



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108104776 B

(45)授权公告日 2019.10.29

(21)申请号 201711313026.1

E21B 43/24(2006.01)

(22)申请日 2017.12.12

E21B 43/38(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 高思洋

申请公布号 CN 108104776 A

(43)申请公布日 2018.06.01

(73)专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

(72)发明人 宋永臣 杨明军 马占权 刘卫国

李洋辉 刘瑜 赵越超

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 温福雪 侯明远

(51)Int.Cl.

E21B 43/01(2006.01)

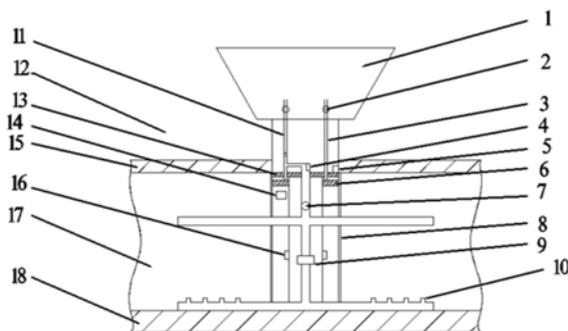
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采装置

(57)摘要

一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采装置,通过抽水对水合物储层实现降压后水合物开始分解,分解的气和水经防砂装置从双井筒侧壁进入外井筒。气体和液体经泵的抽吸作用进入带有加热装置的井筒部位,后进入气液分离器实现气液的分离。气体经输气管进入采气船进行进一步气液分离并提纯后收集,液体一部分进入外井筒经注水泵加压后进入射流孔,而后稳定注入水合物层,另一部分经输液管进入开采船进一步处理。本发明实现了降压法和水流侵蚀法的结合,通过加热装置防止了水合物二次生成阻塞管道,并将带有热量的海水高压注入水合物层,一方面实现了水流侵蚀开采方法,另一方面实现了热量的充分利用,实现了海底天然气水合物经济高效的开采。



1. 一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采装置,其特征在于,所述的结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采装置包括降压装置、稳流注水装置、气液分离装置(6)、加热装置(16)、防砂装置(8)和监测控制装置(5);

所述的开采装置包括贯穿海水层(12)、水合物盖层(15)和水合物层(17)的垂直井和水平井,以及海上开采平台;所述的垂直井主要由可拼装的双井筒和单井筒组成,其间加装主动封隔装置(13);在水合物层(17)中采用双井筒,在水合物盖层(15)和海水层(12)中采用单井筒,双井筒与单井筒之间采用封隔装置(13)隔开;所述的水平井的上表面均匀开设射流孔(10),井筒连接部位具备耐高压、密封性好特点;

所述的海上开采平台具备海底、水合物层及开采井相应的监测设备、控制设备,是整个开采过程的总指挥中心;

所述的降压装置为一个位于双井筒上部的抽吸泵(14);降压装置一方面将水合物分解的气和水抽吸到开采井内部,另一方面将抽吸的气和水加压送入气液分离装置(6),抽吸泵(14)具备防水、耐海水腐蚀的作用;

所述的防砂装置(8)置于双井筒的外井筒四壁,防止砂石伴随气水进入井筒后堵塞井筒;

所述的加热装置(16)置于水合物层中部,位于双井筒的内井筒周围,气液经过加热装置(16)后被加热,有效的防止水合物的二次生成;

所述的气液分离装置(6)位于抽吸泵(14)和封隔装置(13)之间,其中,封隔装置(13)位于水合物盖层(15)附近;分离的气体经输气管(3)送往开采船(1)收集,分离的液体一部分经带有液位控制装置(4)和阀门(7)的管路进入稳流注水装置,另一部分经输液管(11)进入开采船(1)进一步提纯;其中,液位控制装置(4)位于输液管(11)分支管路顶部远离分支管路入口位置,其上带有液位传感器,当管路内液体达到低于最低液位时通过监测控制装置(5)使得阀门(7)打开,当管路内液体高于最高液位时阀门(7)关闭,输液管(11)和输气管(3)上带有气体流量计(2)和远程可控阀门;

所述的稳流注水装置包括置于双井筒的内井筒中的注水泵(9)、水平井上表面开设的带有可控阀门的射流孔(10)以及注水管路;加压泵将加压后的海水以稳定压力注入到射流孔(10)内,海水在水合物层逐渐形成稳定流道,以此促进水合物的分解;

所述的监测控制装置(5)包括监测海底地质状况的声波探测装置和开采井内压力感应装置,以及控制阀门、泵开关的控制设备。

2. 一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采方法,其特征在于,步骤如下:

(1) 启动降压装置,开采井中的抽吸泵(14)对水合物层(17)抽水降压后,水合物层(17)开始分解,分解气和水经防砂装置(8)从开采井四壁进入双筒井的外井筒;

(2) 抽吸到外井筒的气和水经抽吸泵(14)增压后经过加热装置(16)加热,防止水合物的二次生成;

(3) 经加热装置(16)加热的气和水进入气液分离装置(6)进行分离,分离的气体经输气管(3)进入开采船(1)后经过进一步分离提纯后进行收集;分离后的液体一部分进入注水装置,经注水泵(9)加压后从射流孔(10)进入水合物层(17),对水合物层(17)进行水流侵蚀,促进其分解;分离后的另一部分液体经输液管(11)进入开采船(1)进行进一步提纯处理;分离水优先进入注水装置,当注水装置充满液体时打开通向开采船(1)的输液管(11)的远程

可控阀门；

(4) 通过输气管 (3) 上的气体流量计 (2) 监测气体生产速率, 当产气速率较低时增大抽吸泵 (14) 和注水泵 (9) 的功率, 促进水合物更快的分解; 通过井筒内的声波探测装置和压力感应装置, 进一步监测水合物的分解情况。

一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采装置

技术领域

[0001] 本发明属于天然气水合物开采技术领域,涉及一种结合降压的水流侵蚀法开采装置。

背景技术

[0002] 21世纪以来,能源问题一直是各国的关注的焦点,也是各国实现长久发展亟待解决的问题。随着煤、石油等化石能源的消耗,随之产生的环境问题及能源危机问题日益引起人们的关注。天然气水合物由于其分布广泛、储存量巨大、能量密度高、清洁安全的特点有望成为人类从化石能源向新能源过渡的替代能源。天然气水合物,俗称“可燃冰”,是水分子在低温高压下形成的笼形的刚性多面体结构,甲烷及其他烃类气体分子被困在水分子形成的笼形结构中。一立方米天然气水合物完全分解可产生164立方米天然气和0.8立方米的水,据估计全球天然气水合物的储存量为 21×10^{15} 立方米,是煤、石油、天然气资源总储量的两倍。

[0003] 目前,针对天然气水合物的开采方法主要有:注热法、降压法、注入化学抑制剂法,此外还有置换法、固体流化开采法。考虑到各方法的经济性和安全性,降压法是目前开采天然气水合物采用最多的方法。降压法也有其弊端,降压法虽然在开采初期水合物分解较快,产气速率较高,但随着开采的进行,水合物层的渗透率会逐渐降低,产气效率会逐渐下降。同时,水合物分解是吸热反应,随着分解的进行,水合物层的温度会逐渐降低,会产生结冰和水合物二次生成的问题。

[0004] 因此针对降压法存在的这些问题,需要形成综合各种开采方法优点的安全、高效、经济的设计方案和开采方法。

发明内容

[0005] 本发明针对水合物降压开采过程中可能存在的系列问题,本发明提供了一种安全、高效、经济的结合降压的水流侵蚀法开采装置。实现了水流侵蚀和降压法的结合,可以减轻随着水合物层的分解引起的渗透率降低的问题,同时可避免水合物的二次生成。

[0006] 本发明的技术方案:

[0007] 一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采装置,包括降压装置、稳流注水装置、气液分离装置6、加热装置16、防砂装置8和监测控制装置5;

[0008] 所述的开采装置包括贯穿海水层12、水合物盖层15和水合物层17的垂直井和水平井,以及海上开采平台;所述的垂直井主要由可拼装的双井筒和单井筒组成,其间加装主动封隔装置13;在水合物层17中采用双井筒,在水合物盖层15和海水层12中采用单井筒,双井筒与单井筒之间采用封隔装置13隔开;所述的水平井的上表面均匀开设射流孔10,井筒连接部位具备耐高压、密封性好特点;

[0009] 所述的海上开采平台具备海底、水合物层及开采井相应的监测设备、控制设备,是整个开采过程的总指挥中心;

[0010] 所述的降压装置为一个位于双井筒上部的抽吸泵14;降压装置一方面将水合物分解的气和水抽吸到开采井内部,另一方面将抽吸的气和水加压送入气液分离装置6,抽吸泵14具备防水、耐海水腐蚀的作用;

[0011] 所述的防砂装置8置于双井筒的外井筒四壁,防止砂石伴随气水进入井筒后堵塞井筒;

[0012] 所述的加热装置16置于水合物层中部,位于双井筒的内井筒周围,气液经过加热装置16后被加热,有效的防止水合物的二次生成;

[0013] 所述的气液分离装置6位于抽吸泵14和封隔装置13之间,其中,封隔装置13位于水合物盖层15附近;分离的气体经输气管3送往开采船1收集,分离的液体一部分经带有液位控制装置4和阀门7的管路进入稳流注水装置,另一部分经输液管11进入开采船1进一步提纯;其中,液位控制装置4位于输液管11分支管路顶部远离分支管路入口位置,其上带有液位传感器,当管路内液体达到低于最低液位时通过监测控制装置5使得阀门7打开,当管路内液体高于最高液位时阀门7关闭,输液管11和输气管3上带有气体流量计2和远程可控阀门;

[0014] 所述的稳流注水装置包括置于双井筒的内井筒中的注水泵9、水平井上表面开设的带有可控阀门的射流孔10以及注水管路;加压泵将加压后的海水以稳定压力注入到射流孔10内,海水在水合物层逐渐形成稳定流道,以此促进水合物的分解;

[0015] 所述的监测控制装置5包括监测海底地质状况的声波探测装置和开采井内压力感应装置,以及控制阀门、泵开关的控制设备。

[0016] 一种结合降压的水流侵蚀法海洋天然气水合物开采方法,步骤如下:

[0017] (1) 启动降压装置,开采井中的抽吸泵14对水合物层17抽水降压后,水合物层17开始分解,分解气和水经防砂装置8从开采井四壁进入双筒井的外井筒;

[0018] (2) 抽吸到外井筒的气和水经抽吸泵14增压后经过加热装置16加热,防止水合物的二次生成;

[0019] (3) 经加热装置16加热的气和水进入气液分离装置6进行分离,分离的气体经输气管3进入开采船1后经过进一步分离提纯后进行收集;分离后的液体一部分进入注水装置,经注水泵9加压后从射流孔10进入水合物层17,对水合物层17进行水流侵蚀,促进其分解;分离后的另一部分液体经输液管11进入开采船1进行进一步提纯处理;分离水优先进入注水装置,当注水装置充满液体时打开通向开采船1的输液管11的远程可控阀门;

[0020] (4) 通过输气管3上的气体流量计2监测气体生产速率,当产气速率较低时增大抽吸泵14和注水泵9的功率,促进水合物更快的分解;通过井筒内的声波探测装置和压力感应装置,进一步监测水合物的分解情况。

[0021] 本发明与现有技术相比,其优势主要有:(1) 本发明将水流侵蚀法融入到降压法之中,可以改善随着分解的进行水合物层渗透率降低的问题,通过水流的侵蚀,加速水合物层的分解。(2) 本发明中将气液分离后带有热量的海水恒压注入水合物层,又结合了注热法的优势,同时避免了能量的浪费,具有节能环保的特点。(3) 开采井在水合物层采用双井筒,在盖层及以上采用单井筒,中间用封隔装置隔开,很好的做到了干湿分离,将控制设备置于单井筒中,能更好的提高电子元件的使用寿命。同时,单双井筒的利用,节省了开采井的成本。

附图说明

- [0022] 图1是本发明的结合降压的水流侵蚀法装置示意图。
- [0023] 图2是水流侵蚀法的原理图。
- [0024] 图1中:1开采船;2气体流量计;3输气管;4液位控制装置;
- [0025] 5监测控制装置;6气液分离装置;7阀门;8防砂装置;9注水泵;
- [0026] 10射流孔;11输液管;12海水层;13封隔装置;14抽吸泵;
- [0027] 15水合物盖层;16加热装置;17水合物层;18水合物下伏层;19流道。

具体实施方式

- [0028] 以下结合附图和技术方案,进一步说明本发明的具体实施方式。
- [0029] 图1为结合降压的水流侵蚀法开采装置示意图。
- [0030] (1) 完成钻井和开采井的构筑,完成抽吸泵、注水泵、防砂装置、加热装置、气液分离器、输气管、输液管以及控制监测元件的的布置。其中控制元件、压力感应元件置于封隔装置的上侧。
- [0031] (2) 关闭输液管和射流孔,打开抽吸泵抽吸分解的气和水,加热装置保持常开的状态,输液管上阀门关闭,经气液分离后的液体进入注水泵,打开注水泵,当注水管路液位达到液位控制装置最高点时输液管阀门打开,当注水管路液位低于液位控制装置最低点时输液管阀门关闭。
- [0032] (3) 通过输气管的气体流量计监测分解气的产生速率,当低于一定值时增大注水泵和抽吸泵的设定压力。当压力传感器监测到系统压力异常时及时封隔开采井。
- [0033] 图2为水流侵蚀法的工作原理图。
- [0034] 基于水流动对水合物稳定存在的影响,利用水流动过程中引起的水合物相与环境水相之间的化学势差所导致的水合物的分解,以及水流动速度对水合物分解速度快慢的影响。将一定压力的水注入水合物层,随着时间的推移,水合物层内会形成稳定流道,在流道附近的水合物会逐渐分解,且分解区域会在流道附近逐渐扩大。

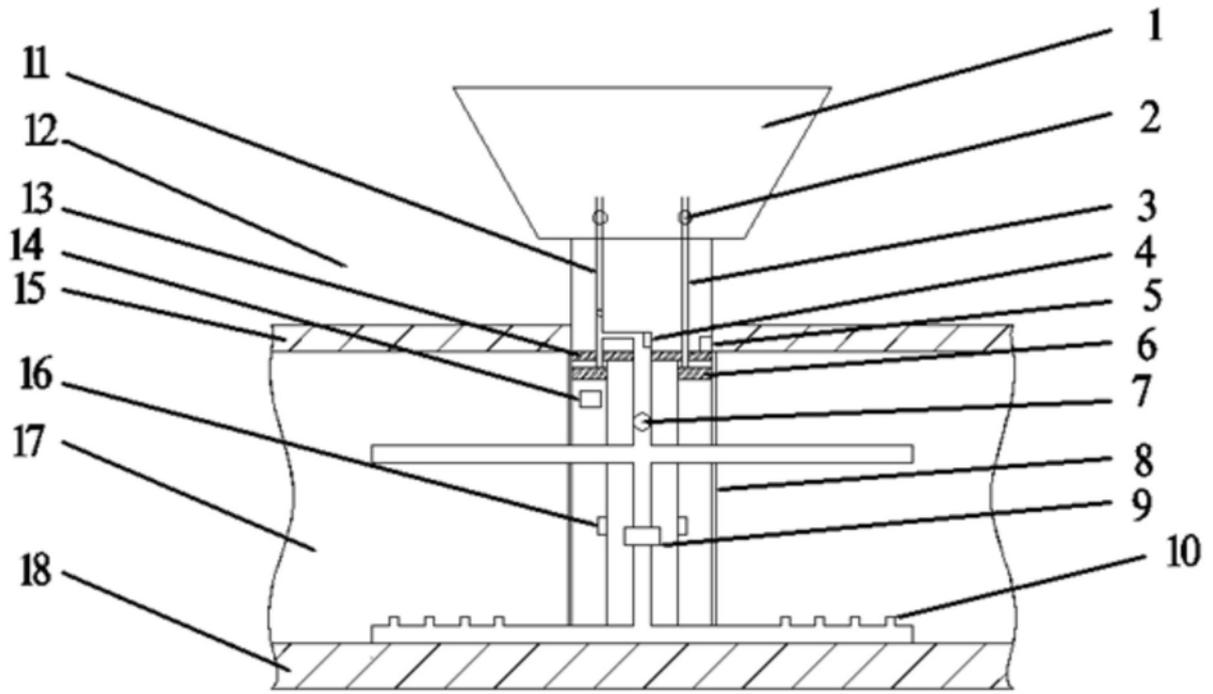


图1

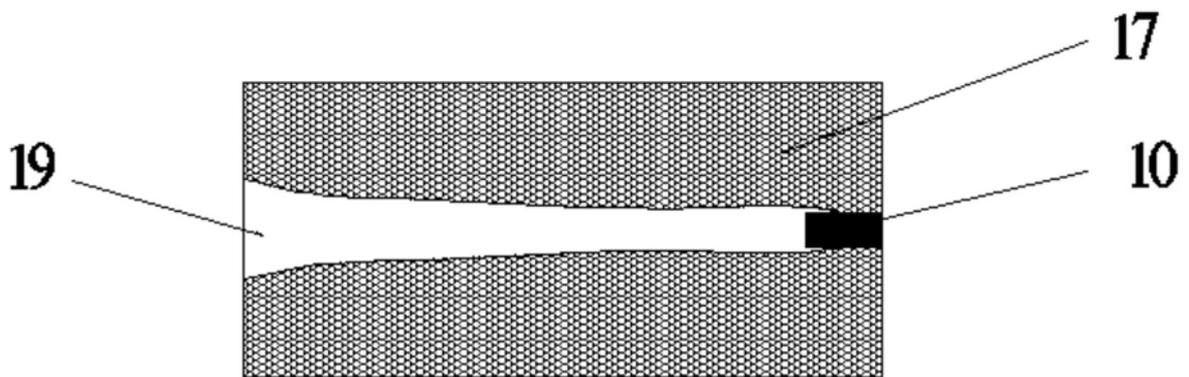


图2