日 2015.01.07

(21)申请号 201420493000.5

(22)申请日 2014.08.29

(73)专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司
地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来科技城华能创新基地实验楼A楼
专利权人 中国华能集团公司

(72)发明人 周贤 许世森 史绍平 王保民 王剑钊

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215
代理人 贾玉健

(51)Int.Cl.
F01K 17/02(2006.01)
F24D 3/18(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

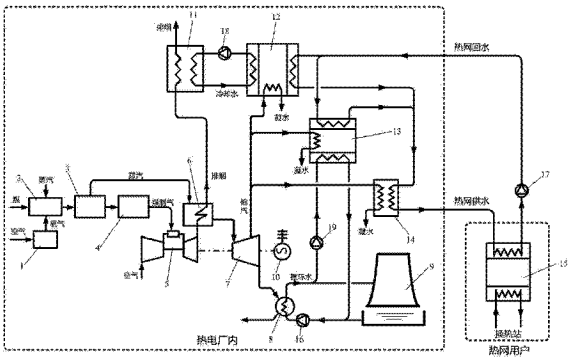
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)实用新型名称

回收余热的IGCC热电联产集中供热系统

(57)摘要

回收余热的IGCC热电联产集中供热系统，该系统包括依次连接的空分装置、气化炉、煤气冷却器、净化装置、燃气轮机、余热锅炉、吸收式热泵及换热器；余热锅炉的排烟出口排空或与烟气冷凝换热器的烟气入口连接，余热锅炉的蒸汽出口与汽轮机的入口连接，汽轮机的排汽出口与凝汽器的进汽入口连接，凝汽器的循环水出口与冷却塔连接，汽轮机的低压抽汽出口分三路、两路或一路降温后，将热网回水加热后送至热网用；本实用新型使清洁高效的IGCC与汽轮机抽汽供热结合，并用汽轮机抽汽驱动吸收式热泵，回收汽轮机排汽余热与烟气余热，利用汽轮机抽汽热量与回收余热进行集中供热；具有清洁，高效，技术成熟，回收余热量大，兼具回收烟气冷凝水的特点。



CN 204082237 U

1. 一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其特征在于：包括依次连接的空分装置 (1)、气化炉 (2)、煤气冷却器 (3)、净化装置 (4)、燃气轮机 (5) 和余热锅炉 (6)；所述余热锅炉 (6) 的排烟出口排空或与烟气冷凝换热器 (11) 的烟气入口连接，所述余热锅炉 (6) 的蒸汽出口与汽轮机 (7) 的入口连接，所述汽轮机 (7) 的排汽出口与凝汽器 (8) 的进汽入口连接，所述凝汽器 (8) 的循环水出口与冷却塔 (9) 连接，所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口分三路、两路或一路降温后，将热网回水加热后送至热网用户。

2. 根据权利要求 1 所述的一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其特征在于：当同时回收汽轮机排汽余热与烟气余热时，所述余热锅炉 (6) 的排烟出口与烟气冷凝换热器 (11) 的烟气入口连接；当所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口分三路降温后将热水送至热网用户时，所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口中的一路与汽 - 水加热器 (14) 的蒸汽入口连接，所述汽 - 水加热器 (14) 的热水出口与热网用户的换热站水 - 水换热器 (15) 热水入口连接；第二路与吸收式热泵 I(13) 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 I(13) 的热水入口通过第二水泵 (17) 与换热站水 - 水换热器 (15) 的热水出口连接，吸收式热泵 I(13) 的热水出口与汽 - 水加热器 (14) 的冷水入口连接，吸收式热泵 I(13) 的冷水入口通过第一水泵 (16) 与凝汽器 (8) 的循环水出口连接，吸收式热泵 I(13) 的冷水入口通过第四水泵 (19) 与凝汽器 (8) 的循环水出口连接；第三路与吸收式热泵 II(12) 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 II(12) 的热水入口通过第二水泵 (17) 与换热站水 - 水换热器 (15) 的热水出口连接，吸收式热泵 II(12) 的热水出口与汽 - 水加热器 (14) 的冷水入口连接，吸收式热泵 II(12) 的冷水出口通过第三水泵 (18) 与烟气冷凝换热器 (11) 的冷水入口连接，吸收式热泵 II(12) 的冷水入口与烟气冷凝换热器 (11) 的冷水出口连接。

3. 根据权利要求 2 所述的一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其特征在于：从热网回水侧看，所述吸收式热泵 I(13) 和吸收式热泵 II(12) 为并联布置，即热网回水分为两路，同时通过吸收式热泵 I(13) 和吸收式热泵 II(12)。

4. 根据权利要求 1 所述的一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其特征在于：当仅回收烟气余热时，所述余热锅炉 (6) 的排烟出口与烟气冷凝换热器 (11) 的烟气入口连接；当所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口分两路降温后将热水送至热网用户时，所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口中的一路与汽 - 水加热器 (14) 的蒸汽入口连接，所述汽 - 水加热器 (14) 的热水出口与热网用户的换热站水 - 水换热器 (15) 热水入口连接；第二路与吸收式热泵 II(12) 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 II(12) 的热水入口通过第二水泵 (17) 与换热站水 - 水换热器 (15) 的热水出口连接，吸收式热泵 II(12) 的热水出口与汽 - 水加热器 (14) 的冷水入口连接，吸收式热泵 II(12) 的冷水出口通过第三水泵 (18) 与烟气冷凝换热器 (11) 的冷水入口连接，吸收式热泵 II(12) 的冷水入口与烟气冷凝换热器 (11) 的冷水出口连接。

5. 根据权利要求 1 所述的一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其特征在于：当仅回收汽轮机排汽余热时，所述余热锅炉 (6) 的排烟出口排空；当所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口分两路降温后将热水送至热网用户时，所述汽轮机 (7) 的低压抽汽出口中的一路与汽 - 水加热器 (14) 的蒸汽入口连接，所述汽 - 水加热器 (14) 的热水出口与热网用户的换热站水 - 水换热器 (15) 热水入口连接；第二路与吸收式热泵 I(13) 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 I(13) 的热水入口通过第二水泵 (17) 与换热站水 - 水换热器 (15) 的热水回水出

口连接，吸收式热泵 I(13) 的热水出口与汽 - 水加热器 (14) 的冷水入口连接，吸收式热泵 I(13) 的冷水入口通过第一水泵 (16) 与凝汽器 (8) 的循环水出口连接，吸收式热泵 I(13) 的冷水入口通过第四水泵 (19) 与凝汽器 (8) 的循环水出口连接。

回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于热电联产集中供热技术领域，具体涉及一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统。

背景技术

[0002] 近年来，我国多地遭遇了严重的雾霾天气，空气重度污染，部分城市空气污染指数突破可吸入颗粒物浓度上限值，尤其是京津冀地区。冬季为雾霾天气的频发期，说明雾霾天气的形成与冬季采暖有着密切的关系。为了治理大气污染，缓解严重雾霾天气造成的危害，政府提出了空气治理目标和相应的政策措施。治理的办法包括削减燃煤，提高电力、天然气等清洁能源的供应力度；推动燃气热电联产代替燃煤热电联产，推动煤制天然气、燃煤锅炉清洁改造、全面整治小锅炉、削减农村散煤等。

[0003] 天然气作为一种低碳高效的宝贵清洁能源，在我国市场需求日益旺盛，多地出现过天然气荒现象，天然气相对于煤的高价格也使供热实际成本呈大幅度增长趋势，从国内、国际的能源供应形势来看，天然气价格仍有很大的上涨空间，因此，以天然气为主的热电联产集中供热的情况会造成城市供热运行成本和产业成本将越来越大。我国一次能源以煤炭为主在相当一段长时间内不会改变，70％以上的发电装机容量是燃煤火电机组，消耗着全国一半左右的煤炭产量，长期以来政府非常重视热电联产集中供热的发展。

[0004] 2014年7月1日，新的火电厂大气污染物排放标准开始执行，也被称为有史以来最严的火电厂排放标准。因此，便存在这样的矛盾，一方面是不能摆脱对于煤炭依赖，另一方面是煤炭如何能够更清洁地利用。整体煤气化联合循环发电（IGCC）的环保性能可与天然气燃气－蒸汽联合循环媲美：IGCC 发电的粉尘和 SO_2 排放浓度低于 $1mg/m^3$、NOx 排放浓度低于 $55mg/m^3$，加装 SCR 装置后 NOx 浓度可以低于 $10mg/m^3$，煤中的硫以硫磺回收；天然气发电的粉尘和 SO_2 排放浓度约为 $5mg/m^3$、NOx 排放浓度约为 $36mg/m^3$。

[0005] IGCC 是将煤气化技术和燃气－蒸汽联合循环相结合的先进发电系统，具有较高的发电效率和优良的环保性能，IGCC 后续实施 CO_2 捕集能耗较低。IGCC 由两大部分组成，即煤气化部分和燃气－蒸汽联合循环部分。煤气化部分主要设备有气化炉、空分装置、煤气净化设备（包括硫回收装置）等；燃气－蒸汽联合循环部分的主要设备有燃气轮机、余热锅炉、汽轮机等。IGCC 的工艺流程为：煤在气化炉中与氧气和水经过气化反应成为中低热值煤气（主要是 $CO+H_2$），经过净化后，除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘等污染物，使之变为清洁的气体燃料，进入燃气轮机的燃烧室燃烧，然后高温气体工质驱动燃气透平作功，燃气轮机排气则进入余热锅炉加热给水，产生过热蒸汽驱动蒸汽轮机作功。

[0006] 在 IGCC 中，煤先通过气化转化为煤气；然后煤气通过净化脱除硫等污染物，根据需要分离 CO_2；最后煤气通过燃气轮机和蒸汽联合循环转换为电。因此，对 IGCC 而言，控制污染和排放与能量转换是内在的集成。IGCC 能使煤中更多份额的能量通过高效的燃气轮机循环来实现能量的转化，有效地实现了煤中化学能的清洁与梯级利用，供电效率比同等规模的常规燃煤电站高 6 ～ 8 个百分点。同时，由于使用联合循环发电，节水可达 50％。IGCC

和 CO_2 捕集和封存技术集成在燃烧前捕集碳，然后将碳封存。由于煤气中的 CO_2 浓度要远远高于烟气中 CO_2 浓度，因而降低了捕集所带来的效率降低和成本升高，是实现煤炭发电近零排放最现实、最经济的途径。IGCC 被认为是目前最有发展前景的超清洁、高效洁净煤发电技术之一。

[0007] 目前国内外在运行的纯发电 IGCC 电站只有 6 座，分别为美国的 Tampa、Wabash River 电站，荷兰 Buggenum 电站，西班牙 Puertollano 电站，日本的 Nakoso 电站，以及我国的华能天津 IGCC 示范电站。华能天津 IGCC 示范电站是我国首座 IGCC 示范电站，电站的投产标志着我国洁净煤发电技术取得了重大突破。

[0008] 投资高是 IGCC 目前推广面临的主要困难之一。如果将 IGCC 发展为供热机组，转变为更加清洁的热电联产技术，并可通过供热收益改善 IGCC 的经济性；另一方面，IGCC 目前处于商业化推广前期，若能实现与集中供热结合，以热定电的形式可保证 IGCC 的年发电小时数，也将从这两个方面改善 IGCC 的经济性，这将为 IGCC 的商业化发展提供一条有力的途径。如果进行热电联产改造后，再回收汽轮机排汽余热与烟气潜热，可大幅度提高供热量，进一步改善 IGCC 的经济性，同时也提高了供热源容量。

[0009] 此外，IGCC 作为热电联产集中供热系统的热源后，其本身还有大量的余热，可以通过吸收式热泵回收利用，用于供热。IGCC 的系统余热为主要分为两类，一是汽轮机排汽余热，二是烟气余热。其中烟气余热包括烟气降温释放的显热，以及烟气中水蒸气冷凝放出的潜热。充分回收利用 IGCC 汽轮机排汽余热与烟气余热，提高能源利用效率，实现 IGCC 烟气中水蒸气作为水资源的收集，大幅减少排烟中水蒸气损失，同时对吸收烟气中的 SO_2、NOx 和粉尘等污染物还有一定的作用。

发明内容

[0010] 为了解决上述现有技术存在的问题，本实用新型的目的在于提供一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，具有清洁，高效，技术成熟，回收余热量大，兼具回收冷凝水，大幅减少排烟中水蒸气损失的特点。

[0011] 为达到以上目的，本实用新型采用如下技术方案：

[0012] 一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，包括依次连接的空分装置 1、气化炉 2、煤气冷却器 3、净化装置 4、燃气轮机 5 和余热锅炉 6；所述余热锅炉 6 的排烟出口排空或与烟气冷凝换热器 11 的烟气入口连接，所述余热锅炉 6 的蒸汽出口与汽轮机 7 的入口连接，所述汽轮机 7 的排汽出口与凝汽器 8 的进汽入口连接，所述凝汽器 8 的循环水出口与冷却塔 9 连接，所述汽轮机 7 的低压抽汽出口分三路、两路或一路降温后，将热网回水加热后送至热网用户。

[0013] 当同时回收汽轮机排汽余热与烟气余热时，所述余热锅炉 6 的排烟出口与烟气冷凝换热器 11 的烟气入口连接；当所述汽轮机 7 的低压抽汽出口分三路降温后将热水送至热网用户时，所述汽轮机 7 的低压抽汽出口中的一路与汽 - 水加热器 14 的蒸汽入口连接，所述汽 - 水加热器 14 的热水出口与热网用户的换热站水 - 水换热器 15 热水入口连接；第二路与吸收式热泵 I13 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 I 13 的热水入口通过第二水泵 17 与换热站水 - 水换热器 15 的热水回水出口连接，吸收式热泵 I 13 的热水出口与汽 - 水加热器 14 的冷水入口连接，吸收式热泵 I 13 的冷水出口通过第一水泵 16 与凝汽器 8 的循环水出

口连接，吸收式热泵 I 13 的冷水入口通过第四水泵 19 与凝汽器 8 的循环水出口连接；第三路与吸收式热泵 II 12 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 II 12 的热水入口通过第二水泵 17 与换热站水－水换热器 15 的热水出口连接，吸收式热泵 II 12 的热水出口与汽－水加热器 14 的冷水入口连接，吸收式热泵 II 12 的冷水出口通过第三水泵 18 与烟气冷凝换热器 11 的冷却水入口连接，吸收式热泵 II 12 的冷水入口与烟气冷凝换热器 11 的冷水出口连接。

[0014] 从热网回水侧看，所述吸收式热泵 I13 和吸收式热泵 II12 为并联布置，即热网回水分为两路，同时通过吸收式热泵 I13 和吸收式热泵 II12。

[0015] 当仅回收烟气余热时，所述余热锅炉 6 的排烟出口与烟气冷凝换热器 11 的烟气入口连接；当所述汽轮机 7 的低压抽汽出口分两路降温后将热水送至热网用户时，所述汽轮机 7 的低压抽汽出口中的一路与汽－水加热器 14 的蒸汽入口连接，所述汽－水加热器 14 的热水出口与热网用户的换热站水－水换热器 15 热水入口连接；第二路与吸收式热泵 II12 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 II12 的热水入口通过第二水泵 17 与换热站水－水换热器 15 的热水回水出口连接，吸收式热泵 II 12 的热水出口与汽－水加热器 14 的冷水入口连接，吸收式热泵 II 12 的冷水出口通过第三水泵 18 与烟气冷凝换热器 11 的冷水入口连接，吸收式热泵 II 12 的冷水入口与烟气冷凝换热器 11 的冷水出口连接。

[0016] 当仅回收汽轮机排汽余热时，所述余热锅炉 6 的排烟出口排空；当所述汽轮机 7 的低压抽汽出口分两路降温后将热水送至热网用户时，所述汽轮机 7 的低压抽汽出口中的一路与汽－水加热器 14 的蒸汽入口连接，所述汽－水加热器 14 的热水出口与热网用户的换热站水－水换热器 15 热水入口连接；第二路与吸收式热泵 I13 的蒸汽入口连接，吸收式热泵 I13 的热水入口通过第二水泵 17 与换热站水－水换热器 15 的热水回水出口连接，吸收式热泵 I 13 的热水出口与汽－水加热器 14 的冷水入口连接，吸收式热泵 I 13 的冷水入口通过第一水泵 16 与凝汽器 8 的循环水出口连接，吸收式热泵 I 13 的冷水入口通过第四水泵 19 与凝汽器 8 的循环水出口连接。

[0017] 当同时回收汽轮机排汽余热与烟气余热时，且所述汽轮机 7 的低压蒸汽出口分三路降温后将热水送至热网用户时，所述系统集中供热的方法，空分装置 1 产生氧气，煤在气化炉 2 中与氧气和蒸汽进行气化反应后，经煤气冷却器 3 降温后再通过净化装置 4 除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘污染物成为清洁中低热值煤制气，进入燃气轮机 5 发电，燃气轮机 5 排气进入余热锅炉 6 产生蒸汽驱动汽轮机 7 发电，汽轮机 7 排汽进入凝汽器 8 与循环水换热后冷凝，循环水在冷却塔 9 中降温；从汽轮机 7 中抽取低压蒸汽，蒸汽分为三路，一路用于在汽－水加热器 14 中加热热网回水，达到指定温度后，供入热网管道，送至热网用户；第二路蒸汽进入吸收式热泵 I13，作为吸收式热泵 I 13 的驱动源，汽轮机 7 排汽或循环冷却水作为吸收式热泵 I 13 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现汽轮机 7 排汽的冷凝，并将热量回收到热网回水中，回收了排汽余热；第三路蒸汽进入吸收式热泵 II 12，作为吸收式热泵 II12 的驱动源，烟气余热通过烟气冷凝换热器 11 换热至冷却水中，作为吸收式热泵 II 12 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现了烟气降温及烟气中水蒸气的冷凝，并将热量提取到热网回水中，回收了烟气余热与烟气中的水蒸气。

[0018] 当仅回收烟气余热时，且所述汽轮机 7 的低压蒸汽出口分两路降温后将热水送至热网用户时，所述系统集中供热的方法，空分装置 1 产生氧气，煤在气化炉 2 中与氧气和蒸

汽进行气化反应后，经煤气冷却器 3 降温后再通过净化装置 4 除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘污染物成为清洁中低热值煤制气，进入燃气轮机 5 发电，燃气轮机 5 排气进入余热锅炉 6 产生蒸汽驱动汽轮机 7 发电，汽轮机 7 排汽进入凝汽器 8 与循环水换热后冷凝，循环水在冷却塔 9 中降温；从汽轮机 7 中抽取低压蒸汽，蒸汽分为两路，一路用于在汽－水加热器 14 中加热热网回水，达到指定温度后，供入热网管道，送至热网用户；第二路蒸汽进入吸收式热泵 II 12，作为吸收式热泵 II 12 的驱动源，烟气余热通过烟气冷凝换热器 11 换热至冷却水中，作为吸收式热泵 II 12 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现了烟气降温及烟气中水蒸气的冷凝，并将热量提取到热网回水中，回收了烟气余热与烟气中的水蒸气。

[0019] 当仅回收汽轮机排汽余热时，且所述汽轮机 7 的低压蒸汽出口分两路降温后将热水送至热网用户时，所述系统集中供热的方法，空分装置 1 产生氧气，煤在气化炉 2 中与氧气和蒸汽进行气化反应后，经煤气冷却器 3 降温后再通过净化装置 4 除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘污染物成为清洁中低热值煤制气，进入燃气轮机 5 发电，燃气轮机 5 排气进入余热锅炉 6 产生蒸汽驱动汽轮机 7 发电，汽轮机 7 排汽进入凝汽器 8 与循环水换热后冷凝，循环水在冷却塔 9 中降温；从汽轮机 7 中抽取低压蒸汽，蒸汽分为两路，一路用于在汽－水加热器 14 中加热热网回水，达到指定温度后，供入热网管道，送至热网用户；第二路蒸汽进入吸收式热泵 I 13，作为吸收式热泵 I 13 的驱动源，汽轮机 7 排汽或循环冷却水作为吸收式热泵 I 13 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现汽轮机 7 排汽的冷凝，并将热量回收到热网回水中，回收了排汽余热。

[0020] 本实用新型和现有技术相比，具有如下优点：

[0021] 1、本实用新型可以采用同时回收汽轮机排汽余热与烟气余热的流程，也可以采用仅回收汽轮机排汽余热或烟气余热的流程。

[0022] 2、本实用新型将 IGCC 与热电联产结合在一起，可通过供热收益改善 IGCC 的经济性，并可通过热定电的形式可保证 IGCC 的年发电小时数，将从这两个方面改善 IGCC 的经济性。

[0023] 3、本实用新型通过清洁的 IGCC 热电联产实现集中供热，可在继续使用煤炭的条件下，达到天然气供热机组的 SO_2、NOx 和粉尘排放标准，甚至优于天然气供热机组，避免了采用高成本的天然气供热机组。

[0024] 4、本实用新型通过回收汽轮机排汽余热，进一步挖掘 IGCC 的供热潜力，大幅提高了能源利用效率，显著减少了湿式冷却塔中水消耗，或是空气冷却塔中风机的电耗。

[0025] 5、回收 IGCC 烟气余热，进一步挖掘 IGCC 的供热潜力，大幅度提高能源利用效率，烟气中的水蒸气后冷凝，避免了烟囱冒“白烟”现象；回收 IGCC 烟气中的水蒸气，大幅度减少 IGCC 电站的耗水量。

[0026] 6、采用直接接触式烟气换热器对烟气具有洗气作用，同时冷凝液对吸收烟气中的 SO_2、NOx 和粉尘等污染物还有一定的吸收作用。

[0027] 本实用新型可以广泛用于天然气供应紧缺、天然气供热成本高、城市空气污染严重、有集中供热需求的城市周边。

附图说明

[0028] 图 1 为实施例一回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统流程图。

[0029] 图 2 为实施例二回收烟气余热的 IGCC 热电联产集中供热系统流程图。

[0030] 图 3 为实施例三回收汽轮机排汽余热的 IGCC 热电联产集中供热系统流程图。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图及具体实施例，对本实用新型作进一步的详细描述。

[0032] 实施例一

[0033] 如图 1 所示，本实施例一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，使清洁高效的 IGCC 与汽轮机抽汽供热结合起来，并用汽轮机抽汽驱动吸收式热泵，回收汽轮机排汽余热与烟气余热，利用汽轮机抽汽热量与回收余热进行集中供热，其集中供热方法为：空分装置 1 产生氧气，煤在气化炉 2 与氧气和蒸汽进行气化反应后，经煤气冷却器 3 降温后再通过净化装置 4 除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘等污染物成为清洁中低热值煤制气（主要是 CO 和 H_2），进入燃气轮机 5 发电，燃气轮机排气进入余热锅炉 6 产生蒸汽驱动汽轮机 7 发电，汽轮机排汽进入凝汽器 8 与循环水换热后冷凝，循环水在冷却塔 9 中降温；从汽轮机 7 中抽取低压蒸汽，蒸汽分为三路，一路用于在汽 - 水加热器 14 中加热热网回水，达到指定温度后，供入热网管道，送至热网用户；第二路蒸汽进入吸收式热泵 I 13，作为吸收式热泵 I 13 的驱动源，汽轮机 7 排汽（或循环冷却水）作为吸收式热泵 I 13 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现汽轮机 7 排汽的冷凝，并将热量回收到热网回水中，回收了排汽余热；第三路蒸汽进入吸收式热泵 II 12，作为吸收式热泵 II 12 的驱动源，烟气余热通过烟气冷凝换热器 11 换热至冷却水中，作为吸收式热泵 II 12 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现了烟气降温及烟气中水蒸气的冷凝，并将热量提取到热网回水中，回收了烟气余热与烟气中的水蒸气。烟气换热器可为直接接触式可以为表面式换热器，直接接触式换热器具有洗气作用，对烟气中污染物达到了再次脱除的功效；另外，由于存在洗涤条件，可在直接接触式换热器中进行 NOx 氧化，形成易于在水中脱除的高价 N 离子。吸收式热泵 I 13 与吸收式热泵 II 12 从热网回水侧看为并联布置，即热网回水分为两路，同时通过吸收式热泵 I 13 与吸收式热泵 II 12。

[0034] 实施例二

[0035] 如图 2 所示，本实施例一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其集中供热方法为：空分装置 1 产生氧气，煤在气化炉 2 与氧气和蒸汽进行气化反应后，经煤气冷却器 3 降温后再通过净化装置 4 除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘等污染物成为清洁中低热值煤制气（主要是 CO 和 H_2），进入燃气轮机 5 发电，燃气轮机排气进入余热锅炉 6 产生蒸汽驱动汽轮机 7 发电，汽轮机排汽进入凝汽器 8 与循环水换热后冷凝，循环水在冷却塔 9 中降温；从汽轮机 7 中抽取低压蒸汽，蒸汽分为两路，一路用于在汽 - 水加热器 14 中加热热网回水，达到指定温度后，供入热网管道，送至换热站水 - 水换热器 15；第二路蒸汽进入吸收式热泵 II 12，作为吸收式热泵 II 12 的驱动源，烟气余热通过烟气冷凝换热器 11 换热至冷却水中，作为吸收式热泵 II 12 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现了烟气降温及烟气中水蒸气的冷凝，并将热量提取到热网回水中，回收了烟气余热与烟气中的水蒸气。

[0036] 实施例三

[0037] 如图 3 所示，本实施例一种回收余热的 IGCC 热电联产集中供热系统，其集中供热方法为：空分装置 1 产生氧气，煤在气化炉 2 与氧气和蒸汽进行气化反应后，经煤气冷却器 3 降温后再通过净化装置 4 除去粗煤气中的硫化物、氮化物、粉尘等污染物成为清洁中低热值煤制气（主要是 CO 和 H_2），进入燃气轮机 5 发电，燃气轮机排气进入余热锅炉 6 产生蒸汽驱动汽轮机 7 发电，汽轮机排汽进入凝汽器 8 与循环水换热后冷凝，循环水在冷却塔 9 中降温；从汽轮机 7 中抽取低压蒸汽，蒸汽分为两路，一路用于在汽 - 水加热器 14 中加热热网回水，达到指定温度后，供入热网管道，送至换热站水 - 水换热器 15；第二路蒸汽进入吸收式热泵 I 13，作为吸收式热泵 I 13 的驱动源，汽轮机 7 排汽（或循环冷却水）作为吸收式热泵 I 13 的低位热源，在驱动热源的作用下，将热量提取到高位热源中，实现汽轮机 7 排汽的冷凝，并将热量回收到热网回水中，回收了排汽余热。

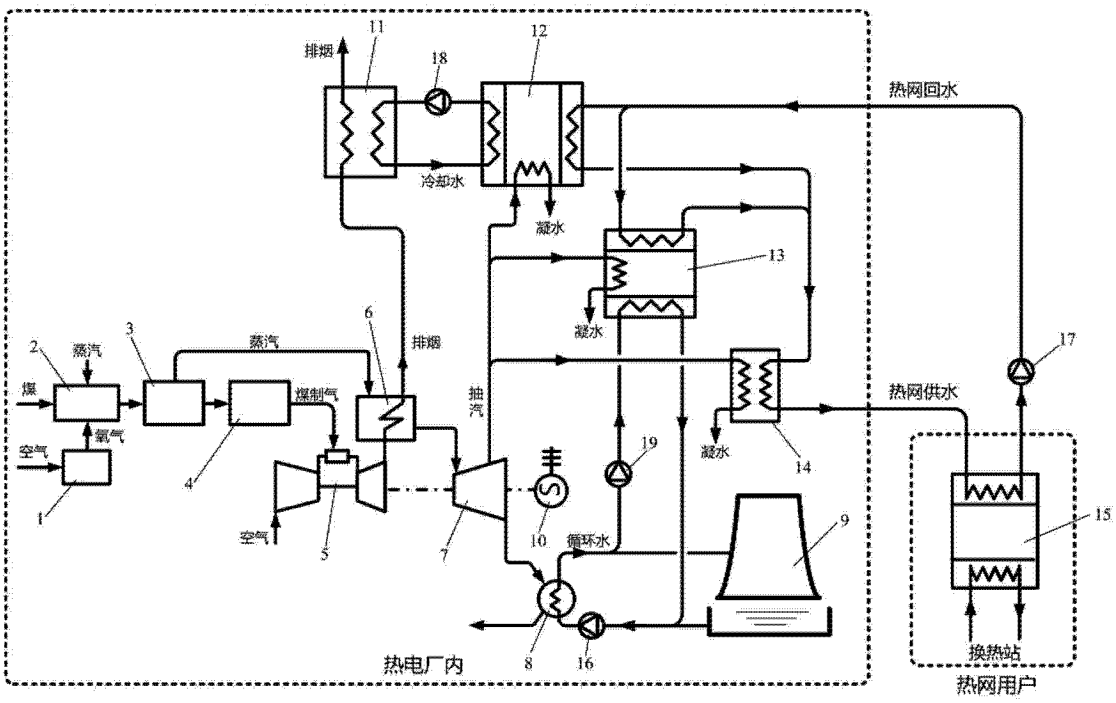

排烟
11
18
12
热网回水
冷却水
凝水
13
凝水
6
排烟
2
蒸汽
3
蒸汽
煤
煤制气
抽汽
17
热网供水
氧气
空气
凝水
14
19
4
空气
5
7
10
循环水
9
15
1
热电厂内
8
16
换热站
热网用户

图 1

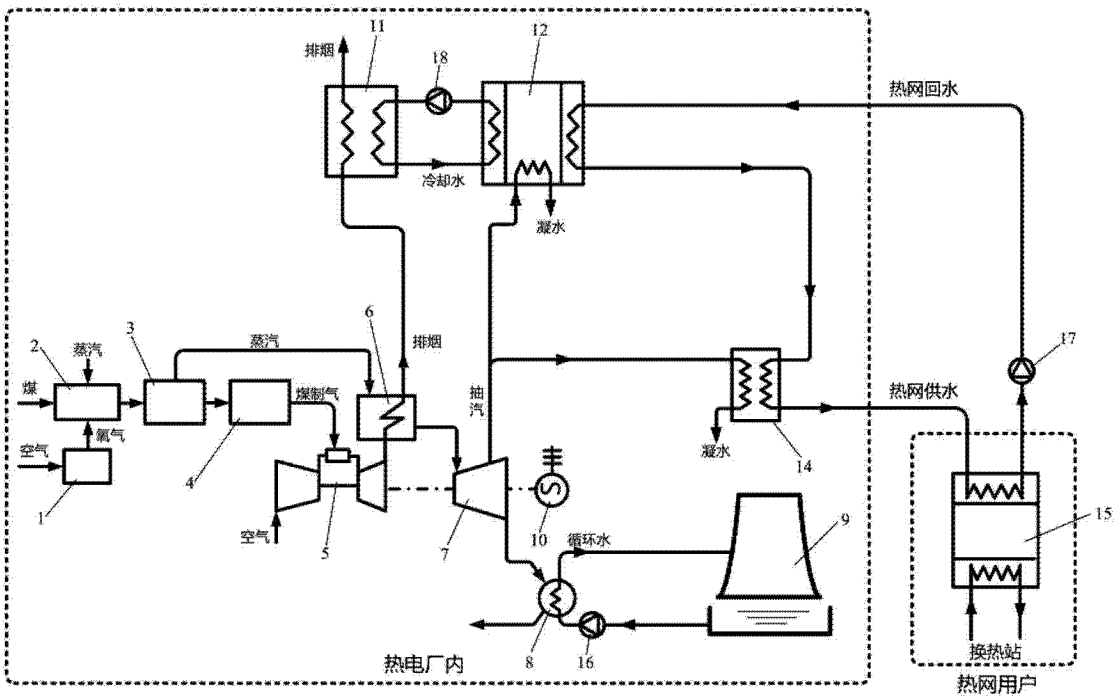

排烟
11
18
12
热网回水
冷却水
凝水
6
排烟
2
蒸汽
3
蒸汽
煤
煤制气
抽汽
17
热网供水
氧气
空气
凝水
14
4
空气
5
7
10
循环水
9
15
1
热电厂内
8
16
换热站
热网用户

图 2

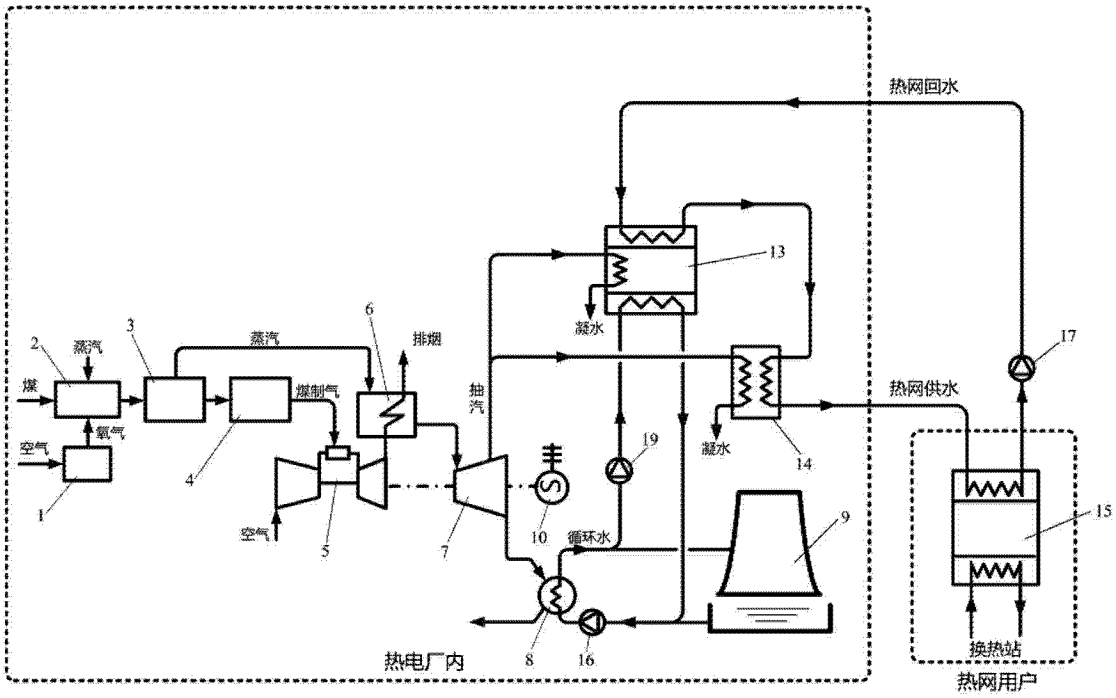

热网回水
13
凝水
6
排烟
2
蒸汽
3
蒸汽
煤
煤制气
抽汽
热网供水
17
氧气
空气
凝水
14
19
4
空气
5
7
10
循环水
9
15
1
8
16
热电厂内
换热站
热网用户

图 3