



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212318103 U

(45) 授权公告日 2021.01.08

(21) 申请号 202020639027.6

(22) 申请日 2020.04.24

(73) 专利权人 中国电力工程顾问集团中南电力
设计院有限公司

地址 430071 湖北省武汉市武昌区中南二
路12号

(72) 发明人 祝培旺 李峻 秦鹏 仇晓龙
张春琳 桂本

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104

代理人 陈家安

(51) Int. Cl.

F01K 3/00 (2006.01)

F01K 13/00 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

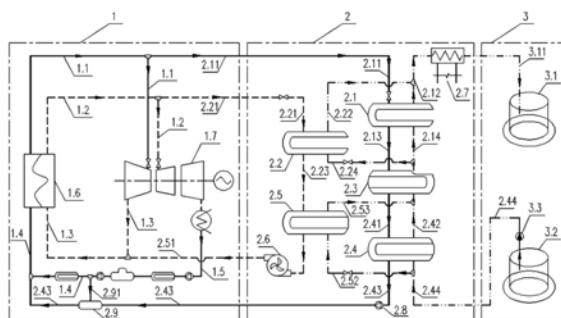
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

火力发电厂双源加热熔盐储能系统

(57) 摘要

本发明涉及一种火力发电厂双源加热熔盐储能系统,该熔盐储能系统,包括火力发电系统、双源加热熔盐系统和熔盐储热系统,火力发电系统、双源加热熔盐系统和熔盐储热系统依次连接,实现火力发电系统高品位蒸汽和电力与熔盐储热系统之间的热交换功能。通过蒸汽和电的混合加热熔盐,可实现火力发电厂全负荷调峰。火力发电厂双源加热熔盐储能系统也可保证高品位蒸汽热能大部分储存起来,汽轮发电机组低负荷运行,发出电力进一步加热熔盐进行储热,使火力发电厂机组具备全负荷深度调峰能力和调峰后迅速增负荷能力。



1. 一种火力发电厂双源加热熔盐储能系统,包括火力发电系统(1)、双源加热熔盐系统(2)和熔盐储热系统(3),其特征在于:所述火力发电系统(1)、双源加热熔盐系统(2)和熔盐储热系统(3)依次连接,实现火力发电系统(1)高品位蒸汽和电力与熔盐储热系统(3)之间的热交换功能。

2. 根据权利要求1所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统,其特征在于:所述双源加热熔盐系统(2)包括过热加热器(2.1)、蒸发加热器(2.3)、预热加热器A(2.4)、高压水给水泵(2.8)和高压给水混温装置(2.9),所述火力发电系统(1)的部分高压主蒸汽经过热加热器蒸汽入口管道(2.11)进入过热加热器(2.1),与过热加热器(2.1)内熔盐换热;然后经过热加热器蒸汽出口管道(2.13)进入蒸发加热器(2.3),与蒸发加热器(2.3)内熔盐换热,凝结变成高压水后经预热加热器A高压水入口管道(2.41)进入预热加热器A(2.4),变成高压过冷水;最后由高压水给水泵(2.8)加压送至给水系统,实现高压蒸汽汽水循环。

3. 根据权利要求2所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统,其特征在于:所述双源加热熔盐系统(2)还包括再热加热器(2.2)、预热加热器B(2.5)和蒸汽压缩机(2.6),所述火力发电系统(1)的部分高温再热蒸汽经再热加热器蒸汽入口管道(2.21)进入再热加热器(2.2),与再热加热器(2.2)内熔盐换热,然后经再热加热器蒸汽出口管道(2.23)进入预热加热器B(2.5),变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机(2.6)加压后送回低温再热系统,实现高温再热蒸汽汽水循环。

4. 根据权利要求3所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统,其特征在于:所述熔盐储热系统(3)的低温熔盐储热罐(3.2)内低温熔盐由低温熔盐泵(3.3)加压,然后分成两路熔盐,一路进入预热加热器A(2.4)被加热,另一路进入预热加热器B(2.5)被加热,两路熔盐混合后进入蒸发加热器(2.3);

经蒸发加热器(2.3)加热后再次分成两路熔盐,一路进入过热加热器(2.1)被加热,另一路进入再热加热器(2.2)被加热,两路熔盐混合后进入熔盐电加热器组(2.7);

经熔盐电加热器组(2.7)进一步被电加热升温,最后返回高温熔盐储热罐(3.1),实现熔盐回路的流动和储热。

5. 根据权利要求3所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统,其特征在于:所述熔盐储热系统(3)的低温熔盐储热罐(3.2)内低温熔盐由低温熔盐泵(3.3)加压,分成三路熔盐,第一路进入预热加热器A(2.4)被加热,第二路进入预热加热器B(2.5)被加热,第一路和第二路熔盐混合后进入蒸发加热器(2.3);经蒸发加热器(2.3)加热后再次分成两路熔盐,第一路进入过热加热器(2.1)被加热,另一路进入再热加热器(2.2)被加热;

第三路进入熔盐电加热器组(2.7),直接被电加热升温;

三路熔盐被加热后直接混合,并送至高温熔盐储热罐(3.1),实现熔盐回路的流动和储热。

6. 根据权利要求4或5所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统,其特征在于:所述火力发电系统(1)产生的高温高压蒸汽除用于直接加热熔盐储能外,其余都用于汽轮发电机组发电,发出电力用于熔盐电加热器组(2.7),提高熔盐储热温度,可实现火力发电厂调峰时零功率上网和调峰后迅速增负荷。

7. 根据权利要求4或5所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统,其特征在于:所述高温熔盐储热罐(3.1)的工作温度为约440℃。

8. 根据权利要求4或5所述的火力发电厂双源加热熔盐储能系统, 其特征在于: 所述低温熔盐储热罐 (3.2) 的工作温度为约290℃。

火力发电厂双源加热熔盐储能系统

技术领域

[0001] 本发明涉及储能技术领域,具体涉及一种火力发电厂双源加热熔盐储能系统。

背景技术

[0002] 2016年11月7日国家发改委、国家能源局联合布了《电力发展“十三五”规划(2016-2020年)》,“十三五”期间将加强电力系统的调峰能力建设,全面提升系统的调峰。其中手段之一就是加大燃煤电站调峰的改造力度,加大煤电调峰的能力。在‘十三五’期间部署热电联产机组要改造1.33亿千瓦,纯凝机组改造8600万千瓦,主要用于增加火电机组地区的“热电协调”调峰能力。火电机组燃煤热电比例高,调峰电源建设条件差,供暖期热电机组按照“以热定电”方式运行,冬季小出力一般在60%-70%左右,冬季供暖期调峰困难,导致全国范围内弃风弃光问题严重,不利于我国实现调整能源结构的目标。

[0003] 国内已有学者提出火力发电厂熔盐储热技术,用于火力发电机组调峰。查阅公开文献可知,当前主要技术方案包括:抽汽加热熔盐储能、抽取部分高温再热蒸汽加热熔盐储能、抽取部分主蒸汽加热熔盐储能。

[0004] 目前的熔盐储热技术方案虽然能够达到储能的目的,但是只能降低火力发电厂部分电负荷,无法达到机组深度调峰和零功率上网的目的。部分熔盐储热系统储热能力还受限于供热负荷,部分熔盐储热系统不能储存蒸汽相变热量,导致热量浪费。

发明内容

[0005] 为了解决以上问题,本发明提供一种火力发电厂双源加热熔盐储能系统,通过蒸汽和电的混合加热熔盐,可实现火力发电厂全负荷调峰;火力发电厂双源加热熔盐储能系统也可保证高品位蒸汽热能大部分储存起来,汽轮发电机组低负荷运行,发出电力进一步加热熔盐进行储热,使火力发电厂机组具备全负荷深度调峰能力和调峰后迅速增负荷能力。

[0006] 本发明采用的技术方案是:一种火力发电厂双源加热熔盐储能系统,包括火力发电系统、蒸汽加热熔盐系统和熔盐储热系统,其特征在于:所述双源加热熔盐系统是电和蒸汽混合加热,由六种换热器组成,分别与火力发电系统和熔盐储热系统连接,实现火力发电系统高品位蒸汽和电力与熔盐储热系统之间的热交换功能。

[0007] 作为优选,所述双源加热熔盐系统包括过热加热器、蒸发加热器、预热加热器A、高压水给水泵和高压给水混温装置,所述火力发电系统的部分高压主蒸汽经过热加热器蒸汽入口管道进入过热加热器,与过热加热器内熔盐换热,然后经过热加热器蒸汽出口管道进入蒸发加热器,与蒸发加热器内熔盐换热,凝结变成高压水后经预热加热器A高压水入口管道进入预热加热器A,变成高压过冷水,最后由高压水给水泵加压送至给水系统,实现高压蒸汽汽水循环。

[0008] 进一步的,所述双源加热熔盐系统还包括再热加热器、预热加热器B和蒸汽压缩机,所述火力发电系统的部分高温再热蒸汽经再热加热器蒸汽入口管道进入再热加热器,

与再热加热器内熔盐换热,然后经再热加热器蒸汽出口管道进入预热加热器B,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机加压后送回低温再热系统,实现高温再热蒸汽汽水循环。

[0009] 更进一步的,所述熔盐储热系统的低温熔盐储热罐内低温熔盐由低温熔盐泵加压,然后分成两路熔盐,一路进入预热加热器A被加热,另一路进入预热加热器B被加热,两路熔盐混合后进入蒸发加热器,加热后再次分成两路熔盐,一路进入过热加热器被加热,另一路进入再热加热器被加热,两路熔盐混合后进入熔盐电加热器组,进一步被电加热升温,最后返回高温熔盐储热罐,实现熔盐回路的流动和储热。

[0010] 更进一步的,所述熔盐储热系统的低温熔盐储热罐内低温熔盐由低温熔盐泵加压,分成三路熔盐,第一路进入预热加热器A被加热,第二路进入预热加热器B被加热,第一路和第二路熔盐混合后进入蒸发加热器(经蒸发加热器加热后再次分成两路熔盐,第一路进入过热加热器被加热,另一路进入再热加热器被加热;第三路进入熔盐电加热器组,直接被电加热升温;三路熔盐被加热后直接混合,并送至高温熔盐储热罐,实现熔盐回路的流动和储热。

[0011] 更进一步的,所述火力发电系统产生的高温高压蒸汽除用于直接加热熔盐储能外,其余都用于汽轮发电机组发电,发出电力用于熔盐电加热器组,提高熔盐储热温度,可实现火力发电厂调峰时零功率上网和调峰后迅速增负荷。

[0012] 更进一步的,所述高温熔盐储热罐的工作温度为440℃。

[0013] 更进一步的,所述低温熔盐储热罐的工作温度为290℃。

[0014] 本发明取得的有益效果是:采用火力发电厂的部分高温高压蒸汽加热熔盐,高压主蒸汽和高温再热蒸汽同时加热熔盐,将低温熔盐加热成高温熔盐。高压主蒸汽被熔盐冷却后,变成高压凝结水,加压后返回锅炉给水系统,完成循环加热。高温再热蒸汽经被熔盐冷却后,变成低压再热蒸汽,由蒸汽压缩机加压后经低温再热系统返回锅炉再热器,完成循环加热。火力发电厂的其余高温高压蒸汽送入汽轮机,继续做功发电,并将电力用于加热熔盐储热。由此,可实现汽轮机灵活的变负荷,同时保证锅炉和汽机的安全运行,也可实现深度调峰和高效储热。

[0015] 本发明具有以下优点:

[0016] (1) 实现锅炉和汽轮机低负荷运行,使火力发电厂具备全负荷深度调峰能力;

[0017] (2) 调峰之后,满足电网调度迅速升负荷需求;

[0018] (3) 储热效率较高,可以直接储存高品位蒸汽热量,尽量减少电加热熔盐的低效率储热。

附图说明

[0019] 图1为本发明的火力发电厂双源加热熔盐储能系统的流程示意图;

[0020] 图2为本发明的另一种实施例;

[0021] 附图标记:1、常规火力发电系统;1.1、高压主蒸汽管道;1.2、高温再热蒸汽管道;1.3、低温再热蒸汽管道;1.4、给水管;1.5、凝结水管;1.6、锅炉;1.7、汽轮发电机组;2、蒸汽加热熔盐系统;2.1、过热加热器;2.11、过热加热器蒸汽入口管道;2.12、过热加热器熔盐出口管道;2.13、过热加热器蒸汽出口管道;2.14、过热加热器熔盐入口管道;2.2、再热加热器;2.21、再热加热器蒸汽入口管道;2.22、再热加热器熔盐出口管道;2.23、再热加热器

蒸汽出口管道;2.24、再热加热器熔盐入口管道;2.3、蒸发加热器;A2.4、预热加热器;2.41、预热加热器A高压水入口管道;2.42、预热加热器A熔盐出口管道;2.43、预热加热器A高压水出口管道;2.44、预热加热器A熔盐入口管道;2.5、预热加热器B;2.51、预热加热器B蒸汽出口管道;2.52、预热加热器B熔盐入口管道;2.53、预热加热器B熔盐出口管道;2.6、蒸汽压缩机;2.61、蒸汽压缩机出口蒸汽管道;2.7、熔盐电加热器组;2.8、高压水给水泵;2.9、高压给水混温装置;2.91、高压给水旁通管道;3、熔盐储热系统;3.1、高温熔盐储热罐;3.11、高温熔盐储热罐入口熔盐管道;3.2、低温熔盐储热罐;3.3、低温熔盐泵。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施例对本发明作更进一步的说明。

[0023] 如图1所示,火力发电厂双源加热熔盐储能系统,它包括火力发电系统1、双源加热熔盐系统2和熔盐储热系统3,双源加热熔盐系统2是电和蒸汽混合加热,分别与火力发电系统1和熔盐储热系统3连接,实现火力发电系统1高品位蒸汽和电力与熔盐储热系统3之间的热交换功能。本实施例中,火力发电系统1采用常规火力发电系统,蒸汽加热熔盐模块和电加热熔盐模块是串联运行。

[0024] 具体储热过程是:

[0025] 常规火力发电系统1的部分高压主蒸汽经过热加热器蒸汽入口管道2.11进入过热加热器2.1,与过热加热器2.1内熔盐换热,然后经过热加热器蒸汽出口管道2.13进入蒸发加热器2.3,与蒸发加热器2.3内熔盐换热,凝结变成高压水后经预热加热器A高压水入口管道2.41进入预热加热器A2.4,变成高压过冷水,最后由高压水给水泵2.8加压送至给水系统,实现高压蒸汽汽水循环。

[0026] 常规火力发电系统1的部分高温再热蒸汽经再热加热器蒸汽入口管道2.21进入再热加热器2.2,与再热加热器2.2内熔盐换热,然后经再热加热器蒸汽出口管道2.23进入预热加热器B2.5,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机2.6加压后送回低温再热系统,实现高温再热蒸汽汽水循环。

[0027] 熔盐储热系统3的低温熔盐储热罐3.2内低温熔盐由低温熔盐泵3.3加压,然后分成两路熔盐,一路进入预热加热器A2.4被加热,另一路进入预热加热器B2.5被加热,两路熔盐混合后进入蒸发加热器2.3,加热后再次分成两路熔盐,一路进入过热加热器2.1被加热,另一路进入再热加热器2.2被加热,两路熔盐混合后进入熔盐电加热器组2.7,进一步被电加热升温,最后返回高温熔盐储热罐3.1,实现熔盐回路的流动和储热。

[0028] 常规火力发电系统1产生的高温高压蒸汽除用于直接加热熔盐储能外,其余都用于汽轮发电机组发电,发出电力用于熔盐电加热器组2.7,提高熔盐储热温度,可实现火力发电厂调峰时零功率上网和调峰后迅速增负荷。

[0029] 根据火力发电厂机组参数不同,高温熔盐储热罐3.1的工作温度可能不同,常规亚临界和超临界机组参数条件下,高温熔盐储热罐3.1的工作温度约440℃,低温熔盐储热罐3.2的工作温度约为290℃。

[0030] 另一实施例:

[0031] 如图2所示,火力发电厂双源加热熔盐储能系统,它包括火力发电系统1、双源加热熔盐系统2和熔盐储热系统3,双源加热熔盐系统2是电和蒸汽混合加热,分别与火力发电系

统1和熔盐储热系统3连接,实现火力发电系统1高品位蒸汽和电力与熔盐储热系统3之间的热交换功能。本实施例中,火力发电系统1采用常规火力发电系统,蒸汽加热熔盐模块和电加热熔盐模块是并联运行。

[0032] 具体储热过程是:

[0033] 常规火力发电系统1的部分高压主蒸汽经过热加热器蒸汽入口管道2.11进入过热加热器2.1,与过热加热器2.1内熔盐换热,然后经过热加热器蒸汽出口管道2.13进入蒸发加热器2.3,与蒸发加热器2.3内熔盐换热,凝结变成高压水后经预热加热器A高压水入口管道2.41进入预热加热器A2.4,变成高压过冷水,最后由高压水给水泵2.8加压送至给水系统,实现高压蒸汽汽水循环。

[0034] 常规火力发电系统1的部分高温再热蒸汽经再热加热器蒸汽入口管道2.21进入再热加热器2.2,与再热加热器2.2内熔盐换热,然后经再热加热器蒸汽出口管道2.23进入预热加热器B2.5,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机2.6加压后送回低温再热系统,实现高温再热蒸汽汽水循环。

[0035] 熔盐储热系统3的低温熔盐储热罐3.2内低温熔盐由低温熔盐泵3.3加压,然后分成三路熔盐。

[0036] 第一路进入预热加热器A2.4被加热,第二路进入预热加热器B2.5被加热,两路熔盐混合后进入蒸发加热器2.3,加热后再次分成两路熔盐;一路进入过热加热器2.1被加热,另一路进入再热加热器2.2被加热。第三路进入熔盐电加热器组2.7,直接被电加热升温。三路熔盐被加热后直接混合,并送至高温熔盐储热罐3.1,实现熔盐回路的流动和储热。

[0037] 常规火力发电系统1产生的高温高压蒸汽除用于直接加热熔盐储能外,其余都用于汽轮发电机组发电,发出电力用于熔盐电加热器组2.7,提高熔盐储热温度,可实现火力发电厂调峰时零功率上网和调峰后迅速增负荷。

[0038] 根据火力发电厂机组参数不同,高温熔盐储热罐3.1的工作温度可能不同,常规亚临界和超临界机组参数条件下,高温熔盐储热罐3.1的工作温度约400℃,低温熔盐储热罐3.2的工作温度约为290℃。

[0039] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要结构特征。本发明不受上述实例的限制,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和进步都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

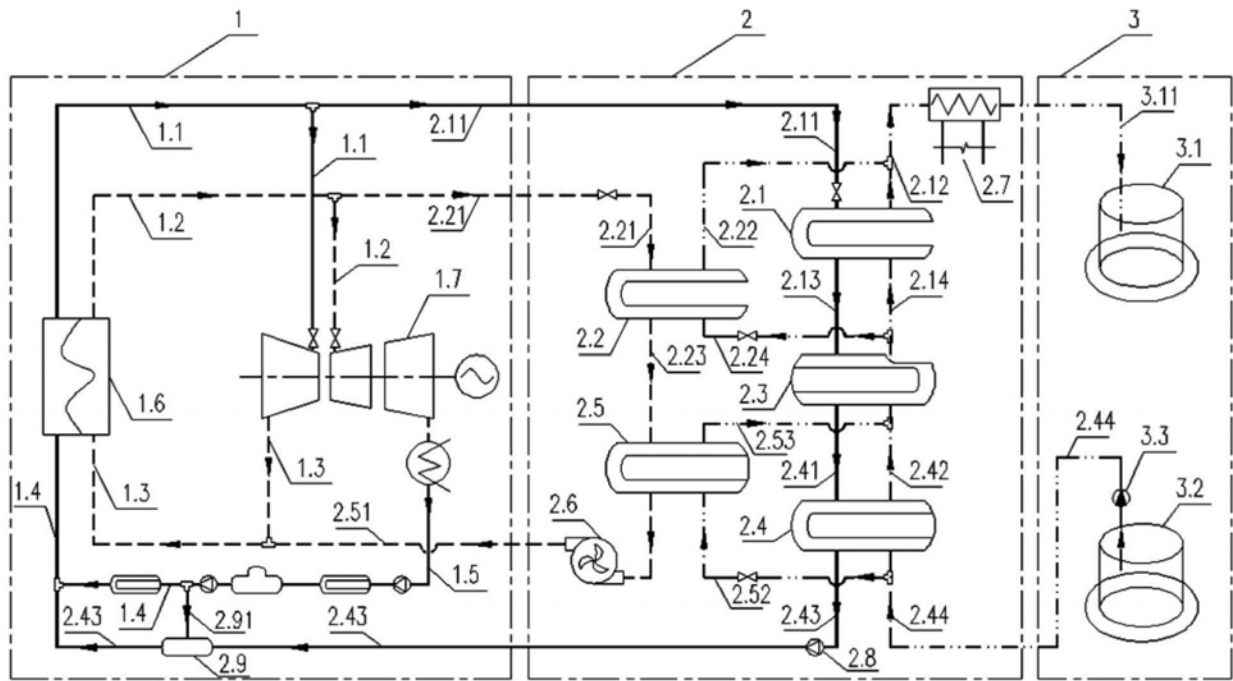


图1

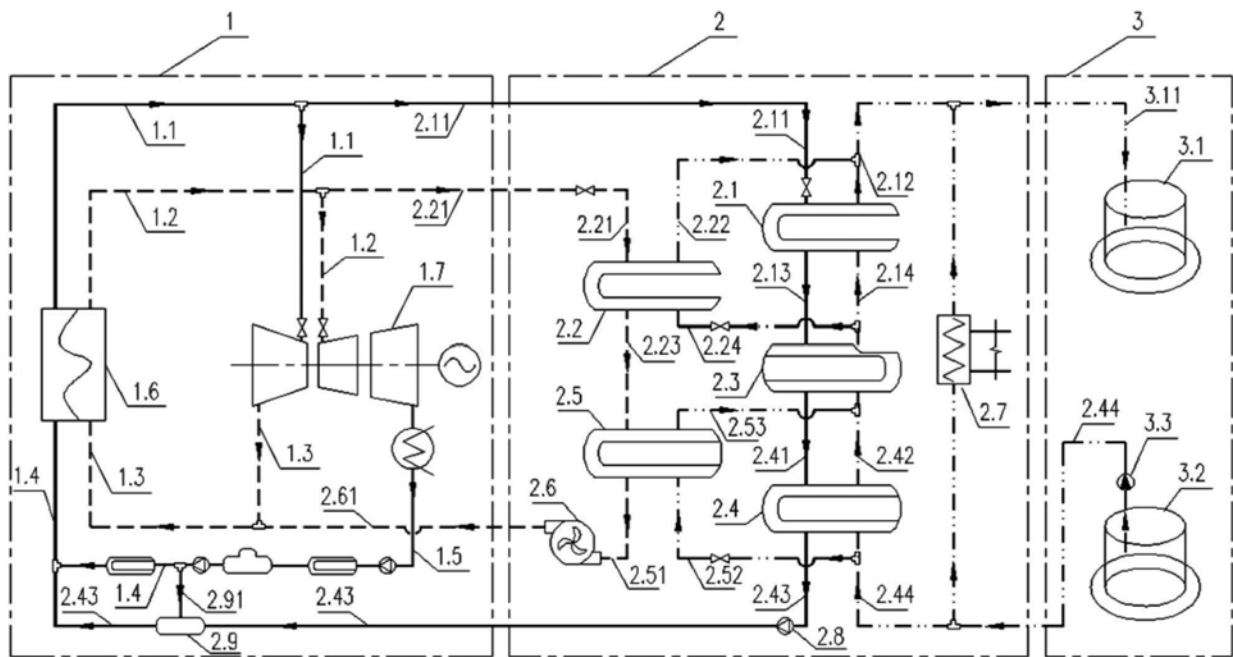


图2