



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103470460 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201310374808. 1

审查员 龚洋

(22) 申请日 2013. 08. 26

(73) 专利权人 集美大学

地址 361021 福建省厦门市集美区银江路
185 号

(72) 发明人 陈志强 何宏舟 蒋俊尧 蔡佳莹
林思洋 赵光慧 林芳

(74) 专利代理机构 厦门市新华专利商标代理有
限公司 35203

代理人 朱凌

(51) Int. Cl.

F03G 6/00(2006. 01)

F01K 25/08(2006. 01)

F01K 9/00(2006. 01)

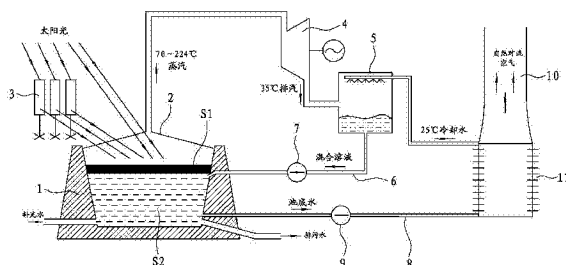
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

池面蒸发型太阳能热发电系统

(57) 摘要

本发明公开了一种池面蒸发型太阳能热发电系统,它包括蒸发池、透光顶棚、反光镜阵列、汽轮发电机组、混合式凝汽器、混合溶液管道、溶液泵、冷却水管道、冷却水泵、冷却塔、空气冷却器。本发明中蒸发池的液体由低沸点工质层和淡水层组成,太阳光通过直射和反射将辐射能传递给低沸点工质层,所得高压蒸汽驱动汽轮发电机组做功发电,从蒸发池底引出的冷却水经冷却塔放热后进入混合式凝汽器接触并冷凝排汽形成混合溶液,再由溶液泵输送回蒸发池内,低沸点工质与淡水由于密度差不互溶而自动分层。本发明系统构造简单、集热效率高、能量转换效率高、循环效率高、电站容量大、建造成本低,适合低成本大规模生产,可被广泛应用于太阳能热发电技术领域。



1. 一种池面蒸发型太阳能热发电系统,其特征在于:它包括蒸发池、透光顶棚、反光镜阵列、汽轮发电机组、混合式凝汽器、混合溶液管道、溶液泵、冷却水管道、冷却水泵、冷却塔、空气冷却器;所述的蒸发池为添加低沸点工质的天然淡水湖泊或人造深水池,蒸发池内液体分成上下两层,上层是具有一定厚度的低沸点工质层,下层是淡水层;所述的透光顶棚由玻璃或薄膜透明材料制成,透光顶棚完全罩住蒸发池的上方并与蒸发池的池面形成密闭空间,透光顶棚的中心位置开设蒸汽出口;所述的反光镜阵列布置在蒸发池周围的山体或建筑上且反光镜的反射光可照射到蒸发池的池面;所述的汽轮发电机组的蒸汽进口与透光顶棚的蒸汽出口连接,汽轮发电机组的排汽出口与混合式凝汽器的蒸汽进口连接;所述的混合式凝汽器的凝结液出口通过混合溶液管道与蒸发池连通,混合溶液管道的出口设置在蒸发池淡水层的上方位置,混合溶液管道上装有溶液泵;所述的冷却水管道的进口与蒸发池底部连通,冷却水管道的出口与布置在冷却塔壁面上的空气冷却器的进水侧连接,冷却水管道上装有冷却水泵;所述的空气冷却器的出水侧通过管道与混合式凝汽器的喷嘴连接。

2. 根据权利要求1所述的池面蒸发型太阳能热发电系统,其特征在于:所述的蒸发池的深度为20~200m之间,低沸点工质层的厚度为0.3~2m之间,工质选用不溶于或难溶于水、密度小于水的低沸点有机工质。

池面蒸发型太阳能热发电系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能热发电技术领域,特别是涉及一种池面蒸发型太阳能热发电系统。

背景技术

[0002] 在当前世界各国面临能源日益紧缺的情况下,人们已把太阳能作为开发利用的现代主要新能源之一。因此,向太阳这个取之不尽的能源宝库索取能量实现人类历史上的能源变革,已成为今后能源开发的主要趋向,其中太阳能发电应是提供未来大规模电力的主力。目前我国太阳能光伏产业开始兴起,而太阳能热发电的研究和应用仍处相对落后的状态,太阳能热发电的规模化特点决定了其未来发展的巨大潜力要大于太阳能光伏产业。太阳能热发电系统目前分为塔式、槽式、碟式、太阳池和太阳能烟囱热气流发电五种类型,前三种太阳能热发电系统属聚光型,后两种属非聚光型。聚光型热发电系统的总体效率较高,但是系统构造复杂,生产成本昂贵,除了槽式电站进入商业化阶段外,其余两种尚在研究和实验阶段;太阳池发电系统构造简单、建造成本低、发电成本低,是目前所有太阳能应用中最为廉价和便于推广的一种技术,不过仍存在一些不足之处:一、池内盐梯度容易被破坏,需要周期性地补充大量的盐分,增加了运行费用和发电成本,二是发电设备中的蒸发器和冷凝器都存在换热端差,致使发电效率有所降低;太阳能烟囱热气流发电系统则有利于改善和重建生态环境,但是效率非常低。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种构造简单、系统效率高、建造成本低、发电成本低的池面蒸发型太阳能热发电系统。

[0004] 为实现上述发明目的,本发明的技术解决方案是:

[0005] 本发明是一种池面蒸发型太阳能热发电系统,它包括蒸发池、透光顶棚、反光镜阵列、汽轮发电机组、混合式凝汽器、混合溶液管道、溶液泵、冷却水管道、冷却水泵、冷却塔、空气冷却器。

[0006] 所述的蒸发池为添加低沸点工质的天然淡水湖泊或人造深水池,蒸发池内液体分成上下两层,上层是具有一定厚度的低沸点工质层,下层是淡水层;所述的透光顶棚由玻璃或薄膜等透明材料制成,透光顶棚完全罩住蒸发池的上方并与蒸发池的池面形成密闭空间,透光顶棚的中心位置开设蒸汽出口;所述的反光镜阵列布置在蒸发池周围的山体或建筑上且反光镜的反射光可照射到蒸发池的池面;所述的汽轮发电机组的蒸汽进口与透光顶棚的蒸汽出口连接,汽轮发电机组的排汽出口与混合式凝汽器的蒸汽进口连接;所述的混合式凝汽器的凝结液出口通过混合溶液管道与蒸发池连通,混合溶液管道的出口设置在蒸发池淡水层的上方位置,混合溶液管道上装有溶液泵;所述的冷却水管道的进口与蒸发池底部连通,冷却水管道的出口与布置在冷却塔壁面上的空气冷却器的进水侧连接,冷却水管道上装有冷却水泵;所述的空气冷却器的出水侧通过管道与混合式凝汽器的喷嘴连接。

[0007] 所述的蒸发池的深度为 20 ~ 200m 之间, 低沸点工质层的厚度为 0.3 ~ 2m 之间, 工质选用不溶于或难溶于水、密度小于水的低沸点有机工质, 本发明例中选用低沸点有机工质正己烷。

[0008] 采用上述方案后, 本发明将太阳能转换为电能的工作过程如下: 第一步, 太阳光通过直射和反射将辐射能传递给蒸发池内的低沸点工质液体, 低沸点工质液体得到热能变成高压蒸汽, 高压蒸汽驱动汽轮发电机组做功发电; 第二步, 汽轮机的排汽与冷却塔送来的冷却水直接接触冷凝成混合溶液, 混合溶液被送回蒸发池, 低沸点工质液体与水由于密度差不互溶自动分离形成分层。综上可以看出, 整个工作过程设计具备科学性和简约性。

[0009] 本发明在能量收集、转换和利用过程中具有以下如下特点: 一、本发明利用蒸发池完成了太阳能直接向低沸点工质蒸汽所需热能的转换过程, 该能量转换过程十分简单高效, 此时蒸发池相当于一个庞大集热器和一个庞大蒸发器的集成设备, 蒸发池的池面既是太阳光的吸收面, 又是低沸点工质的受热面和蒸发面。由于蒸发池的面积很大, 很容易吸收到大量的太阳光, 因此集热效果很好, 同时, 蒸发池的整个面积作为低沸点工质的受热面和蒸发面, 具有传热量大、蒸发速率快、蒸发量大的特点, 电站的规模容易实现大型化。另外, 本发明节省了常规系统中集热器和蒸发器所需要的金属耗材, 建设成本大幅度降低。二、本发明中电站的冷端采用无换热端差的混合式冷凝器, 其热经济性优于常规系统使用的表面式冷凝器, 提高了电站的效率。

[0010] 本发明与太阳池发电系统比较, 太阳池发电系统首先用太阳能加热太阳池底的盐水, 再用泵抽取池底的热水通过蒸发器加热低沸点工质得到蒸汽, 这个过程由于蒸发器具有换热端差必然造成能量损失, 同时消耗一定的泵功; 而本发明利用蒸发池完成了太阳能直接向低沸点工质蒸汽所需热能的转换过程, 不需要庞大的蒸发器, 能量转换过程更为简单, 能量转换效率提高, 而且建造成本降低。太阳池发电系统的冷端采用表面式冷凝器, 金属耗材大, 热经济性差, 而本发明中电站的冷端采用混合式冷凝器, 金属耗材少, 热经济性高, 电站的效率得到提高。因此在有日照的条件下, 本发明的热力循环效率将高于太阳池发电系统的效率, 但是在无日照的条件下, 本发明不具备太阳池发电系统的蓄热功能, 必须另外设置蓄热装置。

[0011] 综上所述, 本发明的优点是: 系统构造简单、集热效率高、能量转换效率高、热力循环效率高、电站容量大、建造成本低。因此本发明是太阳能应用中非常廉价和便于推广的一种技术, 适合低成本大规模生产, 可被广泛应用于太阳能热发电技术领域。

[0012] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的说明。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明的系统结构示意图。

具体实施方式

[0014] 如图 1 所示, 本发明是一种池面蒸发型太阳能热发电系统, 它包括蒸发池 1、透光顶棚 2、反光镜阵列 3、汽轮发电机组 4、混合式凝汽器 5、混合溶液管道 6、溶液泵 7、冷却水管道 8、冷却水泵 9、冷却塔 10、空气冷却器 11。

[0015] 所述的蒸发池 1 为添加低沸点工质的天然淡水湖泊或人造深水池, 其深度为 20 ~

200m之间;蒸发池1内液体分成上下两层,上层是具有一定厚度的低沸点工质层S1,下层是淡水层S2。所述的低沸点工质层S1的厚度为0.3~2m之间,工质选用不溶于或难溶于水、密度小于水的低沸点有机工质,在本实施例中,低沸点工质为正己烷。

[0016] 所述的透光顶棚2由玻璃或薄膜等透明材料制成,透光顶棚2完全罩住蒸发池1的上方并与蒸发池1的池面形成密闭空间,透光顶棚2的中心位置开设蒸汽出口;所述的反光镜3阵列布置在蒸发池1周围的山体或建筑上且反光镜3的反射光可照射到蒸发池1的池面;所述的汽轮发电机组4的蒸汽进口与透光顶棚2的蒸汽出口连接,汽轮发电机组4的排汽出口与混合式凝汽器5的蒸汽进口连接;所述的混合式凝汽器5的凝结液出口通过混合溶液管道6与蒸发池1连通,混合溶液管道6的出口设置在蒸发池1淡水层的上方位置,混合溶液管道6上装有溶液泵7;所述的冷却水管道8的进口与蒸发池1底部连通,冷却水管道8的出口与布置在冷却塔10壁面上的空气冷却器11的进水侧连接,冷却水管道8上装有冷却水泵9;所述的空气冷却器11的出水侧通过管道与混合式凝汽器5的喷嘴连接。

[0017] 本发明的工作原理:

[0018] 如图1所示,太阳光直射和通过反光镜阵列3反射透过透光顶棚2到达蒸发池1的池面,绝大部分的太阳能被均匀分布于蒸发池1池面由正己烷工质构成的低沸点工质层S1所吸收,本发明例中低沸点工质选用正己烷,小部分太阳能由于太阳光的透射被低沸点工质层S1下面附近的水体所吸收。正己烷工质吸热后温度急剧增加,表面发生蒸发过程形成正己烷高压蒸汽,此时正己烷工质所吸收辐射热量的较大份额转化为自身的加热量和蒸汽的汽化潜热,较小份额通过散热传递给低沸点工质层S1下面附近的水体。由于低沸点工质层S1的热量通过导热方式传递给其下面附近的水体,再由该水体通过导热方式继续向池底的水体传递热量,使得整个蒸发池1的温度随着池深呈梯度递减规律,上层液体(低沸点工质层S1)的温度总是高于下层液体(淡水层S2)的温度,有效防止了下层池水可能由于温度较高而产生的竖直方向的自然对流现象,因此蒸发池1内各层液体温度基本保持恒定,池底水体的温度最低并且保持基本不变。正己烷高压蒸汽通过汽轮机4做功发电,排汽进入混合式冷凝器5,而冷却水来自于池底的冷水,池底的冷水先经过冷却塔10放热后形成25℃左右的冷却水,再进入混合式冷凝器5充分接触并冷凝排汽形成混合溶液,混合溶液通过溶液泵7输送到蒸发池1内,正己烷工质与水由于密度差自动分离,正己烷工质向上流动进入低沸点工质层S1,水流入淡水层S2,从而完成一个热力循环。本发明例中,蒸发池1的压力控制在0.1~2.6Mpa之间,以维持蒸发温度在70~224℃之间,混合式凝汽器5的压力控制在0.03Mpa以下,以维持冷凝温度低于35℃,经计算得出最大理论循环效率可达51.7%。

[0019] 以上所述,仅为本发明较佳实施例而已,各设备和管路的布置可有多种方式,故不能以此限定本发明实施的范围,即依本发明申请专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆应仍属本发明专利涵盖的范围内。

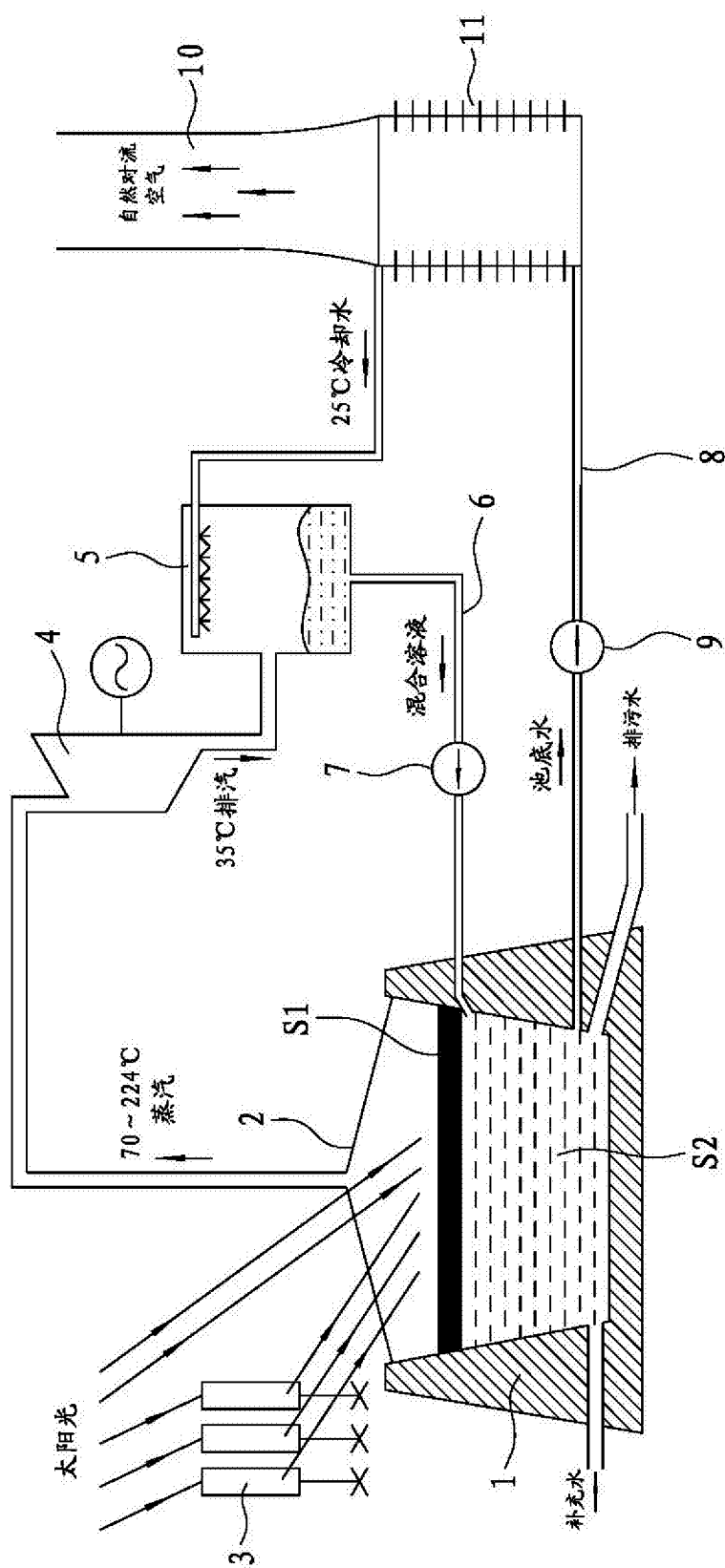


图 1