



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111102143 A

(43)申请公布日 2020.05.05

(21)申请号 202010041133.9

F24T 10/00(2018.01)

(22)申请日 2020.01.16

(71)申请人 河北绿源地热能开发有限公司

地址 071800 河北省保定市雄县雄州路768号

(72)发明人 李瑞霞 郭啸峰 陈蒙辉 李小军  
汪浩

(74)专利代理机构 西安泛想力专利代理事务所  
(普通合伙) 61260

代理人 石琳丹

(51)Int.Cl.

F03G 6/06(2006.01)

F03G 4/00(2006.01)

F01K 25/10(2006.01)

F24S 20/40(2018.01)

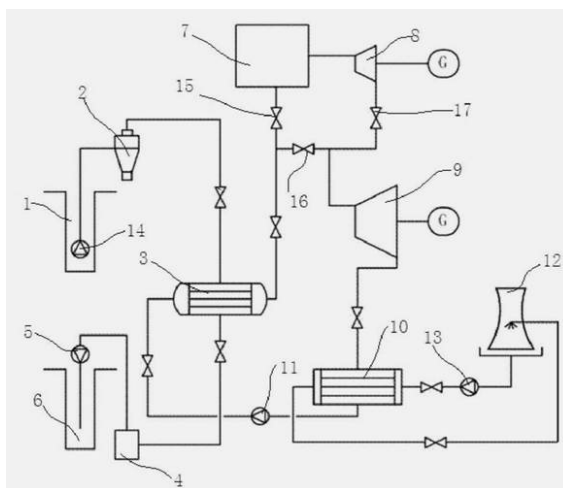
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

### (54)发明名称

一种地热光热复合式连续发电系统

### (57)摘要

本发明提供一种地热光热复合式连续发电系统,包括地热水循环系统、光热集热系统、发电系统及冷凝系统;地热水循环系统与光热集热系统连接,工质通过地热水循序系统和/或光热集热系统提供能量供给发电系统发电;发电系统与冷凝系统连接,冷凝系统将发电系统的排气冷凝后送入地热水循环系统。本发明利用太阳能与地热能并联的联合循环发电系统,将利用太阳能发电和地热能发电有机的结合在一起,提高了联合循环发电系统的热效率。



1. 一种地热光热复合式连续发电系统,其特征在于,包括:  
地热水循环系统、光热集热系统、发电系统及冷凝系统;  
所述地热水循环系统与所述光热集热系统管道连接,工质通过所述地热水循序系统和/或所述光热集热系统提供能量供给所述发电系统发电;  
所述发电系统与所述冷凝系统管道连接,所述冷凝系统将所述发电系统的排气冷凝后送入所述地热水循环系统。
2. 根据权利要求1所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:所述发电系统包括高压透平发电机组、第一发电机、低压透平发电机组和第二发电机;  
所述光热集热系统、所述高压透平发电机组和所述第一发电机依次管道连接;  
所述地热水循环系统、所述低压透平发电机组和所述第二发电机依次管道连接;  
所述高压透平发电机组与所述低压透平发电机组管道连接,所述低压透平发电机组与所述冷凝系统管道连接。
3. 根据权利要求2所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:  
所述地热水循环系统包括依次连接的潜水泵、旋流除砂器、地热换热器、地热尾水过滤器、回灌压力泵;  
所述地热换热器与所述光热集热系统管道连接;  
所述地热换热器、所述低压透平发电机组和所述第二发电机依次管道连接。
4. 根据权利要求3所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:所述地热水循环系统还包括地热生产井和地热回灌井,所述潜水泵设置在所述地热生产井中,所述回灌压力泵设置在所述地热回灌井中。
5. 根据权利要求4所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:所述高压透平发电机组为背压式汽轮机,所述低压透平发电机组为ORC透平发电机组。
6. 根据权利要求1-5任一所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:该系统还包括控制系统,所述控制系统包括第一阀门、第二阀门、第三阀门;所述第一阀门设置在所述地热换热器与所述光热集热系统之间的连接管道上;所述第二阀门设置在所述地热换热器与所述低压透平发电机组之间的连接管道上;所述第三阀门设置在所述高压透平发电机组与所述低压透平发电机组之间的连接管道上。
7. 根据权利要求6所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:所述冷凝系统包括冷凝器和工质泵;所述冷凝器与所述低压透平发电机组管道连接;所述冷凝器将所述发电系统的排气冷凝后通过所述工质泵送入所述地热换热器。
8. 根据权利要求7所述的地热光热复合式连续发电系统,其特征在于:该系统还包括冷却系统,所述冷却系统包括冷却塔和冷却水泵;所述冷凝器通过所述冷却水泵与所述冷却塔管道连接。

## 一种地热光热复合式连续发电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及可再生资源发电技术领域,尤其涉及一种地热光热复合式连续发电系统。

### 背景技术

[0002] 地热资源是一种可再生的清洁能源,具有清洁环保、用途广泛、稳定性好、可循环利用等特点,不受季节、气候、昼夜变化等外界因素干扰,是一种现实并具有竞争力的新能源。

[0003] 我国地热资源丰富,分布广泛,是世界地热能直接利用第一大国,但其中大量采用中温地热资源(90-150℃)进行单一的地热供暖,温度需求较低(约50℃),从热力学角度讲,对地热能品位造成了浪费;并且年供暖时间一般4-5个月,不但无法充分发挥地热资源的能力,而且限制项目营收能力和利润空间。地热发电方面,虽然我国对中低温地热发电领域做出了积极探索和贡献,但由于地热资源品位所限,低参数热源发电通常效率不高且装机负荷较小,盈利能力同样有限。

[0004] 太阳能同样是一种可再生的清洁能源,随着光热发电技术的不断完善,高蒸汽参数的光热发电系统效率大幅提高。但是由于太阳能受时间和天气等因素影响显著,光热发电站虽然装机较大,但负荷波动显著且不能连续运行,因此增加了电网调峰负担,容易造成“弃光”。为了实现连续运行,一些光热项目采用燃气补燃或者储能装置,但是前者运行成本高,后者投资大,项目效益均不理想。

[0005] 对比地热和太阳能两种清洁可再生能源的特点,二者在能量品位、时空分布规律、发电利用规模、能源利用小时数等方面均存在互补条件,因此,将地热与太阳能光热复合,可以取长补短,将两种清洁可再生能源的优势最大化发挥。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提出了一种地热光热复合式连续发电系统。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种地热光热复合式连续发电系统,包括:

[0009] 地热水循环系统、光热集热系统、发电系统及冷凝系统;

[0010] 所述地热水循环系统与所述光热集热系统管道连接,工质通过所述地热水循环系统和/或所述光热集热系统提供能量供给所述发电系统发电;

[0011] 所述发电系统与所述冷凝系统管道连接,所述冷凝系统将所述发电系统的排气冷凝后送入所述地热水循环系统。

[0012] 可选的,所述发电系统包括高压透平发电机组、第一发电机、低压透平发电机组和第二发电机;

[0013] 所述光热集热系统、所述高压透平发电机组和所述第一发电机依次管道连接;

[0014] 所述地热水循环系统、所述低压透平发电机组和所述第二发电机依次管道连接;

[0015] 所述高压透平发电机组与所述低压透平发电机组管道连接,所述低压透平发电机组与所述冷凝系统管道连接。

[0016] 可选的,所述地热水循环系统包括依次连接的潜水泵、旋流除砂器、地热换热器、地热尾水过滤器、回灌压力泵;

[0017] 所述地热换热器与所述光热集热系统管道连接;

[0018] 所述地热换热器、所述低压透平发电机组和所述第二发电机依次管道连接。

[0019] 可选的,所述地热水循环系统还包括地热生产井和地热回灌井,所述潜水泵设置在所述地热生产井中,所述回灌压力泵设置在所述地热回灌井中。

[0020] 可选的,所述高压透平发电机组为背压式汽轮机,所述低压透平发电机组为ORC透平发电机组。

[0021] 可选的,该系统还包括控制系统,所述控制系统包括第一阀门、第二阀门、第三阀门;所述第一阀门设置在所述地热换热器与所述光热集热系统之间的连接管道上;所述第二阀门设置在所述地热换热器与所述低压透平发电机组之间的连接管道上;所述第三阀门设置在所述高压透平发电机组与所述低压透平发电机组之间的连接管道上。

[0022] 可选的,所述冷凝系统包括冷凝器和工质泵;所述冷凝器与所述低压透平发电机组管道连接;所述冷凝器将所述发电系统的排气冷凝后通过所述工质泵送入所述地热换热器。

[0023] 可选的,该系统还包括冷却系统,所述冷却系统包括冷却塔和冷却水泵;所述冷凝器通过所述冷却水泵与所述冷却塔管道连接。

[0024] 本发明具有以下有益效果:

[0025] 本发明利用太阳能与地热能并联的联合循环发电系统,将利用太阳能发电和地热能发电有机的结合在一起,提高了联合循环发电系统的热效率;当日间太阳能辐射充足且可利用时,采用地热能与太阳能结合一起发电,当阴天或者晚上时,采用地热能过渡发电,也可白天单独采用太阳能发电,从而实现联合循环不间断发电。

[0026] 进一步的,采用第一阀门、第二阀门、第三阀门;第一阀门设置在地热换热器与光热集热系统连接管道上;第二阀门设置在地热换热器与低压透平发电机组连接管道上;第三阀门设置在高压透平发电机组与低压透平发电机组连接管道上。白天光照充足时,采用保持第二阀门关闭,第一阀门和第三阀门开启,系统实现完整的高压和低压机组联合运行模式,充分利用地热能和太阳能进行发电。当遇到夜间、阴天等太阳能辐射不充足的情况时,逐渐开启第二阀门,逐渐关闭第一阀门和第三阀门,系统平稳过渡到低压机组运行模式,采用地热能发电,并实现电力连续稳定输出及负荷缓慢变化,避免负荷间断或突变对电网的影响。

## 附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本发明原理结构示意图;

[0029] 图2为本发明实施例的结构示意图。

[0030] 1-地热生产井;2-旋流除砂器;3-地热换热器;4-地热尾水过滤器;5-回灌加压泵;6-地热回灌井;7-光热集热系统;8-高压透平发电机组;9-低压透平发电机组;10-冷凝器;11-工质泵;12-冷却塔;13-冷却水泵;14-潜水泵;15-第一阀门;16-第二阀门;17-第三阀门。

### 具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,所描述的实施例是本发明一部分实施例,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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 图1为本发明原理结构示意图,图2为本发明实施例的结构示意图,如图1、图2所示:

[0033] 一种地热光热复合式连续发电系统,包括地热水循环系统、光热集热系统7、发电系统及冷凝系统;地热水循环系统与所述光热集热系统7连接,工质通过所述地热水循环系统和/或所述光热集热系统7提供能量供给所述发电系统发电;发电系统与所述冷凝系统连接,所述冷凝系统将所述发电系统的排气冷凝后送入所述地热水循环系统。

[0034] 所述地热水循环系统包括潜水泵14、地热生产井1、旋流除砂器2、地热换热器3、地热尾水过滤器4、回灌压力泵5、地热回灌井6。

[0035] 地热生产井1中的地热流体被潜水泵14采出后,经过旋流除砂器2除沙并进入地热换热器3,在地热换热器3内地热流体通过热量交换,传递给低沸点循环工质,降温后的地热流体经过地热尾水过滤器4过滤后,由回灌压力泵5送入地热回灌井6。

[0036] 其中地热流体包括地热蒸汽型流体、地热汽水混合型流体或地热热水型流体。所述循环介质采用低沸点工质,其包括单一有机工质、多元有机工质、二氧化碳等。

[0037] 其中地热换热器3可以采用循环工质走管程和地热水走壳程的方式,或循环工质走壳程和地热水走管程的方式。

[0038] 所述发电系统包括高压透平发电机组8、第一发电机、低压透平发电机组9和第二发电机;

[0039] 所述光热集热系统7、所述高压透平发电机组8和所述第一发电机依次连接;

[0040] 所述地热水循环系统、所述低压透平发电机组9和所述第二发电机依次连接;

[0041] 所述高压透平发电机组8与所述低压透平发电机组9连接,所述低压透平发电机组9与所述冷凝系统连接。

[0042] 所述地热换热器3循环工质出口通过管道与光热集热系统7循环工质入口连接,所述光热集热系统7高沸点循环工质出口依次连接高压透平发电机组8和低压透平发电机组9,所述低压透平发电机组9排汽出口通过管道与冷凝器10连接,所述冷凝器10液态工质出口通过低温工质回路管道与地热换热器3循环工质入口连接,在低温工质回路管道上设置有工质泵11,所述高压透平发电机组8和第一发电机连接,所述低压透平发电机组9和第二发电机连接,所述地热换热器3通过管道与低压透平发电机组9连接,所述冷凝器10冷却水入口通过管道与冷却塔12出水口连接,所述冷却塔12进水口通过冷却水泵13与冷凝器10冷

却水出口管道连接,其中,高压透平发电机组8采用背压式汽轮机。

[0043] 所述地热换热器3循环工质出口与光热集热换热系统7循环工质入口之间设置有第一阀门15,所述地热换热器3循环工质出口与低压透平发电机组9进汽口之间设置有第二阀门16,所述背压式汽轮机与低压透平发电机组9之间设置有第三阀门17。

[0044] 所述地热水循环系统管道回路上、光热集热系统连接管道上、发电系统连接管道上以及冷凝系统和冷却系统管道上均设置有阀门。

[0045] 在地热换热器3内被加热并气化的低参数低沸点循环工质进入光热集热换热系统7中被聚集的太阳辐射热量进一步加热为高参数的过热气体,依次被送入背压式汽轮机和低压透平发电机组9,分别带动第一发电机和第二发电机发电,做功后的排气进入冷凝器10中被循环冷却水降温液化为液态工质,并由工质泵11再次送入地热换热器3内,完成热力循环。其中,低压透平发电机组9采用ORC透平发电机组,ORC透平用来实现以低沸点有机物为工质的有机朗肯循环(Organic Rankine Cycle,简称ORC)进入其内部机械膨胀做功,从而带动发电机发电。

[0046] 其中,所述地热生产井1数量根据低压透平发电机组所需最小工质流量和参数所需的热源负荷确定;所述地热回灌井6数量根据地热生产井数量及地热地质回灌条件确定;所述光热集热换热系统7的太阳能集热器形式可以采用槽式、塔式、蝶式、线性菲涅尔式其中一种或若干种组合。

[0047] 冷却塔12的循环冷却水由循环冷却水泵11送至冷凝器10冷却低压透平发电机组9的排气,并再次送入冷却塔12中降温,完成冷却水循环。其中,所述冷却塔12在地表水源充足且允许利用的地区可以采用开式水冷系统代替,在缺水或干旱地区采用空冷系统代替。

[0048] 当日间太阳能辐射充足且可利用时,保持阀门第二阀门16关闭,第一阀门15和第三阀门17开启,系统实现完整的高压和低压机组联合运行模式,充分利用地热能 and 太阳能进行发电。

[0049] 当遇到夜间、阴天等太阳能辐射不充足的情况时,逐渐开启第二阀门16,逐渐关闭第一阀门15和第三阀门17,系统平稳过渡到低压机组运行模式,采用地热能发电,并实现电力连续稳定输出及负荷缓慢变化,避免负荷间断或突变对电网的影响。

[0050] 本发明利用太阳能与地热能并联的联合循环发电系统,将利用太阳能发电和地热能发电有机的结合在一起,提高了联合循环发电系统的热效率。

[0051] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

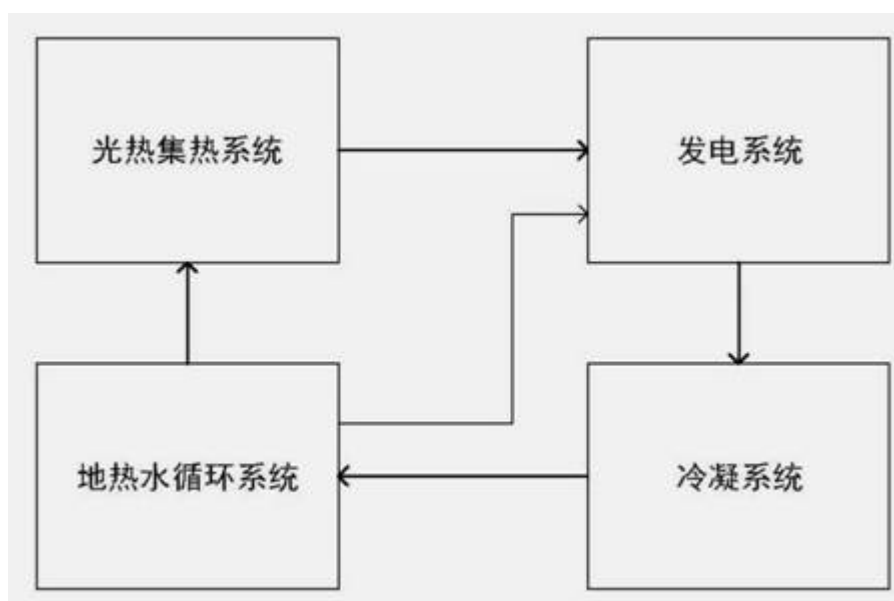


图1

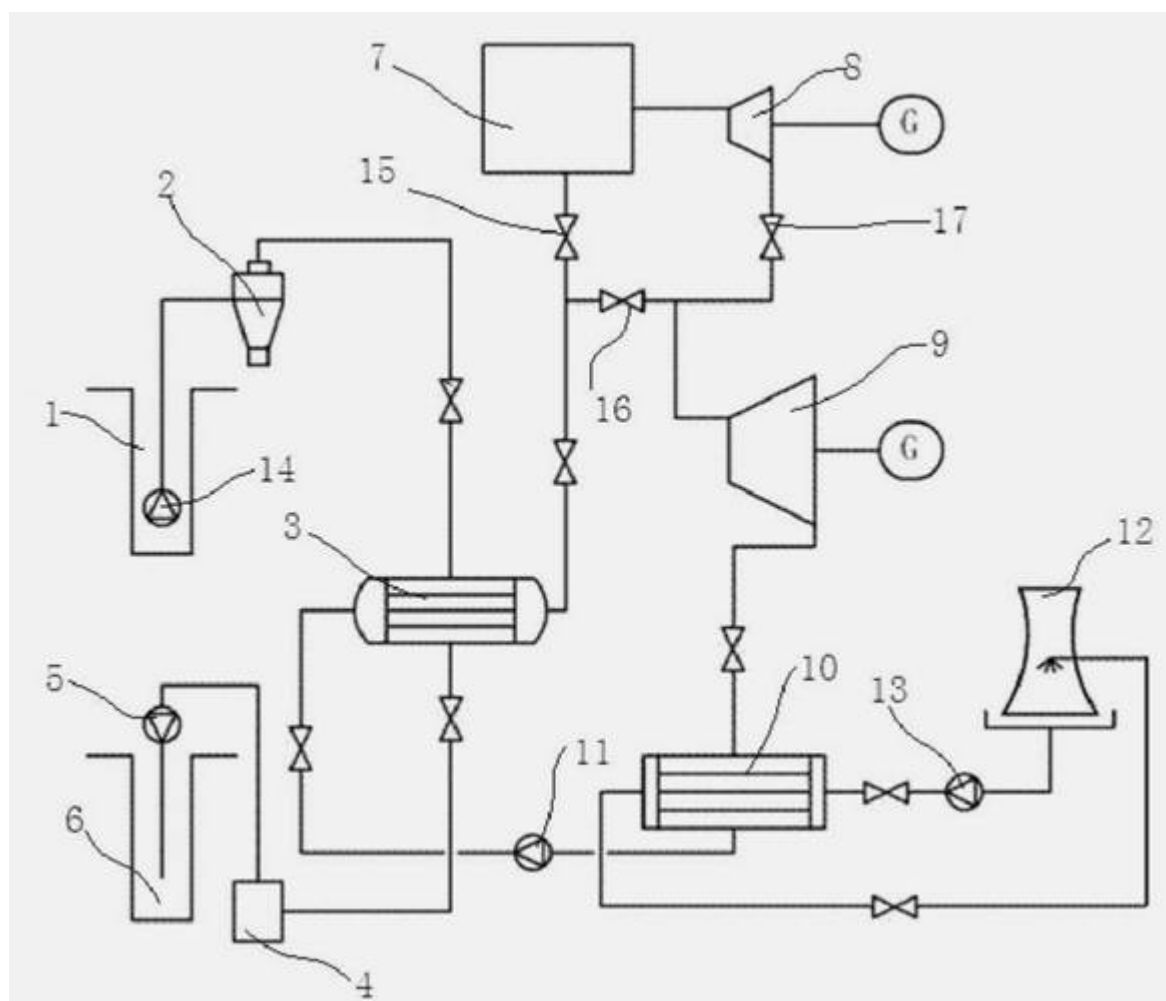


图2