



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113390282 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(21) 申请号 202110718728.8

(22) 申请日 2021.06.28

(71) 申请人 山东理工大学

地址 255086 山东省淄博市高新技术开发
区高创园A座313室

申请人 山东胜利通海集团东营天蓝节能科
技有限公司

(72) 发明人 王有镗 徐超 刘旭阳 翟鲲鹏
李成宇 姜朋朋 付士宾 何梦遥

(51) Int. Cl.

F28D 20/00 (2006.01)

F28F 27/00 (2006.01)

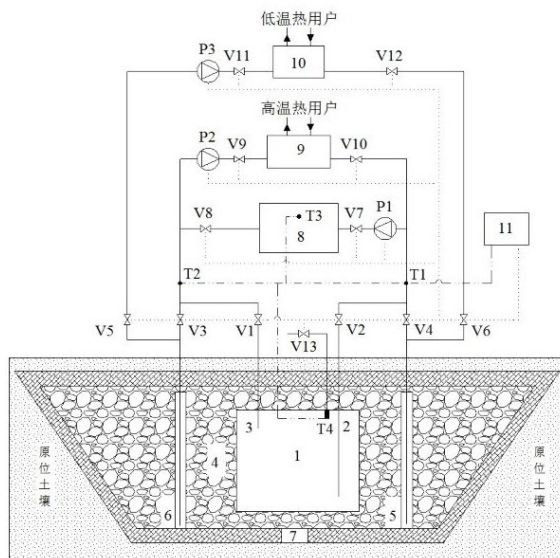
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

适用于变温热源的固液联合储热方法

(57) 摘要

本发明公开了一种能够适用于变温热源的地下固液联合储热方法,储热系统包括储热水箱、下位水管、上位水管、储热砾石、抽灌井、隔水保温层、变温热源、高温取热器、低温取热器、控制器、循环泵、温度传感器、压力传感器、阀门。本发明基于热源温度在高温区和低温区之间变化,以水箱和砾石层作为联合储热体,热源的高温区热量储存于水箱中,低温区热量储存于砾石层中,以此实现双温区储热,水箱处于砾石层中,通过构造缓和的温度梯度,有效保护了水箱高温的核心热量,可根据用户热量需求,分别从高、低温两种储热体换热,实现能量品质的合理利用。



1. 适用于变温热源的地下固液联合储热方法,其特征在于以储热水箱(1)和储热砾石(4)作为联合储热体,水箱置于砾石层内部,储热水箱(1)作为高温储热体,储热砾石(4)作为承重结构和低温储热体,通过设定水箱储热温度 T_h 来转换高、低温储热模式,当变温热源(8)温度高于 T_h 时,系统将热源热量储存至储热水箱(1),当变温热源(8)温度低于 T_h 时,系统将热源热量储存至储热砾石(4),实现双温区储热。

2. 适用于变温热源的地下固液联合储热方法,其特征在于由储热水箱(1)和储热砾石(4)组成的联合储热体可独立进行双温位取热模式,将处于核心位置的储热水箱(1)热量释放给高温取热器(9),将储热砾石(4)热量释放给低温取热器(10)。

适用于变温热源的固液联合储热方法

技术领域

[0001] 本发明属于地下储热利用技术领域,特别涉及变温热源的储热问题。

背景技术

[0002] 对比其他的储热介质,水具有较大的比热容,且换热强度易于控制,因此水体储热一直是地下储热技术的主要形式。该技术普遍采用地面直接开挖储热水池,水池内铺设防水层,顶部设置浮顶结构用于保温隔热,依靠水的浮力支撑水池顶部结构,但是这种结构承重能力小,上层无法再种植植被或建设任何的建筑物或构筑物,因此这种浮顶式储热水池的占地不能被有效利用,引起土地使用成本增高,这为在城镇周边推广该技术带来很大难度。为克服水体储热技术在这方面的不足,可在其内部添加砾石以增强支撑作用,使得水池占地可被利用,从而降低用地成本。为此,本发明提出以水体储热为主,砾石储热为辅的固液联合储热技术。

[0003] 在应用过程中,诸如太阳能、工业余热等作为热源进行储热时,其温度并非恒定不变,一般呈周期性波动或随环境、生产规模的变化而波动。这种输出温度在高温区和低温区之间变化的热源,可称为变温热源。如果储热介质温度超出热源低温区,那么当热源处于低温区工作时,便无法再对介质进行储热,由此造成热源热量损失。在热用户端,特别是冬季居民用热需求,对温度的要求往往也存在差异,比如采暖供热要求取热温度高于80℃,而生活热水的取热温度一般50~60℃即可满足要求。如果从同一储热介质进行取热,则存在能量品质的“高位低用”问题,从用能品质角度来看,是不合理的。

[0004] 因此,可结合固液联合储热两种介质的特点,对变温热源进行双温区储热,同时,在取热时也按双温区进行用热。这样,将不同温位的热量分开储存和利用,既有助于低温区的热量得以全部存储,也有利于重点保护高品质热量,又可以满足不同热用户的需求,提升能源品质利用的合理性。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种能够适用于变温热源的地下固液联合储热方法。该方法基于热源温度在高温区和低温区之间变化,以水箱和砾石层作为联合储热体,热源的高温区热量储存于水箱中,低温区热量储存于砾石层中,以此实现双温区储热,水箱处于砾石层中,通过构造缓和的温度梯度,有效保护了水箱高温的核心热量,可根据用户热量需求,分别从高、低温两种储热体换热,实现能量品质的合理利用。

[0006] 实现上述目的的技术方案是:该地下固液联合储热系统包括储热水箱、下位水管、上位水管、储热砾石、第一抽灌井、第二抽灌井、隔水保温层、变温热源、高温取热器、低温取热器、控制器、第一循环泵、第二循环泵、第三循环泵、储热出口温度传感器、储热入口温度传感器、热源温度传感器、水箱压力传感器、第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门、第五阀门、第六阀门、第七阀门、第八阀门、第九阀门、第十阀门、第十一阀门、第十二阀门、第十三阀门。所述储热水箱为圆柱形,置于储热砾石层内,所述下位水管和上位水管分别置于储

热水箱下部和上部,所述储热砾石为60~200mm粒径的卵石层,便于水在其孔隙中流通,同时将其布置为可承重结构,将上覆压力传递到地下,所述第一抽灌井和第二抽灌井置于储热砾石层内,对称分布在储热水箱两侧,所述隔水保温层置于储热砾石与原位土壤之间,所述变温热源可为太阳能或工业余热换热器,所述高温取热器和低温取热器均为换热器,连接储热系统与热用户,所述控制器连接各传感器、阀门以及循环泵,所述第一循环泵连接下位水管、第一抽灌井和变温热源,所述第二循环泵连接上位水管和高温取热器,所述第三循环泵连接第二抽灌井和低温取热器,所述储热出口温度传感器置于下位水管和第一抽灌井的出口管路,所述储热入口温度传感器置于上位水管和第二抽灌井的入口管路,所述热源温度传感器置于变温热源内部,所述水箱压力传感器置于水箱内部顶端,所述第一阀门~第十三阀门为常闭电磁阀。

[0007] 本发明的有益效果是:通过将水箱储热和砾石层储热两种方式结合起来,使其不但具备承重能力,降低用地成本,而且可采用双温区储热模式,以此将变温热源的低温区热能全部利用,同时高温和低温储热体的结合,与地下环境易形成较为缓和的温度梯度,可有效降低热损耗,最后在取热时,两储热体可独立放热,满足不同热用户需求,改善能量品质的利用合理性。

附图说明

[0008] 图1为本发明系统原理示意图。

[0009] 图2为本发明系统工作流程示意图。

具体实施方式

[0010] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明:

如图1所示,该地下固液联合储热系统包括储热水箱1、下位水管2、上位水管3、储热砾石4、第一抽灌井5、第二抽灌井6、隔水保温层7、变温热源8、高温取热器9、低温取热器10、控制器11、第一循环泵P1、第二循环泵P2、第三循环泵P3、储热出口温度传感器T1、储热入口温度传感器T2、热源温度传感器T3、水箱压力传感器T4、第一阀门V1、第二阀门V2、第三阀门V3、第四阀门V4、第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7、第八阀门V8、第九阀门V9、第十阀门V10、第十一阀门V11、第十二阀门V12、第十三阀门V13。其特征在于储热水箱1以水为介质存储热量,所述下位水管2和上位水管3向储热水箱1内供水或抽水,以实现储热或取热,所述储热砾石4承受上部荷载,与储热水箱1构成联合储热体,所述第一抽灌井5和第二抽灌井6均配有透水罩,向砾石层内供水和抽水,以实现储热或取热,所述隔水保温层7阻隔热量和水分从储热砾石4传递到原位土壤中,所述变温热源8向储热体供给热量,所述高温取热器9从储热水箱1中获取高温热能,所述低温取热器10从储热砾石4中获取低温热能,所述控制器11通过接受各传感器信号控制各阀门以及循环泵的通断,所述第一循环泵P1为储热循环提供动力,所述第二循环泵P2和第三循环泵P3分别为水箱和砾石层取热循环提供动力,所述储热出口温度传感器T1和储热入口温度传感器T2分别用于监测储热体的出口和入口温度,所述热源温度传感器T3用于监测热源温度,所述水箱压力传感器T4用于监测水箱内压力,所述第一阀门V1~第十三阀门V13通过配合用于实现系统的双温区储热和取热功能。

[0011] 本发明工作原理:结合图1和图2说明本发明的的工作原理,储热系统工作模式包括

高温储热、低温储热、双温位取热。在储热模式下,系统通过设定水箱储热温度 T_h 来转换高温储热和低温储热模式,当变温热源8温度高于 T_h 时,系统将热源热量储存至储热水箱1,当变温热源8温度低于 T_h 时,系统将热源热量储存至储热砾石4,实现热能分级储存。在取热模式下,储热水箱1将高温储热量输送至高温取热器9,同时,储热砾石4将低温储热量输送至低温取热器10,实现热能分级利用。

[0012] 高温储热模式:该模式将热源的热量存储至水箱中,循环水流经设备路径为:1→2→V2→P1→V7→8→V8→V1→3→1。具体实施方式:初始状态下,所有循环泵和阀门均处于关闭状态,当变温热源8温度高于 T_h 时,控制器11接热源温度传感器T3信号,向第一阀门V1、第二阀门V2、第七阀门V7、第八阀门V8和第一循环泵P1发出开启命令,在循环泵作用下,水箱中的水由下位水管2经过第二阀门V2吸入第一循环泵P1,经过第七阀门V7进入变温热源8吸热,再经过第八阀门V8、第一阀门V1,通过上位水管3返回储热水箱1,反复循环后,热量不断由变温热源8储存至储热水箱1中。在高温储热过程中,当储热水箱1内压力超过设定压力时,则控制器11接水箱压力传感器T4的高压力信号,向第十三阀门V13发出开启指令,进行排压,直到水箱压力低于设定压力时,控制器11接水箱压力传感器T4的低压力信号,向第十三阀门V13发出关闭指令。当储热出口温度传感器T1测温与储热入口温度传感器T2测温相同时,高温储热模式结束,控制器11关闭所有阀门和循环泵。

[0013] 低温储热模式:该模式将热源的热量存储至砾石层中,循环水流经设备路径为:4→5→V4→P1→V7→8→V8→V3→6→4。具体实施方式:随着高温储热模式的进行,当变温热源8温度低于 T_h 时,控制器11接热源温度传感器T3信号,关闭第一阀门V1和第二阀门V2,同时向第三阀门V3、第四阀门V4发出开启命令,在循环泵作用下,储热砾石4中的水由第一抽灌井5经过第四阀门V4吸入第一循环泵P1,经过第七阀门V7进入变温热源8吸热,再经过第八阀门V8、第三阀门V3,由第二抽灌井6返回储热砾石4中,反复循环后,热量不断由变温热源8储存至储热砾石4中。当储热出口温度传感器T1测温与储热入口温度传感器T2测温相同时,低温储热模式结束,控制器11关闭所有阀门和循环泵。

[0014] 这样,低温储热介质处在高温储热介质与地下环境之间,构造了较为缓和的温度梯度,成为高温热量的一道保护屏障,使高品质能量得以重点保存。

[0015] 双温位取热模式:当热用户有用热需求时,系统即进入取热模式。双温位取热模式可独立进行,对于高温水箱取热,循环水流经设备路径为:1→3→V1→P2→V9→9→V10→V2→2→1;对于低温砾石层取热,循环水流经设备路径为:4→6→V5→P3→V11→10→V12→V6→5→4。具体实施方式:取热模式前,所有循环泵和阀门均处于关闭状态。高温热用户有需求时,控制器11开启第一阀门V1、第二阀门V2、第九阀门V9、第十阀门V10和第二循环泵P2,储热水箱1内的水由上位水管3抽出,经过第一阀门V1、第二循环泵P2、第九阀门V9,进入高温取热器9完成放热,之后经过第十阀门V10、第二阀门V2,由下位水管2返回储热水箱1,反复循环,不断将水箱内热能释放给高温热用户。低温热用户有需求时,控制器11开启第五阀门V5、第六阀门V6、第十一阀门V11、第十二阀门V12和第三循环泵P3,储热砾石4内的水由第二抽灌井6经过第五阀门V5、第三循环泵P3、第十一阀门V11,进入低温取热器10完成放热,之后经过第十二阀门V12、第六阀门V6,由第一抽灌井5返回储热砾石4,反复循环,不断将砾石层内热能释放给低温热用户。

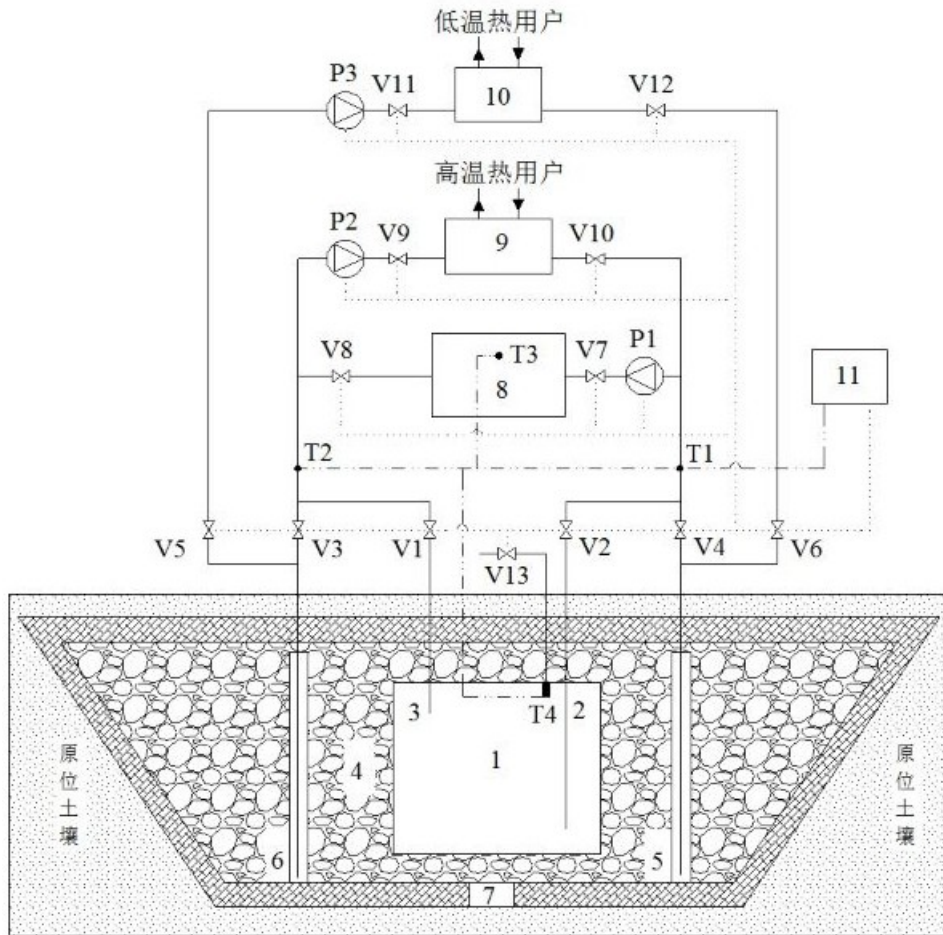


图1

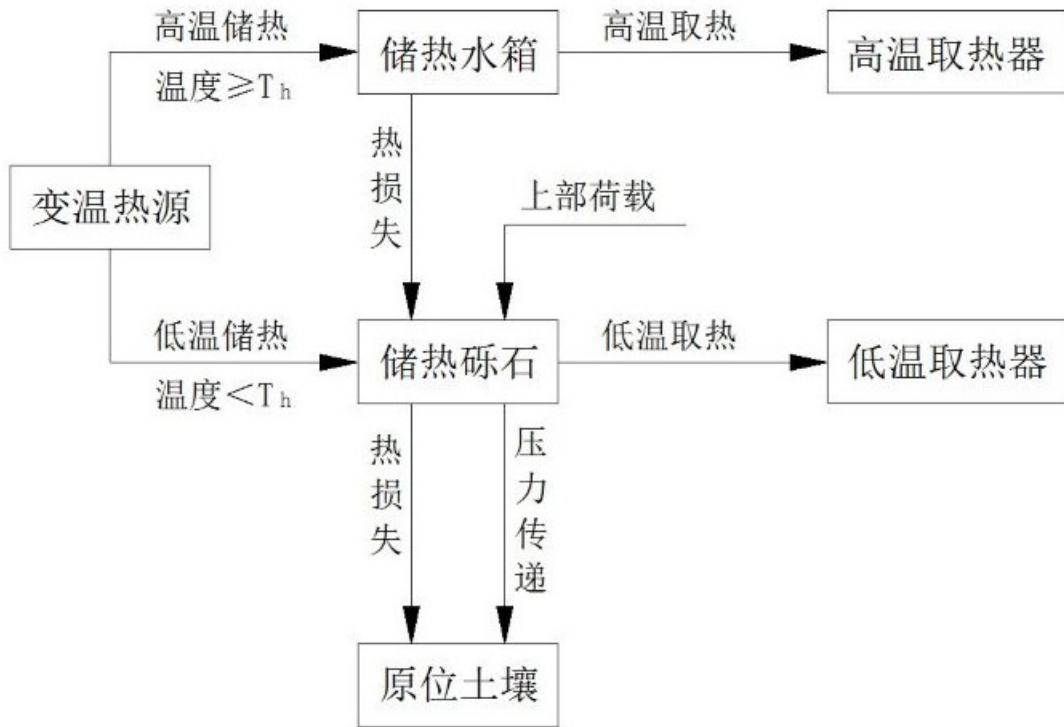


图2