



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113294126 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 30

(21) 申请号 202110627142.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.06.04

E21B 43/01 (2006.01)

E21B 43/26 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113294126 A

审查员 肖茵

(43) 申请公布日 2021.08.24

(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 欧芬兰 许振强 于彦江 李彬

申凯翔 史浩贤 陈靛 于浩雨

黄芳飞 宁波

(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

专利代理师 李东梅

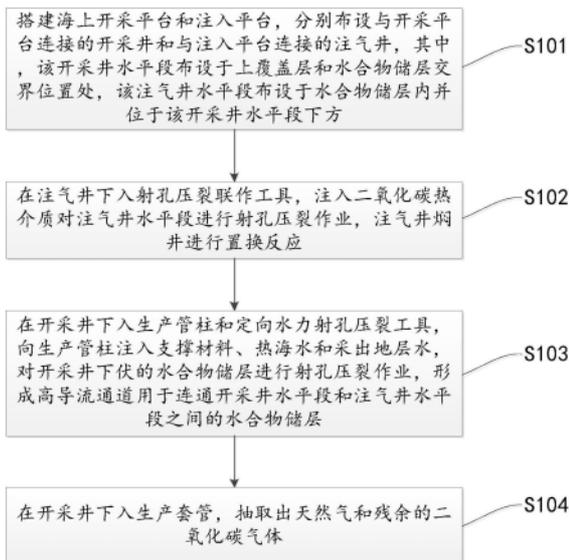
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法及装置,其中,联合开采方法包括:搭建海上开采平台和注入平台,布设开采井和注气井,其中,开采井水平段布设于上覆盖层和水合物储层交界位置处,注气井水平段布设于水合物储层内并位于开采井水平段下方;在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,注气井焖井进行置换反应;在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层;在开采井下入生产套管,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。



1. 一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,所述联合开采方法包括:

固井步骤:搭建海上开采平台和注入平台,分别布设与开采平台连接的开采井和与注入平台连接的注气井,其中,所述开采井水平段布设于上覆盖层和水合物储层交界位置处,所述注气井水平段布设于水合物储层内并位于所述开采井水平段下方;

注气井压裂步骤:在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,注气井焖井进行置换反应;

开采井压裂步骤:在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层;

抽取步骤:在开采井下入生产套管,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。

2. 根据权利要求1所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,在所述抽取步骤之后,所述联合开采方法还包括:

打开注气井,重复所述注气井压裂步骤、开采井压裂步骤和抽取步骤,直至开采结束。

3. 根据权利要求1所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,所述注气井水平段位于水合物储层从上至下厚度的三分之二处。

4. 根据权利要求1所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,在所述注气井压裂步骤之前,所述联合开采方法还包括:

降压开采步骤:在注气井下入生产套管,进行降压开采,当水合物储层的压力降至水合物储层温度对应甲烷水合物相平衡压力的15%以下时,停止降压开采。

5. 根据权利要求1所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,所述注气井压裂步骤具体包括:

在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,检测注气井水平段的温压数据;

在注气井水平段的温压数据达到二氧化碳水合物生成的相平衡条件时,停止注入二氧化碳热介质;

注气井焖井进行置换反应。

6. 根据权利要求5所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,所述开采井压裂步骤具体包括:

在注气井水平段的温压数据达到甲烷水合物生成的临界相平衡条件时,在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法,其特征在于,所述二氧化碳热介质包括气态二氧化碳、液态二氧化碳、乳液二氧化碳、超临界二氧化碳或者二氧化碳混合气中一种或多种。

8. 一种稳固地层的天然气水合物联合开采装置,其特征在于,所述联合开采装置包括设置于海上的开采平台和注入平台、与开采平台连接的开采井、与注入平台连接的注气井,所述开采井水平段设置于上覆盖层和水合物储层交界位置处,所述注气井水平段设置于水合物储层内并位于所述开采井水平段下方;

所述联合开采装置还包括：

射孔压裂联作工具，用于下入注气井，注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业；

生产管柱和定向水力射孔压裂工具，用于下入开采井，向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水，对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业，形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层；

生产套管，用于下入开采井，抽取出天然气和残余的二氧化碳气体；

所述联合开采装置还包括设置于所述开采平台上的第一气液分离存储设备、设置于所述开采平台上并与所述第一气液分离存储设备连通的第一储气罐、设置于所述开采平台上的水力射孔压裂设备、设置于所述开采平台上并与所述水力射孔压裂设备连通的储液加热设备；

所述联合开采装置还包括设置于所述注入平台上的第二气液分离存储设备、设置于所述注入平台上与所述第二气液分离存储设备连通的第二储气罐、设置于所述注入平台上的射孔压裂联作设备、以及设置于所述注入平台上与所述第二气液分离存储设备连通的储液罐。

一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气水合物开采技术领域,更具体地说,涉及一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法及装置。

背景技术

[0002] 天然气水合物是天然气与水在低温高压环境下形成的笼形晶胞化合物,全球水合物资源量保守估计约为 $3.0 \times 10^{15} \text{m}^3$,比常规油气资源量高出一个数量级。此外,天然气水合物具有绿色无污染的燃烧特征,被誉为21世纪最有开发价值和前景的清洁能源,并有望改善目前非清洁能源占据市场主导的能源架构。

[0003] 天然气水合物主要分布在工程条件苛刻的陆地永久冻土带和水深超过300m的海底沉积物中,且90%以上分布在海洋区域。海域天然气水合物储层具有埋藏浅、胶结性差、渗透性差、分布非均匀等特征,且上覆下伏地层普遍具有一定的渗透性。若未来要实现大面积的天然气水合物商业化开采,就必须关注天然气水合物大面积分解后导致的地质坍塌、滑塌、天然气泄漏等自然灾害和环境问题。

[0004] 针对开采导致的地层变形沉降问题,现有技术通过向上覆下伏层注入水泥浆形成人工致密盖层的方法,进而提升降压法的采收率、有效阻止甲烷泄漏和防止地质灾害。或通过向上覆下伏层注入置换气体,使其发生置换反应形成 CO_2/N_2 水合物,有效增强接触面的土体强度,降低接触面土体的蠕变和不同土体的相对位移,有效增加储层的产气量 and 解决直接大量开采导致的储层失稳问题。但是,上述方法存在的问题在于三个方面:一是需要额外的作业和措施来实现地层的稳固,提高开采的成本,如在上覆下伏层进行射孔作业来注入大量的水泥浆,提高开采的材料成本且易造成环境污染,在上覆下伏层进行置换气体注入,由于置换反应速率很慢,提高开采的材料和时间成本;二是无法准确得知地层稳固的覆盖范围、支撑强度和稳固的效果,采用注入水泥浆或注入置换气体建立稳固层的作业,都无法准确得知注入材料的走向和作用位置,无法实现开采区域的整体均衡的稳固作用。三是工程实际实施困难,水泥浆存在瞬间凝固现象,导致射孔近井筒位置水泥浆大量堆积,而无法实现横向上的延伸。而注气置换存在反应速率慢和置换率低的问题,无法高效实现稳固的盖层结构,此外若地层温压不满足置换条件要求,则易发生置换气体的泄漏等问题。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的上述缺陷,提供一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法及装置。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种稳固地层的天然气水合物联合开采方法,所述联合开采方法包括:

[0007] 固井步骤:搭建海上开采平台和注入平台,分别布设与开采平台连接的开采井和与注入平台连接的注气井,其中,所述开采井水平段布设于上覆盖层和水合物储层交界位置处,所述注气井水平段布设于水合物储层内并位于所述开采井水平段下方;

[0008] 注气井压裂步骤:在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,注气井焖井进行置换反应;

[0009] 开采井压裂步骤:在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层;

[0010] 抽取步骤:在开采井下入生产套管,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。

[0011] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法中,在所述抽取步骤之后,所述联合开采方法还包括:

[0012] 打开注气井,重复所述注气井压裂步骤、开采井压裂步骤和抽取步骤,直至开采结束。

[0013] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法中,所述注气井水平段位于水合物储层从上至下厚度的三分之二处。

[0014] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法中,在所述注气井压裂步骤之前,所述联合开采方法还包括:

[0015] 降压开采步骤:在注气井下入生产套管,进行降压开采,当水合物储层的压力降至水合物储层温度对应甲烷水合物相平衡压力的15%以下时,停止降压开采。

[0016] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法中,所述注气井压裂步骤具体包括:

[0017] 在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,检测注气井水平段的温压数据;

[0018] 在注气井水平段的温压数据达到二氧化碳水合物生成的相平衡条件时,停止注入二氧化碳热介质;

[0019] 注气井焖井进行置换反应。

[0020] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法中,所述开采井压裂步骤具体包括:

[0021] 在注气井水平段的温压数据达到甲烷水合物生成的临界相平衡条件时,在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层。

[0022] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采方法中,所述二氧化碳热介质包括气态二氧化碳、液态二氧化碳、乳液二氧化碳、超临界二氧化碳或者二氧化碳混合气中一种或多种。

[0023] 本发明解决其技术问题所采用的另一技术方案是:构造一种稳固地层的天然气水合物联合开采装置,所述联合开采装置包括设置于海上的开采平台和注入平台、与开采平台连接的开采井、与注入平台连接的注气井,所述开采井水平段设置于上覆盖层和水合物储层交界位置处,所述注气井水平段设置于水合物储层内并位于所述开采井水平段下方;

[0024] 所述联合开采装置还包括:

[0025] 射孔压裂联作工具,用于下入注气井,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业;

[0026] 生产管柱和定向水力射孔压裂工具,用于下入开采井,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层;

[0027] 生产套管,用于下入开采井,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。

[0028] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采装置中,所述联合开采装置还包括设置于所述开采平台上的第一气液分离存储设备、设置于所述开采平台上并与所述第一气液分离存储设备连通的第一储气罐、设置于所述开采平台上的水力射孔压裂设备、设置于所述开采平台上并与所述水力射孔压裂设备连通的储液加热设备。

[0029] 在本发明所述的稳固地层的天然气水合物联合开采装置中,所述联合开采装置还包括设置于所述注入平台上的第二气液分离存储设备、设置于所述注入平台上与所述第二气液分离存储设备连通的第二储气罐、设置于所述注入平台上的射孔压裂联作设备、以及设置于所述注入平台上与所述第二气液分离存储设备连通的储液罐。

[0030] 实施本发明的稳固地层的天然气水合物联合开采方法及装置,具有以下有益效果:实施本发明的稳固地层的天然气水合物联合开采方法时,采用开采井的井身结构直接作为稳固地层的结构,不需要额外的作业和措施来实现地层的稳固,且能实现开采区域的整体均衡的稳固状态,有利于后续对下部水合物储层的开采施工的稳定性和安全性。其次,本发明采用注入二氧化碳热介质的方式对注气井进行射孔压裂和置换作业,能够有效的补充降压开采后地层损失的热量,提高压裂范围和致裂效果,提高置换反应的速率和效率。进一步的,本发明采用回注采出地层水的方式对开采井进行射孔压裂作业,能够有效的将地层水均匀渗透进储层,在形成高导流通道的时候,与残余的二氧化碳气体结合生成新的二氧化碳水合物,提高置换效率的同时在大范围储层中均匀的生成稳固的二氧化碳水合物,保证了储层的稳定性。另外,采用回注采出地层水的方式可以有效解决采出地层水的处理排放问题,由于采出的地层水具有生物毒性,污染环境而无法直接排放,故采用回注方式既可以均匀地稳固地层,又可以实现保护环境并简化作业需求和降低开采成本。同时,本发明采用热海水和二氧化碳热介质作为压裂液介质,采用热介质作为开采井和注入井的射孔压裂作业材料,在压裂的同时,及时对地层进行热量补充,并采用上下井间隔注入和开采步骤多次重复的方式,使得整个开采过程无需额外的加热作业,具有较低的能量耗散,且有利于整体水合物储层的温压控制。

附图说明

[0031] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0032] 图1是本发明稳固地层的天然气水合物联合开采方法第一实施例的流程示意图;

[0033] 图2是本发明稳固地层的天然气水合物联合开采装置第一实施例的结构示意图;

[0034] 图3是本发明稳固地层的天然气水合物联合开采装置第一实施例的局部结构示意图。

具体实施方式

[0035] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0036] 如图1所示,在本发明的稳固地层的天然气水合物联合开采方法第一实施例中,该联合开采方法包括:

[0037] 固井步骤S101:搭建海上开采平台和注入平台,分别布设与开采平台连接的开采井和与注入平台连接的注气井,其中,该开采井水平段布设于上覆盖层和水合物储层交界位置处,该注气井水平段布设于水合物储层内并位于该开采井水平段下方。

[0038] 选取海域天然气水合物储层作为开采对象,分别搭建海上开采平台和注入平台,首先进行开采井的钻井作业,开采井水平井段布设于在上覆盖层和水合物储层交界位置,下入套管,并在井眼和套管之间的环空空间注入水泥完成固井作业。

[0039] 再进行注气井的钻井作业,注气井水平段布设于水合物储层内并位于该开采井水平段下方,下入套管,同样在井眼和套管之间的环空空间注入水泥完成固井作业。

[0040] 可以理解的,在其他实施方式中,也可以是先设置注气井,再设置开采井,也可以是同时设置。

[0041] 注气井压裂步骤S102:在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,注气井焖井进行置换反应。

[0042] 在注气井下入射孔压裂联作工具,对注气井水平段进行射孔压裂作业,注入二氧化碳热介质进行置换反应,通过控制注入泵的压力和二氧化碳热介质的温度来控制水合物储层的温压条件,当注气井水平段的温压条件达到二氧化碳水合物生成的相平衡条件时,停止注入二氧化碳热介质,对注气井进行焖井置换反应。

[0043] 开采井压裂步骤S103:在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层。

[0044] 实时监控注气井水平段的温压条件,当温压条件即将达到甲烷水合物生成的临界相平衡条件时,在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,注入支撑材料、热海水和采出地层水,对位于开采井水平段下伏(下方)的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段水合物储层。

[0045] 抽取步骤S104:在开采井下入生产套管,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。

[0046] 在开采井下入生产套管,抽取出置换反应后得到的天然气和残余的二氧化碳气体。可以理解的,该天然气成分主要为甲烷气体。

[0047] 进一步的,在抽取出置换反应后得到的天然气和残余的二氧化碳气体,利用气液分离存储设备进行处理。首先进行气液分离作业,将地层水分离出来用于开采井的水力射孔压裂作业,之后再分离得到的天然气和残余二氧化碳气体进行气体分离,得到的纯净天然气进入储气罐进行存储和运输,得到的二氧化碳气体再次形成二氧化碳热介质,用于后续的注入置换反应。

[0048] 实施本发明的稳固地层的天然气水合物联合开采方法时,采用开采井的井身结构直接作为稳固地层的结构,不需要额外的作业和措施来实现地层的稳固,且能实现开采区域的整体均衡的稳固状态,有利于后续对下部水合物储层的开采施工的稳定性和安全性。其次,本发明采用注入二氧化碳热介质的方式对注气井进行射孔压裂和置换作业,能够有效的补充降压开采后地层损失的热量,提高压裂范围和致裂效果,提高置换反应的速率和效率。进一步的,本发明采用回注采出地层水的方式对开采井进行射孔压裂作业,能够有效

的将地层水均匀渗透进储层,在形成高导流通道时,与残余的二氧化碳气体结合生成新的二氧化碳水合物,提高置换效率的同时在大范围储层中均匀的生成稳固的二氧化碳水合物,保证了储层的稳定性。另外,采用回注采出地层水的方式可以有效解决采出地层水的处理排放问题,由于采出的地层水具有生物毒性,污染环境而无法直接排放,故采用回注方式既可以均匀地稳固地层,又可以实现保护环境并简化作业需求和降低开采成本。同时,本发明采用热海水和二氧化碳热介质作为压裂液介质,采用热介质作为开采井和注入井的射孔压裂作业材料,在压裂的同时,及时对地层进行热量补充,并采用上下井间隔注入和开采步骤多次重复的方式,使得整个开采过程无需额外的加热作业,具有较低的能量耗散,且有利于整体水合物储层的温压控制。

[0049] 在开采过程中,在进行天然气和残余的二氧化碳气体抽取之后,该联合开采方法还包括:

[0050] 打开注气井,重复该注气井压裂步骤、开采井压裂步骤和抽取步骤,直至开采结束。

[0051] 优选的,该注气井水平段位于水合物储层从上至下厚度的三分之二处。

[0052] 进一步的,在该注气井压裂步骤之前,该联合开采方法还包括:

[0053] 降压开采步骤:在注气井下入生产套管,进行降压开采,当水合物储层的压力降至水合物储层温度对应甲烷水合物相平衡压力的15%以下时,停止降压开采。

[0054] 优选的,该注气井压裂步骤具体包括:

[0055] 在注气井下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井水平段进行射孔压裂作业,检测注气井水平段的温压数据。

[0056] 在注气井水平段的温压数据达到二氧化碳水合物生成的相平衡条件时,停止注入二氧化碳热介质。

[0057] 注气井焖井进行置换反应。

[0058] 进一步优选的,该开采井压裂步骤具体包括:

[0059] 在注气井水平段的温压数据达到甲烷水合物生成的临界相平衡条件时,在开采井下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料、热海水和采出地层水,对开采井下伏的水合物储层进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井水平段和注气井水平段之间的水合物储层。

[0060] 在本实施方式中,该二氧化碳热介质包括气态二氧化碳、液态二氧化碳、乳液二氧化碳、超临界二氧化碳或者二氧化碳混合气中一种或多种。

[0061] 如图2-3所示,在本发明的稳固地层的天然气水合物联合开采装置第一实施例中,该联合开采装置10包括设置于海上的开采平台11和注入平台12、与开采平台11连接的开采井13、与注入平台12连接的注气井14,该开采井13水平段设置于上覆盖层23和水合物储层24交界位置处,该注气井14水平段设置于水合物储层24内并位于该开采井13水平段下方;

[0062] 该联合开采装置10还包括:

[0063] 射孔压裂联作工具,用于下入注气井14,注入二氧化碳热介质对注气井14水平段进行射孔压裂作业;

[0064] 生产管柱和定向水力射孔压裂工具,用于下入开采井13,向生产管柱注入支撑材料25、热海水和采出地层水,对开采井13下伏的水合物储层24进行射孔压裂作业,形成高导

流通道用于连通开采井13水平段和注气井14水平段之间的水合物储层24；

[0065] 生产套管,用于下入开采井13,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。

[0066] 该联合开采装置10在运行过程中,实施上述联合开采方法。

[0067] 该联合开采装置10的具体实施方式为,搭建海上开采平台11和注入平台12,分别布设与开采平台11连接的开采井13和与注入平台12连接的注气井14,其中,该开采井13水平段布设于上覆盖层23和水合物储层24交界位置处,该注气井14水平段布设于水合物储层24内并位于该开采井13水平段下方。

[0068] 选取海域天然气水合物储层24作为开采对象,分别搭建海上开采平台11和注入平台12,首先进行开采井13的钻井作业,开采井13水平井段布设于在上覆盖层23和水合物储层24交界位置,下入套管,并在井眼和套管之间的环空空间注入水泥完成固井作业。

[0069] 再进行注气井14的钻井作业,注气井14水平段布设于水合物储层24内并位于该开采井13水平段下方,下入套管,同样在井眼和套管之间的环空空间注入水泥完成固井作业。

[0070] 可以理解的,在其他实施方式中,也可以是先设置注气井14,再设置开采井13,也可以是同时设置。

[0071] 在注气井14下入射孔压裂联作工具,注入二氧化碳热介质对注气井14水平段进行射孔压裂作业,注气井14焖井进行置换反应。

[0072] 在注气井14下入射孔压裂联作工具,对注气井14水平段进行射孔压裂作业,注入二氧化碳热介质进行置换反应,通过控制注入泵的压力和二氧化碳热介质的温度来控制水合物储层24的温压条件,当注气井14水平段的温压条件达到二氧化碳水合物生成的相平衡条件时,停止注入二氧化碳热介质,对注气井14进行焖井置换反应。

[0073] 在开采井13下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,向生产管柱注入支撑材料25、热海水和采出地层水,对开采井13下伏的水合物储层24进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井13水平段和注气井14水平段之间的水合物储层24。

[0074] 实时监控注气井14水平段的温压条件,当温压条件即将达到甲烷水合物生成的临界相平衡条件时,在开采井13下入生产管柱和定向水力射孔压裂工具,注入支撑材料25、热海水和采出地层水,对位于开采井13水平段下伏的水合物储层24进行射孔压裂作业,形成高导流通道用于连通开采井13水平段和注气井14水平段水合物储层24。

[0075] 在开采井13下入生产套管,抽取出天然气和残余的二氧化碳气体。

[0076] 在开采井13下入生产套管,抽取出置换反应后得到的天然气和残余的二氧化碳气体。

[0077] 进一步的,该联合开采装置10还包括设置于该开采平台11上的第一气液分离存储设备15、设置于该开采平台11上并与该第一气液分离存储设备15连通的第一储气罐16、设置于该开采平台11上的水力射孔压裂设备17、设置于该开采平台11上并与该水力射孔压裂设备17连通的储液加热设备18。

[0078] 进一步的,该联合开采装置10还包括设置于该注入平台12上的第二气液分离存储设备19、设置于该注入平台12上与该第二气液分离存储设备19连通的第二储气罐20、设置于该注入平台12上的射孔压裂联作设备21、以及设置于该注入平台12上与该第二气液分离存储设备19连通的储液罐22。

[0079] 该第一气液分裂存储设备和第二气液分裂存储设备均用于对开采出来的天然气

气液混合物进行气液分裂。第一储气罐16和第二储气罐20均用于对开采出来的天然气进行存储。该水力射孔压裂设备17用于向生产管柱和定向水力射孔压裂工具注入支撑材料25、热海水和采出地层水,该储液加热设备18用于向水力射孔压裂设备17提供热海水。进一步的,通过注入支撑材料25起到支撑地层的作用。

[0080] 射孔压裂联作设备21用于向射孔压裂联作工具注入二氧化碳热介质,储液罐22用于存储抽取出来的地层水等液体混合物。

[0081] 此外,在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”、“层叠”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;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或两个元件的相互作用关系。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。

[0082] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明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,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

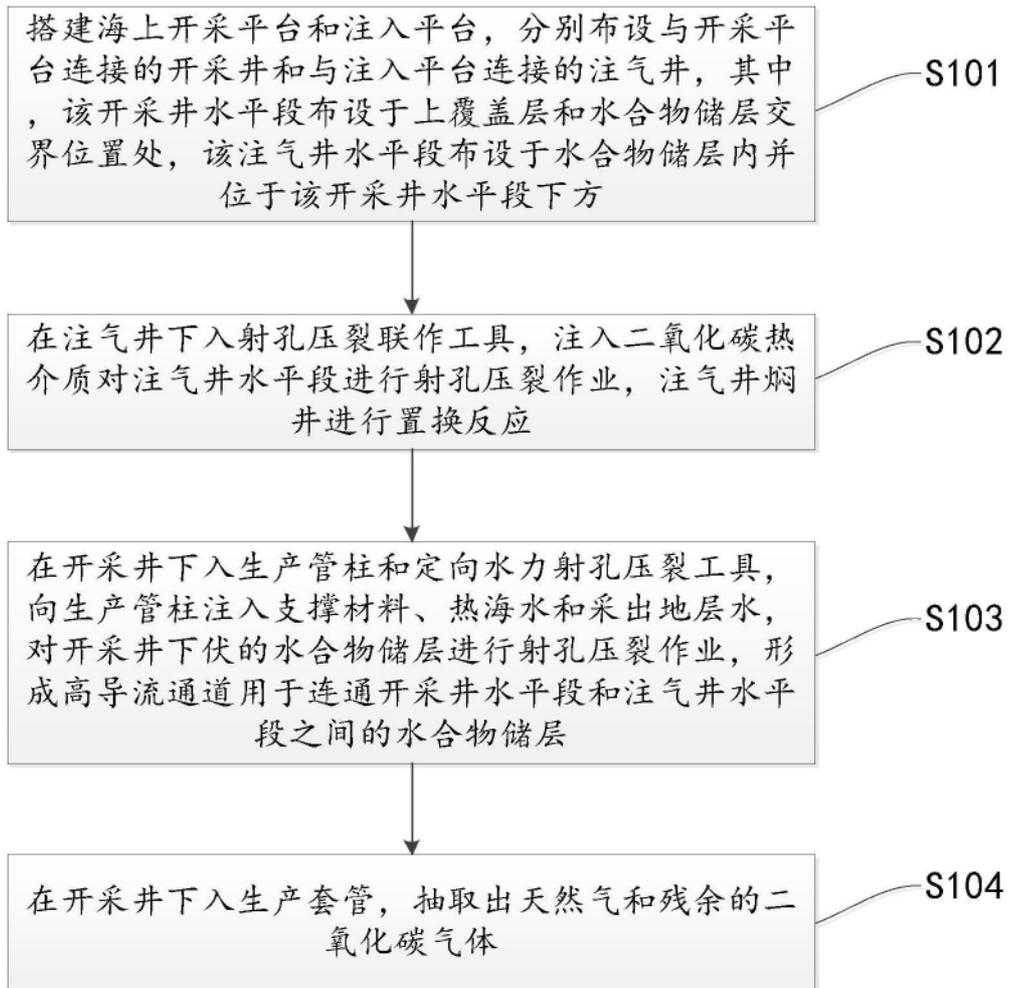


图1

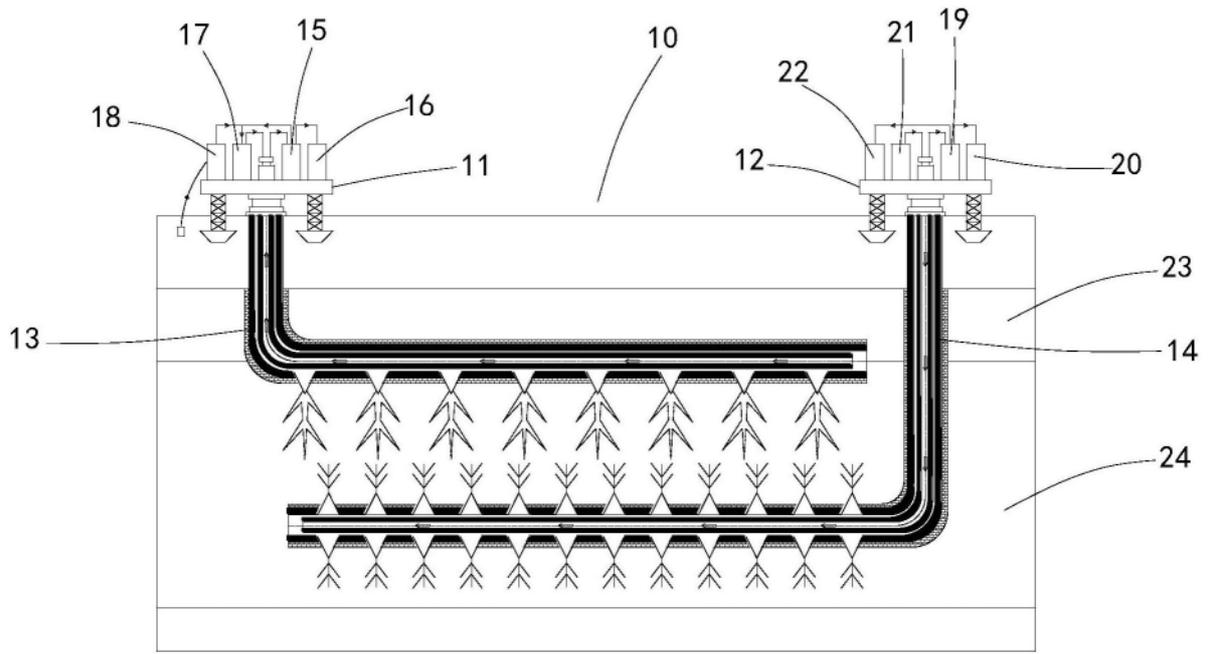


图2

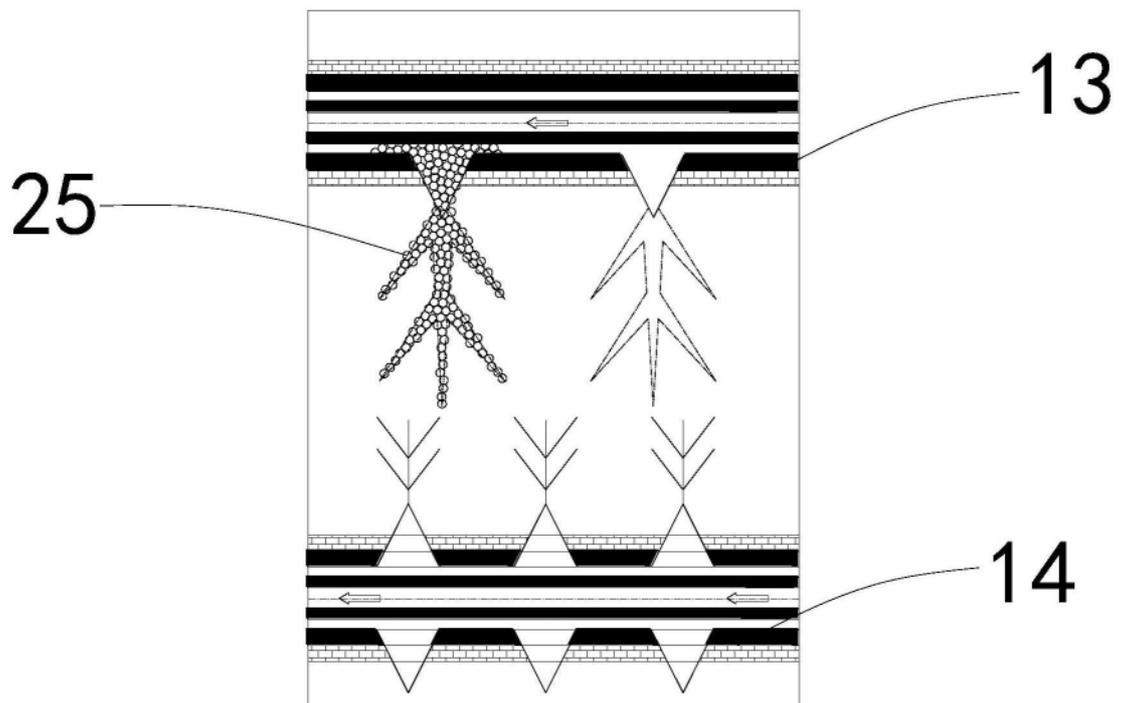


图3