(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116576497 A
(43)申请公布日 2023.08.11

(21)申请号 202310550860.1

(22)申请日 2023.05.16

(71)申请人 中国能源建设集团浙江省电力设计院有限公司
地址 310012 浙江省杭州市古翠路68号

(72)发明人 白杨 刘靓侃 李志统 曹明皓 李忠 郭凯凯 吴越琼 赵劲潮 王坚 叶元谦

(74)专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公司 33101
专利代理师 郭璇

(51)Int.Cl.
F24D 11/00(2022.01)
F01K 17/06(2006.01)
F24D 19/10(2006.01)

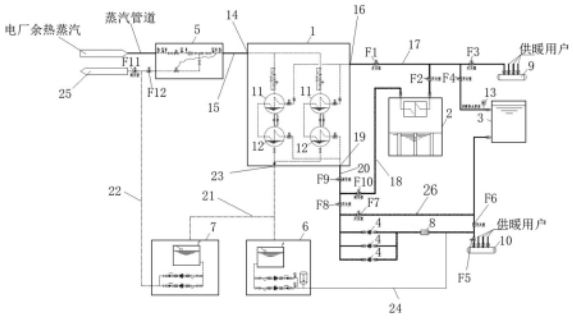
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统及控制方法

(57)摘要

一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统及控制方法，所述供暖系统包括换热机组、电极热水锅炉、储热水箱、热水循环泵、自动定压补水机组和凝结水回收装置，之间通过管道进行连接，换热机组的蒸汽侧通过管道与减温减压装置连接，换热机组的第一热水回水侧通过管道分别与电极热水锅炉、储热水箱以及分水器相连，电极热水锅炉通过管道与换热机组的第二热水回水侧相连，储热水箱通过第二供暖回水管道分别与集水器和热水循环泵的一端相连接，热水循环泵的另一端通过管道与换热机组的第二热水回水侧相连，其疏水侧通过管道分别连接有自动定压补水机组和凝结水回收装置，凝结水回收装置通过第二疏水管道分别与减温减压装置和电厂凝结水箱连接。



CN 116576497 A

1.一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统,所述供暖系统包括换热机组(1)、电极热水锅炉(2)、储热水箱(3)、热水循环泵(4)、自动定压补水机组(6)和凝结水回收装置(7),之间通过管道进行连接,其特征在于:所述换热机组(1)的蒸汽侧(14)通过蒸汽管道(15)与减温减压装置(5)连接,其换热机组(1)的第一热水回水侧(16)通过供暖供水管道(17)分别与电极热水锅炉(2)的进水侧、储热水箱(3)的进水侧以及分水器(9)相连,所述电极热水锅炉(2)的出水侧通过第一供暖回水管道(18)与换热机组(1)的第二热水回水侧(19)相连,使得换热机组(1)与电极热水锅炉(2)之间为并联连接,所述储热水箱(3)的出水侧通过第二供暖回水管道(26)分别与集水器(10)和热水循环泵(4)的一端相连接,所述热水循环泵(4)的另一端通过第三供暖回水管道(20)与换热机组(1)的第二热水回水侧(19)相连,所述换热机组(1)上的疏水侧(23)通过第一疏水管道(21)分别连接有自动定压补水机组(6)和凝结水回收装置(7),其中所述凝结水回收装置(7)通过第二疏水管道(22)分别与减温减压装置(5)和电厂凝结水箱(25)连接。

2.根据权利要求1所述的耦合式蒸汽余热利用供暖系统,其特征在于:所述换热机组(1)为至少两套相互并联连接的换热机,每套换热机由串联连接的汽-水换热器(11)和水-水换热器(12)组成,所述汽-水换热器(11)分别与换热机组(1)的蒸汽侧和第一热水回水侧相连,所述水-水换热器(12)分别与换热机组(1)的疏水侧和第二热水回水侧相连,蒸汽进入所述换热机组的汽-水换热器换热后变为热水,经管道进入水-水换热器后进一步换热后经管道接至换热机组疏水侧排出;供暖回水进入所述换热机组(1)的水-水换热器换热升温后进入汽-水换热器进一步换热后,经管道接至所述换热机组(1)热水供水侧供出。

3.根据权利要求1所述的耦合式蒸汽余热利用供暖系统,其特征在于:所述自动定压补水机组(6)通过补水定压管道(24)与热水循环泵和储热水箱(3)之间的第二供暖回水管道相连接,所述自动定压补水机组用于保证供暖系统压力恒定和正常运行。

4.根据权利要求3所述的耦合式蒸汽余热利用供暖系统,其特征在于:所述储热水箱(3)用于利用多余的电厂余热蒸汽驱动换热机组或在夜间利用所述电极热水锅炉进行蓄热,在储热水箱(3)的出水侧设置有温度传感器,用于监测储热水箱供暖水温,电极热水锅炉(2)联合供暖的同时利用储热水箱(3)进行储热。

5.根据权利要求1-4任意一项所述耦合式蒸汽余热利用供暖系统的控制方法,其特征在于:所述控制方法将供暖系统分为四种供暖模式并进行对应控制,第一种供暖模式为换热机组单独供暖,第二种供暖模式为电极热水锅炉单独供暖,第三种供暖模式为储热水箱供暖,第四种供暖模式为换热机组和电滤器、凝结水回收装置及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到换热机组,经换热机组内水-水换热器和汽-水换热器两级换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

6.根据权利要求5所述的控制方法,其特征在于:所述第二种供暖模式下,电极热水锅炉、热水循环泵、全自动水过滤器及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到电极热水锅炉,换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

7.根据权利要求5所述的控制方法,其特征在于:所述第三种供暖模式下,储热水箱、热水循环泵、全自动水过滤器及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器

后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到储热水箱，换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

8.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于：所述第四种供暖模式下，减温减压装置、换热机组、电极热水锅炉、储热水箱、热水循环泵、全自动水过滤器、凝结水回收装置及自动定压补水机组运行；自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下经换热机组和电极热水锅炉并联的供暖回水管道上的电动调节阀调节分配水量后分别进入换热机组和电极热水锅炉，换热后的热水并联连接至母管后一部分作为供暖供水经分水器供向供暖用户、另一部分供至储热水箱进行蓄热。

9.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于：所述第一种供暖模式和第四种供暖模式下，所述换热机组运行，疏水接至所述凝结水回收装置；所述凝结水回收装置的疏水管道在两个支路上分别设置电动开关阀，其中一个支路用于对所述减温减压装置进行冷却水供应，另一支路返回电厂凝结水箱重复利用，其比例通过疏水管路上的电动调节阀进行控制。

10.根据权利要求6-9任意一项所述的控制方法，其特征在于：上述四种供暖模式优先采用第三种供暖模式；当温度传感器监测的储热水箱供暖水温T小于55℃时，由第三种供暖模式切换至第一种供暖模式；当第一种供暖模式的电厂余热蒸汽汽源无法有效保障时，切换至第二种供暖模式；在夜晚等谷电时间段切换至第四种供暖模式。

一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及综合能源技术领域，具体涉及一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统及控制方法，尤其适用于余热资源丰富且具有稳定供暖需求的电厂。

背景技术

[0002] 近年来，异常气候状况频现。我国南方地区数度出现“冷冬”，北方地区也多次出现极端低温情况。随着人民生活水平的不断提高，供暖需求日益高涨。而常规的供暖系统需要消耗大量的一次能源，势必造成大量的碳排放和一定的环境污染。而电厂作为碳排放大户，在保证电力、热力供应稳定性的前提下，采取合理高效的措施进行节能减排已经迫在眉睫。通过利用提高电厂蒸汽余热不仅可以改善电厂能源利用效率、有效减少碳排放量，还可以将回收的余热作为热源供给周边有供暖需求的用户。结合采暖需求日益增加的现状和电厂丰富的余热资源，本发明通过利用电厂蒸汽余热与储热水箱耦合，可以提高能源利用率、实现能源的梯级利用，有效改善电厂的能耗指标、实现变废为宝。储热水箱作为供暖系统的应急热源和节能调节热源，提高了供暖系统的可靠性并有效降低了运行成本，有广阔的应用前景。。

[0003] 为此，设计一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统及控制方法，以克服上述问题。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于，针对现有技术的上述缺陷，提供一种能有效优化电厂能耗指标且系统安全可靠、运行成本较低的耦合式蒸汽余热利用供暖系统及控制方法。

[0005] 本发明是通过如下的技术方案予以实现的：一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统，所述供暖系统包括换热机组、电极热水锅炉、储热水箱、热水循环泵、自动定压补水机组和凝结水回收装置，之间通过管道进行连接，所述换热机组的蒸汽侧通过蒸汽管道与减温减压装置连接，其换热机组的第一热水回水侧通过供暖供水管道分别与电极热水锅炉的进水侧、储热水箱的进水侧以及分水器相连，所述电极热水锅炉的出水侧通过第一供暖回水管道与换热机组的第二热水回水侧相连，使得换热机组与电极热水锅炉之间为并联连接，所述储热水箱的出水侧通过第二供暖回水管道分别与集水器和热水循环泵的一端相连接，所述热水循环泵的另一端通过第三供暖回水管道与换热机组的第二热水回水侧相连，所述换热机组上的疏水侧通过第一疏水管道分别连接有自动定压补水机组和凝结水回收装置，其中所述凝结水回收装置通过第二疏水管道分别与减温减压装置和电厂凝结水箱连接。

[0006] 作为优选：所述换热机组为至少两套相互并联连接的换热机，每套换热机由串联连接的汽-水换热器和水-水换热器组成，所述汽-水换热器分别与换热机组的蒸汽侧和第一热水回水侧相连，所述水-水换热器分别与换热机组的疏水侧和第二热水回水侧相连，蒸汽进入所述换热机组的汽-水换热器换热后变为热水，经管道进入水-水换热器后进一步换热后经管道接至换热机组疏水侧排出；供暖回水进入所述换热机组的水-水换热器换热升

温后进入汽-水换热器进一步换热后,经管道接至所述换热机组热水供水侧供出。

[0007] 作为优选:所述自动定压补水机组通过补水定压管道与热水循环泵和储热水箱之间的第二供暖回水管道相连接,所述自动定压补水机组用于保证供暖系统压力恒定和正常运行。

[0008] 作为优选:所述储热水箱用于利用多余的电厂余热蒸汽驱动换热机组或在夜间利用所述电极热水锅炉进行蓄热,在储热水箱的出水侧设置有温度传感器,用于监测储热水箱供暖水温,电极热水锅炉联合供暖的同时利用储热水箱进行储热。

[0009] 一种应用上述耦合式蒸汽余热利用供暖系统的控制方法,所述控制方法将供暖系统分为四种供暖模式并进行对应控制,第一种供暖模式为换热机组单独供暖,第二种供暖模式为电极热水锅炉单独供暖,第三种供暖模式为储热水箱供暖,第四种供暖模式为换热机组和电滤器、凝结水回收装置及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到换热机组,经换热机组内水-水换热器和汽-水换热器两级换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

[0010] 作为优选:所述第二种供暖模式下,电极热水锅炉、热水循环泵、全自动水过滤器及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到电极热水锅炉,换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

[0011] 作为优选:所述第三种供暖模式下,储热水箱、热水循环泵、全自动水过滤器及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到储热水箱,换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

[0012] 作为优选:所述第四种供暖模式下,减温减压装置、换热机组、电极热水锅炉、储热水箱、热水循环泵、全自动水过滤器、凝结水回收装置及自动定压补水机组运行;自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下经换热机组和电极热水锅炉并联的供暖回水管道上的电动调节阀调节分配水量后分别进入换热机组和电极热水锅炉,换热后的热水并联连接至母管后一部分作为供暖供水经分水器供向供暖用户、另一部分供至储热水箱进行蓄热。

[0013] 作为优选:所述第一种供暖模式和第四种供暖模式下,所述换热机组运行,疏水接至所述凝结水回收装置;所述凝结水回收装置的疏水管道在两个支路上分别设置电动开关阀,其中一个支路用于对所述减温减压装置进行冷却水供应,另一支路返回电厂凝结水箱重复利用,其比例通过疏水管路上的电动调节阀进行控制。

[0014] 作为优选:上述四种供暖模式优先采用第三种供暖模式;当温度传感器监测的储热水箱供暖水温T小于55℃时,由第三种供暖模式切换至第一种供暖模式;当第一种供暖模式的电厂余热蒸汽汽源无法有效保障时,切换至第二种供暖模式;在夜晚等谷电时间段切换至第四种供暖模式。

[0015] 本发明的有益技术效果在于:(1)本发明通过利用电厂的蒸汽余热与储热水箱耦合,可以提高能源利用效率、实现能源的梯级利用;(2)通过利用电厂蒸汽余热,减少了高品位能源损耗、有效改善电厂的能耗指标,实现变废为宝;(3)通过利用储热水箱作为供暖系统的应急热源和节能调节热源,提高了供暖系统的可靠性并有效降低了运行成本,实现了能源的综合高效利用。

附图说明

[0016] 图1为本发明的系统示意图；

[0017] 图2为第一种供暖模式下的流程示意图；

[0018] 图3为第二种供暖模式下的流程示意图；

[0019] 图4为第三种供暖模式下的流程示意图；

[0020] 图5为第四种供暖模式下的流程示意图。。

具体实施方式

[0021] 为使本领域的普通技术人员更加清楚地理解本发明的目的、技术方案和优点，以下结合附图和实施例对本发明做进一步的阐述。

[0022] 在本发明的描述中，需要理解的是，“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“横向”、“竖向”等术语所指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明，而不是指示或暗示所指的装置或原件必须具有特定的方位，因此不能理解为对本发明的限制。

[0023] 下面将结合附图对本发明作详细的介绍：如图1所示，一种耦合式蒸汽余热利用供暖系统，所述供暖系统包括换热机组1、电极热水锅炉2、储热水箱3、热水循环泵4、自动定压补水机组6和凝结水回收装置7，之间通过管道进行连接，所述换热机组1的蒸汽侧14通过蒸汽管道15与减温减压装置5连接，其换热机组1的第一热水回水侧16通过供暖供水管道17分别与电极热水锅炉2的进水侧、储热水箱3的进水侧以及分水器9相连，所述电极热水锅炉2的出水侧通过第一供暖回水管道18与换热机组1的第二热水回水侧19相连，使得换热机组1与电极热水锅炉2之间为并联连接，所述储热水箱3的出水侧通过第二供暖回水管道26分别与集水器10和热水循环泵4的一端相连接，所述热水循环泵4的另一端通过第三供暖回水管道20与换热机组1的第二热水回水侧19相连，所述换热机组1上的疏水侧23通过第一疏水管道21分别连接有自动定压补水机组6和凝结水回收装置7，其中所述凝结水回收装置7通过第二疏水管道22分别与减温减压装置5和电厂凝结水箱25连接。

[0024] 所述换热机组1为至少两套相互并联连接的换热机，每套换热机由串联连接的汽-水换热器11和水-水换热器12组成，所述汽-水换热器11分别与换热机组1的蒸汽侧和第一热水回水侧相连，所述水-水换热器12分别与换热机组1的疏水侧和第二热水回水侧相连，蒸汽进入所述换热机组的汽-水换热器换热后变为热水，经管道进入水-水换热器后进一步换热后经管道接至换热机组疏水侧排出；供暖回水进入所述换热机组1的水-水换热器换热升温后进入汽-水换热器进一步换热后，经管道接至所述换热机组1热水供水侧供出。

[0025] 所述自动定压补水机组6通过补水定压管道24与热水循环泵和储热水箱3之间的第二供暖回水管道相连接，所述自动定压补水机组用于保证供暖系统压力恒定和正常运行。

[0026] 所述储热水箱3用于利用多余的电厂余热蒸汽驱动换热机组或在夜间利用所述电极热水锅炉进行蓄热，在储热水箱3的出水侧设置有温度传感器，用于监测储热水箱供暖水温，电极热水锅炉2联合供暖的同时利用储热水箱3进行储热。

[0027] 一种应用上述耦合式蒸汽余热利用供暖系统的控制方法，所述控制方法将供暖系统分为四种供暖模式并进行对应控制，第一种供暖模式为换热机组单独供暖，第二种供暖

模式为电极热水锅炉单独供暖，第三种供暖模式为储热水箱供暖，第四种供暖模式为换热机组和电滤器、凝结水回收装置及自动定压补水机组运行；自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到换热机组，经换热机组内水-水换热器和汽-水换热器两级换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

[0028] 所述第二种供暖模式下，电极热水锅炉、热水循环泵、全自动水过滤器及自动定压补水机组运行；自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到电极热水锅炉，换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

[0029] 所述第三种供暖模式下，储热水箱、热水循环泵、全自动水过滤器及自动定压补水机组运行；自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下回到储热水箱，换热后作为供暖供水经分水器供向供暖用户。

[0030] 所述第四种供暖模式下，减温减压装置、换热机组、电极热水锅炉、储热水箱、热水循环泵、全自动水过滤器、凝结水回收装置及自动定压补水机组运行；自供暖用户的供暖回水回到集水器后经全自动水过滤器进行水质处理后在热水循环泵的作用下经换热机组和电极热水锅炉并联的供暖回水管道上的电动调节阀调节分配水量后分别进入换热机组和电极热水锅炉，换热后的热水并联连接至母管后一部分作为供暖供水经分水器供向供暖用户、另一部分供至储热水箱进行蓄热。

[0031] 所述第一种供暖模式和第四种供暖模式下，所述换热机组运行，疏水接至所述凝结水回收装置；所述凝结水回收装置的疏水管道在两个支路上分别设置电动开关阀，其中一个支路用于对所述减温减压装置进行冷却水供应，另一支路返回电厂凝结水箱重复利用，其比例通过疏水管路上的电动调节阀进行控制。

[0032] 上述四种供暖模式优先采用第三种供暖模式；当温度传感器监测的储热水箱供暖水温T小于55℃时，由第三种供暖模式切换至第一种供暖模式；当第一种供暖模式的电厂余热蒸汽汽源无法有效保障时，切换至第二种供暖模式；在夜晚等谷电时间段切换至第四种供暖模式。

[0033] 具体实施例

[0034] 参照图1所示，所述换热机组1及电极热水锅炉2的热水供水侧分别设置电动开关阀(F1和F2)。与分水器9连接的采暖供水母管和储热水箱3供暖工况时的供水母管上分别设置电动开关阀(F3和F4)。所述集水器10的采暖回水母管上设置电动调节阀F5，所述储热水箱3供暖工况时的回水母管上设置电动开关阀F6。所述热水循环泵4后的采暖回水母管上设置电动开关阀F8。与所述换热机组1及电极热水锅炉2连接的采暖回水管路上分别设置电动调节阀(F9和F10)。所述换热机组1和电极热水锅炉2并联的采暖回水母管与储热水箱3供暖工况时的回水母管通过管道连接，该管道上设置电动开关阀F7。所述凝结水回收装置7的疏水管道在两个支路上分别设置电动调节阀(F11和F12)，其中一个支路用于对所述减温减压装置5供应冷却水，另一支路返回电厂凝结水箱，其比例通过电动调节阀(F11和F12)进行控制。

[0035] 一种所述耦合式蒸汽余热利用供暖系统的控制方法，该控制方法将供暖系统分为四种供暖模式并进行对应控制，第一种供暖模式为换热机组1单独供暖，第二种供暖模式为电极热水锅炉2单独供暖，第三种供暖模式为储热水箱3供暖，第四种供暖模式为换热机组1和电极热水锅炉2联合供暖的同时利用利用储热水箱3进行储热。

[0036] 参照图2所示，在第一种供暖模式下，所述减温减压装置5、换热机组1、热水循环泵4、全自动水过滤器8、凝结水回收装置7及自动定压补水机组6运行；自供暖用户的供暖回水回到所述集水器10后经全自动水过滤器8进行水质处理后在热水循环泵4的作用下回到换热机组1，经换热机组内水-水换热器12和汽-水换热器11两级换热后作为供暖供水经所述分水器9供向供暖用户。第一种模式下的水流和蒸汽方向如图2所示。

[0037] 参照图3所示，在第二种供暖模式下，所述电极热水锅炉2、热水循环泵4、全自动水过滤器8及自动定压补水机组6运行；自供暖用户的供暖回水回到所述集水器10后经全自动水过滤器8进行水质处理后在热水循环泵4的作用下回到电极热水锅炉2，换热后作为供暖供水经所述分水器9供向供暖用户。第二种模式下的水流和蒸汽方向如图3所示。

[0038] 参照图4所示，在第三种供暖模式下，所述储热水箱3、热水循环泵4、全自动水过滤器8及自动定压补水机组6运行；自供暖用户的供暖回水回到所述集水器10后经全自动水过滤器8进行水质处理后在热水循环泵4的作用下回到储热水箱3，换热后作为供暖供水经所述分水器9供向供暖用户。

[0039] 参照图5所示，在第四种供暖模式下，所述减温减压装置5、换热机组1、电极热水锅炉2、储热水箱3、热水循环泵4、全自动水过滤器8、凝结水回收装置7及自动定压补水机组6运行；自供暖用户的供暖回水回到所述集水器10后与储热水箱3供暖工况时的回水混合后，经全自动水过滤器8进行水质处理后，在热水循环泵4的作用下经换热机组1和电极热水锅炉2并联的供暖回水管道上的电动调节阀(F9和F10)调节分配水量后分别进入换热机组1和电极热水锅炉2，换热后的热水并联连接至母管后一部分作为供暖供水经所述分水器9供向供暖用户、另一部分供至储热水箱10进行蓄热。

[0040] 四种供暖模式中优先采用第三种供暖模式；当所述温度传感器13监测的储热水箱供暖水温T小于55℃时，由第三种供暖模式切换至第一种供暖模式；当第一种供暖模式的电厂余热蒸汽汽源无法有效保障时，切换至第二种供暖模式；在夜晚等谷电时间段切换至第四种供暖模式。

[0041] 不同供暖模式下的阀门开启情况如下表所示：

[0042]

	第一种供暖模式	第二种供暖模式	第三种供暖模式	第四种供暖模式
F1	开	关	关	开
F2	关	开	关	开
F3	开	开	开	开
F4	关	关	开	开
F5	开	开	开	开
F6	关	关	关	开
F7	关	关	开	关
F8	开	开	关	开
F9	开	关	关	开
F10	关	开	关	开

[0043] 本文中所描述的具体实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，但凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与

技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

[0044] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围内。

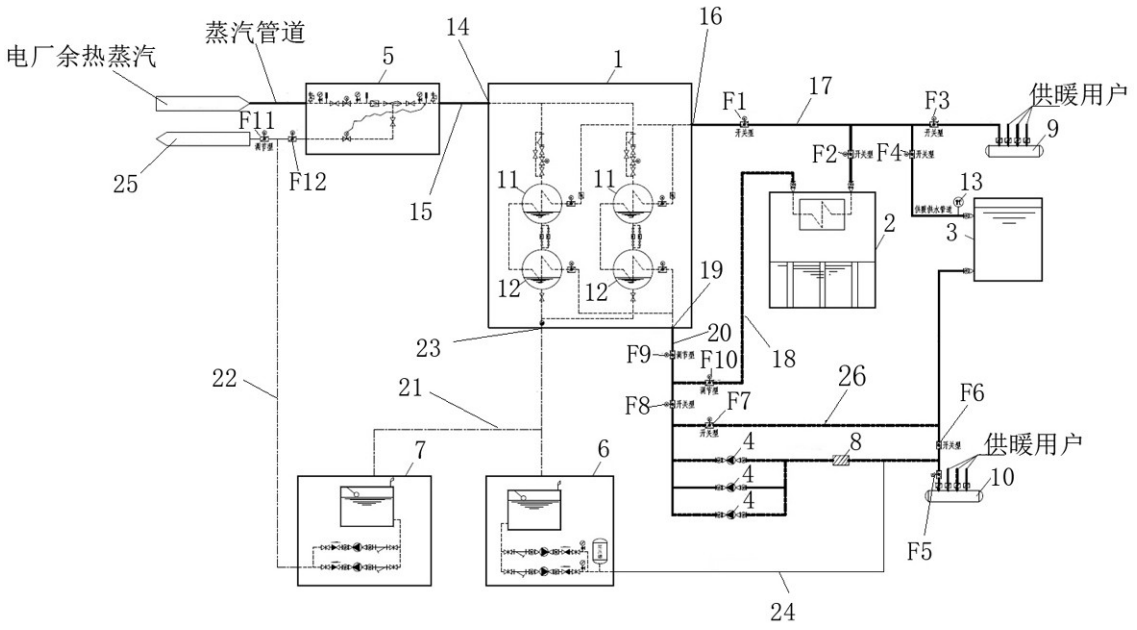

电厂余热蒸汽
蒸汽管道
5
14
16
1
F1
17
F3
供暖用户
9
F11
F2
F4
25
F12
15
11
11
13
2
3
12
12
19
23
20
F9
F10
18
22
21
26
F6
F8
F7
4
8
供暖用户
4
10
4
7
6
F5
24

图1

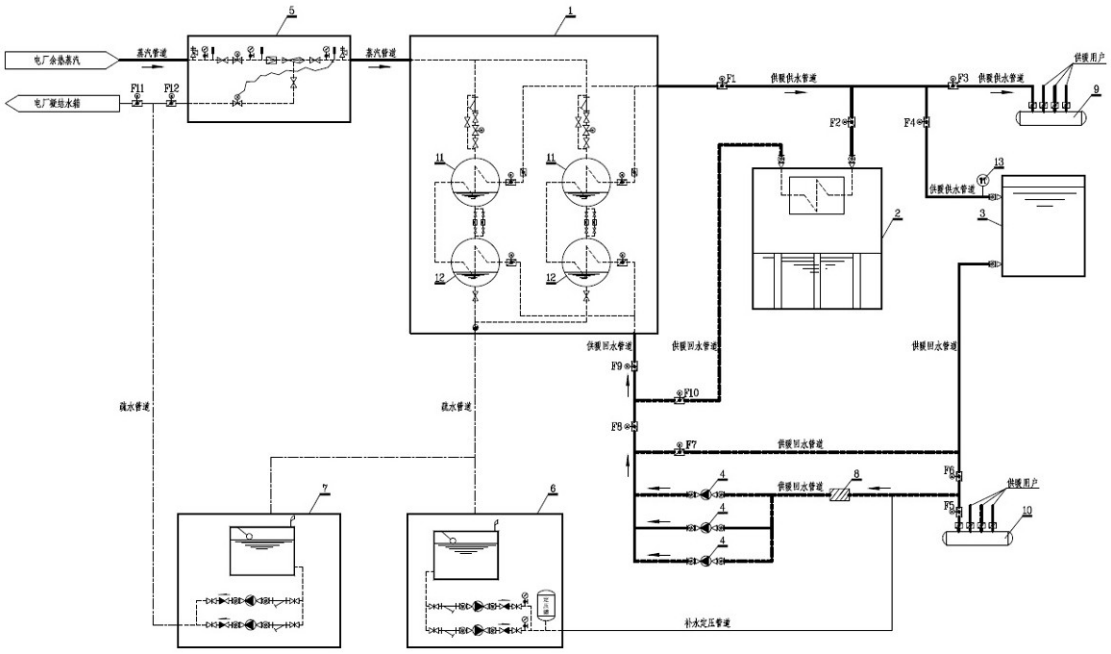

5
1
电厂余热蒸汽
蒸汽管道
蒸汽管道
F11
F12
F1
供暖供水管道
F3
供暖供水管道
供暖用户
9
F2
F4
11
11
13
2
3
12
12
供暖供水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
F9
F10
F8
F7
供暖回水管道
F6
4
8
供暖回水管道
供暖用户
4
F5
10
4
7
6
补水定压管道

图2

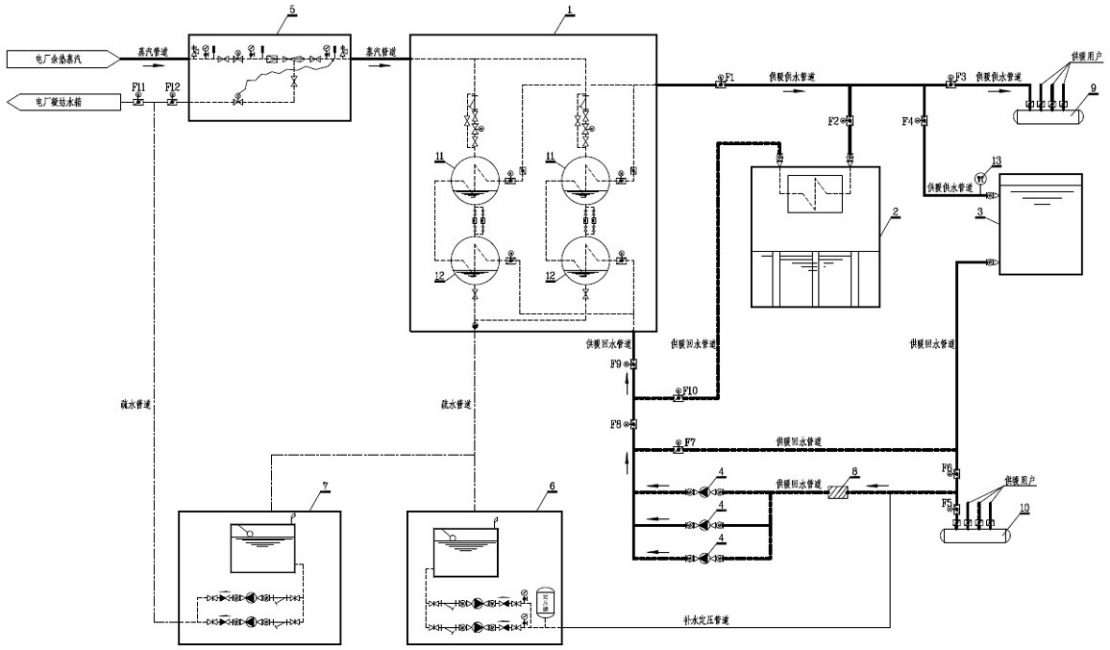

电厂余热蒸汽
电厂软化水箱
蒸汽管道
蒸汽管道
F11
F12
F1
供暖供水管道
F3
供暖供水管道
供暖用户
F2
F4
供暖供水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
F9
F10
F8
F7
供暖回水管道
F6
F5
供暖用户
供暖回水管道
疏水管道
疏水管道
补水定压管道

图3

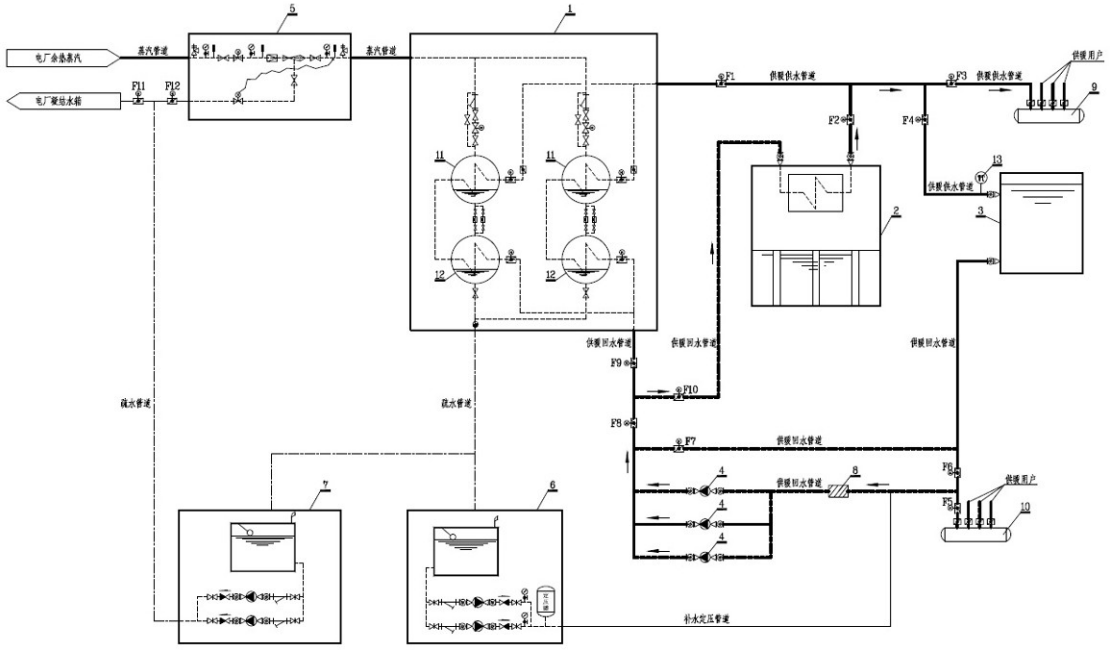

电厂余热蒸汽
电厂软化水箱
蒸汽管道
蒸汽管道
F11
F12
F1
供暖供水管道
F3
供暖供水管道
供暖用户
F2
F4
供暖供水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
F9
F10
F8
F7
供暖回水管道
F6
F5
供暖用户
供暖回水管道
疏水管道
疏水管道
补水定压管道

图4

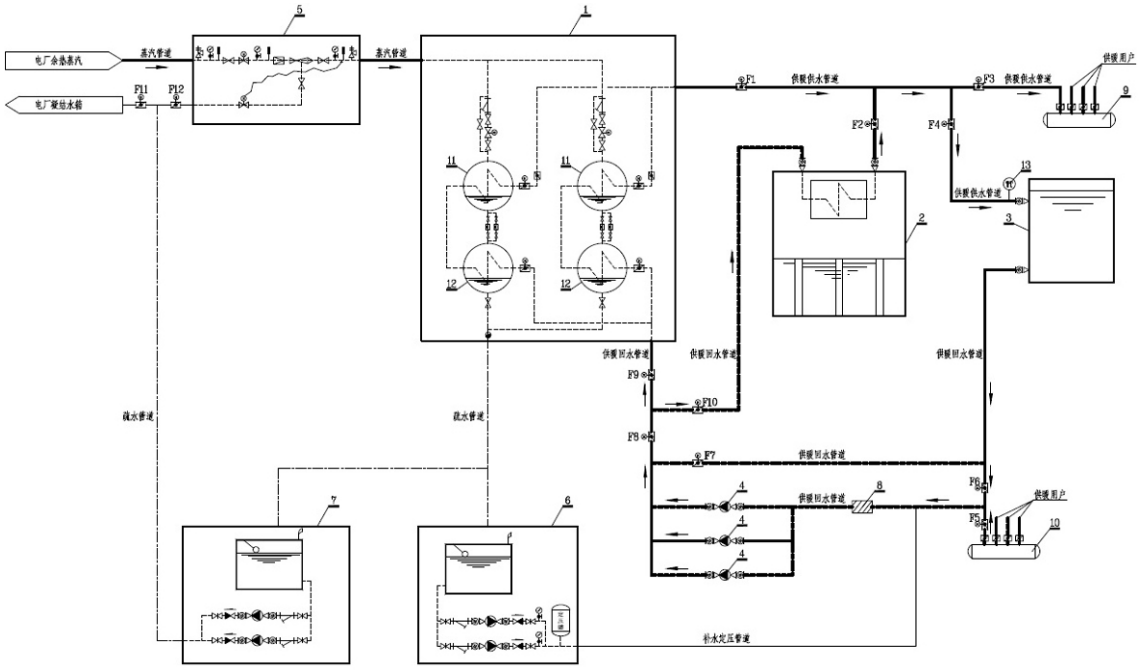

电厂余热蒸汽
电厂软化水箱
蒸汽管道
F11
F12
蒸汽管道
F1
供暖供水管道
F3
供暖供水管道
供暖用户
F2
F4
供暖供水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
供暖回水管道
F9
F10
F8
F7
供暖回水管道
F6
F5
供暖回水管道
供暖用户
补水定压管道

图5