



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106225541 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(21)申请号 201610568922.1

(22)申请日 2016.07.19

(71)申请人 深圳市爱能森科技有限公司

地址 518052 广东省深圳市南山区高新南一道009号中国科技开发院孵化大楼811室

(72)发明人 曾智勇

(74)专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司 11129

代理人 吴泳历

(51)Int.Cl.

F28D 20/00(2006.01)

F24J 2/04(2006.01)

F22G 1/00(2006.01)

F03G 6/00(2006.01)

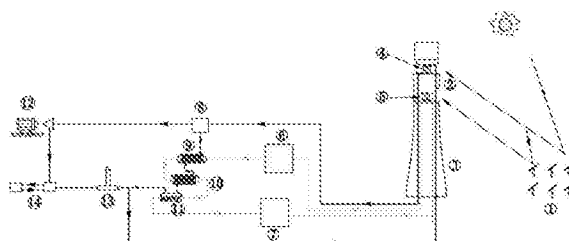
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

单塔式多集热器塔式光热发电系统

(57)摘要

本发明涉及太阳能应用领域,具体涉及一种单塔式多集热器塔式光热发电系统。包括光热转换系统、传热储热系统和动力系统;所述光热转换系统包括镜场、集热系统和1个集热塔;所述集热系统包含至少一个水工质集热器和至少一个非水蓄热工质集热器,所述集热系统的多个集热器排列设置在同一个所述集热塔上;所述动力系统为发电装置;所述传热储热系统包括第一水工质回路、非水蓄热工质回路和第二水工质回路;本发明采用单塔式多集热器的设计,将水工质集热器用于即时发电和系统预热,非水蓄热工质集热器用于储热发电,保证了电力供应的稳定性和连续性,提高了光热转换效率,降低了成本。



1. 一种单塔式多集热器塔式光热发电系统,包括光热转换系统、传热储热系统和动力系统;

所述光热转换系统包括镜场(1)、集热系统(2)和1个集热塔(3);

所述集热系统(2)包含至少一个水工质集热器(4)和至少一个非水蓄热工质集热器(5),所述集热系统的多个集热器排列设置在同一个所述集热塔(3)上;

所述动力系统为发电装置(12),用于将接收的热能转化为电能并输出电能;

所述传热储热系统包括第一水工质回路、非水蓄热工质回路和第二水工质回路;

所述水工质集热器(4)的出口、发电装置(12)、凝汽器(14)、除氧除盐设备(13)和水工质集热器(4)的进口通过水工质管道依次相连形成所述第一水工质回路;水工质集热器(4)产生的蒸汽的热能用于直接提供给发电装置(12)发电;

所述非水蓄热工质集热器(5)的出口、高温储热罐(6)、过热蒸汽发生器(9)、蒸汽发生器(10)、预热器(11)、低温储热罐(7)及非水蓄热工质集热器(5)进口通过非水蓄热工质管道依次相连形成用于热能储存及转换的所述非水蓄热工质回路;

所述除氧除盐设备(13)出口、所述预热器(11)、蒸汽发生器(10)、过热蒸汽发生器(9)、发电装置(12)、凝汽器(14)、除氧除盐设备(13)进口通过水工质管道形成第二水工质回路;

所述第二水工质回路中的循环水可通过所述预热器(11)、蒸汽发生器(10)、过热蒸汽发生器(9)吸收非水蓄热工质回路中的热能产生过热蒸汽进行发电。

2. 根据权利要求1所述的单塔式多集热器塔式光热发电系统,其特征在于,在所述第一水工质回路中,还在所述水工质集热器(4)的出口和发电装置(12)之间设置有过热蒸汽储罐(8-1)。

3. 根据权利要求1所述的单塔式多集热器塔式光热发电系统,其特征在于,在所述第二水工质回路中,所述过热蒸汽发生器(9)的出口和所述发电装置(12)之间设置有过热蒸汽储罐(8-2)。

4. 根据权利要求1所述的单塔式多集热器塔式光热发电系统,其特征在于,在所述第一水工质回路中,还在所述水工质集热器(4)的出口和发电装置(12)之间设置有过热蒸汽储罐(8-1);且所述第二水工质回路中的过热蒸汽发生器(9)的出口连接所述第一水工质回路中的过热蒸汽储罐(8-1),与第一水工质回路共用从过热蒸汽储罐(8-1)到发电装置(12)之间的管道。

5. 根据权利要求1~4任一所述的单塔式多集热器塔式光热发电系统,其特征在于,所述非水蓄热工质为高温热介质,包括熔盐或导热油。

6. 根据权利要求1~4任一所述的单塔式多集热器塔式光热发电系统,其特征在于,所述集热系统(2)的多个集热器上下排列,或一方向、四方向、六方向或多方向排列于集热塔(3)上。

单塔式多集热器塔式光热发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种单塔式多集热器塔式光热发电系统,属于太阳能应用领域。

背景技术

[0002] 太阳能光热发电是利用大规模阵列抛物或碟形镜面收集太阳热能,通过换热装置提供蒸汽,结合传统汽轮发电机的工艺,从而达到发电的目的。相对于其它新兴能源技术,太阳能光热发电避免了昂贵的上游部件工艺(如晶硅),生产流程节能环保,大大降低了太阳能发电的总社会成本,而且烧热的水可以储存在巨大的容器中,在太阳落山后仍然能够带动汽轮发电。一般来说,太阳能光热发电形式有槽式、塔式、碟式(盘式)、线性菲涅尔式四种系统。

[0003] 塔式光热发电系统是将吸收到的太阳能射线集中到塔中,对传热工作物质加热进而发电的一种聚光太阳能发电技术。聚光系统由许多双轴太阳追踪系统的定日镜和中央集热塔构成。其特点是储热方案简单、管道短、聚光比高、工作温度较高(可达800~1000℃),其年度发电效率可以达到17%~20%,高于槽式。塔式光热发电系统是目前研究和应用的热点,现有的塔式光热发电系统可分为大规模塔式和模块化塔式。

[0004] 其中大规模塔式光热发电系统存在一些问题:

[0005] 1、中央集热塔安装有一个集热器,优点是成本低,但是集热器一旦出现问题,需要维修时,整个电站的稳定运行则不能保证。

[0006] 2、集热器的传热工质常用水工质或者熔盐工质:(1)单水工质传热、储热的优势是结构简单,工作可靠,缺点是高温高压操作环境,储能技术难度大。(2)单水工质传热、熔盐储热的优点是塔结构简单、熔盐不需上塔;水无毒、腐蚀性小、易于运输;蒸汽发生技术应用相对成熟;传热工质的投资成本低。缺点是水蒸汽传热系数小,热容量低,能流密度小,集热器效率相对于熔盐集热器低;水蒸汽的高压特性,对集热器及附属结构件的耐压性能要求高,集热系统造价高;储能系统需要二次换热,增加热损失。(3)单熔盐工质传热、储热多了一个转换环节,导致热损耗。

[0007] 模块化塔式设计可以实现快速设计、快速安装,可扩展性极强,即便某一个集热塔出现故障或需要维护,对整个电站的正常运行也不会造成太大影响,解决了电站稳定运行的问题,但采用多塔模式组建的塔式电站占用土地面积较大。如何最大限度地降低成本、提高发电效率成为塔式电站的研究热点。

[0008] 目前,还未见单塔式多集热器塔式电站的相关报道。

发明内容

[0009] 根据上述领域的需求和不足,本发明提供一种塔式光热发电系统,该系统采用单塔式多集热器,解决多塔模式成本高的问题。

[0010] 请求保护的技术方案如下:

[0011] 一种单塔式多集热器塔式光热发电系统,包括光热转换系统、传热储热系统、和动

力系统；

[0012] 所述光热转换系统包括镜场、集热系统和1个集热塔；

[0013] 所述集热系统包含至少一个水工质集热器和至少一个非水蓄热工质集热器，所述集热系统的多个集热器排列设置在同一个所述集热塔上；

[0014] 所述动力系统为发电装置，用于将接收的热能转化为电能并输出电能；

[0015] 所述传热储热系统包括第一水工质回路、非水蓄热工质回路和第二水工质回路；

[0016] 所述水工质集热器的出口、发电装置、凝汽器、除氧除盐设备和水工质集热器的进口通过水工质管道依次相连形成所述第一水工质回路；水工质集热器产生的蒸汽的热能用于直接提供给发电装置发电；

[0017] 所述非水蓄热工质集热器的出口、高温储热罐、过热蒸汽发生器、蒸汽发生器、预热器、低温储热罐及非水蓄热工质集热器进口通过非水蓄热工质管道依次相连形成用于热能储存及转换的所述非水蓄热工质回路；

[0018] 所述除氧除盐设备出口、所述预热器、蒸汽发生器、过热蒸汽发生器、发电装置、凝汽器、除氧除盐设备进口通过水工质管道形成第二水工质回路；

[0019] 所述第二水工质回路中的循环水可通过所述预热器、蒸汽发生器、过热蒸汽发生器吸收非水蓄热工质回路中的热能产生过热蒸汽进行发电。

[0020] 优选地，在所述第一水工质回路中，还在所述水工质集热器的出口和发电装置之间设置有过热蒸汽储罐。

[0021] 优选地，在所述第二水工质回路中，所述过热蒸汽发生器的出口和所述发电装置之间设置有过热蒸汽储罐。

[0022] 优选地，在所述第一水工质回路中，还在所述水工质集热器的出口和发电装置之间设置有过热蒸汽储罐；且所述第二水工质回路中的过热蒸汽发生器的出口连接所述第一水工质回路中的过热蒸汽储罐，与第一水工质回路共用从过热蒸汽储罐到发电装置之间的管道。

[0023] 优选地，所述非水蓄热工质为高温热介质，包括熔盐或导热油。

[0024] 优选地，所述集热系统的多个集热器上下排列，或一方向、四方向、六方向或多方向排列于集热塔上。

[0025] 本发明提供的单塔式多集热器塔式光热发电系统，仅才有一个集热塔，具有单塔式光热集热塔的优点，例如储热方案简单、管道短、聚光比高、工作温度较高等优点，仅需围绕一个集热塔设置镜场，占地面积小，成本低；同时，在集热塔顶上设置至少一个水工质集热器和至少一个非水蓄热工质集热器，两个集热器具有各自独立又相互联系的传热储热循环通道。即便塔上的其中一种或一个集热器需要修理，也不会影响整个光热发电系统的持续性。因此也具有模块化塔式设计系统的主要优点，例如，快速设计、快速安装，可扩展性极强，即便某一个集热器出现故障或需要维护，对整个电站的正常运行也不会造成太大影响，解决了电站稳定运行的问题。

[0026] 运行时，在本发明的一些优选实施例中，第一水工质回路中，水工质集热器将太阳能转化为热能，加热水工质产生高压过热蒸汽，并通过过热蒸汽储罐输送给发电装置，直接用于发电，冷却的水蒸汽经凝汽器凝结成水，经除氧除盐设备除去水中的氧和盐分后返回水工质集热器中，完成水工质循环；加热的水工质除了直接用于发电外，也可根据需要直接

提供热水、热蒸汽等。

[0027] 在非水蓄热工质回路中,非水蓄热工质集热器将太阳能转化为热能,加热来自低温储热罐的非水蓄热工质,储存在高温储热罐中,当阳光不足时,打开非水蓄热工质回路阀门,储存在高温储热罐中非水蓄热工质输送到过热蒸汽发生器、蒸汽发生器、预热器从而加热第二水工质循环回路中的水工质产生过热水蒸汽,并通过过热蒸汽储罐输送给发电装置发电,冷却的非水蓄热工质再返回至低温储热罐中,由此完成非水蓄热工质循环。

[0028] 在夜晚或阴天的时候,储存在高温储热罐中的热能通过加热第二水工质回路中的水成为过热蒸汽,并输送给发电装置,实现24小时连续发电。

[0029] 本发明中的优选实施方式中,所述过热蒸汽储罐主要起缓冲作用。第一水工质回路和第二水工质回路可共用一个,也可以各自设置一个。

[0030] 本发明单塔式多集热器塔式光热发电系统,采用水工质即时发电,熔盐传热储热发电相结合,具有以下优点:(1)熔盐集热,蒸气压力小,对集热器及附属结构件的耐压要求低,安全性较高;(2)储能系统减少了1次水蒸汽与熔盐的换热过程,降低了热损失,提高热利用率;(3)熔盐导热系数远大于水蒸汽,传热速度快,有利于提高集热器的光热转换效率;(4)发电和储能的集热器分为两套系统,有利于提高系统整体运行的可靠性与安全性,保证发电站的正常运行,提高系统运行的经济效益。本发明主要是增加一套熔盐集热器系统以及相关熔盐管道费用,但是相应的水工质集热器的体积、集热面积等减小,水蒸汽工质的管道壁厚度和直径减小,这部分成本可抵消双集热器增加的成本。

[0031] 综上所述,本发明单塔式多集热器塔式光热发电系统,兼顾了成本、效率以及发电稳定性和连续性,解决了单水工质在云遮挡时压力低,发电效率受影响的问题。与水传热、熔盐储热的方案相比,本发明将水工质即时发电和熔盐传热储热发电相结合,提交了光热转换效率和热利用率,保证了电站的安全性,实现24小时连续发电,为基础能源提供保证。与多塔式光热发电系统相比,本发明的单塔式光热发电系统包含多个集热器,不仅保证了单个集热器出现故障时的稳定发电,还降低了总成本。

附图说明

[0032] 以下附图仅作为示范,用于清楚地说明本发明提供的单塔式多集热器塔式光热发电系统,不能限制本发明的范围。

[0033] 图1.典型实施例中的单塔式多集热器塔式光热发电系统的示意图,

[0034] 其中,1-镜场,2-集热系统,3-集热塔,4-水工质集热器,5-非水蓄热工质集热器,6-高温储热罐,7-低温储热罐,8-过热蒸汽储罐,9-过热蒸汽发生器,10-蒸汽发生器,11-预热器,12-发电装置,13-除氧除盐设备,14-凝汽器。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明进行详细说明,需要理解的是,下述实施例仅作为对本发明的解释和说明,不以任何方式限制本发明的范围。

[0036] 如图1所示,本发明一种单塔式多集热器塔式光热发电系统,包括光热转换系统、传热储热系统和动力系统;所述光热转换系统包括镜场(1)、集热系统(2)和1个集热塔(3);所述集热系统(2)设置在所述集热塔(3)上,包含至少一个水工质集热器(4)和至少一个非

水蓄热工质集热器(5),所述集热系统的多个集热器排列在1个集热塔(3)上;所述动力系统为发电装置(12),用于将接收的热能转化为电能并输出电能;所述传热储热系统包括第一水工质回路、非水蓄热工质回路和第二水工质回路;所述水工质集热器(4)的出口、发电装置(12)、凝汽器(14)、除氧除盐设备(13)和水工质集热器(4)的进口通过水工质管道依次相连形成所述第一水工质回路;水工质集热器(4)产生的蒸汽的热能用于直接提供给发电装置(12)发电;所述非水蓄热工质集热器(5)的出口、高温储热罐(6)、过热蒸汽发生器(9)、蒸汽发生器(10)、预热器(11)、低温储热罐(7)及非水蓄热工质集热器(5)进口通过非水蓄热工质管道依次相连形成用于热能储存及转换的所述非水蓄热工质回路;所述除氧除盐设备(13)出口、所述预热器(11)、蒸汽发生器(10)、过热蒸汽发生器(9)、发电装置(12)、凝汽器(14)、除氧除盐设备(13)进口通过水工质管道形成第二水工质回路;所述第二水工质回路中的循环水可通过所述预热器(11)、蒸汽发生器(10)、过热蒸汽发生器(9)吸收非水蓄热工质回路中的热能产生过热蒸汽进行发电。

[0037] 本发明将多个集热器设置在一个集热塔(3)上,即采用单塔式光热发电系统,降低了成本,同时,由于采用了多个集热器,当其中一个集热器发生故障时,不会影响其它集热器的正常工作,从而保证了电力供应的稳定性。在建造发电站时,可根据当地的日照情况和实际所需的电量选择集热器的数量。

[0038] 在本发明的一些实施例中,所述非水蓄热工质为熔盐,所述非水蓄热工质集热器(5)为熔盐质集热器,所述高温储热罐(6)为高温熔盐罐,所述低温储热罐(7)为低温熔盐罐。阳光充足时,启用第一水工质回路,水工质集热器(4)吸收太阳能并转化为热能,将水直接加热成过热水蒸汽用于即时发电。与此同时,非水蓄热工质回路工作,熔盐质集热器收集镜场(1)反射的太阳辐射能量,将其转化为热能,加热熔盐,并储存在高温熔盐罐中;在夜晚或阴天的时候,启用第二水工质回路,储存在高温熔盐罐中的高温熔盐通过传热系统将热量传递给水,使其转变成过热蒸汽,输送给发电装置(12),实现24小时连续发电。本发明将即时发电和储能发电分成两个独立的系统,使产生的过热水蒸汽直接用于发电,无需储存,减少了一次水蒸汽和熔盐换热的热量损失,并且过热水蒸汽不会滞留在管道内,降低了对管道耐压能力的要求,节约了管道成本。采用熔盐进行传热储热,不仅提高了光热转换效率、降低了对管道耐压的要求、提高了安全性,还保证了供电的连续性。

[0039] 在本发明的一些实施例中,在所述第一水工质回路中,还在所述水工质集热器(4)的出口和发电装置(12)之间设置有过热蒸汽储罐(8-1)。所述过热蒸汽储罐(8-1)主要起缓冲作用,防止用于即时发电的水蒸汽因产生过快而滞留在水工质管道中致使管道压力过大,提高系统安全性。

[0040] 在本发明的另一些实施例中,在所述第二水工质回路中,所述过热蒸汽发生器(9)的出口和所述发电装置(12)之间设置有过热蒸汽储罐(8-2)。

[0041] 还在本发明的另一些实施例中,在所述第一水工质回路中,还在所述水工质集热器(4)的出口和发电装置(12)之间设置有过热蒸汽储罐(8-1);且所述第二水工质回路中的过热蒸汽发生器(9)的出口连接所述第一水工质回路中的过热蒸汽储罐(8-1),与第一水工质回路共用从过热蒸汽储罐(8-1)到发电装置(12)之间的管道。由此,既保证了整个发电系统的安全性,还节省了过热蒸汽储罐和水工质管道的数量,降低了总成本。

[0042] 在本发明的一些实施例中,所述非水蓄热工质为导热油,所述非水蓄热工质集热

器(5)为导热油集热器。

[0043] 在本发明的另一些实施例中,所述非水蓄热工质也可以是除熔盐和导热油以外的其它高温热介质。

[0044] 在本发明的一些实施例中,所述集热系统(2)的多个集热器上下排列于一个集热塔(3)上。

[0045] 在本发明的另一些实施例中,所述集热系统(2)的多个集热器朝着一个方向、四个方向、六个方向或多个方向排列于一个集热塔(3)上。

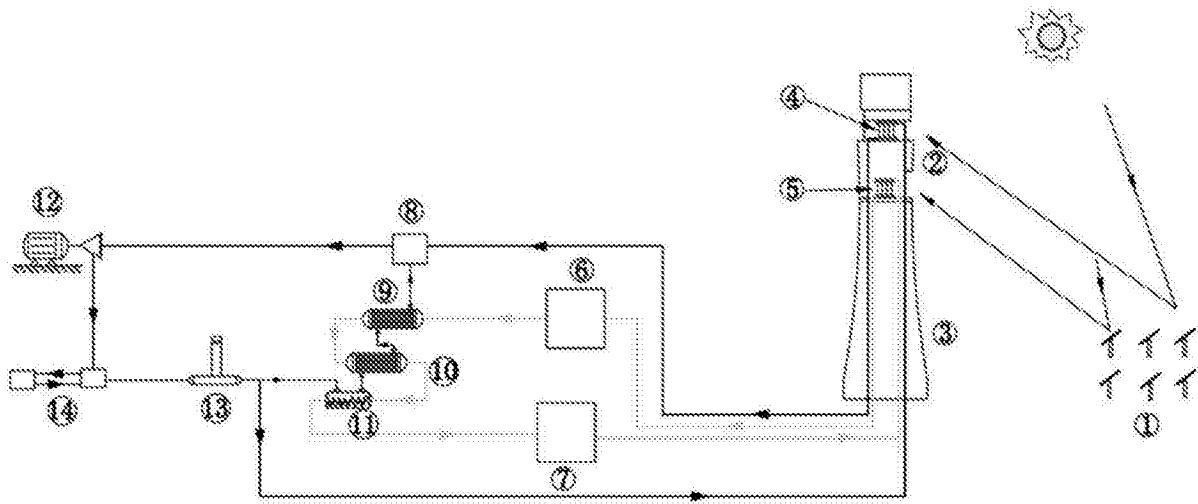


图1