(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203296823 U
(45)授权公告日 2013.11.20

(21)申请号 201320278375.5
(22)申请日 2013.05.17
(73)专利权人 杭州锅炉集团股份有限公司
地址 310004 浙江省杭州市下城区东新路245号
(72)发明人 刘可亮 赵剑云 姚飞奇 颜飞龙 侯晓东 陈伟
(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责任公司 11251
代理人 杨学明
(51)Int.Cl.
F01B 23/10(2006.01)
F24J 2/34(2006.01)
F24J 2/38(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

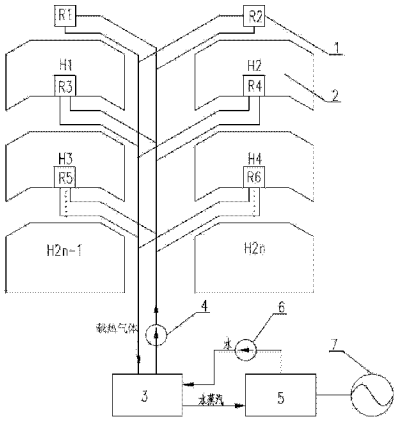
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统

(57)摘要

本实用新型提供一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，包括吸热器(1)、定日镜场(2)、蒸汽发生装置(3)、风机或压缩机(4)、蒸汽动力系统(5)、水泵(6)、发电机(7)等，其中定日镜场(2)和吸热器(1)会根据不同的容量需求包含有多个，本实用新型比以熔盐为工质的太阳能热利用系统更为简单、吸热与蓄热融为一体，系统的启停快捷方便；同时也省去了熔盐系统在运行维护时所必须消耗的大量能量，如熔盐系统启动前的电预热、保温等，消除了熔盐凝固风险，因此可以降低了太阳能热发电系统的初投资及运营成本，该技术更有利于太阳能热发电技术的应用推广。



CN 203296823 U

1. 一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，其特征在于，该系统包括吸热器（1）、定日镜场（2）、蒸汽发生装置（3）、风机或压缩机（4）、蒸汽动力系统（5）、水泵（6）和发电机（7），其中，

吸热器（1）与定日镜场（2）构成一个集热单元，吸热器（1）接受定日镜场（2）反射来的太阳光，被其中的吸热材料吸收转化成热能，再传递给受热管道内的载热气体介质，载热气体介质为氮气、氦气、氩气或二氧化碳，不同集热单元产生的高温气体经汇集后流入到蒸汽发生装置（3），把热量释放给工作介质，产生高参数的工作介质蒸汽，送往蒸汽动力系统（5）膨胀做功，带动发电机（7），高温气体介质经蒸汽发生装置（3）后冷却，被风机或压缩机（4）输送回吸热器（1），完成载热介质回路的循环，高参数蒸汽经蒸汽动力系统（5）充分膨胀后被冷却成水，被水泵（6）输送回蒸汽发生装置（3），完成工作介质的一次循环；

由于吸热器（1）内的吸热材料具有良好的导热性及热容特性，其接收的太阳光除一部分被载热介质吸收外，其余部分被存储于吸热材料中；没有太阳辐射时，储存在吸热材料中的热能被逐渐释放，仍能够产生需要参数的蒸汽，维持热力系统的正常运行。

2. 根据权利要求 1 所述的多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，其特征在于，其中定日镜场（2）和吸热器（1）会根据不同的容量需求包含有多个。

3. 根据权利要求 1 所述的多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，其特征在于，吸热材料为石墨、金属或复合材料。

4. 根据权利要求 1 所述的多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，其特征在于，工作介质为水及水蒸汽。

一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于太阳能利用技术领域，具体涉及一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统。

背景技术

[0002] 太阳能高温热发电技术是太阳能规模利用的一个重要方向，对人类解决化石能源危机、空气污染等问题具有深远的意义。由于太阳能塔式聚焦热发电具有高参数、大容量等优点而受到各国的关注。太阳能热发电的介质有多种：水、熔盐、空气、液态金属、有机工质等，由于熔盐具有热容高、液相温度范围宽、流动性好、蓄热特性强等特点，用其作为载热介质的研究受到各国学者的重视。但熔盐系统也具有管路复杂、凝固点高等特点，因此熔盐系统对管路预热、设备保温、运行维护等要求严格，这在一定程度上限制了太阳能熔盐系统的发展。如何改进太阳能吸热、蓄热技术，达到降低成本、增强可靠性、提高发电效率的目标，成了国内外能源工作者共同的追求。

发明内容

[0003] 本实用新型目的为：提供一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，其以石墨、或金属、或其它复合材料等为吸热、蓄热介质的新型太阳能热发电系统，及与这种系统相适应的多塔、雁阵式排列的定日镜布置方法；以解决太阳能利用中的蓄热问题，并提升镜场的反射效率，达到降低初投资成本、提升光电转换效率的目的。

[0004] 本实用新型采用的技术方案是：一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，该系统包括吸热器、定日镜场、蒸汽发生装置、风机或压缩机、蒸汽动力系统、水泵和发电机，其中，

[0005] 吸热器与定日镜场构成一个集热单元，吸热器接受定日镜场反射来的太阳光，被其中的吸热材料吸收转化成热能，再传递给受热管道内的载热气体介质（如氮气、氦气、氩气、二氧化碳等），不同集热单元产生的高温气体经汇集后流入到蒸汽发生装置，把热量释放给工作介质，产生高参数的工作介质蒸汽，送往蒸汽动力系统膨胀做功，带动发电机，载热气体经蒸汽发生装置后冷却，被风机或压缩机输送回吸热器，完成载热介质回路的循环，高参数蒸汽经蒸汽动力系统充分膨胀后被冷却成水，被水泵输送回蒸汽发生装置，完成工作介质的一次循环；

[0006] 由于吸热器内的吸热材料具有良好的导热性及热容特性，其接收的太阳光除一部分被载热介质吸收外，其余部分被存储于吸热材料中；没有太阳辐射时，储存在吸热材料中的热能被逐渐释放，仍能够产生需要参数的蒸汽，维持热力系统的正常运行。

[0007] 优选的，其中定日镜场和吸热器会根据不同的容量需求包含有多个。

[0008] 优选的，吸热材料为石墨、金属或复合材料。

[0009] 优选的，工作介质为水及水蒸汽。

[0010] 优选的，设计合理的系统能够延长系统工作时间 4-8 小时。

[0011] 优选的，在多云条件下，高容量的蓄热能力也能够保证系统工作更稳定。

[0012] 本实用新型的原理在于：

[0013] 一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，包括了吸热器（多个）、定日镜场（多个）、蒸汽发生系统、风机或压缩机、蒸汽动力系统、水泵、发电机等。其中：

[0014] 一种多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，包括了多个集热单元，每个集热单元包括一个定日镜场、吸热塔等设备，在吸热塔顶部有吸热器，吸热介质为石墨、金属或其它复合材料等；吸热介质需具备耐高温、高热容等显著特点，并且具有良好的导热特性；该介质在满足吸热功能的同时还兼具蓄热的功能，在没有太阳辐射的条件下，利用储存的热量在一定时段仍能够内维持热力系统的稳定运行。多个集热单元共用一套蒸汽发生系统、动力系统和发电系统；为了适应前述集热技术，定日镜场的布置采用了一种特殊的布置方式：即一个单元的吸热塔、吸热器装置全部或部分嵌入到前一个集热单元的定日镜场中，同时为了提高镜场效率及土地利用率，镜场布置采用了一种雁阵式的排列方法；该布置方式可以有效降低吸热器的散热面积，减小吸热器的散热损失，同时可以提高单个集热单元的输出功率。

[0015] 单个集热单元分别由吸热器、吸热塔、定日镜场及相关的辅助系统构成。吸热器内有一定量的吸热材料，该材料具有耐高温、高导热性能等基本属性，并且还具有高热容特性。根据系统的设计特点，上述材料内设计布置一定面积的换热管路；这样由定日镜反射的能量一部分被换热管路内的载热介质（通常为稳定性气体，如氮气、氦气、氩气、二氧化碳等）吸收，还有一部分逐渐被存储到上述材料中。多个吸热单元产生的高温气体，经管路汇集后送往蒸汽发生系统，产生高参数蒸汽再送往蒸汽动力系统，经膨胀做功后带动发电机。从蒸汽发生系统出来后的气体温度降低，被风机或压缩机重新输送到各吸热单元；膨胀做功后的蒸汽经冷却后变成水，由水泵重新输送到蒸汽发生系统；至此分别完成载热介质（稳定性气体）及动力介质（水和水蒸汽）的二重循环。由于吸热器内的材料具有良好的热容特性，因此在没有太阳辐射时，利用储存在其中的热量，仍然可以产生一定时段的高参数蒸汽，使整个热力系统正常运转，达到延长系统利用时数、增加运行稳定性等目的。

[0016] 该集热单元把吸热与蓄热融合为一体，与熔盐蓄热技术相比，本系统更为简单，并且避免了熔盐系统可能发生的凝固风险，消除了熔盐系统每次启停时用于预热和保温的能量消耗；由于该系统具备与太阳能周期性相适应的特点，因此系统的启停更加灵活性。

[0017] 在本实用新型中，吸热与蓄热合二为一；为了提升系统的蓄热能力，通常情况下只有增加蓄热材料的质量，但这会受限于吸热塔的支撑结构；同时，由于蓄热材料的储热过程是通过热传导过程实现的，因此热流密度的增加会导致蓄热材料不同层面温差的扩大，这会影响到材料的蓄热能力及内部换热管路的设计。因此要提高整个系统的输出功率，采用多塔式的方式就成了一种必然的选择。另一方面，这种类型的吸热、蓄热结构，吸热器的受光面在正常工作时通常具有非常高的温度（1500℃或更高），导致通过吸热面对环境的散热损失也很高（辐射散热正比于温度的四次方），因此性能优良的吸热器应具有较小的受光面积，单面受光就成了一种必然的选择。

[0018] 根据上述技术路线的特点，本实用新型采用了一种多塔、雁阵式的定日镜场排列方式，其显著特点是，与定日镜场对应的吸热器全部或部分嵌入在前一组集热单元的镜场中，并根据吸热器表面的形状特点，定日镜分布排列成角度不同的雁翅状。对于单面受光的

太阳能系统，吸热器与镜场通常为南北向排列；对应北半球的太阳能热发电系统，吸热塔置南、定日镜场置北，吸热面朝向定日镜场布置。除最前排集热单元对应的吸热器外，其余的吸热器分别被全部或部分嵌入到前一个吸热单元的镜场中，同一列的多个吸热单元首尾相连仿佛一行南飞的大雁。当吸热器表面为平面设计时，为保证定日镜的反射光线对吸热面有一定的入射角度，定日镜场的翼展端部向后有一定的折弯角；如果受光面截面为圆弧形，该折弯角可以减小甚至等于零，这样定日镜场就演化成了矩形阵列。这种排列方式减少了定日镜场规模化布置的约束条件，可以提升单个集热单元的功率输出，同时可以降低了镜场的余弦效应，提高镜场效率及土地利用水平。

[0019] 本实用新型多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统具有如下显著特点：

[0020] (1)、本实用新型将太阳能的吸热与蓄热融为了一体，采用石墨、金属或其它复合材料为吸热介质，吸收定日镜反射的太阳能，产生高温的载热介质，并用于后续的热发电流程中。同时由于吸热介质等具有良好的热容及导热特性，因此可以在没有太阳辐射的条件下，仍能够继续提供一定时段的热能，从而使整个系统保持稳定运行，延长热发电系统的工作时间。

[0021] (2)、本实用新型对于上述吸热与蓄热融为一体的集热系统，由于吸热器内的介质工作在较高的温度(1500℃甚至更高)，会导致较高的散热损失。在进行吸热器的设计时，希望吸热器表面具有较小的向空面积，因此采用单面受光型的设计就成了一种必然的选择。为适应这种单面受光的吸热器设计，本实用新型采用了一种多塔、雁阵式排列的镜场布置方式，该方法可以提高单个吸热单元的功率，并可以提高镜场的反射率及土地利用率。

[0022] (3)、本实用新型上述的系统，比以熔盐为工质的太阳能热利用系统更为简单、吸热与蓄热融为一体，系统的启停快捷方便；同时也省去了熔盐系统在运行维护时所必须消耗的大量能量(如熔盐系统启动前的电预热、保温等)，消除了熔盐凝固风险。因此可以降低了太阳能热发电系统的初投资及运营成本。因此该技术更有利于太阳能热发电技术的应用推广。

附图说明

[0023] 图 1 为本实用新型多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统的组成结构图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施例进一步说明本实用新型。

[0025] 如图 1 所示，本实用新型多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统包括吸热器 1、定日镜场 2、蒸汽发生装置 3、风机或压缩机 4、蒸汽动力系统 5、水泵 6、发电机 7 等，其中定日镜场 2 和吸热器 1 会根据不同的容量需求包含有多个。

[0026] 本实用新型的正常工作流程包括如下：

[0027] 吸热器 1 与定日镜场 2 构成一个集热单元，吸热器 1 接受定日镜场 2 反射来的太阳光，被其中的吸热材料(如石墨、金属、复合材料等)吸收转化成热能，再传递给受热管道内的载热气体介质(如氮气、氦气、氩气、二氧化碳等)。不同集热单元产生的高温气体经汇集后流入到蒸汽发生装置 3，把热量释放给工作介质(水 / 水蒸汽)，产生高参数的蒸汽，送往蒸汽动力系统 5 膨胀做功，带动发电机 7。高温气体经蒸汽发生装置 3 后冷却，被风机或

压缩机 4 输送回吸热器 1，完成载热介质回路的循环。高参数蒸汽经蒸汽动力系统 5 充分膨胀后被冷却成水，被水泵 6 输送回蒸汽发生装置 3，完成工作介质的一次循环。

[0028] 由于吸热器 1 内的吸热材料具有良好的导热性及热容特性，因此其接收的太阳光除一部分被载热介质吸收外，其余部分被存储于吸热材料中。没有太阳辐射时，储存在吸热材料中的热能被逐渐释放，仍可以产生需要参数的蒸汽，维持热力系统的正常运行；设计合理的系统能够延长系统工作时间 4-8 小时。同样，在多云条件下，高容量的蓄热能力也能够保证系统工作更稳定。

[0029] 针对上述热力系统的特点，本实用新型采用了一种多塔、雁阵式排列的镜场方式，其显著特点是：在每一个集热单元中，与定日镜场对应的吸热器（包括吸热塔等）全部或部分嵌入在前一组集热单元的镜场中，并根据吸热器表面的形状特点，定日镜场的分布成角度不同的雁翅状排列。在上述系统中，吸热器与镜场通常为南北向排列，对应北半球的太阳能热发电系统，吸热塔置南、定日镜场置北，吸热面朝向定日镜场布置，这样可以减小定日镜余弦效应的影响，使镜场的效率得以提升。在本实例系统中，吸热器采用的是平面式，为了保证反射光线照射到吸热器表面的入射角在合理的范围内，翼型布置的定日镜场在外端有一定角度的折弯；不同单元的镜场之间留有适量的空隙用于布置载热介质管路等。这种布置方法可以提高定日镜场的效率，提升土地的利用率。

[0030] 多塔、雁阵式排列的太阳能蓄热发电系统，采用了石墨、或金属、或复合材料等为吸热介质，并把吸热与蓄热合二为一，由此可以大大简化太阳能蓄热系统，使系统的启停更快，并有效延长系统的工作时间；同时多塔、雁阵式的镜场排列方法可以减小镜场的余弦效应，提升定日镜的反射效率，并提升单塔输出功率。与太阳能熔盐吸热系统相比，该系统还具有技术难度相对较低、风险小、投资省等显著优点，相信在国家新能源产业政策的支持下，该技术具有光明的前景。

[0031] 本实用新型未详细阐述的部分属于本领域公知技术。

[0032] 尽管上面对本实用新型说明性的具体实施方式进行了描述，以便于本技术领的技术人员理解本实用新型，但应该清楚，本实用新型不限于具体实施方式的范围，对本技术领域的普通技术人员来讲，只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本实用新型的精神和范围内，这些变化是显而易见的，一切利用本实用新型构思的发明创造均在保护之列。

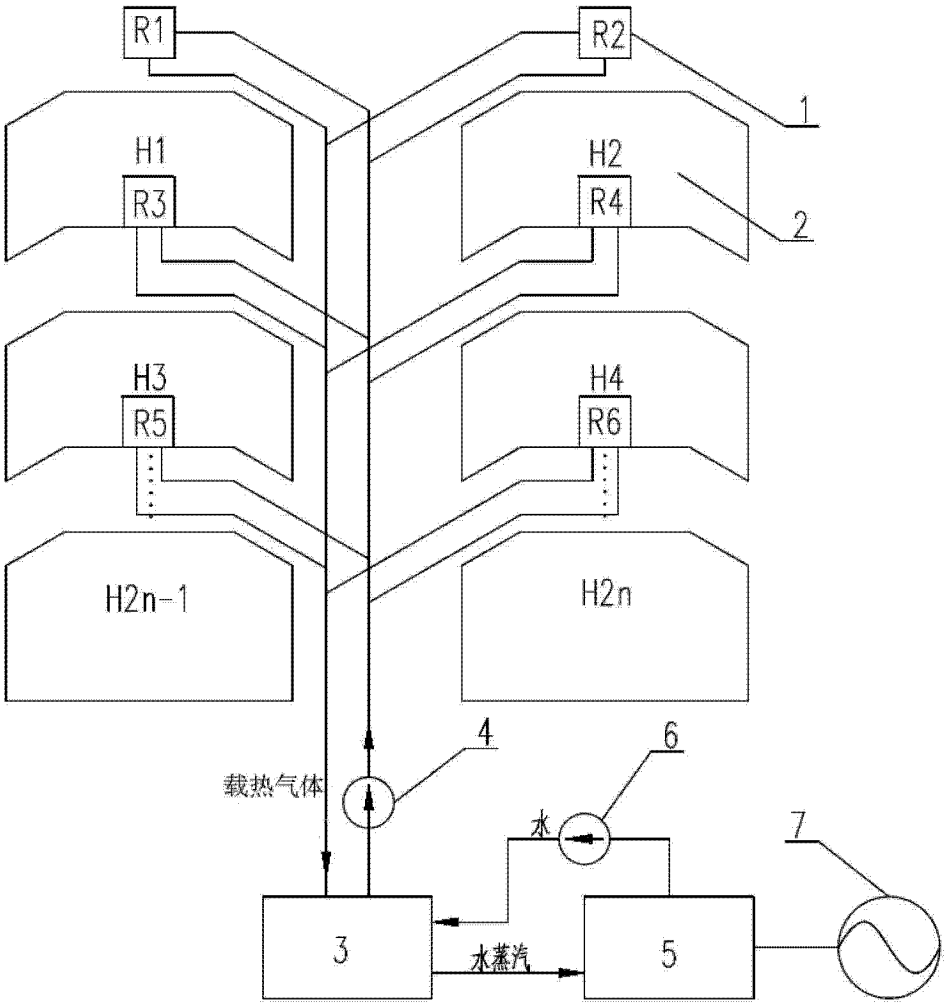


图 1