



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107940538 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201711321123.5

F01D 15/10(2006.01)

(22)申请日 2017.12.12

(71)申请人 华能国际电力股份有限公司丹东电
厂

地址 118300 辽宁省大东港区华能国际电
力股份有限公司丹东电厂

申请人 西安交通大学

(72)发明人 马玉华 段锡军 堵根旺 邢长清
曲默丰 杨冬

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 张弘

(51)Int.Cl.

F24D 11/00(2006.01)

F01K 17/02(2006.01)

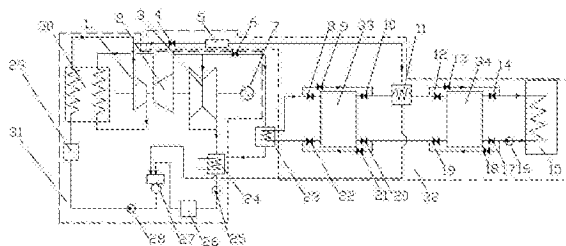
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种用于热电联产机组的分级蓄热系统及其调峰方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于热电联产机组的分级蓄热系统及其调峰方法。系统包括发电厂系统和蓄热系统,发电厂系统包括锅炉、汽轮机高压缸、汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、发电机、冷凝器、凝结水泵、低压加热器、除氧器、给水泵及高压加热器;蓄热系统包括第一热网换热器、第二热网换热器、第一控制阀、第一蓄热水罐、第二蓄热水罐、蒸汽扩容器、热用户及热网循环水泵。在电网负荷需求量大且产热量充足时,第一蓄热水罐和第二蓄热水罐蓄热;当电网调峰,电负荷下降产热量降低时,第一蓄热水罐和第二蓄热水罐放热,以供热品质不变。本发明利用分级蓄热的方式,更加适用于热电联产机组深度调峰,并能更好地保证供热品质,提高热能利用率。



1. 一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,包括发电厂系统(31)和蓄热系统(32);

所述的蓄热系统(32)包括第一热网换热器(23)、第二热网换热器(11)、第一蓄热水罐(33)、第二蓄热水罐(34)、热用户(15)和热网循环水泵(16);第一热网换热器(23)的第一出口与第一蓄热水罐(33)的第一入口连接,第一蓄热水罐(33)的第一出口与第二热网换热器(11)的第一入口连接,第二热网换热器(11)第一出口与第二蓄热水罐(34)的第一入口连接,第二蓄热水罐(34)的第一出口与热网用户(15)入口连接,热网用户(15)出口通过热网循环水泵(16)与第二蓄热水罐(34)的第二入口连接,第二蓄热水罐(34)的第二出口与第一蓄热水罐(33)的第二入口连接,第一蓄热水罐(33)的第二出口与第一热网换热器(23)的第一入口连接,形成蓄热循环系统;第一蓄热水罐(33)的第一入口和第一出口之间、第一蓄热水罐(33)的第二入口和第二出口之间、第二蓄热水罐(34)的第一入口和第一出口之间、第二蓄热水罐(34)的第二入口和第二出口之间分别通过一个旁路管连接,旁路管通过控制阀控制启闭;

所述的发电厂系统(31)的主蒸汽管道与第二热网换热器(11)连接进行热交换;发电厂系统(31)的汽轮机中压缸(2)排汽管与第二蓄热水罐(23)连接进行热交换。

2. 根据权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的发电厂系统(31)包括锅炉(30)、汽轮机高压缸(1);所述的锅炉(30)的第一蒸汽出口与汽轮机高压缸(1)入口连接,汽轮机高压缸(1)出口与锅炉(30)的第二蒸汽入口连接,锅炉(30)的第二蒸汽出口通过管道依次连接汽轮机中压缸(2)、汽轮机低压缸(3)、凝汽器(24)、凝结水泵(25)、低压加热器(26)、除氧器(27)、给水泵(28)、高压加热器(29)和锅炉(30)第一蒸汽入口,形成发电厂循环系统。

3. 根据权利要求2所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的发电厂系统(31)的主蒸汽管道通过蒸汽扩容器(5)与第二热网换热器(11)连接进行热交换;蒸汽扩容器(5)入口与锅炉(30)的第一蒸汽出口连接,蒸汽扩容器(5)出口与第二热网换热器(11)第二入口连接;第二热网换热器(11)第二出口与除氧器(27)另一入口连接。

4. 根据权利要求2所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的第一热网换热器(23)第二入口与汽轮机中压缸(2)的出口连接,第一热网换热器(23)第二出口与凝汽器(24)另一入口连接。

5. 根据权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的第一蓄热水罐(33)的第一入口管和第一出口管、第一蓄热水罐(33)的第二入口管和第二出口管、第二蓄热水罐(34)的第一入口管和第一出口管、第二蓄热水罐(34)的第二入口管和第二出口管及所有的旁路管上均设置有控制阀。

6. 根据权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的发电厂系统(31)的主蒸汽管道与第二热网换热器(11)连接管道上设置有第一控制阀(4)。

7. 根据权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的汽轮机中压缸(2)排汽管与第二蓄热水罐(23)连接管道上设置有第二控制阀(6)。

8. 根据权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的第一蓄热水罐(33)为高54.5m、直径6m的圆柱体罐体,其工作压力为0.101325Mpa。

9. 根据权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,其特征在于,所述的

第二蓄热水罐(23)为高40m、直径(7)m的圆柱体罐体,其工作压力为0.2MPa~0.25MPa。

10. 权利要求1所述的一种用于热电联产机组的分级蓄热系统的调峰方法,其特征在于,包括以下步骤:

A. 在电网负荷需求量大且产热量充足时,蓄热系统(32)中的第一蓄热水罐(33)和第二蓄热水罐(34)进行蓄热:第一热网换热器(23)的第一出口热水一部分流入第一蓄热水罐(33)中储存起来,而第一蓄热水罐(33)中的冷水排出,另一部分热水流入第二热网换热器(11)中继续换热;第二热网换热器(11)第一出口热水一部分流入第二蓄热水罐(34)中储存起来,而第二蓄热水罐(34)中的冷水排出,另一部分热水流入热网用户(15)提供热量;热网用户(15)出口的冷水则在热网循环水泵(16)的驱动下,流回第一热网换热器(23)中;

B. 当电网调峰,电负荷下降产热量降低时,蓄热系统(32)中的第一蓄热水罐(33)和第二蓄热水罐(34)进行放热:第一热网换热器(23)第一出口热水与第一蓄热水罐(33)第一出口热水一同流入第二热网换热器(11)中继续换热;第二热网换热器(11)第一出口热水与第二蓄热水罐(34)第一出口热水一同流入热网用户(15)提供热量;热网用户(15)出口的冷水则在热网循环水泵(16)的驱动下,分为三个部分,第一部分流入第二蓄热水罐(34)中,第二部分流入第一蓄热水罐(33)中,第三部分流回第一热网换热器(23)中。

一种用于热电联产机组的分级蓄热系统及其调峰方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热电技术领域,具体涉及到一种用于热电联产机组的分级蓄热系统及其调峰方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济的迅猛发展以及人民生活水平日益提高,国内电网装机容量随之扩大。然而,由于我国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,这些无疑都会造成电网调峰幅度和难度越来越大。

[0003] 此外,由于我国大多数发电厂是以燃煤为主的火电厂,水电厂的比重很小,东北地区的这一特点尤为突出,并且随着我国节能减排工作的深入开展,东北地区的很多燃煤电厂都改造成能够冬季供暖的热电联产电厂,这一举措在一定程度上提高了能源的利用效率以及电厂的效益,但是也存在一些技术上的不足。目前,热电联产的电厂多采用以热定电的运行方式,当电厂的供热负荷确定以后,电厂的发电负荷也随之固定,这就使得电厂发电量的灵活性受到极大制约。

[0004] 综上,热电联产电厂以热定电的运行方式不再适应。根据2016年3月,国家发改委、能源局等联合颁布的《热电联产管理办法》中关于提高热电联产电厂的调峰能力的有关指示,热电联产电厂在保证系统安全的前提下,安装蓄热装置以提高其调峰能力是必然趋势。

[0005] 通过检索,中国专利(CN106123086A)公开了带有蓄热装置的热电联产机组及其调峰方法,专利中发明设计的热电联产机组包括汽轮机、热网加热器、蓄热装置、热网循环水泵,蓄热装置采用相变材料斜温层蓄热罐及其调节系统,放置在热网加热器后,热网加热器部分出水作为蓄热热源。其调峰方法是通过启闭阀门来改变蓄热装置的工作状态:当机组产热量大时通过热网加热器供热,蓄热装置蓄热;当产热量少时,蓄热装置放热,替代热网加热器部分抽汽加热热网回水,与热网加热器出水混合后送往热力站。该专利在一定程度上在提高了热电联产机组的调峰能力,但是没有将热能进行梯度利用从而导致热能利用率不高;此外该专利并没有考虑到在机组产热量减少时,汽轮机抽汽热量与蓄热装置放出的热量仍不能满足热用户需求这一情况,这不能保证机组参与电网调峰产热量变化时供热品质始终不变。

发明内容

[0006] 本发明克服原有技术不足,基于多热源供热,提出一种用于热电联产机组的分级蓄热系统及其调峰方法,本发明的分级蓄热系统增加热电联产机组的供热能力,适用于参与电网调峰的热电联产机组,并有利于风力发电,太阳能发电等可再生能源发电的消纳。

[0007] 本发明解决现有技术问题所采用的技术方案是:

[0008] 一种用于热电联产机组的分级蓄热系统,包括发电厂系统和蓄热系统;

[0009] 所述的蓄热系统包括第一热网换热器、第二热网换热器、第一蓄热水罐、第二蓄热水罐、热用户和热网循环水泵;第一热网换热器的第一出口与第一蓄热水罐的第一入口连接,第一蓄热水罐的第一出口与第二热网换热器的第一入口连接,第二热网换热器第一出口与第二蓄热水罐的第一入口连接,第二蓄热水罐的第一出口与热网用户入口连接,热网用户出口通过热网循环水泵与第二蓄热水罐的第二入口连接,第二蓄热水罐的第二出口与第一蓄热水罐的第二入口连接,第一蓄热水罐的第二出口与第一热网换热器的第一入口连接,形成蓄热循环系统;第一蓄热水罐的第一入口和第一出口之间、第一蓄热水罐的第二入口和第二出口之间、第二蓄热水罐的第一入口和第一出口之间、第二蓄热水罐的第二入口和第二出口之间分别通过一个旁路管连接,旁路管通过控制阀控制启闭;

[0010] 所述的发电厂系统的主蒸汽管道与第二热网换热器连接进行热交换;发电厂系统的汽轮机中压缸排汽管与第一蓄热水罐连接进行热交换。

[0011] 所述的发电厂系统包括锅炉、汽轮机高压缸;所述的锅炉的第一蒸汽出口与汽轮机高压缸入口连接,汽轮机高压缸出口与锅炉的第二蒸汽入口连接,锅炉的第二蒸汽出口通过管道依次连接汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、凝汽器、凝结水泵、低压加热器、除氧器、给水泵、高压加热器和锅炉第一蒸汽入口,形成发电厂循环系统。

[0012] 所述的发电厂系统的主蒸汽管道通过蒸汽扩容器与第二热网换热器连接进行热交换;蒸汽扩容器入口与锅炉的第一蒸汽出口连接,蒸汽扩容器出口与第二热网换热器第二入口连接;第二热网换热器第二出口与除氧器另一入口连接。

[0013] 所述的第一热网换热器第二入口与汽轮机中压缸的出口连接,第一热网换热器第二出口与凝汽器另一入口连接。

[0014] 所述的第一蓄热水罐的第一入口管和第一出口管、第一蓄热水罐的第二入口管和第二出口管、第二蓄热水罐的第一入口管和第一出口管、第二蓄热水罐的第二入口管和第二出口管及所有的旁路管上均设置有控制阀。

[0015] 所述的发电厂系统的主蒸汽管道与第二热网换热器连接管道上设置有第一控制阀。

[0016] 所述的汽轮机中压缸排汽管与第二蓄热水罐连接管道上设置有第二控制阀。

[0017] 所述的第一蓄热水罐为高54.5m、直径6m的圆柱体罐体,其工作压力为0.101325Mpa。

[0018] 所述的第二蓄热水罐为高40m、直径m的圆柱体罐体,其工作压力为0.2MPa~0.25MPa。

[0019] 一种用于热电联产机组的分级蓄热系统的调峰方法,包括以下步骤:

[0020] A.在电网负荷需求量大且产热量充足时,蓄热系统中的第一蓄热水罐和第二蓄热水罐进行蓄热:第一热网换热器的第一出口热水一部分流入第一蓄热水罐中储存起来,而第一蓄热水罐中的冷水排出,另一部分热水流入第二热网换热器中继续换热;第二热网换热器第一出口热水一部分流入第二蓄热水罐中储存起来,而第二蓄热水罐中的冷水排出,另一部分热水流入热网用户提供热量;热网用户出口的冷水则在热网循环水泵的驱动下,流回第一热网换热器中;

[0021] B.当电网调峰,电负荷下降产热量降低时,蓄热系统中的第一蓄热水罐和第二蓄

热水罐进行放热；第一热网换热器第一出口热水与第一蓄热水罐第一出口热水一同流入第二热网换热器中继续换热；第二热网换热器第一出口热水与第二蓄热水罐第一出口热水一同流入热网用户提供热量；热网用户出口的冷水则在热网循环水泵的驱动下，分为三个部分，第一部分流入第二蓄热水罐中，第二部分流入第一蓄热水罐中，第三部分流回第一热网换热器中。

[0022] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0023] 本发明分级蓄热系统由发电厂系统和蓄热系统组成，第一热网换热器、第二热网换热器、第一蓄热水罐、第二蓄热水罐、热用户和热网循环水泵组成蓄热系统，其中蓄热系统中的蒸汽扩容器入口蒸汽为尚未进入汽轮机高压缸的主蒸汽；第一热网换热器上方入口蒸汽为汽轮机中压缸排汽；采用高温和低温两个蓄热水罐分级蓄热的方式，在电负荷大且产热量也大时，高温和低温蓄热水罐分别储存被汽轮机中压缸排汽和汽轮机主蒸汽加热过的热水；在机组参与电网调峰，电负荷下降产热量下降时，高温蓄热水罐和低温蓄热水罐释放储存的热水以替代部分汽轮机抽气，由于高温蓄热水罐工作压力高，储水温度高，因此可以为热用户提供更多的热量，即可以更好地保证机组在参与电网调峰时供热品质不发生变化。本发明克服原有技术中热能利用率低且不能保证供热品质始终不变的问题，基于多热源供热，该系统更加适用于热电联产机组深度调峰，并能更好地保证供热品质，提高热能利用率。

[0024] 本发明的调峰方法是通过启闭阀门来改变蓄热装置的工作状态，在电网负荷需求量大且产热量充足时，第一蓄热水罐和第二蓄热水罐蓄热；当电网调峰，电负荷下降产热量降低时，第一蓄热水罐和第二蓄热水罐放热，以供热品质不变。利用分级蓄热的方式，更加适用于热电联产机组深度调峰，并能更好地保证供热品质，提高热能利用率。

附图说明

[0025] 图1为一种用于热电联产机组的分级蓄热系统图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图并通过具体实施例对本发明作进一步详述，以下实施例只是描述性的，不是限定性的，不能以此限定本发明的保护范围。

[0027] 如图1所示，本发明一种用于热电联产机组的分级蓄热系统，包括发电厂系统31和蓄热系统32。发电厂系统31包括锅炉30、汽轮机高压缸1、汽轮机中压缸2、汽轮机低压缸3、发电机7、冷凝器24、凝结水泵25、低压加热器26、除氧器27、给水泵28及高压加热器29；蓄热系统32包括第一热网换热器23、第二热网换热器11、多个控制阀（控制阀4、控制阀6、控制阀8、控制阀9、控制阀10、控制阀12、控制阀13、控制阀14、控制阀17、控制阀18、控制阀19、控制阀20、控制阀21及控制阀22）、第一蓄热水罐33、第二蓄热水罐34、蒸汽扩容器5、热用户15和热网循环水泵16。

[0028] 其中，锅炉30的左上方蒸汽出口与汽轮机高压缸1入口连接，还通过控制阀4与蒸汽扩容器5入口连接，汽轮机高压缸1出口与锅炉30右下方蒸汽入口连接，锅炉30右上方蒸汽出口与汽轮机中压缸2入口连接，汽轮机中压缸2出口与汽轮机低压缸3入口连接或者通过控制阀6与第一热网换热器23上方入口连接，汽轮机低压缸3出口与凝汽器24上方入口连

接,凝汽器24出口与凝结水泵25入口连接,凝结水泵25出口与低压加热器26入口连接,低压加热器26出口与除氧器27右上方入口连接,除氧器27出口与给水泵28入口连接,给水泵28出口与高压加热器29入口连接,高压加热器29出口与锅炉30左下方蒸汽入口连接。

[0029] 蒸汽扩容器5出口与第二热网换热器11上方入口连接,第二热网换热器11下方出口与除氧器27左上方入口连接;第一热网换热器23下方出口与凝汽器24右方入口连接;第一热网换热器23右上方出口分别通过控制阀8和控制阀9与第一蓄热水罐33左上方入口和第二热网换热器11左方入口连接,第一蓄热水罐33右上方出口通过控制阀10与第二热网换热器11左方入口连接,第二热网换热器11右方出口分别通过控制阀12和控制阀13与第二蓄热水罐34左上方入口和热网用户15入口连接,第二蓄热水罐34右上方出口通过控制阀14与热网用户15入口连接,热网用户15出口与热网循环水泵16入口连接,热网循环水泵16出口通过控制阀17与第二蓄热水罐34右下方入口连接或者通过控制阀18和控制阀20与第一蓄热水罐33右下方入口连接或者通过控制阀18和控制阀21与第一热网换热器23右下方入口连接,第二蓄热水罐34左下方出口通过控制阀19和控制阀20与第一蓄热水罐33右下方入口连接,或者通过控制阀19和控制阀21与第一热网换热器23右下方入口连接,第一蓄热水罐33左下方出口通过控制阀22与第一热网换热器23右下方入口连接。

[0030] 蓄热系统32中的蒸汽扩容器5入口蒸汽为尚未进入汽轮机高压缸1的主蒸汽;第一热网换热器23上方入口蒸汽为汽轮机中压缸2排汽;第一蓄热水罐33为高54.5m,直径6m的圆柱体罐体,其工作压力为0.101325MPa;第二蓄热水罐34为高40m,直径7m的圆柱体罐体,其工作压力为0.2MPa~0.25MPa。

[0031] 本发明一种用于热电联产机组的分级蓄热系统的调峰方法,包括以下步骤:

[0032] A.在电网负荷需求量大且产热量充足时,需要蓄热系统32中的第一蓄热水罐33和第二蓄热水罐34进行蓄热。此时,控制阀4、控制阀6、控制阀8、控制阀9、控制阀12、控制阀13、控制阀18、控制阀19、控制阀21和控制阀22打开,控制阀10、控制阀14、控制阀17和控制阀20关闭;第一热网换热器23右上方出口热水一部分通过控制阀8流入第一蓄热水罐33中储存起来,而第一蓄热水罐33中的冷水则通过控制阀22排出,另一部分通过控制阀9流入第二热网换热器11中继续换热;第二热网换热器11右方出口热水一部分通过控制阀12流入第二蓄热水罐34中储存起来,而第二蓄热水罐34中的冷水则通过控制阀19排出,另一部分通过控制阀13流入热网用户15提供热量;热网用户15出口的冷水则在热网循环水泵16的驱动下,通过控制阀18和控制阀21流回第一热网换热器23中。

[0033] B.当电网调峰,电负荷下降产热量降低时,需要蓄热系统32中的第一蓄热水罐33和第二蓄热水罐34进行放热。此时,控制阀4、控制阀6、控制阀9、控制阀10、控制阀13、控制阀14、控制阀17、控制阀18、控制阀20和控制阀21打开,控制阀8、控制阀12、控制阀19和控制阀22关闭;第一热网换热器23右上方出口热水与第一蓄热水罐33右上方出口热水一同流入第二热网换热器11中继续换热;第二热网换热器11右方出口热水与第二蓄热水罐34右上方出口热水一同流入热网用户15提供热量;热网用户15出口的冷水则在热网循环水泵16的驱动下,分为三个部分,第一部分通过控制阀17流入第二蓄热水罐34中,第二部分通过控制阀18和控制阀19流入第一蓄热水罐33中,第三部分通过控制阀18和控制阀21流回第一热网换热器23中。

[0034] 本发明克服原有技术中热能利用率低且不能保证供热品质始终不变的问题,基于

多热源供热,提出一种用于热电联产机组的分级蓄热系统及其调峰方法。该系统更加适用于热电联产机组深度调峰,并能更好地保证供热品质,提高热能利用率。

[0035] 以上,仅为本发明的较佳实施例,并非仅限于本发明的实施范围,凡依本发明范围的内容所做的等效变化和修饰,都应为本发明的技术范畴。

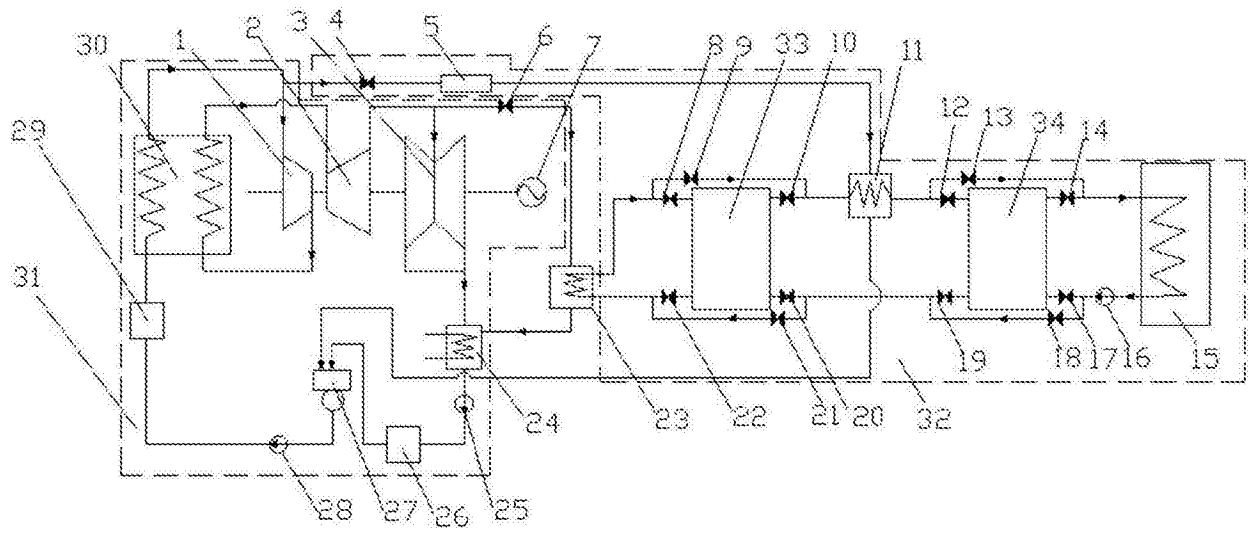


图1