



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104763484 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510045839. 1

(22) 申请日 2015. 01. 29

(73) 专利权人 河北省电力勘测设计研究院

地址 050031 河北省石家庄市长安区建华北大街 6 号

(72) 发明人 徐正 周卫 邹红 李智 张书梅 余斯北

(74) 专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事务所(特殊普通合伙) 13123

代理人 张明月

(51) Int. Cl.

F01K 11/02(2006. 01)

F01K 9/00(2006. 01)

F24D 3/00(2006. 01)

F22D 11/06(2006. 01)

审查员 温邻君

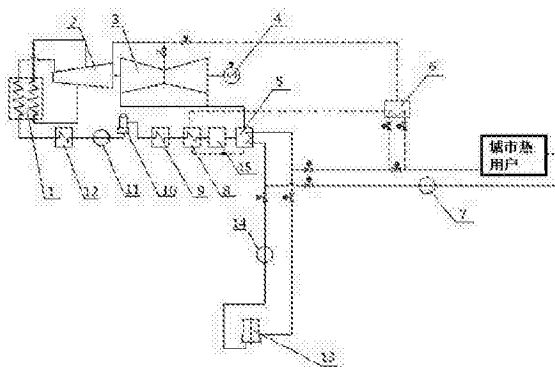
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

空冷汽轮机高背压供热发电联产方法

(57) 摘要

本发明公开了空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,属于一种热电联产方法,用于热电厂的新建、扩建、改造,包括凝结水处理系统、与锅炉及发电机相连的汽轮机,所述汽轮机组包括至少一台背压范围在 6~60kpa 的空冷汽轮机,在供暖季空冷汽轮机的背压范围是 36~50kPa,在非供暖季空冷汽轮机的背压范围是 6~10kPa ;空冷汽轮机的低压缸与凝汽器相连,凝汽器还分别与城市热网、凝结水精处理装置相连。本发明能大幅度提高发电量和供热面积,冷端损失为零,降低发电煤耗,节能高效,经济适用。



1. 一种空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,包括凝结水处理系统、与锅炉(1)及发电机(4)相连的汽轮机组,其特征在于:所述汽轮机组包括并联的空冷汽轮机组和抽凝机组,所述空冷汽轮机组包括至少一台背压范围在 6~60kpa 的空冷汽轮机,在供暖季空冷汽轮机的背压范围是 36~50kPa,在非供暖季空冷汽轮机的背压范围是 6~10kPa;空冷汽轮机的低压缸(3)与凝汽器(5)相连,凝汽器(5)还分别与城市热网、凝结水精处理装置(15)相连;

空冷汽轮机的高中压缸(2)通过管道与热网加热器(6)相连,热网加热器(6)与城市热网通过设置有阀门的管道相连;

空冷汽轮机组热井、抽凝机组热井与同一个混合水箱相连,混合水箱与凝结水精处理装置(15)相连。

2. 根据权利要求 1 所述的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其特征在于:所述凝汽器(5)采用双背压凝汽器。

3. 根据权利要求 1 所述的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其特征在于:凝结水精处理装置(15)是盛装有耐高温离子交换树脂的离子交换设备。

4. 根据权利要求 1 所述的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其特征在于:凝汽器(5)与冷却构筑物(13)相连的循环冷却水管道设置有隔离阀门。

5. 根据权利要求 4 所述的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其特征在于:空冷汽轮机组、抽凝机组分别连接各自的冷却构筑物(13);或空冷汽轮机组、抽凝机组连接至同一冷却构筑物(13)。

6. 根据权利要求 4 所述的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其特征在于:空冷汽轮机组与冷却构筑物(13)之间设置一台流量为 100% 的循环水泵(14),抽凝机组与冷却构筑物(13)之间设置两台流量为 50% 循环水泵(14)。

7. 根据权利要求 1 所述的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其特征在于:空冷汽轮机组的给水泵采用电动机拖动。

空冷汽轮机高背压供热发电联产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热电联产方法,用于热电厂的新建、扩建、改造。

背景技术

[0002] 热电联产是指发电厂既生产电能,又对用户供热的生产方式,即同时生产电、热能的工艺过程,较之分别生产电、热能的方式节约燃料。热电联产工程中,汽轮机利用锅炉蒸汽做功,从而驱动发电机发电;同时从汽轮机的气缸中抽汽,将热网循环水经热网加热器加热后,补给到城市热网。常用汽轮机按照热力性能分主要有凝汽式、供热式、背压式、抽汽式和饱和蒸汽汽轮机等类型。凝汽式汽轮机排出的蒸汽流入凝汽器,排汽压力低于大气压力,因此具有良好的热力性能,是最为常用的一种汽轮机;供热式汽轮机既提供动力驱动发电机或其他机械,又提供生产或生活用热,具有较高的热能利用率;背压式汽轮机的排汽压力大于大气压力的汽轮机;抽汽式汽轮机是能从中间级抽出蒸汽供热的汽轮机。汽轮机排汽进入凝汽器,被循环水冷却凝结为水,由凝结水泵抽出,经凝结水处理系统处理后,补充到锅炉用水。凝结水处理系统一般包括凝结水精处理装置、换热器、低压加热器、除氧器、锅炉补水泵组、高压加热器等。

[0003] 现有的热电联产工程一般采用抽凝机组进行城市供热和发电,抽凝机组主要包括凝汽式汽轮机,凝汽设备主要由凝汽器、循环水泵、凝结水泵和抽气器组成。在非采暖季节,汽轮发电机纯凝发电运行;在采暖季节,部分抽汽供热、部分蒸汽在汽轮机内做功后在凝汽器内凝结,乏汽放出热量,由循环水系统带走。采用抽凝机组的工艺存在以下不足:第一,从中压缸抽走的蒸汽品质较高,仍具有做功能力,但用于抽汽供热,能量利用率较低,机组发电出力下降,350MW 机组在供热时仅能发电 266MW;第二,由于汽轮机低压缸最小通流量的要求,必须有 148t/h 的乏汽在凝汽器中凝结,这些乏汽的热量从冷却塔中散失,造成冷端损失,相当减少了约 25% 供热面积。

[0004] 空冷汽轮机的排汽由空气直接或间接冷却;空冷汽轮机具有较宽泛的背压变化范围。背压汽轮机是排汽压力大于大气压力的汽轮机。背压式汽轮机发电机组发出的电功率由热负荷决定,因而不能同时满足热、电负荷的需要。

[0005] 凝汽器是将汽轮机排汽冷凝成水的一种换热器,又称复水器。凝汽器主要用于汽轮机动力装置中,分为水冷凝汽器和空冷凝汽器两种。凝汽器除将汽轮机的排汽冷凝成水供锅炉重新使用外,还能在汽轮机排汽处建立真空和维持真空。

[0006] 凝汽器热井,俗称“热井”。安装在汽轮机表面式凝汽器底部的一种直立圆筒状部件。用以汇集由大量乏汽连续冷凝而生成的主凝结水。因外形似水井,故名热井。

[0007] 乏汽的形成:具有热势能的过热蒸汽经管道引入汽轮机后,便将热势能转变成动能,高速流动的蒸汽推动汽轮机转子转动,形成机械能,经过一系列做功释放出热势能的蒸汽,从汽轮机下部的排气口排出,排出的气体称为“乏汽”。

[0008] 背压,通常用于描述系统排出的流体在出口处或二次侧的压力(大于当地大气压)的压力。与汽轮机相关的背压,通常指汽轮机出口排汽压力,大家俗称背压。双背压汽轮

机是指有两个不同的排汽压力的汽轮机。

[0009] 疏水是蒸汽在管道内因为压力、温度下降而产生的凝结水。疏水应及时排放,否则不仅吸收管内蒸汽热量、影响蒸汽流动,严重的将会产生水击现象,造成严重后果。疏水回收经过处理可以继续使用,参数较高的疏水可以先回收热能,再处理作为脱盐水使用。

发明内容

[0010] 本发明需要解决的技术问题是提供空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,其能大幅度提高发电量和供热面积,冷端损失为零,降低发电煤耗,节能高效,经济适用。

[0011] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0012] 空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,包括凝结水处理系统、与锅炉及发电机相连的汽轮机,所述汽轮机组包括至少一台背压范围在 6~60kpa 的空冷汽轮机,在供暖季空冷汽轮机的背压范围是 36~50kPa,在非供暖季空冷汽轮机的背压范围是 6~10kPa;空冷汽轮机的低压缸与凝汽器相连,凝汽器还分别与城市热网、凝结水精处理装置相连。

[0013] 本发明技术方案的进一步改进在于:空冷汽轮机的高中压缸通过管道与热网加热器相连,热网加热器与城市热网通过设置有阀门的管道相连。

[0014] 本发明技术方案的进一步改进在于:空冷汽轮机组、抽凝机组之间并联。

[0015] 本发明技术方案的进一步改进在于:空冷汽轮机组热井、抽凝机组热井与同一个混合水箱相连,混合水箱与凝结水精处理装置相连。

[0016] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述凝汽器采用双背压凝汽器。

[0017] 本发明技术方案的进一步改进在于:凝结水精处理装置是盛装有耐高温离子交换树脂的离子交换设备。

[0018] 本发明技术方案的进一步改进在于:凝汽器与冷却构筑物相连的循环冷却水管道设置有隔离阀门。

[0019] 本发明技术方案的进一步改进在于:空冷汽轮机组、抽凝机组分别连接各自的冷却构筑物;或空冷汽轮机组、抽凝机组连接至同一冷却构筑物。

[0020] 本发明技术方案的进一步改进在于:空冷汽轮机组与冷却构筑物之间设置一台流量为 100% 的循环水泵,抽凝机组与冷却构筑物之间设置两台流量为 50% 循环水泵。

[0021] 本发明技术方案的进一步改进在于:空冷汽轮机组的给水泵采用电动机拖动。

[0022] 由于采用了上述技术方案,本发明取得的技术进步是:

[0023] 本发明的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,供热季初期,无供热抽汽,供热管网的热源全部来自于做完功的乏汽,利用乏汽通过凝汽器供给城市热网的热量,冷端损失为零,提高供热面积;非供热季低背压运行,降低发电煤耗,节能高效,经济适用。

[0024] 汽轮机组至少包括一台空冷汽轮机,此空冷汽轮机可以在 6~60kpa 的背压范围内连续稳定运行,较大的背压范围,使汽轮发电机组在冬季时高背压 36~50kPa 供热发电;夏季时在背压范围内 6~10kPa 内高效纯凝发电,降低煤耗。空冷汽轮机的低压缸的末级叶片长度为 500mm~800mm,厚度为 30.618 ~ 7.049mm,短而厚的末级叶片,增强了强机组防震颤能力,机组运行安全稳定。

[0025] 凝汽器中的乏汽由气态变为液态时,释放大量热量,热网循环水从凝汽器内流过,50℃~55℃热网循环水本乏汽凝结释放的热量加热到 70℃~85℃,乏汽的热量全部用于采

暖供热,冷端损失为零;同时,空冷汽轮机无抽汽,中压缸的排汽全部进入低压缸,增加了低压缸的进汽量,从而增加了发电量;既能大幅提高发电量,又可以大幅提高供热面积的双重效果。

[0026] 在严寒季节,乏汽释放的热量不能充分供给城市用热,需要采取从空冷汽轮机组的中压缸或另外一台抽凝汽轮机的中压缸末端抽汽至热网加热器加热热网循环水(凝汽器的出水),通过调节进入低压缸的汽量,达到发电、供热的最佳配比,既满足供热,又提高发电量,降低相同供热、发电要求下的煤耗量。

[0027] 本专利申请的汽轮机组还可以是空冷汽轮机组与其他类型汽轮机组并联或串联的组合,比如空冷汽轮机组与抽凝机组并联运行,空冷汽轮机组的凝汽器热井、抽凝机组的凝汽器热井都与同一混合水箱相连,使得两个热井内的冷水和热水在混合水箱中互相掺混,可使两台机组的热井的水温低于 70°C ,不会影响凝结水精处理系统;同时两台机组的除盐水补水,均补至空冷汽轮机组的热井,降低凝结水水温。

[0028] 凝汽器采用双背压凝汽器,双背压凝汽器的平均背压低于同等条件下单背压凝汽器的背压,因此汽机低压缸的焓降就增大了,从而提高了汽轮机的经济性。

[0029] 凝结水精处理系统采用耐高温的离子交换树脂的离子交换设备,离子交换树脂耐高温且换热效率高,空冷汽轮机组的凝结水直接进入精处理装置,减少了凝结水冷却的时间,提高了凝结水处理的效率,进而提高了整个热电联产机组的运行效率。

[0030] 凝汽器与冷却塔的连接管道上设置有阀门。空冷汽轮机组在冬季时电厂循环水系统闲置,循环水系统的设计采用节约投资的方案,如冷却构筑物采用机械通风冷却塔,循环水泵采用空冷汽轮机组配置一台循环泵的形式,提高资金利用率。

[0031] 空冷汽轮机组与冷却构筑物之间设置一台流量为100%的循环水泵,抽凝机组与冷却构筑物之间设置两台流量为50%循环水泵。空冷汽轮机组在冬季时采用热网循环水冷却乏汽,只设置一台100%的循环水泵,避免了夏季时的设备闲置,资金利用效率高。抽凝机组的乏汽冷却全年采用循环冷却水系统冷却,设置两台50%的循环水泵,有利于机组水量的调节。

附图说明

[0032] 图1是本发明的结构示意图;

[0033] 其中,1、锅炉;2、高中压缸;3、低压缸;4、发电机;5、凝汽器;6、热网加热器;7、热网循环泵;8、换热器;9、低压加热器;10、除氧器;11、锅炉水泵组;12、高压加热器;13、冷却构筑物;14、循环水泵;15、凝结水精处理装置。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明:

[0035] 如图1所示,空冷汽轮机高背压供热发电联产方法,包括与锅炉1及发电机4相连的汽轮机组,汽轮机组包括并联的空冷汽轮机组和抽凝机组,空冷汽轮机组至少包括一台空冷汽轮机,此汽轮机可以在 $6\sim 60\text{kPa}$ 的背压范围内连续稳定运行,供暖季运行背压范围是 $36\sim 50\text{kPa}$,非供暖季运行背压是 $6\sim 10\text{kPa}$ 。空冷汽轮机的高中压缸2与锅炉1相连,低压缸3与发电机4相连,锅炉1产生的蒸汽依次经过空冷汽轮机的高中压缸2、低压缸3做功,

机械能转化为电能；空冷汽轮机低压缸 3 中做功后的乏汽，排入到凝汽器中，乏汽中带有一定的热量，可以用于加热；空冷汽轮机的低压缸 3 的末级叶片短且厚，强度大，末级叶片长度为 500mm~800mm，厚度为 30.618 ~ 7.049mm，短且厚的末级叶片可以承受较大的背压，背压较大则乏汽所带的能量较高，凝结过程释放的热量较已有汽轮机大，使凝汽器 5 出口的水温度较高。空冷汽轮机的低压缸 3 与凝汽器 5 相连，凝汽器 5 与城市热网通过热网循环水管道相连，乏汽液化释放的热量在凝汽器 5 中与热网循环水进行热交换，热网循环水的温度从进入凝汽器时的 50℃~55℃升高至 70℃~85℃，给城市热网循环水加热；乏汽凝结后的凝结水经处理后重新补给锅炉用水，凝结水经过依次相连的凝结水精处理装置 15、换热器 8、低压加热器 9、除氧器 10、锅炉水泵组 11、高压加热器 12 进入锅炉 1。凝汽器采用双背压凝汽器或单背压凝汽器。

[0036] 空冷汽轮机的高中压缸 2 与热网加热器 6 通过管道相连，管道上设置有阀门，阀门可以调节抽气量，热网加热器 6 与城市热网连接。当非正常工况，即严寒季节，城市热网需要的热量大时，从空冷汽轮机的高中压缸 2 的末端抽气，经热网加热器 6，送入城市热网中。热网循环水管道上安装有热网循环泵 7，用于推动并加速热网循环水的循环。

[0037] 汽轮机组的组合形式是以下方式任选：一台空冷汽轮机组、一台抽凝机组并联单独运行；一台空冷汽轮机组、一台抽凝机组串联；两台空冷汽轮机组并联。空冷汽轮机组的凝汽器热井、抽凝机组的凝汽器热井连接至同一混合水箱，空冷汽轮机组的凝汽器热井、抽凝机组的凝汽器热井都与此混合水箱相连，使得两个热井内的冷水和热水在混合水箱中互相掺混，用以两个凝汽器热井中的水的热量交换，一般是用抽凝机组的凝汽器热井中的水给空冷汽轮机组凝汽器热井中的水降温，混合水箱与凝结水精处理装置 15 相连。两台空冷汽轮机并联时，其中两台空冷汽轮机设置统一的一套辅机冷却水系统。

[0038] 空冷汽轮机组的给水泵采用电动机拖动或采用小汽轮机拖动；空冷汽轮机组的给水泵采用小汽轮机拖动时，小汽轮机的排汽排至双背压凝汽器的低压汽室。空冷汽轮机组和抽凝机组需要补充除盐水，当抽凝机组抽汽量增加时，凝结水量减少，降低空冷汽轮机组凝结水温度有限，除盐水均补至空冷汽轮机组的热井，有利于降低空冷汽轮机组凝结水温度。

[0039] 凝汽器 5 与冷却构筑物 13 通过设置有隔离阀门的循环冷却水管道相连；冷却构筑物 13 指的是以下任意一种：冷却塔、机力塔、湿冷自然塔、湿冷机力塔、排烟冷却塔或间接空冷塔等。汽轮机组与冷却构筑物 13 的组合形式可以是：空冷汽轮机组、抽凝机组共用一座冷却塔；或者抽凝机组采用湿冷自然塔，空冷汽轮机组采用湿冷自然塔；或者抽凝机组采用湿冷自然塔，空冷汽轮机组采用湿冷机力塔；或者抽凝机组采用湿冷机力塔，空冷汽轮机组采用湿冷机力塔；或者抽凝机组采用排烟冷却塔，空冷汽轮机组采用湿冷机力塔；或者抽凝机组采用排烟冷却塔，空冷汽轮机组采用湿冷自然塔；或者空冷汽轮机组、抽凝机组各连接一座间接空冷塔；或者空冷汽轮机组、抽凝机组共用一座间接空冷塔。空冷汽轮机组采用机力塔，可以提高资金利用效率，同时，由于空冷汽轮机组对冷却水的水温要求低，可使机力塔的电耗很低，而且由于机力塔方案的循环水泵的扬程低于自然冷却塔，夏季时，空冷汽轮机组的冷端电耗不会高于抽凝机组的电耗。根据热耗—背压曲线，在非采暖季的工况时，空冷汽轮机组具有更低的热耗，即发电效率更高。

[0040] 空冷汽轮机组与冷却构筑物 13 之间设置一台流量为 100% 的循环水泵，抽凝机组

与冷却塔之间设置两台 50% 循环水泵 ; 或者空冷汽轮机组与冷却构筑物 13 之间设置两台流量 50% 的循环水泵, 抽凝机组与冷却构筑物 13 之间设置两台流量 50% 循环水泵 ; 或者空冷汽轮机组和抽凝机组与冷却构筑物 13 之间设置三台流量 33% 循环水泵。

[0041] 换热器 8 为板式换热器, 当热网加热器 6 投运的工况下, 热网疏水部分去除氧器 10, 用于加热凝结水 ; 部分去换热器 8, 用于降低热网加热器疏水的温度, 降低温度后回收至凝汽器 5, 然后由凝结水水泵输送至凝结水精处理装置。当热网加热器 6 不投运时, 无热网加热器 6 疏水流至换热器 8。

[0042] 凝结水精处理装置 15 是采用耐高温离子交换树脂的离子交换设备。

[0043] 本专利申请的空冷汽轮机高背压供热发电联产方法比“低压转子互换技术”投资低 3000 万左右, 无需耗费 50 天的互换转子工期, 无需频繁打开低压缸, 降低安全生产的隐患 ; 通过合理的设计空冷汽轮机的设计背压, 在非采暖季运行时具有比“低压转子互换技术”更高的热效率 ; 比 NCB 机组的投资低 2000 万左右, 比 NCB 机组的热利用效率高 (NCB 机组在供热季, 蒸汽品质仍然很高, 做功能力白白浪费掉), 比 NCB 机组多发电 7 万 kw, 与 NCB 机组的供热能力相同。

[0044] 保守估算, 在相同耗煤量的情况下, 若只设置一台空冷汽轮机, 则可比常规的 350MW 超临界抽凝供热机组在冬季时可以多发电 4~7 万 kw, 增加供热面积 25%。供热季按供热季 3000h、上网电价 0.36 元 /kwh 计算, 发电纯利润增加 4320~7560 万元 ; 热价按 30 元 /GJ 考虑, 增加供热 1120380GJ, 供热纯利润增加 3207 万元。供热季可增加利润约 7527~10767 万元。若城市热负荷较大, 采用 2 台空冷汽轮机, 其盈利可以翻一番。

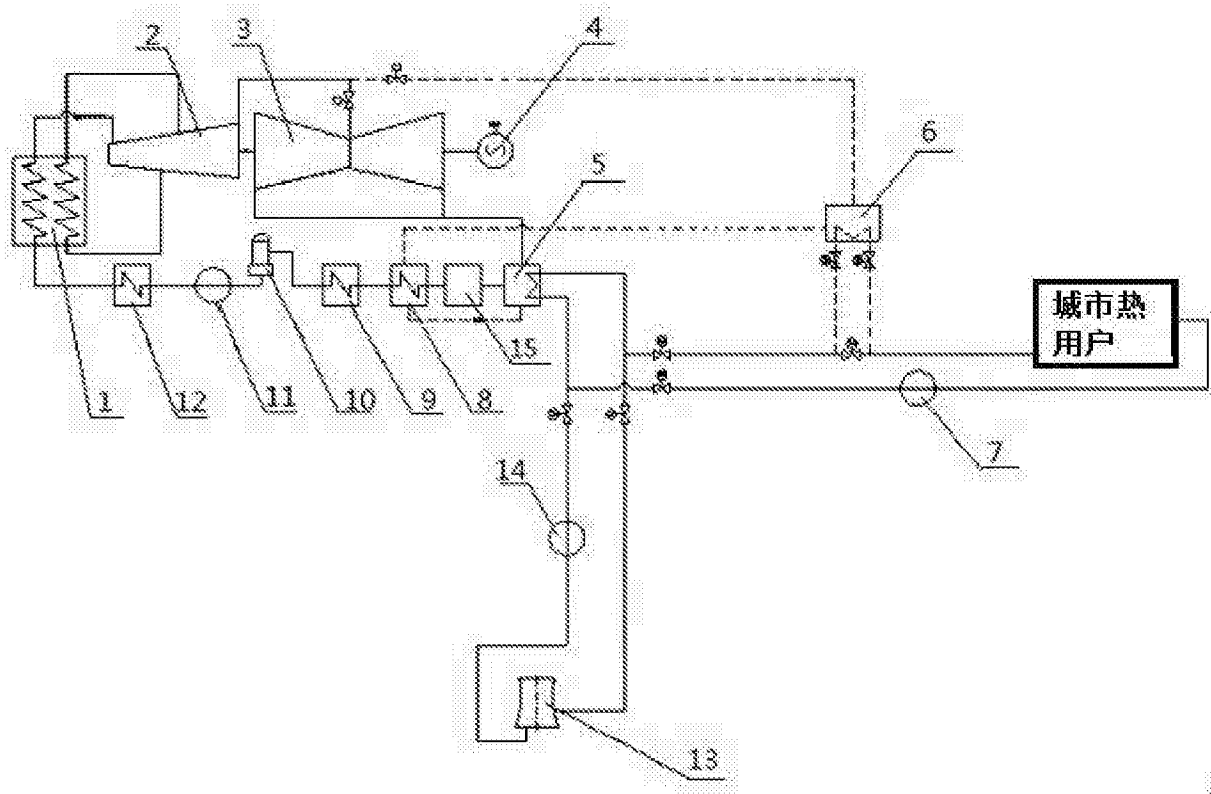


图 1