



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117366549 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 09

(21) 申请号 202311552459.8

F22G 1/16 (2006.01)

(22) 申请日 2023.11.20

F22D 1/50 (2006.01)

(71) 申请人 烟台500供热有限公司

F25B 29/00 (2006.01)

地址 264000 山东省烟台市只楚路59号

F01K 17/02 (2006.01)

申请人 华能山东发电有限公司烟台发电厂
西安热工研究院有限公司

F01D 15/10 (2006.01)

(72) 发明人 孙立 贺凯 李春晓 杜玉卓

舒兴杰 孙风伟 王泽广 王延生

宋万利 王钰泽 刘圣冠

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

专利代理师 房鑫

(51) Int. Cl.

F22B 1/30 (2006.01)

F25B 30/02 (2006.01)

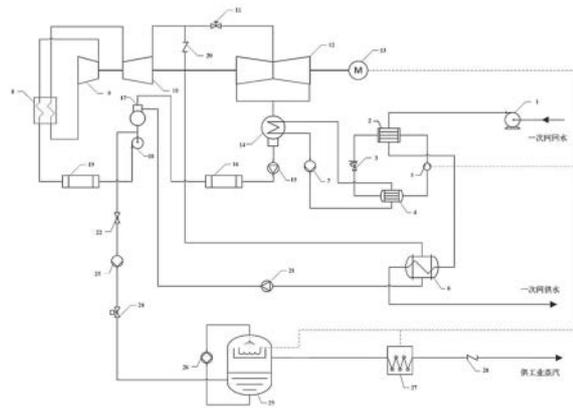
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

电极蒸汽锅炉联合热泵的热电机组灵活性改造方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种电极蒸汽锅炉联合热泵的热电机组灵活性改造方法及系统,利用压缩式热泵机组对一次网回水一级加热,再送入热网加热器中二级加热后对外供出,热网加热器的汽源采用燃煤热电联产机组的采暖抽汽,在深度调峰时段压缩式热泵机组所耗电量由燃煤热电联产机组所发电量提供,将燃煤热电联产机组中的低压给水作为电极蒸汽锅炉的给水,电极蒸汽锅炉出口的饱和蒸汽由电过热器过热后对外供出至供工业蒸汽的调峰供热,同时满足居民采暖热负荷、工业蒸汽用汽量、电网调峰要求三者之间的匹配关系,缓解了热电矛盾和解决了同一机组采暖用热与工业用热之间的冲突,对于同时接待工业蒸汽负荷与采暖热负荷的燃煤热电机组在调峰供热灵活性改造方面起到了极大增益效果。



1. 一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,包括,燃煤热电联产机组,压缩式热泵机组,热网加热器(6)和电极蒸汽锅炉(25),
所述燃煤热电联产机组的给水侧与电极蒸汽锅炉(25)的水侧进口连接,所述电极蒸汽锅炉(25)的饱和蒸汽出口通过电过热器(27)连接至供工业蒸汽侧;
所述热网加热器(6)的循环水侧进口通过压缩式热泵机组与一次网回水侧连接,所述热网加热器(6)的循环水侧出口与一次网供水侧连接;
所述热网加热器(6)的汽侧进口与燃煤热电联产机组的采暖抽汽侧连接,所述热网加热器(6)的疏水侧出口与燃煤热电联产机组的低温余热侧连接,所述燃煤热电联产机组输出的电量分别为压缩式热泵机组和电极蒸汽锅炉(25)供电。
2. 根据权利要求1所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述燃煤热电联产机组包括依次连接的锅炉(8),汽轮机组,凝汽器(14),低压加热器组(16),除氧器(17),给水泵(18)和高压加热器组(19);
所述热网加热器(6)的疏水侧进口与除氧器(17)的疏水侧连接;所述除氧器(17)与热网加热器(6)之间的管路上设置有热网疏水泵(21),
所述除氧器(17)与给水泵(18)之间的旁路与电极蒸汽锅炉(25)的水侧进口连接。
3. 根据权利要求2所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述旁路上设置有截止阀(22),电锅炉给水泵(23)和电动调节阀(24)。
4. 根据权利要求2所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述汽轮机组包括高压缸(9),中压缸(10)和低压缸(12);
所述锅炉(8)的一路汽侧出口与高压缸(9)连接,所述锅炉(8)的另一路汽侧出口依次与中压缸(10)和低压缸(12)连接,所述中压缸(10)与低压缸(12)之间的采暖抽汽管道与热网加热器(6)的汽侧进口连接;所述低压缸(12)的排汽出口依次与凝汽器(14),低压加热器组(16),除氧器(17),高压加热器组(19)和锅炉(8)的水侧进口连接。
5. 根据权利要求4所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述中压缸(10)与低压缸(12)之间的连接管路上设置有电动蝶阀(11);所述采暖抽汽管道上设置有第二蒸汽逆止阀(20)。
6. 根据权利要求4所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述高压缸(9),中压缸(10)和低压缸(12)之间通过传动轴带动发电机(13)发电,所述发电机(13)输出的电量分别为压缩机(5)和电极蒸汽锅炉(25)供电。
7. 根据权利要求2所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述压缩式热泵机组包括冷凝器(2),压缩机(5),蒸发器(4)和膨胀阀(3);所述冷凝器(2)的工质侧依次与压缩机(5),蒸发器(4)和膨胀阀(3)连接;
所述冷凝器(2)的循环水侧进口与一次网回水侧连接,所述冷凝器(2)的循环水侧出口与热网加热器(6)的循环水侧进口连接,所述凝汽器(14)的循环水侧与蒸发器(4)的循环水侧连接;
所述蒸发器(4)的循环水进口侧与凝汽器(14)的循环水出口侧管路之间设置有第二循环水泵(7)。
8. 根据权利要求1所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述电极蒸汽锅炉(25)上设置有喷淋循环水泵(26);所述一次网回水侧的

进口管路上设置有第一循环水泵(1)。

9.根据权利要求1所述的一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,其特征在于,所述电过热器(27)与供工业蒸汽侧之间的管路和上设置有第二蒸汽逆止阀(28)。

10.一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造方法,基于权利要求1-9任一项所述的改造系统,其特征在于,包括,

利用压缩式热泵机组对热网循环水的一次网回水进行一级加热,而后被升温的热网循环水再送入热网加热器(6)中被二级加热至所需供热温度后,然后对外供出至一次网供水用户,其中热网加热器(6)的汽源采用燃煤热电联产机组的采暖抽汽,在深度调峰时段压缩式热泵机组所耗电量由燃煤热电联产机组所发电量提供,将燃煤热电联产机组经过除氧的低压给水作为电极蒸汽锅炉(25)的给水,电极蒸汽锅炉(25)出口的饱和蒸汽再由电过热器(27)过热后对外供出至供工业蒸汽的调峰供热。

电极蒸汽锅炉联合热泵的热电机组灵活性改造方法及系统

技术领域

[0001] 本专利属于灵活性供热改造技术领域,尤其涉及电极蒸汽锅炉联合热泵的热电机组灵活性改造方法及系统。

背景技术

[0002] 电极蒸汽锅炉是一种利用电能产生蒸汽的锅炉设备。它采用电极作为加热元件,通过电流传导和电阻加热原理来加热水,使其达到沸腾状态并产生蒸汽,其工作原理是,将电极安装在锅炉的水箱内部,当电流通过电极时,电极与水之间的电阻会产生热量,将水加热至沸腾并产生蒸汽;与传统的燃煤或燃气锅炉相比,电极蒸汽锅炉不产生燃烧废气和污染物,没有燃烧产物的排放,因此环保性更好。此外,电极蒸汽锅炉的启动和停止非常快速,可以根据需求进行精确的调节,节能效果也较好。

[0003] 在现有技术中以扩大工业供汽能力为目的的多种灵活性供热改造技术路线中,电锅炉调峰供热改造是供热效果最好、热电解耦性能最强的改造手段之一,这其中电极蒸汽锅炉以其高效制汽效率最为凸显,如何将其与燃煤热电机组高效耦合,以最佳热利用效率联合满足用户热电负荷需求是主要研发方向。

[0004] 然而,常规燃煤热电机组回收低温循环水余热的方式主要依赖吸收式热泵,而这种方式需以采暖抽汽作为热泵驱动汽源,对采暖供热能力提升有限,同时由于需保证驱动汽源参数,机组深度调峰能力亦受影响,寻找一种新型回收循环水余热的方式来扩大机组供热能力,又能够增加机组深度调峰能力,也是目前燃煤热电机组灵活性供热改造技术发展的重要方向。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的问题,本发明旨在提供一种电极蒸汽锅炉联合热泵的热电机组灵活性改造方法及系统,能够同时满足居民采暖热负荷、工业蒸汽用汽量、电网调峰要求三者之间大范围的匹配关系,既缓解了热电矛盾又解决了同一机组采暖用热与工业用热之间的冲突,对于同时接待工业蒸汽负荷与采暖热负荷的燃煤热电机组在调峰供热灵活性改造方面起到了极大增益效果,有效缓解风光等新能源消纳困境。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,包括,

[0008] 燃煤热电联产机组,压缩式热泵机组,热网加热器和电极蒸汽锅炉,

[0009] 所述燃煤热电联产机组的给水侧与电极蒸汽锅炉的水侧进口连接,所述电极蒸汽锅炉的饱和蒸汽出口通过电过热器连接至供工业蒸汽侧;

[0010] 所述热网加热器的循环水侧进口通过压缩式热泵机组与一次网回水侧连接,所述热网加热器的循环水侧出口与一次网供水侧连接;

[0011] 所述热网加热器的汽侧进口与燃煤热电联产机组的采暖抽汽侧连接,所述热网加热器的疏水侧出口与燃煤热电联产机组的低温余热侧连接,所述燃煤热电联产机组输出的

电量分别为压缩式热泵机组和电极蒸汽锅炉供电。

[0012] 优选的,所述燃煤热电联产机组包括依次连接的锅炉,汽轮机组,凝汽器,低压加热器组,除氧器,给水泵和高压加热器组;

[0013] 所述热网加热器的疏水侧进口与除氧器的疏水侧连接;;所述除氧器与热网加热器之间的管路上设置有热网疏水泵,

[0014] 所述除氧器与给水泵之间的旁路与电极蒸汽锅炉的水侧进口连接。

[0015] 优选的,所述旁路上设置有截止阀,电锅炉给水泵和电动调节阀;

[0016] 优选的,所述汽轮机组包括高压缸,中压缸和低压缸;

[0017] 所述锅炉的一路汽侧出口与高压缸连接,所述锅炉的另一路汽侧出口依次与中压缸和低压缸连接,所述中压缸与低压缸之间的采暖抽汽管道与热网加热器的汽侧进口连接;所述低压缸的排汽出口依次与凝汽器,低压加热器组,除氧器,高压加热器组和锅炉的水侧进口连接。

[0018] 优选的,所述中压缸与低压缸之间的连接管路上设置有电动蝶阀;所述采暖抽汽管道上设置有第二蒸汽逆止阀;

[0019] 优选的,所述高压缸,中压缸和低压缸之间通过传动轴带动发电机发电,所述发电机输出的电量分别为压缩机和电极蒸汽锅炉供电。

[0020] 优选的,所述压缩式热泵机组包括冷凝器,压缩机,蒸发器和膨胀阀;所述冷凝器的工质侧依次与压缩机,蒸发器和膨胀阀连接;

[0021] 所述冷凝器的循环水侧进口与一次网回水侧连接,所述冷凝器的循环水侧出口与热网加热器的循环水侧进口连接,所述凝汽器的循环水侧与蒸发器的循环水侧连接;

[0022] 所述蒸发器的循环水进口侧与凝汽器的循环水出口侧管路之间设置有第二循环水泵。

[0023] 优选的,所述电极蒸汽锅炉上设置有喷淋循环水泵;所述一次网回水侧的进口管路上设置有第一循环水泵。

[0024] 优选的,所述电过热器与供工业蒸汽侧之间的管路上设置有第二蒸汽逆止阀。

[0025] 一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造方法,包括,

[0026] 利用压缩式热泵机组对热网循环水的一次网回水进行一级加热,而后被升温的热网循环水再送入热网加热器中被二级加热至所需供热温度后,然后对外供出至一次网供水用户,其中热网加热器的汽源采用燃煤热电联产机组的采暖抽汽,在深度调峰时段压缩式热泵机组所耗电量由燃煤热电联产机组所发电量提供,将燃煤热电联产机组经过除氧的低压给水作为电极蒸汽锅炉的给水,电极蒸汽锅炉出口的饱和蒸汽再由电过热器过热后对外供出至供工业蒸汽的调峰供热。

[0027] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0028] 本发明旨在提供一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造方法及系统,针对同时携带采暖热负荷与工业蒸汽热负荷的常规燃煤热电联产机组,在采暖热负荷与机组上网电量二者之间的热电解耦方面,以压缩式热泵机组作为电热转换中间装置回收机组冷端余热,利用热泵对热网循环水的一次网回水进行一级加热,而后被升温的热网循环水再送入热网加热器中被二级加热至所需供热温度,然后对外供出至一次网供水用户,热网加热器汽源为燃煤热电联产机组的采暖抽汽供应,即为中低压联通管抽汽,在深度

调峰时段热泵压缩机所耗电量由机组发电量提供,以此在削减机组上网电量的同时提高机组供热能力,提高采暖工况机组热电比,实现深度热电解耦;在供应工业蒸汽调峰供热灵活性改造方面,以电极蒸汽锅炉作为电热转换装置,将燃煤热电联产机组中已经过除氧的凝结水经旁路引出作为电极蒸汽锅炉给水,以此提高电极蒸汽锅炉的制汽能力,使其在消耗同样机组发电量的条件下制取更多饱和蒸汽,电极蒸汽锅炉出口饱和蒸汽再由电过热器过热后对外供出,电过热器的耗电量使机组深度调峰能力进一步提升,由此实现工业蒸汽热负荷与机组上网电量之间的深度解耦,大幅扩大机组灵活性调峰能力,使之能够积极响应电网调峰要求的同时满足用户工业蒸汽用汽量需求。

[0029] 本发明的系统能够同时满足居民采暖热负荷、工业蒸汽用汽量、电网调峰要求三者之间大范围的匹配关系,既缓解了热电矛盾又解决了同一机组采暖用热与工业用热之间的冲突,对于同时接待工业蒸汽负荷与采暖热负荷的燃煤热电机组在调峰供热灵活性改造方面起到了极大增益效果,有效缓解风光等新能源消纳困境。

[0030] 进一步,本发明利用压缩式电热泵回收机组冷端循环水余热,提高机组采暖供热能力的同时降低机组上网电量,实现高效热电解耦,配合采暖抽汽二级加热灵活调节余热回收占比与抽汽加热中占比,在满足用户采暖热负荷的条件下提高机组上网电量调节空间,提高机组运行灵活性;

[0031] 进一步,本发明利用电极蒸汽锅炉消耗机组发电量提高工业蒸汽供汽能力,实现承接工业蒸汽热负荷机组的热电解耦,其供汽与发电量不受机组本体蒸汽参数限制,相较于其他改造方式具有更高灵活性,上网电量与供汽量调节自由度高,在保证用户工业用汽量的条件下深度调峰上网电量最低可为0甚至负值;

[0032] 进一步,本发明以给水泵入口前已被除氧的凝结水作为电极蒸汽锅炉给水,减少新增除氧设备的必要,同时以高给水焓值增大电极蒸汽锅炉制汽能力,使深度调峰时段机组具有更高的供汽能力;

[0033] 进一步,在电极蒸汽锅炉出口增设电过热器将饱和蒸汽加热至供汽要求参数,消耗更多机组发电量,进一步增大深度调峰空间,提高供汽工况机组热电解耦调峰灵活性,能够在电力现货交易市场获取更多收益。

附图说明

[0034] 图1为电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造方法及系统的结构示意图;

[0035] 图中:1-第一循环水泵;2-冷凝器;3-膨胀阀;4-蒸发器;5-压缩机;6-热网加热器;7-第二循环水泵;8-锅炉;9-高压缸;10-中压缸;11-电动蝶阀;12-低压缸;13-发电机;14-凝汽器;15-凝结水泵;16-低压加热器组;17-除氧器;18-给水泵;19-高压加热器组;20-第一蒸汽逆止阀;21-热网疏水泵;22-截止阀;23-电锅炉给水泵;24-电动调节阀;25-电极蒸汽锅炉;26-喷淋循环水泵;27-电过热器;28-第二蒸汽逆止阀。

具体实施方式

[0036] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0037] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将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,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0038] 一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统,如图1所示,包括,燃煤热电联产机组,压缩式热泵机组,热网加热器6和电极蒸汽锅炉25,

[0039] 利用电极蒸汽锅炉消耗机组发电量提高工业蒸汽供汽能力,实现承接工业蒸汽热负荷机组的热电解耦,其供汽与发电量不受机组本体蒸汽参数限制,相较于其他改造方式具有更高灵活性,上网电量与供汽量调节自由度高,在保证用户工业用汽量的条件下深度调峰上网电量最低可为0甚至负值;

[0040] 所述燃煤热电联产机组的给水侧与电极蒸汽锅炉25的水侧进口连接,所述电极蒸汽锅炉25的饱和蒸汽出口通过电过热器27连接至供工业蒸汽侧;

[0041] 所述热网加热器6的循环水侧进口通过压缩式热泵机组与一次网回水侧连接,所述热网加热器6的循环水侧出口与一次网供水侧连接;

[0042] 所述热网加热器6的汽侧进口与燃煤热电联产机组的采暖抽汽侧连接,所述热网加热器6的疏水侧出口与燃煤热电联产机组的低温余热侧连接,所述燃煤热电联产机组输出的电量分别为压缩式热泵机组和电极蒸汽锅炉25供电。

[0043] 在采暖热负荷与机组上网电量二者之间的热电解耦方面,以电压缩式热泵作为电热转换中间装置回收机组冷端余热,利用机组发电量为电热泵压缩机供电,回收凝汽器出口循环水余热,用于加热热网循环水回水,热网回水首先经电压缩式热泵被一级加热,然后经热网加热器被二级加热至一网供水温度后对外供出,热网加热器汽源由机组中低压联接管采暖抽汽供应,通过调节低压缸进汽可调压力蝶阀控制进入热网加热器的进汽量,从而调节热网循环水第二级加热的加热功率,通过上述系统实现居民采暖热负荷与机组上网电量之间的热电解耦,提高系统运行灵活性,增加机组调峰深度,使其在满足电网深度调峰需求的条件下能够保证居民采暖热负荷,为新能源消纳提供上网空间;

[0044] 所述压缩式热泵机组包括冷凝器2,压缩机5,蒸发器4和膨胀阀3;所述冷凝器2的工质侧依次与压缩机5,蒸发器4和膨胀阀3连接;

[0045] 所述冷凝器2的循环水侧进口与一次网回水侧连接,所述冷凝器2的循环水侧出口与热网加热器6的循环水侧进口连接,所述凝汽器14的循环水侧与蒸发器4的循环水侧连接;

[0046] 所述蒸发器4的循环水进口侧与凝汽器14的循环水出口侧管路之间设置有第二循环水泵7。利用压缩式电热泵回收机组冷端循环水余热,提高机组采暖供热能力的同时降低机组上网电量,实现高效热电解耦,配合采暖抽汽二级加热灵活调节余热回收占比与抽汽加热中占比,在满足用户采暖热负荷的条件下提高机组上网电量调节空间,提高机组运行灵活性;

[0047] 所述燃煤热电联产机组包括依次连接的锅炉8,汽轮机组,凝汽器14,低压加热器组16,除氧器17,给水泵18和高压加热器组19;所述除氧器17的疏水侧与热网加热器6的疏水侧进口连接;所述除氧器17与热网加热器6之间的管路上设置有热网疏水泵21,所述除氧

器17与给水泵18之间的旁路与电极蒸汽锅炉25的水侧进口连接。所述旁路上设置有截止阀22,电锅炉给水泵23和电动调节阀24;

[0048] 所述汽轮机组包括汽轮机高压缸9,汽轮机中压缸10和汽轮机低压缸12;所述锅炉8的一路汽侧出口与汽轮机高压缸9连接,所述锅炉8的另一路汽侧出口依次与汽轮机中压缸10和汽轮机低压缸12连接,所述汽轮机中压缸10与汽轮机低压缸12之间的采暖抽汽管道与热网加热器6的汽侧进口连接;所述汽轮机低压缸12的排汽出口依次与凝汽器14,低压加热器组16,除氧器17,高压加热器组19和锅炉8的水侧进口连接。所述汽轮机中压缸10与汽轮机低压缸12之间的连接管路上设置有电动蝶阀11;所述采暖抽汽管道上设置有第二蒸汽逆止阀20;所述汽轮机高压缸9,汽轮机中压缸10和汽轮机低压缸12之间通过传动轴带动发电机13发电,所述发电机13输出的电量分别为压缩机5和电极蒸汽锅炉25供电。

[0049] 以给水泵入口前已被除氧的凝结水作为电极蒸汽锅炉给水,减少新增除氧设备的必要,同时以高给水焓值增大电极蒸汽锅炉制汽能力,使深度调峰时段机组具有更高的供汽能力;通过上述系统实现居民采暖热负荷与机组上网电量之间的热电解耦,提高系统运行灵活性,增加机组调峰深度,使其在满足电网深度调峰需求的条件下能够保证居民采暖热负荷,

[0050] 所述电极蒸汽锅炉25上设置有喷淋循环水泵26;所述一次网回水侧的进口管路上设置有第一循环水泵1。在工业热负荷与机组上网电量二者之间的热电解耦方面,以电极蒸汽锅炉作为电热转换中间装置,以给水泵入口前旁路已被除氧的凝结水作为电极蒸汽锅炉给水,通过电锅炉给水泵升压后送入电极蒸汽锅炉制取饱和蒸汽,中间设有电动调节阀调节给水压力和流量,电极蒸汽锅炉通过消耗机组发电量制取饱和蒸汽,炉旁设有喷淋循环水泵保证炉内水循环,电极蒸汽锅炉出口饱和蒸汽经电过热器;

[0051] 所述电过热器27与供工业蒸汽侧之间的管路和上设置有第二蒸汽逆止阀28。在电极蒸汽锅炉出口增设电过热器将饱和蒸汽加热至供汽要求参数,消耗更多机组发电量,进一步增大深度调峰空间,提高供汽工况机组热电解耦调峰灵活性,能够在电力现货交易市场获取更多收益。进一步过热形成满足供汽参数的工业蒸汽,同时进一步消耗机组发电量,通过上述系统可实现工业用汽热负荷与机组上网电量之间的热电解耦,大幅增加系统运行灵活性与机组调峰深度,增加系统工业蒸汽供汽能力,在当前市场背景下提高供汽营收,使其在满足逐步扩张的工业蒸汽用汽需求的条件下大幅提升深度调峰空间,缓解多种类热电矛盾,增加全网消纳风光清洁能源能力,

[0052] 一种电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造方法,包括,

[0053] 利用压缩式热泵机组对热网循环水的一次网回水进行一级加热,而后被升温的热网循环水再送入热网加热器6中被二级加热至所需供热温度后,然后对外供出至一次网供水用户,其中热网加热器6的汽源采用燃煤热电联产机组的采暖抽汽,在深度调峰时段压缩式热泵机组所耗电量由燃煤热电联产机组所发电量提供,将燃煤热电联产机组经过除氧的低压给水作为电极蒸汽锅炉25的给水,电极蒸汽锅炉25出口的饱和蒸汽再由电过热器27过热后对外供出至供工业蒸汽的调峰供热。

[0054] 具体的实施方式如下:

[0055] 如图1所示,电极蒸汽锅炉联合压缩式热泵的热电机组灵活性改造系统在投入运行时,给水在锅炉8中吸收燃煤热量被加热至过热蒸汽进入高压缸9中驱动高压级做功,高

压缸排汽送回锅炉8中经再热器被加热后送入中压缸10中驱动中压级做功,中压缸排汽在采暖供热工况分两路,一路经可调压力的电动蝶阀11进入低压缸12驱动低压级做功,另一路经第一蒸汽逆止阀20进入热网加热器6中作为加热汽源用于加热热网循环水,通过调节电动蝶阀11开度控制进入热网加热器6的蒸汽压力和流量,同时也控制进入低压缸12的进汽压力和流量,高中低压缸通过中间传动轴带动发电机13做功发电,低压缸12排汽经凝汽器14冷却后变为凝结水,凝结水经凝结水泵15升压后先送入低压加热器组16中被汽轮机低压中间级抽汽加热,然后经除氧器17与汽轮机抽汽混合除氧,除氧器17出口处低压给水在工业供热工况分两路,一路经给水泵18升压后送入高压加热器组19中被汽轮机高压中间级抽汽加热,然后送回锅炉完成循环,另一路经截止阀22至电锅炉给水泵23升压后,再经电动调节阀24送入电极蒸汽锅炉25中,电极蒸汽锅炉设有喷淋循环水泵26将锅炉底部水抽出喷淋至炉内电极加热板上制取饱和蒸汽,出口饱和蒸汽经电过热器27被加热至供汽参数后再经逆止阀28送至工业用汽用户处,其中电极蒸汽锅炉25与电过热器27的耗电量均由发电机13的发电量提供;工业供汽量的流量调节由电锅炉给水泵23、电动调节阀24、电极蒸汽锅炉25耗电量联动调节完成,首先给水量由前两者协同满足要求,根据给水量调节电极蒸汽锅炉25耗电量以使给水全部转化为饱和蒸汽,而供汽参数由电过热器27调节,根据用户对于工业用汽参数的实时要求,调节电过热器27耗电量以改变供汽温度。

[0056] 热网循环水回水经热网第一循环水泵1升压后送入电压缩式热泵的冷凝器2中被一级加热,冷凝器2出口热网循环水进入热网加热器6中被二级加热至供水温度,然后对外供出满足用户采暖热负荷需求;其中电压缩式热泵回收机组冷端循环水余热,凝汽器出口循环水经第二循环水泵7升压后送入热泵蒸发器4中被内部工质吸热降温,而后送回凝汽器14中完成循环;上述电压缩式热泵由冷凝器2、膨胀阀3、蒸发器4、压缩机5共同组成,工作过程为内部工质在蒸发器4中吸收循环水余热蒸发成低温低压蒸汽,而后进入压缩机5中被压缩至高温高压蒸汽,进入冷凝器2中凝结放热将热量传递给热网循环水后变为高温高压液体,然后经膨胀阀3降压后变为低温低压饱和液和蒸汽的混合物送回蒸发器4内完成循环,压缩机5耗电量由发电机13发电量提供;对热网循环水进行二级加热的采暖抽汽经第一逆止阀20进入热网加热器6中凝结放热,疏水经热网疏水泵21升压后送回除氧器17中;上述系统在调节供热出力时通过调节压缩机5耗电量与热网加热器6的采暖抽汽量匹配关系来对机组实时供热、上网电量进行调节,当采暖热负荷需求不变、上网电量需求相对低时,可提高压缩机5耗电量以增加热网循环水第一级加热量,然后通过开大可调压力的电动蝶阀11开度或降低热网疏水泵21的频率来降低进入热网加热器6的采暖抽汽量,以降低热网循环水第二级加热量,当采暖热负荷需求不变、上网电量需求相对较高时则反向操作,而当采暖热负荷需求增大、上网电量需求相对较低时,可通过提高压缩机5耗电量与热网加热器6抽汽量实现,反之同样反向操作。

[0057] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品

或设备固有的其它步骤或单元。

[0058] 需要说明的是,当组件被称为“固定于”另一个组件,它可以直接在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“连接”另一个组件,它可以是直接连接到另一个组件或者可能同时存在居中组件。当一个组件被认为是“设置于”另一个组件,它可以是直接设置在另一个组件上或者可能同时存在居中组件。

[0059] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0060] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制;凡本行业的普通技术人员均可按说明书附图所示和以上所述而顺畅地实施本发明;但是,凡熟悉本专业的技术人员在不脱离本发明技术方案范围内,利用以上所揭示的技术内容而做出的些许更动、修饰与演变的等同变化,均为本发明的等效实施例;同时,凡依据本发明的实质技术对以上实施例所作的任何等同变化的更动、修饰与演变等,均仍属于本发明的技术方案的保护范围之内。

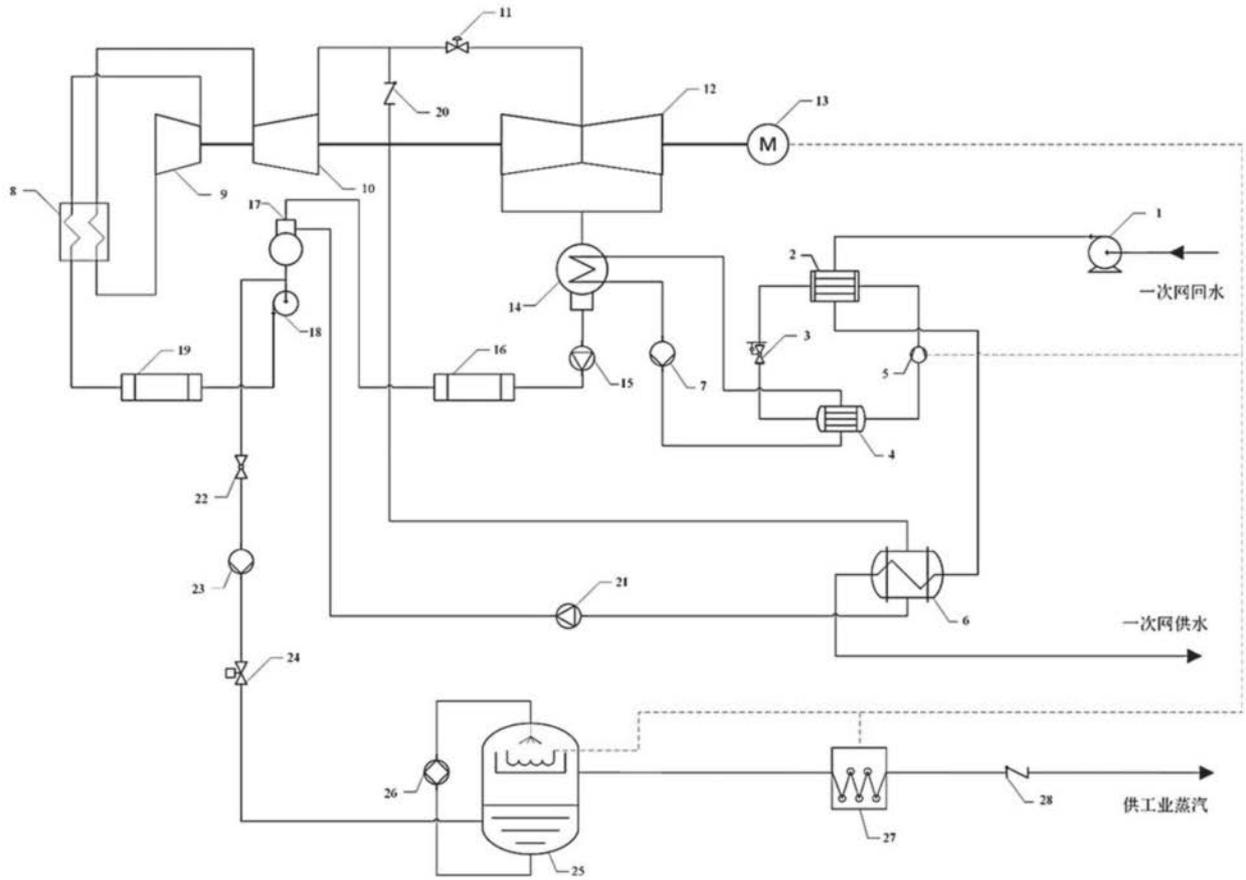


图1