



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105823110 A

(43) 申请公布日 2016. 08. 03

(21) 申请号 201510001714. 9

(22) 申请日 2015. 01. 04

(71) 申请人 沈阳扬波科技能源工程有限公司

地址 110000 辽宁省沈阳市和平区和平南大街 43 号

(72) 发明人 李鹰 任宏波 张聿明

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 白振宇

(51) Int. Cl.

F24D 3/10(2006. 01)

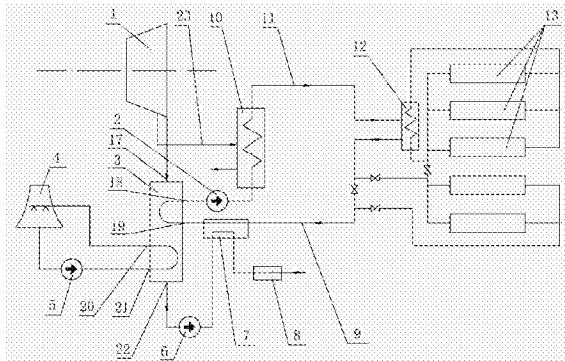
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

热电厂冷源损失回收供热系统

(57) 摘要

本发明涉及热电厂冷源损失回收领域，具体地说是一种热电厂冷源损失回收供热系统，包括电厂汽轮机组、凝汽器、一级热网、二级热网和冷却塔管路，其中电厂汽轮机组与所述凝汽器相连，所述凝汽器与相互独立并可切换的一级热网和冷却塔管路相连，所述一级热网的一级供水管路上设有供热首站加热器，一级热网内的循环水通过所述凝汽器一次加热，通过所述供热首站加热器二次加热，二级热网上设有二级换热站，所述一级热网的一级回水管路内的循环水温度所述二级换热站作用维持在最佳回水温度，凝汽器的凝结水温度通过与一级回水管路换热维持在正常水平。本发明能够有效回收热电厂冷源损失用于集中供热，同时有效消除各种安全隐患。



1. 一种热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:包括电厂汽轮机组(1)、凝汽器(3)、一级热网、二级热网和冷却塔管路,其中电厂汽轮机组(1)的低压缸排汽端通过管路与所述凝汽器(3)的进汽端(17)相连,所述凝汽器(3)与相互独立并可切换的一级热网和冷却塔管路相连,所述一级热网的一级供水管路(11)上设有供热首站加热器(10),一级热网内的循环水通过所述凝汽器(3)一次加热,通过所述供热首站加热器(10)二次加热,二级热网上设有二级换热站(12),二级热网内的循环水通过所述二级换热站(12)与所述一级热网换热加热,所述一级热网的一级回水管路(9)内的循环水温度通过所述二级换热站(12)作用维持在最佳回水温度,所述一级回水管路(9)上设有换热器(7),凝汽器(3)的凝结水温度通过所述换热器(7)与一级回水管路(9)换热维持在正常水平。

2. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述电厂汽轮机组(1)输出背压为20~28KPa,所述电厂汽轮机组(1)在夏季不更换转子的情况下最大功率大于240MW。

3. 根据权利要求1或2所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述电厂汽轮机组(1)的低压缸内的低压转子为4级,且作为第4级的新末级转子(15)的动叶和静叶高度为500~750mm,在所述新末级转子(15)上方设有导流环(14)。

4. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述凝汽器(3)下部设有多个刚性基础(26),每个刚性基础(26)的上部均设有与电厂汽轮机组(1)的低压缸相连的补偿节(16)。

5. 根据权利要求4所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述补偿节(16)垂直补偿量大于20mm,水平补偿量大于5mm。

6. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述二级换热站(12)内增设一组换热机组(28),或者增设一条将二级热网的二级回水管路(30)和一级热网的一级回水管路(9)相连的支路(29),或者在增设一组换热机组(28)的同时增设一条将二级热网的二级回水管路(30)和一级热网的一级回水管路(9)相连的支路(29)。

7. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述一级回水管路(9)的最佳回水温度为38~42°C;正常水平时的凝结水温度在49°C以下。

8. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述冷却塔管路上设有冷却塔(4),所述冷却塔(4)的循环水输出端与凝汽器(3)的冷却回水端(21)之间的管路上设有循环水泵(5)。

9. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述一级供水管路(11)上设有热网循环泵(2),所述凝汽器(3)的凝结水出水端(22)与换热器(7)之间的管路上设有凝泵(6)。

10. 根据权利要求1所述的热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:所述供热首站加热器(10)通过抽汽管路(23)与电厂汽轮机组(1)相连。

热电厂冷源损失回收供热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热电厂冷源损失回收领域,具体地说是一种热电厂冷源损失回收供热系统。

背景技术

[0002] 我国从上世纪 60 年代开始采用热电联产集中供热模式向城市建筑物采暖供热,采用热电联产技术对提高能源利用率、改善城市环境质量、方便生活等都起到了非常重要的作用。

[0003] 热电联产是热能梯级利用的成功典范,它是利用高位热能发电,利用相对低位热能供热,一般纯凝式发电厂的能源利用率在 40% 以下,而热电联产的发电厂能量利用率可达 60%,但尽管如此,仍有 30% 多的低品位热能从冷却塔散失到大气中,此即为冷源损失,为了尽量回收这 30% 的冷源损失,人们通过采用凝汽器的冷却水不上冷却塔而直接用来为居民采暖供热来回收冷源损失,现有技术中一般是在凝汽器的出口增设尖峰加热器,通过消耗汽轮机一定量的低压抽汽,使尖峰加热器将循环水的供水温度从 60 ~ 70℃ 提升至 80 ~ 90℃,但这样同时也使循环水的回水温度升高,即便调节了热网循环泵的流量,循环水的回水温度也由 45 ~ 55℃ 提升到 55 ~ 65℃,与过高的供水温度类似,过高的热网回水温度对汽轮机和凝汽器也是严重的安全隐患。

[0004] 另外,随着城市的不断扩大,清洁能源越发短缺,近年来还出现了利用热泵技术把电厂的冷却水的低品位热能提升到高品位的热能来实现供热,达到余热利用的目的,此技术理论上是正确的,实际中也有多个实例,唯独不足的是它的投资大,从经济角度看它的性价比不相当,企业的付出远大于收入。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种热电厂冷源损失回收供热系统,有效回收热电厂冷源损失用于集中供热,同时有效消除各种安全隐患。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0007] 一种热电厂冷源损失回收供热系统,其特征在于:包括电厂汽轮机组、凝汽器、一级热网、二级热网和冷却塔管路,其中电厂汽轮机组的低压缸排汽端通过管路与所述凝汽器的进汽端相连,所述凝汽器与相互独立并可切换的一级热网和冷却塔管路相连,所述一级热网的一级供水管路上设有供热首站加热器,一级热网内的循环水通过所述凝汽器一次加热,通过所述供热首站加热器二次加热,二级热网上设有二级换热站,二级热网内的循环水通过所述二级换热站与所述一级热网换热加热,所述一级热网的一级回水管路内的循环水温度通过所述二级换热站作用维持在最佳回水温度,所述一级回水管路上设有换热器,凝汽器的凝结水温度通过所述换热器与一级回水管路换热维持在正常水平。

[0008] 所述电厂汽轮机组输出背压为 20 ~ 28KPa,所述电厂汽轮机组在夏季不更换转子的情况下最大功率大于 240MW。

[0009] 所述电厂汽轮机组的低压缸内的低压转子为 4 级,且作为第 4 级的新末级转子的动叶和静叶高度为 500 ~ 750mm,在所述新末级转子上方设有导流环。

[0010] 所述凝汽器下部设有多个刚性基础,每个刚性基础上均设有与电厂汽轮机组的低压缸相连的补偿节。

[0011] 所述补偿节垂直补偿量大于 20mm,水平补偿量大于 5mm。

[0012] 所述二级换热站内增设一组换热机组,或者增设一条将二级热网的二级回水管路和一级热网的一级回水管路相连的支路,或者在增设一组换热机组的同时增设一条将二级热网的二级回水管路和一级热网的一级回水管路相连的支路。

[0013] 所述一级回水管路的最佳回水温度为 38 ~ 42℃;正常水平时的凝结水温度在 49℃以下。

[0014] 所述冷却塔管路上设有冷却塔,所述冷却塔的循环水输出端与凝汽器的冷却回水端之间的管路上设有循环水泵。

[0015] 所述一级供水管路上设有热网循环泵,所述凝汽器的凝结水出水端与换热器之间的管路上设有凝泵。

[0016] 所述供热首站加热器通过抽汽管路与电厂汽轮机组相连。

[0017] 本发明的优点与积极效果为:

[0018] 1、本发明通过电厂汽轮机组低压缸的末两级转子改造提高背压和排汽温度,在尽可能回收电厂余热的同时减少对夏季机组发电能力的影响,同时本发明可以在冷却塔管路和一级热网间实现切换,冬季供暖期间一级热网运行,其他非供暖期冷却塔管路运行,一级热网退出。本发明控制凝汽器供暖时的运行背压在 20 ~ 28kPa 左右,保证电厂汽轮机组在夏季不更换转子的情况下最大功率在 240MW 以上。

[0019] 2、本发明的凝汽器下部设有多个刚性基础,能够有效补偿凝汽器由于背压和电厂汽轮机组排汽温度变化带来的热膨胀效应,保证电厂汽轮机组运行安全。

[0020] 3、本发明通过在二级换热站增设一组换热机组或者增设一条支路将二级热网的二级回水管路和一级热网的一级回水管路相连实现将一级回水管路的温度维持在 38 ~ 42℃的最佳回水温度,保证电厂汽轮机和凝汽器正常运行。

[0021] 4、本发明在一级回水管路上设有换热器,凝汽器的凝结水出水端通过管路与所述换热器相连,并通过一级回水管路与凝汽器的凝结水换热,使因为凝汽器高背压运行而温度升高的凝结水重新恢复至正常水平温度,保证后续的凝结水精处理系统和汽封冷却器的运行安全。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明的结构示意图,

[0023] 图 2 为现有技术中的电厂汽轮机组的低压转子结构示意图,

[0024] 图 3 为本发明的电厂汽轮机组的低压转子结构示意图,

[0025] 图 4 为现有技术中的凝汽器安装示意图,

[0026] 图 5 为本发明的凝汽器安装示意图,

[0027] 图 6 为图 5 中的凝汽器安装结构主视图,

- [0028] 图 7 为图 6 中 A-A 视图，
[0029] 图 8 为现有技术的二级换热站示意图，
[0030] 图 9 为本发明的二级换热站的一种结构示意图，
[0031] 图 10 为本发明的二级换热站的另一种结构示意图，
[0032] 图 11 为本发明的二级换热站的又一种结构示意图。
[0033] 其中，1 为电厂汽轮机组，2 为热网循环泵，3 为凝汽器，4 为冷却塔，5 为循环水泵，6 为凝泵，7 为换热器，8 为汽封冷却器，9 为一级回水管路，10 为供热首站加热器，11 为一级供水管路，12 为二级换热站，13 为供热小区，14 为导流环，15 为新末级转子，16 为补偿节，17 为进汽端，18 为热网出水端，19 为热网回水端，20 为冷却出水端，21 为冷却回水端，22 为凝结水出水端，23 抽汽管路，24 为原有末级转子，25 为弹性基础，26 为刚性基础，27 为刚性连接部，28 为换热机组，29 为支路，25 为二级回水管路。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明作进一步详述。
[0035] 如图 1 所示，本发明包括电厂汽轮机组 1、凝汽器 3、一级热网、二级热网和冷却塔管路，其中凝汽器 3 上设多个端口，包括进汽端 17、热网出水端 18、热网回水端 19、冷却出水端 20、冷却回水端 21 以及凝结水出水端 22，所述电厂汽轮机组 1 的低压缸排汽端通过管路与所述凝汽器 3 的进汽端 17 相连，所述凝汽器 3 分别与一级热网和冷却塔管路相连，其中凝汽器 3 的热网出水端 18 与一级热网的一级供水管路 11 相连，一级热网的一级回水管路 9 则与凝汽器 3 的热网回水端 19 相连，一级热网内的循环水经过凝汽器 3 时通过吸收电厂汽轮机组 1 的低压缸排汽余热完成第一次加热，在所述一级供水管路 11 上依次设有热网循环泵 2 和供热首站加热器 10，一级热网内的循环水通过热网循环泵 2 驱动循环并调节流速，一级热网内的循环水通过所述供热首站加热器 10 完成二次加热，所述供热首站加热器 10 通过抽汽管路 23 与电厂汽轮机组 1 相连，所述供热首站加热器 10 内的加热蒸汽即来源于电厂汽轮机组 1 的采暖抽汽。二级热网上设有二级换热站 12，所述一级热网的一级供水管路 11 和一级回水管路 9 均与所述二级换热站 12 相连，二级热网内的循环水经过二级换热站 12 时通过吸收一级热网循环水的热量完成加热，并通过管路给各个供热小区 13 供暖。冷却塔管路上设有冷却塔 4，凝汽器 3 上的冷却出水端 20 通过管路与所述冷却塔 4 的循环水输入端相连，所述冷却塔 4 的循环水输出端通过管路与凝汽器 3 上的冷却回水端 21 相连，在冷却塔 4 的循环水输出端与凝汽器 3 的冷却回水端 21 之间的管路上设有驱动循环水并调节流速的循环水泵 5。

[0036] 本发明中的电厂汽轮机组 1 针对电厂发电负荷要求，通过对低压转子的末两级通流部分进行重新设计提高机组背压，在尽可能回收电厂余热的同时减少对夏季机组发电能力的影响。

[0037] 如图 2 所示，原有低压缸转子为 5 级，其中第 5 级叶片即为原有末级转子 24，如图 3 所示，本发明中的低压转子为 4 级，其中前 3 级的结构保持不变，原有末级转子 24 连同末级隔板一起拆除，同时在末级隔板位置加装导流环 14，保证汽道光滑，减少级间蒸汽流动损失，原来的第 4 级转子成为新末级转子 15，原来的第 4 级转子高度为 1000mm，原有末级转子 24 拆除后，新末级转子 15 的动叶和静叶高度范围变为 500 ~ 750mm，具体高度根据实际背

压需要设计,新末级转子 15 的轮毂部分不变,按原先 1000mm 高度的动叶片叶根和静叶槽照配 500 ~ 750mm 高度的动叶片叶根和静叶隔板。原有电厂汽轮机组 1 的背压为 16kPa, 排汽温度为 55.7 °C, 汽轮机输出功率为 330134kW(330MW), 经过重新设计后, 在各项进汽参数相同的情况下, 本实施例中的电厂汽轮机组 1 的背压为 26kPa, 排汽温度为 66.5 °C, 汽轮机输出功率为 260654kW(261MW), 在背压和排汽温度提高的同时对输出功率影响较小, 既满足冬季高背压供暖要求, 在夏季正常运行时, 若机组无大负荷(300MW 以上)的情况下, 对经济性也无影响。

[0038] 本发明通过控制系统控制凝汽器 3 内阀门的启闭以及启停循环水泵 5 和热网循环泵 2 实现冷却塔管路和一级热网的切换, 此为本领域公知技术。如图 1 所示, 当电厂汽轮机组 1 处于高背压的采暖供热工况时, 所述冷却塔管路停止运行, 一级热网开始运行并在凝汽器 3 中吸收电厂汽轮机组 1 的低压缸排汽余热完成热交换, 本实施例中, 凝汽器 3 的背压由 4.9kPa 左右升至 26kPa, 电厂汽轮机组 1 的低压缸排汽温度即由 30 ~ 40 °C 升至 66.5 °C (背压对应的饱和温度), 达到尽可能回收电厂余热的目的, 当电厂汽轮机组 1 在非采暖期纯凝工况运行时, 一级热网停止运行, 所述冷却塔管路重新运行, 此时凝汽器 3 的背压恢复到 4.9kPa 水平, 由于凝汽器 3 由非采暖期纯凝工况转换至采暖供热工况的过程中承受的背压和排汽温度变化较大, 其中凝汽器 3 整体温度升高至 66.5 °C 左右, 最高时候可升至 77 °C 左右, 因此凝汽器 3 在竖直方向和水平方向均会出现热膨胀效应, 本实施例中的凝汽器 3 的竖直方向会增加约 2 ~ 4.5mm 的高度, 水平方向的单侧膨胀量在 1.2mm ~ 2mm 之间, 如图 4 所示, 现有技术中的凝汽器 3 安装结构为下部设有弹性基础 25, 所述弹性基础 25 包括多只弹簧, 上部设有与电厂汽轮机组 1 的低压缸相连的刚性连接部 27, 如果凝汽器 3 仍然采用现有技术中的安装结构, 下部弹性基础 25 的弹簧会受到压缩会产生对电厂汽轮机组 1 的低压缸的上顶力, 由于电厂汽轮机组 1 内的低压缸轴承为非落地轴承, 热膨胀后的凝汽器 3 对低压缸产生的推力将引起转子标高发生变化, 进而导致轴系振动, 因此会存在极大安全隐患, 需要对凝汽器 3 的安装结构进行重新设计。

[0039] 本如图 5 ~ 7 所示, 本发明的凝汽器 3 下部设有多个刚性基础 26, 每个刚性基础 26 的横截面呈 L 型且上部均设有补偿节 16, 所述补偿节 16 为膨胀节, 膨胀节为本领域公知技术, 本实施例中的补偿节 16 垂直补偿量大于 20mm, 水平补偿量大于 5mm。

[0040] 当电厂汽轮机组 1 处于高背压的采暖供热工况时, 低压缸排汽温度由 30 ~ 40 °C 升至 66.5 °C, 一级供水管路 11 内的循环水经凝汽器 3 和供热首站加热器 10 加热后, 温度达到 90 ~ 95 °C, 满足各个供热小区 13 的供暖要求。如图 8 所示, 现有技术的二级换热站 12 采用两组换热机组 28, 如果依然采用现有技术的二级换热站 12, 一级回水管路 9 内的循环水温度经过二级换热站 12 换热后也会升高, 本实施例中, 一级回水管路 9 的循环水温度会升高至 55 ~ 60 °C, 过高的一级热网回水温度对电厂汽轮机组 1 和凝汽器 3 构成严重的安全隐患, 需对二级换热站 12 进行重新设计, 使一级回水温度维持在最佳回水温度, 所述最佳回水温度为 38 ~ 42 °C。

[0041] 本发明通过在二级换热站 12 增设一组换热机组 28, 或者增设一条支路 29 将二级热网的二级回水管路 30 和一级热网的一级回水管路 9 相连通实现将一级回水管路 9 温度降至最佳回水温度, 或者将二级换热站 12 内的暖气片的换热机组 28 的二级热网侧回水端直接与地热的换热机组 28 的二级热网侧供水端相连实现将一级回水管路 9 温度降至最佳

回水温度。

[0042] 当二级热网全部是地热时,此种情况下一级热网实际供回水温度为:初末期60℃ /36℃,尖峰期90℃ /55℃,二级热网实际供回水温度为:最冷42℃ /35℃;平时35~37℃ /28~32℃。如图9所示,这种情况下二级换热站12只需要并联增加一组换热机组28,将尖峰期的供回温度变为90℃ /40℃,同时核算循环泵的流量及扬程满足新的工况要求即可,或者如图11所示,在增加一组换热机组28的同时增设一条支路29将二级热网的二级回水管路30和一级热网的一级回水管路9相连通将一级回水管路9温度降至最佳回水温度。

[0043] 当二级热网全部是暖气片时,此种情况下一级热网实际供回水温度为:初末期60℃ /36℃,尖峰期90℃ /55℃,二级热网实际供回水温度为:最冷55℃ /43℃;平时46~49℃ /35~38℃。如图10所示,这种情况下二级换热站12内增设一条支路29将二级热网的二级回水管路30和一级热网的一级回水管路9相连通,使一部分二级热网的回水进入一级热网中,使一级热网的回水温度达到最佳回水温度,同时核算换热器及循环泵的流量及扬程是否满足新的工况要求。

[0044] 当二级热网由暖气片和地热混合而成,并且地热的比例为70%以上时,此种情况下一级热网实际供回水温度为:初末期60℃ /36℃,尖峰期90℃ /55℃,二级热网暖气片实际供回水温度为:最冷55℃ /43℃;平时46~49℃ /35~38℃,二级热网地热实际供回水温度为:最冷42℃ /35℃;平时35~37℃ /28~32℃。此种情况下二级换热站12增加一套换热机组28,且暖气片的换热机组28的一级热网侧的回水作为地热的换热机组28一级热网侧供水进入,通过再次换热将一级热网的回水温度降至最佳回水温度。

[0045] 当二级热网由暖气片和地热混合而成,并且地热的比例为50%左右时,此种情况下一级热网实际供回水温度为:初末期60℃ /36℃,尖峰期90℃ /55℃,二级热网暖气片实际供回水温度为:最冷55℃ /43℃;平时46~49℃ /35~38℃,二级热网地热实际供回水温度为:最冷42℃ /35℃;平时35~37℃ /28~32℃。此种情况下二级换热站12增加一套换热机组28,并且将暖气片的换热机组28的一级热网侧回水作为地热的换热机组28的一级热网侧供水进入,通过再次换热将一级热网的回水温度降至最佳回水温度,同时将暖气片的换热机组28的低温侧供热回水直接作为地热的低温侧供水进入二级热网运行。

[0046] 凝汽器3高背压运行时,凝汽器3的凝结水出水端22的凝结水出水温度由正常工况时的45℃左右升高为65℃~75℃,凝结水温度升高对后续的凝结水精处理系统和汽封冷却器8均产生不利影响,如图1所示,本发明在一级热网的一级回水管路9上设有换热器7,所述换热器7为水-水换热器,凝汽器3的凝结水出水端22通过管路与所述换热器7相连,在凝结水出水端22与换热器7之间的管路设有驱动凝结水流动的凝泵6,通过一级热网的一级回水管路9与凝汽器3的凝结水换热,使凝结水最高温度降低到49℃以下,不影响后续凝结水精处理系统和汽封冷却器8正常工作。

[0047] 本发明的工作原理为:

[0048] 本发明通过电厂汽轮机组1的低压缸的末两级转子改造提高背压和排汽温度,在尽可能回收电厂余热的同时减少对夏季机组发电能力的影响,凝汽器3由于背压升高提高了一级热网的供热温度,有效保证供暖,同时本发明通过在凝汽器3下部设有多个刚性基础26、每个刚性基础26上均设有补偿节16来有效补偿凝汽器3的热膨胀效应,保证电厂汽

轮机组 1 的运行安全，并且本发明通过对二级换热站 12 改造将一级回水管路 9 的温度维持在最佳回水温度，通过在一级回水管路 9 上设置换热器 7，使因为凝汽器 3 高背压运行而温度升高的凝结水重新恢复至正常水平温度，保证后续的凝结水精处理系统和汽封冷却器的运行安全。

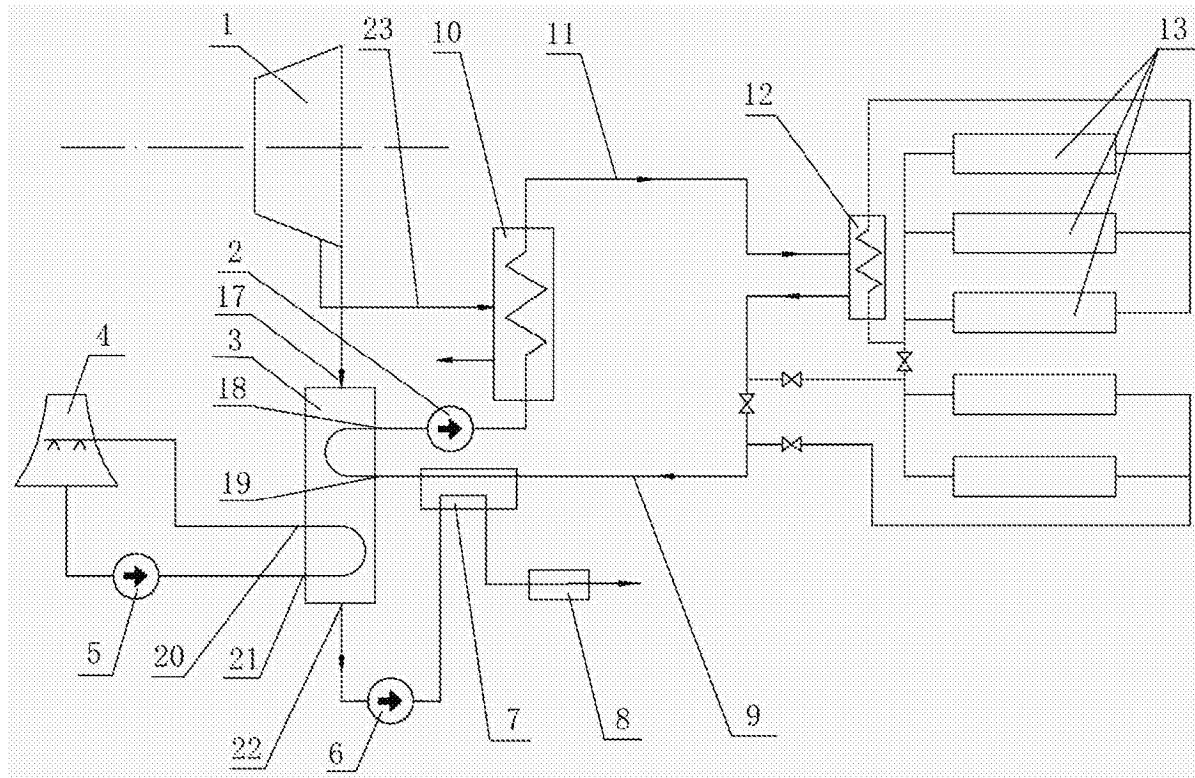


图 1

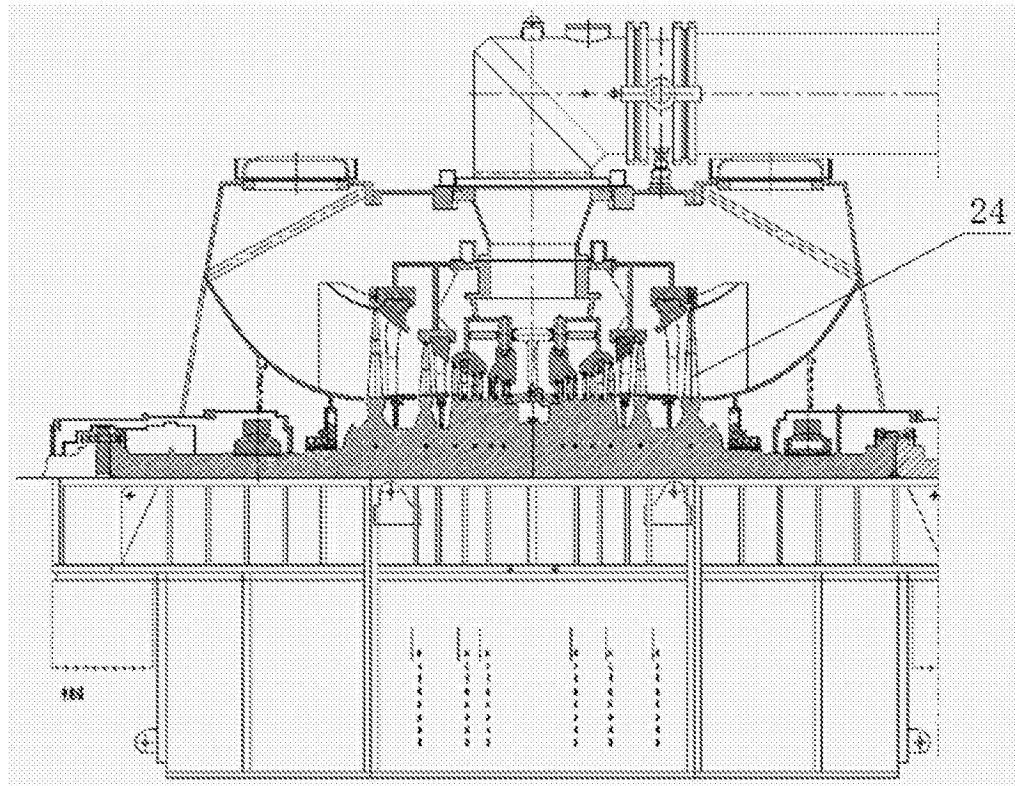


图 2

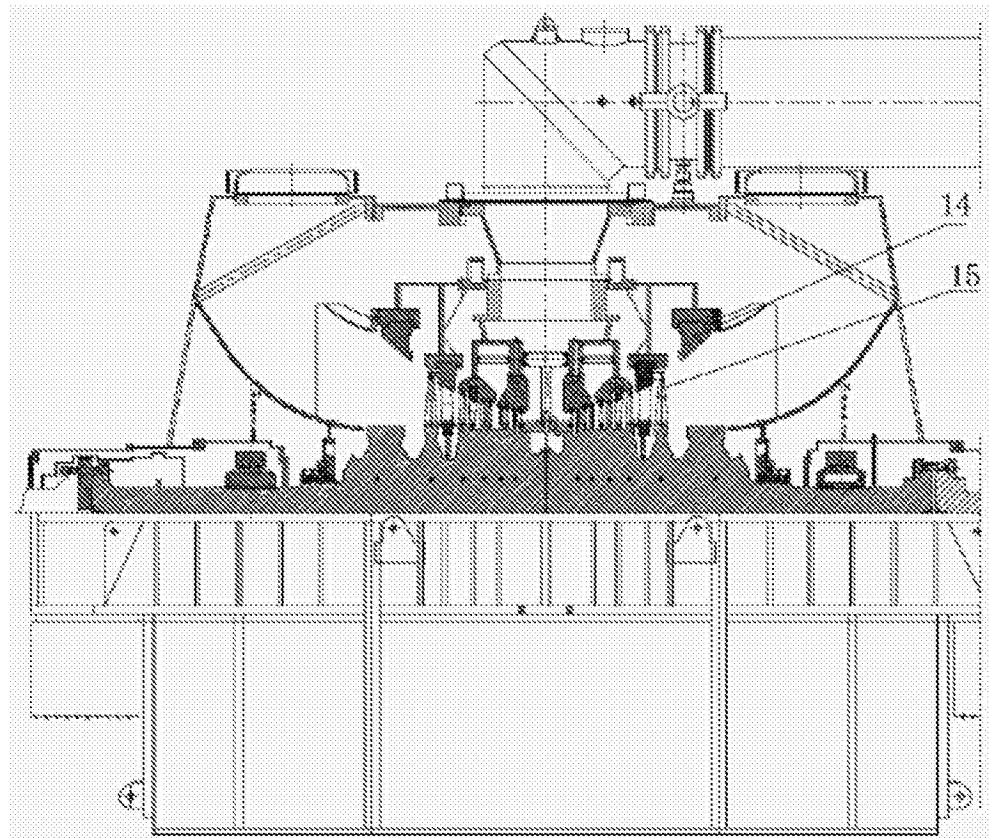


图 3

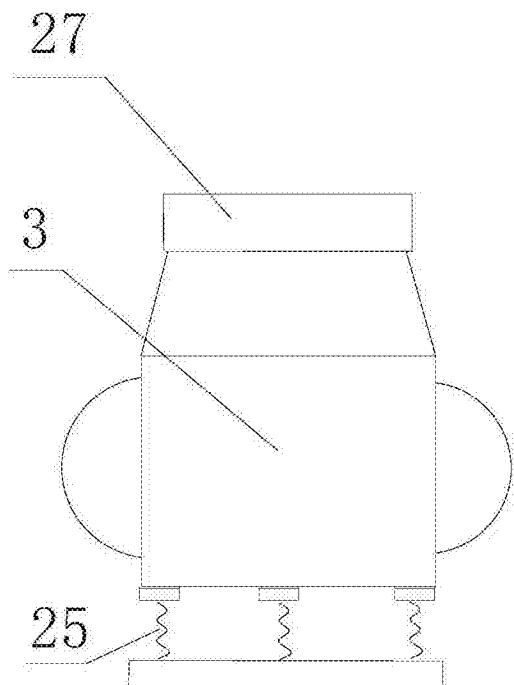


图 4

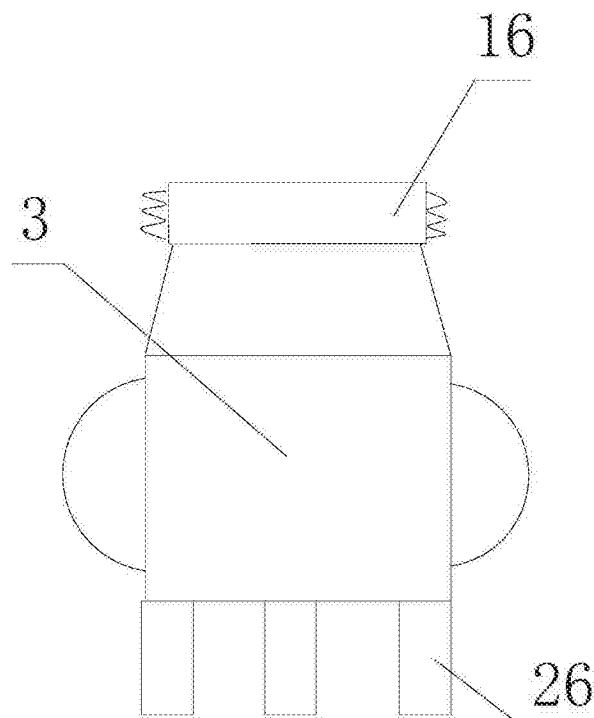


图 5

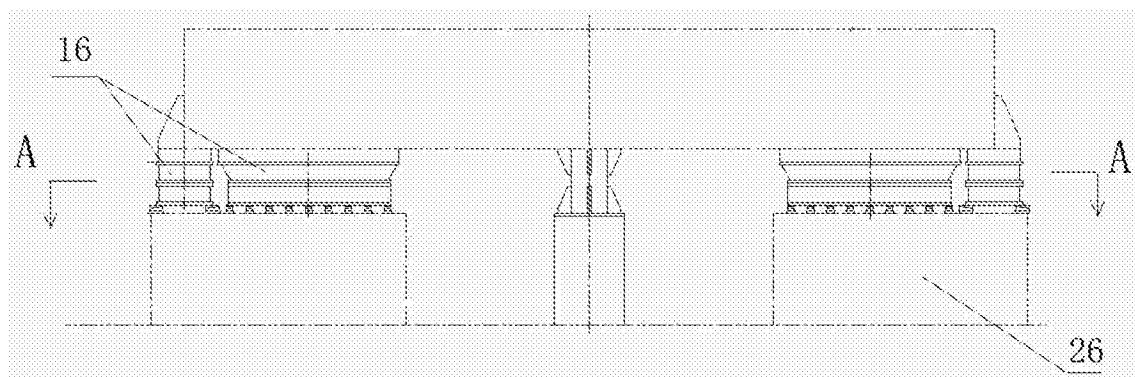


图 6

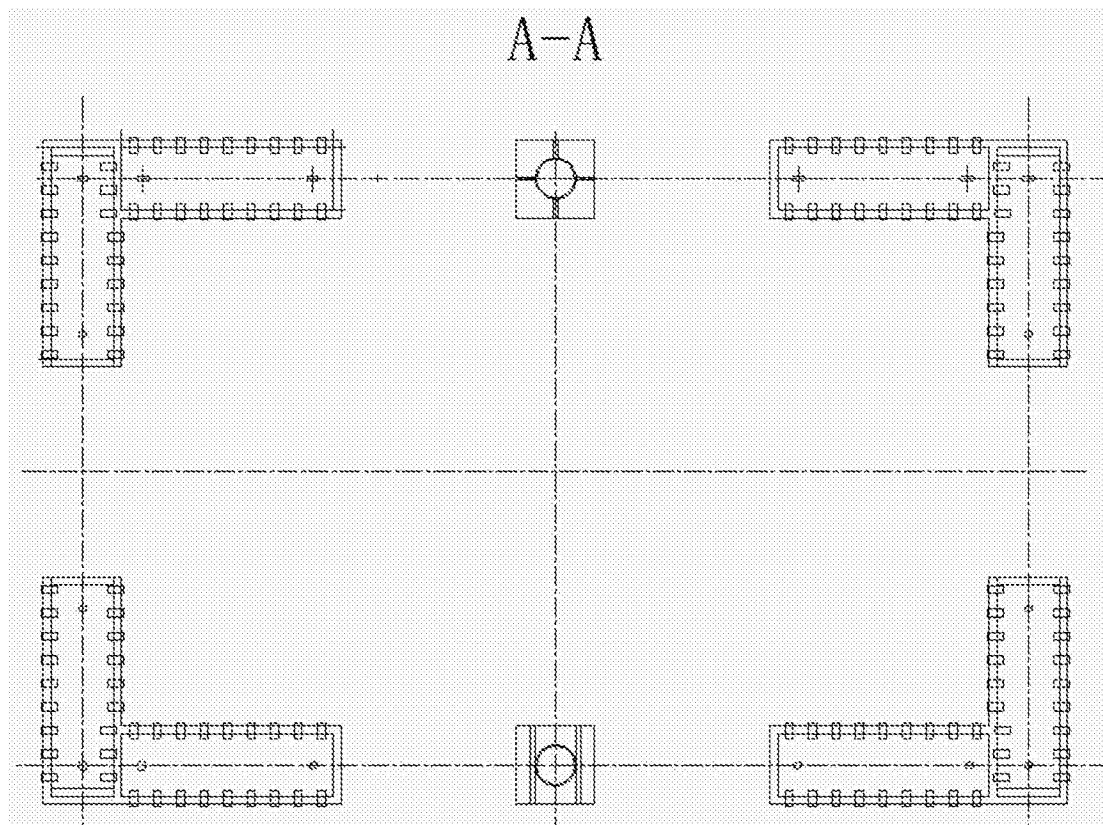


图 7

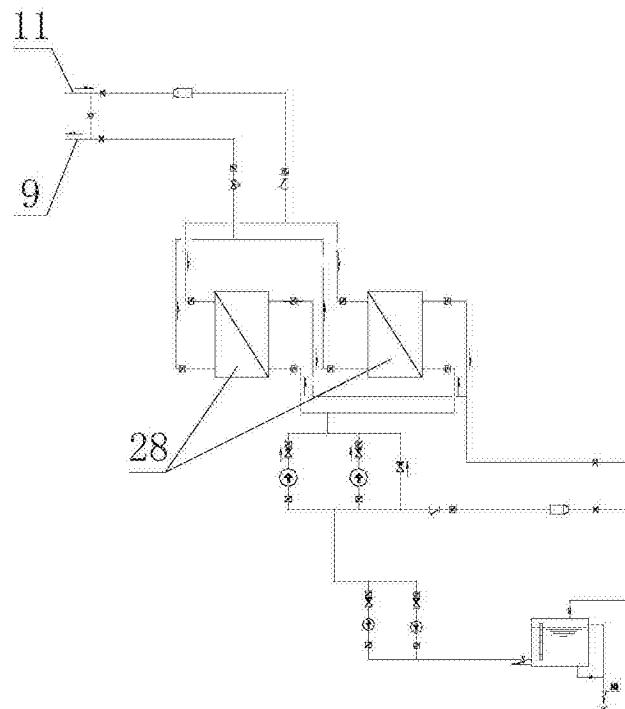


图 8

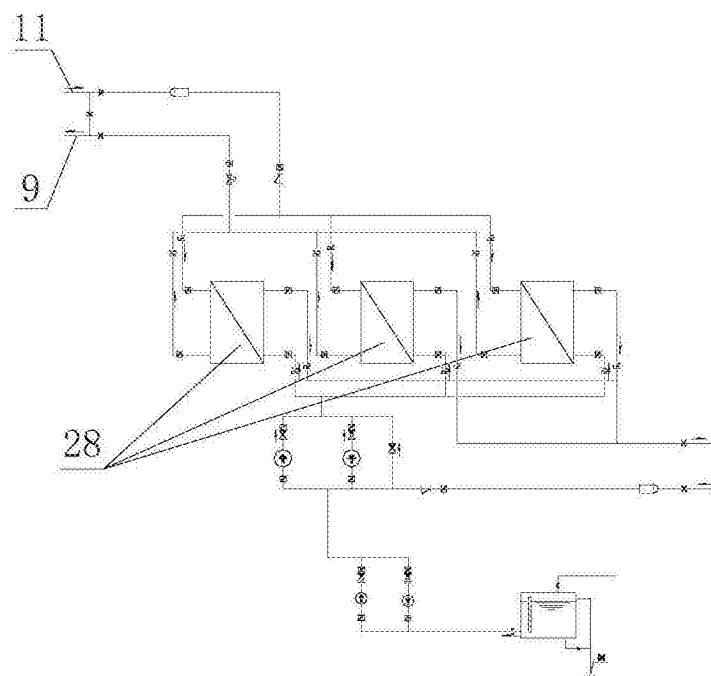


图 9

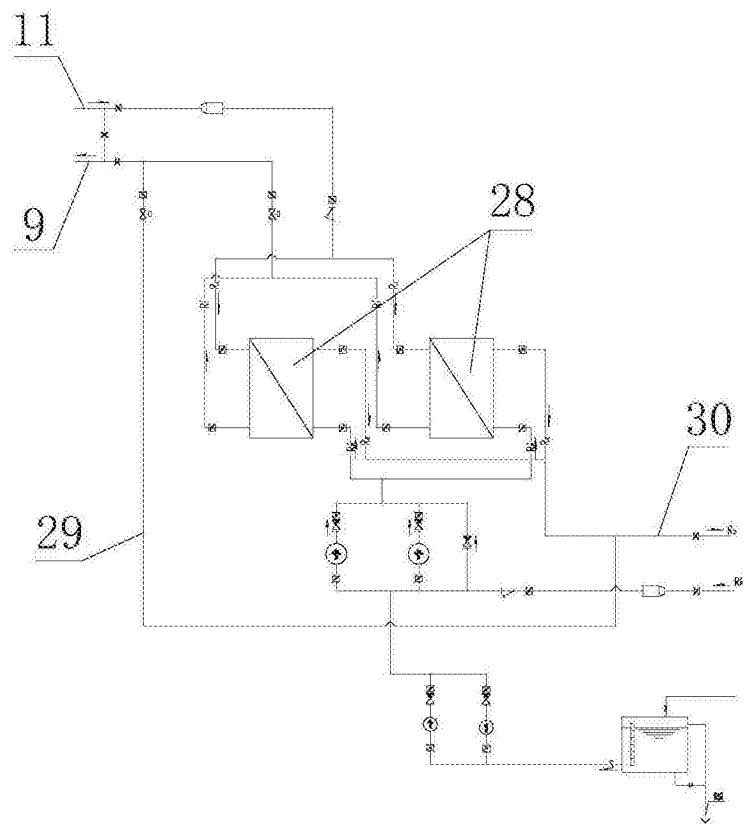


图 10

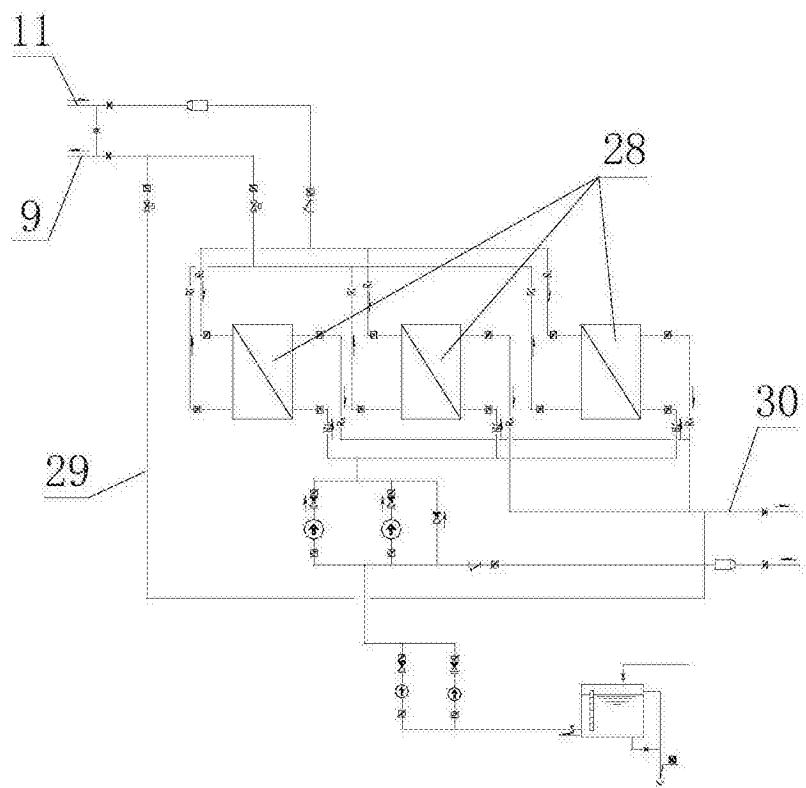


图 11