



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105972863 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610423249.2

(22)申请日 2016.06.06

(71)申请人 俞乔力

地址 230051 安徽省合肥市水阳江路菱水苑南7号楼301室

申请人 陈江

(72)发明人 俞乔力 陈江 俞雨宏 魏蔚

(51)Int.Cl.

F25B 30/02(2006.01)

F25B 30/06(2006.01)

F02B 63/04(2006.01)

F02G 5/04(2006.01)

F04B 35/04(2006.01)

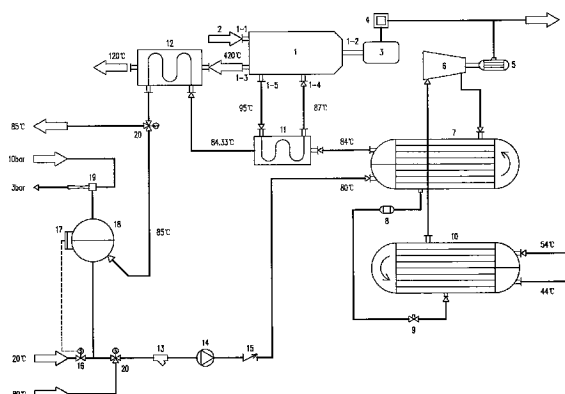
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

## (54)发明名称

发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机

## (57)摘要

一种发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机：系统集成发电机、水源压缩式热泵、汽包、汽汽引射器；利用发电机驱动水源压缩式热泵，缩短投资回收期50%；利用热泵制热、套缸回热、烟气回热梯级加热循环补水，以提供蒸发热量蒸馏出低压蒸汽；利用蒸汽管网余压热压缩低压蒸汽，节省水蒸汽压缩机的投资及压缩电费；实现1份高压蒸汽调制出n+1份中压蒸汽的蒸汽倍增功能；实现1份燃料热值最高产生3份锅炉供热。



1. 一种发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机,其由发动机(1);进气口(1-1);主动轴(1-2);排气口(1-3);套缸冷却水进口(1-4);套缸冷却水出口(1-5);燃料(2);发电机(3);输配电(4);电动机(5);压缩机(6);冷凝器(7);干燥过滤器(8);膨胀阀(9);水源蒸发器(10);套缸回热器(11);烟气回热器(12);过滤器(13);循环泵(14);止回阀(15);补水流量调节阀(16);液位控制器(17);汽包(18);汽汽引射器(19);电动三通阀(20);水蒸汽压缩机(21)组成,其特征在于:发动机(1)的进气口(1-1)通过管道输入燃料(2),组成发动机进气回路;发动机(1)的主动轴(1-2)通过发电机(3)以及输配电(4)带动电动机(5)旋转,组成发电机电力输出回路;发动机(1)的套缸冷却水进口(1-4)与套缸冷却水出口(1-5)通过管道连接套缸回热器(11)冷却水侧,组成套缸冷却回热回路;发动机(1)的排气口(1-3)通过烟气管道连接烟气回热器(12)气侧,组成烟气回热回路;电动机(5)带动压缩机(6)旋转,组成压缩机电力输入回路;压缩机(6)通过管道连接冷凝器(7)工质侧、干燥过滤器(8)、膨胀阀(9)、水源蒸发器(10)工质侧,组成水源热泵循环回路;过滤器(13)、循环泵(14)、止回阀(15)、冷凝器(7)水侧、套缸回热器(11)水侧、烟气回热器(12)水侧,组成循环加热回路。

2. 按照权利要求1所述的发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机,其特征在于:汽包(18)底部出口通过管道连接补水三通、过滤器(13)、循环泵(14)、止回阀(15)、冷凝器(7)水侧、套缸回热器(11)水侧、烟气回热器(12)水侧,组成补水循环加热回路;汽包(18)顶部出口通过管道连接汽汽引射器(19),组成水蒸汽热压缩回路。

3. 按照权利要求1所述的发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机,其特征在于:汽包(18)底部出口通过管道连接补水三通、过滤器(13)、循环泵(14)、止回阀(15)、冷凝器(7)水侧、套缸回热器(11)水侧、烟气回热器(12)水侧,组成补水循环加热回路;汽包(18)顶部出口通过管道连接水蒸汽压缩机(21),组成水蒸汽机械压缩回路。

4. 按照权利要求1所述的发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机,其特征在于:电动三通阀(20)通过管道连接过滤器(13)、循环泵(14)、止回阀(15)、冷凝器(7)水侧、套缸回热器(11)水侧、烟气回热器(12)水侧、电动三通阀(20),组成热水循环加热回路。

5. 按照权利要求1所述的发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机,其特征在于:发动机(1)为燃气驱动内燃发动机(1)、汽油驱动内燃发动机(1)、柴油驱动内燃发动机(1)、煤油驱动内燃发动机(1)、斯特林外燃发动机(1)、燃气驱动燃气轮发动机(1)、煤气驱动燃气轮发动机(1)。

## 发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机

### (一)技术领域

[0001] 本发明涉及一种发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机。

### (二)背景技术

[0002] 分布式能源系统为不宜建设集中式电站的地区,及输配电网的末端用户提供能源,有效降低电、热、冷的输送损失和输送系统投资,为用户提供高品质、高可靠的清洁能源服务。

[0003] 此外考虑输送损失以及最高蒸汽压力需求,蒸汽管网通常维持10bar以上压力。然而很多用热设备的实际蒸汽压力需求只有3-4bar,因此就会在设备端口设置减温、减压阀,以实现设备的实际压力需求,从而普遍浪费了蒸汽管网余压。

[0004] 现有水源热泵加热闪蒸和水蒸汽压缩机压缩,以制取水蒸汽的工艺流程为:热水流经蒸发器水侧,以使流入蒸发器工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机,并压缩成为高压过热气态热泵工质,而送入冷凝器工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,最后经膨胀阀节流而重新成为低压两相热泵工质,流入蒸发器工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环补水侧。当汽包底部出口的循环水经补水三通与补水混合后,流经过滤器、循环泵、止回阀、冷凝器水侧,而被冷凝热量加热升温后,经节流阀减压而在闪蒸罐内绝热闪蒸出二次蒸汽,最后二次蒸汽被闪蒸罐顶部设置的水蒸汽压缩机吸入并压缩成为所需压力的水蒸汽。

[0005] 然而该技术难以推广的原因为:

[0006] (1)水蒸汽压缩机单位吸气量的投资10倍于制冷压缩机;

[0007] (2)压差超过3-8bar时,水蒸汽压缩机的等熵效率大幅降低,导致耗电量增大;

[0008] (3)如果降低水蒸汽压缩机的压差,就需提高水源热泵的循环压比,从而又导致水源热泵耗电量增大;

[0009] (4)由于系统投资与耗电量增大,使其项目投资回收期超过7年以上,因此难以推广应用。

### (三)发明内容

[0010] 本发明目的是:充分利用发动机的燃料热能梯级驱动水源压缩式热泵、套缸回热器、烟气回热器加热循环水,以蒸馏出低压蒸汽,再利用蒸汽管网余压实现低压蒸汽的热压缩,以使蒸汽流量倍增。

[0011] 按照附图1所示的发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机,其由1-发动机;1-1-进气口;1-2-主动轴;1-3-排气口;1-4-套缸冷却水进口;1-5-套缸冷却水出口;2-燃料;3-发电机;4-输配电;5-电动机;6-压缩机;7-冷凝器;8-干燥过滤器;9-膨胀阀;10-水源蒸发器;11-套缸回热器;12-烟气回热器;13-过滤器;14-循环泵;15-止回阀;16-补水流量调节阀;17-液位控制器;18-汽包;19-汽引射器;20-电动三通阀;21-水蒸汽压缩机组成,其特

征在于：

[0012] 发动机1的进气口1-1通过管道输入燃料2,组成发动机进气回路；

[0013] 发动机1的主动轴1-2通过发电机3以及输配电4带动电动机5旋转,组成发电机电力输出回路；

[0014] 发动机1的套缸冷却水进口1-4与套缸冷却水出口1-5通过管道连接套缸回热器11冷却水侧,组成套缸冷却回热回路；

[0015] 发动机1的排气口1-3通过烟气管道连接烟气回热器12气侧,组成烟气回热回路；

[0016] 电动机5带动压缩机6旋转,组成压缩机电力输入回路；

[0017] 压缩机6通过管道连接冷凝器7工质侧、干燥过滤器8、膨胀阀9、水源蒸发器10工质侧,组成水源热泵循环回路；

[0018] 过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧,组成循环加热回路。

[0019] 汽包18底部出口通过管道连接补水三通、过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧,组成补水循环加热回路；汽包18顶部出口通过管道连接水汽引射器19,组成水蒸汽热压缩回路。

[0020] 汽包18底部出口通过管道连接补水三通、过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧,组成补水循环加热回路；汽包18顶部出口通过管道连接水蒸汽压缩机21,组成水蒸汽机械压缩回路。

[0021] 电动三通阀20通过管道连接过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧、电动三通阀20,组成热水循环加热回路。

[0022] 发动机1为燃气驱动内燃发动机1、汽油驱动内燃发动机1、柴油驱动内燃发动机1、煤油驱动内燃发动机1、斯特林外燃发动机1、燃气驱动燃气轮发动机1、煤气驱动燃气轮发动机1。

[0023] 本发明的工作原理结合附图1说明如下：

[0024] 1、燃料驱动发电机带动水源压缩式热泵制热：燃料2经进气口1-1输入发动机1并点燃后,驱动主动轴1-2带动发电机3低速旋转,再通过输配电4带动电动机5旋转,电动机5带动压缩机6旋转；热源水历经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温后排出；热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并经膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环水。循环水流经冷凝器7水侧,吸收另侧冷凝热量而第一次升温。

[0025] 2、套缸冷却水驱动套缸回热器11制热：发动机1的高温套缸冷却水由套缸冷却水出口1-5流经管道、套缸回热器11冷却水侧、套缸冷却水进口1-4组成的套缸冷却回热回路,以把流经套缸回热器11水侧的循环水加热升温后,再降温排出。

[0026] 3、烟气驱动烟气回热器12制热：发动机1的高温烟气由排气口1-3流经烟气管道、烟气回热器12气侧组成的烟气回热回路,以把流经烟气回热器12水侧的循环水加热升温后,再降温排出。

[0027] 4、热水加热循环：如附图2所示,热源水历经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸

发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并由膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环回水。循环回水流经过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧,以吸收另一侧冷凝热量而第一次升温,再流经套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧吸收另一侧套缸回热量、烟气回热量而分别第二次升温、第三次升温,以成为高温循环出水。

[0028] 5、热压缩水蒸汽调制循环:如附图1所示,热源水流经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并由膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环补水。汽包18底部出口的循环水经补水三通与补水混合后,循环补水流经过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧,以吸收另一侧冷凝热量而第一次升温,再流经套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧吸收另一侧套缸回热量、烟气回热量而分别第二次升温、第三次升温,以成为高温循环补水,而在汽包18内蒸馏出低压蒸汽,最后n份低压蒸汽在汽包18顶部设置的汽汽引射器19中,由流经其中的1份高压蒸汽引射之后扩压,以调制成为n+1份中压蒸汽。

[0029] 6、机械压缩水蒸汽调制循环:如附图3所示,热源水流经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并由膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环补水。汽包18底部出口的循环水经补水三通与补水混合后,循环补水流经过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧,以吸收另一侧冷凝热量而第一次升温,再流经套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧吸收另一侧套缸回热量、烟气回热量而分别第二次升温、第三次升温,以成为高温循环补水,而在汽包18内蒸馏出低压蒸汽,最后低压蒸汽在汽包18顶部设置的水蒸汽压缩机21中,被机械压缩成为中压蒸汽。

[0030] 因此与现有应用技术相比较,本发明特点如下:

[0031] (1)系统集成发电机、水源压缩式热泵、循环泵、汽包、汽汽引射器;

[0032] (2)利用发电机输出高品位电能驱动水源压缩式热泵,缩短投资回收期50%;

[0033] (3)利用热泵制热、套缸回热、烟气回热梯级加热循环补水,以提供蒸发热量,蒸馏出低压蒸汽;

[0034] (4)利用蒸汽管网余压实现低压蒸汽热压缩,节省水蒸汽压缩机的投资及压缩电费;

[0035] (5)实现1份高压蒸汽调制出n+1份中压蒸汽的蒸汽倍增功能;

[0036] (6)切换实现水蒸汽调制循环与热水加热循环;

[0037] (7)综合能源利用率提高一半,可达120%,实现1份燃料热值最高产生2.3份锅炉供热。

[0038] 因此与现有技术相比较,本发明技术优势如下:系统集成发电机、水源压缩式热泵、循环泵、汽包、汽汽引射器;利用发电机输出高品位电能驱动水源压缩式热泵,缩短投资回收期50%;利用热泵制热、套缸回热、烟气回热梯级加热循环补水,以提供蒸发热量,蒸馏出低压蒸汽;利用蒸汽管网余压热压缩低压蒸汽,节省水蒸汽压缩机的投资及压缩电费;实现1份高压蒸汽调制出n+1份中压蒸汽的蒸汽倍增功能;切换实现水蒸汽调制循环与热水加热循环;综合能源利用率提高一半,可达120%,实现1份燃料热值最高产生3份锅炉供热。

#### (四)附图说明

[0039] 附图1为本发明热压缩水蒸汽调制循环的系统流程图。

[0040] 附图2为本发明热水加热循环的系统流程图。

[0041] 附图3为本发明机械压缩水蒸汽调制循环的系统流程图。

[0042] 如附图1所示,其中:1-发动机;1-1-进气口;1-2-主动轴;1-3-排气口;1-4-套缸冷却水进口;1-5-套缸冷却水出口;2-燃料;3-发电机;4-输配电;5-电动机;6-压缩机;7-冷凝器;8-干燥过滤器;9-膨胀阀;10-水源蒸发器;11-套缸回热器;12-烟气回热器;13-过滤器;14-循环泵;15-止回阀;16-补水流量调节阀;17-液位控制器;18-汽包;19-汽汽引射器;20-电动三通阀;21-水蒸汽压缩机。

#### (五)具体实施方式

[0043] 本发明提出的发电机驱动水源压缩式热泵水蒸汽调制机实施例如附图1所示,现说明如下:

[0044] 输出轴功率1.20MW的发动机1;

[0045] 直径32mm的不锈钢进气口1-1;

[0046] 长度400mm、直径42mm的不锈钢主动轴1-2;

[0047] 直径32mm的不锈钢排气口1-3;

[0048] 直径15mm的不锈钢套缸冷却水进口1-4;

[0049] 直径15mm的不锈钢套缸冷却水出口1-5;

[0050] 热值8500kcal/Nm<sup>3</sup>的天然气燃料2;

[0051] 直径400mm、长度800mm、发电量1.10MW的发电机3;

[0052] 380V、50Hz的输配电4;

[0053] 直径300mm、长度600mm、功率1.00MW的电动机5;

[0054] 吸气量4860m<sup>3</sup>/h的压缩机6;

[0055] 冷凝加热量5253kW的管壳式冷凝器7;

[0056] 接口直径100mm/壁厚1mm的紫铜干燥过滤器8;

[0057] 接口直径200mm、厚度2mm的不锈钢孔板膨胀阀9;

[0058] 蒸发吸热量4105kW的水源蒸发器10;

[0059] 回热量420kW的套缸回热器11;

[0060] 回热量780kW的烟气回热器12;

[0061] 接口直径200mm/壁厚2.5mm的不锈钢过滤器13;

[0062] 接口直径200mm/扬程7mH<sub>2</sub>O/流量1131m<sup>3</sup>/h的循环泵14;

- [0063] 接口直径200mm/壁厚2.5mm的不锈钢止回阀15；
- [0064] 接口直径25mm、厚度1mm的不锈钢补水流量调节阀16；
- [0065] 接口直径15mm/壁厚1mm的不锈钢液位控制器17；
- [0066] 直径600mm/长度2m/壁厚6mm的不锈钢汽包18；
- [0067] 引射低压蒸汽流量9.2t/h、中压混合蒸汽流量11.2t/h的汽汽引射器19；
- [0068] 接口直径200mm/壁厚2.5mm的不锈钢电动三通阀20组成。
- [0069] 发动机1的进气口1-1通过管道输入燃料2,组成发动机进气回路；
- [0070] 发动机1的主动轴1-2通过发电机3以及输配电4带动电动机5旋转,组成发电机电力输出回路；
- [0071] 发动机1的套缸冷却水进口1-4与套缸冷却水出口1-5通过管道连接套缸回热器11冷却水侧,组成套缸冷却回热回路；
- [0072] 发动机1的排气口1-3通过烟气管道连接烟气回热器12气侧,组成烟气回热回路；
- [0073] 电动机5带动压缩机6旋转,组成压缩机电力输入回路；
- [0074] 压缩机6通过直径100mm/壁厚1mm的紫铜管连接冷凝器7工质侧、干燥过滤器8、膨胀阀9、水源蒸发器10工质侧,组成水源热泵循环回路；
- [0075] 过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧,组成循环加热回路。
- [0076] 汽包18底部出口通过管道连接补水三通、过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧,组成补水循环加热回路；
- [0077] 汽包18顶部出口通过直径200mm/壁厚2.5mm的不锈钢管连接汽汽引射器19,组成水蒸汽热压缩回路。
- [0078] 电动三通阀20通过管道连接过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧、套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧、电动三通阀20,组成热水循环加热回路。
- [0079] 发动机1为燃气驱动内燃发动机1。
- [0080] 1、燃料驱动发电机带动水源压缩式热泵制热:天然气燃料2经进气口1-1输入发动机1并点燃后,驱动主动轴1-2带动发电机3低速旋转,再通过输配电4带动电动机5旋转,电动机5带动压缩机6旋转;54℃热源水为饮料生产线上的清洗水,清洗水流经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收4105kW热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使清洗水放热、降温至44℃后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并经膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把5253kW冷凝热量释放给循环水。80℃循环水流经冷凝器7水侧,吸收另侧冷凝热量而第一次升温至84℃。
- [0081] 2、套缸冷却水驱动套缸回热器11制热:发动机1的95℃高温套缸冷却水由套缸冷却水出口1-5流经管道、套缸回热器11冷却水侧、套缸冷却水进口1-4组成的套缸冷却回热回路,以把流经套缸回热器11水侧的84℃循环水加热升温至84.33℃之后,再降温至87℃排出。
- [0082] 3、烟气驱动烟气回热器12制热:发动机1的420℃高温烟气由排气口1-3流经烟气管道、烟气回热器12气侧组成的烟气回热回路,以把流经烟气回热器12水侧的84.33℃循环

水加热升温至85℃之后,再降温至120℃排出。

[0083] 4、热水加热循环:流量354t/h、54℃热源水历经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温至44℃后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并由膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环回水。供热管网的80℃循环回水历经电动三通阀20、过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧,以吸收另侧5253kW冷凝热量而第一次升温至84℃,再流经套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧吸收另侧套缸回热量、烟气回热量而分别第二次升温至84.33℃、第三次升温至85℃,以成为高温循环出水,并流经电动三通阀20以向供热管网供热。

[0084] 5、热压缩水蒸汽调制循环:流量354t/h、54℃热源水历经水源蒸发器10水侧,以使流入水源蒸发器10工质侧的低压两相热泵工质吸收热量而蒸发成为低压过热气态热泵工质,并使热源水放热、降温至44℃后排出;热泵工质由吸气口吸入压缩机6,并压缩成为高压过热气态热泵工质,送入冷凝器7工质侧冷凝成为高压过冷液态热泵工质,流经干燥过滤器8并由膨胀阀9节流而成为低压两相热泵工质,重新流入水源蒸发器10工质侧以完成热泵循环,同时把冷凝热量释放给循环补水。汽包18底部出口的流量1122t/h、温度80℃循环水经补水三通与流量9.2t/h、温度20℃的补水混合后,循环补水流经电动三通阀20、过滤器13、循环泵14、止回阀15、冷凝器7水侧,以吸收另侧5253kW冷凝热量而第一次升温至84℃,再流经套缸回热器11水侧、烟气回热器12水侧分别吸收另侧套缸回热量、烟气回热量而第二次升温至84.33℃、第三次升温至85℃,以成为高温循环补水,流经电动三通阀20之后,而在汽包18内蒸馏出饱和温度80℃的低压蒸汽,最后流量9.2t/h的低压蒸汽在汽包18顶部设置的汽汽引射器19中,由流经其中的流量20t/h、绝压10bar高压蒸汽引射之后扩压,以调制成为流量29.2t/h、绝压4bar的中压蒸汽。



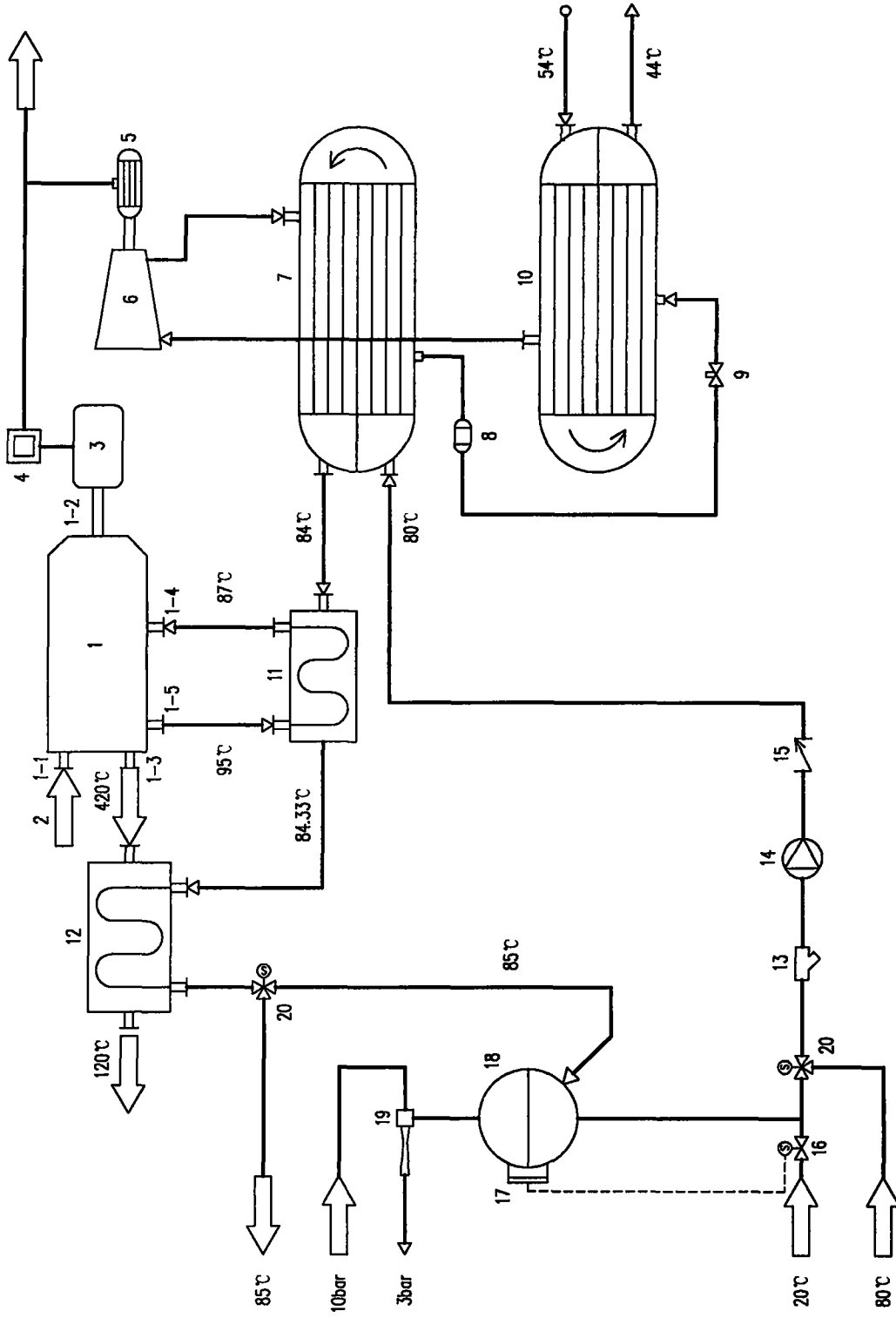


图1

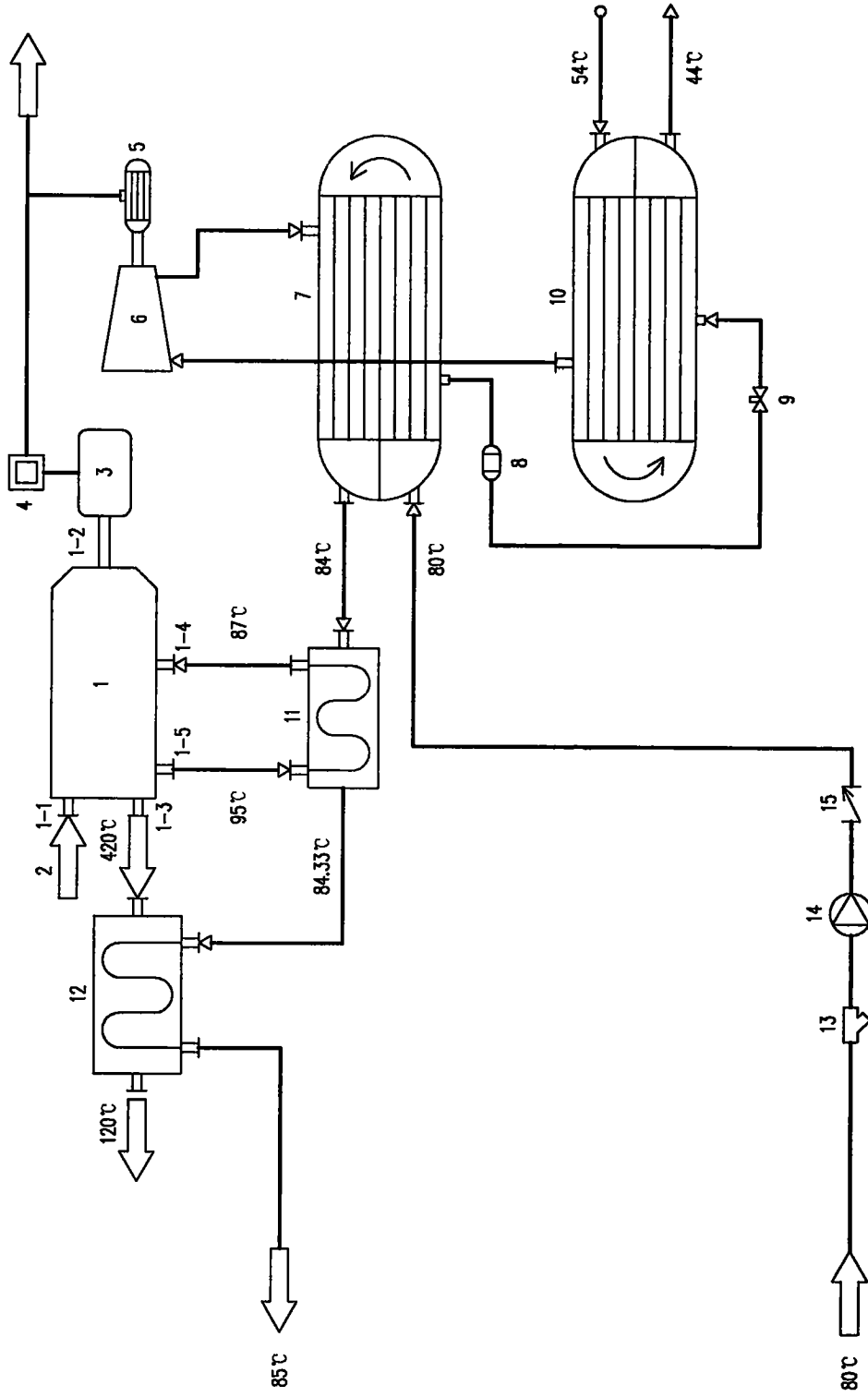


图2

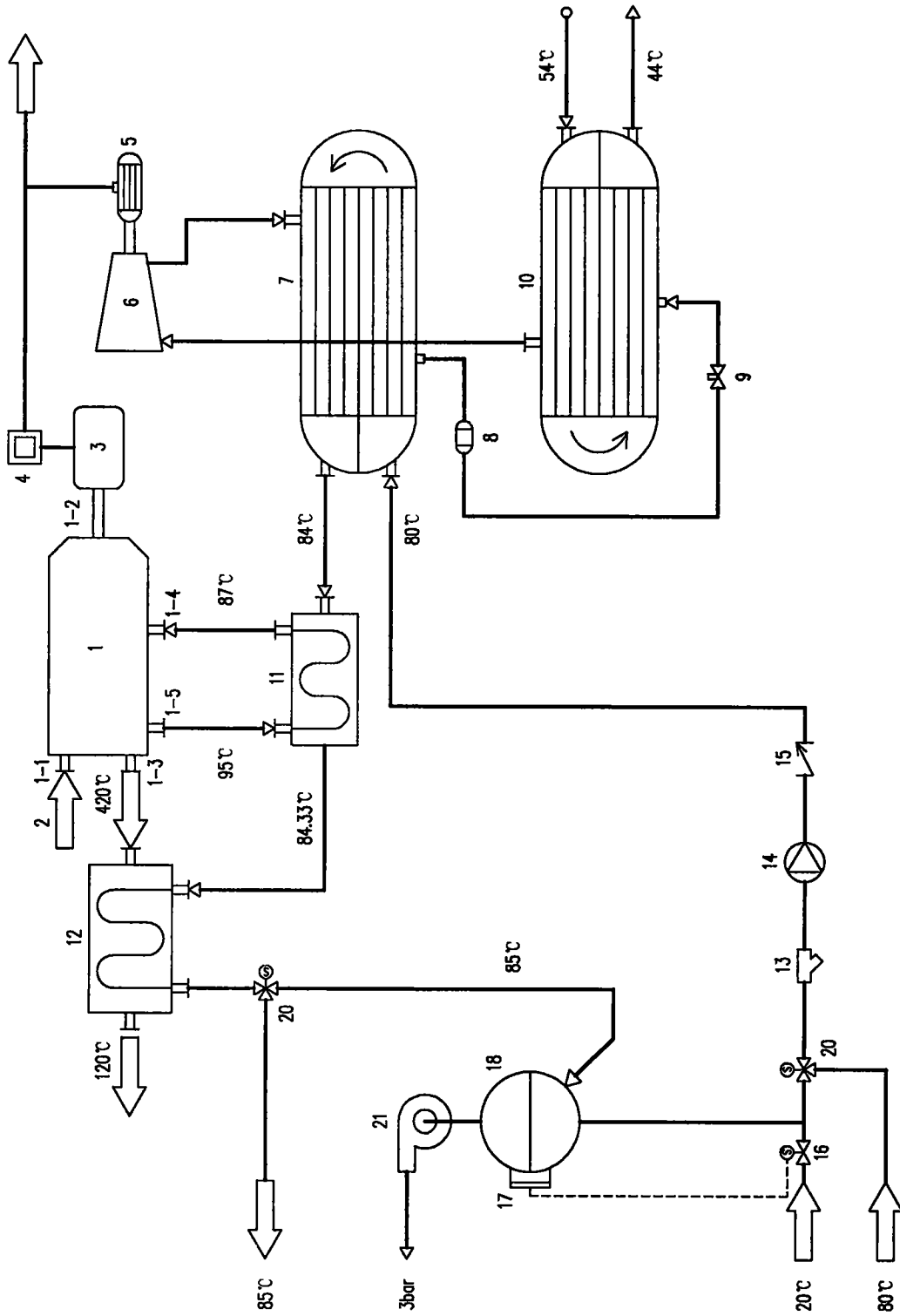


图3