



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108533467 A

(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810160020.3

H02S 10/20(2014.01)

(22)申请日 2018.02.26

H02J 7/35(2006.01)

(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 翟融融 刘洪涛 冯凌杰 宋晓玮
杨勇平

(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 朱琨

(51)Int.Cl.

F03G 6/06(2006.01)

F01K 21/00(2006.01)

F01K 13/00(2006.01)

H02S 10/10(2014.01)

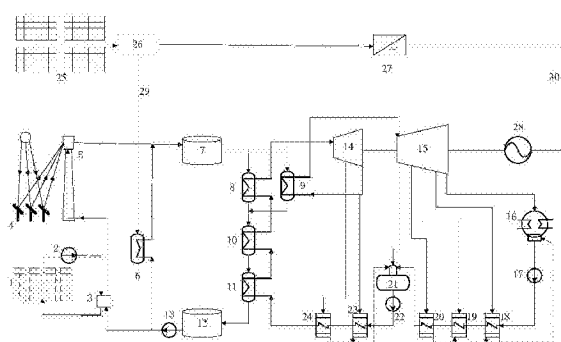
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统

(57)摘要

本发明属于太阳能发电技术领域,尤其涉及一种功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统,包括:槽式太阳能集热系统,塔式太阳能集热系统,储热系统,蒸汽朗肯循环发电系统,光伏发电系统和功率控制系统;其中,槽式太阳能集热系统中的槽式镜场通过油泵和导热油管与油盐换热器构成热油循环回路;油盐换热器与塔式太阳能集热系统中的集热塔、吸收器以及储热系统和蒸汽朗肯循环发电系统中的过热器、再热器、蒸汽发生器、预热器构成熔融盐的循环回路,熔融盐将蒸汽朗肯循环发电系统中的水加热为水蒸气推动发电机发电;功率控制系统对光伏发电系统所产生的设置功率点以下的电能输送至电网,将设置功率点以上波动的电能用于电加热熔融盐。



1. 一种功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统,其特征在于,包括:槽式太阳能集热系统,塔式太阳能集热系统,储热系统,蒸汽朗肯循环发电系统,光伏发电系统和功率控制系统;其中,槽式太阳能集热系统中的槽式镜场通过油泵和导热油管与油盐换热器构成热油循环回路;同时,油盐换热器与塔式太阳能集热系统中的集热塔、吸收器以及储热系统和蒸汽朗肯循环发电系统中的过热器、再热器、蒸汽发生器、预热器构成熔融盐的循环回路,熔融盐将蒸汽朗肯循环发电系统中的水加热为水蒸气推动发电机发电;功率控制系统对光伏发电系统所产生的电能进行分配,将设置功率点以下的电能输送至电网,将设置功率点以上波动的电能用于电加热熔融盐。

2. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述储热系统为包含冷罐和热罐的双罐储热系统或为单罐储热系统,内有电加热器,储热介质为60%NaNO₃和40%KNO₃所组成的熔融盐。

3. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述槽式太阳能集热系统包括槽式镜场,通过收集太阳能光热,将导热油加热到一定温度。

4. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述油盐换热器利用导热油将温度较低的熔融盐加热到一定温度。

5. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述塔式太阳能集热系统包括定日镜场,用于收集较高品位的太阳能光热,所述吸收器利用定日镜场聚集的太阳能将熔融盐加热到较高的温度。

6. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述预热器利用熔融盐初步加热水工质到一定温度,所述蒸汽发生器利用熔融盐将水加热为水蒸气,所述过热器将水蒸气继续加热。

7. 根据权利要求1~6任一所述系统,其特征在于,所述蒸汽朗肯循环发电系统还包括:凝汽器,回热加热器;凝汽器用于冷却做功后的水蒸气,将其还原为初始工况;回热加热器利用汽轮机的抽汽初步加热凝结水。

8. 根据权利要求1~6任一所述系统,其特征在于,所述光伏发电系统包括:光伏太阳能电池板和逆变器,逆变器将光伏太阳能电池板产生的直流电转化为交流电,并输送给电网或储热系统中的电加热器。

一种功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能发电技术领域,尤其涉及一种功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统。

背景技术

[0002] 光伏发电使用光伏电池板将太阳能通过伏打效应直接转化为电能,系统简单灵活,发电成本低,但是由于太阳光照的间歇性和不稳定性,输出功率不稳定,规模较大时会对电网造成冲击,影响电网安全性,且蓄电池成本较高,多余的电能无法大规模储存。光伏电能不可控性和波动性大大限制了它的可利用性。

[0003] 光热发电技术利用太阳能加热工质产生热能,然后利用产生的热能加热水产生蒸汽,驱动汽轮机发电,配备储热系统的光热发电系统可以将多余的太阳能以储热介质显热的形式储存起来,在光照不足时释放热能发电,因此可以在间歇的太阳能条件下稳定运行,但是CSP电站发电效率仍然较低,并且系统成本较高。目前较常见的光热发电方式有槽式和塔式两种,槽式系统技术较为成熟,已进入商业化阶段。塔式发电系统聚光比高,可产生更高温度的热能,进而提高朗肯循环效率。但槽式与塔式镜场成本都较高。

发明内容

[0004] 针对光伏发电的波动性和槽式、塔式镜场的高成本,本发明提出了一种功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统,包括:槽式太阳能集热系统,塔式太阳能集热系统,储热系统,蒸汽朗肯循环发电系统,光伏发电系统和功率控制系统;其中,槽式太阳能集热系统中的槽式镜场通过油泵和导热油管与油盐换热器构成热油循环回路;同时,油盐换热器与塔式太阳能集热系统中的集热塔、吸收器以及储热系统和蒸汽朗肯循环发电系统中的过热器、再热器、蒸汽发生器、预热器构成熔融盐的循环回路,熔融盐将蒸汽朗肯循环发电系统中的水加热为水蒸气推动发电机发电;功率控制系统对光伏发电系统所产生的电能进行分配,将设置功率点以下的电能输送至电网,将设置功率点以上波动的电能用于电加热熔融盐。

[0005] 所述储热系统为包含冷罐和热罐的双罐储热系统或为单罐储热系统,内有电加热器,储热介质为60%NaNO₃和40%KNO₃所组成的熔融盐。

[0006] 所述槽式太阳能集热系统包括槽式镜场,通过收集太阳能光热,将导热油加热到一定温度。

[0007] 所述油盐换热器利用导热油将温度较低的熔融盐加热到一定温度。

[0008] 所述塔式太阳能集热系统包括定日镜场,用于收集较高品位的太阳能光热,所述吸收器利用定日镜场聚集的太阳能将熔融盐加热到较高的温度。

[0009] 所述预热器利用熔融盐初步加热水工质到一定温度,所述蒸汽发生器利用熔融盐将水加热为水蒸气,所述过热器将水蒸气继续加热。

[0010] 所述蒸汽朗肯循环发电系统还包括:凝汽器,回热加热器;凝汽器用于冷却做功后

的水蒸气,将其还原为初始工况;回热加热器利用汽轮机的抽汽初步加热凝结水。

[0011] 所述光伏发电系统包括:光伏太阳能电池板和逆变器,逆变器将光伏太阳能电池板产生的直流电转化为交流电,并输送给电网或储热系统中的电加热器。

[0012] 本发明的有益效果在于:

[0013] 1.将低成本、波动的光伏发电方式和成本较高、稳定的光热发电方式结合起来,达到低成本扩大系统容量,同时增加系统稳定性的效果;

[0014] 2.以储热系统为纽带,将波动的光伏电能转化为稳定的光热电能,达到增加系统的对能量的调节能力,降低弃光率,充分利用太阳能的效果;

[0015] 3.在系统中增加功率控制器,直接利用稳定的光伏电能部分,达到优化系统能量调度,提高太阳能利用效率的效果,

[0016] 4.在光热发电系统部分用槽式集热场和塔式集热场收集不同品位的太阳能分别将工质加热到不同温度,达到温度对口梯级利用能量,降低镜场投资,降低换热损失的效果。

附图说明

[0017] 图1是双罐储热的功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统图

[0018] 图2是单罐储热的功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统图

具体实施方式

[0019] 下面结合附图,对实施例作详细说明。

[0020] 图1和图2是双罐储热和单罐储热的功率调控的槽式、塔式光热与光伏可储热发电系统。给水依次经过#5低温加热器18、#4低温加热器19、#3低温加热器20、除氧器21、#2高温加热器23和#1高温加热器24加热预热后,进入预热器11进一步加热,在蒸汽发生器10中受热蒸发,在过热器8中进一步加热达到主蒸汽设计温度参数后进入汽轮机高压缸14做功。汽轮机高压缸做功后的冷再热蒸汽经过再热器9进行再热,达到再热蒸汽设计温度参数后进入汽轮机低压缸15做功。汽轮机与发电机28轴连接,进行发电。

[0021] 汽轮机设六段抽汽,一、二、三段抽汽分别供至1#高温加热器、2#高温加热器和除氧器等,四、五、六段抽汽分别供至3#低温加热器、4#低温加热器、5#低温加热器。汽轮机排汽进入凝汽器16,凝结水进入给水系统循环利用。

[0022] 槽式太阳能集热系统以VP-1导热油作为吸热工质,槽式太阳能集热场1、油泵2和油盐换热器3依次连接形成导热油的闭合回路。VP-1导热油进入槽式太阳能集热场1吸收槽式镜场反射聚焦的太阳能,吸收热量后进入油盐换热器3将热量传递给给熔融盐。

[0023] 塔式太阳能集热系统以solar salt熔融盐作为吸热工质,储热罐冷端12、熔融盐泵13、油盐换热器3、塔式吸热器5、储热罐热端7和过热器8、蒸汽发生器10、预热器11回到依次相连构成熔融盐的闭合回路,电加热器6与油盐换热器3、塔式吸热器5并联,再热器9与过热器8并联。熔融盐从储热系统冷端12进入油盐换热器3和塔式吸热器5吸收槽式太阳能集热场1和定日镜场4收集的太阳能,或直接被光伏板25产生的电能在电加热器6中加热后进入热端储存,需要熔融盐放热时,熔融盐从储热系统热端7出发,一部分在过热器8中放热,一部分在再热器9中放热,然后一起在蒸汽发生器10和预热器11中进一步放热加热水工质,

回到储热系统冷端12储存。储热系统可以是双罐系统(图1)也可以是单罐系统(图2)。

[0024] 光伏加热系统包括光伏组件25、功率控制器26、逆变器27和输电线缆29,光伏组件产生的电能通过输电线缆输送至功率控制器。功率控制器根据控制系统的设置将光伏组件产生的电能进行分配,将稳定的可利用的部分直接输送至电网30,波动较大的部分输送至电加热处用来加热熔融盐。

[0025] 此实施例仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

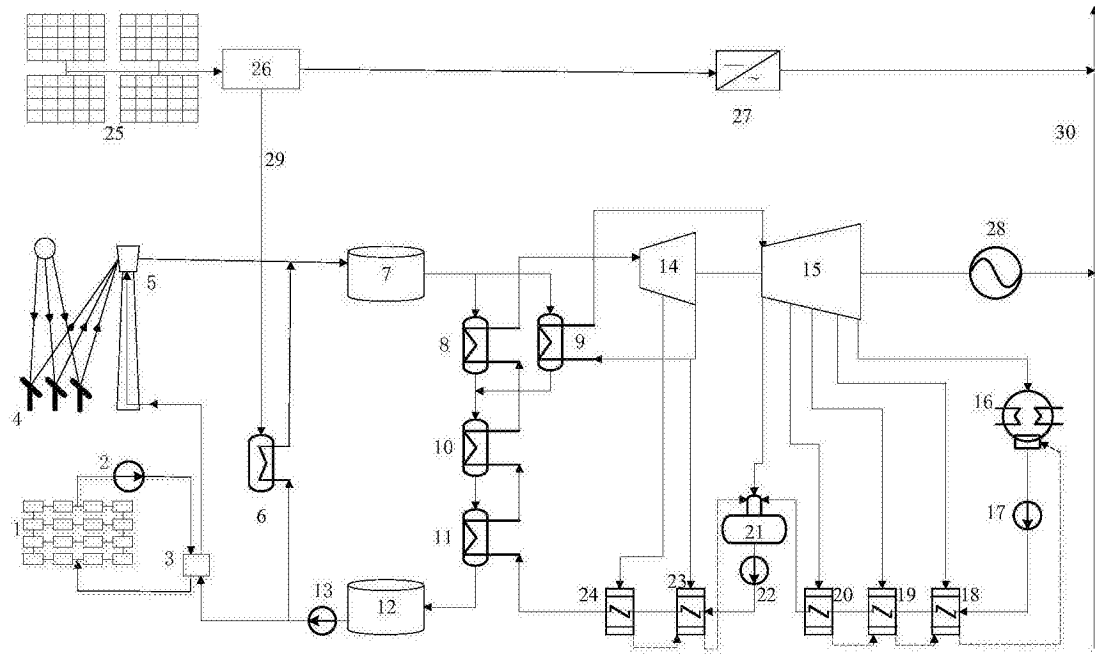


图1

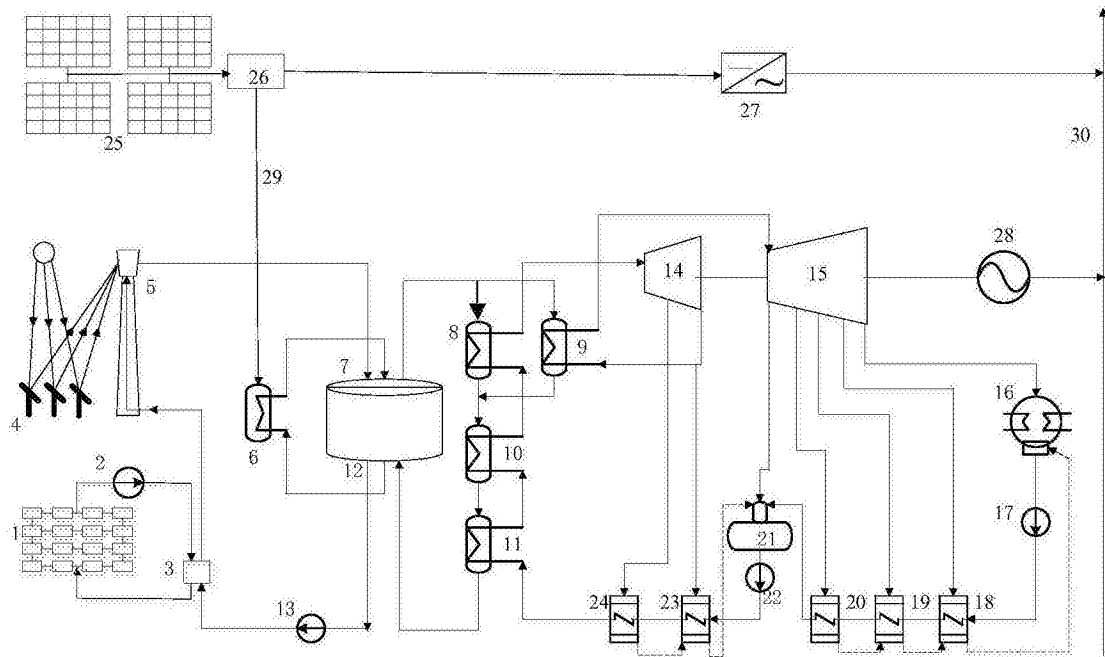


图2