



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113738463 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202111157417.5

F01D 13/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.30

F01D 15/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113738463 A

(56) 对比文件

CN 103452600 A, 2013.12.18

CN 111485961 A, 2020.08.04

CN 215718996 U, 2022.02.01

(43) 申请公布日 2021.12.03

(73) 专利权人 青岛达能环保设备股份有限公司

地址 266313 山东省青岛市胶州市胶北工

业园达能路3号达能公司技术中心

审查员 边绍平

(72) 发明人 张洪涛 傅吉收 王勇 赵明星

吴永凯 娄扬

(51) Int. Cl.

F01K 13/02 (2006.01)

F01K 13/00 (2006.01)

F01K 17/02 (2006.01)

F01K 21/00 (2006.01)

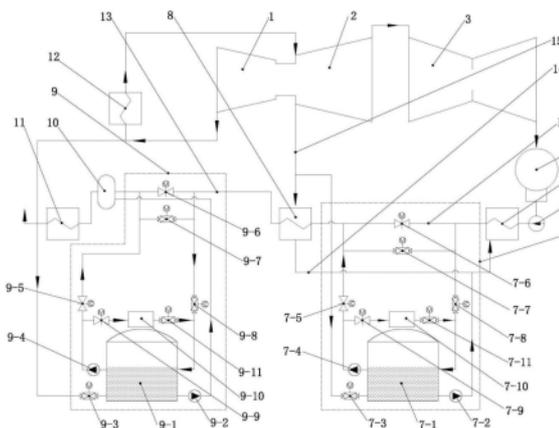
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

双旁路控制抽汽式混合换热调频系统

(57) 摘要

一种双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,包括高压缸,中压缸,低压缸,凝汽器,凝结水泵,下级低压加热器,通过主管道与下级低压加热器相连接的第一个旁路控制器,上级低压加热器,通过主管道与上级低压加热器相连接的第二个旁路控制器,除氧器,通过管道与除氧器直接相连接的高压加热器,入口既通过管道与第二个旁路控制器相连接又通过蒸汽管道与高压缸相连接、出口通过蒸汽管道与中压缸相连接的再热器。本发明快速实现响应电网对机组负荷变化的调频要求,避免汽轮机调频时进蒸汽自动调节阀的频繁开关,运行稳定可靠,保证汽轮机安全运行,显著提高机组寿命及灵活性,节能显著,调频幅度大。可广泛应用于电厂灵活性调频领域中。



1. 一种双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,包括高压缸,通过管道与高压缸相连接的中压缸,通过管道与中压缸相连接的低压缸,通过管道与低压缸相连接的凝汽器,通过管道与凝汽器相连接的凝结水泵,通过管道与凝结水泵相连接的下级低压加热器,通过主管道与下级低压加热器相连接的第一个旁路控制器,既通过主管道与第一个旁路控制器相连接、又通过疏水管道与下级低压加热器直接相连接、并通过中压缸抽汽管道与中压缸直接相连接的上级低压加热器,通过主管道与上级低压加热器相连接的第二个旁路控制器,通过管道与第二个旁路控制器相连接的除氧器,通过管道与除氧器直接相连接的高压加热器,入口既通过管道与第二个旁路控制器相连接又通过蒸汽管道与高压缸相连接、出口通过蒸汽管道与中压缸相连接的再热器。

2. 根据权利要求1所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第一个旁路控制器,包括底部设有进汽接口和放水接口、中部设有冷水接口和热水接口的第一个缓冲罐,位于第一个缓冲罐下部、既通过管道与第一个缓冲罐放水接口相连接又通过管道与疏水管道相连接的第一个下部增压泵,位于第一个缓冲罐下部、既通过管道与第一个缓冲罐进汽接口相连接又通过管道与中压缸抽汽管道相连接的第一个下部自动调节阀,位于第一个缓冲罐液位上部、通过管道与第一个缓冲罐热水接口相连接的第一个上部增压泵,既通过管道与第一个上部增压泵相连接又通过左旁路管道与主管道相连接的第一个旁路自动关断阀,位于上级低压加热器与下级低压加热器相连接的主管道上的第一个主路自动关断阀,通过管道连接在第一个主路自动关断阀进口与出口之间的第一个上部自动调节阀,既通过管道与第一个缓冲罐冷水接口相连接又通过右旁路管道与主管道相连接的第一个旁路自动调节阀,一端连接在第一个上部增压泵出口与第一个旁路自动关断阀之间连接管道上的第一个支路自动关断阀,通过管道与第一个支路自动关断阀相连接的第一个热网循环泵出口,一端通过管道与第一个热网循环泵出口相连接、另一端连接在第一个缓冲罐与第一个旁路自动调节阀之间连接管道上的第一个支路自动调节阀。

3. 根据权利要求1所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第二个旁路控制器,包括底部设有进汽接口和放水接口、中部设有冷水接口和热水接口的第二个缓冲罐,位于第二个缓冲罐下部、既通过管道与第二个缓冲罐放水接口相连接又通过管道与除氧器相连接的第二个下部增压泵,位于第二个缓冲罐下部、既通过管道与第二个缓冲罐进汽接口相连接又通过管道与高压缸及再热器相连接的第二个下部自动调节阀,位于第二个缓冲罐液位上部、通过管道与第二个缓冲罐热水接口相连接的第二个上部增压泵,既通过管道与第二个上部增压泵相连接又通过左旁路管道与主管道相连接的第二个旁路自动关断阀,位于上级低压加热器与除氧器相连接的主管道上的第二个主路自动关断阀,通过管道连接在第二个主路自动关断阀进口与出口之间的第二个上部自动调节阀,既通过管道与第二个缓冲罐冷水接口相连接又通过右旁路管道与主管道相连接的第二个旁路自动调节阀,一端连接在第二个上部增压泵出口与第二个旁路自动关断阀之间连接管道上的第二个支路自动关断阀,通过管道与第二个支路自动关断阀相连接的第二个热网循环泵出口,一端通过管道与第二个热网循环泵出口相连接、另一端连接在第二个缓冲罐与第二个旁路自动调节阀之间连接管道上的第二个支路自动调节阀。

4. 根据权利要求1所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第一个旁路控制器,在不调频时也需维持一个基础负荷,实现调频的快速响应。

5. 根据权利要求1所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第二个旁路控制器,在不调频时也需维持一个基础负荷,实现调频的快速响应。

6. 根据权利要求1所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第一个旁路控制器,换热介质为锅炉凝结水或冬季热网循环水。

7. 根据权利要求1所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第二个旁路控制器,换热介质为锅炉凝结水或冬季热网循环水。

8. 根据权利要求2所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第一个缓冲罐,为混合式换热,蒸汽与水直接混合换热。

9. 根据权利要求3所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第二个缓冲罐,为混合式换热,蒸汽与水直接混合换热。

10. 根据权利要求2所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第一个缓冲罐,为承压罐或常压罐。

11. 根据权利要求3所述的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,其特征在于,所述的第二个缓冲罐,为承压罐或常压罐。

双旁路控制抽汽式混合换热调频系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,可广泛应用于电厂灵活性调频领域中。

背景技术

[0002] 随着经济政策的调整,我国用电结构发了变化,用户侧的用电需求时时刻刻都在变化,另外随着环保政策逐步提高,风能、太阳能可再生能源比例将大大提高,但可再生能源存在不稳定性,需要电厂来调整负荷大小,以保证电网的供需平衡。综上,由于电网供需双方存在瞬时的不平衡,极易造成电网及其频率出现扰动,而频率是电力系统安全稳定运行的重要技术指标。

[0003] 目前,电厂主要通过锅炉增减燃料或调节汽轮机进汽量,来响应电网的调频需求,但上述措施均存在一定局限性,如锅炉存在延迟、汽轮机调节裕量有限。此外,目前还存在其它多种调频手段,例如蓄电池、蓄热罐的蓄能调频方式,以及电极锅炉的能源转换方式,上述方式存在着调频响应速度慢、投资成本大、运行费用大的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种快速实现响应电网对机组负荷变化的调频要求、避免汽轮机调频时进蒸汽自动调节阀的频繁开关、运行稳定可靠、保证汽轮机安全运行、显著提高机组寿命及灵活性、节能显著、调频幅度大的双旁路控制抽汽式混合换热调频系统。

[0005] 为了达到上述目的,本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,包括高压缸,通过管道与高压缸相连接的中压缸,通过管道与中压缸相连接的低压缸,通过管道与低压缸相连接的凝汽器,通过管道与凝汽器相连接的凝结水泵,通过管道与凝结水泵相连接的下级低压加热器,通过主管道与下级低压加热器相连接的第一个旁路控制器,既通过主管道与第一个旁路控制器相连接、又通过疏水管道与下级低压加热器直接相连接、并通过中压缸抽汽管道与中压缸直接相连接的上级低压加热器,通过主管道与上级低压加热器相连接的第二个旁路控制器,通过管道与第二个旁路控制器相连接的除氧器,通过管道与除氧器直接相连接的高压加热器,入口既通过管道与第二个旁路控制器相连接又通过蒸汽管道与高压缸相连接、出口通过蒸汽管道与中压缸相连接的再热器。

[0006] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个旁路控制器,包括底部设有进汽接口和放水接口、中部设有冷水接口和热水接口的第一个缓冲罐,位于第一个缓冲罐下部、既通过管道与第一个缓冲罐放水接口相连接又通过管道与疏水管道相连接的第一个下部增压泵,位于第一个缓冲罐下部、既通过管道与第一个缓冲罐进汽接口相连接又通过管道与中压缸抽汽管道相连接的第一个下部自动调节阀,位于第一个缓冲罐液位上部、通过管道与第一个缓冲罐热水接口相连接的第一个上部增压泵,既通过管道与第一个上部增压泵相连接又通过左旁路管道与主管道相连接的第一个旁路自动关断阀,位于上级低压加热器与下级低压加热器相连接的主管道上的第一个主路自动关断阀,通过管道连接

在第一个主路自动关断阀进口与出口之间的第一个上部自动调节阀,既通过管道与第一个缓冲罐冷水接口相连接又通过右旁路管道与主管道相连接的第一个旁路自动调节阀,一端连接在第一个上部增压泵出口与第一个旁路自动关断阀之间连接管道上的第一个支路自动关断阀,通过管道与第一个支路自动关断阀相连接的第一个热网循环泵出口,一端通过管道与第一个热网循环泵出口相连接、另一端连接在第一个缓冲罐与第一个旁路自动调节阀之间连接管道上的第一个支路自动调节阀。

[0007] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个旁路控制器,包括底部设有进汽接口和放水接口、中部设有冷水接口和热水接口的第二个缓冲罐,位于第二个缓冲罐下部、既通过管道与第二个缓冲罐放水接口相连接又通过管道与除氧器相连接的第二个下部增压泵,位于第二个缓冲罐下部、既通过管道与第二个缓冲罐进汽接口相连接又通过管道与高压缸及再热器相连接的第二个下部自动调节阀,位于第二个缓冲罐液位上部、通过管道与第二个缓冲罐热水接口相连接的第二个上部增压泵,既通过管道与第二个上部增压泵相连接又通过左旁路管道与主管道相连接的第二个旁路自动关断阀,位于上级低压加热器与除氧器相连接的主管道上的第二个主路自动关断阀,通过管道连接在第二个主路自动关断阀进口与出口之间的第二个上部自动调节阀,既通过管道与第二个缓冲罐冷水接口相连接又通过右旁路管道与主管道相连接的第二个旁路自动调节阀,一端连接在第二个上部增压泵出口与第二个旁路自动关断阀之间连接管道上的第二个支路自动关断阀,通过管道与第二个支路自动关断阀相连接的第二个热网循环泵出口,一端通过管道与第二个热网循环泵出口相连接、另一端连接在第二个缓冲罐与第二个旁路自动调节阀之间连接管道上的第二个支路自动调节阀。

[0008] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个旁路控制器,在不调频时也需维持一个基础负荷,实现调频的快速响应。

[0009] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个旁路控制器,在不调频时也需维持一个基础负荷,实现调频的快速响应。

[0010] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个旁路控制器,换热介质为锅炉凝结水或冬季热网循环水。

[0011] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个旁路控制器,换热介质为锅炉凝结水或冬季热网循环水。

[0012] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个缓冲罐,为混合式换热,蒸汽与水直接混合换热。

[0013] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个缓冲罐,为混合式换热,蒸汽与水直接混合换热。

[0014] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个缓冲罐,为承压罐或常压罐。

[0015] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个缓冲罐,为承压罐或常压罐。

[0016] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,采用两个旁路控制器协同工作。当需要提高电网频率,即增加电厂发电负荷时,需要降低旁路控制器负荷。旁路控制器抽汽减少,更多蒸汽用于汽轮机发电,能快速提高机组负荷以及快速响应电网频率升高的要求。其

具体工作过程是：

[0017] 一是，换热介质为凝结水时，两个旁路控制器的主路自动关断阀、支路自动调节阀、支路自动关断阀均为关闭状态，两个旁路控制器的旁路自动关断阀为开启状态。两个旁路控制器的下部自动调节阀阀门开度减少，减少对中压缸的抽汽，因抽汽量减少，为了维持缓冲罐内液位，也需降低下部增压泵的频率，使缓冲罐放水量与抽汽量相当。因抽汽量减少，为了使缓冲罐内凝结水温度保持在设计值范围内，需要减少凝结水进入缓冲罐的流量，增大上部自动调节阀开度，减少旁路自动调节阀开度。为了维持系统水流量平衡，缓冲罐出口上部增压泵频率也需要降低，使缓冲罐热水出水量与冷水进水量相当。

[0018] 二是，换热介质为热网循环水时，两个旁路控制器的上部自动调节阀、旁路自动调节阀、旁路自动关断阀为关闭状态，两个旁路控制器的主路自动关断阀、支路自动关断阀为开启状态。两个旁路控制器的下部自动调节阀阀门开度减少，减少对中压缸的抽汽，因抽汽量减少，为了维持缓冲罐内液位也需降低下部增压泵的频率使缓冲罐放水量与抽汽量相当。因抽汽量减少，为了使缓冲罐内热网循环水温度保持在设计值范围内，需要减少热网循环水进入缓冲罐的流量，减少支路自动调节阀开度。为了维持热网循环水流量平衡，缓冲罐出口上部增压泵频率也需要降低，使缓冲罐热水出水量与冷水进水量相当。

[0019] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统，采用两个旁路控制器协同工作。当需要降低电网频率，即降低电厂发电负荷时，需要提高旁路控制器负荷。旁路控制器抽汽增多，用于汽轮机发电的蒸汽减少，机组负荷快速下降以及快速响应电网频率降低的要求。其具体工作过程是：

[0020] 一是，当换热介质为凝结水时，两个旁路控制器的主路自动关断阀、支路自动调节阀、支路自动关断阀为关闭状态，两个旁路控制器的旁路自动关断阀为开启状态。两个旁路控制器的下部自动调节阀阀门开度增大，增大对中压缸的抽汽，因抽汽量增大，为了维持缓冲罐内液位也需增大下部增压泵的频率使缓冲罐放水量与抽汽量相当。因抽汽量增大，为了保持缓冲罐内凝结水温度保持在设计值，需要增大凝结水进入缓冲罐的流量，减少上部自动调节阀开度，增大旁路自动调节阀开度。为了维持主系统水流量平衡，缓冲罐出口上部增压泵频率也需要提高，使缓冲罐热水出水量与冷水进水量相当。

[0021] 二是，当换热介质为热网循环水时，两个旁路控制器的上部自动调节阀、旁路自动调节阀、旁路自动关断阀为关闭状态，两个旁路控制器的主路自动关断阀、支路自动关断阀为开启状态。两个旁路控制器的下部自动调节阀阀门开度增大，增大对中压缸的抽汽，因抽汽量增大，为了维持缓冲罐内液位也需提高下部增压泵的频率使缓冲罐放水量与抽汽量相当。因抽汽量增大，为了使缓冲罐内热网循环水温度保持在设计值，需要增大热网循环水进入缓冲罐的流量，增大支路自动调节阀开度。为了维持主系统热网循环水流量平衡，缓冲罐出口上部增压泵频率也需要提高，使缓冲罐热水出水量与冷水进水量相当。

[0022] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统，所述的第一或第二缓冲罐，根据电网调频幅度要求，对容量进行设计，以满足热量储存要求。并根据蒸汽温度、压力以及进出口水温要求设计为承压罐或常压罐。缓冲罐放水接口连接的疏水管道，为与缓冲罐抽汽品质相同的疏水管道或与放水口温度、压力相对应的疏水管道。

[0023] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统，所述的第一或第二主路自动关断阀、旁路自动关断阀、支路自动关断阀，为电动、气动或者液压驱动的阀门，能够自动快速可

靠的截止介质。

[0024] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一或第二下部自动调节阀、旁路自动调节阀、上部自动调节阀、支路自动调节阀,为电动、气动或者液压驱动的阀门,能够自动快速可靠的调节介质流量。

[0025] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一或第二下部增压泵、上部增压泵,能够自动控制调节介质流量。

[0026] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,采用两个旁路控制器,在不改变汽轮机结构以及进蒸汽自动调节阀开度的情况下,通过直接增、减抽取汽轮机高中压缸蒸汽流量,快速实现响应电网对机组负荷变化的调频要求,避免汽轮机调频时进蒸汽自动调节阀的频繁开关,运行稳定可靠,保证了汽轮机安全运行,显著提高机组的寿命及灵活性。

[0027] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,抽取的蒸汽,可直接加热锅炉凝结水或热网水,调频过程能量损耗非常小,几乎无能量损耗,节能显著。

[0028] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,采用双旁路控制器,具有调频幅度大的优点。

[0029] 综上所述,本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,快速实现响应电网对机组负荷变化的调频要求,避免汽轮机调频时进蒸汽自动调节阀的频繁开关,运行稳定可靠,保证汽轮机安全运行,显著提高机组寿命及灵活性,节能显著,调频幅度大。

附图说明

[0030] 以下结合附图及其实施例对本发明作更进一步的说明。

[0031] 图1是本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 在图1中,本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,包括高压缸1,通过管道与高压缸相连接的中压缸2,通过管道与中压缸相连接的低压缸3,通过管道与低压缸相连接的凝汽器4,通过管道与凝汽器相连接的凝结水泵5,通过管道与凝结水泵相连接的下级低压加热器6,通过主管道13与下级低压加热器相连接的第一个旁路控制器7,既通过主管道与第一个旁路控制器相连接、又通过疏水管道14与下级低压加热器直接相连接、并通过中压缸抽汽管道15与中压缸直接相连接的上级低压加热器8,通过主管道与上级低压加热器相连接的第二个旁路控制器9,通过管道与第二个旁路控制器相连接的除氧器10,通过管道与除氧器直接相连接的高压加热器11,入口既通过管道与第二个旁路控制器相连接又通过蒸汽管道与高压缸相连接、出口通过蒸汽管道与中压缸相连接的再热器12。

[0033] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个旁路控制器7,包括底部设有进汽接口和放水接口、中部设有冷水接口和热水接口的第一个缓冲罐7-1,位于第一个缓冲罐下部、既通过管道与第一个缓冲罐放水接口相连接又通过管道与疏水管道相连接的第一个下部增压泵7-2,位于第一个缓冲罐下部、既通过管道与第一个缓冲罐进汽接口相连接又通过管道与中压缸抽汽管道相连接的第一个下部自动调节阀7-3,位于第一个缓冲罐液位上部、通过管道与第一个缓冲罐热水接口相连接的第一个上部增压泵7-4,既通过管道与第一个上部增压泵相连接又通过左旁路管道与主管道相连接的第一个旁路自动关断

阀7-5,位于上级低压加热器与下级低压加热器相连接的主管道上的第一个主路自动关断阀7-6,通过管道连接在第一个主路自动关断阀进口与出口之间的第一个上部自动调节阀7-7,既通过管道与第一个缓冲罐冷水接口相连接又通过右旁路管道与主管道相连接的第一个旁路自动调节阀7-8,一端连接在第一个上部增压泵出口与第一个旁路自动关断阀之间连接管道上的第一个支路自动关断阀7-9,通过管道与第一个支路自动关断阀相连接的第一个热网循环泵出口7-10,一端通过管道与第一个热网循环泵出口相连接、另一端连接在第一个缓冲罐与第一个旁路自动调节阀之间连接管道上的第一个支路自动调节阀7-11。

[0034] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个旁路控制器9,包括底部设有进汽接口和放水接口、中部设有冷水接口和热水接口的第二个缓冲罐9-1,位于第二个缓冲罐下部、既通过管道与第二个缓冲罐放水接口相连接又通过管道与除氧器相连接的第二个下部增压泵9-2,位于第二个缓冲罐下部、既通过管道与第二个缓冲罐进汽接口相连接又通过管道与高压缸及再热器相连接的第二个下部自动调节阀9-3,位于第二个缓冲罐液位上部、通过管道与第二个缓冲罐热水接口相连接的第二个上部增压泵9-4,既通过管道与第二个上部增压泵相连接又通过左旁路管道与主管道相连接的第二个旁路自动关断阀9-5,位于上级低压加热器与除氧器相连接的主管道上的第二个主路自动关断阀9-6,通过管道连接在第二个主路自动关断阀进口与出口之间的第二个上部自动调节阀9-7,既通过管道与第二个缓冲罐冷水接口相连接又通过右旁路管道与主管道相连接的第二个旁路自动调节阀9-8,一端连接在第二个上部增压泵出口与第二个旁路自动关断阀之间连接管道上的第二个支路自动关断阀9-9,通过管道与第二个支路自动关断阀相连接的第二个热网循环泵出口9-10,一端通过管道与第二个热网循环泵出口相连接、另一端连接在第二个缓冲罐与第二个旁路自动调节阀之间连接管道上的第二个支路自动调节阀9-11。

[0035] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个旁路控制器,在不调频时也需维持一个基础负荷,实现调频的快速响应。

[0036] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个旁路控制器,在不调频时也需维持一个基础负荷,实现调频的快速响应。

[0037] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个旁路控制器,换热介质为锅炉凝结水或冬季热网循环水。

[0038] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个旁路控制器,换热介质为锅炉凝结水或冬季热网循环水。

[0039] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个缓冲罐,为混合式换热,蒸汽与水直接混合换热。

[0040] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个缓冲罐,为混合式换热,蒸汽与水直接混合换热。

[0041] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第一个缓冲罐,为承压罐或常压罐。

[0042] 本发明双旁路控制抽汽式混合换热调频系统,所述的第二个缓冲罐,为承压罐或常压罐。

[0043] 综上所述,以上仅对本发明的较佳实施例进行了描述,需要指出的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,其中未尽详细描述的设备 and 结构应该理解为用本领域中的普通

方式予以实施;任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

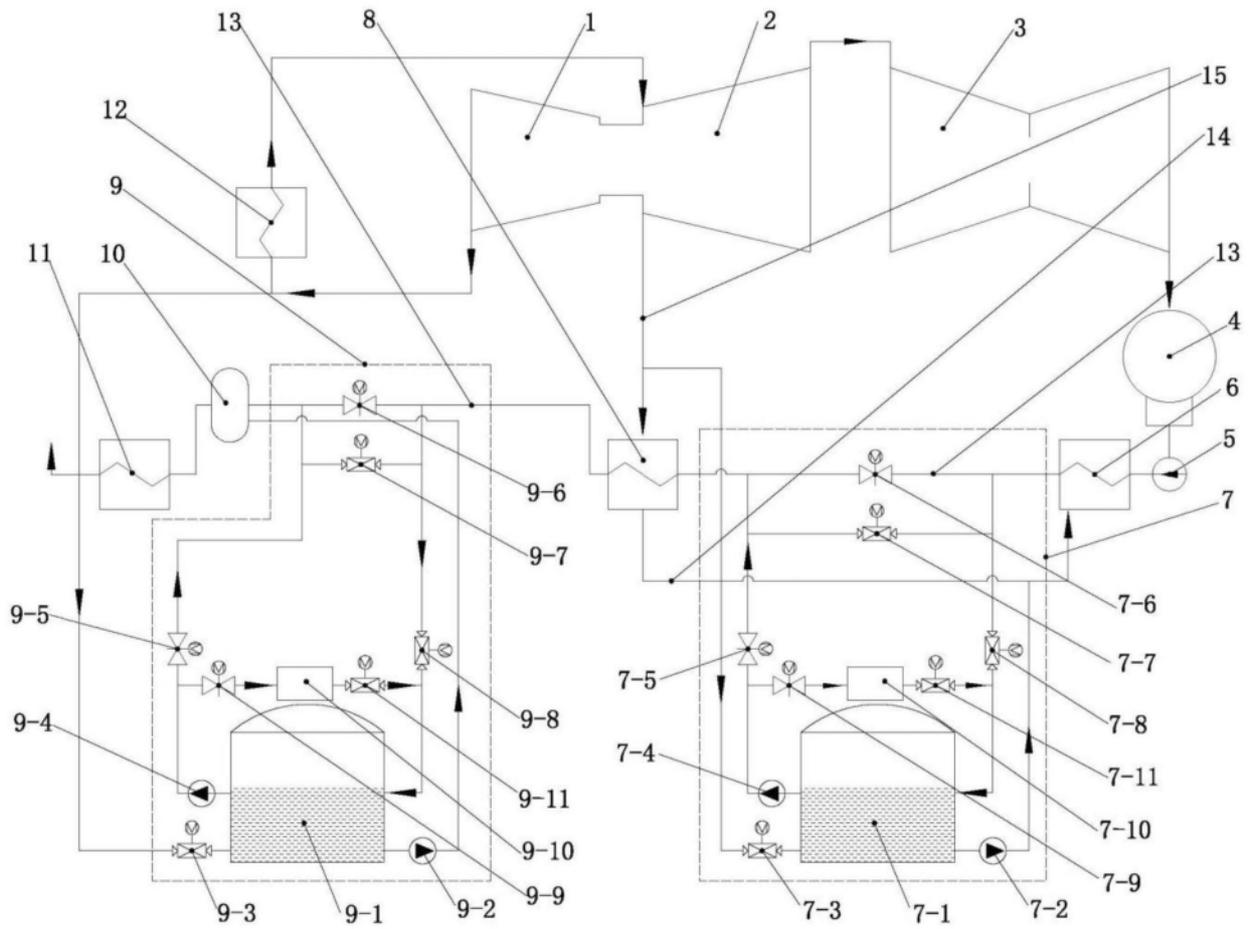


图1