



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111609574 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 17

(21) 申请号 201910138094.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.02.25

F24T 10/13 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 111609574 A

CN 209623133 U, 2019.11.12

(43) 申请公布日 2020.09.01

审查员 赵立

(73) 专利权人 国家电投集团科学技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区未来科技城国家电投集团科学技术研究院有限公司院内A座8层至11层

(72) 发明人 张金龙 李晶 王含 郑新 张迪 王绪伟 周杲昕 张小铮 孙雨潇

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

专利代理师 宋合成

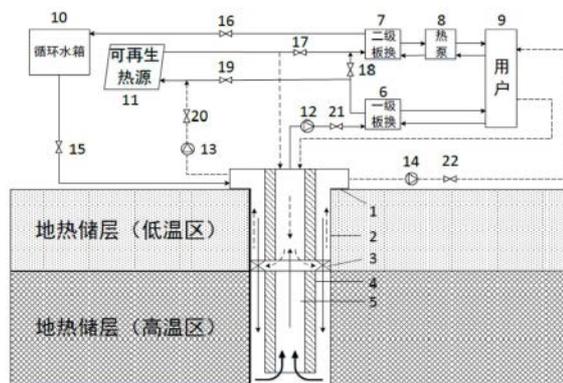
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

可持续利用的跨季节地热能开发系统

(57) 摘要

本发明提出一种可持续利用的跨季节地热能开发系统,包括:地热井、井下外管、可切换地热井隔封、绝热套管、井下内管、多级板换、热泵、用户、循环水箱、可再生热源、梯级利用系统循环泵、跨季节不热系统循环泵、夏季供冷系统循环泵及多个阀门,其中,可切换地热井隔封设置在地热储层的低温区与高温区之间,通过对可切换地热井隔封进行切换,使可持续利用的跨季节地热能开发系统进入不同的能源开发模式。本发明应用范围广、长期运行经济性佳、环保效益显著,彻底解决地热单井供能小、长期使用热量衰减等问题,并提高了地热能利用的热源稳定性和经济最优性,在开发地热能的同时保护了地热资源的可持续性。



1. 一种可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,包括:地热井、井下外管、可切换地热井隔封、绝热套管、井下内管、多级板换、热泵、用户、循环水箱、可再生热源、梯级利用系统循环泵、跨季节不热系统循环泵、夏季供冷系统循环泵及多个阀门,所述多级板换、热泵、用户、循环水箱、可再生热源、梯级利用系统循环泵、跨季节不热系统循环泵、夏季供冷系统循环泵通过所述多个阀门选择性地连接,其中,

所述可切换地热井隔封设置在地热储层的低温区与高温区之间,通过对所述可切换地热井隔封进行切换,使所述可持续利用的跨季节地热能开发系统进入不同的能源开发模式;

所述不同的能源开发模式至少包括:冬季多能互补供热模式、夏季供冷模式和跨季节储热模式;

在冬季时,所述可切换地热井隔封打开,在所述井下外管和绝热套管之间形成由井口至井底的通路,循环水可以在整个井内循环;在夏季时,所述可切换地热井隔封关闭,将所述地热井分隔为上下两层,循环水仅能在所述可切换地热井隔封至井口之间的区域循环;

在所述跨季节储热模式下,所述可再生热源从所述井下内管注入,流经所述可切换地热井隔封,在所述绝热套管和所述井下外管之间进行换热,将热量换给地热储层低温区。

2. 根据权利要求1所述的可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,在所述冬季多能互补供热模式下,利用所述循环水箱势能将循环水注入所述井下外管和绝热套管之间形成的换热空间内,经过充分换热提取地热储层热量,换热后的热水延所述井下内管被送至多级板换,经所述多级板换和热泵换热供给用户热量。

3. 根据权利要求2所述的可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,所述多级板换至少包括第一级板换和第二级板换,所述第一级板换一次侧换热后的尾水通过所述可再生热源加热,提高供水温度后再进入所述第二级板换和热泵的梯级利用循环中,经过所述第二级板换充分换热后的尾水循环至所述循环水箱,重新进入所述地热井进行循环换热。

4. 根据权利要求1所述的可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,在所述夏季供冷模式下,将地热储层的低温区作为所述用户供冷循环的冷源,所述用户的热量由所述井下内管注入,流经所述可切换地热井隔封,在所述绝热套管和所述井下外管之间进行换热,换热后的冷水再对所述用户供冷。

5. 根据权利要求1所述的可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,所述跨季节储热模式的开启时间和周期可以根据所述可再生热源的类型确定。

6. 根据权利要求5所述的可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,根据所述可再生热源的最高供热温度确定跨季节储热的覆盖区域的区域深度。

7. 根据权利要求5或6所述的可持续利用的跨季节地热能开发系统,其特征在于,所述可再生热源至少包括太阳能、风能、生物质能中的一种。

可持续利用的跨季节地热能开发系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能源技术领域,特别涉及一种可持续利用的跨季节地热能开发系统。

背景技术

[0002] 可持续利用的跨季节地热能开发技术主要应用于地热能开发利用行业,包括地热能供热、制冷等领域,以及地热能与种植养殖业等结合的相关领域。

[0003] 当前,地热能开采供热主要利用对井和单井两种形式,单井利用主要以采热不采水的形式,这种受限于当地的地热条件,单井开采能力直接关系单井供能能力。目前扩大单井供能能力的措施主要有常规的地热能梯级利用、利用燃气锅炉、电锅炉等设备进调峰式多能互补等,其中地热能梯级利用和燃气锅炉、电锅炉等设备调峰式多能互补,需要增加系统投入和设备运行成本,直接影响经济性。

[0004] 目前相关技术中提出了一种利用中深层无干扰地岩热换热孔作冷热源的系统,该系统包括设置在地岩热换热孔中的制冷外管,制冷外管中设置有中层管,中层管中设置有中心管,制冷外管的底端处于冷源区域下表面位置,制冷外管的底端连接外衔接管,中层管的底端连接冷热转换器的顶端,冷热转换器的底端通过内衔接管连接制热换热管,中心管贯穿至制热换热管的底部,并在制热换热管底部相通,制热换热管的底端连接稳定锥,所述冷热转换器的侧面开有与制冷外管相连通的出流孔,所述外衔接管与内衔接管之间有密封环且冷热转换器位于密封环的上部,所述制冷外管的顶端设置有各带阀门的三口分水器,一路连通回水口与中层管,一路连通制冷出水口与制冷外管,另一路连通制热出水口与中心管,从而在夏季形成回水口—中层管—冷热转换器—制冷外管—制冷出水口的冷源利用回路,在冬季形成回水口—中层管—冷热转换器—内衔接管—制热换热管—中心管—制热出水口的热源利用回路。然而,该系统具有如下的缺点:系统供能能力极大程度依赖于当地地热资源,无法扩大应用范围;冬季供能过程中地温逐渐下降,但是夏季仅针对0~1000米内土壤层注热,长期使用将导致单井供能能力逐年下降。

[0005] 目前相关技术中还提出了一种太阳能与地热能辅助型集中供热系统,该供热系统包括热源、吸收式热泵、热用户、太阳能集热器、地埋管、若干循环水泵以及各种连接管路和附件,来自热源的一次热网高温热水驱动吸收式热泵,以土壤源作为吸收式热泵的低位热源,吸收式热泵蒸发器与地埋管相连,热媒从土壤中吸热到吸收式热泵蒸发器中放热;在采暖期太阳能集热器作为供热系统辅助热源与地埋管联合供热,在非采暖期太阳能集热器作为回灌热源,用以恢复地埋管周围土壤温度,维持土壤热能的收支平衡;二次热网的回水通过吸收式热泵被加热后通过二次热网送至热用户。然而,该系统具有如下缺点:该系统主要由热网供热,地热能和太阳能的能量仅作为辅助热源,并不是供能源头;系统利用的地热能仅涉及浅层地埋热管,无法推广至中深层地热利用系统,没有充分利用地热资源。

发明内容

[0006] 本发明旨在至少解决上述技术问题之一。

[0007] 为此,本发明的目的在于提出一种可持续利用的跨季节地热能开发系统,该系统应用范围广、长期运行经济性佳、环保效益显著,彻底解决地热单井供能小、长期使用热量衰减等问题,并提高了地热能利用的热源稳定性和经济最优性,在开发地热能的同时保护了地热资源的可持续性。

[0008] 为了实现上述目的,本发明的实施例提出了一种可持续利用的跨季节地热能开发系统,包括:地热井、井下外管、可切换地热井隔封、绝热套管、井下内管、多级板换、热泵、用户、循环水箱、可再生热源、梯级利用系统循环泵、跨季节不热系统循环泵、夏季供冷系统循环泵及多个阀门,所述多级板换、热泵、用户、循环水箱、可再生热源、梯级利用系统循环泵、跨季节不热系统循环泵、夏季供冷系统循环泵通过所述多个阀门选择性地连接,其中,所述可切换地热井隔封设置在地热储层的低温区与高温区之间,通过对所述可切换地热井隔封进行切换,使所述可持续利用的跨季节地热能开发系统进入不同的能源开发模式。

[0009] 另外,根据本发明上述实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统还可以具有如下附加的技术特征:

[0010] 在一些示例中,所述不同的能源开发模式至少包括:冬季多能互补供热模式、夏季供冷模式和跨季节储热模式。

[0011] 在一些示例中,在冬季时,所述可切换地热井隔封打开,在所述井下外管和绝热套管之间形成由井口至井底的通路,循环水可以在整个井内循环;在夏季时,所述可切换地热井隔封关闭,将所述地热井分隔为上下两层,循环水仅能在所述可切换地热井隔封至井口之间的区域循环。

[0012] 在一些示例中,在所述冬季多能互补供热模式下,利用所述循环水箱势能将循环水注入所述井下外管和绝热套管之间形成的换热空间内,经过充分换热提取地热储层热量,换热后的热水延所述井下内管被送至多级板换,经所述多级板换和热泵换热供给用户热量。

[0013] 在一些示例中,所述多级板换至少包括第一级板换和第二级板换,所述第一级板换一次侧换热后的尾水通过所述可再生热源加热,提高供水温度后在进入所述第二级板换和热泵的梯级利用循环中,经过所述第二级板换充分换热后的尾水循环至所述循环水箱,重新进入所述地热井进行循环换热。

[0014] 在一些示例中,在所述夏季供冷模式下,将地热储层的低温区作为所述用户供冷循环的冷源,所述用户的热量由所述井下内管注入,流经所述可切换地热井隔封,在所述绝热套管和所述井下外管之间进行换热,换热后的冷水再对所述用户供冷。

[0015] 在一些示例中,在所述跨季节储热模式下,所述可再生热源从所述井下内管注入,流经所述可切换地热井隔封,在所述绝热套管和所述井下外管之间进行换热,将热量换给地热储层低温区。

[0016] 在一些示例中,所述跨季节储热模式的开启时间和周期可以根据所述可再生热源的类型确定。

[0017] 在一些示例中,根据所述可再生热源的最高供热温度确定跨季节储热的覆盖区域的区域深度。

[0018] 在一些示例中,所述可再生热源至少包括太阳能、风能、生物质能中的一种。

[0019] 根据本发明实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统,具有如下有益效果:

[0020] (1) 通过单井实现供热和供冷功能,实现了单井能力的极大限度开发,降低了初投资和运行成本,具有极佳的经济性。

[0021] (2) 采用井下换热技术,取热不取水,综合利用可再生热源,充分发挥地热能在内的可再生能源显著的环保效益。

[0022] (3) 引入可再生热源进行跨季节储热,并依据可再生能源的品质划分了低温区和高温区,提高了地温梯度的恢复能力,保护了地热能资源的长期可持续利用效果,保证了能源供给的安全稳定。

[0023] (4) 将可再生热源补充在梯级利用系统当中,通过多能互补将整体能源利用效率提高,从而提高了项目开发运行的经济效益。

[0024] (5) 可再生热源类型的多样性和切入点的自由性,极大地提升了地热能开发的适用范围,使得地热能开发不再受单一的地热资源限制,有助于地热能的推广应用。

[0025] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0026] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0027] 图1是根据本发明一个实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0029] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0030] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0031] 以下结合附图描述根据本发明实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统。

[0032] 图1是根据本发明一个实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统的结构示意图。如图1所示,该可持续利用的跨季节地热能开发系统包括:地热井1、井下外管2、可切换地热井隔封3、绝热套管4、井下内管5、多级板换、热泵8、用户9、循环水箱10、可再生热源11、

梯级利用系统循环泵12、跨季节不热系统循环泵13、夏季供冷系统循环泵14及多个阀门。多级板换、热泵8、用户9、循环水箱10、可再生热源11、梯级利用系统循环泵12、跨季节不热系统循环泵13、夏季供冷系统循环泵14通过多个阀门选择性地连接,其中,可切换地热井隔封3设置在地热储层的低温区与高温区之间,通过对可切换地热井隔封3进行切换,使可持续利用的跨季节地热能开发系统进入不同的能源开发模式。

[0033] 在图1所示的示例中,多级板换和热泵8、梯级利用系统循环泵12、跨季节不热系统循环泵13、夏季供冷系统循环泵14等组成了能量梯级利用系统,井下外管2和井下内管和绝热套管4组成了井下换热系统。多个阀门至少包括阀门15至阀门22。

[0034] 在本发明的一个实施例中,不同的能源开发模式至少包括:冬季多能互补供热模式、夏季供冷模式和跨季节储热模式。

[0035] 如前所述,不同能源开发模式切换主要通过在地热储层的低温区与高温区之间设置可切换地热井隔封3。在冬季时,可切换地热井隔封3打开,在井下外管2和绝热套管4之间形成由井口至井底的通路,循环水可以在整个井内循环;在夏季时,可切换地热井隔封3关闭,将地热井1分隔为上下两层,循环水仅能在可切换地热井隔封3至井口之间的区域循环。

[0036] 在本发明的一个实施例中,在冬季多能互补供热模式下,利用井下换热技术提取地热储层热量,结合可再生热源11,经梯级利用系统给用户9供暖,例如按照图1中实线箭头循环进行。具体地,利用循环水箱10的势能将循环水注入井下外管2和绝热套管4之间形成的换热空间内,经过充分换热提取地热储层热量,换热后的热水延井下内管5被送至多级板换,经多级板换和热泵8换热供给用户9热量。

[0037] 其中,如图1所示,多级板换例如至少包括但不限于第一级板换6和第二级板换7,第一级板换6一次侧换热后的尾水通过可再生热源11加热,提高供水温度后再进入第二级板换7和热泵8的梯级利用循环中,这样可以叠加利用地热能 and 可再生热源11的能量提高供热量,经过第二级板换7充分换热后的尾水循环至循环水箱10,重新进入地热井进行循环换热。需要说明的是,图1所示的示例中多级板换仅包含第一级板换6和第二级板换7,然而实际可以根据资源情况增加板换的数量。

[0038] 在本发明的一个实施例中,在夏季供冷模式下,将地热储层的低温区作为用户供冷循环的冷源,用户9的热量由井下内管5注入,流经可切换地热井隔封3,在绝热套管4和井下外管2之间进行换热,换热后的冷水再对用户9供冷。

[0039] 在本发明的一个实施例中,除冬季供热以外,可以使用可再生热源开展跨季节储热。在跨季节储热模式下,可再生热源11从井下内管5注入,流经可切换地热井隔封3,在绝热套管4和井下外管2之间进行换热,将热量换给地热储层低温区,从而弥补由于冬季供热产生的地温下降,恢复地热储层温度,达到地热能可持续利用的效果。

[0040] 其中,跨季节储热模式的开启时间和周期可以根据可再生热源11的类型确定。例如太阳能储热可以选择光照效果佳的时期开启。

[0041] 在本发明的一个实施例中,可再生热源11至少包括太阳能、风能、生物质能中的一种。

[0042] 在本发明的一个实施例中,根据可再生热源的最高供热温度确定跨季节储热的覆盖区域的区域深度。具体地说,地热储层的低温区在这里也作为跨季节储热的主要区域,该区域深度将依据可再生热源11的最高供热温度来确定,选择与之相匹配温度的地下深度。

[0043] 综上,本发明实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统,主要包括地热井、可再生热源、能量梯级利用系统(板换+热泵系统)、可切换地热井隔封、井下换热系统(地热井井下外管+地热井井下内管+绝热套管)等,将可再生热源与地热能相结合,通过跨季节储热、多能互补、能量梯级利用将传统地热能供能技术效果提升,扩大单井开发的经济效益;系统整体设计采用可切换可选择的设计,可再生热源的切入点可以根据用户需求任意确定,提高了使用的灵活性;开再生热源的类型可以根据项目当地资源自由选择,提高了未来开发的使用范围;地热能量梯级利用的系统层级可根据实际需求调节。即,该可持续利用的跨季节地热能开发系统应用范围广、长期运行经济性佳、环保效益显著,彻底解决地热单井供能小、长期使用热量衰减等问题,并提高了地热能利用的热源稳定性和经济最优性,在开发地热能的同时保护了地热资源的可持续性,适宜大范围开发推广应用。

[0044] 根据本发明实施例的可持续利用的跨季节地热能开发系统,具有如下有益效果:

[0045] (1) 通过单井实现供热和供冷功能,实现了单井能力的极大限度开发,降低了初投资和运行成本,具有极佳的经济性。

[0046] (2) 采用井下换热技术,取热不取水,综合利用可再生热源,充分发挥地热能在内的可再生能源显著的环保效益。

[0047] (3) 引入可再生热源进行跨季节储热,并依据可再生能源的品质划分了低温区 and 高温区,提高了地温梯度的恢复能力,保护了地热能资源的长期可持续利用效果,保证了能源供给的安全稳定。

[0048] (4) 将可再生热源补充在梯级利用系统当中,通过多能互补将整体能源利用效率提高,从而提高了项目开发运行的经济效益。

[0049] (5) 可再生热源类型的多样性和切入点的自由性,极大地提升了地热能开发的可适用范围,使得地热能开发不再受单一的地热资源限制,有助于地热能的推广应用。

[0050] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0051] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同限定。

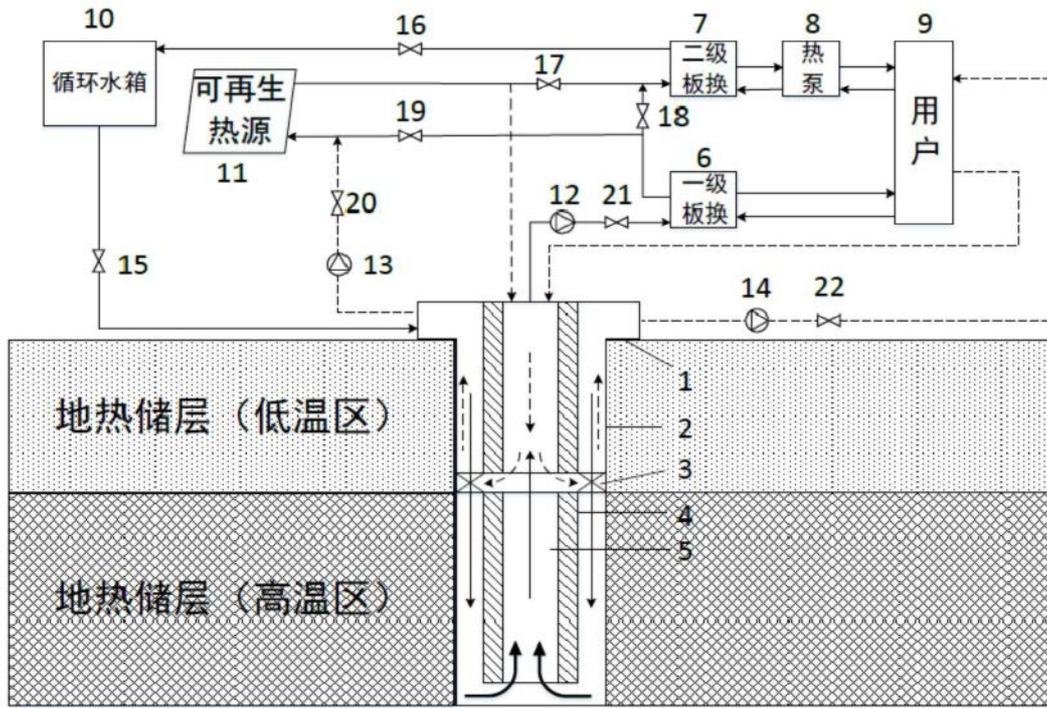


图1