



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113048456 A

(43) 申请公布日 2021.06.29

(21) 申请号 202110310684.5

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2021.03.23

F22B 1/02 (2006.01)

(71) 申请人 国网陕西省电力公司电力科学研究院

F22B 35/00 (2006.01)

地址 710054 陕西省西安市长安区航天中
路669号

F22D 1/50 (2006.01)

申请人 西安交通大学
国网(西安)环保技术中心有限公司
国家电网有限公司

F24D 11/00 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

(72) 发明人 师鹏 朱超 吴鹏举 李峰 张拓
朱明辉 权琛 李壮 赵嘉 李娟
杨冬

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

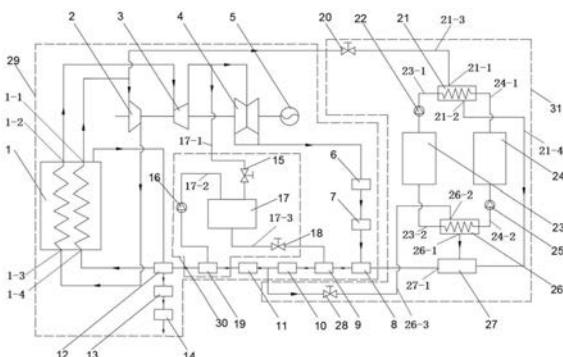
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于深度调峰的储能发电与供热系统
及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于深度调峰的储能发电与供热系统及方法，所述储能发电与供热系统包括：火电发电厂模块和热水罐模块；热水罐模块包括：热水蓄热罐和热水混合器；其中，热水混合器的进口与火电发电厂模块中的高压加热器的出口相连通，热水混合器的出口与火电发电厂模块中的省煤器的入口相连通；热水蓄热罐通过第一蒸汽管道与火电发电厂模块中的汽轮机中压缸的出口相连通；热水蓄热罐通过第二蒸汽管道与热水混合器的入口相连通；热水蓄热罐通过第一热水管道与火电发电厂模块中的除氧器相连通。本发明能够解决煤电机组长时间低负荷运行会导致进入脱硝系统的烟温过低的问题，并可实现更低负荷脱硝。



1. 一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,包括:火电发电厂模块(29)和热水罐模块(30);

所述热水罐模块(30)包括:热水蓄热罐(17)和热水混合器(19);其中,所述热水混合器(19)的进口与所述火电发电厂模块(29)中的高压加热器(11)的出口相连通,所述热水混合器(19)的出口与所述火电发电厂模块(29)中的省煤器(12)的入口相连通;所述热水蓄热罐(17)通过第一蒸汽管道(17-1)与所述火电发电厂模块(29)中的汽轮机中压缸(3)的出口相连通;所述热水蓄热罐(17)通过第二蒸汽管道(17-2)与所述热水混合器(19)的入口相连通;所述热水蓄热罐(17)通过第一热水管道(17-3)与所述火电发电厂模块(29)中的除氧器(9)相连通。

2. 根据权利要求1所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,还包括:

熔盐罐储能供热模块(31),所述熔盐罐储能供热模块(31)包括:第一换热器(21)、第二换热器(26)、低温熔盐罐(23)、高温熔盐罐(24)和热用户端(27);

所述第一换热器(21)的热源进口(21-1)通过第三蒸汽管道(21-3)与所述火电发电厂模块(29)的锅炉(1)的第一蒸汽出口(1-1)相连通;所述第一换热器(21)的热源出口(21-2)通过第二热水管道(21-4)与所述热用户端(27)相连通;

所述低温熔盐罐(23)的出口通过第一管道(23-1)与所述第一换热器(21)的工质入口相连通,所述低温熔盐罐(23)的进口通过第二管道(23-2)与所述第二换热器(26)的工质出口相连通;

所述高温熔盐罐(24)的进口通过第三管道(24-1)与所述第一换热器(21)的工质出口相连通,所述高温熔盐罐(24)的出口通过第四管道(24-2)与所述第二换热器(26)的工质入口相连通;

所述第二换热器(26)的冷源出口(26-1)与所述热用户端(27)相连通,所述第二换热器(26)的冷源进口(26-2)通过水管(26-3)与所述火电发电厂模块(29)的给水泵(10)的出口相连通;所述热用户端(27)的回水端与所述火电发电厂模块(29)的低压加热器(8)相连通。

3. 根据权利要求2所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,所述第三蒸汽管道(21-3)上设置有第一蒸汽调节阀(20);所述水管(26-3)上设置有第二给水调节阀(28)。

4. 根据权利要求2所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,所述第四管道(24-2)上设置有高温熔盐输送泵(25);所述第一管道(23-1)上设置有低温熔盐输送泵(22)。

5. 根据权利要求1所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,所述热水蓄热罐(17)为平底圆柱体罐体;所述热水蓄热罐(17)的外表面敷设有保温层。

6. 根据权利要求1所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,所述第一热水管道(17-3)上设置有第二控制阀(18);所述第一蒸汽管道(17-1)上设置有第一控制阀(15);所述第二蒸汽管道(17-2)上设置有放热泵(16)。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,其特征在于,

所述火电发电厂模块(29)包括锅炉(1)、汽轮机高压缸(2)、汽轮机中压缸(3)、汽轮机

低压缸(4)、凝汽器(6)、凝结水泵(7)、低压加热器(8)、除氧器(9)、给水泵(10)、高压加热器(11)、省煤器(12)、脱硝装置(13)和空预器(14)；

锅炉(1)的第一蒸汽出口(1-1)与汽轮机高压缸(2)入口相连通，汽轮机高压缸(2)出口与锅炉(1)的第二蒸汽入口(1-3)相连通，锅炉(1)的第二蒸汽出口(1-2)通过管道依次连通汽轮机中压缸(3)、汽轮机低压缸(4)、凝汽器(6)、凝结水泵(7)、低压加热器(8)、除氧器(9)、给水泵(10)、高压加热器(11)、热水混合器(19)、省煤器(12)和锅炉(1)的第一蒸汽入口(1-4)；省煤器(12)依次连通脱硝装置(13)和空预器(14)。

8. 一种用于深度调峰的储能发电与供热方法，其特征在于，基于权利要求1所述的系统，包括以下步骤：

当火电发电厂模块(29)的机组高负荷运行且产量过剩时，热水罐模块(30)进行蓄热；所述热水罐模块(30)蓄热时，从火电发电厂模块(29)的汽轮机中压缸(3)出来的部分高温高压蒸汽进入热水蓄热罐(17)中，热水蓄热罐(17)中等容积的低温水进入火电发电厂模块(29)的除氧器(9)；热水蓄热罐(17)内全部为高温高压热蒸汽时，完成热水蓄热罐(17)的调峰储能功能；

当电网调峰，火电发电厂模块(29)的锅炉低负荷运行、产热量降低时，热水罐模块(30)进行放热；所述热水罐模块(30)放热时，热水蓄热罐(17)中的热水蒸气进入火电发电厂模块(29)的热水混合器(19)，进入热水混合器(19)中的热水蒸汽与来自火电发电厂模块(29)的高压加热器(11)的低温水进行混合，使得水温升高，热水混合器(19)中的高温水进入火电发电厂模块(29)的省煤器(12)，实现省煤器(12)的出口烟温提高。

9. 根据权利要求8所述的一种用于深度调峰的储能发电与供热方法，其特征在于，所述系统还包括：

熔盐罐储能供热模块(31)，所述熔盐罐储能供热模块(31)包括第一换热器(21)、第二换热器(26)、低温熔盐罐(23)、高温熔盐罐(24)和热用户端(27)；

所述第一换热器(21)的热源进口(21-1)通过第三蒸汽管道(21-3)与火电发电厂模块(29)中锅炉(1)的第一蒸汽出口(1-1)相连通；所述第一换热器(21)的热源出口(21-2)通过第二热水管道(21-4)与热用户端(27)相连通；

所述低温熔盐罐(23)的出口通过第一管道(23-1)与所述第一换热器(21)的工质入口相连通，所述低温熔盐罐(23)的进口通过第二管道(23-2)与所述第二换热器(26)的工质出口相连通；

所述高温熔盐罐(24)的进口通过第三管道(24-1)与第一换热器(21)的工质出口相连通，所述高温熔盐罐(24)的出口通过第四管道(24-2)与第二换热器(26)的工质入口相连通；

所述第二换热器(26)的冷源出口(26-1)与热用户端(27)相连通，所述第二换热器(26)的冷源进口(26-2)通过水管(26-3)与火电发电厂模块(29)的给水泵(10)的出口相连通；所述热用户端(27)的回水端与火电发电厂模块(29)的低压加热器(8)相连通；

所述方法还包括以下步骤：

当火电发电厂模块(29)的机组高负荷运行且产量过剩时，熔盐罐储能供热模块(31)进行蓄热；所述熔盐罐储能供热模块(31)蓄热时，低温熔盐罐(23)中的熔盐经过第一换热器(21)加热后流入高温熔盐罐(24)；在第一换热器(21)中，高温蒸汽与来自低温熔盐罐(23)

中的低温熔盐换热,换热后的低温蒸汽进入热用户端(27),完成熔盐调峰储能功能;

当电网调峰,火电发电厂模块(29)的锅炉低负荷运行、产热量降低时,熔盐罐储能供热模块(31)的高温熔盐罐(24)中的熔盐经过第二换热器(26)降温后流入低温熔盐罐(23);在第二换热器(26)中,低温水与来自高温熔盐罐(24)中的高温熔盐换热,低温水温度升高并进入供热用户端(27)进行供热,实现低负荷供热。

一种用于深度调峰的储能发电与供热系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于火电厂深度调峰技术领域,特别涉及一种用于深度调峰的储能发电与供热系统及方法。

背景技术

[0002] 由于近几年用电结构发生变化,即第一产业用电量下降,第二、第三产业用电量上升,导致电网峰谷差逐渐增大;与此同时,近年来大力发展的风能、太阳能等新能源发电技术,存在着能量供求脱节的问题,为了配合可再生能源发电的上网,原本不需要参与调峰的电厂机组也要承担一定的调峰任务。

[0003] 大型化、高参数机组参与调峰会造成机组金属疲劳,损害机组寿命,长时间低负荷运行其能效将会降低、经济性会变差、安全性也会降低,环保效能也会受到危害。

[0004] 煤电机组长时间低负荷运行会导致进入脱硝系统的烟温过低,脱硝催化剂效果受影响,大大影响脱硝效率,导致氮氧化合物排放增加。机组适应深度调峰锅炉负荷20%左右时,炉膛出口烟温偏低,无法满足脱硝反应温度窗口,SNCR脱硝效率不足30%。

[0005] 综上,亟需解决的问题包括:煤电机组长时间低负荷运行导致进入脱硝系统的烟温过低的问题;如何实现更低负荷脱硝的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种用于深度调峰的储能发电与供热系统及方法,以解决上述存在的一个或多个技术问题。本发明能够解决煤电机组长时间低负荷运行会导致进入脱硝系统的烟温过低的问题,并可实现更低负荷脱硝。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 本发明公开的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,包括:火电发电厂模块和热水罐模块;

[0009] 所述热水罐模块包括:热水蓄热罐和热水混合器;其中,所述热水混合器的进口与所述火电发电厂模块中的高压加热器的出口相连通,所述热水混合器的出口与所述火电发电厂模块中的省煤器的入口相连通;所述热水蓄热罐通过第一蒸汽管道与所述火电发电厂模块中的汽轮机中压缸的出口相连通;所述热水蓄热罐通过第二蒸汽管道与所述热水混合器的入口相连通;所述热水蓄热罐通过第一热水管道与所述火电发电厂模块中的除氧器相连通。

[0010] 本发明的进一步改进在于,还包括:熔盐罐储能供热模块,所述熔盐罐储能供热模块包括:第一换热器、第二换热器、低温熔盐罐、高温熔盐罐和热用户端;

[0011] 所述第一换热器的热源进口通过第三蒸汽管道与所述火电发电厂模块的锅炉的第一蒸汽出口相连通;所述第一换热器的热源出口通过第二热水管道与所述热用户端相连通;

[0012] 所述低温熔盐罐的出口通过第一管道与所述第一换热器的工质入口相连通,所述

低温熔盐罐的进口通过第二管道与所述第二换热器的工质出口相连通；

[0013] 所述高温熔盐罐的进口通过第三管道与所述第一换热器的工质出口相连通，所述高温熔盐罐的出口通过第四管道与所述第二换热器的工质入口相连通；

[0014] 所述第二换热器的冷源出口与所述热用户端相连通，所述第二换热器的冷源进口通过水管与所述火电发电厂模块的给水泵的出口相连通；所述热用户端的回水端与所述火电发电厂模块的低压加热器相连通。

[0015] 本发明的进一步改进在于，所述第三蒸汽管道上设置有第一蒸汽调节阀；所述水管上设置有第二给水调节阀。

[0016] 本发明的进一步改进在于，所述第四管道上设置有高温熔盐输送泵；所述第一管道上设置有低温熔盐输送泵。

[0017] 本发明的进一步改进在于，所述热水蓄热罐为平底圆柱体罐体；所述热水蓄热罐的外表面敷设有保温层。

[0018] 本发明的进一步改进在于，所述第一热水管道上设置有第二控制阀；所述第一蒸汽管道上设置有第一控制阀；所述第二蒸汽管道上设置有放热泵。

[0019] 本发明的进一步改进在于，所述火电发电厂模块包括锅炉、汽轮机高压缸、汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、凝汽器、凝结水泵、低压加热器、除氧器、给水泵、高压加热器、省煤器、脱硝装置和空预器；

[0020] 锅炉的第一蒸汽出口与汽轮机高压缸入口相连通，汽轮机高压缸出口与锅炉的第二蒸汽入口相连通，锅炉的第二蒸汽出口通过管道依次连通汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、凝汽器、凝结水泵、低压加热器、除氧器、给水泵、高压加热器、热水混合器、省煤器和锅炉的第一蒸汽入口；省煤器依次连通脱硝装置和空预器。

[0021] 本发明的一种用于深度调峰的储能发电与供热方法，基于本发明上述的系统，包括以下步骤：

[0022] 当火电发电厂模块的机组高负荷运行且产量过剩时，热水罐模块进行蓄热；所述热水罐模块蓄热时，从火电发电厂模块的汽轮机中压缸出来的部分高温高压蒸汽进入热水蓄热罐中，热水蓄热罐中等容积的低温水进入火电发电厂模块的除氧器；热水蓄热罐内全部为高温高压热蒸汽时，完成热水蓄热罐的调峰储能功能；

[0023] 当电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，热水罐模块进行放热；所述热水罐模块放热时，热水蓄热罐中的热水蒸气进入火电发电厂模块的热水混合器，进入热水混合器中的热水蒸汽与来自火电发电厂模块的高压加热器的低温水进行混合，使得水温升高，热水混合器中的高温水进入火电发电厂模块的省煤器，实现省煤器的出口烟温提高。

[0024] 本发明的进一步改进在于，所述方法还包括以下步骤：

[0025] 当火电发电厂模块的机组高负荷运行且产量过剩时，熔盐罐储能供热模块进行蓄热；所述熔盐罐储能供热模块蓄热时，低温熔盐罐中的熔盐经过第一换热器加热后流入高温熔盐罐；在第一换热器中，高温蒸汽与来自低温熔盐罐中的低温熔盐换热，换热后的低温蒸汽进入热用户端，完成熔盐调峰储能功能；

[0026] 当电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，熔盐罐储能供热模块的高温熔盐罐中的熔盐经过第二换热器降温后流入低温熔盐罐；在第二换热器中，低

温水与来自高温熔盐罐中的高温熔盐换热，低温水温度升高并进入供热用户端进行供热，实现低负荷供热。

[0027] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0028] 本发明的用于火电厂深度调峰的储能发电与供热系统，设置了热水罐模块，在锅炉低负荷运行时，热水罐模块相当于虚拟增加了一级高压加热器，通过将汽轮机中压缸出来的一部分高温高压蒸汽引入热水蓄热罐进行蓄热，在向热水蓄热罐引入高温高压蒸汽时，将热水蓄热罐原有的低温水排至除氧器，以实现热水蓄热罐最大化的蓄热；在电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，将热水蓄热罐中的热水蒸气通入热水混合器中，利用热水混合器能够将热水蒸气和高压加热器排出的低温水混合，以提高低温水的温度，将热水混合器与省煤器相连，能够提高电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，省煤器中的水温，进而能够保证省煤器出口的烟气温度，进一步的保证了进入脱硝系统的烟温和脱硝效率。综上可以看出，本发明提高了省煤器给水温度，水冷壁的进水温度也相应提高，提高了锅炉效率，降低整个机组的供电煤耗；并且提高了省煤器出口烟气温度，提高脱硝装置中的化学反应温度，增大脱硝催化剂的活性，实现锅炉低负荷高效脱硝。

[0029] 本发明中，具体通过第一控制阀和第一蒸汽管道将汽轮机中压缸出来的一部分高温高压蒸汽引入热水蓄热罐进行蓄热；在向热水蓄热罐引入高温高压蒸汽时，利用第二控制阀和第一热水管道将热水蓄热罐原有的低温水排至除氧器，以实现热水蓄热罐最大化的蓄热；通过放热泵和第二蒸汽管道能够在电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，将热水蓄热罐中的热水蒸气通入热水混合器中。

[0030] 进一步的，本发明还设置了熔盐罐储能供热模块，通过设置第一换热器、第二换热器、低温熔盐罐、高温熔盐罐和热用户端，能够在火电发电厂模块的机组高负荷运行且产量过剩时，利用高温熔盐罐进行蓄热，同时第一换热器与热用户端相连，因此能够将第一换热器经换热后的低温蒸汽送入热用户端进行供热；电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，将高温熔盐罐中的高温熔盐送入第二换热器中进行换热，使得从给水泵的分流部分低温水在第二换热器中被加热，之后进入供热用户端进行供热，实现低负荷供热。综上可以看出，本发明利用熔盐罐储能供热模块能够将多余的无法上网的能量以高温熔盐热能的形式储存起来，无论锅炉是高负荷工况下调峰运行还是低负荷工况下调峰运行，都可以给热用户供热，避免了电厂频繁的出力波动对设备本体造成损坏，提高设备的使用寿命，实现电厂深度调峰的作用，并且省去了减温减压装置，并可根据储热供热的需求参数，灵活提供高品质的蒸汽或供暖高温热水，显著提高了供热经济效益。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做简单的介绍；显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来说，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1是本发明实施例的一种用于火电厂深度调峰的储能发电与供热系统的结构示意图；

[0033] 图中：

[0034] 1-锅炉;1-1-第一蒸汽出口;1-2-第二蒸汽出口;1-3-第二蒸汽入口;1-4-第一蒸汽入口;

[0035] 2-汽轮机高压缸;3-汽轮机中压缸;4-汽轮机低压缸;5-汽轮机;6-凝汽器;7-凝结水泵;8-低压加热器;9-除氧器;10-给水泵;11-高压加热器;12-省煤器;13-脱硝装置;14-空预器;

[0036] 15-第一控制阀;16-放热泵;

[0037] 17-热水蓄热罐;17-1-第一蒸汽管道;17-2-第二蒸汽管道;17-3-第一热水管道;

[0038] 18-第二控制阀;19-热水混合器;

[0039] 20-第一蒸汽调节阀;

[0040] 21-第一换热器;21-1-热源进口;21-2-热源出口;21-3-第三蒸汽管道;21-4-第二热水管道;

[0041] 22-低温熔盐输送泵;

[0042] 23-低温熔盐罐;23-1-第一管道;23-2-第二管道;

[0043] 24-高温熔盐罐;24-1-第三管道;24-2-第四管道;

[0044] 25-高温熔盐输送泵;

[0045] 26-第二换热器;26-1-冷源出口;26-2-冷源进口;26-3-水管;27-热用户端;27-1-回水端;28-第二给水调节阀;29-火电发电厂模块;30-热水罐模块;31-熔盐罐储能供热模块。

具体实施方式

[0046] 为使本发明实施例的目的、技术效果及技术方案更加清楚，下面结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中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。基于本发明公开的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的其它实施例，都应属于本发明保护的范围。

[0047] 本发明实施例1的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统，包括：火电发电厂模块29和热水罐模块30；所述热水罐模块30包括：热水蓄热罐17和热水混合器19；其中，所述热水混合器19的进口与所述火电发电厂模块29中的高压加热器11的出口相连通，所述热水混合器19的出口与所述火电发电厂模块29中的省煤器12的入口相连通；所述热水蓄热罐17通过第一蒸汽管道17-1与所述火电发电厂模块29中的汽轮机中压缸3的出口相连通；所述热水蓄热罐17通过第二蒸汽管道17-2与所述热水混合器19的入口相连通；所述热水蓄热罐17通过第一热水管道17-3与所述火电发电厂模块29中的除氧器9相连通。

[0048] 根据本发明上述实施例可知，本发明实施例1的系统设置了热水罐模块，在锅炉低负荷运行时，热水罐模块相当于虚拟增加了一级高压加热器，通过将汽轮机中压缸出来的一部分高温高压蒸汽引入热水蓄热罐进行蓄热，在向热水蓄热罐引入高温高压蒸汽时，将热水蓄热罐原有的低温水排至除氧器，以实现热水蓄热罐最大化的蓄热；在电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，将热水蓄热罐中的热水蒸气通入热水混合器中，利用热水混合器能够将热水蒸气和高压加热器排出的低温水混合，以提高低温水的温度，将热水混合器与省煤器相连，能够提高电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运

行、产热量降低时,省煤器中的水温,进而能够保证省煤器出口的烟气温度,进一步的保证了进入脱硝系统的烟温和脱硝效率。综上可以看出,本发明提高了省煤器给水温度,水冷壁的进水温度也相应提高,提高了锅炉效率,降低整个机组的供电煤耗;并且提高了省煤器出口烟气温度,提高脱硝装置中的化学反应温度,增大脱硝催化剂的活性,实现锅炉低负荷高效脱硝。

[0049] 本发明实施例2的一种用于深度调峰的储能发电与供热系统,在实施例1的基础上还包括:

[0050] 熔盐罐储能供热模块31,所述熔盐罐储能供热模块31包括:第一换热器21、第二换热器26、低温熔盐罐23、高温熔盐罐24和热用户端27;

[0051] 所述第一换热器21的热源进口21-1通过第三蒸汽管道21-3与所述火电发电厂模块29的锅炉1的第一蒸汽出口1-1相连通;所述第一换热器21的热源出口21-2通过第二热水管道21-4与所述热用户端27相连通;

[0052] 所述低温熔盐罐23的出口通过第一管道23-1与所述第一换热器21的工质入口相连通,所述低温熔盐罐23的进口通过第二管道23-2与所述第二换热器26的工质出口相连通;

[0053] 所述高温熔盐罐24的进口通过第三管道24-1与所述第一换热器21的工质出口相连通,所述高温熔盐罐24的出口通过第四管道24-2与所述第二换热器26的工质入口相连通;

[0054] 所述第二换热器26的冷源出口26-1与所述热用户端27相连通,所述第二换热器26的冷源进口26-2通过水管26-3与所述火电发电厂模块29的给水泵10的出口相连通;所述热用户端27的回水端与所述火电发电厂模块29的低压加热器8相连通。

[0055] 根据本发明上述实施例可知,本发明实施例2还设置了熔盐罐储能供热模块,通过设置第一换热器、第二换热器、低温熔盐罐、高温熔盐罐和热用户端,能够在火电发电厂模块的机组高负荷运行且产量过剩时,利用高温熔盐罐进行蓄热,同时第一换热器与热用户端相连,因此能够将第一换热器经换热后的低温蒸汽送入热用户端进行供热;电网调峰,火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时,将高温熔盐罐中的高温熔盐送入第二换热器中进行换热,使得从给水泵的分流部分低温水在第二换热器中被加热,之后进入供热用户端进行供热,实现低负荷供热。综上可以看出,本发明利用熔盐罐储能供热模块能够将多余的无法上网的能量以高温熔盐热能的形式储存起来,无论锅炉是高负荷工况下调峰运行还是低负荷工况下调峰运行,都可以给热用户供热,避免了电厂频繁的出力波动对设备本体造成损坏,提高设备的使用寿命,实现电厂深度调峰的作用,并且省去了减温减压装置,并可根据储热供热的需求参数,灵活提供高品质的蒸汽或供暖高温热水,显著提高了供热经济效益。

[0056] 请参阅图1,本发明实施例3的一种用于火电厂深度调峰的储能发电与供热系统,包括火电发电厂模块29、热水罐模块30和熔盐罐储能供热模块31。

[0057] 其中火电发电厂模块29包括:锅炉1、汽轮机高压缸2、汽轮机中压缸3、汽轮机低压缸4、凝汽器6、汽轮机5、凝结水泵7、低压加热器8、除氧器9、给水泵10、高压加热器11、省煤器12、脱硝装置13和空预器14,锅炉1的第一蒸汽出口1-1与汽轮机高压缸2入口连接,汽轮机高压缸2出口与锅炉1的第二蒸汽入口1-3连接,锅炉1的第二蒸汽出口1-2通过管道依次

连接汽轮机中压缸3、汽轮机低压缸4、凝汽器6、凝结水泵7、低压加热器8、除氧器9、给水泵10、高压加热器11、热水混合器19、省煤器12和锅炉1的第一蒸汽入口1-4，形成发电厂循环系统，其中，第一蒸汽出口1-1与第一蒸汽入口1-4相对应，第二蒸汽出口1-2与第二蒸汽入口1-3相对应；锅炉1的烟气依次通向锅炉尾部烟道的省煤器12、脱硝装置13和空预器14，最终排向大气。

[0058] 其中，本发明的热水罐模块30包括热水蓄热罐17、第一控制阀15、放热泵16、第二控制阀18和热水混合器19；热水蓄热罐17通过第一蒸汽管道17-1与汽轮机中压缸3的出口连接，第一蒸汽管道17-1与热水蓄热罐17的上端连接，在第一蒸汽管道17-1上设有第一控制阀15，所述热水蓄热罐17通过第二蒸汽管道17-2与热水混合器19相连，且第二蒸汽管道17-2上安装有放热泵16，第二蒸汽管道17-2与热水蓄热罐17的上端连接；除氧器9通过第一热水管道17-3与热水蓄热罐17连接，并在第一热水管道17-3上设有第二控制阀18，第一热水管道17-3与热水蓄热罐17的下端连接。热水蓄热罐17采用平底圆柱体罐体，热水蓄热罐17外表面敷设有保温层。

[0059] 熔盐罐储能供热模块31包括第一换热器21、第二换热器26、第一蒸汽调节阀20、第二给水调节阀28、低温熔盐输送泵22、高温熔盐输送泵25、低温熔盐罐23、高温熔盐罐24和热用户端27；第一换热器21的热源进口经第三蒸汽管道21-3与汽轮机高压缸2进口管道进行连接，且第三蒸汽管道21-3上安装有第一蒸汽调节阀20，第三蒸汽管道21-3与第一换热器21的上部连接，所述第一换热器21的热源出口经第二热水管道21-4与热用户27相连，第二热水管道21-4与第一换热器21的下部连接；低温熔盐罐23的上端通过第一管道23-1与第一换热器21的工质入口连接，低温熔盐罐23的下端通过第二管道23-2与第二换热器26的工质出口连接，低温熔盐输送泵22设置于第一管道23-1上；高温熔盐罐24的上端通过第三管道24-1与第一换热器21的工质出口连接，高温熔盐罐24的下端通过第四管道24-2与第二换热器26的工质入口连接，高温熔盐输送泵25设置在第四管道24-2上；第二换热器26的热源出口26-1与热用户端27连接，第二换热器26的冷源进口26-2通过水管26-3与火电发电厂模块29的给水泵10的出口连接，第二给水调节阀28安装在水管26-3上，水管26-3可采用软水管；第二换热器26的冷源进口26-2和热源出口26-1分别位于第二换热器26上部和下部；所述热用户端27的回水端与火电发电厂模块29的低压加热器8相连。

[0060] 本发明同时设置了热水罐模块和熔盐罐储能供热模块，在锅炉低负荷运行时，热水罐模块相当于虚拟增加了一级高压加热器，提高了省煤器给水温度，水冷壁的进水温度也相应提高，提高了锅炉效率，降低整个机组的供电煤耗；并且提高了省煤器出口烟气温度，提高脱硝装置中的化学反应温度，增大脱硝催化剂的活性，实现锅炉低负荷高效脱硝；另一方面，熔盐罐储能供热模块将多余的无法上网的能量以高温熔盐热能的形式储存起来，无论锅炉是高负荷工况下调峰运行还是低负荷工况下调峰运行，都可以给热用户供热，避免了电厂频繁的出力波动对设备本体造成损坏，提高设备的使用寿命，实现电厂深度调峰的作用，省去了减温减压装置，并可根据储热供热的需求参数，灵活提供高品质的蒸汽或供暖高温热水，显著提高了供热经济效益。具体可见下述的储能发电方法。熔盐罐储能供热模块中，通过设置第一换热器、第二换热器、低温熔盐输送泵、高温熔盐输送泵、低温熔盐罐、高温熔盐罐和热用户端，能够在火电发电厂模块的机组高负荷运行且产量过剩时，利用高温熔盐罐进行蓄热，同时第一换热器与热用户端相连，因此能够将第一换热器经换热后

的低温蒸汽送入热用户端进行供热；电网调峰，火电发电厂模块的锅炉低负荷运行、产热量降低时，利用高温熔盐输送泵能够将高温熔盐罐中的高温熔盐送入第二换热器中进行换热，使得从给水泵的分流部分低温水在第二换热器中被加热，之后进入供热用户端进行供热，实现低负荷供热。综上可以看出，本发明利用熔盐罐储能供热模块能够将多余的无法上网的能量以高温熔盐热能的形式储存起来，无论锅炉是高负荷工况下调峰运行还是低负荷工况下调峰运行，都可以给热用户供热，避免了电厂频繁的出力波动对设备本体造成损坏，提高设备的使用寿命，实现电厂深度调峰的作用，并且省去了减温减压装置，并可根据储热供热的需求参数，灵活提供高品质的蒸汽或供暖高温热水，显著提高了供热经济效益。

[0061] 本发明实施例4的一种用于火电厂深度调峰的储能发电与供热方法，包括以下步骤：

[0062] A.当火电发电厂模块29的机组高负荷运行且产量过剩时，热水罐模块30和熔盐罐储能供热模块31进行蓄热：一方面，在热水罐模块30中第一控制阀15及第二控制阀18打开，从汽轮机中压缸3出来的一部分高温高压蒸汽通过第一蒸汽管道17-1和第一控制阀15进入热水蓄热罐17中，同时，热水蓄热罐17中底部等容积的低温水通过热水蓄热罐17由第一热水管道17-3和第二控制阀18进入除氧器9，直至热水蓄热罐17内全部为高温高压热蒸汽，完成热水蓄热罐17的调峰储能功能；另一方面，在熔盐罐储能供热模块31中，打开第一蒸汽调节阀20，启动低温熔盐输送泵22，低温熔盐罐23中的熔盐通过熔盐流通管路经过第一换热器21加热后流入高温熔盐罐24，从锅炉1的第一蒸汽出口1-1分流部分高温蒸汽进入第一换热器21并与来自低温熔盐罐23中的低温熔盐换热，换热后的低温蒸汽无需经过减温减压装置即可满足抽汽供热用户端27的用热需求，同时完成熔盐调峰储能功能。

[0063] B.当电网调峰，锅炉低负荷运行，产热量降低时，热水罐模块30和熔盐罐储能供热模块31进行放热：在热水罐模块30中，第一控制阀15关闭，第二控制阀18打开，放热泵16启动，热水蓄热罐17中的热水蒸气通过放热泵16进入热水混合器19中，并与来自高压加热器11的低温水进行混合，提高省煤器12入口的水温，也就提高了省煤器12出口的烟温，满足低负荷脱硝；在熔盐罐储能供热模块31中，第一蒸汽调节阀20和低温熔盐输送泵22均关闭，第二给水调节阀28打开，高温熔盐输送泵25启动，高温熔盐罐24中的熔盐通过熔盐流通管路经过第二换热器26降温后流入低温熔盐罐23，从给水泵10的分流部分低温水进入第二换热器26与来自高温熔盐罐24中的高温熔盐换热，变为满足供热用户端27需求的温度参数较低的蒸汽或供暖高温热水，实现低负荷供热。

[0064] 综上，本发明实施例公开了一种用于火电厂深度调峰的储能发电与供热系统及方法，所述系统设有热水罐储能发电系统和熔盐罐储能供热模块。在锅炉低负荷运行时，热水罐相当于虚拟增加了一级高压加热器，提高了省煤器给水温度、锅炉效率，降低整个机组的供电煤耗；提高了省煤器出口烟气温度，满足锅炉低负荷脱硝，在深度调峰时锅炉负荷可以降的更低；在锅炉高负荷运行时，将多余的无法上网的能量以高温熔盐热能的形式在熔盐罐中储存起来，无论锅炉是高负荷调峰运行还是低负荷调峰运行，热用户都可以获得所需温度参数较低的蒸汽或供暖高温热水，显著提高了供热经济效益，避免了电厂频繁的出力波动对设备本体造成损坏，实现电厂深度调峰的作用。

[0065] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员依然可以对本发明的具体实施方式进

行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

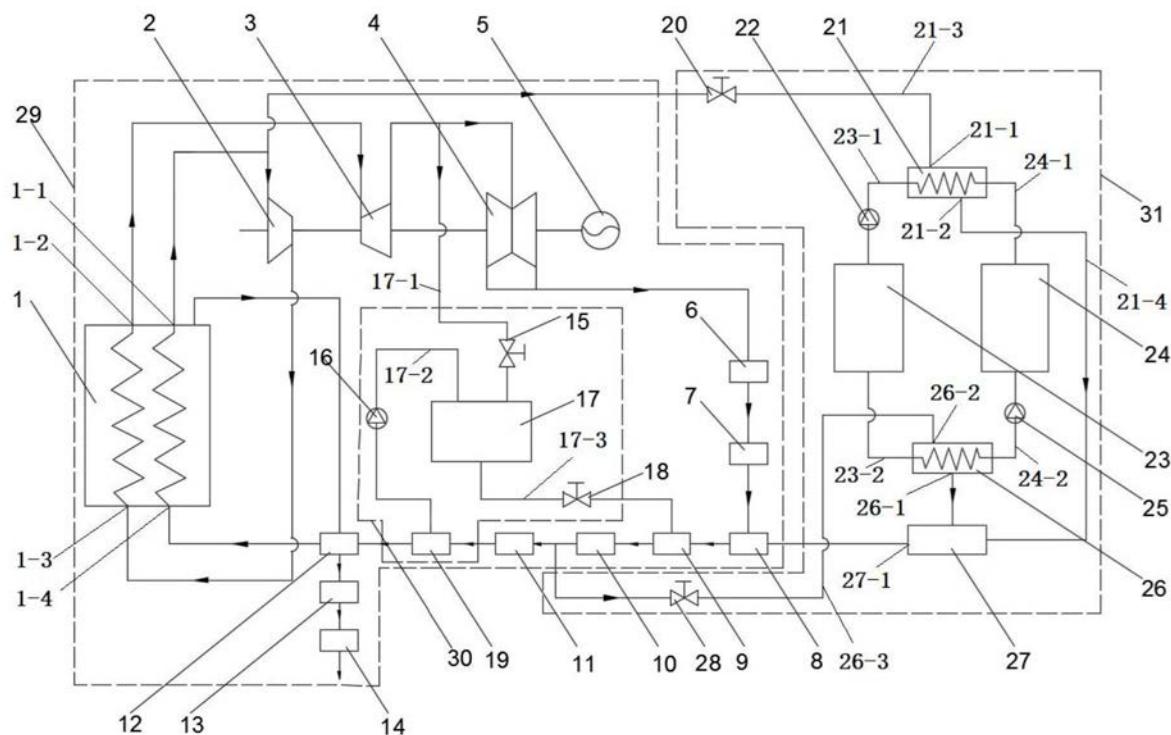


图1