



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108870372 B

(45) 授权公告日 2022. 01. 21

(21) 申请号 201810697204.3

F22D 11/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.06.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108870372 A

CN 207179624 U, 2018.04.03
CN 207179623 U, 2018.04.03
CN 205717153 U, 2016.11.23
CN 202188481 U, 2012.04.11

(43) 申请公布日 2018.11.23

(73) 专利权人 山东电力工程咨询院有限公司
地址 250014 山东省济南市历下区闵子骞路106号

王孟浩.《英国Drakelow C电站的超临界直流锅炉》.《锅炉技术》.1980,

审查员 郭晓明

(72) 发明人 曹洪振 祁金胜 李官鹏 蒋莉
王妮妮 李琳

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 李琳

(51) Int. Cl.

F22B 37/50 (2006.01)

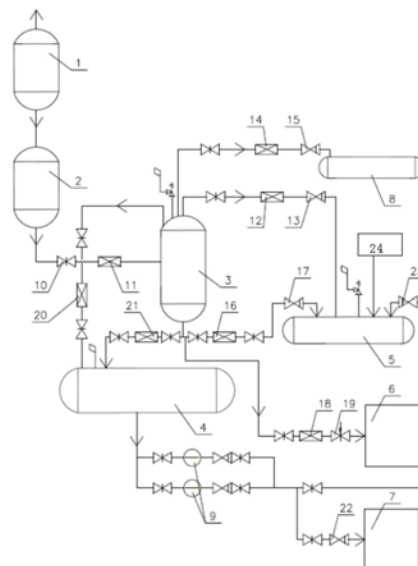
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统及方法,包括包括分离器、分离器贮水箱、高压疏水扩容器、低压疏水扩容器、除氧器、凝汽器、机组排水槽、其他蒸汽用户和启动疏水泵;分离器的疏水经过分离器贮水箱进入高压疏水扩容器;将高压疏水扩容器内的蒸汽输送至除氧器和其他蒸汽用户进行热量回收,将多余的蒸汽排放至低压疏水扩容器,通过排气管排向大气;当水质合格时,将疏水排放至除氧器进行热量回收,或者多余疏水排放至凝汽器,进行工质的回收;当水质不合格时,将疏水排放至低压疏水扩容器中,通过启动疏水泵排放至机组排水槽。



1. 一种基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统,其特征是,包括分离器、分离器贮水箱、高压疏水扩容器、低压疏水扩容器、除氧器、凝汽器、机组排水槽、其他蒸汽用户和启动疏水泵;

所述分离器的疏水经过分离器贮水箱进入高压疏水扩容器;

所述高压疏水扩容器的三个蒸汽出口分别通过管道与除氧器、其他蒸汽用户和低压疏水扩容器连接,将高压疏水扩容器内的蒸汽输送至除氧器和其他蒸汽用户进行热量回收,将多余的蒸汽排放至低压疏水扩容器,通过排气管排向大气;

所述高压疏水扩容器的三个疏水出口分别通过管道与除氧器、凝汽器和低压疏水扩容器连接,当水质合格时,根据情况将疏水排放至除氧器进行热量回收,或者将疏水排放至凝汽器进行工质的回收;当水质不合格时,将疏水排放至低压疏水扩容器中,通过启动疏水泵排放至机组排水槽;

所述高压疏水扩容器的蒸汽出口一与除氧器连接的管道上设置有调节阀一,通过调节阀一控制进入除氧器的蒸汽流量;

所述高压疏水扩容器的蒸汽出口二与其他蒸汽用户连接的管道上设置有调节阀二,通过调节阀二控制进入其他蒸汽用户的蒸汽流量;

所述高压疏水扩容器的蒸汽出口三与低压疏水扩容器连接的管道上设置有调节阀三;

在调节阀一和调节阀二调整到位后,若高压疏水扩容器内的压力继续升高接近安全阀起跳压力,则通过调节阀三将高压疏水扩容器内多余蒸汽排放至低压疏水扩容器,进入低压疏水扩容器的蒸汽通过排气管排向大气;

所述高压疏水扩容器的疏水出口一与除氧器连接的管道上设置有调节阀四,通过调节阀四将高压疏水扩容器内疏水输送至除氧器;

所述高压疏水扩容器的疏水出口二与凝汽器连接的管道上设置有调节阀五,通过调节阀五将高压疏水扩容器多余的疏水排放至凝汽器;

所述高压疏水扩容器的疏水出口三与低压疏水扩容器连接的管道上设置有调节阀六,当水质较差,关闭调节阀四和调节阀五,打开调节阀六,将高压疏水扩容器内疏水全部排放至低压疏水扩容器中,并通过启动疏水泵排放至机组排水槽;

所述低压疏水扩容器通过启动疏水泵分别与机组排水槽和除氧器连接;启动疏水泵与机组排水槽连接的管道上设置有止回阀三,启动疏水泵与除氧器连接的管道上设置有止回阀四;

低压疏水扩容器的水位通过启动疏水泵进行排放,当水质合格时,低压疏水扩容器的疏水经启动疏水泵、止回阀四至除氧器;当水质不合格时,低压疏水扩容器的疏水经启动疏水泵、止回阀三至机组排水槽。

2. 根据权利要求1所述的基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统,其特征是,所述分离器贮水箱与高压疏水扩容器连接的管道上依次设置有关断阀和水位调节阀。

3. 根据权利要求1所述的基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统,其特征是,所述高压疏水扩容器的蒸汽出口一与除氧器连接的管道上、所述高压疏水扩容器的蒸汽出口二与其他蒸汽用户连接的管道上和所述高压疏水扩容器的蒸汽出口三与低压疏水扩容器连接的管道上还分别设置有关断阀。

4. 根据权利要求1所述的基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统,其特征是,所

述调节阀四和调节阀六的两侧分别设有关断阀,所述调节阀五的一侧设置有关断阀,另一侧设置有真空关断阀。

5. 根据权利要求1所述的基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统,其特征是,所述高压疏水扩容器的蒸汽出口一与除氧器连接的管道上、所述高压疏水扩容器的蒸汽出口二与其他蒸汽用户连接的管道上、启动疏水泵与机组排水槽连接的管道上以及启动疏水泵与除氧器连接的管道上还分别设置有止回阀。

6. 一种如权利要求1-5中任一项所述的基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统的工作方法,其特征是,包括以下步骤:

分离器的疏水经分离器贮水箱流至高压疏水扩容器;

当高压疏水扩容器中产生的蒸汽量少于除氧器的蒸汽需求量时,保持调节阀一全开,如果高压疏水扩容器中的压力高于除氧器内的压力,高压疏水扩容器中产生的蒸汽进入除氧器,给除氧器内的给水加热,实现热量回收;

当高压疏水扩容器中产生的蒸汽量高于除氧器的蒸汽需求量且小于除氧器的蒸汽需求量与其它蒸汽用户的蒸汽需求量之和时,逐渐开启调节阀二,将多余的蒸汽引至其他蒸汽用户,逐渐打开调节阀四,通过高压疏水扩容器中的压力将部分疏水排放至除氧器进行热量回收;

当高压疏水扩容器中产生的蒸汽量高于除氧器的蒸汽需求量与其它蒸汽用户的蒸汽需求量之和时,逐渐开启调节阀三,将多余的蒸汽引至低压疏水扩容器,通过排气管排向大气;

同时,通过调节阀五控制高压疏水扩容器中的水位,将疏水回收至凝汽器,实现工质的回收。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征是,当水质不合格时,疏水经过调节阀六进入低压疏水扩容器,经启动疏水泵、止回阀四排放至机组排水槽,对锅炉进行清洗;当水质合格时,对疏水进行回收,关闭调节阀六,打开调节阀五,将疏水排入凝汽器。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征是,当机组达到直流负荷以上时,较少疏水排放至高压疏水扩容器,将调节阀一支路、调节阀二支路、调节阀四支路、调节阀五支路全部关闭,所有的疏水通过启动疏水泵排放至除氧器,进行部分工质和热量的回收;或者将调节阀一支路、调节阀二支路、调节阀四支路、调节阀六支路全部关闭,疏水全部回收至凝汽器,则回收全部工质而不再回收热量。

基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种直流炉疏水回收系统,具体涉及一种基于高低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统及方法。

背景技术

[0002] 目前超临界和超超临界机组已经称为我国火力发电厂的主力机组。由于直流炉没有汽包和自然循环回路,从点火开始就需要保持约30%额定蒸发量的给水流量,以保证水冷壁的最低流速,而锅炉在约30%额定负荷工况下才进入直流负荷,因此在进入直流负荷之前,锅炉有大量的工质和热量通过启动分离器及启动分离器贮水箱排放。目前常见的启动系统如下:

[0003] 简单大气扩容式启动系统、复合大气扩容式启动系统、启动疏水热交换器启动系统、再循环泵启动系统、凝汽器式启动系统。

[0004] 简单大气扩容式启动系统:锅炉启动过程中,启动分离器排出的疏水经大气式扩容器扩容后饱和蒸汽排入大气,饱和疏水进入疏水箱,水质不合格时通过输送泵排至循环水回水,水质合格时通过输送泵排至凝汽器。该启动系统初期投资较低,但分离后的蒸汽排入大气,工质和热量的损失较大。

[0005] 复合大气扩容式启动系统:锅炉启动过程中,启动分离器中的疏水一部分经大气式扩容器扩容后饱和蒸汽排入大气,饱和疏水进入疏水箱,水质合格时通过输送泵排至凝汽器。启动分离器中的另一部分疏水减压后输入除氧器回收工质和热量。由于分离器出口压力在进入直流负荷前已超过8MPa(g),而除氧器的设计压力1.2MPa(g),启动疏水在进入除氧器时,由于压力骤降会产生巨大动能冲击并损害除氧器内元件,且伴随有近100dB(A)的蒸汽水下喷射噪声,回收工质存在潜在危险。虽然目前已有加装消声消能的相关研究实验,但噪声仍然在80dB(A)左右。且除氧器回收能力有限,很大部分的工质回收还是通过大气式扩容器,所以在启动过程中将损失部分工质和大部分热量。

[0006] 启动疏水热交换器启动系统:锅炉启动过程中,启动分离器产生的疏水当水质不合格时,经锅炉本体疏水扩容器排汽降压后排给水工专业,当水质合格时,疏水通过省煤器入口的启动疏水热交换器与锅炉给水进行换热,回收热量,提高给水温度。而降温降压后的疏水可以相对安全地排入除氧器,当超过除氧器的接纳量或事故工况,经喷水减温后排入凝汽器。启动疏水的热量得到梯级利用,不损失工质和热量,但投资高,系统结构复杂。

[0007] 再循环泵启动系统:根据再循环泵与给水泵的联接方式,又可分为串联式和并联式。再循环泵流量一部分来自给水的称为串联式启动系统,再循环泵流量全部来自启动分离器的称为并联式启动系统。锅炉启动过程中,汽水分离器所产生的疏水,当水质不合格时,经锅炉本体疏水扩容器排汽降压后排给水工专业,当水质合格时,疏水经再循环泵重新进入省煤器入口。该系统具有启动时间短,不损失工质和热量等优点,但是系统复杂,投资高,检修维护费用高。再循环泵内存在汽蚀危险,要设置专用管路提高疏水过冷度。

[0008] 凝汽器式启动系统:启动分离器所产生的疏水,当水质不合格时,经锅炉本体疏水

扩容器排汽降压后排给水工专业,当水质合格时,疏水经减温减压后全部排入凝汽器,事故工况排入水工循环水回水。该启动系统在启动过程中不损失工质,但损失大部分热量。疏水处理不当往往会引起凝汽器内原热平衡的破坏,导致背压升高,影响机组出力,还会引起冲击、振动、冷凝管破损、壳体开列等问题。

[0009] 综上所述,现有技术中对于简单大气扩容式启动系统存在使分离后的蒸汽排入大气,工质和热量的损失较大,复合大气扩容式启动系统在启动过程中将损失部分工质和大部分热量,启动疏水热交换器启动系统投资高,系统结构复杂,再循环泵启动系统系统复杂,投资高,检修维护费用高,再循环泵内存在汽蚀危险,要设置专用管路提高疏水过冷度,凝汽器式启动系统在启动过程中不损失工质,但损失大部分热量,疏水处理不当往往会引起凝汽器内原热平衡的破坏,导致背压升高,影响机组出力,还会引起冲击、振动、冷凝管破损、壳体开列等问题,尚缺乏有效的解决方案。

发明内容

[0010] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种基于高低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统及方法,采用高压疏水扩容器以及低压疏水扩容器,能够回收机组启动期间和正常运行过程中的疏水和热量,缩短锅炉的启动时间、节约水资源、节省启动过程中的燃料消耗量。

[0011] 本发明所采用的技术方案是:

[0012] 本发明第一目的是提供了一种基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统,该系统包括分离器、分离器贮水箱、高压疏水扩容器、低压疏水扩容器、除氧器、凝汽器、机组排水槽、其他蒸汽用户和启动疏水泵;

[0013] 所述分离器的疏水经过分离器贮水箱进入高压疏水扩容器;

[0014] 所述高压疏水扩容器的三个蒸汽出口分别通过管道与除氧器、其他蒸汽用户和低压疏水扩容器连接,将高压疏水扩容器内的蒸汽输送至除氧器和其他蒸汽用户进行热量回收,将多余的蒸汽排放至低压疏水扩容器,通过排气管排向大气;

[0015] 所述高压疏水扩容器的三个疏水出口分别通过管道与除氧器、凝汽器和低压疏水扩容器连接,当水质合格时,根据情况将疏水排放至除氧器进行热量回收,或者将疏水排放至凝汽器进行工质的回收;当水质不合格时,将疏水排放至低压疏水扩容器中,通过启动疏水泵排放至机组排水槽。

[0016] 进一步的,所述分离器贮水箱与高压疏水扩容器连接的管道上依次设置有关断阀和水位调节阀。

[0017] 进一步的,所述高压疏水扩容器的蒸汽出口一与除氧器连接的管道上设置有调节阀一,通过调节阀一控制进入除氧器的蒸汽流量;

[0018] 所述高压疏水扩容器的蒸汽出口二与其他蒸汽用户连接的管道上设置有调节阀二,通过调节阀二控制进入其他蒸汽用户的蒸汽流量;

[0019] 所述高压疏水扩容器的蒸汽出口三与低压疏水扩容器连接的管道上设置有调节阀三;

[0020] 在调节阀一和调节阀二调整到位后,若高压疏水扩容器内的压力继续升高接近安全阀起跳压力,则通过调节阀三将高压疏水扩容器内多余蒸汽排放至低压疏水扩容器,进

入低压疏水扩容器的蒸汽通过排气管排向大气。

[0021] 进一步的,所述高压疏水扩容器的蒸汽出口一与除氧器连接的管道上、所述高压疏水扩容器的蒸汽出口二与其他蒸汽用户连接的管道上和所述高压疏水扩容器的蒸汽出口三与低压疏水扩容器连接的管道上还分别设置有关断阀。

[0022] 进一步的,所述高压疏水扩容器的疏水出口一与除氧器连接的管道上设置有调节阀四,通过调节阀四将高压疏水扩容器内疏水输送至除氧器;

[0023] 所述高压疏水扩容器的疏水出口二与凝汽器连接的管道上设置有调节阀五,通过调节阀五将高压疏水扩容器多余的疏水排放至凝汽器;

[0024] 所述高压疏水扩容器的疏水出口三与低压疏水扩容器连接的管道上设置有调节阀六,当水质较差,关闭调节阀四和调节阀五,打开调节阀六,将高压疏水扩容器内疏水全部排放至低压疏水扩容器中,并通过启动疏水泵排放至机组排水槽。

[0025] 进一步的,所述调节阀四和调节阀六的两侧分别设有关断阀,所述调节阀五的一侧设置有关断阀,另一侧设置有真空关断阀。

[0026] 进一步的,所述高压疏水扩容器的蒸汽出口一与除氧器连接的管道上、所述高压疏水扩容器的蒸汽出口二与其他蒸汽用户连接的管道上、启动疏水泵与机组排水槽连接的管道上以及启动疏水泵与除氧器连接的管道上还分别设置有止回阀。

[0027] 本发明的第二目的是提供了一种如上所述的基于高低压疏水扩容器的直流炉疏水回收系统的工作方法,该方法包括以下步骤:

[0028] 分离器的疏水经分离器贮水箱流至高压疏水扩容器;

[0029] 当高压疏水扩容器中产生的蒸汽量少于除氧器的蒸汽需求量时,保持调节阀一全开,如果高压疏水扩容器中的压力高于除氧器内的压力,高压疏水扩容器中产生的蒸汽进入除氧器,给除氧器内的给水加热,实现热量回收;

[0030] 当高压疏水扩容器中产生的蒸汽量高于除氧器的蒸汽需求量且小于除氧器的蒸汽需求量与其它蒸汽用户的蒸汽需求量之和时,逐渐开启调节阀二,将多余的蒸汽引至其他蒸汽用户;

[0031] 当高压疏水扩容器中产生的蒸汽量高于除氧器的蒸汽需求量与其它蒸汽用户的蒸汽需求量之和时,逐渐开启调节阀三,将多余的蒸汽引至低压疏水扩容器,通过排气管排向大气;

[0032] 同时,通过调节阀五控制高压疏水扩容器中的水位,将疏水回收至凝汽器,实现工质的回收。

[0033] 进一步的,当水质不合格时,疏水经过调节阀六进入低压疏水扩容器,经启动疏水泵、止回阀四排放至机组排水槽,对锅炉进行清洗;当水质合格时,对疏水进行回收,关闭调节阀六,打开调节阀五,将疏水排入凝汽器。

[0034] 进一步的,当机组达到直流负荷以上时,较少疏水排放至高压疏水扩容器,将调节阀一支路、调节阀二支路、调节阀四支路、调节阀五支路全部关闭,所有的疏水通过启动疏水泵排放至除氧器,进行部分工质和热量的回收;或者;

[0035] 将调节阀一支路、调节阀二支路、调节阀四支路、调节阀六支路全部关闭,疏水全部回收至凝汽器,则回收全部工质而不再回收热量。

[0036] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0037] (1) 本发明利用高压疏水扩容器将疏水和蒸汽分离,通过调节阀控制将蒸汽排放至除氧器进行热量回收,通过调节阀控制将疏水排放至凝汽器中进行工质回收,大大减小在启动过程中工质和热量的损失,实现回收工质和热量的同时,既不影响机组运行的安全性和经济性,也不增加太多的初投资和运行维护成本;

[0038] (2) 本发明在直流炉无启动循环泵的情况下,既满足机组启动期间冷态清洗和热态清洗过程中水质不合格时大量疏水排放掉以加快机组清洗速度的要求,也满足在水质合格时对工质和热量最大限度的回收;

[0039] (3) 如果蒸汽用户需求量大,则在水质合格时可以实现工质的全部回收以及大部分热量的回收,从而减少了启动期间的机组补水量以及燃料消耗量,并减少启动锅炉的容量配置,本发明整体系统结构简单,节省投资和占地。

附图说明

[0040] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0041] 图1是简单大气扩容式启动系统结构图;

[0042] 图2是复合大气扩容式启动系统结构图;

[0043] 图3是启动疏水热交换器启动系统结构图;

[0044] 图4(a)和图4(b)是再循环泵启动系统结构图;

[0045] 图5是凝汽器式启动系统结构图;

[0046] 图6是本发明提出的基于高低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统结构图;

[0047] 其中,1、分离器,2、分离器贮水箱,3、高压疏水扩容器,4、低压疏水扩容器,5、除氧器,6、凝汽器,7、机组排水槽,8、其他蒸汽用户,9、启动疏水泵,10、关断阀,11、水位调节阀,12、调节阀一,13、止回阀,14、调节阀二,15、止回阀二,16、调节阀四,17、止回阀三,18、调节阀五,19、真空关断阀,20、调节阀三,21、调节阀六,22、止回阀三,23、止回阀四,24、辅助蒸汽系统。

具体实施方式

[0048] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0049] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0050] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0051] 正如背景技术所介绍的,如图1所示为简单大气扩容式启动系统,锅炉启动过程中,启动分离器排出的疏水经大气式扩容器扩容后饱和蒸汽排入大气,饱和疏水进入疏水箱,水质不合格时通过输送泵排至循环水回水,水质合格时通过输送泵排至凝汽器。该启动

系统初期投资较低,但分离后的蒸汽排入大气,工质和热量的损失较大。

[0052] 如图2所示为复合大气扩容式启动系统,锅炉启动过程中,启动分离器中的疏水一部分经大气式扩容器扩容后饱和蒸汽排入大气,饱和疏水进入疏水箱,水质合格时通过输送泵排至凝汽器。启动分离器中的另一部分疏水减压后输入除氧器回收工质和热量。由于分离器出口压力在进入直流负荷前已超过8MPa(g),而除氧器的设计压力1.2MPa(g),启动疏水在进入除氧器时,由于压力骤降会产生巨大动能冲击并损害除氧器内元件,且伴随有近100dB(A)的蒸汽水下喷射噪声,回收工质存在潜在危险。虽然目前已有加装消声消能的相关研究实验,但噪声仍然在80dB(A)左右。且除氧器回收能力有限,很大部分的工质回收还是通过大气式扩容器,所以在启动过程中将损失部分工质和大部分热量。

[0053] 如图3所示为启动疏水热交换器启动系统,锅炉启动过程中,启动分离器产生的疏水当水质不合格时,经锅炉本体疏水扩容器排汽降压后排给水工专业,当水质合格时,疏水通过省煤器入口的启动疏水热交换器与锅炉给水进行换热,回收热量,提高给水温度。而降温降压后的疏水可以相对安全地排入除氧器,当超过除氧器的接纳量或事故工况,经喷水减温后排入凝汽器。启动疏水的热量得到梯级利用,不损失工质和热量,但投资高,系统结构复杂。

[0054] 如图4(a)和图4(b)所示为再循环泵启动系统,根据再循环泵与给水泵的联接方式,又可分为串联式和并联式。再循环泵流量一部分来自给水的称为串联式启动系统,再循环泵流量全部来自启动分离器的称为并联式启动系统。锅炉启动过程中,汽水分离器所产生的疏水,当水质不合格时,经锅炉本体疏水扩容器排汽降压后排给水工专业,当水质合格时,疏水经再循环泵重新进入省煤器入口。该系统具有启动时间短,不损失工质和热量等优点,但是系统复杂,投资高,检修维护费用高。再循环泵内存在汽蚀危险,要设置专用管路提高疏水过冷度。

[0055] 如图5所示为凝汽器式启动系统,启动分离器所产生的疏水,当水质不合格时,经锅炉本体疏水扩容器排汽降压后排给水工专业,当水质合格时,疏水经减温减压后全部排入凝汽器,事故工况排入水工循环水回水。该启动系统在启动过程中不损失工质,但损失大部分热量。疏水处理不当往往会引起凝汽器内原热平衡的破坏,导致背压升高,影响机组出力,还会引起冲击、振动、冷凝管破损、壳体开裂等问题。

[0056] 由于目前的启动系统在实际运行中存在上述问题,因此,为了实现回收工质和热量的同时,既不影响机组运行的安全性和经济性,也不增加太多的初投资和运行维护成本的目的,本发明提出了一种可缩短锅炉启动时间、节约水资源、节省燃料、减少运行维护成本的无启动循环泵直流炉疏水回收系统及方法。

[0057] 实施例1:

[0058] 本申请的一种典型的实施方式中,如图1所示,提供了一种基于高低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统,该系统包括分离器1、分离器贮水箱2、高压疏水扩容器3、低压疏水扩容器4、除氧器5、凝汽器6、机组排水槽7和其他蒸汽用户8;所述高压疏水扩容器3和低压疏水扩容器4均为疏水扩容器和水箱的整体结构。

[0059] 所述分离器1与分离器贮水箱2连接,所述分离器贮水箱2与高压疏水扩容器3连接,高压疏水扩容器3的压力介于启动分离器1压力和除氧器5压力之间,略高于除氧器5的压力,其运行压力根据除氧器5和其他蒸汽用户8的压力来进行调整;低压疏水扩容器4的

压力介于高压疏水扩容器3和大气压力之间,略高于大气压力,属于大气式扩容器。

[0060] 分离器贮水箱2与高压疏水扩容器3连接的管道上设置有关断阀10和水位调节阀11,锅炉启动分离器贮水箱的高温高压来水进入高压疏水扩容器3。

[0061] 高压疏水扩容器3有三个蒸汽出口,高压疏水扩容器3的蒸汽出口一通过管道与除氧器5连接,高压疏水扩容器3的蒸汽出口一与除氧器5连接的管道上依次设置有关断阀、调节阀一12和止回阀一13;高压疏水扩容器3的蒸汽出口二通过管道与其他蒸汽用户8连接,高压疏水扩容器3的蒸汽出口二与其他蒸汽用户8连接的管道上依次设置有关断阀、调节阀二14和止回阀二15;高压疏水扩容器3的蒸汽出口三通过管道与低压疏水扩容器4连接,高压疏水扩容器3的蒸汽出口三与低压疏水扩容器4连接的管道上依次设置有调节阀三20和位于有调节阀三20两侧的关断阀。

[0062] 高压疏水扩容器3的设计压力约1.2MPa~1.4MPa,通过合理设置安全阀的整定压力来确保其不超压。高压疏水扩容器3的压力由调节阀一12、调节阀二14和调节阀三20共同控制,其中调节阀一12主要控制进入除氧器5的蒸汽流量,调节阀二14主要控制进入其他蒸汽用户8的蒸汽流量,在调节阀一12和调节阀二14调整到位后,如果高压疏水扩容器3内的压力继续升高接近安全阀起跳压力,则通过调节阀三20将系统无法消耗的多余蒸汽排放至低压疏水扩容器4,从而保证高压疏水扩容器3内的压力不达到安全阀起跳压力。

[0063] 高压疏水扩容器3有三个疏水出口,高压疏水扩容器3的疏水出口一通过管道与除氧器连接,高压疏水扩容器3的疏水出口一与除氧器连接的管道上设置有调节阀四16、两个位于调节阀四两侧的关断阀和止回阀三17,所述除氧器还连接有辅助蒸汽系统;高压疏水扩容器3的疏水出口二通过管道与凝汽器连接,高压疏水扩容器3的疏水出口二与凝汽器连接的管道上设置有关断阀、调节阀五18和真空关断阀19;高压疏水扩容器3的疏水出口三通过管道与低压疏水扩容器4连接,高压疏水扩容器3的疏水出口三与低压疏水扩容器4连接的管道上设置有调节阀六21和两个位于调节阀六两侧的关断阀,所述低压疏水扩容器4还通过启动疏水泵9分别与机组排水槽7和除氧器5连接,启动疏水泵9与机组排水槽7连接的管道上设置有止回阀三22,启动疏水泵9与除氧器5连接的管道上设置有止回阀四23。

[0064] 高压疏水扩容器3的水位由调节阀四16、调节阀五18和调节阀六21共同控制。当除氧器5仅通过调节阀一12进汽不能满足除氧器5的升温要求时,高压疏水扩容器3的水位如果升高到设定的数值,则开启调节阀四16前后的关断阀,并逐渐开大调节阀四16向除氧器5疏水,如果水温仍不能达到要求,则需要辅助蒸汽系统24向除氧器5提供加热蒸汽。调节阀四16调整完毕后,通过调节阀五18支路将多余的疏水排放至凝汽器6。当水质较差,需要开始排放时,则需要关闭调节阀四16支路和调节阀五18支路,打开调节阀六21支路,将疏水全部排放至低压疏水扩容器4中,并通过启动疏水泵9排放至机组排水槽7。

[0065] 低压疏水扩容器4接收来自高压疏水扩容器3的蒸汽和疏水,如果有扩容出来的蒸汽,则通过排汽管道排放至大气,低压疏水扩容器4的水位通过启动疏水泵9进行排放,当水质合格时,排放至除氧器5,水质不合格时排放至机组排水槽7。

[0066] 本发明实施例提出了一种基于高压疏水扩容器和低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统,在直流炉无启动循环泵的情况下,既满足机组启动期间冷态清洗和热态清洗过程中水质不合格时大量疏水排放掉以加快机组清洗速度的要求,也满足在水质合格时对工质和热量最大限度的回收;如果蒸汽用户需求量大,则在水质合格时可

以实现工质的全部回收以及大部分热量的回收,从而减少了启动期间的机组补水量以及燃料消耗量,并减少启动锅炉的容量配置,节省投资和占地。

[0067] 如图6所示,本发明实施例提出的基于高压疏水扩容器和低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统使用时,分离器1的疏水经分离器贮水箱2、贮水箱出口的关断阀10、贮水箱的水位调节阀11至高压疏水扩容器3;高压疏水扩容器3的蒸汽经调节阀一12和止回阀一13至除氧器5;高压疏水扩容器3的蒸汽经调节阀二14和止回阀二15至其他蒸汽用户8;高压疏水扩容器3的蒸汽经调节阀三20至低压疏水扩容器4;高压疏水扩容器3的疏水经调节阀四16和止回阀三17至除氧器5;高压疏水扩容器3的疏水经调节阀六21至低压疏水扩容器4;高压疏水扩容器3的疏水经调节阀五18和真空关断阀19至凝汽器6;低压疏水扩容器4的疏水经启动疏水泵9、止回阀四23至除氧器5;低压疏水扩容器4的疏水经启动疏水泵9、止回阀三22至机组排水槽7。

[0068] 实施例2:

[0069] 以机组冷态启动为例,对实施例1提出的基于高压疏水扩容器和低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统的运行方式进行详细说明如下:

[0070] 在机组启动初期,点火前,需要进行冷态清洗,上水完成后,锅炉进行冷态清洗,给水经省煤器、炉膛水冷壁、水冷壁出口混合集箱、分离器1和分离器贮水箱2,再经疏水的水位调节阀11排至高压疏水扩容器3,如果分离器贮水箱出口水中含铁量大于 $1000\mu\text{g}/\text{L}$,疏水经过调节阀六21进入低压疏水扩容器4,经启动疏水泵9、止回阀四22排放至机组排水槽7,当水中含铁量小于 $1000\mu\text{g}/\text{L}$ 时,对疏水进行回收,关闭调节阀六21支路,打开调节阀五18支路,将疏水经调节阀五18和真空关断阀19排入凝汽器6。冷态循环清洗进行到分离器贮水箱出口水中含铁量小于 $200\mu\text{g}/\text{L}$ 时结束。

[0071] 冷态清洗结束后,给水泵流量提升至30%BMCR建立水循环,在作好各项准备工作后,锅炉点火。进入分离器1的水逐渐由过冷水转变为饱和水,温度和压力逐渐升高,在经过短暂的汽水膨胀阶段后,继续按照冷态启动曲线升温升压,其间逐渐有蒸汽从分离器1中进入过热器,同时进入分离器贮水箱2中的饱和水相应的逐渐减少,直至主蒸汽流量达到30%BMCR左右,压力在11MPa左右时,机组转为直流运行模式,进入分离器1中的全部为蒸汽,而不再有疏水进入分离器贮水箱2。其间根据水质情况,在分离器1入口温度 190°C 左右时,还需要进行热态清洗,在达到直流负荷前汽轮机冲转和并网等程序也已经完成,因与疏水回收关系不大,此处不再详述。

[0072] 分析此过程可以看出,进入高压疏水扩容器3的饱和水温度和压力逐渐升高,流量逐渐减少,即进入高压疏水扩容器3中的热量将经历一个先升高再降低的过程,高压疏水扩容器3中产生的蒸汽量先逐渐升高,再逐渐降低至零,高压疏水扩容器3中产生的疏水则逐渐降低至零。根据某机组的启动曲线和热平衡图进行经过初步估算后发现,高压疏水扩容器3中的蒸汽产量在峰值时高于除氧器5加热需要的蒸汽量和其它蒸汽用户需要的蒸汽量,在点火启动初期和进入直流负荷前的一段时间内,高压疏水扩容器3中产生的蒸汽量不能满足除氧器5的加热需求。据此,对整个基于高压疏水扩容器和低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统在启动和正常运行中的运行方式详细说明如下:

[0073] 假定在启动前,如图6所示的基于高压疏水扩容器和低压疏水扩容器的无启动循环泵直流炉疏水回收系统中除了分离器贮水箱的疏水关断阀10和分离器贮水箱的水位调

节阀11开启外,其它的阀门全部关闭。

[0074] 1、当高压疏水扩容器3中产生的蒸汽量少于除氧器5的蒸汽需求量时调节阀一12保持全开;如果此时高压疏水扩容器3中的压力低于除氧器5内的压力,则高压疏水扩容器3处于“憋压”状态,无蒸汽输出,此时除氧器5的加热全部依靠其它的辅助蒸汽系统24的汽源。

[0075] 如果此时疏水的水质不好,打开调节阀六21,通过调节阀六21调整高压疏水扩容器3中的水位,疏水通过调节阀六21支路进入低压疏水扩容器4,疏水经过扩容后,蒸汽排放到大气中,疏水通过启动疏水泵9排放至机组排水槽7,加快锅炉的清洗。此时不具备回收工质和热量的条件。如果水质较好,则关闭调节阀六21支路,开启调节阀五18支路,将疏水回收至凝汽器6,在不消耗电能的情况下实现工质的回收。

[0076] 如果此时高压疏水扩容器3中的压力高于除氧器内的压力,则高压疏水扩容器3产生的蒸汽可以进入除氧器5,开始实现热量的回收。除氧器5内的给水加热由高压疏水扩容器3产生的蒸汽和其它的辅助蒸汽系统24的汽源共同完成。此时通过调节阀五18支路来控制高压疏水扩容器3中的水位,并将疏水回收至凝汽器6。

[0077] 2、当高压疏水扩容器3中产生的蒸汽量高于除氧器5的蒸汽需求量且小于除氧器5的蒸汽需求量与其它蒸汽用户的蒸汽需求量之和时,逐渐开启调节阀二14,将多余的蒸汽引至其他蒸汽用户8,通过调节阀二14来保证高压疏水扩容器3中的压力不超过安全阀起跳压力。此时通过调节阀二18支路来控制高压疏水扩容器3中的水位,并将疏水回收至凝汽器6。

[0078] 在此工况下,如果高压疏水扩容器3中的压力较高,可尝试逐渐打开调节阀四16,通过高压疏水扩容器3中的压力将部分疏水排放至除氧器5进行热量的回收,此时需要通过调整调节阀一12来减少除氧器的进汽量。

[0079] 3、当高压疏水扩容器3中产生的蒸汽量高于除氧器5的蒸汽需求量与其它蒸汽用户的蒸汽需求量之和时,逐渐开启调节阀三20,将多余的蒸汽引至低压疏水扩容器4,通过调节阀三20来保证高压疏水扩容器3中的压力不超过安全阀起跳压力。进入低压疏水扩容器的蒸汽只能通过排气管排向大气。经核算,仅在其它辅助蒸汽用户用量较少且进入高压疏水扩容器3中的热量处在峰值区间时存在短时的排汽。此时通过调节阀五18支路来控制高压疏水扩容器3中的水位,并将疏水回收至凝汽器6。

[0080] 4、当机组达到直流负荷以上时,该工况疏水量较少,只有一些诸如吹灰蒸汽疏水等定期疏水排放至高压疏水扩容器3。此时有两种选择:一、调节阀一12支路、调节阀二14支路、调节阀四16支路、调节阀五18支路全部关闭,所有的疏水通过启动疏水泵9排放至除氧器5,进行部分工质和热量的回收;二、调节阀一12支路、调节阀二14支路、调节阀四16支路、调节阀六21支路全部关闭,疏水全部回收至凝汽器6,则回收全部工质而不再回收热量。

[0081] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

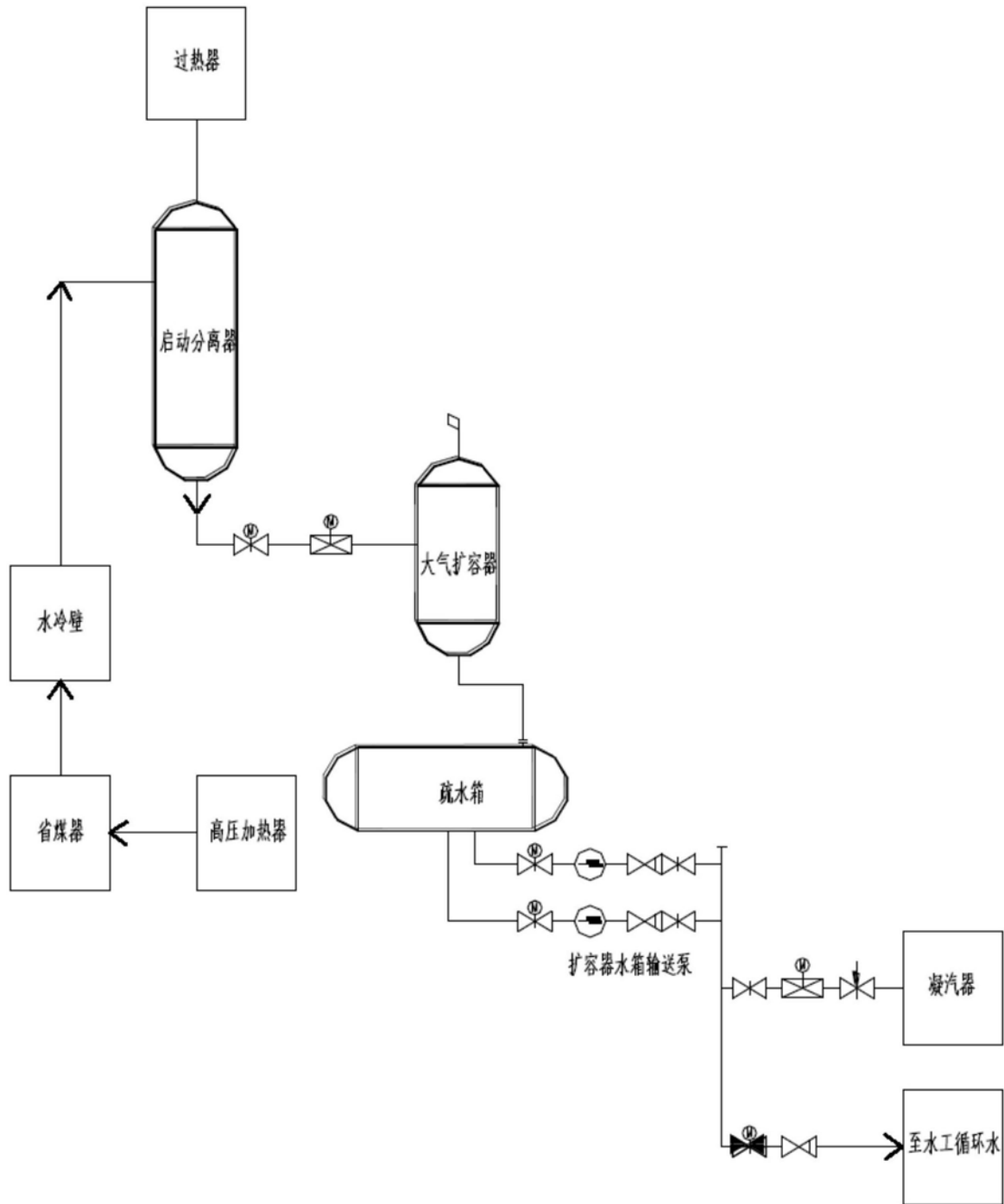


图1

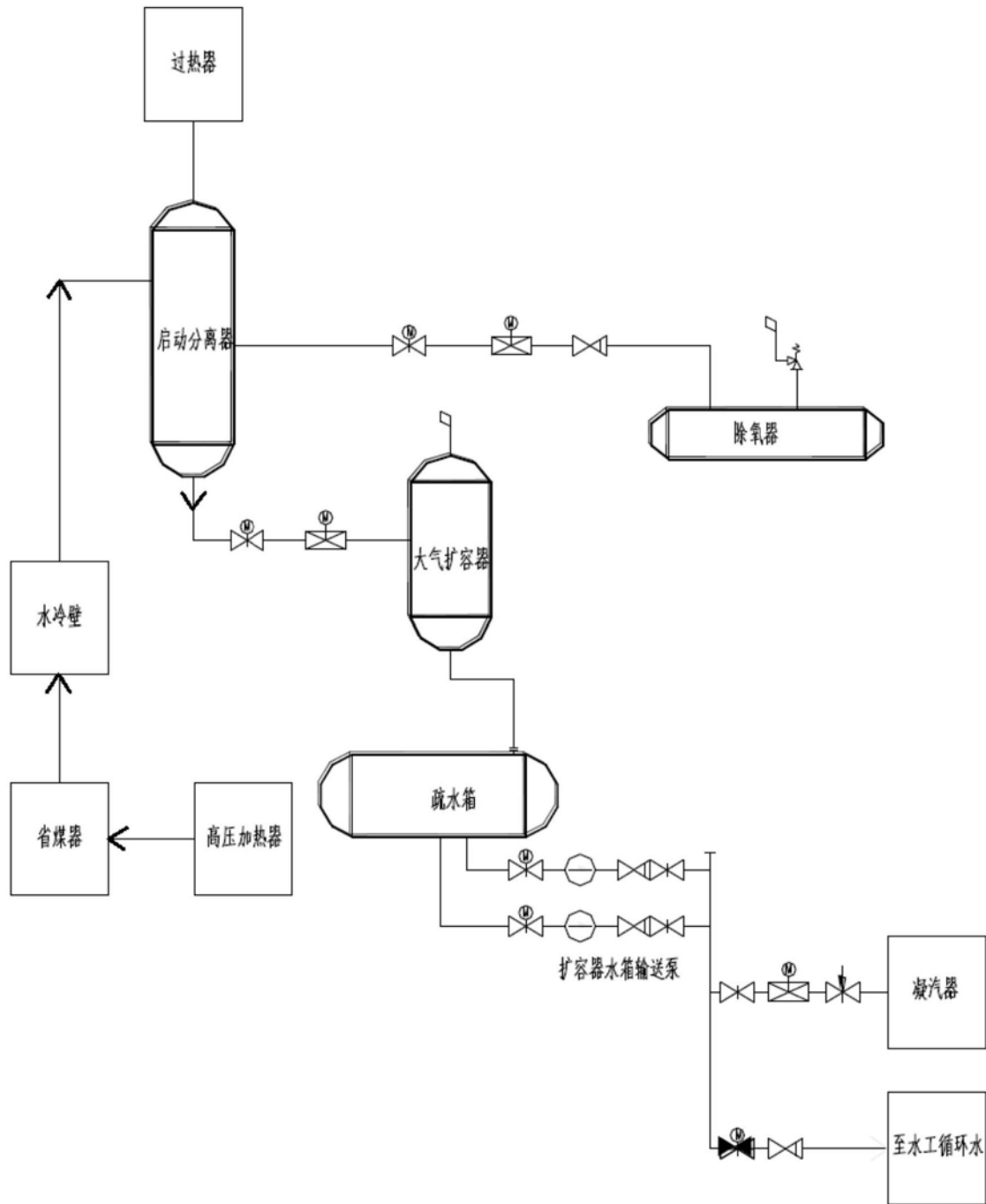


图2

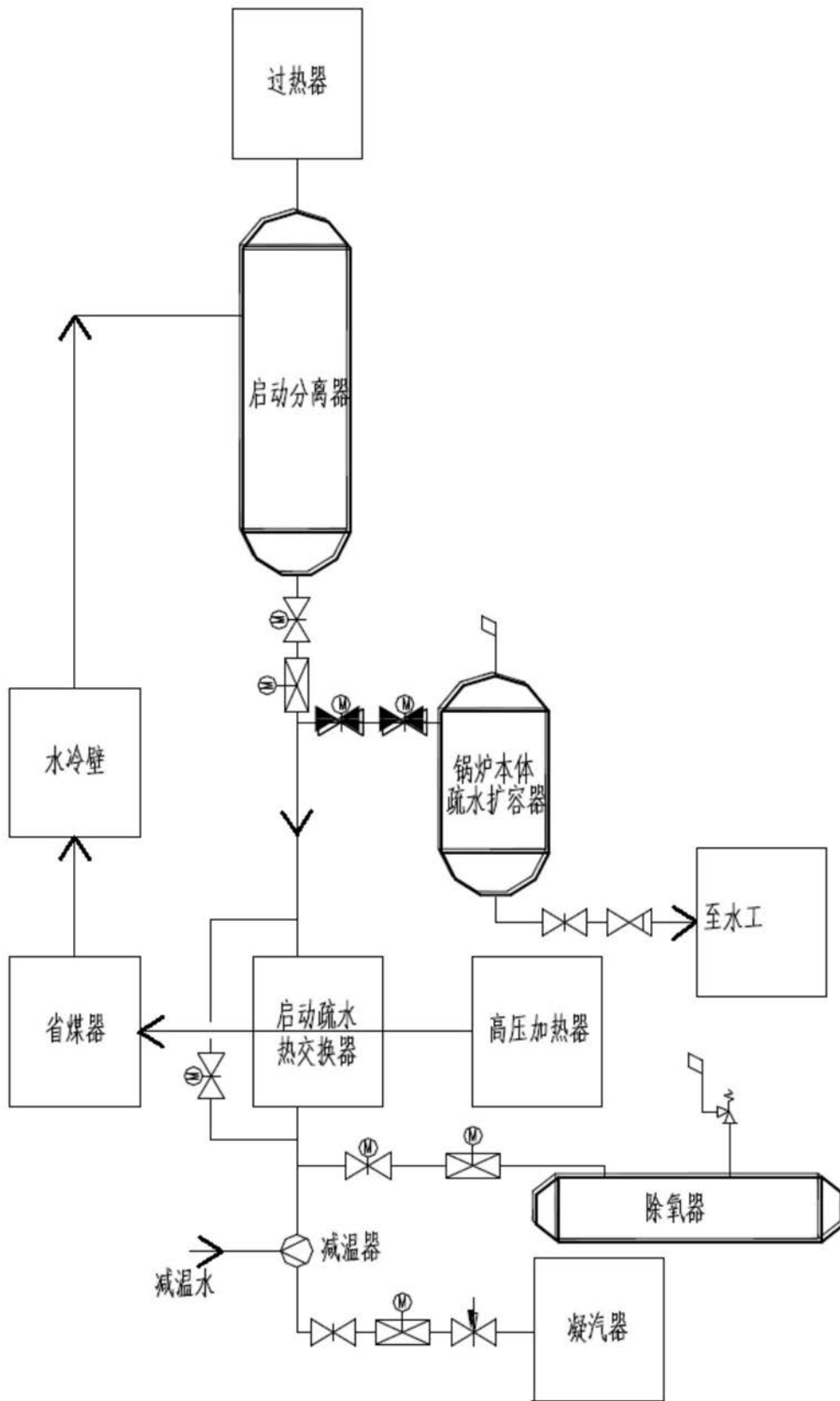


图3

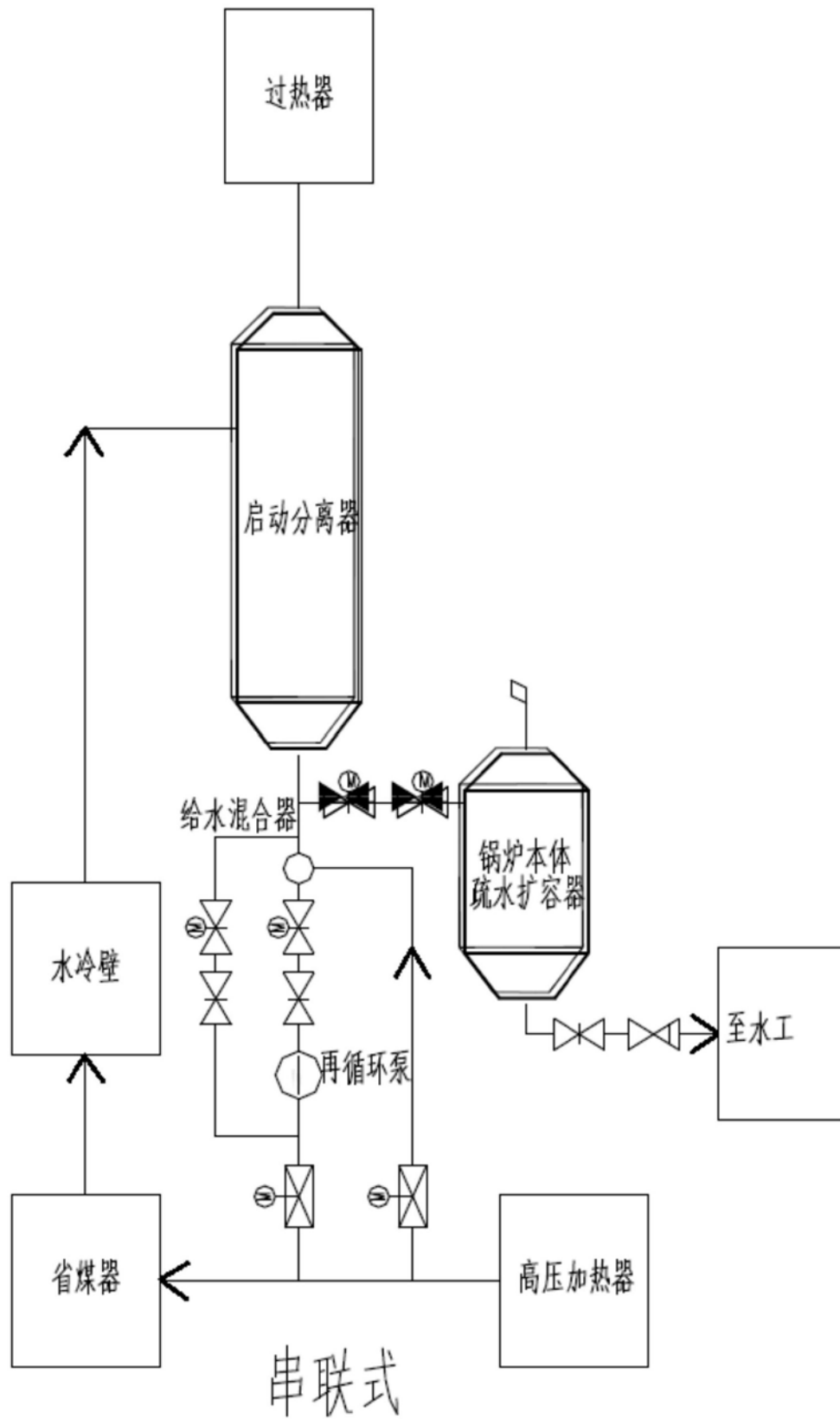


图4 (a)

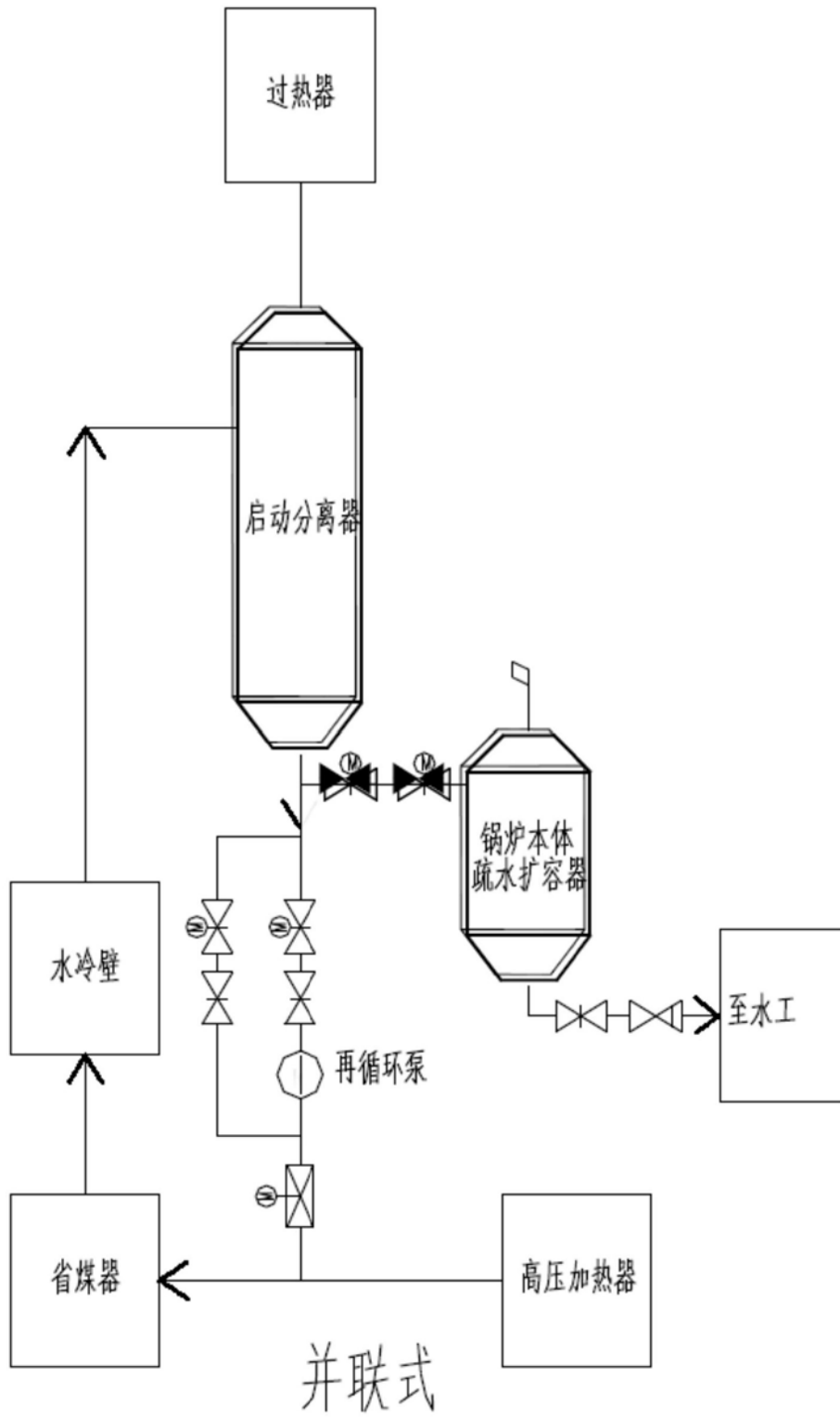


图4 (b)

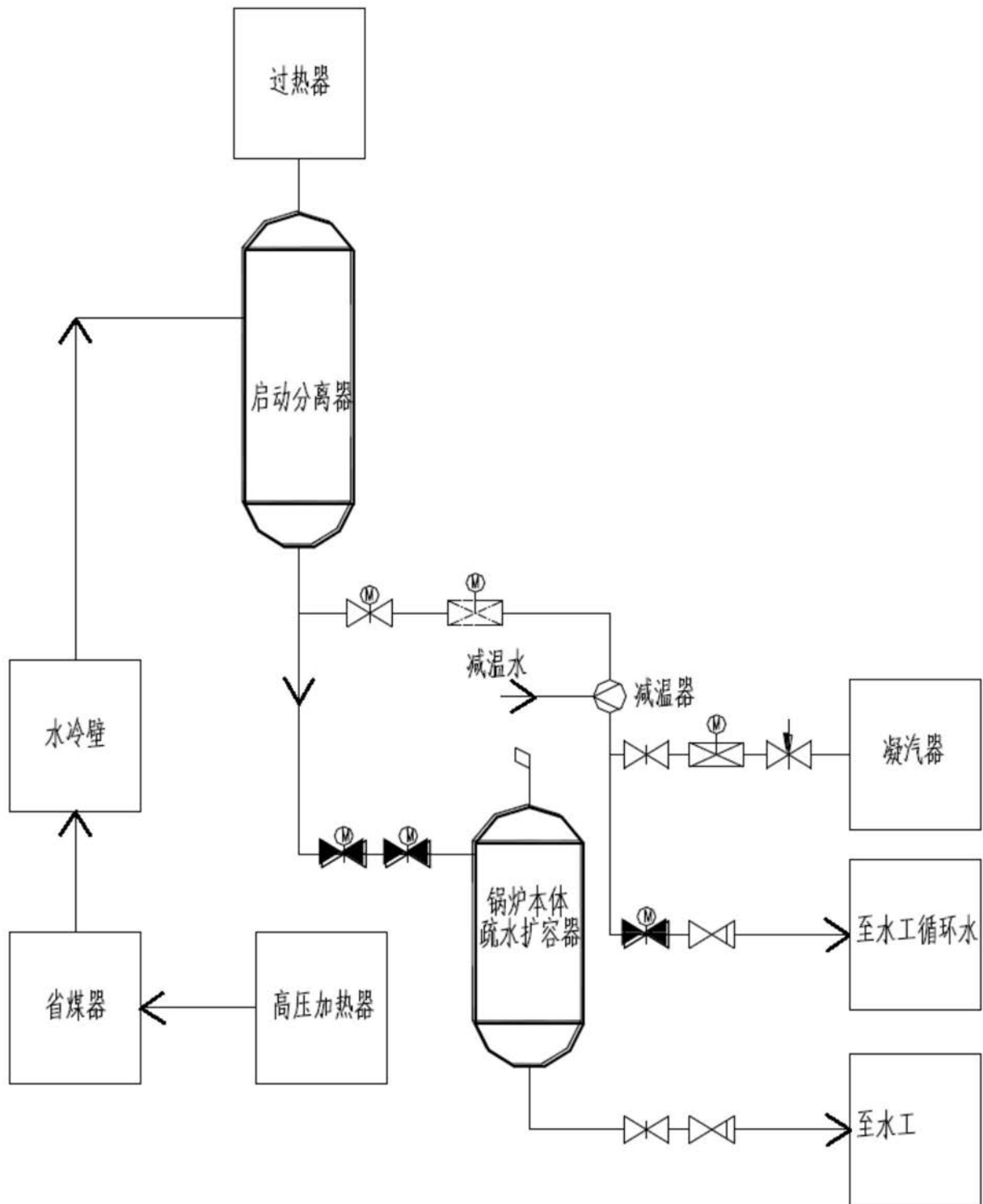


图5

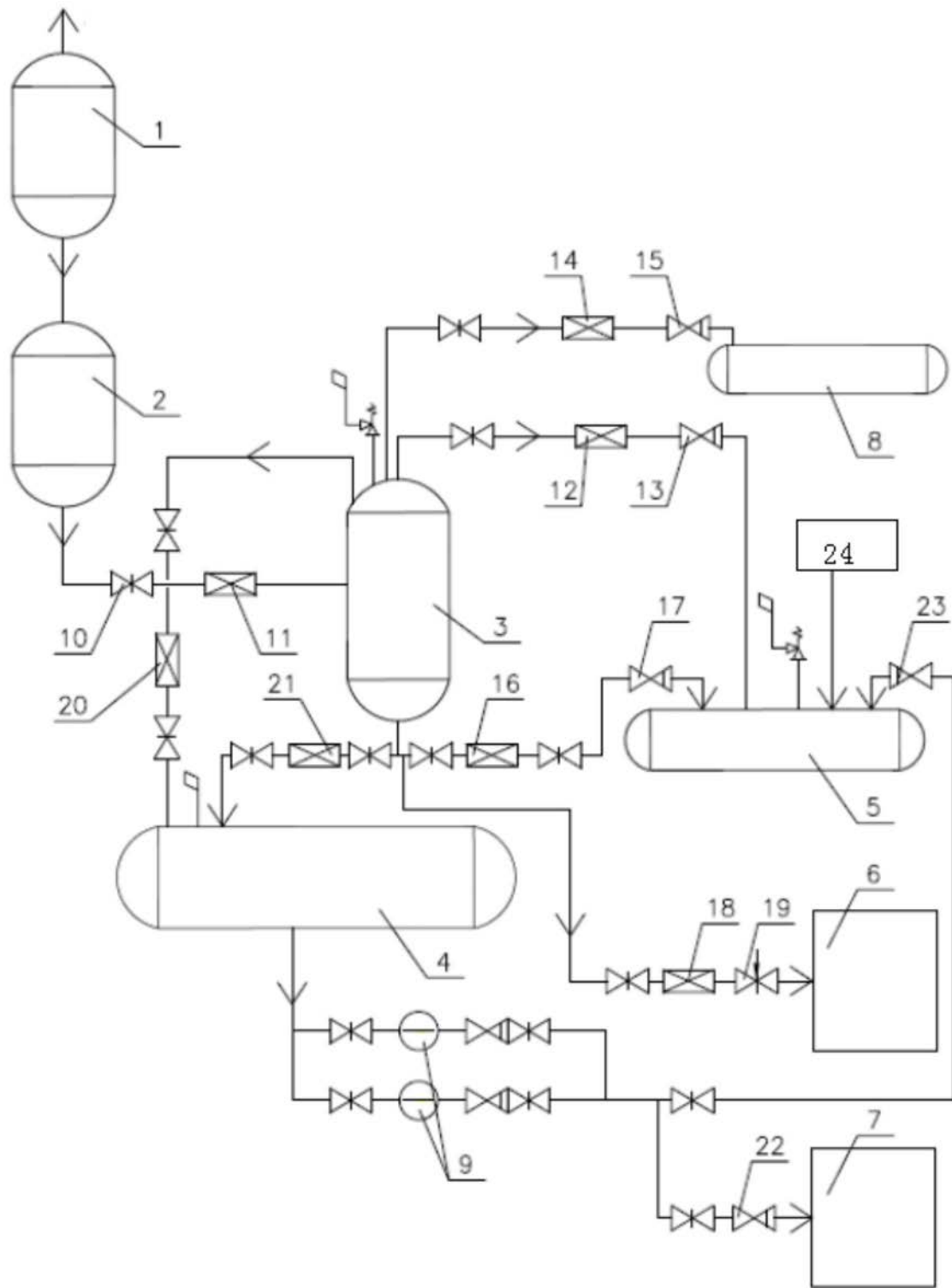


图6