



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113236189 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(21) 申请号 202110556883.4

(22) 申请日 2021.05.21

(71) 申请人 中国地质科学院勘探技术研究所
地址 300300 天津市东丽区华纳景湖花园
5-2-301、302室

(72) 发明人 宋刚 崔淑英 牛庆磊 刘春生
陈晓林 胡汉月 田英英 侯岳
何楠 陈剑垚 刘聘

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 张德才

(51) Int. Cl.
E21B 43/00 (2006.01)
E21B 43/30 (2006.01)
E21B 43/12 (2006.01)
F24T 10/20 (2018.01)

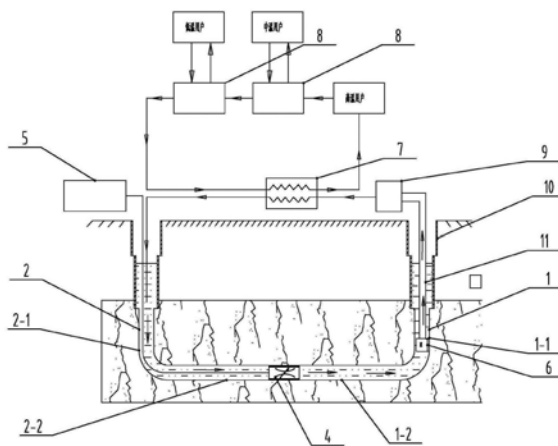
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种高效无损取热地热开采系统与方法

(57) 摘要

本发明公开一种高效无损取热地热开采系统与方法,涉及地热开采技术领域,包括开采井、回灌井和水平井;水平井位于含水地热储层内;水平井的两端分别与开采井和回灌井的底部连通;开采井和回灌井的顶部之间设置有换热机构。本发明采用U型井的模式,将灌采井直接连通,根据储层裂隙发育实际情况,对通道进行开闭控制,无论裂隙发育好坏均不影响回灌水的回灌,且为防止主灌采通道周边的区域温度降低过多,还可在主灌采通道周边钻若干水平分支井,增加灌采面积,防止局部温度下降过快,通过内置于水平分支井的节流装置,可对每支水平分支井进行单独控制,进行分区域连通,间隔一段时间进行连通区域和关闭区域的对换,以使地层温度进行恢复。



1. 一种高效无损取热地热开采系统,其特征在於,包括开采井、回灌井和水平井;所述水平井位于含水地热储层内;所述水平井的两端分别与所述开采井和所述回灌井的底部连通;所述开采井和所述回灌井的顶部之间设置有换热机构。

2. 根据权利要求1所述的高效无损取热地热开采系统,其特征在於,所述水平井中部设置有节流装置。

3. 根据权利要求1所述的高效无损取热地热开采系统,其特征在於,所述水平井包括多个水平分支井。

4. 根据权利要求3所述的高效无损取热地热开采系统,其特征在於,每个所述水平分支井上均设置有一节流装置。

5. 根据权利要求1所述的高效无损取热地热开采系统,其特征在於,所述水平井与地层裂隙连通。

6. 根据权利要求1所述的高效无损取热地热开采系统,其特征在於,所述开采垂直段内设置有举升泵,所述举升泵的出口端与所述换热机构的进口端相连通。

7. 根据权利要求6所述的高效无损取热地热开采系统,其特征在於,所述举升泵与所述换热机构之间设置有过滤装置。

8. 一种高效无损取热地热开采的方法,其特征在於,位于含水地热储层内的水路循环控制如下:

单一主灌采井模式;

(1) 节流装置关闭,裂隙循环;

对于含水地热储层裂隙发育良好的情况,将节流装置关闭,使回灌水进入水平井后将通过裂隙流入周边含水地热储层内,开采井抽取的热水同样来自与水平井连通的裂隙;

(2) 节流装置开启,主通道循环;

对于含水地热储层裂隙发育不好的情况,将节流装置开启,使水平井连通,根据回灌井的水位变化及与开采井的压差大小判断节流装置的开启大小,若回灌井的水位上涨,证明回灌出现阻力,上涨一定距离后水位停止变化,说明回灌井虽然增大了一些回灌阻力,但仍能够顺利回灌;若回灌井的水位持续上涨,压力差增大,说明裂隙堵塞严重,此时需要加大节流装置开启度,增大水平井的过流面积;

主灌采井+水平分支井模式;

(1) 水平分支井通道全部关闭;

对于含水地热储层裂隙发育好的储层,全部关闭的节流装置,监测采灌过程回灌井的水位以及开采井和回灌井两井的压力差,水位不发生变化或上涨量很少,压力差较小,则采用此种方案;

(2) 水平分支井通道部分开启;

当发现开采井和回灌井两井的压力差增大或回灌井水位上升较多时,证明回灌裂隙发生堵塞,此时开启部分水平分支井内节流装置,开启度根据回灌井水位变化和压差变化进行调节;为保证抽采水温基本恒定,水平分支井分区域开启,一定时间后进行更换,使抽采地层有足够的时间进行温度恢复;

(3) 水平分支井通道全部开启;

当部分开启的水平分支井通道回灌速度下降后,将水平分支井的全部通道打开,满足

灌采通道的全部畅通。

一种高效无损取热地热开采系统与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地热开采技术领域,特别是涉及一种高效无损取热地热开采系统与方法。

背景技术

[0002] 地热能作为一种可再生的清洁资源,在我国分布范围较广,尤其是水热型地热应用较广。水热型地热主要用于发电、供暖、医疗洗浴等领域,主要开采技术为高温干(湿)蒸汽发电技术、热泵技术、梯级利用技术,以上技术为了解决地热废水处理、改善或恢复热储的产热能力、维持热储的流体压力,防止热储压力降低造成地面沉降,均采用地热灌采结合的技术。灌采结合的难点是有效回灌,回灌井和开采井之间的贯通完全依靠储层的裂隙,距离越远裂隙的连通性越差,因此无法达到100%的回灌,不可避免地造成热储压力降低,地面沉降。

发明内容

[0003] 基于现有技术存在回灌困难,甚至无法回灌的问题,本发明提出了一种高效无损取热地热开采方法和系统,可有效解决灌采结合的地热开采。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0005] 本发明提供一种高效无损取热地热开采系统,包括开采井、回灌井和水平井;所述水平井位于含水地热储层内;所述水平井的两端分别与所述开采井和所述回灌井的底部连通;所述开采井和所述回灌井的顶部之间设置有换热机构。

[0006] 可选的,所述水平井中部设置有节流装置。

[0007] 可选的,所述水平井包括多个水平分支井。

[0008] 可选的,每个所述水平分支井上均设置有一节流装置。

[0009] 可选的,所述水平井与地层裂隙连通。

[0010] 可选的,所述开采垂直段内设置有举升泵,所述举升泵的出口端与所述换热机构的进口端相连通。

[0011] 可选的,所述举升泵与所述换热机构之间设置有过滤装置。一种高效无损取热地热开采的方法,位于含水地热储层内的水路循环控制如下:

[0012] 单一主灌采井模式;

[0013] (1) 节流装置关闭,裂隙循环;

[0014] 对于含水地热储层裂隙发育良好的情况,将节流装置关闭,使回灌水进入水平井后将通过裂隙流入周边含水地热储层内,开采井抽取的热水同样来自与水平井连通的裂隙;

[0015] (2) 节流装置开启,主通道循环;

[0016] 对于含水地热储层裂隙发育不好的情况,将节流装置开启,使水平井连通,根据回灌井的水位变化及与开采井的压差大小判断节流装置的开启大小,若回灌井的水位上涨,

证明回灌出现阻力,上涨一定距离后水位停止变化,说明回灌井虽然增大了一些回灌阻力,但仍能够顺利回灌;若回灌井的水位持续上涨,压力差增大,说明裂隙堵塞严重,此时需要加大节流装置开启度,增大水平井的过流面积;

[0017] 主灌采井+水平分支井模式;

[0018] (1) 水平分支井通道全部关闭;

[0019] 对于含水地热储层裂隙发育好的储层,全部关闭的节流装置,监测采灌过程回灌井的水位以及开采井和回灌井两井的压力差,水位不发生变化或上涨量很少,压力差较小,则采用此种方案;

[0020] (2) 水平分支井通道部分开启;

[0021] 当发现开采井和回灌井两井的压力差增大或回灌井水位上升较多时,证明回灌裂隙发生堵塞,此时开启部分水平分支井内节流装置,开启度根据回灌井水位变化和压差变化进行调节;为保证抽采水温基本恒定,水平分支井分区域开启,一定时间后进行更换,使抽采地层有足够的时间进行温度恢复;

[0022] (3) 水平分支井通道全部开启;

[0023] 当部分开启的水平分支井通道回灌速度下降后,将水平分支井的全部通道打开,满足灌采通道的全部畅通。

[0024] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0025] 本发明采用U型井的模式,将灌采井直接连通,根据储层裂隙发育实际情况,对通道进行开闭控制,无论裂隙发育好坏均不影响回灌水的回灌,且为防止主灌采通道周边的区域温度降低过多,还可在主灌采通道周边钻若干水平分支井,增加灌采面积,防止局部温度下降过快,通过内置于水平分支井的节流装置,可对每支水平分支井进行单独控制,进行分区域连通,间隔一段时间进行连通区域和关闭区域的对换,以使地层温度进行恢复。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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发明的一些实施例,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。

[0027] 图1为本发明一种高效无损取热地热开采系统的结构示意图;

[0028] 图2为本发明一种高效无损取热地热开采系统U型井结构示意图;

[0029] 图3为本发明一种高效无损取热地热开采系统另一种U型井结构的示意图;

[0030] 图4为本发明一种高效无损取热地热开采系统水平分支的结构示意图。

[0031] 附图标记说明:1、开采井;1-1、开采垂直段;1-2、开采水平段;2、回灌井;2-1、回灌垂直段;2-2回灌水平段;3、水平分支井;4、节流装置;5、监控装置;6、举升泵;7、换热器;8、热泵;9、过滤装置;10、套管;11、保温隔热管。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0033] 实施例一:

[0034] 如图1所示,本实施例提供一种高效无损取热地热开采系统,包括开采井1、回灌井2和水平井;所述水平井位于含水地热储层内;所述水平井的两端分别与所述开采井1和所述回灌井2的底部连通;所述开采井1和所述回灌井2的顶部之间设置有换热机构。

[0035] 于本具体实施例中,所述水平井中部设置有节流装置4,节流装置4为节流阀,节流阀与监控装置5电连接,节流阀内部设置有压力传感器,通过压力传感器监测开采井1一侧的压力和回灌井2一侧的压力;监控装置5设置于地面上,通过监控装置5能够知道开采井1和回灌井2的压力,并控制节流阀的开启度和关闭。所述水平井为裸孔,与地层裂隙连通。所述开采垂直段1-1内设置有举升泵6,所述举升泵6的出口端设置有过滤装置9,过滤装置与所述换热机构的进口端相连通。

[0036] 进一步的,举升泵6放置在含水地热储层内,抽水管路采用保温隔热管11,举升泵6与过滤装置9之间的管路为保温隔热管,可防止抽取的热水温度下降过快。含水地热储层以上的井壁通过套管10护壁。

[0037] 实施例二:

[0038] 如图2所示,为防止单一水平井裸孔段周边的温度下降过多,需要增加灌采面积,提高回灌水回灌后在储层的流动距离和时间,以保证抽采水的温度基本恒定。将水平井设置成多个水平分支井3,每一个水平分支井3与其周围裂隙连通,这样可形成一个互相连通的网状结构,增大地热储层的开采面积和回灌面积。每一个水平分支井3内安装节流装置4,通过监测装置显示的抽采水温度和灌采井压差变化,选择性的对节流装置4进行开启度调整及开闭控制。

[0039] 实施例三:

[0040] 本实施例公开一种基于实施例一中的高效无损取热地热开采系统的方法,位于含水地热储层内的水路循环控制如下:

[0041] 单一主灌采井模式;

[0042] (1) 节流装置4关闭,裂隙循环;

[0043] 对于含水地热储层裂隙发育良好的情况,将节流装置4关闭,使回灌水进入水平井后将通过裂隙流入周边含水地热储层内,开采井1抽取的热水同样来自与水平井连通的裂隙;

[0044] (2) 节流装置4开启,主通道循环;

[0045] 对于含水地热储层裂隙发育不好的情况,将节流装置4开启,使水平井连通,根据回灌井2的水位变化及与开采井1的压差大小判断节流装置4的开启大小,若回灌井2的水位上涨,证明回灌出现阻力,上涨一定距离后水位停止变化,说明回灌井2虽然增大了一些回灌阻力,但仍能够顺利回灌;若回灌井2的水位持续上涨,压力差增大,说明裂隙堵塞严重,此时需要加大节流装置4开启度,增大水平井的过流面积。

[0046] 实施例四:

[0047] 本实施例公开一种基于实施例二中的高效无损取热地热开采系统的方法,主灌采井+水平分支井3模式;

[0048] (1) 水平分支井3通道全部关闭;

[0049] 对于含水地热储层裂隙发育好的储层,全部关闭的节流装置4,监测采灌过程回灌井2的水位以及开采井1和回灌井2两井的压力差,水位不发生变化或上涨量很少,压力差较小,则采用此种方案;

[0050] (2) 水平分支井3通道部分开启;

[0051] 当发现开采井1和回灌井2两井的压力差增大或回灌井2水位上升较多时,证明回灌裂隙发生堵塞,此时开启部分水平分支井3内节流装置4,开启度根据回灌井2水位变化和压差变化进行调节;为保证抽采水温基本恒定,水平分支井3分区域开启,一定时间后进行更换,使抽采地层有足够的时间进行温度恢复;

[0052] (3) 水平分支井3通道全部开启;

[0053] 当部分开启的水平分支井3通道回灌速度下降后,将水平分支井3的全部通道打开,满足灌采通道的全部畅通。

[0054] 实施例五:

[0055] 如图3所示,本实施例中,开采井1和回灌井2均为水平井的结构形式,对接部位为两井的水平段。

[0056] 实施例六:

[0057] 如图4所示,本实施例中,开采井1和回灌井2中,一个井为直井,另一个井为水平井,对接部位为水平段与垂直段交接处。

[0058] 需要说明的是,对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内,不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0059] 本说明书中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。



图3



图4