(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110332511 A
(43)申请公布日 2019.10.15

(21)申请号 201910524450.3

(22)申请日 2019.06.18

(71)申请人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 刘继平 周尧 邢秦安 付鹏飞 严俊杰 种道彤

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

(51)Int.Cl.
F22B 35/00(2006.01)
F22B 37/02(2006.01)
F22D 1/50(2006.01)
F23L 15/02(2006.01)

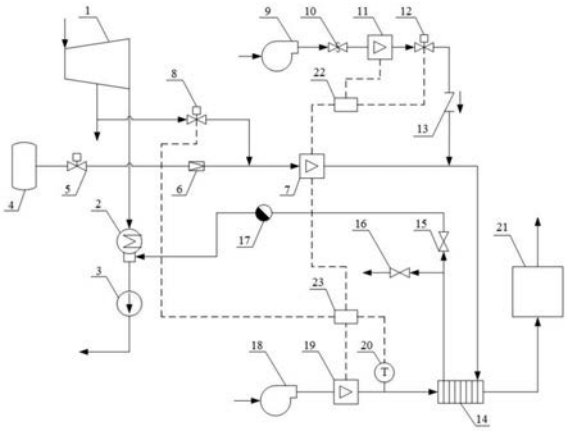
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种锅炉暖风器防水击系统及方法

(57)摘要

本发明提供一种锅炉暖风器防水击系统及方法，该系统包括汽轮机、凝汽器、凝结水泵、辅汽联箱、锅炉暖风器、风机和空气预热器；在锅炉暖风器暖管过程中，风机抽入少量空气并送入辅汽管道，与从辅汽联箱中抽出的电厂辅汽掺混进入锅炉暖风器，作为锅炉暖风器的热介质，辅汽管道及空气管道上均装有流量计和进气调节阀，辅汽流量与空气流量可通过控制器监测并调节；暖管结束后，切换辅汽为除氧器抽汽，停止空气进入，锅炉暖风器正式投入运行；在锅炉暖风器排污时，在暖风器内放热后的蒸汽和凝结水通过管道送入地沟；排污结束后，暖风器疏水通过疏水管道送入凝汽器热井；本发明通过在蒸汽中掺混少量空气，减小了蒸汽的凝结量，从而有效抑制了锅炉暖风器暖管过程中凝结水击现象的发生。



CN 110332511 A

1.一种锅炉暖风器防水击系统，其特征在于：包括汽轮机(1)、凝汽器(2)、凝结水泵(3)、辅汽联箱(4)、抽空气风机(9)、锅炉暖风器(14)、锅炉进风风机(18)和空气预热器(21)；汽轮机(1)排气口通过管道与凝汽器(2)相连，凝汽器(2)通过管道与凝结水泵(3)相连，凝汽器(2)出口凝结水经过凝结水泵(3)加压后进入电厂回热系统；辅汽联箱(4)接出一条辅汽管道，与锅炉暖风器(14)蒸汽侧进口相连，辅汽管道上依次装有辅汽管道进气调节阀(5)、减温器(6)和辅汽流量计(7)；汽轮机(1)的除氧器回热抽汽管道上接出一条抽汽管道，与辅汽管道相连，连接处在减温器(6)之后、辅汽流量计(7)之前，抽汽管道上装有抽汽管道进气调节阀(8)；抽空气风机(9)入口连接大气，出口连接空气管道，空气管道另一端连接辅汽管道，连接处在辅汽流量计(7)之后；空气管道上依次装有安全阀(10)、空气流量计(11)、空气管道进气调节阀(12)和止回阀(13)；锅炉进风风机(18)入口连接大气，出口通过管道与锅炉暖风器(14)空气侧进口相连，管道上设置有锅炉进风流量计(19)和温度传感器(20)；锅炉暖风器(14)空气侧出口与空气预热器(21)相连，锅炉暖风器(14)蒸汽侧出口通过疏水管道与凝汽器(2)热井相连，疏水管道上设有疏水管道截止阀(15)和疏水器(17)；疏水管道截止阀(15)之前接出一条排污管道与地沟相连，排污管道上设有排污管道截止阀(16)；第一控制器(22)与辅汽流量计(7)、空气流量计(11)和空气管道进气调节阀(12)相连接；第二控制器(23)与辅汽流量计(7)、抽汽管道进气调节阀(8)、锅炉进风流量计(19)、和温度传感器(20)相连接。

2.根据权利要求1所述的一种锅炉暖风器防水击系统，其特征在于：所述辅汽流量计(7)、空气流量计(11)和锅炉进风流量计(19)均采用涡街流量计。

3.根据权利要求1所述的一种锅炉暖风器防水击系统，其特征在于：所述疏水器(17)采用自由浮球式疏水器。

4.权利要求1所述锅炉暖风器防水击系统的操作方法，其特征在于：在锅炉暖风器(14)进行暖管过程时，除氧器至锅炉暖风器的抽汽管道进气调节阀(8)保持关闭状态，缓慢开启辅汽管道进气调节阀(5)，辅汽从辅汽联箱(4)中抽出并送至锅炉暖风器(14)蒸汽侧；缓慢开启空气管道进气调节阀(12)，开启抽空气风机(9)，抽空气风机抽出一定流量的空气并进入辅汽管道中；辅汽与空气掺混并一同进入锅炉暖风器(14)蒸汽侧放热暖管；辅汽与空气流量分别通过调整辅汽管道进气调节阀(5)和空气管道进气调节阀(12)的开度进行调节；开启锅炉进风风机(18)，锅炉进风由锅炉进风风机(18)加压并送入锅炉暖风器(14)空气侧进行加热升温，并送入空气预热器(21)中；随着暖管过程的进行，逐渐开大辅汽管道进气调节阀(5)和空气管道进气调节阀(12)的开度，蒸汽流量与空气流量逐渐增大；当空气预热器(21)入口温度上升到额定温度时，关闭抽空气风机(9)和空气管道进气调节阀(12)，停止空气进入，暖管过程结束；关闭辅汽管道进气调节阀(5)，停止辅汽进入，开启除氧器抽汽管道进气调节阀(8)，从除氧器回热抽汽管道中抽出部分蒸汽进入辅汽管道，并送入锅炉暖风器(14)蒸汽侧，即用部分除氧器回热抽汽取代辅助蒸汽作为锅炉暖风器的热介质，锅炉进风由锅炉进风风机(18)加压并送入锅炉暖风器(14)空气侧进行加热升温，并通过管道送入空气预热器(21)中，锅炉暖风器(14)进入正式投运状态；在锅炉暖风器(14)暖管过程中，由辅汽流量计(7)监测辅汽流量，空气流量计(11)监测空气流量；空气流量应与辅汽流量进行匹配，增大辅汽管道进气调节阀(5)开度时，辅汽流量计(7)监测值增大，第一控制器(22)控制空气管道进气调节阀(12)开度按比例增大；在锅炉暖风器暖管过程和投运初期，需对锅炉

暖风器(14)进行冲洗排污操作;关闭锅炉暖风器(14)通往凝汽器(2)的疏水管道截止阀(15),打开通往地沟的排污管道截止阀(16),对锅炉暖风器管道进行冲洗排污;检测排污水水质,待检测合格后打开暖风器通往凝汽器(2)的疏水管道截止阀(15),关闭通往地沟的排污管道截止阀(16),排污过程结束;锅炉暖风器疏水通过疏水管道并经由疏水器(17)后送入凝汽器(2)热井中;当锅炉暖风器暖管结束并正式投入运行后,进入锅炉暖风器(14)的蒸汽流量应与锅炉进风流量和温度匹配;由锅炉进风流量计(19)监测锅炉进风流量,温度传感器(20)监测锅炉进风温度;当锅炉进风流量计(19)示数增大时,第二控制器(23)控制抽汽管道进气调节阀(8)开度增大;当温度传感器(20)示数减小时,第二控制器(23)控制抽汽管道进气调节阀(8)开度减小。

5.根据权利要求4所述的操作方法,其特征在于:在暖管过程结束,空气预热器(21)入口温度上升到额定温度,关闭辅汽管道进气调节阀(5)后,应尽快开启除氧器的抽汽管道进气调节阀(8),防止由于无热介质进入锅炉暖风器(14)内而造成管道过度冷却。

一种锅炉暖风器防水击系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于电厂热力系统领域，具体涉及一种抑制电站锅炉暖风器在暖管过程中出现的管内水击现象的系统及方法。

背景技术

[0002] 目前，锅炉暖风器在电站锅炉及供热锅炉中大幅使用。在我国北方地区，特别是在冬季，锅炉暖风器对电站锅炉的运行十分重要。锅炉暖风器工作原理是利用汽轮机低压抽汽加热空气预热器的进口空气，使进入空气预热器的空气温度提升，可有效避免空气预热器的换热元件因大量积灰而造成的流动阻力增加，传热效率下降，也可有效减少换热元件的低温腐蚀。锅炉暖风器在投入运行前，往往都要进行预先暖管。在冬季，由于北方室外温度很低，而锅炉暖风器内用于加热空气的汽轮机抽汽一般为过热蒸汽，蒸汽与空气的温差很大，因此锅炉暖风器在暖管过程中，蒸汽会迅速凝结，而凝结水又无法及时排出，此时往往会在管内产生凝结水击现象。水击现象会造成管内压力急剧变化，不仅会使管内升温减慢，而且会产生异常震动，发出噪声。多次水击现象的发生会使管道壁面产生麻点，严重时会造成管壁开裂，法兰松动，影响系统的安全运行，造成很大的财产损失。因此，在锅炉暖风器暖管过程中，抑制甚至消除凝结水击现象的发生对于电厂热力系统的安全运行有着重要的意义。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的问题在于提供一种能在锅炉暖风器暖管过程中防止水击现象发生的系统及方法，有效防止电站锅炉暖风器在暖管过程中出现的水击现象。

[0004] 为了达到上述目的，本发明是通过以下方案来实现：

[0005] 一种锅炉暖风器防水击系统，包括汽轮机1、凝汽器2、凝结水泵3、辅汽联箱4、抽空气风机9、锅炉暖风器14、锅炉进风风机18和空气预热器21；汽轮机1排汽口通过管道与凝汽器2相连，凝汽器2通过管道与凝结水泵3相连，凝汽器2出口凝结水经过凝结水泵3加压后进入电厂回热系统；辅汽联箱4接出一条辅汽管道，与锅炉暖风器14蒸汽侧进口相连，辅汽管道上依次装有辅汽管道进气调节阀5、减温器6和辅汽流量计7；汽轮机1的除氧器回热抽汽管道上接出一条抽汽管道，与辅汽管道相连，连接处在减温器6之后、辅汽流量计7之前，抽汽管道上装有抽汽管道进气调节阀8；抽空气风机9入口连接大气，出口连接空气管道，空气管道另一端连接辅汽管道，连接处在辅汽流量计7之后；空气管道上依次装有安全阀10、空气流量计11、空气管道进气调节阀12和止回阀13；锅炉进风风机18入口连接大气，出口通过管道与锅炉暖风器14空气侧进口相连，管道上设置有锅炉进风流量计19和温度传感器20；锅炉暖风器14空气侧出口与空气预热器21相连，锅炉暖风器14蒸汽侧出口通过疏水管道与凝汽器2热井相连，疏水管道上设有疏水管道截止阀15和疏水器17；疏水管道截止阀15之前接出一条排污管道与地沟相连，排污管道上设有排污管道截止阀16；第一控制器22与辅汽流量计7、空气流量计11和空气管道进气调节阀12相连接；第二控制器23与辅汽流量计7、抽

汽管道进气调节阀8、锅炉进风流量计19和温度传感器20相连接。

[0006] 由于电厂辅助蒸汽一般温度较高，为保护锅炉暖风器长期安全运行，辅汽管道上装有减温器，确保辅助蒸汽经过减温器后不超过暖风器进汽温度的设计值。

[0007] 空气管道装有安全阀和止回阀，防止压力超限以及蒸汽逆向流入空气管道而损坏风机。

[0008] 锅炉进风由锅炉进风风机加压并送入锅炉暖风器空气侧进口，在锅炉暖风器中与蒸汽进行换热，空气得到加热而温度升高，并从锅炉暖风器空气侧出口流出并送至后面的空气预热器进行继续加热，继续提高锅炉进风的入口温度。

[0009] 被抽出蒸汽在锅炉暖风器中进行放热，蒸汽逐渐凝结，凝结水既可通过疏水管道送入凝汽器热井中，也可通过排污管道送入地沟中；疏水管道上装有疏水器，实现排水阻汽的目的。

[0010] 由于蒸汽仅掺混少量空气即可大幅降低传热系数，使得蒸汽凝结受到抑制作用；当蒸汽中仅掺混质量分数0.5％的空气时，蒸汽侧冷凝凝结换热系数即可降低50％左右；故掺混空气后，蒸汽在锅炉暖风器内暖管过程中凝结量减少，凝结水可以及时排出，可避免由于蒸汽在管内的凝结水击现象发生，使锅炉暖风器蒸汽侧管道得到保护，延长锅炉暖风器的使用寿命。

[0011] 抽空气风机仅在锅炉暖风器暖管过程中开启，在暖管结束后关停，即被抽出蒸汽仅在暖管过程中掺混少量空气。此部分空气总量很小，且会在锅炉暖风器排污时从系统中排出；此外疏水管道上的疏水器也会起到排出空气的作用，故掺混少量空气不会对电厂的正常运行造成影响。

[0012] 优选的，在本发明的锅炉暖风器防水击系统中，抽乏汽管路、空气管路及锅炉进风管路中的流量计选用涡街流量计。

[0013] 优选的，在本发明的锅炉暖风器防水击系统中，锅炉暖风器疏水管道中的疏水器采用自由浮球式疏水器。

[0014] 本发明提供一种锅炉暖风器防水击系统的操作方法：

[0015] 在锅炉暖风器14进行暖管过程时，除氧器至锅炉暖风器的抽汽管道进气调节阀8保持关闭状态，缓慢开启辅汽管道进气调节阀5，辅汽从辅汽联箱4中抽出并送至锅炉暖风器14蒸汽侧；缓慢开启空气管道进气调节阀12，开启抽空气风机9，抽空气风机抽出一定流量的空气并进入辅汽管道中；辅汽与空气掺混并一同进入锅炉暖风器14蒸汽侧放热暖管；辅汽与空气流量分别通过调整辅汽管道进气调节阀5和空气管道进气调节阀12的开度进行调节；开启锅炉进风风机18，锅炉进风由锅炉进风风机18加压并送入锅炉暖风器14空气侧进行加热升温，并送入空气预热器21中；随着暖管过程的进行，逐渐开大辅汽管道进气调节阀5和空气管道进气调节阀12的开度，蒸汽流量与空气流量逐渐增大；当空气预热器21入口温度上升到额定温度时，关闭抽空气风机9和空气管道进气调节阀12，停止空气进入，暖管过程结束；关闭辅汽管道进气调节阀5，停止辅汽进入，开启除氧器抽汽管道进气调节阀8，从除氧器回热抽汽管道中抽出部分蒸汽进入辅汽管道，并送入锅炉暖风器14蒸汽侧，即用部分除氧器回热抽汽取代辅助蒸汽作为锅炉暖风器的热介质；锅炉进风由锅炉进风风机18加压并送入锅炉暖风器14空气侧进行加热升温，并通过管道送入空气预热器21中，锅炉暖风器14进入正式投运状态；在锅炉暖风器14暖管过程中，由辅汽流量计7监测辅汽流量，空

气流量计11监测空气流量;空气流量应与辅汽流量进行匹配,增大辅汽管道进气调节阀5开度时,辅汽流量计7监测值增大,第一控制器22控制空气管道进气调节阀12开度按比例增大;在锅炉暖风器暖管过程和投运初期,需对锅炉暖风器14进行冲洗排污操作;关闭锅炉暖风器14通往凝汽器2的疏水管道截止阀15,打开通往地沟的排污管道截止阀16,对锅炉暖风器管道进行冲洗排污;检测排污水水质,待检测合格后打开暖风器通往凝汽器2的疏水管道截止阀15,关闭通往地沟的排污管道截止阀16,排污过程结束;锅炉暖风器疏水通过疏水管道并经由疏水器17后送入凝汽器2热井中;当锅炉暖风器暖管结束并正式投入运行后,进入锅炉暖风器14的蒸汽流量应与锅炉进风流量和温度匹配;由锅炉进风流量计19监测锅炉进风流量,温度传感器20监测锅炉进风温度;当锅炉进风流量计19监测值增大时,第二控制器23控制抽汽管道进气调节阀8开度增大;当温度传感器20监测值减小时,第二控制器23控制抽汽管道进气调节阀8开度减小。

[0016] 优选的,在本发明的锅炉暖风器防水击方法中,在暖管过程结束,空气预热器21入口温度上升到额定温度,关闭辅汽管道进气调节阀后,应尽快开启除氧器的抽汽管道进气调节阀,防止由于无热介质进入锅炉暖风器内而造成管道过度冷却。

[0017] 优选的,在锅炉暖风器暖管过程中,辅汽管道进气调节阀与空气管道进气调节阀开度应缓慢增大。

附图说明

[0018] 图1为本发明所述的锅炉暖风器防水击系统的结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明。

[0020] 参见图1,本发明所述的锅炉暖风器防水击系统,包括汽轮机1、凝汽器2、凝结水泵3、辅汽联箱4、抽空气风机9、锅炉暖风器14、锅炉进风风机18和空气预热器21;汽轮机1排汽口通过管道与凝汽器2相连,凝汽器2通过管道与凝结水泵3相连,凝汽器2出口凝结水经过凝结水泵3加压后进入电厂回热系统;辅汽联箱4接出一条辅汽管道,与锅炉暖风器14蒸汽侧进口相连,辅汽管道上依次装有辅汽管道进气调节阀5、减温器6和辅汽流量计7;汽轮机1的除氧器回热抽汽管道上接出一条抽汽管道,与辅汽管道相连,连接处在减温器6之后、辅汽流量计7之前,抽汽管道上装有抽汽管道进气调节阀8;抽空气风机9入口连接大气,出口连接空气管道,空气管道另一端连接辅汽管道,连接处在辅汽流量计7之后;空气管道上依次装有安全阀10、空气流量计11、空气管道进气调节阀12和止回阀13;锅炉进风风机18入口连接大气,出口通过管道与锅炉暖风器14空气侧进口相连,管道上设置有锅炉进风流量计19和温度传感器20;锅炉暖风器14空气侧出口与空气预热器21相连,锅炉暖风器14蒸汽侧出口通过疏水管道与凝汽器2热井相连,疏水管道上设有疏水管道截止阀15和疏水器17;疏水管道截止阀15之前接出一条排污管道与地沟相连,排污管道上设有排污管道截止阀16;第一控制器22与辅汽流量计7、空气流量计11和空气管道进气调节阀12相连接;第二控制器23与辅汽流量计7、抽汽管道进气调节阀8、锅炉进风流量计19和温度传感器20相连接。

[0021] 本发明所述锅炉暖风器防水击系统工作方式如下:

[0022] 锅炉暖风器14在正式投运前需进行暖管,开启辅汽管道进气调节阀5,辅助蒸汽从

辅汽联箱4中抽出，经过辅汽管道进入锅炉暖风器14蒸汽侧，作为锅炉暖风器14暖管的热介质；开启空气管道进气调节阀12和抽空气风机9，空气由抽空气风机抽入，经过空气管道送入辅汽管道中，空气与辅汽掺混并一同送入锅炉暖风器蒸汽侧进行放热暖管；辅汽与少量蒸汽掺混后，削弱了凝结能力，凝结水量减少，抑制了水击现象的发生。锅炉进风由锅炉进风风机18加压吸入，经过锅炉进风流量计19后进入锅炉暖风器14空气侧入口。蒸汽与锅炉进风在锅炉暖风器中进行换热；锅炉进风受热升温，从锅炉暖风器14空气侧出口流出，并通过管道继续送至空气预热器21中进行进一步预热。在暖管过程中辅汽流量和空气流量分别由辅汽流量计7和空气流量计11监测，通过第一控制器22可调节空气管道进气调节阀12的开度，使空气流量与辅汽流量匹配；随着暖管过程的进行，辅汽管道和空气管道上进气调节阀的开度逐渐增大，蒸汽流量与空气流量逐渐增大；空气预热器21入口处设有温度测点，当入口风温上升到额定温度时，关闭抽空气风机9和空气管道进气调节阀12，停止空气进入，暖管过程结束；关闭辅汽管道进气调节阀5，开启除氧器的抽汽管道进气调节阀8，由部分除氧器回热抽汽取代辅助蒸汽作为暖风器的热介质，暖风器正式投入运行。

[0023] 暖风器正式投运后，抽蒸汽流量由辅汽流量计7监测，通过第二控制器23可调节抽汽管道进气调节阀8的开度，使抽蒸汽流量与锅炉进风流量及温度匹配。

[0024] 在锅炉暖风器暖管和投运初期应先进行冲洗排污，被抽出蒸汽在锅炉暖风器14内换热凝结，凝结水、湿饱和蒸汽与掺混空气从锅炉暖风器14蒸汽侧出口排出，经由排污管路送入地沟。当排污过程结束后，锅炉暖风器疏水经由疏水管路送至凝汽器2热井中；未凝结部分蒸汽被疏水器17阻碍，并继续冷凝为凝结水。凝结水从凝汽器2出口排出并送至凝结水泵3中进行加压，进入电厂回热加热系统。

[0025] 本发明所述锅炉暖风器防水击系统操作方法如下：

[0026] 当锅炉暖风器进行暖管时，关闭锅炉暖风器疏水管路上的疏水管道截止阀15，开启排污管道截止阀16，关闭除氧器的抽汽管道进气调节阀8，缓慢开启辅汽管道进气调节阀5，使辅助蒸汽流入锅炉暖风器蒸汽侧；监测辅汽流量，缓慢开启空气管道进气调节阀12，开启抽空气风机9，使空气以小流量抽入系统中；通过第一控制器22调整抽汽管道进气调节阀8和空气管道进气调节阀12的开度，确保空气质量流量应在抽出乏汽质量流量2%～5%的区间内；开启锅炉进风风机18，锅炉进风由锅炉进风风机加压并送入锅炉暖风器空气侧进行加热升温，并通过管道送入空气预热器21中。随着暖管过程的进行，第一控制器22控制抽汽管道进气调节阀8和空气管道进气调节阀12的开度缓慢增大，蒸汽流量与空气流量缓慢增大；监测空气预热室21入口风温，当空气预热器入口风温上升到额定温度时，关闭抽空气风机9和空气管道进气调节阀12，停止空气进入，暖管过程结束。

[0027] 关闭辅汽管道进气调节阀5，尽快开启除氧器的抽汽管道进气调节阀8，从除氧器回热抽汽管道中抽出部分蒸汽进入辅汽管道，并送入锅炉暖风器蒸汽侧；锅炉进风流量计19监测锅炉进风流量，温度传感器20监测锅炉进风温度，第二控制器23根据锅炉进风流量计19和温度传感器20的监测值控制抽汽管道进气调节阀8的开度，调节抽汽流量的大小；锅炉暖风器进入正式投运状态。

[0028] 锅炉暖风器排污水从排污管道中流出，检测排污水水质，当水质经检测合格后，开启排污管道截止阀16，关闭疏水管道截止阀15，疏水回收至凝汽器2热井中。

[0029] 控制抽蒸汽流量与锅炉进风流量和进风温度匹配，当锅炉进风流量计19监测值较

大时，由第二控制器23增大抽汽管道进气调节阀8的开度；当温度传感器20监测值较小时，由第二控制器23减小抽汽管道进气调节阀8的开度；为避免空气预热器的低温腐蚀，空气预热器入口风温应达到额定值。

[0030] 本发明通过在蒸汽中掺混少量空气，成功解决了电厂锅炉暖风器在暖管过程中出现的凝结水击现象，具有系统简明、操作方便、安全高效的特点。

[0031] 以上所述仅为本发明的较佳实施案例，并不用以对本发明做任何形式上的限定。本领域技术人员应当理解的是，在不脱离本发明精神和原则的条件下，本发明还可以进行若干修改或简单替换，这些修改及替换也均落入由所提交权利要求划定的范围之内。

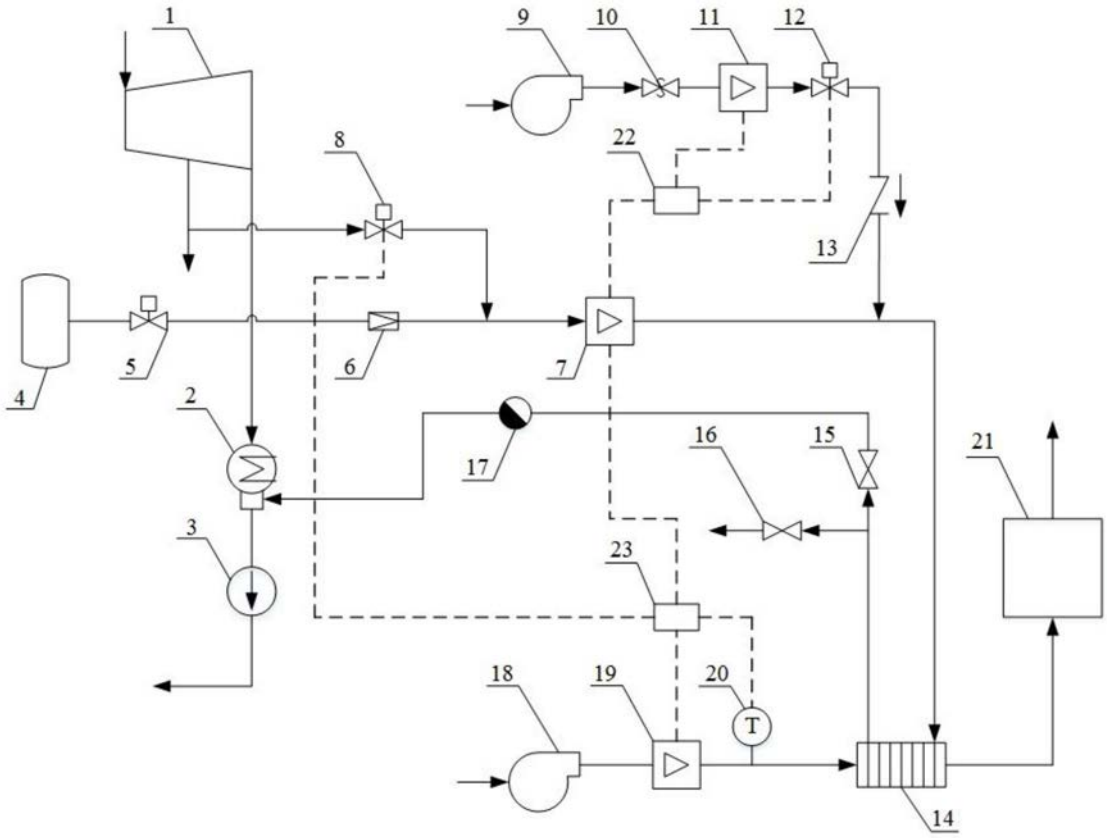


图1