



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215444027 U

(45) 授权公告日 2022. 01. 07

(21) 申请号 202122018320.8

(22) 申请日 2021.08.25

(73) 专利权人 广州海洋地质调查局

地址 510000 广东省广州市环市东路477号  
大院

(72) 发明人 李星辰 于彦江 宁波 李晶  
申凯翔 史浩贤 李博 张渴为  
周佳维 黄芳飞 欧芬兰

(74) 专利代理机构 北京金宏来专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 11641

代理人 李东梅

(51) Int. Cl.

E21B 43/01 (2006.01)

E21B 41/00 (2006.01)

E21B 28/00 (2006.01)

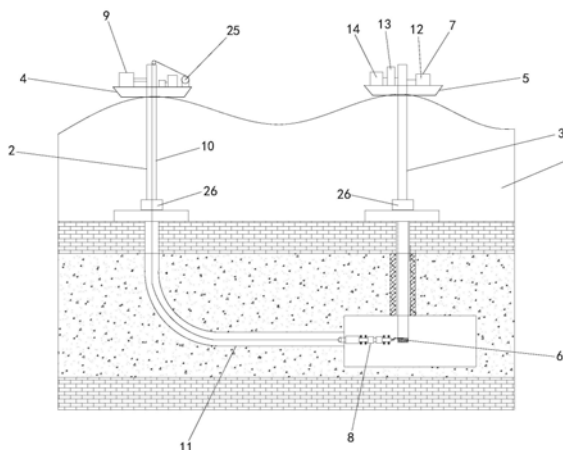
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构

(57) 摘要

本实用新型公开了一种用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,该开采结构包括分别钻进至游离气层内的注入井和开采井、设置于该注入井上方的注入平台、设置于该开采井上方的开采平台、固设于该开采井底端端部的防砂筛网、设置于该开采平台上用于抽采开采井内天然气水合物的开采设备、可下入至该注入井内的超声波辅助装置、以及设置于该注入平台上与该超声波辅助装置电连接并用于控制该超声波辅助装置的控制系统,该开采井为竖井,该注入井包括竖直井段和设置于该竖直井段底端的水平井段,该水平井段末端延伸至该开采井底端位置处,该超声波辅助装置下入至该水平井段末端靠近该防砂筛网位置处。



1. 一种用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述开采结构包括分别钻进至游离气层内的注入井和开采井、设置于所述注入井上方的注入平台、设置于所述开采井上方的开采平台、固设于所述开采井底端端部的防砂筛网、设置于所述开采平台上用于抽采开采井内天然气水合物的开采设备、可下入至所述注入井内的超声波辅助装置、以及设置于所述注入平台上与所述超声波辅助装置电连接并用于控制所述超声波辅助装置的控制系統,所述开采井为竖井,所述注入井包括竖直井段和设置于所述竖直井段底端的水平井段,所述水平井段末端延伸至所述开采井底端位置处,所述超声波辅助装置下入至所述水平井段末端靠近所述防砂筛网位置处。

2. 根据权利要求1所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述开采设备包括设置于所述开采平台上的抽采装备、与所述抽采装备连通的气液分离器、与所述气液分离器连通的天然气储存罐。

3. 根据权利要求1所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述超声波辅助装置底部设有用于带动所述超声波辅助装置在水平井段内移动的电动爬行机构。

4. 根据权利要求3所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述超声波辅助装置包括依次连接的与控制系统通过电缆电连接的电缆终端、用于驱动电动爬行机构移动的电机减速机构、超声波发生器、超声波换能器、超声聚能器、以及可用于与防砂筛网或开采井连接的超声波探头。

5. 根据权利要求4所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述超声波发生器和所述超声波换能器之间通过柔性外管连接。

6. 根据权利要求4所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述超声波探头与所述超声聚能器通过万向轴可转动连接。

7. 根据权利要求6所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述超声波探头为与所述防砂筛网或开采井形状相应的圆弧形超声波探头,所述超声波探头上设有可用于与所述开采井或防砂筛网磁性连接的电磁铁。

8. 根据权利要求1所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述注入平台上固设有用于提升或下放所述超声波辅助装置的绞车及天车。

9. 根据权利要求1所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述开采结构还包括可下入至所述开采井内的抽压管、以及固设于所述注入平台上与所述抽压管连通的抽压泵。

10. 根据权利要求1所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构,其特征在于,所述注入井和开采井在海底钻井入口处均固定安装有安全阀。

## 用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及海域天然气水合物开采技术领域,更具体地说,涉及一种用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构。

### 背景技术

[0002] 天然气水合物是一种气体分子(以甲烷为主)与水在一定温度和压力条件下形成的结晶状固体物质,俗称“可燃冰”。天然气水合物在自然界中分布广泛在陆地上的永久冻土层以及大陆边缘海底的沉积层中,其储量丰富,且清洁干净,被认为是具有前景的新型清洁能源,具有极高的资源价值。

[0003] 目前天然气水合物的开采方法主要有:降压法、注热法、注化学试剂法以及二氧化碳置换法等。其中注热法注入热量较大,注入的大部分热量都消耗在储层岩石流体上,导致开采效率低,且只能实现局部加热;注化学试剂法费用昂贵,反应速率慢,且易造成环境污染;二氧化碳置换法反应慢,置换效率低。

[0004] 目前,天然气水合物开采一般采用降压法。降压法是通过泵吸作用降低气体水合物储层的压力,使其低于水合物在该区域温度条件下相平衡压力,从而使水合物从固体分解相变产生甲烷气体的过程。降压法一般是通过降低水合物层下面的游离气体聚集层位的平衡压力来实现的,当压力达到水合物的分解压力时,与游离气接触的水合物百年的不稳定而分解,形成二氧化碳和水。如果天然气水合物气藏与常规天然气藏相邻,则可通过开采水合物层之下的游离气来降低储层压力,随着游离气体的不断减少,天然气水合物与气之间的平衡不断受到破坏,使得气水合物层开始融化并产出气体不断补充到游离气气库中,直到天然气水合物开采完为止。降压法可以开采两种类型的天然气水合物矿藏:一种是水合物底层和盖层都是非渗透层;另一种是水合物盖层是非渗透层,而水合物层下面蕴藏着大量的游离天然气但在采用降压法的开采过程中,在井壁或者管柱周围容易产生二次水合物,降低了开采效率。

[0005] 超声波对于水合物储层的防砂具有很好的效果,通过超声波在水合物储层空隙中传播产生的“空穴”效应,可以改善储层渗透率,实现增产目的,并且在防砂筛网处安装超声波发生装置,激发防砂筛网及附近砂状颗粒的振动,使得堵塞防砂筛网的砂状颗粒脱落,达到防砂减堵,提高开采效率的目的。此外,超声波在水合物储层孔隙中传播会产生的“超声空化”现象,通过调整超声波的功率和振动频率,可加速天然气水合物内部空化核的振动、膨胀、压缩和崩溃,从而使天然气水合物快速分解。

[0006] 因此需要研究一种新的超声波振动联合降压开采法,在保证天然气水合物能快速分解的同时,能防砂解堵,并对井壁及管柱周围二次生成的水合物进行快速分解,提高开采效率。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型针对现有技术的上述缺陷,提供一种用于天然气水合物降压开采的超

声波振动联合开采结构。

[0008] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是：构造一种用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构，该开采结构包括分别钻进至游离气层内的注入井和开采井、设置于该注入井上方的注入平台、设置于该开采井上方的开采平台、固设于该开采井底端端部的防砂筛网、设置于该开采平台上用于抽采开采井内天然气水合物的开采设备、可下入至该注入井内的超声波辅助装置、以及设置于该注入平台上与该超声波辅助装置电连接并用于控制该超声波辅助装置的控制系統，该开采井为竖井，该注入井包括竖直井段和设置于该竖直井段底端的水平井段，该水平井段末端延伸至该开采井底端位置处，该超声波辅助装置下入至该水平井段末端靠近该防砂筛网位置处。

[0009] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该开采设备包括设置于该开采平台上的抽采装备、与该抽采装置连通的气液分离器、与该气液分离器连通的天然气储存罐。

[0010] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该超声波辅助装置底部设有用于带动该超声波辅助装置在水平井段内移动的电动爬行机构。

[0011] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该超声波辅助装置包括依次连接的与控制系统通过电缆电连接的电缆终端、用于驱动电动爬行机构移动的电机减速机构、超声波发生器、超声波换能器、超声聚能器、以及可用于与防砂筛网或开采井连接的超声波探头。

[0012] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该超声波发生器和该超声波换能器之间通过柔性外管连接。

[0013] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该超声波探头与该超声聚能器通过万向轴可转动连接。

[0014] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该超声波探头为与该防砂筛网或开采井形状相应的圆弧形超声波探头，该超声波探头上设有可用于与该开采井或防砂筛网磁性连接的电磁铁。

[0015] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该注入平台上固设有用于提升或下放该超声波辅助装置的绞车及天车。

[0016] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该开采结构还包括可下入至该开采井内的抽压管、以及固设于该注入平台上与该抽压管连通的抽压泵。

[0017] 在本实用新型所述的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中，该注入井和开采井在海底钻井入口处均固定安装有安全阀。

[0018] 实施本实用新型的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构，具有以下有益效果：使用本实用新型的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构时，首先根据海上地质勘察结果，选择两个合适的钻井位置，通过钻探技术钻取注入井和开采井至游离气层内部，其中注入井在进入水合物储层后，以水平井的形式钻进至天然气水合物储层中，开采井以竖直井的方式进行作业。使用抽压泵，将游离气层中的游离气抽离出地层，此时随着游离气的移除，该地层的压力降低，当地层的压力降低至天然气水合物相平

衡曲线的压力以下,天然气水合物开始分解成天然气和水,随着游离气持续的移除,天然气水合物开始持续的分解。水合物分解后形成的天然气及部分水及砂状固体颗粒在开采设备的作用下,会通过开采井底部的防砂筛网进入生产管柱,随着分解后的天然气不断穿过防砂筛网,防砂筛网会逐渐被砂状固态颗粒及二次生成的水合物堵塞。在注入井下放超声波辅助装置直至水平井段的底部附近。控制超声波辅助装置生产超声波并传递至防砂筛网外侧,超声波带动防砂筛网及开采井底部振动,使得堵塞状态的砂状固态颗粒破碎脱落,从而脱离防砂筛网。此外,超声波在水合物储层孔隙中传播会产生“超声空化”现象,通过调整超声波的功率和振动频率,可加速天然气水合物内部空化核的振动、膨胀、压缩和崩溃,从而使天然气水合物快速分解,防砂筛网处生成的二次水合物则进一步分解。以此实现防砂与提高产气效率的双重目的。

### 附图说明

[0019] 下面将结合附图及实施例对本实用新型作进一步说明,附图中:

[0020] 图1是本实用新型用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构的结构示意图;

[0021] 图2是本实用新型用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构中超声波辅助装置的结构示意图。

### 具体实施方式

[0022] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本实用新型实施方式作进一步地详细描述。

[0023] 如图1、2所示,在本实用新型的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构第一实施例中,该开采结构1包括分别钻进至游离气层内的注入井2和开采井3、设置于该注入井2上方的注入平台4、设置于该开采井3上方的开采平台5、固设于该开采井3底端端部的防砂筛网6、设置于该开采平台5上用于抽采开采井3内天然气水合物的开采设备7、可下入至该注入井2内的超声波辅助装置8、以及设置于该注入平台4上与该超声波辅助装置8电连接并用于控制该超声波辅助装置8的控制系统9,该开采井3为竖井,该注入井2包括竖直井段10和设置于该竖直井段10底端的水平井段11,该水平井段11末端延伸至该开采井3底端位置处,该超声波辅助装置8下入至该水平井段11末端靠近该防砂筛网6位置处。

[0024] 使用本实用新型的用于天然气水合物降压开采的超声波振动联合开采结构1时,首先根据海上地质勘察结果,选择两个合适的钻井位置,通过钻探技术钻取注入井2和开采井3至游离气层内部,其中注入井2在进入水合物储层后,以水平井的形式钻进至天然气水合物储层中,开采井3以竖井的方式进行作业。使用抽压泵,将游离气层中的游离气抽离出地层,此时随着游离气的移除,该地层的压力降低,当地层的压力降低至天然气水合物相平衡曲线的压力以下,天然气水合物开始分解成天然气和水,随着游离气持续的移除,天然气水合物开始持续的分解。水合物分解后形成的天然气及部分水及砂状固体颗粒在开采设备7的作用下,会通过开采井3底部的防砂筛网6进入生产管柱,随着分解后的天然气不断穿过防砂筛网6,防砂筛网6会逐渐被砂状固态颗粒及二次生成的水合物堵塞。在注入井2下放超声波辅助装置8直至水平井段11的底部附近。控制超声波辅助装置8生产超声波并传递至

防砂筛网6外侧,超声波带动防砂筛网6及开采井3底部振动,使得堵塞状态的砂状固态颗粒破碎脱落,从而脱离防砂筛网。此外,超声波在水合物储层孔隙中传播会产生“超声空化”现象,通过调整超声波的功率和振动频率,可加速天然气水合物内部空化核的振动、膨胀、压缩和崩溃,从而使天然气水合物快速分解,防砂筛网6处生成的二次水合物则进一步分解。以此实现防砂与提高产气效率的双重目的。

[0025] 具体的,该开采设备7包括设置于该开采平台5上的抽采装备12、与该抽采装置连通的气液分离器13、与该气液分离器13连通的天然气储存罐14。该抽采装置包括可下入至开采井3内的生产管柱以及与生产管柱连通的抽采泵。

[0026] 进一步的,该超声波辅助装置8底部设有用于带动该超声波辅助装置8在水平井段11内移动的电动爬行机构15。优选的,该电动爬行机构15为电动爬行小车或电动滚轮等。

[0027] 在本实施方式中,该超声波辅助装置8包括依次连接的与控制系统9通过电缆电连接的电缆终端16、用于驱动电动爬行机构15移动的电机减速机构17、超声波发生器18、超声波换能器19、超声聚能器20、以及可用于与防砂筛网6或开采井3连接的超声波探头21。具体的该超声波发生器18和该超声波换能器19之间通过柔性外管22连接。该超声波探头21与该超声聚能器20通过万向轴23可转动连接。

[0028] 优选的,该超声波探头21为与该防砂筛网6或开采井3形状相应的圆弧形超声波探头21,该超声波探头21上设有可用于与该开采井3或防砂筛网6磁性连接的电磁铁24。

[0029] 在将超声波辅助装置8下放至防砂筛网6附近时,可控制电磁铁24开启,通过电磁铁24的磁性建立与防砂筛网6的连接,实现超声波辅助装置8与防砂筛网6的连接。

[0030] 进一步的,该注入平台4上固设有用于提升或下放该超声波辅助装置8的绞车25及天车。

[0031] 进一步的,该开采结构1还包括可下入至该开采井3内的抽压管、以及固设于该注入平台4上与该抽压管连通的抽压泵。

[0032] 进一步的,该注入井2和开采井3在海底钻井入口处均固定安装有安全阀26。

[0033] 以上所述仅为本实用新型的实施例,并非因此限制本实用新型的专利范围,凡是利用本实用新型说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本实用新型的专利保护范围内。

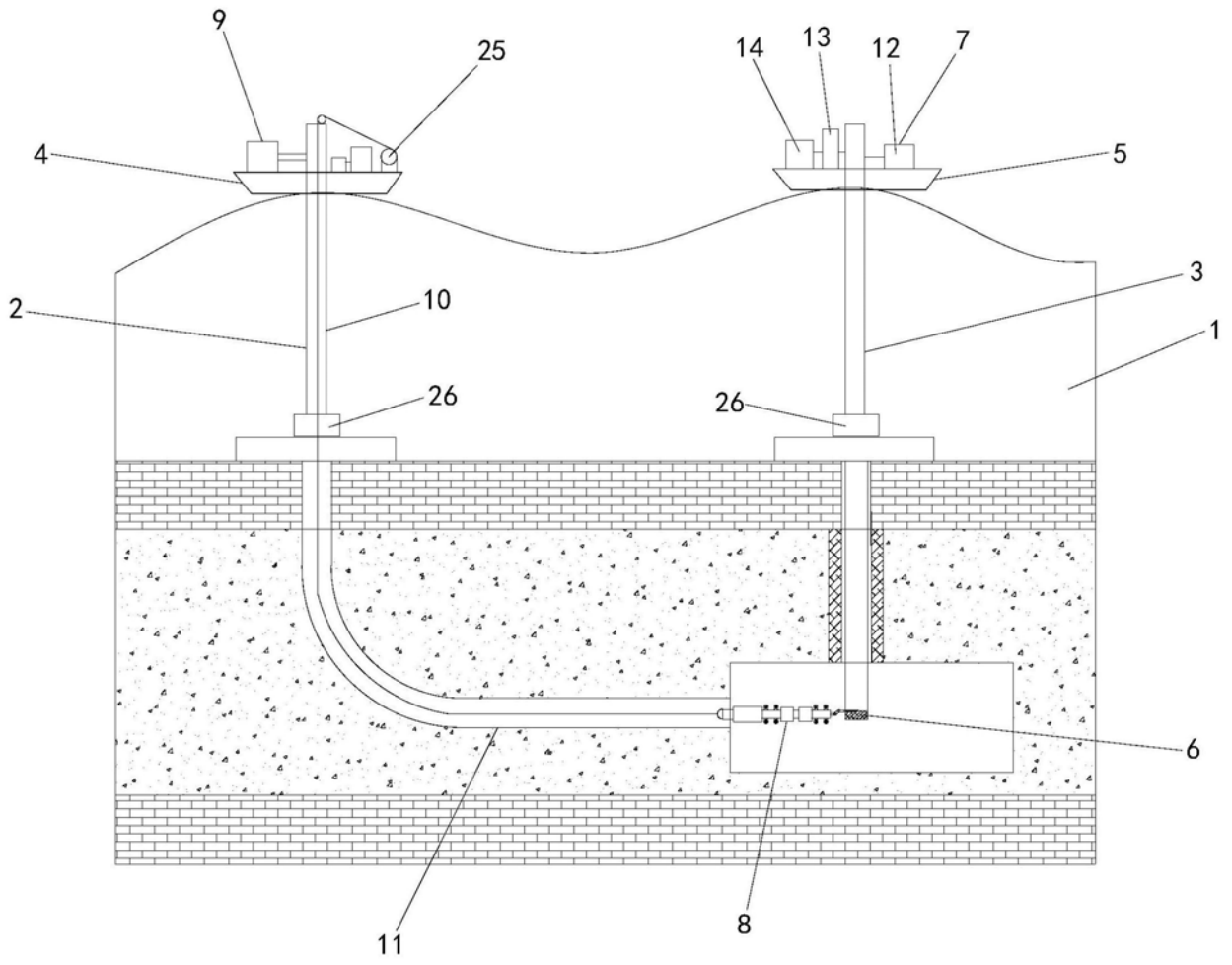


图1

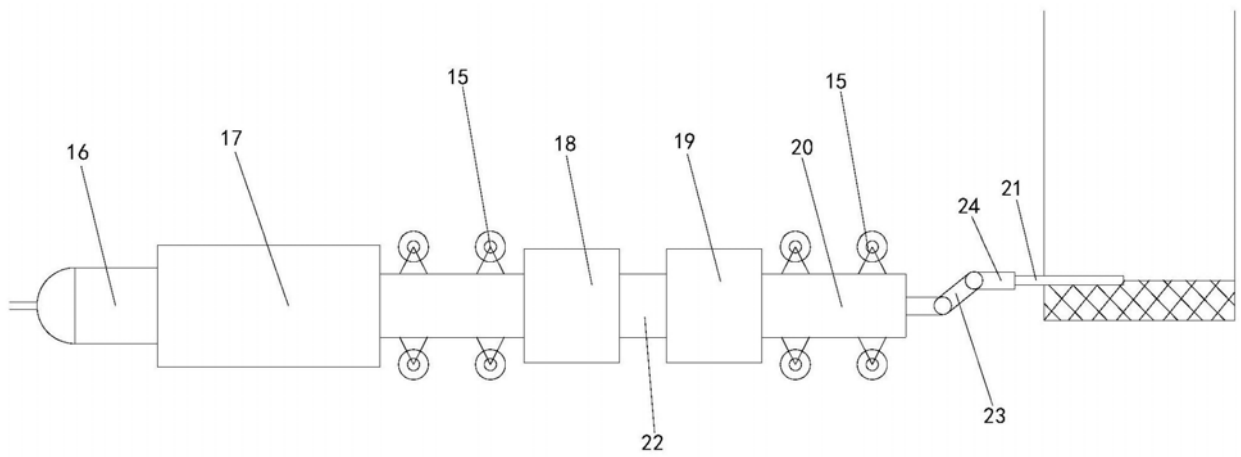


图2