



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115929427 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202211394416.7

(22) 申请日 2022.11.08

(71) 申请人 华电电力科学研究院有限公司

地址 310000 浙江省杭州市西湖区三墩镇  
西园一路10号

(72) 发明人 高新勇 郑立军 李成磊 何晓红  
吴畅 杨志群 许青云

(74) 专利代理机构 杭州创智卓英知识产权代理  
事务所(普通合伙) 33324

专利代理师 孙振国

(51) Int. Cl.

F01K 11/02 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

F22G 5/12 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

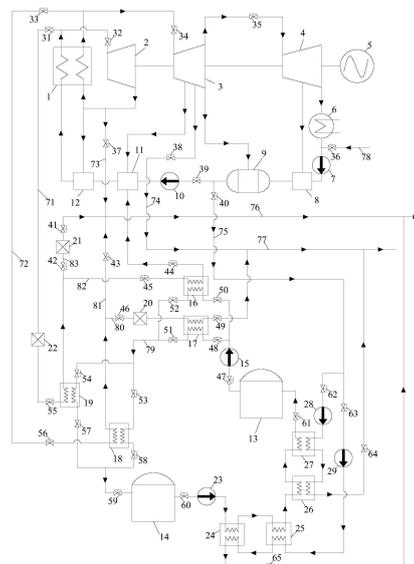
权利要求书3页 说明书11页 附图1页

## (54) 发明名称

一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统及方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统及方法,其系统包括:电站锅炉、热电联产机组、熔盐储能装置、高压工业供汽管以及低压工业供汽管,热电联产机组包括汽轮机组,电站锅炉与汽轮机组连接并用于做功发电,汽轮机组的排汽口与高压工业供汽管连接,汽轮机组的工业抽汽口与低压工业供汽管连接;熔盐储能装置包括用于对高温熔盐进行梯级放热的高温熔盐-低温蒸汽换热机构,以及用于梯级加热低温熔盐并储热的低温熔盐-高温蒸汽换热机构。本发明技术方案能够为低压工业用户和高压工业用户供汽,既减少高参数蒸汽的消耗量,又大大降低熔盐换热过程的温差,从而降低由于电力调峰需储热而引起的做功能力损失。



1. 一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,其特征在于,包括:热电联产机组、熔盐储能装置、高压工业供汽管以及低压工业供汽管,所述热电联产机组包括汽轮机组和电站锅炉,所述电站锅炉与所述汽轮机组连接并用于做功发电,所述汽轮机组的汽轮机高压缸排汽口与所述高压工业供汽管连接,所述汽轮机组的工业抽汽口与所述低压工业供汽管连接;

所述熔盐储能装置包括用于对高温熔盐进行梯级放热的高温熔盐-低温蒸汽换热机构,以及用于梯级加热低温熔盐进行储热的低温熔盐-高温蒸汽换热机构,所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构设置于所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐进口和熔盐出口之间;

其中,所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构中的熔盐管路内介质与蒸汽管路内介质流向相反,所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的蒸汽出口分别与所述高压工业供汽管和所述低压工业供汽管连接;所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构中的熔盐管路内介质与蒸汽管路内介质流向相反,所述电站锅炉的热再出汽口和主出汽口分别与所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构的蒸汽进口连接,所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构的蒸汽出口分别与所述高压工业供汽管和所述低压工业供汽管连接。

2. 如权利要求1所述的蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,其特征在于,所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构包括蒸汽冷凝换热器、低压蒸汽冷却器、一号高压蒸汽冷却器以及二号高压蒸汽冷却器、熔盐旁路管、一号减压装置、二号减压装置、一号低压蒸汽支管、二号低压蒸汽支管、一号高压蒸汽支管以及二号高压蒸汽支管,

所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐出口分别与所述蒸汽冷凝换热器的熔盐进口和所述低压蒸汽冷却器的熔盐进口连接,所述蒸汽冷凝换热器的熔盐出口和所述低压蒸汽冷却器的熔盐出口均与所述熔盐旁路管的熔盐进口连接,所述熔盐旁路管的熔盐出口分别与所述一号高压蒸汽冷却器的熔盐进口和所述二号高压蒸汽冷却器的熔盐进口连接,所述一号高压蒸汽冷却器的熔盐出口和所述二号高压蒸汽冷却器的熔盐出口均与所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐进口连接;

所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口与所述电站锅炉的热再出汽口连接,所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口通过所述一号低压蒸汽支管与所述一号减压装置的蒸汽进口连接,所述一号减压装置的蒸汽出口与所述低压蒸汽冷却器的蒸汽进口连接,所述低压蒸汽冷却器的蒸汽出口与所述低压工业供汽管连接,所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口还通过所述二号低压蒸汽支管与所述高压工业供汽管连接;

所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口与所述电站锅炉的主出汽口连接,所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口通过所述一号高压蒸汽支管与所述蒸汽冷凝换热器的蒸汽进口连接,所述蒸汽冷凝换热器的疏水出口与所述热电联产机组的进水口连接,所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口还通过所述二号高压蒸汽支管与所述二号减压装置的蒸汽进口连接,所述二号减压装置的蒸汽出口与所述高压工业供汽管连接。

3. 如权利要求2所述的蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,其特征在于,所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构还包括主蒸汽支管、热再蒸汽支管以及三号减压装置,所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口通过所述主蒸汽支管与所述电站锅炉的主出汽口连接,所述主蒸汽支管上安装有所述三号减压装置,所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口通过所述热再蒸汽支管与所述电站锅炉的热再出汽口连接。

4. 如权利要求2所述的蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,其特征在于,所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构包括高温熔盐泵、高压蒸汽过热器、高压蒸汽发生器、低压蒸汽过热器、低压蒸汽发生器、低温熔盐储罐、高温熔盐储罐以及低温熔盐泵,

所述一号高压蒸汽冷却器的熔盐出口和所述二号高压蒸汽冷却器的熔盐出口均与所述高温熔盐储罐的熔盐进口连接,所述高温熔盐储罐的熔盐出口与所述高压蒸汽过热器的熔盐进口连接,且在所述高温熔盐储罐的熔盐出口安装有所述高温熔盐泵,所述高压蒸汽过热器的熔盐出口与高压蒸汽发生器的熔盐进口连接,所述高压蒸汽发生器的熔盐出口与所述低压蒸汽过热器的熔盐进口连接,所述低压蒸汽过热器的熔盐出口与所述低压蒸汽发生器的熔盐进口连接,所述低压蒸汽发生器的熔盐出口与所述低温熔盐储罐的熔盐进口连接,所述低温熔盐储罐的熔盐出口与所述低压蒸汽冷却器的熔盐进口和所述蒸汽冷凝换热器的熔盐进口连接,所述低温熔盐储罐的熔盐出口安装有所述低温熔盐泵;

所述热电联产机组的出水口分别与所述高压蒸汽发生器的进水口和所述低压蒸汽发生器的进水口连接,所述低压蒸汽发生器的出汽口与所述低压蒸汽过热器的进汽口连接,所述低压蒸汽过热器的出汽口与低压工业供汽管连接,所述高压蒸汽发生器的出汽口与所述高压蒸汽过热器的进汽口连接,所述高压蒸汽过热器的出汽口与高压工业供汽管连接。

5. 如权利要求1所述的蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,其特征在于,所述汽轮机组包括汽轮机高压缸、汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、发电机、冷再蒸汽支管以及工业抽汽管,所述热电联产机组还包括凝汽器、凝结水泵、低压回热加热器、除氧器、锅炉给水泵、中压回热加热器以及高压回热加热器,

所述电站锅炉的主出汽口与所述汽轮机高压缸的进汽口连接,所述汽轮机高压缸的排汽口分别与所述电站锅炉的冷再进汽口和所述高压回热加热器的进汽口连接,所述高压回热加热器的出水口与所述电站锅炉的给水进口连接,所述汽轮机高压缸的排汽口还通过所述冷再蒸汽支管与所述高压工业供汽管连接;

所述电站锅炉的热再出汽口与所述汽轮机中压缸的进汽口连接,所述汽轮机中压缸的回热抽汽口与所述中压回热加热器的进汽口连接,所述汽轮机中压缸的工业抽汽口通过工业抽汽管与所述低压工业供汽管连接,所述汽轮机中压缸的排汽口分别与所述热电联产机组的进汽口和所述汽轮机低压缸的进汽口连接,所述汽轮机低压缸的回热抽汽口与所述低压回热加热器的进汽口连接,所述汽轮机低压缸的排汽口与所述凝汽器的进汽口连接,所述汽轮机高压缸、所述汽轮机中压缸以及所述汽轮机低压缸同轴连接,所述凝汽器的凝结水出口依次连接有所述凝结水泵、所述低压回热加热器、所述除氧器、所述锅炉给水泵、所述中压回热加热器和所述高压回热加热器。

6. 如权利要求5所述的蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,其特征在于,所述热电联产机组还包括供热给水系统,所述供热给水系统包括一号给水泵、二号给水泵、给水支管以及补水管,

所述凝结水泵的凝结水进口还连接有所述补水管,所述除氧器的出水口通过给水支管还分别与高压蒸汽发生器的进水口和低压蒸汽发生器的进水口连接,且在所述低压蒸汽发生器的进水口安装有一号给水泵,所述高压蒸汽发生器的进水口安装有二号给水泵。

7. 一种用于蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统的方法,其特征在于,包括如下步骤:

判断所述系统是否参与电力调峰；

若所述系统参与电力调峰，则判断是否需要降低或增加上网电负荷；

若需要降低上网电负荷，则电站锅炉产生的蒸汽其中部分用于驱动汽轮机组做功并发电，另一部分输出的主蒸汽和热再蒸汽进入低温熔盐-高温蒸汽换热机构来加热熔盐进行储热；

若需要增加上网电负荷，则优先利用高温熔盐-低温蒸汽换热机构放热产生低压蒸汽供给低压工业供汽管，并利用所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构产生的高压蒸汽供给高压工业供汽管，其次才利用所述汽轮机组的工业抽汽供给所述低压工业供汽管，利用汽轮机高压缸的排汽供给所述高压工业供汽管。

8. 如权利要求7所述的方法，其特征在于，若需要降低上网电负荷，则另一部分输出的主蒸汽和热再蒸汽进入低温熔盐-高温蒸汽换热机构来加热熔盐进行储热，具体步骤如下：

所述电站锅炉的主蒸汽经过减压后进入二号高压蒸汽冷却器进行第一级降温，主蒸汽第一级降温后分成两路蒸汽，其中一路蒸汽进入蒸汽冷凝换热器进行第二级降温并形成蒸汽疏水输送至中压回热加热器，另外一路蒸汽经过减压后通过所述高压工业供汽管对外供出；

所述电站锅炉的热再蒸汽进入一号高压蒸汽冷却器进行第一级降温后分成两路蒸汽，其中一路蒸汽减压后进入低压蒸汽冷却器进行第二级降温，降温后的蒸汽通过低压工业供汽管对外供出，另外一路蒸汽直接通过所述高压工业供汽管对外供出；

将高温熔盐-低温蒸汽换热机构输出的低温熔盐分别通入所述蒸汽冷凝换热器和所述低压蒸汽冷却器进行第一级加热，将经过第一级加热后的熔盐汇合，然后将所述熔盐再分别通入所述一号高压蒸汽冷却器和所述二号高压蒸汽冷却器进行第二级加热得到高温熔盐，将所述高温熔盐汇合后输送至所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐进口处。

9. 如权利要求7所述的方法，其特征在于，若需要增加上网电负荷，则优先利用高温熔盐-低温蒸汽换热机构放热产生低压蒸汽供给低压工业供汽管，并利用所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构产生的高压蒸汽供给高压工业供汽管，具体步骤如下：

除氧器的给水分别进入低压蒸汽发生器 and 高压蒸汽发生器进行加热，得到两种压力参数的蒸汽，所述低压蒸汽发生器输出的蒸汽进入低压蒸汽过热器进行加热，得到低压过热蒸汽，将所述低压过热蒸汽通过所述低压工业供汽管对外供出；所述高压蒸汽发生器输出的蒸汽进入高压蒸汽过热器进行加热，得到高压过热蒸汽，并将所述高压过热蒸汽通过所述高压工业供汽管对外供出。

## 一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及火电机组技术领域,特别是涉及一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统及方法。

### 背景技术

[0002] 目前,电网中灵活性调节电源的占比较低,致使高比例新能源电力接入电网而导致了严重的“弃风弃光”现象,因此,提升电网中灵活性调节电源的占比,以提升电网消纳新能源电力的能力,则迫在眉睫。用于火电灵活性改造的储能技术,既要同时适用于采暖供热机组、工业供热机组和纯凝机组的火电灵活性改造应用场景,又要满足化石能源向新能源转变的过渡需求,而熔盐热储能则是最佳的储能方式。

[0003] 在相关技术中,燃煤热电联产机组由于受“以热定电”的运行限制,在参与电力调峰时,为了保证外界供热需求,机组电负荷无法随着电网的电力调峰要求而灵活的调节,特别是无法满足电力调峰对机组降低电负荷的要求。其次,在燃煤热电联产机组利用储能装置来增加机组电负荷的灵活调节能力,多针对为北方居民供暖的热电联产机组,储能装置仅能产生高温热水或低参数蒸汽,无法适用于有工业供汽需求的热电联产机组。

[0004] 因此,现有利用机组蒸汽加热熔盐储能进行电力调峰的技术主要存在以下缺陷:一是在储热过程直接利用高参数蒸汽一级加热低温熔盐,换热温差过大,造成的做功能力损失十分严重;二是在储热过程仅利用一种高参数蒸汽加热熔盐,使得机组电力调峰时的灵活调节能力提升有限。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,能够为低压工业用户和高压工业用户供汽,既减少高参数蒸汽的消耗量,又大大降低熔盐换热过程的温差,从而降低由于电力调峰需储热而引起的做功能力损失;且还实现了不同参数蒸汽加热熔盐后的合理利用,提升了熔盐储能装置储热过程的运行高效性。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

[0007] 一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,包括:热电联产机组、熔盐储能装置、高压工业供汽管以及低压工业供汽管,所述热电联产机组包括汽轮机组和电站锅炉,所述电站锅炉与所述汽轮机组连接并用于做功发电,所述汽轮机组的汽轮机高压缸排汽口与所述高压工业供汽管连接,所述汽轮机组的工业抽汽口与所述低压工业供汽管连接;

[0008] 所述熔盐储能装置包括用于对高温熔盐进行梯级放热的高温熔盐-低温蒸汽换热机构,以及用于梯级加热低温熔盐进行储热的低温熔盐-高温蒸汽换热机构,所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构设置于所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐进口和熔盐出口之间;

[0009] 其中,所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构中的熔盐管路内介质与蒸汽管路内介质流向相反,所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的蒸汽出口分别与所述高压工业供汽管和所

述低压工业供汽管连接；所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构中的熔盐管路内介质与蒸汽管路内介质流向相反，所述电站锅炉的热再出汽口和主出汽口分别与所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构的蒸汽进口连接，所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构的蒸汽出口分别与所述高压工业供汽管和所述低压工业供汽管连接。

[0010] 优选地，所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构包括蒸汽冷凝换热器、低压蒸汽冷却器、一号高压蒸汽冷却器以及二号高压蒸汽冷却器、熔盐旁路管、一号减压装置、二号减压装置、一号低压蒸汽支管、二号低压蒸汽支管、一号高压蒸汽支管以及二号高压蒸汽支管，

[0011] 所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐出口分别与所述蒸汽冷凝换热器的熔盐进口和所述低压蒸汽冷却器的熔盐进口连接，所述蒸汽冷凝换热器的熔盐出口和所述低压蒸汽冷却器的熔盐出口均与所述熔盐旁路管的熔盐进口连接，所述熔盐旁路管的熔盐出口分别与所述一号高压蒸汽冷却器的熔盐进口和所述二号高压蒸汽冷却器的熔盐进口连接，所述一号高压蒸汽冷却器的熔盐出口和所述二号高压蒸汽冷却器的熔盐出口均与所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐进口连接；

[0012] 所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口与所述电站锅炉的热再出汽口连接，所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口通过所述一号低压蒸汽支管与所述一号减压装置的蒸汽进口连接，所述一号减压装置的蒸汽出口与所述低压蒸汽冷却器的蒸汽进口连接，所述低压蒸汽冷却器的蒸汽出口与所述低压工业供汽管连接，所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口还通过所述二号低压蒸汽支管与所述高压工业供汽管连接；

[0013] 所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口与所述电站锅炉的主出汽口连接，所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口通过所述一号高压蒸汽支管与所述蒸汽冷凝换热器的蒸汽进口连接，所述蒸汽冷凝换热器的疏水出口与所述热电联产机组的进水口连接，所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽出口还通过所述二号高压蒸汽支管与所述二号减压装置的蒸汽进口连接，所述二号减压装置的蒸汽出口与所述高压工业供汽管连接。

[0014] 优选地，所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构还包括主蒸汽支管、热再蒸汽支管以及三号减压装置，所述二号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口通过所述主蒸汽支管与所述电站锅炉的主出汽口连接，所述主蒸汽支管上安装有所述三号减压装置，所述一号高压蒸汽冷却器的蒸汽进口通过所述热再蒸汽支管与所述电站锅炉的热再出汽口连接。

[0015] 优选地，所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构包括高温熔盐泵、高压蒸汽过热器、高压蒸汽发生器、低压蒸汽过热器、低压蒸汽发生器、低温熔盐储罐、高温熔盐储罐以及低温熔盐泵，

[0016] 所述一号高压蒸汽冷却器的熔盐出口和所述二号高压蒸汽冷却器的熔盐出口均与所述高温熔盐储罐的熔盐进口连接，所述高温熔盐储罐的熔盐出口与所述高压蒸汽过热器的熔盐进口连接，且在所述高温熔盐储罐的熔盐出口安装有所述高温熔盐泵，所述高压蒸汽过热器的熔盐出口与高压蒸汽发生器的熔盐进口连接，所述高压蒸汽发生器的熔盐出口与所述低压蒸汽过热器的熔盐进口连接，所述低压蒸汽过热器的熔盐出口与所述低压蒸汽发生器的熔盐进口连接，所述低压蒸汽发生器的熔盐出口与所述低温熔盐储罐的熔盐进口连接，所述低温熔盐储罐的熔盐出口与所述低压蒸汽冷却器的熔盐进口和所述蒸汽冷凝换热器的熔盐进口连接，所述低温熔盐储罐的熔盐出口安装有所述低温熔盐泵；

[0017] 所述热电联产机组的出水口分别与所述高压蒸汽发生器的进水口和所述低压蒸

汽发生器的进水口连接,所述低压蒸汽发生器的出汽口与所述低压蒸汽过热器的进汽口连接,所述低压蒸汽过热器的出汽口与低压工业供汽管连接,所述高压蒸汽发生器的出汽口与所述高压蒸汽过热器的进汽口连接,所述高压蒸汽过热器的出汽口与高压工业供汽管连接。

[0018] 优选地,所述汽轮机组包括汽轮机高压缸、汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、发电机、冷再蒸汽支管以及工业抽汽管,所述热电联产机组还包括凝汽器、凝结水泵、低压回热加热器、除氧器、锅炉给水泵、中压回热加热器以及高压回热加热器,

[0019] 所述电站锅炉的主出汽口与所述汽轮机高压缸的进汽口连接,所述汽轮机高压缸的排汽口分别与所述电站锅炉的冷再进汽口和所述高压回热加热器的进汽口连接,所述高压回热加热器的出水口与所述电站锅炉的给水进口连接,所述汽轮机高压缸的排汽口还通过所述冷再蒸汽支管与所述高压工业供汽管连接;

[0020] 所述电站锅炉的热再出汽口与所述汽轮机中压缸的进汽口连接,所述汽轮机中压缸的回热抽汽口与所述中压回热加热器的进汽口连接,所述汽轮机中压缸的工业抽汽口通过工业抽汽管与所述低压工业供汽管连接,所述汽轮机中压缸的排汽口分别与所述热电联产机组的进汽口和所述汽轮机低压缸的进汽口连接,所述汽轮机低压缸的回热抽汽口与所述低压回热加热器的进汽口连接,所述汽轮机低压缸的排汽口与所述凝汽器的进汽口连接,所述汽轮机高压缸、所述汽轮机中压缸以及所述汽轮机低压缸同轴连接,所述凝汽器的凝结水出口依次连接有所述凝结水泵、所述低压回热加热器、所述除氧器、所述锅炉给水泵、所述中压回热加热器和所述高压回热加热器。

[0021] 优选地,所述热电联产机组还包括供热给水系统,所述供热给水系统包括一号给水泵、二号给水泵、给水支管以及补水管,

[0022] 所述凝结水泵的凝结水进口还连接有所述补水管,所述除氧器的出水口通过给水支管还分别与所述高压蒸汽发生器的进水口和所述低压蒸汽发生器的进水口连接,且在所述低压蒸汽发生器的进水口安装有一号给水泵,所述高压蒸汽发生器的进水口安装有二号给水泵。

[0023] 本发明还提供了一种用于蒸汽耦合熔盐储能的火电机组热电解耦系统的方法,包括如下步骤:

[0024] 判断所述系统是否参与电力调峰;

[0025] 若所述系统参与电力调峰,则判断是否需要降低或增加上网电负荷;

[0026] 若需要降低上网电负荷,则电站锅炉产生的蒸汽其中部分用于驱动汽轮机组做功并发电,另一部分输出的主蒸汽和热再蒸汽进入低温熔盐-高温蒸汽换热机构来加热熔盐进行储热;

[0027] 若需要增加上网电负荷,则优先利用高温熔盐-低温蒸汽换热机构放热产生低压蒸汽供给低压工业供汽管,并利用所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构产生的高压蒸汽供给高压工业供汽管,其次才利用所述汽轮机组的工业抽汽供给所述低压工业供汽管,利用所述汽轮机高压缸的排汽供给所述高压工业供汽管。

[0028] 优选地,若需要降低上网电负荷,则另一部分输出的主蒸汽和热再蒸汽进入低温熔盐-高温蒸汽换热机构来加热熔盐进行储热,具体步骤如下:

[0029] 所述电站锅炉的主蒸汽经过减压后进入二号高压蒸汽冷却器进行第一级降温,主

蒸汽第一级降温后分成两路蒸汽,其中一路蒸汽进入蒸汽冷凝换热器进行第二级降温并形成蒸汽疏水输送至中压回热加热器,另外一路蒸汽经过减压后通过所述高压工业供汽管对外供出;

[0030] 所述电站锅炉的热再蒸汽进入一号高压蒸汽冷却器进行第一级降温后分成两路蒸汽,其中一路蒸汽减压后进入低压蒸汽冷却器进行第二级降温,降温后的蒸汽通过低压工业供汽管对外供出,另外一路蒸汽直接通过所述高压工业供汽管对外供出;

[0031] 将高温熔盐-低温蒸汽换热机构输出的低温熔盐分别通入所述蒸汽冷凝换热器和所述低压蒸汽冷却器进行第一级加热,将经过第一级加热后的熔盐汇合,然后将所述熔盐再分别通入所述一号高压蒸汽冷却器和所述二号高压蒸汽冷却器进行第二级加热得到高温熔盐,将所述高温熔盐汇合后输送至所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构的熔盐进口处。

[0032] 优选地,若需要增加上网电负荷,则优先利用高温熔盐-低温蒸汽换热机构放热产生低压蒸汽供给低压工业供汽管,并利用所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构产生的高压蒸汽供给高压工业供汽管,具体步骤如下:

[0033] 除氧器的给水分别进入低压蒸汽发生器 and 高压蒸汽发生器进行加热,得到两种压力参数的蒸汽,所述低压蒸汽发生器输出的蒸汽进入低压蒸汽过热器进行加热,得到低压过热蒸汽,将所述低压过热蒸汽通过所述低压工业供汽管对外供出;所述高压蒸汽发生器输出的蒸汽进入高压蒸汽过热器进行加热,得到高压过热蒸汽,并将所述高压过热蒸汽通过所述高压工业供汽管对外供出。

[0034] 相比现有技术,本发明的有益效果在于:

[0035] 上述技术方案中所提供的一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,是通过汽轮机组、高温熔盐-低温蒸汽换热机构以及低温熔盐-高温蒸汽换热机构实现在满足电力调峰需要机组升降电负荷的同时,并为低压工业用户和高压工业用户供汽;其次,优先利用电站锅炉产生的低参数蒸汽,经过低温熔盐-高温蒸汽换热机构梯级加热低温熔盐并储热,然后才利用电站锅炉产生的高参数蒸汽加热熔盐,既减少高参数蒸汽的消耗量,又大大降低熔盐换热过程的温差,从而降低由于电力调峰需储热而引起的做功能力损失;并且利用电站锅炉产生的两种参数蒸汽通入低温熔盐-高温蒸汽换热机构中,设计了两种参数的蒸汽加热熔盐进行储热,在热电联产机组参与电力调峰时,极大提升了机组输出电负荷的宽负荷灵活调节能力,又实现了不同参数蒸汽加热熔盐后的合理利用,提升了熔盐储能装置储热过程的运行高效性。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明实施例中一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统的示意图。

[0037] 附图标记说明:

[0038] 1、电站锅炉;2、汽轮机高压缸;3、汽轮机中压缸;4、汽轮机低压缸;5、发电机;6、凝汽器;7、凝结水泵;8、低压回热加热器;9、除氧器;10、锅炉给水泵;11、中压回热加热器;12、高压回热加热器;13、低温熔盐储罐;14、高温熔盐储罐;15、低温熔盐泵;16、蒸汽冷凝换热器;17、低压蒸汽冷却器;18、一号高压蒸汽冷却器;19、二号高压蒸汽冷却器;20、一号减压装置;21、二号减压装置;22、三号减压装置;23、高温熔盐泵;24、高压蒸汽过热器;25、高压

蒸汽发生器;26、低压蒸汽过热器;27、低压蒸汽发生器;28、一号给水泵;29、二号给水泵;31、一号阀门;32、二号阀门;33、三号阀门;34、四号阀门;35、五号阀门;36、六号阀门;37、七号阀门;38、八号阀门;39、九号阀门;40、十号阀门;41、十一号阀门;42、十二号阀门;43、十三号阀门;44、十四号阀门;45、十五号阀门;46、十六号阀门;47、十七号阀门;48、十八号阀门;49、十九号阀门;50、二十号阀门;51、二十一号阀门;52、二十二号阀门;53、二十三号阀门;54、二十四号阀门;55、二十五号阀门;56、二十六号阀门;57、二十七号阀门;58、二十八号阀门;59、二十九号阀门;60、三十号阀门;61、三十一号阀门;62、三十二号阀门;63、三十三号阀门;64、三十四号阀门;65、三十五号阀门;71、主蒸汽支管;72、热再蒸汽支管;73、冷再蒸汽支管;74、工业抽汽管;75、给水支管;76、高压工业供汽管;77、低压工业供汽管;78、补水管;79、熔盐旁路管;80、一号低压蒸汽支管;81、二号低压蒸汽支管;82、一号高压蒸汽支管;83、二号高压蒸汽支管。

### 具体实施方式

[0039] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等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和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0041] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0042] 本发明实施例中提供了一种蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统,该系统通过汽轮机组、高温熔盐-低温蒸汽换热机构以及低温熔盐-高温蒸汽换热机构实现为低压工业用户和高压工业用户供汽;其次,优先利用电站锅炉1产生的低参数蒸汽,经过低温熔盐-高温蒸汽换热机构梯级加热低温熔盐并储热,然后才利用电站锅炉1产生的高参数蒸汽加热熔盐,既减少高参数蒸汽的消耗量,又大大降低熔盐换热过程的温差,从而降低由于电力调峰需储热而引起的做功能力损失;并且利用电站锅炉1产生的两种参数蒸汽通入低温熔盐-高温蒸汽换热机构中,设计了两种参数的蒸汽加热熔盐进行储热,在热电联产机组参与电力调峰时,极深度降低输出电负荷的灵活调节能力得到了极大提升,又实现了不同参数蒸汽加热熔盐后的合理利用,提升了熔盐储能装置储热过程的运行高效性。

[0043] 请参阅图1,在其中一实施例中,该系统包括热电联产机组、熔盐储能装置、高压工业供汽管76以及低压工业供汽管77。所述热电联产机组包括电站锅炉1、汽轮机组、供热给水系统、凝汽器6、凝结水泵7、除氧器9、锅炉给水泵10、中压回热加热器11、高压回热加热器12以及低压回热加热器8,所述熔盐储能装置包括用于对高温熔盐进行梯级放热的高温熔

盐-低温蒸汽换热机构,以及用于梯级加热低温熔盐进行储热的低温熔盐-高温蒸汽换热机构。

[0044] 具体地,所述汽轮机组包括汽轮机高压缸2、汽轮机中压缸3、汽轮机低压缸4、发电机5、冷再蒸汽支管73以及工业抽汽管74。所述供热给水系统包括一号给水泵28、二号给水泵29、给水支管75以及补水管78。所述低温熔盐-高温蒸汽换热机构包括蒸汽冷凝换热器16、低压蒸汽冷却器17、一号高压蒸汽冷却器18以及二号高压蒸汽冷却器19、熔盐旁路管79、一号减压装置20、二号减压装置21、一号低压蒸汽支管80、二号低压蒸汽支管81、一号高压蒸汽支管82、二号高压蒸汽支管83、主蒸汽支管71、热再蒸汽支管72以及三号减压装置22。所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构包括高温熔盐泵23、高压蒸汽过热器24、高压蒸汽发生器25、低压蒸汽过热器26、低压蒸汽发生器27、低温熔盐储罐13、高温熔盐储罐14以及低温熔盐泵15。

[0045] 回路一,热电联产机组用于发电以及对外工业供汽。所述高压回热加热器12的出水口与所述电站锅炉1的给水进口连接,所述电站锅炉1的主出汽口与所述汽轮机高压缸2的进汽口连接,且在汽轮机高压缸2的进汽口安装有二号阀门32,所述汽轮机高压缸2的排汽口分别与所述电站锅炉1的冷再进汽口和所述高压回热加热器12的进汽口连接,所述汽轮机高压缸2的排汽口还通过所述冷再蒸汽支管73与所述高压工业供汽管76连接,在冷再蒸汽支管73上安装有七号阀门37,所述电站锅炉1的热再出汽口与所述汽轮机中压缸3的进汽口连接,且在汽轮机中压缸3的进汽口安装有四号阀门34,所述汽轮机中压缸3的回热抽汽口与所述中压回热加热器11的进汽口连接,所述汽轮机中压缸3的工业抽汽口通过工业抽汽管74与所述低压工业供汽管77连接,且在工业抽汽管74上分别安装有八号阀门38,所述汽轮机中压缸3的排汽口与所述汽轮机低压缸4的进汽口连接,且在汽轮机低压缸4的进汽口安装有五号阀门35,所述汽轮机中压缸3的排汽口还与除氧器9的进汽口连接,所述汽轮机低压缸4的回热抽汽口与所述低压回热加热器8的进汽口连接,所述汽轮机低压缸4的排汽口与凝汽器6的进汽口连接,所述汽轮机高压缸2、所述汽轮机中压缸3以及所述汽轮机低压缸4同轴连接且同时做功驱动发电机5进行发电,所述凝汽器6的凝结水出口依次连接有所述凝结水泵7、所述低压回热加热器8、所述除氧器9、所述锅炉给水泵10、所述中压回热加热器11和所述高压回热加热器12,在锅炉给水泵10的进水口安装有九号阀门39。汽轮机低压缸4排出的乏汽进入凝汽器6形成凝结水,先通过凝结水泵7驱动依次经过低压回热加热器8和除氧器9被梯级加热,然后通过锅炉给水泵10驱动依次经过所述中压回热加热器11和所述高压回热加热器12被再次梯级加热后返回至电站锅炉1。并且,所述凝结水泵7的凝结水进口还连接有所述补水管78,且在补水管78上安装有六号阀门36,补水管78用于从外部给系统内补水。

[0046] 回路二,将电站锅炉1产生的两种参数蒸汽通入低温熔盐-高温蒸汽换热机构中。

[0047] 支路一:所述一号高压蒸汽冷却器18的蒸汽进口通过所述热再蒸汽支管72与所述电站锅炉1的热再出汽口连接,且在热再蒸汽支管72上安装有三号阀门33,在一号高压蒸汽冷却器18的蒸汽进口安装有二十六号阀门56,所述一号高压蒸汽冷却器18的蒸汽出口通过所述一号低压蒸汽支管80与所述一号减压装置20的蒸汽进口连接,且在一号低压蒸汽支管80上安装有十六号阀门46,所述一号减压装置20的蒸汽出口与所述低压蒸汽冷却器17的蒸汽进口连接,所述低压蒸汽冷却器17的蒸汽出口与所述低压工业供汽管77连接,且在低压

蒸汽冷却器17的蒸汽出口安装有十九号阀门49,实现对外部的低压蒸汽用户供汽。此外,所述一号高压蒸汽冷却器18的蒸汽出口还通过所述二号低压蒸汽支管81直接与所述高压工业供汽管76连接,且在二号低压蒸汽支管81上安装有十三号阀门43,实现对外部的高压蒸汽用户供汽。

[0048] 可以理解的是,来自电站锅炉1的热再蒸汽进入一号高压蒸汽冷却器18进行第一级降温后分成两路蒸汽,其中一路蒸汽经过蒸汽减压装置减压后再进入低压蒸汽冷却器17进行第二级降温,降温后的蒸汽直接通过低压工业供汽管77对外供出,来满足低压蒸汽用户的用汽需求,另外一路蒸汽直接通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。因此,利用电站锅炉1产生的低参数蒸汽,依次经过一号高压蒸汽冷却器18和低压蒸汽冷却器17进行二级加热低温熔盐并储热,大大降低熔盐换热过程的温差。

[0049] 支路二:所述二号高压蒸汽冷却器19的蒸汽进口通过主蒸汽支管71与所述电站锅炉1的主出汽口连接,且在主蒸汽支管71上安装有一号阀门31和二号减压装置22,在二号高压蒸汽冷却器19的蒸汽进口安装有二十五号阀门55,所述二号高压蒸汽冷却器19的蒸汽出口通过所述一号高压蒸汽支管82与所述蒸汽冷凝换热器16的蒸汽进口连接,且在一号高压蒸汽支管82上安装有十五号阀门45,所述蒸汽冷凝换热器16的疏水出口与中压回热加热器11进水口连接,且在蒸汽冷凝换热器16的疏水出口安装有十四号阀门44。此外,所述二号高压蒸汽冷却器19的蒸汽出口还通过所述二号高压蒸汽支管83与所述二号减压装置21的蒸汽进口连接,且在二号高压蒸汽支管83上安装有十二号阀门42,所述二号减压装置21的蒸汽出口与所述高压工业供汽管76连接,且在二号减压装置21的蒸汽出口安装有十一号阀门41。

[0050] 可以理解的是,来自电站锅炉1的主蒸汽通过主蒸汽支管71输出并经过二号减压装置22减压后,进入二号高压蒸汽冷却器19进行第一级降温后分成两路蒸汽,其中一路蒸汽直接进入蒸汽冷凝换热器16进行第二级降温,降温后形成蒸汽疏水输送至中压回热加热器11,另外一路蒸汽经过二号减压装置21减压后通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。因此,利用电站锅炉1产生的高参数蒸汽,依次经过二号高压蒸汽冷却器19和蒸汽冷凝换热器16进行二级加热熔盐并储热,大大降低熔盐换热过程的温差。

[0051] 将回路二中的支路一和支路二相结合,可以优先利用电站锅炉1产生的低参数蒸汽,经过一号高压蒸汽冷却器18和低压蒸汽冷却器17进行二级加热低温熔盐并储热,然后才利用电站锅炉1产生的高参数蒸汽,依次经过二号高压蒸汽冷却器19和蒸汽冷凝换热器16进行二级加热熔盐并储热,既减少高参数蒸汽的消耗量,又大大降低熔盐换热过程的温差,从而降低由于电力调峰需储热而引起的做功能力损失。

[0052] 回路三:为高温熔盐-低温蒸汽换热机构和低温熔盐-高温蒸汽换热机构之间形成的循环回路。

[0053] 具体地,实现梯级加热低温熔盐并储热,所述低温熔盐储罐13的熔盐出口与所述低压蒸汽冷却器17的熔盐进口和所述蒸汽冷凝换热器16的熔盐进口连接,所述低温熔盐储罐13的熔盐出口安装有所述低温熔盐泵15和十七号阀门47,在蒸汽冷凝换热器16的熔盐进口安装有二十号阀门50,在低压蒸汽冷却器17的熔盐进口安装有十八号阀门48,蒸汽冷凝换热器16的熔盐出口和低压蒸汽冷却器17的熔盐出口均通过熔盐旁路管79同时与一号高

压蒸汽冷却器18的熔盐进口和二号高压蒸汽冷却器19的熔盐进口连接,且在蒸汽冷凝换热器16的熔盐出口和低压蒸汽冷却器17的熔盐出口分别安装有二十二号阀门52和二十一号阀门51,在一号高压蒸汽冷却器18的熔盐进口和二号高压蒸汽冷却器19的熔盐进口分别安装有二十三号阀门53和二十四号阀门54,一号高压蒸汽冷却器18的熔盐出口和二号高压蒸汽冷却器19的熔盐出口同时与高温熔盐储罐14的熔盐进口连接,且在一号高压蒸汽冷却器18的熔盐出口和二号高压蒸汽冷却器19的熔盐出口分别安装有二十八号阀门58和二十七号阀门57,在高温熔盐储罐14的熔盐进口安装有二十九号阀门59。

[0054] 可以理解的是,蒸汽冷凝换热器16与低压蒸汽冷却器17并联连接,且一号高压蒸汽冷却器18与二号高压蒸汽冷却器19并联连接,然后蒸汽冷凝换热器16和低压蒸汽冷却器17与一号高压蒸汽冷却器18和二号高压蒸汽冷却器19相互串联连接。来自低温熔盐储罐13的低温熔盐,首先由低温熔盐泵15驱动分别进入蒸汽冷凝换热器16与低压蒸汽冷却器17被第一级加热,再进行汇合后通过熔盐旁路管79分别进入一号高压蒸汽冷却器18与二号高压蒸汽冷却器19被第二级加热后形成高温熔盐,再进行汇合后输送至高温熔盐储罐14进行储热。

[0055] 实现对高温熔盐进行梯级放热,高温熔盐储罐14的熔盐出口与高压蒸汽过热器24的熔盐进口连接,且在高温熔盐储罐14的熔盐出口安装有三十号阀门60和高温熔盐泵23,高压蒸汽过热器24的熔盐出口与高压蒸汽发生器25的熔盐进口连接,高压蒸汽发生器25的熔盐出口与低压蒸汽过热器26的熔盐进口连接,低压蒸汽过热器26的熔盐出口与低压蒸汽发生器27的熔盐进口连接,低压蒸汽发生器27的熔盐出口与低温熔盐储罐13的熔盐进口连接,且在低温熔盐储罐13的熔盐进口安装有三十一号阀门61。

[0056] 可以理解的是,高压蒸汽过热器24、高压蒸汽发生器25、低压蒸汽过热器26与低压蒸汽发生器27依次串联连接。基于能量梯级利用原理,合理设计熔盐储能装置放热过程各类换热器的连接方式,降低了熔盐换热过程温差,实现了高温熔盐热能的梯级利用,既提升了熔盐储能装置放热过程的运行高效性,又提高了热电联产机组参与电力调峰需提升输出电负荷时满足不同蒸汽参数需求的供热安全可靠。

[0057] 在回路三中利用回路二中电站锅炉1通入的两种参数蒸汽加热熔盐并储热,即电站锅炉1通入一号高压蒸汽冷却器18的低参数蒸汽,以及电站锅炉1通入二号高压蒸汽冷却器19的高参数蒸汽。在热电联产机组参与电力调峰时,极大提升了机组输出电负荷的宽负荷灵活调节能力,又实现了不同参数蒸汽加热熔盐后的合理利用,提升了熔盐储能装置储热过程的运行高效性。

[0058] 回路四:除氧器9的出水口通过给水支管75分别与所述高压蒸汽发生器25的进水口和所述低压蒸汽发生器27的进水口连接,且在给水支管75上安装有十号阀门40,在低压蒸汽发生器27的进水口安装有三十二号阀门62和一号给水泵28,在高压蒸汽发生器25的进水口安装有三十三号阀门63和二号给水泵29。

[0059] 支路一:所述低压蒸汽发生器27的出汽口与所述低压蒸汽过热器26的进汽口连接,所述低压蒸汽过热器26的出汽口与低压工业供汽管77连接,且在低压蒸汽过热器26的出汽口安装有三十四号阀门64,实现对外部的低压蒸汽用户供汽。支路二,所述高压蒸汽发生器25的出汽口与所述高压蒸汽过热器24的进汽口连接,所述高压蒸汽过热器24的出汽口与高压工业供汽管76连接,且在高压蒸汽过热器24的出汽口安装有三十五号阀门65,实现

对外部的高压蒸汽用户供汽。

[0060] 可以理解的是,当热电联产机组参与电力调峰且需要增加上网电负荷时,利用熔盐储能装置放热同时产生低压蒸汽与高压蒸汽,分别替代汽轮机中压缸3的工业抽汽与汽轮机高压缸2的排汽来对外供热,从而增加汽轮机组进行做功的蒸汽量,增加发电机5输出的电负荷,由此来满足电力调峰且需要增加上网电负荷的要求。

[0061] 此时,打开相对应的阀门,来自除氧器9的给水通过给水支管75分别进入低压蒸汽发生器27和高压蒸汽发生器25被加热后产生两种压力参数的蒸汽,低压蒸汽发生器27输出的蒸汽再进入低压蒸汽过热器26被加热后产生低压过热蒸汽,然后通过低压工业供汽管77对外供出,来满足低压蒸汽用户的用汽需求。高压蒸汽发生器25输出的蒸汽再进入高压蒸汽过热器24被加热后产生高压过热蒸汽,然后通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求;同时,减少七号阀门37与八号阀门38的开度,减少对外供热的汽轮机高压缸2排汽量与汽轮机中压缸3的工业抽汽量,从而增加热电联产机组输出的电负荷。

[0062] 通过回路四利用回路三中高温熔盐放热来梯级加热给水生产不同品质的蒸汽,以满足不同蒸汽参数要求的供热需求,避免了通过高参数蒸汽直接减温减压供热所造成的高品位能损失。

[0063] 请继续参阅图1,本发明实施例中还提供了一种用于蒸汽耦合熔盐储能的热电机组热电解耦系统的方法,包括如下步骤:

[0064] 步骤一:判断所述系统是否参与电力调峰。

[0065] 步骤二:若所述系统参与电力调峰,则判断是否需要降低或增加上网电负荷。

[0066] 步骤三:若需要降低上网电负荷,则电站锅炉1产生的蒸汽其中部分用于驱动汽轮机组做功并发电,另一部分输出的主蒸汽和热再蒸汽进入低温熔盐-高温蒸汽换热机构来加热熔盐进行储热。可以理解的是,减少二号阀门32与三号阀门33的开度,从而减少电站锅炉1输送至汽轮机高压缸2做功的主蒸汽量,以及减少电站锅炉1输送至汽轮机中压缸3做功的热再蒸汽量,从而降低热电联产机组输出的电负荷。然后,利用电站锅炉1输出的主蒸汽和热再蒸汽来加热熔盐进行储热,从而减少电站锅炉1输送至汽轮机组做功的蒸汽量,降低发电机5输出的电负荷,由此来满足电力调峰且需要降低上网电负荷的要求。

[0067] 具体地,打开相对应的阀门,将来自电站锅炉1的主蒸汽通过主蒸汽支管71输出并经过三号减压装置22减压后,进入二号高压蒸汽冷却器19进行第一级降温后分成两路蒸汽,其中一路蒸汽直接进入蒸汽冷凝换热器16进行第二级降温,降温后形成蒸汽疏水输送至中压回热加热器11;另外一路蒸汽经过二号减压装置21减压后通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。

[0068] 同时,将来自电站锅炉1的热再蒸汽通过热再蒸汽支管72进入一号高压蒸汽冷却器18进行第一级降温后分成两路蒸汽,其中一路蒸汽经过蒸汽减压装置减压后再进入低压蒸汽冷却器17进行第二级降温,降温后的蒸汽直接通过低压工业供汽管77对外供出,来满足低压蒸汽用户的用汽需求,另外一路蒸汽直接通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。

[0069] 而来自低温熔盐储罐13的低温熔盐,首先,由低温熔盐泵15驱动分别进入蒸汽冷凝换热器16与低压蒸汽冷却器17被第一级加热,再进行汇合后通过熔盐旁路管79分别进入一号高压蒸汽冷却器18与二号高压蒸汽冷却器19被第二级加热后形成高温熔盐,再进行汇

合后输送至高温熔盐储罐14进行储热。

[0070] 需要说明的是,当该系统参与电力调峰且需要降低上网电负荷时,优先利用低参数蒸汽进行储热,其次再利用高参数蒸汽进行储热,在满足电力调峰要求的同时,实现熔盐储能装置储热过程的高效运行。即,优先通过热再蒸汽支管72利用电站锅炉1的热再蒸汽加热熔盐来储热,其次通过主蒸汽支管71利用电站锅炉1的主蒸汽加热熔盐来储热,从而减少高参数蒸汽的消耗量,降低由于电力调峰需储热而引起的做功能力损失。

[0071] 此时,在利用热再蒸汽加热熔盐来储热时,热再蒸汽经过一号高压蒸汽冷却器18后形成的蒸汽,优先进入低压蒸汽冷却器17加热熔盐来储热,其次直接通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。

[0072] 并且,在利用主蒸汽加热熔盐来储热时,主蒸汽经过二号高压蒸汽冷却器19后形成的蒸汽,优先进入蒸汽冷凝换热器16加热熔盐来储热,其次经过二号减压装置21降压后通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。

[0073] 还需要说明的是,当该系统参与电力调峰且需要降低上网电负荷时,优先利用汽轮机组输出的蒸汽来满足高压蒸汽用户的用汽需求,和利用熔盐储能装置储热过程产生的蒸汽来满足低压蒸汽用户的用汽需求,其次利用熔盐储能装置储热过程产生的蒸汽来满足高压蒸汽用户的用汽需求,和利用汽轮机组输出的蒸汽来满足低压蒸汽用户的用汽需求。

[0074] 此时,在满足低压蒸汽用户的用汽需求时,优先利用热再蒸汽依次经过一号高压蒸汽冷却器18、低压蒸汽冷却器17后形成的蒸汽来满足低压蒸汽用户的用汽需求,其次利用汽轮机中压缸3的工业抽汽来满足低压蒸汽用户的用汽需求。

[0075] 并且,在满足高压蒸汽用户的用汽需求时,优先利用汽轮机高压缸2的排汽来满足高压蒸汽用户的用汽需求,其次利用热再蒸汽经过一号高压蒸汽冷却器18后形成的蒸汽来满足高压蒸汽用户的用汽需求,最后利用主蒸汽经过二号高压蒸汽冷却器19后形成的蒸汽来满足高压蒸汽用户的用汽需求。

[0076] 步骤四:若需要增加上网电负荷,则优先利用高温熔盐-低温蒸汽换热机构放热产生低压蒸汽供给低压工业供汽管77,并利用所述高温熔盐-低温蒸汽换热机构产生的高压蒸汽供给高压工业供汽管76,其次,利用所述汽轮机组的工业抽汽供给所述低压工业供汽管77,利用所述汽轮机组的汽轮机高压缸排汽供给所述高压工业供汽管76。

[0077] 可以理解的是,减少七号阀门37与八号阀门38的开度,减少对外供热的汽轮机高压缸2的排汽量与汽轮机中压缸3的工业抽汽量,从而增加热电联产机组输出的电负荷。利用熔盐储能装置放热同时产生低压蒸汽与高压蒸汽,分别替代汽轮机中压缸3的工业抽汽与汽轮机高压缸2的排汽来对外供热,从而增加汽轮机组进行做功的蒸汽量,增加发电机5输出的电负荷,由此来满足电力调峰且需要增加上网电负荷的要求。

[0078] 具体地,打开相对应的阀门,来自除氧器9的给水通过给水支管75分别进入低压蒸汽发生器27和高压蒸汽发生器25被加热后产生两种压力参数的蒸汽,低压蒸汽发生器27输出的蒸汽再进入低压蒸汽过热器26被加热后产生低压过热蒸汽,然后通过低压工业供汽管77对外供出,来满足低压蒸汽用户的用汽需求,高压蒸汽发生器25输出的蒸汽再进入高压蒸汽过热器24被加热后产生高压过热蒸汽,然后通过高压工业供汽管76对外供出,来满足高压蒸汽用户的用汽需求。

[0079] 需要说明的是,当该系统参与电力调峰且需要增加上网电负荷时,优先利用熔盐

储能装置放热过程产生的蒸汽来对外供热,其次利用汽轮机组输出的蒸汽来对外供热,从而保证热电联产机组参与电力调峰时提升输出电负荷的能力。

[0080] 此时,优先利用低压蒸汽过热器26与高压蒸汽过热器24产生的两种参数蒸汽对外供出,分别满足低压蒸汽用户的用汽需求与高压蒸汽用户的用汽需求,其次利用汽轮机中压缸3的工业抽汽与汽轮机高压缸2的排汽对外供出,分别满足低压蒸汽用户的用汽需求与高压蒸汽用户的用汽需求。

[0081] 上述实施方式仅为本发明的优选实施方式,不能以此来限定本发明保护的范围,本领域的技术人员在本发明的基础上所做的任何非实质性的变化及替换均属于本发明所要求保护的范围。

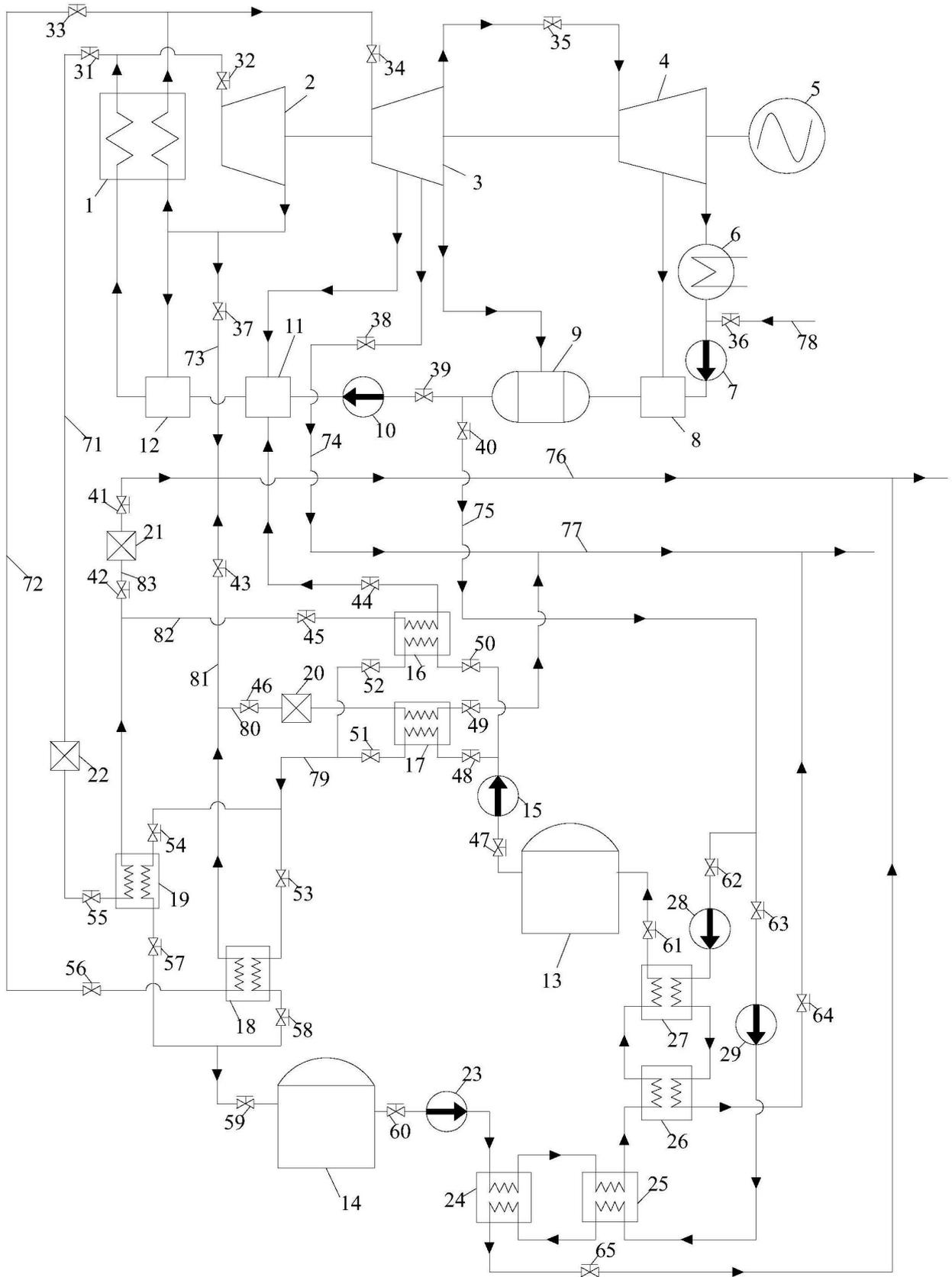


图1