



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102733956 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 08

(21) 申请号 201110086068. 2

(22) 申请日 2011. 04. 07

(73) 专利权人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路 11 号

(72) 发明人 金红光 韩巍 孙流莉

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
代理人 周国城

(56) 对比文件

US 2006260314 A1, 2006. 11. 23,
US 2010295306 A1, 2010. 11. 25,
US 2007157614 A1, 2007. 07. 12,
CN 1629463 A, 2005. 06. 22,
CN 101586879 A, 2009. 11. 25,
CN 101871440 A, 2010. 10. 27,
CN 101994569 A, 2011. 03. 30,

审查员 张祥

(51) Int. Cl.

F02C 6/18(2006. 01)

F01K 13/02(2006. 01)

F01K 19/00(2006. 01)

F01K 7/18(2006. 01)

F03G 6/06(2006. 01)

权利要求书2页 说明书7页 附图1页

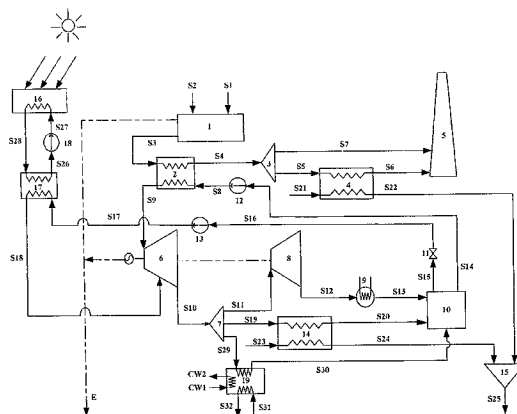
(54) 发明名称

一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法。天然气先进入燃气轮机发电机组发电, 排烟进入高压蒸汽发生器产生高压蒸汽, 高压蒸汽发生器排烟再进入烟气余热换热器加热采暖热水或直接排入烟囱。高压蒸汽发生器中产生的高压蒸汽和太阳能驱动的蒸汽发生器产生中压蒸汽分别注入高压段汽轮机的高压蒸汽入口和中压蒸汽入口, 高压段汽轮机的排汽既可进入汽水换热器加热采暖热水或驱动吸收式制冷机制冷, 也可进入低压段汽轮机继续膨胀做功。该系统既可热电联供或冷电联供, 也可单独发电, 既可将太阳能集成进入系统, 也可单独以天然气为燃料运行。本发明充分利用了太阳能资源, 实现化石能源与可再生能源的综合利用。

CN 102733956 B



1. 一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,该系统包括燃气轮机发电机组(1)、高压蒸汽发生器(2)、高压段汽轮机(6)、低压段汽轮机(8)、冷凝器(9)、太阳能集热器(16)和中压蒸汽发生器(17),其特征在于,该系统还包括:

烟气分流器(3)、烟气余热换热器(4)、烟囱(5)、蒸汽分流器(7)、水箱(10)、流量调节阀(11)、高压泵(12)、中压泵(13)、汽水换热器(14)、热水混合器(15)、导热油泵(18)和吸收式制冷机组(19)、其中,燃气轮机发电机组(1)依次与高压蒸汽发生器(2)热侧和烟气分流器(3)相连接,烟气分流器(3)分别与烟气余热换热器(4)热侧和烟囱(5)相连接,烟气余热换热器(4)热侧也与烟囱(5)相连接,高压蒸汽发生器(2)冷侧入口与高压泵(12)相连,出口依次连接高压段汽轮机(6)高压蒸汽入口和蒸汽分流器(7),蒸汽分流器(7)分别与低压段汽轮机(8)、汽水换热器(14)和吸收式制冷机组(19)相连接,低压段汽轮机(8)依次连接冷凝器(9)和水箱(10),汽水换热器(14)热侧出口和吸收式制冷机组(19)热侧出口分别与水箱(10)相连接,水箱出口分两路,一路连接高压泵(12),另一路依次连接流量调节阀(11)、中压泵(13)和中压蒸汽发生器(17),中压蒸汽发生器(17)冷侧出口和高压段汽轮机(6)中压蒸汽入口相连接;来自烟气余热换热器(4)冷侧和汽水换热器(14)冷侧的热水分别与热水混合器(15)相连接;导热油泵(18)连接于太阳能集热器(16)和中压蒸汽发生器(17)之间,使导热油在两者之间循环。

2. 根据权利要求1所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,其特征在于,所述高压段汽轮机(6)是多压式汽轮机,包含高压蒸汽入口和中压蒸汽入口,高压蒸汽入口与高压蒸汽发生器(2)冷侧出口相连接,中压蒸汽入口与中压蒸汽发生器(17)冷侧出口相连接。

3. 根据权利要求1所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,其特征在于,所述太阳能集热器(16)为太阳能集热装置,用于吸收太阳能热量将导热油加热,其进出口分别与导热油泵(18)出口和中压蒸汽发生器(17)的热侧进口相连接。

4. 根据权利要求1所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,其特征在于,所述烟气分流器(3)和蒸汽分流器(7)是流体分流设备,用于根据冷热负荷的大小调节分流比,即调节进入烟气余热换热器(4)的烟气量和进入汽水换热器(14)或吸收式制冷机组(19)的蒸汽量。

5. 根据权利要求1所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,其特征在于,所述流量调节阀(11)为流量调节设备,用于根据太阳辐照强度来调节进入中压蒸汽发生器(17)的水量。

6. 根据权利要求1所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,其特征在于,所述吸收式制冷机组(19)采用蒸汽吸收式制冷机,利用高压段汽轮机(6)排汽制冷,其驱动热源进出口分别与蒸汽分流器(7)出口之一及水箱(10)入口之一相连,冷冻水进出口分别与制冷回水管道和供水管道相连,冷却水进出口分别与冷却水供水管道和回水管道相连接。

7. 一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能方法,应用于权利要求1所述的系统,其特征在于,该方法包括:

燃料先进入燃气轮机发电机组(1)驱动其发电,排烟进入高压蒸汽发生器(2)产生高压蒸汽,高压蒸汽发生器(2)排烟进入烟气分流器(3),根据采暖负荷来调节进入烟气余热

换热器 (4) 的烟气量;高压蒸汽发生器 (2) 中产生的高压蒸汽和太阳能驱动的中压蒸汽发生器 (17) 产生的中压蒸汽分别注入高压段汽轮机 (6) 的高压蒸汽入口和中压蒸汽入口膨胀做功,带动发电机发电,高压段汽轮机 (6) 排汽进入蒸汽分流器 (7),根据冷热负荷大小调节进入吸收式制冷机组 (19)、汽水换热器 (14) 和低压段汽轮机 (8) 的蒸汽量;来自吸收式制冷机组 (19)、汽水换热器 (14) 或冷凝器 (9) 的冷凝水汇集到水箱 (10) 中,一部分由高压泵 (12) 输送进高压蒸汽发生器 (2),另一部分根据太阳辐照强度通过流量调节阀 (11) 来调节进入中压蒸汽发生器 (17) 的水量,进而调节太阳能在整个系统能源输入中的比例。

8. 根据权利要求 7 所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能方法,其特征在于,高压蒸汽发生器 (2) 排烟根据采暖负荷进行调节,没有采暖或采暖负荷较小时,烟气分流器 (3) 将较少部分烟气分流至烟气余热换热器 (4) 或全部直接排入烟囱 (5);采暖负荷较大时,烟气分流器 (3) 将较多或全部烟气分流至烟气余热换热器 (4)。

9. 根据权利要求 8 所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能方法,其特征在于,高压段汽轮机 (6) 排汽根据冷热负荷进行调节,没有冷热负荷时,排汽全部进入低压段汽轮机 (8);采暖负荷较小且烟气余热换热器 (4) 即可满足采暖要求时,排汽全部进入低压段汽轮机 (8),采暖负荷较大且烟气余热换热器 (4) 不能满足采暖要求时,蒸汽分流器 (7) 可根据需要分流部分或全部蒸汽进入汽水换热器 (14);有制冷负荷时,蒸汽分流器 (7) 可根据需要分流部分或全部蒸汽进入吸收式制冷机组 (19)。

10. 根据权利要求 8 所述的化石燃料与太阳能互补的分布式供能方法,其特征在于,当有太阳辐照时,流量调节阀 (11) 根据太阳辐照强度来调节进入太阳能加热系统中的中压蒸汽发生器 (17) 的水量,进而调节太阳能在整个能源输入中的比例;当没有太阳辐照时,可关闭此阀,单独运行天然气联合循环。

一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及能源技术领域,是一种集成了燃气蒸汽联合循环、太阳能热利用以及冷热电联供等关键能源系统技术的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法。

背景技术

[0002] 太阳能资源的特点是不稳定、不连续,能流密度低,因此单独利用太阳能供暖、制冷或发电都存在一些问题。当采用常规的太阳能利用方式来供暖或制冷时,能量供应不稳定,存在着太阳能资源不稳定、不连续与采暖、制冷需求相对稳定的矛盾;由于太阳能能流密度低,小型集热场聚集的太阳能量小,难以单独发电,而常规太阳能热发电系统常常存在发电量不稳定,变工况性能不佳的问题;当太阳辐照较低时,产生的蒸汽量不足,汽轮机难以经济运行。

[0003] 我国传统的发电方式是燃煤火电厂,不但能源利用效率低,约为 35%左右,而且还造成严重的环境污染,如温室气体效应、酸雨等。随着我国能源结构的不断调整,煤电所占的比例将逐步减小,而以天然气等优质能源为燃料的燃气电厂越来越受到重视。但研究与实践都表明,单纯的燃气电厂发电效率一般不超过 40%,而燃气-蒸汽联合循环的效率可以达到 50%~60%。

[0004] 传统的采暖主要是由燃气锅炉提供热量,虽然燃气锅炉的热效率能达到 90%,但从热力学角度来看,这种用能方式由于能量传递过程中品位不对口,因此所造成的火用损失很大,没有实现对优质能源的合理高效利用。而且使用天然气这种清洁能源成本很高,因为我国的气源在西部,而大多数用户集中在东部,长距离输送的成本高,再加上负荷不稳定和负荷峰谷差大,管网输配系统利润较高和还贷期较短,这些因素更造成了末端用户使用天然气成本的上升。天然气价格是煤价的 3 倍以上。科学合理的使用方式才能使天然气能够顺利的推广应用。因此,天然气的使用方式要能够提高利用效率,降低运行成本,和保持用气负荷的季节性均衡。分布式能源系统遵循“温度对口,梯级利用”原则,能够对能源进行合理利用。

[0005] 所谓分布式能源系统,是指分布在用户侧的能源梯级利用和可再生能源及资源综合利用设施,通过在现场对能源实现温度对口梯级利用,尽量减少中间输送环节的损失,实现对资源利用的最大化。主要形式有热电联产、冷电联产以及冷热电联产等。系统一般包括驱动系统、发电系统和控制系统三大子系统,以及供热系统、制冷系统、生活热水系统中的全部或部分子系统。

[0006] 分布式能源系统因其在安全可靠、能源效率高、环境友好、社会效益、经济性等方面出色的特点受到世界范围的广泛重视。但目前的分布式能源系统大多只是对动力余热的梯级利用,很少涉及到可再生能源的利用,而对于可再生能源比较丰富的地区,若能将其整合到分布式能源系统中,则可以减少对化石能源的消耗,同时提高整体能源利用效率。我国很多地区有着丰富的太阳能资源,却只被用于加热生活热水或采暖,缺乏有效的利用方式。若能将太阳能集成到联合循环系统中,使其产生适当参数的蒸汽先用于发电,再用于供暖

或制冷,则可以提高太阳能的利用效率,也可减少对天然气的消耗。

[0007] 在天然气与太阳能互补的分布式供能系统中太阳能作为辅助能源,在输送给汽轮机的蒸汽中,被太阳能加热的蒸汽只占总蒸汽量的一部分,因此太阳辐照波动对整个系统热力性能的影响并不大,在保证机组运行稳定性的前提下,尽可能多的利用太阳能。借助天然气和太阳能的互补利用,小规模太阳能集热装置产生的蒸汽可以通过更大容量汽轮机更高效地转化成电能,提高了太阳能热发电的经济性。

发明内容

[0008] (一) 要解决的技术问题

[0009] 有鉴于此,本发明的主要目的是提供一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法,通过采用集成了燃气蒸汽联合循环、太阳能热发电以及冷热电联供等关键能源系统技术的分布式供能系统,达到合理利用燃气轮机排烟余热和太阳能的目的。

[0010] (二) 技术方案

[0011] 为达到上述目的,本发明提供了一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统,其特征在于,该系统包括:燃气轮机发电机组 1、高压蒸汽发生器 2、烟气分流器 3、烟气余热换热器 4、烟囱 5、高压段汽轮机 6、蒸汽分流器 7、低压段汽轮机 8、冷凝器 9、水箱 10、流量调节阀 11、高压泵 12、中压泵 13、汽水换热器 14、热水混合器 15、太阳能集热器 16、中压蒸汽发生器 17、导热油泵 18 和吸收式制冷机组 19,其中燃气轮机发电机组 1 依次与高压蒸汽发生器 2 热侧和烟气分流器 3 相连接,烟气分流器 3 分别与烟气余热换热器 4 热侧和烟囱 5 相连接,烟气余热换热器 4 热侧也与烟囱 5 相连接,高压蒸汽发生器 2 冷侧入口与高压泵 12 相连,出口依次连接高压段汽轮机 6 高压蒸汽入口和蒸汽分流器 7,蒸汽分流器 7 分别与低压段汽轮机 8、汽水换热器 14 和吸收式制冷机组 19 相连接,低压段汽轮机 8 依次连接冷凝器 9 和水箱 10,汽水换热器 14 热侧出口和吸收式制冷机组 19 热侧出口分别与水箱 10 相连接,水箱出口分两路,一路连接高压泵 12,另一路依次连接流量调节阀 11、中压泵 13 和中压蒸汽发生器 17,中压蒸汽发生器 17 冷侧出口和高压段汽轮机 6 中压蒸汽入口相连接;来自烟气余热换热器 4 冷侧和汽水换热器 14 冷侧的热水分别与热水混合器 15 相连接;导热油泵 18 连接于太阳能集热器 16 和中压蒸汽发生器 17 之间,使导热油在两者之间循环。

[0012] 上述方案中,所述高压段汽轮机 6 是多压式汽轮机,包含高压蒸汽入口和中压蒸汽入口,高压蒸汽入口与高压蒸汽发生器 2 冷侧出口相连接,中压蒸汽入口与中压蒸汽发生器 17 冷侧出口相连接。

[0013] 上述方案中,所述太阳能集热器 16 为太阳能集热装置,用于吸收太阳能热量将导热油加热,其进出口分别与导热油泵 18 出口和中压蒸汽发生器 17 的热侧进口相连接。

[0014] 上述方案中,所述烟气分流器 3 和蒸汽分流器 7 是流体分流设备,用于根据冷热负荷的大小调节分流比,即调节进入烟气余热换热器 4 的烟气量和进入汽水换热器 14 或吸收式制冷机组 19 的蒸汽量。

[0015] 上述方案中,所述流量调节阀 11 为流量调节设备,用于根据太阳辐照强度来调节进入中压蒸汽发生器 17 的水量。

[0016] 上述方案中,所述吸收式制冷机组 19 采用蒸汽吸收式制冷机,利用高压段汽轮机 6 排汽制冷,其驱动热源进出口分别与蒸汽分流器 7 出口之一及水箱 10 入口之一相连,冷冻

水进出口分别与制冷回水管道和供水管道相连,冷却水进出口分别与冷却水供水管道和回水管道相连接。

[0017] 为达到上述目的,本发明还提供了一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能方法,该方法包括:燃料先进入燃气轮机发电机组 1 驱动其发电,排烟进入高压蒸汽发生器 2 产生高压蒸汽,高压蒸汽发生器 2 排烟进入烟气分流器 3,根据采暖负荷来调节进入烟气余热换热器 4 的烟气量;高压蒸汽发生器 2 中产生的高压蒸汽和太阳能驱动的中压蒸汽发生器 17 产生的中压蒸汽分别注入高压段汽轮机 6 的高压蒸汽入口和中压蒸汽入口膨胀做功,带动发电机发电,高压段汽轮机 6 排汽进入蒸汽分流器 7,根据冷热负荷大小调节进入吸收式制冷机组 19、汽水换热器 14 和低压段汽轮机 8 的蒸汽量;来自吸收式制冷机组 19、汽水换热器 14 或冷凝器 9 的冷凝水汇集到水箱 10 中,一部分由高压泵 12 输送进高压蒸汽发生器 2,另一部分根据太阳辐照强度通过流量调节阀 11 来调节进入中压蒸汽发生器 17 的水量,进而调节太阳能在整个系统能源输入中的比例。

[0018] 上述方案中,高压蒸汽发生器 2 排烟根据采暖负荷进行调节,没有采暖或采暖负荷较小时,烟气分流器 3 将较少部分烟气分流至烟气余热换热器 4 或全部直接排入烟囱 5;采暖负荷较大时,烟气分流器 3 将较多或全部烟气分流至烟气余热换热器 4。

[0019] 上述方案中,高压段汽轮机 6 排汽根据冷热负荷进行调节,没有冷热负荷时,排汽全部进入低压段汽轮机 8;采暖负荷较小且烟气余热换热器 4 即可满足采暖要求时,排汽全部进入低压段汽轮机 8,采暖负荷较大且烟气余热换热器 4 不能满足采暖要求时,蒸汽分流器 7 可根据需要分流部分或全部蒸汽进入汽水换热器 14;有制冷负荷时,蒸汽分流器 7 可根据需要分流部分或全部蒸汽进入吸收式制冷机组 19。

[0020] 上述方案中,当有太阳辐照时,流量调节阀 11 根据太阳辐照强度来调节进入太阳能加热系统中的中压蒸汽发生器 17 的水量,进而调节太阳能在整个能源输入中的比例;当没有太阳辐照时,可关闭此阀,单独运行天然气联合循环。

[0021] (三)有益效果

[0022] 从以上技术方案可以看出,本发明具有以下有益效果:

[0023] 1、本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法,通过高压蒸汽发生器和烟气余热换热器,充分回收了燃机排烟余热,不但提高了能源利用效率,同时也减少了对环境的热污染,达到了合理利用燃气轮机排烟余热和太阳能的目的。

[0024] 2、本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法,通过太阳能集热装置和蒸汽发生装置,利用太阳能产生中压蒸汽进入多压式汽轮机,与单独的小型集热场聚集的太阳能热发电相比,本发明所提系统通过更大容量汽轮机将太阳能更高效地转化成电能,实现了太阳能的高效利用,以及化石能源与可再生能源互补的供能方式。

[0025] 3、本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法,采用双段汽轮机,即高压段和低压段,其中高压段汽轮机为多压式汽轮机,以适应燃气轮机排烟余热驱动的高压蒸汽发生器和太阳能驱动的中压蒸汽发生装置所产生的不同参数的蒸汽;高压段汽轮机排汽既可以进入低压段汽轮机继续膨胀做功,也可以进入汽水换热器加热采暖热水或进入吸收式制冷机组制冷,提高了热电比或冷电比的可调性。

[0026] 4、本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法,既可以热电联供或冷电联供,也可以单独发电,既可以天然气与太阳能互补运行,也可以单独以天然气联

合循环方式运行。

[0027] 5、本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统及方法，采暖负荷先由高压蒸汽发生器排烟提供，当此部分热量不能满足时，不能满足的部分再由高压段汽轮机排汽提供。

附图说明

[0028] 图 1 是本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统的示意图。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

[0030] 图 1 是本发明提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统的示意图。其中 S1 至 S32 表示系统中的各股物流，CW1 和 CW2 表示冷却水。主要设备包括燃气轮机发电机组 1、高压蒸汽发生器 2、烟气分流器 3、烟气余热换热器 4、烟囱 5、高压段汽轮机 6、蒸汽分流器 7、低压段汽轮机 8、冷凝器 9、水箱 10、流量调节阀 11、高压泵 12、中压泵 13、汽水换热器 14、热水混合器 15、太阳能集热器 16、中压蒸汽发生器 17、导热油泵 18 和吸收式制冷机组 19。其中燃气轮机发电机组 1 依次与高压蒸汽发生器 2 热侧和烟气分流器 3 相连接，烟气分流器 3 分别与烟气余热换热器 4 热侧和烟囱 5 相连接，烟气余热换热器 4 热侧也与烟囱 5 相连接，高压蒸汽发生器 2 冷侧入口与高压泵 12 相连，出口依次连接高压段汽轮机 6 高压蒸汽入口和蒸汽分流器 7，蒸汽分流器 7 分别与低压段汽轮机 8、汽水换热器 14 和吸收式制冷机组 19 相连接，低压段汽轮机 8 依次连接冷凝器 9 和水箱 10，汽水换热器 14 热侧出口和吸收式制冷机组 19 热侧出口分别与水箱 10 相连接，水箱出口分两路，一路连接高压泵 12，另一路依次连接流量调节阀 11、中压泵 13 和中压蒸汽发生器 17，中压蒸汽发生器 17 冷侧出口和高压段汽轮机 6 中压蒸汽入口相连接。来自烟气余热换热器 4 冷侧和汽水换热器 14 冷侧的热水分别与热水混合器 15 相连接。导热油泵 18 连接于太阳能集热器 16 和中压蒸汽发生器 17 之间，使导热油在两者之间循环。

[0031] 具体流程为：燃料 S1 和空气 S2 先进入燃气轮机发电装置中的燃烧室燃烧，驱动发电机发电，排烟 S3 进入高压蒸汽发生器 2，将来自高压泵 12 的给水 S8 蒸发过热形成高压过热蒸汽 S9，S9 进入多压式汽轮机 6 的高压蒸汽入口并在其中膨胀做功，高压蒸汽发生器排烟 S4 进入烟气分流器 3，根据采暖负荷大小调节进入烟气余热换热器 4 的烟气流量 S5，最后排入烟囱 5；太阳能集热装置 16 将太阳热能转化为导热油的热能，高温导热油 S28 进入中压蒸汽发生器 17 将来自中压泵 13 的给水 S17 蒸发过热形成中压过热蒸汽 S18，S18 进入多压式汽轮机 6 的中压蒸汽入口并在其中膨胀做功，低温导热油 S26 由导热油泵 18 输送至太阳能集热器 16 吸收太阳热能；多压式汽轮机 6 的排汽 S10 进入蒸汽分流器 7，根据热负荷或冷负荷大小调节进入汽水换热器 14、吸收式制冷机 19 或低压段汽轮机 8 的蒸汽量；低压段汽轮机 8 的排汽 S12 进入冷凝器 9 冷凝，冷凝水 S13 与汽水换热器 14 的冷凝水 S20 或吸收式制冷机的冷凝水 S30 汇集于水箱 10，一部分由高压泵 12 输送至高压蒸汽发生器 2，另一部分根据太阳辐照强度由流量调节阀 11 控制流量，由中压泵 13 加压后输送至中压蒸汽发生器。

[0032] 本发明还提供了一种化石燃料与太阳能互补的分布式供能方法,该方法采用燃气蒸汽联合循环、太阳能热发电和冷热电联供等高效能源系统技术。将燃料燃烧产生的热能分为高温段、中温段和低温段,分别采用燃气轮机、高压蒸汽发生器和汽轮机以及烟气余热换热器来进行梯级利用,同时将太阳能加热产生的中压蒸汽送入多压式汽轮机,通过更大容量汽轮机将太阳能更高效的转化为电能,实现了太阳能的高效利用。高压段汽轮机排汽可根据热电负荷比或冷电负荷比进行合理分配,以满足不同负荷要求。通过水箱和流量调节阀,来根据太阳辐照强度的变化调节进入中压蒸汽发生器的水量,进而调节太阳能在整个系统能源输入中的比例。

[0033] 该方法包括:燃料先进入燃气轮机发电机组 1 驱动其发电,排烟进入高压蒸汽发生器 2 产生高压蒸汽,高压蒸汽发生器 2 排烟进入烟气分流器 3,根据采暖负荷来调节进入烟气余热换热器 4 的烟气量。高压蒸汽发生器 2 中产生的高压蒸汽和太阳能驱动的中压蒸汽发生器 17 产生的中压蒸汽分别注入高压段汽轮机 6 的高压蒸汽入口和中压蒸汽入口膨胀做功,带动发电机发电,高压段汽轮机 6 排汽进入蒸汽分流器 7,根据冷热负荷大小调节进入吸收式制冷机组 19、汽水换热器 14 和低压段汽轮机 8 的蒸汽量。来自吸收式制冷机组 19、汽水换热器 14 或冷凝器 9 的冷凝水汇集到水箱 10 中,一部分由高压泵 12 输送进高压蒸汽发生器 2,另一部分根据太阳辐照强度通过流量调节阀 11 来调节进入中压蒸汽发生器 17 的水量,进而调节太阳能在整个系统能源输入中的比例。

[0034] 下面以一个具体例子来说明。某地有丰富的天然气资源和太阳能资源,同时有较长的采暖期和供冷期,有利于采用本发明所提供的化石燃料与太阳能互补的分布式供能系统。

[0035] 采用本发明所提供的化石能源与太阳能互补的分布式供能系统作为本建筑的能源供应系统,来满足所有冷热负荷和部分电力负荷。可采用方案的主要设备及参数如表 1 所示。该系统各项热力性能参数如表 2 所示。

设备	数量	参数
燃气轮机发电机组	1	发电功率：15000 kW/台 发电效率：35.2% 燃料耗量：4261 Nm ³ /h·台 排烟温度：495℃
高压蒸汽发生器	1	产汽量：23.5t/h 蒸汽参数：3.43MPa、435℃ 排烟温度：170℃
高压段汽轮机	1	发电功率：3000 kW/台 高压进汽参数：3.43MPa、435℃ 中压进汽参数：1.275MPa、340℃ 排汽参数：0.4MPa
[0036] 低压段汽轮机	1	发电功率：4100 kW/台 进汽参数：0.4MPa、250℃ 排汽参数：0.007MPa
烟气余热换热器	1	换热功率：4000 kW 采暖热水供回水温度：90/70℃
汽水换热器	1	换热功率：19000 kW 采暖热水供回水温度：90/70℃
吸收式制冷机	10	制冷量：2470kW/台 冷冻水供回水温度：7/12℃ COP：1.3
太阳能集热器	1	集热面积：1.3 万 m ² 额定集热量：5200kW
中压蒸汽发生器	1	产汽量：6.5t/h 蒸汽参数：1.275MPa、340℃

[0037] 表 1

运行方式	纯发电		热电联供		冷电联供	
	互补运行	单独运行	互补运行	单独运行	互补运行	单独运行
燃气轮机发电量, kW	15000	15000	15000	15000	15000	15000
高压段汽轮机发电量, kW	2980	2600	2980	2600	2980	2600
低压段汽轮机发电量, kW	4100	3200	-	-	-	-
系统自耗电, kW	2000	2000	2400	2400	2400	2400
净发电, kW	20080	18800	15580	15200	15580	15200
供暖量 (最大), kW	-	-	23000	14880	-	-
供冷量 (最大), kW	-	-	-	-	24700	19350
运行时间, h	675	2025	648	1944	648	1944

[0038] 表 2

[0040] 该系统春秋季节纯发电模式运行时间为 2700 小时, 其中与太阳能互补运行 675 小时, 天然气单独运行 2025 小时; 冬季热电联供模式运行时间为 2592 小时, 其中与太阳能互补运行 648 小时, 天然气单独运行 1944 小时; 夏季冷电联供模式运行时间为 2592 小时, 其中与太阳能互补运行 648 小时, 天然气单独运行 1944 小时。

[0041] 全年总供电量为 13091.3 万 kWh, 总供暖量为 15.8 万 GJ, 总供冷量为 19.3 万 GJ。全年天然气消耗量为 3359 万 Nm³ (低位发热量 8600kcal/Nm³)。

[0042] 为了更好的说明本方面所提系统的优越性, 将本系统与分产系统进行性能比较, 即电力从电网购买, 效率为 32.8%, 供暖采用燃气锅炉, 效率为 90%, 制冷采用电压压缩式制冷, COP 为 5。在与分产系统相同产出的情况下, 分产系统共需消耗热量 173 万 GJ, 折合天然气 4801 万 Nm³。由此可以看出, 本系统节能率可以达到 30%。

[0043] 以上所述的具体实施例, 对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明, 所应理解的是, 以上所述仅为本发明的具体实施例而已, 并不用于限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内, 所做的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

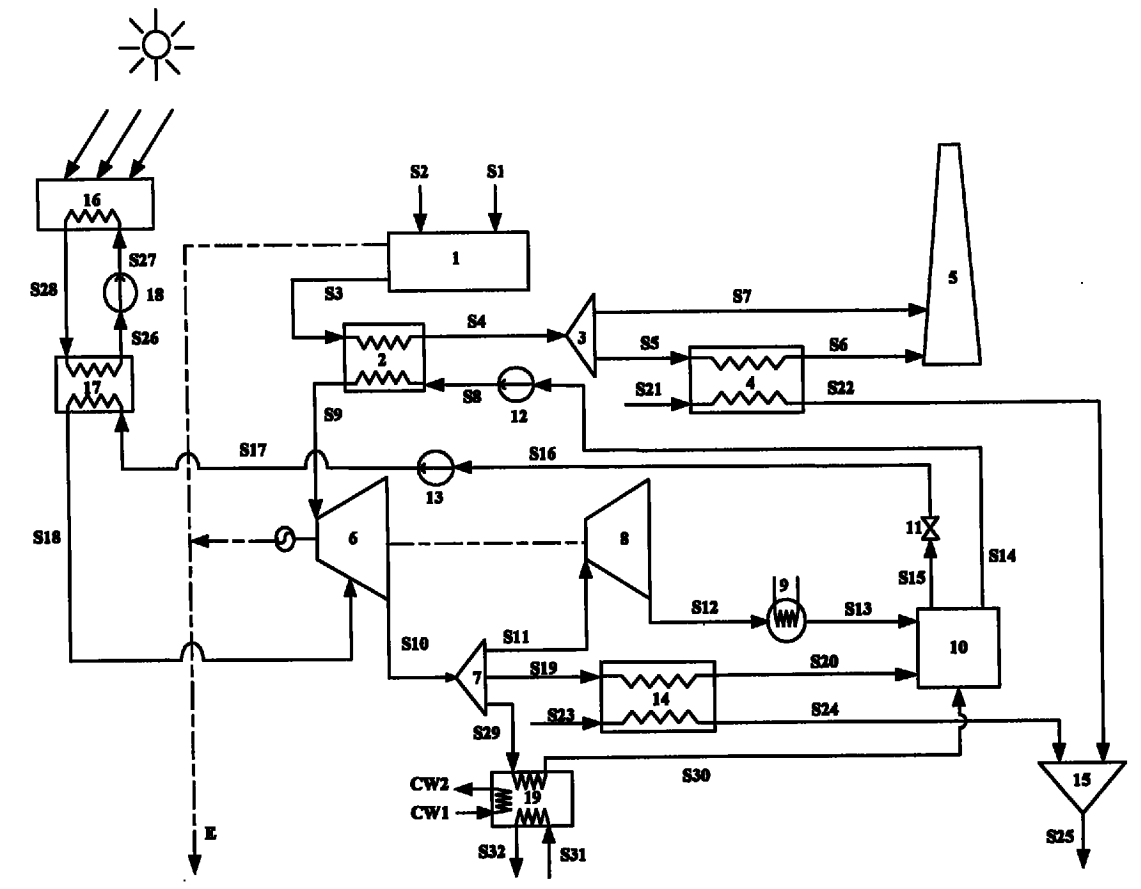


图 1