



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106089340 A

(43)申请公布日 2016. 11. 09

(21)申请号 201610598813.4

(22)申请日 2016.07.26

(71)申请人 康达新能源设备股份有限公司

地址 523000 广东省东莞市寮步镇塘唇青年路

(72)发明人 赵华平 沈剑山 周福云 赵文泽
贺冬枚

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 舒丁

(51)Int.Cl.

F01K 11/02(2006.01)

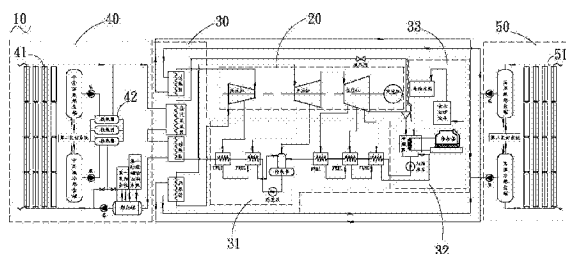
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统

(57)摘要

本发明涉及一种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,包括:汽轮发电机组、连接汽轮发电机组的汽水循环系统,以及分别连接汽水循环系统的中高温导热油系统和高温熔盐系统;上述槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其由中高温导热油系统和高温熔盐系统结合而成。中高温导热油系统通过导热油传热以加热预热器与蒸汽发生器产生饱和蒸汽。高温熔盐系统通过熔盐传热以加热过热器与再热器产生高品质的过热蒸汽以驱动汽轮发电机组。其优点是:提高了中高温槽式太阳能发电系统的蒸汽品质,降低了高温槽式太阳能热发电系统的热损,提高了槽式太阳能发电系统的热发电效率,降低了槽式太阳能热发电站的初始投资成本和运营维护成本。



1. 一种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,包括:汽轮发电机组、连接所述汽轮发电机组的汽水循环系统,以及分别连接所述汽水循环系统的中高温导热油系统和高温熔盐系统;

所述汽轮发电机组包括:依次连接的高压缸、中压缸、低压缸以及发电机;

所述汽水循环系统包括:再热器、预热器、蒸汽发生器、过热器、汽水循环换热机组、冷凝系统和补水系统;所述再热器连接所述汽轮机的中压缸;所述预热器、所述蒸汽发生器和所述过热器依次连接;所述预热器连接所述汽水循环换热机组;所述过热器连接所述汽轮机的高压缸;所述汽水循环换热机组分别连接所述高压缸、所述中压缸以及所述低压缸;所述冷凝系统分别连接所述蒸汽发生器、所述低压缸以、所述补水系统及所述汽水循环换热机组;

所述中高温导热油系统包括:第一太阳能集热器、膨胀罐、导热油/熔盐换热系统以及熔盐储热系统;所述第一太阳能集热器的输入端连接所述膨胀罐的输出端;所述第一太阳能集热器的输出端连接所述蒸汽发生器;所述膨胀罐的输入端连接所述预热器;所述导热油/熔盐换热系统连接在所述第一太阳能集热器的输出端与输入端之间;所述熔盐储热系统连接所述导热油/熔盐换热系统;

所述高温熔盐系统包括:第二太阳能集热器、高温热熔盐罐和高温冷熔盐罐;所述第二太阳能集热器的输入端连接所述高温冷熔盐罐的输出端;所述第二太阳能集热器的输出端连接所述高温热熔盐罐的输入端;所述高温冷熔盐罐的输入端分别连接所述过热器和所述再热器;所述高温热熔盐罐的输出端分别连接所述过热器和所述再热器;所述高温热熔盐罐与所述高温冷熔盐罐连接。

2. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,所述汽水循环换热机组包括:依次连接的第一低压段换热器、第二低压段换热器、第三低压段换热器、前置泵、除氧器、第一高压段换热器以及第二高压段换热器;所述第一低压段换热器分别连接所述冷凝系统和所述低压缸;所述第二低压段换热器连接所述低压缸;所述第三低压段换热器连接所述低压缸;所述除氧器分别连接所述中压缸和所述第一高压段换热器;所述第一高压段换热器连接所述中压缸;所述第二高压段换热器分别连接所述高压缸和所述预热器。

3. 根据权利要求2所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,所述补水系统包括:软水处理设备和补给水箱;所述冷凝系统包括:冷凝器、冷却塔和凝结水泵;所述软水处理设备、所述补给水箱、所述冷凝器和所述凝结水泵依次连接;所述冷凝器分别连接所述蒸汽发生器、所述低压缸以及所述冷却塔;所述凝结水泵连接所述第一低压段换热器。

4. 根据权利要求3所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,所述冷凝器和所述再热器之间设有减压阀。

5. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,所述第一太阳能集热器为中高温太阳能集热阵列。

6. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,所述膨胀罐具有第一防凝辅助加热系统和第一氮封系统。

7. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其特征在于,所述

熔盐储热系统包括：依次连接的中高温热熔盐罐、第二氮封系统和中高温冷熔盐罐；所述中高温热熔盐罐连接所述导热油/熔盐换热系统；所述中高温冷熔盐罐连接所述导热油/熔盐换热系统。

8. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统，其特征在于，所述导热油/熔盐换热系统为换热器阵列。

9. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统，其特征在于，所述第二太阳能集热器为高温太阳能集热阵列。

10. 根据权利要求1所述的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统，其特征在于，所述高温热熔盐罐和所述高温冷熔盐罐之间设有第二防凝辅助加热系统和第三氮封系统。

槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能发电技术领域,特别是涉及一种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统。

背景技术

[0002] 随着经济的发展和社会的进步,人们对能源提出越来越高的要求,寻找新能源成为当前人类面临的迫切课题。太阳能是人类开发的一种新能源,其主要分为太阳能光伏发电和太阳能光热发电。其中,太阳能光热发电是先将太阳能转化为热能,热能再转化为机械能,机械能转化为电能。目前,槽式太阳能热发电系统是太阳能光热发电方式中比较常见的方式之一,在美国、西班牙等国家已有比较成熟的商业电站,但在国内还处于示范阶段。相比光伏电站,配有储热系统的槽式太阳能热发电系统的优势在于能够输出稳定的电能,根据设计要求甚至可实现24小时输出稳定的电能,在如今弃风、弃光比较严重的地区起到很好的调峰作用。该槽式太阳能热发电系统由集热系统、热传输与热交换系统、发电系统、储热系统以及辅助加热系统组成。集热系统由集热器、反射器、集热管、追日系统等核心部件组成。该槽式太阳能热发电系统的发电原理为:直射的太阳光被反射镜反射聚焦在处于槽式抛物面集热器的焦线上,聚焦的阳光被安装在焦线处的集热管吸收加热流经集热管的传热介质,传热介质与水进行热交换产生蒸汽,蒸汽驱动汽轮机组发电。现如今建设的槽式太阳能热发电系统一般也都是由以上几大系统组成。差别在于:

[0003] 1、集热系统是采用中高温系统(393℃)还是高温系统(550℃);

[0004] 2、热传输系统是采用导热油还是熔盐;

[0005] 3、发电系统的汽轮机是采用390℃以下的过热蒸汽还是540℃以下的过热蒸汽,温度越高压力越大汽轮机的朗肯循环效率越高;

[0006] 4、有没有储热系统(一般商业电站均有储热系统只有极少数没有储热系统)。

[0007] 目前,建成或在建的槽式太阳能热发电系统的集热系统和热传输系统及储热系统一般采用以下两种方式:

[0008] 1、中高温槽式太阳能热发电系统:集热系统采用中高温系统,热传输介质采用导热油,储热系统采用双罐间接储热方式。这种方式的优势在于导热油易流动、系统热损小、防凝系统设置简单。缺点在于只能提供10MPa/380℃/380℃过热蒸汽汽轮机朗肯循环效率只能达到38%-40%;导热油回路压力较大;储能成本较高。

[0009] 2、高温槽式太阳能热发电系统:集热系统采用高温系统,热传输介质采用熔盐,储热系统采用双罐直接储热方式。这种方式的优势在于可提供14MPa或16.7MPa/535℃/535℃高参数过热蒸汽,从而可以选用高参数的汽轮机组,汽轮机朗肯循环效率可达41%-43%;系统压力低;储能成本相对较低。缺点在于集热回路及主管路的热损较大,防凝系统设置复杂。

发明内容

[0010] 基于此,提供一种提高热发电效率和减少系统热损的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统。

[0011] 一种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,包括:汽轮发电机组、连接汽轮发电机组的汽水循环系统,以及分别连接汽水循环系统的中高温导热油系统和高温熔盐系统;

[0012] 汽轮发电机组包括:依次连接的高压缸、中压缸、低压缸以及发电机;

[0013] 汽水循环系统包括:再热器、预热器、蒸汽发生器、过热器、汽水循环换热机组、冷凝系统和补水系统;再热器连接高压缸;预热器、蒸汽发生器和过热器依次连接;预热器连接汽水循环换热机组;过热器连接高压缸;汽水循环换热机组分别连接高压缸、中压缸以及低压缸;冷凝系统分别连接蒸汽发生器、低压缸、补水系统以及汽水循环换热机组;

[0014] 中高温导热油系统包括:第一太阳能集热器、膨胀罐、导热油/熔盐换热系统以及熔盐储热系统;第一太阳能集热器的输入端连接膨胀罐的输出端;第一太阳能集热器的输出端连接蒸汽发生器;膨胀罐的输入端连接预热器;导热油/熔盐换热系统连接在第一太阳能集热器的输出端与输入端之间;熔盐储热系统连接导热油/熔盐换热系统;

[0015] 高温熔盐系统包括:第二太阳能集热器、高温热熔盐罐和高温冷熔盐罐;第二太阳能集热器的输入端连接高温冷熔盐罐的输出端;第二太阳能集热器的输出端连接高温热熔盐罐的输入端;高温冷熔盐罐的输入端分别连接过热器和再热器;高温热熔盐罐的输出端分别连接过热器和再热器;高温热熔盐罐与高温冷熔盐罐连接。

[0016] 上述槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统,其由中高温导热油系统和高温熔盐系统结合而成。中高温导热油系统通过导热油传热以加热预热器与蒸汽发生器产生饱和蒸汽。高温熔盐系统通过熔盐传热以加热过热器与再热器产生高品位的过热蒸汽以驱动汽轮发电机组。这种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统与传统的中高温槽式太阳能热发电系统、高温槽式太阳能热发电系统相比,其优点是:提高了中高温槽式太阳能发电系统的蒸汽品质,降低了高温槽式太阳能热发电系统的热损,提高了槽式太阳能发电系统的热发电效率,降低了槽式太阳能热发电站的初始投资成本和运营维护成本。

[0017] 在其中一个实施例中,汽水循环换热机组包括:依次连接的第一低压段换热器、第二低压段换热器、第三低压段换热器、前置泵、除氧器、第一高压段换热器以及第二高压段换热器;第一低压段换热器分别连接冷凝系统和低压缸;第二低压段换热器连接低压缸;第三低压段换热器连接低压缸;除氧器分别连接中压缸和第一高压段换热器;第一高压段换热器连接中压缸;第二高压段换热器分别连接高压缸和预热器。

[0018] 在其中一个实施例中,补水系统包括:软水处理设备和补给水箱;冷凝系统包括:冷凝器、冷却塔和凝结水泵;软水处理设备、补给水箱、冷凝器和凝结水泵依次连接;冷凝器分别连接蒸汽发生器、低压缸以及冷却塔;凝结水泵连接第一低压段换热器。

[0019] 在其中一个实施例中,冷凝器和再热器之间设有减压阀。

[0020] 在其中一个实施例中,第一太阳能集热器为中高温太阳能集热阵列。

[0021] 在其中一个实施例中,膨胀罐具有第一防凝辅助加热系统和第一氮封系统。

[0022] 在其中一个实施例中,熔盐储热系统包括:依次连接的中高温热熔盐罐、第二氮封系统和高温冷熔盐罐;中高温热熔盐罐连接导热油/熔盐换热系统;中高温冷熔盐罐连接导热油/熔盐换热系统。

- [0023] 在其中一个实施例中,导热油/熔盐换热系统为换热器阵列。
- [0024] 在其中一个实施例中,第二太阳能集热器为高温太阳能集热阵列。
- [0025] 在其中一个实施例中,高温热熔盐罐和高温冷熔盐罐之间设有第二防凝辅助加热系统和第三氮封系统。

附图说明

- [0026] 图1为本发明一种实施例的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统的示意图;
- [0027] 附图中各标号的含义为:
- [0028] 10-槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统;
- [0029] 20-汽轮发电机组,21-高压缸,22-中压缸,23-低压缸,24-发电机;
- [0030] 30-汽水循环系统,31-汽水循环换热机组,32-补水系统,33-冷凝系统;
- [0031] 40-中高温导热油系统,41-第一太阳能集热器,42-导热油/熔盐换热机组;
- [0032] 50-高温熔盐系统,51-第二太阳能集热器。

具体实施方式

[0033] 为能进一步了解本发明的特征、技术手段以及所达到的具体目的、功能,解析本发明的优点与精神,藉由以下结合附图与具体实施方式对本发明的详述得到进一步的了解。

[0034] 如图1所示,为本发明一种实施例的槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统10的示意图。

[0035] 该种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统10,包括:汽轮发电机组20、连接汽轮发电机组20的汽水循环系统30,以及分别连接汽水循环系统30的中高温导热油系统40和高温熔盐系统50。

[0036] 该汽轮发电机组20包括:依次连接的高压缸、中压缸、低压缸以及发电机。

[0037] 该汽水循环系统30包括:再热器、预热器、蒸汽发生器、过热器、汽水循环换热机组31、补水系统32和冷凝系统33。再热器连接高压缸。预热器、蒸汽发生器和过热器依次连接。预热器连接汽水循环换热机组。过热器连接高压缸。汽水循环换热机组31分别连接高压缸、中压缸以及低压缸。冷凝系统33分别连接蒸汽发生器、低压缸以及汽水循环换热机组。其中,汽水循环换热机组21包括:依次连接的第一低压段换热器、第二低压段换热器、第三低压段换热器、前置泵、除氧器、第一高压段换热器以及第二高压段换热器。第一低压段换热器分别连接冷凝系统33和低压缸。第二低压段换热器连接低压缸。第三低压段换热器连接低压缸。除氧器分别连接中压缸和第一高压段换热器。第一高压段换热器连接中压缸。第二高压段换热器分别连接高压缸和预热器。补水系统32包括:软水处理设备和补给水箱。冷凝系统33包括:冷凝器、冷却塔和凝结水泵。软水处理设备、补给水箱、冷凝器和凝结水泵依次连接。冷凝器分别连接蒸汽发生器、低压缸以及冷却塔。凝结水泵连接第一低压段换热器。冷凝器和再热器之间设有减压阀。为了便于标示,图1中的第一低压段换热器、第二低压段换热器、第三低压段换热器、第一高压段换热器、第二高压段换热器依次标示为FWH6、FWH5、FWH4、FWH3、FWH2、FWH1。

[0038] 该中高温导热油系统40包括:第一太阳能集热器41、膨胀罐、导热油/熔盐换热系统42以及熔盐储热系统。第一太阳能集热器41的输入端连接膨胀罐的输出端。第一太阳能

集热器41的输出端连接蒸汽发生器。膨胀罐的输入端连接预热器。导热油/熔盐换热系统42连接在第一太阳能集热器41的输出端与输入端之间。熔盐储热系统连接导热油/熔盐换热系统42。其中,第一太阳能集热器41为若干中高温槽式太阳能集热器组成的太阳能集热阵列。膨胀罐具有第一防凝辅助加热系统和第一氮封系统。熔盐储热系统包括:依次连接的中高温热熔盐罐、第二氮封系统和高温冷熔盐罐。中高温热熔盐罐连接导热油/熔盐换热系统42。中高温冷熔盐罐连接导热油/熔盐换热系统42。导热油/熔盐换热系统42为换热器阵列。

[0039] 该高温熔盐系统50包括:第二太阳能集热器51、高温热熔盐罐和高温冷熔盐罐。第二太阳能集热器51的输入端连接高温冷熔盐罐的输出端。第二太阳能集热器51的输出端连接高温热熔盐罐的输入端。高温冷熔盐罐的输入端分别连接过热器和再热器。高温热熔盐罐的输出端分别连接过热器和再热器。高温热熔盐罐与高温冷熔盐罐连接。其中,第二太阳能集热器51为若干高温槽式太阳能集热器组成的太阳能集热阵列。高温热熔盐罐和高温冷熔盐罐之间设有第二防凝辅助加热系统(图未示)和第三氮封系统。

[0040] 补充说明的是,在本实施例中,膨胀罐输出端口和中高温热熔盐罐、中高温冷熔盐罐、高温热熔盐罐以及高温冷熔盐罐的罐体上均安装了泵以辅助液体的输入和输出。

[0041] 工作原理:

[0042] 对于中高温导热油系统40:有太阳时,膨胀罐中的导热油(293℃)通过泵输入到第一太阳能集热器41,导热油被第一太阳能集热器41加热到393℃,然后一部分导热油依次进入蒸汽发生器、预热器与高压热水换热产生高压蒸汽,换热后导热油温度降至293℃进入膨胀罐;另外一部分导热油进入导热油/熔盐换热系统42与冷熔盐(280℃~290℃)换热将热量储存在中高温热熔盐罐中,换热后导热油温度降至293℃进入膨胀罐。没太阳时,膨胀罐中的导热油通过泵进入导热油/熔盐换热系统42与热熔盐(380℃~390℃)换热,导热油被加热至393℃,然后依次进入蒸汽发生器、预热器与高压热水换热产生高压蒸汽,换热后导热油温度降至293℃进入膨胀罐。

[0043] 对于高温熔盐系统50:有太阳时,高温冷熔盐罐中的熔盐(350℃)通过泵输入到第二太阳能集热器51,熔盐被第二太阳能集热器51加热到550℃后进入高温热熔盐罐,一部分热熔盐被储存起来,一部分热熔盐分别进入过热器和再热器产生过热蒸汽和再热蒸汽用于发电,熔盐温度将降至350℃进入高温冷融盐罐。没太阳时,高温热熔盐罐中储存的热熔盐通过泵分别进入过热器和再热器产生过热蒸汽和再热蒸汽用于发电,熔盐温度将降至350℃进入高温冷融盐罐。

[0044] 对于汽水循环系统30:高压热水依次进入预热器、蒸汽发生器与中高温系统中的导热油换热产生高压饱和蒸汽,饱和蒸汽进入过热器与高温系统中的熔盐换热产生高压过热蒸汽,高压过热蒸汽依次进入汽轮发电机组20的高压缸、再热器、中压缸、低压缸带动发电机的叶轮产生机械能然后发电,低压缸末端的低压蒸汽进入冷凝器冷却成凝结水然后与补水系统32中补水一起通过凝结水泵依次进入第一低压段换热器(FWH6)、第二低压段换热器(FWH5)、第三低压段换热器(FWH4)与从低压缸中抽出的蒸汽换热,然后进入除氧器脱氧,再通过前置泵依次进入第一高压段换热器(FWH2)、第二高压段换热器(FWH1)与从汽轮发电机组20中抽出的蒸汽换热成为高压热水。

[0045] 上述槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统10,其由中高温导热油系统40和高

温熔盐系统50结合而成。中高温导热油系统40通过导热油传热以加热预热器32与蒸汽发生器33产生饱和蒸汽。高温熔盐系统50通过熔盐传热以加热过热器34与再热器31产生高品位的过热蒸汽以驱动汽轮发电机组20。这种槽式太阳能导热油与熔盐混合热发电系统10与传统的中高温槽式太阳能热发电系统、高温槽式太阳能热发电系统相比,其优点是:提高了中高温槽式太阳能发电系统的蒸汽品质,降低了高温槽式太阳能热发电系统的热损,提高了槽式太阳能发电系统的热发电效率,降低了槽式太阳能热发电站的初始投资成本和运营维护成本。

[0046] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0047] 以上实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

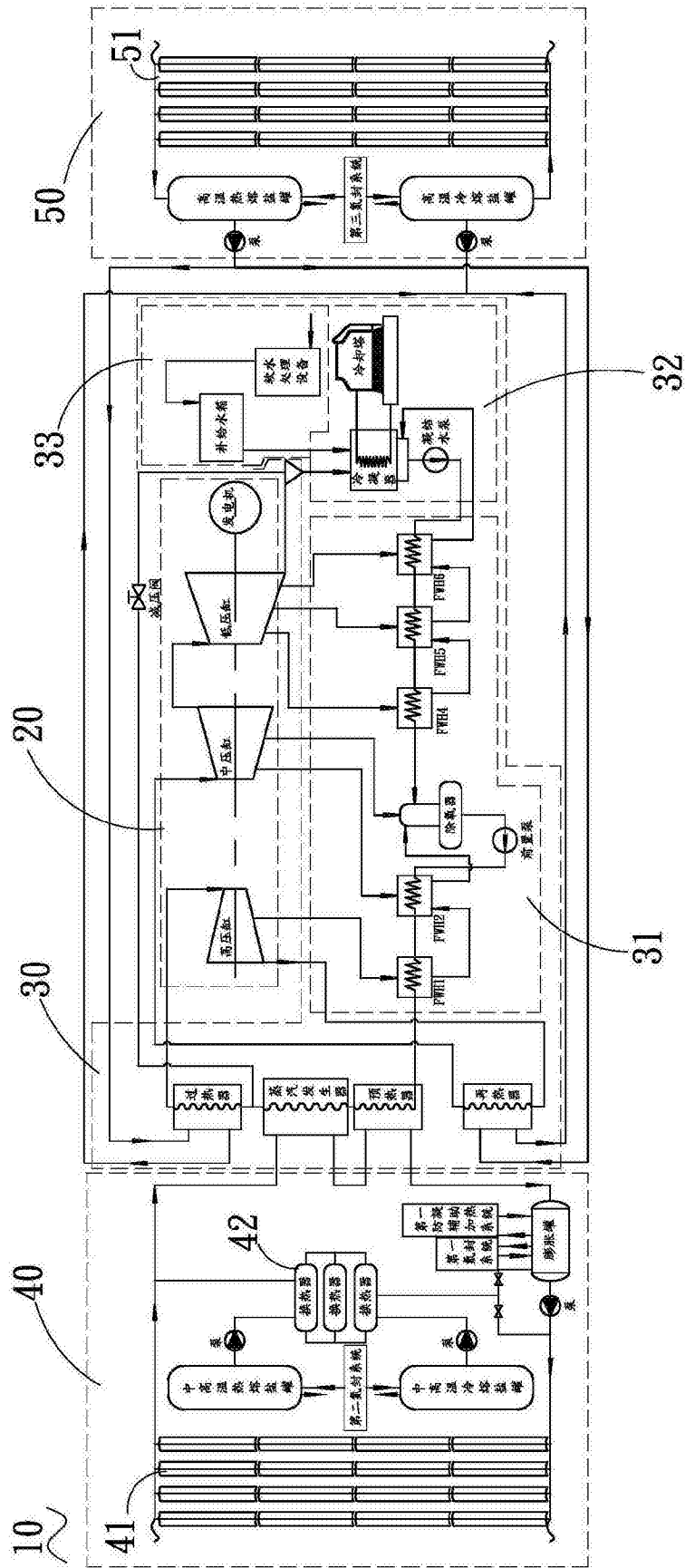


图1