



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107388230 B

(45) 授权公告日 2024.12.06

(21) 申请号 201710776178.9

CN 207298902 U, 2018.05.01

(22) 申请日 2017.08.31

审查员 陈瑞梅

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107388230 A

(43) 申请公布日 2017.11.24

(73) 专利权人 冯煜理

地址 200434 上海市杨浦区仁德路101弄2
号1102室

(72) 发明人 冯煜理

(51) Int.Cl.

F22D 1/32 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106051737 A, 2016.10.26

CN 106524127 A, 2017.03.22

权利要求书1页 说明书11页 附图15页

(54) 发明名称

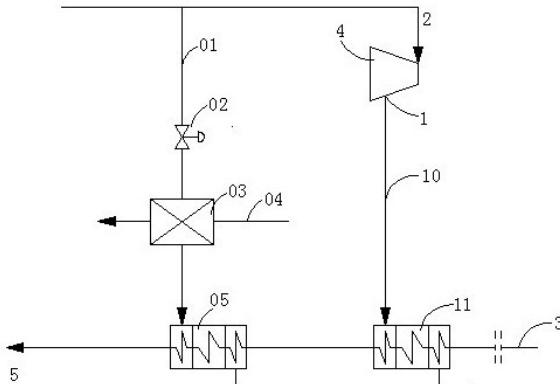
一种联合回热系统

(57) 摘要

本发明公开了一种联合回热系统，包括汽轮机的高压缸，主蒸汽管道，常规的末级抽汽管道，所述主蒸汽管道上增设的附加管道，以所述主蒸汽管道中的主蒸汽为热源的换热器，以所述换热器的排气为热源的给水加热器，设置在所述附加管道上的汽侧调节阀，用于对所述附加管道中的主蒸汽进行调节，以控制所述汽侧调节阀后的抽汽压力来控制所述给水加热器的出口温度，来满足所需要的最终给水温度。利用本系统，在机组启动阶段可回收锅炉蒸汽的热量，并解决启动阶段中的诸如煤粉燃烬率低、燃油冒黑烟、尾部烟道的空预器等设备易发生低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

B

CN 107388230 B



1. 一种联合回热系统,其特征在于:包括汽轮机的高压缸;
主蒸汽管道;
常规的末级抽汽管道;
以所述主蒸汽管道中的主蒸汽为热源的换热器;
以所述换热器的排汽为热源的给水加热器;
所述主蒸汽管道上增设的附加管道,通过所述附加管道将所述换热器、所述给水加热器串联连接;

设置在所述主蒸汽管道与所述换热器之间的附加管道上的汽侧调节阀,用于对所述附加管道中的主蒸汽进行调节,以控制所述汽侧调节阀后的抽汽压力来控制所述给水加热器的出口温度,来满足所需要的最终给水温度;

所述换热器是一个换热器,或是由多个换热器组成的换热器组。

2. 如权利要求1所述的一种联合回热系统,其特征在于:换热器组是两个以上的换热器并联或串联组合,或是三个以上换热器以串联和并联相结合的方式连接组成。

3. 如权利要求1所述的一种联合回热系统,其特征在于:所述换热器加热的工质为锅炉热二次风或锅炉热一次风或锅炉送粉或三者的组合或其中二者的组合。

4. 如权利要求1-3任一项所述的一种联合回热系统,其特征在于:还包括热再管道上增设的附加热再管道,所述附加热再管道与所述主蒸汽管道上增设的附加管道并联连接后,再与换热器及给水加热器连接。

5. 如权利要求4所述的一种联合回热系统,其特征在于:所述给水加热器为常规的末级给水加热器,所述附加管道与所述换热器以及所述常规的末级给水加热器相连,所述常规的末级抽汽管道上设置隔绝阀。

6. 如权利要求4所述的一种联合回热系统,其特征在于:所述给水加热器为附加可调式后末级给水加热器;所述附加管道与所述换热器以及所述附加可调式后末级给水加热器相连。

7. 如权利要求6所述的一种联合回热系统,其特征在于:还包括至少一个水侧调节阀,所述水侧调节阀与所述附加可调式后末级给水加热器并联连接。

一种联合回热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及火力发电领域,尤其涉及一种联合回热系统。

背景技术

[0002] 当前,我国电力主要是由火力发电机组来承担调峰,火力发电机组低负荷运行已成为常态。随着我国《电力发展“十三五”规划(2016-2020年)》的正式发布,“加强调峰能力建设,提升系统灵活性”已然成为火力发电机组的重任之一,这意味着对火力发电机组的深度调峰及系统灵活性提出了更高的要求,事实上,火力发电机组在低负荷运行,是存在环保、安全、经济性等诸多难题,包括SCR脱硝装置需退出运行问题、锅炉水动力不稳定问题、锅炉燃烧不稳定、循环效率低问题等。

[0003] 对于上述低负荷产生的SCR脱硝需退出运行问题、锅炉水动力不稳定问题、循环热效率低问题,中国专利ZL201110459533.2公开了一种可调式给水回热系统,即相对传统的汽轮发电机组来说,高压缸上设置的末级抽汽压力比常规的高压缸最高抽汽压力要高;并在该末级抽汽管道上设置抽汽调节阀,然后通过给水加热器来回热给水。运行过程中,通过该阀门可对末级抽汽进行调节,从而保持抽汽调节阀后的压力在机组变负荷时基本不变,并通过末级给水加热器维持锅炉的给水的温度基本不变。

[0004] 然而,该专利提供的系统及方法仍存在不足之处,机组在各负荷阶段,该级抽汽需进行节流维持抽汽调节阀的压力,尤其是在较低负荷时,其抽汽过热度会相对较大,导致增设的给水加热器换热温差较大,不可逆损失增加,换言之,增设的可调式末级抽汽并未得到非常有效的利用;另外一方面,由于该级抽汽温度较高,会导致相应的管材及给水加热器成本增加,尤其是随着机组参数的不断提高,例如700°C机组,由于对应的抽汽温度过高,会导致给水加热器在现有制造工艺下难以实现。此外,该专利提供的系统及方法也具有应用局限性,对于汽轮机无额外抽汽口的机组,则无法直接应用。

[0005] 另外一方面,现代火力发电机组为适应机组启停、事故工况等要求,均配置了旁路系统,机组启动时,从锅炉点火开始,通过消耗燃煤及燃油而产生的大量蒸汽均通过旁路系统最后送入了凝汽器,直至汽轮机进汽品质合格、蒸汽参数等满足冲转条件,开始汽轮机冲转,最后到并网,旁路才最终关闭。传统火力发电机组冷态启动从点火到并网约8-10个小时,在此期间,大量的蒸汽均通过旁路系统送入凝汽器,虽回收了工质却损失了热量。此外,启动阶段还存在诸如煤粉燃烬率低、燃油冒黑烟、尾部烟道的空预器等设备易发生低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

发明内容

[0006] 有鉴于此,为了综合解决上述低负荷、启动阶段所面临的问题以及现有的可调式给水回热系统的不足之处,本发明提供了一种联合回热系统。

[0007] 本发明提供的一种联合回热系统,其特征在于,包括:

[0008] 汽轮机的高压缸;

- [0009] 主蒸汽管道；
- [0010] 常规的末级抽汽管道；
- [0011] 以所述主蒸汽管道中的主蒸汽为热源的换热器；
- [0012] 以所述换热器的排汽为热源的给水加热器；
- [0013] 所述主蒸汽管道上增设的附加管道，通过所述附加管道将所述换热器、所述给水加热器串联连接；
- [0014] 设置在所述附加管道上的汽侧调节阀，用于对所述附加管道中的主蒸汽进行调节，以控制所述汽侧调节阀后的抽汽压力来控制所述给水加热器的出口温度，来满足所需要的最终给水温度。
- [0015] 优选地，所述汽侧调节阀设置于所述主蒸汽管道与所述换热器之间的附加管道上。
- [0016] 优选地，所述换热器可以是一个换热器，也可以是由多个换热器组成的换热器组。
- [0017] 优选地，换热器组可以是两个及两个以上的换热器并联或串联组合，也可以是三个及三个以上换热器以串联和并联相结合的方式连接组成。
- [0018] 优选地，所述换热器加热的工质为锅炉热二次风或锅炉热一次风或锅炉送粉或三者的组合或其中二者的组合。
- [0019] 优选地，所述换热器增设旁路，所述换热器前后增设隔绝阀。
- [0020] 优选地，还包括热再管道上增设的附加加热再管道，所述附加加热再管道与所述主蒸汽管道上增设的附加管道并联连接后，再与换热器及给水加热器连接；
- [0021] 优选地，所述给水加热器为常规的末级给水加热器，所述附加管道与所述换热器以及所述常规的末级给水加热器相连，所述常规的末级抽汽管道上设置隔绝阀。
- [0022] 优选地，所述给水加热器为附加可调式后末级给水加热器；所述附加管道与所述换热器以及所述附加可调式后末级给水加热器相连；
- [0023] 优选地，还包括至少一个水侧调节阀，所述水侧调节阀与所述附加可调式后末级给水加热器并联连接。
- [0024] 本发明的联合回热系统，具有如下优势及效果：
- [0025] 1、本发明不需要设置额外的汽轮机抽汽口，在机组正常不同负荷运行阶段，直接利用主蒸汽经过换热器换热后，然后再进一步至附加可调式后末级给水加热器补充加热给水，主蒸汽经调节阀节流后，尤其在低负荷下，蒸汽过热度较大，但由于增设了换热器，因此蒸汽的过热度可得到有效的利用；此外，在低负荷阶段，主蒸汽通过换热器加热锅炉热一次风或/与锅炉热二次风或/与锅炉送粉，可实现制粉系统干燥出力的提升及锅炉燃烧性能的提升，缓解空预器设备堵塞等问题。
- [0026] 2、本发明的主蒸汽经换热器换热之后，蒸汽温度降低，因而，换热器之后的管道材料以及附加可调式后末级给水加热器的成本可大幅度降低，尤其是对于未来高参数的机组，该方法也为解决高参数给水加热器难以制造的问题提供了出路。
- [0027] 3、本发明的系统在机组启动阶段就可投入使用，可回收一部分原本通过旁路系统送入凝汽器的大量蒸汽的热量，用以加热锅炉送风或锅炉送粉，直接提高了启动阶段的风温、粉温；并进一步补充加热锅炉给水，提高了给水温度，间接再进一步补充预热了整个锅炉，可大幅度减少启动阶段的燃油、燃煤消耗量。此外，由于本系统可在启动阶段投入，因此

还解决了启动阶段的诸如煤粉燃烬率低、燃油冒黑烟、尾部烟道的空预器等设备易发生低温结露、堵灰、腐蚀等问题，并可确保机组在并网之前就可投入SCR脱硝装置，此外还能延长SCR催化剂寿命。而这些优点是现有的可调式给水回热系统所不具备的。

[0028] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明，以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

- [0029] 图1是本发明的具体实施例1系统示意图。
- [0030] 图2是本发明的具体实施例2系统示意图。
- [0031] 图3是本发明的具体实施例3系统示意图。
- [0032] 图4是本发明的具体实施例4系统示意图。
- [0033] 图5是本发明的具体实施例5系统示意图。
- [0034] 图6是本发明的具体实施例6系统示意图。
- [0035] 图7是本发明的具体实施例7系统示意图。
- [0036] 图8是本发明的具体实施例8系统示意图。
- [0037] 图9是本发明的具体实施例9系统示意图。
- [0038] 图10是本发明的具体实施例10系统示意图。
- [0039] 图11是本发明的具体实施例11系统示意图。
- [0040] 图12是本发明的具体实施例12系统示意图。
- [0041] 图13是本发明的具体实施例13系统示意图。
- [0042] 图14是本发明的具体实施例14系统示意图。
- [0043] 图15是本发明的具体实施例15系统示意图。
- [0044] 图16是本发明的具体实施例16系统示意图。
- [0045] 图17是本发明的具体实施例17系统示意图。
- [0046] 图18是本发明的具体实施例18系统示意图。
- [0047] 图19是本发明的具体实施例19系统示意图。
- [0048] 图20是本发明的具体实施例20系统示意图。
- [0049] 其中：1-常规的末级抽汽口；10-常规的末级抽汽管道；11-常规的末级给水加热器；2-主蒸汽管道；3-其它常规系统；4-高压缸；5-最终给水；6-水侧调节阀；7-再热器；8-热再至中压缸；00、09、9-隔绝阀；01-附加管道；02-汽侧调节阀；03、03'、03''-换热器；04、04'、04''-换热器被加热工质通道；05-附加可调式后末级给水加热器；06-换热器入口隔绝阀；07-换热器出口隔绝阀；08-附加加热再管道。

具体实施方式

[0050] 实施例1

[0051] 图1为本发明的具体实施例1的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、附加可调式后末级给水加热器05。

[0052] 附加可调式后末级给水加热器05通过附加管道01与换热器03、主蒸汽管道2相连，

所述汽侧调节阀02设置在主蒸汽管道2与换热器03之间的附加管道01上。所述汽侧调节阀02用于对附加管道01中的主蒸汽进行调节,通过控制汽侧调节阀02后的压力来控制附加可调式后末级给水加热器05出口的给水温度。

[0053] 以某电厂1000MW机组的实例来对本发明的控制方法进行详细说明,其中汽轮机为超超临界单轴、一次再热、四缸四排汽凝汽式汽轮机。

[0054] 例如,机组额定工况(1000WM)下的主蒸汽参数为27MPa/600°C。机组运行阶段时,随着机组负荷的降低,通过调整汽侧调节阀,控制进入附加可调式后末级给水加热器的压力在8.5 MPa左右,以维持最终给水温度在300°C左右。由于增设了换热器以加热锅炉热一次风或锅炉热二次风或锅炉送粉,附加可调式后末级抽汽的过热度可得有效的利用,经过换热器后的温度可降至360°C左右,然后再进入附加可调式后末级给水加热器进一步加热给水。这样不仅具有可调式给水回热系统的一切优点,与此同时,降低了附加可调式后末级给水加热器的进汽温度,其投资成本可得到一定降低,另外,抽汽的热量通过加热锅炉热一次风或锅炉热二次风或锅炉送粉而被间接送入锅炉,替代了部分锅炉的燃料,并使得锅炉的燃烧条件得到有效改善,可大大提高机组经济性。本实施例中,换热器亦可增设旁路,换热器前后增设隔绝阀,以便运行过程中换热器出现泄漏等故障,可通过旁路进行切换运行。

[0055] 机组启动阶段时,从锅炉点火开始,通过消耗燃煤及燃油而产生的蒸汽可通过附加管道01进入换热器03中加热锅炉热一次风或锅炉热二次风或锅炉送粉,从而将热量送入锅炉,替代锅炉的燃料,随后进入附加可调式后末级给水加热器05进一步补充加热锅炉给水,提高了启动阶段的给水温度,减少了启动阶段水冷壁的入口欠焓,从而解决了启动阶段的水动力不稳定问题,为机组的快速启动创造了有利条件,最终实现大幅度降低启动能耗,并解决传统启动阶段产生的煤粉燃烬率低、燃油冒黑烟、尾部烟道的空预器等设备易发生低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0056] 实施例2

[0057] 图2为本发明的具体实施例2的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、附加可调式后末级给水加热器05、水侧调节阀6。

[0058] 本实施例与实施例1的主要区别在于增设了水侧调节阀6,其与附加可调式后末级给水加热器05并联连接,因此,附加可调式后末级给水加热器05可设计成部分容量的给水加热器,降低加热器的成本。

[0059] 本实施例的系统的使用方法与实施例1的唯一区别在于,最终的给水温度是附加可调式后末级给水加热器05出口与水侧调节阀6出口混合后的给水温度。其余均一致,此处不再赘述。

[0060] 实施例3

[0061] 图3为本发明的具体实施例3的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器入口隔绝阀06、换热器出口隔绝阀07、换热器03。

[0062] 本实施例与实施例1的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于,节省了一个附加可调式后末级给水加热器05,降低了投资,而其在机组启动阶段,也和实施例1一样,完

全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量,另外一方面,也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水,确保启动阶段的给水温度,满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求,避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0063] 而在机组正常运行阶段,负荷较高时,仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热,而在负荷低至一定程度时,则可关闭隔绝阀09,打开换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07,切至增设的系统运行,而要切回原系统,则关闭换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07即可,因此通过隔绝阀09、换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07完全可实现两路蒸汽至常规的末级给水加热器11的在线切换运行。

[0064] 其余与实施例1一致,此处不再赘述。

[0065] 实施例4

[0066] 图4为本发明的具体实施例4的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0067] 本实施例与实施例1的主要区别在于多设了一路附加加热再管道08至换热器。其优势在于,机组启动阶段,为了保护再热器,必然会一部分蒸汽会通过旁路系统(高旁)经过再热器7加热后变成热再,传统情况下,该部分热再蒸汽会通过旁路系统(低旁)至凝汽器,而在本发明方案中,由于增设了这一路附加加热再管道08至换热器03,因此可进一步回收启动阶段流经再热器后的热再蒸汽。由于设置了隔绝阀9,因此可实现08与01两路进汽的切换运行。

[0068] 其余与实施例1一致,此处不再赘述。

[0069] 实施例5

[0070] 图5为本发明的具体实施例5的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0071] 本实施例与实施例4的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于,节省了一个附加可调式后末级给水加热器05,降低了投资,而其在机组启动阶段,也和实施例4一样,完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量,另外一方面,也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水,确保启动阶段的给水温度,满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求,避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0072] 而在机组正常运行阶段,负荷较高时,仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热,而在负荷低至一定程度时,则可关闭隔绝阀09,关闭隔绝阀9,并打开换热器出口隔绝阀07,切至增设的系统运行,即主蒸汽通过换热器03加热锅炉送风或锅炉送粉,再进一步补充加热锅炉给水,而要切回原系统,则关闭换热器出口隔绝阀07即可。

[0073] 其余与实施例4一致,此处不再赘述。

[0074] 实施例6

[0075] 图6为本发明的具体实施例6的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03及03'、附加可调式后末级给水加热器05。

[0076] 本实施例与实施例1的主要区别在于换热器03及03'为并联连接,换热器加热的工质可不同,例如,同时加热锅炉热一次风、锅炉热二次风,或者锅炉送粉、锅炉热一次风,或者锅炉送粉、锅炉热二次风等。

[0077] 本实施例的系统的使用方法与实施例1一致,此处不再赘述。

[0078] 实施例7

[0079] 图7为本发明的具体实施例7的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'和03''、附加可调式后末级给水加热器05、水侧调节阀6。

[0080] 本实施例与实施例6的主要区别在于增设了水侧调节阀6,其与附加可调式后末级给水加热器05并联连接,因此,附加可调式后末级给水加热器05可设计成部分容量的给水加热器,降低加热器的成本。

[0081] 本实施例的系统的使用方法与实施例6的唯一区别在于,最终的给水温度是附加可调式后末级给水加热器05出口与水侧调节阀6出口混合后的给水温度。

[0082] 本实施例的系统的使用方法与实施例6一致,此处不再赘述。

[0083] 实施例8

[0084] 图8为本发明的具体实施例8的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03及03'。

[0085] 本实施例与实施例6的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于,节省了一个附加可调式后末级给水加热器05,降低了投资,而其在机组启动阶段,也和实施例6一样,完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量,另外一方面,也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水,确保启动阶段的给水温度,满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求,避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0086] 而在机组正常运行阶段,负荷较高时,仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热,而在负荷低至一定程度时,则可关闭隔绝阀09,打开换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07,切至增设的系统运行,即主蒸汽通过换热器03和03'加热锅炉热二次风或锅炉热一次风或锅炉送粉或其中两者的组合,再进一步补充加热锅炉给水,而要切回原系统,则关闭换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07即可,因此通过隔绝阀09、换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07完全可实现两路蒸汽至常规的末级给水加热器11的在线切换运行。

[0087] 其余与实施例6一致,此处不再赘述。

[0088] 实施例9

[0089] 图9为本发明的具体实施例9的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管

道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03、03'、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0090] 本实施例与实施例6的主要区别在于多设了一路附加加热再管道08至换热器。其优势在于，机组启动阶段，为了保护再热器，必然会一部分蒸汽会通过旁路系统(高旁)经过再热器7加热后变成热再，传统情况下，该部分热再蒸汽会通过旁路系统(低旁)至凝汽器，而在本发明方案中，由于增设了这一路附加加热再管道08至换热器03，因此可进一步回收启动阶段流经再热器后的热再蒸汽。由于设置了隔绝阀9，因此可实现08与01两路进汽的切换运行。

[0091] 其余与实施例6一致，此处不再赘述。

[0092] 实施例10

[0093] 图10为本发明的具体实施例10的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03及03'、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0094] 本实施例与实施例9的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于，节省了一个附加可调式后末级给水加热器05，降低了投资，而其在机组启动阶段，也和实施例4一样，完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量，另外一方面，也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水，确保启动阶段的给水温度，满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求，避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0095] 而在机组正常运行阶段，负荷较高时，仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热，而在负荷低至一定程度时，则可关闭隔绝阀09，关闭隔绝阀9，并打开换热器出口隔绝阀07，切至增设的系统运行，即主蒸汽通过换热器03加热锅炉送风或锅炉送粉，再进一步补充加热锅炉给水，而要切回原系统，则关闭换热器出口隔绝阀07即可。

[0096] 其余与实施例9一致，此处不再赘述。

[0097] 实施例11

[0098] 图11为本发明的具体实施例11的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'、03''、附加可调式后末级给水加热器05。

[0099] 本实施例与实施例6的主要区别在于换热器03及03'并联连接后，再与换热器03''串联连接，换热器加热的工质可不同，例如，同时加热锅炉热一次风、锅炉热二次风，或者锅炉送粉、锅炉热一次风，或者锅炉送粉、锅炉热二次风或者三者的组合等。

[0100] 本实施例的系统的使用方法与实施例6一致，此处不再赘述。

[0101] 实施例12

[0102] 图12为本发明的具体实施例12的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'、03''。

[0103] 本实施例与实施例11的主要区别在于增设了水侧调节阀6，其与附加可调式后末

级给水加热器05并联连接,因此,附加可调式后末级给水加热器05可设计成部分容量的给水加热器,降低加热器的成本。

[0104] 本实施例的系统的使用方法与实施例8的唯一区别在于,最终的给水温度是附加可调式后末级给水加热器05出口与水侧调节阀6出口混合后的给水温度。其余均一致,此处不再赘述。

[0105] 本实施例的系统的使用方法与实施例11一致,此处不再赘述。

[0106] 实施例13

[0107] 图13为本发明的具体实施例13的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'、03''。

[0108] 本实施例与实施例11的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于,节省了一个附加可调式后末级给水加热器05,降低了投资,而其在机组启动阶段,也和实施例11一样,完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量,另外一方面,也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水,确保启动阶段的给水温度,满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求,避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0109] 而在机组正常运行阶段,负荷较高时,仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热,而在负荷低至一定程度时,则可关闭隔绝阀09,打开换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07,切至增设的系统运行,即主蒸汽通过换热器03和03' 加热锅炉热二次风或锅炉热一次风或锅炉送粉或其中两者的组合或三者的组合等,再进一步补充加热锅炉给水,而要切回原系统,则关闭换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07即可,因此通过隔绝阀09、换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07完全可实现两路蒸汽至常规的末级给水加热器11的在线切换运行。

[0110] 其余与实施例11一致,此处不再赘述。

[0111] 实施例14

[0112] 图14为本发明的具体实施例14的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03、03' 及03''、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加热再管道08至换热器03。

[0113] 本实施例与实施例11的主要区别在于多设了一路附加热再管道08至换热器。其优势在于,机组启动阶段,为了保护再热器,必然会一部分蒸汽会通过旁路系统(高旁)经过再热器7加热后变成热再,传统情况下,该部分热再蒸汽会通过旁路系统(低旁)至凝汽器,而在本发明方案中,由于增设了这一路附加热再管道08至换热器03,因此可进一步回收启动阶段流经再热器后的热再蒸汽。由于设置了隔绝阀9,因此可实现08与01两路进汽的切换运行。

[0114] 其余与实施例11一致,此处不再赘述。

[0115] 实施例15

[0116] 图15为本发明的具体实施例15的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加

管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03、03' 和03''、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0117] 本实施例与实施例14的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于，节省了一个附加可调式后末级给水加热器05，降低了投资，而其在机组启动阶段，也和实施例4一样，完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量，另外一方面，也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水，确保启动阶段的给水温度，满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求，避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0118] 而在机组正常运行阶段，负荷较高时，仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热，而在负荷低至一定程度时，则可关闭隔绝阀09，关闭隔绝阀9，并打开换热器出口隔绝阀07，切至增设的系统运行，即主蒸汽通过换热器03加热锅炉送风或锅炉送粉，再进一步补充加热锅炉给水，而要切回原系统，则关闭换热器出口隔绝阀07即可。

[0119] 其余与实施例14一致，此处不再赘述。

[0120] 实施例16

[0121] 图16为本发明的具体实施例16的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'、附加可调式后末级给水加热器05。

[0122] 本实施例与实施例6的主要区别在于换热器03及03' 不是并联连接，而是串联连接，换热器加热的工质可不同，例如，同时加热锅炉热一次风、锅炉热二次风，或者锅炉送粉、锅炉热一次风，或者锅炉送粉、锅炉热二次风等组合。

[0123] 本实施例的系统的使用方法与实施例6一致，此处不再赘述。

[0124] 实施例17

[0125] 图17为本发明的具体实施例17的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'、附加可调式后末级给水加热器05、水侧调节阀6。

[0126] 本实施例与实施例16的主要区别在于增设了水侧调节阀6，其与附加可调式后末级给水加热器05并联连接，因此，附加可调式后末级给水加热器05可设计成部分容量的给水加热器，降低加热器的成本。

[0127] 本实施例的系统的使用方法与实施例16的唯一区别在于，最终的给水温度是附加可调式后末级给水加热器05出口与水侧调节阀6出口混合后的给水温度。

[0128] 本实施例的系统的使用方法与实施例16一致，此处不再赘述。

[0129] 实施例18

[0130] 图18为本发明的具体实施例18的系统示意图，本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上，增设了附加管道01、附加管道上的汽侧调节阀02、换热器03、03'。

[0131] 本实施例与实施例16的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于，节省了一个附加可调式后末级给水加热器05，降低了投资，而其在机组启动阶段，也和实施例16一样，

完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量,另外一方面,也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水,确保启动阶段的给水温度,满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求,避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0132] 而在机组正常运行阶段,负荷较高时,仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热,而在负荷低至一定程度时,则可关闭隔绝阀09,打开换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07,切至增设的系统运行,即主蒸汽通过换热器03和03' 加热锅炉热二次风或锅炉热一次风或锅炉送粉或其中两者的组合,再进一步补充加热锅炉给水,而要切回原系统,则关闭换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07即可,因此通过隔绝阀09、换热器入口隔绝阀06及换热器出口隔绝阀07完全可实现两路蒸汽至常规的末级给水加热器11的在线切换运行。

[0133] 本实施例的系统的使用方法与实施例16一致,此处不再赘述。

[0134] 实施例19

[0135] 图19为本发明的具体实施例19的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03、03'、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0136] 本实施例与实施例16的主要区别在于多设了一路附加加热再管道08至换热器。其优势在于,机组启动阶段,为了保护再热器,必然会一部分蒸汽会通过旁路系统(高旁)经过再热器7加热后变成热再,传统情况下,该部分热再蒸汽会通过旁路系统(低旁)至凝汽器,而在本发明方案中,由于增设了这一路附加加热再管道08至换热器03,因此可进一步回收启动阶段流经再热器后的热再蒸汽。由于设置了隔绝阀9,因此可实现08与01两路进汽的切换运行。

[0137] 其余与实施例16一致,此处不再赘述。

[0138] 实施例20

[0139] 图20为本发明的具体实施例20的系统示意图,本实施例在常规的末级抽汽口1、常规的末级抽汽10、常规的末级给水加热器11、主蒸汽管道2基础上,增设了附加管道01、附加管道上的隔绝阀00及汽侧调节阀02、换热器03及03'、附加可调式后末级给水加热器05。并还在热再至中压缸的蒸汽管道上增设了一路附加加热再管道08至换热器03。

[0140] 本实施例与实施例19的主要区别在于未增设附加可调式后末级给水加热器05。经过换热器的蒸汽管道直接送至原有常规的末级给水加热器11中。其优势在于,节省了一个附加可调式后末级给水加热器05,降低了投资,而其在机组启动阶段,也和实施例4一样,完全可回收原来要通过旁路系统浪费的蒸汽热量,另外一方面,也可通过原有常规的末级给水加热器11来补充加热给水,确保启动阶段的给水温度,满足启动阶段脱硝、水动力稳定、燃烧稳定及燃烧效率高等要求,避免低温结露、堵灰、腐蚀等问题。

[0141] 而在机组正常运行阶段,负荷较高时,仍可采用原有的常规的末级抽汽10至常规的末级给水加热器11加热,而在负荷低至一定程度时,则可关闭隔绝阀09,关闭隔绝阀9,并打开换热器出口隔绝阀07,切至增设的系统运行,即主蒸汽通过换热器03加热锅炉送风或锅炉送粉,再进一步补充加热锅炉给水,而要切回原系统,则关闭换热器出口隔绝阀07即可。

[0142] 其余与实施例19一致,此处不再赘述。

[0143] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。需说明的是,本发明的联合回热系统,根据水侧是否配置水侧调节阀,是否设置附加可调式后末级给水加热器,抽汽调节阀的位置,附加可调式后末级给水加热器容量不同,换热器加热工质的不同,换热器的个数,换热器前后是否设置隔绝阀和旁路,不同换热器之间的连接方式,以及是否设置附加加热再管路至换热器等可有多种组合形式。

[0144] 应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

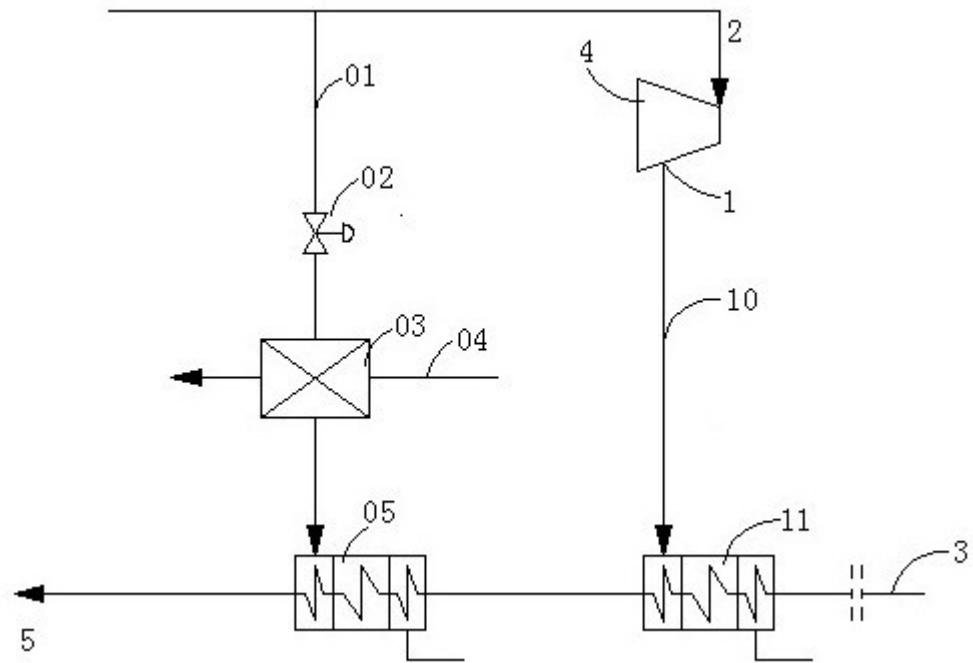


图1

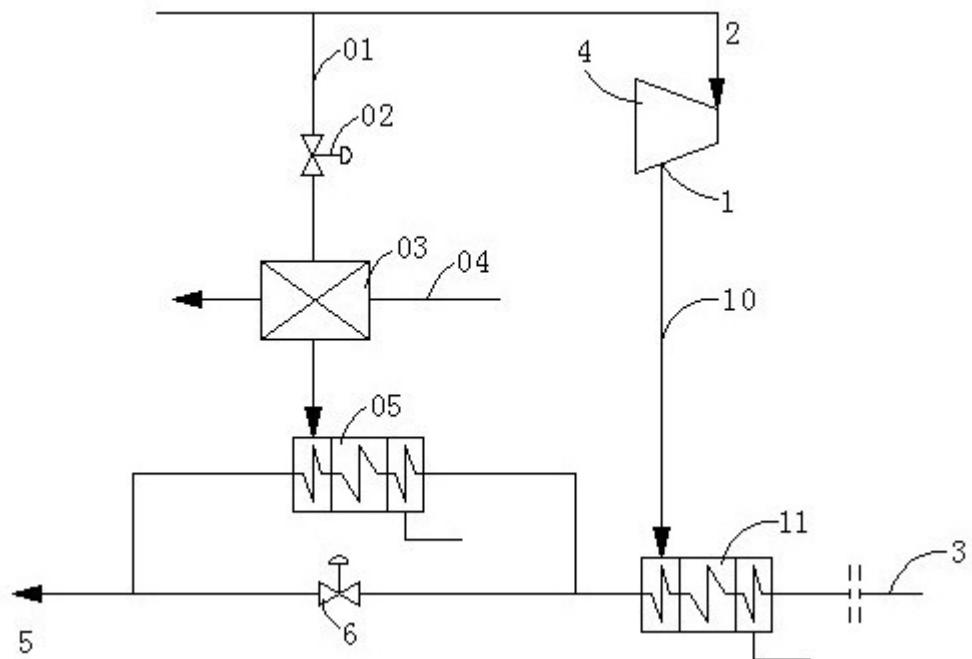


图2

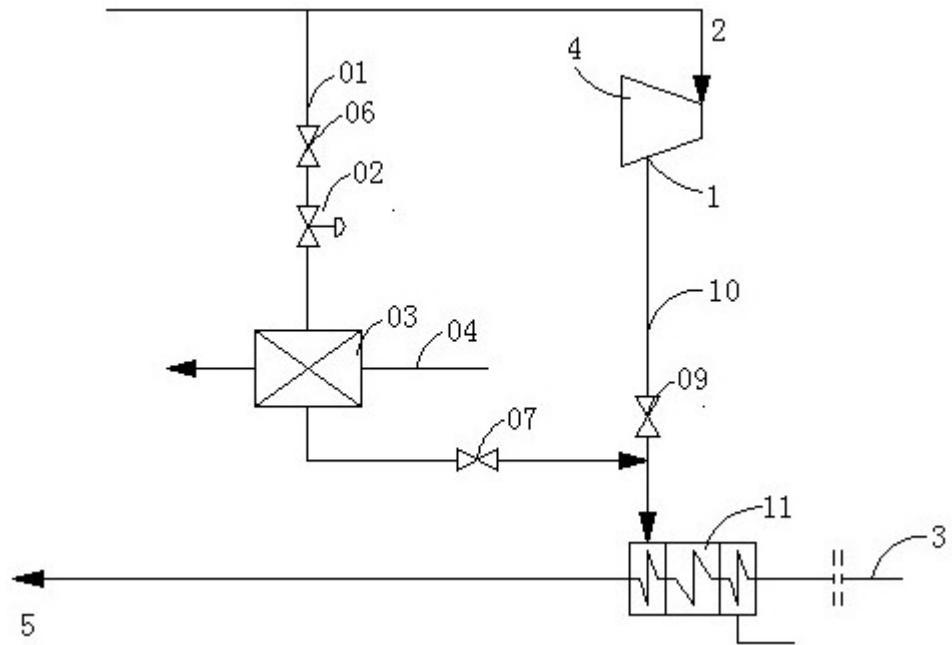


图3

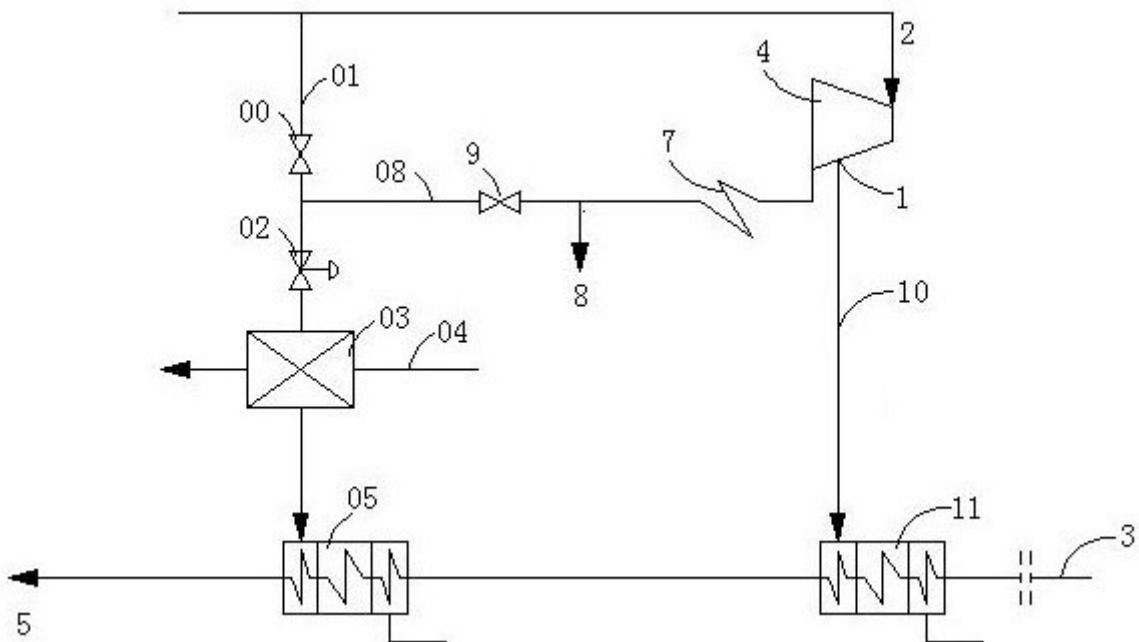
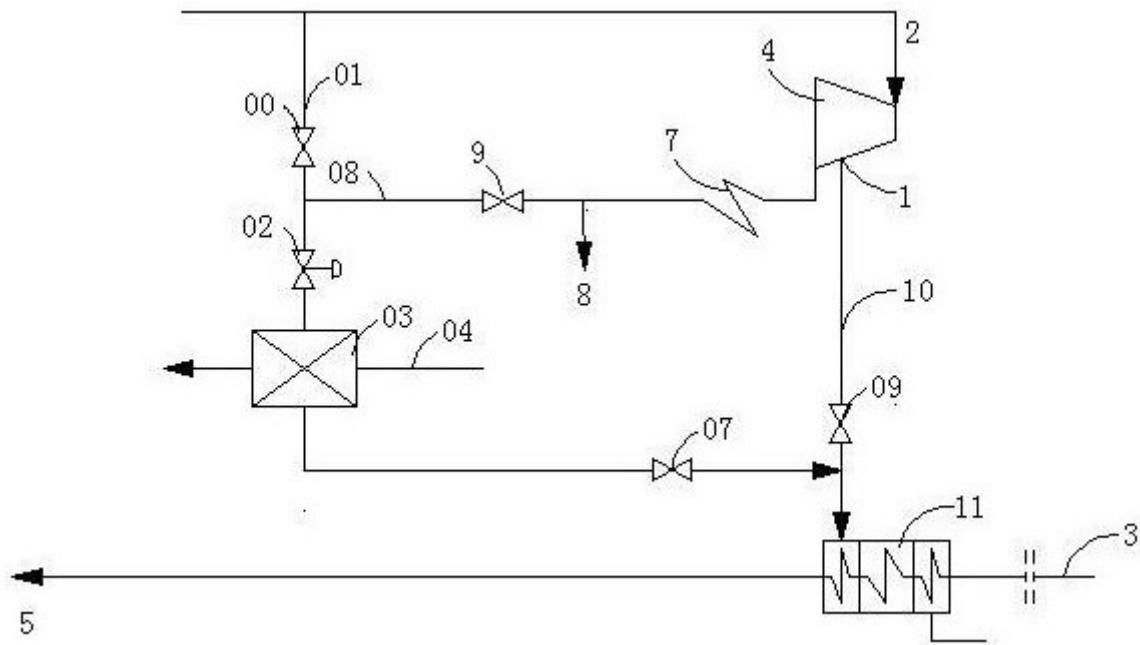


图4



冬5

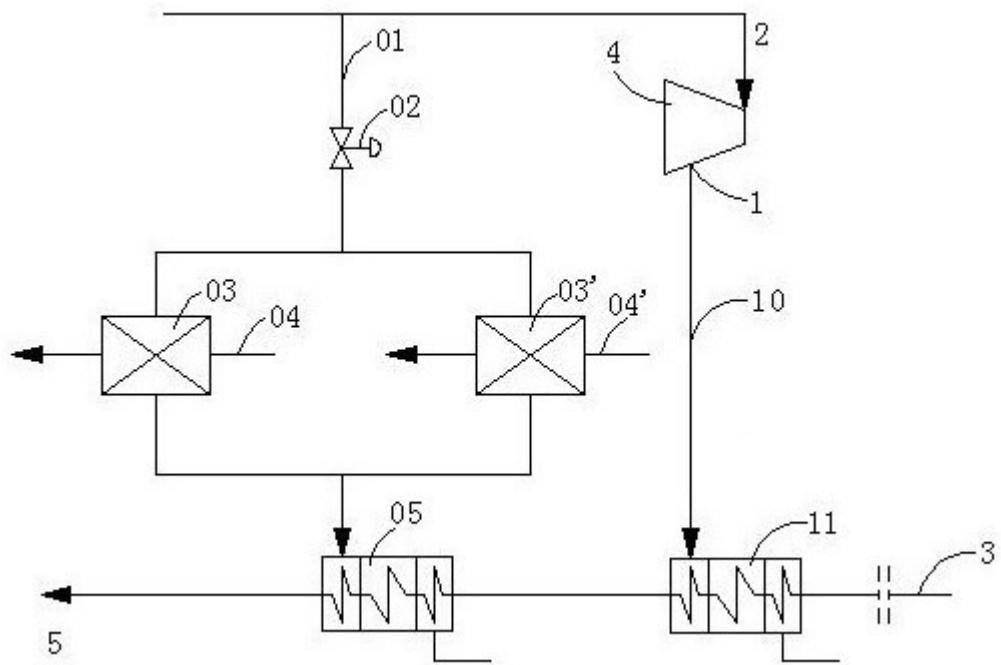


图6

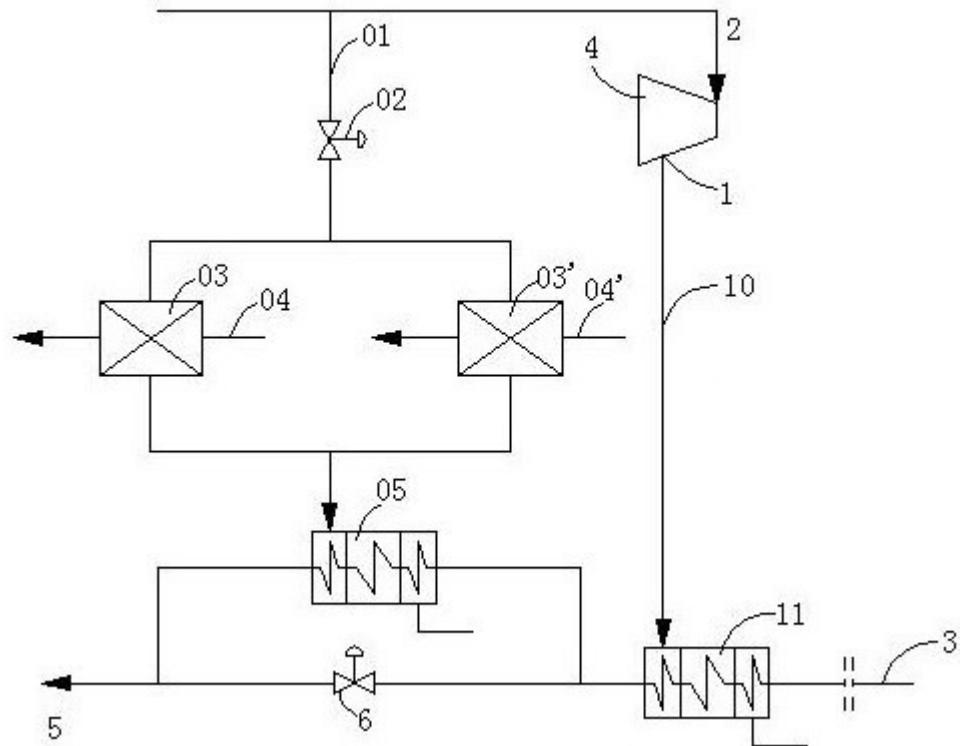


图7

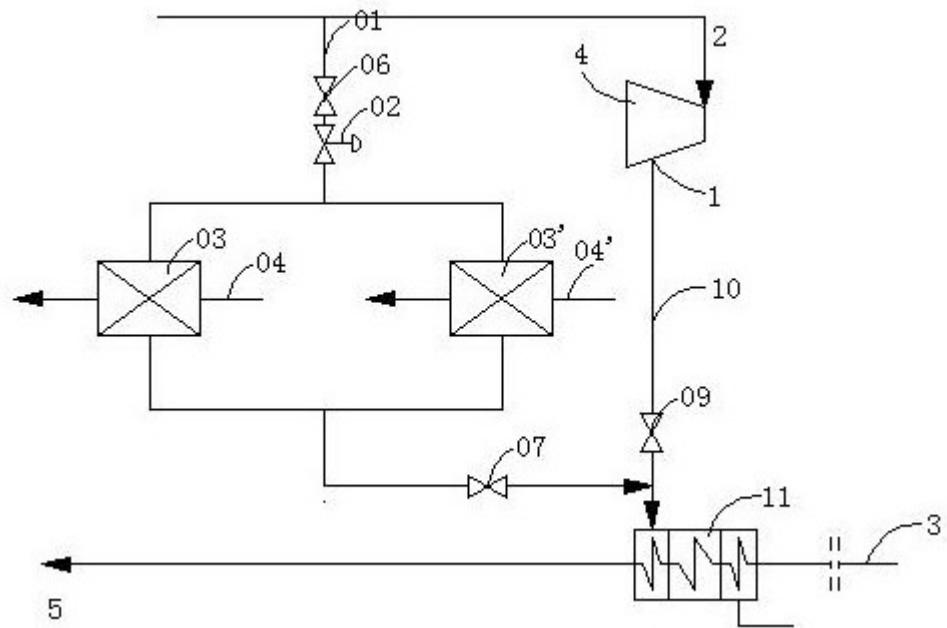


图8

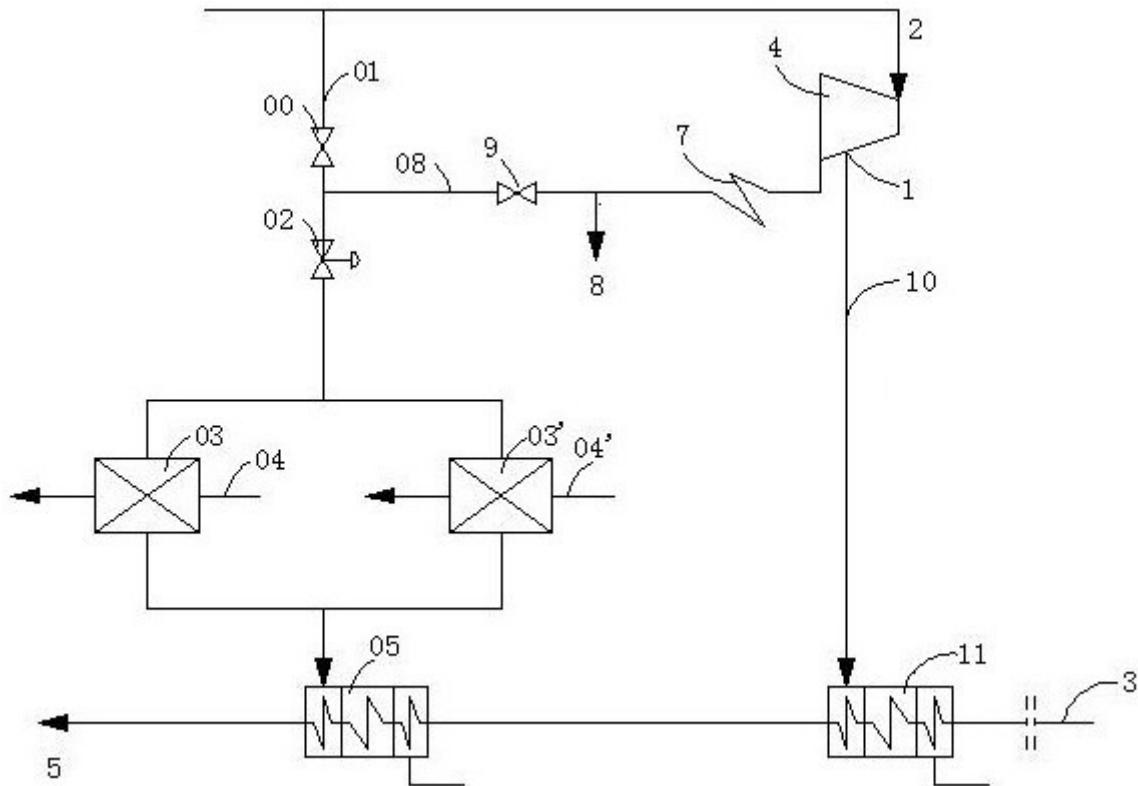


图9

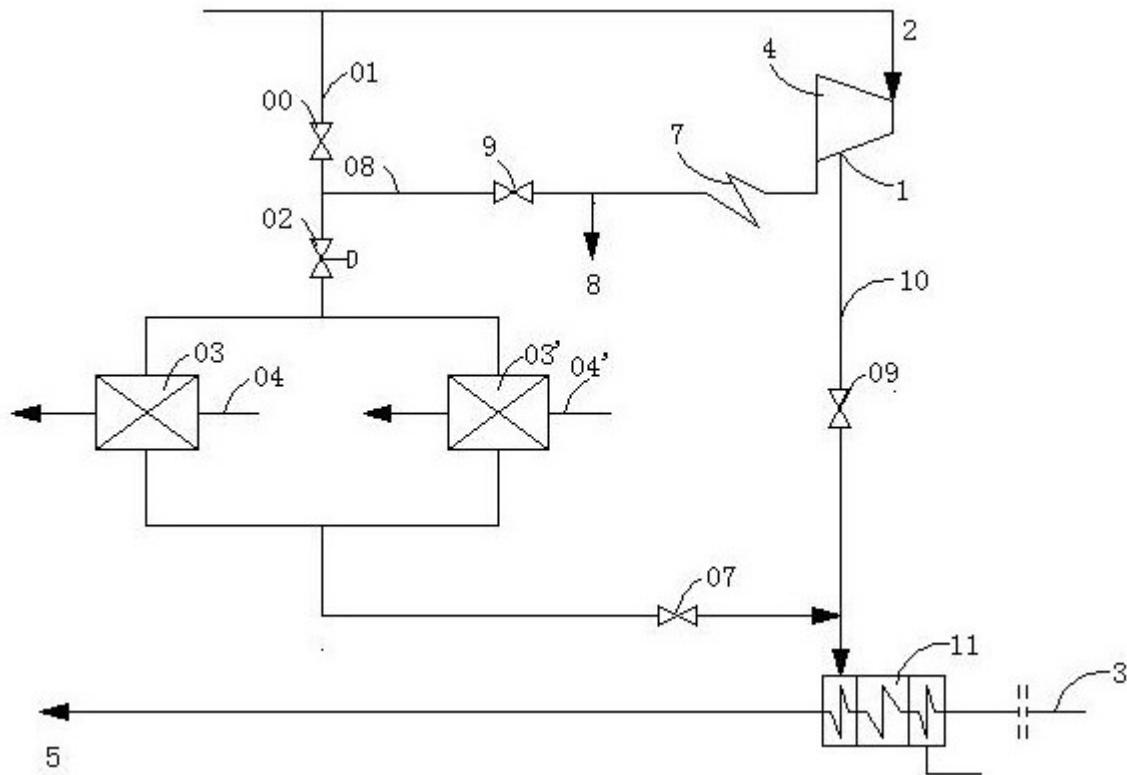


图10

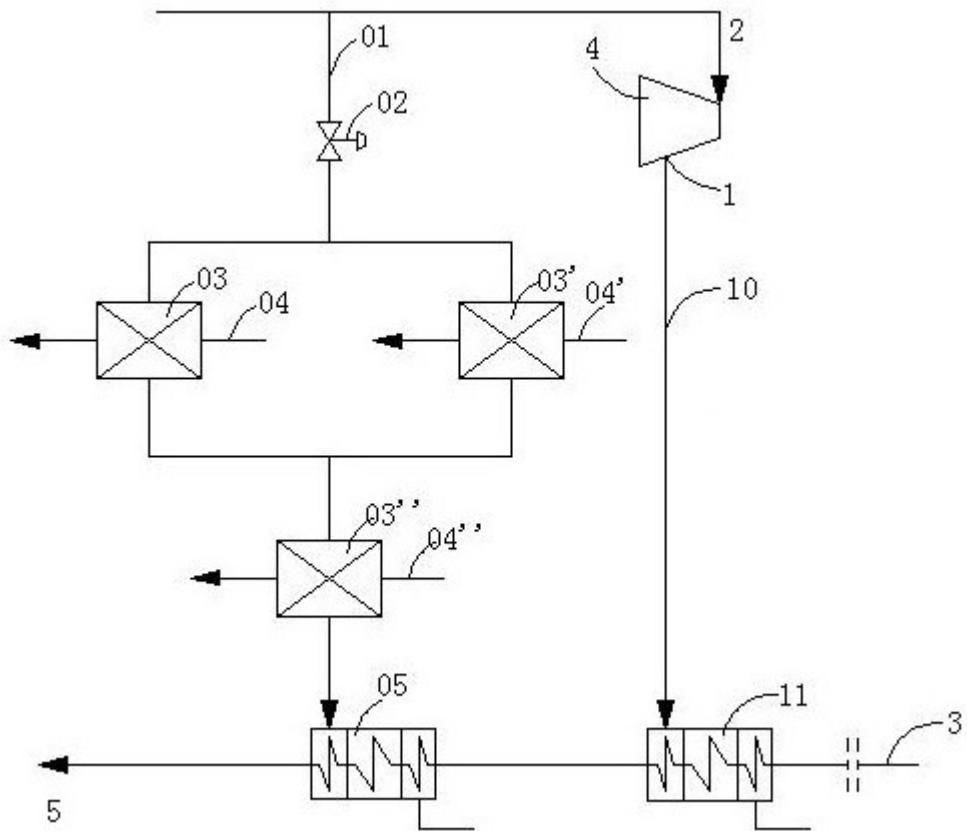


图11

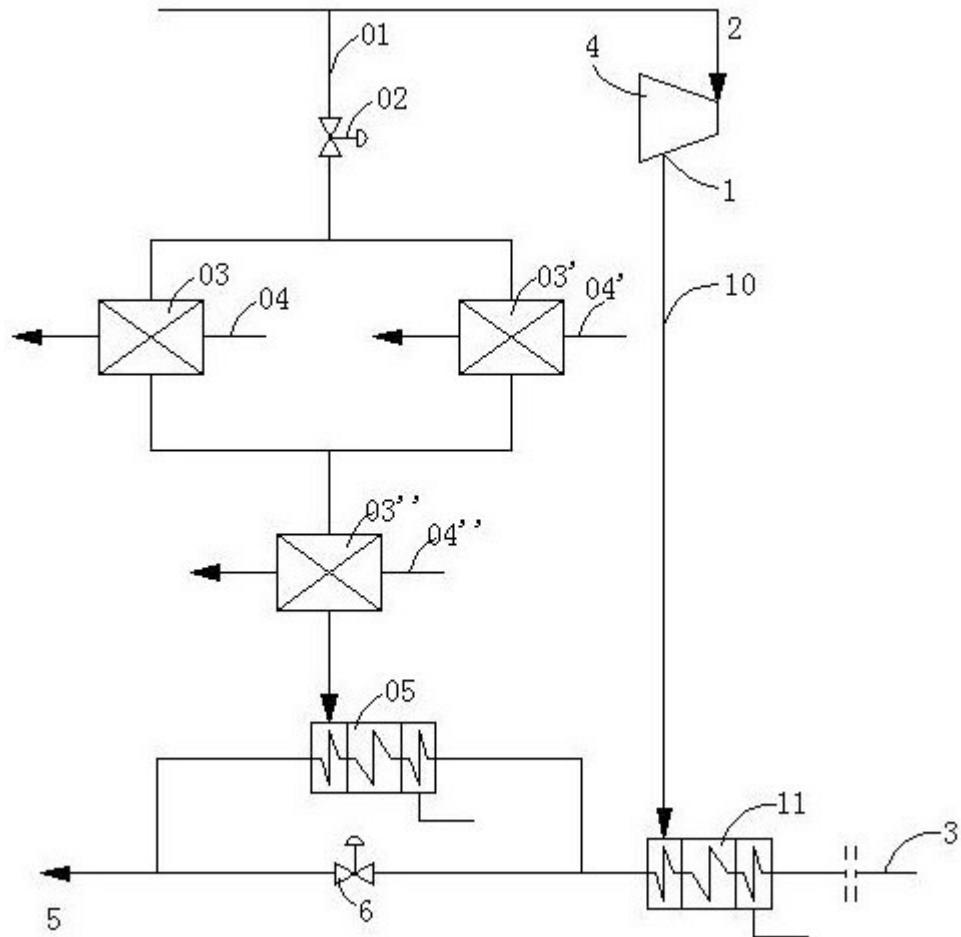


图12

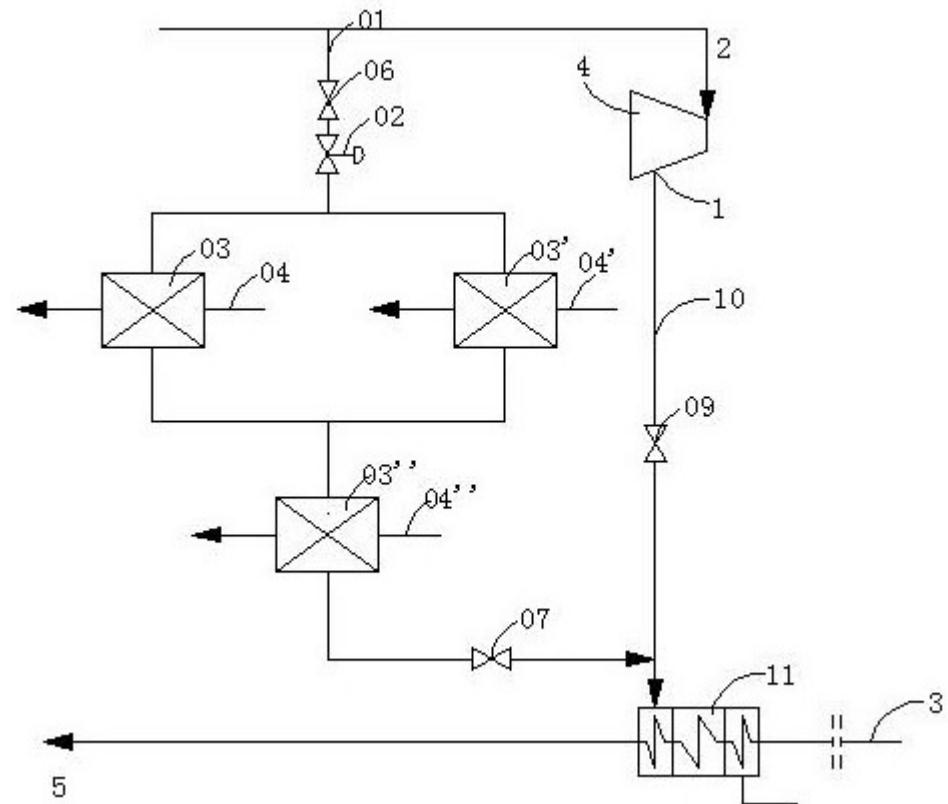


图13

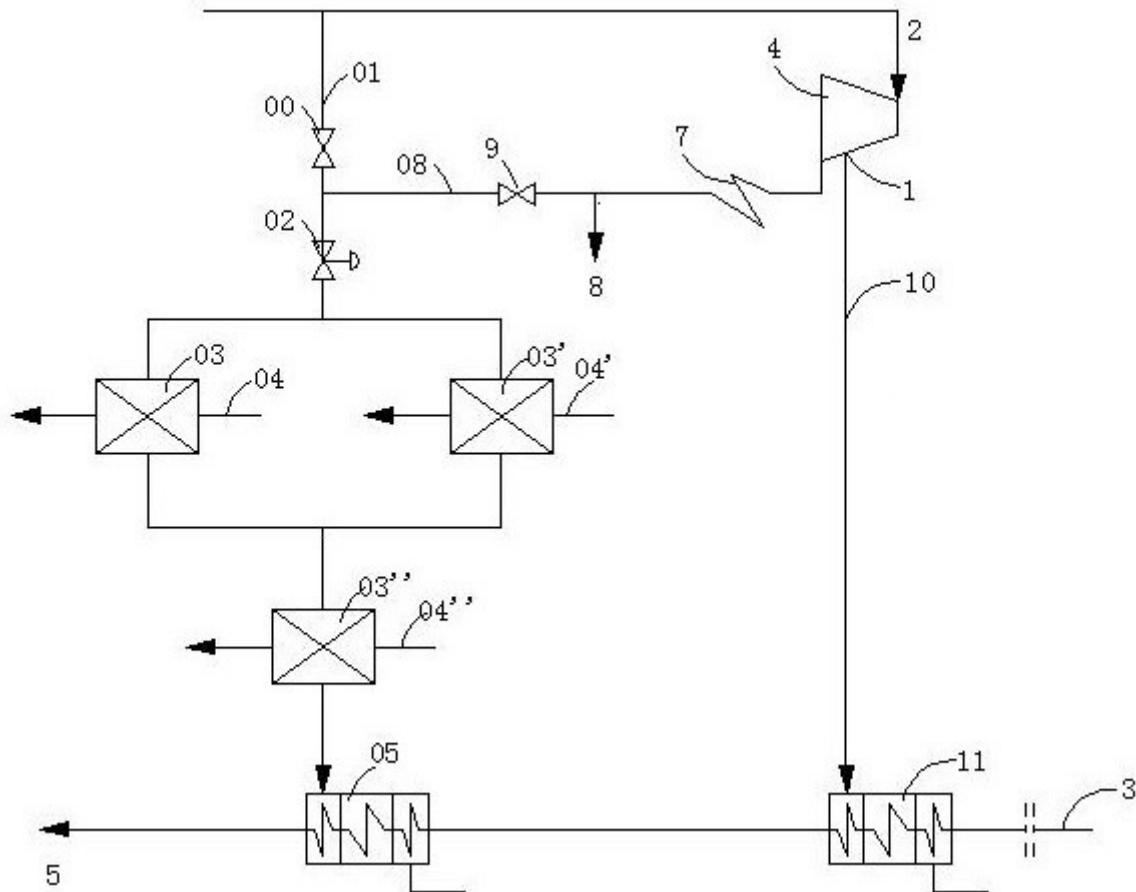


图14

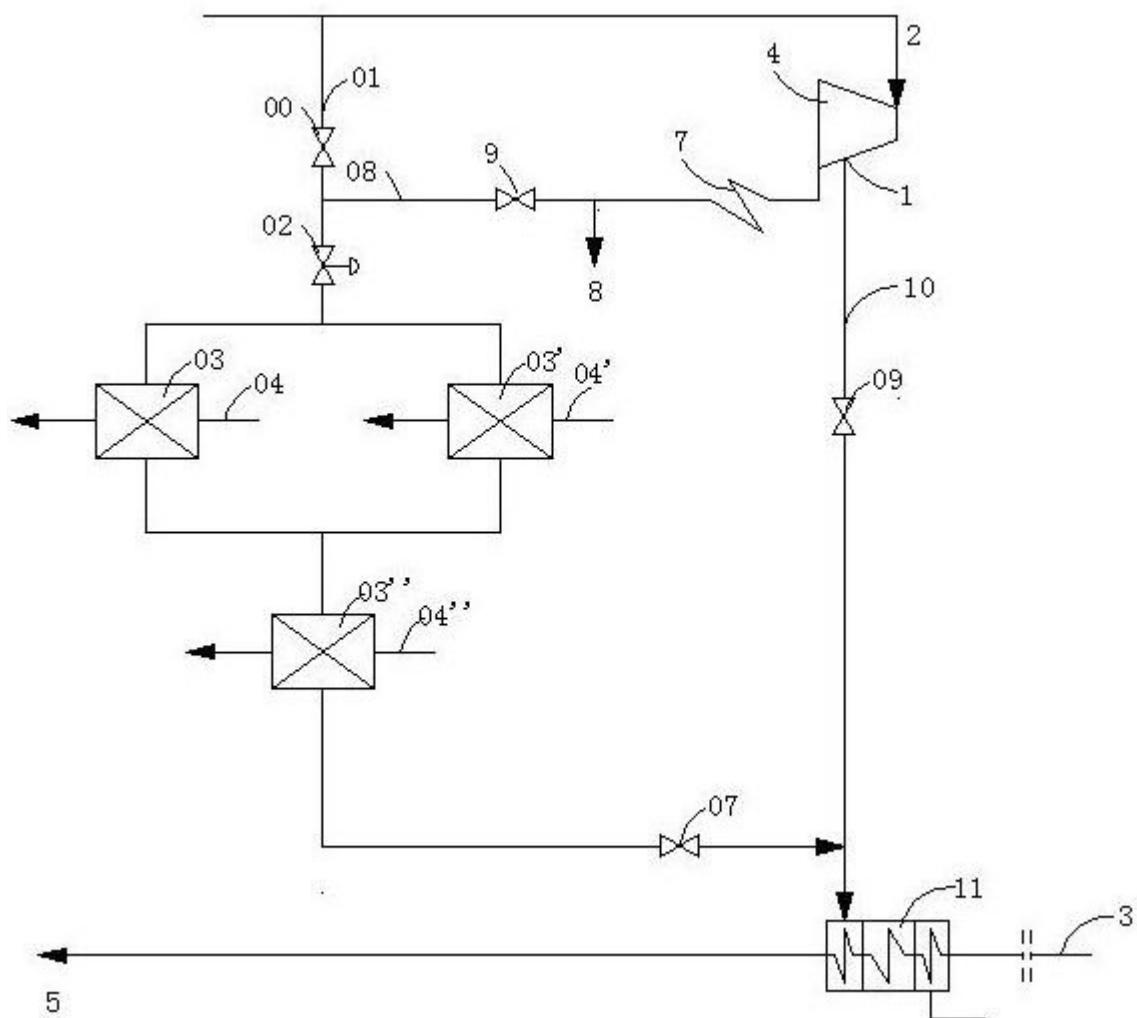


图15

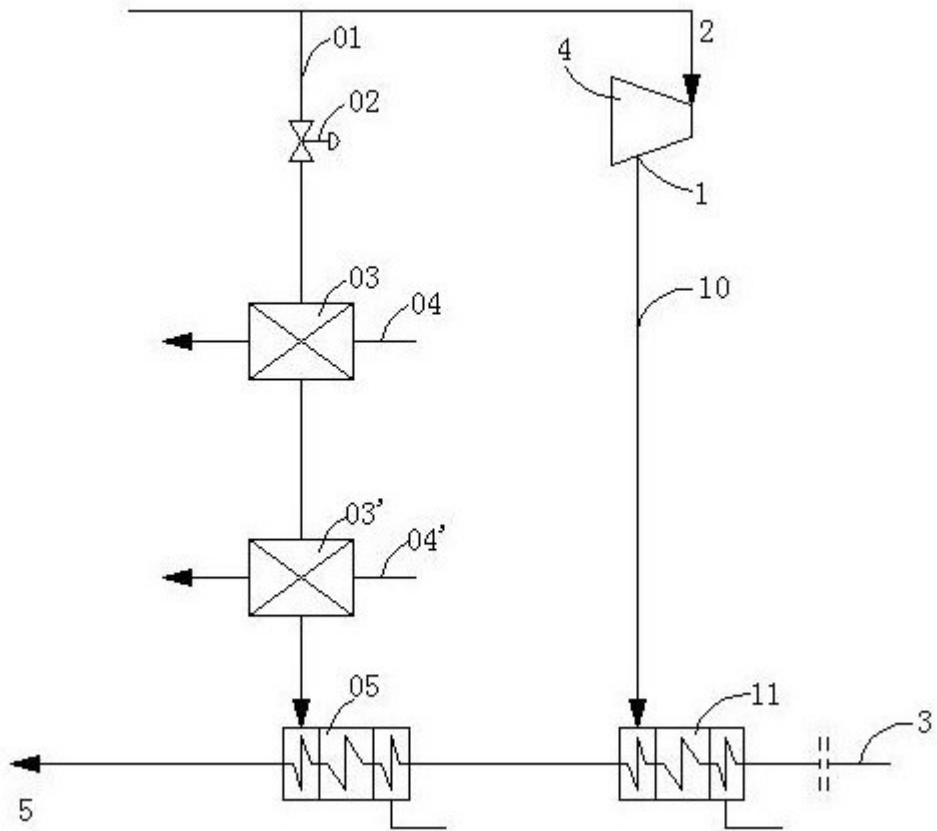


图16

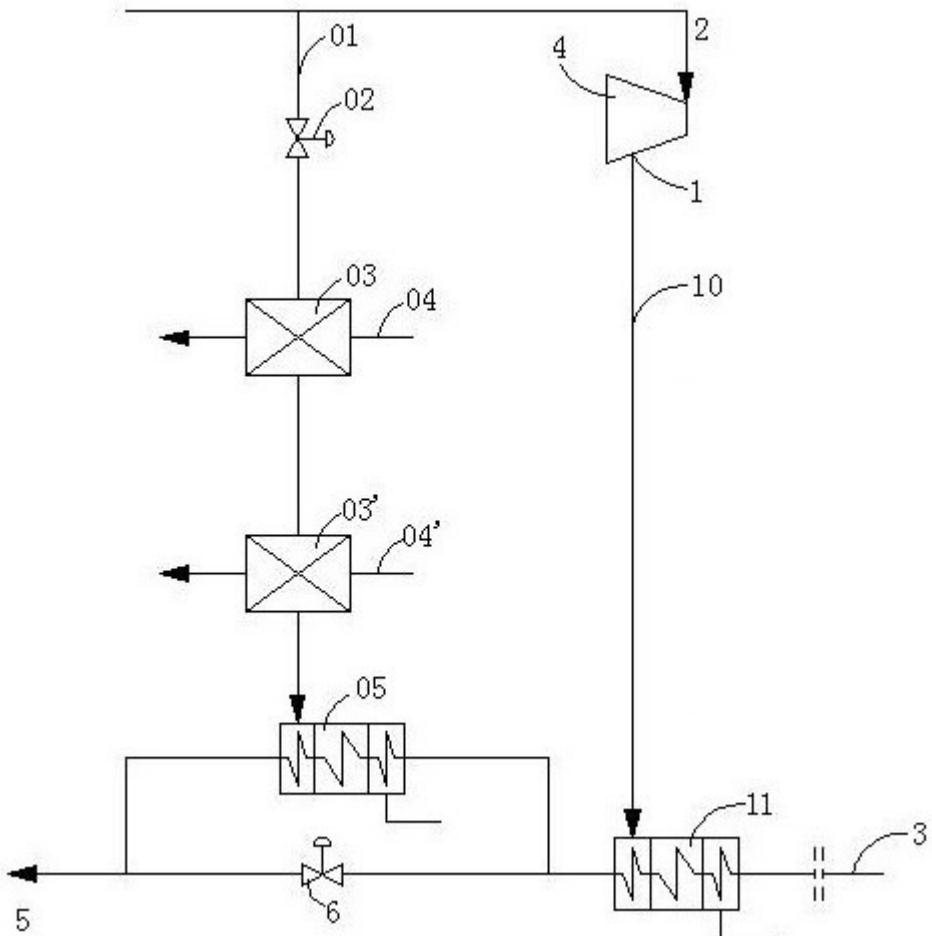


图17

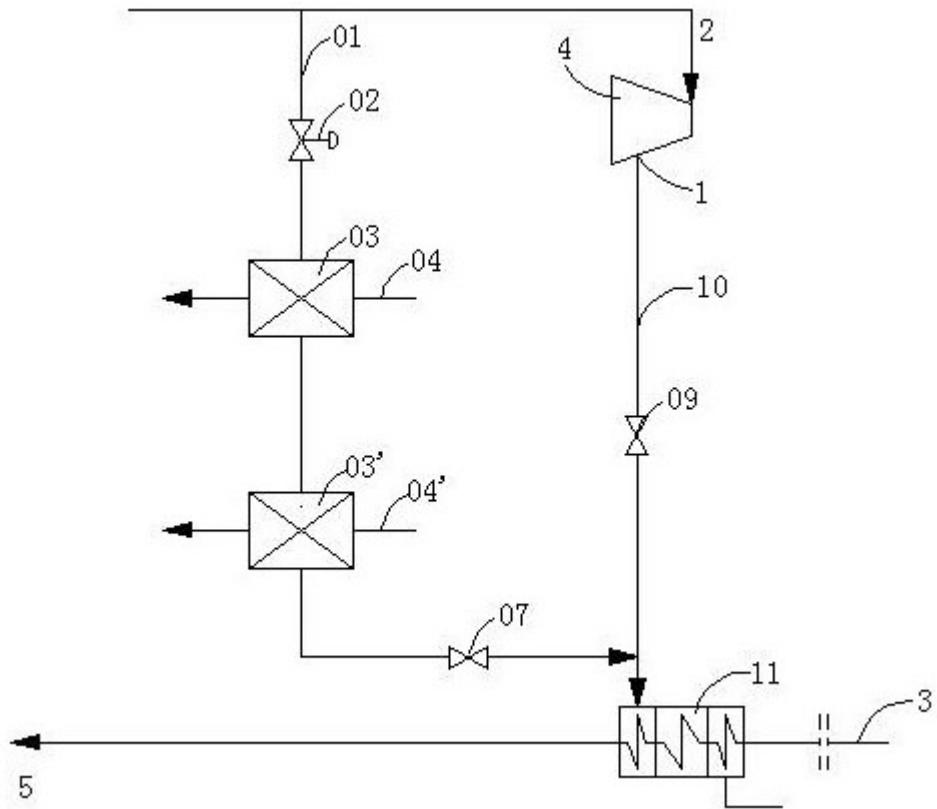


图18

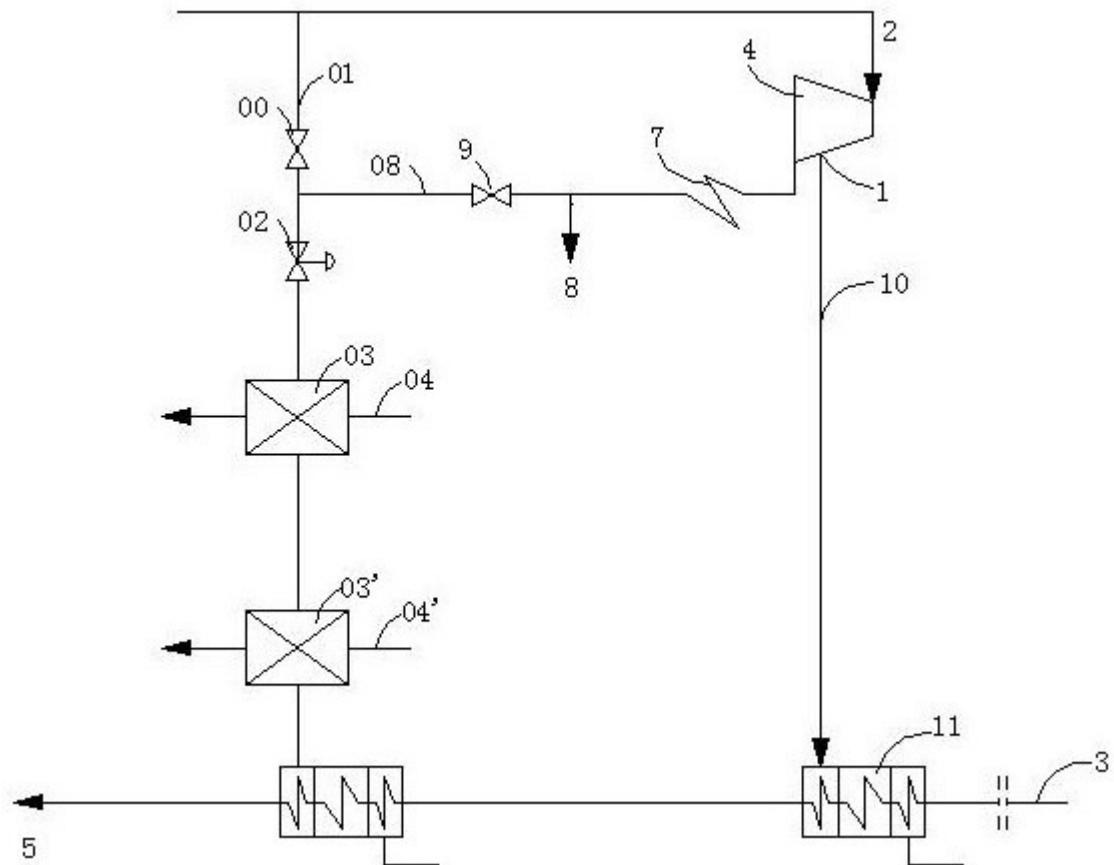


图19

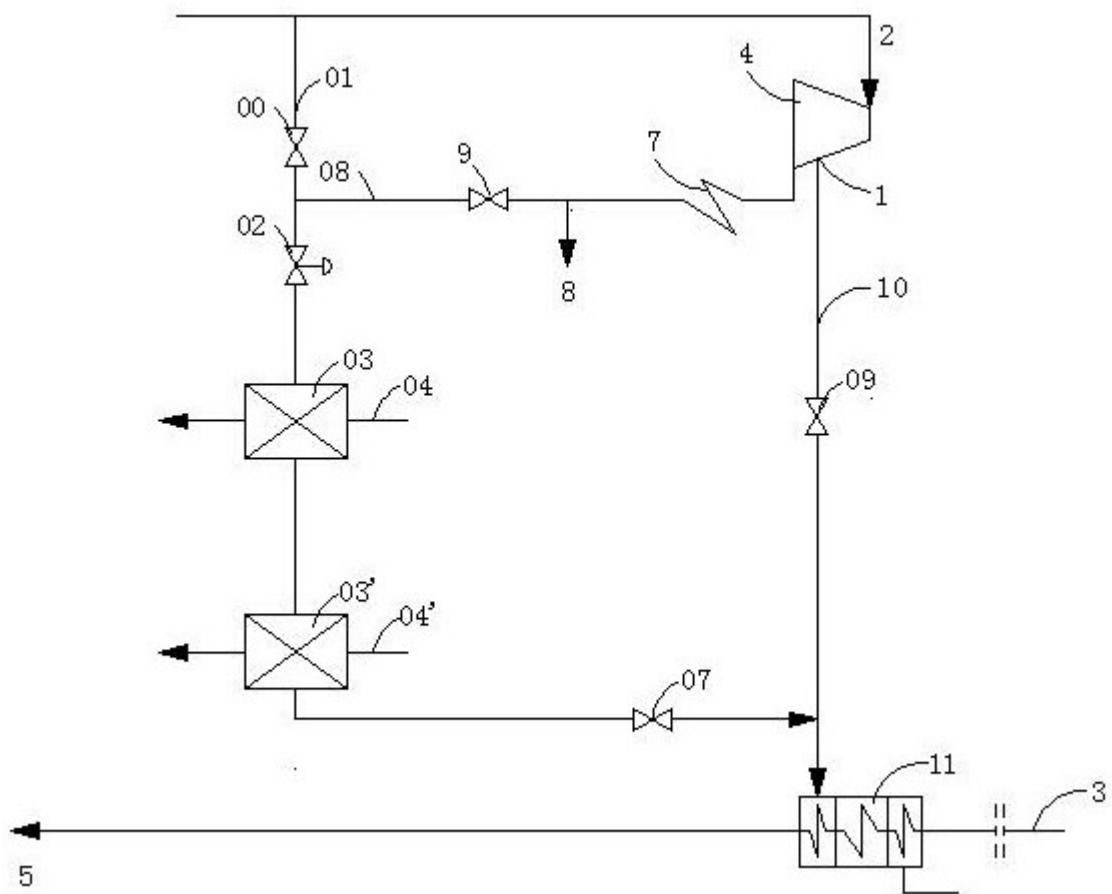


图20