



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218210137 U

(45) 授权公告日 2023. 01. 03

(21) 申请号 202221098289.1

F22D 11/06 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.09

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(73) 专利权人 国能南京电力试验研究有限公司  
地址 210046 江苏省南京市栖霞区仙境路  
10号

(72) 发明人 杨文正 薛海

(74) 专利代理机构 深圳市宾亚知识产权代理有  
限公司 44459  
专利代理师 李星

(51) Int. Cl.

F24S 20/20 (2018.01)

F24S 60/30 (2018.01)

F24S 80/30 (2018.01)

F22B 1/02 (2006.01)

F22D 5/34 (2006.01)

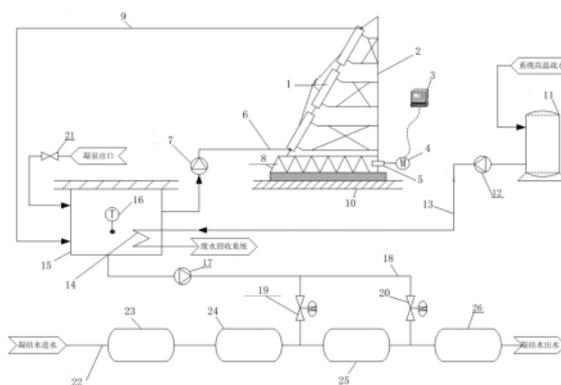
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

## (54) 实用新型名称

基于火机组的光电转换系统

## (57) 摘要

本申请公开了一种基于火机组的光电转换系统,包括通过管路连接的光热转换系统、火电机组换热系统和热电转换系统;所述光热转换系统包括太阳能集热器和储热井,所述储热井中的水传输至所述太阳能集热器加热后返回至所述储热井完成光热转换;所述火电机组换热系统包括疏水换热器,所述疏水换热器位于所述储热井内,火电机组中的高温疏水经所述疏水换热器将所述储热井内的水加热;所述热电转换系统包括六号低压加热器和七号低压加热器,根据所述六号低压加热器、所述七号低压加热器与所述储热井内的水温差的大小将所述所述储热井内的热水输送至所述六号低压加热器出口或所述七号低压加热器出口,实现热电转换。



1. 一种基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,包括通过管路连接的光热转换系统、火电机组换热系统和热电转换系统;

所述光热转换系统包括太阳能集热器和储热井,所述储热井中的水传输至所述太阳能集热器加热后返回至所述储热井完成光热转换;

所述火电机组换热系统包括疏水换热器,所述疏水换热器位于所述储热井内,火电机组中的高温疏水经所述疏水换热器将所述储热井内的水加热;

所述热电转换系统包括六号低压加热器和七号低压加热器,根据所述六号低压加热器、所述七号低压加热器与所述储热井内的水温差的大小将所述储热井内的热水输送至所述六号低压加热器出口或所述七号低压加热器出口,实现热电转换。

2. 根据权利要求1所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,所述光热转换系统还包括集热塔进水泵、集热塔进水管和集热塔出水管,所述储热井中的水通过所述集热塔进水泵和所述集热塔进水管输送至所述太阳能集热器,经加热后再通过所述集热塔出水管返回至所述储热井完成光热转换。

3. 根据权利要求2所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,所述光热转换系统还包括与所述太阳能集热器相连接的传动机构,所述传动机构与传动电机相连,根据太阳的照射角度控制所述传动电机启闭,以带动所述传动机构运动调整所述太阳能集热器的朝向。

4. 根据权利要求1所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,所述火电机组换热系统还包括疏水集箱、疏水泵和高温疏水管道,火电机组中的高温疏水进入所述疏水集箱,并通过所述疏水泵将高温疏水通过所述高温疏水管道输送至位于所述储热井内的所述疏水换热器,以将所述储热井内的水加热。

5. 根据权利要求4所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,所述火电机组换热系统还包括废水回收系统,高温疏水将所述储热井内的水加热后形成的低温疏水进入所述废水回收系统。

6. 根据权利要求1所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,所述热电转换系统还包括向所述六号低压加热器和所述七号低压加热器输水的增压水泵和系统补水管道,在所述六号低压加热器出口设有电动阀B,在所述七号低压加热器出口设有电动阀A。

7. 根据权利要求6所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,在所述储热井上还设有与所述储热井相连接的回水闸阀,所述回水闸阀与凝泵出口相连接,当所述储热井内的热水输送至所述六号低压加热器出口或所述七号低压加热器出口时,开启所述回水闸阀,将凝泵出口的凝结水同步输入所述储热井中以维持工质的质量平衡。

8. 根据权利要求3所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,所述太阳能集热器设置在集热塔底座和集热塔支架上,所述传动机构与所述集热塔支架连接,所述传动电机与控制电脑相连,根据太阳的照射角度通过所述控制电脑控制所述传动电机启闭,并带动所述传动机构运动以调整所述集热塔支架的倾斜角度,进而调整所述太阳能集热器的朝向。

9. 根据权利要求1所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,在所述储热井内设有温度传感器,以检测所述储热井中的热水温度。

10. 根据权利要求1所述的基于火电机组的光电转换系统,其特征在于,还包括凝结水

管道,在所述凝结水管道上依次设有八号低压加热器、所述七号低压加热器、所述六号低压加热器和五号低压加热器。

## 基于火电机组的光电转换系统

### 技术领域

[0001] 本申请属于火力发电设备节能技术领域,尤其涉及一种基于火电机组的光电转换系统。

### 背景技术

[0002] 火力发电行业是煤炭消耗的主要行业之一,是国家节能减排工作重点管控行业。进一步推进火电机组节能降耗是提高能源利用效率的有效手段,对实现电力行业碳排放达峰,乃至全国碳达峰、碳中和目标具有重要意义。国家要求电力行业要持续优化能源电力结构和布局,加快构建以新能源为主体的新型电力系统,统筹考虑新能源就近消纳等问题。

[0003] 我国当前的能源结构中,煤炭在一次能源消费中仍然占据主要地位,从电力装机和发电量结构比例分析,煤电依然是当下的主力电源。为了更好的消纳新能源,火电机组必须深度参与电网调峰,导致火电机组负荷率很低,受限于火电机组的发电原理,其负荷率低于额定值时必然会导致其发电煤耗增加,能源利用效率降低这一弊端问题的出现。

[0004] 近年来随着我国光伏和风电装机比例的持续扩大,其发电量的波动性和随机性必然对电力系统的灵活性调峰提出更高要求。储能技术能够提高光伏和风电的消纳比例,并保障电网的安全稳定,因此近年以锂电池为代表的化学储能、以熔岩为代表的储热技术、以压缩空气和飞轮储能为代表的机械储能等技术得到了飞快发展,但是这些储能设备的造价都非常昂贵,大规模建设的回收年限都较长。

[0005] 目前新建的新能源项目,都要求配备一定比例的储能设施,这又进一步增加了新能源项目的单位造价,为了响应国家低碳目标,提高新能源的使用比例,同时有效降低火电机组煤耗,迫切需要寻找能够降低现有火电机组的能耗水平且降低成本的工作系统。

### 实用新型内容

[0006] 针对上述问题,本申请实施例提供了一种基于火电机组的光电转换系统,本申请根据火电机组的系统特点及太阳能利用的特点,将两者耦合在一起,发明出基于火电机组的光电转换系统,不但提高光伏发电系统的灵活性,而且极大的降低其建设成本,同时可以有效的降低现有火电机组的能耗水平,所述技术方案如下:

[0007] 本申请提供一种基于火电机组的光电转换系统,包括通过管路连接的光热转换系统、火电机组换热系统和热电转换系统;所述光热转换系统包括太阳能集热器和储热井,所述储热井中的水传输至所述太阳能集热器加热后返回至所述储热井完成光热转换;所述火电机组换热系统包括疏水换热器,所述疏水换热器位于所述储热井内,火电机组中的高温疏水经所述疏水换热器将所述储热井内的水加热;所述热电转换系统包括六号低压加热器和七号低压加热器,根据所述六号低压加热器、所述七号低压加热器与所述储热井内的水温差的大小将所述所述储热井内的热水输送至所述六号低压加热器出口或所述七号低压加热器出口,实现热电转换。

[0008] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,所述光热转换

系统还包括集热塔进水泵、集热塔进水管和集热塔出水管，所述储热井中的水通过所述集热塔进水泵和所述集热塔进水管输送至所述太阳能集热器，经加热后再通过所述集热塔出水管返回至所述储热井完成光热转换。

[0009] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，所述光热转换系统还包括与所述太阳能集热器相连接的传动机构，所述传动机构与传动电机相连，根据太阳光的照射角度控制所述传动电机启闭，以带动所述传动机构运动调整所述太阳能集热器的朝向。

[0010] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，所述火电机组换热系统还包括疏水集箱、疏水泵和高温疏水管道，火电机组中的高温疏水进入所述疏水集箱，并通过所述疏水泵将高温疏水通过所述高温疏水管道输送至位于所述储热井内的所述疏水换热器，以将所述储热井内的水加热。

[0011] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，所述火电机组换热系统还包括废水回收系统，高温疏水将所述储热井内的水加热后形成的低温疏水进入所述废水回收系统。

[0012] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，所述热电转换系统还包括向所述六号低压加热器和所述七号低压加热器输水的增压水泵和系统补水管，在所述六号低压加热器出口设有电动阀B，在所述七号低压加热器出口设有电动阀A。

[0013] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，在所述储热井上还设有与所述储热井相连通的回水闸阀，所述回水闸阀与凝泵出口相连接，当所述储热井内的热水输送至所述六号低压加热器出口或所述七号低压加热器出口时，开启所述回水闸阀，将凝泵出口的凝结水同步输入所述储热井中以维持工质的质量平衡。

[0014] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，所述太阳能集热器设置在集热塔底座和集热塔支架上，所述传动机构与所述集热塔支架连接，所述传动电机与控制电脑相连，根据太阳光的照射角度通过所述控制电脑控制所述传动电机启闭，并带动所述传动机构运动以调整所述集热塔支架的倾斜角度，进而调整所述太阳能集热器的朝向。

[0015] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，在所述储热井内设有温度传感器，以检测所述储热井中的热水温度。

[0016] 例如，在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中，还包括凝结水管道，在所述凝结水管道上依次设有八号低压加热器、所述七号低压加热器、所述六号低压加热器和五号低压加热器。

[0017] 本申请的基于火电机组的光电转换系统所带来的有益效果为：本申请根据火电机组的系统特点及太阳能利用的特点，将两者耦合在一起，发明出基于火电机组的光电转换系统，不但提高光伏发电系统的灵活性，而且极大的降低其建设成本，同时可以有效的降低现有火电机组的能耗水平。

[0018] 本申请将太阳能与火电机组耦合在一起，大大降低了火电机组综合能耗，促进火电机组的节能减排，而且相对于传统的光伏发电站，本系统利用了火电机组原本的电气系统，减少了电气设备的投资，系统自身只要解决光热转换及存储的问题即可，整套系统简单可靠，而且不会要给电网系统造成消纳新能源的负担。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请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简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是本申请的基于火电机组的光电转换系统示意图;

[0021] 图2是利用本申请的基于火电机组的光电转换系统的某台火电机组不同负荷段的光热电转换效率图。

[0022] 附图标记:1-太阳能集热器,2-集热塔支架,3-控制电脑,4-传动电机,5-传动机构,6-集热塔进水管,7-集热塔进水泵,8-集热塔底座,9-集热塔出水管,10-地面,11-疏水集箱,12-疏水泵,13-高温疏水管,14-疏水换热器,15-储热井,16-温度传感器,17-增压水泵,18-系统补水管,19-电动阀A,20-电动阀B,21-回水闸阀,22-凝结水管路,23-八号低压加热器,24-七号低压加热器,25-六号低压加热器,26-五号低压加热器。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0024] 除非另外定义,本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0025] 本申请提供一种基于火电机组的光电转换系统,如图1所示,包括通过管路连接的光热转换系统、火电机组换热系统和热电转换系统;所述光热转换系统包括太阳能集热器1和储热井15,所述储热井15中的水传输至所述太阳能集热器1加热后返回至所述储热井15完成光热转换;所述火电机组换热系统包括疏水换热器14,所述疏水换热器14位于所述储热井15内,火电机组中的高温疏水经所述疏水换热器14将所述储热井15内的水加热;所述热电转换系统包括六号低压加热器25和七号低压加热器24,根据所述六号低压加热器25、所述七号低压加热器24与所述储热井15内的水温差的大小将所述储热井15内的热水输送至所述六号低压加热器25出口或所述七号低压加热器24出口,实现热电转换。

[0026] 太阳能的光热转换效率约90%,远高于基于晶硅组件的光伏发电板的光电转换效率,且太阳能集热器的造价也大大低于光伏发电板的造价。同时以锂电池为代表的化学储能成本,远高于热水储热罐储能成本,而且热水储热罐的热转换效率约98%,而锂电池储能的电转换效率仅为约95%。常规的光热转换效率最高的真空管集热器只能将水加热至80

℃-90℃,这一温度的热水能量品质较低,很难将其直接转换成电能,但是将这一部分热水所带的热量与火电机组的热力系统结合起来,则可以完美的转换成汽轮机的机械能,进而带动发电机发电。本申请的这种模式不但省去了太阳能光伏电站的各种电气设备配置,还省去了输电线路的建设投资成本,并且针对80℃-90℃的热水这一特点,完全可以用价格低廉的热水储热罐将其储存起来,并在需要的时候将其输入到火电机组的热力系统。

[0027] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,所述光热转换系统还包括集热塔进水泵7、集热塔进水管6和集热塔出水管9,所述储热井15中的水通过所述集热塔进水泵7和所述集热塔进水管6输送至所述太阳能集热器1,经加热后再通过所述集热塔出水管9返回至所述储热井15完成光热转换。根据上述实施例,本申请利用电厂的闲置空地建造塔式结构的太阳能集热器1,利用向上的空间位置尽可能多的将太阳能转换成热能,然后利用地下空间建造储热井15,将太阳能集热器1中的热水储存在储热井15里。同时相比于传统的地上储热罐,地下热井的布置不但可以减少厂区占地,而且其不需要消耗大量钢材,其建造投资成本大幅降低。

[0028] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,所述光热转换系统还包括与所述太阳能集热器1相连接的传动机构5,所述传动机构5与传动电机4相连,根据太阳光的照射角度控制所述传动电机4启闭,以带动所述传动机构5运动调整所述太阳能集热器1的朝向。

[0029] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,所述太阳能集热器1设置在集热塔底座8和集热塔支架2上,集热塔底座8设置在地面10上,集热塔支架2设置在集热塔底座8上,所述传动机构5与所述集热塔支架2连接,所述传动电机4与控制电脑3相连,根据太阳光的照射角度通过所述控制电脑3控制所述传动电机4启闭,并带动所述传动机构5运动以调整所述集热塔支架2的倾斜角度,进而调整所述太阳能集热器1的朝向。

[0030] 根据上述实施例,塔式结构的太阳能集热器1通过设置传动机构5及控制电脑3,可以追踪太阳光照方向的变化,使得太阳能集热器1能始终以较好的角度面向太阳,从而提高其对太阳能的吸热量。

[0031] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,所述火电机组换热系统还包括疏水集箱11、疏水泵12和高温疏水管道13,火电机组中的高温疏水进入所述疏水集箱11,并通过所述疏水泵12将高温疏水通过所述高温疏水管道13输送至位于所述储热井15内的所述疏水换热器14,以将所述储热井15内的水加热。根据上述实施例,通过设置疏水集箱11和疏水换热器14,可以将火电机组日常的高温疏水集中利用,起到余热回收利用的效果,进一步提高系统的热经济性。

[0032] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,所述火电机组换热系统还包括废水回收系统,高温疏水将所述储热井15内的水加热后形成的低温疏水进入所述废水回收系统。

[0033] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,所述热电转换系统还包括向所述六号低压加热器25和所述七号低压加热器24输水的增压水泵17和系统补水管18,在所述六号低压加热器25出口设有电动阀B20,在所述七号低压加热器24出口设有电动阀A19。在凝结水管道22上依次设有八号低压加热器23、七号低压加

热器24、六号低压加热器25和五号低压加热器26。根据上述实施例,太阳能集热器1产生的热水输入到汽轮机热力系统中的凝结水管路之前,根据能量匹配的原则将其输入到七号低压加热器24出口或者六号低压加热器25出口,最大程度的提高其热电转换效率。假设将其输入到六号低压加热器25出口,这样就可以减少六段、七段、八段的抽汽量,等同于增加了汽轮机低压缸的做功蒸汽量,从而增加了汽轮机的发电量,即将这部分低品质的热能转换成了电能。

[0034] 本申请将太阳能转换成热能直接存储在储热井15后,在夜间火电机组负荷较低的时候再将其输入到热力系统中,一方面更进一步提高该部分低品位热能的热电转换效率,另一方面因为其设置了储能模块,其系统运行的灵活性进一步提高。相对于传统的光伏发电站,本系统利用了火电机组原本的电气系统,减少了电气设备的投资,系统自身只要解决光热转换及存储的问题即可,整套系统简单可靠,而且不会要给电网系统造成消纳新能源的负担。

[0035] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,在所述储热井15上还设有与所述储热井15相连通的回水闸阀21,所述回水闸阀21与凝泵出口相连接,当所述储热井15内的热水输送至所述六号低压加热器25出口或所述七号低压加热器24出口时,开启所述回水闸阀21,将凝泵出口的凝结水同步输入所述储热井15中以维持工质的质量平衡。

[0036] 例如,在一个实施例提供的所述基于火电机组的光电转换系统中,如图1所示,在所述储热井15内设有温度传感器16,以检测所述储热井15中的热水温度。根据上述实施例,通过光热转换系统和火电机组换热系统,储热井15中的水被加热后储存在储热井15中,并且可以通过温度传感器16实时监控储热井15中的水温变化。

[0037] 本申请的基于火电机组的光电转换系统的工作过程如下:

[0038] 光热转换及储能过程:

[0039] 所述储热井15中的水通过所述集热塔进水泵7和所述集热塔进水管6输送至所述太阳能集热器1,经加热后再通过所述集热塔出水管9返回至所述储热井15完成光热转换;火电机组中的高温疏水进入所述疏水集箱11,并通过所述疏水泵12将高温疏水通过所述高温疏水管13输送至位于所述储热井15内的所述疏水换热器14,以将所述储热井15内的水加热,高温疏水将所述储热井15内的水加热后形成的低温疏水进入所述废水回收系统;

[0040] 热电转换过程:

[0041] 首先获取所述七号低压加热器24的出水温度、所述六号低压加热器25的出水温度和所述储热井15中的热水温度,当所述六号低压加热器25与所述储热井15内的水温差大于所述七号低压加热器24与所述储热井15内的水温差时,开启所述电动阀A19,关闭所述电动阀B20,以将所述储热井15内的热水输送至所述七号低压加热器24出口;当所述六号低压加热器25与所述储热井15内的水温差小于所述七号低压加热器24与所述储热井15内的水温差时,开启所述电动阀B20,关闭所述电动阀A19,以将所述储热井15内的热水输送至所述六号低压加热器25出口;当所述储热井15内的热水输送至所述六号低压加热器25出口或所述七号低压加热器24出口时,开启所述回水闸阀21,将凝泵出口的凝结水同步输入所述储热井15中以维持工质的质量平衡。

[0042] 通过对某台火电机组的数据进行分析比较,分析不同负荷段的光热电转换效率,结果如表1及图2所示。

[0043] 表1不同负荷段的光热电转换效率

[0044]

名称	单位	100%负荷	75%负荷	50%负荷	40%负荷
光热转换效率	%	90	90	90	90
热电转换效率	%	8.20	8.91	9.25	9.24
储热效率	%	98.00	98.00	98.00	98.00
系统光电效率	%	7.23	7.86	8.16	8.15

[0045] 由表1和图2可知,本申请的基于火电机组的光电转换系统,白天将太阳能转换成热能储存起来,夜间火电机组在深度调峰低负荷的时段,将这部分热量输送至热力系统中,可以获得更高的热电转换效率,同时因为热力系统获得了额外的热量,火电机组的发电煤耗也可降低。

[0046] 尽管已经出于说明性目的对本申请的实施例进行了公开,但是本领域技术人员将认识的是:在不偏离如所附权利要求公开的本申请的范围和精神的情况下,能够进行各种修改、添加和替换。

