



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112611010 A

(43) 申请公布日 2021.04.06

(21) 申请号 202011373435.2

(22) 申请日 2020.11.30

(71) 申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

(72) 发明人 杜小泽 杨勇平 戈志华 张尤俊 徐磊 卫慧敏 杨志平

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 张文宝

(51) Int. Cl.

F24D 11/02 (2006.01)

F01D 17/10 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

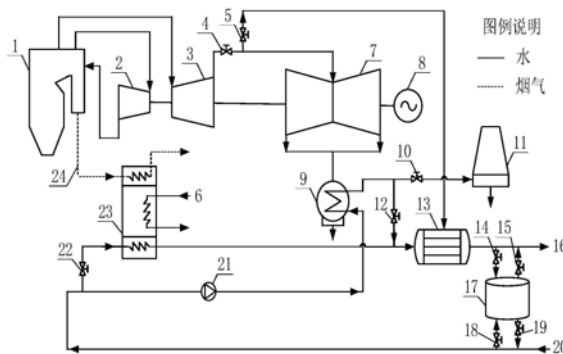
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了属于能源综合利用技术领域的一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统。该系统由常规燃煤发电系统和多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统配合组成；多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统包括烟气低温热源加热器、低温热源加热器、高温热源加热器、蓄热热源、热网回水管道和热网供水管道；其中常规燃煤发电系统的中压缸排汽至低压缸进汽流量的调节阀与低压缸连接；中压缸排汽阀连接至高温热源加热器。热网供水的供热热源由烟气低温热源、蒸汽低温热源、蒸汽高温热源以及蓄热热源组成。本发明充分利用低品位余热能扩大供热能力，多热源耦合互补，解决机组深度调峰时热源不足的问题，实现电负荷的主动调节。



1. 一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统,其特征在于,所述系统由常规燃煤发电系统和多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统配合组成;

所述常规燃煤发电系统锅炉(1)、高压缸(2)、中压缸(3)、低压缸(7)和发电机(8)串联,其中;中压缸排汽至低压缸进汽流量的调节阀(4)与低压缸连接;中压缸排汽阀(5)连接至高温热源加热器(13);

所述多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统包括烟气低温热源加热器(23),低温热源加热器(9),高温热源加热器(13),蓄热热源(17),热网回水管道(20)和热网供水管道(16);所述烟气低温热源加热器(23)进口分别连接脱硫后烟气管道(24)出口、烟气余热回收热泵(6)和热网回水和烟气低温热源加热器流量调节阀(22)出口;烟气低温热源加热器(23)出口连接高温热源加热器(13)的进口和高温热源加热器阀门(12)出口;烟气低温热源加热器(23)入口分别通过热网循环水泵(21)连接低温热源加热器9的进口,通过热网回水管(20)连接蓄热热源装置(17)的蓄热热源冷侧进口阀门(18)和蓄热热源冷侧出口阀门(19);高温热源加热器(13)的出口通过热网供水管(16)连接蓄热热源装置(17)的蓄热热源热侧进口阀门(14)和蓄热热源热侧出口阀门(15);低温热源加热器(9)通过冷却塔循环水进水阀门(10)与冷却塔(11)连接。

2. 根据权利要求1所述的多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统,其特征在于,所述热网供水的供热热源由烟气低温热源、蒸汽低温热源、蒸汽高温热源以及蓄热热源四部分组成。

3. 根据权利要求1所述的多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统,其特征在于,所述烟气低温热源加热器(23)是一种电力调峰热电联产烟气余热回收装置,其回收烟气余热流程为,烟气余热回收热泵(6)中的驱动动力源蒸汽进入烟气低温热源加热器(23)中,驱动热泵回收脱硫后烟气管道(24)中烟气水分的热量,同时加热由烟气低温热源加热器流量调节阀(22)进入烟气低温热源加热器(23)的热网回水。

4. 根据权利要求1所述的多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统,其特征在于,所述烟气余热回收热泵可为蒸汽驱动压缩型或电驱动压缩型,驱动动力源可为蒸汽或电能。

5. 根据权利要求1所述的多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统,其特征在于,所述脱硫塔后烟气进入烟气余热回收热泵,回收烟气中水蒸气凝结后的汽化蓄热,并和低温热源加热器并联;储热装置的热源可来自热网水和储热辅助热源。

6. 一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统的调节方法,其特征在于,在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道(20)分两路进入烟气低温热源加热器(23)、低温热源加热器(9)中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器(13)中加热后分两路,一路通过蓄热热源热侧进口阀门(14)进入蓄热热源装置(17)中储存,另一路经由热网供水管(16)对外供热;具体调节过程包括:

1) 当电负荷在80~100%时,系统加热热源由低温热源加热器(9)、高温热源加热器(13)串联组成;热网水通过热网回水管(20)经热网循环水泵(21)输运进入低温热源加热器(9)中加热,其后进入高温热源加热器(13)中加热为高温热网水,高温热网水分两路,一路经由热网供水管(16)对外供出,一路进入蓄热热源(17)中储存;此时热网回水管路(20)开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀(22)关闭,脱硫后烟气管道(24)关闭,至热网加热器的中压缸排汽阀门(5)开启,烟气余热回收热泵(6)的驱动动力源管道关闭,蒸汽

低温热源加热器出水至热网加热器阀门(12)开启,冷却塔循环水进水阀门(10)关闭,蓄热热源冷侧进口阀门(18)和出口阀门(19)及蓄热热源热侧出口阀门(15)关闭,蓄热热源热侧进口阀门(14)开启,热网供水管路(16)开启,对外供应热水;

2) 电负荷处于70~80%时,热网回水管路(20)开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀(22)开启,脱硫后烟气管道(24)开启,至热网加热器的中压缸排汽阀门(5)开启,烟气余热回收热泵(6)的驱动动力源管道开启,低温热源加热器出水至热网加热器阀门(12)开启,冷却塔循环水进水阀门(10)关闭,蓄热热源冷侧进口阀门(18)和出口阀门(19)及蓄热热源热侧出口阀门(15)关闭,蓄热热源热侧进口阀门(14)开启,热网供水管路(16)开启对外供出;

3) 电负荷处于40~70%时,机组参与电力调峰,热网回水管路(20)开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀(22)开启,脱硫后烟气管道(24)开启,至热网加热器的中压缸排汽阀门(5)开启,烟气余热回收热泵(6)的驱动动力源管道开启,低温热源加热器出水至热网加热器阀门(12)开启,冷却塔循环水进水阀门(10)开启,蓄热热源冷侧进口阀门(18)/出口阀门(19)及蓄热热源热侧进口阀门(14)关闭,蓄热热源热侧出口阀门(15)开启,热网供水管路(15)开启对外供出;

4) 电负荷处于20~40%时,机组参与电力深度调峰,流程与负荷率为40%~70%时类似,但各热源承担热负荷占比不同;与上述方式3)相比,蓄热热源(17)承担热负荷随着电负荷降低而增加,烟气低温热源加热器(23)、低温热源加热器(9)和高温热源加热器(13)承担热负荷减少;在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道(20)分两路进入烟气低温热源加热器(23)、低温加热器(9)中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器(13)中加热为高温热网水,同时蓄热热源热侧出口阀门(15)开启,蓄热热源(17)供出热水,与高温热网水汇集后通过热网供水管(16)对外供出。

一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于能源综合利用技术领域,特别涉及一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统及方法。

背景技术

[0002] 热电联产是一项能源综合利用技术,实现节能、改善环境,提高城镇居民生活水平;为解决日益增长的电力供应与城市供热起到积极作用;热电联产是指发电厂既生产电能,又利用汽轮发电机做过功的蒸汽对用户供热的生产方式,这种方式较分别生产电能、热能的方式节约燃料,热电联产的蒸汽没有冷损失,所以能将热效率挺高80%以上;但是存在灵活性,可能出现如下几个问题:

[0003] 1热电联产机组即供热又发电,能源利用率较高,但调峰能力比纯凝机组低。日前我国热电联产机组占比已经达到火电装机量的40%,大多数供热机组以抽汽供热方式为主,单一热源以热定电,采暖期为保证供热导致电负荷可调节范围受限,使得冬季电网调峰难。

[0004] 2我国可再生能源装机量快速增加,面临上网需求也加剧调峰难度,而且电网调峰困难使得接纳可再生能源电空间有限。

[0005] 3电力企业盈利需求,各地方纷纷出台电力辅助政策,热电企业供热期参与调峰的迫切需求。

[0006] 4现有调峰手段如电锅炉,汽轮机高低压旁路供热方式等,可以增加机组深度调峰需求,但能量高质低用,供热能耗高,不节能。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提出一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统及方法,其特征在于,所述多热源供热系统由常规燃煤发电系统和多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统配合组成;

[0008] 所述常规燃煤发电系统锅炉1、高压缸2、中压缸3、低压缸7和发电机8串联,其中;中压缸排汽至低压缸进汽流量的调节阀4与低压缸连接;中压缸排汽5连接至高温热源加热器13;

[0009] 所述多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统包括烟气低温热源加热器23,低温热源加热器9,高温热源加热器13,蓄热热源装置17,热网回水管道20和热网供水管道16;所述烟气低温热源加热器23进口分别连接脱硫后烟气管道24出口、烟气余热回收热泵6和热网回水和烟气低温热源加热器流量调节阀22出口;烟气低温热源加热器23出口连接高温热源加热器13的进口和高温热源加热器阀门12出口;烟气低温热源加热器23入口分别通过热网循环水泵21连接低温热源加热器9的进口,通过热网回水管20连接蓄热热源装置17的蓄热热源冷侧进口阀门18和蓄热热源冷侧出口阀门19;高温热源加热器13的出口通过热网供水管16连接蓄热热源装置17的蓄热热源热侧进口阀门14和蓄热热源热侧出口阀门15;低

温热源加热器9通过冷却塔循环水进水阀门10与冷却塔11连接。

[0010] 所述热网供水的供热热源由烟气低温热源、蒸汽低温热源、蒸汽高温热源以及蓄热热源四部分组成。

[0011] 所述烟气低温热源加热器23是一种电力调峰热电联产烟气余热回收装置,其回收烟气余热流程为,烟气余热回收热泵6的驱动动力源进入烟气低温热源加热器23中驱动热泵回收烟气管道24中烟气水分的热量,同时,加热经烟气低温热源加热器流量调节阀22进入烟气低温热源加热器23的热网回水。

[0012] 所述烟气低温热源加热器23中热泵可为蒸汽驱动压缩型或电驱动压缩型,即烟气余热回收热泵6的驱动动力源可为蒸汽或电能。

[0013] 所述热网回水首先并联进入烟气低温热源加热器23、低温热源加热器9中加热,出水进入高温热源加热器14利用高温蒸汽进行尖峰加热,高温热源加热器出口水分成两路,一路直接进入一次网管道16送到局域换热站对外供热,另一路进入蓄热热源装置17蓄热。电厂脱硫塔后烟气进入热泵,利用热泵回收烟气中水蒸气凝结后的汽化蓄热,和低温热源加热器并联。储热装置的热源可来自热网水和储热辅助热源。

[0014] 一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统的调节方法,其特征在于,在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道分两路进入烟气低温热源加热器、低温热源加热器中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器中加热后分两路,一路进入蓄热热源中储存,另一路经由热网供水管对外供热。

[0015] 本发明的有益效果是充分回收利用低品位余热能扩大供热能力,多热源耦合互补,解决机组深度调峰时热源不足的问题,实现电负荷的主动调节。

附图说明

[0016] 图1为多热源热电联产机组发电调节系统示意图。

[0017] 附图标记:1:锅炉;2:高压缸;3:中压缸;4:中压缸排汽至低压缸进汽流量的调节阀;5:中压缸排汽阀;6:烟气余热回收热泵;7:低压缸;8:发电机;9:低温热源加热器;10:冷却塔循环水进水阀门;11:冷却塔;12:低温热源加热器出水至热网加热器阀门;13:高温热源加热器;14:蓄热热源热侧进口阀门;15:蓄热热源热侧出口阀门;16:热网供水管;17:蓄热热源装置;18:蓄热热源冷侧进口阀门;19:蓄热热源冷侧出口阀门;20:热网回水管;21:热网循环水泵;22:热网回水和烟气低温热源加热器流量调节阀;23:烟气低温热源加热器;24:脱硫后烟气管道。

具体实施方式

[0018] 本发明提出一种多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统,所述多热源供热系统由常规燃煤发电系统和多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统配合组成;下面结合附图对本发明予以说明。

[0019] 图1所示为多热源热电联产机组发电调节系统示意图。所述常规燃煤发电系统包括锅炉1、高压缸2、中压缸3、低压缸7和发电机8串联组成;其中;中压缸排汽至低压缸进汽流量的调节阀4与低压缸连接;中压缸排汽5连接至高温热源加热器13。

[0020] 所述多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统包括烟气低温热源加热器23,低

温热源加热器9,高温热源加热器13,蓄热热源17,热网回水管道20和热网供水管道16;所述烟气低温热源加热器23进口分别连接脱硫后烟气管道24出口、烟气余热回收热泵6和热网回水和烟气低温热源加热器流量调节阀22出口;烟气低温热源加热器23出口连接高温热源加热器13的进口和高温热源加热器阀门12出口;烟气低温热源加热器23入口分别通过热网循环水泵21连接低温热源加热器9的进口,通过热网回水管20连接蓄热热源装置17的蓄热热源冷侧进口阀门18和蓄热热源冷侧出口阀门19;高温热源加热器13的出口通过热网供水管16连接蓄热热源装置17的蓄热热源热侧进口阀门14和蓄热热源热侧出口阀门15;低温热源加热器9通过冷却塔循环水进水阀门10与冷却塔11连接;其中在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道20分两路进入烟气低温热源加热器23、低温热源加热器9中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器13中加热后分两路,一路进入蓄热热源17中储存,一路经由热网供水管16对外供出。

[0021] 所述热网供水的供热热源由烟气低温热源、蒸汽低温热源、蒸汽高温热源以及蓄热热源四部分组成。

[0022] 所述烟气低温热源加热器23是一种电力调峰热电联产烟气余热回收装置,其回收烟气余热流程为,烟气余热回收热泵6的驱动动力源进入烟气低温热源加热器23中驱动热泵回收烟气管道24中烟气水分的热量,同时加热经烟气低温热源加热器流量调节阀22进入烟气低温热源加热器23的热网回水。

[0023] 所述烟气低温热源加热器23中热泵可为蒸汽驱动压缩型或电驱动压缩型,即烟气余热回收热泵6的驱动动力源可为蒸汽或电能。

[0024] 所述热网回水首先并联进入烟气低温热源加热器24、低温热源加热器9中加热,出水进入高温热源加热器14利用高温蒸汽进行尖峰加热,高温热源加热器出口水分成两路,一路直接进入一次网管道16送到局域换热站对外供热,另一路进入蓄热热源装置17蓄热。电厂脱硫塔后烟气进入烟气低温热源加热器23,利用烟气余热回收热泵回收烟气中水蒸气凝结后的汽化潜热,和低温热源加热器并联。储热装置的热源可来自热网水和储热辅助热源。

[0025] 所述多热源热电联产机组发电负荷灵活调节系统运行方式为:

[0026] 1.电负荷较高时(80~100%),系统加热热源由蒸汽低温热源加热器9、高温热源加热器13串联组成;热网水通过热网回水管20由热网循环水泵21运输进入低温热源加热器9中加热,其后进入高温热源加热器13中加热为高温热网水,高温热网水分两路,一路经由热网供水管16对外供出,一路进入蓄热热源17中储存;热网回水管路20开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀22关闭,脱硫后烟气管道24关闭,至热网加热器的中压缸排汽阀门5开启,烟气余热回收热泵6的驱动动力源管道关闭,蒸汽低温热源加热器出水至热网加热器阀门12开启,冷却塔循环水进水阀门10关闭,蓄热热源冷侧进口阀门18和出口阀门19及蓄热热源热侧出口阀门15关闭,蓄热热源热侧进口阀门14开启,热网供水管路16开启。

[0027] 2.电负荷降低,处于70~80%范围时,系统加热热源由烟气低温热源加热器23、低温热源加热器9、高温热源加热器13组成;在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道20分两路进入烟气低温热源加热器23、低温加热器9中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器13中加热后分两路,一路进入蓄热热源17中储存,一路经由热网供水管16对外供

出。热网回水管路20开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀22开启,脱硫后烟气管道24开启,至热网加热器的中压缸排汽阀门5开启,烟气余热回收热泵6的驱动动力源管道开启,低温热源加热器出水至热网加热器阀门12开启,冷却塔循环水进水阀门10关闭,蓄热热源冷侧进口阀门18和出阀门19及蓄热热源热侧出口阀门15关闭,蓄热热源热侧进口阀门14开启,热网供水管路16开启对外供出。

[0028] 3. 机组参与电力调峰时(40~70%),系统加热热源由烟气低温热源加热器23、低温热源加热器9、高温热源加热器13、蓄热热源17组成;在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道20分两路进入烟气低温热源加热器23、低温加热器9中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器13中加热为高温热网水,同时阀门15开启,蓄热热源装置17供出热水,与高温热网水汇集后通过热网供水管16对外供出。

[0029] 热网回水管路20开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀22开启,脱硫后烟气管道24开启,至热网加热器的中压缸排汽阀门5开启,烟气余热回收热泵6的驱动动力源管道开启,低温热源加热器出水至热网加热器阀门12开启,冷却塔循环水进水阀门10开启,蓄热热源冷侧进口阀门18/出口阀门19及蓄热热源热侧进口阀门15关闭,蓄热热源热侧出口阀门14开启,热网供水管路15开启。

[0030] 4、机组参与电力深度调峰时(20~40%),流程与负荷率为40%~70%时类似,但各热源承担热负荷占比不同。与运行方式3相比,蓄热热源装置17承担热负荷随着电负荷降低而增加,烟气低温热源加热器23、低温热源加热器9和高温热源加热器13承担热负荷减少。系统加热热源由烟气低温热源加热器23、低温热源加热器9、高温热源加热器13、蓄热热源17组成;在系统供热过程中,热网回水通过热网回水管道20分两路进入烟气低温热源加热器23、低温加热器9中加热后汇总,其后热网水进入高温热源加热器13中加热为高温热网水,同时蓄热热源热侧出口阀门15开启,蓄热热源17供出热水,与高温热网水汇集后通过热网供水管16对外供出。

[0031] 热网回水管路20开启,热网回水至烟气低温热源加热器流量调节阀22开启,脱硫后烟气管道24开启,至热网加热器的中压缸排汽阀门5开启,烟气余热回收热泵6的驱动动力源管道开启,低温热源加热器出水至热网加热器阀门12开启,冷却塔循环水进水阀门10开启,蓄热热源冷侧进口阀门18/出口阀门19及蓄热热源热侧进口阀门14关闭,蓄热热源热侧出口阀门15开启,热网供水管路16开启对外供出。

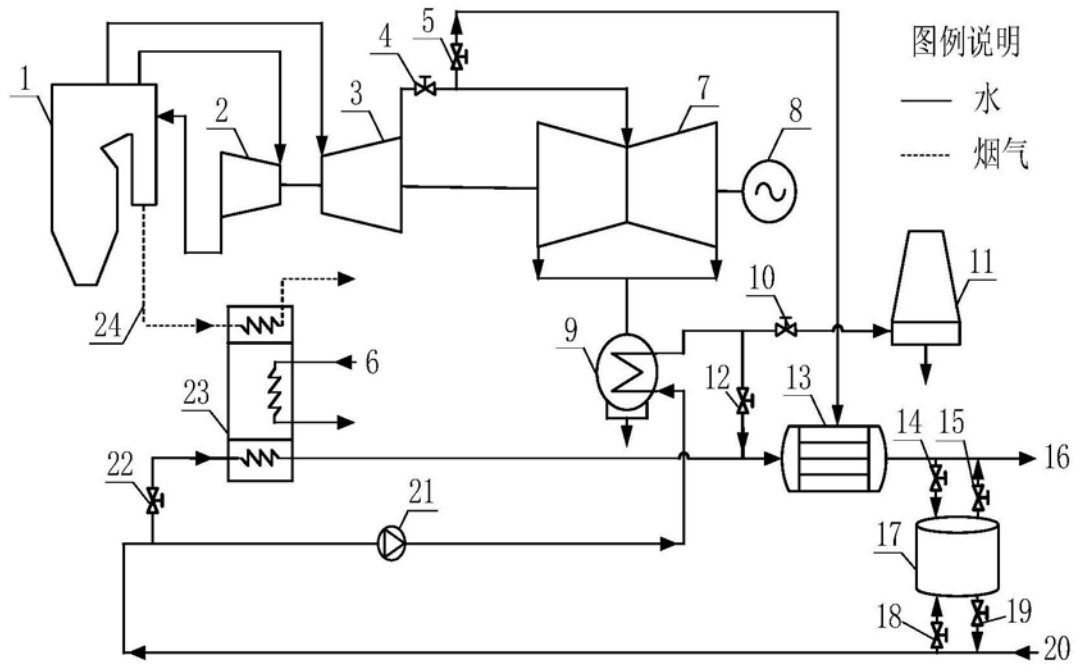


图1